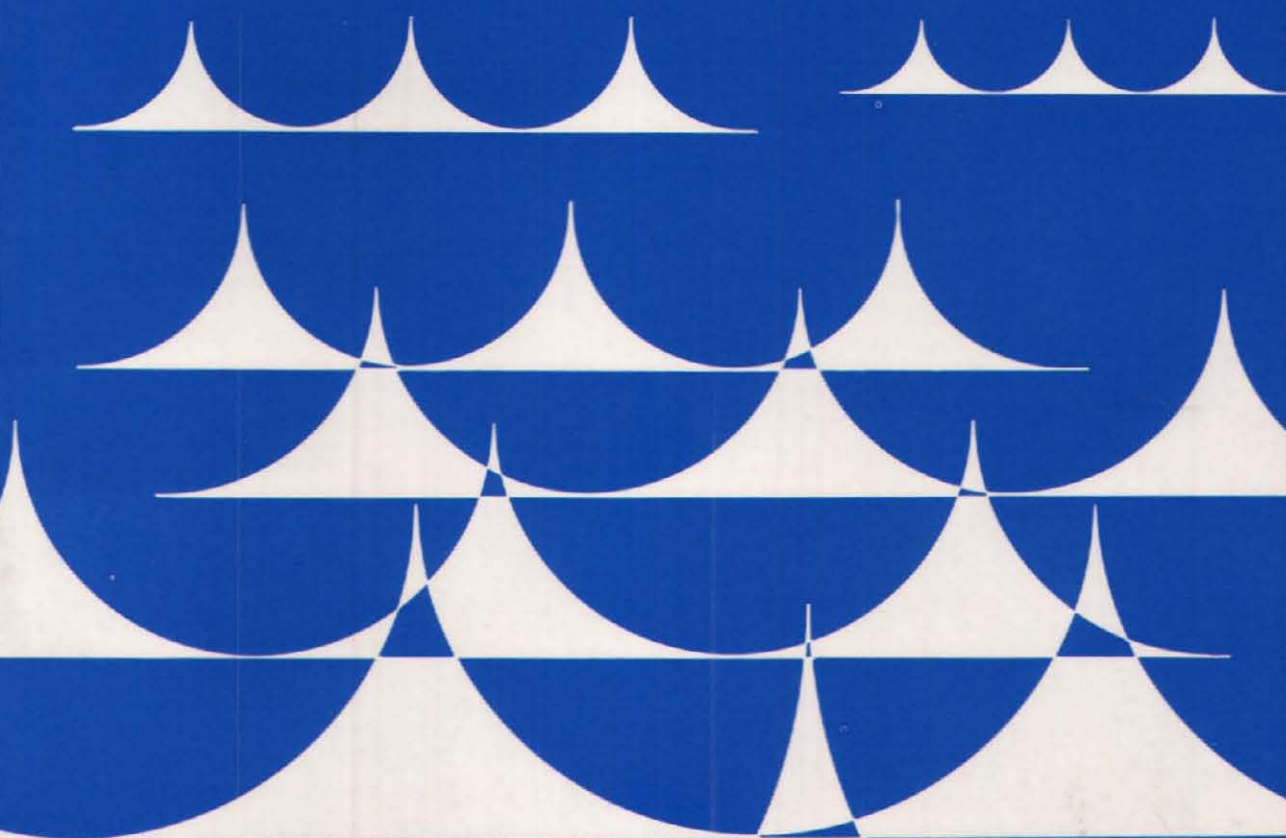


水と土

第 33 号



昭和53年 6 月号

農業土木技術研究会

完成した海部幹線水路 (下流から見る)



木曾川用水事業は昭和44年12月から水資源開発公団事業として行われているもので、海部幹線水路は、この事業の下流部受益地約9,000haにかんがい用水を供給するとともに愛知、三重両県へ都市用水を供給する基幹水路である。

この水路は、従来、用排兼用水路であった佐屋川用水路を全面的に改修して用水路（写真右側）と排水路に分離したものである。

水路諸元	延長	約 17.5km
	勾配	約 1/2,000
	流量	用水路 41.9m ³ /sec 排水路 12.7m ³ /sec
	1 m当り建設費	850千円

施 行 状 況



掘削基盤の整形

掘削後は丁張りを設けて、アンダー dren の施工および基盤の整形を行う。

ウエルポイントはインバートコンクリート打設後まで設置しておく。

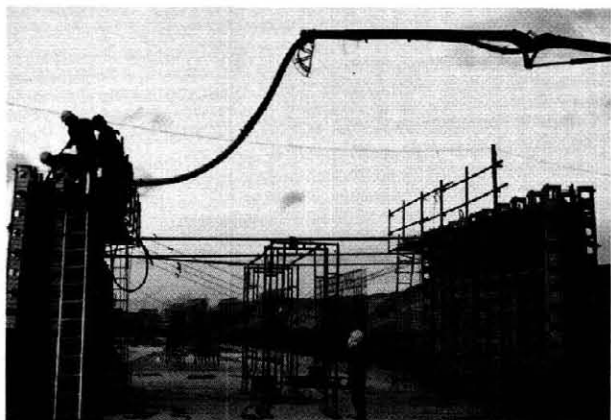


海部幹線水路

インバートコンクリートの打設

上流側から下流を望むもので、左側が用水路、右側が併設排水路である。用水路側は打設が終了し、側壁の鉄筋組み立てを行っている。

排水路側は鉄筋工、打設、養生を行っている。



大型型枠による

側壁コンクリートの打設状況

打設は水路沿いに設けた工事用道路からブーム付きコンクリートポンプ車により行う。

グラビア

完成した^{あま}海部幹線水路

報文内容紹介 ……(1)

報 文

野田地区畑地かんがい計画について

佐藤 英 明
村 上 武 ……(2)

軟弱地盤における頭首工の基礎処理について

——生石灰パイル工法の一事例——

井 深 守 三
佐 木 正 剛
藤 田 正 仁
山 品 正 志 ……(11)

^{あま}海部幹線水路の施工について

長 野 惇
本 家 昇 一 ……(22)

かん水施設の多目的利用とその自動化の実施例について

天 野 昭 和
山 下 敏 彦 ……(44)

農村工業導入に係る環境アセスメント実施指針についての解説

中 沢 功 ……(52)

資 料

河 川 協 議

——水利権取得の事例紹介と解説(その5)

川 尻 裕一郎
萩 原 恒 躬
千 賀 裕太郎 ……(62)
大 尾 峰 雄

工事費概算式(その2)

……(69)

I. 暗渠工事費概算式について

東海農政局名古屋施工調査事務所技術情報課

II. ダム工事費概算式について

東北農政局 仙 台 施 工 調 査 事 務 所 技 術 情 報 課

III. 頭首工工事費概算式について

関東農政局 東 京 施 工 調 査 事 務 所 技 術 情 報 課

埋設とう性管に対する土の反力係数について

(訳) 村 上 康 蔵 ……(84)

講 座

改訂設計基準「パイプライン」について(その3)

山 本 敏 雄 ……(89)

農道のアスファルト舗装(1)

土地改良舗装研究会 ……(96)

会告・編集後記

……(103)

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
- 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 (300字) 65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300字分として計算し, それぞれ本文中のそり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。
写真は白黒を原則とする。
- 7 文字は明確に書き, とく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 α (アルファ)
r(アール)と γ (ガンマー) k(ケイ)と κ (カッパ)
w(ダブルユー)と ω (オメガ) x(エックス)と χ (カイ)
1(イチ)とl(エル) g(ジー)とq(キュー)
E(イー)と ε (イプシロン) v(バイ)と ν (ウプシロン)
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番号を付し, 末尾に文献名, 引用ページなどを記載すること
- 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。

水と土 第33号 報文内容紹介

野田地区畑地かんがい計画について

佐藤 英明 村上 武

梨を対象とする畑地かんがい計画の用水機構について、その一般方針を記述した。

樹園地は傾斜 $1/100 \sim 1/300$ 程度の比較的平坦な地域であるため樹上散水かんがいとし、かん水のみでなく多目的自動化施設を計画したのでその機構諸元等についての基本的な考え方を記述した。

(水と土 第33号 1978年6月 P. 2)

かん水施設の多目的利用とその自動化の実施例について

天野 昭和 山下 敏彦

国営開拓事業によって造成した樹園地(温州みかん)に、固定式多目的畑地かんがい施設を行ない、既に120haの施設を終った。かんがいブロックは経済性、維持管理等から7.5haを基準とし、かんがいブロック混入方式とした。スプリンクラーは防除に主眼を置き、中間庄のM-Iタイプとした。今後受益者の意向を反映し改善すべき点もあるが、現段階における施設的设计内容を紹介する。

(水と土 第33号 1978年6月 P. 44)

軟弱地盤における頭首工の基礎処理について

一生石灰パイル工法の一事例一

井深 守三 佐々木正剛

藤田 仁 山品 正志

北海道営災害復旧事業下八束頭首工の基礎に施工した工法のうち、生石灰パイルによる地盤改良した水叩き基礎工の設計から施工結果について報告するものである。

(水と土 第33号 1978年6月 P. 11)

農村地域工業導入実施計画に係る環境アセスメントに関する実施指針についての解説

中澤 功

農村工業導入による農村環境の破壊は余り目立たない形態で、然し急激に進んで来ている。農村地域の環境質とくに水質の劣悪化は農業基盤整備事業との係り合いから切り離せない問題である。県および農政局段階で、農村工業導入地区の審査に当る技術者のために、初歩的なものであるが、環境質の現況把握、将来への予測手法、および評価の水準等について解説を試みたので参考にさせていただきたい。

(水と土 第33号 1978年6月 P. 52)

海部幹線水路の施工について

長野 惇 本家 昇一

木曾川用水事業(下流部)の幹線水路として、水資源開発公団で施工中の海部幹線水路は、延長17.5km、最大通水量約 $42\text{m}^3/\text{s}$ の用水路と、この水路沿いに帯状に存在する自己流域の水を流下させる併設排水路から成っている。工事は昭和46年度から開始し、現在ほぼ完成を見ているものである。本報文では、この水路の概要および特徴を紹介するとともに、工事に関する諸条件とその対策について、施工例により報告するものである。

(水と土 第33号 1978年6月 P. 22)

野田地区畑地かんがい計画について

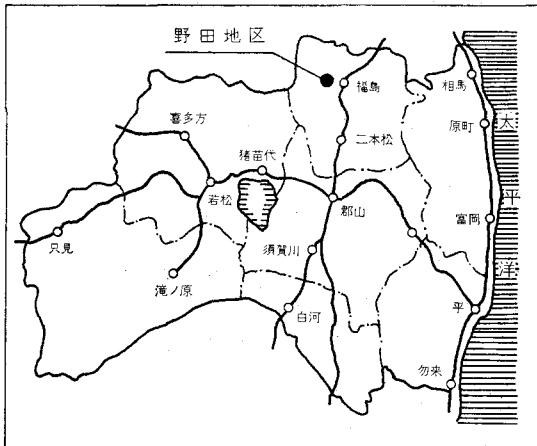
佐 藤 英 明*
村 上 武*

目 次

1. 地区の概要	(2)	(1) 水路工	(4)
2. 畑地かんがい計画	(2)	(2) 用水施設工	(5)
(1) 畑地かんがい計画の手順	(2)	(3) 自動化設備工, 防除設備工	(5)
(2) かんがい方式の決定	(2)	4. 実施設計	(6)
(3) 有効雨量	(2)	(1) かんがい計画	(6)
(4) 水源計画	(2)	(2) ローテーションブロックの決定	(7)
(5) 計画用水量の決定	(2)	(3) 畑地かんがい多目的利用方式	(8)
(6) かんがい計画の基礎諸元	(4)	(自動化, 防除)	(8)
3. 主要工事計画	(4)	(4) 薬液管内の残液利用	(10)

1. 地区の概要

本地区は福島県の西部に位置し、梨で有名な地域であるが、都市化の進展が激しく、年々農業人口が減少しており、樹園経営の機械化及び省力化が熱望されている。



基幹作物である梨は京浜地区への直送を主体としているが、粒、色、味及び出荷時期が決め手となるため自然条件に左右される農業経営である。また、大部分が礫質土壌であるため保水力が乏しく、かつ梨の成長期である春夏に比較的降雨が少なく、防除用水にも事欠く現状にある。そこで深層地下水をかんがい用水とし、散水施設および防除施設等の多目的利用施設を造り、自然条件に依存する従来の経営から人工的に条件を変化せしめ、品質向上と生産性の向上を図るため県営かんがい排水事業と

して昭和51年度から着手されたものであり、計画の手順及びローテーションブロック、かんがい方式並びに多目的利用方式等について記述する。

主要工事の内容

用水施設工

深井戸	深度150m	φ300mm	(ケーシング) 5ヶ所
水中ポンプ	Q=1.39m ³ /min	φ125mm	水中ポンプ 5台
加圧ポンプ	Q=1.65m ³ /min	φ125mm	定速1台, 変速1台
	Q=2.50m ³ /min	φ150mm	定速1台, 変速1台
	Q=2.50m ³ /min	φ150mm	
ファーム Pond	20×37×2 m	V=1.100m ³	1ヶ所
水路工	幹線	6,456m	
	支線	33,033m	
	散水線	144,288m	

自動化設備工	1式
防除設備工	1式

2. 畑地かんがい計画

(1) 畑地かんがい計画の手順

1) 受益地は、主として福島市野田農協の管内にある梨(20世紀)を主体とする樹園地で、栽培管理及び販売等、一つの営農集団を形成している。

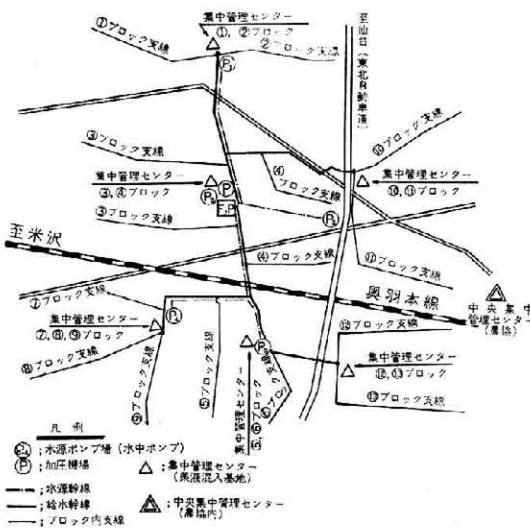
2) 降雨からみた畑地かんがいの必要性。

イ) 計画基準年昭和35年におけるかんがい頻度は15%~100%で時期的にかなりの差はあるが、7月下旬

* 福島県農地建設課



野田地区全景



図一1 野田地区概略図

より8月中旬の盛夏にはその割合が100%に達する。

ロ) 最近10ヶ年(昭和39年~48年)におけるかんがい期間中の干天頻度(間断日数以上の干天日数)は月別には差があるが、やはり7月~8月にかけてが大きく月別平均15日前後である。

3) かんがい期間は5月初旬の催芽促進助長期より、9月の整形着色から光沢を良くする迄の5月1日~9月10日の133日間とする。

4) 計画諸元の決定は、昭和48年度に行った調査結果と昭和38年度に行われた吾妻地区の調査結果の分析に基づいて行った。

5) 畑地かんがい方法は、地形が1/100~1/300の傾斜を有する比較的平坦な地域のため樹上散水かんがいとする。

6) 水利用計画は、基準年を昭和35年とする。

7) 本計画においては、かん水のみでなく防除等多目的の利用もとり入れた管理作業の省力化を図るため自動化システムの導入を図る。

(2) かんがい方式の決定

前述の如く、かんがい施設の多目的利用を計画の基本方針とするため樹上散水かんがいとする。

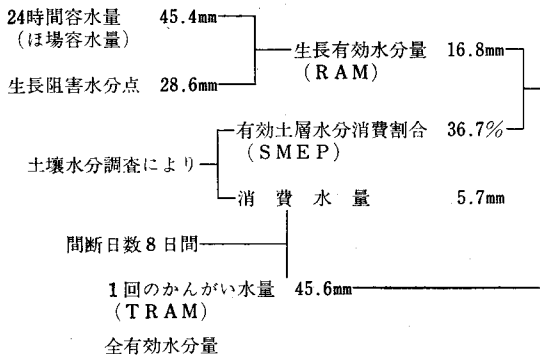
(3) 有効雨量

降雨量のうち5mm未満は無効、5mm以上の降雨量の80%を有効とし、上限値は全生長有効水分量(TRAM値)とする。計画基準年昭和35年のかんがい期間中の総降雨量は400mmであり、その有効量は298mmである。

(4) 水源計画

本地区内の5ヶ所において深層地下水を水中ポンプにて揚水して水源とする。その賦存量は本地区の揚水試験及び現況調査等から1ヶ所当り2,000m³/日前後あることが確認されている。今回も受益地内で揚水試験を実施して結果を確認した。

(5) 計画用水量の決定



図一 2 用水量算定の順序

用水量の算定は次の順序による。

1) 24時間容水量

飽和水分量からほぼ24時間を経た土壤に保留されている水分量で作物に利用される土壤水分の上限界であり、水分張力PF2に相当する。

2) 生長阻害水分量

作物が正常に生育するための最小の土壤水分量で、水分張力PF3に相当する。(初期萎れ点)

3) 生長有効水分量

24時間容水量から生長阻害水分点迄の土壤水分量で、作物に容易に利用され正常生育を保證する水分量である。

24時間容水量—生長阻害水分点
(PF2) (PF3)

4) 有効土層及び制限土層

蒸発散作用による土壤水分減少過程において24時間容水量より水分減少の認められる土層を有効土層とし、その中で特に水分減少が速くその層の水分状態が作物の成長に直接影響を与える土層を制限土層とする。

5) 土壤水分消費割合

有効土層内における水分減少量を調査し、その結果に基づき制限土層を決め、この制限土層における作物の水分吸収割合を全体の吸収量に対する割合で表わす。即ちほぼ中断日数に近い連続干天期間における制限土層の消費水量を、有効土層中の消費水量で除したものである。

6) 全生長有効水分量

制限土層内の平均土壤水分が24時間容水量から生長阻害水分点に達する迄に、有効土層内で消費される全水分量を制限土層の水分消費割合で除して求める。

(6) かんがい計画の基礎諸元

1) 作物の純用水量

テンションメーターの観測値を水柱深に換算し、PF~水分曲線から土壤含水量を求め旬別毎に蒸発散量(ET)及び蒸発散比(d)を求めて、作物の純用水量(蒸発散量)を決定すると下表のとおりである。

2) 用水機構の諸元の総括

表一 1 蒸発散量の決定

	S.47年	S.48年	左平均	蒸発計	蒸発散	決定	備考
	蒸発散比	蒸発散比		蒸発量	量	蒸発散量	
4月	—	—	—	2.5	—	4.0	
5月	0.78	1.07	0.93	4.2	3.9	4.0	
6月	1.07	0.95	1.01	3.6	3.6	4.0	
7月	1.37	1.37	1.37	4.2	5.7	5.7	
8月	1.02	1.20	1.11	4.5	5.0	5.7	
9月	0.90	1.50	1.20	3.1	3.7	4.0	

- ① ほ場容水量 (FC) 45.4mm
- ② 生長阻害水分点 (WP) 28.6mm
- ③ 生長有効水分量 (RAM) 16.8mm
- ④ 最大消費割合 (SMEP) 36.7%
- ⑤ 全容易有効水分 (TRAM) 45.6mm
- ⑥ 作物の純用水量 Max 5.7mm (7月, 8月)
Min 4.0mm (4月, 5月, 6月, 9月)
- ⑦ かん断日数
TRAM/ET=45.6/5.7=8日
- ⑧ かんがい効率 85%
適用効率 90% 搬送効率 95%
- ⑨ 作物の粗用水量 (q)
q=5.7/0.85=6.7mm/日
1回当りのかん水量 6.7mm×8日=53.6mm
- ⑩ 浸入能 (インタークレート) について
浸入能試験の結果、浸入速度は50mm/hr以上であり、各ほ場とも充分である。
- ⑪ スプリンクラー配置
散水効率と農薬散布の多目的利用を考慮して、スプリンクラー配置は次のとおりとする。
スプリンクラー支管間隔 12m
スプリンクラー間隔 12m
スプリンクラータイプは30番タイプを使用する。

3. 主要工事計画

(1) 水路工

1) 路線

畑地かんがい計画のため水路はパイプラインとする。また本地区は都市近郊のため、アスファルト舗装道路区間、鉄道横断(奥羽本線)、東北自動車道横断等の箇所がある。そこで送水管は、これらの箇所をなるべくさけた計画とした。送水管は極力市道、農道等の砂利道及び受益地内耕地に埋設する方針とする。

2) 構造

パイプは管種選定及び経済比較の結果、φ300~φ250mmは石綿セメント管、φ200mm以下は塩化ビニル管とする。道路内に埋設する場合は管の土かぶり1.2mと

し、管の基礎は砂基礎とする。または場内に埋設する場合は管の土かぶり0.6mとし、砂基礎はほどこさないものとする。

(2) 用水施設工

本地区の5ヶ所に深井戸(150m)を掘り、深層地下水よりかんがい用水を確保し、水中ポンプ(φ125)及びケーシングφ300(ℓ=150m)よりほぼ中央に設置するファームポンドに用水を集める(水源集中方式)。一方配水ブロックへの送水はファームポンドに設置した加圧ポンプによる。また本地区のポンプ送水方式は、現況地盤で高低差が約40m(136m~96m)もあるので散水にむける圧力変動が大きくなる。そこで加圧ポンプは、高位部に送水するポンプと低位部に送水するポンプと2つの系統に分けるものとする。しかしポンプ機場は、2つの系統のポンプとも同一とする。ポンプは、末端の使用水量の変動に対応できるよう、1つの系統毎に定速モーターポンプと変速モーターポンプを組合わせた計画とする。本地区の加圧場より北側(高位部)を支配する加圧ポンプAをポンプとし、Aポンプの反対側(低位部)を支配する加圧ポンプをBポンプとする。

Aポンプの支配ブロック

1, 2, 10, 11ブロックと3, 4ブロックの一部分

Bポンプの支配ブロック

5, 6, 7, 8, 9, 12, 13ブロックと3, 4ブロックの一部分

各施設の仕様概要は次のとおりである。

1) 深井戸工

深井戸5ヶ所 ℓ=150m

ケーシング φ300mm

2) 水源ポンプ工(1ヶ所当たり2,000m³/日)

表-2 水源ポンプ諸元

	揚水量	揚程	出力	型式	備考
第1号 水中ポンプ	1.39m ³ /分	51.7 m	22 kw	φ125 水中モーターポンプ	
第2号 "	"	60.4	26	"	
第3号 "	"	51.0	22	"	
第4号 "	"	57.1	22	"	
第5号 "	"	62.2	26	"	

表-3 加圧ポンプ諸元

	種別	揚水量	揚程	出力	型式	備考
A ポン プ	定速ポンプ	1.65m ³ /分	73.5 m	37 kw	φ125 多段うず巻ポンプ 三相かご形誘導電動機	
	変速ポンプ	"	"	"	φ125 三相整流子電動機	
B ポン プ	定速ポンプ	2.50	53.6	37	φ150 三相かご形誘導電動機	
	変速ポンプ	"	"	"	φ150 三相整流子電動機	

3) 加圧ポンプ工

4) ファームポンド工

用地の関係により鉄筋コンクリート造りとし、必要容量は1,100m³であり、規模として

横 縦 高

20m×37m×2.0mとする。

(3) 自動化設備工, 防除設備工

自動化に関連する設備には

1) 送水に関する設備(ポンプ, 量水杆, 弁など)

2) かん水に関する設備(スプリンクラー, 弁など)

3) 薬液混入, 残液処理に関する設備(混入器, 攪拌器, 弁など)

があるが、自動化設備工はほ場へのかん水を制御することが主目的である。主制御対象は、ほ場区画(ローテーションブロック)毎に設置する電磁弁である。防除設備工は、本地区の複雑な飛地の多い地形に加え、梨, 桃, りんごの3つの作目が入りこんでいるほ場のため、本管で薬液, 混肥を混入する元混方式では幹線管路が長大になり、また枝線が多くなる。よって本管内の残液を処理することは不可能に近い。薬液混入方式としては末端電磁弁個所に混入器(ベンチュリー管装置)を設け混入させるスミジェット方式と、混合電磁弁方式とが考えられる。混合電磁弁方式は、かん水と防除の2つを自動化して制御できる。一方スミジェット方式は電磁弁毎に薬液タンクを移動させなければならず、自動化する事はできない。そこで本地区の防除設備工は、混合電磁弁を使用した方式とする。かん水, 施肥, 防除を混合電磁弁を利用して自動化する場合は、農薬, 液肥を圧送するパイプをかん水パイプと別個に布設し、しかも出来るだけループに布設し薬液, 液肥の管内に残液が残らないよう計画する。また散水線内に残る残液の有効利用を図るため空気押しによる設備もとり入れる。このためかん水用, 薬液用, 空気用の3本のパイプが必要となる。そこで薬液用パイプと空気用パイプは1本のパイプで兼用させる方式を検討したが次の理由から兼用方式をとりやめる。

a) パイプが2本でもパイプが小口径であるため、パイプの価格が安い。

b) 小口径のパイプ布設の場合、パイプの価格よりも

管理設に要する工事費の割合が大きい。

c) パイプはかん水用支線パイプ、散水パイプとダブル配管とするため工事費が高くない。

d) 薬液用パイプと空気用パイプを兼用すると空気による押し出しが時間的に相当おくれる（ブロック内薬液散布終了後であるから2～3時間かかる）ことになり、薬害の危険が出る。

薬液混入基地は施設費、維持管理方式などを考慮して、20ha以上に1ヶ所とする。集中管理センターは6ヶ所とし、この6ヶ所の集中管理センターを中央で監視するため中央集中管理センター（野田農協内）を設置する。

4. 実施設計

(1) かんがい計画

1) 組織容量

$$q = 166.7 \times \frac{A \times I}{H \times \eta} \quad (l/s/ha)$$

ただし

q = 単位面積当り組織容量 (l/min/ha)

A = 面積 (ha)

I = 消費水量 (mm) 5.7mm

H = かん水時間 (hr) 21hr

η = かんがい効率 0.85

$$q = 166.7 \times \frac{1 \times 5.7}{21 \times 0.85}$$

$$= 53,232l/min/ha = 0.8872l/s/ha$$

2) スプリンクラーの選定と仕様

本地区においては作目が梨、桃、りんごと3種類に分かれており作目別に団地が形成されていないため、スプリンクラーは30番タイプと70番タイプについて比較する。

① 末端工事費

一般的に、70番タイプは30番タイプより安価である。

② 散水防除効果

70番タイプは散水には支障がないが、防除効果は30番タイプより劣る。

③ 地形、作付状況の対応性

本地区の作付状況は基幹作目が梨であるがその他に桃、りんごがあり、梨の間に桃、りんごが介在している状態であるため防除は作目別に行なう事となり、散水直径の大きい70番タイプより30番タイプが有利である。

④ 梨における防除散布量

本地区の梨における防除散布量は10a当り600ℓである。防除時間が5分間ぐらいないと均一散布できないため散水強度は約7～8mm/hrが必要である。

従って本地区のスプリンクラーは、30番タイプとす

る。

3) スプリンクラーの配置

スプリンクラーの間隔は一般には以下に取られている。

$$\text{※スプリンクラー間隔} \quad (D_r) = 0.5 \sim 0.7D$$

$$\text{※支管間隔} \quad (D_m) = 0.60D$$

ここにD = スプリンクラーの散水直径

本地区に於いては多目的利用の中に防除が含まれており、防除効果を高めるためには散水飛跡が完全にオーバーラップする事が望ましい。即ち D_r 、 D_m とも0.5Dとすることが必要である。本地区内で行われている実験は場での結果によると、No 30番タイプを使用して12×12mの配置で非常に高い効果を確認している。そこで散水直径24～25mのスプリンクラーを選定し配管間隔を12×12mと定める。スプリンクラーの規格及び配置の様式は次のようである。

イ) No 30 LA型 (フルサークル)

水圧	2.50kg/cm ²
ノズル口径	3.6×2.4mm
水量	18.20ℓ/min
散水直径	24.40m

ロ) No 25 A A F (パートサークル)

水圧	2.50kg/cm ²
ノズル口径	3.2mm
水量	10.1ℓ/min
散水直径	10.4m

スプリンクラー間隔 $D_r = 12m$

支管間隔 $D_m = 12m$

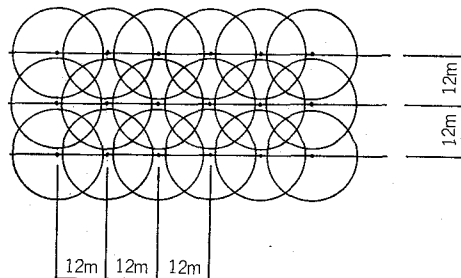


図-3 No 30 LA型

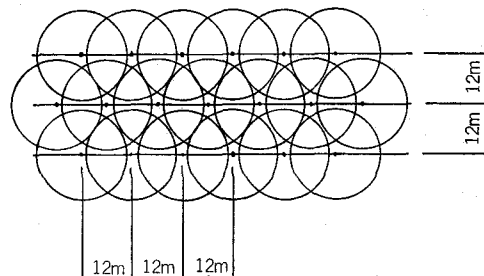


図-4 平行四辺形配置とした場合のラップ状態

配置間隔は30LA型と同じである。

4) 散水計画

① 散水強度 I_n

$$I_n = \frac{q_0 \times 60}{L \times B} = \frac{18.2 \times 60}{12 \times 12} = 7.6 \text{ mm/hr}$$

ここに

q_0 = スプリンクラー吐出量 (l/min)

L = スプリンクラー間隔 12m

B = 支管間隔 12m

本地区の土性は砂壤土 (SL) でありかつ浸透能 $I = 50 \text{ mm/hr}$ 以上であるので散水強度 $I_n = 7.6 \text{ mm/hr}$ でも問題はない。

② 1回のかんがい時間 T

$$T = \frac{M(1 \text{ 回のかん水量})}{I_n (\text{散水強度})} = \frac{53.6}{7.6} = 7.0 \text{ hr}$$

③ 1日の作業時間 H (hr) と移動回数 N (回)

1日の作業時間は21hrとする。

$$N = H/T = 21/7 = 3 (\text{回})$$

④ 同時作動スプリンクラーの個数の決定 (n) 全組織容量 (Q)

$$Q = q_0 \times A = 53.232 \times 129.95 = 6,917/\text{min}$$

ここに

q_0 = 単位面積当り組織容量 53.232l/min/ha

A = 受益面積 129.95ha

$$M = \frac{Q}{q} = \frac{6,917}{18.20} = 380 \text{ 個}$$

ここに $q = 1$ ヶのスプリンクラー散水量 18.20l/min

(2) ローテーションブロック (輪番区) の決定

同時作動スプリンクラーの数は380個であり、その支配面積は $380 \text{ 個} \times (12 \times 12 \text{ m}) = 54,720 \text{ m}^2 \approx 5.47 \text{ ha}$ である。1散水ブロック (1個の電磁弁が支配する面積) を 5.5ha とする事は散水上不合理であるのでいくつか分割しなければならない。どの程度のローテーションブロックの大きさが有利であるかについて検討を加える。ローテーションブロックの数とスプリンクラー数、散水ブロックの面積、必要流量などを示すと次表のようになる。

本計画地区内の受益ほ場は地番別の面積状況より40a以下のは場の数が78.9%も占めており、このうち最も面積的にウェートが大きいのは20~30aである。また作物別の面積比率は梨が71.5%で一番多く、次いで桃、りんご、その他 (将来梨に変わるものと思われる) の順位となっている。ローテーションブロックの決定に当たって5ブロック案、10ブロック案、15ブロック案の工事費の経済比較を行った結果では、5ブロック案が経済的である。その時の1散水セット (1個の電磁弁の支配する部分) の支配する面積が約1.1haである。本地区の受益ほ場は40a以下の小面積ほ場が全面積の約54%を占めているに加えてかつ農地が分散している状況と、主作物の梨の間

表-4 ブロック数とスプリンクラー個数
ブロック面積、流量の比較

ローテーション ブロック数	スプリンク ラーの個数	1散水プロ ック面積	1散水プロ ック流量	備考
5	390/5 =76個	1.094ha	1383.2l/分 =23.1l/s	
6	380/6 =64個	0.922	1164.8l/分 =19.4l/s	
7	380/7 =55個	0.792	1001.0l/分 =16.7l/s	
8	380/8 =48個	0.691	873.6 =14.6l/s	
9	380/9 =43個	0.619	782.6 =13.0l/s	
10	380/10 =38個	0.547	691.6 =11.5l/s	
11	380/11 =35個	0.504	637.0 =10.6l/s	
12	380/12 =32個	0.461	582.4 =9.7l/s	
13	380/13 =30個	0.432	546.0 =9.1l/s	
14	380/14 =28個	0.403	509.6 =8.5l/s	
15	380/15 =26個	0.374	473.2 =7.9l/s	

表-5 地番別の面積状況 (ほ場の個数)

地番毎におけ る面積の範囲	地番の個数	比 率	累加比率
0 ~ 10 a	51	11.6%	11.6%
10 ~ 20	139	31.6	43.2
20 ~ 30	98	22.3	65.5
30 ~ 40	59	13.4	78.9
40 ~ 50	33	7.5	86.4
50 ~ 60	16	3.6	90.0
60 ~ 70	19	4.3	94.3
70 a 以上	25	5.7	100.0
計	440		

表-6 地番別の面積状況 (面積の累計)

地番毎におけ る面積の範囲	地 番 の個数	面 積	比 率	累加比率
0 ~ 10 a	51	362.50 a	2.79%	2.79%
10 ~ 20	139	2109.36	16.23	19.02
20 ~ 30	98	2497.87	19.22	30.24
30 ~ 40	59	2015.87	15.52	53.76
40 ~ 50	33	1459.86	11.23	64.99
50 ~ 60	16	913.37	7.03	72.02
60 ~ 70	19	1252.96	9.64	81.66
70 a 以上	25	2383.19	18.34	100.00
計	440	12994.98	(129.95ha)	

に桃，りんごが入りくんでいるため1散水セットを約1.1haにとる事は営農上，維持管理上問題がある。そこで1散水セットを約30aくらいにとるとローテーションブロック数は18となる。この時の1散水セットのスプリンクラー個数は21個である。しかし経済比較の結果より1散水セットを約30aにとると自動化施設工事が大幅に高くなる。そこでこれらを考慮して1散水セットの支配面積を約40aとして計画するものとする。その結果，地区内の散水用地の地形，道路（東北自動車道，県道）鉄道路線の位置，ポンプ場の位置等を考慮してローテーションを13ブロックに分割するものとする。また13ブロックのときの1散水セットは支配面積が43.2aとなり，スプリンクラー個数が30個である。この時の1ブロック面積が約10ha（130ha÷13）となる。そこで本設計では1ブロックの面積を10ha内外にまとめるものとする。また自動制御においては中継所を各ブロックに設ける事は経済的ではないので中継所は2～3ブロックをまとめて設けるものとする。

(3) 畑地かんがい多目的利用方式（自動化，防除）

本地区は複雑で飛地の多いは場であることに加え，梨桃，りんごの3つの作目が入りくんでいるため，かん水，防除をパイプシステムを利用し自動化する場合は薬液を圧送するパイプを別に布設し，しかも出来るだけループ化をはかり薬液の有効利用を考慮することが必要である。もし本管で薬液を混入する元混方式を採った場合は幹線管路が長大であることと支線が多くなること等から管内の残液を処理する事は困難となる。従って幹線，支線管路内の残液を無視するか，又は数多くの処理用タイマーをコントローラーに組み入れて制御を複雑にするしかない。

1) 薬液混入方式の検討

本地区では元混方式を採用するよりも末端電磁弁個所で混入器（ベンチュリー管）によって混入させる方式（スミジェット）と，薬液を別圧送する方式の採用が適していると考えられる。しかしながら前者の方式では，全自動化する事はできない。また後者の方式には薬液を制御するための自動弁（電磁弁）と本管の水を制御する自動弁（電磁弁）の2個を各末端ブロックの制御に使用する方式と，1個の混合電磁弁を使用す

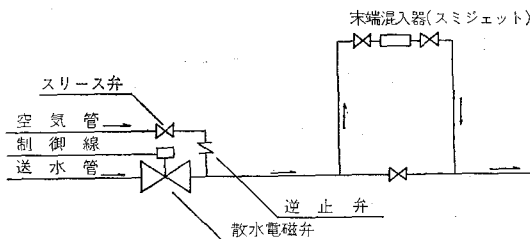


図-5 散水電磁弁取付模式図

る方式がある。そこで次に述べる理由等から特に団地規模が小さくスミジェット方式を採用せざるを得ない場合を除き，一個の混合電磁弁を採用する方式が有利と考えられる。

① 混合電磁弁を使用した場合

混合電磁弁は本管の水の制御と薬液の注入制御を兼ねた電磁弁であり，電磁弁開閉時の本管流量の変化に従ってほぼ比例的に薬液を注入する事が出来る自動弁である。

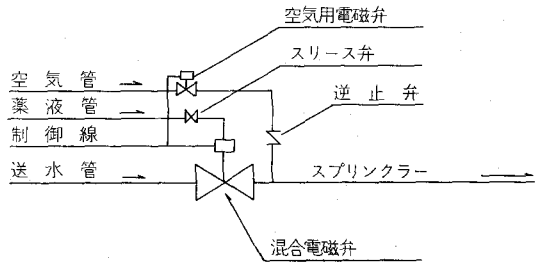


図-6 混合電磁弁取付模式図

混合電磁弁の特徴

- a) 一台の弁で水，薬液の両方を同時に制御出来る。
- b) 弁開閉時の水の流量変化に比例した薬液を注入出来る。

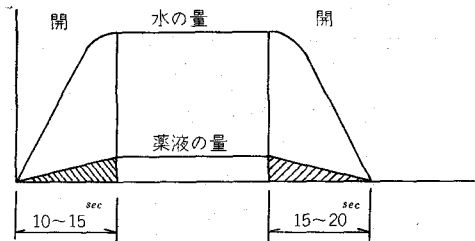


図-7

- c) 薬液は混合電磁弁の二次側に注入されるので弁の主要部は薬液に触れないので耐触性にも問題はない。
- d) 一台の弁であるので，制御ケーブルの太さも細くすることが出来るので有利である。

② 電磁弁二個による場合

薬液を制御するための電磁弁と本管の水を制御する電磁弁の2個を用いて薬液別圧送方式の末端注入を自動化する場合は混合弁に比較して次の様な問題点がある。

- a) 本管用（水）の電磁弁の開閉時に，水量に比例した薬液の注入をする事は困難である。薬液用の電磁弁は本管（水）の電磁弁よりかなり小口径となる。小口径の電磁弁は瞬間開閉する。

この事を矯正するためにタイマーとのリレーによ

り下図の様に修正するが不都合の是正がむづかしい。

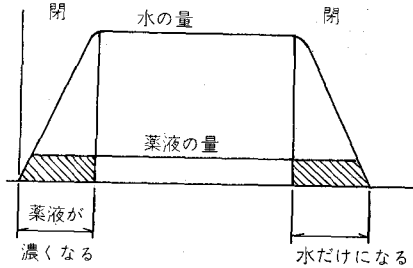


図 - 8

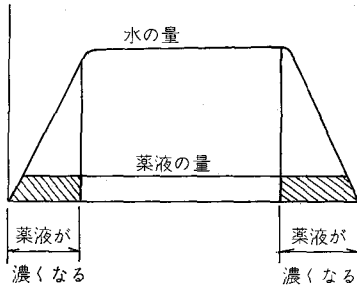


図 - 9

- b) 薬液用電磁弁には濃い薬液が通るので主要部の耐触性の考慮が必要である。
 - c) 自動弁が2個になるのでケーブル線のサイズが大きくなる。
- 2) 自動化制御方法
本地区の受益面積は130haである。この130haを13

ブロックに分けてかんがいうる方式となっている。1～2ブロックは約10haである。自動制御の方法としては、1～2ブロック毎又は1～3ブロック毎に1ヶ所の薬液混入基地を設け、制御機もこの薬液混入基地毎に設置する。(20ha以上に1ヶ所)

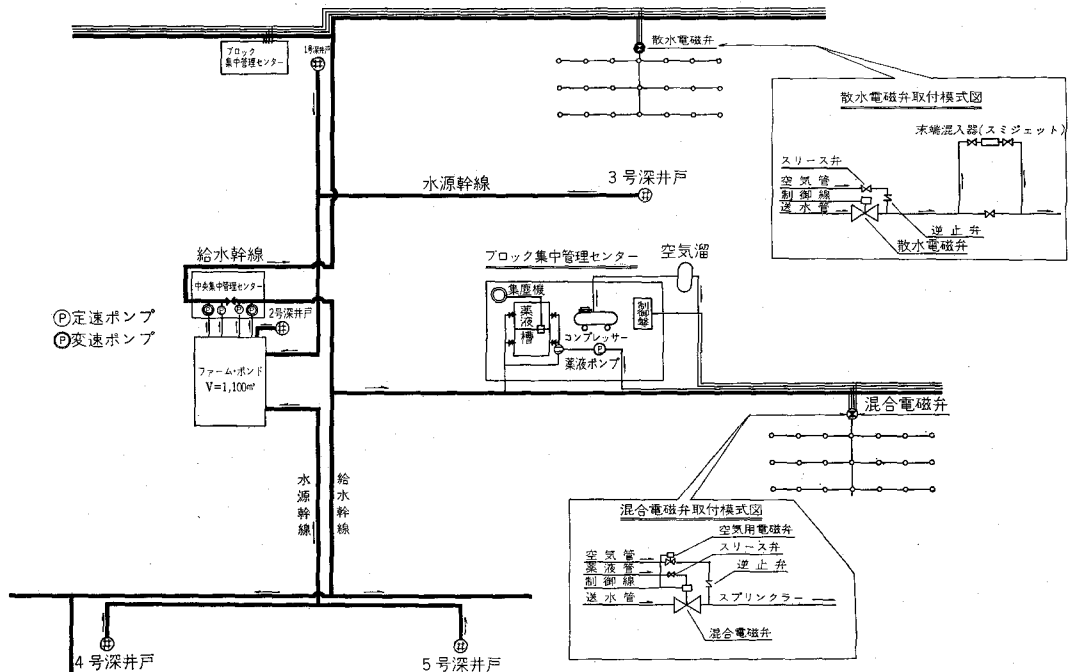
本地区の概略図(図一1)から分かるように、2～3ブロックに地区制御器を設置(集中管理センター)した直接制御方式が最も適している。もし集中制御方式(全地区を一括制御)を採用すれば制御が複雑になり、維持管理面及び外乱(誘導雷等)に対しての事故が広範囲になる可能性が高くかつ工事費が嵩む。そこで集中制御を採るにしてもかん水時のみとし、その場合においても各集中管理センター毎に設置された制御盤の起動停止と運転状態の表示(電源管理)の委譲に止めるべきである。この場合は電源盤と各集中管理センター内の制御器へのケーブルを張るだけであるから費用は嵩まない。(中央集中管理センター～各集中管理センター(6ヶ所))

3) 集中管理センター制御器

本制御器は1～3ブロック毎に設置される薬液混入場所に設けるもので、その団地内のかん水、防除の作業を自動的に指示するものである。自動化の仕様は概略次の通りである。

① かん水作業

- a) 各集中管理センター内の制御器に組み込まれたスタートタイマーにより自動的にかん水開始とな



図一10 配管全体模式図

る。又中央集中管理センター内の電源盤からの指示により自動的にかん水開始となる。

- b) 同時に作動する電磁弁は1個を標準とし、多目的用に分割したブロックは2個同時作動とする。
- c) かん水時間はタイマーにより6分～30分の間で選定出来る。
- d) かん水順序は一定のプログラムに従うが、場合により組合せの組替，変更が出来る。
- e) かん水順序の飛越しが出来る。
- f) かん水ブロックの表示がグラフィックパネルに表示される。

② 防除作業

防除作業は薬液を管内に充満させる「準備作業」，防除液を散布する「防除作業」，薬液送水管の残液を有効利用する「残液散布作業」，スプリンクラー散水線の管内残液を処理する「処理作業」の4つの作業に区分される。

a) 準備作業

- ①準備スタートボタンを押すことにより薬液管内に薬液を充満させる。作動時間は各路線毎にタイマーをセットし自動的に行う。
- ②路線末端の電磁弁と路線切換弁をタイマーにより作動させることにより所定の時間経過後準備完了の表示を出す。
- ③散布不要路線へは薬液の送りが無い様に切換弁に指示させる。

b) 防除作業

- ①防除開始ボタンを押すことにより末端ブロックより所定時間の散布を行う。この場合散布不要路線のキャンセルが出来る。
- ②管内残液有効利用のために各路線末端数個の混合電磁弁は、当初の散布時間を短かく規制するタイマーをセットする。例えば標準散布を6分とすると、残液量が3分の散布量であれば当初散布量が3分である。この方式により管内の残液を有効

利用し、薬液の完全散布を図る。

- ③所定のローテーション通り散布を行うが不要個所の飛越しが出来る。
- ④散布ブロックの表示がグラフィックパネルに表示される。

c) 残液散布作業

- ①各路線の処理タイマーにより薬液管内の残液を末端ブロックに散布し有効利用する。
- ②処理終了後路線毎に残液散布作業終了の表示を出すこと。
- ③押し出し方式は薬液圧送管に空気を送る方式とする。

d) 処理作業

- ①スプリンクラーの散水線の管内残液は薬液送水管と別個の空気用配管により空気を送り残液の処理を行う。この場合ローテーションは防除作業と同一とする。
- ②処理時間は「処理タイマー」により規定する。
- ③空気の注入は、空気用電磁弁の制御により行う。
- ④散水線及びライザー管内の残液は、空気遮断弁により自動的に空気を止め、残液のみを放出させる。

(4) 薬液管内の残液利用

混合電磁弁一次側の残液はその配管の末端数個の混合弁により有効利用し、薬液管内の残液はすべて散布する。薬液管内の残液の有効利用の方法は空気で圧力を加えて押し出す空気押し出しの場合、空気だけが抜け薬液は管の低部に残る可能性があるので小口径の管径にする必要がある。

以上計画の一端について記したが、事業は昭和52年度から、1、2ブロック約20haの工事に着手し昭和53年度春から作動することになっている。多目的利用の畑かんは県内では初めてであり、その成果が目まぐるしく各位のご批判、ご指導をお願いしたい。

軟弱地盤における頭首工の基礎処理について

—生石灰パイル工法の一事例—

井 深 守 三* 佐々木 正 剛**

藤 田 仁** 山 品 正 志**

目 次

1. 諸 言.....(11)	5-3) 生石灰パイルの施工.....(18)
2. 工事の概要.....(11)	5-4) 生石灰パイルの効果測定.....(19)
3. 地質調査.....(11)	5-5) 生石灰パイルについての考察.....(19)
4. 基礎工の概要.....(13)	5-6) 生石灰パイルに寄せる今後の課題.....(20)
5. 生石灰パイル工法.....(13)	6. 工事を顧みて.....(20)
5-1) 一般的事項と原理.....(13)	7. 結 言.....(21)
5-2) 生石灰パイルの設計.....(13)	

1. 緒 言

軟弱地盤上に構造物を築造する場合、工事費に占る基礎工費の割合が意外に大きいことに気づく。

現在頭首工の基礎工には、鋼グイ、コンクリートグイ等の既成グイが主であり、稀にケーソン類の事例をみることができる。

面積が広く載荷重が比較的小さな水叩き、エプロン等の基礎において、圧密層が確認された場合、既成グイによる摩擦グイ工法は、負の摩擦力に対する検討と処置、また支持グイ工法では、工事費の増大、底面と地盤との間に生じる隙間に対処する、浸透路長の対策が大きな課題となる。

水叩き、エプロン等は基盤地盤の圧密と共に、ある程度の沈下を許容する設計、施工が理想的かつ経済的であるかもしれないが、不規則に多量の沈下を許すことはで

きない、そこで地盤改良によって許容値までの沈下量におさえ、構造物の安定を計ろうとする工法が考えられる。しかしこれまで頭首工本体工事に、このような工法が施工された事例は、見うけられない。

筆者らは下八東頭首工の水叩き、リヤーエプロンの基礎工として、生石灰パイル工法による地盤改良を試み、所期の成果を得ることができたので、ここに頭首工の一連の基礎工法と、ともに一事例として報告する。

2. 工事の概要

下八東頭首工は図-1に見るように北海道南部、今金町の南西、後志利別川支流オチャラッペ川の合流点からほぼ2 Kmに位置する。水稻農業を主とするこの地域の400haに及ぶかんがい用水 2.0m³/s を取り入れるため昭和初期に従来の頭首工がこの地点に築造され、これまで約半世紀の間、機能を発揮してきたが、昭和50年8月22日～23日、台風6号が日本海沿岸を北上し不連続線を刺激して東北・北海道はほぼ全域が豪雨にみまわれ、大災害を被った。しかも本頭首工は僅か3日前の18日、5号台風による集中豪雨(157mm/day)を浴びた直後でもあったため、大洪水と共に右岸堤防は決壊し、護岸は崩落、護床流失、ゲート軸は折れ、堤体やエプロンの基礎は空洞に至り原形の半分が失われる激甚な被害を受けた。

取水機能を回復するため災害復旧事業により表-1の計画が樹立された。(図-2、図-3にそれぞれ平面図、正面図、縦断図を示す)

3. 地質調査

後志利別川流域一帯は深い泥炭、軟弱シルト層におお

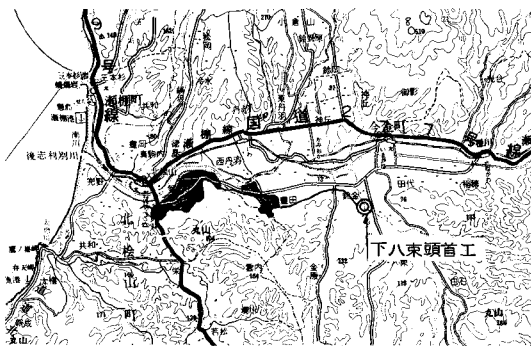


図-1 位置図

* 北海道庁農地開発部農業水利課

** 北海道檜山支庁耕地課

表-1 下八東頭首工計画概要表

関係戸数	111戸	受益面積	400.5ha	計画取水量	代かき期	2.061m ³ /s
型式	フローティングタイプ全可動				普通期	1.074m ³ /s
堤長	35.0m	セキ上高	3.30m	設計洪水量	580.0m ³ /s	
洪水吐門	H=3.30m	L=19.0m	電動式ローラーゲート		1門	
土砂吐兼用	H=3.30m	L=14.0m	電動式ローラーゲート		1門	
ゲート操作	遠方操作・機側操作・手動操作3方式 非常時発電機35KVA設置					
総事業費	631,500,000円	着工	昭和51年2月	竣工	昭和52年12月	

