

計画地点付近の上流の左岸支川の郎回坑沢と下流の左岸の角湾沢が複合し、計画地点左岸裏側で鞍部（角湾分水嶺）を形成している。その鞍部の標高は219mであり、常時湧水位標高160mでの最小尾根幅は270m、計画高水位172.3mでの最小尾根幅は195mである。なお、鞍部の両側斜面は段々高になっている。

計画地域の両岸の支沢・谷は一般に節理・亀裂の方向と同じに北西方向へと発達している。左岸の郎回坑沢、角湾沢および右岸の滝坑沢、ダム地点中央部の沢および門前村沢は、いずれも深くかつ長いが、その他の沢、谷は浅くて短い。

小溪の現流路は、計画地点の上流部では右岸寄りが洗掘され（右岸が攻撃面をなす）、下流部は左岸寄りが深くなっている。水深は時期によって大きく変化するが、一般に1～2mであり、最も深い所で5mである。川の中洲（河漫滩）は主として左岸寄りに分布しており、これはそのまま緩傾斜をなして、大きく広がった段丘に続いている。段丘面は河床より5～10m高い。

計画地域内の断層等構造線は急峻な崖や谷地形を形成しているようにみられ、これらの構造線は崖の裾や谷の縁辺部に存在することが考えられるが、これらの所には小規模不連続に崖縁が溜っているため詳細は明らかではない。

計画地域に分布する基岩は、ジュラ系の上位に属する流紋岩類、凝灰角礫岩、凝灰岩およびこれらの岩塊より成る集塊岩（これらはおおきく互層状をなして広く分布しているといわれる）と、後に亀裂に沿って貫入した酸性またはアルカリ性岩脈よりなる。これらは地域西～北西の火山体からの噴出物といわれ、流走状・降堆積状に累積しており全体としては走向NW-S E、傾斜SWで累重している（地域では上流・左岸側傾斜）とされていることから、上流部になるほど新しい時代のものになる。

本地点の基岩は分布形状、岩種、岩質共非常に複雑なため地質の細分化による判断は不可能であり、又土木地質的にもあまり意味がない。

### 4.3 地質各論

#### 4.3.1 岩石分類

華東勘測設計院に於ける基岩の分類とその名称はこれまで種々用いられてきたが、近時、表4-1のように統一されている。

表4-1 ダム地点基岩岩種分類対比総括

中国 (華東勘測設計院)			日本	
火山碎屑岩	火山集塊岩	集塊岩	集塊岩	集塊岩
		熔結集塊岩		凝灰岩
	火山角礫岩	熔結角礫凝灰岩		凝灰角礫岩
		熔結凝灰角礫岩		
	熔結凝灰岩	玻屑熔結凝灰岩	流紋岩	
	晶屑熔結凝灰岩			
火山熔岩	凝灰熔岩		流紋岩	
	熔凝灰岩			
	流紋岩			
岩脈	石英脈		脈岩	輝綠岩 粗粒玄武岩
	輝綠岩岩脈			
	煌斑岩岩脈			

今回の日本側の調査に当っては、土木地質という観点から、この分類を参考としながら、更に総合的にまとめ、分類を若干変えた。これらの対比は表4-1のとおりであるが、この報告書の作成に当っては日本側の分類による。

#### 4.3.2 基盤岩石

##### (1) 流紋岩

これまでに流紋質晶屑・玻屑熔結凝灰岩または仮流紋(構造)熔結凝灰岩等と呼ばれていたものを総括する。これ等は大きくみて熔結凝灰岩としての性状を持っているが、ここでは一つの熔岩流即ち噴溢壺相として一括まとめて考えてよいと判定した。

本岩石には結晶質な部分とガラス質な部分がある。前者は紅色、暗紅色、紅灰色、灰色で石英・長石の結晶を主体とする塊状、堅硬、緻密で均質なものであるが、大目の亀裂節理が発達している。後者は灰色、暗灰色でガラス質石基が目立ち所々顕著な流理構造を示し一般に塊状ではあるが、小亀裂の発達箇所や、割れ目に方向性をもっている所もある。本来これらは同種源のもので、噴出、流走時の条件の差のために岩相変化が生じたものであることから、両者は全く同族の状態で共存しているものであり、土木地質上の物性としてはほとんど同質として扱ってよい。なおこれらの新鮮な岩石の耐圧強度は、1,100~2,600 kg/cm<sup>2</sup>といわれる。

流紋岩は前述のようにダム計画地点では、単体で分布する所は左岸上流部に限られており、ほとんどは集塊岩体の中の、大きいかあるいは小さな岩体で、熔融状態で分布している。

唯、流紋岩はその本来の特質として 1) 岩石自体は堅硬ではあるが大小の亀裂が発達し、その殆どの亀裂面には長石(カオリン)、沸石などの白色鉱物の挟在が認められ、そのため、亀裂面の方向によっては岩塊がすべり易く安定性が悪いこと 2) 大塊の場合は相互のかみ合せによって安定を保ち易いが、小岩片になると亀裂面、流理面などの面構造のかみ合せが少なくなり崩落し易くなるほど安定性を失い易い、などの問題がある。殊に、本地点では緩傾斜～水平の亀裂(節理、流理面など)が所によって集中的に多量に発達している特徴があるなどの問題もある。

なお、ダム地点に分布する流紋岩体中には、しばしば凝灰角礫岩、凝灰岩が混在、挟在されているが、これらは後述の集塊岩体の中のものとは違って、その殆どはよく熔結しており、流紋岩と一体化した性質を持っている。

## (2) 集塊岩

従来から角礫熔結凝灰岩、含角礫熔結凝灰岩、角礫熔結集塊岩、熔結集塊岩あるいはブロック熔岩と称されてきたものである。これは紫紅色、灰色、暗緑～灰緑色で、流紋岩、凝灰角礫岩、凝灰岩等十余種の岩石の混合体である。産状としては非熔結部～高熔結部があり、巨大な礫(ブロック熔岩状)から極小の岩片(火山礫凝灰岩状)までが不規則に混ざる不均質(組成、強度)岩体である。

集塊岩の生成は時代的には前述流紋岩より若干古いとされているが、ほとんど同時期と考えるべきであろう。流紋岩源の火山岩の噴出、流走、冷却、火山灰の噴出、降下、冷却、同時または後の噴火による熱のための再熔結、再固結などが複合して形成されたいわゆる爆破亜相の岩体である。

したがって、流紋岩部の多い所、凝灰岩質部の多い所などが不均質・不規則に混在し、非常に固結化した所(単統固結～高熔結)やもろい所(非固結～低または非熔結)などがある(これらの分布は不規則であるので、ダム地点内でも場所によってかなり不均質であると考えられる)。高熔結の所はその物性は流紋岩体に近くなるが、熔結度の低い所は火山岩の団塊が火山灰にまぶされたような、ブロック状(Block lavaとして扱うような)の岩体になる所もあり、非常に軟質な所もある。

## (3) 集塊岩体中の軟弱層

本地点の集塊岩体の中の灰緑色凝灰岩(主としてマトリクスを構成しているもので、隠微晶質な火山灰)は常に不規則レンズ状～薄層状をなし、比較的軟弱質である(稀に塊状をなす所があるが、これはほとんど熔結して固化したもの)。

凝灰岩は耐風化力が弱く、すぐ砕け粘土化する性質をもっているが、地下深部に於て、もともと軟弱層(粘土)となっている所がある。この軟弱化の原因については二次的な亀裂沿いの風化に依るものがあるが、ほとんどは火山活動に伴う地塊の運動、断層運動などによって応力の集中を受けて軟化したもの、結成作用の熱水変質作用による軟化であると考えられる。

なお、二・三の粘土試料を採取しX線による解析を行ったところ、これらはすべて緑泥石の生成が認められるが膨潤性鉱物は無く、物性は安定していることが判明した。

軟弱層は乾燥すると固結度が高まるが、水分の存る所では軟化している。軟化の場所は多くは流紋岩塊(片)との接触部で、流紋岩の量が少ない所とか小岩片の集合体の所では軟化の傾向が強い。これは熔結作用が弱かったため一二次軟化一と考えられる。また一方では流紋岩体中の狭み層(シーム状を含む)が軟化している所があるが、これは活動時あるいはその後の地殻変動による破砕、熱変質、風化等による軟化一二次軟化一と考えられる。

いずれにしろ、この軟弱層は長短、厚薄、広狭等不規則に存在するものの、集中的に塊って分布する所、1カ所は小さくても踵行状に並ぶ所(特に緩傾斜~水平状の所)などがあれば、基岩全体の性状は著しく劣ることになる。

#### (4) 岩脈類

##### ・ 酸性岩脈

灰白色、乳白色で主成分は石英で、所々よく結晶している。分布範囲は小さく、郎回坑沢入口付近に見られる。

##### ・ アルカリ性岩脈

灰緑色、暗灰色の輝緑岩、粗粒玄武岩で微晶質~隱晶質である。主要鉱物はアルカリ性斜長石および鉄、マンガン鉱物である。

岩脈の幅は0.5~5.0 mが多く、最大約6 mである。これらの多くは基岩の亀裂中に東-西方向に貫入したもので、周囲の岩との接触状況は良い。

#### 4.3.3 表層堆積物

##### (1) 崖錐

灰紫色、黄灰色土壌または基岩岩塊を混える砂、土壌よりなる。全体として地塊内には露岩が多く崖錐の分布範囲は限られている。厚さは一般に2~5 mで、最大は約14~15 mである。

##### (2) 段丘堆積物

主として左岸川沿いに分布している。砂、粘土を混える礫、転石などにより成るものでルーズである。厚さは10~20 mである。

##### (3) 河川堆積物

##### ・ 氾濫堆積層

兩岸川岸付近に分布する黄灰色土砂で、基岩の風化岩片を混える所がある。厚さは一般に0.5~1.5 mである。

#### ・ 河床堆積物

厚さは7 m (右岸) ~ 21 m (左岸) で、局部的には25 m以上(流心付近)ある。本層は大略二層構造をなし、上位層は砂を含むレキ層で厚さは3 ~ 9 m、下位層は砂、ロームを含むレキ層で厚さ4 ~ 17 mである。

#### 4.3.4 地質構造

計画地域に分布する各種火山岩体の境界面は、計画地点上流部ではN 30° W, 70° Sの走向・傾斜を示すが、下流になるとE-W, 80° Nへと変る。解析結果では、流紋岩類、集塊岩類はそれぞれ1回目~2回目の熔岩流、爆発により生成されたとされているもので、両岩は漸移関係にあり、接触部付近には霏細斑岩が分布しており、隣接岩石との接触部の状況は一般に緊密かつ良好である。

分布する火山岩体の亀裂(断層を含む)は、燕山構造運動の影響を受け、南北方向の応力・張力によって発生したと考えられている。このうち角礫谷の直線的な地形を作っている断層系とこれに直交するもの(下流右岸にあり範囲外)が顕著で、破砕の程度や変位の程度が大きいとされている。更に地域内にはNNWとNEEの方向の弱線がよく発達しているが、いずれも規模は小さく、一般に伸び(長さ)は短く破砕の程度は比較的小さい。

節理はかなり発達しており、多くは構造性の節理であるが、一部は山腹斜面部に於ける剪断節理である。前者は一般に節理面は急傾斜であるが、後者は一般に15 ~ 55°の傾斜で全部開隙している。この開隙の幅は0.1 ~ 2.0 cmであるが、一部は7 ~ 10 cmに達し、二次粘土の流入や風化・鉄サビ汚染を受けている。この後者の節理は一般に深度30 m以浅にはよく発達しているとされている。

#### 4.4 地質調査工事

##### 4.4.1 数量および手法

###### (i) 数量

本地点について、これまでに実施された調査工事の種類と数量は表4-2のとおりである。

表4-2 調査工事数量一覧表

工種	場所	標高 (m)		長さ (m)		
ベンチカット	左岸	約	75	約	800	
		・	100	・	880	
		・	131	・	780	
		・	176	・	740	
		計			・	3,200
	右岸	約	75	約	620	
・		100	・	700		
・		150	・	700		
・		175	・	620		
	計			・	2,640	
計		8段		約	5,840m	
ボーリング	場所	孔数		孔長 (m)		
	左岸	17		1,561.22		
	河床	12		1,091.88		
	右岸	16		1,376.68		
湧水吐	7		413.85			
計		52孔		4,443.63m		
横坑	場所	坑数	明り部長さ (m)	トンネル部長さ (m)	全長 (m)	
	左岸	5	242.0	156.70	180.90	
	右岸	7	224.5	304.50	326.95	
	計	12坑	466.5m	461.20m	507.85m	
ボーリング透水試験	場所	ω 試験		Lu 試験	揚水試験	
	左岸	211 区間		82 区間	1 区間	
	河床	55		0	11	
	右岸	112		82	0	
	計	378 区間		164 区間	12 区間	
弾性波探査	場所	割線数		割線長 (m)		
	左岸	9		2,930		
	右岸	9		2,430		
	湧水吐	4		1,635		
計		22割線		6,995m		
岩盤試験	ブロックせん断試験	場所	地質名	試験数量		
		左岸	流紋岩	1箇所	3点	
		右岸	高熔結凝灰角礫岩	1	3	
		・	凝灰角礫岩	1	3	
		計			3箇所	9点
平板載荷試験 (ジャッキ)	場所	地質名	試験数量			
	左岸	流紋岩	4点			
	右岸	高熔結凝灰角礫岩	2			
	計		6点			

## (2) 手 法

### ・ ベンチカット

調査初期の段階から、調査手段の基本として掘削された。その後、ダム発電所の計画設計の変遷に伴い順次追加したが、これは地表地質調査の有効な補助資料の基となった。

### ・ ボーリング

開発計画に基づき、最終的に表のとりの数量を施行した。これらのうち、1981年7月迄に施行されたものは、河床の堆積層も出来るだけコアを採取(祥品)するよう努力され、コアリングの他、透水試験(ωテスト)も行なわれている。これらのコアは203~211号孔(紛失)を除きコア箱に入れて整理されている。ただ、コアをコア箱に収める際、コア採取率の悪い所は実掘削長より短く、また十分採取した所は実長より長く箱に収められているため、後日のコアの選定に際して、その深度の判定をきわめて困難にしている状態にある。但し、1981年7月以降に施行されたものは透水試験はルジオンテスト(Lu)に統一され、コアの収納も完全に行なわれている。

ボーリング作業およびその柱状図の作成は中国側で行われたが、日本側でも、主として岩盤等級の評価や土木地質的考察を含めてコアを鑑定し、柱状図を作成した。今後詳細な地質解析に際しては、両国の柱状図を参考にすることにより、より豊富な地質情報が得られると考えられる。特に、前述したコア箱への整理の際に生じたコア深度の誤差の問題は、穿孔に直接関係した中国側柱状図を参考にすることにより修正することが可能と思われる。

### ・ ボーリングによる透水試験

透水試験は河床堆積砂礫層と基盤岩について表4-2(付録表④-2)のとおり行なわれている。前者については揚水試験を、後者については注水試験を行なっているが、後者はその試験方法が年代によって異なっている。この試験方法の違いは透水性の判定に問題となるので、予めはっきりと区別して考えておく必要がある。

#### 河床堆積砂礫層の透水試験

すべて大孔径ボーリング孔利用の揚水試験で、1973年~1981年3月迄に行なわれた。1981年3月以降は河床堆積砂礫層の透水試験は行なっていない。試験はいわゆる揚水方式によるもので、“抽水試験”といわれ、滲透係数は米/昼夜で表示されている。

