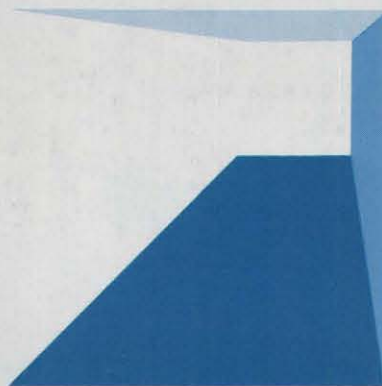
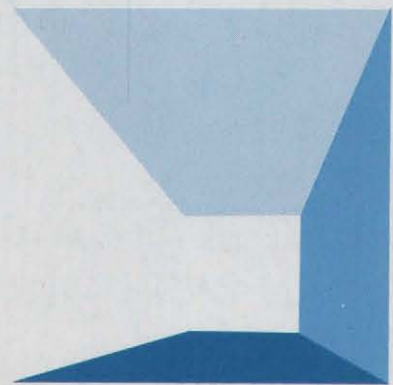
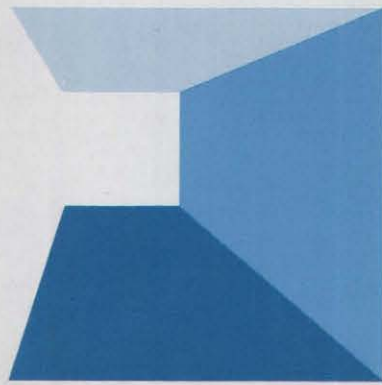
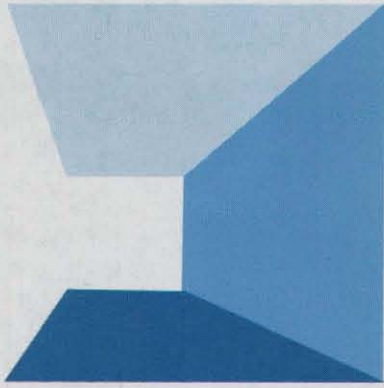


水と土

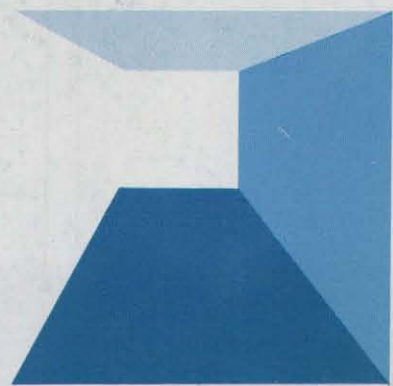
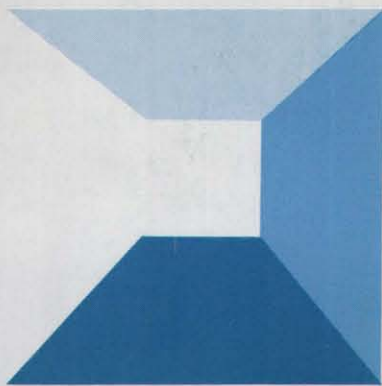
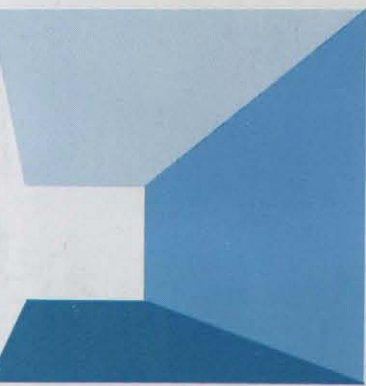
第 56 号

ISSN 0287-8593

昭和59年 3月号
農業土木技術研究会



Japanese Association for
the Study of Irrigation,
Drainage and Reclamation
Engineering



大夕張ダム

(本文62頁参照)



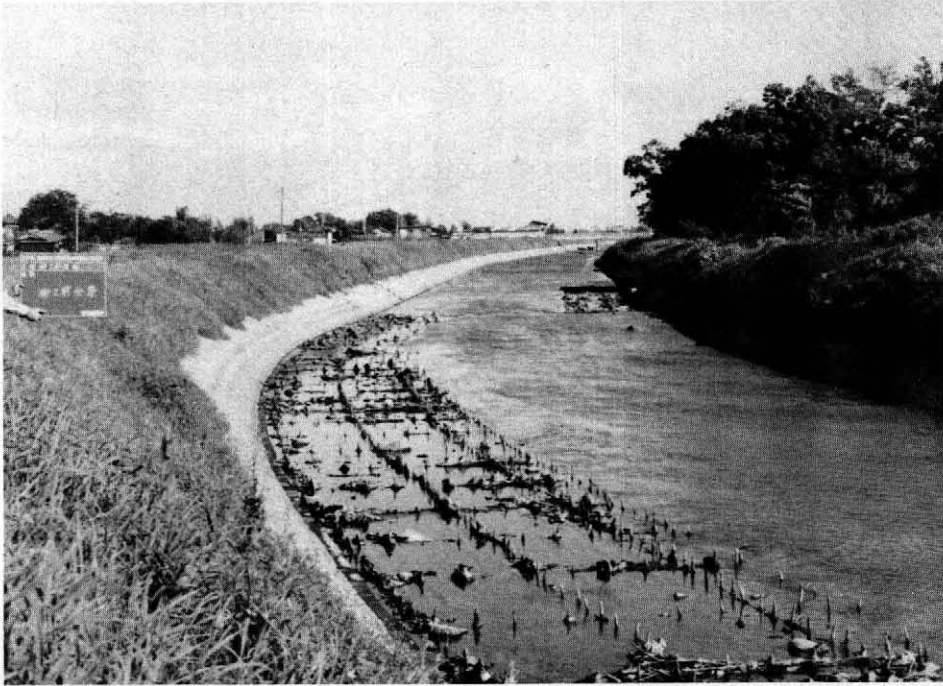
最上川中流農業水利事業 市街地におけるパイプラインの施工

(本文22頁参照)



見沼代用水路 (改修前)

(本文33頁参照)



見沼代用水路 (改修後)



水 と 土

— 目 次 —

グラビア

大夕張ダム
最上川中流農業水利事業
見沼代用水路

巻頭文

季節 小林俊昭……(1)

報 文

報文内容紹介 ……(1)

深田調整池の設計、施工、貯水計画についての報告

伊藤郁雄……(2)
蛭名光明

市街地における農業用パイプラインの計画及び施工について
——馬見ヶ崎川導水路工事——

沼田義春……(22)
大沼岩男

見沼代用水路改修における大型ブロック護岸の設計施工について

福島満義……(33)
川英男

都市汚水処理のための土壌式接触循環曝気法について
(三重県営水質障害対策事業田丸地区)

森本繁史……(43)

我々の見たイギリス・フランスのダム

山瀬俊一……(50)
山守下谷義博
岡田正茂

水系シリーズ

石狩川水系における農業水利

田村孝六……(62)
斎藤征右

講 座

OAのための例題中心BASIC講座(第5回)

丹治肇……(74)
山本徳司

会告・編集後記 ……(79)

No. 56

1984

March

水と土 第56号 報文内容紹介

深田調整池の設計、施工、貯水計画についての報告

伊藤 郁雄 蛭名 光明

深田調整池計画時（昭和45年頃）はアースフィルダムで堤高30m以上は考えられなかった。しかしながら安積疏水8,000haの用水不足を解消するため堤高55.5mのダムが必要であった。このため農林本省、農業土木試験場、事業所が一体となり、安全を確認しながら築造し、昭和58年3月貯水試験完了と同時に事業も完了し、ここに深田調整池の設計、施工、貯水計画について報告するものである。

（水と土 第56号 1984 P. 2）

都市污水处理のための土壌式接触循環曝気法について

（三重県営水質障害対策事業田丸地区）

森本 繁史

用水路周辺の市街化によるかんがい用水の汚濁解消のため、用排分離を図り、さらに汚濁水については下流において農業用水として反復利用していることから、下水処理場を設置して浄化水を公共用水域に放流する計画である。

ここでは、田丸地区計画の概要と水質浄化方式として土壌式接触循環曝気法の採用経緯等について報告するものである。 （水と土 第56号 1984 P. 43）

市街地における農業用パイプラインの計画及び施工について

——馬見ヶ崎川導水路工事——

沼田 義春 大沼岩男

最上川中流農業水利事業は、昭和47年度に着手以来、西部、中部幹線用水路を主体に工事を進めてきているが、昭和56年度より馬見ヶ崎川導水路工事に着手したところである。この導水路は、市街地を縦断する国道下の管埋設工事であり、交通の確保、周辺住民に及ぼす影響等を考慮に入れ、工事を計画し実施しているところである。本報文においては、工法の検討、施工実績等について紹介するものである。 （水と土 第56号 1985 P. 22）

“我々の見たイギリス・フランスのダム”

山瀬 俊一 山下 義行

守谷 正博 岡田 茂

国際ダム会議第51回総会のスタディーツアで、イギリス国内で7ヶ所のダムを、また今回の海外出張の機会を利用して、フランス国内で2ヶ所のダムを見学する機会を得た。イギリスのダムでは小中型の各種ダムを見学し、フランスでは建設中の大型ロックフィルダムとアスファルトによる表面遮水型ダムを見学することが出来た。これら9ヶ所のダムはそれぞれ特長があり詳細とはいえないが、その概要を述べた。ダム技術者の参考になれば幸甚である。 （水と土 第56号 1984 P. 50）

見沼代用水路改修における大型ブロック護岸の設計施工について

福島 満義 翠川 英男

埼玉合口二期事業のうち、見沼代用水路と一級河川星川とを共用する約18km区間の護岸施工にあたって、施工時期が非かんがい期に限定される工程制限の中で、如何に経済的、かつ、急速に施工するかという命題を解決するため、各種の比較検討を行い、既製品の大型ブロック工法を採用した。

本論文は、これらの採用経緯、形状寸法の決定経緯、特徴、布設歩掛り及び施工作业手順などを要約している。 （水と土 第56号 1984 P. 33）

季 節

小林俊昭*

「強い冬型の気圧配置が続き、北陸から北海道にかけて日本海側は大雪……」新聞が報じている。

今頃は会津も雪の中だろう。

会津盆地は福島県の西部に位置し、磐梯山、飯豊連峰等四方を山々に囲まれ、風光明媚にして酒どころ、哀調を帯びる史蹟をもった一大穀倉地帯である。

「国境の長いトンネルを抜けるとそこは雪国であった。」

まさしく、中山峠のトンネルを抜けると、そこは突然の雪景色。磐越西線で郡山からもの三十分。長靴を履き、アノラックに身を包んだ数少ない乗客と一緒に鈍行で中山峠を越えれば、車窓からの粉雪か、いつの間にかコートの肩口が白くなる。東京や仙台から会津に入る時は、少しばかりの覚悟がある。微かな悲壮感さえ帯びるかもしれない。

会津盆地には厳しい冬が十一月の末頃から始まるのである。健康管理のためと言訳しながら楽しくてしようがないゴルフもお預けになる。なおさら厳しくて長い冬である。

しかし、そのような会津盆地にも春がやってくる。突然、明るくて暖い春がやって来る。梅と桜が一時に咲き揃い色濃い桃の花と白い可憐な梨の花が咲き競いながら、萌えるような新緑の野に喜びの春が満ちあふれるのである。

人間だって変わりはない。待ちに待った春に人々の顔は輝いて見える。緑柔らかなティグラウンドに立てば、「生きている。」喜びさえ感じるのである。

その冬が厳しければ厳しい程、この春の喜びは大きい。雪国の人達こそ、この喜びをもてる。実に幸せである。

六年程前のことになるが、モデルインフラ整備事業巡回指導で東南アジアを回ったことがある。

日本は東南アジアの発展途上国に、資金や資材、技術援助をしているが、それだけでは効果が非常に少ないため、日本の業者を現地へ送り込み、彼等の設計施工監督によりモデル農場を地元業者（労務者）を使って建設し、そこで営農実習や研修をする方法がとれないだろうかを調査することも、東南アジアを回った目的の一つであった。

いろいろな人達におめにかかった。そして工事現場を視察し話を聞く中で、彼等の工程管理に対する考え方が非常に面白いことを知った。

基礎掘削を始める。それが終わる。「さて、次は何をするのだったか、ああ、そうだ、型枠を建てこむのだ、さ、型枠の手配だ。」なかなか手に入らない。時間は過ぎていく。型枠の建てこみが終わった段階でやっと「次は？」と考える。次から次へと準備していく工程管理計画など殆どないに等しい。

これも東南アジアの自然環境、季節感のない暮しからきているのではないだろうか。一年中常夏で、下着が二枚あれば生活出来る彼等に季節はない。日銭を稼ぎ、貯えもない人々が多いのもこんな理由に因るものではないだろうか。

それに対し、日本人は次なるものへの備えを常に忘れない。

山の木々が色づき落葉の舞う頃、灯油を準備し雪囲いを点検し衣類を揃える。厳しい冬への準備は大変である。そして、やがて来る明るい春を待つ。そしてこの冬の間こそゴルフの腕前の充電期間だと雪の中でも練習に励む。

桜も散り若葉の繁る頃となれば、真夏の太陽を思い、海辺の宿の予約というように季節の移り変わりによって、自然に次なるものへの準備が身につく。日本人は四季に恵まれたことによって、次から次への心の備えを含めて工程管理が身につけているのではないだろうか。

「社団法人・日本農業集落排水協会」が昭和58年8月1日、農林水産大臣の設立許可を受け、正式のスタートを切った。

農業集落排水事業を円滑かつ適正に推進するため、それに関する技術開発、調査研究、普及、指導等を行い、もって農業用排水の水質保全、農業用排水施設の機能維持並びに農村環境の改善に寄与し、併せて公共用水域の水質保全に資することを目的としている。

何事もそうであろうが、創設時はいろいろな苦勞が伴う。花になるのか葉を付けるのか、それすら見分けられない程固い蕾である。きっと大きな実を付けるよう、明るい春も輝く夏も努力を続けたい。そして厳しい冬の時代を乗り越える毎に大きく育っていきたい。

宜しく御叱責をお願いする。

* 社団法人 日本農業集落排水協会常務理事

深田調整池の設計, 施工, 貯水計画についての報告

伊藤 郁雄* 蛸名 光明*

目 次	
1. まえがき	2
2. ダムの概要	2
2-1 ダムの設計概要	2
2-2 ダム諸元	3
3. 堤体の設計	3
3-1 安定計算	3
3-2 施工中に発生する間隙水圧	5
3-3 施工中の間隙水圧の消散	6
4. 施工計画	6
4-1 施工の順序	6
4-2 施工日数	6
4-3 用土採取計画	6
4-4 基礎掘削計画	9
4-5 カーテングラウト計画	9
4-6 築堤計画	10
4-7 築堤施工管理計画	13
5. 施工実績	13
5-1 盛立数量及び施工日数	13
5-2 施工機械	15
5-3 転圧試験	15
5-4 グラウト	17
6. 完成後の堤体安定計算	18
7. 貯水計画	18

1. まえがき

深田調整池は、農業用水かんがい施設として、福島県郡山市三穂田町深田地内に築造した、中心遮水ゾーン型アースフィルダムで、昭和47年9月に着工し、初年度は基礎処理を行い、翌年48年5月から盛立を開始して昭和51年7月に盛立を完了したものである。また附帯工としては仮排水兼取水トンネル、直立型取水塔（フローティ

ングタイプ）シャフト式洪水吐（グローリーホール型）がある。

2. ダムの概要

2-1 ダムの設計概要

1) ダムタイプの検討—ロックフィルダムとアースフィルダムについて検討した結果、最も安価で施工性の良いアースフィルタイプダムとした。

2) ダム軸の決定—基礎の軟弱層が上流にゆくにしたがって薄くなり、処理土量が減ること。また右岸アバット付近におけるパイピング対策、並びに堤体の滑動に対する安定性を検討し当初計画より上流へ25m程移動させた。

3) 基礎処理—堤体基礎部分は地表より概ね10mの厚さに軟弱層が堆積している。この堆積物は腐植土、砂質シルト等からなり、N値は上部で0.9~3、下部で3~7と極めて軟弱なうえ地下水位は地表面下0.3~0.5mと高い、堤体の基礎地盤強度は $qc=60\text{kg}/\text{cm}^2$ 以上としているため、この堆積物はすべて除去することとした。

4) 盛立材料—ダムサイトから上流左岸側200~600mの範囲内において、調査の結果4種類の材料があった。これらの材料の土質別突固め特性は表-1のとおりである。

5) 洪水吐—洪水流量が少ないため、取水トンネルを

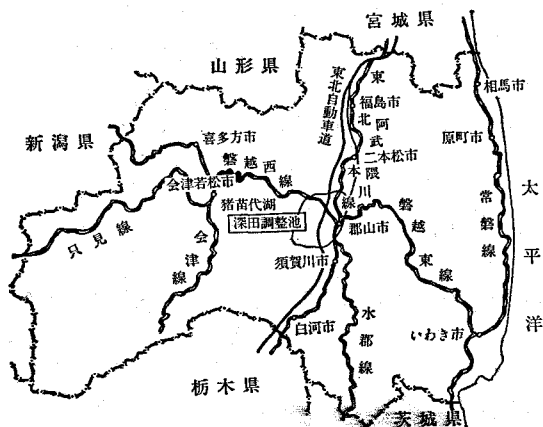


図-1 位置図

* 東北農政局安積疏水農業水利事業所

表-1 土質別突固め特性

試料番号	分類別	突き固め エネルギー	D 値	含水比 W(%)	乾燥密度 $\gamma_d(g/cm^3)$	湿潤密度 $\gamma_t(g/cm^3)$	比重 G S	飽和度 Sr (%)	間隙比 e	備考
A	CH	J I S × 100%	100%	28.8	1,437	1,851	2.68	89.2	0.865	ゾーン I
		"	95	34.3	1,365	1,833		95.5	0.963	
B	ML	J I S × 100%	100	22.5	1,550	1,899	2.70	81.9	0.742	"
		"	95	28.6	1,473	1,895		92.7	0.833	
C	SM-S C	J I S × 100%	100	19.0	1,620	1,928	2.67	78.4	0.647	
		J I S × 200%	100	17.9	1,677	1,970		79.1	0.591	
D	SM	J I S × 100%	100	20.4	1,613	1,942	2.67	83.2	0.655	ゾーン II
		J I S × 200%	100	19.0	1,652	1,966		82.4	0.616	
E	SM-GM	J I S × 100%	100	16.6	1,720	2,006	2.70	78.6	0.570	"
		J I S × 300%	100	15.8	1,745	2,021		-	0.547	

註 (1) J I S = J I S · A1210の1の1法

(2) $D \text{ 値} = \frac{\gamma_d}{\gamma_d \cdot \max} \times 100\%$

(3) Sr = 飽和度

(4) e = 間隙比

利用したシャフト式洪水吐(グローリーホール型)を採用する。ダム自己流域1.25km², 設計洪水流量 Q=12.00 m³/sec

6) 取水設備一地山の形状及び地質から、直立型取水塔(ブローティングタイプ)とした。

2-2 ダム諸元

ダム諸元は表-2のとおりである。

3. 堤体の設計

3-1 安定計算

1) 計算ケース及び堤体条件

ア) ケース1 常時, 上下流

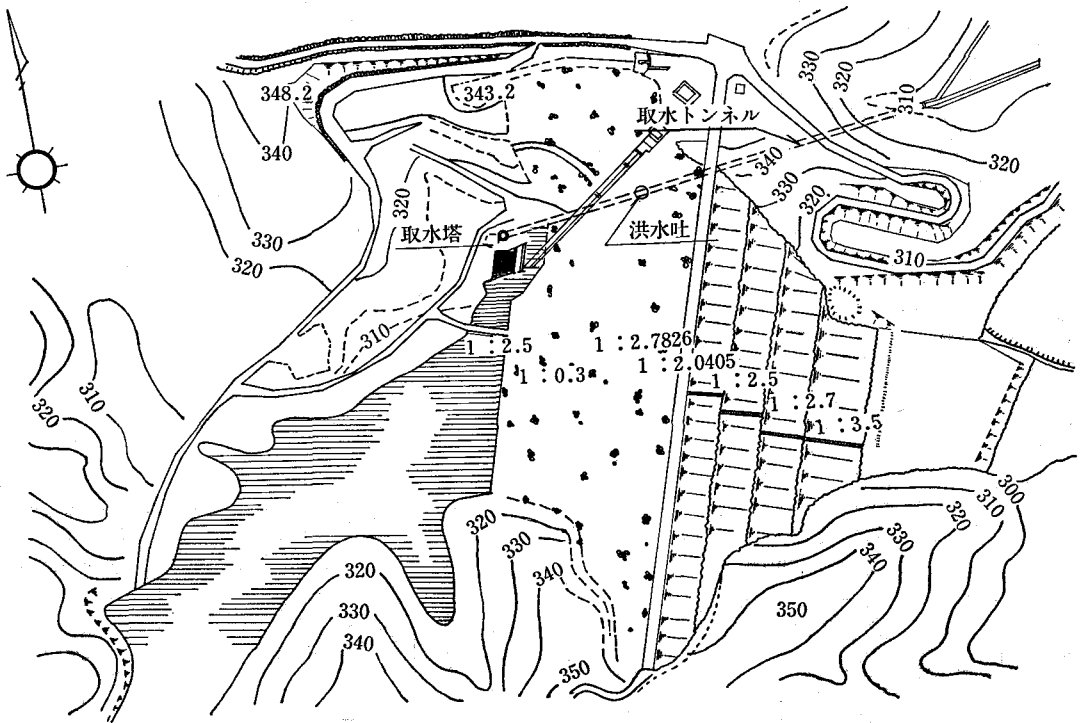


図-2 全体平面図

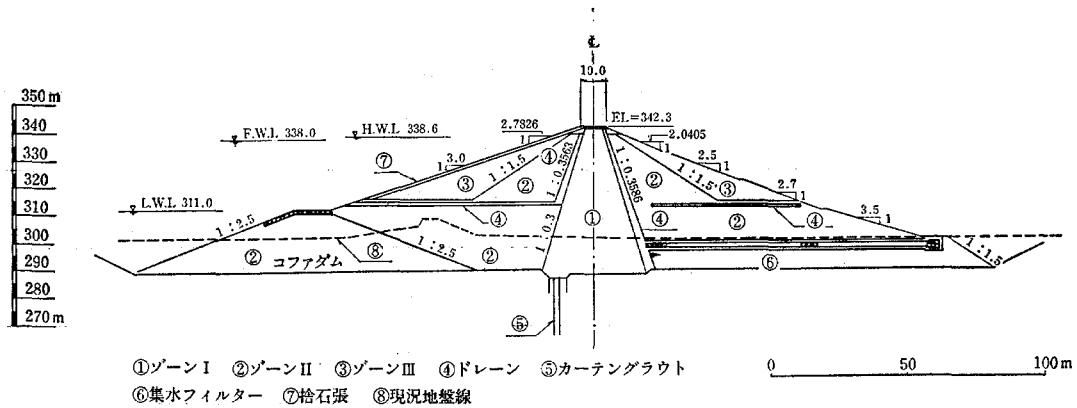


図-3 標準断面図 (完成)

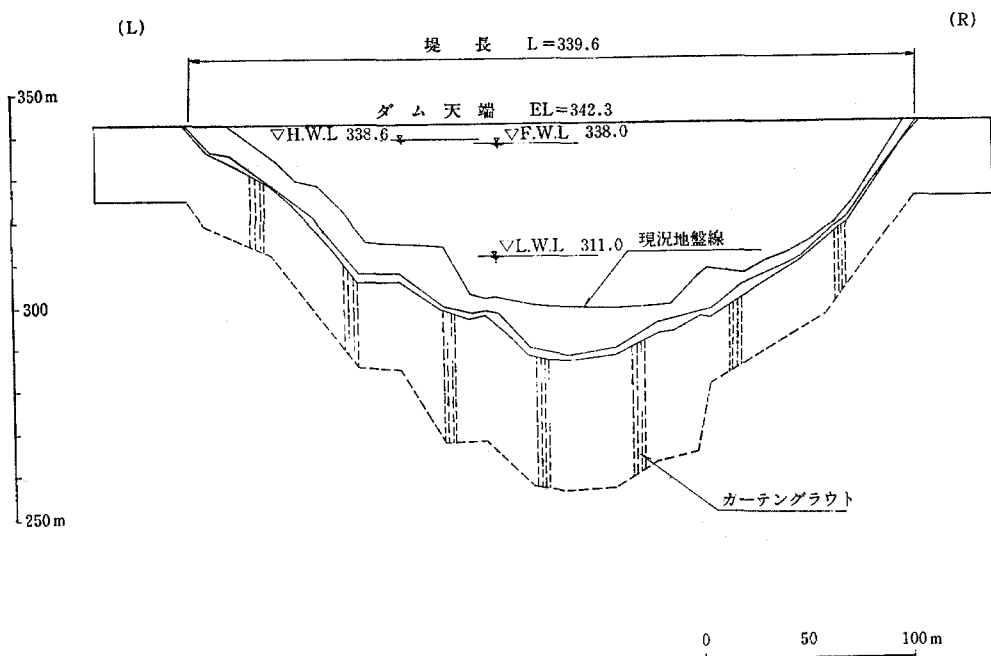


図-4 縦断面図

表-2 ダム 諸元

名称	深田調整池			郡山市三穂田町山口字四郎兵衛					
	形式	流域面積		堤高	堤長	堤体積	基礎地質	貯水量	
直接		間接	総貯水量					有効貯水量	
堤体	アースダム	1.25km ²	—km ²	55.5m	340.0m	1,179千m ³	新第3期 砂岩	8,690千m ³	8,040千m ³
洪水吐	形式	排水量	備考	取水設備	型式	最大取水量	放流施設	放流施設	放流量
	堅孔型 (フローリブ ネルタイプ)	10.0m ³ /s			直立取水塔 (フローティ ングタイプ)	3.8m ³ /s		シニットフ ローゲート	3.8m ³ /s

- イ) ケース 2 完成直後, 上下流
- ウ) ケース 3 中間水位, 上下流 90, 80, 70, 60, 50, 40, 30%水位
- エ) ケース 4 水位急降下, 上流
- 2) 計算条件
 - ア) ケース 1 ケース 3, の間隙圧及び水平水圧は, 流線網を作図してポテンシャル線より求める。
 - イ) ケース 2 の間隙圧は, Hilf の方法によるものとし, 消散率は, 盛土の進行を考慮する。
 - ウ) ケース 4 の間隙圧は流線網を作図してポテンシャル線より求め, 水平水圧は, 水面以下のみとする。
 - エ) 設計震度は $k=0.15$ としケース 1, ケース 3, については, 100%, ケース 2, ケース 4 については 50% と

し, 地震時水中部分は, 飽和重量×設計震度とする。

3) 設計数値

ア) 完成直後, 三軸試験のデータを使う。

イ) 完成後定常時, 一面セン断の 80% 値を使う。

ウ) 密度, 遮水材料は, JISA-1210 による締固めの 97% 値を使用する。また半透水性材料は No. 4 の JIS-A-1210 による 200% の締固め度のもを使用する。

4) 滑り破壊に対する安全性の検討

滑り破壊に対する安全性の検討は, 表一 4 の条件表に基づき, 安定計算の基本式等を用いて電算及び手計算で行った。この結果は表一 5 のとおりである。

3-2 施工中に発生する間隙水圧

Hilf の式から u を求めれば表一 6 及び 7 のとおりで

表一 3 設計数値一覧表

ダムの状態	比重 (G)	含水比 (W)%	密度 (t/m ³)			せん断強さ		透水係数 (k, cm/sec)	備考	
			乾燥 (rd)	湿潤 (rt)	飽和 (rsat)	せん断抵抗角 (φ)°	粘着力 (C)t/m ²			
ゾーン I	完成直後	2.690	29.8	1.449	1.880	1.910	12°30'	4.5	3.4×10 ⁻⁷	
	定常時	2.690	29.8	1.449	1.880	1.910	23°30'	4.5	3.4×10 ⁻⁷	
ゾーン II	完成直後	2.685	23.5	1.600	1.976	2.004	31°00'	4.1	3.5×10 ⁻⁶	
	定常時	2.685	23.5	1.600	1.976	2.004	31°00'	4.1	3.5×10 ⁻⁶	

表一 4 滑り破壊に対する安全性の検討条件表

ケース	ダムの状態	間隙水圧	地震力	安全率		備考
				上流側	下流側	
1	完成直後	あり	50%	1.2	1.2	水位 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80%, 90%
2	常時満水	あり	100%	1.2	1.2	
3	中間水位	あり	100%	1.2	—	
4	水位急低下	あり	50%	1.2	—	

表一 5 安定計算結果一覧表

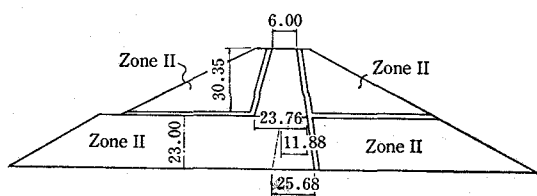
安全率 ケース	上流側		下流側		貯水位	備考
	電子計算機	手計算	電子計算機	手計算		
1	—	1.377	1.216	1.225	0	
2	1.322	1.352	1.561	1.578	満水 100%	
3	1.303	1.325			90%	
3	1.293	1.316			80%	
3	1.279	1.294			70%	
3	1.282	1.292			60%	
3	1.277	1.279			50%	
3	1.277	1.262			40%	
3	1.283	1.274			30%	
4	1.794	1.509				

表一六 間隙水圧計算 (ゾーンIの場合)

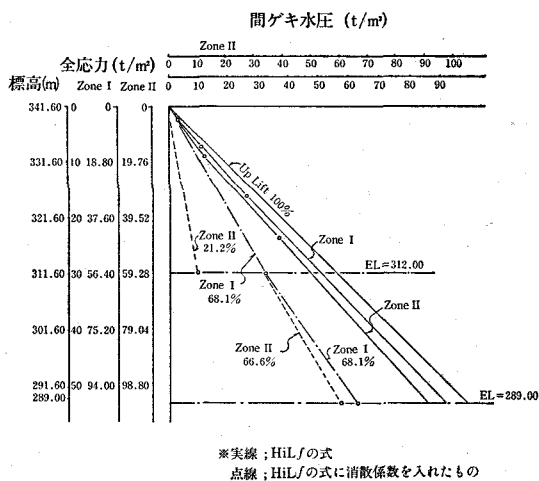
d	$\bar{\alpha}$ (t/m ²)	$Pa \cdot d$ (t/m ²)	$Va+h \cdot Vw-d$	u (t/m ²)	$\sigma=\bar{\sigma}+u$ (t/m ²)
1	1.17	10.17	2.80	3.63	4.80
2	2.50	20.34	1.80	11.30	13.80
2.95 (=Va)	4.01	30.00	1.15	26.09	30.10

表一七 間隙水圧計算 (ゾーンIIの場合)

d	$\bar{\alpha}$ (t/m ²)	$Pa \cdot d$ (t/m ²)	$Va+h \cdot Vw-d$	u (t/m ²)	$\sigma=\bar{\sigma}+u$ (t/m ²)
1	2.11	10.17	2.55	3.99	6.10
2	4.88	20.34	1.55	13.12	18.00
2.81 (=Va)	7.58	28.58	0.74	38.62	46.20



図一五 ドレイン設置図 (当初)



図一六 間隙圧曲線

ある。(ただし消散係数 $A=0$)

3-3 施工中の間隙水圧の消散

ダムの上下流に水平ドレイン及び傾斜ドレインを設置する(図一五参照)。ただしこの場合は次の仮定を設ける。

- 1) ドレイン間の盛土中はこの部分の圧密は考慮せず、作用する鉛直土圧はすべてドレインより上部の盛土である。
- 2) 盛土荷重と経過時間の関係は直線上である。
- 3) 圧密は鉛直方向にのみ起こるとする。

以上の仮定によって漸増荷重に対する圧密度を計算すると、その結果は次式のように与えられる。

$$U_{(-)} = \frac{T}{T_0} \left\{ 1 - \frac{32}{\pi^4 T} \left\{ 1 - E \times p \left(-\frac{\pi^2 T}{4} \right) \right\} \right\}$$

$$U_{(+)} = 1 - \frac{32}{\pi^4 T_0} \left\{ E \times P \left\{ -\frac{\pi^2 (T_0 - T)}{4} \right\} - E \times P \left(-\frac{\pi^2 T}{4} \right) \right\}$$

$$T = Cv t / H^2 \quad T_0 = Cv t_0 / H^2 \quad Cv: \text{圧密係数 } m^2/\text{sec}$$

4. 施工計画

4-1 施工の順序

主な工事の施工順序を示すと次のとおりである。(仮排水路トンネルは前年度施工済み)

- ア) 工事用道路及び動力設備
- イ) 仮排水路及び1次仮締切工
- ウ) ウェルポイント工
- エ) 1次掘削工(コフアーダム基礎部)
- オ) コフアーダム盛立
- カ) 本堤下掘削
- キ) グラウト工及び基礎処理工
- ク) 堤体盛立
- ケ) 附帯工

4-2 施工日数

施工稼働日数は過去13ケ年の気象データを基にして計算する。算式は河上房義氏式を参考に次式により求める。

$$\text{稼働日数} = \{ \text{全日数} - (1 \text{ mm以上の降雨日数} \times 1.2) \} \times 9 \text{ ヶ月} / 12 \text{ ヶ月}$$

4-3 用土採取計画

左岸側のダム軸、直上流部の丘陵地を中心に半径1,000 m程度にわたり調査した結果、A, B, C, D, E土取場より前述2-1, 4)に示す材料が得られた。しかし地形条件、経済性を考慮し、A, B土取場のみ採用した。(見込土量1,822.4m³)

表-8 ゾーン I 稼働日数調査書

年 月	4	5	6	7	8	9	10	11	12	摘要	
昭和34	15	18	12	9	9	14	13	17	6	各年施工日数を示す	
35	14	11	12	15	13	14	12	14	4		
36	14	10	12	13	12	15	10	17	6		
37	16	12	9	11	14	12	13	17	5		
38	14	13	8	7	13	15	12	18	5		
39	12	15	14	10	7	6	12	13	3		
40	14	14	12	10	17	13	20	13	6		
41	15	14	9	10	15	10	14	19	8		
42	14	15	12	7	14	10	16	11	6		
43	14	12	10	14	6	16	12	20	5		
44	14	16	11	14	12	11	18	14	5		
45	18	13	14	17	14	12	14	14	7		
46	17	14	8	10	14	11	16	20	5		
施工可能 日数平均	15	14	11	11	12	12	14	16	5		計 110日/年

表-9 ゾーン II 稼働日数調査書

月	4	5	6	7	8	9	10	11	12	摘要
施工可能 日数	16	15	12	12	13	13	15	18	6	計 120日/年

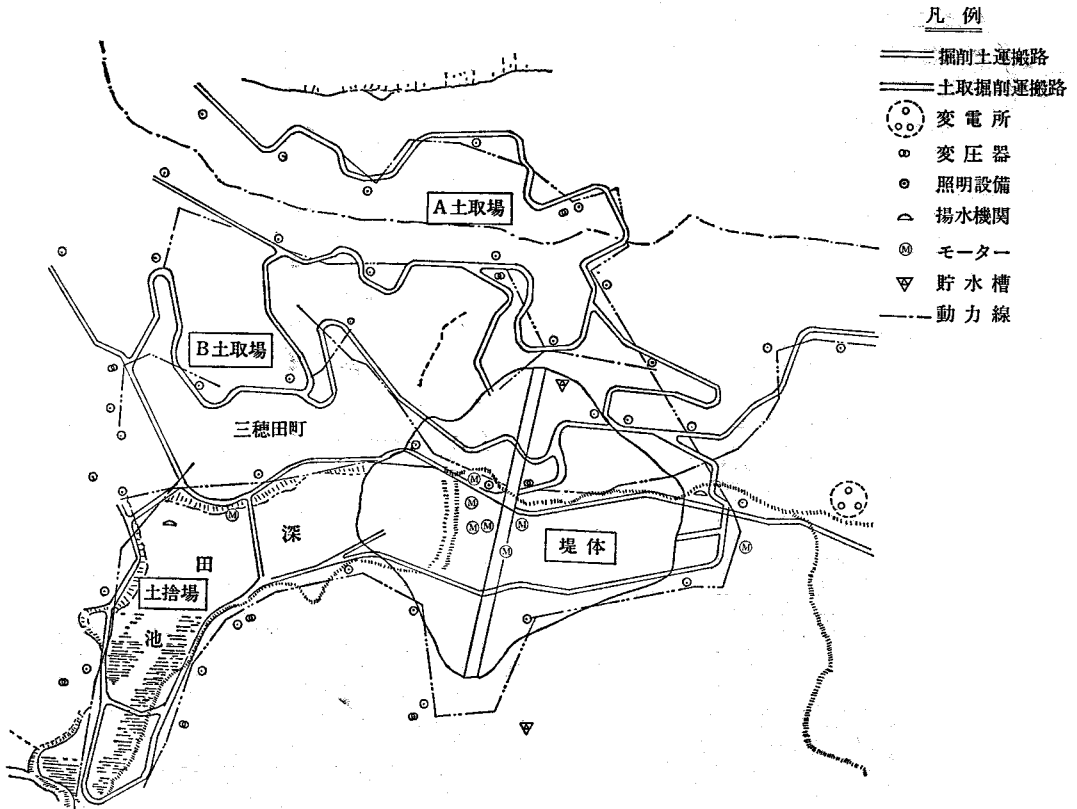


図-7 土取場及び運搬路平面図

1) 土取場の概要

ア) 位置—ダムサイト上流左岸のA, B地区より求める。両土取場ともダムセンターより直線で200~600mの範囲である。

イ) 地質—新第三紀鮮新統の砂岩、礫岩、及び泥岩を母岩とし、それらの風化したものが20~30m程度、風化の程度が漸移しながら図-8のような状態であった。

ウ) 弾性波速度

土砂 0.3~0.7km/sec

風化岩 0.9~1.6km/sec

母岩 3.2km/sec 程度

エ) 賦存量 ゾーンI材 粘質土(S C他)379,000m³

設計量238,000m³

割合379,000/238,000=1.5

ゾーンII材 軟岩(風化砂岩)1,442,000m³

設計量821,000m³

割合1,442,000/821,000=1.7

2) 施工機械

ア) ゾーンI材(遮水材)—材料の性質はSc, M_L及びC_Lの材料が支配的であり、現場含水比は25~30%である。

表土(不用土)は概ね1.5m~5.0mであり、採取土部分の弾性波速度は0.5km/secである。よって14T~21T級ブルドーザーにより掘削集積し、トラクターショベル(1.5m³~4.0m³)によりダンプ(10T~15T)に積み込み運搬する。

イ) ゾーンII材(ランダム材)—材料の性質はSMがほとんどであり、場所によっては礫を弾入し、含水比は20%前後である。全体に相当固結した状態であった。

施工機械は弾性波速度が0.6~1.6km/secまで分布しているため、リッパードナー(普通21T)を3本爪、2本爪、1本爪の3種類に分けて使用する。

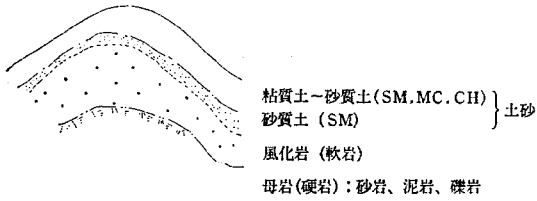


図-8 地質概要図

図式記号	土質	観 察	
0.00m	シルト粘土	水田の表土	
1.00	砂まじり シルト粘土	腐植物多量に含む(木の根などが多い) 15~20cm程度で色調が変化している。暗灰~黒灰~灰~赤茶灰	非常に軟弱 N=1~2 qc=0~10
2.00	礫まじり砂	礫は、あまり円礫化していない 指交しており、粘土質はさむ	
3.00	シルトまじり砂	粗粒砂も含む。しかし礫殆んどみられない 2~3m附近、湧水約5ℓ程度	
4.00	礫まじり砂	礫は細礫max 5cm 円礫化すんでいない シルト粘土層はさむ	湧水 qc=20
5.00	シルトまじり砂	下部は細礫含む	qc=10
6.00	砂まじり シルト粘土	不規則に腐植土の薄層を含む(数十センチ) 下部にゆくに従って固結度強くなる 腐植土含有する 6~7m附近湧水約10ℓ程度	N=3~7 湧水 qc=20~30
7.00			
8.00	砂礫及び 礫まじり砂	礫は細~中礫が多い 大礫も含む 部分的に礫まじり砂状の所もあり指交状になっている	
9.00	砂まじりシルト粘土	腐植土含む	
10.00	風化砂岩	風化しているが掘削不可能	N=50以上 qc=60

