

## 7.3 増設基本案の各構造物地点の地質

本項では、「6.1 代替案の比較検討」で3つの代替案から最適として選定された増設基本案の各構造物地点の地質について述べる。

増設基本案は既設発電所設備に隣接するため、基本的な地質状況は既設設備と同様と考えることができる。既設発電所工事の詳細設計報告書は現地調査において発見できなかったものの、建設時の記録として、トンネル工事の地質報告書、発電所工事の工事報告書、ならびに工事図面集（地質平面図、地質断面図、トンネル断面記録(12枚)、支保記録、グラウト記録など）を入手することができた。特に水路のトンネル断面記録には全線にわたる5.6kmの連続した地質性状が記録されており、増設基本案の計画地域のほぼ全域を網羅した地質情報を得ることができた。さらに支保やグラウトの具体的な施工記録と合わせた総合的な判断により、土木地質的な評価を行った。

### 7.3.1 水路

#### (1) 地形

水路はマハウェリ川右岸の斜面に位置し、標高約350～270m、延長約5.6kmのトンネル区間、調圧水槽および水圧鉄管地表部からなる。右岸斜面はマハウェリ川に沿って連なる標高EL.600～700m前後の急峻な稜線から、標高約350～230mの河床に向けて30°～40°の傾斜を成しており、トンネル区間の土被りは鉛直方向に150m前後かそれ以上の区間が多い。坑口付近を除いて最も被りが薄いのはCh.2,000m<sup>1</sup>付近の沢部で100m弱であり、またCh.3,500m以降は100～150mとなる区間が多く、調圧水槽部では約120mである。新設する水路トンネルは既設水路トンネルよりも河床側に位置するため、全体に土被りが50m程度薄くなっている。

#### (2) 地質

Figure 7.3.1-1およびDrawing 003 (Drawing 003は9.8に添付、以下同様)に地質平面図を示す。水路に分布する地質は、各種の片麻岩 (Garnetiferous Quartz Gneiss、Quartz Biotite Gneiss、Biotite Gneiss)、グラニュライト (Granulite)、珪岩 (Quartzite)、結晶質石灰岩 (Crystalline Limestone大理石) などの変成岩である。変成岩のうち片麻岩、グラニュライト、珪岩は数cmから数十mの幅で交互に出現することが多いため、地質図では地層を区分せずに混在する層として示すこととし、主体となる岩石の変化で地層境界を定め、構成する主要な岩石名を表記した。その他、規模の大きな分布をする結晶質石灰岩の1岩体および珪岩の4岩体は、個々の地層を示した。これらは大局的にはマハウェリ川に沿って帯状に分布しており、片理の走向はマハウェリ川の屈曲に沿い、ダムから発電所に向かって北西－南東から北北西－南南東へと変化する。傾斜は小規模な褶曲や岩石ブロック等により局所的な変化があるものの、大局的にはマハウェリ川を向斜軸として両岸共に河床に向けて傾斜している。発電設備のある右岸側では、斜面下部で15°程度、斜面上部では40°程度傾斜している。これら基盤岩の表層部には風化部があり、それを表土や崖錐堆積物が覆っている。風化は土砂状の強風化部が1m

<sup>1</sup> Ch 2,000 mは、トンネルの上流側開始点からの累計距離が2,000mの地点を表す。

程度、緩みを伴う中程度の風化部が 2～10 m 程度、それ以深は割目面が酸化した弱風化部や新鮮岩が混在し、徐々に新鮮岩へと変化する。

7.2に記述したように、計画地域には 5 条の断層が分布しているが、増設基本案に関するものは 2 条であり、水路と交差するのはその中の No.1 断層である。No.1 断層は破碎幅 2～3 m 程度で、既設水路トンネルでも遭遇したが問題なく施工されている。新設する水路トンネルでは Ch.2,050 m 付近で遭遇すると予想される。