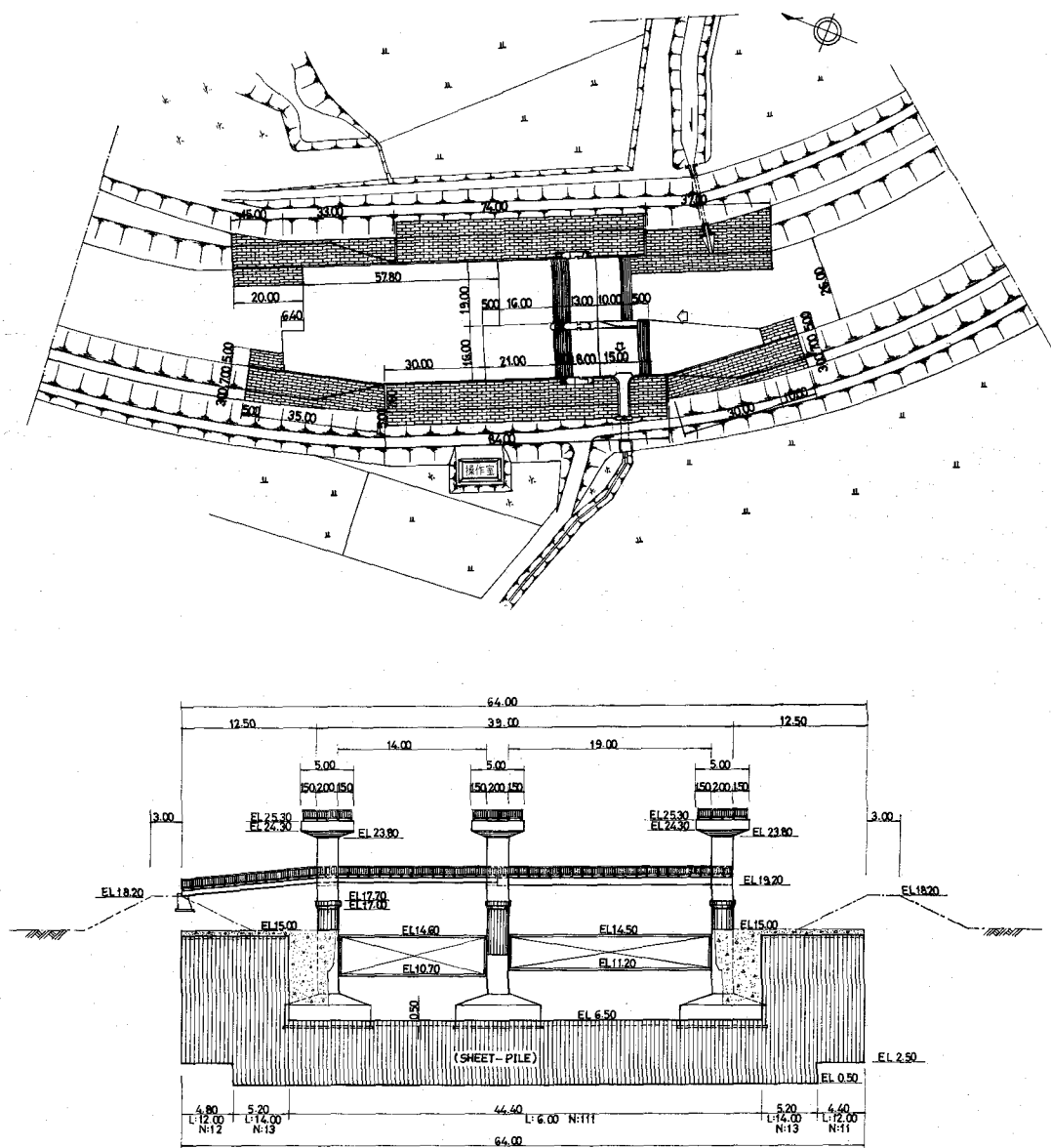


図-2 下八東頭首工平面図，正面図

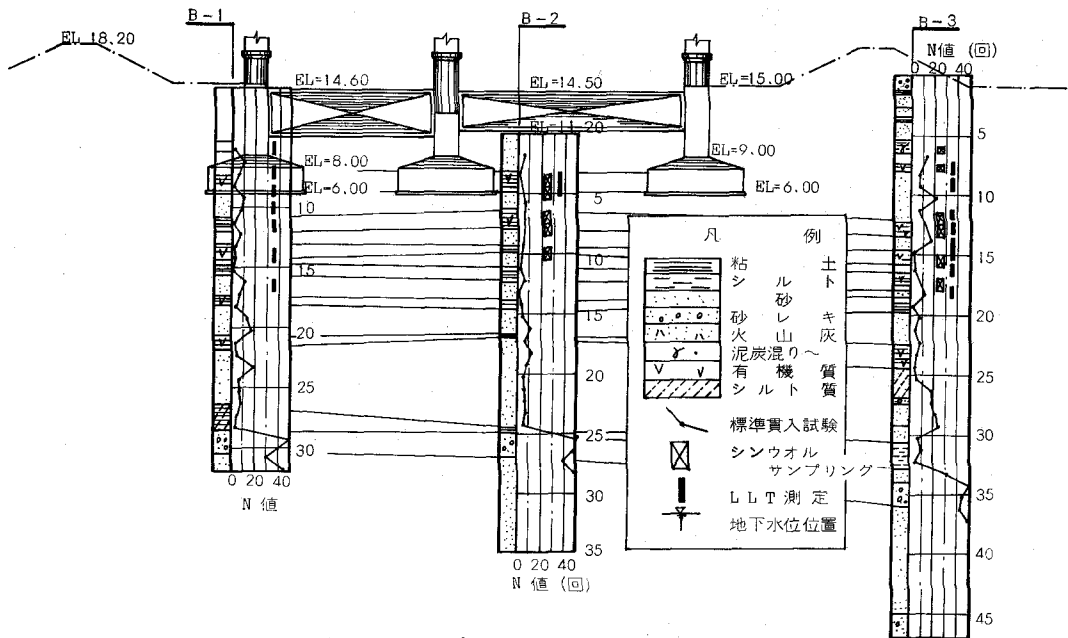


図-4 基礎地盤柱状図

表-2 基礎工法の検討

施工ヶ所	検討事項	既成P C グイ B 種 φ 500mm	鋼管グイ φ 500mm t = 9mm	鋼管グイ φ 600mm t = 9mm
セ キ 柱	a. 1本当り上載荷重	48 t/本 (55)	60 t/本 (70)	71 t/本 (83)
	b. 静的支持力 (軸方向)	75 t/本	75 t/本	90 t/本
	c. " (軸直角)	15 t-M	19 t-M	22.4 t-M
	d. クイの長期支持力	125 t	172 t	207 t
	e. クイの許容曲げモーメント	15 t-M	19 t-M	32 t-M
一 基	1. 支持方法	○支持グイ	○支持グイ	○支持グイ
	2. 作業時間	△	△	○
	3. 経済性要本数	×48本	○38本	○32本
	4. 現場環境 (被圧水に対する考慮)	△	△	○
		8点	10点	12点
擁 壁 工	a. 上 載 荷 重	48 t/本	48 t/本	48 t/本
	b. 静的支持力 (軸方向)	57	57	50
	c. " (軸直角)	8.8 t-M	8.8 t-M	8.8 t-M
	d. クイの長期支持力	75 t/本	139 t/本	110 t/本
	e. クイの許容曲げモーメント	9 t-M	12.5 t-M	10.5 t-M
10m	1. 支持方法	○支持グイ	○支持グイ	○支持グイ
	2. 作業時間	△	△	○
	3. 経済性必要本数	△ 10本	× 10本	○ 10本
	4. 現場環境 (被圧水に対する考慮)	○	○	○
		10点	8点	12点

水叩きリヤエブロン		R C グイ φ400mm ℓ=7.00M	C C P φ400mm ℓ=4.00M	生石灰パイル φ400 ℓ=4.00M
	a. 1本当り上載荷重 b. 静的支持力(軸方向)		8 t/本	8 t/本
1. 支持方法		△摩擦グイ	○複合地盤	○複合地盤
2. 作業時間		○	△	△
3. 経済性 必要本数		△	×	○
4. 現場環境		△	○	○
5. 圧密沈下に対して		×	△	△
		10点	11点	13点

○ 良い・安い 3点 △ 普通 2点 × 悪い・高い 1点

表-3 生石灰の作用原理

CaO + H ₂ O (生石灰 + 土中水)	
┌ 吸水	化学変化に伴ない土中水は生石灰量の32%吸水され含水比低下
├ 膨張	生石灰の2倍の体積に膨張(見かけ体積の膨張)し圧密の促進
└ 発熱	CaO 1 kg - 278.6 k Cal
Ca(OH) ₂	
┌ 吸着吸水	消石灰間ゲキに飽和する毛細管吸水
└ Ca ⁺⁺ + 2OH ⁻ イオン化	
┌ 陽イオン交換	Ca ⁺⁺ → 土粒子陽イオンの交換、及び吸着
├ ポソラン反応	土壌、添加物中のSiO ₂ Al ₂ O ₃ とCaOとの水和物生成
└ 炭酸化	アルカリ性水和物は土中、空気中の炭酸ガスにより中性化する

改良地盤の完了 (複合された地盤)

結果は表-4の通りである。データーのバラツキが大きく、代表値にはボーリング2号孔深さ3.5~8.8mの資料により決定した。

砂層(EL=6.00~4.60m)からの地下水の遮断は、止水矢板、擁壁下部に矢板を挿入することにより行い、さらに材料自体も自硬性の強い、不透水性を示す製品(商品名「ケミコライムS」)を用いることにより、透水性砂質土対策とした。

(i) 地盤の改良

a) 基礎地盤の受ける応力

地盤には水叩きコンクリート5t/m²、水圧3t/m²の上載荷重と、土被り圧の合計された応力は図-5に示すように作用し、無処理の場合における推定圧密沈下量は((2)-(iii)で詳述する)27cmであった。

表-4 土質試験結果一覧表

孔番号	深 度	土 質 名	含 水 比 W(%)	比 重 G S	圧 密 試 験			直接セン断試験	
					初期間ゲキ 比C O	圧密降伏 力応 Py (kg/cm ²)	圧縮指数 C O	粘 着 力 C (kg/cm ²)	内部摩擦角 (度)
B-2	3.50~4.50	粘土泥炭混	82.85	2.586	2.43	1.03	0.77	0.17	23°16'
	4.50~5.50	粘土泥炭散点	54.92	2.655	1.69	1.70	0.37	0.10	43°14'
	6.50~7.50	粘土有機質混	62.78	2.636	2.20	1.39	0.70	0.12	30°07'
	7.50~8.80	同 上	98.87	2.291	2.82	0.82	1.01	0.23	17°29'
	9.50~10.50	同 上	189.55	2.588	5.93	0.30	2.04	0.49	17°29'
B-3	6.00~6.50	粘土泥炭混	173.78	2.518	4.23	1.38	2.20	0.38	12°57'
	7.50~8.00	粘土有機質混	192.13	2.501	4.16	0.82	2.54	0.08	31°30'
	11.50~12.50	同 上	105.38	2.615	3.45	0.49	1.26	0.15	29°33'
	12.50~13.50	同 上	144.08	2.472	3.39	0.86	1.67	0.17	23°31'
	17.00~18.00	同 上	148.73	2.614	3.63	0.71	1.46	0.10	34°36'
設計代表値			70.0	2.60	2.40	0.75		0.17	15.00

b) 粘性土の脱水量

生石灰グイの配列を図-6とした場合、地盤からの単位体積当り脱水量 ΔW は次式により求められる。

$$\Delta W = F \cdot a_s \{ k \cdot \gamma_c + n' \cdot (1 + \epsilon_{vh}) \cdot S_r \cdot \gamma_w \} \dots \dots 5-1$$

ここに ΔW: パイルによる総脱水量 [t/m²]

F: 脱水効率(砂層と互層のため) 0.5

k: 化学変化に伴なう吸水率

γ_c: 生石灰単位体積重量 1.6t/m³

n': パイル膨張後の間隙率 0.55

ε_{vh}: パイル見掛け体積膨張率 0.8

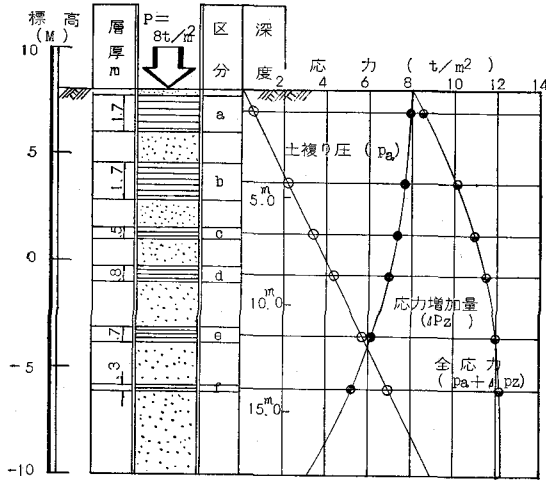


図-5 応力増加と全応力図

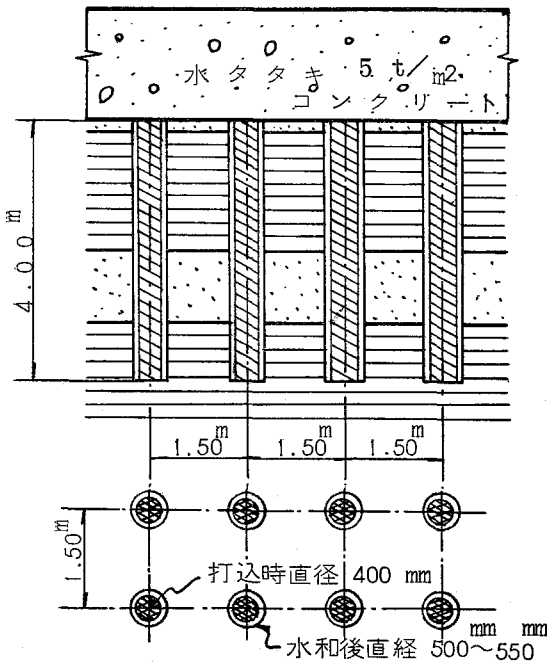


図-6 生石灰キの配置図

S_r : パイルの間隙水飽和度 0.9
 γ_w : 間隙水の密度 $1.0t/m^3$
 a_s : パイル打設面積比 $=\pi r^2 / \text{くい間隔}^2$
 $= (\pi \cdot 0.2^2 / 1.5^2) = 0.056$
 $= 0.5 \times 0.056 \{0.3 \times 1.6 + 0.55(1 + 0.8) \times 0.9 \times 1.0\} \div 0.04t/m^3$

($1M^3$ の土から、 $40kg$ の水が脱水される)

c) 改良後の含水比 w_a と湿潤密度 γ_t'

粘性土の含水比低下量 Δw 5-2式によって求める。

$$\Delta w = \frac{\Delta W}{\gamma_d} \times 100 (\%) \dots \dots \dots 5-2$$

ここに ΔW : 地盤からの脱水量 $0.04t/m^3$
 γ_d : 土の乾燥密度 $= Gs / (1 + e_0)$
 $= 2.60 / (1 + 1.90)$
 $\div 0.90t/m^3$

$$= \frac{0.04}{0.90} \times 100 \div 4.5\%$$

改良後の含水比 w_a

$$w_a = w - \Delta w \quad 5-3$$

ここに w : 原地盤の含水比 70%
 $= 70.0 - 4.5 = 65.5\%$

であり、

改良後の湿潤密度 γ_t' は、

$$\gamma_t' = \frac{\gamma_t - \Delta W}{1.0 - \Delta W} \quad 5-4$$

ここに γ_t : 原地盤の湿潤密度 $= \gamma_a(1 + w)$

$$= 0.90(1 + 0.70)$$

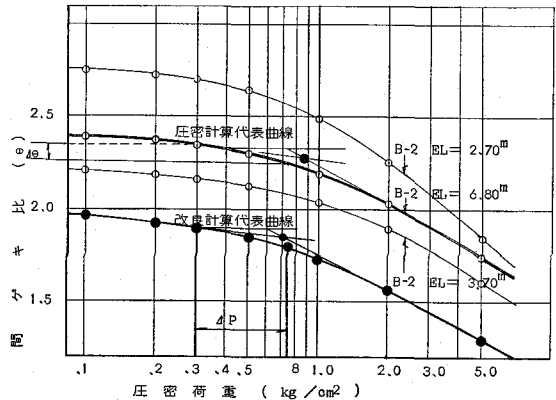
$$= 1.53t/m^3$$

$$= \frac{1.53 - 0.04}{1.0 - 0.04} = 1.55t/m^3$$

d) 改良後の間隙比 e'

$$e' = \frac{1 + w_a}{\gamma_t'} Gs - 1.0 \quad 5-5$$

$$= \frac{1 + 0.655}{1.55} \times 2.60 - 1.0 = 1.78$$



注-1. 圧密計算代表曲線は、当初10ヶ所の圧密試験を行ったものから図-8のa、b層平均的存在であるa層EL=6.8mの結果を用いた。
 注-2. 改良代表曲線は基礎面まで掘き後不カク乱試料を採取し、圧密試験を行った結果を用いた。

図-7 e-log P 曲線

e) 改良された地盤の粘着力の推定

原地盤の資料について圧密試験をおこなった結果、e-log P曲線(図-7)を用いて、間隙比変化量 Δe

$$\Delta e = e - e' = 1.90 - 1.78 = 0.12$$

を求め、これに相当する圧密荷重の増加量 ΔP は、

$$\Delta P = P' - P_y$$

ここに P' : e' に対応する圧密荷重

P_y : 等価圧密圧力 $3.0t/m^2$ (従来の土被り圧力)

$$\Delta P = 7.5 - 3.0 = 4.5 \text{ t/m}^2$$

として求められる。

改良後の粘着力 C' は、次の式によって推定する。

$$C' = C_0 + \alpha \cdot \Delta P \quad (5-6)$$

ここに C_0 : 未改良の粘着力 1.7 t/m^2

α : 粘着力増加係数 $0.2 \sim 0.4$

$$= 1.70 + 0.2 \times 4.5 = 2.60 \text{ t/m}^2$$

となるが $C' = 2.5 \text{ t/m}^2$ とした。

(ii) 石灰グイとしての作用

製造されるクイの強度は、主成分が生石灰であるため周囲の拘束条件によって、大きく左右される、比較的拘束条件の良い粘性土 ($w = 70\%$) における、一軸圧縮強度 (quP) は、 $15 \text{ kg/cm}^2 \sim 20 \text{ kg/cm}^2$ であり、高含水比 ($w = 600\% \sim 700\%$) の泥炭層では 1.5 kg/cm^2 程度である。

本計画では一軸圧縮強度 $quP = 10 \text{ kg/cm}^2$ とした。

a) 載荷重を改良された地盤とパイルが支持する場合パイルの強度 quP と、地盤の強度 qu_0 に比例して、応力が分担されるものとすれば、中間地盤に対する伝達応力 σ_s は、

$$\sigma_s = \frac{q}{(1 - as) + n \cdot as} \quad (5-7)$$

ここに as : 面積比 $= \pi r^2 / L^2 = \pi \times 0.25^2 / 1.5^2 = 0.08$

n : 応力分担比 $= quP / qu_0$

$$= 100 / 5 = 20$$

$$quP = 100 \text{ t/m}^2$$

$$qu_0 = 2C' = 2 \times 2.5 \text{ t/m}^2 = 5 \text{ t/m}^2$$

q : 載荷重 8 t/m^2

$$= \frac{8.0}{(1 - 0.08) + 20 \times 0.08} = 3.2 \text{ t/m}^2$$

で求められ、砂質土層地盤の支持力 qas 、粘性土層支持力 qac は、テルツァギーの式により、

$$qas (\text{砂質土}) = \beta \cdot \gamma_1 \cdot N_r + \gamma_2 D_f \cdot N_q \quad (5-8)$$

$$qac (\text{粘性土}) = \alpha \cdot C \cdot N_c + \gamma_2 \cdot D_f \cdot N_q \quad (5-9)$$

ここに $\alpha \cdot \beta$: 基礎の形状係数 $\alpha = 1.3$ $\beta = 0.4$

N_c, N_r, N_q : 支持力係数 $N_c = 6.5$ $N_r = 1.2$

$N_q = 4.7$ ($\phi 15^\circ$ 表-5 より)

表-5 支持力係数表

ϕ	N_c	N_r	N_q
0°	5.3	0	3.0
5°	5.3	0	3.4
10°	5.3	0	3.9
15°	6.5	1.2	4.7
20°	7.9	2.0	5.9
25°	9.9	3.3	7.6
28°	11.4	4.4	9.1
32°	20.9	10.6	16.1
36°	42.2	30.5	33.6
40° 以上	95.7	114.0	83.2

γ_1 : 基礎荷重面下にある地盤の単位体積

重量 1.5 t/m^3

γ_2 : 基礎荷重面より上方にある地盤の単

位体積重量 1.5 t/m^3

C : 基礎地盤の粘着力 $= 2.5 \text{ t/m}^2$

D_f : 基礎根入れ深さ 2 m

$$(5-8 \text{ 式}) = 0.4 \times 1.5 \times 1.2 + 1.5 \times 2.0 \times 4.7 = 14.8 \text{ t/m}^2$$

$$(5-9 \text{ 式}) = 1.3 \times 2.5 \times 6.5 + 1.5 \times 2.0 \times 4.7 = 35.2 \text{ t/m}^2$$

であり、長期許容地耐力 qa は、砂質土 qas/F で求められ、 $qa = 14.8/3 = 4.9 \text{ t/m}^2 > 3.2 \text{ t/m}^2$

となり、生石灰パイルによって合成された地盤は、充分に、載荷重に対して安全である。

b) 載荷重をクイのみで支持すると仮定した場合

直径 55 cm の円形基礎と考えると極限支持力 qu_{ll} は、

$$qu_{ll} = \alpha \cdot C \cdot N_c + \beta \cdot \gamma_1 \cdot B \cdot N_r + \gamma_2 \cdot D_f \cdot N_q \quad (5-10)$$

ここに C : 基礎地盤粘着力 1.7 t/m^2

N_c, N_r, N_q : 支持力係数 $\phi = 28^\circ$ (表-5)

γ_1, γ_2 : 単位体積重量 5-9 式と同じ

B : 基礎の直径 $\sqrt{(0.4 \text{ m}^2 \times 2)}$

$$= 0.55 \text{ m}$$

α, β : 基礎形状係数 $1.3, 0.3$

D_f : 基礎根入れ深さ 4.0 m

で表され、作用する応力は図-8 に示す通りである。

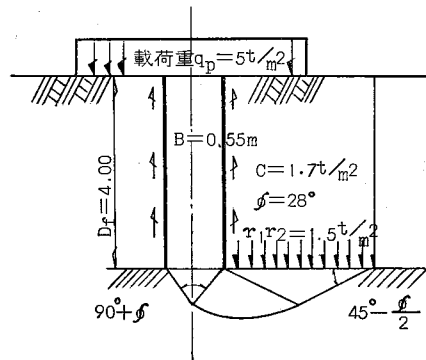


図-8 石灰グイ 応力図

$$= 1.3 \times 1.7 \times 11.4 + 0.3 \times 1.5 \times 0.55 \times 4.4 + 1.5 \times 4.0 \times 9.1 = 81.1 \text{ t/m}^2$$

短期間における載荷重はコンクリート荷重について検討すると $q_p = 2.25 \text{ m}^2 \times 5 \text{ t/m}^2 = 11.25 \text{ t/本}$

であり、円形基礎の短期許容支持力は、 $F = 1.5$ とすると、

$qa' = 81.1 \text{ t/m}^2 \times 0.24 \text{ m}^2/\text{本} \div 1.5 = 12.9 \text{ t/本} > 11.25 \text{ t/本}$

となり、安全であるといえよう、しかしクイのみで支持すると考えるのは、周囲摩擦力による作用が大きいため(生石灰グイの出来上り表面は凸凹)無理があり、a)の方法で計算されるのが望ましく、b)の方法は地震時施工中等、短期間に作用する場合の検討事項である。

表-6 圧密沈下量の推定

(無処理の場合)

土層区分	層厚 H(m)	土被り圧 P_0 t/m ²	初期間げき比 e_0	応力増加量 Δp_z	$p_0 + \Delta p_z$	e	$e_0 - e$	$1 + e_0$	$\frac{e_0 - e}{1 + e_0}$	$S = \frac{e_0 - e}{1 + e_0} H$
a	1.7	0.5	2.40	8.0	8.5	2.23	0.17	3.40	0.050	0 (0.085)
b	1.7	2.2	2.38	7.9	10.1	2.19	0.19	3.38	0.056	0 (0.095)
c	0.5	5.4	2.35	7.3	10.7	2.19	0.16	3.35	0.047	0.023
d	0.8	4.3	2.33	7.0	11.3	2.18	0.15	3.33	0.045	0.036
e	0.7	5.8	2.28	6.1	11.9	2.18	0.10	3.28	0.030	0.021
f	0.3	7.0	2.25	5.2	12.2	2.18	0.07	3.25	0.021	0.006
合計										0.08 (0.27)

(iii) 圧密沈下量の推定

載荷重 8 t/m² は基礎地盤に、図-5 のように作用し、基礎処理を施さない場合は、27cm 程度 (表-6) の圧密沈下が推定された。この多くは、E L=3.00m~E L=7.70m の a 層、b 層であり、この地層より深部には、未圧密で圧密降伏応力も小さい (0.3kg/cm²~0.8kg/cm²) 粘土層があるが、各層の上下には、比較的大きい被圧水のため、排水されることは無いであろうし、層も薄い。a 層、b 層の地盤が改良された現在、もし圧密沈下がおこるとするならば c~f 層であり残留圧密沈下量は、8 cm 程度 (表-6) である。

圧密進行の時間の予測は、5-11式によるが、

$$t = \frac{T \cdot H^2}{C_v} \quad (5-11)$$

(テルツァギの一次元圧密理論による)

ここに t: 圧密進行時間 (min)

T: 時間係数 U50=0.197

U90=0.848

H: 最大排水距離 500cm

Cv: 圧縮係数 1×10^{-1} cm²/min

$$(u_{50}) = \frac{0.197 \times 500^2}{0.1} = 4.9 \times 10^6 \text{min} = 342 \text{日}$$

$$(u_{90}) = \frac{0.848 \times 500^2}{0.1} = 2.1 \times 10^6 \text{min} \div 4 \text{年}$$

排水される距離が長いので、50%圧密に約1年、90%圧密に到るには4年の時間が必要である。

5-3) 生石灰パイルの施工

図-9 のように配列計画された位置に、400mm の鋼管ケーシングを、ジーゼルハンマーで打込み、生石灰を投入し、圧搾空気をかけながら、ケーシングを引き抜く方法 (写真1, 2) による。

a) 施工手順

- ① 打設機械を打設位置に設置し、ケーシングを垂直にする。
- ② ジーゼルハンマーで所定の深さまで打ち込む。
- ③ ケーシング付帯ホッパーに、計量された生石灰を補助クレーンで投入する。

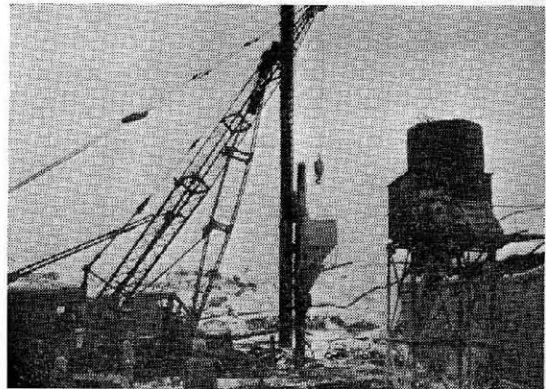


写真-1 生石灰パイルの施工



写真-2 ケーシング先端

- ④ ケーシング上部ハッチを締める。
- ⑤ 圧搾空気を送る。
- ⑥ 圧搾空気をかけながらケーシングを引き抜く。
- ⑦ 孔を土で埋める。

施工方法にはこの外にアースオーガ方式、ケーシングオーガ方式、振動タイ打ち方式等がある。

b) 施工上の注意事項

- ① 生石灰 (ケミコライムを含む) は消防法第3類に属し 500kg 以上の貯蔵取扱いについては、所轄消防署の承認が必要であり、500kg 未満でも充分

な保管が必要である。

- ② 貯蔵場所には標識等を設け、晴雨に拘らず防水シートで全体を被覆すること。
- ③ コンテナバックは正しく段積以下にし、小運搬荷降しの時には、専用の吊上げ機とする。
- ④ 保安衛生上防じん眼鏡、防じんマスクの着用を、必ず行ない、火傷、皮膚かぶれ防止のため油性クリームを顔、手等露出した部分に塗り、作業後は洗顔をすること。
- ⑤ 施工基面より1 m程度高い位置より打設し、施工後直に埋め戻し、生石灰が表面に露出しないようにすること。
- ⑥ 外気が冷えている場合、打設後急速に反応し、水蒸気が地表に吹き上げ視界がさえぎられることがあるので、足下は常に整理しておくこと。

5-4) 生石灰パイルの効果測定

5-2) で計画された生石灰グイが、施工後どの程度の支持力効果を期待出来るか、判定しておかなければならない。この方法には色々あるが本地区では、図-9の位置について下記の試験をおこなった。

- ① 施工前後の、含水比の測定 (表-7)
- ② " オランダ式貫入試験 (図-10)
- ③ 施工前後の、圧密試験と一軸圧縮試験 (表-8)
- ④ 出来上がったパイルの一軸圧縮試験 (表-9)
- ⑤ 出来上がったパイルの平板載荷試験 (図-11)

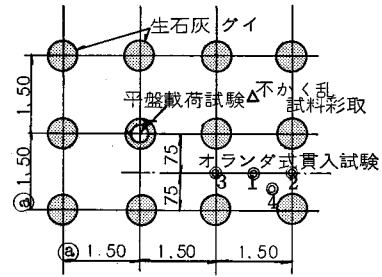


図-9 各種試験位置図

表-7 施工前後の含水比測定

区分	No. 1	No. 2	No. 3	平均
施工前	66.94	71.88	56.19	65.0%
施工後	58.97	46.85	49.09	51.5

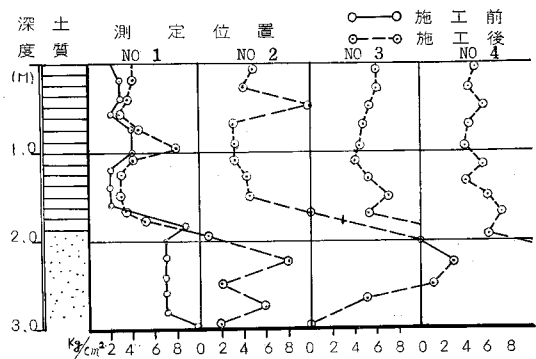


図-10 オランダ式貫入試験結果図

表-8 施工前後の各種試験

種別	施工前				施工後			
	No. 1	No. 2	No. 3	平均	No. 1	No. 2	No. 3	平均
湿潤密度 kg/cm ³	1.560	1.514	1.588	1.554	1.606	1.661	1.686	1.651
乾燥密度 kg/cm ³	0.934	0.881	1.017	0.944	1.010	1.131	1.131	1.091
間ゲキ比 e	1.811	2.014	1.627	1.817	1.641	1.363	1.367	1.457
飽和度 %	97.1	94.7	92.3	94.7	95.8	91.8	96.1	94.6
土の分類	C L	C L	C L	C L	C L	C L	C L	C L
一軸圧縮強	kg/cm ²				0.160	0.320	0.375	0.285

表-9 生石灰グイの一軸圧縮試験結果表

(材令28日)

試料No.	供試体寸法cm		容量W	含水比		一軸圧縮 qu
	高さ	直径		Wa	%	
No. 1	14.5	6.4	g/cm ³ 1.59	% 33.5	kg/cm ² 17.6	
No. 2	18.7	7.8	1.57	34.4	15.5	
No. 3	15.6	5.5	1.63	31.7	16.8	

5-5) 生石灰パイルについての考察

設計に用いた各値いと、5-4) による試験結果を比較してみると、表-10に見られる通りになり、本工法の

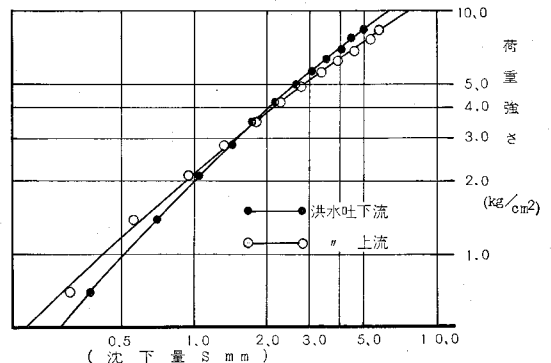


図-11 Log P~Log S 平板載荷強度図

表-10 推定値と実測値の比較

名 称	粘着力 (C) t/m ²	含水比 (W) %	湿潤密度 (γ_w) t/m ³	パイル一軸 圧縮強度 (q_{up}) kg/cm ²
改良推定値 (設計値)	2.5	65.5	1.55	10.0
改良後 実測値	$\frac{qc}{15}=2.7$	51.5	1.65	15.5

改良目的は達せられた。沈下についても、施工後1年を経過した場合、理論上50%4cm位の沈下が想定されたが5-2) (iii) 現在までの測定値には現れていない、これは被圧水により排水が阻止されているものと思われる。

理論含水比の低下は5%であったが、現実には13%の低下が認められた。この要因の大きなものに周囲からの給水を断っていたことがあげられ、5-1式に用いられる脱水効率Fを0.5としたのが小さすぎたように考えられる。

生石灰パイル打設後28日における一軸圧縮強さは含水比70%前後の粘土において15kg/cm²以上期待できることが確められた。これは直径400mmの生石灰パイルを打設した場合に15t/本の軸方向荷重を担うことができ、支持層が比較的浅い地盤において、支持グイとして用いることが充分可能であることが見いだされた。

施工は既成グイ打ち込みと大差はなく、施工時間についても、ケーシング引抜き時間が多い程度である。

5-6) 生石灰パイルに寄せる今後の課題

- ① 周囲に既設構造物がある場合、膨張圧によって及ぼす影響と範囲。
- ② PHの上昇が影響する範囲、生石灰を土中、空中

に放置した場合のイオン交換、中性化する速さ。

③ 改良効果測定の手簡素化

などがあり、これらの数多いデータ収録や研究が行われることによって、より一般的基礎工法となるであろう。

6. 工事を顧みて

本工事は冬期間工事が主体で進められた。昭和51年2月より仮取水工事に着手、同年8月下旬断水後から本体工事にかかる。支持地盤の変動によりクイ長の変更が生じ鋼管グイは24~36m、複合グイにおいても19~28m、となる。クイ長の変更にはオートクレーブ養生が大きな貢献があったといえる。試験グイにより必要長さを確認すると3日後には、現場に搬入され翌日には打込まれるスピード振りであった。

仮排水路は2年確率雨量により求めたが、融雪期(3月下旬~4月下旬)には、これを上廻る出水があり、例年になく大雪で寒波の厳しい冬であったが、翌52年3月下旬までに大部分を完成し、融雪による影響を殆ど受けずに済むことができた。

今後これらの工事における環境問題、事前評価の必要な事項として、

- ① 騒音、地盤の振動、法の適用を受けない区域においても、早朝、夜間施工に対する配慮。
- ② 河川水質の追跡調査、工事現場から放出する水が河川に及ぼす影響。
- ③ 地下水の利用されている地域で基礎工事が与える影響、範囲。などが挙げられる。

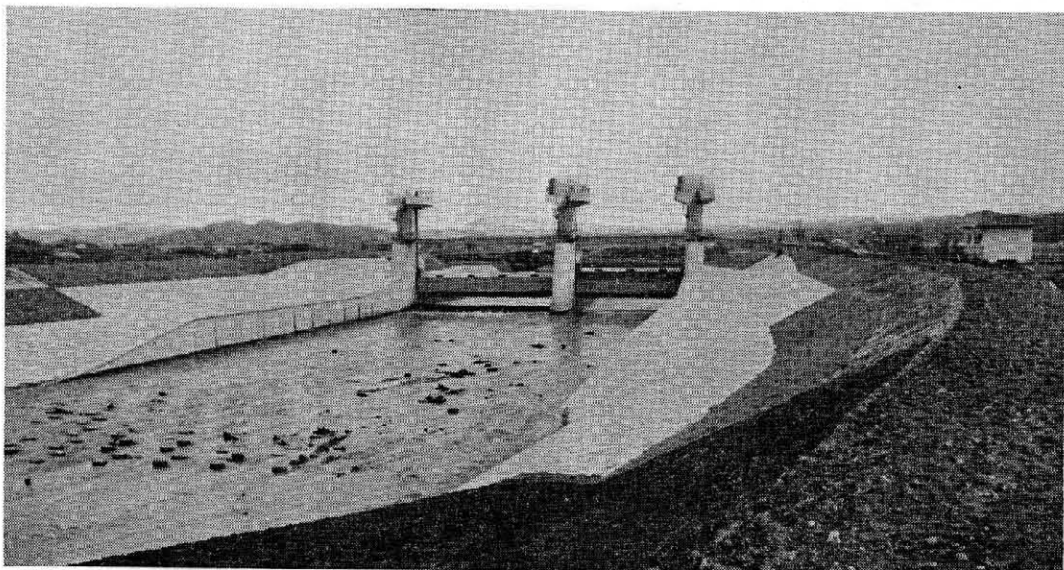


写真-2 完 成 写 真

7. 結 言

関係各機関の御理解と御協力により昭和52年12月、無事竣工することができ、取水機能の回復は計られた。

土木工事の多くは「基礎工事から始まる」といえる、本報文では頭首工々事の柔軟な基礎工の考えについて述べたが、一般土木工事の基礎工と何ら変りはない。この報告が読者皆さんに幾ばくかの参考になれば幸いです。

この報文をまとめるにあたり、農林省防災課の佐々木泰雄氏、光岡元治氏から数々の御助言を賜った。又工事

施工にあたっては北海道農地開発部皆川技監、下田技師に深く敬意を表す。最後に試験調査に協力を願った小野田セメント鶴札幌支店、旭化成鶴札幌支店に書面を借りお礼申し上げます。

—参考文献—

農業土木学会編、農業土木ハンドブックⅣ基礎編7土質工学 最上武雄、福田秀夫共編、現場技術者のための土質工学 加藤泰典、渡辺晋平、ケミコライムによる地盤改良工法（土木施工16巻15号）最新基礎設計・施工ハンドブック（建設産業調査会）

農工用水に！



中川ヒューム管



中川ヒューム管工業株式会社

本 社 茨城県土浦市真鍋1-1-3 郵便番号300 TEL土浦0298(21)3611(大代)

営業所 東京・土浦・真岡・仙台・郡山・名古屋・松本・大阪・宮崎

出張所 水戸・盛岡・高崎・岡崎・滋賀

工 場 土浦・真岡・郡山・岡崎・松本・滋賀

あま 海部幹線水路の施工について

長野 惇* 本家 昇一*

目 次

1. まえがき.....(22)	7. 施工の概要.....(28)
2. 海部幹線水路の概要.....(22)	8. 工事の排水対策.....(28)
3. 地形および地質.....(23)	9. 仮設工および土工.....(36)
4. 水路の型式および規模.....(23)	10. コンクリート工事.....(37)
5. 調節堰および分水工.....(27)	11. 施工管理.....(42)
6. 地盤沈下の現状と対策.....(28)	12. おわりに.....(43)

1. ま え が き

木曾川用水事業は、この事業と岩屋ダム建設事業からなる木曾川総合用水事業の一環として上流部（木曾川右岸地区）および下流部（濃尾第2地区）にそれぞれ多目的用水路等を建設するものである。

このうち下流部事業は、既得農業用水の合口化をはかり、これ等用水との調整を前提として岩屋ダムと相俟って新規都市用水を生み出すとともに、下流部地区の取水位を保つために建設される木曾川大堰（通称馬飼頭首工）を始めとして、この事業の基幹水路である海部幹線水路および木曾川水管橋等を建設することにより、愛知、三重両県にまたがる約9000haの農地に対し、最大25.63m³/sの農業用水と、新規に開発される都市用水16.30m³/sを合せ最大41.93m³/sの用水を供給するとともに、この地区の約7,960ha（このうち約7,350haはかんがい受益面積と重複する）の区域に対し排水改良を行うものである。

事業は昭和45年度から着手し、現在までの進捗率は約85%であり、昭和54年度完了の予定である。

事業費は上流部、下流部合せて795億円で、このうち下流部事業は610億円である。

このうち、海部幹線水路は馬飼取水施設から受益地内をほぼ南北に下って後川調節堰に至る延長17.5kmの基幹水路であり、昭和46年度から工事を開始して現在ほぼ完成を見ているものである。

本報文はこの水路の概要を記述するとともに、水路の規模やこの地区の立地条件から規定される設計方針、施工方針にしたがって建設された水路の施工例について報告するものである。

2. 海部幹線水路の概要

海部幹線水路は、概要図に示されるように、木曾川大堰取水地点から後川調節堰に至る延長17.5kmの区間で、その通水量は最大41.9m³/sから末端の16.1m³/sまで変化する。

その構造は図-2に示すとおり、鉄筋コンクリートフルームタイプの用水路と、用水路沿いに帯状に存在する自己流域の排水を流下させるための併設排水路からなっている。

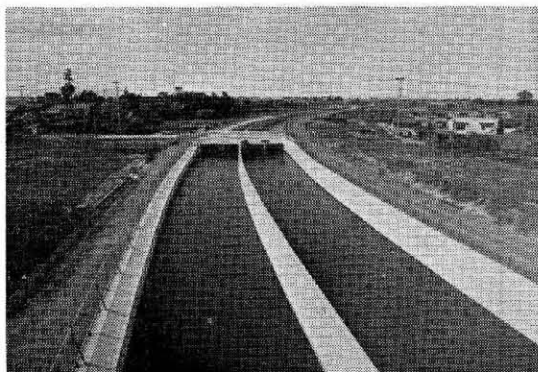


写真-1 完成した海部幹線水路



写真-2 佐屋川用水路（着工前）

* 水資源開発公団木曾川総合用水第一建設所

表-1 主要工事概要表

木曾川大堰

位 置	型 式	堰 長 (m)	取水位	最大取水量 (m ³ /s)				付帯施設概要
				農業	上水	工水	計	
愛知県中島郡祖父江町馬飼 岐阜県羽島市桑原町午南新田	直線型コンクリート フローテングタイプ	586.8	TP 3.70m	25.63	1.00	15.30	41.93	土砂吐, 洪水吐 開門, 魚道, 取水口

幹線水路

水 路 名	延 長 (m)			最 大 通 水 量 (m ³ /s)				付 帯 施 設 概 要
	共用水路	専用水路	計	農 業	上 水	工 水	計	
海 部 幹 線 水 路	17,515		17,515	25.63	1.0	15.30	41.93	調節堰, 分木工, 橋梁
幹 線 西 用 水 路	2,997		2,997	1.70				
木 曾 岬 用 水 路	144	1,226	1,370	5.98				
筏 川 東 岸 用 水 路	5,505		5,505	3.87		6.30	10.17	
筏 川 西 岸 用 水 路		1,228	1,228	3.99				
鍋 田 用 水 路		6,370	6,370	3.99				
飛 鳥 用 水 路		1,125	1,125	1.87				
長 島 用 水 路		2,529	2,529	3.45				
計	26,161	12,478	38,639					

木曾川水管橋

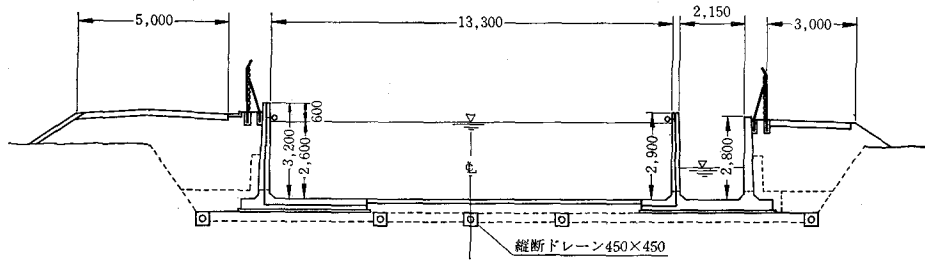
位 置	型 式	延 長	送 水 管 径	最大通水量 (m ³ /s)				付帯施設
				農業	上水	工水	計	
愛知県海部郡弥富町五明 三重県桑名郡長島町中川	ランガータイプ 及パイプビーム	1,009.6m	φ1,350mm 1条 φ1,800mm 2条	3.45	1.00	9.00	13.45	揚水機場 分木工

幹線排水路 (愛知県委託事業)

水 路 名	流域面積(km ²)	最大排水量(m ³ /s)	延 長(m)	備 考
佐屋幹線排水路	6,493	4.16	1,125	
弥富幹線排水路	10,563	6.77	1,289	
鶉戸川幹線排水路			1,450	

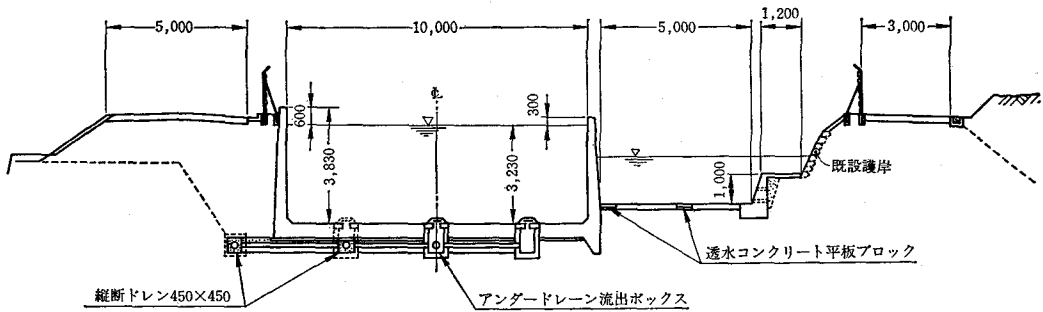
支線関係 (関係県委託事業)

工 種 区 分	路 線 数	総 量	備 考
用 水 路	31	137,755m	
排 水 路	13	15,754m	



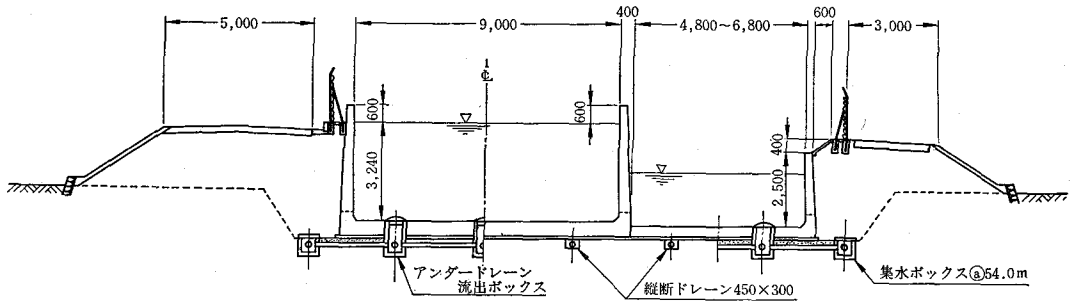
上流部断面図 (その1)

Q=41.9m³/s



上流部断面図 (その2)

Q=40.5m³/s



中下流部断面図

Q=35.6m³/s

図-2 海部幹線水路標準断面図

表-2 海部幹線水路タイプ一覧表

TYPE	用水路				併設排水路				備考		
	Q	V	I	B	H	延長	Q'	B'		H'	延長
I	m ³ /s 41.9	m/s 1.212	1/7000	m 13,300	m 2,600	m 2,020	m ³ /s 7.3	m 6,200	m 1.62	m 1,256	フルーム
II	40.5	1.252	"	10,000	3,230	3,783	9.6	5,000	1.62	3,511	右玉
III	35.6	1.221	"	9,000	3,240	469	9.6	5,000	1.62	666	"
IV	35.6	1.400	1/5000	6,800	3,760	843	9.6	4,200	1.95	918	フルーム
V	35.6	1.221	1/7000	9,000	3,240	1,699	11.1	7,300	1.75	4,834	"
VI	34.8	1.221	"	8,800	3,260	3,151.5	12.7	7,900	1.80	2,866	"
VII	30.8	1.188	"	8,100	3,230	3,238.5	12.7	8,400	1.80	"	"
VIII	16.1	0.885	1/10000	5,700	3,250	2,311	—	—	—	—	—
計						17,515				14,051	

- (2) 地下水が高いこと。
- (3) 地質は透水係数の大きい砂質土であること。
- (4) 地耐力が小さいこと。

上記により、全線にわたり図-2に示すフルームタイプの用排分離型式の構造とした。

4-2 水路の規模

水路縦断ならびに用水路、併設排水路の規模は図-3表-2のとおりである。なお国道一号線、県道交差部では道路面との関係で、暗きょ或はサイホン型式とした。

5. 調節堰および分水工

5-1 調節堰

幹線水路の途中に水位を保つために設ける調節堰（チェックゲート）は、上流の1ヶ所をアミル型ゲート、中下流部の5ヶ所は地盤沈下を考慮し、ローラー型ゲート

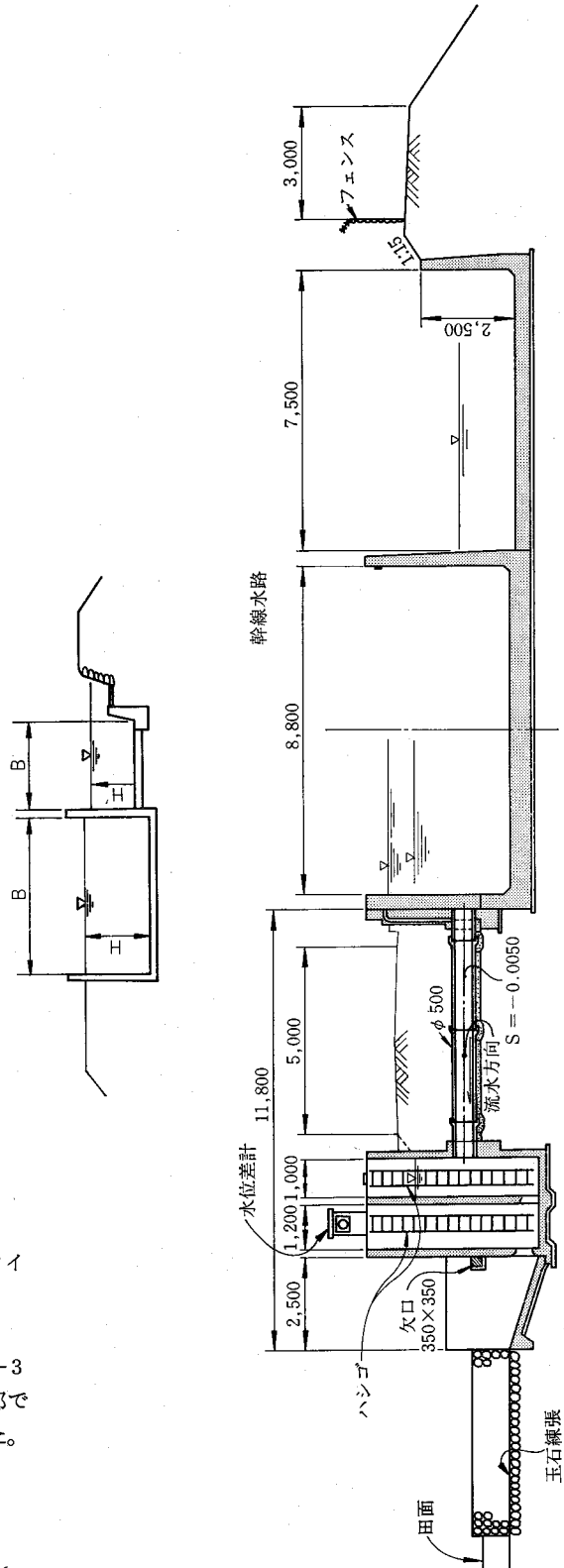
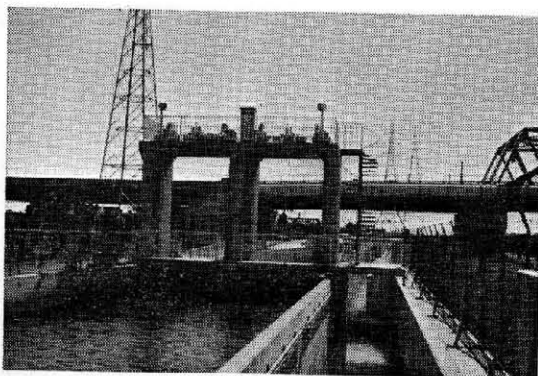
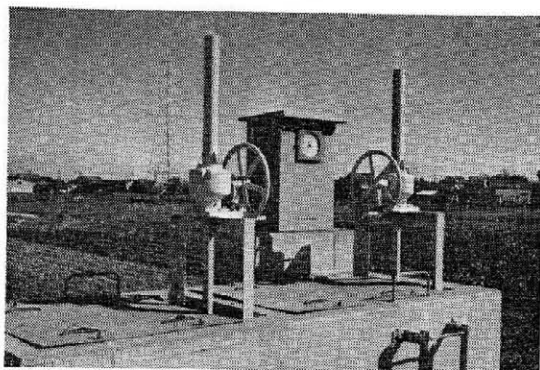


図-4 定水頭型分水工（宮地分水工例）



写真—3 調節堰(弥富調節堰)



写真—4 定水頭型分水工

とした。なお、取水地点にある木曾川用水総合管理所(仮称)において遠隔操作可能な設備とした。

5-2 分水工

分水工は、図—4の如き定水頭型を基準とし水位差計を設けた。なお、大流量(概ね $Q=1.0\text{m}^3/\text{s}$ 以上)の分水工については、遠隔操作可能な設備とした。

6. 地盤沈下の現状と対策

地下水の汲み上げからくる地盤沈下は、全国的に問題とされその対策が議論されているが、本事業の受益地においても木曾三川河口デルタ形成によって沖積層40m~50の厚さで堆積しているため、年間で5~10cm(津島市、弥富町付近)という沈下が発生している。

当建設所において設置した水準点、および他機関の水準点を含め昭和44年度から観測した結果は図—5のとおりである。

これによれば、海部幹線水路の中、下流部にあたる立田村付近において最も沈下が激しく、年間約10cmにもおよんでいる。

この沈下傾向は、今後とも進行することが予想されるので、次に示す対策を講ずることとした。

(1) 図—5から中、下流部は、水路の中だるみを示す

こととなるので、水路余裕高を一般的な40cmから60cmとし、かつ将来さらに40cm嵩上げ可能な構造とする。

- (2) 中だるみ地帯の沈下傾向を先取りした形で、水路を約15cm(最大25cm)上げ越しをする。
- (3) 基準点は、最新の測量値を用いる。

7. 施工の概要

海部幹線水路は、旧佐屋川用水路敷に築造し、従来の用排兼用水路を分離するものであるから、施工にあたっては従前の水利慣行から必然的に下記事項を順守しなければならない。

- (1) 非かんがい期の10月1日から翌年4月19日までの間に、通水部分を完成させ4月20日の通水に支障のない状態にすること。
- (2) 当地区は低湿地帯であるため、排水に対し特に配慮する必要がある。すなわち工事施工中、上流ならびに周辺の排水機能を阻害しないことが条件となる。

一施工区間の延長は、非かんがい期に通水部分の完了という工期の制約から、土工量、コンクリート量を考えると、約500m~600mが限度で年度別施工延長は表—3のとおりである。

工事は、毎年10月から11月にかけて着手し、工事用道路、ウエルポイント排水設備の設置を終え、遅くとも12月上旬に土工に着手し、引き続き中旬に用水路インバートコンクリートの打設を開始、続いて側壁コンクリート、更に併設排水路を用水路に準じ併行施工する。先ず、施工起点を計画し周辺の土工事を完了し、コンクリート工事に着手し土工事を拡大進行させながらコンクリート工事を併行する段取りとした。

主要工事のコンクリートは、概ね3月末に完了させて在来水路と接続させたのち通水部分の検査を行ない、通水を開始する。その後管理用道路、フェンス、その他附帯工事は通水しながら施工し、6月から7月にかけて工事を竣功した。

