

大谷ダム(五十嵐川ダム)建設にまつわる二、三の技術的課題

石橋輝樹*

はじめに

大谷ダムは、一級河川信濃川水系五十嵐川の上流、南蒲原郡下田村大谷地内に新潟県により昭和50年度から建設事業に着手、平成5年度に完成したロックフィルダムである。

ダム建設の目的は、五十嵐川の治水、五カ市町村の上水道、河川の正常な機能の維持である。県内のロックフィルダムは、すでに発電、農業用水など利水ダムでは建設されていたが、治水ダムでは県で施工する最初のロックフィルダムとして、様々な技術的課題を解決し完成させることができ、本県の今後のダム建設に貴重な経験となった。当時の記憶に残る技術的な二、三の課題について報告し、会員の方々の参考になれば幸いである。なお、ダムの諸元は次の通りである。

表-1 ダム及び貯水池諸元

ダム名		大谷ダム		洪水調節容量		m ³	13,750,000
河川名		信濃川水系五十嵐川		堆砂容量		m ³	4,050,000
位置		南蒲原郡下田村大字大谷・笠堀		洪水時満水位		m	209.60
ダム型式		中央しゃ水型ロックフィルダム		常時満水位		m	191.40
ダ	堤高	m	75.50	最低水位(堆砂面)		m	184.10
	堤頂長	m	360.00	常用洪水吐		自然調節方式	
	堤頂幅	m	10.00	非常用洪水吐		自由横越流型	
	法勾配上流面		1:3.0	低水放流設備		ホロージェットバルブ 径950mm1基 径350mm1基	
	法勾配下流面		1:2.0	取水設備		表面取水ゲート 多孔式1.00m×1.00m×3門	
	堤体積	m ³	2,210,000	計画洪水流量		m ³ /sec	790
ム	非超流部標高	m	215.00	計画放流量		m ³ /sec	170
	基礎岩盤標高	m	140.00	設計洪水流量		m ³ /sec	1,420
	築水面積	km ²	56.20	最大出力		kW	190
	湛水面積	km ²	1.01	最大使用水量		m ³ /sec	0.70
	総貯水容量	m ³	21,100,000	最大有効落差		m	36.77
	有効貯水容量	m ³	17,050,000				