この試験はボーリング205, 206, 208, 211, ZK-9, ZK-15およびTBL-14孔で合計12区間行なわれた。

#### 基盤岩の透水試験

すべて圧力水注入工法であるが、1981年7月を境にその方法をω試験からLu試験に変更し、さらに1981年2月を境に注入圧力を変えるなど、やや複雑である。

その概要は次のとおりである。

㉔ 1973年 ～1981年1月	㉕ 1981年2月 ～1981年7月	㉖ 1981年7月以降
ω 試験 圧力段階 1-2-3 kg/cm <sup>2</sup>	ω 試験 圧力段階 3 kg/cm <sup>2</sup>	Lu 試験 圧力段階 1-3-5-7-10- 7-5-3-1 kg/cm <sup>2</sup>
ω 試験 (オメガ試験) = 升/分・米・米 = ℓ/min/m・0.1 kg/cm <sup>2</sup>		Lu 試験 (ルジオン試験) = ℓ/min/m・ 10 kg/cm <sup>2</sup>
100 ω = 1 Lu		

得られた値を比較する上で問題になるのは、上記の表で明らかなように、注入圧力が全く違うこと、およびω試験は圧力段階が片道であり、各圧力段階の注水量を全部加えたものを単位水頭(m)当りの量として計算によって求めているのに対し、Lu試験は圧力段階を往復とし、ルジオン値は図式で求めている(圧力が10 kg/cm<sup>2</sup>に達している場合は、その値をそのまま使用し、圧力が10 kg/cm<sup>2</sup>に達していないものは圧力-流量曲線の傾向に従って求めている)ことなど、本質的に異なっている点があることである。今回は、便宜上、ω試験の値を100倍して1 Luとしたが、透水性の検討に当っては、この点に留意しておく必要がある。

なお、上記表中の㉔、㉕、㉖の試験は下記の各孔で行なわれた。

㉔ 方式 - 203～211の9孔

㉕ 方式 - ZK-9, 10, 15, 37, TBL-1～16, 18, 19およびTBR-1～11  
の計33孔

㉖ 方式 - TBL-17, 20～23およびTBR-12～16の計10孔

#### ・ 横 坑

調査横坑は初期段階の1973年に、両岸各一坑ずつ(PD-301, 302)掘削された。1981年から本格的に掘削され、1981年2月に可能性調査段階の調査を終了した。1982年2月～4月に、そのうちの数坑を利用してブロック剪断試験、平板載荷試験が行なわれた。表4-2および(付録表㉔-1)に横坑一覧を示した。

調査の結果は中国側によって地質展開図にまとめられ提供されたが、別に日本側の調査団によって主として岩盤等級の評価や土木地質的考察を含めてスケッチを行い図面にまとめた。これは(付録㉔-1～6)に示すとおりであるが、展開図の作成手法上両国間に差がある(例えば、中国側は天盤展開図で示されているが、日本側は踏前展開を採用している)。



### 弾性波探査

日、中両国の共同作業により1982年1月より同年2月に亘って行なわれた。測定作業は中国側が、解析は日本側が行なった。測定に際して、地形急峻（絶壁等）な所、河の水位が上昇した所等、作業が困難な所は測定を中止し、結局表4-3に示す数量を施工した。

これらのうち、弾性波探査およびボーリング調査の結果は次項のとおりである。

#### 4.4.2 調査結果

##### (i) 弾性波探査

弾性波探査の結果、本地点は、速度値および層序からみて4層の速度層で構成されており、一部に低速度帯（基盤層中で局所的に小さな速度値を示す部分）が分布することが判明した。これらの速度層を地表近くに分布するものから順に第1、第2、第3、第4速度層と呼ぶ。

各層の速度、分布状況および推定される地質状況は下記のとおりである。

表4-3 弾性波探査測線一覧

場所	測線名	測線長	場所	測線名	測線長
左岸	TSL-1	205 m	右岸	TSR-1	250 m
	TSL-2	220		TSR-2	125
	TSL-3	250		TSR-3	120
	TSL-4	230		TSR-4	245
	TSL-5	275		TSR-5	250
	TSL-6	215		TSR-6	105
	TSL-7	200		TSR-7	105
	TSL-8	900		TSR-8	535
	TSL-9	435		TSR-9	695
	計 9測線	2,930 m		計 9測線	2,430 m
洪水吐	TSL-10	985	合計 22測線 6,995 m		
	TSL-11	200			
	TSL-12	200			
	TSL-13	250			
	計 4測線	1,635 m			

- 第1速度層：本層の速度は、起振点付近で観測される直接波の走時から求めたが、全般的に層厚が薄く直接波が観測されていないところも多いため、速度決定精度はよくない。おおむね0.3~0.5 km/sの速度を示し、各測線下に最大3~4 mの厚さで分布し

ている。露岩部では厚さが薄いか全く分布しないこともあり、全体での平均的な厚さは1~2mである。

本層は、表土・崖錐堆積物および基盤岩が風化変質によって脆弱となった部分に相当すると考えられる。

- 第2速度層：1.0~1.1 km/s の速度を示し、左岸部湖線の河床寄りの所に最大8m、平均5m程度の厚さで分布している。分布域が限られていること、現河床より若干高所に分布していること等から、本層は段丘堆積物の砂礫層に相当するものと推定される。
- 第3速度層：1.2~3.1 km/s の速度を示す。速度は場所によってかなり異なるが、全体的には2.0~2.5 km/s を示す所が多く、一部で1.2~1.5 km/s を示す。一部の湖線下で最大23~24mの厚さであるが、全体での平均的な厚さは7~10m程度である。傾向として、川側寄りおよび地形の凸部で厚くなっている。

本層は、主として風化変質作用が進んだ岩盤あるいは開口した割れ目の発達した岩盤であり、河床部での一部は水面以下の砂礫層に相当すると思われる。場所によって速度が異なるのは、風化変質の度合、割れ目頻度の違い等を反映しているものであろう。

- 第4速度層：3.2~5.5 km/s の速度を示す。速度は場所によって3.2~5.5 km/s と多様な値を示すが、4.0 km/s 以下の所は少なく、多くの所で4.6 km/s 以上を示している。

本層は、基盤岩類の弱風化岩盤、割れ目の多い岩盤、割れ目少なく新鮮・堅硬な岩盤等を包含する。場所によって速度が異なるのはそれらの違いを示しており、特に4.0 km/s 以下の速度を示す部分の岩盤は割れ目も多く、割れ目沿いに風化しているところもあると推定される。

- 低速度帯：第4速度層中において、局所的に周囲よりも小さな速度を示す部分がある。走時曲線の段違い現象（走時のおくれ）から存在を推定したが、幅が狭いため、屈折法探査の限界から、その正確な速度や幅、傾斜方向等を求めることはできない。ここでは、第4速度層中において、速度が3.0 km/s 以下とみられる部分を低速度帯として扱い、その位置を「3.0」で表示した。

低速度帯は、TSL-12、TSR-2、6、8、9湖線で計6カ所検出された。地質的には断層・破砕帯あるいは局所的な深層風化部など不良な岩盤部分に相当するものと思われるが詳細は不明である。

(2) ボーリング

孔番	記事（コアで見られる地質の柱状その他）
203	4~17mの砂礫層は持っている。基岩は深部まで亀裂が多く、65mまでは透水性が大きい。
204	15mまで亀裂面風化するも、以深は新鮮。26mまでやや透水性大。

	各所に緩い傾斜の割れ目が発達している。
205	河床砂礫層は厚く、透水性は大きい。基岩は全体に破碎され（各所に断層・破碎帯がある）、コア採取率は悪く、透水性は大きい。 62～65mはF5断層である。
206	堆積層は透水性が大きい。基岩は不均質であるが、風化は浅く、堅硬で不透性である。27～40mには水平の亀裂が発達している他、所々圧砕され亀裂が多い。
207	厚さ18mの堆積層の表層8mは砂・シルト層である。コアは各所で砕けている。
208	堆積層は厚く、表層の4mは透水性が大きい。全般に亀裂多く、水平割れ目も多い。
209	基岩は全て新鮮であるが、あまり堅硬ではない。亀裂は少ないが、水平割れ目が目立つ。
210	灰緑色凝灰角礫岩は比較的軟弱であるが、他は堅硬。16mまで透水性は大きいが以深は小さい。38～52mより湧水があった。
211	河床堆積層はルーズ、基岩は新鮮・塊状・堅硬であるが、一部緩～水平割れ目が発達していて劣化している。深度41mより湧水あり。
ZK - 9	基岩は全体として集塊岩で、熔結度が高い。亀裂面の風化・汚染は65mまで見られる。
ZK - 10	基岩は流紋岩主体で、凝灰角礫岩（高熔結）を混在している。軟弱層は少ないが、所々見られる。基岩の風化は深度28m付近まで強く、亀裂の汚染は45mまで見られる。
ZK - 15	コアの採取率悪い。基岩は流紋岩の多い所もあるが、全体としては集塊岩である。斜め亀裂が多いが水平亀裂もある。34m以深は不透水層をなす。
ZK - 37	凝灰岩部を混えるが、高熔結で流紋岩としてまとめられる。風化程度は少ない。
TBL - 1	一部の流紋岩は亀裂の発達が著しい。凝灰岩類が多いが軟弱層は少ない。基岩の風化は8mまで著しく、亀裂面の風化は孔底まで及んでいる。
TBL - 2	32.5mまでの流紋岩は、亀裂と風化が著しく、劣化。全体に風化していて悪い。軟弱層あり。
TBL - 3	凝灰岩は同時熔融礫を含む特徴がある。集塊岩は礫が分離しやすい。全体として良好。

- TBL- 4 流紋岩だが、凝灰岩を著しく挟む。軟弱層が多く、亀裂も多い。風化・汚染も顕著。
- TBL- 5 全体としては集塊岩として扱える。軟弱層は少ないが厚い模様。
- TBL- 6 凝灰角礫岩が多い。全体に亀裂多く、風化しており、二次粘土もあるなど性状は劣る。軟弱層がシーム状に若干ある模様。
- TBL- 7 全体によく熔結しているが、軟弱層は多く、まとまっている所もある。風化は3mと浅い。
- TBL- 8 流紋岩、凝灰角礫岩より成る集塊岩体。軟弱層は全区間にわたって見られるが、ほとんどは薄層。基岩は全体に亀裂多く、風化もやや進んでいるため、やや劣る。
- TBL- 9 基岩は着岩後すぐ堅硬にして良好、深部に破砕帯の再固結部分がある。全体として非常に堅い岩体だが、亀裂面の風化は深度110mまで達している。
- TBL-10 深部は凝灰岩類が多いが、全体としては集塊岩である。深度58m以浅の各所に軟弱層があり、一部ではゾーンとして集中している模様。亀裂面の風化は68mまで。
- TBL-11 表層は段丘堆積物。凝灰岩類を混える流紋岩で、堅硬であるが亀裂面の風化は孔底まで及んでいる。
- TBL-12 流紋岩は亀裂が多い。軟弱層は少なく、基岩の風化も殆どない。
- TBL-13 基岩は着岩後すぐ良好である。凝灰角礫岩を混えるが、軟弱層はない模様。
- TBL-14 岩自体の風化は殆どないが、亀裂面の汚染は56mまで及んでいる。集塊岩体には軟弱層を挟んでいる。
- TBL-15 流紋岩主体で、深部ほど高熔結である。基岩の表層の風化は著しく、深部の各所にも亀裂沿いの中程度の風化がある。
- TBL-16 均質な流紋岩で、熔結度大で硬化している。基岩の亀裂沿いの風化は17mに及んでいるが、全体としては良好である。
- TBL-17 表層は風化残留土。凝灰角礫岩は高熔結で堅硬である。基岩は割れ目沿いの風化が著しく、18mに及んでいて、疑っていると考えられるが、軟弱層はない。
- TBL-18 基岩は流紋岩で、概ね良好だが、亀裂面の風化・汚染は孔底まで及んでいる。
- TBL-19 均質な流紋岩で、岩質はきわめてよい。
- TBL-20 全体としては集塊岩で、高熔結を受けているが、所々に軟弱層があ

- る。強い風化は15mまでであるが、亀裂面の風化・二次粘土の挟在は32mに及ぶ。浅部に多亀裂帯がある他、全体にやや亀裂が多い。
- TBL-21 ルーズな河床堆積層が30mあり、礫径は5~20cmである。集塊岩は熔結度は高いが、軟弱層のある疑いが数カ所ある。全体としては良好である。
- TBL-22 基岩の所々に多亀裂帯や破砕帯がある。挟在する凝灰岩は軟化している所があるように見られるが、明らかではない。亀裂面の風化は17m付近まで見られる。
- TBL-23 流紋岩主体の集塊岩で、熔結度が高く堅硬である。軟弱層が賦存する徴候が若干あるが、ソームと考えられる。基岩は概ね新鮮であるが、亀裂面の風化・汚染は27mまでである。
- TBR-1 崖錐が厚い。凝灰岩類が多いためもろい。浅部に軟弱層がある。風化は弱く亀裂面の汚染は18mまで見られる。
- TBR-2 流紋岩は、凝灰岩類を挟み、その各所が軟弱層を形成している。風化は少ない。
- TBR-3 表層に捨土がある。流紋岩主体の集塊岩で、全体として新鮮。亀裂面の風化・汚染は弱い。80mに及んでいて風化は深い。
- TBR-4 集塊岩は凝灰岩類を多く混える。このため薄層ではあるが、軟弱層が多く、性状は劣る。亀裂面の風化は全部にわたって見られる。
- TBR-5 基岩は9mまで風化しているが、亀裂面の汚染は118mまで見られる。破砕帯や劣化帯はないが軟弱層が多い。
- TBR-6 実体は凝灰角礫岩を多く挟在する流紋岩で、全体としては塊状・堅硬にして良好。軟弱層が散見される。亀裂面の風化・汚染は深度17m付近までである。
- TBR-7 流紋岩が多いため、軟弱層は全体として少ない。集塊岩は亀裂が多い。亀裂面の風化・汚染は20mまで顕著である。
- TBR-8 凝灰岩類の多い集塊岩であるが、熔結度が高く硬い。基岩の風化は5mまで。
- TBR-9 流紋岩の多い所があるが、全体としては集塊岩である。基岩は熔結度が高く、軟弱層は少ない。ただ39m付近に、二次粘土賦存の徴候が見られる。
- TBR-10 基岩は全体によく熔結されているが、若干の軟弱層がある。
- TBR-11 基岩のうちの流紋岩の多くは軟弱層を挟む(特に浅部)。亀裂面の風化は25mまで。

TBR-12	流紋岩で全体として良好。亀裂面の風化は7mまでやや顕著である。
TBR-13	基岩は概ね新鮮で、亀裂面の風化も少ない。焙結度が高く、軟弱層もない。
TBR-14	浅部の凝灰岩類は、焙結していて、流紋岩との密着度はよい。基岩は新鮮で、亀裂面の風化は8m程度である。軟弱層は認められないが、賦存の可能性はある。
TBR-15	所々に凝灰岩類を混える集塊岩で、凝灰岩は若干破砕されている。即ち軟弱層の賦存の可能性は強い。コブが少ないのはこのためかもしれない。
TBR-16	凝灰岩類を持つ流紋岩で、前者は軟弱部が多くやや劣るが、軟弱層は少ない模様である。基岩の亀裂面の風化は21mまで見られる。

