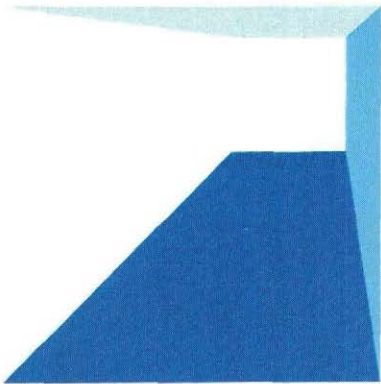
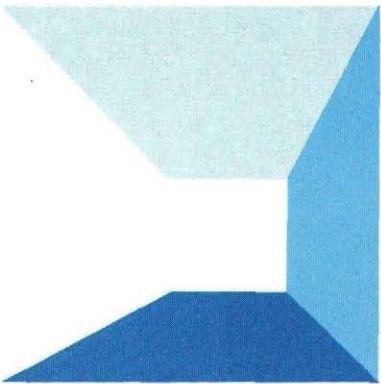
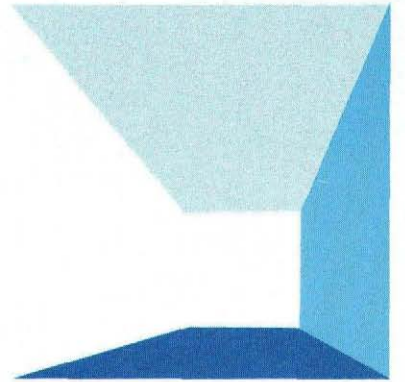
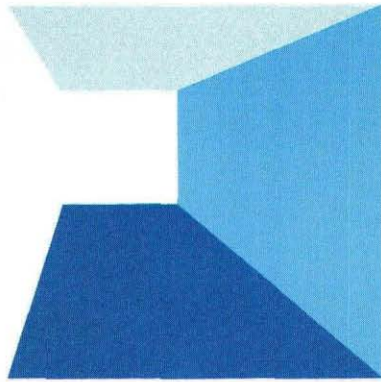
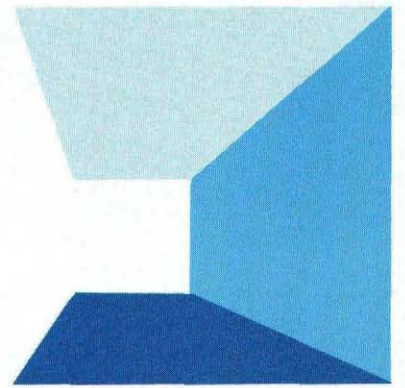


# 水と土

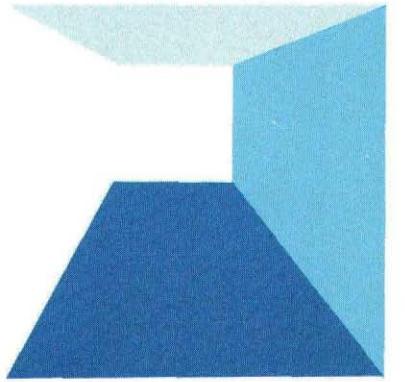
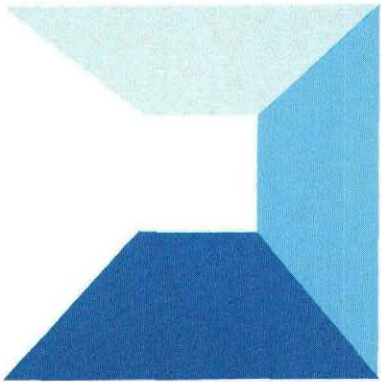
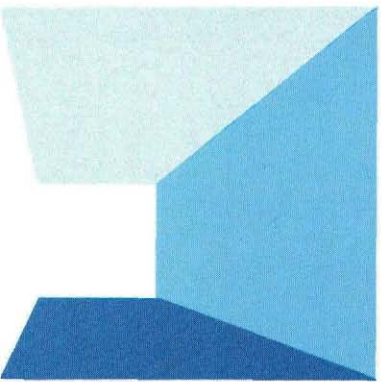
第 84 号

ISSN 0287-8593

平成 3 年 3 月号  
農業土木技術研究会



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





# 新鶴子ダム試験湛水

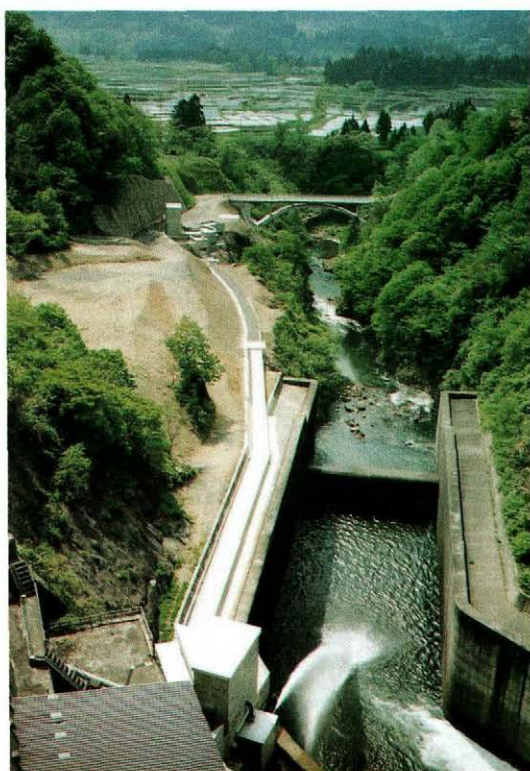
(本文2頁)



平成2年5月の常時満水位時

## 完成した内の倉発電所 (小水力発電)

(本文40頁)



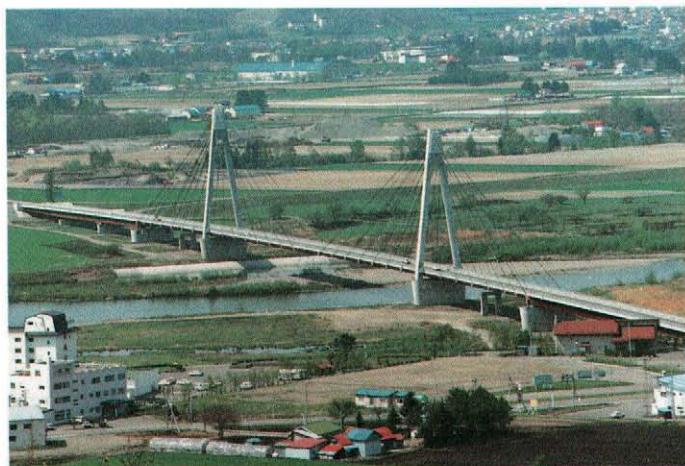
中央アーチ橋の左手前が発電所





## 十勝中央大橋（斜張橋）

（本文60頁）



施工中



## 日光川河口排水機場地盤改良

（機械攪拌工法）（本文50頁）



# 水 と 土

## 目 次

### グラビア

- 新鶴子ダム試験湛水
- 完成した内の倉発電所（小水力発電）
- 十勝中央大橋（斜張橋）
- 日光川河川排水機場地盤改良（機械攪拌工法）

### 第20回農業土木技術研究会賞の発表

### 巻 頭 文

- 農業の公益的機能 北 浦 勉……（1）

### 報 文

- 新鶴子ダム試験湛水 工 藤 和 彦・佐 藤 徳 造……（2）  
村 瀬 祐 司

- 石垣島における底原ダムの盛立施工について  
佐 藤 洋……（15）  
内 田 実 格  
南

- 末端水管理からみた合理的な管網配管モデル  
（A地区水田バイブラインシステム解析）  
板 倉 純・吉 野 秀 雄……（32）  
中 達 雄・島 崎 昌 彦

- 供用開始した加治川沿岸地区の小水力発電  
——内の倉発電所の計画・実施・管理の概要——  
矢 澤 正 宏・諏 佐 晴 夫……（40）

- 日光川河口排水機場工事における機械攪拌工法  
（スラリー方式）による地盤改良について  
渡 辺 光 章・小 柳 久……（50）  
垂 井 良 充

- 十勝中央大橋施工報告 清 水 昭 雄……（60）  
白 崎 孝 博・三 田 哲 也

- 内湖等周辺環境整備事業——菅沼地区——  
中 村 良 藏……（70）  
橋 本 彰

- 東伯農業水利事業所における文書管理システム  
辻 誠 一・原 川 忠 典……（80）

- 頭首工の設計に関する浸透路長とエプロン長さについての再評価  
川 合 享……（85）

- 投稿規定……（90）

- 農業土木技術研究会入会の手引き……（91）

- 会 告 ……（92）

- 編集後記……（94）

No. 84

1991

March



## 農業土木技術研究会賞の発表（編集委員会）

第20回農業土木技術研究会賞は、第77回～80号に掲載された報文のうちから、任意に全国から抽出された会員のアンケートを基に編集委員会で選考した結果、下記のとおり決定されました。

### （企画・計画部門）

会賞「急傾斜地における合理的流末処理対策の検討」

農業工学研究所 農村整備部

〃

〃

山本徳司  
原 喬

### （設計・施工部門）

会賞「珍魚『ウシモツゴ』奮戦記」

（県営ほ場整備事業南濃北部地区の小魚類の生息保護工法について）

岐阜県 大垣土地改良事業所

平田正風

## 受賞報文の選考にあたって

### 「急傾斜地における合理的流末処理対策の検討」

急傾斜地の農用地造成では、造成直後の数年間、降雨による造成面の土壌侵食が極めて多く、このため、承水路、拝水路・沈砂池・法面の植生等の土砂流出防止対策が施されているが、これまでそれらの機能、効果については十分に調査されていない。

本報文は、特に侵食を受けやすい土壌であるマサ土地帯の造成地区において、昭和61年～63年にわたり土砂流出の実態、沈砂池の機能・効果等について経年的に調査した結果を報告しており、急傾斜地における農用地造成の合理的な流末処理対策を行うのに当たって参考となる貴重な基礎資料であり、このような点において、多くの読者から高い評価を得たものと考えられる。

### 「珍魚『ウシモツゴ』奮戦記」

本報文は、近年絶滅状態といわれ、中部地方の一地域でしか生息が確認されていないコイ科の珍魚「ウシモツゴ」がほ場整備地区内に生息していることがわかったため、地元農家及び保護団体双方の理解を得る必要が生じたことから、工事の施工時期、魚の生息できる環境を保存しながら工事費が増嵩しない工法（空洞ブロック、積石を利用した水路等）を工夫検討し施工した事例を紹介したものである。

開発と自然保護という相対するものとしてとらえられがちな両者の接点を見出し共存させるという、地域の自然生態系の保全を配慮した農業基盤整備の施工事例として多くの読者から高い評価を得たものと考えらる。

今回の受賞は、以上の2報文となったが、本誌に投稿されたものには、他にも興味のあるもの、優秀なものが多数あった。

今後も、農業土木技術者が日頃研鑽されている技術について、各分野から多くの報文が本誌に投稿され、「水と土」が農業土木技術者の技術の発表の場となることを期待してやまない。

# 水と土 第84号 報文内容紹介

## 新鶴子ダム試験湛水

工藤 和彦 佐藤 徳造 村瀬 祐司

新鶴子ダムは主要工事を完了し、昭和63年9月より試験湛水を開始した。本稿では新鶴子ダムの概要を紹介するとともに、試験湛水中のダム挙動について、各種観測計器の測定結果に関して報告する。主な報告内容は漏水量・間隙水圧・土圧・変形および監査廊関係の計測であるが、いずれの計測記録の総合的分析の結果、ダム機能に異常のないことが確認されたものである。

(水と土 第84号 1991 P. 2)

## 石垣島における底原ダムの盛立施工について

佐藤 洋 内田 実 南 格

底原ダムは南西諸島の最南部、八重山群島の中心石垣島において築造された農業用フィルダムであり、堤体積3,228千 $\text{m}^3$ 、堤頂長1,331mの我が国有数の規模を誇るものである。ダム工事は昭和57年に仮排水路着工以来8年間に及ぶ歳月を経て平成元年6月盛立を完了し、平成2年9月より試験湛水を実施しているところである。今回は現在に至るまでの本ダム工事の設計概要と施工結果のうち盛立施工について紹介するものである。

(水と土 第84号 1991 P. 15)

## 末端水管理からみた合理的な管網配管モデル (A地区 水田 パイプラインシステム解析)

板倉 純 吉野秀雄 中 達雄 島崎昌彦

近年、水利用、水管理の合理化の観点から水田用水路のパイプライン化が進んできている。A地区についても幹線から順にパイプライン化が進められているなか現在、水管理システムの再検討が行われている。今回、末端水管理を検討するなかで2工区を対象にそれぞれ送配水管一体型と送配水管分離型の2つの管網タイプについて数理解析を行った。その結果、末端での合理的な水管理のためには、分離型が有利であることがわかった。

(水と土 第84号 1991 P. 32)

## 供用開始した加治川沿岸地区の小水力発電 —内の倉発電所の計画・実施・管理の概要—

矢澤 正宏 諏佐 晴夫

県営かんがい排水事業加治川沿岸地区の小水力発電は農水、治水、上水の三者共同施設の内の倉ダムの遊休落差を活用し、受益土地改良施設の維持管理費軽減に資することを目的とした自家発電である。使用水量2~5 $\text{m}^3/\text{s}$ 、最大出力2,900 $\text{kW}$ 、年間可能発電電力量、約11,000 $\text{MWH}$ であり、全国最大規模の小水力発電として昨年4月1日から供用開始している。関係機関との協議を主とした計画、実施、管理の概要を報告する。

(水と土 第84号 1991 P. 40)

## 日光川河口排水機場工事における機械攪拌工法 (スラリー方式)による地盤改良について

渡辺 光章 小柳 久 垂井 良充

日光川流域を中心とした尾張平野の西部地域において、湛水被害から農地を守るとともに水田の汎用耕地化を進め、農業経営の安定を図ることを目的として、尾張西部地区国営かんがい排水事業が進められている。その事業の中核をなす日光川河口排水機場建設工事の概要と本体工の基礎工の内、機械攪拌工法(スラリー方式)による地盤改良について、設計、施工、施工管理、現場施工データ等を紹介するものである。

(水と土 第84号 1991 P. 50)

## 十勝中央大橋施工報告

清水 昭雄 白崎 孝博 三田 哲也

昭和63年11月に開通した道営広域営農団地農道整備事業十勝中央地区の主要工事である「十勝中央大橋」の、設計から施工までの概要を報告する。

(水と土 第84号 1991 P. 60)

## 内湖等周辺環境整備事業—菅沼地区—

中村 良蔵 橋本 彰

土地改良環境保全事業(内湖等周辺環境保全事業)は滋賀県における二つの条例の趣旨に添って、昭和60年度に創設された。今回この事業によって実施された菅沼地区についての事業概要と、今日までの経過について報告するとともに、この事業実施が起点となり、当菅沼周辺が新旭町総合発展計画に基づいて事業実施されたので、この事業についても概要と経過について併せて報告する。

(水と土 第84号 1991 P. 70)

## 東伯農業水利事業所における文書管理システム

辻 誠一 原川 忠典

東伯農業水利事業所において、業務の効率及び正確さを向上させるための文書管理システムを作成した。このシステムでは事業所内の文書、工事・業務の成果品等を分類・整理し、用具も統一して保管・利用しやすくした。また、パソコンによる検索システムも作成した。

文書管理システムの実施例について紹介する。

(水と土 第84号 1991 P. 80)



## 頭首工の設計に関する浸透路長とエプロン長さについての再評価

川合 亨

この論文は頭首工の設計のための浸透路長とエプロン長さについて再評価した。この結果から、計算例を示し、今後における設計指針を与えた。

とくに、プライとレーンの関係はどのような関係にあるのか。浸透路長にもとづくシートパイル長さと堰体幅の関係はエプロン長さとはどんな関係にあるかを明らかにした。さらに、今後の設計に対する注意を与えた。

(水と土 第84号 1991 P. 85)

## 農業の公益的機能

北 浦 勉\*

わが国が、世界的な自由経済体制内にますます深く組み込まれていくなかで、今年4月からは牛肉、オレンジの自由化があり、ウルグアイラウンドの帰趨によっては、米問題が水田農業に大きな波紋を広げようである。

農業が大変だ、厳しいと云われる所以は、国際化の進展によって摩擦が大きくなっているからである。このことが、農産物価格の低迷ひいては若年層の農業敬遠による就農者の高齢化、過疎化などのさまざまな問題を引き起している。

このようなとき、まず、成すべきことは、農業関係者が一丸となって農業の果している公益的機能①食料供給機能、②地域経済の活性化、③自然環境・国土の保全機能、④人格形成、教育機能、⑤保健、休養機能がヨーロッパ諸国のように、国民全体に認められるよう強くアピールすることが急がれるのではなからうか。

鳥取県は、中国河北省と姉妹縁組を締結している関係から、日中友好農業試験場を建設しようという話を持ち上り、昨夏、河北省の省都である石家荘市で具体的な協議を行ったところ、建設予定地の石家荘果樹研究所では、梨の栽培に「かけ流し」かんがい方式をとっているが、思うように生産が上らない。よくよく土壌調査をしてみると、強アルカリ性を呈しているので土壌矯正をやってみるが、これもままならないから、植物の生育に必要な最小限の水分補給にとどめる「散水かんがい」方式が有効ではないかという意見が強くなっている。日本側はどう思うかと見解を求められたことがあった。よく話を聞いてみれば、かん水することによって土壌中の毛細管の発達を促し、地中にある塩分、アルカリ分まで地表に持ち上げていたようである。

遠くメソポタミア文明の故事と同じ現象であると判断し、止むを得ず散水かんがい施設の建設に協力を約束したところである。この点、わが国はモンスーン地帯にあって、年間1800mmを越す雨量のもとで森林、水田という水資源貯留機能が整備されているため、水が豊富で土壌中の有害物質を流してしまうから、中国のようなことは思いもつかないことである。改めて、わが国の水と土という農業環境に誇りを覚え、水田農業が果している公益的機能に思いを強くしたものである。

農業が十分に公益的機能を発揮するためには、経営における自由な活力を引き出し、生産農家の収益性を高めることを基本目標にすべきである。

近年の若年就農者の激減、中山間地帯で顕著にあらわれている過疎化、農地、山林の荒廃といった事態の進行に対処するためにも、家族が揃って年間完全就業し農業所得が増大できるよう、①流通経費の削減、②農地価格の抑制、③農地基盤の再整備、④地域輪作農法の確立と品種の育成改良などの支援策が必要になってくる。

農業には、長い間に培われた知識や経験の蓄積がある。それに誇りを持ち、やる気のあるプロ農家、篤農家には、農地流動化によって土地の利用権の拡大という形で経営を展開している場合もあれば、零細であっても、その土地や農業に深い愛着を持って耕作に喜びを感じ、創造的な経営を開拓しているものも沢山ある。これらの農家群によって、わが国の農業を支えることになるだろう。

しかし、外からは市場開放の圧力がかかり、内からは自由化推進論が出るなかで、どこまで持ちこたえられるのか、米が自由化されたとすれば、米作農家の半数が生き残れるかどうかと云われるほど厳しい情勢である。

島国の狭い国土のなかで、多くの人口を養い世界の経済大国として発展した背景にあるものは、豊かな国土と自然の恵みである。その陰には、農家が日々の営みのなかで、おのずと果している公益的機能が大きく寄与していることを再認識してほしいと願うものである。

\* 鳥取県農林水産部長



# 新 鶴 子 ダ ム 試 験 湛 水

工藤 和彦\*・佐藤 徳造\*・村瀬 祐司\*\*

## 目 次

はじめに .....	2	4. 間隙水圧 .....	9
1. ダムの概要 .....	2	5. 湛水開始以降の堤体及び基礎の変形 .....	10
2. 試験湛水実施状況 .....	5	6. その他の計器 .....	13
3. 漏水量 .....	5	おわりに .....	13

## はじめに

村山北部農業水利事業は、山形県村山盆地北部の尾花沢市・大石田町にまたがる3400ha余の受益面積に対し、地域内の用水不足の解消と水利用の安定化を図ることを目的としたものである。

本事業の主要施設である新鶴子ダムは、最上川支流丹生川鶴子地点に築造された堤高96m、総築堤量2900千 $m^3$ におよぶ中心遮水ゾーン型ロックフィルダムである。

昭和52年9月仮排水路工事に着手して以来、鋭意努力を重ね昭和60年10月にはすべての盛土工事を完了するに至った。そして昭和63年9月には、ダム施設の安全性、管理施設の機能確認を目的として試験湛水を開始した。



写真—1 平成2年5月の常時満水位迄湛水時のもの

本稿は試験湛水に伴うダム挙動を、観測計器の測定結果に関して紹介するとともに、若干の考察を述べたものである。

## 1. ダムの概要

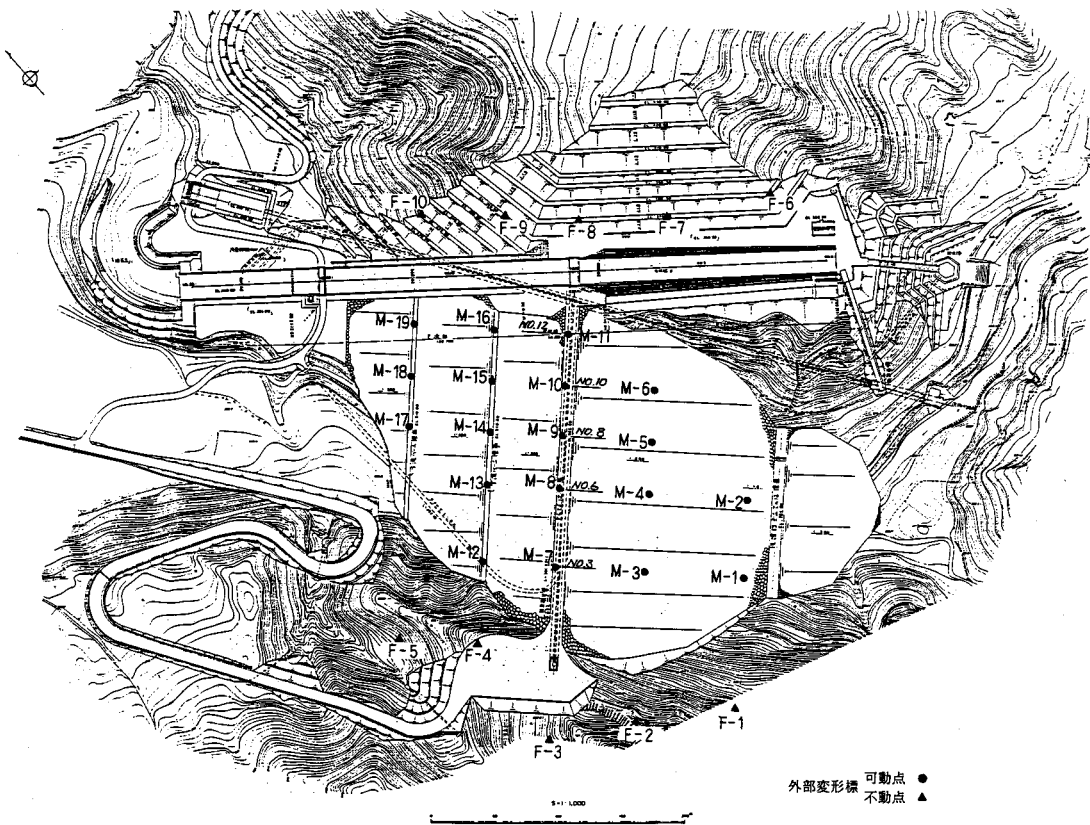
新鶴子ダムのダム諸元を表—1、ダム平面図および標準断面図をそれぞれ図—1、図—2に示した。

表—1 新鶴子ダム諸元

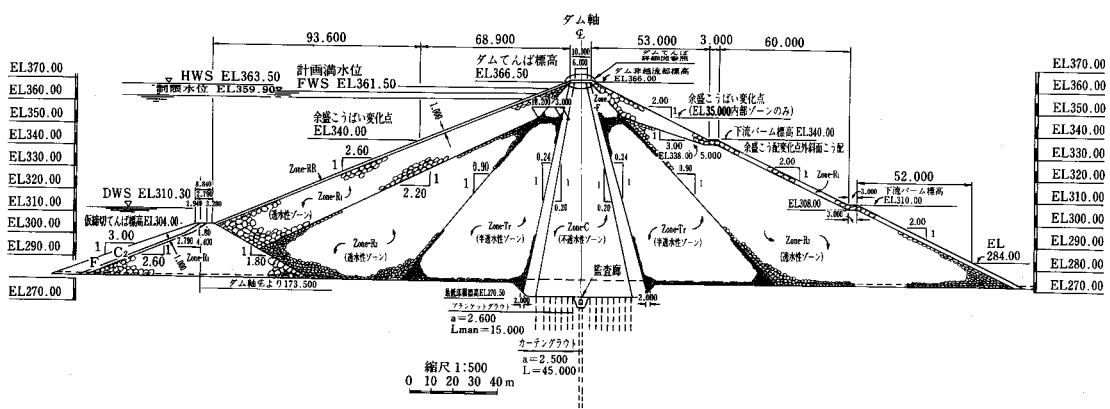
名 称	新鶴子ダム
位 置	山形県尾花沢市大字鶴子地内
河川名	一級河川最上水系丹生川
目 的	農業用水
貯水池規模	
流域面積	56 $km^2$
総貯水量	31,500,000 $m^3$
有効貯水量	29,800,000 $m^3$
満水面積	1.25 $km^2$
堤 体	
型 式	中心遮水ゾーン型ロックフィルダム
堤 高	96.0m
堤 長	283.9m
堤体積	2911800 $m^3$
余水吐	
型 式	側溝越流式
越流堤長	182.2m
越流頂	EL361.50m
取水設備	
型 式	直立独立塔
取水方式	選択取水

\*東北農政局村山北部農業水利事業所

\*\*日本技研株式会社技術研究所



図一 新鶴子ダム一般平面図



図二 新鶴子ダム堤体標準断面図



ダムサイト周辺は脊梁グリーンタフ地域に属し、ダム基礎は第三紀中新世の金山層群、楯岡累層と呼ばれる安山岩熔岩、自破砕安山岩および凝灰角礫岩等により構成されている。

築堤材料には、遮水性材料として粘質土ならびに凝灰岩強風化土(統一分類SC~CH, 自然含水比40%程度)と、段丘砂礫、洪水吐掘削ズリをストックヤードにて混合して使用した。

また半透水~透水性ゾーンには、ダム地点より上流約2kmに位置する原石山から輝石安山岩類を採取するとともに、洪水吐等の掘削材(安山岩類

および凝灰角礫岩)を積極的に利用した。

堤体各ゾーンの設計数値は、表-2に示すとおりである。盛立工には約5ケ年を要したが、この間の盛立実績は表-3にとりまとめられている。

なお、ダム施工中及びダム完成後の堤体及び基礎地盤の施工管理記録、計測結果から、特にダムの安全上問題となる挙動を示すものはなく、十分な施工管理のもとで安全に施工されたことが確認された。

表-2 設計値一覧表

Zone		Zone-C	Zone Tr-1	Zone R-2	Zone R-2	Zone-F	
築堤材料の摘要		遮水性ゾーン 土取場	トランジション 余水吐掘削	ロ ッ ク 原石山	ロックゾーン 原石山	フィルターゾーン	
		Gc材料	安 山 岩 凝灰角礫岩	安 山 岩	AnL 安 山 岩	河 床 砂 礫	
設計 密度	レ キ 重 Ga	2.69	2.30	2.50	2.50	—	
	乾燥密度 $\gamma_d(t/m^3)$	1.527	1.73	1.88	1.81	1.90	
	湿潤密度 $\gamma_t(\%)$	1.92	1.85	1.91	1.84	2.00	
	飽和重量 $\gamma_{sat}(\%)$	1.96	1.98	2.13	2.09	2.10	
	水中重量 $\gamma_{sub}(\%)$	0.96	0.98	1.13	1.09	1.10	
	間 ゲ キ 比 e	0.762	0.33	0.33	0.38	—	
設計 せん断 強度	内部マサツ角 $\phi^\circ$	完成直後	20°00'	37°00'	43°00'	43°00'	37°00'
		経年後	25°00'	37°00'	43°00'	43°00'	37°00'
	粘 着 力 Ct/ $m^2$	完成直後	5.5	—	—	—	—
		経年後	6.0	—	—	—	—
透 水 係 数 K(cm/sec)		$5 \times 10^{-6}$	$5 \times 10^{-4}$	—	—	$1 \times 10^{-3}$	
圧 密 係 数 $C_v(cm^2/sec)$							
塑 指 数 $I_p(\%)$							
粒度 組成	最大粒径 (mm)	150	300	300	500	200	
	0.074mm 通加率 $\eta_p(\%)$	15 $\geq$	—	—	—	—	
	礫 率 P4.76(%)	60	80以上	90以上	90以上	—	
施工 方法	まき出し厚さ (cm)	30	120	120	120	30	
	転 圧 機 種	タンピングローラー 13t以上	振動ローラー 20t以上	振動ローラー 20t以上	振動ローラー 20t以上	振動ローラー 4t以上	
	転 圧 回 数 (回)	8	6	6	6	—	
含水比又は吸水率 (%)		26.0	7.0	1.5	1.5	—	

表-3 新鶴子ダム年度別盛立量

工種	ゾーン	全体盛立量	昭和56年度		昭和57年度		昭和58年度		昭和59年度		昭和60年度	
			進捗率	盛立量	進捗率	盛立量	進捗率	盛立量	進捗率	盛立量	進捗率	盛立量
		(m <sup>3</sup> )	(%)	(m <sup>3</sup> )	(%)	(m <sup>3</sup> )	(%)	(m <sup>3</sup> )	(%)	(m <sup>3</sup> )	(%)	(m <sup>3</sup> )
仮締切工	コア	23,440	100	23,440								
	フィルター	6,430	100	6,430								
	ロック(1)	109,340	100	109,340								
	計	139,210		139,210								
本堤工	コア	359,310	—	—	34	122,050	67	119,801	89	78,301	100	39,158
	フィルター	127,080	—	—	30	38,020	61	38,934	88	34,742	100	15,384
	トランジション	675,260	—	—	41	275,880	78	252,071	100	147,309	—	—
	ロック(1)	573,630	8	45,197	24	92,413	48	139,476	80	181,822	100	114,722
	ロック(2)	988,160	6	64,077	45	384,003	79	334,849	95	157,854	100	47,377
	リップラップ	41,430	—	—	11	4,600	30	7,730	66	14,879	100	14,221
	ドレーン	7,720	—	—	100	7,720	—	—	—	—	—	—
計	2,772,590	4	109,274	37	924,686	69	892,861	92	614,907	100	230,862	
	合計	2,911,800	9	248,484	40	924,686	71	892,861	92	614,907	100	230,862

## 2. 試験湛水実施状況

### 2-1 試験湛水曲線

本ダムの試験湛水計画は、下記の事項を考慮して定めている。

#### ●貯水位の設定

第1次……仮締切堤天端標高 (EL304m) から EL350.0mまで水位を上昇させた後、EL329.0mまで水位を降下させ、防災期間である6月15日～9月20日の間は一定水位とする。

第2次……貯水位EL329.0mから満水位EL361.5mまで上昇させた後、低水位EL310.3mまで降下させる。

#### ●冬期間の管理

当地区は冬期の積雪が2mを越える豪雪地帯である。このため冬期間(1月～3月)は、堤体及び貯水池周辺の安全管理面を考慮して水位の変動を行わない。

#### ●水位変動の上限

水位上昇速度：1.0m/日

水位降下速度：0.5m/日

以上に基づく試験湛水計画曲線ならびに湛水実績を図-3b)に示した。試験湛水の実施状況については平成元年8月(防災期間)には、台風13号及び17号による一時的な貯水位上昇があった。また、平成2年は当地区にあっては例年になく積雪量が少なく、融雪水に依存した湛水計画に支障をきたすことが考えられた。このため計画を早めた湛水状況となった。

### 2-2 観測体制

新鶴子ダムでは試験湛水期間中の観測体制として、表-4に示す観測項目について同表に示す観測頻度により管理を行った。各観測計器の設置位置は、図-4～図-5に示すとおりである。

## 3. 漏水量

### 3-1 漏水量予測値

本ダムの漏水量は堤体下流観測室内の三角ゼキにより測定しているが、ダム構造上から漏水量観

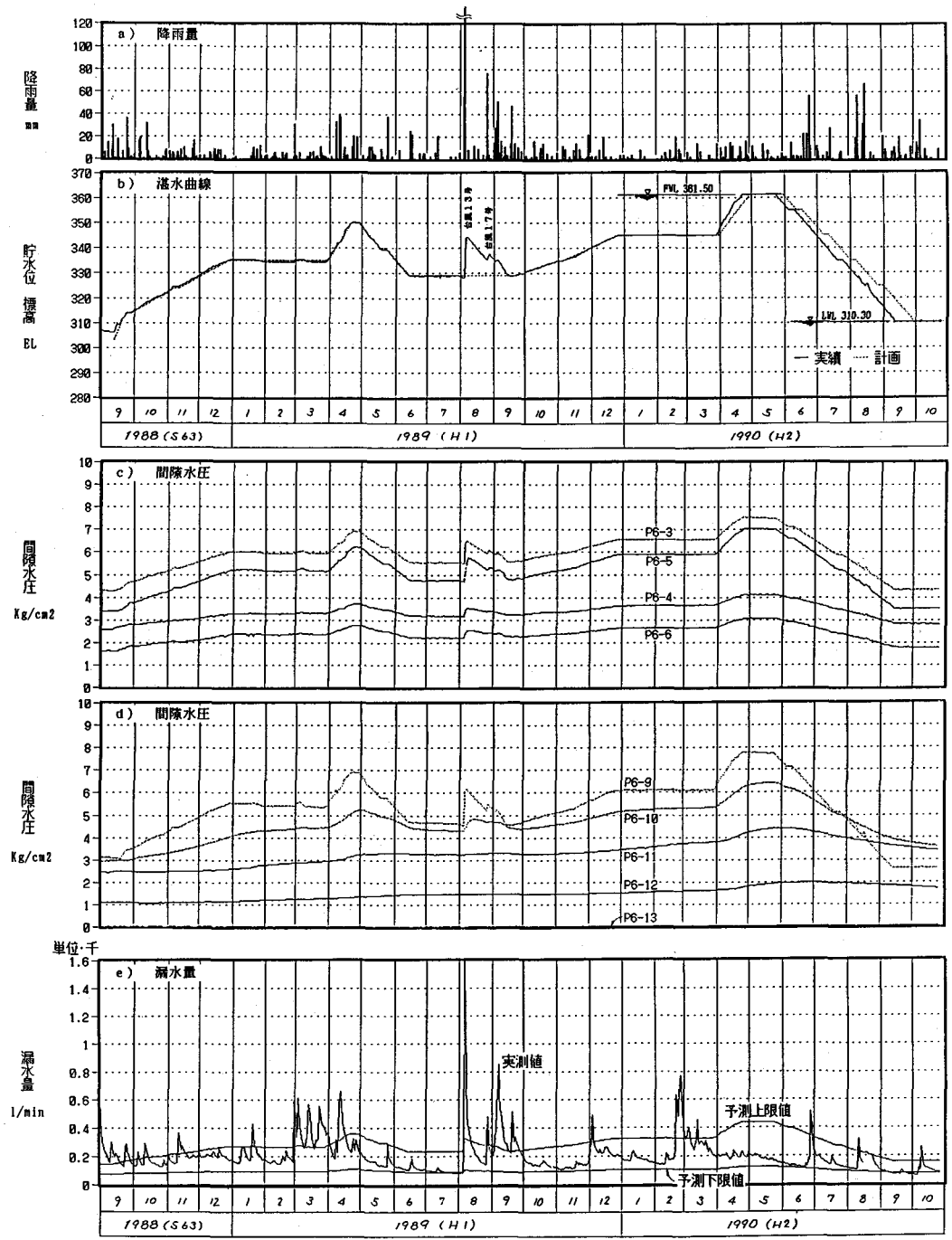
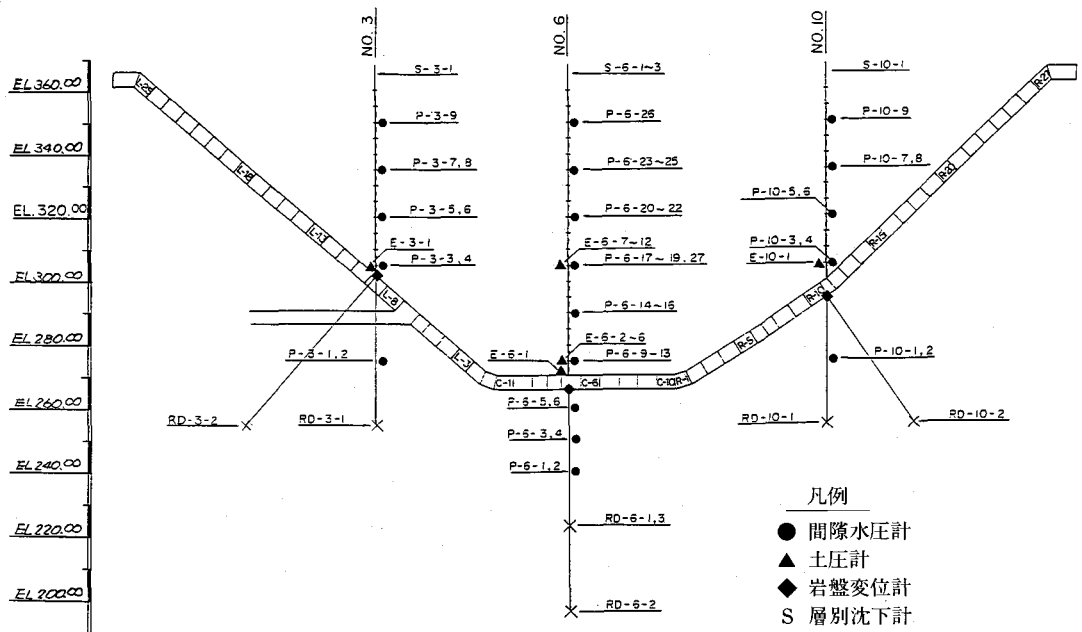


図-3 試験滲水履歴図

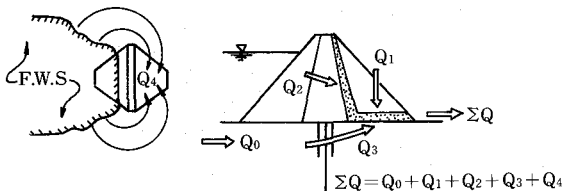






図—5 縦断面計器設置位置図

測値には下記成分が含まれている。(図—6 参照)



図—6 漏水量の構成成分

- ① 基底流量 ( $Q_0$ )
- ② 降雨，融雪に伴う堤体下流斜面からのドレーンへの流入量 ( $Q_1$ )
- ③ 堤体 (コア) からの浸透量 ( $Q_2$ )
- ④ 堤体基礎からの浸透量 ( $Q_3$ )
- ⑤ 左右岸地山からの迂回浸透量 ( $Q_4$ )

この中で基底流量 $Q_0$ は，プラグ閉塞工以前のデータを用いて， $Q_0=60l/min$ と定めた。

一方，堤体コア及び基礎からの浸透量( $Q_2$ ,  $Q_3$ )は有限要素法により，そして左右岸地山からの迂回浸透量 ( $Q_4$ ) は平面フローネットにより予測値を求めた。解析に用いた各部の透水性は，下記資料等を参考とし，それらの分布状況を考慮して表—5 に示す如く定めた。

表—5 設定透水係数

		透水係数 (cm/s)		備 考
		下限値	上限値	
河 床 部 FEM 解析	岩 盤	$1 \times 10^{-5}$	$8 \times 10^{-5}$	$Q_3$ の算出
	グラウト部	$6 \times 10^{-6}$		
	コア部	$3 \times 10^{-6}$		$Q^2$ の算出
平 面 フローネット	左右岸地山	$8 \times 10^{-6}$	$5 \times 10^{-5}$	$Q_3$ の算出

- ・盛土品質管理試験結果 (コア)
- ・ボーリング調査時孔内透水試験結果
- ・グラウト改良前後孔内透水試験結果

数種の貯水水位を設定し，解析によって得られた貯水水位と漏水量予測値との関係は，図—7のようによまとめられる。尚，ここに示した漏水量予測値は，基底流量 ( $Q_0$ )，堤体及び基礎からの浸透量 ( $Q_2$ ,  $Q_3$ )，そして左右岸地山からの迂回浸透量 ( $Q_4$ ) を合成したものである。

### 3—2 漏水量の評価

試験湛水期間中の漏水量観測値の経時変化を，図—3 e) に示した。また，漏水量と貯水水位の関係は図—8 に示す通りである。漏水量観測値には，降

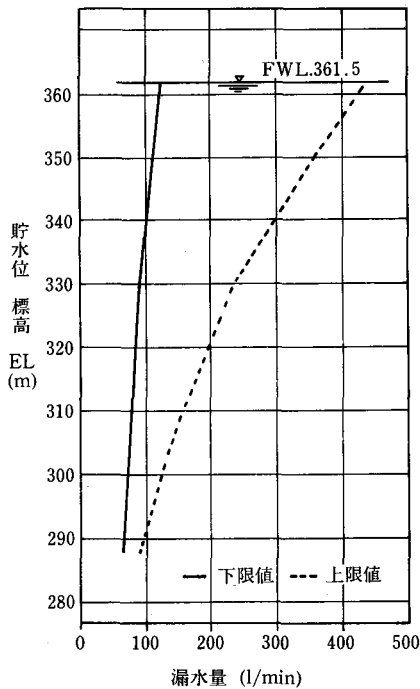


図-7 漏水量予測値

雨及び融雪（3月～4月）の影響（前述の $Q_1$ ）が大きく現われており、現在これらの影響量について分析中である。

降雨の少ない時期あるいは融雪が影響しない期間に着目すれば、本ダムの漏水量は先に述べた漏水量予測値の範囲内に入り、かつほぼ下限値に近いことが認められる。

#### 4. 間隙水圧

堤体基礎内(カーテングラウトをはさみ上下流)および堤体内に設置されている間隙水圧計の中で、代表的なものについて図-3 c), d)に経時変化を示した。

##### 4-1 貯水位と間隙水圧の関係

図-9に貯水位と間隙水圧（水頭表示）の関係を示した。a)は堤体基礎、b)は堤体内の上流フィルターからコアを経由して下流フィルターに至る推移を調べている。各図より下記の事項を明確に読み取ることができる。

- ・カーテングラウトの上流 (p6-3, 6-5) と下流 (p6-4, 6-6) で明確な水頭差が認められ、良好なグラウト効果がうかがわれる。

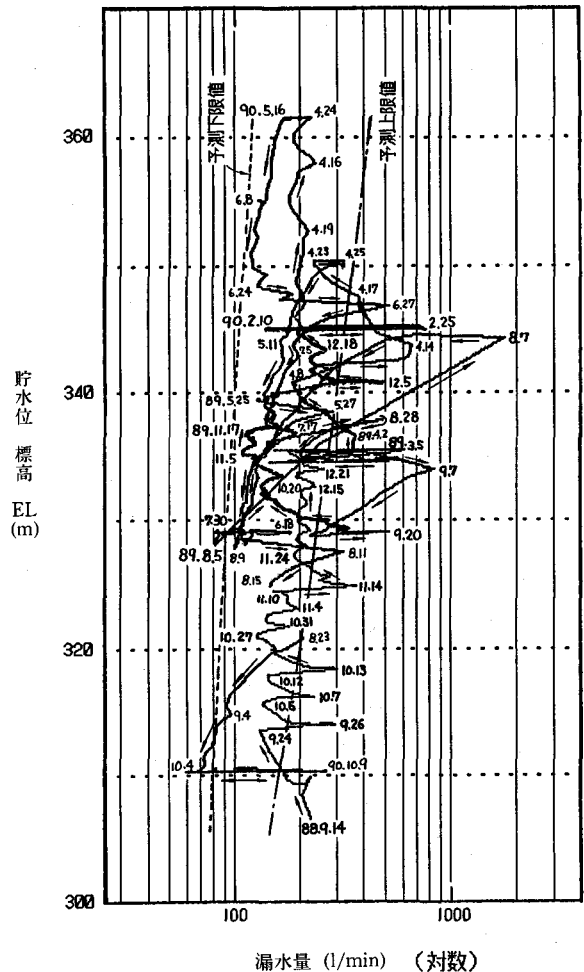


図-8 漏水量と貯水位の関係

- ・上流フィルター内 (p6-9) の測定結果は、貯水位とほぼ1:1で直線的に連動しており透水性が良好であることを示している。
- ・下流フィルター内 (p6-13) では、貯水位に影響されることなく常時ゼロを示し、フィルター及びドレーンの排水機能に異常のないことが確認される。
- ・コア内部では、上流側に位置するもの(p6-10)ほど貯水位の影響を受け易く、時間の遅れを伴った挙動を示している。(ループ状の軌跡を呈する)

##### 4-2 間隙水圧分布

試験湛水期間中の代表的時刻について、堤体および基礎の間隙水圧を、ポテンシャル分布（水頭表示）として図-10に示した。①から②にかけて

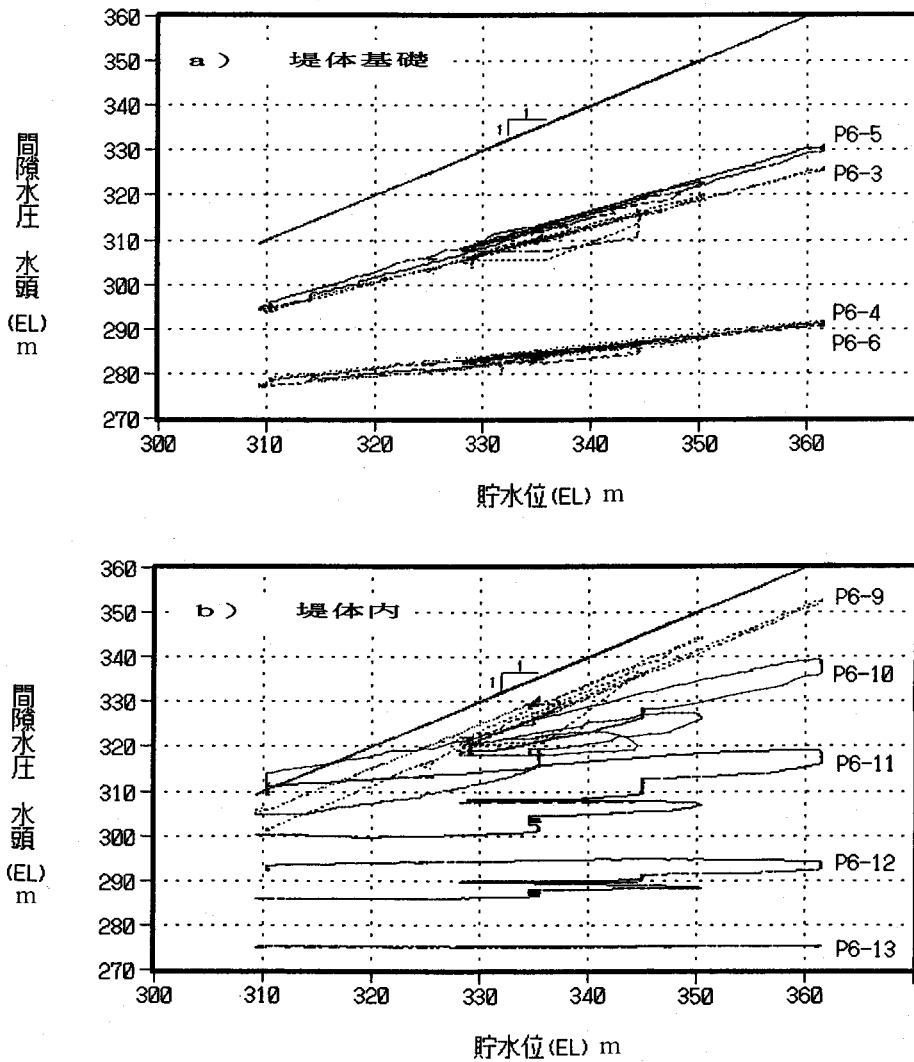


図-9 貯水位と間隙水圧（水頭）の関係

は、同一貯水位が約3ヶ月間にわたって継続しており、この間のポテンシャル分布としては明らかに定常状態への移行がうかがわれる。

また③から④にむけた貯水位上昇時、④から⑤への、貯水位降下時でも、間隙水圧の分布は、問題ない挙動を呈しているものと判断される。

### 5. 湛水開始以降の堤体及び基礎の変形

試験湛水による堤体の変形挙動のまとめとして図-11を整理した。同図は、堤体表面に設置した変形標（測量杭）のうち、堤頂に設置されたものの鉛直変位および水平変位（上下流方向）と貯水位の関係を示したものであり、盛立終了時（S61.