※GH=299.13

図-9 試掘孔柱状図

表-10 材質別施工機械

材 質	弾 性 波 速 度	掘 削 機 械
ゾーンⅠ, 粘質土, 砂質土	0.5km/sec 以下	14 t 級ブルドーザ
ゾ ー ン Ⅱ	0.6~1.0km/sec	32 t 級リッパドーザ 3 本爪
	1.0~1.4	32 t 級リッパドーザ 2 本爪
	1.4~1.6	32 t 級リッパドーザ 1 本爪

4-4 基礎掘削計画

1) 概要—基礎地盤の地質は第3紀の砂岩を基盤とし、沖積世の堆積物がほぼ10mにわたり堆積している。この堆積物は、腐植土、砂質シルトからなり、極めて軟弱である。堤体基盤の目標強度 $qc=60kg/cm^2$ を得るためには概ね10mの深度までとり除かなければならない。ダムセンターにおいてライナープレート $\phi 3.5m$ の試掘孔の結果、図-9のとおりであった。

また全層にわたって揚水試験を行った結果、透水係数 $k=8.6\sim 1.4\times 10^{-3}cm/sec$ であった。しかしこの値は全層の平均的な値であり、砂質シルトと砂礫等が互層となっており部分的には 10^{-2} のところもあった。したがって本計画では、ウェルポイントによる強制排水工法とした。

2) ウェルポイント工法による排水量の計算

分割して施工し、一区画の面積は $30m\times 70m=2,100m^2$ とする。Thien の平衡式より

$$Q = \frac{\pi \cdot k \cdot (H^2 - h^2)}{2.3 \log \frac{R}{r}}$$

Q; 揚水量

k; 透水係数 $= 8.6 \times 10^{-3}cm/sec = 5.2 \times 10^{-3}m/min$

R; 影響半径 $= 200m$

r; 施工区域と同面積の円の半径 $\approx 25m$

$$(A = 2,100m^2)$$

H; 滞水層の厚さ $= 10.2m$

$$\therefore Q = \frac{3.1416 \times 0.002 \times (10.2^2 - 0.2^2)}{2.3 \log \frac{200}{25}}$$

$$= 0.30m^3/min$$

よって1セットの設備は

渦巻ポンプ $\phi 6''$ モーター11KW 1台

真空ポンプ $\phi 2\frac{1}{2}''$ モーター75KW 1台

ライザーパイプ間隔 1.0mとする。

3) 掘削工法—掘削はウェルポイント2段工法によって排水を行い、ある程度 dry work ができることを期待して施工する。ブルドーザ及びスクレーパー等による掘削はこね返しによる地盤のみだれが予想されるため、本計画では、上段掘削はバックホー1.2 m^3 級とダンプトラック8t級の組合せで行い、下段は最下部の良質な地盤を足場とし、パワーショベル1.2 m^3 級とダンプトラック8t級の組合せで行う。

4-5 カーテングラウト計画

1) 孔深—主として透水テスト(注水テスト)に基づくルジオンマップにより次のように決定する。

左岸側 No. 0~No. 5 $l \approx 100m$ H=20m

河床部 No. 5~No. 9 $l \approx 80''$ H=30''

No. 9~No. 11 $l \approx 40''$ H=20''

右岸側 No. 11~No. 15 $l \approx 50''$ H=10''

右岸ヤセ尾根 $l \approx 50''$ H=20''

2) 孔間隔—左右岸、アバット部は2列の千鳥(列間隔2.50m)とし、孔間隔は4.0mとする。

また河床部は軟弱層が深い等のため列間隔2.50m, 孔間隔を1.5mとする。

3) 使用機械

ボーリングマシン 能力, 垂直80~120m油圧式
モーター3.7KW

グラウトポンプ 吐出圧力5~70 kg/cm^2 吐出量0~70 l/min

モーター11KW

グラウトミキサー かくはん容量200 $l \times 2$

モーター22KW

4) 施工方法

ステージ長とステージ別注入圧力は表-11, 12, 13のとおり。

1次孔, 2次孔の順にグラウチングを実施し、最後に

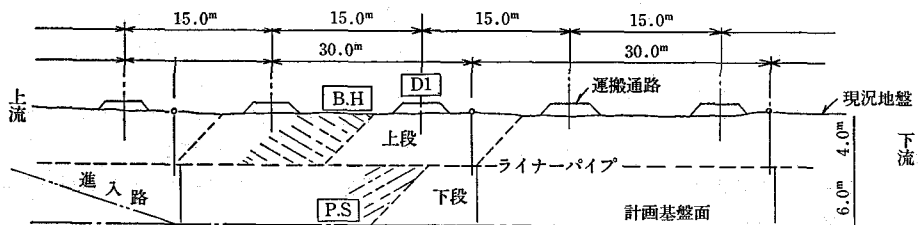


図-10 掘削計画図

表-11 注入圧力(河床部)

ステージ No.	基礎掘削面より の深度	ステージ長	バックカー位置	注 入 圧 力		
				30m 孔	25m 孔	20m 孔
コアトレンチ	0~1.5m	—	—	—	—	—
1	1.5~3.5	2.0m	地表より 1.0m	3kg/cm ²	3kg/cm ²	3kg/cm ²
2	3.5~6.5	3.0	3.0	5	5	5
3	6.5~11.5	5.0	6.0	7	7	7
4	11.5~16.5	〃	11.0	10	10	10
5	16.5~21.5	〃	16.0	15	15	15
6	21.5~26.5	〃	21.0	20	20	20
7	26.5~31.5	〃	26.0	25	25	25

表-12 注入圧力(左岸部)

ステージ No.	基礎掘削面 よりの深度	ステージ長	バックカー位置	注 入 圧 力			
				25m 孔	20m 孔	15m 孔	10m 孔
コアトレンチ	0~2m	—	—	—	—	—	—
1	2~7	5	1.0	5kg/cm ²	5kg/cm ²	5kg/cm ²	5kg/cm ²
2	7~12	〃	6.5	10	10	10	10
3	12~17	〃	11.5	15	15	15	15
4	17~22	〃	16.5	20	20	20	20
5	22~27	〃	21.5	〃	〃	〃	〃

表-13 注入圧力(尾根部)

ステージ No.	地山より の深さ	ステー ジ 長	バック カー 位置	注入圧力 15m孔
E L. 338m 以上		—	—	—
1		5m		5kg/cm ²
2		〃		10
3		〃		15

表-14 土量換算係数

堤 体	土 砂	土 の 変 化 率		
		自然状態	掘りゆる めた状態	締固めた 状態
ゾーンⅠ	粘 質 土	1.00	1.35	0.90
ゾーンⅡ	小岩した岩石	1.00	1.50	1.20
ドレーン	砂	1.00	1.20	0.95

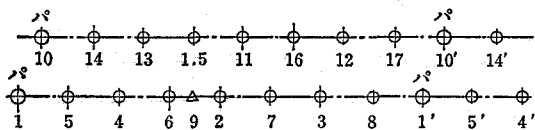


図-11 河床部及び左右岸部のグラウティング順序

テスト孔により所要の改良度(3ルジオン)に達しているか否かをチェックし達していなければその部分に補足孔を追加する。その後同様の方法で後列を実施する。

図-11の数字は施工順序を示し、1', 10'のパイロット孔はとなりのブロックと共通である。

- ◎パイロット孔 φ56mm コア採取, 透水テスト
- 一般孔 φ46 コア採取
- △テスト孔 φ46 コア採取, 透水テスト(斜孔)

5) 1つのステージの作業順序

- ①ボーリング ②孔内洗浄 ③透水テスト ④水押し
- ⑤注入

4-6 築堤計画

1) 堤体盛立数量

コファダム	124,500m ³
本堤ゾーンⅠ	199,700m ³
本堤ゾーンⅡ	735,000m ³
ドレーン	63,800m ³

2) 土量換算係数—土質試験の結果, 表-14のとおりとした。

3) 盛立計画

盛立はコファダムと本堤とに分けて施工する。

施工期間はコファダムは1次掘削が完了した昭和48年8月より開始し9月までの6ヶ月間とする。

本堤盛立は、2次掘削、グラウト、床掘りが完了する昭和48年8月より、昭和51年8月までの冬期間を除いた28ヶ月間とする。各ゾーンの施工期間中の盛土可能日数は次のとおりである。

コファダム(ゾーンⅡ材) 78日

表-15 盛 土 計 画

ゾ ー ン 別	仮 メ 切 堤	ゾ ー ン I	ゾ ー ン II	傾 斜 ド レ ー ン	水 平 ド レ ー ン
総 盛 土 量	124,500m ³	199,730m ³	730,020m ³	37,370m ³	20,870m ³
計 画 施 工 期 間	48.4.1~48.9.23	48.8.1~51.8.18	48.9.1~51.8.19	48.9.1~51.7.21	49.10.18~49.10.31
計 画 施 工 日 数	78日	337日	343日		
平 均 施 工 量	1,600m ³ /day	600m ³ /day	2,200m ³ /day	150m ³ /day	3,000m ³ /day
最 大 施 工 量		680 "	2,700 "		
採 取 土 取 場	B 地 区	B地区, A地区	B地区, A地区		
使用機械と台数					
風 化 岩 破 碎	32 t リ ッ パ ー ド ー ザ, 1 台	—	32 t リ ッ パ ー ド ー ザ, 3 台		
掘 削 集 積	14 t ブ ル ド ー ザ, 2 台	14 t ブ ル ド ー ザ, 2 台	14 t ブ ル ド ー ザ, 3 台		
掘 削 集 積 能 力	粘 質 土 480m ³ /day 砂 質 土 1,120 "	378m ³ /day	1,024m ³ /day		
積 込	1.7m ³ ト ラ ク タ ー シ ョ ベ ル, 2 台	1.7m ³ ト ラ ク タ ー シ ョ ベ ル, 1 台	1.7m ³ ト ラ ク タ ー シ ョ ベ ル, 3 台		
運 搬	11 t ダ ン プ ト ラ ッ ク, 6 台	11 t ダ ン プ ト ラ ッ ク, 2.5 台	11 t ダ ン プ ト ラ ッ ク, 10 台		
運 搬 能 力	粘 質 土 480m ³ /day 砂 質 土 1,182 "	682m ³ /day	909m ³ /day		
ま き 出 し	11 t ブ ル ド ー ザ, 2 台	11 t ブ ル ド ー ザ, 1 台	11 t ブ ル ド ー ザ, 3 台	11 t ブ ル ド ー ザ	11 t ブ ル ド ー ザ, 3 台
ま き 出 し 能 力	粘 質 土 820m ³ /day 砂 質 土 1,120 "	976m ³ /day	1,006m ³ /day	1,006m ³ /day	1,006m ³ /day
転 圧	17 t ト ラ ク タ ー 1 台 25 t タ イ ヤ ロ ー ラ ー 1 台	9 t ト ラ ク タ ー } 1 台 タンピングローラー } タンパ 3 台	17 t ト ラ ク タ ー } 2 台 25 t タ イ ヤ ロ ー ラ ー } タンパ 9 台	17 t ト ラ ク タ ー 25 t タ イ ヤ ロ ー ラ ー	17 t ト ラ ク タ ー 2 台 25 t タ イ ヤ ロ ー ラ ー 2 台
転 圧 能 力	砂 質 土 1,747m ³ /day	タンピングローラー } 1,149m ³ /day } 23 "	タイヤローラー 1,747m ³ /day } タンパ 29 "	1,747m ³ /day	1,747m ³ /day

※ 1日の稼働時間
 ブルドーザ 13 hr
 ショベル, ダンプトラック 12.6 hr
 転圧機 13 hr

表-16 盛立総括表

工種	種目	数量	日		
			延日数	施工日数	日
仮締切堤	盛立量	125,190m ³	昭和48年5月7日～昭和48年9月25日	延日数 142日	施工日数 93日
ゾーンⅠ材	〃	192,900m ³	昭和48年8月28日～昭和51年8月21日	〃 632日	〃 145日
ゾーンⅡ材	〃	601,040m ³	昭和48年8月28日～昭和51年10月26日	〃 691日	〃 275日
ゾーンⅢ材	〃	195,780m ³	昭和50年5月22日～昭和51年10月26日	〃 193日	〃 72日
フィルター材	〃	60,424m ³	昭和48年9月1日～昭和51年7月31日	〃 507日	〃 129日

表-17 年度別施工量

工種	昭和48年度			昭和49年度			昭和50年度			昭和51年度		
	盛立量 m ³	盛立実数 日	盛立標高	盛立量 m ³	盛立実数 日	盛立標高	盛立量 m ³	盛立実数 日	盛立標高	盛立量 m ³	盛立実数 日	盛立標高
仮締切堤	125,190	93	E L 288.82～312.00									
ゾーンⅠ材	26,230	32	E L 287.00～299.20	61,600	40	E L 299.20～314.60	90,000	55	E L 314.60～336.50	15,070	18	E L 336.50～341.60
ゾーンⅡ材	94,290	55	E L 287.00～297.00	305,580	122	E L 297.00～313.48	192,250	84	E L 313.00～ ^{336.45上流} 336.10下流	8,920	14	E L 336.45～338.60
ゾーンⅢ材							175,470	62	E L 315.20～336.80	20,310	10	E L 336.80～341.60
フィルター材	2,730	17	E L 287.00～299.00	28,854	85	E L 299.20～313.00	25,770	21	E L 313.00～336.50	3,070	6	E L 336.50～338.60

ゾーンⅠ（不透水層） 337日
 ゾーンⅡ（半透水層） 343日
 1日当り施工速度（平均施工量）は次式による。

$$\text{施工速度 } \text{m}^3/\text{day} = \frac{\text{工事量}(\text{m}^3)}{\text{稼働日数}}$$

ただし2割の余裕を見込むものとし、施工機械の機種台数の決定に当たっては、2割増した施工速度とする。

4-7 築堤施工管理計画

1) 管理基準値

ア) ゾーンⅠ材

含水比範囲—最適含水比の乾燥側、湿潤側それぞれ4%以内、若しくは現場含水比と、それより乾燥側5%の範囲

- 乾燥密度— $d=1.449$ を下限值とし、締固め度は97%を目標とする。

- 粒度分布の範囲

フルイ目(mm)	通過率(%)
2.00	100~75
0.42	98~50
0.074	58~25
0.005	30~5

イ) ゾーンⅡ材

- 含水比範囲—最適含水比の乾燥側6%、湿潤側4%の範囲若しくは現場含水比附近

- 乾燥密度— $d=1.600$ を下限值とし、締固め度97%を目標とする。

- 粒度分布の範囲

フルイ目(mm)	通過率 (%)
2.00	100~61

0.42 92~27
 0.074 30~8
 0.005 12~0

2) 土取場における管理試験

ア) 含水比試験—毎施工日 午前1回、午後1回、当日の使用材料については原則として速乾法により行う。

イ) 突固め試験—ほぼ10施工日に1回、若しくは材料が変化した時に行う、JISA 1210、呼び名25（モールド内径15cm）但しゾーンⅡ材で径38.1cm以上の礫が混入している場合は、大型の試験器によらなければならない。

ウ) 粒度試験—概ね、盛立高5m毎に1回行う。

エ) 室内透水及び三軸圧縮試験—概ね、盛立高5mに1回行う。

3) 堤体における管理試験

ア) 含水比試験—まき出された材料につき、ゾーンⅠ材は1施工日につき1回、ゾーンⅡ材は2施工日につき1回以上速乾法により行う。

イ) 現場密度試験—転圧された材料について、砂置換法等により、ゾーンⅠ材は1施工日につき1回、ゾーンⅡ材は2施工日につき1回行う。

ウ) 粒度試験—転圧後の粒度試験をゾーンⅠ、ゾーンⅡともに2施工日につき1回行う。

エ) 現場透水試験—転圧面において、Ⅰ、Ⅱ材とも、盛立高5mにつき1回以上行い、透水係数をチェックする。

5. 施工実績

5-1 盛立数量及び施工日数

盛立数量及び施工日数は表-16、17のとおりである。

表-18 盛土材料掘削ブルドーザー

機 種	昭和48年度		昭和49年度		昭和50年度		昭和51年度	
	延回数	稼働日数	延回数	稼働日数	延回数	稼働日数	延回数	稼働日数
小松D80A（普21t）	93	45	458	221	214	123	154	33
D8H	238	115	213	25				
D50P	20	12						
D7F	93	54						

表-19 積込トラクターショベル

機 種	昭和48年度		昭和49年度		昭和50年度		昭和51年度	
	延日数	稼働日数	延日数	稼働日数	延日数	稼働日数	延日数	稼働日数
D75S（1.8m ³ ）	426	338	30	2	—	—	—	—
TS1.5（1.5m ³ ）	93	72	—	—	—	—	—	—
D65S（1.5m ³ ）	—	—	91	40	—	—	—	—
KL D9B（2.0m ³ ）	—	—	153	67	214	131	154	34
CAT988（4.0m ³ ）	—	—	123	48	214	130	123	10

表—20 運搬ダンプトラック

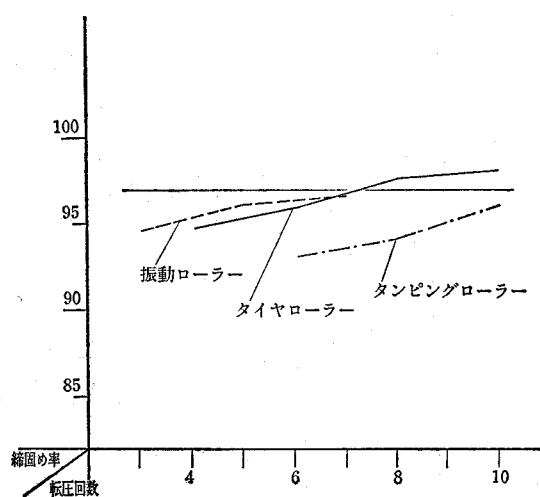
機 種	昭和48年度		昭和49年度		昭和50年度		昭和51年度	
	延日数	稼働日数	延日数	稼働日数	延日数	稼働日数	延日数	稼働日数
10 t	922	838	427	99	—	—	—	—
11 t	203	132	483	135	—	—	—	—
15 t			1,529	571	1,926	915	770	128

表—21 撒出しブルドーザー

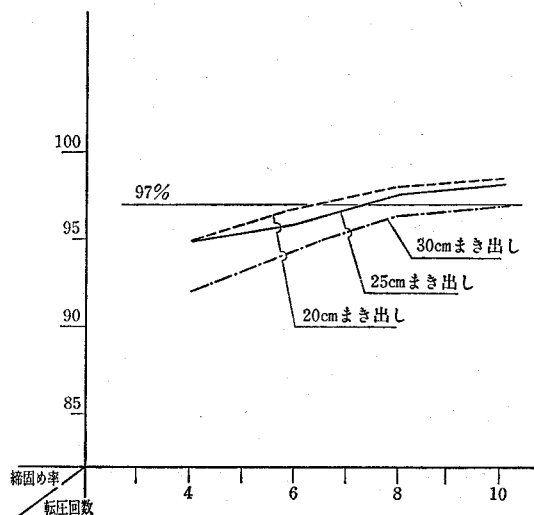
機 種	昭和48年度		昭和49年度		昭和50年度		昭和51年度	
	延日数	稼働日数	延日数	稼働日数	延日数	稼働日数	延日数	稼働日数
小松 D60P		188	122	76	183	67	154	14
D50P		25	31	9	214	81	154	13
D80A		90	184	87	214	123	154	33
D8H		56			—	—	—	—
D20A		1			—	—	—	—
三菱 D-6C		24			214	113	—	—
ドーザーショベル			182	77	—	—	—	—

表—22 転 圧

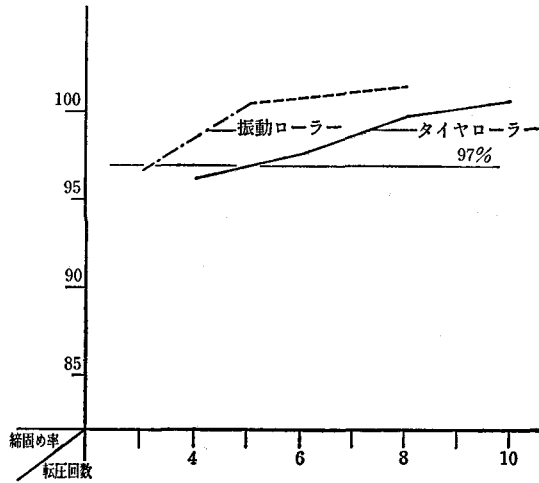
機 種	昭和48年度		昭和49年度		昭和50年度		昭和51年度	
	延日数	稼働日数	延日数	稼働日数	延日数	稼働日数	延日数	稼働日数
タイヤローラー 28 t	203	152	244	126	214	105	—	—
〃 30 t	142	25			214	84	123	27
ボマーク BW200 8 t	142	108	244	69	214	126	154	36
タンピングローラー S12		1	—	—	—	—	—	—
ダイナパック CH-60					214	64	154	29



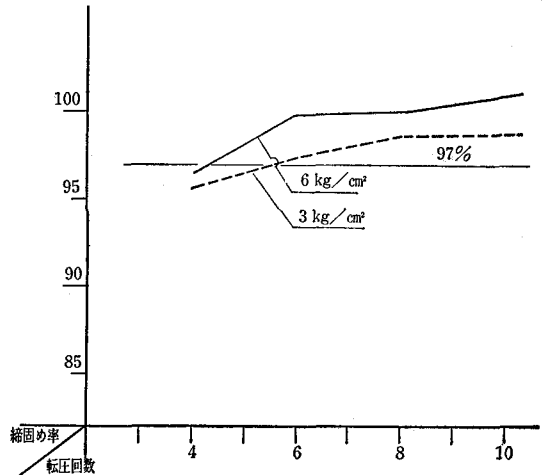
図—12 転圧機種による比較 (まき出し厚さ25cm)



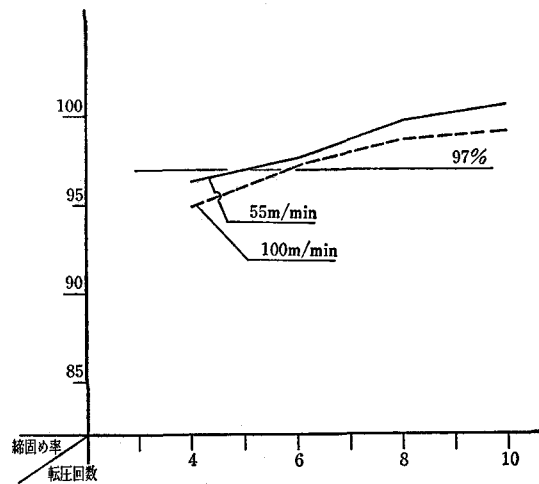
図—13 転圧回数及まき出し厚さの比較 (タイヤローラーによる)



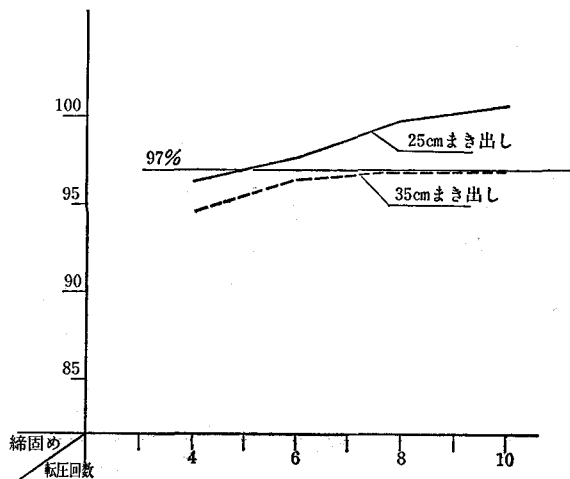
図一14 転圧機種による比較 (まき出し厚25cm)



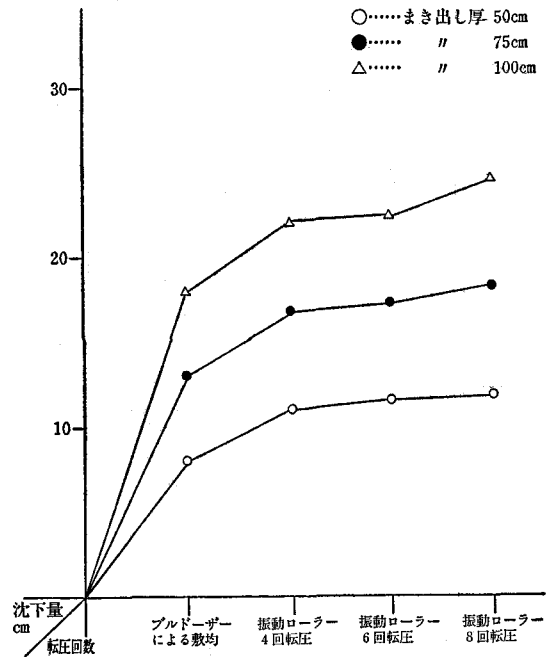
図一17 空気圧の変化による比較
(タイヤローラーまき出し厚25cm)



図一15 転圧速度による比較



図一16 転圧回数及まき出し厚さの比較
(タイヤローラーによる)



図一18 まき出し厚と転圧回数による沈下量

5-2 施工機械

施工機械は表一18~22のとおりである。

5-3 転圧試験

1) ゾーンⅡ材

ゾーンⅡ材の転圧試験結果は図一12~17のとおりである。

2) ゾーンⅢ材

ゾーンⅢ材の転圧試験結果は図一18~22のとおりである。

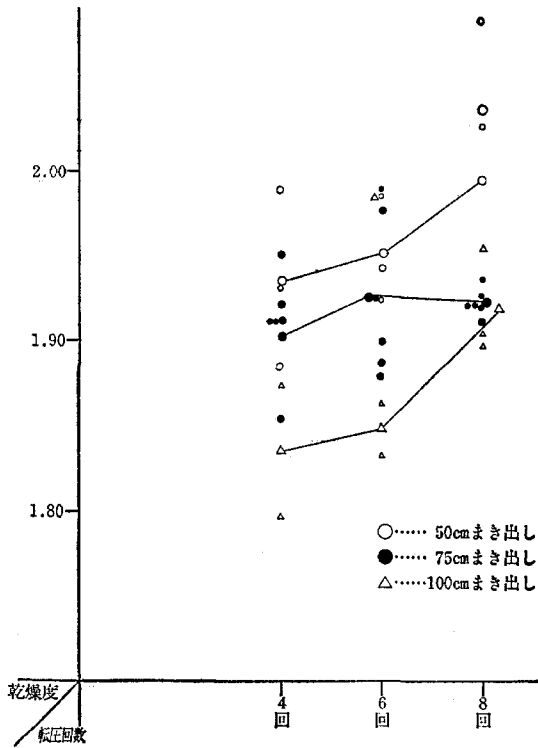


図-19 現場密度測定結果

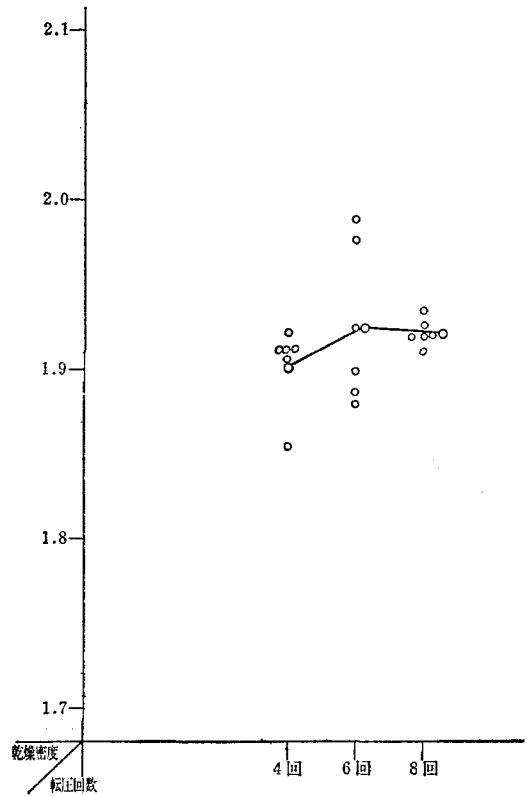


図-21 ゾーンⅢ材ダイナパック転圧試験結果 (まき出し厚75cm)

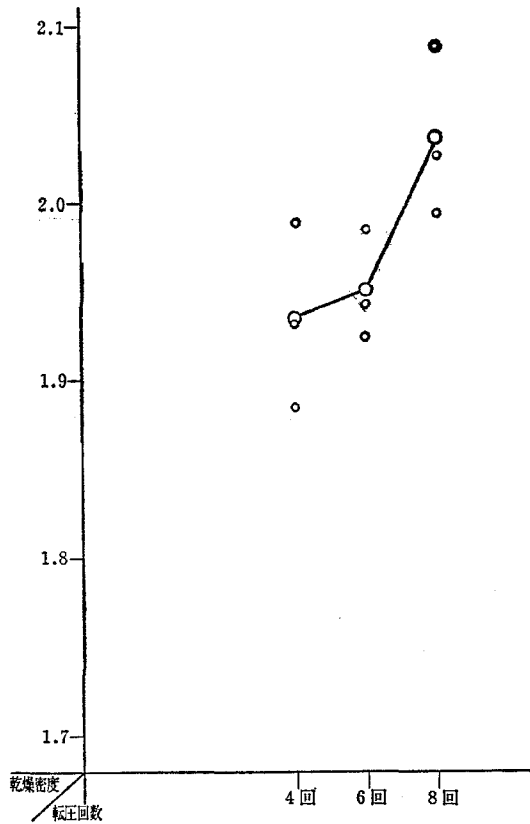


図-20 ゾーンⅢ材ダイナパック転圧試験結果 (まき出し厚50cm)

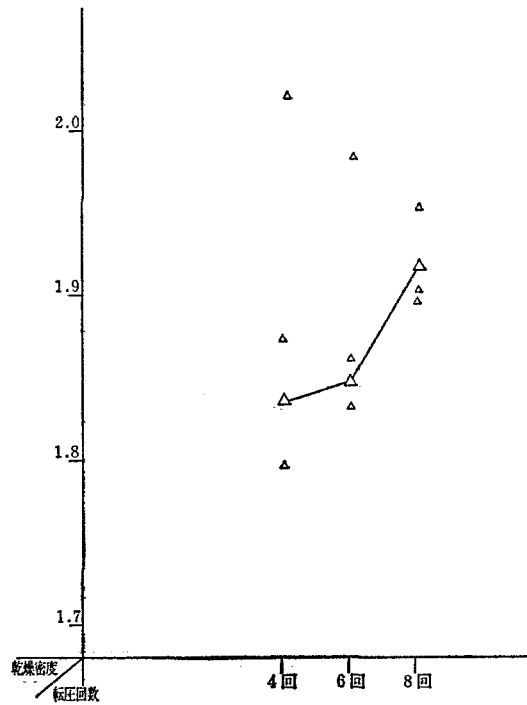


図-22 ゾーンⅢ材ダイナパック転圧試験結果 (まき出し厚100cm)

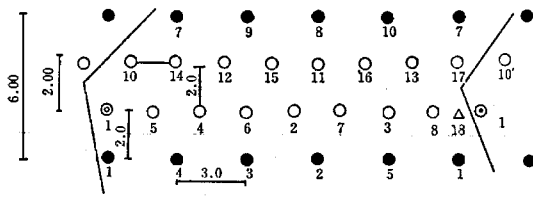


図-23 グラウチング施工順序 (河床部)

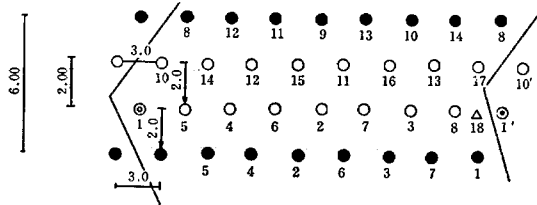


図-24 グラウチング施工順序 (左右岸)

5-4 グラウト

1) 概要一堤体, 左右岸部では主カーテングラウチングを孔間隔3m, 列間隔2mの千鳥で行い(設計は孔間隔4.0m列間隔2.5m)また河床部では孔間隔2.0m列間隔2.0mの千鳥(設計孔間隔1.5m列間隔2.5m)で孔深は左右岸で14~30m河床部で30mの施工となった。尚全部に補助グラウト(孔間隔3.0m列間隔3.0m)を施工した。

2) 注入計画

施工の手順一補助及び主カーテングラウトは中間挿入法を採用する。また各ステージの施工順序は, 1ステージを完了させ2ステージに移り, 以下2ステージが完了した後, 下位ステージに移る方法で施工した。

3) 施工順序

表-23 注入圧力と透水試験圧力

ステージ No.	基礎掘削面 よりの深度	ステージ シ 長	パッカー 位置	ミルク注 入 圧 力	テ ス ト 圧 力
(コアート レンダ)	m	m	m	kg/m ²	kg/m ²
0	0.0~1.0	—	—	—	—
1	1.0~4.0	3.0	地表より 1.0	3	2
2	4.0~7.0	3.0	3.5	5	4
3	7.0~12.0	5.0	6.5	7	6
4	12.0~17.0	5.0	11.5	10	8
5	17.0~22.0	5.0	16.5	15	10
6	22.0~27.0	5.0	21.5	20	10
7	27.0~32.0	5.0	26.5	25	10

表-24 注入実績量

名 称	総延長	セメント 注 入 量	m当注 入 量
パイロット孔グラウト	649m	59,339kg	91.4kg
補助カーテン "	1,302	87,831	67.5
主カーテン "	7,728	361,969	46.8
テ ス ト 孔	619	1,015	1.6

① パイロット孔 ② 補助カーテン ③ 主カーテン ④ テスト孔

4) 注入圧力と透水試験圧力

注入圧力と透水試験圧力は表-23のとおりである。

5) 注入濃度及び切替は次のとおり

1/10で 400ℓ/20分 注入して 1/6へ切替

1/6で 200ℓ/10分 以上の時 1/4"

1/4で 150ℓ/10分 " 1/2"

1/2で 100ℓ/10分 " 1/15"

1/5で 50ℓ/10分 " 1/1"

6) 実績注入量

表-25 設 計 条 件

計 算 ケース	堤体条件	貯 水 位		上下流側	地震係数	摘 要
		水 位	標 高			
1	常 時	満 水 位	HWL (100%) WL. 338.600	上 流	0.15	貯水による間隙圧あり
2	"	"	"	下 流	"	"
3	完 成 直 後	空 虚 時	な し	上 流	0.075	建設中の間隙圧残存
4	"	"	"	下 流	"	"
5	常 時	中 間 水 位	(80%) WL. 332.480	上 流	0.15	貯水による間隙圧あり
6	"	"	(60%) WL. 326.360	"	"	"
7	"	"	(40%) WL. 320.240	"	"	"
8	"	"	(20%) WL. 314.120	"	"	"
9	"	水 位 急 降 下	WL. 338.600 WL. 311.000	"	0.075	貯水による間隙圧残存

表-26 設 計 数 値

名 称	符 号	単 位	設 計 数 値					
			I-I	I-II	II-I	II-II	III	
比 重 含 水 比 間 隙 比	Gs w e	%	2.690	2.690	2.685	2.706	2.706	
			24.0	26.3	16.4	26.8	10.8	
			0.795	0.814	0.605	0.866	0.501	
密 度	γ_d γ_t γ_{sat}	t/m ³ " "	1.499	1.483	1.673	1.450	1.800	
			1.859	1.873	1.947	1.839	1.994	
			1.942	1.932	2.050	1.914	2.134	
完 成 後	内部摩擦角 粘 着 力	ϕ_{uu} Cuu	° t/m ²	12°30'	25°00'	31°00'	28°00'	31°00'
				4.5	8.8	4.1	5.3	1.7
常 時	内部摩擦角 粘 着 力	ϕ_{cu} Ccu	° t/m ²	23°30'	28°00'	31°00'	29°00'	31°00'
				4.5	3.6	4.1	3.4	1.7
透 水 係 数	k	cm/sec	3.1×10^{-6}	5.3×10^{-6}	4.6×10^{-6}	6.0×10^{-5}	1.0×10^{-3} ~ 10^{-5}	

表-27 安定計算条件並びに計算結果

電算機による。

設計条 件区分	計 算 ケース	堤体条件	貯 水 位		上流側別		地 震 限 界		計 算 結 果 (最 小)			摘 要	
			水 位	標 高	上流	下流	震 度	安全率	安全率	Rの座標			半 径 (R)
										X	Y		
1	1	常 時	満 水 位	HWL(100%) E L. 338.600	○		0.15	1.20	1.344	110.0	110.0	75.0	貯水による間隙 圧あり
	2	"	"	"		○	"	1.20	1.411	280.0	140.0	130.0	"
2	3	完成直後	空 虚 時	—	○		0.075	1.20	1.631	40.0	190.0	180.0	建設中の間隙 圧残存
	4	"	"	—		○	"	1.20	1.515	230.0	100.0	90.0	"
3	5	常 時	中間水位	(80%) E L. 332.480	○		0.15	1.20	1.303	110.0	110.0	75.0	貯水による間隙 圧あり
	6	"	"	(60%) E L. 326.360	○		"	1.20	1.270	120.0	80.0	45.0	"
	7	"	"	(40%) E L. 320.240	○		"	1.20	1.295	80.0	150.0	140.0	"
	8	"	"	(20%) E L. 314.120	○		"	1.20	1.306	80.0	140.0	130.0	"
4	9	"	水位急降 下	E L. 338.600 E L. 311.000	○		0.075	1.20	1.203	120.0	80.0	45.0	貯水による間隙 圧残存

実績注入量は表-24のとおりである。

6. 完成後の堤体安定計算

堤体完成後の安定解析を行った結果は表25~27及び図-25のとおりである。

7. 貯水計画

1) 調査試験項目

貯水しながら次の調査、試験項目を行う。

- ① 堤体の変形（水平、鉛直、傾斜、移動、層別沈下、法面の状況）
- ② 堤体及び周辺地山の漏水と湧水量の調

査、③ 堤体の間隙圧及び土圧 ④ 池内の設備（機械器具等）の作動状況と調査 ⑤ その附帯施設の機能と調査及び調整 ⑥ 水面降下時の法面の状況 ⑦ 流入量と貯水位 ⑧ 水質の化学分析