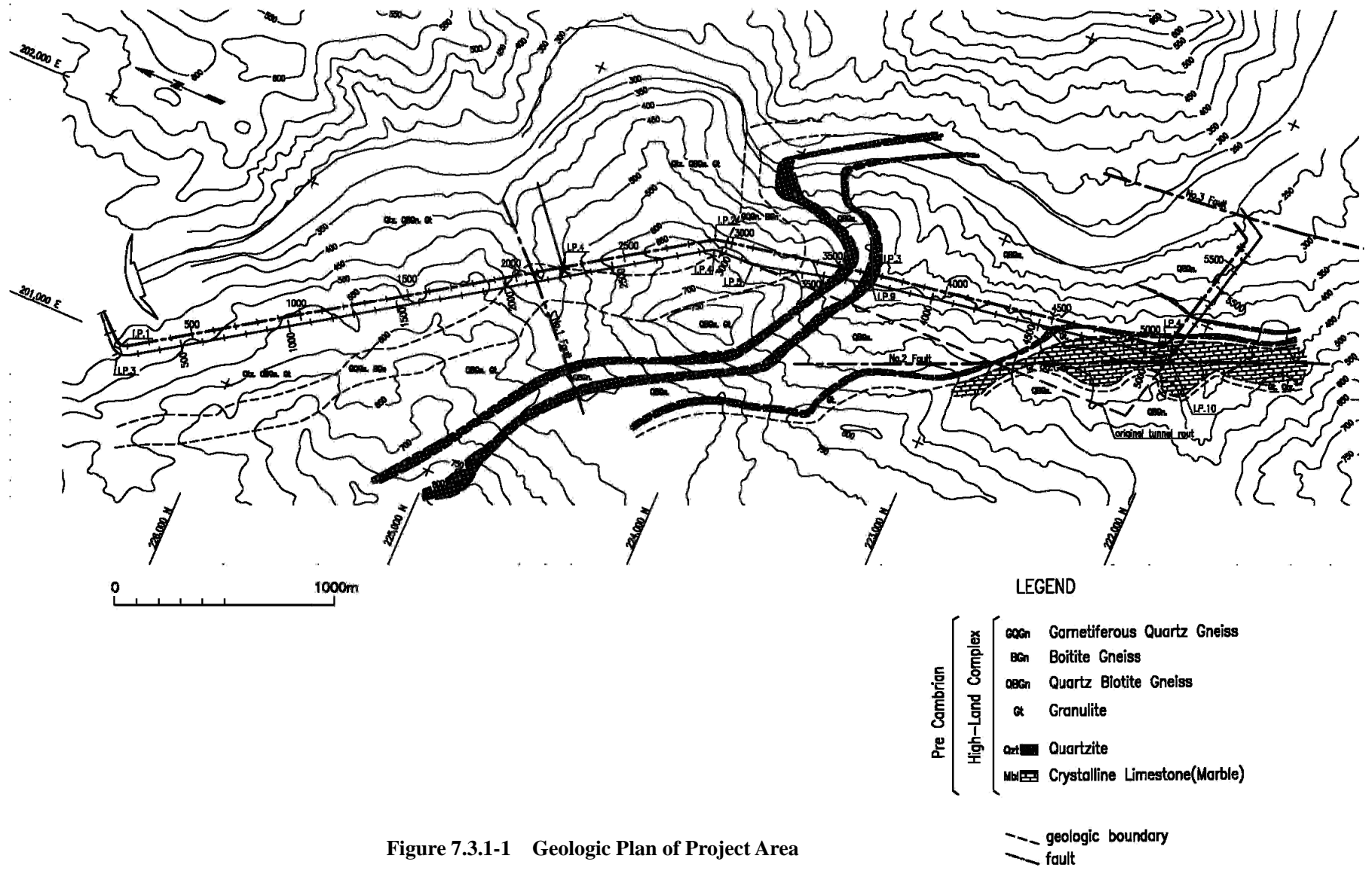


Figure 7.3.1-1 Geologic Plan of Project Area


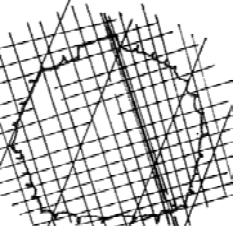
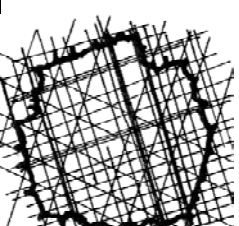

### (3) 土地地質的評価

計画地域の変成岩は岩質的には硬岩であり、深層風化や熱水変質はなく、割目の発達も少ないことから、基本的には良好な岩盤性状が期待される。部分的には小規模な断層や割目の発達部など、やや岩盤性状の劣る部分も存在するが、工事に深刻な影響を与えるものはないと予想される。

個々の岩石の特徴は次の通りである。片麻岩、グラニュライトおよび珪岩は片理方向および交差する方向に規則的な節理が発達し、楔状のブロックを形成する場合がある。通常は節理が密着しておりこれらが不安定化することは少ないが、小規模な断層・破碎体に隣接し割目の頻度が高い区間や風化を受けた部分などには、節理に緩みが生じ不安定化する場合がある。また、片麻岩に挟在する黒雲母の薄層や珪岩に挟在するやや厚みのある雲母層は、滑動性のある分離面として不安定化をもたらす場合がある。一方、地質平面図に示す結晶質石灰岩体は比較的節理の発達が少なく安定した岩盤と予想される。しかしながら、他の岩石に挟在する薄い結晶質石灰岩層は、雲母層を伴い選択的に風化を受け岩盤の不安定化をもたらす場合がある。

この様に、概ね良好な岩盤が期待されるものの、部分的にはやや岩盤性状の劣る部分も存在するため、トンネル工事においては岩盤の良好度を岩盤等級で区分し、支保工等の計画に資することとした。ここでは既設工事の実績を反映させるため、既設工事で使われた岩盤等級 (Rock Type) を使用することとした。Table 7.3.1-1に示すように良好なType I から最も不良なType IVに4区分する。なお、既設の水路トンネルにはType IVは分布しておらず、新規の水路トンネルでも出現することはないと思われる。7.2に記述したNo.2 断層が唯一Type IVに該当する。

Table 7.3.1-1 Rock Type

	Typical face	Geology	Profile	Support type	Typical support cycle
TYPE I		Rock is fresh or slightly altered, joints are generally widely spaced and rough	The profile is generally very good with little or no overbreak. More than 70% of half barrels are left. No instability except isolated blocks bounded by unfavourable joints	Only occasional spot bolting is required.	N.A.
TYPE II		Rock is fresh or slightly altered and well jointed, with a small proportion of clay-filled or slickensided joints. Isolated zones of sheared material of the order of 0.5m wide may occur. This condition would be typical of isolated zones poorer rock within otherwise high quality rock, or may be associated with the margin of faulted zones below.	The profile becomes irregular and controlled by joints. Between 20% to 80% of half barrels are left. Limited raveling of blocks and loosening of the rock around the tunnel occurs.	Pattern rock bolts to be installed, with occasional mesh and shotcrete in shattered zones.	All support to be installed in cycle.
TYPE III		The majority of the rock is moderately altered and well jointed with slickensided and clay-filled joints. There are multiple zones of sheared and altered material of the order of 0.5m in width. This condition would be typical of minor faults and the peripheral parts of major faults.	Profile becomes very irregular with overbreak controlled by joints. Less than 20% of half barrels are left. Considerable raveling occurs, leading to substantial collapses if unsupported.	Immediate support with shotcrete, mesh and pattern rock bolts to be installed. If rock conditions deteriorate towards TYPE IV, spiling may be required. Spacing of bolts and spiles estimated from the spacing of the critical joint set:  <u>Rock Bolts:</u> 3 times the width of the blocks formed by the critical joint sets. <u>Spiles:</u> Less than 3 times the width of the blocks formed by the critical joint sets	A typical cycle would be as follows: 1. Blast possibly using a reduced round length. 2. Inspect face and, If required, shotcrete prior to mucking. 3. Muck 4. Apply shotcrete if not already done. 5. Install bolts and mesh. 6. Apply a second layer of shotcrete. 7. Drill and Blast.
TYPE IV		The rock is predominantly highly altered, and/or there is a predominance of joint infilling. All rock is closely jointed or sheared. This condition would be typical of the central part of a major fault.	Profile is very irregular and unstable. Immediate support is required to prevent major collapse.	Immediate support using ribs, or shotcrete, mesh and dowels to be installed. Spiling may be required. Spacing of bolts and spiles as for TYPE III.	A typical cycle would be as far TYPE III except the round length would be greatly reduced or hand excavation carried out, and if ribs were used, these would be erected immediately and shotcrete applied between them.

