12－地質－04

平成12年度

設楽ダム　地質総合解析業務

報　告　書

【第1編　地質総合解析編】

平成13年３月

アイドールエンジニヤリング株式会社

はじめに

設楽ダム地点の調査は昭和53年度より開始され、豊川上流域の地質調査や現中流案地点を対象とした電源開発（株）の調査資料のとりまとめなどが実施され、昭和54年度にダムサイト候補地点の抽出や、ダム型式などの比較が実施されている。その結果、現中流案が有利と判断され、また、ダム型式としては重力式コンクリートダムが望ましいと評価されている。さらに平成４年度より本格的な地質踏査と中流案地点のボーリング調査が実施されている。また、平成６年度以降は、地元事情の好転により各ダムサイト候補地点の比較検討を目的とした弾性波探査が実施され、さらに平成７年度には中流案ダムサイト左岸において試掘横坑が実施され、以降、中流案ダムサイトを中心に調査が進められている。平成10年度には、総貯水容量が１億㎥に変更され、平成12年度には基本設計会議にて建設要求が採択され現在に至っている。

本報告書は、設楽ダム中流案ダムサイトにおいて、これまで実施されてきた調査ボーリング・試掘横坑・弾性波探査ならびに平成12年度に実施された新規調査ボーリング（４孔：計360m）、試掘横坑（２坑：計213.4m）を総合的に見直し、設楽ダムサイトにおけるダム築堤上の地質工学的課題について解析・検討し、とりまとめたものである。

本地質総合解析業務は、平成10年度ならびに平成11年度の地質総合解析に引き続き実施されたものであり、本報告書には、平成10年度および平成11年度の地質総合解析成果についてもあわせてとりまとめを行っている。なお、本業務の内容は多岐にわたることから、報告書の構成は下記に示すように３編構成とした。

第１編　地質総合解析編

第２編　既往資料整理編（基本設計会議資料）

第３編　設計編

平成13年３月

アイドールエンジニヤリング株式会社

本報告書の要旨

本報告書（第１編「地質総合解析編」）は、設楽ダム中流案ダムサイトにおいて、これまで実施されてきた調査ボーリング（31 孔：総延長 3,120m），試掘横坑（３坑：総延長 128m），弾性波探査（７測線：総延長 3,401m）および平成 12 年度に実施された新規調査ボーリング（４孔：総延長 360m），試掘横坑（２坑：総延長 213.4m）を総合的に見直し、設楽ダムサイトにおけるダム築堤上の地質工学的課題について解析・検討し、とりまとめたものである。本業務は、平成 10 年度ならびに平成 11 年度の地質総合解析に引き続き実施されたものであり、本報告書には、平成 10 年度および平成 11 年度の地質総合解析成果についてもあわせてとりまとめを行っている。

なお第２編「基本設計会議資料編」は、平成 12 年 5 月までの成果を検討・評価し、とりまとめ、同資料を綴じ込んだ。さらに第３編「設計編」では基本事項（地質条件・水文条件・設計条件）の整理を行い、現段階における概略設計を実施した。さらに身替りダム検討条件および付け替え道路検討条件の整理し、ダム建設費の算出を行った。詳細は各編の報告書を参照されたい。

なお、図－1～図－6 に下記縮小図面を示す。

図－1　地質平面図

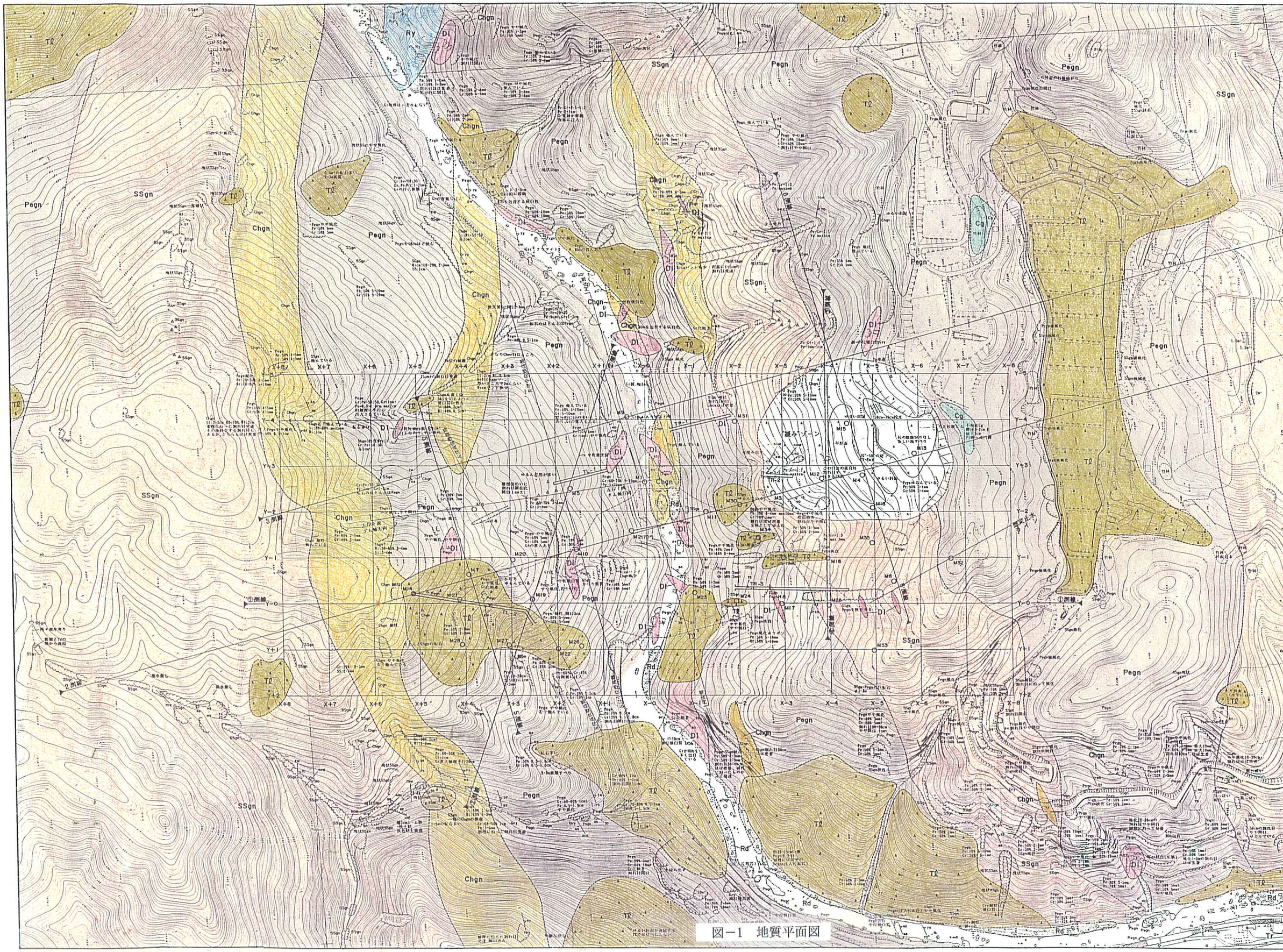
図－2　Ｙ－０（現計画ダム軸）地質断面図

図－3　Ｙ－０（現計画ダム軸）岩級区分断面図

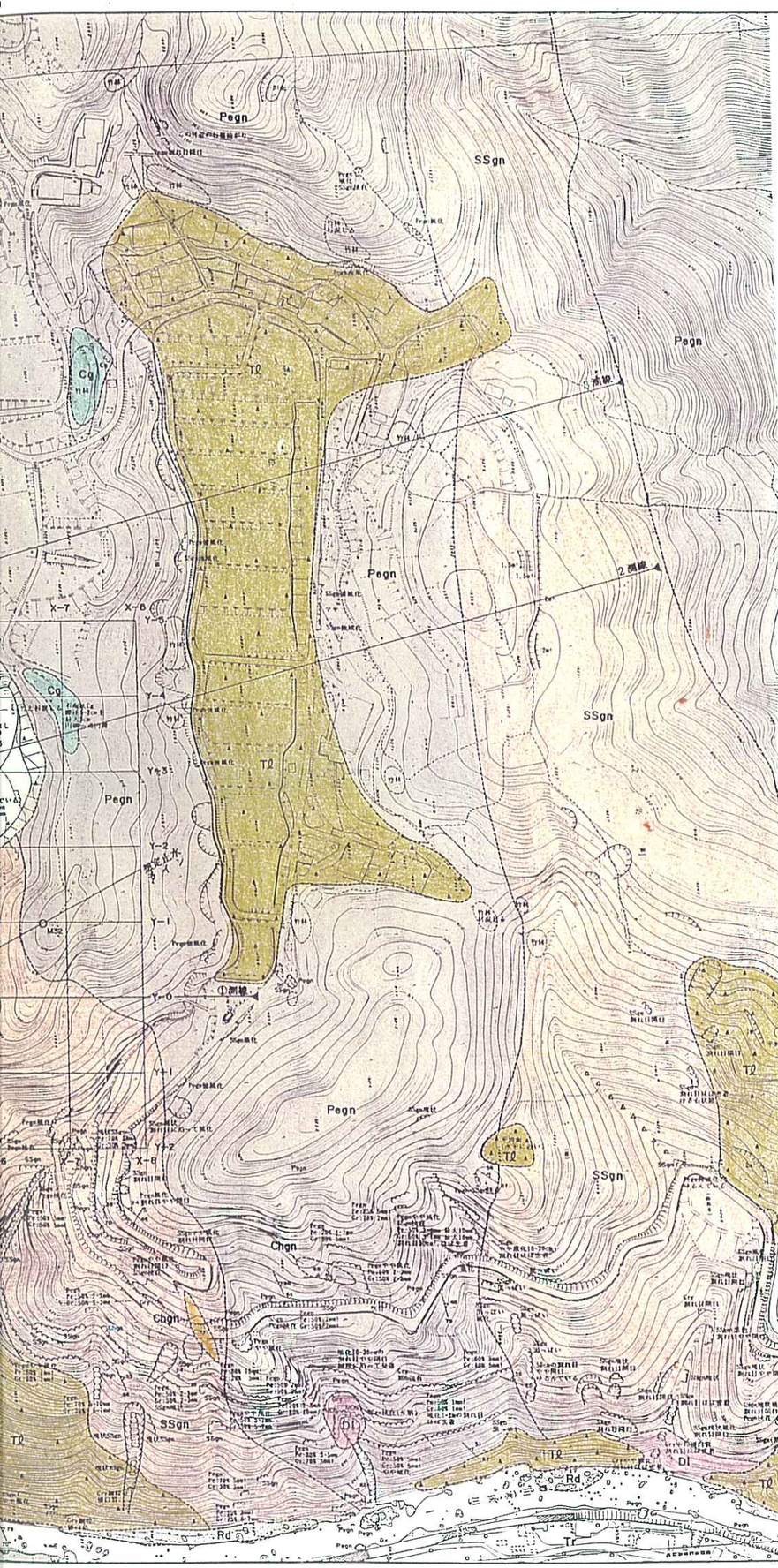
図－4　想定止水ラインルジオンマップ

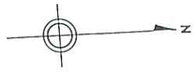
図－5　堤体平面図

図－6　ダム軸概略比較検討図


Pegn
SSgn
Chgn
Tℓ
Ry
Dl
Cg
Rd
X+8
X+7
X+6
X+5
X+4
X+3
X+2
X+1
X-0
X-1
X-2
X-3
X-4
X-5
X-6
X-7
X-8
Y-4
Y-3
Y-2
Y-1
Y-0
Y+1
Y+2
①測線
2測線
3測線
5測線
緩みゾーン

図−1　地質平面図





凡　例

〈地質区分〉

［第四紀被覆層］

- Rd　現河床堆積物
- Tl　崩壊堆積物
- "緩み"ゾーン
- Tr　段丘堆積物

［第三紀火成岩類］

- Tf　凝灰岩
- Ry　流紋岩

［第三紀堆積岩類］

- Cg　礫岩

［白亜紀領家花崗岩類］

- Dl　閃緑岩類

［白亜紀領家変成岩類］

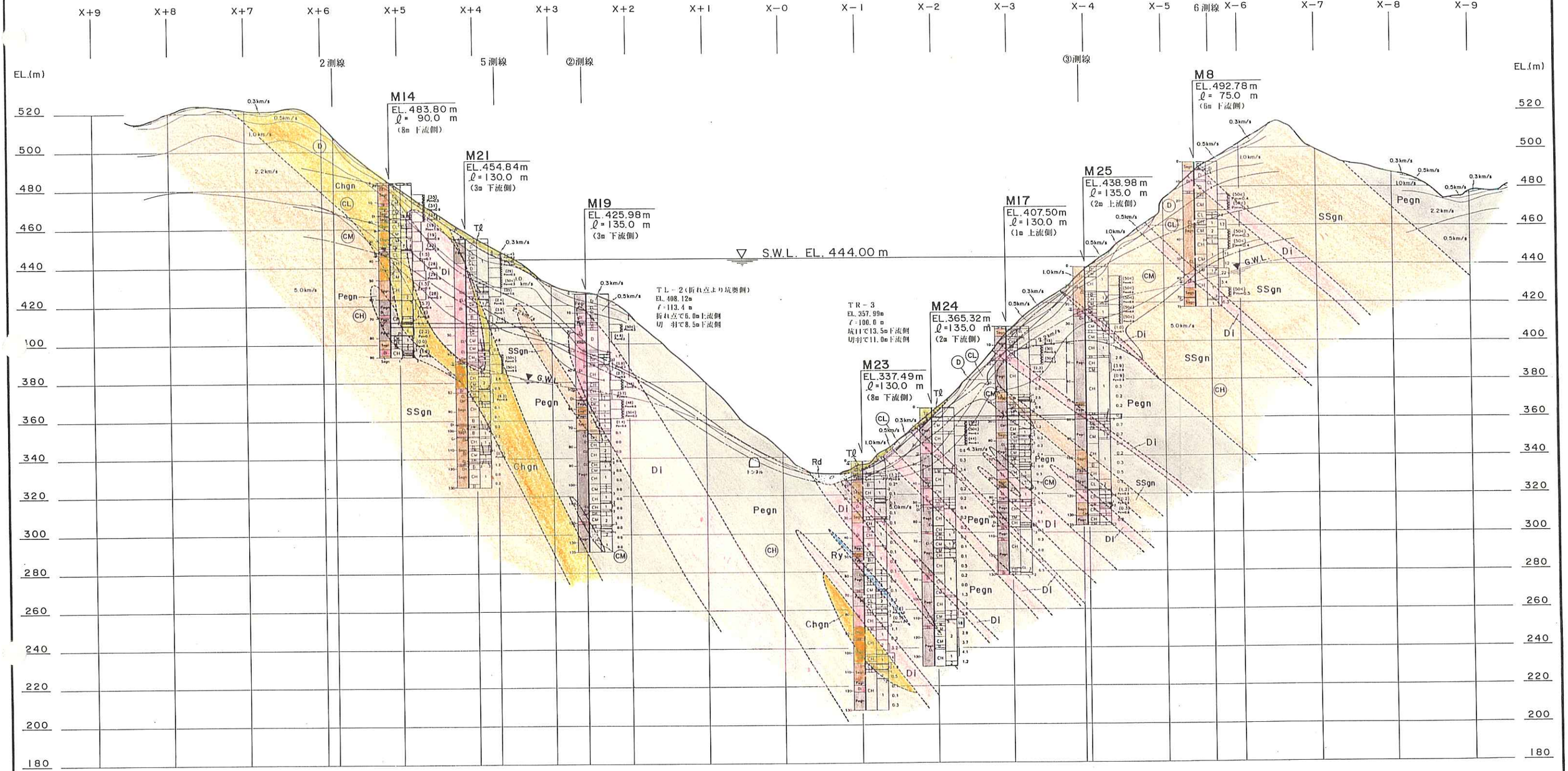
- SSgn　砂質片麻岩
- Pegn　泥質片麻岩
- Chgn　珪質片麻岩及び変成チャート

- 地質境界
- 断層（破線部は推定）
- 裏頭
- 転石
- 地層の走向・傾斜
- 片麻状構造の走向・傾斜
- 節理面の走向・傾斜
- 断層面の走向・傾斜
- 滑落崖
- 弾性波探査測線
- MB　ボーリング調査位置
- 横坑調査位置

S=1:1,000

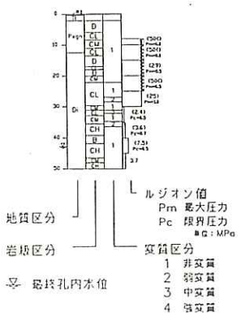
0 10 20 30 40 50 100m

平成12年度 設楽ダム　地質総合解析業務	
図　種	地質平面図
縮　尺	1/1,000
図面番号	付図－1.2
設楽ダム調査事務所	



凡　例

〈 簡易柱状図 〉



〈地質区分〉

［第四紀被覆層］

Rd	現河床堆積物
Tℓ	崖錐堆積物
	"緩み"ゾーン
Tr	段丘堆積物

［第三紀火成岩類］

Tf	凝灰岩
Ry	流紋岩

［第三紀堆積岩類］

Cg	礫岩

［白亜紀領家花崗岩類］

Di	閃緑岩類

［白亜紀領家変成岩類］

SSgn	砂質片麻岩
Pegn	泥質片麻岩
Chgn	珪質片麻岩及び変成チャート

〈岩級区分〉

D	D級
CL	CL(〇は変質部)級
CM	CM(〇は変質部)級
CH	CH級

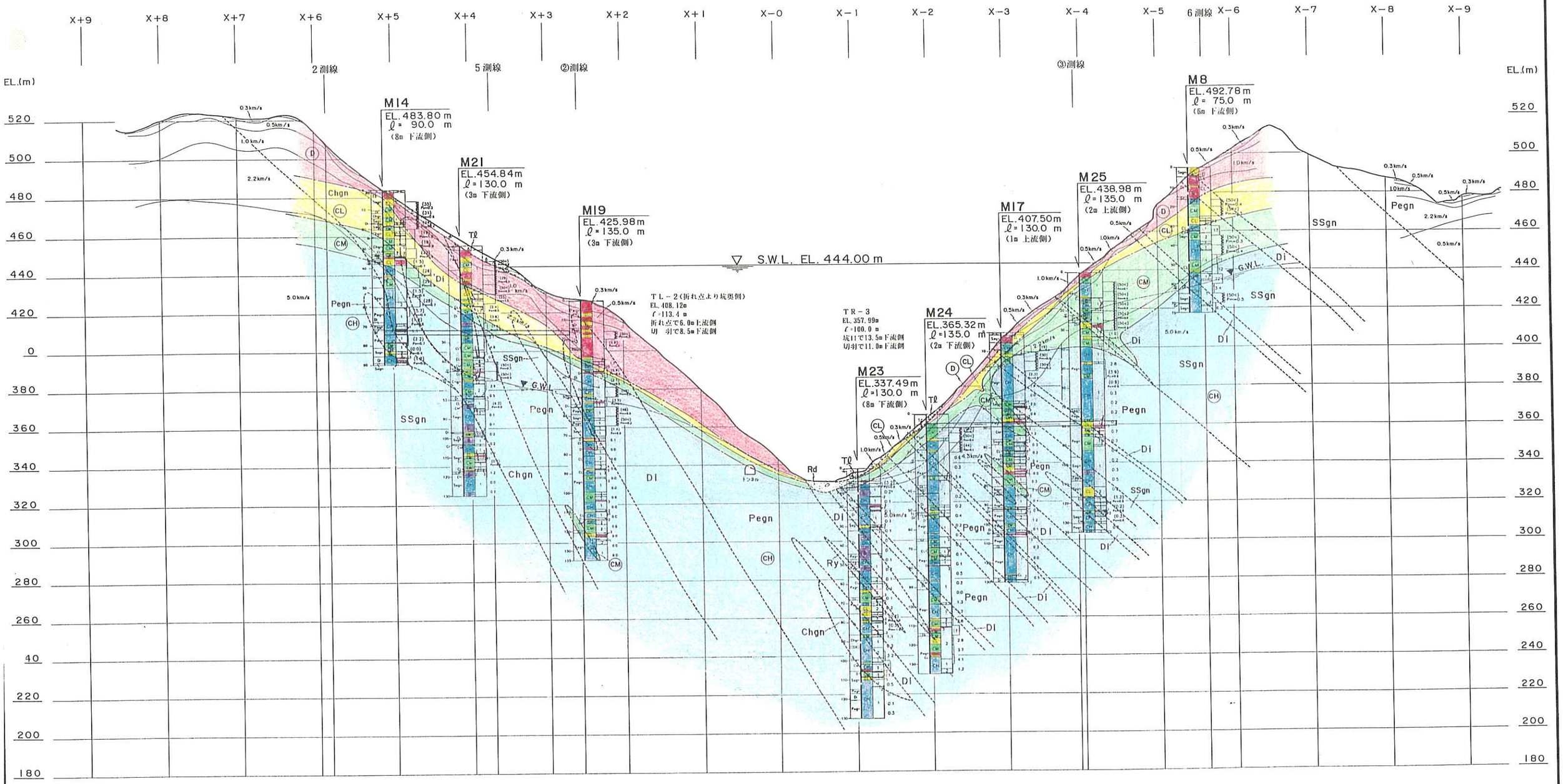
	地質境界
	岩級境界
	断層(破線部は推定)
0.3km/s 0.5km/s	弾性波速度境界
	低速度帯
G.W.L	地下水位

S=1:1,000
0 25 50 100m

図−2　Y−0（現計画ダム軸）地質断面図

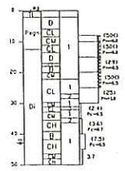
平成12年度	設楽ダム　地質総合解析業務
図種	Y−0　地質断面図
縮尺	1/1,000
図面番号	付図−1.3
設楽ダム調査事務所	

Y−0



凡　例

〈 簡易柱状図 〉



地質区分
岩級区分
ルジオン値
Prn 最大圧力
Pc 限界圧力
単位：MPa
変質区分
1 非変質
2 弱変質
3 中変質
4 強変質
最終孔内水位

〈地質区分〉

［第四紀被覆層］

Rd	現河床堆積物
Tℓ	崖錐堆積物
	"緩み"ゾーン
Tr	段丘堆積物

［第三紀火成岩類］

Tf	凝灰岩
Ry	流紋岩

［第三紀堆積岩類］

Cg	礫岩

［白亜紀領家花崗岩類］

Di	閃緑岩類

［白亜紀領家変成岩類］

SSgn	砂質片麻岩
Pegn	泥質片麻岩
Chgn	珪質片麻岩及び変成チャート

〈岩級区分〉

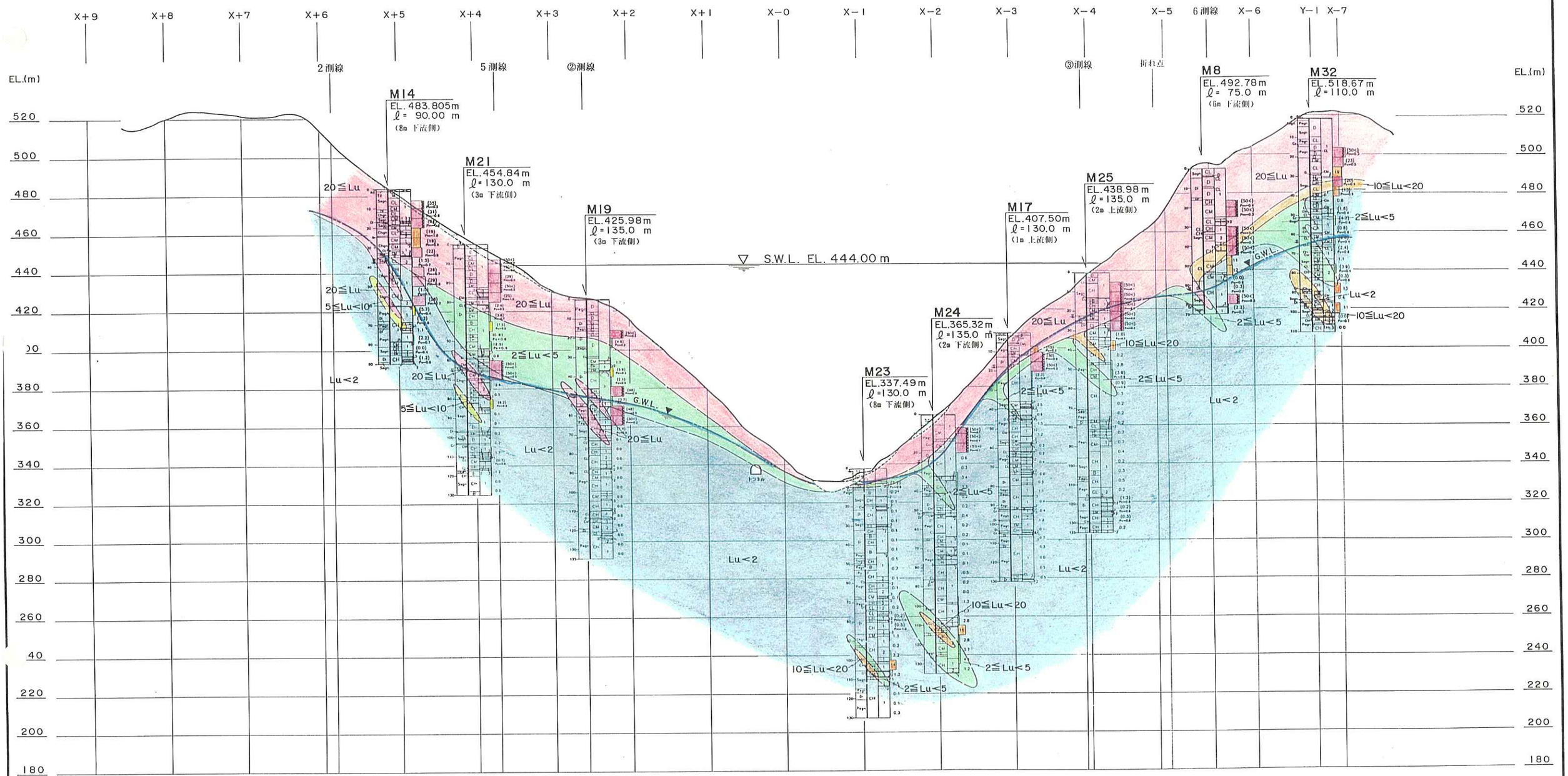
D	D	級
CL	CL（ は変質部）	級
CM	CM（ は変質部）	級
CH	CH	級

地質境界
岩級境界
断層（破線部は推定）
0.3km/s 0.5km/s 弾性波速度層境界
低速度帯
G.W.L. 地下水位

S = 1 : 1,000
0 25 50 100m

図−3　Y−0（現計画ダム軸）岩級区分断面図

平成12年度 設楽ダム　地質総合解析業務	
図　種	Y−0　岩級区分断面図
縮　尺	1/1,000
図面番号	付図−1.4
設楽ダム調査事務所	



凡　例

20≦Lu

10≦Lu<20

5≦Lu<10

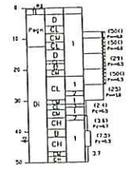
2≦Lu<5

Lu<2

透水度境界

地下水位

〈簡易柱状図〉



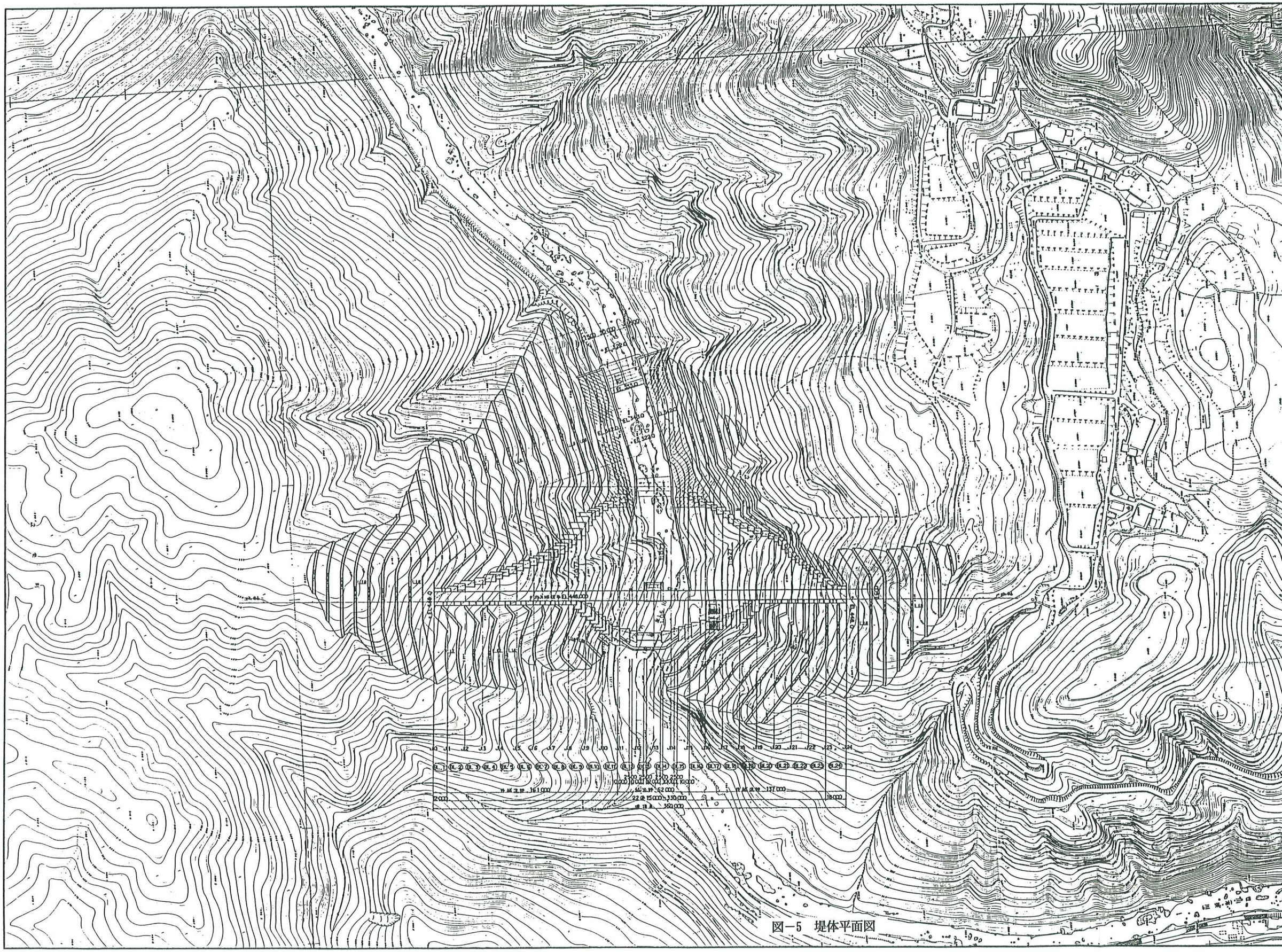
S=1:1,000

0　25　50　100m

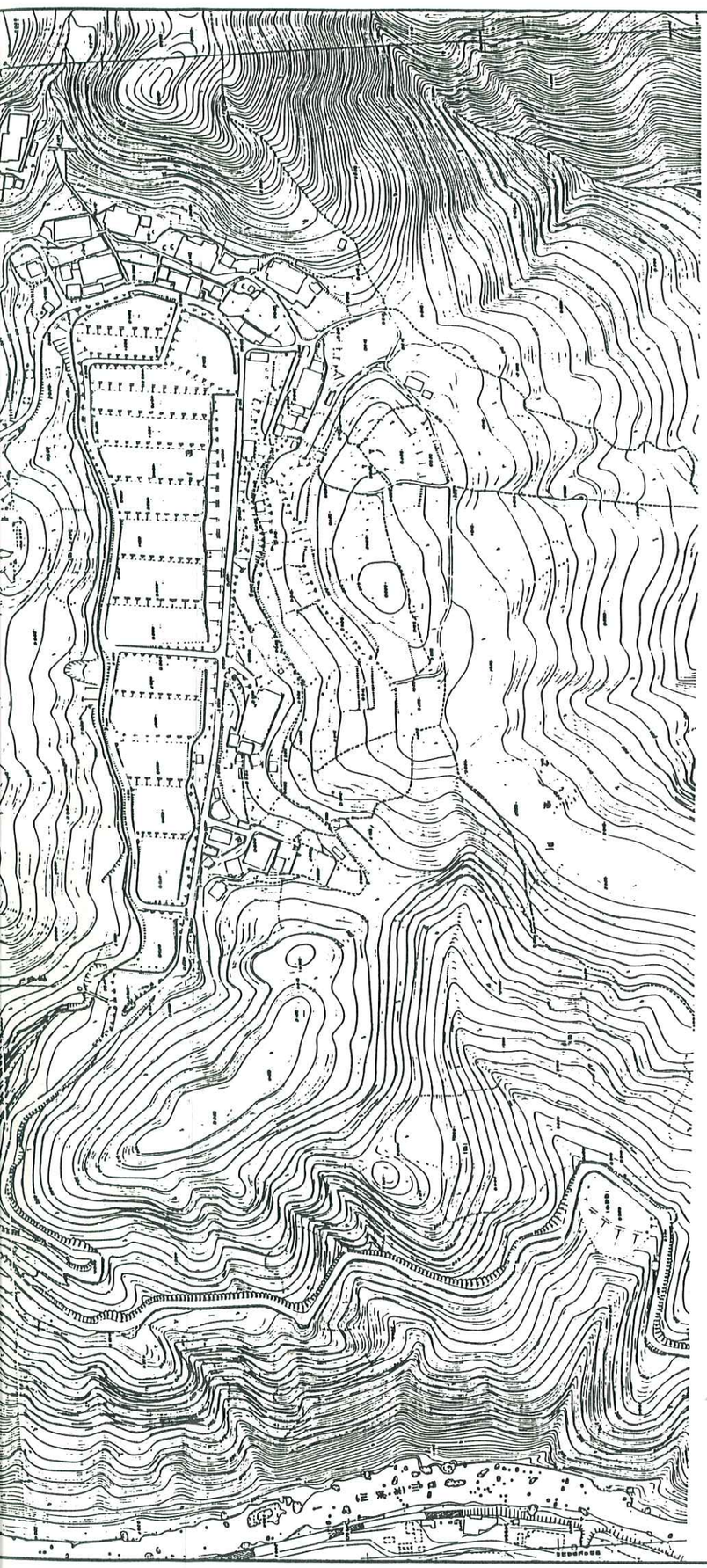
図−4　想定止水ラインルジオンマップ

平成12年度 設楽ダム　地質総合解析業務	
図　種	Y−0（想定止水ライン）ルジオンマップ
縮　尺	1/1,000
図面番号	付図−1.5
設楽ダム調査事務所	

Y−0 Lu



図－5　堤体平面図



N

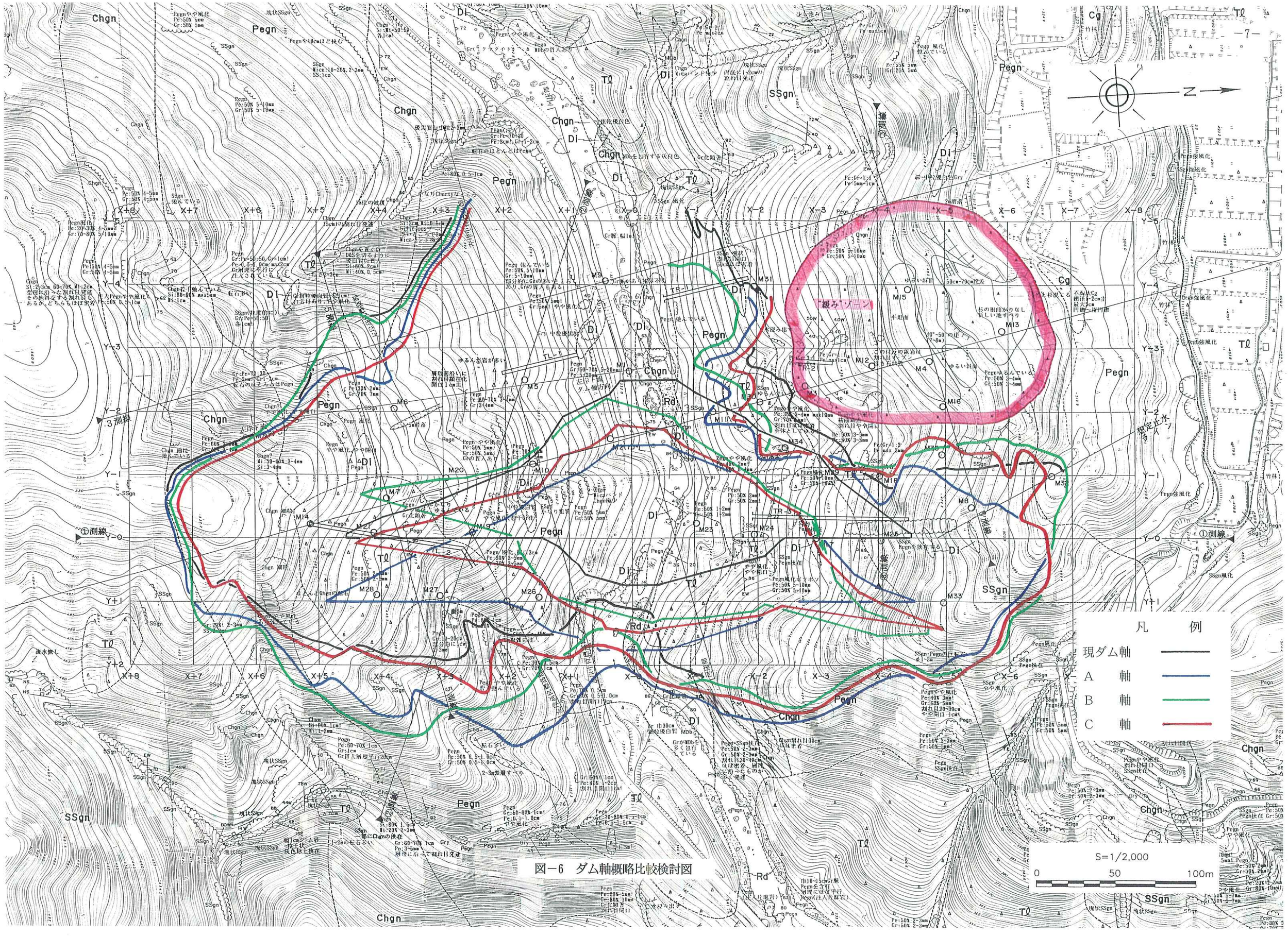
S=1:1,000

0 10 20 30 40 50 100m

平成12年度
設楽ダム　地質総合解析業務

図　種	地形平面図
縮　尺	1/1,000
図面番号	付図－3.1

設楽ダム調査事務所



図－6　ダム軸概略比較検討図

1. ダムサイトの課題（平成10～12年度　地質総合解析）

1.1 平成10年度

「平成10年度　設楽ダム地質総合解析業務」では、下記の５項目が課題としてあげられていた。

① “緩み”ゾーンの分布・規模・性状

② 低角度断層（Ｆ－２断層）の連続性・規模・性状

③ 地山深部の中透水部と地下水位の分布

④ 熱水変質帯の分布・規模・性状

⑤ 地山深部にまでおよぶ亀裂沿いの“マサ状”風化部

特にこれらに留意し、中流案ダムサイトの地質および地質工学的特性を明確にするとともに、ダム築堤上の問題点を整理し、調査計画を立案した。その結果、課題①の“緩み”ゾーンの分布と課題②の低角度断層に関して下記事項が明らかとなった。

・新規に実施したM15，M16孔の結果から、“緩み”ゾーンの上流端はほぼ確定されたものと判断される。

・ＴＲ－１坑で認められる低角度断層（Ｆ－２断層）および既存のボーリング孔で認められるそのほかの低角度断裂系は、現ダム軸，堤敷および堤敷外法面にまで連続する可能性は低いものと考えられる。

しかしながらこれらの結果については暫定的なものであり、そのほかの課題とともに次年度の課題として持ち越された。

1.2 平成11年度

「平成11年度　設楽ダム地質総合解析業務」では、上述の５課題を含め、平成11年度に実施された調査ボーリング結果を加味した検討の結果、下記の８項目が検討課題となった。

1. 低角度断層（Ｆ－２断層）の連続性・規模・性状
2. 左岸低位から中位標高部の地質岩盤状況
3. 右岸中位標高部の変質帯
4. 右岸下流高位標高部の“緩み”ゾーンの分布・規模・性状
5. 左右岸中～高位標高部の岩盤状況
6. 左岸地山深部に発達する亀裂沿いのマサ状風化部の存在と透水性および地下水位
7. 基礎岩盤のせん断強度の設定
8. 透水性と地下水位

これに先立って、ダムサイト候補地の比較検討を実施した。設楽ダムでこれまでに検討されている３案（上流案・中流案・下流案）と中流案計画軸（当時：中流案中流軸）の上流側に比較ダム軸（中流案上流軸）を抽出し、４案で比較検討を行った。

なお、平成 11 年度の解析結果として、低角度断層（Ｆ－２断層）を除いたほかの課題は引き続き平成 12 年度の課題として持ち越された。

1.2.1　ダムサイト比較検討（3章「候補ダムサイトの比較検討」参照）

比較検討の結果、地質および工学的条件から評価すると、中流案上流軸≒上流案≧中流案中流軸＞下流案となる。経済性（特に環境影響・補償費等）を考慮した評価では、中流案上流軸≧中流案中流軸＞上流案＞下流案となる。さらに、EL.448mをダム天端標高の上限値として、貯水容量１億ﾄﾝ計画におけるダムサイトの比較検討結果では、上流案では１億ﾄﾝを満たさず、また下流案では経済的に圧倒的に不利であることから、中流案上流軸が最も有利と判断される。

1.2.2　低角度断層（Ｆ－２断層）の連続性・規模・性状（5.1.2章「地質構造」参照）

既往の調査資料の見直し等を実施し、設楽ダム近傍の地質構造発達史（2.4章「設楽ダム周辺の地質構造発達史」参照）を勘案してその連続性について検討した。

地質構造発達史からみた設楽ダム近傍に分布する断層は、片麻岩類形成時のものと設楽コールドロン形成時のものと大きく２つに区分される。前者は、片麻岩の分布と同様な方向性を有しているものと考えられ、ダムサイト周辺ではほぼ東西走向で北傾斜と判断される。後者は、設楽コールドロンの周辺を取り巻くような断層であると考えられ、ダムサイト周辺においてはほぼ南北走向で東傾斜と判断される（詳細は2.4章「設楽ダム周辺の地質構造発達史」参照のこと）。

連続性についての検討は、横坑で確認されたＦ－２断層が上流側に連続するものと仮定し、横坑で確認された走向・傾斜で延長し、２測線（中流案中流軸）上のボーリング情報との対比を行った。

その結果、２測線ではＦ－２断層に直接連続するような低角度の断層は認められず、同系統のものも認められなかった。同系統の断層が認められたボーリングはＴＲ－１坑の山側で実施されたM31孔とさらに上位標高で実施されたM15孔のみである。M31孔で認められた低角度断層は、その確認位置からＦ－２断層と連続するものと考えられる。一方、M15孔で確認された低角度断層はＦ－２断層と同系統であるがＦ－２断層の走向・傾斜から判断される分布標高より高いため、別の断層と考えられる。仮に同一の断層とすると、両孔間に高角度断層が存在し、その高角度断層により分布標高にズレが生じている可能性も考えられることから、今後留意が必要である。

以上より、Ｆ－２断層は現段階ではその連続性がＴＲ－１坑付近と想定され、現計画ダム敷（中流案上流軸）まで連続しないものと判断される。

今後、ダムサイトにおいて試掘横坑を実施する際には、断層の連続性，規模，

性状，を把握する必要があり、場合によってはダム堤体安定上の課題となり得る可能性も有していることから、留意しておく必要がある。また、Ｆ－２断層の確認されたＴＲ－１坑は、減勢工上部の法面に位置することから、法面掘削時にはその安定上留意する必要がある。

1.3　平成12年度

「平成12年度　設楽ダム地質総合解析業務」では今後の確認すべき課題として下記10事項があげられている。当面の最重要な課題は、現軸において右岸下流高位標高部に位置する“緩み”ゾーンを確実に避けうることを考慮した新ダム軸の設定である。

すなわち“緩み”ゾーン周辺の堤体下流のり面および減勢工上部のり面の掘削は、アンカー工を前提とした急勾配掘削（1:0.3～1:0.6）により対処する計画であるが、“緩み”ゾーンとのクリアランスは十分なものではない（図－5　堤体平面図参照）。したがって“緩み”ゾーンに対してさらに十分なクリアランスを確保するためには、上流側尾根部の岩盤状況（ＣＭ、ＣＨ級ゾーンの分布）の確認（課題ｉ）、“緩み”ゾーン上流側の分布範囲の特定（課題ii）、さらに右岸中位標高部に確認されている熱水変質部の性状・規模と分布の確認（課題iii）が必要となった。これらの課題に対して実施されたボーリング、試掘横坑は下記の通りである。

このほか、課題ivに対してはＴＬ－２坑が、課題viiに対して、M32孔が実施されている。

〔平成12年度の検討課題〕

ｉ 右岸上流尾根部堅岩分布の把握　〔M33孔〕

ii 右岸“緩み”ゾーンの上流側への分布範囲の確定　〔M34,35孔〕

iii 右岸部の熱水変質部の地質・岩盤状況の把握　〔ＴＲ－３坑・M34孔〕

ⅳ 左岸高位標高深部の中透水部における岩盤状況の確認　〔ＴＬ－２坑〕

ⅴ 左岸低位標高部（立入禁止区域）の地質・岩盤状況と透水性の把握

ⅵ 左岸高位標高部の強風化部の地質・岩盤状況の確認（左岸上流掘削面）

ⅶ 左右岸高位標高部の岩盤状況と透水性の確認（止水ライン）　〔右岸M32 孔〕

ⅷ 堤敷内の堅岩分布の確認

ⅸ 岩盤せん断強度の設定

ⅹ 減勢工の基礎および左右岸上部法面の岩盤状況

上記課題に対して実施されたボーリング、試掘横坑の結果を基にして実施した地質総合解析結果の概要を、それぞれの課題別にとりまとめる。

2. 平成12年度検討解析結果概要

2.1 右岸上流尾根部堅岩分布の把握（5.2.1章「ダムサイトの堅岩分布」参照）

右岸上流尾根の堅岩分布状況の確認を目的としてM33 孔が実施された。当初想定された各岩級ゾーンの分布とM33 孔実施結果による岩級ゾーンの分布について、表－1に整理する。

表－1　各岩級ゾーンの想定と実施結果の対比

岩級ゾーン上限	想定深度	M33 孔実施結果
ＣＬ級上限	２１ｍ	２９ｍ
ＣＭ級上限	３０ｍ	３０ｍ
ＣＨ級上限	４１ｍ	３３ｍ

表－1 に示すように、ＣＬ級上限はやや深い（Ｄ級岩盤が厚い）結果となったが、ＣＭ級は想定通り、ＣＨ級は浅い結果となり、ダム築堤上は良好な結果が得られた。また、ボーリングコア観察ではダム築堤上問題となる脆弱部は認められない。透水性も良好であり、ＣＨ級ゾーン中の深度 40～45ｍで 41 ルジオン（換算値）と高透水箇

所が認められるものの、深度50m以深では0ルジオン主体の難透水部である。

以上のことから、**右岸側を現想定ダム軸より上流側に設定することは十分に可能であると考えられ、今後も最優先で新ダム軸の可能性の調査・解析・設計検討が必要である。**ただし、右岸上流側は尾根地形であり地山の厚みがあまりないため、堤体レイアウト上の工夫が必要となる可能性もある。

2.2 右岸“緩み”ゾーン[*1]の上流側への分布範囲の確定

(5.2.6章「右岸下流高位標高部の“緩み”ゾーン」参照)

右岸直下流高位標高部のEL.420m付近の傾斜変換線（遷急線）よりも上位標高部には、幅140m，長さ160m，深さ40mの“緩み”ゾーンが発達する。“緩み”ゾーンの性状は、ボーリングコアでは、表層部の強風化マサ状D級部、その下位の強風化マサ状D級部とCL級部が互層状に繰り返す岩相を呈し、一部CM級岩塊が残存するもののボーリング掘進時にロッドの落下（最大30cm：M12孔）が認められるなど、割れ目が開口していることが明らかとなっている。また、全体に透水性が20ルジオン以上と高い。

弾性波探査の結果では、“緩み”ゾーンの分布は、厚く分布する第3速度層（1.5km/sec）にほぼ対応する。第4速度層は全体として3.0km/sec程度であるのに対して、“緩み”ゾーン近傍では2.5km/secと低い速度値を呈しており、“緩み”ゾーンの分布と調和的である。

[*1] “緩み”ゾーン：地形的な特徴，地表の変状地形，岩盤状況，透水性，割れ目の性状および片理面構造の急激な変化から想定される任意の特定緩みブロックである。地表の変状より地すべりの可能性が想定されるが、地すべり特有の地すべり粘土がボーリングコアに認められないことから、現状の資料では表層型のクリープ的な変状地形と評価している。また、“緩み”ゾーンの形成は、数万年程度の長期的なクリープ現象と割れ目の開口に伴う風化により助長されたメカニズムによるものと考えられる。したがって、局所的に認められる緩み現象とは一線を画し、ダム基礎として難のある緩み現象がまとまって発達するブロックを“緩み”ゾーンとして認定している。

堤体および堤体下流側の掘削法面を設計する上で“緩み”ゾーンの上流側への連続性，減勢工との関係で川側への連続性の確認が重要であり、これを目的としてM34およびM35孔が計画実施された。

M34孔では、ボーリングコアおよび透水情報より、深度13.5m付近まではやや緩み気味であるが、それ以深での透水性は良好である。このことより、地表付近に緩み現象は認められるものの、前述の“緩み”ゾーンブロックは連続しないと判断される。

M35孔では、深度40mまで透水性が50ルジオン以上と高透水を有するステージが８st中６st認められるが、コア性状は良好で片理面の構造変化が認められないことから、割れ目は緩み気味であるものの、“緩み”ゾーンの連続部ではないと判断される。

以上より、**“緩み”ゾーンの上流側の分布は、従来の想定同様、上流側の沢部付近まで、川側への連続性はＭ３，M31孔付近までと判断される。なお、下流側への連続性については明らかでない。**

当初のダム軸は中流案中流軸で検討してきたが、“緩み”ゾーンの分布，規模，および性状より、経済的に有利な中流案上流軸（“緩み”ゾーンを避けることを目的として設定）が選定されている。現計画では、“緩み”ゾーン周辺の堤体下流法面および減勢工上部法面の掘削については、アンカー工を前提とした急勾配掘削（1:0.3～1:0.6）による対処計画であるが、“緩み”ゾーンとのクリアランスは充分なものではない。したがって、“緩み”ゾーンに対してさらに充分なクリアランスを確保するために、右岸ダム軸をより上流側に設定することも視野に入れ、今後現ダム軸上流側の堅岩状況を確認する必要がある。

なお、M34およびM35孔の結果より、アンカー工を実施する場合、ＣＭ級以上の岩盤が浅所に確認されていることから、危惧されていたよりは少ない施工数量ですむものと思われる。

2.3　右岸部の熱水変質部の地質・岩盤状況の把握

(5.2.5章「右岸中位標高深部の変質帯」参照)

右岸中位標高部には、局所的に弱～中程度の変質作用による劣化部が散見される。特に、M17，11，３，４孔では、変質作用により幅３m程度の変質ＣM級岩盤が小規模に分布する。また、Ｙ－１グリッド中位標高部のM29孔には、弱変質風化凝灰岩が分布する。

変質帯の分布位置はEL.360m付近に相当し、この箇所におけるダム高は90m程度である。堤体設計上その分布位置によってはＣH級もしくはＣM級相当の基礎岩盤強度が必要となる。変質部の分布および規模によっては、置換えなどの設計上の工夫が必要となること、さらに“緩み”ゾーン上流側中位標高部近傍に熱水変質による劣化部が認められることから、堤趾部から“緩み”ゾーンにかけての掘削法面の安定性が課題となる。現計画（中流案上流軸）では下流堤体掘削法面をかなり急勾配で立ち上げる必要があり、法面の安定性が懸念される。したがって、ダム軸の右岸側をさらに上流に設定し、“緩み”ゾーンを掘削しないような対処が望ましく、この場合には早急に右岸上流側の尾根部堅岩分布を把握し、堤体掘削線を再検討する必要がある。

このような課題に対して、右岸EL.360m盤においてＴＲ－３坑が実施された。

ＴＲ－３坑の岩盤状況は、深度２m付近までＣＬ級ゾーン、深度６m付近までＣM級ゾーン、それ以深はＣH級ゾーンと想定より良好であったが、深度28m～41m付近には、変質帯の発達が確認された。岩級は、深度34m～41m間が変質ＣＬ級（34～36m間はＤ級）それ以外は、変質ＣM級からなり、堤体設計上確認が必要な規模・性状を有する。横坑壁では、不規則なため変質帯の方向を特定しにくいが、その分布の多くは、片理面の走向傾斜（N70～80° E60° N）と調和的であることから、初生的な構造である片理面に起因するものと考えている。

工学的に課題となるせん断性の断層は、深度100mの切羽付近に認められるが、変

質により顕在化しているものの、規模的にD級の幅が１m程度であることから、現状では大きな課題とはなりにくいと判断される（今後の留意事項）。

ＴＲ－３坑では、そのほか深度 95m付近に８～10ℓ／min 程度の湧水が発生しているが、周辺部のボーリングでは、透水性の高い箇所はEL.360m 付近では認められない（低透水・良好岩盤）。この湧水は引張性の節理（N45° E40° S）から認められることから、今後の解析にあたり留意が必要と思われるが、ダム築堤にあたり、大きな課題とは現時点で考えにくい。

以上の結果をもとに、変質帯の連続性の確認を目的としてM34 孔が計画・実施された。

M34 孔のボーリングコア観察の結果、変質部は深度 30m付近に２m程度の変質ＣＬ級（変質区分：３）が認められるほか、0.5m程度の小規模な変質部が散見される程度であり、ＴＲ－３坑で確認された規模の変質部は認められなかった。

一般に変質作用は地下からの熱水上昇に伴って形成されることから、変質帯の分布は変質時期より前の岩盤中の弱面（断層など）に支配されている。しかし、設楽ダムの場合は、地質工学的に顕著な断層が認められないこと、変質帯が片理面に調和的な分布を有することから、周辺のボーリングコア資料を総合して評価すると、**ダム堤体設計に影響を与えるような規模の変質帯は、局所的な分布にとどまる可能性がある。**

本年度の調査により、その分布は断続的であり、まとまった分布を有する可能性が少ないと評価されることから、今後別途必要な調査時に合わせて確認することは必要であるが、特に変質帯の連続性を課題とした調査は、当面必要ないものと考える。

2.4　左岸高位標高深部の中透水部における岩盤状況の確認

(5.2.3章「透水性と地下水位」参照)

ダムサイトの透水性は全体に良好であり、アバット部でも地表下 30m以深で２ルジ

オン未満となる（図－4参照）。２ルジオン未満ゾーン中にはやや透水性の高い部分が“タマ状”に局所的に分布する。この“タマ状”部は、左岸高位標高深部の２ルジオン未満の難透水ゾーン中に認められ、左岸傾斜変換線（EL.410m付近）より上位斜面で実施したボーリング孔（特にM21，19，７，20孔）では、局部的に５ルジオン以上の透水部が断続的に散見される。このような透水部は、地山深部において河床レベルまで及んでいることから、左岸アバット部の岩盤が全体にややゆるんでいる可能性もあり、その原因と形成メカニズムの把握が課題となっていた。

本年度実施のＴＬ－２坑および周辺ボーリングの調査結果を総合的に評価した結果、その成因などについては次のように考えられる。

５ルジオン以上の“タマ状”部には、酸化した割れ目（一部マサ状風化）の発達が認められる。これら５ルジオン以上の“タマ状”透水部の成因は、下記事項より、**流れ盤状の片理面に沿う高角度酸化割れ目の発達に起因し、その分布は断続的であることがほぼ明らかとなった。**

① ＣＭ/ＣＨ級岩盤ゾーン中に断続的に認められる。

② ５ルジオン以上を示すステージ中には高角度酸化割れ目が発達し、酸化割れ目の分布状況と透水状況は一致する。

③ 高角度酸化割れ目は片理面と調和的であり、概ねＥ－Ｗ走向で川側高角度である。

④ 横坑観察結果でも深部において片理面に調和的な高角度割れ目や閃緑岩中の高角度節理が発達し、一部の割れ目沿いに酸化が及んでいることが明らかになった。これらの高角度酸化割れ目からは水がしみ出しているものもあり、明らかに透水性に影響しているといえる。

⑤ 透水性の高い箇所を掘進した後、孔内水位は低下する傾向にあることから、透水性が高角度酸化割れ目に起因していると判断される。この結果は、地下

水位コンター図（図－ 5.16参照）にも認められ、高角度酸化割れ目が発達することと調和的である。

⑥ 高角度酸化割れ目の開口量は、ボアホール観測結果による累積開口量との対比によると、５ルジオン以上の箇所において顕著な変曲点が認められず有意な相関性が少ないこと、さらに開口量が顕著でないことから、やや開き気味程度と判断される。

また、左岸の地下水位はM14孔においてサーチャージ水位までの上昇が確認されているが、M14－M21孔間において約50mの水位差が生じている。これは、ＴＬ－２坑において82m付近に変質粘土を伴う小規模な破砕帯が認められ、この破砕部が遮水層の役割を果たし、結果として地山奥川の地下水位がダムアップされていること、さらに前述の局所的に認められる片理面系川側高角度傾斜の酸化割れ目の存在（やや開口気味で透水性のやや高い箇所）により、地下水の流入＜流出となり、水位差が生じたものと考えられる。

この高角度酸化割れ目の成因として、地質構造が北傾斜（川側傾斜）の流れ盤状であることから、遷急線が認められるEL.410～420m以深の急激な下刻作用に伴い、流れ盤を形成する（現地形より傾斜角は高角度）左岸斜面の中～高位標高部において、片理面に沿って割れ目がやや開口気味となった可能性が考えられる。また、高角度酸化割れ目を有する周辺の岩盤は閃緑岩類や珪質片麻岩といった硬質な脆性亀裂性岩盤であり、既存の割れ目系が岩盤クリープ的に開口気味になった可能性も考えられる。

以上のように、**透水性と地下水位に影響を与えているのは、遮水層としての脆弱部の存在と、開口性の割れ目の発達に起因すると評価され、同箇所付近の局所的な現象であり、かつ大規模な緩み岩盤を形成していない可能性が高い**ことが明らとなった。しかしながら、基礎処理上、当ダムは全般に透水性が良好であるが、同箇所部周辺では基礎処理の深度がやや深くなることも考慮し、将来的には基礎処理範囲の検討を目

的とした調査・解析（３次元的な広がりの確認のための水理地質構造解析の実施）の実施が望ましい。

なお、当ダムサイトの基礎処理上の留意点は次の通りである。

＜基礎処理上の留意点＞

当ダムサイトの水理特性は次のように考察される。考察結果から、各Ｐ－Ｑパターン別の止水処理上の留意点を表－ 5.5にとりまとめてあるので参照されたい。

① 全般に良好であり、地下水位以深は２ルジオン未満のＡパターンからなり、基本的に止水処理の必要のない部分である。

② したがって、止水処理の必要な箇所は、地下水位付近以上のＣＭ級およびＣＬ級ゾーンが対象となる。Ｄ級ゾーンはダム基礎とならず、掘削除去対象となることから、現時点では基礎処理対象ゾーンとはしない。

③ 上記基礎処理対象ゾーンは、岩盤中のやや開き気味の酸化割れ目の発達に伴う透水ゾーンであり、ＥタイプおよびＦタイプからなる。このような透水特性から、全般にルジオン値も 50 ルジオン以上をなすことが多い傾向にあることから、ダム基礎岩盤とする場合には通常のグラウチングでは改良が進行しにくい、あるいは必要な目標を達成することが困難な場合が多く、止水設計上の工夫が必要と考える。対応としては複数列として厚みのある遮水ゾーンを形成させる、あるいは補助カーテン（粗詰めグラウト）などが必要となる。

④ アバット部、特に左岸高位標高部では、深部にまで局所的な“タマ状”透水部が認められる。この箇所も上記③同様局所的な酸化割れ目発達部であり、断続的とはいえ規模の小さい破砕部の存在が予想される（図－ 5.16「地下水コンター図」の水位急変部）。水位急変部の方向性はほぼ東西方向と想定されるが、上下流方向に断続的とはいえ存在する可能性があることから、今後追加調査を実施し、透水性状および連続性について把握し水理地質構造解析を行うことが

望ましい。止水処理計画上留意すべき箇所である。

⑤　地下水位付近以下の２ルジオン未満ゾーン中には、まれではあるが局所的に２ルジオン以上の箇所が認められる。右岸低位標高部のM23やM24などに認められるやや透水性の高い箇所は、コア状況から岩種境界部付近に相当する。河床レベル以下の岩種境界部は必ずしも同様な透水性を有さず、２ルジオン未満であることが多い。したがって、岩種境界部であってもその連続性は乏しく、基本的には止水処理の対象にはならないと判断している。

⑥　断層は、粘土を伴うような場合には不透水の特性を有するが、その周辺の破砕部は割れ目が多く発達し透水性が高いことが多い。当ダムサイトでは、右岸下流部にＦ－２断層が認められる他、Ｄ級破砕幅10cm以上の断層は認められていない。よって、現時点では止水処理計画上留意すべき断層部は認められないと判断される。

2.5　左岸低位標高部（立入禁止区域）の地質・岩盤状況と透水性の把握

(5.2.4章「左岸低位～中位標高部の地質・岩盤状況」参照)

当該箇所は地元事情により調査が実施できていない箇所である。この箇所は川側に張り出した地形を呈しており、その張り出し地形の上流側河床部は堅硬な岩盤が露出しているものの、割れ目は開口気味である。また下流側には、崩落した岩塊が河床部付近に集積している。空中写真判読においても不明瞭ではあるが馬蹄形の地形が認められ、この部分の岩盤状況が確認されていないため、懸念事項となっていた。

そこで当該箇所の岩盤状況の概要把握を目的として、ボーリング孔間を用いて弾性波トモグラフィが実施された。なお、調査位置および数量については4.10章を、詳細は「平成11年度　設楽ダム弾性波探査業務報告書」参照されたい。

調査結果より、ＣＨ級岩盤の分布状況（上限）を想定すると、ほぼボーリング調査結

果から推定したＣＨ級ゾーンの分布と一致する結果が得られている。また、幅10m以上の低速度帯の分布は認められない。したがって、ダム築堤上の課題となるような大規模な弱層や岩盤劣化部は存在しないものと判断される。

ただし、本調査は物理探査という間接的な調査手法を用いていることから、大局的（概略的）な岩盤状況を把握したのみであること、また測定精度（測定波線の分布状況）から表層部のデータは波線が疎であり深部に比較してデータ信頼度が劣ること、さらに透水性や地下水位に関する情報が得られていないことから、今後ボーリングや横坑による直接的な調査手法による調査を実施し、当該箇所の地質・岩盤状況や透水性を直接的に把握する必要がある。

2.6　左岸高位標高部の強風化部の地質・岩盤状況の確認

（5.2.7章「左右岸中～高位標高部の岩盤状況」参照）

左右岸中～高位標高部の傾斜変換線（EL.410～420m）より上位の斜面部には、全般的に厚いＤ級ゾーンが発達する（図－ 5.37参照）。右岸部では、前述の“緩み”ゾーン分布域を除き、その発達は５～10mと薄い傾向にある（頂部付近では15～20m程度発達）。しかし左岸部の傾斜変換線上位斜面では、Ｍ６，M14孔を除き、25～30mと厚く発達する。

上記左岸高位部では、Ｄ級岩盤が厚く発達することから、岩盤の緩みやＤ級岩盤の分布如何によっては、経済性の点で現軸が適切であるかという懸念があった。また、ダム基礎岩盤（掘削除去の対象となる）としての課題のほか、ダム堤体外の掘削法面としての課題があり、その分布の把握が必要なことから、ボーリング調査が実施された。

検討の結果、**左岸部のＤ級岩盤は現軸付近より上流側に発達する事が明らかとなったが、地形的な面から現軸付近が左岸アバットとして有利と判断される。**掘削のり面としては、Ｄ級ゾーン，ＣＬ級ゾーンの割れ目が開口気味であり、このＤ級岩盤ゾーン（崩

積土を含む）は、現計画では堤体上流法面に露出することから、貯水による影響を受けることを勘案し、堤体上流側の法面勾配は１：1.2 と緩くするもしくはアンカー工を主体とした対策工を念頭に置いておくことが肝要である。

右岸部では、堤体上流側の尾根部において本年度M33 孔が実施され、Ｄ級ゾーンは約30mと厚いことが明らかとなった。また、地形的には上流側の中～低位標高部に表層の緩み岩盤が厚く発達している可能性のある箇所が認められる。同箇所は、現ダム軸もしくは右岸を上流側に設定した新たな新軸（図－ 5.366 のＣ軸が有力候補）でも、堤敷外掘削法面に相当することから、留意が必要である。

以上のほか、本年度実施されたＴＲ－３坑ではN45° Ｅ40° Ｓの低角度引張性節理の発達が確認されている（4.4章「新規試掘横坑」参照）。この節理は走向・傾斜より上流傾斜の法面（堤敷外下流法面）を設計する際には流れ盤節理となるため、法面設計上の安定性に留意する必要がある。

以上、**Ｄ級岩盤の分布等より斜面安定上の課題を抽出したが、当ダムサイトの表層部の岩盤は、節理系の発達（素因）と寒狭川の急激な浸食作用（誘因）にともなう応力解放等により、割れ目が開口気味となっている。**

ダム基礎岩盤としては、“緩み”ゾーンおよびＤ級ゾーンを除き、現状では基礎となりうる岩盤と評価できるが、基礎処理上、掘削除去対応により経費の削減が可能な場合もあり、実施設計時の検討課題となる。また、掘削法面の安定としては、割れ目が開口気味であることから十分な検討が望ましい。

2.7　左右岸高位標高部の岩盤状況と透水性の確認（5.2.3章「透水性と地下水位」参照）

地下水位は概ね２ルジオン未満ゾーンの上限に位置しており、左岸ではサーチャージ水位標高（EL.444.0m）まで地下水位の上昇が確認されている。しかし、継続的な水位観測結果（4.8.2章「地下水位」参照）では、M14 孔の最高水位と最低水位の水位差が

約７ｍで、最低水位の時はサーチャージ水位を1.2m下回る値（EL.442.81m）が観測されている。これは、安定水位ではあるものの季節変動によりサーチャージ水位を下回る結果であり、将来的により上位標高部においての地下水位および透水性の確認が必要となる。

右岸部では、右岸リム部の止水範囲設定上の基礎資料を得ることを目的として、本年度に右岸天端上位の尾根部（EL.518.67m）においてM32孔が計画実施された。

M32孔の孔内水位変動図によると、深度60～65m付近に孔内水位は停滞しており、安定地下水位と判断される。孔内最低水位は-66.4m（EL.452.27m）であり、S.W.L＝444.0mに比して約10m高い地下水位が確認された。

今後の継続観測結果にもよるが、上記水位より下位はルジオン値も概ね５ルジオン以下と小さいこと、割れ目の酸化鉄の付着も少ないことから、大きな変動はないと判断される。したがって、**大要として右岸側の止水範囲は、M32孔よりダムサイト側までで対処可能と判断され、当面この課題に対する調査は必要ないものと判断される。**

左岸部ではサーチャージ水位付近に地下水位が達しているものの、経時観測結果によると季節変動でサーチャージ水位を下回ることが確認されており、より上位標高部においての地下水位の確認が課題となる。

2.8　堤敷内の堅岩分布の確認

ダム築堤上早急に着手すべき重要な課題は、右岸“緩み”ゾーンと右岸下流堤敷外掘削法面とのクリアランスをより広くとることを念頭に置いた新ダム軸の設定（右岸部をより上流側に設定）である。その後、新ダム軸堤敷部の調査密度の粗い箇所において、岩盤性状の確認を目的としたボーリング、横坑調査および解析の実施が望まれる。

2.9　岩盤せん断強度の設定（5.2.2章「基礎岩盤のせん断強度」参照）

＜岩級区分基準＞

設楽ダムでは、「平成６年度 設楽ダム弾性波探査業務」において、各細区分基準を策定し、その組み合わせにより岩級区分基準(案)を設定している。

本業務では、その岩級区分基準(案)をもとに新規および既往ボーリングコアの観察を行うとともに、試掘横坑などの既往地質情報を併せて総合的に検討し、岩級区分基準の修正を行った。

＜基礎岩盤せん断強度の設定＞

現段階では原位置におけるせん断試験は実施していないため、これまで実施された孔内水平載荷試験結果を参考に既往実績資料と照合し、岩盤分類に対応した岩盤せん断強度を推定した。基礎岩盤の強度は以下の条件により勘案して設定した（表－2）。

① Ｂ級岩盤の純せん断強度は、土木研究所資料（ダム基礎岩盤の原位置試験に関する諸検討の考察（昭和 58 年１月））より、火成岩・深成岩のＣＨ級岩盤の中間値を勘案して設定した。

② ＣＨ級岩盤は、広域変成岩のＣＨ級岩盤の中間値を採用した。

③ ＣＭ級岩盤は、火成岩・深成岩のＣＭ級岩盤の中間値（2.94N/㎟）、広域変成岩のＣＭ級岩盤の中間値（1.37N/㎟）を勘案して設定した。

④ 変質ＣＭ級岩盤は、割れ目に変質粘土を伴うこと、岩片がやや変質を受けていることから、約 15％低減させ設定した。

⑤ ＣＬ級岩盤は、ＣＨ級岩盤、ＣＭ級岩盤の低減率（約 75％）を参考とし、当ダムサイトのＣＬ級岩盤が開口気味であることを勘案して設定した。

⑥ 変質ＣＬ級岩盤は、変質ＣＭ級岩盤同様の理由により低減させ設定した。

⑦ 内部摩擦角は、Ｂ級およびＣＨ級岩盤の資料ではφ＝50°であるが、安全側を考慮しφ＝45°に設定した。

表－2　設楽ダム基礎岩盤のせん断強度（推定）

岩盤分類	純せん断強度（τ_0）	内部摩擦角（ϕ）
B級岩盤	3.92N/㎟（400tf/m²）	45°
CH級岩盤	2.35N/㎟（240tf/m²）	45°
CM級岩盤	1.77N/㎟（180tf/m²）	45°
CM級岩盤（変質）	1.47N/㎟（150tf/m²）	45°
CL級岩盤	0.98N/㎟（100tf/m²）	45°
CL級岩盤（変質）	0.78N/㎟（80tf/m²）	45°

今後、新ダム軸の設定後、横坑調査などにより、解析精度を高め、せん断試験を実施することが望ましい。

2.10　減勢工の基礎および左右岸上部法面の岩盤状況

（5.2.8章「左右岸下流部の岩盤状況」参照）

減勢工左右岸斜面の岩盤状況は、調査数量がまだ少ないため詳細は明らかではない。

左岸側で実施されたTL－1坑は 30m付近まで割れ目沿いの風化が著しいCL～CM級岩盤であり、全体に緩み気味である。よって、現計画での法面勾配は1：1.0として設計しているが、掘削量が多くなりかつ長大法面が出現することとなる。今後、調査数量を増加し、左岸表層部の岩盤状況を確認した上で、アンカー工などにより法面勾配を急にして、掘削量を削減するのが望ましい。

右岸側は中位標高部にM31孔があり、表層から20m程度までの岩盤は累積開口量も多く、かつ30mまでは50ルジオン以上でコア採取率の低下もしくは流出区間が認められることから、26.5mもしくは28m付近までの岩盤は緩み気味と判断される。当該箇所は“緩み”ゾーンの下位に位置することから、緩勾配の法面とすると“緩み”ゾーンの安定性を損なうおそれがあり、急勾配の設計が望ましい。さらに、右岸下流側にはF－2断層が存在し、現時点では連続性に乏しいと判断されるが、掘削法面に出現する可能性

が極めて高いことから、今後も引き続き懸念事項としてあげられる。

3. 総合評価と今後の方向性

設楽ダムの当面の課題は、前述のように今後の調査・解析および設計検討を効率的に実施する上でダム軸を決定することである。ダム軸決定に関連する事項として下記７事項があり、うち３事項（①～④、⑥、⑦）については、本年度調査が実施され良好な成果が得られている。

① 右岸上流尾根部堅岩分布の把握

② 右岸“緩み”ゾーンの上流側への分布範囲の確定

③ 右岸部熱水変質部の地質・岩盤状況の把握

④ 左岸高位標高深部の中透水部の岩盤状況

⑤ 左岸低位標高部（立入禁止区域）の地質・岩盤状況と透水性の把握

⑥ 左岸高位標高部の強風化部の地質・岩盤状況の確認

⑦ 左右岸高位標高部の岩盤状況と透水性の確認（基礎処理）

上流尾根の堅岩状況（上記①）については、概ね想定通りの成果が得られ、現軸と新軸では、堤体積、掘削量に大きな差はないことが明らかになった。また、懸案の“緩み”ゾーンの上流端（上記②）は、想定のように上流沢部で収束する可能性が高いことが明らかとなった。さらに右岸部の熱水変質部（上記③）は、ダム堤体設計に大きな影響を与えるような規模の変質帯は局所的な分布にとどまる可能性があり、その分布も断続的であり、まとまった分布を有する可能性が少ないと評価される。左岸高位標高部深部の透水部（上記④）については、大規模な緩みはなく、同箇所近傍に断続的に発達するやや開口した割れ目の存在に起因することが、また、左右岸の強風化部（上記⑥）は、緩みや地すべりによるものでなく、やや開口気味の割れ目風化により傾斜変換線以上の高位標高部に形成されたものと判断されることが明らかになった。

以上の事項により、右岸高位標高部に分布する“緩み”ゾーンと右岸下流堤敷外掘削法面とのクリアランスをより広くとることを念頭に置いた新ダム軸（右岸部をより上流側に設定する）が有望との方向性が明らかとなってきた。しかしながら、新軸付近の詳細な地質工学的な情報が不足していること、さらに上記⑤については、本年度までに調査が実施されていないことから、今後主要課題として、調査・解析・設計を実施し、新ダム軸を設定することが最重要である。

また、右岸リム部では、昨年度までの調査では、サーチャージ水位（EL.444m）までの地下水位が確認されていなかったことから、基礎処理範囲の想定を行う上で、想定止水ライン尾根部でのボーリング（M33孔）が実施されている。地下水コンター図（図－ 5.16参照）に見られるように、安定地下水位がEL.452m付近で確認できたことから、右岸部の止水ラインはM33孔よりダムサイト側で短くできることが明らかとなった。

ダムサイトの今後の地質・地質工学的上の課題として、ダム築堤上致命的となるものは、現段階で認められないものの、より安全性が高く、経済性に配慮したダム事業を実施する上で当面下記事項について実施しておくことが望まれる。

① 新ダム軸設定のためのボーリング調査

・右岸上流側（新ダム軸）の堅岩分布

・左岸低位標高部（立入禁止区域）

・左岸高位標高部の表層強風化部の把握

② 減勢工法面のボーリング調査

③ 左岸高位標高部止水関連ボーリング調査

これらのうちで最も優先されるものは①の新ダム軸設定のためのボーリング調査・解析およびダム軸設定のための設計検討である。

－目　次－

1　業務概要および既往調査経緯 …… 1-1

1.1　業務概要 …… 1-1

1.2　設楽ダム計画諸元 …… 1-5

1.3　既往調査の経緯 …… 1-6

2　広域の地形・地質概要 …… 2-1

2.1　地形概要 …… 2-1

2.2　地質概要 …… 2-1

2.3　ダムサイトおよび貯水池周辺の地質概要 …… 2-8

2.3.1　地質構成と層序 …… 2-8

2.3.2　地質構造 …… 2-10

2.3.3　貯水池周辺の断層 …… 2-13

2.4　設楽ダム周辺の地質構造発達史 …… 2-20

2.4.1　領家変成岩類源岩形成の時代 …… 2-20

2.4.2　領家変成作用と領家花崗岩貫入の時代、および正立褶曲形成の時代 …… 2-22

2.4.3　設楽層群形成の時代 …… 2-24

2.4.4　鮮新世から第四紀の活構造の時代 …… 2-26

2.4.5　まとめ …… 2-26

3　候補ダムサイトの比較検討 …… 3-1

3.1　地形検討 …… 3-3

3.1.1　A案（上流案） …… 3-3

3.1.2　B案およびC案（中流案上流軸および同中流軸） …… 3-4

3.1.3　D案（下流案） …… 3-5

3.2　ダムサイト比較検討 …… 3-7

3.2.1 各候補地の岩盤状況の想定 …… 3-7
3.2.2 各候補地の岩盤状況想定上の留意点 …… 3-8
3.2.3 比較検討 …… 3-13
4 中流案ダムサイト地質解析 …… 4-1
4.1 中流案ダムサイトの地形・地質概要 …… 4-1
4.1.1 地形概要 …… 4-1
4.1.2 地質概要 …… 4-2
4.1.3 ダムサイト近傍の断層 …… 4-7
4.2 地質および岩級区分基準 …… 4-11
4.2.1 地質区分 …… 4-11
4.2.2 岩級区分基準 …… 4-13
4.3 新規調査ボーリング …… 4-18
4.4 新規試掘横坑 …… 4-30
4.5 岩石薄片作製・顕微鏡観察 …… 4-44
4.5.1 岩石薄片作製 …… 4-44
4.5.2 顕微鏡観察結果 …… 4-44
4.6 割れ目系解析 …… 4-48
4.7 ボアホール観測結果の考察 …… 4-51
4.7.1 初生構造（片理面） …… 4-51
4.7.2 開口亀裂 …… 4-53
4.7.3 ヘアークラック …… 4-54
4.7.4 鉱物脈 …… 4-54
4.8 ルジオンテスト結果および地下水位の考察 …… 4-63
4.8.1 透水性 …… 4-63

4.8.2 地下水位 …… 4-67
4.9 熱水変質（X線分析結果） …… 4-77
4.9.1 試料採取箇所 …… 4-77
4.9.2 X線分析結果 …… 4-77
4.10 弾性波トモグラフィ結果の考察 …… 4-81
5 総合解析 …… 5-1
5.1 地質条件の検討 …… 5-1
5.1.1 地質層序 …… 5-1
5.1.2 地質構造 …… 5-3
5.1.3 熱水変質 …… 5-16
5.1.4 地質構造と弱層 …… 5-17
5.2 地質工学的検討 …… 5-20
5.2.1 ダムサイトの堅岩分布 …… 5-22
5.2.2 基礎岩盤のせん断強度 …… 5-25
5.2.3 透水性と地下水位 …… 5-30
5.2.4 左岸低位～中位標高部の地質・岩盤状況 …… 5-58
5.2.5 右岸中位標高深部の変質帯 …… 5-62
5.2.6 右岸下流高位標高部の“緩み”ゾーン …… 5-69
5.2.7 左右岸中～高位標高部の岩盤状況 …… 5-81
5.2.8 左右岸下流部の岩盤状況 …… 5-85
5.2.9 まとめ …… 5-86
6 今後の調査検討方針および具体的な調査計画案 …… 6-1

－巻末資料－

Ⅰ　岩石薄片観察結果

Ⅱ　X線分析結果

－別冊資料集－

①　縮小図面集

②　ボーリング柱状図　JACIC 様式（1/100）

③　Ｐ－Ｑ曲線図集

④　孔内水位変動図（M32～M35 孔）

⑤　基線調査結果一覧表

⑥　地質文献

⑦　ダムサイト比較検討想定断面図

－別途提出資料－

ＴＬ－２　横坑写真（上流壁）　0～55m　１／８

ＴＬ－２　横坑写真（上流壁）　55～113m　２／８

ＴＬ－２　横坑写真（下流壁）　0～55m　３／８

ＴＬ－２　横坑写真（下流壁）　55～113m　４／８

ＴＲ－３　横坑写真（上流壁）　0～50m　５／８

ＴＲ－３　横坑写真（上流壁）　50～100m　６／８

ＴＲ－３　横坑写真（下流壁）　0～50m　７／８

ＴＲ－３　横坑写真（下流壁）　50～100m　８／８

図　面　目　録

付図－1.1　ダムサイト候補地平面図 …… (1/2,000)
付図－1.2　地質平面図 …… (1/1,000)
付図－1.3　Ｙ－０　地質断面図 …… (1/1,000)
付図－1.4　Ｙ－０　岩級区分断面図 …… (1/1,000)
付図－1.5　Ｙ－０（想定止水ライン）ルジオンマップ …… (1/1,000)
付図－1.6　Ｙ＋１　地質断面図 …… (1/1,000)
付図－1.7　Ｙ－１　地質断面図 …… (1/1,000)
付図－1.8　Ｘ＋４　地質断面図 …… (1/1,000)
付図－1.9　Ｘ＋３　地質断面図 …… (1/1,000)
付図－1.10　Ｘ－２　地質断面図 …… (1/1,000)
付図－1.11　Ｘ－３　地質断面図 …… (1/1,000)
付図－1.12　Ｘ－４　地質断面図 …… (1/1,000)
付図－1.13　Ｘ－５　地質断面図 …… (1/1,000)
付図－1.14　②測線　地質断面図 …… (1/1,000)
付図－1.15　２測線　地質断面図 …… (1/1,000)
付図－1.16　５測線　地質断面図 …… (1/1,000)
付図－1.17　６測線　地質断面図 …… (1/1,000)
付図－1.18　Ｙ＋１　岩級区分断面図 …… (1/1,000)
付図－1.19　Ｙ－１　岩級区分断面図 …… (1/1,000)
付図－1.20　Ｘ＋４　岩級区分断面図 …… (1/1,000)
付図－1.21　Ｘ＋３　岩級区分断面図 …… (1/1,000)
付図－1.22　Ｘ－２　岩級区分断面図 …… (1/1,000)
付図－1.23　Ｘ－３　岩級区分断面図 …… (1/1,000)
付図－1.24　Ｘ－４　岩級区分断面図 …… (1/1,000)
付図－1.25　Ｘ－５　岩級区分断面図 …… (1/1,000)
付図－1.26　②測線　岩級区分断面図 …… (1/1,000)
付図－1.27　２測線　岩級区分断面図 …… (1/1,000)
付図－1.28　５測線　岩級区分断面図 …… (1/1,000)
付図－1.29　６測線　岩級区分断面図 …… (1/1,000)
付図－1.30　ＴＬ－２坑　横坑展開図（地質） …… (1/100)
付図－1.31　ＴＬ－２坑　横坑展開図（岩級） …… (1/100)
付図－1.32　ＴＲ－３坑　横坑展開図（地質） …… (1/100)
付図－1.33　ＴＲ－３坑　横坑展開図（岩級） …… (1/100)
付図－1.34　ＣＬ級上限コンターマップ …… (1/1,000)

付図－1.35　ＣＭ級上限コンターマップ …… (1/1,000)
付図－1.36　ＣＨ級上限コンターマップ …… (1/1,000)
付図－1.37　調査計画平面図 …… (1/1,000)

平成12年度業務においては、新規調査結果に伴う修正図面のみ添付した。それ以外の下記図面については平成11年度業務の添付図面を参照されたい。なお、縮小図面集には年度を問わず全ての縮小図面を掲載している。

平成11年度業務　図面目録

付図－8　Ｙ－２　地質断面図 …… (1/1,000)
付図－9　Ｙ－４　地質断面図 …… (1/1,000)
付図－12　Ｘ＋２　地質断面図 …… (1/1,000)
付図－13　Ｘ－１　地質断面図 …… (1/1,000)
付図－19　左岸高位標高部　地質断面図 …… (1/1,000)
付図－21　３測線　地質断面図 …… (1/1,000)
付図－24　河床部　地質断面図 …… (1/1,000)
付図－25　左岸中位標高部　地質断面図 …… (1/1,000)
付図－26　左岸下流ダム軸方向　地質断面図 …… (1/1,000)
付図－29　Ｙ－２　岩級区分断面図 …… (1/1,000)
付図－30　Ｙ－４　岩級区分断面図 …… (1/1,000)
付図－33　Ｘ＋２　岩級区分断面図 …… (1/1,000)
付図－34　Ｘ－１　岩級区分断面図 …… (1/1,000)
付図－40　左岸高位標高部　岩級区分断面図 …… (1/1,000)
付図－42　３測線　岩級区分断面図 …… (1/1,000)
付図－45　河床部　岩級区分断面図 …… (1/1,000)
付図－46　左岸中位標高部　岩級区分断面図 …… (1/1,000)
付図－47　左岸下流ダム軸方向　岩級区分断面図 …… (1/1,000)
付図－48　２測線　ルジオンマップ …… (1/1,000)
付図－49　左岸下流ダム軸方向　ルジオンマップ …… (1/1,000)
付図－50　ＴＬ－１坑　横坑展開図（地質） …… (1/100)
付図－51　ＴＬ－１坑　横坑展開図（岩級） …… (1/100)
付図－52　ＴＲ－１坑　横坑展開図（地質） …… (1/100)
付図－53　ＴＲ－１坑　横坑展開図（岩級） …… (1/100)
付図－54　ＴＲ－２坑　横坑展開図（地質） …… (1/100)
付図－55　ＴＲ－２坑　横坑展開図（岩級） …… (1/100)

1　業務概要および既往調査経緯

1.1　業務概要

1）業務名：平成12年度　設楽ダム地質総合解析業務

2）業務実施箇所：愛知県北設楽郡設楽町地内

3）実施期間：自）平成12年 11月28日　至）平成13年　3月26日

4）業務目的：本業務（第1編「地質総合解析編」）は、設楽ダムサイトにおける既往地質調査結果（ボーリング・試掘横坑・弾性波探査）ならびに地質解析結果および新規地質調査結果（ボーリング・試掘横坑）を基にダムサイトの地質・岩盤状況について総合検討・評価を行い、設楽ダムを建設するに当たり技術的な評価検討を実施するものである。総合検討については特に下記の課題を考慮し、新規調査結果および既往地質資料を基に検討するものとする。

①左右岸の地質および地質構造（節理系・断層など）の検討。

②右岸下位標高部から中位標高部で確認されている変質帯の性状と分布の成因を考慮して検討。

③左岸中位標高部から高位標高部に発達する高角度酸化割れ目の性状と分布について成因を考慮して検討。

④左右岸高位標高部の岩盤の緩みについて、ボーリングコア情報・ボアホールスキャナー情報・透水試験結果を総合的に検討し、岩盤状況判定の基礎資料とするとともに、右岸高位標高部の“緩み”ゾーンについてダム堤体・堤敷法面との関係を考慮して検討。

なお、第2編「既往資料整理編」として平成11年度までの既往調査結果を総合的に整理し、基本設計会議資料としてとりまとめた。さらに、第3編「設計編」として、現時点における概略設計を行うとともに設楽ダム建設費の算出を行った。詳細は各編を参照されたい。

5）業務内容：

打合せ協議	一式
計画準備	一式
新規資料整理検討	予定数量 4 孔　実施数量 4 孔；360m
新規横坑調査	予定数量 2 坑（200m）　実施数量 2 坑（213.4m）
地質総合解析	一式
既往資料整理	一式
ダム建設費の算出	一式
報告書作成	一式

6）計画・監督：国土交通省　中部地方整備局　設楽ダム調査事務所　調査設計課

〒441-1341　愛知県新城市杉山字大東 57

Tel.　05362-3-4331　Fax.　05362-3-4408

7）実施機関：アイドールエンジニヤリング株式会社

〒166-0011　東京都杉並区梅里 1-7-7

Tel.　03-5306-3878　Fax.　03-5306-5843

本業務の担当者は、以下の通りである。

管理技術者：[redacted]（技術士；応用理学部門）

担当責任者：[redacted]（技術士補；応用理学部門）

担　当　者：[redacted]（技術士補；応用理学部門）

[redacted]（技術士補；応用理学部門）

設計担当者：[redacted]（技術士；建設部門）

[redacted]（技術士補；建設部門）

[redacted]

照査担当者：[redacted]（技術士；応用理学部門）

8）関連図書

＜基準類＞

・地質・土質調査共通仕様書（平成 10 年４月）　　建設省中部地方建設局監修

・土木設計業務等共通仕様書（平成 10 年４月）　　建設省中部地方建設局監修

・平成 12 年度　設楽ダム地質総合解析業務　特記仕様書

建設省　中部地方建設局　設楽ダム調査事務所

・ルジオンテスト技術指針　同解説　（昭和 59 年６月）

財団法人　国土開発技術研究センター

・ボーリング柱状図作成要領(案)　解説書　（昭和 61 年 11 月）

財団法人　日本建設情報総合センター

・地下水調査および観測指針(案)（平成５年３月）

財団法人　国土開発技術研究センター

＜参考引用文献＞

・地形学事典（1981，二宮書店発行）

・中部地方土木地質図（1992，中部地方土木地質図編纂委員会）

・新版地学教育講座⑧日本列島のおいたち（1995，地学団体研究会編）

・公刊されている研究論文・・・別冊資料集⑥参照

＜既往地質調査・解析業務　報告書＞

平成４年度　設楽ダム地質調査検討業務委託　報告書

平成５年度　設楽ダム地質検討業務委託　報告書

平成６年度　設楽ダム弾性波探査業務　報告書

平成７年度　設楽ダム地質検討業務　報告書

平成８年度　設楽ダム地質解析業務委託　報告書

平成９年度　設楽ダム線状模様調査検討業務　報告書

平成10年度　設楽ダム地質総合解析業務　報告書

平成11年度　設楽ダム地質総合解析業務　報告書

既往ボーリング調査及び弾性波探査業務　報告書（表－ 1.1参照）

1.2　設楽ダム計画諸元

豊川水系豊川（寒狭川）に計画中の設楽ダムのダム諸元は下表に示す通りである。

ダ　ム　名	設楽ダム
区　　分	多目的
事業主体 位　　置	国土交通省中部地方整備局 左岸：愛知県北設楽郡設楽町大字清崎地先 右岸：愛知県北設楽郡設楽町大字松戸地先
河　川　名	豊川水系豊川（寒狭川）
目　　的	・洪水調節 ・流水の正常な機能の維持 ・かんがい用水 ・水道用水
集水面積	62.2km^2
湛水面積	3 km^2
ダム諸元 型　　式 堤　　高 堤頂長 堤体積 堤頂標高 非越流部標高 堤体法勾配 堤頂幅 設計洪水位 ｻｰﾁｬｰｼﾞ水位 常時満水位 最低水位 総（有効）貯水容量 洪水調節方式 計画高水流量 ダム直下高水流量	 重力式コンクリートダム 129.0m 360.0m 1,010,000m^3 EL.448.0m EL.448.0m 上流面　鉛直，ﾌｨﾚｯﾄEL.369mから1:0.6 下流面　1:0.77 8.6m EL.446.1m EL.444.0m EL.437.0m EL.370.6m （総）　100,000,000m^3 （有効）96,000,000m^3 自然調節方式 1,490m^3/s 800m^3/s

1.3　既往調査の経緯

設楽ダムにおける既往調査の経緯を図－ 1.1に示すとともに、各調査の数量を表－1.1に示す。また、ダムサイト候補地位置図を図－ 1.2に示す。

設楽ダム地点の調査は昭和 53 年度より開始され、豊川上流域の地質概査や現中流案地点を対象とした電源開発（株）の調査資料の取りまとめなどが実施され、昭和 54 年にはダムサイト候補地点の抽出（図－ 1.2の３案）やダム型式等の比較が実施されている。その結果、ダムサイト候補地点としては下記理由により中流案がやや有望であり、次いで上流案、下流案の順と評価されている。

①下流案：貯水容量確保の点では有利であるが、ダムサイトが地形的に開けていることから堤体積が大きくなる。また、ダム軸左岸アバットに地すべり状の地形が存在し、斜面の不安定化が懸念された。貯水池内となる中流案地点右岸山稜部には、谷状地形（二重山稜状地形）が見られ、仮にこれが大規模地すべりである場合、貯水池内に大きな問題をかかえることになる。

②中流案：上記大規模地すべりに関する問題は残されるものの、地形・地質的に大きな問題はない。

③上流案：ダムサイトの地形・地質条件としては、左岸アバットに地すべり地形が認められるものの、大きな問題はない。ただし、上流の集落を水没させないという条件を優先すれば、貯水容量が３案中最も小さくなる。

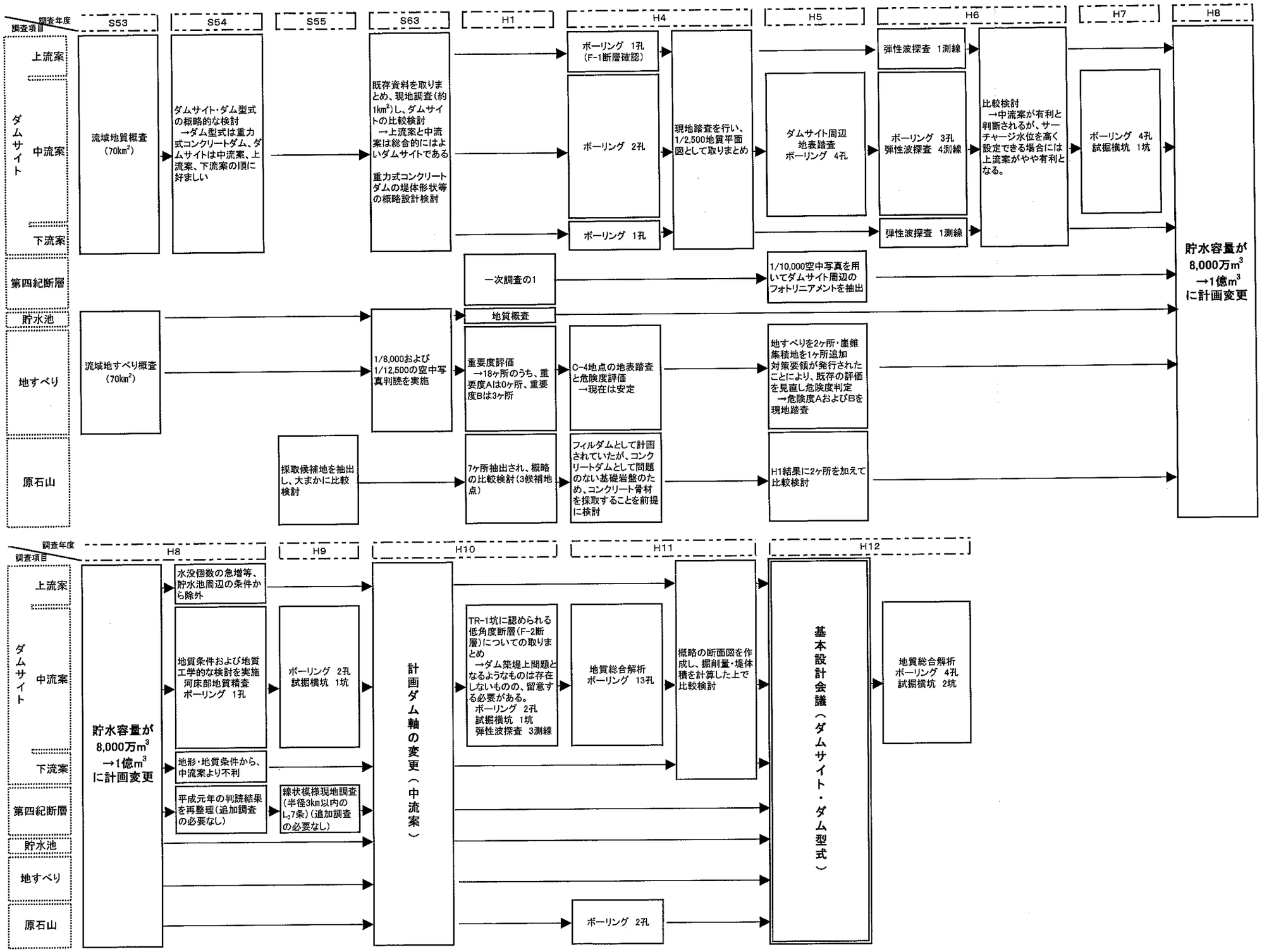
また、ダム型式としては、重力式コンクリートダムとロックフィルダムの両ダム型式とも実現性が高いと判断されたが、自然環境や社会環境などへの配慮より重力式コンクリートダムが望ましいと考えられている。

その後、貯水池の地質精査を行うとともに、それまでの資料も加味して、昭和 63 年度に各候補地の評価が実施されている。その結果、中流案地点右岸部の松戸集落にある谷状地形（二重山稜地形）が、大規模地すべりによって形成されたものではない可能性が高くなり、貯水効率、地質条件（地すべり，風化等）により昭和 54 年度評価と同様に中流案が有望であり、次いで上流案が有力であるとの評価を得ている。

さらに、平成４年度より本格的な地質踏査と中流案地点のボーリング調査が実施されている。また、平成６年度以降は、地元事情の好転により各ダムサイト候補地点の比較検討を目的とした弾性波探査が実施され、さらに平成７年度には中流案ダムサイト左岸において試掘横坑が実施された。

その後、平成 10 年度には総貯水容量が１億ﾄﾝに変更され、標高 448mをダム天端高の上限値として、総貯水容量１億ﾄﾝ計画におけるダムサイトの比較を行ったところ、上流案では貯水容量１億ﾄﾝを満たさず、また、下流案は経済性において圧倒的に不利であり、ダムサイトは中流案に絞られた。

中流案における地質調査では、調査数量の増加に伴い、ダムサイトの地質・岩盤状況が明らかになりつつある。現在はその結果を受け、最適ダム軸を検討する段階に至っている。



図− 1.1　既往調査経緯のフロー図

表－ 1.1(1)　既往調査数量一覧表

＜弾性波探査（屈折法）＞

測線名	実施年度	測線長(m)	測線位置	実施機関
1	H6	550	上流案　ダム軸方向	ｱｲﾄﾞｰﾙｴﾝｼﾞﾆﾔﾘﾝｸﾞ㈱
2		1,105	中流案　中流ダム軸　計画ダム軸	
3		950	中流案　中流ダム軸　堤趾	
4		600	下流案　ダム軸方向	
5		300	中流案　左岸上下流方向	
6		400	中流案　右岸上下流方向	
①	H10	561	中流案　上流ダム軸　計画ダム軸	日本物理探鑛㈱
②		340	中流案　上流ダム軸　左岸上下流方向	
③		295	中流案　上流ダム軸　右岸上下流方向	
1	H11	100	M19-45m～M26-2.867m	日本物理探鑛㈱
総延長		**5,201**		
		4,051	*中流案での総延長*	

＜弾性波トモグラフィ＞

断面	実施年度	断面位置	実施機関
1	H11	M21－M19－M23	日本物理探鑛㈱
2		M19－M26	
3		M26－M23	

＜速度検層＞

測定孔	実施年度	測定長	実施機関
M23	H11	130m	日本物理探鑛㈱
M26		80m	
総延長		210m	

＜試掘横坑＞

坑番	実施年度	坑口標高 EL.(m)	掘進長(m)	座標（始点）(上：X，下：Y)	座標（終点）(上：X，下：Y)	掘進方向
TL－1	H7	346.159	50.0	-101104.086	-101155.493	S6° E
				35703.178	35712.814	
TL－2	H12	408.118	113.4	-101177.641	-101281.386	S80° W
				35832.722	35799.796	S18° W
TR－1	H9	335.380	55.0	-101042.424	-100985.914	N4° W
				35670.165	35661.259	
TR－2	H10	412.987	23.0	-100953.434	-100930.702	N14° E
				35716.542	35719.689	
TR－3	H12	357.990	100.0	-101001.650	-100899.271	N10° E
				35811.395	35819.236	
総延長			**341.4**			

※1　TL－2 坑は坑口より 14mで屈曲（屈曲点座標X：-101184.534，Y：35820.460）

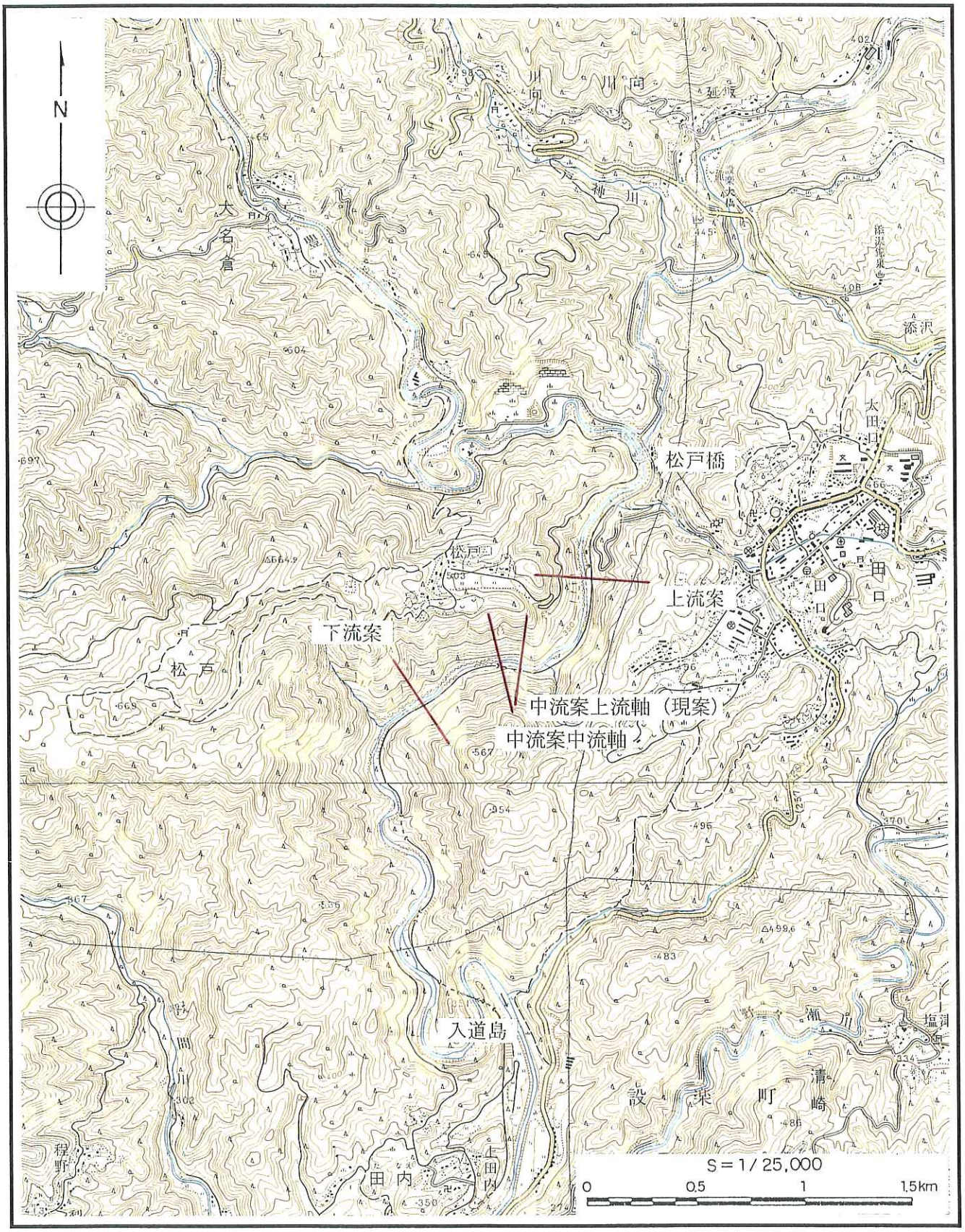
※2　始点は横坑入口（扉の真下）であり、横坑の 0mではないこともあるので注意。

表− 1.1(2)　既往調査数量一覧表

孔番	実施年度	座標 X	座標 Y	孔口標高 EL.(m)	掘進長 (m)	掘進俯角 (°)	孔径 (mm)	ﾙｼﾞｵﾝﾃｽﾄ 方式	ﾙｼﾞｵﾝﾃｽﾄ 回数	孔内載荷	ボアホールスキャナー	ボアホールスキャナー G.L.-m ～ G.L.-m	実施機関
U 1	H4	—	—	338.760	120.0	90	66	●	23	3	40.14	10.50 ～ 50.64	基礎地盤ｺﾝｻﾙﾀﾝﾂ(株)
D 1		—	—	326.370	120.0	90	66	●	22	2	-	未実施	梶谷ｴﾝｼﾞﾆｱ(株)
M 1	H4	-101,070.657	35,718.583	329.040	120.0	90	66	●	23	2	57.00	3.00 ～ 60.30	基礎地盤ｺﾝｻﾙﾀﾝﾂ(株)
M 2		-101,085.824	35,757.294	346.490	130.0	70	66	●	23	1	-	未実施	梶谷ｴﾝｼﾞﾆｱ(株)
M 3	H5	-100,960.407	35,735.063	400.720	120.0	90	66	●	22	1	92.60	16.18 ～ 108.80	(株)日本ﾊﾟﾌﾞﾘｯｸ
M 4		-100,880.523	35,721.336	469.190	120.0	90	66	●	19	1	84.90	25.12 ～ 119.84	
M 5		-101,138.839	35,717.758	378.000	120.0	90	66	●	23	1	80.00	10.00 ～ 90.00	八千代ｴﾝｼﾞﾆﾔﾘﾝｸﾞ(株)
M 6		-101,224.265	35,731.264	447.000	120.0	90	66	●	23	2	97.00	13.00 ～ 110.00	
M 7	H6	-101,231.734	35,787.597	462.942	130.0	90	66	●	27	10	107.00	22.80 ～ 129.80	川崎地質(株)
M 8		-100,858.472	35,820.882	492.775	75.0	90	66	●	15	2	59.50	15.50 ～ 75.50	
M 9		-101,083.411	35,656.983	327.180	100.0	90	66	●	20	7	-	未実施	
M 10	H7	-101,137.861	35,767.166	400.050	120.0	90	66	●	23	1	-		(株)ﾆｭｰｼﾞｪｯｸ
M 11		-101,020.245	35,744.556	348.300	120.0	90	66	●	23	1	-		
M 12		-100,916.915	35,721.772	449.040	80.0	90	66	●	8	1	30.00	31.40 ～ 61.40	日本工営(株)
M 13		-100,832.770	35,703.990	490.730	85.0	90	66	●	12	1	-	未実施	
M 14	H8	-101,280.387	35,799.919	483.805	90.0	90	66	●	17	1	-		大成基礎設計(株)
M 15	H9	-100,892.055	35,675.900	471.490	80.0	90	66	●	11	1	42.80	37.00 ～ 79.80	(株)ﾀﾞｲﾔｺﾝｻﾙﾀﾝﾄ
M 16		-100,874.248	35,748.362	463.970	65.0	90	66	●	11	1	48.40	16.80 ～ 64.80	
M 17	H10	-100,957.777	35,828.368	407.500	130.0	90	66	◎	25	0	124.50	5.60 ～ 130.00	応用地質(株)
M 18		-100,916.789	35,791.723	433.780	50.0	90	66	◎	9	2	38.50	11.00 ～ 49.54	
M 19		-101,178.728	35,811.921	425.980	135.0	90	66	◎	23	1	119.90	15.00 ～ 134.73	中央開発(株)
M 20		-101,193.080	35,780.040	449.610	135.0	90	66	◎	24	1	125.50	8.50 ～ 134.30	
M 21		-101,240.979	35,808.441	454.840	130.0	90	66	◎	25	0	125.90	3.70 ～ 13.80 14.30 ～ 130.10	(株)ジオジャイロ
M 22		-101,159.306	35,853.117	388.178	90.0	90	66	◎	15	0	76.15	10.30 ～ 10.45 12.00 ～ 13.20 15.00 ～ 17.00 17.00 ～ 89.80	
M 23	H11	-101,033.595	35,815.340	337.490	130.0	90	66	◎	25	0	121.80	7.80 ～ 129.60	明治ｺﾝｻﾙﾀﾝﾄ(株)
M 24		-100,999.850	35,824.890	365.320	135.0	90	66	◎	26	0	127.30	7.75 ～ 135.50	
M 25		-100,918.259	35,832.047	438.980	135.0	90	66	◎	26	0	133.00	1.45 ～ 134.50	
M 26		-101,135.200	35,852.774	374.750	80.0	90	66	◎	15	0	74.40	5.60 ～ 80.00	日本基礎技術(株)
M 27		-101,202.100	35,850.147	414.660	50.0	90	66	◎	8	0	34.00	16.00 ～ 50.00	
M 28		-101,242.115	35,846.867	450.340	65.0	90	66	◎	12	0	38.40	26.60 ～ 65.00	
M 29		-100,954.677	35,788.537	398.000	65.0	90	66	◎	12	0	60.00	5.00 ～ 65.40	東邦地水(株)
M 30		-100,990.313	35,740.940	378.430	65.0	90	66	◎	11	0	55.90	9.10 ～ 65.60	
M 31		-100,989.178	35,667.512	389.440	50.0	90	66	◎	8	0	48.00	1.95 ～ 50.20	
M 32	H12	-100,807.923	35,797.425	518.670	110.0	90	66	◎	19	0	80.10	29.75 ～ 110.92	(株)日本ﾊﾟﾌﾞﾘｯｸ
M 33		-100,881.022	35,873.277	475.250	130.0	90	66	◎	22	0	99.90	30.08 ～ 131.10	
M 34		-100,975.318	35,769.632	381.250	65.0	90	66	◎	11	0	55.00	10.00 ～ 65.00	(株)キンキ地質ｾﾝﾀｰ
M 35		-100,875.979	35,779.806	460.640	55.0	90	66	◎	11	0	52.00	3.00 ～ 55.00	
				総延長	**3720.0**				**672**	**43**	**2329.6**		
				中流案のみ	**3480.0**				**627**	**38**	**2289.5**		

ルジオンテスト方式　●：口元圧力管理方式　◎：圧力ｾﾝｻｰ方式併用

孔番の凡例　U：上流案　M：中流案　D：下流案



図－ 1.2　ダムサイト候補地位置図　（1/2.5 万地形図「田口」「海老」）

2　広域の地形・地質概要

2.1　地形概要

設楽ダムは、豊川水系豊川（上流域では寒狭川と呼ぶ；以降、寒狭川と記す）に計画中のダムであり、愛知県北東部の奥三河高原に位置する。

寒狭川は、設楽町北西部の段戸山にその源を発し三河湾に注ぐ一級河川であり、出来山（EL.1,052m）、段戸山（EL.1,152m）、笹暮峠を連ねる稜線をもって、西側を流れる矢作川水系と接している。設楽町北部に位置するこれら分水嶺の属する山地は奥三河高原と呼ばれ、比較的緩やかな斜面からなる山地を構成しており、標高700～900mおよび標高1,000～1,100m付近には、ほぼ平坦な浸食小起伏面が発達している。

設楽ダムは、寒狭川の中流域に位置し、ダムサイト周辺の高位標高部には上記の平坦面に対応する平坦な箇所があり、地形は一般に緩やかである。これに対し、川に面した山腹斜面は、河川による急激な下刻作用を反映して一般に急峻な地形をなしている（図－ 2.1参照）。

2.2　地質概要

ダムサイトは西南日本内帯と外帯を分ける中央構造線から北西約15 kmに位置し、内帯の領家帯南縁に位置する（図－ 2.2）。

中央構造線以南の西南日本外帯は、中央構造線にほぼ平行に北から三波川帯，秩父帯，四万十帯の順に帯状に配列しているが、これらは赤石裂線，光明断層のＮ－Ｓ系の左横ずれ断層によって切られている。三波川帯，秩父帯，四万十帯の境界はいずれも帯状構造に平行なＥＮＥ－ＷＳＷからＮＥ－ＳＷ方向の断層となっている。

領家帯は西南日本内帯のもっとも外側（南側）を構成する地質帯で、南北の幅約30～50 kmで、茨城県筑波山周辺から九州まで東西にほぼ1,000 kmにわたって分布する。領家帯は主に花崗岩類（領家花崗岩）と高温低圧型の変成岩類（領家変成岩類）から

構成される。領家帯の南縁は、中央構造線を境として外帯の低温高圧型変成岩類（三波川帯）と接する。北縁は不明瞭で、領家帯の変成岩類は、美濃帯の弱～非変成堆積岩類（古生代の泥岩，チャートなど）に漸移する。

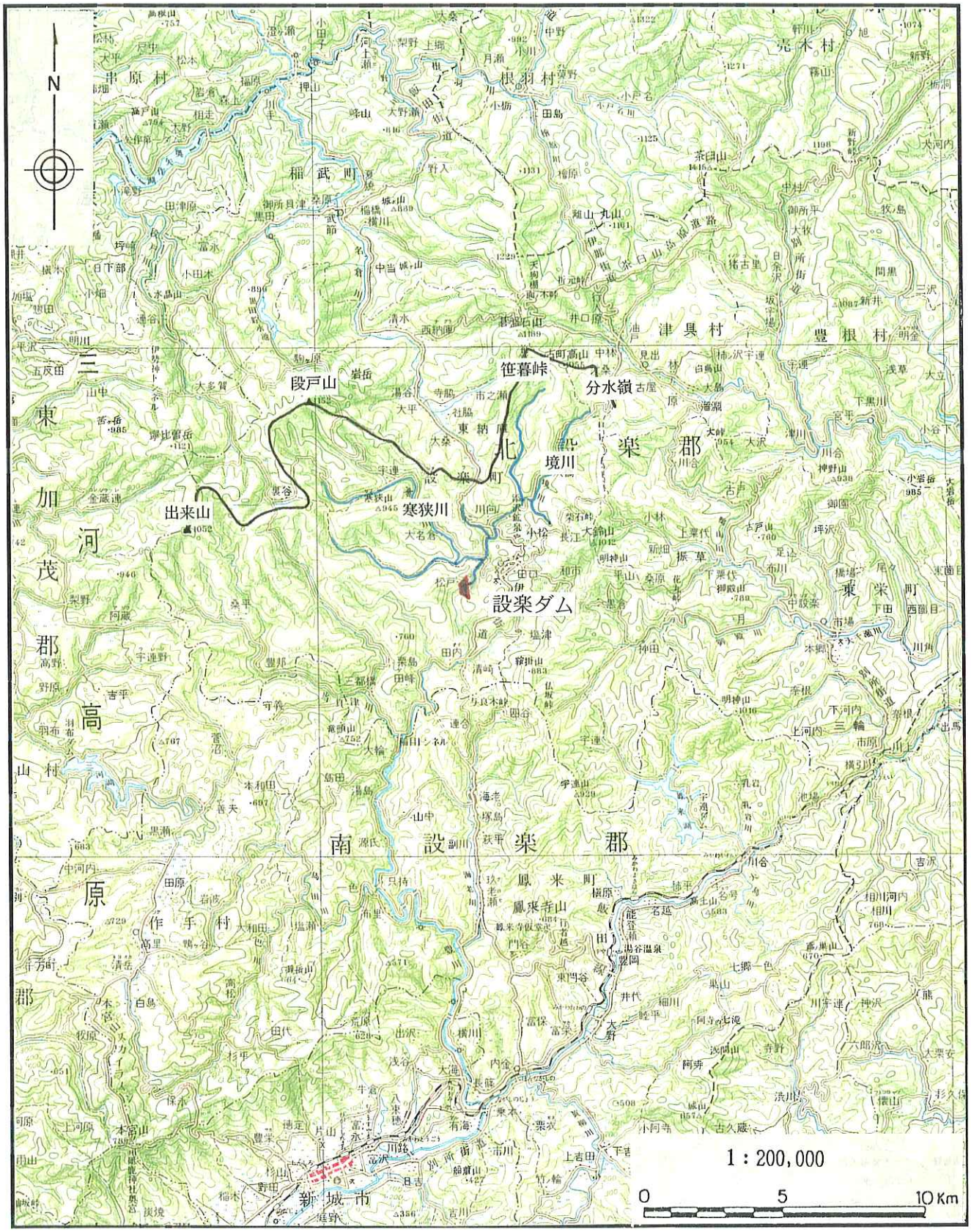
ダムサイト周辺地域には、その西半部に領家帯の白亜紀変成岩類・花崗岩類・塩基性岩類が、東半部に新第三系設楽層群が分布する（図－ 2.3，図－ 2.4参照）。設楽層群は、領家帯の岩石を不整合で覆う。第四系の分布は限られており、段丘堆積物・崖錐堆積物・現河床堆積物が、領家帯の岩石と設楽層群を不整合で覆っている。

領家変成岩類は、主に泥質・砂質・珪質の変成岩から構成される。変成分帯として、低温から高温側へ、黒雲母粘板岩帯→片状ホルンフェルス帯→漸移帯→縞状片麻岩帯に区分されている（Koide，1954）。ダムサイト周辺地域は、縞状片麻岩帯に相当し、泥質片麻岩，砂質片麻岩，珪質片麻岩が分布する。

領家花崗岩類は、相互の貫入関係や他の地質体との関係を基に、９つの時階に区分され、第１～３時階のものが古期領家花崗岩、第４時階以降が新期領家花崗岩と呼ばれている（領家研究グループ，1972；原山ほか，1985；沓掛，1988）。また、塩基性岩類は一般に花崗岩類より前に変成岩類に貫入している。ダムサイト周辺地域には、第３時階（古期領家花崗岩）の清崎花崗岩と、第５時階（新期領家花崗岩）の伊奈川花崗岩、および塩基性岩類が分布する。

