

奈良井ダム盛立工事における施工管理

鳴田 武司* 任田 勉**
高嶋 章光***

要 約

奈良井ダム（中央コアロックフィルダム：堤高60m，堤長180.8m，堤体積92.4万 m^3 ）は，ダムサイトの地質が不良で，且つ近くで良質な盛立材が得られなかった。このため，基礎処理，堤体盛立等に数多くの問題点があり，企業者と慎重な検討を行った上で施工に当たった。このうち，本報告では堤体盛立（コア，フィルタ，ロック）に関する検討結果及び施工管理とその結果について述べる。

コア，フィルタ，ロックの各盛立は，それぞれ物理試験及び力学試験を行って，管理基準及び設計材料物性値を求め，かつ試験盛立を行って，管理基準を満足する転圧方法等の施工方法を決定して，施工した。

また，施工管理では，従来の管理試験方法の他に，盛立転圧後の含水量，密度の測定にR I（Radio Isotope）法を用いて管理試験の迅速化を図ることができた。

目 次

- § 1. まえがき
- § 2. 工事概要
- § 3. 地質
- § 4. 盛立前の主な工事の施工
- § 5. 盛立材料
- § 6. 品質管理基準と設計値
- § 7. 試験施工
- § 8. 品質管理
- § 9. 盛立管理実績
- § 10. あとがき

発注者側（長野県土木部，奈良井川改良事務所）と協議を重ねながら工事を進めてきた。特に基礎処理，法面工，堤体盛立，堤体挙動観測等については慎重かつ入念に計画施工が行われている。

ここでは堤体盛立施工管理を中心に紹介する。なお現在工事進捗率は約80％であり，昭和57年3月竣工予定である。

§ 2. 工事概要

奈良井川は表日本と裏日本の分水嶺である中央アルプス駒ヶ岳の北壁茶臼山に源を発し木曽郡樋川村，塩尻市，

§ 1. まえがき

ダム建設は低成長時代における資源対策の一環として今後共大いに期待されているが，建設をめぐる地域社会上，環境上の諸問題を生じている。更に立地上の適地は大半開発し尽くされたといわれており，設計は勿論施工時点で克服すべき問題は少なくない。

当ダムは全国的にみれば中規模のロックフィルダムであるが地質条件が良好でないため幾多の困難に直面し，

表-1 奈良井ダム概要

工事名称	奈良井川総合開発事業奈良井ダム本体工事	
工 期	昭和51年12月～昭和57年3月	
工事内容	型式	中央コア型ロックフィルダム
	堤 高	60 m
	堤 頂 長	180.8 m
	堤 体 積	924,000 m^3
	堤 頂 標 高	E L. 1070 m
	余水吐コンクリート	112,000 m^3
	ボーリンググラウト工	46,000 m
	仮排水路トンネル	478 m
	付替道路ダム工区	380 m
そ の 他 附 属 工		1式

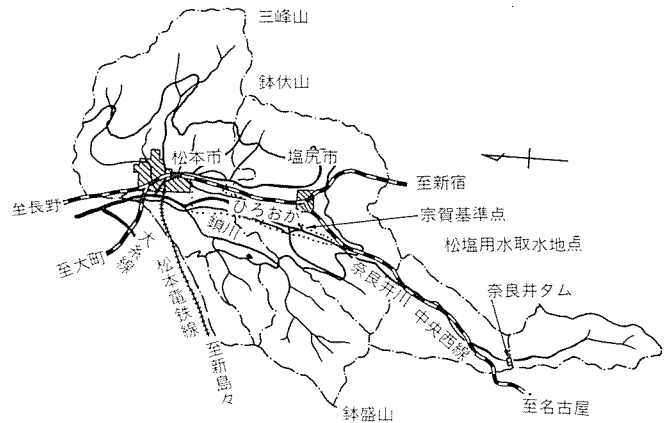
*中部(支)次長(兼奈良井ダム所長)

**中部(支)奈良井ダム(出)所長代理

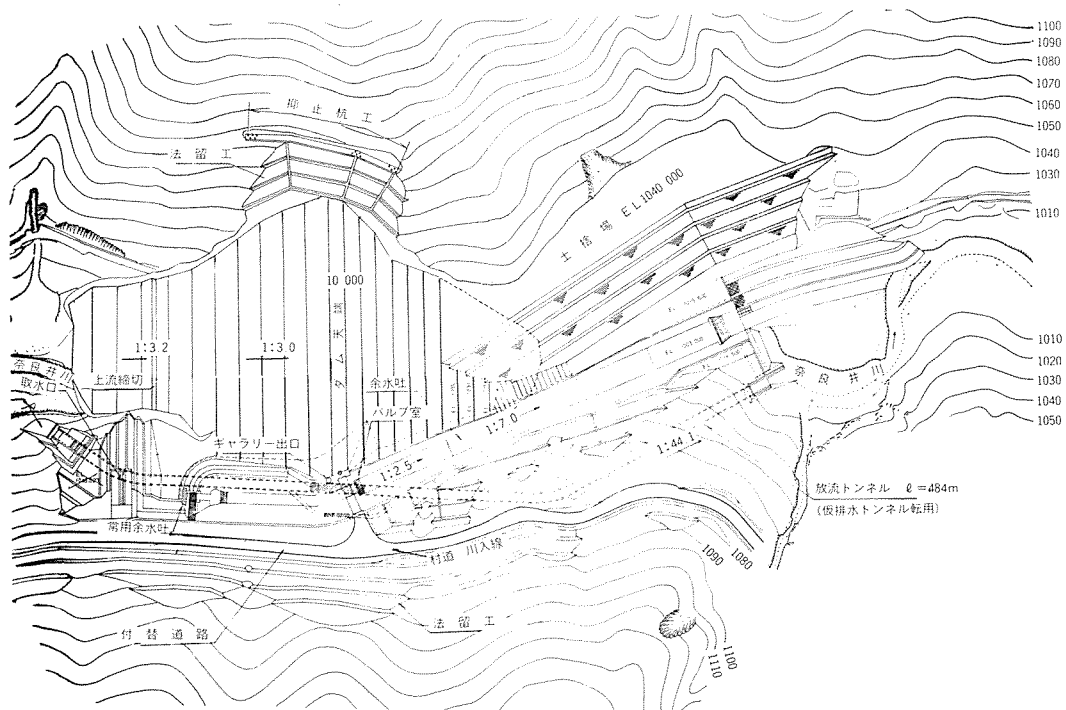
***中部(支)奈良井ダム(出)工事係



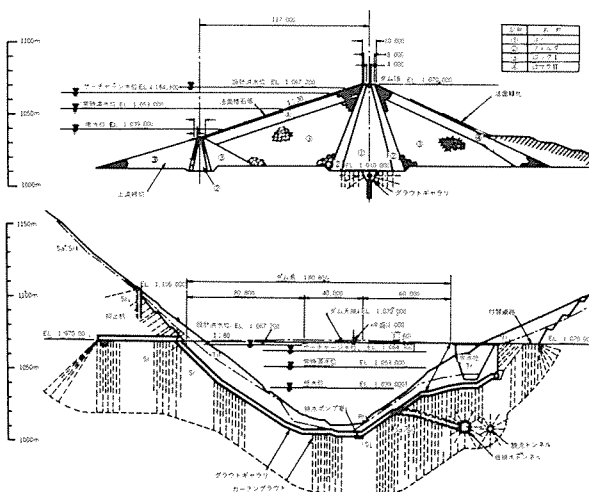
写真－１ 奈良井ダム全景(昭和55年11月)



図－１ 奈良井ダム位置図



図－２ 奈良井ダム平面図



図－３ 奈良井ダム標準断面図

松本市を貫き、各支川と合流して信濃川となり日本海に注ぐ延長約60kmの1級河川である。当ダムは近年急激に発展する流域の治水、上水道用水の確保及び流れの正常な機能の維持を目的とする奈良井川総合開発事業の要として建設されるものである。