2) 貯水位と試験項目

試験中の貯水位と試験項目、貯水曲線、観測計器の位置、及び地下水、漏水量観測データは表-28、図26~28に示す。

表-28 貯水位と試験項目

水 位	所要 日数	期 間	調 査 試 験 項 目
E L = 308. 37	0	8/10	各関係施設機械器具の点検整備, 漏, 湧水測定用三角堰の設置, 三角, 水準測量による位置, 高さの確認, 各自記計の作動状況確認, 水質化学分析, 法面等の確認, その他
E L = 308. 37 E L = 314. 12	17	8/11 8/27	漏水量, 湧水量, 堤体内水位, 施設機器の作動, 表示の調整, 測定機器の作動状況, その他
E L = 314. 12 (20%水位)	10	8/28 9/6	堤体変形測定, 観測データの解析, 法面状況の確認, その他
E L = 314. 12 E L = 313. 00	9	9/7 9/15	放流に供う諸機器の作動状況, 法面の状況の確認, その他
E L = 313. 00	3	9/16 9/18	法面の状況調査, 低水層ゲート等の漏水調査, 水位上昇に対する検討
E L = 313. 00 E L = 320. 24	26	9/19 10/15	漏水, 湧水, 堤体内水位の各測定, 測定計器の作動状況確認, 施設計器の作動状況, 法面の状況, 確認
E L = 320. 24 (40%水位)	30	10/16 11/14	堤体変形測定, 水質化学分析, 各観測データの分析, 水位上昇に対する検討, 法面の状況確認
E L = 320. 24 E L = 326. 36	28	11/15 12/12	漏水, 湧水, 堤体内水位測定, 測定計器, 施設計器の各作動状況確認, 法面状況確認
E L = 326. 36 (60%水位)	10	12/13 12/22	堤体変形測定, 各観測データの分析, 水位上昇に対する検討, 三角, 水準測量によるチェック, 法面状況等
E L = 326. 36 E L = 332. 48	38	12/23 1/29	漏水, 湧水, 堤体内水位の各測定, 測定及び施設計器の作動状況の確認, 法面の状況確認, その他
E L = 332. 48 (80%水位)	30	1/30 2/28	堤体変形測定, 水質化学分析, 各種観測データの分析, 法面の確認
E L = 332. 48 E L = 330. 00	23	3/1 3/23	法面の状況, 確認, 堤体内水位の測定, その他
E L = 330. 00	7	3/24 3/30	各種観測データから水位上昇の検討, 法面の状況確認
E L = 330. 00 E L = 335. 96	58	3/31 5/28	漏水, 湧水量, 堤体内水位の各観測, 測定及び施設機器の作動状況の確認, 法面の状況確認
E L = 335. 96	10	5/29 6/7	放水路及び多田野川の安全確認, 関係機関への通報, 水位急降下に対する検討, その他
E L = 335. 96 E L = 333. 29	4	6/8 6/11	堤体内水位の観測, 計画放水量に対する安全の確認, 各施設機器の作動, 法面の状況確認, その他
E L = 333. 29	7	6/12 6/18	各観測データより水位急上昇に対する検討, 導水路の安全確認, 法面状況確認
E L = 333. 29 E L = 335. 96	5	6/19 6/23	堤体内水位観測, 導水路の安全確認, 取水量のチェック, 貯水量と貯水位のチェック, その他
E L = 335. 96	7	6/24 6/30	各種観測データより異状の有無の検討, 水位上昇の検討, その他
E L = 335. 96 E L = 338. 00	23	7/1 7/23	漏水量, 湧水量の測定, 堤体内水位の測定, 施設機器及び測定計器の作動, 法面状況の確認その他
E L = 338. 00 (100%水位)	10	7/24 8/2	堤体変形, 三角, 水準の各測量, 各観測データより安全の確認, その他

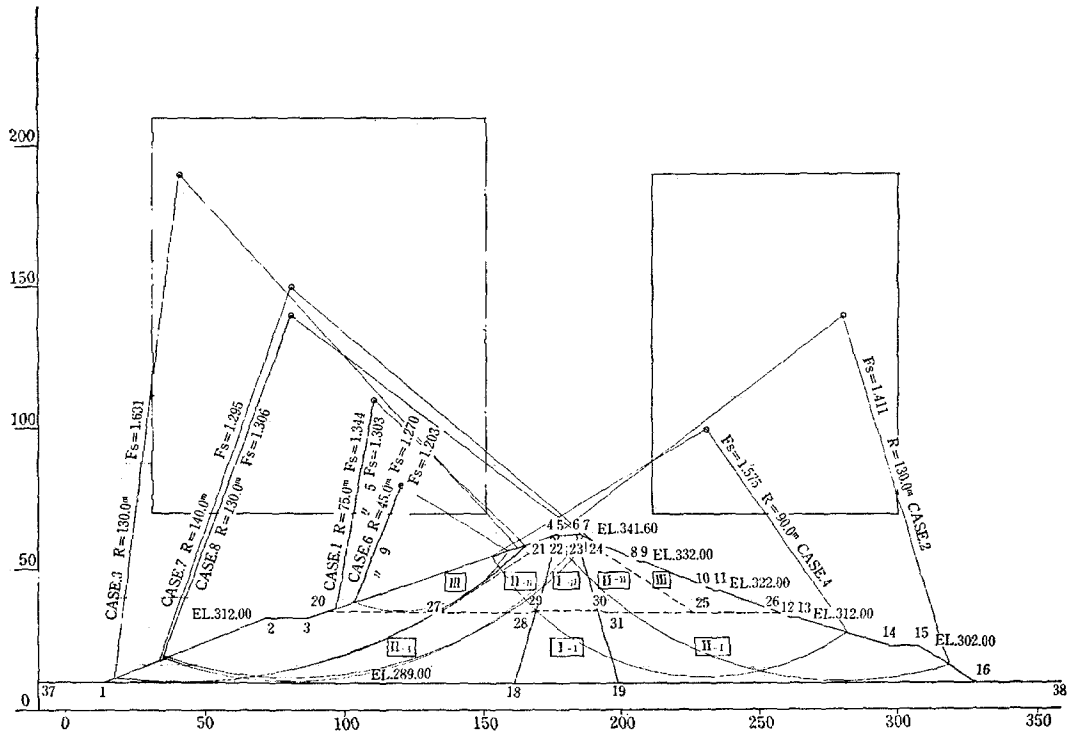


図-25 安定計算結果総括図

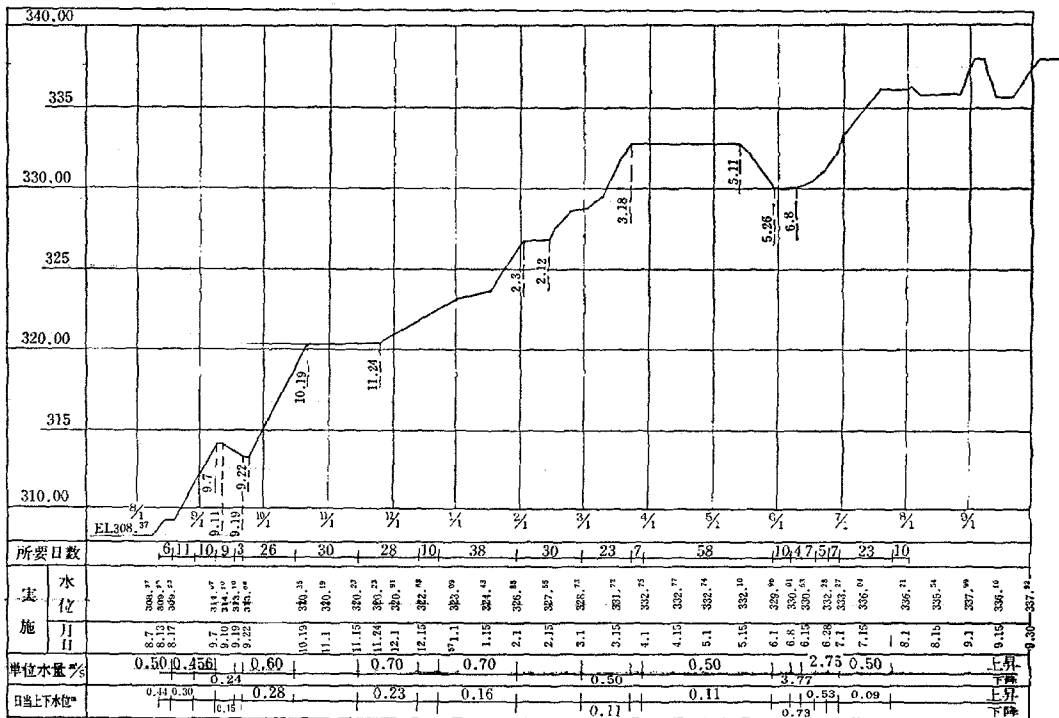


図-26 試験貯水曲線

社会的、経済的に不可能である。したがって導水路はパイプライン計画としたが、ほぼ全線に亘って市街地の道路の下を通過するので、管種選定に当っては安全性を最重要視した。又施工方法については、工事期間中の交通規制を最少限とすることと、工事の安全性について最大限の注意を払って計画した。

3. 路線及び工種の概要

馬見ヶ崎川の水を農業用水として、受益地に導水するためには、馬見ヶ崎川合口頭首工の位置（山形市大字妙見寺地内）から受益地の最南端である南館分水工を結び市街地を横断することになり、ルートはどのルートを通っても市街地を通るため、道路敷以外のルートについては、工事の施工、用地の確保の上からみて不可能である。したがって導水路のルートは国道286号線及び国道348号線下に敷設するものとする。この道路は片側2車線計4車線、中央分離帯及び西側に歩道を有する道路であり、したがって下記のことを重点に設計し施工を行った。

- 交通量の多い道路であるので、交通規制を最小限

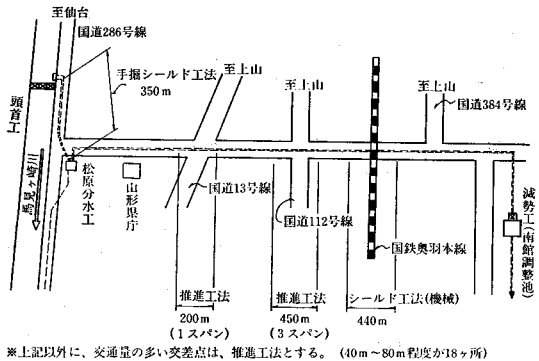


図-3 路線計画図及び工

とする構造及び施工方法を検討した。

- 出来るだけ短期に工事を完了するため、工区割を容易にする構造を選定した。
- 将来の維持管理を考えて、地盤沈下、地震を考慮して設計した。

以上のことから、国鉄(奥羽本線)、国道(山形バイパス)、県道、地方道等との交差点及び交通量の特に多い所は、シールド工法及び推進工法として計画した。主な工種は(図-3)による。

4. 水理計画及び管種の選定

4-1 導水路の水理計画

- (1) 馬見ヶ崎川導水路(I)は、馬見ヶ崎川に頭首工を設け、馬見ヶ崎川より取水し、オープンタイプのパイプラインにて、松原分水工(開放型水槽)に流入する。
- (2) 馬見ヶ崎川導水路(II)は、松原分水工より下流約7kmのクローズドタイプのパイプラインで末端に減圧弁(流量調整を兼ねたスリーブ弁)を設置し、中部幹線用水路の需要に応じて、流量調整を兼ねそなえたパイプラインである。
- (3) 管径の決定は、土地改良事業計画設計基準(水路工(その二))より、設計流速の標準値の範囲で決定した。(設計流速の標準値 $v=1.3\text{m/s}\sim v=2.0\text{m/s}$)
 導水路(I) $\dots Q_{\text{max}}=3.25\text{m}^3/\text{s}\dots$ 管径 $D=1500\text{mm}\dots$
 $v=1.84\text{m/s}$
 導水路(II) $\dots Q_{\text{max}}=2.15\text{m}^3/\text{s}\dots$ " $D=1200\text{mm}\dots$
 $v=1.90\text{m/s}$
- (4) 松原分水工と末端南館分水工に設けた調整水槽の必要性について

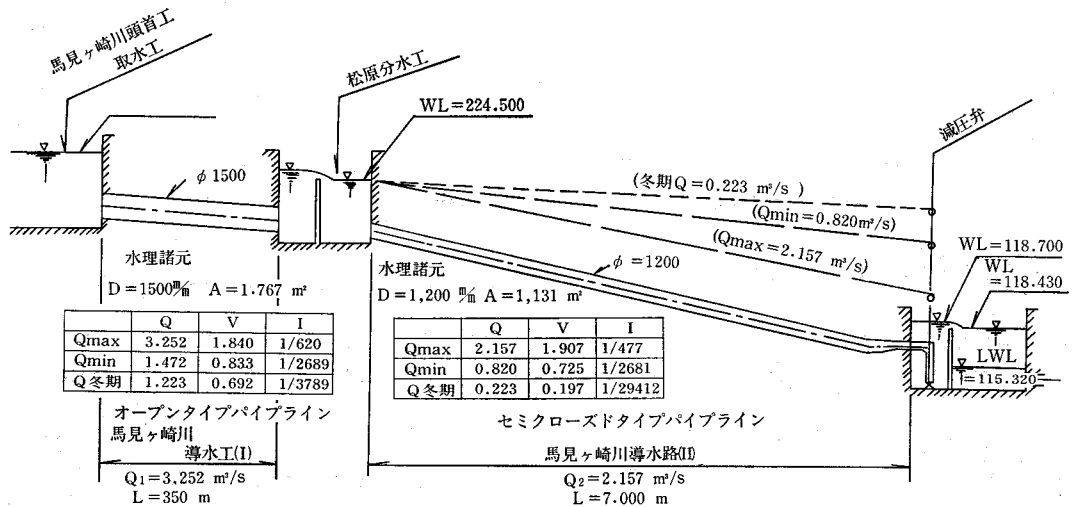
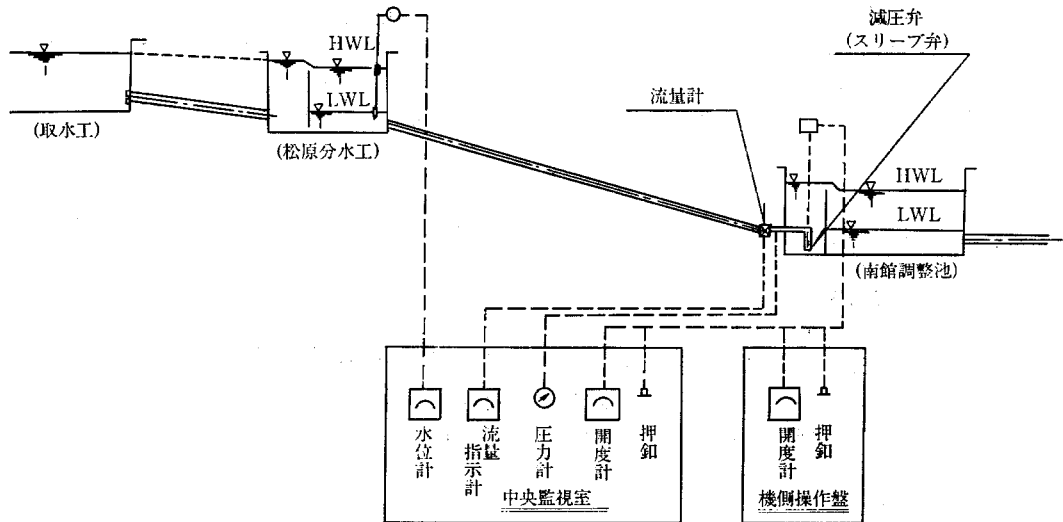


図-4 水理縦断模式図



図一五 馬見ヶ崎川導水路の水管理システムにおける機器配列系統図

馬見ヶ崎川導水路の流量調節は、供給量に応じた供給主導型で、各機器配列系統図は、図一五の通りである。流量に変化が起り、異常状態が発生し、供給量が極端に減少すると、松原分土工の水位が下がり、最悪の場合管内に空気を吸収する恐れがあるため、松原分土工の水位を監視して水位が、一定以下に下がった場合、馬見ヶ崎川合口頭首工の取水ゲート进行操作して水位を確保するものとする。更に水位が下がる場合は、末端南館分土工（調整水槽）以降の需要量に関係なく、スリーブ弁を閉じ管内への空気の吸収を防止する。又、スリーブ弁を操作する場合管に水撃作用が起らないようバルブ操作速度を出来るだけ緩くする必要がある。したがって松原分土工にはある程度の貯水容量が必要であり、又、南館分土工も下流の需要にあわせて調整水槽を設ける必要があり、調整水槽を設ける計画とした。

4-2 管種の選定

当パイプラインの管種選定については、全線にわたり県管理の国道（286号，348号線）の主要道路下に埋設することと、内水圧（静水圧で約100m）が大きく、管種選定については下記の設置条件と、機能を満足する管種を選定した。

- 補修が困難である事から、漏水及び管体の破損がない事。
- 施工地盤が礫層で固く、矢板の打込みが不可能であり、交通量も多いことから施工性を重要視して検討する。
- 都市化が進むにつれて、水質の汚染が進行するものと予測されるが、これに対して十分に耐え得る管種である事。
- 交通量の増加に伴ない、埋設管に対する振動の影響が増大されるが、此の振動に対して充分安全である事。

響が増大されるが、此の振動に対して充分安全である事。

以上の項目を満足する管体として、ダクタイル鋳鉄管及び鋼管について、腐食性、施工性を検討した結果、鋼管は現場溶接であり、施行期間が長くなる。したがって当導水路は、高内水圧でも使用実績があり、管体としての性能もすぐれているダクタイル鋳鉄管とした。

ダクタイル管管厚計算

管厚決定の計算式は、土地改良事業設計基準に基づいて算定した。以下算定式を示す。

$$t = \frac{0.5DH + \sqrt{(0.5DH)^2 + 16.8\sigma_a M}}{2\sigma_a}$$

ただし t : 管厚 (cm)

D : 管の内径 (cm)

H : 内圧 (kg/cm²)

M : 外圧によって管体に作用する最大曲げモーメント (kg/cm²)

$6\sigma_a$: ダクタイル鋳鉄管の許容引張応力度 (kg/cm²)

以上の計算式を使用し、各測点毎に計算し、これをまとめて最終的には更に腐食及び公差余裕を見込んで管種を決定した。

5. 施工計画及び工事の実施状況

馬見ヶ崎川導水路は、全線県管理の国道下埋設で、道路下には土被り1.20mで水道管、ガス管及び電気、電話ケーブル等が埋設されているので、埋設物を避けて埋設する必要がある。したがって道路管理者との協議により馬見ヶ崎川導水路は、最小土被り1.50mを原則として縦断計画を行った。又、国道、県道及び市道の主要道路との交差部は、推進工法にて施工するので、縦断計画に対し

て土被りは充分考慮した。導水路の勾配は道路下埋設のため道路の勾配と同じになり、約1/50と比較的急勾配で下に向かって一定勾配である。地質状況は扇状地堆積物である玉石混り砂礫層が分布し、 $\phi 500\text{mm} \sim \phi 600\text{mm}$ の転石が現出されるものと想定されることから、綱矢板工法は矢板の打込が不可能である。したがって簡易矢板土留工法にて開削することとした。又、推進工法は、地下水位が高いことから全線にわたり地盤改良工法(薬液注入)を行って止水及び切羽の崩壊を防ぎ、立抗はライナープレート工法とし止水は薬液注入工法による計画とした。

5-1 開削工法について

本工事の開削による施工は、県管理の国道で道路周辺は商店、学校、病院等の都市施設及び住宅が密集する市街地内の工事であるため、道路上での施工幅は、道路管理者との協議により、道路中央部幅600mの範囲で施工するよう決められていることから土留工が必要である。土留工施工時における振動、騒音、交通対策等に十分注意し、工事を行うため工事用機械、機材の選定を含め開削工事における土留工法については、基本方針として公害防止法に準拠しつつ検討した。

(1) 基本方針

- ① 市街地工事であることから、振動、騒音規準を考慮した無公害機による施工とする。
- ② 作業幅員を考慮した使用機種を選定について検討する必要がある。
- ③ 工事期間を出来るだけ短縮するような構造及び工区割を検討する。

以上のことから、土留工を検討すると、建込み式簡易矢板土留工が最も適していると判定した。

建込み式簡易矢板土留工法とは、掘削と平行して支柱、土留パネルを建込む工法で、掘削機械(バックホー0.4

m^3 級)をそのまま利用して作業を行うことが出来る。又、一般的な土留工法である綱矢板土留工法及び横矢板土留工法と比較すると、大型機械の使用を必要とせず、又、無公害工法としての利用も可能である。

(2) 施工方法

- ① バックホーにて掘削後、建込み式簡易矢板土留工法で矢板を建込み、ただちに掘削土、又は山砂で裏込めをして管布設を行う。
- ② 建込み式簡易矢板土留工法は、あらかじめスライドルールと、スピンドル及びロッドを対に組立てをしてあるものを、バックホーにて建込むものである。
- ③ 管の布設方法は、10tの門型クレーンにてダクタイル鑄鉄管をつり込み布設する。管埋設後は従来の舗装と同等の舗装を復旧する。舗装修理幅は損傷を与えた幅はもちろんのこと最小幅は、掘削幅+片側1.5mとした。
- ④ 工事のフローチャート
図-6のとおりである。

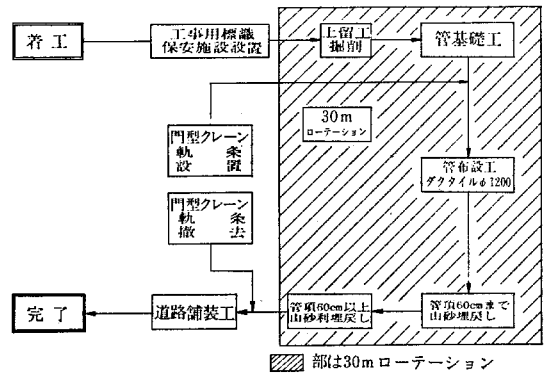


図-6 工事フローチャート

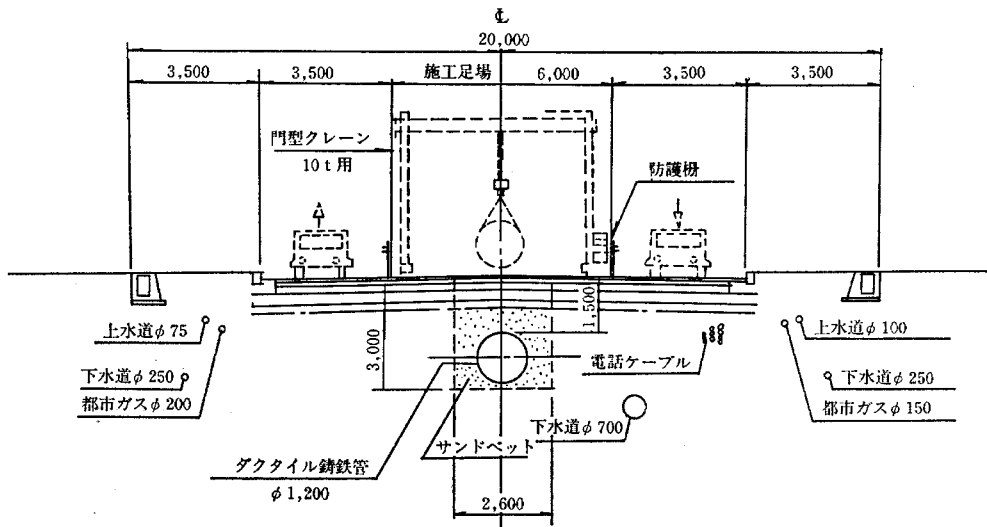


図-7 施工標準断面図



写真一

⑤ 施工機種

- ① 簡易矢板の建込みは、バックホー (0.4m³級) を使用する。
- ② 簡易矢板の引抜きは、門型クレーン (10t) を使用する。
- ③ ダクタイト管布設は、門型クレーン (10t) を使用する。
- ④ 腹起しの設置撤去は、門型クレーン (10t) を使用する。
- ⑥ 施工の標準断面は、図一七による。

5-2 シールド工法について

(1) 工事の概要

当工事は、馬見ヶ崎川導水路始点に位置し、馬見ヶ崎川合口頭首工より松原分水工 (開放型水槽) に導水するため、松原分水工を発進立坑 (オープンウエル工法) として手掘シールド工法によりパイプラインの築造を計画した。

- 松原分水工 (オープンウエル工法で施工し、発進立坑に利用した) …………… 1ヶ所
- シールド延長…………… L=345m
- セグメント延長…………… L=341m
- 管布設工 (DSPC 管 5種管) —φ1500mm L=339m
- エアモルタル充填工…………… L=345m
- 地盤改良工…無機溶液型水ガラス系の瞬結タイプと浸透型を二重管ロッド2ショット方式で施工した。
- 分水工部…薬液注入量 V=478, 280ℓ
- シールド部…薬液注入量 V=1, 514, 152ℓ

(2) 工法の検討

① 立坑 (松原分水工) の工法検討

立坑は、地質深度、環境等によって工法が限定されることから、一般的にニューマチックケーソン工法、オープンウエル工法、連続地中壁工法、鋼矢板工法等がある。次の諸条件、

- 比較的、構造物の深度が小さい。
- 玉石、転石群が想定された。(粒径φ500mm~φ1,000mm)

- 立坑の二辺が国道に隣接している。
- 住宅区域である。
- 馬見ヶ崎川の伏流水も含め、地下水が豊富である。
- 分水工とシールド発進立坑の機能を果し、且つ工期の短縮、経済性及び安全性を図る。

を前提として検討した結果、一般工法の明り掘削による分水工築造よりも山留を兼ね、しかも分水工としての機能をそなえたウエル工法を採用した。しかし、ウエル工法による水中掘削では、φ500mm~φ1000mmの礫層を掘削することは困難である。したがってウエル周囲及び底版の地盤改良を行い、止水、地山安定を図り、ドライ状態で掘削することとした。

② 手掘シールド工法の検討

① 工法検討の条件

- 土質……………砂礫層 (粒径φ500mm~φ1000mm)15%~20%
- 地下水……………伏流水も含め豊富であり、透水係数が 10⁻³cm/sec
- 土被り……………5m~6m

② 環境保全の条件

- 国道の陥没防止
- 地下水の汲み上げによる周辺井戸に対する枯渇防止
- 地盤改良による薬液の浸透防止
- 地下埋設物防護 (ガス・水道、電話等)

以上より工法は、手掘シールド工法、あるいは手掘隧道工法が考えられる。いずれの工法を選定するにしても、工法検討条件及び環境保全を図る為に補助工法として、地盤改良が不可欠と判断した。しかも当該工事は、仙台~山形間を結ぶ主要国道直下であり、国道の陥没は万に一つも避けなければならない。又、作業安全性、一次覆工の信頼性から判断して手掘シールド工法を採用した。



写真二

(3) 補助工法 (地盤改良) について

① 目的

トンネル工事は、工法検討で述べた通り手掘式シールド工法を採用し、又、補助工法も不可欠であると判断した。

補助工法採用に至った経緯を述べる。

現地の環境条件は、一般国道286号線、しかもシールドルートと並行して暴れ川と言われている馬見ヶ崎川がすぐ傍を流れている。付近は民家も密集しており、発進立坑の下流には馬見ヶ崎川及び地下水を集水使用している浄水場がある。一方当地の地質は主として砂礫層である上、直径 $\phi 1000\text{mm}$ 程度の大転石が介在しており透水性は大きい。

このような現場条件に於けるシールド推進に対する問題は次の通りである。

- ④ 民家の井戸（使用中）枯れを防止する。
- ⑤ シールド施工箇所から北側（下流）には浄水場がある為、地下水の汚染防止をする。
- ⑥ 透水性の大きい砂礫層は、シールド推進時に湧水が予想される為、止水処理が必要である。
- ⑦ 砂礫層は殆んど粘着力が期待出来ない上に、大転石も有り掘進時の切羽及び周辺の崩壊が懸念される。
- ⑧ シールドルートは、国道286号線の下を掘進し、しかもこの国道は仙台～山形間の主要道路である為、安全に施工しなければならない。
- ⑨ シールドルートに並行して馬見ヶ崎川が流れており、河床とはほぼ同じ深さを掘進する。

② 工法検討

前記の諸問題を解決する方法として、

- ① 地下水の止水処理
- ② 粘着力のない砂礫層の自立性の確保である。
- ③を解決する方法としては、圧気工法が考えられるが、付近の地盤があまりにも透水性が大きい事から、民家井戸の酸欠、浄水場の集水井の酸欠、道路及び馬見ヶ崎川への漏気などの現象発生が予想され、当工法では実効が上がらない上、ひいては公害問題が生ずる危険がある。

次にウエルポイント（ディプウエルも含む）と、薬液注入について述べる。

ウエルポイントについては、良透水性地盤では打設本数が多くなる上に、用地確保も難しく、道路上には施工できない。又、井戸枯れが生ずる事からも問題が多い。

薬液注入は、当地盤の透水係数 $K=10^{-3}\text{cm/sec}$ から 10^{-5}cm/sec 程度に改良することは可能であり、止水処理は期待出来る。更に、止水処理と同時に地盤の粘着力を付加する事も出来る為、⑥の問題も解決出来る。ただし、薬液注入の場合、井戸への流入、地下水の汚染等を生じない様充分管理が必要である。

以上の事から当該工事に於けるシールド掘進工事に対する補助工法を、採用することとした。

③ 地質概要

当地の土質は新第三紀中新世の硬質頁岩、凝灰岩集塊岩等からなる草薙層を基盤とし、その上部に砂礫を主体として沖積層が厚く堆積している。

この砂礫層は、ロームと玉石を混入した層であり、地下水を多く含んでいる上に、直径 $\phi 1000\text{mm}$ 以上の大転石が10%程度みられ、透水係数 $K=1.17\sim 4.88\times 10^{-3}\text{cm/sec}$ となっている。

④ 薬液注入工法の検討

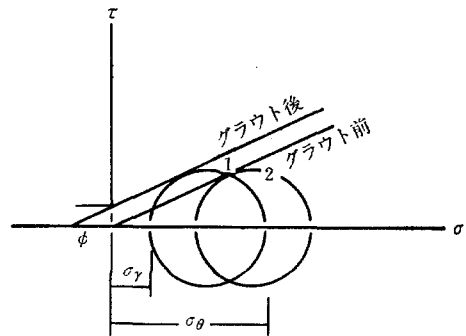
現在使用されている代表的な注入工法は、単管ロッド注入工法、二重管ロッド工法、ダブルバック工法などが挙げられる。各種工法共一長一短があるが、当地の様に、地下伏流水の流れが早い砂礫層への注入であること、砂礫層のマトリックスに細粒分が多いこと、長大スパンのシールド防護注入で、高い止水効果を必要とすること等を総合的に判断して、種々検討した結果二重管ロッド工法を採用した。

⑤ 注入計画

① 注入範囲

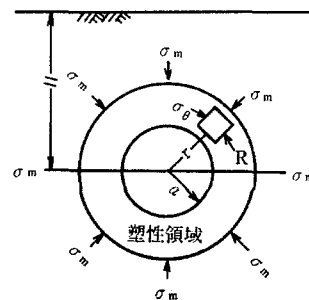
トンネル工事に於いて注入範囲を決定する要因は、「地盤のゆるみ範囲」から求める場合、「土の塑性領域」から求める場合、又、実績例を参考として決める場合等があるが、当地の場合は塑性領域による事とした。

地中にトンネルを掘削すると、地中の応力のバランスが失われ、トンネル周辺に付加応力が発生する。スベリは、最大主応力と最小主応力との差がある限界以上になると発生することがわかっている。すなわち、地中のある点の面における応力状態がモールの包絡線に接する



ϕ : 内部摩擦角 C : 粘着力

図—8 モールの包絡線



H : 深度 a : トンネル半径

図—9

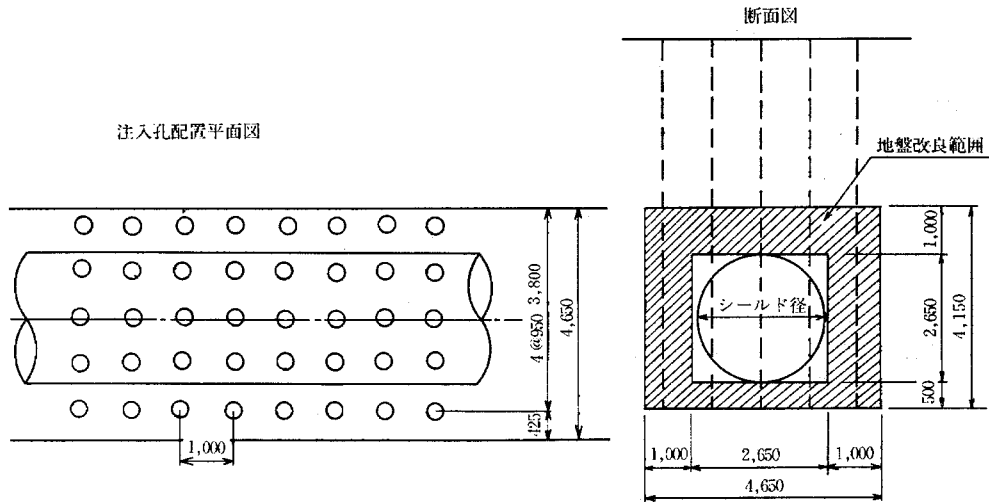


図-10 注入計画（注入改良範囲及び注入孔配置）

よくなるかとスベリが起こる。この線は、土の粘着力と内部摩擦角により規定されるから、グラウトにより粘着力を増加させてやれば図-8のようになり、グラウト後の直線に対して余裕が生じることとなる。

図-10のような注入により粘着力（C）の増加した地山にトンネルを掘ると、 $d < r < R$ で表わされる r の範囲は塑性領域となる。塑性領域の σ_t は次式により求められる。

$$\frac{\partial \sigma_r}{\partial r} = \frac{\sigma_0 - \sigma_r}{r} \quad (\text{応力平衡式})$$

$$\partial \sigma_0 - \partial \sigma_r = 2C \quad (\text{破壊条件式})$$

$r=R$ のとき $\sigma_r = \sigma_m$ (土被り圧) として

$$\sigma_r = \sigma_m + 2C \ln \frac{r}{R}$$

裏込め注入を行う前では $r=d$ で $\sigma_t=0$ であるから、

$$\ln R = \frac{\sigma_m}{2C} + \ln d$$

$$\sigma_m = (H-R) \gamma_t \quad \text{とおくと、}$$

$$\ln R + \frac{R\gamma_t}{2C} = \frac{H\gamma_t}{2C} + \ln d$$

が得られる。ここで $d=1.225\text{m}$, $H=6.0\text{m}$, $\gamma_t=1.9\text{t/m}^3$, $C=6.2\text{t/cm}^2$ を代入すると、 $R=2.3\text{m}$ が得られ、 $R-d=1.0\text{m}$ となる。

したがって、当地のシールド防護の注入範囲としては、上部、側部共1.0mとした。底部は経験値より0.5mとした。又、シールド掘進する境部分は、外周の止水処理により自立性は得られるとの考えから中抜き断面とし、内部残留水による崩壊をも考え20m毎に厚さ1.0mのバルクヘッドを設けることとした。

なお、発進立坑の注入範囲は、本体がウエル工法であり、止水と地山の自立性を得るために、側部を1.5m、底盤厚さ2.0mとした。

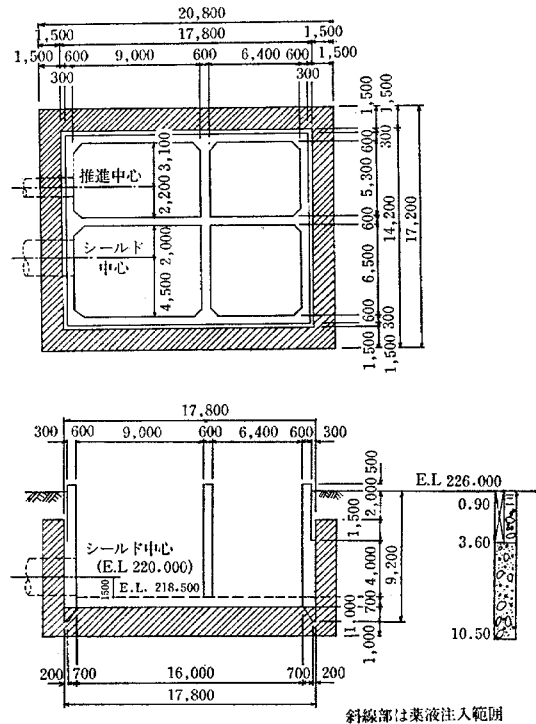


図-11 立坑概要図

⑥ 注入材料

注入材料の決定には、特に現場の土質条件が重要な要因となった。従って、土の透水性係数、土の粒度組成からみると、溶液型水ガラスでなければ十分な地盤改良効果が期待出来ないこと、又、前にも述べた通り、当地の砂礫層から集水している浄水場の集水井が近接している事から、公害防止上の点も考慮に入れて、無機中性型水ガラスの薬液を採用した。

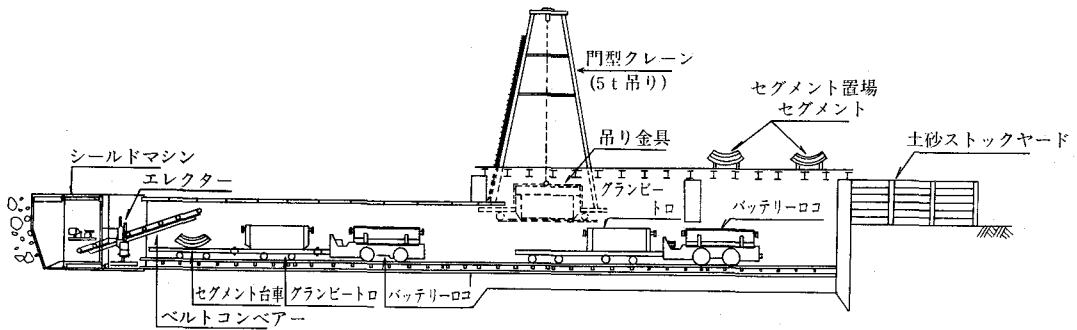


図-12 シールド工施工計画図

(4) 実施状況

① 松原分水工（開放型水槽）の施工について

今回の工事では、シールドの発進基地として使用するほか、将来の農業用水路の分水工として使用するため、オープンウエル工法により、コンクリート構造物を地中に構築する方法を採用した。ボーリング調査の結果、地下水位が比較的高いため、止水及び周辺地盤強化のため、ウエル底盤部及び周辺部は立坑施工前に薬液注入を行った。立坑の概要は図-11のとおりである。

② オープンウエル工法にて施工することから、立坑の施工性を高めるために、止水、及び地盤強化の目的で、薬液注入を行った。改良範囲は底盤部を底盤コンクリートの下端から2.0m、双口の先端から1.0m、周辺部については、立坑外壁部から1.5mの範囲で地下水位と想定される高さまで施工した。

③ 鋼製シュアの製作は8分割して現場に搬入し、補強板を当て、ボルトで締付して組立てた。

据付に当っては、均しコンクリート ($\sigma_{28}=135\text{kg/cm}^2$ 厚さ10cm、巾50cm) を打設し、水平に据付けた。

④ 打設ロッド割りは、1ロッド3.5m、2ロッド2.2m、3ロッド4.0mとした。

⑤ 沈下掘削は、ウエル中央部をミニバックホー (0.2m^3)にて行い、周辺部は人力により行った。掘削は対角線に行うようにして、傾斜を極力生じさせないようにした。薬液注入の効果により、掘削中における湧水はほとんどなく、そのため刃口部分の掘削状況が容易に目視でき、沈下状況の把握がスムーズに行われた。現場の地質は、玉石混り砂礫であり、掘削途中において $\phi 500\text{mm} \sim \phi 1000\text{mm}$ 程度の玉石が10%程度含まれており、その取り除きにかなりの時間を要した。特に刃口部分に転石が出現した場合は、小割り等だいたい難渋した。

1日当りの沈下量は平均して30cm~40cmの間であり、4隅の高低差は最大で20cm前後となっている。最終沈下完了後、基準高は計画高に対して-70mm(平均)となった。又、4隅の高低差は最大30mmで

あった。

当初、必配された分水工本体のひび割れも無く、スムーズに沈下完了することが出来たのは、薬液注入による補助工法と、コンクリート壁を厚くし、鉄筋を十分入れた為と思われる。

