

広瀬ダム建設事務所 正会員 工藤信雄

- 樋口信輝
- 北島恒男

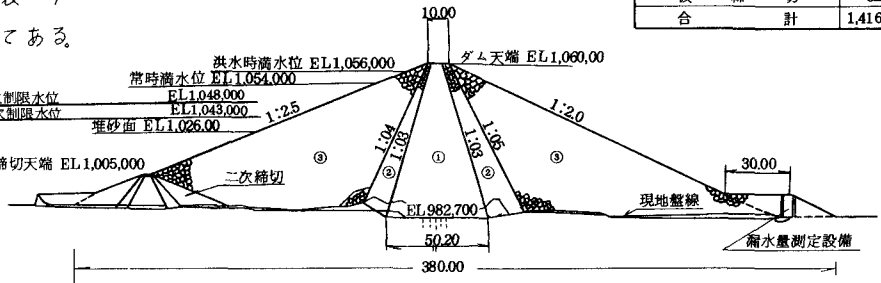
広瀬ダムは、笛吹川統合開発事業の一環として 洪水調節 農業用水 上水道 発電の目的をもつ多目的ダムとして昭和46年から施工を開始している。完成は昭和50年3月、現在堤体盛立は終了し 表面取水設備 洪水吐工事を施工中である。ダム遮水壁には花崗岩の風化したマサ土を使用しているが マサ土は一般に砂質土とされコア材に使用された例はない。しかし これからはますます条件の悪い土質材料によって施工しなければならぬような悪条件のダムが増すであろうと思われる。その意味でなんらかの参考にになればと思い 平面的ではあるが報告する。

1 概要

ダムの諸元は表-1に示したとおりである。

またダムの標準断面を図-1に二次締切末端 EL1,005,000に示した。

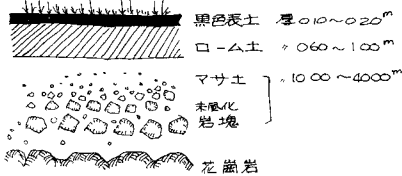
図-1 ダム標準断面図



記号	名称	材料	体積
①	コア材	マサ	231,250.0m³
②	フィルター	河床砂礫	174,800.0m³
③	ロック	砕石	977,500.0m³
	仮締切		32,560.0m³
	合計		1,416,100.0m³

2 コア材について ダム周辺の地質は 図-2に示すような構造であり、必要量23万m³を確保できる材料はマサ土しかなかった。マサ土は砂質土とされていたので既設ダムに前例はなく ローム土との混合材による盛土試験も行ったが良い結果は得られなかった。地山のマサは灰色を呈し粒状に分解している。これに外力を加えて攪乱すると自然含水比で茶褐色になる。結論だけを言えば この褐色マサ単体をコア材に使用した。地

図-2 地質の構成



の褐色マサ(コア材)の性質をみると 図-3より粒度分布が移行し、74μ以下の微粒分は増加する。一方74μ通過率と透水係数Kとの間には図-5に示す関係があって P_{74} と $\log K$ とはほぼ比例する。それは 図-6に示すように 同一材料が締固め後はほぼ透水係数の動と対立しているのにもかかえ。図-4はプロクター突固め曲線であるが 締固め仕事量の増加に対立して γ_d は高く K_{min} は小さくなる一般的性質と、 K_{min} は

表-1 ダムの諸元

集水面積	7664Km²
泄水面積	0550Km²
総貯水量	14300万m³
有効貯水量	11350万m³
型式	中央遮水壁型ロックフィルダム
堤高	75.0m
堤頂長	255.0m
堤頂巾	10.0m
堤巾	38.0m
法勾配	上流部1:2.5下流部1:2.0
堤体積	1400,000m³
越流設備	巾6.25m×高1560m×2門
洪水吐機越流部	洪水吐機越流部EL1056m以上460%
溢流型放流設備	(最大放流能力460m³/s)
利水放流設備	バリア径φ800mm Q=75m³/s
計画高水流量	560m³/s
設計洪水流量	700m³/s
異常洪水流量	840m³/s
洪水吐能力	1380m³/s