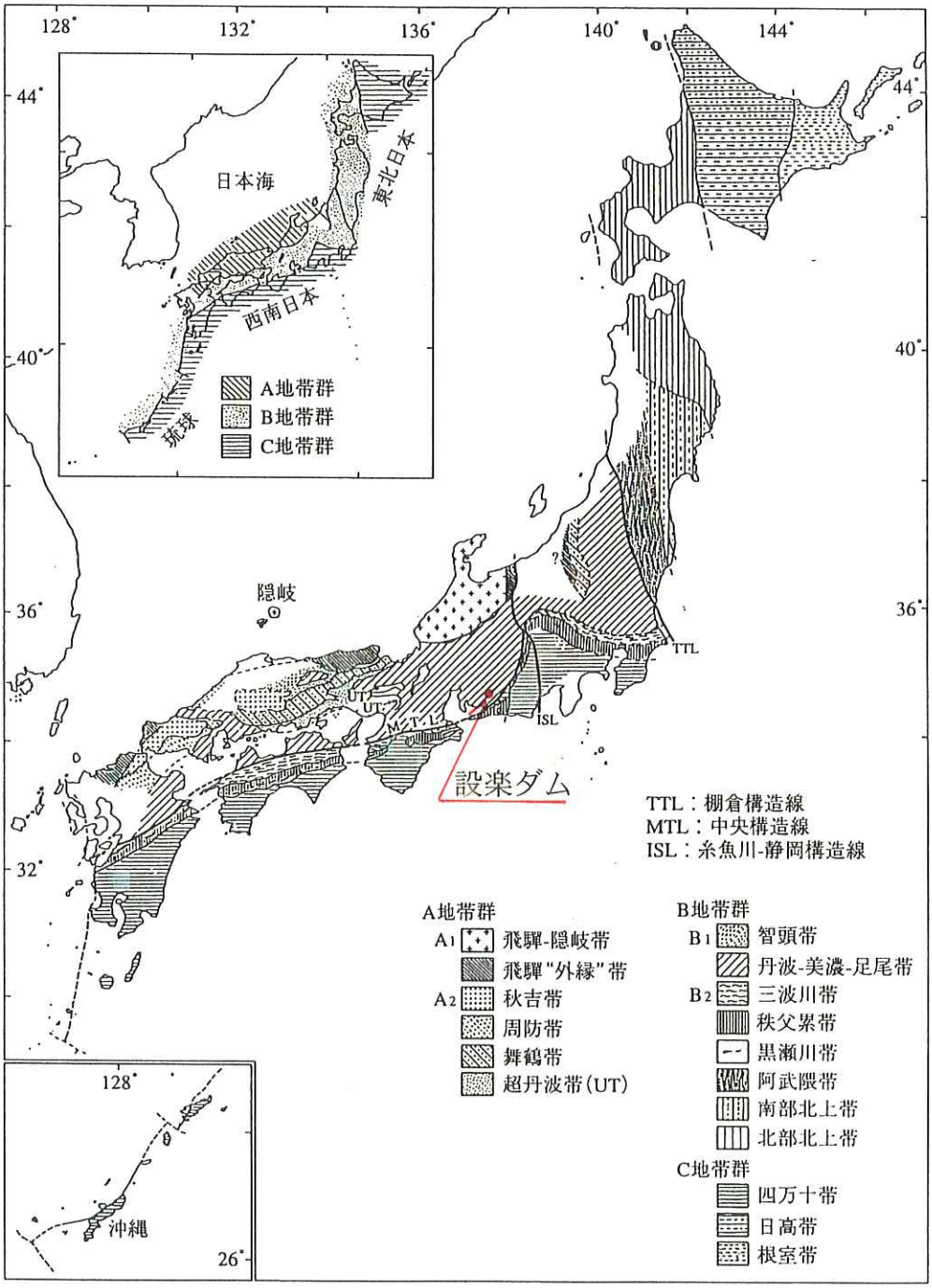
設楽層群は、ダムサイト周辺地域東半部から東方および南方に、径約 15 kmで楕円形の盆状構造を呈して分布する。設楽層群を構成する地層は、主に海成堆積岩類からなる北設亜層群と、北設亜層群の上位に不整合で累重する主に陸成火山岩類からなる南設亜層群に区分される。ダムサイト周辺地域には、礫岩・砂岩・泥岩からなる北設亜層群最下部層の東門谷累層が分布する。

表－ 2.1に広域の層序表を示す。



図— 2.1　設楽ダム周辺地域の地形図

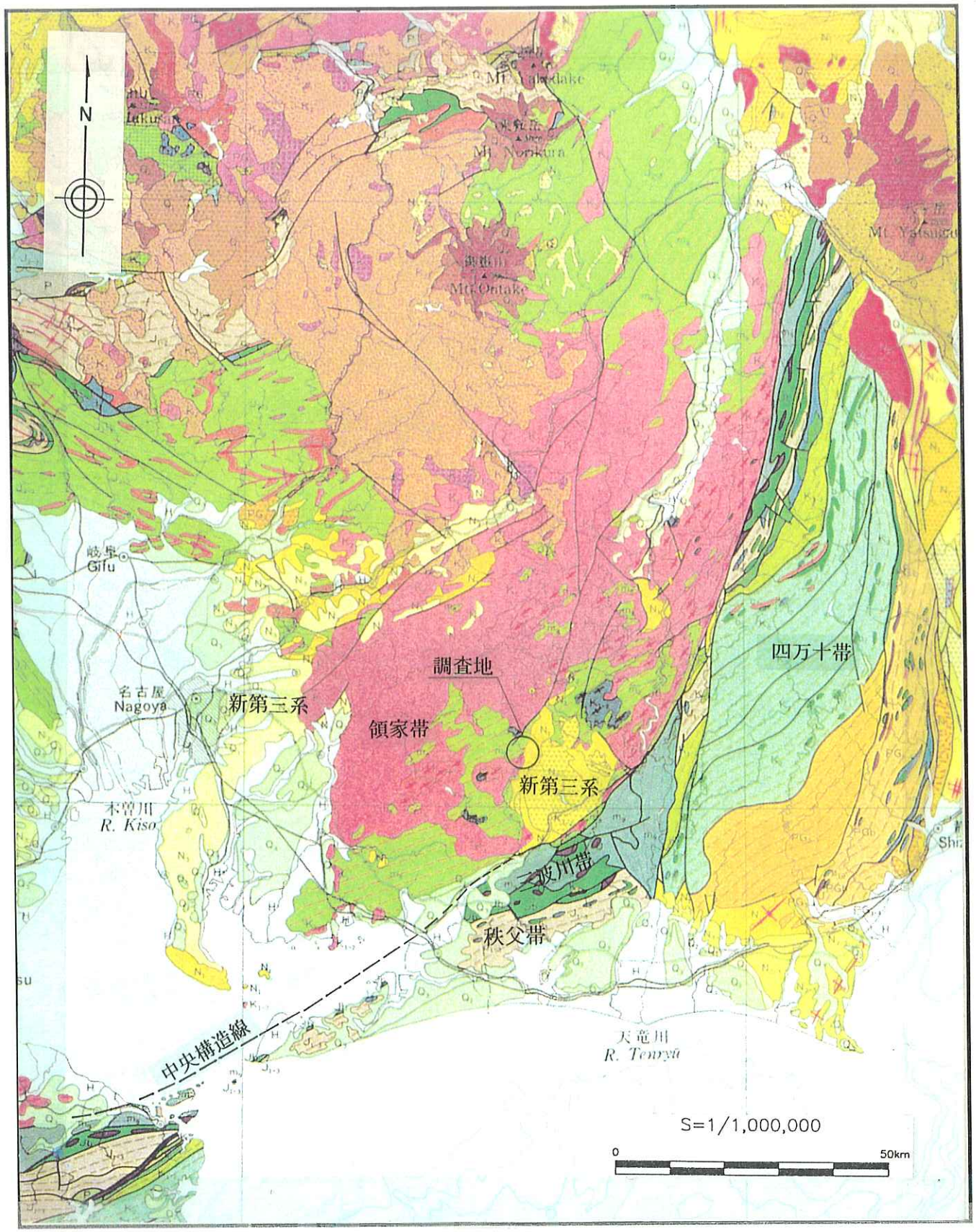
（国土地理院発行 1/20 万地勢図「豊橋」を使用）



日本列島の地体構造区分（Ichikawa, K., Pre-Cretaceous Terranes of Japan. In Ichikawa, K., Mizutani, S., Hara, I., Hada, S. and Yao, A., eds.：Pre-Cretaceous Terranes of Japan. Publication of IGCP Project No.224, 1-12, 1990を簡略化）

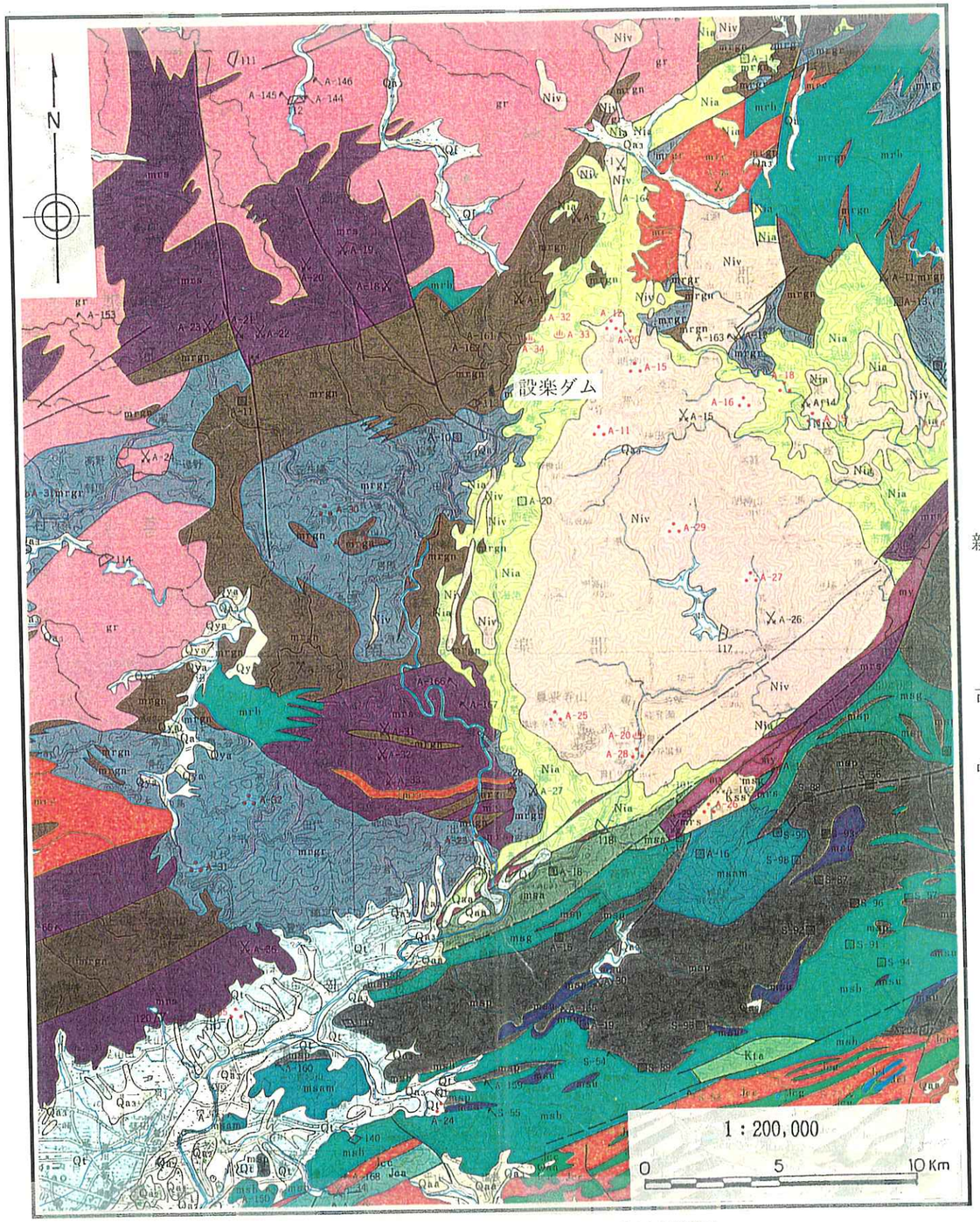
図－ 2.2　日本の先新第三紀地質構造区分図

（新版地学教育講座⑧「日本列島のおいたち」（1995）より引用）



図－ 2.3　広域地質概要図（1/100 万）

（「日本の地質アトラス」地質調査所（1992）より引用）



新生代第三紀中新世

設楽層群

Niv 流紋岩～玄武岩質溶岩・火砕岩・凝灰質砂岩・凝灰質泥岩

Nia 礫岩・砂岩・泥岩

古第三紀～白亜紀

花崗岩類

中生代

領家変成岩類

片麻状花崗岩

雲母片岩

黒雲母片岩

珪質片岩

塩基性変成岩

マイロナイト

図－ 2.4　設楽ダム周辺の広域地質図
（1/20 万「中部地方土木地質図」より引用）

表－ 2.1　広域地質層序表（ダムサイトから半径 50km）

（平成６年度 設楽ダム弾性波探査業務（解析編）　報告書より引用）

時代			地層名あるいは岩石名				記事
第四紀	現世		沖積層			a	レキ・砂・粘土
	更新世		段丘および扇状地堆積物			d	レキ・砂・粘土・火山灰
新第三紀	鮮新世		瀬戸層群・掛川層群など			P	レキ・砂・粘土
	中新世		岩脈類			A	玄武岩・安山岩
						D	石英安山岩・流紋岩
		設楽層群	南設亜層群			Mv	流紋岩質溶岩および火砕岩
			北設亜層群・瑞浪層群			m	砂岩・泥岩・レキ岩
岩脈						Qp	石英斑岩
古第三紀		四万十累層群	和田層・瀬戸川層群			W	砂岩・泥岩・レキ岩
白亜紀～ジュラ紀	古第三紀～白亜紀末		犬居層群			I	砂岩・泥岩
	白亜紀後期		光明層群・寸又川層群・白根層群			K	砂岩・泥岩・レキ岩
	白亜紀前～後期		赤石層群			Ak	砂岩・泥岩
			四万十累層群中のはさみ			V	玄武岩質溶岩ないしハイアロクラスタイト
						ls	石灰岩
						Cg	レキ岩
白亜紀～それ以前	白亜紀前期		水窪層など			Cr	砂岩・泥岩・レキ岩
	白亜紀後期		岩脈			Gp	花崗斑岩
			濃飛流紋岩			N	流紋岩質火砕岩
			戸沢層			T	砂岩・泥岩・凝灰岩・レキ岩
			接触変成岩			H	ホルンフェルス
	白亜紀前～後期	領家帯構成岩類	新期花崗岩類（苗木・武儀・伊奈川・小原・三都橋・新城・清崎の各岩体を含む）			Gy	花崗閃緑岩～アダメロ岩
	白亜紀前期あるいはそれ以前		古期花崗岩類	天竜峡花崗岩		Gt	〃
				神原石英閃緑岩・非持石英閃緑岩		Dk	石英閃緑岩・トーナル岩など
				変ハンレイ岩・変輝緑岩		B	変ハンレイ岩・変輝緑岩
				鹿塩マイロナイト		M	ポーフィロイド～ヘルフリンタ様岩
			領家帯変成岩類	キン青石片麻岩		R_2	
				珪線石片麻岩		R_3	
				変成チャート		ch	
				石灰岩		ls	
三畳紀～白亜紀中期		三波川帯構成岩類	超塩基性岩			U	カンラン岩・蛇紋岩
			変ハンレイ岩・変輝緑岩			G	変ハンレイ岩・変輝緑岩
			角閃岩			am	
			石灰岩			ls	
			黒色片岩緑色片岩互層			Sbg	
			緑色片岩			Sg	
			黒色片岩			Sb	
石炭紀～白亜紀最前期		伏父帯・美濃帯構成岩類	石灰岩			ls	
			玄武岩			V	玄武岩質溶岩ないしハイアロクラスタイト
			変ハンレイ岩など			G	変ハンレイ岩・変輝緑岩
			超塩基性岩			U	カンラン岩・蛇紋岩
			チャート			ch	
			頁岩・砂岩			Ps	

●印：ダムサイトを構成する地層

2.3　ダムサイトおよび貯水池周辺の地質概要

ダムサイトおよび貯水池周辺の地質概要については、「平成５年度 設楽ダム地質検討業務委託 報告書」より引用して以下にまとめる。なお、中流案ダムサイトの地形・地質概要については、4章で詳述する。

2.3.1　地質構成と層序

ダムサイトおよび貯水池周辺に分布する地層は次の２種類に大別される（図－2.4，図－ 2.5，表－ 2.1参照）。

①中・古生代の領家変成岩類と領家花崗岩類

②礫岩，砂岩，泥岩などからなる新第三紀の堆積岩類（設楽層群）

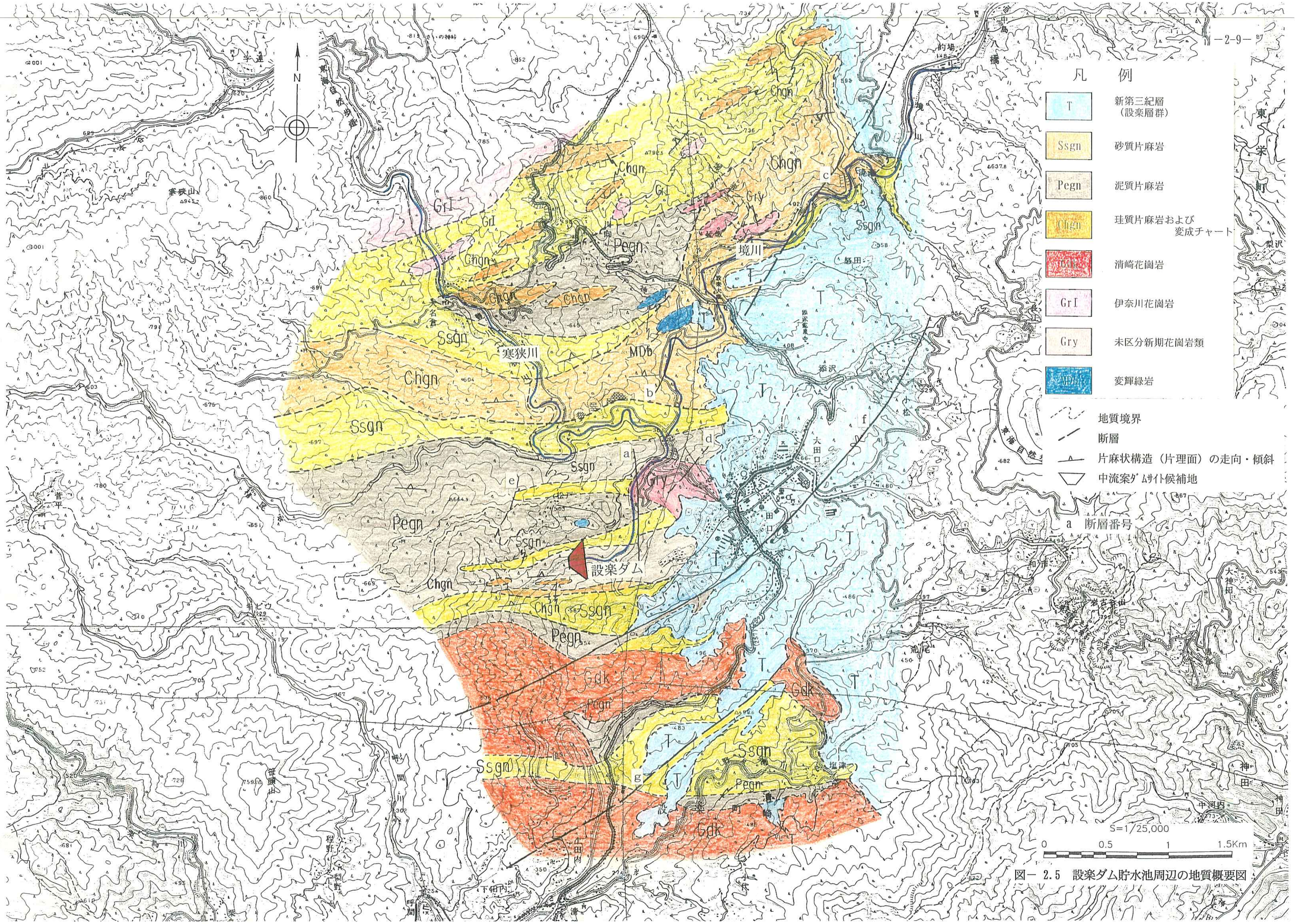
領家変成岩類および領家花崗岩類（上記①）は当地域の基盤をなしており、主に豊川・境川以西に広く分布する。泥質片麻岩，砂質片麻岩を主体とし、レンズ状に珪質岩（あるいは層状チャート）起源の片麻岩を挟在する領家変成岩類と、種々の花崗岩類から構成される領家花崗岩類からなる。

新第三紀の堆積岩類である設楽層群（上記②）は、豊川・境川以東の地域に上記領家変成岩類，領家花崗岩類を不整合に覆って発達する。下位から礫岩層，砂岩層，泥岩層，砂岩・泥岩・凝灰岩互層からなる。

ダムサイト候補地点付近に分布する地層は、主に領家変成岩類の泥質片麻岩，砂質片麻岩であり、左岸側では珪質片麻岩～変成チャートが分布する。また、局部的に流紋岩質貫入岩が分布している。なお、ボーリング調査結果によると地山深部では花崗岩類（閃緑岩）が多く確認されている。

新第三紀層は、ダムサイト候補地点付近では、左岸側の概ね EL.500m以上に分布し、右岸側では松戸集落周辺の尾根部にごくわずかに分布するに限られる。

なお、特異な地形として松戸集落付近には、東西方向の谷状地形が発達する。



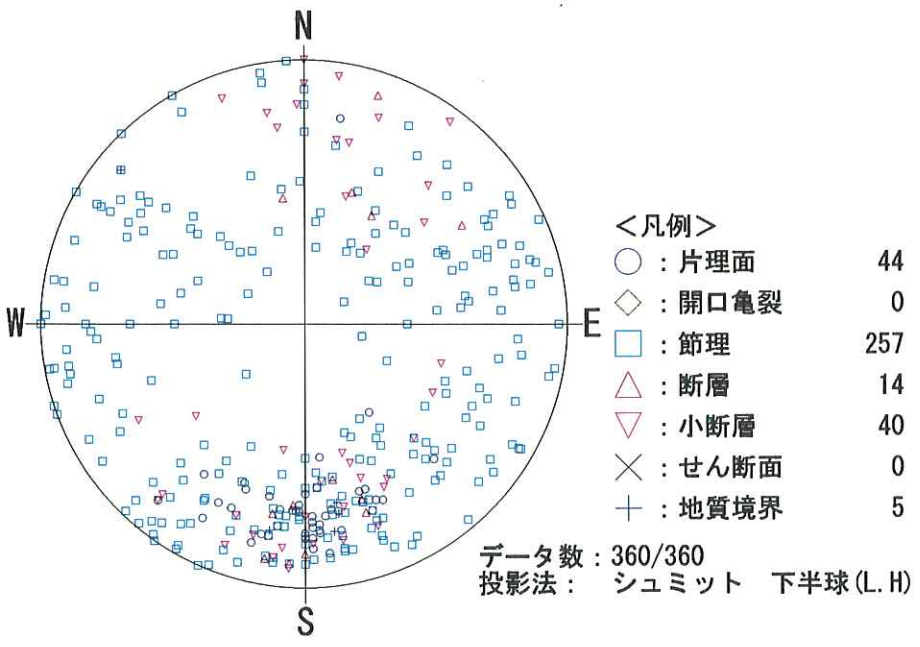
図－ 2.5　設楽ダム貯水池周辺の地質概要図

2.3.2　地質構造

本業務においてダムサイト全体の構造を把握する目的で横坑内の割れ目系調査を実施しており（詳細は4.6章を参照）、得られた結果をシュミットネットに投影したものを図－ 2.6に示す。これからもわかるように、基盤岩（領家変成岩類）の地質構造は、ほぼ東西走向で北に 70° 程度傾斜しており、節理や断層および小断層（地質工学的に弱層となりうる断層はなく、地質学的な脆弱部にすぎない）も、片理面系のものが卓越する。概略的には図－ 2.7に示すように、Ｅ－Ｗ～ＥＮＥ－ＷＳＷ走向で、北に高角度で傾斜している。領家花崗岩類は周辺の変成岩類に非調和に貫入しているものもあり、特定方向への構造の発達は認められない。

新第三紀層（設楽層群）は図－ 2.8に示すように主に豊川・境川以東地域に発達しており（設楽盆状構造の西縁）、層理面の走向・傾斜は概ねＮＮＥ－ＳＳＷ～ＮＥ－ＳＷ、全体として 10～30° 東に傾斜している。全体の基盤岩との関係はアバット*1およびオーバーラップ*2の関係である（図－ 2.8）。

また、設楽ダム周辺の先新第三紀基盤岩類の総括図を図－ 2.9に示す。

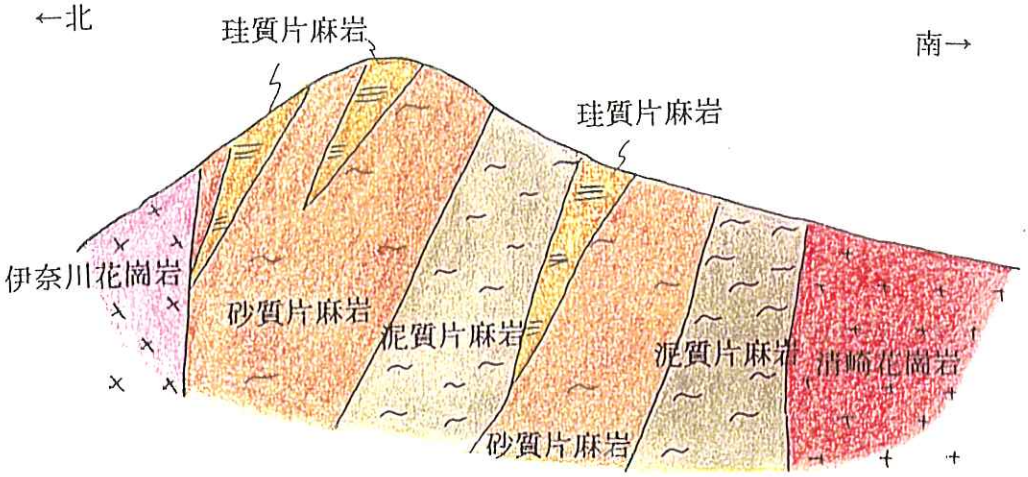


図－ 2.6　横坑内における割れ目系シュミットネット

---

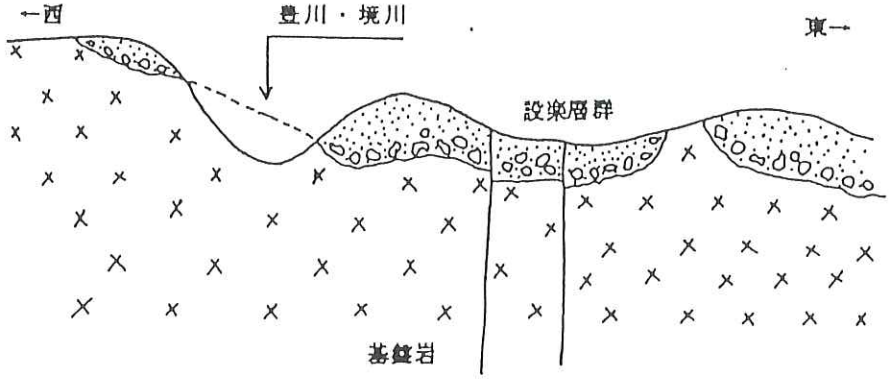
*1　アバット：新しい地層の層理面が不整合面と平行ではなく、ぶつかるような状態になっていること。

*2　オーバーラップ：古い時代の地層が新しい時代の地層に被覆された状態になること。



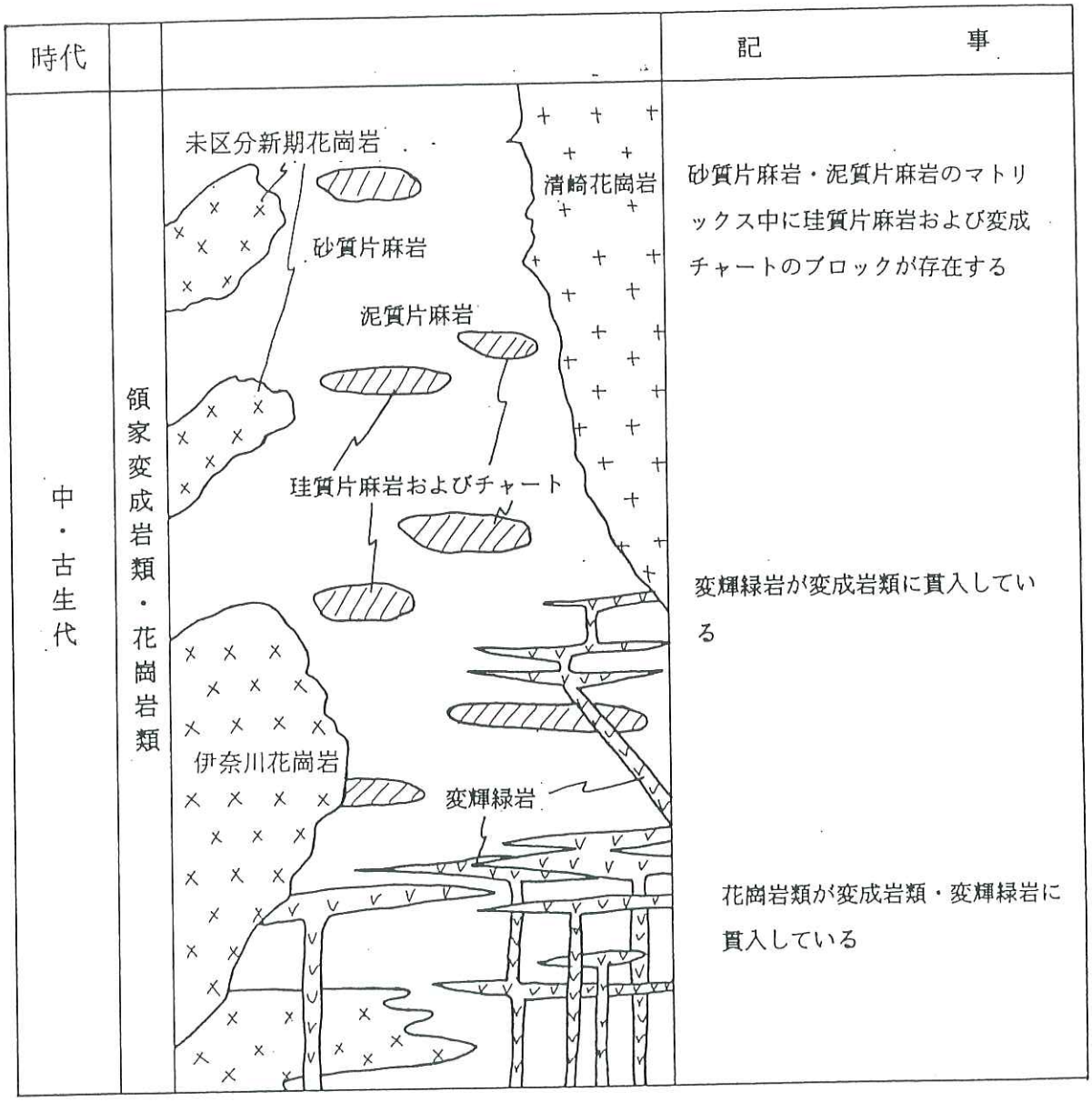
図－ 2.7　基盤岩の地質構造概念図

（平成５年度 設楽ダム地質検討業務委託 報告書より引用）



図－ 2.8　設楽層群の堆積状況の概念断面図

（平成５年度 設楽ダム地質検討業務委託 報告書より引用）



図－ 2.9　設楽ダム周辺の先新第三紀基盤岩類総括図

(平成５年度 設楽ダム地質検討業務委託 報告書より引用)

2.3.3　貯水池周辺の断層

既往の第四紀断層調査あるいは線状模様調査の結果では、７条の線状模様が半径３km以内に抽出された（図－ 2.10参照）。しかしながら、いずれも確実度の低い線状模様（L_3）であり、かつダムサイトに向かう方向性を有していないものであり、追加調査の必要はないものと判断される（詳細については、「平成９年度 設楽ダム線状模様調査業務 報告書」参照）。

ここでは、既往の地表地質踏査あるいはボーリング調査の結果確認されている断層について述べる。なお、ダムサイト近傍の断層については4.1.3章で詳述する。

地質図オーダー（1/2,500）で認められる断層は、Ｎ－ＳからＮＥ－ＳＷ系が顕著である。貯水池内の断層は、既往地質踏査により確認されている７条である（図－ 2.5のａ～ｇ）。これら断層の確認箇所およびその性状等については表－ 2.2に示す通りである。この系列の断層のうち、設楽ダム計画地点周辺には、連続性の良い断層はｆとｇの２本があり、周辺の地質分布等から判断して東側が相対的に上昇する変位を伴っているものと判断される。

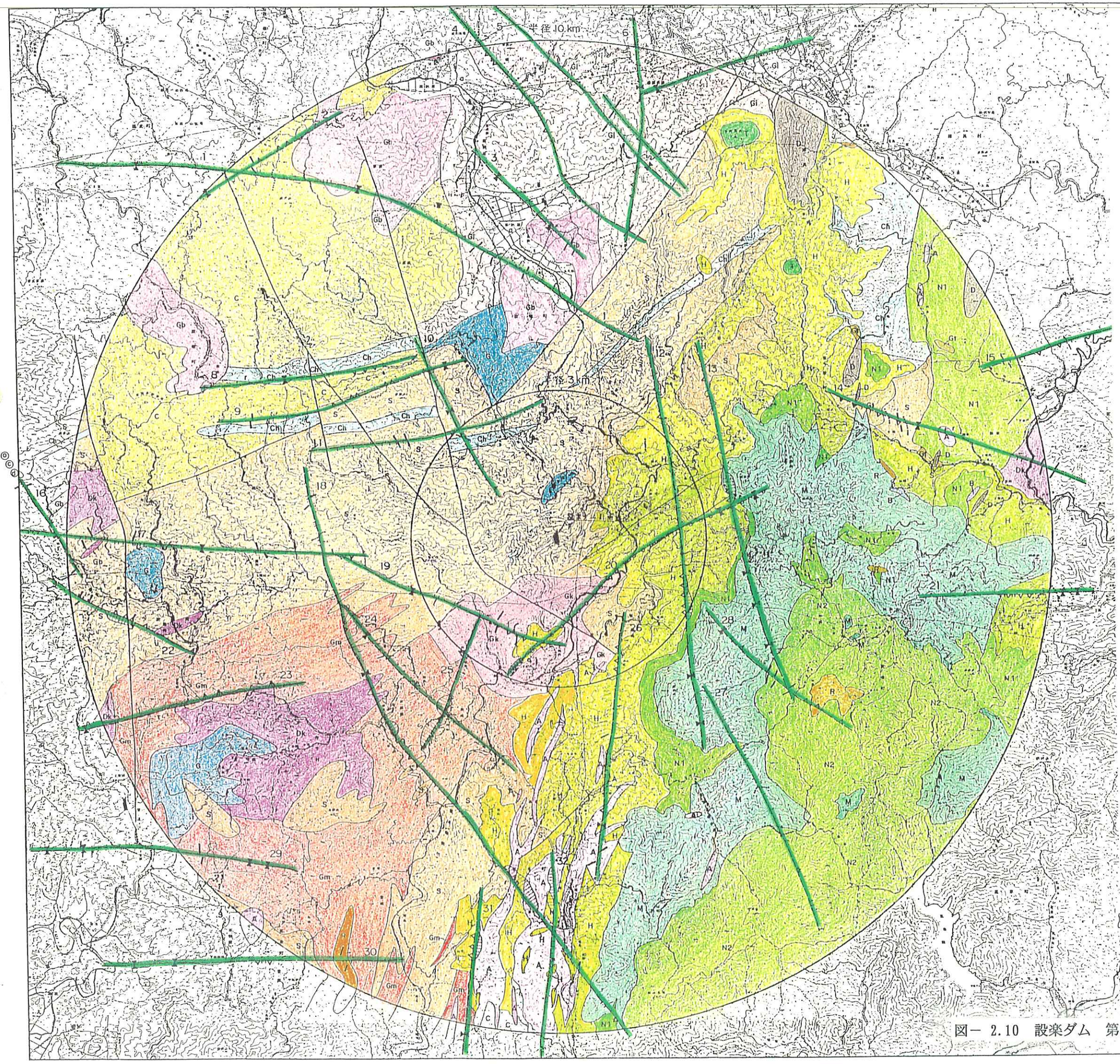
表－ 2.2　設楽ダム貯水池内の断層一覧表

断層番号	確認地点	走向・傾斜	規模・性状	推定長さ
a	Ｕ１孔 寒狭川河床部	N20° W60° W NS 90°	見掛けの幅 11.2m ２m程度	900m
b	境川河床部	N25° E	境川河床左岸側に連続	500m
c	タコクズ川河床部 境川河床部	N50° E N40° E90°	片理面に沿った小規模断層 片理面を切る小規模断層	2,000m 以上
d	主要地方道瀬戸・設楽線	N45° E75° S	幅１～２m	500m
e	松戸西方林道沿い	断層帯 N66° E30° W	近傍に６条の小規模断層分布 ｶﾀｸﾗｻｲﾄを形成する小規模断層	500m
f	田口西方の林道沿い 作業道中津沢線	N70° E70° N N84° E58° N	幅1～２mで領家片麻岩と第三紀設楽層群を境する 断層粘土を５cm 挟在	5,000m 以上
g	（地質分布より推定）	N50° E	地層の不連続より推定	2,800m

小規模断層：30cm 未満

一方、設楽ダム計画貯水池の北方に位置する断層は、西側が相対的に上昇する変位を示しているものと判断される。この他にも比較的短い断層がいくつか見られる。これらの断層は、いわゆる「設楽盆状構造」の西縁に位置していることから、この地域の断層は大局的に東側が沈降する変位を持っているはずであるが、岩相の食い違い状況から上記のように判断している。

なお、表－ 2.3に、線状模様と文献断層および地質断層との対比一覧（成果表４）を表－ 2.4に線状模様の地質踏査結果一覧表を示す。



M.N

N

6°30′

凡　例

線状構造の分類基準

（第四紀断層の調査法（案）　昭和61年　国土開発技術研究センターによる）

記号*	分類	記事
	L_1	地質構造を反映していると思われる線状構造のうち、ごく最近（第四紀後期）の変位を示す地形であると判からしさの高いもの。具体的には、変位の基準となる地形が明瞭なもの、すなわち、線状構造の両側の高度、広、地形面が極く狭小までひと続きであったことが判らない例。それが線状構造によって系統的に変位（変位の向き、変位量等がほぼ同じようになっていること）しているもの。
	L_2	L₁ に比べ、変位を示す地形であると判からしさのやや高いもの。すなわち、段丘などの明瞭な変位基準地形がないために、高度差は小さいが、段丘や山が連続的に配列していたり、累積的な沖積層厚と思われる地形があって、変位の向きは推定できるが、両側の地形面の時代が異なるなど、ごく最近の変位地形であることが不明確な線状構造。
	L_3	L₁ に比べ、変位を示す地形であると判からしさの最も低いもの。すなわち最も不明確なもので、変位地形とも考えられる地形をもつが、変位の向きが不明確であったり、他の原因も考えられるもの。

＊　記号はケバのある方が高度が低い側、矢印は後ずれ変位の方向を示す。

8　線状模様番号

愛知県防災会議地震部会（1979）による第四紀断層の疑いのあるリニアメント

地　質　図　凡　例

時代		地層名あるいは岩石名		記事
第四紀	現世	沖積層	a	砂・レキ・粘土
新第三紀	中新世	岩脈類	B	玄武岩
			A	安山岩
			D	石英安山岩
			R	流紋岩
		設楽層群 南設亜層群 津具累層	T	玄武岩質－安山岩質溶岩および火砕岩
		設楽層群 南設亜層群 棚山累層・蕪来寺累層・神田累層	N2	流紋岩質溶岩および火砕岩
		設楽層群 南設亜層群 明神山累層	M	石英安山岩質－安山岩質溶岩および火砕岩
		設楽層群 南設亜層群 大峠累層・大島川累層・尾篭累層	N1	流紋岩質溶岩および火砕岩
		設楽層群 北設亜層群	H	砂岩・泥岩・レキ岩
白亜紀またはそれ以前	白亜紀	領家帯構成岩類 新期花崗岩類 武節花崗岩	Gb	アダメロ岩～花崗閃緑岩
		領家帯構成岩類 新期花崗岩類 伊奈川花崗岩	Gi	アダメロ岩～花崗閃緑岩
		領家帯構成岩類 新期花崗岩類 三場花崗岩	Gm	アダメロ岩～花崗閃緑岩
		領家帯構成岩類 新期花崗岩類 潰崎花崗岩	Gk	花崗閃緑岩・石英閃緑岩
	白亜紀前期またはそれ以前	領家帯構成岩類 古期花崗岩類 天竜峡花崗岩	Gi	花崗閃緑岩～アダメロ岩
		領家帯構成岩類 古期花崗岩類 神原石英閃緑岩	Dk	石英閃緑岩・トーナル岩など
		領家帯構成岩類 古期花崗岩類 変ハンレイ岩・変輝緑岩	G	変ハンレイ岩・変輝緑岩
		領家帯構成岩類 領家変成岩類 キン青石片麻岩	C	キン青石黒雲母片麻岩
		領家帯構成岩類 領家変成岩類 珪線石片麻岩	S	珪線石黒雲母片麻岩
		領家帯構成岩類 領家変成岩類 変成チャート	Ch	珪質片麻岩

地　質　境　界
断　　層
崖　地　形（S）
三角末端面（t）
鞍　　部（p）
傾斜変換線（p）
高度不連続（d）
尾根の屈曲
水系の屈曲　（O）
直線状の谷（r）

0　2 Km

図－ 2.10　設楽ダム　第四紀断層関連調査図（成果図５）

平成８年度 設楽ダム地質解析業務委託	
図　種	第四紀断層関連調査図
縮　尺	1/25,000
図面番号	付図－4.2
設楽ダム調査事務所	

表－ 2.3 (1)　設楽ダムから半径 10km 以内の線状模様と文献第四紀断層および地質断層との対比（成果表４）

文献第四紀断層					空中写真判読結果（線状模様）									地質断層
									線状模様，地形的特徴				確実度分類	
									変位地形		線状模様としての明瞭さ	変位地形の形態*2		
番号	断層名	確実度	活動度	長さ(km)	番号	ﾀﾞﾑｻｲﾄからの距離(km)	長さ(km)	方向	水系・尾根の屈曲	両側での高度差				
—	—	—	—	—	1	4.3	12.6	N85W～N56W	C	C	B	d,p,c,o	L_3	対応なし
—	—	—	—	—	2	9.5	4.9	N60E	D	B	B	d,p,o	L_3	対応なし
—	—	—	—	—	3	5.6	3.1	N46W	D	B	B	d,c,o	L_3	対応なし
—	—	—	—	—	4	6.2	6.3	N26W	C	C	B	d,p,o	L_3	対応なし
—	—	—	—	—	5	7.3	5.4	N44W	C	C	B	d,p,c,o	L_3	対応なし
—	—	—	—	—	6	6.1	4.6	N7E	C	B	B	d,p,c,o	L_3	対応なし
—	—	—	—	—	7	9.0	3.7	N71E	C	B	B	t,d,p,c,o	L_3	対応なし
—	—	—	—	—	8	4.6	4.5	N77E	C	C	B	d,p,r,c	L_3	対応なし
—	—	—	—	—	9	4.0	5.3	N70E	C	C	B	d,p,c,o	L_3	対応なし
—	—	—	—	—	10	1.5	3.5	N25W	C	C	B	d,p,c,o	L_3	対応なし
—	—	—	—	—	11	2.5	4.9	N77E	C	C	B	d,p,r,o	L_3	対応なし
—	—	—	—	—	12	2.5	8.5	N10W	C	B	B	S,d,p,r,c	L_3	対応なし
—	—	—	—	—	13	3.6	7.6	N13W	C	B	B	S,d,p,c,o	L_3	対応なし
—	—	—	—	—	14	6.2	5.6	N68W	C	C	B	d,p,r,c,o	L_3	対応なし
—	—	—	—	—	15	9.3	2.9	N72E	C	C	B	d,p,r	L_3	対応なし
—	—	—	—	—	16	9.7	2.4	N30W	C	B	B	d,p,c,o	L_3	対応なし

＊1 愛知県（1979）による“第四紀断層の疑いの濃いリニアメント

＊2　S：崖（＞10m）　a：崖（＜10m）　t：三角末端面　d：高度不連続　p：傾斜変換線　r：直線状の谷　c：鞍部　o：屈曲

—：対応するものが存在しない

水系・尾根の屈曲
- A：全体に明瞭で系統的
- B：一部では比較的明瞭で系統的
- C：認められるが系統的でない
- D：認められない

線状模様の明瞭さ
- A：線状模様が非常に明瞭
- B：線状模様がかなり明瞭
- C：線状模様が弱いが認められる

両側での高度差
- A：高度差あり、全体に明瞭
- B：部分的に明瞭
- C：弱いが認められる
- D：認められない

分類	水系・尾根の屈曲	両側での高度差	明瞭さ
L_1	A	A～B	A
L_2	B～C	A～C	A～B
L_3	C～B	B～C	B

表－ 2.3 (2)　設楽ダムから半径 10km 以内の線状模様と文献第四紀断層および地質断層との対比（成果表４）

文献第四紀断層					空中写真判読結果（線状模様）									地質断層
									線状模様，地形的特徴					
									変位地形					
番号	断層名	確実度	活動度	長さ(km)	番号	ﾀﾞﾑｻｲﾄからの距離(km)	長さ(km)	方向	水系・尾根の屈曲	両側での高度差	線状模様としての明瞭さ	変位地形の形態*2	確実度分類	
—	—	—	—	—	１７	3.8	7.1	N84W	C	C	B	d,p,c,o	L_3	対応なし
—	—	—	—	—	１８	4.6	13.4	N11W～N35W	C	C	B	S,d,p,r,c,o	L_3	対応なし
—	—	—	—	—	１９	2.3	5.1	N60W	C	C	B	d,p,c,o	L_3	対応なし
＊１	(記名なし)	—	—	4.4	２０	1.2	7.1	N67E	C	C	B	a,d,p,r,c	L_3	対応なし
—	—	—	—	—	２１	7.4	4.0	E-W	C	C	B	d,p,c,o	L_3	対応なし
—	—	—	—	—	２２	7.6	3.4	N65W	C	B	B	S,d,p,o,t	L_3	対応なし
—	—	—	—	—	２３	5.9	4.7	N77E	C	B	B	t,d,r,c	L_3	対応なし
—	—	—	—	—	２４	4.2	4.9	N40W	C	C	B	d,r,c,o	L_3	対応なし
—	—	—	—	—	２５	2.2	2.9	N20E	C	B	B	a,d,p,o	L_3	対応なし
—	—	—	—	—	２６	2.0	5.7	N6E	C	C	B	d,p,c,o	L_3	対応なし
—	—	—	—	—	２７	4.2	5.5	N28W	C	B	B	d,p,c,o	L_3	対応なし
—	—	—	—	—	２８	3.3	3.8	N42W	C	C	B	d,p,c,o	L_3	対応なし
—	—	—	—	—	２９	8.5	5.5	N84W	C	C	B	d,p,r,c,o	L_3	対応なし
—	—	—	—	—	３０	6.3	6.1	E-W	C	B	B	d,p,r,c,o	L_3	対応なし
—	—	—	—	—	３１	7.2	3.5	N8E	C	C	B	S,d,p,c	L_3	対応なし
—	—	—	—	—	３２	6.2	4.3	N6E	C	C	B	S,d,p,c	L_3	対応なし

＊1 愛知県（1979）による“第四紀断層の疑いの濃いリニアメント

＊2　S：崖（>10m）　a：崖（<10m）　t：三角末端面　d：高度不連続　p：傾斜変換線　r：直線状の谷　c：鞍部　o：屈曲

—：対応するものが存在しない

水系・尾根の屈曲
- A：全体に明瞭で系統的
- B：一部では比較的明瞭で系統的
- C：認められるが系統的でない
- D：認められない

線状模様の明瞭さ
- A：線状模様が非常に明瞭
- B：線状模様がかなり明瞭
- C：線状模様が弱いが認められる

両側での高度差
- A：高度差あり、全体に明瞭
- B：部分的に明瞭
- C：弱いが認められる
- D：認められない

区分	水系・尾根の屈曲	両側での高度差	明瞭さ
L_1	A	A～B	A
L_1	B～C	A～C	A～B
L_1	C～B	B～C	B

表－ 2.4 (1) ダムサイト近傍に分布する線状模様（L_3）の地質踏査結果一覧表

線状模様番号	線状模様の地形的特徴など（写真判読による）									LOC. NO.	露頭状況 ○：良好 △：普通 ×：不良	構成地質 ―：不明	断層露頭 ○：あり △：不明 ×：なし	線状模様と同系統の方向性を有する地質構造 ○：あり ×：なし ？：不明					地質踏査結果
	方向	横ずれ	高度不連続	傾斜変換点	直線状の谷	三角末端面	崖地形	鞍部	ﾀﾞﾑｻｲﾄに向かう方向性注）					地質境界	層理	片理	節理	岩脈	
10	N25W	右	東落ち 西落ち	東落ち	―	―	―	1箇所	無	1	△	Gr,Ssgn	△	×	―	×	×	×	線状模様上の６箇所において現地踏査を実施 ２箇所（Loc.３および５）において基盤岩中に線状模様と同方向の節理密集部および固結した断層が確認された。被覆層との関係は不明である。また、線状模様南端部（Loc.６、ダムサイト側）では露岩状況が良好であり、断層がダムサイト側に連続する可能性が極めて低いことが確認された。 Loc.１～２および４：不明 Loc.３：線状模様とほぼ同方向の節理密集帯（ｸﾗｯｷｰｿﾞｰﾝ）が発達。被覆層との関係は不明。 Loc.５：線状模様とほぼ同方向の固結した小規模断層〔CL級相当、幅30～50cm（最大１m）〕が５条発達。未固結粘土は認められない。 また、被覆層との関係は不明。 Loc.６：露岩状況が良好であるが、断層露頭が認められず、断層が通過する可能性は極めて低い。
										2	×	Gr	△	×	―	×	×	×	
										3	△	Ssgn	△	×	―	×	○	×	
										4	○	Chgn	△	×	―	×	×	×	
										5	○	Ssgn	○	×	―	×	○	×	
										6	○	Ssgn,Pegn	×	×	―	×	×	×	
11	N77E	左	南落ち	南落ち	1箇所	―	―	―	無	3	△	Ssgn	△	×	―	○	○	×	線状模様上の５箇所において現地踏査を実施 １箇所（Loc.９）において基盤岩中に線状模様と同方向の固結した断層が、２箇所（Loc.３,10）で基盤岩中に同方向の片理（節理）の発達が確認された。被覆層との関係は不明である。 本線状模様は山地地形と定高性を示す山稜高度面の境界付近（標高700～800m）を通過している。この山稜高度面は、串原高原面に対比される可能性があり、空中写真で判読される斜面傾斜の不連続は、地形面境界の可能性もある。 Loc.３（東部）：線状模様と同方向の片理・節理発達。 Loc.７，８：不明 Loc.９（西部）：線状模様とほぼ同方向で高角度70～80°の固結した小規模断層（幅20～30cm程度）発達。未固結粘土は認められない。また、被覆層との関係は不明。 Loc.10（西部）：領家片麻岩類の構造（片理面）がほぼ線状模様とほぼ同方向に発達。
										7	×	Ssgn	△	×	―	×	×	×	
										8	○	Ssgn	×？	×	―	？	？	×	
										9	○	Chgn,Ssgn	○	○	―	○	×	×	
										10	○	Ssgn,Pegn	△	×	―	○	○	×	
12	N10W	―	西落ち	西落ち 東落ち	―	―	西向き	2箇所	無	11	×	Ssgn	△	×	―	×	○	×	線状模様上の７箇所において現地踏査を実施 北部の２箇所（Loc.11，12）において基盤岩中に線状模様とほぼ同方向の小断層、節理密集部が、中部の１箇所（Loc.13）において、線状模様近傍の第三紀設楽層群中に断層露頭が確認された。未固結粘土は認められない。被覆層との関係は不明。 また、南部（Loc.16）付近では、線状模様付近に健岩露頭が発達するが、同方向の断層や亀裂は認められない。 Loc.11,12：線状模様とほぼ同方向の小断層、亀裂密集部が領家片麻岩類中に発達。被覆層との関係不明。未固結粘土認められない。 Loc.13：線状模様近傍の第三紀設楽層群中に小断層発達。東隆起の逆断層と推定されるが、破砕・脆弱部はなく、未固結粘土は認められない。被覆層との関係は不明。 Loc.14,15,17：不明 Loc.16：線状模様付近に健岩露頭が発達。同方向の断層や亀裂は認められない。
										12	△	Chgn,Ssgn	○	×	―	×	○	×	
										13	△	Ss,Ms	○	×	×	―	×	×	
										14	△	Cg,Ss	△	×	×	―	×	×	
										15	×	Cg,Ss	△	×	×	―	×	×	
										16	○	Cg,Ss,Ms	△	×	×	―	×	×	
										17	○	Cg,Ss	×	×	×	―	×	×	

注） ダムサイトへ向かう方向性：ダム堤敷から300mの範囲に対しての方向性として評価した。

表－ 2.4 (2) ダムサイト近傍に分布する線状模様（L_3）の地質踏査結果一覧表

線状模様番号	線状模様の地形的特徴など（写真判読による）									LOC. NO.	露頭状況 ○：良好 △：普通 ×：不良	構成地質 一：不明	断層露頭 ○：あり △：不明 ×：なし	線状模様と同系統の方向性を有する地質構造 ○：あり ×：なし					地質踏査結果
	方向	横ずれ	高度不連続	傾斜変換点	直線状の谷	三角末端面	崖地形	鞍部	ﾀﾞﾑｻｲﾄに向かう方向性					地質境界	層理	片理	節理	岩脈	
19	N60W	左	北落ち 南落ち	南落ち	—	—	—	1箇所	無	24	×	Gr,Ss	△	×	×	×	×	×	線状模様上の７箇所において現地踏査を実施（図-9.7参照）。 本線状模様近傍は、露岩状況が悪く、情報は限られているが、１箇所（Loc. 41）において基盤岩中に線状模様と同方向の固結した断層を確認した。未固結の変質粘土を伴うものの（周辺の露頭においても変質粘土は認められる）、未固結の断層粘土は認められない。被覆層との関係は不明。 東部（Loc.24）では、線状模様付近に概ね健岩露頭が分布するが、線状模様と同方向の断層や亀裂の発達は認められない。 Loc.24：線状模様付近に概ね健岩露頭が分布。線状模様と同方向の断層や亀裂の発達は認められない。 Loc.30～33および39：不明 Loc.41：基盤岩中に線状模様と同方向の固結した断層が発達。未固結変質粘土を伴う（周辺の露頭でも変質粘土認められる）、未固結の断層粘土は認められない。被覆層との関係は不明。
										30	△	Gr	△	×	—	×	×	×	
										31	○	Gr	△	×	—	×	×	×	
										32	×	Gr,Cg	△	×	×	×	×	×	
										33	×	Gr,Cg	△	×	×	×	×	×	
										39	×	Ssgn	△	×	—	×	×	×	
										41	○	Pegn	○	×	—	○	×	×	
20	N67E	—	南落ち	南落ち	1箇所	—	南向き	2箇所	無	18	×	Rh,Ms	△	○	—	—	×	×	本線状模様は、愛知県（1979）により“第四紀断層の疑いの濃いリニアメント”（確実度，活動度の記載なし）に相当する。 線状模様上の８箇所において現地踏査を実施（図－9.8参照）。 北東部（Loc.18，19）では、第三紀設楽層群の地層分布から、南落ちの断層が推定される。中～南西部では、１箇所（Loc.23）で線状模様と同方向の節理密集部が、２箇所（Loc.24,25）で、線状模様と同方向の5mm程度の固結破砕部が認められたが、未固結粘土は認められない。いずれも被覆層との関係は不明である。 Loc.18，19：第三紀設楽層群の地層分布（流紋岩質火砕岩の基底面標高が異なる）から、南落ちの断層が推定される。 Loc.20～22：比較的露岩状況が良いが断層等の弱層は認められない。 Loc.23：線状模様とほぼ同方向の節理密集帯が分布。 Loc.24,25：線状模様付近に比較的健岩露頭が分布。、線状模様と同方向の5mm程度の固結破砕部があるが、未固結粘土は認められない。 被覆層との関係不明。
										19	×	Rh	△	×	—	—	×	×	
										20	△	Cg,Ss,Ms	△	×	×	—	×	×	
										21	○	Cg,Ss, Gr,Ssgn	△	×	×	×	○	×	
										22	△	Ssgn, (Chgn,Gr)	△	×	—	×	×	×	
										23	○	Ssgn, (Pegn)	×	×	—	×	○	×	
										24	×	Gr,Ss	△	×	×	×	×	×	
										25	△	Gr	△	×	—	×	×	×	
25	N20E	左	東落ち	東落ち	—	1箇所 東向き	東向き	—	無	34	△	Gr	△	×	—	×	×	×	線状模様上の５箇所において現地踏査を実施（図－9.9参照）。 露頭状況が悪く、断層露頭は確認できなかった。ただし、１箇所（Loc.35）において新第三紀層（東側）と領家花崗岩類（西側）の地層境界（不整合）が確認された。 Loc.34：不明 Loc.35：線状模様付近を境にして、東側には第三紀設楽層群の凝灰岩が、西側には領家花崗岩類が分布。両者の関係は不整合と推定される。 Loc.36～38：露頭状況悪く不明
										35	○	Gr,Rhtuff	×	○	×	—	×	×	
										36	△	Gr	△	○	—	×	×	×	
										37	×	Gr	△	×	—	×	×	×	
										38	×	Gr	△	×	—	×	×	×	
26	N6E	右、左	東落ち	西落ち	—	—	—	1箇所	無	26	○	Ssgn	×	×	—	×	○	×	線状模様上の４箇所において現地踏査を実施（図-9.10参照）。 北端部（ダムサイト側、Loc. 26）では、露岩状況が良好であり断層露頭は認められなかったが、領家変成岩類中に線状模様とほぼ同方向の節理密集部が確認された。被覆層との関係は不明。 上記北端部を除き、線状模様沿いには第三紀設楽層群が分布するが、露頭状況が悪く、断層は確認できず詳細は不明である。なお、堆積岩分布域は比較的平坦な地形を呈するのに対し、凝灰岩分布域は比較的急峻な地形を呈している。 Loc.26：上記のとおり Loc.27,28：露頭状況悪く不明 Loc29：不明
										27	×	Ss,Ms	△	×	×	—	×	×	
										28	×	Ss,Ms	△	×	×	—	×	×	
										29	△	Ry	×	×	—	—	×	×	

注） ダムサイトへ向かう方向性：ダム堤敷から300mの範囲に対しての方向性として評価した。

2.4　設楽ダム周辺の地質構造発達史

関連する研究論文や公刊されている関連図書を収集・整理し、ダムサイト周辺地域の地質構造発達史を取りまとめた。なお、研究論文リストおよびその要旨については、別冊資料集⑥を参照されたい。

2.4.1　領家変成岩類源岩形成の時代

（石炭紀～白亜紀最前期：350Ma～140Ma 頃）

ダムサイト周辺地域は、白亜紀最前期頃（140Ma 頃）には揚子地塊[*1]（大陸プレート）の南東縁に位置し、そこにはイザナギプレート[*2]（海洋プレート）が南から北に向けて沈み込んでいたと考えられている（別冊資料集⑥参照）。ダムサイト周辺地域の領家変成岩類の源岩は、石炭紀～白亜紀最前期（350Ma～140Ma 頃）にわたり、美濃帯と同様にイザナギプレート上から揚子地塊の南東縁に沿う海溝にかけて堆積し、本来一連の海洋プレート層序（下から玄武岩→チャート→珪質粘土岩→チャート→珪質泥岩→泥岩→砂岩）をもっていたと推定される。イザナギプレートの揚子地塊下への沈み込みに伴う付加作用の結果、海洋プレート層序のうち、珪質粘土岩より上位の堆積岩類は海溝陸側斜面下の深部で衝上断層によってはぎ取られて構造的に積み重なり、あるいは混在化して陸側に付加し付加コンプレックス[*3]を形成した（図－ 2.11，図－ 2.12参照）。**その結果、現在ではチャート（珪質片麻岩）と砂岩・泥岩（砂質片麻岩・泥質片麻岩）が、一見整合的に、実はおそらく衝上断層で境されて、繰り返し分布することとなった。**イザナギプレートの沈み込みに伴う付加作用と変形の時期は、美濃帯の研究成果を引用・整

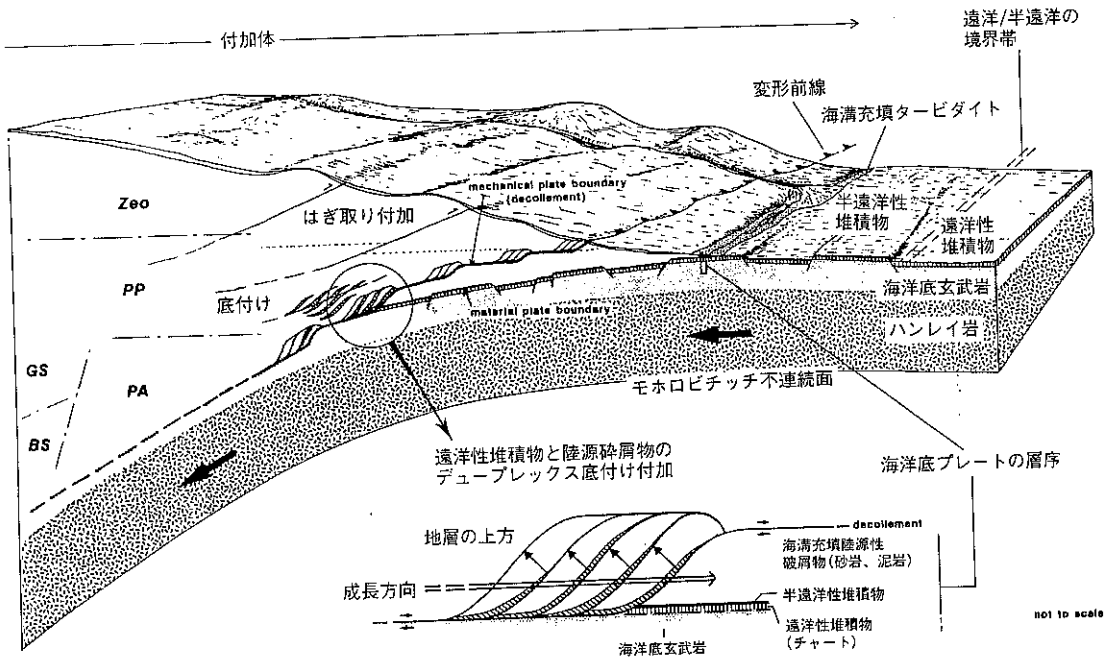
---

*1 揚子地塊：中国雲南省～江蘇省までの長江流域に分布する原生代の玄武岩と火成岩およびそれらを不整合で堆積岩類からなる安定陸塊。

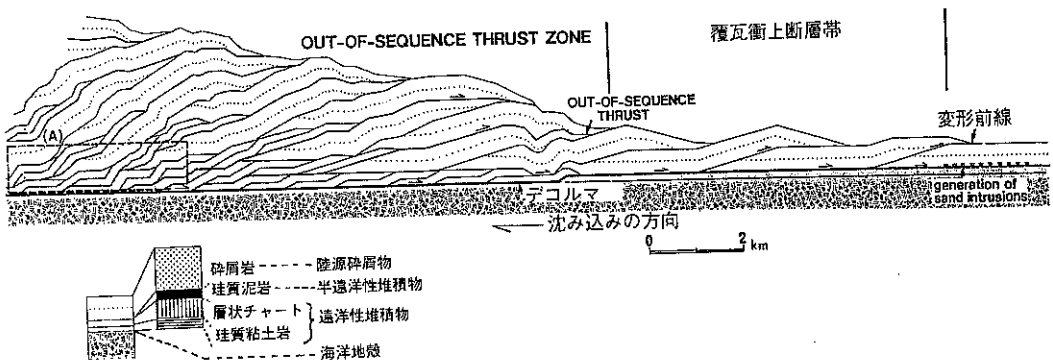
*2 イザナギプレート：中生代に東アジア東縁に沈み込んでいたと考えられる海洋プレート。

*3 付加コンプレックス：プレートの沈み込みに伴う付加作用で形成された地質体。

理するとおおよそジュラ紀最後期～白亜紀最前期（150Ma～140Ma 頃）かそれよりもやや若い年代と見なせる。付加体形成時の衝上断層は、ダムサイト周辺地域ではその後の変成作用・変形作用を被っているため不明である。



図－ 2.11　付加体の模式的断面図（Matsuda & Isozaki,1991）



図－ 2.12　デュープレックスの形成モデル（Kimura & Hori,1993）

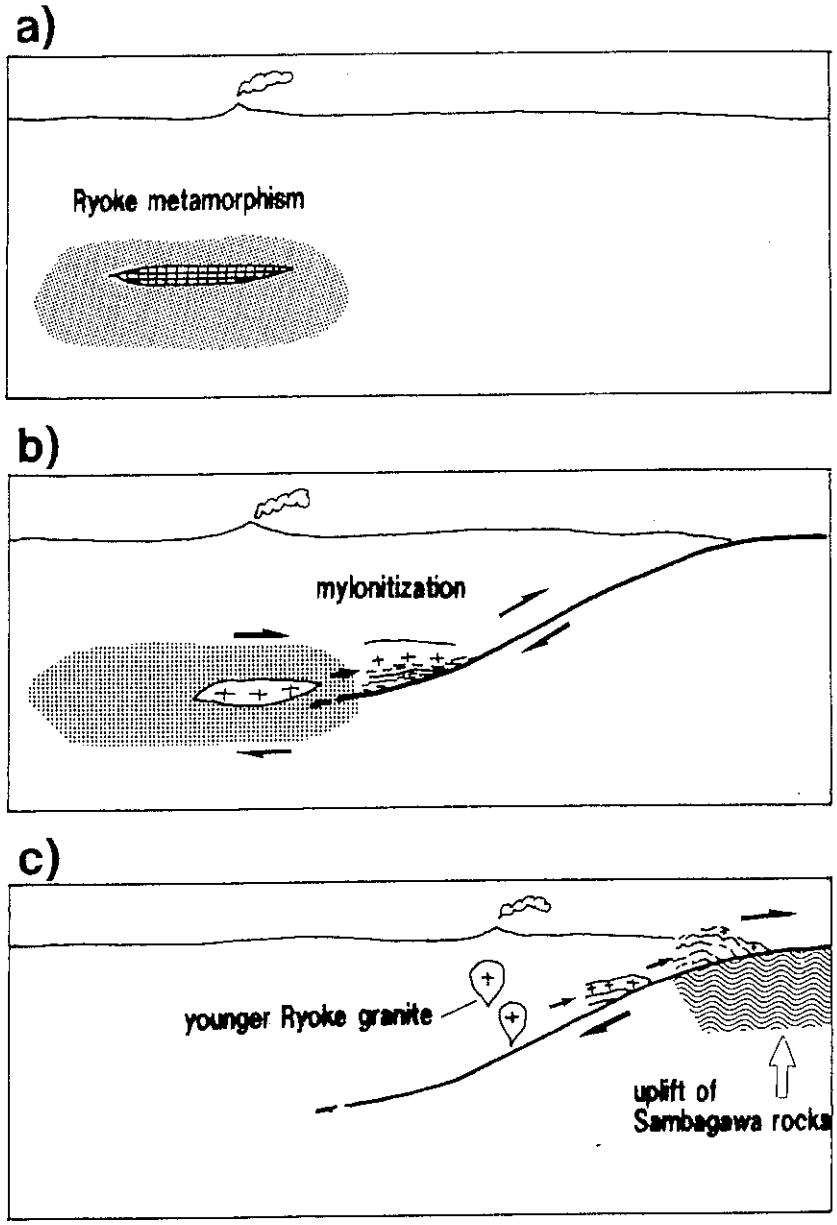
2.4.2　領家変成作用と領家花崗岩貫入の時代、および正立褶曲[*4]形成の時代

ダムサイト周辺地域では、白亜紀前期（100Ma 頃）、揚子地塊東南で地下 12～14 kmまで沈み込んだ領家変成岩類の源岩（付加コンプレックス）は、領家変成・変形作用を受け最高温度 600℃に達した。その直後、白亜紀前期（約 90Ma）頃、ダムサイト周辺地域より南方では、地下深所において古期中央構造線（第１期）が低角度で活動を開始し、領家帯の岩石はマイロナイト化[*5]した（図－ 2.13参照）。**白亜紀後期（約 85Ma）頃には、地下 12～14 km付近において、変成岩の構造にほぼ平行してシート状に清崎花崗岩が貫入した。両者はその際さらに変形を受け、現在見られる片麻状構造を呈するようになった。その後、変成岩と花崗岩はゆっくりと上昇しつつ白亜紀後期中半（約 80Ma）頃、伊奈川花崗岩の貫入を受けた。**白亜紀後期最末期（約 65Ma）頃には変成岩と花崗岩は上昇し、約 300℃まで冷却した。このようなほぼ連続的な高温型領家変成作用と花崗岩類の貫入（花崗岩マグマの発生）は、太平洋プレートとイザナギプレートの境界である海嶺が、西南日本が位置した揚子地塊東南縁を東進しつつ沈み込んだ事に起因する可能性がある。**漸新世～始新世前期（約 65Ma～50Ma）に入ると、ほぼ東西の軸を持ち 20 km以上の波長を持つ正立褶曲が形成された。**また、高角度の左横ずれ新期中央構造線（第２期）が活動を始めた。当時、領家帯南縁部では中央構造線の活動と連動して三波川帯に衝上するパイルナップ[*6]が形成されたが、ダムサイト周辺地域でのこの時期の変動は明らかでない。

[*4] 正立褶曲：複数の背斜および向斜の連続する対称褶曲のうち、褶曲軸面が鉛直なもの。

[*5] マイロナイト化(作用)：固結した岩石中の主要構成鉱物が、塑性変形の際に、動的再結晶を起こし、多結晶化および細粒化する作用。

[*6] ナップ：衝上断層や横臥褶曲により、遠方より移動し原地性基盤を覆うシート状の大きな異地性岩体。パイルナップとは、複数のナップが積み重なった構造のこと。



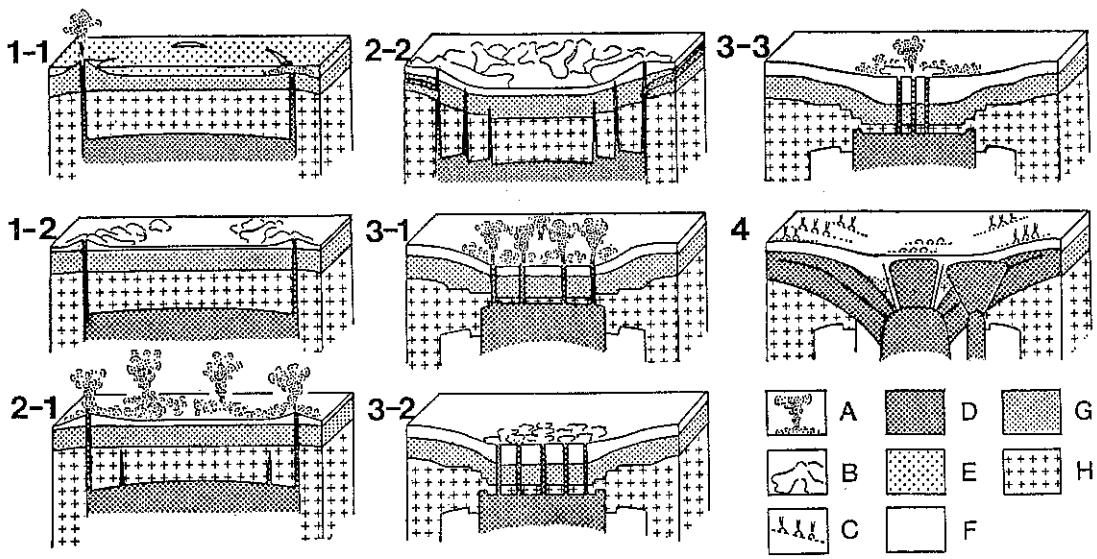
a）D2時相の変形変成場．最古期のシート状岩体（神原トーナル岩・非持トーナル岩・相川トーナル岩）の定置と変形．b）D3時相の変形作用によってシート状の天竜峡花崗岩の定置・不均質マイロナイト帯の形成が起こる．c）ストック・バソリス状の新期花崗岩の貫入および巣山火砕岩の噴出の後，表層岩を巻き込むパイルナップの形成と三波川変成岩上への衝上．

図− 2.13　領家帯の上昇モデル（大友，1996）

2.4.3　設楽層群形成の時代

中新世前期（23Ma 頃）、ダムサイト周辺には南東から海が進入し、堆積物が堆積を始めた（北設亜層群の堆積開始）。海岸線はほぼＮＥ－ＳＷであり、一部は巨礫を供給する崖であった。中新世前期の最末期（16Ma 頃）まで海は徐々に深度を増し、最終的には深度 400mまで達した。その後、中新世中期の始まり（16Ma 頃）にはダムサイト周辺地域は急激に隆起した。これは日本海拡大に伴う回転運動および中央構造線の活動による影響と考えられている。中新世中期から後期（16Ma～10Ma 頃）にかけて、ダムサイト周辺では激しい火山活動が生じ、南設亜層群が形成された。初期の火山活動（16～14Ma 頃）は、現在の設楽層群分布域を縁取るような形で活動を始め、楕円形の火山性陥没体（コールドロン）[*7]を形成した（図－ 2.14参照）。陥没は北設亜層群を延性的に変形させ、ダムサイト周辺地域では南東に傾く盆状構造を形作った。基盤の領家帯の岩石は、主としてＮ50° Ｅ60° Ｓ方向の階段状の正断層系で陥没した。正断層系の合計の垂直変位量は約 750mであったが、最も大きい変位を伴う断層は北設亜層群と南設亜層群の分布境界付近に存在した。おそらくほぼ同時期に、ダムサイト周辺地域ではＮＷ－ＳＥ系の断層群も活動した。火山活動はその後 14～10Ma 頃に、２度目の陥没を伴うコールドロンを形成したが、陥没は設楽層群分布域の中心部で生じ、その規模も初期のものと比べると小さかった。ダムサイト周辺地域外では、およそ中新世中期の最末期頃？（10Ma 頃？）、南北性の圧縮応力に対応するほぼ南北走向を持つ平行岩脈群が形成された。この南北性の圧縮応力と中央構造線の活動との関連性は不明である。

[*7] 火山性陥没体（コールドロン）：火山活動によりほぼ円形の陥没地形を形成した地質体。広義のカルデラに含まれる。



Development of the Shitara Igneous Complex. Only main events picked up in Fig. 2 are illustrated; 1 : Oro stage; 1–1 : emplacement of the Oro pyroclastic rocks; 1–2 : emplacement of the Oro lavas & intrusive rocks; 2 : Myojinyama stage; 2–1 : emplacement of the Oshimagawa pyroclastic rocks; 2–2 : emplacement of the Myojinyama lavas & intrusive rocks (the outer cauldron was formed after 2–1 or during 2–2); 3 : Horaiko stage; 3–1 : emplacement of the Horaiko pyroclastic rocks I; 3–2 : emplacement of the Horaiko lavas & intrusive rocks I; 3–3 : emplacement of the Horaiko pyroclastic rocks II and the Horaiko lavas & intrusive rocks II (the inner cauldron was formed after 3–1 or during 3–2 & 3–3) ; 4 : Last stage (intrusions of the Shitara sheet swarm and the central dike swarm). A : eruption with pyroclastic fall or flow; B : eruption with lava flow or dome; C : eruption with lava flow, dome or pyroclastic cone; D : magma; E : aqueous environment; F : igneous bodies already solidified before the stage; G : Hokusetsu subgroup; H : basement rocks.

図— 2.14 設楽コールドロンの形成過程 (Takada, 1987)

2.4.4　鮮新世から第四紀の活構造の時代

鮮新世前期（およそ 5Ma）頃、ダムサイト周辺地域を含む三河山地は、フィリピン海プレートの運動方向の変化（北西向きから西向き）に伴い、**中央構造線を南縁として、ＮＥ－ＳＷ方向の波状変形を受けつつ隆起した。**その後、更新世前期（およそ 1.6Ma）、三河山地は平坦面化した。花崗岩地帯の平坦面は風化により著しくマサ化した。山地の隆起は少なくとも更新世後期（およそ 0.1Ma）までには終わった。ダムサイト周辺地域は、更新世後期（およそ 0.1Ma）以降ほぼ静穏化し、その後、山地は浸食され続け、小規模な段丘地形や河川争奪が生じ現在の地形がつくられた。現在では、活断層・活構造・顕著な地震活動はダムサイト周辺地域に認められず、本地域はテクトニクス的に剛体として振る舞っている。

2.4.5　まとめ

以上の各時代の地史より、ダムサイト周辺地域の地質構造発達史は、次のようにまとめられる。

①地下深部において領家片麻岩類が形成され、現在の泥質片麻岩，砂質片麻岩および珪質片麻岩の基本構造が形成された（３億５千万年前～１億４千万年前）。

②地下深部において、片麻岩の構造に平行なシート状に清崎花崗岩が貫入し、その後、両者はさらに変形作用を受け、現在の片麻状構造が形成された（８千５百万年前）。

③やや遅れて伊奈川花崗岩が貫入した（８千万年前）。

④南北方向の広域圧縮場となり、東西に軸を有する大規模な褶曲が形成された（６千５百万年前～５千万年前）。

⑤設楽層群北設亜層群（堆積岩主体）が形成された（２千３百万年前）。

⑥ダムサイト周辺地域の急激な隆起（１千６百万年前）。

⑦設楽層群南設亜層群（火山岩主体）が形成されるとともに、火山性陥没体（コールドロン）を形成した（１千６百万年前～１千万年前）。この陥没に伴い、基盤岩である領家帯（片麻岩および花崗岩）には、設楽盆状構造をとりまくような階段状の正断層が形成され、同時期に北西－南東方向の断層群も活動した。

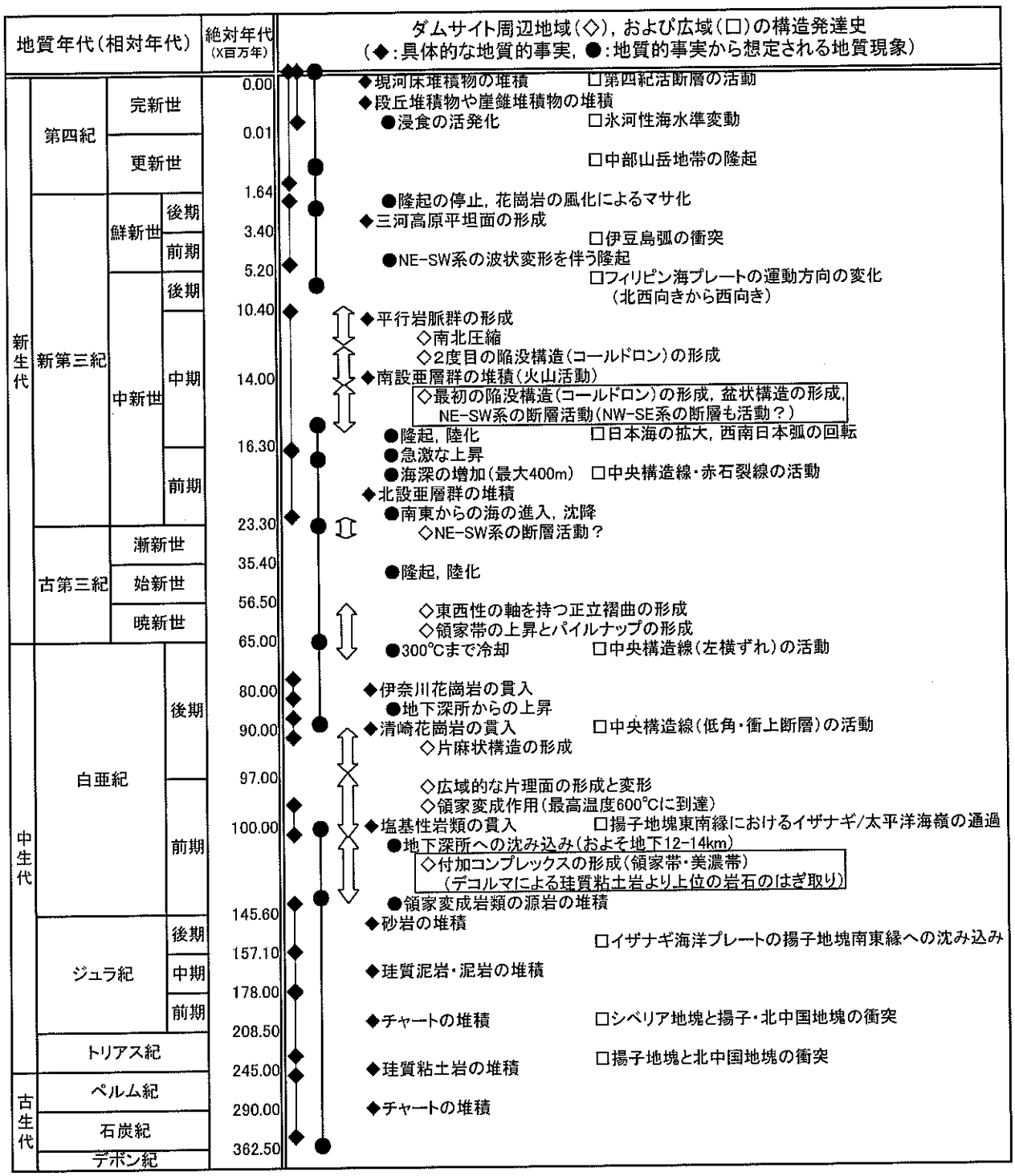
⑧その後、北東－南西方向の波状変形を受けつつ隆起し（５百万年前頃）、その後、大きな構造運動は認められず、現在に至っている。

以上より、ダムサイト近傍に分布する断層は、片麻岩類形成時のものと設楽コールドロン形成時のものの２つに大きく区分される。

前者は片麻岩の分布と同様な方向性を有しているものと考えられ、ダムサイト周辺ではほぼ東－西走向で北傾斜と判断される。後者は、設楽コールドロンの周辺を取り巻くような断層であることから、ダムサイト周辺においては、ほぼ南－北方向で東傾斜と判断される。

また、設楽コールドロン形成時のほぼ同時期に活動したものとして、北西－南東方向の断層がある。

ダムサイト周辺地域の構造発達史のまとめを図－ 2.15に示す。



・相対年代と絶対年代の対応はHarland et al. (1990)に基づく.
・広域地質構造発達史は，Maruyama et al.(1997)などに基づく.
・絶対年代のスケールがリニアでないことに注意.

図− 2.15　設楽ダム周辺の地質構造発達史

3　候補ダムサイトの比較検討

ダムサイト候補地は、地形・地質および貯水池の条件などにより、寒狭川流域の入道島～松戸の間に限定される（図－ 1.2参照）。この区間の中で、さらに地形・地質条件を勘案して上流案、中流案、下流案の３案が抽出されている。本業務では中流案の地質・岩盤状況を勘案し、現中流案の計画軸の上流側に新たにダム軸（中流案上流軸）を抽出し、計４案について比較検討を実施した（図－ 3.1参照）。

〔比較検討ダムサイト候補地〕

Ａ案（上流案）

Ｂ案（中流案上流軸；新ダム軸）

Ｃ案（中流案中流軸；旧ダム軸）

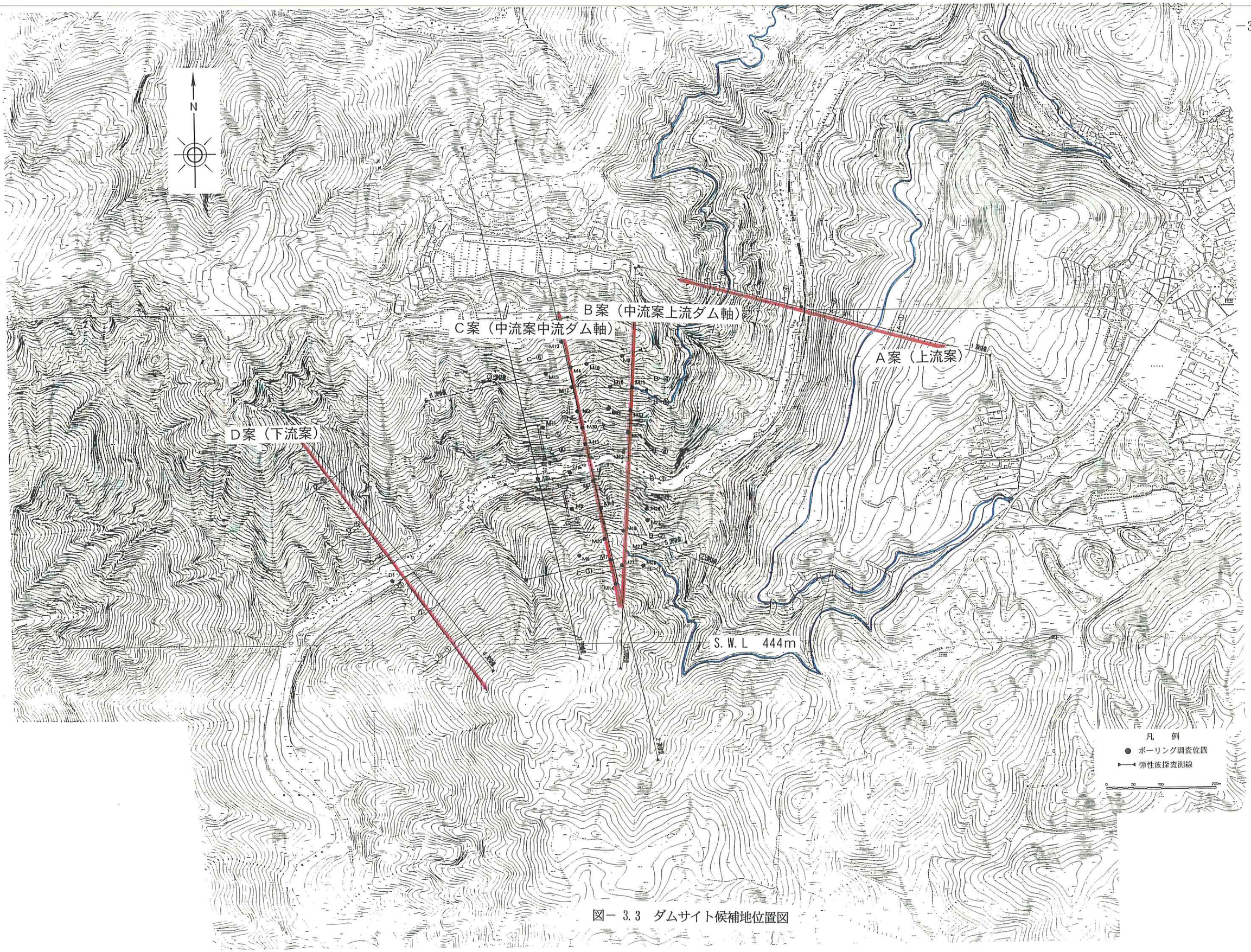
Ｄ案（下流案）

〔比較検討基本条件〕

ダ　ム　型　式：重力式コンクリートダム

総 貯 水 容 量：100,000,000m^3

有効貯水容量：　96,000,000m^3



図－ 3.3　ダムサイト候補地位置図

3.1　地形検討

上記、ダムサイト候補地周辺の地形状況、特に斜面部の状況について、1/8,000空中写真（カラー）を用いて空中写真判読を行った。その地形的特徴を各案毎に述べる（図－ 3.2参照）。

3.1.1　A案（上流案）

(1) 左岸斜面

全体に沢の発達が少ない平滑な斜面を呈している。稜線付近からEL.400m付近までは比較的平坦な地形が認められ、EL.400m付近はやや不明瞭ではあるが遷急線が認められる。この平坦な地形部は、表層ゆるみあるいは強風化したD級岩盤の分布が想定される。

また、EL.450m付近を頂部とした崖地形が大小７箇所に認められる。これは地すべり様の地形であり、これらは上記の表層ゆるみあるいは強風化したD級岩盤が滑った可能性もあるが、地表には地すべりを示唆する微地形が認められないこと、第三紀層分布域であることから、岩質の差による浸食地形の可能性も考えられる。

(2) 右岸斜面

弾性波探査測線（1測線）よりも下流側では、EL.400mより下位に崖錐堆積物（沖積錐とも思えるような地形を呈している）が比較的厚く堆積しているものと想定される。

一方、弾性波探査測線（1測線）付近の高位標高部は孤立した尾根を形成しており、比較的やせている。松戸集落に上がる道路周辺の斜面はえぐられたように侵食されており（崩壊？）、全体にゆるみが生じている可能性もある。

3.1.2　B案およびC案（中流案上流軸および同中流軸）

(1) 左岸斜面

２測線（C案；中流軸）の直上流および同測線を挟み、EL.380m，EL.415m，EL.460mを頂部として、やや川側に突出した地形が認められる。これらは下流側から延びる沢の形状が直線的かつ鮮明であることから、全体にゆるんでいる地形の可能性がある。ただし、後述する右岸側のように斜面全体に小規模な起伏（凹凸）は認められないことから、仮にゆるみ地形であったとしても、後述する右岸ほど大きな規模のものではないと考えられる。

３測線およびその下流側は平滑な斜面を形成している。これは、雨水が地表部を流れずに地山内部に浸透していることが推定される。したがって、表層がゆるんでいるか、あるいは風化が比較的厚いことが予想される。

また、トンネル坑口付近でも、EL.390m以下の箇所に上記のような地形部が認められ、表層のゆるみ、あるいは風化が比較的厚いことが予想される。

(2) 右岸斜面

２測線付近の EL.500m付近にクラック状の地形が認められ、これよりも下位標高部は地すべりの可能性が高い。また、EL.450m付近にもクラック状の地形が認められる。この斜面は全体に小規模な起伏（凹凸）が多く、ゆるんでいる可能性が高い。

３測線付近の下流側は、不自然な段差と沢の発達により、斜面が複数のブロックに分かれているように見える。これら１つ１つが比較的小規模な地すべりである可能性があるほか、斜面全体としてもゆるんでいる可能性もある。

①測線上の斜面は、比較的平滑な斜面を形成している特徴があり（右岸では比較的平滑な斜面は少ない）、左岸の斜面部と同様に表層がゆるんでいるか、あるいは風化が比較的厚いことが予想される。

3.1.3　D案（下流案）

(1) 左岸斜面

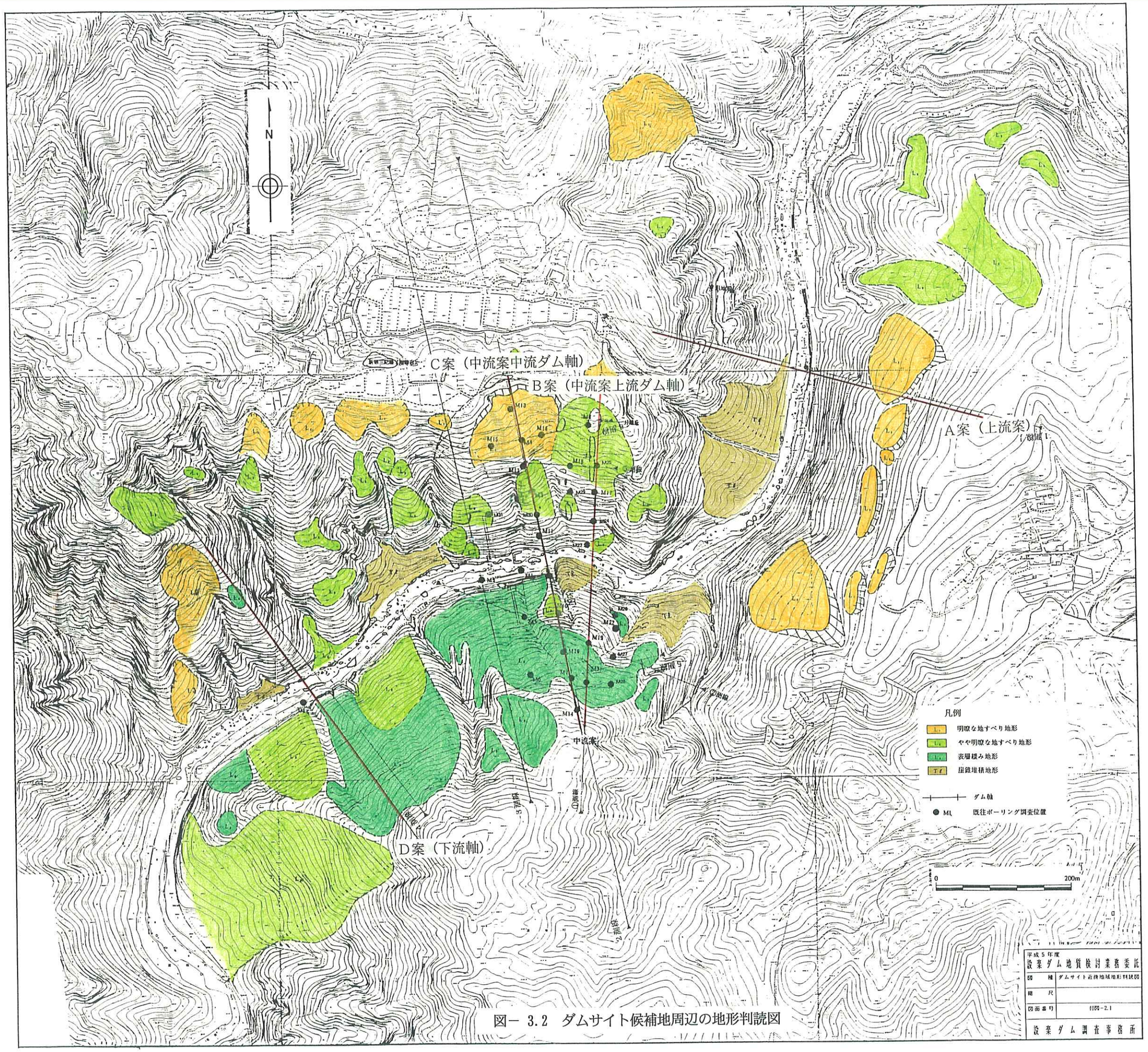
B，C案（中流案）の左岸斜面と同様に、全体に起伏の少ない平滑な斜面を呈しており、表層がゆるんでいるか、あるいは風化が比較的厚いことが予想される。また、B，C案（中流案）では沢が比較的発達しているが、D案（下流案）での４測線より上流側において平滑斜面に認められる沢地形は、斜面の途中で途絶える、あるいは低位から発達していることから、ゆるみや風化物が厚く分布することが懸念される。

また、４測線をはさみ上下流に分布するやや明瞭な地すべり地形は、表層すべりと想定される。

(2) 右岸斜面

弾性波探査を実施した４測線は、上流，下流側ともに沢が発達しており、やせ尾根状を呈している。

また、B，C案（中流案）右岸の下流側斜面と同様に不自然な段差と沢の発達により、斜面が複数のブロックに分かれているように見える。このうち、４測線直下流の１箇所は地すべりである可能性が高い。このほかは地すべり地形としてはやや不明瞭であるが、上記のような地形的な特徴から、表層がゆるんでいるか、あるいは風化が比較的厚いことが予想される。



図− 3.2 ダムサイト候補地周辺の地形判読図

3.2　ダムサイト比較検討

3.2.1　各候補地の岩盤状況の想定

各ダムサイト候補地の岩盤状況を推定するにあたり、調査密度の高いC案（中流案中流軸）およびB案（中流案上流軸）のボーリング調査結果（岩盤状況）と弾性波探査結果（弾性波速度）との対比を行い、弾性波速度層分布と岩盤状況の相関関係を検討した。

ＣＬ級上限　第３速度層（１～1.8 km/sec）包絡線　上限

ＣＭ級上限　中～低位標高　第４速度層（２～３km/sec）包絡線　上限

高位標高　　第４速度層　中～下限

ＣＨ級上限　ＣＭ級の厚みを10m程度とし、それ以深をＣＨ級岩盤と判定

注）ＣＭ級は当地域地形・地質条件より、10m程度の厚みを有する。

上記対比結果をもとに、Ａ案（上流案）、Ｄ案（下流案）の弾性波探査結果、および地形条件（表層緩み地形、地すべり地形、やせ尾根形状など）を勘案して岩盤状況を想定した（図－ 3.3～図－ 3.6参照）。

掘削線は、ダム高を勘案して標高別に求めた所要せん断強度より判断し、EL. 360mをＣＭ級岩盤、EL. 390mをＣＬ級岩盤の乗り換え標高とした。

掘削工費については、ダム軸想定断面図と横断面図（各案につき左右岸，河床およびアバットを含む６断面：別冊資料集⑦）を作成し算出した。このため、天端以上のうち左右岸アバット端部より奥側の掘削量は見込んでいない。

3.2.2　各候補地の岩盤状況想定上の留意点

各ダムサイト候補地の岩盤状況推定に際して留意すべき事項は、下記の通りである。

(1) A案（上流案：図－ 3.3）

左岸河床部にF－1断層が分布する。同断層はU1ボーリングの深度 30m付近で確認され、ボアホールスキャナー観測の結果、その走向・傾斜はN20° W60° Wであり、上下流方向に連続する方向性を有している。このF－1断層の分布により、河床部における基礎掘削線はやや深めになることが想定される。

(2) B案（中流案上流軸：図－ 3.4）

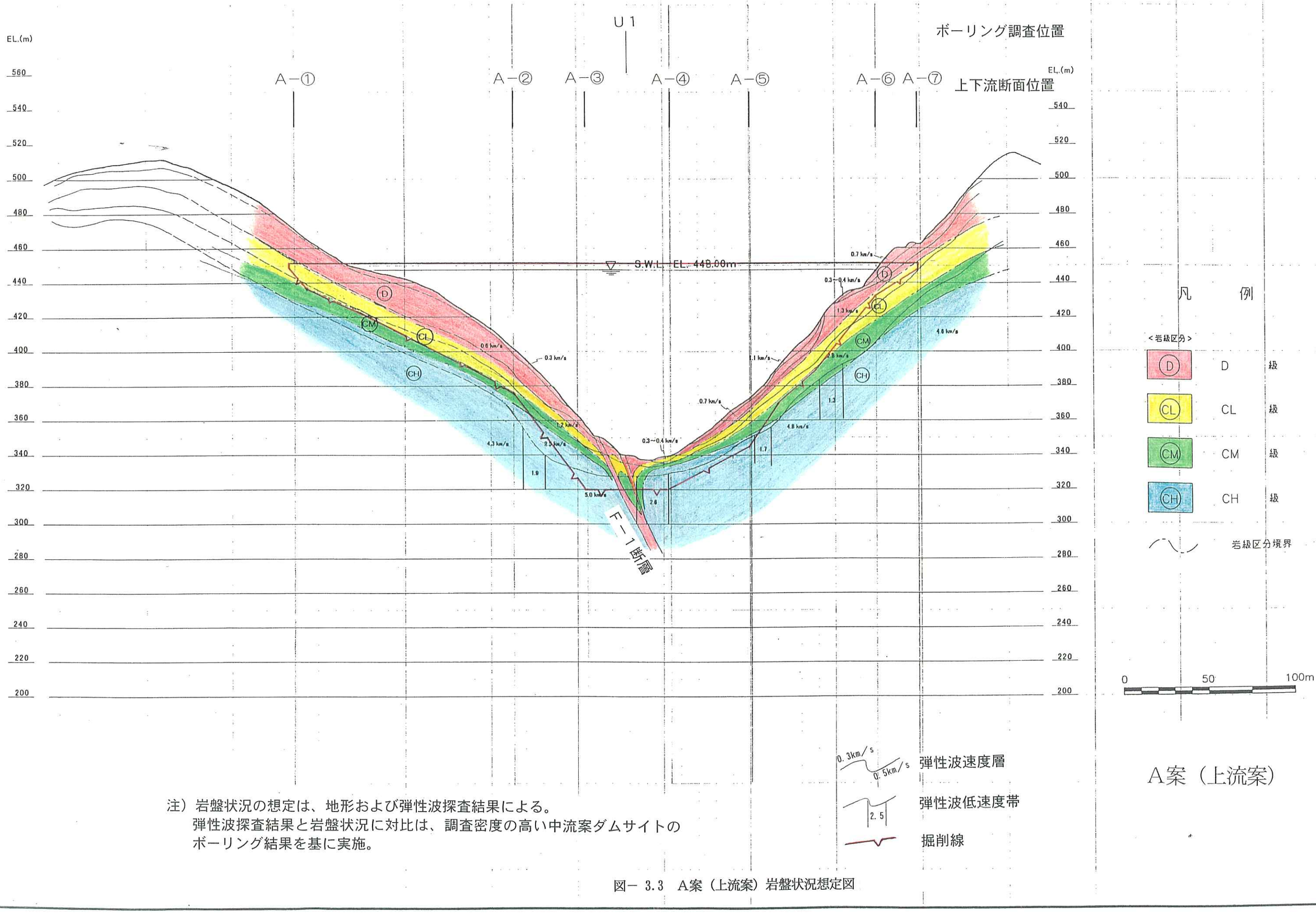
左岸低～中位標高部は川側に張り出した地形を呈しており、場合によってはD級岩盤あるいは表層ゆるみ部が厚く分布していることが予想される。当該箇所では弾性波トモグラフィを実施しており、その結果も考慮して岩盤状況の推定を行った（弾性波トモグラフィ結果の詳細については4.10章参照）。

(3) C案（中流案中流軸：図－ 3.5）

右岸高位標高部には、既往調査の結果、D級とCL級が互層状に繰り返し出現する“緩み”ゾーンが分布しており、この部分については掘削除去し下位の岩盤を基礎岩盤とした（“緩み”ゾーンの詳細については、5.2.6章参照）。

(4) D案（下流案：図－ 3.6）

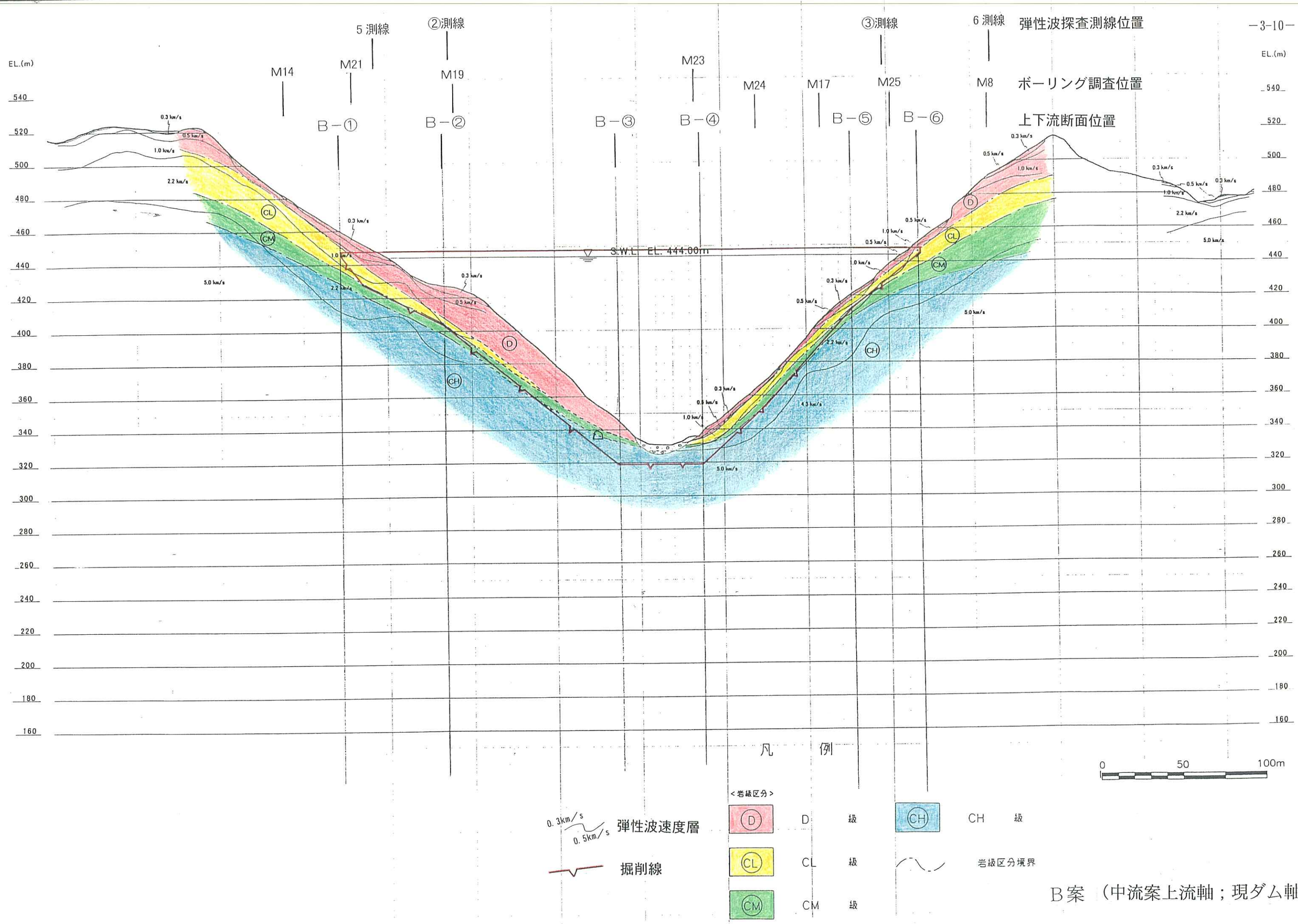
左岸低位標高部に貫入性角礫岩が分布する。これはD1ボーリングの深度5～10mで確認され、この貫入岩周辺は岩盤劣化が著しい。その方向性は明らかでないが、河床部の露岩状況により上下流方向に連続する方向性を有している可能性がある。したがって、この貫入岩の分布により、左岸低位標高部の基礎掘削線はやや深めになることが想定される。



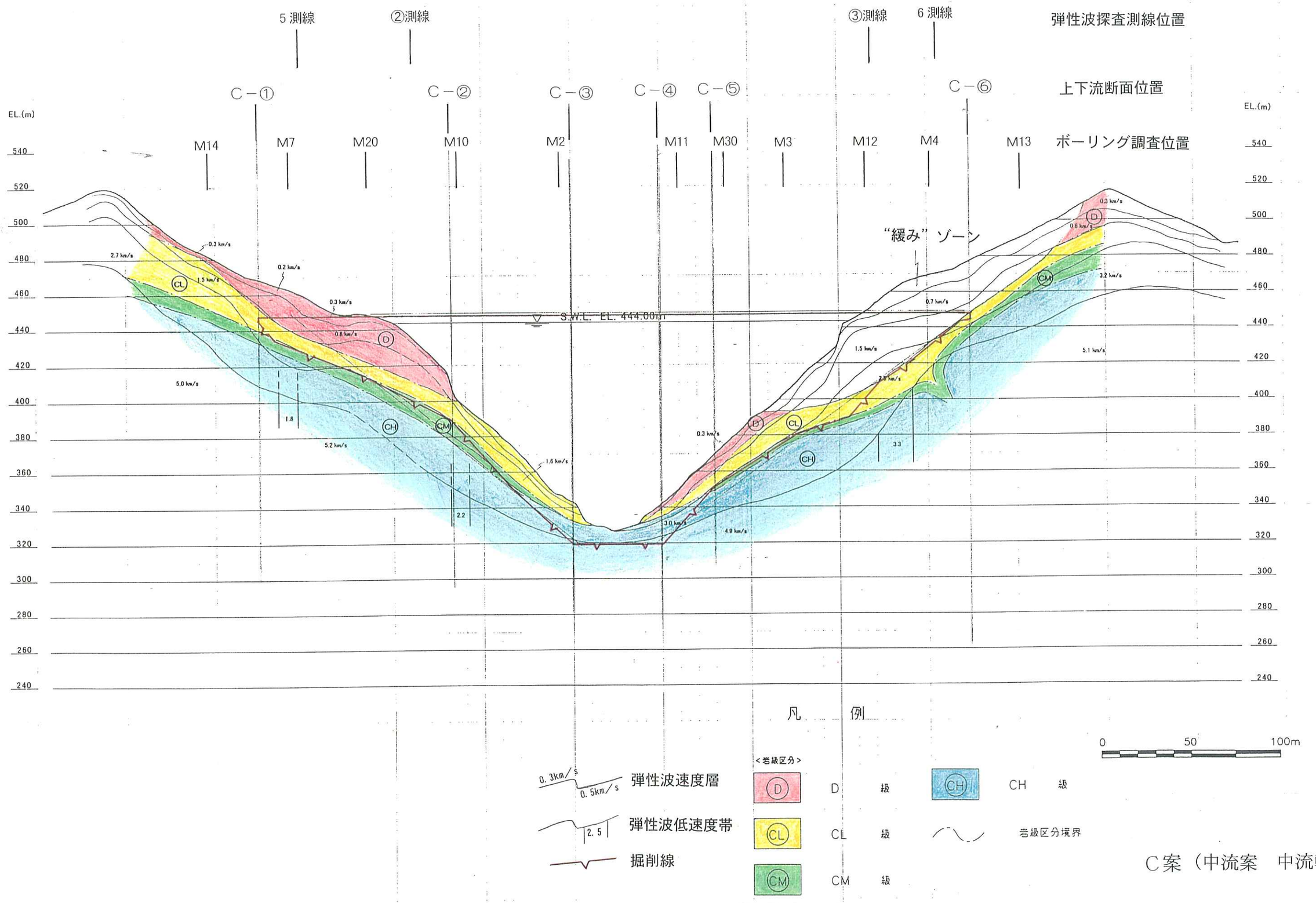
A案（上流案）

注）岩盤状況の想定は、地形および弾性波探査結果による。
弾性波探査結果と岩盤状況に対比は、調査密度の高い中流案ダムサイトの
ボーリング結果を基に実施。

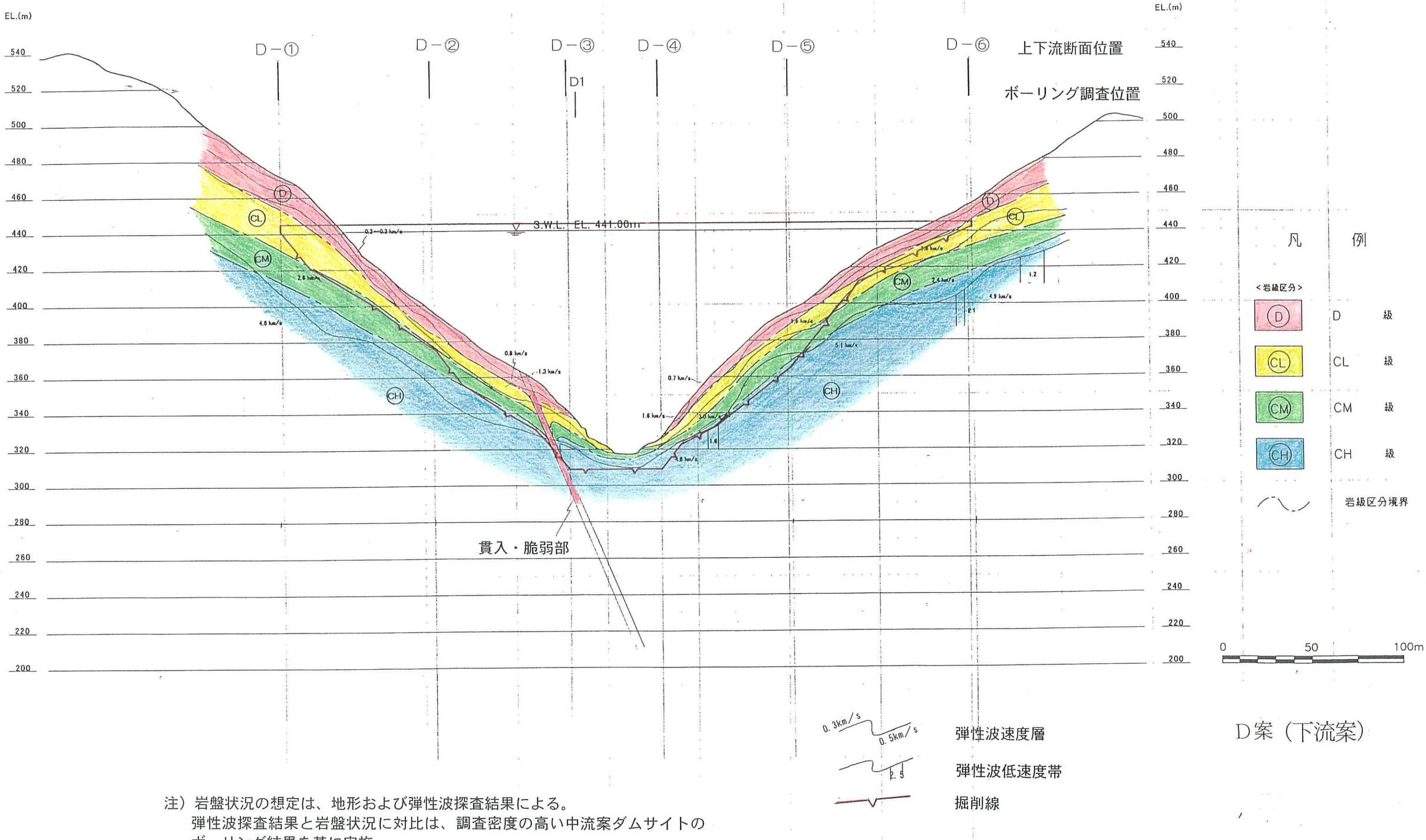
図－ 3.3　A案（上流案）岩盤状況想定図



図－ 3.4 B案（中流案上流軸）岩盤状況推定図



図－ 3.5　C案（中流案中流軸）岩盤状況推定図



注）岩盤状況の想定は、地形および弾性波探査結果による。
弾性波探査結果と岩盤状況に対比は、調査密度の高い中流案ダムサイトの
ボーリング結果を基に実施。

図－ 3.6　D案（下流案）岩盤状況推定図

3.2.3　比較検討

前章で作成した岩盤状況想定図をもとに、ダムサイトの比較検討を行った結果について以下に整理する。なお、比較検討結果を表－ 3.1に示す。

ダム堤体積では、A案（上流案）≒B案（中流案上流軸）≒C案（中流案中流軸）＜D案（下流案）となり、D案（下流案）を除いてほとんど同じである。

候補地のうち下流側のD案（下流案）では、上流側（中流案の右岸部）に位置する“緩み”ゾーンの対策工が必要となる。“緩み”ゾーンの概略体積は約 90 万 m^3 であることから、対策工費はアンカー案で約 60 億円、掘削案で約 45 億円が必要となり、ここでは比較的安価な掘削案を採用した。C案（中流案中流軸）では、右岸高位標高部に“緩み”ゾーンが分布しており、一般的な堤体掘削（“緩み”ゾーンの分布を考慮しない場合）では、地形条件より“緩み”ゾーン全てを掘削除去することは困難であり、全体積の約 1/3 が残存することとなる。この部分については、B案（中流案上流軸）の概略結果より比較的安価な掘削案を採用し、対策工費として 15 億円を計上した。

また、地質および工学的条件から評価すると、B案（中流案上流軸）≒A案（上流案）≧C案（中流案中流軸）＞D案（下流案）となる。

なお、ダム天端の上限標高を EL. 448mとすると、水没戸数の増加によりA案（上流案）は総貯水容量 100,000,000m^3 の確保が困難である。

以上より、経済性（特に環境影響，補償費等）を考慮した総合評価では、

B案（中流案上流軸）≧C案（中流案中流軸）＞A案（上流案）＞D案（下流案）となり、B案（中流案上流軸）が最も有利と判断される。

表－ 3.1　ダムサイト比較検討表

比較サイト			A案 上流案	B案 中流案上流軸	C案 中流案中流軸	D案 下流案
地質・工学的条件（※）	堤体諸元	サーチャージ水位	EL.448m	EL.444m	EL.444m	EL.441m
		基礎岩盤標高	EL.320m	EL.319m	EL.319m	EL.309m
		堤高	132(EL.452)m	129(EL.448)m	129(EL.448)m	136(EL.445)m
		堤頂長	366m	360m	400m	383m
		堤体積	1,200,000m^3	1,170,000m^3	1,180,000m^3	1,330,000m^3
		貯水効率	83.3（○）	85.4（○）	84.7（○）	75.2（△）
	地形	特徴	**右岸：高位**、やや突出した尾根状地形。**低～中位**、崖錐集積地形(厚さ約10～15m)。 **左岸**：ダム天端付近、中流案右岸部と同規模の明瞭な地すべり地形。	**右岸：高位**、表層緩み地形。 **左岸：中～高位**、表層緩み地形。	**右岸**：ダム天端付近に地すべり地形（“緩み”ゾーン）。 **左岸：中～高位**、表層緩み地形。	**右岸**：上下流に沢が切れ込み、厚み100m程度の突き出し尾根。 **左岸**：全体に表層緩み地形、やや明瞭な地すべり地形。
	地質	基礎岩盤地質	砂質片麻岩 (一部泥質片麻岩および閃緑岩類)	左岸：泥質片麻岩 河床：泥質片麻岩 右岸：砂質片麻岩	左岸：泥質片麻岩 河床：泥質片麻岩 右岸：砂質片麻岩	左岸：泥質片麻岩(一部閃緑岩類) 河床：泥質片麻岩（一部流紋岩） 右岸：泥質片麻岩(一部閃緑岩類)
		ダム天端標高における水平方向の追い込み	左岸：約30m 右岸：約22m	左岸：約23m 右岸：約 7m	左岸：約63m 右岸：約61m	左岸：約31m 右岸：約19m
		断層・弱層の有無	河床に幅5～10mの高角度断層破砕部(上下流方向)	－	－	河床部に花崗岩類の貫入に伴う高角な脆弱部(幅1～5m、3ヶ所)
	比較		◎	◎	基準	△
社会影響		水没戸数	117戸	108戸	108戸	105戸
経済性	建設費	ダム本体(38,000円/m^3)	456億円	445億円	449億円	505億円
		“緩み”ゾーン対策工費*	0億円	0億円	15億円	45億円
		堤体掘削工費(5,000円/m^3)	49億円(977,000m^3)	46億円(903,000m^3)	61億円(1,220,000m^3)	44億円(868,000m^3)
		計	505億円	491億円	525億円	594億円
	補償費**		58.5億円	54億円	54億円	52.5億円
	合計		563.5億円	545億円	579億円	646.5億円
	比較		－１５．５億円	－３４億円	基準	＋６７．５億円
評価			○	◎	基準	△
総合評価			○	◎	○	△