② 手掘式シールド工法の施工について

シールド工法の成否は、一般に地盤構成によるものが大きく当該工事に於いても、かなり難航が予想され、それに対応すべく薬注による地盤改良を施工

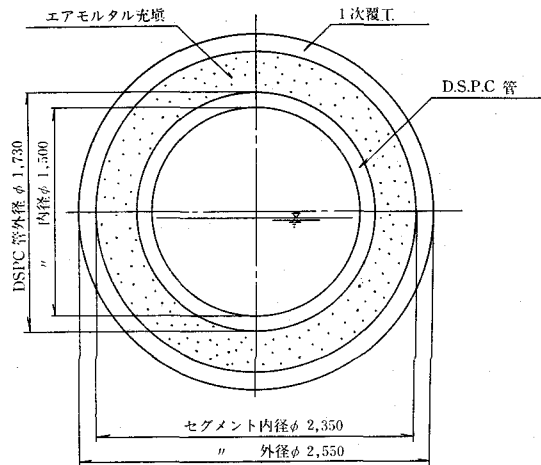


図-13 トンネル断面図

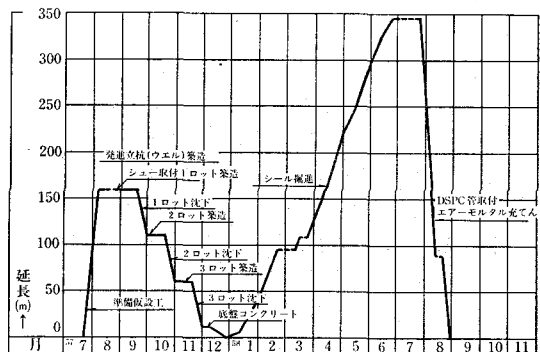


図-14 実施工程表

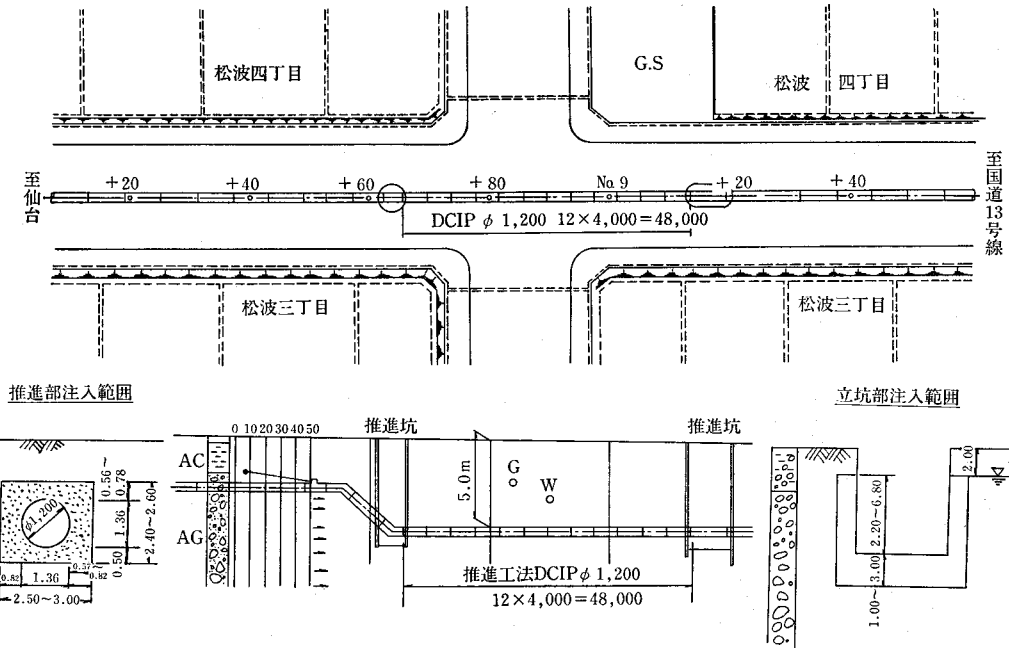


図-16 推進工一般縦平面図

参考までに、テルツァーギのゆるみ土圧式を示す。

$$h = \frac{D}{2} \left\{ 1 + \sin \left(45^\circ - \frac{\phi}{2} \right) \right\} \dots\dots\dots$$

$$B_0 = D \cos \left(45^\circ - \frac{\phi}{2} \right) \dots\dots\dots$$

$$B = B_0 + 2h \cdot \tan \left(45^\circ - \frac{\phi}{2} \right) \dots\dots\dots$$

$$h_0 = \frac{B}{2 \cdot K \cdot \tan \phi} - \left(1 - e^{-K \tan \phi \frac{2H}{B}} \right) \dots\dots\dots$$

B : ゆるみ巾 (m) ϕ : 内部摩擦角

h_0 : ゆるみ高 (m) H : 土被り (m)

D : トンネル直径 (m) h : 滑り面の高さ (m)

K : 土圧係数 (≈ 1) γ : 土の単位重量 (tf/m^3)

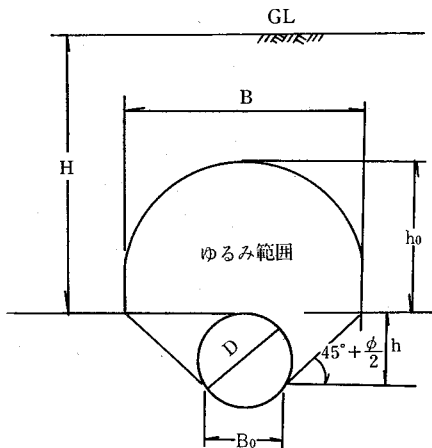


図-17

又、立坑は、発進及び到達坑共ライナープレートで掘削するため、事前に止水を目的とした薬液注入を施工した。

又、使用した注入材は、シールド工施工ケ所と同様無機溶液型中性水ガラスの薬液とした。

(4) 推進工法の施工結果 (図-16) より参考例

① 工事内容

- 推進管……口径1200mm(推進用ダクタイル铸铁管)
 $\ell = 48.00m$
- 補助工法…薬液注入工法で対処し、水ガラス系を使用した。(二重管ロッド瞬結工法)
- 使用機械…元押ジャッキ100 t, 400ストローク4基, 1200ストラット 橋型定置式クレーン (5 t)
- 土質………全体が礫層で、 $\phi 200mm \sim \phi 500mm$ の玉石が主で時折1000mm前後の転石が現われた。

② 施工結果と考察

推進工は、切羽において玉石の取り除き作業が主となり管内掘削と同時に元押し (100 t 400ストローク4基により) 管を押し込み切羽の崩壊を防止した。

又、時折 $\phi 1000mm$ 程度の転石が出る為、切羽で削岩機を用いて破碎し管内トロー車にて搬出した。転石、玉石がある為掘削面が平坦でない為、管の偏位に細心の注意を払って推進した。地下水が高く礫層ではあったが、薬液注入効果も十分であり、湧水、地山の崩壊もなく推進する事が出来た。推進精度は、許容誤差内であって、蛇

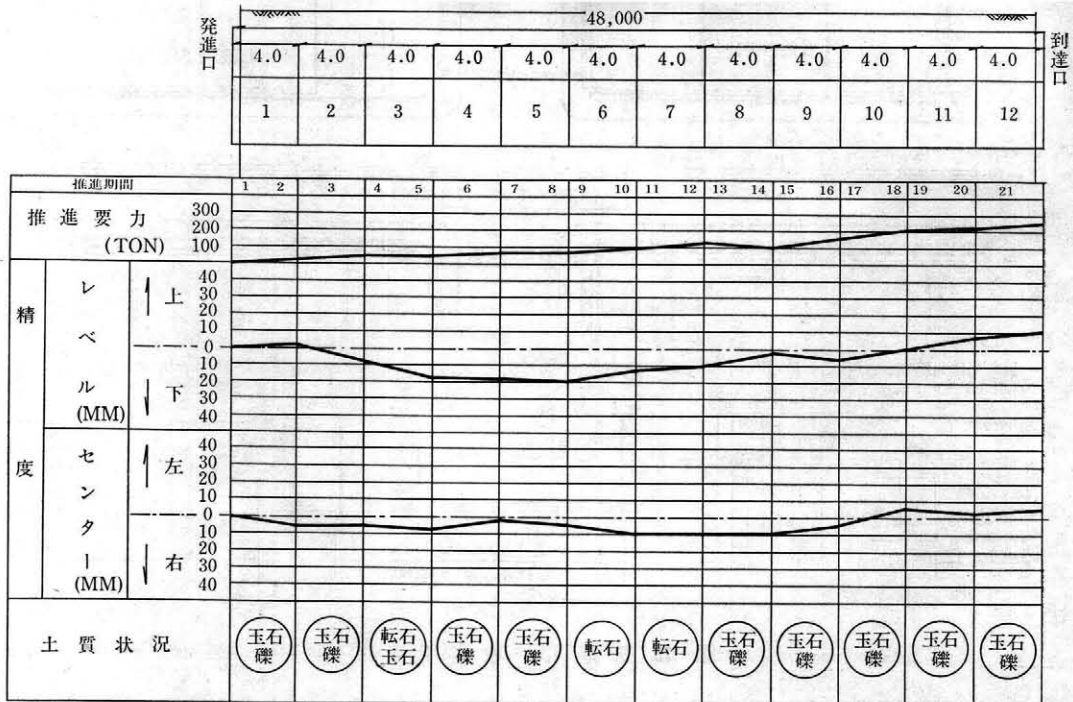


図-18 推進工施工管理図

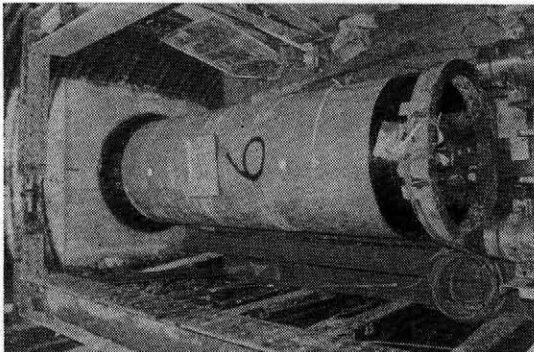


写真-3

行は小さく路面及び地下埋設物に障害は起こらなかった。推進力及び管の施工誤差は図-18のとおりである。

6. あとがき

以上、市街地における農業用パイプラインの水利検討から設計施工までを述べたところであるが、市街地のパイプラインは、一般的な農業土木事業では山地や水田地

帯を対象として施工しているのと違って、いろいろな問題があり、特に施工においては、環境対策を考慮した特殊な対策等を、多く取り入れた施工計画を立てる必要がある。従来の農業土木事業の認識を新たにして、取り込む必要性を強く感じた。

尚、現在設計施工の途中であり、中押し工法を採用した。長スパン推進工事及び鉄道横断部の閉塞型機械掘シールド工事等に関する報告については稿を改めて報告したい。

最後に本事業の計画、設計、施工にあたり、御指導、御協力をいただいた(株)日本水工の石月正美氏をはじめ関係者の皆様に感謝の意を表する次第です。

参考文献

- 1) 土地改良事業計画設計基準「設計、水路工(その二)」農林水産省構造改善局。
- 2) 馬見ヶ崎川導水路測量設計業務報告書
- 3) 下水道推進工法の指針と解説、日本下水道協会
- 4) 最新の地盤注入工法、理工図書

見沼代用水路改修における大型ブロック護岸の設計施工について

福島 満義* 翠川 英男*

目 次

1. はじめに.....	33	5. 護岸の設計.....	37
2. 主要工事の概要.....	34	6. 大型ブロックの施工について.....	40
3. 基幹線水路の概要.....	34	7. おわりに.....	42
4. 基幹線その1 B型区間の護岸構造.....	35		

1. はじめに

見沼代用水路は享保12年(1727年)、見沼代に代る用水路として利根川に取水口を設け開削された歴史的な大用

水路である。以来250年に亘って、埼玉県東南部から東京都足立区にかかる地域(1区19市6町1村)の農地に農業用水を供給してきた。一方、昭和30年代からの経済の高度成長に伴い、都市用水の需要が急激に増大してきた

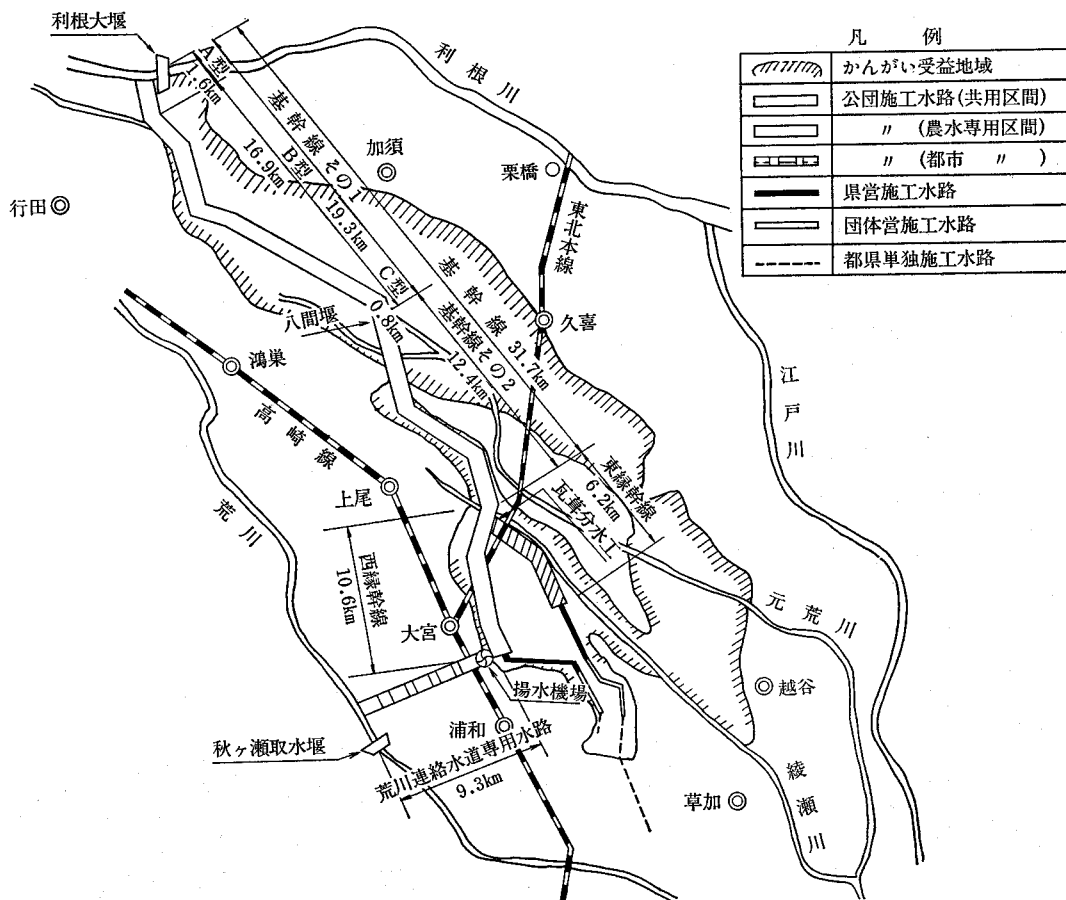


図-1 計画概要図

* 水資源開発公団埼玉合口二期建設所

め、水資源の開発が急務となり、その一環として東京都及び埼玉県の都市用水を供給する利根導水事業が実施され、この事業で見沼代用水も、他の農業用水とともに利根大堰から合口取水することとなった。近年、見沼代用水路施設の老朽化、水路底の洗掘及び機能の低下が著しく、用水路の管理及び営農上から、支障を来す状態となってきたとともに、農地の潰廃、宅地化等により土地の利用形態が著しく変化してきたことに伴い、需要の減少した農業用水を都市用水に転用し、水資源の有効利用を図るようさげばれてきている。

このような背景をうけて、埼玉合口二期事業として、見沼代用水の施設を改修し、農業用水の安定供給と水利用の合理化を図るとともに、この事業及び関連事業の施行により、新たに利用可能となる水(約 $3.1\text{m}^3/\text{s}$)を、埼玉県及び東京都の上水道へ転用することを目的に、農業用水と水道用水の共同事業として計画されたものである。取水及び導水の計画は、利根大堰を利用して、最大毎秒約 $43.5\text{m}^3/\text{s}$ を取水し、基幹線水路並びに東縁幹線水路及び西縁幹線水路により、農業用水として最大毎秒約

$40.4\text{m}^3/\text{s}$ を関係農地約 $16,000\text{ha}$ に補給するとともに、基幹線水路並びに幹線水路のうち西縁幹線水路及び荒川連絡水道専用水路により、新規利水水量約 $3.1\text{m}^3/\text{s}$ (かんがい期平均)を荒川へ導水するものである。

本事業の計画は2.に示すとおりであるが、今回の報告は基幹線水路のうち一級河川星川と共用する区間の護岸の設計施工にとどめる。

2. 主要工事の概要

基幹線水路(共用)	約32km(一級河川星川区間約18kmを含む)
東縁幹線水路(農水)	約6km
西縁幹線水路(共用)	約11km
荒川連絡水道専用水路(上水)	約9km
揚水機場	1箇所

3. 基幹線水路の概要

(1) 基幹線水路の概要

概要は表-1のとおりである。

表-1 基幹線水路の概要

幹線区分	型式	延長	現況水路構造	改修後の水路構造	摘要
基幹線その1	A	1.6km	平板ブロック張	コンクリートフルーム	見沼代用水路
〃	B	16.9〃	〃	平板ブロック張	一級河川星川との共用水路
〃	C	0.8〃	コンクリート矢板護岸	L型コンクリート擁壁	〃 〃 (市街地)
基幹線その2	—	12.4〃	コンクリートブロック積	コンクリートフルーム	見沼代用水路
計		31.7km			

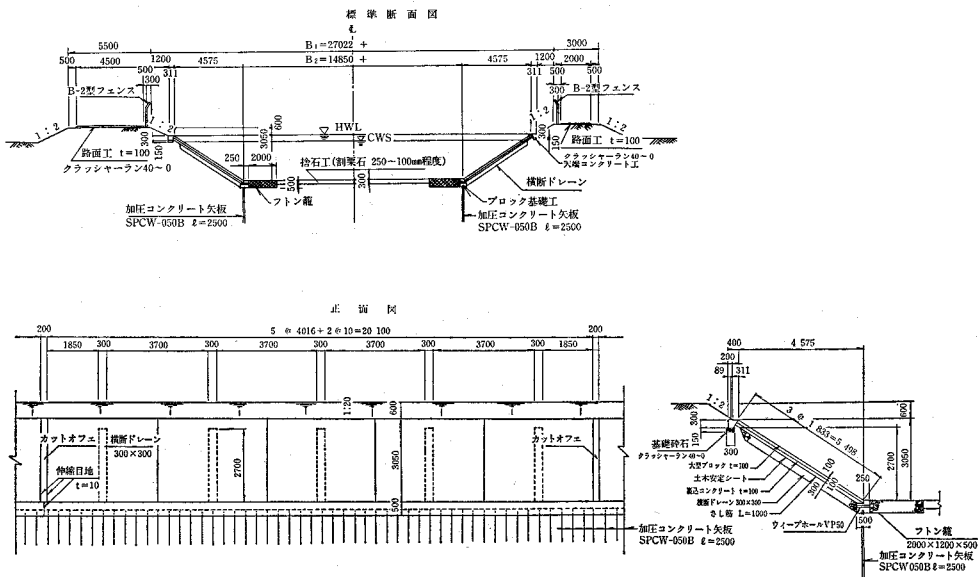


図-2 大型ブロック護岸水路標準図

Ⅱ(2) 基幹線その1 B型区間の計画

河川計画諸元

- ① 計画河床勾配……………1/3000
- ② 計画高水流量……………50m³/s
- ③ 計画高水位……………計画河床より3.05m
- ④ 計画標準断面
 - a. 河床幅14.85m(最小幅員)
 - b. 法勾配 護岸部 1:1.5
土羽部 1:2.0
 - c. 護岸高 計画高水位

現況断面が標準断面より広い場合は、計画上支障のない限り現況断面を確保する。

- d. 堤防天端幅……………3.0m以上とする。

(3) 基幹線その1 B型区間の現況

現況の水路は、昭和20～30年代頃において改修され堤防の盛土用土は主に周辺の耕土を用い、内法面は、コンクリートブロックにより護岸されている。ブロックの基礎コンクリートの下はコンクリート矢板及び簡易鋼矢板等で施工されているが、基礎コンクリートのみの箇所もかなり存在していた。河床は、昔から洗掘があったと思われ、曲線部は主に粗朶沈床と捨石等で保護されているが、場所によっては木杭等による群杭が施工され、洗掘及び水位低下を防ぐ工法がとられていた。しかし、河床は軟弱な粘性土が主体のため、たびかさなる洪水等により洗掘され、場所によっては約2.5mに達する箇所もあり、コンクリートブロックの老朽化と相俟って法面崩壊が随所に生じ、全線にわたり毎年崩壊のひどい区間を部分的な改修工事を行い、一時的に凌いできたのが現状である。

4. 基幹線その1 B型区間の護岸構造

(1) B型区間の概要

一級河川星川との共用区間であるため、河川管理者との予備協議では護岸構造は、原則として鉄筋コンクリートライニング構造(薄いコンクリートライニング)で行うこととしたが、当区間は既設水路の改修であり断面が一樣でないこと、さらに水路横断構造物(道路橋・鉄道橋等)が多いこともありライニングマシンの移動(その都度解体、組立が必要)に問題があることと、施工時期が非かんがい期に限定されること、周辺耕地の地下水位が高いうちに施工を開始せざるを得ない条件等から、他の護岸型式も含めて再検討することとした。

(2) 護岸型式の検討

水路の護岸型式は、構築材料及び施工方法等により種々の型式を選択することが出来るが構造的安定性、耐久性等を第一に考え本水路に適合する型式は、①薄いコンクリートライニング、②鉄筋コンクリートフルーム、③ブロックライニング、④アースライニング、⑤アスファ

ルトライニング、⑥特殊ライニング(石礫ライニング、擁壁護岸)として、経済性も含め検討した。

②については、一級河川星川であり、河積を縮められないという条件から必要以上に大きい断面となり経済的な見地から不利であり、その上、河川としての機能上から問題があること。④については、粗度係数が大きいため断面を拡幅しなければならないこと、その上、締固めに含水比が微妙に影響するので完全なドライワークが要求され、高度な施工管理を必要とするため新設水路ならともかく、改修水路には適合しないこと。⑤については、アスファルトライニングも基礎の施工精度に左右されるので④と同様本水路には採用しがたいこと。⑥については、擁壁護岸等も考えられるが、いずれも高価なため採用しがたいことで上記のうち①、③のみを比較の対象として、以下その検討を記述する。

(3) 護岸型式の比較

薄いコンクリートライニング(現場打)。大型ブロックライニング、平板コンクリートライニングの3型式について、施工性、維持管理、品質管理を含め検討を行ったものである。

以上検討の結果、薄いライニングの基盤は特に入念な整形が必要であるが、土工に関しては、現地調査の結果、以下のような問題点が考えられる。

① 水路断面の法面整形に当り新設水路の場合は、掘削盛土とも人力により一次整形(厚さ20cm程度)二次整形(厚さ10cm程度)を実施して精度の高い基盤整形をしている。既設水路の場合は、断面が非常に不整であるため精度の高い整形は困難である。

② 新設水路では余盛30cmを施工してライニング基盤を完全に締固める。土質が悪い場合は置き換え盛土をするが、本水路の場合は、法面のゆるみ調査を実施した結果、法面から10～30cmの深さがゆるんでいる場合が多い。そのため所定の基盤強度を得るには所定の工法が必要である。

(ア) 置き換え盛土が必要で、この場合幅が狭いと十分な締固めが出来ないので、幅は0.5～1.0m必要である。

(イ) 断面の大きくゆるんでいる部分を掘削する必要がある。このためには工期及び工費の点で問題が多すぎるので、その部分だけ簡易な方法で転圧せざるを得ない。

(ウ) 前述したように非かんがい期の工事で工期が短かく掘削盛土が殆んどない本工事においては、水田落水後直ちに法面の整形に入るため、地下水位は高く(基盤となるブロック背面土砂の含水比も高く法面から地下水がしみ出る)法面整形転圧、コンクリートの打設が非常に困難である。従って、大型ブロックライニングと平板ブロックライニング型式を採用することが適当と考えた。

表-2 護岸型式比較表

検討項目	薄いコンクリートライニング(現場打)	大型ブロックライニング(PCS)	平板ブロックライニング
構造	法勾配 1:1.5 コンクリートライニング厚15cm 単鉄筋 SD30 D13 @150	法勾配 1:1.5 規格 4,000×1,833×100 裏込めコンクリート厚10cm	法勾配 1:1.5 規格 500×500×100 裏込めコンクリート厚10cm
施工機械	ライニングマシン 汎用機種でないため施工機械の台数に 制約されスピードアップが困難。	トラッククレーン 汎用機種であるため工事のスピー ドアップに対して容易に対処でき る。	なし 人力による手作業であるた め工事のスピードアップは 困難。
施工速度	ライニングマシン1台当り片側16m (4パネル)	トラッククレーン1台当り約210 ㎡/日以上	1班(2.8人当り約14㎡/日)
施工性	<ol style="list-style-type: none"> 1. コンクリート打設にはある程度の熟練が必要であり、最近是指導者が少ない。 2. 現在までの実績は、原則として鉄筋コンクリートライニングで特殊なヶ所のみ鉄筋を使用していたが、今回は全線鉄筋コンクリートライニングのため、鉄筋組立スペーサーによる配置等地質の悪い法面作業の繁雑さ、基盤面の乱れ及び鉄筋の基盤面への押込みが懸念される。 3. 現況水路に合わせるため曲線及び断面変化が多く、調整パネルとコンクリート打設が繁雑である。 4. スロープホーム、スライドガイド用の型枠据付に当り、基盤面に凹凸または土質不良ヶ所がある場合、ホームの自重で型枠が沈み、通過後浮上して打設面に凹凸が生ずる恐がある。 5. 水路巾員が広いことと断面が変化するためガントリー式のスロープホームの使用は不可能で片側式のスロープホームとなるため仮設用地が広く必要である。 6. 平面なコンクリート打設であるため降雨気温による稼働日数の制約をうけ、特に冬期施工であるため気温が低い場合コンクリート打設時間に制約をうけ、また型枠がないため特別な冬期養生が必要である。 7. 施工期間が非かんがい期に限定されるため、短く、施工期間で年間施工延長が長い場合スロープホーム必要台数が多くなり不経済である。 8. 橋梁ヶ所等が多いため、スロープホームの解体組立回数が多くなり、仮設費が多大にかかる。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. ブロックの据付け、コンクリート打設とともに熟練を要しない。 2. 基盤上での作業が比較的少なく、コンクリートも裏込め投入であるため問題はない。 3. バチ部分には現場打コンクリートで充填する。 4. 既製品スラブの脚部の転圧を重点的に行なえば良い。 5. トラッククレーン(10t級)のみの施工で借地巾は少ない。 6. 既製品のPCSを型枠代りとして打設するので通常の工法と同様である。 7. トラッククレーンで施工出来る 8. 特に費用はかからない。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. ブロック工等多数の技能労働者が必要となる。 3. 同左 4. 法面及び基盤の悪いヶ所での施工は好ましくない。 5. 人力施工であり借地巾は少ない。 6. 同左 7. 多数の技能労働者が必要となる。 8. 同左

検討項目	薄いコンクリートライニング(現場打)	大型ブロックライニング(PCS)	平板ブロックライニング
施工性	9. 都市近郊の水路として地域住民に密着して親しまれるため美観的にも優れたものが必要となるが、その点表面加工が困難である。 10. 自然含水比の高い所での施工が困難である。	9. PCSの表面模様により美観を良くすることが簡単に出来る。 10. 含水比がある程度高くても施工は可能である。	9. 美観上は、ほぼ固定している。 10. 同左
品質管理	1. 現場打コンクリートであるため品質管理、出来形管理を充分配慮する必要がある。	1. 工場製品であるため品質管理が容易であり行き届いている。	1. 小規模工場での製作が殆んどであるが品質管理はされている。
維持管理	1. 地山の凍結、凍上によりコンクリートの崩壊する例が多く、他に比較して耐用年数が短い。 2. 陥没、破壊に対して部分的補修が困難。	1. 凍結融解に対する耐久性を考慮して製造されており、強度、耐久性、出来形が優れているため有利である。 2. 大型ブロック1枚単位の破壊取替えが可能。	1. 水セメント比及び圧縮強度から比較して大型ブロックより劣る。 2. 補修は比較的簡単である。

(4) 大型ブロックの採用について

大型ブロックは、建設業において年々深刻化している労働者の高齢化並びに熟練労働者の不足及び護岸ブロックの在来工法における難点(施工速度、作業の効率性等)を解決し省力化出来る構造として開発されたが部分的な改修等わずかな施工量では経済的にあわず、従来の工法と比較して施工費が割高となるため実績が余りなかった。施工実績については、中国地建の太田川(広島)護岸に於いて昭和48年度に試験工事を行い昭和51年、52年度に一部施工された実績がある。

今回、埼玉合口二期事業の星川区間での施工を検討するに当たって、施工量が多い(約19万㎡)ため生産コストも割安となって在来工法と比較して施工費的にも遜色なく、また、本工事の施工が非かんがい期に工期が限定されることにより、施工速度が重要な要素になるため大型ブロックを採用したものである。

(5) 大型ブロックの特長

① 品質の均一化

工場において、良好な品質管理のもとで製作されるため均一な品質の製品を製造できる。なお、裏面が平坦なうえにブロックの布設能力が良いため、裏込めコンクリートの1回当たり打設量も多くなって、コンクリートのロスも少なくなり、バイブレーターの使用により裏込めコンクリートを完全に充填することが可能である。

② 省力化及び単純化

在来工法に比較して施工が単純化され、ブロック工、石工等の技能工員を殆んど必要としない。

③ 工期の短縮

プレハブ工法であることから、トラッククレーン等により簡単に布設が可能であり、一日当たり施工量も在来工法とは比較にならない程アップさせることができ、工期

を非常に短縮できる。

④ 広い応用範囲

護岸工事、法面保護、擁壁工事等、広い範囲に応用が可能である。

⑤ デザインの多様化

大型ブロック製造用の型枠に特別な模様を加工することによって、その地域にマッチしたデザインが可能である。

(6) 護岸構造の内訳

基幹線その1、B型区間は、既設水路のため曲線部が多く、全長16.9kmのうち約4.3kmが曲線区間(46箇所)である。大型ブロックは規格が大きいため、曲線半径の小さいところや、既設分水工及び既設橋梁の取付部等では、種々検討の結果、施工上も困難なので、その部分は一般的な平板ブロック(500×500×100)を使用することとした。

大型ブロック使用……直線部及び曲線半径400m以上の曲線部。

小型ブロック使用……曲線半径400m以下の曲線及び分水工、橋梁取付部。

5. 護岸の設計

(1) ブロック基礎矢板

法面のすべりを防止し、堤防用土の流出を防ぐ目的で加圧コンクリート矢板($\phi=2.500\text{m}$, $\text{SPCW}=0.500\text{B}$)を打込む。

(2) ブロック基礎コンクリート

プレキャスト部材の基礎ブロックも製造可能であるが、経済性の問題から現場打コンクリートを採用した。(詳細は図-3参照)

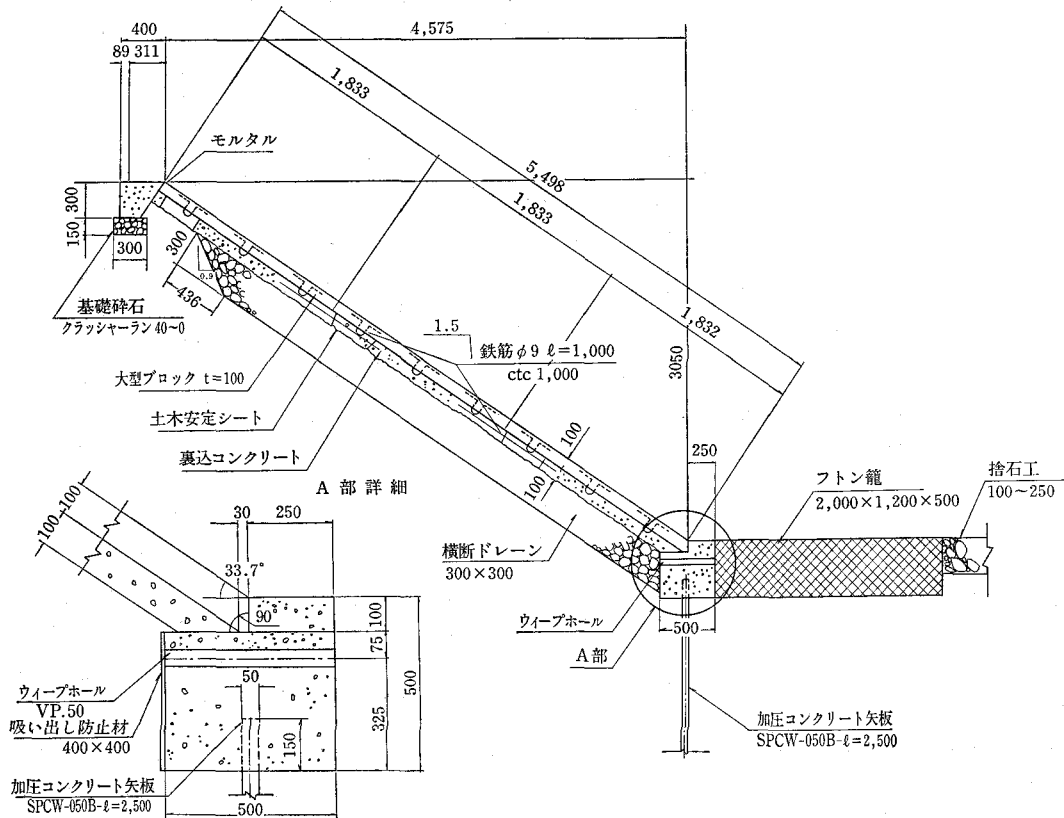


図-3 大型ブロック (PCS) 計画断面図

(3) 法面整形及び法面転圧

ブロック布設法面が現地盤を掘削して施工する場合及び盛土して布設する場合とも法面バケット (バックホウ 0.6 m^3 級) を使用して整形及び転圧をすることとした。

(4) 横断ドレーン

護岸背面の水圧を減圧する目的で設置するが、設置場所施工性を検討の結果、当工事では河床は捨石であり、二面舗装水路であることから次のごとく決定した。

間隔 4.0m (大型ブロック長の中間部)

ドレーン断面 30cm \times 30cm

(5) 土木安定シート

① 使用目的

裏込めコンクリート打設時にブロック背面土とコンクリートの混合を防止し、充填を確実に行うためと、工事完了後地下水の吸い出し防止を目的とする。

② 材質の検討

施工性、経済性を考慮して次の3種について工場において現地試験を行い織物系シートを採用した。

- a. 不織布系シート
- b. 織物系シート
- c. 不織物系シート

③ シートの固定

シートを法面に敷設する場合、風等によりあおられるので、法面にしっかり固定する手段として、ピン (#8番線) により、2 m^2 /ケの割で法面にしっかり固定することとした。

(6) 横帯工

横帯工の構造は、河川管理者と協議の結果図-2とおりである。設置間隔は標準20m (大型ブロック5枚スパン) と決定したがスパン割により4枚スパン及び3枚スパンも混在し、かつ横帯工はブロック布設前の施工となるので、ブロックの円滑な布設を図るため、ブロックの製造誤差、余裕幅を考慮して1スパン当りの延長を表-3のごとくとした。

(7) 護床工

河床洗掘を防止して護岸を保護する目的で図-2に示すごとく決定した。

布団籠…網目13cm, 高さ50cm, 幅120cm, 中詰め石 (割栗石) 15~25cm。

捨石…敷厚30cm, 捨石 (割栗石) 10~25cm程度

(8) 大型ブロックの設計

① 形状・寸法の決定

大型ブロック板の形状・寸法は、施工上の作業機械及び労務編成との関連である程度大きい程有利となるが、

表-3 大型ブロック1スパン当り延長

種 別	5 枚 ス パ ン	4 枚 ス パ ン	3 枚 ス パ ン
大型ブロック幅	4,000mm/枚×5枚=20,000mm	4,000mm/枚×4枚=16,000mm	4,000mm/枚×3枚=12,000mm
ブロックの製作誤差	2.2mm/枚×5″=11	2.2″×4″=8.8	2.2″×3″=6.6
ジョイント間隔	5″×4ヶ所=20	5″×3ヶ所=15	5″×2ヶ所=10
接続部の幅	27″×1″=27	27″×1″=27	27″×1″=27
掘付け余裕幅	10″×2″=20	10″×2″=20	10″×2″=20
計	20,078mm	16,070.8mm	12,063.6mm
改 め	20,080	16,070	12,060
1枚当り長さ	20.08/5=4.016m/枚	16.07/4=4.0175m/枚	12.06/3=4.020m/枚

現場での施工護岸長及び進入道路条件，製作工場での製造及び貯蔵，運搬車輛等を考慮して次のごとく決定した。

a. 幅の決定 当水路の護岸法長は5.5mであるが，裏込めコンクリートの確実な施工，普通トラック（11t車程度）で運搬可能な幅等から5.5mを3分割した1.833mとした。

b. 長さの決定 法面に設ける伸縮目地（横帯工）間隔（標準20m），施工後の横目地と縦目地とのバランス，施工時の能率性，普通トラックの荷台長等を考慮して4.0mとした。

c. 厚さの決定 大型ブロック工法は，ブロック板と現場打の裏込めコンクリートと一体となって法面を保護する設計であることから，大型ブロック板は可能な限

り薄くすることが有利であるが，脱型時及び運搬・掘付け時のクレーンによる吊込みに必要な鉄筋量等の関係から，最小厚として10cmに決定した。

d. 表面形状の決定 大型ブロックを施工する護岸の法勾配は1:1.5であるため，ブロック板の表面を平滑に仕上げると布設作業時に足元が滑って危険なため，危険防止と施工後の美観を考慮して粗度係数に影響を与えない範囲として，図-4の如く高さ15mm，幅70mmの凸形の模様を設けた。

② コンクリートの品質及び鉄筋量

コンクリート強度 $f_{cs}=350\text{kg}/\text{cm}^2$ W/C=38.8%

Gmax 25mmスランプ $6 \pm 1.5\text{cm}$ 。

鉄筋量 SD30 D10~13 42.2kg/枚。

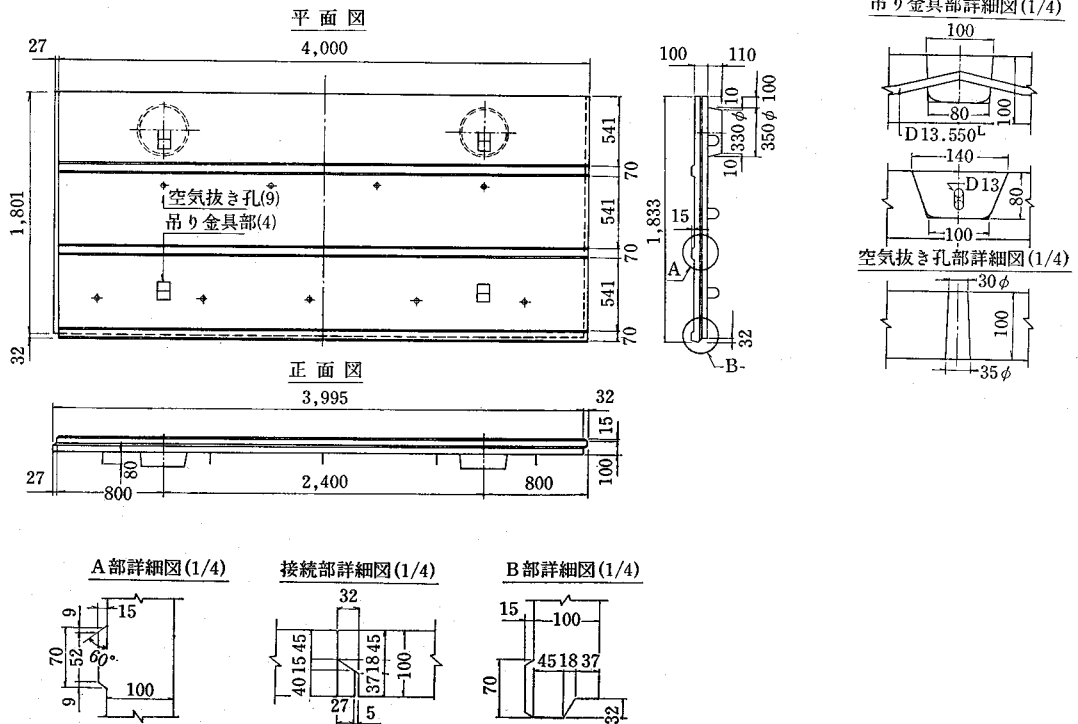


図-4 形状図 (1/20)

③ 裏込めコンクリート

星川区間の農業用水の安定的供給と水利用の合理化を図るため、B型区間に5ヶ所の水位調節堰を設置するが、洪水時等には調節堰のゲートを全開にする必要があることから、短時間に急激な水位低下が生じた場合に、堤防内に生じる残留水圧から護岸を守ること、更に堤防用土の吸出しを防止する目的で施工する。

コンクリート強度 $\delta_{28}=160\text{kg}/\text{cm}^2$ G_{max} 25mm
スランプ $15\pm 2.5\text{cm}$