(from Contract no.2-tunnel Report on geotechnical conditions, Central Consultancy Bureau, 1983)

### 1) 既設水路トンネルの実績

水路トンネルの地質性状の予測に資するため、これと並行する既設水路トンネルの工事記録から、地質、岩盤等級、湧水、支保、グラウトの実績をまとめ、**Figure 7.3.1-2**および**Drawing 004**の地質断面図に示した。岩盤等級はType Iを主体とするものの、一部では下位の岩盤等級が出現している。これら下位の岩盤等級区間の多くは、小断層の集中や特定の割目が不安定化をもたらした区間であり、既設トンネルと同様に新設トンネルでも小断層が集中したり不安定な割目が分布したりする可能性のある区間は、限定された範囲で想定される。そのため、この様な下位の岩盤等級が出現する可能性のある区間を「岩盤性状の

劣る区間 (poor zone)」として、新しい水路トンネルでの岩盤等級の予測に用いることとした。これら「岩盤性状の劣る区間」を**Table 7.3.1-2 (1)**および**Table 7.3.1-2 (2)**に示す。これらは、トンネル断面記録から小断層の頻度、支配的な方向性および湧水状況などから区間として認定した。なお、湧水はここで認定した「岩盤性状の劣る区間」、珪岩出現区間、坑口付近の風化部において生じている。また、岩盤等級の分布実績および進捗実績を**Table 7.3.1-3**に示す。

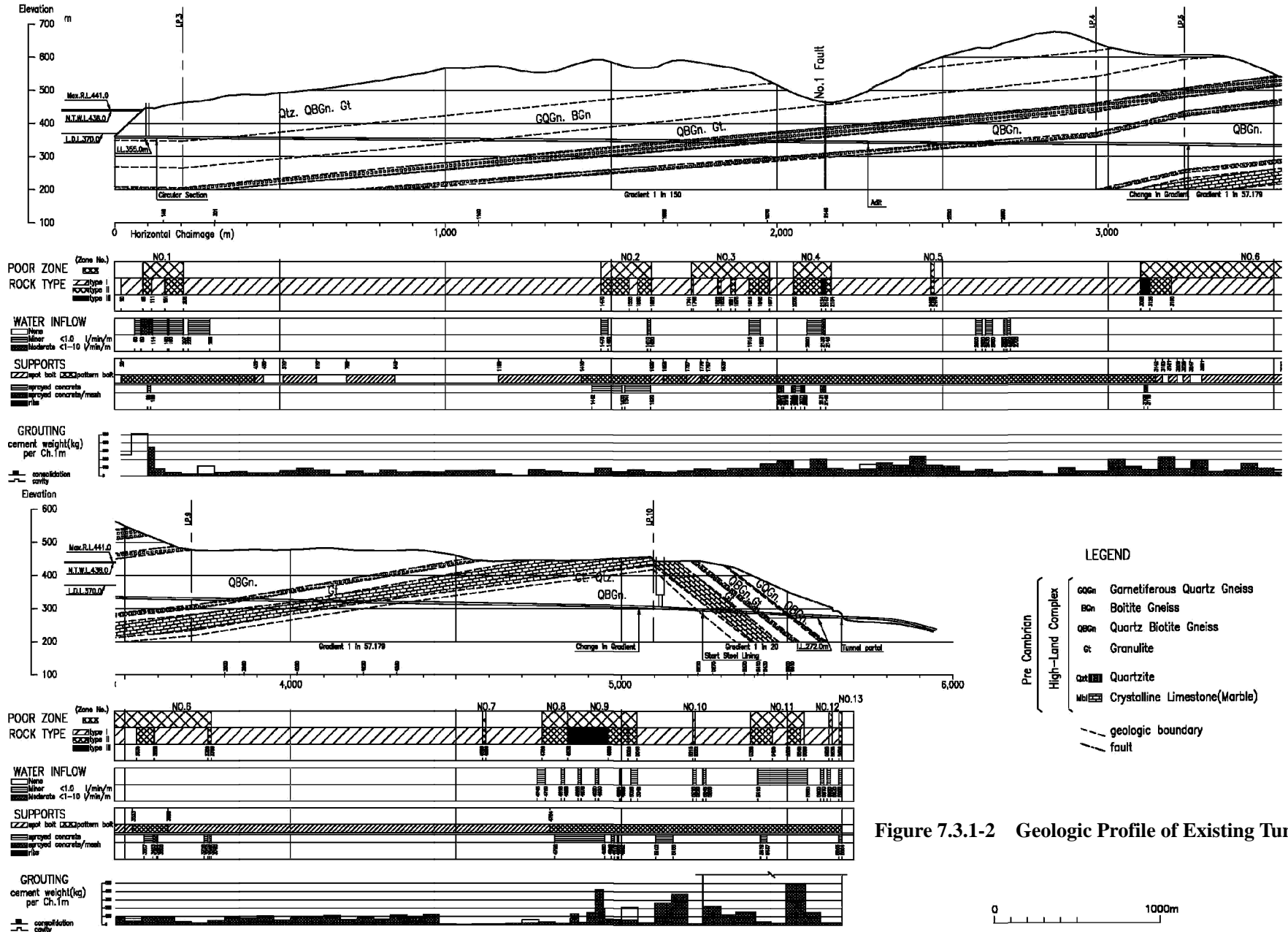


Figure 7.3.1-2 Geologic Profile of Existing Tunnel

Table 7.3.1-2 (1) Poor Zone Encountered along Existing Tunnel (1/2)