11）を初期値としている。概して、鉛直変位では貯水位との連動が認め難く、また左右岸に近いほど変位量は小さい傾向がうかがわれる。水平（下流）方向へは、貯水位の上昇に比例した変位が現われるが、これらは降下落水時にはほぼ元の位置に復元しており、大きな残留変形は生じていない。

尚、岩盤変位計の測定結果に基づく基礎の変形については、閉塞工完了時点からの変動は1mm以内の微小値となっている。

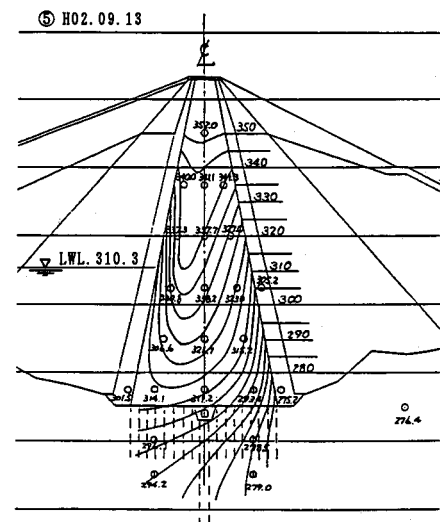
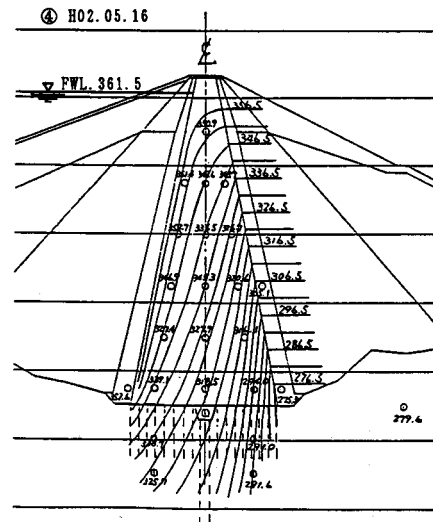
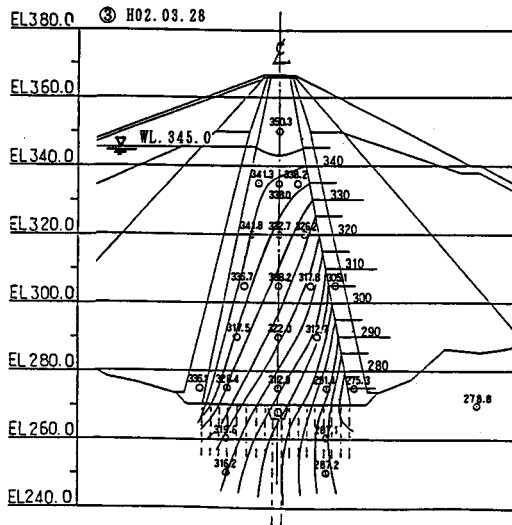
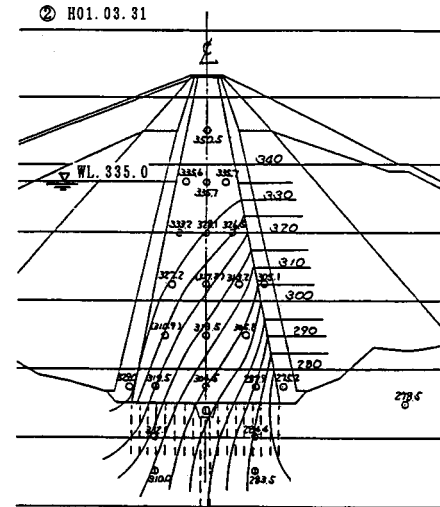
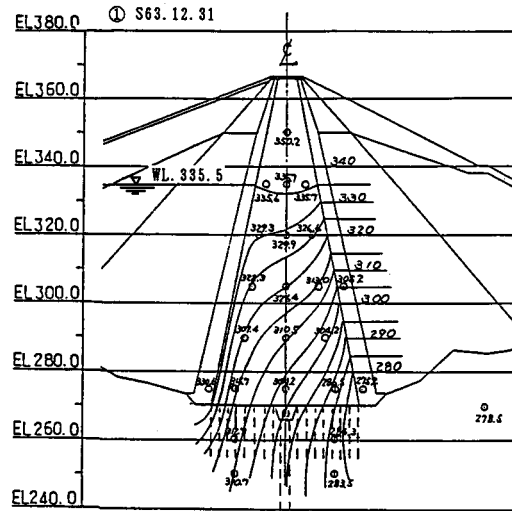
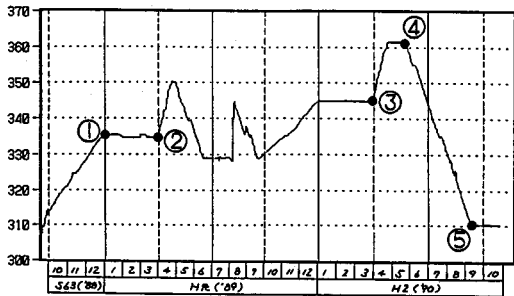


图-10 間隙水圧分布図 (水頭表示)



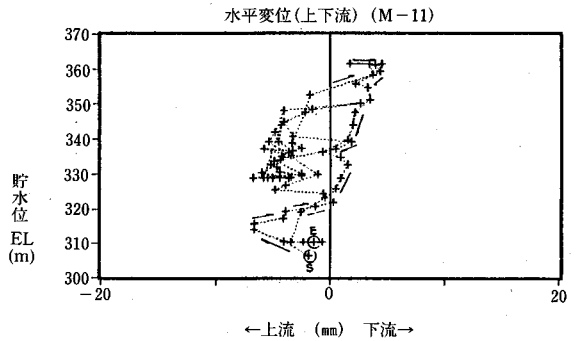
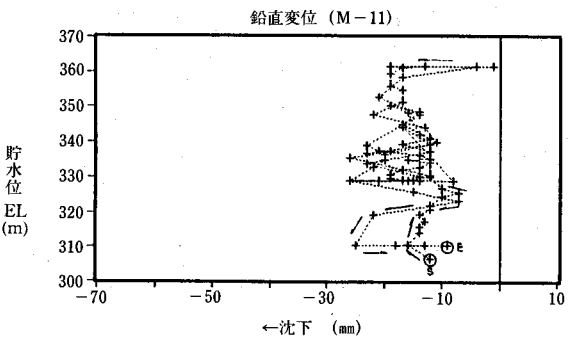
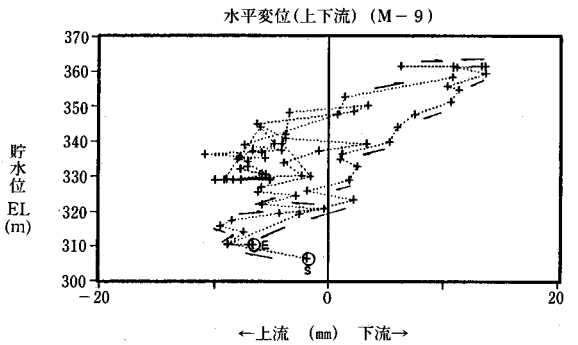
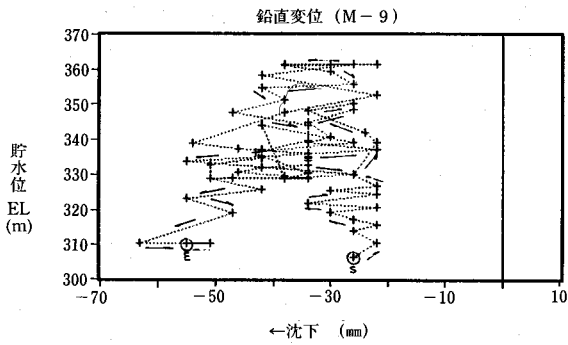
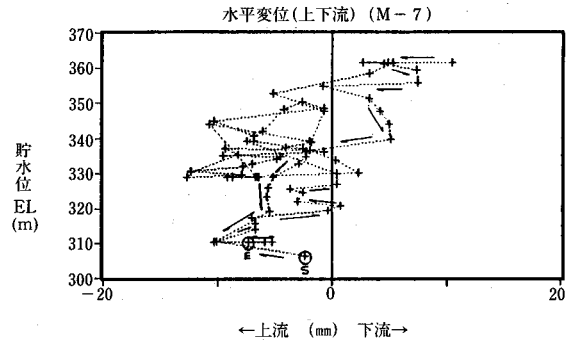
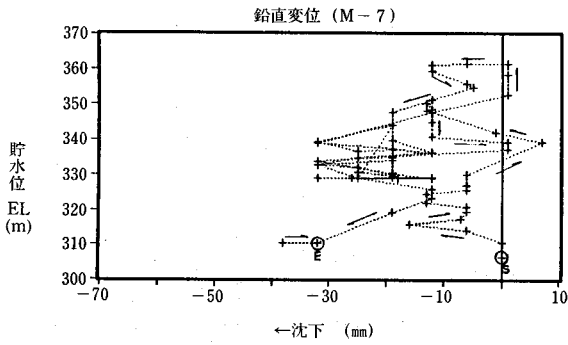
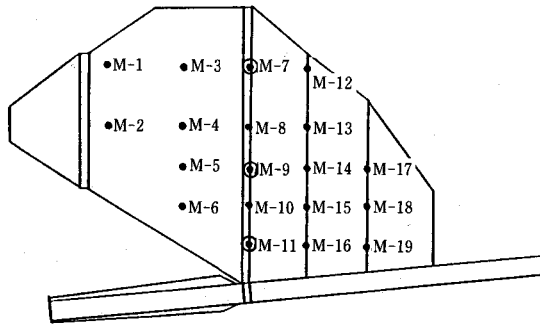


図-11 貯水位と外部変形の関係

## 6. その他の計器

### 6-1 土圧計

本ダムに設置されている土圧計は、すべて一面土圧計である。処女湛水時にこれら土圧計に感知される変化量は、①貯水外力の伝達、②湿潤重量から飽和重量への移行、などが考えられる。

図-12に、貯水位と土圧計応力の関係を示した。図中に示した $0.04\text{kg/cm}^2/10\text{m}$ の勾配は、コア材が湿潤状態から飽和状態へ移行した際の応力変化量（設計値）である。同図からは、コアの上流側

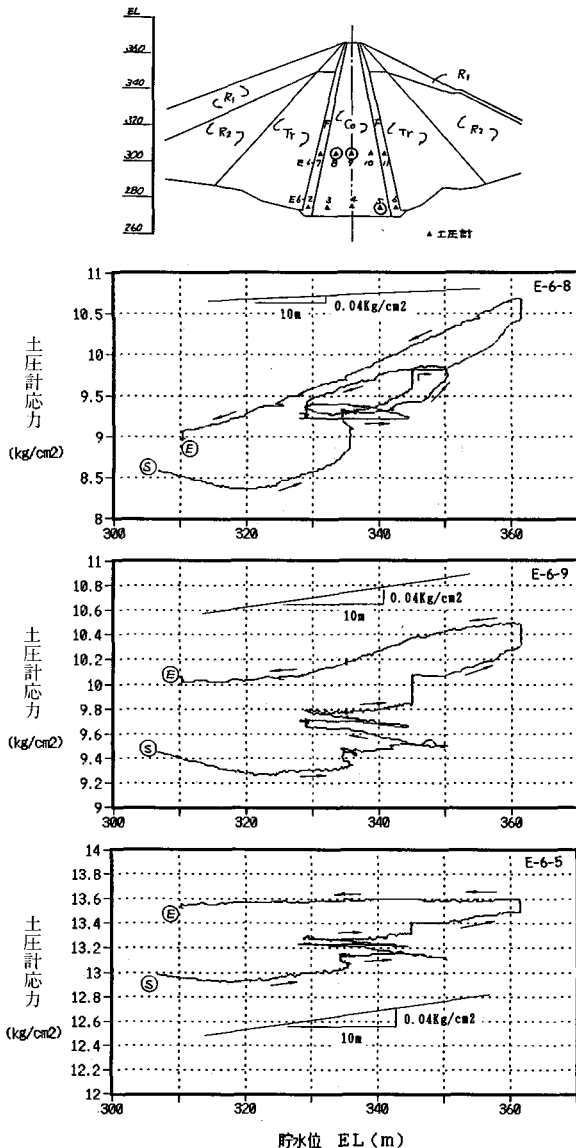


図-12 貯水位と応力の関係

ほど上記の重量変化量を上回る応力の増加が認められ、貯水外力の伝達が優れた結果と解釈される。

### 6-2 基礎浸透圧

本ダムでは、図-13に示すように監査廊内より基礎の浸透圧測定を目的とした浸透流観測孔を設けている。同図は、代表水位において各観測孔の測定結果（水頭表示）を縦断的に示したものである。これらの結果は、先に示したポテンシャルによる間隙水圧分布図（No.6断面）ともよく整合している。また図-14には貯水位との関係を示しているが、左右岸アバットに位置するものでは、貯水位が設置標高を越えた付近より反応が始まり、それ以降は貯水圧とは一定の割合で水頭差を保ちつつ変化している。

### 6-3 監査廊関係

本ダムの監査廊には、継目計、温度計、鉄筋計などを設置している。継目計の測定結果では、閉塞工完了時点からの変化量は、 $1\text{mm}$ 以内の微小値であり、かつ貯水位との連動もなく安定している。また、温度計には季節変動が見られ（温度差は最大 $2^\circ\text{C}$ ）、鉄筋計に同様な傾向の変動をもたらしているが、貯水位との連動は認められなかった。

### おわりに

以上、新鶴子ダムの試験湛水に伴う各種観測計器の測定結果について報告した。

新鶴子ダムは、堤体・貯水池とも農業用フィルダムとしては、我が国有数の規模を誇るものである。当地区にあつては、従前より丹生川・龍気川・野尻川（いずれも最上川支流）などの乏しい表流水に依存していた農業が営まれ、農業発展の大きな障害となっていた。満々と水をたたえたダム湖を目の当たりにした時、本事業に寄せられる期待を痛感するとともに、早急な効果発現をあらためて確信した。

最後に、新鶴子ダムの完成にあたって終始ご指導いただいたダム技術検討委員会（委員長：長谷川高士京都大学教授）の諸先生方にお礼申し上げますとともに、ダム建設に日夜尽力された関係各位に厚く感謝致します。

[1991.1.18 受稿]

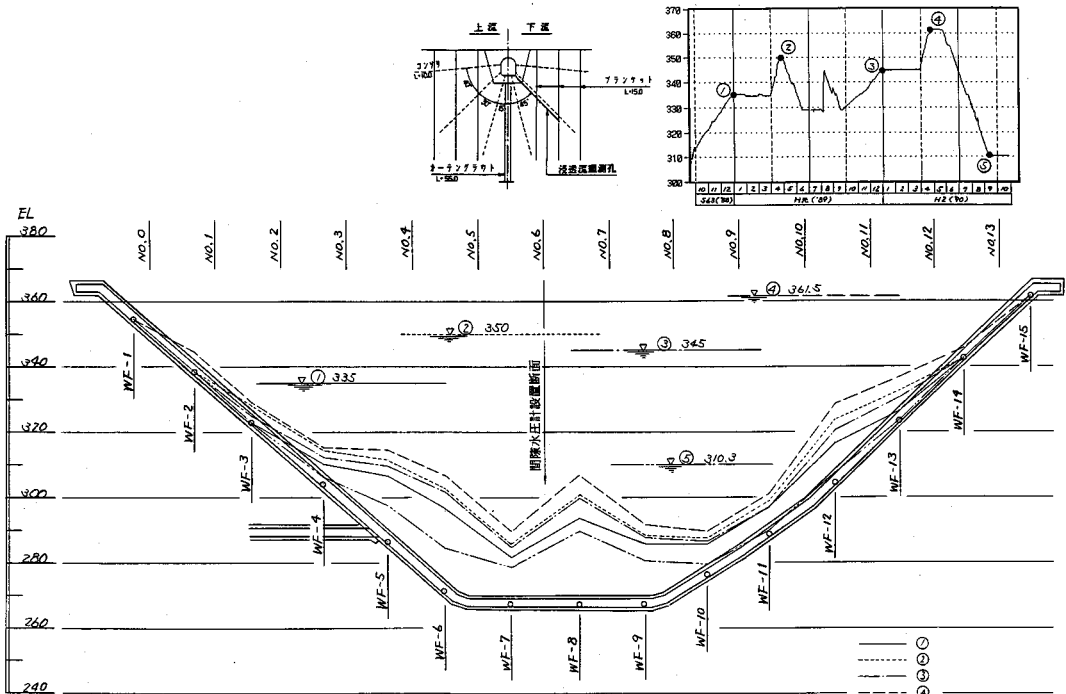


図-13 浸透流観測孔測定結果

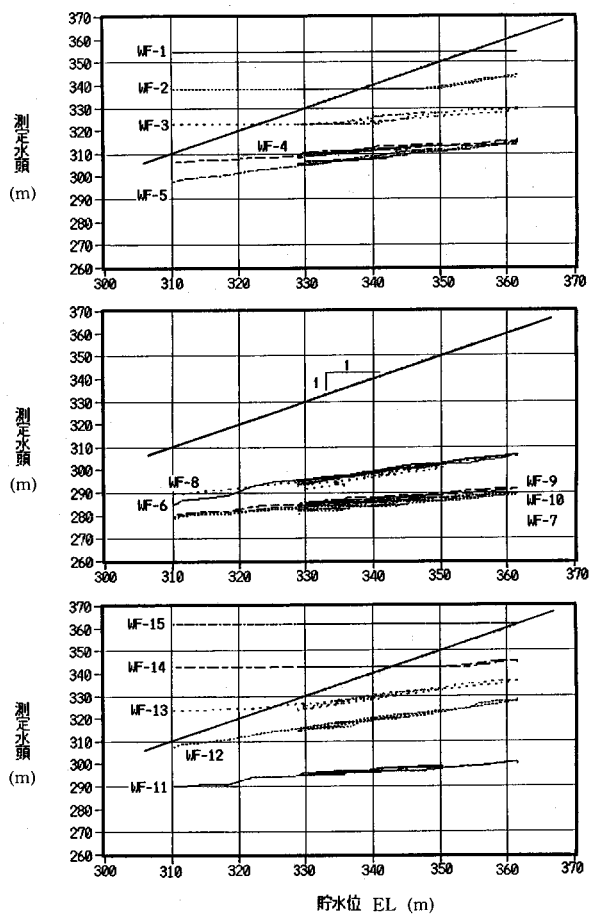


図-14 基礎の浸透圧と貯水位の関係

# 石垣島における底原ダムの盛立施工について

佐藤 洋\*・内田 実\*・南 格\*

## 目 次

1. はじめに .....	15	3. 観測設備工 .....	22
2. 堤体盛立工 .....	15	4. おわりに .....	31

### 1. はじめに

本ダムは南西諸島の最南部、八重山群島の中心石垣島において築造した農業用フィルダムで、その概要は表1—1及び図1—1に示すとおりである。ダム工事は昭和57年に仮排水路着工以来8年間に及ぶ歳月を経て平成元年6月盛立を完了し、平成2年9月より試験湛水を実施しているところである。

本報文は、これまでの底原ダム工事記録の中から、盛立施工について報告するものである。

なお、本ダムの地質概要及び基礎処理工については、「石垣島における底原ダムの基礎処理について」(本誌 平成2年9月号(第82号))で報告済みであり、参照されたい。

### 2. 堤体盛立工

#### 2—1 設計の特徴

底原ダムの基礎は、砂礫層と粘土層が互層をなす不均質な泳積層が、非常に厚く堆積しており、

N値で10～25程度の軟弱地盤である。

このため、ダムの設計にあたっては、基盤の変形に追従可能で、安定性の高い堤体が求められる。

これらの条件から、底原ダムにおいては、押え盛土による安定性の確保と、幅が広く勾配の緩いコアと水平ブランケットによる基盤沈下への対応を計画した。なお、地盤の均質化により水密性を高めるため、水平ブランケットの先端部には、単段式グラウチングを施工した。

#### 2—2 基礎掘削

##### (1)概要

本ダムは非常に幅の広い河谷に立地し、かつ安定性を確保するため、なだらかな堤体形状となったことから、堤敷は227千㎡と広大な面積となり、基礎掘削量は1,170千m<sup>3</sup>に達した。

基礎掘削は、崖錐等の他に軟弱なピートが1/3以上あり、これを除去する際のトラフィカビリチーの改善のため掘削に先立ち排水トレンチを必要とした。また、土捨てに当たっても、ピート等流出しやすいものが多かったため、土留堤の設置等を

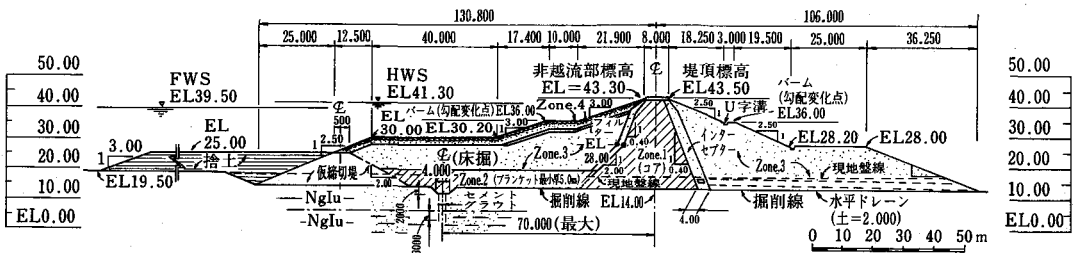


図1—1 堤体標準断面図

\* 沖縄総合事務局石垣農業水利事業所



表1-1 底原ダム諸元表

一般	位 置	沖縄県石垣市宮良		堤	堤 頂 長	1,331 m	
	河 川 名	二級河川宮良川水系底原川			堤 頂 幅	8.0 m	
	基 礎 岩 盤	古生代片岩類			天端標高	仮締切堤 E L 25.00 m	
貯水	流 域 面 積	直接 5.04, 間接 4.82 km <sup>2</sup>		体	本 堤	E L 43.50 m	
	満 水 面 面 積	1.38 km <sup>2</sup>			最低床掘標高	E L 14.00 m	
	総 貯 水 量	13,000,000 m <sup>3</sup>			平均法 勾 配	上流側	1 : 4.5
	有 効 貯 水 量	12,850,000 m <sup>3</sup>				下流側	1 : 3.4
	常 時 満 水 位	E L 39.50 m			型 式	シュート型	
	設 計 洪 水 位	E L 41.30 m			設 計 洪 水 量	300m <sup>3</sup> /s	
堆 砂 量	150.000 m <sup>3</sup>		減勢工対象洪水量	210m <sup>3</sup> /s			
計 画 堆 砂 面	E L 21.80 m		越 流 水 深	1.80 m			
堤 体	利 用 水 深	17.70 m		越 流 堰 長	60.0 m		
	型 式	ゾーン型フィルダム		洪水吐総延長	560 m		
	堤 高	29.5 m		設 計 洪 水 量	125m <sup>3</sup> /s		
	総 築 堤 量	3,228千m <sup>3</sup>		内 径	標準馬蹄型 2r=4.50 m		
	築 堤 量	仮 締 切 堤	140千m <sup>3</sup>		総 延 長	980 m	
		Zone 1	556千m <sup>3</sup>		型 式	斜 樋	
		Zone 2	419千m <sup>3</sup>		最 大 取 水 量	2.201m <sup>3</sup> /s	
		Zone 3	1,641千m <sup>3</sup>		取 水 口 孔 径	φ800×3門, φ2,000×1門	
		Zone 4	307千m <sup>3</sup>		導 水 管	φ2,000	
		インターセプター他	165千m <sup>3</sup>		取 水 口 孔 数	4 孔	

実施した。

(2)掘削基準

基礎の設計定数は表2-1のとおりである。理地における直接セン断試験が困難なため、粘質地盤については設計C、φより一軸圧縮強度puに換算し、このquを基礎掘削の判定基準とした。(表2-2)

また、一軸圧縮試験にも時間を要し、現地での作業に支障を来すことから、簡便法としてコーン支持力qcとquの関係の予め試験によって見だし、qcによって判定することとした。quとqcの相関については図2-1に示すとおり、 $qu = 7qu$ であることから、表2-2のとおりとした。

砂質地盤については、強度と乾燥密度の相関より設計強度 ( $qu \geq 11.3t/m^2$ ) が確保される  $rd = 1.41t/m^3$  をもって掘削基準とした。

(3)地盤検査

基礎地盤検査は堤敷が広いので、計10回受験した。粘質地盤については、基礎地盤面を劣化から保護するため、計画線より50cm残置した状態で検査を受けることとした。そのうえで、遮水ゾーンの基礎地盤については、コンタクトコアの1日の施工可能面積づつ計画線まで掘削し、確認検査を受けた。このため、確認検査の回数は計64回に及んだ。検査は、粘土 (BnI) 層においてはコーン試験を20m×20mピッチ、一軸圧縮試験を、60m×60ピッチで実施した。砂質土 (NgIu, Sch, Od) 層では、現場密度試験を20m×20ピッチ、現場透水試験を60m×60ピッチで行った。

2-3 築堤

(1)築堤の経緯

表2-1 設計数値一覧表

区分	築堤材料						基礎地盤			
	ZONE1,2,仮締切堤			ZONE3	ZONE4	インターセプター	Ng I u	Ng I L	BnII	NgII他
堤体条件	完成直後	経年後		完成直後 経年後	完成直後 経年後	完成直後 経年後	完成直後 経年後	完成直後 経年後	完成直後 経年後	完成直後 経年後
堤体及び基礎の状態	湿潤	湿潤	飽和	湿潤・飽和	湿潤・飽和	湿潤・飽和	湿潤飽和	湿潤飽和	湿潤飽和	湿潤飽和
単位重量 (t/m <sup>3</sup> )	1.94	1.94	1.98	2.07	2.26	2.00	1.88	1.91	1.90	1.95
粘着力 (t/m <sup>2</sup> )	4.3	5.5	4.6	5.6	—	—	4.1	6.3	7.8	10.1
せん断抵抗角(度)	13	16.5	17	31	35	30	18	18	17	17
圧密係数 (cm <sup>2</sup> /min)	0.23			—	—	—	0.66	0.89	0.44	—
透水係数 (cm/sec)	3×10 <sup>-5</sup>			—	—	—	U : 1×10 <sup>-4</sup> D : 5×10 <sup>-3</sup>	5×10 <sup>-4</sup>	5×10 <sup>-5</sup>	—

表2-2 基礎の設計値

項目 土層名	C(t/m <sup>2</sup> )	φ(度)	qu(t/m <sup>2</sup> )	qc(kgf/cm <sup>2</sup> )
Bn I Ng I u	4.1	18	11.3	7.9
Ng I L	6.3	18	17.3	12.1
Bn II	7.8	17	21.1	14.8

注)  $qu = 2C \tan(45 + \phi/2)$

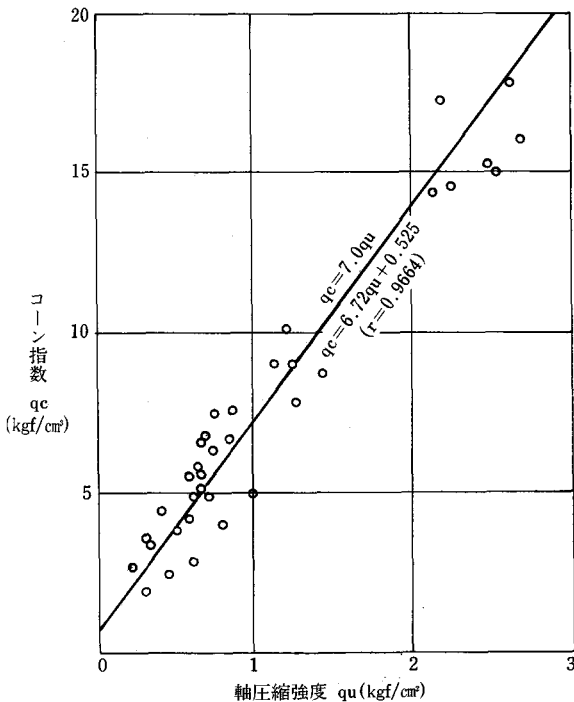


図2-1 コーン指数と一軸圧縮強度の関係

底原ダムの盛立は、昭和58年10月に試験盛土を実施した後、59年5月より約5年をかけて、平成元年6月に3,228千m<sup>2</sup>の築堤を完了した。

ゾーン1, 2の遮水ゾーンの盛立には、池敷内に堆積している第四紀洪積世のレキ混じり粘性土（名蔵層）を採取し使用していたが、工事の進行に伴い含水比の高い材料が多くを占めるに至ったため、築堤標高でEV22m付近からは原石山の風化片岩をブレンドし、含水比の調整を図った。

ゾーン3について、初期の頃はD~CL級の風化片岩であったが、後半になってからはCL及びCL~CM級に品質の変化があった。ゾーン4材料については、当初予定していた黒色片岩等一部が品質面で使用不相当と判定されたことにより一部花崗岩を購入して盛立を行った。

(2)原石山

ゾーン3及びゾーン4材料の原石山は、ダムサイト右岸側上流に位置する。基岩は黒色片岩と緑色片岩に大別され、緑色片岩の周辺に紫色千枚岩が分布している。緑色片岩はロック材として十分な強度と安定性を有しているが、黒色片岩は当初ゾーン4に使用する予定であったが、片状化が著しく、転圧によって容易に土砂状と化すため、ゾーン3材として使用した。また、原石山は全般に風化が著しく、軟岩相当部分については、風化の度合によって、ゾーン3材料及びゾーン1, 2の粗粒分（ブレンド材）に使用した。このように原石山で採取する材料品質は、多岐にわたり、岩級によって採取工法、盛立ゾーン等が異なるため、原

表2-3 岩級判定基準

岩波	掘削方法	岩級判定基準		
		弾性波速度	シュミットハンマ 反発度	その他
軟岩 I	32 t級ブルドーザー	1.80km/s 以下	25.4以上	目視による判定
軟岩 II	32 t級リップドーザー	1.80~2.80km/s		〃
中軟岩	火薬	2.80km/s 以上		〃

石山における岩級判定基準を表2-3のように設定し、この基準に従って採取工法、使用区分を行った。

(3)試験盛土

試験盛土に使用したゾーン1, 2材料は、池敷内より採取したCH~MHに該当する、自然含水比18~30%程度の礫混じり粘性土（名蔵層）であった。ゾーン3材料は、堤敷右岸上流の原石山で採取した、D~CL級及びCL級に分類される古生代の片岩類である。

試験内容は表2-4表2-6に示すとおりである。試験レーンの大きさは材料、転圧機種、撤出し厚及び層数によって異なるが、図2-2に示す基本形状に従い、各レーンに3つの試験ブロックを設け

た。試験盛土において、この他に土量換算係数、機械の運転能力等の計測も行った。

また、ゾーン1, 2材料について、ブレンドの実施に当たって、再度試験盛土を実施し、ブレンド容積比を細粒材（赤色粘土）：粗粒材（強風化片岩）=1：1と撤出し厚各30cmを各々決定し、品質管

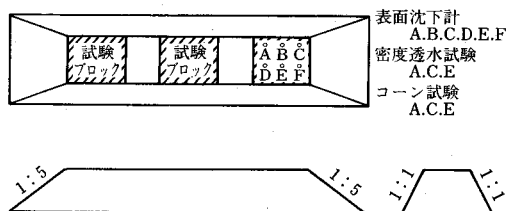


図2-2 各試験レーンの基本形状

表2-4 試験項目および数量表

○印は試験実施

Zone	Zone		Zone 1・2			Zone 3	
	用土	転圧機種	名蔵層			片岩	
			粘性土 I	粘性土 II	礫混り粘土	D~CL	CL
Zone 1・2		0.55 t 振動ローラー	○				
		7 t 振動ローラー (BW200)			○		
		17 t 級コンパクトドーザー (815B)	○	○	○		
		7 t フラットローラー (BW200無振動)	○	○	○		
		20 t タイヤローラー (KR-20C)		○	○		
Zone 3		30 t 級コンパクトドーザー (825C)	○	○	○		
		15 t 級振動ローラー (SP-60DD)				○	○
		11 t 級振動タンピングローラー (SV-90T)				○	○
計	小計		4機種	4機種	5機種	3機種	2機種
	合計		13用土・機種			5用土・機種	

7 t フラットローラー (Zone1・2材) と15 t フラットローラー (Zone3材) は、コンタクト部を対象としたものである。

表2-5 現場試験項目および数量

試験項目		Zone		Zone 1・2		Zone 3		備考
		数量	規格	単位数	全数量	単位数	全数量	
表面沈下量				6点/ブロック	576点	6点/ブロック	270点	
現場密度	地山	砂(水)置換		—	36回	—	6回	Zone 1・2 砂置換
		R I法		—	36回	—	6回	Zone 3 水置換
	盛土	砂(水)置換		3点/ブロック	288回	3点/ブロック	135回	Zone 1・2 砂置換
		R I法		3点/ブロック	288回	3点/ブロック	135回	Zone 3 水置換
現場透水試験				3点/ブロック	288回	3点/ブロック	135回	Zone 1・2 φ200 Zone 3 φ500
コーン試験				2点/ブロック	192回	—	—	
転圧速度測定				3回/レーン	90回	3回/レーン	45回	

表2-6 室内試験および数量

試験項目		Zone		規格	Zone 1・2	Zone 3	備考
		数量	規格				
物理試験	含水比試験			JISA 1203	576	405	密度測定時
	比重試験	地山		JISA 1202	3	2	各用土 1点
		盛土			30	20	名用土代表 10点
	粒度試験	全粒径		JISA 1204	72	92	
		部分フルイ分け			288	135	Zone 1・2 74μ以上 Zone 3 4.76mm以上
	レキの 比重・吸水試験	地山		JISA 1110	3	6	—
		盛土			30	30	—
液性限界試験			JISA 1205	72	—	—	
塑性限界試験			JISA 1206	72	—	—	
力学試験	突固め (φ100)	含水比変化		JISA 1210	63	—	各レーン×2回
		一点法			288	—	密度測定時
	大型突固め (φ300)			JISA 1210準拠	9注1)	10注1)	—
	三軸圧縮	φ100	u-u	土質工学会基準	6	—	3用土×2含水比
			c-u		6	—	〃
		φ300	u-u		—	4	2用土×2密度
			c-u		—	4	〃
	透水試験	φ 100		JISA 1218	6	—	3用土×2試験
φ 300			9注2)		4	—	
圧密試験	φ 60		JISA 1217	6	—	3用土×2含水比	
	φ 200			—	4	—	

注1) Zone1・2は含水比変化法, Zone3はエネルギー変化法で実施。

注2) 3用土×3稜率である。



表2-7 盛土施工管理基準一覧表

	仮 締 切 Zone 1 Zone 2	Zone 3		インターセプター	Zone 4	
		軟 岩	中 硬 岩		変 更 前	変 更 後
撤出し厚(cm)	30	50	70	30	60	80
転圧回数(回)	8	8		4	4	6
転圧機種	タンピングローラー (17 t 級)	振動タンピングローラー (11 t 級)		フラットローラー (7 t 級)	振動ローラー (17 t 級)	振動ローラー (18 t 級)
基 準 値	D 値 $\geq 95\%$	$C_2$ 値 $\geq 95\%$	$D_r \geq 80\%$	$\gamma_d \geq 1.62 \text{ t/m}^2$	$D_{max} 400 \text{ m/m}$	$D_{max} 500 \text{ m/m}$
	$D_{max} 200 \text{ m/m}$ -74 $\mu$ 含有率 $\geq 20\%$ Wf-Wopt : 0~8% (直送材) 0~5% (ブレンド材) $k \leq 3 \times 10^{-5} \text{ cm/s}$	$\gamma_d \geq 1.82 \text{ t/m}^2$ $D_{max} 300 \text{ m/m}$ +4.76m/m 含有率 $\geq 30\%$	$\gamma_d \geq 1.82 \text{ t/m}^2$ $D_{max} 500 \text{ m/m}$ +50.8m/m 含有率 $\geq 30\%$ タルポット指数 $n \geq 0.4$	$D_{max} 5 \text{ m/m}$ (変更前) $D_{max} 13 \text{ m/m}$ (変更後) -74含有率 $< 5\%$ $k \geq 1 \times 10^{-3} \text{ cm/s}$	$\gamma_d \geq 1.99 \text{ t/m}^2$ $G_s \geq 2.5$ (表乾比重) 吸水率 $\leq 3\%$ 安定性 $\leq 15\%$ ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) 圧縮強度 $\geq 400 \text{ kg/cm}^2$	

理基準の一部変更を行った。ゾーン3材料についても品質の変化に応じて試験を行い品質管理基準の見直しを行った。

(4) 盛立品質管理基準

盛立仕様及び施工管理基準は、表2-7に示すとおりである。

① ゾーン1, 2材

ゾーン1, 2材料の品質管理フローは図2-3に示すとおりで、土取場において粒度および含水比による品質管理を行い、盛立後にD値及び透水係数による管理を行った。試験盛土における最大乾燥密度( $\gamma_{dmax}$ )は $1.39 \sim 1.78 \text{ t/m}^3$ とばらつきが大きかったため、D値管理するためには、頻繁に突固め試験を実施してWopt及び $\gamma_{dmax}$ を確認しておく必要がある。

そこで、細粒分(-4.76mm分)における74 $\mu$ m通過率( $P_{74}$ )と最適含水比、最大乾燥密度との関係に着目し、次の関係式によって、細粒分の最適含水比WoptUと最大乾燥密度 $\gamma_{dmaxU}$ を算出した。

$$WoptU = 9.88 + 0.227 \times P_{74}$$

$$\gamma_{dmaxU} = 1.919 - 0.0056 \times P_{74}$$

つぎに、各日の盛立材料のレキ率(+4.76mm)とレキの比重を用いて、Walker-Holtz式で全粒径の最適含水比WoptF及び最大乾燥密度 $\gamma_{dmaxF}$ に換算することとした。

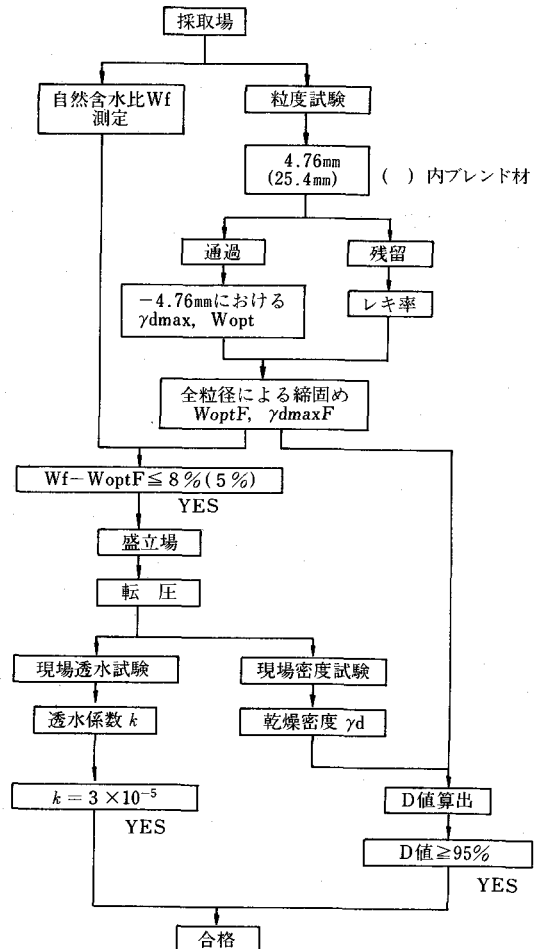


図2-3 ゾーン1・2材管理フローチャート

一方、ブレンド材については、材料の粒径が大きくなったこと、及び材質が均質になったことから、 $-25.4\text{mm}$ 分の最適含水比 $W_{optU}$ と最大乾燥密度 $\gamma_{dmaxU}$ を $20,000\text{m}^3$ に1回試験し、その値を基準値として、以下同様にwalker-Holtz式を用いて $W_{optF}$ 、 $\gamma_{dmaxF}$ を求めることとした。