※：**貯水容量100,000,000m^{3}確保時。**

*：“緩み”ゾーン対策は、アンカー案（≒60億円）、掘削案（≒45億円）が想定されるが、ここでは掘削案を採用する。（“緩み”ゾーン掘削量90万m^3）

**：水没戸数１戸あたり0.5億円と試算。

比較評価：中流案中流軸を基準に　　△：不利　○：同等　◎：有利

4　中流案ダムサイト地質解析

4.1　中流案ダムサイトの地形・地質概要

図－ 4.1にダムサイト地質平面図を、図－ 4.2にダムサイト地質断面図（Ｙ－０）を示す。以下、同図をもとにダムサイト周辺の地形・地質概要について述べる。

4.1.1　地形概要

ダムサイト周辺の寒狭川は、上流部では北から南に流れ込み、ダムサイト上流約 400mで流路を西に変え、下流では徐々に南に流下する。現ダムサイト（中流案上流軸）の河床標高は約 330m、河床幅は約 40mである（図－ 3.4 参照）。

ダムサイトの地形は一般に急峻であり、標高 410～420m付近に傾斜変換線（遷急線）が認められる。遷急線より上方の地形は 25～30° の比較的緩やかな斜面であるが、遷急線より下方では 40～45° の急峻な斜面となる。この急斜面部には表層崩壊地形が数箇所で発達している。

ダムサイトの左岸側には遷急線付近に張り出し状の尾根があり、広範囲に表層緩み地形を呈している。低位～中位標高部はダム軸直下流に小沢が入り込むとともにやや川側に張り出した斜面地形（崖錐集積地形）を呈する。

ダムサイト右岸側は寒狭川の曲流に伴う攻撃斜面をなしていることから、やや凹状の斜面形状をなし、斜面の最大傾斜方向に小沢が発達する。また、下流高位標高部には、幅約 140m、長さ約 160mの馬蹄形を呈する“緩み”地形が認められる。“緩み”地形頂部には滑落崖や頂部平坦面などの微地形が発達する。なお、尾根より北側には寒狭川方向（東西方向）の沢の発達に伴う谷状地形（松戸集落）が発達する。

4.1.2　地質概要

ダムサイトの地質は、中・古生代の堆積岩を原岩とする領家変成岩類とそれに密接に伴う領家花崗岩類を基盤とする（図－ 4.1，図－ 4.2参照）。これらを覆う新第三紀設楽層群が左岸側（田口周辺；図－ 2.5参照）に分布し、主たる沢の出口付近および現河床には、それぞれ第四紀完新世の崖錐堆積物および現河床堆積物が分布する。これらの他、新第三紀の流紋岩が河床部付近に貫入している。表－4.1にダムサイト地質構成表を示すとともに、以下にその概要について述べる。

① 領家変成岩類

ダムサイトに分布する地層は、岩相の違いにより泥質片麻岩（Pegn）・砂質片麻岩（Ssgn）および珪質片麻岩（Chgn）に区分される。泥質片麻岩は左岸高位標高部～右岸高位標高部にかけてダムサイトに最も広く分布する。砂質片麻岩は左岸高位標高部および右岸中位標高部～頂部付近に、珪質片麻岩は泥質片麻岩と砂質片麻岩の境界部付近に主として分布する。

なお、各岩種の特徴については、「4.2.1地質区分」で詳述する。

② 領家花崗岩類

領家花崗岩類は、その地質年代から大きく古期と新期の２つに分けられている。このうち、ダムサイトに分布する花崗岩類は新期花崗岩に分類され、昨年度ならびに本年度業務における岩石薄片作製・鑑定の結果より、閃緑岩類からなることが確認された。岩相は下流に分布する清崎花崗岩（Gdk）に類似した特徴を持ち、所々に片麻状構造が認められる。なお、清崎花崗岩（Gdk）の詳細については「平成５年度　設楽ダム地質検討業務委託」を参照されたい。

この閃緑岩類の多くは片麻岩の地質構造（片理面）にほぼ平行な調和的シート状に貫入しており、特に泥質片麻岩中に多く貫入していることが、既往ボーリング調査で確認されている。

③　新第三紀設楽層群

設楽層群は、上述の地層（基盤岩類）を被覆して寒狭川以東に礫岩，砂岩，泥岩からなる北設亜層群が分布する。ダムサイトでは右岸頂部の松戸集落の谷状地形部に薄く‘へばりつく’ように細礫岩がわずかに分布するのみである。

④　流紋岩

流紋岩はダムサイト下流側400m付近の河床に露出し、またダムサイト河床部での調査ボーリング（Ｍ１およびＭ９）において、地下 90m付近に厚さ約５ｍで片麻岩の構造（片理面）にほぼ平行な調和的シート状に貫入している。

⑤　崖錐堆積物

崖錐堆積物は角礫混じり砂質土からなり、礫分を 30～60％含んでいる。主として沢の出口や、寒狭川沿いの山腹低位標高部に分布する。

⑥　段丘堆積物および河床堆積物

段丘堆積物はダムサイト近傍にはほとんど分布せず、現河床堆積物が河床部に局所的に分布する。現河床堆積物は中～大礫サイズの円礫を主体とし、寒狭川の滑走斜面側や比較的流速の遅い（河道勾配の緩い）箇所に１～２ｍと薄く分布する。

表－ 4.1　ダムサイト地質構成表

地質時代		地質区分	記号	層相および岩相	記　　事
新生代	第四紀	現河床堆積物	Rd	砂・礫	・寒狭川沿いに分布する。中礫～大礫を主体とする。
		崖錐堆積物	Tℓ	角礫混じり砂質土	・沢の出口や斜面末端部（低位標高部）に分布する。 ・礫分 30～60％。
	第三紀	貫入岩類	Tf	凝灰岩	・領家片麻岩類中の割れ目に沿って不規則かつ脈状に分布する。
			Ry	流紋岩	・灰白色～黄白色を呈する。河床下 90mに地質構造に沿って岩脈状に貫入。
		設楽層群 北設亜層群	Cg	礫岩	・右岸頂部（EL.510m）付近に局所的に薄く“へばりつく”ように残存する。
中・古生代	白亜紀～ペルム紀	領家花崗岩類 (閃緑岩類)	Di	閃緑岩，花崗岩 （一部混在岩）	・片麻岩の構造（片理面）に沿って貫入し（一部漸移的な境界もみられる）、主として優黒質な閃緑岩質からなり、局部的に優白質な花崗岩や、両者の混在岩もみられる。
		領家変成岩	Pegn	泥質片麻岩	・石英・長石類に富む優白質層と雲母類に富む優黒質層が細互層し、複雑な層内褶曲が顕著にみられる。 ・閃緑岩類が多く貫入しており、部分的には花崗岩が片理に沿って注入されているかのような様相を呈する。
			Ssgn	砂質片麻岩	・縞状構造はあまり発達せず、比較的均質・塊状である。 ・一部泥質片麻岩を挟在する。
			Chgn	珪質片麻岩	・粗粒な石英からなる優白質層と雲母類に富む優黒質薄層が成層している。 ・まれに泥質片麻岩中にも挟在される。

N

凡　例

（地質区分）

［第四紀被覆層］

- Rd：現河床堆積物
- TQ：崖錐堆積物
- 谷埋め堆積ゾーン
- Tr：段丘堆積物

［第三紀火成岩類］

- Tf：凝灰岩
- Rh：流紋岩

［第三紀堆積岩類］

- Cg：礫岩

［白亜紀領家花崗岩類］

- Di：閃緑岩類

［白亜紀領家変成岩類］

- SSgn：砂質片麻岩
- Pegn：泥質片麻岩
- Chgn：珪質片麻岩及び変成チャート

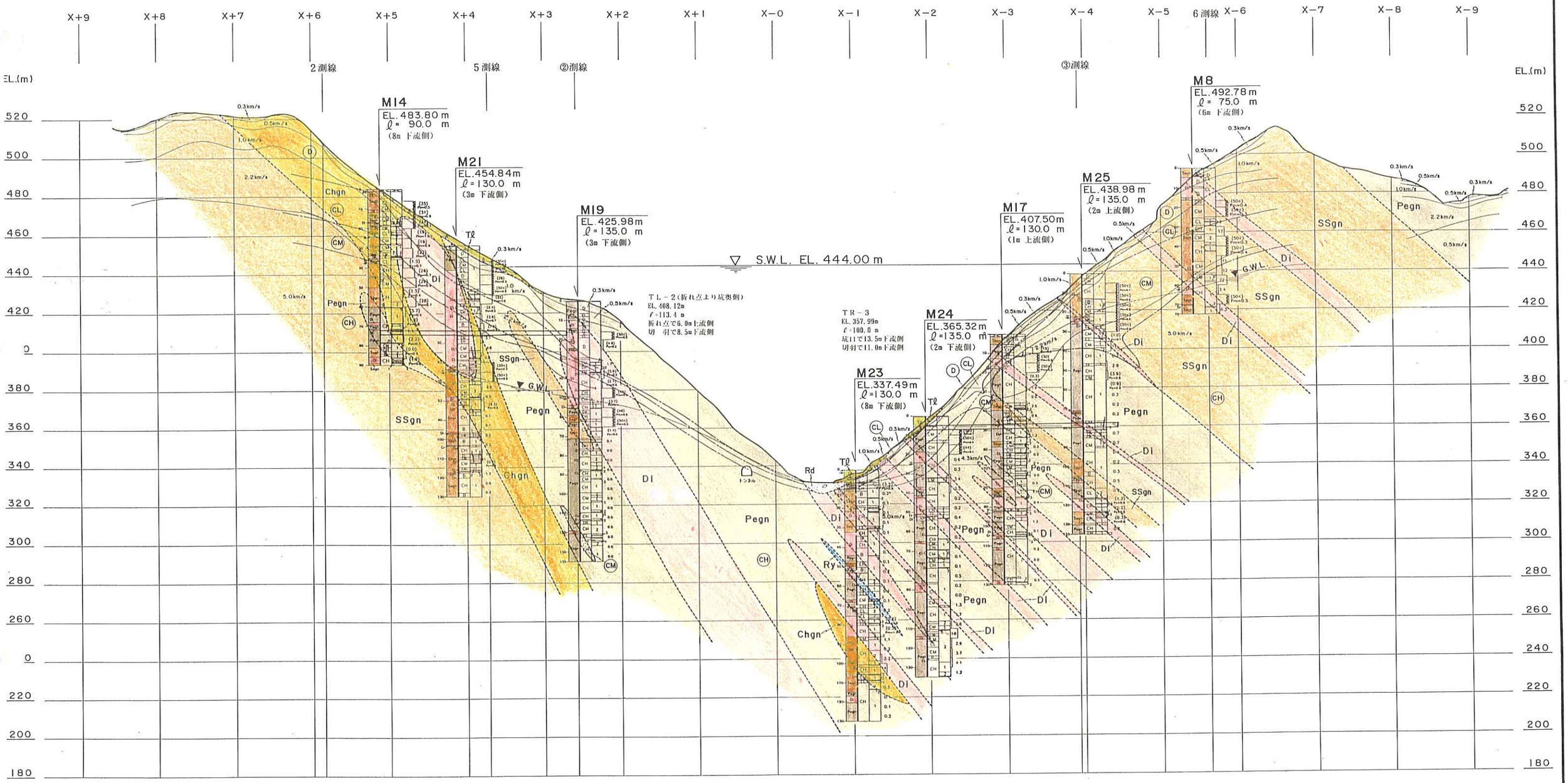
- 地質境界
- 断層（破線部は推定）
- 露頭
- 転石G
- 地層の走向・傾斜
- 片理状構造の走向・傾斜
- 節理面の走向・傾斜
- 断層面の走向・傾斜
- 湧水
- 弾性波探査測線
- M8 ボーリング調査位置
- 横坑調査位置

S＝1：1,000

0　10　20　30　40　50　100m

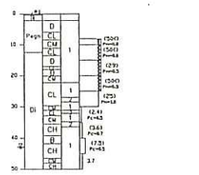
平成12年度 設楽ダム　地質総合解析業務	
図種	地質平面図
縮尺	1/1,000
図面番号	付図－1.2
設楽ダム調査事務所	

図－ 4.1　ダムサイト地質平面図



凡　例

〈 岡島柱状図 〉



〈地質区分〉

［第四紀被覆層］
- Rd 現河床堆積物
- Tℓ 崖錐堆積物
- "緩み"ゾーン
- Tr 段丘堆積物

［第三紀火成岩類］
- Tf 凝灰岩
- Ry 流紋岩

［第三紀堆積岩類］
- Cg 礫岩

［白亜紀領家花崗岩類］
- Di 閃緑岩類

［白亜紀領家変成岩類］
- SSgn 砂質片麻岩
- Pegn 泥質片麻岩
- Chgn 珪質片麻岩及び変成チャート

〈岩級区分〉
- D D級
- CL CL級（ は変質部）
- CM CM級（ は変質部）
- CH CH級

- 地質境界
- 岩級境界
- 断層（破線部は推定）
- 0.3km/s / 0.5km/s 弾性波速度層境界
- 低速度帯
- G.W.L. 地下水位

S = 1 : 1,000
0 25 50 100m

図− 4.2　ダムサイト地質断面図（Y−0）

平成12年度
設楽ダム　地質総合解析業務

図種	Y−0 地質断面図
縮尺	1/1,000
図面番号	付図−1.3

設楽ダム調査事務所

4.1.3　ダムサイト近傍の断層

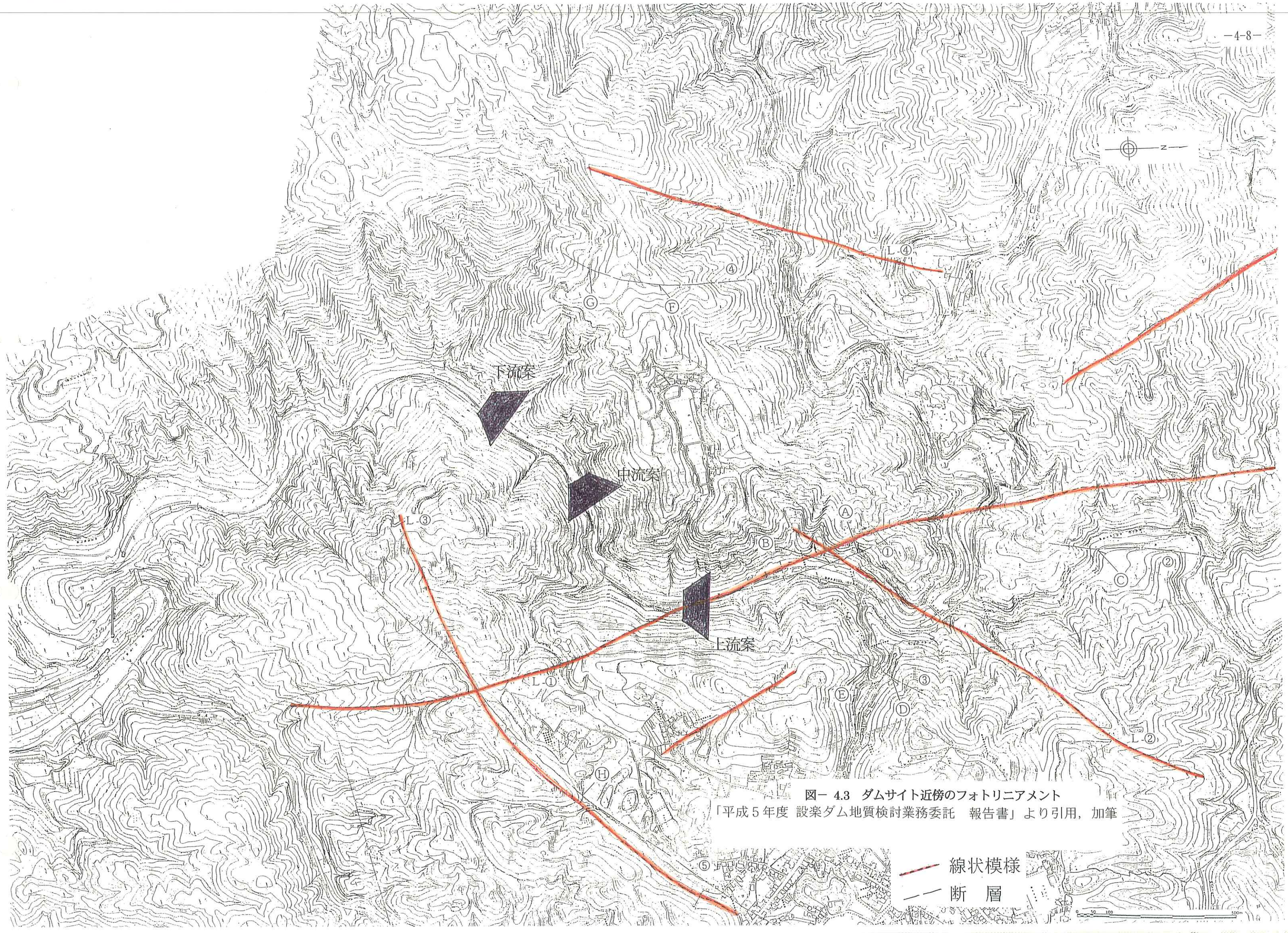
「平成５年度 設楽ダム地質検討業務委託」においては、1/10,000 の空中写真を用いてダムサイト近傍に分布するフォトリニアメントを抽出するとともに、ダムサイト近傍において確認されている地質断層の分布についてとりまとめている。フォトリニアメント分布図を図－ 4.3に、断層分布図を図－ 4.4に、これら断層の性状，規模等を表－ 4.2に引用して示す。

ダムサイトに分布する領家変成岩類は、ほぼ東西走向、50～60° 北傾斜を示し、この地質構造に沿って領家花崗岩類、流紋岩岩脈が貫入している。これらの基盤岩類を覆い設楽層群がやや東傾斜で分布している。

断層は、ダムサイトでは１条確認している（ＴＲ－１坑で確認されたＦ－２断層）が、近傍で実施した既往調査ボーリング結果より、その断層の連続性は乏しいものと推定される。このほかでダムサイト近傍に分布する比較的規模の大きい断層は、次の２条がある。

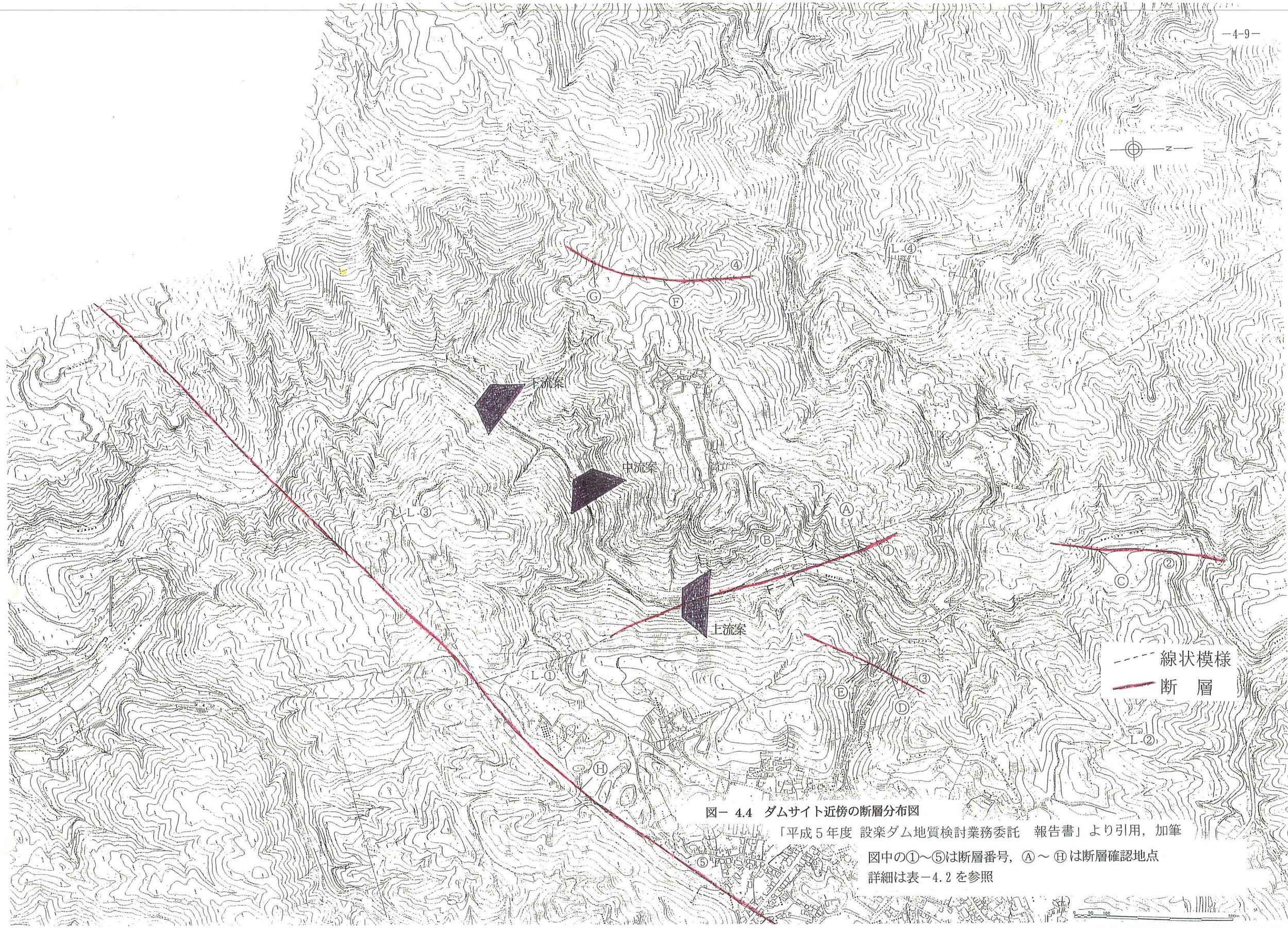
断層①：上流 400m付近（上流案河床部Ｕ１ボーリングにて確認）に位置し、南北方向に 900m程度連続する（推定）、破砕幅５m程度の断層（Ｆ－１断層）。

断層⑤：ダムサイトの南東 600m付近に位置し、北東－南西方向に約６km程度連続する（推定）、破砕幅１～２m程度の断層。



図− 4.3　ダムサイト近傍のフォトリニアメント

「平成５年度 設楽ダム地質検討業務委託　報告書」より引用，加筆



図－ 4.4　ダムサイト近傍の断層分布図

「平成５年度 設楽ダム地質検討業務委託　報告書」より引用，加筆

図中の①～⑤は断層番号，Ⓐ～Ⓗは断層確認地点

詳細は表－4.2 を参照

表－ 4.2　ダムサイト近傍に位置する断層一覧表

断層	確認地点	走向・傾斜	規模（幅）	推定長さ	露頭状況など
① （Ｆ－１） ＜図－ 2.5のａ＞	上流案直上流道路沿い（図－ 4.4のⒶ）	N30° W60° W	１m±	900m	図－ 4.3の線状模様（Ｌ-①）に対応。
	河床部（図－ 4.4のⒷ）	ＮＳ90°	２m±		砂～角礫状破砕帯。
	Ｕ１孔	N20° W60° W (ﾎﾞｱﾎｰﾙﾃﾞｰﾀ)	見かけの幅 11.2m		深度 9.5～11.4m，39.3～40.7mにも小規模破砕帯あり。
② ＜図－ 2.5のｂ＞	境川河床部（図－ 4.4のⒸ）	N25° E （傾斜は不明）	２～３m	550m	断層の延長部には堅岩露頭あり。変質を伴い、緑泥石が晶出している。
③ ＜図－ 2.5のｄ＞	主要地方道　瀬戸・設楽線 （図－ 4.4のⒹ，Ⓔ）	N45° E70° E	１～２m	400m	砂状を呈する破砕帯。
④ ＜図－ 2.5のｅ＞	松戸北西の林道（図－ 4.4のⒻ）	N20° W90°	シアゾーン	600m	一部にカタクラサイトを形成。
	松戸西方の林道（図－ 4.4のⒼ）	N60° E30° N			
⑤ ＜図－ 2.5のｆ＞	田口南西の林道（図－ 4.4のⒽ）	N70° E70° N	３～４m	5,700m 以上	図－ 4.3の線状模様（Ｌ-③）に対応。片麻岩類と第三紀層を境する。
⑥	Ｄ１孔	ボアホール観測が行われておらず、不明	0.4m	不明	熱水変質を伴う。局部的にＤ級相当の粘土化した箇所が認められる。断層は 54.6～54.9m，55.0～55.4mに見られるが、周囲は熱水変質によりＣＬ級相当に劣化している。

4.2　地質および岩級区分基準

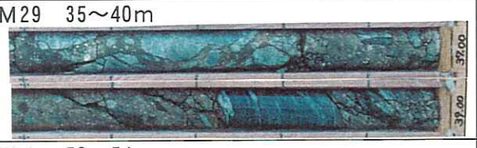
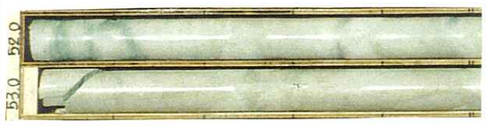
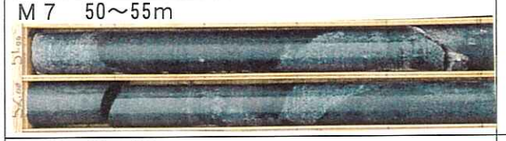
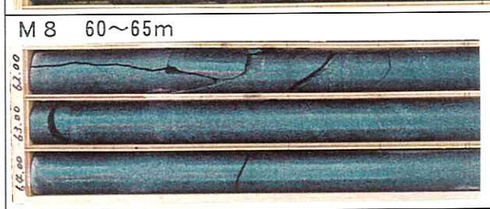
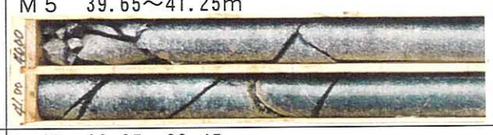
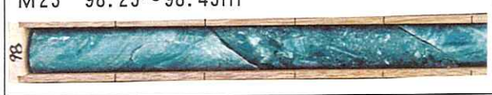
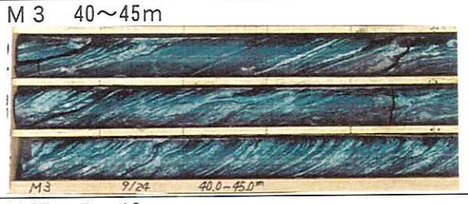
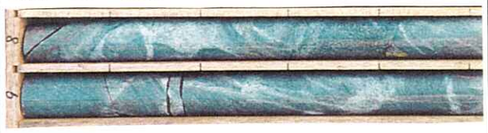
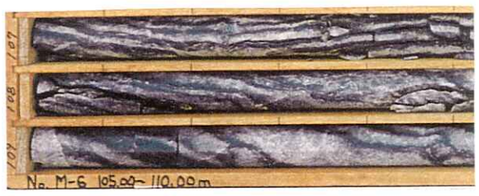
4.2.1　地質区分

本章では、設楽ダムサイトに分布する地質（第四紀被覆層を除く基盤岩）の特徴について、既往調査・解析結果を踏まえて整理する。なお、本業務においてもダムサイトに分布する主要な地質について、岩石薄片を作製・顕微鏡観察を行い、その岩相上の特徴について確認し、表－ 4.3に示すように各岩種の地質学的および地質工学的特徴について整理した。

なお、岩石薄片観察結果（記載票）は巻末資料Ⅰに示す。

設楽ダムサイトに分布する地層は、前章で述べたように領家変成岩と領家花崗岩類の大きく２つに区分される。領家変成岩は、泥質片麻岩，砂質片麻岩および珪質片麻岩の３種類の岩相からなる。一方、領家花崗岩類は閃緑岩類を主体とし、一部に小規模な脈状を呈する優白質花崗岩や混在岩（閃緑岩と花崗岩が不規則に混在する）が認められる。また、これまで変輝緑岩（MDb）と区分されていた優黒質な深成岩は、岩石薄片観察結果により、その大半が石英閃緑岩であることが明らかとなった（巻末資料参照）。さらに、ダムサイト河床下深部には流紋岩岩脈、右岸低位標高には凝灰岩岩脈の分布が認められる。これらは第三紀設楽層群南設亜層群の火成活動時に形成されたものと推定される。

表－4.3　設楽ダムサイト地質区分（第四紀被覆層除く）

地層名	地質名		地質記号	代表的な写真	分布や岩相上の特徴	他岩種との関係
貫入岩	凝灰岩		Tf	M29　35～40m 	・ダムサイトでは右岸中位標高付近に小規模に分布する。 ・半固結である。 ・灰緑色を呈し、基盤岩類の岩片を取り込んでいる。	・片麻岩の構造（片理面）を切り貫入する。 ・基盤岩類の開口部を充填するように分布する箇所がある。 ・流紋岩との関係は不明。
	流紋岩		Ry	M１　50～54m 	・河床下深部に認められる他、ダムサイト下流の河床部に露岩し、片麻岩中に岩脈状に貫入する。 ・灰白色～黄白色で比較的均質・塊状である。	・片麻岩類の構造（片理面）を切り貫入する。 ・河床下では閃緑岩と同様な方向に貫入する。
設楽層群 北設亜層群	礫岩		Cg	ダムサイトボーリングでは認められない。	・貯水池上流域に多く認められる不淘汰礫岩である。 ・ダムサイトでは右岸頂部付近に僅かに分布しているのみである。なお、ダムサイトには細礫岩が分布する。	・領家片麻岩、領家花崗岩類を不整合で覆う。 ・流紋岩，凝灰岩との関係は不明である。
新期領家花崗岩	花崗岩類	ﾍﾟｸﾞﾏﾀｲﾄ	Gr	M２　106.0～106.8m 	・ダムサイトでは稀である。 ・優白質粗粒完晶質である。 ・幅１m未満の脈状に分布する。	・脈状の産状を呈し、片麻岩の構造（片理面）を切るものが多い。閃緑岩類にも貫入する。
		花崗岩		M11　109.35～110.05m 	・ダムサイトでは稀である。 ・優白質細粒完晶質である。 ・幅１m未満の脈状に分布する。	・片麻岩類，閃緑岩類を切り貫入する。
	閃緑岩類	花崗閃緑岩(混成岩様)	Di	M７　50～55m 	・ダムサイトでは稀である。 ・優黒質閃緑岩質部とやや優白質な花崗岩質が不規則な形状で混在する。	・閃緑岩と同様の産状を呈し(閃緑岩体の一部)、閃緑岩に密接に伴われている。 ・閃緑岩との境界は漸移的である。
		閃緑岩		M８　60～65m 	・ダムサイト全般に岩脈状に比較的多く貫入しており、左岸の方がやや岩脈規模が大きい。 ・優黒質中～細粒完晶質である。 ・片麻岩に比較して、風化の影響を強く受け、マサ状を呈することがある。	・泥質片麻岩中に貫入していることが多いが、貫入面は不鮮明で片麻岩を溶融したような形状を呈する。
		斑れい岩		M５　39.65～41.25m 	・ダムサイトでは稀である。 ・完晶質等粒状組織を呈する。 ・肉眼では、造岩鉱物の結晶がはっきり確認できる。	・閃緑岩中でマフィック鉱物が濃集した部分と考えられる。 ・閃緑岩との境界は漸移的である。
断層角礫岩			—	M25　98.25～98.45m 	・固結しており、古い時代の断層破砕帯と考えられる。	・基盤岩（片麻岩類，閃緑岩類）を切断している。
領家変成岩類	泥質片麻岩		Pegn	M３　40～45m 	・ダムサイト河床部を中心に広く分布する。 ・石英，長石類に富む優白質層と雲母類に富む優黒質層が成層をなし、縞状構造を呈する。 ・片理面に沿って剥離しやすい。 ・層内微褶曲が多く認められる。	・領家花崗岩類（閃緑岩）が、片理沿いに多く貫入する。 ・所々に砂質片麻岩や珪質片麻岩をレンズ状に挟在する。 ・砂質片麻岩との境界は、互層状を呈する場合がある。
	砂質片麻岩		Ssgn	M25　5～10m 	・ダムサイト左右岸高位標高部に分布する。 ・縞状構造はあまり発達せず、比較的均質で塊状な岩石である。 ・一見すると優白質細粒花崗岩に酷似する岩相を呈する。	・他の片麻岩との境界は漸移的である。 ・泥質片麻岩との境界は、互層状を呈する場合がある。 ・閃緑岩類が片理面方向に貫入する。
	珪質片麻岩		Chgn	M６　105～110m 	・ダムサイト左岸高位標高部の砂質片麻岩／泥質片麻岩境界部に厚さ20m程度で分布する。 ・泥質片麻岩と同様に優白質層と優黒質層が成層をなすが、優白質層の割合が多い(優黒質層は薄層であることが多い)。 ・優黒質層の部分で剥離し易い。 ・ざくろ石を含むことが多い。	・泥質片麻岩中にレンズ状に挟在される。 ・他の片麻岩との境界は漸移的である。

4.2.2　岩級区分基準

岩級区分の目的は、掘削線の決定や基礎処理の範囲と方法など、基礎岩盤の設計に関する資料を提供することである。

ダム基礎を対象とした岩級区分は、一般に次の３要素の組み合わせに応じて、ダム基礎岩盤としての適応性を評価している。各要素の着目点は、以下に示すとおりである。

・岩の硬さの程度-------岩石自体の風化や変質の程度および構成粒子（造岩鉱物）の結合状態

・割れ目の間隔の程度---ボーリングコアでは「コア形状」により判断する

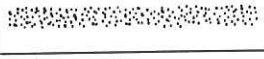
・割れ目の状態の程度---割れ目面の状態および挟在物質の有無および性状

設楽ダムでは、「平成６年度 設楽ダム弾性波探査業務」において、独自にこれら各要素の区分基準を策定し、その組み合わせにより岩級区分基準(案)を設定している。

本業務では、その岩級区分基準(案)をもとに新規ボーリングコアの観察を行うとともに、試掘横坑などの既往地質情報を併せて総合的に検討し、岩級区分基準の修正を行った。

本業務において、修正した設楽ダムの岩級区分基準(案)を以下に示す。各区分要素（「岩片の硬さ」、「割れ目の間隔」、「割れ目の状態」の３要素）の細区分の内容を表－ 4.4に、区分要素の組み合わせと岩盤等級との関係を表－ 4.5に、変質区分基準を表－ 4.6に示す。また、これをもとに作成された設楽ダムサイトの総合的な岩盤区分を表－ 4.7に示す。

表－ 4.4　区分要素の細区分とその内容

細区分要素	細区分記号	硬軟区分	
岩片の硬さ	A	岩片は新鮮・堅硬で、ハンマーで強打しても割れない。 ハンマーによる打撃で金属音（キンキン）を発する。	
	B	硬、ハンマーによる打撃で金属音（カンカン）を発する。 ハンマーの強打で初生構造に沿って割れる。	
	C	中硬、ハンマーによる打撃でやや濁音（コンコン）を発し、容易に割れる。 潜在クラックが発達して脆い（割れ易い）。	
	D	軟。岩片状に残存するものの、ハンマーによる軽打で濁音（ボコボコ）を発し、バラバラに砕ける。	
	E	極軟、マサ状、粘土状。指圧でコアが崩せる。 大半が土砂状コアを呈する。	
割れ目間隔（コア形状として表現）	Ⅰ		長さが 50cm 以上の棒状コア。
	Ⅱ		長さが 50～15cm の長柱状コア。
	Ⅲ		長さが 15～5cm の短柱状～片状コア。
	Ⅳ		長さが 5cm 以下の短柱状～片状コアでかつコアの外周の一部が認められる。
	Ⅴ		主として角礫状のもの。 （コアの外周は残存せず、コアとして復元できない）
	Ⅵ		主として砂状のもの。
	Ⅶ		主として粘土状のもの。
	Ⅷ		コア採取ができないもの（ノンコア）。スライム含む。
割れ目の状態（風化・変質の程度）	α	・ 新鮮・密着している。 ・ 割れ目の酸化，変質は認められないか、あるいは存在していても局部的に認められる程度である。変質は１（～２）。	
	β	・割れ目の大半は酸化しているが、岩片はほとんど酸化していない。 ・割れ目沿いにフィルム状あるいは、割れ目から岩芯に向かって熱水変質（変質１～２）が認められる脱色変色しているが、岩自体はほとんど劣化していない。	
	γ	・ 割れ目の全部が酸化するとともに、岩片自体が酸化または著しく茶褐色化している。 ・流入粘土付着し、開口気味。 ・熱水変質により、割れ目沿いに変質粘土を挟在あるいは、割れ目沿いにマサ化が進行している（変質２～３）。	
	δ	・風化によるマサ状コア（割れ目として認識できない）。	
	ε	・断層、熱水変質による粘土状コア（変質４，割れ目として認識できない）。	

注）「岩片の硬さ」区分“A”、“B”については、岩片自体の強度と同等と推定される。泥質片麻岩は、ハンマーの打撃により片理に沿って割れやすい傾向があるため、新鮮な堅岩部でも“B”を適用する。

表－ 4.5　区分要素の組合せと岩盤等級との対応関係

区分要素		Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ	Ⅵ～
α	A	B	CH	CH	CM	－	－
	B	CH	CH	CM	－	－	－
	C	－	－	－	－	－	－
	D	－	－	－	－	－	－
	E	－	－	－	－	－	－
β	A	CH	CH	CM	CM	CL	－
	B	CH	CM	CM	CL	CL	－
	C	－	CL	CL	CL	D	－
	D	－	－	－	－	－	－
	E	－	－	－	－	－	－
γ	A	－	CM	CL	CL	CL	－
	B	－	CL	CL	CL	CL	－
	C	－	－	CL	CL	D	－
	D	－	－	CL	D	D	D
	E	－	－	－	－	D	D
δ、ε	A	－	－	－	－	－	－
	B	－	－	－	－	－	－
	C	－	－	D	D	D	－
	D	－	－	D	D	D	D
	E	－	－	－	－	D	D

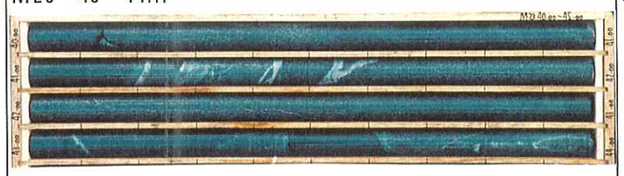
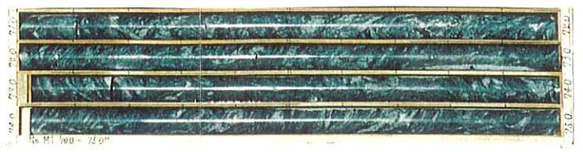
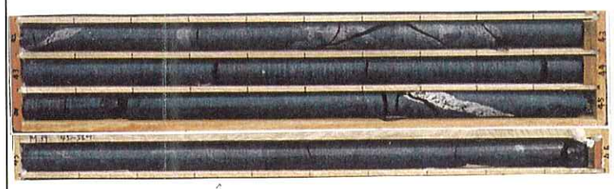
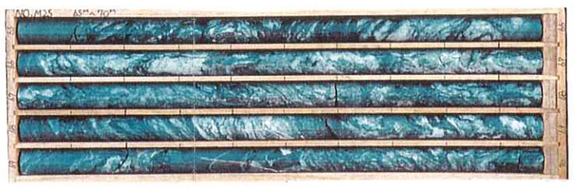
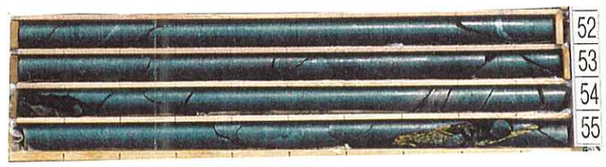
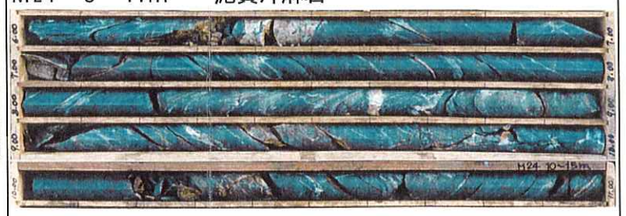
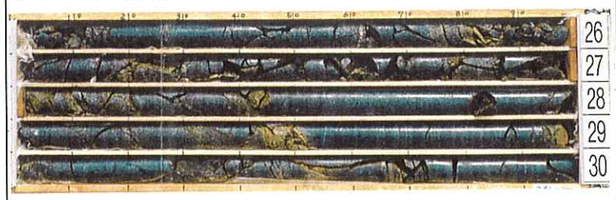
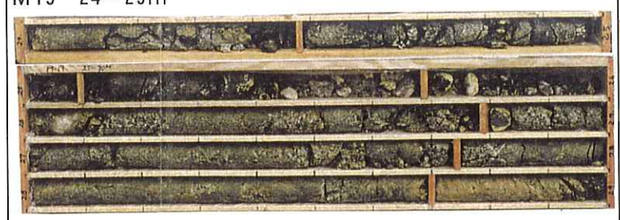
－：ダムサイトボーリングでは見られない

網掛け部：本業務における修正箇所

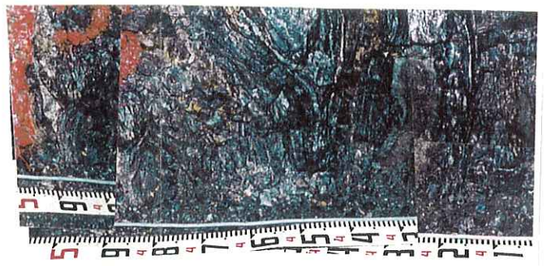
表－ 4.6　変質区分

1	岩も割れ目も新鮮であり、変質は認められない。 また、変質があっても局部的である。
2	割れ目あるいは割れ目から岩芯に向かって、熱水変質による脱色・変質は認められるが、完全に原石組織を残存しており、岩盤は劣化していない。
3	岩芯まで熱水変質により脱色・変質し、ほとんど原岩組織を残存しておらす、岩盤は劣化し、細片化している（脆い）。
4	岩は熱水変質により、ほぼ完全に変質鉱物に変化し、砂～粘土状コアを呈する。

表－ 4.7(1)　設楽ダム　岩級区分基準（案）①

岩盤等級	定　義	代表的な細区分組合わせ（◎：代表的な区分）	代表的なボーリングコア写真	
			閃緑岩類	片麻岩類
B	岩は新鮮・堅硬であり、風化・変質の影響は認められない。 －割れ目間隔は 50cm 以上の棒状コアを呈する。 （２m以上の連続の場合を原則とする。） －割れ目は密着し、酸化・変質による劣化や変色は認められない。	◎A，Ⅰ，α	M23　40～44m 	M１　71～75m　珪質片麻岩 
CH	岩自体は新鮮・堅硬である。割れ目がやや多い場合や風化・変質を局部的に受けている。 －割れ目間隔は 15～50cm 程度が主体で棒状～半棒状コアを呈する。 －割れ目は新鮮・密着しているが、酸化・変質による劣化や変色がわずかに認められる場合がある。	◎A，Ⅱ，α ◎B，Ⅱ，α	M19　42～46m 	M25　65～70m　泥質片麻岩 
CM	岩自体は堅硬であるが、岩は全般的に風化の影響を受けていることが多く、酸化による茶褐色化や弱い変質が進行している。 －割れ目間隔は 5～15cm 程度が主体で半棒状～片状コアを呈する。 －割れ目には、酸化による茶褐色化や変質による劣化が認められる。 －変質区分２（～３）に該当する岩級を、変質ＣＭ級と定義。	◎A，Ⅲ，β ◎B，Ⅲ，β	M21　51～55m 	M24　6～11m　泥質片麻岩 
CL	主に岩自体がかなり風化・変質が進行し、強度が低下するものからなる。 岩自体堅硬でも割れ目が密に発達し、岩盤にゆるみが生じ、開口割れ目や流入粘土・変質粘土を伴う。 －割れ目沿いの茶褐色化が著しく流入粘土を伴うことや、変質による軟質化が進行し変質粘土を伴うこともある。 －岩自体はおおむね堅硬なものもあるが、割れ目が非常に多く、主に 5cm 以下の間隔で発達する。コアでは角礫状～細片状を呈する。 －割れ目は全体に開口気味で岩盤としての一体性に乏しい。 －変質区分２～３（４）に該当する岩級を、変質ＣＬ級と定義。	A，Ⅳ，γ ◎B，Ⅲ，γ C，Ⅲ，γ	M21　25～30m 	M14　20～25m　珪質片麻岩 
D	岩が風化・変質により、岩芯まで軟質化、または破砕されている。 岩自体は堅硬であっても、著しい開口割れ目や流入粘土を伴う岩盤も含む。 [風化による花崗岩のマサ化、変質（変質区分４）による劣化、粘土化、断層粘土]	D，Ⅵ，δ ◎E，Ⅵ，δ E，Ⅶ，ε	M19　24～29m 	M19　５～10m　泥質片麻岩 

表－4.7(2)　設楽ダム　岩級区分基準（案）②

岩盤等級	定　義	代表的な細区分組合わせ（◎：代表的な区分）	代表的な横坑写真	
			閃緑岩類	片麻岩類
B	岩は新鮮・堅硬であり、風化・変質の影響は認められない。 －割れ目間隔は 50cm 以上の棒状コアを呈する。 （２m以上の連続の場合を原則とする。） －割れ目は密着し、酸化・変質による劣化や変色は認められない。	◎A，Ⅰ，α	なし	なし
CH	岩自体は新鮮・堅硬である。割れ目がやや多い場合や風化・変質を局部的に受けている。 －割れ目間隔は 15～50cm 程度が主体で棒状～半棒状コアを呈する。 －割れ目は新鮮・密着しているが、酸化・変質による劣化や変色がわずかに認められる場合がある。	◎A，Ⅱ，α ◎B，Ⅱ，α	TL-1　45m 付近　上流壁 	TR-1　53～54m　上流壁　泥質片麻岩 
CM	岩自体は堅硬であるが、岩は全般的に風化の影響を受けていることが多く、酸化による茶褐色化や弱い変質が進行している。 －割れ目間隔は 5～15cm 程度が主体で半棒状～片状コアを呈する。 －割れ目には、酸化による茶褐色化や変質による劣化が認められる。 －変質区分２（～３）に該当する岩級を、変質ＣＭ級と定義。	◎A，Ⅲ，β ◎B，Ⅲ，β	TL-1　26～27m　下流壁 	TR-1　34～35m　上流壁　泥質片麻岩 
CL	主に岩自体がかなり風化・変質が進行し、強度が低下するものからなる。 岩自体堅硬でも割れ目が密に発達し、岩盤にゆるみが生じ、開口割れ目や流入粘土・変質粘土を伴う。 －割れ目沿いの茶褐色化が著しく流入粘土を伴うことや、変質による軟質化が進行し変質粘土を伴うこともある。 －岩自体はおおむね堅硬なものもあるが、割れ目が非常に多く、主に 5cm 以下の間隔で発達する。コアでは角礫状～細片状を呈する。 －割れ目は全体に開口気味で岩盤としての一体性に乏しい。 －変質区分２～３（４）に該当する岩級を、変質ＣＬ級と定義。	A，Ⅳ，γ ◎B，Ⅲ，γ C，Ⅲ，γ	TR-2　22～23m　上流壁 	TR-1　27～28m　下流壁　泥質片麻岩 
D	岩が風化・変質により、岩芯まで軟質化、または破砕されている。 岩自体は堅硬であっても、著しい開口割れ目や流入粘土を伴う岩盤も含む。 [風化による花崗岩のマサ化、変質（変質区分４）による劣化、粘土化、断層粘土]	D，Ⅵ，δ ◎E，Ⅵ，δ E，Ⅶ，ε	なし	TR-2　10～11m　下流壁　泥質片麻岩 

4.3　新規調査ボーリング

前述の地質，岩級の各区分基準に従い、平成 12 年度に実施されたボーリングについて結果を以下の項目で述べる。項目は、①地質状況、②岩盤状況、③変質、④透水特性、⑤地下水位の５項目である。これら項目のうち、③変質については、岩盤劣化を伴う変質度３（中程度の変質）以上の箇所について記載した。

さらに、４孔ともボアホール観測を行っているので、その観察結果を既往報告書に基づいて簡単に述べる。なお、本地域に分布する地質特性として片麻岩類は片理面に沿って割れやすい傾向があり、片理面をヘアークラックや節理、場合によっては鉱物脈と判断しているものもあるので、その点に留意して整理した。

なお、図－ 4.5に簡易柱状図を、別冊資料集②に JACIC 様式（Ｓ＝1/100）ボーリング柱状図を示す。また、M34 孔およびM35 孔付近を通る補助断面として、Ｙ－１－20 断面を作成した。図－ 4.6に地質断面図を、図－ 4.7に岩級区分断面図を示す。M32 孔ならびにM33 孔については付図を参照されたい。

（1）　M32 孔（孔口標高：EL.518.67m　掘進長：110m）

地質は 20m付近までは泥質片麻岩と砂質片麻岩が厚さ 3～5m程度で互層状に繰り返し、103mまでは砂質片麻岩からなり、それ以深は泥質片麻岩からなる。また、50～60m付近には閃緑岩が貫入している。右岸尾根の頂部で掘削されたボーリング孔であるため風化の影響が強く、30m付近まではＤ～ＣＬ級岩盤であり、それ以深はやや酸化のおよんだＣＭ級岩盤となり、45m付近からＣＨ級ゾーンとなる。透水性は、40mまでは 20 ルジオン以上で、それ以深では基本的には難透水ゾーンとなるが、85～100mにかけて透水性がやや高い。

①　地質状況：

0～0.4m　表土

0.4～10.8m　砂質片麻岩

全般的に風化が著しく、極軟質でマサ状を呈する。片理面は泥質部で認められ、30°程度。

10.8～20.4m　泥質片麻岩

全体に褐色を呈し、ややマサ状の軟質部と堅岩が繰り返し分布する。片理面は20°程度。

20.4～52.7m　砂質片麻岩

割れ目沿いの褐色挟在物が目立つ。片理はほぼ一定で10～20°。ボアホールデータによる片理面はほぼ東西走向で南北に低角度に傾斜する。開口亀裂は中角度～高角度のものが多いが、走向はばらつく。40m付近より浅部では開口量が増大する。

52.7～60.85m　閃緑岩類

新鮮かつ堅硬であるが、割れ目沿いにやや酸化している。ボアホールデータによる開口亀裂は２つのみであるが、南北走向で60°程度西に傾斜する。また、55m付近で開口量が一時増大するが、既往報告書によるとボーリング掘削により割れ目に充填していた細粒物が流されたとしている。

60.85～102.9m　砂質片麻岩

全般的に堅硬であるが潜在クラック沿いに変質している。片理面は30～50°で、ボアホールデータによると走向はばらつくが、北に緩やかに傾斜するものが多い。開口亀裂は片理に調和的なものに最も集中するが、走向のばらつきが大きく、大部分は高角度に傾斜している。

102.9～110m　泥質片麻岩

106m付近の変質部を除いて堅硬な岩盤である。片理面は緩く、水平～10°程度である。ボアホールデータによる片理面は、低角度～中角度に傾斜する

ものがほとんどを占めるが、走向・傾斜ともに目立った傾向は認められない。

② 岩盤状況：

岩着～19.1m　D級ゾーン

マサ状の軟質部と堅岩が繰り返す。

19.1～30.65m　CL級ゾーン

岩片は堅硬であるが割れ目沿いに褐色を呈し、一部砂質挟在物が見られる。

30.65～44.0m　CM級ゾーン

岩片は堅硬であるが、割れ目沿いにやや酸化が認められる。40.3～40.5mは角礫状を呈し、D級相当。

44.0～110m　CH級ゾーン

全体に変質気味で、CH級岩盤とCM級岩盤が繰り返す。一部変質の著しいところではD～CL級岩盤となる。

③ 変質：

75.5～75.8m　低角度の割れ目が発達する。

101.8～102.3m　潜在クラックが発達し、全体的に灰白色を呈し軟質である。

105.75～106.4m　産状より、固結した古期断層の劣化部と推定される。

④ 透水性：

40mまでは10～20ルジオン以上でそれ以深では5ルジオン以下となる。

85～100m区間では透水性がやや高く10ルジオン程度である。

⑤ 地下水位：

最終孔内水位　GL.-63.9m（平成13年1月12日観測）

削孔時は徐々に低下し、GL.-65m付近で安定している。

（2）　M33孔（孔口標高：EL.475.25m　掘進長：130m）

地質は30m付近まで砂質片麻岩からなり、厚さ3～5m程度の閃緑岩を挟む。それ以深では泥質片麻岩主体となり、100m以深では閃緑岩が頻繁に貫入する。右岸尾根部で掘削されたボーリング孔のため風化の影響が強く、30m付近まではマサ状コアとＣＬ級岩盤が繰り返す。46m付近まで割れ目沿いに酸化気味で一部ＣＬ～Ｄ級相当であるが、それ以深では堅硬かつ新鮮な岩盤である。透水性は50mまでやや高いが、それ以深ではＯルジオンである。

①　地質状況：

0～0.75m　表土

0.75～30.7m　砂質片麻岩

閃緑岩類や泥質片麻岩を挟在し、その部分が選択的風化を受けマサ状を呈する。砂質片麻岩そのものは堅硬である。片理は40～50°。ボアホールカメラはこれより下位深度で実施されている。

12.9～16.8m、23.7～29.6m　閃緑岩類

30.7～101.5m　泥質片麻岩

50m付近まで割れ目沿いに酸化しており、一部ではマサ状を呈する。片理面は30～60°で、ボアホールデータによるとやや振れ幅が大きいものの北東走向で北西に中角度で傾斜するものに集中する。また、45m以浅と65m付近、90m付近で開口量が増大する。

101.5～110.1m　閃緑岩類

やや片麻状構造状の模様が発達する閃緑岩。堅硬かつ新鮮である。

110.1～124.75m　泥質片麻岩

新鮮かつ堅硬であり、片麻状構造はやや不明瞭。120.6～121.3mは白色鉱物が断続的に配列し、片麻状構造を作る。この白色鉱物は、肉眼では珪線石、

顕微鏡観察ではフィブロライト（珪線石の繊維状結晶）と確認された。ボアホールデータによる片理面は、走向はばらつくものの北側に 60° 程度傾斜するものが多い。

124.75～130m　閃緑岩類

堅硬かつ新鮮な岩盤であるが、128m付近の花崗岩貫入境界周辺で劣化が著しい。また、125m付近で開口量が増大する。

② 岩盤状況：

岩着～29.6m　D級ゾーン

マサ状の軟質部と堅岩が繰り返す。

29.6～30.1m　CL級ゾーン

岩片は堅硬であるが割れ目沿いに茶褐色砂質物が付着する。

30.1～33.3m　CM級ゾーン

岩片は堅硬であるが、割れ目沿いにやや酸化が認められる。

33.3～130m　CH級ゾーン

46m付近まで割れ目沿いに酸化気味で、一部CL～D級相当である。

③ 変質：

17.6～18.2m　やや花崗岩質で、粘土状を呈する。

45～50m付近　49m付近は破砕されている。

78～81m付近　79～80m付近破砕質。

④ 透水性：

25～40m間は5ルジオン程度であるが、50mまでは高透水である。それ以深は0ルジオンとなる。

⑤ 地下水位：

最終孔内水位　GL.-36.4m（平成13年1月26日観測）

削孔時はGL.-35m付近で安定している。

（3）　M34孔（孔口標高：EL.381.25m　掘進長：65m）

地質は11m付近まで崖錐堆積物からなり、それ以深は泥質片麻岩を主体とする。岩着後15m付近までは割れ目沿いの酸化が著しいD～CL級岩盤であるが、それ以深はCH級岩盤となる。透水性は全体に低めであるが、45～55mではやや高い。

①　地質状況：

0～0.7m　表土

0.7～12.45m　崖錐堆積物

閃緑岩類や泥質片麻岩の礫と茶褐色粘性土からなる。11.8～12.45mは固結度がやや高く、産状より凝灰岩である可能性が考えられたが、薄片観察結果より火山性物質（火山ガラスなど）は認められず、岩石名は礫岩と判断される。基質部は灰褐色粘性土で片麻岩などを角礫状に含むことから、古期の崖錐堆積物と考えられる。

12.45～65m　泥質片麻岩

片理面は深度によって振れ幅が大きく、20～30°程度の低角度の箇所もあれば、80°近い高角度の片理を有する箇所も認められる。ボアホールデータによる片理面は、東西走向で北に60°程度傾斜するものが多い。22m付近で開口量が増大する。

37.4～41.1m　閃緑岩類

②　岩盤状況：

岩着～14.9m　CL級ゾーン

岩片は堅硬であるが割れ目沿いに茶褐色砂質物が付着する。

14.9～65m　CH級ゾーン

岩片は堅硬であるが、変質気味の箇所は片理面に沿って割れやすい。28～30m間は変質によりＣＬ級岩盤である。

③　変質：

21m付近　70°の小規模断層による破砕・変質ゾーン。

28～30m付近　28.6mに暗灰色粘土を伴う低角度割れ目が認められる。

④　透水性：

全体に低透水～難透水であるが、45～55m間は20ルジオン程度である。

⑤　地下水位：

最終孔内水位　GL.-20.2m（平成13年2月3日観測）

削孔時は55mまで掘進したときに、GL.-15m付近からGL.-20m付近まで低下しているが、その後は安定している。

（4）　M35孔（孔口標高：EL.460.64m　掘進長：55m）

地質は4.5m付近まで泥質片麻岩、10mまで閃緑岩類、それ以深は砂質片麻岩とそれに貫入する閃緑岩類からなる。岩着後12m付近まではマサ状コアと堅岩が繰り返し分布するＤ～ＣＬ級岩盤で、15m付近まで割れ目沿いの酸化が認められる。それ以深はＣＨ級岩盤となるが25～27m付近はハンマーの先が突き刺さるほど軟質である。透水性は40mまで非常に高く、それ以深では０ルジオンとなる。

①　地質状況：

0～0.25m　表土

0.25～4.8m　泥質片麻岩

片理面が一部不明瞭。ボアホールデータによる片理面は、データが少ないものの北東走向で北に30°程度傾斜する。

4.8～10.0m　閃緑岩類

優黒質部が選択的に風化しており、マサ状部と堅岩が繰り返し分布する。割れ目沿いに流入粘土が認められる。

10.0～25.15m　砂質片麻岩

堅硬であるが、20m付近まで割れ目沿いに酸化気味。片麻状構造はやや明瞭で、30～50°程度。ボアホールデータによると、北東走向と北西走向に大きく分かれるが、どちらも南に低角度で傾斜している。開口亀裂はばらつきが大きいが、片理面系のものを除くと低角度に傾斜するものが多い。また、12m付近で開口量が急激に増大する。

25.15～33.1m　閃緑岩類

25～27.5m間はマサ状コアと堅岩が繰り返し分布し、やや優白質。29.4～30.1mはやや粗粒な花崗閃緑岩。

33.1～55m　砂質片麻岩

堅硬かつ新鮮で、片麻状構造の顕著な砂質片麻岩。片理面は 40～50°程度。ボアホールデータによる片理面は北東走向に集中するが、傾斜は南北にばらつく。開口亀裂は北西走向で 30°程度傾斜するものが卓越する。

② 岩盤状況：

岩着～8.2m　D級ゾーン

マサ状の軟質コアと堅岩が繰り返し分布する。

8.2～12.0m　CL級ゾーン

岩片は堅硬であるが、割れ目沿いの砂質夾雑物が顕著に認められる。12m付近で開口量が急激に増大することから、これより上位の地層は緩み気味と判断される。

12.0～15.3m　CM級ゾーン

硬さB程度で、割れ目沿いは酸化気味である。

15.3～55m　CH級ゾーン

岩片は堅硬かつ新鮮であるが、21m付近まで割れ目沿いはやや酸化気味で25～27.5mはマサ状コアからなり、D～CL級相当。

③　変質：

13m付近　白色を呈し、軟質。

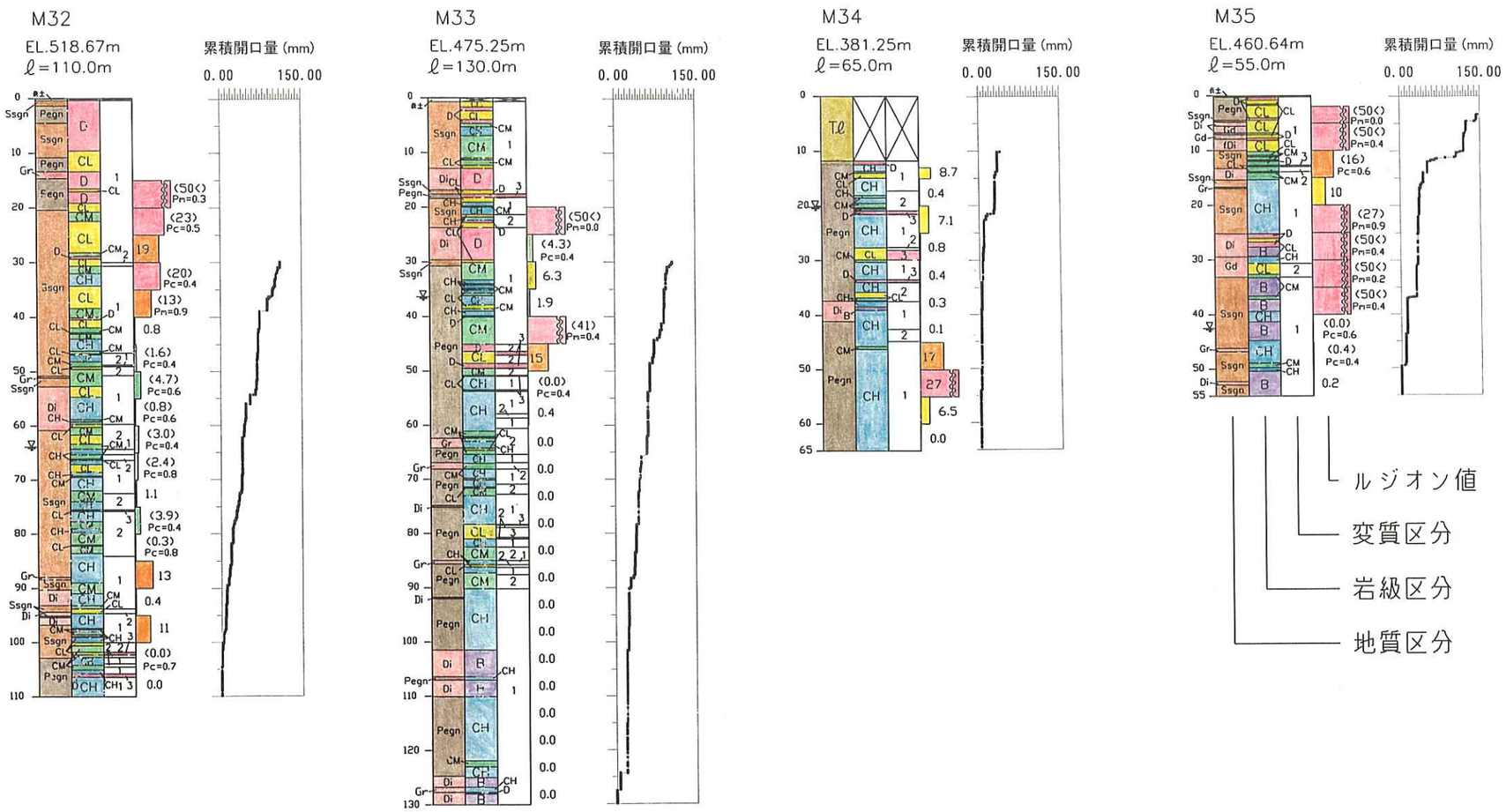
④　透水性：

40mまではほとんど50ルジオン以上の高透水部で、それ以深では1ルジオン以下になる。

⑤　地下水位：

最終孔内水位　GL.-42.5m（平成13年2月3日観測）

削孔時は掘削に伴って水位も徐々に低下し、GL.-43m付近で安定。

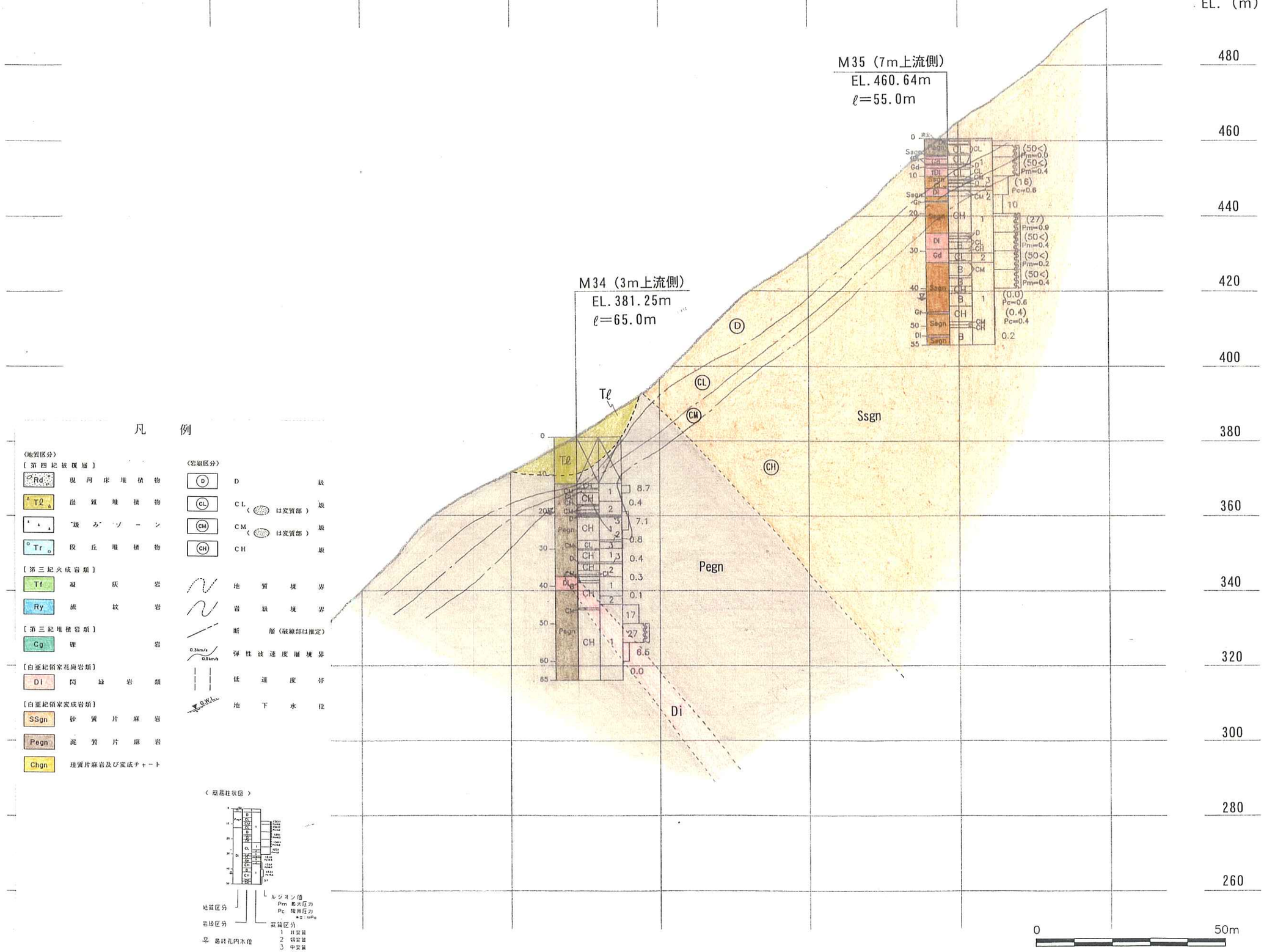


S=1/1,000

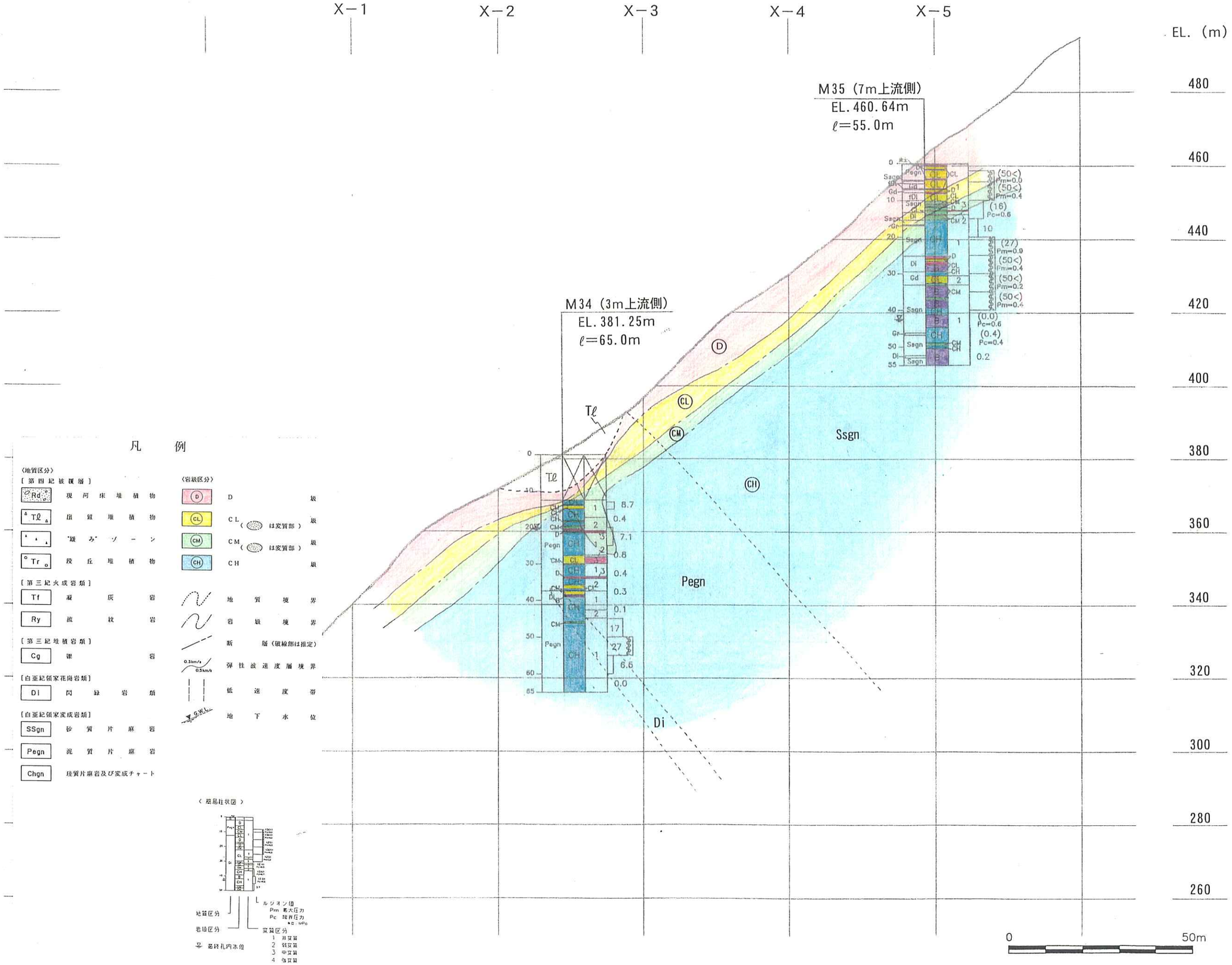
凡　例

地質区分	Tℓ	崖錐堆積物	変質区分	1	非変質
	Tf	凝灰岩		2	弱変質
	Ry	流紋岩		3	中変質
	Di	閃緑岩類		4	強変質
	Ssgn	砂質片麻岩			
	Pegn	泥質片麻岩	ルジオン値	Pm	最大圧力
	Chgn	珪質片麻岩		Pc	限界圧力
					単位：MPa
岩級区分	D	D級			
	CL	CL級		▽	孔内水位
	CM	CM級			
	CH	CH級			

図－ 4.5　新規ボーリング孔の簡易柱状図



図− 4.6　Y－1－20 断面（地質）



図－ 4.7　Ｙ－１－20 断面（岩級）

4.4　新規試掘横坑

今年度には左右岸１坑ずつの試掘横坑が実施されている。本章では、本業務において修正した地質区分および岩級区分基準（案）に従って観察を実施した結果について整理する。なお、走向・傾斜の後ろの記号は割れ目の性状を示したもので、F:断層，MF:小断層，SP:せん断面，Tj:引張亀裂，OP:開口割れ目，j:節理，fop またはS:片理を表しており、破砕幅が10 cm以下で粘土幅が１mm以下のものを小断層とした。

（１）　ＴＬ－２坑（坑口標高：EL.408.118m　掘進長：113.4m

掘進方向:260°（坑口～14m),198°（14m以深））

本横坑は左岸高位標高深部の高透水部における岩盤状況の確認を目的として実施された横坑である。ＴＬ－２坑の横坑展開図を図－ 4.8，図－ 4.9に示す。

本坑に分布する地質は主に坑口側から泥質片麻岩と珪質片麻岩からなり、その間に閃緑岩類が貫入する。片麻岩類には片麻状構造が発達し、ほぼ東西走向で北に 60～70° 程度傾斜しており、珪質片麻岩中には微褶曲構造がしばしば認められる。大規模な断層破砕帯は分布しておらず、82m付近の泥質片麻岩と閃緑岩の境界部で、変質を伴う連続性の悪い小規模な断層が認められる。

45m付近までは壁面全体に酸化が著しく、割れ目も開口気味である。それ以深はおおむね新鮮であるが、64～67m間は全体に酸化が著しく、やや軟質化している。また、82m付近の小規模断層より坑奥側では割れ目沿いの酸化が局部的に顕著で、滴水がしばしば認められる。

①　地質状況：

坑口～4.7m付近　崖錐堆積物（Tℓ）

4.7～10m付近　泥質片麻岩（Pegn）

10m付近～19m付近　崖錐堆積物（Tℓ）？

21mまで全面矢板で覆われており、詳細は不明。崖錐堆積物であると仮定

すれば、表層地形が沢状にくぼんでいるため分布すると考えられる。

19m付近～33.9m　泥質片麻岩（Pegn）

29～30m上流壁は、砂質片麻岩

33.9～41.2m　砂質片麻岩（Ssgn）

35m付近上流壁は矢板で覆われているが、閃緑岩類が不規則に分布する。

41.2～59.5m　泥質片麻岩（Pegn）

59.5～63.6m　珪質片麻岩（Chgn）

泥質片麻岩との境界は漸移的

63.6～90.1m　閃緑岩類（Di）

82～84mは泥質片麻岩で、上流壁における境界部は不規則。

90.1～106.3m　珪質片麻岩（Chgn）

106.3～113.4m　泥質片麻岩（Pegn）

閃緑岩が不規則に貫入する。

横坑沿いの地質断面図を図－ 4.10に示す。ただし、本坑は深度14mで屈曲しているため、それより奥側のみを図示している。図－ 4.11も同様である。

②　岩盤状況：

岩着～20m付近　D級ゾーン

全面矢板で覆われているため詳細は不明であるが、矢板で覆わなければならない岩盤状況であることを考慮してD級相当と判断する。

20～44.2m　ＣＬ級ゾーン

全般に酸化が著しく、軟質である。割れ目は開口気味で、一部に流入粘土を伴う。タマ状にＣＭ級ないしＣＨ級岩盤を含む。

44.2～53.9m　ＣＭ級ゾーン

壁面～踏前にかけてはＣＨ級相当であるが、天端の岩盤状況がやや悪い。

53.9～切羽　ＣＨ級ゾーン

64.3～67.5m間はＣＬ級。酸化が顕著で割れ目間隔は広いものの軟質であり、一部の表面部はマサ状を呈する。67.5mの高角度割れ目により酸化が規制されている。

81.9～82.7m間はＤ級。小規模な断層による変質部で、閃緑岩と泥質片麻岩の境界部にほぼ相当する。堅岩との境界は坑口側の閃緑岩側では不規則であり、明瞭な断層としては認識できない。

85～88m間は割れ目沿いに酸化しており、滴水が顕著である。

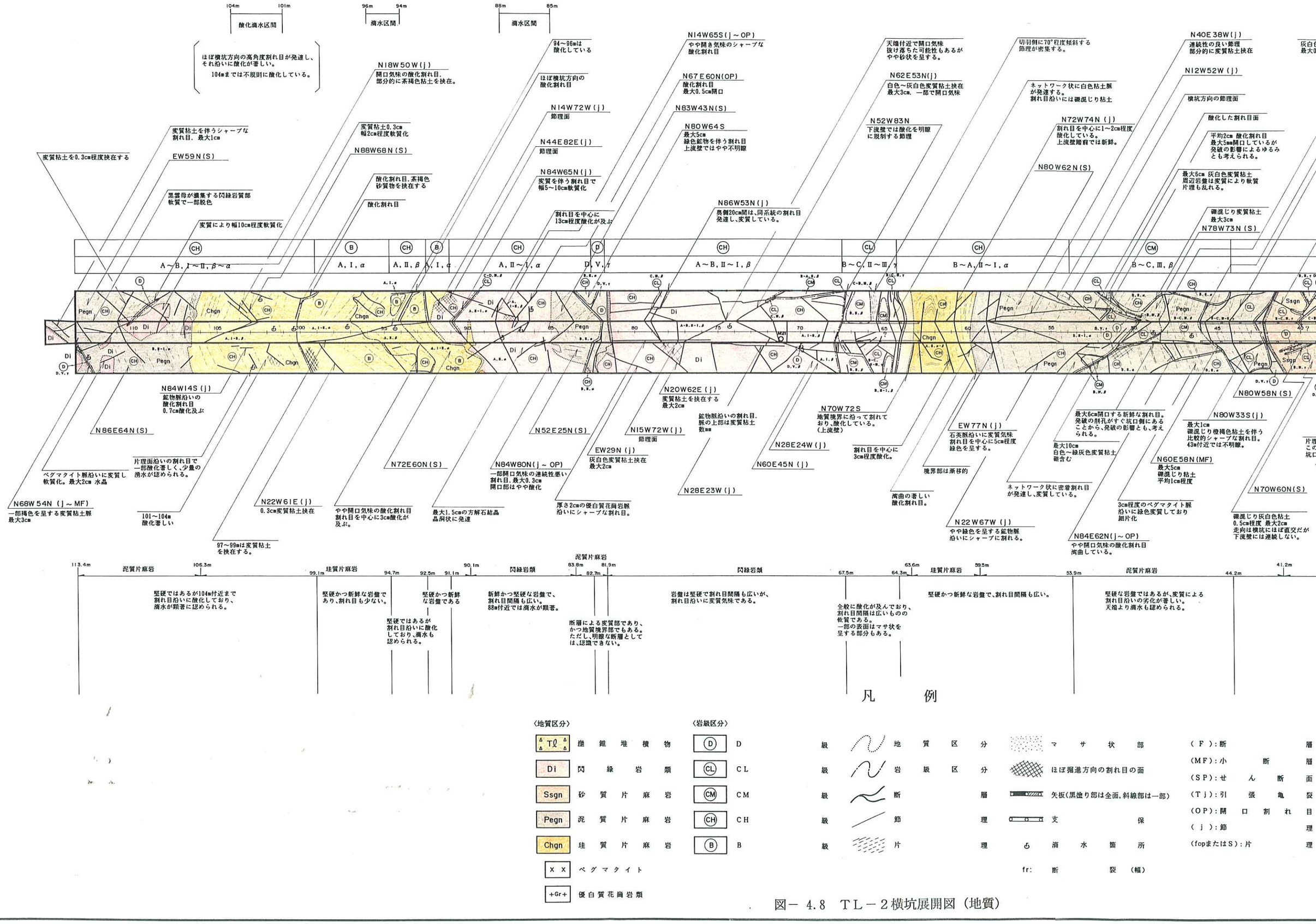
101～104m間は酸化しており、滴水している。また、割れ目沿いに局部的に変質しており、変質粘土を伴う。

横坑沿いの岩級区分断面図を図－ 4.11に示す。これを見ると、②測線より川側でＤ級相当岩盤が急に深くなることが分かる。地質は閃緑岩類が貫入している部分に相当し、表層付近でもあることから選択的に風化が促進されたことによると考えられる（5.2.4章参照）。

③　留意点：

横坑内における湧水あるいは水の滲み出しは、46～50m、74m付近、87m付近、92～104mの割れ目において認められる。これらの透水部はいずれも高角度の酸化割れ目を有しており、割れ目を中心に数cm～10 cm程度は酸化している。これらの割れ目は片麻岩中の片理沿いの割れ目または閃緑岩中の高角度節理に沿ったものであり、初生的なこれらの割れ目系がやや開き気味になったものと考えられる。

坑口から深度 21mまでは坑壁保護矢板に全面覆われているため詳細は不明であるものの、20m付近までは風化の影響が著しい。周辺のボーリング孔（M19 孔）では 30m（EL.396m）付近までＤ級岩盤とＣＬ級岩盤が繰り返し分布しており、左岸中～高位標高部では風化がかなり深いことが予想される。

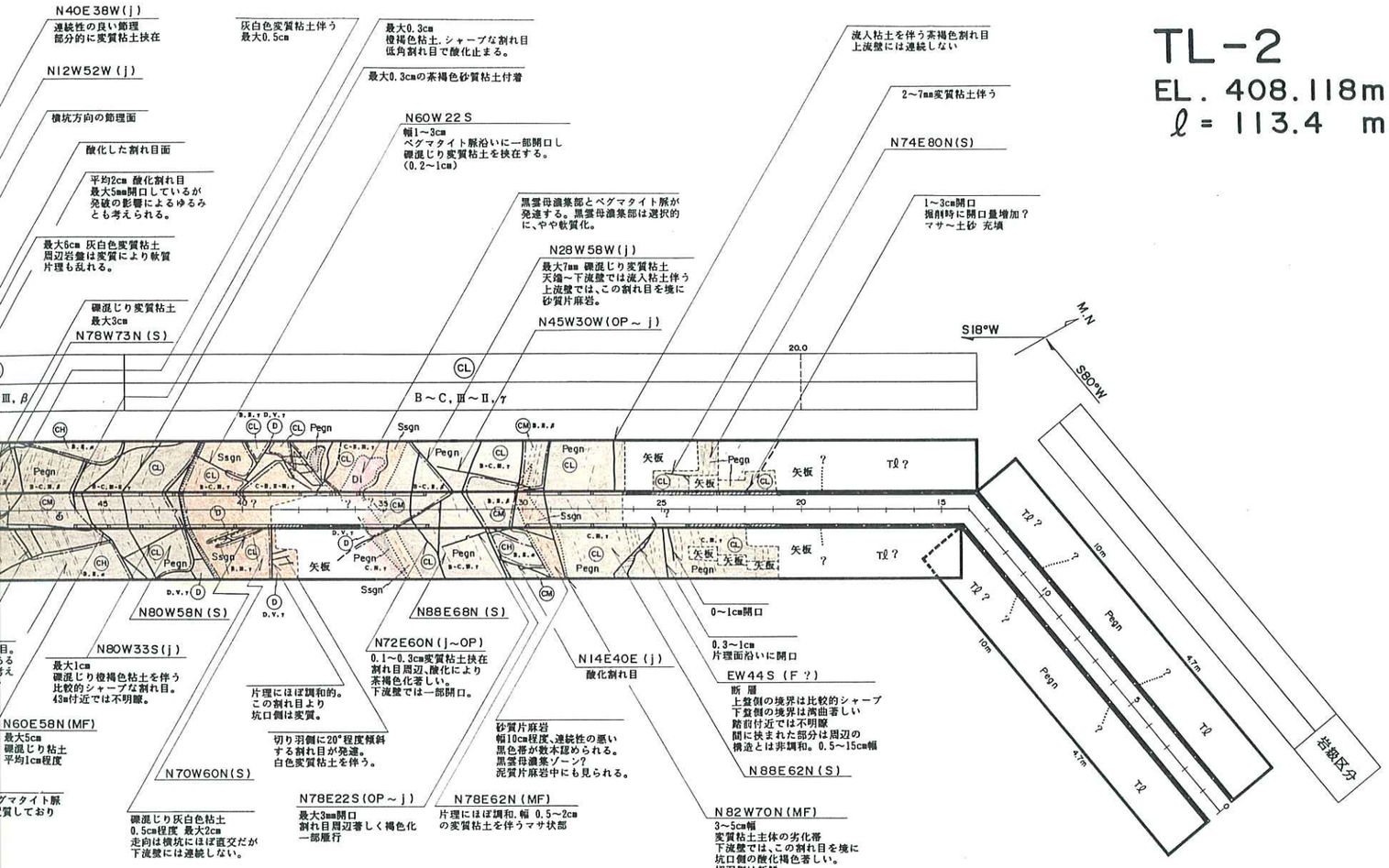


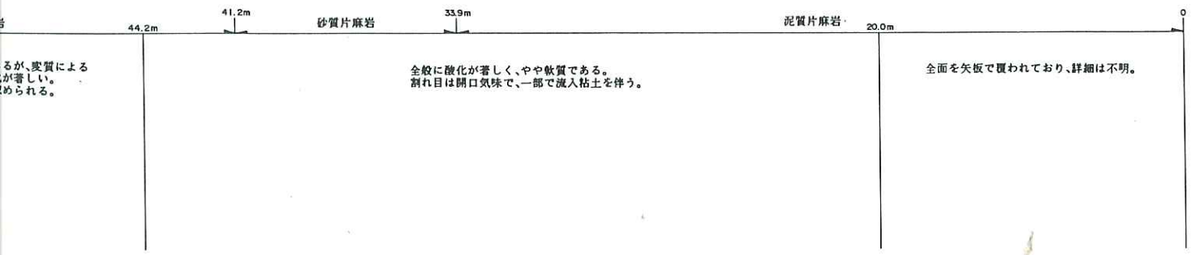
図－ 4.8　TL－2横坑展開図（地質）

TL-2

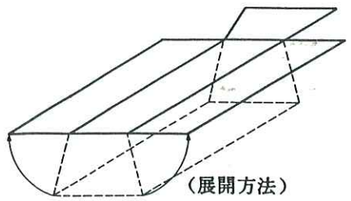
EL. 408.118m

ℓ = 113.4 m





(F):断層
(MF):小断層
(SP):せん断面
(Tj):引張亀裂
(OP):開口割れ目
(j):節理
(fopまたはS):片理



(展開方法)

S=1:100

0 1 2 3 4 5 10m

平成12年度 設楽ダム 地質総合解析業務	
図種	TL-2坑 横坑展開図(地質)
縮尺	1/100
図面番号	付図-1.30
設楽ダム調査事務所	

104m 101m 酸化滴水区間

ほぼ横坑方向の高角度割れ目が発達し、それ沿いに酸化が著しい。
104mまでは不規則に酸化している。

96m 94m 滴水区間

88m 85m 滴水区間

N18W50W(j)
開口気味の酸化割れ目、部分的に茶褐色粘土を挟在。

94～96mは酸化している

ほぼ横坑方向の酸化割れ目

N14W72W(j)
節理面

N44E82E(j)
節理面

N84W65N(j)
変質を伴う割れ目で幅5～10cm軟質化

割れ目を中心に13cm程度酸化が及ぶ

N14W65S(j～OP)
やや開き気味のシャープな酸化割れ目

N67E60N(OP)
酸化割れ目
最大0.5cm開口

N83W43N(S)

N80W64S
最大5cm
緑色鉱物を伴う割れ目
上流壁ではやや不明瞭

N86W53N(j)
奥側20cm間は、同系統の割れ目発達し、変質している。

天端付近で開口気味
抜け落ちた可能性もあるがやや砂状を呈する。

N62E53N(j)
白色～灰白色変質粘土挟在
最大3cm、一部で開口気味

N52W83N
下流壁では酸化を明瞭に規制する節理

切羽側に70°程度傾斜する節理が密集する。

ネットワーク状に白色粘土脈が発達する。
割れ目沿いには礫混じり粘土

N72W74N(j)
割れ目を中心に1～2cm程度酸化している。
上流盤踏前では新鮮。

N80W62N(S)

N40E38W(j)
連続性の良い節理
部分的に変質粘土挟在

N12W52W(j)

横坑方向の節理面

酸化した割れ目面

平均2cm 酸化割れ目
最大5mm開口しているが発破の影響によるゆるみとも考えられる。

最大6cm 灰白色変質粘土
周辺岩盤は変質により軟質片理も乱れる。

礫混じり変質粘土
最大3cm

N78W73N(S)

変質粘土を0.3cm程度挟在する

変質粘土を伴うシャープな割れ目、最大1cm

EW59N(S)

黒雲母が濃集する閃緑岩質部軟質で一部脱色

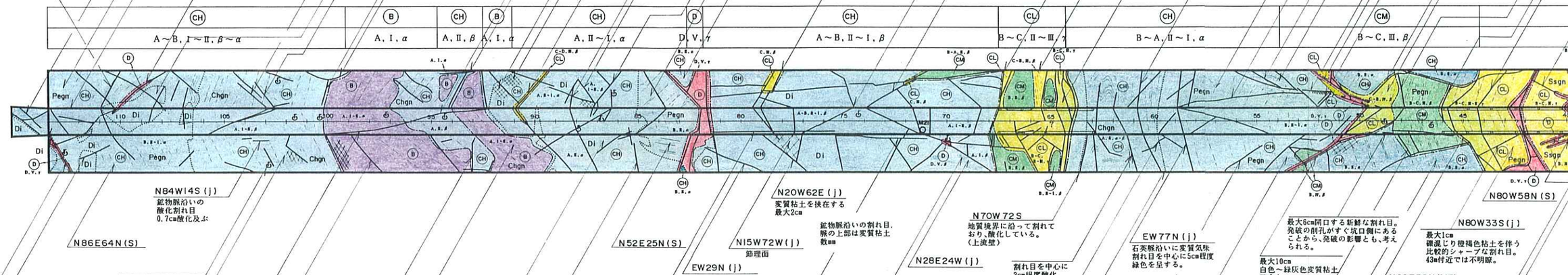
変質により幅10cm程度軟質化

酸化割れ目、茶褐色砂質物を挟在する

酸化割れ目

変質粘土0.3cm
幅2cm程度軟質化

N88W68N(S)



N84W14S(j)
鉱物脈沿いの酸化割れ目
0.7cm酸化及ぶ

N86E64N(S)

片理面沿いの割れ目で一部酸化著しく、少量の湧水が認められる。

ペクマタイト脈沿いに変質し軟質化。最大2cm 水晶

N68W54N(j～MF)
一部褐色を呈する変質粘土脈
最大3cm

101～104m
酸化著しい

N22W61E(j)
0.3cm変質粘土挟在

97～99mは変質粘土を挟在する。

N72E60N(S)

やや開口気味の酸化割れ目
割れ目を中心に3cm酸化が及ぶ。

最大1.5cmの方解石結晶
晶洞状に発達

N52E25N(S)

N84W80N(j～OP)
一部開口気味の連続性悪い割れ目、最大0.3cm
開口部はやや酸化

厚さ2cmの優白質花崗岩脈沿いにシャープな割れ目。

N20W62E(j)
変質粘土を挟在する
最大2cm

N15W72W(j)
節理面

EW29N(j)
灰白色変質粘土挟在
最大2cm

鉱物脈沿いの割れ目、脈の上部は変質粘土数mm

N28E23W(j)

N70W72S
地質境界に沿って割れており、酸化している。
(上流壁)

N28E24W(j)

N60E45N(j)

割れ目を中心に3cm程度酸化。

湾曲の著しい酸化割れ目。

境界部は漸移的

EW77N(j)
石英脈沿いに変質気味
割れ目を中心に5cm程度緑色を呈する。

N22W67W(j)
やや緑色を呈する鉱物脈沿いにシャープに割れる。

最大6cm開口する新鮮な割れ目。
発破の削孔がすぐ坑口側にあることから、発破の影響とも、考えられる。

最大10cm
白色～緑灰色変質粘土礫含む

ネットワーク状に密着割れ目が発達し、変質している。

3cm程度のペグマタイト脈沿いに緑色変質しており細片化

N84E62N(j～OP)
やや開口気味の酸化割れ目
湾曲している。

N60E58N(MF)
最大5cm
礫混じり粘土
平均1cm程度

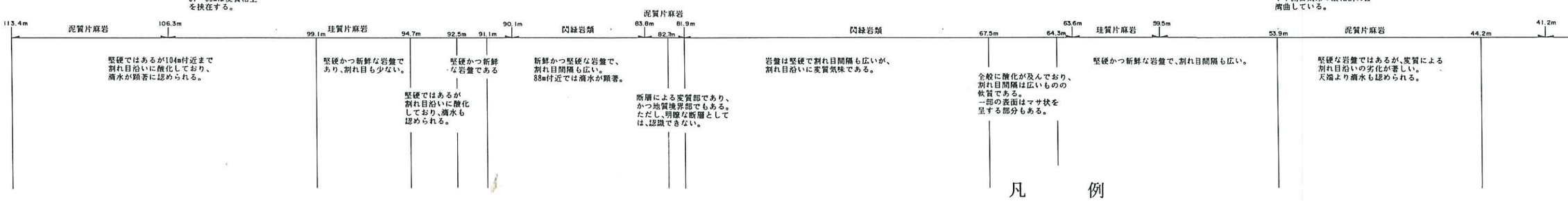
最大1cm
礫混じり橙褐色粘土を伴う比較的のシャープな割れ目。
43m付近では不明瞭。

N80W58N(S)

N80W33S(j)

N70W60N(S

礫混じり灰白色粘土
0.5cm程度 最大2cm
走向は横坑にほぼ直交だ
下流壁には連続しない。



凡　例

〈地質区分〉

Tℓ	崖錐堆積物
Di	閃緑岩類
Ssgn	砂質片麻岩
Pegn	泥質片麻岩
Chgn	珪質片麻岩
x x	ペグマタイト
+Gr+	優白質花崗岩類

〈岩級区分〉

D	D級
CL	CL級
CM	CM級
CH	CH級
B	B級

地質区分
岩級区分
断層
節理
片理

マサ状部
ほぼ掘進方向の割れ目の面
矢板(黒塗り部は全面、斜線部は一部)
支保
湧水箇所
fr: 断裂(幅)

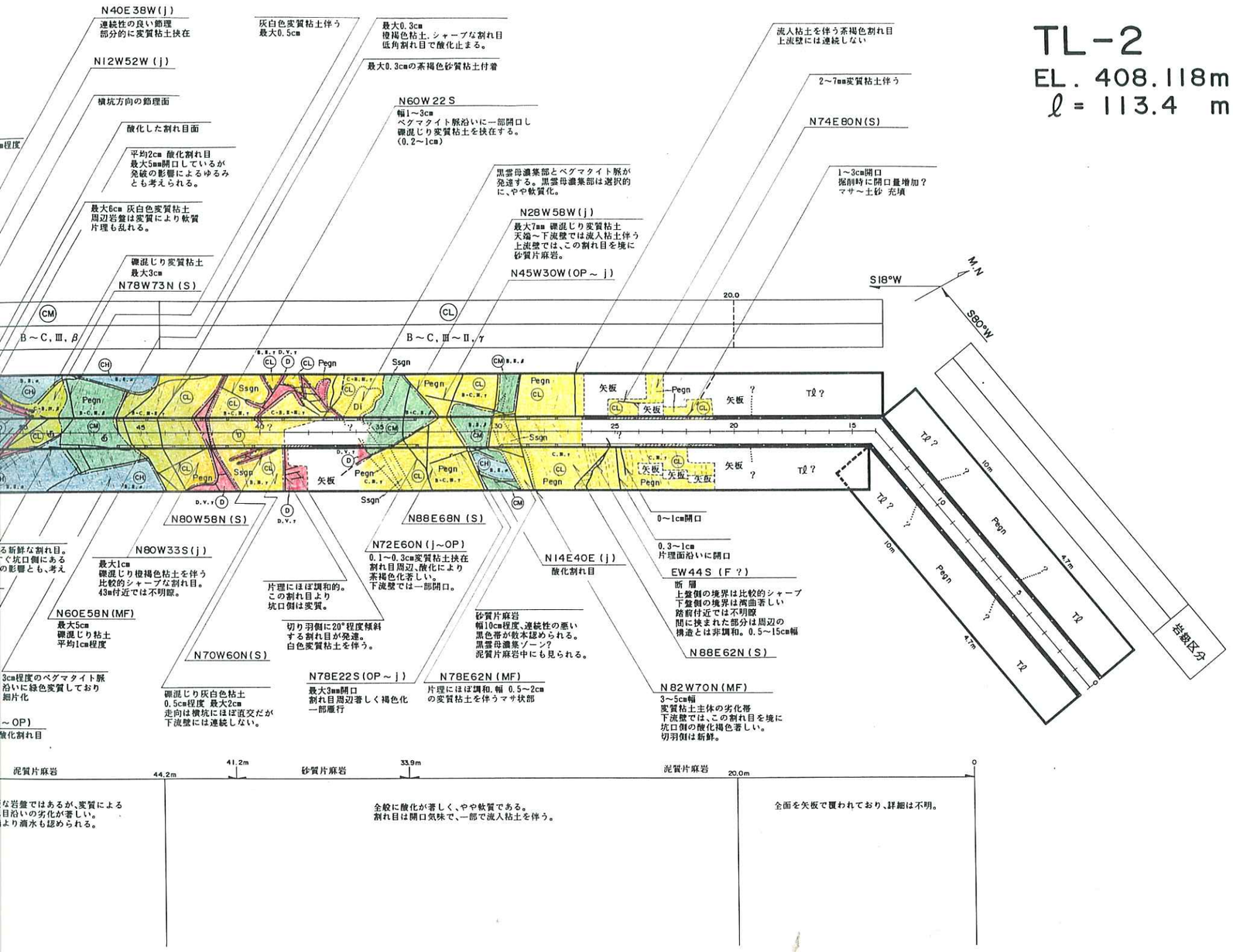
(F):断
(MF):小断
(SP):せん断
(Tj):引張亀
(OP):開口割れ
(j):節
(fopまたはS):片

図－ 4.9　ＴＬ－２横坑展開図（岩級）

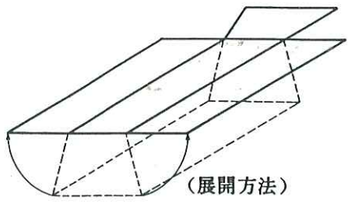
TL-2

EL. 408.118m

ℓ = 113.4 m



部 (F):断層
(MF):小断層
れ目の面 (SP):せん断面
面、斜線部は一部) (Tj):引張亀裂
(OP):開口割れ目
保 (j):節理
所 (fopまたはS):片理
(幅)


(展開方法)

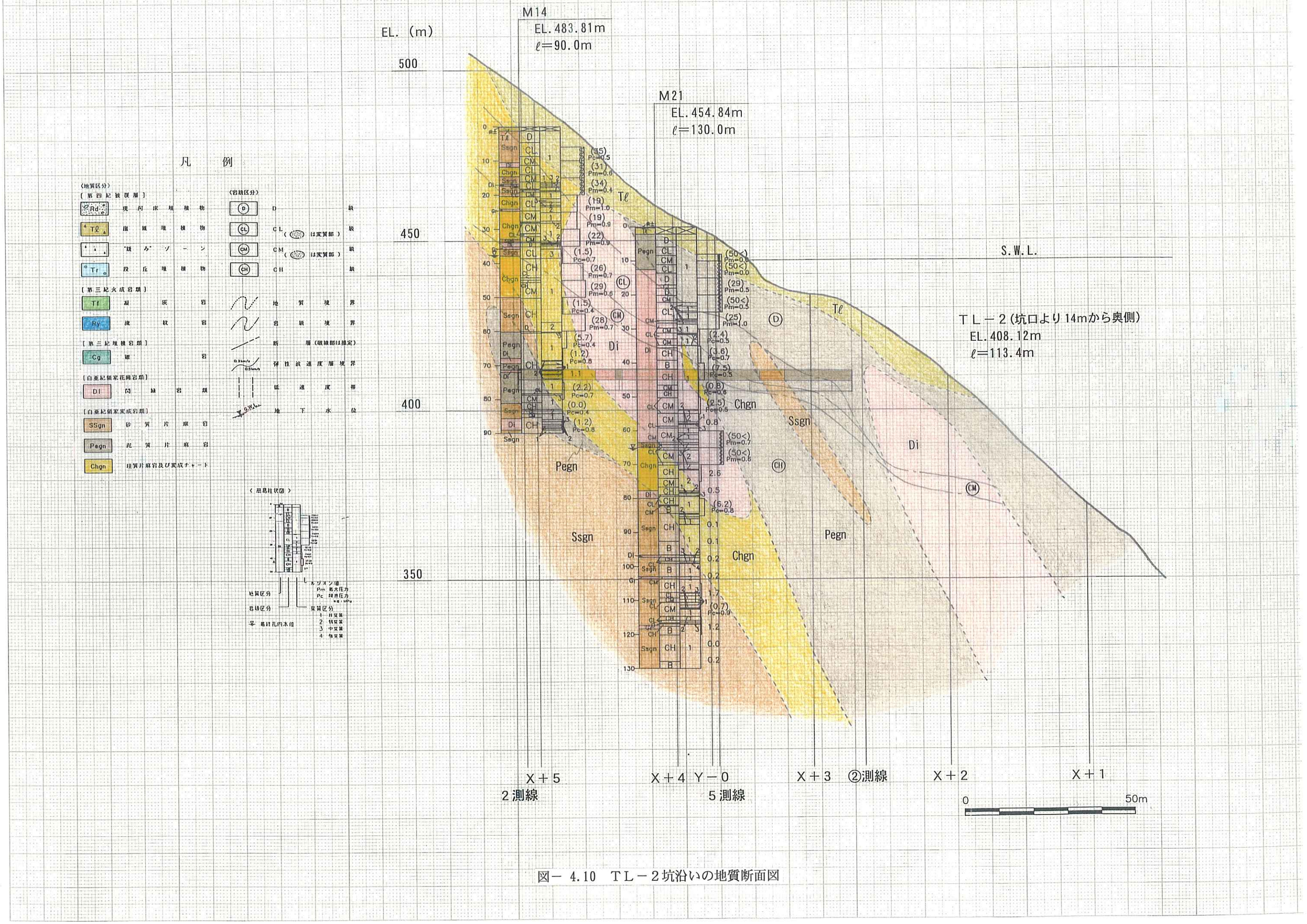
S=1:100

0 1 2 3 4 5 10m

平成12年度
設楽ダム 地質総合解析業務

図種	TL－2坑 横坑展開図（岩級）
縮尺	1/100
図面番号	付図－1.31

設楽ダム調査事務所



図－ 4.10　ＴＬ－２坑沿いの地質断面図

凡　例

（地質区分）

［第四紀被覆層］

Rd	現河床堆積物	D	D 級
Tℓ	崖錐堆積物	CL	CL 級（ は変質部 ）
	風化ゾーン	CM	CM 級（ は変質部 ）
Tr	段丘堆積物	CH	CH 級

［第三紀火成岩類］

Tf	凝灰岩		地質境界
Ry	流紋岩		岩級境界
			断層（破線は推定）

［第三紀堆積岩類］

Cg	礫岩	0.8km/s 0.5km/s	弾性波速度層境界
			低速度帯

［白亜紀領家花崗岩類］

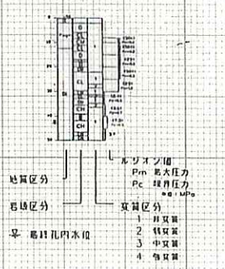
Di	閃緑岩類	G.W.L.	地下水位

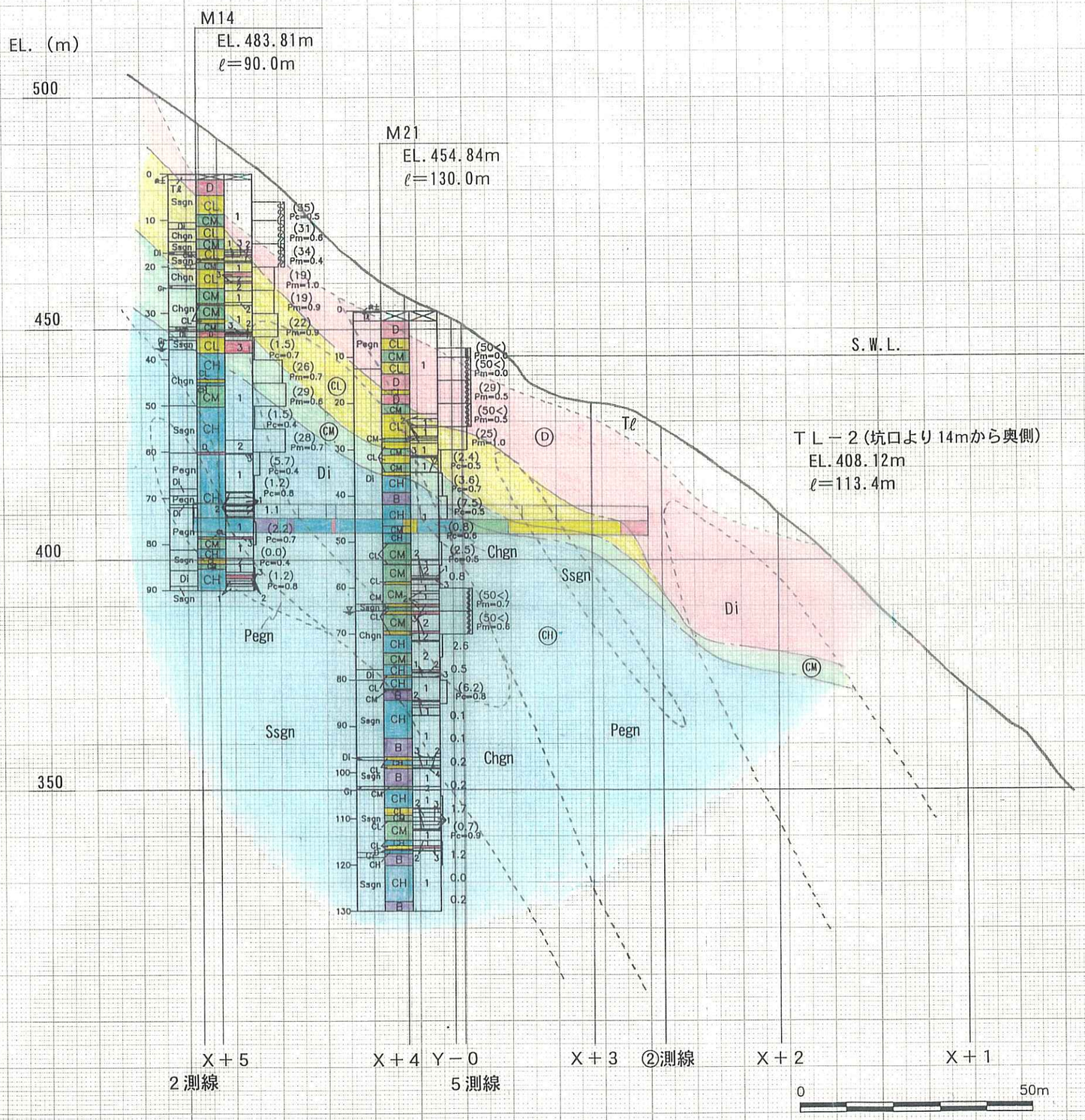
［白亜紀領家変成岩類］

SSgn	砂質片麻岩
Pegn	泥質片麻岩
Chgn	珪質片麻岩及び変成チャート

（岩級区分）

（ 孔口標高 ）





図－ 4.11　ＴＬ－２坑沿いの岩級区分断面図

（2）　ＴＲ－３坑（坑口標高：EL.357.990m　掘進長：100m　掘進方向：10°）

本横坑は右岸中位標高部に分布する変質劣化部の分布・性状を把握することを目的として実施された横坑である。ＴＲ－３坑の横坑展開図を図－ 4.12，図－4.13に示す。

本坑に分布する地質は主に泥質片麻岩で、砂質片麻岩を少量はさみ、小規模な閃緑岩類が 80m以深に貫入する。泥質片麻岩には片麻状構造が発達し、ほぼ東西走向で北に 60° 程度傾斜しており、局部的に微褶曲構造が認められる。大規模な断層破砕帯は分布していないが、34～41m付近でＣＬ～Ｄ級相当の変質帯が分布する。また、97m以深でも変質帯が分布するが、規模は比較的小さい。

94m付近で中角度割れ目（N45° E40° S）から 10ℓ/min 程度の湧水が発生しているが、周辺のボーリング（M25 孔）では高透水部は認められない。

① 地質状況：

0.0～41.2m　泥質片麻岩（Pegn）

坑口付近に珪質片麻岩が分布する。

9m付近に白色鉱物に富んだ厚さ 40 cm程度の粗粒花崗岩（ペグマタイト）が片麻岩の構造を切って分布する（N52° W38° S）。

41.2～46.2m　砂質片麻岩（Ssgn）

46.2～81.7m　泥質片麻岩（Pegn）

坑口側の砂質片麻岩との境界はシャープな割れ目で、幅 5 cm程度の白色粘土を伴う。

81.7～85.1m　閃緑岩（Di）

85.1～切羽　泥質片麻岩（Pegn）

小規模な閃緑岩類を含む。

95m以深では片麻状構造は不明瞭。

横坑沿いの地質断面図を図－ 4.14に示す。

② 岩盤状況：

0.0～2.0m　ＣＬ級ゾーン

岩片は硬質で割れ目間隔も広いが、割れ目沿いの褐色化が著しく、開口気味である。一部には流入粘土を挟在する。Ｄ級相当岩盤は分布しない。

2.0～6.4m　ＣＭ級ゾーン

岩片は硬質で割れ目間隔も広いが、高角度割れ目沿いに劣化が著しくやや開口気味の割れ目も認められる。6mの天端付近は流入土砂が認められ、開口している。

6.4～28.2m　ＣＨ級ゾーン

9m付近に連続するペグマタイトは酸化が著しく、ＣＬ級相当。

18～25m付近は局部的にＣＭ～ＣＬ級岩盤。

28.2～35.1m　ＣＭ級ゾーン

岩片は硬質であるが、片麻状構造に沿って割れやすく割れ目間隔が狭い。全体に変質作用を受けている。

35.1～41.3m　変質ＣＬ級ゾーン

変質が著しく、全体に軟質。

35.1～36.3mは角礫混じり粘土状で、Ｄ級岩盤。

41.3～48.8m　ＣＭ級ゾーン

岩片は堅硬であるが、割れ目沿いに変質粘土を挟在する。45m付近の割れ目（地質境界）は粘土化。

48.8～切羽　ＣＨ級ゾーン

新鮮かつ堅硬な岩盤で、割れ目間隔も広い。閃緑岩分布域はＢ級相当。

96.8m以深は変質が著しく軟質で、ＣＬ～Ｄ級相当。

横坑沿いの岩級区分断面図を図－ 4.15に示す。96.8m以深ではN22° W45° Sの割れ目沿いに変質が著しくＣＬ～Ｄ級相当岩盤であるが、周辺のボーリング孔に同様の性状を持つ割れ目がなく、規模および連続性が現状ではよく分からないため特に図示していないものの、留意が必要である。

③ 留意点：

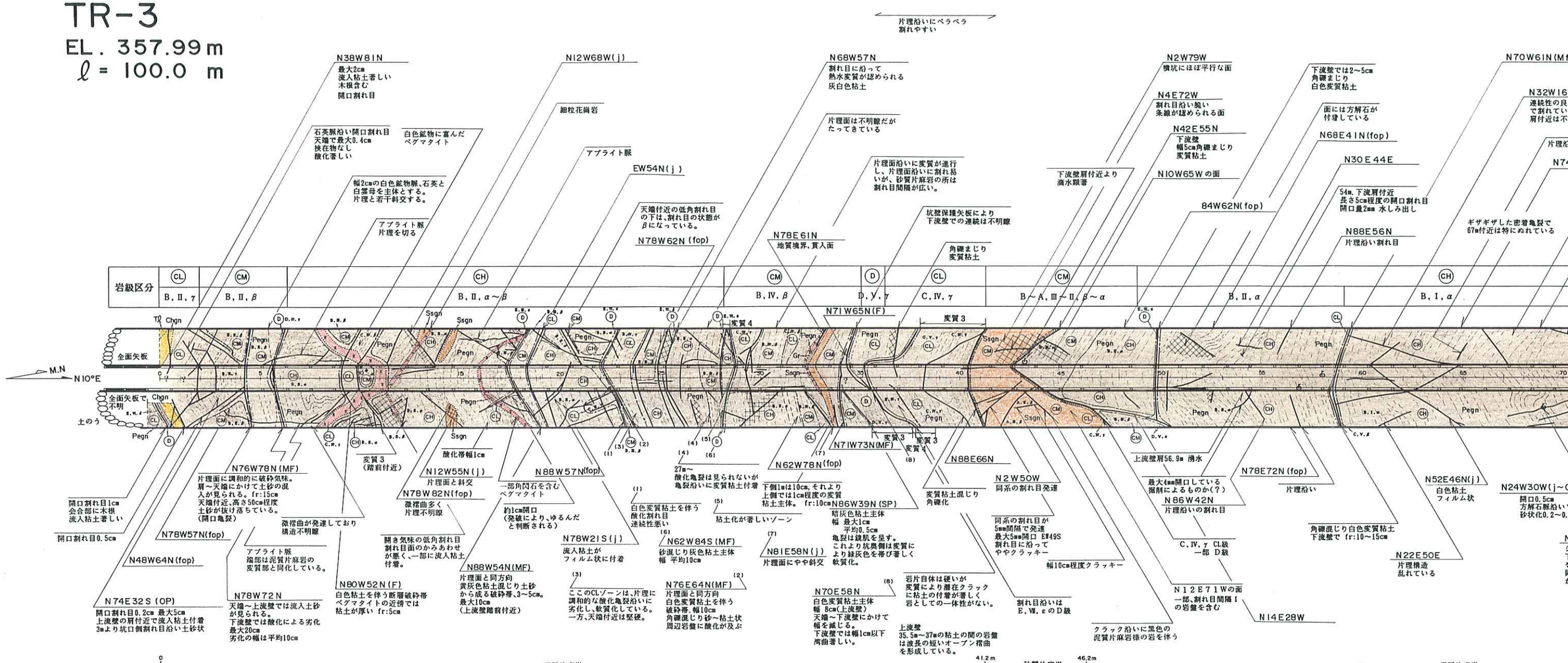
横坑内における湧水あるいは水の滲み出しは、44m付近、50m付近、57m付近、94m付近および96m以深で認められ、特に94m付近下流側肩からは10ℓ/min程度の湧水が認められる。しかしながら、周辺のボーリング孔では標高360m付近に高透水箇所が認められないことから、局所的な現象と考えられる。また、94m付近での湧水は北東走向で南に 40° 程度傾斜する開口割れ目から見られ、横坑内では比較的連続することからその規模と分布に留意が必要と考えられる。ただし、割れ目沿いは付着物なども認められず極めて新鮮であり、その成因については不明である。

切羽付近に工学的に課題となりうるせん断性の断層（?）が認められるが、変質により顕在化しているものの規模的にＤ級相当岩盤の幅が１m程度であることから、現状では大きな課題とはなりにくいと判断されるが、今後の留意事項としてあげられる。