なお、工事排水に伴って周辺の地下水低下を来した。

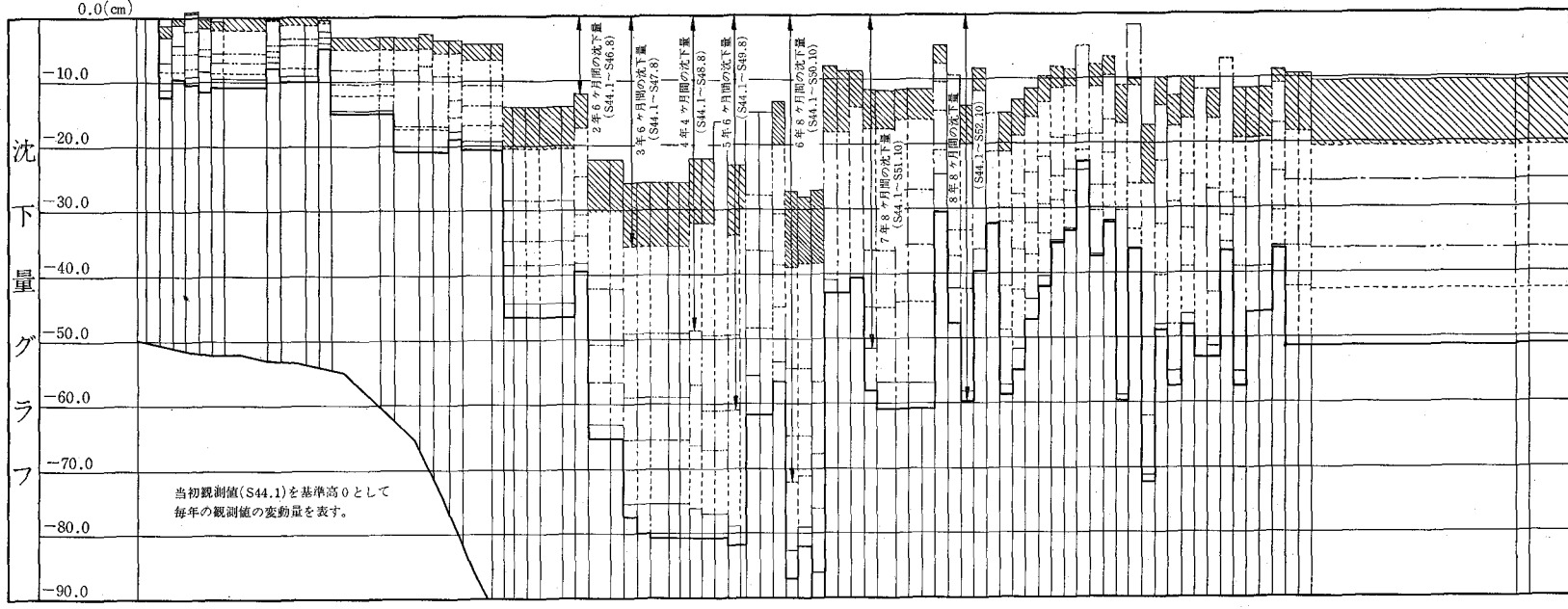
特に中流部の飲料用井戸ならびに蓮田、下流部の金魚池への対策を講じながら施工した。

8. 工事の排水対策

海部幹線水路の施工区域は、木曾川の左岸にあり、地質例は図—6に示す如く砂質地帯であり帯水層を成している。

8-1 排水の基本的考え方

- (1) 掘削から、インバートコンクリート完了まではウエルポイント工法により排水する。



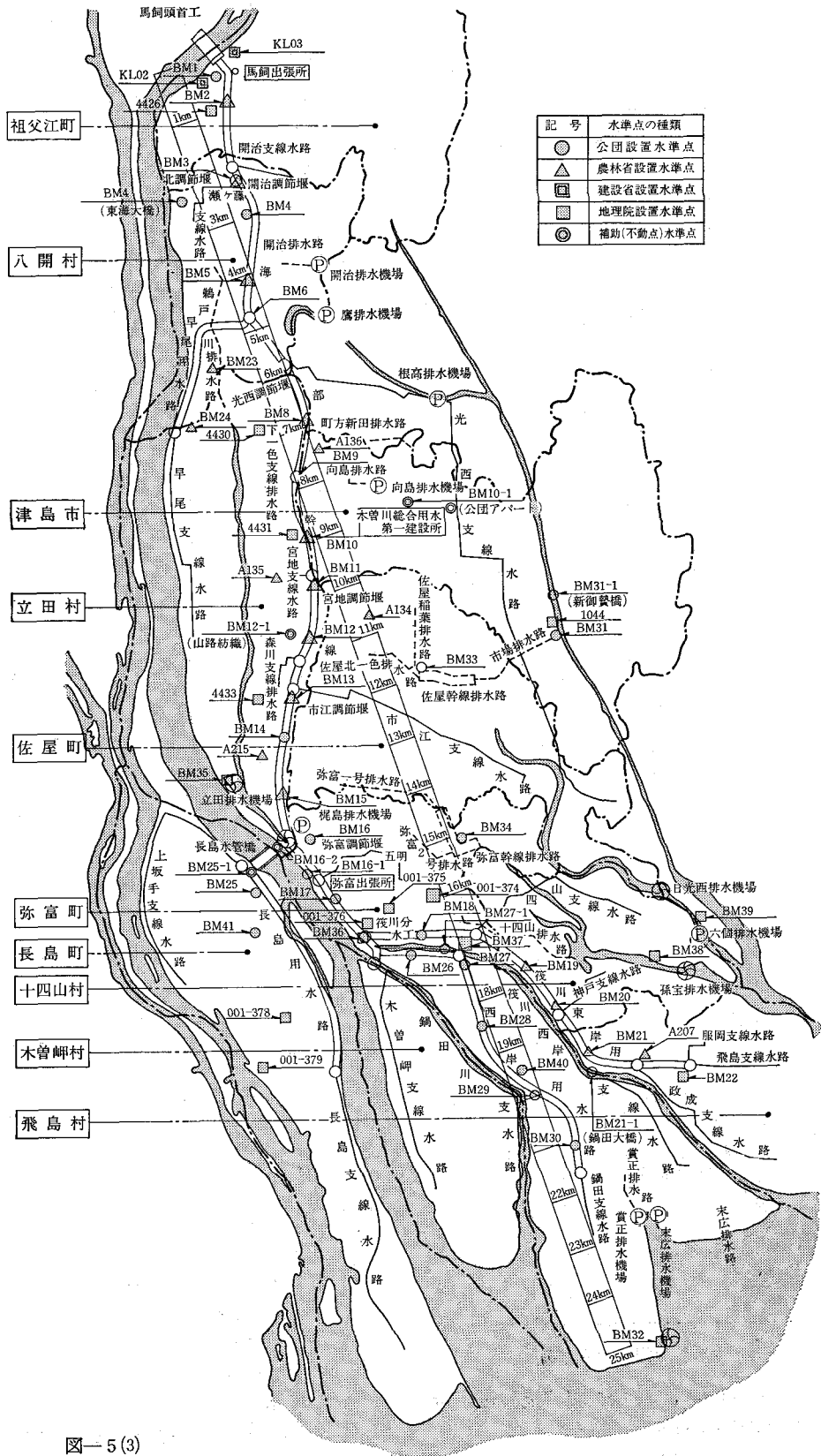
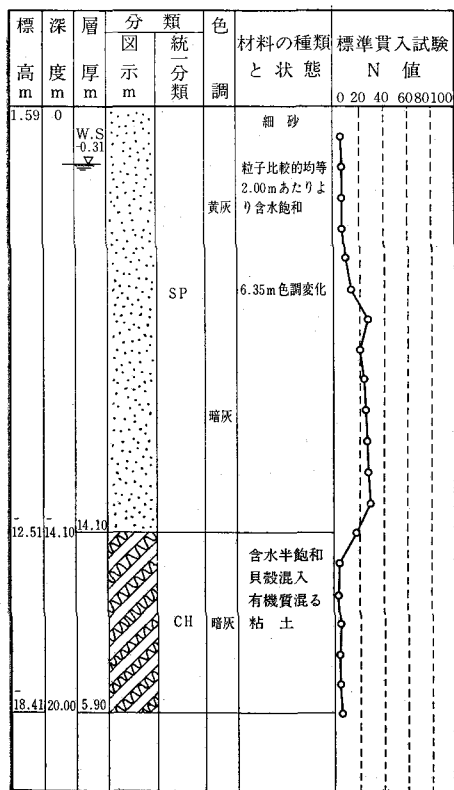


図-5(3)

表—3 年度別施工延長表

工 区 名	延 長	施 工 区 分	年 度 別 施 工 延 長						
			46 年 度	47 年 度	48 年 度	49 年 度	50 年 度	51 年 度	52 年 度 以 降
長岡工区	1,371	4 期	363	630	277	101			
川北工区	1,170	2 //		609	561				
江西工区	1,167	3 //	550	450	167				
赤目工区	1,233	2 //	650	583					
東赤目工区	1,354	3 //	450	586			318		
早尾工区	896	2 //					896		
下一色工区	1,100	2 //				550	550		
宮地工区	1,100	2 //				550	550		
雀ヶ森工区	1,100	2 //					1,100		
山路工区	1,100	2 //					1,100		
森川工区	1,100	2 //				555	550		
大森工区	1,100	2 //				550	550		
梶島工区	1,200	2 //				600	600		
五明工区	1,110	3 //					213	897	
弥富工区	1,414	5 //						1,318	96
計	17,515	38	2,013	2,858	1,005	2,901	6,427	2,215	96



図—6 地質柱状図 (中流部例)

- (2) インバートコンクリート打設完了後 (約 100m 程度) 順次ポンプ排水に切り替える。
- (3) 工事排水と上流部ならびに周辺流域の排水は、

左岸側に設けた仮廻し排水路に導水する。

(4) 施工に先立ち、周辺の飲料用井戸、金魚池等について事前対策を講じておく。

(5) 地下水位の低下状況を常時観測する。

8-2 ウェルポイント工法による排水計画

当地域の特徴は、地下水が高いこと、地質は砂質土が中心で表—4のとおり透水係数の大きいことなどである。工事施工上から要求されることは、工程上迅速に地下水を低下させ、かつ安全確保を図ることであり以上のような観点からウェルポイント工法を採用した。

表—4 透 水 係 数

場所		w No. 2 (早尾)	w No. 3 (大森)
式別	平 衡 式		
	No. 1 ~ No. 3	3.7×10^{-2}	5.0×10^{-2}
	No. 2 ~ No. 3	2.9×10^{-2}	4.8×10^{-2}
	No. 6 ~ No. 7	2.1×10^{-2}	4.9×10^{-2}
非 平 衡 式		3.7×10^{-2}	4.8×10^{-2}
回 復 式		8.9×10^{-2}	6.1×10^{-2}
平 均		4.26×10^{-2}	5.12×10^{-2}
平 均		$4.68 \times 10^{-2} \text{cm/sec}$	

(1) ウェルポイントの計画に当たり、先ず揚水量および影響圏の検討をする。

揚水量はタイムの平衡式等から求め、影響圏の検討は、ウェーバー、或はシエルツエの式 (ほぼ同じ値が出る) で行なった。

(2) ウェルポイントの設置位置は、水路中心部、工事用道路の内側、或は外側について検討し図—7の位

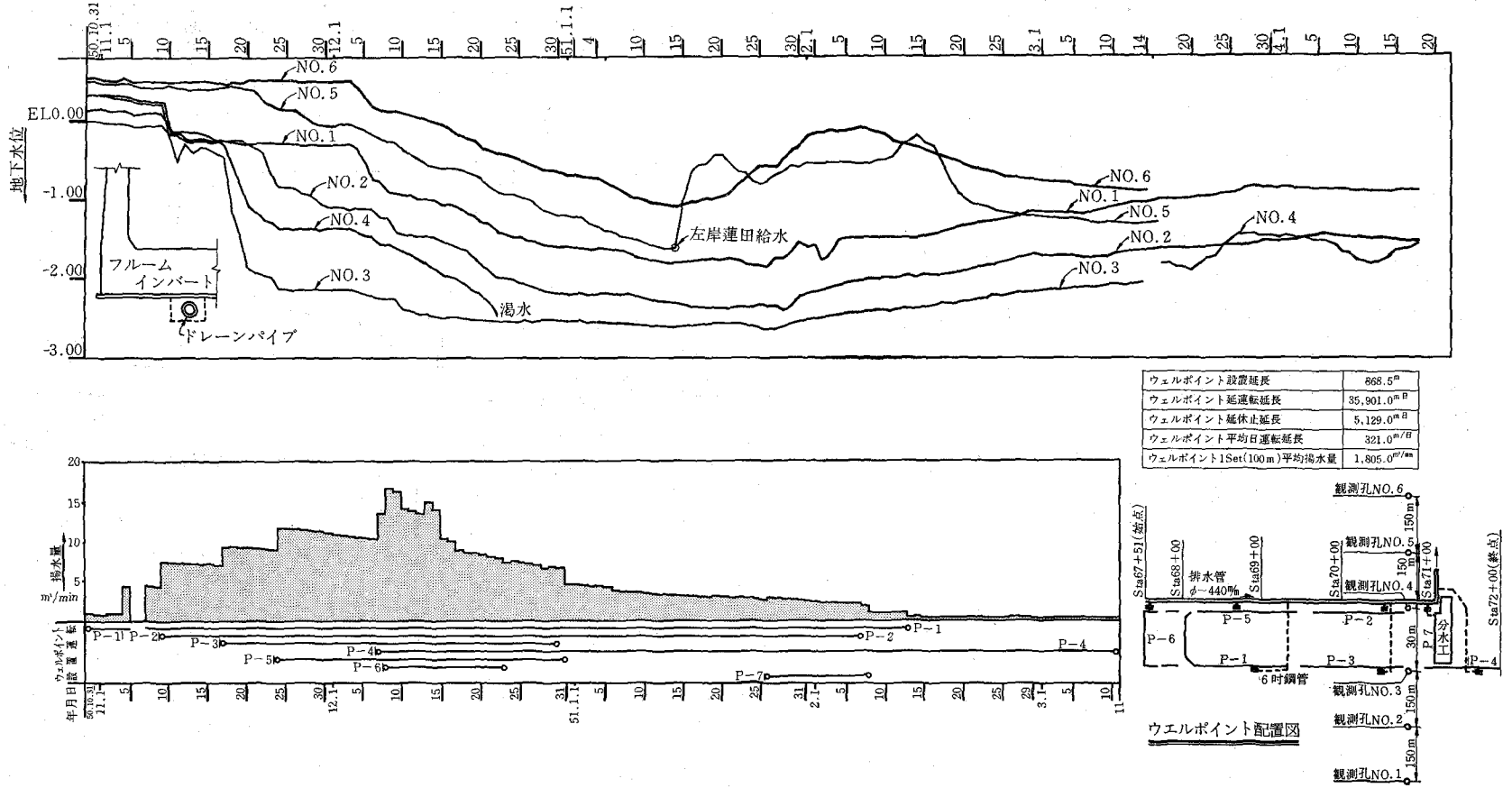


図-8 ウエルポイント揚水量地下水位関係図(早尾工区例)

置とした。

(3) ウェルポイントの間隔及び長さ

間隔は1本当りの揚水量から1.5mに、長さはインバート中央部が湿った程度まで低下させるものとし、ライザーパイプは5.5m程度のものを使用した。使用機械器具の一例を示せば表-5のとおりである。

表-5 ウェルポイント使用機械計画 (早尾工区例)

品名	規格	数量
ヘッダーパイプ	150φ	450m
ライザーパイプ	38φ×5.5m	300本
ウェルポイント	50φ×0.7m	300本
スイングジョイント	38φ	300本
セパレートタンク		5基
チャキバルブ		5"
ノッチタンク	1.0m ²	5"
バキュームポンプ	φ65×11K/W	5"
ヒュガルポンプ	φ150×11K/W	5"
その他付属品		1式

(4) インバートコンクリート完了後、ウェルポイント
は次の作業区域に転用し、ポンプ排水に切り替えた。

8-3 水位観測孔の設置

ウェルポイント運転に先立ち、地下水観測孔を水路両側、水路から夫々約150m、300m離れた地点に設けた。また付近民家の井戸も観測し、水位の低下および回復状況を把握し対策上の資料とした。

8-4 ウェルポイントの運転管理

(1) ウェルポイントの設置状況

ウェルポイントの設置は、仮設ならび土工事との関係もあり施工起点付近を締切り(約100m程度)、いわゆる輪中にしてその内に施工し、作業の進捗に伴ない延長してゆく方法とした。

(2) 揚水量と水位低下

以上のような作業順序で、ウェルポイントを設置運転したが、図-8はその一例である。

図-8は設置運転に対し揚水量、地下水位の実績で、図-9はこの水位を横断的に各月旬別に表わしたものである。

8-5 地下水低下の影響対策

飲料用井戸、金魚池の対策は、工事が始まってからでは遅いため、予め調査し特に影響が著しいと考えられる範囲は事前対策を講じた。

(1) 飲料用井戸対策

海部幹線水路にはほぼ平行して木曾川の旧堤防が連

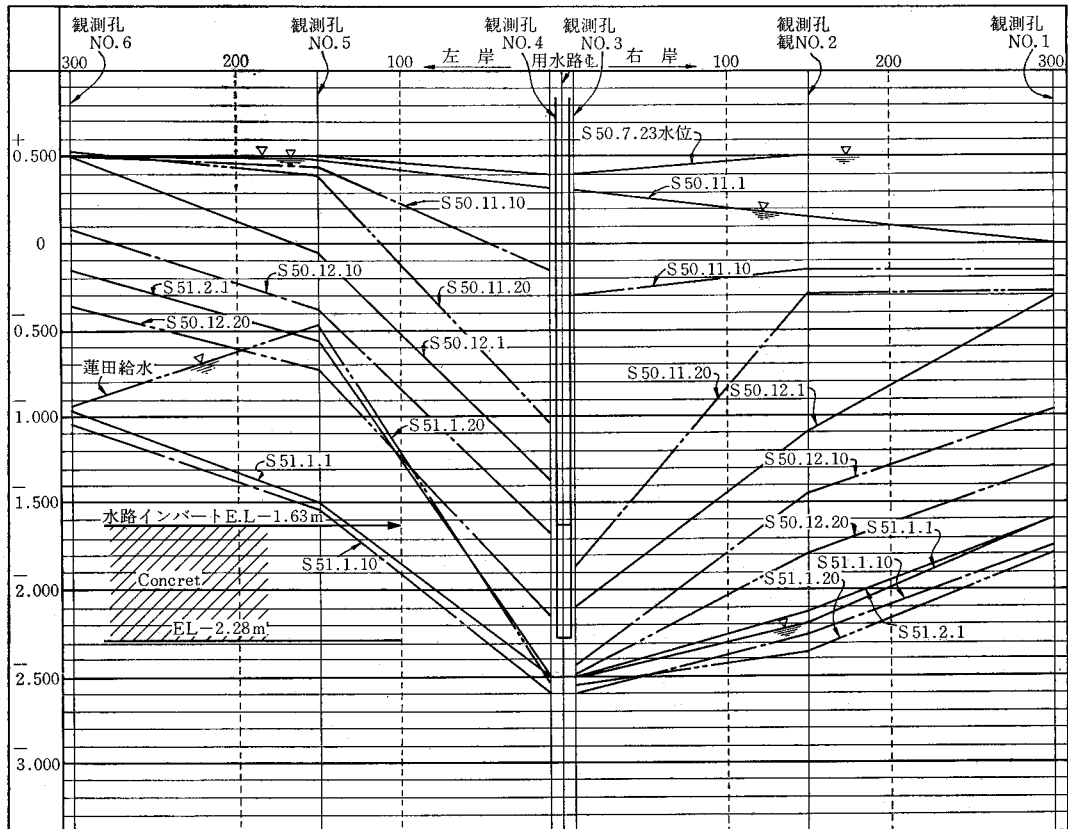


図-9 ウェルポイント運転日数と地下水位状況図 (早尾工区例)

表一6 昭和50年度工事井戸対策資料

行政区域	関係工区	資料収 集戸数	150m内				150m~300m内				現地調査		対策実績				
			飲料	農業	家畜	雑	飲料	農業	家畜	雑	150m以内		150m 以内			150m以上	
											浅井戸	水道併用	水道加入	農業用打抜	その他		
立田村 早尾	早尾 下一色	144	62	1	5	1	4			62	4	67	11	消火栓 3	水道5		
〃宮地	宮地 雀ヶ森	50	35	25	1	5	4	18		14	15	15			水道1, 防火水 槽2		
〃雀ヶ森	雀ヶ森	23	22						(簡) 21			22		消火栓 1	水道2, 防火水 槽2打1		
津島市 大縄町	宮地 雀ヶ森	24	12			2	11			5	8	1	7				
佐屋町 内佐屋	雀ヶ森	2				2		1	1								
立田村 雀ヶ森	山 路	5	5			2				(簡) 3		前記 —					
〃山路	〃	74	47	16		10	1	1	1	46		45	2	消火栓 1	水道3, 打込3 その他2		
〃森川	森 川	5	1	3											水道2		
佐屋町	〃	9				2			4						水道5, 打込3 その他1		
計		336	184	45	6	20	24	20	1	11	151	20	156	23	5	32	

なり、住民はこの旧堤防周辺を居住地とし、豊富で良質な地下水を井戸等により求め生活してきた。測量調査時点から水路両側各300m内の井戸について聴取り調査をすると共に、影響が著しい範囲（概ね150m以内）の井戸等について現地調査をし、協議の上適時次の措置を講じた。

- (イ) 飲料水は公営水道に加入
- (ロ) 井戸の掘り下げ
- (ハ) 打込井戸対策

この結果、施工中新たに発生した影響件数は僅かにとどまり、関係者も混乱することなく工事を円滑に進めることが出来た。昭和50年度における対策は表一6のとおりである。

(2) 金魚池の対策

海部幹線水路の下流部弥富町地内は、金魚の生産地で、沿線各地に養魚池が点在している。

工事施工に先立ち、関係者と協議の上給水対策等を行ない工事を進めた。

(3) 蓮田への対策と措置

蓮根は、地下水分が不足すると土壌の酸化、地温の上昇により病原体が活発化し腐敗すると言われて

いる。
ウエルポイントの運転が60日程度になると、土壌の乾燥は著しく給水の必要を生じた。このため仮廻

し排水路からのポンプ送水、地区外水源からの給水を試みたが地形の関係、乾燥土壌を飽和させる水量の不足などの関係で全域には灌水できず一部実害に対し補償措置を講じた。

9. 仮設工および土工

9-1 工事用道路

工事用道路は、下記により左右両岸に設け循環式の道路とした。

- (1) 短期間に堀削土の搬出、コンクリート打設を併行して進めねばならないこと。
- (2) 水路幅員が大きいこと。
- (3) 用排水路工事の段取りが2分されること。

9-2 仮 締 切

工事施工区間の上下流に、左右両岸連絡道路を兼ねた大締切を、更に施工区間内に小締切を設置（輪中方式）し工事の促進を図った。

9-3 仮廻し排水路

前述の理由と必要性から、左岸側に仮廻し排水路を施工した。前年度まで完了した工区の始点、終点の左岸側に欠口を設けておきこれに仮廻し排水路を連結する方法とした。図一10はその一例を示す。

このため、前年度工事において水路にH鋼による角落し方式の締切を設けた。

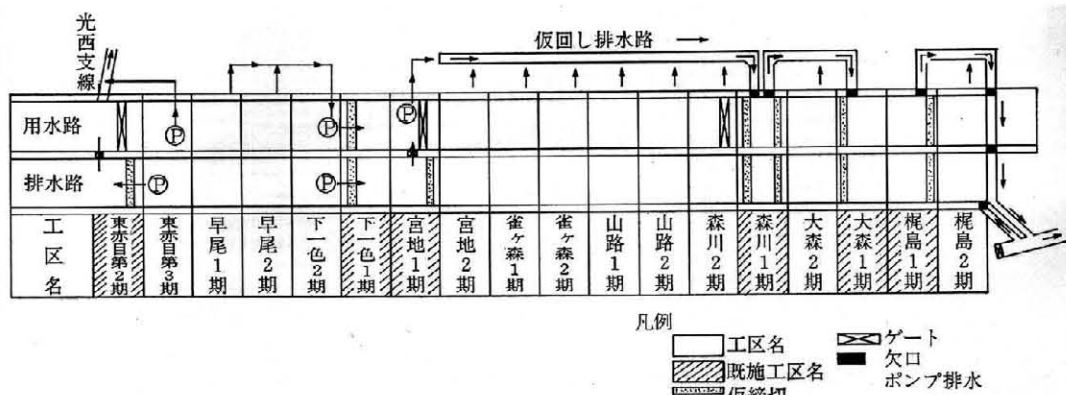


図-10 左岸仮返し排水路計画図(昭和50年度施工例)

また、通水部分の検査完了後この欠口を閉塞し通水に支障のないようにした。

9-4 土工

土工の施工順序は次のとおりである。

- (1) 表土剥取、既設構造物の撤去
- (2) 地下水以上の堀削
- (3) ウェルポイントの設置
- (4) 地下水以下の堀削、基面の施工
- (5) アンダードレーンの施工

表-7 使用機械一覧表(下一色工区例)

機 械 名	仕 様	単 位	数 量	摘 要
ドーザーショベル	D50 S	台	1	堀削、積込
バ ッ フ ホ ー	0.6m ³	"	2	" "
ブルドーザー	D50P	"	2	堀掘、埋戻し、盛土、雑土
ダンプトラック	8~11 t	"	10	運搬
レ ッ カ ー	15 t	"	2	型枠工、鉄筋工
鉄 筋 加 工		"	2	鉄筋工
ベルトコンベアー	7 m	"	2	床堀削
パイブレーター	棒状電動式	"	5	コンクリート工
ジェットヒーター		基	4	コンクリート養生用
水 中 ポ ン プ	6インチ	台	3	水替工
"	4インチ	"	3	"
"	3インチ	"	3	"
コンプレッサー	300	"	1	在来構造物取壊し工
振 動 ロ ー ラ ー	3 t	"	1	埋戻し転圧
杭 打 機	デルマック22	"	1	杭打
ウェルポイント		基	6	地下水排水
インバート型枠	鋼製吊型枠	"	10	
側 壁 型 枠	鋼製大型々枠(シャッターリング)	"	8	



写真-5 アンダードレーン布設

なお、工事の使用機械器具の一例を表-7に示す。

9-5 アンダードレーンの施工

ドレーンパイプは、透水コンクリート管φ150mmを使用し、流出ボックスは約54m間隔に設けた。

また、フィルター材は上流部を除き現場発生砂を使用したので施工は非常に容易であった。なお現場発生砂の粒度の一例を図-11に示す。

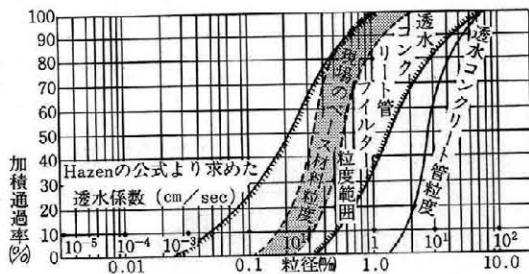


図-11 フィルター材粒度曲線

10. コンクリート工事

用、排水路のコンクリート工事は、インバート部、側壁部夫々の単一ブロック(各スパン)を流れ作業的に進める関係上スパン割、施工順序、或は附属器具の配置等

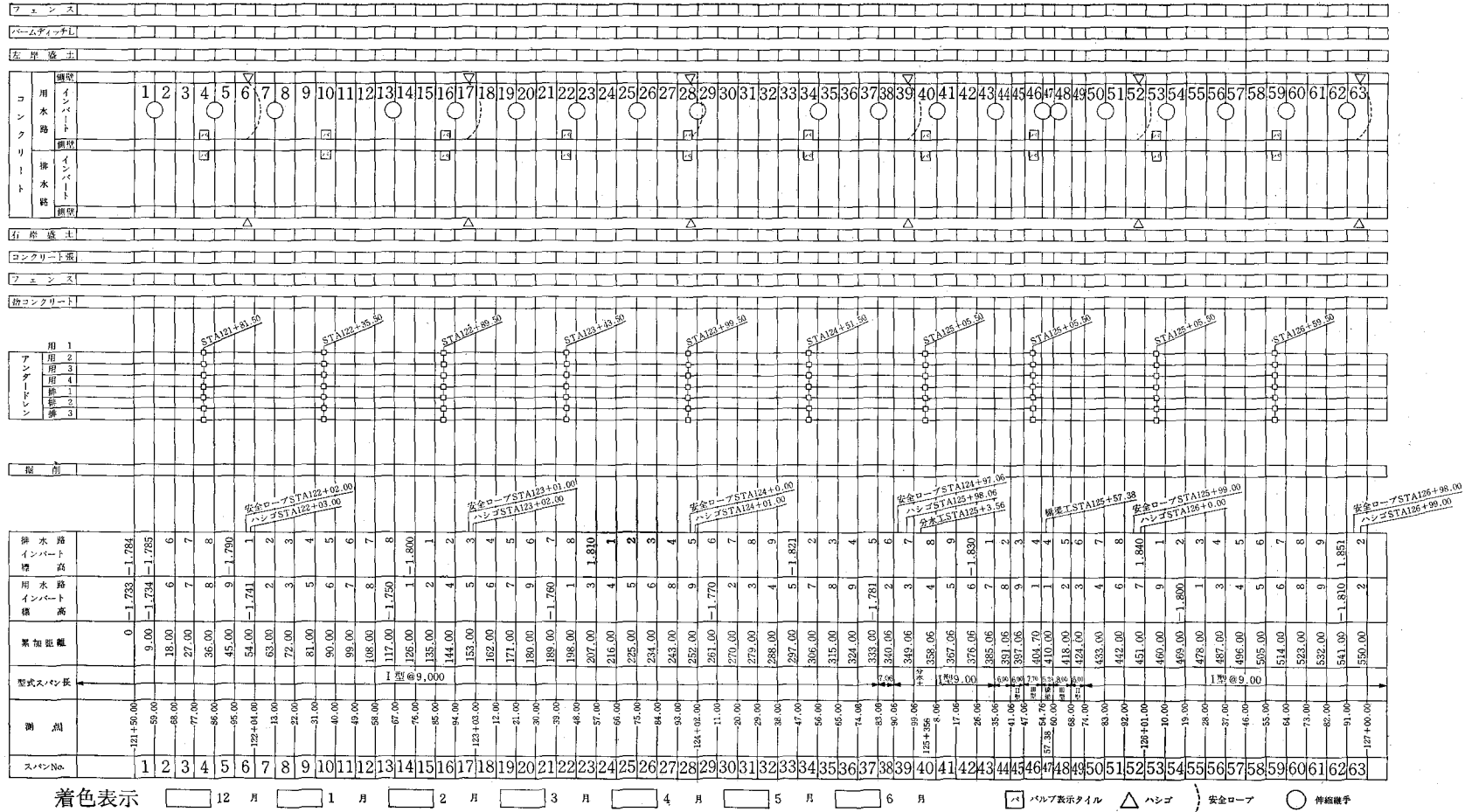
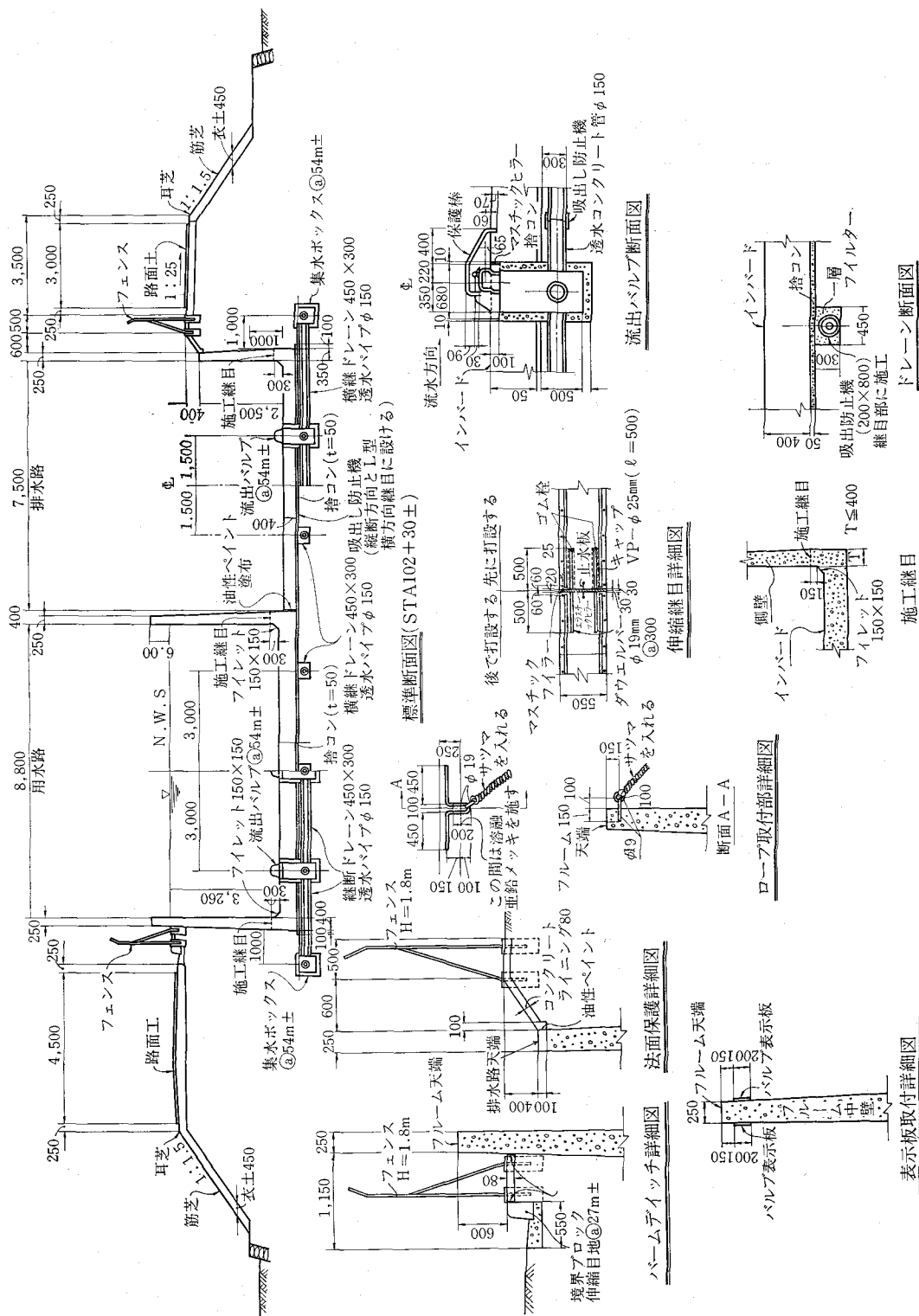


図-12 スパン割図(森川工区例)



図一13 海部幹線水路各部詳細図

の計画を予め設定しておく必要があった。

10-1 スパン割り

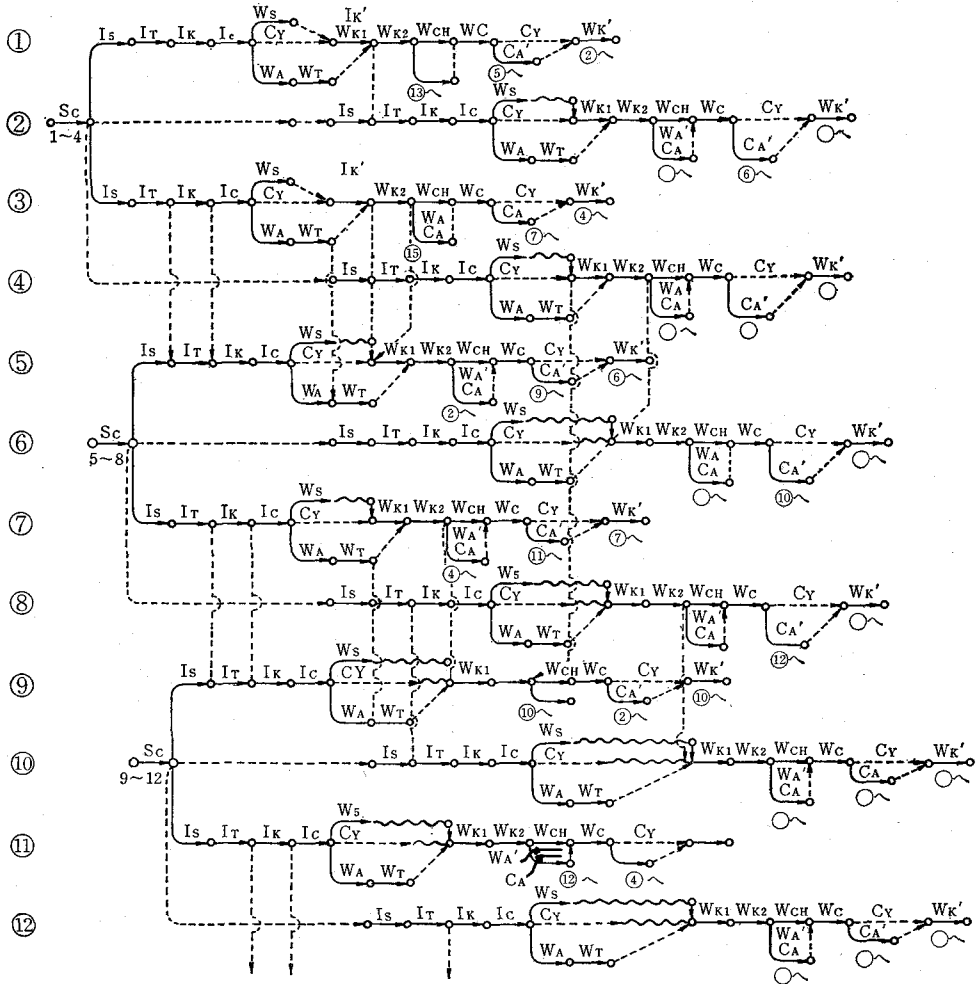
施工に先立ち、施工区間のスパン割を決めスパン割図を作成したが、これは施工順序、工事の段取りをたてる

上での役目にもなり、また施工管理にも利用した。図一12はその一例である。

スパン割図の記載事項および留意点は次のとおりである。

スパン 1(4) 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24

NO. ①



略号説明

Sc……捨コンクリート

Is……インパット墨出し
 It 鉄筋組立
 Ik 型枠組
 Ic コンクリート打設
 Ik' 型枠解体運搬

CY コンクリート養生

Ws 側壁 墨出し
 Wa 足場組
 Wk1 内型枠組
 Wk2 外 〃
 Wt 鉄筋組立
 Wch 型枠鉄筋検査手直し
 Wa 足場解体運搬
 Wc コンクリート打設
 Wk' 型枠解体運搬

Ca コンクリート足場組
 Ca' 〃 解体運搬

図一14 コンクリート工事基本サイクルネットワーク

- (1) 標準スパン長を9mとし、調整スパン長は最小4.5mとする。なお調整スパンは他構造物に影響なく、かつ構造上支障のない区間に設ける。
- (2) 曲線部においては、中心線からの最大偏位を確認する。
- (3) スパン割図には、分木工、横断暗きょ、ドレーンボックス等図一13に示す各種構造物、ならびに取付

器具の位置を明示させる。

- (4) 施工管理に必要な、インパット標高、型式区間、コンクリート打設日等の項目を明示させる。

10-2 施工順序

各スパンの順序ならびに1スパンの作業順序は図一14によった。

10-3 コンクリートの配合

フルーム、橋梁下部工にはA種配合のレディミクストコンクリートを使用し、配合条件としては、水密性および耐摩耗性を考慮し粗骨材の最大粒径40mm、スランプ $8 \pm 1.5\text{cm}$ 、空気量 $4 \pm 1\%$ 、設計基準強度 $\delta=210\text{kg}/\text{cm}^2$ とした。

10-4 インバート型枠

インバート側壁の施工目地は、インバート面から30cm上にありこの型枠を図-15に示す方法で施工した。これはL型鋼により直角定規を製作し、これに吊型枠を固定するもので狂いも比較的少なく施工出来た。

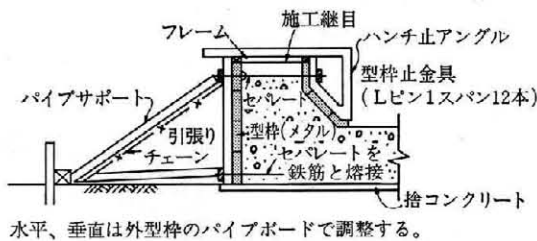


図-15 インバート吊型枠図

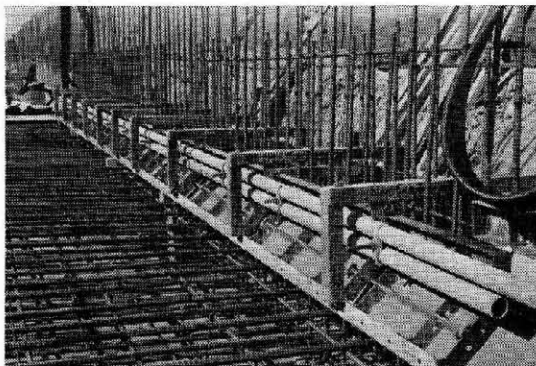


写真-6 インバート型枠

10-5 側壁型枠

側壁の高さは3.5m~4.5mにおよび、従来この作業は水路工事において最も労力を要するものであった。しかし近年の労務者不足、技能低下等から、いかに出来形の均一化、施工スピードと省力化を図れるかを検討した結果、大型型枠工法(シャタリング工法)を採用した。

この工法は、図-16、および写真の如く1スパンの面を1枚の型枠とし、脱型、移動組立等の作業をレッカー車(15t級)により施工するもので、当現場のように工期が短く、同一フルームタイプの連続現場では最も適した工法であった。

10-6 コンクリート打設

一施工区間のコンクリート量約7500 m^3 に対し、打設期間は約3ヶ月という短い期間で日打設量は100 m^3 以上になり、また水路幅も大きく打設箇所も点在していること

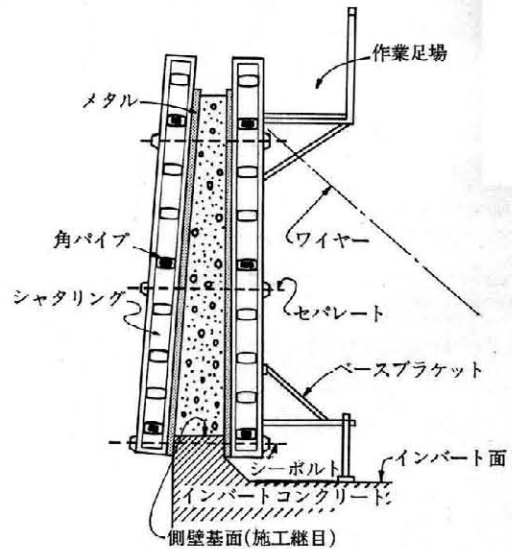


図-16 側壁大型々枠図



写真-7 側壁大型々枠

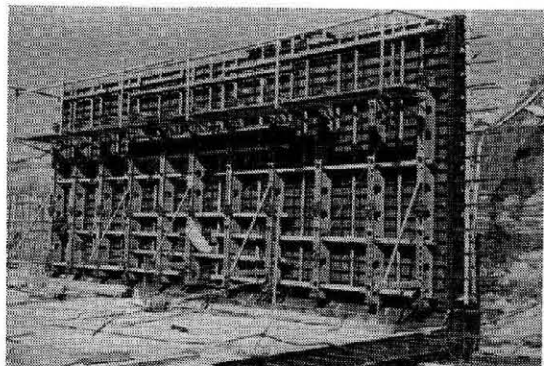


写真-8 側壁大型々枠

からコンクリートポンプ車を使用した。

10-7 コンクリート養生

工程上インバートを2~3スパン打設するが、面積は1スパン約100 m^2 もあり、かつ冬季施工のため最終仕上げは夜間に達する時があった。

このため、インパット養生は先ずシートで覆い、保温マットを敷き、かつジェットヒーターを使用し、側壁はシートによる養生をした。

11. 施工管理

11-1 工程管理

前述のとおり、4月20日通水のためには、水路本体工、分水工等を3月末までに完成させなければならない。従って一工区の工程遅延も許されず、各工区の週間、月間工程ならびに図-17に示すコンクリート打設管理図と対比を常に行ない、ネックの解明と対策を立てな

がら進めなければならなかった。

11-2 出来形管理および品質管理

工程上手戻りは許されないため、施工順序に従い次の管理を行なった。

(1) 出来形管理

用、排水路コンクリートの出来形は、表-8の例に示す如く各スパン毎に行なった。

(2) 品質管理

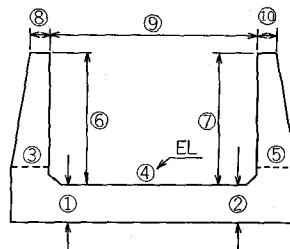
品質管理としては、主にコンクリートと盛土について行なった。

表-8 用排水路出来形測定調書(宮地工区例)

(1) 用 水 路

種 目		①		②		③		④		⑤		⑥			
管理基準値		-20		-20		-20		±30		-20		-30			
設 計 値		550		550		400				400		3,860			
年 日 月	測 点	実 測 値	設計値との差		実 測 値	設計値との差		実 測 値	設計値との差		実 測 値	設計値との差			
			+	-		+	-		+	-		+	-		
スパンNo.	1	565	15		568	18		402	2	-1,321	4	400	0	3,855	5
	2	560	10		560	10		405	5	-1,327	8	405	5	3,856	4
	3	555	5		550	0		404	4	-1,331	11	405	5	3,856	4
	4	565	15		565	15		400	0	-1,323	2	402	2	3,857	3
	5	560	10		560	10		397	3	-1,313	9	400	0	3,858	2
	6	560	10		565	15		403	3	-1,317	6	405	5	3,856	4
	7	555	5		555	5		402	2	-1,318	7	400	0	3,855	5
	8	550	0		550	0		398	2	-1,311	15	398	2	3,857	3
	9	560	10		560	10		400	0	-1,321	6	400	0	3,860	0
	10	565	15		565	15		406	6	-1,325	3	400	0	3,858	2

⑦		⑧		⑨		⑩			
-30		-20		-30		-20			
3,860		250		8,800		250			
実 測 値	設計値との差		実 測 値	設計値との差		実 測 値	設計値との差		
	+	-		+	-		+	-	
3,854	6		250	0		8,800	0	250	0
3,855	5		255	5		8,806	6	255	5
3,856	4		252	2		8,804	4	250	0
3,855	5		252	2		8,801	1	252	2
3,858	2		246	4		8,804	4	247	3
3,854	6		251	1		8,809	9	250	0
3,858	2		250	0		8,808	8	248	2
3,857	3		250	0		8,800	0	251	1
3,860	0		252	2		8,805	5	251	1
3,859	1		249	1		8,800	0	250	0



(2) 併設排水路

種 目		①		②		③		④		⑤		⑥						
管理基準値		-20		±30		-20		-30		-20		-30						
設 計 値		400				350		2,500		250		7,500						
年月日	測点	実測値	設計値との差		実測値	設計値との差		実測値	設計値との差		実測値	設計値との差						
			+	-		+	-		+	-		+	-					
スパンNo.	1	416	16		-1,455	1		350	0		2,496	4		251	1		7,504	4
	2	410	10		-1,462		6	355	5		2,504	4		253	3		7,508	8
	3	415	15		-1,455	2		352	2		2,500	0		251	1		7,505	5
	4	410	10		-1,449	9		355	5		2,502	2		248	2		7,508	8
	5	400	0		-1,458	1		353	3		2,500	0		251	1		7,502	2
	6	400	0		-1,453	7		353	3		2,497	3		253	3		7,500	0
	7	400	0		-1,460	2		350	0		2,509	9		251	1		7,500	0
	8	405	5		-1,461	2		350	0		2,506	6		250	0		7,500	0
	9	410	10		-1,454	10		351	1		2,502	2		249	1		7,498	2
	10	406	6		-1,454	11		355	5		2,500	0		252	2		7,496	4

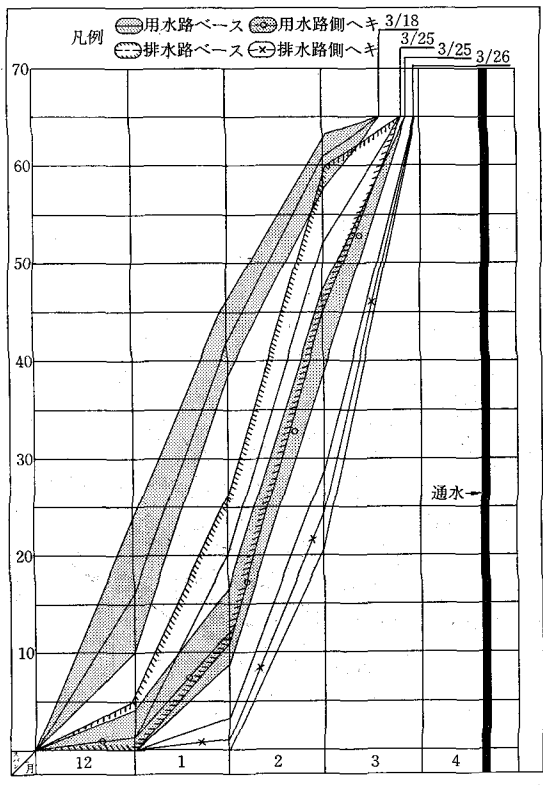
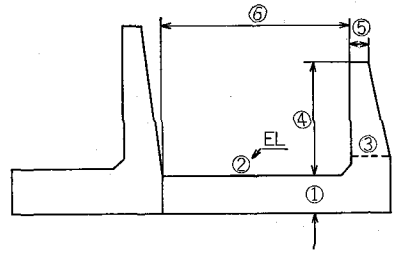


図-17 用排水路コンクリート打設管理図

12. おわりに

愛知用水事業を契機として、爾来20有余年濃尾用水第一期事業等の経過をふまえ、木曾川用水下部事業が発足し、現在待望久しい木曾川大堰からの取水を始め、更に海部幹線水路を経て愛知、三重両県下に送水されている。

海部幹線水路の如く、ゼロメートル地帯でかつ砂質層における工事の排水方法についてはウエルポイント工法によったが、その影響対策は慎重に処理しなければならないことを痛感した。

また、工程上から要求される施工の迅速化に対しては、昭和46年度施工の経験に基づきコンクリートの型枠工法を検討し、大型々枠工法により施工したが、長大水路工事の一事例であり、今後何らかの参考になれば幸甚である。

最後に、かかる地帯用水路の建設は、常に排水問題の対策と処理を必要とし用、排水は表裏一体の感を深めるものである。地域の発展には、別途湛水防除等の排水事業の早期完成が急務であることを付記し本稿を終る。

かん水施設の多目的利用とその 自動化の実施例について

天 野 昭 和* 山 下 敏 彦**

目 次

I まえがき.....(44)	V 工事実績.....(50)
II 事業計画の概要.....(44)	VI 管理方法.....(50)
III かんがい計画.....(45)	VII あとがき.....(50)
VI かんがい施設の多目的利用.....(47)	

I まえがき

昭和30年代の経済の高度成長に伴い、国民の食生活は高度化、多様化の傾向を示し、中でも果実、特にみかんの消費が著しく増加している。同時にみかんの生産も35年からの15年間に、実に4倍の伸び率(生産量比)を示したが、47年からは遂に生産過剰気味となつて、第2の米の様相を呈するに至つた。加えて新興産地における結果面積は年を追って増加の一途をたどり、生産者は価格対策に苦慮している。

この生産過剰の中で、産地間競争の中で生き抜くためには、品質の向上により、市場を拡大するとともに、徹底した省力化により生産コストを下げる必要がある。

鹿島市、太良町の1市1町に誇る本地域には、およそ2,700haのみかん園があつて、地域農業の基幹作物となつており、みかんの消長は即、地域経済の消長につながることから、本事業でも再度にわたる計画変更を行い、農業の安定経営を指向した施設の近代化を進めている。

ここでは多目的畑地かんがい設備の中で、特に果樹栽培で重要なウエイトを占める防除を主体に紹介したい。

II 事業計画の概要

1. 地域の概況

本地域は長崎県と境を接する佐賀県鹿島市を中心に藤津郡太良町を加えた多良岳北面の山麓台地で、地区面積は742haである。

この地域の産業は、農業と定置漁業(ノリ養殖)が主で、農業経営形態は米、みかんを主体にした複合経営である。一戸当りの経営面積も0.89haと零細であるが、最近10年間にみかん園の造成が急速に進み、水田面積をしのぐ勢いをみせ、農業生産高の第1位はみかんが占めている。

地勢は多良岳山系矢筈山を頂点として、有明海に向つて放射状に拡がった標高5~400mの比較的急峻な山腹傾斜地で、多良岳火山群の噴出した火山泥流の流出によつて形成された丘陵性の台地である。

気象は年平均気温16.4℃、年平均雨量1961mmと全国的にみても高温多雨に属している。

地質は安山岩、玄武岩からなり、これらの風化土からなる土壌は、赤褐色で強酸性を呈し、みかん栽培には適している。

2. 計画の概要

地 域	;	佐賀県鹿島市、藤津郡太良町
地区面積	;	742ha
造成面積	;	629ha
基幹作物	;	温州みかん
関係農家戸数	;	1,115戸
工 期	;	S39~S55
事業費	;	79億円

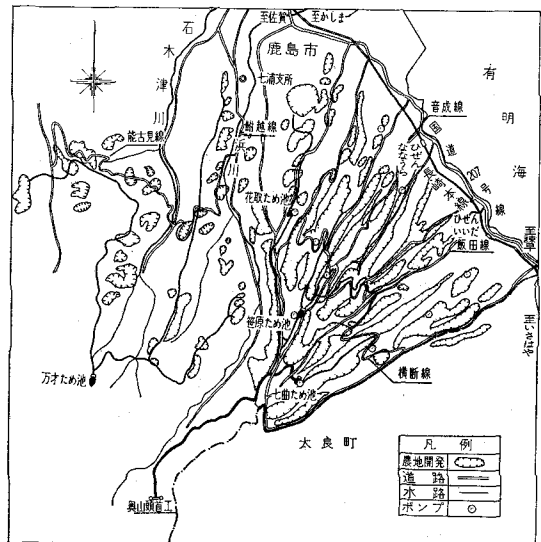


図-1 多良岳地区概要図

* 九州農政局多良岳開拓建設事業所

** " "

主要工事計画

水源施設

ため池	； 4ヶ所
さく井	； 7 "
頭首工	； 1 "
管水路	； 57km
主要道路	； 60km
農用地造成	； 629ha
畑地かんがい	； 629ha