### ②ゾーン3材料

ゾーン3材料の品質管理フローは図2-4に示すとおりである。当初D~CL級の軟岩を使用する予定であったことから、乾燥密度及びC値で管理を行った。盛立が進むにつれて、爆砕による中硬岩(CM級を含むCL級、タルボットの指数で0.4内外)が増加したので、その時点で管理方法の主眼を締固め度の均質性におくこととし、相対密度管理を導入した。

軟岩の管理基準は、乾燥密度については三軸圧縮試験による全ての試料が設計せん断強度を満足した $\gamma_d=1.82\text{t/m}^3$ 以上とした。また、C値は、締固め試験において、 $C_1$ 値=100% (JISエネルギーに対する比率)と $C_2$ 値=95% (JISエネルギー×2.0に対する比率)に対する相対密度 ( $D_r$ )を測定した結果、 $C_2=95\%$ の方が相対密度のばらつきが小さく、 $D_r=80\%$ となったので、 $C_2$ 値 $\geq 95\%$ を管理基準値とした。(表2-8参照)

また、中硬岩の管理基準相対密度は、 $C_2$ 値管理時における実績 $D_r$ 値が80%程度と考えられるこ

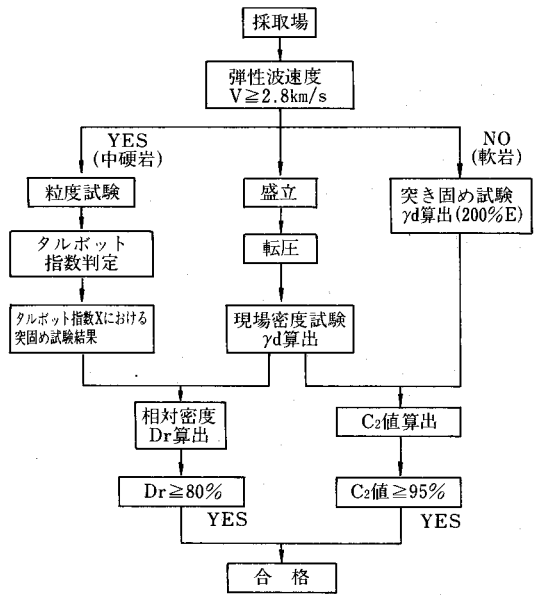


図2-4 ゾーン3材管理フローチャート

と、また、三軸圧縮試験によって $D_r=80\%$ で設計強度が得られたことから、 $D_r=80\%$ とした。

### (5)施工実績

盛立実績は図2-5に示すとおりであり、盛立速度は年間最大 $8.5\text{m}$ であった。また、盛立最盛期における各ゾーンの実績稼働日数は、ゾーン1・2材に関しては、平均9日/月、ゾーン3について

表2-8 各基準値の相対密度

用土	レキ率 P (%)	$\gamma_{dmax}$ ( $2E_c$ )	$\gamma_{dmin}$ ( $1E_c$ )	$1.0E_c$ ( $C_1=100\%$ )時		$2.0E_c$ ( $C_2=95\%$ )時	
				$\gamma_{d1}$ ( $\text{t/m}^3$ )	相対密度 $D_{r1}$ (%)	$\gamma_{d1}$ ( $\text{t/m}^3$ )	相対密度 $D_{r2}$ (%)
[D~CL]	30	1.925	1.494	1.854	86.7	1.829	81.8
	40	1.932	1.553	1.875	87.5	1.835	78.4
	50	1.929	1.551	1.869	86.0	1.833	78.4
	60	1.924	1.507	1.832	81.9	1.828	81.0
	70	1.920	1.494	1.815	79.7	1.824	81.5
[CL]	50	1.951	1.560	1.881	85.2	1.853	79.0
	60	1.950	1.551	1.879	85.3	1.853	79.5
	70	1.941	1.549	1.863	83.5	1.844	79.2
	80	1.922	1.509	1.837	83.1	1.826	80.8
	90	1.887	1.470	1.784	79.6	1.793	81.4

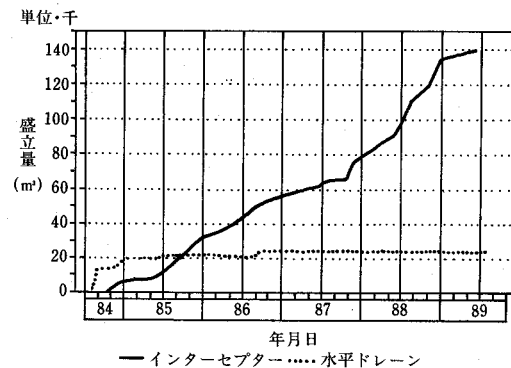
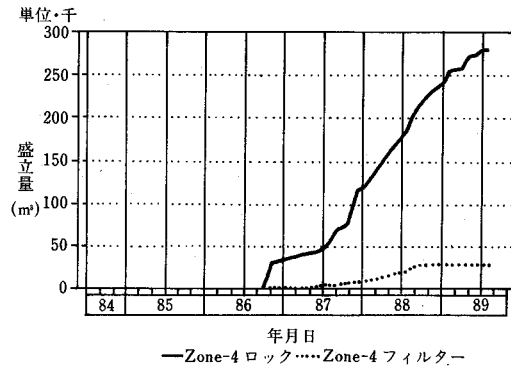
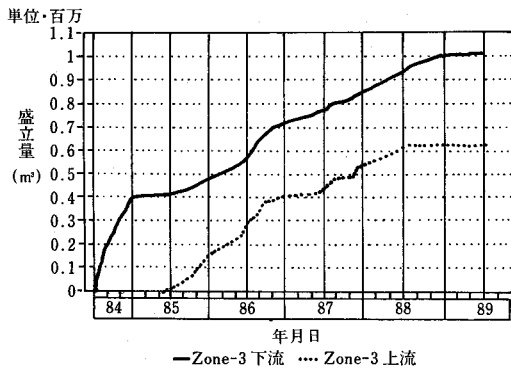
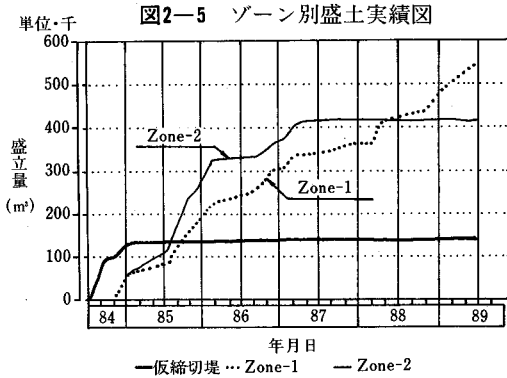
$E_c$ : JIS突固めエネルギー

は13日/月、ゾーン4については19日/月であった。

盛立材料の内訳は表2-9のとおりで、原石山に

表2-9 原石山材使用内訳

材 質	容積 ( $m^3$ )	使用内訳	
		使用ゾーン	使用量
表 土	124,300	捨 土	124,300
軟岩 I (D, D~CL級)	918,300	ゾーン 1	460,100
		ゾーン 3	329,400
		その他	128,800
軟岩 II (CL級)	858,300	ゾーン 3	858,300
中硬岩 (黒色) (CL~CM級)	348,200	ゾーン3	320,800
		その他	27,400
中硬岩 (緑色) (CM級)	68,800	ゾーン 4	67,500
		その他	1,300



における火薬使用実績は $m^3$ あたり0.24kgであった。

### (6) 施工管理結果

各材料の品質管理結果の一覧を表2-10に、施工粒度を図2-6に示した。ゾーン1, 2の品質管理結果については盛立標高別に図2-7~2-8施工乾燥密度と含水比の関係を、図2-9に示した。また、ゾーン3 (軟岩) の品質管理結果については図2-10に示した。

#### ① ゾーン1, 2

施工結果は、管理値を全て満足しており、遮水材については飽和度80%をクリアし、施工含水比は平均して最適含水比の+2%程度であった。特に、ブレンド材については、非常に均質な盛立となっている。

#### ② ゾーン3

軟岩については $C_2$ 値 $\geq 95\%$ 、 $\gamma_d \geq 1.82t/m^3$ をすべて満足しており、透水係数は $5 \times 10^{-5} \sim 2 \times 10^{-2} cm/sec$ であった。標高別に見ると、標高が上がるにしたがって乾燥密度が高くなる傾向が見られ、品質の変化点はEL23及びEL30付近に観察される。中硬岩についても、管理基準値は満足し、透水係数は $2 \times 10^{-3} \sim 9 \times 10^{-2} cm/sec$ であった。

## 3. 観測設備工

### (1) 観測設計概要

計測主断面は、基岩が深く洪積層の厚いSP880と、逆に基岩が浅いSP780の二断面とした。また、これらの計測断面が右岸側に偏るため、SP350を計測副断面として、主断面に近い計器配置を行った。これらの断面以外にも、グラウトの効果判定

表2-10 盛土施工管理結果一覧表

	遮水材料			Zone 3		インターセプター	Zone 4	備考
	仮締切	Zone 1	Zone 2	軟岩	中硬岩			
比重 $G_s$	2.652~2.819			2.056~ 2.647	2.617~ 2.735	2.720~ 2.775	2.624~ 2.682	
施工含水比	直送材	18.4~24.6	17.9~26.5	18.8~27.9	2.4~15.2	吸水率Q 1.6~3.3	吸水率Q 0.7~0.8 ( $Q \leq 3\%$ )	
W(%)	ブレンド材	—	16.3~21.5	16.3~20.4				
W-Wopt (%)	直送材	0~7.0 (0~8.0)	0~7.0 (0~8.0)	0~6.1 (0~8.0)				
	ブレンド材	—	0.1~4.8 (0~5.0)	0.2~3.9 (0~5.0)				
乾燥密度 $\gamma_d$ (t/m <sup>3</sup> )		1.593~ 1.761	1.568~ 1.805	1.525~ 1.804	1.838~ 2.226 ( $\gamma_d \geq 1.82$ )	2.140~ 2.250 ( $\gamma_d \geq 1.82$ )	1.644~ 1.929 ( $\gamma_d \geq 1.62$ )	2.047~ 2.208 ( $\gamma_d \geq 1.99$ )
D傾, C <sub>2</sub> 値 (%) Dr値		95.0~ 102.4 (D ≥ 95)	95.0~ 102.8 (D ≥ 95)	95.0~ 103.1 (D ≥ 95)	95.1~ 102.9 (C <sub>2</sub> ≥ 95)	87.6~ 95.5 (Dr ≥ 80)	—	—
透水係数 $k$ (cm/s)		$4.01 \times 10^{-6}$ ~ $2.94 \times 10^{-5}$ ( $k \leq 3 \times 10^{-5}$ )	$1.12 \times 10^{-6}$ ~ $2.86 \times 10^{-6}$ ( $k \leq 3 \times 10^{-5}$ )	$1.32 \times 10^{-6}$ ~ $2.98 \times 10^{-5}$ ( $k \leq 3 \times 10^{-5}$ )	$5.21 \times 10^{-5}$ ~ $2.13 \times 10^{-2}$	$1.97 \times 10^{-3}$ ~ $9.02 \times 10^{-2}$	$1.96 \times 10^{-3}$ ~ $1.29 \times 10^{+2}$ ( $k \geq 1 \times 10^{-3}$ )	$8.9 \times 10^{-3}$ ~ $1.4 \times 10^0$

注) ( ) 内は基準値

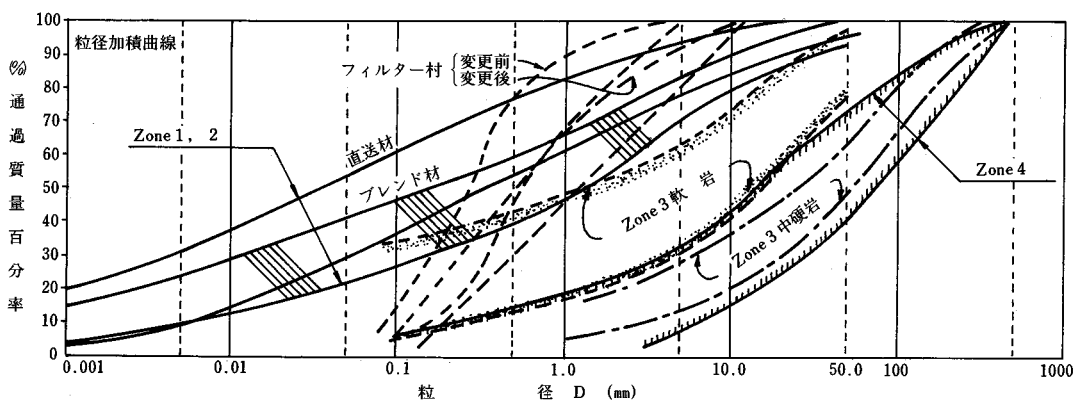


図2-6 施工粒度

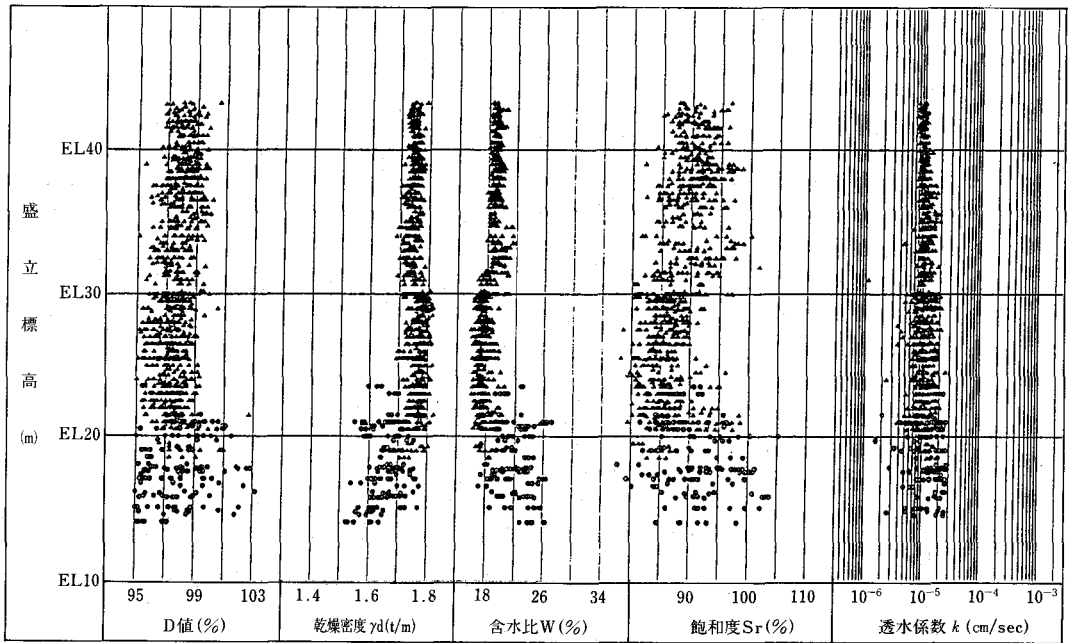


図2-7 底原ダム盛土管理試験結果 Zone 1

凡例 ○:直送材  
△:ブレンド材

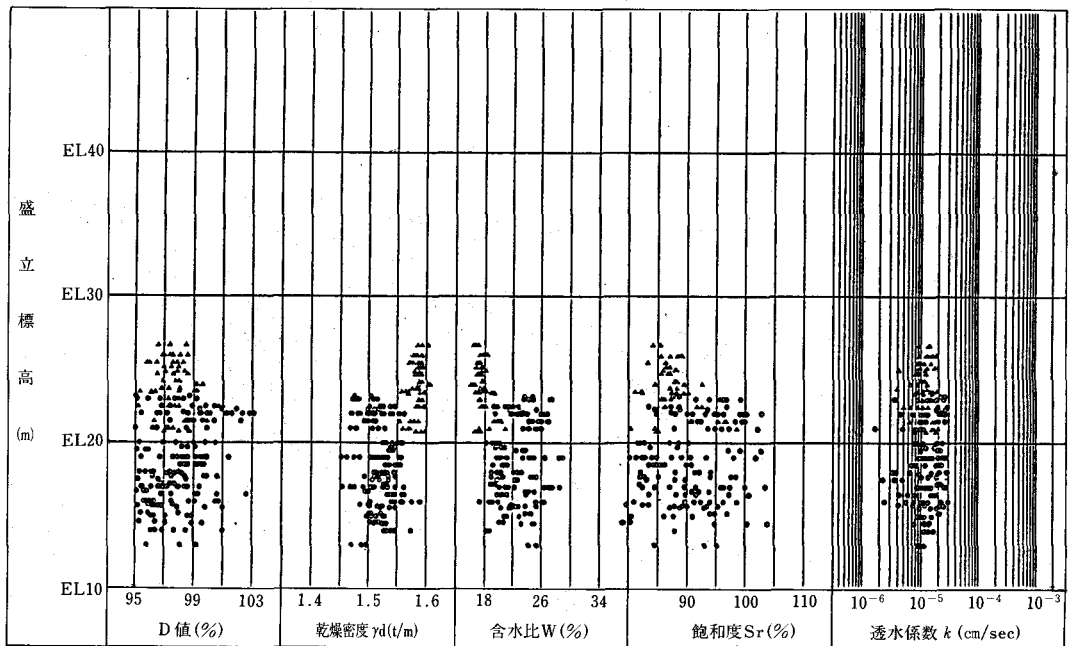


図2-8 底原ダム盛土管理試験結果 Zone 2

凡例 ○:直送材  
△:ブレンド材

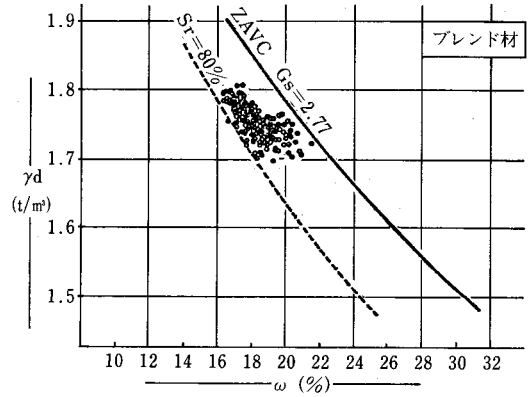
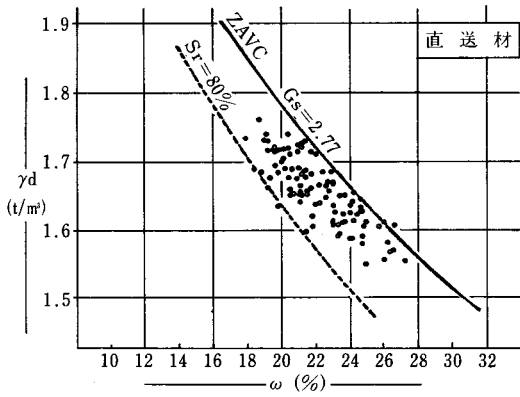


図2-9 rd-wの関係(遮水材実績)

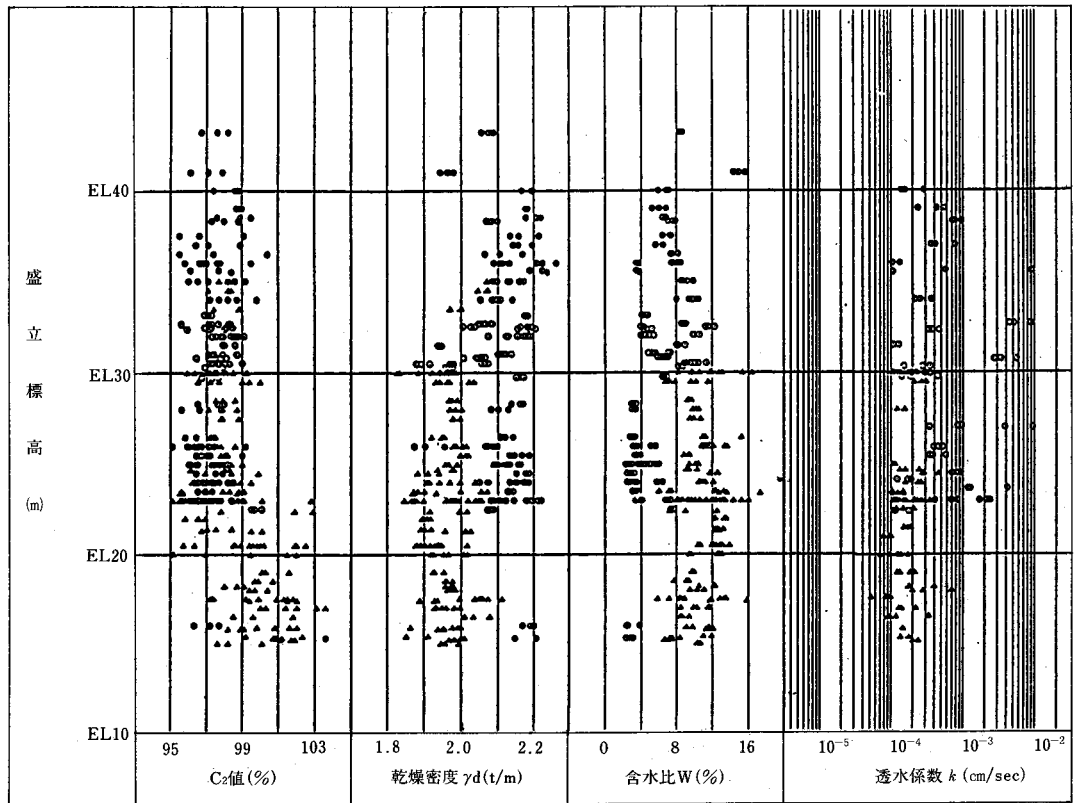


図2-10 底原ダム盛土管理試験結果 Zone 3

凡例 △: Zone 3 D-CL  
○: Zone 3 CL

や破砕帯の挙動を監視する計器を、適宜配置した。  
(表3—1、図3—1参照)

漏水量の観測は、堤体が長く堤敷が広大であるため、区間毎の漏水量を把握できるように、集水ドレーンを8カ所に分離し、それぞれに漏水量計を設置した。また、基準地盤が軟弱であるので、整立中の基礎の沈下状況と、それに伴う築堤土量の増分を把握するために、基盤上に多数の沈下計

を埋設した。

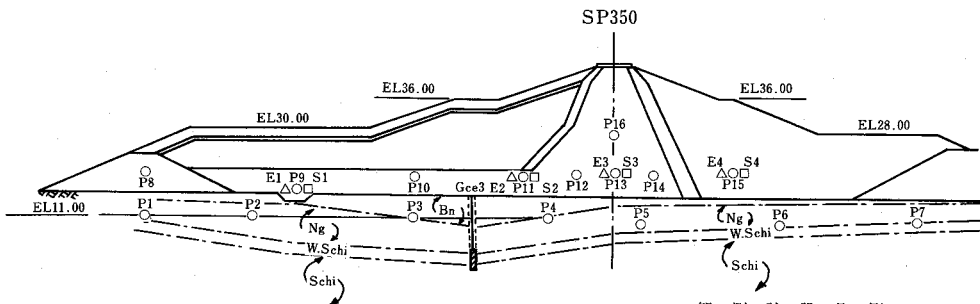
各計器の計測頻度と、観測値の監視体制は表3—2のとおりである。

(2)自動観察装置

堤体及び基礎内に埋設した、約200電気式計器については、盛立の完了以降、管理事務所で自動計測を実施している。自動観測装置は、小型万能デジタル測定器に、16ビットパソコンを接続し、付

表3—1 観測計器一覧表

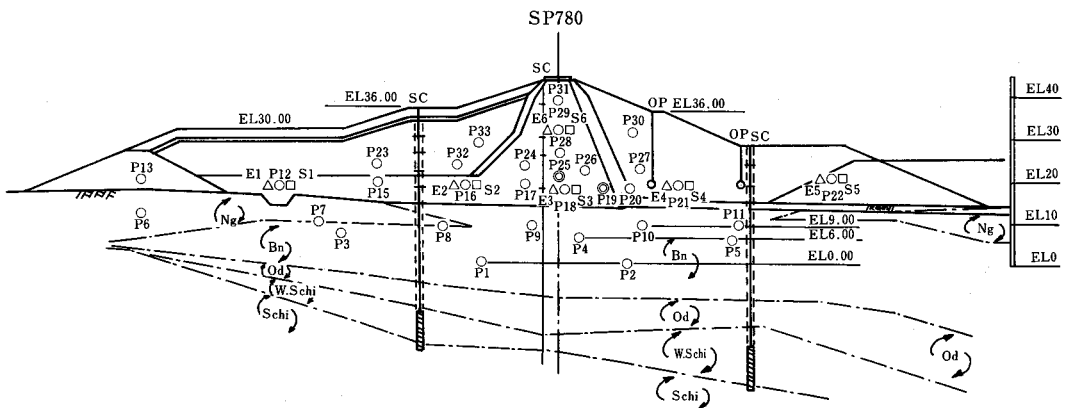
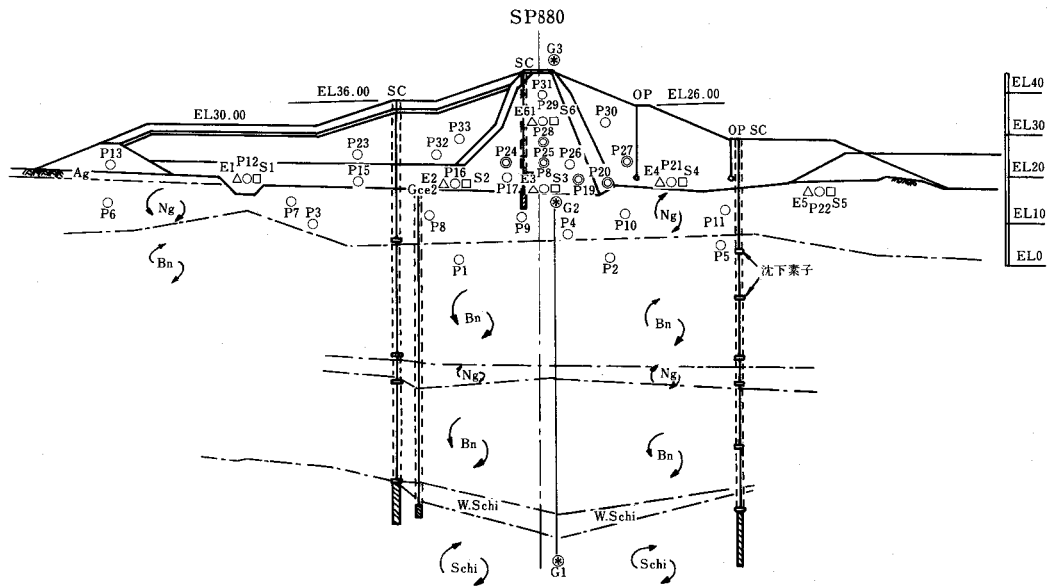
測点項目	SP100	SP160	SP180	SP350	SP540	SP780	SP880	SP980	SP1180	SP1300	合計
間隙水圧計	4	2	6	16	4	32	32	4	2	—	102
電気式	—	—	—	—	—	2	6	—	—	—	8
循環式	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
土圧計	—	—	—	4	—	6	6	—	—	—	16
土中歪計	—	—	—	4	—	6	6	—	—	—	16
湿潤線計	(SP60,100,140) 3		2	2	(SP500,640) 4	2	2	(SP980,1120) 4	2	(SP1220,1260) 2	23
地震計	—	—	—	—	—	(SP685) 3	3	—	—	1	7
層別沈下計	—	—	—	—	—	3	3	—	—	—	6
表面変位計	—	—	(SP260) 5	(SP400) 5	(SP 600) 5	(SP750) 5	(SP900) 5	(SP1120) 4	—	—	29
現地盤沈下計	(SP200) 3	(SP300) 2	(SP400) 4	(SP500) 1	(SP600) 4	(SP720) 2	(SP800) 3	(SP900) 2	(SP1000) 3	(SP1100) 2	26
漏水量計	—	—	(SP360) 1	(SP380) 1	(SP520) 1	(SP600) 1	(SP755) 1	(SP845) 1	(SP1039) 1	(SP1123) 1	8



観測計器凡例	
記号	計器名
○	P 間隙水圧計(電気変換式)
◎	P 間隙水圧計(循環式併設点)
△	E 土圧計
Sc	層別沈下計
Gce	現地盤沈下計
OP	浸潤線計(オープンピエゾメータ)
⊕	G 地震計(3成分)

図3—1 観測計器設置位置図





属装置としてプリンター、プロッター及びデータ加工用のパソコンを設置したものであり（図3-2参照）、主な機能は以下のとおりである。

- ①定時自動計測（最大計測頻度：1回/時間）及びフロッピーデスクへのデータ格納，プリンター出力
- ②任意時間における即時計測
- ③ハンディー・データロガーを用いた，手動観測計器データの格納・各種処理
- ④計測値履歴図，分布図，貯水位との相関図の作図
- ⑤最新14日間の定時観測結果を，常時ディスプレイに履歴図表示

(3)観測結果

①漏水量

漏水量の観測は，図3-3に示すように8ヶ所で実施したが，左岸側の①番において水量が多く，兩岸から堤敷中央へ向かうに従って，水量が減少している。兩岸付近では降雨の影響も観察されたが，旧河道付近に位置する⑤番及び⑥番においては，非常に水量が少なかった。

②間隙圧

堤体内の間隙圧について，Hilf式による推定値と比較して検討した結果（図3-4参照），盛立当初は推定値を一部上回る間隙圧が生じていたが，その後はHilfの値より，かなり低い値で安定しており，盛立終了時の間隙圧発生率（間隙圧/盛土加重）は，10~20%程度であった。以上の点から，堤体の圧密が順調であるものと考えられる。また，基礎地盤内の間隙水圧に関しては，現況地盤標高

表3-2 ダム挙動に関する計測項目および頻度

計測項目		計測機器	計測頻度			備考
			第1期	第2期	第3期	
漏水量	漏水量 (8ヶ所)	三角ゼキ (水位を水圧式水位計により計測)	1日1回記録			日記々録
		電気式間ゲキ水圧計 (102ヶ所)	1日1回記録			
間水 ゲキ 水位 浸潤 水圧 ・標 高 下	間ゲキ水圧 (基礎及び堤体内)	循環式間ゲキ水圧計 (8ヶ所)	1回/週	1回/月	1回/3ヶ月	記録簿
		オープン ピエゾメーター (23ヶ所)	1回/週	1回/月	1回/3ヶ月	記録簿
土 圧		電気式土圧計 (16ヶ所)	1日1回記録			日記々録
変 形	盛土内部歪	土中ヒズミ計 (16ヶ所)	1日1回記録			日記々録
	基礎地盤の 側方変位	管内傾斜計 (下流側2ヶ所)	3回/月	1回/月	1回/3ヶ月	記録簿
	堤体沈下計	層別沈下計 (6ヶ所)	1回/週	1回/月	1回/3ヶ月	記録簿
	基礎地盤 鉛直変位	現地地盤沈下計 (26ヶ所)	1回/週	1回/月	1回/3ヶ月	記録簿
	堤体表面 水平・鉛直変位	表面変位計 (29ヶ所)	2回/月	1回/3ヶ月	1回/年	レベル、ゼオドライド により測量
地震	加 速 度	感度切替式 地震計(Max gal) (7ヶ所)	逐 時			記録簿

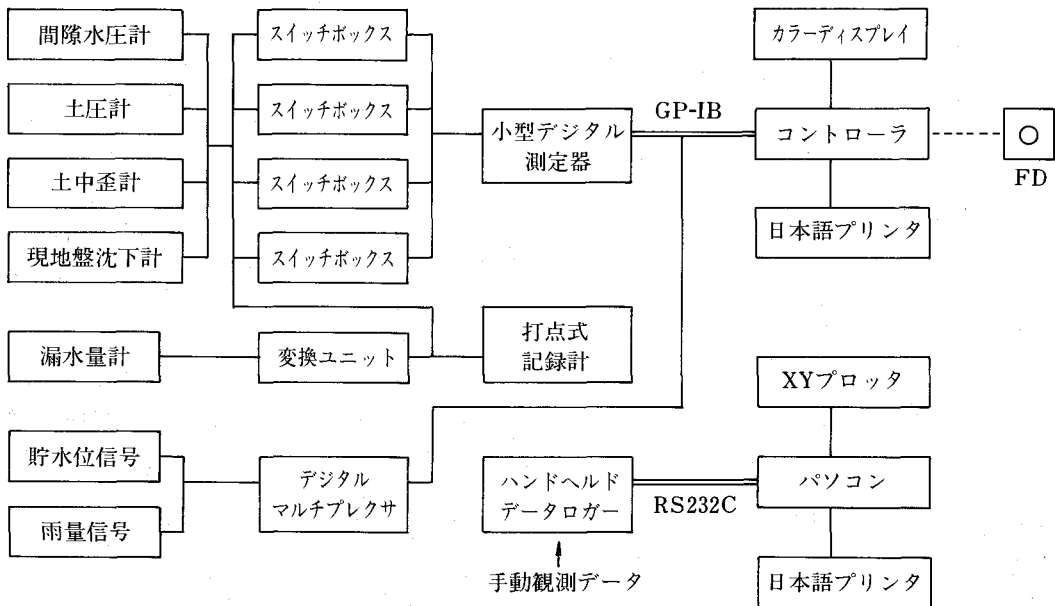


図3-2 自動観測装置ブロック図

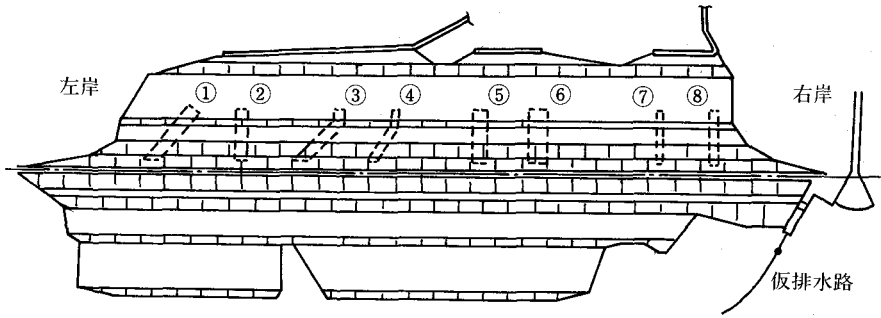


図3-3 漏水量観測位置図

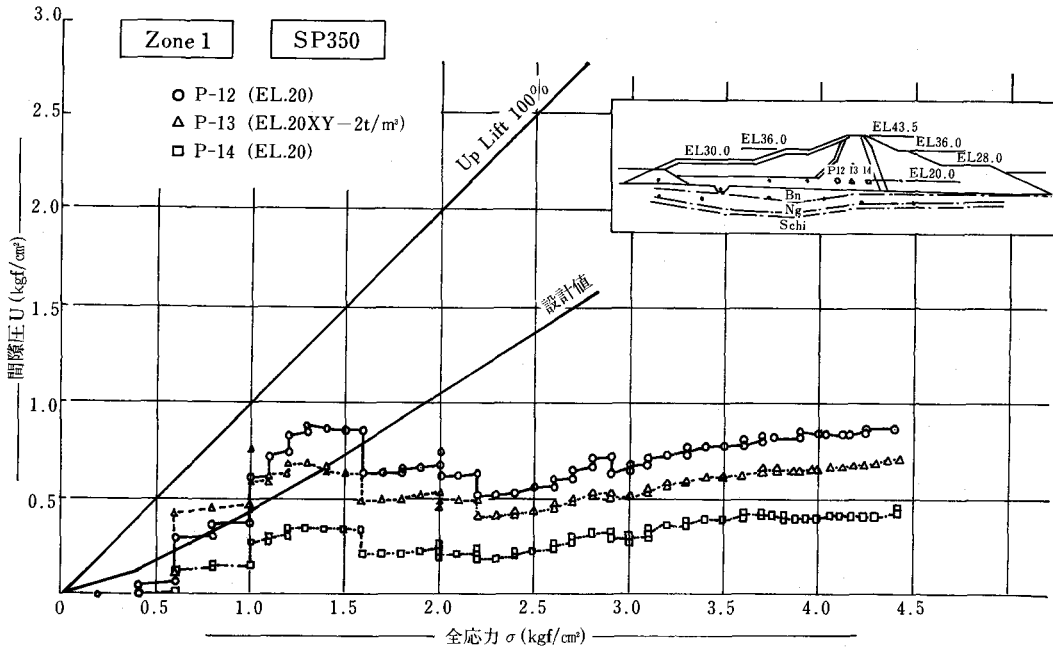


図3-4 全応力σと間隙圧Uの関係

付近の水頭で安定している。

③土圧計

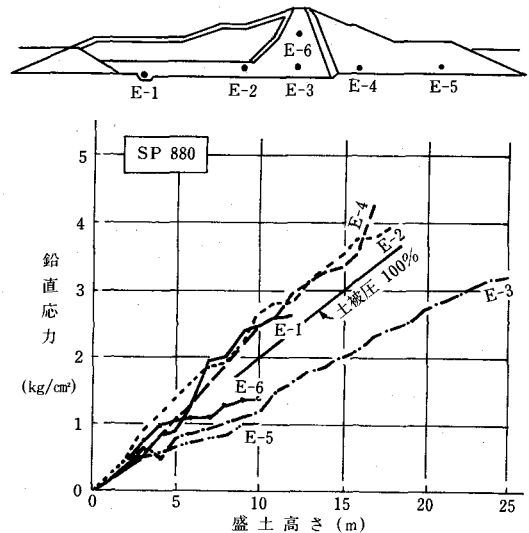
堤体内の土圧の発生状況は、一般的に言われる弾性解などと同等の傾向にあり、ダム軸付近で土被圧の70~100%、上下流側で120%程度の鉛直応力を示した。(図3-5参照)

④堤体沈下 堤体の沈下量は、全体的に圧縮傾向を示し、層毎の沈下量分布は滑らかであった(図3-6参照)。また、ダム軸において最も沈下の大きい箇所は、盛土上昇速度の速かった時点に符号した。

⑤基礎の沈下

基礎の沈下状況は、図3-7に示してあるように、全体的に沈下しており、不等沈下等は認められなかった。堤軸方向の沈下傾向で見ると、基岩(片

図3-5 土圧計測定結果



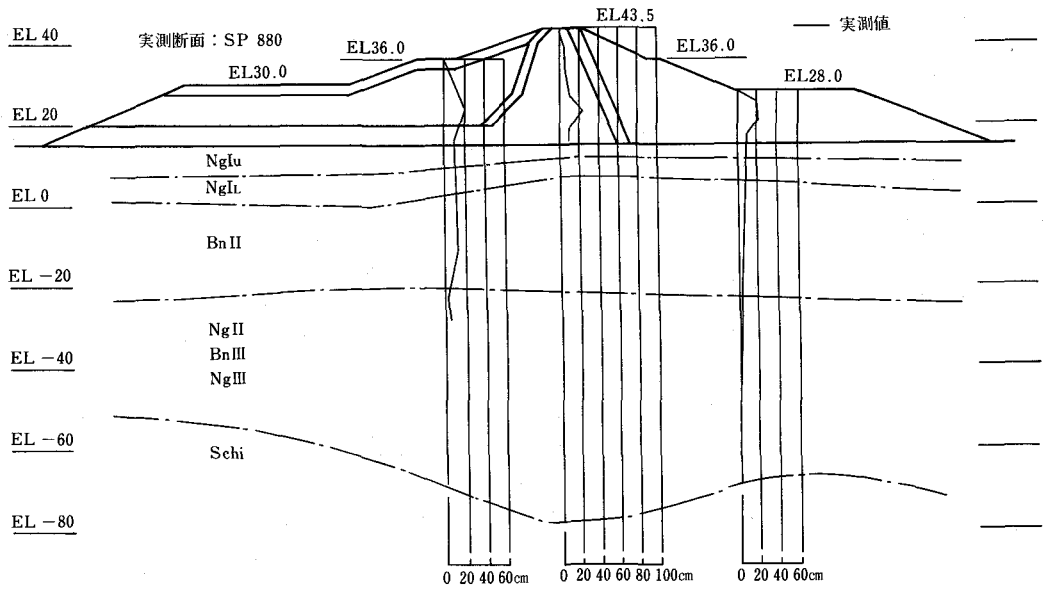


図3-6 層別沈下計実測値 (実測値: H元.9.30)

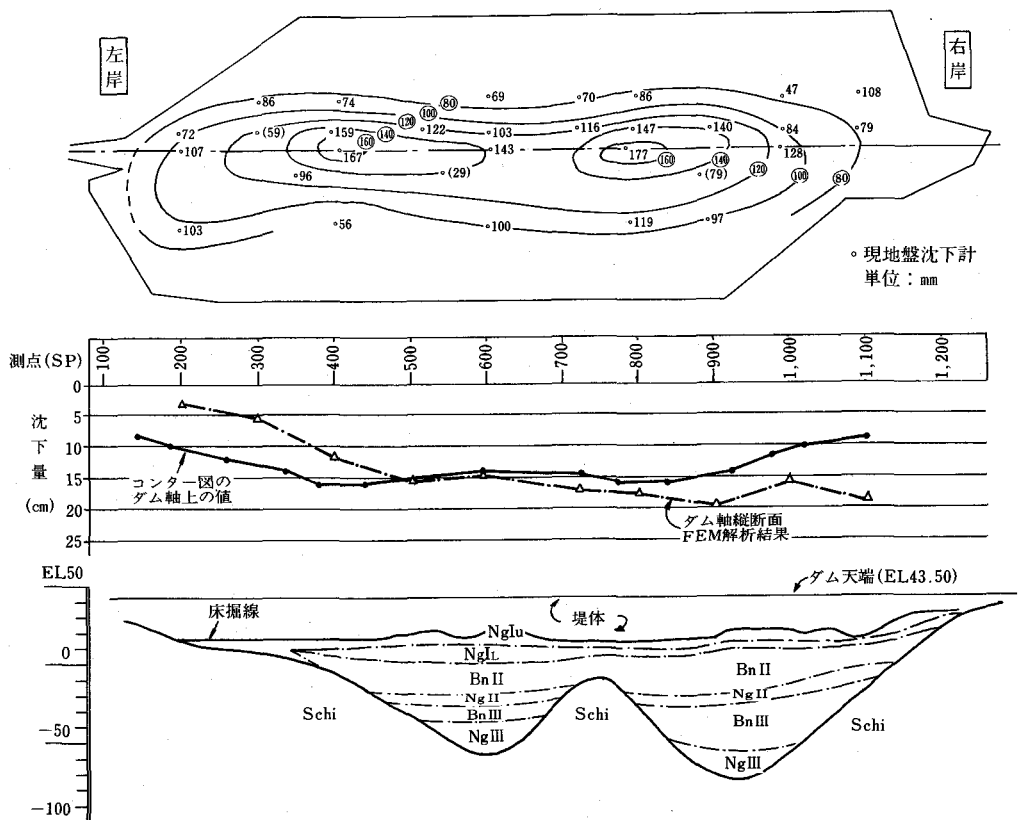


図3-7 現地盤沈下計測定結果

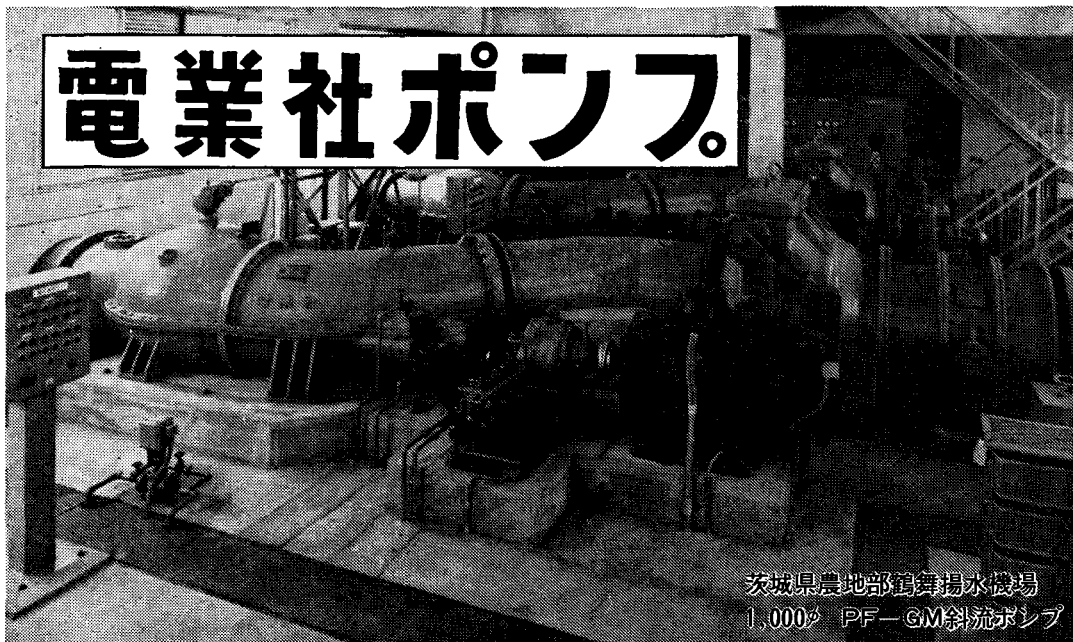
岩層)の線形と大筋で一致し、幾分左岸側にピークが移動した形となっている。また、FEM解析結果との比較では、当初より定性的に近い値向を示したが、左岸側で一部解析結果を上回る沈下が記録された。