表-2 灰色マサの諸値

項目	値	備考
比重	2.65~2.80	(関西系のものよりやや高い)
自然含水比	7~8%	
LL PL	NP	
分類	SM	
乾燥密度	1.70~1.80	モールド採取
透水係数	$\times 10^{-4}$	パッカー法による

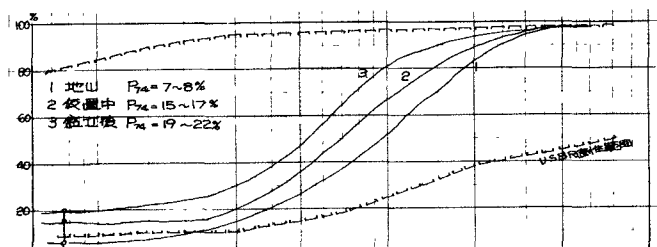


図-3 粒子加積曲線 (コア材の粒径変化) S47 8の例

また 原石山の採取が深くなるにつれて 粒度が粗くなり 風化度が進んでいない傾向が 図-4からもみられる。コア材

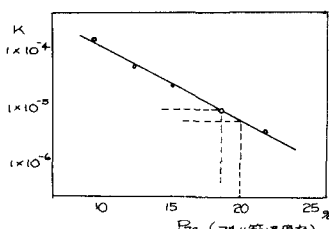


図-5 K-P_{dc}関係図

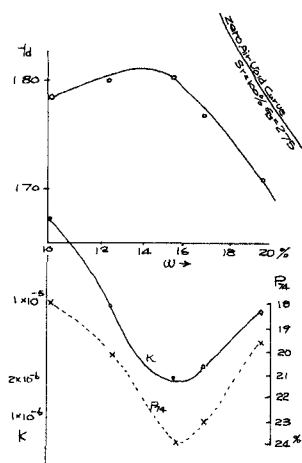


図-6 w-d-K-P_{dc}相関図

は SM に分類される土であるが 砂質土に近い性質が見られるのはまげられない。すなわち低含水比で高い乾燥密度を示し 剪断抵抗はやゝ大きく 施工時の間隙水圧は消散が早い。それだけに 透水性は若干大きい。表-3は 既設ダムのコアと比較したものである。スランプ試験による流動限界値 w_L = 23%, コーン法による ファイネスナンバー = 22% の締固め仕量量の差はあるがほぼ相似の曲線となり、他地区のマサと比較して やゝ風化が完全でないようである。灰色マサは褐色マサに対しては流動化に対する抵抗がやゝ大きい事が土研の報告で確認されているが粒子の形状が影響しているものと思われる。

w_{opt} より2% 湿潤側で得られる事を示している。これより施工含水比 w は 25 回実固め曲線で乾燥側1% 湿潤側2%の管理基準を設けたが 現場エネルギーが大きく 50 回実固め曲線で管理するのが妥当性があり、47年10月より管理基準を変えている。すなわち JIS12 10により 50 回実固め曲線でえられた w_{opt} に対し、 w は2% 湿潤側を認め 乾燥側は認めないという内容である。

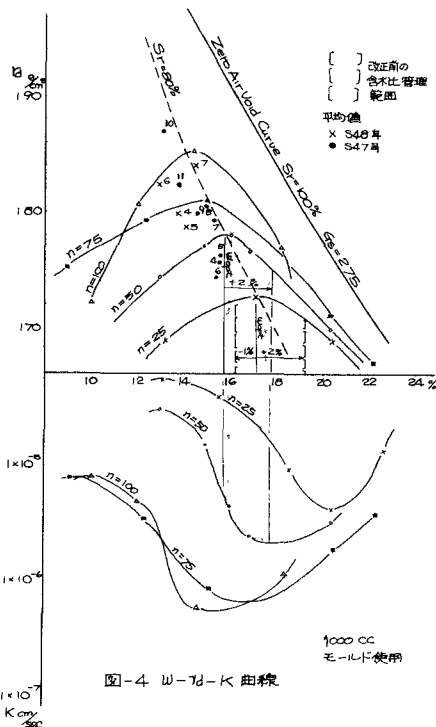
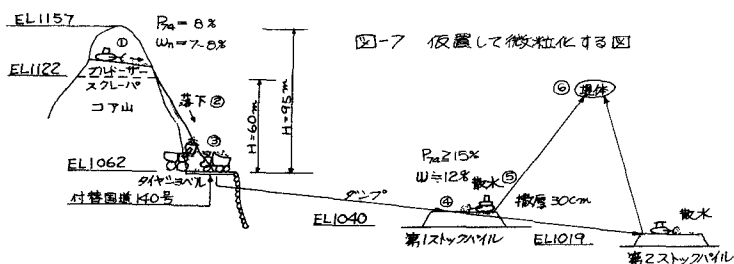


