

6 調査結果

(1) 底盤の状況

- ・底盤のコア抜き結果により、側水路と放水路の接続部及びその下流に、底盤下の空洞があることが確認された。(次ページ○箇所)
放水路部の C-8~12 のうち、C-10 以外は空洞が確認され、空洞の最大は C-8 の 7cm であった。
- ・側水路の底盤 C-1~C-7 においては地山を採取でき、空洞がないことを確認した。
- ・道路側の側壁と底盤との間には隙間はなかった。過去に底盤を増厚した経緯があり、その後の標高は不明であるが、調査結果から沈下はなかったものと推測された。
- ・側水路の底盤コンクリートは建設時に 30cm 程の厚さで施工されており、その後平成 11 年度に上面をはつり、17~25cm 増厚した経緯がある。
採取したコアもおおむね 20cm 厚で粗骨材^(?)が変わっており、また、その位置付近で分離している箇所が多いことを確認した。C-1、C-2 は増厚等の補修歴はない。
- ・新コンクリートは新鮮、旧コンクリートもおおむね新鮮と評価されているが水平に亀裂が確認された。
- ・圧縮強度は現行の設計基準強度 21N/mm² をおおむね満足していた。
- ・底盤傾斜始点に損傷箇所が確認された。(写真)

表 6-1 : 底盤コンクリート (旧コンクリート) 強度試験結果一覧

地点名	—	C-2	C-4	C-7	C-9	C-11
位置	m	0.02~0.40	0.20~0.50	0.17~0.58	0.35~0.53	0.24~0.50
圧縮強度	N/mm ²	39.28	21.78	25.19	20.7	22.5

※位置：側水路底盤表面からの深さ

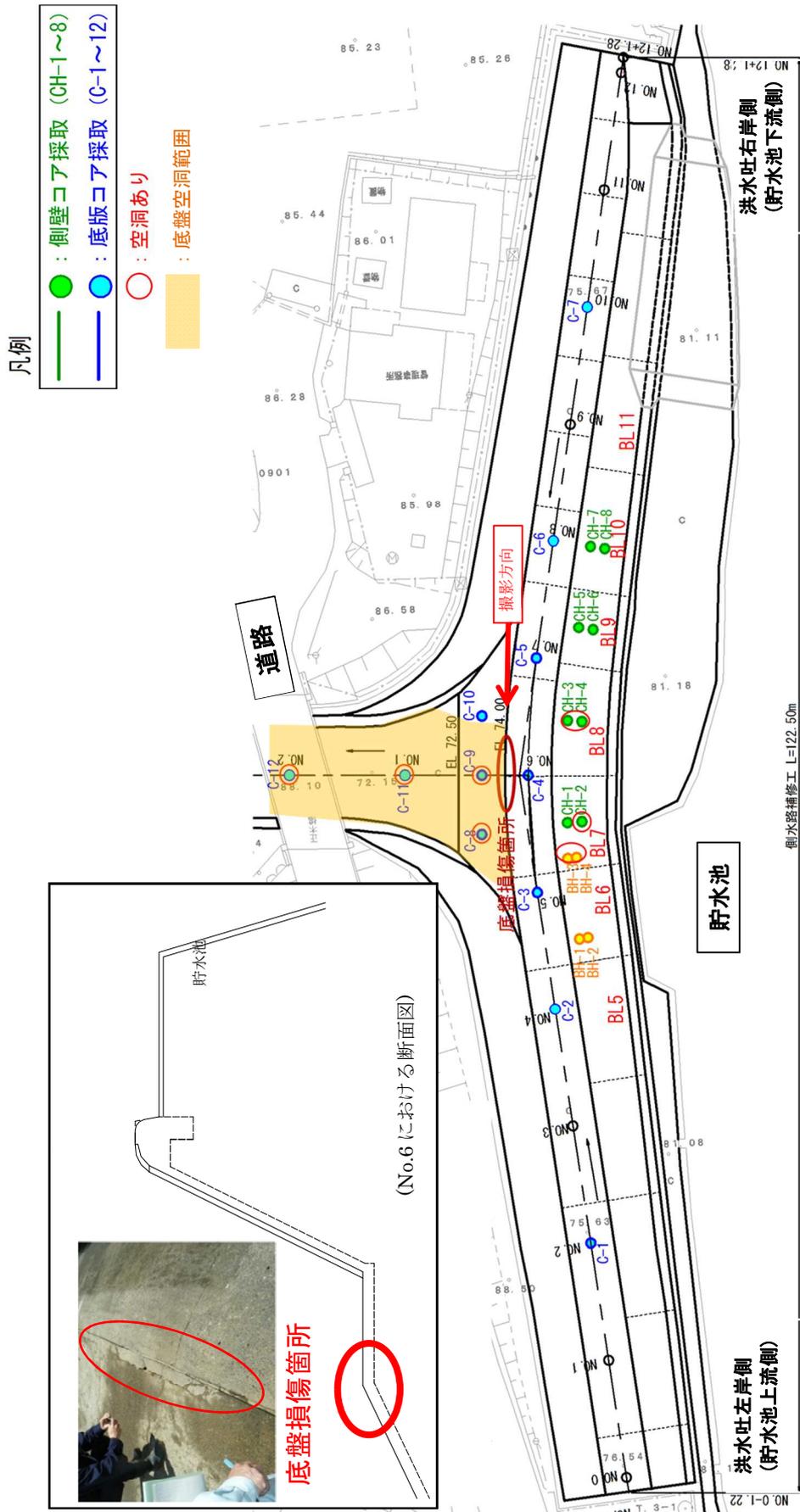


図 6-1 : 調査箇所位置図

(2) 側壁の状況

側壁の状況（全体の変状、ひび割れ状況、越流堰前面の開口状況）を整理すると、ブロック毎に下表および次のとおりである。

- ・中央部2ブロック（BL7, BL8）は、側壁の押し出し・底部の浮き、多数のひび割れ、越流堰前面の開口と変状が発生している。
- ・その両側のBL6, BL9及びBL10にもひび割れや開口等が見られる。また、BL11でも水平ひび割れが見られる。