### おわりに

以上底原ダムの設計・施工のうち主に盛立施工について述べてきたが、他ダムの設計・施工にあたって参考となるべきところがあれば望外の喜びである。

[1990. 12. 25受稿]

# 電業社ポンプ。



茨城県農地部鶴舞揚水機場  
1,000ℓ PF-GM斜流ポンプ



株式会社

電業社機械製作所

本社 東京都大田区大森北1丁目5番1号  
大森東京海上ビルディング  
電話 東京(3298) 5115  
支店 大阪・名古屋・九州・東北・中国四国  
北海道・静岡  
営業所 横浜・三重・山口・高松

# 末端水管理からみた合理的な管網配管モデル

## —A地区水田パイプラインシステム解析—

板倉 純\* 吉野 秀雄\*\*  
中 達 雄\*\* 島崎 昌彦\*\*

### 目 次

はじめに	32
1. 地区の概要	32
2. 管網配管計画の考え方	32
3. 解析手法	33

4. 解析結果	33
5. 末端水管理からの提言	38
おわりに	39

### はじめに

近年、水資源の有効利用、水利用及び水管理の合理化等の観点から水田用水路のパイプライン化が進んでいる。その背景は、パイプラインが、水路の用地問題、管理損失水量の節減、水質保全、加圧水の利用、末端圃場での任意な水使用などに対して有利なことである。

本稿では、このようなパイプラインの特質を踏まえ、末端レベルの水管理の観点から、管路網のタイプによる優劣の検討を行った。手法は、具体的な地区を対象とした管路網の数理モデルによるシミュレーション解析である。

### 1. 地区の概要

本地区は、東北地方日本海側に位置する受益地1,825haの平坦な水田地帯である。

取水源は地区内を貫通するB川並びにその支流であるC川、D川等である。各河川とも春先には融雪水を受けて比較的水量は豊富である。しかし、7～8月には水が不足し、常時干ばつの危険におびやかされている。また、各用排水系統は複雑さを極めており効率的な水利用に支障をきたしている。

このため、用水の安定化と水利用の合理化を目的に県営かんがい排水事業が昭和55年度から実施

されている。この事業は、取水施設の整備と水利施設の再編整備を行うもので、水田用水路のパイプライン化の検討が進められている。さらに、本地区では水不足対策のため、集中監視制御施設が計画されている。本稿は、C川の左岸、右岸での将来の末端水管理を念頭におき、2つの水田パイプライン・ブロックの管路網のシミュレーション解析の結果をまとめたものである。

### 2. 管網配管計画の考え方

上述の2つのブロックとは①C川を水源としC川右岸水槽を経て分水されるC川工区と②D川を水源としてC川左岸水槽を経て分水されるD川工区である。

#### (1)C川工区

水田面積は41.4haである。田面標高は1.0～3.6mと低い。C川右岸水槽のLWLは23.5mであり、水槽から分水工までの距離 $L=120\text{m}$  ( $\phi=700\text{mm}$ ) に対し十分な落差がある。

#### (2)D川工区

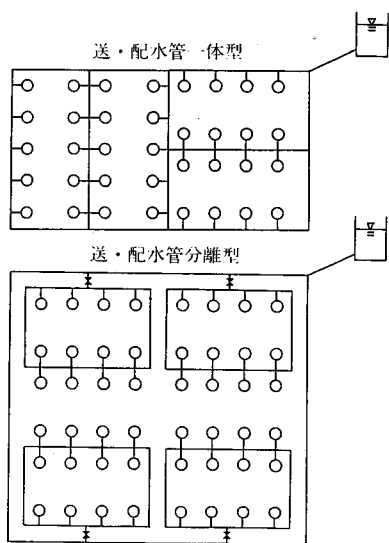
水田面積は40.7haである。田面標高は4.5～8.0m、LWLは19.8mで十分な落差がある。

#### (3)管網配管計画と解析の目的

管網配管方式にはその形態から、①配水管が送水管の役割を果たす「送・配水管一体型」と②送水管の所々より提燈がぶら下がるような格好で配管され、それぞれが独立した配水系を有する「送・配水管分離型」がある(図-1)。

\*農林水産省熱帯農業研究センター

\*\*農林水産省農業工業研究所



図一 配水型説明図

一般に、施工費は一体型の方が安価であるが、管理面では一体型の方が不便である。本地区のように集中監視制御施設の計画地区では、その施設の有効かつ能率的な稼働のために末端の管理体制に十分な検討が必要である。

本稿では、一体型と分離型をそれぞれ数理モデルに組み、代かきパターンや管径を変化させた場合の数理解析を行った。この結果に基づき問題点を解明し、末端管理の面から提言を行った。なお、田面必要水頭は標準的な給水栓に必要な2.0mとした。

### 3. 解析手法

#### (1)概要

パイプラインでは管中の水の流れの支配因子のうちエネルギー勾配と管径が調整可能である。水理設計の中心課題は設計流量に対するエネルギー勾配の調整と管径の決定に集約される。しかし、実際には計画とは異なる形態で水が使用されることが多く、管理上の問題点を生じることが多い。したがって、施設容量の決定を加えて様々な流量時の水理的検討が必要である。

ここでは、タイプ、管径、取り出し流量などを仮定した配管網モデルでの、定常流況を解析する。

#### (2)定常流況解析法

管網の定常流況計算法は、圧力補正法と流量補正法に大別される。前者は節点エネルギー位法、

後者はハーディ・クロス法が主流となっている。また、コンピュータの発展、普及にともない、更に発展した配水組織設計手法の研究も行われている。

#### (3)解析に用いる方法

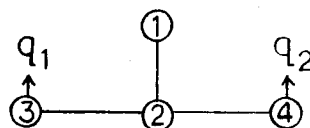
##### ①節点エネルギー位法

管路の分岐点、給水栓設置点等を節点と呼ぶ。節点エネルギー位法では、節点からの取り出し流量を条件に各節点でのエネルギー位を未知数として求める。本稿では、マトリクス解法による節点エネルギー位法を用いた。

##### ②境界条件の設定

ここでは末端水利用の合理性、平等性の観点から、各節点での必要取り出し流量から有効水頭をチェックするため、流量を境界条件とした。

流量境界について、図一2に示す簡単なモデルを用いて説明する。



図一2 パイプライン組織モデル図

末端給水栓からの取り出し流量を $q_1$ 、 $q_2$ とし、3番、4番の節点からは常に $q_1$ 、 $q_2$ を取水する。各節点のEL(エネルギー位)を計算し、節点間の通過流量、有効水頭を求める。

有効水頭とはエネルギー水頭から地盤高を差し引いた値である。有効水頭により、実際に水の出やすい所、出にくい所が把握できる。

### 4. 解析結果

比較検討に用いた配管モデルは表一1のとおりである。

#### (1)C川工区の送・配水管一体型モデル

計画道・排水路に従った管網配管を図一3に与える。道路の両側に渡る配水は県圃に習いシングル配管とする。各給水栓の期別の取り出し流量は、各諸元と各給水栓掛りの面積(図一4参照)により求まる。

##### ①ケース1解析結果

図一4の配管モデルより解析を行った。

図一5からわかるように、分土工付近の節点の



表-1 配管モデルの分類

C 川 工 区	送・配水管 一体型	均等代かき	ケース1
		〃・管径ダウン	ケース2
		集中代かき	ケース3
		〃・管径補正	ケース4
	送・配水管 分離型	均等代かき	ケース5
		〃・管径ダウン	ケース6
		〃・制御弁導入	ケース7
D 川 工 区	送・配水管 一体型	均等代かき	ケース8
		〃・管径ダウン	ケース9
		集中代かき	ケース10
	送・配水管 分離型	均等代かき	ケース11
		〃・管径ダウン	ケース12
		集中代かき	ケース13
		〃・管径補正	ケース14
		〃・制御弁導入	ケース15

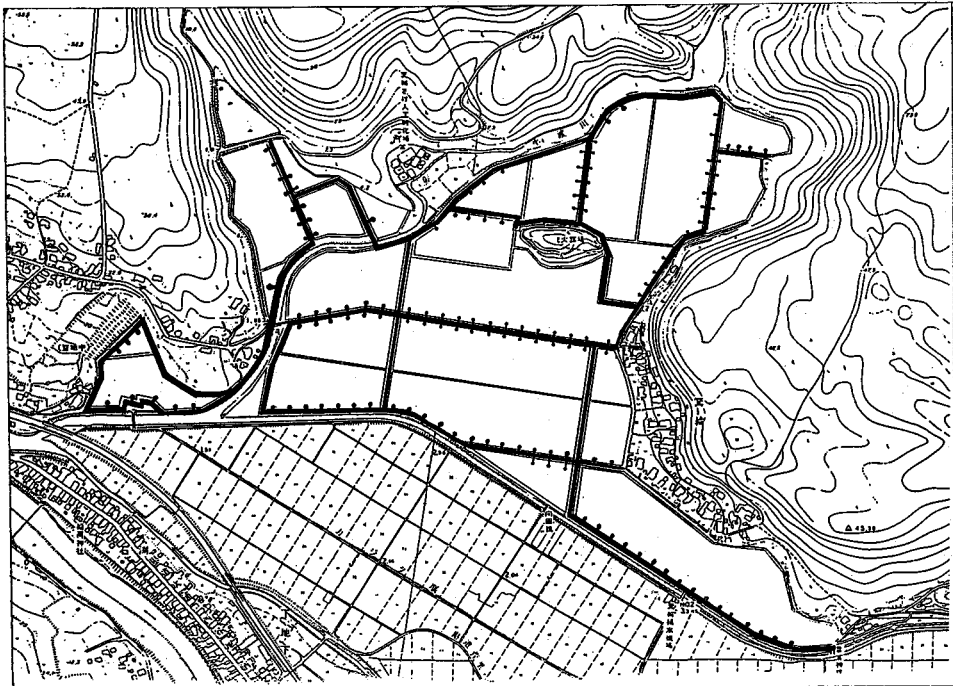


図-3 C川工区 送・配水管一体型 配置図

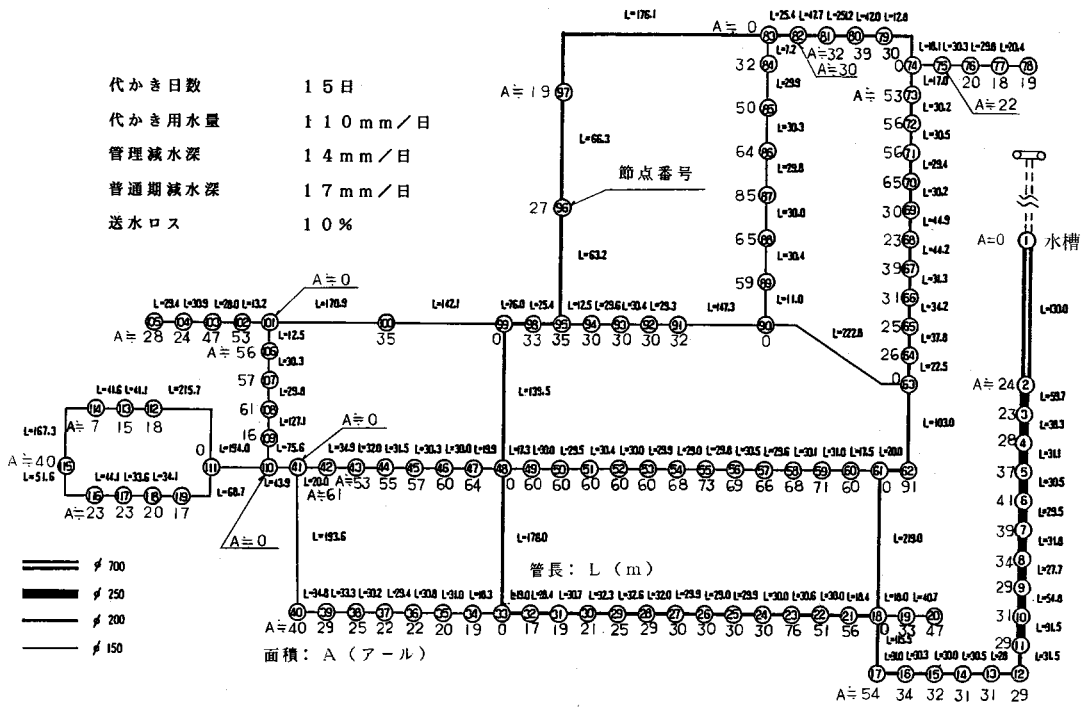


図-4 C川工区 送・配水管一体型 モデル図(均等代かき)

有効水頭が他に比べて非常に大きい。しかし、このモデルでは分水区から節点⑩までの管路が下流全体の流況を支配し、この区間の管径を小さくすることはできない。したがって、均等配水のためには、各給水栓の万全な管理が必要である。

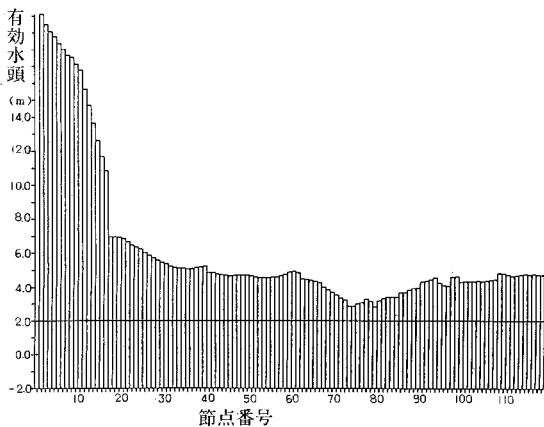


図-5 ケース1 解析結果

②ケース2 解析結果

図-4の⑩～⑪区間の管径を250mmから200mmにダウンさせた。結果は、図-6のように、必要水

頭(2m)に達しない節点がある。したがって、以下の解析ではケース1をもとに進める。

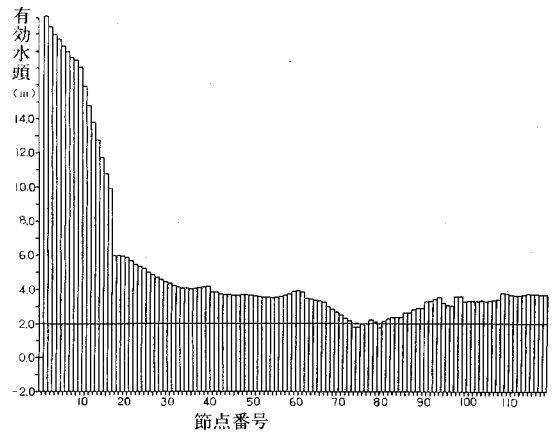


図-6 ケース2 解析結果

③ケース3 解析結果

実際の代かきでは、均等代かきは不可能であり、集中代かきを満足させる必要がある。図-4のモデルで水理的最遠点(⑦～⑧区間)に代かきを集中させた際の流況を求めた。結果は、図-7のように、集中代かき地点付近で有効水頭が不足する。

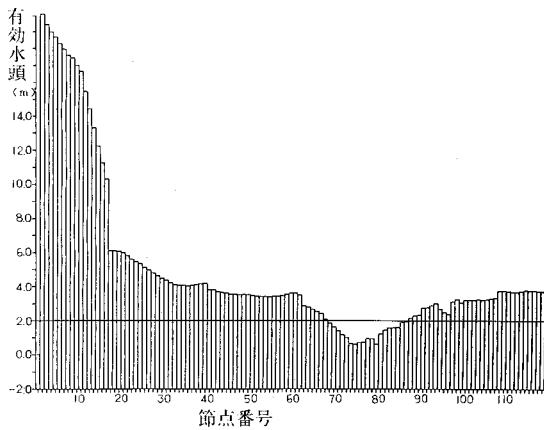


図-7 ケース3 解析結果

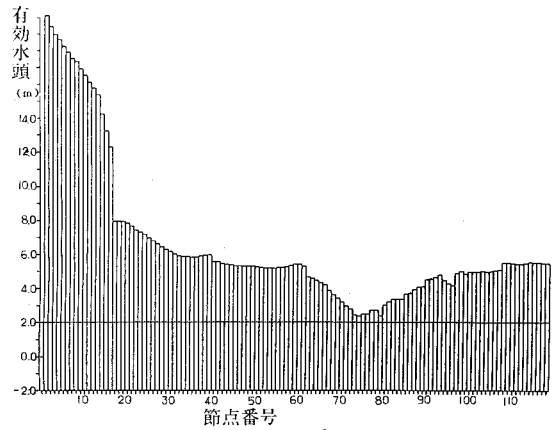


図-8 ケース4 解析結果

④ケース4 解析結果

ケース3の結果を受け、集中代かきを満足すべく管径の増大を図った。その結果からは、図-4の⑪～⑭区間の管径を200mmから250mmにアップさせる必要がある。解析結果は図-8のとおりである。

(2)C川工区の送・配水管分離型モデル

この配管では、工区内を7つの配水ブロックに分け、各配水ブロックは1節点で送水管と接続されている。すなわち、この接続管における通水量やエネルギー標高が各配水ブロックを支配している。配管図を図-9に示す。

①ケース5 解析結果

配管モデル図を図-10に示す。

このモデルでは、送水管、配水管ともにケース1に合わせて、送・配水管一体型モデルと比較す



図-9 C川工区 送・配水管分離型 配管図

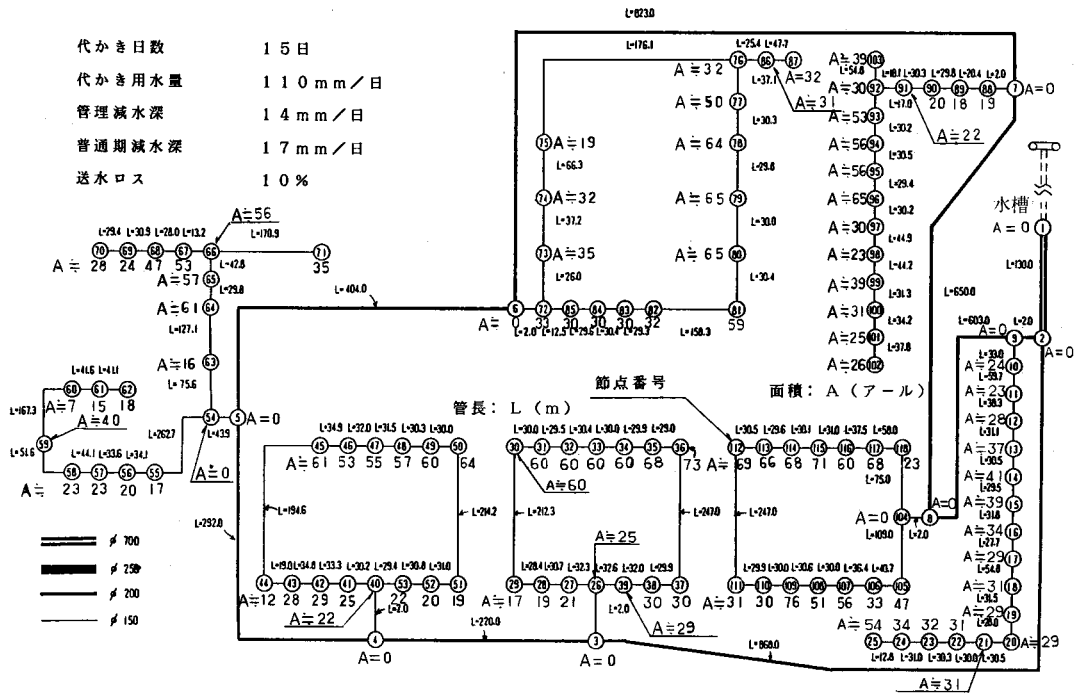


図-10 C川工区 送・配水管分離型 モデル図(均等代かき)

る。図-11のように全ての節点で大きな有効水頭を得ている。

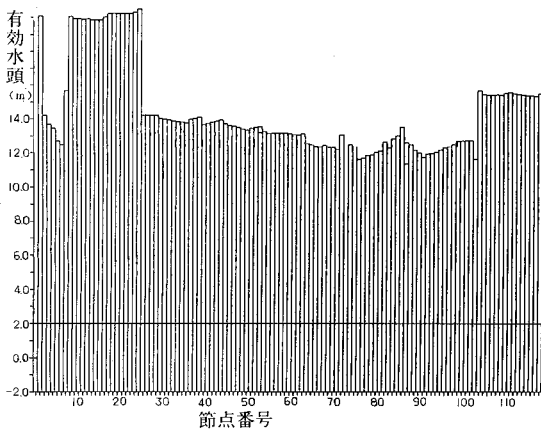


図-11 ケース5 解析結果

②ケース6

ケース5のモデルは、有効水頭からみて管径過大の可能性がある。そこで、送水管の管径を200mmから150mmへダウンさせたモデルの流況を解析した。その結果、図-12のように多数の節点で負圧が生じる。したがって、以下の解析ではケース5をもとに進める。

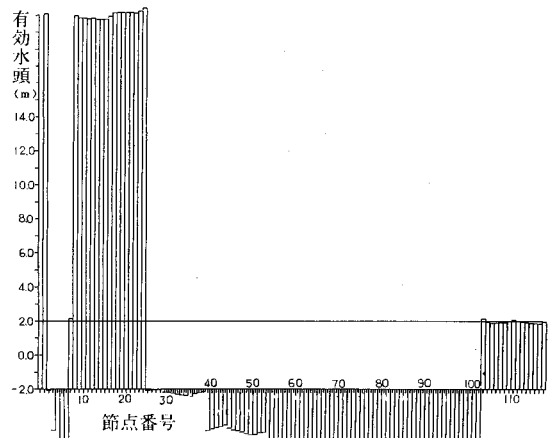


図-12 ケース6 解析結果

③ケース7

ケース5の解析結果(図-11)だけを見ると、有効水頭が大きいのは水の出が良いことを示し、本工区としては望ましい。しかし、全体的にみると本工区はC川右岸水槽からの分水区の一つであり、同水槽から他の工区へも分水されている。したがって、他工区との調整の面からも少々減圧の必要がある。また工区内でも節点⑧及び⑨から分水される配水ブロックの有効水頭が他の配水ブ

ロックに比べ大きい。そこで、本モデルでは流量調節弁を各ブロック入口の接続管に導入し、適切な減圧を図る。なお、計算の際に用いる弁部区間（L = 2 m）の等価流量係数Cの値はケース5で得られる各節点の有効水頭のうち、各ブロックの最低有効水頭が余裕をみて3.0となるように与えた（表-2）。

表-2 C 値

区 間	③~②⑥	④~④⑩	⑤~⑤④	⑥~⑦②
C 値	3.264	2.853	3.018	3.798
区 間	⑦~⑧⑧	⑧~⑩④	⑨~⑧	
C 値	3.296	3.790	2.304	

結果は、図-13のように、ほぼ理想的なフラットな流況である。

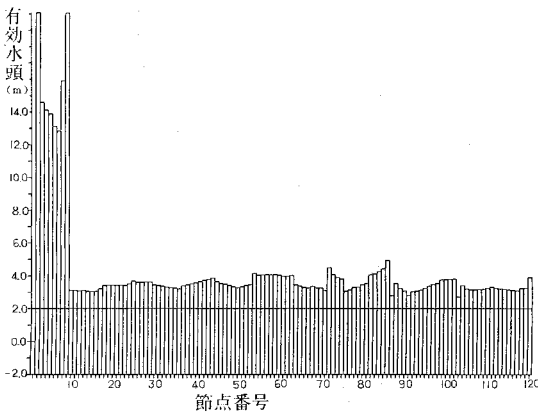


図-13 ケース7 解析結果

### (3)D川工区モデル

本工区も、C川工区と同様に、送・配水管一体型モデルと、送・配水管分離型モデルを作成し、それぞれ表-1の各ケースで解析を図った。なお、配管図及び解析結果の詳細については紙面の都合上、省略する。

## 5. 末端配水管理からの提言

以上の解析結果から、水理計算上は送・配水管一体型よりも、送・配水管分離型の方が有利である。

### (1)C川工区について、

一体型の均等代かきのケース1モデル、及び分

離型の均等代かきのケース7モデルについて、データを表-3にまとめた。

表-3 ケース1モデルとケース7モデルの比較

モデル名 (型)	ケース1モデル (一体型)	ケース7モデル (分離型)
φ250管路延長	334.9m	0.0m
φ200管路延長	2465.4m	3862.0m
φ150管路延長	3387.9m	5533.0m
合計管路体積	153.8m <sup>3</sup>	219.1m <sup>3</sup>
制御弁数	0 個	7 個
最大有効水頭	20.018m	4.945m
最小有効水頭	2.802m	2.696m

合計管路体積：（管路断面積×管路長）の総和

表-3のように、一体型での最大水頭差は17mを超え、分離型の2mに比べ非常に大きい。これらの解析は1貫して流通境界、つまり各給水量が正確に計画通りであると仮定した場合の計算による。しかし、実際の流量管理は給水栓の開閉で行われ、かなりの誤差を含む、また、水理計算結果に基づき各給水栓での開度を指示しても、個々の農家では給水栓を全開にするケースが多い。このような状態では、有効水頭の大小が給水能力に影響する。仮に、ケース1の一体型モデルで、最大有効水頭を有する節点付近と最小有効水頭を有する節点付近が同時に代かきを行った場合、給水に要する時間には相当の差が生じ、有利な節点付近の代かきの終了まで水が出ない可能性もある。たとえ、最大と最小の組合せを避け、できるだけ平等な給水計画を立てたとしても、栓をひねればいつでも給水できる所がある一方で、他の給水状態に常に影響を受ける箇所があるという点は無視できない。

無論、経済性も無視できない。管路の総延長は一体型が6,188mに対し、分離型では9,395mとなり約1.5倍になる。また、制御弁も7個使っている。配水の均一性と経済性と、どちらも優先させるか、関係者間の十分な話し合いにもとづく判断が求められる。

### (2)D川工区について

D川工区については集中代かきにおけるケース10モデルとケース15モデルを取り上げて比較検討する（表-4）。

表一 4 ケース10モデルとケース15モデルの比較

モデル名 (型)	ケース10モデル (一体型)	ケース15モデル (分離型)
φ250管路延長	0.0m	1532.0m
φ200管路延長	2480.0m	0.0m
φ150管路延長	1315.0m	3062.0m
合計管路体積	101.1m <sup>3</sup>	129.3m <sup>3</sup>
制御弁数	0 個	4 個
最大有効水頭	12.796m	5.783m
最小有効水頭	4.052m	3.030m

合計管路体積：(管路断面積×管路長)の総和

表一 4 をみると、均一配水に関しては、C川工区ほど深刻ではないが、一体型では8m以上の水頭差がある。単に均一配水の面であれば、一体型で管径の増大を図るか、排水路と垂直方向の送水管数の増加などの対応があるが、緊急時の水管理や送水時の配水管内空洞化を考えると、分離型が望ましい。

(3)送水停止時の問題について

図一14に説明するとおり、非常時等において送水管分水点の制御弁を締め切った場合、配水ブロック内の最低部に位置する給水栓が開いているとその給水口高が圧力境界となる。ここで、分水点が境界より高位にあると分水点から境界までの管が空になる恐れがあり、次の送水時に危険を生じ

る。したがって、配水ブロックを管理する弁は全ての給水栓より低い位置におく必要がある。

一体型の場合、非常時等の管理は工区入口の分水工1カ所で行われる。しかし、起伏のある工区では、入口の分水工を上述のような位置に設置するのは困難である。この理由からも、送・配水管分離型が有利と思われる。

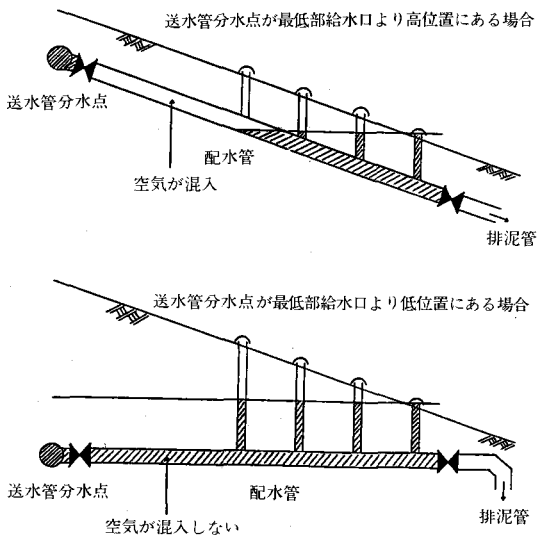
おわりに

混住化等による、農村を取りまく環境の急速な変化にともない、各農家の利水環境は多様化し、末端圃場段階での配水操作のパターンも増々複雑化する傾向にある。そのなかで水田のパイプラインシステムは水の使いやすさ、水管理の合理性の面ですぐれた特徴を持っている。この利点をうまく生かした配水システムの設計のためには、単に必要な水量から水路断面等を決めるだけではなく、各取り出し地点で得られる圧力水頭とその平等性を様々なケースでチェックすることが必要である。

本稿では、圧力水頭の管理の観点から、代かきパターンなど条件を変え、2つの管網タイプの比較を行った。その結果から、送・配水管分離型が有利であることがわかった。

最後に、本稿の取りまとめに当たって御指導を賜った、農林水産技術会議岩崎和己研究管理官及び宮崎県土地改良事業団体連合会湯浅徹氏をはじめとする関係者各位に心から謝意を表します。

[1990. 12. 25受稿]



図一14 送水停止時の配水管内現象

# 供用開始した加治川沿岸地区の小水力発電

—内の倉発電所の計画・実施・管理の概要—

矢澤正宏\* 諏佐晴夫\*\*

目 次	
1. はじめに .....	40
2. 地域の概要 .....	40
3. 小水力発電計画の概要 .....	41
4. 関係機関との協議状況 .....	42
5. 発電設備計画の概要 .....	45

6. 実施体制 .....	48
7. 管理体制 .....	48
8. 運転管理の状況 .....	49
9. おわりに .....	49

## 1. はじめに

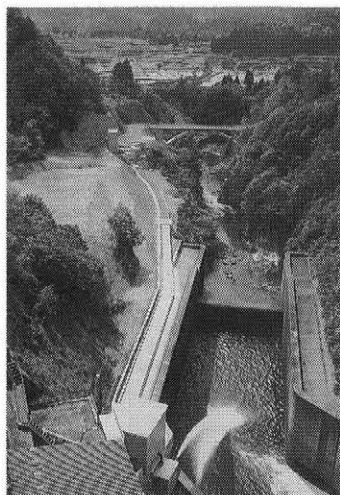
本地区の小水力発電施設は、国営加治川農業水利事業で築造した内の倉ダムの利水放流落差を活用して、県営かんがい排水事業加治川沿岸地区で実施しており、昭和62年度に仮設工着手以来、3ヶ年の短期間で本体設備を完成させ、平成2年4月1日から発電供用開始している。

この発電施設は、受益土地改良施設の操作に必要な電力需要の増大と石油需給の中長期的逼迫等に対処するため、土地改良施設に包蔵する水力エネルギーを活用することにより、農業水利費や農業電力費の軽減と国産クリーンエネルギーの開発・利用を図ることを目的とした自家発電である。

農業用水を主とする三者共同ダムの遊休落差を利用した最大出力2,900kWの発電規模であることから、各種協議に長期間を要して着工に至っている。そこで、小水力発電事業のより一層の発展の一助に、また本施設の管理・運用等に関する先輩諸兄の御指導、御教示を願いたく、この関係省庁協議内容を主とした本地区小水力発電施設の計画・実施・管理状況の概要を報告するものである。

## 2. 地域の概要

加治川は、新潟、山形との県境をなす飯豊連峰にその源を発し、山間渓谷を西流しながら内の倉



写真—1  
内の倉発電所(アーチ橋 左手前)

川と姫田川を合流して日本海に注ぐ延長55km、流域面積346km<sup>2</sup>の2級河川である。

本事業地区は、新発田市を中心に2市3町1村にまたがる受益面積7040haの穀倉地帯であり、本地域産業基盤の中核をなしている。

本地区の基幹農業用水施設は、昭和34～49年度の国営加治川農業水利事業と昭和45年度に着工した附帯県営の本事業によって整備されており、この小水力に関連する統括水管理施設等の完成と同時に平成3年度事業完了の予定である。

\*新潟県農地部農地建設課  
\*\*新潟県新発田農地事務所

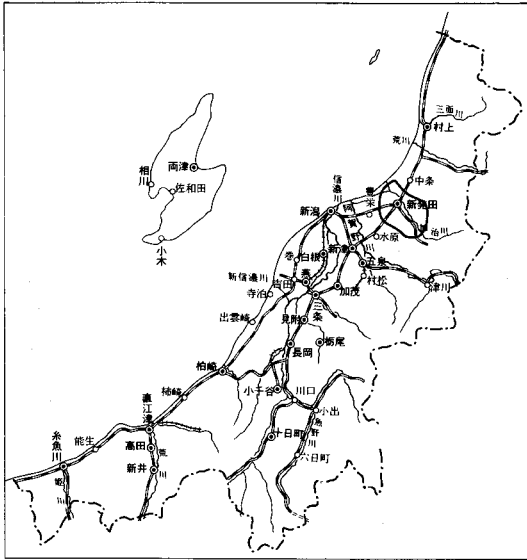


図-1 位置図

### 3. 小水力発電計画の概要

#### 3-1 主要諸元

本小水力発電計画は、昭和58年度の制度化と同時に概略設計に着手し、基本設計、実施設計及び各種事前協議結果に基づき昭和62年度に事業計画変更を行なって、県営かんがい排水事業加治川沿岸地区の一工種として実施しており、内の倉ダムと主要発電設備の諸元は表-1のとおりである。

#### 3-2 発電計画の概念

内の倉ダムは、農業用水(65.78%)、治水(30.83%)、上水(3.39%)の三者共同ダムとして農水省が施行し昭和49年度に完成している。

本発電計画は、このダムの遊休落差を利用して発電するものであり、全体概念は図-2のとおりである。

#### 3-3 実施工程

昭和58~60年度の概略から実施設計の結果をもとに、昭和60~62年度に各種事前協議を行ない、

表-1

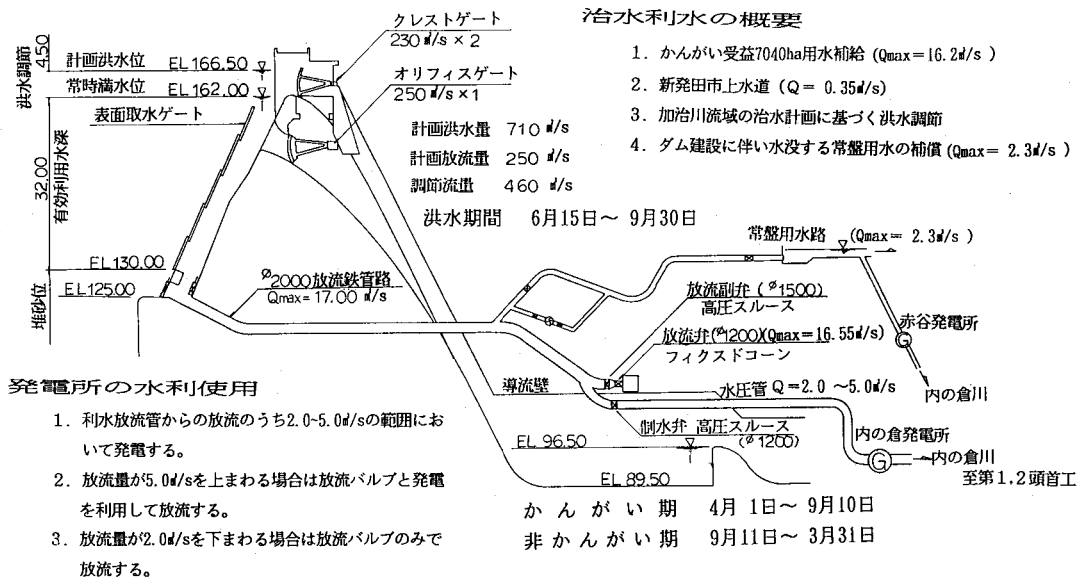
#### 内の倉ダム

水系 河川名	二級河川加治川水系内の倉川	
ダム名称	内の倉ダム	
流域面積 (km <sup>2</sup> )	47.5	
ダム	型式	中央越流型中空重力式
	高さ (m)	82.50
	頂長 (m)	166.00
	堤体積 (m <sup>3</sup> )	216,000
	ラジアルゲート (幅×高)	9.50×5.29m 2門
	オリフィスゲート (幅×高)	6.00×4.00m 1門
	放流管スルースバルブ	φ 1.50m 1門
	放流管フィックスドコンバルブ	φ 1.20m 1門
貯水池	計画高水位 (m)	166.50
	常時満水位 (m)	162.00
	低水位 (m)	130.00
	総貯水量 (m <sup>3</sup> )	24,800,000
	有効貯水量 (m <sup>3</sup> )	22,200,000
	かんがい容量 (m <sup>3</sup> )	16,900,000
	上水道容量 (m <sup>3</sup> )	1,100,000
	洪水調節容量 (m <sup>3</sup> )	4,200,000

#### 主要発電設備

発電所名称	内の倉発電所	
型式	ダム式	
発電所位置	新発田市大字滝谷字天ヶ瀬2549	
取水口位置	新発田市大字滝谷字要害山3243	
放水口位置	新発田市大字滝谷字天ヶ瀬2549	
取水水位 (最高)	E L. 162.00 m	
取水水位 (最低)	E L. 130.00 m	
放水水位	E L. 87.70 m	
総落差	74.30 m	
有効落差	最大 70.50 m	常時 —
出力	最大 2,900kW	常時 0
使用水量	最大 5.00%	常時 0
年間可能発電電力量	11,084.8MWh	
水車	型式・台数	立軸フランシス水車 1台
	出力	3,060kW
	回転数	750 rpm
発電機	型式	三相交流同期発電機
	出力	3,053 KVA
	電圧	6.6kV
	力率	95%
	周波数	50Hz
	冷却法	閉鎖風洞循環水冷
水路	水圧管路	FRP φ1200 <sub>mm</sub> ×217.3m
	放水管路	FRPM φ1800×28.3m





図一 内の倉ダム治水水利系概念図

昭和63年度の上半期迄に着工に必要な全ての本協議を完了した。発電所の主要工事は、本体工，設備工，バルブ工及び水圧管路工の4件で県債務2ヶ年工事として施行し，平成2年4月1日から発電供用開始している。この全体実施工程は，表一2に示すとおりである。

#### 4. 関係機関との協議状況

##### 4-1 内の倉ダムに関する協議

内の倉ダムは，前記のとおり三者共同ダムであるが，「農業用水を主とする利水放流に従属する発電計画であり，従前の水使用と何ら変らないことからダムの建設費用負担（バックアロケーション）に該当しない。」との考え方で当初協議にあたった。しかし，河川管理者（県土木部）は，「水使用に発電が加わり，ダムの落差を利用することからバックアロケーションが必要である。」との主張で，かつ，これの決着が水利権協議の前提条件ともなった。このため，必要性や方法等に関する農水省との協議を重ねた結果，「本事業主旨から一般的には必要ない。しかし，本件は三者共同ダムの落差を利用し，かつ，農業用水以外の水も使用することから要請に応じざるを得ない。」との結論に達し，表一3の内容でダム建設費相当額を他の二者に対して負担することとなった。これにより，

建設大臣（治水）と厚生大臣（上水）の認可を得て，補助金等に係る予算の適正化に関する法律第22条の規定に基づく国庫補助金相当額の返還措置をとるとともに，関係四者で「内の倉発電所建設工事の実施に関する基本協定書」を昭和63年3月31日付けで締結するに至ったものである。この間に約2年半を要し，北陸農政局を初め関係者の大変な御尽力あつての解決であった。

##### 4-2 水利権に関する協議

内の倉川は県管理の二級河川であるが，発電に係る水利使用のため建設大臣認可が必要であり，昭和60年7月に開始された事前協議も前項との関連から長期間を要して昭和63年8月25日付けで発電水利使用許可となっており，その特徴は次のとおりである。

###### (1)ダム放流従属の発電

当初は，水路式同様農業用水完全従属の考え方であったが，ダム放流水の区別が困難であり，ダムのバックアロケーションとの関連からダム放流従属の発電計画で了解を得た。水利使用規則第3条で「洪水調節及び常時満水位の維持のための放流並びに加治川沿岸地区かんがい用水第一頭首工，第二頭首工及び新発田市上水道のための取水に従属する。」と明記される結果となり，施設の管理運用上効果的な水利使用許可内容となっている。



表-3 内の倉ダムバックアロケーション算出表

農水の追加妥当投資額	2,536百万円					
農水の追加専用費	2,500百万円					
農水の追加便益	36百万円					
	(現行負担率)					
農水の治水に対する換算負担額	$36 \times 0.3083 = 11$ 百万円					
農水の上水に対する換算負担額	$36 \times 0.0339 = 1$ 百万円					
(農水間で移動不要な額)	$36 \times 0.6578 = 12$ 百万円					
注記：「農水の追加」とは、県営かんがい排水事業で実施する発電である。						
負担率						

単位：百万円

		農 水		治 水	上 水	小 計	計
		国 営	県 営				
現 行	実 負 担 額	4,727		2,216	244	2,460	7,186
	換 算 負 担 額	—		2,832	311	3,143	—
	負 担 率 (%)	65.78		30.83	3.39	34.22	100.0
換 算 負 担 額			12	△11	△1	0	0
改 定 後	換 算 負 担 額	—	12	2,821	310	3,143	—
	負 担 率 (%)	65.78	0.13	30.71	3.38	34.22	100.0

注記：太線枠内がバックアロケーションの対象分である。

(2)減水区間の補償放流

本発電計画は、既設利水放流管から分岐し、ダムの下流約120mに設置する発電所を経て、内の倉川に放流するものであり、減水区間が発生する。特に、ダム放流量が2～5 m³/sの場合は全量発電所経由となることから、河川の維持用水としての放流義務付けが求められた。しかし、既設ダムは維持用水量を持ってなく、放流従属発電を契機とした維持放流の義務付けは不合理なことから、河川法施行令第10条第2項に定める10項目検討で対応することとなった。

この区間には漁業権が設定されており、魚の移動、生息に必要な0.15m³/s (0.2mの水深で算出)を補償放流するものである。これは、水利使用規則第4条で「発電用分岐部直前における流量が0.15m³/sを超える場合に限り、その超える部分の範囲内において発電する。」と表現されている。

設備的には、口径150mmの小放流バルブで対応可能であり、発生電力量でもあまり大きな影響を受けない範囲での措置で協議が成立したものである。

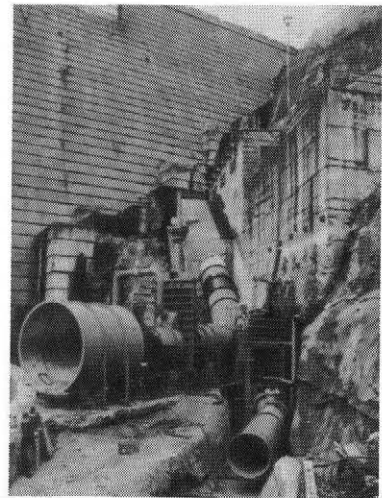


写真-2  
据付中の分岐部  
(左からフード・利水放流バルブ・分岐管・制水バルブ等)

4-3 電力供給に関する協議

発生電力の大部分を東北電力(株)に売電するものであり、本計画の成否を左右するこの協議は、

昭和60年6月に開始し、昭和61年3月31日付で「内の倉発電所の電力受給に関する覚書」を締結している。この内容は、農水省水利課長と電気事業連合会業務部長の覚書を基本として協議した結果、「9.75～10.0円/KWHで工事完成時に電力受給の本契約を締結する。」となっており、今年4月1日に料金10.0円/KWH等18条からなる「内の倉発電所余剰電力受給契約書」を締結して発電供用開始している。また、この他に発電所の設備や運用等に関して「協議書」や「確認書」を締結しながら実施して来たが、東北電力（株）からは常に建設的な対応を頂いており、クリーンエネルギー開発と本事業に対する深い御理解の賜ものと感謝している。