図-4 w-d-K 曲線

表-3 既設ダムの上巻材料設計数値例との比較 (最新ダム工学実務水力協会より)

ダム名	型式 高さ	竣工	密度 γ_m (t/m ³)		粘着力 c (kg/cm ²)		内部摩擦角 (度)		透水係数 α_{ec}		摘要
			設計値	試験値	設計値	試験値	設計値	試験値	設計値	試験値	
ひさせ	中央コア 75.0m	1975	$\gamma_d = 1.60$	1.70~1.85	0	0.36~0.70	27°	31.5°~38.5°	1×10^{-5}	1×10^{-5}	CU UU EECの範囲に入る。Kは1/300R値。 2.10cm
御母谷	傾斜コア 131.0m	1960	$\gamma_d = 2.05$	2.08	0.28	0.35	35°	47.0° 0° 3.6° 43.8° 43°	1×10^{-5}	5×10^{-7} 1×10^{-4}	
大白川	中央コア 95.0m	1964	$\gamma_d = 2.00$		0		35°		1×10^{-5}		
牧尾	中央コア 104.5m	1961	$\gamma_d = 1.40$	1.22~1.65	0.3	0.48	31°	33°	1×10^{-5}		
本沢	中央コア 73.0m	1965	$\gamma_d = 2.03$	1.88~2.06	0	0.125~0.653	26°34'	27°37' 29°54'	2×10^{-5}	2.5×10^{-7} 9.0×10^{-9}	
魚梁瀬	傾斜コア 115.0m	1965	$\gamma_d = 1.83$	1.80~2.00	0.4 飽和 0	0.5~1.2	31°	26°30' 35°00'	1×10^{-5}	大割 4×10^{-7} 小割 3.5×10^{-7}	
九頭竜	傾斜コア 128.0m	1968	$\gamma_d = 1.83$	1.81~1.92	0		31°	31° 38°40'	1×10^{-6}	7×10^{-7} 3.4×10^{-8}	
水窪	中央コア 103.0m	1969	$\gamma_d = 1.85$	1.84~1.94	0	0.14~0.90	33°	35°23' 36°30'		7×10^{-7} 3.4×10^{-8}	
喜撰山	中央コア 95.0m	1969	$\gamma_d = 1.76$	1.81~1.89	0	0.30~0.15	30°	32°~33°30' 40°~41°	1×10^{-5}	軟弱 $0.3 \sim 1.0 \times 10^{-6}$ 硬質 $25 \sim 30 \times 10^{-8}$	

3 施工・前述のとおり 粒子の微粒化に一番有効な方法は 重機の物理的力を利用することであり 重機に接触する機会を多くすることであった。従って図-7に示すように 落下、積み込み 踏みつぶし等の機会を多くするため 二つのスト