## 4.5 岩盤試験

### 4.5.1 試験地点および手法

#### (1) 試験地点

この試験は初めは日・中共同で行ったが、その後は全部中国側で行なわれた。その解析は日本側の手法によりまとめられた。

試験地点は、流紋岩、高焙結凝灰角礫岩、集塊岩(特に軟弱層の多い所)を対象として選定したが、岩盤が不均質なため必ずしも満足できなかった。

試験地点は、表4-4、表4-5に示す。

#### (2) 手法

##### ・ ブロック剪断試験

コンクリートブロックを岩盤面に打ち、打継ぎ面の近くで岩盤を剪断破壊しようとするものである。今回は同一地質条件内で試験ができるよう努力し、鉛直荷重を3種類変えて岩盤の破壊強度を求めた。

##### ・ 平板載荷試験

油圧ジャッキのストロークによる変位が、剛性の高い円形剛板を介して、岩盤表面に一樣に与えられる定変位載荷方法を用い、試験から求められた応力-変位曲線より岩盤の弾性係数および変形係数を求めた。

表 4-4 ブロックせん断試験結果一覧

横坑	試験位置 (m)	試験位置の地質	粘着力 C (kg/cm)	内部摩擦角 $\phi$ (°)	残留強度定数	
					C (kg/cm)	$\phi$ (°)
PD-2	TD, 16.33 17.94, 20.08	高熔結凝灰角礫岩 岩級 B~C	16	58	3	57
PD-5	TD, 22.25 24.38, 26.40	流紋岩 岩級 A	20	58	2	48
PD-6	TD, 17.00 22.00, 25.00	凝灰角礫岩 岩級 D~C	15	62	2	49
		やや軟質な凝灰角礫岩 岩級 D~C, D	20	53		

表 4-5 平板載荷試験結果一覧

(単位:  $10^4$  kg/cm)

横坑	試験位置	試験位置の地質	変形係数 D	接線弾性係数 Et	割線弾性係数 Es
PD-2	TD, 10.10m	高熔結凝灰角礫岩 岩級 C~B	7.4	25.4	13.4
	22.88	高熔結凝灰角礫岩 一部流紋岩, 岩級 B~C	7.1	10.1	6.0
PD-3	9.60	流紋岩 岩級 B~C	16.5	44.0	15.6
	19.20	流紋岩 岩級 C~B	22.6	46.6	18.6
	23.60	流紋岩 岩級 B~A	*	*	*
PD-5	18.80	流紋岩 岩級 A~B	*	*	*

\*変形量が極めて少なく、載荷板とコンクリートとの接触面の影響が試験結果に表われ判定不能。

#### 4.6 ダム地点の地質

##### 4.6.1 概 要

地質平面図(図4-4)に示されるように、本地点の基岩はダム地点左岸上流端部(横坑 PD-301, PD-3, 5)付近より上流域および下流の高位部に流紋岩(結晶質~ガラス質な熔結凝灰岩)が分布する他はすべて集塊岩でまとめられる。したがって、流紋岩(単体)がダム地点に関係する範囲は少なく、ほとんどが集塊岩体に関与することになる。この他若干

の貫入岩（粗粒玄武岩，輝緑岩）があるが，その分布は極めて限られている。

集塊岩は4.3.2でのべたように，非常に複雑な岩種の集合体で，部分的には軟弱層を多く含み，また，水平～緩傾斜亀裂が発達している他，小規模ながら弱線が認められるなど不均質な性状をもっている。この他，集塊岩中には流紋岩の大きい岩体を混在する所が多いが，これは流紋岩単体と同様な性質を示し，大小の節理，亀裂の発達箇所（特に小亀裂の集中ゾーンもある），これらの亀裂がゆるんで開隙した所，これに二次粘土を挟在する所などの欠点を持つ所もある。

流紋岩は，全体としては塊状，緻密，堅硬であるが，局部的に著しく亀裂が発達した所や，大目のクラックが多く，相当深部迄亀裂面の風化，汚染が見られる他，二次粘土を挟在する所も多い。

非常に大きい断層はないが，中～小規模の断層が若干みられる。

なお，ダム地点の地質は図4-4，4-5，4-6に示したが，地質分布の概念は次の略図のとおりである。

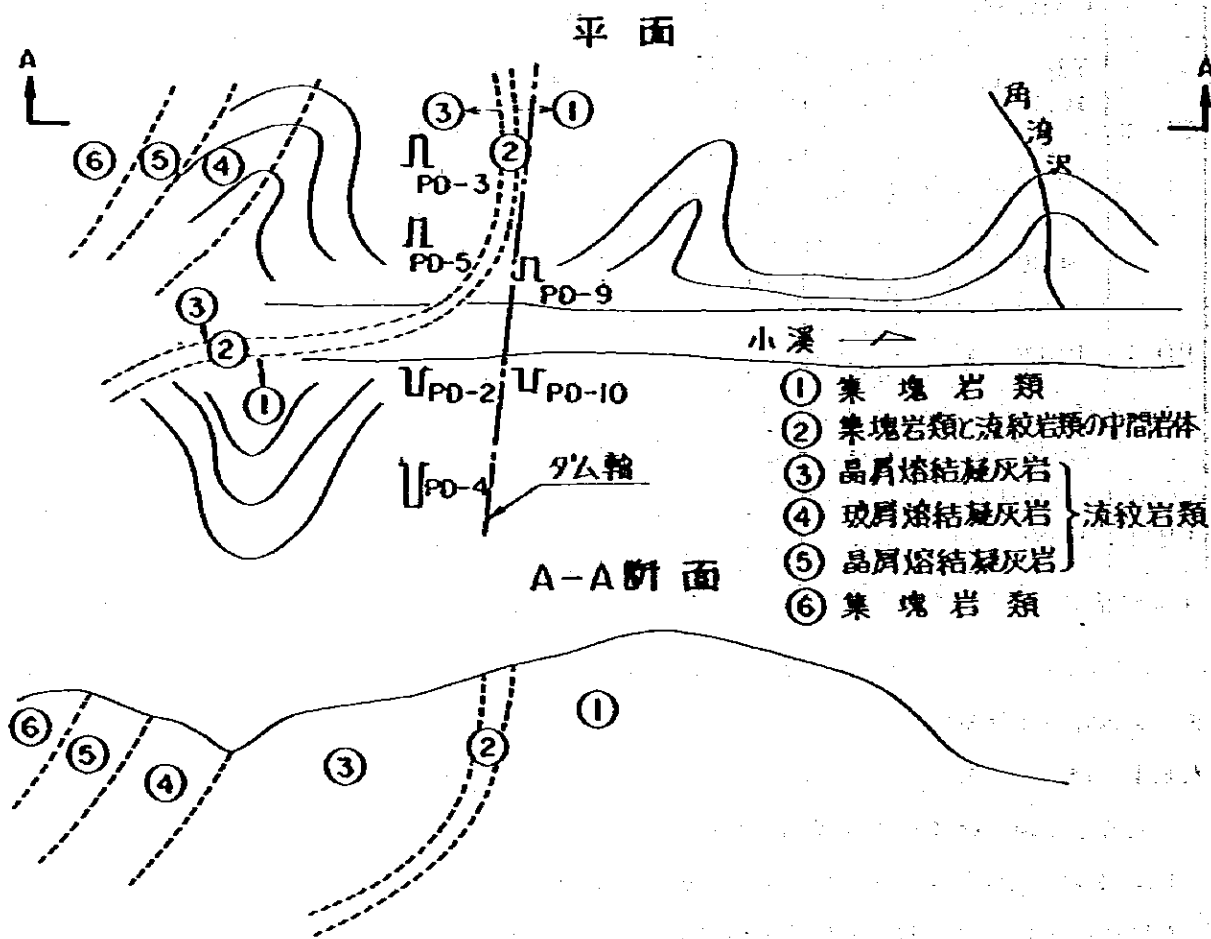


図4-1 ダム地点地質略図



## 4.6.2 地 質

### (1) 表層堆積物

#### ・ 崖 錐

全体として非常に薄く、いたるところに露岩がみられる。一般に1~2mの厚さであるが、尾根形状を示す所ではこれより厚く、大略6~10mであろう。この崖錐の厚い範囲は、左岸ではダム地点上流の地形が開ける所の稜線部、計画ダム軸の高位から水文站にかけてのふくらんだ斜面、PD-7の位置する稜線とその下流の急崖の裾、右岸ではPD-6の位置する稜線とその下流の沢の間の斜面等である。

#### ・ 段丘堆積物

左岸川岸沿いに比較的幅広く、連続して分布している。厚さは11~18mである。

#### ・ 河床堆積物

厚さは左岸寄りで平均的に17~23mであるが、川岸近くの一部では27m(ボーリング205)を確認しており、右岸寄りでは7~17mと若干浅い。堆積物は浅部(深度10m付近まで)は砂混り礫、それより深部は、砂・シルト・粘土混り礫で浅部よりやや細粒分が多い。

### (2) 基盤岩石

#### ・ 流 紋 岩

ダム地点左岸上流部に分布する流紋岩体は、全体に暗灰~暗茶灰など暗色のものが多く、岩自体は極めて緻密、堅硬である。一般に大目の亀裂、節理が発達し、大きいブロック状になっている所が多い。節理系は、走向N-S、E-W系のものがみられ、一般に急傾斜であるが、N-S系のものは10~30°の緩傾斜(東側、即ち川側傾斜)のものが各所にみられる。このような緩傾斜節理(亀裂を含む)は横坑(PD-301、PD-3、5)の各所に見られる他、ダム地点上流の原石山侯禰地付近においてもかなり顕著に見られる。基岩は一般に岩自体の風化はほとんどなく(被りは薄く)着岩後直ぐに新鮮、堅硬(極硬)になるが、上記の亀裂、節理などのため、表層~浅部(5~10余m)はゆるみ、その多くには二次粘土が挟在し開隙している所もある。また亀裂沿いの風化、亀裂面の風化サビ汚染も深度30~40mまで顕著に認められ、ボーリングでは100mまたはそれ以上の深さに亘って淡いながらも茶褐色のサビ汚染が認められている所があるなど、亀裂に伴う風化が進んでいる。この他、亀裂に石英、方解石、長石あるいはカオリンなどの鉱物細脈を挟む所がある他、亀裂沿いの熱水変質が見られる所がある。なお、流紋岩の中に混在する凝灰角礫岩はいずれも完全に熔結され一体化している。ダム地点に於ける本岩と集塊岩の接触部は、よく密着していることが河床のボーリングによって確認されている。

## ・ 集塊岩

流紋岩、凝灰角礫岩、凝灰岩等が混在するものを総括したもので、量比としては殆どが流紋岩で凝灰岩はごく僅かしかない。いかえれば、流紋岩の岩体～大、小礫を凝灰岩類が膠結物として充填しているものである。量的な関係からみれば、むしろブロック熔岩と称した方がよいが、別の見方をすると、熔結した範囲（特に凝灰角礫岩）が広いことから熔結集塊岩とみなすことも出来るなどその性状はきわめて複雑である。

ダム地点内でこれらを細かく分類することは殆ど不可能であるが、大略、ダムサイト上流部では河床は流紋岩主体、右岸はブロック熔岩状、左岸はその中間岩体として、中流部では河床は流紋岩主体、兩岸は中間岩体として、更に下流部では流紋岩主体の集塊岩としてまとめられそうである。しかし、岩体としての性質がきわめて複雑であることから、細かく分類しても土木地質的な利用価値は実際には殆どないと思われる。

この岩体は一般に中硬～極硬質であるが、後述の挟在軟弱層の分布量とその形状により、その性質は著しく劣化し、軟弱層からブロック状に分離し易くなったり、風化、軟化が局部的に著しく進んだりし易い。岩体としては一般に亀裂が多く（不規則だが水平に近いものも各所にみられる）、軟質な所も多くこのため風化の厚さ、程度もやや大きい。開隙や二次粘土の挟在するような亀裂は少ないが、亀裂面の風化汚染は、20～30mから80～100mまでの深さに達する所があるのがボーリングによって認められている。集塊岩体中の各岩種の概略性状を述べると次のとおりである。

（流紋岩） 紅茶色、暗茶色など紅色系統のものが多いうで（色と分布位置等は関係不明）、流理構造がみられるものも多い。前述のように、分布範囲は全く複雑で、岩塊としての大きさも数10mから数cmのものまである（一般には10～30cmの大きさから1～3mが多く、時には20～30mに達するものがあるように見られる）。大塊の場合の岩質は流紋岩のそれと同じであるが、中～小岩塊の場合は、その熔結度によって異なる。ただ岩そのものの性質は殆ど単体の流紋岩と同じで、緻密、堅硬で耐風化力は強い。

（凝灰角礫岩） 一般に緑灰色～暗緑灰色で中硬～硬質である。高熔結をうけた所は流紋岩と殆ど同質である（これはPD-2坑全部、PD-4、12坑の一部など右岸の上流部にみられる）。含有礫は流紋岩の小片が主体で、濃緑色の凝灰岩片等もある。一般に塊状であるが、不規則な割れ目も発達している。耐風化力は弱く、強風化帯を形成している所が多い他、大気中では風化速度が早く新鮮な色をしたままボロボロの岩片状～砂状になる。なお非～弱熔結状態にあると思われるこの岩の一般的な硬さは、第三紀の中間の層の硬さと同じ位である。

（凝灰岩） 単体で広く分布することはほとんどないが、凝灰角礫岩の異相として凝灰角礫岩体の中、その縁辺部、流紋岩礫のマトリクスとして薄層の状態で挟在する他、

流紋岩体の中にもシート状に挟在することもある。これらのほとんどは風化、破砕、熱水変質などによって軟化している。

#### ・ 軟 弱 層

集塊岩体中の凝灰角礫岩や凝灰岩が亀裂に沿う風化、熱水変質をうけ、あるいは集塊岩体の角礫（主として流紋岩）のマトリクスとして薄層状に挟在したものが、火山活動中の造山運動による断層、ずれ、応力の集中などをうけ、あるいは流紋岩の熱や結成の熱水作用などによって軟化粘土化したものである。その分布性状は全く不規則である。ただその成因から、厚いものは少なくほとんどは数mm～数cmのオーダーで所々10cm程度、稀に30～50cm程度（横坑PD-302, PD-6, 8）の厚さである。連続性はあまり長いようではなく、ベンチカットや横坑でもあまり顕著にみられず、一般的に数10cm～数mのオーダーであるが、右岸道路、横坑PD-302で見られるF29や右岸BL100mのベンチカットなどに、10～20mあるいはそれ以上（30m）連続しているものがある。なお、これらは一般に凹凸の激しい平面をなす。また軟弱層の分布は、当然、噴火、堆積等の生成条件に依ることから、画一的であり得ない。なお、軟弱層の存在は凝灰角礫岩、凝灰岩と直接関係するものであるから、その分布はこれらの岩石類の分布と略一致する。したがって、これら岩石類の多い所、即ち集塊岩体でも凝灰岩類の多い部分に軟弱層が多く分布するので（高熔結の凝灰岩類の部分はもちろん少ない。一方、流紋岩の岩塊～岩体の中にもシート状に挟在することもある）、これらの分布、性状を充分把握しておく必要がある。