§ 3. 地 質

ダムサイトの地質は新生代第4紀の崖錐堆積物、現河床及び段丘堆積物などの未固結な被覆層と古生代二疊紀の奈良井層に属する砂岩、粘板岩、チャートなどの基盤岩で構成される。基盤岩は右岸では砂岩と粘板岩がおおまかな互層をなし、河床から左岸にかけては粘板岩が主

体で一部に砂岩やチャートの薄層を伴う。ダムサイト2 km前後のところに奈良井断層と神谷断層の2つの断層があり、このためダムの周辺はこれらの影響を強くうけた地域に相当し、全体を破碎帯とも見做し得る。右岸から河床にかけて深部まで割れ目が発達しているため透水性が高い。左岸は断層破碎帯が多く深部まで軟弱化しているため割れ目は多いものの間隙は小さく粘土を挟んでいる場合が多いので透水性は比較的低い。

§ 4. 盛立前の主な工事の施工

(1) 仮排水路トンネル

トンネルは設計流量 $280\text{ m}^3/\text{s}$ (20年確率)、内空断面 24 m^2 延長478 mであり工事入手直後の昭和52年1月に着手した。当初、設計では全断面掘削の予定であったが地質、地形を検討し発注者と協議した結果、上半先進掘削、アーチ側壁同時巻立工法とし、運搬についてはタイヤ工法とした。工程上掘削は両坑口より同時に行ったが、吐口より約30 mと100 mの2ヶ所に断層破碎帯があったため一時掘削不能となった。しかし薬液注入等を行った結果、52年6月に上半を貫通することができた。支保工は上半支保工を根固めコンクリートで補強し下半支保工を継ぎなし、足元はロックボルトで固定するものである。コンクリート巻立は下半掘削終了後アーチ側壁、インバートの順に行った。また仮排水路中央部では本坑に並行して閉塞時使用する2次仮排水路トンネル(延長100 m)等附属する関連トンネルの施工も行った。裏込め注入後仮排水トンネル内で施工したコンソリデーション、カーテングラウト等の基礎処理は約3,700 mである。

なお転流式は昭和53年4月に行った。

(2) 基礎掘削

(a) 付替道路掘削

ダム本体工事が付替道路、仮排水路トンネルと同時に発注されたため、基礎掘削が工程的にも工法的にもやや変則的な形になった。

生活道路のある左岸部を後にして、まず右岸の付替道路を完成させることが要求された。

まずパイロット道路を造り河床より約150 m上部よりブルドーザとバックホーで切取を開始した。掘削土は下部へ押し出し積込は河床で行った。法面保護工は土石部についてはネット張種子吹付、ドレーンリング、格子枠、ファイバーソイル等の緑化工やコンクリート吹付法枠工で保護した。岩石部については鉄筋入りコンクリート吹付をし最

下段は擁壁で法留を行った。また、滑り崩壊の恐れのある沢部は抑止杭で抑え擁壁で巻込んだ。また道路下が余水吐構造物となり上部が長大法面であるため長さ14.6 mのロックアンカ(SEE工法、緊張力50 tf)を約180本施工した。

(b) 余水吐掘削

ダム天端(EL1070)が付替道路と同じ高さでありこれより下部で余水吐、取水設備、堤体等の掘削が行われた。法面勾配が1:0.4、垂直切取高さが28 mであるうえ岩質が悪いため掘削に細心の注意を払った。グラウトロックボルト、ロックアンカ、モルタル吹付で地山及び切羽の安定を図り発破制御についても留意しスプリット工法等も採用した。

(c) 左岸掘削

昭和54年1月一般交通が右岸付替道路に切り替えられてようやく掘削可能となった。左岸部は崖錐と強度の風化帯で覆われており普通の掘削工法を採用した場合、地表の傾斜と切取勾配の関係上、切取が薄く非常に長い法面となる。この事が施工性、安全性、工程の面で大きな問題となった。種種検討した結果可能な限り掘削範囲を小さくするため大口径地滑り抑止杭を施工し掘削上部の地山の安定を確保する工法を採った。ベントナイト懸濁液を大量に使用する湿式工法では逸水により地滑りを誘発する可能性があるため大型ダウンザホ

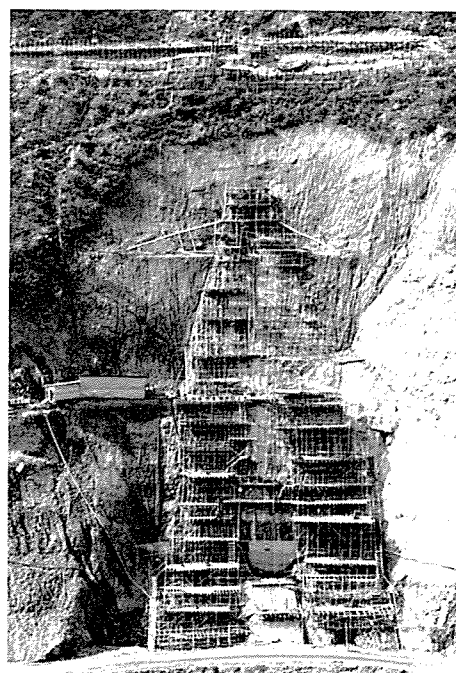


写真-2 左岸2次掘削前ブランケットグラウト工

ールハンマドリルによる乾式工法とした。鋼管内部はフレキシブル鉄筋を挿入後、モルタルを注入した。頭部はH鋼で連結しP.Cアンカで固定した。左岸コア敷は1次掘削線と2次掘削線を設けた。そしてこの間の厚さ約10mをブランクエットグラウトの押えにした。1次掘削は抑止杭工が終了した昭和54年1月より行い2次掘削はブランクエットグラウトが終了した昭和54年12月より行った。

(d) 堤体掘削

堤体掘削はコア敷、フィルタ敷、ロック敷の他監査廊、かい渠部も同時に行った。基礎仕上げ掘削は地質を確認し岩盤をゆるめず、オーバーハングや極端な凹凸のない様留意した。河床部では顕著な断層や破碎帯は不等沈下や浸透水によるパイピング現象の原因となるため除去後コンクリートに置き換えた。余水吐、監査廊、断層部置換コンクリートとの接触面は付着を良くするためチップングを全面的に行った。ロック敷は河床砂れき部を残して掘削した。

なお、ロック敷河床砂れき部、左岸崖錐は密度試験を行い乾燥密度 1.90t/m^3 （細粒ランダムロック設計値）以下の部分は除去した。

(3) 基礎処理

荒掘削、仕上掘削終了後岩盤清掃を行った。基礎岩盤が風化部や破碎帯を含んでいたため多くの労力を要したが仕上げに用いたバキューム装置は非常に効果的であった。

なお、地盤検査は昭和53年7月より始め現在まで合計11回実施した。

コア敷基礎岩盤表面部の改良を図るためのブランクエットグラウトは河床部より行った。グラウトキャップは岩盤清掃した面に厚さ10cmのコンクリート吹付を行った。しかし表面リークが激しいため注入間隔の縮小、孔周辺のセメンテーション、ケーシング

工法、短小区間のステップ工法、注入圧の変更等種試みたが結局所定の目標値（10ルジオン以下）には至らなかった。主な原因は岩盤が堅硬でないために岩盤とコンクリートの付着が充分でない事とキャップコンクリートの厚さが薄いため押えにならなかった事が挙げられる。

ただし岩盤が比較的堅硬な右岸部及び2次掘削を残して注入した左岸については良い結果が得られた。このため河床部は地表よりの注入を断念し堤体盛立を先行しギャラリー内部から水平ブランクエットグラウトを実施することにした。現在施工中であるが良好な改良値が得られている。この後、引き続きカーテン、補助カーテングラウトを実施する予定である。

§ 5. 盛立材料

(1) 遮水性土質材料（コア材）

ダムサイト上流約8kmの楠地点がコア材採取地として選定された。地質は火山灰質粘性土と風化岩が堆積した崖錐と砂岩を主として一部粘板岩を含む風化軟岩から成っている。崖錐性土質材料は含水比が高く突固め密度も低いため、コアゾーンの安定上及び施工性の面から単体では使用できないと考えられ、



写真-3 コア材採取場

表-2 奈良井ダム建設工事工程表

		51												52												53												54												55												56																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8