→中央ブロックの変状が大きく、中央ブロックから離れるほど、変状は軽度となっている状況である。

表 6-2：側壁の状況一覧表

ブロック	側壁の損傷状況			越流堰前面の開口状況	(漏水発生時の)漏水の有無	備考
	全体変状	ひび割れ	背面の空洞			
BL1	特になし	特になし	—	なし	打継目は湿潤	左岸端部ブロック
BL2	特になし	特になし	—	なし	打継目は湿潤	
BL3	特になし	特になし	—	なし	打継目は湿潤	
BL4	特になし	特になし	—	なし	打継目は湿潤	
BL5	特になし	特になし	—	なし	打継目は湿潤	一部補強壁部
BL6	特になし	ひび割れ数本(扇状ひび割れの端部)	一部有り	開口または亀裂あり	あり(打継目湿潤)	補強壁部
BL7	押し出し +底部浮き、漏水	水平ひび割れ2本その他、ひび割れ多数	あり	開口または亀裂あり、補強壁部は損傷あり	あり(打継目湿潤)	半分補強壁部
BL8	押し出し +底部浮き、漏水	水平ひび割れ3本その他、ひび割れ多数、破壊亀裂	あり	開口あり(最大5cm程度)	あり(打継目湿潤)	
BL9	特になし	水平ひび割れ1本その他、下部に数箇所ひび割れ	なし	開口あり	あり(打継目湿潤)	
BL10	特になし	水平ひび割れ1本その他、下部に若干ひび割れ	なし	若干あり	あり(打継目湿潤)	
BL11	特になし	水平ひび割れ1本のみ	—	なし	打継目は湿潤	半分切欠部
BL12	特になし	特になし	—	なし	打継目は湿潤	切欠部
BL13	特になし	特になし	—	なし	打継目は湿潤	切欠部
BL14	特になし	特になし	—	なし	打継目は湿潤	右岸端部ブロック

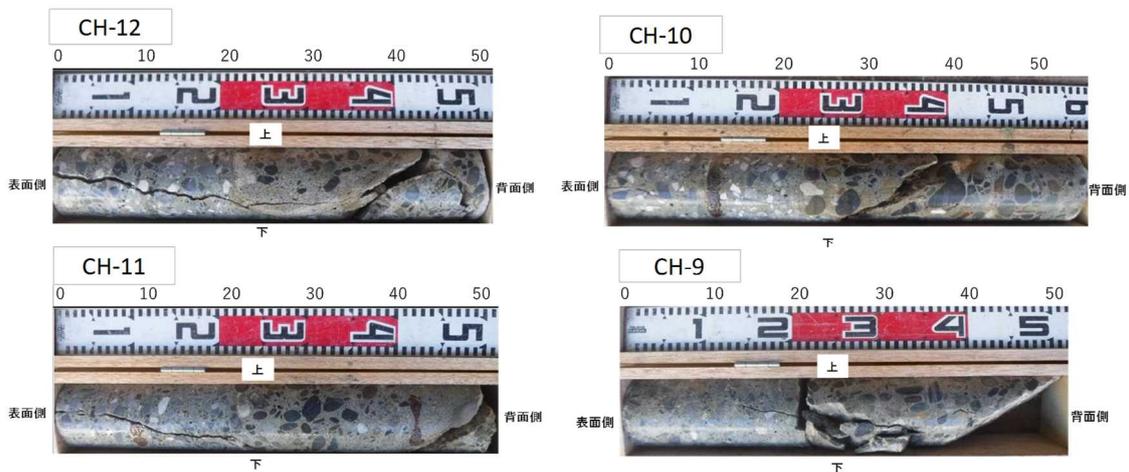
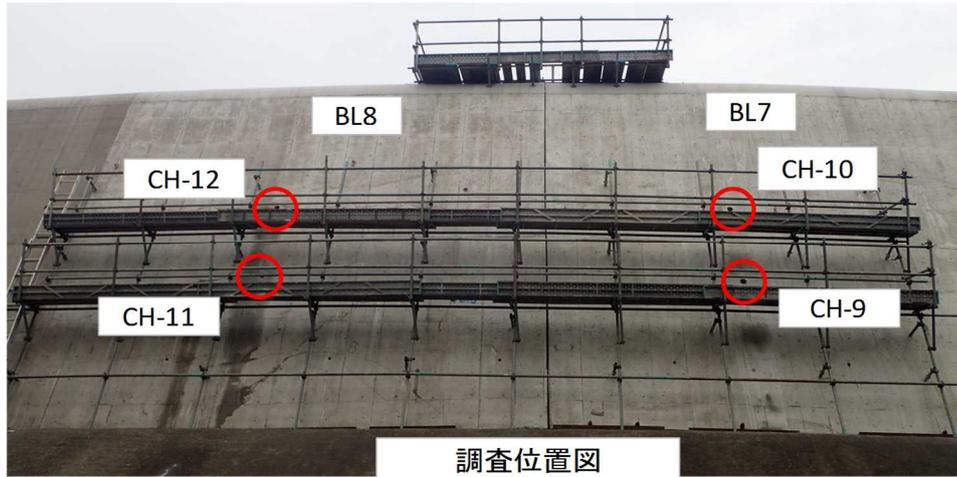
※ブロック(BL)：洪水吐水路側壁面改修時にコンクリートを打設した単位