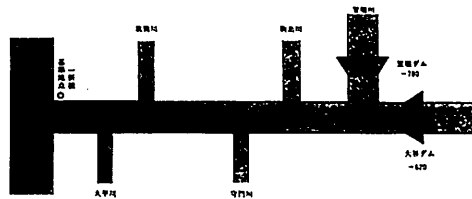


図-1 五十嵐川流量配分図

* 新潟県三面川開発事務所

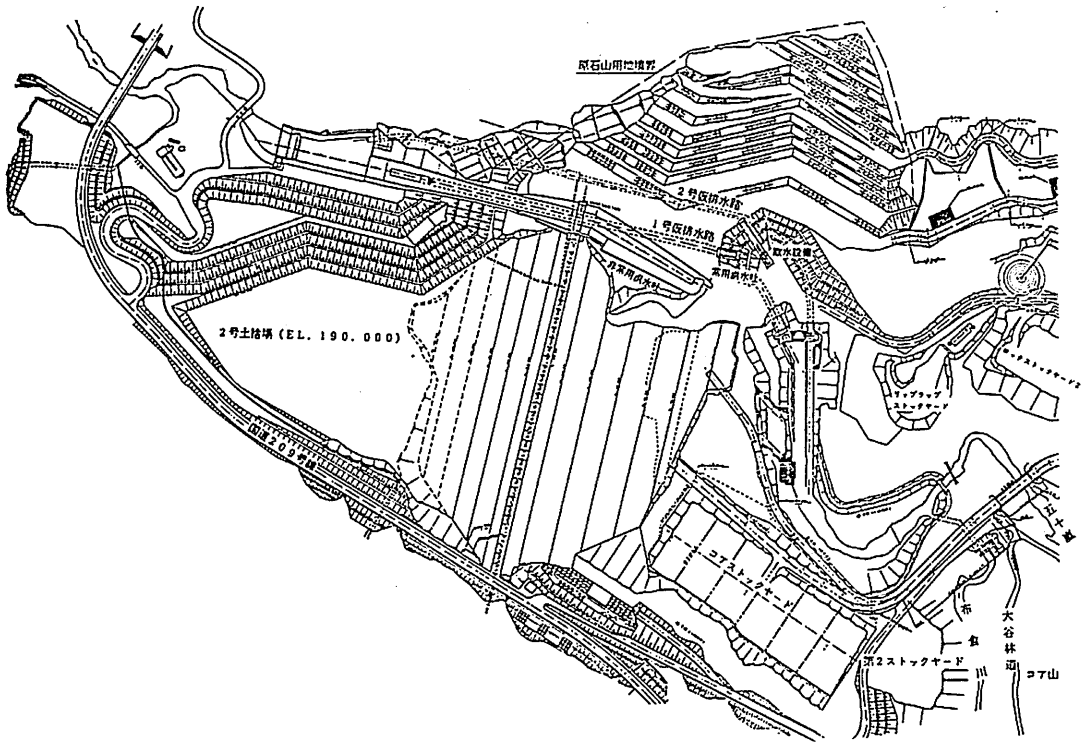


図-2 ダム平面図

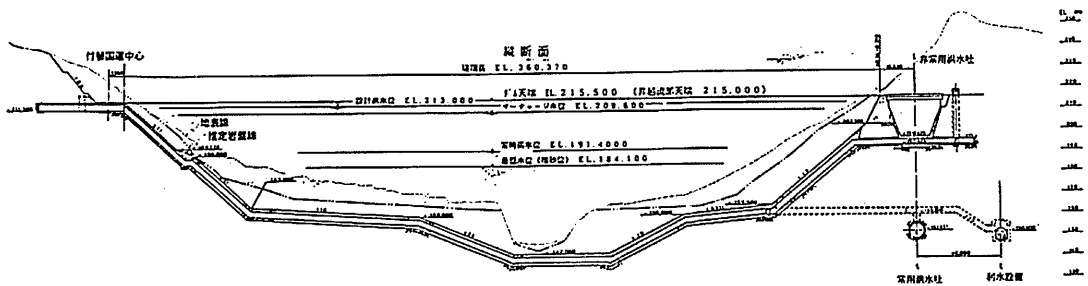
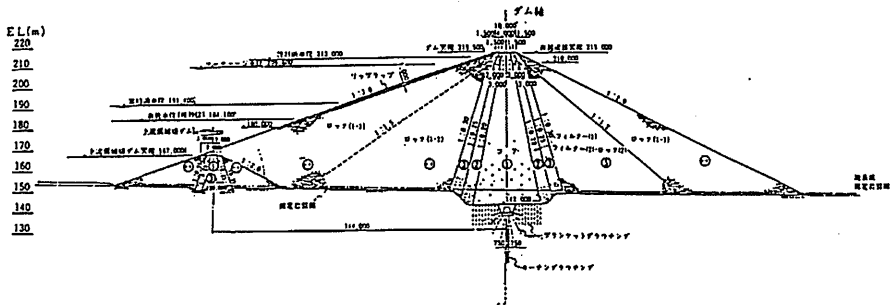


図-2 ダム標準断面図、縦断面図

1 ダム建設地点の選定、ダムタイプの決定とダム軸の選定

ダム建設地点の選定に当たっては、一般に治水、利水とも集水面積により効用、ダム規模が異なってくること、また長期に亘る耐久性の必要な大規模構造物であることから、安全性は最も重要であるが、経済性もふまえて地形、地質、集落、土地利用状況を加味して慎重に建設地点が検討、選定される。本ダムの場合、支川の笠掘川合流点下流から上流にかけて数案を検討、最終的に笠掘集落の水没を避けて合流点より上流の位置（旧大谷集落地点）に地域の合意を得て決定された。

ダムタイプの決定は、建設地点の地質が主となるが、堤体積の大きいフィルタイプの場合には周辺の建設材料の賦存状況も重要である。本ダムの場合、次の地質特性によりフィルタイプが適当であり、また堤体材料としては近傍の斜長流紋岩体、緑色凝灰岩の利用が可能であることも決定の要素となった。

建設地点の地質は、地質平面図、断面図に示すように津川層に対比される大谷川層の緑色凝灰岩が分布し、右岸にはそれを貫く大規模な斜長流紋岩体、河床部右岸側には両岩の接触変質帯とF-1断層の存在、さらに河床中央部にNNE～SSW方向の数条の粗粒玄武岩の岩脈が貫入し、周辺の緑色凝灰岩は弱い変質を受けている。したがって、岩級では、斜長流紋岩と左岸の新鮮な緑色凝灰岩はおおむねC_M級であるが、河床部を中心とする弱変質帯はC_L～D級である。したがって、基礎岩盤の変形性は大きく、剪断強度も期待できなく、また浅い部分の浸水性も高く、コンクリート式重力ダムは不適であると判断された。