ストックパイル工法で風化軟岩と混合使用する事により、粒度、含水比を改善する事に決定した。

(2) 半透水性材料（フィルタ材）

フィルタ材は当初ダムサイト上流の河床材を使用する計画であった。しかし、余水吐コンクリート用骨材として使用すれば量的に不足すること、フィルタ材としてはやや粗粒であること等の理由から河床材をフィルタ材として使用することができなかった。そこで第1原石山及び第3原石山の砂岩及び粘板岩で部分的に風化しロック材としてはやや細粒な部分を選別採取し骨材プラントのジョークラッシャにより粒度調整したものを使用することにした。

(3) 透水性材料（ロック材）

ロック材採取地はダムサイト上流約2kmの第1原石山及び第2原石山であったが、第1原石山内部に大規模な破碎帯が見つかったため新たにダムサイト上流約2.5kmの第3原石山を追加した。原石山は全て砂岩と粘板岩から成っている。砂岩は堅硬かつ塊状であるが、全体的に賦存量は少なく、全量砂岩を使用することは不可能で、上流リップラップ材及び上下流シェルロック、ドレーンロックとして使用することにした。また主体となる粘板岩は全体的に層理が発達しており細片化しやすく砂岩より性状が劣るが中でも比較的新鮮で粗粒な部分を粗粒ランダム

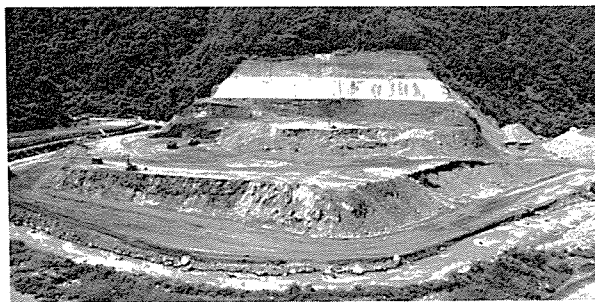


写真-4 第1原石山

ロックとして主に上流側ランダムゾーンに使用し、細粒な部分を細粒ランダムロックとして主に下流側ランダムゾーンに使用した。

§ 6. 品質管理基準と設計値

(1) コア材

遮水性材料として必要な条件は所要の遮水性を有し、セン断強度が大きく、表土等有害有機物を含まない事である。透水係数は一般に $1.0 \times 10^{-5} \sim 1.0 \times 10^{-6} \text{ cm/s}$ 以下が望ましいといわれている。透水係数は粒度分布、含水比及び締固めエネルギーと密接に関連する。細粒分が多い程小さく、最適含水比より少し湿潤側で最小となり、締固めエネルギーを大きくし乾燥密度が大きい程小さくなる。セン断強度は粗粒分が多い程大きく、最適含水比付近で最大となり、締固めエネルギーを大きくし乾燥密度が大きい程大きくなる。

以上のように透水係数とセン断強度は同一の材質の場合、粒度、含水比、締固めエネルギーに支配されるといっても過言ではなく、当然現場管理においても、以上の3点で管理するのが一般的である。

当ダムでは以上のような点を考慮し工事着工に先立って行った調査試験結果（表-3）に総合判断を加え、管理基準（表-4）、設計値（表-5）が定められた。なお粘着力Cは3軸試験による値は一般に過大な事及び浸透状態では試験値より小さい値を示すことから設計値では通常 $C = 0$ としている。

(2) フィルタ材

フィルタ材に必要な条件は所要のセン断強度と透水性を有する事である。しかし、設計値には密度（湿潤、乾燥、飽和）、セン断強度、透水係数などがあるが、施工管理としては、密度及び粒度を対象にする

表-3 調査試験結果

混合時物理試験										力 学 試 験														
試 料	含 水 比		真 比 重		フルイ通過百分率 -60mm (%)				突 固 め 試 験				透 水 試 験				三 軸 セ ン 断 試 験							
									-15mm		-60mm		-15mm		-60mm		含水比 (%)		r_w	r_d	C	ϕ	$\tan\phi$	
	w_f	w_{opt}	G_s	G_m	U_{15}	U_{15}	U_{15}	U_{15}	σ_{15}	σ_{15}	σ_{15}	σ_{15}	k_{15}	k_{15}	k_{15}	k_{15}	w_f	w_{opt}	t/m^3	t/m^3				
	-15	-60	-15	-60	40	15	2	0.074																
	26.5	17.3	2.698	2.705	92.9	71.2	36.8	19.2	19.5	1.727	16.0	1.812	2.1×10^{-7}	1.3×10^{-7}	8.0×10^{-7}	3.9×10^{-7}	19.0	-0.5	2.044	1.718	0.5188	37°23'	0.7641	
A																	21.0	1.5	2.073	1.713	0.4575	39°13'	0.8167	
																	12.0	-3.3	1.994	1.780	0.8486	36°53'	0.7500	
B	18.2	13.9	2.698	2.707	93.9	70.6	35.1	17.2	15.3	1.878	13.5	1.923	1.0×10^{-6}	2.1×10^{-7}	2.0×10^{-6}	1.3×10^{-6}	14.0	-1.3	2.098	1.840	0.5985	39°35'	0.8267	
																	16.0	0.7	2.158	1.860	0.4351	41°23'	0.8813	
C	18.9	13.0	2.712	2.695	84.0	59.4	29.6	14.8	14.8	1.899	12.8	1.970	2.0×10^{-6}	1.8×10^{-7}	8.0×10^{-6}	2.7×10^{-6}								
D	29.2	23.0	2.715	2.700	92.2	73.7	44.6	24.7	24.7	1.580	20.0	1.719	4.5×10^{-7}	1.6×10^{-7}	2.2×10^{-7}	1.5×10^{-7}								

※ 3軸セン断試験は試料の最大粒径15mmとし、10cm高さ22.5cmのモールドで成型し側圧を2.4, 6.8kg/cm²の4種類とした。圧密は非排水圧密とした。

表-4 盛立管理基準

	着岩材Ⅰ	着岩材Ⅱ	着岩材Ⅲ	コ	ア	フ イ ル タ	ランダムロック	シェルロック
粒 度	—0.074mm	40%以上	25%以上	18%以上	18%~25%	0%~10%		
	—2.0 mm					19%~30%	平均粒径	平均粒径
	—4.76 mm	80%以上	60%以上	50%以上	34%~54%	27%~44%	50mm	300mm
	—15.0 mm				54%~74%	44%~74%		
	—60.0 mm				92%~98%			
最大粒径			50mm	100mm	150mm	500mm	500mm	800mm
含水比	良く岩着する様加水	$w_{opt} \sim +4\%$ 程度	$w_{opt} \sim +3\%$	$w_{opt} \sim +3\%$				
締 固 め 度				5%以上				
透 水 係 数				$1.0 \times 10^{-6} \text{ cm/s}$	$1.0 \times 10^{-2} \sim 5 \times 10^{-4} \text{ cm/s}$	自由排水	自由排水	
撤き出し厚(仕上)	5 cm	10cm	15cm	15cm	30cm	60cm	60cm	
転 圧 機 種	人 力	15kg級 エアータンバ	80kg級 ビブロンマ	シープスフトローラ	8t振動ローラ	15t振動ローラ	15t振動ローラ	
転 圧 回 数				12回	5回	5回	5回	

表-5 設計値

ゾーン名	単位体積重量 t/m^3			内部マサツ 係数 ($\tan \phi$)	粘着力 C	透水係数 $k \text{ cm/s}$
	乾燥	湿潤	飽和			
コ	1.75	2.05	2.10	0.70 ($\phi = 35^\circ$)	0	上限 5×10^{-6} 平均 1×10^{-6}
フ イ ル タ	1.90	2.03	2.19	0.75 ($\phi = 36^\circ 52'$)	0	
細 粒 ロック	1.90	2.03	2.19	0.75 ($\phi = 36^\circ 52'$)	0	
粗 粒 ロック	1.95	1.97	2.23	0.78 ($\phi = 37^\circ 57'$)	0	
シェルロック	1.95	1.97	2.20	0.82 ($\phi = 30^\circ 21'$)	0	