○ひび割れ状況
 側壁に発生したひび割れを写真上でトレースすると右図のとおりである。
 ひび割れには大きく次のように分類される。
 ①水平ひび割れ…BL7、BL8に2本、BL6、BL9～BL11に1本発生している。
 ②扇状ひび割れ…BL6、BL8、BL9に発生している。
 ③鉛直ひび割れ…BL7に数本発生している。
 特にBL8については破壊されたような大きな亀裂が発生している。

図 6-2：側壁の状況図

- ・側壁クラック部におけるコア採取結果を以下に示す。



CH-12
 新旧境界22cm辺り（分断亀裂なし）
 旧コンクリート奥部に水平打継目による分離あり
 表面のひび割れは水平打継目に到達
 水平打継目から奥は破壊
 新コンクリートの下側一部（27～37cmあたり）が
 水平打継目に入り込んでいる
 ひび割れ幅：表面最大、深部最小の傾向。

CH-10
 新旧境界22cm辺り（分断亀裂なし）
 旧コンクリート奥部に水平打継目による分離あり
 表面のひび割れは水平打継目に到達
 水平クラック、水平打継目以外の破壊なし
 ひび割れ幅：右側：表面最大、深部最小の傾向。
 左側：同規模で連続（中間部最大）

CH-11
 新旧境界22cm辺り（分断亀裂なし）
 旧コンクリート奥部に水平打継目による分離あり
 表面のひび割れは旧コンクリートまで達し、表面
 付近で外れている
 水平クラック、水平打継目以外の破壊なし
 ひび割れ幅：おおむね同規模で連続。
 側壁押出なし

CH-9
 新旧境界22cm辺り（分断亀裂有り）
 旧コンクリート奥部に水平打継目による分離あり
 表面のひび割れは旧コンクリート内にも連続
 ひび割れ幅：表面最小、深部最大の傾向。
 側壁押出あり

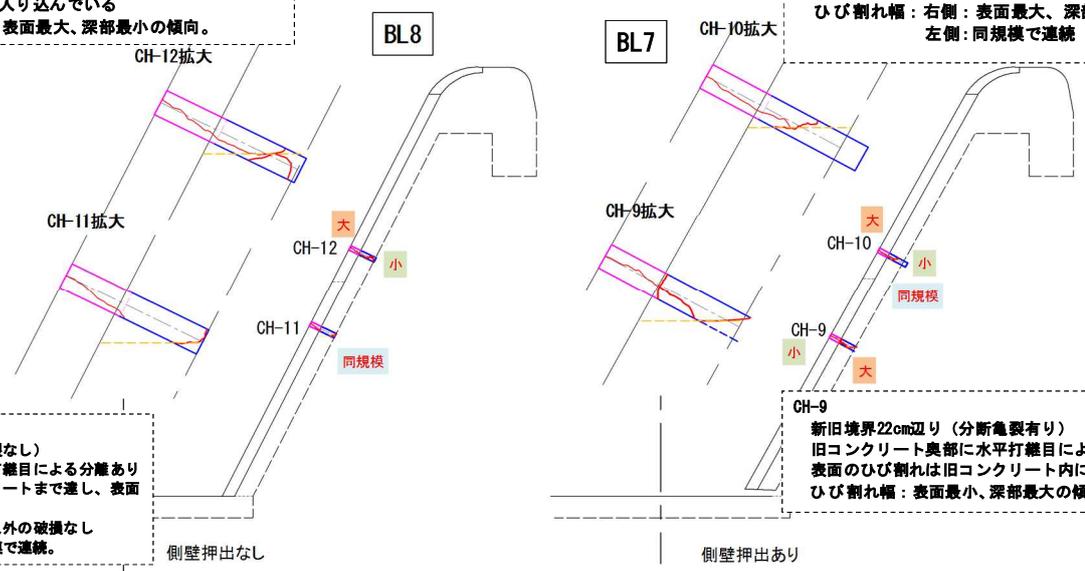


図 6-3：側壁クラック部のコア採取結果

(3) エプロン部の状況

- ・エプロンと地山との境について、コア採取等から空洞は確認されていない。
- ・切欠工事開削の際、エプロン直下の地山が風化していることが確認されている。
この風化部を通り、浸透水が側壁に到達している可能性が考えられる。