#### 4-4 電気事業法に関する協議

発電に関しては、電気事業法に基づく手続きが必要であり、通商産業省資源エネルギー庁公益事業部発電課（以下、エネ庁という。）の御指導を得ながら対応した。本地区の特徴は次の二点である。

##### (1) 自家用発電について

本発電計画が、概ね全量売電方式で、かつ、最大出力が2.900kWであることから「自家用」としての根拠が議論となった。電力受給契約に基づき、一般電気事業者の送配電施設を経由して受益土地改良施設に送電する自家用発電施設であるとの説明に対して、同様のケースを自家用と認定したものは最大出力5～600kW程度の小水力であり、本地区の場合は企業局等の公営電気と同等規模の発電施設計画につき、新たな整理が必要とのことであった。そこで、本発電施設は、受益土地改良施設との見合規模で計画しており、電気事業法でも出力の大小による区分はしていない。また、土地改良法に基づく公益法人の土地改良区連合が土地改良施設として一体的に管理するもので営利を目的としないこと等事業制度を含む説明により、自家用発電として了解を得たものである。

##### (2) 特殊設計の認可申請について

発電用水力設備に関する技術基準を定める省令で水圧管材料を規定しており、それ以外はエネ庁の認可が必要である。本地区では、表-4のとおり総合検討結果により、FRP管（強化プラスチック複合管）で水圧管路（ $\phi 1.200\text{mm}$ 、 $L=217\text{m}$ ）を実施している。FRP管は小水力発電のコスト低減策の一環として、昭和56年から新エネルギー財団

が中心となって技術開発して来たものである。実験的には充分使用可能とされていたが、本格的な使用実績がなく、各種裏付け資料の添付に時間を要した。特に本地区では、曲管や役物を含む全管材をFRP管とし、かつ、途中に電磁流量計を設置していることから、これらの製造方法や強度及び施工や管理方法等について細部説明を求められている。エネ庁の指導は大変建設的であったが、新工法採用の煩雑さを実感させられた特殊設計認可であった。

## 5. 発電設備計画の概要

### 5-1 発電規模

発電計画で最も基本となるのが流量資料であり、エネ庁では、発電水力流量測定規則を制定し、電気事業法第102条に基づく指定測水所のデータを基本とした発電計画を指導している。本地区では、ダム放流従属の発電計画であること等から、県農地部長からエネ庁発電課長あての認定申請により実際のダム管理データ（昭和50～59年の10ヶ年）に基づき発電規模等を検討し決定している。

#### (1) 事業制度上からの発電規模

本地区では、常時発生電力（ $L_s$ 出力）が受益土地改良施設の操作に必要な出力の合計値（ $L$ ）と概ね同水準以下であることを目安に発電施設の適正規模を検討した。その結果は、表-5、表-6のとおり、 $L_s=1622 < L=1720\text{kW}$ である。

#### (2) 最大使用水量の決定

最大使用水量は、水車の形式や出力の大きさを左右する発電計画の基本的事項である。一般的に流況表の90～100日流量を目安としていることから、 $4.0\sim 6.0\text{m}^3/\text{s}$ の5ケースについて発生電力量と建設費を比較検討した。その結果は図-3のとおりであり、最適設備規模として最大使用水量を $5.0\text{m}^3/\text{s}$ に決定している。

### 5-2 水車形式

落差約70m、流量 $5\text{m}^3/\text{s}$ 近辺は、水車選定図から立軸及び横軸フランシス水車の領域である。フランシス水車は、油圧装置やグリースポンプ等の補機が不要であり、定格流量の40%程度まで充分運転可能で、かつ、使用実績も多い。形式については、地形条件や発電効率等から立軸とし、使用水量 $2\sim 5\text{m}^3/\text{s}$ の立軸フランシス水車で実施している。エネ庁からは資源の有効利用の観点から2

表-4 水圧管路比較検討表

項目	強化プラスチック複合管 (FRP)	鋼管 (SP)	
管体性能	外圧強度	外圧強度に優れ、鋼管の約3倍の強度を有する。	外圧強度に優れている。
	内圧強度	管は非常に弾性があり、内圧強度に優れている。	管本体の内圧強度は優れているが、傾斜地での中小口径管の接合部溶接および塗装が難しく強度的に不安がある。
	耐食性	ポリエステル樹脂でできているので耐食性に優れ経年変化がない。	内外面の完全防食が必要である。特に接合部の溶接、塗装は不完全なものとなることが多いので十分な腐食代を見込む必要がある。
	水理特性 (摩擦損失水頭比)	$\eta = 0.010$ 管内面が平滑で経年変化もないので、粗度係数が小さく、管内摩擦損失水頭が小さくなるので、落差を有効に利用することができる。 (59)	$\eta = 0.013$ (ターレエポキシ塗装) 中小口径管では接合部にサビが発生し、内面塗り替えてもできないため、粗度係数が大きく、管内摩擦損失水頭が大きくなり、出力の損失となる。 (100)
継手性能	水密性	寸法精度が高く、巾広セルフシールタイプゴム輪を使用しており、受口部と差し口部が一体となり優れた水密性を有する。	現場溶接が完全であれば十分な水密性を有するが、傾斜地、中小口径管では難しい。
	伸縮可とう性	管接合部は1本毎にゴム輪接合であり、受口長さも長く、管路は柔構造となっており、地震等の地盤変動に対しても追従することができる。	溶接接合なので全く伸縮可とう性は無い。適当な間隔で伸縮可とう管を設け、管路を柔構造とすることが必要である。
施工性	運搬 (重量比較)	重量が軽く、取扱いが簡単で、小型重機で行なえる。 (42)	重量が重く、取扱いが困難で、大型重機が必要である。 (100)
	管布設	簡単な技術指導で作業が行なえる。	高度の技術と熟練した作業員が必要である。
	工期 (工期比較)	接合が簡単で工期短縮が図れる。 (38)	現場溶接であり多くの工程と日数がかかり、作業性は劣る。 (100)
維持管理	塗装	塗装不要	内外面、10年に1度、塗装塗りかえ時の損失電力大、塗装費大、中小口径の内面塗装は不可能。
経済性	有効落差が H = 50 m H = 100 m H = 100 m についての工事費の比較 $\frac{\text{FRP}}{\text{鋼管}} (\%)$		

表-5 常時発生電力 (Ls出力)\*

年 月	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	平均
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3	0	1,060	523	0	0	0	0	591	0	0	
4	606	2,163	2,954	2,946	2,376	2,954	2,684	2,954	2,954	244	
5	2,954	2,677	2,954	2,954	1,972	2,954	2,954	2,954	2,185	1,295	
6	894	977	1,368	2,038	0	1,645	2,954	2,630	0	1,123	
7	209	298	0	1,946	0	1,728	540	0	0	1,587	
8	1,137	0	473	179	0	0	0	0	901	160	
9	0	0	0	0	0	0	0	0	996	0	
10	0	0	0	0	642	0	0	0	1,359	0	
11	0	0	0	0	416	881	1,719	0	944	0	
12	0	1,169	0	0	1,246	0	813	0	0	0	
平均	1,160	1,390	1,654	2,013	1,330	2,032	1,944	2,282	1,557	882	1,622.4

\*Ls出力：当該発電所における最近10ヶ年の流量資料を基に計算した各月の最低5日平均日出力(最低半月の平均尖頭出力)の平均値から停止出力を差し引いたものの年間平均値とする。

表-6 受益となる土地改良施設の操作に必要な出力 (kW)

施設名	箇所数	出力
国営造成施設	3	130
水管理改良施設	4	1,313
排水機場	4	277
計	11	1,720

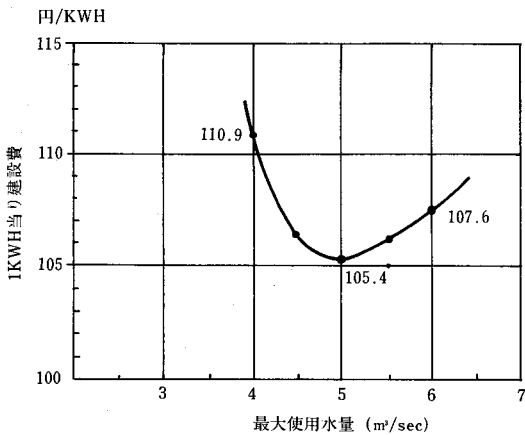


図-3 最適設備規模の検討図

m³/s以下も拾うよう指導があったが、ダム放流実態等から軽負荷ランナーを使用するメリットが少なく採用していない。

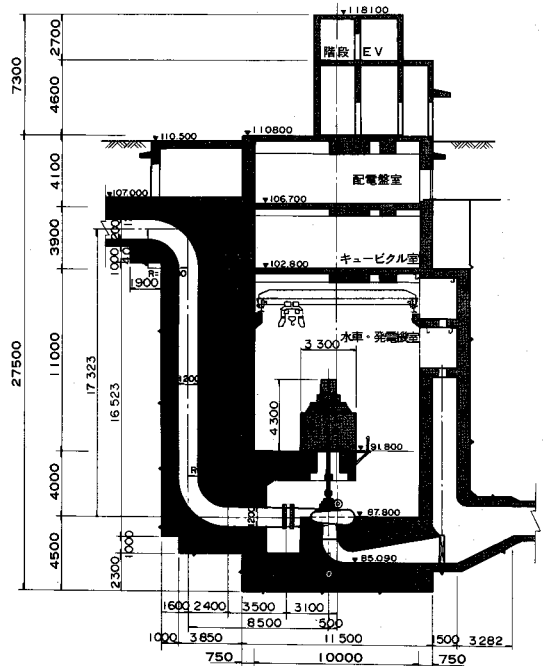


図-4 発電所構造図

### 5-3 制御方式

本地区発電設備の制御系統は、図-5のとおりである。発電所の使用水量(出力)は、ダム放流従属式であり、第1次的にはダム管理所で決定される。即ち、ダムの放流量は、利水者からの放流要請等によりダム管理者が「利水放流量設定器」

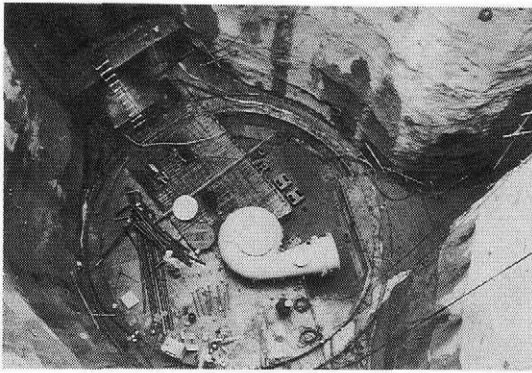


写真-3 水車ケーシングの掘付状況

で設定する。この信号を受けて、発電所の「放流量制御装置」で発電使用水量を決定し、各装置を作動させるものである。

### 6. 実施体制

発電所の建設・管理にあたっては、電気事業法第54、72条によりダム水路主任技術者と電気主任技術者の選任が必要であるが農地部内に有資格者不在であった。そこで、県企業局から昭和63～平成元年度の2年間、新発田農地事務所建設第一課副参事（発電施設建設係長）として出向頂き、農業土木の主任2名を加えたのみの少人数体制で建設を担当した。企業局で発電所の計画、建設、管理に精通した副参事であり、関係機関との数多い

協議と各種制約下の建設工事を並行処理しながら、当初計画どおり平成2年4月1日からの発電供用開始に持ち込んだものである。小水力発電は、他の工種と比較して「より早期完工」が求められており、完成の遅れはすぐ金額換算されるプレッシャー下にあった。少雪で冬期間施工可能だった（通常の年は2m近い積雪で冬期間施工不能）天の助けがあったものの、各種難題に精力的に取り組んだ副参事（両主任技術者）や北陸農政局を初めとする関係者の御労苦の賜ものであり、受益者と一緒に感謝の念で一杯である。

### 7. 管理体制

本地区の小水力発電施設は、受益10土地改良区で構成する加治川沿岸土地改良区連合（昭和62年4月1日設立、以下、連合という。）に管理委託しており、東北電力㈱との電力供給契約と東北通産局への主任技術者選任届等は連合理事長名で対応している。内の倉発電所の出力が2,000kW以上のため、エネ庁の「電気設備に関する技術基準を定める省令」により「発電所または技術員駐在所に技術員が常時駐在すること」が必要であり、中央管理所における常時（24時間）監視体制で運転管理している。連合の管理体制は、ダム水路（第1種）と電気の主任技術有資格者をキャップとし、電気技術員1名と休日及び夜間担当の技術員2名の計

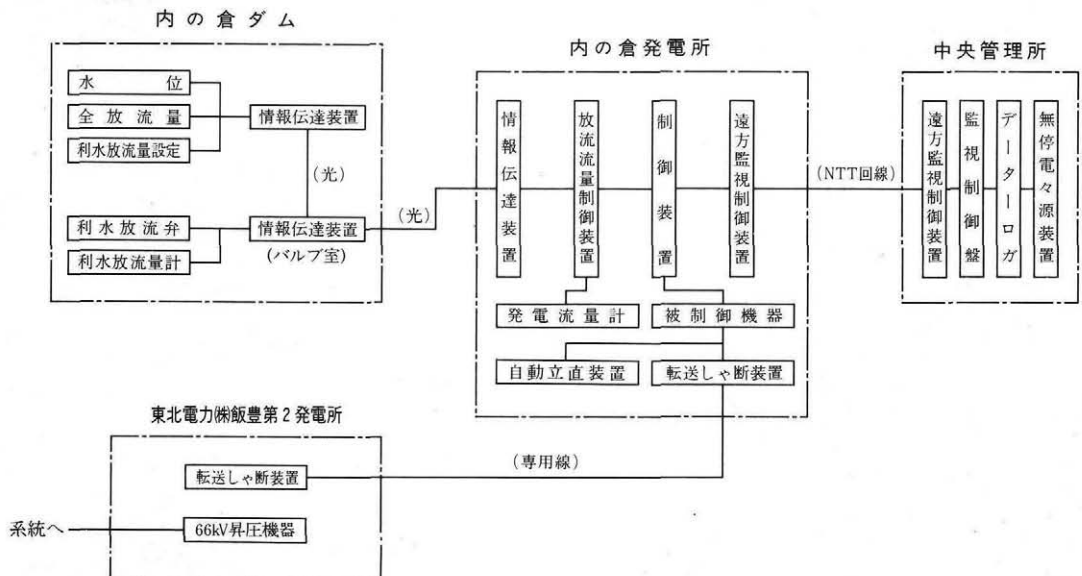
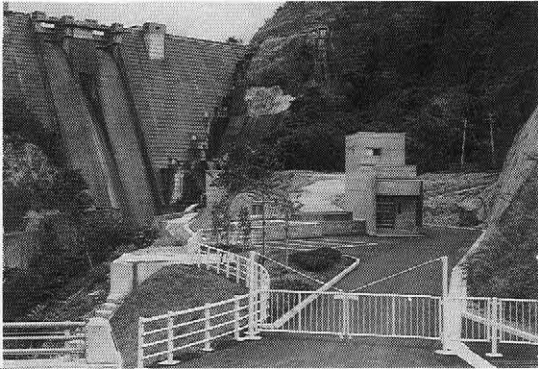


図-5 制御系統図

4名の技術陣と会計等を担当する事務局長の5名で実務を担当している。

なお、本地区では第1、第2頭首工と受益地内の主要分水施設の統括水管理システムを実施中であり、中央管理所で小水力発電施設と一体的に管理することによって本地域の水の有効利用と適正配分を図って行く計画である。



写真一4 完成した内の倉発電所

## 8. 運転管理の状況

内の倉発電所は、環境汚染が社会問題となっているなかでオイルレス、ブラシレス化した無公害型の発電所であり、保守の容易性に配慮されている。

また、小水力発電所としては全国最大の規模であり、建設工事中から県外はもとより海外からも多数の方々が研修に来られ、最近パンフレットやカセットテープ等外国語による概要説明資料の整備の必要性を実感している状況である。

運転管理の面では、最近3ケ年の流況を見ると少雪のため、集水区域の降雪量が少く雪による自然のダム効果が期待できなくなってきた傾向が見られる。融雪出水は、4月から6月末までの期間が常識であったが、4月末で融雪出水が終る傾向にある。このため、農業用水の補給放流が始まる6月頃に、発電効果を上げながらダム水位を常時満水位付近にもって行くかに苦労しながらの運転管理である。

夏場は雨が少なくて流入量が小さいのに対し、出穂期に代表される農業用水の補給でダム水位はどんどん下がる。その結果、取水口底部付近の沈木が動き出し、水車ケーシング内に侵入して弱点ピンを折損し、発電機を急停止させてしまった。こ

他にも冷却水関係等で発電を停止した故障は計4回ほどあったが、特に最低水量(2 m<sup>3</sup>/s)での長時間運転には注意しなければならない。

今後の対策としては、積極的な除塵と、低水位での運転方法を検討し、故障を減らす工夫により効率的発電管理に努めて行く方針である。

平成2年4月1日から12月末現在の発電量は約10,500MWHであり、1~3月の発電可能量を加味すると年間の計画発電量(11,085MWH)は充分クリア出来る見込みである。

## 9. おわりに

本地区小水力発電の計画と実施の一端を担当する機会を得て、特に感じた事は次のとおりである。

(1)発電関係は、他省庁協議事項が大変多いことから、早期段階から経験者の参画が有効である。

(2)受益者の水使用形態が変わって来る。発電効率を高めるために水の有効利用を心がけるようになって来ると考える。最高率総合利水計画要策定。

(3)ダム水路と電気の有資格者を計画的に確保することが肝要である。本地区のように第1種ダム水路主任技術の有資格者は限定されてくる。

(4)発電施設の規格化により、出力500kW未満のコンパクトな小水力施設を数多く設置する方向で検討すべきである。講習会による資検取得や管理方式の効率化等小水力のメリットが生かせる。

(5)発電は原価主義を原則としており、会計管理が重要である。自家用発電の事業制度上からも、受益土地改良施設の使用電力料を発電原価に組み込むよう電気事業者と協議して行く必要がある。発電可能電力量で換算減量する方法がベターと考える。(余剰電力でなく全量売電の特例として)

(6)農業農村をとりまく厳しい内外状況下において、土地改良区に経営感覚をもたらし、組織の活性化と土地改良施設の適正管理等に大変有効な事業制度と考える。

本地区の小水力発電(内の倉発電所)は、昭和58年の制度化と同時に検討開始し、平成2年4月1日から順調に発電している。この間、大変多くの方々から御指導、御教示頂いており、この機会をお借りして関係各位に深く感謝の意を表すものである。

[1991.1.11 受稿]



# 日光川河口排水機場工事における機械攪拌工法 (スラリー方式) による地盤改良について

渡 辺 光 章\* 小 柳 久\* 垂 井 良 充\*

## 目 次

1. 日光川河口排水機場の概要	50	5. 施工管理	54
2. 地盤改良工法の検討	52	6. 現場施工データ	56
3. 機械攪拌工法 (スラリー方式) の設計	53	7. あとがき	57
4. 機械攪拌工法 (スラリー方式) の施工	54		

### 1. 日光川河口排水機場の概要

日光川は尾張平野の西部をゆるやかな勾配で南北に流れている延長41km, 流域面積約300km<sup>2</sup>の2級河川である。この地域には, 6市15町村があり約100万人もの人々の生活と生産活動が行われている。

日光川が他の河川と比べて大きく異なっている点は流域の約半分が海面より低い「ゼロメートル地帯」であり, また地下水の過剰くみ上げにより, 著しい地盤沈下を起した全国でも有数の「地盤沈下地域」を流れていることである。

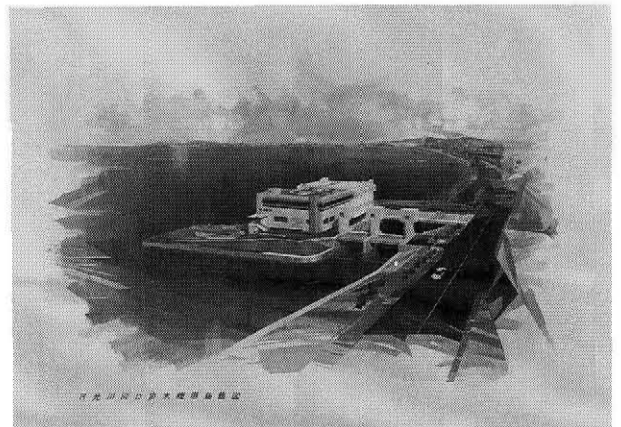
こうした中で近年においては昭和49年7月と昭和51年9月に記録的な集中豪雨が発生した際, 日光川流域は, 昭和34年9月の伊勢湾台風以来の被害となりほぼ全域にわたって湛水被害が発生した。

このような湛水被害から農地を守るため日光川河口部の既設日光川排水機場 (愛知県土木部により昭和53年5月完成) と一体的に機能を発揮する日光川河口排水機場を既設機場に隣接して建設することになった。

この機場が完成後は既設ポンプ容量と合わせた排水能力は $Q = 300\text{m}^3/\text{s}$ とわが国の排水機場では最大規模となり伊勢湾台風級の高潮に対しても防御が可能となる。

その規模は, 立型可動翼軸流ポンプ $\phi 4,600\text{mm}$  2台, ディーゼルエンジン5,800PS 2台である。

この工事は①機場建設工事②ポンプ機械設置工



写真一1 日光川河口排水機場鳥瞰図

事③上屋建築工事に区分される。

この内, 機場建設工事の仮設工事については昭和63年3月に「日光川河口排水機場建設工事 (2ヶ年国債)」として連続地中壁工等に着手し, 平成元年7月には「日光川河口排水機場土留工工事」として柱列式地下壁工 (SMW) 等を施工し平成元年12月に完成した。この仮設工事に引き続き平成元年12月に河川協議が整い, 「日光川河口排水機場第二期建設工事 (4ヶ年国債)」として機場建設工事の本体工事に入った。現在, 2ヶ年目に入り, 12月上旬で42%の進捗率となっている。

今回は, 本体工事の基礎工の内, 機械攪拌工法 (スラリー方式) による地盤改良について紹介するものである。

\*東海農政局尾張西部農業水利事業所

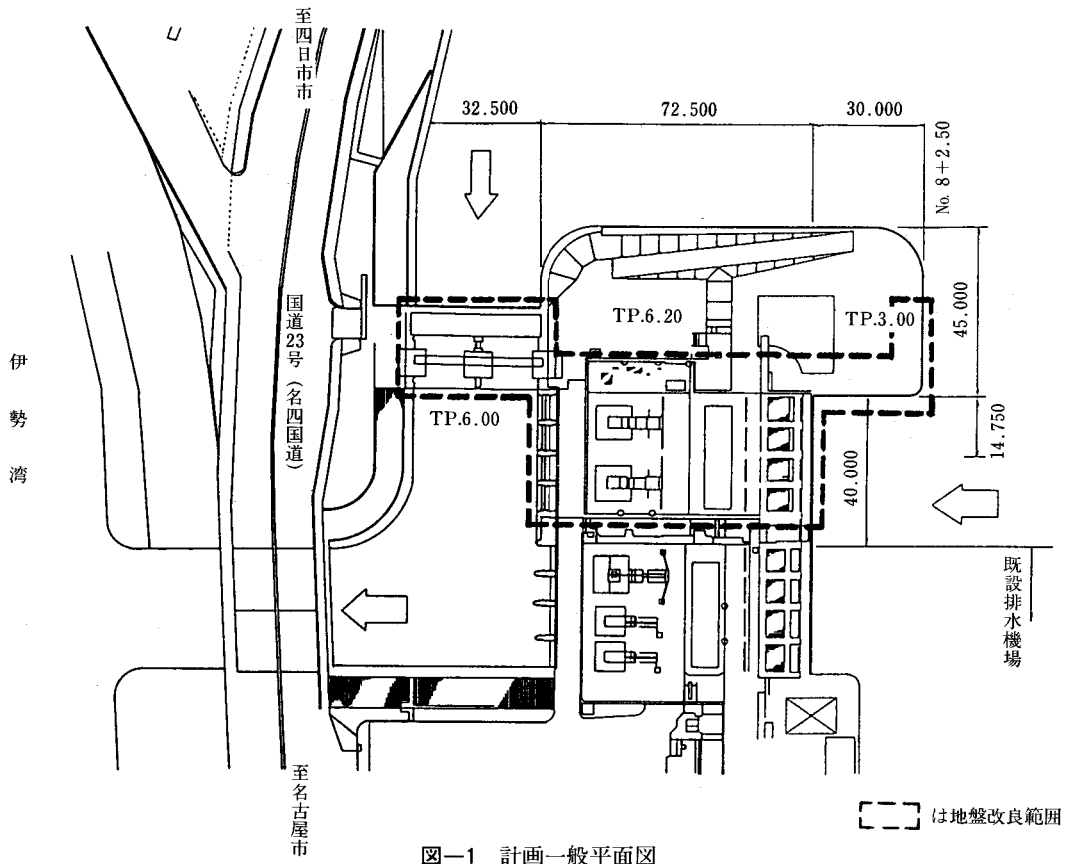


図-1 計画一般平面図

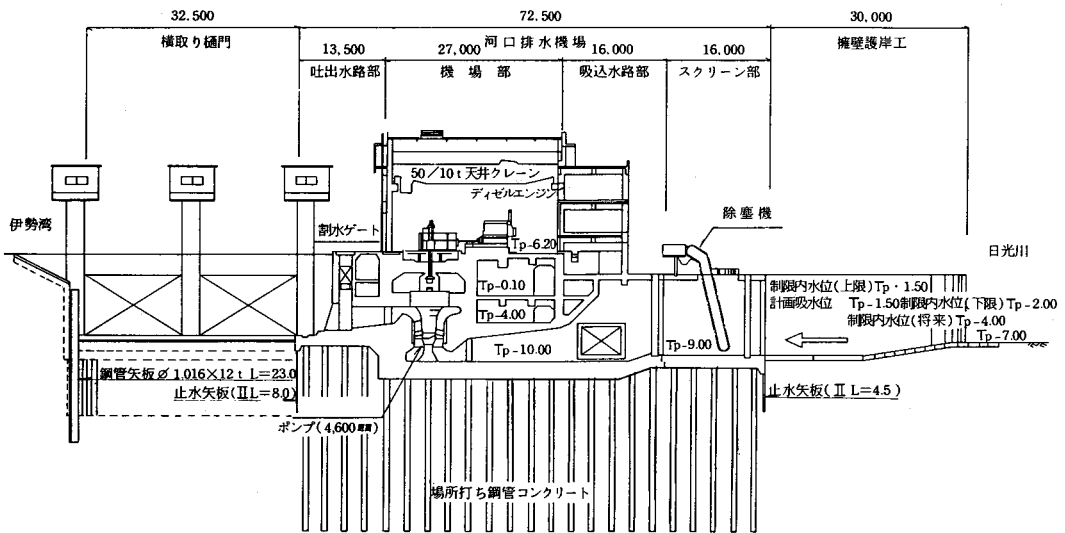


図-2 計画一般縦断図

表-1. 排水機場ポンプ仕様

項目	仕様	
排水機	型式	立型可動翼軸流
	揚程	(実) 3.06m (全) 3.70m
	口径	φ4,600mm
	排水量	75.0m <sup>3</sup> /S
	台数	2台
原動機	型式	ディーゼルエンジン
	出力	5,800 P S
	台数	2台

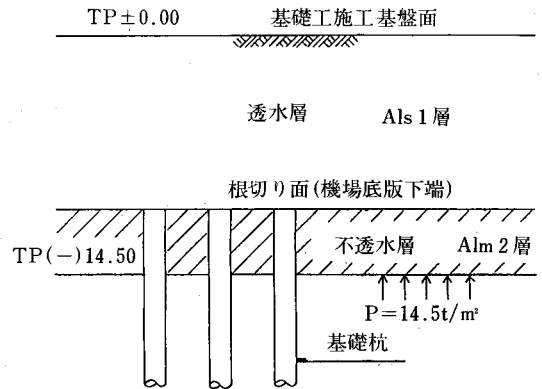


図-3 地質断面概念図

## 2. 地盤改良工法の検討

### (1) 現場の土性

本機場の底盤下端（基礎杭頭上端）には図-3に示す通り軟弱なAlm2層が介在しており、この土層の土性は次の通りである。

- ・比K値 :  $k_0 = 2.2$
- ・一軸圧縮強度 :  $qu = 0.3 \sim 1.2 \text{ kg/cm}^2$
- ・自然含水比 :  $Wn = 50\%$ 程度
- ・単位体積重量 :  $\gamma_t = 1.70 \text{ t/m}^3$
- ・Alm2層下端被圧水 :  $P = 14.5 \text{ t/m}^2$

### (2) 地盤改良の目的

本計画の地盤改良は基礎杭の安全性、経済性を考慮した横方向地盤反力係数（K値）の向上を主目的とし、既設機場建設工事で問題となった開削

工事に伴う掘削底面でのドライワーク及び盤ぶくれ防止等の二次的効果を期待して実施する。

### (地盤改良の目的)

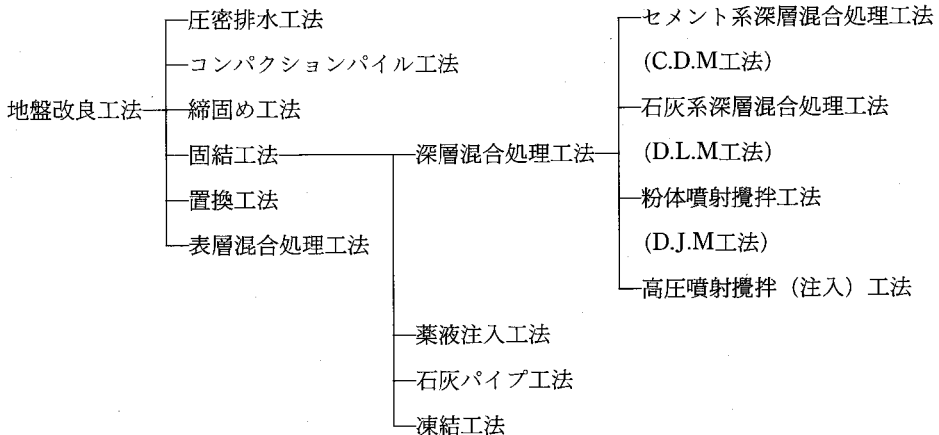
- ・主目的——横方向地盤反力係数（K値）の向上
- ・二次的効果——掘削底面でのドライワーク  
 盤ぶくれ防止  
 軟弱地盤の沈下防止  
 土留壁の変形抑制

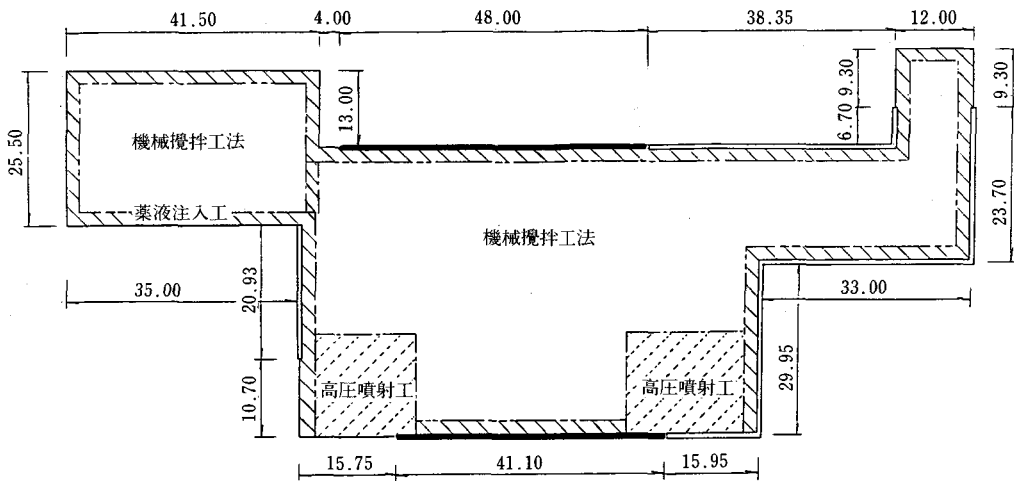
### (3) 地盤改良工法の選定

地盤改良工法を区分すると表-2のようになる。本地盤改良に要求される条件として

- ①半永久的な効果が期待されるもの
- ②施工面より地盤改良範囲が深い地点で施工可

表-2. 地盤改良工法の区分





(注) 高圧噴射工(JSG)は、地中に既設コンクリート構造物・基礎杭等が存在し、攪拌機械の使用が不可能なヶ所に適用。

凡	例
土留工	
連続地中壁	
柱列地下壁 (SMW)	
鋼矢板 (VL)	
地盤改良	
機械攪拌工 (CDM)	
高圧噴射工 (JSG)	
薬液注入工	

図-4 改良範囲平面図

能なもの (約15m)

③地盤改良目的を十分に満足するもの

これらの条件を満足し、なおかつ対象土量、工期、機械台数、経済性、施工実績等の比較検討により機械攪拌工法(スラリー方式)=セメント系深層混合処理工法(スラリー方式)を選定した。

(4) 機械攪拌工法(スラリー方式)の概要

本工法は、セメント系安定材を軟弱地盤中に添加し、安定材と軟弱土を攪拌混合し両者の化学反応を利用した軟弱地盤改良工法である。

又、本工法は一般的にCDM (Cement Deep Mixing) 工法と呼ばれ、わが国独自で技術開発され1975年に実用化以降、数多くの実績を上げている。

### 3. 機械攪拌工法(スラリー方式)の設計

機械攪拌工法(スラリー方式)の改良範囲、安定材の配合等の設計、機械の仕様は種々の条件より決定した。結果は下記のとおりである。

(1) 改良範囲

改良範囲の平面図、断面図は図-4, 5に示す通りである。

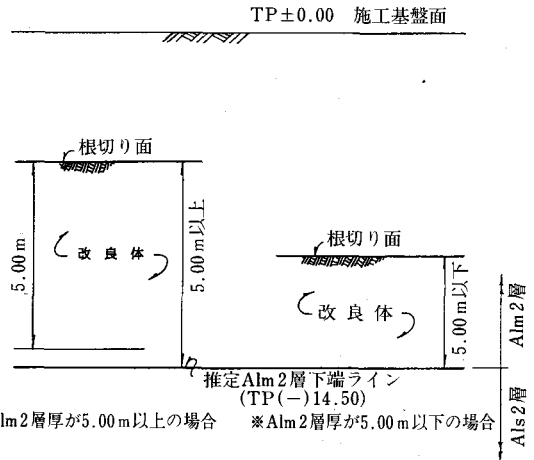


図-5 改良範囲断面図

(2) 安定材の配合

地盤改良現場平均強度は3 Kgf/cm<sup>2</sup>を満足するものとし、配合は表-3に示す通りである。

表-3. 標準配合

(改良土 1 m<sup>3</sup>当たり)

セメント	混和剤	水
130 kg	C×0.25%	130 l

(3) 攪拌仕様

攪拌径は $\phi 1000 \times 2$ 軸とし、基本配列と共に図-6, 7に示す通りである。

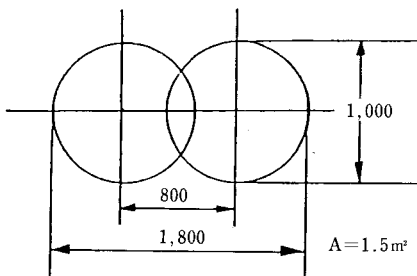


図-6 攪拌径

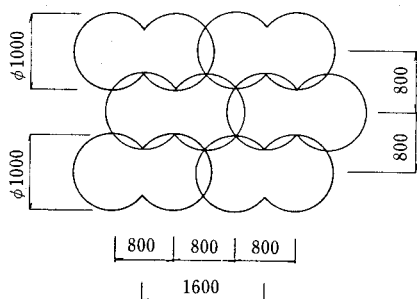


図-7 基本配列

(4) 運転仕様

施工速度等については図-8, 表-4に示す通りである。

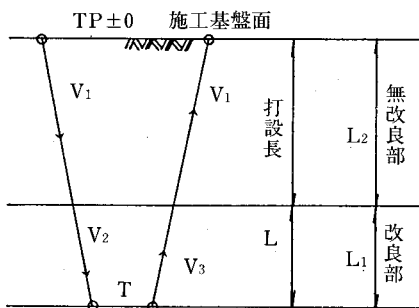


図-8 処理工事フロー

表-4. 施工速度及び時間

項目	速度・時間
$V_1$ : 無改良部の貫入・引抜き速度	1.0m/分
$V_2$ : 改良部の貫入速度	1.0m/分
T: 着底時間	3分
$V_3$ : 改良部の引抜き速度	1.0m/分

4. 機械攪拌工法 (スラリー方式) の施工

(1) 施工順序

施工順序は図-9に示すとおりである。

(2) 施工機械

施工機械概念図及び処理機先端構造はそれぞれ図-10, 11に示すとおりである。

(3) 施工上の留意点

①機械据付

施工位置と攪拌軸とを正しく合わせて、施工中に傾斜もしくは移動することのないよう据付ける。

②計測管理

攪拌混合に当たっては、注入量、回転数、昇降速度、攪拌軸の傾斜等を計測監視する。

③周辺部の監視

施工中は、地盤及び周辺構造物等への盤ぶくれ、振動等に係る影響について十分監視する。

5. 施工管理

施工時の管理として次の項目がある。

(1) 安定材の管理

①セメント、混和剤の搬入——納入伝票、集計表

②プラントの混練——比重試験

③地盤への圧送 (杭の深度・スラリー注入量・トータル注入量) ——オシログラフ

(2) 掘進速度の管理

①設定速度と攪拌軸検尺による管理

②速度計による管理

③オシログラフによる管理

(3) 回転数の管理

攪拌翼の1本にマーキングし、所定時間回転し、回転数を測定する。

(4) 垂直性の管理

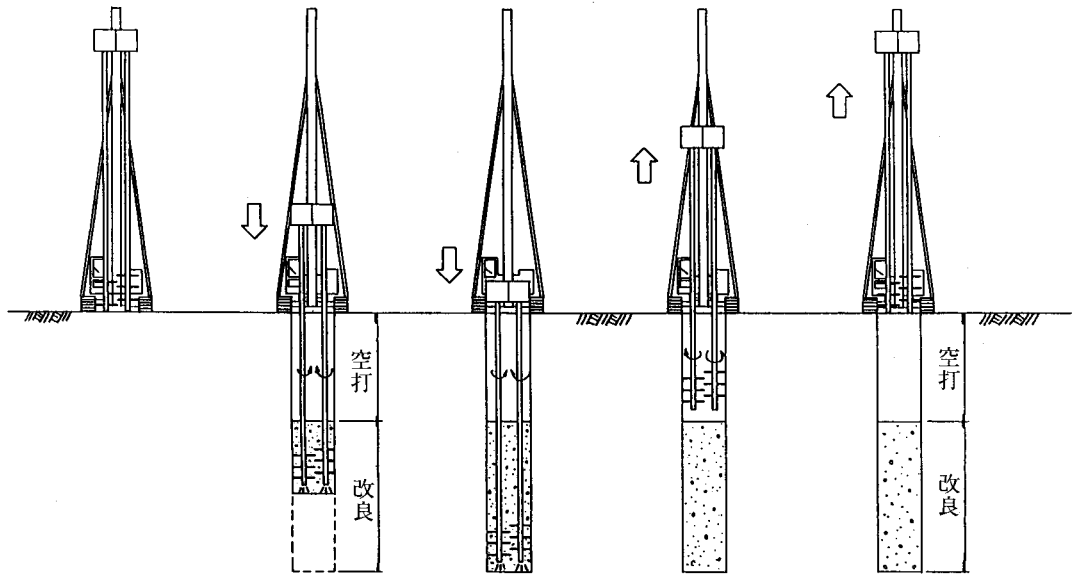
トランジット (サゲフリ) により、リーダーの傾斜を測定し、傾斜計の表示と合致することを確認する。

(5) 形状・杭長の確認

攪拌軸長, 攪拌翼径, 攪拌軸の軸間距離を実測する。

(6) 施工深度の管理

①攪拌軸にマーキングし、所定長打込み後、残尺測定による深度確認



- ①杭芯セット    ②貫入スラリー供給    ③スラリー供給  
所定杭長貫入    ④攪拌・引抜    ⑤改良杭造成完了

図-9 施工順序

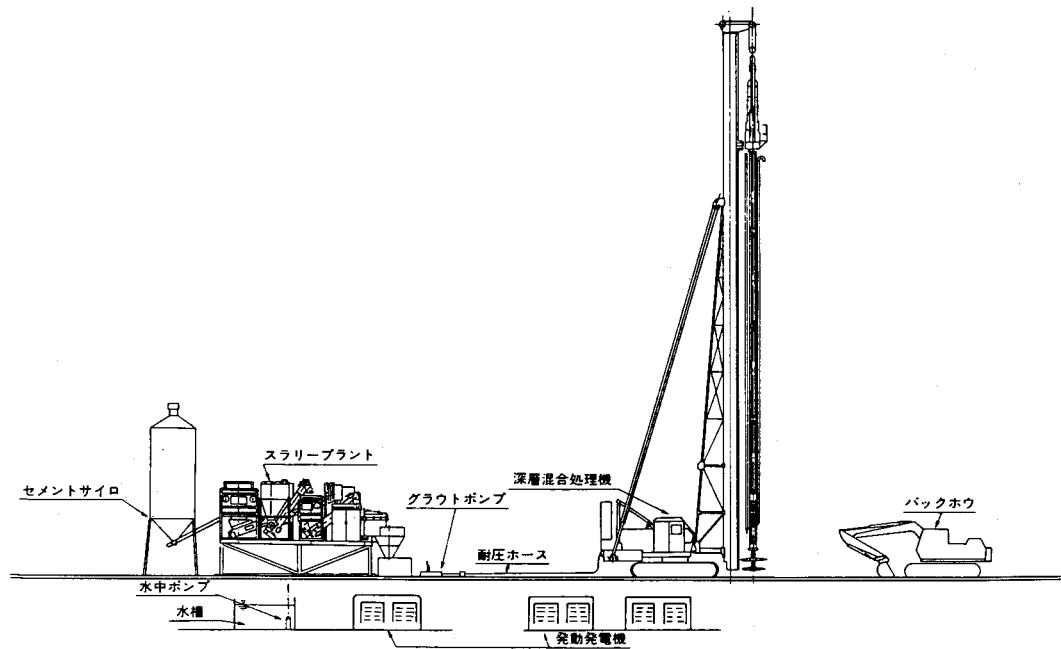


図-10 施工機械概念図

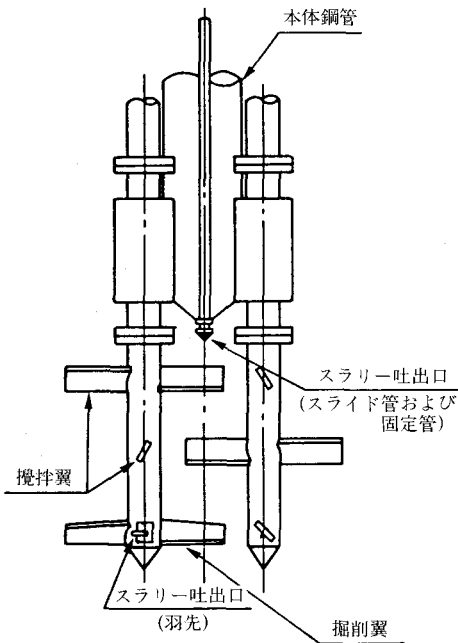


図-11 処理機先端構造

②深度計による管理

③オシログラフによる管理

(7) 注入量の管理 (流量計のチェック)

流量計を通過して吐出されたスラリー量を測定ドラムで実測検収し、記録計と照合確認する。

(8) 施工後チェックボーリング

改良体内部、ラップ部、杭底部等の出来形、品質の最終確認として、チェックボーリングを行う。

## 6. 現場施工データ

実際の現場は、改良深さより9ブロックに分割して施工した。

(1) 工事数量

当現場では、表-5に示すように改良面積3,651.4㎡, 対象土量12,002.6㎡, セット数2,930セットで施工した。

(2) 施工図面

施工図面は、図-12, 13に示す通りである。

表-5. 工事数量

ブロック	セット数	削 孔 長 (m)			改良面積 (㎡)	対象土量 (㎡)
		空打 (m)	改良 (m)	計 (m)		
A-1	38	7.40	5.00	12.40	49.0	245.0
A-2	23	7.40	7.10	14.50	28.0	198.8
A-3	338	10.60	3.90	14.50	412.6	1,609.1
A-4	387	11.10	3.40	14.50	505.3	1,718.0
A-5	91	11.85	2.65	14.50	106.0	280.9
A-6	1,263	12.60	1.90	14.50	1,583.8	3,009.2
A-7	36	7.60	6.90	14.50	56.9	392.6
A-8	204	7.60	5.00	12.60	250.2	1,251.0
A-9	550	8.60	5.00	13.60	659.6	3,298.0
計	2,930				3,651.4	12,002.6