※コアの透水係数は浸透流速の検討には上限値を、また、浸透流量の検討には平均値を採用した。

のが一般的である。透水係数は粒度、特に74 μm 以下の細粒分に最も影響され細粒分が多い程透水係数は小さくなる。また同じ粒度の時乾燥密度が大きい程小さくなる。

当ダムでは表-6に示す室内試験結果を基に適正な透水係数の範囲を $1.0 \times 10^{-2} \sim 5.0 \times 10^{-4} \text{ cm/s}$ とし締固め乾燥密度を 2.200 t/m^3 として管理基準(表-4)及び設計値(表-5)を決定した。

(3) ロック材

ロック材に必要な条件は所要のせん断強度と透水性を有する事である。特に外側部分のシェルゾーンは大きなせん断強度と自由排水性を有し凍結等によるひび割れが少なく気象作用に対しても耐久性の大きいものが要求される。そこでシェルロックには砂岩を用い、材料試験の結果得た図-4, 5より設計値(表-5)を決定した。ランダムロックには粘板岩を用い同様に設計値を決定したが原石山にある粘板岩に低品質のものがあつたため後述する試験盛立により低品質のものでも設計値を満足するものは使用できるようにした。

リップラップ材は良質、大塊の砂岩を用いているが賦存量が少ない。そこで下流法面は土砂を盛立てた後緑化する工法に変更した。

しかし上流側に使用する材料だけでも良質のものが全量原石山で確保できるかどうか懸念されている。

表-6 フィルタ材室内試験結果

試料	乾燥密度 t/m^3	透水係数 cm/s	フルイ通過百分率 (%)						
			150	60	15.0	4.76	2.0	0.074	
A	2.200	1.2×10^{-2}	100	76.0	39.5	24.0	17.4	5.2	
B	2.200	8.3×10^{-3}	100	91.3	57.8	33.0	22.6	8.6	
C	2.100	5.0×10^{-3}	100	57.8	33.0	22.6	8.6		
D	2.200	3.5×10^{-4}	100	76.2	41.6	29.3	9.5		

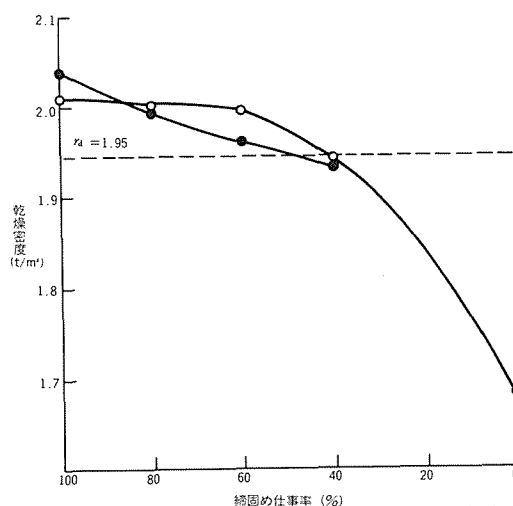


図-4 ロック材の締固め仕事率と乾燥密度の関係

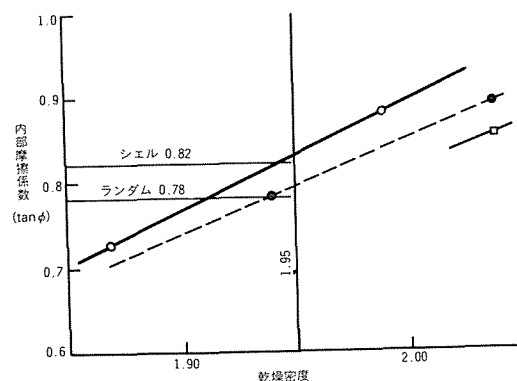


図-5 ロック材の乾燥密度と内部摩擦係数の関係

§ 7. 試験盛立

(1) コア材

上流締切盛立時に試験盛立を実施した。転圧機種及び撒き出し厚は従来の実績よりけん引式21tf級シープスフートローラ、仕上厚15cmとし転圧回数の決定を主目的とした。結果の1例を図-6, 7, 8に示す。そして現場透水係数 k と0.074mm以下含有率 P の関係を最小二乗法により近似的に求めた。

$$\log k = -0.205P - 0.074 - 2.375$$

上式より0.074mm以下の細粒分が17.7%以上あれば現場透水係数は 1.0×10^{-6} cm/s以下になることがわかった。主目的である転圧回数は図-7, 8より12回転圧に決定した。着岩材は現場内に適当な細粒材がなかったため礫分の少ない火山灰質粘性土を使用し試験盛立を行った。着岩部の盛立標準断面を図-9に示す。試験の結果、管理基準を表-4のとおり定めた。

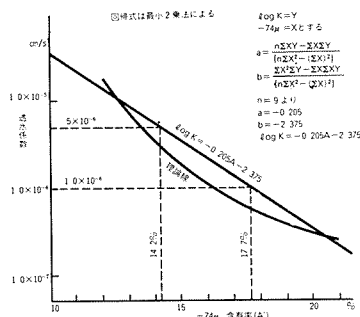


図-6 0.074mm 含有率～透水係数の関係

(2) ロック材

ランダムゾーンに用いる粘板岩が当初の計画より細粒で低品質であったため次の2試料について盛立試験及び材料試験を行い表-7のような結果を得た。

A材……当初から使用できると考えられている材料の内低品質のもの。

B材……使用できるかどうか疑問であり、検討を要するもの。

以上の結果よりA材は透水係数がやや低いもののセ

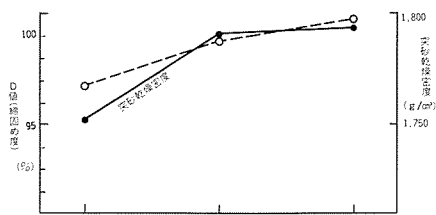


図-7 転圧回数～乾燥密度・D値の関係

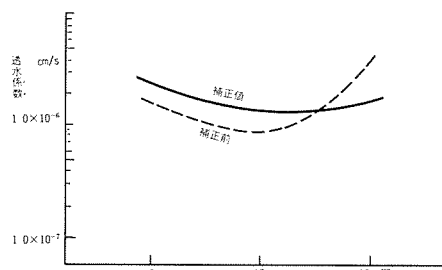


図-8 転圧回数～透水係数

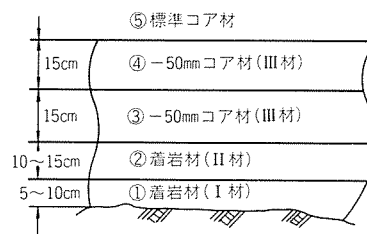


図-9 着岩部の盛立標準断面

ン断強度を判定する強度定数 (C , ϕ , $\tan \phi$) から粗粒ランダムロックの下限の材料とした。B材は透水係数、強度定数共A材より低い細粒ランダムロックの設計値を満たし細粒ランダムロックの下限の材料とした。ただしB材程度のものを細粒ランダムロックとして下流側ランダムゾーンに盛立てた場合、含水比が試験試料より高い時排水機能が低下し問題があるのでシェルロックと同じ良質の砂岩をドレーン層として10m毎に厚さ1.8mで盛り立てることにした。なお、上流側には粘板岩質のものから粗粒なものを選択的に採取することにした。

表-7 ロック材の試験結果

	w %	吸水率 %	比重	透水係数 cm/s	フルイ通過百分率 %						3 軸 圧 縮 試 験					現場密度試験		
					mm 150	mm 60	mm 15	mm 4.8	mm 2.0	mm 0.074	g/cm^3 γ_d	kg/cm^2 e	kg/cm^2 C	ϕ	$\tan \phi$	% w	g/cm^3 γ_d	g/cm^3 γ_w
A	2.7	0.56	2.753	5.2×10^{-3}	96.6	80.0	40.2	25.2	18.0	6.0	2.270	0.21	2.076	39°11'	0.815	4.3	2.22	2.32
					100	100	41.9	28.2	17.7	5.5						4.4	2.38	2.48
B	2.6	0.45	2.745	1.4×10^{-3}	98.4	82.1	44.0	27.8	19.7	7.5	2.169	0.27	0.864	38°11'	0.796	3.3	2.17	2.24
					100	100	69.0	47.5	34.4	10.8						3.8	2.23	2.31