写真で影が見える箇所は法面整形時に岩塊がはがれた部分であり、空洞は見られなかった。

図 6-4 : 切欠工事实施状況

○エプロン表面の状況

表面は全体的に経年劣化による粗骨材露出と数本の連続したひび割れがある。
継目部は平成4年度に補修した箇所の劣化も確認される。



図 6-5 : エプロン部の補修状況

(4) 張コンクリートの状況

- ・張コンクリートの強度は、切欠部応急対策における鉄筋挿入工削孔時のコアを用いて圧縮強度を計測した結果、 $29\sim 34\text{N/mm}^2$ で設計基準強度 21N/mm^2 を満足していた。
- ・張コンクリートのコア採取を実施した際に地山との間に隙間は確認されなかった。
- ・外観上は、表面部の全体的な粗骨材露出が見られる他、継目・施工継目の一部の劣化、部分的な豆板(ジャンカ)が数箇所確認されたが、張コンクリート上部については、平成4年度に継目・水平施工継目を補修しており、その部分においては比較的健全であった。
- ・目立った豆板は、上流側は左下写真の位置に確認された。この豆板で計測ができた箇所は深さが10cm程度まで粗骨材が損失している状態で、その上の箇所についてはそれ以上の規模であり、張コンクリートの厚さが20cm程度であるため、その箇所での断面損失は大きかった。この場所は、今回の漏水箇所から40m以上離れており、漏水の浸入口となっているとは考えられない。
- ・張コンクリートは地山表面の安定化を図るものであり、その機能としては問題ないと考える。
- ・以上のことから、今回の漏水との関係はないと思われる。

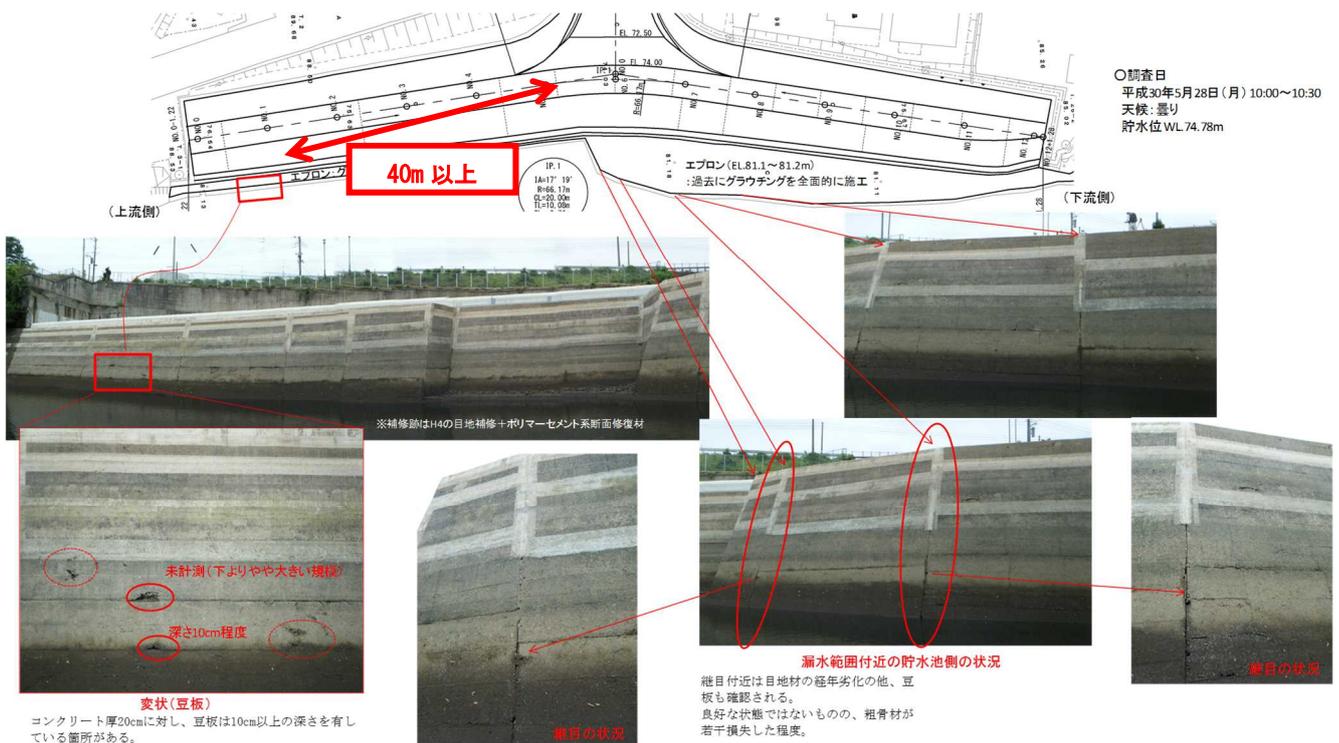


図 6-6 : 張コンクリートの状況

(5) 地山の状況

ア 透水性

地山のほとんどが 5Lu 以下、右岸側においては 1Lu 未満と透水性は低く、難透水性を示している。局所的に透水性が高い箇所もあるが、いずれも 10Lu 前後である。「グラウチング^(イ)技術指針・同解説」によれば、カーテングラウチングの改良目標値は 5~10Lu 程度 (H/2~H、H: ダム高) とされており、今回の調査結果は最大で 10.7Lu であることから、改良目標値を満たしているものと考えられるため、止水性に問題は無いと判断する。

また、限界圧力^(エ)については、下図に示すとおり P-Q 曲線の形状が上昇・下降で同様のカーブを描いていることから、ルジオンテスト時には限界圧力に達していないと判断できる。