### (3) 断層、節理および亀裂

#### ・ 節理、亀裂

流紋岩は一般に大目の節理が発達している。その走向はN-S, E-W性のものがやや多く傾斜は垂直に近いものが目立つ。亀裂は所によって多少があるが、多亀裂帯の連続性は認められない。横坑PD-3, 5などで見られるものは、走向NE-SW（川と平行）S傾斜（川側）のものが多。

集塊岩は一般に塊状であるが所々不規則亀裂帯がある。しかし、これらの連続性はない。熔結度の高い所は節理、亀裂が発達するが、特に方向性はない。

#### ・ 断 層

地表で見られるものでは左岸BL100mのベンチカットで見られるF22（N10°W, 80°S）が破砕幅5～7mをもつ大きなものであるが連続性については不明である（局部的破砕帯の疑いもある）。横坑で見られるものは横坑PD-3, PD-5の坑口付近で見られるF19（N-S, 60～70°W, 幅5～20cm）、F24（N50～60°E, 85°S, 幅10～30cm）がやや大きい。一次破砕が地山のクリーブにより見かけ上拡大した疑いもあり、その連続性もあまり追求できないことから、大規模なものではないようである。

全体的にみると、小さい不連続な（火山活動に伴った）ものはあるが、問題になるような大規模で連続性のあるものは無いようである（但し、下流の左岸の角筒沢と鞍部を形成している構造線はやや大きい。これについては後述する）。なお、図示されている断層のうちのF28はゆるんだ岩塊の隙であり、F29は集塊岩中の挟在軟弱層が水平に連続しているもので、いずれも、いわゆる断層ではない。

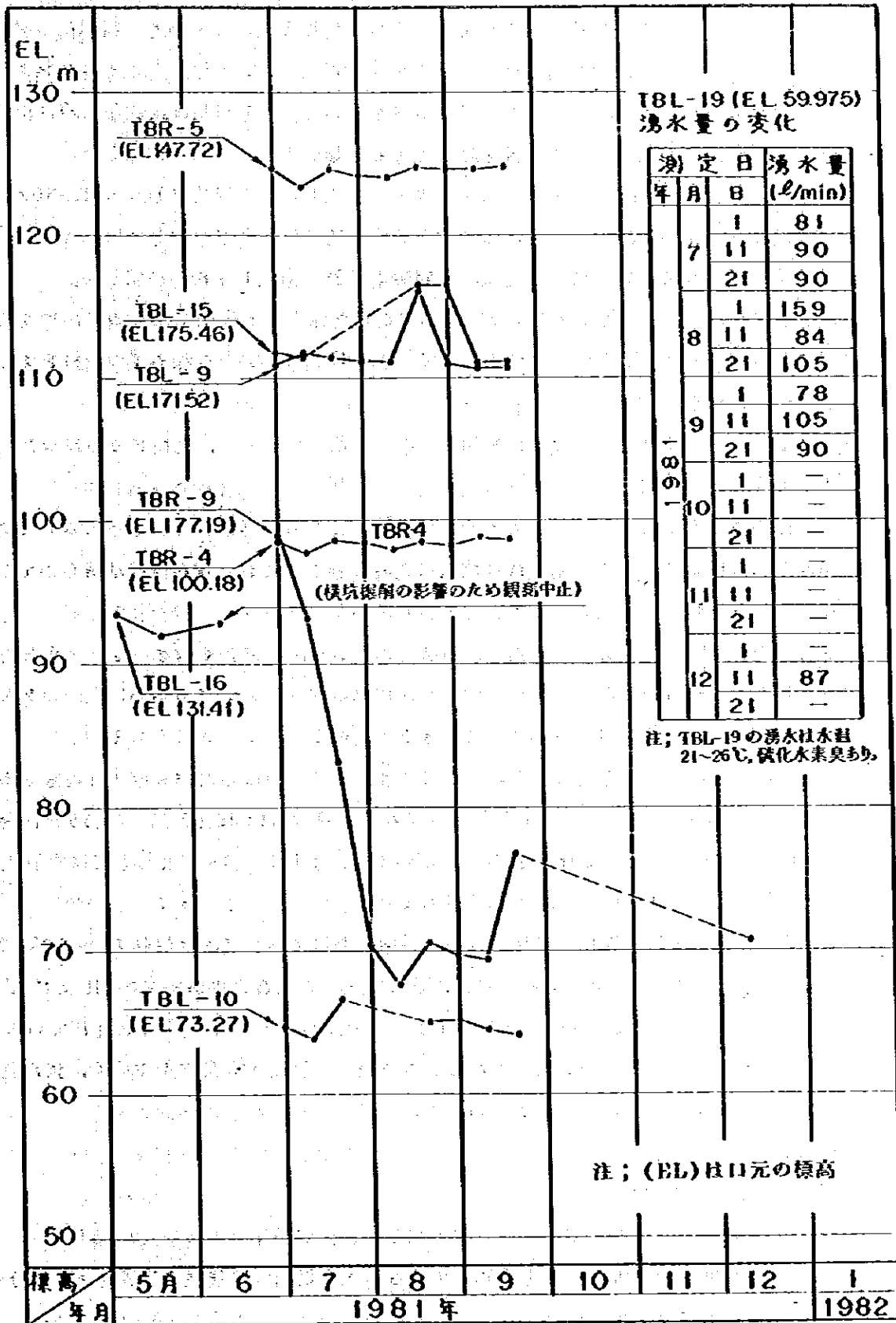
#### (4) 地下水

ダム地点の地下水は岩盤の割れ目からの裂隙水で、湧出露頭の標高は左岸では最高170m、最低80mで、右岸では最高350m、最低80mである。地下水は一般にルーズな堆積物と基岩の境界面から滲出する。地下水量は当然季節や降水量の影響を受けるが、その反応は早く、ことに降水の影響をすぐに受けているようである。

ダム地点での地下水位は、従来からボーリング孔の水位観測によって行われてきたが、1981年3月以降、数本の観測孔を設け、改めて観測を正式に開始した。

ボーリングによる水位観測孔は左岸で4孔（TBL-9、10、15、16）、右岸で3孔（TBR-4、5、9）で、観測結果は（付録表④-2）および図4-2に示す。

図4-2 水位観測孔内水位



ただ、本地点はボーリングと横坑が同時に施工されたので、横坑掘削の影響があり、地下水位の実態は把握できない。

また、ボーリングの一般孔で示されている水位は削孔直後の値であり、観測孔のデータからみると、安定水位は掘削終了後の水位からかなり下るので、低標高部のボーリング孔を除いた各孔の水位はもっと低いものと考えらるべきである。なお横坑は、掘削当時は湿潤状態であったが、すぐ乾燥し、その後も降水による影響があり、実態は把握し難い。

なお、古い資料（1975年1月）によればダムサイト兩岸の横坑PD-301、302では大部分は乾燥していて、亀裂の発達した所や風化・破砕部のみが滲水していたとされている。横坑の地下水については、調査横坑展開図（付録図④-1～6）に記した。

以上のように、ダムサイトでの地下水位の状況は測定条件が完全でないので、精度的には問題があり、また地下水位は地形によってかなり差があるが、これまでの資料をまとめると下記のとおりである。

- 左岸の地下水位は低位部では比較的高く地形に沿っているが、高位になるにつれ勾配が緩くなり地形に対して低くなる。
- 右岸の地下水位は上流断面と下流断面で異なり、前者は低位部では地形に対して高いが、高部は極端に低くなり（これは横坑による影響とも思われるが実態は明らかでない）、後者は比較的地形に順応して高くなっている。

以上のように地下水位は一般にやや低い傾向にあるが、一方多くのボーリングから湧水がみられる。これらのほとんどは河の中または川岸のボーリングであるが、左岸のZK-37、TBL-19、洪水吐のTBL-1、3など高位のボーリングにもある。

これらの湧水はいずれも亀裂からのものであり、その水頭は殆どが1～4m程度であるが、210、TBR-10孔（共に右岸川岸）では夫々最大水頭26.69m、25.55m、湧水量0.03ℓ/min、0.19ℓ/minが記録されている他、TBL-19（左岸）では水頭7.95m、湧水量81.0～159.0ℓ/minが報告されている。

また、地下水は一般に無色、無味、無臭、透明または半透明で、水温は11～22℃であり、17試料の化学分析結果によると水質は重炭酸ソーダと石灰水が主で、pH値は平均7.37で中性である。硬度は少数の試料によるとく0.7mg当量/ℓであるとされている。

ただ新しく掘ったTBL-19孔はこれらと若干異り、硫化水素臭がやや強く、黄白色の沈殿物（硫化炭酸塩類物と推定）がみられる。

#### 5) 透水性

- 河床堆積層の透水性

本地点の河床堆積層の厚さは、右岸寄りでは若干浅いが平均して17～23mあり、流心より若干左岸寄りでは最大27mを確認している。調査範囲の堆積層の組成は二つに分けられ、上部（厚さ3～9m）は砂混り礫層、下部は砂、土（粘土）混り礫層とされている。

これらの層に対してのボーリングによる揚水（抽水）試験の結果、透水係数は上位層は  $K = 3.5 \times 10^{-3} \sim 1.0 \times 10^{-2} \text{ cm/sec}$ 、下位層は  $K = 3.5 \times 10^{-5} \sim 5.7 \times 10^{-3} \text{ cm/sec}$  であるとされている。

#### ・ 基盤岩の透水性

透水試験の結果によれば、本地点の基岩の透水性は全般に非常に小さく、表層の幾らかの部分、深部のごく僅かな部分を除いてはすべてが  $0 \sim 1 \text{ Lu}$  で、極めて良好である。ルジオン値の大きい所は、基岩の表層のゆるんでいる部分、基岩中に開隙亀裂がある部分等であることは容易に考えられる。しかし、全般に  $1 \text{ Lu}$  以下という小さい透水性を示すことについては、下記の理由で多少疑問が残る。

- ・ 横坑の多くは乾燥状態にある（地下水位が低い）ことから、本地点の基岩はかなり割れ目が多いと判断されること。
- ・ ボーリング孔内の地下水位が、一部を除いてかなり低いこと。
- ・ ボーリングコアの亀裂面の風化、茶色汚染が見られる深さが一般に  $30 \sim 50 \text{ m}$  あり、深いところで  $100 \text{ m}$  に及んでいる所が多いこと。
- ・ 一般に流紋岩体中には亀裂の発達が多いこと。

なお、この他、本地点の透水試験はほとんどの試験であり、また、ルジオン値はの試験の値を換算（ $1 \text{ Lu} = 100 \text{ \omega}$ ）した数値であるので、真のルジオン値と同等に扱うことはできないといった問題もある。この点今後本地点の透水性を検討するに当たって注意しなければならぬ。

### 4.6.3 土地質的考察

#### (1) 一般

- ・ 崖錐堆積物は局部的に在るが、全般に薄く  $1 \sim 2 \text{ m}$  で、比較的厚いと予想されるダム軸付近でも  $4 \sim 6 \text{ m}$  と推定される。
- ・ 河床砂礫層の厚さ、透水性はダム地点周辺でそれ程変化はなく、その厚さは、左岸寄りでは  $17 \sim 27 \text{ m}$ 、右岸寄りでは  $7 \sim 17 \text{ m}$  である。砂礫層の透水性  $K$  は、上位層で  $1 \times 10^{-3} \sim 1 \times 10^{-2}$ 、下位層で  $1 \times 10^{-3} \sim 1 \times 10^{-5}$  のオーダーである。

#### (2) 基礎岩盤

- ・ 本ダム地点の基礎岩盤は、集塊岩中の軟弱層や流紋岩体中の水平クラック等の存在は認められるが、全体としては計画ダム（ロックフィルダム）築造には問題のない基礎岩盤である。
- ・ 計画ダム軸の約  $100 \text{ m}$  上流左岸に分布する流紋岩の岩質は堅硬、緻密で極めて良好である。構造面としては、緩傾斜（ $10^\circ \sim 30^\circ$ ）の水平クラックの発達が著しいが、細部はまだ不明な点がある。

- 同じ位置の右岸の低位部に分布する集塊岩体中の高塔結核灰岩は緻密、堅硬で良好である。しかし、高位部（EL. 100m以上）はいわゆる「軟弱層」の挟在量が非常に多くなり、特に水平に連続するものが多く岩盤の性状は劣る。
- 流紋岩と集塊岩の境界線は、川の流路中に位置するが、接触部は密着している。
- 計画ダム軸の上流100mより下流域は、両岸共集塊岩よりなるが、軟弱層の挟在程度により条件が違ふ。問題となる「軟弱層」は、1) 左岸では高位部（EL. 130m以上）を除いて比較的少なく、2) 右岸では計画ダム軸付近では中程度に認められ、それより下流では、高位部に少なく、低位部に著しく認められる。いずれにしろ、計画ダム軸上流100m付近を除いて、すべて軟弱層が在る。
- 特殊な処理を必要とするような断層は1本も認められない。
- 上記の水平クラック、軟弱層などはダム基礎として好ましくない地質条件ではあるが、ロックフィルダム築造に支障になるものではない。
- ダム地点付近は、いずれの断面に於ても、基岩は良好である。唯、左岸のPD-9坑の基岩は、他に見られない程度に強く風化している。また、軟弱層が分布するため全体の岩質が劣っている所もある。しかし、集塊岩は大きく見れば均質であり、風化部や軟弱層を除けば、深く掘削したら良くなるといったものではなく、従って余り大きく掘削しても意味がない。このようなことから、基礎の掘削は表層の劣化部の削除と整形掘削が主体となる。
- 横坑およびボーリングの夫々について、個々の岩質を基に判断した推定掘削深度とその標高を参考として記すると表4-6、および表4-7のとおりである。

表4-6 横坑の推定掘削深度

場所	坑名	坑口標高 (m)	推定掘削深度 (m) (水平方向)
左岸	PD-301	61.41	3.0
	PD-3	99.95	3.0
	PD-5	55.05	6.0
	PD-7	99.59	2.0
	PD-9	61.33	4.0
右岸	PD-302	114.18	4.0
	PD-2	48.03	3.0
	PD-4	89.67	3.0
	PD-6	74.82	3.0~5.0
	PD-8	48.70	3.0~5.0
	PD-10	48.77	6.0
	PD-12	82.37	4.0



表4-7 ボーリング孔の推定掘削深度

場所	孔名	孔口標高 (m)	推定掘削深度(m) (( )内は標高m)	場所	孔名	孔口標高 (m)	推定掘削深度(m) (( )内は標高m)
左	ZK-9	33.64	17.00 (16.64)	河 床	ZK-10	32.81	21.00 (11.81)
	ZK-37	75.06	2.50 (72.56)		ZK-15	31.68	14.50 (17.18)
	TBL-10	72.74	2.00 (70.74)		TBL-14	33.40	23.00 (10.40)
	TBL-11	48.90	12.00 (36.90)	右	TBR-2	146.73	0.50 (146.23)
	TBL-12	76.11	2.50 (73.61)		TBR-3	41.80	8.00 (33.80)
	TBL-13	46.80	11.50 (35.30)		TBR-5	147.67	6.50 (141.17)
	TBL-16	130.91	2.00 (128.91)		TBR-6	48.99	2.00 (46.99)
	TBL-17	123.04	2.50 (120.54)		TBR-7	104.28	1.00 (103.28)
	TBL-18	103.38	2.50 (100.88)		TBR-8	102.12	2.00 (100.12)
	TBL-19	59.06	7.00 (52.06)		TBR-10	33.30	7.00 (26.30)
	TBL-20	91.19	4.50 (86.69)		TBR-11	71.14	1.50 (69.64)
	TBL-21	38.96 (斜孔)	30.50 (13.98)		TBR-12	140.25	6.00 (134.25)
	TBL-22	105.71	2.50 (103.21)		TBR-13	34.17 (斜孔)	7.00 (28.05)
TBL-23	59.56	3.00 (56.56)	TBR-14	76.16	2.50 (73.66)		
				TBR-16	117.79	5.00 (112.79)	