γ_d : 乾燥密度 e : 間ゲキ比 ϕ : 内部マサツ角 w : 含水比 γ_w : 湿潤密度 C : 粘着力 $\tan \phi$: 内部マサツ係数

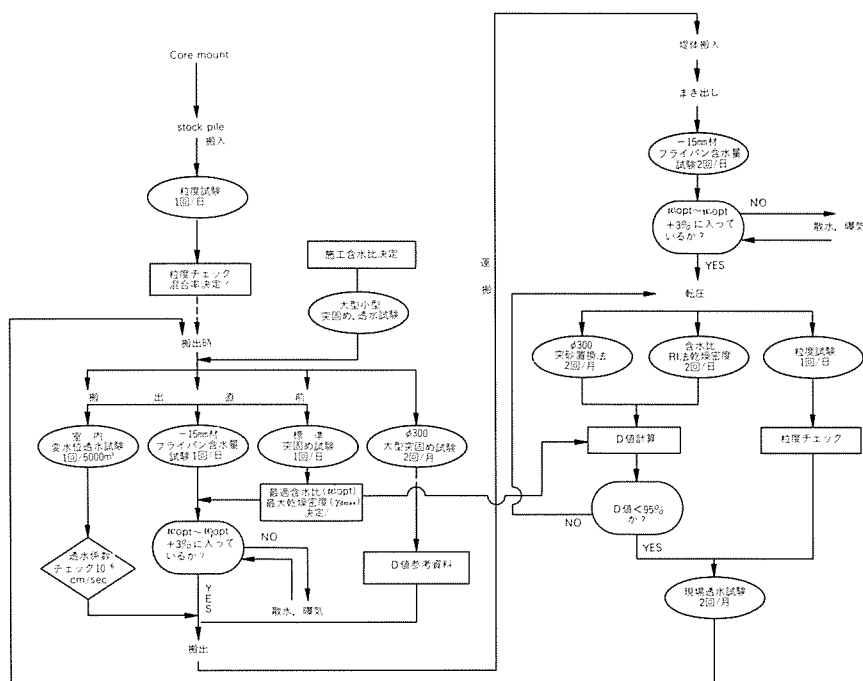


図-10 奈良井ダム盛立管理試験フローシート(コア材)

表-8 盛土管理試驗項目

種 別	試験項目	採取、試験場所	試験 方 法	試験 頻 度	備 考
コ ア	粒 度 試 験	ストックパイル	JIS : A 1204準用	1回/日	コア山からストックパイルへ搬入されたものから採取する
		盛 立 現 場	J I S A 1204準用	1回/日	転圧後の盛立面より採取
	含 水 量 試 験	ストックパイル	フライパンによる簡 易 法	1回/日 3点/回	搬出直前のものを採取
		盛立現場転圧前	フライパンによる簡 易 法	午前1回午後1回 3点/回	天候の影響による含水比の変化が著しい時はこの限りではない
		盛立現場転圧後	R I 法	2回/日 3点/回	盛立面より20cm以上下面において行う現場密度試験の際に行う
	突 固 め 試 験	ストックパイル	急 速 管 理 法	1回/日	搬出直前のものを採取する
		ストックパイル	φ 300 大型突 固 め 試 験	2回/月	D値管理上の資料とするためフルサイズ試料で行う
		盛 立 現 場	急 速 管 理 法	2回/日	現場密度測定ヶ所より試料を採取しD値を求める
	現場密度試験	盛 立 現 場	R I 法	2回/日 3点/回	転圧後20cm程度除去した面で行う
		盛 立 現 場	φ 300 突 砂 置 換 法	2回/月	転圧後20cm程度除去した面で行う
	透 水 試 験	盛 立 現 場	φ 300×H300 注 水 法	2回/月 3点/回	盛立をしない日に試験を行う
		試 験 室	J I S A 1218 要 水 位 法	1回/5000㎡ 3点/回	ストックパイル搬出直前のものを採取する
フ ィ ル タ Ⅰ	粒 度 試 験	盛 立 現 場	J I S A 1204準用	上下流 各1回/4層	甲の指示によりサージパイルで採取した試料で試験することもある
		盛 立 現 場	R I 法	上下流各1回/4層 3点/回	
	現場密度試験	盛 立 現 場	φ 600×H600 水 置 換 法	1回/8層	下流側フィルタを主として行う
フ ィ ル タ Ⅰ	現場透水試験	盛 立 現 場	φ 600×H600 注 水 法	1回/8層	水置換法による現場密度試験のビットを利用して行う
フ ィ ル タ Ⅱ	粒 度 試 験	盛 立 現 場	J I S A 1204準用	上下流 各1回/4層	
		盛 立 現 場	R I 法	上下流各1回/4層 3点/回	
	現場密度試験	盛 立 現 場	φ 600×H600 水 置 換 法	1回/8層	上流側フィルタを主として行う
	現場透水試験	盛 立 現 場	φ 600×H600 注 水 法	1回/8層	水置換法による現場密度試験のビットを利用して行う
ド レ ー ン	粒 度 試 験	盛 立 現 場	J I S A 1204準用	1回/1層	1㎡以上の試料をふるい分ける
	現場密度試験	盛 立 現 場	1.0m×1.0m×1.0m 水 置 換 法	1回/1層	
	現場透水試験	盛 立 現 場	φ 600×H600 注 水 法	1回/1層	
ロ ッ ク (ランダム) シエル	粒 度 試 験	盛 立 現 場	J I S A 1204準用	1回/10万㎡	1㎡以上の試料をふるい分ける
	現場密度試験	盛 立 現 場	1.0m×1.0m×1.0m 水 置 換 法	1回/5万㎡	
	現場透水試験	盛 立 現 場	φ 600×H600 注 水 法	1回/5万㎡	

§ 8. 品質管理

図-10に当ダムにおける管理手順のフローを示し、表-8に管理試験項目を示す。

次に主な管理試験手法について述べる。

(1) R I法による現場密度測定

コアの盛立完了後転圧面において実施するが当ダムではR I法（ラジオアイントープ）による測定法を採用した。R I測定計器の仕様を表-9に示す。従来からR I法の測定精度（バラツキ、カタヨリ）について不明な点があるといわれている。そこで砂置換法との相対的評価や標準物質との客観的評価が種々なされてきた結果R I法の方が密度測定においては従来の砂置換法より誤差が少ないという報告もでてきている。当ダムでは月に2回現場において砂置換法、炉乾燥法との相対的評価を行った。結果を図-11, 12, 13に示す。

図-11に示す様にR I法による湿潤密度は突砂法に比べ若干低い値を示すものの相対誤差-0.81%であり全個数のうち60%強が相対誤差±1.0%以内に入っている。しかも測定値は安全側であるため、現場測定法としては有効な手法であると思われる。R I法による乾燥密度は測定される湿潤密度と含水比から内蔵されている計算機で計算しアウトプットされるものであるが図-12に示すように湿潤密度と同程度の精度であった。R I法の含水比についても炉乾燥法に比べ低い測定値（平均で1.74%）を示すことがわかった。

従来よりR I法の密度は大きめな値、含水比は小さめな値を示すというのが一般であり、当ダムでも現場乾燥密度をR I湿潤密度と炉乾燥含水比より算定してきた。従ってこの結果からも含水比は炉乾燥法を採用する方が管理上安全側となる。

$$\text{現場乾燥密度} = \frac{\text{R I法湿潤密度}}{1 + (\text{炉乾燥含水比})/100} \quad (\text{t/m}^3)$$

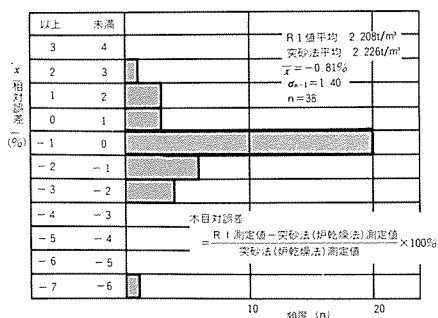


図-11 R I法と砂置換法による湿潤密度測定値の相対誤差

表-9 RI計器仕様(日本ETL社製)