なお、ルジオンテスト時には FWL (EL. 82.0m) 時における水圧を最大圧力として実施しており、地山の限界圧力は FWL (EL. 82.0m) 以上の条件であると判断する。

表 6-3 : ルジオンテスト結果一覧

孔番	試験深度 (GL-m)	区間長 (m)	最大有効圧力 (Mpa)	ルジオン値
BV-1	3.00 ~ 5.50	2.5	0.035	2.4
	5.50 ~ 9.00	3.5	0.050	10.7
BV-2	3.00 ~ 5.50	2.5	0.035	2.7
	5.50 ~ 8.00	2.5	0.045	8.2
	8.00 ~ 10.00	2.0	0.035	1.8
BV-3	3.00 ~ 5.50	2.5	0.035	3.2
	5.50 ~ 8.00	2.5	0.055	1.1
	8.00 ~ 11.00	3.0	0.045	3.1
BV-4	3.00 ~ 5.50	2.5	0.045	1.0未満
	5.50 ~ 8.00	2.5	0.080	1.0未満
	8.00 ~ 11.00	3.0	0.110	1.0未満
BV-5	3.00 ~ 5.50	2.5	0.055	1.0未満
	5.50 ~ 8.00	2.5	0.080	1.0未満
	8.00 ~ 10.50	2.5	0.105	1.0未満
BV-6	3.00 ~ 5.50	2.5	0.055	1.0未満
	5.50 ~ 8.00	2.5	0.080	1.0未満
	8.00 ~ 10.00	2.0	0.100	1.0未満
平均値(※)				2.48

※1.0未満は、1.0として算出

※ルジオン値は換算ルジオン値である。(エ)

「グラウチング技術指針・同解説 P.32~33」

カーテングラウチングの改良目標値は、(中略)、フィルダムで2~5Luとされてきた(後略)。
一般的に地盤の深部では浸透路長が長く導水勾配が小さいため、改良目標値を緩和することができる。このため、深度に対応した改良目標値は、次の値を標準として設定する。
0~H/2 : 2~5Lu程度
H/2~H : 5~10Lu程度 ※Hは最大ダム高(後略)

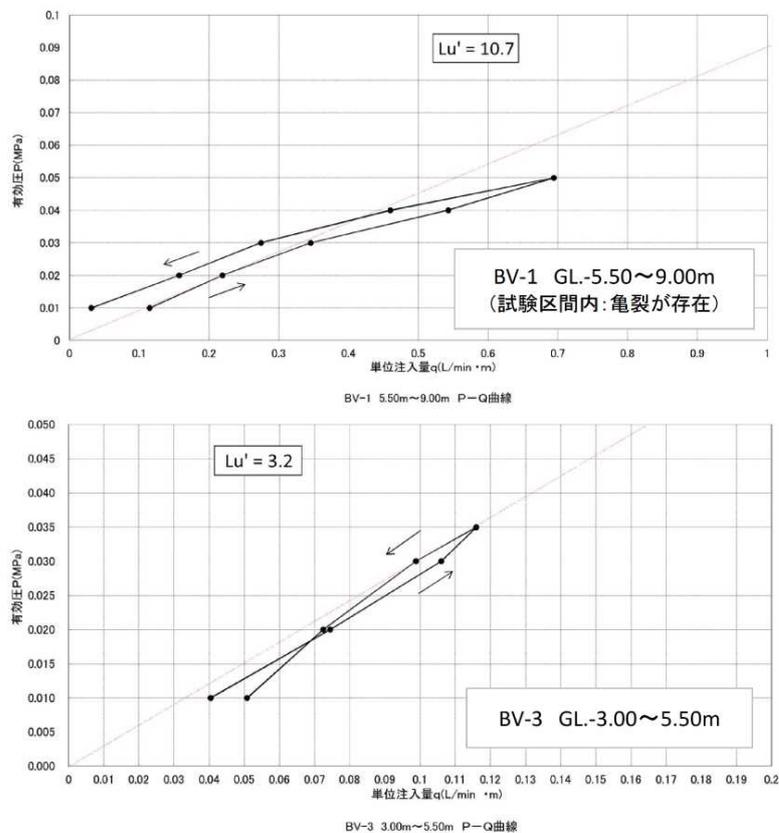


図 6-7 : ルジオンテスト時の P-Q 曲線 (一部抜粋)

イ 力学性

(ア) 地質性状

地山には主に泥岩、砂質泥岩、凝灰岩、砂岩が分布している。凝灰岩は洪水吐の中央部 (No. 3～No. 7) 付近に主に分布している。一方で左岸部 (No. 0～No. 3)、右岸部 (No. 7～No. 12) 付近では泥岩、砂質泥岩が主に分布しており、凝灰岩は薄層として挟在するのみである。また、砂岩については、全体的に薄層として分布している。

岩級区分⁽²⁾については、ボーリングコア観察結果に基づき分類している。岩級区分の基準は次のとおりである。

- ・D 級：風化部、軟質部
- ・CL 級：新鮮部

D 級岩盤は、凝灰岩分布域、泥岩及び砂質泥岩の表層部に広く分布している。中央部 (No. 3～No. 6) 付近では凝灰岩の分布に沿って、地下深部まで D 級岩盤が分布している。