### (3) 透水性

基盤岩の透水性については、4.6.2で述べた如く、ボーリングコアで見られるような亀裂の発達や地下水面が低いことなどから判断すると、透水試験結果に多少疑問が残る。しかし、試験結果のみから判断すると、局所的な高透水部を除くと、全般に極めて透水性の小さい岩盤と言える。ただ、計画湧水位線と、兩岸の地下水位の線が交叉する所が未だ明らかになっていないので、透水性の大きい所が兩岸翼部に拡がることが考えられる。

## 4.7 諸構造物地点の地質

### 4.7.1 導水路の地質

#### (1) 地質

本地点付近に分布する地質はすべて集塊岩である。この集塊岩体の中の流紋岩の分布量の関係は明らかではないが、地表や調査工事の結果から、上流域はやや少なく下流域でやや多いようである。

表土、崖錐は呑口の位置する滝坑沢の山腹斜面で若干みられるのみである。

基岩の性質はダムサイトの項で述べたのと全く同じである(4.6参照)。

断層は大規模なものはないが、PD-6の上流の沢、TBR-4、5の位置する深い沢など、沢を形成する所に小断層の集合体がある可能性がある。

#### (2) 考察

呑口部分一帯は急崖をなし、よく基岩が露出し、崖錐は局部的にあるものの、あまり厚い所はないようである。

基岩は全部集塊岩であるが、全体としては上流部は凝灰角礫岩が多く、下流部は流紋岩が多い岩体と思われる。したがって、「軟弱層」は上流部で多く下流部で少ないことが考えられる。集塊岩は一般に塊状、堅硬であり、調査横坑などの状況からみても、トンネル(径12m)掘削に問題となるようなものではない。ただ、断層や地下水位との関係が問題となる。断層はTBR-4、5の沢にその存在が予想されるが、この沢がかなり深いことから小規模である可能性がある。また、地下水位は上流部では低い可能性があるが、TBR-4、5ではEL.97~123mと比較的高い。地下水位が高く地下水が多いと、水によって軟化する「軟弱層」の劣化から、崩壊が起き易く、また上述の断層などの劣化ゾーンからの湧水も考えられる。なお表土が浅いと降水の影響もありうる。

また凝灰岩類は風化し易いので、作業工程が長くなると、裸岩の所では「軟弱層」からの剝離、崩落が起りうるので、早い時期の被覆保護が必要である。

#### 4.7.2 水圧管路、発電所の地質

##### (1) 地 質

地質図に示すようにすべて集塊岩体であるが、全体に、含有する流紋岩塊が多い。山腹斜面での崖錐の厚さは局部的に3~5mあると推定される。川岸には道路掘削ズリ(巨岩塊)が数mの厚さで存在する他、氾濫堆積砂礫が薄く分布している。

断層は認められないが、「軟弱層」は道路切取崖や計画地点上流の横坑PD-8などで多く見られる。「軟弱層」の幾つかは降水により劣化し、流紋岩塊が抜けて崩れている。

大きい湧水はないが、滲水箇所が道路切取崖沿いに何か所もみられる。

##### (2) 考 察

水路出口付近には、段階状になった基岩の崖下に溜った崖錐が若干在る。鉄管路発電所付近の集塊岩にはやや「軟弱層」が多いようで、切取斜面の安定性保持には早急な被覆保護工を行なうなど注意する必要がある。

斜面低部は地下水の滲出箇所が多いので、風化と水により「軟弱層」の劣化はかなり早いものと考えられる。基礎としての地質には問題はない。

#### 4.7.3 洪水吐の地質

##### (1) 地 質

本地点は角湾鞍部(標高219m)を形成する直線的流路をなす角湾沢に位置する。この直線的形状は小湫河川の対岸の沢から、反対の郎回坑沢の支流へ延びており、地質構造線(断層)の存在を明らかにしている(後述)。沢自体の幅は非常に狭いが、両側の山腹斜面は緩い。

沢部や両側の山腹には表土や崖錐が数mの厚さであり、下流になるほど厚くなりながら角湾部落の扇状地に至り、本川の河成段丘に残っている。この扇状地部での堆積層の厚さは地形や弾性波探査の結果から、15m程度と考えられる。

基岩は、地質図に示すように、集塊岩体としてまとめられるが、低位部では流紋岩体塊が非常に多く(凝灰角礫岩等を混える流紋岩)、高位部は凝灰角礫岩類が多い傾向がある。ただその境界は不明である。基岩はいずれも良好で、凝灰岩類もボーリング(TBL-3)によれば高締結をうけて堅硬である。(図4-4, 4-6)。

断層は沢沿いでは被覆層のため小さいのが1, 2認められる程度であるが、小湫河右岸の道路沿いの切取部で、破砕帯を含めて幅30mに亘って劣化しているのが認められる。

これは断層・破砕帯と比較的良好な部分が互層状になっているものであるが、平面的な断層の幅等の変化は考えられるものの、この角湾沢には比較的規模の小さい断層が雁行状に集合帯を形成して延びていることが考えられる。しかし、3本のボーリング(全部斜孔)

ではいずれも断層の徴候をつかんでいないことから、その規模がもっと小さいか、その位

置が沢の中心からずれていることが考えられる。

## (2) 考 察

本地点の表土、崖錐は全般に薄い。角湾部落の扇状地（減勢工部）での堆積層の厚さが厚いことが予想されるが、基岩はきわめて良好で基礎岩盤としての問題はない。呑口ダム部はボーリングTBL-3の結果によれば常時満水位（BL.160 mで、核部尾根幅は270 m）での岩盤はB級であり良好である。

TBL-3の孔内水位（地下水水位）は標高195.06 mが記録されている。地形からみて、この水位はやや高すぎるようであるが、安定水位をこれより下げて考えても常時満水位よりかなり高く、ルジオン試験の結果も $Lu=0$ を示していることから、基岩の透水性の条件もよい。

斜渡部は岩質良好で問題はない。洪水落下部は堆積物は厚いが、基岩は良好であり問題はない。唯、両岸の法面の保護の検討が必要である。

### 4.7.4 仮排水路トンネルの地質（左岸案）

#### (1) 地 質

呑口、吐口部にやや厚い崖錐があり、特に吐口部は急崖の下に溜ったものであるので、坑口付けに注意する必要がある。崖錐の下には段丘堆積物が連続して分布しており、これらの厚さは上流部で5～10 m、下流部で5～15 mと予想される。トンネルルートは基盤岩は上流呑口部の僅かの区間が流紋岩、それより下流部は総て集塊岩よりなる。

#### (2) 考 察

流紋岩の岩質は非常に良く問題はない。集塊岩は全体として排水路位置の地質とほぼ同じと考えられるが、場所によっては排水路位置よりも流紋岩部が多く、軟弱層も小さいなど全般に良好であろう。ただ水文站の沢が深いことから、この部分は核りが薄く、小断層（F5）もあるなど局所的な劣化部の存在が予想される。

### 4.8 追加調査

可能性調査の段階としては、これまでにこなした調査で十分なものと考えられる。今後の調査はすべて主要構造物配置設計が終了した後行なわれるべきであろう。これまでの調査結果からでは設計を決定的に左右するような問題はほとんどない。

現在検討されている設計を勘案して、今後予想される地質調査工事は下記のとおりと考えられる。

#### ・ ダ ム

透水試験………最終決定ダム軸上に掃足調査（最終的には25～30 m間隔とするがとりあえず、左岸高位に2孔以上、山裾に1孔、右岸高位に2孔以上、川岸に1孔）が

必要、また、ダム軸上の左右岸の高位に各2孔の地下観測孔を追加する。

- 二次仮締切

ボーリング………両岸取付部の着岩位置の確認のため短いものを2孔ずつ行なう。

- 導水路

ボーリング………取水塔の精造物基礎調査のため、深度10m程度で2本以上。

- 水圧管路、発電所、放水路

ボーリング………分岐管路部、発電所に各1～2孔。

- 洪水吐

ボーリング………洪水落下地点の堆積物の厚さ確認のためと、鞍部の透水性確認のため若干(深度10～15m、5孔程度)行なう。

- 仮排水路トンネル

ボーリング………上・下流坑口付近の着岩状況確認のため10m程度で各1孔。



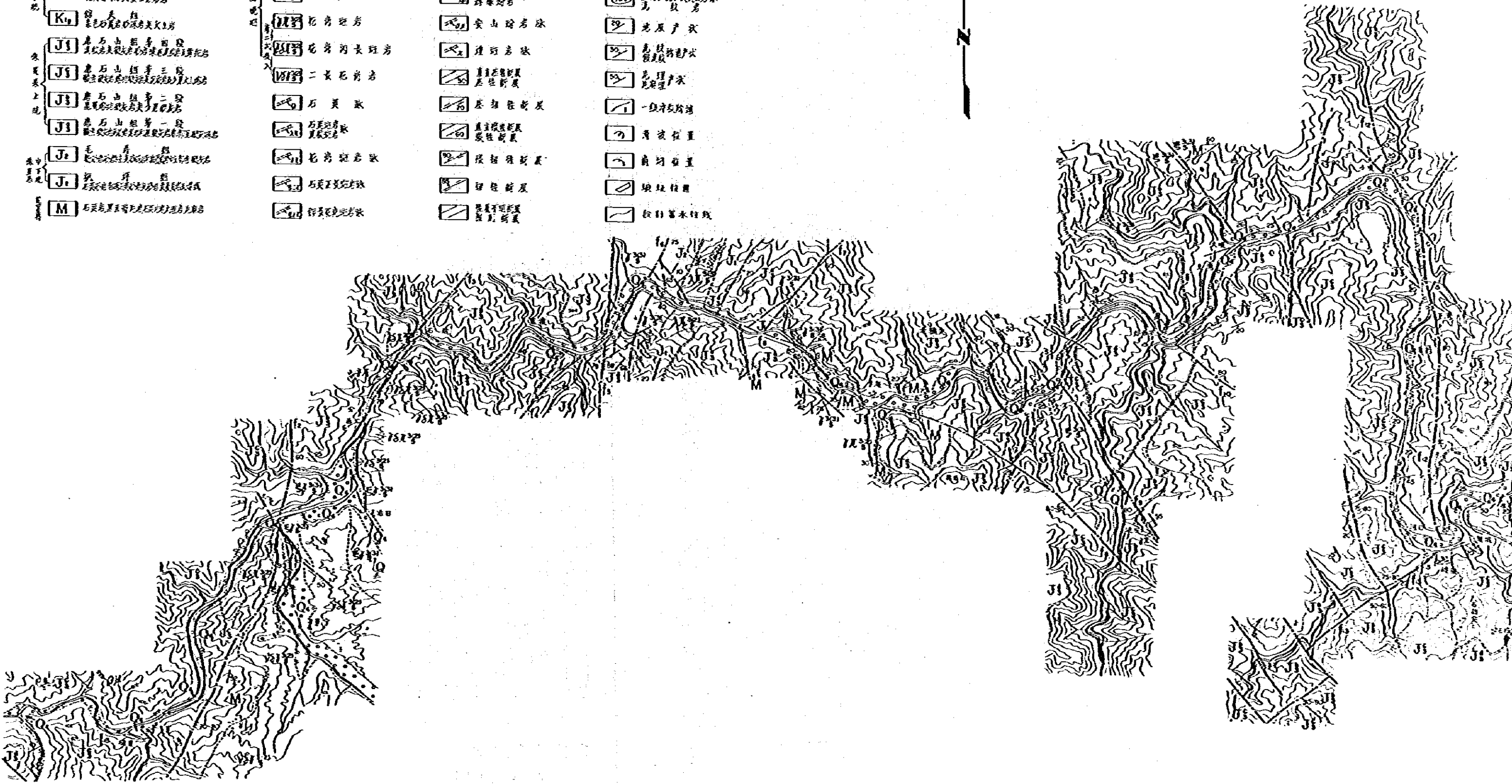
# 凡例

- Q<sub>4</sub>** 冲积层
- K<sub>1</sub>** 新近系上段  
红层砂页岩及砂岩
- K<sub>2</sub>** 新近系下段  
砂页岩及砂岩
- K<sub>3</sub>** 渐新系  
砂页岩及砂岩
- J<sub>1</sub>** 侏罗系第四段  
砂页岩及砂岩
- J<sub>2</sub>** 侏罗系第三段  
砂页岩及砂岩
- J<sub>3</sub>** 侏罗系第二段  
砂页岩及砂岩
- J<sub>4</sub>** 侏罗系第一段  
砂页岩及砂岩
- J<sub>5</sub>** 侏罗系  
砂页岩及砂岩
- J<sub>6</sub>** 侏罗系  
砂页岩及砂岩
- M** 石炭系

- Q<sub>4</sub>** 冲积层
- K<sub>1</sub>** 新近系上段
- K<sub>2</sub>** 新近系下段
- K<sub>3</sub>** 渐新系
- J<sub>1</sub>** 侏罗系第四段
- J<sub>2</sub>** 侏罗系第三段
- J<sub>3</sub>** 侏罗系第二段
- J<sub>4</sub>** 侏罗系第一段
- J<sub>5</sub>** 侏罗系
- J<sub>6</sub>** 侏罗系
- M** 石炭系