測定方式	密度測定	水分測定
測定項目	透過型 湿潤密度	透過型 含水量
線源	^{60}Co 100 μCi	^{252}Cf 50 μCi
検出器	GM管	He ³ 管
測定範囲	1.0~2.3 t/m ³	0~100%
表示	3桁液晶ディスプレイ	
打込深さ	20cm	
使用温度範囲	0~50°C	
測定時間	基準物質の計数4分	測定1分
電源	内蔵電池	6V
	連続使用時間	1時間

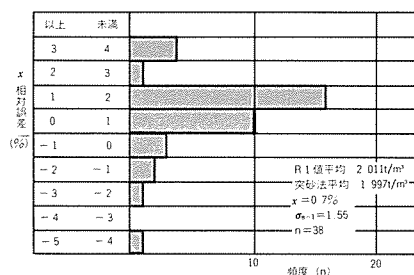


図-12 RI法と砂置換法による乾燥密度測定値の相対誤差

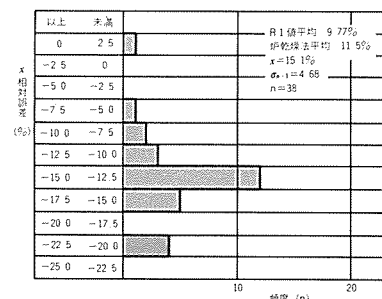


図-13 RI法と炉乾燥法による含水比測定値の相対誤差

(2) 締固め度（D値）の算定法

コアの締固めはD値管理を行う。

$$D\text{値} = \frac{\text{盛立乾燥密度}}{\text{標準突固め最大乾燥密度}} \times 100 > 95\%$$

D値は現場粒度で算定するため、15mmフルイ通過材料（以下“15mm材料”と略す）の標準突固め最大乾燥密度を全粒径のものに補正しなければならない。補正式は一般にWalker, Holtzの式が用いられているが、この式は礫率Pが30%~40%の範囲を越えると過大になる傾向がある。

Walker, Holtzの補正式

$$\eta_d = \frac{1}{\frac{1+P}{\eta_{d1}} + \frac{(1+w_2 \cdot G_{s2}) \cdot P}{G_{s2} \cdot \eta_w}}$$

η_d : 補正值 η_{d1} : 15.9mm材乾燥密度
 P : 15.9mm混合率 G_{s2} : 15.9mmの比重
 w : 15.9mm含水比 η_w : 水の単位体積重量

そこで当ダムでは盛立に入る前に60mm材料のφ300

モールド大型突固め乾燥密度と $\phi 15.9\text{mm}$ 材料の $\phi 100$ モールド突固め乾燥密度の比較試験を行った結果図-14に示すとおり一次相関関係があることが判った。そしてこの時の礫率 P は34%~44%でありこの範囲ではWalker, Holtzの補正式は5~10%過大評価することが明らかになった。そこで図-14の一次相関関係を最小二乗法により1次の近似式とし、この式を用いて礫補正することにした。

$$\text{補正式 } \gamma_d = 0.839 \gamma_{d1} + 0.372$$

しかし盛立中材料の礫率の変化などから補正式が変わる可能性があるため月2回の頻度で比較試験を実施し補正式が適正かどうか検討した。図-15に示すように補正值は最大2.5%平均0.8%過小に補正しておりこれは D 値を平均0.8%過大に評価していることになり危険側である。このように独自に推定式を作成し礫補正を行う場合、盛立中の比較試験による検討はもちろん重要であるが、ある程度の安全率、当ダムでは2%程度補正式に乗じる必要があると思う。当ダムでは、Walker, Holtzの補正式が5~10%も D 値を過小評価するためこのような補正式を作成したが、56年度盛立においては更に検討を加え有効な補正式を用いると共に盛立中の比較試験により十分な検討を行うつもりである。

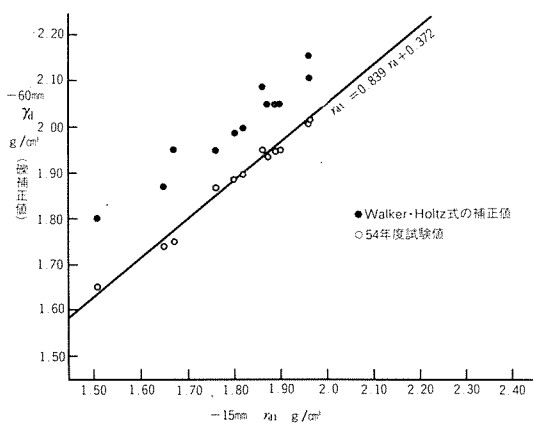
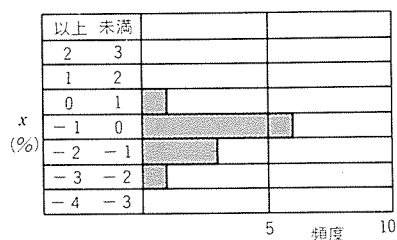
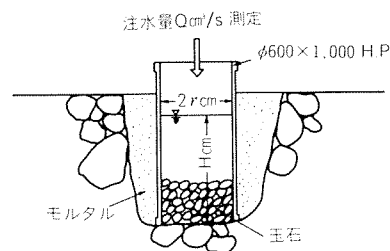
図-14 γ_d と γ_{d1} の関係図

図-15 比較試験の補正值の誤差ヒストグラム

(3) 現場透水試験法

透水試験はコア材の標準突固め試料 ($\phi 15\text{mm}$ 材) と大型突固め試料 ($\phi 60\text{mm}$ 材) による室内変水位透水試験と現場透水試験を実施した。現場透水試験法は農林省土地改良事業計画設計基準フィルダム現場透水試験法第1法により行った。現場試験はフィルタ材、ロック材においても実施した。特にロック材の場合大塊が混入しており試験孔を掘削するのが困難であるため図-16のようにヒューム管を設置し注水量を測定した。この場合、側方の透水量 ≈ 0 となるため透水係数のオーダを推定するのを目的とした。



$$\text{算定式 } k = \frac{Q}{2\pi H^3} \left[H \log n \left\{ \frac{H}{r} + \sqrt{1 + \left(\frac{H}{r} \right)^2} \right\} - \sqrt{r^2 + H^2} + r \right] \text{ cm/s}$$