CL 級岩盤は、泥岩、砂質泥岩の分布域 (表層部除く) に広く分布している。

ボーリング調査結果をもとに作成した地質図及びブルジオンマップ図を次ページに添付する。

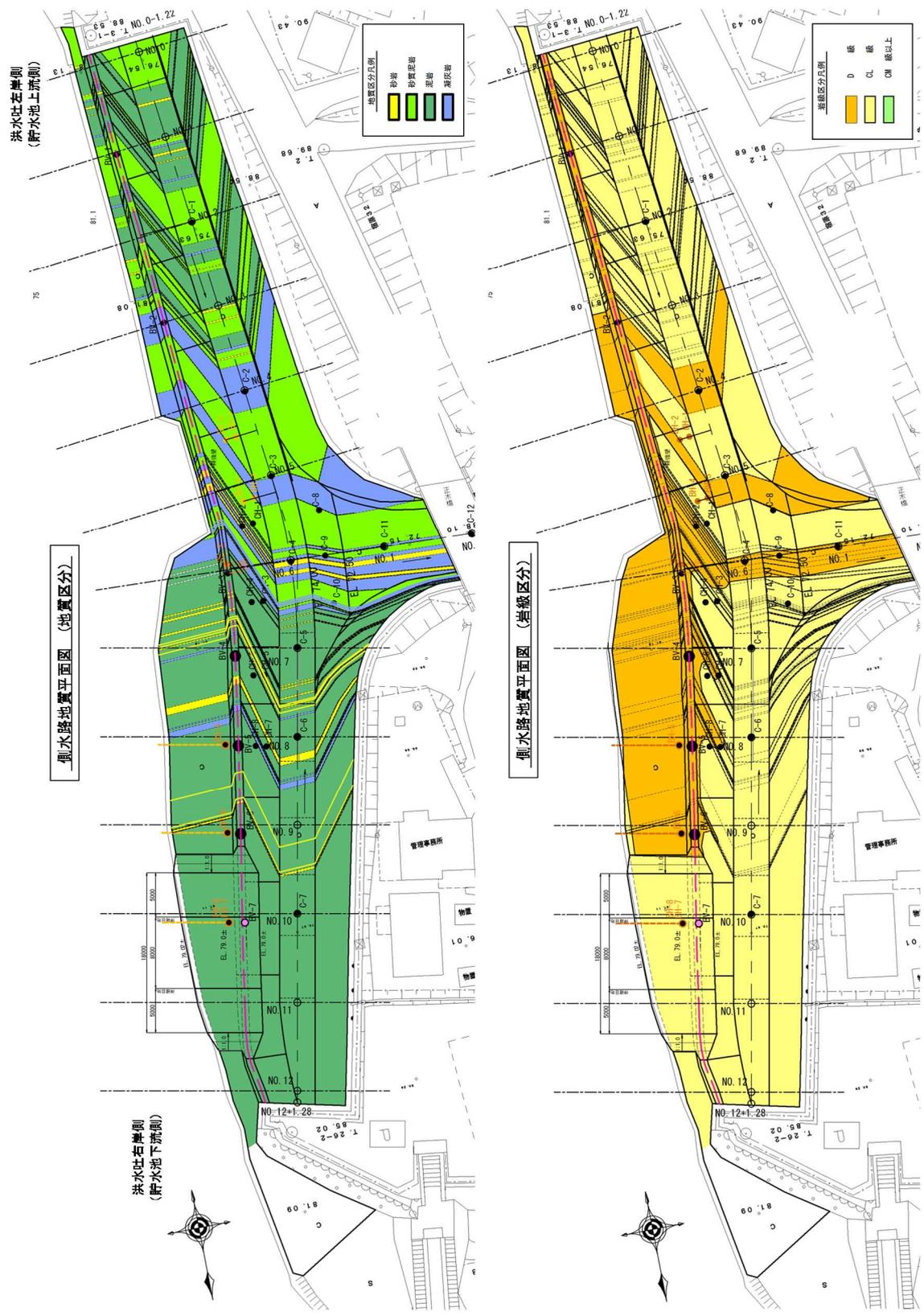


圖 6-8：地質平面圖 (地質區分、岩級區分)