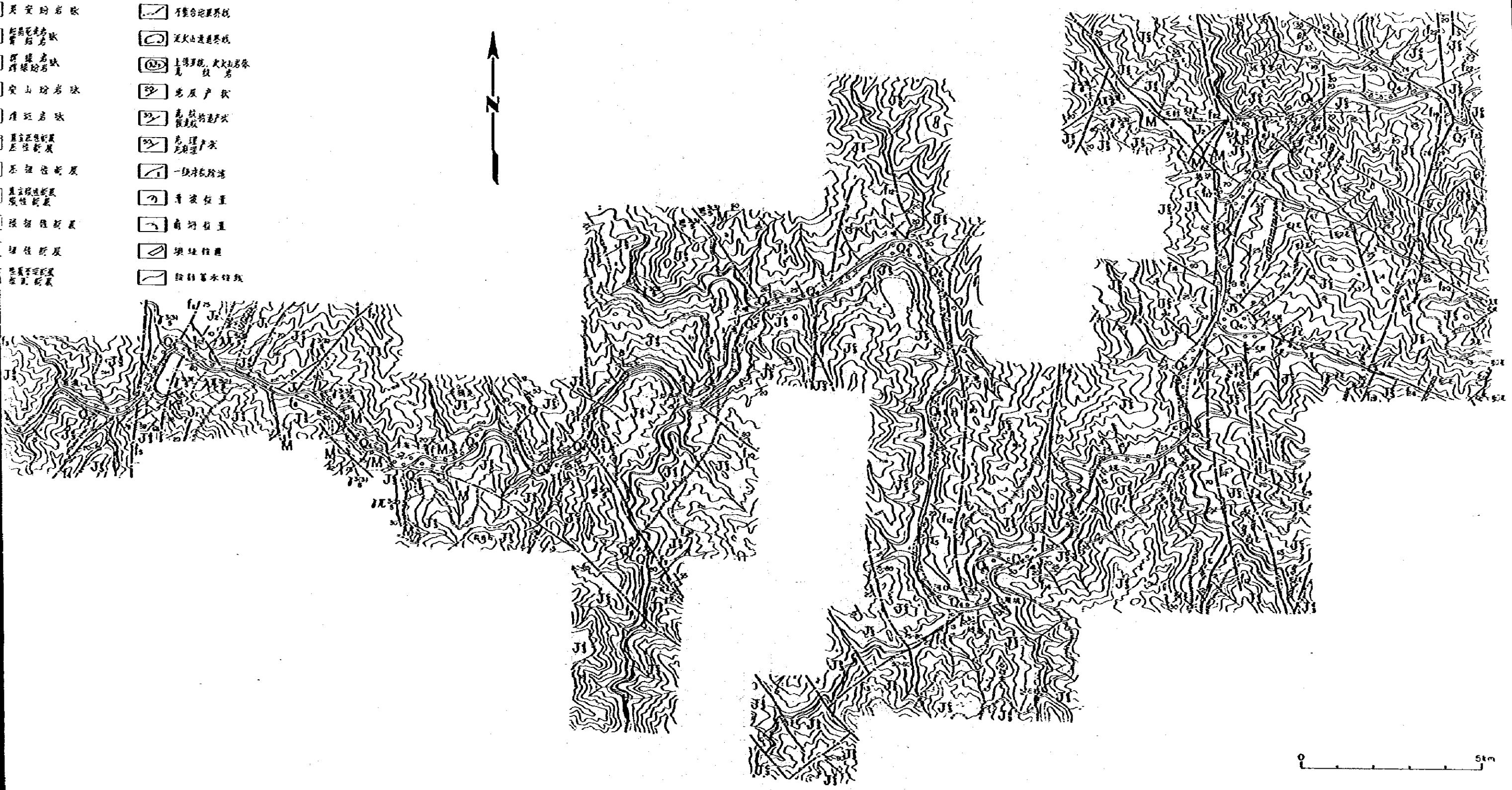
- 闪长岩脉
- 花岗岩脉
- 辉长岩脉
- 正长岩脉
- 花岗闪长岩脉
- 二长花岗岩脉
- 石英脉
- 石英岩脉
- 花岗闪长岩脉
- 石英正长岩脉
- 辉长岩脉

- 地层分界线
- 不整合面
- 逆火山通道
- 上侏罗统、火地山岩脉
- 老层产状
- 新层产状
- 一级冲积扇
- 二级冲积扇
- 冲积扇
- 冲积扇
- 冲积扇



- 1 闪长玢岩体
- 2 英安玢岩体
- 3 辉绿岩体
- 4 辉绿岩体
- 5 安山玢岩体
- 6 流纹岩体
- 7 流纹岩体
- 8 流纹岩体
- 9 流纹岩体
- 10 流纹岩体
- 11 流纹岩体
- 12 流纹岩体
- 13 流纹岩体
- 14 流纹岩体
- 15 流纹岩体
- 16 流纹岩体
- 17 流纹岩体
- 18 流纹岩体
- 19 流纹岩体
- 20 流纹岩体
- 21 流纹岩体
- 22 流纹岩体
- 23 流纹岩体
- 24 流纹岩体
- 25 流纹岩体
- 26 流纹岩体
- 27 流纹岩体
- 28 流纹岩体
- 29 流纹岩体
- 30 流纹岩体
- 31 流纹岩体
- 32 流纹岩体
- 33 流纹岩体
- 34 流纹岩体
- 35 流纹岩体
- 36 流纹岩体
- 37 流纹岩体
- 38 流纹岩体
- 39 流纹岩体
- 40 流纹岩体
- 41 流纹岩体
- 42 流纹岩体
- 43 流纹岩体
- 44 流纹岩体
- 45 流纹岩体
- 46 流纹岩体
- 47 流纹岩体
- 48 流纹岩体
- 49 流纹岩体
- 50 流纹岩体
- 51 流纹岩体
- 52 流纹岩体
- 53 流纹岩体
- 54 流纹岩体
- 55 流纹岩体
- 56 流纹岩体
- 57 流纹岩体
- 58 流纹岩体
- 59 流纹岩体
- 60 流纹岩体
- 61 流纹岩体
- 62 流纹岩体
- 63 流纹岩体
- 64 流纹岩体
- 65 流纹岩体
- 66 流纹岩体
- 67 流纹岩体
- 68 流纹岩体
- 69 流纹岩体
- 70 流纹岩体
- 71 流纹岩体
- 72 流纹岩体
- 73 流纹岩体
- 74 流纹岩体
- 75 流纹岩体
- 76 流纹岩体
- 77 流纹岩体
- 78 流纹岩体
- 79 流纹岩体
- 80 流纹岩体
- 81 流纹岩体
- 82 流纹岩体
- 83 流纹岩体
- 84 流纹岩体
- 85 流纹岩体
- 86 流纹岩体
- 87 流纹岩体
- 88 流纹岩体
- 89 流纹岩体
- 90 流纹岩体
- 91 流纹岩体
- 92 流纹岩体
- 93 流纹岩体
- 94 流纹岩体
- 95 流纹岩体
- 96 流纹岩体
- 97 流纹岩体
- 98 流纹岩体
- 99 流纹岩体
- 100 流纹岩体

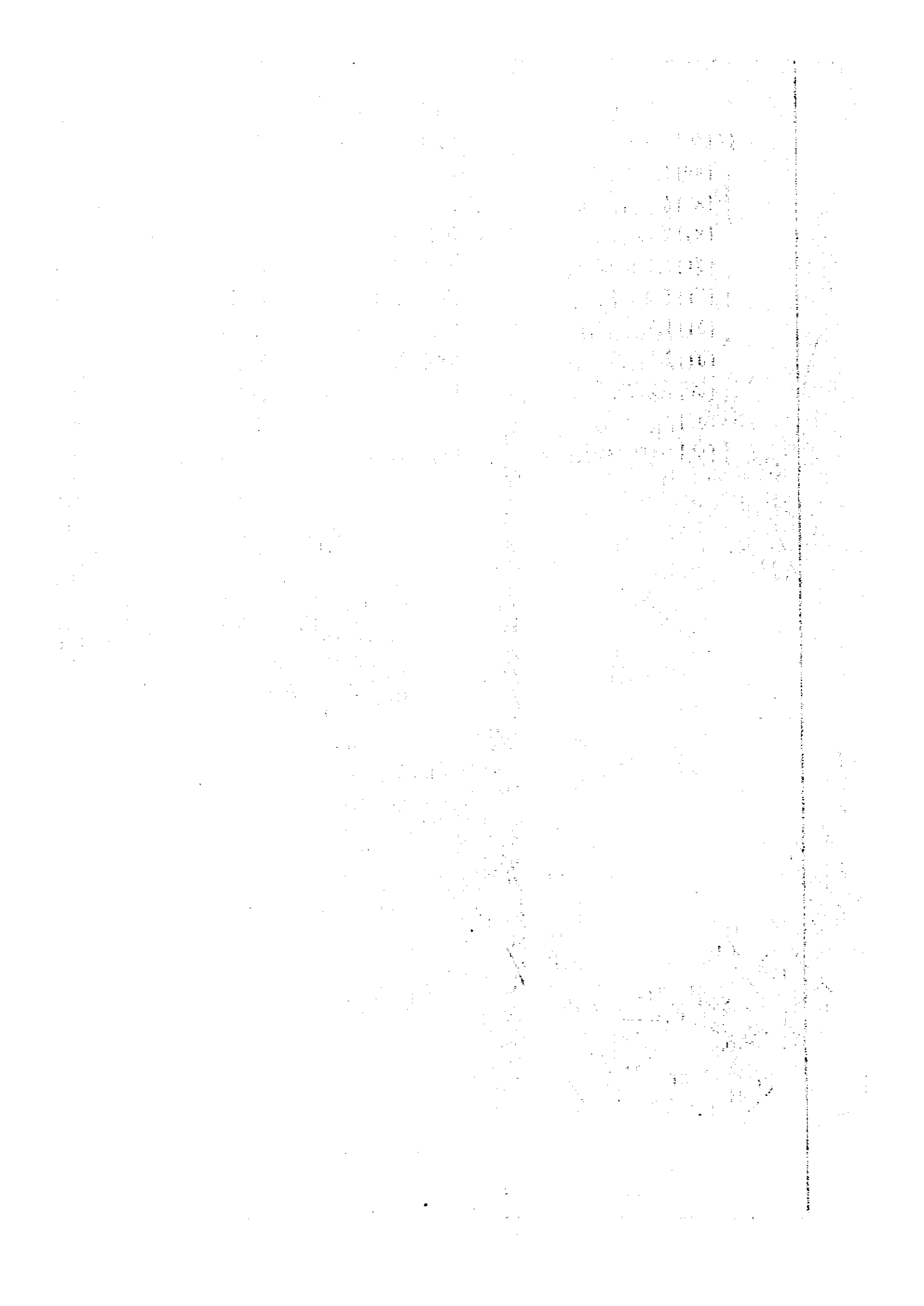
- 1 老层分界线
- 2 不整合面界线
- 3 火山通道界线
- 4 上流层、次流层界线
- 5 老层产状
- 6 老层产状
- 7 老层产状
- 8 老层产状
- 9 一级冲积阶地
- 10 冲积阶地
- 11 冲积阶地
- 12 冲积阶地
- 13 冲积阶地
- 14 冲积阶地
- 15 冲积阶地
- 16 冲积阶地
- 17 冲积阶地
- 18 冲积阶地
- 19 冲积阶地
- 20 冲积阶地
- 21 冲积阶地
- 22 冲积阶地
- 23 冲积阶地
- 24 冲积阶地
- 25 冲积阶地
- 26 冲积阶地
- 27 冲积阶地
- 28 冲积阶地
- 29 冲积阶地
- 30 冲积阶地
- 31 冲积阶地
- 32 冲积阶地
- 33 冲积阶地
- 34 冲积阶地
- 35 冲积阶地
- 36 冲积阶地
- 37 冲积阶地
- 38 冲积阶地
- 39 冲积阶地
- 40 冲积阶地
- 41 冲积阶地
- 42 冲积阶地
- 43 冲积阶地
- 44 冲积阶地
- 45 冲积阶地
- 46 冲积阶地
- 47 冲积阶地
- 48 冲积阶地
- 49 冲积阶地
- 50 冲积阶地
- 51 冲积阶地
- 52 冲积阶地
- 53 冲积阶地
- 54 冲积阶地
- 55 冲积阶地
- 56 冲积阶地
- 57 冲积阶地
- 58 冲积阶地
- 59 冲积阶地
- 60 冲积阶地
- 61 冲积阶地
- 62 冲积阶地
- 63 冲积阶地
- 64 冲积阶地
- 65 冲积阶地
- 66 冲积阶地
- 67 冲积阶地
- 68 冲积阶地
- 69 冲积阶地
- 70 冲积阶地
- 71 冲积阶地
- 72 冲积阶地
- 73 冲积阶地
- 74 冲积阶地
- 75 冲积阶地
- 76 冲积阶地
- 77 冲积阶地
- 78 冲积阶地
- 79 冲积阶地
- 80 冲积阶地
- 81 冲积阶地
- 82 冲积阶地
- 83 冲积阶地
- 84 冲积阶地
- 85 冲积阶地
- 86 冲积阶地
- 87 冲积阶地
- 88 冲积阶地
- 89 冲积阶地
- 90 冲积阶地
- 91 冲积阶地
- 92 冲积阶地
- 93 冲积阶地
- 94 冲积阶地
- 95 冲积阶地
- 96 冲积阶地
- 97 冲积阶地
- 98 冲积阶地
- 99 冲积阶地
- 100 冲积阶地



0 5km

瓯江水力发电开发计划  
 滩坑夕△  
 貯水池地质平面  
 图4-3







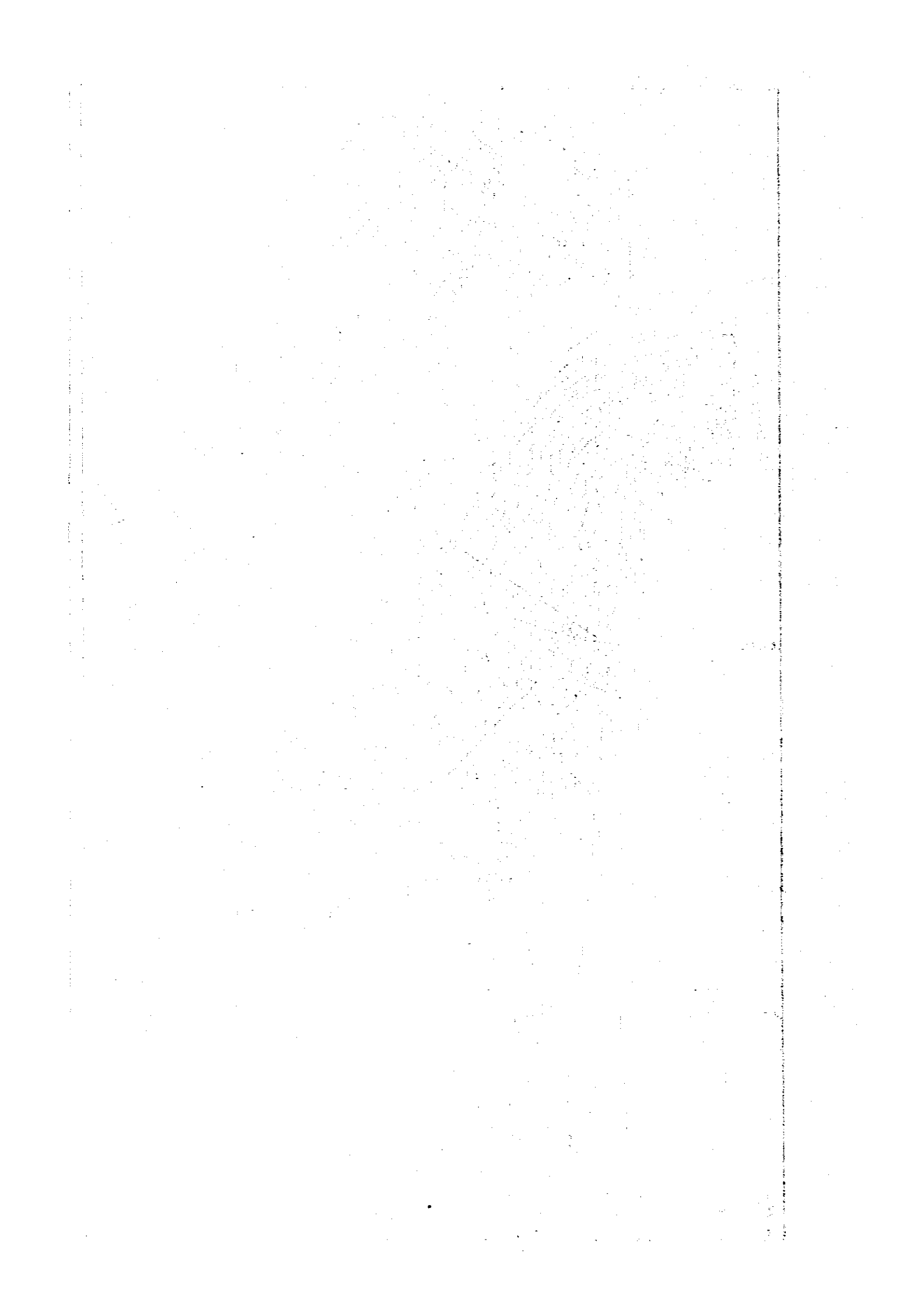


- 凡例
- 沖積層堆積物
  - 新成層堆積物
  - 新成層堆積物(粘土、シルト、砂)
  - 砂岩
  - 頁岩
  - 石灰岩
  - 砂岩と頁岩
  - 砂岩と頁岩
  - 断層線
  - 断層帯の中心線(断層の向き、傾斜)
  - 調査点の記号(凡例参照)
  - (一) 調査点(凡例参照)
  - 一等三角点(位置)
  - 二等三角点
  - 水準点
  - 湧泉位置