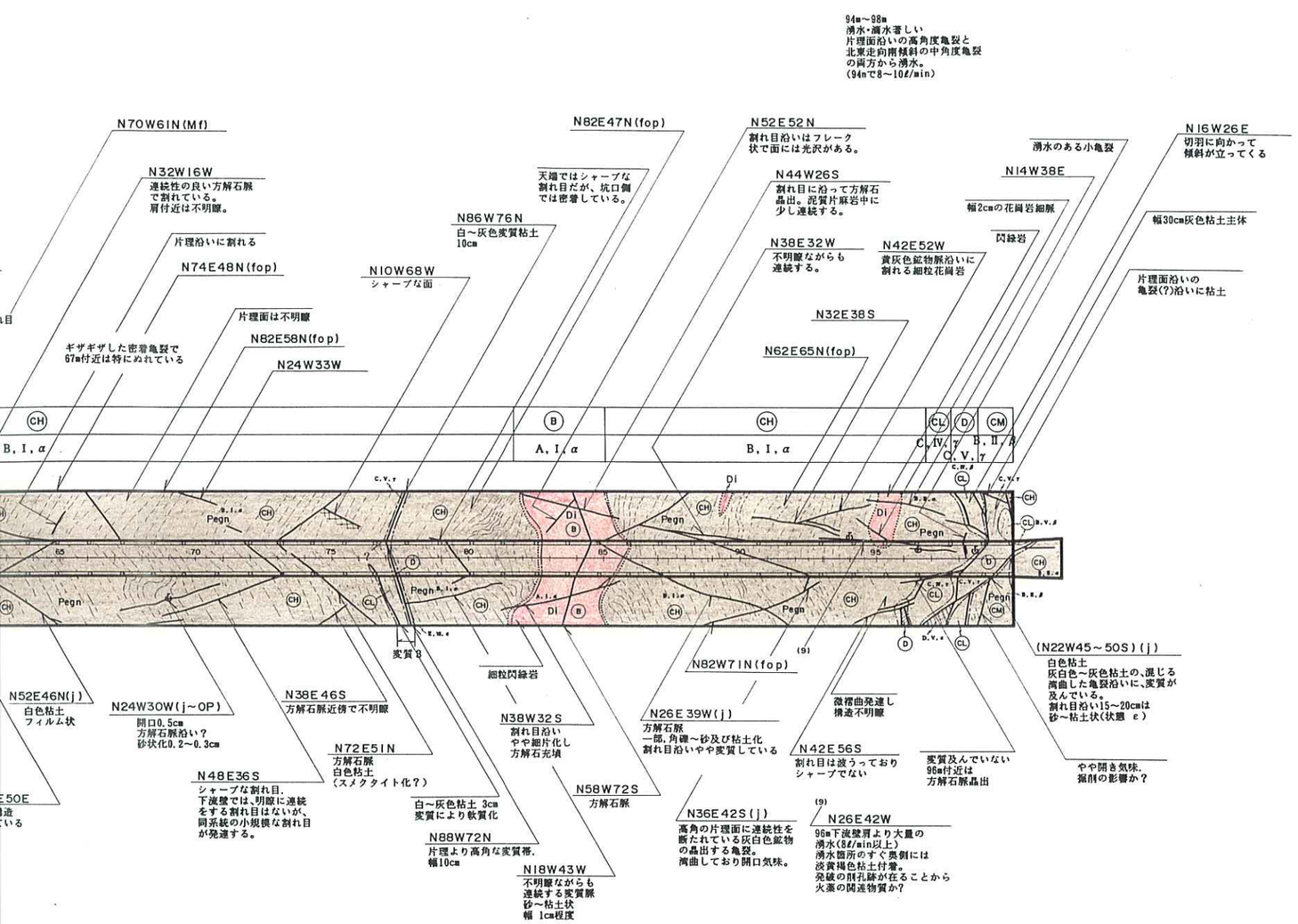
TR-3

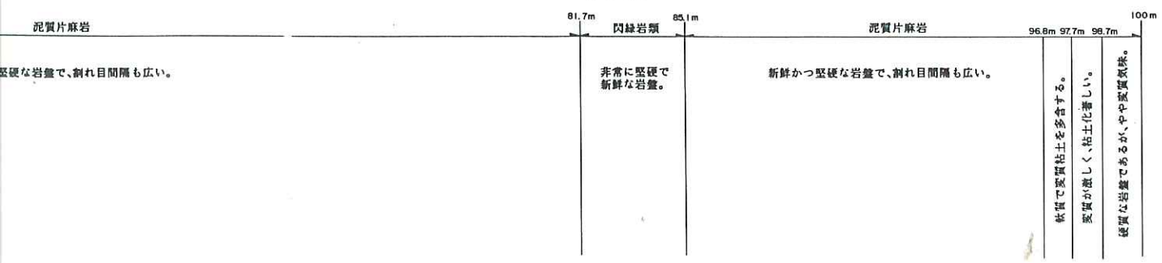
EL. 357.99 m

ℓ = 100.0 m

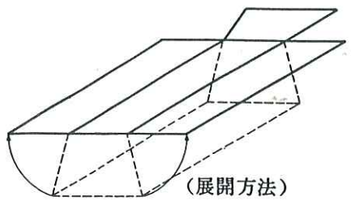


図－ 4.12　ＴＲ－３横坑展開図（地質）





部 (F):断 層
の面 (MF):小 断 層
(SP):せ ん 断 面
線部は一部) (Tj):引 張 亀 裂
(OP):開 口 割 れ 目
保 (j):節 理
所 (fopまたはS):片 理
(幅)


(展開方法)

S=1:100

0 1 2 3 4 5 10m

平成12年度 設楽ダム 地質総合解析業務	
図 種	TR－3坑 横坑展開図(地質)
縮 尺	1/100
図面番号	付図－1.32
設楽ダム調査事務所	

TR-3

EL. 357.99m

ℓ = 100.0 m

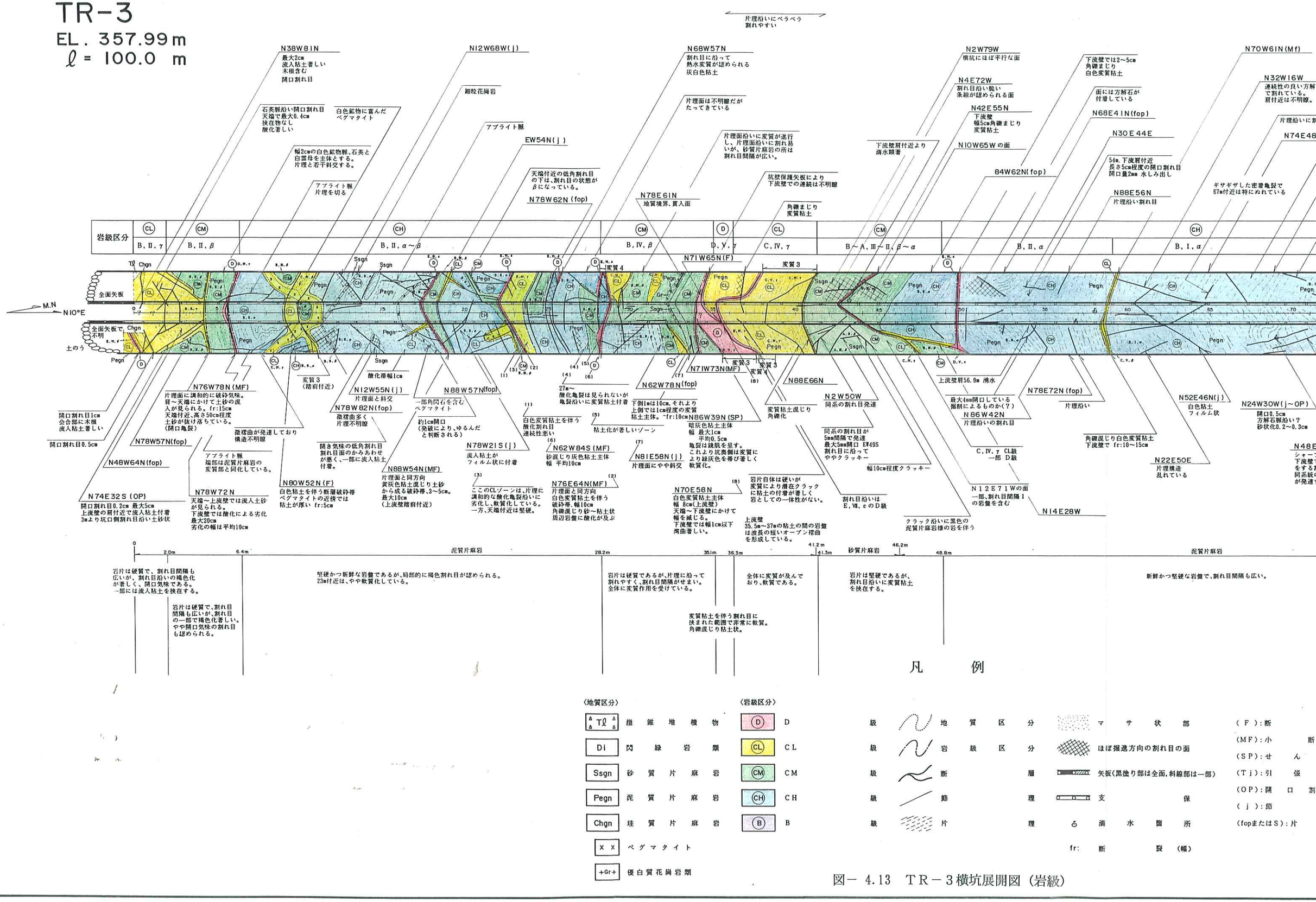
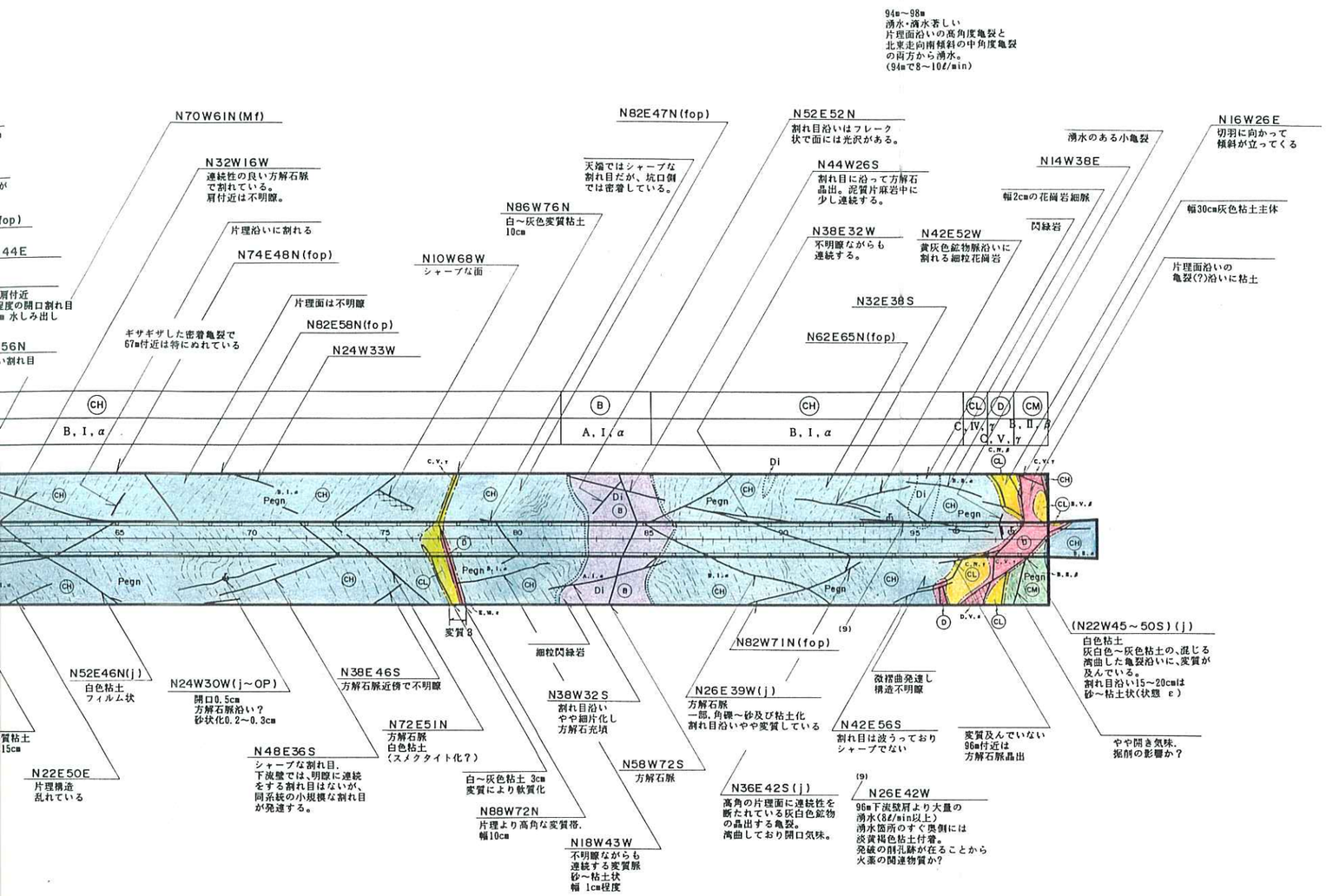
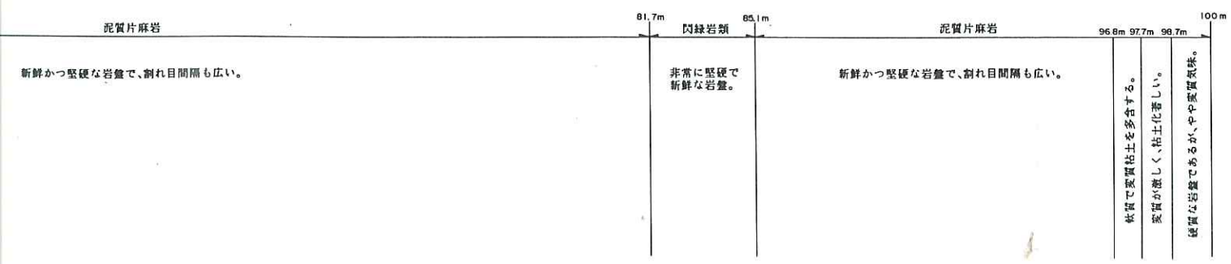


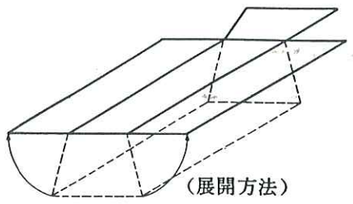
図- 4.13 TR-3横坑展開図(岩級)





状　部
向の割れ目の面
部は全面,斜線部は一部)
保
箇　所
裂　(幅)

(F):断　層
(MF):小　断　層
(SP):せん断面
(Tj):引張亀裂
(OP):開口割れ目
(j):節　理
(fopまたはS):片　理

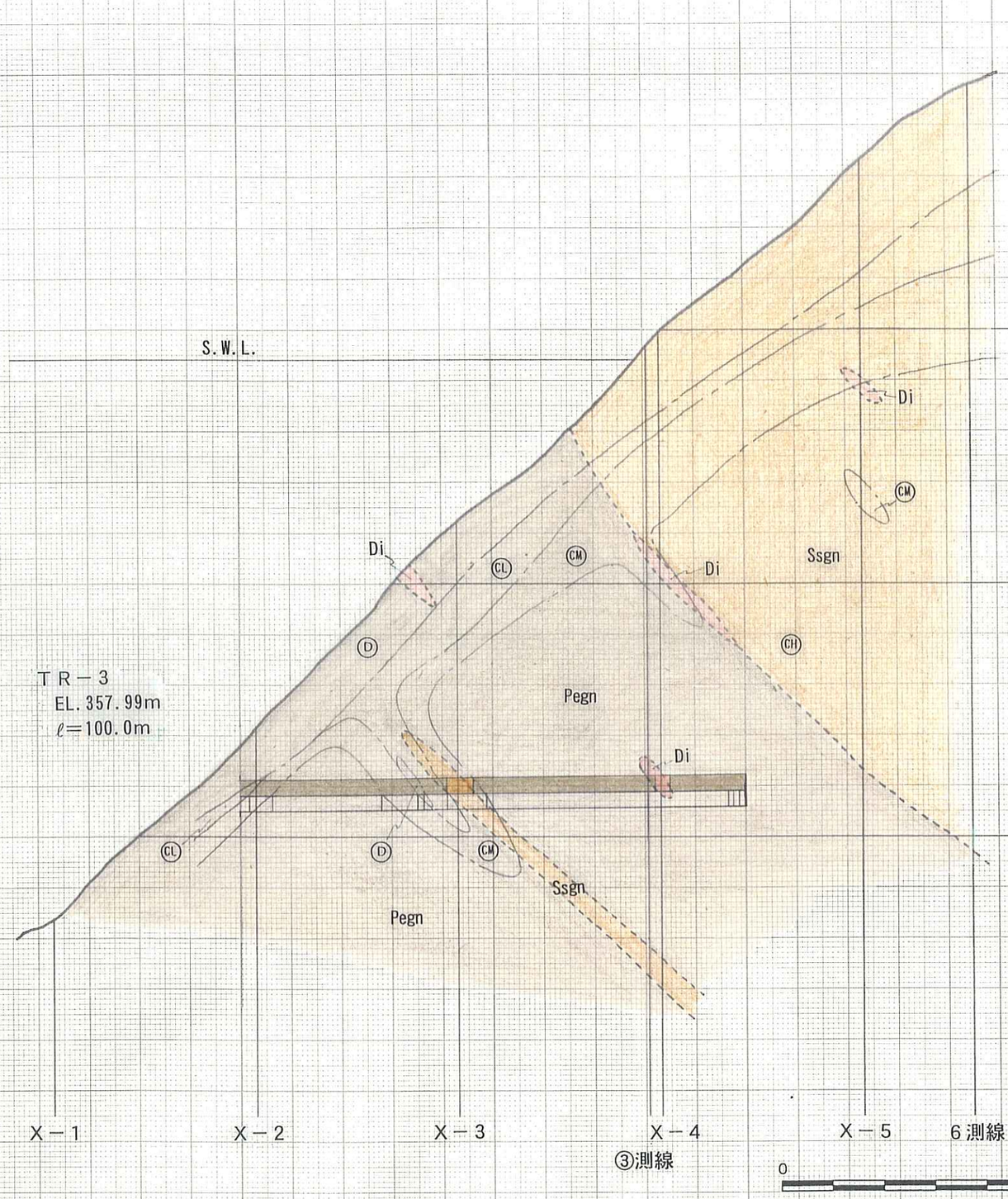

(展開方法)

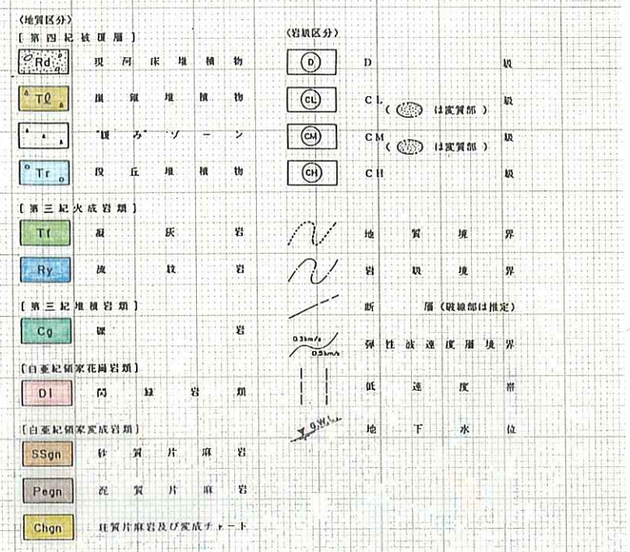
S=1:100
0 1 2 3 4 5 10m

平成12年度
設楽ダム　地質総合解析業務

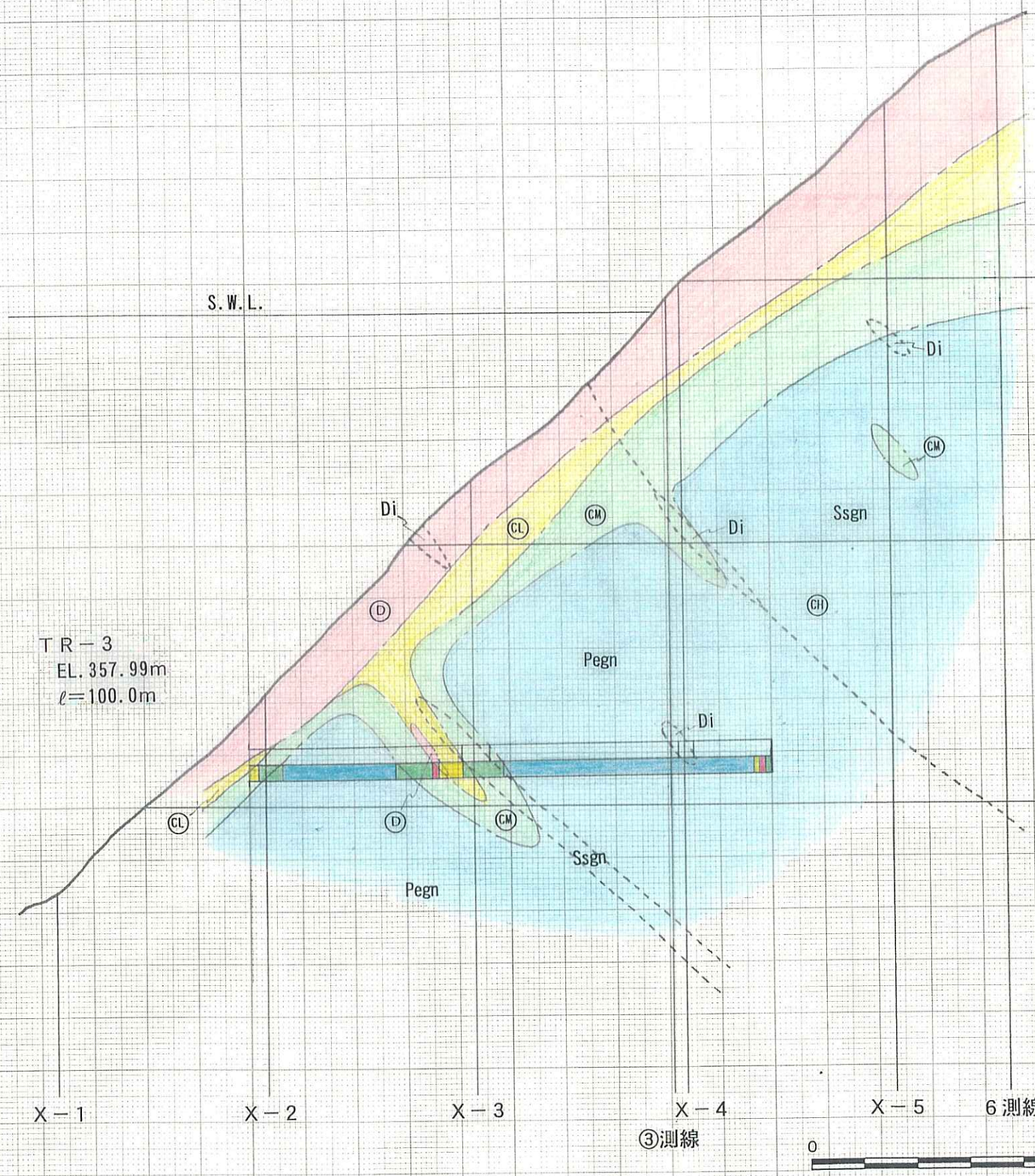
図　種	TR－3坑　横坑展開図(岩級)
縮　尺	1/100
図面番号	付図－1.33

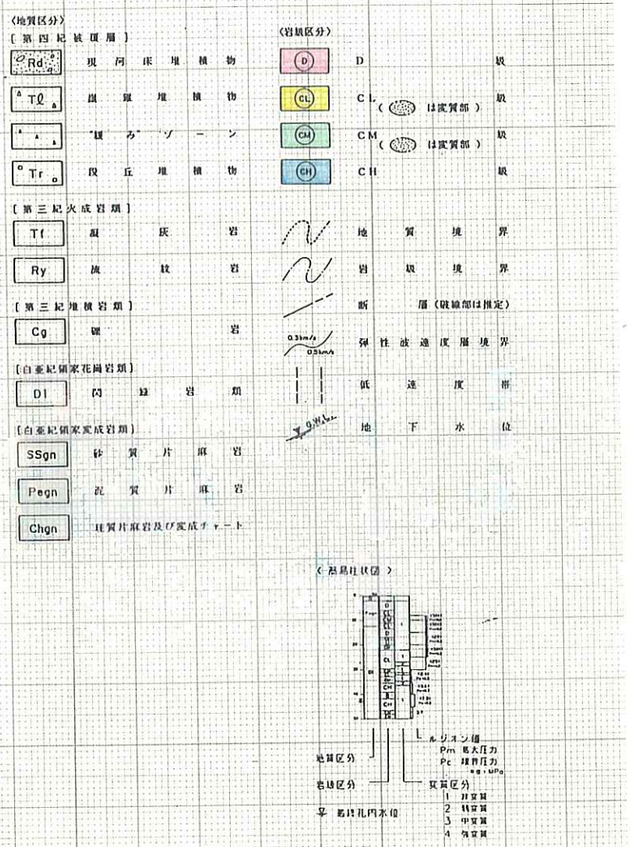
設楽ダム調査事務所





図－ 4.14　ＴＲ－３坑沿いの地質断面図





図－ 4.15　ＴＲ－３坑沿いの岩級区分断面図

4.5　岩石薄片作製・顕微鏡観察

昨年度業務に引き続き、代表的な岩相（地質）、閃緑岩と片麻岩との中間的な岩相などの岩石薄片を作製・顕微鏡観察を行い、地質条件の検討を行うための基礎資料とした。なお、岩石薄片観察結果は、巻末資料Ⅰ「岩石薄片観察結果」に示す。

また、顕微鏡観察結果は岩石薄片からの鑑定結果（地質学的な岩石名）として整理し、ボーリングコア観察による肉眼判定やその岩相の分布，産状を併せて検討し、「地質区分（地質工学的な地質特性も考慮した岩石名）」として昨年度実施分も合わせて整理した。

4.5.1　岩石薄片作製

本業務において岩石薄片作製・顕微鏡観察を実施した箇所は、表－ 4.8に示す通りである（網掛けは昨年度実施分）。

4.5.2　顕微鏡観察結果

本章では、顕微鏡観察結果をもとに各地質区分毎にその特徴を整理する。なお、珪質片麻岩については、本業務において岩石薄片は作製していないが、既往の地質調査・解析業務において実施した結果をもとに整理する。

(1) 泥質片麻岩

主要造岩鉱物は、石英，黒雲母，斜長石からなり、まれにざくろ石や角閃石が認められる。泥質片麻岩の特徴は、黒雲母が顕著な定向配列をしていることである。また黒雲母が濃集している部分とそうでない部分が繰り返しており（肉眼では優黒質部と優白質部が互層状に繰り返している）、両者の境界部（片理面）で割れやすい傾向がある。

(2) 砂質片麻岩

主要造岩鉱物は、石英，長石が大半であり、輝石や雲母などの有色鉱物も存在するがまれである。比較的均質であり（肉眼では灰白色塊状を呈する）、容易には割れない。肉眼では、優白質細粒花崗岩あるいはアプライトと類似している。

(3) 珪質片麻岩

主要造岩鉱物は、石英，長石，黒雲母であり、黒雲母に定向配列が認められる。鉱物組合せや黒雲母の配列は泥質片麻岩と類似しているが、構成鉱物粒子、特に石英粒が泥質片麻岩よりも大きい。これは原岩で珪質部が比較的厚かったためと考えられる。珪質片麻岩も泥質片麻岩と同様に黒雲母の濃集部で割れやすい傾向があるが、石英粒子が大きいため、岩自体は泥質片麻岩よりも硬い。

(4) 閃緑岩類

主要造岩鉱物は、石英，斜長石，黒雲母，角閃石からなる。完晶質で黒雲母と角閃石に定向配列が認められる。まれに黒雲母や角閃石を主とした細粒優黒質部を包有している。

(5) 流紋岩

主要造岩鉱物は、石英，斜長石である。顕著な斑状組織を呈し、自形の斜長石斑晶とガラス質の石基からなる。

(6) 凝灰岩

顕微鏡観察の結果では、砂岩あるいは礫岩と判定される。主要造岩鉱物は石英，斜長石，黒雲母からなり、各鉱物粒は角礫～亜角礫状を呈している。仮にこの岩石が砂岩礫岩といった堆積岩であるとすると、ボーリングコアにおける周辺の岩盤状況から判断して、開口亀裂（表層からのゆるみ部）に地表からの未固結物が供給され堆積し、半固結～固結したものとなる。このような場合には、表層からの風化部に相当することから、周辺は少なからず風化作用による割れ目の酸化ゾ

ーン中に位置するものと考えられる。しかしながら、試料採取箇所は浅いものでも深度 50mで周辺はＣＨ級岩盤であり、風化の影響はほとんど認められない。したがって、表層から開口割れ目に供給され割れ目を充填した堆積物ではなく、地下深部のマグマより供給された火山性の堆積物と考えられる。よって凝灰岩と判断される。広域の地質より、周辺地域に火山活動のあった時期は、新第三紀設楽層群南設亜層群の活動時期があり、この時期に形成されたものと考えられる。

表－ 4.8　岩石薄片作製試料採取箇所および観察結果一覧表

	孔番/坑番	深度	コアにおける肉眼的特徴	岩石名	
				顕微鏡観察結果	地質区分*
右岸	M17	73.85～73.95m	半固結、片麻岩切る	砂岩	凝灰岩
		91.85～91.9m	半固結、片麻岩切る	砂岩	凝灰岩
		111.1～111.2m	細粒完晶質	石英閃緑岩	閃緑岩
	M23	54.9～55.0m	流理構造あり	流紋岩	流紋岩
	M24	51.1～51.15m	半固結、片麻岩切る	礫岩	凝灰岩
		88.8～88.85m	中粒完晶質、黒色細粒部包有	黒雲母トーナル岩	閃緑岩類
	TR－1	54.5m上流壁	F－2断層の下盤、黒色塊状を呈する	黒雲母片岩	泥質片麻岩
	M33	120.8～121.0m	白色鉱物が断続的に定向配列する	ざくろ石含有黒雲母片麻岩	泥質片麻岩
		125.55～125.7m	細粒でやや片麻状構造が見られる	黒色片岩	閃緑岩類
	M34	12.15～12.3m	半固結、各岩種を亜角～亜円礫として含む	礫岩	崖錐堆積物
左岸	M19	52.7～52.8m	閃緑岩様（変質？）	黒雲母片麻岩	泥質片麻岩
		113.6～113.65m	黒色で片理やや不明瞭	花崗岩質ﾏｲﾛﾅｲﾄ	泥質片麻岩
	M20	97.35～97.4m	黒色で片理やや不明瞭	花崗岩質ﾏｲﾛﾅｲﾄ	泥質片麻岩
	M21	42.2m	中粒完晶質、黒色細粒部包有	石英閃緑岩/角閃岩	閃緑岩類
		97.85m	中粒完晶質	片麻状石英閃緑岩	閃緑岩類
	M22	39.75m	塊状、片理不明瞭	石英長石片麻岩	砂質片麻岩
		80.4m	片麻状閃緑岩	黒雲母片麻岩	泥質片麻岩

＊：ボーリング柱状図での名称　　（網掛け部は昨年度実施試料）

4.6　割れ目系解析

本業務では、割れ目性状や割れ目間隔など、その平面的広がりをつかむため、新規横坑および“緩み”ゾーン内部を掘進しているＴＲ－２坑を除く既往横坑で割れ目系調査を実施した。

（１）調査方法

調査方法は、横坑の片側の坑壁で高さ 100 ㎝程度にナイロン製の糸を張って基線とし、この基線と交差する割れ目の性状を記載した。記載項目は下表の通りである。

記載項目	備考
深度	0.1m単位
地質	Pegn：泥質片麻岩 Ssgn：砂質片麻岩 Chgn：珪質片麻岩 Di：閃緑岩類 Gr：花崗岩 ／：境界部
分類	Ｆ：断層 ＭＦ：小断層 ＳＰ：せん断面 Ｔ：引張亀裂 Ｊ：節理 Ｓ：片理
走向・傾斜	
開口幅	
酸化状態	ａ：新鮮 ｂ：褐色化 ｃ：著しく褐色化
挟在物	流入粘土 変質粘土 断層粘土 そのほか
湧水状況	乾燥 湿潤 滴水 湧水
展開図の記載の有無	
備考	

（2）割れ目系解析結果

走向傾斜をシュミットネットに投影した図を図－ 4.16に示す。なお、調査結果一覧表は別冊資料集⑤にまとめた。

＜片理面＞

片理面構造はこれまでの調査結果と調和的で、ほぼ東西走向で北側に 60～80°程度傾斜している。ＴＬ－２坑で南に 70° 傾斜するものが認められるが、珪質片麻岩中の片理のデータである。珪質片麻岩は他の地層に比べて褶曲構造が著しく、多少波打った部分を計測したものと考えられる。

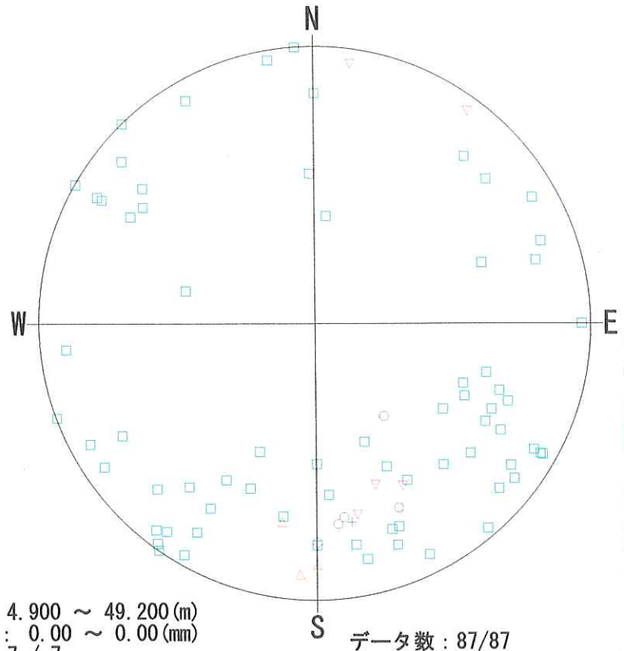
＜節理＞

節理は様々な方向が見られるが、片理沿いに割れやすい地質であることから片理に調和的なものが特に多い。ＴＲ－３坑で北東走向で南東に 45° 程度傾斜するものがやや卓越しているが、この系統の割れ目はＴＲ－３坑の 96m付近にある湧水を伴う割れ目と同系統であり留意が必要と考えられるが、他の横坑には特に認められないことから、局所的なものと考えられる。

＜断層および小断層＞

ある程度の破砕幅を持つ劣化部を断層として抽出しており、破砕幅が10 cmに満たない小規模な劣化部を小断層として抽出している。これらも節理と同様に、片理と調和的なものが多い。また、ＴＲ－１坑ではＦ－２断層が認められているが、ほかの横坑で同系統（N55° W20° ＳW）の断層または小断層は見られないことからも、Ｆ－２断層は局所的なものであるといえる。ほかに見られない系統のものとして、ＴＬ－２坑でＦ－２断層に比べてやや高角度な小断層が散見される。

TL-1



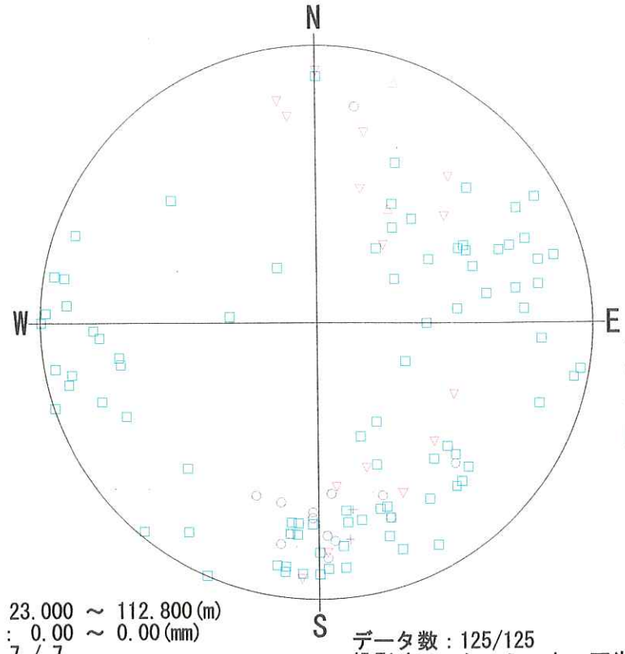
＜凡例＞

○：片理面	5
◌：開口亀裂	0
□：節理	73
△：断層	3
▽：小断層	5
×：せん断面	0
＋：地質境界	1

深度： 4.900 ～ 49.200(m)
開口量： 0.00 ～ 0.00(mm)
区分： 7 / 7
形状： 8 / 8
状態： 5 / 5
備考： 5 / 5

データ数：87/87
投影法： シュミット 下半球(L.H)

TL-2



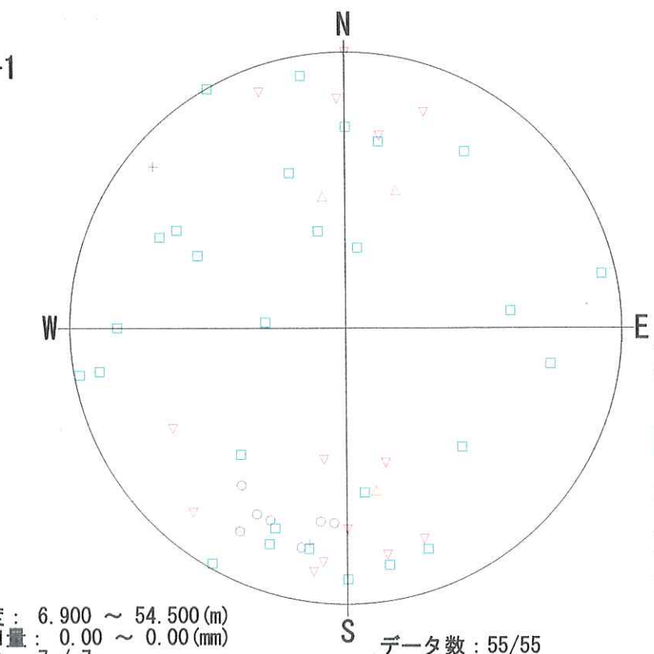
＜凡例＞

○：片理面	14
◌：開口亀裂	0
□：節理	92
△：断層	2
▽：小断層	15
×：せん断面	0
＋：地質境界	2

深度： 23.000 ～ 112.800(m)
開口量： 0.00 ～ 0.00(mm)
区分： 7 / 7
形状： 8 / 8
状態： 5 / 5
備考： 5 / 5

データ数：125/125
投影法： シュミット 下半球(L.H)

TR-1



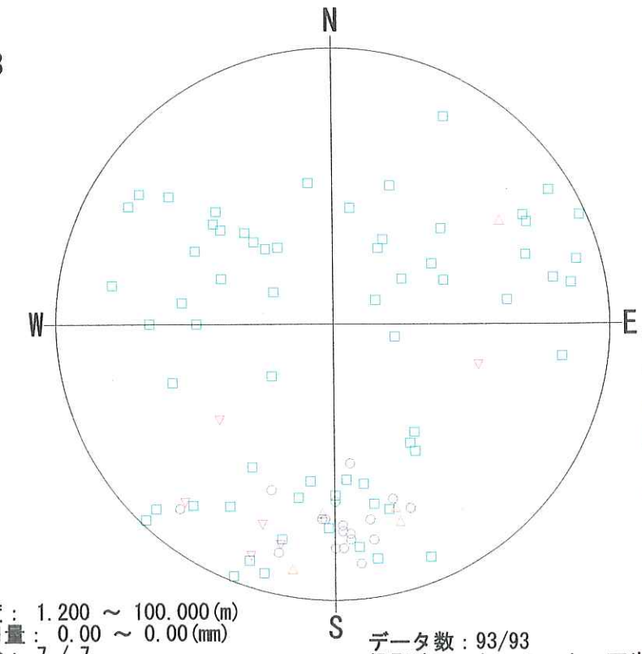
＜凡例＞

○：片理面	7
◌：開口亀裂	0
□：節理	28
△：断層	4
▽：小断層	14
×：せん断面	0
＋：地質境界	2

深度： 6.900 ～ 54.500(m)
開口量： 0.00 ～ 0.00(mm)
区分： 7 / 7
形状： 8 / 8
状態： 5 / 5
備考： 5 / 5

データ数：55/55
投影法： シュミット 下半球(L.H)

TR-3



＜凡例＞

○：片理面	18
◌：開口亀裂	0
□：節理	64
△：断層	5
▽：小断層	6
×：せん断面	0
＋：地質境界	0

深度： 1.200 ～ 100.000(m)
開口量： 0.00 ～ 0.00(mm)
区分： 7 / 7
形状： 8 / 8
状態： 5 / 5
備考： 5 / 5

データ数：93/93
投影法： シュミット 下半球(L.H)

図－ 4.16 割れ目系解析結果（シュミット下半球投影）

4.7　ボアホール観測結果の考察

ダムサイトボーリングでは、ボーリング調査に併せてボアホール観測を実施している。本章ではその観測結果をもとに、ダムサイトにおける片理面（初生構造）や亀裂の方向性の傾向等について整理する。

なお、整理項目は①初生構造（片理面）、②開口亀裂、③ヘアークラック、④鉱物脈である。

初生構造（片理面）は、ダムサイトにおける地質構造（例えば、受け盤、流れ盤など）を把握する良い指標となるほか、地層の連続という観点から、ボーリング調査では未確認の断層破砕帯の存在を推定できる可能性もある。

開口亀裂，ヘアークラック，鉱物脈は、基礎岩盤の透水特性や斜面のゆるみ状況などの素因となるものであり、その卓越程度によっては、基礎岩盤の工学的特性を知る上で有益な情報となる。なお、鉱物脈は岩盤の開口部に形成されたものであることから、場合によってはその方向と同系統の開口亀裂が存在している可能性を示唆する情報となる。

4.7.1　初生構造（片理面）

初生構造（片理面）のシュミットネットを図－ 4.17，図－ 4.18に示す。

孔壁展開画像の解析から得られた初生構造（片理面）のデータ数（走向・傾斜）は各孔によってばらつきがあるが、大局的な方向はいずれの孔においてもＥ－Ｗ走向で 60～70° 北傾斜を示している。これは、ダムサイトに広く分布する泥質片麻岩の大局的な初生構造（片理面）と判断される。前述の横坑内における割れ目系調査結果でも、ほぼ東西走向で北側に 60～80° 程度傾斜しているものが卓越し、ダムサイト全体で大きな変化はないものといえる。

この傾向に合わない部分は、下記箇所に認められる。以下、その原因について

述べる。

① 左岸下流のＹ－２グリッド付近（Ｍ５，Ｍ６）

② 右岸のEL.420m付近以上（Ｍ８，M15，M16，M18）

③ ダム軸（Ｙ－０）の右岸中位標高付近（M17）

④ ダム軸付近の右岸高位標高部（M32，M33）

⑤ ダム軸下流の右岸高位標高部（M35）

上記①は、Ｍ５，６で初生構造（片理面）のデータが少ない要因として、この２孔に出現する大半の岩種が閃緑岩であることが考えられる。

上記②は、本ダムサイトの地質分布の特徴を顕著に反映している。ダムサイト右岸高位標高部には塊状の砂質片麻岩が分布しており、4.2章で述べたように砂質片麻岩は比較的塊状で、片理面があまり顕著に発達していない岩相であるためと判断される。

上記③は、ダムサイトに分布する泥質片麻岩の初生構造（片理面）の大局的な傾向と異なり、ほぼＮ－Ｓ走向で 60～70° 西傾斜を示している。この原因は、孔内展開画像の解析結果データを詳細に確認すると、同孔は泥質片麻岩の微褶曲が比較的顕著であり、初生構造（片理面）の大局的な方向性を把握しにくい箇所である。しかしながら、その微褶曲部の走向・傾斜を積極的に抽出しているため、全体の傾向と異なった結果となっているものと判断される。

なお、近接するM23,24孔でも泥質片麻岩の微褶曲が比較的多く認められるが、データを見る限り、微褶曲部の走向・傾斜は極力抽出していないように思われる。

地層の連続性という観点からは、未確認である断層破砕帯などの弱層の存在を示唆するデータは認められない。

上記④はデータがばらついているが、大局的に西傾斜のものが多い。この原因

は、平成12年度設楽ダムサイト右岸ボーリング調査報告書に明記されているとおり、初生構造として抽出しているデータは小規模な花崗岩などの境界であり、片麻岩類の初生構造ではないためである。孔内展開画像と解析結果データを詳細に確認すると、ヘアークラックや鉱物脈として抽出されているデータに片理面が含まれていると判断される。

上記⑤もばらつきが大きいが、孔内展開画像と解析結果データを詳細に確認すると、初生構造として抽出しているデータは小規模な花崗岩および閃緑岩の境界であり、片麻岩類の初生構造ではないものと判断される。

4.7.2　開口亀裂

開口亀裂のシュミットネットを図－ 4.19，図－ 4.20に示す。

孔壁展開画像の解析から得られた開口亀裂のデータ数（走向・傾斜）は、各孔によってばらつきがあるが、ややデータの集中が見られる方向は、次の３方向である。

① N80° W～N70° E　60～70° N（E－W走向、北傾斜）

② N40～60° W　40～60° SW（NW走向、南西傾斜）

③ N20° W～N20° E　40～50° W（N－S走向、西傾斜）

上記①は、前述の初生構造（片理面）と同方向の割れ目系であり、左右岸を比較すると、左岸側の方が特に顕著である傾向がある。これは左岸側が流れ盤であることにより比較的顕著であるものと考えられる。また、後述するが、左岸側の透水特性に関与しているものと考えられる。

上記②は、ダムサイト全般に認められるが、特にY－０（中流案上流軸）周辺に多い傾向がある。

上記③は、ダムサイト左岸側には多く認められ、右岸側では比較的高位標高部

に認められる傾向である。

これらの亀裂系、特に②および③については、現段階では大きな問題となるようなものとは考えられないが、今後、付替道路法面やダム天端以上の掘削法面の斜面安定上留意する必要が生じる可能性もある。

上記の傾向にないものとして、ＴＲ－３坑に見られる湧水を伴う開口亀裂（N 45° E40° S）がある。前述の横坑内における割れ目系調査結果では開口亀裂として抽出されたデータはないが、ＴＲ－３坑で同系統の節理系がやや卓越し、この系統の割れ目は湧水を伴うことから一部開口している可能性が考えられる。ボアホールデータではM18，M29，M30，M34 孔など、ＴＲ－３坑より下流側で多く認められることから、下流側の掘削法面の斜面安定上留意が必要である。

4.7.3　ヘアークラック

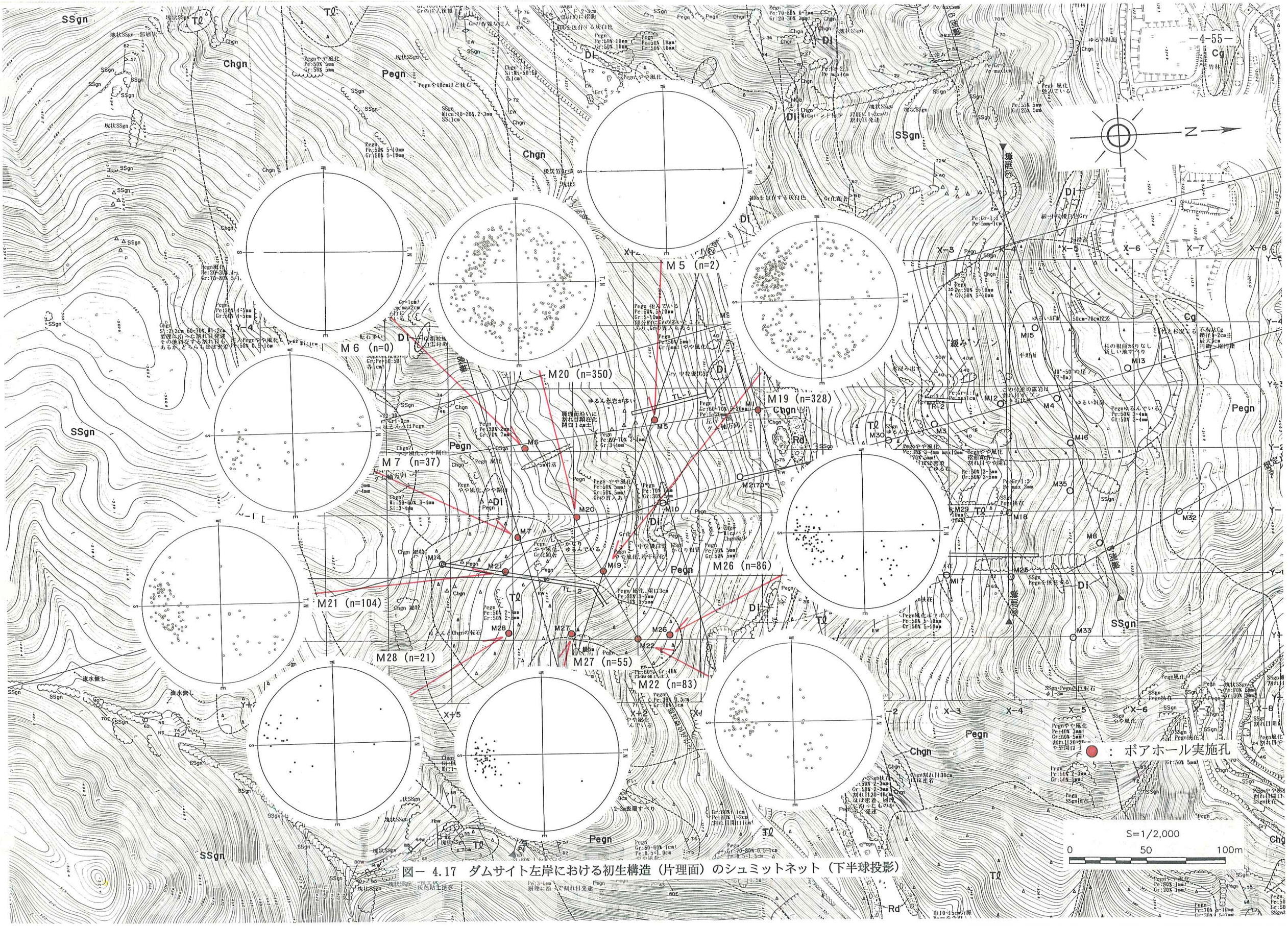
ヘアークラックのシュミットネットを図－ 4.21，図－ 4.22に示す。

孔壁展開画像の解析から得られたヘアークラックのデータ数（走向・傾斜）は、各孔によってばらつきがあるが、ややデータの集中が見られる方向は、開口亀裂で認められた３方向（①～③）と同様である。

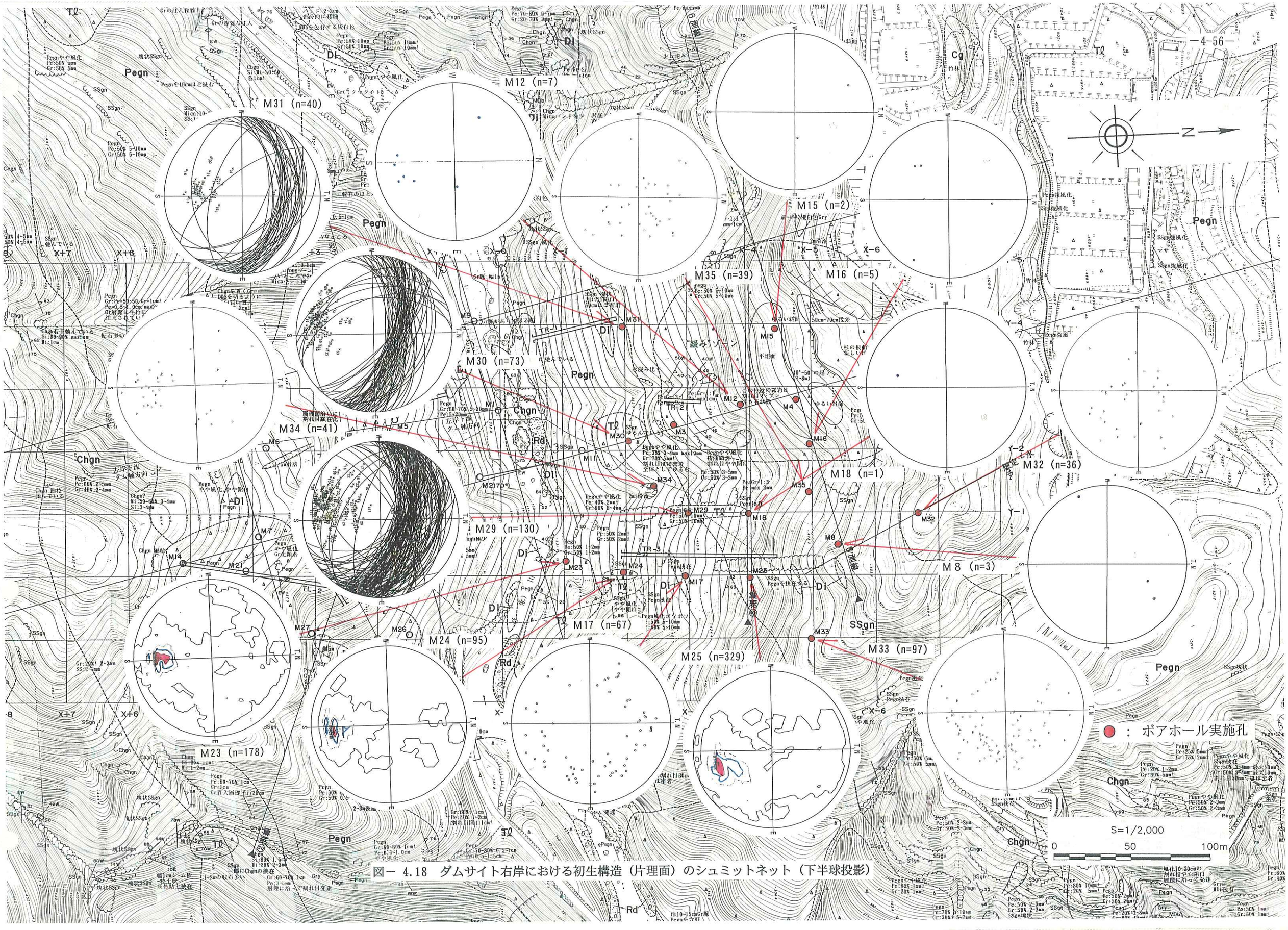
4.7.4　鉱物脈

鉱物脈のシュミットネットを図－ 4.23，図－ 4.24に示す。

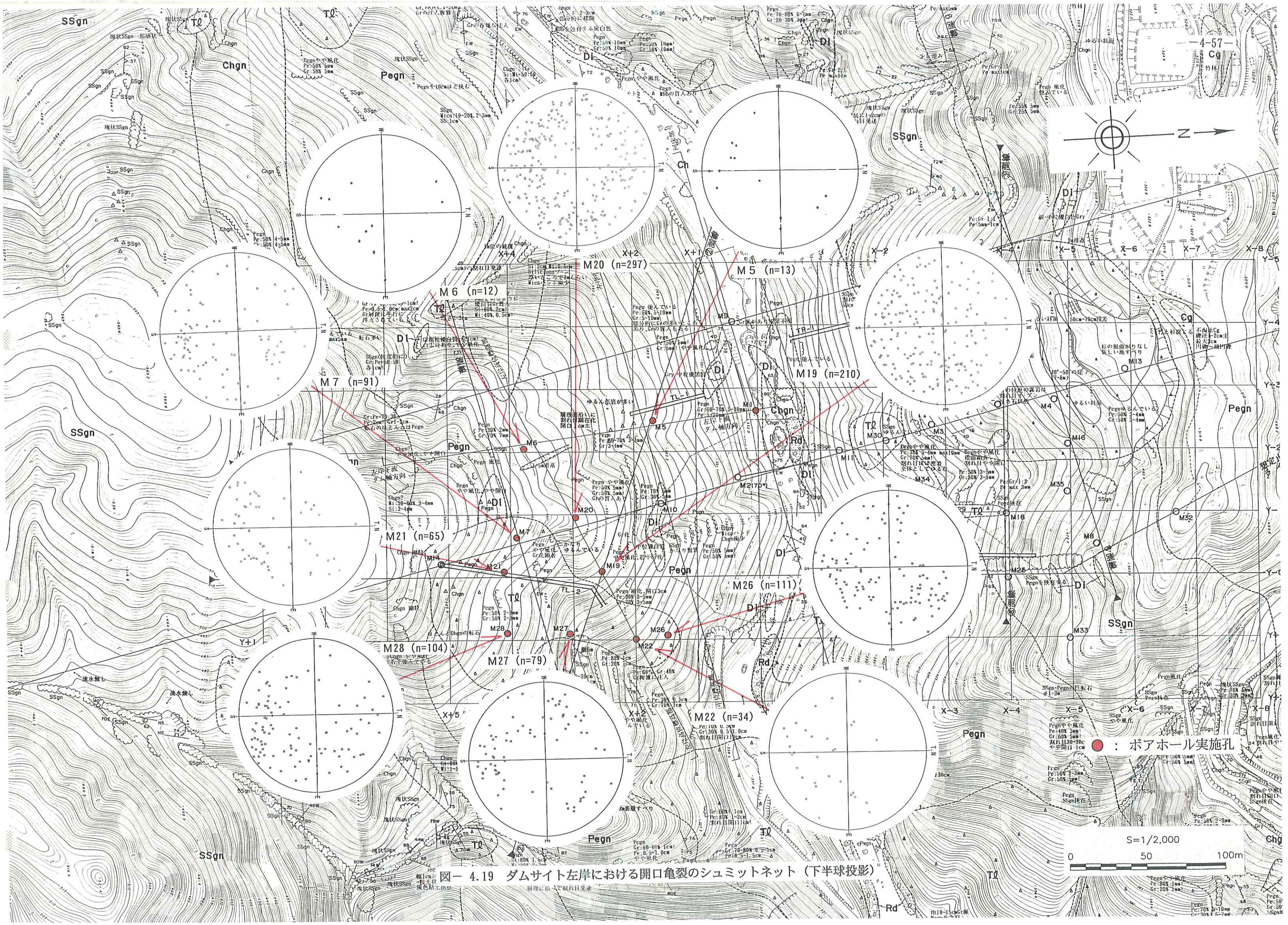
孔壁展開画像の解析から得られた鉱物脈のデータ数（走向・傾斜）は、各孔によってばらつきがあるが、ややデータの集中が見られる方向は、開口亀裂およびヘアークラックで認められた２方向（①，②）と同系統である。



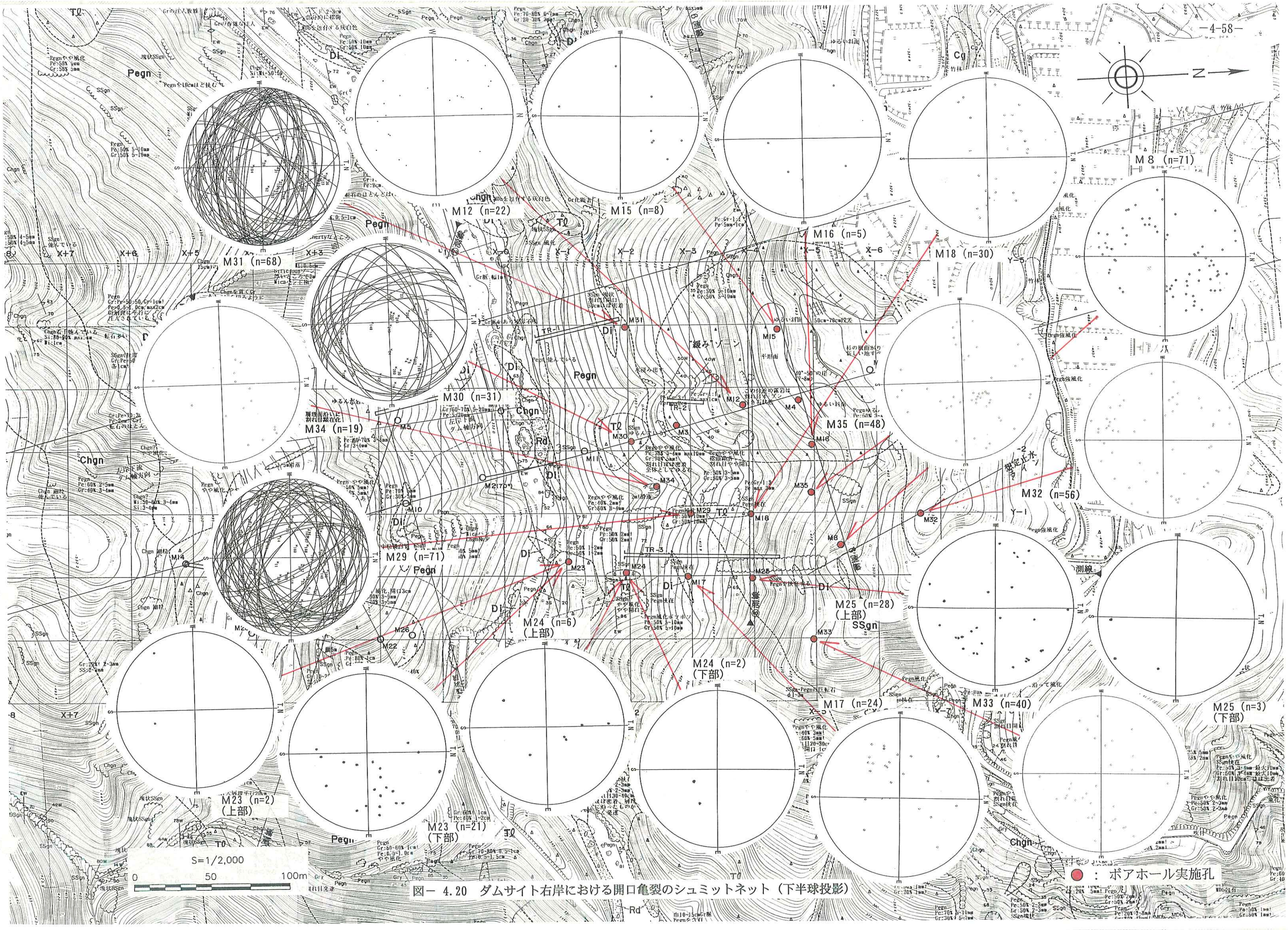
図－ 4.17　ダムサイト左岸における初生構造（片理面）のシュミットネット（下半球投影）



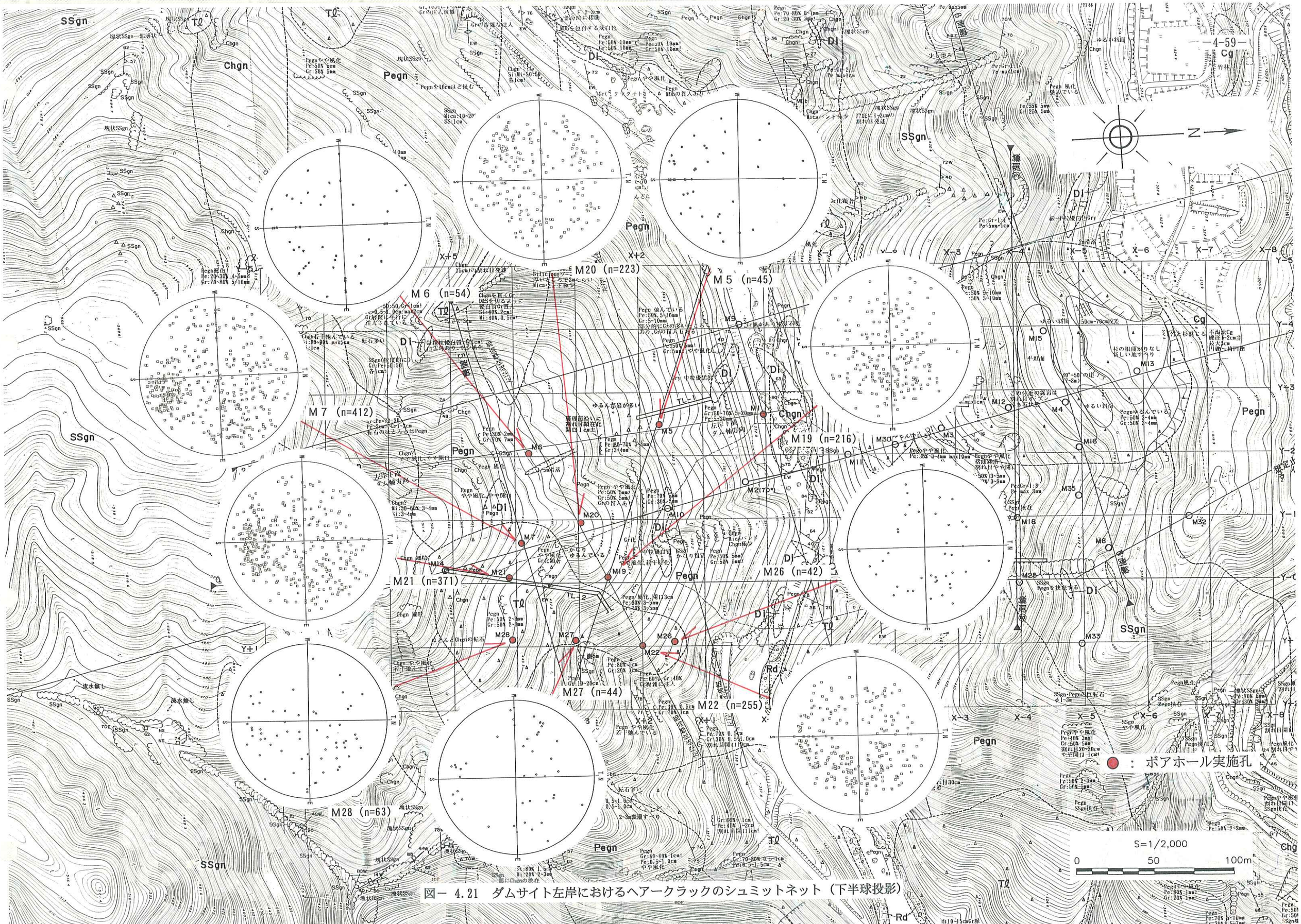
図－ 4.18 ダムサイト右岸における初生構造（片理面）のシュミットネット（下半球投影）



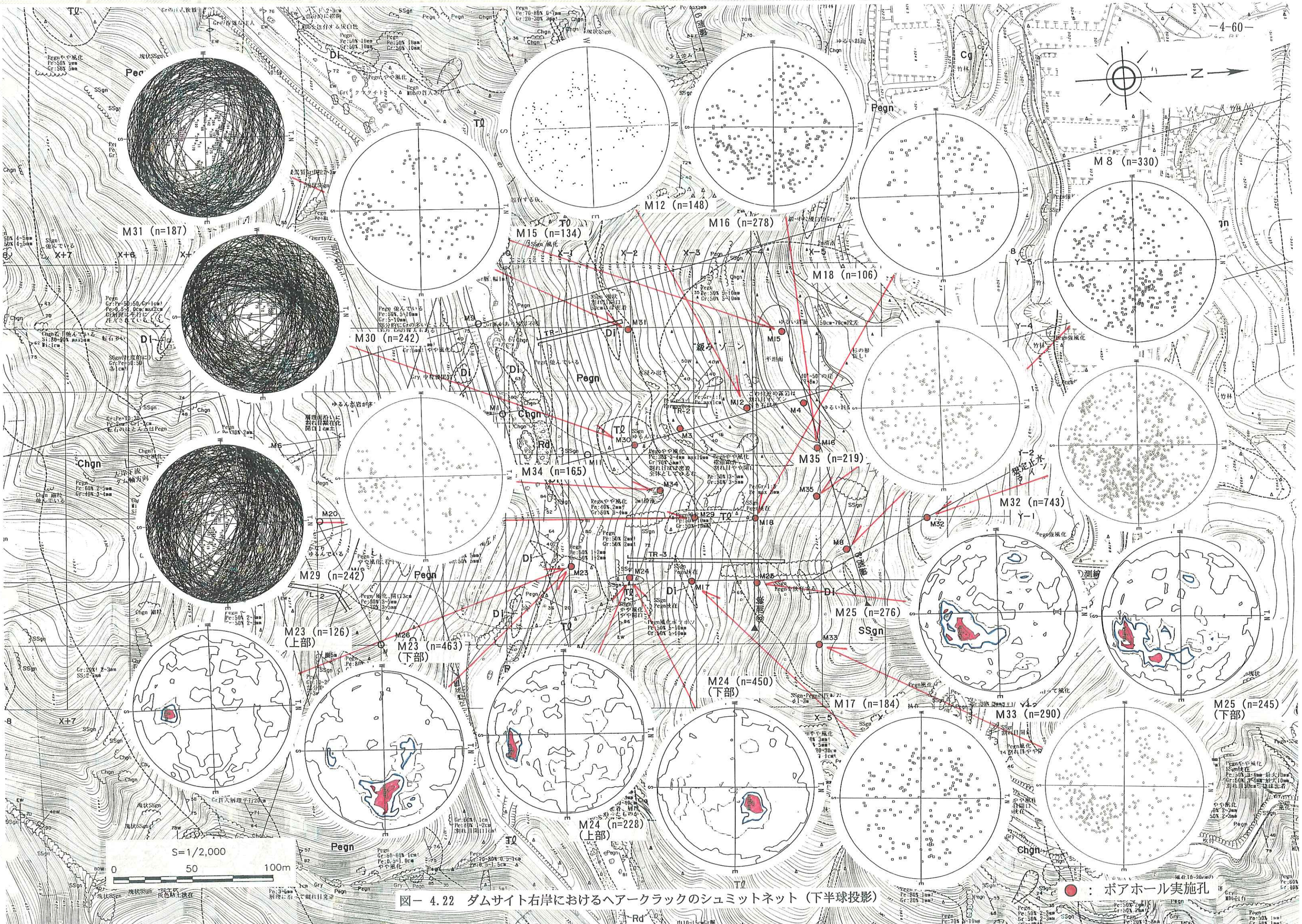
図－ 4.19 ダムサイト左岸における開口亀裂のシュミットネット（下半球投影）



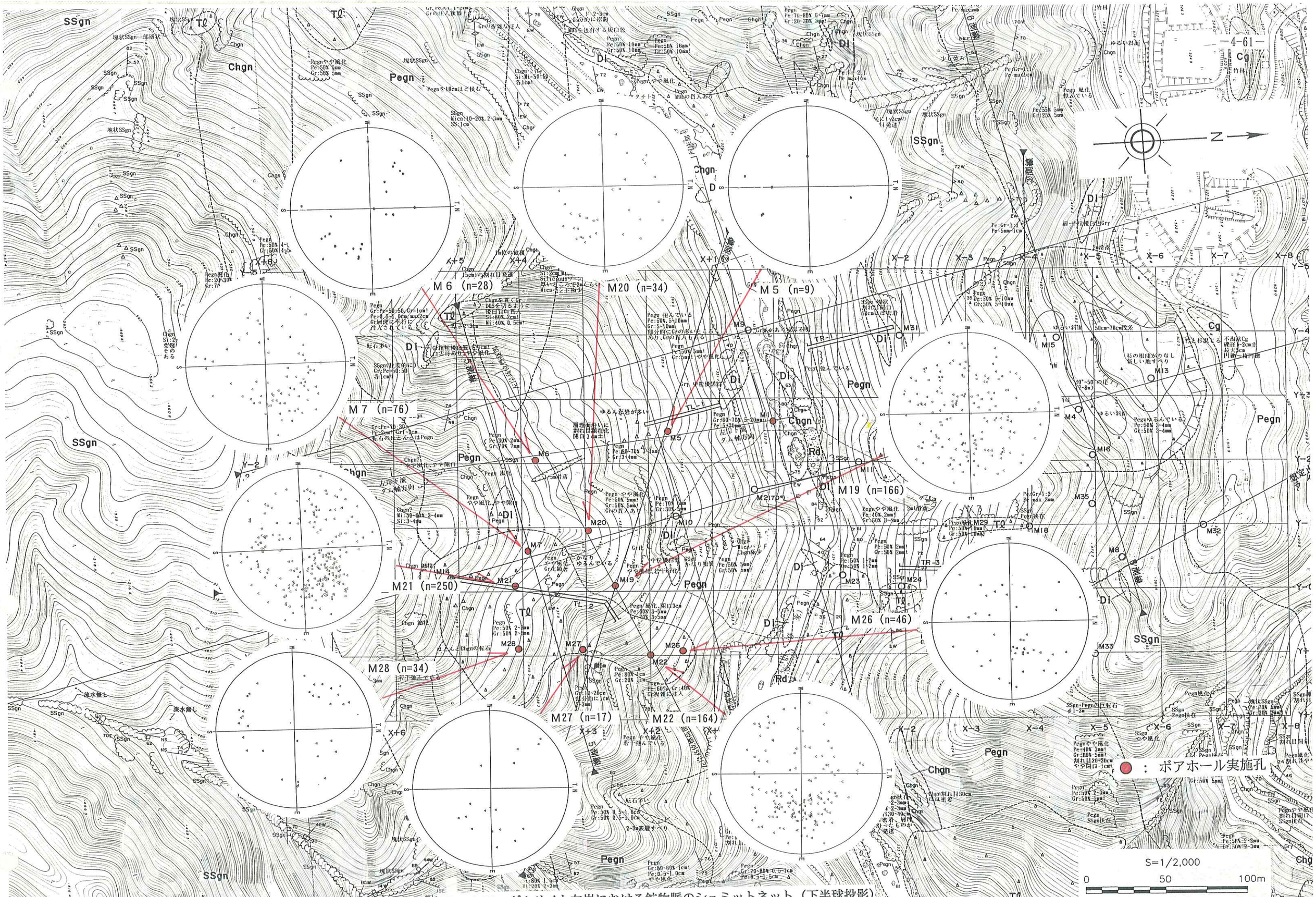
図— 4.20 ダムサイト右岸における開口亀裂のシュミットネット（下半球投影）



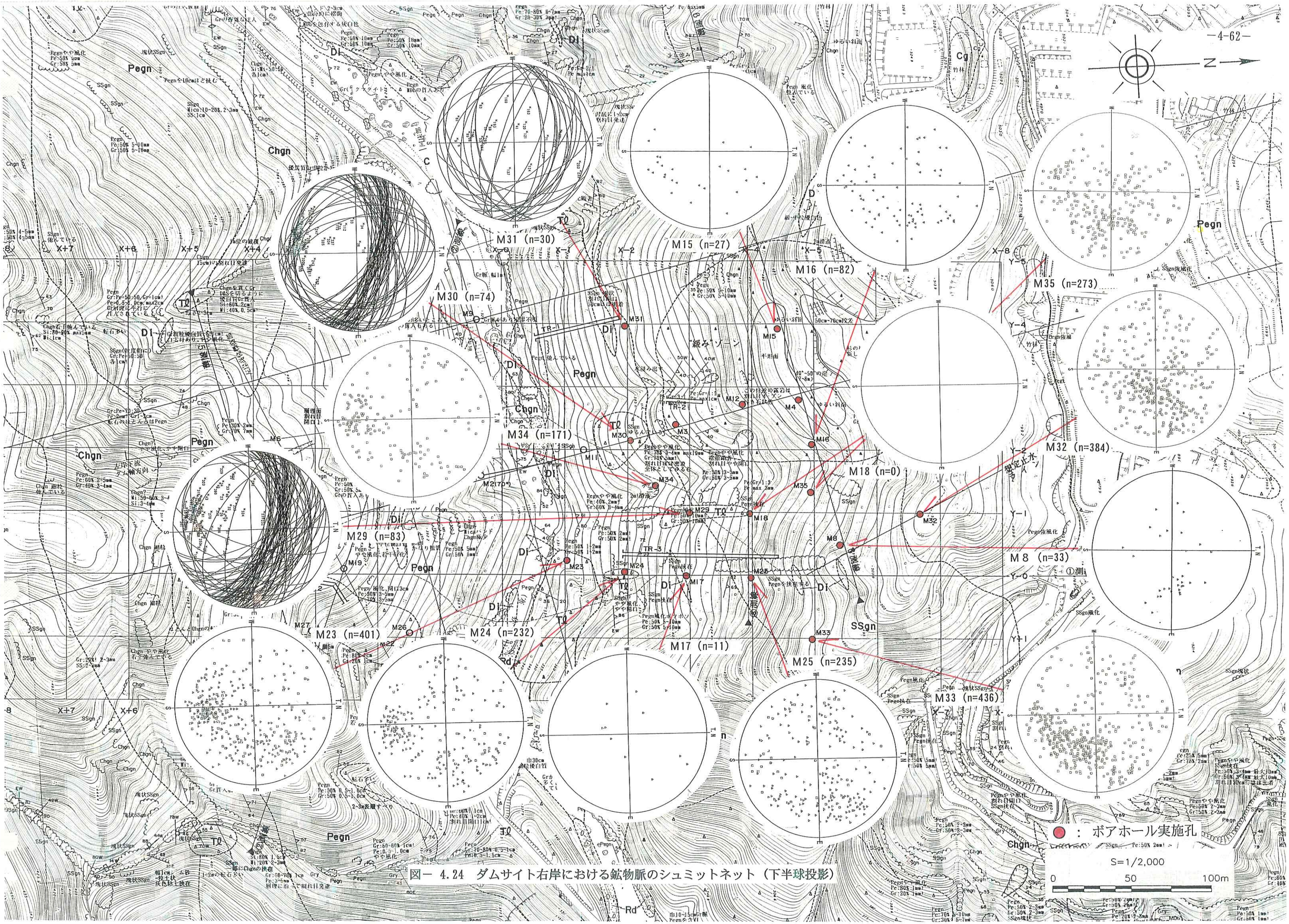
図－ 4.21　ダムサイト左岸におけるヘアークラックのシュミットネット（下半球投影）



図— 4.22 ダムサイト右岸におけるヘアークラックのシュミットネット（下半球投影）



図－ 4.23 ダムサイト左岸における鉱物脈のシュミットネット（下半球投影）



図－ 4.24 ダムサイト右岸における鉱物脈のシュミットネット（下半球投影）

4.8　ルジオンテスト結果および地下水位の考察

設楽ダムサイトでこれまで実施されてきたルジオンテストは、口元に計器を設置し、その計器により試験区間の圧力管理を行う口元圧力方式と、試験区間（孔内）に圧力センサーを設置し、試験区間における圧力を管理する孔内圧力センサー方式で実施されている。なお、孔内圧力センサー方式では、口元における圧力についても併せてデータを収集しているものもある。

上記のようにこれまで実施されたルジオンテストは、その圧力管理方式に大きく２種類ある。本章では、試験結果により得られるＰ－Ｑ曲線のパターンを分類するとともにルジオン値の算出を行った。各Ｐ－Ｑパターンから想定される岩盤状況および透水特性の解析は、5.2.3章「透水性と地下水位」に詳述する。

また、ダムサイトのボーリング孔では、地下水位の継続観測が実施されている。この結果についても本章でとりまとめる。

さらに、左岸高位標高部では、深部においてもややルジオン値が高い箇所が断続的に認められているとともに、高位標高部を境に地下水位が約55m急激に低下することが知られている。この要因の検討を目的として、高位標高部において実施されたボーリングの孔内水位変動状況およびルジオン値から整理する。

4.8.1　透水性

(1)　Ｐ－Ｑパターン分類

ルジオン値の算出に用いられるＰ－Ｑ曲線は、岩盤の透水特性を考察する上でも有効である。これまでダムサイトで実施されたルジオンテスト結果より、設楽ダムサイトのＰ－Ｑパターンは、大局的に次の６タイプに区分される（表－ 5.5「設楽ダム　Ｐ－Ｑパターン分類」参照）。

Ａ：直線型、流量小、限界圧力なし、昇降圧段階同路型

Ｂ：直線型、限界圧力型、昇降圧段階異路型

Ｃ：逐次流量減少型

Ｄ：逐次流量増加型

Ｅ：直線型、流量大

Ｆ：その他（流量極大）

これらのタイプ別に着色したＹ－０（想定止水ライン）のルジオンマップを図－ 5.20に示す。Ｐ－Ｑパターンと岩盤透水特性については、5.2.3章「透水性と地下水位」において詳述する。

本ダムサイトのルジオン値は、上記Ｐ－Ｑパターンを参考にして算出した。Ｐ－Ｑ曲線、算出したルジオン値および限界圧力などは、別冊資料集③「Ｐ－Ｑ曲線図集」にまとめて取りまとめてあるので参照されたい。また、算出したルジオン値などについては、各種鉛直断面図（付図類）中の簡易柱状図に表示した。

(2)　ルジオン値の比較

近年実施されたボーリング調査では、孔内圧力センサー方式で実施するとともに、口元に計器を設置し、口元圧力の変化についても併せて確認しているケースがいくつか存在する。口元圧力管理方式では試験時に注水量が多い場合や地山地下水位が極端に低い場合には、ルジオン値を過大評価あるいは過小評価してしまう可能性もあるため、留意が必要である。そこで、両圧力管理方式において算定されたルジオン値の比較を行った。

孔内圧力センサー方式で実施するとともに、口元圧力の変化についても併せて確認し、その記録が残されているボーリング孔は、M17，M18，M23～M25，M29～M31 の８孔である。この８孔についてＰ－Ｑ曲線より算定されるルジオン値

の比較を行った。

図－ 4.25に両方式のルジオン値の比較図を示す。比較可能なステージ数は、同図に示すように 140 ステージである。このうち、ルジオンマップに表現するルジオン値の範囲（例えば５～10 ルジオン）で圧力管理方式の違いにより異なるルジオン値の評価となる（例えば口元管理方式では２～５ルジオンであるが、孔内圧力センサー管理方式では５～10 ルジオン）ステージの数は、全体の 10％のあたる 14 ステージである。

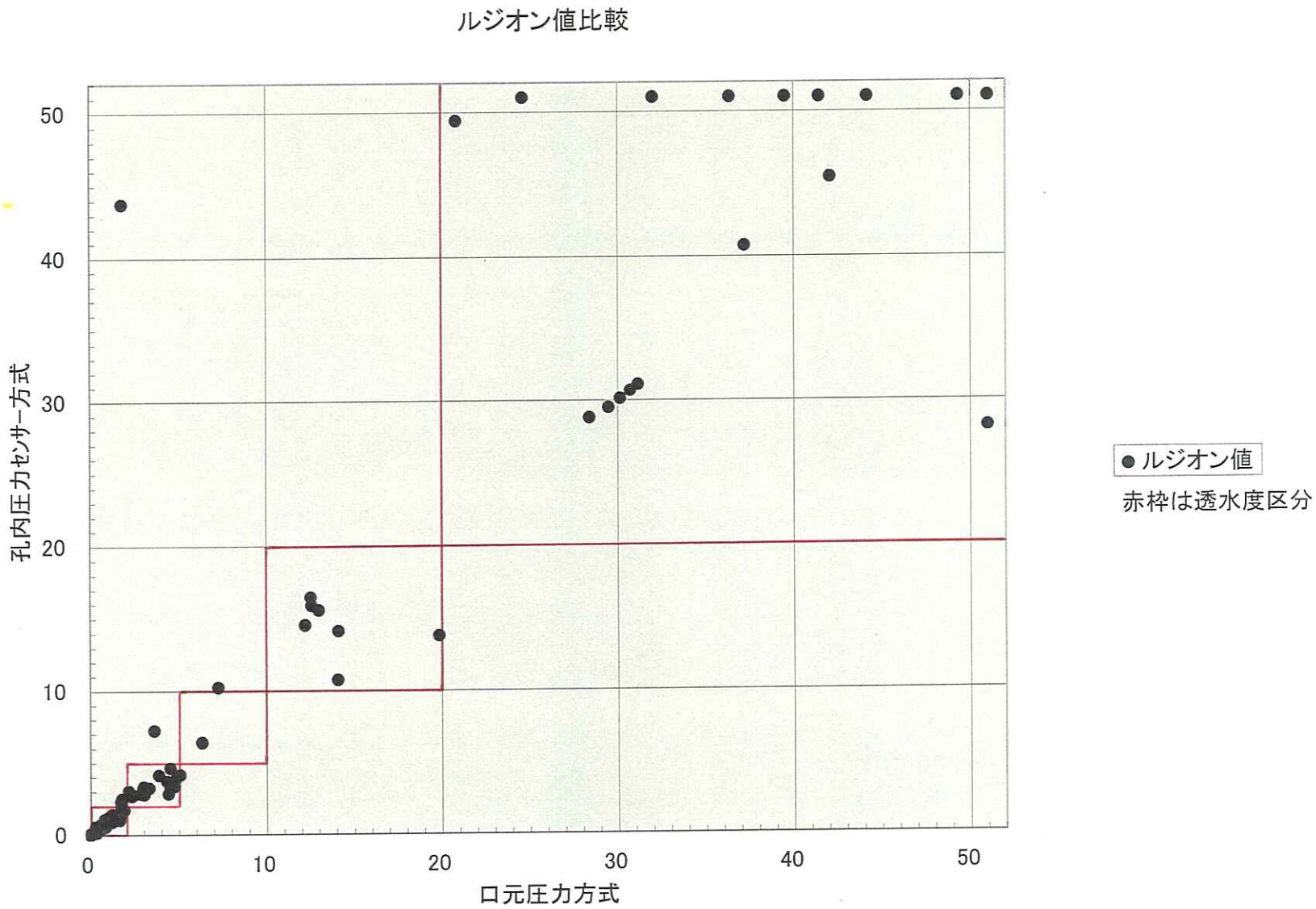
この 14 ステージにおいて評価が異なる要因とそのステージ数は下記の通りである。

①表層部に近く注水量が大きいため、Ｐ－Ｑ曲線のわずかな勾配により評価が異なっているもの：８ステージ（口元管理方式：20～50 ルジオン、圧力センサー方式：50 ルジオン以上）

②地下水が分布する付近で、口元管理方式の方がルジオン値が小さいもの：４ステージ（口元管理方式のＰ－Ｑ曲線が全体に上にシフトしている）

③原因が明らかでないもの：２ステージ（場合によっては機器の不具合も考えられる）

これら 14 ステージのルジオン値は極端に異なる評価となっていないことから（例えば、口元管理方式で 1.7 ルジオン、孔内センサー方式で 2.3 ルジオン）、口元管理方式、孔内センサー方式ともに同等な結果が得られているものと判断される。



図－ 4.25　口元管理方式と孔内センサー方式によるルジオン値の比較

4.8.2　地下水位

(1)　経時水位観測結果

平成６年度より設楽ダム調査事務所が実施している孔内水位観測結果を表－4.9に、水位変動図を図－ 4.26に示す。なお、水位変動図には平成11年度と平成12 年度の降水量データも合わせて表示している。降水量データはダムサイトに最も近い、上流部の寒狭川沿いに設置された田口総合気象観測所で得られたデータを使用しているが、平成12年８月～10月のデータが欠測しているため、この３ヶ月間は左岸上位標高部の田口連絡所にて得られた降水データを使用した。

これらの経時変化を見ると、いずれのボーリングの地下水位も８月から11月の多雨期に水位上昇が認められ、４月の観測値と翌年３月の観測値はほぼ同じである。このことから、設楽ダムサイトにおける地下水位変動は、季節変動によるものと判断される。なお、平成12年９月中旬に東海地方は集中豪雨（1 週間のうち降雨４日で累計448 ㎜）に見舞われ、その影響と考えられる水位上昇が多くのボーリングで認められる。

ただし、以下に述べる観測水位データは次の理由により棄却する。

①　M11孔（平成12年４月観測値：24.98m）

平成12年４月にM11孔は24.98mの地下水位が観測されている。M11孔の他の観測値を見てみると、いずれも５m付近で変動していることがわかる。またM11孔は河床付近の低位標高部（孔口標高：348.30m）で掘進されたボーリング孔であり、25mの地下水位は河床レベル以下となるため、棄却する。

②　M21孔（平成13年２月以降）

M21孔は左岸高位標高部より掘進したボーリング孔であり、本年度実施さ

れたＴＬ－２坑に貫かれている。そのため、平成 13 年 2 月以降は観測不能となっている。

③　M25 孔（平成 12 年 10 月以降）

M25 孔は平成 12 年 10 月を境に地下水位が約 15m低下している。M25 孔は本年度実施されたＴＲ－３坑の近傍で、右岸中位標高部（孔口標高：438.98m）より掘進したボーリング孔である。この水位変化の時期はＴＲ－３坑の掘削開始時期と重なる。また、M25 孔の水位標高はＴＲ－３坑の標高より約 50mの高いため、M25 孔の水位低下と直接の因果関係は不明であるが、ＴＲ－３坑の深度 95m付近で 10ℓ/min 程度の湧水が認められることから、ＴＲ－３坑に水が引き寄せられている可能性が考えられる。よって、M25 孔の地下水位としての信頼性に乏しいので棄却する。

これらの棄却データを除いた地下水位データは、表－ 4.10に示すとおりである。本ダムサイトにおいては、経時観測水位データがまだ少ないために詳細な水位の検討は今後の検討課題とする。今後、数年間にわたって継続的に観測を実施し、データを蓄積した上で詳細な地下水位検討を行うのが望ましい。

また、上記検討結果から得られた地下水情報より、地下水位コンター図（図－5.16）を作成したが、M22 孔までは既往の地下水位データ（平成 11 年 9 月 3 日の一斉観測データ）を、それ以降に実施されたM23～M35 孔は最終孔内水位を使用している。

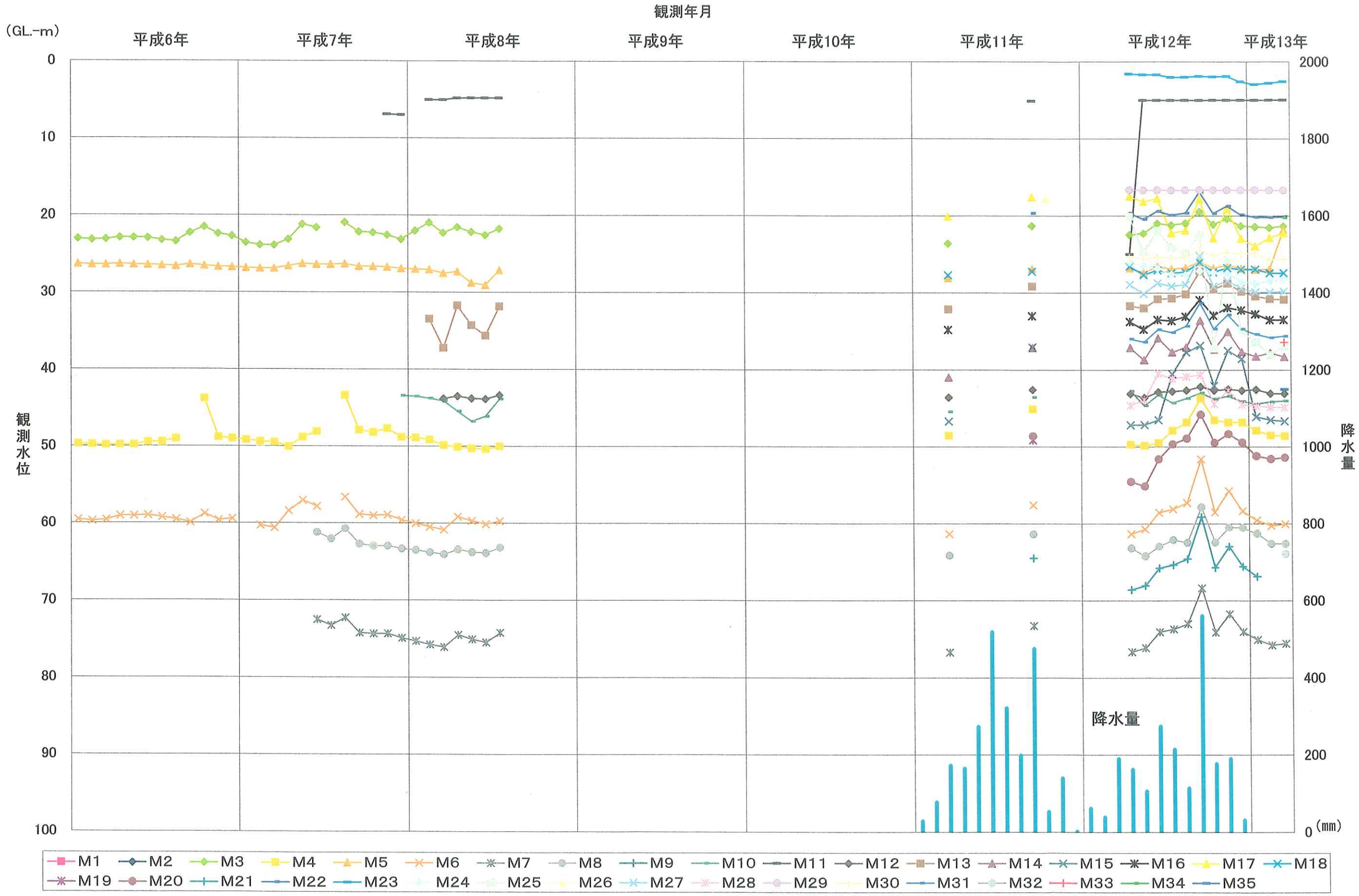
表− 4.9　孔内水位観測結果一覧表

観測年月	平成6年												平成7年											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
M1																								
M2																								
M3	23.05	23.20	23.13	22.92	22.92	22.96	23.23	23.40	22.28	21.52	22.41	22.71	23.56	23.88	23.90	23.15	21.18	21.60		20.93	22.15	22.25	22.57	23.13
M4	49.72	49.77	49.85	49.83	49.82	49.50	49.43	49.03		43.82	48.83	49.00	49.18	49.38	49.49	50.05	48.83	48.10		43.38	47.90	48.20	47.70	48.81
M5	26.33	26.43	26.43	26.33	26.42	26.45	26.52	26.62	26.38	26.58	26.70	26.74	26.86	26.90	26.90	26.60	26.30	26.40	26.40	26.33	26.65	26.65	26.74	26.90
M6	59.56	59.73	59.60	59.07	59.07	58.99	59.24	59.53	59.93	58.78	59.62	59.43		60.31	60.61	58.40	57.04	57.83		56.62	58.85	59.02	58.92	59.59
M7																		72.54	73.29	72.28	74.25	74.35	74.33	74.91
M8																		61.22	62.05	60.73	62.72	62.98	62.96	63.32
M9																								43.44
M10																							6.90	6.98
M11																								
M12																								
M13																								
M14																								
M15																								
M16																								
M17																								
M18																								
M19																								
M20																								
M21																								
M22																								
M23																								
M24																								
M25																								
M26																								
M27																								
M28																								
M29																								
M30																								
M31																								

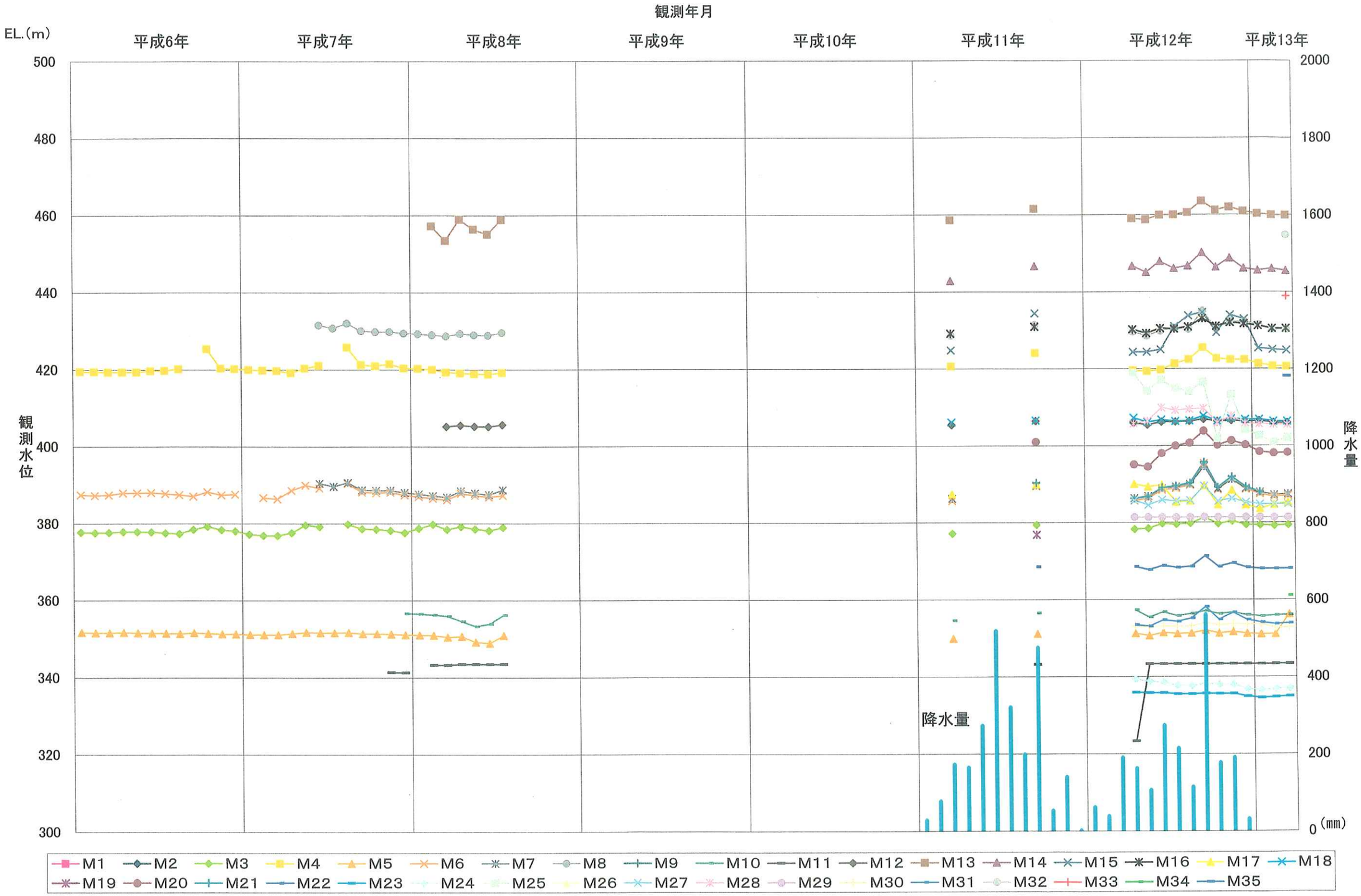
観測年月	平成8年							平成11年		平成12年									平成13年			平均水位	最低水位	水位差
	1	2	3	4	5	6	7	3	9	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3			
M1																								
M2																								
M3	22.00	20.96	22.28	21.55	22.17	22.56	21.75	23.60	21.30	22.45	22.27	20.98	21.16	20.93	19.43	21.08	20.38	21.29	21.39	21.51	21.33	22.15	23.90	4.47
M4	48.90	49.15	49.87	50.10	50.28	50.38	50.00	48.55	45.10	49.69	49.82	49.47	47.87	46.79	43.69	46.49	46.81	46.80	47.86	48.47	48.57	48.47	50.38	7.00
M5	26.99	27.06	27.54	27.32	28.79	29.07	27.14	28.10	26.87	26.79	27.36	26.56	26.86	26.69	25.97	26.75	26.37	26.80	26.94	26.90	21.80	26.72	29.07	7.27
M6	60.04	60.49	60.86	59.17	59.70	60.14	59.74	61.35	57.58	61.33	60.70	58.55	58.09	57.28	51.60	58.47	55.74	58.34	59.55	60.26	60.04	59.04	61.35	9.75
M7	75.30	75.75	76.09	74.51	75.07	75.48	74.22	76.70	73.25	76.63	76.10	74.04	73.67	72.98	68.36	74.09	71.72	74.01	75.06	75.76	75.54	74.30	76.70	8.34
M8	63.50	63.80	64.05	63.43	63.77	63.88	63.18	64.15	61.36	63.18	64.19	62.94	62.10	62.44	57.83	62.41	60.47	60.50	61.28	62.58	62.58	62.49	64.19	6.36
M9																								
M10	43.53	43.78	44.12	45.45	46.76	46.12	43.86	45.45	43.55	42.74	44.63	43.25	44.28	43.70	42.98	43.77	43.40	44.08	44.39	44.14	44.02	44.16	46.76	4.02
M11		5.03	5.05	4.81	4.80	4.80	4.79		5.10	24.98	4.99	4.99	4.99	4.99	4.99	4.98	4.98	4.97	4.98	4.95	4.96	5.15	6.98	2.19
M12			43.82	43.50	43.80	43.87	43.37	43.60	42.58	43.11	43.61	42.86	42.79	42.65	42.18	42.67	42.51	42.67	42.55	43.05	43.06	43.07	43.87	1.69
M13		33.45	37.24	31.73	34.28	35.62	31.83	32.15	29.17	31.69	31.98	30.80	30.71	30.17	27.19	29.51	28.76	29.81	30.42	30.77	30.86	31.41	37.24	10.05
M14								41.00	37.13	37.11	38.71	35.86	37.70	37.05	33.57	37.34	35.04	37.64	38.23	37.76	38.28	37.32	41.00	7.43
M15								46.70	37.07	47.17	47.13	46.50	40.52	37.69	36.83	42.04	37.48	38.54	46.09	46.50	46.65	42.64	47.17	10.34
M16								34.80	33.02	33.75	34.75	33.49	33.63	33.07	30.91	32.93	31.93	32.25	32.76	33.50	33.49	33.16	34.80	3.89
M17								20.10	17.57	17.48	18.15	17.73	22.22	21.89	17.85	22.89	19.09	22.91	23.91	22.84	22.22	20.49	23.91	6.43
M18								27.70	27.20	26.53	27.64	27.03	27.40	27.28	26.00	27.30	26.74	26.95	26.93	27.42	27.40	27.11	27.70	1.70
M19									49.13													弾性波トモグラフィ発破孔		
M20									48.60	54.52	55.12	51.58	49.63	48.90	45.80	49.46	48.32	49.40	51.17	51.55	51.38	50.42	55.12	9.32
M21									64.47	68.57	68.03	65.76	65.33	64.57	59.11	65.68	62.95	65.54	66.85			65.17	68.57	9.46
M22									19.64	19.63	20.42	19.36	19.87	19.61	16.88	19.66	18.71	19.83	20.14	20.17	20.10	19.54	20.42	3.54
M23										1.58	1.67	1.66	1.99	1.98	1.85	1.92	1.88	2.58	2.93	2.77	2.56	2.11	2.93	1.35
M24										26.01	26.44	26.81	27.59	27.63	27.13	27.32	27.41	28.47	28.74	28.47	28.26	27.52	28.74	2.73
M25										20.07	24.70	21.89	24.08	24.79	22.37	37.19	25.67	34.82	36.40	38.02	36.89	22.98	24.79	4.72
M26																						弾性波トモグラフィ発破孔		
M27										28.90	30.11	28.72	29.09	28.90	25.15	29.11	28.40	29.38	29.87	29.90	29.81	28.95	30.11	4.96
M28										44.62	43.89	40.47	41.12	40.86	40.63	44.42	42.64	44.51	44.69	44.82	44.87	43.13	44.87	4.40
M29										16.63	16.65	16.64	16.66	16.65	16.62	16.65	16.65	16.63	16.64	16.65	16.66	16.64	16.66	0.04
M30										25.35	25.56	25.33	25.43	25.29	24.47	25.08	24.72	24.91	24.83	25.69	25.63	25.19	25.69	1.22
M31										35.96	36.37	34.76	35.12	34.29	31.31	34.65	32.83	34.67	35.35	35.79	35.60	34.73	36.37	5.06
M32																				63.90		最終孔内水位		
M33																				36.40				
M34																				20.20				
M35																				42.50				

M32～M35孔は最終孔内水位

は棄却データ



図－ 4.26 (1)　孔内水位変動図①（観測水位）



図－4.26 (2)　孔内水位変動図②（水位標高）

表－ 4.10　棄却データを除く観測水位一覧表

	孔口標高	平均水位	最低水位	水位差	平均標高	最低標高	最終孔内水位	備考
M1	329.04					327.19	1.85	
M2	346.49					330.89	16.60	俯角＝70°
M3	400.72	22.15	23.90	4.47	378.57	376.82	23.25	
M4	469.19	48.47	50.38	7.00	420.72	418.81	49.90	
M5	378.00	26.72	29.07	7.27	351.28	348.93	26.50	
M6	447.00	59.04	61.35	9.75	387.96	385.65	59.40	
M7	462.94	74.30	76.70	8.34	388.65	386.24	72.70	
M8	492.78	62.49	64.19	6.36	430.29	428.59	61.20	
M9	327.18					333.18	-6.00	ケーシング立ち上げにて観測
M10	400.05	44.16	46.76	4.02	355.89	353.29	44.20	
M11	348.30	5.15	6.98	2.19	343.15	341.32	7.40	
M12	449.04	43.07	43.87	1.69	405.97	405.17	43.75	
M13	490.73	31.41	37.24	10.05	459.32	453.49	31.00	
M14	483.81	37.32	41.00	7.43	446.49	442.81	38.15	
M15	471.49	42.64	47.17	10.34	428.85	424.32	43.02	
M16	463.97	33.16	34.80	3.89	430.81	429.17	33.85	
M17	407.50	20.49	23.91	6.43	387.01	383.59	20.30	
M18	433.78	27.11	27.70	1.70	406.67	406.08	27.75	
M19	425.98		49.13			376.85	47.95	弾性波トモグラフィ発破孔
M20	449.61	50.42	55.12	9.32	399.19	394.49	50.73	
M21	454.84	65.17	68.57	9.46	389.67	386.27	65.80	
M22	388.18	19.54	20.42	3.54	368.64	367.76	19.90	
M23	337.49	2.11	2.93	1.35	335.38	334.56	1.43	
M24	365.32	27.52	28.74	2.73	337.80	336.58	24.89	
M25	438.98	22.98	24.79	4.72	416.00	414.19	22.79	
M26	374.75					356.95	17.80	弾性波トモグラフィ発破孔
M27	414.66	28.95	30.11	4.96	385.72	384.55	27.50	
M28	450.34	43.13	44.87	4.40	407.21	405.47	41.60	
M29	398.00	16.64	16.66	0.04	381.36	381.34	16.50	
M30	378.43	25.19	25.69	1.22	353.24	352.74	25.15	
M31	389.44	34.73	36.37	5.06	354.72	353.07	33.64	
M32	518.67					454.77	63.90	平成12年度　施工
M33	475.25					438.85	36.40	同上
M34	381.25					361.05	20.20	同上
M35	460.64					418.14	42.50	同上

(2)　左岸高位標高部の孔内水位変動

前述のように、左岸高位標高部のM14－M21 孔間では急激な地下水位（孔内水位）の変化が認められる。そこで周辺ボーリングも含めて、ボーリング掘進時の孔内水位の変動状況（平成 11 年度　設楽ダム地質総合解析業務別冊資料集参照）により、変動する原因について考察する。

＜M７孔＞

掘進途中で一時的に停滞している水位は、次の３箇所である。

①　35m付近

②　52m付近

③　74m付近（最終孔内水位）

①→②に変動するのは 57～65mを掘進した後（55～60mおよび 60～65m区間のルジオンテストも実施後）である。ルジオン値は上下の深度を見てもそれほど大きくないが、55～65m区間での２回のルジオンテストでは限界圧力が発生しており、亀裂の夾雑物を押し流しているものと考えられる。特に 55～60m区間では、降圧段階の最終圧力（口元圧力 0.0MPa＝有効圧力約 0.4MPa）で 3.5ℓ/min/m（５m当たり 17.5 ℓ/min）の流量となっており、水みちが形成されていると判断される。57～65mでは、酸化亀裂はそれほど多くはないが認められる。

73～78mには顕著な酸化亀裂が分布し、ルジオン値はやや高い（17～18 ルジオン、最大圧力 0.9～1.0MPa）。

②→③に変動するのは、90～95mの掘進後（90～95m区間のルジオンテスト実施後）である。

90～95m区間では、ルジオンテストの初期段階で既に約 12ℓ/min/mの流量が発生しており、水みちとなる開口亀裂の存在を示唆している。95～100m区間でも同

様な傾向である。ボアホールデータでも片理面に沿った開口亀裂が認められる（開口幅１～２㎜）。

90～100mは顕著な酸化亀裂が認められる。

118～122mには、顕著な酸化亀裂が分布し、ルジオン値もやや高め（10 ルジオン前後）であるが、周辺の試験結果も同程度のルジオン値（５～15 ルジオン）を示す。

＜M14 孔＞（ボアホールデータなし）

掘進途中で一時的に停滞している水位は、次の２箇所である。

① 18m付近

② 37m付近（最終孔内水位）

①→②の変動は、60～70m掘進後（ルジオンテスト実施後）である。

ルジオンテスト結果では、60～70m区間でやや低めのルジオン値（限界圧力が発生している）である一方で、上位の深度での限界圧力は認められず、高透水を有する箇所が分布する。ルジオンテスト結果と孔内水位の急低下は、調和的でない。これは、降雨の影響によりはっきりしていない可能性が考えられる。

40～45m区間実施時には２日間降雨が続いており（１日目 87㎜, ２日目 34㎜）、その影響が無くなる前に 60mまで掘進している。そのため 40～60mでの孔内水位の急低下は明らかでない。

上記より、孔内水位の急低下は 60～70m区間よりも、ルジオンテストの結果より 55～60m区間で発生している可能性が考えられる。55～60m区間のルジオンテストでは、試験初期段階よりＰ－Ｑ曲線の勾配がゆるく、高透水を有している。この場合、56.2m付近の角礫状コア部（酸化なし）または 59.0～59.3mのやや酸化した高角亀裂が原因と考えられる。

掘進期間中にＭ７の孔内水位観測を行っているが、大きな変動は認められず（最終孔内水位付近で安定している）、M14→Ｍ７に直結するような水みちは存在しないものと考えられる。

＜M20 孔＞

掘進途中で一時的に停滞している水位は、次の３箇所である。

① 30m付近（？）

② 47m付近

③ 50m付近（最終孔内水位）

①→②の変動は、40～45m掘進後（ルジオンテスト実施後）が考えられる。

ただし、40m終了後セメンテーションの実施により水位の急低下は把握されておらず、孔底付近に存在していたことも考えられる。

47m付近に水位が安定するまでのルジオンテストの結果は、Ｐ－Ｑ勾配のゆるい高透水部か、限界圧力の発生しているパターンであることから、孔内水位が 30m前後に一時的でも安定していた可能性は低いものと考えられる。

②→③の変動は約３ｍと小さいものの、前後の水位の安定状況から僅かではあるが変動しているものと判断される。この変動は、97.5～100.8m掘進後（95～100m区間ルジオンテスト実施後）である。

95～100m区間のルジオンテスト結果は、ルジオンテスト開始時に限界圧力が発生しているパターンであるが、90～95m区間も同様なパターンであるとともに、85～90m区間では圧力が上昇しないパターンである。降雨は約１週間前に 17㎜が観測されている以降は、90～100m区間のルジオンテスト実施まで降雨は観測されていない。

以上より、大きな水位の変動は認められないと判断される。

＜M21 孔＞

掘進途中で一時的に停滞している水位は、次の２箇所である。

① 28m付近

② 65m付近

①→②の変動は、62～70m掘進後（60～70m区間の２ステージのルジオンテスト実施後）と考えられる。60～70m区間の２回にわたるルジオンテストでは、両ステージとも 50 ルジオン以上の高透水部となっている。ボーリングコアでは珪質片麻岩が分布し、片理面方向のやや開口気味の酸化亀裂の分布が原因と考えられる。

＜水位変動のまとめ＞

① 解析の結果、水位変動の原因は、下記２パターンに分類される。

・開口性の割れ目（ボアホールスキャナーより）、もしくは、酸化割れ目の発達に伴う、やや透水性の高い箇所を掘進後に水位の低下現象が認められることから、この割れ目によるもの。

・透水試験後に、やや岩盤を破壊し、水みちを形成したためと推測されるもの。

② 上記開口性の割れ目、酸化割れ目の主たる卓越方向は、東西走向川側傾斜（北傾斜）の高角度割れ目系である。

③ 以上２事項より、左岸高位標高部の急激な水位低下（図－ 5.16「地下水コンター図」参照）は、地山深部に発達する主として東西系高角度割れ目（流れ盤状）を素因として、後の寒狭川の浸食作用などにともない、地山中の上記割れ目がやや開き気味となり、酸化割れ目が形成され、やや透水性の高い箇所が水みち（流出）となり低下した可能性がある。この箇所は脆性的岩盤である珪質片麻岩からなることも、割れ目の開口性に影響を与えていると考えられる。

4.9　熱水変質（X線分析結果）

ボーリング調査ならびに横坑調査の結果、ダムサイトの特に右岸低～中位標高部付近（堤体基礎岩盤のＣH級からＣM級への乗り換え標高付近）に熱水変質作用による岩盤劣化部が再確認された。また既往調査においても、小規模な変質劣化部は認められていた。そこで、本業務では昨年度業務に引き続き、主に熱水変質作用による岩盤劣化部と推定される箇所（断層部，変質脈を含む）を横坑（ＴＲ－３坑）より試料採取し、X線分析（ＸＲＤ：X線回折分析法）を実施した。

X線分析は各試料について①全岩試料、②定方位試料、③エチレングリコール処理試料、④塩酸処理試料の4種類を実施した。詳細については巻末資料Ⅱ「X線分析結果」を参照されたい。

以下、その結果について昨年度実施分も合わせて整理する。なお、熱水変質の時期、成因等については、5.1.3章「熱水変質」で検討する。

4.9.1　試料採取箇所

ボーリングコアおよび横坑より採取し、X線分析（ＸＲＤ）を実施した箇所は、表－ 4.11に示す 29 箇所（うち網掛けの 25 箇所は昨年度実施分）である。なお、同表には同定された変質鉱物と当該箇所の岩盤状況（コアでの岩級と岩級ゾーン）についても併記した。なお、X線分析の手順および分析結果（X線チャート）の詳細については、巻末資料Ⅱ「X線分析結果」を参照されたい。

4.9.2　X線分析結果

X線分析の結果、ダムサイトにおける変質鉱物は、右岸側では「スメクタイト＋緑泥石」、左岸側では「スメクタイト＋カオリン」で特徴付けられる。ただし、これらの鉱物は熱水変質作用だけでなく、風化作用によっても形成される。そこ

で、岩級区分（特に岩級ゾーン）や変質区分（肉眼判定）を考慮し、表層のD級ゾーンを除外した場合でも、不明瞭ではあるが上記と同様な傾向が認められる。また、大多数の試料から雲母類が見いだされているが、試料を採取した地質が泥質片麻岩や閃緑岩類といった、もともと雲母類を多く含む地質であるため、変質によって形成された雲母類であるとは断定できない。

これらの結果をもとに表－ 4.12に示す熱水変質の分類図に対比すると、ダムサイトの熱水変質は、右岸では「スメクタイト帯～混合層粘土鉱物帯」に、左岸では「スメクタイト帯～カオリナイト帯」に属するものと判断される。さらに、図－ 4.27によると、設楽ダムサイトに見られる熱水変質作用の生成時は、200°程度までの温度状態で中性～やや酸性であったと判断される。ただし、仮に雲母類が変質作用によって生成されたとするともう少し高温状態にさらされた可能性もあるが、X線分析結果だけでははっきりとしたことは言えない。

また、M７孔の深部に認められた割れ目沿いの変質脈では、カオリンの他、加水雲母が認められている。加水雲母は火山岩の熱水変質鉱物として産することから、設楽層群南設亜層群の火山岩噴出時による可能性が考えられる。他のものよりも高温で中性～ややアルカリ性と判断される。

表－ 4.11　X線分析試料採取箇所および観察結果一覧表

	孔番/坑番	深度	地 質	岩級区分	岩級ゾーン	変質区分*2	変質鉱物*3				
							スメクタイト	緑泥石	カオリン	雲母類	その他
右岸	TR－1	26.0m下流壁	断層部*1	(D)	CH	3	○	○	○	○	－
		50.5m上流壁	F－2断層部*1	(D)	CH	3	○	○	－	○	－
		50.5m下流壁	F－2断層部*1	(D)	CH	3	－	○	－	○	－
	TR－3	34.7m上流壁	泥質片麻岩中の黒色泥質部	D	D	3	－	○	－	○	－
		36.3m上流壁	泥質片麻岩中の白色泥質部	D	D	4	－	○	－	○	－
		44.5m下流壁	泥質片麻岩/砂質片麻岩境界	D	CM	4	○	○	－	○	－
		97.8m上流壁	泥質片麻岩	D	CH	4	－	○	－	○	－
	M17	73.85～73.95m	凝灰岩	CM	CH	2	○	○	－	○	－
		91.85～91.9m	凝灰岩	D	CH	3	○	○	－	○	－
	M25	24.45～24.5m	閃緑岩(マサ状)	CL	CM	1	○	○	－	○	－
		116.7～116.75m	閃緑岩	CL	CH	2	○	－	○	○	－
	M29	38.45m	凝灰岩	D	CM	2	○	○	－	○	－
左岸	M7	89.5m	閃緑岩中の変質脈(1cm)	(D)	CH	(4)	○	－	－	－	○*5
		94.85m	珪質片麻岩中の変質脈(5mm)	(D)	CH	(4)	－	－	○	○*4	－
		113.22m	珪質片麻岩中の割れ目沿いの褐色部	CM	CH	2	－	－	○	○*4	－
	M14	34.9～35.0m	閃緑岩	CL	CM	3	○	○	－	－	－
		60.2～60.3m	泥質片麻岩	D	CH	3	○	－	○	－	－
	M19	10.8～10.9m	閃緑岩(マサ状)	D	D	1	○	－	○	○	－
		37.8～37.9m	閃緑岩	D	CH	3	○	－	○	－	－
		52.7～52.8m	閃緑岩	CL	CH	3	○	－	－	○	－
		113.6～113.65m	泥質片麻岩	D	CH	2	－	○	○	○	－
	M20	11.5～11.55m	泥質片麻岩	D	D	2	○	－	○	○	－
		27.15m	泥質片麻岩	D	D	3	○	－	○	○	－
		97.35～97.4m	泥質片麻岩	CM	CH	3	○	○	○	○	－
	M21	96.7m	閃緑岩	CL	CH	3	○	－	－	○	－
	M28	22.5m	閃緑岩(マサ状)	D	D	1	○	－	－	○	－
		25.6m	閃緑岩(マサ状)	D	D	2	○	－	○	○	－
		25.9m	閃緑岩(マサ状)	D	D	3	○	－	○	○	－
		26.55m	閃緑岩(緑灰色)	D	D	4	－	－	○	○	－