Ⅲ かんがい計画

1. 用水系統の説明

本地区の用水系統は団地の構成及び水源施設の関係から三つに大別される。

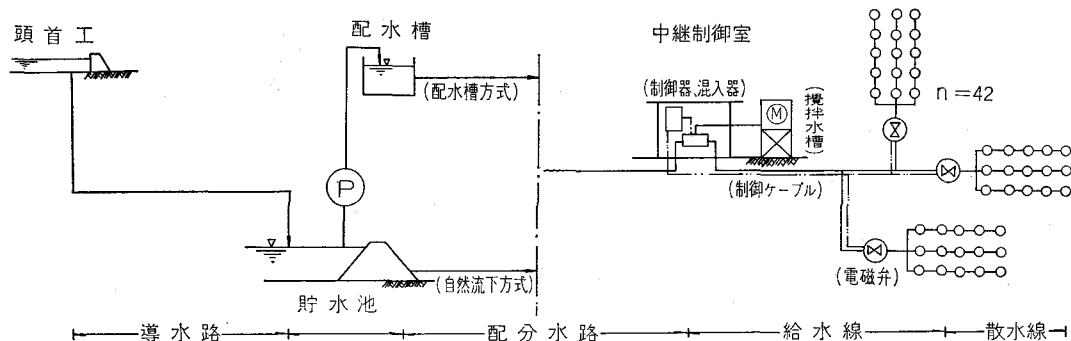


図-2 用水系統図

2. 畑地かんがいの基礎諸元

計画日消費水量	； 4.3mm
間断日数	； 7日
1回の純かんがい水量	； 30.1mm (4.3mm × 7日)
かんがい効率	； 75%
1回の粗かんがい水量	； 40.1mm (30.1mm ÷ 0.75)
適用効率	； 80%
1回のは場かんがい水量	； 37.6mm
スプリンクラー	(30.1mm ÷ 0.80)
型式	； 中間圧タイプ
ノズルサイズ	； 4.4mm × 2.8mm (半円4.0~4.4mm)
散水直径	； 24~30m (半円12~14m)
散水量(2.5kg/cm ²)	； 26l/min (半円16l/min)
作動圧	； 2.0~2.5kg/cm ²
散水強度	； 9.3mm $\left(\frac{60 \times 26}{14 \times 12} \right)$
1回のかんがい時間	； 4hr $\left(\frac{37.6}{9.3} \right)$
1日の移動回数	； 6回
1日のかんがい時間	； 24hr
3. スプリンクラーの選定	
スプリンクラーによる病虫害の防除を効果的に行うに	

浜川に築造した奥山頭首工を主水源とし、既設ため池を嵩上げた七曲、笹原、花取等の流域変更により貯水するため池の水系、石木津川に新設した万才ため池の水系、並びに5本の深井戸を水源とする水系である。

これらの水源施設から各々のブロックまでの配水方法は、自然流下方式を原則としているが、その位置関係により、水源より直接流下が可能なブロックと揚水ポンプにより、いったん高位部の配水槽に揚水し、配水しなければならないブロックとに大別される。従ってこのように地形条件及び部落界、水源施設容量等により前述の三つの系統内を更に38の用水ブロックに細分している。

代表例として花取ため池の用水系統を示すと、図-2のとおりである。

は、まず幹、枝、葉、果実に十分薬液を附着させねばならぬが、この薬液の附着を左右する要素としては、スプリンクラーの高さ、配置間隔、噴射角度、回転速度と云われている。

当地区では、多目的利用の中でも防除に主眼をおいて、次のような検討を行い仕様を決定した。

(1) スプリンクラータイプの決定

既往の試験成績並びに使用実績を勘案して、スプリンクラーの器機を選定する。

中間圧タイプ(M_I、M_{II})スプリンクラーのノズル仰角は、低角度とした方が葉面(特に葉裏)への附着はよくなるが、飛距離が短くなるため単位面積当りのスプリンクラー数が多くなることや、散液分布の均等性からみて、ノズル仰角は15°~20°程度が望ましいのでM_I型とする。

(2) 配置間隔

防除効果からみたスプリンクラーの配置間隔を決める時、散布効率(EP)60%、均等係数(Cu)70%以上をとるものとしている。この場合の配置間隔は、散布直径(D)の50%(0.5D)以下であるが施設費の関係もあって0.5D~0.6Dの範囲になるように設置する。より一層の防除効果を高めるには、樹冠に対する入射角度と液滴の附着

表一 スプリンクラー散液付着 (和歌山果試)

器機	ノズル 仰角	散液付着指数					
		葉オモテ			葉ウラ		
		500 l/10a	700	900	500	700	900
M _I 改良型	主副 17°×10°	6.0	6.5	6.6	2.5	2.9	2.9
M _I 原型	27°×27°	5.6	5.8	6.4	2.0	2.3	3.0

表二 樹冠に対する散液の入射角度と葉面付着

器種	入射角	平均付着指数		有効付着率 (%)		ノズル 角度
		葉オモテ	葉ウラ	葉オモテ	葉ウラ	
30F	20°	6.7	2.0	79.5	18.9	7°
2.8×2.4% 3kg/cm ²	30°	5.8	1.3	74.9	7.8	12°
	60°	5.3	1.0	71.1	2.8	27°
	90°	4.9	0.9	59.7	3.9	72°
	平均	5.7	1.3	71.3	8.4	

表四 スプリンクラー性能表

全 円					半 円				
機種	ノズルサイズ	散水直径	散水量	角度	機種	ノズルサイズ	散水半径	散水量	角度
	mm	m	l/min			mm	m	l-min	
NO 30	4.4 × 2.8	26.8	26.2	18°	35 A	4.0	12.5	15.7	18°
30FW-2	4.6 × 2.4	30.5	26.5	20°	30P-3	3.9	13.5	15.0	20°
TS30LN	4.6 × 2.4	26.7	26.1	20°	T. S35LN	4.0	12.5	15.7	20°
O. L-30	4.4 × 2.8	24.9	26.9	13°	O. P-35-B	4.0	13.0	15.7	20°

スプリンクラーをかん水のみを利用するときには、回転速度による散布ムラが問題となることは少ないが、防除の場合は散布時間が極めて短かいので回転速度があまり遅いと、散布ムラを生じて効果が低下する。

和歌山県の試験結果では、防除に必要な最少の回転数は4~5回が必要で回転速度は30~50秒程度のものが望ましいと云われているので、ここでは1分1回以内としている。

(4) ライザーの高さ

ライザーの高さは、防除効果に直接影響する重要な因子であり、平均樹高に出来るだけ近い方が有利とされている。ここでは、営農指針として樹高は2~2.3mとしているので、ライザー高さ2mとする。

以上の要素を満たすものとして市販されている器機の中から表一5のものを使用している。

4. ローテーションブロックの設定

水源別および行政区画等から区分した38の用水ブロックを更にかんがい、防除等共同作業を行う末端の最小営農単位に区分して、ローテーションブロックとしているがこのブロックの大きさ及び配置等が施設費並びに共同作業の難易に大きく影響することから、次のような事項を十分検討のうえブロック割を行っている。

効率との関係を考慮して最小限2方向から薬液がかかるように正方形又は長方形配置することが望ましい。

(3) スプリンクラー回転速度

表三 散液付着効率 (和歌山果試)

器種	配置 区 分 間隔	散 液 量 (l/10a)						
		500		700		900		
		付着 指数	CV %	付着 指数	CV %	付着 指数	CV %	
M _I 型	0.6D	葉オモテ	5.6	2.5	6.6	9.6	6.5	7.9
		葉ウラ	2.4	38.7	3.1	24.0	3.3	25.6
	0.5D	葉オモテ	6.0	4.9	6.5	6.3	6.6	7.9
		葉ウラ	2.5	32.7	2.9	9.5	2.9	25.9

付着指数 (0~10) 付着度3以上は防除効果が期待できる

CV(%) : 変異係数

D : スプリンクラー散水直径

(1) 地 形

小さい谷で区切られた八手状の地形であるので、尾根づたいに設けた道路に沿って縦割とし、原則として谷を越えたブロックを設けない。

(2) 共同作業及び維持管理

部落を中心とした営農共同体を基本にしブロック界は、土地所有界、行政区界とする。

(3) 機器材の性能

塩ビ管、電磁弁等使用機器材の耐圧強度の面で通常価格で入手可能な器材を使用できるようにブロック内の標高差は、150mを限度とする。

(4) 危険分散

共同作業の円滑化及び施設の危険分散からあまり大きくしない。

(5) 施設費

ブロック面積は大きい程割安になるので、(4)とは相反するが条件の許す限り大きくする。

5. 水理計算の方法

水理計算は水源施設より末端ローテーションブロックの入口までのいわゆる配分水路と、それ以降の給水線水路、散水線水路に分けて、次のように行っている。

(1) 配分水路

マンニング公式

$$U = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2} \quad (\text{m/s})$$

粗度係数

鋼管, 鋳鉄管 ; 0.013

石綿, ヒューム, 塩ビ管; 0.012

流速の範囲

許容最大平均流速

コンクリート管 ; 2.5m/s

鉄管, 塩ビ管 ; 5.0m/s

最小流速 ; 0.3m/s

標準値 ; 0.8m/s

(2) 給水, 散水線水路

ヘーゼン, ウィリアム公式

$$V = 0.84935 \cdot C \cdot R^{0.63} \cdot I^{0.54} \quad (\text{m/s})$$

流速係数 塩ビ管; 150

石綿管; 140

流速の範囲

許容最大平均流速

塩ビ管, 鋼管 ; 5.0m/s

最小流速 ; 0.3m/s

標準値 ; 1.5m/s

(3) 考え方

① 設計流速は原則として1.0~2.0 m/sとしているが, スプリンクラーの作動圧が2.5 kg/cm²程度になるように許容流速の範囲内で管径をしぼる。

② 電磁弁以降は, 圧力の均等分布を確保するためスプリンクラー間の動水圧差を±10%になるようにする。

③ 地形上どうしてもパイプの管径調整のみでは所定の作動圧がえられない場合は, 定流量弁をスプリンクラーヘッド直下に設ける。

6. 付帯施設の考え方

パイプライン組織の十分な機能の発揮と保全のために, 次のような付帯諸施設を設ける。

(1) 減圧施設

パイプラインの標高差が著しいところではパイプラインの安全管理, スプリンクラーの所定圧確保のため, 配分水路に減圧施設を設ける。減圧機器としては, 浮子式自動弁が構造単純, 堅ろうで, 耐久性に富み信頼度が高いので, この浮子式自動弁(ディスクバルブ)を採用している。

(2) 通気施設

管路内に混入した空気を排除し, また管内の低位部に空気を供給するため, 路線の高位部や平坦部から下り勾配が急になる地点, 制水弁の直下流部及び平坦部でも一定間隔に空気弁を設けることにしており, 本地区では, 急排気弁φ20を採用している。

(3) 管理施設

① 制水弁

制水弁は管路の維持管理上次の地点に設ける。

(イ) 水管橋の前後

(ロ) 減圧施設の流入側, 流出側

(ハ) 排泥工の下流側, 吐出側

(ニ) 量水計の上流側

(ホ) 電磁弁の上流側

(ヘ) 混入施設の流入側と流出側

(ト) 管理用として500mごと

② 排泥工

パイプラインの凹部のはげしいところや, 給水線の末端に設け, 泥吐管の管径は本管の径の1/2~1/4程度(50年度以降は50mmに統一)とする。又放流口には減勢用のマスを設ける。

③ 余水吐

余水吐は開放される水槽, すなわち減圧施設に付随して設ける。

④ 量水計

維持管理用として, 各制御室内に瞬間及び積算流量を標示するウォルトマン型の量水計を設ける。

⑤ ジョイントボックス

制御ケーブルの保守点検のため, 電磁弁5~6個が集合したところに14芯用, または28芯用を設ける。

IV かんがい施設の多目的利用

1. 多目的利用と施設自動化の必要性

(1) 多目的利用を通じ最大の効果をあげる。

畑地かんがい施設は, 単に旱害防止のための水分補給を行うだけでなく栽培管理, 災害防止, 管理作業の省力化, 特に防除作業の際に人体に受ける薬害防止等, 水の多目的利用を通じて, 畑地の総合的生産性を向上させることが可能である。また施設を多目的に利用することにより投資効率も高められることになる。

(2) 自動化による省力化が多目的利用施設の前提である。

多目的に利用すれば施設の使用頻度が高くなる。特に防除, 施肥などの管理作業をスプリンクラーによって行えば能率的に, しかも正確に行うことができる。この操作は階段工で急傾斜地の多い, 本地区のように管理作業の困難なところでは自動化しなければ多くの労力を要し経済効果が得られない。更に水管理上からも必要条件である。

(3) 地域農業の振興方向である。

多目的施設を計画する場合は, 主産地形成を中心とした高度の土地利用, 規模拡大, 省力化を前提として経営の合理化に立脚した作目の導入計画が必要である。

鹿島市におけるみかんの位置付けは市農業粗生産額では米をしのぐ最も期待される作目であり, 果樹振興の構

想として土地基盤の整備、栽培管理施設等の近代化を図るとしている。既に47年度には、果樹栽培省力化促進事業によって18haの多目的スプリンクラー設置事業が実施されている。

2. 末端散水施設の自動化

一つのローテーションブロックはかん水が7日間断の1日6回移動であるところから42の散水ブロックに分かれ、更に一つの散水ブロック内は10本程度のスプリンクラーで散水される。これらの施設の自動化については、次のような項目について検討を加え計画した。

(1) 配水方式

水源施設がかんがい対象地域よりかんがいに必要な水頭以上に高い場合には、自然圧を利用した自然流下方式としているが、自然圧が得られないブロックについては、貯水をいったん高位部へ揚水した配水槽方式として各ローテーションブロックに配水している。

① 自然流下方式の場合

ため池からの直接取水であり、貯水位の変動による末端圧力への影響をなくするため、取水設備(斜樋)より取水した水は堤体下流側に設けた減圧水槽で浮子式自動弁(ディスクバルブまたはフロートバルブ)により静水とし配水路を通して各ブロックへ配水する。

② 配水槽方式の場合

ため池や深井戸から揚水ポンプ及び送水ポンプの組合せにより、高位部に設けた配水槽に圧送し、それから自然圧を利用して配水する。

この場合の配水槽の大きさは

$$\text{有効水槽容量 } V = 4/1 \cdot Q_p \cdot t$$

Q_p : ポンプの吐出量 (m^3/min)

t : ポンプ始動の1サイクルの時間
(min)

とし、制御は、配水槽の水位制御によりポンプ運転を自動化している。

(2) 末端散水の自動化

末端散水の自動化は、従来手動で行われていた散水ブロックの切替え操作を自動的に行うものであるが中継制御室から遠隔操作される電磁弁により制御する方式としている。

中継制御室はローテーションブロック入口付近の高位部に 13m^2 程度のコンクリート造りモルタル仕上げの上屋を設けて、制御機器、混入器のほか、管水路の流況検出のために量水計及び圧力計を収納している。これと隣接して、 $1,000\text{ℓ}$ 容量の攪拌槽及び架台を設けているがこのところは共同作業の中心となるところでもあり道路に面した便利な場所を選定している。

(3) 混入施設

管内流量の変動に正比例して薬液混入が行われるベンチュリーによる圧力差を利用した流量比例方式を採用す

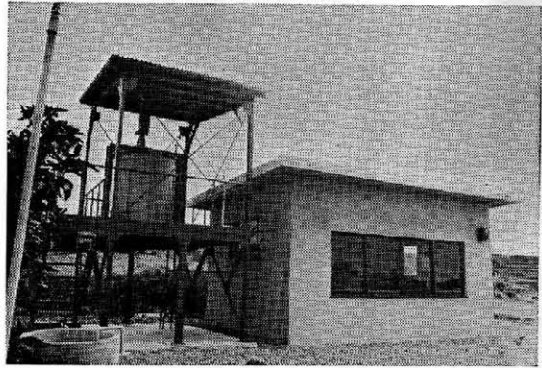


写真-1 制御室全影

ることとし、次の諸条件の検討を行った。

① 防除、施肥のいずれにも利用できるもの、倍率設定が容易で支配面積に応じた能力を有するもの。

② 自動、手動の切換機能有し、連続運転が可能なもの。

③ 制御器と連動して運転ができる機能を有し、A、C 100Vで運転可能なもの。

④ 制御器

1ローテーションブロックに1台の割合で次のような条件を具備した制御器を設け、制御器と電磁弁を結ぶ回路は、保守点検が容易なように個々の電磁弁と制御器を各々1本の操作線で結ぶ個別配線方式を採用しているが採用にあたっては次の諸条件を検討した。

① 制御対象電磁弁数は42個とする。

② 制御方式は電磁弁を順次タイマーによる設定時間で直接制御するバルブローテーション方式とする。

③ フロースイッチにより過流量の検知、及びフロースイッチにより検出された流水信号と電磁弁の制御信号とを組合せて電磁弁の開閉監視を行う。

④ かん水については将来中央管理センターによる集中制御も考えられるので、その場合の中継用電気回路を内蔵していること。

⑤ かん水、防除、施肥いずれにも使用出来る機能を有すること。

3. 薬液混入方法と残液処理

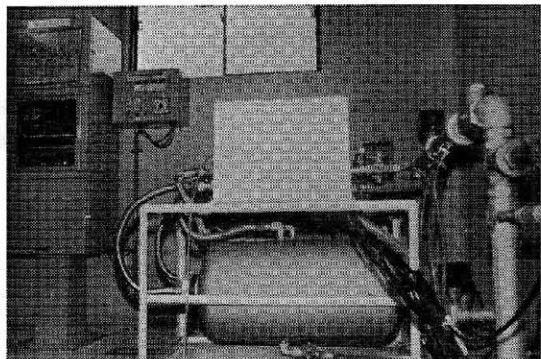


写真-2 制御器混入器

(1) 混入方法

薬液混入装置は、混入器本体、ベンチュリー管、倍率ピース、薬液、液肥攪拌槽、制水弁で構成され、薬液の混入は制御室内の給水線のバイパスに設けたベンチュリー管が水を通過する時、管の前後に生ずる圧力差を混入器本体に装着された内袋の内、外に作用させ、薬液をかんがい水に混入させるもので、希釈倍率は、一次希釈液と倍率ピース（40，1000，2,000倍）との組合せにより所定の濃度を得ることができる。（流量比例方式）

(2) 攪拌槽の大きさ

攪拌槽は、農薬の一次希釈液を調合したり液肥を一時貯蔵して混入器に送り込むところであるが、特に液肥に対しては耐蝕性、耐久性に富んでいることが要求される。現在、各地で使用されているのは、コンクリート製、P・E製、F・R・P製、等であるが本地区ではF・R・P製を使用する。大きさはローテーションブロックが5ha～10haであり、1,000ℓ～2,000ℓのものが必要であるが、経済性からみると農薬と液肥を一つの水槽とすることが好ましく、また攪拌器の動力源からみると、山間部でもあり比較的引込み簡単な電源は100Vであるからその攪拌能力は1,000ℓ程度の水槽が限度となる。したがって全ブロック1,000ℓの水槽に統一し、使用にあたっては、防除は一作業を2回程度に分けて一次希釈液を調合し、施肥は毎日始める前に1日分ずつ供給する計画とする。

(3) かんがい、防除及び施肥の作業時間

① かん水

- 1日のかんがい時間 ; 24時間
- 1回のかんがい時間 ; 37.6mm/9.3mm/hr
≐ 4時間
- 1日の散ブロック数 ; 24hr/4hr
= 6ブロック

② 防除

- 1回の散布量 ; 700ℓ/10a(0.7mm)
- 1回の散布時間 ; 0.7mm/9.3mm/hr
≐ 4.5分
- 1ローテーションブロックに要する時間 ; 4.5分×42ブロック
≐ 3時間

③ 施肥

- 1回の施肥量 ; 50ℓ/1ca
- 散布濃度を300倍とすると、その散布量は ; 50ℓ×300
=15,000ℓ/10a (15mm)
- 1回の散布時間 ; 15mm/9.3mm/hr
≐ 1.6時間
- 1日の作業時間を10時間とすれば、1日に消化できる散水ブロックは

; 10hr/1.6hr

≐ 6ブロック

したがって、ローテーションブロックが終了する日数は

; 42ブロック/6ブロック

= 7日

(4) 残液処理

スプリンクラーを利用した防除方式で問題となるのは、作業終了時給水管や散水管内に残る薬液の処理である。一般的に考えられる残液の処理方法としては、廃棄、散布利用、回収二次散布等である。いずれの処理方式を採用するかは、施設費、維持管理費及び薬液代等を含めた比較により決定しなければならないが、本地区は地形が複雑で飛地が多いので給水管内の残液は散布利用、電磁弁以降の散水管分は廃棄する方向で次のような方法とする。なお、スプリンクラーより廃棄する量は700ℓ/10aの散布の場合で全量の6%程度である。

① まず管路内の真水を末端スプリンクラーから排除すると同時に薬液を注入し、給水線の水を薬液と置換する。

② 薬液に置き換えたところで、ローテーション順に電磁弁を規定時間ずつ開放して散布していく。

③ 末端に近づくにつれて、計算により使用量に見合った管路内残液を押し出していく。

④ 電磁弁以降の薬液は薬効が失すると思われる散布後一昼夜程度放置し、その後スプリンクラーヘッドの洗滌も兼ねてスプリンクラーから廃棄処分する。

⑤ 給水線より分岐し電磁弁までの距離が比較的長い散水ブロックにおいては、残液を利用するために2回にわたって行われることがある。

⑥ 混入器及び攪拌槽内における残液または洗滌水は道路側溝等を流下して水質汚濁を起さないように、制御室敷地内に省径1mのドレイン孔を設け、十分に希釈して廃棄する計画としている。

4. 多目的かんがい手順

末端かんがい施設の自動化は、前述のように経済性からまとまった支配面積が要求されるので必然的に広範囲にわたり薬剤等の混入方式も元混入方式となる。

元混入方式の場合には、各散水ブロックの単位散水量（薬液量）が一定するには場入口までの管内水を、薬液等を置換しておかなければならない。この準備作業として、施設の完成時に混入量と各電磁弁間に色素を混入した水で数回試験して置換タイムを測定し、各散水ブロック毎の置換タイムテーブルを作製している。水-薬液置換作業が終れば、各散水ブロックの防除は制御器の順次タイマーの設定時間どおり、全て自動的に行われる。また、薬液の有効利用のために防除の最終段階で水で押し出して、管内残液を散布するが、これらの置換作業は制御器の手動操作で行われ、1ブロックあたり30～40

表-5 工 事 実 績

工 種	区 分	規 格	数 量	単 位 当 り	摘 要
面 積	ブロック面積	8ブロック	60.17ha	7.5ha/ブロック	昭和50年度施工分
配 分 水 路	配 分 水 路 減 圧 施 設	V. P φ75~125 ディスクバルブ	3,173m 2ヶ所		
制 御 施 設	制 御 ケーブル 電 磁 弁 制 御 器 ジョイントボックス	1.25mm ² 2~28芯	23,769m	40m/10a	
		D. C24V φ25~50 スタンド型42回線用	316個 8面	0.19ha/個 7.5ha/面	
混 入 施 設		差圧混入方式	8ヶ所	7.5ha/ヶ所	
給 水 線		V. P φ30~125	20,639m	34m/10a	
散 水 線		V. P φ16~75	63,739m	106m/10a	
スプリンクラー	全 円 全円+定流量弁 半 円 半円+定流量弁 計	26l/min (2.5kg/cm ²)	1,186個 535 "	2.0個/100 0.9 "	全円換算2,021個 全円換算6.2個/10a
		全円の50~60%	2,350 "	3.9 "	
		10°~20°	1,019 "	1.7 "	
			5,090 "	8.5 "	
付 帯 施 設	制 水 弁 空 気 弁 排 泥 工 量 水 計	φ32~125	86個	4.2ヶ所/100m	
		急排気 φ20	31 "	1.5 "	
		φ30~50	68 "	3.3 "	
		ウォルトマン型	8 "	7.5ha/ヶ所	

分程度の時間がかかるようである。

V 工 事 実 績

昭和48年度より畑かん末端施設工事を行い、629haのうち50年度までに120haを完了している。

50年度施工の8ブロックについて工種ごとの概要を示すと表-5のとおりである。畑かん末端施設とは、制御室以降の施設をいうが、一部のブロックについては制御室までの、配分水路も含まれているので併記する。

VI 管 理 方 法

多目的畑地かんがい施設の管理運営は複雑多岐にわたるため、方法を誤まれば混乱と損失を招き、ひいては施設の機能喪失や、信頼度の低下につながることから、管理運営の組織のあり方は極めて重要である。

ここでは、施設の最小単位が約7haと小さく、地区全体では約90個の単位ブロックができることから、将来施設の管理にあたるであろう土地改良区の下部機関として、ブロック単位に「〇〇利用組合」を組織させ、利用組合は、それぞれの組合規約、施設管理規程を定めて施設の善良な管理、運営にあたることとしている。

土地改良区はこれらの利用組合を統合するために、ブロック毎に設置する「中継制御室」の情報を「中央管理センター」に集め、ブロック間の調整にあたり無用の混

乱が起きないように統制する。

各中継制御室には薬、液肥混入装置と制御器があるが、これは全て中央管理センターの許可、指令によって運転され、使用時間帯以外の中継制御室は中央管理センターから遠隔封鎖される仕組となっている。中継制御室の機器は、若干の指導を受けた利用組合の専任担当者によって操作されるためほとんど自動化している。

現在はまだ工事の途中でおよそ20%の施設が完成しているにすぎないが、早期効果の発揮と地元要望により、施設の本委託までの暫定措置として、国と土地改良区との間で「土地改良財産の一時使用契約」を結び、土地改良区に運営させて実効をあげている。

VII あとがき

本事業における多目的かんがい施設は48年度に試験施工にはいつてから、3年目で面積も小さく使用実績(特に防除について)も少ないが、今後改善すべきいくつかの問題が提起されている。

第一に薬剤の均等散布である。かん水の場合はさほど問題にならない事であるが、防除の場合には、一部に無散布並びにムラ散布があると病虫害が集中する恐れがあり、わづかの面積のために手散布の施設及び労力を要する。

本地区のように階段工が81%を占める地形では、ほ場

の区画も不整形で画一的なスプリンクラーの配置では、全域を均等にカバーすることはむづかしく均等散布のためには、性能の異なるスプリンクラーの組合せや、ライザー管の配置、角度、或は高さの調整によって対応する必要があるが施工後の試験散布による微調整は避けられない。

第二にこのような地形では、半円の占める割合が大きくなり（当地区は約66%）割高となるが全円を多く使用した場合の水、及び薬液等の無効散布による損失との相対関係で検討する必要がある。

第三に隣接する在来園が未装置で、手散布による防除器具を所有しているために小規模の増反参加者の脱落が若干あり、部分的なスプロール現象が起ることがある。これは、スプリンクラーの配置を更に複雑にし、第二の

問題ともつながってコスト高の原因にもなっているが、在来園と開拓地とが隣接しているケースは意外に多く、従って総合制度を導入しておれば地域ぐるみの施設が整備できて、コストの面でも脱落防止の面でも有効ではなかったかと思われる。

以上述べたように歴史の浅い畑地かんがいでは技術的にも今後の研究、開発に待つところが多く、また、これを受け入れる農民側にも未経験の分野に対する不安感から、一部に事業の取組に対して逡巡がみられるが反面、すでに使用を開始した農民の反響は最近の労働情勢や若年後継者の引止対策として一応評価され、なかんづく大規模経営者にその傾向がみられることは、我々当事者にとっては大きな励みである。



五洋建設

名古屋支店

取締役支店長 深谷林三

〒460 名古屋市中区錦3-2-1

(052) 961-6231

農村工業導入に係る環境アセスメント 実施指針についての解説

中 澤 功*

目 次

はじめに……………(52)	3. 実施指針の解説……………(53)
1. 農村工業導入について……………(52)	あとがき……………(61)
2. 実施指針の必要性……………(52)	

はじめに

我が国の水質公害が発生した時期は必ずしも定かではない。明治以後の急速な産業近代化への動きは、工業の発達とその生産規模の拡大によって、生産工程から排出される汚水量の増大と有害物質の質の多様化をもたらした。

工業開発などの地域開発を行うに当たって、事前に環境影響について十分なチェックを行わなかったため、その地域に深刻な環境汚染をもたらして来たこと云々のが、わが国のこれまでの地域開発の姿であったと云ってよい。したがって開発計画の実施に当たっては、事前にその環境影響の程度と範囲、予測される悪影響の防止策、代替案の比較検討などを含めて総合的な事前評価および再評価等を行う環境アセスメント（環境影響評価）が環境破壊の未然防止を図るため、環境保全上の基本的政策として是非とも必要である。

1. 農村工業導入について

農村地域工業導入促進法（昭和46年6月21日法112号）は農村地域への工業の導入を積極的かつ計画的に促進すること等により、農業と工業との均衡ある発展を図るとともに、雇用構造の高度化に資することを目的として制定された。

同年11月26日には農林大臣、通産大臣及び労働大臣により、同促進法第3条第1項の農村地域への工業の導入に関する基本方針が定められ、これを受けて昭和49年までに、東京、神奈川、大阪、奈良、沖縄を除く全国の42道府県において、第4条第1項の基本計画が決定されている。

これまでに既に約800地区について第5条第1項の実施計画が道府県及び市町村によって決定され、工業導入のための基盤整備等が進められて来ている。

第1次の計画の目標年度の昭和50年度が過ぎたことに

* 東北農政局西津軽農業水利事業所長—前環境庁審査官

より、昭和55年度を目標とした「基本方針の変更」が、昭和51年9月24日付けで環境庁長官を含む関係行政機関の長との協議を終え、前述の大臣の間で決定された。

なお「基本方針の変更」の決定に先立って、環境庁、農林省、通産省の三省庁担当課長間に於て9月22日付けで後述の覚書が締結されている。

2. 実施指針の必要性

環境庁は昭和48年度及び49年度に実施計画が決定された地区を対象として、実施計画の策定に当たって講ぜられた環境保全上の措置について、関係道県の環境担当部局を通じて、108地区約6000ヘクタールに及ぶ調査を行った。調査は工業導入地区の面積、土地利用規制の状況、計画内容、環境の現況及び環境への影響についての検討結果、評価等について行なわれた。

調査結果は51年9月環境庁企画調整局で取りまとめられたが、この結果から環境庁として前述の覚書の締結が必要であると判断したものであり、その要点は次のとおりである。

- ① 基本計画の策定において公害防止に関する事項、自然環境保全に関する事項等を定めること。
- ② 実施計画の策定に先立って、環境影響についての調査検討を行う必要があること。
- ③ 工業導入後においても環境質の監視、環境影響についての調査検討の補完等を義務付ける必要があること。

これを受けて三省庁担当部局の事務レベルで約半年間の検討、調整を重ねた結果、上記の③に係るものとしてその適正な実施を期するとともに関係市町村への周知の徹底化、指導の統一を図るため、昭和52年5月20日付けで、農林省構造改善局農政部就業改善課長、通産省立地公害局立地指導課長、環境庁企画調整局環境管理課長の連名で「実施指針」が通達された。

なお実施指針の適用範囲を20ヘクタール以上の地区としているが、その理由は、この規模のものは促進法施行

令第4条で実施計画を都道府県が定めるとされており、当面は県レベルの技術手法に期待できると判断されたからである。

農村地域工業導入実施計画に係る環境影響調査検討に関する実施指針の内容は次のとおりである。

1. 調査検討の目的及び全般的留意事項
2. 調査検討の手順
3. 環境に影響を与える行為の内容の確認
4. 環境現況の調査検討
5. 環境保全目標の設定
6. 環境への影響の予測
7. 環境保全対策の検討
8. 評価及び課題の検討
9. 調査検討結果のとりまとめ。

3. 実施指針の解説

農村地域における工業導入による環境質の変化要素としては主として、水環境を重視する必要があることは論を待たない。したがってここでは前述の項目の中、主として水環境について項目別に解説を試みることにする。

3. 環境に影響を与える行為の内容の確認

当面想定されている計画案について、環境に影響を与える行為として、次の項目の内容について確認するものとする。

(1) 土地の利用と改変

- ア. 土地利用計画の概要（工場敷地、道路、公園、緑地等に区分した土地利用別面積、配置等）
- イ. 土地造成計画の概要（土地造成面積、植生改変面積、工事の概要及び概算土工量等）

(2) 環境汚染物質の排出等

- ア. 用水量（地下水採取量を含む）排水量及びBOD排出負荷量（排出先水域が湖沼、又は海域である場合にはCOD排出負荷量）その他、必要に応じて排出水のPH、SS、油分、有害物質の排出量、排水施設の種類の等。
- イ. 燃料の種類及び使用量
この他に必要に応じて、SO₂、NO_x、ばい塵、有害物質、悪臭物質等の排出量、燃焼施設の種類の等。
- ウ. 騒音発生施設の種類の及び発生騒音レベル。この他に必要に応じて発生振動レベル。
- エ. 産業廃棄物の種類の及び発生量、並びに処理計画。
- オ. その他計画内容等から見て必要なもの。

工業導入による環境へのインパクトの内容の確認の中、とくに(2)の環境汚染物質の排出等についての質と量を確認することは、具体的に導入される工場等の内容を確認あるいは予測することであり、確実に把握することは困難な場合が少くない。結局多少多めに予測した数値を以

て、それが妥当なものか、あるいは充分安全側に予測してあるかどうかを判断することになる。

(1) 導入地区に張りつけられる企業の業種によって、排水量、負荷量を予測するわけであり、実際には別表一1に示すとおり出荷額を基礎としてその調査データ（原単位）から算定される。

この原単位は昭和43年単価で古い資料であるため、通産省、環境庁で調査を追補しているのて確認のうえ使用すべきである。

また地下水利用あるいは工業用水使用によっても業種の制約があるので、業種別区分を明確にしてチェックしておく必要がある。

(2) 排出濃度は該当する各地域の排水基準によって制約されることになる。

工場、事業場から公共用水域に水を排出する者は、特定施設を設置しようとするときは、所定の事項を都道府県知事に届け出なければならない。即ち水質汚濁防止法第五条7項の規定により㉠排水の量ならびに㉡、排水および用水の系統を届け出なければならない。

今日では汚濁物質の排出が認められる工場等は殆んど特定施設として追加され79種に達しているのて、導入される工場等でこれから適用除外となるものはないものと思われる。

そこで水濁法第三条の規定に基づき総理府令で定められた排水基準（別表一2の一律排水基準の数値）は、全公共用水域を対象として、全特定事業場につき一律に適用されるものである。

全特定事業場につき一律のものとして定めたのは全特定事業場から排出される水の汚染状態の最低限の基準を設定する趣旨であり、その水準はBOD等の一般的な水質汚濁を示す指標に関しては、一般家庭汚水の水質と同程度の水質を確保する見地から定められている。これは水域ごとの排水量の総量が著しく多量のものとならない限り、特定事業場からの排出水の水質を一般家庭汚水の水質と同程度に維持することによって、河川等の自然浄化作用により公共用水域の水質の汚濁を防止できるとの考えにもとづくものである。

この一律排水基準の考え方は、その違反行為に対して水濁法による直罰規定を設けたこととの関連もあり、原則的には排出水の汚染状態の最大値で定めているが、BOD等特定の項目については、最大値と合せて日間平均値を採用している。

又同法第三条第3項により都道府県は、総理府令で定める排水基準では水質汚濁防止上不十分と考えられる水域については、条令で総理府令で定める排水基準に替えて、適用すべき、よきびしい「上乘せ排水基準」を定めることができる。今日では殆んどの県で、既に条令化が進んでおり、その一覧表を表一3に示す。

別表一 工場排水汚濁負荷量，排水量等原単位

産業分類		業 種 名	製 品 出 荷 額 等 (43年百 万円当)	排水原 単 位 出 荷 額 (百万円) 当 日 m ³ /日	水 質				
					B O D		C O D		S S
小分類	細分類				(ppm)	(t) 負荷量	(ppm)	(t) 負荷量	(ppm)
181		畜肉食料品製造業	700,468			365.5		334.7	
	1811	肉製品製造業	157,648	0.645	1,500	152.5	500	50.8	100
	1812	乳製品製造業	510,701	1.343	300	205.8	400	274.3	200
	1819	その他の畜産食料品製造業	32,120	0.745	300	7.2	400	9.6	200
182		水産食料品製造業	680,195			1,412.4		197.0	
	1821	水産かん詰製造業	73,747	1.433	1,500	158.5	500	52.8	500
	1822	海そう加工業	48,957	0.102	100	0.5	100	0.5	500
	1823	寒天製造業	5,705	4.538	500	12.9	600	15.5	1,000
	1824	魚肉ハム・ソーセージ製造業	48,089	1.068	500	25.7	300	15.4	300
	1825	水産練製品製造業	112,454	0.928	200	20.9	100	10.4	100
	1826	冷凍水産物製造業	109,363	1.529	3,500	585.3	300	50.2	600
	1829	その他の水産食料品製造業	281,845	0.617	3,500	608.6	300	52.2	600
183		野菜かん詰・果実かん詰等	160,219			188.1		89.6	
	1831	野菜かん詰・果実かん詰	92,263	1.939	800	143.9	400	71.9	300
	1832	野菜つけ物製造業	67,456	1.310	500	44.2	200	17.7	300
184		調味料製造業	291,079			1,400.8		1,162.55	
	1841	味そ製造業	44,997	0.863	7,000	271.8	1,500	58.2	1,000
	1842	しょう油・食用アミノ酸	112,112	0.731	800	65.6	500	41.0	300
	1843	グルタミン酸ソーダ製造業	41,364	16.838	1,500	1,044.7	1,500	1,044.7	200
	1844	ソース製造業	43,849	0.444	800	15.6	800	15.6	200
	1845	食酢製造業	8,384	0.556	10	0.05	10	0.05	50

別表二 一律排水基準と上乘せ排水基準

水 質 項 目	一律排水基準 (総理府令)	上乘せ排水基準の例 (神奈川県条例抜すい)	
有 害 項 目	カドミウム・化合物 シアン化合物 有機リン化合物 鉛・化合物 六価クロム化合物 ヒ素・化合物 水銀・アルキル水銀・化合物 アルキル水銀化合物 P C B	0.1mg/l 1.0 " 1.0 " 1.0 " 0.5 " 0.5 " 0.005 " 検出されないこと 0.003mg/l	検出されないこと 0.5mg/l 検出されないこと 0.1 0.05 0.05 同 左 " -
一 般 項 目	水素イオン濃度 (pH) B O D C O D S S ノルマルヘキササン抽出物質(鉱物) " (動植物) フェノール類 銅 亜 鉛 溶解性鉄 " マンガン ク ロ ム フ ッ 素 大腸菌群数	5.8~8.6(但し海域は5.0~9.0) 160mg/l(日間平均120mg/l) 160 " " 120 " " 200 " " 150 " " 5 " 30 " 5 " 3 " 5 " 3 " 5 " 10 " 10 " 2 " 15 日間平均3000	同 左 5mg/l(日間平均3mg/l) 5 " (" 3 ") 15 " (" 5 ") 3 " 3 " 0.005" 1 " 1 " 0.3" 0.3" 0.1" 0.8" 日間平均1000
備 考	一般項目については50mg/日以上 の工場についてだけ適用される。	湖沼についての一般基準例 (新設以外の場合) 最終改正 48. 10. 19	

別表一 3 上乗せ基準値最高限一覧表
(S 51.3.31現在)

		BOD	COD	SS
1	北海道	(20)	(20)	70 (50)
2	青森	30 (20)	30 (20)	60 (50)
3	岩手	25 (20)	25 (20)	50 (40)
4	宮城	30 (20)	30 (20)	30 (20)
5	秋田	(30)	(30)	(70)
6	山形	25 (20)	—	50 (40)
7	福島	25 (20)	(5)	20 (10)
8	茨城	15 (10)	15 (10)	25 (20)
6	栃木	25 (20)	25 (20)	50 (40)
10	群馬	30	30	50 (40)
11	埼玉県	25 (20)	—	60 (50)
12	千葉県	10	10	20
13	東京都	25 (20)	25 (20)	90 (70)
14	神奈川県	5 (3)	5 (3)	15 (5)
15	新潟	(20)	—	50 (40)
16	富山	25 (20)	25 (20)	25 (20)
17	石川	30 (20)	30 (20)	90 (70)
18	福井	(20)	(20)	30 (30)
19	山梨	20 (15)	20 (15)	50 (30)
20	長野	15 (10)	15 (10)	15 (10)
21	岐阜	25 (20)	—	60 (50)
22	静岡県	10 (5)	15 (10)	15 (10)
23	愛知県	25 (20)	25 (20)	30 (20)
24	三重	25 (20)	25 (20)	90 (70)
25	滋賀	30	30	70
26	京都	25 (20)	—	(70)
27	大阪	10 (5)	10 (5)	25 (20)
28	兵庫県	15 (5)	15 (5)	30 (20)
29	奈良	25 (20)	—	90 (70)
30	和歌山	10 (5)	10 (5)	40 (30)
31	鳥取	120 (90)	120 (90)	60 (50)
32	島根	160(120)	160(120)	200(150)
33	岡山	15 (10)	15 (7)	40 (30)
34	広島	90 (70)	15 (10)	65 (50)
35	山口	15 (10)	15 (10)	20 (15)
36	徳島	25 (15)	20 (15)	30 (20)
37	香川	15 (7)	15 (7)	15 (10)
38	愛媛	(30)	15 (10)	50 (40)
39	高知	25 (20)	50 (40)	20 (10)
40	福岡	15 (10)	15 (10)	25 (20)
41	佐賀	30 (20)	—	70 (50)
42	長門	25 (20)	25 (20)	50 (40)
43	熊本	30 (20)	30 (20)	40 (30)
44	大分	—	10 (5)	15 (10)
45	宮崎	25 (20)	12 (16)	50 (40)
46	鹿児島	10 (5)	—	20 (10)
47	沖縄	20 (10)	—	90 (70)

(注) 1. 単位は mg/l
2. —は未設定
3. ()は日間平均排水量

この排水基準が排出濃度の最大値であり、この濃度以前述の排水量から算出されるものが汚濁負荷量であると見れば、安全側であると云えるのではなからうか。

なお別表一 1 の中で例を取ると寒天製造業では1年間に57億5百万円の出荷額であり、その総排出量から1日当たりが算出される。

$$5705 \text{ 百万円} \times 4.54 \text{ m}^3/\text{日} \times 500 \text{ ppm} \times 10^{-6} = 12.9 \text{ t/日}$$

4. 環境現況の調査検討

環境現況については、気候、地形、地質、水文、動植物、生態系、景観、大気質、水質、その他自然環境、土地利用、名勝、天然記念物等の文化財等について、環境に影響を与える行為の内容及び地域の特性等を考慮し、次の事項に留意しつつ調査検討を行うものとする。

(1) 既存の有益な資料をできる限り収集し、その活用を図ること。

(2) 地域特性を明確にするよう、地域的、季節的及び時間的変化を考慮し、客観性の保持に配慮して調査検討を行うこと。

(3) 環境質の変化の動向も考慮し、地域の風景的価値、学術的価値、生活又は生産の場としての適性等を的確に把握すること。

(1) 水質調査のための採水地点では、採水と同時に流量観測を行うべきである。水質と流量とは密接な関係があるので、できる限り多数地点で流量観測を行なうことが望ましい。この流量と水質とは相対応するものでなくてはならないもので、流量も相当信頼度の高いものを必要とする。

然し場合によっては精度の高い流量観測を全地点で行なうことは困難なことでもあるので、採水地点の中から適当に抽出して必要最小限実施し、その他の点では流域比などによる内挿法をとってもよい。

(2) 水質調査項目は保全目標(水質環境基準)を定めるために十分なものでなければならない。一般項目としては、気温、水温、色相、臭気、透明度、PH値、DO、SS、BOD、COD、塩素イオン、大腸菌群、油分等が各水域とも共通な水質項目として考えられ、全国的な視野で水質評価を行うこととしている。

この項目以外にも調査対象となる水域の特殊性によって必要な項目が存在することは当然である。上流域に有害物質の排出のおそれのある工場等があれば、後述する健康項目と云われる有害物質が項目として追加されるべきである。さらに上流域に畜産団地のある場合のほか、下流域にダム、溜池のある場合には、とくに、T-N、T-P、が追加されるべきである。

さらに、導入される工業団地の下流に農業用水の取入口が近い場合は、後述する農業用水基準の項目を配慮する必要がある。

(3) 水質調査方法については昭和49年9月30日付けで環境庁水質保全局長通達が行われているので、これに準拠すべきであろう。

先づ「健康項目」については(後述する人の健康の保護に係る環境基準項目)、毎月一日以上、各一日について

4 回程度採水分析することを原則とする。このうち一日以上は全項目について実施し、その他の日にあっては、水質の汚濁の状況、排出水の汚染状態等からみて必要と思われる項目について適宜実施することとしている。

また「生活環境項目」については、環境基準点（環境水質の維持達成状況を把握するための地点）、及びこれに準ずる利水上重要な地点等で実施する調査にあっては、年間を通じ、月一日以上、各一日について4 回程度採水分析することを原則とする。ただし河川の上流部、海域における沖合等水質変動が少ない地点においては、状況に応じ適宜回数を減じてよい。

この通年調査地点のうち、日間水質変動が大きい地点にあっては、年間2 日程度は各一日につき2 時間間隔で13回採水分析することとする。

これら以外の地点で補完的に実施する調査にあっては、年4 日間以上採水分析することとする。

(4) 水質環境の測定値の取り扱いについて、環境基準の評価方法の関連から述べる。「健康項目に関する基準値」は最高値として定められており、公共用水域の水量の如何を問わず達成すべきものとされている。したがって測定された全てのデータが基準値を満足することを以って評価している。つまり100% 合格でなければならない。

ただし、総水銀の環境基準については年間平均値（0.0005ppm以下）として定められたものであり、この場合測定データにN. D（検出されないこと、即ち定量限界値を云う）が含まれる場合は年間データのうち、0.0005ppmを越えた検体数が全検体数の37%未満であることを以って評価するとしている。

「生活環境項目に関する基準値」は、公共用水域が通常の状態、河川にあっては低水量（1年のうち275日はこれを越える水量）以上、湖沼にあっては低水位以上の貯水量があるときに測定することになっており、日間平均値を以って評価することとしている。しかし実際には年間を通じての水量測定の困難さ等により、低水流量、低水位の把握が十分でないときは、運用上測定されたデータ（日間平均値）の年間の資料のうち75%以上が基準値を満足することを以って評価している。

なお、海域においても年間データの評価にあたっては、河川、湖沼同様に年間のデータのうち75%以上が基準値（日間平均値）を満足することをもって達成されているとしており、測定値の扱いをこのような考え方で整理しなければならない。

また同一水域内の複数の基準点において、測定が行われている場合は全ての基準点に於て基準値を満足することをもって、当該水域の環境水質の評価が行われる。

結局同一水域内では最も高濃度の地点で、しかも年間データのなかから低い測定値順に75番目の値（年間12回

の場合9番目の値）を代表値として評価することになり、それが現況値としての評価すべき値となる。この点を十分理解しておく必要があり、一般には全測点の全測定回数（平均値）を以て判断している場合が見られるので注意が必要である。

(5) 環境水質と併せて重要な河川や湖沼の底質の問題に若干ふれておくこととする。底質が悪化し、そこに含まれる物質が公共用水域の水質や環境に悪影響（悪臭等）を及ぼしているものと考えられる水域については、主要な汚濁源の近傍、地形や潮流により、堆積泥が多く見られる地点を選定して採泥する。

測定項目は「健康項目」のほか、PH、COD、ORP、強熱減量、硫化物含有量および含水量等が必要とされている。測定値は試料の乾燥重要および湿重量の夫々1gr 当りのmg 数（mg/g）を併記することを原則とするが、mg/kg で表わしてもよいこととしている。今日では水銀、PCB、等に一応の除去基準値があることに注目すべきである。

5. 環境保全目標の設定

4の調査検討結果を踏まえ、環境基準、定説化された科学的知見、専門家の意見等に基づいて環境保全目標を設定するものとする。

なお、環境保全目標は、人の健康の保護、生活環境の保全及び自然環境の適正な保全を基本として、極力定量的に設定するものとする。

一般に水質汚濁による被害は健康被害と生活環境被害に分けられる。人の健康被害とは、人が汚染物質を摂取することによって発生するが、その因果関係は汚染した水を人が飲料水等として摂取する直接的な場合と、いわゆる食物連鎖によって摂取する間接的な場合とによって違ってくる。食物連鎖と云われているのは一般に、水中あるいは底質中の汚染物質をプランクトンなどの微生物が吸収し、あるいは水ごけに蓄積され、これらを食べた魚介類の体中に濃縮して蓄積し、さらにこれらの食品を人が摂取すると云う一連の関係を云う。したがって人の健康の保護に関する水質環境の項目としては、有害な汚濁物質のうち別表—4が定められている。

また生活環境被害と云うのは、農作物や魚介類の生産量の減少、上水道の浄水作用の困難化または多費用化、金属材料の腐食、透明度が低下することによる観光レクリエーションとしての価値の低下、臭気の発生による生活環境の悪化などの被害を云う。

生活環境の保全に関する環境基準は、有害物質以外の物質等による汚濁の指標としての基準である。この場合は水域の利用形態によって、維持することが望ましい水質のレベルが水域毎に自ずと異なって来るはずであり、

また公共用水域の利用形態が多岐多様であり、これを最大公約数的にその中の最も厳しい基準又は緩い基準とし

て一律のものを設定することは妥当性を欠くことになる。

別表一 4 人の健康の保護に関する環境基準

項目	カドミウム	シアン	有機燐	鉛	クロム (6価)	ヒ素	総水銀	アルキル水銀	P C B
基準値	0.01ppm 以下	検出され ないこと。	検出され ないこと。	0.1ppm 以下	0.05ppm 以下	0.05ppm 以下	0.0005 ppm以下	検出され ないこと。	検出され ないこと。
測定 方法	日本工業規 格K 0102 (以下この 表、別表2 及び附表2 において 「規格」と いう。) 40に掲げる 方法	規格 29.1.2 及び 293に掲 げる方法	規格23に換 げる方法 (ただし、 メチルジメ トンについ ては薄層ク ロマトーモ リブデナム 青法)	規格 36に掲げ る方法	規格 51.2に掲 げる方法	規格 48に掲げ る方法	原子吸光 光度法	ガスクロマ トグラフ法 及び薄層ク ロマトグラ フ分離原子 吸光光度法 の両方法	ガスクロ マトグラ フ法

備考

1. 基準値は最高値とする。ただし、総水銀に係る基準値については、年間平均値とする。
2. 有機燐とは、パラチオン、メチルパラチオン、メチルジメント及びEPNをいう。
3. 「検出されないこと。」とは、測定方法の欄に掲げる方法により測定した場合においてその結果が当該方法の定量限界を下回ることをいう。別表2において同じ。
なお、アルキル水銀の項目については、ガスクロマトグラフ法及び薄層クロマトグラフ分離—原子吸光光度法の両方法によってアルキル水銀を検出した場合以外の場合をいうものとする。
4. 総水銀に係る基準値は、河川においてその汚染が自然的原因によることが明らかである場合に限り、0.001 ppm 以下とする。
5. 薄層クロマト—モリブデナム青法とは、附表1に掲げる方法をいう。
6. 原子吸光光度法とは、附表2に掲げる方法をいう。
7. アルキル水銀についてのガスクロマトグラフ法及び薄層クロマトグラフ分離—原子吸光光度法とは、それぞれ附表2に掲げる方法をいう。
8. PCBについてのガスクロマトグラフ法とは、附表4に掲げる方法をいう。

別表一 5 生活環境の保全に関する環境基準

1. 河川

項目 類型	利用目的の適応性	基 準 値					該当水域
		水素イオン 濃度 (pH)	生物化学的 酸素要求量 (BOD)	浮遊物質 量 (SS)	溶存酸素量 (DO)	大腸菌群数	
AA	水道1級 自然環境保全および A以下の欄に掲げる もの	6.5以上 8.5以下	1 ppm以下	25ppm以下	7.5ppm以上	50MPN/100ml 以下	第1の2 (2)によ り水域類 型ごとに 指定する 水域
A	水道2級 水産1級 浴 およびB以下の欄に 掲げるもの	6.5以上 8.5以下	2 ppm以下	25ppm以下	7.5ppm以上	1,000MPN/100 ml以下	
B	水道3級 水産2級 およびC以下の欄に 掲げるもの	6.5以上 8.5以下	3 ppm以下	25ppm以下	5 ppm以上	5,000MPN/100 ml以下	

C	水産3級 工業用水1級および D以下の欄に掲げる もの	6.5以上 8.5以下	5 ppm以下	50ppm以下	5 ppm以上	—
D	工業用水2級 農業用水およびEの 欄に掲げるもの	6.0以上 8.5以下	8 ppm以下	100ppm以下	2 ppm以上	—
E	工業用水3級 環境保全	6.0以上 8.5以下	10ppm以下	ごみ等の浮遊が認められないこと。	2 ppm以上	—
測定方法		規格8に掲げる方法	規格16に掲げる方法	規格10.2.1に掲げる方法	規格24に掲げる方法	最確数による定量法

備考

1. 基準値は、日間平均値とする（湖沼、海域もこれに準ずる。）
2. 農業利用水点については、水素イオン濃度6.0以上7.5以下、溶存酸素量5 ppm以上とする（湖沼もこれに準ずる。）
3. 最確数による定量法とは、次のものをいう（湖沼、海域もこれに準ずる。）
 検水10ml, 1ml, 0.1ml, 0.01ml……のように連続した4段階（試料量0.1ml以下の場合は1mlに希釈して用いる。）を5本ずつBGLB醸酵管に移植し、35~37℃, 48±3時間培養する。ガス発生を認めたものを大腸菌群陽性管とし、各試料量における陽性管数を求め、これから100ml中の最確数を最確数表を用いて算出する。この際、検水はその最大量を移植したものの全部かまたは大多数が大腸菌群陽性となるように、また最少量を移植したものの全部かまたは大多数が大腸菌群陰性となるように適当に希釈して用いる。なお、試料採取後、直ちに試験ができないときは、冷蔵して数時間以内に試験する。