Zone no.	General condition						Details of the weak rock parts						
	Ch. (m) existing	Width(m)	Rock Type (%)			Geology	Assumed orientation	Ch. (m)	Width(m)	Rock Type	Trouble	Geological condition	Support installed
			I	II	III								
1	85 - 208	123	32.5	67.5	0.0	Granulite /Quartzite	pararell to the foliation	85 - 111	26	II	N/A	A jointed rock zone associated with smooth beddings, and minor cavitated zones.	3m pattern bolts
								151 - 208	57	II	N/A	A jointed rock zone associated with smooth beddings.	3m pattern bolts
2	1,470 - 1,622	152	16.4	83.6	0.0	Granulite	perpendicular to the foliation	1,470 - 1,555	85	II	N/A	A jointed rock zone associated with slickensided steep joints, and some smooth beddings.	3m pattern bolts 50mm shotcrete
								1,580 - 1,622	42	I-II	N/A	A jointed rock zone associated with minor faults.	3m pattern bolts 50mm shotcrete
3	1,741 - 1,977	236	60.6	39.4	0.0	Quartzite	perpendicular to the foliation	1,741 - 1,748	7	I-II	N/A	A jointed rock zone associated with a minor fault.	3m spot bolts
								1,822 - 1,832	10	I-II	N/A	A jointed rock zone associated with a minor fault and slickensided steep joints.	3m pattern bolts
								1,861 - 1,875	14	I-II	N/A	A jointed rock zone associated with minor faults.	3m pattern bolts
								1,915 - 1,945	30	II	N/A	Series of minor faults associated with minor fractured zones.	3m pattern bolts
								1,945 - 1,977	32	I-II	N/A	A jointed rock zone associated with some slickensided steep joints.	3m pattern bolts
4	2,050 - 2,164	114	0.0	88.6	11.4	Gneiss	perpendicular to the foliation	2,050 - 2,134	84	II	rock fall (sliding on a bedded plane)	A jointed rock zone associated with a series of minor faults and slickensided steep joints. A rock fall occurred at tunnel crown Ch.2,071-2,083m.	3m pattern bolts partly 50mm shotcrete partly 1m spacing ribs and backfilled concrete
								2,134 - 2,147	13	III	N/A	A jointed rock zone associated with a fault(2-3m width) and sheared and broken materials. Groundwater inflow of 100 L/m was recorded.	3m pattern bolts 2m long tensioned rock bolts 100mm shotcrete with weld mesh
								2,147 - 2,164	17	II	N/A	A jointed rock zone associated with a series of minor faults and slickensided steep joints.	3m pattern bolts
5	2,465 - 2,475	10	0.0	100.0	0.0	Gneiss	perpendicular to the foliation	2,465 - 2,475	10	II	N/A	A jointed rock zone associated with smooth beddings and steep joints.	3m pattern bolts
6	3,098 - 3,760	662	76.6	19.3	4.1	Gneiss	pararell to the foliation	3,098 - 3,125	27	III	Unstable rock (sliding along a minor fault)	An unstable zone associated with a fault(0.5m width ) consisted of sheared and broken rock fragments.	100mm shotcrete with weld mesh 4m pattern bolts supports were installed immediately
								3,125 - 3,190	65	II	N/A	A jointed rock zone associated with shattered rock.	3m spot bolts
								3,535 - 3,588	53	II	N/A	A jointed rock zone associated with shattered rock and a sheared bedding.	3m pattern bolts 50mm shotcrete
								3,730 - 3,750	20	I	N/A	A thin band of moderately weathered micaceous Crystalline Limestone.	3m pattern bolts 50mm shotcrete
								3,750 - 3,760	10	II	N/A	A thin band of moderately weathered micaceous Crystalline Limestone lying behind the tunnel crown.	3m pattern bolts 50mm shotcrete
7	4,580 - 4,590	10	0.0	100.0	0.0	Gneiss	pararell to the foliation	4,580 - 4,590	10	II	N/A	A jointed rock zone associated with a minor fault.	3m pattern bolts



Table 7.3.1-2 (2) Poor Zone Encountered along Existing Tunnel (2/2)

Zone no.	General condition						Details of the weak rock parts						
	Ch. (m) existing	Width(m)	Rock Type (%)			Geology	Assumed orientation	Ch. (m)	Width(m)	Rock Type	Trouble	Geological condition	Support installed
			I	II	III								
8	4,760 - 4,838	78	0.0	100.0	0.0	Gneiss	diagonally across the foliation	4,760 - 4,838	78	II	N/A	A jointed rock zone associated with minor faults, steep slickensided joints and smooth beddings.	3m pattern bolts 4m long tensioned rock bolts 100mm shotcrete with weld mesh
9	4,838 - 5,046	208	0.0	41.3	58.7	Gneiss	perpendicular to the foliation	4,838 - 4,960	122	III	rock fall (sliding along minor faults)	A shattered zone associated with a series of minor faults. A rock fall of 25m <sup>3</sup> occurred around Ch.4,923m from the west shoulder of the tunnel.	4m pattern bolts 50-100mm shotcrete
								4,960 - 5,020	60	II	N/A	A jointed rock zone associated with shattered rock.	3m pattern bolts
								5,020 - 5,046	26	II	N/A	A jointed rock zone associated with a minor fault and steep slickensided joints.	3m pattern bolts
10	5,215 - 5,222	7	0.0	100.0	0.0	Gneiss	perpendicular to the foliation	5,215 - 5,222	7	I-II	N/A	There is a minor fault	3m pattern bolts
11	5,388 - 5,550	162	25.9	74.1	0.0	Granulite Quartzite	parallel to the foliation	5,388 - 5,418	30	I-II	N/A	A jointed rock zone	3m pattern bolts
								5,418 - 5,438	20	II	N/A	A jointed rock zone associated with a minor sheared zone and a micaceous Crystalline Limestone layer.	3m pattern bolts 50mm shotcrete with weld mesh
								5,438 - 5,468	30	I-II	N/A	A jointed rock zone associated with a micaceous Crystalline Limestone layer.	3m pattern bolts
								5,500 - 5,530	30	I-II	N/A	A jointed rock zone	3m pattern bolts
								5,530 - 5,540	10	II	N/A	There is a thick micaceous Crystalline Limestone layer.	3m pattern bolts
								5,540 - 5,550	10	I	Major ground water inflow (fissure)	A ground water inflow of 50-100L/m and back pressure 0.25-0.45MPa(2.5-4.5bar) was recorded in the probe holes. 15tons of cement were injected.	3m pattern bolts
12	5,625 - 5,635	10	100.0	0.0	0.0	Gneiss	parallel to the foliation	5,625 - 5,635	10	I	rock fall (sliding along a sheared zone), Major ground water inflow	There is a broken and sheared zone (<1m width) associated with clay, which contributed to the formation of wedges and blocks. A groundwater inflow of 50-60 L/m was recorded at this zone.	3m pattern bolts 4m long tensioned rock bolts 50mm shotcrete with weld mesh ribs
13	5,655 - 5,664	9	0.0	100.0	0.0	Gneiss	parallel to the slope	5,655 - 5,664	9	II	Unstable rock (sliding on bedded planes)	A weathered and jointed rock zone associated with smooth beddings and slickensided steep joints.	3m pattern bolts 50mm shotcrete ribs

Table 7.3.1-3 Total Length and Average Progress of Each Rock Type of Existing Tunnel

	Total length in existing tunnel (m)	Percentage (%)	Average progress (m/week)	Support Installed
Type I	4,650	82.1	39.6	> Occasional spot bolts
Type II	852	15.0	15.9	> 3m long pattern rock bolts > 50mm shotcrete with or without mesh
Type III	162	2.9	5.1	> 3-4m long pattern rock bolts > Occasional 4m spiles > 50-100m shotcrete with mesh
Type IV	0	0.0	N.A.	N.A.