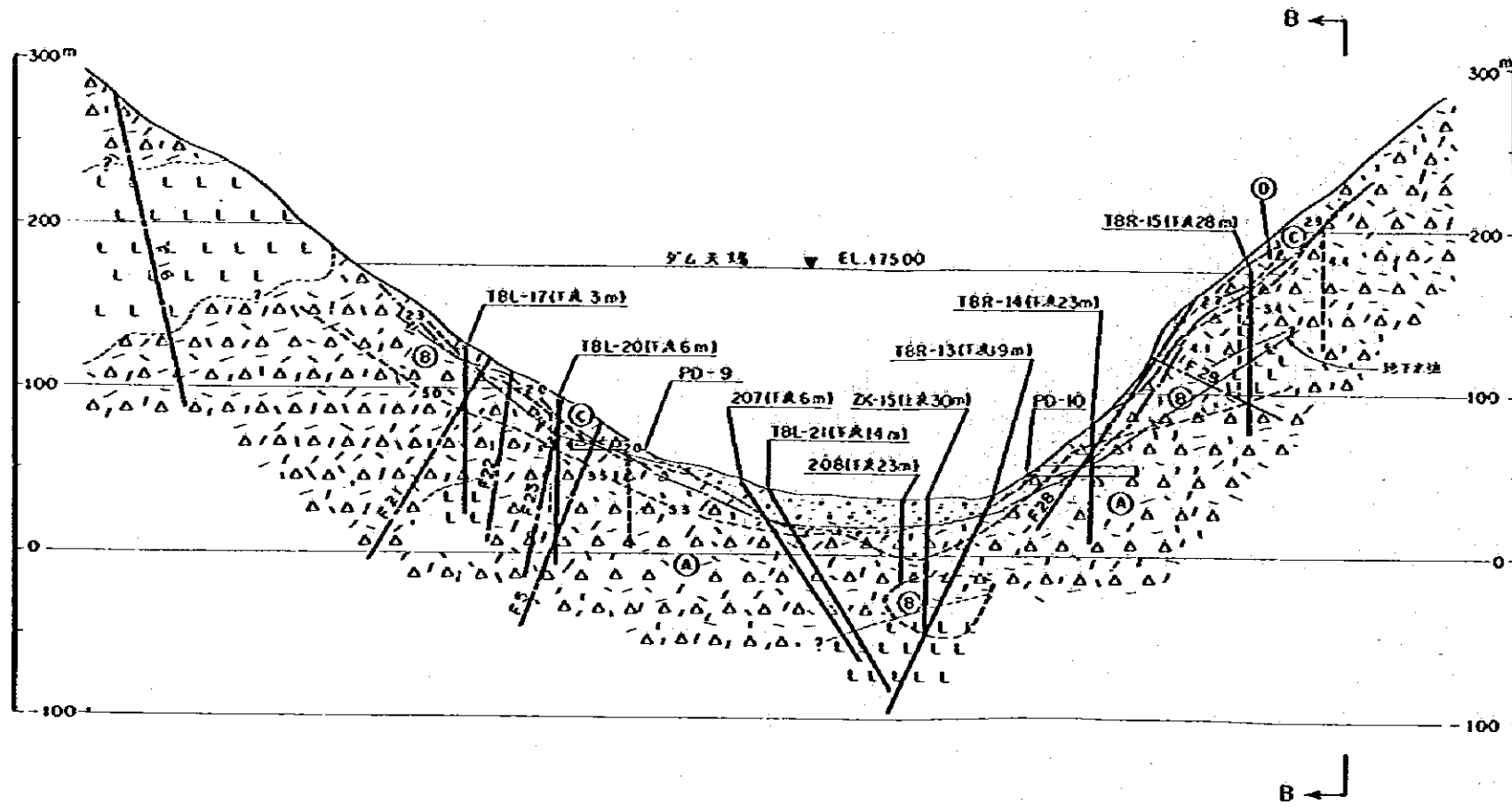
地質調査結果表

No.	位置	地質	層厚	備考
1	...	...	...	...
2	...	...	...	...
3	...	...	...	...
4	...	...	...	...
5	...	...	...	...
6	...	...	...	...
7	...	...	...	...
8	...	...	...	...
9	...	...	...	...
10	...	...	...	...
11	...	...	...	...
12	...	...	...	...
13	...	...	...	...
14	...	...	...	...
15	...	...	...	...
16	...	...	...	...
17	...	...	...	...
18	...	...	...	...
19	...	...	...	...
20	...	...	...	...
21	...	...	...	...
22	...	...	...	...
23	...	...	...	...
24	...	...	...	...
25	...	...	...	...
26	...	...	...	...
27	...	...	...	...
28	...	...	...	...
29	...	...	...	...
30	...	...	...	...
31	...	...	...	...
32	...	...	...	...
33	...	...	...	...
34	...	...	...	...
35	...	...	...	...
36	...	...	...	...
37	...	...	...	...
38	...	...	...	...
39	...	...	...	...
40	...	...	...	...
41	...	...	...	...
42	...	...	...	...
43	...	...	...	...
44	...	...	...	...
45	...	...	...	...
46	...	...	...	...
47	...	...	...	...
48	...	...	...	...
49	...	...	...	...
50	...	...	...	...

西沢川水力発電開発計画  
 ダム坑地質平面  
 図 4-4



A-A 断面

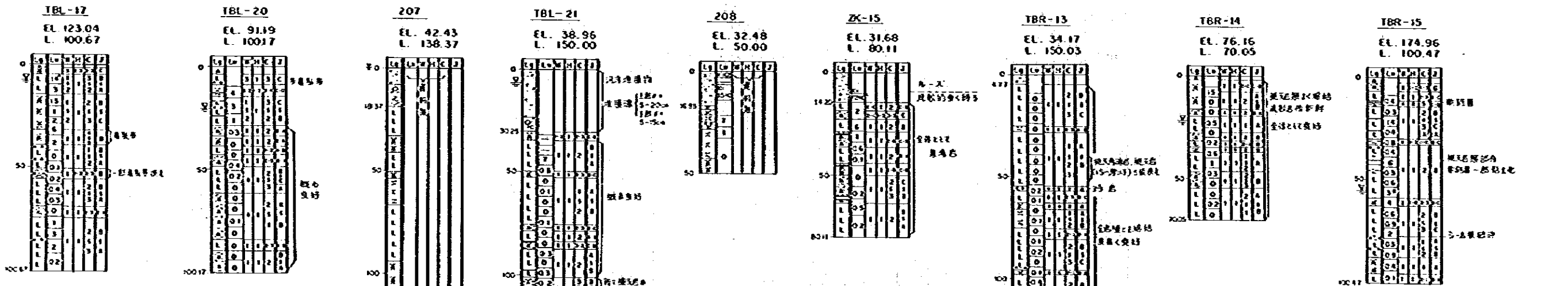


凡例 (断面)

- 砂 砾
- 炭 坑 岩 (粗粒角礫岩、細粒岩および小規模(厚さ10m)の波状板岩を含む)
- 泥 灰 岩
- 地質境界
- 断 層
- 岩盤整合許容境界
- 弾性波速度(km/sec)および速度境界線
- ホーリング孔
- 断 層

岩盤整合許容分類基準

整合番号	ボーリングコアにおける整合区画
(A)	A, A-B, B-A
(B)	B, B-C, C-B
(C)	C, C-D, D-C
(D)	D



凡例 (ボーリング柱状図)

- 柱状図
- W: 風化
  - H: 硬 質
  - C: 粘 土
  - J: 泥 色 判定
- 泥色判定
- A: 黄 色 粘 土
  - B: 黄 砂
  - C: 黄 泥
  - D: 砂 色

ボーリングコアにおける岩盤分類基準

粒径	分類
1cm 以下	シルト
1-3 cm	シルト質粘土
3-10 cm	粘土質シルト
10-30 cm	シルト質砂
30cm 以上	砂質シルト

阪江水力発電開発計画  
灘坑ダム  
地質断面

図. 4-5

11-11-11

11-11-11

11-11-11

11-11-11

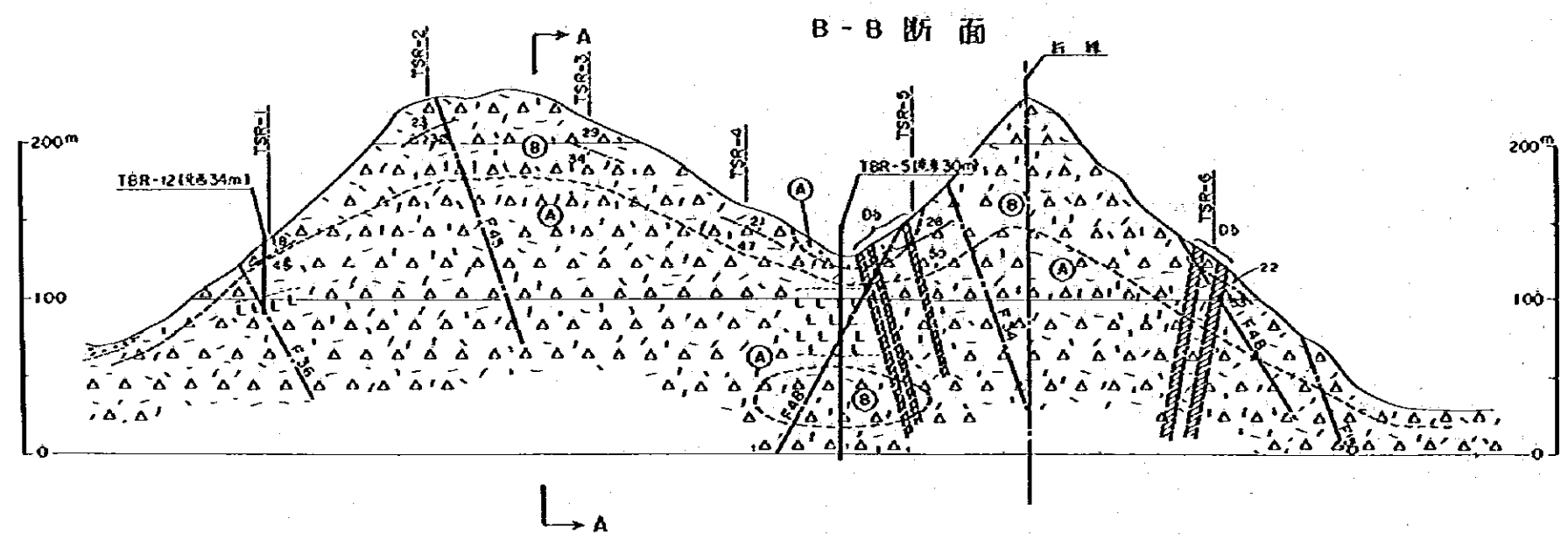
11-11-11

11-11-11

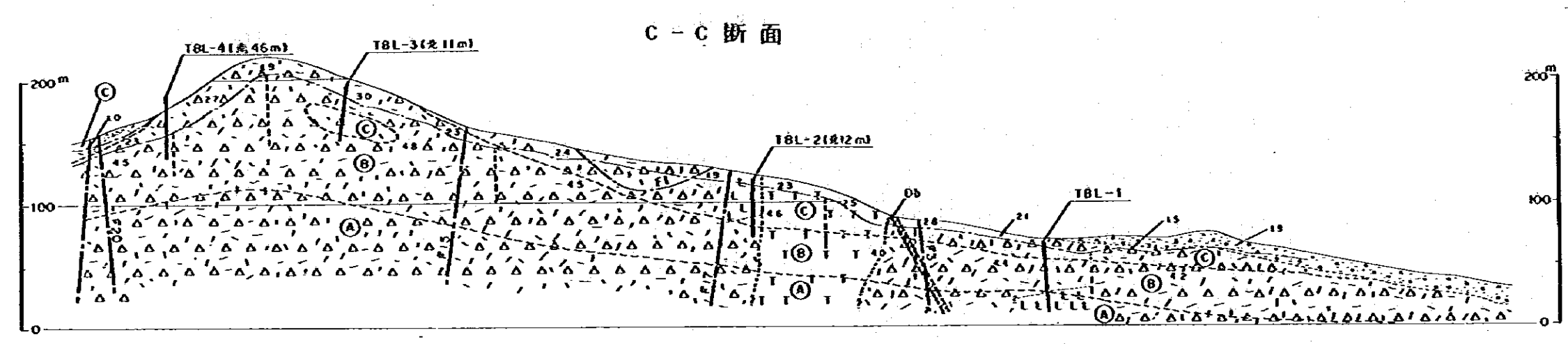
11-11-11

11-11-11

11-11-11

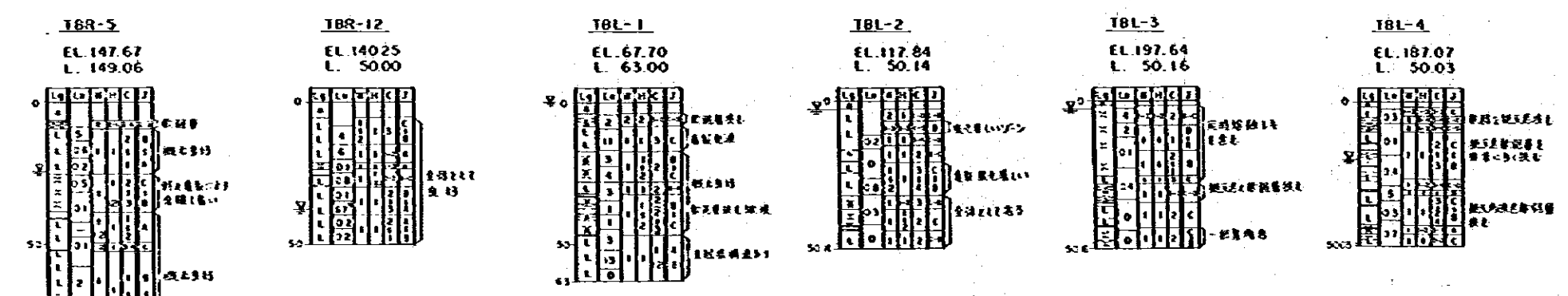


- 凡例 (断面)
- 砂 礫
  - 砂 礫 岩 【凝灰質砂岩、凝灰岩が10%  
小片度(厚さ10cm)以下砂岩と合し】
  - 泥 質 岩
  - 石 英 斑 岩 糜 粒 岩 帯
  - 地 質 境 界
  - 断 層
  - 岩 質 統 合 評 価 境 界
  - 理 性 液 透 度 (Lm/sec) の 1/10 以 下 の 境 界 線
  - 207 ボーリング孔