ダム軸の選定は、地形と、地質条件（特にF-1断層、斜長流紋岩体と接触変質部、粗粒玄武岩の分布、河床部を中心とする変質帯の分布）を加味して時間をかけて検討、決定された。



図-3 ダム軸地質平面図

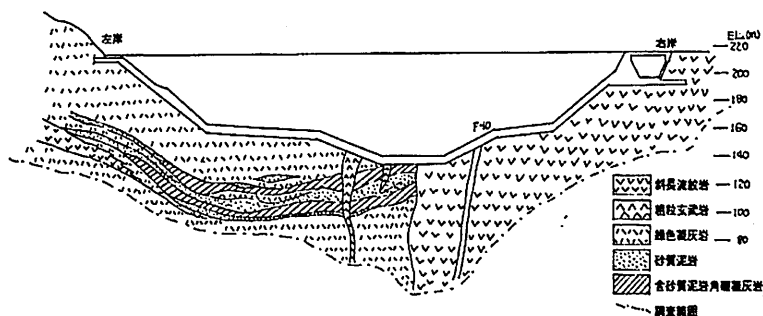


図-4 ダム軸地質断面図

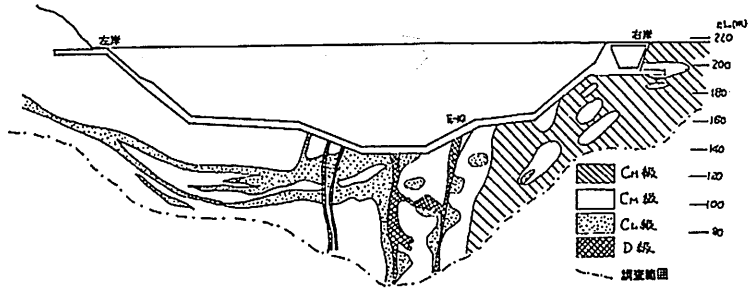


図-5 ダム軸岩級区分図

2 堤体材料の特性にかかる課題

センターコア式のゾーン型ロックフィルダムの場合、コア材料は浸水性、力学的特性、施工性から決定されるが、本ダムでは貯水池予定地内に分布する緑色凝灰岩の風化帯であるグリーンタフ (G t)、ホワイトタフ (W t) を採用した。やや密度が小さく、密度増を図るため、フィルター材料を加え所要の粒度、密度を得た。それら風化緑色凝灰岩は、採取に伴い風化の度合いが低くなったため、緑色凝灰岩に含まれるモンモリロナイトの影響も懸念され、コア材料のパイピング試験を行い、さらに施工後のコアゾーンの膨潤、間隙水圧消散状況に注意を払ったが、特に影響は認められなかった。

ロック材料、フィルター材料は、ダム右岸アバットの斜長流紋岩から採取した。本斜長流紋岩の物理特性は、比重が小さく吸水率の高いこと、また剪断強度も比較的小さく設計でカバー、数値等は次の表の通りである。また、斜長流紋岩体内には弱い変質ゾーンがネットワーク状に分布し、堤体への混入を避けるため採取に当たっては細心の注意を払うと共に、1 m程度の大塊を必要とするリップラップ材の確保に当たっては、1個ずつロックハンマーで叩きながら材質を確認するなど監督員や施工者の苦勞は大きかった。

表-2 ダム材料設計数値一覧表

材 料	比 重 G S	吸水率 W(%)	開げき比 e	単 位 重 量 (t/m ³)				粘着力 c(t/m ²)	内 部 摩 擦 角	
				乾燥(V _a)	湿潤(V _t)	飽和(V _s)	水中(V _w)		φ	tan φ
コ ア	2.65		1.10	1.262	1.704	1.786	0.786	5.0	8°	0.140
フィルター	2.55	8.3	0.60	1.59	1.67	1.97	0.97	0	41°	0.869
ロック(1)	2.55	8.3	0.60	1.59	1.67	1.97	0.97	0	41°	0.869
ロック(2)	2.50	12.0	0.80	1.39	1.64	1.83	0.83	0	38°	0.781