(based on Contract no.2-tunnel Report on geotechnical conditions, Central Consultancy Bureau, 1983)

## 2) 増設の水路トンネル

水路トンネルの地質性状は、既設の水路トンネルで出現した性状と同様と予想される。ただし、それぞれの出現位置は異なるため、次の様に推定した。**Figure 7.3.1-3**および**Drawing003**に示す地質水平断面に既設水路トンネルの地質および「岩盤性状の劣る区間 (poor zone)」を示し、それぞれの連続する方向に境界線を延長し増設の水路トンネルでの出現位置を予測した。湧水区間は、既設水路トンネルの実績から、「岩盤性状の劣る区間 (poor zone)」、珪岩出現区間、坑口付近の風化部を予想した他、突発的な多量の湧水が生じる可能性がある区間として、坑口風化部、No1 断層部、および潜在的に溶蝕され易く不規則な空洞が生じる可能性のある結晶質石灰岩区間を推定した。増設の水路トンネル断面を**Figure 7.3.1-4**および**Drawing005**に示す。また、「岩盤性状の劣る区間 (poor zone)」の予想区間を**Table 7.3.1-4**に、湧水の予想区間を**Table 7.3.1-5**に示す。

「岩盤性状の劣る区間 (poor zone)」については、出現する岩盤等級に対して適切な支保を施工することによって坑壁の安定を保つことが可能と思われる。突発的な多量の湧水が生じる可能性のある区間については、湧水による施工上の影響は限定的と思われるが、地表の井戸や河川水への影響が懸念される。湧水に対しては、先進ボーリングで事前確認を行い適切な止水処理を行うことで環境への影響を最小限に抑えることが可能と思われる。

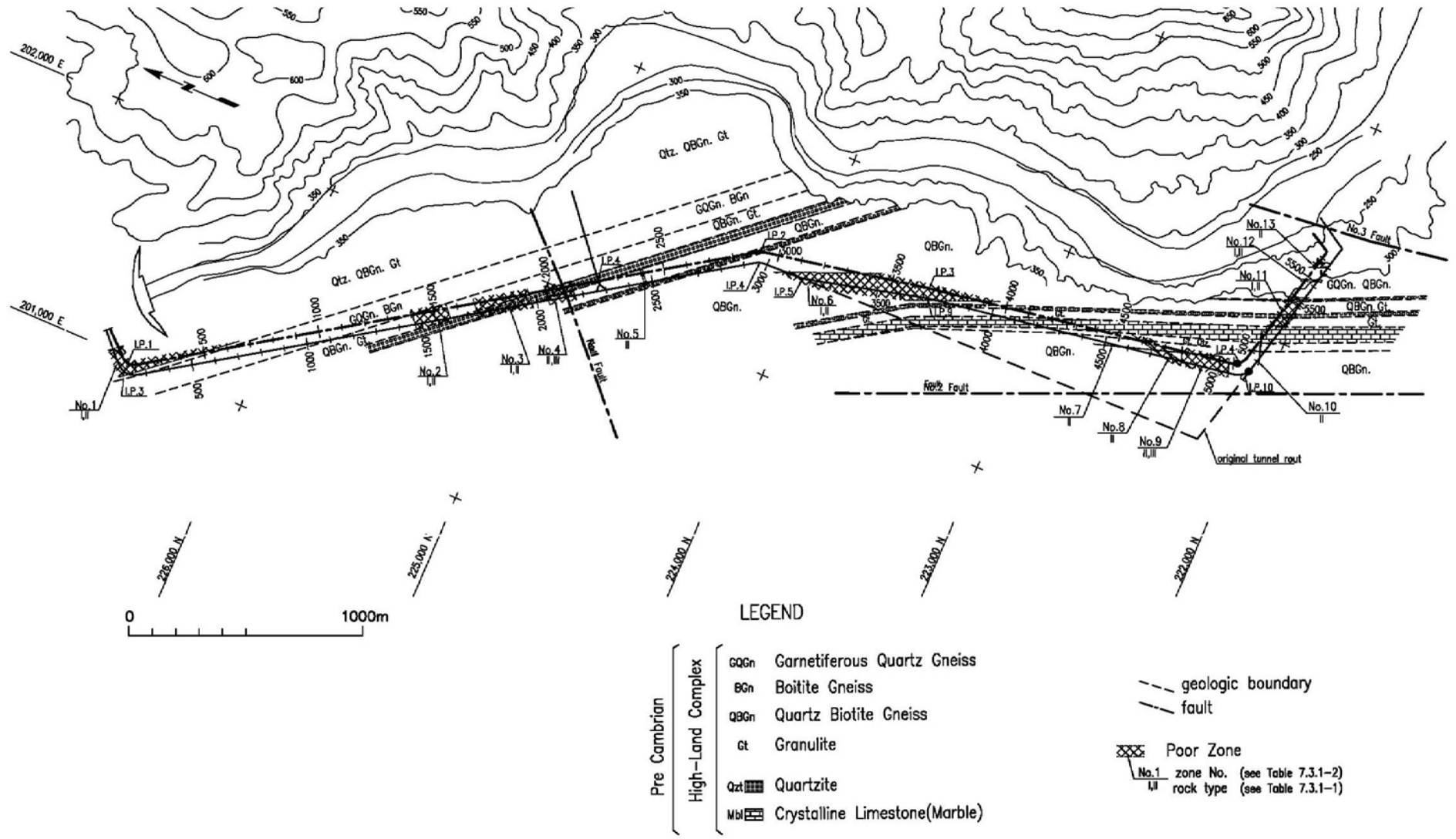
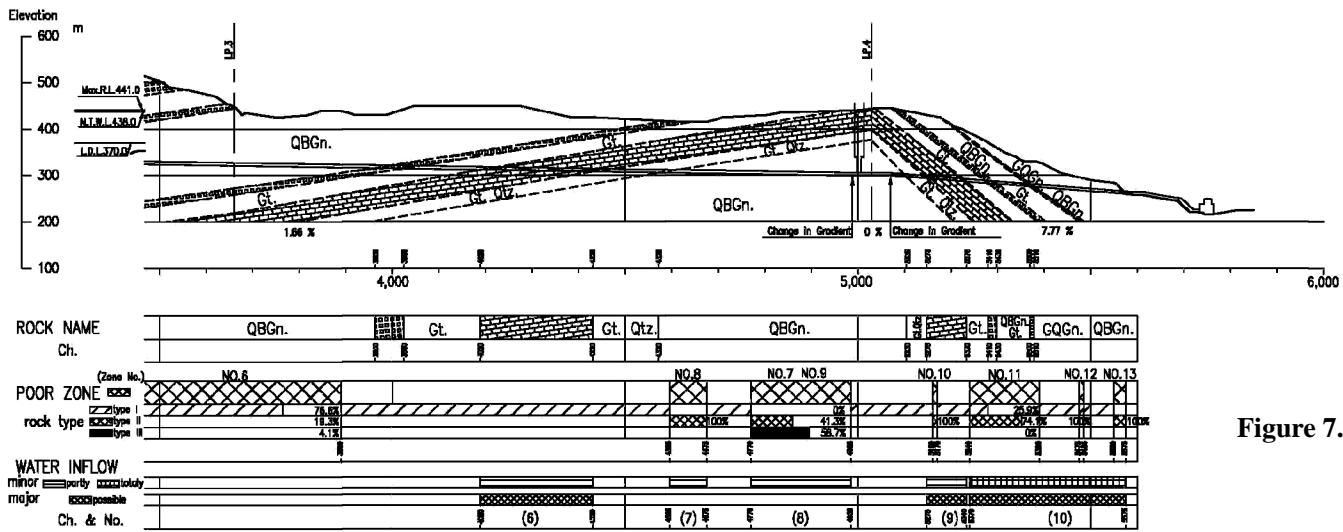
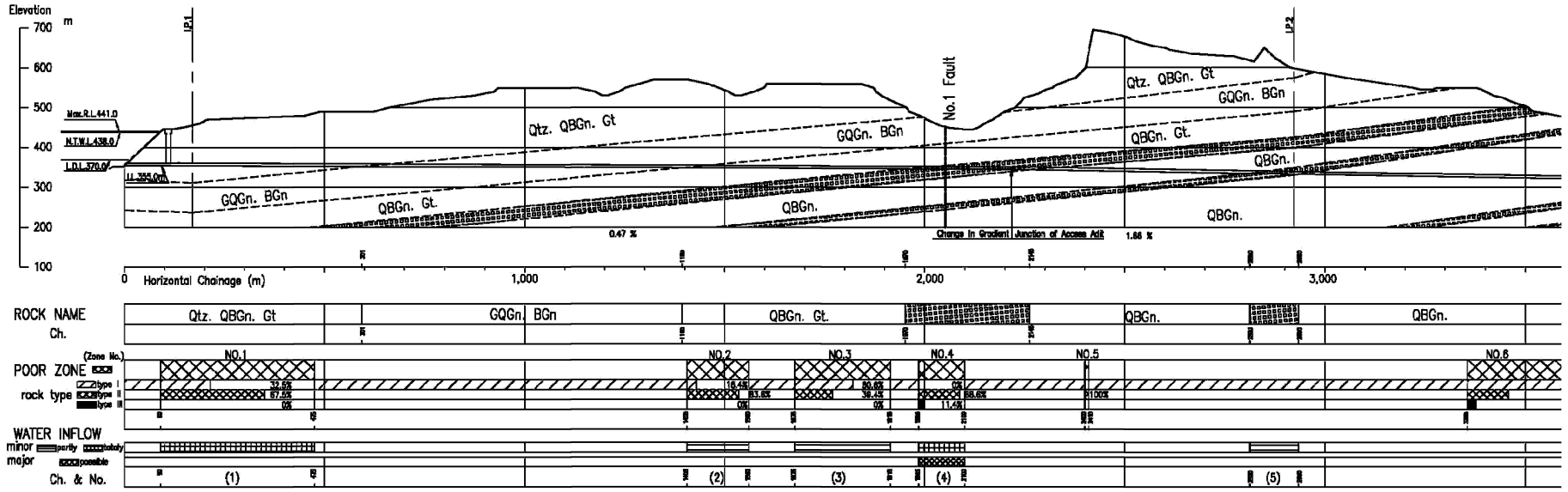