＊1　閃緑岩（Di）と泥質片麻岩（pegn）との境界断層となっている

＊2　肉眼によるコア観察結果

＊3　○：認められる　－：認められない

＊4　加水雲母　　＊5　シデライト

網掛け部は昨年度実施分

表－ 4.12　熱水変質帯の区分、生成温度と溶液の化学的条件との関係

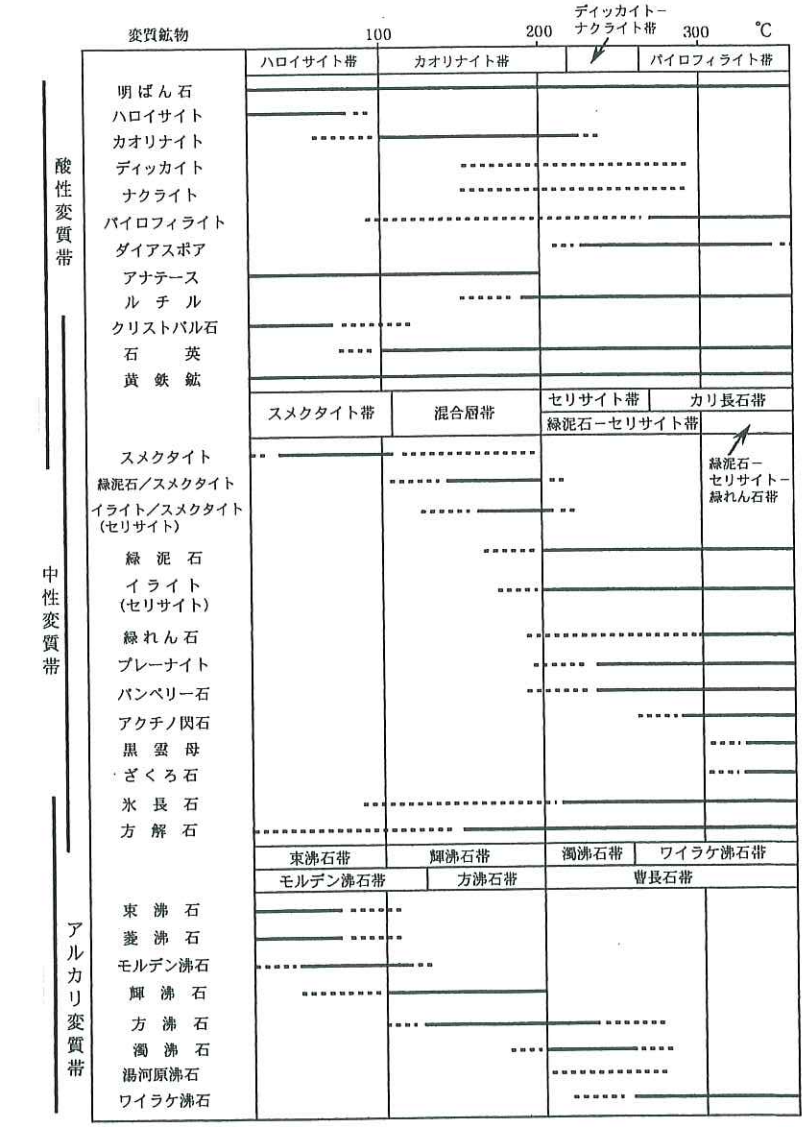
地学双書 32「粘土鉱物と変質作用」（吉村編著、2001）より引用

酸性変質帯	硫酸塩系	明ばん石－オパール帯	明ばん石－石英帯			
	珪酸塩系	ハロイサイト帯	カオリナイト帯		ディッカイト－ナクライト帯	パイロフィライト帯
中性変質帯	K 系	スメクタイト帯	混合層粘土鉱物帯（イライト/スメクタイト帯）（緑泥石/スメクタイト帯）		イライト帯（絹雲母帯）	カリ長石帯
	Ca-Mg系	スメクタイト帯	混合層粘土鉱物帯（イライト/スメクタイト帯）（緑泥石/スメクタイト帯）		緑泥石－絹雲母帯	緑泥石－絹雲母－緑れん石帯（プロピライト帯）
アルカリ変性質帯	Ca 系	束沸石帯	輝沸石帯		濁沸石帯	ワイラケ沸石帯
	Na 系	モルデン沸石帯	方沸石帯		曹長石帯	

小 ↑ アルカリ・アルカリ土類イオン活動度 ↓ 大

水素イオン活動度

低 ←――― 温度 ―――→ 高



図－ 4.27　温度と熱水溶液の相違による変質鉱物の生成環境

地学双書 32「粘土鉱物と変質作用」（吉村編著、2001）より引用（形成温度は一応の目安）

4.10　弾性波トモグラフィ結果の考察

ダムサイト左岸低位～中位標高部は、地元事情により調査ボーリングが実施されていないことから、当該箇所の地質・岩盤状況は直接確認されていない。そこで当該箇所の岩盤状況の概要把握を目的として、ボーリング孔間を用いた弾性波トモグラフィ（表－ 4.13参照）が実施されている（詳細は平成 11 年度　設楽ダム弾性波探査業務報告書を参照されたい）。

表－ 4.13　弾性波トモグラフィ調査位置および数量表

位　　置	孔間距離	調　査　目　的　等
M21－M19 (ﾀﾞﾑ軸:ﾃｽﾄｹｰｽ)	60m	・岩盤状況と弾性波トモグラフィ結果との対応関係の把握。 ・ボーリング孔間ならびにM21 山側 40mに地上部受信点設置。
M19－M23 (ダム軸)	70m	・ダム軸において左岸中位～低位標高部（未調査範囲）の岩盤状況の把握。 ・トンネル内に受信点を設置し精度の向上を目指したが、地上受信点が設置できないことから、精度上やや難がある。
M19－M26	130m	・ダム軸上流側のM26 を用いて岩盤状況の把握。 ・ボーリング孔間地上部に受信点を設置。M19-M23 より精度は高い。
M26－M23	100m	・同上。ただし、孔間地上部受信点なし。精度やや難あり。

Ｐ波速度分布断面図および波線分布図を図－ 4.28 (1), (2)に示す。同図をもとに検討した結果、以下の結果が得られた。

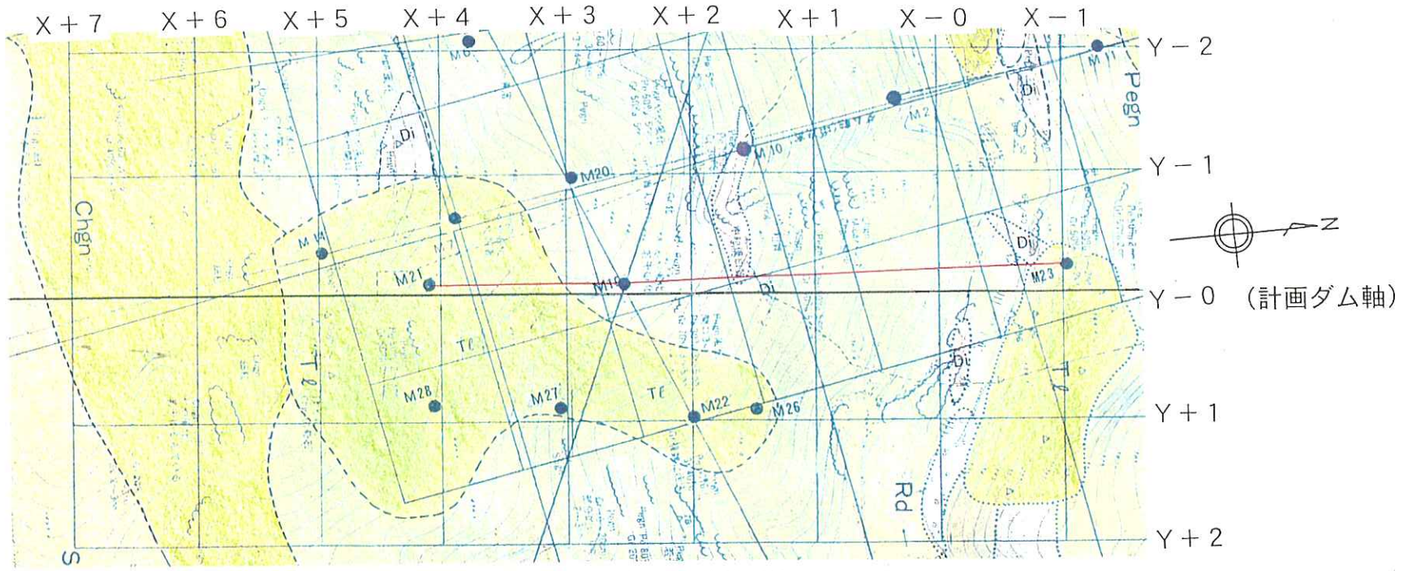
① M21-M19 断面（テストケース）では、Ｐ波速度断面の３km/sec 層程度がＣＨ級ゾーンの上限に相当する。この結果は、3.2章で述べた屈折法による弾性波速度層と岩盤状況（岩級区分）の相関関係と一致する。

② M23 およびM26 においてＰ波速度層検層を実施したが、速度層検層結果とトモグラフィ結果を対比すると、トモグラフィ結果の方がやや深め（約５m）の結果が得られている。

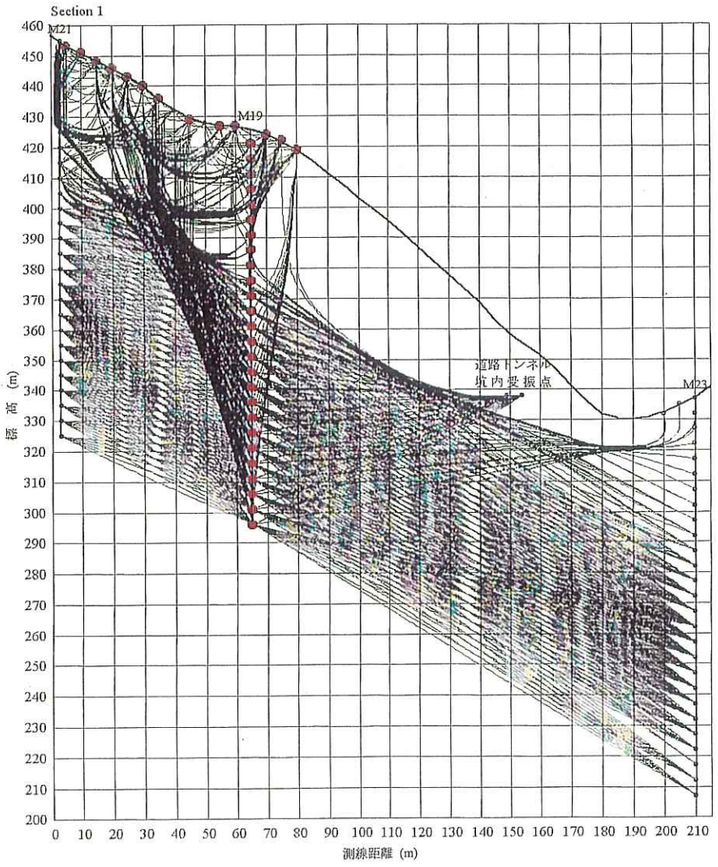
上記①および②の結果よりＣＨ級岩盤の分布状況を想定すると、ほぼボーリング調

査結果から推定したＣＨ級ゾーンの分布と同様な結果が得られているものと判断される。また、幅10m以上に達する低速度帯の分布は認められないことから、ダム築堤上、致命的となるような大規模な断層破砕帯等の弱層は存在しない可能性が高い。しかし、幅5m程度の低速度帯の存在は、測定・解析精度上、必ずしも否定はできないと判断される。

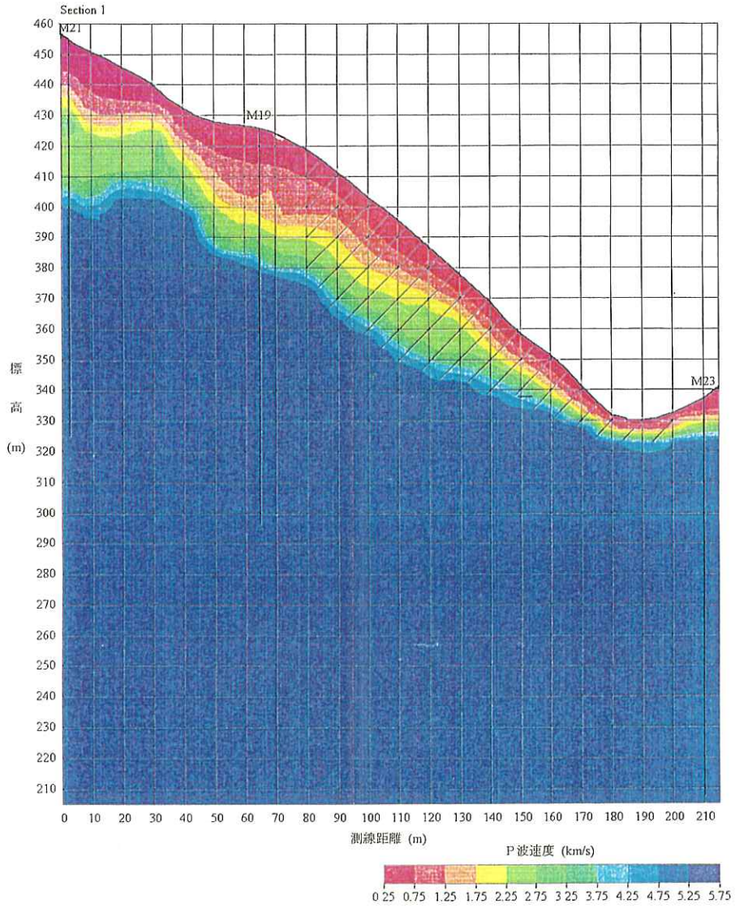
弾性波トモグラフィを実施した結果、岩盤劣化など懸念される地質情報は特に認められなかったものの、詳細な地質・岩盤状況、特に透水特性については把握できていないことから、今後ボーリング調査等により岩盤状況・透水状況の把握する必要がある。



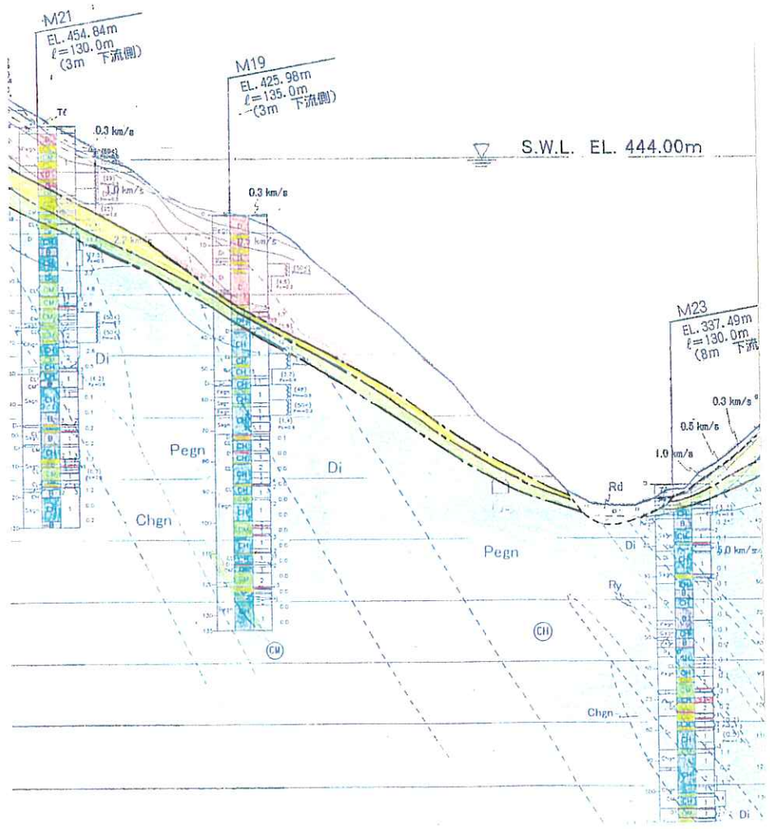
弾性波トモグラフィ実施測線



波線分布図



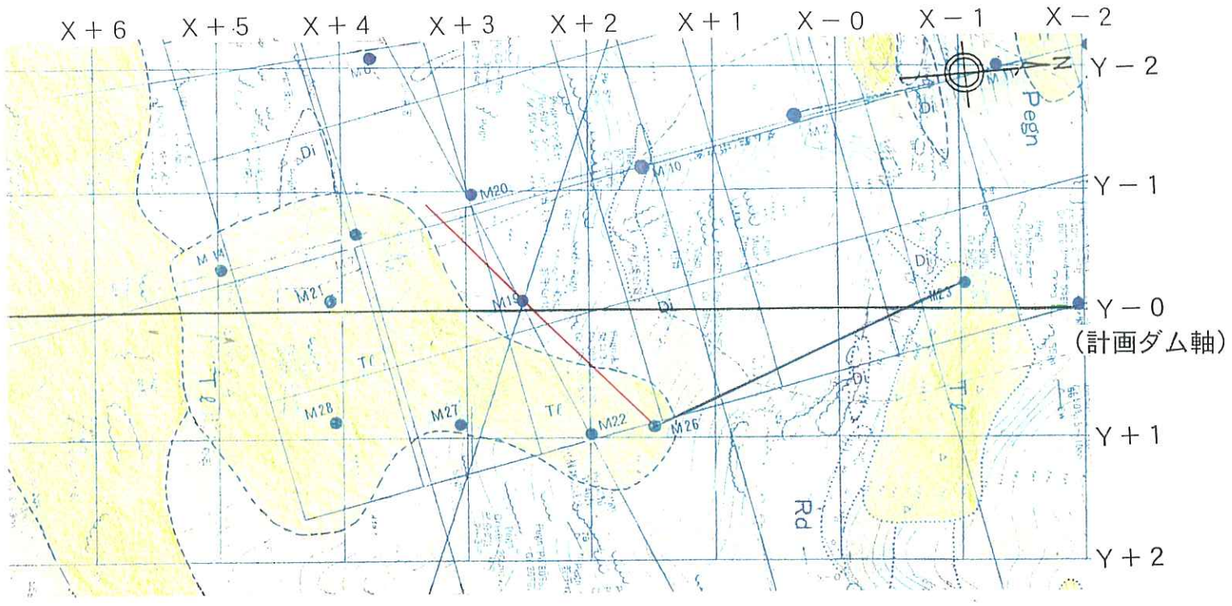
トモグラフィ解析断面図



岩級区分断面図

トモグラフィ断面の斜線で示した領域は、トモグラフィ解析により得られた基盤までの深度に応じ、周囲の弾性波探査結果により推定した初期速度層モデルの層厚を変化させた部分であり、信頼性の低い領域である。

図− 4.28(1)　弾性波トモグラフィ結果①



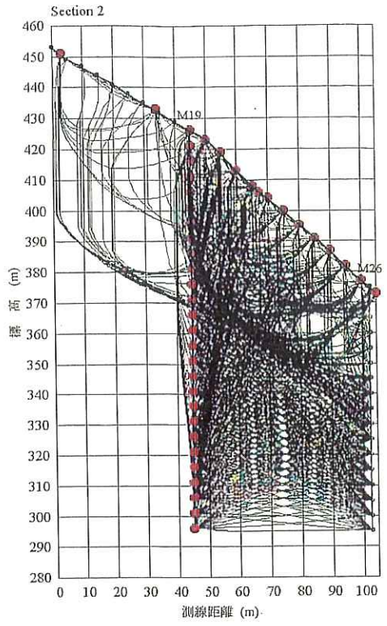
弾性波トモグラフィ実施測線

凡　例

——— M19－M26

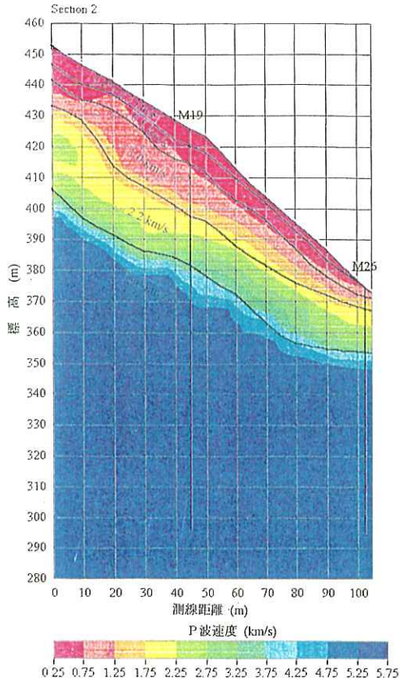
——— M26－M23

トモグラフィ断面の斜線で示した領域は、トモグラフィ解析により得られた基盤までの深度に応じ、周囲の弾性波探査結果により推定した初期速度層モデルの層厚を変化させた部分であり、信頼性の低い領域である。



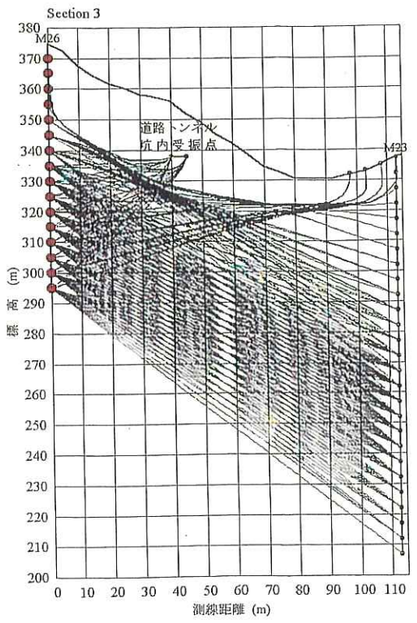
(b) 断面 2

波線分布図



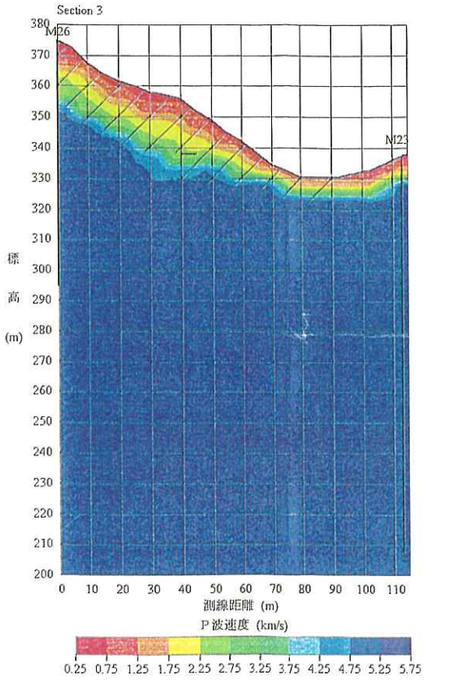
トモグラフィ解析断面図

M19－M26 断面図



(c) 断面 3

波線分布図



(c) 断面 3

トモグラフィ解析断面図

M26－M23 断面図

図－ 4.28(2)　弾性波トモグラフィ結果②

5　総合解析

5.1　地質条件の検討

設楽ダム中流案ダムサイトでは、これまでに地表地質踏査，弾性波探査７測線，調査ボーリング 35 孔，試掘横坑５坑（左岸２坑，右岸３坑）が実施され、その地質・岩盤状況が確認されている。以下、これらの情報をもとにダムサイトの地質条件（地質層序、地質構造等）について整理・検討する。

5.1.1　地質層序

地質平面図を図－ 5.1に、ダム軸（Ｙ－０）地質区分断面図を図－ 5.2に示す。

設楽ダムサイト周辺には、泥質片麻岩，砂質片麻岩および珪質片麻岩から構成される白亜紀領家変成岩類が広く分布している。これらのうち泥質片麻岩は、ダムサイトの左岸低位標高～河床～右岸中位標高部にかけて最も広く分布し、砂質片麻岩や珪質片麻岩は左右岸の上位標高部に分布しているのみである。つまり、ダム基礎岩盤の多くは泥質片麻岩から構成されることとなる。

また、一般的に領家片麻岩類は領家花崗岩類を密接に伴っていることが知られている。ダムサイトにも花崗岩類が分布し、岩石薄片作製および顕微鏡観察の結果、地質学（岩石学）的には閃緑岩類（石英閃緑岩～トーナル岩）に区分される（4.5章および巻末資料Ⅰ「岩石薄片観察結果」参照）。一部に優白質花崗岩（新期領家花崗岩）が数 cm～20cm 程度の脈状で、片麻岩類の構造（初生構造）を切断して貫入している。この脈状の花崗岩類は、前述したボアホール解析結果では鉱物脈として整理されており、その方向性は開口亀裂やヘアークラックと同様な傾向を示している。したがって、表層部付近（Ｄ級およびＣＬ級ゾーン）では貫入面に沿って風化が進行し岩盤劣化している可能性もある。

さらに、右岸下流部の上位標高部には、Ｄ級岩盤とＣＬ級岩盤が繰り返し、ダ

ムサイトにおいては特異な地質・岩盤状況を呈している“緩み”ゾーンが分布している。この“緩み”ゾーンは、既往地質踏査ならびに初期に実施されたボーリング調査時にその存在が明らかとなっており、その分布・規模・性状によっては、ダム築堤上、大きな問題となることが想定され、早期に分布・規模・性状等の把握が望まれていた箇所である。この“緩み”ゾーンの分布・規模・性状等の詳細については、5.2.6章で詳述する。

このほか河床部深部には流紋岩岩脈が、右岸尾根部（松戸集落周辺）には表層にへばりつくように新第三紀設楽層群の礫岩層の分布が確認されている。さらに新規ボーリング調査の結果、右岸低～中位標高部（現計画では堤体基礎のＣＨ級からＣＭ級への乗り移り標高付近にあたる）には、固結した凝灰岩が片麻岩類中に貫入していることが明らかになり、その周辺部には熱水変質による岩盤劣化部が認められている（4.9章参照）。熱水変質作用の時期等については、5.1.3章で詳述する。

＜領家花崗岩類の地質学的分類＞

領家花崗岩には、大きく古期と新期の花崗岩があり、一般的な区分は下記のように考えられている。

古期領家花崗岩：領家変成作用とほぼ同時期に貫入し、片麻岩類と一緒に変成作用を被ったもので、強い片麻状構造を有するもの。変成岩の構造に調和的シート状に貫入している産状を呈する。

新期領家花崗岩：領家変成作用を被った岩石に、さらに接触変成作用（複変成作用）を与えている均質（完晶質等粒状組織を呈する）で塊状なもの。変成岩の構造に非調和的に貫入することが多い。

ここで、ダムサイトの領家花崗岩類（閃緑岩類）の特徴は、次のように整理される。

①片麻状構造がほとんど認められず、塊状のものが多く、一部に弱い片麻状構造が認められる（新期領家花崗岩の肉眼的特徴）。

②周辺の片麻岩に接触変成作用（複変成作用）を顕著に与えていない（古期領家花崗岩の肉眼的特徴）。しかしながら、一部では片麻岩を溶融させるような接触部が見られる（新期領家花崗岩の肉眼的特徴）。

このような肉眼的特徴から判断すると、ダムサイトに分布する領家花崗岩類（閃緑岩類）は、領家変成作用が進行するある時期に片麻岩の構造に沿った調和的シートとして貫入し、若干変成作用を被ったものと考えられる。また、片麻状構造がほとんど認められないことから比較的新しい時期に貫入したことが考えられ、新期領家花崗岩に区分することが妥当と判断される。

なお、下流の清崎付近に分布する花崗岩類（清崎花崗岩）は、地質学的な見解は研究者によって異なり、新期に区分されている場合と古期に区分されている場合がある。

5.1.2　地質構造

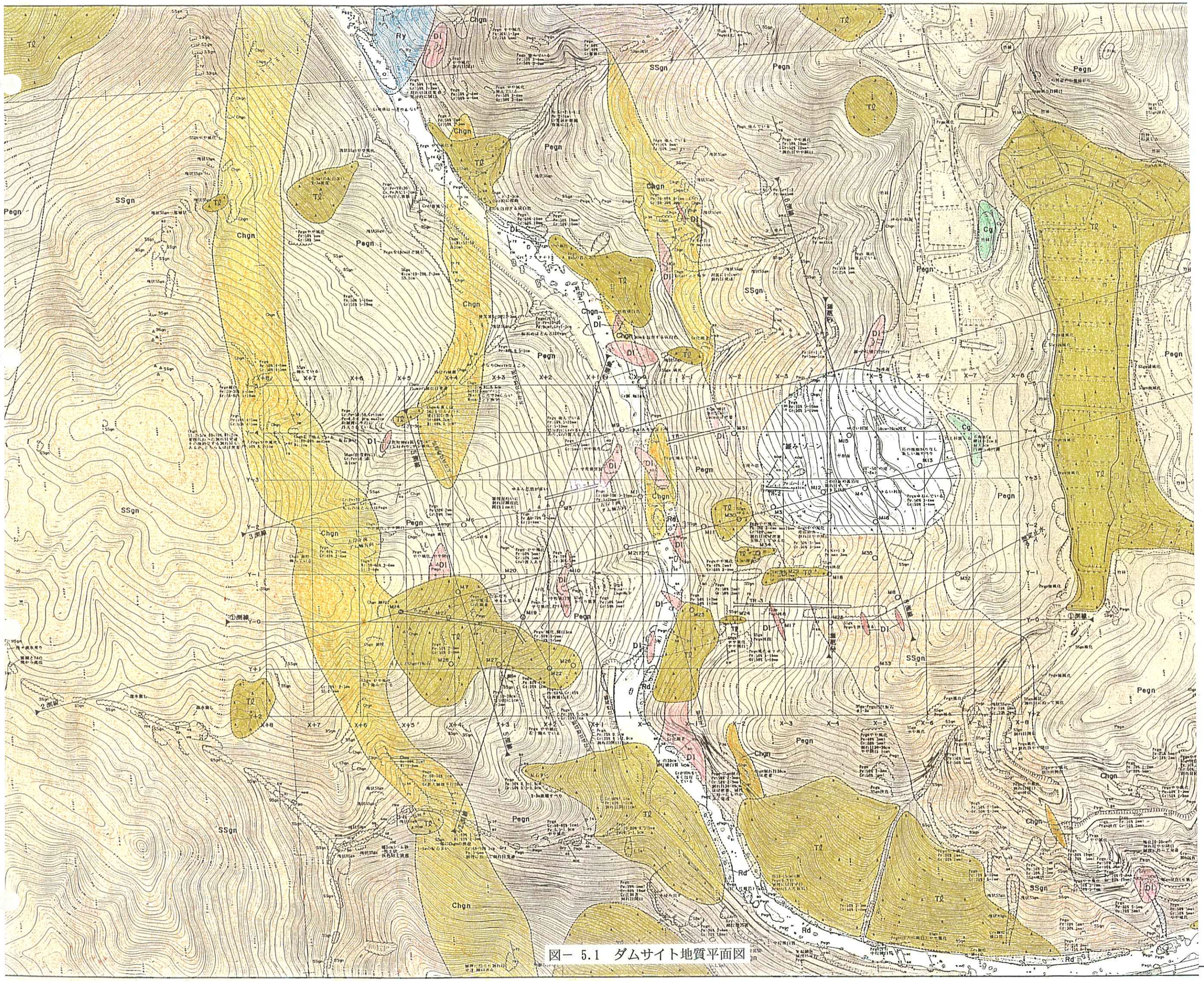
(1) 領家片麻岩類の片麻状構造（地質学的初生構造）

ダムサイトの基礎岩盤を構成する領家片麻岩類の片麻状構造は、地層の分布（連続性）方向と一致し、東西走向（ほぼ上下流方向）で北（右岸側）に 50～60° 傾斜している（4.7.1章参照）。

これまでダムサイトに分布する領家変成岩類は、既往の地表地質踏査結果とボーリング調査結果より、上記走向・傾斜でほぼ一定の同斜構造を有しているものと判断されていた。しかし、近年実施されたボーリング調査の結果より、左右岸

とも上流側における地質情報が新規に得られ、若干想定と異なる結果が得られている。それは地層の連続性についてであり、これまでの調査・解析結果を含めて総合的に整理・検討した結果、上流側においてやや地層の走向が変化し、全体としてはN70°E程度の走向を示し、50°程度で北に傾斜することが明らかとなった（図－ 5.1，図－ 5.2参照）。これは、既往調査ボーリングが２測線（中流軸）沿いに比較的多く実施されていたが、想定軸の再検討の結果、①測線（上流軸）を想定軸としてボーリング調査が実施され、上流側の地質情報の精度が向上したためである。

また、この地質構造（走向）の変化は、貯水池周辺に分布する片麻岩類の分布（走向の変化）と類似している（図－ 2.5参照）。



図－ 5.1　ダムサイト地質平面図

凡　例

〈地質区分〉

［第四紀被覆層］

- Rd　現河床堆積物
- Tl　崩壊堆積物
- 〝緩み〟ゾーン
- Tr　段丘堆積物

［第三紀火成岩類］

- Tf　凝灰岩
- Ry　流紋岩

［第三紀堆積岩類］

- Cg　礫岩

［白亜紀類家花崗岩類］

- Dl　閃緑岩類

［白亜紀類家変成岩類］

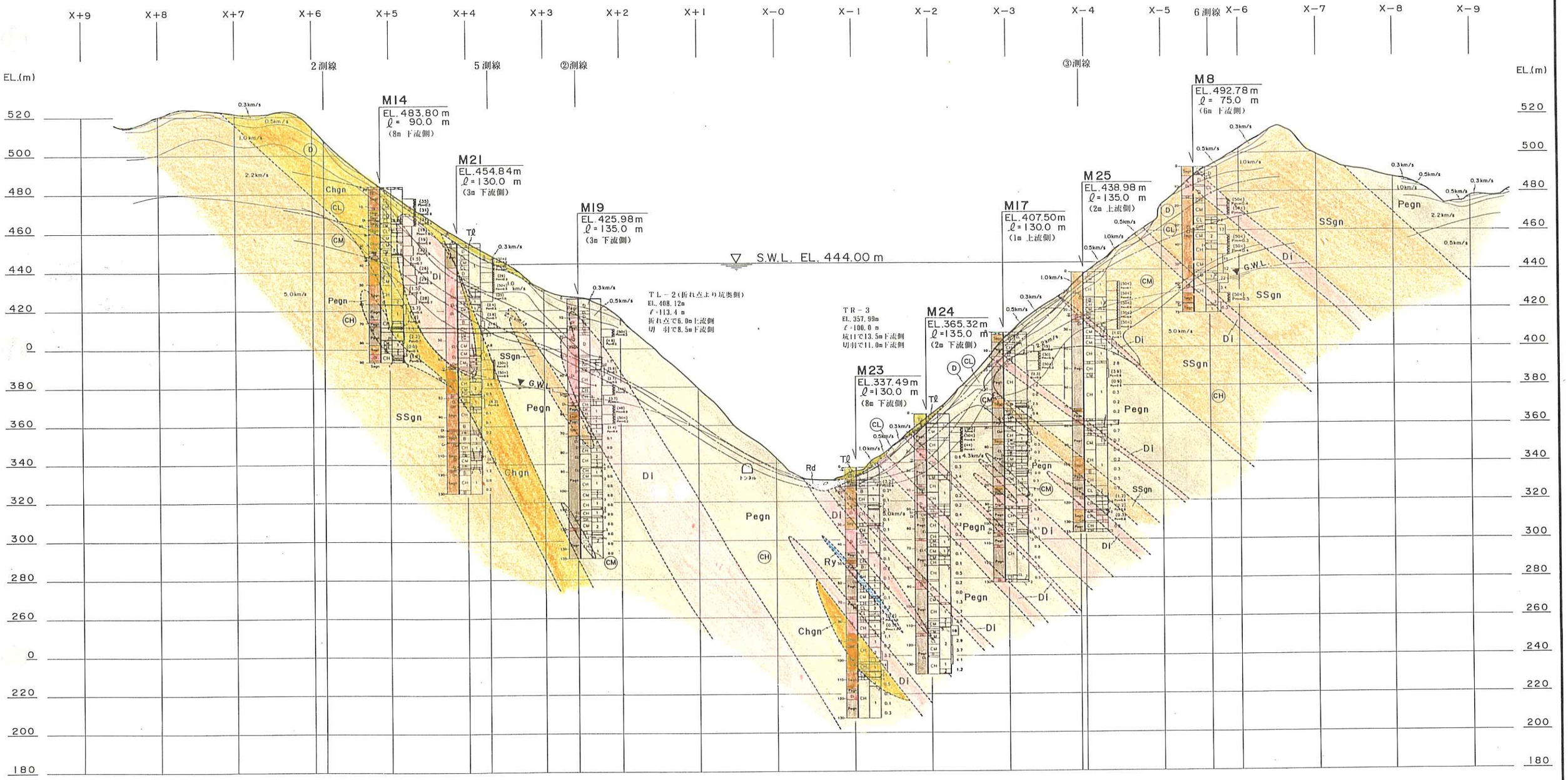
- SSgn　砂質片麻岩
- Pegn　泥質片麻岩
- Chgn　珪質片麻岩及び変成チャート

- 地質境界
- 断層（破線部は推定）
- 冪頭
- 転石
- 地層の走向・傾斜
- 片麻状構造の走向・傾斜
- 節理面の走向・傾斜
- 断層面の走向・傾斜
- 滑落崖
- 弾性波探査測線
- M8　ボーリング調査位置
- 横坑調査位置

S=1:1,000

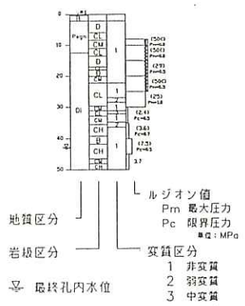
0 10 20 30 40 50 100m

平成12年度 設楽ダム　地質総合解析業務	
図　種	地質平面図
縮　尺	1/1,000
図面番号	付図－1.2
設楽ダム調査事務所	



凡　例

〈 簡易柱状図 〉



〈地質区分〉

［第四紀被覆層］

Rd	現河床堆積物
Tℓ	崖錐堆積物
	"緩み"ゾーン
Tr	段丘堆積物

［第三紀火成岩類］

Tf	凝灰岩
Ry	流紋岩

［第三紀堆積岩類］

Cg	礫岩

［白亜紀領家花崗岩類］

Di	閃緑岩類

［白亜紀領家変成岩類］

SSgn	砂質片麻岩
Pegn	泥質片麻岩
Chgn	珪質片麻岩及び変成チャート

〈岩級区分〉

D	D	級
CL	CL（ は変質部）	級
CM	CM（ は変質部）	級
CH	CH	級

地質境界

岩級境界

断層（破線部は推定）

0.3km/s 0.5km/s 弾性波速度層境界

低速度帯

G.W.L. 地下水位

S = 1 : 1,000

0 25 50 100m

図− 5.2　ダム軸（Y−0）地質区分断面図

平成12年度 設楽ダム　地質総合解析業務	
図　種	Y−0　地質断面図
縮　尺	1/1,000
図面番号	付図−1.3
設楽ダム調査事務所	

(2) 断層

中流案ダムサイトにおいて既往調査ならびに新規調査により確認された、比較的規模の大きな断層は、ＴＲ－１坑において確認されたＦ－２断層のみである。この断層はダムサイト下流のＴＲ－１坑で確認され、その平均的な走向・傾斜は、N55° W 20° SWである。この低角度断層は下流川側傾斜であるため、その連続性や分布位置によってはダム築堤上の問題となることが予想された。そこで、横坑で確認されたＦ－２断層が上流側に連続するものとして横坑で確認された上記の走向・傾斜で延長し、２測線（中流軸）上のボーリング情報との対比を行った（図－ 5.3参照）。その結果、Ｆ－２断層に直接連続する（１つの面で連続する）ような低角度の弱層は２測線（中流軸）では認められず、また同系統のものも認められなかった。同系統の断層が認められたボーリングは、ＴＲ－１坑の山側で実施されたM31孔とそのさらに上位標高において実施されたM15孔で見られるのみである。このM31 孔において認められた低角度断層は、その確認位置からＴＲ－１孔で確認されたＦ－２断層に連続するものと判断される（図－ 5.4参照）。一方、M15 孔において確認された低角度断層はＦ－２断層と同系統ではあるが、Ｆ－２断層の走向・傾斜から判断される分布標高より高く、別の断層と考えられる。仮に同一の断層であるとする場合には、両孔間に高角度断層が分布し、その高角度断層により分布標高に変位が生じている可能性も考えられることから、今後留意しておく必要がある。

また、図－ 5.3および表－ 5.1に示すように低角度の断層（断裂系含む）は小規模なものも含めると比較的多く存在していることから、ボーリング調査では明らかになっていない高角度断層により連続性を断たれている可能性も考えられる。

小規模断層の多くは幅２～３cm 程度であり、後の熱水変質により軟質化しているものを除けば、大半が固結した断層であることや、周辺の調査結果から連続し

た弱層部として存在する可能性は低いことなどから、ダム築堤上問題とならないものと判断される。

今後、ダムサイトにおいて試掘横坑を実施する際には、断層の連続性，規模，性状を把握する必要があり、場合によってはダム堤体安定上の課題となり得る可能性も有していることから留意しておく必要がある。またＴＲ－１坑は、減勢工上部の法面に位置することから、法面掘削時にはその安定上留意する必要がある。

現段階ではＦ－２断層はその連続性がＴＲ－１坑付近と想定され、現計画のダム堤敷にまでは連続しないものと判断される。

＜Ｆ－２断層のＸ線分析結果＞

横坑より採取した試料を用いて、断層部のＸ線分析（ＸＲＤ）を実施した。なお、詳細については4.9章と巻末資料Ⅱを参照されたい。

ＴＲ－１坑の深度26m付近の高角度断層は、スメクタイト(S)とカオリン(Kao)が認められる。スメクタイトは主として熱水変質により形成され、カオリンは風化，熱水変質のどちらでも形成される。この高角度断層周辺部は、横坑観察結果より断層周辺の割れ目が風化により酸化褐色化していることを確認している。したがってカオリンは風化により形成された可能性もある。また、わずかではあるがモンモリロナイトが認められることから、軽微な熱水変質を受けているものと判断される。Ｆ－２断層では、雲母が一部熱水変質によりスメクタイトに変質していることがわかる。これは、横坑観察時に確認されたＦ－２断層沿いに白色変質粘土を伴っていることと調和的な結果である。

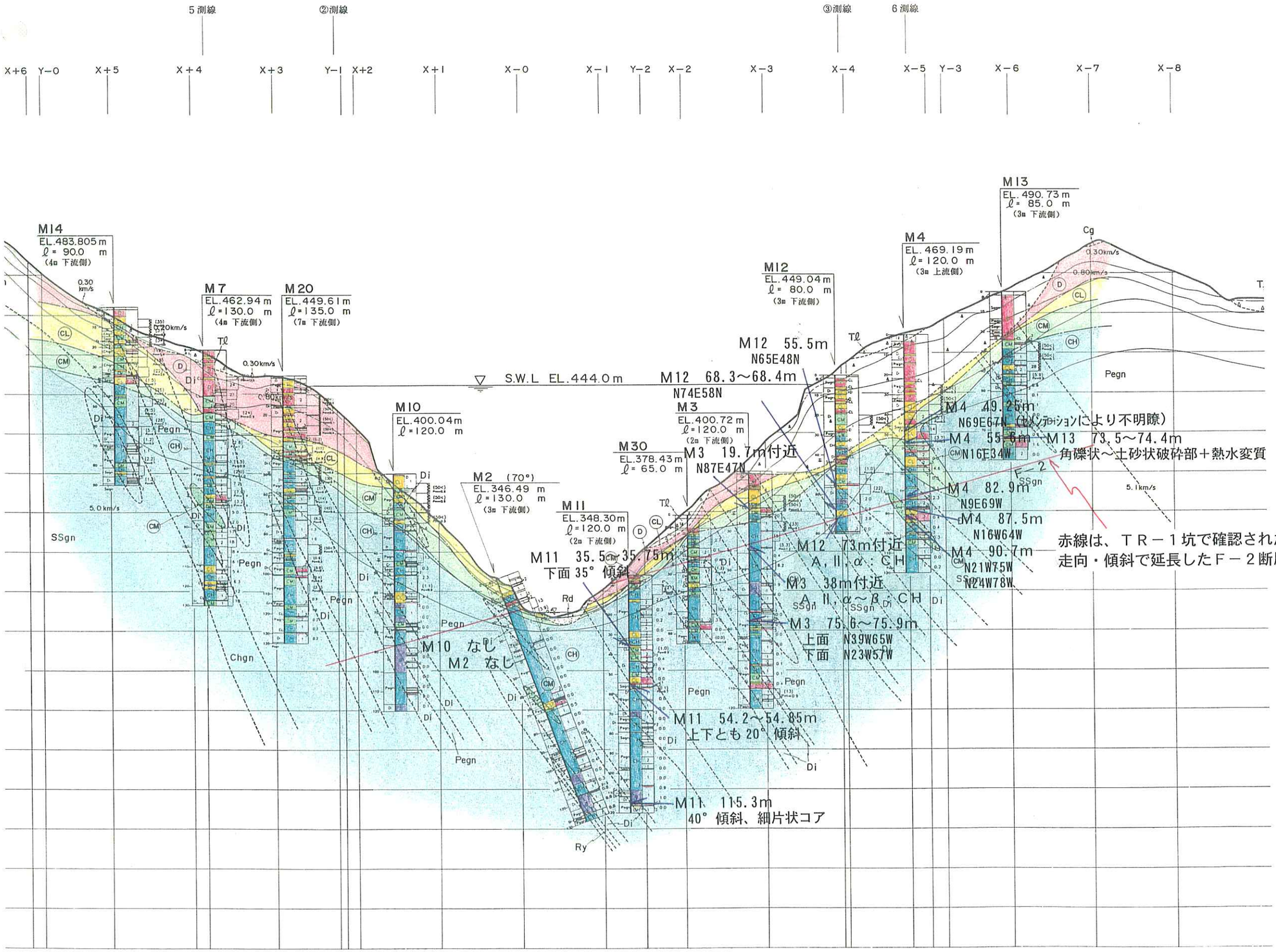
どちらの断層も熱水変質作用を受け膨潤性鉱物が形成されている。

＜未確認の断層が存在する可能性＞

ダムサイトにおいて確認されていない断層が存在する可能性は、「平成８年度設楽ダム地質解析業務委託」において、それまでの調査・解析結果より推定して

いる。このとき推定された箇所は、①左岸高位標高部，②左岸中位標高部および③右岸中位標高部の３箇所であった（図－ 5.5参照）。しかしながら、その後の調査ボーリングおよび試掘横坑により岩盤状況が確認され、幅５m以上の大規模な断層破砕帯は認められず、また存在する可能性を示唆するような情報も認められない。したがって、上記３箇所のうち②と③の２箇所については大規模な断層破砕帯が分布する可能性はほとんどなく、③においてはＴＲ－３坑の実施により小規模で断続的な変質帯は存在するものの、大規模な断層破砕帯は存在しないことが確認されている。

①については、近傍で実施されているボーリングで岩盤状況は確認されているものの、その後の孔内水位観測においてもM14 孔の地下水位は依然として、川側のＭ７やM21 よりも極端に高い位置に分布する状況にあること、Ｍ７孔実施位置付近には弾性波探査（屈折法）により低速度帯が検出されていること、ＴＬ－２坑に小規模ながら破砕帯が確認されていることなどから断層破砕帯が存在している可能性がある。しかしながら、ＴＬ－２坑の破砕帯の性状を見る限りにおいては小規模な破砕部であると考えられる。



凡　例

〈地質区分〉

［第四紀被覆層］

- Rd　現河床堆積物
- Tℓ　崖錐堆積物
- "緩み"ゾーン
- Tr　段丘堆積物

［第三紀火成岩類］

- Tf　凝灰岩
- Ry　流紋岩

［第三紀堆積岩類］

- Cg　礫岩

［白亜紀領家花崗岩類］

- Di　閃緑岩類

［白亜紀領家変成岩類］

- SSgn　砂質片麻岩
- Pegn　泥質片麻岩
- Chgn　珪質片麻岩及び変成チャート

〈岩級区分〉

- D　D級
- CL　CL級（　は変質部）
- CM　CM級（　は変質部）
- CH　CH級

- 地質境界
- 岩級境界
- 断層（破線部は推定）
- 0.3km/s 0.5km/s　弾性波速度層境界
- 低速度帯
- G.W.L　地下水位

図－ 5.3　２測線上におけるＦ－２断層の連続性検討図

平成11年度 設楽ダム　地質総合解析業務	
図　種	２測線　岩級区分断面図
縮　尺	
図面番号	付図－41
設楽ダム調査事務所	

EL.(m)

M15
EL.471.49m
ℓ=80.0m
(3m 上流側)

M31
EL.389.44m
ℓ=50.0m
(1m 上流側)

27.18m
00.0m
n 下流側)

Cg

D

CL

CM

CH

Di

Pegn

Ssgn

Chgn

“緩みゾーン”

Ｍ１５で確認している低角度Ｆ－２系断層を当該深度に偽傾斜で表示

「ＴＲ－１坑で確認したＦ－２断層
の走向・傾斜により図示」

TR-1

F-2

520
500
480
460
440
420
400
380
360
340
320
300
280
260

S=1/1,000

0 50m

図－ 5.4 Ｙ－４岩級区分断面図

表－ 5.1 (1)　ダムサイト低角度断層一覧表

孔番	掘進長(m)	コア観察結果				ボアホールデータ		記　事
		深度(m)	角度(°)	破砕幅(mm)	性　状	深度(m)	走向傾斜	
M1	120.0	87.20	35	－	礫混じり砂	－		
		114.25	40	－	礫混じり粘土	－		
M2	130.0	66.75	40	30	角礫混じり粘土	－		
		126.55	30	－	角礫混じり砂	－		
M3	120.0	27.50	40	1	白色粘土	27.67-27.74	N6E45W	せん断の兆候は認められない。
		79.60	25	2	礫混じり粘土	80.53-80.57	N30E34NW	下盤側幅10cm程度　熱水変質により軟質化。片理と斜交する（走向が約90°異なる）→下流傾斜？
		92.22	40	3	岩片混じり粘土	該当なし		せん断の兆候は認められない。割れ目沿いに熱水変質。
		98.35	25	10	礫混じり砂状破砕部	〃		黒色粘土をフィルム状に挟在。後の熱水変質により黄鉄鉱晶出。片理面とは斜交（約90°走向が異なる）→下流傾斜？
		98.75	40	6	灰褐色砂状	〃		せん断の兆候は認められない。幅２mmのマサ状挟在物あり。
		109.85	38	50	角礫状破砕帯	－		フィルム状黒色粘土が３条認められる。片理と調和的。
		118.27	35	－	マサ化	－		せん断の兆候は認められない。
M4	120.0	62.40	25	4～6	灰白色粘土	62.57-62.59	N32W22NE	熱水変質脈。せん断の兆候は認められない。
		92.90	10	5	黒色粘土	93.29-93.31	N12W22W	上盤側は約10cm熱水変質により礫混じり白色粘土状を呈する（破砕帯の可能性あり）。
		93.87	35	10	灰色粘土	94.11-94.17	N34E39NW	フィルム状の黒色粘土挟在。熱水変質粘土を主体とする。
		94.93	30	2	灰白色粘土	95.2-95.24	N49E30NW	熱水変質脈。せん断の兆候は認められない。せん断の兆候は認められない。
M5	120.0	28.28	30	－	マサ化	該当なし		新鮮岩と岩芯まで酸化した岩の境界。せん断の兆候認められない。
		82.20	30	8	黒色粘土	82.9	N30E42NW	幅３～４mm、黒色断層粘土（破砕された岩片含む）
		84.90	25	6	礫混じり粘土	85.6	N15W56W	幅５mm、黒色断層粘土（破砕された岩片含む）
		91.35	10	－	黒色粘土	－		
M6	120.0	19.60	30	－	マサ化	19.75	EW45N	
		46.50	20	－	灰色粘土3～5mm挟在	－		
M7	130.0	53.30	25	－	細礫混じり灰白色粘土	53.513	N65W27N	せん断の兆候は認められない。幅５mm以上。細礫混じり灰白色変質粘土が割れ目に付着
		67.85	40	10以上	細礫混じり灰白色粘土	68.123	N72E58N	割れ目にｽﾘｯｹﾝｻｲﾄﾞが認められる。砂状挟在し、5mm以上。
		72.50	20	20	角礫状破砕部	該当なし		灰白色を呈する変質により不明瞭であるがせん断の兆候認められない。
		78.20	30	－	剪断面	78.536	N50W40NE	幅１cm黒色粘土挟在。割れ目にｽﾘｯｹﾝｻｲﾄﾞが認められる。
		128.70	30	10	礫混じり砂状破砕帯	129.225	N73W33S	割れ目に黒色粘土付着。薄い1mm前後のせん断面の可能性あり。
M8	75.0	39.32	40	10	白色砂状破砕部	39.493	N72W42N	せん断の兆候認められない。
		53.5～53.8	20	300	低角度亀裂密集	53.619	N29W23W	せん断の兆候は認められない。層理面沿いに割れている。
						53.649	N28W30W	
						53.68	N35W26SW	
						53.724	N20W50W	
						53.786	N15E43W	
						53.856	N17E40W	
						53.88	N8E38W	
						53.918	N47E45NW	
						53.945	N13W33W	
						53.99	N35W30SW	
M9	100.0	36.5	15	－	固結角礫混じり粘土	－		
		45.9-46.15	10	2	粘土の薄層数条	－		
M10	120.0	25.05	20	25	礫混じり砂状	－		
		78.53	40	8	礫混じり粘土	－		
M11	120.0	48.95	40		フィルム状	－		フィルム状黒色粘土。
		54.10	40	4	黒色粘土	－		下盤側約10cm破砕され角礫状。変質により片理面不明瞭になっている。
		54.45	10	1～2	黒色粘土	－		上下に中～高角度のフィルム状せん断面（黒色粘土挟在部）２条認められる。40～50°。50cm下位に80°程度の高角せん断面あり。後の熱水変質により黄鉄鉱晶出している。変質により片理面不明瞭となっている。

表－ 5.1(2)　ダムサイト低角度断層一覧表

孔番	掘進長(m)	コア観察結果				ボアホールデータ		記　事
		深度(m)	角度(°)	破砕幅(mm)	性　状	深度(m)	走向傾斜	
M11	120.0	115.30	25-30	20	黒灰色粘土	－		幅２～３mmの黒色粘土（破砕された細礫を含む）が２条認められる。片理調和的
M12	80.0	49.90	20	3	砂混じり灰色粘土	49.531	N4W27W	せん断の兆候認められない。岩相境界。変質粘土付着。
		55.45	30	3	マサ化	55.2	N49E55NW	せん断の兆候認められない。岩相境界。熱水変質により軟質化。
		56.05	30	－	マサ化	56	N14E28E	せん断の兆候認められない。
M13	85.0	30.00	30	5	灰色粘土挟在	－		
M14	90.0	21.05	40	－	礫混じり砂状～粘土	－		幅6cm変質・風化で不明瞭であるが破砕された礫を含む粘土状を呈する。変質による劣化の可能性もある。
		78.55	15	12	礫混じり粘土	－		幅5mm灰白色を呈し、せん断の兆候は認められない。変質粘土の可能性大。
		86.10	5	20	砂状	－		幅3～4mmせん断の兆候は認められない。
M15	80.0	67.83	20	5	砂～細礫混じり灰白色粘土	67.546	N50W44SW	
		69.78-69.82	10	20	3mm程度の断層粘土	69.689	N64W36S	
		72.10	15	15	3cm程度の黒色粘土	71.985	N70W32S	
		73.20	25	1	黒灰色粘土	該当なし		
		76.38	20	2	黒灰色粘土	〃		
M16	65.0	22.05	40	－	破砕状	不明		せん断の兆候認められない。片理に沿って熱水変質が認められる。
		25.50	10	14	角礫混じり黒色粘土	〃		幅４mmの黒色粘土挟在。片理を切断する。
		28.26	40	50	礫混じり砂	〃		岩片にスリッケンサイド認められる。片理にほぼ調和的。
		28.70	35	－	礫混じり砂	〃		せん断の兆候は認められない。熱水変質により劣化。
		41.05	20	50	角礫状	40.865	N4W27W	上端部にフィルム状粘土挟在。２条。上下盤とも熱水変質により脱色。
		46.80	30	60	固結破砕帯			φ20～30mmの片麻岩礫を含む。
M17	130.0	64.35～	40	15+		該当なし		64.35～64.75m　角礫状コアを呈する。熱水変質の影響によるものか？片理とほぼ調和的。
		126.15	35	5	フィルム状に黒色粘土付着	〃		
M18	50.0	8.75	20	－	角礫状、ﾌｨﾙﾑ状に粘土付着	－		せん断の兆候は認められない。
		42.15	30	20	固結した黒色粘土	42.112	N37E27SE	上盤が６cm程度破砕し、熱水変質により緑色を呈する。片理と若干斜交する。
		45.9	35	－	破砕され粘土状、変質	－		下盤側３cm程度、熱水変質により緑灰色を呈する。片理と調和的である。
M19	135.0	52.2	0	10				52.2m割れ目に雲母が詰まる。幅1cm前後
		109.45	30	10	細礫混じり黒色粘土	109.393	N9W34W	109.45m幅１ｃｍ破砕された礫を含む黒色粘土
		122.55	40			122.534	N31W44SW	幅1cm暗緑色粘土挟在。若干熱水変質の影響あり。
		124.9	40			124.862	N10E46W	幅5mm後の熱水変質により灰緑色を呈する。
		126.85	30	15	幅5mm2条、内部に岩片挟在	126.813	N9W25W	126.85m幅1～2mmフィルム状に２条（ＳＰ）
M20	135.0	120.75	20		幅5mm2条、内部に岩片挟在		N33W23SW	アブライト脈の上下の貫入面に沿ってフィルム状のせん断面（SP）認められる。
M21	130.0	－	－	－	－	－	－	せん断の兆候認められない。
M22	90.0	43.4	40			43.332	N38E48NW	フィルム状のせん断面。下方の43.4～43.7mは、礫混じり砂～粘土状コアで熱水変質により内部構造は不明
M23	130.0		20	3				せん断の兆候認められない。
M24	135.0	73.52	30	200	角礫混じり黒色粘土	73.409	N24W37W	上盤25cm，下盤5cm程度破砕
		78.65	30	100	フィルム状黒色粘土	78.638	N30E45NW	上盤10cm程度破砕，片理とほぼ調和的
		86.4	10	20	礫混じり粘土状	86.423	N57W32NE	せん断兆候は認められない。
		106.05～106.1	30	20+	砂混じり角礫状	106.152	N59E54NW	106.5mにフィルム状黒色粘土（せん断面）付着
		111.2	20	50	礫混じり砂状	111.347	N43W24SW	後の熱水変質より上盤側の５cm劣化
M24	135.0	113.85～113.9	20	50	礫混じり黒色粘土状	113.922	N68E37N	片理とやや斜交する。コア形状が悪く不明であるが、古いせん断面（断層）と考えられる。
		111.4～111.6	?	200	黒色粘土混じり角礫状	111.659	N39E42SE	粘土の分布より主たるせん断面は111.55mと思われる。
		119.5	25	35	フィルム状黒色粘土	119.545	N67W27S	後の熱水変質の影響もあり脆くなっている。片理を切る。
		119.88	20	70	角礫状破砕帯	119.86	N60W18S	せん断の兆候は認められない。
		123.85	40	15	フィルム状黒色粘土２条	123.875	EW37S	片理とほぼ直交する。
		124.1	30	10	礫混じり黒色粘土	124.284	N83E39S	上下盤合わせて1.5cm程度破砕
		126.25～127.4	20～30			127.272	N39E47NW	

表－ 5.1(3)　ダムサイト低角度断層一覧表

孔番	掘進長(m)	コア観察結果				ボアホールデータ		記　事
		深度(m)	角度(°)	破砕幅(mm)	性　状	深度(m)	走向傾斜	
M24	135.0	126.78	30	5	礫混じり黒色粘土よりなるせん断面数条			上位の断層による破砕部
M25	135.0	26.95	40			26.979	N59E52NW	片理に調和的。後の熱水変質により緑色を呈し、黄鉄鉱認められる。幅1cm黒色粘土（ｓｐ）。
		33.1	20	3	角礫状破砕帯	33.117	N50W29SW	せん断の兆候は認められない。
		33.45		4	固結した黒色粘土	33.613	N55E42NW	幅4mm　黒色粘土（ｓｐ）。せん断面を中心に幅２mm程度破砕している。
		33.55		10	粘土混じり砂状破砕帯			後の熱水変質により不明瞭であるが、黒色粘土のフィルムが点在する。
		34.35		2	砂混じり角礫状破砕帯	該当なし		せん断の兆候は認められない。
		34.45		2	砂混じり角礫状破砕帯	該当なし		せん断の兆候は認められない。
M26	80.0	24	40	20	固結破砕帯	23.97	N9W45W	
		31.9	10	10	固結した黒色粘土	31.15	N16E49W	31.1～32.45mは、古期断層破砕帯と判断され、31.8～32.0mが主たる断層部と考えられる。
						31.25	N36E39W	
						31.35	N57W67S	
						31.425	N18W38W	
		32.45	10	5	固結した黒色粘土	31.59	N48W55S	
						31.68	N89W36N	
						32.17	N45W62S	
						32.315	N45W42S	
		48.2	10	20	礫状破砕帯	48.005	N51W59N	上下端に固結した黒色粘土をフィルム状に挟在する。
						48.11	N74E62N	
						48.23	N44E22N	
						48.265	N55E36N	
		54.3～54.55	30	250	礫混じり粘土状破砕帯	54.205	N82E39N	固結した破砕帯で、下端が30°傾斜。
						54.3	N29W44W	
						54.41	N54W33N	
						54.515	N82E24S	
						54.575	N58W37S	
		61.3	20	5	黒色粘土挟在	61.25	N61W50S	固結した粘土で、後の熱水変質によりやや灰白色を呈する。
		65.4	20±	30	固結破砕帯	65.35	N35W46W	フィルム状の黒色粘土を挟在し、後の熱水変質により、軟質化しているものと思われる。
						65.48	N11W31W	
M27	50.0	－	－	－	－	－	－	せん断の兆候認められない。
M28	65.0	60.85	40	2～3	固結した黒色粘土	60.935	N69E55N	固結したせん断面。
						61.04	N81W52N	
						61.115	N73W54N	
						61.2	N12E32W	
						61.26	N79W56N	
M29	65.0	－	－	－	－	－	－	熱水変質等による劣化部は認められるが、せん断の兆候認められない。
M30	65.0	－	－	－	－	－	－	せん断の兆候認められない。
M31	50.0	48.25	0	100	角礫状を呈し黒色粘土を挟在	48.57	N56W26S	上部が細片状コアを呈する。TR-1坑のF-2断層に対比される。
M32	110.0	105.8～106.0	50	200	やや固結した礫混じり粘土	105.901	N50E58N	固結した古期の断層が変質により劣化したものと考えられる。
						106.068	N72E32N	
M33	130.0	48.6	20～30	10	暗灰色粘土	48.562	N5W40W	幅1cmの暗灰色粘土で、これを境に49.2m付近まで破砕気味。
		61.1～61.2	40	45	礫混じり砂状	61.030	N53E43N	40°のシャープな割れ目に境される。
						61.080	N76E54N	
		79.3～79.45	40	150	暗灰色砂質粘土	79.273	N67E46N	暗灰色を呈し、上限境界は40°程度。
						79.521	N39E63N	
		127.7～127.8	?	10	暗灰色砂状	128.202	N21E44W	地層境界沿いの劣化部か？
M34	65.0	28.6	10	25	暗灰色粘土を伴う	28.572	N6W33W	暗灰色粘土を伴う割れ目、1mm開口。
M35	55.0	－	－	－	－	－	－	

F-2断層と同系統



図－ 5.5　推定断層破砕帯分布位置図

平成８年度　設楽ダム地質解析業務委託　報告書よりデータ引用

5.1.3　熱水変質

中流案ダムサイトでは、これまで多少の熱水変質部が認められていたが、その分布は局所的で小規模に確認されているのみであり、大規模な変質帯は認められていなかった。ところが、平成10～11年度に実施された新規ボーリング15孔（M17～M31）の結果、ダムサイト右岸低～中位標高部に分布規模の比較的大きい熱水変質部が認められた。この熱水変質ゾーンは、個々の規模としては小さいが、比較的まとまった位置に分布している。この変質帯の性状，分布および規模を確認するために、ＴＲ－３坑とM34，M35孔が実施された。詳細は5.2.5章を参照されたい。

この熱水変質ゾーンは、弾性波探査（屈折法）の結果、２測線（平成６年度実施）と①測線（平成11年度実施）で、周辺の基盤の弾性波速度は5.0～5.2 km/secであるのに対し、右岸低～中位標高部では4.3～4.9 km/secとやや弾性波速度が低下している箇所と一致しており、熱水変質による岩盤劣化部によるものと判断される。ダムサイトの基盤、特に現ダム軸（上流軸；①測線）では、中流軸（２測線）よりも弾性波速度が4.3 km/secと遅く、上流軸の方が熱水変質による岩盤劣化の規模が比較的大きい可能性がある。

＜熱水変質作用の時期＞

上記の熱水変質ゾーンと、その他に局部的に認められる熱水変質部のボーリングコアを用いてＸ線分析（ＸＲＤ）を実施した結果、比較的低温で中性～やや酸性の熱水変質に相当することが明らかとなっている（4.9章参照）。ここでは、熱水変質作用の時期について検討する。

熱水変質による岩盤劣化は、領家変成岩類、領家花崗岩類ともに認められ、凝灰岩においても熱水変質が確認されていることから、凝灰岩の活動時期の以降に熱水変質の活動があったものと推定される。周辺の地質構造発達史から、火山活

動があった時期は第三紀設楽層群南設亜層群（火山岩優勢層）の活動時期のみであることから（図－ 2.14参照）、凝灰岩の活動時期は第三紀と考えられる。さらにＭ７孔の深部において加水雲母が認められ、加水雲母は火山岩の熱水変質鉱物として産することから、設楽ダムサイトにおける熱水変質作用はほぼ南設亜層群の形成時期に起こった可能性がある。

5.1.4　地質構造と弱層

ダムサイトの初生構造の大局は、Ｅ－Ｗ～Ｎ70°Ｅ走向（ほぼ上下流方向）で50°程度北傾斜であり、左岸側で流れ盤状構造、右岸側で受け盤状構造を呈している（現地形より高角度）。

ダムサイト周辺に分布する弱層は、構造運動により形成された断層と、熱水変質作用による脆弱部の２タイプがある。断層はＦ－２断層と前述の5.1.2章のように左岸高位標高部の推定断層があるが、Ｆ－２断層は連続性に乏しく、推定断層は規模が小さいと考えられる。そのほかにこれまで実施した地質調査・解析結果、および平成８年度に実施した河床部地質精査結果（図－ 5.6参照）からも、ダム築堤上課題となる、あるいは今後留意が必要と考えられる断層は、現段階では存在しない。

構造運動により形成された断層は、地質構造発達史よりⅰ）領家帯形成時のほぼ片理面方向（Ｅ－Ｗ系）、ⅱ）設楽コールドロン活動時期の設楽層群縁辺部に沿った方向（ダムサイト付近ではほぼＮ－Ｓ系）とⅲ）設楽コールドロンの形成と同時期に活動した断層運動の方向（ＮＷ－ＳＥ系）の３方向が考えられる。

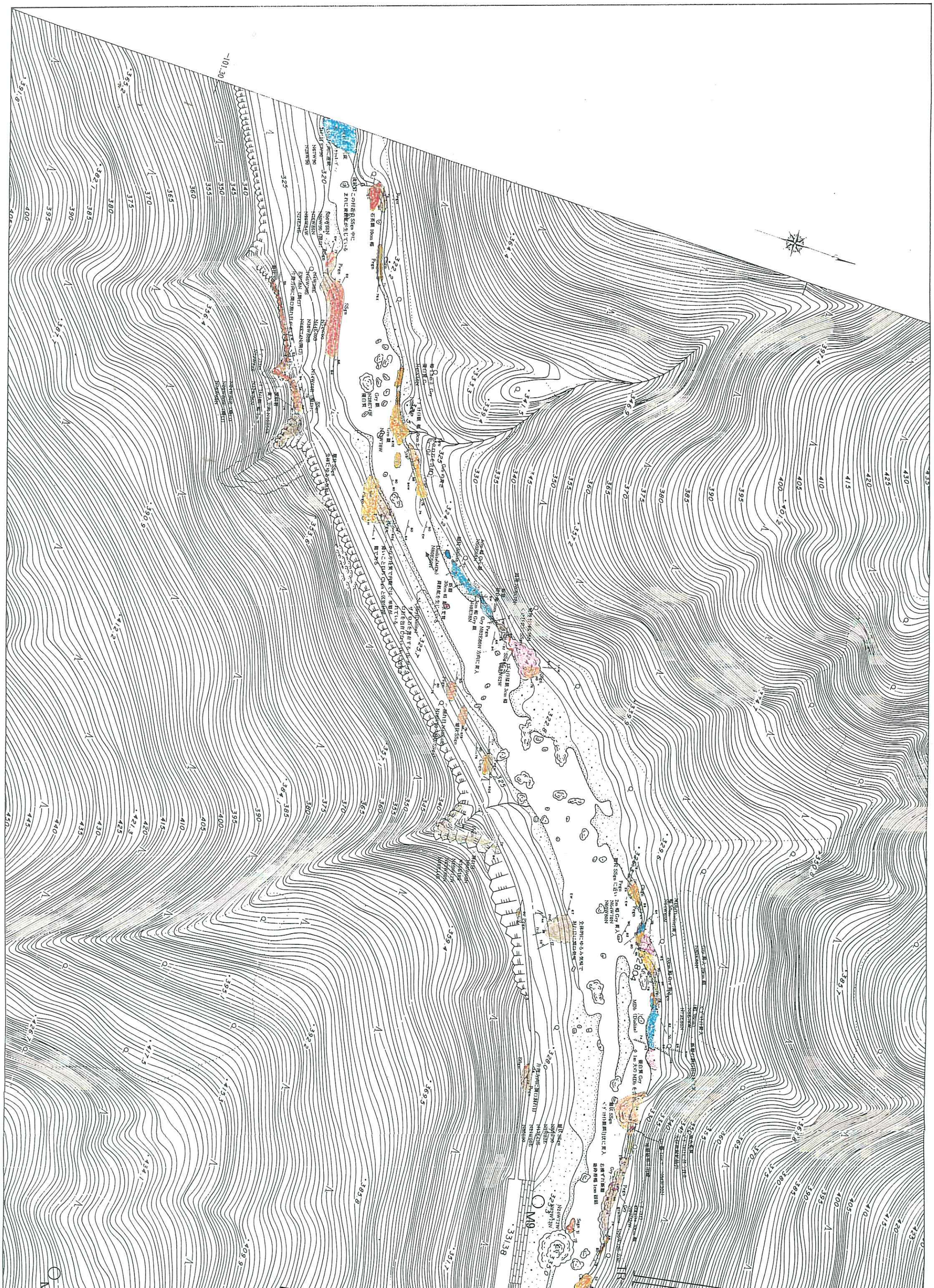
Ｆ－２断層はⅲ）の断層運動と同様の方向性を有しているが、低角度断層であり見かけ逆断層のセンスを有している。逆断層の場合にはＮＥ－ＳＷ方向の圧縮場となり、広域の地質構造発達史では想定できない応力場である。またⅱ）の設

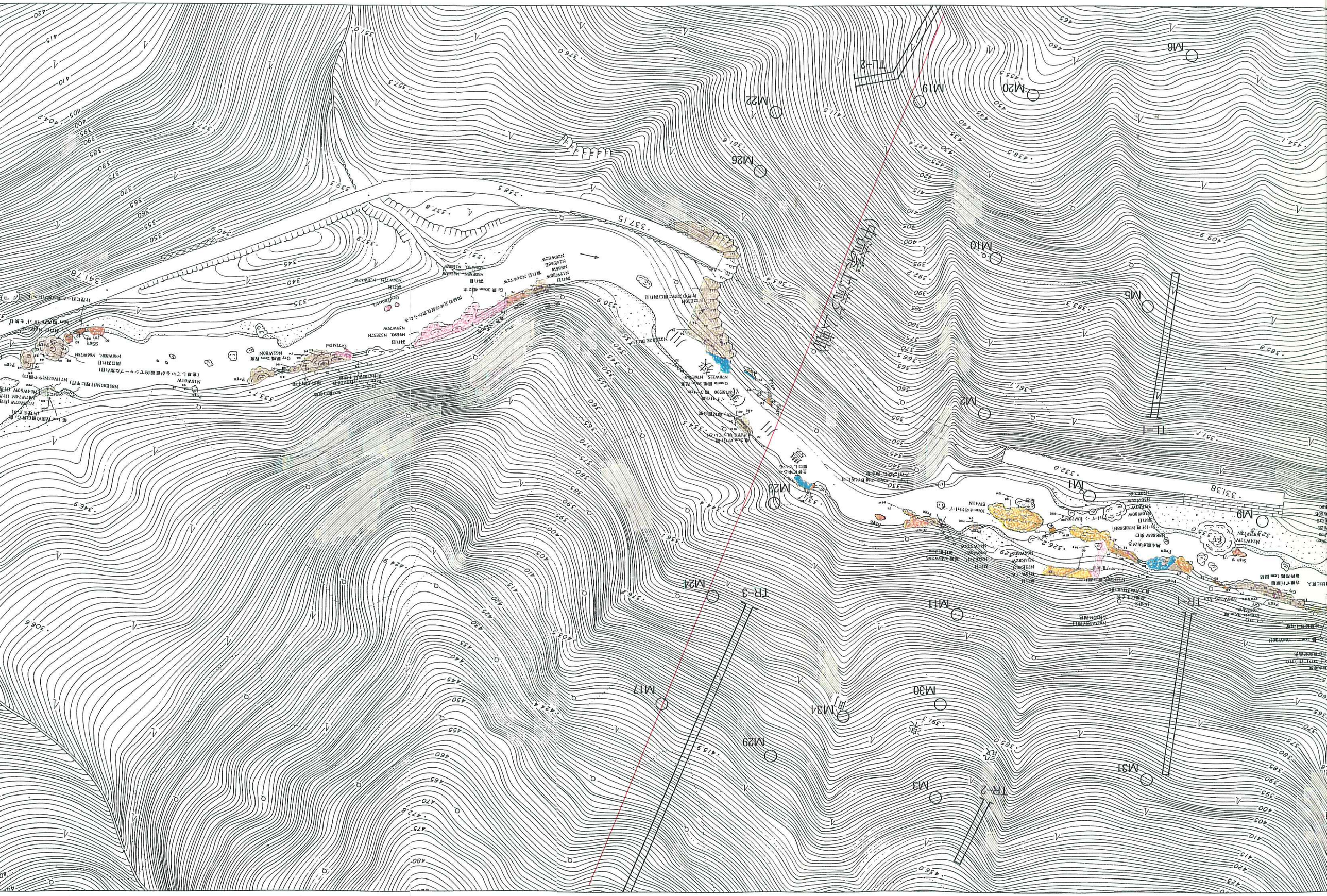
楽コールドロンの活動にともなうものであれば、広域的な引張場となることから、逆断層を形成する応力場は考えにくい。したがって逆断層であるとすれば、ｉ）の領家片麻岩類形成時の可能性が高いもの考えられる。もし仮に正断層であるとすれば、同方向のセンスを有するiii）の時期の可能性が高いものと考えられる。

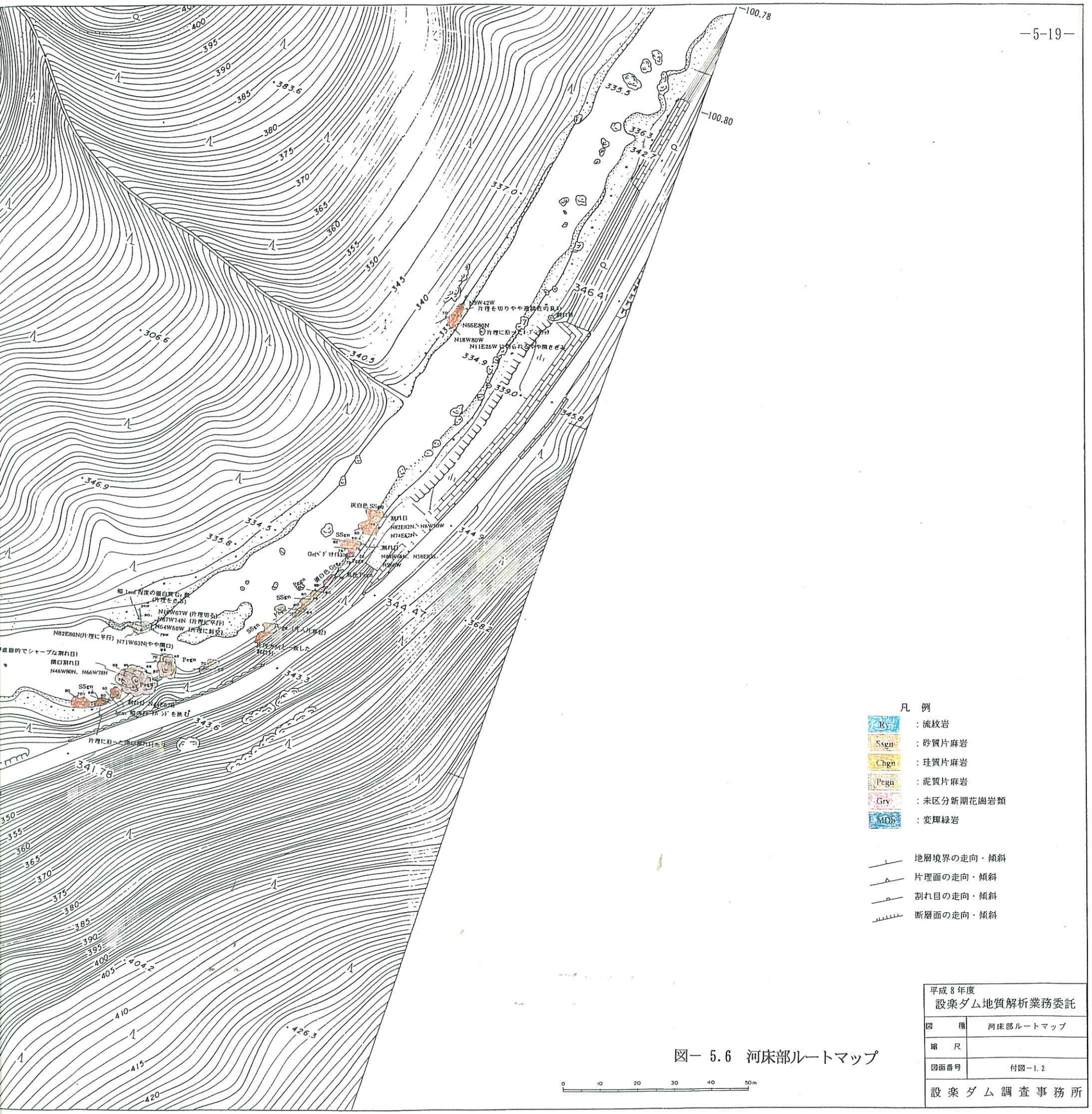
左岸高位標高の推定断層は、推定されるその方向からｉ）と同系統と考えられる。

また、上流案河床部で確認されたＦ－１断層は、Ｎ－Ｓ系高角度断層であり、ii）の設楽コールドロン活動時の縁辺部の断層と考えられる。

上記の構造運動により形成される断層以外の弱層として、熱水変質作用に伴う脆弱部（岩盤劣化部）がある。ボーリングコアや横坑壁の観察では、熱水変質が片麻岩の初生構造（片理面）沿いの割れ目系に支配されているように見受けられる。しかし、熱水変質作用はその時期に既に存在していた弱部（劣化部）に支配されること、またダムサイトには初生的（領家片麻岩類形成時）に形成された連続性の良い断層が分布していないことから、連続性を有する地質学的な断層とは異なり、その分布や規模は不規則で膨縮があるものと推定される。また、ＴＲ－３坑の実施により、右岸中位標高深部に見られる変質帯は断続的であり、かつまとまった分布を有する可能性が少ないと評価される（詳細は5.2.5章参照）。




M1
M2
M5
M6
M9
M10
M11
M13
M17
M19
M20
M22
M24
M25
M26
M28
M29
M30
M31
M34
TL-1
TL-2
TR-1
TR-2
TR-3


100.78
100.80
N39W42W
片理を切りやや連続性の良い
N65E80N
片理に沿うクォーツ脈
N18W80W
N11E25W
割れ目
N82E80N(片理に平行)
N71W63N(やや開口)
開口割れ目
N46W80N、N66W78N
N82E82N、N6W50W
N74E82N
N64W60W(片理に斜交)
N82E82N、N58E82N
N19W67W(片理切る)
N87W74N(片理に平行)
N64W60W(片理に斜交)
N71W63N(やや開口)
N46W80N、N66W78N
片理に沿った開口割れ目
SSgn
Pegn
Grv
Pegn
SSgn
Pegn
SSgn
Pegn
SSgn

5.2　地質工学的検討

「平成 11 年度　設楽ダム地質総合解析」業務では、今後確認すべき課題として下記 10 項目があげられているが、当面最も重要な課題は現軸（中流案上流軸）において右岸下流高位標高部に位置する“緩み”ゾーンを確実に避けることを考慮した新ダム軸の設定である。すなわち、“緩み”ゾーン周辺の堤体下流法面および減勢工上部法面の掘削は、アンカー工を前提とした急勾配掘削（1：0.3～1：0.6）により対処する計画であるが、“緩み”ゾーンとのクリアランスは十分なものではない。したがって、“緩み”ゾーンに対してさらに十分なクリアランスを確保するためには、右岸上流側尾根部の岩盤状況（ＣＭ級およびＣＨ級ゾーンの分布）の確認（下記①）、“緩み”ゾーン上流側の分布範囲の特定（下記②）、さらに右岸中位標高部に確認されている熱水変質部の性状および規模と分布の確認（下記③）が必要となった。

＜平成12年度の検討課題＞　　【平成12年度実施された調査項目】

① 右岸上流尾根部堅岩分布の把握　　【M33孔】

② 右岸“緩み”ゾーンの上流側への分布範囲の確定　　【M34，M35孔】

③ 右岸部の熱水変質部の地質・岩盤状況の把握　　【ＴＲ－３坑，M34孔】

④ 左岸高位標高深部の高透水部における岩盤状況の確認　　【ＴＬ－２坑】

⑤ 左岸低位標高部（立入禁止区域）の地質・岩盤状況と透水性の把握

⑥ 左岸高位標高部の強風化部の地質・岩盤状況の確認（左岸上流掘削面）

⑦ 左右岸高位標高部の岩盤状況と透水性の確認（止水ライン）　【M32孔（右岸）】

⑧ 堤敷内の堅岩分布の確認（特に左岸下位～中位標高部）

⑨ 基礎岩盤のせん断強度の設定

⑩ 減勢工の基礎および左右岸上部法面の岩盤状況

上記課題に対して実施されたボーリング、試掘横坑の結果を基にして実施した地質総合解析の結果をそれぞれの課題別にとりまとめる。なお、上記課題と検討項目の順番は一致していないので留意されたい。対応の一覧を下に示す。

平成12年度検討課題		平成12年度実施調査	検討章
①	右岸上流尾根部堅岩分布の把握	M33孔	5.2.1
②	右岸“緩み”ゾーンの上流側への分布範囲の確定	M34孔 M35孔	5.2.6
③	右岸部の熱水変質部の地質・岩盤状況	ＴＲ－３坑 M34孔	5.2.5
④	左岸高位標高深部の高透水部における岩盤状況の確認	ＴＬ－２坑	5.2.3
⑤	左岸低位標高部（立入禁止区域）の地質・岩盤状況と透水性の把握		5.2.4
⑥	左岸高位標高部の強風化部の地質・岩盤状況の確認（左岸上流掘削面）		1.1.1
⑦	左右岸高位標高部の岩盤状況と透水性の確認（止水ライン）	M32孔	5.2.3
⑧	堤敷内の堅岩分布の確認（特に左岸下位～中位標高部）		5.2.1
⑨	基礎岩盤のせん断強度の設定		5.2.2
⑩	減勢工の基礎および左右岸上部法面の岩盤状況		5.2.8

5.2.1　ダムサイトの堅岩分布

本業務では、これまで中流案ダムサイトにおいて実施された調査結果を総合的に検討し、ダムサイトの岩級区分基準の修正・加筆を行うとともに、ＣＬ級，ＣＭ級およびＣＨ級岩盤の上限コンター図を作成した（付図および別冊資料集①「縮小図面集」参照）。図－ 5.7に代表例としてＣＭ級上限コンター図を示す。

ダムサイトの各岩級の上限コンターは、左岸側ではＹ－０～Ｙ－１の間で川側に張り出し、右岸側ではＹ－０～Ｙ－１の間で最も山側に入り込んでいる（地形的にも攻撃斜面となっている）。また、右岸側のＹ－２～Ｙ－４，Ｘ－３～Ｘ－６の間では“緩み”ゾーンが分布するため不規則なコンターを示している。さらにＹ－０～Ｙ－１付近の右岸側には熱水変質による岩盤劣化部があるため、山側にクサビ状にコンターが入り込んでいる部分が存在する。

このような大局的な堅岩分布に併せ、右岸側には“緩み”ゾーン，Ｆ－２断層，熱水変質帯などが分布していることから、右岸側は現想定ダム軸よりもさらに上流側に設定した方が安全かつ効率的な可能性が高いものと判断される。このため、右岸上流尾根の堅岩分布状況の確認を目的として、M33 孔（EL.475.25m）が実施された。当初想定された各岩級ゾーンの分布とM33 孔実施結果による岩級ゾーンの分布について表－ 5.2に整理する。

表－ 5.2　各岩級ゾーンの想定と実施結果の対比

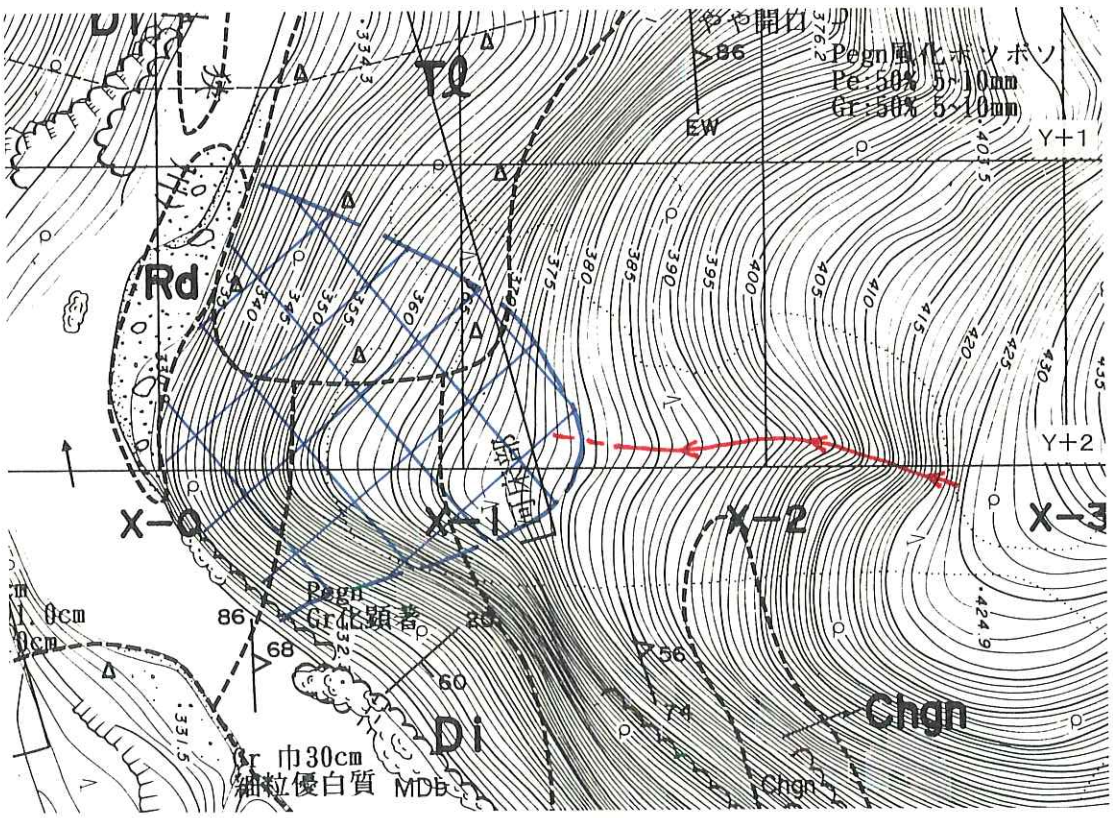
岩級ゾーン上限	想定深度	M33 孔の実施結果
ＣＬ級上限	２１ｍ	２９ｍ
ＣＭ級上限	３０ｍ	３０ｍ
ＣＨ級上限	４１ｍ	３３ｍ

表－ 5.2に示すように、ＣＬ級上限は深い（Ｄ級が厚い）結果となったが、ＣＭ級は想定通り、ＣＨ級は浅い結果となり、ダム築堤上良好な結果が得られた。また、ボーリングコア観察ではダム築堤上問題となる脆弱部は認められない。透

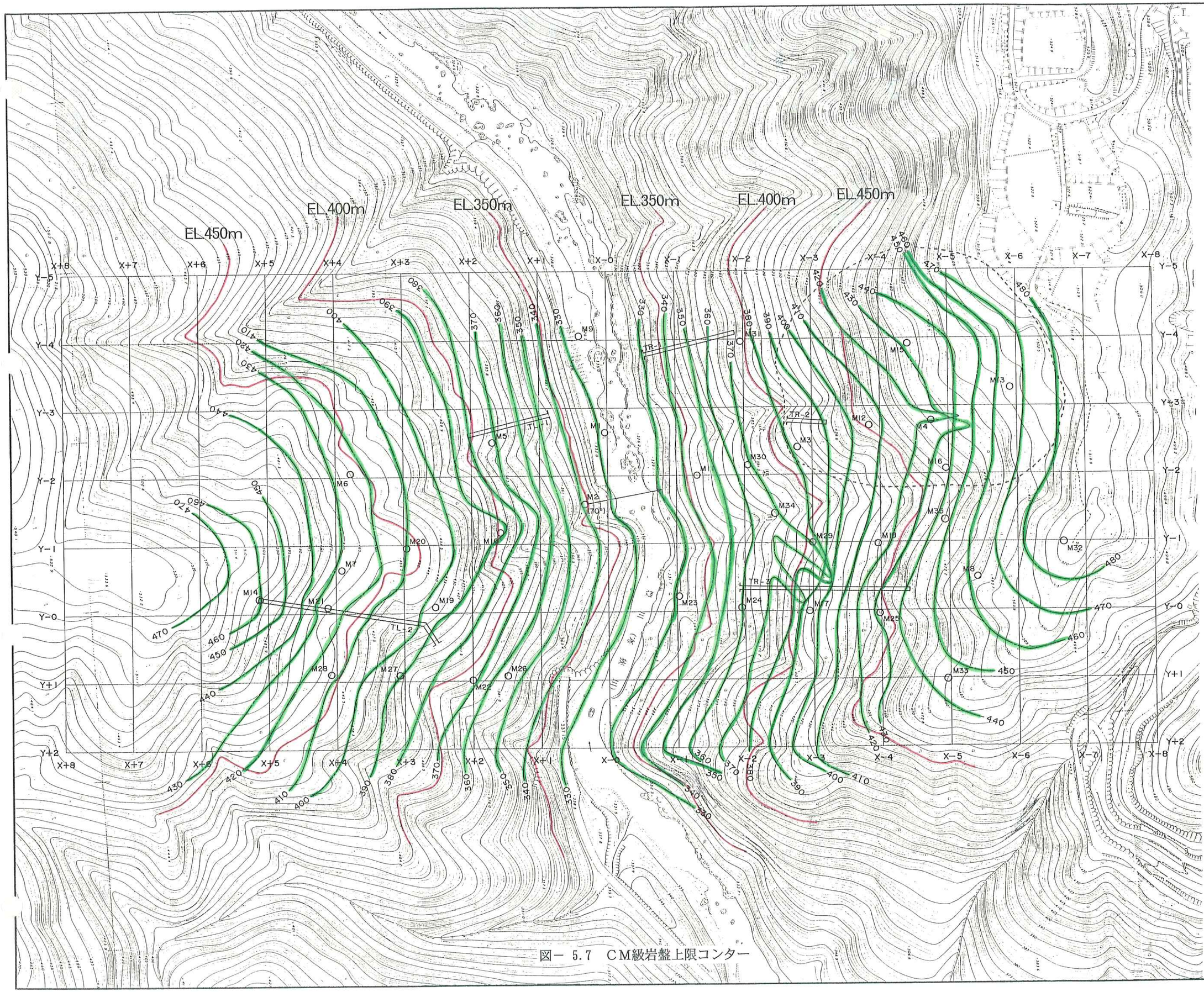
水性も良好であり、ＣＨ級ゾーン中の深度 40～45mで 41 ルジオン（換算値）と高透水箇所が認められるものの、深度 50m以深では 0 ルジオン主体の難透水部である。

以上のことから、右岸側を現想定ダム軸より上流側に設定することは十分に可能であると考えられる。ただし、右岸上流側は尾根地形であり地山の厚みがあまりないため、堤体レイアウト上の工夫が必要となる可能性もある。

また、右岸上流部は下図のように中～低位標高部において地形的に表層の緩み岩盤が厚く発達している可能性のある箇所が認められる（中位標高部では明瞭な沢地形が低標高部では不明瞭になり尾根地形が発達する）。同箇所は、現ダム軸（中流案上流軸）もしくは右岸を上流側に設定した新たな軸でも堤敷外法面掘削箇所に相当するため、上流側法面設計時には留意が必要である。



右岸上流側の中～低位標高部の地形図



図－ 5.7　ＣＭ級岩盤上限コンター

平成12年度 設楽ダム　地質総合解析業務	
図　種	ＣＭ級上限コンターマップ
縮　尺	1/1,000
図面番号	付図－1.35
設楽ダム調査事務所	

5.2.2　基礎岩盤のせん断強度

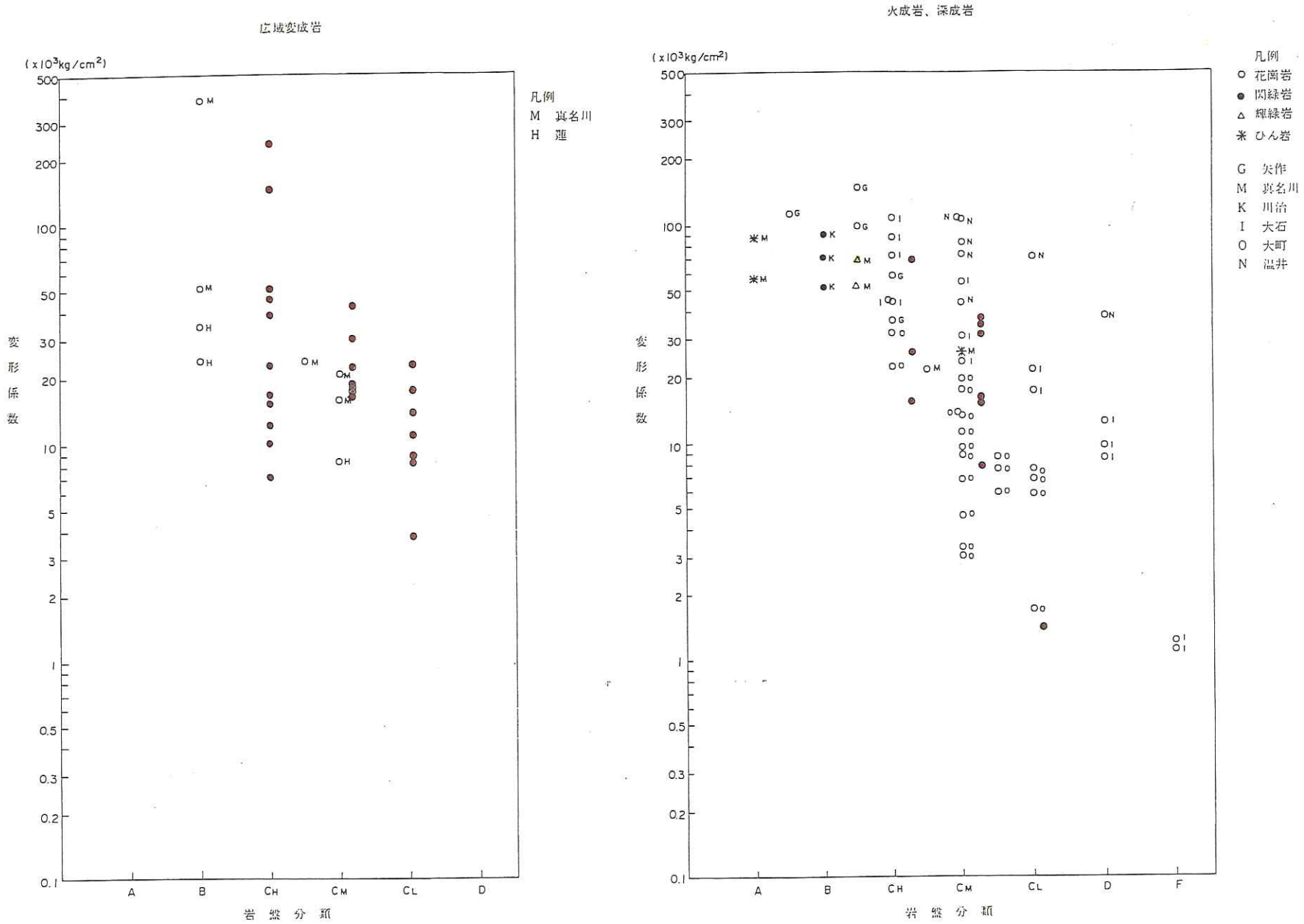
現段階では原位置におけるせん断試験は実施していないため、せん断強度の試験値はない。これまで孔内水平載荷試験が片麻岩類および花崗岩類の各岩級で実施されている。この結果を参考に既往実績資料と照合し、岩盤せん断強度を推定した。

（1）孔内水平載荷試験結果

ダムサイト基礎岩盤の変形性は、既往調査結果より表－ 5.3のように総括される。これらの値は、図－ 5.8に示すように一般的な片麻岩類および花崗岩類の変形係数の範囲であり、ばらつきはあるものの全般に調和的である。したがって、ダムサイトの基礎岩盤のせん断強度も、ほぼ一般的な値と同等であるものと考えられる。

表－ 5.3　孔内水平載荷試験結果一覧

岩級区分	地質区分	試験個数	変形係数		
				N/mm^2	kgf/cm^2
CH	片麻岩類	12	最大	23,242	237,000
			最小	685	6,982
			平均	4,996	50,950
	花崗岩類	4	最大	6,835	69,700
			最小	1,522	15,520
			平均	3,366	34,325
CM	片麻岩類	7	最大	4,187	42,700
			最小	1,616	16,480
			平均	2,326	23,719
	花崗岩類	6	最大	3,646	37,180
			最小	762	7,770
			平均	2,331	23,773
CL	片麻岩類	8	最大	2,273	23,180
			最小	366	3,730
			平均	1,194	12,174
	花崗岩類	1		136	1,390



図－ 5.8 変形係数の事例一覧

● は設楽ダムの試験結果

（土木研究所資料「ダム基礎岩盤の原位置試験に関する諸検討と考察」（1983）より）

(2) せん断強度の推定

図－ 5.9, 図－ 5.10に示す既往実績資料を参考に表－ 5.4に示すせん断強度を推定した。なお、基礎岩盤の強度は以下の条件により勘案して設定している。

①B級岩盤の純せん断強度は、土木研究所資料（ダム基礎岩盤の原位置試験に関する諸検討の考察（昭和 58 年１月））より、火成岩・深成岩のCH級岩盤の中間値を勘案して設定した。

②CH級岩盤は、広域変成岩のCH級岩盤の中間値を採用した。

③CM級岩盤は、火成岩・深成岩のCM級岩盤の中間値（2.94N/mm^2）、広域変成岩のCM級岩盤の中間値（1.37N/mm^2）を勘案して設定した。

④変質CM級岩盤は、割れ目に変質粘土を伴うこと、岩片がやや変質を受けていることから、約 15％低減させ設定した。

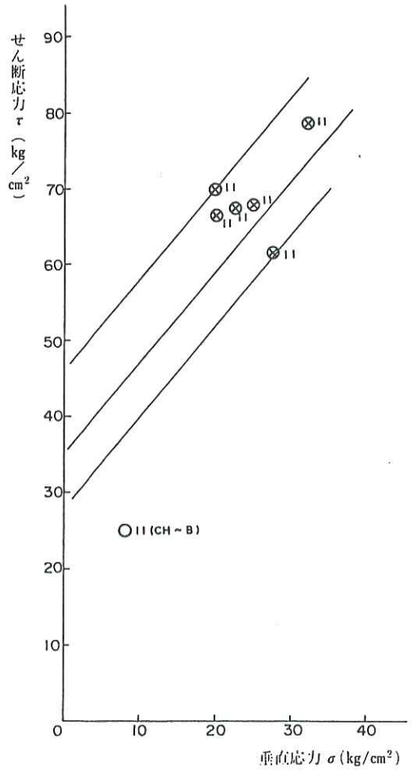
⑤CL級岩盤は、CH級岩盤、CM級岩盤の低減率（約 75％）を参考とし、当ダムサイトのCL級岩盤が開口気味であることを勘案して設定した。

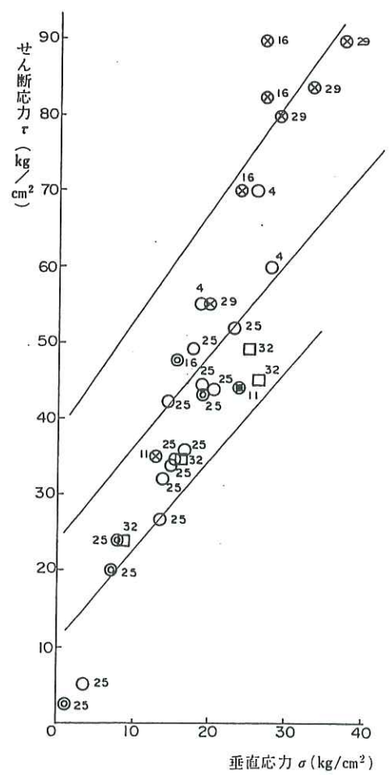
⑥変質CL級岩盤は、変質CM級岩盤同様の理由により低減させ設定した。

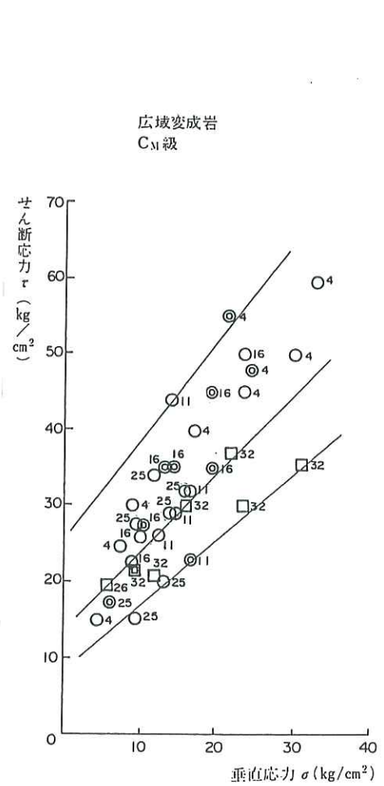
⑦内部摩擦角は、B級およびCH級岩盤の資料ではφ＝50°であるが、安全側を考慮しφ＝45°に設定した。

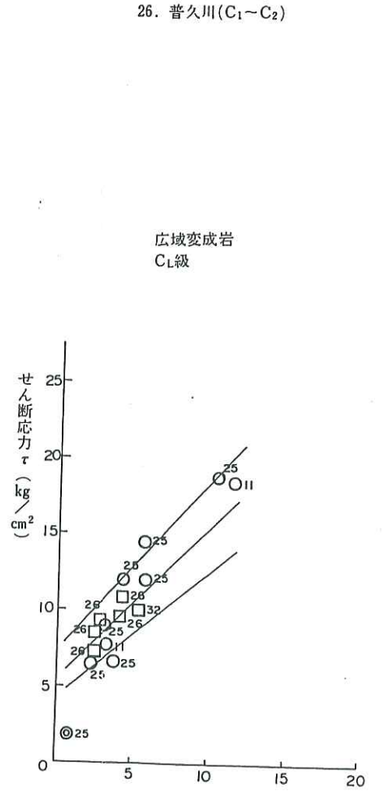
表－ 5.4　設楽ダム基礎岩盤の強度（推定）

岩盤分類	純せん断強度（τ_0）	内部摩擦角（φ）
B 級岩盤	3.92N/mm^2（400tf/m^2）	45°
CH級岩盤	2.35N/mm^2（240tf/m^2）	45°
CM級岩盤	1.77N/mm^2（180tf/m^2）	45°
CM級岩盤（変質）	1.47N/mm^2（150tf/m^2）	45°
CL級岩盤	0.98N/mm^2（100tf/m^2）	45°
CL級岩盤（変質）	0.78N/mm^2（ 80tf/m^2）	45°



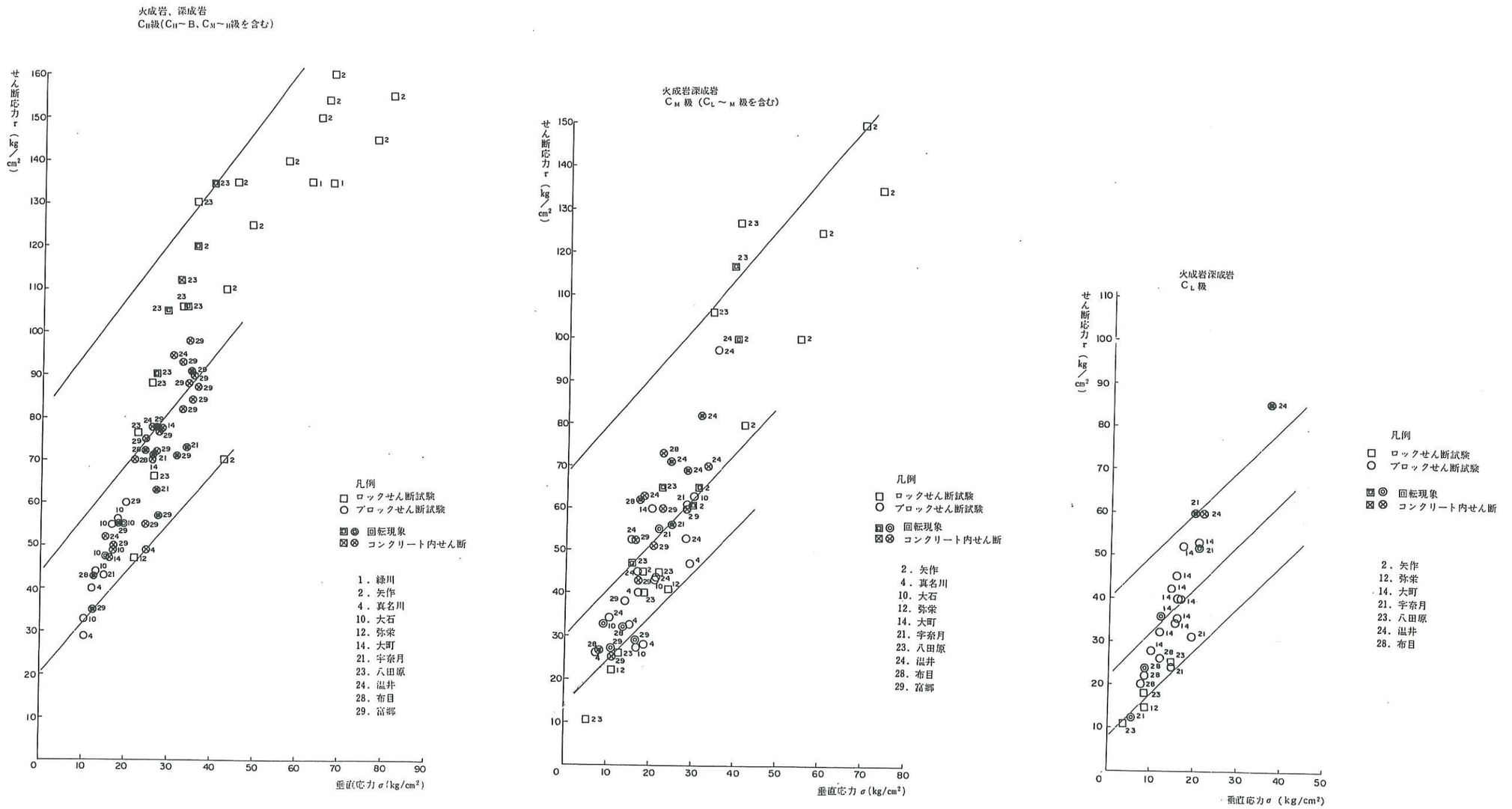






図－ 5.9　せん断強度の事例一覧(広域変成岩)

(土木研究所資料「ダム基礎岩盤の原位置試験に関する諸検討と考察」(1983)より)



図－ 5.10　せん断強度の事例一覧(火成岩・深成岩)

(土木研究所資料「ダム基礎岩盤の原位置試験に関する諸検討と考察」(1983)より)

5.2.3　透水性と地下水位

(1) 透水性

ダムサイトの透水性は全体に良好であり、アバット部でも地表下 30m以深で２ルジオン未満ゾーンとなり、２ルジオン未満ゾーン中には２ルジオン以上のタマ状部が局部的に分布する程度である。地下水位以下においては２ルジオン未満の難透水ゾーンが全体の８割近くに達する（図－ 5.22参照）。20 ルジオン以上の高透水ゾーンは、左岸部ではＤ～ＣＬ級岩盤ゾーンに、右岸部ではＤ～ＣＭ級ゾーンにほぼ一致している。基礎岩盤の大部分を占める泥質片麻岩での透水試験結果では 70％近くが難透水性を有しており、ＣＭ級以下の岩盤で透水性が高い。また、砂質片麻岩が分布する箇所においては透水性がやや高い傾向にある（図－ 5.24参照）。

想定止水ラインのルジオンマップを図－ 5.11に示す。なお、ルジオンマップは想定される止水ラインを視野に入れて、右岸側Ｘ－５グリッド付近でM32 孔に向けて屈曲させた。

＜左岸部＞

20 ルジオン以上の高透水ゾーンは、ダム天端付近で約 30m（Ｄ～ＣＬ級）であり、その下位は良好となり、２～５ルジオンゾーンが約 15m程度分布する。そのさらに下位、地表下 60mで２ルジオン未満ゾーンとなる。

＜左岸高位標高部深部の断続的な透水部＞

左岸傾斜変換線（EL.410m付近）より上位斜面で実施されたボーリング孔（Ｍ７，M19，M20，M21）では、地山深部（ＣＭまたはＣＨゾーンの２ルジオン未満の難透水ゾーン）において局部的に５ルジオン以上の透水部が断続的に散見さ

れ、また、掘進時の孔内水位変動にも影響を与えている（4.8.2章参照）。これらのボーリング孔には高角度の開口気味の割れ目が発達する傾向があり、Ｍ７孔では河床レベル（EL.330m）まで、酸化割れ目の発達が局部的に認められ（図－ 5.12～図－ 5.15参照）、その形成メカニズムが課題となっていた。

５ルジオン以上の“タマ状”部には酸化した割れ目（一部マサ状風化）の発達が認められる。これら５ルジオン以上の“タマ状”透水部の成因は、次にあげる事項より「流れ盤状の片理面に沿う高角度酸化割れ目の発達に起因し、その分布は断続的である」ことがほぼ明らかとなった。

① ＣＭまたはＣＨ級岩盤ゾーン中に断続的に認められる。

② ５ルジオン以上を示すステージ中には高角度酸化割れ目が発達し、酸化割れ目の分布状況と透水状況は一致する。

③ 高角度酸化割れ目は片理面と調和的であり、おおむね東西走向で川側に高角度で傾斜する。

④ 透水性の高い箇所を掘進した後、孔内水位は低下する傾向にある（4.8.2章「地下水位」参照）ことから、透水性が高角度酸化割れ目に起因していると判断される。この結果は、地下水位コンター図（図－ 5.16）にも認められ、高角度酸化割れ目が発達することと調和的である。

⑤ 高角度酸化割れ目の開口量は、ボアホール観測結果による累積開口量との対比によると、５ルジオン以上の箇所において顕著な変曲点が認められず有意な相関性がないこと、さらに開口量が著しくないことから、やや開き気味程度と判断される。

これらの高角度酸化割れ目の性状を把握するために、EL.410m盤に試掘横坑（ＴＬ－２坑）が実施された。

横坑観察結果でも深部において片理面に調和的な高角度割れ目や閃緑岩中の高角度節理が発達し、一部の割れ目沿いに酸化が及んでいることが明らかになった。これらの高角度酸化割れ目からは水がしみ出しているものもあり、明らかに透水性に影響しているといえる。

この高角度酸化割れ目の成因として、地質構造が北傾斜（川側傾斜）の流れ盤状であることから、遷急線が認められるEL.410～420m以深の急激な下刻作用に伴い、流れ盤を形成する（現地形より傾斜角は高角度）左岸斜面の中～高位標高部において、片理面に沿って割れ目がやや開口気味となった可能性が考えられる。また、高角度酸化割れ目を有する周辺の岩盤は閃緑岩類や珪質片麻岩といった硬質な脆性亀裂性岩盤であり、既存の割れ目系が岩盤クリープ的に開口気味になった可能性も考えられる。

＜河床部＞

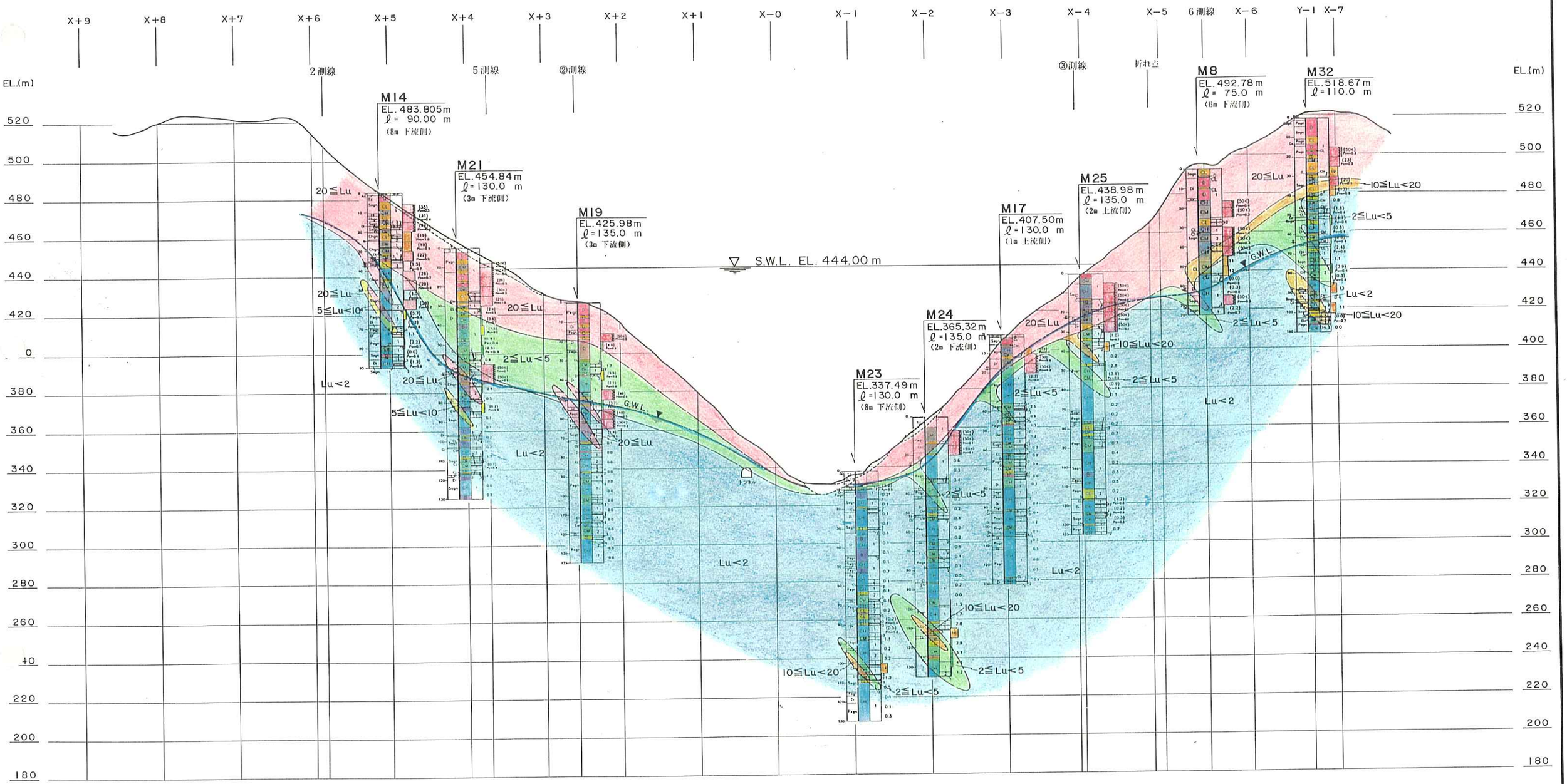
河床下10m程度で良好岩盤が分布し、２ルジオン未満となる。深部（河床下80～100m）で局部的にルジオン値の高い部分が存在するが、下流河床部で実施されたボーリングには認められないことから、局部的なものと考えられる。