3 施工に当たっての諸課題

施工に当たっては、それぞれの地質、材料特性によりダム毎に施工要領が異なるため、施工JVとの綿密な協議、ダム技術センターの指導を受けながら職員の勉強を兼ねて「五十嵐川ダム施工要領」を作成した。

1) 材料採取にかかるもの

ロック材、フィルター材の採取地がダム堤体右岸直上であったことから、堤体盛り立て工と材料採取のための発破、大型ダンプによる運搬に伴う落石防止などに多大の配慮を払った。特に、右岸側に設置した余水吐などのコンクリート構造物や、施工済みのカーテングラウト膜が発破により損傷しないよう発破振動試験を行い、土木研究所の指導を得て構造物の変位速度を2カイン (cm/sec) 以下と定め、火薬量を規制しながら施工した。発破振動試験の結果は図-6の通りである。(なお、この概要については昭和63年11月土木学会新潟支部の例会で、山辺ほか2名で発表されている。)

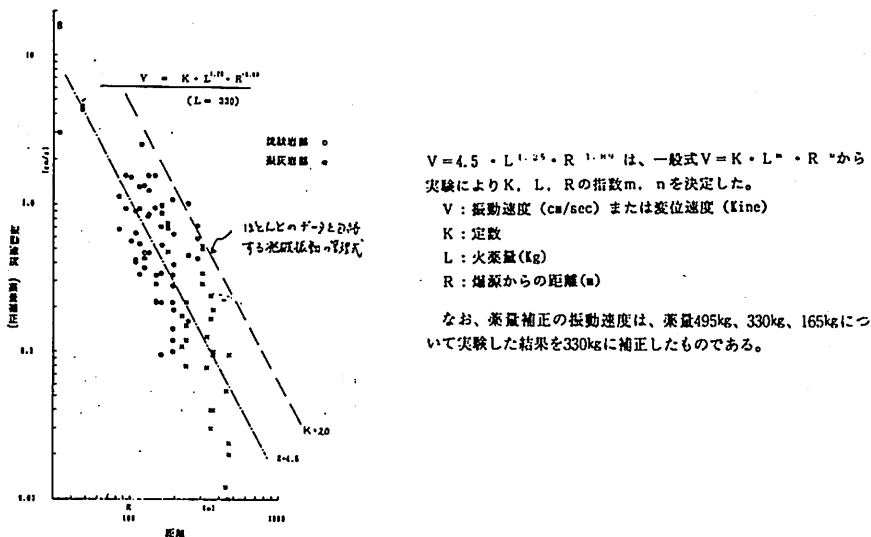


図-6 発破振動試験結果

2) 堤体盛立工

施工においては着岩部を入念に施工するため、県監督員の立ち会い施工とした。施工後の締め固め判定は砂置換法を標準としたが、結果に時間を要したため現場における判断材料に迅速法としてRI法を併用した。結果は迅速法にバラツキはあるものの特に問題はなかった。コア材の含水比管理では、コアのストックパイル造成時に調整を行い、使用時には十分安定した状態で施工できた。ロックとフィルターの盛り立て施工では、部分的に細粒分に富む箇所を生じ、適切な締め固めが困難な場合には除去を行った。施工結果については表-3の通りである。

表-3 コア盛立管理試験結果一覧表

項	目	管理基準値	管 理 結 果			
			点数	最 大	最 小	平 均
一般コア	現場含水比	全体含水比	692	27.6	20.7	23.8
	現場含水比	-19.1mm含水比	692	33.2	26.1	29.4
	現場密度	全体密度	692	1.628	1.464	1.541
	現場密度	-19.1mm密度	692	1.525	1.358	1.404
	締め固め度 D値	95%以上	692	105.7	95.1	97.5
	最適との差	0～3%	692	2.9	0.1	1.3
	現場透水	5×10^{-6} 以下	28	8.5×10^{-7}	1.6×10^{-7}	4.5×10^{-7}