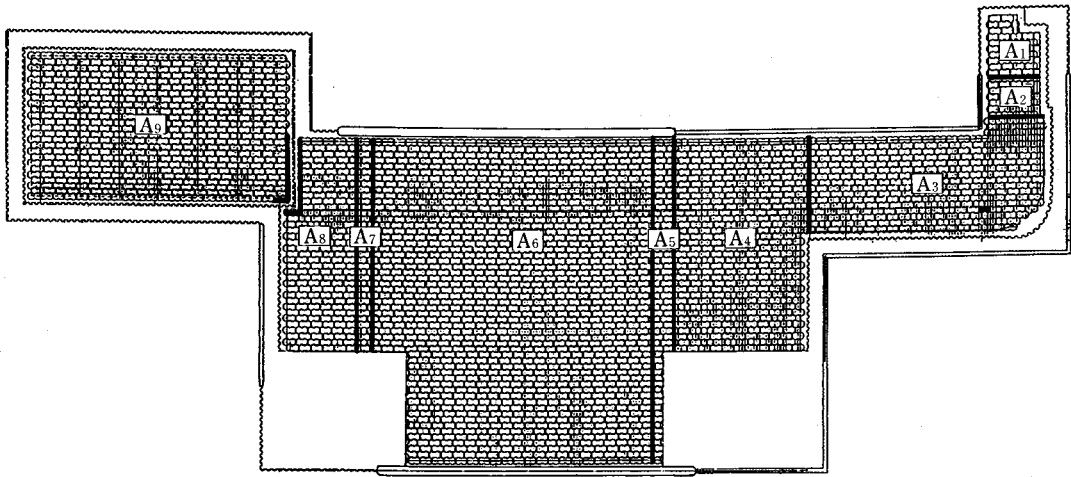


図-12 地盤改良工割付け図

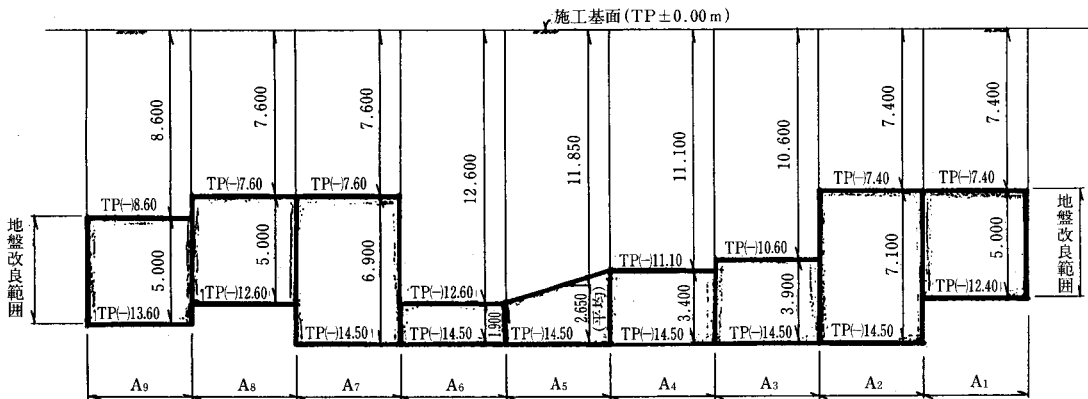


図-13 地盤改良工断面図

### 7. あとがき

平成2年12月上旬現在、機械攪拌工法（スラリー方式）を含む基礎工だけの進捗率をみると、100%近くになるが本工の掘削が完了しないと地盤改良の天端が現れないため施工管理の一環としてチェックボーリング等で万全を期しているところ

である。自分の目で確認することができる掘削完了時を技術者として心待ちしているところである。

又、日光川河口排水機場は地中での工事を多種多様の工法で施工しているため、技術面等での興味は尽きないところであるが他の工法及び今回紙面の都合上、割愛させて頂いた「問題点」等については別の機会に御紹介できればと考えている。





写真-2 深層混合処理機

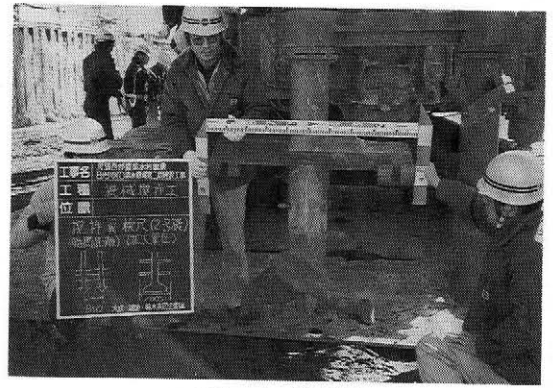


写真-4 攪拌翼

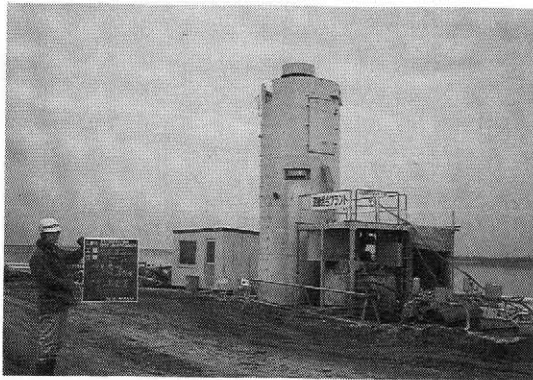


写真-3 プラント

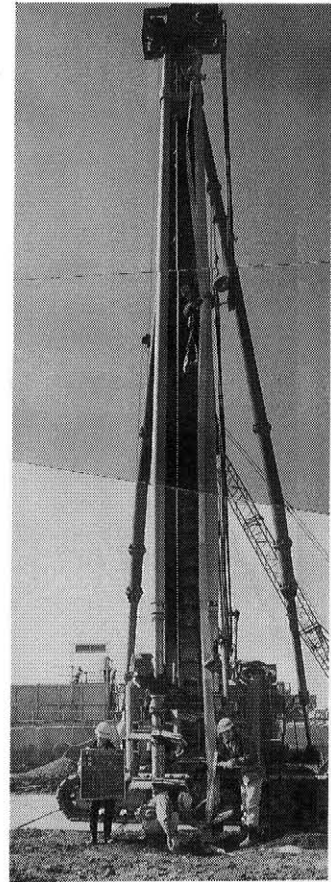
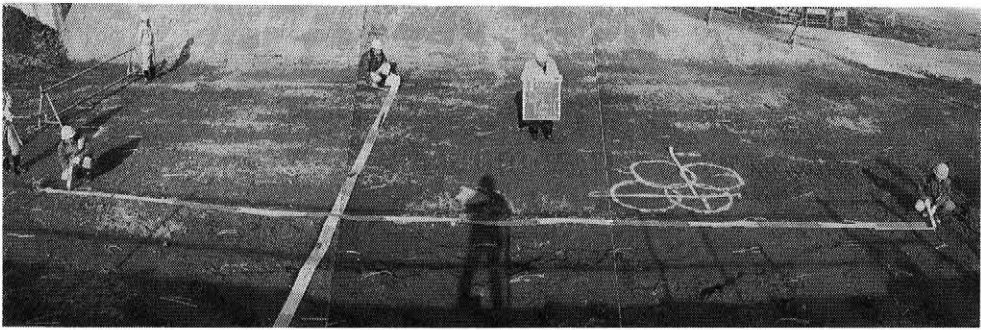
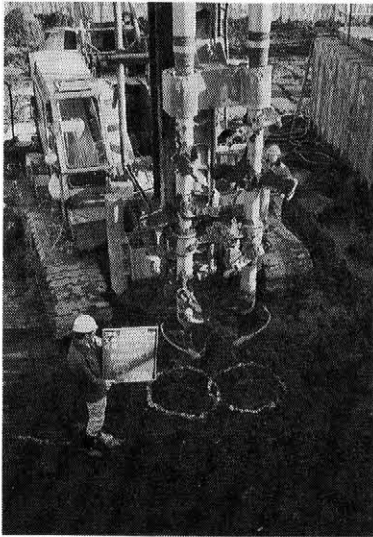


写真-5 攪拌軸



写真一六 施工状況・杭芯出し



写真一七 施工状況・杭芯セット



写真一八 施工状況・貫入攪拌（スラリー供給）

#### 参考文献

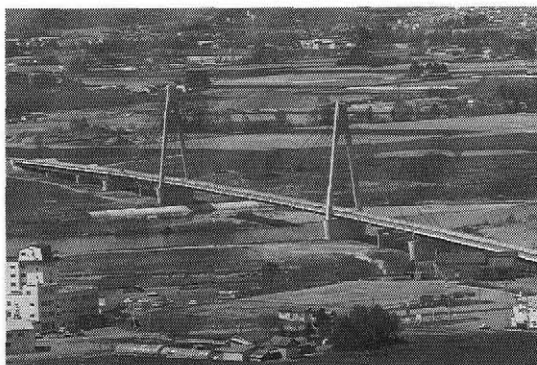
1. CDM研究会「セメント系深層混合処理工法CDM」設計と施工マニュアル（設計・施工編）

〔1990.12.19 受稿〕

# 十勝中央大橋施工報告

清水昭雄\* 白崎孝博\* 三田哲也\*

目	次
はじめに .....	60
1. 基本設計 .....	61
	2. 施工 .....
	おわりに .....
	69



十勝中央大橋全景

## はじめに

十勝中央大橋は、農林水産省構造改善局所管の補助事業である道管広域営農団地農道整備事業、十勝中央地区の主要工事として計画された、一級河川十勝川を横断する橋長772.5mの橋梁である。



図-1 位置図

\*十勝支庁北部耕地出張所

主橋梁は中央径間が250m、側径間が両側100m、主桁は無塗装の耐候性鋼材、主塔は鉄筋コンクリート製の3径間連続複合型斜長橋である。昭和57年に着工し、昭和63年11月に完成し、平成7年全線開通にむけ現在道路改良工事を行っているところである。

周辺の広域農道の整備路線としては、図-2のとおり帯広市を中心に十勝平原、西十勝、十勝中西部、十勝中部の4路線あったが総体的な結びつ

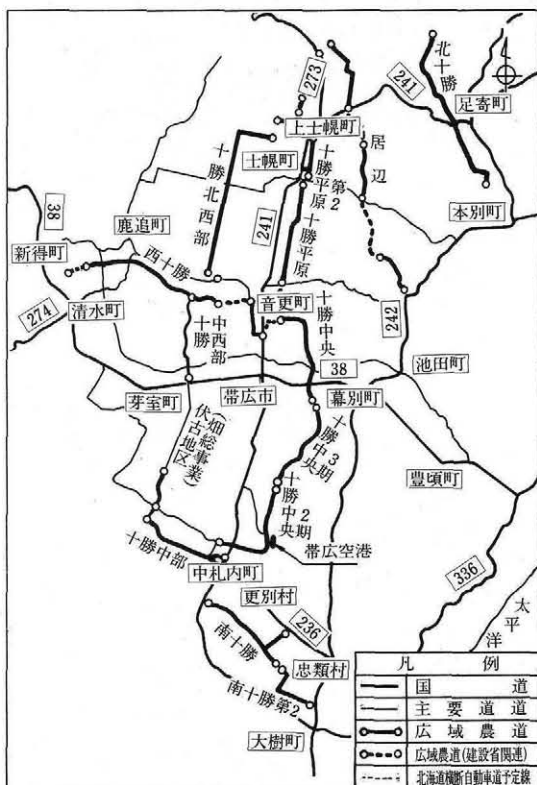


図-2 広域農道網図

きは弱かった。本地区広域農道が完成すれば、他の広域農道と有機的に接続され、各広域営農団地は帯広市を中心とした環状路線網で結ばれる。それにより、地域の主農畜産物である牛乳、馬鈴しょ、てん菜、豆類等を乳牛工場、澱粉工場、製糖工場、馬鈴しょのアイソトープ照射センターへすみやかに輸送することができ、また生鮮野菜類を荷傷みすることなく迅速に帯広空港を經由して本州方面へ直送できるようになる。また、農業生産の近代化、農業生産物等の流通機構の合理化、農村環境の改善に大いに貢献することが期待される。

以下、本橋の計画から施工完成までの概要について報告します。

## 1. 基本設計

### 1-1 橋梁形式の決定

架橋地点は十勝川と札内川及び士幌川との合流点直下である。流心部の変動は激しく、河床低下も著しい。昭和32年～昭和56年の25年間で低水敷の最深部河床高は2m～2.5mも低下している。また、架橋地点より4.5km下流にある千代田頭首工を将来移転する構想（低水敷の低下）があり、撤去されると本橋架橋位置まで影響を及ぼすことを考慮し、橋脚を計画低水敷及び現況低水敷にも配置しないこととした。

河川管理者と協議の結果、主径間長を180m以上とすることに決定した。この条件をもとに上部工形式を選定し、3案について比較検討した。

- 1案 斜長橋+連続鋼箱桁橋
- 2案 ニールセン系ローゼ桁橋+連続鋼箱桁橋
- 3案 3径間連続PC箱桁橋（ディビダーク工

法)+連続PC箱桁橋（押し出し工法）

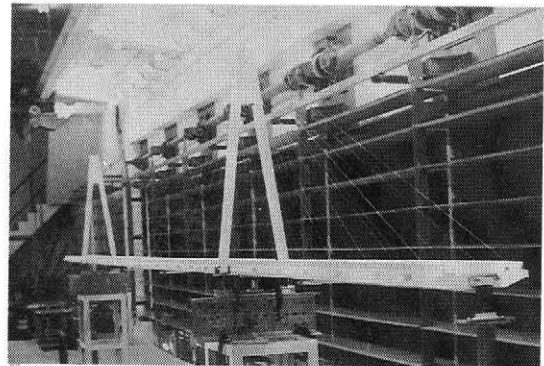
以上3案の中から橋脚を低水敷部に構築せずに施工でき、経済的にも有利である、主径間長250mの斜長橋案に決定した。

### 1-2 主桁設計

#### 1) 断面形状の決定について

主桁断面は、偏平五角形の2箱桁断面とし、路面は自転車道を車道の高さまで下げた形状とした。箱桁断面は空気の流れに抵抗する面が大きい。自重が軽く固有振動数が低い場合、比較的low風速で曲げやねじれの過励振<sup>①</sup>が起きる。高風速域では、曲げギャロッピング<sup>②</sup>やねじれのフラッター<sup>③</sup>を生じ自励振動<sup>④</sup>が起りやすい。そのため耐風性<sup>⑤</sup>に関する設計上の必要性から風洞実験を実施した。

風洞実験は昭和57年から昭和58年にわたり、東京大学土木工学科橋梁研究室の空力弾性試験用風洞施設を用いて、縮尺1/50の部分模型・全体模型実験により検証した。



風洞実験

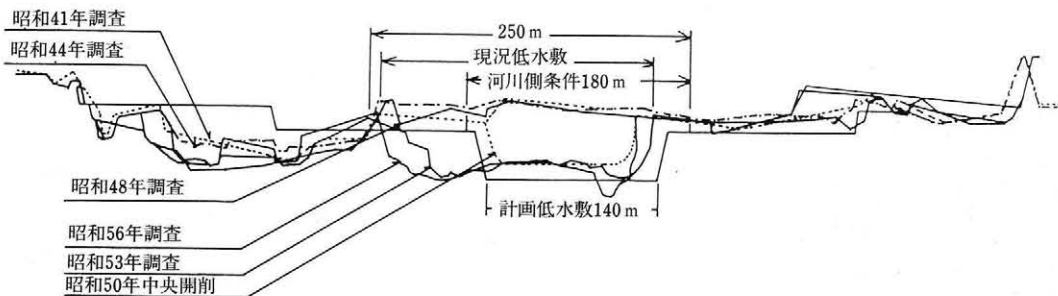


図-3 十勝中央大橋架橋地点の河床変動状況

①風の中におかれた非流線形の物体の背後に発生する渦の発生回数と物体の固有振動数が近い時に振動が生じる現象

②風により大きく上下に揺れ出す現象

③橋軸中心に回転振動する状態

④ギャロッピング、ねじれのフラッターなどの総称

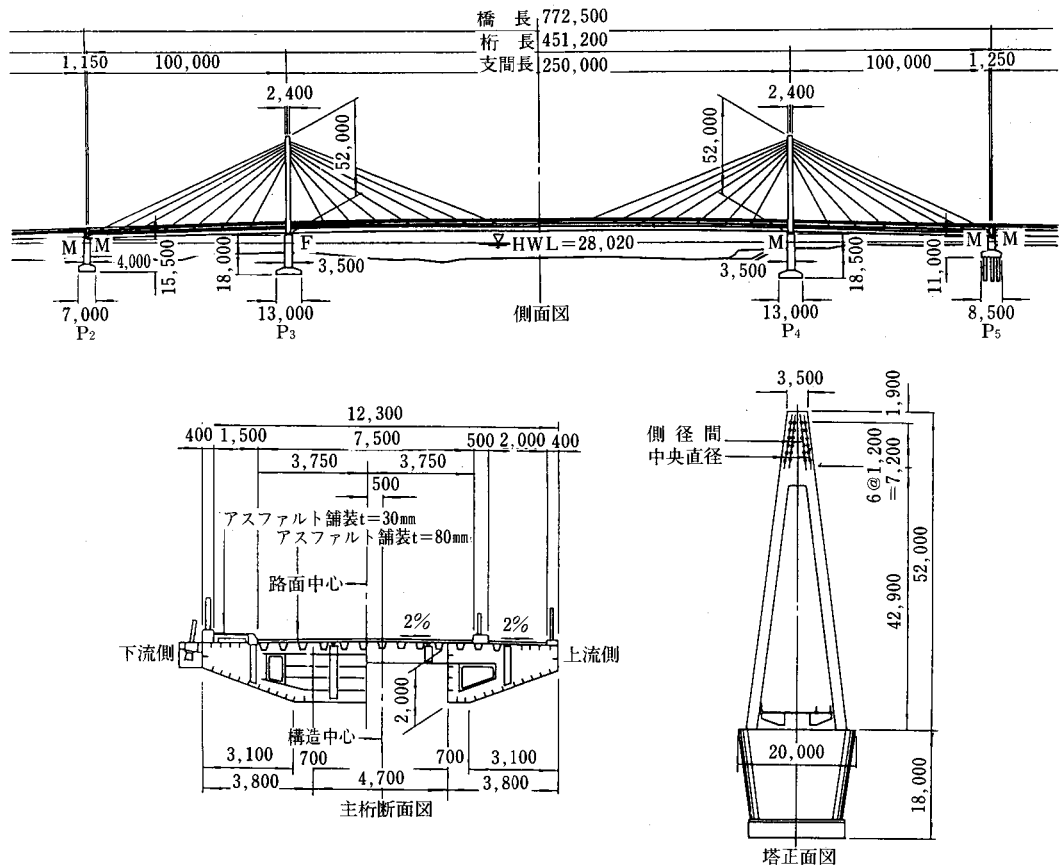


図-4 十勝中央大橋一般図

実験においては、本橋が積雪寒冷地にあるため路面・高欄に積雪・堆雪し高欄が閉塞されること等の理由により、次の点に着目して行った。

- ① 1箱桁断面と2箱桁断面の耐風性の検証
  - ② 高欄部閉塞(堆雪)による振動応答
  - ③ 路面全体に雪を受けた状態(積雪)における耐風性
  - ④ 構造減衰率による渦励振への影響
  - ⑤ 架設時における耐風性
  - ⑥ 塔独立時の耐風性
  - ⑦ 高欄手摺断面の煙風洞による気流特性
- 実験結果は次のとおりであった。

- ① 自励振動は実橋換算最大値70m/sでは発生しない。
- ② 渦励振は構造減衰率 $\sigma=0.024$ において無積雪及び堆雪高60cmまでは発生しない。しかし

それ以上の場合には発生するが、現地気象条件や実橋での構造減衰率、さらに実験が一樣気流中で行われていることを考慮すれば、本橋の桁断面の耐風性に支障はない。

- ③ 断面形状は2箱桁が優れていた。
- ④ 塔の振動については、渦励振などの発生はみられなかった。
- ⑤ 高欄手摺については、2つの円とその接続により作られた断面が後流域での渦が小さいことが推察された。

## 2) 材質の決定について

無塗装鋼橋は、昭和40年代初めより使用され始め、北海道の鋼構造物の使用実績は先駆的であった。耐候性鋼材は数年程度で安定錆を生成させることが前提である。本橋建設地点は海岸より離れた畑作地帯であり、大気腐食環境としては最も適している。また各種防錆法の特質及び維持管理を含めた経済性について比較検討を行った結果、主桁材料として耐候性鋼材を裸使用することとした。

①無風時における構造物の自由振動時の振幅比を自然対数で表したものの

### 1-3 塔の設計

#### 1) 形状の決定について

静的解析の他に次の項目について検討した。

- ①動的応答解析 (応答スペクトル解析)
- ②風洞実験
- ③FEM (有限要素法) 解析による塔頂部解析
- ④大変形理論を用いた座屈解析
- ⑤CAD (自動作画) システムによる美観検討

これらの検討結果をもとに、塔の形状はケーブルを2面張りとして、桁とケーブルで剛性を持たせると、経済的に有利である逆V形構造とした。また、中央径間張出し部架設時には、ケーブルエレクションのタワーとして塔が兼用出来る利点があるため、剛結の独立タワーとした。

#### 2) 材質の決定について

鋼製、コンクリート製について比較検討した結果、次の理由により鉄筋コンクリート製にした。

- ①風洞実験の結果、主桁の振幅に影響のある固有振動数は、コンクリート製の方が約10%高く、渦励振の発振風速が高くなり耐風安定性が増す。
- ②軸圧縮力が支配的な圧縮部材である。
- ③維持管理に有利である。
- ④経済比較では、コンクリート製の方が有利である。

### 1-4 ケーブルの設計

#### 1) ケーブル形式の決定について

1ケーブルを1ストランドで構成した7段ケーブルを、ファン状に2面張とした。その決定理由は次のとおりである。

- ①側面的な張渡し形状は、力学的にケーブルの効きが良いこと、塔の曲げモーメントを小さくすることができることから、ファン状の方が有利である。
- ②多索式<sup>①</sup>は荷重の負担を主桁の曲げ剛性よりも

ケーブルの伸び剛性に負担させることに特徴があり、定着装置が非常に簡単になる。また、主桁の桁高を低く抑えることが可能となり、耐風安定性が増す。ケーブルの本数は構造計算により、7段とした。

#### 2) ケーブルの材質について

ロックドコイルロープ (L・C・R) はこれまで使用実績は高いが、本橋のスティケーブル (最上段のロープ) はφ160mmとなり、国内では製造不可能であり、世界的には実施例がなかった。近年、維持補修の必要がないHiAmアンカーケーブルが注目され、岩黒島橋 (本四公団)、名港西大橋 (道路公団)、安治川橋 (阪神公団) 等にも使用されている。パラレルワイヤーストランド (P・W・S) は使用実績もかなりあるがコスト面から不利であった。

以上の結果により、HiAmアンカーケーブルを採用した。採用に際し、本橋は寒冷地帯にあるので、被覆管であるポリエチレン管及び充填材のグラウト材について3年間にわたり現地耐寒試験を行い安全性の確認を行い決定した。

#### 1-5 架橋地点の環境アセスメント

架橋地点は、音更町側が温泉保養地であることから環境アセスメントを実施した。

調査項目は、温泉源に与える影響、リゾートホテルに与える騒音・振動等を行った。調査の結果、温泉源に与える影響については、各泉源の掘削深度及び架橋地点から各泉源までの距離等を考慮すると、温泉源への影響は非常に小さいと判定された。施工期間中は、近傍9ヶ所で孔内水位を観測したが、工事による影響は見られなかった。また、工事用騒音等については、施工機種の選定、施工時間等に配慮した。交通開放後の自動車騒音について、平成2年度に調査中であるが、環境基準値以下で推移しており、現時点では問題はないと考

①一般にケーブル本数が4本以上のものをさす。

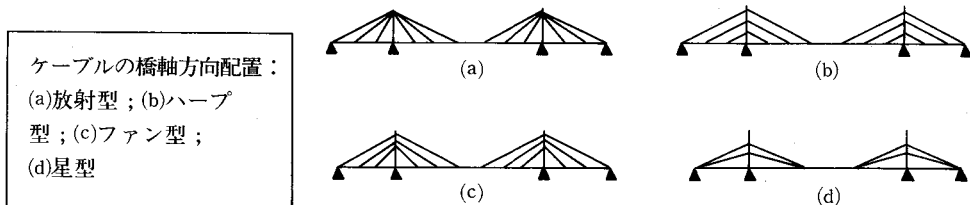


図-7

えられる。

## 2. 施工

### 2-1 下部工の施工

昭和57年度仮設道路及び橋脚から着工し、昭和59年度までに下部工事は完了した。架橋地点の地質と工法は次のとおりである。

左岸側のA<sub>1</sub>～P<sub>4</sub>の橋台・橋脚は堆積岩を支持地盤とする直接基礎とした。右岸側のP<sub>5</sub>～A<sub>2</sub>の橋台・橋脚は、支持地盤が中間砂礫が200mm～300mm程度と推定され、多量の水を含む緩い地盤であることからオールケーシング工法による場所打杭を採用した。

### 2-2 塔（タワー）の施工

昭和59年度は左岸側タワー、昭和60年度には右岸側タワーを施工した。タワーは高さ52m（地上高約61m）の傾斜した2本の柱から成る逆V形構造となっている。施工地点は洪水時には冠水の可

能性がある高水敷であり、高所作業となる。このため施工方法の選定にあたっては、施工精度、品質の確保、作業の安全性、経済性等を比較検討し、新開発したπフレーム（連結式クライミングフォーム）工法を採用した。

この工法の特徴は次のとおりである。

- ①クライミング構台のトラスガーダは2本の柱型枠を連結し、傾斜により生ずる水平力が原因で起こる変形を防止し、施工精度を高めることができる。
- ②型枠とヨーク材はトラス材に固定されているので、型枠調整が正確かつ容易に行える。
- ③トラス上に設置された小型クレーンにより資材搬入が行えるので、大型タワークレーンを使う必要がない。
- ④トラスガーダは連絡通路、測量基準及び塔頂施工時の足場・支保工の基礎としても機能する。

### 2-3 上部工の架設

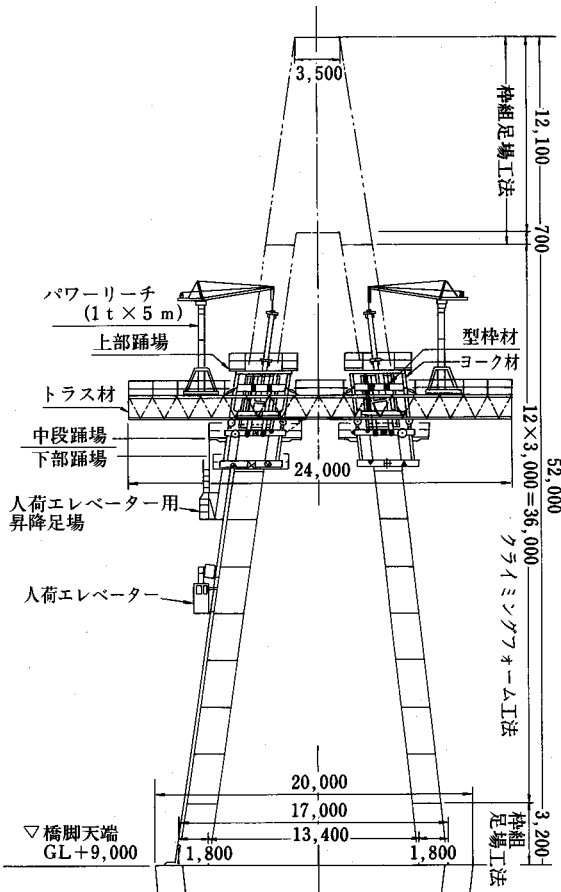
側径間部は高水敷部に位置するので、150t吊トラッククレーンによるベント工法を採用した。

中央径間部の架設工法選定条件は次のとおりであった。

- ①トラッククレーンが河川の低水敷部に入ることできない。
- ②高水敷部は、部材の搬入及び作業用地として使用可能である。
- ③塔は鉄筋コンクリート製であり、中央径間架設時には完成している。

さらに経済性、安全性、施工性を考慮し、ケーブルクレーンによるキャンチレバー工法を採用した。また、HiAmアンカーケーブルの架設は、塔頂部吊上げ設備による吊上げ工法を採用した。架設順序は次のとおりである。

- ①側径間主桁架設後、中央径間の主桁を部材運搬用台車により中央径間まで運搬し、ケーブルクレーンの相吊りで架設し、斜吊り装置によりキャンバー調整を行った。
- ②調整後、鋼床版を現場溶接し高力ボルトの締付けを行った。
- ③ケーブルは、アンダーローラ式アンリーラを



図—5 タワー施工図

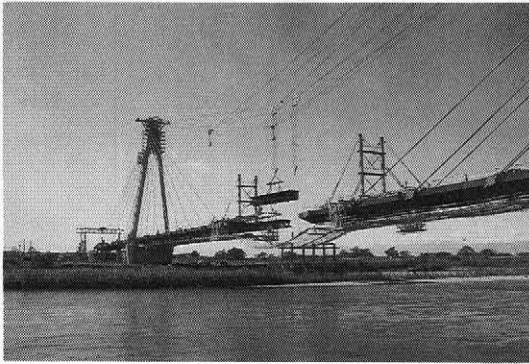
①上部踊場、中段踊場、下部踊場などを連結している部材  
②クライミング構台の中心部を形成するトラス状の部材



表-1 架設工法の比較検討

架設工法案	工法概要	工程	長 短 比 較			工費 比率	評価
			経 済 性	安 全 性	施 工 性		
<p>①ケーブルクレーンによる カンチレバー工法</p>	<p>P<sub>3</sub>, P<sub>4</sub>のコンクリートタワーを利用してケーブルクレーンを設置し、主桁を1部材ずつ架設する。 1ブロック組立て後、継手部の現場溶接、HTボルトの締付けを行う。 ケーブルは架設に並行して順次取り付ける。</p>	<p>全工程 7.5ヵ月</p>	<p>1)ケーブルクレーン設備として本体構造物(コンクリート塔、アンカーとして側径間桁)を利用でき、設備的に有利。 2)中央径間内のケーブル取付け作業および塔側ケーブルソケットの取付け作業にケーブルクレーンが利用でき、設備が少なくすむ。 3)ケーブルクレーンを共用して架設するため設備効率が良い。</p>	<p>1)河川に対して低水敷を使用しない工法であり、河川の出水に対して安全。 2)コンクリート塔の架設応力ケーブルクレーンとして使用した場合の塔の曲げに対する安全率は、 作用応力度 = 0.80 &lt; 1.00 許容応力度 よって安全である。</p>	<p>1)桁の組立てからケーブルの取付けまでケーブルクレーンが使用でき、作業性は良い。</p>	1.00	◎
<p>②トラベラクレーンによる カンチレバー工法</p>	<p>主桁上にトラベラクレーンを組み立て、主桁を1部材ずつ架設する。 1ブロック組立て後、継手部の現場溶接、HTボルトの締付けを行う。 ケーブルは架設に並行して順次取り付ける。</p>	<p>全工程 8.0ヵ月</p>	<p>1)部材の荷取り上、特殊型のトラベラクレーンが必要。 2)中央径間内のケーブル取付け作業および塔側ケーブルソケットの取付け作業にそれぞれ別のクレーン設備が必要となり設備的に不利。</p>	<p>1)河川に対して第①案と同様 2)コンクリート塔の架設応力塔の曲げに対する安全率は、 作用応力度 = 0.84 &lt; 1.00 許容応力度 よって安全である。</p>	<p>1)塔側ケーブルソケットの取付けを塔頂上げ設備だけで行うため、ケーブルクレーン工法に比べて作業性が劣る。</p>	1.01	○
<p>③ケーブルクレーン・ペント工法</p>	<p>P<sub>3</sub>, P<sub>4</sub>のコンクリートタワーを利用してケーブルクレーンを設置し、河川にペントを組み立て、ペント上に主桁部材を組み立て、鋼床版の現場溶接、HTボルトの締付けを行う。 主桁の架設完了後、ケーブルを取り付け、ペントを撤去する。</p>	<p>全工程 12.0ヵ月 (ペント基礎含む)</p>	<p>1)ケーブルクレーン設備として本体構造物(コンクリート塔)が利用できるが、コンクリート塔の控え索にプレストレスを導入する必要があり、このための設備が必要。 2)ペント設備の機材が多くなる。 3)ケーブルクレーンを共用して架設するため設備効率が良い。</p>	<p>1)河川に対して低水敷に桁架設用ペントを設置するため河川の出水に対して対策が必要。 2)コンクリート塔に対して塔に控え索をとり、これにプレストレスを入れて管理すれば問題はない。</p>	<p>1)架設の各作業をそれぞれ連続して行うため、カンチレバー工法に比べて作業率が良い。 2)ケーブルの取付けに対してケーブルクレーンが使用でき、作業性は良い。</p>	1.39	△
<p>④トラベラクレーン・ペント工法</p>	<p>主桁上にトラベラクレーンを組み立て、河川にペントを組み立てながら主桁の架設を行う。 主桁の組立て完了後に、トラベラクレーンを撤去し、鋼床版の現場溶接、HTボルトの締付けを行う。 主桁の架設完了後、ケーブルを取り付け、ペントを撤去する。</p>	<p>全工程 12.0ヵ月 (ペント基礎含む)</p>	<p>1)トラベラクレーンは第②案と同様荷取りを考慮した特殊型が必要。 2)中央径間内のケーブル取付け作業および塔側ケーブルソケットの取付け作業にそれぞれ別のクレーン設備が必要となり、設備的に不利。 3)ペント設備の機材が多くなる。</p>	<p>1)河川に対して第③案と同様 2)コンクリート塔に対してバランスをとりながらケーブルの取付けを行うことで問題はない。</p>	<p>1)架設の各作業をそれぞれ連続して行うため、カンチレバー工法に比べて作業率が良い。 2)塔側ケーブルソケットの取付けを塔頂上げ設備だけで行うため、ケーブルクレーン工法に比べて作業性が劣る。</p>	1.38	△
<p>⑤瀬替えによるペント工法</p>	<p>半川締切りを行い、自走式クレーンによりオールペント工法で架設する。 片側の架設完了後、ケーブルを取り付け、ペントを撤去し、瀬替えして反対側を同様にして架設する。</p>	<p>全工程 20.0ヵ月 (うち冬期間5ヵ月は作業中止)</p>	<p>1)機材は少なくすむが施工期間が長くなるので経済性は良くない。</p>	<p>1)河川に対して第③案と同様 2)コンクリート塔に対して第④案と同様</p>	<p>1)ドライな状態での自走式クレーンペント工法であり、作業性は良い。 2)塔側ケーブルソケットの取付けを塔頂上げ設備だけで行うため、ケーブルクレーン工法に比べて作業性が劣る。</p>	1.07	△
<p>⑥左岸側トラベラクレーン・カンチレバー工法 右岸側自走式クレーン・ペント工法 トラベラクレーン クローラクレーン</p>	<p>①と同様で流水部上の架設をトラベラクレーンで行う。</p>	<p>全工程 10.0ヵ月 (仮締切り含む)</p>	<p>1)ペント工法とカンチレバー工法の各々の設備が必要となり不経済。 2)トラベラクレーンは第②案と同様荷取りを考慮した特殊型が必要。</p>	<p>1)河川に対して第③案と同様 2)コンクリート塔に対して左岸側については、第②案と同様右岸側については、第④案と同様</p>	<p>1)左岸側、右岸側で工法が異なるため、同一工法で施工する場合に比べ作業効率は低い。 2)塔側ケーブルソケットの取付けを塔頂上げ設備だけで行うため、ケーブルクレーン工法に比べて作業性が劣る。</p>	1.28	△





使用し橋上で展開し、塔側ソケットは、塔頂部のケーブルクレーン用鋼製架台に設けたホイスト設備により引込みを行った。

④桁側ソケットは、ウインチ及び油圧センターポールジャッキを使用して引込みを行い、ケーブルを定着した。この時、中央径間側ケーブルと側径間側ケーブルを同時に定着することにより、桁架設による塔への曲げ作用力を抑えることができた。

⑤この作業を交互にくり返し、中央で閉合した。閉合はカウンターウエイト及び右岸側最上段ケーブル4本のシム調整を行い、添接部の高さとなわみ角を合せ、 $P_4$ 橋脚上の油圧ジャッキをセットし、主桁を右岸幕別側に50mm移動させ、作業スペースを確保した。 $P_3$ 側ジョイント結合の後、セットバックを解放し、 $P_4$ 側ジョイントを結合して閉合作業は完了した。

#### 2-4 橋面舗装

鋼床版舗装は、次の点を満足しなければならないと言われている。

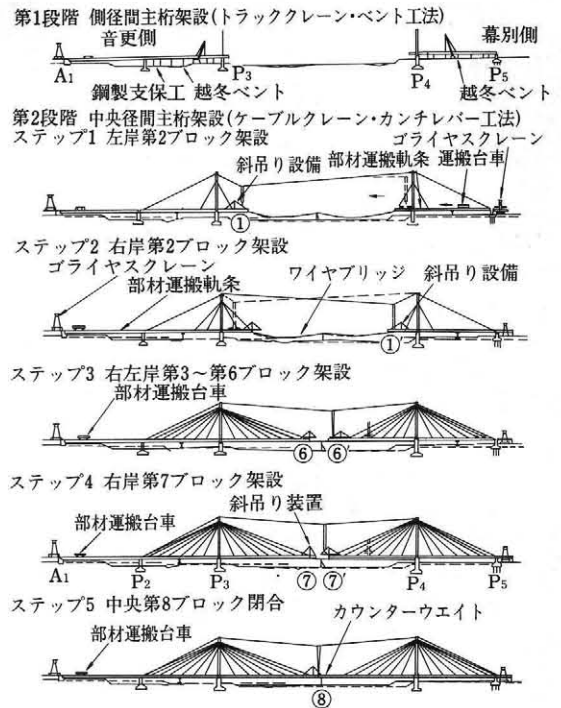
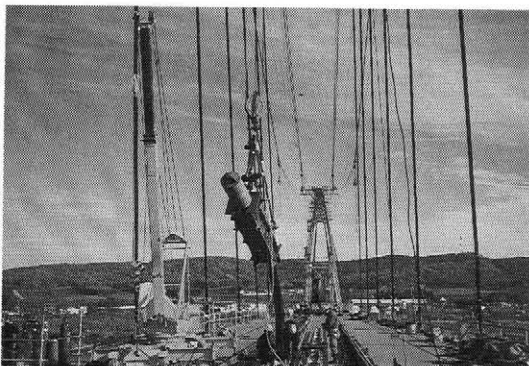


図-6 架設概要

- ①鋼床版の変形に追従できるたわみやすさ
- ②低温時のくり返し曲げに対応する疲労抵抗性
- ③鋼床版を腐食させる水分の浸透を防ぐ不透水性
- ④床版に衝撃力を与えない平坦性

本橋は、基層には鋼床版のたわみに追従でき、水密性が高く鋼床版への影響の少ないグースアスファルトを使用した。表層には、たわみ性、耐摩耗性及び維持補修の難易等を考慮した細粒度ギャップアスコンを使用した。

#### 2-5 ケーブル張力測定

橋面工施工後、完成系ケーブル(ケーブル本数=56本中40本)に対して、振動法(加速度センサから取り込んだ振動波形の固有振動数からケーブル張力を計算する方法)に基づく張力測定を行った。

理論値の小さいケーブル(K6~K9)については若干誤差が大きい、これらはプレストレス力も小さく主桁に対して支配的なケーブルではなく問題とならない。その他のケーブルは管理目標値である誤差範囲10%以内の張力が導入されている。

このケーブル張力値を基礎データとして今後測定を実施し比較することにより、橋梁の維持管理に役立てることが可能である。

表-2 上下層組合わせの比較

番 号		①	②	③
上下層の 組合わせ	上層	グースアスファルト	改質アスファルト混合物	改質アスファルト混合物
	下層	グースアスファルト	グースアスファルト	改質アスファルト混合物
流 動 性		②, ③と比較すると流動抵抗性は低い	動的安定度が大きく流動抵抗性は高い	動的安定度が大きく流動抵抗性は高い
防 水 性		グースアスファルトには防水性があるため、防水層が不要となる	下層のグースアスファルトには防水性があるため、防水層が不要となる	改質アスファルトはグースアスファルトに比べると、空隙が多く防水性がないので、防水層を別途設けなければならない
疲 労 特 性		通常のアスコンと比べると良好であるが、特別に優れているとはいえない	通常のアスコンと比べると良好であるが、特別に優れているとはいえない	通常のアスコンと比べると良好であるが、特別に優れているとはいえない
一 般 的 性 状		良好である	良好である	良好である
実 績		多い	最近になり採用されつつある	最近になり採用されつつある
総 合 評 価		△	○	○

表-3 ケーブル張力の実測値と理論値の比較

完成系 (昭和63年10月25, 26日, 気温+7°C)

ケーブル 張力 ケーブル 番号	P 3 側 (歩道側)			P 4 側 (歩道側)		
	実 測 値	理 論 値	実測値 理論値	実 測 値	理 論 値	実測値 理論値
K 1	318.97	370.10	0.862	341.51	369.70	0.924
K 2	119.00	111.40	1.068	115.04	111.26	1.034
K 3	149.85	133.88	1.119	149.46	133.69	1.118
K 4	134.28	119.07	1.128	140.46	118.91	1.181
K 5	119.15	106.73	1.116	129.33	106.56	1.214
K 6	93.70	88.97	1.053	100.75	88.84	0.882
K 7	94.09	96.78	0.972	88.21	96.68	0.912
K 8	95.03	96.84	0.985	87.23	97.06	0.899
K 9	106.69	92.99	1.147	92.26	93.12	0.991
K10	127.41	118.24	1.078	127.80	118.40	1.079
K11	138.54	134.71	1.028	132.44	134.88	0.982
K12	147.52	148.58	0.993	152.31	148.76	1.024
K13	115.59	116.45	0.993	112.05	116.57	0.961
K14	355.72	351.86	1.011	332.67	352.21	0.945

ケーブル 張力 ケーブル 番号	P 3 側 (自転車道側)			P 4 側 (自転車道側)		
	実測値	理論値	実測値 理論値	実測値	理論値	実測値 理論値
K 1	330.55	389.40	0.849	329.75	388.98	0.848
K 2		106.18			106.04	
K 3		118.28			118.08	
K 4	121.59	97.63	1.245	127.49	97.45	1.308
K 5		85.91			85.74	
K 6		75.59			75.46	
K 7	77.62	87.99	0.882	88.18	87.89	1.003
K 8	86.98	86.80	1.002	110.60	87.01	1.271
K 9		80.08			80.21	
K10		101.75			101.91	
K11	120.69	118.71	1.017	114.93	118.89	0.967
K12		131.10			131.29	
K13		102.97			103.10	
K14	320.24	310.31	1.032	332.57	310.71	1.070

## 2-6 現地載荷試験

設計時に用られた動的特性に関する仮定値の妥当性を検討するために現地載荷試験を実施した。

無載荷時の固有振動数を比較してみると、実測値が多少大きい値を示しているが、これは解析値が地覆等の合成作用を無視し、側径間の検査路を質量に加味（実際は取り付けていない）しているためであり、両者とも固有振動数を小さめに評価する要因となっているためであった。

また対数減衰率<sup>①</sup>は、衝撃載荷試験より0.0184と算出された。また、減衰波形は読み取りにくい<sup>②</sup>ため、パワースペクトルから減衰率を求め、確認を行ったところ、これらは現像波形の値と良く一致

表-4 減衰率測定結果 パワースペクトルより

測定条件及び測定ケース	低減振動計 No.	減衰率
衝撃載荷試験 Case K 3	3 u	0.0184113
走行載荷試験 Case K 9	3 u	0.0169815
走行載荷試験 Case K12	3 d	0.0192285