岩質総合評価分類基準

総合評価	ボーリングコアにおける層別記号
(A)	A, A~B, B~A
(B)	B, B~C, C~B
(C)	C, C~D, D~C
(D)	D



- 凡例 (ボーリング柱状図)
- 砂 礫
  - 凝 灰 質 砂 岩
  - 泥 質 岩
  - 石 英 斑 岩
  - 糜 粒 岩 帯
  - 地 質 境 界
  - 断 層
  - 岩 質 統 合 評 価 境 界
  - 理 性 液 透 度 (Lm/sec) の 1/10 以 下 の 境 界 線
  - 207 ボーリング孔

ボーリング柱状図における 岩質分類基準

岩質	ボーリング柱状図における記号	径
凝灰質砂岩	A	1cm 以下
砂岩	B	1-3 cm
砂礫岩	C	3-10 cm
礫岩	D	10-30 cm
粗礫岩	E	30cm 以上

0 200m

図. 4 - 6

阪江水力発電開発計画

滝坑ダム

導水路(B-B)及び洪水吐(C-C)

地質断面

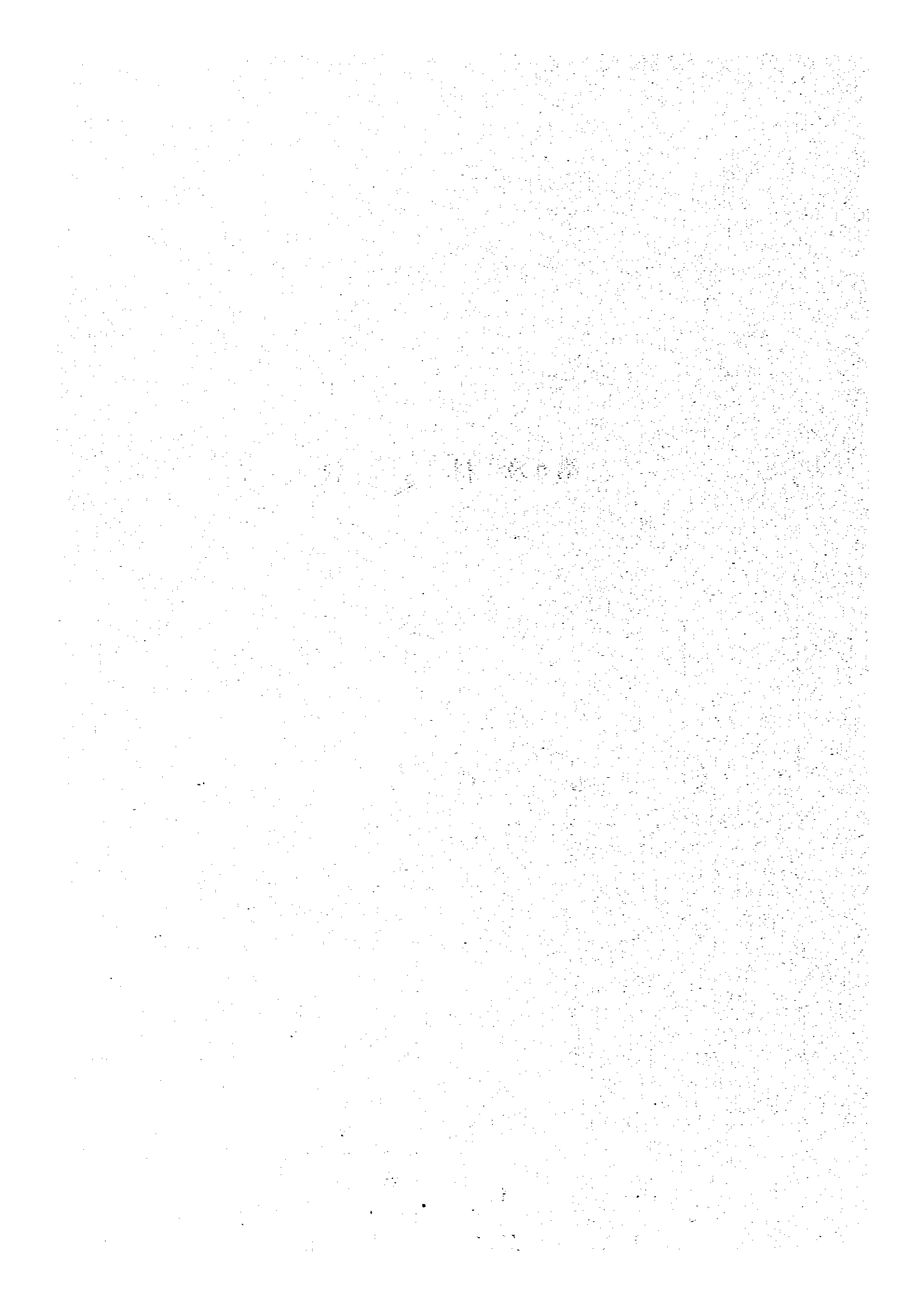
Vertical line of text on the left side of the page, possibly a page number or header.

Main body of text, consisting of several paragraphs of very faint, illegible text.

Vertical line of text on the right side of the page, possibly a page number or footer.



## 第5章 材 料



## 第 5 章 材 料

### 5.1 土質しゃ水壁材料

土質しゃ水壁材料の調査地区は澁坑ダム地点より約5 kmから13 km 上流の小浜およびその支流の両側に散在する坑底、白麻寮、北山・白岩、張口、半嶺地区である。調査のためこれらの地区に立坑18坑、ボーリング孔5孔、トレンチ4本を設けた。調査地区を図5-1に、調査坑(孔)、トレンチの位置を図5-2~5-7に示す。

地表踏査および調査坑(孔)、トレンチの観察の結果、これらの地区の材料は凝灰岩および流紋岩質凝灰岩の風化残留土および風化岩である。

本章で述べる土質しゃ水壁材料、フィルタ材料、ロック材料、コンクリート骨材に関する試験はすべて華東勘測設計院によって行なわれた。

#### 5.1.1 試験項目および試験数量

試験試料は調査立坑、ボーリング孔、トレンチより1 m毎および分層毎に採取した。試験項目および試験数量は次の通りである。

	1 m毎試料	分層試料
自然含水比	189 試料	
比重・重(−4.8 mm材料)		47 試料
比重・吸水率(+4.8 mm材料)		15 試料
粒 度		66 試料
液性限界・塑性限界		35 試料
突 固 め		49 試料
透 水		65 供試体
三 軸 圧 縮		4 試料

#### 5.1.2 試験結果および考察

分層毎の試験結果を表5-1に示す。

各地区の材料の物理的性質は次の通りである。

##### ・ 自然含水比

風化残留土では16.8~41.8%、風化岩では7.8~37.6%であり、これを突固め試験で求めた最適含水比と比較すると、風化残留土においては自然含水比と最適含水比の差は+13.8~-7.3% (平均値+5.9%)、風化岩においては+12~-5% (平均値+1.3%) となっている。

## ・ 粒 度

最大粒径は40mm、粒径4.8mm以下の含有量は風化残留土において75～100%、風化岩においては55～100%であり、粒径0.074mm以下の含有量は風化残留土においては24～82%、風化岩においては0～58%であり、風化岩は深くなるに従って粗粒となっている。

## ・ 透 水

透水係数は最適含水比付近で、風化残留土では $2.8 \times 10^{-6} \sim 4.8 \times 10^{-8}$  cm/秒、風化岩では $3.3 \times 10^{-4} \sim 2.4 \times 10^{-7}$  cm/秒の値となっている。各地区の材料の粒度(≦0.074mm含有量)と透水係数の関係から判断すると、コアの透水係数が $1 \times 10^{-5}$  cm/秒、以下となるためには粒径0.074mm以下の含有量が20%以上必要である。

## ・ 強 度

強度定数は三軸圧縮試験(全応力解析)より求めた。風化残留土では内部摩擦角が $15.5 \sim 15.9^\circ$ 、粘着力が $0.28 \sim 0.29$  kg/cm<sup>2</sup>、風化岩では内部摩擦角が $22 \sim 27.1^\circ$ 、粘着力が $0.41 \sim 0.51$  kg/cm<sup>2</sup>となっている。

以上述べた諸性質から、風化残留土は細粒であり、透水性は小さいが自然含水比が高く、風化岩の一部は粗粒で、透水性は大きいが自然含水比が低い。従って土質しゅ水壁材料としては、この両者を混合し質の改善と量の増加をはかることが望ましい。

各調査地区の風化残留土は0.5～2.0mと薄く、かつ地形的にも約 $21 \sim 34^\circ$ の斜面であるので、風化残留土を効率よく採取するため施工時表土はきは慎重に行なう必要がある。

### 5.1.3 推定採取可能量

以上の結果を基に各地区の土質材料採取可能量を推定すると次の通りである。この際坑底地区を除いた各地区の材料は全量を仮置き、含水比、粒度調整を行なうものとした。

坑底地区	140,000 m <sup>3</sup>
白麻寮地区	730,000 m <sup>3</sup>
北山・白岩地区	230,000 m <sup>3</sup>
張口地区	780,000 m <sup>3</sup>
半嶺地区	1,920,000 m <sup>3</sup>
計	3,800,000 m <sup>3</sup>

従って、土質しゅ水壁材料としての必要量2,180,000m<sup>3</sup>はこれらの地区から充分採取できる。

## 5.2 フィルタ材料

フィルタ材料調査はコンクリート骨材調査を兼ねて行なった。

調査地区は擁坑ダム地点より上流約3 km～10 kmに点在する阜口、白麻寮、張口、北山口、白岩下、廟後、郎回の7地区の河床堆積物である。調査はこれらの地区に立坑18坑、ボーリング孔17孔、トレンチ2本を掘削し、物理的性質および粒度分布をみた。調査坑(孔)、トレンチの位置を図5-8～5-9に示す。

### 5.2.1 試験項目および試験数量

試料は調査坑(孔)、トレンチよりそれぞれ1試料ずつ採取した。試験項目および試験数量は下記の通りである。

比 重	74 試料
吸 水 率	75 試料
粒 度	75 試料

### 5.2.2 試験結果および考察

各地区の立坑、トレンチより採取した試料の試験結果を表5-2に示す。各地区の材料の物理的性質は次の通りである。

- 比重、吸水率

比重は2.53～2.60、吸水率は1.5～4.0%である。

- 粒 度

最大粒径は400mm、粒径80mm以下の含有量は40.1～96.8%、粒径4.8mm以下の含有量は8.9～40.3%、粒径0.074mm以下の含有量は5%以下であるが、粒径20～48mm間の粒子含有量が少ないようである。

5.1で述べた土質しゃ水壁材料の平均粒度からフィルタ材料の粒度範囲をダム設計基準に基づいて検討を加えてみると、フィルタの最大粒径は80mmが望ましい。

### 5.2.3 推定採取可能量

各地区の水面以上の堆積物は次の通りである。

阜 口 地 区	600,000 m <sup>3</sup>
白 麻 寮 地 区	980,000 m <sup>3</sup>
張 口 地 区	1,000,000 m <sup>3</sup>
北 山 口 地 区	300,000 m <sup>3</sup>
白 岩 下 地 区	480,000 m <sup>3</sup>
廟 後 地 区	480,000 m <sup>3</sup>
郎 回 地 区	580,000 m <sup>3</sup>
計	4,420,000 m <sup>3</sup>

これから80mm以上の粒度を除去すると全体で3,070,000 $\text{m}^3$ であり、フィルタ材料の盛立必要量2,030,000 $\text{m}^3$ は確保できる。

なお、河床堆積物はダム地点より3~10kmと広範囲に分布しているため、フィルタにかかる工事費を考慮すると、実務設計の段階においては原石山からの細粒材をフィルタ材料として使用することを検討する必要がある。

### 5.3 ロック材料

原石山予定地はダム地点から約1.5km上流左岸の郎回坑地区にある。地表踏査の結果露岩が多く崖錐の分布は少ない。岩石はダム地点の左岸と同一で、集塊岩、流紋岩である。

#### 5.3.1 試験項目および試験数量

試料は郎回坑地区の露頭岩およびダム地点の左岸の調査横坑(PD-5)より集塊岩の岩塊を採取した。試験項目および試験数量は次の通りである。

比 重	2 試 料
単位体積重量	8 供 試 体
吸 水 率	8 供 試 体
一軸圧縮試験	8 供 試 体
凍結融解試験	4 供 試 体

#### 5.3.2 試験結果および考察

試験結果を表5-3に示す。

材料の物理的性質は次の通りである。

- 単位体積重量、吸水率

岩塊より成形した供試体の単位体積重量は、表面乾燥飽和状態で2.56~2.62 $\text{t}/\text{m}^3$ 、吸水率は0.95~1.86%である。

- 強 度

一軸圧縮強度は表面乾燥飽和状態で1,560~2,950 $\text{kg}/\text{cm}^2$ である。

試験結果とダム左岸の調査横坑の観察から、この地区のロック材料はかなり良質なものと判断されるが、集塊岩はその生成過程によってはかなり軟質を部分のあることも考えられるので、今後、ボーリング、横坑、弾性波探査等による調査およびロック材料としての諸試験の実施が望まれる。また洪水吐、導水路、発電所等が設置される地山の地質は集塊岩、流紋岩であり、掘削ずりはロック材料として充分使用が可能である。

## 5.4 コンクリート骨材

コンクリート骨材調査はダム地点より上流において7地区(阜口, 白麻寮, 張口, 北山口, 白岩下, 廟後, 郎回); およびダム地点より下流において3地区(湖雲, 釣滩, 澎湖)で行なった。ダム地点より上流においてはフィルタ材料調査を兼ねて1981~1982年に調査したものであり, ダム地点の下流については1950年代に調査したものである。

### 5.4.1 試験項目および試験数量

上流地区の堆積物についての試験項目および試験数量は次の通りである。

#### 細骨材

比 重	75 試料
吸 水 率	75 試料
洗 い 試 験	75 試料
有機不純物	73 試料
単位体積重量	75 試料

#### 粗骨材

比 重	57 試料
吸 水 率	74 試料
軟 石 量	55 試料
単位体積重量	73 試料

### 5.4.2 試験結果および考察

試験結果を表5-4に示す。

#### (i) ダム上流地区

##### ・ 粒 度

最大粒径は400mm, 粒径38.1mm以上の含有量は0~71.1%(平均48.3%), 粒径38.1~4.76mm間の含有量は5.6~36.4%(平均24.3%), 粒径4.76mm以下の含有量は12.1~94.4%(平均27.4%)である。

##### ・ 比重, 吸水率

粗骨材の比重は2.49~2.59(平均2.54), 吸水率は1.0~3.2%(平均1.5%), 細骨材の比重は2.64~2.66(平均2.65), 吸水率は2.4~6.0%(平均4.1%)であり, 粗骨材の比重は小さいものが多く, また細骨材の吸水率は大きい。

##### ・ 粗骨材の軟石量

軟石量は0.10~18.45%(平均1.65%)である。ただし廟後地区立坑-2の軟石含有量は18.45%であって, 日本土木学会制定の軟石含有量限度5%より大きい。それ以