Figure 7.3.1-3 Geologic Horizontal Section at Tunnel Level



**LEGEND**

- Pre Cambrian
  - GQGn Garnetiferous Quartz Gneiss
  - BGn Biotite Gneiss
  - QBGN Quartz Biotite Gneiss
  - Gt Granulite
  - Qtz Quartzite
  - Mbl Crystalline Limestone(Marble)
- High-Land Complex
  - geologic boundary
  - fault

Figure 7.3.1-4 Geologic Profile of New Tunnel

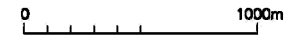


Table 7.3.1-4 Assumed Sections Where Poor Zones Will Be Encountered along the New Tunnel

Zone No.	Ch. (m) new tunnel	Width(m)	Rock Type						Assumed condition			
			I		II		III		Geology	Orientation	Geological condition	Support items
			%	m	%	m	%	m				
1	90 - 475	385	32.5	125	67.5	260	0.0	0	Granulite /Quartzite	pararell to the foliation	There will be some jointed rock zones associated with smooth beddings and merely minor cavitated zones.	3m pattern bolts
2	1,405 - 1,560	155	16.4	25	83.6	130	0.0	0	Granulite	perpendicular to the foliation	There will be some jointed rock zones associated with smooth beddings, slickensided steep joints and minor faults.	3m pattern bolts partly 50mm shotcrete
3	1,675 - 1,915	240	60.6	145	39.4	95	0.0	0	Granulite	perpendicular to the foliation	There will be some jointed rock zones associated with slickensided steep joints and minor faults.	3m pattern bolts
4	1,985 - 2,100	115	0.0	0	88.6	102	11.4	13	Quartzite	perpendicular to the foliation	A jointed rock zone associated with a series of minor faults and slickensided steep joints.	3m pattern bolts partly 50-100mm shotcrete partly ribs
5	2,400 - 2,410	10	0.0	0	100.0	10	0.0	0	Gneiss	perpendicular to the foliation	A jointed rock zone associated with smooth beddings and steep joints.	3m pattern bolts
6	3,355 - 3,890	535	76.6	410	19.3	103	4.1	22	Gneiss	pararell to the foliation	There will be some jointed rock zones associated with shattered rock, sheared beddings and weathered micaceous Limestone layers.	3m pattern bolts partly 50mm shotcrete partly 100mm shotcrete with weld mesh
8	4,595 - 4,675	80	0.0	0	100.0	80	0.0	0	Gneiss	diagonally across the foliation	A jointed rock zone associated with minor faults, steep slickensided joints and smooth beddings.	3m pattern bolts 4m long tensioned rock bolts 100mm shotcrete with weld mesh
7,9	4,770 - 4,985	215	0.0	0	41.3	89	58.7	126	Gneiss	perpendicular to the foliation	A shattered zone associated with a series of minor faults and steep slickensided joints	4m pattern bolts partly 50-100mm shotcrete
10	5,160 - 5,170	10	0.0	0	100.0	10	0.0	0	Gneiss	perpendicular to the foliation	A minor fault	3m pattern bolts
11	5,240 - 5,390	150	25.9	39	74.1	111	0.0	0	Granulite Quartzite	pararell to the foliation	There will be some jointed rock zones associated with a minor sheared zone and micaceous Limestone layers.	3m pattern bolts partly 50mm shotcrete with weld mesh
12	5,475 - 5,485	10	100.0	10	0.0	0	0.0	0	Gneiss	pararell to the foliation	A broken and sheared zone associated with clay, which will contribute to the formation of weadges and blocks. Much groundwater inflow may appear.	3m pattern bolts partly 4m long tensioned rock bolts partly 50mm shotcrete with weld mesh partly ribs
13	5,550 - 5,575	25	0.0	0	100.0	25	0.0	0	Gneiss	pararell to the slope	A weathered and jointed rock zone associated with smooth beddings and slickensided steep joints.	3m pattern bolts 50mm shotcrete ribs