なお、スランプの決定については、工場において10~18cmの範囲で現地施工試験を行い15cmに決定した。

6. 大型ブロックの施工

大型ブロック工法の標準的な施工方法は、概ね図-5に示すとおりである。

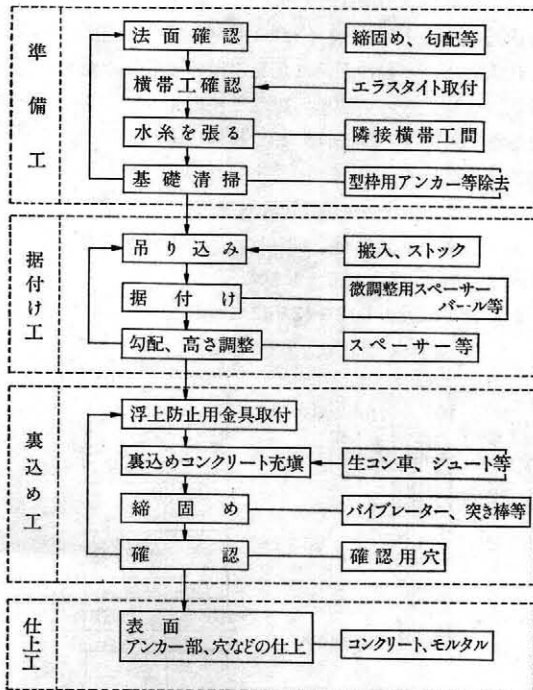
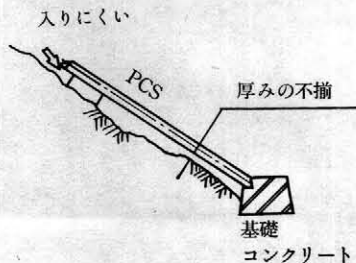


図-5 施工の順序

各工程の留意点

(1) 法面の確認

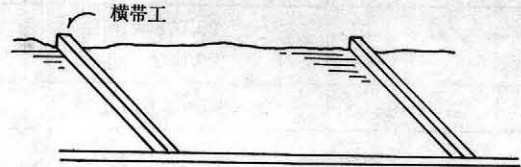
法面に凸凹があったり、締固めが悪い、あるいは勾配



が規定どおりでないと裏込め厚の不揃い、据付後の大型ブロックの沈下、裏込め後の沈下、投入口が狭くなる等により裏込めコンクリートの厚さに変動が生じる。

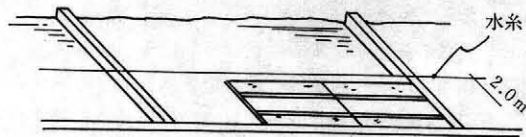
(2) 横帯工の確認

横帯工を基準にして水系を張るので、横帯工の勾配、方向、高さ等を確認するとともに型枠のアンカー除去、エラストイトの取付を行う。



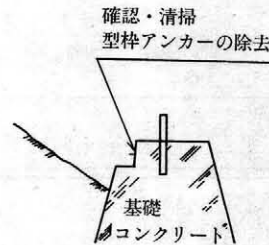
(3) 水系を張る

大型ブロック据付時の高さ、勾配をみるため、あらかじめ横帯工間に下端から、1.9~2.0m程度のところに水系を張る。



(4) 基礎確認、清掃

大型ブロックの「すわり」、「通り」を良くするため、型枠アンカーを除去し、基礎コンクリートの確認、清掃を行う。



(5) 吊り込み

大型ブロック表面の指定の箇所(4箇所)にフック、シャックル等を取付け、静かに吊り上げる。ワイヤーの

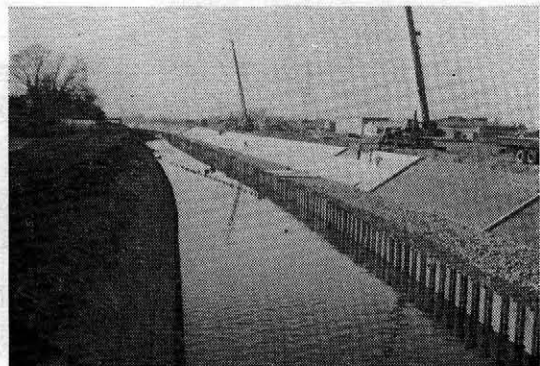
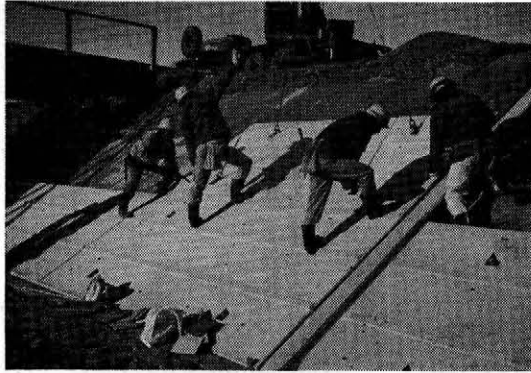


写真-1

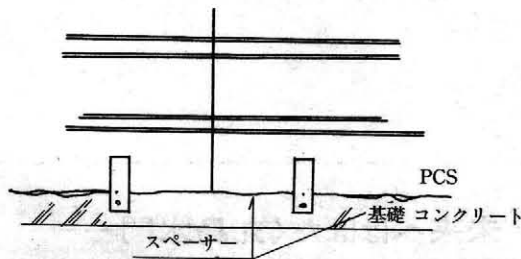


写真—2

調整、チェーンブロック使用などで吊り上げたときの勾配が1/1.45程度（法勾配より少しきつめ）となるように吊り込む。

(6) 据付け

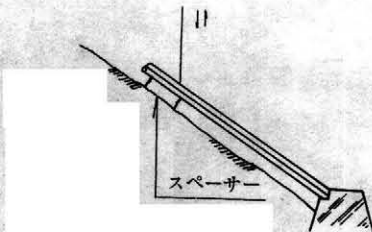
クレーンのオペレーターに確実に合図をしながら静かに据付ける。（下側先端部を先に合せる。）このとき基礎の縦断方向の直線性を見ながらブロックの先端位置を決めていく。



(7) 勾配・高さ調整

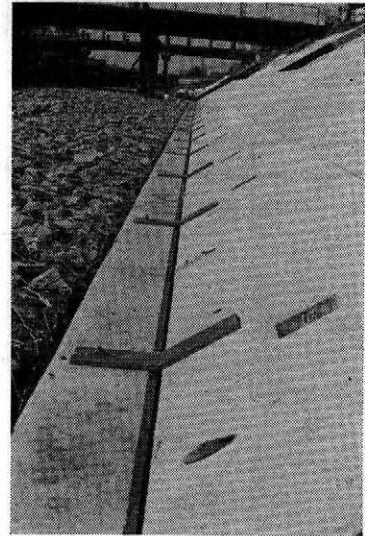
大型ブロックのスペーサーブロックは1cmの沈下代を見込んであるが、据付け時にブロックが自沈するような場合は、ベニヤ板、木製キャンパー等を利用して、あらかじめ張ってある水糸の高さまで調整する。

なお、法面の仕上げが悪いと調整後コンクリートの裏詰め時までに大型ブロックが沈下し、勾配が変化してしまうので充分転圧する。



(8) 浮上防止用具の取付け

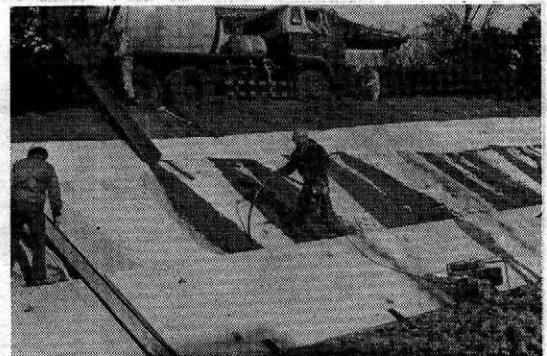
裏詰めコンクリートの揚圧力による大型ブロックの浮上を防止するため、下端部に押え金具を取付ける。（2枚/枚）



写真—3

(9) 裏詰めコンクリートの充填

裏詰めコンクリートの打設前に大型ブロックが沈下していないことを確認したうえで生コン車からシュート等を利用して、裏詰めコンクリートを充填する。裏詰めは、大型ブロックの浮上を防止するため必ず3回に分けて打設する。2回目、3回目の打設は最初の位置まで戻ってから1回目と同様に打設する。



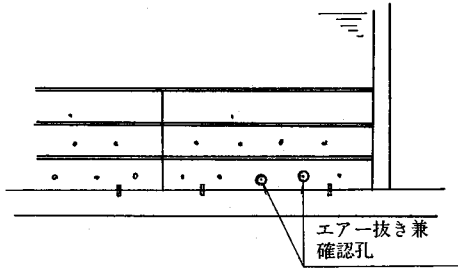
写真—4

(10) コンクリートの締固め

棒状バイブレーター等で締固めるが、最下部、横帯工取付部、隅角部等は特に入念に施工する。また、2回目、3回目の打設時にはバイブレーターを最下部まで入れると1回目のコンクリートが流動化して揚圧力が大きくなり、大型ブロックの浮上を招くので注意する。

(11) コンクリート充填の確認

大型ブロックの表面に下側5個、中央部4個の穴がある。これは、裏詰め時のエア抜きと充填の確認を兼用する目的で製作しており、この穴からモルタル分が出るまで十分に締固める。

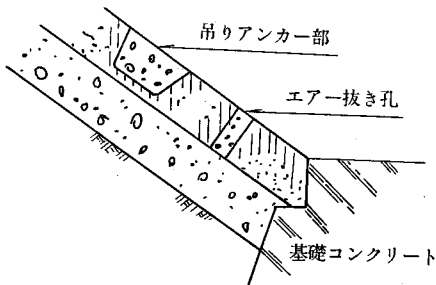


(12) 中段, 上段の施工

それぞれ, 下段, 中段の裏込めコンクリートが硬化してから同一手順で行う。

(13) 仕上げ

吊りアンカー部の切欠き, エア-抜き部分をモルタル, コンクリート等で充填平滑仕上げを行う。



7. おわりに

当事業は, 既設水路の改修が主体であり非かんがい期のみの施工に限られた大規模工事である。また, 県道等から進入出来る道路も少ない等, 物理的条件の中で護岸構造の決定について種々検討を行った結果, 可能な限り機械施工ができ, 現場条件に合致した工法として, 大型ブロック護岸を採用したものである。

大型ブロックを採用するまでには農水省をはじめ関係各位の御意見, 御協力を賜わり昭和55年度から施工を開始したものであり, 工期的にも十分施工が可能であった。現在, 完成し通水しているが, 構造的にも問題なく, また大型ブロックに工事中の安全性を兼ねて凸型の模様を付けた結果美観的にも問題はないと思われる。

今後施工上研究すべき課題もあるが, 施工量さえ多ければ経済性の面でも在来の平板ブロックと比較して遜色なく, 将来の維持管理費の軽減も想定されるので, 今後もっと広範囲の工事に採用されると思われる。

新鋭奈良工場本格稼動

—— 未来へはばたく丸島水門 ——



営業種目
 ゲートとバルブ
 ダム取水・放流設備
 鋼管・鋼橋等鋼構造物
 小水力発電設備
 除じん装置と焼却炉
 じん芥処理設備
 下水道機械設備
 水処理・排水処理設備

株式会社 **丸島水門製作所**

本社 〒544 大阪市生野区鶴橋1-6-15 TEL(06)716-8001

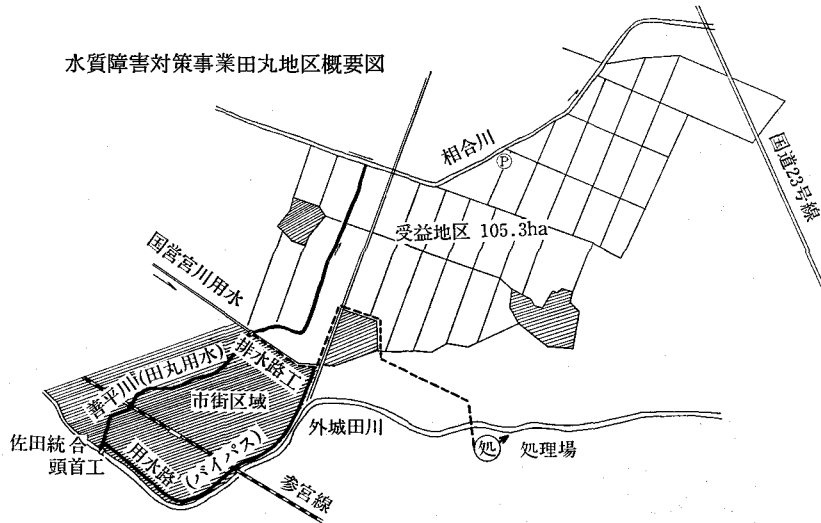
都市汚水処理のための土壌式接触循環曝気法について

(三重県営水質障害対策事業田丸地区)

森本 繁史*

目 次	
1. 概 況	43
2. 処理方法の検討	45
3. 設計指針	47
4. 事業の推移	49
5. 維持管理について	49
6. あとがき	49

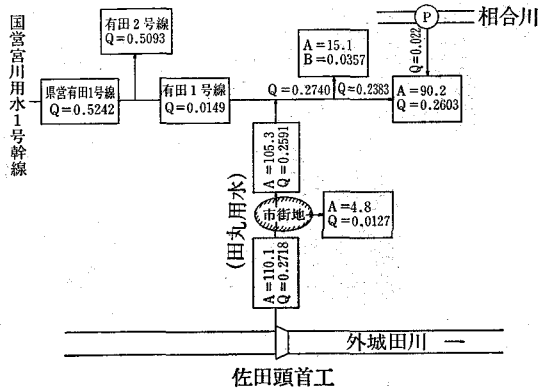
水質障害対策事業田丸地区概要図



1. 概 況

三重県度会郡玉城町及び小俣町にまたがる本区域は、伊勢市の北西部に位置し、伊勢湾に流下する外城田川の支流、相合川流域に展開する平坦な水田地帯で、昭和47年度に、圃場整備事業を完了した地域である。本地域の地質は、相合川流域に形成された現世層に属し、土壌統区は、宮古統、戸木統で、灰色を呈している。土性は、C~scl で、表土深は地区全般に亘り0.15~0.25mである。本計画受益地(105.3ha)の用水は、国営宮川用水計画に則り、外城田川に設置された佐田統合頭首工(県営外城田川沿岸排水改良事業によりS42年度施工)から取水した用水($Q=0.272\text{m}^3/\text{s}$)と国営宮川用水第1号幹線水路の支流である、県営有田1号線水路からの用水($Q=0.015\text{m}^3/\text{s}$)と合流し、下流地域は更にこれら用水に加えて相合川から湯田揚水機(県単S44年設置)にて反復水を揚水し、($Q=0.022\text{m}^3/\text{s}$)かんがいを行って

いる。模式化すれば、(図一)の通りである。上記頭首工から取水した用水は、玉城町田丸、市街地の中を通過する用排兼用の善平川(田丸用水路ともいい、石積並びにコンクリート壁で、できており、県営宮川用水改良事業で、S40年度改修)を流下し、本計画受益地域へ導水



図一 用水模式図(現況用水系統図)

* 三重県農林水産部耕地第2課災害防災係長

表-1 水質調査表

水質名	市街地流入前	市街地通過後	基準値	備考	流域下水道による推算値		備考	
					S45	S65		
かんがい期	P.H	ppm 6.7	ppm 9.3	ppm 6.5~7.0				
	C.O.D	1.4	15.3	6.0以下	実測流量0.34m ³ /s			
	D.o	6.6	3.5	5.0以上	S47.6.10~8.19			
	T-N	0.8	4.8	1.0以下	計4回の平均値			
	S-S	23.7	301.7	100以下				
非かんがい期	P.H	—	6.4 (206.4)					
	C.O.D	—	162.2 (0.5)		実測流量0.014m ³ /s	ppm 45.8	ppm 87.5	3000人
	D.O	—	0.4 (6.6)		S47.11.10の平均	25.0	27.1	200l/人・日
	T-N	—	5.2 (284.7)		値()内数字は	83.3	158.3	日最大300l/人・日
	S.S	—	223.7 (238.8)		0.011m ³ /sに換算	91.7	175.0	時間最大480l/人・日
	B.O.D	—	187.6					Q=0.011m ³ /s換算

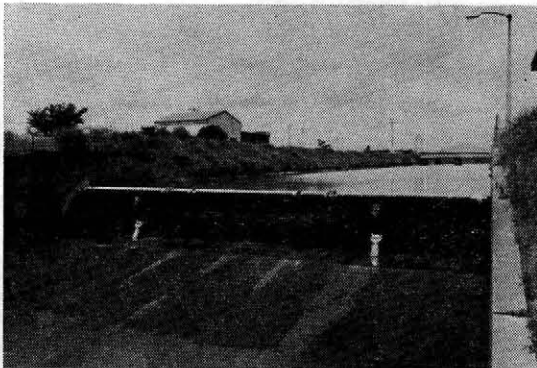


写真-1 佐田統合頭首工

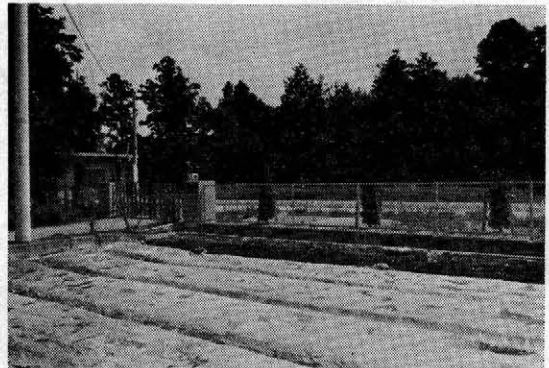


写真-3 処理場

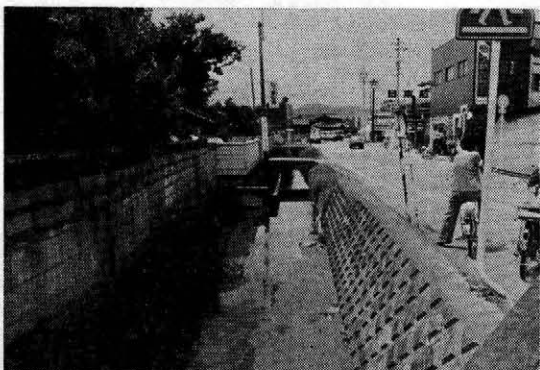


写真-2 市街地を流れる用水路

している。当時、本地区は、人口も少なく、廃水は、ごく少量で、農業用水として、何ら支障のない状況であっ

たが、現在は、住宅密集地となり、478戸、1,905人の人口に達した。従って、本地区には、下水道設備がない為、用排兼用の善平川へ排水される家庭下水も一段と増え、その汚濁は、非常に進み、かんがい用水基準値以上の水質(表-1参照)となった。この汚濁水のかんがいにあたえる被害は、汚濁水の毒性、窒素、有機物過多等による直接の収量減のほか、長期に亘る慢性的な地力低下及び農作業の労働環境の悪化等非常に大きいものがある。今[表-1]から汚染度をみるに、市街地流入前地点では、問題はないが、市街地通過後地点では、かんがい期及び非かんがい期何れも農業用水基準値を上廻っているもので、水質障害対策事業によりこの対策を講じようとするものである。対策として考えられることは第1に水源への汚水流入防止、第2には用排分離により用水路中への

汚濁水流入の防止が考えられるが、特に第2の用排水分離は、根本的対策であり、ひいては、農村の生活、衛生環境の改善を促し、営農効果を向上させることになる。本事業の用水計画については、上述したように用水路に汚水が流入するため、取水口より管渠（ $\phi 800\text{m/m}$ 、ヒューム管、延長 $l=1,120\text{m}$ 勾配 $i=0.6\%$ ）で住宅区域外を迂回して有田1号用水路の下流部に合流させ、完全な用排水分離方式により、水質の汚濁を防止する計画である。（図-2参照）又、排水計画については、用水を分

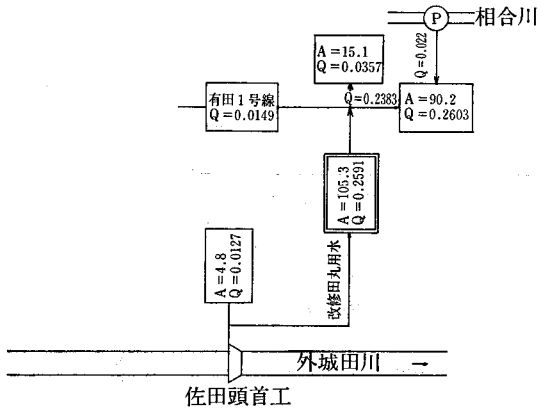


図-2 用水模式図（計画用水系統図）

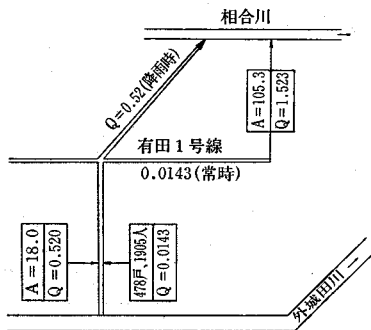


図-3 排水模式図（現況）

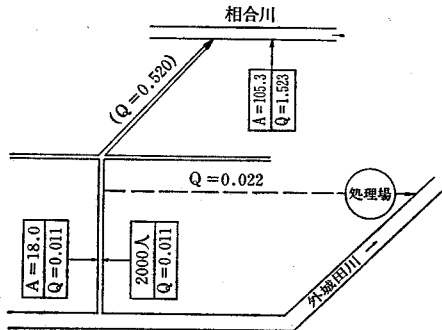


図-4 排水模式図（計画）

離する為、在来水路（善平川）は、下水路専用の排水路となり、都市污水のみを流下さす事となるが、下流部では、農業用水として反復利用をしている為、この対策として下水処理場を設置し、生活環境基準及びかんがい用水基準内の水としてこれを公共用水域である外城田川に放流する計画である。（図-3、図-4参照）上記処理場計画における考え方は、次の如くである。本事業において用排水を分離することにより、善平川のかんがい期における流況は従来の非かんがい期と傾向を同じくする為、非かんがい期の実測値をもって検討することとした。

（表-1参照）汚水処理計画は、1人1日当り汚水量200l、同日最大汚水量300l、計画処理人口は、現在住宅密集地であることから目標年次を20年後としても多大な人口増加は無いものと思われるので、2,000人とし、時間最大汚水量については、小規模施設であることを勘案の上、上記計画1日最大汚水量の60%増を採用して $0.011\text{m}^3/\text{s}$ とした。

しかし、本地区は合流式下水処理方式である為、その規模については、次のように決定した。即ち、本地区内降雨が、30mmを超えた場合は、農業用水の取水はしないという前提に立ち、この場合は、下水の全量を相合川に放流する。降雨が、30mm以下の場合についてはどれだけの量を処理すると下流において農業用水基準以下になるかを試算によって求めたところ、ピーク時において、 $0.022\text{m}^3/\cdot$ 処理すると、下流相合川は、農業用水基準値を下廻ることとなり、よって処理場の規模は最大 $Q=0.022\text{m}^3/\cdot$ とした。又、処理施設流入汚水の水質については、前記検討による非かんがい期の実測値をもととし、20年後の目標値を推定して、そのまま設計に使用するには、実測データに乏しく、又、その信頼度が薄いことから「下水道局流域下水道整備総合計画調査指針」による昭和65年度の推算値を使用した。排水水質は、三重県環境部の排出基準に従い、SS日平均70PPM及びBOD日平均20PPM以下とする。この条件を具備する為には除去率をBODについては、88.7%とする必要があり、本地区に合致した種々の処理方法の検討をおこなった。

2. 処理方法の検討

下記比較表の結果、本地区の様に化学薬品汚水の流入がない雑排水処理には、設備費の安価な維持管理費の少ない土壌式接触循環曝気法を採用した。土壌式接触循環曝気法とは、土壌浄化法とよばれ、かつて、私達が経験したことですが、汚水・汚物の処理に当っては家庭用雑排水は溜池に集めたり、し尿は肥料に利用し、汚物は地中に埋めるなどの方法をとっていた。これらは土壌の浸透性、土壌微生物の分解作用・臭気防止等浄化能力を応用したものであり、土壌浄化法はこのような土壌の浄化能力を利用した処理方法である。土壌式接触循環バグ槽

処理場設計諸元

処理対策人口		2,000人		
汚水排除方式		合 流 式		
処 理 水 量	1人1日平均汚水量	200ℓ/人日	2,000人×200ℓ/人日	400m ³ /日
	1人1日最大汚水量	300 "	2,000人×300 "	600
	1人1日時間最大汚水量	280 "	2,000人×480 "	960
	雨水時日最大汚水量	0.022m ³ /s	(600+950)=	1,550

水 質	流入汚水水質	処理水質	除 去 率
B O D	180 ppm	20ppm	88.7%
S S	160	70	60.0%

排水処理場の比較表

	土壌式接触循環曝気法	標準活性汚泥法	回転円板法
用 途	生活廃水の二次処理	同 左	同 左
設 備 費 (処理場のみ)	15~20万円/t	25~30万円/t	25~30万円/t
維 持 管 理	随時巡回管理	維持管理技術者を要する	随時巡回管理
除去率(原水 200ppmのとき)	90~95%	90%	90~95%
処理水水質 (B O D ppm)	20ppm 以下	20ppm 以下	20ppm 以下
維 持 管 理 費 (年間)	4,500千円	6,900千円	5,300千円
処 理 装 置 (本 体)	土 壌 内	屋 外 可	屋 内
泡・大腸菌の飛散公害	無	有	有
消費電力(処理装置のみ)	555KWH/D	448KWH/D	536KWH/D
騒音及び対策	騒音無	騒音対策必要	騒音(小)
汚泥発生量	0.27m ³ /日(小)	0.565m ³ /日(中)	0.81m ³ /日(大)
負 荷 変 動	安 定	影 響(大)	安 定
温 度 変 化	影 響(中)	影 響(中)	影 響(中)
臭 気	無	中	小
施設の増設又は拡大	極めて容易経済的に行える	複雑, 不経済である	同 左
窒素処理能力	大きい	低い	ややある
寒冷地の冬期の性能	殆んど変らない。不要	悪化する。対策必要	同 左
景 観	不 要	対策必要	同 左

維持管理費 (1ヵ月当り)

名 称	土壌式接触循環曝気法	標準活性汚泥法	回転円板法
1. 電気料 金	基本料金 21kw×945円/kw=19,845円 使用料金 16.650 KWH/日×11,94/ KWH=198,801円 計 218,646円 (注) ブロー(5.5+7.5)kw ポンプ 5.5kw	945円/kw/月×34kw+11,94 円KWH ×448KWH/日× 30日= 192,603円	945円/kw/月×20kw÷536円 /日×11,94円/kw×30日= 210,895円
2. 消毒剤 ハイ ロン	600m ³ /日×5g/m ³ ×10 ⁻³ ÷0.7=4.286kg /日 4.286×30日=128.6kg/月 128.6×600円/kg= 77,160円	同 左 77,160円	同 左 77,160円

3. 水質検査	PH 600円 年間4回 BOD 3,300円 SS 2,200円 T-N 4,500円 大腸菌群 3,300円 計 13,900円 1ヵ月当り13,900円×4回/12=	同 左	同 左	
	4,633円	4,633円	4,633円	
4. 汚泥処理費	点検 15,000円/月 処理 15,000円×4回/12ヵ月=5,000円 計 20,000円	運転技術者 200,000円 発生汚泥 0.565m ³ /日 0.565m ³ /日×30日×3,500円/m ³ =59,325円 計 259,325円	点検 15,000円/月 処理 600m ³ /日×0.18kg/m ³ ×0.15=16.2kg $\frac{0.0162}{0.02}$ =0.81m ³ /日 0.81m ³ /日×30日×3,500円/m ³ =85,050円 計 100,050円	
		259,325円	100,050円	
5. 機械修理、償却費	循環ポンプ 5.5kw 450,000円 水中ブロー7.5kw 1,400,000 " 5.5kw 1,250,000 計 3,100,000 耐用5年3,100,000÷(5×365)= 1,698円/日 償却費 3,100,000×30×10 ⁻⁶ =93 修理費 計 1,791円/日 1ヵ月分 1,791×30日=53,730円	(5.5+7.5+5.5)×30=555/kw kw 当り $\frac{53,730円}{555}=96.81円/kw$ 96.81×448kw=43,370円	同 左	96.81×536kw=51,890円
計	374,169円/月 4,490,028円/年	577,091円/月 6,925,092円/年	444,863円/月 5,338,356円/年	

は、コンクリート水槽に直径100~300mm程度の隙が詰められ、その上に通気性、水持ち、水はけが適当で微生物土中動物の生息に適した土壌で覆われ、上面に芝生が張られている。汚水の浄化は、バツ気槽に流入した汚水が、汚水中の栄養と酸素によって、汚水の浄化に適した土壌微生物が、卓越して繁殖し、常時汚水中に種付用として供給され、散気管の働きで、水滴と泡となって、土壌に供給される。この結果、土壌微生物は、土壌と汚水間を連続的に循環し、この過程で好気性及び嫌気性微生物と土中生物によって有機物が分解され汚水は浄化される。

長所

- ① 施設が全面被覆されているので悪臭等の二次公害がない。
- ② 従来の工法に比較して余剰汚泥の発生が非常に少ない。
- ③ 土壌被覆のため季節変動・時間的負荷変動・断続的使用にも安定性がある。
- ④ 維持管理が容易である。

⑤ 上面に芝生などを植え美観上もよく、緑地として利用できる。

⑥ 窒素の除去にも効果がある。

3. 設計指針

設計にあたって、毛管浄化研究会の指導により下記指針を作成し、設計をおこなった。

本地区は、雨水の流入量が多く、負荷変動あり標準値としては、下記の通りとする。

各槽の構造

- (1)沈澱分離槽、RC造、内部中空穴あけスラブ、毛管礫充填、毛管ネット、毛管土壌覆土、底部汚泥引抜柵、雑排水雨水の計画汚水量に対して、6時間程度、又は雑排水の2/3漏流とし、この槽のBOD除去率を20%以上とする。
- (2)接触曝気槽 (No. 1, No. 2) RC造、ロストル、毛管礫充填、毛管ネット、毛管土壌覆土、底部汚泥引抜柵、接触曝気槽 (No. 1) 雑排水量の流入BOD総量に対して容積負荷0.30kg/m³程度とし、この槽

(単位：m)

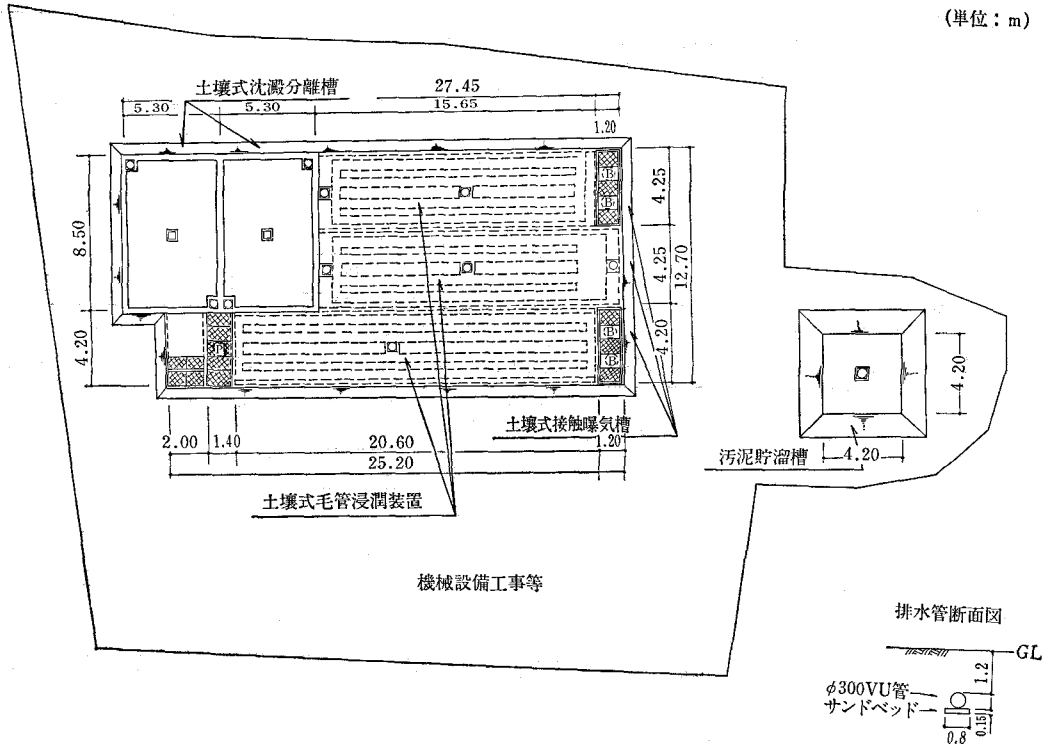


図-5 排水処理場工事（平面配置図）

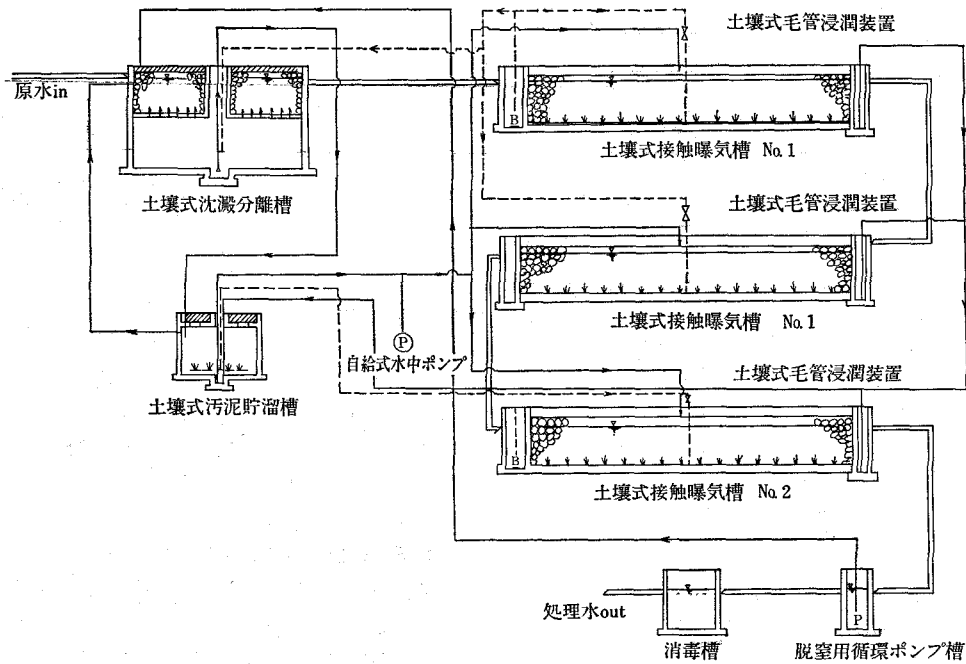
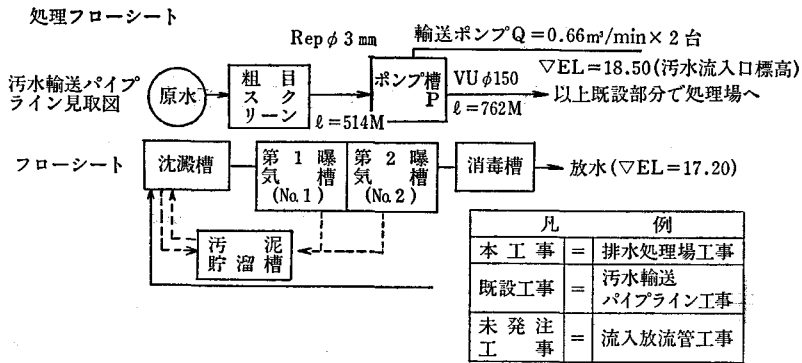


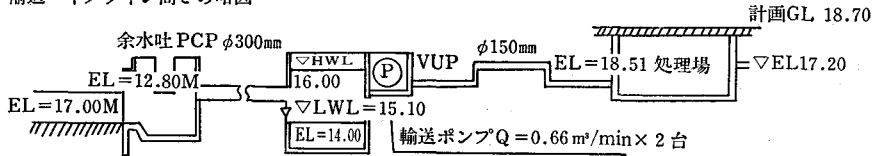
図-6 排水処理フローシート

のBOD除去率を70%以上とする。接触曝気槽 (No. 2) 雑排水量の流入BOD総量に対して容積負荷 $0.2\text{kg}/\text{m}^3$ 程度とし、この槽のBOD除去率を60

%以上とする。
(3)汚泥貯溜槽, RC造, 内部中空穴あけスラブ, 毛管ネット, 毛管土壌覆土, 底部汚泥引抜柵, なお, 各



輸送パイプライン高さの略図



槽とも外部に接する壁，スラブについては，内部防水モルタル仕上げとする。容積30m³程度とし，分離液は，沈澱分離槽へ返送する。

- (4)消毒槽，R C槽，必要時に固形消毒薬が投入できる装置とする。
- (5)送気装置，水中ブローを使用(予備機を設置する)送気量，雑排水量に対し，接触曝気槽 No. 1は，15倍程度，同 No. 2は10倍程度とする。
- (6)ポンプ，沈澱分離槽から汚泥貯溜槽へのポンプ，接触曝気から汚泥貯溜槽へのポンプと接触曝気から沈澱槽へ水を戻すポンプとする。
- (7)電気，操作盤，地下ケーブルとして，導線し，装置内に配線する操作盤の内容はポンプブロークスイッチ，機械の運転ろう電，過負荷の表示程度とし，警報装置(ブザーランプ)を一體的に外部に設置するタイプとする。

4. 事業の推移

47年度～50年度

用水分離による迂回水路を実施

51年度～53年度

排水処理場迄の排水管渠を実施

54年度

処理場予定地の地質調査を実施

55年度

処理場本体工の実施

56年度

試験運転(水質管理6ヶ月間)を実施

5. 維持管理について

表一Ⅱ 田丸地区排水処理場維持管理経費

S. 57. 4. ～ S. 58. 3

	管理委託料	水道代	電気代
4	43,900	400	224,335
5	34,000	400	200,301
6	34,000	400	207,275
7	34,000	400	210,428
8	34,000	400	248,566
9	34,000	400	247,365
10	84,000	400	229,240
11	34,000	400	220,412
12	34,000	400	110,991
1	34,000	400	348,318
2	34,000	490	207,922
3	34,000	400	201,211
計	467,900	4,890	2,656,364

上記の外年間 70,000 円の薬品代がかかっている

維持管理は現在，玉城町がおこなっており町が管理専門業者と34,000円/1ヶ月で委託契約を結んでいる。内容は，月2回の定期点検のみとし，水質検査，緊急出動は含んでいない。57年度の実績は，表一Ⅱのとおりである。

6. あとがき

益々，農村の都市化が進み，農業用水の水質汚濁が大きな問題となっているが，当田丸地区で，いち早く，国の補助事業として採択をいただき田丸用水の水質汚濁問題に対処できたことは，幸せであった。

後で丸い印刷前の新聞原紙のように梱包された麦藁が点々としていた。イングランド洲は特に高い山がなく、耕作されている農地は比高差 40~100m 程度の高低をもつゆるやかな丘陵地帯であたかも広いゴルフ場を走っているような光景であった。ロンドンから 300km 位を走った所で、最初に見たのが、エンピングダム (Empingham Dam) であった。

[イギリス]

2. エンピングダム (Empingham Dam)

このダムは転圧した粘土で造られたダムでイギリス国内では最大の貯水容量をもち、周辺市街に 295,000m³/day の水を供給している。ダムの線形は非常にゆるく、恰かも河川敷に皿をふせたような感じであり、愛知用水公団の東郷ダムののり勾配をゆるくした様な感じであった。

表 1 にエンピングダム諸元、図 2 にエンピングダム概略平面図及び図 3 に標準断面図を示す。

表 1 エンピングダム諸元

項目	数量	他
河川名	グワン川	
流域面積	7,400ha	
湛水面積	1,260ha	
総貯水量	124,000千m ³	
ダム型式	ゾーン型フィルダム	
堤頂長	1,200m	
堤高	40m	
堤体積	4,700千m ³	
洪水吐型式	タワー	
最大放流量	18.0m ³ /sec	
施工年度	1972年完	