図-16 ロック材の現場透水試験図

§ 9. 盛立管理実績

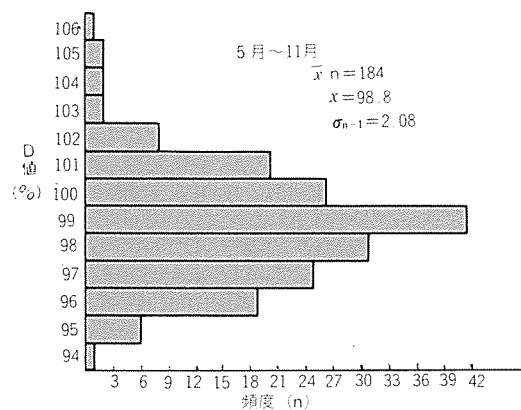
図-17 D 値実績ヒストグラム

表-10 コア盛立管理実績

月	5	6	7	8	9	10	11	通年
乾燥密度 (t/m^3)	$\bar{x}$ 1.96 σ 0.0439	$\bar{x}$ 1.93 σ 0.0276	$\bar{x}$ 1.96 σ 0.0401	$\bar{x}$ 1.96 σ 0.0352	$\bar{x}$ 1.98 σ 0.0402	$\bar{x}$ 1.97 σ 0.0416	$\bar{x}$ 1.93 σ 0.0405	$\bar{x}$ 1.95 σ 0.0424
締固め度 (%)	$\bar{x}$ 102.3 σ 2.21	$\bar{x}$ 97.5 σ 1.44	$\bar{x}$ 98.3 σ 1.92	$\bar{x}$ 98.6 σ 1.67	$\bar{x}$ 99.2 σ 2.02	$\bar{x}$ 99.2 σ 2.11	$\bar{x}$ 98.6 σ 2.09	$\bar{x}$ 98.8 σ 2.08
+15mm含有率 (%)	$\bar{x}$ 30.7 σ 4.42	$\bar{x}$ 33.8 σ 4.45	$\bar{x}$ 26.0 σ 4.17	$\bar{x}$ 28.6 σ 3.14	$\bar{x}$ 30.9 σ 4.02	$\bar{x}$ 34.3 σ 2.92	$\bar{x}$ 32.0 σ 4.06	$\bar{x}$ 30.9 σ 4.67
-0.074mm含有率 (%)	$\bar{x}$ 18.4 σ 0.34	$\bar{x}$ 18.3 σ 0.62	$\bar{x}$ 19.0 σ 0.89	$\bar{x}$ 19.0 σ 0.85	$\bar{x}$ 18.9 σ 0.82	$\bar{x}$ 19.1 σ 0.83	$\bar{x}$ 18.4 σ 0.55	$\bar{x}$ 18.8 σ 0.80
最適含水比との差 -15mm (%)	$\bar{x}$ 1.7 σ 0.56	$\bar{x}$ 1.6 σ 0.58	$\bar{x}$ 1.8 σ 0.49	$\bar{x}$ 1.9 σ 0.53	$\bar{x}$ 1.7 σ 0.59	$\bar{x}$ 2.0 σ 0.54	$\bar{x}$ 2.0 σ 0.58	$\bar{x}$ 1.8 σ 0.57
含水比(全体)	$\bar{x}$ 12.2 σ 0.44	$\bar{x}$ 11.1 σ 1.01	$\bar{x}$ 10.6 σ 0.74	$\bar{x}$ 11.3 σ 0.81	$\bar{x}$ 10.6 σ 0.76	$\bar{x}$ 11.0 σ 1.25	$\bar{x}$ 12.3 σ 1.39	$\bar{x}$ 11.2 σ 1.19
含水比(-15mm)	$\bar{x}$ 18.3 σ 0.60	$\bar{x}$ 16.5 σ 0.91	$\bar{x}$ 15.5 σ 0.67	$\bar{x}$ 15.9 σ 0.74	$\bar{x}$ 15.4 σ 0.87	$\bar{x}$ 16.2 σ 1.11	$\bar{x}$ 17.5 σ 1.63	$\bar{x}$ 16.3 σ 1.33
現場透水係数	$\bar{x}$ 3.4×10^{-7} σ 8.3×10^{-7}	$\bar{x}$ 8.3×10^{-7} σ 9.8×10^{-7}	$\bar{x}$ 9.8×10^{-7} σ 4.0×10^{-7}	$\bar{x}$ 4.0×10^{-7} σ 4.2×10^{-7}	$\bar{x}$ 4.2×10^{-7} σ 6.7×10^{-7}	$\bar{x}$ 6.7×10^{-7} σ 8.0×10^{-7}	$\bar{x}$ 8.0×10^{-7} σ 6.8×10^{-7}	$\bar{x}$ 6.8×10^{-7} σ 6.8×10^{-7}

表－11 フィルタ材月別管理試験結果

月	標高	R I 現場密度			水置換法密度			現場透水試験 cm/s	粒径加植通過率			
		乾燥密度 t/m ³	湿潤密度 t/m ³	含水比 %	乾燥密度 t/m ³	湿潤密度 t/m ³	含水比 %		0.074	2.0	4.8	15
6	1016	2.18	2.24	3.16	2.10	2.17	3.5	8.8×10 ⁻³	4.5	21.4	32.6	54.8
7	1020	2.18	2.24	2.89	2.13	2.19	3.0	8.1×10 ⁻³	5.1	21.4	32.7	54.7
8	1028	2.14	2.19	2.18	2.14	2.21	3.4	5.9×10 ⁻³	6.3	23.4	33.6	55.9
9	1035	2.13	2.18	2.45	2.15	2.22	3.1	7.0×10 ⁻³	5.8	22.6	33.2	56.7
10	1042	2.21	2.27	2.88	2.19	2.26	3.5	7.7×10 ⁻³	5.2	23.3	33.6	56.6
11	1050	2.23	2.28	1.82	2.26	2.31	2.2	5.8×10 ⁻³	6.8	26.8	36.1	56.2
12	1050	2.28	2.36	3.55	2.26	2.35	3.9	5.5×10 ⁻³	9.0	27.8	40.3	59.5
平均		2.18	2.23	2.59	2.16	2.20	3.3	7.0×10 ⁻³	6.0	23.4	34.3	56.4

表－12 ロック材現場試験結果

採取日	材料 種別	EL.	位置	現場密度			現場透水	粒径加植通過率 (%)				50% 粒径
				γ _g /cm ³	γ _d /cm ³	w %		0.074	4.76	15	80	
54年 10. 18	D	1020	X=225 Y=165	2.29	2.23	2.6	自由排水	2.7	11.7	40.2	83.1	22
11. 21	D	1020	X=225 Y=150	2.35	2.23	5.2	"	2.6	16.6	31.9	59.4	40
12. 12	R	1021	X=405 Y=160	2.30	2.19	5.1	"	4.3	30.1	49.0	84.2	15
	R	1020	X=255 Y=170	2.37	2.22	6.6	"	6.5	33.9	54.2	92.4	13
55年 8. 7	R	1029	X=405 Y=115	2.28	2.22	2.8	"	3.9	23.5	46.0	92.0	20
	D	1030	X=270 Y=180	2.32	2.25	3.1	"	2.1	18.5	41.6	88.7	25
9. 3	R	1039	X=270 Y=175	2.30	2.23	3.2	"	3.4	24.1	46.2	90.0	20
9. 12	D	1040	X=265 Y=130	2.29	2.25	1.8	"	1.8	9.2	15.9	30.9	210
9. 23	R	1037	X=405 Y=180	2.28	2.22	2.8	"	2.9	20.8	33.1	71.1	35
10. 22	S	1047	X=285 Y=135	2.29	2.24	2.1	"	1.7	17.2	33.9	66.8	38
11. 7	D	1050	X=285 Y=120	2.26	2.21	1.9	2.0×10 ⁻¹	2.1	16.1	33.7	67.2	40
12. 11	R	1056	X=365 Y=195	2.30	2.24	2.5	1.6×10 ⁻¹	5.5	31.2	49.6	86.0	13

D: ドレイン材 R: ランダム材 S: シェル材

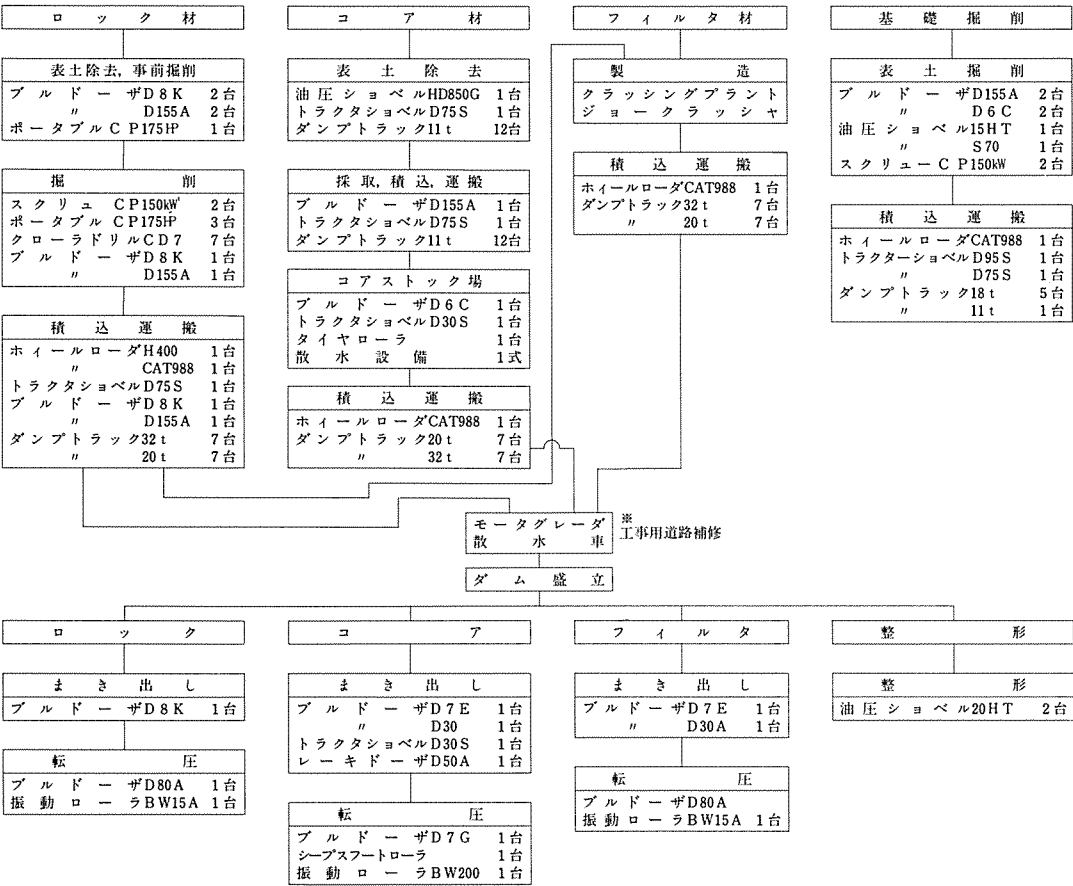
表－13 奈良井ダム盛立数量(m³)