＜右岸部＞

20ルジオン以上の高透水ゾーンは、ダム天端付近で約30m（D～CM級）であり、その下位は急激に良好となり２ルジオン未満ゾーンとなる。２ルジオン未満ゾーンの出現深度は、ダム天端付近で地表下30m、下位標高部では地表下20m程度である。

高位標高部では、CM級ゾーンまで高透水を呈している。この箇所は砂質片麻岩からなり、コアを見る限りではCH級相当と見受けられるものの、透水試験時

の圧力が上昇せず50ルジオン以上を呈する(口元圧力方式で地下水位が低いため、右下がりのＰ－Ｑ曲線である)。尾根頂部で今年度実施されたM32 孔の透水試験は孔内圧力センサーを用いて行われており、圧力は増加しているものの閃緑岩類の貫入部付近の砂質片麻岩で透水性がやや高い傾向にある。これは右岸高位標高部に分布する砂質片麻岩の特性の一部と考えられる。その原因の一つとして、砂質片麻岩は硬質な岩盤であるため、岩盤クリープ的に割れ目が開口気味になった可能性が考えられる。



凡　例

20≦Lu
10≦Lu<20
5≦Lu<10
2≦Lu<5
Lu<2
透水度境界
地下水位

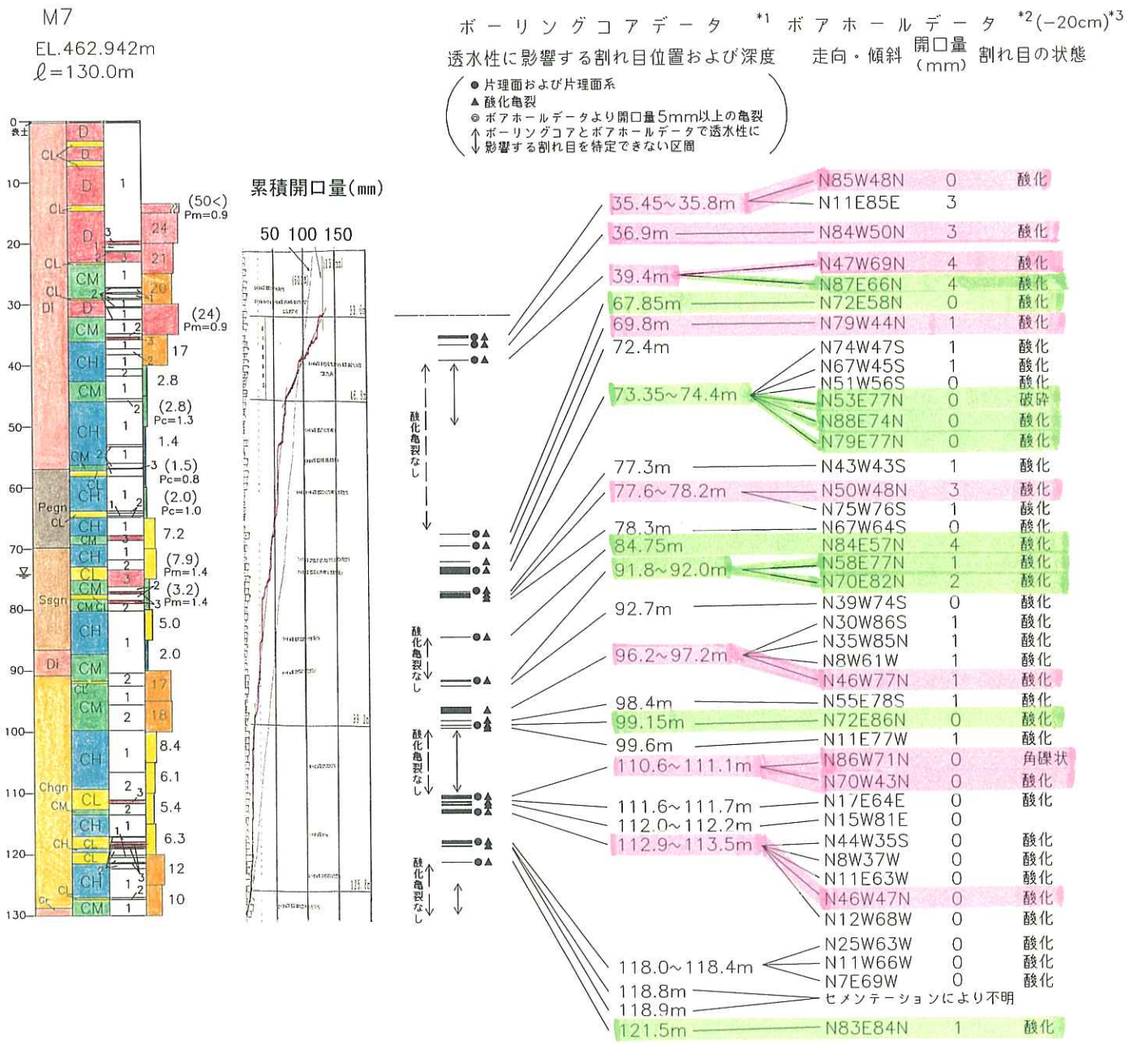
〈簡易柱状図〉

地質区分
岩級区分
最終孔内水位
ルジオン値
Pm 最大圧力
Pc 限界圧力
単位：MPa
変質区分
1 非変質
2 弱変質
3 中変質
4 強変質

S=1:1,000
0 25 50 100m

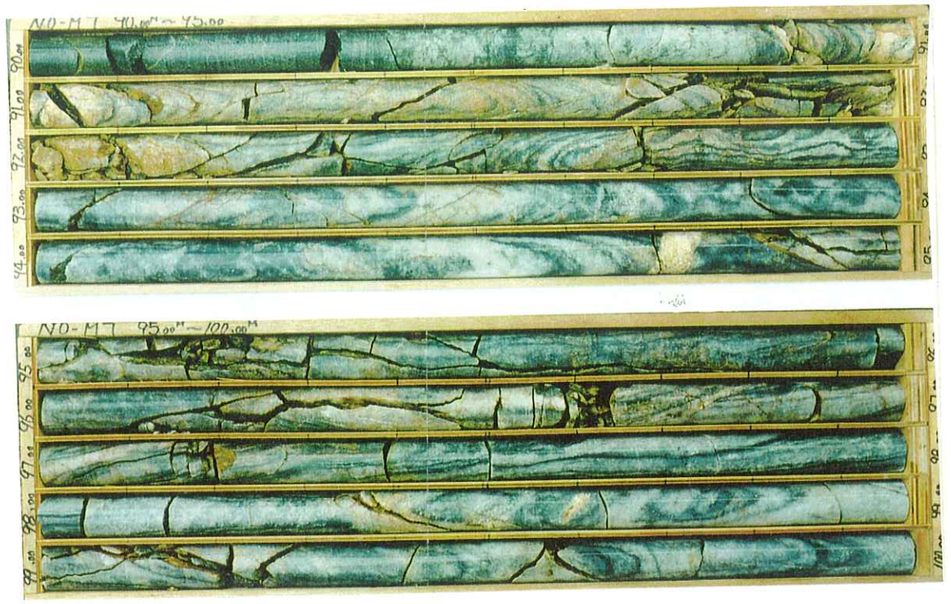
図－ 5.11　想定止水ラインルジオンマップ

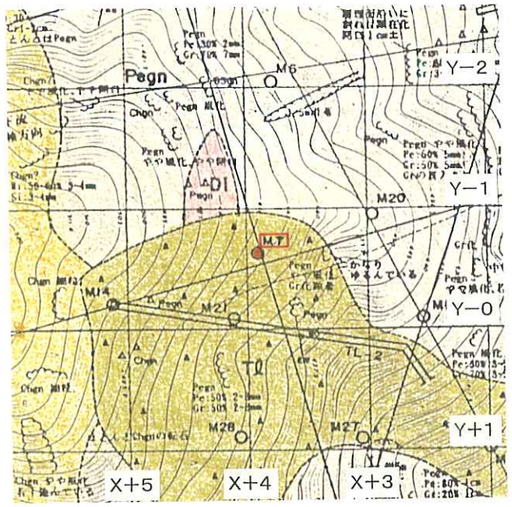
平成12年度 設楽ダム　地質総合解析業務	
図　種	Y−0（想定止水ライン）ルジオンマップ
縮　尺	1/1,000
図面番号	付図−1.5
設楽ダム調査事務所	



*1: 2ルジオン以上の透水性に影響する割れ目と酸化亀裂を抽出。ただし、強～中風化ゾーンを除く。
*2: ボーリングコアデータと対応するものと、開口量5mm以上のものを抽出。ただし、強～中風化ゾーンを除く。
*3: ボーリングコアを基準とし、対比されるボアホールデータの位置。

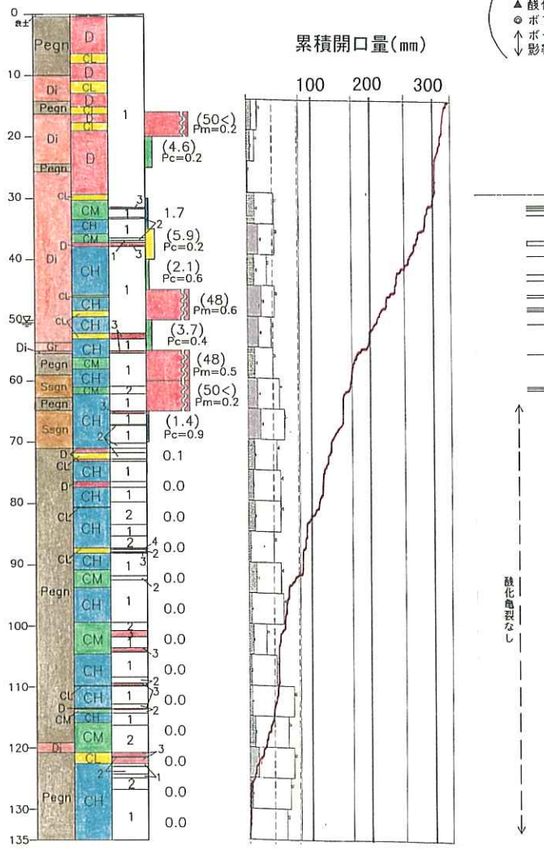
90～100m（高透水ゾーン）





図− 5.12 簡易柱状図およびボアホールデータ（M７孔）

M19
EL.425.98m
ℓ=135.0m



ボーリングコアデータ *1　ボアホールデータ *2(−20cm)*3

透水性に影響する割れ目位置および深度	走向・傾斜	開口量(mm)	割れ目の状態
31.6m	N21E58W	1	風化
31.9m	N31E74N	6	新鮮
32.3m	N18E90	2	風化
33.1m	N62W38S	3	風化
37.3~38.0m	N58E79N	0	風化
39.8m	N72W48N	3	酸化
	N18E76W	6	酸化
	N35W86N	6	新鮮
42.8m	N16W6W	0	新鮮
44.65m	N68E77S	2	酸化
46.2m	N3E42W	5	新鮮
46.6m	N6W58W	3	酸化
48.25m	N37E23S	1	酸化
48.6m	N65E54N	3	酸化
48.9m	N81W66N	1	酸化
51.0m	N32E66N	9	酸化
55.95m	N13E48E	2	酸化
61.3m	N2W36W	0	風化
61.6m	N72W66N	2	酸化
61.95m	N78W30S	6	変質

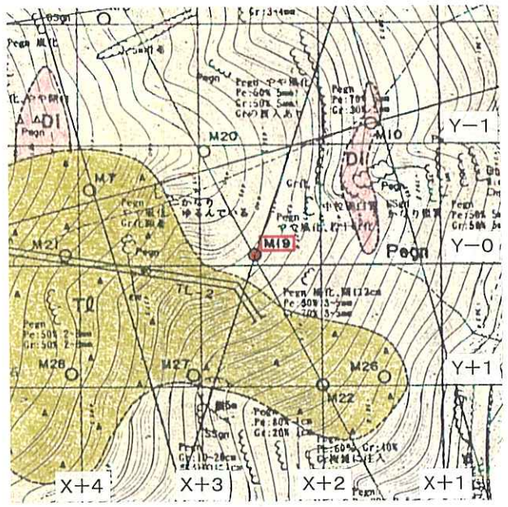
●片理面および片理面系
▲酸化亀裂
◎ボアホールデータより開口量5mm以上の亀裂
↑↓ボーリングコアとボアホールデータで透水性に影響する割れ目を特定できない区間

*1:2ルジオン以上の透水性に影響する割れ目と酸化亀裂を抽出。ただし、強～中風化ゾーンを除く。
*2:ボーリングコアデータと対応するものと、開口量5mm以上のものを抽出。ただし、強～中風化ゾーンを除く。
*3:ボーリングコアを基準とし、対比されるボアホールデータの位置。

NE系片理
NW系片理

15～25m（D級岩盤ゾーン）

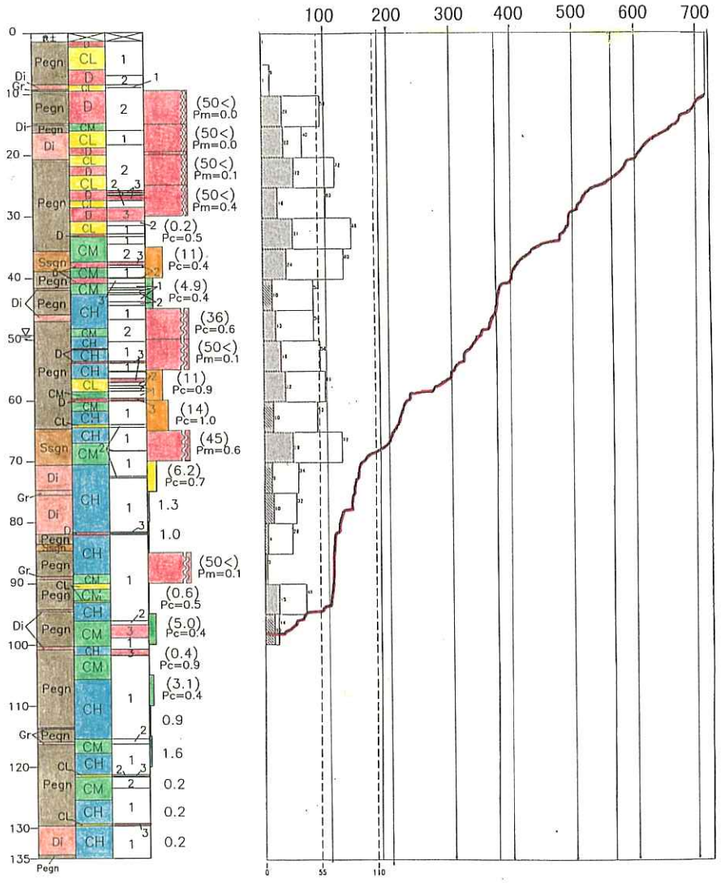




図－ 5.13　簡易柱状図およびボアホールデータ（M19 孔）

M20
EL.449.61m
ℓ=135.0m

累積開口量(mm)



ボーリングコアデータ *1　ボアホールデータ *2(−20cm)*3

透水性に影響する割れ目位置および深度　走向・傾斜　開口量(mm)　割れ目の状態

(● 片理面および片理面系
▲ 酸化亀裂
◎ ボアホールデータより開口量5mm以上の亀裂
↑↓ ボーリングコアとボアホールデータで透水性に影響する割れ目を特定できない区間)

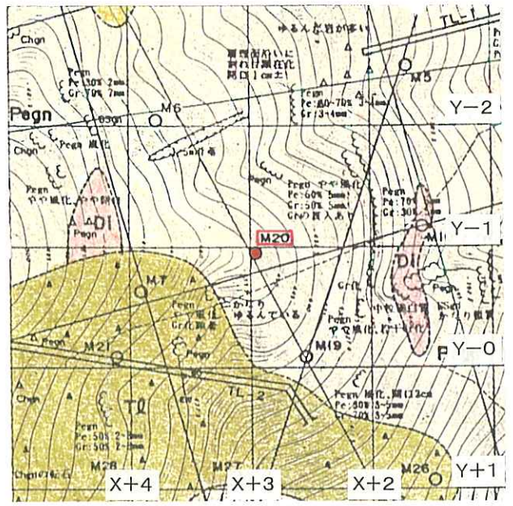
35.7m	N75W54S	2	変質
	N16W43E	1	酸化
36.55m	N54W53N	2	酸化
36.7~36.8m	N54W53N	2	酸化
38.0m	N47W50N	0	酸化
38.45m	N75E51S	0	酸化
38.9m	N38W79N	3	酸化
	N58W58N	2	酸化
40.6~40.85m	N57W54N	3	酸化
	N88E80N	5	酸化
42.5m	N50E55N	2	酸化
44.3m	N55W51N	3	酸化
48.3m	N23W56E	12	酸化
48.6m	N43W39N	2	酸化
49.5m			
50.0m	N44W69N	2	酸化
50.3m	N30W58N	3	酸化
53.55m	N26W59E	8	酸化
53.8m	N80E77N	4	酸化
54.65m	N70W52N	3	酸化
55.2m	N30W40S	5	酸化
56.7m	N15E60E	3	変質
56.9m	N63W72N	1	酸化
58.5m(マサ)	N77E37N	35	風化
59.6~60.0m	N62E61S	2	酸化
	N83E78S	3	酸化
	N35E65S	2	酸化
63.65m	N29W72E	2	酸化
64.0m	N47E52S	0	酸化
67.5m	N17E62W	5	変質
68.1m	N72E69S	5	酸化
68.3m	N9E59W	2	酸化
72.55m	?		
72.7m	N1W32E	2	風化
	N87E35N	10	新鮮
89.2~89.4m	N72E78S	2~3	酸化
	N31E79N	23	変質
95.6m	N76E51N	8	酸化
96.55m	N23W67E	9	酸化
	N52W79S	5	風化
97.9m	N30W73S	32	変質
105.2m	やや酸化(ボア濁り)		

酸化亀裂なし ↓ 酸化亀裂なし ↓ 酸化亀裂なし

*1: 2ルジオン以上の透水性に影響する割れ目と酸化亀裂を抽出。ただし、強~中風化ゾーンを除く。
*2: ボーリングコアデータと対応するものと、開口量5mm以上のものを抽出。ただし、強~中風化ゾーンを除く。
*3: ボーリングコアを基準とし、対比されるボアホールデータの位置。

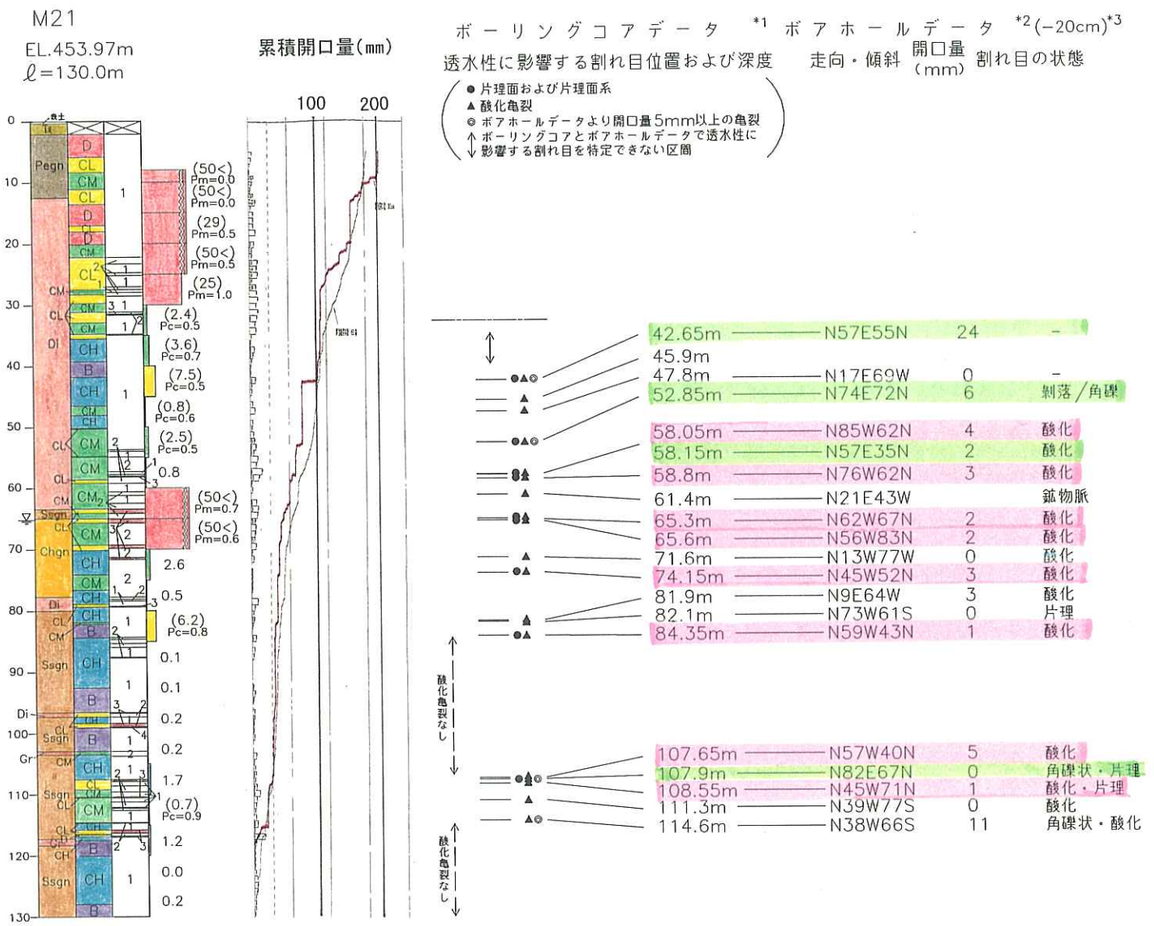
20~30m（D級岩盤ゾーン）





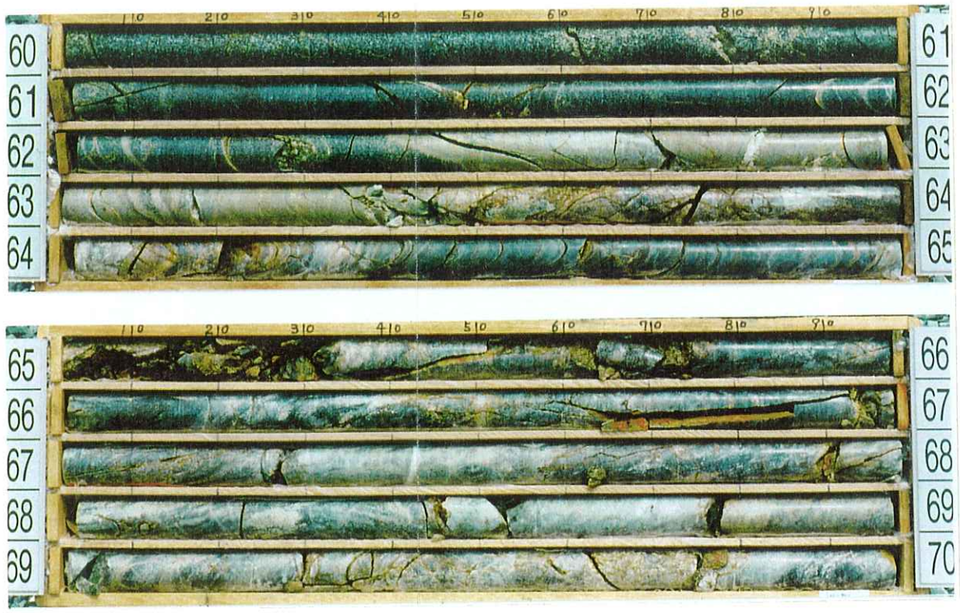
NE系片理
NW系片理

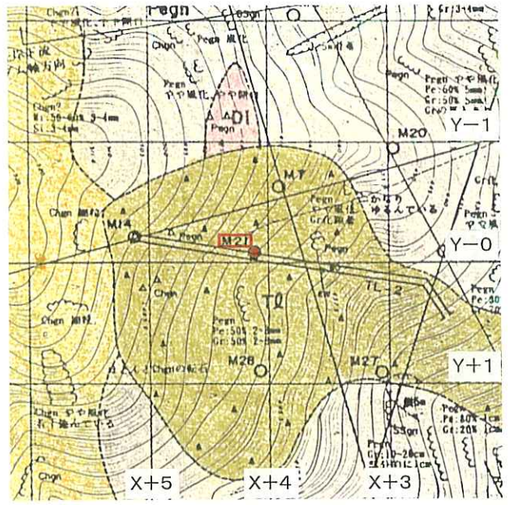
図− 5.14　簡易柱状図およびボアホールデータ（M20孔）



*1: 2ルジオン以上の透水性に影響する割れ目と酸化亀裂を抽出。ただし、強〜中風化ゾーンを除く。
*2: ボーリングコアデータと対応するものと、開口量5mm以上のものを抽出。ただし、強〜中風化ゾーンを除く。
*3: ボーリングコアを基準とし、対比されるボアホールデータの位置。

60〜70m（高透水ゾーン）





図− 5.15 簡易柱状図およびボアホールデータ（M21 孔）

(2) 地下水位

地下水位は、図－ 5.11の想定止水ラインルジオンマップに示すように、概ね2ルジオン未満ゾーンの上限に位置しており、左岸部ではM14 孔においてほぼサーチャージ水位標高までの地下水位が確認されているが、M14 孔からM21 孔に向かって（山側から川側）、地下水位が約 55m低下する現象が認められる。これは継続的な水位観測でも認められており（4.8.2章「地下水位」参照）、地山内部でも同様の地下水位を有していると考えられる。ダムサイトの地下水位分布状況を地下水位コンター図（図－ 5.16）に取りまとめる。同図に示されるように上記地下水位の急激な変化は左岸高位標高部に特徴的な現象である。

この原因としては、下記２事項が複合して形成された可能性が高いと考えられる。

・ＴＬ－２坑において 82m付近に変質粘土を伴う小規模な破砕帯が認められ、この破砕部が遮水層としての役割を果たし、結果として地山奥側の地下水位がダムアップされていること。

・さらに、M21，M19 孔に認められる片理面系のやや開口気味の酸化割れ目に起因する透水性の高い箇所の存在により地下水の流入＜流出となる。

ＴＬ－２坑においては、破砕部以深で滴水が顕著に認められることからも、これより奥側で水が飽和状態にあるといえる。しかしながら、破砕部は横坑内において連続するものの明瞭ではないことから、その規模と連続性は小さいものと考えられ、地質工学的に大きな課題とはならないものの留意が必要である。

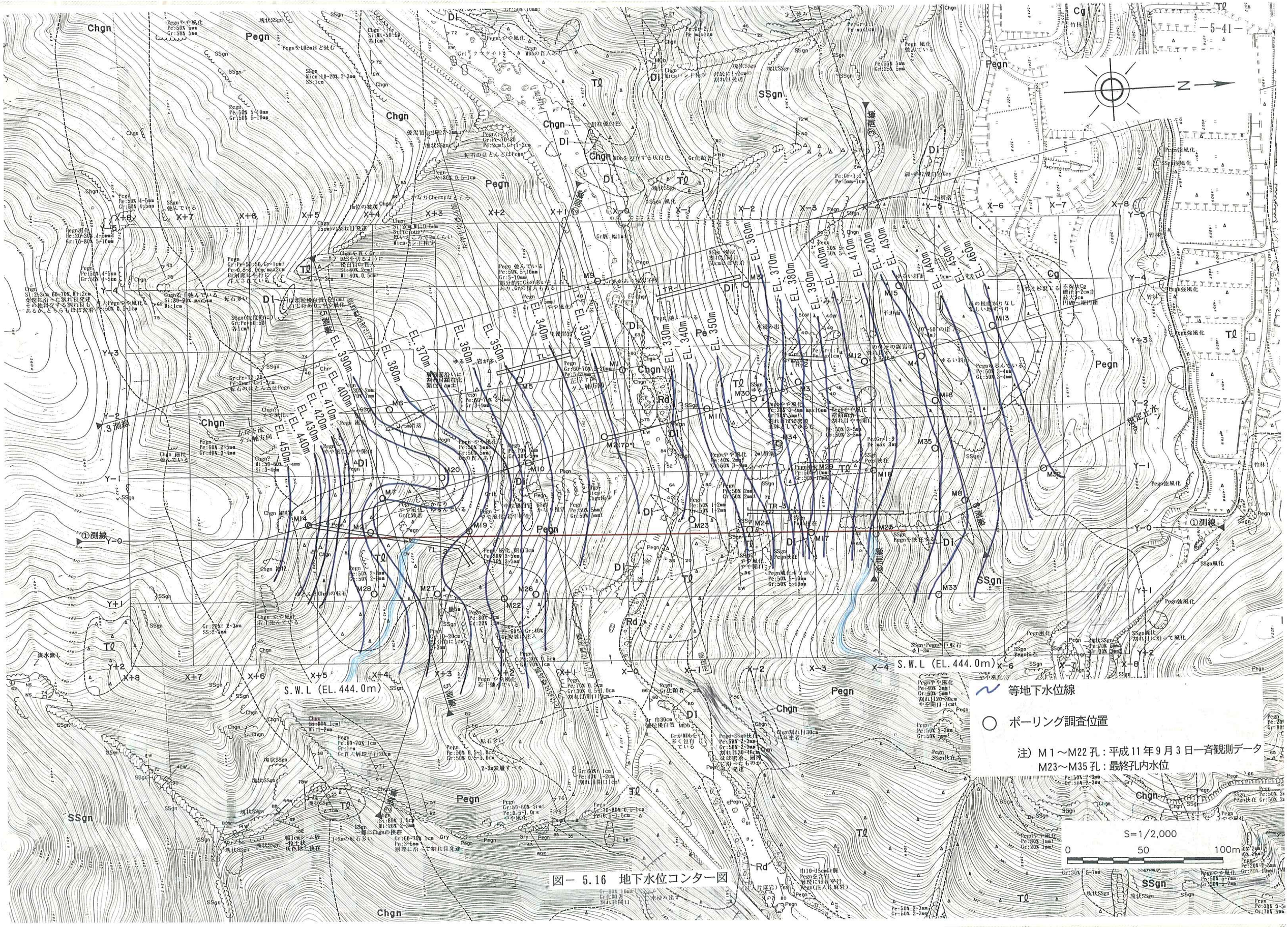
左岸地山深部に認められる片理面系の酸化割れ目の分布状況と地下水位の関係を図－ 5.17，図－ 5.18に示す。同図に認められるように、M21 およびＭ７孔の地下水位分布は特異であるが、同様にボーリングコアの割れ目の酸化程度に着目してみると非常に調和的な分布をなしている。このことからもM21，Ｍ７孔付近

では、やや開き気味の酸化割れ目が、透水性、地下水位に影響を与えている可能性が高いといえる。

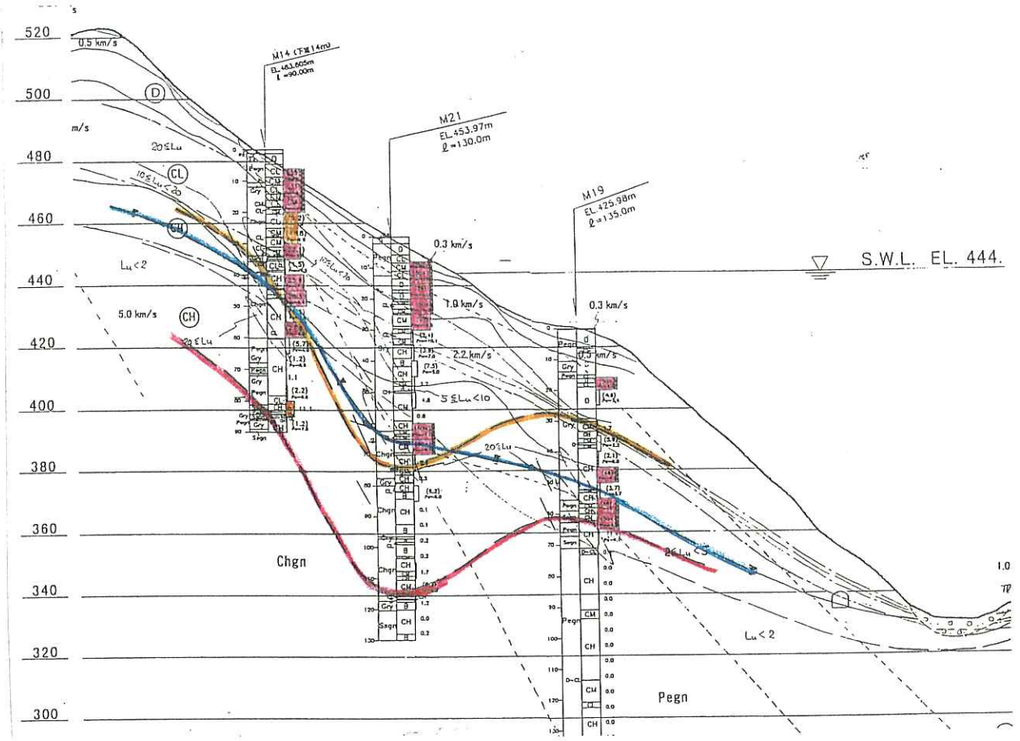
そのメカニズムとしては、（1）透水性の項で詳述したように、地質構造が北傾斜（川側傾斜）の流れ盤状であることから、遷急線が認められるEL.410～420m以深の急激な下刻作用に伴い、流れ盤を形成する（現地形より傾斜角は高角度）左岸斜面の中～高位標高部において、片理面に沿って割れ目がやや開口気味となった可能性が考えられる。また、高角度酸化割れ目を有する周辺の岩盤は閃緑岩類や珪質片麻岩といった硬質な脆性亀裂性岩盤であり、既存の割れ目系が岩盤クリープ的に開口気味になった可能性も考えられる。

また、継続的な水位観測結果（4.8.2章「地下水位」参照）では、M14孔の最高水位と最低水位の水位差が約７ｍで、最低水位の時はサーチャージ水位を1.2m下回る値（EL.442.81m）が観測されている。これは、**安定水位ではあるものの季節変動によりサーチャージ水位を下回る結果であり、将来的により上位標高部においての地下水位確認が課題となる。**

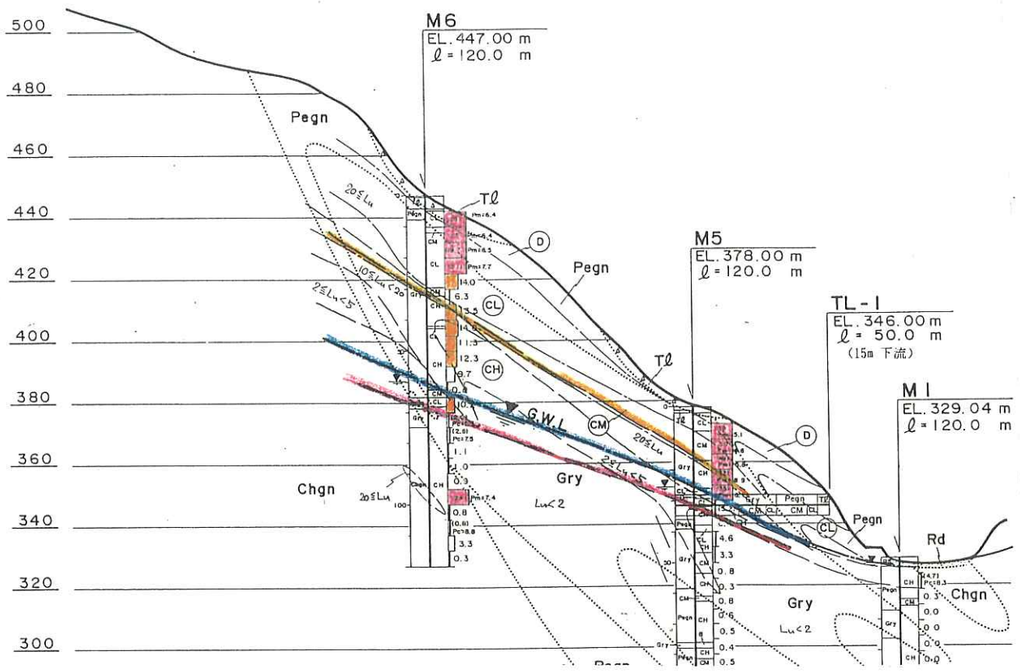
右岸での地下水位は地山なりに上昇しているものの、これまでＭ８孔でサーチャージ水位より約 10m下方（EL.435m）まで確認されていた。そこで、止水処理範囲設定上の基礎資料を得ることを目的として、本年度に右岸天端上位の尾根部においてM32 孔（孔口標高：EL.518.67m）が実施された。M32 孔の孔内水位変動図を実施報告書より引用して図－ 5.19に示す。これによると、孔内水位は深度65m付近に停滞しており、安定地下水位と判断される。また、最低水位は深度66.4m（EL.452.27m）であり、サーチャージ水位に比して約10m高い地下水位が確認された。



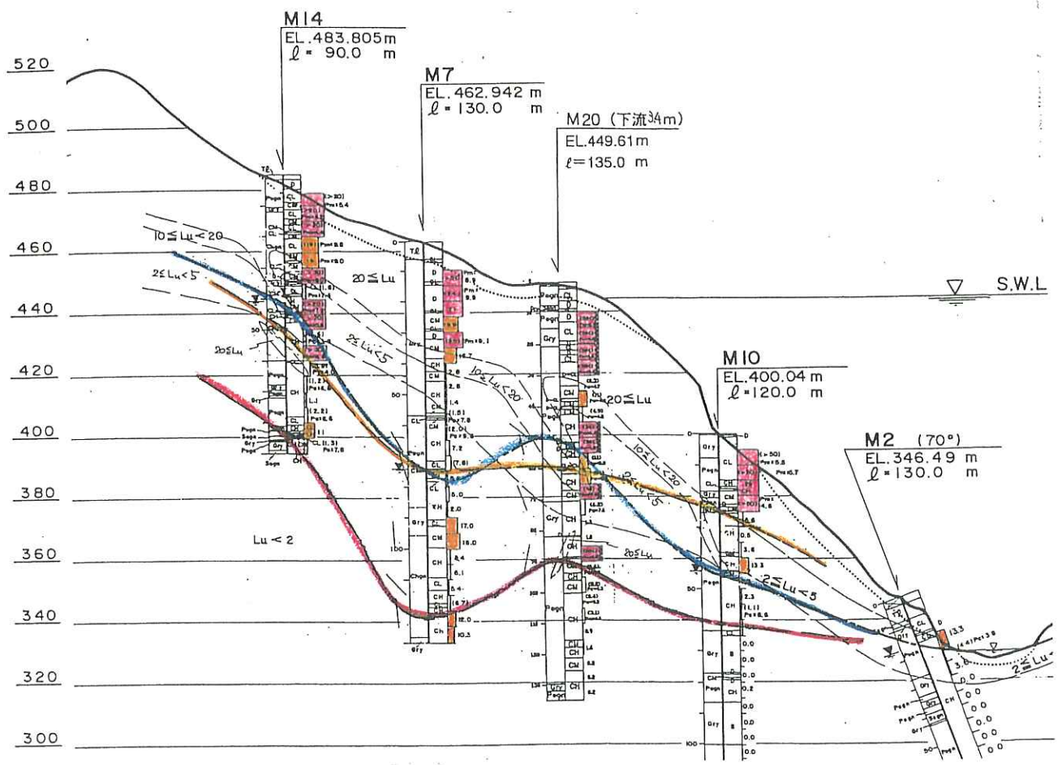
図－ 5.16　地下水位コンター図



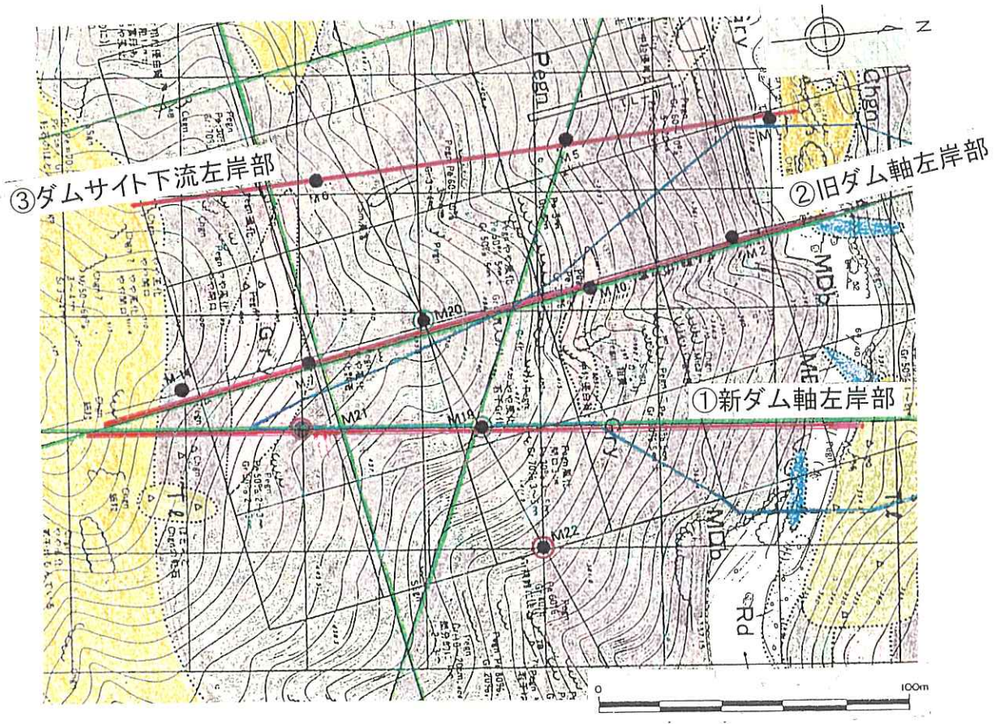
①新ダム軸左岸部



③ダムサイト下流左岸部



②旧ダム軸左岸部

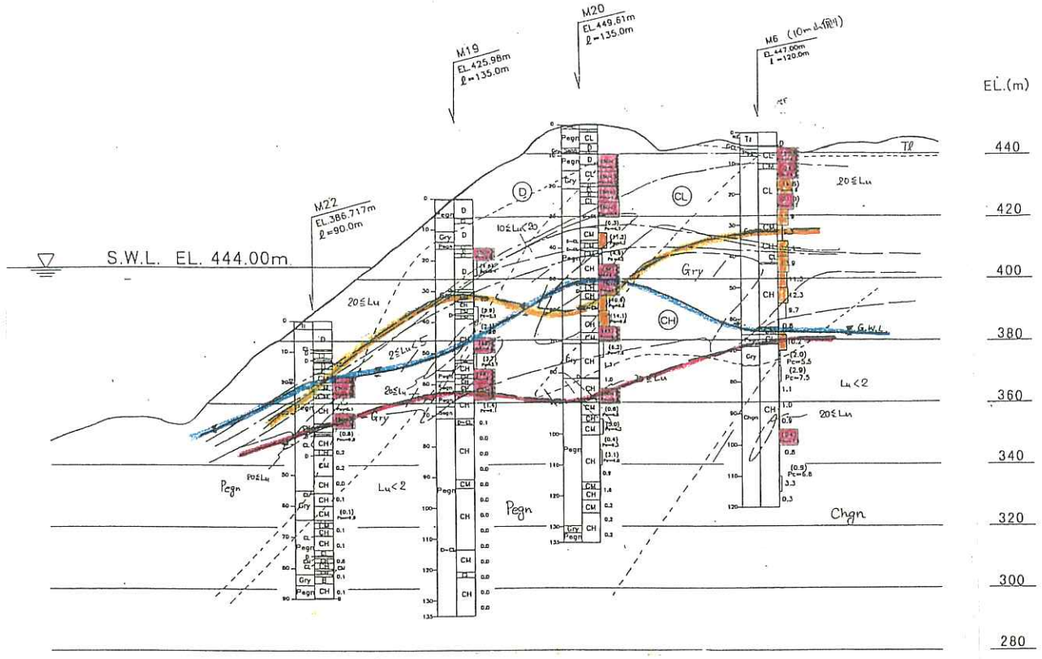


酸化割れ目確認下限深度

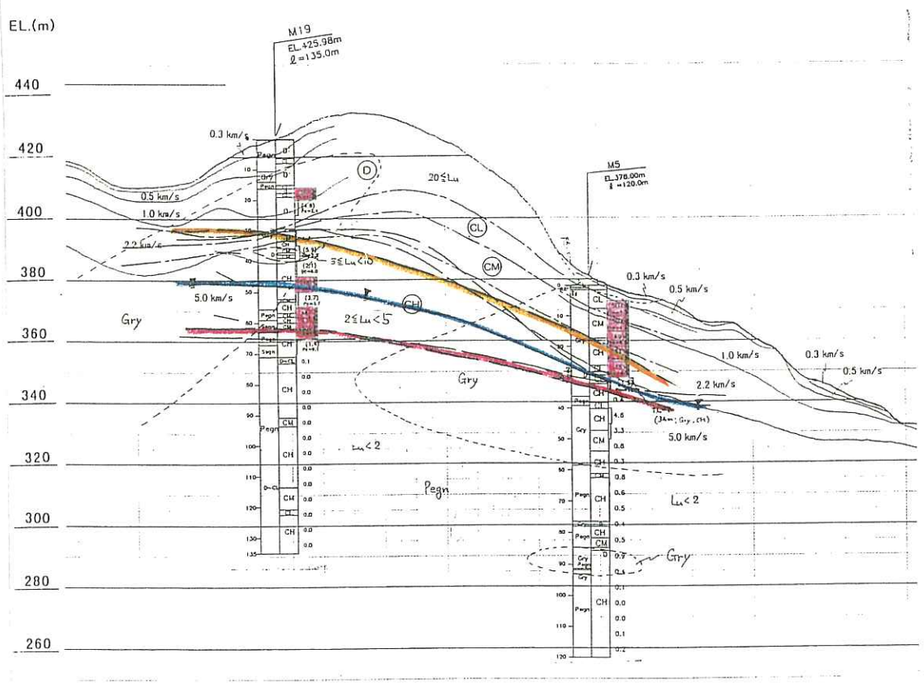
酸化割れ目の頻度がやや高いゾーンの下限深度

地下水位

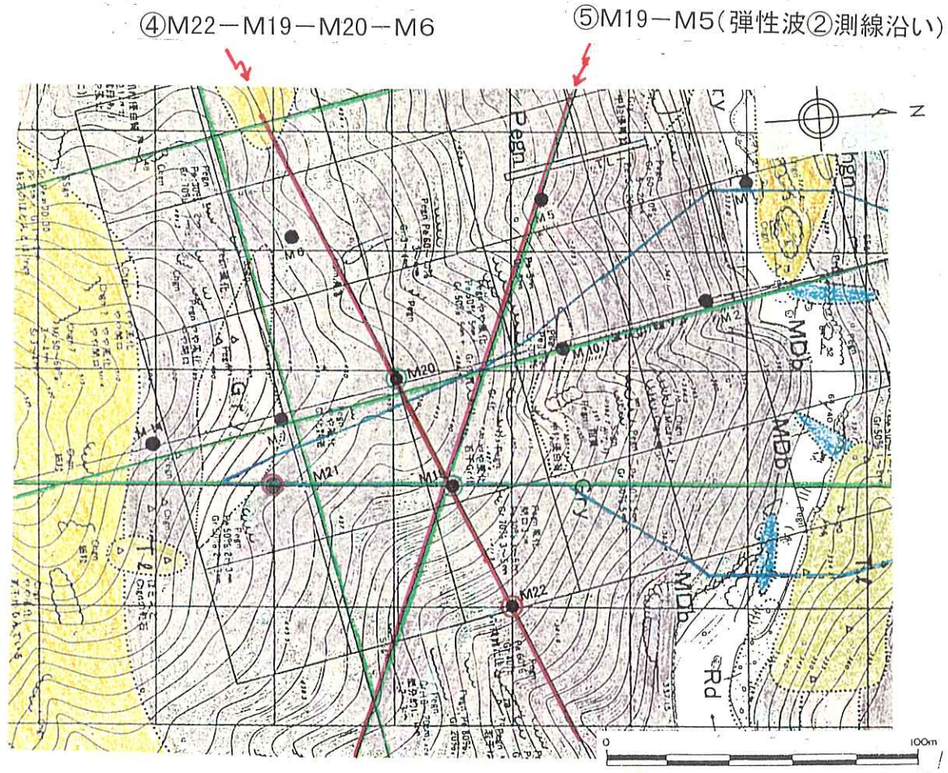
図－ 5.17　左岸部の酸化割れ目の分布と地下水位（ダム軸方向）



④M22－M19－M20－M6



⑤M19－M5（弾性波②測線沿い）

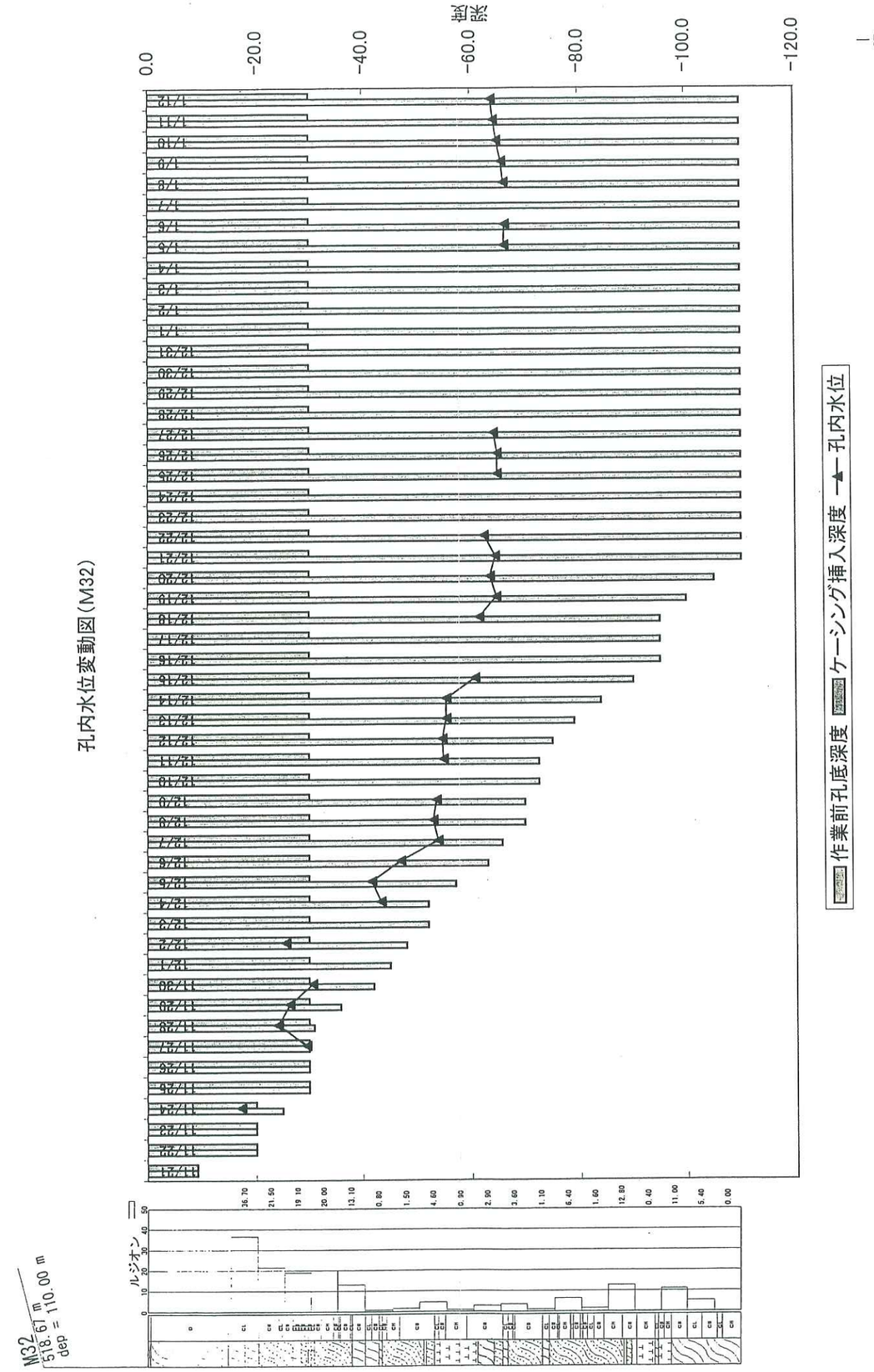


酸化割れ目確認下限深度
酸化割れ目の頻度がやや高いゾーンの下限深度
地下水位

図－ 5.18　左岸部の酸化割れ目の分布と地下水位（上下流方向）

表4-9　孔内水位変動表(M32)

日付	作業前孔底深度	孔内水位	ケーシング挿入深度	セメンテーション区間	
				上部	下部
11月21日	−9.0		−9.0		
11月22日	−20.0		−20.0		
11月23日	−20.0		−20.0		
11月24日	−25.0	−17.2	−20.0		
11月25日	−30.0		−30.0		
11月26日	−30.0		−30.0		
11月27日	−30.0	−29.6	−30.0		
11月28日	−31.0	−24.1	−30.0		
11月29日	−36.0	−26.3	−30.0		
11月30日	−42.0	−30.7	−30.0	−38.0	−45.0
12月1日	−45.0		−30.0		
12月2日	−48.0	−25.6	−30.0		
12月3日	−52.0		−30.0		
12月4日	−52.0	−43.3	−30.0		
12月5日	−57.0	−41.6	−30.0		
12月6日	−63.0	−46.9	−30.0		
12月7日	−65.7	−53.8	−30.0		
12月8日	−70.0	−52.9	−30.0		
12月9日	−70.0	−53.5	−30.0	−63.0	−70.0
12月10日	−72.5		−30.0		
12月11日	−72.5	−54.8	−30.0		
12月12日	−75.0	−54.6	−30.0		
12月13日	−79.0	−55.3	−30.0		
12月14日	−84.0	−55.3	−30.0		
12月15日	−90.0	−60.7	−30.0		
12月16日	−95.0		−30.0		
12月17日	−95.0		−30.0		
12月18日	−95.0	−61.5	−30.0		
12月19日	−100.0	−64.7	−30.0		
12月20日	−105.0	−63.5	−30.0		
12月21日	−110.0	−64.5	−30.0		
12月22日	−110.0	−62.4	−30.0		
12月23日	−110.0		−30.0		
12月24日	−110.0		−30.0		
12月25日	−110.0	−64.9	−30.0		
12月26日	−110.0	−64.9	−30.0		
12月27日	−110.0	−64.2	−30.0		
12月28日	−110.0		−30.0		
12月29日	−110.0		−30.0		
12月30日	−110.0		−30.0		
12月31日	−110.0		−30.0		
1月1日	−110.0		−30.0		
1月2日	−110.0		−30.0		
1月3日	−110.0		−30.0		
1月4日	−110.0		−30.0		
1月5日	−110.0	−66.3	−30.0		
1月6日	−110.0	−66.4	−30.0		
1月7日	−110.0		−30.0		
1月8日	−110.0	−66.2	−30.0		
1月9日	−110.0	−65.8	−30.0		
1月10日	−110.0	−65.0	−30.0		
1月11日	−110.0	−64.4	−30.0		
1月12日	−110.0	−63.9	−30.0		



図－ 5.19　M32 孔の孔内水位変動図

(平成 12 年度　設楽ダム右岸下流ボーリング調査報告書より引用)

今後の継続的な観測結果にもよるが、上述の地下水位よりも下位標高ではルジオン値もおおむね５ルジオン以下と小さいこと、割れ目沿いの酸化鉄の付着も少ないことから大きな水位変動はないと判断される。したがって、**大要として右岸部の止水範囲はM32 孔よりダムサイト側までで対処が可能と判断される。**

(3) 基礎処理計画上の留意点

（a） 基礎処理の概念

ダム建設におけるダム基礎地盤および貯水池周辺地山の止水処理の目的は、基礎地盤、貯水池周辺地山の全体を難透水性地山に改良することではなく、漏水の経路となる水みちの遮断、また、漏水による浸透破壊の生じる可能性のある部分（浸透破壊抵抗性）の改良が目的となる。したがって透水性検討の対象は、高透水部の存在を明らかにすることにとどまらず、高透水部の連続性、特に貯水池から下流側や他の流域への水みちの有無を調べることとなる。当ダムの場合浸透破壊抵抗性に関する課題はなく、ダム基礎岩盤および貯水池周辺地山の止水性がテーマとなる。止水性について具体的にみると、

① 基礎岩盤および貯水池周辺地山の透水性が小さいこと

② 透水性が高い箇所が存在しても、それが漏水をもたらす経路とならないこと

③ 基礎岩盤および貯水池周辺地山の地下水位が高く、地下水自体が貯水池を構成する容器となりえること

④ ①～③の条件を満足していなくとも、基礎処理によって止水性を改善できること

となる。

今後、透水特性に関する情報の蓄積に伴い水理地質構造解析を実施し、止水

設計の基礎資料とすることが望まれる。本項では、現ダム軸周辺の情報を基に予察的に基礎処理計画上の留意点について考察する。

（b）　透水特性と岩盤性状

＜ルジオン値・Ｐ－Ｑパターンと岩盤性状の概要＞

当ダムサイトの透水性は前述のように良好であり、地下水位以深は、難透水性ＣＨ級岩盤からなる。アバット部のＣＭ級～Ｄ級岩盤は、割れ目がやや開き気味であり、酸化割れ目の発達に伴いやや透水性が高く、特に地表部付近に近づくにつれ割れ目の開口性が高くなるとともに風化が著しくなり、20 ルジオン以上の高透水部主体となる。

本報告書では透水性を検討する際に、表－ 5.5に示したＰ－Ｑパターン分類を行った。想定止水ラインにおけるタイプ別分布図を図－ 5.20に示す。同図に見られるように、主体は、難透水～低透水タイプ（10 ルジオン以下、主体は２ルジオン未満）のＡないしＢタイプからなり、地表部付近では高透水タイプ（20 ルジオン以上）のＥないしＦタイプからなることがわかる。

上記傾向の広がりを検討することを目的として、計画ダム堤敷周辺のボーリング孔において同様の検討を行った。検討対象ボーリング孔は、図－ 5.21に示す 23 孔である。透水試験結果とＰ－Ｑパターン・岩級ゾーンとの関係を、ダムサイト全体と、地下水位以下に区分し取りまとめた（図－ 5.22）。

同図によれば、全体の約 60％が２ルジオン未満の難透水部であり、それらの大部分はＣＨ級岩盤，ＡタイプのＰ－Ｑパターンからなる。地下水位以深で見れば、約 77％が２ルジオン未満の難透水部からなり、それらのほとんどはＣＨ級岩盤，ＡタイプのＰ－Ｑパターンからなる。

また、20 ルジオン以上の高透水部は全体の 20％程度であり、各岩級の占める割

合はそれぞれ４％程度である。Ｐ－ＱパターンはＥ，Ｆタイプからなり、岩級およびＰ－Ｑパターンを総合すると開口気味の割れ目系に支配された透水部と評価される。

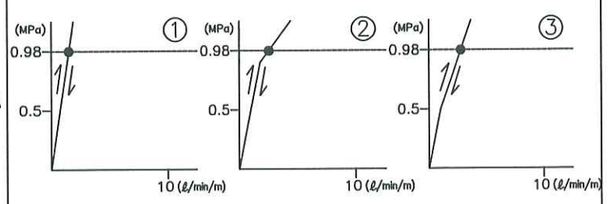
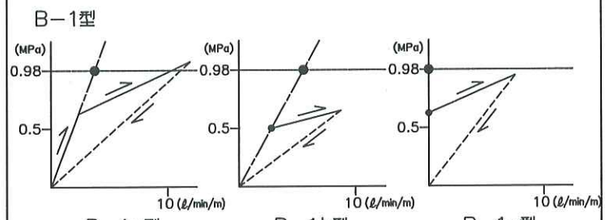
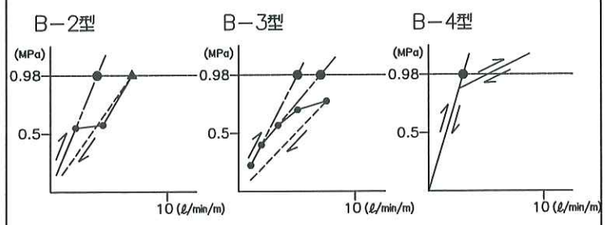
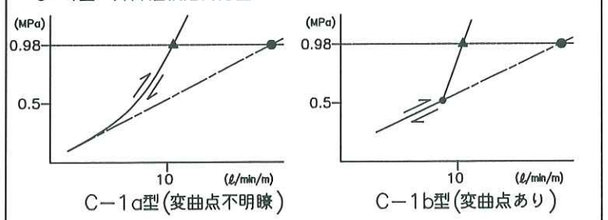
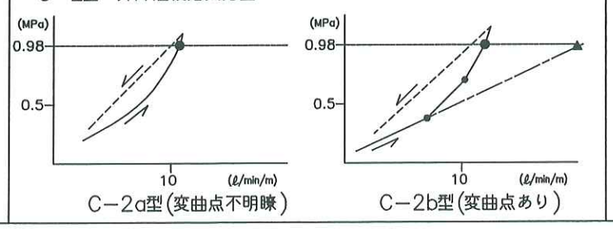
＜細部考察＞

計画ダム堤敷周辺のボーリング孔で透水試験結果と岩級ゾーンおよびＰ－Ｑパターンとの関係を図－ 5.23に、ルジオン値と地質区分および岩級ゾーンとの関係を図－ 5.24に示す。

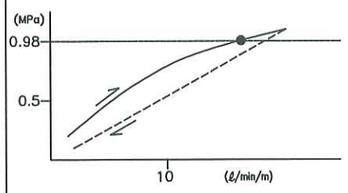
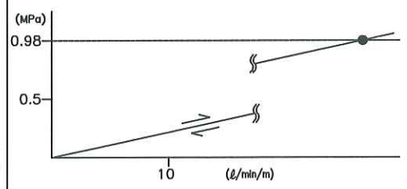
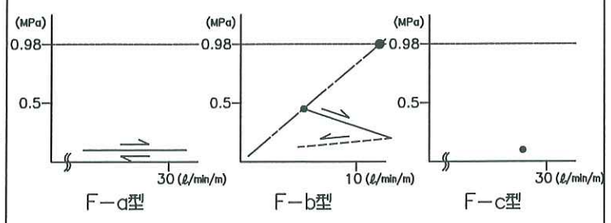
図－ 5.23によると、本ダムサイトにおいてはＣＭ／ＣＨ級ゾーン境界付近までは、ＥタイプまたはＦタイプからなる10ルジオン以上の高透水部の占める割合が多いが、ＣＨ級ゾーンになると急速にＡタイプないしＢタイプからなる難透水層となる。地質区分との関係（図－ 5.24）では、堤体基礎岩盤の大部分を占める泥質片麻岩はほぼ難透水ゾーンであり、それ以外の地質ではややばらつきがある。閃緑岩などほかの地層との境界部においてはおおむね難透水性を有すると判断されるが、砂質片麻岩のみで実施された透水試験ならびに砂質片麻岩を含む箇所で実施された透水試験でやや透水性が高い傾向にある。砂質片麻岩は高位標高部、特に右岸部において高透水部が認められており、調和的な結果である。

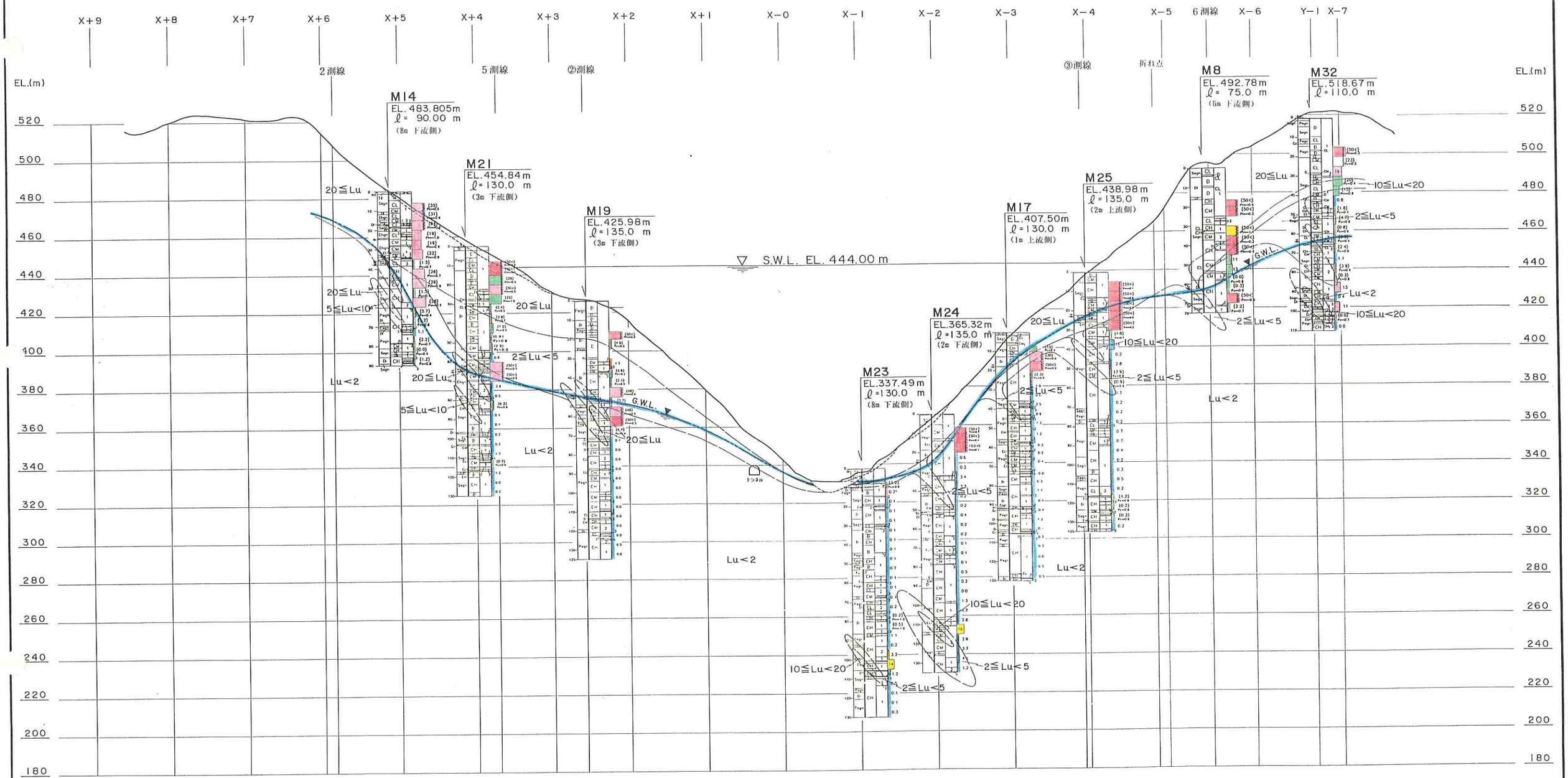
全般にデータがまだ少なめであるため、今後の調査の進捗により情報の蓄積をはかり、水理地質構造的な検討を行うことが望ましい。

表－ 5.5 (1)　設楽ダム　Ｐ－Ｑパターン分類①

	Ｐ－Ｑ図	Ｐ－Ｑパターンの特徴など	ルジオン値の目安	ルジオン値の算定	地質・岩盤状況の対応など	止水処理上の留意点
A	〔Aタイプ〕（直線型,流量小,限界圧なし,昇降圧段階同路型） 	Aタイプは直線型，流量小，昇降圧段階同路型，限界圧力は有効注入圧力0.98MPa以下では認められないパターンであり、岩盤は弾性変形領域にあると判断されるもの。昇圧段階経路の流量(Q)より降圧段階経路の流量(Q)がやや多い場合もこのタイプに含む。 ・ ②は、ある圧力段階において変曲点が認められるが、流量の増加程度が少ないパターンで昇降圧段階異路型（限界圧力型）のＢタイプとは区分する。ある圧力以上において割れ目が開いたことに起因すると考えられるもの。 ・ ③は明瞭な変曲点は認められず、流量の増加程度は少ないがある圧力段階で逐次流量が増加するもの。ある圧力以上において徐々に割れ目が開いたことに起因すると考えられるもの。	Lu＜2 （2≦Lu＜10）	Ｐ＝0.98MPa時の流量をルジオン値とする（図中の●）	・ 良好岩盤であり，割れ目も認められないか、あっても密着し弾性的な変形をするタイプ。本ダムサイトではＢ級、ＣＨ級岩盤がこれに相当する。 ・ ②タイプの出現比率は非常に少ない。	本タイプは２Lu未満となることが多いことから、本タイプのゾーンは基本的に止水処理の必要のない部分かあるいは通常のグラウチングによる改良効果が十分見込める部分である。
B	〔Bタイプ〕（直線型，限界圧力型，昇降圧段階異路型） B－1型  B－1α型　B－1b型　B－1c型 B－2型　B－3型　B－4型 	Bタイプは、Aタイプで有効注入圧力0.98MPa以下で限界圧力が発生するパターンでB-1a型が代表である。限界圧力発生のため昇降圧段階で異路となる(岩盤は限界圧力で破壊し、塑性変形領域となる)。本ダムサイトのルジオンテストの大半は口元圧力方式で実施しているため、限界圧力は、有効注入圧力0.3～0.4MPa以上の場合このパターンを採用する。 ・ B-1b型は、昇圧経路が緩勾配で、低圧側延長部の有効注入圧力が0.3～0.4MPa以上となるものであり、地下水位が低いため初期圧力段階で限界圧力を超えてしまったと判断されるタイプ。B-1c型は、B-1b型と同様であるが、初期圧力段階でQ≒0となるタイプ。B-1c型は、管内のエアー抜き不足により発生することもあるので、初期測定値１点のみQ≒0の場合、上下ステージなどのＰ－Ｑ曲線を参考にして決定する。 ・ B-2型は、昇圧の始点、降圧の収斂先が原点に向かうもので、割れ目中の夾雑物の流出に起因すると判断されるタイプ。 ・ B-3型は、逐次流量増加型に近いパターンをなすが、不明瞭ながら変曲点が認められるもの。 ・ B-4型は、昇降圧段階同路であり、Aタイプに分類されるべきものであるが、明瞭な変曲点を持っていることから分類した。	B-1a、B-1b、 B-2、B-4型 (深部および河床部) ２≦Lu＜10 (浅所) 10≦Lu＜20 B-1c型　0≒Lu B-3型　5≦Lu＜20	限界圧力までのP-Q曲線の直線部（2～３点以上、B-1b,B-c型を除く）を延長し、換算ルジオン値（Lu'、図中の●）を求める。Ｐ＝0.3～0.4MPa未満の変曲点は限界圧力としない。B-2,3型では、変曲程度、測定点数を考慮して算定する。	・ Bタイプは、限界圧力までの直線部の勾配にもよるが、急勾配の場合(特にB-1,2,4型)は、Ｂ～ＣＨ級岩盤に認められ、割れ目にフィルム状程度の風化・変質夾雑物を付着する事が多い。緩勾配の場合は、ＣＭ～ＣＬ級岩盤によく認められ、割れ目に風化・変質夾雑物を伴うタイプからなる。 ・ B-1b,1c型は、アバット部において地下水位が低く、口元圧力方式では初期測定点で限界圧力を超えるような岩盤に見られる。 ・ B-2,4型の出現比率は非常に少ない。	本タイプは20Lu以上となることは少なく、通常のグラウチングにより十分改良が可能と判断される。 ただしBタイプは、限界圧力が低く発生していることがあることから、グラウト注入改良時には注入圧力管理に留意する必要がある。
C	〔Cタイプ〕（逐次流量減少型） C－1型　昇降圧段階同路型  C－1α型(変曲点不明瞭)　C－1b型(変曲点あり) C－2型　昇降圧段階異路型  C－2α型(変曲点不明瞭)　C－2b型(変曲点あり)	Cタイプは昇圧に伴い逐次注入量が減少するパターンで、昇降圧段階同路型のC-1型と昇降圧段階異路型のC-2型に分類される。 ・ C-1型は、管内損失補正が小さすぎるか、やや開き気味の割れ目が注入量が増加するとともに割れ目内の流速が早くなり乱流が発生していることなどが考えられる。 C-2型は昇圧時透水量(Q)＞降圧時透水量となることから、割れ目の目詰まりによる可能性が考えられる。	C-1型 20Lu＜Lu＜50 C-2型 10≦Lu＜20	・ C-1型は、管内損失補正が小さすぎるか、乱流の発生による可能性があり、この場合図中の低圧部を外挿延長して換算ルジオン値(Lu'、図中の●)を算定する。ただし、非常に大きなルジオン値となる場合があるため、上下ステージなどを参考に、図中の▲についても検討する。 ・ C-2型は、Ｐ＝0.98MPa時の流量もしくは、高圧部の直線(2～3点以上)を外挿して換算ルジオン値(Lu'、図中の●)とする。高圧時の測定資料が少ない場合は、低圧部の直線を外挿して換算ルジオン値(Lu'、図中の▲)とする。	・ 表層部の割れ目が開き気味(開口性は著しくない)か、割れ目に風化・変質夾雑物を伴う性状のＣＬ～ＣＨ級岩盤に認められることが多い。 C-1型の出現頻度は非常に少ない。	C-1型は、20Lu以上(50Lu以上)の高透水性を有するが出現頻度は少ない。したがって止水処理上はC-2型が主な対象となる。C-2型は20Lu以上となることは少なく、ある程度の高圧をかけられる岩盤であることから、通常のグラウチングにより改良が可能と判断される。

表－ 5.5 (2)　設楽ダム　Ｐ－Ｑパターン分類②

	Ｐ－Ｑ図	Ｐ－Ｑパターンの特徴など	ルジオン値の目安	ルジオン値の算定	地質・岩盤状況の対応など	止水処理上の留意点
D	〔Dタイプ〕(逐次流量増加型)  	Dタイプは、昇圧に伴い逐次注入量が増加し、昇降圧段階異路型のパターンである。明瞭な変曲点が認められないタイプであり、変曲点が認められるものはB-3型に分類する。勾配がやや急な場合は、割れ目の夾雑物の流失による可能性がある。	5≦Lu＜20	・ 変曲点が認められないため、原則的にＰ＝0.98MPa時の流量もしくは、高圧部の直線を外挿して換算ルジオン値(Lu')とする(図中の●)。 ・ Ｄタイプは、逐次流量の増加が明瞭なものは、初期測定段階で限界圧力を超えていることが多く、B-1ｂ、B-1c型に分類されているものが多い。また、低圧時の初期測定点２点目で変曲点が生じているパターンは、Ｅ型として分類する。	・ B-3型と同様の岩盤である。透水分類上はB-3型と優位な差はないが、ルジオン値算定上は、P-Q曲線の勾配にもよるが、安全側すぎる結果となる場合がある。	Ｐ－Ｑ曲線の勾配にもよるが、ルジオン値が大きい場合には止水設計上、工夫が必要である。補助カーテン(粗詰めグラウト)などが必要となる可能性が高い。また、グラウト注入改良時には注入圧力管理に留意する必要がある。
E	〔Eタイプ〕(直線型，流量大)  	・ Ｅタイプは、直線型で流量が大きいタイプである。基本的には、昇圧時経路≒高圧時経路となるが、直線型であっても昇降圧力段階で異路となるものも認められるが、明瞭なものは、C-2型、Ｄ型として分類する。また、低圧時の初期測定点２点目(低圧時緩勾配)で変曲点が生じ、３点目より直線型をなすパターンは(C-1b、C-2b型に類似)、Ｅ型として分類する。	20≦Lu＜50、 50≦Lu(緩傾斜型) 10≦Lu＜20 (急傾斜型)	・ 変曲点が認められないため、原則的にＰ＝0.98MPa時の流量もしくは、高圧部の直線を外挿して換算ルジオン値(Lu')とする(図中の●)。	・ 一般的には地表近くの割れ目が開口し、緩んでいる岩盤、風化が著しい岩盤(Ｄ級、ＣＬ級ゾーン)に認められるパターンである。 ・ 深部においても認められる場合には、近傍において高角度の開口気味の割れ目の存在も推定される。	一般的に重力式コンクリートダムでは、F-b型の場合をのぞき、基礎岩盤強度が不足するため掘削除去対象となることが多い。ダム基礎岩盤とする場合には、通常のグラウチングでは改良が進行しにくい、あるいは必要な目標を達成することが困難な場合が多く、止水設計上の工夫が必要であり、対応としては複数列として厚みのある遮水ゾーンを形成させる、あるいは補助カーテン(粗詰めグラウト)などが必要となる。また、グラウト注入改良時には注入圧力管理に留意する必要がある。
F	〔Fタイプ〕（その他）  	・ Ｅタイプより流量が多い場合に生じるタイプである。すなわち、ルジオンテスト指針で定められているポンプ流量を超え、圧力の昇圧が困難な場合に発生するタイプである。 ・ F-b型は流量の増加とともに注入圧力が減少するタイプであり、管内損失補正係数が過大である場合に生じる。	測定不能、50≦Lu （F-aおよびF-c） 10≦Lu＜50（F-b）	・ F-a型のように測定点が複数存在し、多少でもＰ－Ｑ曲線が勾配を有している場合は、その勾配の延長上で、F-c型のように測定点が１点の場合には、原点と確認されている点を結んでその延長上でP＝0.98MPa時の流量を換算ルジオン値(Lu')として求める(図中の◑)。 ・ F-b型の場合、初期測定点がP＝0.3～0.4MPa以上の場合、初期測定時に限界圧力が発生している可能性が高いため、原点と確認されている点を結んでその延長上でP＝0.98MPa時の流量を換算ルジオン値(Lu')として求める(図中の◑)。	・ 一般的には地表近くで割れ目が開口し、緩んでいる岩盤(Ｄ級ゾーン)に認められるパターンである。 ・ 本ダムサイトでは深部においても、まれに認められるパターンであるが、昇圧が困難であることから、開口割れ目(水みち)の存在が予想される。	



凡　例

P－Qパターン分類

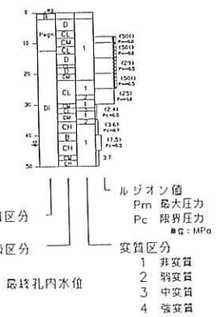
- Aタイプ
- Bタイプ
- Cタイプ
- Dタイプ
- Eタイプ
- Fタイプ

20≦Lu
10≦Lu<20
5≦Lu<10
2≦Lu<5
Lu<2

透水度境界

地下水位

〈簡易柱状図〉



S = 1 : 1,000

0　25　50　100m

図－ 5.20　タイプ別に色分けしたＹ－０（想定止水ライン）断面

平成12年度 設楽ダム　地質総合解析業務	
図　種	Y－0（想定止水ライン）ルジオンマップ
縮　尺	1/1,000
図面番号	付図－1.5
設楽ダム調査事務所	

Y－0. Lu

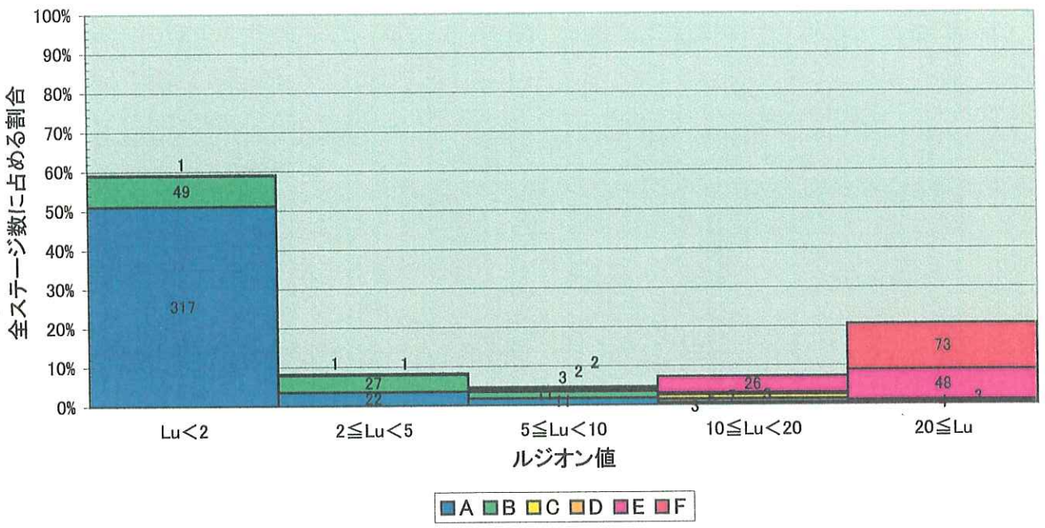


図－ 5.21　透水試験結果の検討を行ったボーリング孔位置図

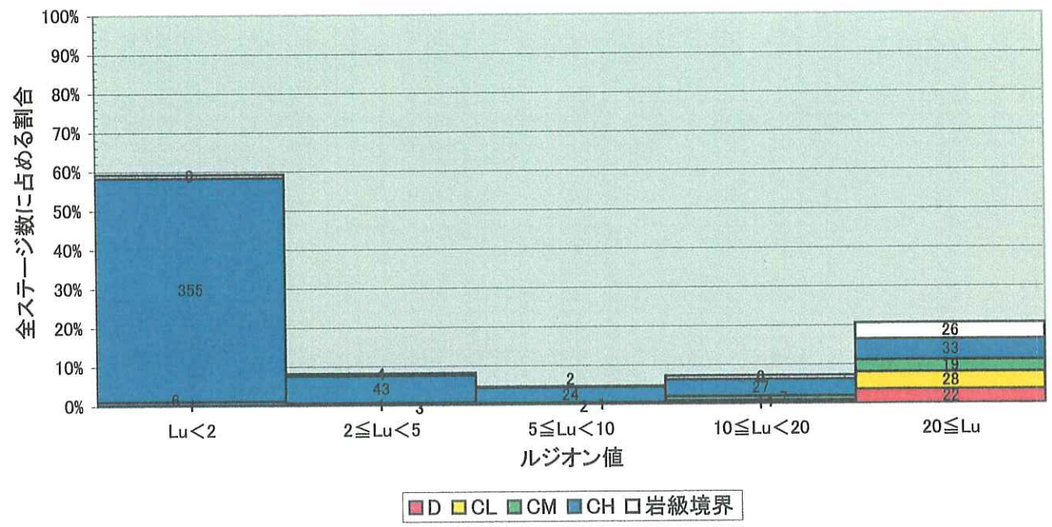
－ダムサイト全体－

（n＝621）

ルジオン値とP－Qパターンとの関係



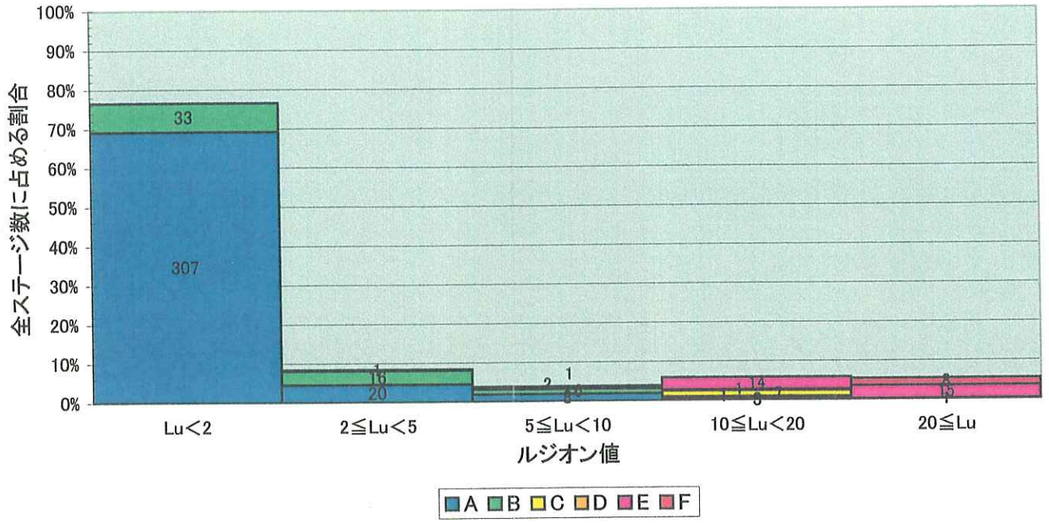
ルジオン値と岩級との関係



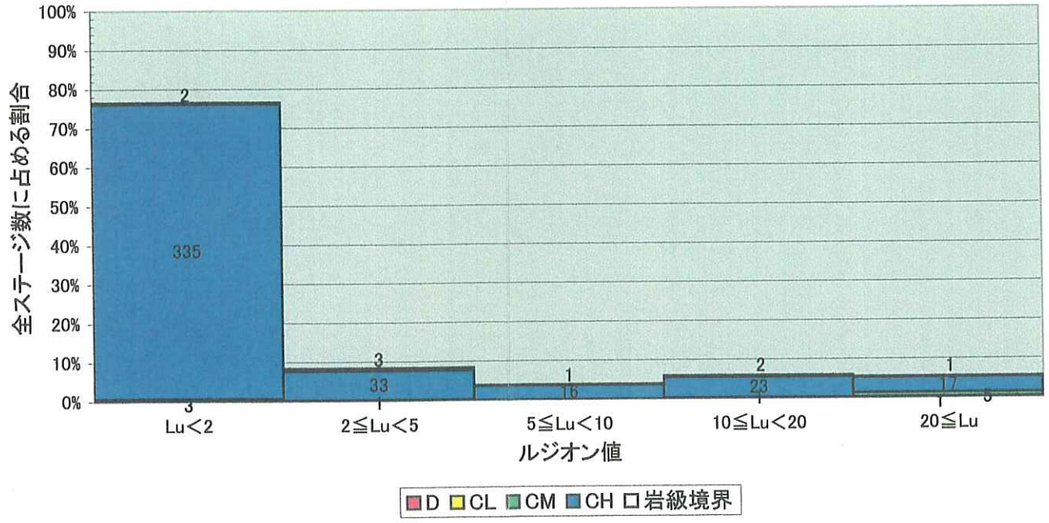
－地下水位以下－

（n＝444）

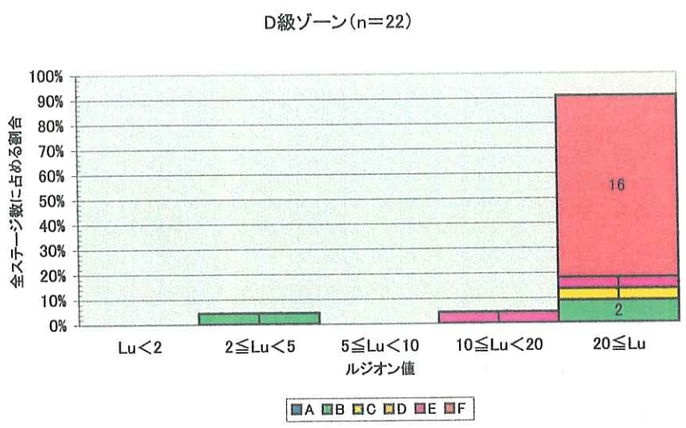
ルジオン値とP－Qパターンとの関係

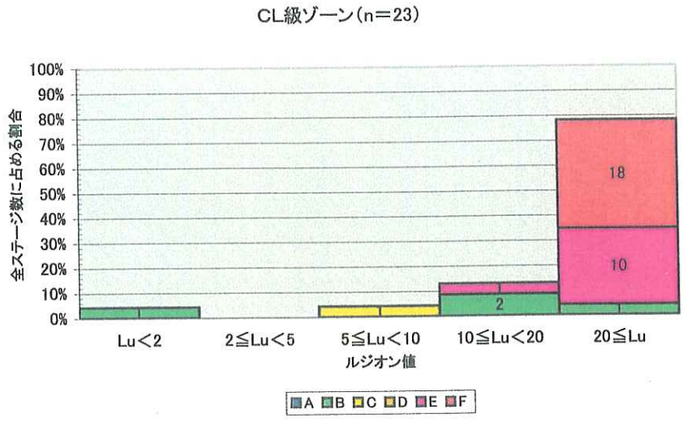


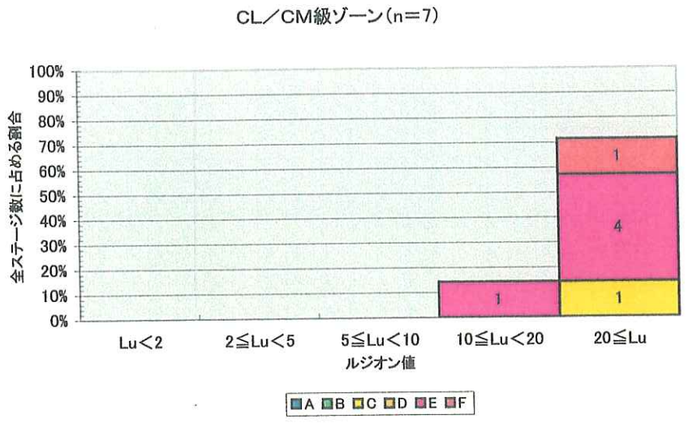
ルジオン値と岩級との関係

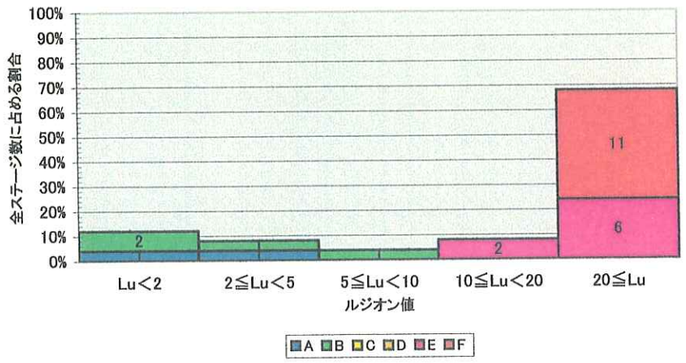


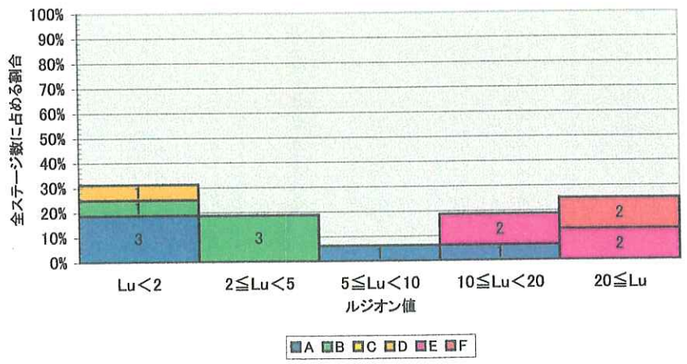
図－ 5.22　透水試験結果とＰ－Ｑパターン・岩級ゾーンとの関係

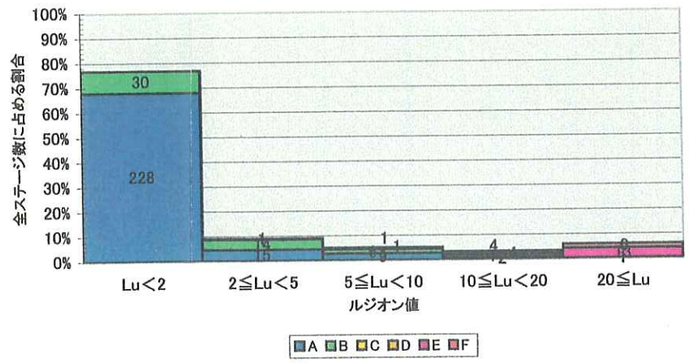






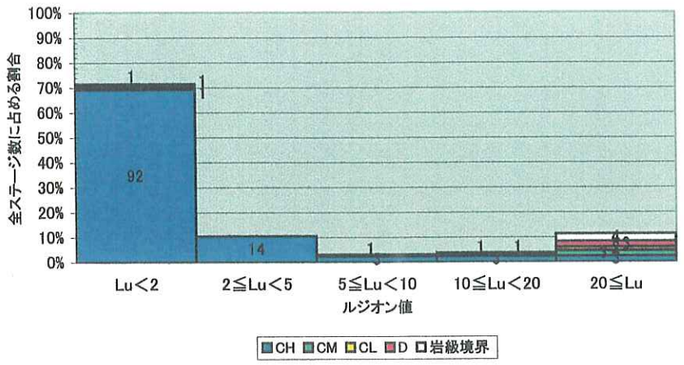




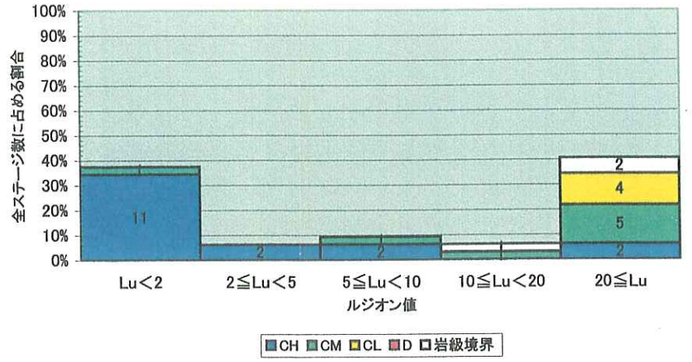


図－ 5.23　ルジオン値と岩級ゾーンおよびＰ－Ｑパターンとの関係

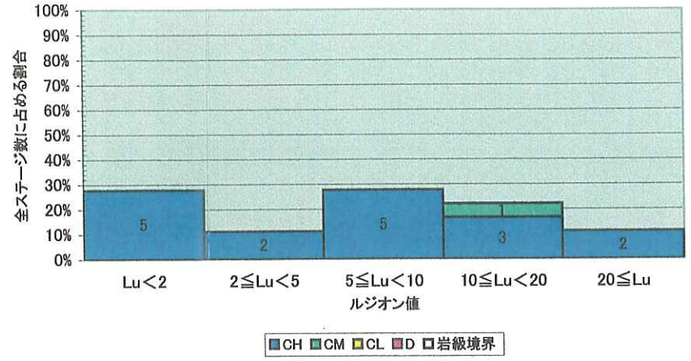
泥質片麻岩のみ(n＝133)



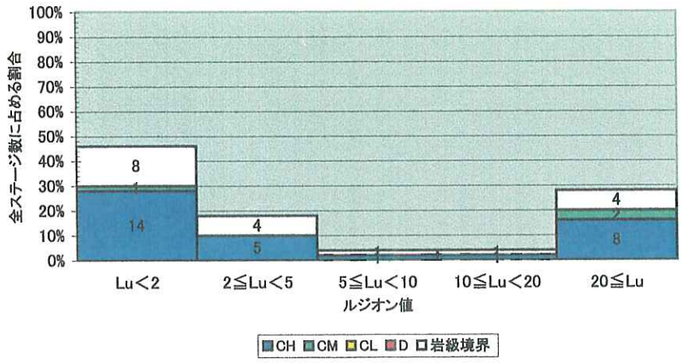
砂質片麻岩のみ(n＝32)



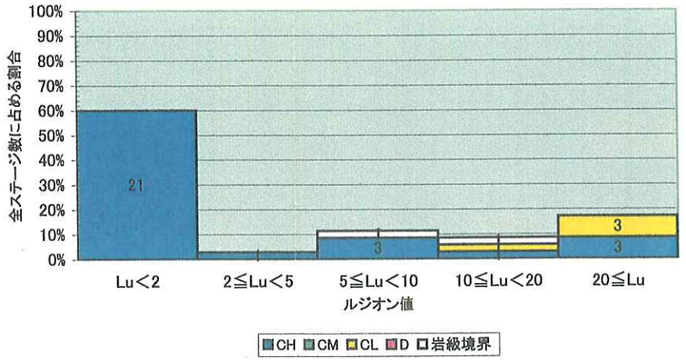
珪質片麻岩のみ(n＝18)



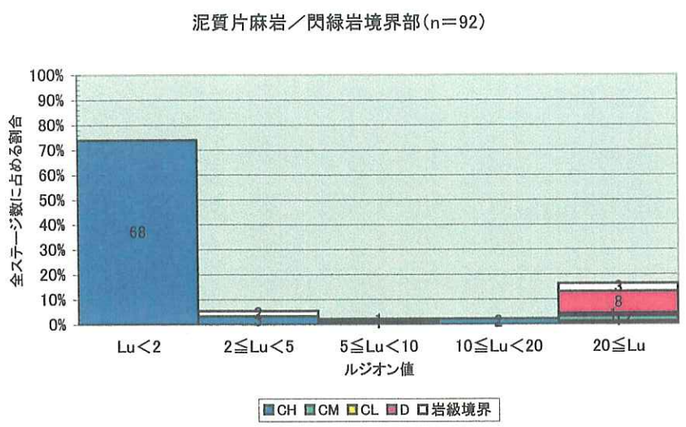
閃緑岩のみ(n＝50)

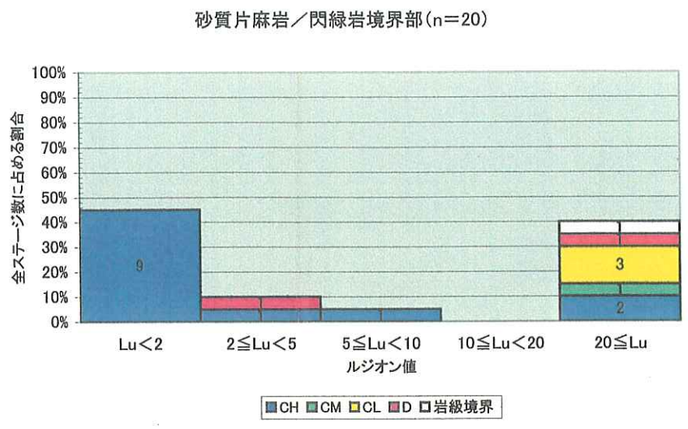


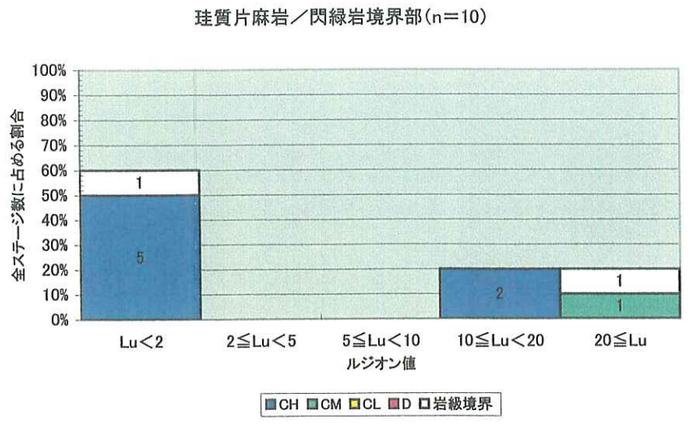
泥質片麻岩／砂質片麻岩境界部(n＝35)

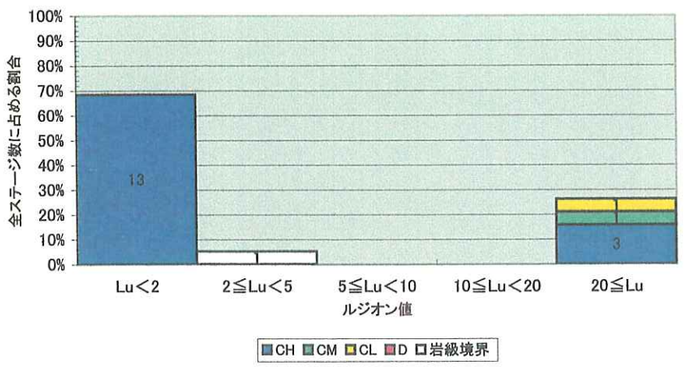


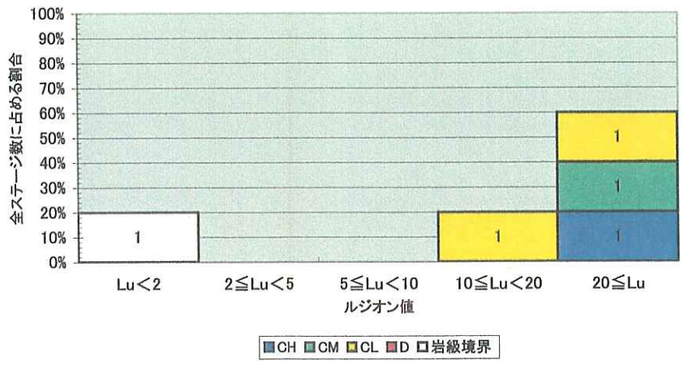
図－ 5.24 (1)　ルジオン値と地質区分および岩級ゾーンとの関係①

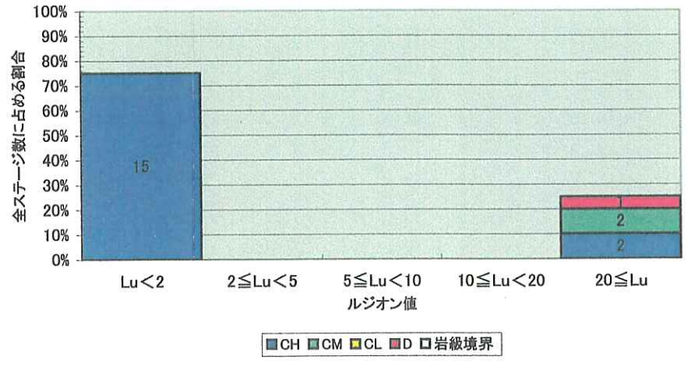












図－ 5.24 (2)　ルジオン値と地質区分および岩級ゾーンとの関係②

（c）　基礎処理上の留意点

以上の検討結果より、当ダムサイトの水理特性は次のように考察される。なお、各Ｐ－Ｑパターン別の止水処理上の留意点を表－ 5.5にとりまとめてあるので参照されたい。

① 全般に良好であり、地下水位以深は２ルジオン未満のＡパターンからなり、基本的に止水処理の必要のない部分である。

② したがって、止水処理の必要な箇所は、地下水位付近以上のＣＭ級およびＣＬ級ゾーンが対象となる。Ｄ級ゾーンはダム基礎とはならず、掘削除去対象となることから、現時点では基礎処理対象ゾーンとはしない。

③ 上記基礎処理対象ゾーンは、岩盤中のやや開き気味の酸化割れ目の発達に伴う透水ゾーンであり、ＥタイプおよびＦタイプからなる。このような透水特性から、全般にルジオン値も 50 ルジオン以上をなすことが多い傾向にあることから、ダム基礎岩盤とする場合には通常のグラウチングでは改良が進行しにくい、あるいは必要な目標を達成することが困難な場合が多く、止水設計上の工夫が必要と考える。対応としては複数列として厚みのある遮水ゾーンを形成させる、あるいは補助カーテン（粗詰めグラウト）などが必要となる。

④ アバット部、特に左岸部高位標高部では、深部にまで局所的な“タマ状”透水部が認められる。この箇所も上記③同様局所的な酸化割れ目発達部であり、断続的とはいえ規模の小さい破砕部の存在が予想される（図－ 5.16「地下水コンター図」の水位急変部）。水位急変部の方向性はほぼ東西方向と想定されるが、上下流方向に断続的とはいえ存在する可能性があることから、今後追加調査を実施し、透水性状

および連続性について把握し水理地質構造解析を行うことが望ましい。止水処理計画上留意すべき箇所である。

⑤　地下水位付近以下の２ルジオン未満ゾーン中には、まれではあるが局所的に２ルジオン以上の箇所が認められる。右岸低位標高部のM23やM24 などに認められるやや透水性の高い箇所は、コア状況から岩種境界部付近に相当する。河床レベル以下の岩種境界部は必ずしも同様な透水性を有さず、２ルジオン未満であることが多い。したがって、岩種境界部であってもその連続性は乏しく、基本的には止水処理の対象にはならないと判断している。

⑥　断層は、粘土を伴うような場合には不透水の特性を有するが、その周辺の破砕部は割れ目が多く発達し透水性が高いことが多い。当ダムサイトでは、右岸下流部にＦ－２断層が認められる他、Ｄ級破砕幅10cm 以上の断層は認められていない。よって、現時点では止水処理計画上留意すべき断層部は認められないと判断される。

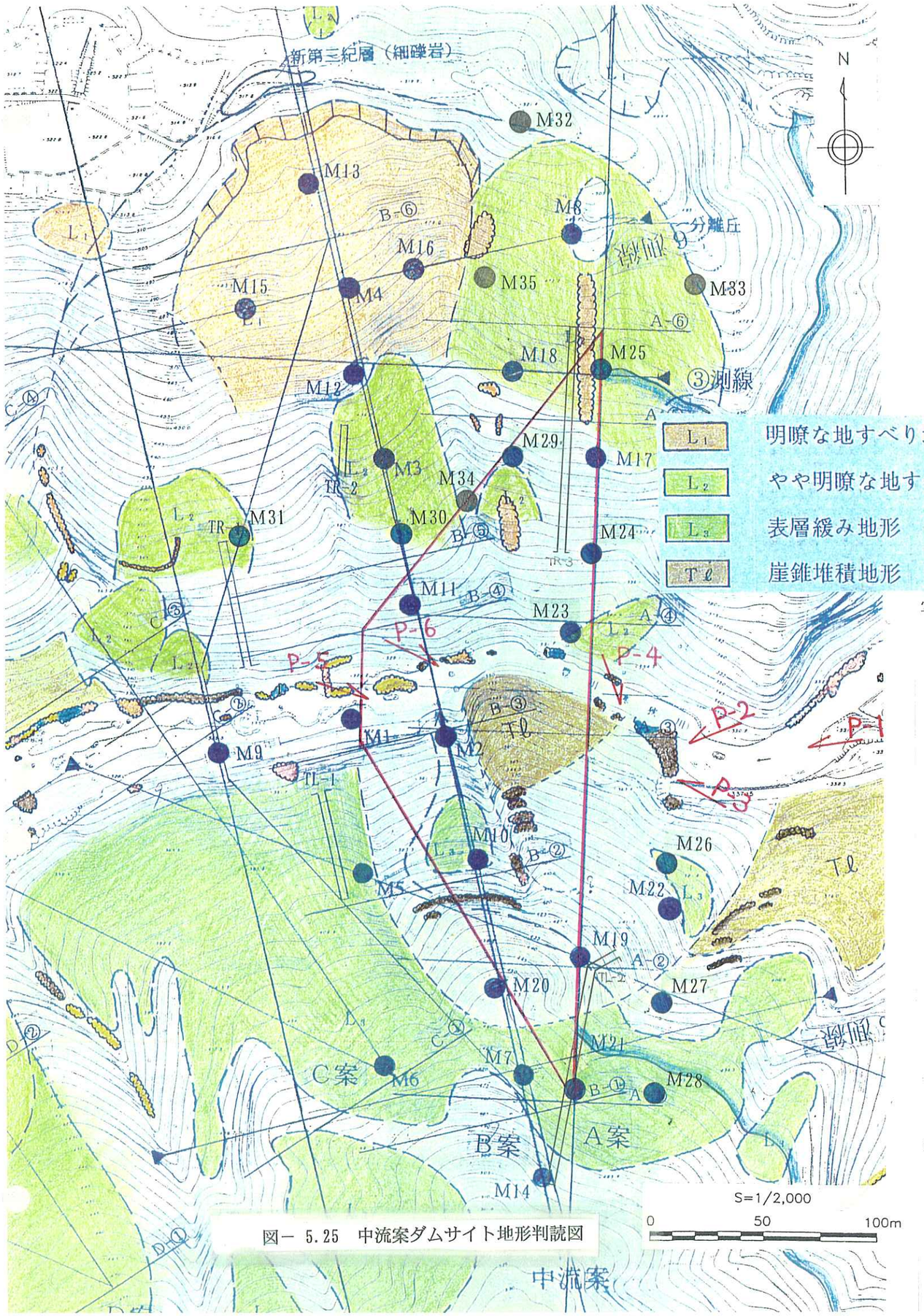
5.2.4　左岸低位～中位標高部の地質・岩盤状況

当該箇所は地元事情により調査が実施できていない箇所である。この箇所は図－5.25に示すよう川側に張り出した地形を呈しており、その張り出し地形の上流側河床部は堅硬な岩盤が露出しているものの、割れ目は開口気味である（写真－１～４）。また下流側には、崩落した岩塊が河床部付近に集積している（写真－５，６）。空中写真判読においても不明瞭ではあるが馬蹄形の地形が認められ、この部分の岩盤状況が確認されていないため、懸念事項となっていた。

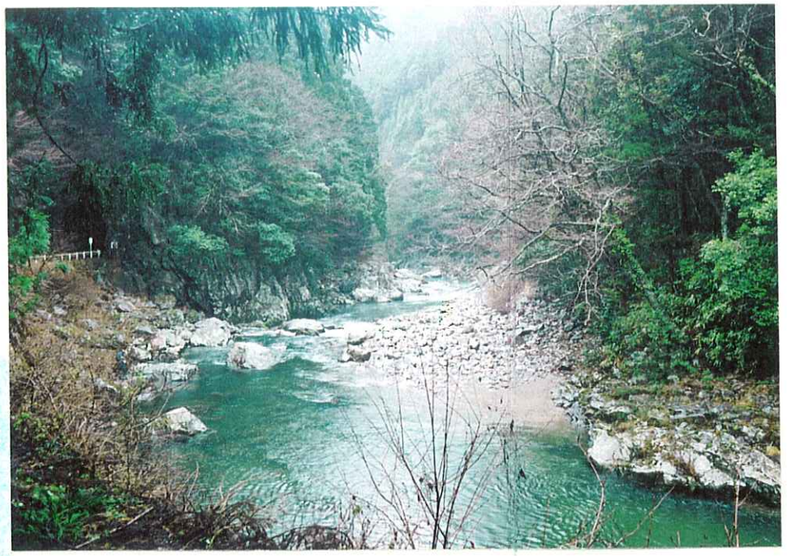
そこで当該箇所の岩盤状況の概要把握を目的として、ボーリング孔間を用いて弾性波トモグラフィが実施された。なお、調査位置および数量については4.10章を、詳細は「平成11年度　設楽ダム弾性波探査業務報告書」参照されたい。

調査結果より、ＣＨ級岩盤の分布状況（上限）を想定すると、ほぼボーリング調査結果から推定したＣＨ級ゾーンの分布と一致する結果が得られている（図－5.26）。また、幅10m以上の低速度帯の分布は認められない。したがって、ダム築堤上の課題となるような大規模な弱層や岩盤劣化部は存在しないものと判断される。

ただし、本調査は物理探査という間接的な調査手法を用いていることから、大局的（概略的）な岩盤状況を把握したのみであること、また測定精度（測定波線の分布状況）から表層部のデータは波線が疎であり深部に比較してデータ信頼度が劣ること、さらに透水性や地下水位に関する情報が得られていないことから、今後ボーリングや横坑による直接的な調査手法による調査を実施し、当該箇所の地質・岩盤状況や透水性を直接的に把握する必要がある。



図－ 5.25 中流案ダムサイト地形判読図



写真－ 1 左岸河床トンネル上流坑口付近の遠景
〔河床水面付近にはＣＨ級の良好岩が分布、それ以上は風化し割れ目開口気味〕



写真－ 2 左岸河床トンネル上流坑口付近
〔河床水面付近には良好な岩盤が露出、水面より１ｍ程度以上は、風化し割れ目開口気味〕



写真－　3　左岸河床トンネル上流坑口部の岩盤状況
〔岩盤は風化し、割れ目開口気味、トンネル内は、覆工されているが変状は認められない〕



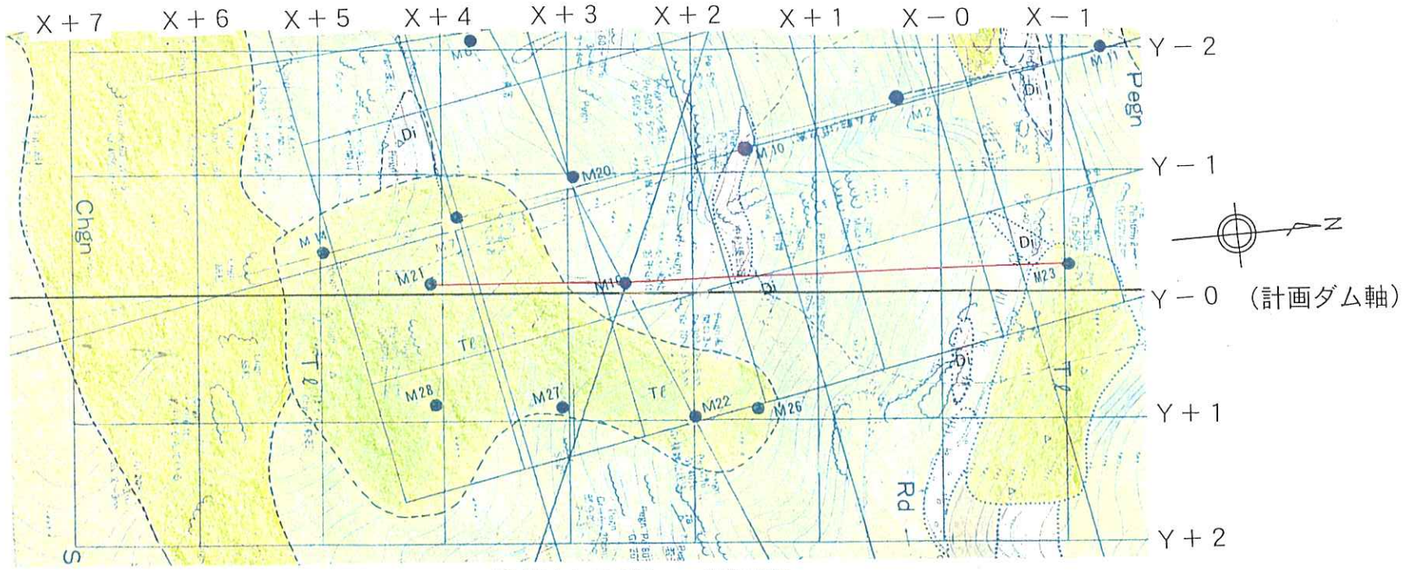
写真－　4　左岸河床トンネル上流坑口付近
〔水面付近にはＣＨ級の良好岩が分布、水面以上は風化し割れ目開口気味〕



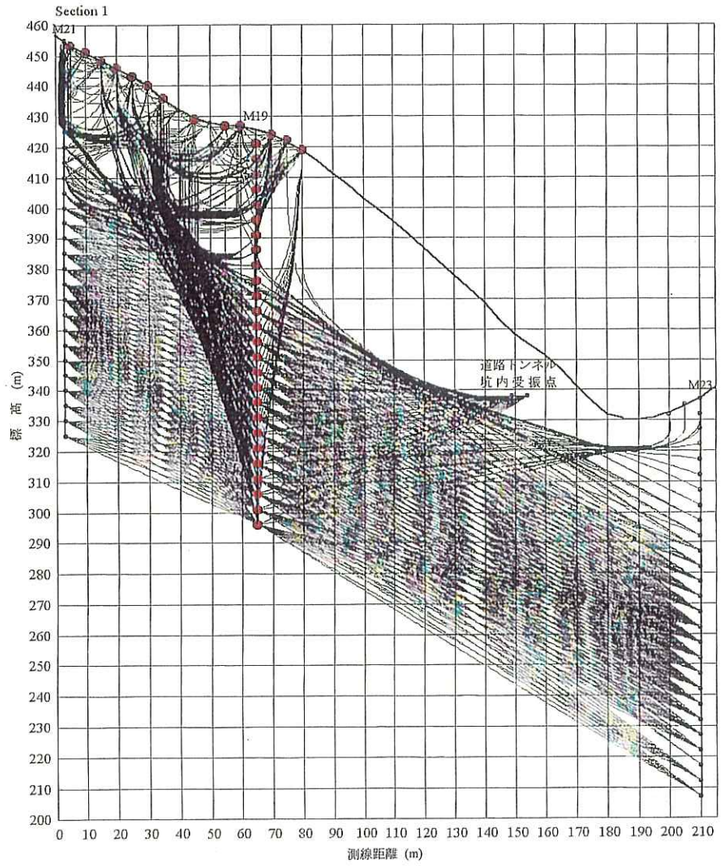
写真－　5　左岸河床トンネル下流坑口付近遠景〔河床部に崩落岩塊が集積〕



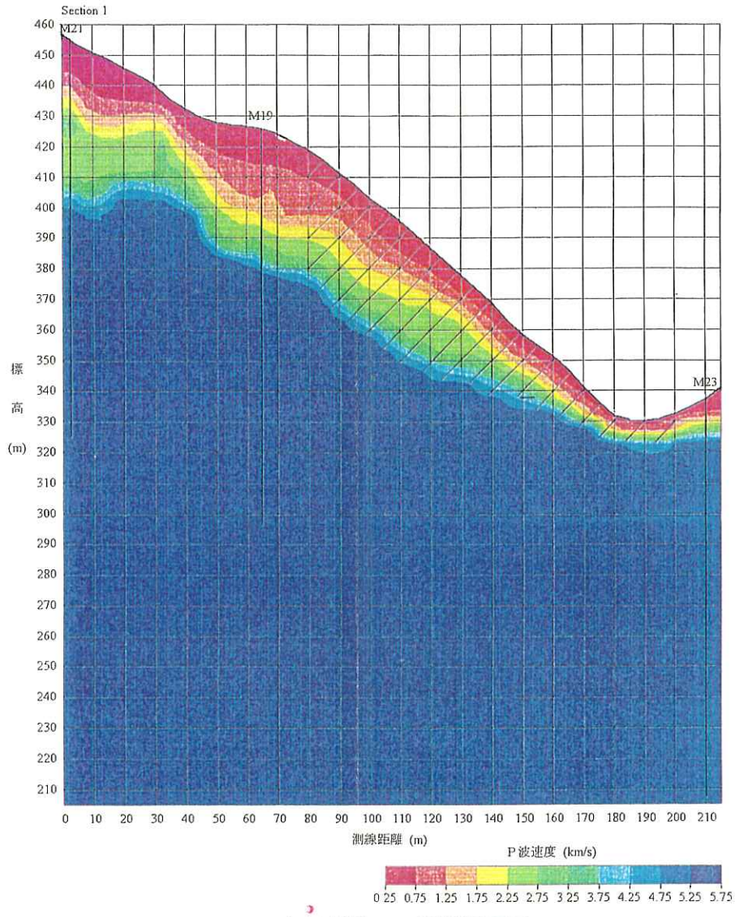
写真－　6　左岸河床部の崩落岩塊集積状況



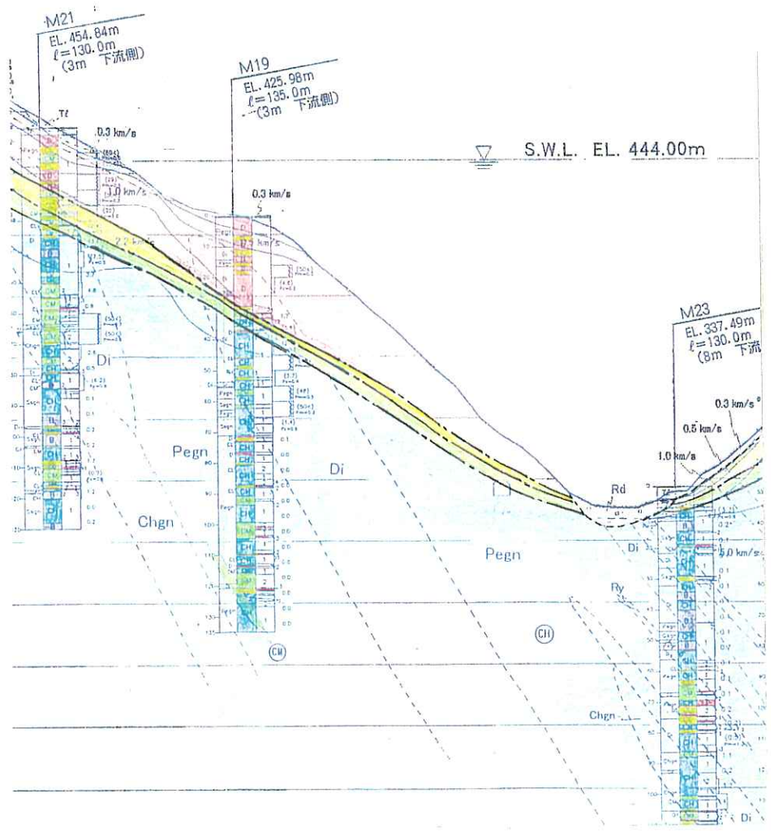
弾性波トモグラフィ実施測線



波線分布図



トモグラフィ解析断面図



岩級区分断面図

図－ 5.26 弾性波トモグラフィ測定・解析結果
（P波速度分布断面図および波線分布図）

トモグラフィ断面の斜線で示した領域は、トモグラフィ解析により得られた基盤までの深度に応じ、周囲の弾性波探査結果により推定した初期速度層モデルの層厚を変化させた部分であり、信頼性の低い領域である。

5.2.5　右岸中位標高深部の変質帯

＜検討課題＞

右岸中位標高深部には、局所的に弱～中変質作用による劣化部（変質ＣＭ級）が散見される（図－ 5.27，図－ 5.28参照）。

特にM17，M11，Ｍ３，Ｍ４孔では、幅３m程度にわたる変質作用により変質ＣＭ級が断続的に小分布する。また、Ｙ－１中位標高部のM29 には、弱変質風化凝灰岩（ＣＬ～Ｄ級）が分布している（写真－ 5.1）。

変質帯の分布位置はEL.360m付近に相当し、この箇所におけるダム高は90m程度である。堤体設計上その分布位置によってはＣＨ級相当もしくはＣＭ級相当の基礎岩盤強度が必要となる。変質部の分布および規模によっては、置換えなどの設計上の工夫が必要になること、さらに、後述する“緩み”ゾーン上流側中位標高部近傍に熱水変質による劣化部が認められることから、堤趾部から“緩み”ゾーンにかけての掘削法面の安定性が課題となる。現計画（中流案上流軸）では下流側の堤体掘削法面をかなり急勾配で立ち上げる必要があり、下流側の堤体掘削法面の安定性が懸念される（図－ 5.35）。また、場合によってはダム軸の右岸側をさらに上流に設定し、“緩み”ゾーンが掘削にかからないような対処が必要になることも考えられる。5.2.1章で述べたように、現時点ではダム軸をさらに上流側に設定するのは可能であると判断されるが、上流側の調査ボーリング孔が現在のところ 1 本しかないため、より確実な堅岩分布を確認するために、早急に右岸上流側の尾根部でのボーリング調査が必要と考える。

＜今年度実施された調査とその概要＞

上述の課題に対して、右岸EL.360m盤においてＴＲ－３坑が実施された。

ＴＲ－３坑は 6m以深ではＣＨ級ゾーンとなり岩盤状況は良好であるが、深度

28～41m間で変質帯が確認された。深度 35～41m間が変質ＣＬ級（35～36m間はＤ級）、それ以外は変質ＣＭ級からなり、堤体設計上確認が必要な規模および性状を有する。横坑壁では不規則なため変質帯の方向を特定しにくいものの、片理面の走向・傾斜（N70° E60° N）と調和的であることから、初生的な構造である片理面に起因するものと考えられる。この結果を基に、変質帯の連続性の確認を目的としてM34 孔が実施された。

M34 孔のボーリングコア観察の結果、変質部は深度 30m付近に厚さ２m程度の変質ＣＬ級が認められるほかは、厚さ 0.5m程度の小規模な変質部が散見される程度であり、ＴＲ－３坑で確認された規模の変質部は認められなかった。また、周辺のボーリングコアを総合して評価すると、堤体設計に影響を与えるような規模の変質帯は局所的な分布にとどまる可能性が高い（図－ 5.29参照）。

＜考察＞

一般に変質作用は地下からの熱水上昇に伴って形成されることから、変質帯の分布は変質時期より前の岩盤中の弱面（断層など）に支配されている。しかし、設楽ダムの場合は、地質工学的に顕著な断層が認められないこと、変質帯が片理面に調和的な分布を有することから、その分布の特定は困難な点が多いと予想される。本年度の調査により、**その分布は断続的であり、かつまとまった分布を有する可能性が少ないと評価されることから、今後は別途必要な調査に合わせて変質部の位置及び性状を確認することは必要であるが、変質帯の連続性を特に課題とした調査は当面必要ないものと考える。**

＜今後の留意点＞

ＴＲ－３坑の切羽付近にせん断性と思われる断層が認められ、変質により顕在化しているもののＤ級相当の幅が１m程度であることから、現状では大きな課題とはなりにくいものと判断される。さらに、深度 80mより奥側では北東走向で南に 40° 程度傾斜（上流川側傾斜）する引張性の節理が認められる。95m付近の同系統の割れ目からは 10ℓ/min 程度の湧水がみられることから、これらの割れ目系は開口していると考えられる。この系統の割れ目はＴＲ－３坑付近にのみ見られる（4.6章「割れ目系解析」参照）が、堤体掘削法面に同系統の開口割れ目が現れる可能性があり留意が必要である。

M8
EL.492.78 m
ℓ = 75.0 m
（6m 下流側）

M25
EL.438.98 m
ℓ = 135.0 m
（2m 上流側）

M17
EL.407.50m
ℓ = 130.0 m
（1m 上流側）

M24
EL.365.32m
ℓ =135.0 m
（2m 下流側）

M23
EL.337.49m
ℓ =130.0 m
（8m 下流側）

T R − 3
EL. 357. 99m
ℓ =100. 0 m
坑口で13. 5m下流側
切羽で11. 0m下流側

S.W.L. EL. 444.00 m

G.W.L.