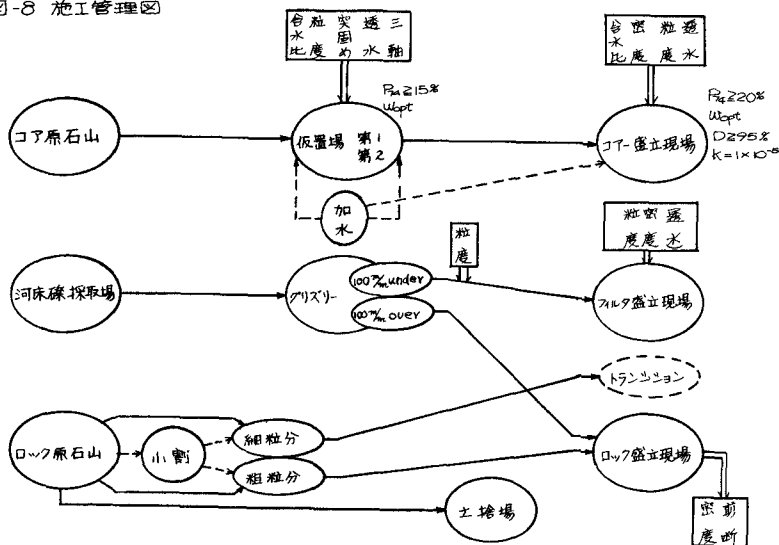
ックパイルを設置交互に利用し 堤体盛立現場へ運搬した。この自 コア材は少くも 6 回の接触機会をえている

表-4 転圧機種

機 種	機 種
着岩部	エアータンバ
隅 部	手押式 振動ローラー BW75 W=0.95t
コア部	自走式 振動ローラー BW200 W=7.70t
フィルタ部	手押式 振動ローラー Dynamac CH60 W=9.0t
ロック部	—

。着岩部にはローム土 ($W_n = 40\%$ $K \leq 1 \times 10^{-6} \%$) を用い、撤厚 30cm で振動系転圧機で転圧を行った。この機種 (BW200) は 方向転換も自由で狭い場所でも転圧出来る良い面があるが 仕上り面が平滑になるのでレーキをして次層を盛り立てねばならない。運搬タンクが同一径路で進入した場合 含水比が 18% をこえた時、過転圧現象が顕著になり その場合は 除去置換し再転圧を行った。トラスカビリティーは良好であり、降水後半日で盛立出来る状態である。

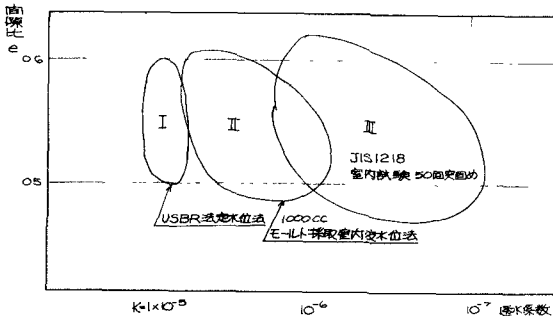
図-8 施工管理図



4 品質管理 図-8は管理試験の流れ図であって、各種の試験は業者が管理基準要項に基づいて実施し 報告を日報として提出させた。その他県側も別個に実施した。含水比の判定には 赤外線水分計、密度判定は標準砂を用いた砂置換法を用いた。密度測定時には 堤体に於ける作業は当然な事であるか中止させている。土質材料が比較的均一であることから 実図め試

験を2日に1回程度(基準 5000^{mm}に1回)行い U_{opt} を決定した。透水試験は、現場に於いて U-S-B-R 法によって行い、又 最大粒径が 5% 以下である事から 1000cc モールドで採取したものを室内浸水係数試験を行った。その結果の分布は図-9であって 図中のⅡⅡに於いては不透水層を形成するため低い値を示しているが U-S-B-R 法による結果は 異方性を考慮しても設計値を満足させているといえよう。また $e - \log K$ は直線関係を示すといわれているが その傾向が見られる。図-10は各管理値の月平均の変動を示したものである。施工中の管理は $\bar{x} - R$ 管理によって行ったが 図-10は度数分布よりもとめた平均値と 標準偏差である。また図-4, 図-10より 現場含水比が下降し 乾燥密度が上昇しているのは 原石山の梁部へ行く程度化程度が未熟成である事と示していると云えよう。