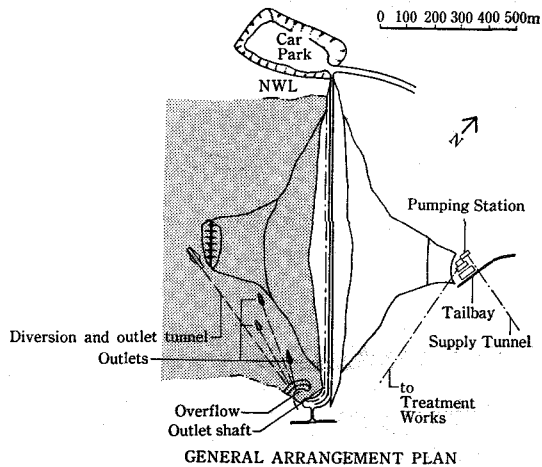


図 2 エンピングダム概略平面図

ダムの基礎は青い石灰岩層でダムの基礎地盤としての強度が不足するため、ダム上下流の勾配は図 3 で見られるように、1:5~1:10 と非常にゆるやかであり、又基礎には施工中の基礎地盤の排水のため基礎の下方 18m の深さまで広くサンドドレーンが配置されている。その径は 600mm で数は 10.873 本であり、1.86m x 1.86m から 4.00m x 2.50m の格子状に配置されていた。

8 年を経過した現在は非常に安定した青い草でおおわれたきれいなダムとして、我々の目を楽ませしてくれる。むずかしい設計と施工のうえ完成されているダムだけに、施工中のみならず、完了後のダムの挙動について、神経質と思われるほど観測が続けられている。5 ヶ年の施工期間中における最大断面における沈下は 175mm (1982) で貯水後の水平移動は下流側に 30mm であった。

完成後のこのダムを見て驚いたことは、完成した貯水池が、この地方の景勝の地として、観光にレジャーに活用され、一般大衆のものとなっている事である。この様子は、図 4 エンピングダム周辺開発図を見れば明らか

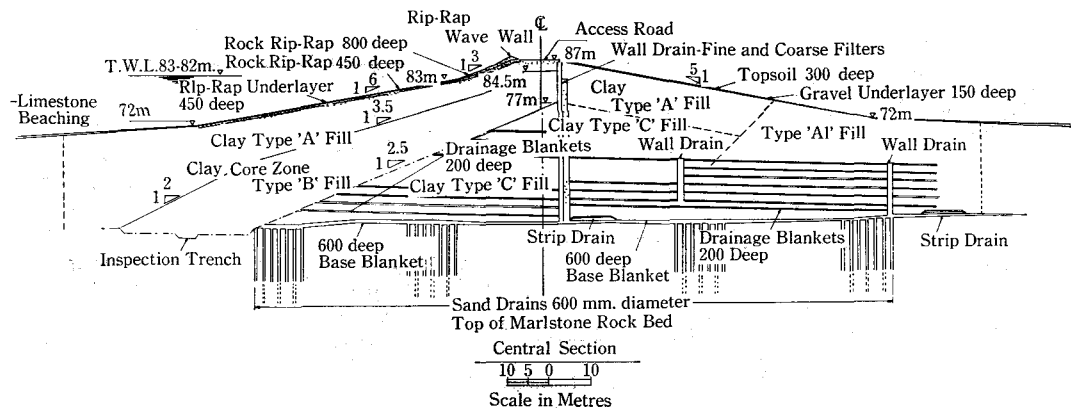


図 3 エンピングダム標準断面図

のように、広大ピクニックエリアやボートハウス、フィッシング設備、立派なボートハウス等が設備されておりその規模、構想の大きさ等計画的な発想はなかなか我々日本人ではなし得ないものであろう。

3. カーシントンダム (Carsington Dam)

更に、50km前後北上した所で施工中のカーシントンダムを見学することが出来た。

このダムはセバントレント水資源開発事務所の建設にかかるもので、水は下流のダービー市やレイサー市等に供給される計画である。図5にカーシントンダム概略平面図、図6にダムの標準断面、取水塔関係図を示す。

ダムの諸元は表2のとおりである。

表土はぎはすべて2m前後を剥きとることを原則としており、不透水性ゾーン部は3m前後をキートレンチは一般基盤より更に3m前後深く、剥きとることにしている。不透水性ゾーンの厚さは基礎地盤上でフィルターの近くが、2:1の動水勾配になる様にしている。不透水性ゾーン基礎で透水係数 $K = 1 \times 10^{-4} \sim 10^{-6}$ を示しているが、グラウチングによってすべて $k = 1 \times 10^{-5}$ をクリアするまで改良することとしており、このグラウチングに使用した圧力は0.25×深さ(m)で使用セメント量は一次39kg/m²、二次21kg/m²であった由である。ダム上下流斜面には硬質の石灰岩を使用しており、施工に当ってはその粒度、粒形には神経すぎる程注意深く施工されていた。なおリリーフウェルとして下流法先に10~30m間かくに

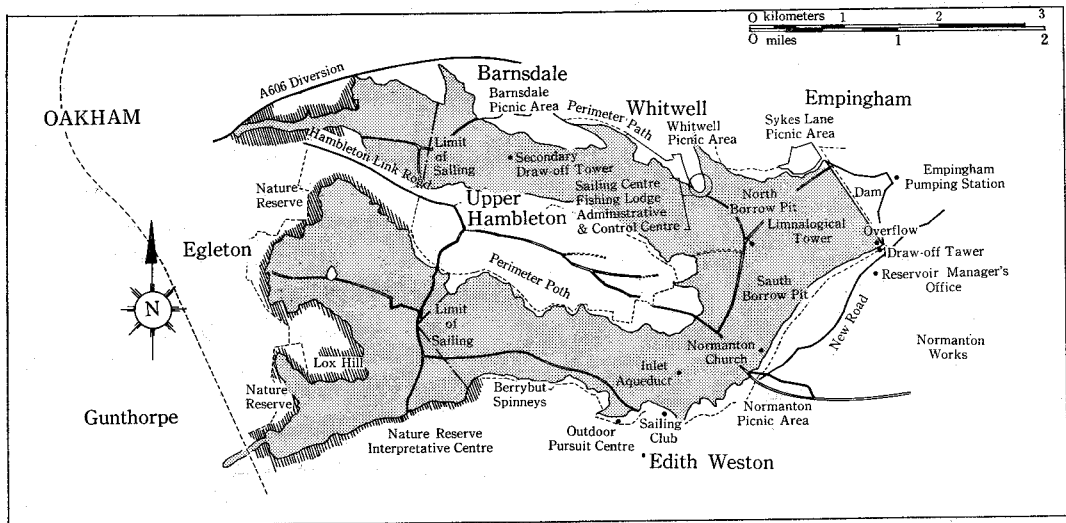


図-4 エンピングダム周辺開発図

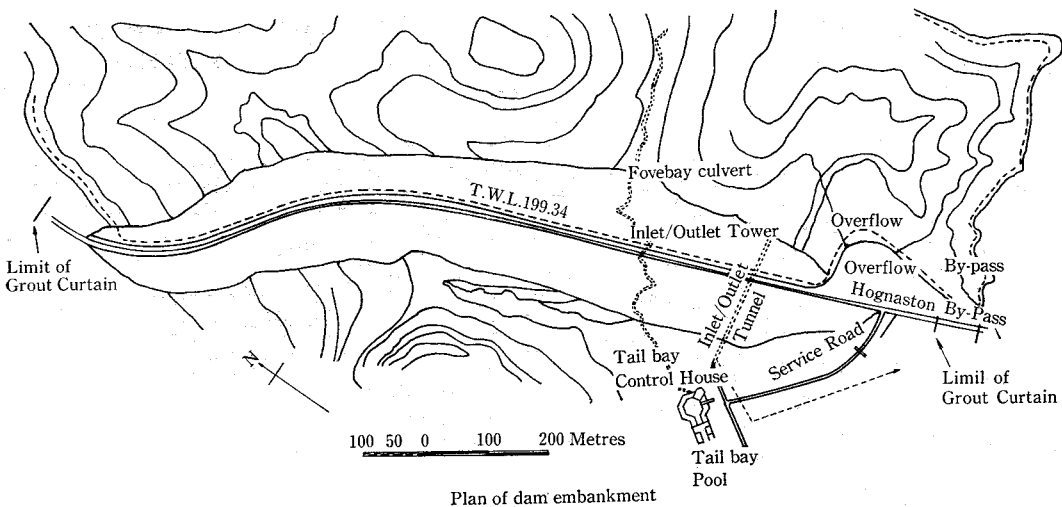
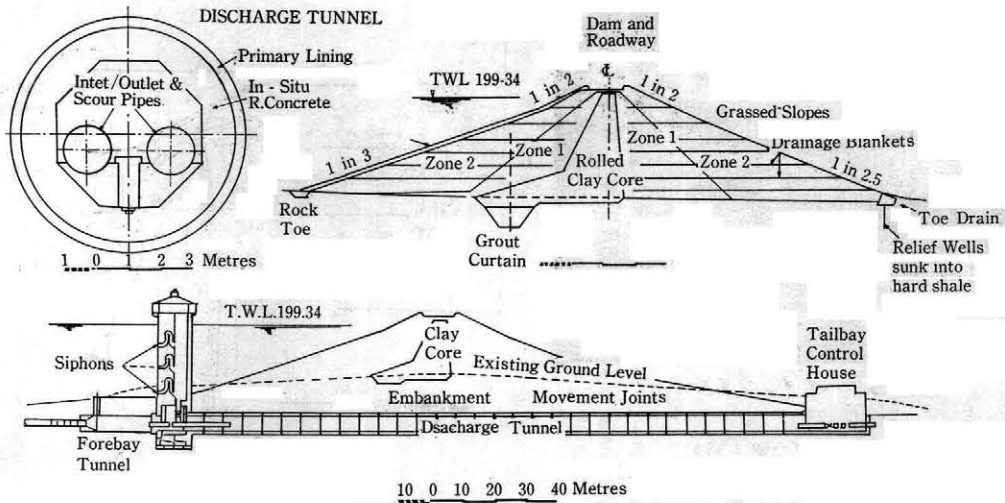


図-5 カーシントンダム概略平面図



THE CARSLINGTON SCHEME

図-6 カーシントンダム標準断面図・取水塔関係図

表-2 カーシントンダム諸元

項目	数量	他
流域面積	1,305ha	
湛水面積	295ha	
総貯水量	35,000千 m^3	
ダム型式	アースフィルダム	
堤頂長	1,250m	
堤高	35m	
堤体積	2,200千 m^3	
洪水吐型式	タワー	
最大放流量	24.0 m^3 /sec	
施工年度	1981~1984年	

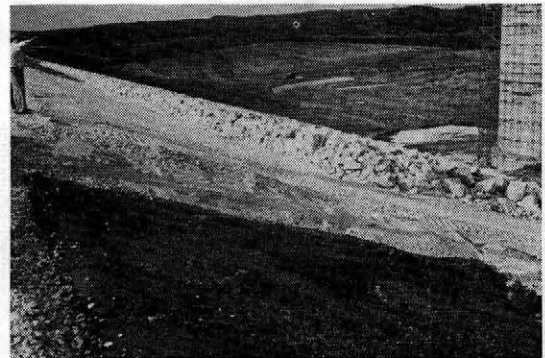


写真-1 カーシントンダムリップラップ施工状況

深さ6~7mの井戸を設けた。その様子は写真1のとおりである。左右両岸の地山との接合部の施工は当日雨のため実情は見られなかったが、地山が写真2のように亀裂の多いルーズな岩であるので十分注意して施工されていると思われた。

4. キルダダム¹⁾ (Kielder Dam)

更に北上すること300kmの所でキルダ事業計画地域に入る。次第に丘陵地帯は少し急峻となり、あちらこちらの山に植林されている所が目立って来た。恰かも九州阿蘇山の山浪ハイウェイを思わせる。農地は依然として牧場と麦畑であるが、境界線は高さ1.5m位の野面石積が殆んどである。気象の関係が、かぶら(turnup)が栽培されているのが、今までと異なっていた。

キルダダムと次に述べるベイクシングダム (Bake-thin Dam) とは2つのダムでペアとなっており、下池がキルダダムで上池がベイクシングダムとなってい



写真-2 カーシントンダム溶岩部

る。その様子は写真3でよくわかる。キルダダムの諸元を表3に示す。図7にキルダダムの概略平面図、図8に標準断面図を示す。キルダダムの基礎は30m前後の厚い、砂岩、頁岩や泥岩層からなっており、盛土は大半が氷河粘土の上に直接施工されているが、取水塔や暗渠(取水管及び取

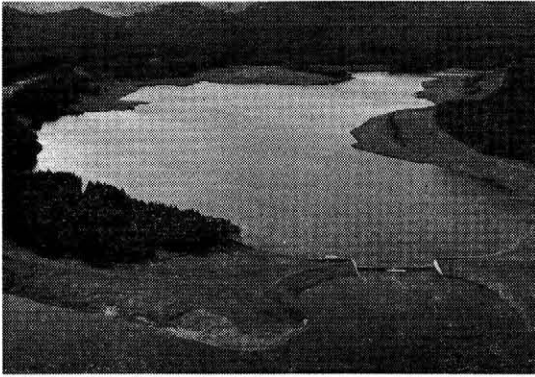


写真-3 バイクシンダム

表-3 キルダダム諸元

項目	数量	他
河川名		
流域面積	24,150ha	
湛水面積	1,086ha	
総貯水量	188,000千 m^3	
ダム型式	中心コア型アースフィルダム	
堤頂長	1,140m	
堤高	55m	
堤体積	4,400千 m^3	
洪水吐型式	横越流型洪水吐	
最大放流量	425 m^3 /sec (Max 1,000 m^3 /s)	
施工年度	1976~1982年	

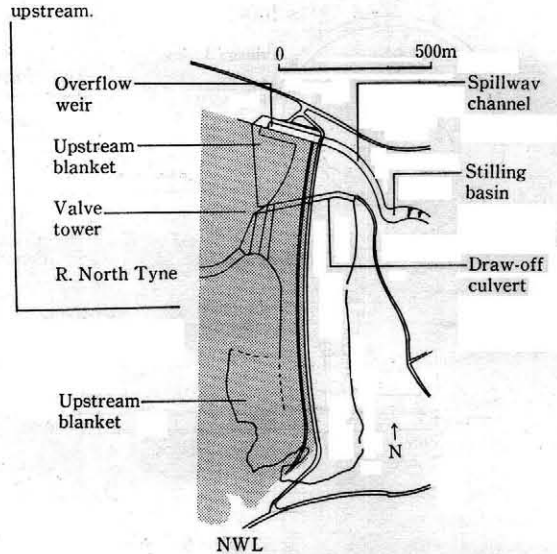
水塔への連絡通路を収めている)はすべて硬岩を基礎としている。

1979年には盛土施工の速度が早く、不透水性ゾーンや上流ブランケット部(このブランケットは不透水性ゾーンの底部から上流基礎上に設けた粘土層を言うのである)に部分的に間隙水圧が急激に上昇したが、冬期間の盛土工事の中止やカウンターウェイト施工によって、ゆっくりと消散させることが出来たとのことである。

盛土や基礎地盤の挙動を監視するため盛土斜面にグリッドを組んで表面の移動測定施設を設けたり、層別沈下計や傾斜計、間隙水圧計やオープンピエゾメーターを設置している。

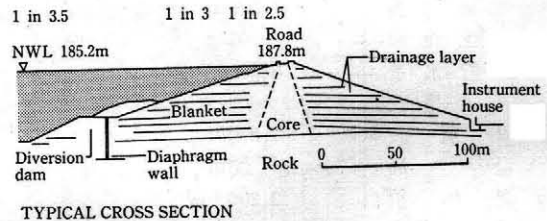
盛土工事の完了は1980年で、1982年の測定結果では水平移動が20mm以下で、沈下が40~60mmであった。ダム基礎に埋設されたカルバートの移動は少なく漏水も少なく、総滲透量46 l /sec以下であった。また間隙水圧も全体的には設計値以下で申し分はなかった。

キルダダムでは、ダム天端に設けられているパラペットが写真4に見られるように現地で産出される砂岩を使っており、我が国では最近アルミ製や、ステンレス製の材料で相当高価なものを利用する傾向にあるので、頂



GENERAL ARRANGEMENT PLAN

図-7 キルダダム概略平面図



TYPICAL CROSS SECTION

図-8 キルダダム標準断面図

門の一針をうけたように思った。

5. バイクシンダム¹⁾ (Bakethin Dam)

バイクシンダムはキルダダムの上流部において、洪水調節と沈泥のためおよび減水時にもキルダダムにおいてもボート遊びや釣ヨットなどのレクリエーションをするため又景観保持のため計画されたダムである。



写真-4 キルダダムパラペット

またキルダール計画にある3個のダムのうち一番小さいものである。ダム諸元を表4に図9に概略平面図を図10に標準断面を示す。

このダムの特長は、ダム本体はロックと荒い材料で築堤されており、傾斜不透水性ゾーンをもっている。中央に設けられた洪水吐は潜れ堰となっており洪水吐のシュート部は10段前後の垂直ステップがつけてあり、減勢効果

果をあげるようになっている。これらは模型実験によって定められた。なおキルダールダムにどうしても送水しなければならぬ非常の場合のため、径2mの鉄管により放水出来るように設計されている。

移動測定用の標準坑はウォールや堰頂に緊結され、その記録によれば、沈下は2mmで水平移動は5mmであった。

6. メガットダム¹⁾ (Meggat Dam)

更に110km前後北上するとメガットダムにつく。ピープル市を出てから約1時間がかかった。スコットランド州に近づき周囲の山々は更に急峻となり、斜面の所々には、岩盤が破碎され、荒々しい崖となりむき出しになっている所が多い。これは周水河といわれている。また山にはエター (Heater) と呼ばれる植物で紫の花をつけ、よい香りのする草花が咲き乱れていた。この草はゴルフ場のラフにも多いようである。

メガットダムはローシアン地方 (Lothian Region) の大切な貯水池である。ダムの基礎岩盤はシルリア系集塊岩、シルト岩、頁岩からなっている。岩の傾斜は急角度であり、深さ50~60mの遮水用グラウトカーテンが施工されている。

表5にダムの諸元を、図11にダム概略平面図、図12に標準断面図を示す。

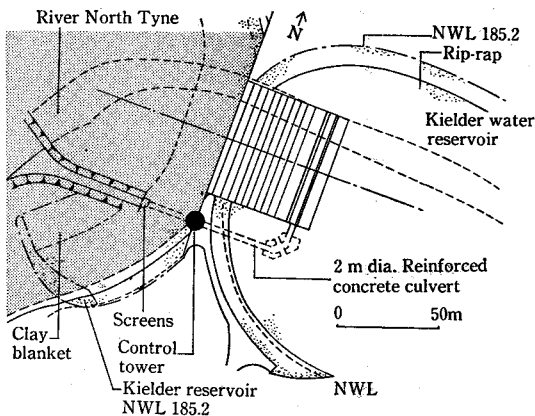
わが国では、本格的なアスファルトコンクリートを使用したセンターコアのダムはない。ここで堤高60m前後のアスファルトコンクリートのセンターコアダムを築造して利用されている事は非常に興味があった。コアを中心とし、上下流側のロックゾーンは池敷からの粒度のよい石礫が搬入使用されている。監査廊は基礎岩盤にグラウティングにより、密着し、さらに盛土完成後は盛土の圧力により一体化されている。ダム基礎よりの漏水については垂直アスファルトコンクリート壁で完全な遮水をもくろんでいる。

この設計は表面舗装よりも工事費や、施工のスピード・安全性がすぐれていることから選択された。

堤体の挙動の把握のためピエゾメーターや土圧計、移

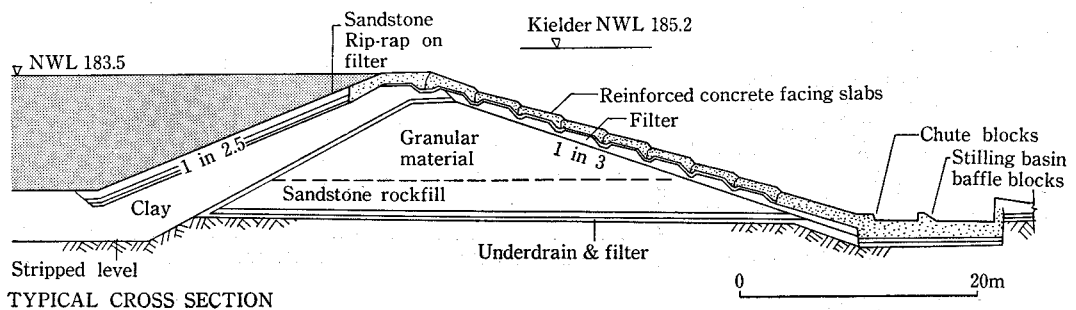
表-4 ベイクシンダム諸元

項目	数量	他
河川名		
流域面積	9,700ha	
湛水面積	67ha	
総貯水量	4,000千 m^3	
ダム型式	インクランド型アースフィルダム	
堤頂長	165m	
堤高	19.10m	
堤体積	150千 m^3	
洪水吐型式	堤頂越流型	
最大放流量	320 m^3 /sec	
施工年度	1978~1979年	



GENERAL ARRANGEMENT PLAN

図-9 ベイクシンダム概略平面図



TYPICAL CROSS SECTION

図-10 ベイクシンダム標準断面図

表-5 メガットダム諸元

項目	数量	他
河川名		
流域面積	400ha	
湛水面積	259ha	
総貯水量	61,400千 m^3	
ダム型式	中央遮水型ロックフィルダム (アスファルト)	
堤頂長	568.0m	
堤高	58m	
堤体積	2,100千 m^3	
洪水吐型式	タワー	
最大放流量	210 m^3 /sec	
施工年度	1978~1983年	

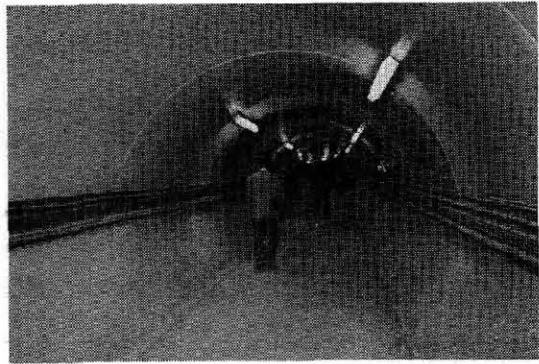


写真-5 メガットダム洪水吐タワー連絡トンネル

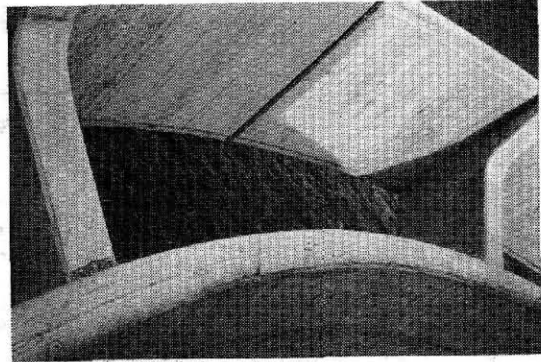


写真-6 メガットダム洪水吐タワー上部越流部
ごみよけ

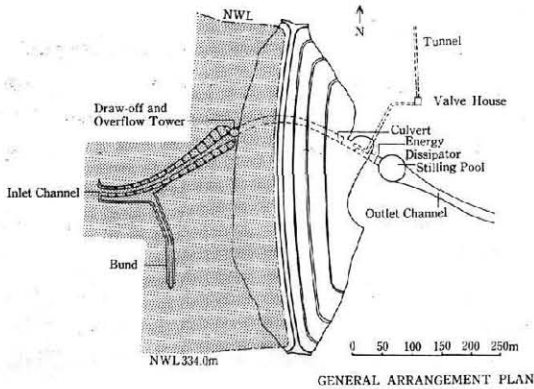


図-11 メガットダム概略平面図

動測定ゲージが設置されており、建設期間中の基礎沈下は約100mmであり、25m貯水後の水平移動は7mmを越えなかった。

ダムの取水と洪水吐のため、ダム上流部ののりさきに鉄筋コンクリート造りの取水塔が、設置されており、管理橋がない。管理橋の代りにダム下流から写真5に示すようなトンネルが施工されており、タワーの中ではエレベーターによって、タワー上部に出られるようになって

いる。(キルダーダムの場合も同様)洪水吐用の堰は円形で56mの溢流延長となっており流入ゴミの処理のためには、写真6に示すような工夫が施工されている。

7. キャスルヒル³⁾ダム(Castlehill Dam)

キャスルヒルダムは、スコットランド州のグレンデェボン(Glen Devon)地区にある5個のダムの1つである。ダムサイト付近のロックは火山性の玄武岩や凝灰岩である。そしてこれらの岩層には小さな断層が走っている。このダムサイトはV字形の峡谷であり、基礎や兩岸の地盤の強度もすぐれているので(写真7)グラビティ

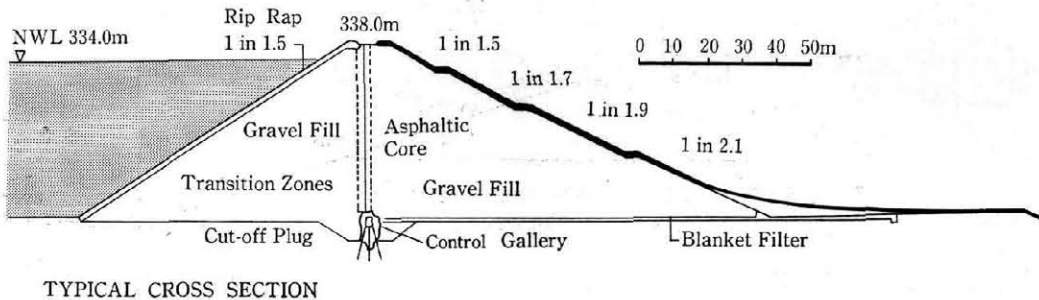
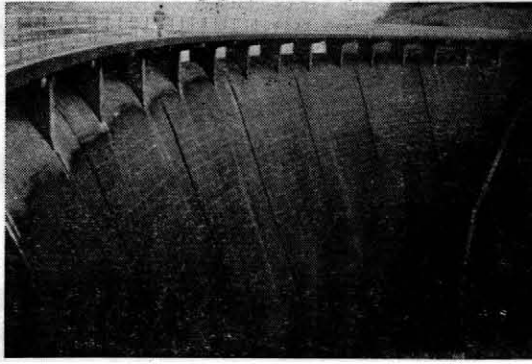
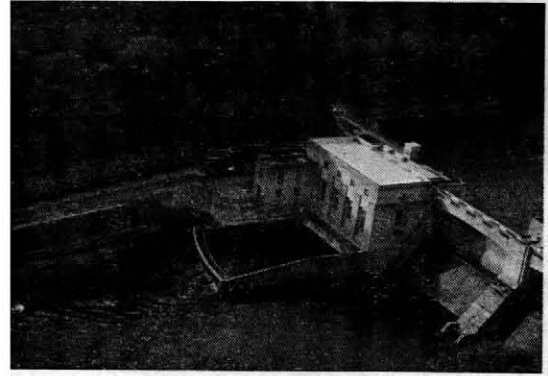


図-12 メガットダム標準断面図



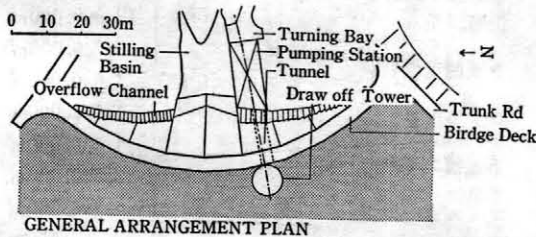
写真一七 背面より見るキャスルヒルダム



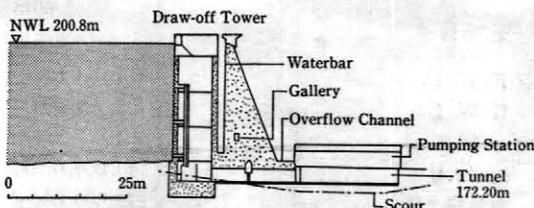
写真一八 ピトロチリーダム

表一六 キャスルヒルダム諸元

項 目	数 量	他
流域面積	2,420ha	
湛水面積	24ha	
総貯水量	2,700千 m^3	
ダム型式	重力アーチ式コンクリートダム	
堤頂長	202.6m	
堤高	40.0m	
堤体積	18,000千 m^3	
洪水吐型式	越流型	
最大放流量		
施工年度	1975~1978年	



図一三 キャスルヒルダム概略平面図



図一四 キャスルヒルダム標準断面図

アーチ型コンクリートダムが築造された。このダムの設計に当っては、モデルテストが実施され、その確実性と安全性が確かめられていた。これら結果地盤改良のため相当グラウチングがなされていた。

ダム完成後の計器等による観測を見るとダムクレストのセンターにおける水平移動は13mmで、浸透水は冬期で1.65 l/sec であり、秋期では0.15 l/sec であった。

表6にキャスルヒルダム諸元を図13にダムの概略平面図、図14に標準断面図を示す。

8. ピトロチリーダム (Pitlochry Dam)

ピトロチリーダムはイギリス北部スコットランドのタンメル河総合開発事業の一つで、この事業のダム群の水管理を有効に実施して発電効率の向上を図るため河川流量の逆調整をするように設けられた重力式コンクリートダムである。

この事業は1927年頃から始められ、その後更に開発が進められており、このダムの直下にピトロチリー発電所があり、2台の発電機で15万KWの水力発電がなされている。このダムには巾27mのオートマチックのローラーケットが取り付けられている(写真8参照)。重力ダムではあるが、274mもある魚道が設計され有効にその効果を発揮している。鱒等が魚道をさかのぼる様子が水路の側面に設けられたガラス窓でよく見ることが出来た。

9. ダム見学後の所感

イギリスのイングランド州、スコットランド州は共に高い山がなく、非常に古い地質からなっていて、おのずから高堰堤の築造される場所は少ない。

日本の低標高部に築造されるダムとよくにており、必ずしもよい基礎岩盤の上にダムを築造するというより、現地にある土石材料を有効に利用することに配慮してダム計画をたてるという傾向のようである。ダムの高さの割合には、貯水面積の広いダムが多い。又日本のように台風による降雨は殆んどなくて、年間雨量も少なく、また雨量分布もフラット型であるので、直接流域の狭いことをカバーするため流域変更型の貯水池が多い。

土質的にも古生層の風化物を利用するため、含水比の高い材料でも使用されていることが多い。盛土施工に当

って施工中の間隙圧の消散には、どこのダムも注意が払われている。

イギリス大ダム会議資料 **Dams in the UK (1963~1983)** によればフィルタイプダムが47あり、そのうち堤体内に水平ドレーンをもつもの15ヶ≒32%、中心粘土遮水壁の基礎から上流側盛土の下を通して仮メ切ダムに接続した形の、遮水ブランケットをもつもの8ヶ≒17%もある。このことは、堤体材料に不透水性材料を使用せねばならないケースが多いことと、ダムの基礎処理についての経済性、地質状況、遮水効果等について、よく検討していることの一端を示している。

どのダムも完成後の挙動には特に注意を払っており、各種観測計器による記録の解析には力を入れているようである。

地形、地質、土質の関係で大型のダムは少なくフィルタイプで均一型のダムが多い。貯水池の利水については、都市用水のためのものが多く、農業用としては、豚や羊、牛等いわゆる畜産用飲み水や洗濯用に使われる事が、日本とは変っている。

〔フランス〕

10. グランメゾン計画の概要

東フランス、グルノーブル市 (Grenoble) で一夜を明かした。9月12日は朝から小雨で初秋というものの少し肌寒い。小雨の中でソグレア (Sogreah) の水理実験所の見学をした後、ローヌ川 (Rhone) の支流イゼール川 (Isere) をさかのぼり更に支流を上流に向かってフランスアルプスに分け入った。舗装のない所も多く小型バスのゆれも大きい。イギリスとオランダ等平坦地に馴れた我々の目には、久し振りに日本の山道を走るのに似てなつかしくさえ思われた。丘陵地帯は次第に急峻となり溪谷の様相を呈し始め、山の切れ目にはそそりたったアルプスの山々がのぞいている。部落はこの道を中心に発達し、農家の外にはアルミ工場、電気関係の小工場や商店が点在している。家々の壁は石造りのものが、目立つようになってきた。

12時近くにグランメゾンの事務所に着した。事務所のすぐ上流にはグランメゾンダムとペアになっているブルヌイ (Verney) ダムの下流法面がせまっていた。このグランメゾン計画はフランスの水力発電計画のうちでは最大のものであり、グランメゾンダムは標高約1700mという高位に建設されている堤高160mのロックフィルダムあり、124百万 m^3 を貯溜されるもので、10km下流で標高750m近くに建設されつつある下池ブルヌイダム (Verney Dam) とをトンネルで連絡することとなっている。そしてこの間の落差約950mを活用し、4段の可逆ポンプを利用発電し、流末を下流ベルヌイダムに放流する事としている。なお下流に放水された水は発電用ポンプ

によって、電力の余っている時間にグランメゾンダムに逆送し、発電量の増加を計ると共に電力の質の向上を計ることとしている。その発電量は約180万 KW に達し、フランス水力発電量の10%を占めるといふ優秀な事業である。

11. グランメゾンダム²⁾

グランメゾンダムはこの計画の中で最大の規模をもつ構造物で天端標高1700mという高位にあり、堤高160mのロックフィルダムで、貯水量も140百万 m^3 である。ダムの諸元を表7に、グランメゾンダム標準断面図を図15に示す。

堤体はセンター不透水性ゾーンのロックフィルダムで、堤高160mで小石の多い地盤の上に建設され、不透水性ゾーンの底巾も100m以上となっている。水位の変化に対応できるように上流のロックゾーン、トランジション材料は透水性材料でしかもダム下流左岸の原石山から採取される片麻岩を使用している。不透水性ゾーン下流の透水性ゾーンはダム上流側で採取された崖錐等を使用している。フィルターとドレーンは碎石を使用することとしている。材料の質をコントロールするため特に不透水性ゾーンについてはストックヤードをもうけ十分に管理されている。盛土材料は50トのダンプトラックによって上下流の表層ロックの上に傾斜道路を造り、輸送されてい

表-7 グランメゾンダム諸元

総築堤量	12,900,000 m^3
上流側築堤量	3,740,000 m^3
上流ロック	1,640,000 m^3
トランジション(崖錐)	
コア築堤量	1,850,000ha
下流側築堤量	1,130,000 m^3
下流ロック	3,650,000 m^3
崖錐	
フィルター、ドレーン量	890,000 m^3
堤頂長	550m
天端標高	E L 1,700m
堤高	160m
直径	3.60m
底部排水管長さ	865m
F. W. L.	E L 1,695m
H. W. L.	E L 1,698m
L. W. L.	E L 1,590m
総貯水量	140,000,000 m^3
有効貯水量	132,000,000 m^3
H. W. L. 時貯水面積	225ha
F. W. L. "	220ha
流域面積	50km
年平均流出量 (4月~9月間 87×10 ⁶ m^3)	105,000,000 m^3
計画洪水量	50 m^3 /s

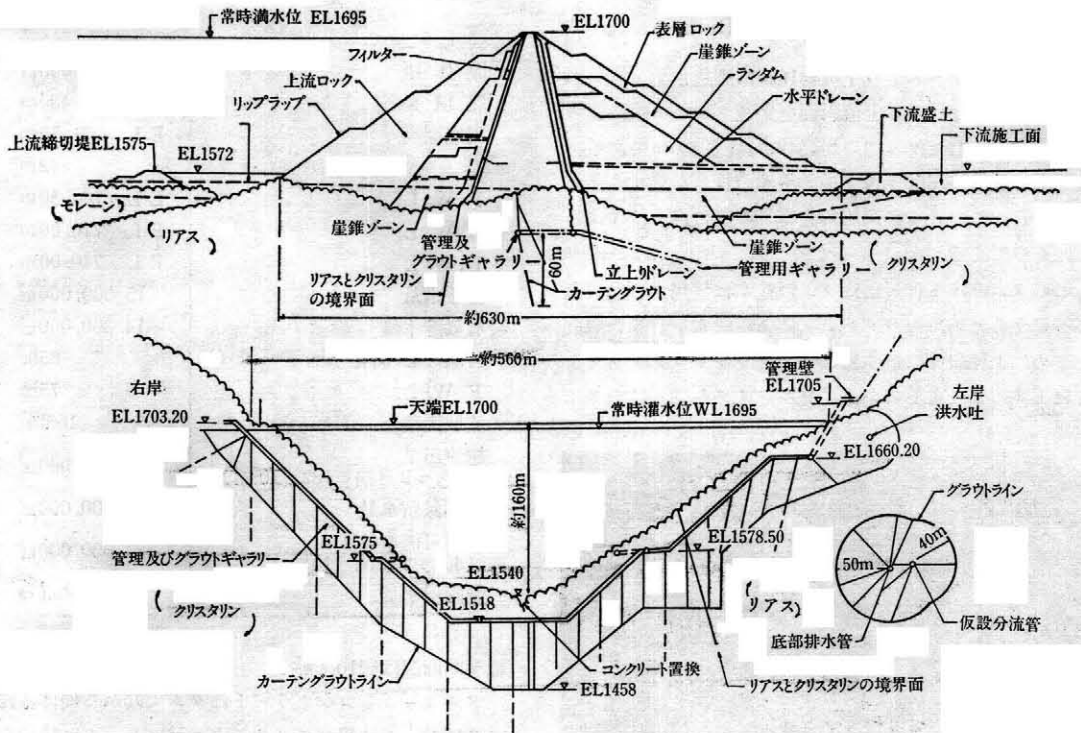


図-15 グランメゾンダム標準断面図

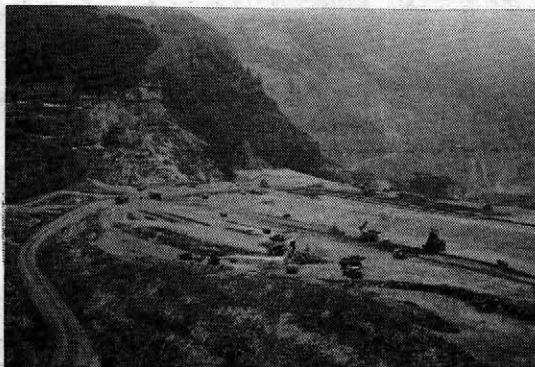


写真-9 グランメゾンダム施工状況

る。不透水性ゾーン材料は能力1500T/hrのベルトコンベアが併用されている。

ロック材料はダム現場で荷卸しをする際、モニターポンプで岩石表面の土砂を洗い流す工法をとり、各盛土材料の転圧はすべて振動ローラーで締め固められている。写真9に施工状況を見ることが出来る。ダムの沈下については不透水性ゾーンの中央で2mで全体的には約1.25%と予想しているようだ。ロック材料はダム下流の原石山に求めている。ロック採取後は掘削岩盤面を滝のように水が流れる事を目論み、景観を楽しむようにしている事で驚かされる。表層ロックの表面はすべてバックホーで整形する程度としている。堤体不透水性ゾーンと原地

盤との密着に対する連続性と遮水性及び基礎の補強には、格子状のコンソリデーショングラウチングを施工している。自然岩盤の割れ目は完全に密着するよう、セメントによるグラウチングが実施されている。深い所にも遮水性を延長するため、長さ710m、直径3mのギャラリーを不透水性ゾーンの直下に設けている。ここから深度約60mまでカーテングラウチングをするようにしている。ギャラリーと床掘面との間は、中間カーテングラウチングを行なっている。

このギャラリーは又管理にも利用される。ダム中に設置された観測計器のリード線を集め、天端と同じ高さにある左岸の管理室に導びている。

また不透水性ゾーンや基礎岩盤の中を通る、避けられない漏水量の計測をもするにもしている。これらは自然に下流へ流出出来るようにされている。仮排水路、底部排水路、洪水吐はすべて左岸に計画されている。

ダム建設については気象の関係から1年間の中、6ヵ月しか出来ない。一日最大築堤量は50,000 m^3 とし、地下工事は24時間地表の工事は20時間労働としており、2交替で施工することとしている。安全管理については公社、施工業者として日本と同じ様に安全管理委員会を編成し、無事故を目標としているが、すでに8名の犠牲者が出ている由であった。

12. ブルスイダム²⁾ (Verney Dam)

グランメゾンダムより下流約10kmに築造されつつある。このダムは、ダム上流斜面をアスファルト膜によって表面遮水をしたダムで、堤高42m、堤長430mである。総貯水容量は15,600千m³で逆調整池の役目を果たすこととしている。このダムの活用で発電量の質の向上はすばらしいものである。