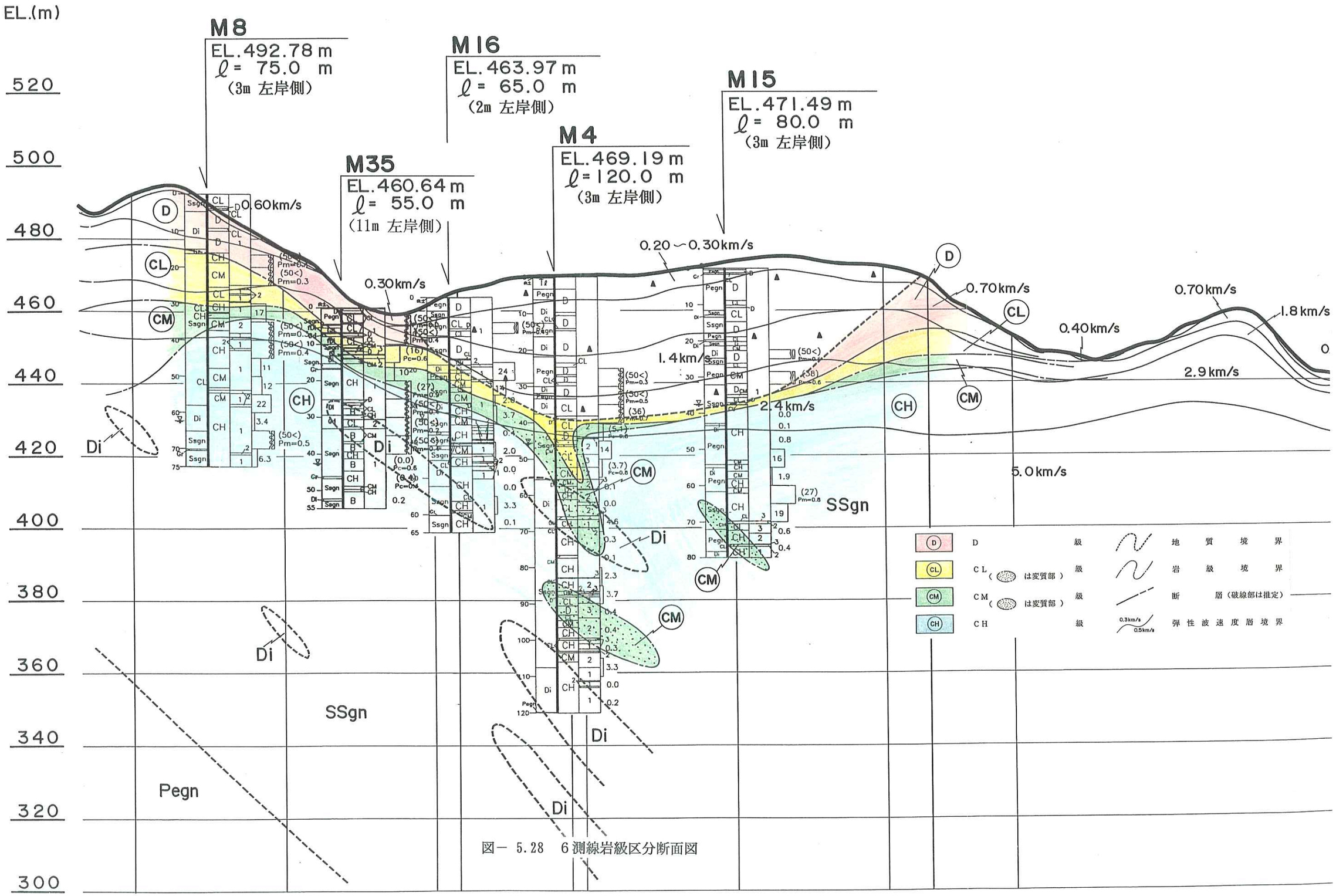
Rd　Tℓ　Ry　Di　Pegn　SSgn　CH　CM　CL　D

0.3km/s　0.5km/s　1.0km/s　2.2km/s　4.3km/s　5.0km/s

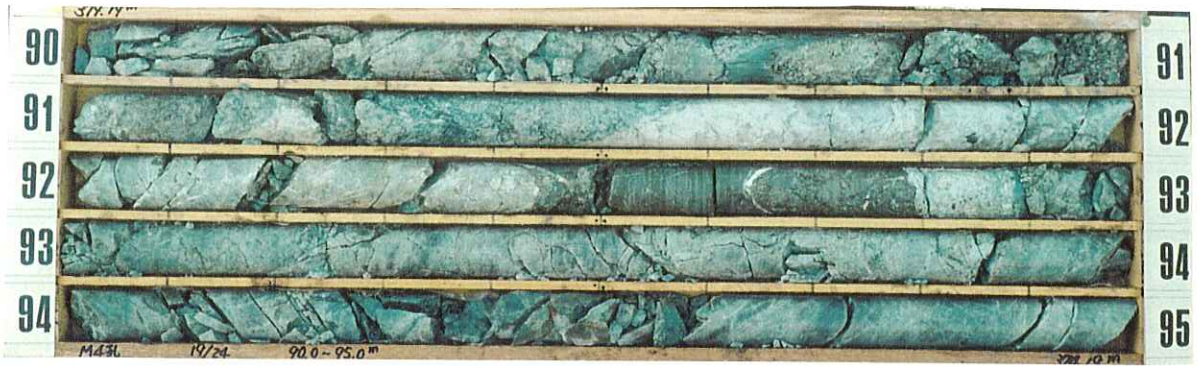
EL.(m)
520
500
480
460
440
420
400
380
360
340
320
300
280
260

D　D　級
CL（ は変質部 ）　級
CM（ は変質部 ）　級
CH　CH　級
地　質　境　界
岩　級　境　界
断　層（破線部は推定）
弾性波速度層境界

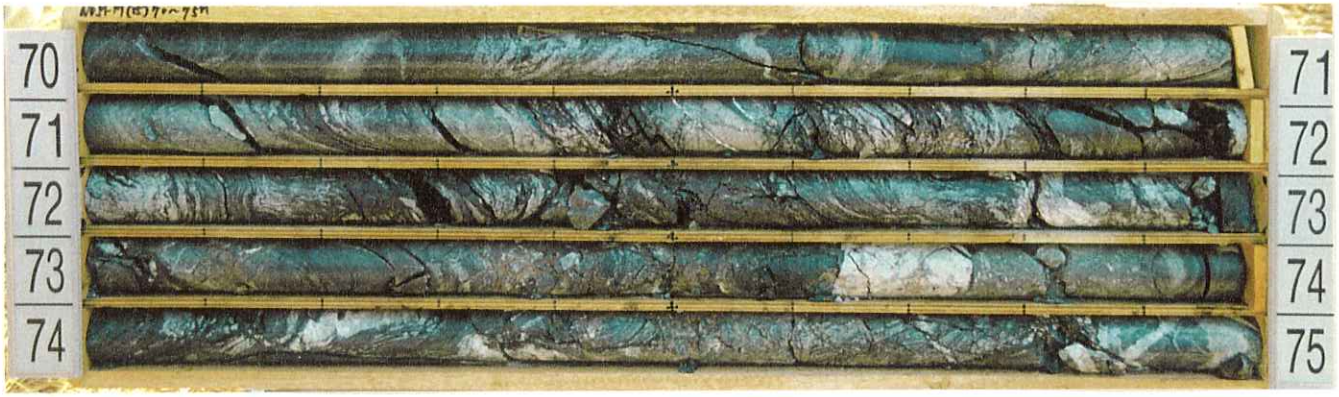
図− 5.27　Y − 0岩級区分断面図



図－ 5.28 6測線岩級区分断面図



M4孔　深度90～95m　変質度３　（D～CL級）

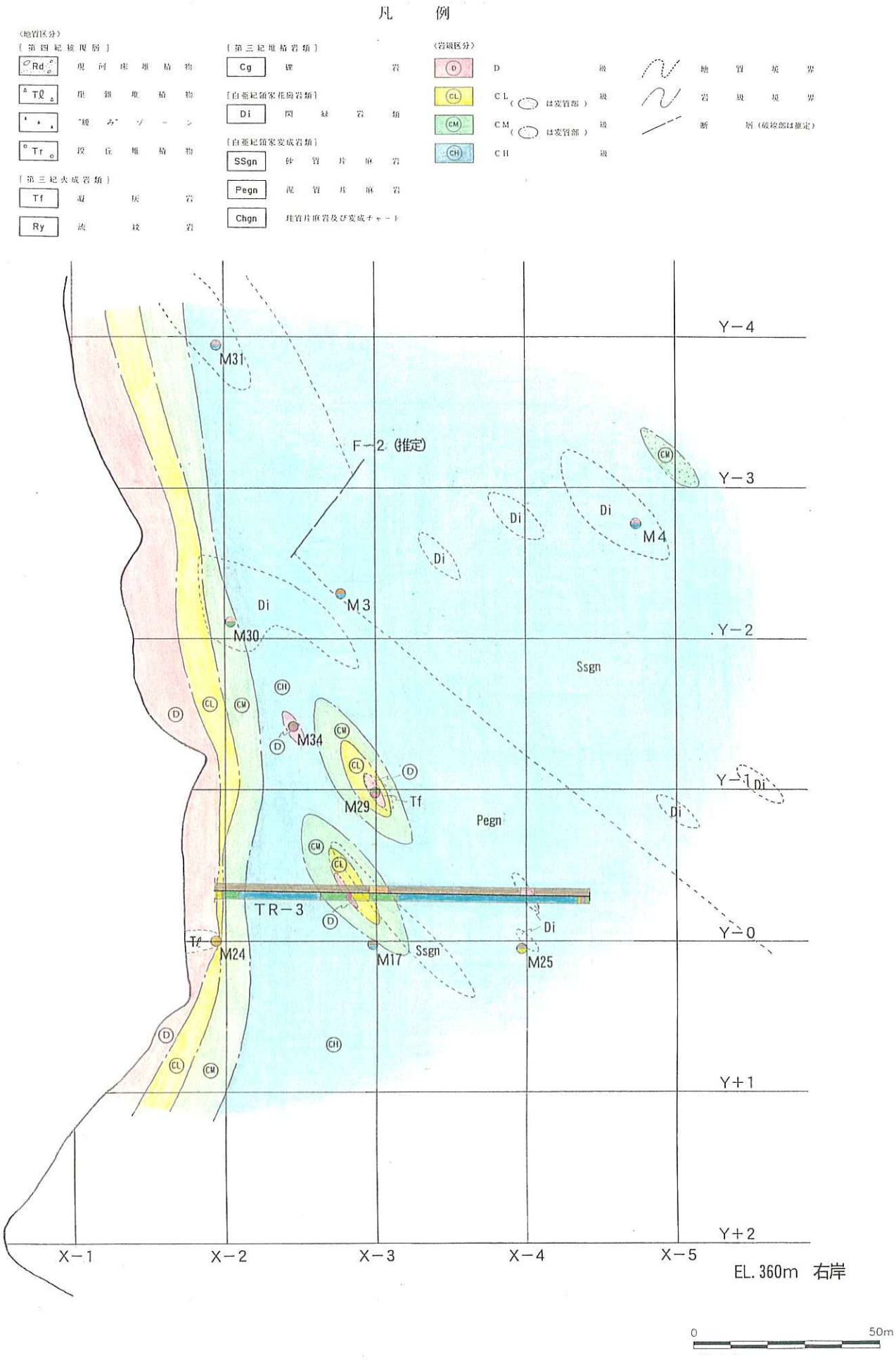


M17孔　深度70～75m　変質度３　（CL～CM級、一部D級）



M29孔　深度35～40m　貫入性凝灰岩　変質度３　（D～CL級）

写真－ 5.1　代表的な変質部のコア写真



図－ 5.29　EL. 360m盤右岸部の水平断面図（岩級）

5.2.6　右岸下流高位標高部の“緩み”ゾーン

右岸直下流高位標高部の EL.420m付近の傾斜変換線（遷急線）よりも上位標高部に、幅 140m，長さ 160m，深さ 40mの“緩み”ゾーンが発達する（図－ 5.1参照）。この“緩み”ゾーンでは、これまでに弾性波探査（屈折法）３測線のほか、ボーリング６孔と試掘横坑１坑が実施されている（表－ 5.6参照）。その結果、“緩み”ゾーンの地質・岩盤状況が把握され、また周辺で実施されたボーリングによりその分布範囲もほぼ確定されつつある。

表－ 5.6　“緩み”ゾーンにおける調査一覧

弾性波探査	２測線，６測線，③測線
ボーリング調査	Ｍ３，Ｍ４，M12，M13，M15，M16
試掘横坑	ＴＲ－２

“緩み”ゾーンに関する図面を以下の図に示す。

図－ 5.30　“緩み”ゾーンの性状概要図

図－ 5.31　中流案中流軸（２測線）右岸側の岩級区分図

図－ 5.32　中流案右岸高位標高部（６測線）の岩級区分図

図－ 5.33　中流案中流軸（２測線）右岸側のルジオンマップ

図－ 5.34　中流案右岸高位標高部（６測線）におけるルジオンテスト結果

(1) “緩み”ゾーンの定義

地形的な特徴，地表の変状地形，岩盤状況，透水性割れ目の性状および片理面構造の急激な変化から想定される任意の特定緩みブロックである。地表の変状より地すべりの可能性が想定されるが、地すべり特有の地すべり粘土[*1]がボーリングコアに認められないことから、現状の資料では表層型のクリープ的な変状地形と評価している。また、“緩み”ゾーンの形成は、数万年程度の長期的なクリープ現象と割れ目の開口に伴う風化により助長されたメカニズムによるものと考えられる。したがって、局所的に認められる緩み現象とは一線を画し、ダム基礎として難のある緩み現象がまとまって発達するブロックを“緩み”ゾーンとして認定している。

(2) “緩み”ゾーンの性状

“緩み”ゾーンを構成している地質は、ダムサイトの基礎岩盤と同様で泥質片麻岩を主体とし、部分的に砂質片麻岩や閃緑岩類からなる。地質構造はＴＲ－２坑の調査結果より、周辺の地表地質踏査やボーリング調査結果から得られている大局的な片理面の傾向であるＥ－Ｗ走向 50～60° 北傾斜と異なり、ＮＷ走向で30° 程度北傾斜（山側傾斜）を示すものが卓越する。

“緩み”ゾーンの性状は、ボーリングコアで見る限り、表層部は強風化マサ状Ｄ級部からなり、その下位には強風化マサ状Ｄ級部とＣＬ級部が互層状に繰り返す岩相を呈する。また、一部にＣＭ級相当の岩塊が残存するものの、ボーリング掘進時にロッドの落下（M12 孔において最大 30cm 程度）が認められるなど、割れ

[*1] 地すべり粘土：地すべりによるせん断帯形成過程において、水を含みやすい岩石が細粒・粘土化によって形成される。そのせん断帯の中で、すべり面に位置する粘土のことを地すべり粘土という。判定基準としては、以下のものがあげられる。
・高含水比の粘土層，角礫を介在する粘土層もしくは鏡肌，条線の有無
・色調の変化（褐色系，暗色系など）

目が開口していることが明らかとなっている。このようにボーリング調査の結果より“緩み”ゾーンはその性状から次の３つに区分される（図－ 5.30～図－ 5.32 参照）。

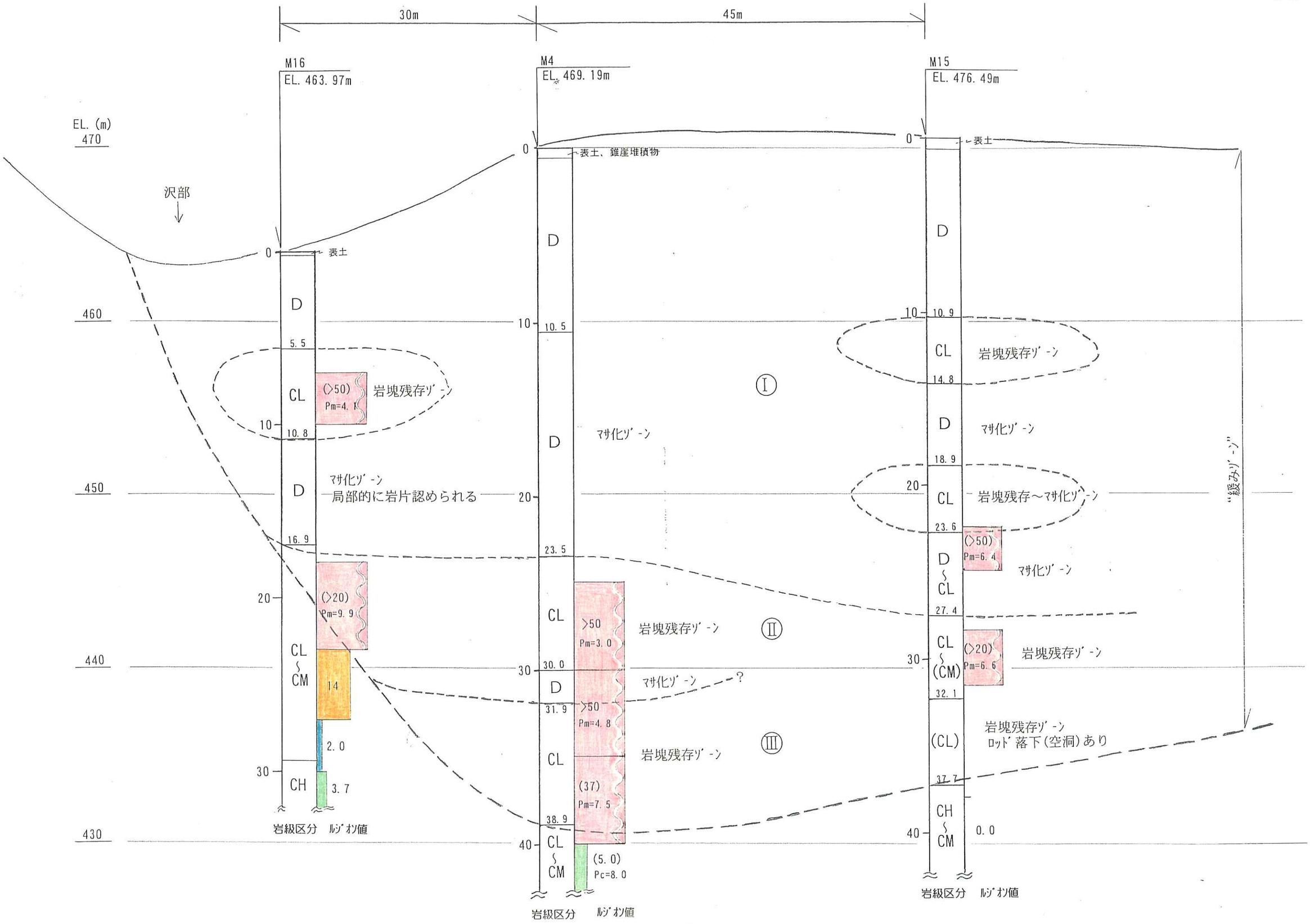
Ⅰ：所々に岩塊が残存するがマサ主体のＤ級ゾーン

Ⅱ：岩塊とマサが繰り返し分布するＣＬ，Ｄ級混在ゾーン

Ⅲ：所々に空洞が存在するが岩塊を主体とするＣＬ級ゾーン

この“緩み”ゾーンは、ボアホール観測では上記のような岩盤状況のため孔壁保持が困難であり、亀裂系や開口量のデータを収集が困難な状況にあることが１つの特徴としてあげられる。また、“緩み”ゾーンにおけるルジオンテストは、何れも 20 ルジオン以上の高い透水性を示し、“緩み”ゾーンよりも下位では急激に難～低透水となる。

弾性波探査（屈折法）の結果では、厚く分布する第３速度層（1.5 km/sec）にほぼ対応し、第４速度層は測線全体で 3.0 km/sec 程度であるのに対し、“緩み”ゾーン近傍では 2.5 km/sec と低い速度値を示している。この弾性波速度の相対的な低下部の分布は“緩み”ゾーンの分布とほぼ一致する。



図— 5.30 “緩み”ゾーンの性状概要図

M13
EL. 490. 73 m
ℓ = 85.0 m
（3m 下流側）

M4
EL. 469. 19 m
ℓ = 120.0 m
（3m 上流側）

M12
EL. 449.04 m
ℓ = 80.0 m
（3m 下流側）

M10
EL. 400.04 m
ℓ = 120.0 m

M3
EL. 400.72 m
ℓ = 120.0 m
（2m 下流側）

M30
EL. 378.43 m
ℓ = 65.0 m

M2 （70°）
EL. 346.49 m
ℓ = 130.0 m
（3m 下流側）

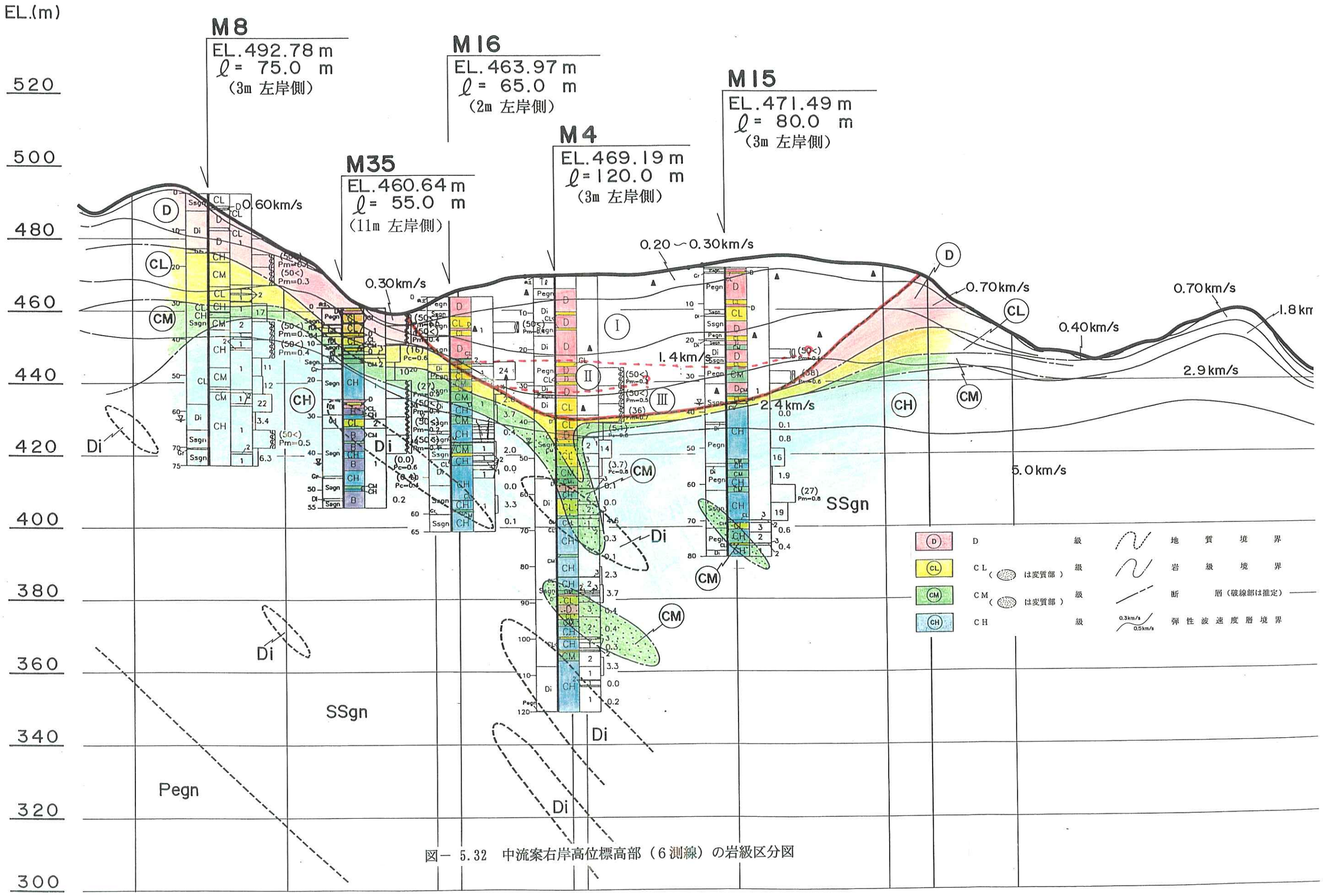
M11
EL. 348.30 m
ℓ = 120.0 m
（2m 下流側）

S.W.L EL. 444.0 m

Cg
0.30km/s
0.80km/s
5.1km/s
Tℓ
Rd
Pegn
Di
SSgn
EL.460m
EL.440m
EL.420m
EL.400m
EL.380m
EL.360m

D 級
CL （ は変質部 ） 級
CM （ は変質部 ） 級
CH 級
地質境界
岩級境界
断層（破線部は推定）
弾性波速度層境界

図－ 5.31 中流案中流軸（２測線）右岸側の岩級区分図



図－ 5.32 中流案右岸高位標高部（6測線）の岩級区分図

M10
EL.400.04m
ℓ=120.0 m

M2 (70°)
EL.346.49 m
ℓ=130.0 m
（3m 下流側）

M30
EL.378.43m
ℓ= 65.0 m

M3
EL.400.72 m
ℓ=120.0 m
（2m 下流側）

M11
EL.348.30m
ℓ=120.0 m
（2m 下流側）

M12
EL.449.04m
ℓ= 80.0 m
（3m 下流側）

M4
EL.469.19m
ℓ=120.0 m
（3m 上流側）

M5
EL.490.73 m
ℓ= 85.0 m
（3m 下流側）

▽ S.W.L EL.444.0m

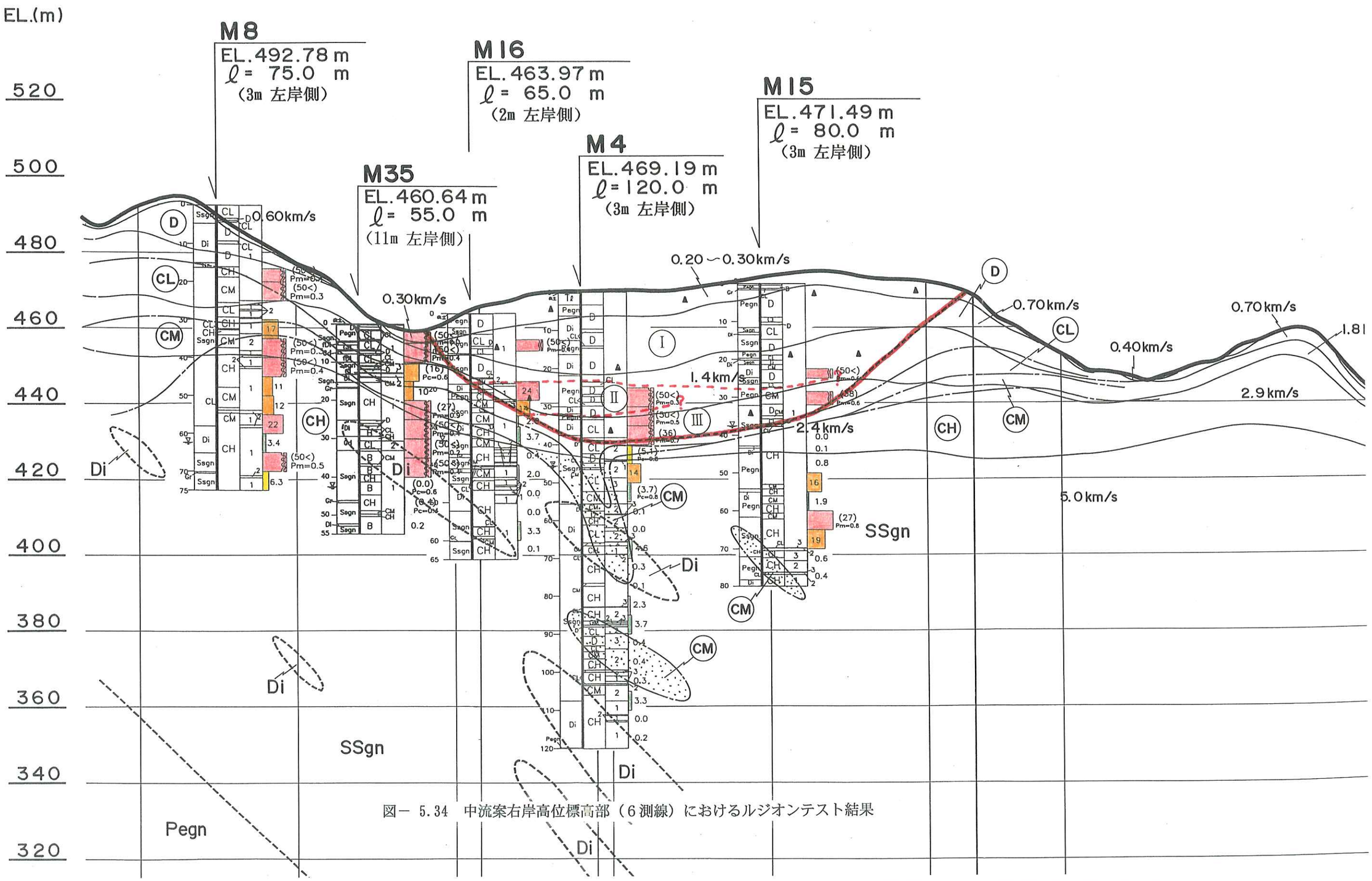
G.W.L

Lu<5
10≦Lu<20
20≦Lu
5≦Lu<10
2≦Lu<5
Lu<2

EL.460m
EL.440m
EL.420m
EL.400m
EL.380m
EL.360m
EL.340m

凡　例
20≦Lu
10≦Lu<20
5≦Lu<10
2≦Lu<5
Lu<2
透水度境界
地下水位

図－ 5.33　中流案中流軸（２測線）右岸側のルジオンマップ



図－ 5.34 中流案右岸高位標高部（6測線）におけるルジオンテスト結果

(3) “緩み”ゾーンと堤体下流掘削面

堤体および堤体下流側の掘削法面を設計する上で“緩み”ゾーンの上流側への連続性の確認が重要であり、これを目的としてM34孔およびM35孔が実施された。

M34孔では、深度12m付近まで崖錐堆積物が分布し、それ以深での岩盤状況ならびに透水性は良好である。このことより、“緩み”ゾーンはM34孔まで連続しないと判断される。崖錐堆積物がかなり厚いが、現地形を観察すると沢状地形の中のやや盛り上がった部分に相当し、露岩はほとんどなく、谷頭浸食が認められる。このように地形観察からも崖錐堆積物が厚いことが予想され、崖錐集積部を掘進したためやや厚くコアリングされたものと考えられる。

M35孔では深度40mまで透水性が20ルジオン以上と高透水を有するステージが８ステージ中６ステージ認められるが、ボーリングコアを見る限りでは“緩み”ゾーンに特有の急激な構造の変化が認められず、割れ目沿いは酸化しており開き気味の傾向にあることから、“緩み”ゾーンの連続部ではないもののやや緩み気味であるといえる。

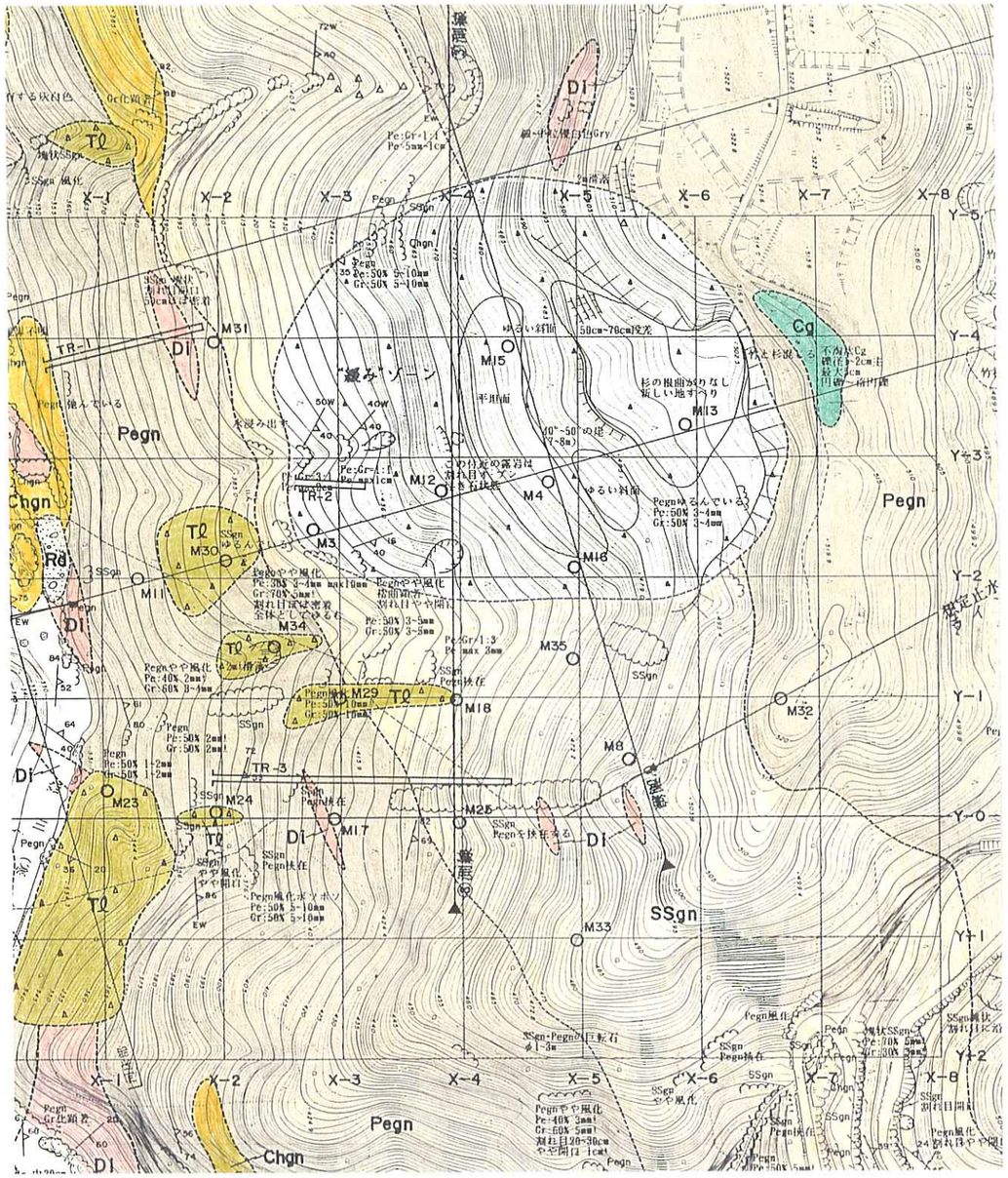
以上のことより、“緩み”ゾーンの上流側への分布は、従来の想定通り、図－5.32に示すように上流側の沢部付近までと判断される。

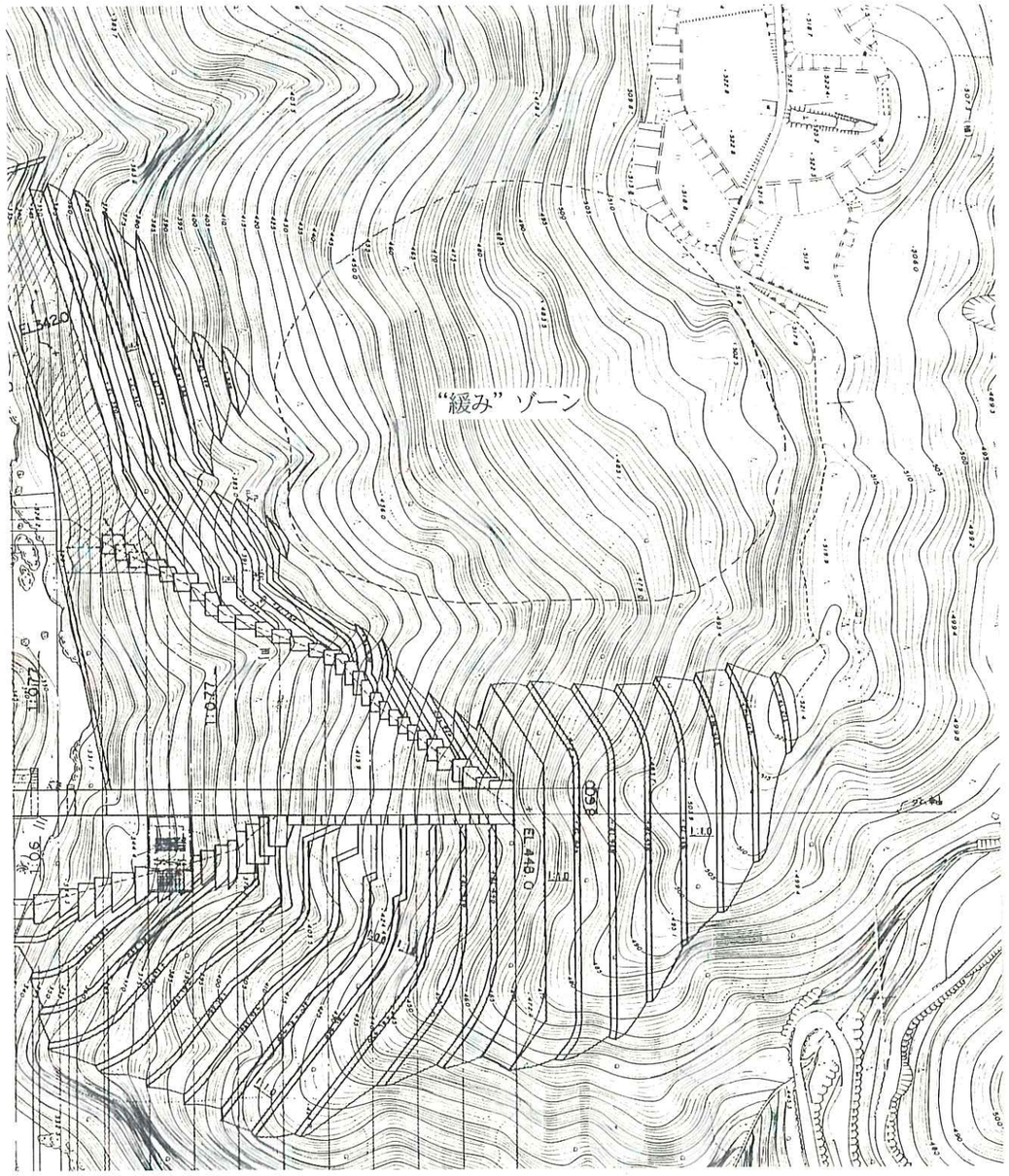
また、減勢工との関係で“緩み”ゾーンの川側への連続性の確認も重要である。川側への連続性は図－ 5.31に示すようにほぼＭ３孔付近までと判断され、下流川側のM31孔では岩着後ＣＬ級ゾーンとなり、ボーリングコアでは片理面構造の変化が認められないことから“緩み”ゾーンは及んでいないと判断される。下流側への連続性についても明らかではない。

当初のダム軸は中流案中流軸で検討してきたが、“緩み”ゾーンの分布・規模および性状から、安全かつ経済的に有利な中流案上流軸が選定されている。現計画では“緩み”ゾーン周辺の堤体下流側法面および減勢工上部法面の掘削につい

ては、アンカー工を前提とした急勾配掘削（1:0.3～1:0.6）による対処計画であるが、“緩み”ゾーンとのクリアランスは充分なものではない（図－ 5.35）。本業務において右岸ダム軸をさらに上流側に設定することは、現在の情報では可能であると判断され、“緩み”ゾーンに対してさらに充分なクリアランスを確保するために、右岸ダム軸をより上流側に設定する（図－ 5.36のC軸が有望：詳細は第３編「設計編」を参照）ことを念頭に置いて、今後の調査・検討・設計を実施する必要がある。

なお、現計画のように堤体下流側法面および減勢工上部法面にアンカー工を実施する場合は、M34 孔およびM35 孔の結果より、ＣＭ級以上の岩盤が想定よりも浅所に確認されていることから、危惧されていたよりは少ない施工数量ですむものと思われる。



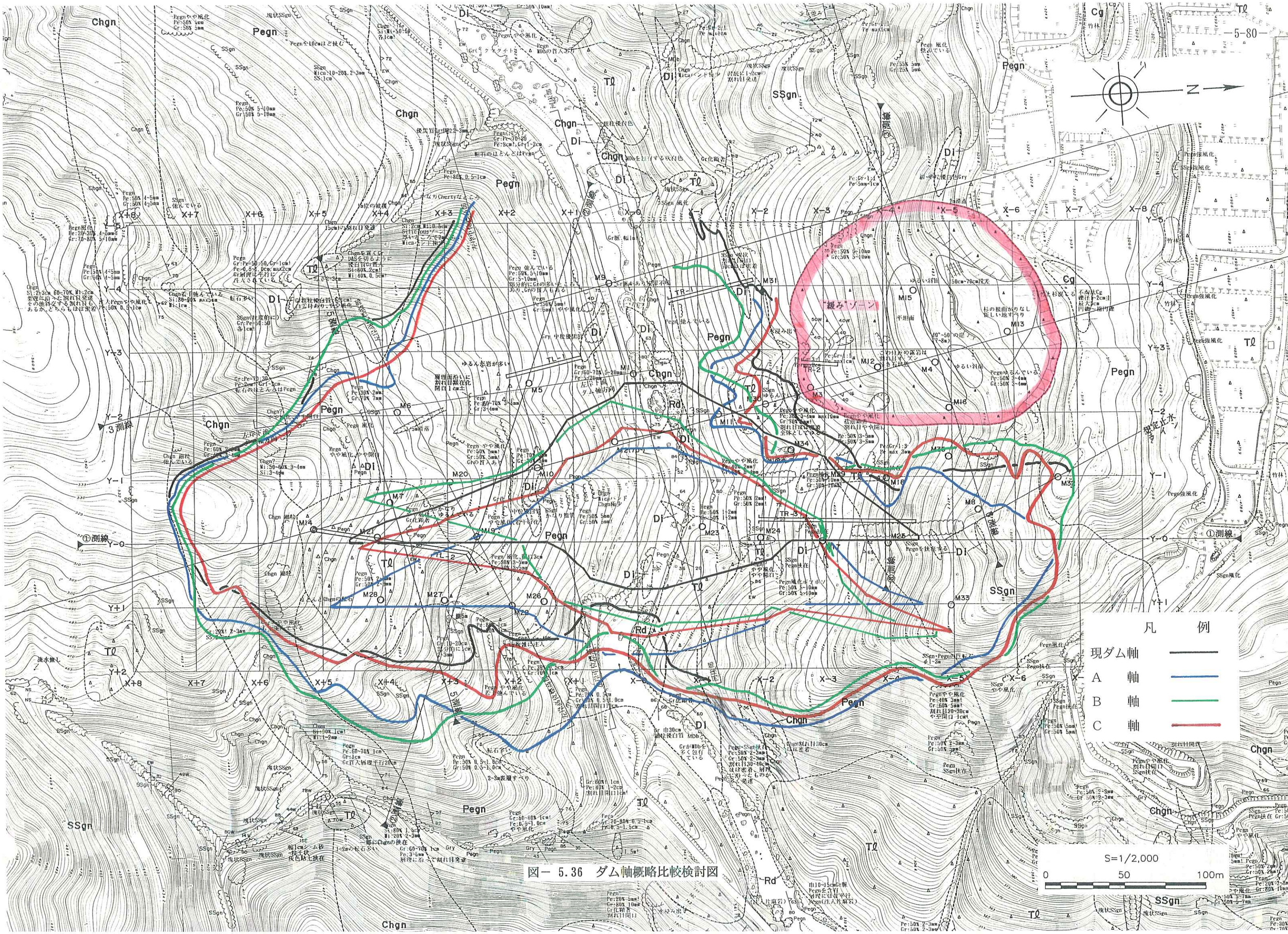


付図－3.1　堤体平面図より

S=1/2,000

0　50　100m

図－ 5.35　地質平面図と配置設計図



図－ 5.36　ダム軸概略比較検討図

5.2.7　左右岸中～高位標高部の岩盤状況

左右岸中～高位標高部の傾斜変換線（EL.410～420m）より上位の斜面部には、全般的に厚いD級ゾーンが発達する。図－ 5.37にダムサイトにおける崩積土を含むD級岩盤の分布図を示す。右岸部では、前述の“緩み”ゾーン分布域を除き、その発達は５～10mと薄い傾向にある（頂部付近では 15～20m程度発達）。しかし左岸部の傾斜変換線上位斜面では、Ｍ６，M14 孔を除き、25～30mと厚く発達する。

＜左岸＞

左岸に分布するD級ゾーンの厚い部分の地質は、泥質片麻岩と閃緑岩からなり、比較的浅部よりやや規模の大きい閃緑岩が分布している。この閃緑岩が表層部において選択的に風化作用を強く受けマサ化が進行している可能性が高い。なお、下流側のＭ６孔でも表層部より閃緑岩が分布しているが、D級ゾーンは薄く崩積土も比較的薄い。この斜面ではEL.410～420mの傾斜変換線（遷急線）があまり明瞭ではないことから、侵食作用により削剥され残存していない可能性が考えられる。

左岸部には比較的浅所より閃緑岩が分布し、これらの閃緑岩は片麻岩の片理面に調和的シート状に分布しているものと考えられることから、左岸の地質構造は概ねＥ－W～N70° Ｅ走向で 50～60° 北傾斜（川側傾斜）の流れ盤状構造を有すると判断される。D級ゾーンが厚く分布する箇所は、中流軸（２側線）から上流側の斜面であり、この斜面は地質構造と斜交しているために、「D級岩盤が侵食作用により削剥されずに残存している」ため、D級岩盤が厚く分布しているとも考えられる。しかし、Ｍ６孔の位置する斜面はほぼ地質構造と同方向の流れ盤状斜面を形成しているが、D級岩盤の厚さは前述のように比較的薄い。同一標高部に位置し、ほぼ同様の地質条件にも関わらずこのような差異が認められるのは、

推測の域を脱しないが、最も可能性があるのは浸食作用により削剥されたためとも考えられるが、透水性，地下水位変動を考慮すると、同箇所付近に割れ目が密集するか、クリープ等のマスウエスティング[*1]により割れ目が開口気味となり、風化が促進された結果の現象とも考えられる。本事項は、ダム基礎岩盤（掘削除去の対象となる）としてよりも、ダム堤体外の掘削法面としての課題であり、将来的に法面設計時までには、経済性も考慮した対応が必要となる。

以上のほか、左岸部でD級ゾーンの厚いボーリング孔のボアホール観測結果を見ると、D級ゾーンとCL級ゾーンを境に急激に開口量が増加し、累積開口量に明瞭な変曲点が認められるとともに、CL級ゾーンも含めて透水性も 20 ルジオン以上と高い。

また、弾性波探査（屈折法）結果では、弾性波速度層に多少の凹凸があるが、当該箇所付近では地形勾配と非調和で、速度層境界がやや深い傾向にあるがあまり明瞭ではない。

現時点での評価は、推測の域を出ないが、このD級岩盤ゾーン（崩積土を含む）は、現計画では堤体上流法面に露出することから、貯水による影響を受けることを勘案し、堤体上流側の法面勾配は１：1.2 と緩くするもしくはアンカー工を主体とした対策工を念頭に置いておくことが肝要である。

＜右岸＞

右岸部においては、堤体上流側の尾根部において本年度M33 孔が実施され、D級ゾーンは約 30mと厚いことが明らかとなった。堤体上流側では貯水位以下でのボーリング孔はまだ実施されていないが、5.2.1章「ダムサイトの堅岩分布」で述

[*1] マスウェスティング：運動する水・氷・空気などの特別な運搬手段を伴わず、重力によって直接生ずる未固結物質の移動。同義語にマスムーブメントがあるが、地すべりなどのような一つのかたまった地質構成物質の移動をいい、区別されることがある。

べたように、上流側の中～低位標高部には地形的に表層の緩み岩盤が厚く発達している可能性のあるか所が認められる。同箇所は、現ダム軸もしくは右岸を上流側に設定した新たな新軸（図－ 5.36のＣ軸が有力候補）でも、堤敷外掘削法面に相当することから、留意が必要である。

以上のほか、本年度実施されたＴＲ－３坑ではN45° Ｅ40° Ｓの低角度引張性節理の発達が確認されている（4.4章「新規試掘横坑」参照）。この節理は走向・傾斜より上流傾斜の法面（堤敷外下流法面）を設計する際には流れ盤節理となるため、法面設計上の安定性に留意する必要がある。

以上、Ｄ級岩盤の分布等より斜面安定上の課題を抽出したが、前章までにまとめているように、当ダムサイトの表層部の岩盤は、節理系の発達（素因）と寒狭川の急激な浸食作用（誘因）にともなう応力解放等により、割れ目が開口気味となっている。

このことは、透水性（ルジオン値，Ｐ－Ｑパターン）からも明らかである。ダム基礎岩盤としては、“緩み”ゾーンおよびＤ級ゾーンを除き、現状では基礎となりうる岩盤と評価できるが、基礎処理場、掘削除去対応により経費の削減が可能な場合もあり、実施設計時の検討課題となる。また、掘削法面の安定としては、割れ目が開口気味であることから十分な検討が望ましい。

M9 (2.55)
M31 (1.3)
M15 (37.7)
M13 (23.95)
M30 (8.75)
M12 (44.4)
M4 (38.9)
M1 (2.88)
M5 (2.6)
M3 (9.4)
M16 (16.95)
M6 (4.8)
M11 (4.25)
M2 (7.9)
M34 (12.45)
M35 (8.2)
M7 (32.05)
M10 (0.9)
M29 (3.8)
M18 (7.5)
M32 (19.1)
M20 (30.8)
M8 (16.0)
M14 (4.6)
M21 (20.1)
M19 (29.4)
M23 (6.7)
M24 (5.6)
M17 (5.5)
M25 (2.5)
M26 (6.9)
M28 (26.6)
M27 (24.7)
M22 (17.0)
M33 (29.6)

緩みゾーン
TR-1
TR-2
TR-3
TL-1
Rd
Tℓ
Di
Chgn
Pegn
SSgn
Cg
X+8 X+7 X+6 X+5 X+4 X+3 X+2 X+1 X-0 X-1 X-2 X-3 X-4 X-5 X-6 X-7 X-8
Y+3 Y+2 Y+1 Y-0 Y-1 Y-2 Y-3 Y-4 Y-5
③測線
①測線
導流壁
減勢工
仮締切堤
導流トンネル
安定止水ライン
N

－ 凡 例 －

崩積土を含むD級ゾーンの厚さ

- 30m以上
- 20～30m
- 10～20m
- 10m未満

S=1/2,000
0 50 100m

図－ 5.37 ダムサイトにおけるD級ゾーン（崩積土含む）の分布

5.2.8　左右岸下流部の岩盤状況

減勢工左右岸斜面の岩盤状況は、調査数量がまだ少ないため詳細は明らかでない。

＜左岸＞

左岸側は中位標高部にＭ５孔があり、岩盤状況はおおむね良好で約７ｍでＣＨ級岩盤ゾーンとなる。しかしながら、低位標高部で実施されたＴＬ－１坑では、30m付近まで割れ目沿いの風化が著しいＣＬ～ＣＭ級相当岩盤であり、全体的に緩み気味である。このことから、現計画での法面勾配は１：1.0 として設計しているが、掘削量が多くなりかつ長大法面が出現することとなる。今後、調査数量を増加し、左岸表層部の岩盤状況を確認した上で、アンカー工などにより法面勾配を急にして掘削量を削減するのが望ましい。

＜右岸＞

右岸側は中位標高部にM31 孔があり、表層から 20m程度までの岩盤は累積開口量も多く、かつ 30mまでは 50 ルジオン以上でコア採取率の低下もしくは流出区間が認められることから、ボーリングコア観察などを考慮して評価すると、26.5m もしくは 28m付近までの岩盤は緩み気味と判断される。当該箇所は、“緩み”ゾーンの下位に位置することから、緩勾配の法面とすると“緩み”ゾーンの安定性を損なうおそれがあり、急勾配の設計が望ましい（現設計の掘削勾配は 1：0.6）。したがって、アンカー工を前提とした調査の実施により、その分布および特性の把握の向上に務めるべきと考えられる。

さらに、右岸下流側にはＦ－２断層が存在し、現時点では連続性に乏しいと判断されるが、掘削法面に出現する可能性が極めて高いことから、今後も引き続き懸念事項としてあげられる。

5.2.9　まとめ

総合的な検討を行った結果、右岸高位標高部に分布する“緩み”ゾーンと右岸下流堤敷外掘削法面とのクリアランスをより広くとることを念頭に置いた新ダム軸の設定（右岸部をより上流側に設定(図－ 5.36のC案)）、および新ダム軸を対象とした調査・解析が、設楽ダムにおける最重要課題と考える。

本年度の調査結果（ボーリング調査）によれば、右岸上流側は地山の厚みが薄くなるものの、経済性の観点から十分検討対象となり得ることが明らかとなった。

また、調査の精度に関する問題はあるものの、ダム築堤上早急に着手すべき重要な課題は、前述の新ダム軸に関する事項以外は認められない。平成11年度以降のダムサイトの課題およびその後の調査・解析の進展に伴う課題の検討結果ならびに今後の留意事項を以下に整理する。

1.　新ダム軸の設定

M33孔実施の結果、ダム軸の右岸部は現軸より上流側に設定できる可能性は高い。ただし、ボーリング１孔のみのデータであるため、今後ボーリング調査数量を増加し、堅岩分布の確認を行う必要がある。

2.　“緩み”ゾーンの上流側への分布

“緩み”ゾーンの上流側への連続は、M34，M35孔の実施により、Ｙ－１－20グリッド下流側の沢状部まで、川側への連続はＭ３孔付近までに限定されることがほぼ明らかとなった。なお、“緩み”ゾーンの下流側への連続性については、現段階では地形的な情報を基にした推定である。

3. 右岸部熱水変質

右岸中位標高部に位置する変質劣化部の分布は、ＴＲ－３坑およびM34 孔の実施により、変質部の分布が片理面に起因するものと仮定した場合、その分布は断続的でありかつまとまった分布（変質ＣＬ級～Ｄ級）を有する可能性が少ないことが明らかになってきた。

4. 左岸高位標高深部の透水部について

左岸高位標高深部の透水部は、周辺ボーリング孔の岩盤状況，透水状況，ボアホールスキャナー結果およびＴＬ－２坑の実施結果さらに地下水位観測結果などを統合すると、大規模な緩み岩盤を形成する可能性はなく、上記箇所付近の高角度酸化割れ目の発達に伴う透水部と判断される。この高角度酸化割れ目の成因は、地質構造が北傾斜（川側傾斜）の流れ盤状であることから、遷急線の認められるEL.410～420m以深の急激な下刻作用に伴い、流れ盤状を形成する（現地形より傾斜角は高角度）左岸斜面の中～高位標高部において、片理面に沿って割れ目が開口気味となり酸化劣化が促進された結果と考えられる。また、周辺岩盤は閃緑岩類や珪質片麻岩といった硬質な脆性亀裂性岩盤であり、既存の割れ目系が岩盤クリープ的に開口気味となった可能性もある。

5. 左岸中～低位標高部の岩盤状況

当該箇所は、地元事情により直接的な調査が実施できていない箇所である。そこで、弾性波トモグラフィ法による間接的手法を実施し、当該箇所の検討を行っている。その結果、ＣＨ級岩盤の分布状況はおおむね想定通りであり、幅 10m以上の低速度帯は認められず、ダム築堤上問題となるような大規模な弱層や岩盤劣化部は存在しないものと判断される。今後、直接的な調査により岩盤状況ならび

に透水性の把握が課題となる。

＜堤敷外掘削法面＞

現時点の情報で堤敷外掘削法面の設計上、留意が必要な箇所は次の通りである。

・左岸高位標高部　厚い表土およびD級岩盤が発達するため、対策工に留意が必要である。

・右岸の上流側尾根部中位～低位標高部　同箇所には、高位標高部に位置する沢地形が中～低位標高部で不明瞭となるなど、表層緩み岩盤の分布が厚い可能性があり、対策工に留意が必要である。

・減勢工左右岸斜面　左右岸とも表層部の岩盤に緩み現象が認められる。そのため、両岸とも減勢工の掘削により長大な法面が発生する。また、右岸部では上位標高部に“緩み”ゾーンが分布することから、両岸ともアンカー工などにより法面勾配を急にして、掘削量の削減などの対処が望まれる。

以上のほか、当ダムサイト周辺の斜面地形は全般に表層部の岩盤がやや緩み気味であり、節理系の発達を素因として、その後の寒狭川の急激な浸食作用を誘因とした応力解放などにより、割れ目が開口気味となっている。この現象は傾斜変換線（EL.410～420m）より上位斜面で目立つ傾向にあり、将来的にダム軸の決定，法面設計と今後の事業の進展に伴い経済性をも考慮した対応が必要となる。

＜基礎処理に関する事項＞

ダムサイトの透水性は全般に良好であり、特に地下水位以深（ＣＨ級岩盤ゾーン）の岩盤はそのほとんどが２ルジオン未満であり、基礎処理の必要ない岩盤に相当する。D級岩盤を掘削除去対象（基礎岩盤強度の不足のため）とすると、基

礎処理の対象となる岩盤は地下水位付近より上位のＣＭ～ＣＬ級岩盤ゾーンとなる。同ゾーンは50ルジオン以上の高透水性を有し、Ｐ－ＱパターンもＥないしＦタイプの注入圧力の上がらないタイプであり、通常のグラウチングでは改良が進行しにくいと判断され、止水設計上の工夫（厚みのある遮水ゾーンの形成，補助カーテンの施工など）が必要となる。

また、リム部については右岸部でサーチャージ水位までの地下水位の上昇が確認され、リム範囲はM32 孔よりダムサイト側となることがほぼ明らかとなった。左岸部ではほぼサーチャージ水位付近までの地下水位を確認しているが、地下水位変動域に相当することから、今後さらに高位標高部において確認のボーリングが必要となる。

6　今後の調査検討方針および具体的な調査計画案

設楽ダムの当面の課題は、前述のように今後の調査・解析および設計を効率的に実施する上でダム軸をほぼ決定することと考える。ダム軸決定に関して下記①の課題があり、左岸低位標高部を除いて、おおむね良好な成果が得られている。

① 新ダム軸設定のためのボーリング調査

・右岸上流側尾根部の堅岩分布

・右岸“緩み”ゾーンの上流側への分布範囲の確定

・左岸高位標高部の表層強風化部の把握

・左岸低位標高部の地質・岩盤状況と透水性の把握

② 減勢工法面のボーリング調査

③ 左岸高位標高部止水関連ボーリング調査

実施が優先される課題は、①の新ダム軸設定のためのボーリング調査，解析およびダム軸設定のための設計検討である。右岸上流尾根の堅岩状況については、おおむね想定通りの成果が得られ、現軸と新軸（図－ 5.36のＣ軸）では堤体積および掘削量に大きな差はない。また、懸案の“緩み”ゾーンの上流端は想定のように上流の沢部で収束する可能性が高い。さらに右岸熱水変質部は、ダム堤体設計上に影響を与えるような規模の変質帯は局所的な分布にとどまる可能性があり、その分布は断続的でまとまった分布を有する可能性が少ないと評価される。

以上３事項より、比較上流軸が有望との方向性が明らかとなってきた。しかしながら比較上流軸付近の詳細な地質工学的情報が不足していること、さらに左岸低位標高部は今年度までに調査が実施されていないことから、今後の主要な課題として調査・解析・設計を実施する必要がある。

右岸上流側にダム軸設定後、ダム堤敷内の調査精度の向上ならびに横坑調査，せん断試験の実施などとなる。また、課題②および③は直接的には新ダム軸の設定とは関係し

ないことから、別途実施が可能な課題と位置づけることができる。

現時点での上記課題に対して調査計画を立案したが、計画は現在のグリッドにより立案した。なお、各調査ボーリングの実施順位は近傍のボーリング結果に応じて、実施順位，実施位置の変更および実施の有無の検討が必要な場合もあることに留意されたい。また、横坑調査については、新ダム軸を設定した後の新たなグリッドで実施することが効果的かつ効率的である。

ダムサイトの今後の地質上の課題としては、ダム築堤上致命的となるものは認められないものの、より安全性が高く、経済性に配慮したダム設計を実施する上で当面下記事項について実施しておくことが望まれる。

i　右岸上流尾根部堅岩分布の把握

ii　左岸低位標高部（立入禁止区域）の地質・岩盤状況と透水性の把握

iii　左岸高位標高部の強風化部の地質・岩盤状況の確認

iv　堤敷内の堅岩分布の確認

v　岩盤せん断強度の設定

vi　減勢工の基礎および左右岸上部法面の岩盤状況

以上の６項目のうち、効率的な調査・解析および設計を行う上で優先される事項は、ｉおよびｉｉである。

計画調査数量一覧を表－ 6.1に、調査計画平面図を図－ 6.1に示す。なお、調査計画平面図にある赤線は、現ダム軸の右岸側をさらに上流側に設定した、図－ 5.36のＣ軸である。

表－ 6.1　調査計画一覧表

孔番	掘進長(m)	位置の概要	透水試験	優先順位	課題
No.1	130	右岸低位	一般	1	①
No.2	130	右岸中位	一般	1	①
No.3	130	左岸中位	一般	1	①
No.4	130	左岸低位	一般	1	①
No.5	80	右岸上流高位	静水圧	1	①
No.6	60	右岸下流低位	一般	2	②
No.7	60	右岸下流高位	一般	2	②
No.8	60	右岸下流低位	一般	2	②
No.9	60	右岸下流中位	一般	2	②
No.10	60	左岸下流低位	一般	2	②
No.11	60	左岸下流中位	一般	2	②
No.12	100	左岸高位	静水圧	2	③
No.13	100	左岸高位	静水圧	2	③
No.14	60	右岸上流中位	一般	3	①
No.15	60	右岸上流中位	一般	3	①
No.16	130	左岸低位	一般	3	①
No.17	130	右岸高位	静水圧	3	①
No.18	60	右岸下流低位	一般	2	①
No.19	130	右岸河床（左岸向き斜掘）	一般	3	①
No.20	130	左岸河床	一般	3	①
No.21	130	左岸中位	一般	3	①
No.22	130	左岸高位	一般	3	①

*1　いずれも、透水試験およびボアホールスキャナー観測を実施。透水試験は、高位標高部で実施の場合は、地下水位までは静水圧透水試験により実施する。

*2　No.21 およびNo.22 も最終的には必要となるが、ダム軸設定後であり、かつ周辺に既往ボーリングがあることから優先度は低い。

① 新ダム軸設定のためのボーリング調査

技術的には、右岸においてNo.1, No.2 および左岸においてNo.3, No.4（比較上流軸が設定されれば、掘進長は 40m程度で問題ない）の実施が望ましい。実施が困難な場合は、代替として No.5 など上流尾根部において早急な実施が望ましい。立入禁止解除後、新ダム軸設定以降に No.14～No.17, No.19（左岸に向かって斜堀）, No.20 の実施が望ましい。さらに堤敷部において調査が不足していると予想されるのは、堤趾部の No.18 である。

② 減勢工法面のボーリング調査

減勢工左岸斜面の岩盤は、ＴＬ－１坑の結果より表層部の緩み気味の岩盤がやや厚いことが想定され、法面勾配を緩くしなければならない可能性がある。また、右岸斜面はM31 孔の結果より表層部で 20m程度の岩盤が緩み気味である。さらに高位標高部に“緩み”ゾーンが発達することから、掘削法面が“緩み”ゾーンにかからない対策が必要となる。これら左右斜面の掘削量を軽減するためには、左右岸法面の規模をアンカー工などにより急勾配法面とすることが考えられる。

これをふまえ、左右岸斜面部の岩盤状況確認（特に表層部）を目的とするボーリング調査を６孔計画した（No.6～No.11）。なお、No.9 は No.6～No.8 の結果により実施の必要性を検討し、さらに No.9 は沢部に位置するため、実施する際には適切な箇所かどうかの確認が現地において必要となる。

③ 左岸高位標高部止水関連ボーリング調査

M14 孔ではサーチャージ水位（EL.444m）付近で孔内水位（地下水位）が確認されていたものの、経時観測によりサーチャージ水位を下回ることが確認されており、またＴＬ－２坑において顕著な湧水が認められないことから、地下水位を確実に把握しているとは言い難い。そのため、さらに山側において地下水位を確認する必要がある。優先順位は No.12→No.13 とし、No.12 の結果次第で No.13 の

実施を決定する。

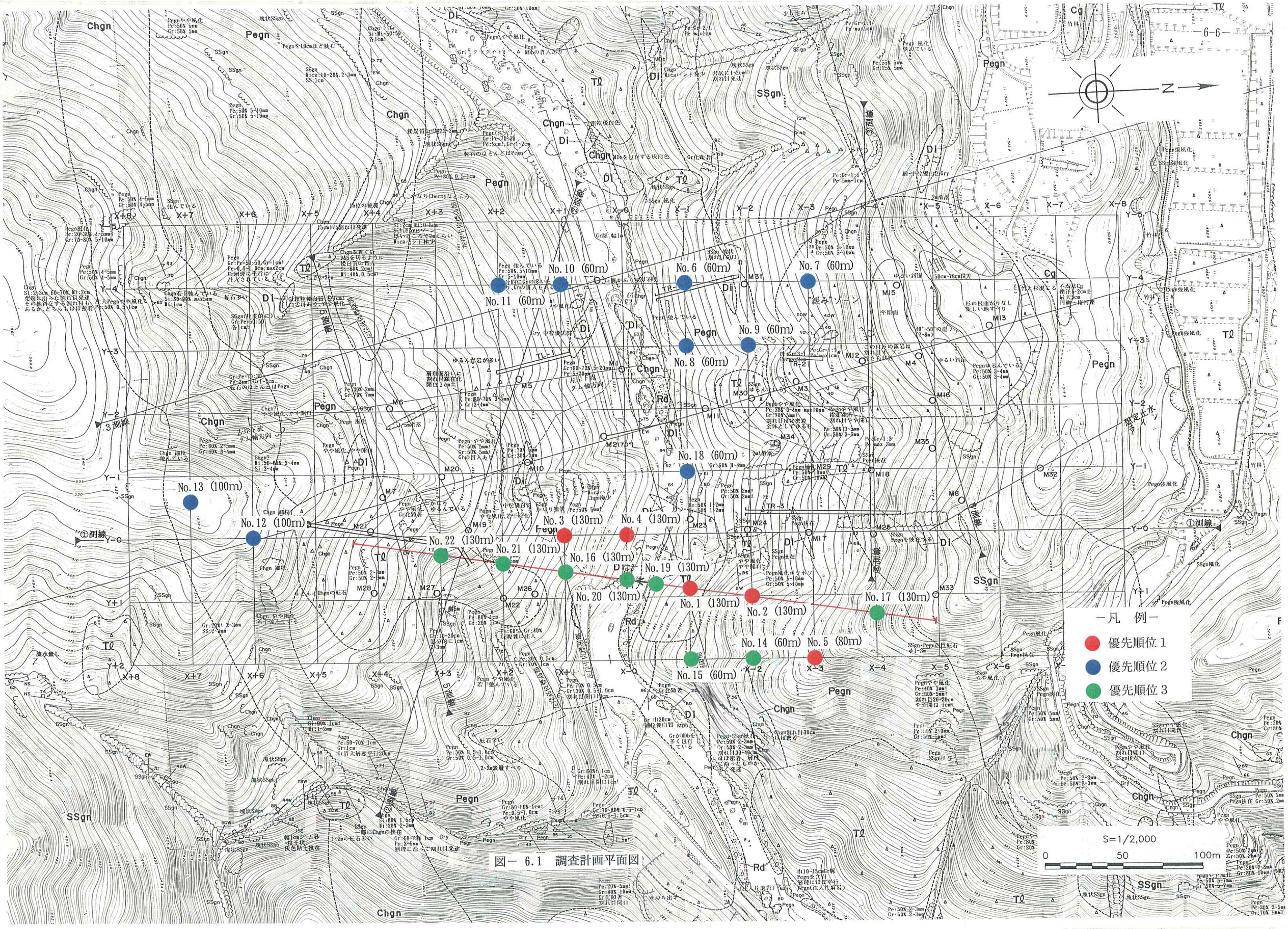
ボーリング調査では、いずれもボアホールスキャナー観測および透水試験を実施し、地下水位までは静水圧透水試験を実施するものとする。

なお、調査の実施後に新ダム軸の設定が可能と判断された場合は、早期に新ダム軸の地質解析およびダム軸の比較検討を実施することが望ましい。

さらに、上記以外にダムサイトの実測地形を早期に図化（作成）しておく必要がある。現存の航測図では、斜面中腹の標高は実際の標高（弾性波探査やボーリング調査で測量した結果）よりも、最大15m程度高いことがわかっており、今後は詳細な調査・解析・設計が必要となってくることからも早期に実測地形図を図化しておくことが望まれる。

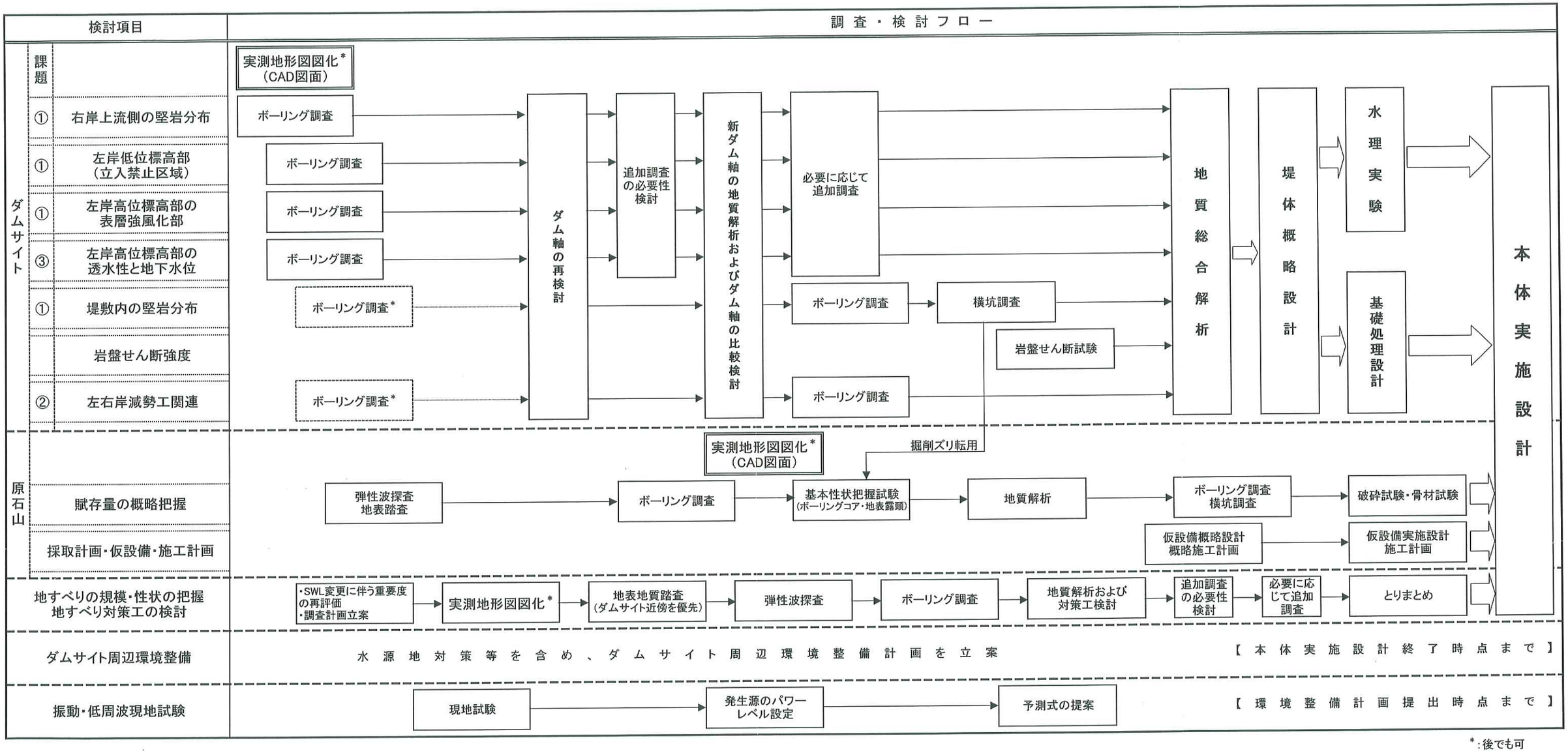
以上より、今後のダムサイトの調査は、図－ 6.2に示す調査・検討フローで実施することが望ましい。なお、フローにはダムサイトの調査計画と実施設計段階までの全体フロー図を示すとともに、貯水池周辺の地すべり・崩壊地、ならびに原石山候補地についても事業の進捗に併せて順次進めていく必要があることから、両者の概略の全体フローも併せて表示した。

以　上



No.1 (130m)
No.2 (130m)
No.3 (130m)
No.4 (130m)
No.5 (80m)
No.6 (60m)
No.7 (60m)
No.8 (60m)
No.9 (60m)
No.10 (60m)
No.11 (60m)
No.12 (100m)
No.13 (100m)
No.14 (60m)
No.15 (60m)
No.16 (130m)
No.17 (130m)
No.18 (60m)
No.19 (130m)
No.20 (130m)
No.21 (130m)
No.22 (130m)
－凡　例－
優先順位 1
優先順位 2
優先順位 3
S=1/2,000
0
50
100m

図－ 6.1　調査計画平面図



課題① 新ダム軸設定のためのボーリング調査
課題② 減勢工法面のボーリング調査
課題③ 左岸高位標高部止水関連ボーリング調査

図－ 6.2　実施設計段階までの全体フロー

－巻末資料－

Ⅰ　顕微鏡観察結果

岩石薄片作製試料採取箇所および観察結果一覧表

	孔番/坑番	深度	コアにおける肉眼的特徴	岩石名	
				顕微鏡観察結果	地質区分*
右岸	M17	73.85～73.95m	半固結、片麻岩切る	砂岩	凝灰岩
		91.85～91.9m	半固結、片麻岩切る	砂岩	凝灰岩
		111.1～111.2m	細粒完晶質	石英閃緑岩	閃緑岩
	M23	54.9～55.0m	流理構造あり	流紋岩	流紋岩
	M24	51.1～51.15m	半固結、片麻岩切る	礫岩	凝灰岩
		88.8～88.85m	中粒完晶質、黒色細粒部包有	黒雲母トーナル岩	閃緑岩類
	TR－1	54.5m上流壁	F－2断層の下盤、黒色塊状を呈する	黒雲母片岩	泥質片麻岩
	M33	120.8～121.0m	白色鉱物が断続的に定向配列する	ざくろ石含有黒雲母片麻岩	泥質片麻岩
		125.55～125.7m	細粒でやや片麻状構造が見られる	黒色片岩	閃緑岩類
	M34	12.15～12.3m	半固結、各岩種を亜角～亜円礫として含む	礫岩	崖錐堆積物
左岸	M19	52.7～52.8m	閃緑岩様（変質？）	黒雲母片麻岩	泥質片麻岩
		113.6～113.65m	黒色で片理やや不明瞭	花崗岩質ﾏｲﾛﾅｲﾄ	泥質片麻岩
	M20	97.35～97.4m	黒色で片理やや不明瞭	花崗岩質ﾏｲﾛﾅｲﾄ	泥質片麻岩
	M21	42.2m	中粒完晶質、黒色細粒部包有	石英閃緑岩/角閃岩	閃緑岩類
		97.85m	中粒完晶質	片麻状石英閃緑岩	閃緑岩類
	M22	39.75m	塊状、片理不明瞭	石英長石片麻岩	砂質片麻岩
		80.4m	片麻状閃緑岩	黒雲母片麻岩	泥質片麻岩

網掛けは昨年度実施分

＜写真中に用いた凡例＞

Qtz：石英　Pl：斜長石　Bt：黒雲母　Zi：ジルコン

Fib：フィブロライト（珪線石の繊維状結晶）

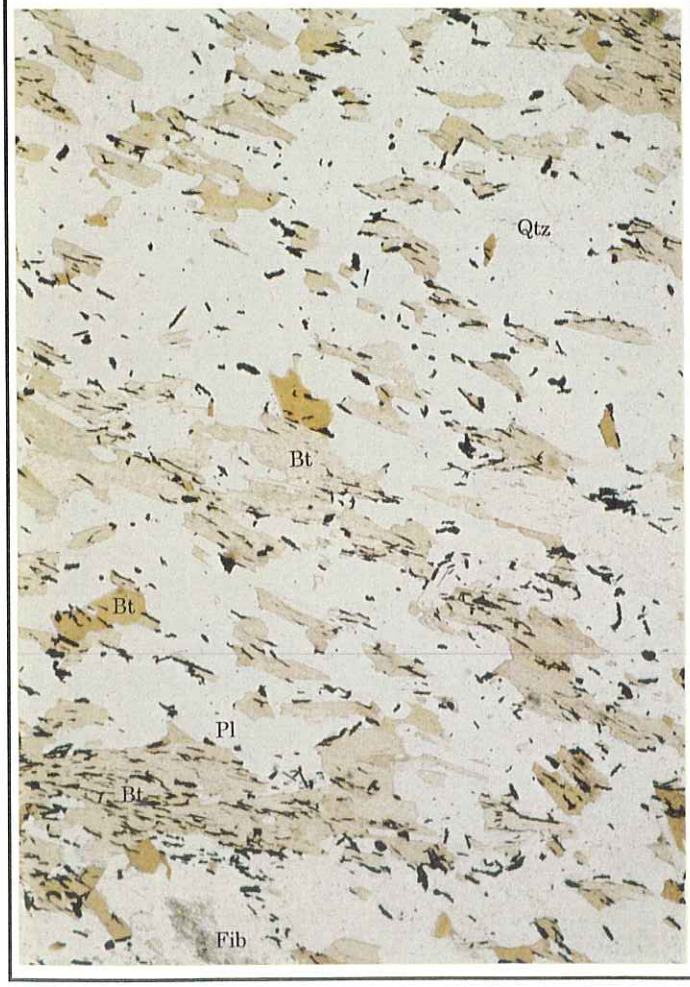
サンプル番号	M33
採取位置	1208.～121.0m

顕微鏡観察結果

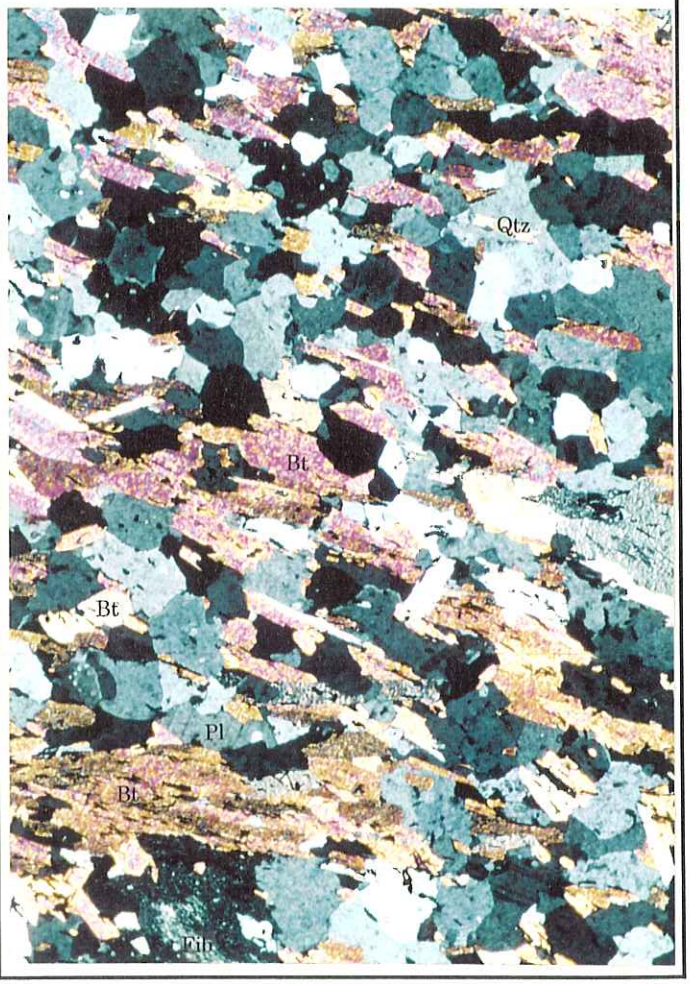
岩石名	ざくろ石含有黒雲母片麻岩
記　載	主要な鉱物は石英・黒雲母・斜長石でフィブロライト・白雲母・ざくろ石を含む。 石英は半自形で、一部融食形のようなくぼみがあり、全体的に丸みを帯びている。黒雲母は最大 0.5 ㎜程度の針状で定向配列が強い。斜長石は 0.3～0.6 ㎜程度で、平行な劈開が顕著に認められる。双晶はほとんど見られない。一部に繊維状の斑晶が湾曲して配列する（ネマトブラスティック）。また、全体的に斑状変晶を呈する。その他の鉱物として、破片状の微細な不透明鉱物が点在する。

顕微鏡写真

平行ニコル



直交ニコル



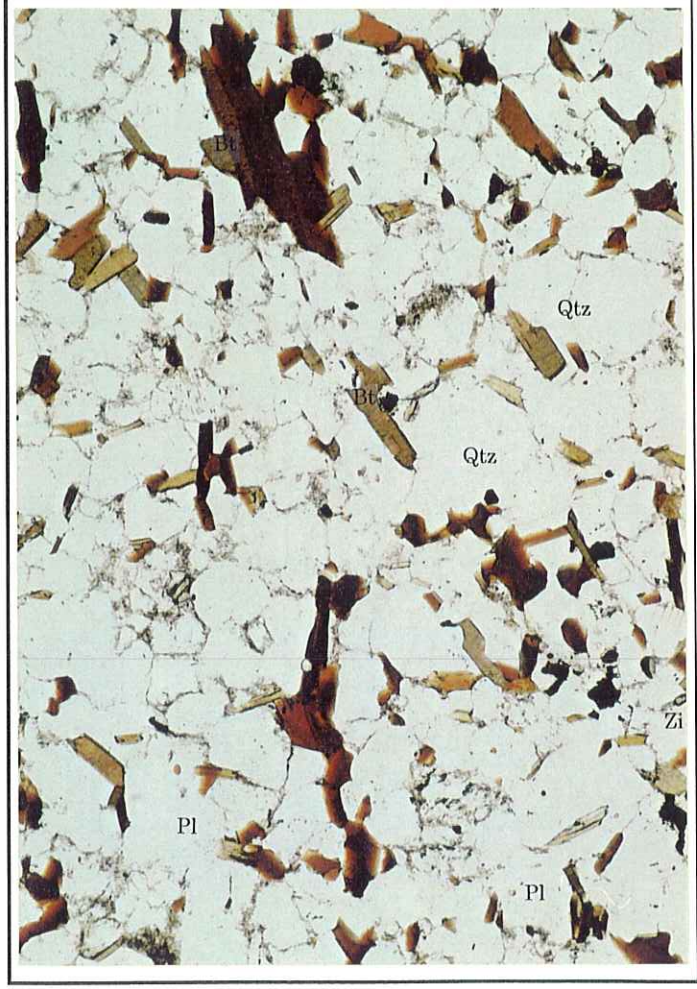
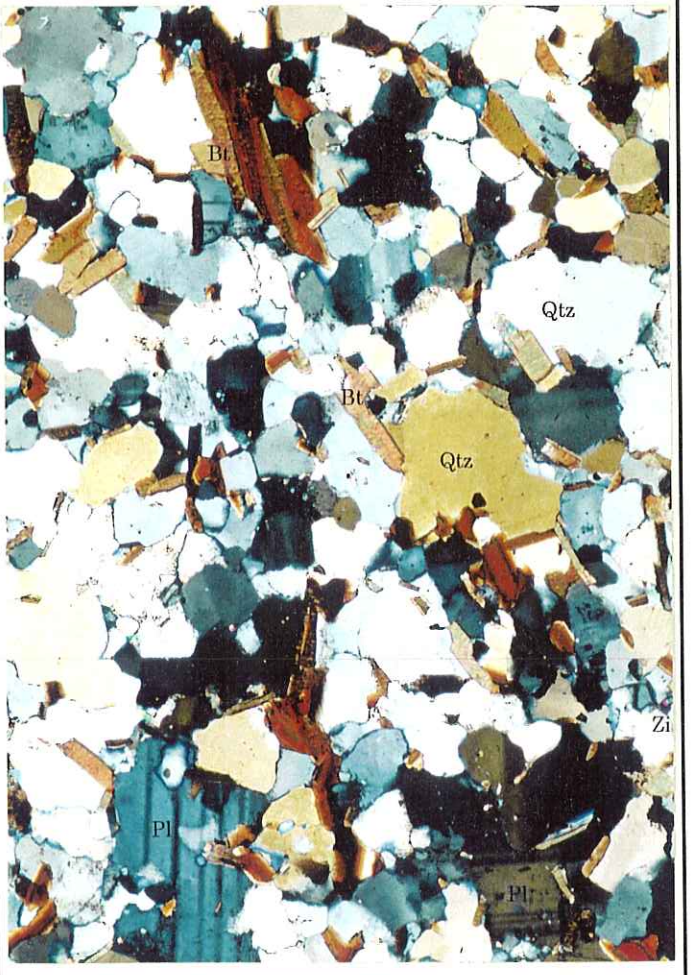
0.5 ㎜

サンプル番号	M33
採取位置	125.55～125.7m

顕微鏡観察結果

岩石名	黒色片岩
記　載	主要な鉱物は石英・黒雲母・斜長石で、ジルコンをまれに含む。グラノブラスティック組織で、鉱物全体に丸みを帯びている。 石英は他形で、全体的に丸みを帯びている。一部破片状を呈する。最大 0.7 ㎜程度で粒度は比較的そろっている。また、波動消光が認められる。黒雲母は最大 0.7 ㎜程度の半自形～他形で、定向配列は弱い。斜長石は 0.3～0.6 ㎜程度で、最大 1 ㎜のものもある。劈開が顕著で、アルバイト式双晶が認められる。その他の鉱物として、破片状の微細な不透明鉱物が点在し、ジルコンをまれに含む。 変成度が比較的低く、源岩粒子がよく保存されている。

顕微鏡写真

平行ニコル	直交ニコル
	

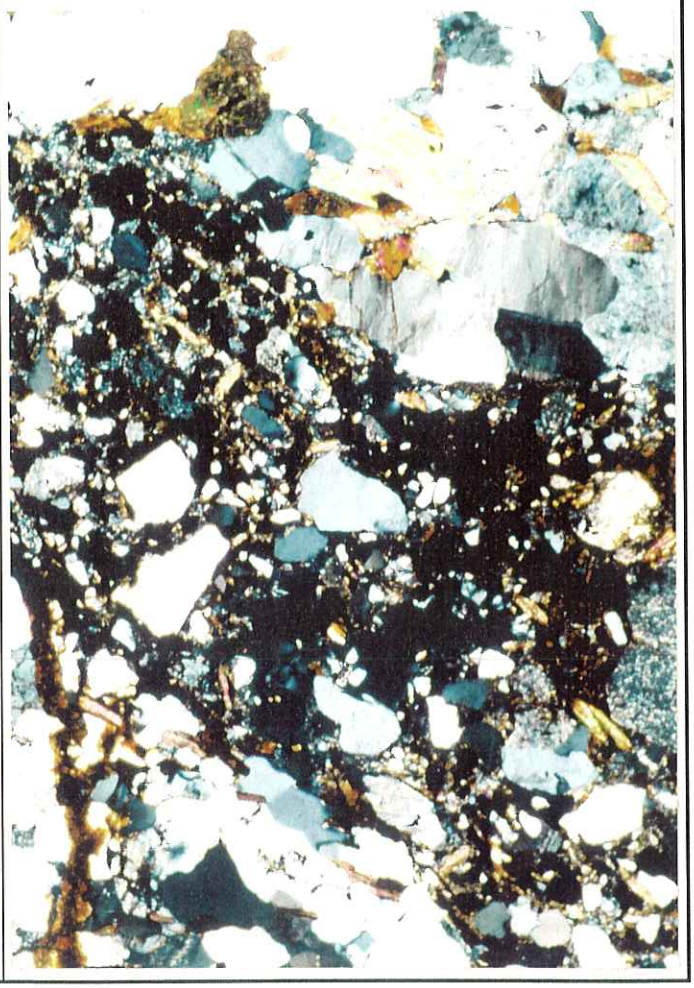
0.5 ㎜

サンプル番号	M34
採取位置	12.15～12.3m

顕微鏡観察結果

岩石名	礫岩
記　載	肉眼観察より凝灰岩である可能性が考えられたが、基質部の顕微鏡観察よりガラスなどの火山性物質を含まないことが明らかとなったので、礫岩と判断される。 基質部は石英・斜長石・黒雲母・白雲母などからなり、岩石名としては砂質泥岩である。 含まれる礫は、花崗岩・黒雲母片麻岩・黒色片岩などからなり、角礫状である。

顕微鏡写真

平行ニコル	直交ニコル
	

0.5 mm

Ⅱ　X 線 分 析 結 果

X線分析試料採取箇所および観察結果一覧表

	孔番/坑番	深度	地 質	岩級区分	岩級ゾーン	変質区分*2	変質鉱物*3				
							スメクタイト	緑泥石	カオリン	雲母類	その他
右岸	TR−1	26.0m下流壁	断層部*1	(D)	*CH*	3	○	○	○	○	−
		50.5m上流壁	F−2断層部*1	(D)	*CH*	3	○	○	−	○	−
		50.5m下流壁	F−2断層部*1	(D)	*CH*	3	−	○	−	○	−
	TR−3	34.7m上流壁	泥質片麻岩中の黒色泥質部	D	*D*	3	−	○	−	○	−
		36.3m上流壁	泥質片麻岩中の白色泥質部	D	*D*	4	−	○	−	○	−
		44.5m下流壁	泥質片麻岩/砂質片麻岩境界	D	*CM*	4	○	○	−	○	−
		97.8m上流壁	泥質片麻岩	D	*CH*	4	−	○	−	○	−
	M17	73.85～73.95m	凝灰岩	CM	*CH*	2	○	○	−	○	−
		91.85～91.9m	凝灰岩	D	*CH*	3	○	○	−	○	−
	M25	24.45～24.5m	閃緑岩(マサ状)	CL	*CM*	1	○	○	−	○	−
		116.7～116.75m	閃緑岩	CL	*CH*	2	○	−	○	○	−
	M29	38.45m	凝灰岩	D	*CM*	2	○	○	−	○	−
左岸	M7	89.5m	閃緑岩中の変質脈(1cm)	(D)	*CH*	(4)	○	−	−	−	○*5
		94.85m	珪質片麻岩中の変質脈(5mm)	(D)	*CH*	(4)	−	−	○	○*4	−
		113.22m	珪質片麻岩中の割れ目沿いの褐色部	CM	*CH*	2	−	−	○	○*4	−
	M14	34.9～35.0m	閃緑岩	CL	*CM*	3	○	○	−	−	−
		60.2～60.3m	泥質片麻岩	D	*CH*	3	○	−	○	−	−
	M19	10.8～10.9m	閃緑岩(マサ状)	D	*D*	1	○	−	○	○	−
		37.8～37.9m	閃緑岩	D	*CH*	3	○	−	○	−	−
		52.7～52.8m	閃緑岩	CL	*CH*	3	○	−	−	○	−
		113.6～113.65m	泥質片麻岩	D	*CH*	2	−	○	○	○	−
	M20	11.5～11.55m	泥質片麻岩	D	*D*	2	○	−	○	○	−
		27.15m	泥質片麻岩	D	*D*	3	○	−	○	○	−
		97.35～97.4m	泥質片麻岩	CM	*CH*	3	○	○	○	○	−
	M21	96.7m	閃緑岩	CL	*CH*	3	○	−	−	○	−
	M28	22.5m	閃緑岩(マサ状)	D	*D*	1	○	−	−	○	−
		25.6m	閃緑岩(マサ状)	D	*D*	2	○	−	○	○	−
		25.9m	閃緑岩(マサ状)	D	*D*	3	○	−	○	○	−
		26.55m	閃緑岩(緑灰色)	D	*D*	4	−	−	○	○	−

＊1　閃緑岩（Di）と泥質片麻岩（pegn）との境界断層となっている

＊2　肉眼によるコア観察結果

＊3　○：認められる　－：認められない

＊4　加水雲母　　＊5　シデライト

網掛け部は昨年度実施分

《XRD 分析条件》

1. 試験条件

X線ディフラクトメーターは，理学電機製ガイガーフレックス，RAD-X システムを使用した．試験条件は以下のとおりである．

X線管球	：	Cu
フィルター	：	モノクロメーター使用
電圧	：	30 kV
電流	：	20 mA
スリット系	：	1°－1°－0.15mm－0.8mm（モノクロメータースリット）
走査速度	：	2deg／min
ステップ角度	：	0.01°
フルスケール	：	自動フルスケール
走査範囲	：	3°～70°（バルク不定方位）
		3°～70°（定方位試料）
		3°～20°（エチレングリコール処理試料）
		3°～20°（塩酸処理試料）

2. 試料調整

バルク（不定方位試料）：自然乾燥させた試料を鉄乳鉢およびメノウ乳鉢で微粉砕した．これをアルミニウム製試料ホルダーに詰めて測定した．

定方位試料　：自然乾燥させた試料を鉄乳鉢で微粉砕し，それを蒸留水中に懸濁させ，懸濁液を 1000rpm，300 秒の条件で遠心分離を行い，2μm以下の粘土粒子をを採取した．得られた粘土粒子をスライドガラス上に塗布し，試料とした．

エチレングリコール処理試料：
定方位試料にエチレングリコールを 2 滴静かに垂らし，30 分放置後測定した．

塩酸処理試料　：定方位試料作成の時に得られた 2μm以下の粘土懸濁液に，1N の塩酸を加え，それを 1 時間湯せんにかけた．その後蒸留水で 3 回洗浄を行い，スライドガラスに塗布し，試料とした．

3. 提出チャートについて

提出するチャートを以下に示す．それぞれ４試料分

・全岩（不定方位）試料（2θ＝3～70°）
・全岩（不定方位）試料（2θ＝3～40°）
・定方位試料（2θ＝3～70°）
・定方位試料（2θ＝3～40°）
・定方位試料（2θ＝3～20°）
・エチレングリコール処理試料（2θ＝3～20°）
・塩酸処理試料（2θ＝3～20°）

4. チャートに使用した凡例について

鉱物名略号

記号	英名	和名
Mnt	Montmorillonite	モンモリロナイト
Chl	Chlorite	緑泥石
Ill	Illite	イライト
Qtz	Quartz	石英
Pl	Plagioclase	斜長石
Cal	Calcite	方解石

全岩試料分析のチャートの高角側（2θ＝40°以上）の回折線に関して，通常の造岩鉱物（石英や長石など）の回折線である場合は鉱物略名の表記を省略した．

5. 検出された鉱物について

＜TR-3　34.7m＞

多量の石英と少量の方解石，および粘土鉱物として多量の緑泥石とイライトが検出された．本試料には，他の 3 試料に認められた斜長石のピークは全く検出されなかった．2μm 以下の抽出粘土粒子について定方位試料を作成し，回折試験を行ったところ，イライトと緑泥石の各ピークは相対定量的にほぼ等量を示している．塩酸処理後，緑泥石ピークは完全に消失することから，本試料中の緑泥石は Al をほとんど含まない 3 八面体型の Mg-Fe 緑泥石（Clinochlore - Chamosite）であると考えられる．

＜TR-3　44.5m＞

多量の石英と少量の斜長石，微量の方解石，および粘土鉱物としてモンモリロナイト，イライト，緑泥石が検出された．2μm 以下抽出粘土の回折試験の結果，相対ピーク強度から判断して最も多いのはイライトで，モンモリロナイトはイライトの約 50%程度，緑泥石に関しては極微量（イライトの 5%以下）が含まれているものと推定される．エチレングリコール処理では，モンモリロナイト，緑泥石の（001）面回折ピークの分離が明瞭でなく，緑泥石の単独ピーク（14～15Å）を確認できない．しかし，半分の d 値を示す明瞭な 7Å（(002) 面による回折）ピークが認められ，これが塩酸処理後，消滅することを考慮に入れ，緑泥石（Mg-Fe 緑泥石（Clinochlore - Chamosite)）と判断した．

＜TR-3　36.3m＞

多量の石英，および少量の斜長石，方解石と粘土鉱物として多量の緑泥石，イライトが検出された．抽出粘土の定方位試料の回折試験の結果，緑泥石とイライトの含有量比はほぼ等量であると判断される．塩酸処理後，緑泥石ピークは完全に消滅することから，本試料中の緑泥石は，Al をほとんど含まない 3 八面体型の Mg-Fe 緑泥石（Clinochlore - Chamosite）であると考えられる．

＜TR-3　97.8m＞

多量の石英と少量の斜長石，および粘土鉱物として多量の緑泥石とイライトが検出された．定方位試料の回折試験結果において，各ピークの相対強度比から，それぞれの含有量を見積もると，緑泥石が全体の約 60%，イライトが約 40%程度を構成していると考えられる．他 3 試料と同様に，塩酸処理後，緑泥石ピークは完全に消滅することから，本試料中の緑泥石は，Al をほとんど含まない 3 八面体型の Mg-Fe 緑泥石（Clinochlore - Chamosite）であると考えられる．

試料採取箇所写真



ＴＲ－３　34.7m上流壁　試料採取箇所



ＴＲ－３　44.5m下流壁　試料採取箇所

試料採取箇所写真



ＴＲ－３　36.3m上流壁　試料採取箇所



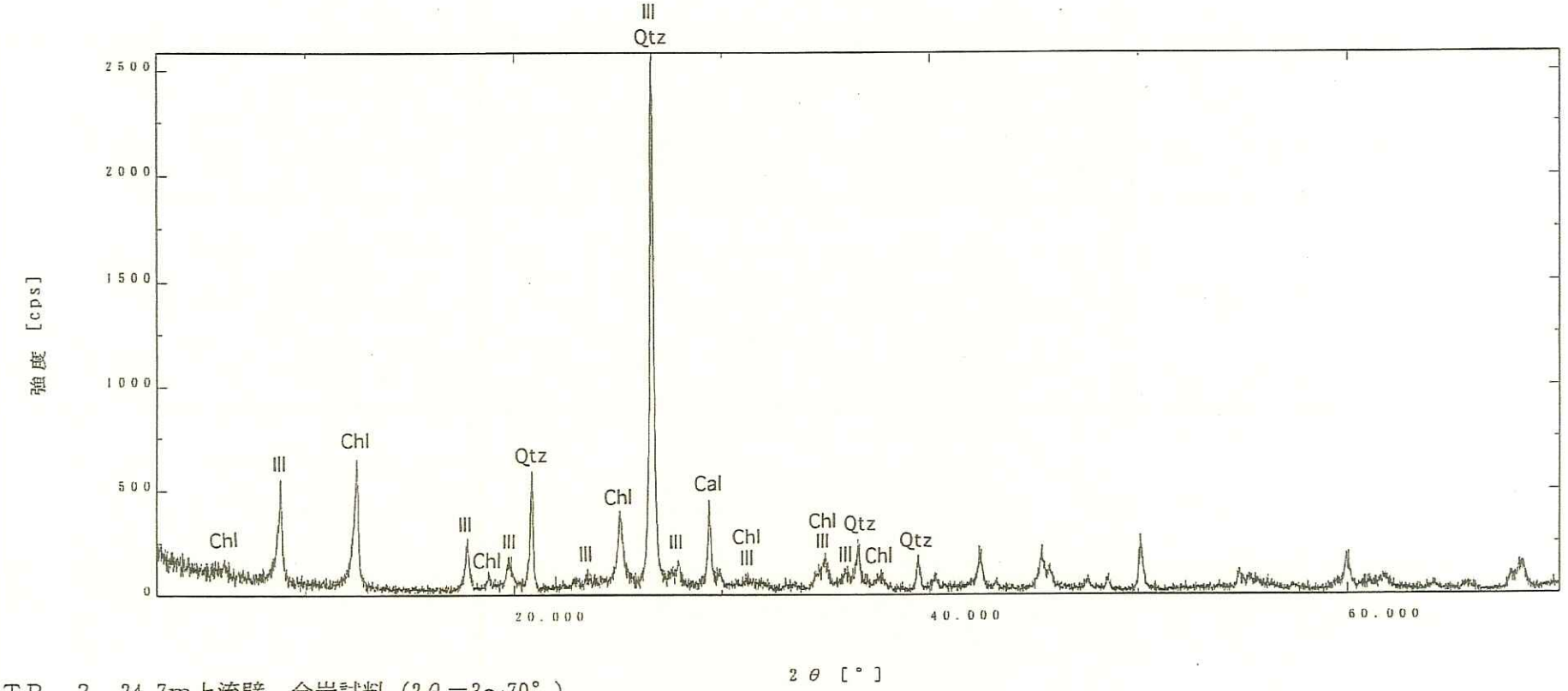
ＴＲ－３　97.8m上流壁　試料採取箇所

ＴＲ－３　34.7m上流壁

TL-3　34.7m　全岩試料（2θ＝3～70°）

生データ

ｻﾝﾌﾟﾙ名	: TR-3 34.7m 全岩	X線	: Cu K-ALPHA1 / 30 kV / 20 mA	ｶｳﾝﾀ	: シンチレーションカウンタ
ﾌｧｲﾙ	: TR-3 34.7m 全□0829	ｺﾞﾆｵﾒｰﾀ	: 広角ゴニオメータ		
ｺﾒﾝﾄ	: [redacted]	ｱﾀｯﾁﾒﾝﾄ	: 標準試料ホルダー		
測定日	: 26-Jan-01 13:09	ﾌｨﾙﾀ	: 使用しない	走査ﾓｰﾄﾞ	: 連 続
測定者	: 新潟大学	ｲﾝｼﾃﾞﾝﾄﾓﾉｸﾛ:		ｽｷｬﾝ ｽﾋﾟｰﾄﾞ	: 2 °/min.
		ｶｳﾝﾀﾓﾉｸﾛﾒｰﾀ:	湾曲結晶モノクロメータ	ｽｷｬﾝ ｽﾃｯﾌﾟ	: 0.01 °
		発散スリット:	"1deg."	走査軸	: 2θ／θ
		散乱スリット:	"1deg."	走査範囲	: 3 ～ 70 °
		受光スリット:	"0.3mm"	θオフセット	: 0 °
				固定角	: 0 °

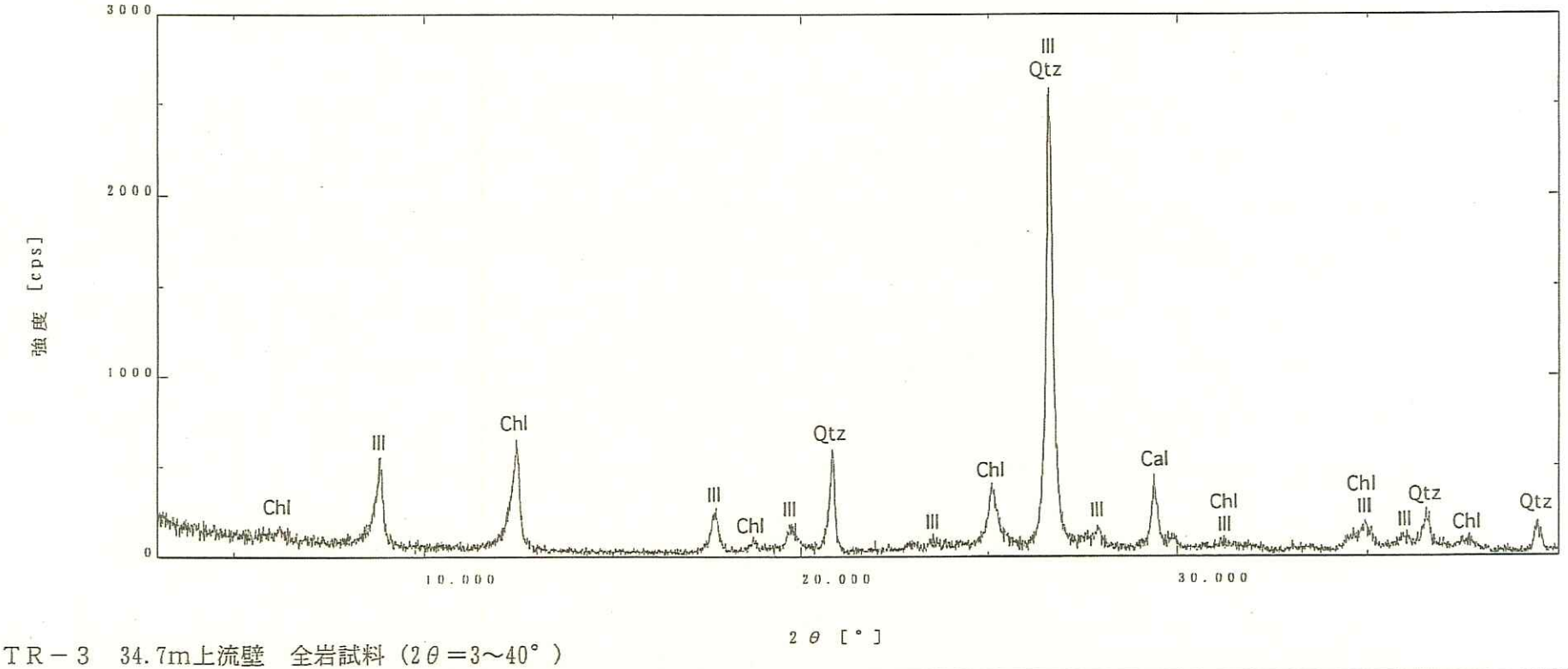


TR－3　34.7m上流壁　全岩試料（2θ＝3～70°）

TL-3　34.7m　全岩試料（2θ＝3～40°）

生データ

ｻﾝﾌﾟﾙ名	: TR-3 34.7m 全岩	X線	: Cu K-ALPHA1 / 30 kV / 20 mA	ｶｳﾝﾀ	: シンチレーションカウンタ
ﾌｧｲﾙ	: TR-3 34.7m 全□0829	ｺﾞﾆｵﾒｰﾀ	: 広角ゴニオメータ		
ｺﾒﾝﾄ	: [redacted]	ｱﾀｯﾁﾒﾝﾄ	: 標準試料ホルダー		
測定日	: 26-Jan-01 13:09	ﾌｨﾙﾀ	: 使用しない	走査ﾓｰﾄﾞ	: 連 続
測定者	: 新潟大学	ｲﾝｼﾃﾞﾝﾄﾓﾉｸﾛ:		ｽｷｬﾝ ｽﾋﾟｰﾄﾞ	: 2 °/min.
		ｶｳﾝﾀﾓﾉｸﾛﾒｰﾀ:	湾曲結晶モノクロメータ	ｽｷｬﾝ ｽﾃｯﾌﾟ	: 0.01 °
		発散スリット:	"1deg."	走査軸	: 2θ／θ
		散乱スリット:	"1deg."	走査範囲	: 3 ～ 70 °
		受光スリット:	"0.3mm"	θｵﾌｾｯﾄ	: 0 °
				固定角	: 0 °



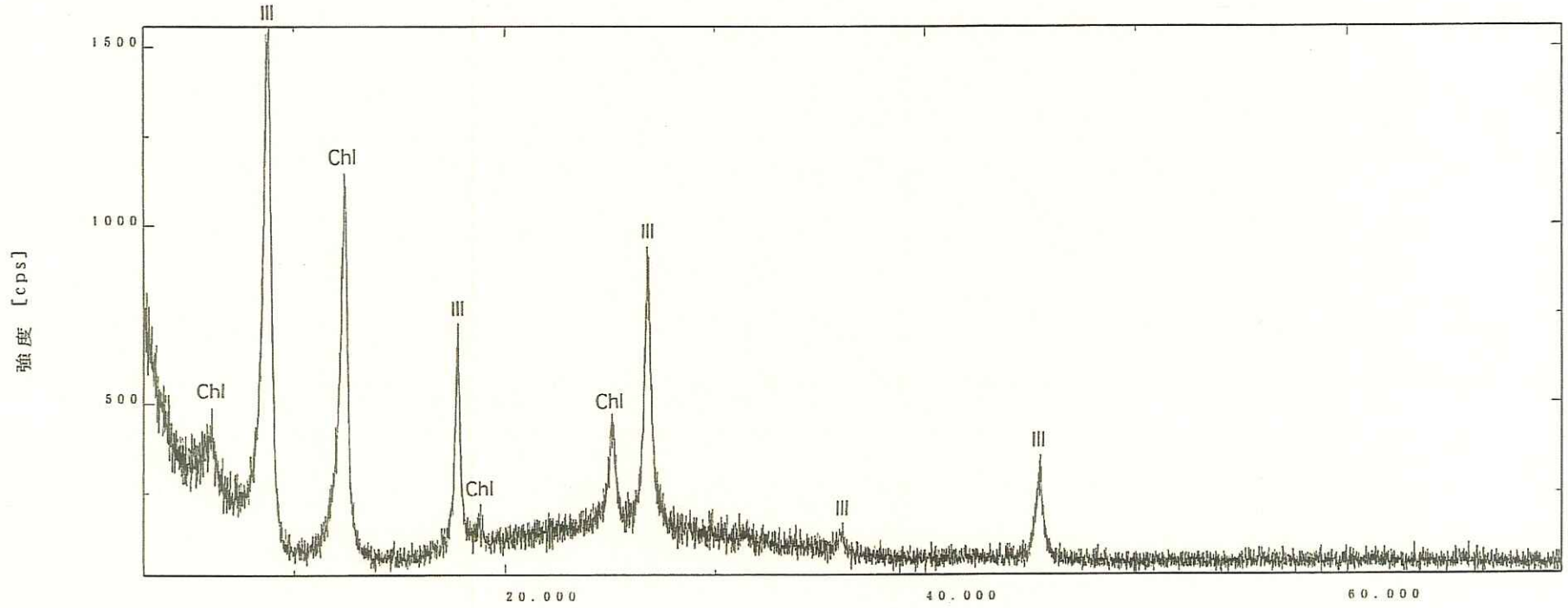
TR－3　34.7m上流壁　全岩試料（2θ＝3～40°）

2001-Jan-26 13:27:11 Page-1

TL-3　34.7m　定方位試料（2θ＝3～70°）

生データ

ｻﾝﾌﾟﾙ名	: TR-3 34.7m 定方位	X線	: Cu K-ALPHA1 / 30 kV / 20 mA	ｶｳﾝﾀ	: シンチレーションカウンタ
ﾌｧｲﾙ	: TR-3 34.7m 定□0818	ｺﾞﾆｵﾒｰﾀ	: 広角ゴニオメータ		
ｺﾒﾝﾄ	: [redacted]	ｱﾀｯﾁﾒﾝﾄ	: 標準試料ホルダー		
測定日	: 26-Jan-01 05:24	ﾌｨﾙﾀ	: 使用しない	走査ﾓｰﾄﾞ	: 連 続
測定者	: 新潟大学	ｲﾝｼﾃﾞﾝﾄﾓﾉｸﾛ:		ｽｷｬﾝ ｽﾋﾟｰﾄﾞ	: 2 °/min.
		ｶｳﾝﾀﾓﾉｸﾛﾒｰﾀ:	湾曲結晶モノクロメータ	ｽｷｬﾝ ｽﾃｯﾌﾟ	: 0.01 °
		発散スリット:	"1deg."	走査軸	: 2θ／θ
		散乱スリット:	"1deg."	走査範囲	: 3 ～ 70 °
		受光スリット:	"0.3mm"	θｵﾌｾｯﾄ	: 0 °
				固定角	: 0 °