(注) 1. 自然環境保全：自然探勝等の環境保全

2. 水道 1級：ろ過等による簡易な浄水操作を行なうもの
 “ 2級：沈澱ろ過等による通常の浄水操作を行なうもの
 “ 3級：前処理等を伴う高度の浄水操作を行なうもの
3. 水産 1級：ヤマメ、イワナ等貧腐水性水域の水産生物用並びに水産2級及び水産3級の水産生物用
 “ 2級：サケ科魚類およびアユ等貧腐水性水域の水産生物用および水産3級の水産生物用
 “ 3級：コイ、フナ等、β-中腐水性水域の水産生物用
4. 工業用水 1級：沈澱等による通常の浄水操作を行なうもの
 “ 2級：薬品注入等による高度の浄水操作を行なうもの
 “ 3級：特殊の浄水操作を行なうもの
5. 環境保全：国民の日常生活（沿岸の遊歩等を含む。）において不快感を生じない限度

3. 海域については省略

このため当該水域毎に、維持することが望ましい水質を定め、別表一5の中からあてはめることにしている。これを環境基準の類型指定といい、二県以上にまたがる県際水域（河川37, 湖沼4, 海域6）は国が指定したが、その他の大部分は県知事に委任されている。

指定に当っては、達成期限も同時に定めるものとされ、ただちに達成可能即ち現状がそのまま望ましい環境水質の場合は④、5ヶ年以内に達成が⑤、達成に10年を必要とする場合は⑥とすることとなっており、具体的には別表一6のとおりである。

法律に基づくものではないが農林省で技術審議官を会長とする学識経験者による研究会で策定された農業用水基準があり、農業側で審査する指標として用いられている。

なお水田稲作に係る基準値を別表一7に示す。

6. 環境への影響の予測

環境に影響を与える行為の内容、地域の特性等を考慮し、科学的知見を踏まえて、環境に与える影響について必要な予測を、適切な方法で行うものとする。

なお汚染物質排出量等からみて、影響が著しく軽微であると認められる場合は、その程度に応じて予測、環境保全対策の検討、評価を省略できるものとする。

7. 環境保全対策の検討

6の結果に基づき、5により設定された環境保全目標を達成維持するために必要な環境保全対策について、検討を行うものとする。

環境保全対策としては、適切な土地利用計画の策定、土地造成における工法上の配慮、環境汚染物質排出量の削減、環境汚染排出量の監視と制御、その他環境管理の方法等について検討を行うものとする。

2. 湖 沼

(天然湖沼および貯水量1,000万立方メートル以上の人工湖)

項目 類型	利用目的の適応性	基 準 値					該当水域
		水素イオン 濃度 (pH)	化学的酸素 要求量 (COD)	浮遊物質 量 (SS)	溶存酸素量 (DO)	大腸菌群数	
AA	水道1級 水産1級 自然環境保全および A以下の欄に掲げる もの	6.5以上 8.5以下	1ppm以下	1ppm以下	7.5ppm以上	50MPN/100ml 以下	第1の2 の(2)により水域類 型ごとに 指定する 水域
A	水道2, 3級 水産2級 水浴 およびB以下の欄に 掲げるもの	6.5以上 8.5以下	3ppm以下	5ppm以下	7.5ppm以上	1,000MPN/100 ml以下	
B	水産3級 工業用水1級 農業用水 およびCの欄に掲げ るもの	6.5以上 8.5以下	5ppm以下	15ppm以下	5ppm以上	—	
C	工業用水2級 環境保全	6.0以上 8.5以下	8ppm以下	ごみ等の浮 遊が認めら れないこと。	2ppm以上	—	
測定方法		規格8に掲 げる方法	規格13に掲 げる方法	規格10.2.1 に掲げる方 法	規格24に掲 げる方法	最確数による定量 法	

備 考

水産1級, 水産2級および水産3級については, 当分の間, 浮遊物質量の項目の基準値は適用しない。

別表-6 環境基準の類型指定例

水 域 名	該当類型	達成期間	備 考
阿武隈川水系 逢瀬川 (馬場川合流点から幕ノ内橋まで)	B	ロ	(暫定) E 水素イオン 濃度に係る 基準値は, 適用しない。
阿武隈川水系 逢瀬川 (幕ノ内橋より下流)	D	ハ	
阿武隈川水系 五百川	A	イ	
阿武隈川水系 荒川 (日ノ倉橋より上流)	A	イ	
阿武隈川水系 荒川 (日ノ倉橋より下流)	B	イ	
阿武隈川水系 松川	A	イ	
阿武隈川水系 摺上川	A	イ	
阿武隈川水系 広瀬川 (館の腰橋より上流及び小国川)	A	イ	
阿武隈川水系 広瀬川 (館の腰橋より下流)	B	ロ	
渡良瀬川(1) (赤岩用水取口から桐生川合流点まで)	A	イ	
渡良瀬川(2) (桐生川合流点から袋川合流点まで)	B	ロ	
渡良瀬川(3) (袋川合流点から新開橋まで)	B	ハ	
渡良瀬川(4) (新開橋から利根川合流点まで)	B	ニ	

別表一 7 農業用水基準
(昭和45年3月農林省公害研究会策定)

項 目	基 準 値
(1) PH (水素イオン濃度)	6.0~7.5
(2) COD (化学的酸素要求量)	6 ppm以下
(3) SS (無機浮遊物質)	100ppm以下
(4) DO (溶存酸素)	5 ppm以上
(5) T-N (全窒素濃度)	1 ppm以下
(6) 度電気伝導度 (塩類濃度)	0.3m Ω /cm以下
(7) 重 金 属 類	
As (砒素)	0.05ppm以下
Zn (亜鉛)	0.5ppm以下
Cu (銅)	0.02ppm以下

環境予測は确实且つ安全側に予測すべきであって、科学的に立証できる手法で、理解しやすく、また妥当な方法が必要となる。

(イ) 環境条件は地形等の形態変更、開発行為あるいは各種公共事業のほか、種々な変化によって年々変動している。

このため環境条件の変動を予測するには、最近年次の測定値を以て現況値としている。

農業用水計画では最近10年間の渇水年を基準年次としているが、これとは関係なく水量は平水量、水質濃度は最近年次を以て現況値として予測のベースとする。

(ロ) 当該導入地区の開発行為による排出汚濁量の確認のほか、当該地域の環境質が全く変化しないのか、あるいは開発行為が10年間要するとするならば、その10ヶ年後に当該地域の環境質がどう変化するか検討する必要がある。その際農村工業導入による開発行為のほか、客観条件あるいはその他の開発行為による影響についても注目する必要がある。

今日では都市化傾向は全国的なもので、過疎地域であってもある程度の都市化が進みつつあり、住宅改築に伴う水洗化の普及による影響が大きいことに注意すべきである。

これまでは建設省で採用している負荷原単位が一般的に使用されているので、右の①~③に記述する。

(ウ) 水域に汚水が排出された場合、まず汚染度の高い汚水は比較的清浄な水と物理的に混合し、その後次第に希釈される。

この希釈効果は、河川においては河川の流量が大きいほど、また汚水に比較して河川の水質が清浄なほど、十分に希釈されてその汚濁濃度は低下する。

① 生活排水人口1人当り汚濁負荷量原単位標準値
(g/人・日)

別表一 8 生活排水汚濁負荷原単位

項目	45年			65年			備 考
	し尿	雑排水	合計	し尿	雑排水	合計	
BOD ₅	13	31	44	13	51~71	64~84	COD : BOD = 1 : 2と仮定 BOD : SS = 1 : 0.9と仮定
COD	6.5	15.5	22	6.5	25.5~35.5	32~42	
SS	10	30	40	10	48~66	58~76	Inhoffの研究結果による (Inhoffの研究結果による)
TN	9	3	12	9	4	13	
TP	0.57	0.83	1.40	0.57	1.63	2.2	

注1) 昭和65年と昭和45年の中間年の値は、直線的に変化するものとして算定する。

2) BODの昭和45年の数値は建設省が昭和45年に実施した「汚濁原単位調査」の成果による。昭和65年値は、わが国の生活水準が欧米の水準に上昇することを想定し、Inhoff (独) Metcalf (米) の調査結果を参考にした。

② 生活排水人口1人当り水量負荷原単位

工場排水を除く都市排水は1人当り基礎家庭下水量(上水道計画の数値を基本とする。約300~350l/人・日、日平均・20年後)を基に用途地域別の営業用水率を考慮して用途地域別に決定する。

別表一 9 用途地域別営業用水率

用途地域名	営業用水率	営業用水 l/人・日	備 考
商業地域	0.6~0.8	180~280	
住居地域	0.3	90~105	
準工業地域	0.5	150~175	
工業地域	0.2	60~70	

③ 家畜による負荷原単位

別表一 10 家畜排水汚濁負荷原単位

項 目	牛		豚	
	g/頭・日		g/頭・日	
B O D	640		200	
S S	3,000		700	
T N	290		40	
T P	50		25	
C O D	530		130	

(農林省畜産局調べ)

注) 畜舎排水量は地域差が大きいので、それぞれの地域の特性に応じた値を用いること。

汚水と河川とが完全に混合したときの河川水の汚濁濃度Cは次式で計算される。

$$C = \frac{C_1 Q_1 + C_2 Q_2}{Q_1 + Q_2} \dots\dots\dots(1)$$

(注) Q_1, C_1 は河川の流量および水質
 Q_2, C_2 は汚水の排出量および水質

ただし河川流量 Q_1 が、汚水の排出量 Q_2 に比べて著しく大きい場合には汚濁濃度Cは次式のようになる。

$$C = \frac{C_1 Q_1 + C_2 Q_2}{Q_1} = C_1 + C_2 \frac{Q_2}{Q_1} \dots\dots\dots(2)$$

汚水と河川水とが、完全に混合して一様の濃度になるまでには相当の流下時間を要し、汚水量に対して河川流量が大きいほど所要時間を長く必要とし、また一般に流量の大小では大きい河川ほど所要時間が長くなると云われている。

(イ) 水質改善のための環境保全対策としては、流域下水道の整備が重要であることは云うまでもない。霞ヶ浦水源地対策整備事業に見られる如く、畜産排水に対する整備事業が今後は注目されることとなり、農業土木技術者として積極的に取り組まなくてはならない。

この他河川浄化用水の確保や河川維持用水の安定化の問題が、農業用水との関わり合いから注意すべき課題であらう。

都市化の著しい首都圏、近畿圏等では土地利用の規制

も保全対策の主要な課題となっている。

こうした各種対策によって、予測される水質を改善するわけだが、対策がない場合の予測値と対策後の水質予測値を明確にし、充分安全側であることが立証される事が必要であり、このことにより各種対策が説得力のあるものと評価されるであろう。

あとがき

現今、政府並びに地方公共団体が採っている水質保全対策は、水質汚濁に関する社会、自然科学的特性を考慮しつつ、水質汚濁防止法を中心とした関係法令の運用、水質保全のための公共事業の実施、公害防止施設を設置する事業者への助成等を総合的に実施して、公共用水域の水質改善を図るものである。

一方公害防止に特に注意すべき特定工場においては、公害防止管理者を置き、企業利益の追求の中で、環境保全と云う社会的要請を踏まえて、公害防止施設の適切な管理、汚水処理技術の向上、新技術の開発等に積極的に取り組むものとされている。

農村環境の中で水質環境は掛け替えのない資産であり、農村環境を守るには避けられない課題である。農業土木技術の研究課題として期待の大きい分野であることを痛感する。



名工建設株式会社

取締役社長 福田 英雄

取締役
名古屋支店長 恒川 銀松

名古屋市西区名駅一丁目1番17号

TEL 本店 (052) 563-0371 (代表)

名古屋支店 (052) 561-8371 (代表)

河 川 協 議

——水利権取得の事例紹介と解説（その5）——

川 尻 裕一郎* 荻 原 恒 躬*
千 賀 裕太郎* 大 尾 峰 雄*

目 次

はじめに……………(62)	(1) 概 要……………(63)
1. 農業水利の変動性……………(62)	(2) 水利権協議の経緯……………(64)
(1) 自然要因による変動について……………(62)	(3) 水利権の内容……………(64)
(2) 社会要因による変動について……………(63)	(4) 解 説……………(66)
2. 九頭竜川左岸地区（一級水系九頭竜川）…(63)	

はじめに

今回は、農業水利の変動性の問題を取り上げ、水利権の期別設定に、変動余裕を取り入れた事例として福井県営九頭竜川左岸地区を紹介する。

農作物の作付計画や栽培時期は、その地域を取りまく自然条件や社会的条件等により変動する。従って、農業用水の権利設定もこの点を十分配慮して行う必要がある。農林事務次官通達（昭和40年6月19日付、40農地A第1200号）記の第4の4の(4)及び技術課長通達（昭和51年11月24日付、51—33）にも実態に即し、弾力的な取水ができるよう余裕をもった取水量の期別設定を行うよう規定している。

これまでの土地改良事業における水利権設定の例では変動余裕のとり方が必ずしも統一されていない。これは、地区の実情によるものと思われるが、水利使用規則における取水量の期別設定は、水利権協議の中でも特に重要な事項であり、事業計画に基づいて十分に検討し、実際の取水に弾力性を欠くことのないよう配慮しなければならない。

1. 農業水利の変動性

(1) 自然要因による変動について

農作物の生育に作用する自然条件は、水、温度、光、風、土壌などであるが、こうした個々の自然条件が生物の量と質に対し規定的要因となることは農業が他の産業と著しく異っている特徴である。古来わが国の農業技術の発展は、こうした自然力に順化しつつその克服の過程であったともいえるが、その成果は大自然に立ちむかう

ときあまりに小さく感じられる。

農業における利水は、農作物の生育のステージに適合させつつ行わなければならない。従って、農業水利の変動の要因としては、降雨量のほか、日照時間が重要とされている。

水稻の必要水量は、各種の研究により明らかにされているが、冷温や寡照による生育の遅延等によって生育期間が延びればこれに対応してかんがいを延長させる必要がでてくるなど、年ごとの気象条件によって生育に応じたかんがいの時期、期間、水量が変化する。

東海、近畿農試（津市）での試験報告によれば、表—1のとおり播種から出穂までの日数が6年間に大きな変動があることを示している。その変動幅は、5月上旬植で2週間に及んでいる。とくに、早期栽培ほど出穂までの日数と、その変動幅が大きい。

表—1 出穂までの日数の変動

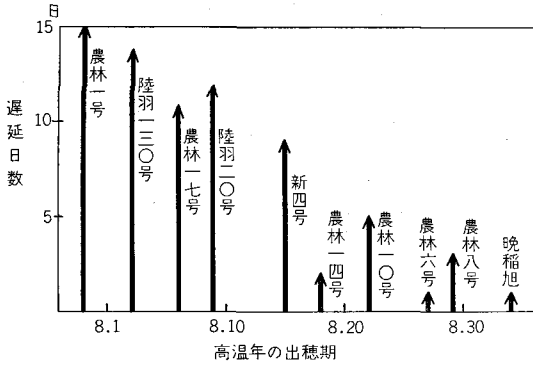
田植 項目 年	5月上旬		5月下旬		6月上旬		6月下旬	
	偏差		偏差		偏差		偏差	
	-	+	-	+	-	+	-	+
1956		5		3		2		3
1957		7		7	2			4
1958	2		2			1		0
1959	4		5		4			0
1960		1	3			1	2	
1961	7			0		0	3	
振 幅	14		12		6		7	
平均出穂 日数	129		120		114		108	

資料：東海・近畿農試研究報告第10号（1964年）から作成
（注）供試品種は農林29号である。

* 農林省構造改善局

出穂が遅れば、その分だけ刈取りが遅れるだけでなく、その後の穂の成熟に要する期間も長期化するのが普通である。

図一は、低温年と高温年の出穂までの日数の差を品種間で比較したもので、最大2週間の偏差がある。またここでも、早期栽培ほど遅延日数が大きいという、表一1で見たのと同じ傾向を見ることができる。



資料：高橋・淡沢著「稲作」による。
 (注) (1)新潟農試の成績である。
 (2)高温年は1946年、低温年は1945年のものである。

図一 低温による出穂の遅れ

(2) 社会要因による変動

農業のもつ社会経済的意義の時代ごと年ごとの変動によって個々の農家の作付計画や栽培時期が変化し、これに伴って農業水利も変動する。例えば、稲の品種の改良が進み、導入される品種が変化すれば生育期間が大きく異ってくるし(表一2) 乾田直播など栽培技術の変化によっても水の掛け引きの時期や量が変り水利パターンは

表一2 出穂までの日数の品種による変異

品 種	播 種	田 植	出 穂	出穂日数	偏差
富 国	3月15日	4月28日	6月26日	102	0
農林28号	〃	〃	6月30日	106	4
農林1号	〃	〃	7月18日	119	17
新 7 号	〃	〃	7月21日	127	25
農林24号	〃	〃	7月28日	134	32

資料：薦田「水稻の早期栽培と晩期栽培」による。
 (注) 香川農試の1953年の成績である。

大きく変化する。また、田植機を使用すると稚苗を用いるために本田栽培期間は、従来よりも10日程度延長される。近年稲作期は、とくに西南暖地で早期化傾向を見せているが(表一3)、さらに裏作の導入度合や裏作物の種類による収穫期の変動などによって稲作期がさまざまに変動することも予想される。

2. 九頭竜川左岸地区(一級水系 九頭竜川)

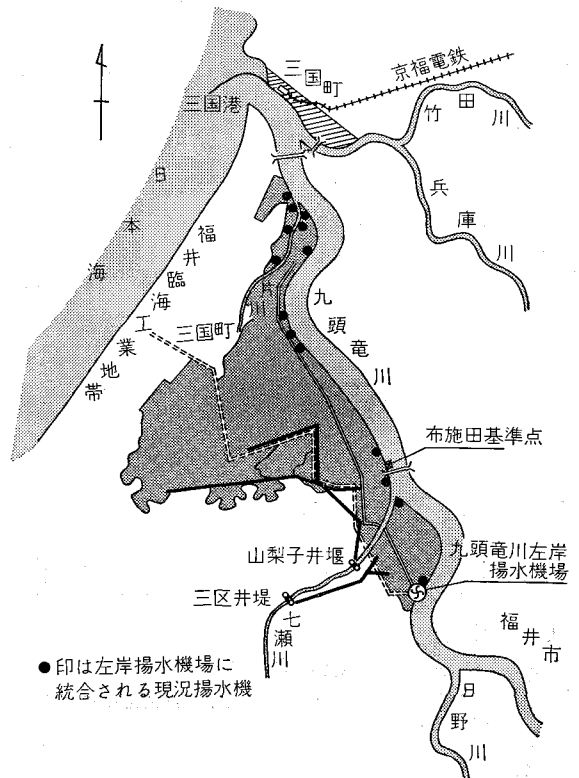
1 概 要

表一3 田植期の変遷

期 別	津 市 (%)				
	月 旬	20 年	40 年	45 年	48 年
4	中				95
	下				
5	上	2	25	95	
	中	10	60		
	下				
6	上	88	15	5	5
	中				
	下				
収 量		1	1.4	1.5	1.6

資料：津農業改良普及所資料 No. 3による。

本地域は、越前平野の西端に位置し、一級河川九頭竜川と三里浜及び高須山地に囲まれた略三角形の区域で、福井市及び坂井郡三国町に跨る1,089haの地味肥沃な水田地帯である。



図一2 事業計画概要図

本地区のかんがい用水は、九頭竜川及び支川片川に点在する14ヶ所の揚水機場を主水源とし、同じく支川七瀬

川に設けられた2ヶ所の取水堰を補助水源としてかんがいを行ってきた。しかし、これらの揚水機場は、県営及び団体営事業により築造されたものであり、昭和30年以前に設置されたものが大半を占め、老朽化甚しく、取水及び維持管理に多大の労力を費している。

また、近年、本川下流部及び片川より取水している地区の一部は、塩水遡上による塩害を受けており、水利状態も極めて悪化している。

一方、福井県は、福井臨海工業地帯の工業用水を九頭竜川に求める計画であり、この取水により、更に、塩害の増進が予想されている。

このため、農業用水の確保と塩害の回避を目的としてこれら14ヶ所の揚水機を廃止し、福井市江上町、針ノ木地先の九頭竜川本川に、福井臨海工業用水道との協同施設として合口を行い、七瀬川の既設取水堰と併せ、かんがい用水の確保を図るとともに地区内耕地の再整備を通

して、パイプラインによる合理的な配水を行うものである。

事業は、昭和50年に県営かんがい排水事業として着手しており、取水施設は、農業用水と工業用水との共同施設として、工業用水側が一体施工を行っている。

なお、今回の河川協議は、この事業の実施に伴う九頭竜川左岸揚水機に係る河川法第23条、第24条、第26条及び第55条第1項の許可に関するものである。また七瀬川の既設取水堰に係る慣行水利権は、次期更新期までに河川流況を観測調査の上、本事業計画にそい許可申請を行うよう水利権主体である土地改良区等を指導することとしている。

(2) 水利権協議の経緯

水利権取得に当たっての主要な協議経緯は、表-4のとおりである。

表 - 4

年月日	項目	協議先	内容
51. 5. 21	予備協議開始	福井県 → 近畿地方建設局	23条, 24条, 26条, 55条第1項の申請
52. 5. 14	議可申請	福井県 → 近畿地方建設局	
53. 1. 9	35条協議	建設省 → 農林省	
53. 3. 24	〃 (回答)	農林省 → 建設省	
53. 4. 27	水利使用の許可	建設省 → 福井県	

(3) 水利権の内容

(1) 水利使用規則の内容

水利使用の許可条件として示されている水利使用規則

の主な条項は、次のとおりである。

(取水量等)

第3条 取水量は次の表のとおりとする。

区分	作期間	苗代期 (4月1日から 4月22日まで)	代かき期 (4月23日から 5月12日まで)	普通かんがい期	
				前期 (5月13日から 8月31日まで)	後期 (9月1日から 10月31日まで)
	最大取水量	1.42m ³ /s	4.26m ³ /s	3.78m ³ /s	1.42m ³ /s
	年間総取水量	46,620,000m ³ 以内			

ただし、実代かき期間は、4月23日から5月12日までの間のうち10日間とする。

(許可期限等)

第7条許可期限は、昭和55年3月31日とする。

2 許可期間の更新の許可の申請は、許可期限の6月

前から許可期限の1月前までの間にしなければならない。

(2) 使用水量の算出根拠

参 考

(流水の占用の許可の申請) — 35条協議で削除

第13条 水利使用者は、許可期限までに、山梨子井堰及び三ヶ井堰を使用して行う流水の占用に関する河川法第23条の許可の申請をしなければならない。

① 受益面積及び最大取水量

表 - 5

区 分	現 況			計 画		
	取 水 ケ 所	面 積	最大取水量	取 水 ケ 所	面 積	最大取水量
九 頭 竜 川	9ヶ所	762ha	3.878 m ³ /s	1	(17)ha 796	4.254
片 川	5	72	0.480	—	—	—
七 瀬 川	2	255	1.258	2	246	1.258
全 体	16	1.089	5.616	3	(17) 1.041	5.512

(注) () 内の数値は、畑地面積である。

② 期別区分と単位用水量

表 - 6

区分	月	4	5	6	7	8	9	10
水 田	(苗代)(代かき)	4/1~4/25			5/6~8/31			
	(普通期)	4/26~5/5			5/6~8/31			
普通畑	17.0~19.0 mm/日	4/26~5/5			23.0~30.0 mm/日			
	3.8 mm/日	4/28			8/31			
水利権	1.42 m ³ /s	4.26 m ³ /s			3.78 m ³ /s			1.42 m ³ /s
	(苗代期)(代かき期)	4/1~4/22 4/23~5/12			(管理前期)			(管理後期)
					5/13~8/31			9/1~10/31

- (注) 1. 水田の代かき用水は、159mm/日(1.006 ha), 155mm/日(35 ha)である。
 2. 普通畑は、うね間かんがいで24時間かんがいである。
 3. 斜線は気象条件に基づき変動余裕として権利設定した部分である。

(3) 取水計画

取水計画の内容を模式図で示せば次のとおりである。

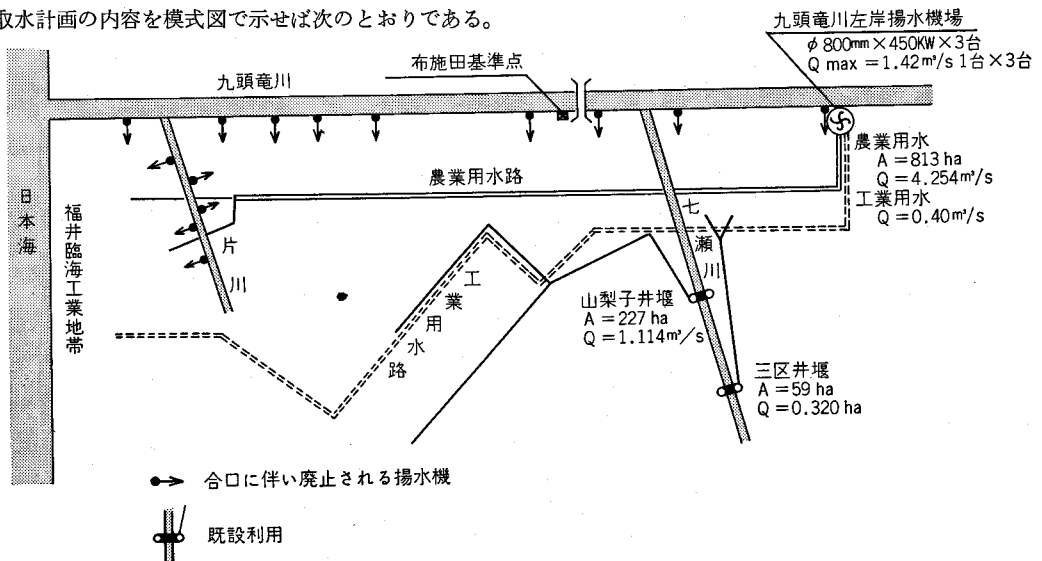


図 - 3

(4) 解 説

本地区は、農業水利の変動余裕を具体的に検討し、水利権の期別設定に入れた事例として、一般の地区の参考となるものと思われる。

また、河川協議上の問題点としても特筆すべき事項があるので併せて解説する。

(1) 期別の変動余裕

代かき期間は、地域の気象条件及び労働条件に基づき4月26日から5月5日までの実質10日間としたが、過去における代かき作業の実態を調べてみると、各年の気温の変動、つまり、苗代期の籾発芽限界温度(10℃)、代かき期における活着及び分けつ限界温度(14℃)の変動に従って代かき期間が早くなったり遅くなったりしているため、今後とも、気象特性による稲作栽培の変化に対応出来るよう4月23日から5月12日の20日間としたもので、具体的な検討内容は次のとおりである。

① 稲作の生育段階における温度

イ 生育段階の限界温度(農業技術ハンドブック…全国農業改良普及協会編)

稲たねもみの発芽……………10℃
 植付後の活着、分けつ……14℃

ロ 寒冷地域に於ける稲苗の移植早限平均気温

畑苗移植早限……………平均気温 13.5℃
 折衷苗 “ …………… “ 14.5℃
 水 苗 “ …………… “ 15.5℃

② 最近年に於ける気温(日平均)

イ 播種期の気温

最近16年における発芽限界温度10℃のを越える時期は下表のとおりである。

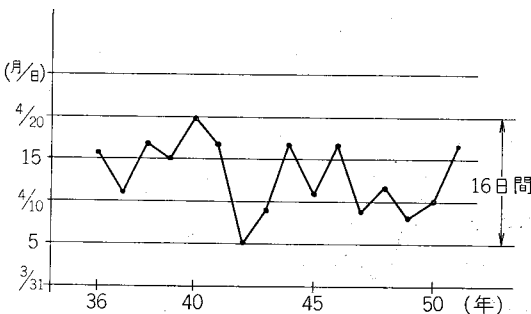


表 - 8

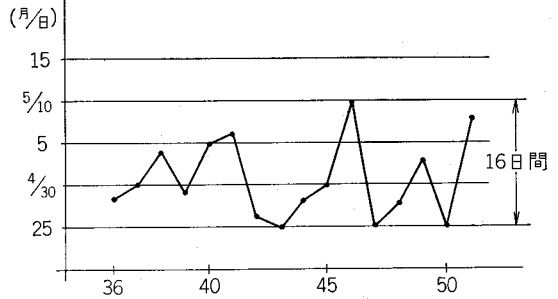
年 次	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51
代かき期間のずれ	0	0	日1	0	日2	日3	0	0	0	0	日7	0	0	0	0	日5

日以降の農業用雑用水として権利設定を行ったものであり、この結果、事実上普通かんがい期後期の変動余裕も併せて確保されたこととなる。

従って、3月31日から4月15日までの16日間のフレがみられる。

ロ 代かき及び植付期の気温

最近16年における植付後の活着、生育に関する限界温度14℃を越える時期は下表のとおりである。



従って、4月25日から5月10日までの16日間のフレがみられる。

③ 代かき期間の余裕日数

育苗に20日間から25日間を要することを勘案すれば、播種期は、3月31日から4月15日までの16日間のフレ幅がみられるため移植期も10数日間の変動が生ずることになる。

また、移植期は、4月下旬から5月上旬にかけて、やはり16日間のフレ幅がみられる。

従って、地域一帯の労働条件と気象的条件を勘案の上、実質的な代かき期間を4月26日から5月5日までの10日間とし、これに気象の変動を考慮して、前に3日間(4月23日から)後に7日間(5月12日まで)を加えて利水計画上、20日間を代かき期として設定した。

この結果、水利権として設定された代かき期間に対し、稲作の生育限界温度を基とした最近16箇年の最適代かき期間のずれを整理すると表-8のとおりとなる。

S46年、51年は、異常低温の年次であったので除くと、S38年、40年、41年に1~3日間のずれがあるものの、平年時においては、おおむね満足するものと判断される。

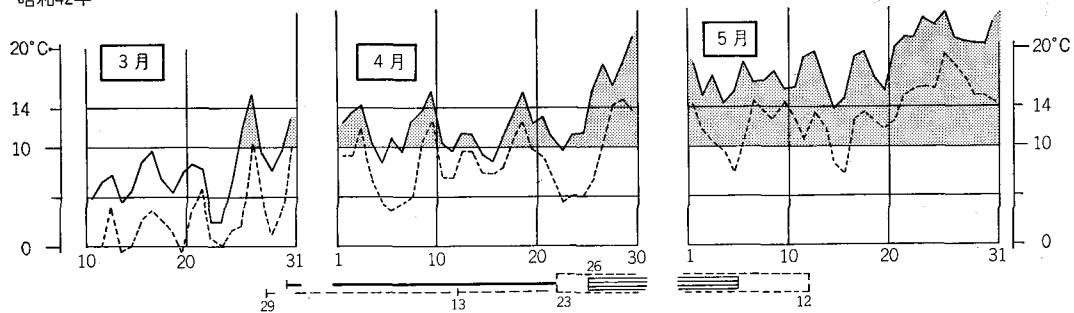
普通かんがいの期の後期管理用水は、事業計画上の落水

この管理後期用水の取水目的は次のとおりである。

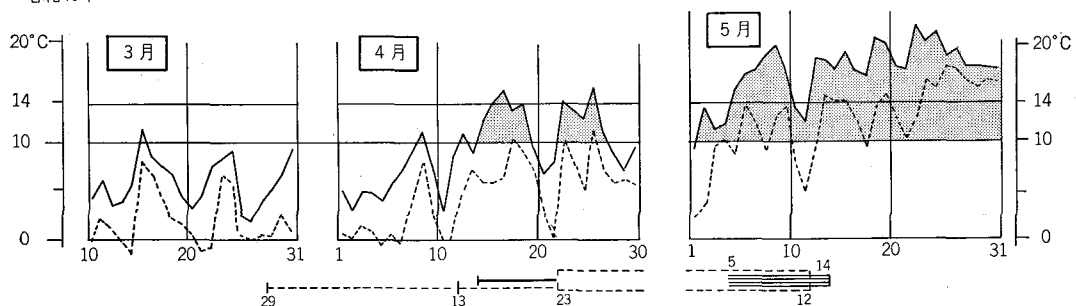
- ① 野菜の洗滌用水
- ② 大根の収穫用水

表一 7 苗代期及び代掻期における気温の推移
(平均気温と最低気温について)

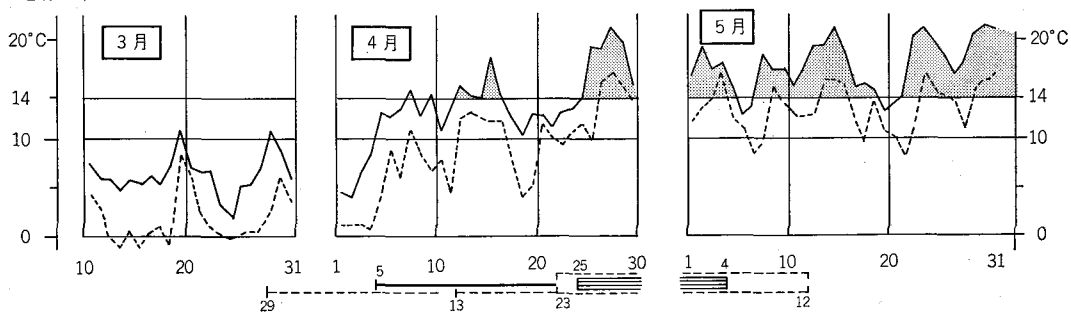
昭和42年



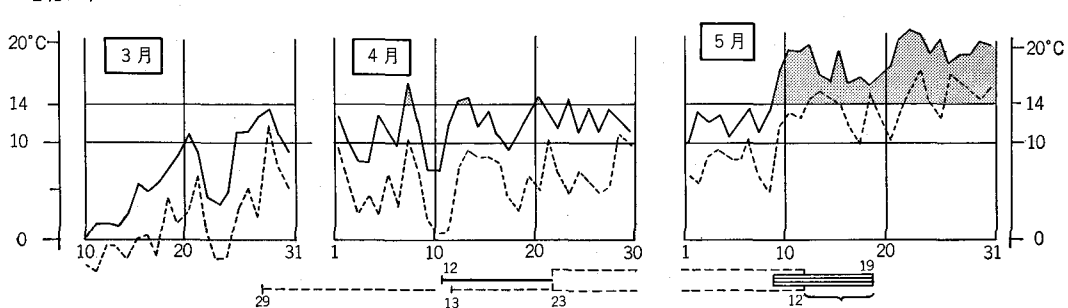
昭和40年



昭和50年



昭和46年



- ③ 裏作物の定植時のかん水用水
- ④ 農機具の洗滌用水
- ⑤ 防除用水
- ⑥ 水路機能の維持用水

取水量は、分水位を保つために必要な水量（苗代期に同じとして最大1.42m³/s（ポンプ1台分））を確保することにより、上記①～⑥のすべての目的を満すことが可能であるとの理由にもとづき設定したものである。

このような事例は、必ずしも冬期用水を必要とせず、また、冬期の水源確保が困難な地区であっても、水稻かんがい了した後、一定期間の必要な用水を確保した事例として、他の地区の利水計画の参考となるものと思われる。

(2) 河川協議上の問題点

① 年間総取水量の表示について

本地区の水利権協議は、既得水利権の範囲で行う合口事業の実施に基づくものであるが、合口される取水量の過半が工事実施基本計画に定められた基準点（布施田地点……低水流量管理）を越えて上流部に変更される計画

となっていることから、覚書き1の(1)——流域変更するもの……（基準点流量に影響を与えるもの）——に該当するものとして表示することとしたものである。

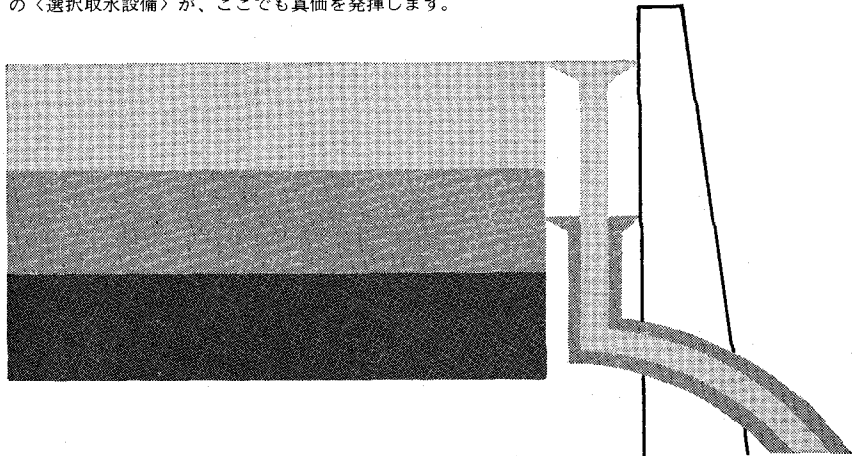
② 地区内の慣行水利権の取扱いについて

3の(1)に参考として示した（第13条 流水占用の許可の申請）条項の趣旨は、七瀬川の山梨子井堰、三区井堰に係る水利使用が本水利使用と密接不可分なものであるとの理由により「当該施設に係る慣行水利権を本事業計画に基づき許可水利権へ切替えなければならない」として35条協議の当初は付されていたものである。

許可水利権への切替えを求められた上記2ヶ所の堰は、一部受益地を変更して地区の補給施設として既設のまま利用を行う計画である。しかし、この場合の許可申請は、施設の管理主体である地元水利団体（土地改良区、水利組合）が行うものであり、今回の水利権申請者である県知事に対して、切替えのための申請を水利使用規則内で義務づけることは、適当でないとの理由で削除するに至ったものである。

水の層をセレクトする

———選択取水設備にも 丸島の技術と経験が光ります———
 澄んだ水を選ぶ——貯水池の水は、澄んだ部分、濁った部分……何段階かの層に分かれています。常時は水位に関係なく、つねに澄んだ水の層を選んで放流し、濁水層は洪水時にいっきよに放流、貯水池の新陳代謝をはかります。
 温水を選ぶ——貯水池の水にはまた、この表層温水を放流することが大切です。温かく、しかも、澄んだ水の層を自由にセレクトできる丸島の「選択取水設備」が、ここでも真価を発揮します。



丸島水門
 株式会社 丸島水門製作所

本社 大阪市生野区鶴橋1-6-15
 TEL.(06)716-8001

東京事務所 東京都中央区日本橋室町4-3(坂田ビル)
 TEL.(03)242-1972

福岡営業所 福岡市博多区博多駅東2-5(筑前ビル)
 TEL.(092)472-5336

札幌出張所 札幌市中央区大通西1丁目(大通ビル)
 TEL.(011)251-2862 直通・281-2271

工事費概算式(その2)

I 暗渠工事費概算式について

東海農政局
名古屋施工調査事務所技術情報課

目 次

1. はじめに.....(69)	4. 分析手法と分析結果.....(70)
2. データの収集.....(69)	5. 利用の方法.....(73)
3. 水路断面の決定方法.....(69)	6. おわりに.....(74)

1. はじめに

水路の計画設計にあたって各種水路タイプを想定する場合、施工性・水利特性は勿論のこと、経済性を重視し、各現場条件に適した断面を選定しなければならない。

この際簡単に概算工事費を求める事が出来れば、従来の業務がかなり省力化されることとなる。

今回、全国の各施工調査事務所で工種を分担して、工事費概算式の開発をすることとなり、当施工調査事務所は暗渠工を担当し、ここに一応の概算式を作成することができたので、その概要を報告する。

なお、暗渠タイプの水路で内圧のかからない場合二次製品の使用も考えられるが、今回は現場打ち施工の暗渠を対象とし、二次製品の場合については除外した。

2. データの収集

現場打ち暗渠は一般に次のような条件のもとで使用されている場合が多い。

- ① 土被りが薄い。中には水路天端上をそのまま道路として使用される場合もある。
- ② 自由水面を持つか、内圧を有している場合でもその内圧が低い。
- ③ 通水量が比較的大きい。

これらの条件に該当しない場合は他の水路タイプ、すなわち、パイプライン、トンネル等の工種が採用される場合が多い。

このような事情から土地改良事業においても使用される機会が割合少なく、そのためデータの収集に際してはわずかの事例しか集めることができなかった。

そのため当初は、過去の工事の実施例を数多く収集して、これを分析用データとして使用することを考慮したが実施例も少なく、また同じ程度の断面でありながら、地質状態並びに施工場所、特に都市部での特殊施工、付

帯構造物の有無等により、データにかなりのバラツキがみられる事から、概算式作成に当たっては現場打ちによる暗渠のモデルを設定し、算出した積算例を分析用データとした。

また、積算に用いた暗渠のモデルの主な設計条件は次のとおりである。

① 単位重量

鉄筋コンクリート	2.5t/m ³
土 砂	1.8t/m ³

② 活荷重 T-20

③ 土 圧 水平土圧係数許 0.33~0.60

④ 許容応力度

ア. コンクリート許容圧縮応力度 $\sigma_{ca}=70\text{kg/cm}^2$

イ. 主鉄筋許容応力度(SD-30) $\sigma_{sa}=1,600\text{kg/cm}^2$

上記の条件のもとに、次の諸元のモデルタイプについて積算を行い、分析用データとした。

水路断面	1.00m×1.00m~5.00m×5.00	13通り
土被り	0.0 ~ 5.0m	6通り
工 法	素掘り工法及び矢板土留工法	2通り

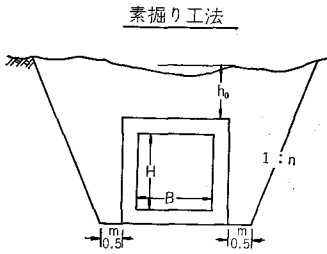
これらの組合わせ計 156 通りについて積算例を作成した。

3. 水路断面の決定方法

計画設計の段階においては、まず水理諸元から水路断面を求める事が必要となる。

この概算式では、通水量(Q)と動水勾配(i)を知ることにより、暗渠断面の大きさを簡単に求めることができるよう配慮した。ただしこの場合は、概算工事費を算出するためのものであるため、暗渠の標準断面は正方形断面としている。

今ここに断面を満流で流下する場合と、自由水面を持って流下する場合との2通りの必要断面積を算出すると(表-1)のとおりである。



矢板土留工法

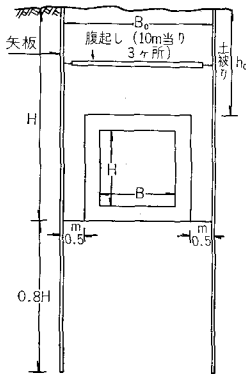


図 - 1

表 - 1

○掘削法勾配

掘削深さ	法勾配 (n)
2.0m未満	0.5
2.0~5.0	0.9
5.0m以上	1.5

○掘削機種

掘削深さ	機種
0~1.00m	ブルドーザー
1.00~2.50m	バックホー
2.50~5.00m	ドラグライン
5.00m以上	クラムシエル

○掘削機種

素掘り工法と同様

○矢板長

根入長は掘削深の0.8倍とする。

○矢板種別

矢板長	種別
3.0m未満	簡易鋼矢板
3.0~5.0m	I 型
5.0~10.0m	II 型
100m以上	III 型

○腹起しの段数

土盛り (ha)	段数
1.0m未満	なし
1.0~2.0	1 段
2.0~5.0	2 段

○腹起しの種別

掘削幅 (B₀)	種別
3.0m未満	H250×250×9/11
3.0m以上	H300×300×10/75

自由水面で流下する場合

余裕高さは内高の20%とする。

$$A = 0.8B^2$$

$$P = B + 2 \times 0.8B = 2.6B$$

$$R = A/P = 0.308B$$

$$v = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot i^{1/2}$$

$$= \frac{1}{n} \cdot (0.308B)^{2/3} \cdot i^{1/2}$$

$$Q = A \cdot v$$

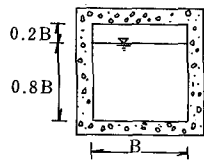
$$= 0.8B^2 \left\{ \frac{1}{n} \cdot (0.308B)^{2/3} \cdot i^{1/2} \right\}$$

整理して

$$B^{8/3} = \frac{Q \cdot n}{i^{1/2}} \cdot \frac{1}{0.8 \times 0.308^{2/3}}$$

$$n = 0.015 \text{ とおくと}$$

$$B = 0.302 \left(\frac{Q}{i^{1/2}} \right)^{3/8}$$



満流で流下する場合

$$A = B^2$$

$$P = 4B$$

$$R = A/P = \frac{B}{4}$$

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot i^{1/2}$$

$$= \frac{1}{n} \cdot \left(\frac{B}{4} \right)^{2/3} \cdot i^{1/2}$$

$$Q = A \cdot V$$

$$= B^2 \left\{ \frac{1}{n} \cdot \left(\frac{B}{4} \right)^{2/3} \cdot i^{1/2} \right\}$$

整理して

$$B^{8/3} = \frac{Q \cdot n}{i^{1/2}} \cdot 4^{2/3}$$

$$n = 0.015 \text{ とおくと}$$

$$B = 0.2928 \left(\frac{Q}{i^{1/2}} \right)^{3/8}$$

表一のように、満流で流下する場合と自由水面で流下する場合とは計算結果に大差がないため、この概算式作成に当たっては満流で流下する場合のケースで断面決定を行うこととした。

表一の一般解により、流量 (Q) と勾配 (i) を知ることにより、概算必要断面を求めることができる。これを図示したものが (図-2) である。

4. 分析手法と分析結果

分析方法は下記の手順で行った。

(1) データの選定

前述した方法、すなわち標準モデルにより得たデータ全てを分析データとした。

(2) 説明変数の仮定

ボックス型（正方形）暗渠断面決定図

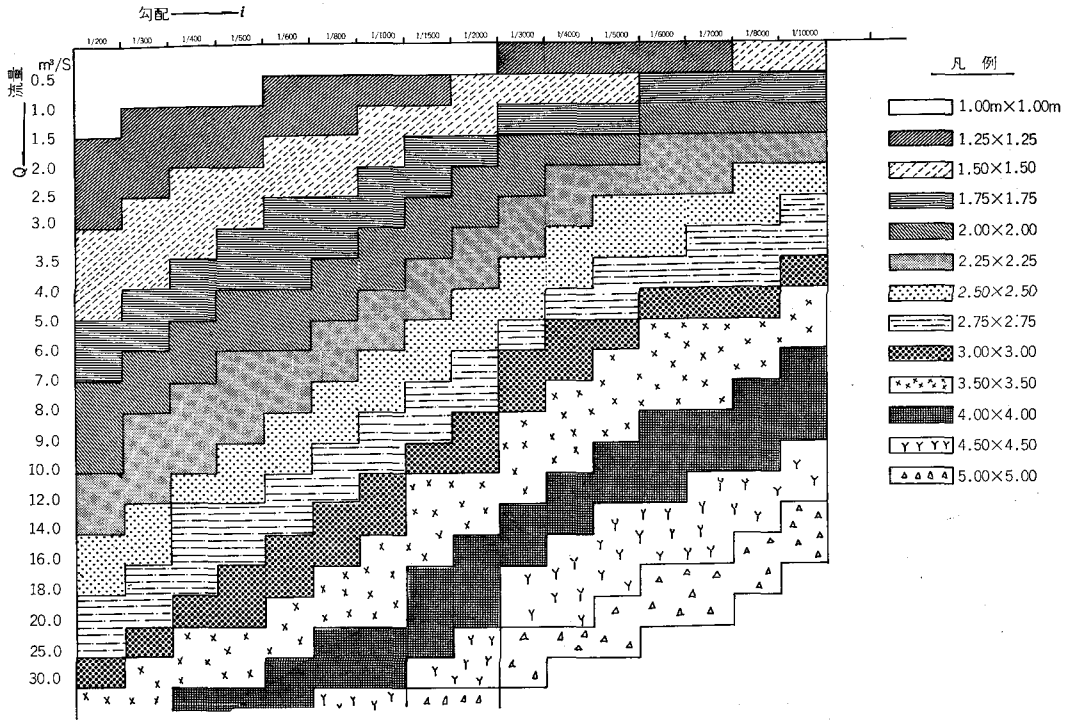


図-2 ボックス型（正方形）暗渠断面決定図

説明変数として現場打ち暗渠の工事費に相関度が高いと想定されるパラメーターは次の通りである。

- ア. 暗渠内幅 B (m)
- イ. // 内高 H (m)
- ウ. // 内空断面積 $B \times H$ (m²)
- エ. // 底幅、壁高比 B/H
- オ. 掘削総土量 V_E (m³)
- カ. 使用鉄筋総重量 T (ton)
- キ. コンクリート総打設量 V_c (m³)
- ク. 土被り h_0 (m)

しかし、上記の説明変数のうち、内空断面を正方形断面として扱うため $B/H = 1$ であり、また掘削総土量、使用鉄筋総重量、コンクリート総打設量はそれぞれ概算

式を使用する際前もって数値が得られず、別途数量計算を行って算出する必要があるため、説明変数としては除外した方が好ましい。

以上のことから現場打ち暗渠の概算式を求める説明変数は

- ① 暗渠内幅 B (m) (又は暗渠内高 H (m))
- ② // 内空断面積 B^2 (m²)
- ③ 土被り h_0 (m)

の3種類を選定した。

(3) 目的変数の決定

目的変数は回帰式で求めようとする値のことであり、これは工法によって次の2つを選定することとした。

- ① C_1 : 素掘り工法による現場打ち暗渠新設の本体工

表-2 分析結果表

目的変数	ステップ	R	説明変数			備考
			(B)	(B × H)	(h ₀)	
C_1 (素掘り工法)	1	0.9621	/	○	/	B: 底幅 (m) B × H: 内空断面積 (m ²) h ₀ : 土被り (m)
	2	0.9889	/	○	○	
	3	0.9889	○	○	○	
C_2 (矢板土留工法)	1	0.9217	/	○	/	同 上
	2	0.9890	/	○	○	
	3	0.9890	○	○	○	

事費 (千円/m)

② C₂: 矢板土留工法による現場打ち暗渠新設の本体工事費 (千円/m)

(4) 変数選択型重回帰分析

逐次増減法により変数選択型重回帰分析を行った結果は表-2のとおりである。

なお、表中の (R) は自由度調整済の重回帰係数である。

① 目的変数 C₁・C₂ においては (表-2) に示すとおり、説明変数として内空断面積 (B×H)、土被り (h₀)、暗渠水路底幅 (B) の順に選定している。

② 説明変数のうち、暗渠水路底幅 (B) が加わっても、重回帰係数 (R) の値は大きくならない。このことは目的変数として内空断面積 (B×H) および土被り (h₀) の2種類で充分示されることを表している。

次に一般重回帰分析結果を示すと次のとおりである。(表-3) に示すとおり、自由度調整済の重回帰係数 (R) はそれぞれの回帰式において 0.99 の値を示しており、目標値としている 0.90 を高い精度で上廻っている。

よって、この結果に基づき素掘り工法と矢板土留工法による直接工事費の回帰式を求めた。

(5) 暗渠工事費の概算式

①素掘り工法における現場打ち暗渠の本体工事費(C₁)

$$C_1 = 16.16X_1 + 16.11X_2 + 2.37 \text{ (千円/m)}$$

表-3 重回帰分析結果

項目	目的変数	C ₁	C ₂	備考
サンプル数		68	68	
寄与率 (R ²)		98.0	98.0	
重回帰係数 (R)		0.990	0.990	
自由度調整済の R		0.989	0.989	
B の 偏回帰係数		/	/	底幅
B×H の "		16.16	27.25	内空断面積 X ₁ (m ²)
h ₀ の "		16.11	14.49	土被り X ₂ (m)
回帰式の定数項		2.37	4.02	

②矢板土留工法における現場打ち暗渠の本体工事費 (C₂) C₂=27.25X₁+14.49X₂+4.02 (千円/m)

③一般仮設費の算出 (B)

一般仮設は工事の施工場所、施工方法、土質状況等により、多種多彩に変化するものであり、一律に定める事は困難である。

そのため、本体工事費に対する仮設費の占める割合について、収集した資料を分析したところ (表-4) のとおりであった。

すなわち、仮設費の本体工事に占める割合は、大きなもので 140% 小さなもので 15% とその差は大きく、現場の条件によりバラツキが大きい値を示している。したがって、現場条件により大きく異なる仮設の費用を一律に

表-4

整理番号	局名	施工年度	躯体工事費 ① 千円	直接仮設費 ② 千円	土留工 ③ 千円	純仮設費 ④=②-③	比率 ④/①%
1	関東	48	22,184	7,592	—	7,592	34.2
2	北陸	"	9,467	9,447	—	9,447	100.0
3	"	"	22,228	22,353	—	22,353	100.6
4	"	"	13,433	13,562	—	13,562	101.0
5	"	49	13,393	7,321	556	6,765	50.5
6	"	"	36,660	9,568	—	9,568	26.1
7	"	"	29,114	10,644	1,692	8,952	30.7
8	中国四国	"	93,029	13,960	—	13,960	15.0
9	東北	50	5,774	2,499	—	2,499	43.3
10	"	"	15,685	27,273	16,014	11,259	71.8
11	関東	"	22,243	17,624	6,895	10,729	48.2
12	"	"	34,157	6,689	386	6,303	18.5
13	北陸	"	4,080	6,854	2,310	4,544	111.4
14	"	"	38,262	14,073	1,444	12,629	33.0
15	"	"	35,041	18,843	339	18,504	52.8
16	"	"	16,625	23,547	—	23,547	141.6
17	東海	"	20,430	17,029	—	17,029	83.4
18	近畿	"	16,831	5,577	1,020	4,557	27.1
19	関東	51	31,756	33,340	25,906	7,434	23.4
平均							58.6%

回帰式によって求める事は大きな誤差を招くこととなるので、本件においては表-5に示すように工事の現場条件を難易度により区分し、本体工との比率により求める方式をとった。今後はこれらのランク区分を工事現場のデータより、更に明確化する必要がある。