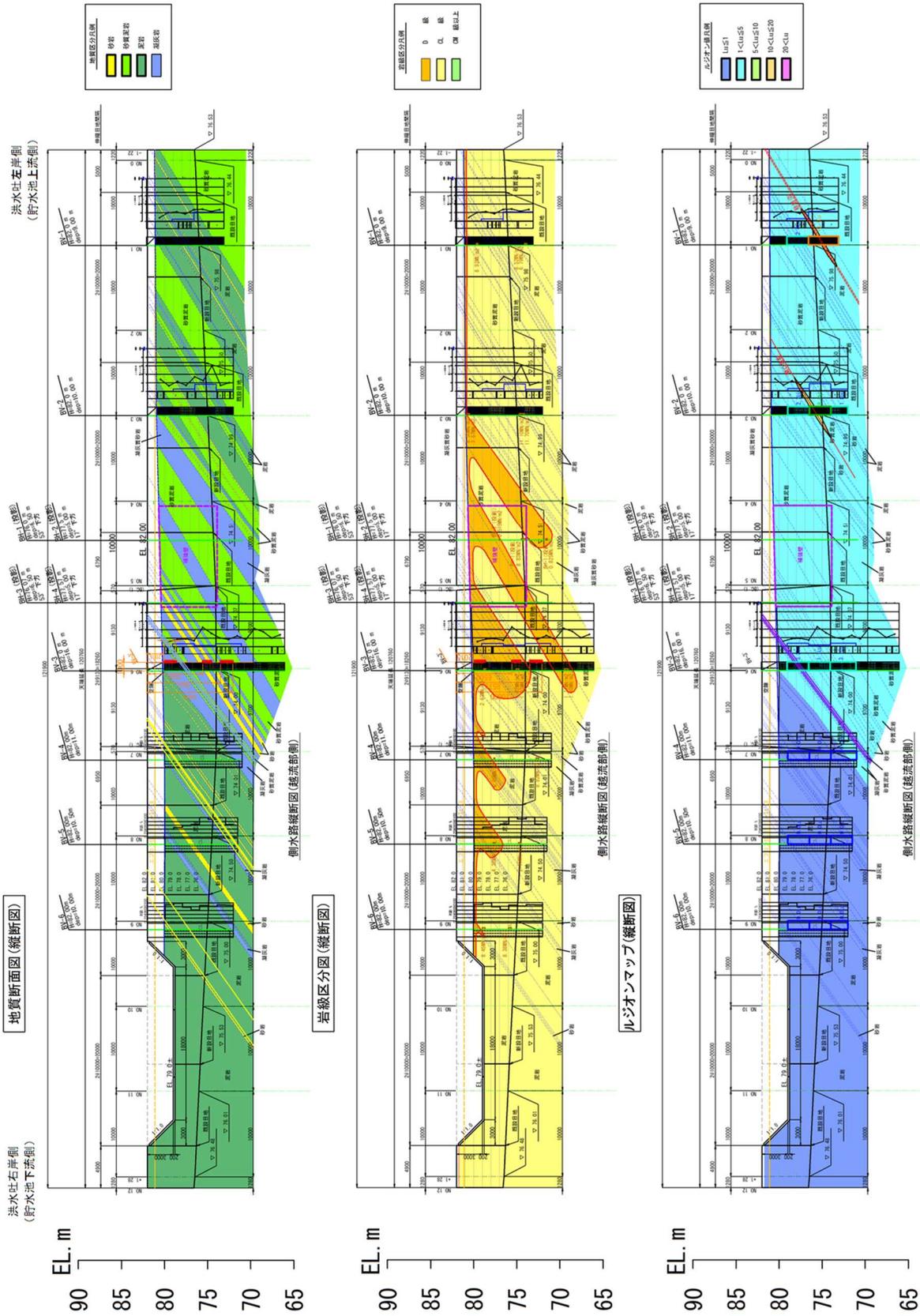


図 6-9：地質縦断面図（地質区分、岩級区分）、ルジオンマップ

(イ) 一軸圧縮強度試験等の試験結果

BV-1～BV-6、BH-1～
BH-2のボーリングコア
試料を用いて、一軸圧
縮強度試験を実施した
結果を右表に示す。

表 6-4：一軸圧縮強度試験等結果一覧

孔番	試験深度	地質区分		圧縮強さ MN/m ²	密度 g/cm ³
	GL-m	岩級区分	地質区分		
BV-1	2.40 ~ 2.60	CL級	泥岩	8.93	2.130
	8.00 ~ 8.25		泥岩 (GL-8.00~-8.24)	6.79	1.963
			砂質泥岩 (GL-8.24~-8.25)	8.52	1.953
BV-2	1.20 ~ 1.50	CL級	凝灰岩 (GL-1.20~-1.21)	8.50	1.948
	7.30 ~ 7.84		砂質泥岩 (GL-1.21~-1.50)	7.57	1.961
			CL級	泥岩	11.10
BV-3	3.24 ~ 3.45	D級	凝灰岩	2.63	1.725
	7.00 ~ 7.25	D級	砂岩 (GL-7.00~-7.20)	1.82	1.756
			凝灰岩 (GL-7.20~-7.25)	1.93	1.756
	12.60 ~ 13.00	D級	凝灰岩	1.71	1.697
				1.40	1.701
BV-4	4.35 ~ 4.45	CL級	泥岩	6.08	1.984
	9.22 ~ 9.54	CL級	泥岩 (GL-9.22~-9.50) 砂岩 (GL-9.50~-9.54)	8.82	1.987
BV-5	4.25 ~ 4.50	D級	泥岩	4.38	1.833
	7.20 ~ 7.50	CL級	泥岩	9.66	1.870
BV-6	3.00 ~ 3.30	CL級	泥岩	8.45	1.960
	6.05 ~ 6.35	CL級	泥岩	8.38	1.879
BH-1	2.00 ~ 2.57	CL級	砂質泥岩	8.83	1.895
	13.30			1.925	
	5.55 ~ 5.75	D級	凝灰岩	0.825	1.773
BH-2	1.90 ~ 2.00	D級	凝灰岩	0.515	1.772

試験結果は以下のとおり。

<地質区分における結果>

- 【泥 岩】 平均値は 8.44MN/m²である。1 試料で 4.38MN/m²と他と比べ小さい値を示しているが、その他は 6MN/m²以上であり全体的には十分な強度を示している。
- 【砂質泥岩】 最小値が 7.57MN/m²であり、十分な強度を示している。
- 【凝 灰 岩】 平均値は 1.44MN/m²である。最大値で 2.63MN/m²と他の地質区分よりも低い。
- 【砂 岩】 平均値が 1.9MN/m²であり、強度が他の地質区分よりも低い。