Table 7.3.1-5

## Assumed Sections Where Ground Water Inflows Will Be Encountered along the New Tunnel

section No.	Assumed condition					
	CH. (m) new tunnel	Width (m)	Geology	Geological condition	possibility of groundwater inflow	
					minor groundwater inflow	major groundwater inflow
(1)	120 - 475	355	Granulite /Quartzite	This section corresponds to the identified poor zone 1(see table 7.3.1-4).	Minor ground water inflow may occur along most of the section.	Major water inflow may not occur.
(2)	1,405 - 1,560	155	Granulite	This section corresponds to the identified poor zone 2(see table 7.3.1-4).	Minor ground water inflow may occur partly.	Major water inflow may not occur.
(3)	1,675 - 1,915	240	Granulite	This section corresponds to the identified poor zone 3(see table 7.3.1-4).	Minor ground water inflow may occur partly.	Major water inflow may not occur.
(4)	1,985 - 2,100	115	Quartzite	This section corresponds to the identified poor zone 4(see table 7.3.1-4). There is the most obvious minor fault crossing this section.	Minor ground water inflow may occur along most of the section.	Major water inflow might occur at the minor fault zone.
(5)	2,520 - 2,680	160	Quartzite	This section corresponds to the exposure of a Quartzite band.	Minor ground water inflow may occur partly.	Major water inflow may not occur.
(6)	4,020 - 4,220	200	Crystalline limestone	This section corresponds to the exposure of a Crystalline Limestone band.	The Crystalline Limestone band appears dry at the existing tunnel.	There still remains the possibility of existence of cavities and major ground water inflow because of the soluble nature of the rock.
(7)	4,595 - 4,675	80	Gneiss	This section corresponds to the identified poor zone 8(see table 7.3.1-4).	Minor ground water inflow may occur partly.	Major water inflow may not occur.
(8)	4,770 - 4,985	215	Gneiss	This section corresponds to the identified poor zone 9(see table 7.3.1-4).	Minor ground water inflow may occur partly.	Major water inflow may not occur.
(9)	5,275 - 5,370	95	Crystalline limestone	This section corresponds to the exposure of a Crystalline Limestone band.	The Crystalline Limestone band appears dry at the existing tunnel.	There still remains the possibility of existence of cavities and major ground water inflow because of the soluble nature of the rock.
(10)	5,240 - 5,575	335	Gneiss	This section corresponds to the identified poor zone 11,12,13(see table 7.3.1-4).	Minor ground water inflow may occur along most of the section.	Major water inflow might occur at weathersed joints and open beddings.

## 3) 調圧水槽

予想される地質断面を**Figure 7.3.1-5**および**Drawing 005**に示す。増設の調圧水槽は既設の水槽から 60 m離れているが、地質の連続性から、ほぼ同様の岩盤性状が予測される。既設調圧水槽と同様に、坑口周辺から水槽途中まで結晶質石灰岩（大理石）が分布し、その下位はグラニュライト、珪岩、片麻岩（Quartz-Biotite-Gneiss）が出現し、全体に良好な岩盤と予想される。節理により楔状のブロックが形成され不安定化する可能性があるが、適切な支保を施工することで崩落を抑えることが可能と思われる。なお、地質断面図に示す地質境界および風化境界は推定であり、詳細設計時にはボーリングによる確認が必要である。調査の際は、透水試験により高透水割目の存在を確認し、水槽掘削に伴う周辺の井戸や沢水への影響を評価し、適切な止水処理を行うことで環境への影響を最小限に抑えることが望まれる。

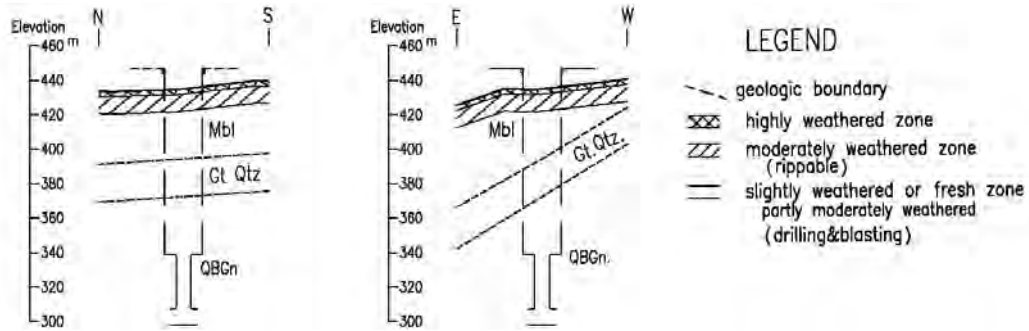


Figure 7.3.1-5 Geologic profile of New Surge Tank

4) 水圧管路地上区間

予想される地質断面をFigure 7.3.1-6およびDrawing 006に示す。水圧管路地上区間は標高270m付近より標高約230mの発電所へと至る斜面に位置する。基盤岩は片麻岩 (Garnetiferous Quartz Gneiss) が主体で、片理は斜面に流れ目で、風化部では黒雲母や雲母の薄層が分離面となるためにブロック状に不安定化し易く、既設水圧管路では、小断層と複合して100 m<sup>3</sup>の崩壊が発生した。増設の水圧管路工事でも風化部の掘削には、不安定なブロックの発生に注意し、適切な支保を施工する必要がある。なお、図に示す地質境界および風化境界は推定であり、詳細設計時にはアンカー基礎部などでボーリングによる風化深度の確認が必要である。