表-4 フィルター盛立管理試験結果一覧表

項	目	管理基準値	管 理 結 果			
			点数	最 大	最 小	平 均
細粒 (1)	現場密度 (水置換)	1.59以上	24	2.126	1.719	1.911
	現場透水	$1 \times 10^{-2} \sim 1 \times 10^{-4}$	22	9.99×10^{-3}	3.7×10^{-3}	8.35×10^{-3}
細粒 (2)	現場密度 (水置換)	1.59以上	21	1.955	1.687	1.831
	現場透水	1×10^{-3} 以上	17	9.48×10^{-2}	1.3×10^{-2}	6.91×10^{-2}
粗 粒	搬出時粒度 (-25.4 mm)	30～65%	24	54.5	38.8	47.9
	搬出時粒度 (-4.76 mm)	0～20%	24	17.8	11.2	14.9
	搬出時粒度 (-0.074 mm)	5%以下	24	4.4	1.8	3.1
	現場密度 (水置換)	1.59以上	21	2.051	1.759	1.923
	転圧後粒度 (-25.4 mm)	30～65%	21	61.9	41.0	48.6
	転圧後粒度 (-4.76 mm)	0～20%	21	19.1	1.7	14.1
	転圧後粒度 (-0.074 mm)	5%以下	21	4.3	1.5	2.7
	比重 (見掛比重)	2.55以上	21	2.646	2.564	2.616
	現場透水	1×10^{-2} 以上	17	3.73×10^{-1}	9.94×10^{-2}	2.11×10^{-1}

表-5 ロック盛立管理試験結果一覧表

項	目	管理基準値	管 理 結 果			
			点数	最 大	最 小	平 均
ロック(1)	現場密度 (水置換)	1.59以上	37	2.045	1.745	1.867
	透水		31	9.49×10^{-1}	1.10×10^{-1}	7.97×10^{-1}
	均等係数	10以上	37	41.3	10.7	21.3
ロック(2)	現場密度 (水置換)	1.39以上	8	1.972	1.737	1.832
	透水		8	9.83×10^{-1}	1.20×10^{-1}	7.77×10^{-1}
	均等係数	10以上	8	41.8	14.3	21.9

3) 基礎処理工

堤体、監査廊、ならびにコンクリート構造物の余水吐基礎岩盤の強度、透水性の改良のために行うブランケットグラウチング、コンソリデーショングラウチング、また深部の遮水のためダム軸沿いに行うカーテングラウチング、このほか、右岸側のF-1断層に断層処理グラウチングを行った。特に、軟岩である緑色凝灰岩については施工基準検討のためグラウチングテストを行い、ブランケットグラウチングについては施工パターン、深度を3ゾーンに分けて計画した。しかし、ブランケットグラウチング施工に当たり、河床部弱変質帯のパターンⅡゾーンにおいて、高次孔の施工によっても改善されないケースが多く認められた。改良に長期間を要する場合、堤体盛立工着手が遅れ工期の1年延期が懸念された。当時、既に洪水吐右岸地滑り対策などで予定が遅れており、5カ市町村の広域水道事業への影響が問題視されている状況でもあったため、速やかに原因究明調査を行い解決を図ることとした。原因究明調査の一環には精密な低圧透水試験の実施などにより岩盤の限界圧力等を把握、弱い変質ゾーンの岩盤破壊を生じない施工基準に見直し、施工を予定期間に完了、堤体盛立工に着手することができた。主な仕様変更内容は次の通りである。

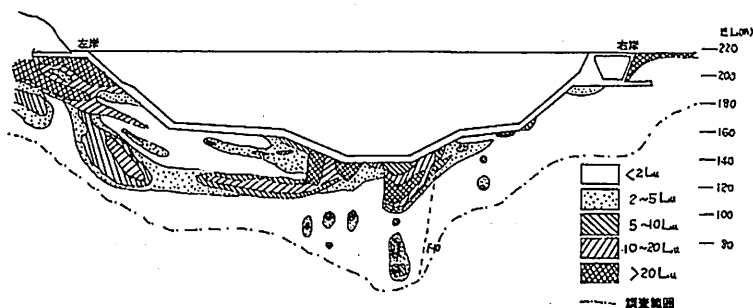


図-7 ダム軸ルジオンマップ

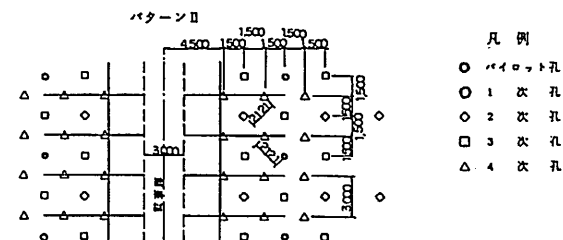
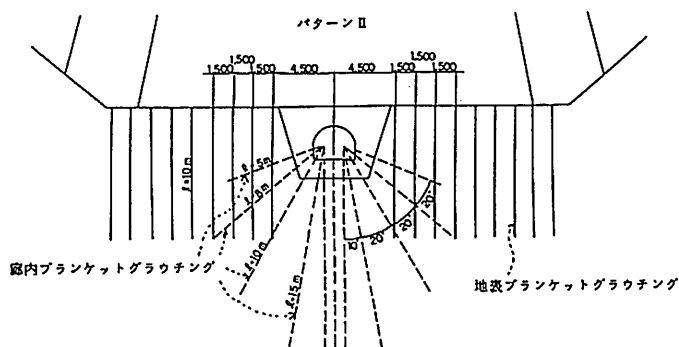