現場打ち暗渠の概算工事費を算出する場合の作業の流れをまとめると、次のとおりである。

表-5

諸元	ランク	A	B	C	D
現場条件の難易度		仮設条件として非常に難しい	難しい	普通	容易
本体工の占める比率(K)		100%	80%	60%	40%

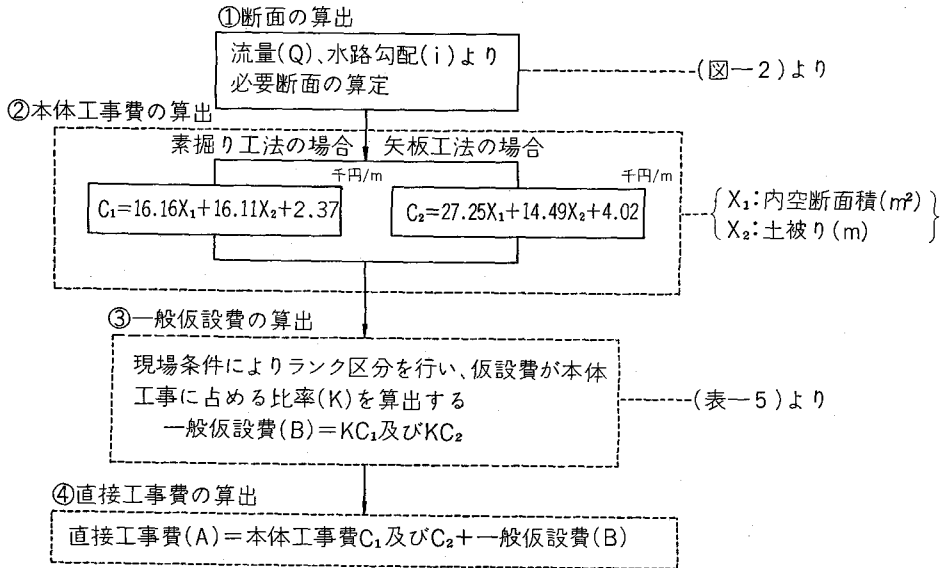


図-3 作業の流れ図

5. 利用の方法

次に利用の方法を算出例を基に説明する。

[算出例] (1) 条件

計画流量 $Q=5.0$ (m³/s)
 水路勾配 $i=1/1,500$
 工法 素掘り工法
 土被り $h_0=2.0$ (m)
 作業難易度 普通
 施工延長 200 (m) とする。

(2) 概算工事費の算出

① 断面の算出

流量Q, 勾配iより(図-2)を用いて
 $2.25m \times 2.25m$ の断面が求められる。

② 本体工事費の算出

$$X_1=2.25 \times 2.25=5.06m^2$$

$$X_2=2.0m$$

$$\begin{aligned} \text{素掘り工法 } C_1 &= 16.16X_1 + 16.11X_2 + 2.37 \\ &= 16.16 \times 5.06 + 16.11 \times 2.0 + 2.37 \\ &= 116.4 \text{ 千円/m} \end{aligned}$$

③ 一般仮設費の算出

現場条件 普通の場合 $K=60\%$

$$\text{一般仮設費 } B=0.6 \times C_1$$

$$=0.6 \times 116.4=69.8 \text{ 千円/m}$$

④ 直接工事費の算出

$$A=C_1+B=116.4+69.8=186.2 \text{ 千円/m}$$

施工延長200mでは $186.2 \times 200=37,240$ 千円] によって直接工事費は約37百万円となる。

(3) 本概算式使用に当たっての注意事項

① 現場打ち暗渠の内空断面積 X_1 及び土被り X_2 はおおむね次の範囲とする。

$$1.00m^2 \leq X_1 \leq 25.00m^2$$

$$0.00m \leq X_2 \leq 5.00m$$

② 本概算式によって算出された金額は直接工事費であるので、工事価格を必要とする場合は「土地改良事業等請負工事の価格積算要綱」による経費(共通仮設費, 現場管理費, 一般管理費の各率)を加算する。

③ 概算式算出に使用した労務・資材等の価格は、1977年度(S52)の東海農政局の単価により算出しているため、更に精度の高い概算額を求めたい場合は、(表-6)による地域別補正を行う。

④ なお、1977年度(S52)以降に使用する場合は補正については、「支出済費用換算係数」により

表-6 地域別補正係数

地域	東北	関東	北陸	東海	近畿	中国 四国	九州
補正 係数	0.96	0.97	0.99	1.00	1.00	0.94	0.97

(本係数は岡山施工調査事務所により開発された水路工概算式の地域別補正係数より算出したものである)

補正する。

6. おわりに

当初は本概算式の作成に当たって、コンクリート量、掘削土量等の様に年度的な変動要素のないもの、すなわち数量的な回帰式を作成しておき、材料費、労務費等の様な年度毎に価格が変動するものについては、その都度入れかえて行けば、地域補正、年度補正の様な面倒な作業は必要なくなるのではないかと考えたが、実際にはこ

れにかかる作業が相当複雑なものとなり、今回はこのメンテナンスにかかる問題を整理することができなかった。

また、本概算式は直接工事費を算出するものであり、工事価格を求めるためには、更に2~3の経費率等を加算する必要があるが、これは諸経費等の率が直接工事費の額により差があるため、少しでも適正な工事価格に近づけたいと判断したためである。

以上現場打ち暗渠の概算式について当施工調査事務所にて検討した結果を述べたが、今後予算要求資料あるいは計画設計資料の様な概算的な費用の算出に当たって利用していただくとともに、本式利用を通じて生じた問題点については、その都度御指摘をいただき、今後改良を加えて参りたいと考えておりますので、御批判、御意見をよろしく願います。

II ダム工事費概算式について

東北農政局

仙台施工調査事務所技術情報課

目 次

1. はじめに.....(74)	5. 決定した概算式.....(75)
2. データの収集.....(74)	6. 概算式の地域補正及び年度補正.....(75)
3. データの加工.....(75)	7. 使用方法.....(80)
4. 分析の手法と分析結果.....(75)	8. おわりに.....(80)

1. はじめに

当施工調査事務所ではダム工事(ダムの中でも比較的施工例の多いフィルダム)について、工事費概算式を一応取まとめたので、以下その検討結果の概要を紹介する。当初、ダムのいろいろのケースについて標準タイプを設定して、その積算結果を用いて概算式を作成することを考えたが、ダム工事の場合、地形、地質等の現場条件が千差万別であり、また、堤体、余水吐、取水施設等々に多くのタイプがあり、標準タイプの設定が極めて困難であることから実績値を用い統計処理して概算式を作成した。

概算式作成に必要なデータは、東北管内における国営、県営のフィルダムを対象に収集した。

解析はダム工事費を主要な7工種に分け、各工種について重回帰分析により概算式を導いた。

また、地域差、年度差による工事費の相違を補正する方法についても検討した。

2. データの収集

データの収集は東北管内で施工されたフィルダムのうち、1965年以降に完成または、現在施工中のもので、規模は堤高15m以上、流域面積3km²以上、堤体積100千m³以上のものを対象とした。

収集したダムの事業主体別、県別、事業目的別内訳は下記のとおりである。また堤高別、タイプ別の内訳を表-1に示す。

事業主体別	県 別	事業目的別	
国 営 11	青 森	かんがい	14
	岩 手	洪水調節	11
県 営 19	秋 田	かんがい・洪水調節	4
	宮 城	そ の 他	1
	山 形		
	福 島		

収集したデータの内容は工事の概要、ダムの諸元及び工事費を把握するための実施設計書等である。

表一 1 堤高別, タイプ別内訳

堤高 (m)	ロック			アース			堤高 別計	
	ゾーン	コア	舗装	均一	ゾーン	コア		舗装
10 ~ 20							0	
20 ~ 30				5		2	7	
30 ~ 40		4	1	1	2	1	10	
40 ~ 50		4				1	5	
50 ~ 60		2				2	4	
60 ~ 70		1					1	
70 ~ 80							0	
80 ~ 90		1					1	
90 ~ 100		2					2	
タイプ別計	0	14	1	6	2	6	1	30

3. データの加工

前述のように収集したデータのうち工事費については、実施設計書の積上げ方法を参考に次の7主要工種に分類した。

〔主要工種〕	〔含まれる主な工事内容〕
1) 仮排水路工事	トンネル・取付部等
2) 堤体工事	仮締切・基礎処理・盛立て, 埋設計器・天端舗装等
3) 余水吐工事	土工・本体工・ゲート・橋梁・法面保護等
4) 取水施設工事	土工・本体工・ゲート・バルブ・操作室等
5) 放流施設工事	土工・本体工・ゲート・バルブ・操作室等
6) 付替道路工事	道路工・法面保護・橋梁・道路付帯施設等
7) 管理施設工事	テレメータ・管理事務所・防塵施設・けい船施設等

積算年次の異なる工事費は、支出済費用換算係数により、同一年度(昭和51年度)工事費に換算した。

数種の主要工種に關係する仮設費等は、工事量または工事費によって比例配分し、その他の共通費用は工事費で比例配分した。これらを主要工種毎に積上げて目的変数とし、ダムの規模等の諸元及び堤体タイプ等を説明変数として使用した。

4. 分析の手法と分析結果

(1) 分析の手法

分析の方法は、収集したデータ30ケースの工事費、諸元、タイプ別を変数とした多変量解析法によった。使用したプログラムは統計解析のためのプログラムパッケージ

ジBMD02Rである。このプログラムはステップワイズ法による変数選択の回帰分析である。

この方法は、事前に予想される変数のすべてを逐次検討し、回帰式に導入されるべき変数がなくなり、また除去すべき変数もなくなるまで続けられる。

この結果、残差を最も小さく(最も高い重相関を得る)するような変数で回帰式が組立てられる。

回帰式は $Y = a_1X_1 + \dots + a_nX_n + \dots + b$ で表わされる。ここでYは主要7工種の工事費で目的変数である、 X_i は工事諸元(規模・タイプ等)で説明変数で、 a_i は X_i に係る回帰係数である。またbは回帰式の定数項である。

(2) 分析結果

目的変数は主要7工種の工事費とし、説明変数の決定はまず全変数による相関行列より単相関の大きいもの、また目的変数の予測に役だつと思われる変数5~7個を選び回帰分析を行い、寄与の程度等から説明変数の数を最大5個になるようにした。

表一2の単相関行列及び表一3の分析結果を基に最終決定した目的変数・説明変数は次のとおりである。

目的変数	説明変数
① 仮排水路工事費	貯水量・排水量・堤高・トンネル長
② 堤体工事費	堤体積・貯水量・堤体タイプ・表土厚
③ 余水吐工事費	堤高・流域面積・余水吐タイプ
④ 取水施設工事費	堤高・取水量・取水タイプ・貯水量
⑤ 調節工工事費	堤体積・放流量
⑥ 付替道路工事費	貯水量・道路延長・満水面積・道路幅員・堤高
⑦ 管理施設工事費	堤高・流域面積・洪水量・貯水量・事業目的タイプ

5. 決定した概算式

ダム(フィルダム)工事概算式は表一4~表一11のとおりである。

適用範囲は、分析に使用したデータの範囲(堤高20~99m, 堤体積100~3600千 m^3)を原則とするが詳細は表一4~表一10の適用範囲の欄を参照されたい。堤体タイプはロックフィルダムのコア型・舗装型及びアースダムの均一型・ゾーン型・コア型・舗装型に適用するものとし、コンクリートダムには適用しない。

6. 概算式の地域補正及び年度補正

概算式は東北管内における、昭和51年度価格のデータを使用して解析したものであり、東北以外で利用する場合は地域補正が必要である。また、昭和51年度以外の年

表-2 単 相 関 行 列

表-3 分 析 結 果

目的変数	工事費	堤高	排水量	トンネル長	貯水量	ステップ数	重相関係数	堤高	排水量	トンネル長	貯水量			
仮排水路工事費	工事費	1.000	0.860	0.820	0.689	0.861	1	0.861				○		
	堤高		1.000	0.823	0.837	0.856	2	0.899	○			○		
	排水量			1.000	0.547	0.757	3	0.909	○	○		○		
	トンネル長				1.000	0.656	4	0.909	○	○	○	○		
貯水量					1.000									
堤体工事費	工事費	堤体積	表土厚	堤体タイプ	貯水量		R	堤体積	表土厚	堤体タイプ	貯水量			
堤体工事費	工事費	1.000	0.948	-0.037	0.432	0.863	1	0.948	○					
	堤体積		1.000	-0.045	0.334	0.800	2	0.964	○			○		
	表土厚			1.000	-0.351	-0.169	3	0.968	○		○	○		
	堤体タイプ				1.000	0.403	4	0.971	○	○	○	○		
貯水量					1.000									
余水吐工事費	工事費	堤高	流域面積	余水吐タイプ			R	堤高	流域面積	余水吐タイプ				
余水吐工事費	工事費	1.000	0.836	0.715	0.343		1	0.836	○					
	堤高		1.000	0.542	0.564		2	0.892	○	○				
	流域面積			1.000	0.411		3	0.915	○	○	○			
余水吐タイプ				1.000										
取水工工事費	工事費	堤高	取水量	取水タイプ	貯水量		R	堤高	取水量	取水タイプ	貯水量			
取水工工事費	工事費	1.000	0.852	0.610	0.194	0.908	1	0.908				○		
	堤高		1.000	0.590	0.025	0.846	2	0.937		○		○		
	取水量			1.000	0.621	0.819	3	0.941	○	○		○		
	取水タイプ				1.000	0.200	4	0.943	○	○	○	○		
貯水量					1.000									
調節工工事費	工事費	放流量	堤体積				R	放流量	堤体積					
調節工工事費	工事費	1.000	0.398	0.965			1	0.964		○				
	放流量		1.000	0.397			2	0.965	○	○				
堤体積			1.000											
付替道路工事費	工事費	満水面積	道路幅	道路長	堤高	貯水量		R	満水面積	道路幅	道路長	堤高	貯水量	
付替道路工事費	工事費	1.000	0.641	0.090	0.683	0.671	0.748	1	0.748					○
	満水面積		1.000	0.423	0.661	0.661	0.928	2	0.777					○
	道路幅			1.000	0.074	0.103	0.315	3	0.789	○				○
	道路長				1.000	0.696	0.716	4	0.798	○				○
	堤高					1.000	0.855	5	0.801	○	○			○
貯水量						1.000								
管理施設工事費	工事費	貯水量	目的タイプ	堤高	流域面積	洪水量		R	貯水量	目的タイプ	堤高	流域面積	洪水量	
管理施設工事費	工事費	1.000	0.750	0.317	0.752	0.705	0.695	1	0.752			○		
	貯水量		1.000	0.350	0.853	0.559	0.556	2	0.838			○		
	目的タイプ			1.000	0.323	0.204	0.195	3	0.850			○		○
	堤高				1.000	0.519	0.597	4	0.851	○		○		○
	流域面積					1.000	0.962	5	0.852	○	○	○		○
洪水量						1.000								

表-4

概算式名		仮排水路工事費概算式		
概算式		$Y = 0.907X_1 + 0.655X_2 + 0.246X_3 + 0.011X_4 - 12.2$ (百万円)		
適用範囲		堤高20~100M, 堤体積100千m ³ 以上, 貯水量300千m ³ 以上のフィルダムに適用 トンネルでコンクリートライニングしたものに適用。 含まれる工種……トンネル本体・取付部, 閉塞工等。		
		名 称	単 位	備 考
説明変数	X ₁	堤 高	m	
	X ₂	排 水 量	m ³ /sec	
	X ₃	トンネル延長	m	
	X ₄	貯 水 量	千m ³	
摘 要		X ₁ : 範囲20~100m X ₃ : トンネル部 + { クローズドトランシジョン暗渠 X ₄ : 総貯水量		

表-5

概算式名		堤体工事費概算式		
概算式		$Y = 1.93X_1 + 68.4X_2 + 95.9X_3 + 0.0656X_4 - 398$ (百万円)		
適用範囲		堤高20~100M, 堤体積100千m ³ , 貯水量300千m ³ 以上のフィルダムに適用。 含まれる工種……仮筋切, 基礎処理, 盛立て, リップラップ, 埋設計器, 天端舗装等		
		名 称	単 位	備 考
説明変数	X ₁	堤 体 積	千m ³	タイプにより下記の数値をとる
	X ₂	表 土 厚	m	
	X ₃	堤体タイプ		
	X ₄	貯 水 量	千m ³	
摘 要		X ₃ アース均一型1ロックゾーン型6 ゾーン型2 コア型7 コア型3 舗装型8 舗装型4 X ₂ 堤敷の表土剝取厚 X ₄ 総貯水量		

度価格が必要な場合は年度補正する。

(1) 地域補正

地域補正は, 前記概算式で算出した工事価格に地域補正係数を乗ずる。補正係数はダム工事費の実績値より導き出すことにし, データは土地改良事業計画設計基準「フィルダム」の資料と最近調査したダム工事費をデータとして使用した。

ダム工事費実績値のばらつきは相当大きい, 異常値

表-6

概算式名		余水吐工事費概算式		
概算式		$Y = 16.2X_1 + 6.54X_2 - 102X_3 - 88.0$ (百万円)		
適用範囲		堤高20~100M, 堤体積100千m ³ 以上, 貯水量300千m ³ 以上のフィルダムに適用。 含まれる工種……本體工, ゲート, 法面保護, 橋梁, 土工等		
		名 称	単 位	備 考
説明変数	X ₁	堤 高	m	タイプにより下記の数値をとる
	X ₂	流 域 面 積	km ²	
	X ₃	余水吐タイプ		
摘 要		X ₂ 直接流域面積とする X ₃ 側水路式 1 シュート式 2 シュートゲート 3 トンネル式 4 シャフト式 5		

表-7

概算式名		取水施設工事費概算式		
概算式		$Y = 3.15X_1 - 25.4X_2 + 29.8X_3 + 0.036X_4 - 85.5$ (百万円)		
適用範囲		堤高20~100M, 堤体積100千m ³ 以上, 貯水量300千m ³ 以上のフィルダムに適用。 含まれる工種……土工, 本體工, ゲート, バルブ等		
		名 称	単 位	備 考
説明変数	X ₁	堤 高	m	タイプにより下記の数値をとる
	X ₂	取 水 量	m ³ /sec	
	X ₃	取水タイプ		
	X ₄	貯 水 量	千m ³	
摘 要		X ₃ 斜樋式 1 フローテング取水塔 2 バルブ放流 3 コンクリート造取水塔 4		

表-8

概算式名		フィルダム調節工事費概算式		
概算式		$Y = 0.243X_1 + 0.207X_2 + 17.6$ (百万円)		
適用範囲		堤高20~100M, 堤体積100千m ³ , 貯水量300千m ³ 以上のフィルダムに適用・防災ダムに適用。 含まれる工種……土工, 本體工, ゲート, バルブ等		
		名 称	単 位	備 考
説明変数	X ₁	堤 体 積	千m ³	
	X ₂	放 流 量	m ³ /sec	
摘 要				

表-9

概算式名		付替道路工事費概算式		
概算式		$Y = -4.23X_1 - 15.4X_2 + 0.0345X_3 - 4.78X_4 + 0.034X_5 + 247$ (百万円)		
適用範囲		堤高20~100M, 堤体積100千 m^3 以上, 貯水量300千 m^3 以上のフィルダムに適用。町村道以下の付替道路に適用。 含まれる工種……道路工, 橋梁工, 法面保護, 道路付属施設等		
		名 称	単 位	備 考
説明 変 数	X_1	満水面積	ha	
	X_2	道路幅員	m	
	X_3	道路延長	m	
	X_4	堤高	m	
	X_5	貯水量	千 m^3	
摘 要		X_5 総貯水量である。 X_2 全幅		

表-10

概算式名		管理施設工事費概算式		
概算式		$Y = 0.00171X_1 + 7.20X_2 + 3.21X_3 + 3.90X_4 - 0.159X_5 - 68.7$ (百万円)		
適用範囲		堤高20~100M, 堤体積100千 m^3 以上, 貯水量300千 m^3 以上のフィルダムに適用。 含まれる工種……管理用テレメータ, 管理所, 防塵施設, けい船施設, 管理用道路, 照明, 銘石等		
		名 称	単 位	備 考
説明 変 数	X_1	貯水量	千 m^3	タイプにより下記の数値をとる
	X_2	事業目的タイプ		
	X_3	堤高	m	
	X_4	流域面積	km 2	
	X_5	洪水量	m 3 /sec	
摘 要		X_1 総貯水量 X_4 直接流域 X_2 洪水調節 かんがい 1 併用 2 併用 3		

表-11 ダム(フィルダム)工事費概算式の複合

仮排水路工事費概算式	$Y = 0.907X_1 + 0.655X_2 + 0.246X_3 + 0.011X_4 - 12.2$	百万円
堤体工事費概算式	$Y = 1.93X_1 + 68.4X_2 + 95.9X_3 + 0.0656X_4 - 398$	百万円
余水吐工事費概算式	$Y = 16.2X_1 + 6.54X_2 - 102X_3 - 88.0$	百万円
取水施設工事費概算式	$Y = 3.15X_1 - 25.4X_2 + 29.8X_3 + 0.036X_4 - 85.5$	百万円
調節工事費概算式	$Y = 0.243X_1 + 0.207X_2 + 17.6$	百万円
付替道路工事費概算式	$Y = -4.23X_1 - 15.4X_2 + 0.0345X_3 - 4.78X_4 + 0.0434X_5 + 247$	百万円
管理施設工事費概算式	$Y = 0.00171X_1 + 7.20X_2 + 3.21X_3 + 3.90X_4 - 0.159X_5 - 68.7$	百万円
フィルダム工事価格		百万円

摘 要

- (1) 適用年度は1976年度である。
- (2) 工事費はすべて仮設費・諸経費を含めた工事価格である。
- (3) 各概算式は独立した概算であるので事業目的等により必要なものについて複合する。
- (4) 概算式は東北管内における1976年度価格のデータにより解析している所以他管内で使用する場合は別に定める「補正率」により, また年度補正は「支出済費用換算」係数により補正する。

表-12

地域区分	東 北	関 東	北 陸	東 海	近 畿	中 四 国	九 州
補正係数	1.00	0.75	0.85	0.70	0.80	0.85	0.80

[資 料]

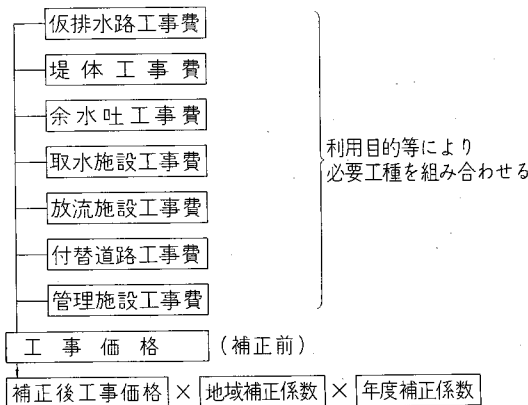
地域区分	堤高別 ダム 費	15~20m		~ 30		~ 40		~ 50		~ 60		~ 70		係数 平均
		平均 ダム費	係数	平均 ダム費	係数	平均 ダム費	係数	平均 ダム費	係数	平均 ダム費	係数	平均 ダム費	係数	
東 北		5,966	1.00	6,712	1.00	6,817	1.00	5,479	1.00	4,385	1.00	5,441	1.00	1.00
関 東		4,136	0.69	5,328	0.79									0.74
北 陸		3,492	0.59	5,114	0.76	5,518	0.81	3,500	0.65	4,685	1.02	6,135	1.14	0.83
東 海		3,696	0.62	3,754	0.56	4,032	0.59	4,190	0.78	9,390	*2.04			0.64
近 畿		5,472	0.92	4,819	0.72	4,808	0.70	3,672	0.68	7,385	*1.60	4,771	0.88	0.78
中 四 国		4,280	0.72	6,781	1.01	4,383	0.64	4,103	0.75	5,289	1.15	4,358	0.80	0.85
九 州		4,792	0.80	4,539	0.68	6,043	0.88			4,078	0.89			0.81

* 印は棄却数値

と思われるものを棄却し、平均値を参考に表-12のとおり決定した。

(2) 年度補正

積算年度がちがうデータは「土地改良事業計画におけ



[計算例]

$$\begin{aligned}
 & \text{仮排水路工事費 } Y = -12.2 + 0.907 \times 31.00 + 0.655 \times 73.20 + 0.246 \times 158.00 + 0.011 \times 9,700 = 204.83 \\
 & \text{堤体工事費 } Y = -398 + 1.93 \times 207.80 + 68.4 \times 1.00 + 95.9 \times 7 + 0.0656 \times 9,700 = 1,379.07 \\
 & \text{余水吐工事費 } Y = -88.0 + 16.2 \times 31.00 + 6.54 \times 16.00 - 102 \times 3 = 212.84 \\
 & \text{取水施設工事費 } Y = -85.5 + 3.15 \times 31.00 - 25.4 \times 3.71 + 29.8 \times 1 + 0.036 \times 9,700 = 296.92 \\
 & \text{付替道路工事費 } Y = 247 - 4.23 \times 86.50 - 15.4 \times 4.00 + 0.0345 \times 8,499 - 4.78 \times 31.00 + 0.0434 \times 9,700 = 385.52 \\
 & \text{管理施設工事費 } Y = -68.7 + 0.00171 \times 9,700 + 7.20 \times 2 + 3.21 \times 31.00 + 3.90 \times 16.00 - 0.159 \times 290.00 = 78.09 \\
 & \text{204.83} + 1,379.07 + 212.84 + 296.92 + 385.52 + 78.09 = 2,557.27 \\
 & 2,557.27 \times 0.85 \times 1.08 = 2,347.57
 \end{aligned}$$

地域補正 中四国地域 0.85
 年度補正 52年度価格 1.08 (仮定)

図-1 計 算 方 法

る経済効果測定に必要な諸係数の支出済費用換算係数」により昭和51年度価格に換算して解析に使用している。

昭和51年度以外の年度の工事価格を算出する場合は、前記概算式で算出した工事価格に支出済費用換算係数を乗ずる。

7. 使用方法

概算式は主要7工種毎に全体工事費（工事価格）を表一4～表一10により算出し、表一11により組み合わせ、ダム全体の工事価格を算出する。ただし各概算式のレベルが一様でなく、レベルの低いものもあるので利用に当たっては、その利用目的に応じて十分検討する必要がある。主要工種毎の概算式はそれぞれ独立したものであ

り、単独の工種としても、また数工種組み合わせでも使用できる。

計算方法を図一1に示す。

8. おわりに

ダム（フィルダム）工事費概算式について、当施工調査事務所で検討した結果を述べたが、今後概算式を使用されるとともに、御批判、御意見をいただきたく御報告した次第である。

なお、今後はより多くの利用目的にかなうよう改良していくことも考えているので、御指導、御協力をお願いします。

Ⅲ 頭首工工事費概算式について

関東農政局

東京施工調査事務所技術情報課

目次

1. はじめに.....(80)	5. 分析の結果.....(81)
2. データの収集.....(80)	6. 利用の方法.....(82)
3. データの概要.....(80)	7. おわりに.....(83)
4. 分析の手法(重回帰分析).....(81)	

1. はじめに

以下に掲げる概算式は、頭首工の新設工事に適用するものであって、工事に必要な土工工事費、仮設工事費、及び諸経費等を加味して作成したものである。

この概算式に含まれる工事としては、エプロン、護床工、取入れ口、護岸、止水壁等であり基礎土工工事費、ゲート製作据付費、管理橋製作据付費は含まれていないので必要に応じて別途加算しなければならない。

この概算式は利用上の便宜を考慮してできるだけ少ない諸元で構成している。利用者は（エプロン+護床工）の長さ、堰長1m当たりのコンクリート量、全堰長の3つの諸元を決定するだけで頭首工堰長1m当たりの工事価格が算出できるように作成されている。

また、上記のコンクリート量が算出されていない場合のために、別にコンクリート量概算式を作成している。

2. データの収集

頭首工工事費概算式の算定は、各農政局管内（県営も含む）の実施設計書18件を収集し、これらのデータを基にして重回帰分析を行い回帰式を求めた。

なお、収集した実施設計書の単価年度は1965～1975年度であり、支出済費用換算係数を用い1976年度単価に統一した。使用したデータの局別件数は表のとおりである。

表一1

局名	件数	局名	件数
東北	2	近畿	—
関東	(5) 9	中国	(1) 1
北陸	(1) 1	九州	(1) 3
東海	2	計	(8) 18

() 内数字は県営で内数である。

3. データの概要

データの内容は表一2のとおりであるが各数値の分布は次のとおりである。

- (1) 全堰長
- 最大値：331.3m
- 最小値：40.3m
- 平値値：133.3m

100m未満 : 8件
 100~200m : 7件
 200m以上 : 3件
 (2) (エプロン+護床工) の長さ
 最大値 : 160.1m
 最小値 : 16.0m

平均値 : 64.9m
 (3) コンクリート量
 最大値 : 160.1m³
 最小値 : 24.7m³
 平均値 : 70.1m³

表-2 使用データ一覧表

No.	設計単価 年	全堰長	堰上高	エプロン 面積	護床面積	護岸面積	コンクリート 量	工事価格 千円
1	S49~50	134.0m	4.2m	7,035m ²	14,415m ²	13,012m ²	19,278m ³	1,493,033
2	49~50	92.5	3.0	2,114	4,302	1,436	5,687	330,137
3	48~50	80.1	4.0	3,553	4,407	845	6,680	522,155
4	48	150.5	1.6	2,933	4,963	1,391	5,747	219,500
5	48	81.4	3.25	2,055	2,174	1,943	4,819	234,864
6	46~47	151.8	1.0	2,204	2,470	132	4,247	182,784
7	42~43	331.25	1.0	7,279	15,652	1,942	19,824	739,717
8	48~49	50.5	2.0	2,706	764	567	8,085	284,991
9	47	188.1	2.1	7,436	2,992	3,341	17,205	772,638
10	48~49	105.5	1.8	2,477	2,810	1,996	4,111	264,686
11	47	44.4	2.15	710	0	570	1,903	70,595
12	40	261.0	2.0	12,523	9,031	3,116	32,507	1,405,404
13	41	156.8	3.15	7,027	7,436	5,334	20,269	1,035,611
14	45~46	40.3	1.4	772	456	538	1,448	99,441
15	44~47	123.5	3.53	3,585	4,642	2,286	7,275	539,517
16	44~45	82.3	1.75	1,458	1,853	1,043	2,032	139,874
17	45~46	90.0	1.5	1,128	2,939	1,803	3,027	210,581
18	45~46	235.1	0.85	7,410	13,337	1,578	11,006	671,417

※ 工事価格はS51年単価に修正してある。

4. 分析の手法 (重回帰分析)

最良重回帰式は次のような手順で算定した。

(1) 考えられるすべての説明変数の中で、目的変数(概算工事費)との単相関係数が最も大きい変数を求め、目的変数との回帰式を求める。

ただし、この変数の寄与率が基準値より大きいことが必要であり、もし小さければこれらの変数で重回帰式は作ることができない。

(2) (1)で得た変数と、これ以外の残りの変数それぞれとの2つの説明変数で重回帰式を考えたとき、分散比Fの値が最大のものを選び、そのとき新たに得られた変数の寄与率が追加基準の値より大ならば、この変数も採用し、2つの変数に対する重回帰式を作る。

(3) (2)で決定した重回帰式について2つの説明変数の寄与率を計算し、その中で除去基準を下まわるものがあればその変数は除去する。

(4) (3)の段階で残った変数に、更に第3の変数を追加したときのFの値が最大となるものを選び、追加基

準値より大であれば採用し、目的変数の3つの変数に対する重回帰式を作る。

(5) (3)と同様に変数の寄与率の検定(偏回帰係数の検定)を行う。

(6) (5)の段階で得られた重回帰式に、更に(4)の段階と同様にして変数を追加する。

以下同様にして手順(5)、(6)をくり返す。

(7) ある段階で追加される変数がなくなったとき、この計算を打ち切り、この式を最終の求められた重回帰式とする。

なおこの手法の一連の手順は電算化されており、概算工事費に影響を及ぼすと考えられる説明変数全てを入力すれば、回帰式に残すべき変数、あるいは削除しても支障のない変数が自動的に取捨選択され、必要最小限の説明変数で目的変数を表わす回帰式が得られるようになっている。

5. 分析の結果

目的変数及び説明変数には次のような変数を仮定した。

(1) 目的変数

(ア) 頭首工事価格 (千円/m)

(イ) コンクリート量 (m³/m)

(2) 説明変数

(ア) 頭首工事価格に対する説明変数

i) 全堰長 (m)

ii) 可動部長 (m)

iii) 固定部長 (m)

iv) 堰上高 (m)

v) (エプロン+護床工) の長さ(m)

vi) 護岸面積 (m²/m)

vii) 止水矢板面積 (m²/m)

viii) コンクリート量 (m³/m)

ix) 堰柱数 (ヶ所)

(イ) コンクリート量に対する説明変数

i) 全堰長 (m)

ii) 堰上高 (m)

iii) エプロン長 (m)

iv) 堰柱数 (ヶ所)

上記の変数を用い、京都施工調査事務所が開発されたプログラムに基づき重回帰分析を行なった結果を次に示す。

(3) 頭首工事価格推定回帰式

表-3 工事価格の実績値と計算値の比較

No.	実績値	計算値	残差値
	千円/m		
1	11,142.0	10,202.3	539.7
2	3,569.0	4,159.9	- 590.9
3	6,518.8	6,364.8	154.0
4	1,458.5	2,284.4	- 825.9
5	2,885.3	3,250.4	- 365.1
6	1,204.1	875.9	328.2
7	2,233.1	2,232.4	- 89.3
8	5,643.4	6,688.2	-1,044.8
9	4,107.6	3,374.5	733.1
10	2,508.9	2,511.7	- 2.8
11	1,590.0	1,227.4	632.6
12	5,384.7	5,041.7	343.0
13	6,604.7	6,449.6	155.1
14	2,467.5	1,877.4	590.1
15	4,368.6	3,717.3	651.3
16	1,699.6	1,827.6	- 128.0
17	2,339.8	2,241.5	98.3
18	2,855.9	3,763.6	- 907.7

検定係数=0.952, 重相関係数=0.976

残差の分散=365722.3, 残差の標準偏差=604.75

重回帰式のF値=92.691

F-検定 F=92,991>F₀=3,344

よってF-検定は優位である。

$$Y = 53.7X_1 + 22.8X_2 - 7.51X_3 - 278.0$$

ここに

Y: 頭首工堰長1m当たり工事価格 (千円/m)

X₁: (エプロン+護床工) の長さ (m)

X₂: 頭首工堰長1m当たりコンクリート量 (m³)

X₃: 全堰長 (m)

(4) コンクリート量推定回帰式

$$Y = 2.91X_1 - 16.7$$

ここに

Y: 頭首工堰長1m当たりコンクリート量 (m³)

X₁: エプロンの長さ (m)

表-4 コンクリート量の実績値と計算値の比較

No.	実績値	計算値	残差値
	m ³		
1	143.9	136.2	7.7
2	61.5	49.9	11.6
3	83.4	112.6	-29.2
4	38.2	40.0	- 1.8
5	59.2	56.6	2.6
6	28.0	25.5	2.5
7	59.8	47.3	12.5
8	160.1	139.4	20.7
9	91.5	98.3	- 6.8
10	39.0	51.7	-12.7
11	42.9	29.8	13.1
12	124.5	123.1	1.4
13	129.3	113.7	15.6
14	35.9	39.1	- 3.2
15	58.9	67.7	- 8.8
16	24.7	34.8	-10.1
17	33.6	19.6	14.0
18	46.8	75.0	-28.2

検定係数=0.888, 重相関係数=0.942

残差の分散=215,498, 残差の標準偏差=14.68

重回帰式のF値=126,334

F-検定 F=126,334>F₀=4,494

よってF-検定は優位である。

6. 利用の方法

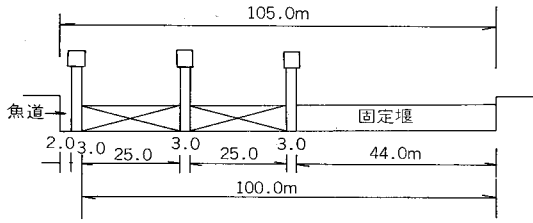
この概算式の構成は前述のように、工事価格概算式及びコンクリート量概算式の2つより成っている。今、仮りに下図のような条件の頭首工事価格を求めるには、次のような計算で求められる。

(1) 全堰長=105.0m

(2) エプロン面積=100.0×40.0m=4,000m² (固定堰部も含む)

エプロン長さ(堰長1m当たり)=4,000m²÷105.0m=38.1m

(計算例)



護床工面積 = 100.0m × 20.0m = 2,000m²

護床工の長さ(堰長1m当たり) = 2,000m² ÷ 105.0m = 19.0m

(エプロン+護床工)の長さ = 38.1 + 19.0 = 57.1m

(3) コンクリート量

コンクリート量は本体、エプロン、魚道、導流壁、止水壁、取入れ口、門柱等の総量を全堰長で除した量である。(捨コン及び護床工、護岸擁壁は含まない)

ここではコンクリート量が算出されていないとして、先ずコンクリート量概算式によりコンクリート

量を求める。

$$Y = 2.91X_1 - 16.7$$

$$= 2.91 \times 38.1m - 16.7 = 94.2m^3/m$$

(4) 工事価格

$$Y = 53.7X_1 + 22.8X_2 - 7.51X_3 - 278.0$$

$$= 53.7 \times 57.1m + 22.8 \times 94.2m^3 - 7.51 \times 105.0m - 278.0 = 4,147千円/m$$

4,147 × 105.0m = 435,435千円となる。

(5) 地域補正, 年度補正の方法

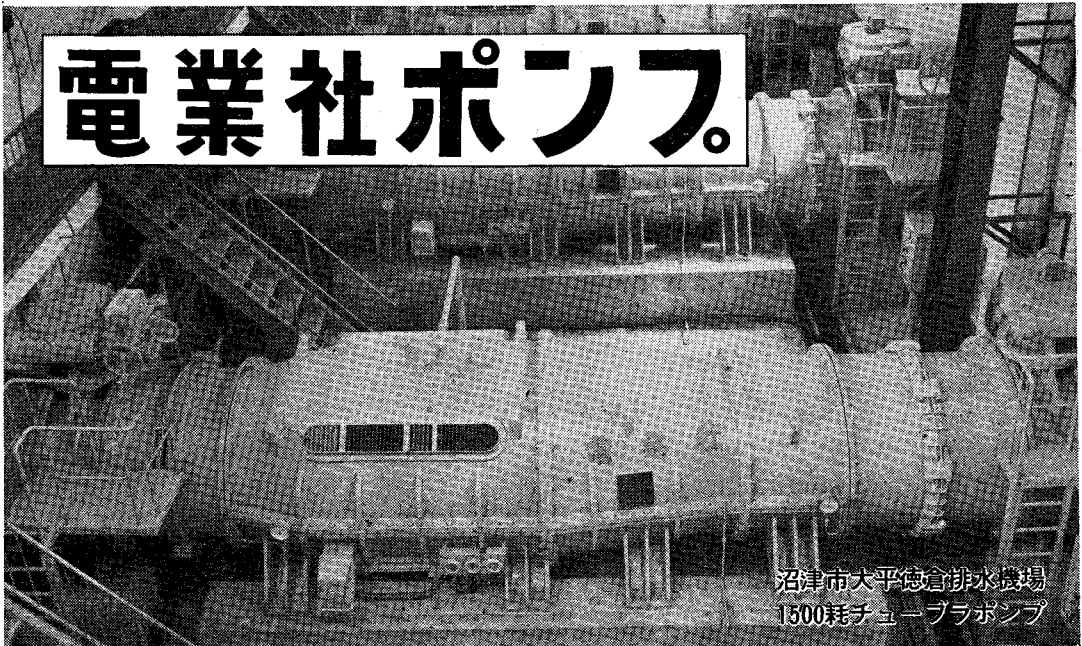
この概算式では、地域補正は特に行わない。

年度補正については、この概算式は1979年度単価で構成されているので、1977年度以降の工事価格を求めようとする場合は、回帰式で得た値に支出済費用換算係数を乗じて補正する。

7. おわりに

以上、頭首工工事費概算式について述べたが、分析に使用したデータ数が少なく、精度も十分満足すべきものとは言えないので、今後更に検討を続けていくこととしている。

電業社ポンプ



沼津市大平徳倉排水機場
1500耗チューブラポンプ



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1-309号
 電話 東京 (761) 3 1 3 1 (代)
 営業所 大阪・名古屋・福岡
 出張所 札幌・仙台・広島・高松

〔討議1〕 埋設とう性管に対する土の反力係数について*

Modulus of Soil Reaction Values for Buried Flexible Pipe

Discussion by Richard A. Parmelee and Ross B. Corotis

A. S. C. E. GT9 pp. 1034~1036 (1977)

村上康蔵** 訳

著者は埋設とう性管の有効な現場データを収集するという、必要な沢山の仕事を行っている。あいにく、報告された現場データの大部分はその真の定義(文献6,7)に従って反力係数を計算するために収集されたものではなかった。従って「係数」値を逆算できるためにはアイオワ公式の仮定を単純化することが必要であった。この討議の目的は、この極めて複雑な問題を取り扱うにはいくつかの困難があることを強調するにある。

米国開拓局の室内試験の結果は質的な意味で極めて有益であるが、現場の実際の挙動と比較した場合よく誤解していることがあるので、この結果は非常な注意をもって量的にのみ使用されねばならない。WatkinsとMoserは大きなテストセルに埋設した実際規模の管長を用いて同様な試験(文献10)を行っている。この概略の解析では「室内」のテストセルと現場布設の間の土と管との総合的な挙動に重要な差のあることを示した。

現場布設から表一に示す E' 値を逆算するため、変形遅れ係数 D_1 と基礎定数 K は明らかにそれぞれ1.0と0.1に仮定している。更に、著者は暗に沈下比はゼロであると仮定している。このことは管にかかる荷重 W を、Marstonの荷重理論による定義値 W よりむしろ管上の土柱の重さとして求めた結果である。この最後の仮定は特に危険である。それは管にかかる実際の荷重(荷重の指標が使用される)、すなわち管が無くとも存在する力を用いることよりもむしろアイオワ公式の基本的な変更を表わしているからである。比較的早い時期の研究(文献8)では、管にかかる土の実際の力を測定した数種の現場布設に対して、仮定した土柱による力と測定した力との比は平均1.38であることを示した。明らかに、アイオワ公式の各項を検討する場合には数値の代入に非常な注意を払わなければならない(文献9)。従って、著者が計算土圧係数を E' として示すことは誤っているといわねばならない。

この論文で検討した量は Spangler が定義した伝統的な土の反力係数ではなくアイオワたわみ公式に用いられ

ているものであるから(文献6,7)、この量は E' として分類されるべきではない。管の予測たわみ量を計算する著者の式(6式)はその展開における固有の仮定と制限を条件として有用な公式であるように思われるが、分母の「土の反力係数」は他の記号と名称により分類されることを推奨する。

米国開拓局の試験から報告された実際の現場データの調査により測定たわみ量に対する E' の過敏さが認められる。これは特にデータの半分以上が直径の1%以下の測定たわみ量を示したことからもわかる。これらの場合、ほんの1%の実験誤差により E' が計算値の1/2から無限大まで変化することを表わす。管断面の半分以上が管径30in(760mm)以下であるので、1%の実験誤差は大部分の現場データが1in(25mm)の1/3以下であることを示す。直径の変化を測定するのに非常な注意が払われるならばこのような誤差量は高いように思われる。しかしながら、これら多くの試験において5%の普通許容される設計値と比較して主として管の危険性を研究するためのたわみ量が恐らく得られたことになる。また1%と2%の間の差は重要であるとは思われない。埋設管のたわみ量を求めようとするこの動機付を考えると、いくつかの測定値は折れ尺又は巻尺を用いて得られたらうことが考えられる。多くの場合、管の最初の「布設時直径」は測定されておらず、土かぶりかゼロの時完全な円形であると仮定されたことも又本当である。1/2inの最初の真円度¹⁾は E' の計算値に極めて重要な影響を与える。このことは著者の1次データから計算した5個の E' 値が負になった理由も説明できよう。

このたわみに対する鋭敏さに関して、水平たわみ量が鉛直たわみ量の91.3%であるという仮定についても又いく分不確定さを感じる。円形断面がどの程度ダ円形に変わるかによって実際この百分率は変わる値である。変形した断面が完全なダ円形であるという仮定も又証明されていない。注意深く監視した実際規模の試験結果では水平たわみ量の鉛直たわみ量に対する割合は平均88%であった(文献8)。

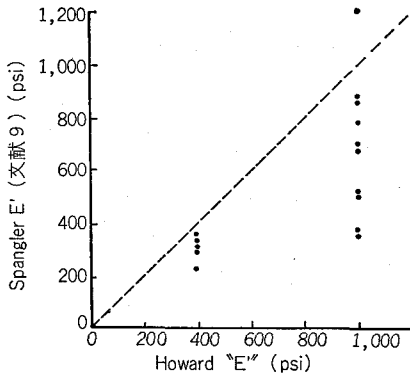
著者がのべているように、環片剛性因子は普通鋭敏な

* 本誌第30号「埋設とう性管に対する土の反力係数について」参照

** 岡山大学農学部

因子ではない。しかしながら、いくつかの場合には E' の計算値に重要な影響を与え得る。

E' の計算において著者が用いた仮定の鋭敏さを評価すべく、1920年代と1930年代に Iowa State College と North Carolina で行った注意深い実験施工を代表する15個の実際規模データの特徴を調査した(文献8)。著者の表一から得た値を理論的に正しい E' 値 (E' の基本定義すなわち文献9の(1)式による)と比較し、その結果を図一6に示す。これによれば真の E' 値は著者の値の平均約70%であることがわかる。



図一6 土の反力係数の比較

どの組の実験値にも非常に多くの変動があれば、もっとデータ数が多ければ良いかと容易に思うはずである。例えば、著者の結果は土かぶり50ft (15.2m) までの波形金属管(CMP)に対し間違いなく広く使用されるだろうが、CMPに用いた15ft (4.6m) 以上の土かぶりは報告された現場試験では7個に過ぎない。またその内の3個はこの50年間に得られたものである。討議した113個の全現場試験について、8個が土かぶり20ft (6.1m) 以上であったに過ぎない。

結果の精度に関する報告は極めて重要である。例えば、著者は締固めのない土や軽度の締固め土に対し、測定たわみ量の90%以上が予測たわみ量の2%以内であると指摘しているが、測定たわみ量の80%以上は一定な予測したたわみ量の±2%以内であるとも言える。

又、著者は中程度の締固め土に対し測定たわみ量の約90%が予測たわみ量の±1%以内であると指摘してい

る。そしてここでも又80%が±1%一定予測たわみ量の±1%の以内にあると言える。高度の締固め土に対しては著者は測定たわみ量の80%以上が予測たわみ量の±0.5%以内にあることを見出している。この場合75%以上が一定予測たわみ量の0.5%の±0.5%以内にある。

この論文に提案された説が設計に用いられる場合には、著者の表一1の値にある安全率が適用されねばならない。検証によれば、1,000psi, 2,000psi, および3,000psi (70kg/cm², 140kg/cm² および210kg/cm²) の E' の推奨値に対して計算値の約50%がこれら設計水準以下にあることを示した。対数正規確率関数(設計値を選択するのに有用な道具である)が E' の分布によく一致することを示す比較的早い時期の研究(文献8, 9)を、粗いヒストグラムが確認している。以下に述べる理由により恐らくかなり慎重な安全率が用いられねばならないだろう。(1)実際のたわみ量は推奨された E' 値を用いて予測したたわみ量と数%相違することがあり得る。(2)単一管路沿いの4%のたわみ量変動幅は異常ではない。(3)現場での方法は締固め度の仕様を指示しないことがあり得る。

参考文献

- 8) Parmelee, R. A. and Corotis, R. B. : "The Iowa Deflection Formula : An Appraisal," Highway Research Record 413, 1972, pp. 89-102.
- 9) Parmelee, R. A. and Corotis, R. B. : "Analytical and Experimental Evaluation of Modulus of Soil Reaction," Transportation Research Record 518, 1974, pp. 29-38.
- 10) Watkins, R. K. and Moser, A. P. : "The Structural Performance of Buried Corrugated Steel Pipe," Engineering Experiment Station, Utah State University, Logan, Utah, 1969.

訳者注

- 1) JIS B 0621によれば、真円度(out of roundness)とは、「円形部分(円であるように指定された物体の輪郭)の幾何学的円からの狂いの大きさをいう」と定義されている。また、その表示について、「真円度は、円形部分を二つの同心の幾何学的円ではさんだとき、両円の間隔が最小となる場合の両円の半径の差で表し、真円度—mm, または真円度— μ mと表示する。」と規定している。

〔討議2〕 埋設とう性管に対する土の反力係数について

Discussion by Mysore Sreenivas Nataraja

A. S. C. E. GT 10 pp. 1203~1206 (1977)

埋設管のたわみ量測定に関する室内および現場の調査結果を提示した著者の組織的な努力に対し、筆者は敬意

を表す。異なった土の種類や異なった締固めの状態に対し異なった土の反力係数 E' 値を選ぶことができるな

らば、スパングラが推奨した 700psi と 1,400psi (49 kg/cm² と 98kg/cm²) のたった 2 個の値よりも有益だろうと思われる。しかしながら、筆者には 2, 3 の疑問点があり、勿論原論文では答えられていないと思われる。

原論文の表一を作成する基礎となった室内および現場の調査はさまざまな土の種類、締固めの状態および管材料にわたっている。現場で試験した種々の寸法と管材料に対する環片剛性因子 (EI/r^3) は室内のコンテナ試験で考えられる 0-20psi (0-1.4kg/cm²) の範囲内にあるというのが筆者の仮定である。締固め状態の与えられた土の種類との相互作用が考えられる場合、0-20psi (0-1.4kg/cm²) の間の環片剛性因子をもつこれらの管がとう性管のように挙動するかどうかを決定するため筆者はオールグッド (文献11) が提案した基準を用いた。オールグッドの基準は便利に提示されている。

管の挙動がとう性管の場合 $M_s/(EI/D^3) > 10^4$ (6)

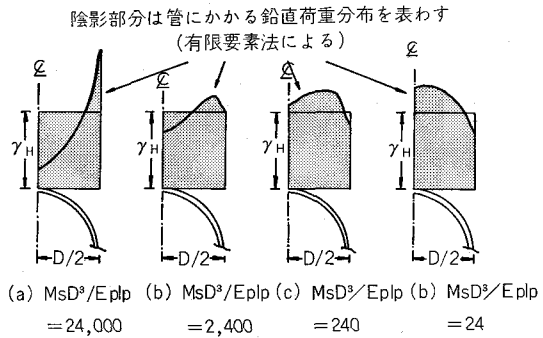
中間の状態 $10^4 \geq M_s/(EI/D^3) \geq 10$ (7)

管の挙動が不とう性管の場合 $10 > M_s/(EI/D^3)$ (8)

ここに M_s = 土の拘束係数, EI/D^3 = 管径 D の環片剛性因子。表一に含まれる土の種類、締固めの状態および土かぶりに対し、代表的な拘束係数値は文献12に提示されているハップ (1959) の実験結果から選択する。選択した M_s の最小値と最大値は、均等なシルト、締固めなし、土かぶり約 10ft-20ft (3-6m) に対応する 0.4×10^3 psi (28kg/cm²) と均等なレキ、相対密度 100%, 土かぶり約 50ft(15m) に対応する 26×10^3 psi (1,828kg/cm²) であった。0-20psi の環片剛性因子 EI/r^3 を半径 r から直径 D を用いた対応値に変換すれば、 EI/D^3 値は 0-2.5psi の範囲になる。従って、著者が指揮した米国開拓局の研究の包含する $M_s/(EI/D^3)$ 値の範囲は 160 と ∞ (極めて大きな値) の間にある。比較的早い時期に提案されたオールグッドの基準によれば、研究したいいくつかの管 ($M_s/(EI/D^3) < 10^4$ の場合) は明らかにとう性管のように挙動せず、実際その挙動は不とう性管のそれになりがちである。アイオワたわみ公式は元来とう性管に対して作られたものであると認めるならば、以上のオールグッドの提案に照らして見て、アイオワたわみ公式の適用は著者が研究したあらゆる場合に対しはたして有効なのであろうか?

さて、計算たわみ量について、アイオワたわみ公式における各種パラメータの影響を見ると、観察は次のようであった。計算たわみ量は荷重因子 D_1KW に正比例する。著者は D_1 に対し 1.0 の値を用いた。測定たわみ量がすべて初期たわみ量ではなかったにもかかわらず (埋戻しにはしばらく時間がかかりまた連続して行われる可能性がある) 現場の試験中各種施工条件に遭遇したにもかかわらず 0.1 の基礎定数が用いられた。例え 0.1 が基

礎定数に対する代表的な値であっても、基礎定数の適切な値を割り当てることによって基礎定数に注意するならば、予測たわみ値はかなり改められるだろう。荷重因子の 3 番目の成分 W について、著者は管径と等しい幅の土柱の重さとしてとっている。管が受ける荷重は必ずしも管上の土柱の重さに等しくないことはよく知られている。図一7に筆者の著作 (文献13) からの 1 例を示す。



図一7 とう性剛比の異なる管が受ける荷重

ここで筆者は有限要素法を用いて 5ft (1.5m) 口径管が受ける荷重を決定したものである。土の剛性は一定に保たれるが、とう性剛比 (relative flexural stiffness) $M_s/(EI/D^3)$ が「とう性」および「不とう性」管の全範囲を包含する程度に、環片剛性因子は変化する。図一7の結果はさらに表二に要約されている。管が受ける荷重は管上の土柱の重さの75%と同じ高さあるいはまた土柱の重さの125%と同じ高さであることがこの例から明らかである。(実際、この低および高限界は他の剛比の場合に対してはさらに離れ得る。) 表二および図一7 ($M_s/(EI/D^3) = 2,400$) に提示した例のケースbに対し著者の仮定は正しいようであることに注意せねばならない。

荷重因子だけでたわみ値にかなり影響を与えると先のオールグッドの提案は指摘している。たとえ長期間の影響が無視され、1.0の値が D_1 に対して許容されようとも、管が受ける荷重の計算法と共に基礎と施工の条件が $\pm 50\%$ のオーダーで計算沈下量に差を生じさせ得る。KとWの個々の影響は累積する場合もあるが、また相互に相殺される場合もある。疑問な点は、この討議に照らしてみて、原論文の表一に提示した精度 (百分率のたわみ量に換算) の意味とは何んであろうかということである。

解答を要する最後の疑問点は、もし表一に推奨した E' の値を設計に使用する場合、施工や基礎の細目にかまわず $K=0.1$ を用いるのか、また W はとう性剛比を無視して管上の土柱の重さであると仮定するのか、あるいはまた W を計算するには マーストン-スパングラ理論を用いるのかということである。

表-2 管にかかる荷重分布の剛比の影響

(文献13からの要約)

ケース	管の弾性係数の仮定値 E_p (psi)	環片剛性因子 $E_p I_p / D^3$	とう性剛比 $M_s / (E_p I_p / D^3)$	管にかかる荷重(土柱の重さの%)	摘 要	オールグッドの基準 F^*
a	$(E_p = E_s)$ 3,500	0.2916	24,000	~ 75	↑ とう性 ↑	10,000
b	$(E_p = 10E_s)$ 35,000	2.916	2,400	~ 100	↑ 中間の状態 ↓	
c	$(E_p = 100E_s)$ 350,000	29.16	240	~ 115		
d	$(E_p = 1000E_s)$ 3,500,000	291.6	24	~ 125	↓ 不とう性	160 10

注 管 径 $D = 60\text{in}$ (1,520mm)
 管壁の厚さ $t = 6\text{in}$ (152mm)
 管壁の断面2次モーメント $I_p = t^3/12 = 18\text{in}^4/\text{in}$
 土の弾性係数 $E_s = 3,500\text{psi}$ (246kg/cm²) **
 土の拘束係数 $2 \times E_s = 7,000\text{psi}$ (492kg/cm²)***

* $F = M_s / (E_p I_p / D^3)$

**この数値は実験結果に基づくものではない。

***弾性理論に基づく関係

訳注 1 psi = 0.07031 kg/cm²

U S B R = 米国開拓局

この討議で生じた疑問点への解答は、とう性管のたわみ量を計算するのに表-1の E' 値を用いて設計する人々にとって大きな助けとなると筆者は堅く信じるものである。

参考文献

(1) Allgood, J. R., "Summary of Soil-structure Interaction," Technical Report R771, Naval Civil Engineering Laboratory, July, 1972.