	上流締切	本体	計
コア	10,000	127,000	137,000
フィルタ	7,000	81,000	88,000
ロック	61,000	638,000	699,000
計	78,000	846,000	924,000

表－14 奈良井ダム盛立実績(月別)

		53 年			54 年							55 年											
		9月	10月	11月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月				
コア	盛 立 て 量 (m ³)	282	2,099	1,928	58	2,039	3,020	129.7	—	—	—	1,776.3	8,642.8	12,409.6	17,612.0	23,031.3	16,001.7	17,038.4	—				
	延 日 数 (d)	15	31	20	14	30	31	1	—	—	—	26	30	31	31	30	31	21	—				
	稼 働 日 数 (d)	11	24	16	4	13	18	1	—	—	—	21	18	17	16	19	15	19	—				
	実 稼 働 日 数 (d)	4.7	11.3	6.5	2.0	6.2	8.4	0.5	—	—	—	11.0	13.8	10.7	11.7	15.0	12.0	16.0	—				
	延日平均盛立量 (m ³ /d)	18.8	67.7	96.4	4.1	68.0	97.4	129.7	—	—	—	68.3	288.1	400.3	568.1	767.7	516.2	811.4	—				
フィルタ	稼働日平均盛立量 (m ³ /d)	25.6	87.5	120.5	14.5	156.8	167.8	129.7	—	—	—	84.6	480.2	730.0	1,100.8	1,212.2	1,066.8	896.8	—				
	実稼働日平均盛立量 (m ³ /d)	60	185.8	296.6	29	328.9	359.5	259.4	—	—	—	161.5	626.3	1,159.8	1,505.4	1,535.4	1,333.5	1,064.9	—				
	日最大盛立量 (m ³ /d)	62	144	224	25	242	316	129.7	—	—	—	432.0	1,186.5	1,671.8	1,920.9	2,026.7	1,706.9	1,380.3	—				
	盛 立 て 量 (m ³)	95	951	841	56	1,150	2,285	343.6	—	—	—	558.2	3,501.0	5,954.1	8,362.9	8,475.9	10,335.5	9,563.5	—				
	延 日 数 (d)	14	31	20	14	30	31	2	—	—	—	29	30	31	31	30	31	21	—				
ロック	稼 働 日 数 (d)	6	21	16	7	15	18	2	—	—	—	7	16	17	15	17	16	18	—				
	延日平均盛立量 (m ³ /d)	6.8	30.7	42.1	4.0	38.3	73.7	171.8	—	—	—	19.2	116.7	192.1	269.8	282.5	333.4	455.4	—				
	稼働日平均盛立量 (m ³ /d)	15.8	45.3	52.6	8.0	76.7	126.9	171.8	—	—	—	79.7	218.8	350.2	557.5	498.6	646.0	531.3	—				
	日最大盛立量 (m ³ /d)	39	132	94	13	148	246	200	—	—	—	90.0	699.4	717.8	957.5	897.5	904.0	690.7	—				
	盛 立 て 量 (m ³)	1,662	9,832	22,346	9,706	17,754	17,487	1,458.2	—	30,370.6	27,912.4	—	15,125.3	57,113.3	92,164.3	101,945.2	87,732.0	76,497.5	14,800				
全	延 日 数 (d)	12	31	24	13	30	31	3	—	31	21	—	19	31	31	30	31	30	17				
	稼 働 日 数 (d)	4	17	23	11	24	23	3	—	27	19	—	17	27	25	27	29	27	8				
	延日平均盛立量 (m ³ /d)	138.5	317.2	931.1	746.6	591.8	564.1	486.1	—	979.7	1,329.2	—	796.1	1,842.4	2,973.0	3,398.2	2,830.1	2,549.9	870.6				
	稼働日平均盛立量 (m ³ /d)	415.5	578.4	971.6	882.4	740.0	760.3	486.1	—	1,124.8	1,469.1	—	889.7	2,115.3	3,686.6	3,775.7	3,025.2	2,833.2	1,850.0				
	日最大盛立量 (m ³ /d)	775	2,030	1,544	1,199	1,304	1,357	1,028	—	1,691.1	1,566.9	—	2,039.8	3,999.8	5,736.2	5,739.1	4,628.6	4,334.8	2,224.0				
天候	盛 立 て 量 (m ³)	203.9	12,882	25,115	9,820	20,943	22,792	1,931.5	—	30,370.6	27,912.4	2,334.5	27,269.1	75,477.0	118,139.8	133,652.4	118,586.3	103,099.4	14,800				
	延 日 数 (d)	15	31	24	14	30	31	3	—	31	21	29	30	31	31	30	31	30	17				
	稼 働 日 数 (d)	11	24	23	11	24	23	3	—	27	19	21	18	27	25	27	29	27	8				
	延日平均盛立量 (m ³ /d)	135.9	415.5	1,046.5	701.4	698.1	735.3	643.8	—	979.7	1,329.2	80.5	909.0	2,434.7	3,811.0	4,455.1	3,825.4	3,436.6	870.6				
	稼働日平均盛立量 (m ³ /d)	185.4	536.8	1,092.0	892.7	872.6	991.0	643.8	—	1,124.8	1,469.1	111.2	1,515	2,795.4	4,725.6	4,950.1	4,089.2	3,818.5	1,850.0				
上流仮締切	日最大盛立量 (m ³ /d)	791	731	1,791	1,205	1,304	1,763	1,172	—	1,691.1	1,566.9	522.0	2,064.8	4,306.6	5,736.6	5,739.1	4,628.6	4,334.8	2,224.0				
	雨量 = 0 の日数 (d)	7	25	19	12	17	17	3	—	23	13	14	17	12	14	20	16	22	12				
	雨 天 日 数 (d)	8	6	5	2	13	14	0	—	8	8	15	3	19	16	10	15	8	5				
	降 雨 量 (mm)	121	288.5	84	7.5	282.5	263.5	0	—	182.5	157	320.5	228	502.5	310.5	202.5	251.5	95.5	36.5				
	上 流 仮 締 切	9/16		11/24	5/18			8/3															
工 程	本 体								10/1	11/21	5/3						11/21	12/17					

表-15 ダム盛立用機械の標準配置



§ 10. あとがき

従来ダム建設が困難とされていた地点にも最近の技術の進歩によりフィルダムが築造されるようになった。しかしそれには我々施工技術者は発注者と一体となって設計者の立場で現場の特性を充分理解し状況の変化に柔軟かつ適切に対応することが重要である。このレポートは盛立施工管理を中心に述べたが、現在鋭意施工中である基礎処理は当工事の残工程を消化していく上で非常に重要なポイントとなっている。完成後引き続き第2回目として御紹介したいと思っている。

(昭和56年2月 原稿受領)