このダムサイト付近にはダムの遮水に使用する粘質土が不足するため、センターコアによる遮水を目論む設計をやめ、上流斜面に遮水用にアスファルトコンクリートを施工することとしている。ブルスイダム諸元は表8に

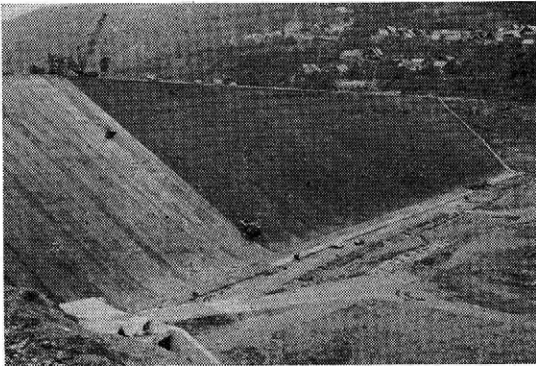


写真-10 ブルスイダム施工状況

表-8 ブルスイダム諸元

堤体積	1,550,000m ³
堤頂長	430m
天端標高	E L 771.50m
堤高	42m
F. W. L.	E L 768.50m
H. W. L.	E L 770.00m
L. W. L.	E L 740.00m
総貯水量	15,600,000m ³
有効貯水量	14,300,000m ³
H. W. L. 時貯水面積	85ha
F. W. L. "	75ha
流域面積	165km ²
総流出量 (4月~9月間 182×10 ⁶ m ³)	246,000,000m ³
年間保留水量	62,000,000m ³
利用可能水量 (4月~9月間 151×10 ⁶ m ³)	184,000,000m ³
計画洪水量	280m ³ /s

標準断面図は図16に示す。

アスファルトコンクリートはダム天端から堤体基礎まで連続し、上水用プラスチックコンクリートに接続し、堤体表面をおおっている。写真10にダム施工状況を示す。

ダム本体は直接沖積層の上に建設されており、基礎を通る漏水に対してはプラスチックコンクリートで止水す

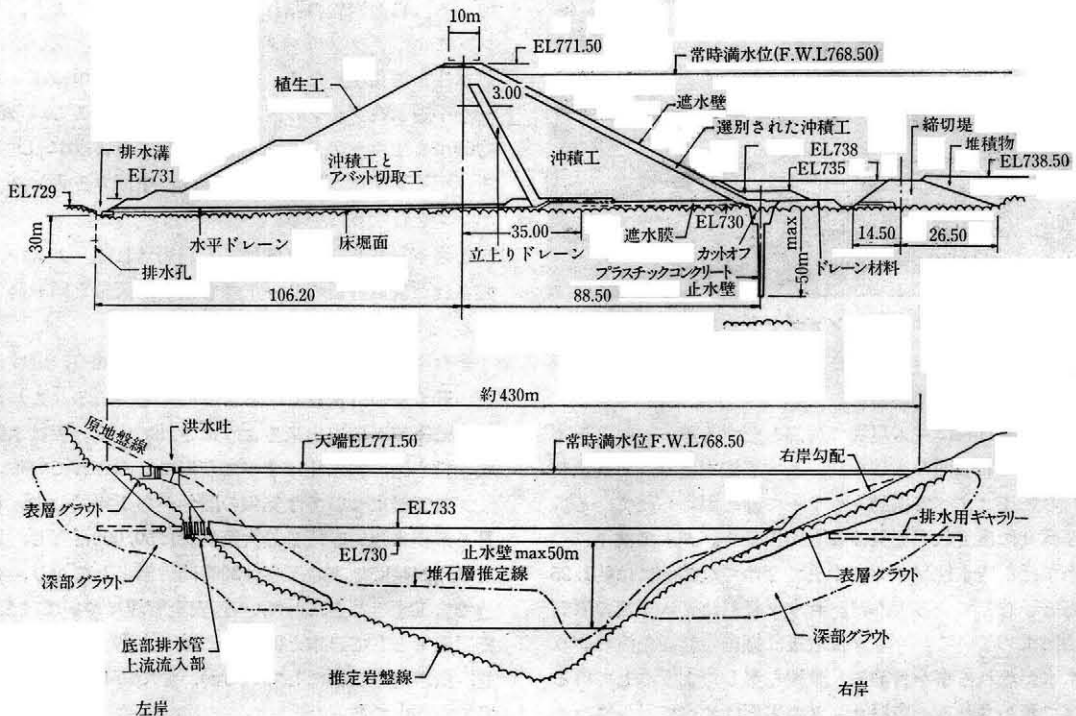


図-16 ブルスイダム標準断面図

ることとし、その厚さは、1.2mである。その深さは、47mで沖積層や堆石層を仕切っている。

この連続遮水壁は沖積層のすべてを遮水していないのが特長で、これはダム下流地域の河川維持用水の確保の為に設計されたものとの事で、パイピングに対する心配があるが、確たる説明はなかった。

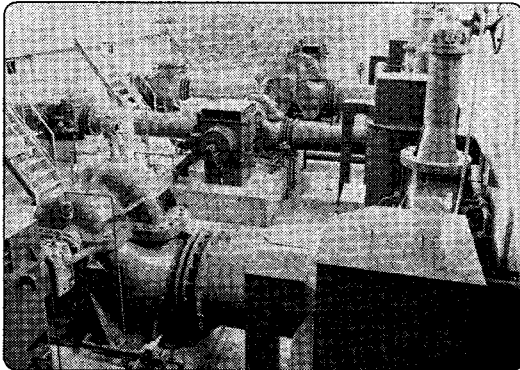
ダムの両岸からの迂回浸透についてはすべてグラウチングによって遮水することになっている。又ダム上流の河川斜面(地山斜面)の保護のためには、すべてリップラップによって波浪浸食や法面すべりに対応させている。

堤体左岸側には、基礎の中に2つの緊急放流用の放水路があり、それぞれ、108m³/secの能力をもっている。又地表には280m³/secの洪水吐が設けられる。

今後、事故なく、一日も早く工事が完了し有効な電力の開発を望みたい。

【参考文献】

- 1) Dams in the UK 1963~1983
- 2) Grand maison aménagement hydro-electrique de la vallee leau dolle



揚水用両吸込うず巻ポンプ、口径：900×800mm、370KW
農林水産省殿関東農政局 新宿揚水機場納



株式
会社

西島製作所

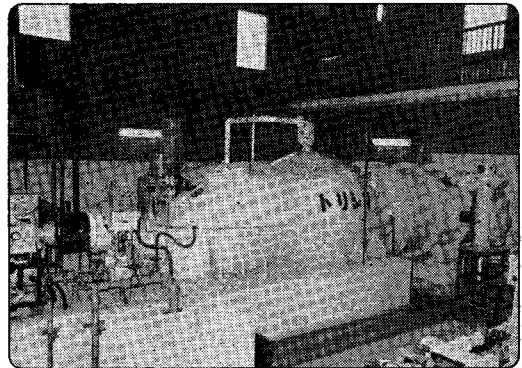
資本金 10億320万円

本社・工場 大阪府高槻市宮田町一丁目1番8号
☎0726-95-0551(大代)
営業所 大阪、東京、名古屋、福岡、札幌、仙台、
広島、高松、那覇
出張所 佐賀、宇部、新潟

荒野を
みのり豊かな
大地に

トリシマの
使命です

トリシマ
ポンプ



排水用横軸斜流ポンプ 口径：1600mm、500PS
広島県尾道農林事務所殿 両名排水機場納

石狩川水系の気象

表-1 月別平均気温 (単位 C°)

地帯	地点	月												平均
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
石狩平野	札幌	-4.5	-3.9	-0.3	7.0	12.7	16.5	20.9	22.0	17.2	11.0	4.5	-2.1	8.4
	岩見沢	-6.3	-5.6	-1.4	6.1	12.2	16.4	20.7	21.8	16.8	10.5	3.5	-3.4	7.6
上川	旭川	-8.6	-7.8	-2.7	5.5	12.3	16.8	21.0	21.4	15.8	9.1	2.2	-4.8	6.7

表-2 月別平均降水量 (単位 mm)

地帯	地点	月												年
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
石狩平野	札幌	113	91	84	58	63	81	64	150	152	132	120	88	1.196
	岩見沢	111	89	66	67	85	90	88	151	135	126	128	161	1.297
上川	旭川	90	69	61	56	78	74	112	157	161	130	127	111	1.226

表-3 月間日照時間 (単位 h)

地帯	地点	月												年
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
石狩平野	札幌	117	149	205	221	220	223	211	204	189	164	111	100	2.114
	岩見沢	130	164	231	215	217	230	225	215	198	159	98	92	2.174
上川	旭川	122	162	239	227	239	238	222	217	190	151	98	95	2.200

(農業気象10年表昭和41~50年)

量は1,000mmを越す, 農耕期間の降雨分布は上川地帯とほぼ同じ傾向を示す。無霜期間は上川地帯に比しやや長い。

(ii) 土 壤

上川地帯: 石狩川本支流沿いには平坦地が分布し, その周辺に波状性地, 丘陵地あるいは傾斜地が広く分布しているが, 上川, 美瑛, 富良野の周辺の傾斜地丘陵地, 高原地は主として安山岩, 石英粗面岩, 第三紀凝灰岩, 集塊岩, 等に由来する土壌からなり, 大半は壤土~壇壤土型に属し, 平坦地に接する緩傾斜地ないし緩波状地は洪積土で, 主として凝灰岩を母材とする壇土型のものが多い。平坦地は大部分が湖成ないし河川沖積土からなり腐植に富んだ壤土型が多く, 壇壤土型の粘質土がこれに次いでいる。これら沖積土地帯の間に低位泥炭を主とする集積土地帯が介在しており, これら泥炭は低位泥炭土を主とする関係からほとんど水田として利用されている。

石狩平野地帯: 北部丘陵急傾斜地帯は安山岩, 蛇紋岩あるいは第三紀層砂岩に由来する礫に富む壇壤土が多く, 東西両側の傾斜地及び波状性丘陵地は第三紀層砂岩及び頁岩に由来する壇壤土及び壇土に属するものがきわめて多い。平野部に接する波状性緩傾斜地及び段丘地は洪積の壇土ないし壇壤土型に属し, 堅密重粘土であるが

表-4 石狩川水系の耕地土壌群

(単位 ha)

土 壌 群 名	上川地帯	石狩平野地帯	水 系
岩 屑 土	120	—	120
砂 丘 未 熟 土	—	347	347
黒 ボ ク 土	995	7,770	8,765
多 湿 黒 ボ ク 土	—	3,025	3,025
黒ボクグライ土	—	820	820
褐色森林土	19,712	9,849	29,561
灰色台地土	3,996	17,618	21,614
グライ台地土	260	4,888	5,148
暗 赤 色 土	240	488	728
褐色低地土	12,298	16,880	29,178
灰色低地土	6,691	21,537	28,228
グ ラ イ 土	6,896	35,800	42,696
黒 泥 土	255	1,870	2,125
泥 炭 土	4,276	38,091	42,367
計	55,739	158,983	214,722

(昭53. 3北海道立中央農業試験場調べ)

近年, 畑地として利用されている。なお南部の千歳, 恵庭地方は樽前系火山灰で被覆された丘陵地が分布している。平坦地は河成沖積土と泥炭土からなっており, 沖積

土は各河川沿に発達し、一般的には上流部は土性やや粗く、壤土ないし砂壤土に属するものが多く、下流部は次第に土性が細くなる傾向が見られ、壤土ないし埴土に属するものが多い。泥炭土は低位泥炭及び高位泥炭を主として広大な面積を占めている。泥炭地の大部分は水田として利用されている。

(2) 社会経済状況

本地域は、北海道においては地理的、気象的に好条件に恵まれ、北海道開発の歴史と共に政治、経済、文化ならびに産業の中核地帯として発展してきた。

北海道総面積の17%、14,330km²に、人口は47.5%にあたる約2,600千人がここを生活の基盤としている。産業は、漁業を除けば土地面積の全道比のそれよりも高く、道内最大の消費市場である札幌市を擁し、消費水準も高い、これを背景に工業も盛んで、札幌、旭川、江別、砂川、滝川等、道内の主要な工業地帯の形成が進んでいる。一方、農業も石狩本流や千歳川、雨竜川等の大支流流域の低平地に全道の65%を占める水田地帯があり、北海道の稲作農業の中核地帯である。

2. 沿 革

(1) 沿 革

石狩川水系の農業水利の歴史は、明治6年、島松の中山久蔵が水田1反歩を造成し、島松川から用水を引き、水稻の試作に成功した時をはじめとするならば、いまだ110年である。1000年を越える府県とは大きなへだたりがある。その110年間を支えてきたものは、故郷を捨て、寒冷な北の大地に移り住んだ農民の断ち難き米への執着であった。それは、今日の石狩川農業のルーツでもある。

明治2年7月、北海道に開拓使が設置されて以来、政策の変遷とはほぼ同じ歩みで進展してきた農業の歴史をいくつかの時代に区分し、その中から水利を中心に概観することとする。

① 開拓使、三県一局時代(明治2年～明治18年)

この時代は水田経営の黎明期ともいべき時代である。

開拓使の本道開拓の第1の要務は、農業的資源の開発であった。そこで農業移民の受入れに積極的な方針を立て、これを実行してきたが稲作に対しては極めて消極的であった。その理由とするところは、気温、水温が低く栽培に不適なこと、利用する土地面積が大きく、かつ、生産コストも高い、というものであった。また、開拓使の外国人顧問団の食糧としての評価も低かった。

前述の中山久蔵は、自作の籾種を各地の篤農家にわかり、その普及に努め、各地で栽培が試みられ、適格品種である赤毛の発現と普及、移民の増大に伴う需要の拡大と米価に刺激され、石狩川の水田は漸次拡大されていっ

た。こうした民間の稲作の成功は、それまで「水田=閑シテハ、殆ンド何等施設スル所ナン」であった官側も明治9年、札幌官園において試作を開始し、数年間の試験成績が良好であったことから明治16年には、ついに水田奨励に踏み切ることとなる。さらに、明治25年には稲作の權威とうたわれた酒匂常明が北海道財務部長となり、彼は、開拓事業の終局の目標は稲作であることを強調して、「移民と言えども米食を離れた生活はありえない」と稲作普及に拍車をかけた。

その後、岩見沢、美瑛、砂川と試作の成功は漸次、北上していき、明治29年には石狩川水系の水田は1,900町歩までになった。しかしこの時期までの開田は、屯田兵による10町歩にも及ぶものもあったが、谷地あるいは洪水を利用した小規模なものが多く、増加傾向も緩慢であった。

明治30年、それまで安価な土地代金ではあったが、有償払下げであった土地は、「北海道国有未開地処分法」の発令により無償付与となり、加えて米穀市場の拡大と米価の上昇は大規模な開田事業を企図させるところとなり、これに伴い、大型水利施設の必要が生じた。

ここで1人の料亭の主の思いつきが村営農業水利事業となり、「北海道土巧組合法」発令の糸口となった話を紹介することにする。

明治26年頃、札幌の薄野(ススキノ)で料亭「北海楼」を経営していた角田村(現在の栗山町)の開拓農場「真成社」の株主、高瀬和三郎は水田耕作の有利性に着眼して、試作を希望し、真成社は彼との間に試作協定を結び、用水路測量及び阿野呂川使用の件を道庁に申請、27年、5町3反歩の造田を行って予想以上の収穫をみたので、夕張川より水を引き、大規模な水田造成計画を実施すべく、翌28年、その事業の推進母体となる水利組合の設立を決定し、受益面積4,000町歩とし、用水溝の開さく費を村債を起して支弁することとし、工事費、3万円の起債に関する上申を行ったが、この水利組合は、組合員がまだ土地所有権を得ておらず、法人団体として認められず上申は却下された。そこで組合は総会を開いて真成社を解散、土地は各個人に分配し、払下げの手続きをとる一方、新たに水利土巧組合を設立して、工事費は関係地主においてそれぞれ出資することとし、一時市中銀行からの融資により工事施工の認可を出願、これが認可された。ところが再三の洪水、埋木、岩盤処理等、予期せぬアクシデントが重って工事は難行し、工事費は当初の予定額の倍額に達した。資金難と共に工事の前途は暗かった。しかし、村民の水田熱は逆に高まりをみせ、規模を拡大して村営事業の下で実施すべしとの要望が強まり、明治30年12月、水利土巧組合は解散、角田村事業とし、事業資金は、大臣陳情を含む大融資運動を展開して、勸業銀行から4万円の借入に成功、31年8月に工事

が再開された。その後さらに1万5千円の追加融資を受けながらも、33年6月、新水路開削4,548間、古川、阿野呂川の浚渫5,020間にのぼる石狩川水系最初の大規模水利事業が完成した。こうした角田村の動きは、当然他の地域を刺激し、長沼、東川、秩父別、深川等で、水利組合、団体が水田造成、水利事業の計画を持つようになった。

こうした農民の動きを背景に、昭和35年3月8日、「北海道土巧組合法」が発令された。この法律を契機に角田、岩見沢川向、由仁村用水、東川村等の組合が相次いで設立され、大規模な水利組織が、今日的な表現をすれば、“市民権”を得て、水田は着実に拡大し、現在の石狩川農業の基盤作りが進められた時代であった。

② 拓殖期

北海道土巧組合法の制定は水田開発の展開に大きな力となったが、造田事業の大規模化は、施設の計画、設計に専門的な技術がなくては対応できなくなってきた。一方事業費も増大し、投資効果は確実であっても、工事費負担に耐えないものも多かった。そこで、北海道庁は、将来の造田計画を柱とする水路基本調査、かんがい施設計画、設計を行う水路設定調査を第1期拓殖計画の重要施策として取り入れ、それぞれ大正3年、明治37年に地方費で実施した（大正後期には国費となっている）。

これと併行して、かんがい工事補助政策も強化された。かんがい工事に対する補助は明治34年から北海道10カ年計画においても取り上げられたが、岩見沢川向、由仁用水、比布の3土功組合に対して4,960円の補助が行われただけであった。これを引継いだ第1期拓殖計画の当初計画は、かんがい区域50町歩以上で、工事費の1/4を補助するというものであったが、財政上の圧迫もあり、大正5年、深川土功組合に対してわずか3万円を支出したのに止まった。大正6年、1団地2,000町歩以上、補助率2/10に改訂、さらに大正9年、1団地10町歩以上、補助率4/10、大正15年5/10となった。それまで補助の対象となっていたのは幹線までであつたものが支線まで拡大され、補助率は5/10に引き上げられ助成政策は強化されて、第1期拓殖期の補助実績は、幹線では計画76,000町歩に対して93,538町歩、支線では1,000haに対し3,909町歩を実施し、いずれも計画を大巾に上廻るものであった。

開発が進むにしたがって次第に土地条件の不良な地帯の造田となり、排水路掘削、造田土工のコスト高の傾向が現われ、水田経営の圧迫となってきた。大正15年に5反以上の造田を行うものに対して、造田費の4割以内の補助金を交付してこれを促進しようとする制度が設けられたが、補助申請面積11,300町歩に対して補助実績は6,160町歩であった。

とまれ、稲作に対して積極的な取り組みをした第1期

拓殖計画は、明治19年水産額の5分の1に足りなかった農業生産額は大正15年には1億1159万円に達し、北海道産業の中心は水産業から農業に移り、北海道における産業上の位置を確かなものとしたとして評価されよう。

また、農業の進展は農産物を原料とする加工業を興し機械工業、化学工業の発展を促した。それは日清、日露戦争後の資本主義の発達に伴う国内市場と、欧州大戦時における海外市場の拡大、道内農産物の需要の増大に依るところが多いが、開拓使時代に国の内外から導入された各種の農作物の中から、北海道の気候風土に適したものを選択、普及し、プラウ等の機械の普及が大面積栽培を可能にし、農民を主体とする稲作技術の研究発達は、水稻栽培適地を北上せしめたことも見逃すことはできない。

③ 第2期拓殖計画時代

従来資源掠奪的開発から資源の保護培養と高度利用による開発への転換であった。この計画は北海道会計所所属の歳入歳出の差による歳入超過額を財源とし、昭和2年から21年の20年間に総額9億6,300万円余をもって農耕地158万町歩（うち水田45万町歩、畑113万町歩）牛馬100万頭、人口600万人とすることを計画目標にして、スタートしたものであるが、石狩川流域においては、低平地の大規模な開田はすでに工事完了、もしくは工事たけなわとなっており、新規事業は次第に山間部や、段丘地に移りつつあった。昭和6、7、9、10年の連続的な冷害凶作とこれに前後する米価の低落は造田熱に冷却させ、建設途上の各土功組合の経営に大きな打撃となった。こうした情勢から限界地帯への水田拡大抑制政策がとられ、時を同じくして、太平洋戦争が勃発した。この事により、既耕地の土地改良による食糧増産に専ら力が注がれることとなり、水田開発は後退の止むなきに至った。こうして「第2期拓殖計画」は挫折したのである。

この時期全道の耕地面積は、昭和2年の789千町歩から昭和12年には983千町歩に漸増したが、昭和21年では722千町歩と減少している。

この時期の主たる成果を挙げると

基本調査

前記に引続き、昭和2年から同15年までに161,000町歩の調査を予定したが、155,000町歩を実施した。

設計調査

予定面積95,000町歩であったが、昭和6年以降の連続冷害のため限界地帯の造田を中止したこともあって、わずかに32,000町歩にとどまった。

かんがい補助事業

昭和6年までは計画を著しく上廻る実績を示したが、翌年から急激に減少し、1,000町歩にも満たないものであった。

造田補助事業

当初計画91,000町歩に対して54,000町歩の実施にとどまった。

④ 戦後のかんがい事業

戦後の石狩川流域のかんがい事業は、昭和24年の土地改良法の制定と、同26年の北海道開発局の設置により、大きく展開することになるが、石狩川流域の総合開発計画を重要な柱とする「第1次5カ年計画」が昭和27年度を初年度としてスタートした。この計画は石狩平野の約140,000町歩を対象に、既水田の用水補給64,000町歩新規開田48,000町歩、畑地排水16,000町歩、開畑10,000町歩を行い、米換算133,000トンの増産をするというもので、そのねらいは、広大な石狩平野の泥炭地を開発することであり、これに必要な用水は、鷹泊、桂沢、二股（大夕張）、金山ダムによる新たな水源開発を発電洪水調節等と併せ行う多目的ダムとした。

この計画の中にあつて、鷹泊ダム（雨竜川）と、国営かんがい排水事業多度志地区、北空知地区は昭和25年に鷹泊ダム関連の国営かんがい排水事業秩父別地区、沼田地区、及び排水改良を柱とする夕張地区（石狩川中流部左岸地域）が昭和26年に第1次5カ年計画に先立ち着工された。その後は、新十津川、神竜、尾白利加、恵岱別、大夕張、篠津、美唄と相次いで国営かんがい排水事業地区が誕生した。また、この計画の地域外である上流部においても、昭和26年の近文地区を皮切りに富良野、美瑛川、十勝岳と後に続いた。このほか、国営関連、あるいは、単独の道営（県営）地区も続出し、それまで、開発の手をのばし得なかった泥炭地等の劣悪な土地の開田や、戦中の山林濫伐によって不足を生じた水源の確保、老朽施設の更新が水系の全域で展開された。それは敗戦直後の難民の救済と共に食糧増産が急務であった社会状況を背景として、安定農業の礎石作りとなるはずであった。しかしながらこれらの事業は必ずしも順調に進んだわけではなかった。公共事業費として、国の一般会計から支出される事業費は、当然のことながらその年の国の予算の強い制約を受け、変動する社会情勢に激しく左右されてきたのである。

昭和29年、緊縮財政下の新規着工の見送り、既着工地区の事業費圧縮は、世界銀行の借款による農業開発の道を閉ざし、石狩川水系においては、篠津地域の泥炭地開発事業が実施され、その後、かんがい事業予算も漸次回復拡大の方向に進むのであるが、既着工地区の所要事業費を満たすことができず、事業進展の速度は遅々としたものであった。さらに、昭和28、29、31年と連続的な冷害も重なって、目標達成に至らぬまま、昭和31年「第1次5カ年計画」はその幕を降した。

この頃から、北海道開発に対する批判が、現われ、その対象となったのは主として水田開発であった。昭和42年以降の連年の豊作は、食糧の国内自給をほぼ達成した

かに見えた。

昭和33年、「北海道総合開発第2次5カ年計画」が発足したが、農業政策としては、寒地農業の確立を指向し、酪農やビート（甜菜）、馬鈴薯等、寒冷地作物の拡大と経営の安定を図ることとし、冷害恒久対策としての基本的な直轄明渠排水の促進、既着工地区の早期完成に重点がおかれた。しかし、石狩川水系においては、その開発の歴史が示すとおり、農業の中心は水田であり、事業もこれに沿ったものでなければならなかった。それはその地域の歴史の重みというべきものであろう。

昭和32年、石狩川総合開発地区の一環として、美唄地区が、北海道最大の幹線用水路に着手したが、その水源である北海道最初の特定多目的ダムである金山ダム（空知川）は、当初計画では大規模な開田計画をかかえていた。米の需給バランスが保たれたとし、開田抑制の方向に情勢が変化していた時期であったので、かんがい計画をめくり調整が難行したが、昭和36年、一部開田削減と富良野、美唄、山部、浦臼の4地区（28,687ha）に受益を限定し、ようやく着工した。これと前後して、石狩川流域総合開発計画に基づく鷹泊ダム（昭28年）桂沢ダム（昭32年）、大夕張ダム（昭36年）、青山ダム（昭38年）が完成し、並行して進められた水利施設の改良、新設も竣工して新しい水利組織が形成されていった。

昭和26年、北海道開発局が発足して以来、第1期総合計画が完了した12カ年の間に石狩川水系において完了したかんがい排水事業は、5地区24,300ha、継続中のものは13地区111,200haに達した。

昭和38年「第2期北海道総合開発計画」が産業構造の高度化と経済の飛躍的な発展を指向して、開道100年にあたる昭和45年をゴールにスタートした。この計画では、北海道を日本における食糧の主要供給基地として位置付け、劣悪な自然条件と生産基盤整備の立ち後れが著しい北海道農業について基盤整備の拡充と経営の近代化を早急に図ることとし、水田から、畑地帯に重点を移行させるものであった。石狩川水系では、継続中の美唄地区など13地区111,200haの早期完成を主体に、不安定な水利用地帯である道央地域の水源増強と水利施設の整備を行い、生産性の向上を図ることとした。石狩川総合開発計画も仕上げの段階に入っていたが、河川改修の進展は、後背地の内水処理が問題化しつつあり、昭和36、37年の連続水害を契機に、三日月排水機場（下美唄地区）等3機場が緊急着工し、続いて石狩川中下流内水排除事業が10カ年にわたって実施された。

第3期北海道総合開発計画は、列島改造論が論議されはじめた昭和46年を初年度としてスタートした。この計画では、農業生産の地域分担ともいうべき、広域農業圏が設定され、石狩川水系を中心とする道央は、平坦部では高生産稲作、丘陵地では多様化する高級園芸作物の導

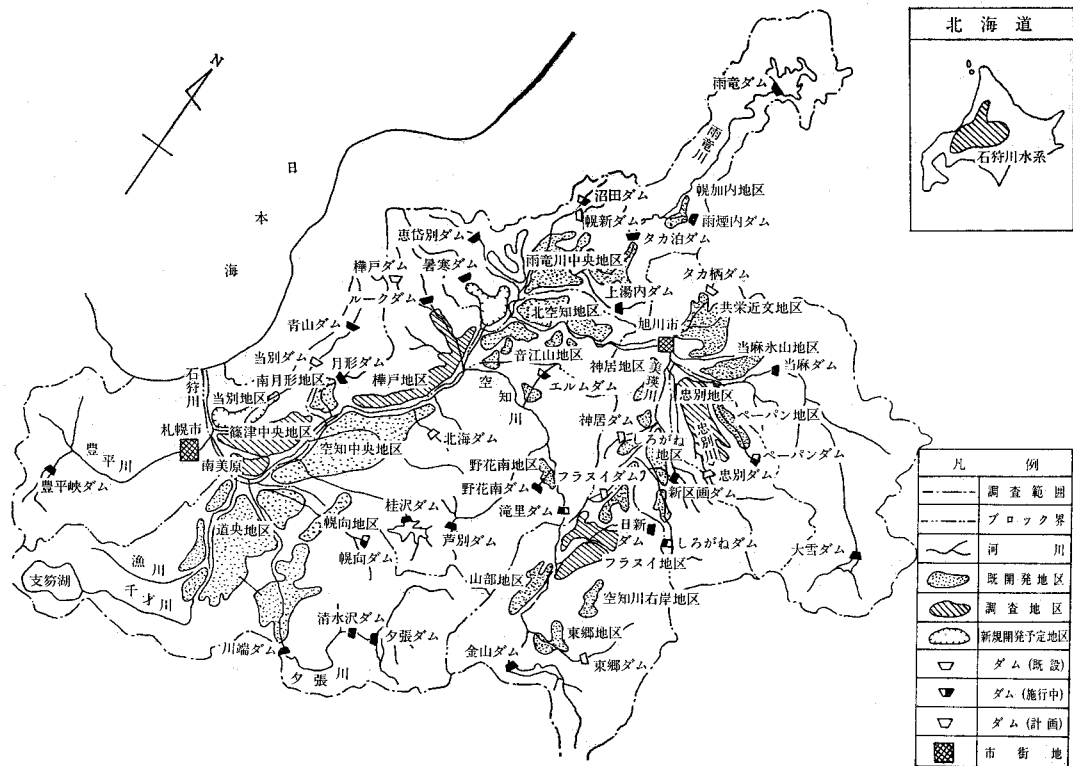


図-2

入を農業基盤作りの方向として定められた。

しかし、経済の高度成長にともなう食生活の多様化による米需要の減少から、米の生産調整が本格的にはじまったのもこの年であった。

石狩川水系内では、第1期計画以来、大規模な水田開発を進めてきたが、この時期には大部分が完了、もしくは完了整備の段階にあり、美唄地区を残すのみであった。また、は場整備事業の急速な進展は、用水需要を大きく変化させ、施設の機能低下、きびしい自然条件下での老朽化が進み、新しい営農技術に対応する用水の増強、施設機能の拡充整備が必要となってきた。こうした状況の中で、雨竜川流域の旧地区を統合する雨竜川中央地区、旭川市周辺の穀倉地帯である共栄近文、忠別地区、農業用水と都市用水が競合する千歳川、夕張川沿岸の道央地区、深川、滝川市一帯の水田を統合する北空知地区、石狩川の中・下流の左岸の水田を殆んど包含する空知中央地区、その対岸の樺戸地区等が相次いで調査計画に入った。これらの地区は、いずれも、特定多目的ダム関連もしくは、他種用水との共同事業となっており、広域的水利再開発がその骨子となっている。これは将来の水利用のあり方を方向付ける一つの曲り角であった。

これらの地区は、現在、事業実施、もしくは全体実施設計中で、石狩川水系内全域で新しい農業基盤整備事業の雄音は最盛期を迎えようとしている。

(2) 主な利水事業

篠津運河

篠津運河は、それまで広大な過湿地であるため、開発の手がつけられなかった石狩川の下流部右岸に広がる泥炭地帯の開田を支える一大動脈として建設された。

この事業は、国の財政の低迷期で新規事業が殆んど見送られた昭和20年代の末期、世界銀行からの借款による農業開発であった。世界銀行は、日本経済開発のためには土地改良事業を重視すべきであるとの立場から昭和29年に調査団が来日し、現地調査により融資が決まり、昭和30年、開田を目的とする総合事業として世の注目を浴びた。篠津運河は当別川と石狩川の間、凡そ10,000haの泥炭地帯を北から南に縦貫する用排両用の機能を持ち、総延長23,586m、最大敷巾14.70mで石狩川本流月形地点に設けられた石狩川頭首工により最大28.370m³/sを取水する。

現在、この運河の受益地域は水田汎用耕地化、代播用水の確保、排水改良と新しい農業基盤作りのために第2次開発計画が進められている。尚取水増量分は、空知川に建設予定の特定多目的滝里ダムに依存することになっている。

大夕張ダム

大夕張ダムは、石狩川総合開発計画の一環として、農業が事業主体となって昭和28年から昭和36年にかけて、

千歳川、夕張川の流域の水田25,250haに補水する総合かんがい排水事業「大夕張地区」の水源として建設された。堤高67.5m、総貯水容量87,300千 m^3 の重力式コンクリートダムで、発電との共同事業となっている。これに係る水利施設としては、下流の既設清水沢ダム（北海道炭鉄KKK所有）を4.00m嵩上げし貯水量の増強をはかると共に、下流川端地点に堤高21.00mのコンクリートダムを築造して、大夕張、川端地点で最大18,900KWHの発電を行い、さらに川端ダムより農業用水として由仁幹線（3,544ha, 12,313 m^3/s ）、栗山幹線（2,692ha, 9,343 m^3/s ）に導水するほか、夕張川に長沼、栗沢頭首工を設け、18,775 m^3/s （9,859 m^3/s ）をかんがいする。

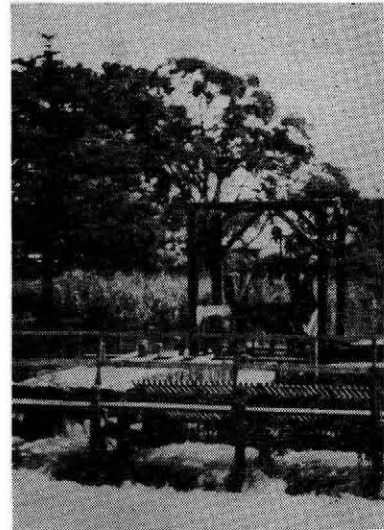
管理は、国（農業）が直轄管理を行っており、道内唯一のダムである。

この地域も、最近の農業経営、栽培技術に対応する用水改良が道央地区として進められているが、河川工事実施基本計画との調整等課題も多い。

金山ダム

金山ダムは、石狩川総合開発計画のエースとして登場した道内初の特設多目的ダムであった。空知川上流金山地点に昭和36年に着工、昭和42年6月に竣工した中空重力式コンクリートダムで、総貯水量150,450千 m^3 、（有効130,420千 m^3 ）で道内最大級のダムである。農業と上水を合わせた利水容量は、65,670千 m^3 で、国営かんがい排水事業山部（1,800ha, 5,435 m^3/s ）、富良野（5,336ha, 10,600 m^3/s ）、美唄（16,256ha, 42,480 m^3/s ）、浦臼（1,236ha, 3,476 m^3/s ）の4地区と滝川市の上水（9,400 $m^3/日$ ）が不足分を依存している。

この事業計画が進んでいた頃は、連続冷害に起因する北海道稲作是非論が表面化した時期で、特に石狩川本流



写真一 さけます捕獲場、インディアン水車

に大規模な開田計画を内包するこの事業は、各方面からの強い抵抗があり、かんがい区域の決定までには多くの紆余曲折を経て、最終的に下表に示す如く収拾された。

開田面積も昭和32年計画の13,515haから7,727haと半減した。

金山ダムは、その時代の水源確保ということでは、一応目的は達成したが、他の地区と同様、新たな用水の確保が必要となっている。山部地区は、昭和48年、計画変更を行い、代掻期短縮に伴う用水の増量、深水用水の確保、畑地かんがいを導入した。美唄地区は、空知中央地区として、前記用水の確保のほか、土地利用の変化に伴う水利施設の再整備を行うべく、昭和54年に着工、浦臼

表一六 かんがい受益面積及び取水量

地区名	受益面積 ha (町)					所要水量 m^3/s		空知川 (石狩川) 取水量 m^3/s		摘要
	補水田	開田			合計 特殊期	特殊期	普通期	特殊期	普通期	
		畑	未墾地	計						
山部	442 (446)	1,485 (1,497)	97 (98)	1,582 (1,595)	2,024 (2,041)	6.814	5.237	5.435	4.176	空知川
富良野	5,000 (5,042)	9 (9)	312 (315)	321 (324)	5,321 (5,366)	17.544	13.705	10.600	10.600	〃
美唄	13,986 (14,102)	3,567 (3,597)	2,257 (2,276)	5,824 (5,873)	19,810 (19,975)	68.900	48.384	42.478	30.562	〃
浦臼	1,294 (1,305)	— —	— —	— —	1,294 (1,305)	4.129	2.984	3.417	2.531	石狩川
計	20,722 (10,895)	5,061 (5,100)	2,666 (2,689)	7,727 (7,792)	28,449 (28,687)	97.387	70.310	61.930	47.869	

地区は隣接する旧新十津川地区と共に全体実施設計の段階にあり、富良野地区は空知川右岸地区としてその姿を変えようとしている。

こうした新しい水利用計画が進行する中で金山ダムの存在は重要な意味を持っている。すなわち、金山ダムが直接支配する空知川はもとより、石狩川本流下流域の水利用を規制しており、そこに新規利水が発生した場合は、常に金山ダム事業計画に対する検証が必要となっている。したがって後発の事業は新たな水源開発を行わないかぎり計画は成立しないことになってきている。今後も引続き、計画基準年の相違や、新規利水が本川に及ぼす影響、河川維持流量が問題となってくるであろう。

鷹泊ダム

戦後の電力不足を背景に、北海道は道民生活の安定、文化向上のために、昭和25年、道営発電を道政の最重要施策に据え、併せて雨竜川流域の水田用水を確保するために雨竜川総合開発計画が策定され、これに基づき、昭和25年から同28年にかけて築造された。戦後間もない時期であったにもかかわらず、極めて短期間の建設であった。

それまで雨竜川を水源とする5,000haの水田は、北海道電力の雨竜貯水池（雨竜川上流、朱鞠内、総貯水容量244,600千 m^3 ）からかんがい補償放流によって、既得水利用権を確保していたが、受益地域と放流地点が80kmも離れていることから、用水管理上に種々問題があり、十分目的が達せられなかったようである。しかも戦中の山林乱伐は降雨の貯留作用を減少させ、排水改良の進展はかんがい用水の増大を助長し、水不足の状態であったと当時の資料には記されている。流域内には水田適地が、1,735町歩もあり、雨竜川の営農安定のためには開田は緊急を要するもので、多度志、沼田、秩父別、妹背牛、北竜、深川の6カ町村の補水田4,957haに前述の開田を加えて受益とし、15,146千 m^3 の貯水量をもって40,470石（約6,000t）の増収を図るというものであった。

他地区同様、時代に適応する用水確保のために、雨竜川中央地区として新たに事業が進められている。

大雪ダム

昭和29年の台風15号は、石狩川源流の大雪山系に多大な被害を与え、以来、水源の枯渇が甚しく、各所で用水不足が起り、石狩川上流部に洪水調節、かんがい、発電上水等の多目的ダムの建設の要望が高まった。これを受けて、北海道開発局が、北海道の屋根といわれる大雪連峰の北山麓を集水区域とし、道内屈指の景勝地層雲峡上流に総貯水量66,000千 m^3 のロックフィルタイプの大雪山ダムを建設した。このダムのかんがい計画は、石狩川上流の6市町の水田、17,800haに対して不足用水を補給する。当麻永山、共栄近文地区（国営）比布地区（道営）が主な関連事業となっている。

3. 農業及び農業水利

(1) 農業

上川地方、石狩平野地方は元来水田単作地帯であり、水田経営を主体としていたが、昭和45年以來、汎用化対策がとられてからは、畑作物の種類が多くなってきている。又畑地かんがい技術の向上、及び農業機械の発達に伴ない畑地利用も高度化してきている。

上川地帯：水田経営と畑作、酪農経営が相半ばしている。畑作物は麦類、飼料作物、豆類、工芸作物等が主体を占めている。専業農家27%、一種兼業農家51%。

石狩平野地帯：水田経営が大部分を占めている。畑作物は麦類、豆類、工芸作物等が主体を占めている。

都市近郊農家においては一般蔬菜の栽培が盛んである。1部畑作農家の中に果樹栽培もみられ、専業農家40%、一種兼業農家42%。

(2) 農業水利

石狩川流域の水利施設は、明治、大正時代にかけて、主として、井堰などによる自然取水施設、又昭和時代になり食糧増産を契機に小規模な溜池、中下流にかけては河川、排水路より揚水する揚水機場が建設された。昭和20年代後半にかけて河川総合開発事業による多目的ダム、国営事業によるダム、頭首工が建設され農業水利施設の整備が行われてきた。