(2) Lambe, T. W., and Whitman, R. V., Soil Mechanics, John Wiley and Sons, Inc., New York, N. Y., 1969, Table 12. 1, p. 155.

(3) Nataraja, M. S., "Finite Element Solution of Stresses and Displacements in a Soil-Culvert System," thesis presented to the University of Pittsburgh, at Pittsburgh, Pa., in 1973, in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy.

〔討議3〕 埋設とう性管に対する土の反力係数について

Discussion by Merlin G. Spangler

A. S. C. E. GT 10 pp. 1206~1208 (1977)

ハワードの論文は大いに歓迎すべきであり、埋設とう性管の設計を扱う技術文献にさらに多くの必要なものを付け加えるものである。土荷重を受ける計画とう性型管のたわみ量を予測するためアイワ公式の使用に関する情報をこれは提供する。この公式は筆者が約40年前に作ったものである。著者が述べているように、鉛直土荷重として構造物(とう性な管)に生じ、かなりの量変形させる、すなわち鉛直直径は短くなり、水平直径は長くなるという一般概念にこれは基づいている。管の両側は外方、周囲の土の方に移動する。これにより土の受働抵抗特性を動員する。このようにして生じた横圧は鉛直荷重を受ける管の耐荷力に実質的に役立つので、管の布設を設計しようとする場合は必ずこれを評価しなければならない。

この公式の作成小史を述べることは適切であると思われる。最初の公表(文献14)は次のような形であった。

$$\Delta X = D_t \frac{KW_c r^3}{EI + 0.061er^4} \dots\dots\dots(9)$$

ここに K = 管の基礎の幅に関する係数、 W_c = 単位長さ当りの鉛直荷重 (16s/in²)、 r = 管半径 (in)、 E = 管材料の弾性係数 (16s/in²)、 I = 単位長さ当りの管壁断面の2次モーメント (in⁴/in)、 e = 管側面の埋戻し土の受働抵抗係数 (16s/in²/in)、 D_t = たわみ遅れ係数。

この式は薄い環片の弾性理論と広範な実験的証拠に基づくある定った仮定とから導かれた合理的な公式である。この実験(1927年まで遡って始まる)では、土かぶり下の管にかかる実際の鉛直荷重が、たわみ量や管の両側に生じる単位圧力と一緒に測定された。これらの測

定値は明確に土と構造物との相互作用や特に動員した側圧を示しており、この公式作成の基礎となった。この実験によって明らかになった一つの重要な事実は、管の両側の横移動とこのようにして生じた受働圧との間には直線関係があることであった。

この最初の実験に使用した管径の範囲は 36in—60in (910mm—1,520mm) までであった。この管径の範囲内で、与えられた密度および含水量の状態の与えられた土に対し受働抵抗係数 e はかなり一定であるように思われた。そして設計用には一定値を用いることが推奨された。このことは実際のたわみ量と公式による予測たわみ量の間にいくつかの食い違いを、特に大口径管に生じさせた。このことは約16年後アイオワ州立大学、大学院学生時代に研究したユタ州立大学のレイノルズ K. ワトキンス博士に引き継がれた。彼の博士論文に対する素晴らしい研究計画において、小縮尺の実験模型と工学上の相似性の原理を用いて、彼は管の両側に生じる受働土圧はサイズファクターにより影響を受けること、また与えられた密度および含水量の状態の与えられた土に対しこれは e 単独よりもむしろ定数である積 er であることを見出している。

この業績の結果として、アイオワ公式は土の反力係数 E' を er に代入して修正された。それは次のようである。

$$\Delta X = D_i \frac{KW_e r^3}{EI = 0.061E' r^3} \dots \dots \dots (4)$$

ここに $E' = er =$ 土の反力係数 (16s/in²)。

粒度組成、密度、含水量、コンクリートの支持力比等のような土の特性の点から設計用の E' を求める試みが、今までなされて来たが成功しなかった。しかしながら、最も適切な方法は、使用中の実際の構造物の動きを観察することによって最もよく評価できる経験的な係数として E' を考えることであるように思われる。この公式は従って合理的に誘導されたけれども、工学に役だつ他の多くの公式例えば管路の流量を求める Manning 公式に類似した半経験式となる。著者の E' の評価はアイオワ公式の有用性を何倍にも拡大するものである。

著者は管を溝形に布設する場合管側面の埋戻し土に対する堅固な横支持に必要な注意を極めて適切に指示し、かつ管のどちらの側にも最小管径の2倍掘削して埋戻し、よく材料を締固めるよう推奨している。筆者はこの推奨に完全に同意するものである。最近筆者の注意を引いた事業で、大口径管が古代都市のごみ捨て場(「ごみ、腐ったちゅうかい、泥」等からなり、明らかに圧縮性の高い材料である)を通して掘られた溝に布設された。過度にたわむと溝壁の支持強度が限られているため管が破壊し始めるので、管のどの側にもよく締固めた埋戻し土を約 18in (460mm) の厚さずつ供給した。同様に突出

形の管の場合も、少くとも管径の2倍の幅のよく締固めた土柱が管のどの側にも供給されねばならない。

経験的であると最もよく考えられるこの公式のもう一つの因子はたわみ遅れ係数 D_i である。この連続するたわみ現象は土に対する連続した横圧に応じて管の両側に徐々に生じる土の降伏の結果である。この土の降伏は「側方沈下」と呼ばれており、土の基礎に設置した構造物の連続する鉛直沈下のそれに似た現象である。与えられた場合の D_i 値は管側面の材料の圧密特性によっている。1.0 から 1.25 あるいは 1.50 までも変化し、恐らく E' の値と関係がある。高い E' 値は低い D_i 値を与えまた逆に低い E' 値は高い D_i 値を与える。

モンタナ州でのウォルフクリークの暗キョ改築に際し(文献15)、管側面の埋戻し土は現在「路盤質」と呼ばれる分級したレキ材であった。この 18ft (5.5m) 口径管、土かぶり 83ft (25m) のたわみ遅れ係数はほぼ1に等しかった。また一方、締固めなしのローム質材料で囲まれた管は相対的に大きい連続するたわみ量を示すかも知れない。

計画した管にかかる鉛直荷重は埋設管にかかる荷重のマーストン理論によって表わされるそれではなければならないと筆者は推奨するものである。管が突出形の場合、これは沈下比の見積りが必要である。この因子は管上と境界面(もともと管上と同じ高さの管側面の埋戻し土の水平面)の相対沈下量に関係している。長い経験では、とう性管に対してはゼロに等しい沈下比の値が最も適当であることを示している。別の言葉でいえば、管にかかる荷重は構造物直上の土柱の重さにほぼ等しく、普通とう性管に対する場合のように、盛土の中の下向きあるいは上向き鉛直せん断力によって影響を受けない。

マーストン理論は溝形管や不完全溝形管(溝形管に属する)のような別形の管布設にも同様に適用可能であり、計画した構造物にかかる荷重はこの理論の適当な段階によって求められねばならない。例えば、改築したウォルフクリークの暗キョ「文献15」は 18ft (5.5m) 口径管の管上に 3ft (0.9m) の梱包した麦わらを置いた不完全溝形管として布設された。83ft (25m) のロックフィル下にある管の最終荷重は管直上盛土材料の角柱の50%の重さに過ぎず、相当な減少であることを測定値は示した。

参考文献

- (4) Spangler, M. G., "The Structural Design of Flexible Pipe Culverts," Public Roads, Vol. 18, 1938, pp. 217—231.
- (5) Spangler, M. G., discussion of "Rebuilt Wolf Creek Culvert Behavior," by Alfred C. Scheer and Gerald A. Willett, Highway Research Board Record No. 362, 1969, pp. 1—13.

改訂設計基準「パイプライン」について（その3）

山 本 敏 雄*

目 次

I はじめに.....(89)	4. 管体の横断方向の設計.....(92)
II 送水管路の構造設計.....(89)	5. 管体の縦断方向の設計.....(94)
1. 一般事項.....(89)	III 施 工.....(94)
2. 基礎工法の選定.....(90)	IV おわりに.....(95)
3. 荷 重.....(90)	

I はじめに

設計基準パイプラインは、昭和52年10月に改訂され、土地改良事業、水資源開発事業等に、現在適用されている。設計基準の改訂の背景および改訂の要点については、既に述べられている⁽¹⁾。本講座（その1）には、設計基準の改訂についての基本的な考え方および改訂点とその内容について、概括的な解説が述べられている⁽²⁾。

本講座（その2）では、水理設計について、現場の設計者の当面の問題例を中心に詳細に述べられている⁽³⁾。本講座（その3）では、送水管路の構造設計を中心に、改訂された設計基準の順序に従いながら、その考え方、計算例および設計から施工までの留意点について述べる。

II 送水管路の構造設計

1. 一般事項

構造物を設計する場合、設計と施工が整合することが原則である。設計が施工の不確実性を補って、安全率を大きくする場合が多いが、構造物を経済的に、安全に構築するには、設計技術のみではなく、施工技術の進歩が不可欠である。送水管路は埋設されることが多く、埋設される周囲の地盤状態が、管体を経済的に、安全に設計する重要なポイントであることは言うまでもない。しかし、この地盤状態を確実に把握することは難しく、パイプラインのような線状、点状構造物では、特に調査方法等が確立していないことから、近似的に決められている。たとえば、調査結果から、設計で詳細に検討して、送水管路の最小土被り高を決めるが、実際に埋戻し完了後、浮上したとする。この場合の原因は、施工上埋戻しが十分でない、急激な地下水の飽和などのほかに、設計で当初決定した埋戻し土の単位重量が大きすぎた、地下水位が高いなどにも原因があってこれらの設計不明な点につ

いての留意が必要である。

従って埋設管路では、より正確に地盤条件をとらえ、より厳密な施工管理を行なって設計条件を満足させなければならないのである。

送水管路を設計する場合、送水管路の組織全体としての安全性および機能性は一個の管体そのもののそれらと同レベルでなければならない。即ち一個の管体が強度的に、水密性にも良しとしても、送水管路は連続体として組織化されているので、全体としての強さが要求される。

従って改訂設計基準では、送水管路全体と一個の管体の安全性を同レベルとして、荷重と水密性の両面から十分検討するように配慮したものである。

(1) 埋設深

管体の浮上防止は、揚圧力を求める式から、浮上しないための最小土被り高さを求める式にしたが設計値を決める時には、十分な土質調査を行ない、埋戻し時には、その設計値について、施工管理を行ないながら確認することが必要である。

(2) 荷重に対する安全性の検討

PC、RC管などの不とう性管の管体の荷重に対する安全性は、管体材料の破壊応力や管体そのものの破壊荷重で示されているが、いずれも破壊に対して安全率2以上としたが、水利構造物の場合、PC管、RC管などでは、ひび割れによる漏水が近似的破壊と考えられるので、破壊荷重との対応ではなく、ひび割れ荷重に対して、安全率1.5以上としたのである。

鋼管などのとう性管の管体の安全性は不とう性管と同様に安全率2以上とし、許容荷重、許容応力以下とすることのほかに、とう性管特有のたわみ量を検討して、安全性を確かめることとした。とう性管は一定のたわみ量をこえると管体が座屈を起し、破壊することもある。破壊が起らなくても、通水断面不足や塗覆装材が剝離した

* 水資源開発公団技術管理室

り、継手の水密性が損われたりする。このために許容たわみ率を定めたのである。

(3) 水密性に対する検討

管体そのものの水密性を問題にすることは、運搬時、布設時の衝撃等によるひび割れ以外、殆んどないので、送水管路組織としての安全性を確保することから、継手についても管体と同レベルの安全性を要求することになり、管種選定には、継手の特性が重要なポイントとなったのである。継手の水密性については、本講座(その1)に詳細に述べられている⁽²⁾。

2. 基礎工法の選定

(1) 埋設管の基礎

埋設管の基礎については、地盤の強度(地耐力)、土質、地下水位など、詳細な調査や試験から求めて、縦断面図を作成することが必要である。一般には、送水管路の場合、延長100~200m毎にボーリングやサウンディングを行い、土質柱状図を作成し、これにより地質縦断面図を作成して、埋設管路全体にかかる基礎工法、継手の位置や種類などの設計が行なわれている。

(2) 基礎および埋戻し材料

埋設管の管体の構造上、最も重要である基礎材料は、締め固めしやすい良好な粒度配合の砂質土でなければならないが、流用できない掘削土の場合は、良好な粒度配合の砂質土を購入することが必要である。埋戻し材料についても基礎と同様に合理的に設計され、施工されなければならない。このことが、とう性管、不とう性管の区別なく、原則的には良好な粒度配合の砂質土で十分締め固めて、管体に作用する荷重のバランスをとり、経済的で安全な構造物を設計することになる。とう性管の場合は埋戻しされた周囲の土砂と一体となって挙動し、周囲の土砂の締め固め度を有効に利用すること、つまり受働抵抗を発生させ経済的な管体設計が可能となるのである。このためには周囲の土砂(埋戻し材料)が、十分に締め固められて、受働抵抗の発生が促進されなければならない。しかし普通の施工現場では、締め固め度をプロクター密度85%以上に大きくできる土砂は少ないので、あらかじめ設計上で考慮するか、施工時に良好な粒度配合の土砂を搬入するか、経済性などを含めて検討する。更に施工管理においても、設計条件を確保するように留意する。

不とう性管の場合も、とう性管と同様に考えるべきであるが、改訂設計基準では、管体に発生する最大曲げモーメントの計算過程において、側面水平荷重の水平土圧強度は、良好な粒度配合の土砂を埋戻した場合が、小さい値をとり、管底に発生する最大曲げモーメントが大きくなる。逆に粘性土などの不良土の場合、最大曲げモーメントが小さくなることもある。このことはランキンの主働土圧係数を用いることに疑問があると思われるが、現時点では不明であり、この矛盾は今後の実験、研究に

期待することとして、不とう性管の設計において、水平土圧強度を求めるときの土圧係数は、粘性土の場合主働土圧係数の1/2以下、砂質土の場合は主働土圧係数とし、土砂の種類に関係なく最大でも0.5以下とすることがよいと思われる。埋戻しは、前述のようとう性管と同様にすることが原則であるが、一般には不とう性管の構造上、周囲の土に対して、とう性管ほどの影響はない。いづれにしても施工に際しては偏圧を生じたり、地下水の浸透路となるような埋戻しをしないなど、粗雑にならないように留意する。

3. 荷 重

(1) 荷重の組合 荷重の組合せは表-1のように考える。

表-1 荷重の組合せ

荷 重		不とう性管		とう性管		
		構造計算		構造計算	たわみ量計算	
		通水時	施工時	通水時	施工時	通水時
1. 土 圧	鉛直方向	○	○	○	○	○
	水平方向*3	○	○	○	○	○
2. 路面荷重	鉛直方向	○	—	○	—	○
	水平方向*3	—	—	○	—	(○)
3. 軌道荷重	鉛直方向	○	—	○	—	○
	水平方向*3	—	—	○	—	(○)
4. 管体自重	鉛直方向	—	—	○	○	○
	水平方向*3	—	—	—	—	(○)
5. 管内水重	鉛直方向	○	—	○	—	○
	水平方向*3	—	—	—	—	(○)
6. 基礎反力		○	○	○	○	○
7. 内水圧		○	—	○	—	—
8. その他荷重	土載荷重	○	—	○	—	○
	施工時ブル荷重	—	○	—	○	—

*1 不とう性管の施工時の構造計算においては安全率を破壊荷重の場合は1.33ひび割れ荷重の場合は1.0とする。

*2 とう性管の施工時の構造計算においては管体の許容応力度を通水時の割増しとする。

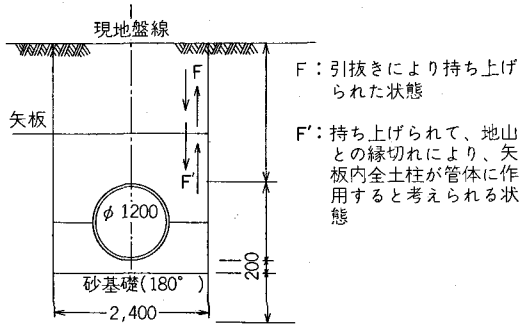
*3 口径や基礎の状態によって考慮しない。

(2) 土圧 埋設管に作用する土圧は、埋設状態(掘削幅、埋戻し方法、土質等)および管種(とう性管と不とう性管の別)により異なる。改訂設計基準は、埋設状態の実績から、中間溝型を削除し、軟弱地盤や建物に接近して施工する場合に土留工として矢板工法が多く採用されることから、矢板施工による場合を追加した。又とう性管の場合、土被り高2mまでを垂直土圧公式によるこ

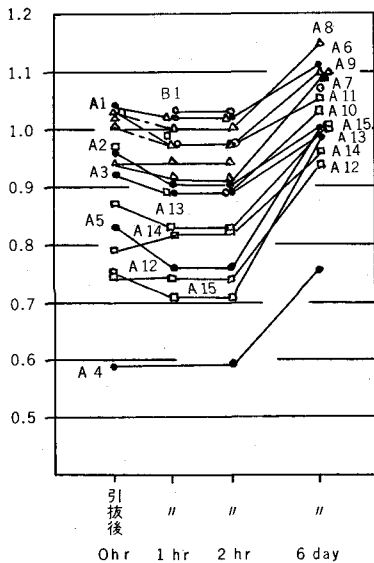
ととした。

(i) 矢板施工による場合の土圧

溝掘削に土留工として鋼矢板施工を行う場合、鋼矢板の引抜き時に、埋戻し土と現地盤との間に縁切れが生じて不とう性管の場合、鉛直荷重として鋼矢板内の全土柱が作用するものとして、 $W = \omega \cdot H \cdot B^2 / D_c$ と改訂設計基準では定めているが、実験報告などから実際には、 $W = \omega \cdot H$ に下向きの力として、摩擦力がある程度加算されるとしている。いずれにしても $W = C_c \cdot \omega \cdot D_c$ が最大値になると思われる。とう性管の場合にも、前述の不とう性管と同様な荷重としての付加土圧が作用する。この付加土圧を少なくする方法として、鋼矢板と管体との埋戻し土を十分に締固めることである。鋼矢板引抜きによる付加土圧について、現場実験⁽⁴⁾では、引抜き前に対して、引抜き時の管頂部の土圧増加率は4%程度、管底部は30%程度減少、管側部も20~30%減少し、これらは数日後に引抜き前の値に還元している。この原因は鋼矢板内土柱が持ち上げられたものと考えられるが、ここではこれらを無視した設計の報告がある。



図一 矢板引抜きによる付加土圧

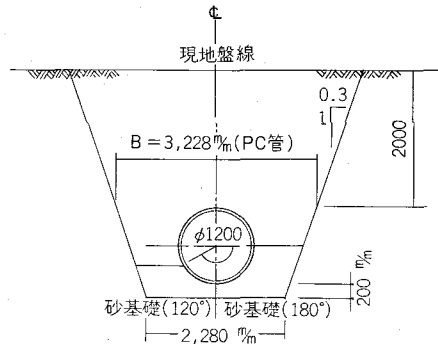


(注) 引抜き直前を1.0として計算したものである。

図二 鋼矢板引抜きによる土圧の変化率

(ii) 不とう性管の土圧計算例⁽⁵⁾

地盤条件：関東ローム農地下埋設。計算式の符号は改訂基準 p. 53 による。



図三 掘削断面 (農地F)

① 鉛直土圧

$$W_1 = C_d \cdot \omega \cdot B^2 / D, W_1' = C_c \cdot \omega \cdot D, D = 1.38m,$$

$$B = 3,228m$$

$$\omega = 1,400kg/m^3, \phi = 20^\circ, \mu = \mu' = 0.364, P = 10,$$

$$r_{s,d} = 0.7 H = 2.0m C_d = 0.56 C_c = 1.91$$

$$W_1 = 5,920kg/m^2 > W_1' = 3,690kg/m^2 \text{ 以上から } W_1'$$

を採用して $W_1 = 3,690kg/m^2$

② 農地荷重 農地の場合には土載荷重として $W_2 = 300kg/m^2$ (路面荷重の群集荷重を準用) をみる。

③ 合成荷重

$$W_3 = W_1 + W_2 = 3,990kg/m^2$$

④ 水平土圧

$$P = K \cdot \omega \cdot h \quad K = 1 - \sin\phi / 1 + \sin\phi = 0.49 \quad \omega = 1,400kg/m^3 \quad h = 2.0m$$

$$P_1 = K \cdot \omega \cdot h = 1,372kg/m^2, P_2 = K \cdot \omega \cdot (h + D) = 2,319kg/m^2$$

ここで計算した地盤条件の場合、関東ロームは埋戻し材料として、十分な締固めができないので、適当ではないが、管水路が埋設される場所的な条件、良好な粒度配合の土砂を搬入する費用が高いなどから、経済的に計画されたものである。従って一般の場合では、管水路の管体費、施工費の総合的な工事費の検討を行なって設計値を決めなければならない。

(ii) とう性管の鉛直土圧

埋設管に作用する鉛直土圧は、管頂土柱重量とその土柱部と周辺部鉛直面との摩擦力の増減であることがマーストン公式の基本である。今日では、とう性管については、垂直土圧公式が採用されているが、これはとう性管の場合、埋戻し土の締め固め管理が行われ、溝型公式や突出型公式に必ずしも一致しないこと、土のリラクゼーションにもよるが、最終的には管頂土柱重量であることなどからと思われる。これらのことから改訂基準では $H \leq 2.0m$ 以下、矢板施工の場合には垂直土圧公式としたも

のである。筆者の私見ではあるが、今日までの施工実績から埋設方法や掘削断面が一応定まっていることから、とう性管に作用する鉛直土圧は垂直土圧公式でよいと思われる。埋設管の場合、土盛り高が5~8m以上になるとトンネル工法が有利となり、普通の土盛りは2~3m程度で、公式適用違いによる鉛直土圧の差は、地盤条件、施工条件などを考慮すると大差なしといえる。

掘削幅が管径の3倍以下であること、締固めなどの施工管理が確実に行われること、詳細な地盤調査などから溝型公式を適用できるとしたときは、溝型公式から鉛直土圧を求めるべきであるが、一般の場合は前述のように垂直土圧公式によってもよいと考える。

(-) とう性管の土圧計算例³⁾

地盤条件：道路下埋設、埋戻し土：砂質土 計算式の符号は改訂基準による。

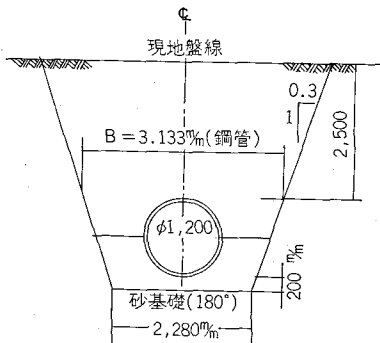


図-4 掘削断面(道路F)

- ① 鉛直土圧 $W_1=C_d \cdot \omega \cdot B$, $W_1'=C_c \cdot \omega \cdot D$, $D=1,222m$, $B=3,133m$, $\omega=1,800kg/m^3$, $\phi=25^\circ$, $\mu=\mu'=0.466$, $r_{sd}=0$, $H=2.5m$, $C_d=0.69$
 $W_1=3,891kg/m^2$, $W_1'=4,510kg/m^2$ ここでは $W_1=3,891kg/m^2$ を採用する。

- ② 路面荷重 $T=20$ 台とし、ブーンネスク公式より求める。 $W_2=\alpha P(1+i)$ $P=8,000kg$, $i=0.1$
 $\alpha=0.105$ $W_2=924kg/m^2$

- ③ 合成荷重 $W_3=W_1+W_2=4,815kg/m^2$
 $=0.4815kg/cm^2$

- ④ 水平荷重 $P_{v1}=e' \cdot \Delta x_1 / 2 \cdot F \cdot R=0.4146kg/cm^2$,
 $\Delta x_1=F(2 \cdot K \cdot W_1 \cdot R^4 / E \cdot I + 0.061e' R^3)=2.14cm$
 $W_1=0.3891kg/cm^2$, $E=2.1 \times 10^9 kg/cm^2$, $I=T^2/12$
 $=0.0833cm^4/cm$ ($T=1.0cm$ と仮定した)
 $R=60.5cm$ $F=1.5$, $e'=35kg/cm^2$ $K=0.089$ (設計支持角 120°)

$P_{v2}=e' \Delta x_2 / 2R=0.0982kg/cm^2$, $\Delta x_2=2KW_2 \cdot R^4 / EI$
 $+0.061e' R^3=0.34cm$, $W_2=0.0924kg/cm^2$

$P_v=P_{v1}+P_{v2}=0.5128kg/cm^2$

この計算例では、土の受働抵抗数 e' 、沈下比 r_{sd} などについて、土質試験の結果や施工条件を十分検討して定めてはならないことをおことわりする。溝型公式、突出型公式の2通りで計算したことは、管径に対する掘削幅が $B/D=2.6$ であること、締固め度Ⅱの $r_{sd}=0$ としたことなどから比較したものであり、ここでは突出型公式は垂直土圧公式に一致している。

(2) その他の荷重 埋戻し施工機械として、ブルドーザや、施工後の建築物などがあるので必要に応じて設計する。今回の計算例では、これらの荷重を省略しているが埋戻し施工機械は短期の荷重として計算すればよい。

4. 管体の横断方向の設計

(1) 設計支持角 基礎の設計支持角は、管体の横断面に生ずる曲げモーメントの大きさに影響し、これは管体の経済性、安全性に直接関係する重要なポイントである。改訂基準では、土基礎について、その不確実性を考慮して施工支持角を設け、これが、設計支持角に 30° 加算して施工させ、管体の安全性を高めたのである。

表-2 締固めた土基礎の設計支持角(°)

土の分類	管種	不とう性管			とう性管		
		90以上	120以上	180以上	90以上	120以上	180以上
粒度分布のよい砂れき	GW GP GM GC	—	90	—	90	—	90
	SW	*60	90	120	*60	90	120
砂	SP	—	90	—	90	—	90
	SM SC	—	60	—	60	—	60
シルト質ローム	ML	—	30	—	60	—	60

(注) * は特に大口径の場合のみ検討されるものである。

(2) 不とう性管の管種選定

3.(1)(p)から鉛直荷重 $W_3=0.399kg/cm^2$, 水平荷重 $P_1=0.137kg/cm^2$ $P_2=0.232kg/cm^2$ とする。設計支持角 120° 。

管の自重 $10.50kg/cm$, 管内水重 $0.001kg/cm^2$, $R=$ 管の平均半径 $=63.5cm$

(i) 管の横断面に生ずる最大曲げモーメント

鉛直荷重によるモーメント, $M_3=0.275W_3R^2=442\text{kg}\cdot\text{cm}/\text{cm}$

管内水重によるモーメント, $M_0=0.260W_0R^3=67\text{kg}\cdot\text{cm}/\text{cm}$

管自重によるモーメントは管体の各種強度試験値に含まれているので省略する。

水平荷重によるモーメント, $M_P=-(0.146P_2+0.104P_1)\cdot R^2=-194\text{kg}\cdot\text{cm}/\text{cm}$

合成モーメント, $M=442+67-194=315\text{kg}\cdot\text{cm}/\text{cm}$

以上から線荷重を求めると $P_H=M/0.318R=15.6\text{kg}/\text{cm}$ となる。又設計支持角 90° として同様に計算してみると、線荷重 $P_H=19.5\text{kg}/\text{cm}$ となる。

(ロ) 設計内水圧

水理設計から、静水圧 $4\text{kg}/\text{cm}^2$ + 水撃圧 $4\text{kg}/\text{cm}^2$ で $8\text{kg}/\text{cm}^2$ とする。

(ハ) 管種選定

$P_H=15.6\text{kg}/\text{cm}$ の場合、管種 2 種の $P_c=12,800\text{kg}/\text{m}=128\text{kg}/\text{cm}$, $H_c=16\text{kg}/\text{cm}^2$, $S=1.5$ では改訂基準 P69 の式(3.4.1)より $H_p=9.8\text{kg}/\text{cm}^2$ となる。以上から $H < H_p$, 継手の水密性については、静水圧 $4\text{kg}/\text{cm}^2$ であること、ゴムリングの圧縮率 25% 程度とストッパー付きの改良型を採用するとして P・C II 種とする。ここで設計支持角 120° としているが、現場条件などで、基礎砂を購入する場合は不経済となるので、設計支持角 90° で検討してみる。

設計支持角 90° , $H_c=16\text{kg}/\text{cm}^2$, $H_p=9.5\text{kg}/\text{cm}^2$, $H <$

表-4 土の受働抵抗係数 (modulus of soil reaction) e' の標準値 (単位: kg/cm^2)

埋戻し土の種類 (統一分類法による)		締固めの程度		
		締固めなし	締固め I	締固め II
細粒土	液性限界が 50% 以下粗粒部分が 25% 以下の CL. ML. ML-CL	3.5	14	28
	液性限界が 50% 以下粗粒部分が 25% 以上の CL. ML. ML-CL	7	28	70
粗粒土	細粒部分が 12% 以上の GM. GC. SM. SC			
	細粒部分が 12% 以下の GW. GP. SW. SP	14	70	140

表-5 砂の相対密度, 内部摩擦角 N と値との関係 (Peck, Meyerhof による)

N 値	相対密度 (Relative Density), $D_r = \frac{e_{max} - e}{e_{max} - e_{min}}$	内部摩擦角 ϕ		
		ベックによる	マイヤーホフによる	
0 ~ 4	非常にゆるい (Very Loose)	0.0 ~ 0.2	28.5 以下	30 以下
4 ~ 10	ゆるい (Loose)	0.2 ~ 0.4	28.5 ~ 30	30 ~ 35
10 ~ 30	中位の (Medium)	0.4 ~ 0.6	30 ~ 36	35 ~ 40
30 ~ 50	密な (Dense)	0.6 ~ 0.8	36 ~ 41	40 ~ 45
50 以上	非常に密な (Very Dense)	0.8 ~ 1.0	41 以上	45 以上

3(1)から鉛直荷重 $W_3=4,815\text{kg}/\text{m}^2$, 水平荷重 $P=5,128\text{kg}/\text{m}^2$, 設計支持角 120° である。管自重 $299\text{kg}/\text{m}$, 管内水重 $1,000\text{kg}/\text{m}^3$, R =管の平均半径 $=0.605\text{m}$

H_p , 従って設計支持角 90° , PC II 種でよいことになる。このように基礎の支持角によって管種が変わるというようなケースは極めて希であるが一般に基礎砂に現場の掘削土を流用できる場合などは、設計支持角 120° として設計する。これは埋設管の管周囲は良好な土砂で締固めるのが管体の安全上、経済上の原則である。

(3) とう性管の管種選定

(イ) たわみ量 とう性管は、そのたわみ性を拘束する周囲の土と共に有効に利用するが、一定以上のたわみ量は継手からの漏水や塗覆装の剝離を生じるので、これを防止するため、改訂基準では許容たわみ率を定めたものである。たわみ量は埋戻し土の締固め程度により差があるので、設計たわみ率を定め、これに締固め区分により増減することとした。従ってとう性管の設計では設計たわみ率を用い、一般塗覆装管では 3~4%, モルタルライニング管では 1~2% とすることが必要である。

(ロ) 鋼管の管厚計算例⁽⁵⁾

表-3 設計たわみ率の標準 (単位: %)

締固めの程度	締固めなし	締固め I	締固め II
許容たわみ率	5	5	5
たわみ率のバラツキ	±2	±2	±1
設計たわみ率	3	3	4

(注) 締固めの程度は改訂基準 p.77 表-3.4.13 土の受働抵抗係数 e' の標準値の (注) を参照のこと。

(イ) 管の横断面に生ずる最大曲げモーメント

鉛直荷重によるモーメント, $M_3=0.275W_3\cdot R^2=485\text{kg}\cdot\text{m}$

管内水重によるモーメント, $M_o = 0.260W_o R^3 = 56$
kg·m

管自重によるモーメント, $M_d = 0.083W_d \cdot R = 15$ kg·m

水平荷重によるモーメント, $M_p = -0.166PR^2 = -312$
kg·m

合成モーメント $M = 244$ kg·m

(iv) 設計内水圧

4(2)(iv)と同じく 8 kg/cm^2 とする。

(v) 管厚計算

改訂設計基準 p72b(3.4.4)から $t_1 = 0.9 = 9\%$, p75
から t_2 を計算すると, 設計たわみ率 4% として $t_2 < 0$
となる。

以上の計算結果から管厚は腐食代および公差余裕など
から, JIS管厚 11% とする。ここで管体のたわみは水平
たわみと鉛直たわみに分けられるが, 改訂設計基準で
は水平たわみ量を規定している。今回の計算例では設計
たわみ率を 4% として, 計算したことから $t_2 < 0$ とな
ったものである。このように管厚が応力より定まる場合
(t_1) は, 改訂設計基準 P74(3.4.8. a) によりたわみ量
を計算して, そのたわみ量が, 設計たわみ率内にあるこ
とを最初に検討し, 次にモーメントによる応力度が許容
応力度内にあるかどうかを検討する方法がよい。即ち,
この場合のたわみ量 Δx は次式により求まる。

$$\Delta x = \Delta x_1 + \Delta x_2 + \Delta x_3 = 2.14 + 0.34 + 0.36 \div 2.8 \text{ cm}$$

$$\Delta x_1 = 2.14 \text{ cm}, \Delta x_2 = 0.34 \text{ cm}, \Delta x_3 = 2F(K_o W_o R^5 +$$

 $K_p \cdot W_p \cdot R^4) / EI + 0.061eR^3 = 0.36 \text{ cm}$

$$K_o = 0.075, K_p = 0.149, W_o = \text{水の単位体積重量}$$

$$= 0.001 \text{ kg/cm}^3, W_p = \text{自重} = 0.00785 \times 1.1 = 0.0086$$

$$\text{kg/cm}^2$$

よってこの場合のたわみ率 $= \Delta x / 2R = 2.3\% < 4\%$
となる。

尚, 施工管理に当たってはこのたわみ量 $\Delta x = 2.8 \text{ cm}$ を超
えないよう管理する必要がある。

5. 管体の縦断方向の設計

(1) 縦断方向に生ずる曲げモーメント, 埋戻土や自重
等の荷重による反力がほぼ管路全体に均一であるよう
に, 基礎工法を設計すれば, 縦断方向の曲げモーメント
に対する検討は必要ない。たとへ曲げモーメントが生じ
たとしても管体の横断方向の計算で十分である。しかし
管路途中の支台, 分水施設などが支点となる場合には,
その部分について, 可とう継手までの管体の縦断方向
の検討が必要である。PC管, RC管などの破損事故調査
によると, 前記の部分に生じた事故は少くない。

(2) 地震に対する検討 地下に埋設された送水管路で
は一般に地震に対する検討は必要がない。農業用水路の
場合, 一般に土被りが浅いことから, 地震に対する検討
を行うことが望しいが, 現在の段階では理論的に定説化
されていないので, 新潟地震などの震害例から, 免震的

な考え方をとるべきである。それには流動化を生じやす
い砂地盤, 地すべり地帯, 軟弱地盤などをさけて, 十分
な地盤調査, 土質試験を行ない, 管水路を設計しなけれ
ばならない。尚地震に対する基準の1例として, 地震動
による慣性力, 土圧, 動水圧, 浮力, 地盤の変化により
検討することとした石油パイプライン事業の事業用施設
の技術上の基準の細目を定める告示⁽⁶⁾にある。

(3) 継手と異形管 伸縮継手について, 特に考慮する
のは溶接継手による鋼管, 溶着継手による塩ビ管, 可とう
性のない継手などにより, 管水路の延長が相当に長くな
る場合である。この場合の継手の設計は, 埋設管路では
管体縦断方向の伸縮は, 水温や地中温度の差による検討
を行ない, 地盤条件の変化点, 支台などとの接合点では,
縦断的な沈下と縦断方向の伸縮について検討すればよい。

PC管, RC管などで, 支台, 分水施設などへ接合す
る場合は, 5(1)の検討を行なうか, 異形管に代える方法
がある。又, 地盤の不等沈下が予想される場合, 継手部
でそれを吸収することが可能かどうか(もちろん耐水圧
強度も含め)検討する必要がある。いずれの場合でも,
継手, 異形管は管水路の弱点にもなるので, 設計に当
っては, 基礎工法を合せて, 地盤について十分, 調査検討
を行ない, 継手部の沈下量, 伸縮量を定めて, 継手を選
定しなければならない。

III 施 工

設計図, 設計計算書に示された数値は, 設計者が施工
可能な条件のもとに決定したものであるから, その数値
を確保するような施工をしなければ, 経済的で安全な構
造物は構築できない。たとへ施工条件の中に不確定な要
素があって, それを安全率がカバーするとしても, でき
るだけ設計値に近づく施工を行うことが大切である。

(1) 管体の埋設

埋設管は, 埋戻しが最も重要な作業である。①合理的
な埋設によって管体に作用する鉛直土圧を小さくする。
②管側方, 管基礎を十分に締固めて, 鉛直土圧を小さ
くする。③管基礎の支持角を大きくして, 鉛直土圧によ
る曲げモーメントを小さくする。以上のことはいずれも
経済的に安全な管体を設計する必須の基本事項である。

このことを認識して施工を行なうように努めなければ
ならない。

(2) 基礎の施工管理例⁽⁷⁾⁽⁸⁾

鋼管の基礎として材料は径 5% 以下で 0.074% フルイ
通過量 8% 以下の良好な粒度配合の砂質土とする。締固
めはソイルコンパクターなどで行ない, 密度管理とし
て, 乾燥密度 1.55 kg/cm^3 以上としている。この密度を確
保するには, 施工前に締固め試験を行ない, 締固め機械,
締固め回数, 締固め厚などを決めておく必要がある。P

C, RC管の場合も鋼管などのとう性管と同程度の強度を要求して, 材料はSP, SWとし, 密度管理としては, 最大乾燥密度の80%以上としている。

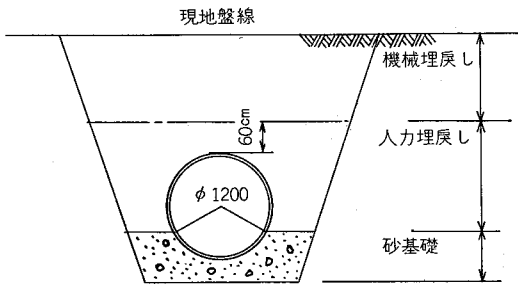


図-5 埋戻し区分

(3) 埋戻しの施工管理例⁽⁷⁾⁽⁸⁾

鋼管の埋戻しは管頂60cmまでは管体に衝撃などを与えないように, 人力埋戻しとする。即ちベルトコンベアとソイルコンパクターなどによる締固めを行なうもので, 埋戻し材料は特に指定しないが, 設計値を確保すること, 締固め密度は, その材料の最大乾燥密度の90%以上としている。いかなる場合でも, 設計値を決めるときは, 施工できる範囲内でなければならないので, 締固め管理が95%以上できない材料とか, 埋戻し材料と地盤材料が大きく違う場合などは, 設計たわみ率, 受動土圧係数について, 安全を考えてランクを下げておくべきである。

管頂60cm以上は重機械による埋戻しとする。この場合の密度は, その材料の最大乾燥密度の85%以上としている。これらの埋戻し密度を確保するためには, 基礎の施工管理例と同様に締固め試験が必要である。

P C, R C, 管の場合も鋼管などと同様に埋戻し区分で施工されているが, 密度管理においては最大乾燥密度の85%以上としている。

IV おわりに

埋設管が管体周囲の土の締固め度によって影響を受けるが, 必ずしも設計する場合には, 基礎状態, 掘削幅, 埋戻し方法, 土質, 地下水等の諸条件が, 改訂基準に示された公式の条件に合わない。このため近似的に設計さ

れていると思われるが, 実際的にはある程度の余裕が含まれて, 安全率も加わって, 構造物として安定している。このことは, 構造物を設計するうえで必ずしも正しいとはいきれないので, もっと工学的に接近することが大切であろう。今回の改訂基準の本旨は, これらの意味をこめているもので, 送水管路の設計上, 施工上の条件を同レベルで考えることとしたものである。設計者は施工しやすい状態, 設計値が確保しやすいことを考えて, 施工者は設計者の考えたことを確実に表現すること, この結合が重要である。従って今日は特に施工技術のレベルアップ, 施工管理の確立が大切であろう。

農業用水でパイプラインが本格的に実施されて10年余を経過したが, 質的にも量的にも相当の事故例や失敗例があると思われる。今後の増加するパイプライン事業に対して, 設計, 施工技術の向上のために謙虚に反省しなければならない。又水利構造物として水を円滑に流送するためには, 水理学, 土質工学, 応用力学などを十分に理解するとともに, これらの個々の応用技術ではなく, 組織化された水利技術力が, パイプラインの計画, 設計には必要と思われる。

以上のことから改訂設計基準を十分に理解され活用していただくとともに, パイプライン計画, 設計技術の向上を願うものである。

参考文献

- (1) 農林省構造改善局建設部設計課施工企画調整室
農業土木学会誌 Vol. 45 No. 11 p. 64~67 昭和52年
11月農業土木学会
- (2) 洪市徹 水と土 第31号 p. 93—104 昭和52年12月
農業土木技術研究会
- (3) 岩崎和巳 水と土 第32号 p. 95—102 昭和53年3
月 農業土木技術研究会
- (4) 山本敏雄 第22回土質工学シンポジウム p. 53—60
昭和52年10月 土質工学会
- (5) 水資源開発公団 東総用水今郡工区設計報告書 昭
和52年10月 日本水工コンサルタント
- (6) 石油パイプライン事業の事業用施設の技術上の基
準を定める告示 昭和48年省令第1号
- (7) 水資源開発公団 房総導水路特記仕様書
- (8) " 成田用水 "

農道のアスファルト舗装(1)

—その種類と農道への適用—

構造改善局開発課農道班
土地改良舗装研究会*

まえがき

農道は、その意味する範囲が広いので実態を把握しにくいですが、市町村が管理する農道を見ると表1のとおりで、整備済は24.4%、舗装済は6.2%となっており、整備水準は高くない。市町村が管理していない農道はさらに低いものであろうことが推察される。

表1 市町村農道台帳登載延長
(単位: km)

区 分	幅員別内訳			計	左の内訳	
	4.0m以上	4.0~1.8m	1.8m未満		整備済	舗装済
内地	31,520	115,099	43,850	190,469	44,978	12,101
北海道	2,357	1,091	19	3,467	2,357	0
沖縄	1,180	1,986	32	3,198	792	39
計	35,057	118,176	43,901	197,134	48,127	12,140
同上構成比(%)	17.8	59.9	22.3	100.0	24.4	6.2

(注) 1. 50年3月末調査結果
2. 昭和46年4月5日付け自治交第24号「普通交付税の算定に用いる農道および林道台帳の整備について」に基づく農道台帳。

これに対して、土地改良事業予算の動向は、昭和40年代以降カンガイ排水事業や農用地造成事業からホ場整備、農道整備事業や畑地帯総合整備事業にその重点を移行している。各事業別の予算の推移は図1のとおりで農道整備事業を始めとして、ホ場整備事業等農道の整備を伴う事業の伸びは大きく、今後、農道の整備率は加速度的に上昇するものと考えられる。筆者らの担当している農道整備事業では、昭和53年度で132%の伸びを示し、1,778億円(うち国費1,103億円)の事業費により全国5,612地区において事業を実施しており、毎年約2,000kmが整備されている。

一方、最近の農道に関する整備事業の伸びや技術の進歩に伴って、農道における舗装の構造設計も新しい局面を迎えつつある。

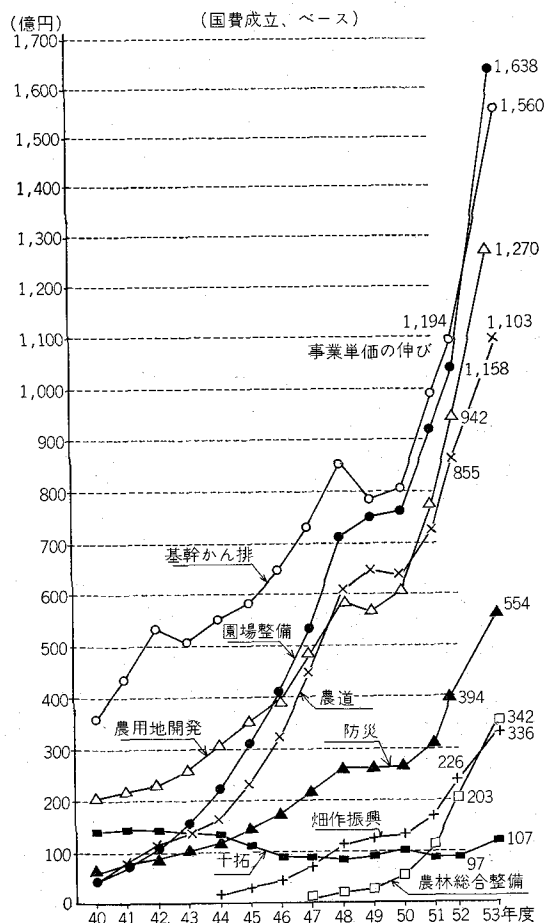


図1 農業基盤整備費における事業別予算の推移

農道は使用目的から一般道路とは異なる交通量、荷重関係にあり、その施工場所は一般的に土質や地下水の条件が悪く、かつ経済的にも事業費投資の軽減が求められる。従って農道は low cost で所要の機能を持ち、かつ維持補修の容易なものでなければならない。農道の場合、とくに構造上問題となるのは舗装関係である。一般道路の舗装設計技術そのまま、農道に当てはまるとは限らないからである。

農道整備事業等による舗装の設計、施工は「土地改良

* 鹿島道路(株)、熊谷道路(株)、佐藤道路(株)、世紀建設(株)、大成道路(株)、東亜道路工業(株)、常盤工業(株)、日本道路(株)、日本舗道(株)、フジタ道路(株)、前田道路(株)、あいうえお順

事業計画設計基準第3部第12編農道その1舗装」及び「アスファルト舗装要綱」等によっているが、事業量の増大に伴い、より複雑化する農道の現場に対応するために、今までの実績を踏まえ、新技術の紹介や維持管理など新しい問題点及びその対応方法一即ち詳細な各論の補足が望まれている。

本講座は、このような状況にかんがみ、農道舗装のうち利用範囲の広いアスファルト舗装で、主に問題となる次の項目について数回にわたって設ける計画である。

- ① アスファルト舗装の種類と農道への適用
- ② 特殊地域におけるアスファルト舗装
- ③ アスファルト舗装の維持補修

執筆は、筆者らが一部担当する他は主に、農道舗装に多くの実績を持つ建設会社で組織されている土地改良舗

装研究会に依頼した。より良き農道舗装実施への一助になれば幸いである。(農道班)

I アスファルト舗装の種類

1. 概説

アスファルト舗装は、一般に図-I.1.1のような断面構成からなる。その構造設計は、簡易な舗装(防塵処理工法、アスファルト・アカダム舗装等、舗装厚5cm未満のもの)と高級な舗装(シートアスファルト舗装、アスファルトコンクリート舗装等、舗装厚5cm以上のもの)とに大別され、これらは表-I.1のように交通量によって区分されている。アスファルト舗装の設計に当たっての基準は、土地改良事業計画第3部設計第12編農道

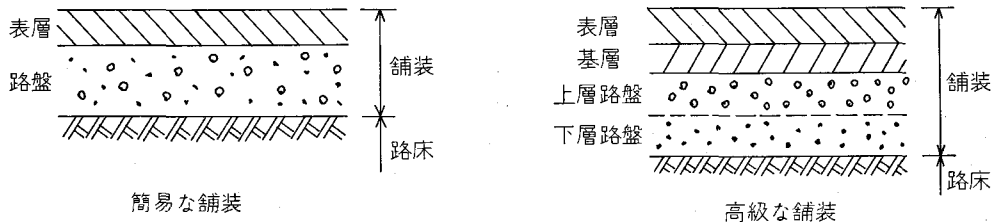


図-I.1.1 アスファルト舗装の構成

表-I.1 交通量の区分

交通量の区分	大型車交通量(台/日)
I	15 未満
II	15以上 ~ 60未満
III	60以上 ~ 250未満
IV	250以上 ~1000未満

(その1)舗装,アスファルト舗装要綱(日本道路協会)及び簡易舗装要綱(日本道路協会)がある。

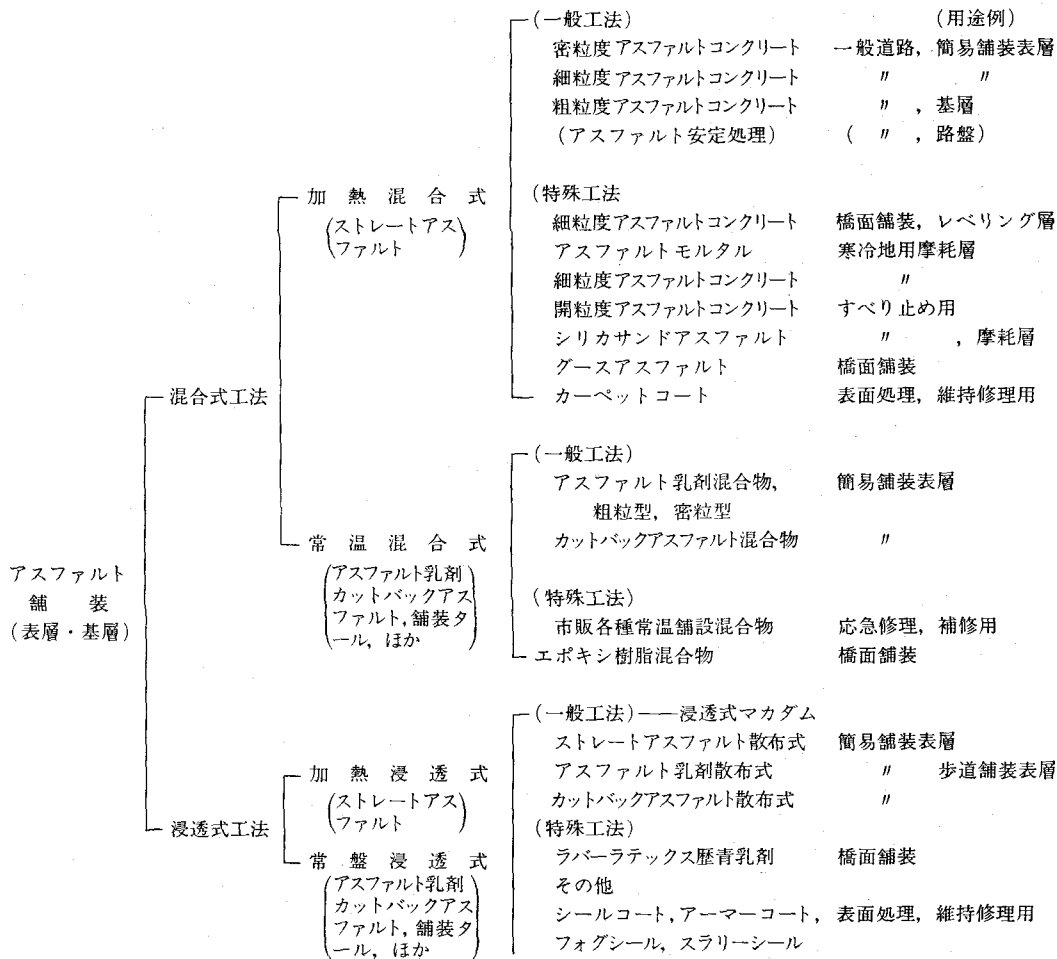
アスファルト舗装の表層及び基層に使用される工法は多くの種類があり、これらは図-I.2のように分類される。また、舗装の目的により特殊な舗装として次のようなものがある。