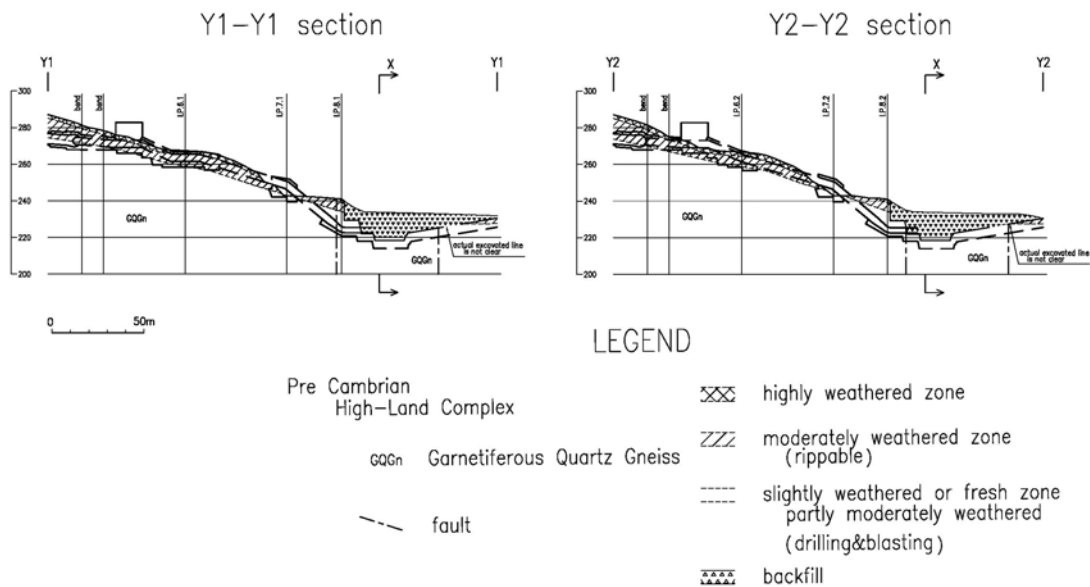


Figure 7.3.1-6 Geologic Profile of New Penstock

### 7.3.2 発電所

予想される地質断面をFigure 7.3.2-1およびDrawing 006に示す。発電所は右岸河床付近の緩やかな斜面に位置する。既設工事にて、発電所建屋の基礎掘削、開閉所の整地が増設分を見越して施工されている。発電所工事の工事報告書によれば、発電所基礎には片麻岩（Garnetiferous Quartz Gneiss、Quartz Biotite Gneiss）が分布しており、掘削により風化部は除去され、弱風化岩および新鮮岩が分布している。2条の平行な断層が北北西－南南東方向に延びており、西側の断層が1～2 m、東側の断層が5 mの破碎帯を伴う。これらはFigure 7.2-1に示したNo.3断層に相当し、正確な分布位置は不明であるが、必要に応じて置換えコンクリート等を施工すれば、基礎としての地耐力は確保できると思われる。また基礎掘削では片理または節理によって岩塊が抜け易く、0.5～2 mの余掘りが生じるなど、整形が困難であった。既に掘削された増設部分の基礎においても、掘削から20年以上を経ており、片理や節理の分離が進行し弛んでいる可能性がある。なお、増設する発電所基礎の掘削形状に関する資料はなく、現状で埋め戻されており掘削形状を確認できないため、詳細設計時に確認する必要がある。

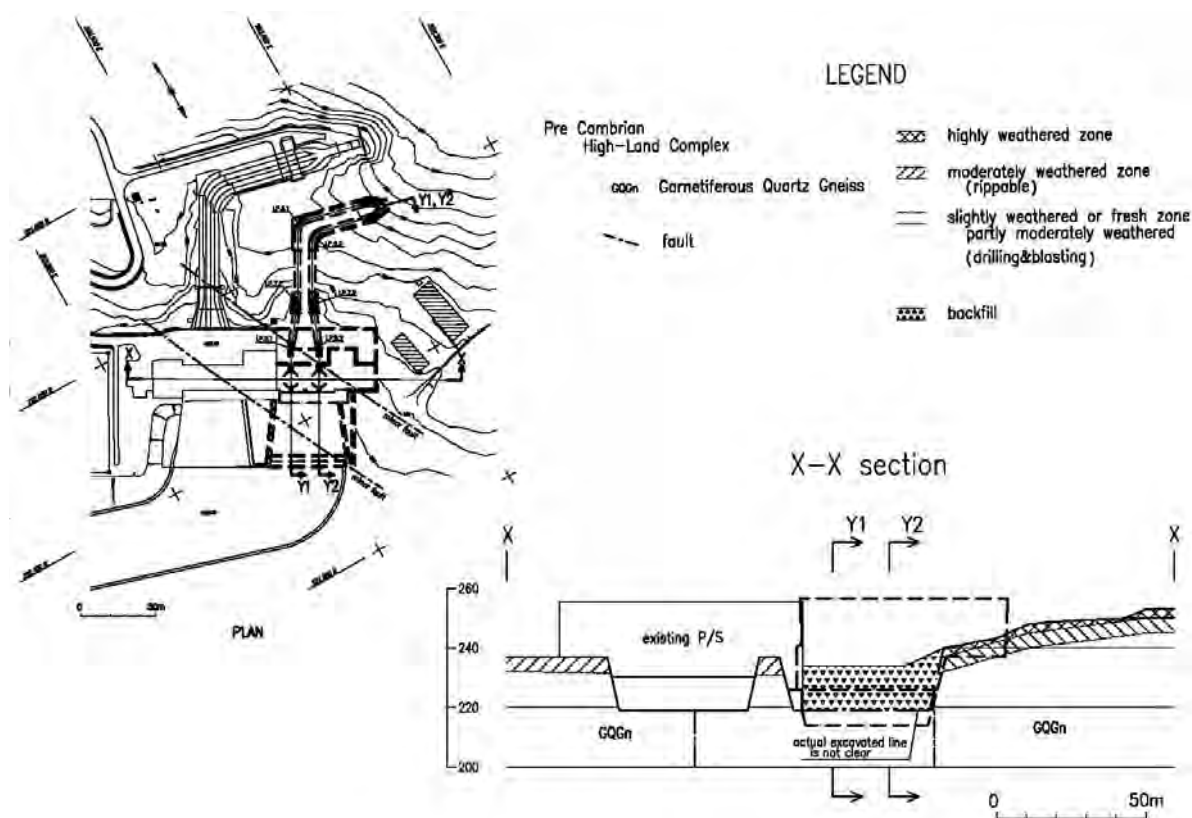


Figure 7.3.2-1 Geologic Section of Powerhouse



## 7.4 建設材料

計画地域には、ダム下流 1 km 付近に既設発電所工事で開発した骨材山があり、既設工事では、粗骨材から細粒分まで製造していた。岩石の大部分は掘削されている。このため増設計画では、**第 10 章**で述べるようにトンネルの掘削ズリを用いる計画である。

既設発電所工事の工事報告書によれば、既設の工事では、細粒材料の一部に河床砂を用いていたが、当時より河床の砂は少なく、限られた場所でしか採取できなかった様子である。現在の河床状況を見ると、マハウェリ川の河床には片麻岩が広く露頭しており、細粒材料の採取は困難と思われる。ヴィクトリア貯水池も堆砂は少なく、ランデニガラ貯水池上流部の堆砂も風化粘土が主体で、細粒材料の採取は困難と思われる。唯一、**10.1.3**に記述されているように、既設トンネル事務所の約 5 km 上流のヴィクトリア貯水池の末端地点で、川砂が採取できる可能性がある。