上記より、凝灰岩と砂岩の一軸圧縮強度が低い状況が確認できる。また、砂岩 (BV-3 : GL. -7.00~7.25m) は全体的に凝灰質であることをボーリングコア観察から確認している。従って、凝灰岩 (凝灰質) の影響が強い箇所、一軸圧縮強度が低いと判断する。

この凝灰岩は No. 3~No. 7 辺りに分布しており、D 級区分も凝灰岩分布付近に分布すると評価している。

<岩級区分における結果>

- 【CL 級】 平均値は 9.05MN/m²、最小値は 6.02MN/m²であり、十分な強度を示している。
- 【D 級】 平均値は 1.09MN/m²であり、低い強度を示している。1 試料 (泥岩) で 4.38 MN/m²と他の試料 (凝灰岩) より高い値を示しているが、CL 級泥岩 (平均値 8.84 MN/m²) と比較すると約 1/2 倍程度であり、低い強度を示している。

(ウ) 三軸圧縮強度試験及び繰返し一面せん断強度試験の試験結果

弾塑性有限要素解析^(セ)による検証を行うため、BV-1'、BV-3'、及びBV-7でのボーリングコア試料を用いて、三軸圧縮強度試験及び繰返し一面せん断強度試験を実施した結果を下表に示す。

表 6-5：三軸圧縮強度等試験結果一覧

位置		左岸側		中央部			右岸側(切欠部)		
ボーリング孔・試料番号		BV-1'		BV-3'-1	BV-3'-2	BV-3'-3	BV-7-1	BV-7-2	
地質区分		泥岩 (砂質分多)		凝灰岩	凝灰岩 (砂岩互層)	砂質泥岩	泥岩	泥岩	
岩級区分		CL級		D級	D級	CL級	CL級	CL級	
深度		1.20~3.50m		2.00~3.00m	6.50~7.50m	8.50~10.00m	1.63~2.15m	3.00~3.70m	
湿潤密度		平均値(g/cm ³)		1.735	1.781	1.766	1.835	1.818	
乾燥密度		平均値(g/cm ³)		1.267	1.346	1.316	1.350	1.320	
三軸圧縮強度	ピーク強度	全応力	せん断強度c(kN/m ²)	357.6	552.7	383.5	770.3	672.3	1237.8
			内部摩擦角φ(°)	63.0	40.7	52.7	28.3	56.2	48.8
		有効応力	せん断強度c(kN/m ²)	229.2	849.0	162.4	672.2	592.2	---
	残留強度	全応力	せん断強度c(kN/m ²)	85.1	372.4	61.5	177.3	58.9	102.9
			内部摩擦角φ(°)	46.1	35.3	51.1	39.1	54.2	50.7
		有効応力	せん断強度c(kN/m ²)	0.0	245.9	0.0	71.7	0.0	0.0
		内部摩擦角φ(°)	41.3	35.3	43.6	37.1	47.7	46.9	
繰返し一面 せん断強度	完全軟化	せん断強度c(kN/m ²)	/	12.4	/	/	/	10.1	
		内部摩擦角φ(°)	/	45.2	/	/	/	38.1	
	残留強度	せん断強度c(kN/m ²)	/	17.8	/	/	/	12.0	
		内部摩擦角φ(°)	/	35.1	/	/	/	36.5	

三軸圧縮強度試験結果について、解析等で用いるピーク強度(有効応力)のせん断強度は、CL級は229.2~672.2kN/m²、D級は162.4~849.0kN/m²とばらつきがある。また、内部摩擦角については、CL級は28.2~77.2°、D級は25.7~52.1°とばらつきがあり、文献(図6-10参照)による値(CL級：30~38°、D級15~30°)と比較すると大きい傾向である。

繰返し一面せん断強度試験結果についてはせん断強度と内部摩擦角とも岩級区分による強度差はなく同等の値を示している。

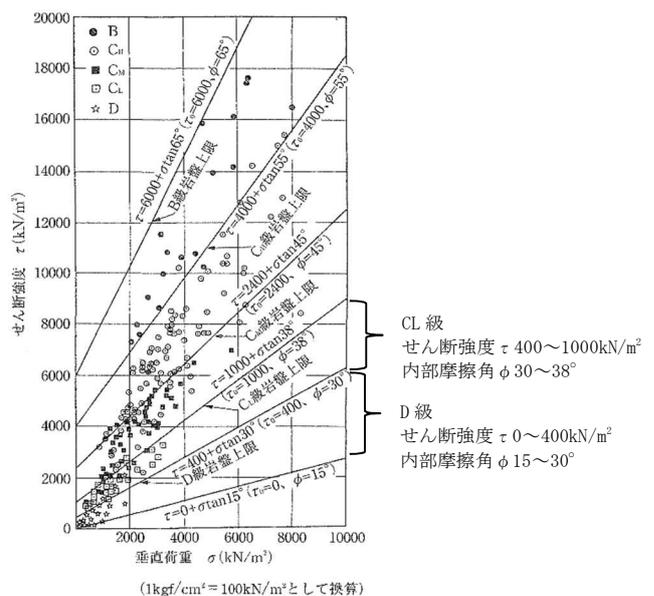


図 6-10：岩級区分とせん断試験結果との関係
(土地改良事業計画設計基準ダム コンクリートダム編より)