①振動時の振幅比を自然対数で表したものの

②振動成分の持っているエネルギーをスペクトル表示したもの

していた。

これらの実験結果より、本橋における設計時仮定値は十分に妥当な値であることが確認された。

十勝中央大橋は、架設後に様々な現地検証を行った後、昭和63年11月4日、無事開通した。

表-5 減衰率測定結果 現像波形より

測定条件及び測定ケース	低減振動計 No.	減衰率
走行載荷試験 Case 9	3 u	0.0156902
走行載荷試験 Case 9	3 d	0.0162268
走行載荷試験 Case 9'	3 u	0.0148507
走行載荷試験 Case 9'	3 d	0.0158753
走行載荷試験 Case 12	3 u	0.0184603
走行載荷試験 Case 12	3 d	0.0190057
走行載荷試験 Case 12'	3 u	0.0185552
走行載荷試験 Case 12'	3 d	0.0181546

## おわりに

昭和63年11月に十勝中央大橋が開通し、2年が経過しました。十勝中央大橋は、さらに私共には大きな課題を与えてくれました。毎年10月～11月に橋上での接触事故が発生しています。原因は、早朝に霧が発生し、中央径間がアイスバーン状態となりスリップを誘発しています。このアイスバーンは、路面が濡れている状態にしか見えず、運転者はスリップして初めて路面状態が判断できるものです。今後は、このアイスバーンの発生するメカニズムを追究、分析することにより、橋梁設計の一助となるように研究したいと思います。

最後に、本橋の計画・実施に当たり、数々の御指導をいただいた皆様方にこの場をお借りして感

謝いたします。

## 参考文献

「長大複合斜長橋十勝中央大橋の設計施工」(「水と土」昭和60年6月号・第61号) 横山一, 秋本修, 小林光男, 成田正則

昭和58年第32回農業土木学会北海道支部講演「斜張橋と風洞実験について」小林光男

「十勝中央大橋(仮称)の設計・施工(概要)」(「橋梁」1986年10月号) 金森均, 村上国夫, 竹居田博成

「十勝中央大橋の設計・施工」(「橋梁と基礎」1988年1月号) 金森均, 村上国夫, 竹居田博成

「十勝中央大橋工事報告書」農業土木新聞社

[1991.1.18 受稿]

農業開発・地域開発の総合建設コンサルタント

土と水をデザインする……豊富な経験と優れた技術



株式会社 三祐コンサルタント

取締役社長 久野彦一  
取締役副社長 渡辺滋勝  
取締役副社長 樋口昭一郎  
取締役副社長 伊藤秀

本社	〒460 名古屋市中区錦2丁目15番22号(協銀ビル)	TEL(052)201-8761(代)
東京支社	〒104 東京都中央区八重洲2丁目2番1号(大和銀行新八重洲口ビル)	TEL(03)3274-4311(代)
支社技術部	〒107 東京都港区赤坂2丁目3番4号(ランディック赤坂ビル)	TEL(03)3586-7341(代)
海外事業本部	〒107 東京都港区赤坂2丁目3番4号(ランディック赤坂ビル)	TEL(03)3584-2101(代)
仙台支店	〒980 仙台市青葉区上杉1丁目6番10号(仙台北辰ビル)	TEL(022)263-1857(代)
九州支店	〒860 熊本市紺屋今町1番23号(興亜火災熊本ビル)	TEL(096)354-5226
札幌支店	〒060 札幌市中央区北三条西3丁目(札幌大同生命ビル)	TEL(011)222-3121
四国事務所	〒780 高知県高知市南久万220-12	TEL(0888)24-4425
中国事務所	〒701-02 岡山県岡山市大福529-6	TEL(0862)82-6351
青森営業所	〒030-02 青森市大字新城字山田589-28	TEL(0177)88-3793
技術研究所	〒478 愛知県知多市八幡字中嶋121番地	TEL(0562)32-1351

# 内湖等周辺環境整備事業—菅沼地区—

中 村 良 蔵\* 橋 本 彰\*

目 次

1. はじめに .....	70
2. 菅沼内湖の事業概要 .....	71
3. 風車と浄化 .....	72

4. 菅沼の周辺整備事業 .....	76
5. おわりに .....	79

## 1. はじめに

滋賀県においては、昭和55年7月に「滋賀県琵琶湖の富栄養化の防止に関する条例」及び、60年7月に「ふるさと滋賀の風景を守り育てる条例」が施行されたことに鑑み、農業基盤整備事業が実施された地域の水質保全や、景観形成等に関連する土地改良事業と一体的、総合的に行うため、昭和60年に「土地改良関連環境保全事業（内湖等周辺環境保全事業）」が創設された。

菅沼地区は、この県単独事業により、本来持っている内湖の浄化機能を復元し、さらに促進させるために水質保全工事や親水性の高い内湖とするための修景工事を行うことにより豊かな人間生活と自然との融和を図るために実施された。

また、この事業に続いて新旭町においても町総合発展計画に基づいた土地利用及び施設整備事業が菅沼地区周辺で実施されたので、その事業概要及び経過を併せて紹介する。

## 2. 菅沼内湖の事業概要

### 2-1 事業着手前の状況

菅沼内湖は、図-1に示す位置にあり、地区面積は、2.5haで、陸地面積としては、0.54haである。沼の周囲は、雑木、マコモ、ヨシが群生して沼の中にも雑草が繁茂し、汚泥が堆積し、そのため水深が浅くなり、沼に流入する水量が減少し、自然の浄化能力が大きく減退している状況であった。

また、沼に隣接して湖岸道路が整備され、圃場

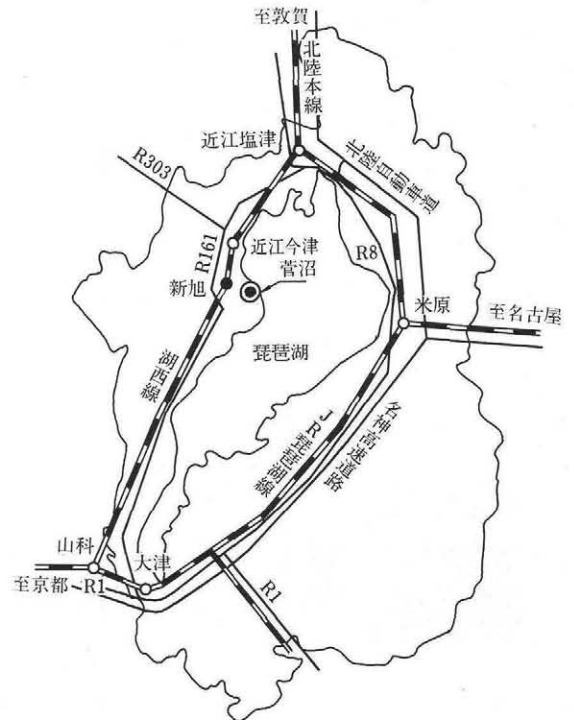


図-1 内湖等周辺環境保全事業菅沼地区位置図

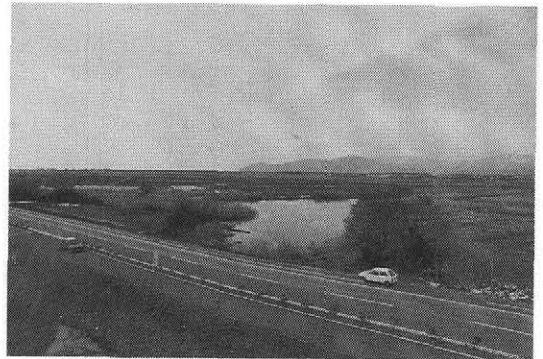


写真-1 現況

\* 滋賀県今津県事務所

整備によって周辺農道も整備された。

しかし、沼は、このような社会的な環境変化に対応することが出来ずに、周辺の水田約70.1haからの農業排水や藁園集落からの家庭雑排水が流れ込み、また、ゴミ等の廃棄物の処理場となりつつある状況であった。

### 2-2 事業の目的

自然の浄化能力を生かすには、水環境の生態系を保存し、自然がもつ本来の浄化機能を発揮出来るような条件と、地域周辺の景観構成上の価値を併せもつことが必要かつ重要である、という観点から菅沼内湖において、「水質浄化対策」と「景観対策」の二つの対策を実施した。菅沼地区の計画平面図を図-2に示す。



図-2 菅沼地区計画平面図

### 2-3 事業内容

#### (1) 水質浄化対策

##### ① 貯水能力の増強

内湖の堆積土(泥土)を浚渫することによって泥土に含まれるN、Pを除去すると共に、流入水の滞留時間を18時間から28時間に延長して懸濁物の沈澱を促進し、琵琶湖への流出を抑制することとし貯水能力を13,000m<sup>3</sup>から20,000m<sup>3</sup>に増強する。

浚渫工事状況については、写真-2に示す。

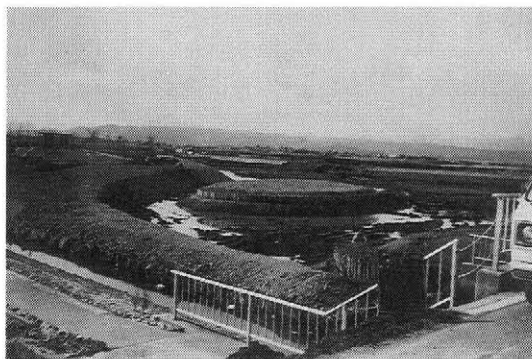


写真-2 しゅんせつ状況

##### ② 水生植物による浮遊物質の除去

内湖流入部にヨシ帯を整備しその茎のスクリーニング効果により浮遊物質を除去する。

また、ヨシ、ホテイアオイ、花菖蒲の成長過程において、N、Pを吸収するので、これらを刈取り、管理することにより水質浄化を図る。

##### ③ エアレーション(曝気)

流入する汚濁物質を水中の酸素により直接酸化して安定した物質に変えるか、あるいは微生物がそれを栄養源として摂取して分離する。その折に水中の酸素が多量に消費され、酸素不足となるため、魚が死んだり、悪臭を発生する。

そこで、水中の汚濁物質を速やかに分離させるために酸素を供給することが必要で、内湖の停滞水域を中心に5基の曝気水車を設置すると共にポンプ揚水による礫水路を設置した。

#### (2) 景観対策

菅沼は、本来ヨシ、マコモ、ショウブ等が群生した典型的な内湖景観を呈していたが、社会状況や環境の変化に伴って景観も悪化しつつあった。

このため、今回の事業実施にあたっては、本来の内湖としての自然を取り戻す努力を行うと共に周辺地域住民の憩いの場となり、また、水に親しめる環境となるよう次の施設を整備した。

##### ① 植栽

内湖外周に緑地帯を整備し、高木(ミズキ等)156本、低木(ユキヤナギ)2,301本、菖蒲(新旭町の花)3,000本、芝2,950m<sup>2</sup>を植栽した。

##### ② 休憩施設

東屋1戸、ベンチ5基

##### ③ 園路

散策及び管理兼用として整備

園路533.6m、ハツ橋120m、横断橋4橋

##### ④ 棧橋

船着場及び釣り場兼用1基

##### ⑤ 風車

風力エネルギーを利用して発電を行い、浄化用曝気水車の動力源とするとともに浄化目的の「菅沼」のシンボルとして風車を設置した。

写真-3は建設工事中であり、写真-4、5は完工後である。

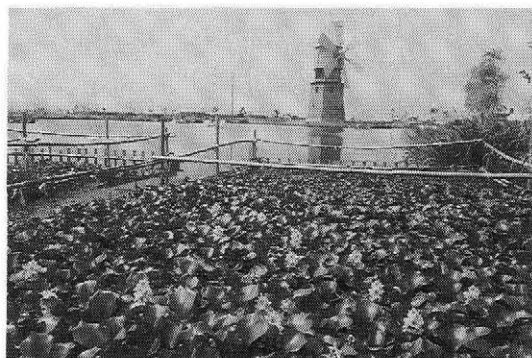
#### 2-4 菅沼地区事業費

昭和60年度から昭和61年度における年度別事業費及びその内訳は表-1のとおりである。

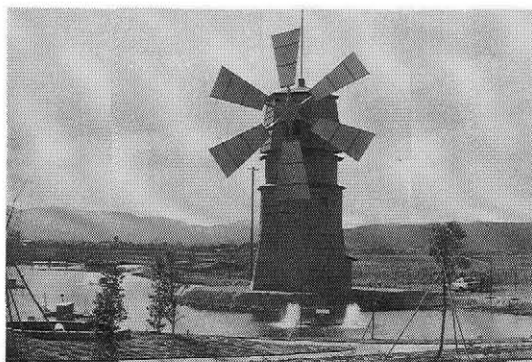




写真一3 風車工事中



写真一5 風車、水生植物（ホテイアオイ）



写真一4 風車完成

### 3. 風車と浄化

#### 3-1 風車型式

昭和61年度に内湖整備に引続いて、水質浄化用曝気水車の動力源である風車設備工事に着手した。

風車タイプの選定は、本県の湖のイメージに合致し、純日本的で、過去に日本でも揚水風車として使用され、当現地においても対応可能な多翼型風車を採用した。

この風車の特性としては、プロペラ風車に対して回転が遅く安全性が高い。低回転で高トルクを比較的得やすい。また、あまりメカニカル的でもなく保守が容易である。現地で観測した風速にも適し、水質浄化利用エネルギーも得られ、菅沼内湖周辺の自然景観に対し良くマッチしているためこの型に決定した。

#### 3-2 風況観測

風力発電における風況調査は、風車の設置にあたって1年間風向風速計により測定し、この結果を設計の資料とした。

風車の設置にあたっては、方向制御（YAW制御）用の風向計を設置し、YAW制御を行っている。町における管理点検報告書記録（昭和62年6月～平成2年5月）の資料を参考として、当初の測定データとを比較してみると、風向はNNW-WNW, ESEが多い（図一3）。年間の風速は、4

表一1 菅沼地区事業費内訳表

(単位 千円)

年度区分	事業費	内 訳			町負担金
		基幹工事	特殊景観対策	緑地整備	
昭和60年度	115,700	91,042	18,200	6,458	6,458*0.21=1,291 18,200*0.5=9,100
昭和61年度	24,300	9,200	15,100	—	15,100*0.5=7,550
計	140,000	100,242	33,300	6,458	負担率 12.8% 17,941

～12m/sの風の発生率が26%を占める(図-4)。また4～12m/sの有効風速は、N、NW、NNW、WNWの風向が主となっている(図-5)。

風車設置前の測定では、12m/s以上の風速は観測されていないが、平成2年9月の19号台風で完工後最大35m/sを記録している。

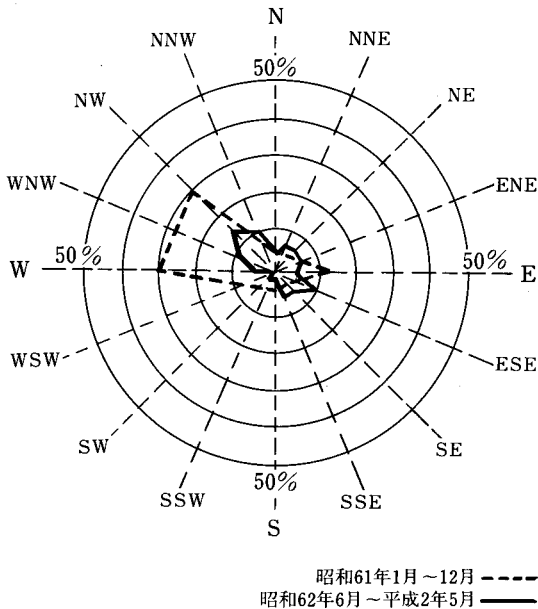


図-3 年間風向分布図

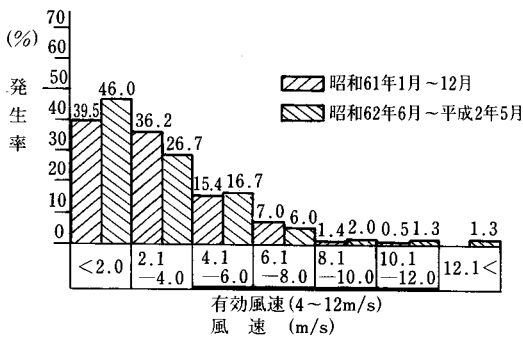


図-4 年間の風速データ

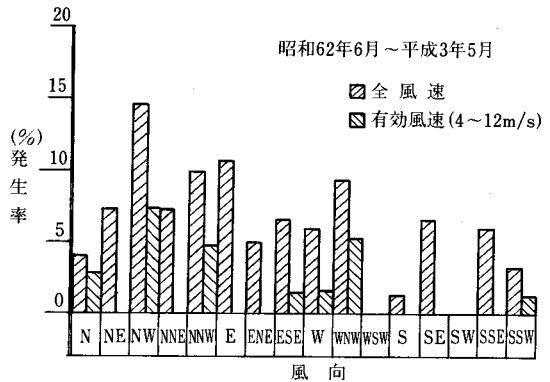


図-5 年間風向・風速分布図

て供給される。

風車発電機は高さ約15mの風車塔頂部に、電気制御盤は塔一階に設置し、曝気水車は沼池水面上に設置している。

風車構造及び機器仕様を表-2に示す。

表-2 風車構造及び機器仕様

発電塔	構造 鉄骨構造ALC板張り 底面 正六角形(対角9m) 基礎 PHC杭φ600 L=11.0m N=12本 高さ 17.970m 階数 固定部3階及び旋回部
風車	形式 水平軸多翼形風車 羽根枚数 6枚 羽根材質 ガラス繊維強化プラスチック 羽根直径 15m 軸地上高 15m(G.Lより羽根中心まで)
発電機	種類 三相交流発電機 容量 10kW 出力電圧 220V 回転数 1000rpm
曝気水車	容量 1.5kW 電圧 三相交流220V 設置場所 屋外湖上半固定筏上 台数 5台
電気設備	蓄電池 100Ah-140セル 変換器 シリコン整流器、SCRインバータ 制御機器 マイコン・プログラム・コントローラ

### 3-3 風車システム及び運転

#### (1) システム

当設備の運転システムは、図-6に示すとおりである。通常の使用状態では、風力により風車が回り、発電された電力は蓄電池に充電され、さらに逆変換器により交流に変換され水車の動力とし



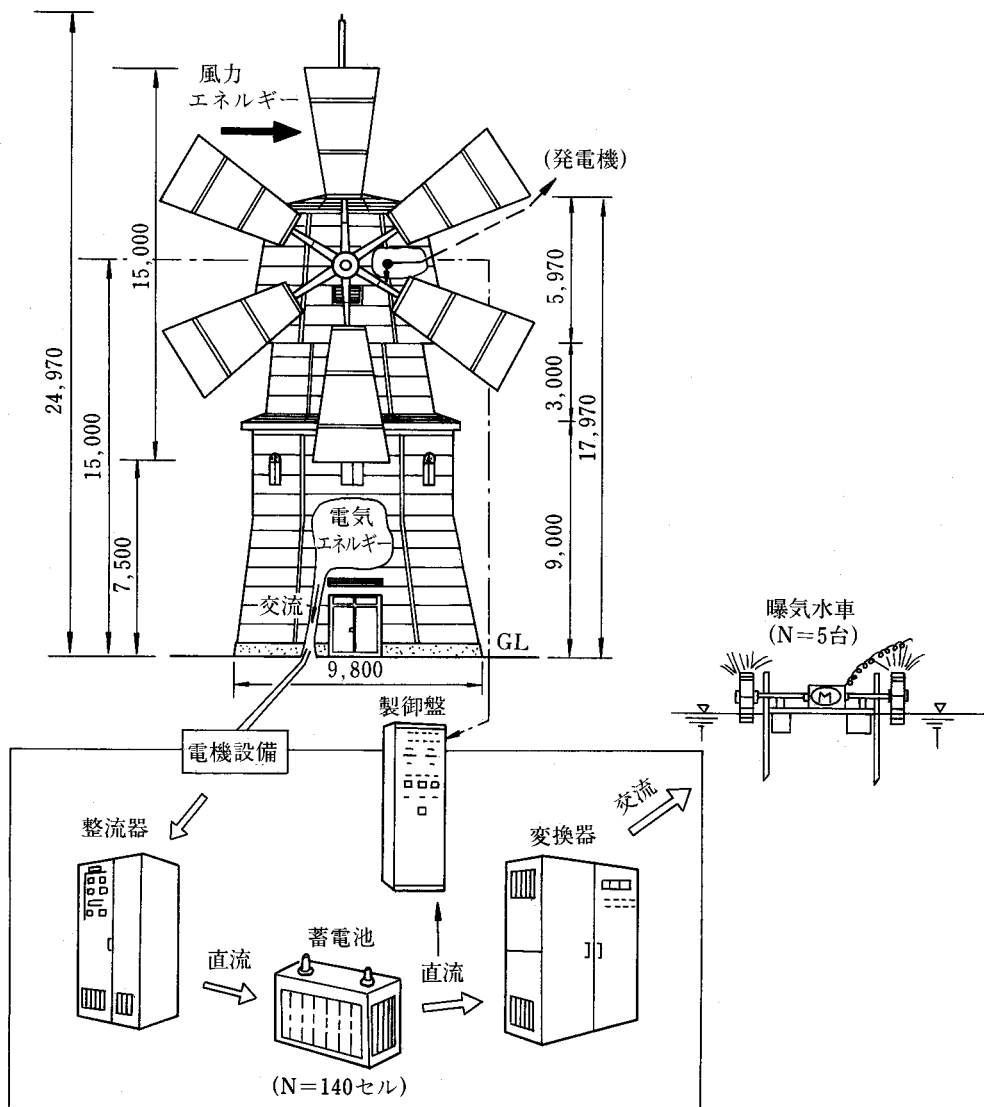


図-6 発電系統図

### (2) 方向制御

風車の旋回部は、風向計からの信号により、風向と正向するように方向制御 (YAW制御) されており、YAW回転部に設置したスリップリングにより、360°を16方位に分割したYAW方向で分割されている。また、風向計からの風向信号は10分間の平均値を目標値としている。

### (3) 回転数制御

風速 4 m/s以上の風が10分間継続してあれば、最初に駆動モーターにより2分間回転させ、その後は風力により起動する。風速が大きくなり回転数が発電可能領域に入れば、350rpmで励磁を行い

発電を開始して蓄電池に充電する。更に出力が増加すれば、450rpmで曝気水車1台、550rpmで2台、650rpmで3台、750rpmで4台、900rpmで5台と運転台数を増加し、出力が減れば水車負荷を減らして回転数制御を行っている。

### (4) 運転保安管理

日常の保安管理は、新旭町と電気主任管理技術者により行われている。また、風車の発電機等の定期点検は町が施工業者である湯浅電池㈱に委託している。

日常は完全自動無人運転がされており、異常があった場合は、風向計に設置した表示灯により確

認し、所定の連絡を取る体制となっている。

町における年間維持管理費用は、表-3のとおりである。

表-3 風車設備の維持管理費 (年間)

項目	維持管理費
定期点検手数料(年2回)	1,545,000(円)
電気主任技術者賃金	260,000
年間電気代	600,000
グリス代他消耗品代	95,000
計	2,500,000

また、風車設備の不測事態に対処するための安全対策は次のように行われる。

①風速12m/s以上が10分間続くと、この風をかわし、またブレーキの損耗を出来るだけ減らすため約67.5度の角度でもって風と風車の羽根が並行となり自動停止する。

②風車の軸受部に振動計を設置し、機械部の異常な振動に対しても自動停止する。

③風車の羽根の回転が32rpm以上に上がれば自動停止する。

④風圧スイッチが作動すれば自動停止する。

⑤風車の軸受温度が60°C以上になれば、温度センサーにより自動停止する。

⑥その他警報が出た場合自動停止する。

3-4 運転状況

(1)発電状況

昭和62年6月から運転を開始し、平成2年10月26日迄の総発電量は、約1,950kWhである。

年間の月別発電量については、図-7のとおりとなっている。

年間の月別発電量は、昭和62年度をピークとして減少している。

運転を開始してから平成元年度まで、約6件の調整不良等の初歩的なトラブルが発生し、この処置にかなりの日数を要した。

また、平成元年8月において風車主軸の軸受が当初の予測を越える摩耗となり、今後の耐久性、維持管理面を検討の上、軸受の補強改良を実施し、万全を図った。

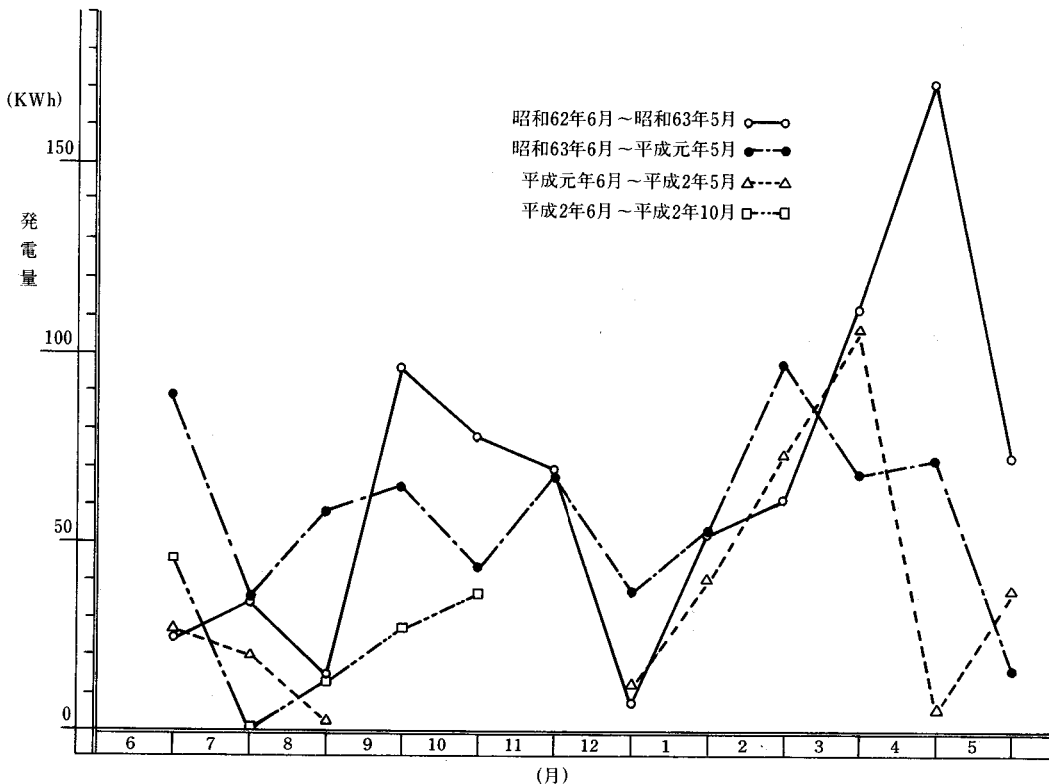


図-7 年次別発電量

また、平成2年7月において風車に落雷がありバッテリー等の充電系統に支障が生じ、この対策に日時を要した。

尚、本タイプによる風車の実施例、設計基準等がないため試作品的な状態であり、今後は風車の稼動状況を調査の上、検討改良する必要がある。また、維持管理、安全性にも充分に考慮して保安装置の設定値も変更、改良しながら運転している。

当風車は、自然の風力エネルギーを利用して水質の浄化を目的としているが、無風時においても風車村公園の景観上の観点から、町においては、通常AM6時からPM6時までの偶数時間に曝気水車3台を交流変換した電力、または商用電力で1時間運転し、風車については30分間同上電力を利用し、起動させている。

### 3-5 効果

菅沼における水質浄化対策に関する水質調査結果は、表-4のとおりであり、特に汚水が流入する4月から5月にかけて効果が表われている。

表-4 整備後3ケ年間(昭和61年から昭和63年代かき用)の平均水質

三ケ年の平均水質 (mg/l)		
項目	流入	流出
COD (化学的酸素要求量)	5.29	4.62
SS (浮遊物質)	22.27	11.15
T-N (総窒素)	1.162	0.985
T-P (総リン)	0.135	0.116

## 4. 菅沼の周辺整備事業

### 4-1 事業の要旨及び概要

新旭町においては、「新旭町総合発展計画」(昭和56年7月)の「土地利用構想図」で「湖畔レクリエーション施設のイメージ」を描き、湖辺一帯の整備を計画している。(図-8)

55年から始まった県営新旭町地区圃場整備事業により、町は地区内に点在する民間の遊休地を土地の交換により菅沼内湖周辺に集積した。

町は、「新旭町総合発展計画」に基づき「豊かで魅力ある農業と織物のまちづくり」を導入、推進し、昭和60年に「緑の公園都市構想」を策定した。

新旭町全体の地形から、町の外郭部を「自然ゾ

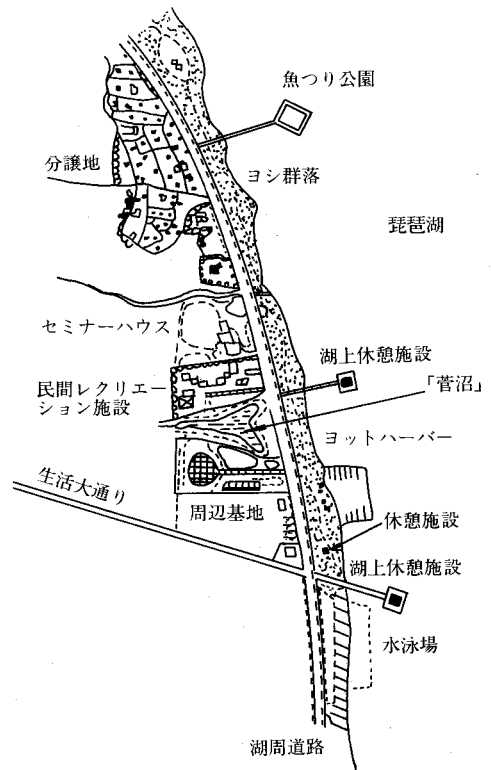


図-8 湖畔レクリエーション施設のイメージ

ーン」として設定し、地区に見合ったまちづくりを推進し、既存の自然を保全しながら更に景観形成を図り、緑のまちづくりのシンボルである花菖蒲の植栽を計画した。また、湖辺の中心である菅沼地区において、「自然ゾーン」と「さとゾーン」を凝縮した形で「新旭風車村・アイリスハウス」を建設し、緑のまちづくりの拠点として活用すると同時に、圏域内外の魅力ある観光ルートと併せて利用することによって、環境の優れた町、新旭町のイメージアップを図ることとし、自然とのふれあい、自然の再発見を人々に提供する場とすることを目指している。

### 4-2 事業の内容

「新旭風車村」は、新旭浜園地を拠点として3棟のアイリスハウスを持ってミニ集落を形成しており、「さと」のイメージと自然公園(風車村公園)を併設することにより、町の持っている自然と集落等の形態を凝縮するものである。

アイリスハウスは、中央の「風車村役場」を中心に「花菖蒲の館」「風見の館」及び「菖蒲湯」を

持って形成し、風車村の管理と利用者の研修、宿泊や憩いとコミュニケーション、食文化研究施設として人々に提供するものである。

これらの建物は、菅沼内湖の風車と調和させるため西洋風の態様とし、緑のまちづくりのシンボルである花菖蒲のイメージから建物の総称を「アイリスハウス」としている。(写真-6, 7)

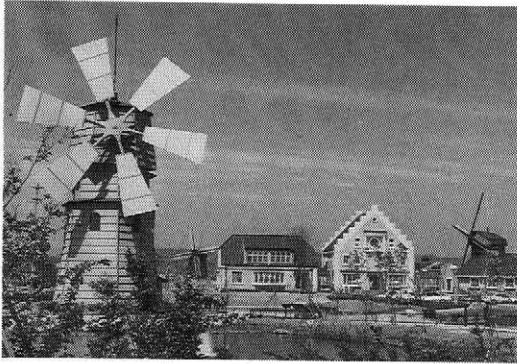


写真-6 アイリスハウス

#### 4-3 事業の実施

菅沼周辺整備事業は、昭和59年度から平成元年度にかけて実に多様な種類の事業により実施されたものである。年度別の実施事業は、表-5のとおりである。

また、菅沼周辺整備事業に要した事業費は約10億円であり、竣工後の新旭町風車村施設概要図は図-9のとおりであり、写真-8に示す。



写真-8 全景



写真-7 花菖蒲

風車村公園における施設の年度別利用状況は、表-6のとおりであり、施設の完成に伴って利用者は増加している。隣接している湖岸道路が現在では、町境において工事途中であり、近年に国道と接続出来れば、圏外利用者も一段と増えるものと考えられる。

風車村公園等の維持管理は、新旭町より(社)新旭町観光協会へ委託をし、更に観光協会よりアイリスハウスは個人へ、花菖蒲園は新旭町農協へ再委託されている。また、アイリスハウスと花菖蒲園以外は観光協会により直営で管理されている。

表-5 菅沼周辺整備年度別実施事業

年 度	事 業 名	工 相
昭和59年度	琵琶湖保全修景公園化植栽事業 ふるさと道案内事業 憩いの木づくり事業	バーグラ設置 散策道 植栽等
昭和60年度	琵琶湖保全修景公園化植栽事業	修景施設、園路広場、その他付帯工
昭和61年度	地域総合整備事業	用地買収、実施設計
昭和62年度	小さな世界都市づくりモデル事業	敷地造成、アイリスハウス建設等
昭和63年度	まちづくり特別対策事業	敷地造成、構築施設、植栽、付帯工等
〃	ふるさとづくり特別対策事業	花菖蒲園、付帯工等
平成元年度	風あいまちづくり事業	植栽、遊具設置、公園整備等

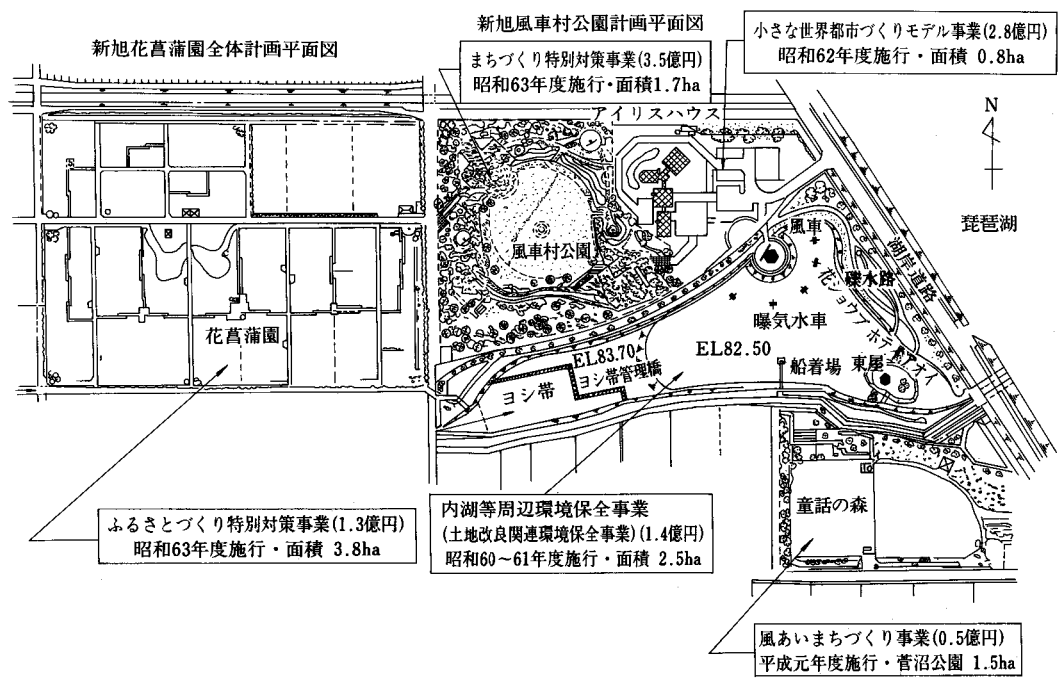


図-9 新旭町風車村施設概要図

表-6 風車村公園等の利用状況

区 分 \ 年 度	昭和62年度	昭和63年度	平成元年度	平成2年度 (10月末)
風車村入場者	約46,000人	約95,000人	約250,000人	約250,000人
アイリスハウス利用者				
研修, 会議	—	73件	157件	101件
宿泊者	—	2,586人	3,505人	2,549人
風呂利用者	—	4,691人	7,584人	4,956人
花菖蒲園入園者	—	—	8,336人	12,789人
参考	昭和62年3月 菅沼風車完成	昭和63年5月 アイリスハウス開園	平成元年5月 風車村公園開園 平成元年6月 花菖蒲園開園	平成2年5月 童話の森開園

#### 4-4 事業の便益と経済評価

昭和62, 63年度の2ケ年にわたり琵琶湖北西部に位置する5町1村を調査範囲として、広域農林地総合開発整備調査が近畿農政局計画部で実施された。その中で京都府立大学農学部宮崎猛助教授の御指導により菅沼地区における土地改良関連環境保全事業を対象にして、本事業による修景機能と親水機能とに関する便益が分析、評価されている。その手法は二種類のアンケート調査によって

いる。

①菅沼地区に属する藁園集落の住民に対する意向調査であり、農家50戸、非農家50戸の合計100戸を対象に、土地利用秩序化便益、水質保全便益、景観形成と親水機能による観光リクリエーション便益、周辺水田の高度利用便益(花菖蒲園)、観光農園や民宿への波及便益の可能性の5項目について調査を行い、相関係数で分析を行っている。

その結果として、集落住民にとって以下のよう

な積極的な評価がされている。

ア. 集落のシンボルを創造したとの評価が高い。

イ. 特に、農家もしくは若年層から集落の景観や環境の問題点を指摘し景観形成への取り組みが必要であるとの回答が多いのに対し、非農家や中高年層からは、現状維持的回答が多い。

ウ. 農家では、農村、農業の社会的役割や風車村を積極的に評価し、風車村での民宿の可能性に期待する回答が多い。

②景観形成や親水性付与のための環境整備投資により改善された環境がレクリエーション需要に及ぼす影響を与えるかについて計測する手法として、トラベルコスト法により、菅沼公園整備に伴う増加観光入込客数に本公園における観光レクリエーションのための支出額を乗じた総額を本事業の経済効果としている。経済評価対象期間はアイリスハウスがオープンした昭和63年5月16日からの観光シーズンの6ヶ月間における79,200人を観光客総数に対し、調査対象客数は、男性27名女性55名、計85名に対し、旅行日程(日帰り、1泊2日)、滞在時間、到達時間(走行費用、ガソリン代)、1人当たり旅行予算等の調査を行い、観光レクリエーション便益の経済評価総額を136,583,000円と算定し、事業の投資効果は十分に発現されており、観光レクリエーションの振興に大きく貢献した先進事例であると評価している。

## 5. おわりに

最近、特に新聞、テレビ等のマスコミにより環境面における地球的な規模での自然破壊や自然における生態系の変化による危険性を多くの人たちが気付き始めてきた。このことを、小さいながらも身近な行政面において対処出来るのは何かを我々は今十分に検討し、対策を考える必要がある

う。自然を守ることと、文明社会での便利さを追求することの相反する二つのテーマを共存させることは、なかなか大変なことであるが、自然を単に人間の生活を取りまく環境としてみるのではなく、人間と同行の仲間であると認めれば、自然を守るという方法も見ただけでなく将来の維持管理面を含めて積極的な守り方によって行くのではないだろうか。自然は保存するのではなく、創造する方向への対応も必要だと考える。そのことを菅沼における内湖周辺整備により完成した諸施設や大きな風車が物語っていると思われる。菅沼へ訪れた人々が自然に対する理解を深め、その主旨を理解願えば、滋賀県民の琵琶湖の水がきれいにと願う気持ちが少しでも解っていただけるだろう。

最後に、菅沼地区の紹介に当り、貴重な資料を提供頂いた新旭町役場、湯浅電池(株)中央研究所の関係各位に心より感謝致します。

## 参考文献

- 1) 山本清和：新しい村づくり，全国土地改良連合会Vol. 5新旭風車村 水質と景観保全への試みp. 56～61 (1988, No. 49)
- 2) 湯浅電池(株)：菅沼地区浄化施設工事(その1, その2)工事完成図書及び社内報告書(昭和61～62年, 平成元年度)
- 3) 新旭町：新旭町総合発展計画(昭和56年7月)
- 4) 新旭町：新旭風車村建設概要
- 5) 新旭町：風力発電設備業務点検報告書(昭和62年7月～平成2年10月)
- 6) 近畿農政局計画部 広域農林地総合開発整備調査報告書(琵琶湖北西地域)(平成元年3月)
- 7) 滋賀県：土地改良関連環境保全事業 菅沼地区内湖等周辺環境保全事業概要書

[1990. 12. 25受稿]

# 東伯農業水利事業所における文書管理システム

辻 誠一\* 原川 忠典\*

—はじめに—	80
1. 文書管理システムの必要性	80
2. 文書管理の問題点	80
3. 文書管理システムの導入過程	81

4. システムの運用	83
5. 導入の効果	84
—おわりに—	84

## —はじめに—

本誌の読者は、現場の第一線で土地改良事業の推進に携わっている技術者が大多数と思われる。土地改良事業を推進するにあたり、業務の効率化に役立つ文書管理システムを導入したので紹介する。第一線の技術者が、本文を参考にして業務の効率化に努力されることを期待するものである。

### 1. 文書管理システム導入の必要性

近年、土地改良事業をとりまく環境が厳しくなったために種々の問題が発生している。しかし、このような問題が発生する背景として、我々の組織運営に次の様な欠点が存在することも指摘されなければならないだろう。

(1) 毎年度工事の施工は、土地改良事業計画を実現するための手段であるにもかかわらず、毎年度工事そのものが目的化し、その執行に力点が置かれるために、事業全体の管理がなおざりにされて来たこと。

(2) 地元説明、用地交渉、河川協議等の対外協議の記録が一貫して整理されていないため、協議上不利な立場に追い込まれたり、地元関係者から不信感を招くことになる。

(3) 資料の整理・保存・管理を個人に依存しているため、問題の処理に組織として対応するタイミングを失いがちである。

これらの組織運営上の弱点を補強することにより、事業所の持っている力を十二分に発揮するこ

とが可能になるであろう。事業所業務の合理化の一環として、文書管理のシステム化は避けて通れない問題である。

### 2. 文書管理の問題点

事業所における事業計画から事業実施、管理へと続く一連の複雑な業務を地元・関係機関等と調整をしながら円滑にすすめていくためには、各業務の担当が一連の流れを正確に理解する必要がある。そのためには業務の実施経過・残っている問題点等を正確にかつ迅速に把握することが重要である。しかし、実際にそれを実施しようとして各種の資料を捜そうとすると下記のような問題点が存在する。

(1) 資料があるのかないのかわからない。

過去に、あるいは他の担当者が検討したことがあるのかないのかわからない。場合によっては、同じ検討を繰り返すこともある。

(2) 資料があることはわかっているが、保管されている場所がわからない。

重要な資料が、個人の机の引き出しの奥に他の雑多な資料と一緒に眠ってしまっていることがある。捜すのに時間がかかる。場合によっては、捜し出せないこともある。

(3) 資料の性格が不明確である。

懸案となっている事項に関連した資料が見つかったとしても、類似の資料と同じように保存されているため、担当者の個人的検討資料なのか、途中経過なのか、最終結論なのかかわからない。全く同じ資料が複数保管されており、スペースの無駄使いに

\* 東伯農業水利事業所

なっていることもある。

このため、次の様な問題が発生している。

(1) 人事異動に伴う引継ぎが不十分となる。

担当者が交代した場合、過去の経緯を踏えた的確な対応ができないためトラブルを起す。特に、地元関係者からは国の事業所は、担当者が代わると対応方針が変わる、あるいは約束事項を守ってくれないということで不信感をもたれ、事業実施上の支障となっているケースも多いようである。また、担当者交代により一時的に業務が停滞する。

(2) 危機管理体制を確立できない。

担当者が出張等で不在の場合、他の職員が代行できないため突発的に問題が起きた時には対応ができない。あるいは時間がかかる。特に、急を要する場合には、対応の遅れにより大きな問題を残すことがある。

(3) 問題の把握に時間がかかる。

資料を作成した担当者が在勤している場合でも、過去の経緯を正確に把握するのに時間がかかり、業務の能率が落ちる。

このような問題が発生していることは多くの人に認識されていながら、事態が改善されない理由としては、次の様なことがある。

(1) 担当者が日常業務に埋没して、組織全体業務の見直しをしようとする意識に欠けている。

(2) 業務見直しの意識があっても、手法を知らないため合理化が実現しない。

(3) システムを導入する場合でも、我々の職域に適したシステムが提案されていないために、一般的なこととなり、システムの定着が悪く長続きしない。

### 3. 文書管理システムの導入過程

文書管理システムを導入するに当たり、東伯農業水利事業所では、課・支所より1名ずつの文書管理委員を選出し、文書管理委員会を構成した。この委員会の運営は、所長をキャップとしているが、委員会の運営は、その自主性に任せその結論は、所長といえども尊重することとした。又、委員にはなるべく若い職員を選出し、自由な新しい感覚での議論を尊重することとした。