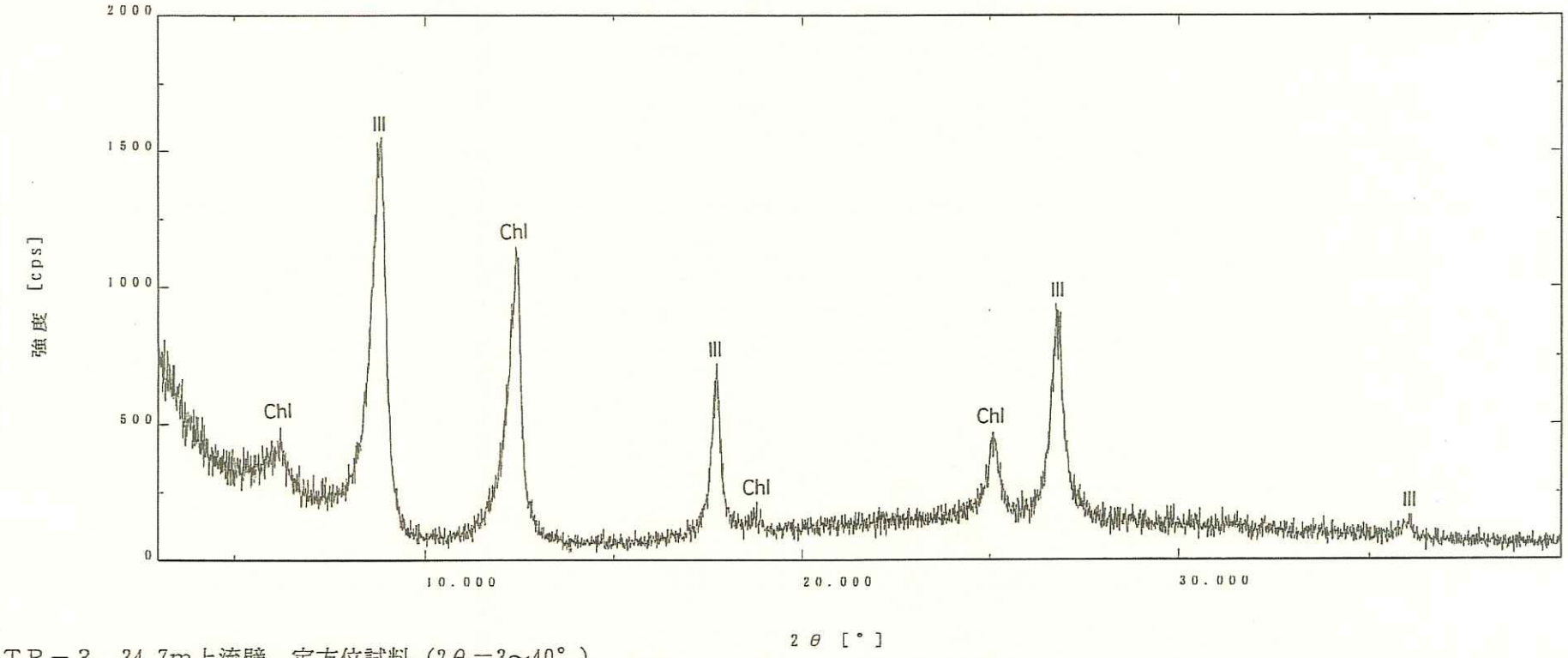


TR－3　34.7m上流壁　定方位試料（2θ＝3～70°）

TL-3　34.7m　定方位試料（2θ＝3～40°）

生データ

ｻﾝﾌﾟﾙ名	: TR-3 34.7m 定方位	X線	: Cu K-ALPHA1 / 30 kV / 20 mA	ｶｳﾝﾀ	: シンチレーションカウンタ
ﾌｧｲﾙ	: TR-3 34.7m 定□0818	ｺﾞﾆｵﾒｰﾀ	: 広角ゴニオメータ		
ｺﾒﾝﾄ	: [redacted]	ｱﾀｯﾁﾒﾝﾄ	: 標準試料ホルダー		
測定日	: 26-Jan-01 05:24	ﾌｨﾙﾀ	: 使用しない	走査ﾓｰﾄﾞ	: 連 続
測定者	: 新潟大学	ｲﾝｼﾃﾞﾝﾄﾓﾉｸﾛ:		ｽｷｬﾝ ｽﾋﾟｰﾄﾞ	: 2 °/min.
		ｶｳﾝﾀﾓﾉｸﾛﾒｰﾀ:	湾曲結晶モノクロメータ	ｽｷｬﾝ ｽﾃｯﾌﾟ	: 0.01 °
		発散スリット:	"1deg."	走査軸	: 2θ／θ
		散乱スリット:	"1deg."	走査範囲	: 3 ～ 70 °
		受光スリット:	"0.3mm"	θｵﾌｾｯﾄ	: 0 °
				固定角	: 0 °

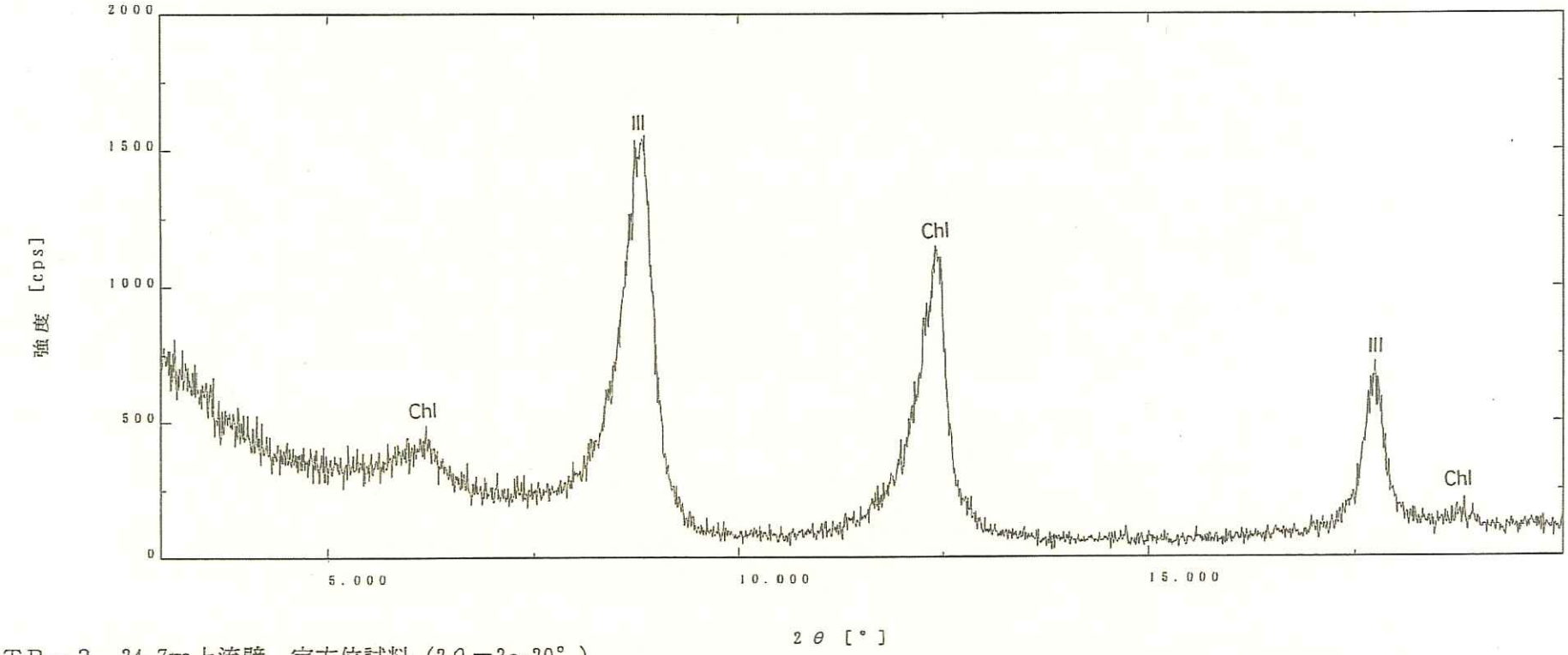


TR－3　34.7m上流壁　定方位試料（2θ＝3～40°）

TL-3　34.7m　定方位試料（2θ＝3～20°）

生データ

ｻﾝﾌﾟﾙ名	： TR-3 34.7m 定方位	X線	： Cu K-ALPHA1 / 30 kV / 20 mA	ｶｳﾝﾀ	： シンチレーションカウンタ
ﾌｧｲﾙ	： TR-3 34.7m 定□0818	ｺﾞﾆｵﾒｰﾀ	： 広角ゴニオメータ		
ｺﾒﾝﾄ	： [redacted]	ｱﾀｯﾁﾒﾝﾄ	： 標準試料ホルダー		
測定日	： 26-Jan-01 05:24	ﾌｨﾙﾀ	： 使用しない	走査ﾓｰﾄﾞ	： 連 続
測定者	： 新潟大学	ｲﾝｼﾃﾞﾝﾄﾓﾉｸﾛ	:	ｽｷｬﾝ ｽﾋﾟｰﾄﾞ	： 2 °/min.
		ｶｳﾝﾀﾓﾉｸﾛﾒｰﾀ	: 湾曲結晶モノクロメータ	ｽｷｬﾝ ｽﾃｯﾌﾟ	： 0.01 °
		発散スリット	: "1deg."	走査軸	： 2θ／θ
		散乱スリット	: "1deg."	走査範囲	： 3 ～ 70 °
		受光スリット	: "0.3mm"	θｵﾌｾｯﾄ	： 0 °
				固定角	： 0 °

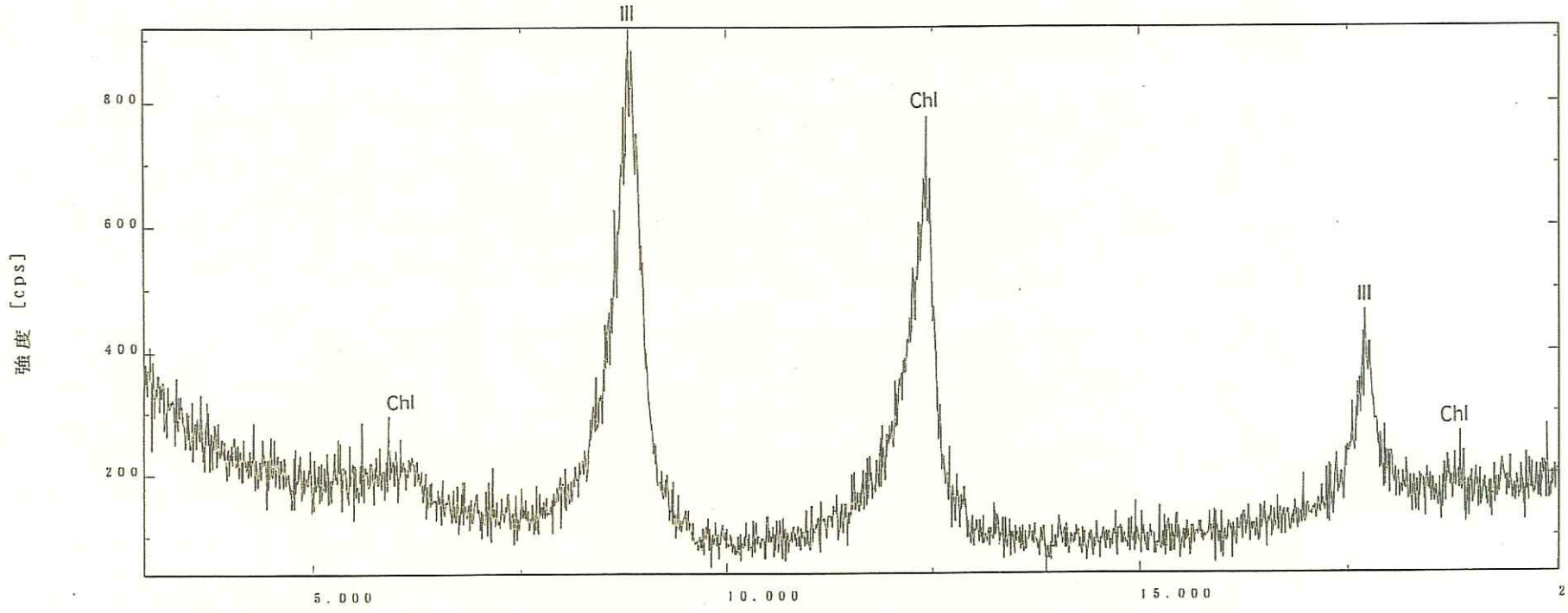


TR－3　34.7m上流壁　定方位試料（2θ＝3～20°）

TL-3　34.7m　エチレングリコール処理試料

生データ

ｻﾝﾌﾟﾙ名	: TR-3 34.7m EG	X線	: Cu K-ALPHA1 / 30 kV / 20 mA	ｶｳﾝﾀ	: シンチレーションカウンタ
ﾌｧｲﾙ	: TR-3 34.7m EG.0822	ｺﾞﾆｵﾒｰﾀ	: 広角ゴニオメータ		
ｺﾒﾝﾄ	: [redacted]	ｱﾀｯﾁﾒﾝﾄ	: 標準試料ホルダー		
測定日	: 26-Jan-01 07:52	ﾌｨﾙﾀ	: 使用しない	走査ﾓｰﾄﾞ	: 連 続
測定者	: 新潟大学	ｲﾝｼﾃﾞﾝﾄﾓﾉｸﾛ:		ｽｷｬﾝ ｽﾋﾟｰﾄﾞ	: 2 °/min.
		ｶｳﾝﾀﾓﾉｸﾛﾒｰﾀ:	湾曲結晶モノクロメータ	ｽｷｬﾝ ｽﾃｯﾌﾟ	: 0.01 °
		発散スリット:	"1deg."	走査軸	: 2θ／θ
		散乱スリット:	"1deg."	走査範囲	: 3 ～ 20 °
		受光スリット:	"0.3mm"	θオフセット	: 0 °
				固定角	: 0 °



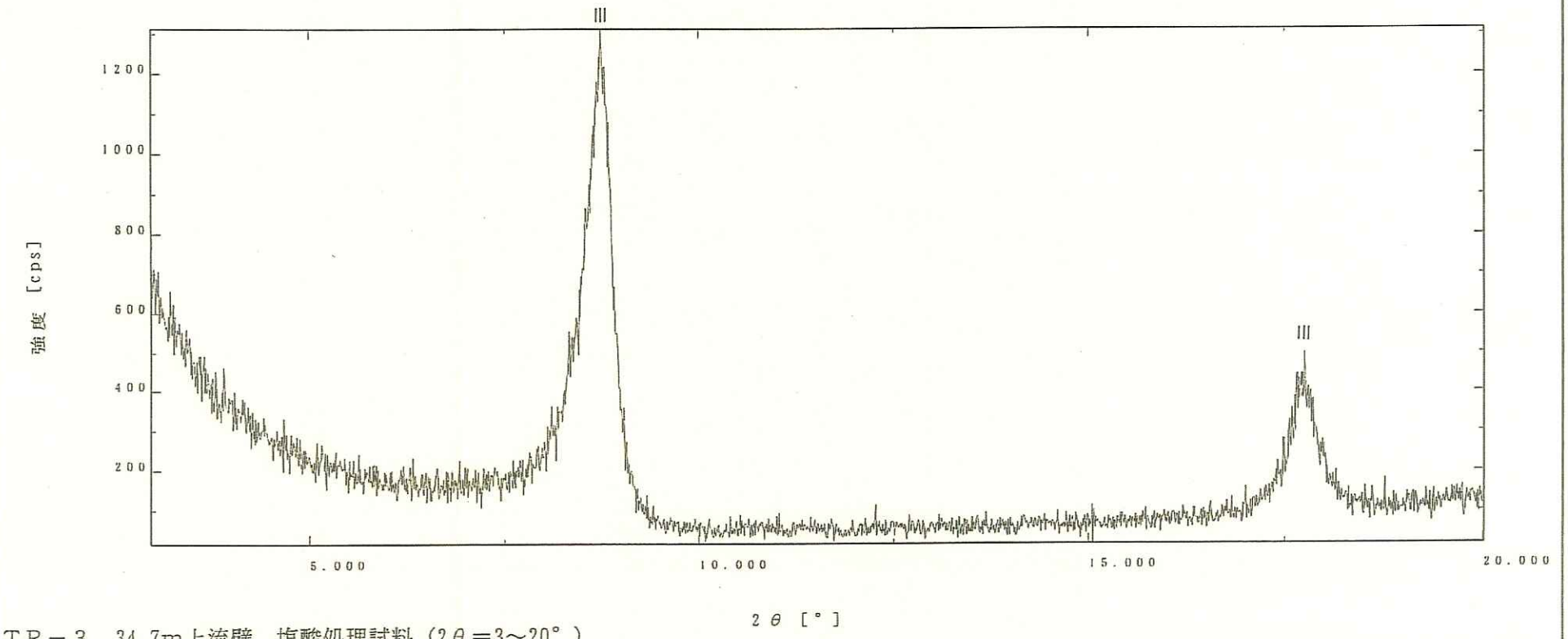
TR－3　34.7m上流壁　エチレングリコール処理試料（2θ＝3～20°）

2001-Jan-26 07:53:04 Page-1

TL-3　34.7m　塩酸処理試料

生データ

ｻﾝﾌﾟﾙ名	: TR-3 34.7m HCl	X線	: Cu K-ALPHA1 / 30 kV / 20 mA	ｶｳﾝﾀ	: シンチレーションカウンタ
ﾌｧｲﾙ	: TR-3 34.7m HCl.0836	ｺﾞﾆｵﾒｰﾀ	: 広角ゴニオメータ		
ｺﾒﾝﾄ	: [redacted]	ｱﾀｯﾁﾒﾝﾄ	: 標準試料ホルダー		
測定日	: 26-Jan-01 16:11	ﾌｨﾙﾀ	: 使用しない	走査ﾓｰﾄﾞ	: 連続
測定者	: 新潟大学	ｲﾝｼﾃﾞﾝﾄﾓﾉｸﾛ:		ｽｷｬﾝ ｽﾋﾟｰﾄﾞ	: 2 °/min.
		ｶｳﾝﾀﾓﾉｸﾛﾒｰﾀ:	湾曲結晶モノクロメータ	ｽｷｬﾝ ｽﾃｯﾌﾟ	: 0.01 °
		発散スリット:	"1deg."	走査軸	: 2θ／θ
		散乱スリット:	"1deg."	走査範囲	: 3 ～ 20 °
		受光スリット:	"0.3mm"	θオフセット	: 0 °
				固定角	: 0 °



TR－3　34.7m上流壁　塩酸処理試料（2θ＝3～20°）

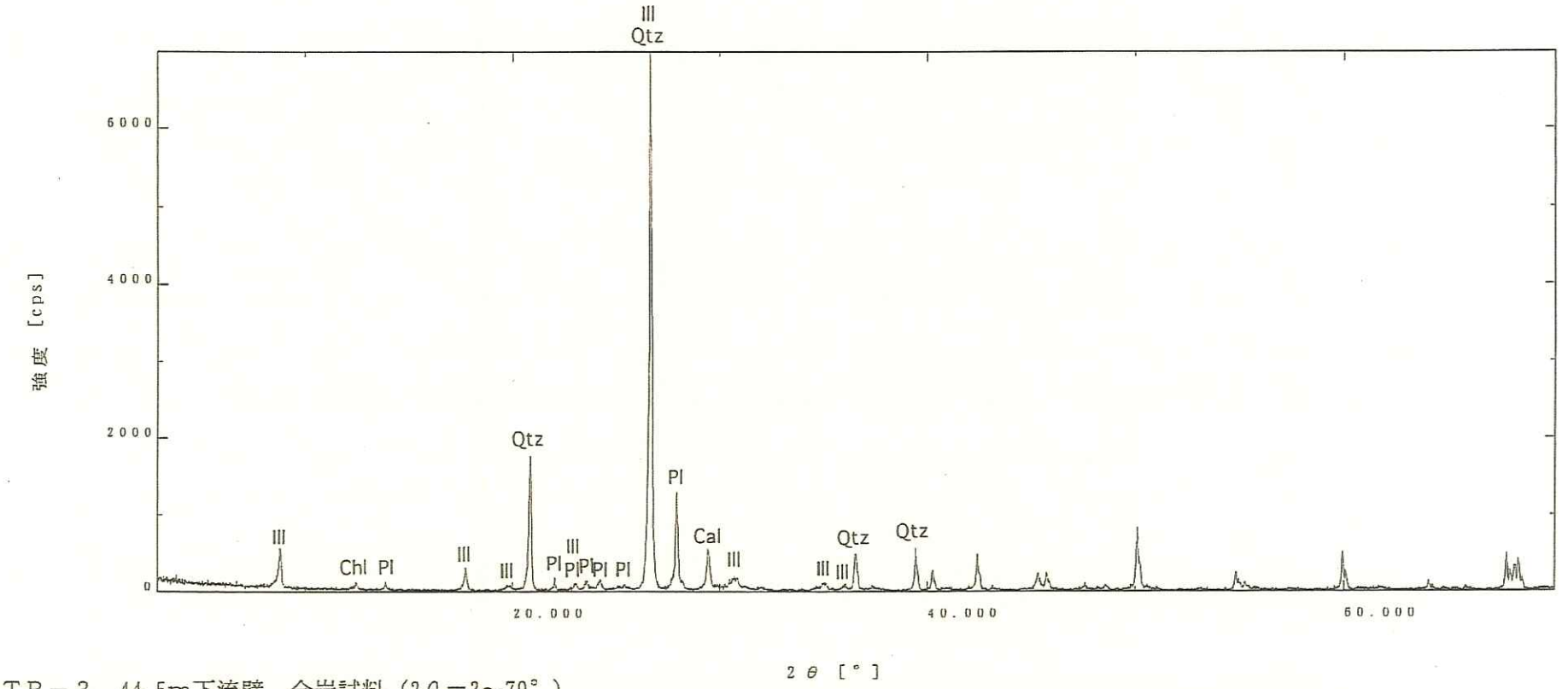
2001-Jan-26 16:11:34 Page-1

ＴＲ－３　44.5m下流壁

TL-3　44.5m　全岩試料（2θ＝3～70°）

生データ

ｻﾝﾌﾟﾙ名	: TR-3 44.5m 全岩	X線	: Cu K-ALPHA1 / 30 kV / 20 mA	ｶｳﾝﾀ	: シンチレーションカウンタ
ﾌｧｲﾙ	: TR-3 44.5m 全□0827	ｺﾞﾆｵﾒｰﾀ	: 広角ゴニオメータ		
ｺﾒﾝﾄ	: [redacted]	ｱﾀｯﾁﾒﾝﾄ	: 標準試料ホルダー		
測定日	: 26-Jan-01 11:09	ﾌｨﾙﾀ	: 使用しない	走査ﾓｰﾄﾞ	: 連 続
測定者	: 新潟大学	ｲﾝｼﾃﾞﾝﾄﾓﾉｸﾛ:		ｽｷｬﾝ ｽﾋﾟｰﾄﾞ	: 2 °/min.
		ｶｳﾝﾀﾓﾉｸﾛﾒｰﾀ:	湾曲結晶モノクロメータ	ｽｷｬﾝ ｽﾃｯﾌﾟ	: 0.01 °
		発散スリット:	"1deg."	走査軸	: 2θ／θ
		散乱スリット:	"1deg."	走査範囲	: 3 ～ 70 °
		受光スリット:	"0.3mm"	θｵﾌｾｯﾄ	: 0 °
				固定角	: 0 °



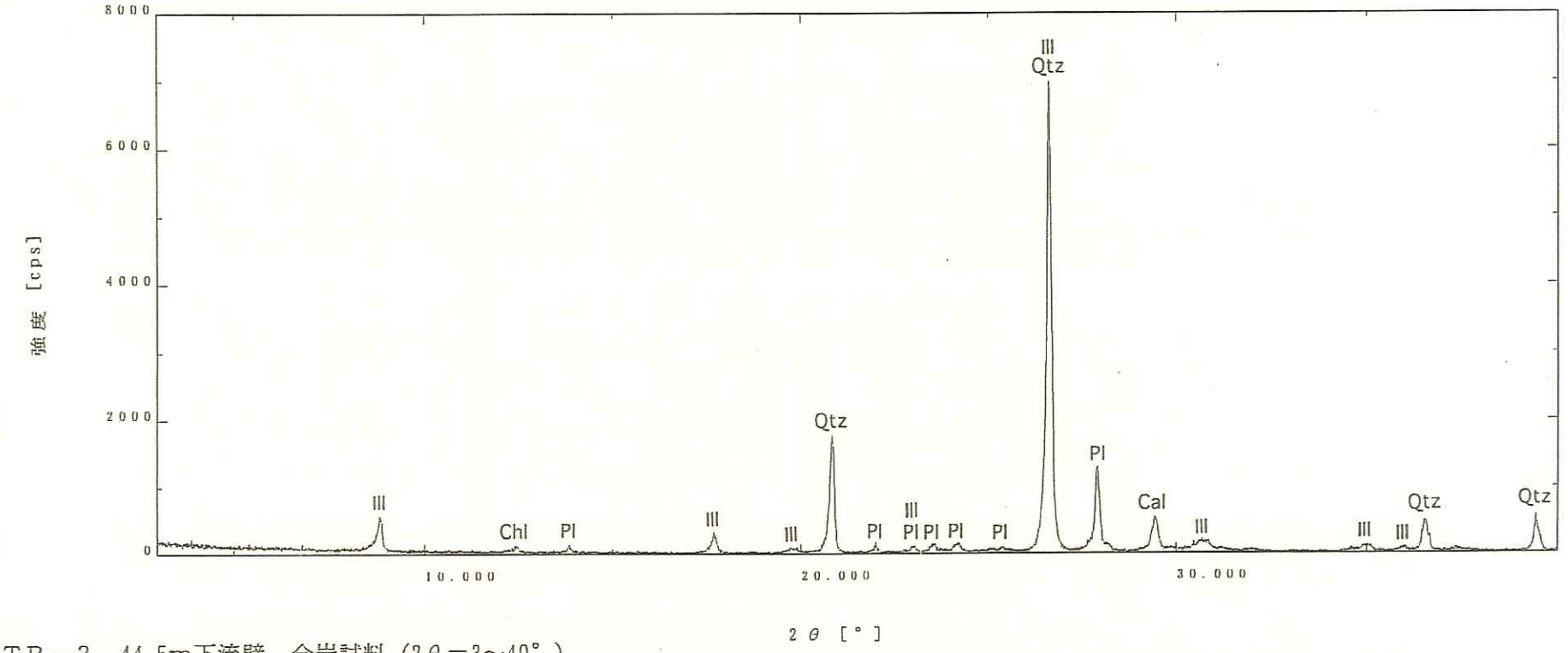
TR－3　44.5m下流壁　全岩試料（2θ＝3～70°）

2001-Jan-26 11:09:58 Page-1

TL-3　44.5m　全岩試料（2θ＝3～40°）

生データ

ｻﾝﾌﾟﾙ名	: TR-3 44.5m 全岩	X線	: Cu K-ALPHA1 / 30 kV / 20 mA	ｶｳﾝﾀ	: シンチレーションカウンタ
ﾌｧｲﾙ	: TR-3 44.5m 全□0827	ｺﾞﾆｵﾒｰﾀ	: 広角ゴニオメータ		
ｺﾒﾝﾄ	: [redacted]	ｱﾀｯﾁﾒﾝﾄ	: 標準試料ホルダー		
測定日	: 26-Jan-01 11:09	ﾌｨﾙﾀ	: 使用しない	走査ﾓｰﾄﾞ	: 連続
測定者	: 新潟大学	ｲﾝｼﾃﾞﾝﾄﾓﾉｸﾛ:		ｽｷｬﾝ ｽﾋﾟｰﾄﾞ	: 2 °/min.
		ｶｳﾝﾀﾓﾉｸﾛﾒｰﾀ:	湾曲結晶モノクロメータ	ｽｷｬﾝ ｽﾃｯﾌﾟ	: 0.01 °
		発散スリット:	"1deg."	走査軸	: 2θ／θ
		散乱スリット:	"1deg."	走査範囲	: 3 ～ 70 °
		受光スリット:	"0.3mm"	θｵﾌｾｯﾄ	: 0 °
				固定角	: 0 °

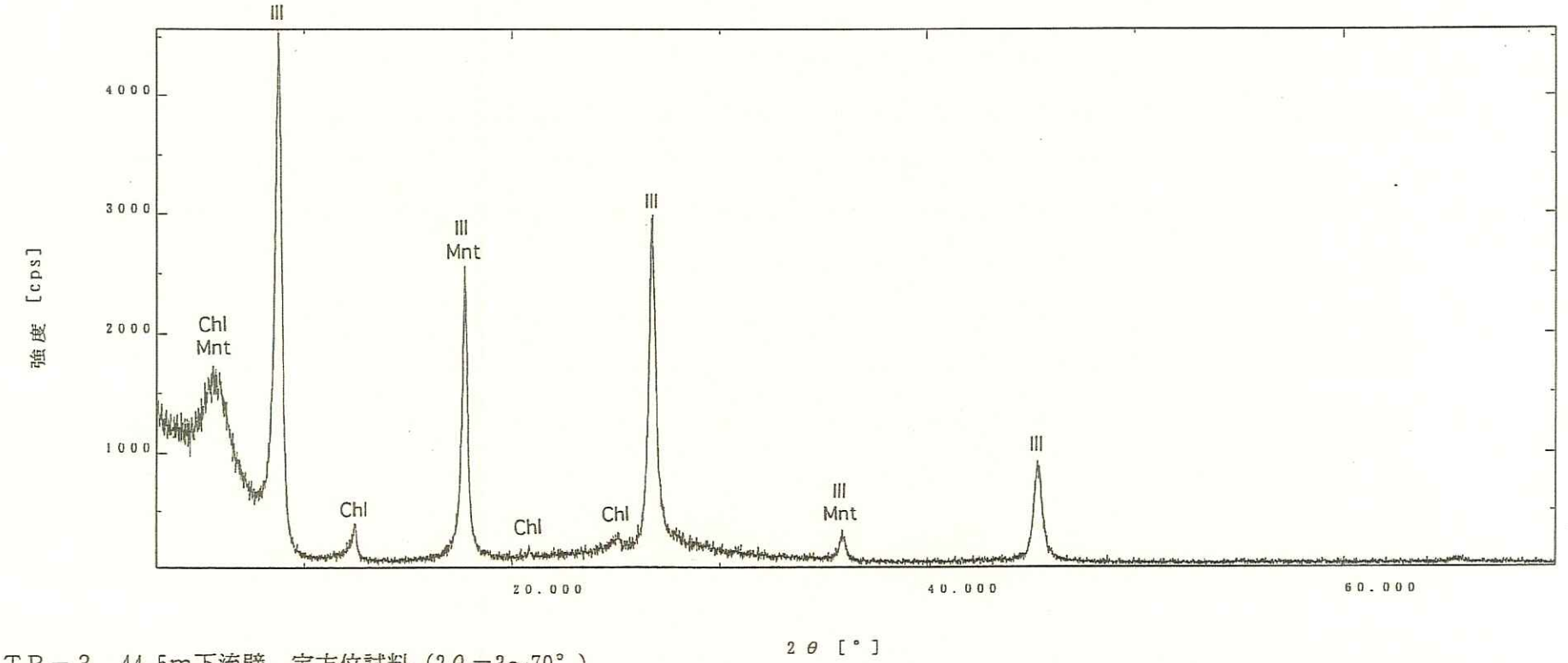


TR－3　44.5m下流壁　全岩試料（2θ＝3～40°）

TL-3　44.5m　定方位試料（2θ＝3～70°）

生データ

ｻﾝﾌﾟﾙ名	：TR-3 44.5m 定方位	X線	：Cu K-ALPHA1 / 30 kV / 20 mA	ｶｳﾝﾀ	：シンチレーションカウンタ
ﾌｧｲﾙ	：TR-3 44.5m 定□0819	ｺﾞﾆｵﾒｰﾀ	：広角ゴニオメータ		
ｺﾒﾝﾄ	：	ｱﾀｯﾁﾒﾝﾄ	：標準試料ホルダー		
測定日	：26-Jan-01 06:11	ﾌｨﾙﾀ	：使用しない	走査ﾓｰﾄﾞ	：連 続
測定者	：新潟大学	ｲﾝｼﾃﾞﾝﾄﾓﾉｸﾛ:		ｽｷｬﾝ ｽﾋﾟｰﾄﾞ	：2 °/min.
		ｶｳﾝﾀﾓﾉｸﾛﾒｰﾀ:	湾曲結晶モノクロメータ	ｽｷｬﾝ ｽﾃｯﾌﾟ	：0.01 °
		発散スリット:	"1deg."	走査軸	：2θ／θ
		散乱スリット:	"1deg."	走査範囲	：3 ～ 70 °
		受光スリット:	"0.3mm"	θｵﾌｾｯﾄ	：0 °
				固定角	：0 °

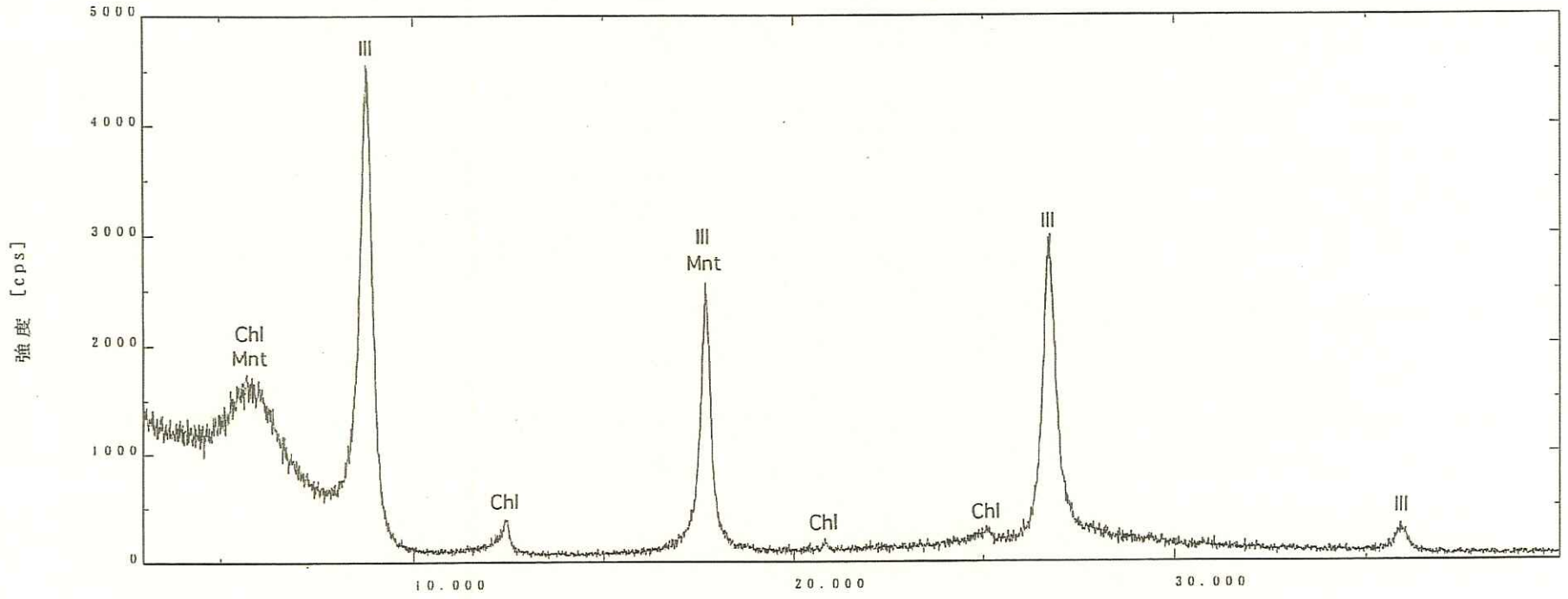


TR－3　44.5m下流壁　定方位試料（2θ＝3～70°）

TL-3　44.5m　定方位試料（2θ＝3～40°）

生データ

ｻﾝﾌﾟﾙ名	： TR-3 44.5m 定方位	X線	： Cu K-ALPHA1 / 30 kV / 20 mA	ｶｳﾝﾀ	： シンチレーションカウンタ
ﾌｧｲﾙ	： TR-3 44.5m 定□0819	ｺﾞﾆｵﾒｰﾀ	： 広角ゴニオメータ		
ｺﾒﾝﾄ	： [redacted]	ｱﾀｯﾁﾒﾝﾄ	： 標準試料ホルダー		
測定日	： 26-Jan-01 06:11	ﾌｨﾙﾀ	： 使用しない	走査ﾓｰﾄﾞ	： 連 続
測定者	： 新潟大学	ｲﾝｼﾃﾞﾝﾄﾓﾉｸﾛ:		ｽｷｬﾝ ｽﾋﾟｰﾄﾞ	： 2 °/min.
		ｶｳﾝﾀﾓﾉｸﾛﾒｰﾀ:	湾曲結晶モノクロメータ	ｽｷｬﾝ ｽﾃｯﾌﾟ	： 0.01 °
		発散スリット:	"1deg."	走査軸	： 2θ／θ
		散乱スリット:	"1deg."	走査範囲	： 3 ～ 70 °
		受光スリット:	"0.3mm"	θｵﾌｾｯﾄ	： 0 °
				固定角	： 0 °

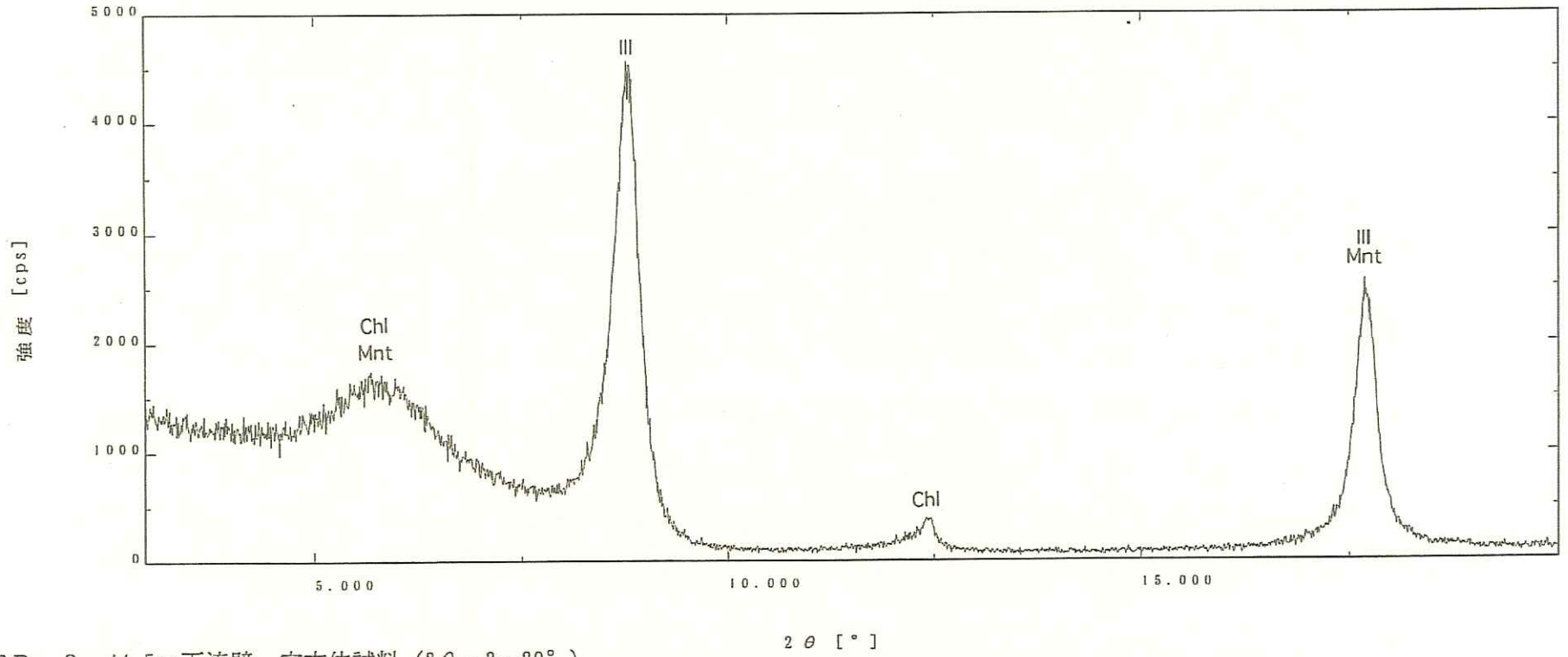


TR－3　44.5m下流壁　定方位試料（2θ＝3～40°）

TL-3　44.5m　定方位試料（2θ＝3～20°）

生データ

ｻﾝﾌﾟﾙ名	： TR-3 44.5m 定方位	X線	： Cu K-ALPHA1 / 30 kV / 20 mA	ｶｳﾝﾀ	： シンチレーションカウンタ
ﾌｧｲﾙ	： TR-3 44.5m 定□0819	ｺﾞﾆｵﾒｰﾀ	： 広角ゴニオメータ		
ｺﾒﾝﾄ	： [redacted]	ｱﾀｯﾁﾒﾝﾄ	： 標準試料ホルダー		
測定日	： 26-Jan-01 06:11	ﾌｨﾙﾀ	： 使用しない	走査ﾓｰﾄﾞ	： 連 続
測定者	： 新潟大学	ｲﾝｼﾃﾞﾝﾄﾓﾉｸﾛ	:	ｽｷｬﾝ ｽﾋﾟｰﾄﾞ	： 2 °/min.
		ｶｳﾝﾀﾓﾉｸﾛﾒｰﾀ	: 湾曲結晶モノクロメータ	ｽｷｬﾝ ｽﾃｯﾌﾟ	： 0.01 °
		発散スリット	: "1deg."	走査軸	： 2θ／θ
		散乱スリット	: "1deg."	走査範囲	： 3 ～ 70 °
		受光スリット	: "0.3mm"	θｵﾌｾｯﾄ	： 0 °
				固定角	： 0 °

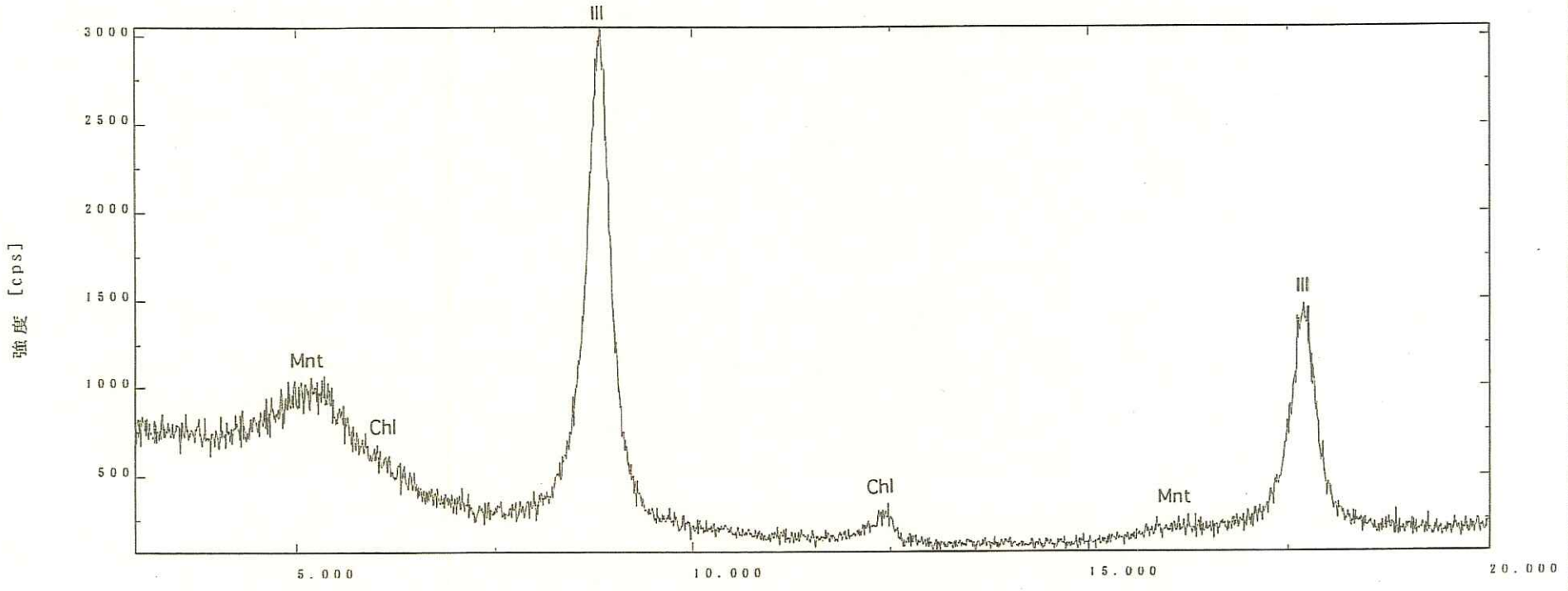


TR－3　44.5m下流壁　定方位試料（2θ＝3～20°）

TL-3　44.5m　エチレングリコール処理試料

生データ

ｻﾝﾌﾟﾙ名	: TR-3 44.5m EG	X線	: Cu K-ALPHA1 / 30 kV / 20 mA	ｶｳﾝﾀ	: シンチレーションカウンタ
ﾌｧｲﾙ	: TR-3 44.5m EG.0823	ｺﾞﾆｵﾒｰﾀ	: 広角ゴニオメータ		
ｺﾒﾝﾄ	: [redacted]	ｱﾀｯﾁﾒﾝﾄ	: 標準試料ホルダー		
測定日	: 26-Jan-01 08:12	ﾌｨﾙﾀ	: 使用しない	走査ﾓｰﾄﾞ	: 連続
測定者	: 新潟大学	ｲﾝｼﾃﾞﾝﾄﾓﾉｸﾛ:		ｽｷｬﾝ ｽﾋﾟｰﾄﾞ	: 2 °/min.
		ｶｳﾝﾀﾓﾉｸﾛﾒｰﾀ:	湾曲結晶モノクロメータ	ｽｷｬﾝ ｽﾃｯﾌﾟ	: 0.01 °
		発散スリット:	"1deg."	走査軸	: 2θ／θ
		散乱スリット:	"1deg."	走査範囲	: 3 ～ 20 °
		受光スリット:	"0.3mm"	θｵﾌｾｯﾄ	: 0 °
				固定角	: 0 °

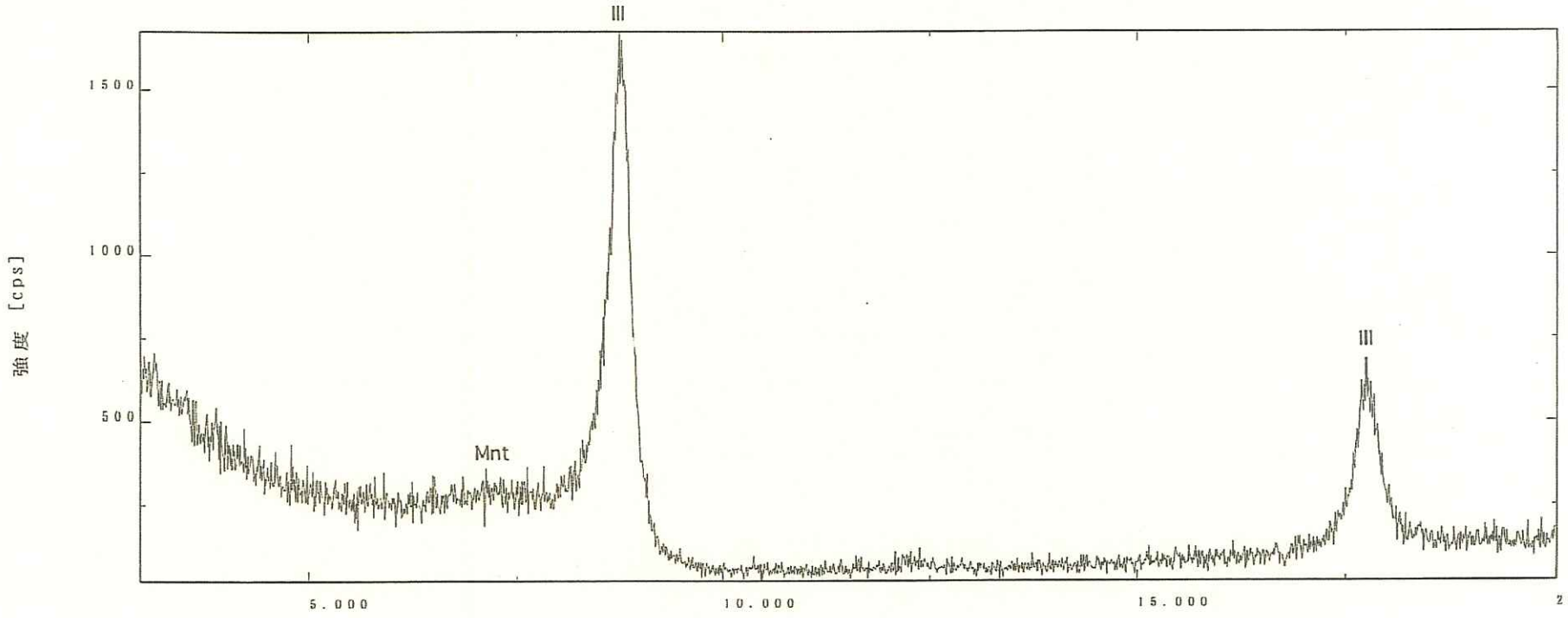


TR－3　44.5m下流壁　エチレングリコール処理試料（2θ＝3～20°）

TL-3　44.5m　塩酸処理試料

生データ

ｻﾝﾌﾟﾙ名	: TR-3 44.5m HCl	X線	: Cu K-ALPHA1 / 30 kV / 20 mA	ｶｳﾝﾀ	: シンチレーションカウンタ
ﾌｧｲﾙ	: TR-3 44.5m HCl.0837	ｺﾞﾆｵﾒｰﾀ	: 広角ゴニオメータ		
ｺﾒﾝﾄ	: [redacted]	ｱﾀｯﾁﾒﾝﾄ	: 標準試料ホルダー		
測定日	: 26-Jan-01 16:25	ﾌｨﾙﾀ	: 使用しない	走査ﾓｰﾄﾞ	: 連 続
測定者	: 新潟大学	ｲﾝｼﾃﾞﾝﾄﾓﾉｸﾛ:		ｽｷｬﾝ ｽﾋﾟｰﾄﾞ	: 2 °/min.
		ｶｳﾝﾀﾓﾉｸﾛﾒｰﾀ:	湾曲結晶モノクロメータ	ｽｷｬﾝ ｽﾃｯﾌﾟ	: 0.01 °
		発散スリット:	"1deg."	走査軸	: 2θ／θ
		散乱スリット:	"1deg."	走査範囲	: 3 ～ 20 °
		受光スリット:	"0.3mm"	θオフセット	: 0 °
				固定角	: 0 °



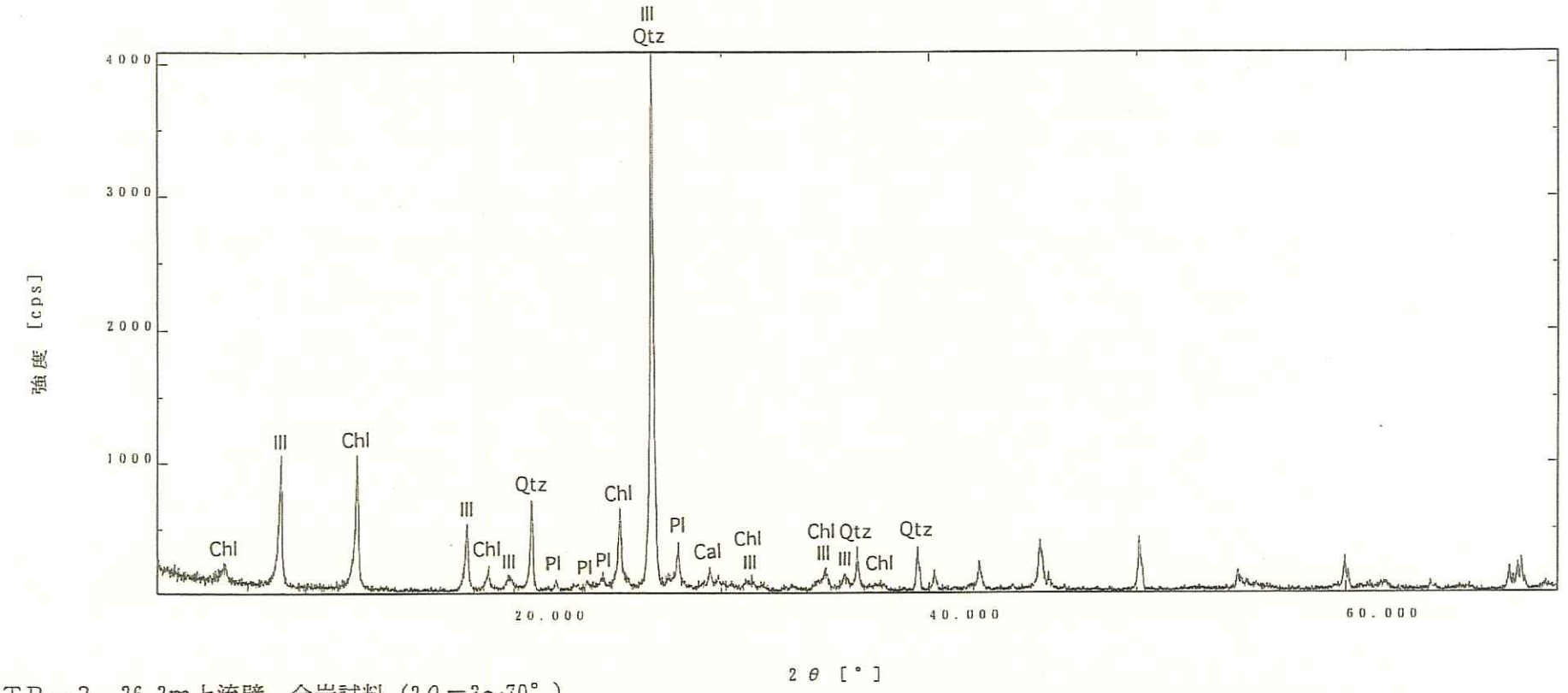
TR－3　44.5m下流壁　塩酸処理試料（2θ＝3～20°）

ＴＲ－３　36.3m上流壁

TL-3　36.3m　全岩試料（2θ＝3～70°）

生データ

ｻﾝﾌﾟﾙ名	: TR-3 36.3m 全岩	X線	: Cu K-ALPHA1 / 30 kV / 20 mA	ｶｳﾝﾀ	: シンチレーションカウンタ
ﾌｧｲﾙ	: TR-3 36.3m 全□0828	ｺﾞﾆｵﾒｰﾀ	: 広角ゴニオメータ		
ｺﾒﾝﾄ	: [redacted]	ｱﾀｯﾁﾒﾝﾄ	: 標準試料ホルダー		
測定日	: 26-Jan-01 12:26	ﾌｨﾙﾀ	: 使用しない	走査ﾓｰﾄﾞ	: 連 続
測定者	: 新潟大学	ｲﾝｼﾃﾞﾝﾄﾓﾉｸﾛ:		ｽｷｬﾝ ｽﾋﾟｰﾄﾞ	: 2 °/min.
		ｶｳﾝﾀﾓﾉｸﾛﾒｰﾀ:	湾曲結晶モノクロメータ	ｽｷｬﾝ ｽﾃｯﾌﾟ	: 0.01 °
		発散スリット:	"1deg."	走査軸	: 2θ／θ
		散乱スリット:	"1deg."	走査範囲	: 3 ～ 70 °
		受光スリット:	"0.3mm"	θｵﾌｾｯﾄ	: 0 °
				固定角	: 0 °

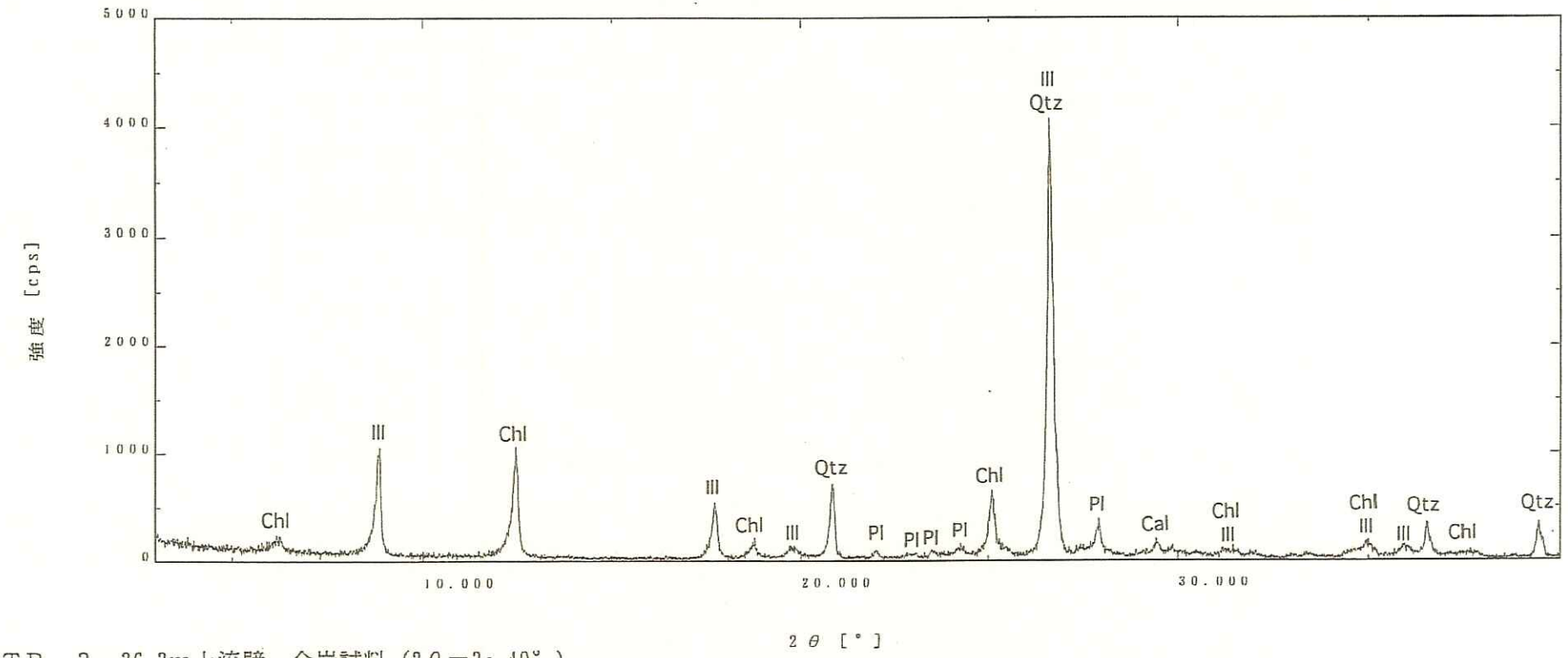


TR－3　36.3m上流壁　全岩試料（2θ＝3～70°）

TL-3　36.3m　全岩試料（2θ＝3～40°）

生データ

ｻﾝﾌﾟﾙ名	: TR-3 36.3m 全岩	X線	: Cu K-ALPHA1 / 30 kV / 20 mA	ｶｳﾝﾀ	: シンチレーションカウンタ
ﾌｧｲﾙ	: TR-3 36.3m 全□0828	ｺﾞﾆｵﾒｰﾀ	: 広角ゴニオメータ		
ｺﾒﾝﾄ	: [redacted]	ｱﾀｯﾁﾒﾝﾄ	: 標準試料ホルダー		
測定日	: 26-Jan-01 12:26	ﾌｨﾙﾀ	: 使用しない	走査ﾓｰﾄﾞ	: 連続
測定者	: 新潟大学	ｲﾝｼﾃﾞﾝﾄﾓﾉｸﾛ:		ｽｷｬﾝ ｽﾋﾟｰﾄﾞ	: 2 °/min.
		ｶｳﾝﾀﾓﾉｸﾛﾒｰﾀ:	湾曲結晶モノクロメータ	ｽｷｬﾝ ｽﾃｯﾌﾟ	: 0.01 °
		発散スリット:	"1deg."	走査軸	: 2θ／θ
		散乱スリット:	"1deg."	走査範囲	: 3 ～ 70 °
		受光スリット:	"0.3mm"	θｵﾌｾｯﾄ	: 0 °
				固定角	: 0 °



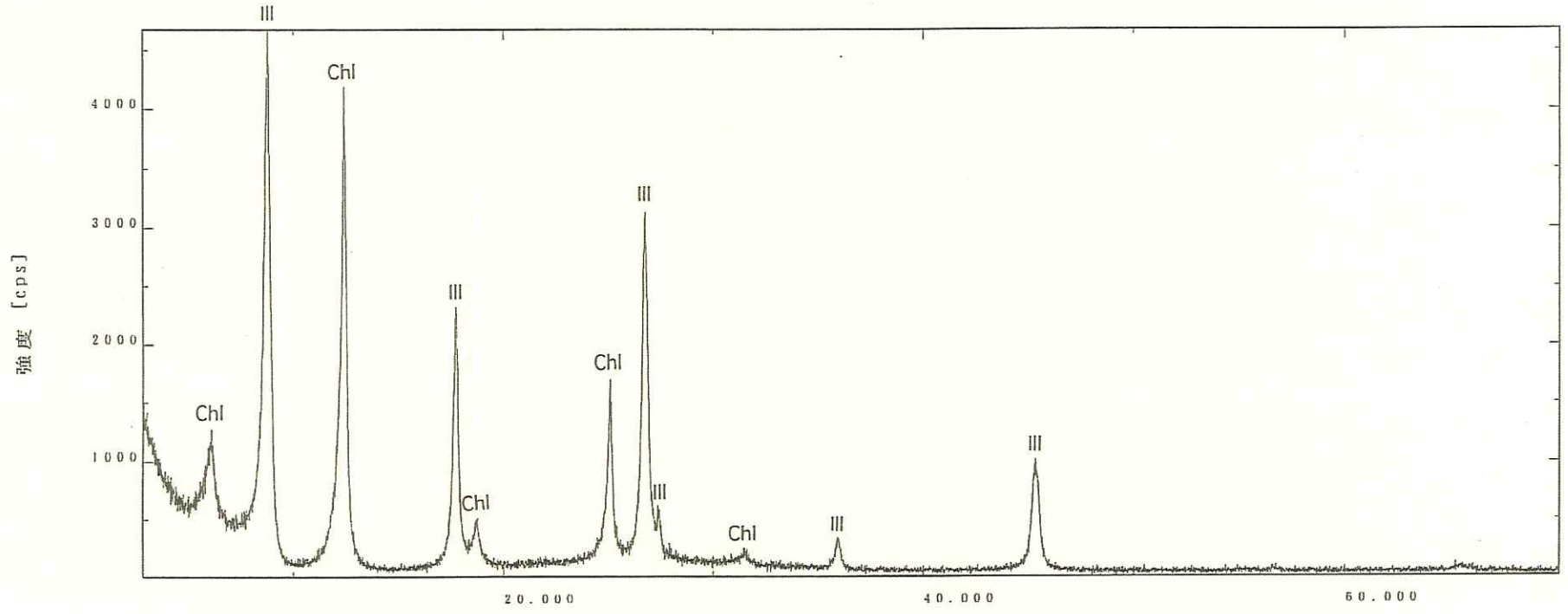
TR－3　36.3m上流壁　全岩試料（2θ＝3～40°）

2001-Jan-26 12:34:55 Page-1

TL-3　36.3m　定方位試料（2θ＝3～70°）

生データ

ｻﾝﾌﾟﾙ名	：TR-3 36.3m 定方位	X線	：Cu K-ALPHA1 / 30 kV / 20 mA	ｶｳﾝﾀ	：シンチレーションカウンタ
ﾌｧｲﾙ	：TR-3 36.3m 定□0820	ｺﾞﾆｵﾒｰﾀ	：広角ゴニオメータ		
ｺﾒﾝﾄ	：	ｱﾀｯﾁﾒﾝﾄ	：標準試料ホルダー		
測定日	：26-Jan-01 07:02	ﾌｨﾙﾀ	：使用しない	走査ﾓｰﾄﾞ	：連 続
測定者	：新潟大学	ｲﾝｼﾃﾞﾝﾄﾓﾉｸﾛ	:	ｽｷｬﾝ ｽﾋﾟｰﾄﾞ	：2 °/min.
		ｶｳﾝﾀﾓﾉｸﾛﾒｰﾀ	: 湾曲結晶モノクロメータ	ｽｷｬﾝ ｽﾃｯﾌﾟ	：0.01 °
		発散スリット	: "1deg."	走査軸	：2θ／θ
		散乱スリット	: "1deg."	走査範囲	：3 ～ 70 °
		受光スリット	: "0.3mm"	θｵﾌｾｯﾄ	：0 °
				固定角	：0 °

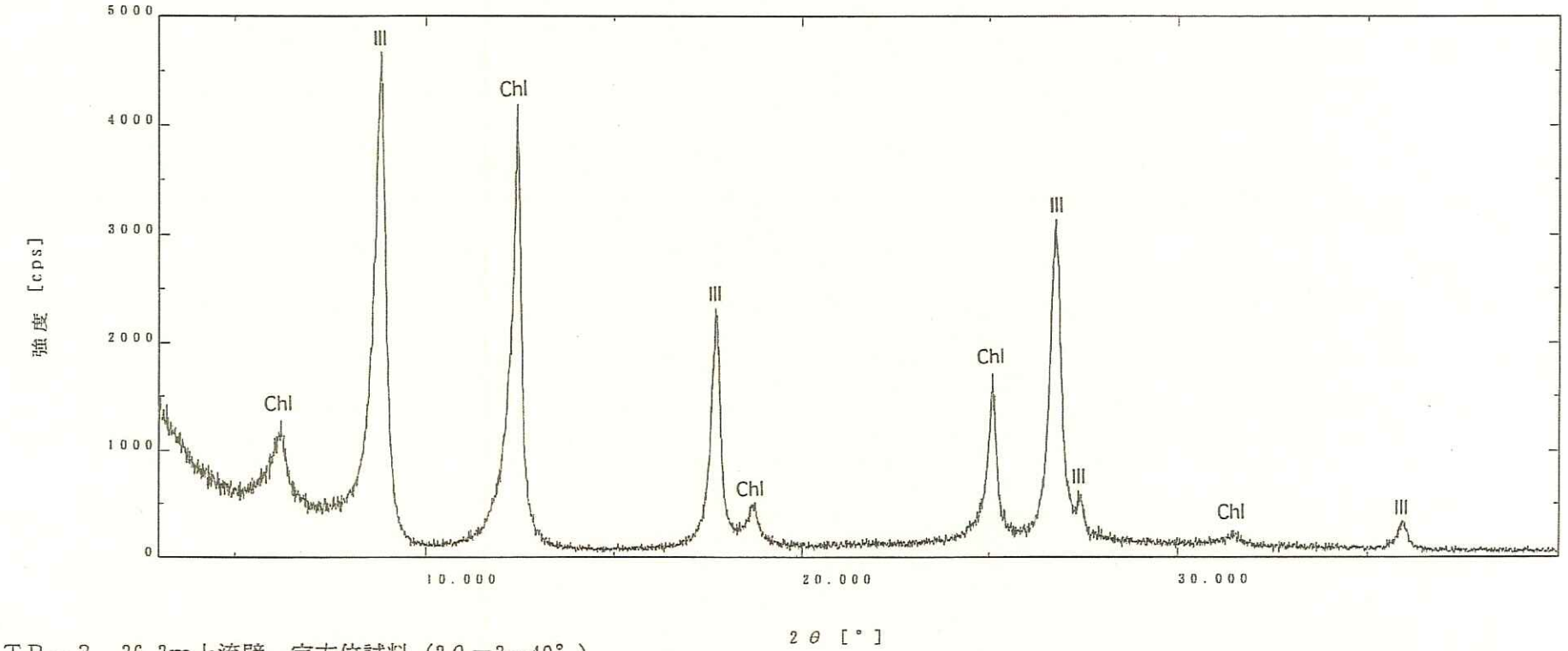


TR－3　36.3m上流壁　定方位試料（2θ＝3～70°）

TL-3　36.3m　定方位試料（2θ＝3～40°）

生データ

ｻﾝﾌﾟﾙ名	：TR-3 36.3m 定方位	X線	：Cu K-ALPHA1 / 30 kV / 20 mA	ｶｳﾝﾀ	：シンチレーションカウンタ
ﾌｧｲﾙ	：TR-3 36.3m 定□0820	ｺﾞﾆｵﾒｰﾀ	：広角ゴニオメータ		
ｺﾒﾝﾄ	：	ｱﾀｯﾁﾒﾝﾄ	：標準試料ホルダー		
測定日	：26-Jan-01 07:02	ﾌｨﾙﾀ	：使用しない	走査ﾓｰﾄﾞ	：連 続
測定者	：新潟大学	ｲﾝｼﾃﾞﾝﾄﾓﾉｸﾛ	:	ｽｷｬﾝ ｽﾋﾟｰﾄﾞ	：2 °/min.
		ｶｳﾝﾀﾓﾉｸﾛﾒｰﾀ	：湾曲結晶モノクロメータ	ｽｷｬﾝ ｽﾃｯﾌﾟ	：0.01 °
		発散スリット	："1deg."	走査軸	：2θ／θ
		散乱スリット	："1deg."	走査範囲	：3 ～ 70 °
		受光スリット	："0.3mm"	θｵﾌｾｯﾄ	：0 °
				固定角	：0 °

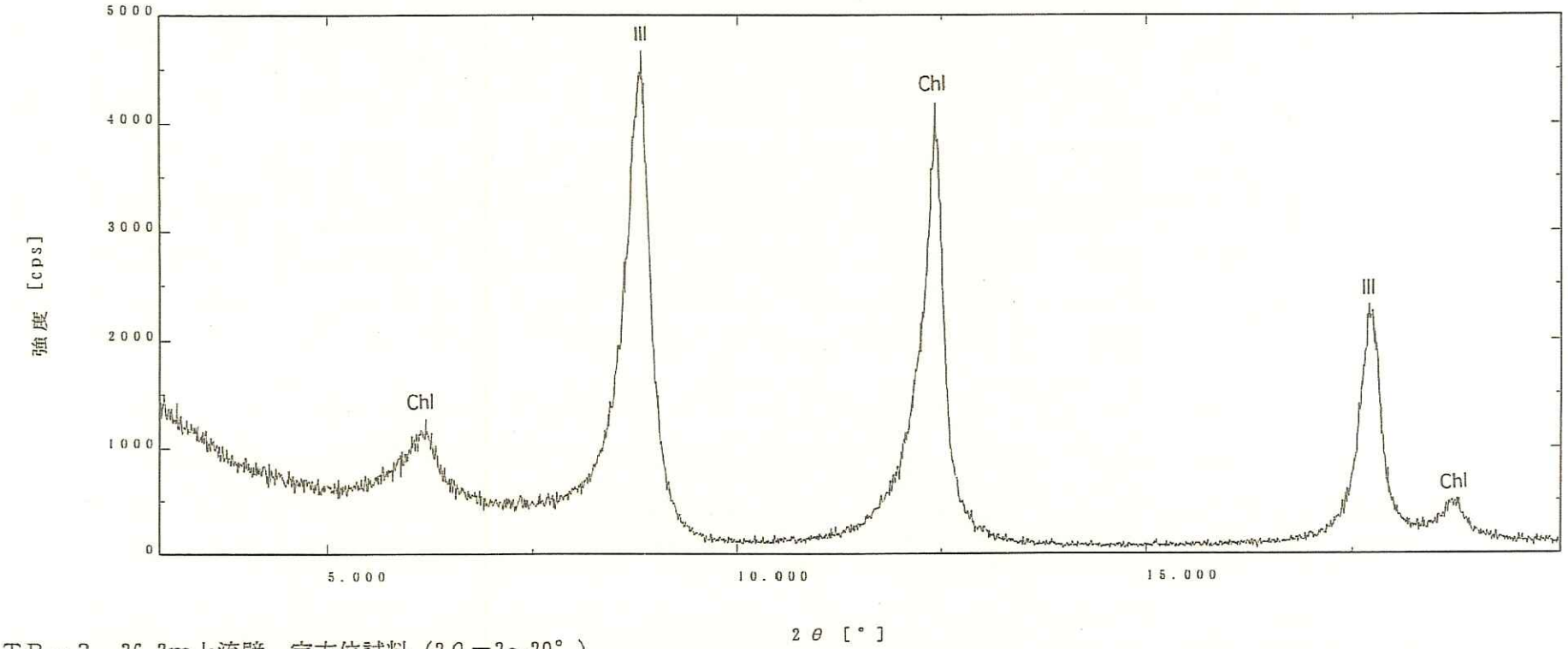


TR－3　36.3m上流壁　定方位試料（2θ＝3～40°）

TL-3　36.3m　定方位試料（2θ＝3～20°）

生データ

ｻﾝﾌﾟﾙ名	：TR-3 36.3m 定方位	X線	：Cu K-ALPHA1 / 30 kV / 20 mA	ｶｳﾝﾀ	：シンチレーションカウンタ
ﾌｧｲﾙ	：TR-3 36.3m 定□0820	ｺﾞﾆｵﾒｰﾀ	：広角ゴニオメータ		
ｺﾒﾝﾄ	：	ｱﾀｯﾁﾒﾝﾄ	：標準試料ホルダー		
測定日	：26-Jan-01 07:02	ﾌｨﾙﾀ	：使用しない	走査ﾓｰﾄﾞ	：連 続
測定者	：新潟大学	ｲﾝｼﾃﾞﾝﾄﾓﾉｸﾛ	:	ｽｷｬﾝ ｽﾋﾟｰﾄﾞ	：2 °/min.
		ｶｳﾝﾀﾓﾉｸﾛﾒｰﾀ	: 湾曲結晶モノクロメータ	ｽｷｬﾝ ｽﾃｯﾌﾟ	：0.01 °
		発散スリット	: "1deg."	走査軸	：2θ／θ
		散乱スリット	: "1deg."	走査範囲	：3 ～ 70 °
		受光スリット	: "0.3mm"	θｵﾌｾｯﾄ	：0 °
				固定角	：0 °

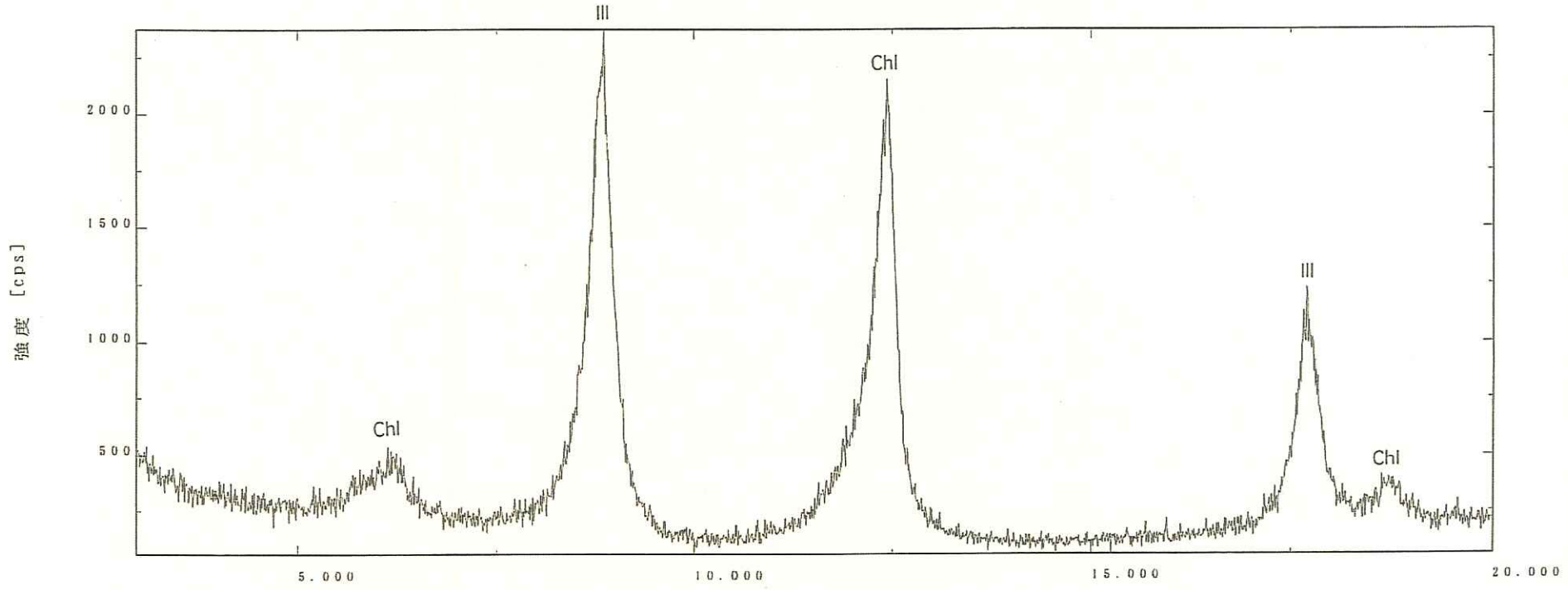


TR－3　36.3m上流壁　定方位試料（2θ＝3～20°）

TL-3　36.3m　エチレングリコール処理試料

生データ

ｻﾝﾌﾟﾙ名	: TR-3 36.3m EG	X線	: Cu K-ALPHA1 / 30 kV / 20 mA	ｶｳﾝﾀ	: シンチレーションカウンタ
ﾌｧｲﾙ	: TR-3 36.3m EG.0824	ｺﾞﾆｵﾒｰﾀ	: 広角ゴニオメータ		
ｺﾒﾝﾄ	: [redacted]	ｱﾀｯﾁﾒﾝﾄ	: 標準試料ホルダー		
測定日	: 26-Jan-01 09:15	ﾌｨﾙﾀ	: 使用しない	走査ﾓｰﾄﾞ	: 連 続
測定者	: 新潟大学	ｲﾝｼﾃﾞﾝﾄﾓﾉｸﾛ:		ｽｷｬﾝ ｽﾋﾟｰﾄﾞ	: 2 °/min.
		ｶｳﾝﾀﾓﾉｸﾛﾒｰﾀ:	湾曲結晶モノクロメータ	ｽｷｬﾝ ｽﾃｯﾌﾟ	: 0.01 °
		発散スリット:	"1deg."	走査軸	: 2θ／θ
		散乱スリット:	"1deg."	走査範囲	: 3 ～ 20 °
		受光スリット:	"0.3mm"	θオフセット	: 0 °
				固定角	: 0 °

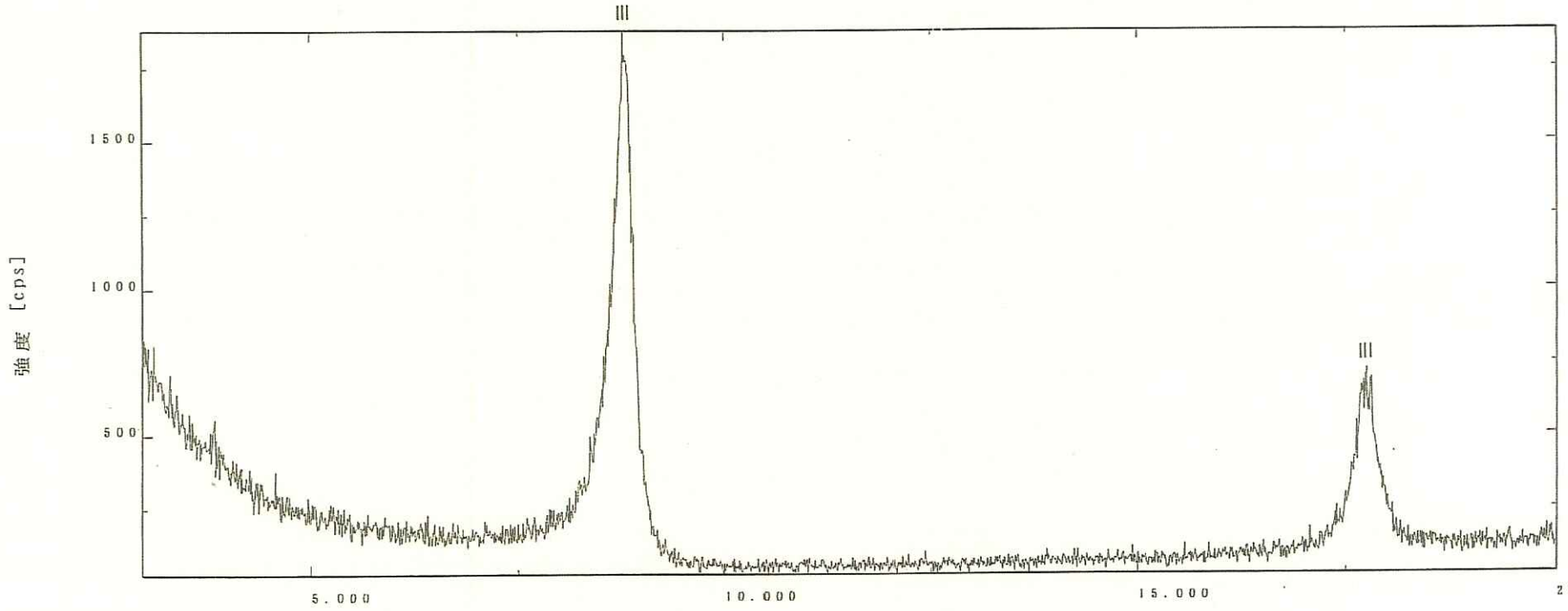


TR－3　36.3m上流壁　エチレングリコール処理試料（2θ＝3～20°）

TL-3　36.3m　塩酸処理試料

生データ

ｻﾝﾌﾟﾙ名	: TR-3 36.3m HCl	X線	: Cu K-ALPHA1 / 30 kV / 20 mA	ｶｳﾝﾀ	: シンチレーションカウンタ
ﾌｧｲﾙ	: TR-3 36.3m HCl.083S	ｺﾞﾆｵﾒｰﾀ	: 広角ゴニオメータ		
ｺﾒﾝﾄ	: [redacted]	ｱﾀｯﾁﾒﾝﾄ	: 標準試料ホルダー		
測定日	: 26-Jan-01 16:40	ﾌｨﾙﾀ	: 使用しない	走査ﾓｰﾄﾞ	: 連 続
測定者	: 新潟大学	ｲﾝｼﾃﾞﾝﾄﾓﾉｸﾛ:		ｽｷｬﾝ ｽﾋﾟｰﾄﾞ	: 2 °/min.
		ｶｳﾝﾀﾓﾉｸﾛﾒｰﾀ:	湾曲結晶モノクロメータ	ｽｷｬﾝ ｽﾃｯﾌﾟ	: 0.01 °
		発散スリット:	"1deg."	走査軸	: 2θ／θ
		散乱スリット:	"1deg."	走査範囲	: 3 ～ 20 °
		受光スリット:	"0.3mm"	θオフセット	: 0 °
				固定角	: 0 °



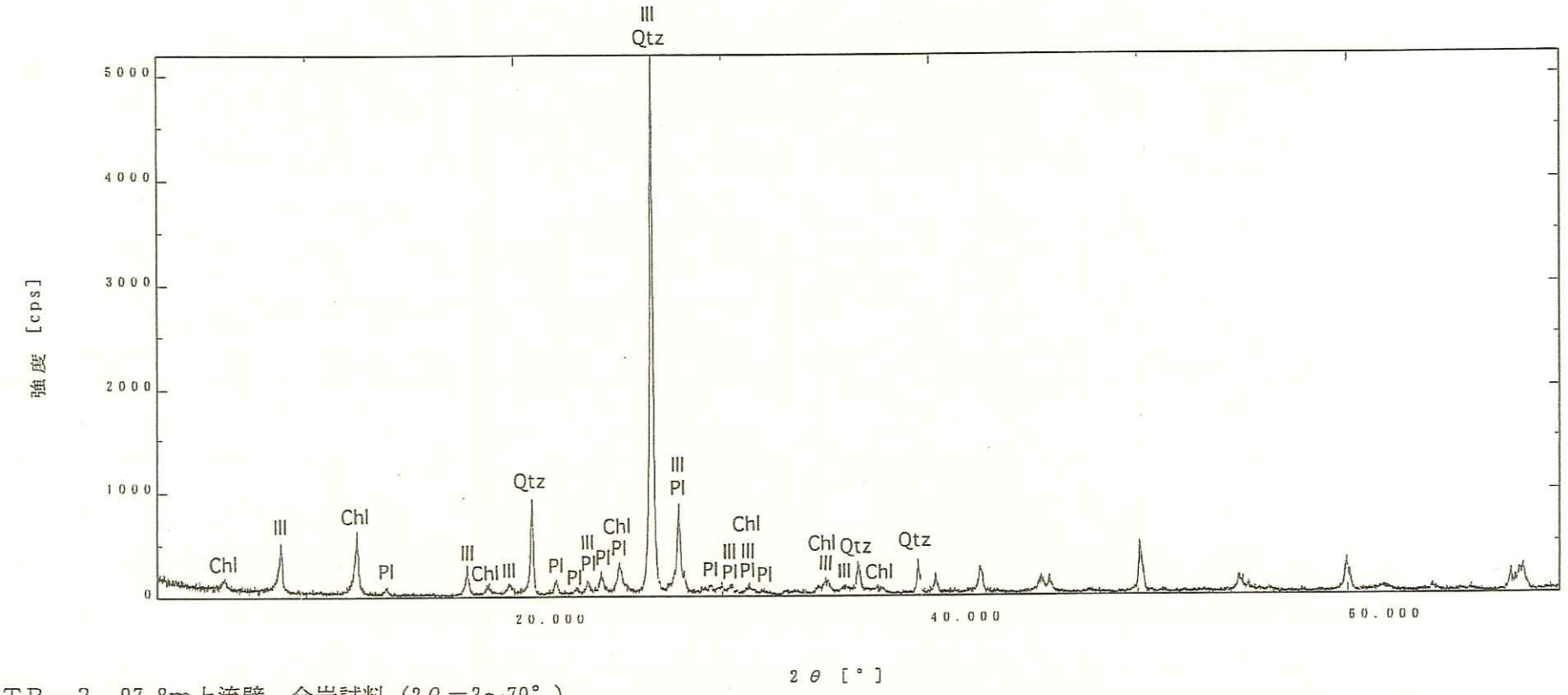
TR－3　36.3m上流壁　塩酸処理試料（2θ＝3～20°）

ＴＲ－３　97.8m上流壁

TL-3　97.8m　全岩試料（2θ＝3～70°）

生データ

ｻﾝﾌﾟﾙ名	： TR-3 97.8m 全岩	X線	： Cu K-ALPHA1 / 30 kV / 20 mA	ｶｳﾝﾀ	： シンチレーションカウンタ
ﾌｧｲﾙ	： TR-3 97.8m 全□0830	ｺﾞﾆｵﾒｰﾀ	： 広角ゴニオメータ		
ｺﾒﾝﾄ	： [redacted]	ｱﾀｯﾁﾒﾝﾄ	： 標準試料ホルダー		
測定日	： 26-Jan-01 14:02	ﾌｨﾙﾀ	： 使用しない	走査ﾓｰﾄﾞ	： 連 続
測定者	： 新潟大学	ｲﾝｼﾃﾞﾝﾄﾓﾉｸﾛ	：	ｽｷｬﾝ ｽﾋﾟｰﾄﾞ	： 2 °/min.
		ｶｳﾝﾀﾓﾉｸﾛﾒｰﾀ	： 湾曲結晶モノクロメータ	ｽｷｬﾝ ｽﾃｯﾌﾟ	： 0.01 °
		発散スリット	： "1deg."	走査軸	： 2θ／θ
		散乱スリット	： "1deg."	走査範囲	： 3 ～ 70 °
		受光スリット	： "0.3mm"	θｵﾌｾｯﾄ	： 0 °
				固定角	： 0 °



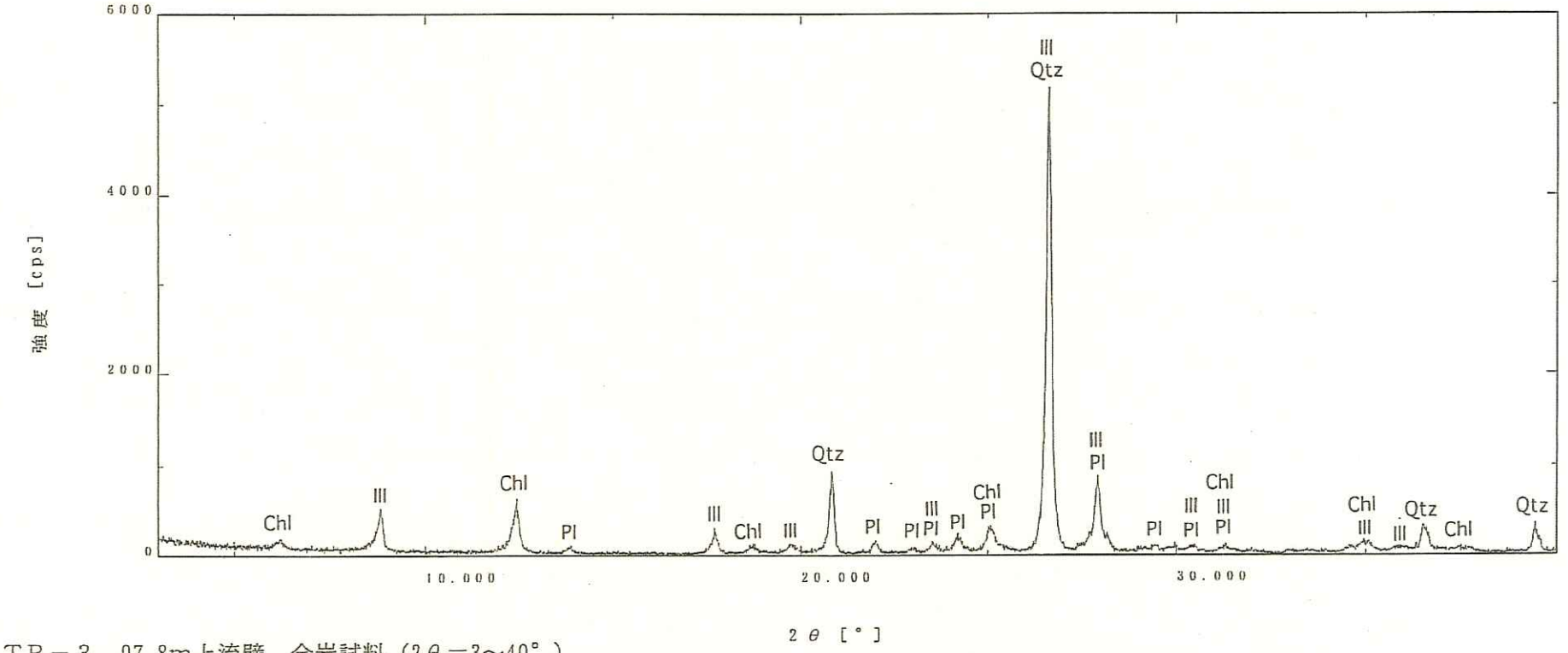
TR－3　97.8m上流壁　全岩試料（2θ＝3～70°）

2001-Jan-26 14:02:42 Page-1

TL-3　97.8m　全岩試料（2θ＝3～40°）

生データ

ｻﾝﾌﾟﾙ名	: TR-3 97.8m 全岩	X線	: Cu K-ALPHA1 / 30 kV / 20 mA	ｶｳﾝﾀ	: シンチレーションカウンタ
ﾌｧｲﾙ	: TR-3 97.8m 全□0830	ｺﾞﾆｵﾒｰﾀ	: 広角ゴニオメータ		
ｺﾒﾝﾄ	: [redacted]	ｱﾀｯﾁﾒﾝﾄ	: 標準試料ホルダー		
測定日	: 26-Jan-01 14:02	ﾌｨﾙﾀ	: 使用しない	走査ﾓｰﾄﾞ	: 連 続
測定者	: 新潟大学	ｲﾝｼﾃﾞﾝﾄﾓﾉｸﾛ:		ｽｷｬﾝ ｽﾋﾟｰﾄﾞ	: 2 °/min.
		ｶｳﾝﾀﾓﾉｸﾛﾒｰﾀ:	湾曲結晶モノクロメータ	ｽｷｬﾝ ｽﾃｯﾌﾟ	: 0.01 °
		発散スリット:	"1deg."	走査軸	: 2θ／θ
		散乱スリット:	"1deg."	走査範囲	: 3 ～ 70 °
		受光スリット:	"0.3mm"	θオフセット	: 0 °
				固定角	: 0 °



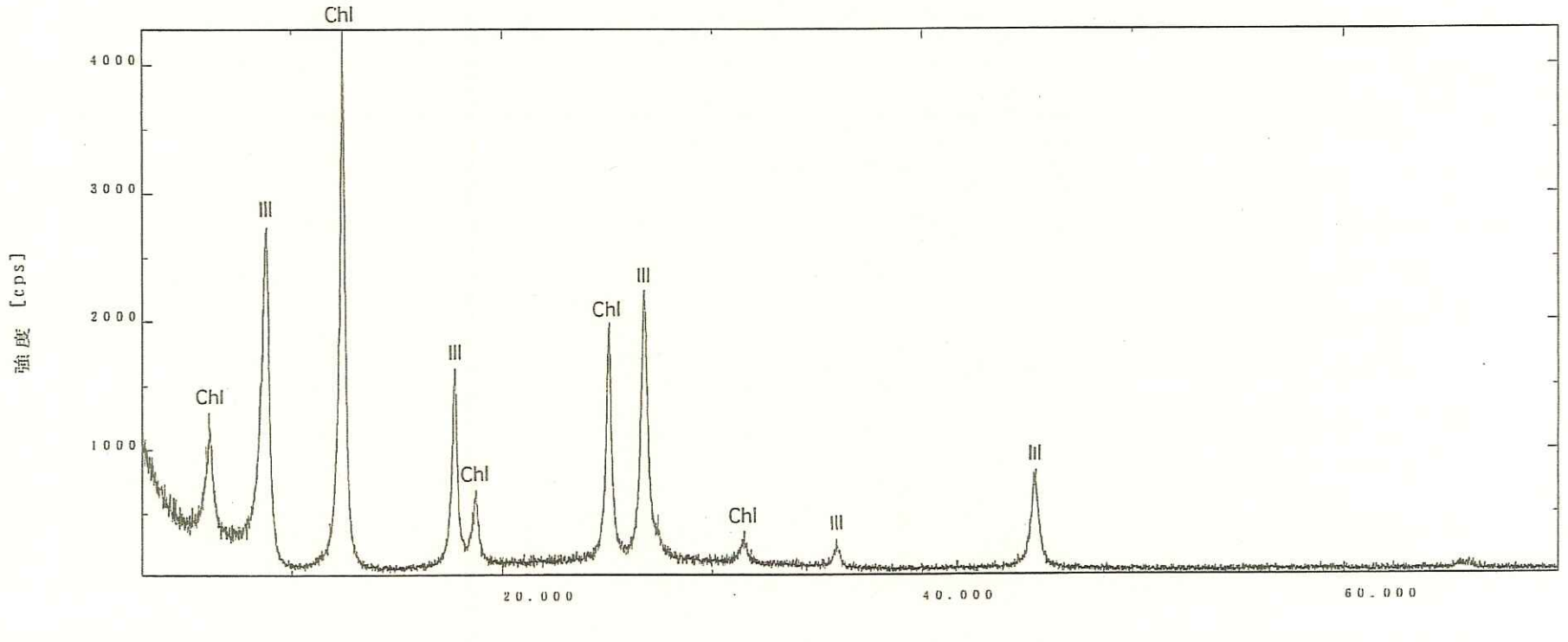
TR－3　97.8m上流壁　全岩試料（2θ＝3～40°）

2001-Jan-26 14:08:36 Page-1

TL-3　97.8m　定方位試料（2θ＝3～70°）

生データ

ｻﾝﾌﾟﾙ名	： TR-3 97.8m 定方位	X線	： Cu K-ALPHA1 / 30 kV / 20 mA	ｶｳﾝﾀ	： シンチレーションカウンタ
ﾌｧｲﾙ	： TR-3 97.8m 定□0821	ｺﾞﾆｵﾒｰﾀ	： 広角ゴニオメータ		
ｺﾒﾝﾄ	： [redacted]	ｱﾀｯﾁﾒﾝﾄ	： 標準試料ホルダー		
測定日	： 26-Jan-01 07:38	ﾌｨﾙﾀ	： 使用しない	走査ﾓｰﾄﾞ	： 連 続
測定者	： 新潟大学	ｲﾝｼﾃﾞﾝﾄﾓﾉｸﾛ	:	ｽｷｬﾝ ｽﾋﾟｰﾄﾞ	： 2 °/min.
		ｶｳﾝﾀﾓﾉｸﾛﾒｰﾀ	： 湾曲結晶モノクロメータ	ｽｷｬﾝ ｽﾃｯﾌﾟ	： 0.01 °
		発散スリット	: "1deg."	走査軸	： 2θ／θ
		散乱スリット	: "1deg."	走査範囲	： 3 ～ 70 °
		受光スリット	: "0.3mm"	θｵﾌｾｯﾄ	： 0 °
				固定角	： 0 °

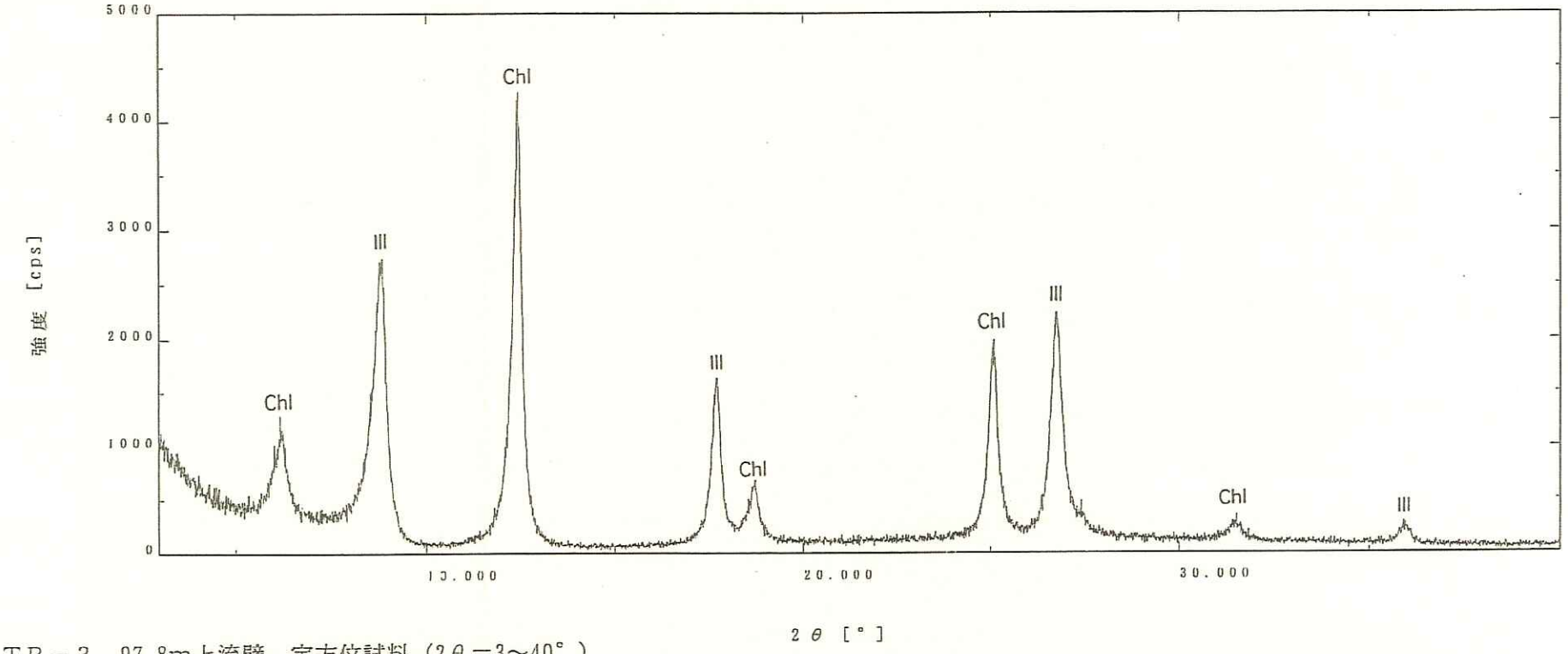


TR－3　97.8m上流壁　定方位試料（2θ＝3～70°）

TL-3　97.8m　定方位試料（2θ＝3～40°）

生データ

ｻﾝﾌﾟﾙ名	: TR-3 97.8m 定方位	X線	: Cu K-ALPHA1 / 30 kV / 20 mA	ｶｳﾝﾀ	: シンチレーションカウンタ
ﾌｧｲﾙ	: TR-3 97.8m 定□0821	ｺﾞﾆｵﾒｰﾀ	: 広角ゴニオメータ		
ｺﾒﾝﾄ	: [redacted]	ｱﾀｯﾁﾒﾝﾄ	: 標準試料ホルダー		
測定日	: 26-Jan-01 07:38	ﾌｨﾙﾀ	: 使用しない	走査ﾓｰﾄﾞ	: 連 続
測定者	: 新潟大学	ｲﾝｼﾃﾞﾝﾄﾓﾉｸﾛ:		ｽｷｬﾝ ｽﾋﾟｰﾄﾞ	: 2 °/min.
		ｶｳﾝﾀﾓﾉｸﾛﾒｰﾀ:	湾曲結晶モノクロメータ	ｽｷｬﾝ ｽﾃｯﾌﾟ	: 0.01 °
		発散スリット:	"1deg."	走査軸	: 2θ／θ
		散乱スリット:	"1deg."	走査範囲	: 3 ～ 70 °
		受光スリット:	"0.3mm"	θｵﾌｾｯﾄ	: 0 °
				固定角	: 0 °

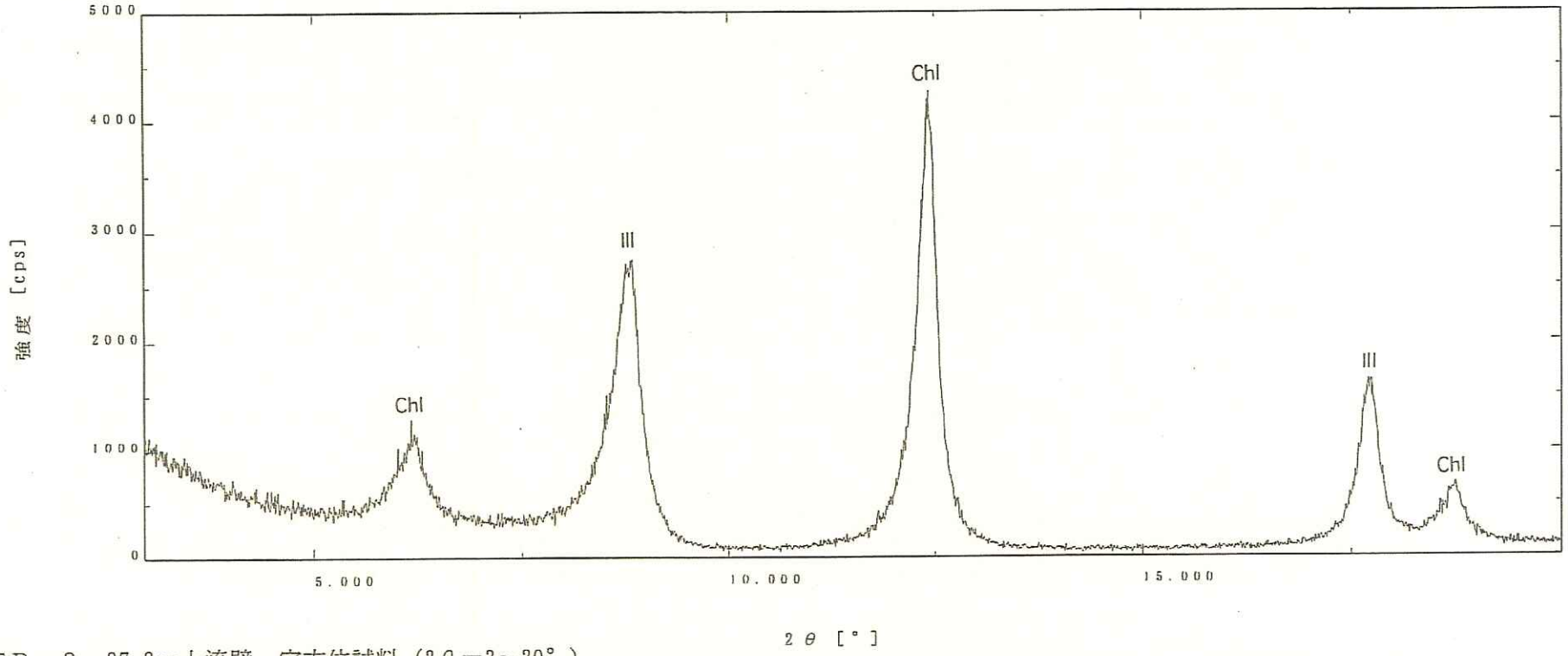


TR－3　97.8m上流壁　定方位試料（2θ＝3～40°）

TL-3　97.8m　定方位試料（2θ＝3～20°）

生データ

ｻﾝﾌﾟﾙ名	： TR-3 97.8m 定方位	X線	： Cu K-ALPHA1 / 30 kV / 20 mA	ｶｳﾝﾀ	： シンチレーションカウンタ
ﾌｧｲﾙ	： TR-3 97.8m 定□0821	ｺﾞﾆｵﾒｰﾀ	： 広角ゴニオメータ		
ｺﾒﾝﾄ	： [redacted]	ｱﾀｯﾁﾒﾝﾄ	： 標準試料ホルダー		
測定日	： 26-Jan-01 07:38	ﾌｨﾙﾀ	： 使用しない	走査ﾓｰﾄﾞ	： 連 続
測定者	： 新潟大学	ｲﾝｼﾃﾞﾝﾄﾓﾉｸﾛ:		ｽｷｬﾝ ｽﾋﾟｰﾄﾞ	： 2 °/min.
		ｶｳﾝﾀﾓﾉｸﾛﾒｰﾀ:	湾曲結晶モノクロメータ	ｽｷｬﾝ ｽﾃｯﾌﾟ	： 0.01 °
		発散スリット:	"1deg."	走査軸	： 2θ／θ
		散乱スリット:	"1deg."	走査範囲	： 3 ～ 70 °
		受光スリット:	"0.3mm"	θｵﾌｾｯﾄ	： 0 °
				固定角	： 0 °

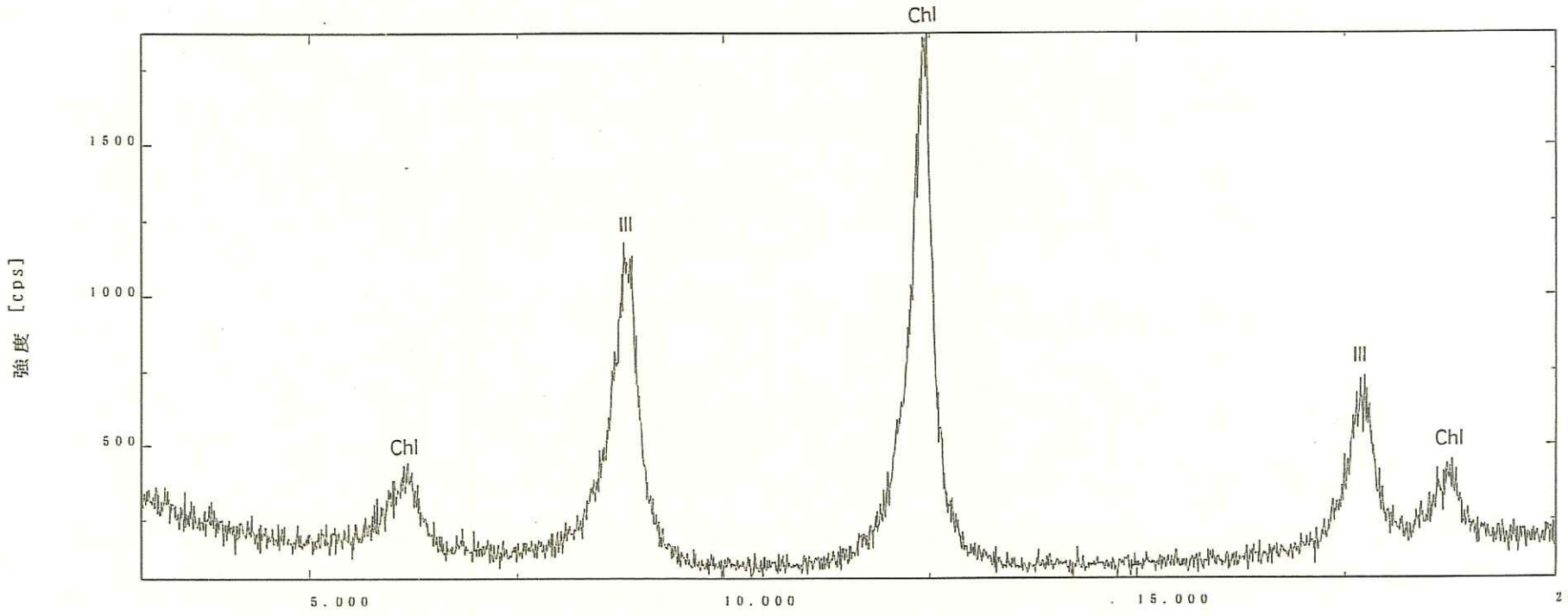


TR－3　97.8m上流壁　定方位試料（2θ＝3～20°）

TL-3　97.8m　エチレングリコール処理試料

生データ

ｻﾝﾌﾟﾙ名	: TR-3 97.8m EG	X線	: Cu K-ALPHA1 / 30 kV / 20 mA	ｶｳﾝﾀ	: シンチレーションカウンタ
ﾌｧｲﾙ	: TR-3 97.8m EG.0825	ｺﾞﾆｵﾒｰﾀ	: 広角ゴニオメータ		
ｺﾒﾝﾄ	: [redacted]	ｱﾀｯﾁﾒﾝﾄ	: 標準試料ホルダー		
測定日	: 26-Jan-01 09:28	ﾌｨﾙﾀ	: 使用しない	走査ﾓｰﾄﾞ	: 連続
測定者	: 新潟大学	ｲﾝｼﾃﾞﾝﾄﾓﾉｸﾛ:		ｽｷｬﾝ ｽﾋﾟｰﾄﾞ	: 2 °/min.
		ｶｳﾝﾀﾓﾉｸﾛﾒｰﾀ:	湾曲結晶モノクロメータ	ｽｷｬﾝ ｽﾃｯﾌﾟ	: 0.01 °
		発散スリット:	"1deg."	走査軸	: 2θ／θ
		散乱スリット:	"1deg."	走査範囲	: 3 ～ 20 °
		受光スリット:	"0.3mm"	θｵﾌｾｯﾄ	: 0 °
				固定角	: 0 °

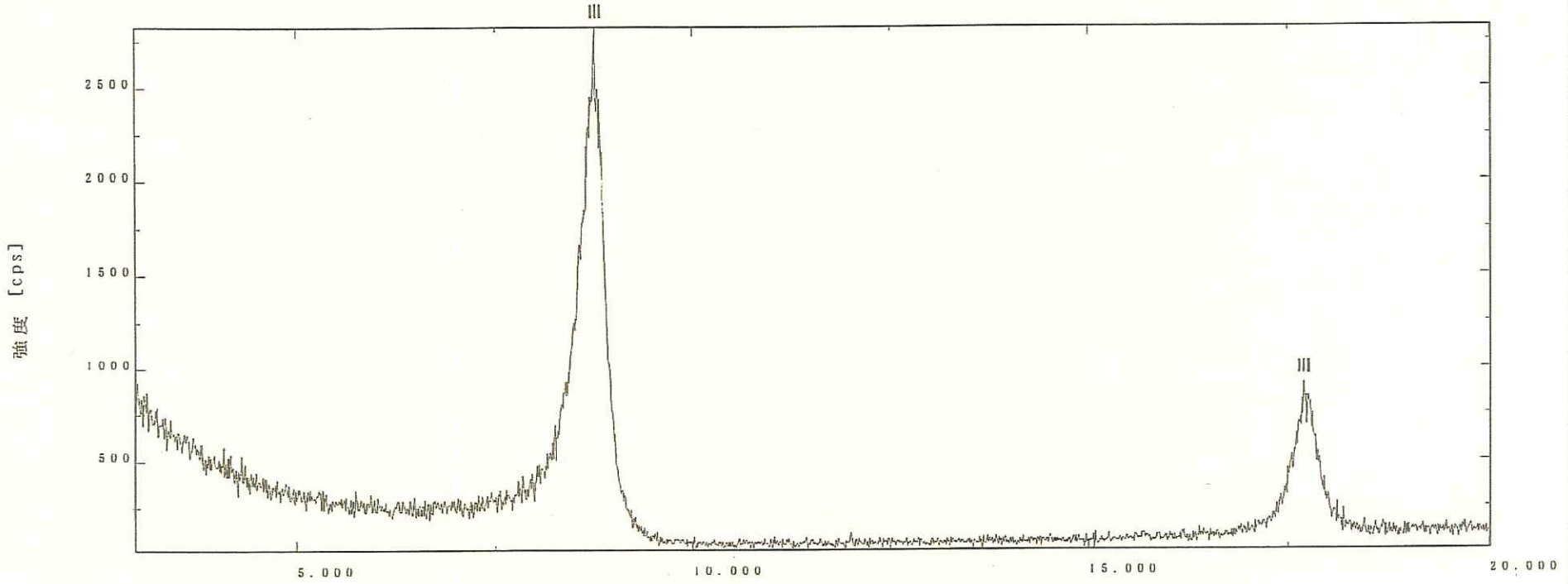


TR－3　97.8m上流壁　エチレングリコール処理試料（2θ＝3～20°）

TL-3　97.8m　塩酸処理試料

生データ

ｻﾝﾌﾟﾙ名	: TR-3 97.8m HCl	X線	: Cu K-ALPHA1 / 30 kV / 20 mA	ｶｳﾝﾀ	: シンチレーションカウンタ
ﾌｧｲﾙ	: TR-3 97.8m HCl.0839	ｺﾞﾆｵﾒｰﾀ	: 広角ゴニオメータ		
ｺﾒﾝﾄ	: [redacted]	ｱﾀｯﾁﾒﾝﾄ	: 標準試料ホルダー		
測定日	: 26-Jan-01 16:54	ﾌｨﾙﾀ	: 使用しない	走査ﾓｰﾄﾞ	: 連 続
測定者	: 新潟大学	ｲﾝｼﾃﾞﾝﾄﾓﾉｸﾛ:		ｽｷｬﾝ ｽﾋﾟｰﾄﾞ	: 2 °/min.
		ｶｳﾝﾀﾓﾉｸﾛﾒｰﾀ:	湾曲結晶モノクロメータ	ｽｷｬﾝ ｽﾃｯﾌﾟ	: 0.01 °
		発散スリット:	"1deg."	走査軸	: 2θ／θ
		散乱スリット:	"1deg."	走査範囲	: 3 ～ 20 °
		受光スリット:	"0.3mm"	θオフセット	: 0 °
				固定角	: 0 °



TR－3　97.8m上流壁　塩酸処理試料（2θ＝3～20°）