- (1) 透水性舗装……街路樹の涵養水の確保や降雨時に

表-I.2 アスファルト混合物の種類

用途	地域	
	一 般 地 域	積 雪 地 域
基 層	① 粗粒度アスファルトコンクリート(20)	
表 層	② 密粒度アスファルトコンクリート(20)	⑥ 細粒度ギャップアスファルトコンクリート(20F)
	③ 密粒度アスファルトコンクリート(13)	⑦ 密粒度アスファルトコンクリート(13F)
	④ 細粒度アスファルトコンクリート(13)	⑧ 細粒度ギャップアスファルトコンクリート(13F)
	※⑤ 密粒度ギャップアスファルトコンクリート(13)	⑨ 細粒度アスファルトコンクリート(13F)
		※⑩ 密粒度ギャップアスファルトコンクリート(13F)
	※※⑪ 密粒度アスファルトコンクリート(13F)	
摩 耗 層	耐摩耗用	⑧ 細粒度ギャップアスファルトコンクリート(13F) ⑨ 細粒度アスファルトコンクリート(13F)
	すべり止め用	⑩ 密粒度ギャップアスファルトコンクリート(13F)
	⑪ 開粒度アスファルトコンクリート(13) ⑤ 密粒度ギャップアスファルトコンクリート(13)	

- 注1 ※⑤⑩の混合物はすべり止め効果を兼ねた表層に用いる。
- 2 ※※⑪の混合物は摩耗層を設ける場合の表層として用いる。
- 3 ○内の番号は混合物の整理番号を()内の数字は最大粒径を、またFは石粉を多く使用していることを示している。



注) 簡易舗装とは——路盤の上に直接3～5cmの厚さの表層をもうけたもので、厚さ2.5cm以下の表層を施こしたものを表面処理、防塵処理という。

図一1.2 アスファルト舗装の種類

おける路面水の排除を目的としたもの。

- (2) 耐油性舗装……耐油性を目的としたもので、耐油性の表面処理を行う場合もあるが、一般には開粒アスファルトコンクリートにセメント並びに特殊添加剤を主成分とするペーストを浸透させる半剛性舗装が用いられている。
- (3) 明色舗装……通常のアスファルト舗装の表層部分に光線反射率の大きな白色の骨材を使用することによって路面の輝度を上げた舗装である。
- (4) 着色舗装……路面を赤、緑、黄などに着色した舗装で、次のような目的で行う。
 - (イ) 道路の機能向上、車線明示、又は道路の分岐点、路肩、バスストップなどを明示する。
 - (ロ) 交通安全対策上、横断歩道、事故多発地点、トンネル内などを明示する。
 - (ハ) 美観上、歩道、橋面などを明示する。

つぎにアスファルト舗装に用いる加熱混合物の種類は表一1.2のようになり、その選定基準は次のとおりである。

- (1) 一般地域の表層には②③④を用い、特に大型車交通量の多い場合には②③を用いる。また、すべり止め効果を兼ねた表層には⑤を用いるとよい。
- (2) 積雪地域の表層には⑥⑦⑧⑨を用いる。一般には耐摩耗性に優れ、かつ耐流動性、すべり抵抗性も確保できる⑧⑥を用いるとよい。摩耗の少ない道路では⑦を用い、摩耗の激しい道路では⑨を用いるとよい。なお、積雪地域で摩耗層を設ける場合の表層は一般地域に用いる混合物の③を用いるとよい。
- (3) 表層上にさらにすべり止用の摩耗層を設ける場合一般地域では⑩⑤を、特に耐久性を重視する場合は⑤を用いる。また積雪地域では⑩を用いるとよい。
- (4) 表層上にさらに耐摩耗用の摩耗層を設ける場合は

⑧⑨を用い、特に摩耗の激しい道路および耐久性を重視するときは⑨を用いるとよい。

(5) 歩道、自転車道の舗装には③④⑨を用いるとよい。

以上アスファルト舗装の種類を概要を示したがこの章においては、アスファルト舗装の種類を一般地域及び寒冷地域の舗装並びにすべり止め用舗装に分けて解説する。(東亜道路工業(株)川野敏行)

2. 一般地域の舗装

一般にアスファルト混合物は安定性、耐久性、すべり

抵抗性、疲労抵抗性、施工性が要求される。これらに影響する要因は互いに相反することがあるため、アスファルト混合物の選定にあたってはバランスを保つように考慮されなければならない。たとえば、この特性の中で一般地域のアスファルト舗装で最近特に問題となっている「わだち堀れ」すなわち安定性をとってみると、この対策としてアスファルト量を減じたり、混合物粒度を細くしたり、硬いアスファルトを使用したりした場合、たわみ性、耐久性などの特性をそこなうこととなる。

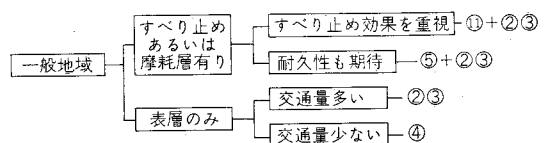
一般地域に用いられるアスファルト混合物は表—I.3に示すものを標準として用いている。この混合物の標準

表—I. 3 アスファルト混合物の標準粒度 (アスファルト舗装要綱)

用途	基層	一般地域						
		表層				摩耗層		
混合物の種類	①粗粒度 アスコン (20)	②密粒度 アスコン (20)	③密粒度 アスコン (13)	④細粒度 アスコン (13)	⑤密粒度 ギャップ アスコン (13)	⑪開粒度 アスコン (13)	⑫密粒度 ギャップ アスコン (13)	
	仕上り厚 (cm)	4 ~ 6	5 ~ 6	4 ~ 5	3 ~ 5	3 ~ 5	3 ~ 4	3 ~ 4
最大粒径 (mm)	20	20	13	13	13	13	13	
通過重量百分率 %	25	100	100					
	20	95—100	95—100	100	100	100	100	
	13	70—90	75—90	95—100	95—100	95—100	95—100	
	5	35—55	45—65	55—75	65—80	35—55	23—45	
	2.5	20—35	35—50	35—50	50—66	30—45	15—30	
	0.6	11—23	18—29	18—29	25—40	20—40	8—20	
	0.3	5—16	10—21	10—21	12—27	15—30	4—15	
	0.15	4—12	6—16	6—16	8—20	5—15	4—10	
0.074	2—7	4—8	4—8	4—10	2—10	2—7	2—10	
アスファルト量 (%)	4.5—6.5	5—7	5—7	6—8	4.5—6.5	3.5—5.5	4.5—6.5	
アスファルト針入度							60—80	
							80—100	

粒度は、全国調査の結果をまずイ) 2.5mm ふるい通過量の大きさ、ロ) 0.074mmふるい通過量の多少、ハ) 最大粒径の大きさ、ニ) 連続性かギャップ性を電算処理して分類区分されたものである。表層および摩耗層に用いる混合物の種類は、2.5mm 粒径のふるい通過百分率別に30%以下のものは開粒度、35~50%のものは密粒度、50%以上のものは細粒度に分類し、さらに粒度曲線が連続性とギャップ性をもっているものに大別し名称がつけられた。各混合物の選定基準をまとめると図—I.3のようになる。

また、各混合物の特性を整理すると表—I.4のようになる。



図—I.3 アスファルト混合物の選定基準 (○内の数字は表—I.2による)

ここで、一般地域のアスファルトで大きな問題となっている「わだち堀れ」について述べる。この典型的な形態に「流動変形」と「永久変形」とがある。

i) 流動変形：高温における低速載荷の載荷重による側方移動。

表一I.4 各混合物の特性

種 類	特 性	安 定 性	タワミ性	スベリ抵抗性	耐 久 性	均 質 性	施 工 性
		安定性に悪影響をおよぼさない適正配合の狭い範囲	タワミ性を十分発揮せしめしかも他の性質に害を与えない適正配合の狭い範囲	すべらない表面のキメを得るための配合の管理の難易	交通による骨材の摩損の間ゲキのための老化に対する抵抗性	均質性を得るための工程や作業の管理の難易	機械施工による大量施工への適応性
① 粗粒度アスコン (20)		広 い	広 い	やさしい	かなりすぐれている	かなりやさしい	適 する
② 密粒度アスコン (20)		やや広い	やや広い	やさしい	かなりすぐれている	かなりやさしい	適 する
③ " (13)							
④ 細粒度アスコン (13)		やや広い	やや狭い	ややむずかしい	すぐれている	やさしい	適 する

ii) 永久変形：車線区分交通の繰り返し载荷によるわだち堀れ。

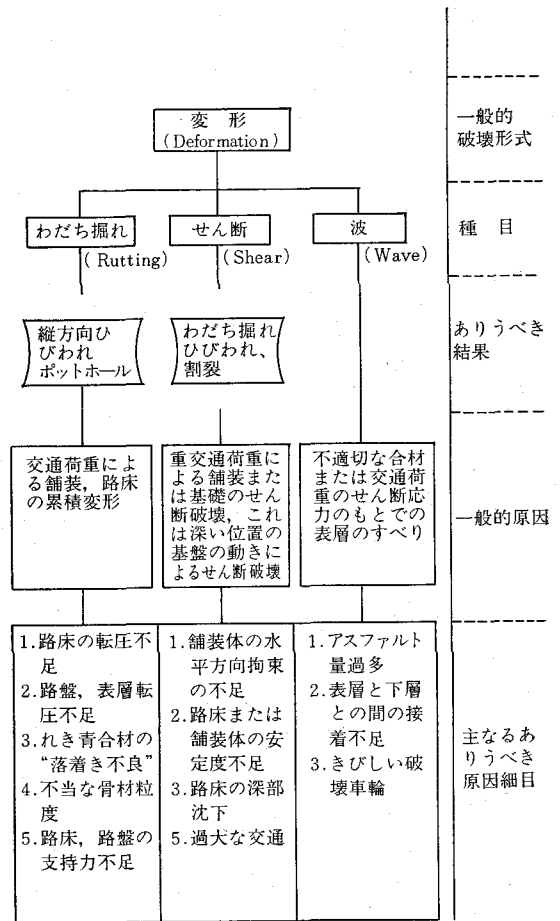
すなわち、ある一定の幅の位置に多くの繰り返し荷重を受ける場合と、市街地のバス停や交差点などのように低速の重い上載荷重を受けた場合の変形である。この流動による破壊要因をまとめた例を示すと図一I.4ならびに図一I.5のようになる。

配合設計で得られた諸特性値と流動性の関係の一例を示すと図I.6のようになるが、マーシャル安定度試験値そのものがバラツキの大きいものであることから、混合物の流動抵抗を予測することは困難である。最近、交通荷重条件ならびに走行をシュミレートした試験であるホイールトラッキング試験から求められる動的安定度は図一I.7に示すように供用時のわだち堀れとかなり相関が高く、配合設計の一手段として多く用いられている。

いずれにしても、アスファルト混合物の選定にあたっては供用条件を考慮に入れてバランスを保つようになされなければならないが、最近ゴム入りアスファルト、樹脂入りアスファルトなどの改質アスファルトが開発され多く使用されているが、これらは比較的アスファルト混合物の持つ両極端の特性をそこなうことなく、ストレートアスファルトに不足する性質が改質されたものである。すなわち、改質アスファルトの代表的なゴム入りアスファルトはゴムの把握力(タフネス)粘結力(テナシティ)をいかして耐摩耗、ならびに骨材粒度の粗な、スベリ止めやわだち堀れ対策を考慮した混合物に、また樹脂入りアスファルトは塑性変形抵抗(わだち堀れ、流動)を考慮したアスファルト混合物に用いられる。

以上、一般アスファルト舗装に用いられるアスファルト混合物の種類ならびに、その選定について述べて来たが、ここで、交通量が比較的小さい農道舗装について見ると、これを対象としたアスファルト混合物は先に述べた「わだち堀れ」や「流動」のような変形よりも、耐久

性を考慮に入れたアスファルト混合物が要求される。すなわち、アスファルトの老化を含む気象作用に対する抵抗性と水によるアスファルトはく離に対する抵抗性である。これらの影響を少なくするには、過去の施工実績に



図一I.4 アスファルト舗装の流動(変形)破壊の性状表示 (B. G. Hutchinson)

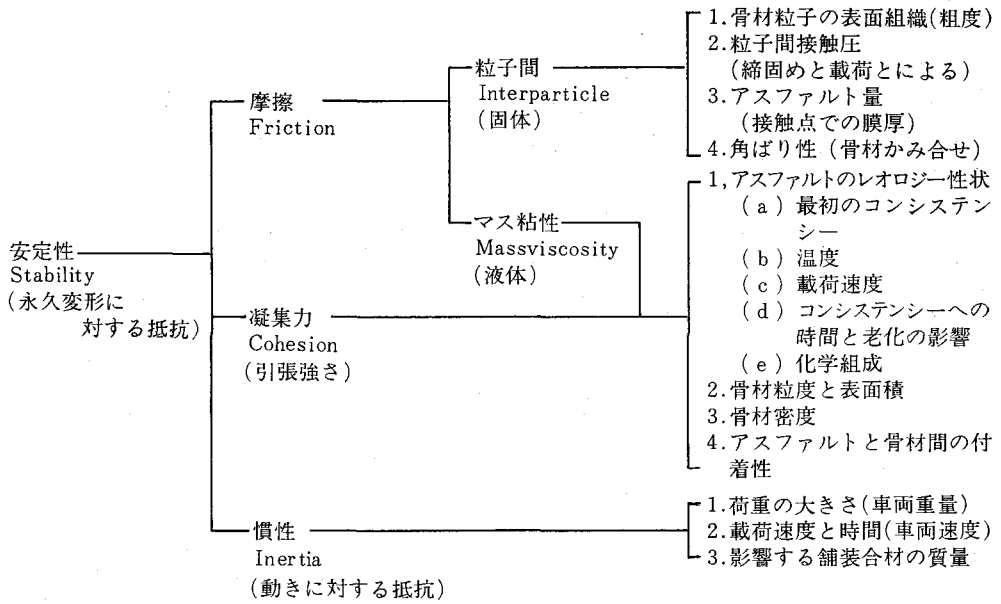


図-1.5 アスファルト混合物の安定性の分析

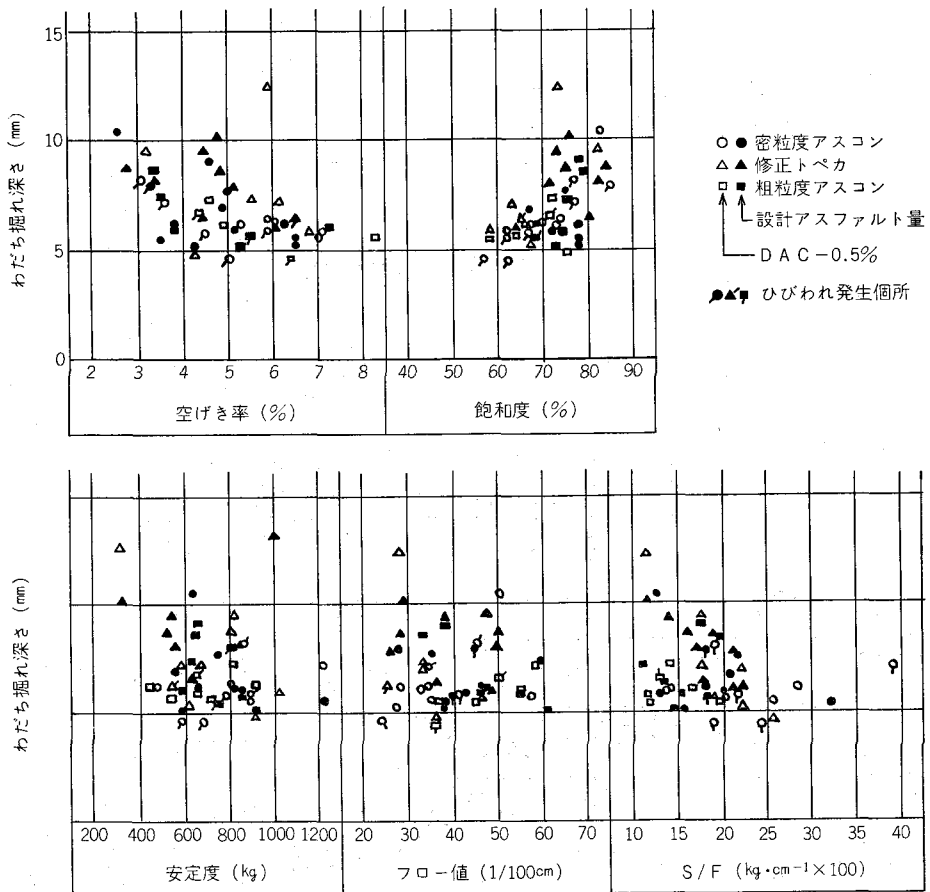


図-1.6 混合物のマーシャル試験値と路面のわだち掘れ深さとの関係
(土研資料第923号)

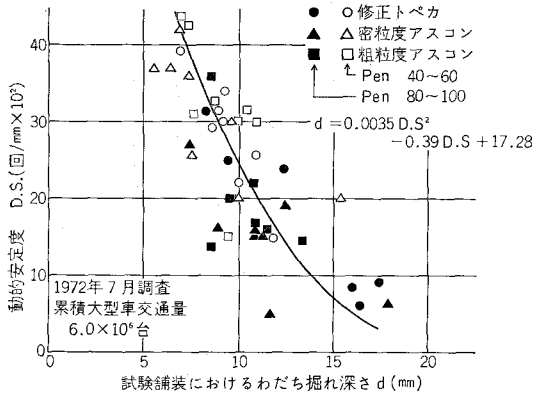


図-1.7 道路のわだち掘れ深さと混合物の動的安定度の関係 (土研資料第 895 号)

よると、アスファルト量を多くし、骨材粒度を密粒度にして、よく締固め、不透水性の混合物にすることが必要である。
(東亜道路工業㈱ 川野敏行)

農業開発・地域開発の総合建設コンサルタンツ

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

三祐コンサルタンツ

取締役社長 久野彦一 取締役・相談役 久野庄太郎
専務取締役 浜島辰雄 専務取締役 高嶺進
専務取締役 長柄要

本社	名古屋市中区錦二丁目15番22号(協銀ビル)	TEL (052) 201-8761(代)
東京支社	東京都中央区八重洲4丁目3番地 (大和銀行新八重洲口ビル)	TEL (03) 274-4311(代)
支社技術部	東京都港区赤坂2丁目3番4号 (赤坂パークビル)	TEL (03) 586-7341
仙台支店	仙台市一番町2丁目3番20号 (第3日本オフィスビル)	TEL (0222) 27-6722
熊本出張所	熊本市紺屋今町1番25号(ロータリービル)	TEL (0963) 54-5226
札幌連絡所	札幌市西区発寒5条7丁目	TEL (011) 662-1296
技術研究所	愛知県知多市八幡字堀之内	TEL (0562) 32-1351

会

告

5. 監査報告

農業土木技術研究会昭和52年度会計について監査を行ったところ下記のとおり内容が適正であることを認めます。
監事 岡本 勇, 坂根 勇

農業土木技術研究会第9回理事会

1. 日 時：昭和53年 5月16日 12時～13時30分
2. 場 所：農業土木会館 6 F 会議室
3. 出席者：理事 岡本克己(会長) 緒形博之(副会長)
清原辰夫, 須恵 務, 平井公雄, 宮本国雄
高須俊行, 後藤 孝, 松井芳明, 永田正董
久徳茂雄, 宮城好弘
監事 坂根 勇, 岡本 勇
常任幹事 須田康夫, 野村利秋
4. 会議の概要
会長の議事運営で下記議案の審議が行われた。
(1)第1号議案 昭和52年度事業報告並びに収支決算承認の件
(2)第2号議案 昭和53年度事業計画(案)並びに収支予算(案)承認の件
(3)第3号議案 役員改選に関する件
(4)第4号議案 規約改正に関する件
(5)その他
以上の議案について全員異議なく原案どおり可決承認された。

農業土木技術研究会規約の一部改正について

農業土木技術研究会規約の一部を次のように改正する。

第7条(3)「理事若干名」を「理事15名以内」に改める
第16条を18条に, 第15条を17条に, 第6章を第7章に, 第14条を第16条に, 第13条を第15条に, 第12条を第14条に, 第11条を第13条に, 第4章を第5章に改め, 第3章の次に次の1章を加える。

第4章 理 事 会

(理事会)

第11条 理事会は, 毎年1回開催するものとし, その他会長が必要に応じ招集するものとする。

(理事会の権限)

第12条 理事会の権限は, 次のとおりとする。

- (1) 規約の変更
- (2) 事業計画並びに収支予算の決定
- (3) 事業報告並びに収支決算の承認
- (4) 本研究会の解散
- (5) その他必要と認める事項

52 年 度 決 算 書

収 入 の 部

53. 3. 31 現在

科 目	52年度決算額	52年度予算額	増 減 (△)	摘 要
会 費	16,771,210	17,740,000	△968,790	
通常会費	15,242,160	16,100,000	△857,840	52年度
賛助会費	1,529,050	1,640,000	△110,950	同上 153口分
広告料	1,455,000	1,350,000	105,000	29, 30, 31号分
雑 収 入	676,921	154,148	522,773	銀行利息等
過 年 度 収 入	1,151,100	1,210,000	△ 58,900	
通常会費	476,300	500,000	△ 23,700	51年度分
賛助会費	159,800	230,000	△ 70,200	51年度分 15口
広告料	515,000	480,000	35,000	28号分
前年度繰越金	4,175,852	4,175,852	0	
合 計	24,230,083	24,630,000	△399,917	

支出の部

科 目	52年度決算額	52年度予算額	増 減(△)	摘 要
会誌発行費	10,636,277	11,590,000	△ 953,723	
印刷費	8,080,988	9,000,000	△ 919,012	52年度 4冊分
原稿料	829,150	850,000	△ 20,850	同上
編集費	282,000	240,000	42,000	同上
運賃送料	1,444,139	1,500,000	△ 55,861	同上
事業費	763,240	750,000	13,240	
研究会賞	81,000	200,000	△ 119,000	正賞1篇, 副賞2篇, 特別賞1篇
座談会講演会	682,240	500,000	182,240	
資料	0	50,000	△ 50,000	
会議費	401,020	500,000	△ 98,980	理事会, 幹事会, 編集会議
事務費	2,135,616	3,340,000	△1,204,384	
備品費	0	50,000	△ 50,000	
通信費	344,930	1,000,000	△ 655,070	切手代, 電話料
旅費交通費	22,440	300,000	△ 277,560	
広告手数料	436,500	410,000	26,500	契約広告料の3割
事務還元費	460,999	500,000	△ 39,001	会費の5% (手数料)
振替手数料	52,805	80,000	△ 27,195	貯金局払
事務室費	565,000	700,000	△ 135,000	部屋代及光熱費
消耗品費	209,740	250,000	△ 40,260	事務用品
雑費	43,202	50,000	△ 6,798	
給料	2,940,000	3,100,000	△ 160,000	職員2名分給料
諸手当	1,453,354	1,600,000	△ 146,646	// 賞与, 通勤手当, 時間外手当
退職積立金	259,000	270,000	△ 11,000	//
保険料	261,082	300,000	△ 38,918	事業主負担分
過年度支出	154,500	145,500	9,000	
印刷費	—	—	—	
原稿料	—	—	—	
編集費	—	—	—	
運賃送料	—	—	—	
広告手数料	154,500	145,500	9,000	28号分
予備費	—	3,034,500	△3,034,500	
次年度繰越金	5,225,994		5,225,994	
合 計	24,230,083	24,630,000	△ 399,917	

53年度予算(案)

収入の部

科 目	53年度予算額	52年度予算額	増 減(△)	摘 要
会 費	16,800,000	17,740,000	△940,000	
通常会費	15,180,000	16,100,000	△920,000	2,300円×6,600(人)
賛助会費	1,620,000	1,640,000	△ 20,000	1口10,000円162口
研修会等収入	350,000	0	350,000	
広告料	1,350,000	1,350,000	0	33, 34, 35 3冊分(1回450,000)
雑収入	80,000	154,148	△ 74,148	利息 その他
過年度収入	860,000	1,210,000	△350,000	
通常会費	200,000	500,000	△300,000	52年度未収金
賛助会費	140,000	230,000	△ 90,000	
広告料	520,000	480,000	40,000	32号分
前年度繰越金	5,225,994	4,175,852	1,050,142	
合 計	24,665,994	24,630,000	35,994	

支 出 の 部

科 目	53年度予算額	52年度予算額	増 減(△)	摘 要
会誌発行費	11,590,000	11,590,000	0	
印刷費	9,000,000	9,000,000	0	
原稿料	850,000	850,000	0	
編集費	240,000	240,000	0	
運賃送料	1,500,000	1,500,000	0	
事業費	950,000	750,000	200,000	
研究会賞	200,000	200,000	0	
座談会講演会	700,000	500,000	200,000	研修会, 座談会
資料	50,000	50,000	0	
会議費	500,000	500,000	0	理事会, 幹事会, 編集会議
事務費	3,140,000	3,340,000	△200,000	
備品費	50,000	50,000	0	
通信費	800,000	1,000,000	△200,000	
旅費交通費	300,000	300,000	0	
広告手数料	410,000	410,000	0	
事務還元費	500,000	500,000	0	
振替手数料	80,000	80,000	0	
事務室費	650,000	700,000	△ 50,000	
消耗品費	250,000	250,000	0	
雑費	100,000	50,000	50,000	
給料	3,400,000	3,100,000	300,000	10%増
諸手当	1,750,000	1,600,000	150,000	交道費20% その他10%増
退職積立金	150,000	270,000	△120,000	
保険料	300,000	300,000	0	
過年度支出	150,000	145,500	4,500	広告手数料(32号分)
予備費	2,530,308	3,034,500	△504,192	
合 計	24,665,994	24,630,000	35,994	

農業土木技術研究会役員名簿(昭和53年度)

会 長	岡本 克己	構造改善局建設部長	常任顧問	岡部 三郎	構造改善局次長
副 会 長	緒形 博之	東京大学教授	顧問	井元 光一	全国農業土木技術連盟委員長
理 事	浅原 辰夫	構造改善局設計課長		小川 泰恵	新農村開発センター代表取締役
	須恵 務	水利課長		梶木 又三	参議院議員
	平井 公雄	設計課農業土木専門官		金子 良	日本大学教授
	宮本 国雄	関東農政局建設部長		小林 国司	参議院議員
	高須 俊行	農業土木試験場々長		佐々木四郎	日本農業土木コンサルタンツ理事長
	伊東 久弥	新潟県農地部長		清野 保	岐阜大学名誉教授
	後藤 孝	水資源公団第二工務部長		高月 豊一	京都大学名誉教授
	松井 芳明	農業土木事業協会専務理事		田村徳一郎	明治大学講師
	永田 正董	土地改良建設協会専務理事		中川 一郎	衆議院議員
	高嶺 進	三祐コンサルタンツ取締役		野知 浩之	
	久徳 茂雄	西松建設株式会社取締役	参 与	福田 仁志	東京大学名誉教授
	内藤 正	大豊建設株式会社副社長		山崎平八郎	衆議院議員
	宮城 好弘	三井建設株式会社理事		内藤 克美	東北農政局設計課長
監 事	坂根 勇	関東農政局設計課長		坂根 勇	関東農政局設計課長
	岡本 勇	(財)日本農業土木コンサルタン ト常務理事		吉川 汎	北陸農政局設計課長
				村山 昶	東海農政局設計課長
				秋山 光	近畿農政局設計課長

参 与 垣内 勝弘 中国四国農政局設計課長
 " 湯浅 満之 九州農政局設計課長
 " 横田 満 北海道開発局土地改良課長
 " 那須 丈士 構造改善局技術課々長補佐
 " 林 正 北海道農業水利課長
 " 山下 義行 青森県土地改良第一課長
 " 佐藤 政基 岩手県農地整備課長
 " 原田 滋 宮城県耕地課長
 " 藤野 欣一 秋田県農業水利課長
 " 山本 敏 山形県耕地第一課長
 " 鈴木 和五 福島県農地建設課長
 " 銭谷 守雄 茨城県農地建設課長
 " 吉原 敏彦 栃木県土地改良課長
 " 佐藤 茂 群馬県耕地建設課長
 " 久保島竹志 埼玉県耕地計画課長
 " 斎藤 哲哉 千葉県耕地第一課長
 " 繁沢 建夫 東京都農地課長
 " 山井 良淳 神奈川県農地整備課長
 " 薬袋 茂雄 山梨県耕地課長
 " 上条 堅 長野県耕地第一課長
 " 中本 庸弘 静岡県農地企画課長
 " 谷山 重孝 新潟県農地建設課長
 " 畑 博一 富山県耕地課長
 " 細谷 信行 石川県耕地建設課長
 " 森本 茂俊 福井県耕地課長
 " 松久 勝 岐阜県農地計画課長
 " 松永 正守 愛知県耕地課長
 " 鈴木 領 三重県耕地第一課長
 " 行村 敏男 滋賀県耕地指導課長
 " 片山 啓二 京都府耕地課長
 " 吉岡 孝信 大阪府耕地課長
 " 谷岡 恒男 兵庫県耕地課長
 " 三村 恵勇 奈良県耕地課長
 " 中川 勇 和歌山県耕地課長
 " 松本 吉郎 鳥取県耕地課長
 " 嘉本久仁男 島根県耕地第一課長
 " 高杉 杜雄 岡山県耕地第一課長
 " 正木 武徳 広島県耕地課長
 " 伊賀上俊三 山口県耕地課長
 " 小泉 恵二 徳島県耕地課長
 " 大島 要 香川県土地改良課長
 " 桧垣潤一郎 愛媛県耕地課長
 " 山崎 正仁 高知県耕地課長
 " 井上吾一郎 福岡県農地計画課長
 " 土田近三郎 佐賀県土地改良課長
 " 本村不二男 長崎県耕地課長
 " 大石 圭二 熊本県耕地第一課長
 " 八坂 一誠 大分県耕地課長

" 入江 正夫 宮崎県耕地課長
 " 百元 和夫 鹿児島県農地整備課長
 " 比嘉 勲 沖縄県耕地課長
 幹 事 浅井喜代治 農工大学助教授
 " 伊藤 喜久 構造改善局技術課々長補佐
 " 池田 文雄 構造改善局技術課係長
 " 上条 幸一 関東農政局設計課農業土木専門
 " 川尻裕一郎 官 企画調整室課長補佐
 " 小木曾徳三郎 構造改善局開発課係長
 " 金森 信夫 " 水利課係長
 " 塩田 克郎 " 防災課 "
 " 戸上 訓正 " 整備課 "
 " 長塚 裕 水資源公団第二工務部副参事
 " 橋本 正 国土庁計画調整局調整課専門調
 " 服部 康二 査官 農用地開発公団工務第一係長
 " 本郷 尚文 構造改善局水利課係長
 " 宮崎 武美 " 防災課々長補佐
 " 宮本 幸一 " 開発課係長
 常任幹事 池田 実 構造改善局整備課々長補佐
 " 須田 康夫 " 設計課々長補佐
 " 中西 一継 " " 農業土木専門官
 " 野村 利秋 全国農業土木技術連盟事務局長
 編 集 平井 公雄 構造改善局設計課農業土木専門
 委 員 幹事及常任幹事
 長 官
 編 集 委員

賛 助 会 員

東 京 榑 荏原製作所 3口
 " 榑 大林組 "
 " 榑 熊谷組 "
 " 久保田鉄工榑 "
 " 佐藤工業榑 "
 愛 知 榑三祐コンサルタンツ "
 東 京 大成建設榑 "
 " 榑電業社機械製作所 "
 大 阪 榑 西島製作所 "
 東 京 西松建設榑 "
 " (財)日本農業土木コンサルタンツ "
 " 榑 間 組 "
 " 榑 日立製作所 "
 千 葉 福本鉄工榑 "
 愛 知 玉野測量榑 "
 東 京 榑 青木建設 2口
 " 榑 株木建設榑 "
 大 阪 榑 奥村組 "
 東 京 榑 勝村建設榑 "
 大 阪 榑 栗本鉄工所 "
 東 京 榑 三幸建設榑 "
 " 榑 住友建設榑 "
 "

東京	大豊建設(株)	2口	〃	高弥建設(株)	1口
〃	前田建設工業(株)	〃	〃	東北ブルドーザー工業(株)	〃
〃	三井建設(株)	〃	宮城	丸か建設(株)	〃
青森	田中建設(株)	〃	〃	上田建設(株)	〃
愛媛	安藤工業(株)	〃	〃	北越ヒューム管(株)	〃
山形	前田製管(株)	1口	山形	伊藤工業(株)	〃
東京	旭コンクリート工業(株)	〃	〃	佐藤興業	〃
大分	梅林建設(株)	〃	〃	菱和建設山形営業所	〃
東京	技研興業(株)	〃	茨城	茨城県調査測量設計研究会	〃
〃	久保田建設(株)	〃	栃木	第一測工(株)	〃
〃	五洋建設(株)	〃	〃	(有)八汐コンサルタンツ	〃
大分	(株)後藤組	〃	群馬	大和設備工事(株)	〃
〃	(株)佐藤組	〃	〃	高橋建設(株)	〃
三重	塩谷組	〃	埼玉	(株)古郡工務所	〃
東京	世紀建設(株)	〃	千葉	堀内建設(株)	〃
〃	(株)武井工業所	〃	〃	京業重機開発(株)	〃
〃	(株)田原製作所	〃	〃	(株)舛ノ内組	〃
香川	大成建設(株)高松支店	〃	東京	前沢工業(株)	〃
大分	高山総合工業(株)	〃	〃	日本大学生産工学部図書館	〃
東京	中央開発(株)	〃	〃	新光測量設計(株)	〃
岡山	アイサワ工業(株)	〃	神奈川	神奈川農業土木建設協会	〃
香川	(株)チェリーコンサルタンツ	〃	山梨	峡中土地改良建設協会	〃
東京	東急建設(株)	〃	長野	小林建設工業(株)	〃
秋田	東邦技術(株)	〃	〃	(株)木下組	〃
東京	東京索道(株)	〃	静岡	社団法人静岡県畑地かんがい事業協会	〃
栃木	東洋測量設計(株)	〃	新潟	山崎ヒューム管(株)	〃
神奈川	土木測器センター	〃	〃	新潟ヒューム管(株)	〃
茨城	中川ヒューム管工業(株)	〃	富山	(株)婦中興業	〃
東京	日本舗道(株)	〃	〃	八田工業(株)	〃
〃	日本国土開発(株)	〃	石川	(株)豊蔵組	〃
〃	日本プレスコンクリート工業(株)	〃	福井	福井県土地改良事業団体連合会	〃
〃	日本エタニットパイプ(株)	〃	岐阜	岐阜県ベンチフリューム協議会	〃
〃	ポゾリス物産(株)	〃	岡山	(株)大本組	〃
東京	日兼特殊工業(株)	〃	広島	金光建設(株)	〃
福岡	藤増総合化学研究所	〃	〃	農林建設(株)	〃
東京	(株)マルイ	〃	徳島	佐々木建設(株)	〃
〃	(株)丸島水門製作所	〃	香川	青葉工業(株)	〃
石川	真柄建設(株)	〃	〃	宮本建設(株)	〃
東京	水資源開発公団	〃	高知	須崎工業(株)	〃
愛知	若鈴コンサルタンツ(株)	〃	福岡	福岡県農林建設企業体岩崎建設(株)	〃
東京	I N A新土木研究所	〃	〃	(株)古賀組	〃
福岡	新日本コンクリート(株)	〃	佐賀	農業土木試験場佐賀支場	〃
茨城	日本電信電話公社茨城県電気通信研究所	〃	熊本	佐藤企業(株)	〃
東京	日本技術開発(株)	〃	〃	旭測量設計(株)	〃
北海道	(財)農業近代化コンサルタンツ	〃	群馬	水資源開発公団奈良俣ダム調査所	〃
岩手	菱和建設(株)	〃	東京	日本コーケン(株)	〃
〃	丸伊工業(株)	〃			

115社157口

(順序不同)

農業土木技術研究会会員数

地方名	通 常 会 員							賛助会員		地方名	通 常 会 員							賛助会員				
	県	農林省	学校	法人	団体	個人	合計	会社	口数		県	農林省	学校	法人	団体	個人	合計	会社	口数			
北海道	225	230	6	105	12	19	597	1	1	近畿	滋賀	34	14	-	8	5	-	61	-	-		
東	青森 岩手 宮城 秋田 山形 福島	森	110	52	2	1	-	165	1	2	近畿	京都	65	63	8	13	4	2	155	-	-	
		手	101	18	5	2	2	128	4	4	近畿	大阪	49	-	4	39	6	7	105	3	7	
		城	85	86	6	52	1	9	239	3	3	近畿	兵庫	78	36	4	2	-	-	120	-	-
		田	176	33	-	25	-	2	236	1	1	近畿	奈良	63	16	-	-	-	2	81	-	-
		形	103	46	5	4	-	-	158	4	4	近畿	和歌山	53	14	-	-	-	2	69	-	-
		島	123	48	-	-	11	1	183	-	-	小計	342	143	16	62	15	13	591	3	7	
北	小計	698	283	18	84	14	1109	13	14	中四国	鳥取	47	10	4	-	-	-	61	-	-		
関	茨城 群馬 栃木 群馬 千葉 東京 神奈川 山梨 長野 静岡	茨	117	38	1	1	5	3	165	3	3	中四国	岡山	40	23	6	1	-	-	70	-	-
		城	77	28	5	2	-	2	114	3	3	中四国	山島	58	85	5	1	-	-	149	2	2
		馬	51	13	1	-	1	-	66	2	2	中四国	島口	49	6	-	3	-	1	59	2	2
		玉	56	21	-	8	13	9	107	1	1	中四国	鳥島	49	2	1	-	-	1	53	-	-
		葉	96	31	3	2	63	11	206	4	6	中四国	川島	37	18	-	-	2	-	57	1	1
		京	1	201	9	248	37	27	523	45	75	中四国	香川	49	14	4	15	5	2	89	4	4
		奈	41	-	-	5	-	19	65	1	1	中四国	愛媛	38	20	4	4	-	4	70	1	2
		山	13	10	1	-	-	1	25	1	1	中四国	高知	26	-	1	-	-	1	28	1	1
		梨	100	5	4	-	3	-	112	2	2	小計	393	178	25	24	7	9	636	11	12	
		野	116	47	-	2	-	4	169	1	1	九州	福岡	43	21	9	50	49	8	180	4	4
東	小計	668	394	24	268	122	76	1552	63	95	九州	佐賀	62	23	3	-	-	2	90	1	1	
北	新富 石川 福井	鴻	258	66	2	6	-	7	339	2	2	九州	熊本	106	61	-	5	3	2	177	2	2
		山	83	5	1	1	-	2	92	2	2	九州	分崎	81	5	-	2	-	1	89	4	4
		川	63	81	3	15	-	1	163	2	2	九州	島崎	70	20	2	2	-	-	94	-	-
		井	80	8	-	1	-	-	89	-	-	九州	鹿島	66	14	-	-	-	-	80	-	-
陸	小計	484	160	6	23	-	10	683	6	6	九州	鹿島	-	10	1	1	2	-	14	-	-	
東	岐愛 三重	卓	30	13	5	4	6	5	63	1	1	内地計										
		知	65	94	1	109	43	6	318	3	5	外国	21	-	-	-	-	-	21	-	-	
		重	60	33	1	1	10	4	109	-	-	総計	3439	1685	118	740	283	168	6433	115社	157口	
海	小計	155	140	7	114	59	15	490	4	6												

編 集 後 記

本号の最後の編集会議は、平井公雄氏を編集委員長にお迎えしての初会議でした。

会員諸兄の多くの報文を前に、委員各氏の熱心さもなかなかで、会を終えたのは夜桜の美しさもひとしおの宵でした。

今年の遅い春が、花を良く染めたのか、各地の桜も良い色と聞きますが、諸兄の地ではいかがでしょうか。

さて、いよいよ“花見酒の経済のつけ”が来たのか、

厳しい国際環境の中、円高不況、ドル減らし、に取り組む新年度、“国民食糧”の確保を始め、国家的課題を充分念頭において行動しなければならない時代になって来たようです。

この期にあたって、本誌名“水と土”はあらためて、編集子の胸に、ずしりと響くものがあります。

“水と土”と、人の生きざまをとを結ぶ仕事に携わられる会員諸兄が、国の基礎体力づくり、ますます御活躍され、本誌がその一助とならん事を願っております。

(川尻記)

水 と 土 第 33 号

昭和53年6月30日発行

発行所 東京都港区新橋5-34-4
農業土木会館内

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

印刷所 東京都新宿区下落合2-4-12

一世印刷株式会社
TEL (952) 5651 (代表)

「水と土」第21～32号総目次

【特集号】

八郎潟干拓事業	24号
---------	-----

【グラビア】

邑楽頭首工	21号
船明ダム	22号
木曾川大堰	23号
八郎潟の姿	24号
水窪ダム	25号
坂根合同堰の建設状況	26号
ティートンダム(決壊前, 後)	27号
完成した邑楽頭首工	〃
建設中の新堰	28号
農用地開発公団事業根室区域	〃
空から見た細川頭首工全景	29号
完成間近い笹ヶ峰ダム	29号
月形ダム	30号
舗装が進む双葉ダム	〃
銚子ダム	31号
完成近い大秋排水機場	〃
盛立が完了した笹ヶ峰ダム	32号

【巻頭文】

	号	頁
八郎潟干拓事業の回顧	小川 泰恵	24 : 1
環境への適応	緒形 博之	32 : 2

— 計 画 —

【報 文】

水田用水量の新算定方式(五要素法)と現地適用事例	中谷 強	21 : 1
集水暗渠の取水量について	伊藤 恒雄	21 : 8
ダム放流がある場合の低水流出解析について	小口 恭徳	22 : 1
利根川水系及び荒川水系における水資源開発基本計画について	細谷 信行	25 : 62
雨総用水施設の多目的利用と増改築	大武 守	26 : 36
海岸暗渠閉塞排除施設について	山下 神路	26 : 45
柿園における畑地かんがいの必要性に関する実証的立証	総山 信雄	26 : 1
急傾斜地帯のは場整備と水利用の一事例 (排水路のないは場整備とは場内雨水の再利用)	佐藤 全良	27 : 22
香川用水の管理について	田丸 優	28 : 67

【資 料】

第三次全国総合開発計画(三全総)国土庁試案について	岡本 芳郎	30 : 78
---------------------------	-------	---------

— ダ ム —

【報 文】

泥岩および未固結砂岩からなるフィルダム基礎のカーテングラウト 施工について—川西ダムにおける1例—	鎌田正夫, 坂口 正	21 : 11
--	------------	---------

銚子ダムの余水吐と放水路について……………	桑野定美, 戒能 治, 久保 謙, 武智利勝	22 : 35
Rock 材 Transition 材料の粒度分布とせん断強度の関係について……………	山崎芳夫, 増田明德, 樋渡明信	22 : 77
水窪ダムの施工について 一水としてコア一稼働日数および機械歩掛り……………	増田 明德	23 : 72
フィルダムの堤体積を推定する概算式……………	稲葉忠雄, 富山浩重, 河地宏明, 日置晴夫	23 : 90
水窪ダム施工管理について……………	増田 明德	25 : 31
フィルダムコア材の乾燥工法 一茂沢ダムの実例……………	青井 隆, 鈴木 武, 数納由男, 畠中 進	26 : 15
フィルダム土質材料の力学試験点決定に際しての一提案……………	森 彦治, 西田武二, 鈴木 修	26 : 22
ティートンダム決壊事故調査報告と決壊原因についての考察……………	仲野 良紀	27 : 10
中里ダムの施工について……………	竹村良孝, 西尾泰一	27 : 49
幹線水路中に設けた調整池について……………	井戸隆弥, 嶋田 誠, 小林森雄	27 : 62
ロックアンカー工法について (早瀬野ダム余水吐の場合)……………	奥村 勤, 風間 彰, 野呂敏文	28 : 8
水窪ダム盛土施工管理について……………	森島 勲, 阿部純一, 巽 勝弘	28 : 30
ダムの堆砂問題について		
一中勢用水地区安濃ダムの事例を中心として……………	千賀裕太郎, 今吉洋二, 山本勝三, 山下義行	30 : 2
洪水調節工を併設する特殊型側溝余水吐の水理設計について……………	川合 亨, 松本良男, 加藤 敬	30 : 13
ダム建設と自然保護 (笹ヶ峰ダムにおける緑化工の事例)……………	竹内 魁, 吉田祥一	32 : 6
野花南ダム設計と施工の概要……………	葛西 勤	32 : 17

【資 料】

ティートンダム決壊についての中間報告		
アメリカ合衆国内務省ティートンダム決壊事故調査団……………		27 : 1

【座 談 会】

八郎瀧干拓事業を顧みて……………		24 : 2
------------------	--	--------

— 取 水 施 設 —

【報 文】

邑楽頭首工の地盤改良について……………	荒ヶ田国和, 坂本 貞, 吉池一孝	21 : 18
秋ヶ瀬取水堰の電気防蝕工について……………	永井 正	21 : 25
返田揚水機場の送水機構について……………	田窪 久夫	21 : 47
軟弱地盤上のサイホン式取入工について……………	青木 登, 横田正夫, 畠山信雄, 吉永健治	22 : 84
木曾川大堰の設計と施工の概要……………	保崎 彰吾	23 : 1
今切川河口堰, 旧吉野川河口堰の計画と施工……………	小野重雄, 宮本 巖, 前田 晋	23 : 16
新江導水路取水施設の水利模型実験について		
一大規模な分水工の設計例……………	石野捷治, 木下昌之, 田辺逸郎	23 : 42
チューブラポンプ場の設計について……………	野崎 春磨	23 : 65
坂根堰の設計施工について……………	三木武津雄, 松本精一	26 : 26
邑楽頭首工の設計と施工……………	荒ヶ田国和, 宮本和美, 滝口恒男	27 : 39
▶旭川新堰の改築工事について……………	高杉杜雄, 中川保道, 野崎芳彦, 藤井保治	28 : 39
旭川新堰の改築工事について……………	高杉杜雄, 中川保道, 野崎芳彦, 藤井保治	29 : 26
水位調節ゲート (ウオッチマン) の問題点の処置について……………		
	神崎昭一郎, 渡辺昇二, 市野吉造, 松下勝輝, 弘中 透	29 : 34
笹川揚水機場の設計について……………	木村隆重, 樋渡明信, 田中研一	30 : 24
笹川揚水機場の設計について……………	木村隆重, 樋渡明信, 田中研一	31 : 3
石手川北部揚水機場の設計と施工……………	阿部光夫, 松友 等, 米子 稔, 高橋 豊	31 : 13
静清庵蒲原揚水機場における大型ケーソンの施工について……………	八木橋弘, 北尾輝夫, 高橋 昇	31 : 33
▶邑楽頭首工の設計と施工……………	荒ヶ田国和, 宮本和美, 滝口恒男	28 : 53

—水 路—(トンネル サイホン 暗渠等)

【報 文】

開水路の途中に設置する機場吸水槽の調整容量決定について……………	杉谷 彰	21 : 34
トンネル工事のショートベンチカット工法……………	益田 和範	21 : 52
溪流取水吐と放水路について……………	川合 亨, 加藤 敬	22 : 50
線形化法による管網計算……………	福間 順, 為井清司	22 : 57
逆サイホン型小分工の水利に関する二, 三の検討……………	前川勝朗, 及川富美男, 西脇 遙, 遠田実雄	22 : 67
チェックゲートおよびその一利用法……………	重田 恵, 新井 勇	23 : 50
東部排水路施設補強工事について (土質安定処理ソイルウォール工法)……………	吉田信夫, 萩原泰朗, 山下 登, 金田幸治	28 : 58
絶対粗度による平均流速公式の使用区分と Hazen-Williams 公式 の流速係数Cの決定について……………	村上 康蔵	29 : 2
計量セキ上流にスルースゲートを設置する場合の水利的特性について……………	関谷 剛, 石野捷治	32 : 28
国営総合かん排事業天塩川上流地区和寒サイホン工事報告 (その1予備設計について)……………	塚原陸三, 東海林盛夫, 荒木義恭, 山中 修	32 : 40
朝穂地区隧道ブロック巻立設計工法について……………	伊藤 芳男	29 : 41
土かぶりの小さいトンネルの設計施工について……………	天野景敏, 那須丈士, 白戸哲法	29 : 51
成田用水送水系統と機器仕様について……………	福村 清, 川原秀夫	31 : 22
計量セキ上流にスルースゲートを設置する場合の水利的特性について……………	関谷 剛, 石野捷治	32 : 28
国営総合かん排事業天塩川上流地区和寒サイホン工事報告……………	塚原陸三, 東海林盛夫	32 : 40

【資 料】

塩ビ管と強化プラスチック管の水撃作用……………	村上 康蔵	28 : 83
埋設とう性管に対する土の反力係数について……………	村上康蔵(訳)	30 : 66
垂直スリーブバルブ減勢池……………	広瀬慎一(訳)	31 : 79
開水路工事概算式について(その1)……………	中四国農政局岡山施工調査 事務所技術情報課	32 : 76
開水路における流水の安定条件……………	川合 亨	32 : 83
塩ビ管と強化プラスチック管の水撃作用……………	村上康蔵(訳)	32 : 85

—自動管理施設—

【報 文】

根室区域農用地開発公団事業における農業用水について……………	西田 研	28 : 2
香川用水の管理について……………	田丸 優	28 : 67

—基 礎—

【報 文】

軟弱地盤におけるCCP工法の施工例について……………	斎藤哲哉, 杉下伸二, 渡辺博之, 川口宏示	23 : 94
排水機場の地盤改良について—島根県出東地区新中央排水機場—……………	宇和 幸吉	29 : 17
金崎橋下部工事の施工について……………	青野俊一, 国富猪三夫, 八幡 忠	31 : 40

【資 料】

飽和砂質地盤の液状化について……………	川口 徳忠	25 : 72
---------------------	-------	---------

—道 路—

【報 文】

大維2号橋の上部工設計及び架設工法……………	江藤 満	23 : 81
近畿地方における設計CBR値について……………	林 稔, 神原 徹	22 : 72

北海道の泥炭地帯における農道整備……………藤田 公也 26 : 54

【資料】

土地改良事業計画設計基準農道舗装の改訂……………中村和也, 亀田昌彦 30 : 72

—農業水利—

【資料】

河川協議—水利権取得の事例紹介と解説(その1)……………川又政男, 荻原恒弼, 千賀裕太郎, 大尾峰雄 29 : 92
河川協議 " (その2)…………… " " " " 30 : 88
河川協議 " (その3)…………… " " " " 31 : 87
河川協議 " (その4)…………… " " " " 32 : 87

—農村整備—

【報文】

農村総合整備モデル事業による集落排水施設について(新研究会分野の紹介)……………国井 豊 23 : 57
農村整備—その研究体制と研究方向—……………笹野 伸治 25 : 25
鹿追地区肥培かんがい(ふん尿)施設について……………黒岩 茂治 25 : 27
営農飲雑用水施設の施工事例について
(農村総合整備モデル事業柴田地区)……………福田国雄, 菊地 昭, 真藤正博 26 : 64
農村総合整備モデル事業における農道及び農業集落道の整備について……………深津 俊一 31 : 51

—農地防災—

【報文】

防災事業について……………棚橋正治, 池田一朝 22 : 7
農地海岸における侵食対策について……………植田 昌明 22 : 22
原町市の地盤沈下の実態と対策について……………佐藤英明, 瓶子敏行 31 : 58
草地開発における防災対策—葛巻区域の実施例……………伊藤 靖, 原田祥文 32 : 57

—環境—

【報文】

長崎南部地域総合開発事業の環境問題について……………高須賀俊一, 西井武夫 25 : 1

—施工材料—

【報文】

コンクリートの圧縮強度はどの程度あればよいか
(レデーミクストコンクリートの場合)……………林 稔, 神原 徹 21 : 72
頭首工エプロン保護の試験施工について……………落合 信義 25 : 25

—講座—

【電算機の利用】

DEMOS—Eによる工事積算システムについて……………黒川義孝, 小沢 勇 21 : 81
DEMOS—Eによる工事積算システムについて…………… " " 22 : 99
DEMOS—Eによる工事積算システムについて…………… " " 23 : 102

【測量】

知っておくべき測量技術のポイント(その1)……………山下源彦, 高橋久雄 25 : 80
知っておくべき測量技術のポイント(その2)—航空写真測量の概説—……………山下源彦, 高橋久雄 26 : 77
知っておくべき測量技術のポイント—その水準測量の概説—……………山下源彦, 高橋久雄 27 : 86

知っておくべき測量技術のポイント—基準点測量(三角, 多角測量)の概説—	山下源彦, 高橋久雄	28 : 76
知っておくべき測量技術のポイント—基準点測量(三角, 多角測量)の解説—	山下源彦, 高橋久雄	29 : 69
改訂設計基準「パイプライン」について (その1)	渋谷 徹	31 : 93
〃 (その2)	岩崎 和己	32 : 95

【トピックス】

52年度予算におけるトピックス	設計課	28 : 89
-----------------	-----	---------

—その他—

【報 文】

でん粉廃液の肥培かんがいについて	阪本 一之	25 : 9
枝下用水県営災害復旧事業	猿渡 良一	25 : 43
パイプラインの通水試験について	塚本 駿, 本田勲夫, 山口保身, 滝沢弘文 川中良雄, 本郷隆雄, 高橋利也	27 : 28
橋梁塗装(渡海橋の防錆塗装)	新田 智也	27 : 73
鋼構造物の塗装管理について	花井 建治	27 : 81

【資 料】

河川管理施設等構造令と局長覚書について	山下義行, 中西一継	26 : 71
---------------------	------------	---------

—施設管理—

【報 文】

山形県(日向川地区)の水田におけるパイプラインとの水管理施設について	末松雄祐, 橋 肅, 秋葉信蔵, 佐藤 晋	21 : 63
統計的方法による施設管理の実態分析について		
——排水機場の維持管理費を対象とした分析事例——	国広安彦, 西出定雄, 好光 雅, 中村和也	29 : 61
香川用水における農業用水の配水管理について	佐藤正直, 脇谷 武, 和田昭二	31 : 69
矢作川の水利用と利水総合管理体制の確立をめざして	山口新太郎, 高木勘二, 杉山茂生, 福田 昇	32 : 64

—海外問題—

【報 文】

世界銀行に勤務して2年	的場 泰信	30 : 54
-------------	-------	---------

【資 料】

国際協力と農業土木——拓かれる広大な海外分野	木村 克彦	29 : 98
------------------------	-------	---------