この文書管理委員会における半年間延6回の検討・議論の結果、次の様な事項を決定した。

(1) 同一の資料を重複して持つことをやめる。

原則として資料は組織として1つだけ保有し、個人として持つことをやめる。また、分散保管をやめ、集中保管とする。

(2) 資料分類方法の統一

事業所で作成する資料全部を大分類・中分類・小分類の三つの段階に分けて体系的に分類する。

(図-1、図-2参照)

3) ファイル名の統一

ファイルの作成年度、分類、活用期間、保存期間が一目でわかるよう、ファイルの背表紙部分への記載要領を決める。大分類については、特にわかりやすいように背表紙の色を指定して統一する。(図-3参照)

(4) ファイルの用具の統一

文書の種類ごとにボックスファイル(紙の箱)、チューブファイル(金具で着脱するタイプ)、黒ひもとじファイル(普通の黒表紙)の三種類に使用する用具を統一し、使用、保管を容易にする。

チューブファイルの背表紙の様式は、印刷して見やすくする。

(5) ファイルの保管場所及び保管年数の決定

ファイルごとに活用期間(日常業務で使う期間)と保存期間(保存すべき期間)を統一し、活用期間中は事業所庁舎内に、保存期間中は倉庫の中に保管することとした。

庁舎内、倉庫ともファイルの位置がわかるよう分類ごとに書棚の位置を決めておく。

定期的に見直し・点検を行い、保存期間を過ぎたファイルは、廃棄し保管スペースの節約、ファイルの増加による混乱防止をはかる。

(6) 工事施工報告・コンサルタント発注業務の成果品等の整理様式・方法の統一

通常、工事成果品は、施工業者ごとにまちまちのダンボール箱、衣装ケース等を使って提出されているが、施工管理図表等の工事成果品を入れるケースを、引き出し式の特定の製品に統一し、表記要領も統一する。

コンサルタント発注業務の成果品については、報告書、図面のサイズ、表紙の記載要領を統一し、工種ごとに表紙、図面箱の色を指定する。また報告書には必ず要約版をつけるようコンサルタントに指示する。

このように、業務報告書等の成果品は、様式等を統一することにより保管・利用をしやすくする。



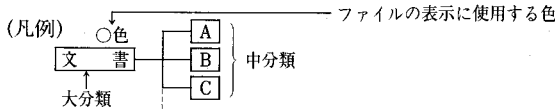
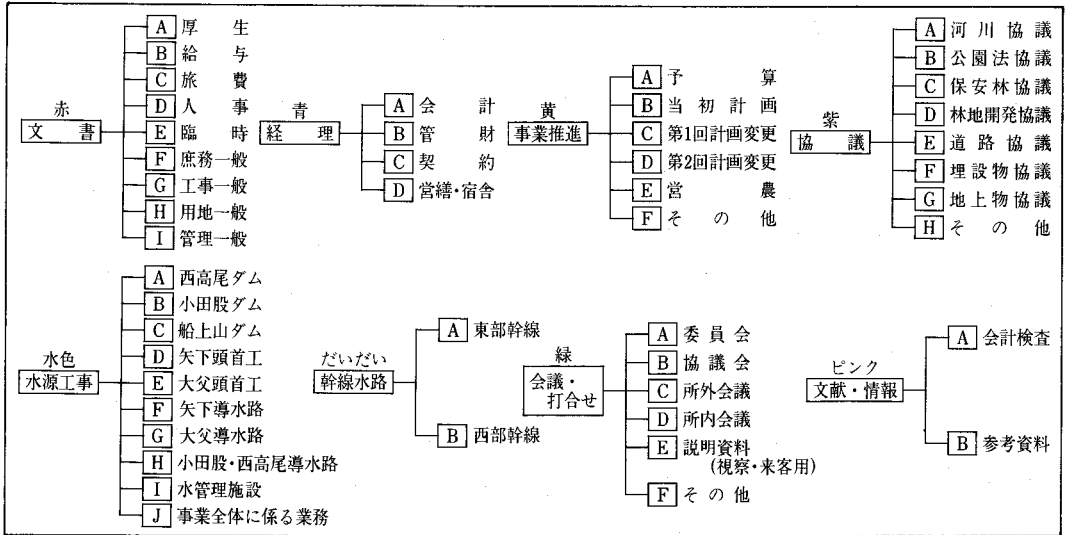


図-1 文書の統括的分類例

大分類	中分類	小分類(1)	小分類(2)	適用ファイル (活用期間—保存期間—ファイルの種類)
コード 項目	コード 項目	コード 項目	コード 項目	
緑	会議・打合せ	A 委員会		ダム委員会(1.完.1) 水管理制御基本構想検討委員会(1.完.1)
				畑地かんがい水質管理検討委員会(1.完.1), 文書管理等委員会(完.完.2)
		B 協議会		推進協議会(3.完.2) 三町推進協議会(3.完.2)
				申請人会 (3.完.2)
		C 所外会議		県打合せ (3.永.2) 町打合せ (3.永.2)
				工事課長会議(1.2.3) 水利課担当者会議 (1.2.3)
				管内積算施工担当者会議(1.2.3), 管内施設機械担当者会議(1.2.3)
				用地課長会議(2.5.2) 用地事務担当者会議(2.5.2)

ダム委員会 (1・完・1)  
(活用期間)  
(保存期間)  
(ファイルの種類)

左の説明

- (活用期間記入例) (記入例)
- 1年間の場合 (作成年度含む) .....①
  - 会検時まで.....会
  - 事業完了まで.....完
- 保存期間記入例
- 5年後廃棄 (作成年度含む) .....5
  - 完了後廃棄.....完
  - 会検後廃棄.....会
  - 永久保存.....永
- ファイルの種類
- ボックスファイル.....①
  - チューブファイル.....2
  - 黒ひもつきファイル.....3

図-2 分類・ファイル利用法表示事例

背表示部分の活用〔チューブファイルの場合〕

背表示は、以下のように統一する

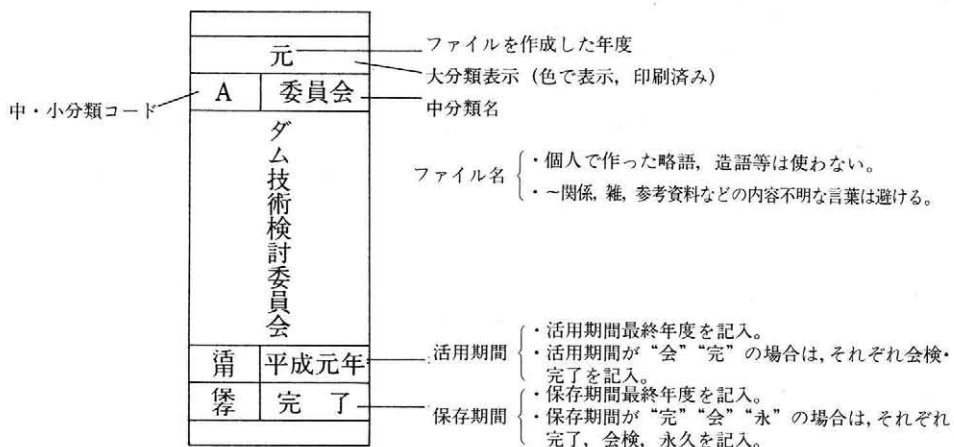


図-3 ファイル背表示の記載要領

#### (7) 検索システムの作成

膨大な量の資料の中から迅速に必要な資料を選び出すために，パソコンを使った検索システムを作成する。このシステムでは，成果品の内容をデータ・ベース化し，キーワードにより多様な検索を可能とし，成果品の保管位置等も短時間のうちに確認できるようにする。



#### 4. システムの運用

文書管理システムを円滑に運用するためには下記のような事項に留意する必要がある。

##### (1) 新人研修

全職員が文書管理システムの必要性について十分に認識し，内容について理解すること。特に，転入者には早期に研修を行う必要がある。

##### (2) 維持管理

システム（特に検索システム）の効果的運用の

ためにはデータの入替え等維持管理が必要である。

##### (3) 個人ファイル

文書管理システムに登録されるファイルは，すべて共有ファイルとなるが，個人ファイルを全くなくすることはできない。

全く個人的な検討段階の資料は，個人のファイルに保管し，ある程度まとまった段階で共有ファイルに移すべきである。未整理な段階での共有ファイルを必要以上に増やしすぎると混乱を招く。

個人ファイルと共有ファイルのバランスを考える必要がある。

##### (4) スペースの確保

このシステムを実行に移すことになれば，書類保管スペースの確保，パソコンによる検索システムの維持管理等が必要となる。新設の事業所であれば比較的容易であるが既設の事業所においては，事業所全体の配置計画を含めて，スペース確保のための検討が必要となる。このために必要な予算を確保する必要がある。

#### 5. 導入の効果

文書管理システムの導入により，当然の効果として日常の業務の効率が向上する他，次のような効果が見られた。

(1) 事業所全体のシステムの中で，各担当者が各々の仕事の位置付を理解することにより，広い視野から仕事を見直して的確かつ責任ある判断が

できるようになった。例えば、管理の必要性を自覚することにより、事業完了時の引継ぎを考慮した設計書の作成等を心懸けるようになった。

(2) 協議の更新等が確実に又適正な時期に行われるようになった。

(3) 会計検査や外部からの調査依頼等の場合に速やかな対応が可能となり、又、資料作成のための準備期間が短縮され、日常業務への影響を最小にすることができるようになった。

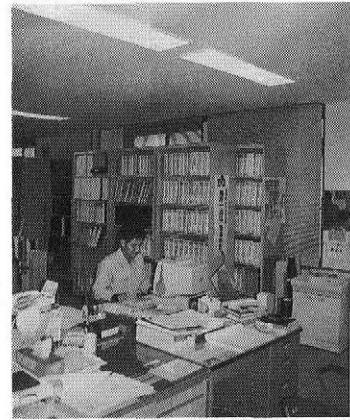
(4) 書類を共通化することにより、事務所スペースに余裕ができて、快適な環境が確保できた。各自の机の上には、本立を置かなくなったので、机上がスッキリした。

(5) 従来の「雑用」の時間が短縮され、残業等の軽減につながった。

このように当事業所においては、日常の業務の中で、あるいは会計検査対応において、効果は着実に発揮されつつあり、事業の円滑な推進に寄与している。

#### —おわりに—

今後、全国の事業所に共通したシステムが導入されることにより、業務の合理化が推進されるこ



とを希望している。

現行のシステムは、必ずしも完全なものではないが、東伯農業水利事業所での運用成果を踏まえて、さらに完成されたものに改良して行きたいと考えている。

検索システムについては、稿を改めて報告する予定である。

#### 参考文献

- ・ニューオフィス時代のファイリング (コクヨ)
- ・ファイリング物語 (コクヨ)

[1990.7.30受稿]

# 頭首工の設計に関する浸透路長と エプロン長さについての再評価

川 合 亨\*

## 目 次

1. まえがき .....	85	5. 基礎地盤資料の統一的表示 .....	88
2. 浸透路長の意味 .....	85	6. 計算例 .....	88
3. エプロンの意味 .....	86	7. 設計指針 .....	89
4. 浸透路長にかかわる堰体幅とシートパイルの長さ .....	87		

### 1. まえがき

頭首工の堰体を設計する場合、必要な浸透路長とエプロンの長さを確保しなければならない。これらの設計には古くからブライ (Bligh) とレーン (Lane) の経験式が用いられている。

その後、浸透路長についての数多くの研究は行われているがエプロン長の決定に関する文献は殆んど見当らない。ところで、浸透路長に関する新しい研究成果は使用に当り大変複雑であったり、そのもととなる基礎地盤資料の適用にもかなり困難性がある。したがって現在まで使用されてきたブライやレーンの式でも特別支障がなさそうであることと、その簡便さのために一般に受入れられてきた。一方、エプロン長の決定についてはその研究方法すら見出されていないのが現状である。

このようなことから、これらの式が実際にどんな関連性があり、どんな意味をもっているのかを再び検討し、考え方と計算手順を示したのがこの報文である。

### 2. 浸透路長の意味

河川からの取水のために堰体によって水位をセキ上げたとき、堰体の上・下流に水圧差ができ、透水性基礎地盤の場合に堰体の下部に流れが発生する。この流れの大きさによっては基礎地盤の粒子が洗い流され、いわゆるパイピング現象が発生する可能性がある。このパイピングが大きくなると、堰体自身が陥没し破壊される。これを防止するた

めにブライがクリープ比 (creep ratio) という考え方を導入し、パイピングを防止すべき浸透路長の必要長さを与えたものである。

いま、検討事項を単純化し、理解を容易にするために、説明図として Fig. 1 を示した。

#### (1) ブライによる浸透路長

$$L_b = C \cdot \Delta H \quad (1)$$

$$= \Sigma l_v + \Sigma l_h \approx 2d_0 + l_h$$

ここに  $C$  : 基礎地盤の種類によって異なる係数

$\Delta H$  : 上・下流の水位差

$d_0$  : シートパイルの長さ

$l_v$  : 浸透路長の鉛直方向の長さ。ここでは近似的に  $2d_0$  と仮定した。

$l_h$  : 浸透路長の水平方向の長さ。Fig. 1 では近似的に堰体の幅  $w_0 \approx l_h$  と考えた。

#### (2) レーンによる浸透路長

レーンは地下水流の性質上鉛直方向より水平方向の流れが容易であるとして、鉛直浸透路長を 1 とした場合、水平浸透路長の効果は鉛直浸透路長の  $1/3$  と評価し、その和を上・下流の水位差で割ったものを重みつきクリープ比  $C'$  とした。すなわち次式で表わした。

$$L_a = C' \Delta H \quad (2)$$

$$= \Sigma l_v + \frac{1}{3} \Sigma l_h \approx 2d_0 + \frac{1}{3} l_h$$

いずれにしてもパイピングによる堰体の破壊を防止するためには、堰体の上流側に鉛直方向のシートパイルを設ける方が有利であり揚圧力の減殺にも有効であると考えられている。

\* 菱和コンクリート工業 (株)

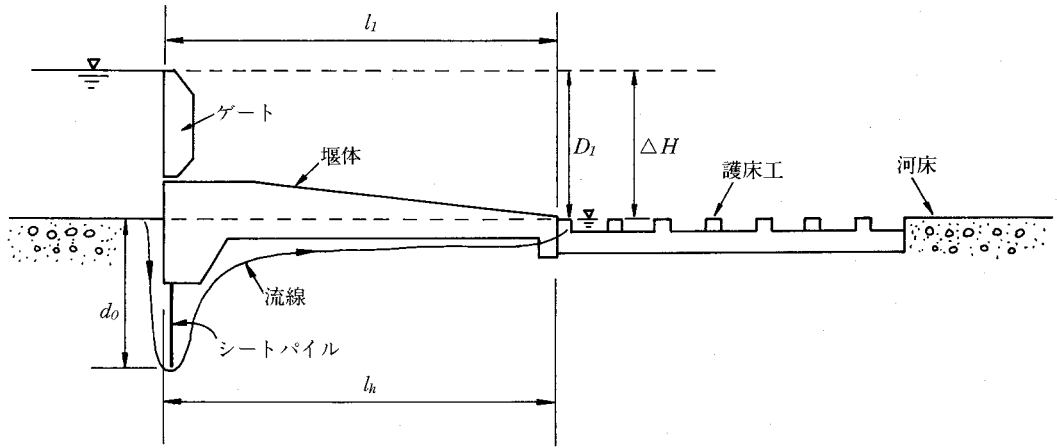


Fig.1 堰体の説明図

しかし、基礎における鉛直方向の工事はかなりの経費が必要となる。矢作文献<sup>1)</sup>の研究によればシートパイルの長さ $d_0$ 、堰体の幅を $w_0$ (Fig. 1では $l_h \approx w_0$ )としたとき、経済的な観点から $d_0/w_0 < 0.35$ が望ましいと考えられている。

### 3. エプロンの意味

堰体エプロンの長さ $l_1$  (Fig. 1参照) はプライの原典によれば次式で与えられている。

$$l_1 \approx 1.1C\sqrt{D_1} \quad (3)$$

ここに $D_1$ : 上流水位とエプロンの下流端との差  
この報文では解析を単純化するために $D_1 \approx \Delta H$ とみなして検討する。 $C$ は(1)式と同値の係数である。

まず、プライは浸透路長とエプロンの長さの関係をどのように位置づけているかを調べた。

(1)式と(3)式から、その比を求めると次式となる。

$$\frac{l_1}{L_b} \approx \frac{1.1C\sqrt{\Delta H}}{C\Delta H} = 1.1\Delta H^{-1/2} \quad (4)$$

$\Delta H$ (m)	2	4	6	8
$l_1/L_b$	0.78	0.55	0.45	0.39

この結果、 $\Delta H$ の増大につれて $l_1/L_b$ の比率が相対的に小さくなり、一定値ではないことがわかる。

また、浸透路長 $L_b$ からエプロンの長さ $l_1$ を引いた残りの半分をシートパイルの長さ $d_0$ とし、 $d_0/l_1 \approx d_0/w_0$ (ここでは $l_1 \approx w_0$ と仮定、 $w_0$ は堰体の幅)を検討した。この結果は表-1である。

この表-1によれば $\Delta H < 3.0$ では $d_0 < 0.35$ の観点から妥当なようである。しかし $\Delta H > 3.0$ mでは

表-1

$C$	$\Delta H$ (m)	$L_b$ (m)	$l_1$ (m)	$L_b - l_1$ (m)	$d_0$ (m)	$d_0/w_0$	
9	2	18	14.00	4.00	2.00	0.14	
	3	27	17.15	9.85	4.93	0.29	
	4	36	19.80	16.20	8.10	0.41	
	6	54	24.25	29.75	14.88	0.61	
8	2	72	28.00	44.00	22.00	0.79	
	2	24	18.67	5.33	2.67	0.14	
	3	36	22.86	13.14	6.57	0.29	
	4	48	26.40	21.60	10.80	0.41	
6	2	72	32.33	39.67	19.84	0.61	
	8	96	37.34	58.66	29.33	0.79	
	18	2	36	28.00	8.00	4.00	0.14
		3	54	34.29	19.71	9.86	0.29
4		72	39.60	32.40	16.20	0.41	
6		108	48.50	59.50	29.75	0.61	
8	144	56.00	88.00	44.00	0.79		

シートパイルの長さ $d_0$ が長くなり不経済な設計となりそうである。

もし、 $\Delta H > 3.0$ mにおいて $d_0$ を小さくしようとすれば浸透路長のうち $l_h$ が長くなる。すなわち $l_h > l_1$ となる。これはエプロンの長さを決定する意味が薄れるということになる。

ところで、参考までに農業土木工事図譜第1集取水施設編(昭和40年版)<sup>2)</sup>によって、 $\Delta H$ と $d_0$ の関係を調べるとFig. 2の通りである。このFig. 2によれば表-1で示されている $C=9$ で $\Delta H=2.0$ から4.0mの範囲で設計されているときの $d_0$ の値は2.0から8.0m範囲で施工されていることがわかる。

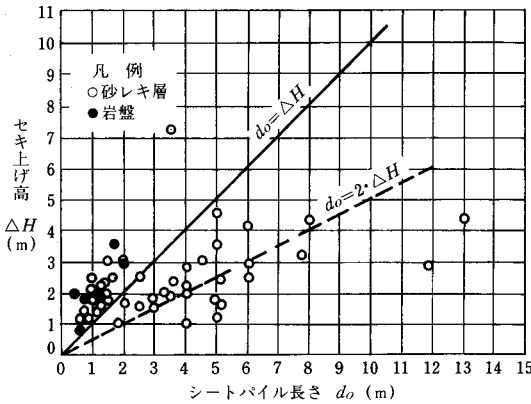


Fig.2  $\Delta H$ と $d_0$ の関係

エプロンの長さは $C$ 値に比例していることを考えると基礎地盤の強弱を考慮しているわけである。また、エネルギー落差 $D_1$ については平方根に比例するわけであるから、基礎地盤に対するよりも評価が低い。

なお、急流河川ほど $C$ 値が小さくなるわけであるから流砂に対する摩耗や破壊に対して殆んど評価されていないようである。したがって急流河川に設置する頭首工については摩耗対策と堰体下流の護床工に、より一層の配慮が必要である。

#### 4. 浸透路長にかかわる堰体幅とシートパイルの長さ

ここでは上流端にシートパイルをもつ堰体の幅についてブライとレーンの式を評価する。

従来、この両者の幅に差があるといわれているので、それがどんな状態にあるのかという傾向をみるのがここでの目的である。

(1)ブライの式

$$\begin{aligned}
 L_b &= C \cdot \Delta H \\
 &= \sum l_v + \sum l_h \doteq 2d_0 + l_h \doteq 2d_0 + w_0 \\
 &= w_0 \left( \frac{2d_0}{w_0} + 1 \right) \\
 \therefore C \cdot \Delta H &= w_0 \left( \frac{2d_0}{w_0} + 1 \right) \\
 w_0 &= \frac{C \cdot \Delta H}{\left( \frac{2d_0}{w_0} + 1 \right)} \quad (5)
 \end{aligned}$$

(2)レーンの式

$$\begin{aligned}
 L_a &= C' \cdot \Delta H \\
 &= \sum l_v + \frac{1}{3} \sum l_h \doteq 2d_0 + \frac{1}{3} l_h \doteq 2d_0 + \frac{1}{3} w_0
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= w_0 \left( \frac{2d_0}{w_0} + \frac{1}{3} \right) \\
 C' \cdot \Delta H &= w_0 \left( \frac{2d_0}{w_0} + \frac{1}{3} \right) \\
 w_0 &= \frac{C' \cdot \Delta H}{\left( \frac{2d_0}{w_0} + \frac{1}{3} \right)} \quad (6)
 \end{aligned}$$

ここでブライとレーンの式で求めた堰体幅が同じような基礎地盤の場合に、いずれが大きいかを評価する。

いま、(5)式と(6)式の比をとれば次式が得られる。

$$\frac{w_0}{w'_0} = \frac{C}{C'} \cdot \frac{\left( \frac{6d_0}{w'_0} + 1 \right)}{3 \left( \frac{2d_0}{w_0} + 1 \right)} \quad (7)$$

ここに $w_0$ :ブライによる堰体幅

$w'_0$ :レーンによる堰体幅

すなわち、 $w_0/w'_0 > 1$ のときはブライによる堰体幅が大きくなる範囲であり、 $w_0/w'_0 < 1$ のときはレーンによる堰体幅が大きくなる。

いま計算条件として $C/C'$ のパラメーターは同じ基礎地盤の場合には近似的に次の関係にある(表-3参照)。

$$\frac{C}{C'} = \frac{9}{3.5}, \frac{12}{5}, \frac{18}{8.5}$$

したがって(7)式の $d_0/w_0 = d_0/w'_0 = 0.1, 0.2, 0.3$ についての $w_0/w'_0$ を求めれば表-2が得られる。表-2からFig. 3が描かれた。この結果、基礎地盤の種類と $d_0/w_0$ の関係によって両者の式に差が出てくるのが明らかである。

どの式が望ましいかは現地の状況により、技術者の判断が要求される。この場合は安全性を第1

表-2

$\frac{C}{C'}$	$\frac{d_0}{w_0}$	$\frac{w_0}{w'_0}$
9/3.5	0.1	1.13
	0.2	1.34
	0.3	1.54
12/5	0.1	1.06
	0.2	1.25
	0.3	1.39
18/8.5	0.1	0.93
	0.2	1.10
	0.3	1.23

義に考えた方が良くかも知れない。このFig.3からはその傾向を知ることができよう。

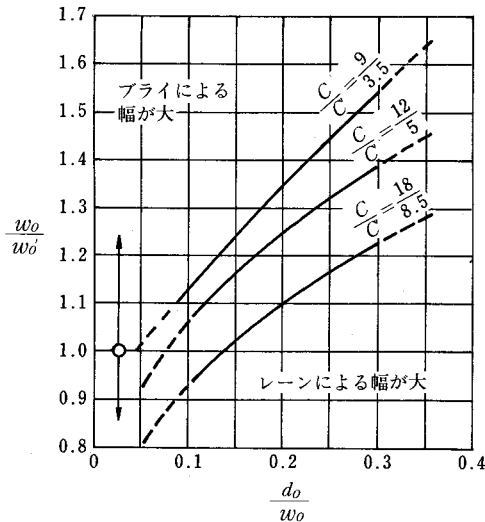


Fig. 3 ブライとレーンの堰体幅の比較

### 5. 基礎地盤資料の統一的表示

基礎地盤の種類によりブライとレーンの係数CおよびC'がどのような関係にあるかを表-3, Fig.4, 5に示した。

表-3 基礎地盤の種類とブライおよびレーンの係数

基礎地盤の種類	ブライのC	レーンのC'
極微粒砂または沈泥 粒径は0.1~0.05mmまたは0.05~0.005mm	18	8.5
微粒砂 0.25~0.10	15	7.0
中粒砂 0.50~0.25	—	6.0
粗粒砂 1.0~0.5	12	5.0
微粒レキ (3.0)	—	4.0
中粒レキ (5.0)	—	3.5
レキ及び砂の混合	9	—
玉石を含んだ粗粒レキ	—	3.0
玉石とレキを含んだ転石	—	2.5
転石, レキと砂	4~6	—
軟粘土	—	3
中粘土	—	2
重粘土	—	1.8
硬粘土	—	1.6

( )はJ.D.Justinによる<sup>3)</sup>

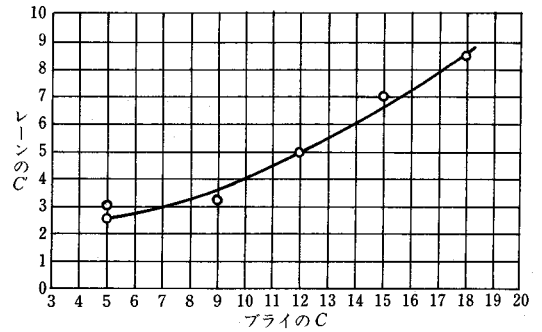


Fig. 4 ブライとレーンの係数関係

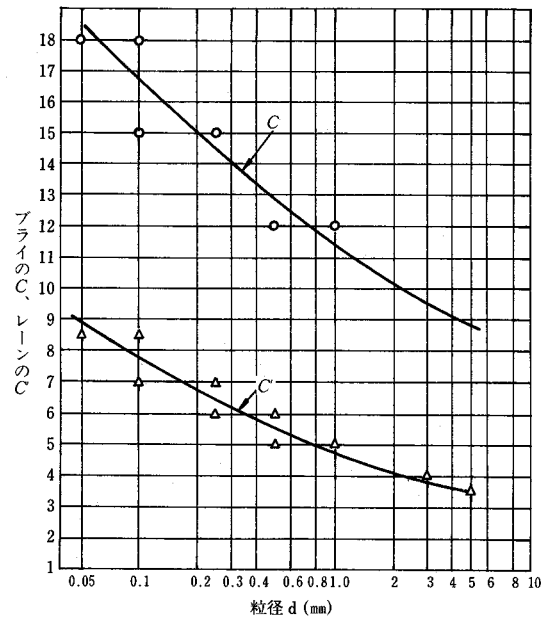


Fig. 5 基礎地盤の粒径dとCおよびC'

### 6. 計算例

(1)条件

水位差  $\Delta H = 2.55\text{m}$ , 基礎地盤, ブライの  $C = 9$

(2)計算式

堰体の幅  $w_0$  とシートパイルの長さ  $d_0$

$$w_0 = \frac{C \cdot \Delta H}{\left(\frac{2d_0}{w_0} + 1\right)}$$

エプロンの長さ  $l_1$

$$l_1 = 1.1C\sqrt{D_1} \approx 1.1C\sqrt{\Delta H}$$

ここでは  $D_1 \approx \Delta H$  と仮定した。

(3) 計算結果

$\frac{d_0}{w_0}$	$w_0$ (m)	$l_1$ (m)	$d_0$ (m)
0.35	13.50	<15.81	4.74
0.30	14.34	<15.81	4.30
0.25	15.30	<15.81	3.83
0.20	16.39	>15.81	3.28

以上の結果、現地の状況に応じ、実際施工上のシートパイルの打込み可能性の観点から  $d_0$  と  $w_0$  の関係を決定する。決定された  $w_0$  がエプロンの長さより短いときはエプロンの必要長さで幅を決定する。

7. 設計指針

この報文から次の結論が得られるであろう。

(1) レーンの式は考え方としては合理的であるが Fig. 3 でみる限り、プライの式で浸透路長を決定してもよさそうである。しかし、基礎地盤の種類と  $d_0/w_0$  の関係を一応考慮した方がよい。

(2) シートパイルは堰体の上流端に設置し、その長さは  $\Delta H < d_0 < d_0/w_0 = 0.35$  の範囲が望ましいようである。

(3) 適切な浸透路長とシートパイルの長さを求め、もし、堰体の幅がエプロンの長さより不足したときは、その不足分をプラスした方がより安全である。

(4) エプロンに対する耐摩耗性とこれに続く護床工の設計には十分配慮すべきである。とくに基礎が岩盤でない限り、護床工は必ず設けるべきである。

(5) 実態調査にもとづく経験から、流砂のある河川では水褥工 (Water cushion type) は不適当であり、コンクリートブロックを用いた護床工で対応すべきである。

参考文献

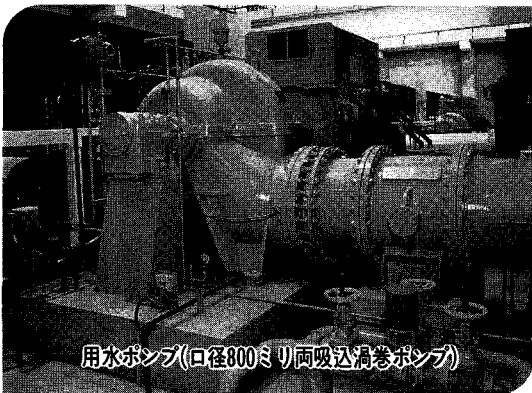
- 1) 矢作文弥：透水性地層を基礎とするダムの堤体下 浸透流速に関する研究、技術研究所報告 (土木・60011) 電力中央研究所
- 2) 農業土木学会：農業土木工事図譜、第1集、取水施設編、昭和40年4月
- 3) J. D. Justin : Design of earth dams, Trans. A. S. C. E. Vol 87 (1924) p. 49.

[1990.12.10 受稿]

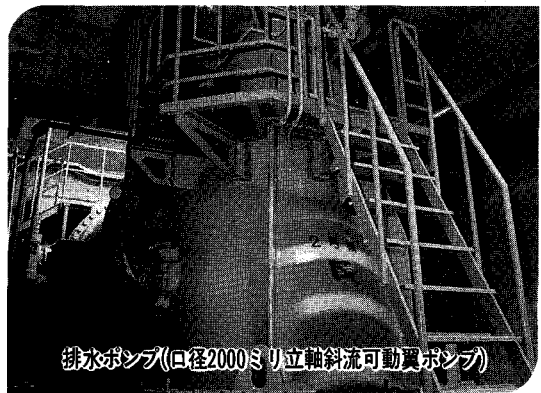


**トリシマポンプ**

**かんがい、排水事業で  
大きな働き**



用水ポンプ(口径800ミリ両吸込渦巻ポンプ)



排水ポンプ(口径2000ミリ立軸斜流可動翼ポンプ)

トリシマ

**株式会社 西島製作所**

東京支社：東京都千代田区丸ノ内1-5-1 新丸ビル ☎03(3211)8661(代)  
 本社・工場：大阪府高槻市宮田町1-1-8 ☎0726(95)0551(大代)



# 投 稿 規 定

- 1 原稿には次の事項を記した「投稿票」を添えて下記に送付すること

東京都港区新橋 5-34-3 農業土木会館内, 農業土木技術研究会

- 2 「投稿票」

- ① 表 題
- ② 本文枚数, 図枚数, 表枚数, 写真枚数
- ③ 氏名, 勤務先, 職名
- ④ 連絡先 (TEL)
- ⑤ 別刷希望数
- ⑥ 内容紹介 (200字以内)

- 3 1 回の原稿の長さは原則として図, 写真, 表を含め研究会原稿用紙(242字)60枚までとする。

- 4 原稿はなるべく当会規定の原稿規定用紙を用い(請求次第送付), 漢字は当用漢字, 仮名づかいは現代仮名づかいを使用, 術語は学会編, 農業土木標準用語事典に準じられたい。数字はアラビア数字(3単位ごとに, を入れる)を使用のこと

- 5 写真, 図表はヨコ7cm×タテ5cm大を242字分として計算し, それぞれ本文中のそう入個所を欄外に指定し, 写真, 図, 表は別に添付する。(原稿中に入れない)

- 6 原図の大きさは特に制限はないが, B4判ぐらいまでが好ましい。原図はトレーサーが判断に迷わないよう, はっきりしていて, まぎらわしいところは注記をされたい。

- 7 文字は明確に書き, 特に数式や記号などのうち, 大文字と小文字, ローマ字とギリシャ文字, 下ツキ, 上ツキ, などで区別のまぎらわしいものは鉛筆で注記しておくこと,

たとえば

C, K, O, P, S, U, V, W, X, Zの大文字と小文字

O(オー)と0(ゼロ)  $a$ (エー)と $\alpha$ (アルファ)

$r$ (アール)と $\gamma$ (ガンマー)  $k$ (ケイ)と $\kappa$ (カッパ)

$w$ (ダブルユー)と $\omega$ (オメガ)  $x$ (エックス)と $\chi$ (カイ)

1(イチ)と $l$ (エル)  $g$ (ジー)と $q$ (キュー)

$E$ (イー)と $\epsilon$ (イプシロン)  $v$ (バイ)と $\nu$ (ウブシロン)

など

- 8 分数式は2行ないし3行にとり余裕をもたせて書くこと

数字は一マスに二つまでとすること

- 9 数表とそれをグラフにしたものとの併載はさけ, どちらかにすること

- 10 本文中に引用した文献は原典をそのまま掲げる場合は引用文に『 』を付し引用文献を本文中に記載する。孫引きの場合は, 番号を付し, 末尾に原著者名: 原著論文表題, 雑誌名, 巻: 頁~頁, 年号, 又は“引用者氏名, 年・号より引用”と明示すること。

- 11 投稿の採否, 掲載順は編集委員会に一任すること

- 12 掲載の分は稿料を呈す。

- 13 別刷は, 実費を著者が負担する。

# 農業土木技術研究会入会の手引

## 1. 入会手続

- ① 入会申込みは研究会事務局へ直接又は職場連絡員へ申し込んで下さい。申込書は任意ですが、氏名、所属を明示下さい。
- ② 入会申込みはいつでも結構ですが、年度途中の場合の会費は会誌の在庫状況により決定されます。
- ③ 入会申込みと同時に会費を納入していただきます。

## 2. 会費の納入方法

- ① 年会費は2,300円です。入会以後は毎年6月末までに一括して納入していただきます。

## 3. 農業土木技術研究会の活動内容

- ① 機関誌「水と土」の発行……年4回（季刊）
- ② 研修会の開催……年1回（通常は毎年2～3月頃）

## 4. 機関誌「水と土」の位置づけと歴史

- ① 「水と土」は会員相互の技術交流の場です。益々広域化複雑化していく土地改良事業の中で各々の事業所等が実施している多方面にわたっての調査、研究、施工内容は貴重な組織的財産です。これらの情報を交換し合って技術の発展を図りたいものです。

### ② 「水と土」の歴史

（農業土木技術研究会は以下の歴史をもっており組織の技術が継続されています。）

- S28年………コンクリートダム研究会の発足  
『コンクリートダム』の発刊
- S31年………フィルダムを含めてダム研究会に拡大  
『土とコンクリート』に変更
- S36年………水路研究会の発足  
『水路』の発刊
- S45年………両研究会の合併  
農業土木技術研究会の発足 ←  
『水と土』

## 入 会 申 込 書

平成 年 月 日

私は農業土木技術研究会に入会します。

氏 名：

所 属：

農業土木技術研究会役員名簿（平成2年度）

会 長	平井 公雄	前水資源開発公団理事
副 会 長	中道 宏	構造改善局建設部長
	志村 博康	東京大学教授
理 事	黒澤 正敬	構造改善局設計課長
	佐藤 昭郎	水利課長
	片岡 泰三	首席農業土木専門官
	逸見 宏道	関東農政局建設部長
	白石 英彦	農業工学研究所長
	黒川 義孝	北海道開発庁農林水産課長
	川田 弘二	茨城県農地部長
	杉浦 英明	水資源開発公団第二工務部長
	坂根 勇	㈱土地改良建設協会専務理事
	中島 哲生	㈱農業土木事業協会専務理事
	渡辺 滋勝	㈱三祐コンサルタンツ副社長
	伊東 久彌	西松建設㈱常務取締役
	塚原 真市	大豊建設㈱常務取締役
監 事	荒井 聰	関東農政局設計課長
	池田 実	㈱日本農業土木コンサルタンツ副社長
常任顧問	森本 茂俊	構造改善局次長
	中川 稔	全国農業土木技術連盟委員長
顧 問	岡部 三郎	参議院議員
	須藤良太郎	
	小林 国司	㈱畑地農業振興会会長
	梶木 又三	全国土地改良事業団体連合会副会長
	福田 仁志	東京大学名誉教授
	福沢 達一	㈱農業土木会館代表取締役社長
編集委員長	片岡 泰三	構造改善局設計課
常任幹事編集委員	宮本 泰行	事業計画課
	高祖 幸晴	設計課
	萩原 恒躬	整理課
	市野 吉造	設計課
総務部長	久郷 徳壽	全国農業土木技術連盟総務部長
幹事編集委員	進藤 惣治	構造改善局地域計画課
	合屋 善之	資源課
	堀内 正之	事業計画課
	島田 敏夫	施工企画調整室
	窪 豊則	水利課
	吉岡 裕次	
	内藤久仁彦	整備課

	渡辺 巧	開発課
	印藤 久喜	開発課
	谷 省治	防災課
	萩原 俊一	関東農政局設計課
幹事編集委員	丹治 肇	農業工学研究所水工部
	佐藤 勝彦	国土庁調整課
	仰木 文男	水資源公団第2工務部設計課
	土岐 昭義	農用地整備公団業務部業務課
	中森 一郎	㈱日本農業土木総合研究所

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㈱	
太陽コンサルタンツ㈱	
㈱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	
㈱日本農業土木総合研究所	
㈱ 間 組	
㈱ 日立製作所	
Fe石炭工業技術研究所	
	(18社)
㈱ 青木 建設	2口
㈱ 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㈱	
日石合衛製品㈱	
前田建設工業㈱	
三井建設㈱	

	(13社)	日兼特殊工業(株)	1口
I N A新土木研究所	1口	日本技術開発(株)	〃
アイサワ工業(株)	〃	日本国土開発(株)	〃
青葉工業(株)	〃	日本大学生産工学部図書館	〃
旭コンクリート工業(株)	〃	日本ヒューム管(株)	〃
旭測量設計(株)	〃	日本プレスコンクリート(株)	〃
伊藤工業(株)	〃	日本舗道(株)	〃
茨城県調査測量設計研究所	〃	西日本調査設計(株)	〃
上田建設(株)	〃	八田工業(株)	〃
(株)ウォーター・エンジニアリング	〃	福井県土地改良事業団体連合会	〃
梅林建設(株)	〃	福岡県農林建設企業体岩崎建設(株)	〃
エスケー産業(株)	〃	福本鉄工(株)	〃
(株)大本組	〃	(株)婦中興業	〃
大野建設コンサルタント(株)	〃	(株)豊蔵組	〃
神奈川県農業土木建設協会	〃	北海道土地改良事業団体連合会	〃
技研興業(株)	〃	(株)北海道農業近代化コンサルタント	〃
(株)木下組	〃	堀内建設(株)	〃
岐阜県土木用ブロック工業組合	〃	前田製管(株)	〃
(株)クボタ建設	〃	前沢工業(株)	〃
(株)クボタ鉄工(大阪)	〃	真柄建設(株)	〃
(株)クボタ鉄工(東京)	〃	(株)舛ノ内組	〃
京葉重機開発(株)	〃	丸伊工業(株)	〃
(株)古賀組	〃	丸か建設(株)	〃
(株)古郡工務所	〃	(株)丸島アクアシステム	〃
(株)後藤組	〃	丸誠重工業(株)東京支社	〃
小林建設工業(株)	〃	水資源開発公団	〃
五洋建設(株)	〃	水資源開発公団奈良俣ダム建設所	〃
佐藤企業(株)	〃	宮本建設(株)	〃
(株)佐藤組	〃	ミサワリゾート(株)	〃
(株)塩谷組	〃	山崎ヒューム管(株)	〃
昭栄建設(株)	〃	菱和建设(株)	〃
新光コンサルタンツ(株)	〃	若鈴コンサルタンツ(株)	〃
須崎工業(株)	〃		(78社)
世紀東急工業(株)	〃	(アイウエオ順)	計 109社 158口
大成建設(株)高松支店	〃		
大和設備工事(株)	〃		
高橋建設(株)	〃		
高弥建設(株)	〃		
(株)田原製作所	〃		
中国四国農政局土地改良技術事務所	〃		
(株)チェリーコンサルタンツ	〃		
中央開発(株)	〃		
東急建設(株)	〃		
東邦技術(株)	〃		
東洋測量設計(株)	〃		
(株)土木測器センター	〃		
中川ヒューム管工業(株)	〃		

農業土木技術研究会会員数

地方名	通 常 会 員							地方名	通 常 会 員									
	県	農水省 関係	公園 団体	等	学校	個人	法人		外国	県	農水省 関係	公園 団体	等	学校	個人	法人	外国	
北海道	106	379	26		8	23												
東	青森 岩手 宮城 秋田 山形 福島	森手	49	37		2			近畿	滋賀 京都 大阪 兵庫 奈良 和歌山	43	8	3	1	4			
		城田	60	28	22	3	4	1			5							
		田形	37	67		5	19	5			4							
		形島	97	5		1	6	4			5							
		島	28	8		2	1	4			5							
	61	49			1	1												
北	小計	332	194	22	13	31			畿	小計	251	132	5	16	23			
関	茨城 群馬 埼玉 千葉 東京 神奈川 山梨 長野 静岡	城木	96	62	8	3	11		中国 四国	鳥取 島根 岡山 広島 山口 徳島 香川 愛媛 高知	32	12	3	2	4			
		馬場	82	26		3	2	6			4							
		玉川	40	16							4							
		葉山	61	26	9	1	15				2							
		京大	49	27	15	15	15				1							
		奈川	4	187	36	11	55				2							
		山梨	50			4	19				2							
		長野	39								2							
		静岡	38	10	5	3	1				84	13						
			101	10			6				47	7						
東	小計	560	364	73	25	124			九	小計	510	114	3	23	19			
北	新潟 富山 石川 福井	湯川	78	46		2	6		九州	福岡 佐賀 長門 熊本 大分 宮崎 鹿児島 沖縄	30	16	27	7	9			
		山井	67	21			4				12							
		川井	64	68		2	6				8	11						
		井	45	4			1				25	41						
											42	3						
							29	9	3	1								
陸	小計	254	139	0	4	17			九	小計	257	117	39	11	16			
東	岐阜 愛三	阜知	74	21	1	4	6		合計		2,537	1,601	224	106	275	811	22	
		重	180	133	43	1	10											
		三	13	8	12	1	6											
海	小計	267	162	56	6	22			総合計							5,576名		

編集後記

梅の便りも聞こえてくる昨今、春は近くまできています。

春といえば、農村地帯では柳の芽が吹き、春の小川がサラサラ流れている光景を思い浮かべようとするのですが、そこにあるのはネットフェンスに覆われたコンクリートの三面張水路であり、道路の下に隠れている場合もあります。

数値で表現できる範囲の経済性という縛りの中で、

生産性を重視した開発が行なわれてきた結果、自然本来が有していた浄化機能や景観というものを軽視過ぎたのではないのでしょうか。豊かになった、豊かになったといわれている今日こそ環境破壊と言われないように、水を眺め、水に触れ、魚達が棲み、水と遊び、季節感がある「春の小川」を取り戻すべく、新技術もよいけれど、長い農業という歴史の中で培われた農業の技術でもって、農村という美観が再生されることを、その名のとおりに水と土に期待しています。

(防災課 谷 省治)

水 と 土 第 84 号

平成3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 (3436) 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 (3952) 5651 (代表)