図-8 地表ブランケットグラウチング施工計画図 (パターンⅡゾーン)

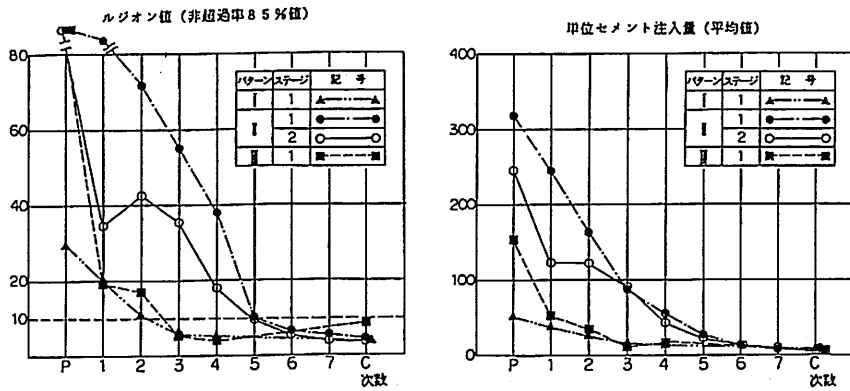


図-9 地表ブランケットグラウチングパターン別、次数別ルジオン値・単位セメント注入量の変化

表-6 値表ブランケットグラウチング、パターンIIゾーン仕様変更比較表

水押し試験

- ① 水押し実施孔 全孔
- ② 水押し圧力

岩 級	孔 種	ステージ	圧力パターン (kgf/cm ²)	
			当初	変更後
CL 級以下	一 般 孔	0	-	0.2→0.4→0.6
		1	2.0	0.2→0.4→0.6
		2	4.0	0.2→0.4→0.6→1.0
CM 級以上	1~3次孔	0	-	1.0
		1	2.0	2.0
		2	4.0	3.0
	4次孔	0	-	0.5→1.0
		1	2.0	0.5→1.0→2.0
	2	4.0	0.5→1.0→2.0→4.0	

グラウト注入圧力

岩 級	ステージ	圧力(kgf/cm ²)		備 考
		当 初	変更後	
CL 級以下	0	-	0.6	5 Lu以下は注入省略
	1	2.0	1.0	
	2	4.0	3.0	
CM 級以上	0	-	1.0	5 Lu以下は注入省略
	1	2.0	2.0	
	2	4.0	4.0	

水押し試験で限界圧力が確認された場合は限界圧力とし、限界圧力が確認されない場合は最大2 kgf/cm²とした。

単位注入量 (注入速度)

岩 級	ステージ	注入速度 (ℓ/min/m)	
		当 初	変更後
CL 級以下	0	-	2
	1	4	2
	2	4	2
CM 級以上	0	-	4
	1	4	4
	2	4	4

4) 貯水池地すべり対策

バイオントダムの貯水池内地すべりによる大災害以来、貯水池内地すべり対策はダム事業の中で慎重に対応しなければならない重要な要素の一つとなった。

本ダムでは、堤体工事とそれに先立つ国道289号の付け替え工事関連で確認され、対策済みの地すべりのほか、貯水池関連でL-1～L-7までの7箇所が抽出され、調査の結果L-4～7は対策工の必要はないと判定された。しかし、L-7は平成2年4月に突然大規模なマスとして緩慢な移動を開始した。融雪による地下水位の上昇によるものと判断されたが、採石場の一部でもあったため、認可機関の三条土木が採石業者に監視、移動観測を行わせ状況監視を継続した。ダムサイドでは、最悪の状況を予測、本体施工J Vに現地の状況監視と緊急時の対策を策定、堤体施工に与える影響を最小限にとどめることとして施工を継続した。その後、地すべりは最大速度に達した後、先端の一部が布倉川の貯水池予定地に崩落し安定したが、崩落土砂は河川を埋没、小規模な湛水状況を呈した。地すべりは終息したかに見えたが、押え盛土工を施工する予定のほぼ1年後、平成3年4月頃から再び緩慢な移動を開始した。河川に堆積した押え盛土の働きをしていた土砂が洗掘され、土塊のバランスが崩れたものと推定されたが、梅雨から8月の干天期にかけても長雨が続き収束の様相を見せなかった。このため、土木研究所の指導の下に抜本的な対策を見直し、1年試験湛水を遅らせて、河道の付け替え、押え盛土工、一部排土工を併用する対策工を施工、安定化を図り試験湛水を迎えることができた。