図-9 e-K 分布図



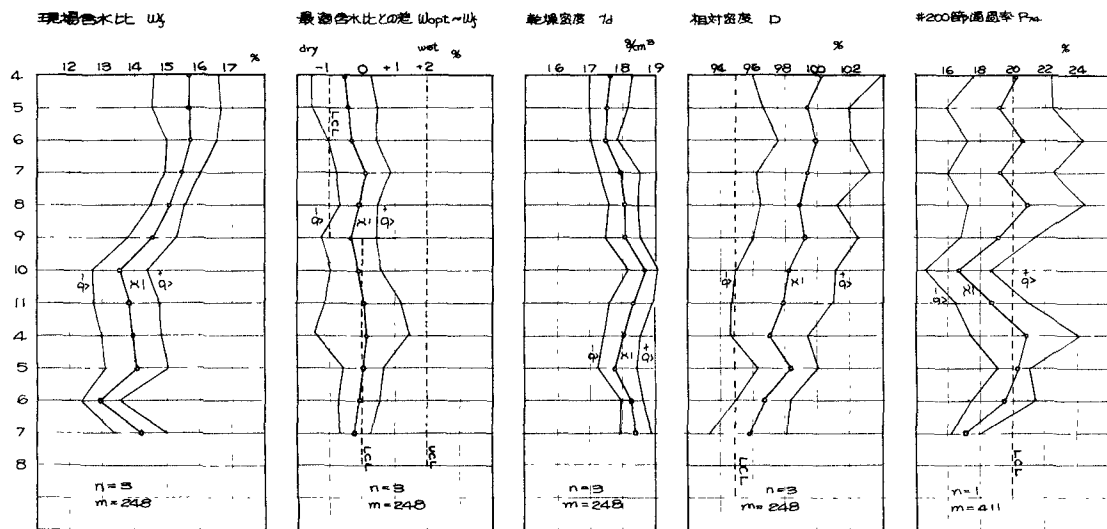


図-10 管理値の変動

5 コア盛立実績 コアの盛立可能日数の推定の基準となったものには降雨と気温があるが 降雨は表-5 に示した基準、気温は3%以下を施工不能とした。これによる施工可能日数は年133日、盛立日数は193日である。しかし 実施日数は表-6に示すとおり199日要している。この理由は 作業場広さによる能率低下と 洪水吐掘削スリのロック部への流用関係のためと考えられる。ロック盛立が常に先行する施工方法をとるためにやむをえず生じた事といえるが、計画日数を大きく上回るものではない。タムのためにはむしろ ゆっくり施工し 圧密をできるだけ進行させた方がよい。

6 まとめ 本ダムの湛水は49年11月であって、湛水後の経過を観察する必要があるが 従来砂質土といわれているマサ土も外力を加える事によりコア状として改良する事ができるであろう。又 転圧機種によって、その管理方法も同系統による

のが良いであろう。すなわち 振動式の締固めとする場合は振動による締固め曲線によって管理するならば、より明解な管理方法も得られるであろうし 現場エネルギーとの比較も容易になるのであろう。しかし、プロクターの契固め曲線によっても実際上さしつかえない。砂質土と粘性土の中間的なマサに対し

粒形の及ぼす影響 有色鉱物の透水至路へ与える影響 グラウトにみる様に 水は比較的浸透し易く ミルクは比較的浸透しにくいという 粒子の表面水、空隙と流体との関係、更にマサ土そのものの性質を変化させる化学作用等 数多くの課題はあるが 従来の試験方法 によって マサ土も遮水壁として実用出来ること云ってよいだろう。

表-5 施工休止日数

日降水量	休止日数
～1%	0
1～2	05
2～5	10
5～10	15
10～20	20
20%～	30

表-6 コア盛立実績表

月 日	月間盛立量	施工日数	日平均
47年 4月	12 550 ^{m³}	12日	1045 ^{m³}
5	19 950	16	1246
6	21 060	16	1316
7	19 080	14	1362
8	27 810	19	1463
9	30 680	19	1614
10	42 460	25	1698
11	14 090	14	1006
12			
48年 1			
2			
3			
4	18 043	19	949
5	8 750	15	596
6	9 286	17	546
7	4 305	8	538
8	2 986	5	597
計	231 250	199	1162

表-7 コア最大盛立量

項目	年月日	盛立量
月最大盛立量	47年 10月	42 460 ^{m³}
日	47年 9月23日	3 130 ^{m³}
日平均	47年 10月	1 698 ^{m³}