その内訳として、農業水利関連ダムは堤高15m以上65ヶ所、発電等24ヶ所である。頭首工は46ヶ所、揚水機場は20ヶ所を有し、これらの基幹施設を主とした水田面積は昭和45年には184,300ha（全道290,700haの63%）に及んでいる。既設水利の農業用水は石狩川全流域で580 m^3/s である。

石狩川本川では農業用水169 m^3/s （97.0%）上水道用水1.4 m^3/s （0.3%）工業用水4.7 m^3/s （2.7%）の175 m^3/s の取水である。

現在石狩川流域においても水田利用再編対策により水田面積は168,200haのうち、農業近代化用水等の手当済み、又は予定を含めて、145,200ha（86%）であり、今後水源開発が待たれるのは、23,000haである。畑地においては、66,400haのうち21,800ha（33%）が水田の水利用開発と共に手当されている。水源開発量は598,000千 m^3 のうち土地改良事業で28ダムで313,000千 m^3 、建設省による多目的ダム5ダムで、217,000千 m^3 （40%）である。

(3) 基準地点流量と農業水利

1級河川石狩川水系の工事実施基本計画は昭和39年の新河川法制定に伴ない昭和40年に発表されているが、本計画においては基準地点流量の記載はなかった。このため、農業水利事業との調整は主として当事者間で行われ、昭和57年3月に基本計画の改訂がなされた。基準地点は、石狩大橋で、その正常流量として12,697 $\text{km}^2/100$

表-7 石狩川水系水源開発一覽表

地帯	地区名	受益面積			河川名	ダム名	貯水池		かんがい容量	用途	行先関連地区
		水田	畑かん	計			総貯水容量	有効貯水量			
		ha	ha	ha			千m ³	千m ³	千m ³		
上川	共栄近文	7,010	—	7,010	石狩川	(既)大雪	66,000	54,700	(20,700)	F.A.W.P	—
	当麻永山	3,884	—	3,884	〃	〃	〃	〃	(〃)	〃	—
	永山	470	—	470	〃	〃	〃	〃	(〃)	〃	道営事業
	比布共栄	3,552	—	3,552	〃	〃	〃	〃	(〃)	〃	〃
	愛別	359	—	359	〃	〃	〃	〃	(〃)	〃	〃
	愛別中央	411	—	411	〃	〃	〃	〃	(〃)	〃	〃
	愛別川他	2,120	—	2,120	愛別川他	〃	〃	〃	(〃)	〃	〃
	忠別	7,600	850	8,450	忠別川	(実)忠別	65,000	51,000	(25,500)	F.A.W.P.	(多目的ダム)
	しろがね	650	6,792	7,442	美瑛川	(着)しろがね	6,800	6,664	6,664	A	〃
	ペーバン	1,047	—	1,047	石狩川, 米飯川	(着)ペーバン	3,800	3,220	3,220	A	〃
	神居郷	430	640	1,070	石狩川, オイシヤヌンベ川	(着)神居	4,700	3,700	3,700	A	〃
	東郷	693	1,614	2,307	空知川	(着)東郷	4,400	4,030	4,030	A	〃
	空知川右岸	5,460	—	5,460	〃	(実)滝里	108,000	85,000	4,933 (31,800)	F.N.A.WP.	〃
	〃	〃	〃	〃	〃	(既)金山	150,450	130,420	(65,000)	F.A.W.P.	富良野地区(多目的ダム)
	フラヌイ	1,270	2,100	3,370	美瑛川	(全)フラヌイ	5,700	5,500	5,500	A	—
〃	〃	〃	〃	空知川	(既)日新	4,500	4,133	4,133	A	十勝岳地区	
山部	1,674	1,312	2,986	〃	(既)金山	150,450	130,420	(65,000)	F.A.W.P.	山部地区(多目的ダム)	
富良野東部	—	500	500	空知川, 布礼別川	(実)滝里	108,000	85,000	376 (31,800)	F.N.A.W.P.	(多目的ダム)	
計		36,630	13,808	50,438							
下川	野花南	648	—	648	空知川, 野花南川	(既)野花南	4,640	4,400	4,400	A	※ —
	芦別北部	1,370	1,590	2,960	空知川, パンケ幌内川	(調)新城	5,400	5,020	5,020	A	〃
	〃	〃	〃	〃	空知川	(実)滝里	108,000	85,000	1,295 (31,800)	F.N.A.W.P.	(多目的ダム)
	音江山	—	1,070	1,070	空知川, 赤間の沢川	(着)エルム	2,940	2,810	2,810	A	—
	幌加内	1,869	—	1,869	雨竜川, ウエンナイ川	(既)雨煙別	6,750	6,477	6,477	A	※ —
雨竜川中央	10,290	970	11,260	雨竜川, 幌新太双別川	(着)沼田	34,800	32,900	29,550	W・A	—	
〃	〃	〃	〃	雨竜川	(既)鷹泊	21,518	15,913	15,913	A・P	秩父別地区, 沼田地区	

石	北空知 新雨竜 樺戸	12,787	—	12,787	雨竜川, 支線の沢川	(〃)幌新	5,700	5,129	5,129	A	幌新地区
		3,020	—	3,020	雨竜川, 多度志川	(〃)上湯内	877	857	857	A	多度志 "
		6,700	400	7,100	雨竜川, 恵岱別川	(〃)恵岱別	4,373	3,961	3,961	A	
					石狩川	(実)忠別	65,000	51,000	(25,500)	F.A.W.P.	北空知地区, 神竜地区
					石狩川, 尾白利加川	(調)美沢	4,500	3,827	3,827	A	—
					石狩川, 尾白利加川	(既)尾白利加	10,975	10,126	10,126	A	尾白利加地区
					石狩川, 新十津川	(全)樺戸	35,500	32,900	21,500	F.A.W	(多目的ダム)
					" "	(既)新十津川	4,935	4,800	4,800	A	新十津川地区
					空知川	(〃)金山	150,450	130,420	(65,000)	F.A.W.P.	浦臼地区(多目的ダム)
					石狩川, 須部都川	(既)月形	4,834	4,230	4,230	A	—
狩	南月形 空知中央	720	400	1,120	" 奈江川	(着)北海	11,300	10,400	10,400	A	—
		27,986	1,228	29,214	空知川	(既)金山	150,450	130,420	(65,000)	F.A.W.P.	美唄地区 (多目的ダム)
					石狩川, 幾春別川	(既)桂沢	92,700	81,800	(74,100)	F.A.W.P.	
					空知川	(実)滝里	108,000	85,000	22,362 (31,800)	F.N.A.W.P.	(多目的ダム)
平	幌向川 篠津中央 南美原 高岡シッ 道央	2,746	166	2,912	石狩川, 幌向川	(着)幌向	8,340	8,060	8,060	A	美唄地区
		7,493	—	7,493	空知川	(実)滝里	108,000	85,000	1,298 (31,800)	F.N.A.W.P.	篠津地域開発
		1,352	—	1,352	"	(実)滝里	108,000	85,000	164 (31,800)	F.N.A.W.P.	"
		450	570	1,020	望来川	(着)高岡シッ	5,600	5,200	5,200	A	—
		28,040	1,559	29,599	夕張川	(着)新大夕張	163,800	133,400	126,900	A.W	
						(既)大夕張	(87,300)	(80,500)	(80,500)	P.A	大夕張地区
野	篠津	3,185	—	3,185	石狩川, 当別川	(〃)清水沢	5,576	3,076	1,420	P.A	夕張第2地区
						(〃)川端	6,479	1,003	674	P.A	長都第2 "
						(既)青山	15,127	14,089	14,089	A	※
計		108,656	7,953	116,609							
合計		145,286	21,761	167,047		農 河 計	28 5 33		312,590 217,100 529,670		

- (注) (1) 昭和58年3月時点
 (2) ダム名 農業:(調)調査 (全)全体実施設計 (着)着工 河川:(実)実施計画調査
 (3) 用途 F:洪水調節 N:河川維持用水 A:かんがい W:上水道 P:発電
 (4) ※近代化用水未手当

m³/s と明記され、今後の水源開発計画及び本川における流水管理の目標値として設定されるにいたった。

4. 石狩川水系開発と水源開発

(1) 水系調査の経緯と必要性

広域農業開発基本調査の内、水系開発基本調査“石狩川”が昭和38年度を初年度として調査が進められている。本調査は、農業の立場から、水系内の農業の動向、現況、水利実態を把握し、これを踏まえて、将来を見通した農業開発の可能性、これに伴う水利調整、流況監視等の内容を持つ総合調査として位置付けられる。石狩川においても、この調査趣旨に則り、地域の水利、営農、水源現況等の定常調査により、データバンクとしての機能を備え、加えて、農業開発の指針となるべき、土地利用計画、水利用計画を作成し、開発可能地域の開発構想を樹立して、20指に余る地区の事業化への道をつけてきた。地域の水田地帯は、新しい営農に適合する水利用を柱とする第2次開発の事業が進行しているが、他種用水の増大や、水源適地の減少もさることながら「河川環境管理基本計画」に見られる如く、水利行政の強化が予想される。他方、水利上密度の高い水系には、水系全体の水利に係るダム建設の場合がある。このことは、農業用水の確保をするためには、広域的な水利調整が必要ということであり、石狩川水系においても、特定多目的ダム、補助ダムで実施調査を含めると13ダムにのぼり、農業用水が直接関係するダムも多く、今後、水利調整は最

も重要な課題となるであろう。

その対応は、水利行政の動向、河川協議の実態を正しく把握し、集積された各種データを問題に即応できる適切な資料として整備しておく必要がある。したがって、水系開発基本調査の必要性は高い。

(2) 水資源開発

将来の水需要量の増大に対応して新規の水資源開発調査を進める必要があるが、利水量が増大するにつれて、河川の流水の利用度が高まり、新規開発の余地がだんだん少なくなって来ている。

新規水源の開発は、融雪期の豊水期に貯留し、渇水期に放流する補給ダムが主体であるが、開発が進むにつれて、地形的、地質的にダム適地が少なくなり、ダム建設技術の進歩により拡大している。

畑地かんがい用水は、需要量も少ないが、石狩川流域の畑地の特徴として、水田の後背地である台地に拓けた地形が大部分であり取水予定河川も下流水利権との調整が難しくダム貯留の利用形態をとっている。

今後、更に営農機械の普及、営農管理用水の増大による新たな水需要対策を樹てる必要に迫られよう。

石狩川上、中流部は新規ダム開発、下流部の低平地においては、既存水利施設の利用も併せて水源開発することも検討の一方法である。

当水系内には今後、特定多目的ダム5ヶ所の着工が予想されるが当ダムの調整も併せた水源計画を樹てる必要がある。

OA のための例題中心 BASIC 講座(第5回)

ファイルの使い方(その2)

丹 治 肇* 山 本 徳 司**

前回は、シーケンシャル・ファイルの用法について述べました。今回は、より応用範囲の広いランダム・アクセス・ファイルについて述べます。ランダム・アクセス・ファイルは、データを頭からでなく、好きなところから順に読み出し、書き込みができる点が大きな特徴でした。ただし、好きなところからとり出したいと考えても理解できるのは、考えている人だけで、他の人(ここではコンピュータ)にわからせるためには、どれを読み出したかの番号、レコード番号が、必要なのです。それではランダム・アクセス・ファイルの用法を説明しましょう。

5) 例題19 ランダム・アクセス・ファイル その1 FIELD# 文, PUT# 文, LSET 文

農林水産省の土地改良事業の電算化の中心になってるのが土地改良技術事務所です。土地改良技術事務所は全部で7カ所あり、その名称と電話番号は次のとおりです。これらをランダム・アクセス・ファイルに書き込んでみましょう。

1. 東北 0222-95-5544
2. 関東 0482-54-0511
3. 北陸 0762-63-2161
4. 東海 052-201-7271
5. 近畿 075-451-9161
6. 中四 0862-23-2777
7. 九州 0963-67-0411

ただし、ここでは左の番号1~7がレコード番号になる様なプログラムとします。プログラムは次のようになります。

```

10 OPEN "2:REIDAI" AS #1
20 FIELD #1,20 AS A$,20 AS B$
30 INPUT "RECORD NUMBER";IE
40 PRINT "NO.      NAME                TEL "
50 FOR I=1 TO IE
60 PRINT I ;
70 INPUT NA$,TEL$
80 LSET A$=NA$
90 LSET B$=TEL$
100 PUT #1,I
110 NEXT I
120 CLOSE #1
130 END

```

* 農業土木試験場 水利部

** " " 水工部

10行目の OPEN 文と120行目の CLOSE 文はシーケンシャル・ファイルの場合と全く同じです。今回新たに学ぶのは20行目の FIELD 文, 100行目の PUT #文, 80, 90行の LSET 文です。20行目の FIELD 文は1レコード長の内に何をしまっておくかの割りつけをします。ランダム・アクセス・ファイルでは前にのべましたように、1レコードの長さは決っていて一定で変更することができません。1レコード長は普通256バイトです。バイトは情報量の単位です。(補足参照)さしあたり、1レコードの内でも更に何丁目番地式に256番地にわかれていると考えて下されば結構です。20行目の FIELD 文で FIELD の次の#1は1番のファイル、即ち10行目の OPEN 文で1番を割りあてられたファイル“Z:REIDAI”についての割りあてをするを示しています。次の20 AS A\$ と20 AS B\$ がレコードの頭から20バイトを変数 A\$ に、次の20バイトを変数 B\$ に割りあてることを示しています。(こうすると 250-20-20=216バイトは結果的には使われないことになりますが、ここではレコード割り当ての有効性については考えず、さしあたり単純な方法を優先します。)100行の PUT #1, I は PUT #文といいレコード番号 I に書き込みを命じる命令文です。ここで I に何を書くかは今の FIELD 文にしたがって行ないます。したがってレコード I に A\$, E\$ が書きこまれます。30行目はレコードの数7を IE に読み込ませています。50行と110行により、レコードへの書き込みが IE (=7) 回くりかえされます。A\$, B\$ の値は70行で、NA\$=何前と TEL\$=電話番号として読み込まれたものが80行と90行でそれぞれ A\$, B\$ におきかえられています。ここで SLET 文は文字列を左づめに代入することを意味します。これは A\$ にたとえば“KANTO”, “TOHOKU”といった文字列を書き込むときに長さが異なるためにびったり A\$ に収納することができないために行っているのです。したがって、NA\$ は“KANTO”を読んだときには単に5文字の文字列ですが A\$ は、この5文字を左はしにして、その右にちょうど20バイトの長さに到るまで空白がついたものになっています。ここでは入力をたすけるために、40行のタイトルの印刷と60行にレコード No. が表示されるようになっていきます。このプログラムは次の様に実行されます。

```

RUN
RECORD NUMBER? 7
NO.      NAME          TEL
1 ? TOHOKU,0222-95-5544
2 ? KANTO,0482-54-0511
3 ? HOKURIKU,0762-63-2161
4 ? TOKAI,052-201-7271
5 ? KINKI,075-451-9161
6 ? CHUSHI,0862-23-2777
7 ? KYUSHU,0963-67-0411
Ok

```

```

run
RECORD NUMBER? 7
NO. NAME          TEL
1 TOHOKU          0222-95-5544
2 KANTO           0482-54-0511
3 HOKURIKU        0762-63-2161
4 TOKAI           052-201-7271
5 KINKI           075-451-9161
6 CHUSHI          0862-23-2777
7 KYUSYU          0963-67-0411
Ok

```

6) 例題20 ランダム・アクセス・ファイル その2 GET 文

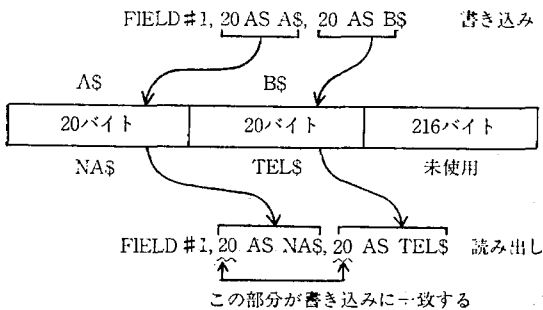
今度は今作成したファイル“2:REIDAI”を読み出してみましょう。読み出し用のプログラムは次のようになります。

```

10 OPEN "2:REIDAI" AS #1
20 FIELD #1,20 AS NA$,20 AS TEL$
30 INPUT "RECORD NUMBER";IE
40 PRINT "NO. NAME          TEL "
50 FOR I=1 TO IE
60 PRINT I ;
70 GET #1,I
80 PRINT NA$,TEL$
90 NEXT I
100 CLOSE #1
110 END

```

10行目の OPEN 文はシーケンシャル・ファイルの時の様に入力用と出力用がなく、書き込み時と全く同じです。レコード単位で読み出された内容を変数に割り当てるのが20行目の FIELD 文です。書き込み時には A\$, B\$ という変数名が使われていたのに今度は NA\$, TEL\$ と異なった変数名で読み出しています。この様に読み出し、書き込みに使う変数名は必ずしも同一のものである必要はありません。しかし FIELD 文で割りあてるレコードの中の記録場所は一致していなければなりません。



次は不可

```

FIELD #1, 15 AS NA$, 25 AS TEL$
FIELD 文の一致

```

実行結果は次のとおりです。ここではレコードの数7を入力して7個のレコードを読み出します。

プログラムの中でファイルからの読み出しは GET#文で行なわれています。70行目の GET #1, I がそれで #1 はファイルが1番を、I はレコード番号を示します。ここでは既書き込みのときに LSET 文で左づめに書きこんであるデータを読み出すので、更に LSET 文を使う必要はありません。

練習18

次の命令文を見て、シーケンシャル・ファイルの書き込みに関するものに1、読み出しに関するものに2、ランダム・アクセス・ファイルの書き込みに関するものに3、読み出しに関するものに4の番号をつけなさい。

- 1 OPEN "2:RENSHU" FOR OUTPUT AS #2
- 2 OPEN "2:RENSHU" AS #4
- 3 OPEN "2:RENSYU" FOR INPUT AS #3
- 4 CLOSE #1
- 5 WRITE #2,KOTAE\$
- 6 GET #2,KOTAE\$
- 7 INPUT #3,KOTAE\$
- 8 PUT #1,KOTAE\$
- 9 LSET SEIKAI\$=KOTAE\$
- 10 FIELD #4,10 AS TENS\$,20 AS TWENTY\$

7) 例題21 ランダム・アクセス・ファイル その3 LOF 文

今まではランダム・アクセス・ファイルに幾つのレコードが書き込まれているかを入力して、その数だけのレコードを読みだしていましたが、これは非常に不便です。そこで、ここではレコードの長さを自動的に検出する LOF 文を使って、記録されている全てのレコードを読み出し、画面に表示すると同時に、データをレコード単位で修正するプログラムを考えてみます。プログラム例としては今まで考えてきた、土地改良技術事務所の地方ブロック名と電話番号の例題をとりあげて、データの修正を試みます。プログラムの基本的な部分は今までのものと同じ構成をしています。プログラムは次頁の様に示せます。

ここでは LOF 関数が2回使われています。50行目と120行目に LOF(1)とあるのがこれです。LOF(1)の1はファイル番号を表わします。LOF 関数はそのファイルの最大レコード番号を表わします。50~110行はファイルが最大レコード番号に到るまでレコード番号をひとつずつ増やして(90行)地方ブロック名と電話番号を読み出


```

10 OPEN "2:REIDAI" AS #1
20 I=1
30 FIELD #1,20 AS NA$,20 AS TEL$
40 PRINT "NO. NAME TEL."
50 IF I>LOF(1) THEN GOTO 110
60 PRINT I ;
70 GET #1,I
80 PRINT NA$,TEL$
90 I=I+1
100 GOTO 50
110 INPUT "CORECTING RECORD NUMBER";IC
120 IF IC>LOF(1) THEN GOTO 110
130 IF IC<=0 THEN GOTO 200
140 INPUT"NAME";A$
150 INPUT"TEL";B$
160 LSET NA$=A$
170 LSET TEL$=B$
180 PUT #1,IC
190 GOTO 110
200 CLOSE #1
210 END

```

し(70行)レコード番号とともにそれを画面上に表示しています。(60行, 80行)プログラムは、その後修正すべきレコード番号をキーボードより入力し(110行)、さらにそれに合わせて、地方ブロック名と電話番号をキーボードより入力し(140, 150行)、それらを左よせに別の文字変数におきかえた(160, 170行)後に、ファイル上に書き込んでいます。(180行)120行は作業が修正ですので、入力したレコード番号が既に記されている最大のレコード番号(LOF(1))より大きい場合には、修正するレコード番号を入れなおすためのIF文です。また、修正は190行により、レコード番号を入れさえすれば何度でも繰り返すことができる様にできているため、130行は0または負のレコード番号を入力することにより、修正作業を終了するためのものです。

このプログラムの実行例を次に示します。ここでは、レコード番号1の地方ブロック名が空白で、電話番号が本来に入るべきところに地方ブロック名が入っていた場合に修正をしています。

```

run
NO. NAME TEL
1 TOHOKU
2 KANTO 0482-54-0511
3 HOKURIKU 0762-63-2161
4 TOKAI 052-201-9161
5 KINKI 075-451-9161
6 CHUSHI 0862-23-2777
7 KYUSYU 0963-67-0411
CORECTING RECORD NUMBER? 1
NAME? TOHOKU
TEL? 0222-95-5544
CORECTING RECORD NUMBER?
Ok

```

8) 例題22 ランダム・アクセス・ファイル

水と土の購読者数(技術研究会会員数)のうち、県関係の職員数については前回のこの講座でグラフ化の例題

でとりあげたことを覚えておられる方も多いでしょう。そこで今回も前回と同様に各地方ブロックごとの会員数をとりあげて、ランダム・アクセス・ファイルに収納してさらに読み出してみましょう。

次のプログラムがひとつ前の例題でとりあげた“地方ブロック名”と“電話番号”にかえて“地方ブロック名”と“会員数”を書き込んだものです。

```

10 OPEN "2:KAIIN" AS #1
20 FIELD #1,20 AS A$,20 AS B$
30 INPUT "RECORD NUMBER";IE
40 PRINT "NO. NAME NINZUU"
50 FOR I=1 TO IE
60 PRINT I ;
70 INPUT NA$,NIN$
80 LSET A$=NA$
90 LSET B$=NIN$
100 PUT #1,I
110 NEXT I
120 CLOSE #1
130 END

```

このプログラムも前のプログラムの復習となるように最大レコード番号を読み込ませる(30行)ようになってあります。このプログラムの判らない人はランダム・アクセス・ファイルの最初の例題19のを復習して下さい。さて、このプログラムを実行すると次のようになります。

```

run
RECORD NUMBER? 7
NO. NAME NINZUU
1 ? TOHOKU,583
2 ? KANTO,590
3 ? HOKURIKU,348
4 ? TOKAI,114
5 ? KINKI,291
6 ? CHUSHI,325
7 ? KYUSYU,344
Ok

```

データはこの様に2つ続けてやるときには“, ”(コンマ)で区切ればよいことは文字でも数値でも同じです。

9) 例題23 ランダム・アクセス・ファイル

今書き込んだ、ファイルから、地方ブロック名と会員数を読み出すプログラムを作ります。この例題も、例題20とほとんど同じプログラムで次のようになります。

```

10 OPEN "2:KAIIN" AS #1
20 I=1
30 FIELD #1,20 AS NA$,20 AS NIN$
40 PRINT 2 "NO. NAME NINZUU"
50 IF LOF(1)<I THEN GOTO 110
60 PRINT I ;
70 GET #1,I
80 PRINT NA$,NIN$
90 I=I+1
100 GOTO 50
110 CLOSE #1
120 END

```

このプログラムも判らないところは前の例題を見返して

おいて下さい。ただし、ここでは例題20とはちがいで、LOF関係を使って(50行)、最大レコード番号まで目いっぱいひとつずつ(90行)レコードを読み出しているのは、例題21と同じで、LOF文については今更いうまでもないところです。これを実行すると、次の様になり会員数を読み出されます。

```
run
NO. NAME                NINZUU
 1 TOHOKU                583
 2 KANTO                 590
 3 HOKURIKU              348
 4 TOKAI                 114
 5 KINKI                 291
 6 CHUSHI                325
 7 KYUSYU                344
Ok
```

ここまでくると全く同じ例題を2度ずつ繰り返して、少々うんざりされたかもしれません。しかし、電話番号と会員数とは根本的なちがいがあります。それは、電話番号はたし算をしても全くナンセンスであるのに対し、会員数はたし算をすると合計会員数という意味をもった値が得られるという点です。この意味では、電話番号は文字であるのに、会員数は数値なのです。ところが、ランダム・アクセス・ファイルには既に述べた様に、文字データの書き込み、読み出ししかできません。このため、数値データを扱うには次の様な工夫が必要です。

書き込み 数値→文字化

読み出し 文字→数値化

そこでまず、前半の数値の文字化を含むファイルへの書き込みプログラムを考えてみましょう。

10) 例題24 ランダム・アクセス・ファイル その4 MKIS 関数

次のプログラムが数値を文字化したものです。

```
10 OPEN "2:KAIIN" AS #1
20 FIELD #1,20 AS A$,20 AS B$
30 INPUT "RECORD NUMBER";IE
40 PRINT "NO.    NAME                NINZUU"
50 FOR I=1 TO IE
60 PRINT I ;
70 INPUT NA$,NIN
80 LSET A$=NA$
90 LSET B$=MKIS(NIN)
100 PUT #1,I
110 NEXT I
120 CLOSE #1
130 END
```

例題22とちがうのは会員数を NIN と NIN\$ のような文字変数としてではなく数値として読んでいるところ(70行)左へ文字列をつめるときに MKIS 関数を使って、数値を文字列に変換しているところです。MKIS 関数のように数値を文字列に変換する関数には全部で次の3種類があります。

MKD\$ 倍精度実数→文字

MKI\$ 整数 →文字

MKS\$ 実数 →文字

このプログラムの実行した結果は画面をみるかぎり、例題22と全く同じですので、ここでは省略します。

倍精度実数とははじめてここでできました。ここではとくに有効ケタ数を上げるときに使う実数として考えて下さい。厳密な定義は、定数と変数の型の説明のにとりませんが、ここでははん雑になるので省略します。

11) 例問25 ランダム・アクセス・ファイル その5 CVI 関数

今度は今、文字型でランダム・アクセス・ファイルで書き込んだ数値をよみだし、数値へと変換したのちに、合計会員数を求めてみます。これは例題23の焼きなおしです。プログラムは次の様になります。

```
10 OPEN "2:KAIIN" AS #1
20 I=1
30 TOT=0
40 FIELD #1,20 AS NA$,20 AS NIN$
50 PRINT "NO. NAME                NINZUU"
60 IF LOF(1)<I THEN GOTO 140
70 PRINT I ;
80 GET #1,I
90 NIN=CVI(NIN$)
100 PRINT NA$,NIN
110 TOT=TOT+NIN
120 I=I+1
130 GOTO 60
140 PRINT "TOTAL" ;TOT
150 CLOSE #1
160 END
```

90行の CVI関数が文字型でかかれた数値データを数値へと逆変換している部分です。30行と110行を使って合計人数を求め、140行で画面に表示しています。この様に文字を数値に変換するものには次の3つがあります。

CVD 文字→倍精度実数

CVI 文字→整数

CVS 文字→実数

こう書くと面倒くさくみえますが要は MKI\$ で変換したものは CVI で逆変換するという点で、CVS、CVD が使えないという点です。

倍精度実数→MKD\$→文字→CVD→倍精度実数

整数→MKI\$→文字→CVI→整数

実数→MKS\$→文字→CVS→実数

また MKS\$ のように文字変換するときの関数には \$ がついているのに対し、逆変換するときの関数には \$ がないのにも注目して下さい。たとえば、今のは次の様でした。

MKI\$ (NIN)←→CVI (NIN\$)

\$あり(\$なし)\$なし(\$あり)

実行結果は次のごとくなります。

run	
NO. NAME	NINZUU
1 TOHOKU	583
2 KANTO	590
3 HOKURIKU	348
4 TOKAI	114
5 KINKI	291
6 CHUSHU	325
7 KYUSHU	344
TOTAL	2595
Ok	

12) まとめ

今回学習した内容はかなり複雑でしたのでここで頭の整理のために要点を書いておきます。

a. シーケン・シャル・ファイル

i) 書き込み

OPEN "ファイル名" FOR OUTPUT AS #ファイル番号

WRITE #ファイル番号, 変数

CLOSE #ファイル番号

ii) 読み出し

OPEN "ファイル名" FOR INPUT AS #ファイル番号

INPUT #ファイル番号

CLOSE #ファイル番号

iii) その他

EOF 関数

b. ランダム・アクセス・ファイル

i) 書き込み・(読み出し)

OPEN "ファイル名" AS #ファイル番号

FIELD #ファイル番号, バイト数 AS 変数名

PUT #ファイル番号, レコード番号

(GET #ファイル番号, レコード番号)

ii) その他

LSET 文, EOF 関数, MKI\$, MKS\$, MKD\$ 関

数, CVI, CVS, CVD 関数

さて、ファイルの勉強はいかがでしたでしょうか。説明の良くないところも多々あったこととは思いますが、ファイルのむずかしさはなんといっても目に見えないところにあると思います。したがって、うまくいかないときには、書き込むまえに PRINT 文、よみ出してすぐに PRINT 文という方法をとるのが早道のようなのです。今回はプログラムが長くなったことと、それと関連して、練習が少なくなったことを残念に思っております。前回と今回はページ数の関係で応用例題を載せませんでした。次回は周辺装置としてXYプロッターの概略と、その応用例をシーケン・シャル・ファイルの利用として述べたいと思います。

(訂正、前回の表題にありました水文データファイル作成プログラムは都合により応用例題として変更、次回に載せることにしました。したがって今回は表題を変更しました。)

練習問題の解答

練習16

```
10 OPEN "RENSYU" FOR OUTPUT AS #1
20 INPUT "NAME";NAME$
30 WRITE #1,NAME$
40 CLOSE #1
50 END
```

練習17

```
10 OPEN "RENSYU" FOR INPUT AS #1
20 INPUT #1,NAME$
30 PRINT "NAME ";NAME$
40 CLOSE #1
50 END
```

練習18

```
1-1 2-3 4 3-2 4-1, 2, 3, 4
5-1 6-4 7-2 8-3 9-3 10-3, 4
```

会

告

農業土木技術研究会役員名簿(昭和59年1月5日)

会 長	須藤良太郎	構造改善局建設部長
副 会 長	白井 清恒	東京大学教授
理 事	内藤 克美	構造改善局設計課長
	国廣 安彦	構造改善局水利課長
	末松 雄祐	構造改善局首席農業土木専門官
	村山 稔	関東農政局建設部長
	中原 通夫	農業土木試験場水工部長
	秋山 光	北海道開発庁農林水産課長
	八木 直樹	水資源開発公団第二工務部長
	松井 芳明	(社)農業土木事業協会専務理事
	牧野 俊衛	(社)土地改良建設協会専務理事
	渡辺 滋勝	㈱三祐コンサルタンツ専務取締役
	久徳 茂雄	西松建設㈱専務取締役
	内藤 正	大豊建設㈱副社長
	藤井 敏	(財)日本農業土木総合研究所常務理事
監 事	那須 丈士	関東農政局建設部設計課長
	岡本 勇	㈱日本農業土木コンサルタンツ代表取締役社長
常任顧問	中川 稔	構造改善局次長
	福沢 達一	全国農業土木技術連盟委員長
顧 問	山崎平八郎	衆議院議員
	梶木 又三	参議院議員
	岡部 三郎	〃
	小林 国司	〃
	福田 仁志	東京大学名誉教授
	佐々木四郎	(社)海外農業開発コンサルタンツ協会々長
	高月 豊一	京都大学名誉教授
	緒形 博之	新潟大学教授
	永田 正董	土地改良政治連盟耕隆会々長
常任幹事	末松 雄祐	構造改善局首席農業土木専門官
編集委員長	梅崎 哲哉	構造改善局事業計画課課長補佐
常任幹事	風間 彰	〃 設計課課長補佐
編集委員	一川 保夫	〃 整備課課長補佐
	亀田 昌彦	〃 設計課農業土木専門官
常任幹事	黒澤 照正	全国農業土木技術連盟事務局長
幹事	手代木八郎	構造改善局地域計画課係長
編集委員	内山 直治	〃 資源課係長
	岩村 和平	〃 事業計画課係長
	相沢 恒徳	〃 設計課係長
	高橋 昭昌	〃 水利課係長
	小林 和行	〃

〃	御前 孝仁	構造改善局整備課係長
〃	丸山 和彦	〃 開発課係長
〃	黒澤 純	〃
〃	半田 仁	〃 防災課係長
〃	山田津登武	関東農政局設計課農業土木専門官
〃	吉野 秀雄	農業土木試験場施設水理第二研究室
〃	清野 修	国土庁計画調整局調整課専門調査官
〃	辰巳 隆一	水資源開発公団第二工務部副参事
〃	大山 弘	農用地開発公団工務課課長補佐
〃	小松 康人	(財)日本農業土木総合研究所主任研究員

賛 助 会 員

㈱ 荏原製作所	3口
㈱ 大林組	〃
㈱ 熊谷組	〃
佐藤工業㈱	〃
㈱三祐コンサルタンツ	〃
大成建設㈱	〃
玉野総合コンサルタント㈱	〃
㈱電業社機械製作所	〃
㈱西島製作所	〃
西松建設㈱	〃
日本技研㈱	〃
㈱日本水工コンサルタント	〃
㈱日本農業土木コンサルタンツ	〃
(財)日本農業土木総合研究所	〃
㈱ 間 組	〃
㈱ 日立製作所	〃
	(16社)
㈱ 青木建設	2口
安藤工業㈱	〃
㈱ 奥村組	〃
勝村建設㈱	〃
株木建設㈱	〃
㈱ 栗本鉄工所	〃
三幸建設工業㈱	〃
住友建設㈱	〃
大豊建設㈱	〃
㈱竹中土木	〃
田中建設㈱	〃
前田建設工業㈱	〃
三井建設㈱	〃
	(13社)
I N A新土木研究所	1口
アイソワ工業㈱	〃
青葉工業㈱	〃

旭コンクリート工業㈱	1口	東邦技術㈱	1口
旭測量設計㈱	"	東洋測量設計㈱	"
伊藤工業㈱	"	㈱土木測器センター	"
茨城県調査測量設計研究所	"	中川ヒューム管工業㈱	"
上田建設㈱	"	日兼特殊工業㈱	"
梅林建設㈱	"	日本エタニットパイプ㈱	"
エスケー札幌産業㈱	"	日本技術開発㈱	"
㈱大本組	"	日本国土開発㈱	"
神奈川県農業土木建設協会	"	日本大学生産工学部図書館	"
金光建設㈱	"	日本プレスコンクリート工業㈱	"
技研興業㈱	"	日本舗道㈱	"
㈱木下組	"	農業試験場農地利用部	"
岐阜県土木用ブロック工業組合	"	農林建設㈱	"
久保田建設㈱	"	八田工業㈱	"
久保田鉄工㈱(大阪)	"	福井県土地改良事業団体連合会	"
久保田鉄工㈱(東京)	"	福岡県農林建設企業体 岩崎建設㈱	"
京葉重機開発㈱	"	福本鉄工㈱	"
㈱古賀組	"	㈱婦中興業	"
㈱古郡工務所	"	㈱豊蔵組	"
㈱後藤組	"	ポゾリス物産㈱	"
小林建設工業㈱	"	北海道土地改良事業団体連合会	"
五洋建設㈱	"	(財)北海道農業近代化コンサルタント	"
佐藤企業㈱	"	堀内建設㈱	"
㈱佐藤組	"	前田製管㈱	"
佐藤興業㈱	"	前沢工業㈱	"
㈱塩谷組	"	真柄建設㈱	"
(社)静岡県畑地かんがい事業協会	"	㈱舛ノ内組	"
昭栄建設㈱	"	㈱マルイ	"
新光コンサルタンツ㈱	"	丸伊工業㈱	"
新日本コンクリート㈱	"	丸か建設㈱	"
㈱新システム企画研究所	"	㈱丸島水門製作所	"
須崎工業㈱	"	丸誠重工業㈱東京営業所	"
世紀東急工業㈱	"	水資源開発公団	"
第一測工㈱	"	水資源開発公団奈良良ダム建設所	"
大成建設㈱高松支店	"	宮本建設㈱	"
大和設備工事㈱	"	山崎ヒューム管㈱	"
高橋建設㈱	"	(社)山梨県土地改良建設協会峡中支部	"
高弥建設㈱	"	菱和建设㈱	"
㈱田原製作所	"	菱和建设㈱山形営業所	"
中国四国農政局土地改良技術事務所	"	若鈴コンサルタンツ㈱	"
㈱チェリーコンサルタンツ	"		
中央開発㈱	"		(86社)
東急建設㈱	"		(アイウエオ順)
		計 115社	160口

地方名	通 常 会 員							地方名	通 常 会 員									
	県	農水省 関	省 保	公 団 体	等	学校	個人		法人	外国	県	農水省 関	省 保	公 団 体	等	学校	個人	法人
北海道	176	206		8	9	21												
東	青森	76	58															
	岩手	90	24	7	3	1												
	宮城	56	81		6	3												
	秋田	136	25		5	19												
	山形	85	20		1	4												
北	福島	95	52	12	2	1												
	小計	538	260	19	17	29												
関	茨城	111	57	20	3	9												
	栃木	80	29	2	6	2												
	群馬	37	5	4	1													
	埼玉	58	13	16	2	16												
	千葉	79	20	13	1	12												
	東京	5	200	47	8	16												
	神奈川	29	—		2	18												
	山梨	7	11			1												
東	長野	60	5	4	4	1												
	静岡	97	24			6												
小計	563	364	106	27	81													
北	新潟	166	54		2	6												
	富山	71	8	1	1	5												
	石川	38	69		3	1												
陸	福井	71	11			1												
	小計	346	142	1	6	13												
東	岐阜	30	7	1	4	6												
	愛知	48	76	36	1	8												
	三重	35	26	6	2	2												
小計	113	109	43	7	16													
海	北海道																	
	近畿																	
	滋賀	37	4		4	1	3											
	京都	52	59			8	5											
	大阪	37	—		2	3	4											
	兵庫	42	20			4	3											
	奈良	62	21				4											
	和歌山	51	8				1											
	小計	281	112	6	16	20												
	中国																	
鳥取	23	6			3	4												
岡山	25	24			7													
広島	62	54	1		4	3												
山口	53	9			2	2												
徳島	40	2			1	1												
香川	34	12																
愛媛	29	—		2	5	5												
高知	35	15			4	4												
小計	326	122	3	25	20													
九州																		
福岡	29	23	38	7	7													
佐賀	38	15		2	2													
長崎	18	2			1													
熊本	77	45	2		2													
大分	50	5	2															
宮崎	49	16			3													
鹿児島	62	3																
小計	324	123	32	12	12													
沖縄																		
沖繩		1	15		2													
総計	2,667	1,438	228	121	212	860	25											
5,551名																		

編集後記

水を利して幾千年のわが国ほど、農業と利水のつながりの強い地域は他に例をみません。水を引き土地を拓いて水田となし、稲を資本の根源として国の繁栄をみた旧き時代。食糧難を解決するために米の増産基盤をささえてきた時代。このような時代の変転を経て現代では、農村地域の混住化、逼迫するエネルギー問題等、諸々の難問と対決しながら解決を迫られているのが農業利水の現状でありましょう。つまり今日の農業水利を巡る情勢はあらたな問題を提起し、人々に多面的な視野の必要なこ

とを求めているといえます。従って、これらの諸問題に目を背けることなく、今後予想される農業、農村をめぐる社会環境の急変に待時し柔軟性をもって解決の糸口を見出していくことが、我々技術者の課題であり、そうすることがひいては技術向上のバックボーンとなるのではないのでしょうか。

最後に本機関誌の成立に直接、間接に協力していただいた関係各位の御苦勞に深甚なる敬意を表します。おかげ様で充実した内容で、第56号を発刊することができました。今後とも本誌への投稿と会員増加のため、御協力をお願い致します。(黒澤 純)

水と土 第56号

昭和59年3月25日発行

発行所 〒105 東京都港区新橋5-34-4
農業土木会館内

農業土木技術研究会
TEL (436) 1960 振替口座 東京 8-2891

印刷所 〒161 東京都新宿区下落合2-6-22

一世印刷株式会社
TEL (952) 5651 (代表)