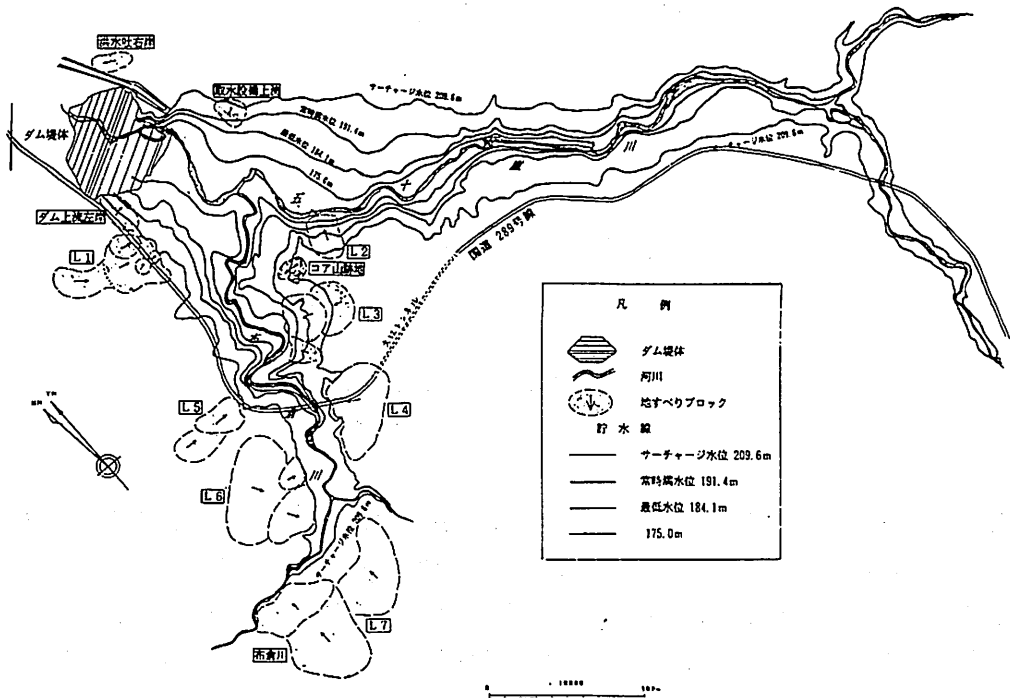


図-10 貯水池周辺地すべり分布図

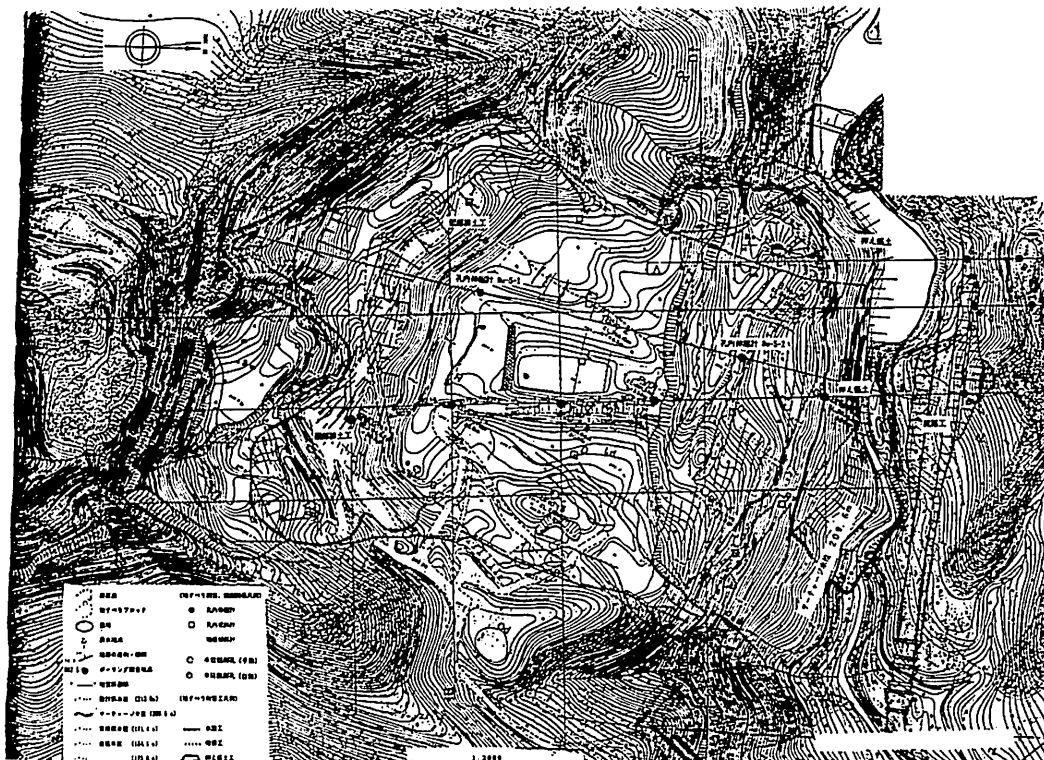


図-11 布倉川地すべり地質平面図

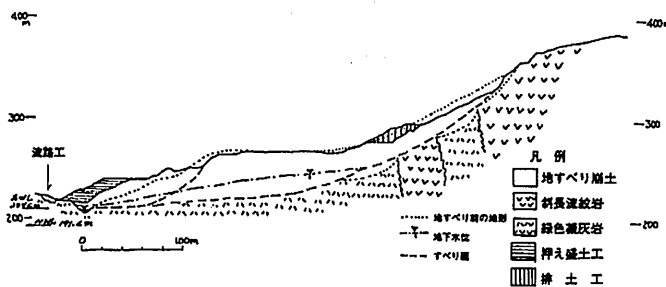


図-12 布倉川地すべり地質断面図

おわりに

新潟県土木部が連年の水害に襲われ、昭和40年代から手掛けてきた様々な治水、多目的ダムは、本ダムまで全てコンクリート式重力ダムであった。その中では、コンクリートダム建設に適していない地質条件下においても、貯水池の急激な変動、計画を上回る洪水対応、また適当な建設材料の不足や貯水池規模も小さいことなどの条件から、安全な施設づくりのため全国ワーストワンの地質と言われつつもコンクリートダムを建設してきた。先輩諸氏のご苦勞は大変なものであったと敬意を表したい。筆者がダム建設事業にかかわってきた時期は、昭和52年頃からであり、当時は早出川ダム、刈谷田川ダム、大野川ダムなどが本体工事中で、他のダムでは建設事業とは言っても用地やダムサイトの調査、設計などの段階であった。現在担当している奥三面ダムは、昭和55年に建設事業に採択され、

自然公園関係者、国有林関係者の基本的了解を得るための業務が主であった。

ダムは、計画から調査、用地交換、具体的な建設から完成まで、規模の大小にかかわらず順調にいても20～30年程度を要するのが現実である。現在、大規模な公共事業が効用発揮まで長期間を要し、時代の要請に適切に応ずることが出来ない典型的な事例として、ダムも取り上げられている。しかし、実際にダム事業に携わった経験からは、多目的ダムの場合、参加する事業者間の様々な計画の調整を含め、事業費の重点的な投入を行うにしても最短でも20年程度は必要であろうと思うと、弾力的な柔軟なダム建設技術の必要も今後の検討課題となるであろう。

ダム事業は、総合土木と言われてきたが、最近では世界的な環境問題の視点から、最も批判を浴びている事業の一つであるが、わが国の気象、地形、人口条件などを勘案すると、やはり河川水を総合的に利用し、公利を増進することは必要であり、そのために貯流し、コントロールする機能としてのダムがこれからも必要とされるに違いない。

したがって、今後はダムと自然環境とが調和できる技術の開発により、始めて総合された技術としての将来のダムの姿が浮かんでくるものと思う。

大谷ダムの建設に当たり、終始ご指導いただいた建設省河川局開発課、土木研究所、県河川開発課、(財)ダム技術センター、また施工に大変ご苦勞をかけた大成建設・飛鳥建設・日本国土開発・加賀田組特定共同企業体の関係各位に、誌上をお借りして心から感謝の意を表する次第です。