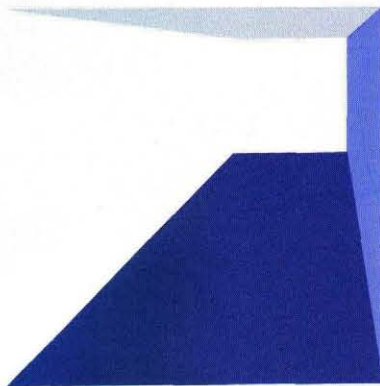
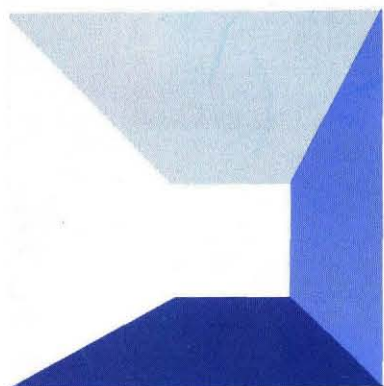
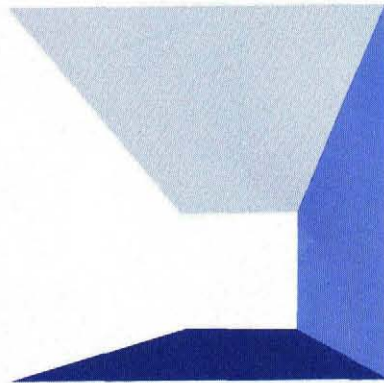
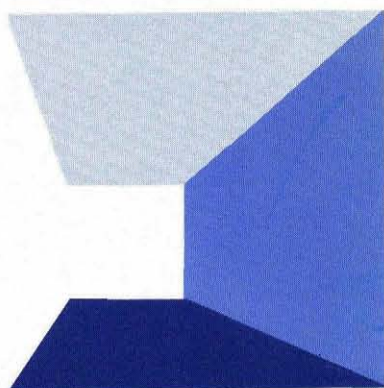


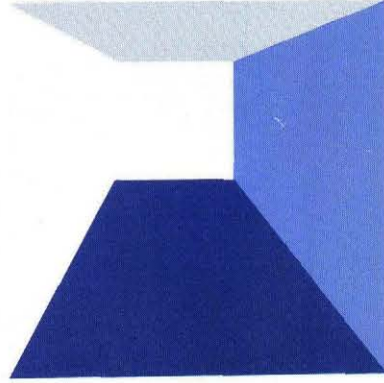
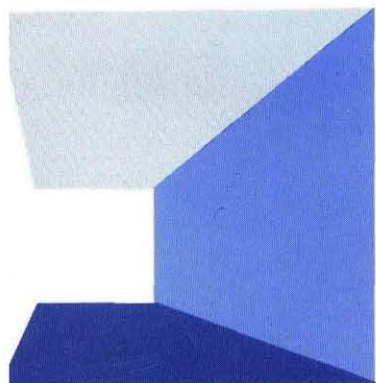
水 と 土

第 51 号

昭和58年 1 月号
農業土木技術研究会



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



急勾配斜面の立坑トンネルによる パイプラインの設計施工について

(立坑のパーカッション工法による掘削を主として)

(関東農政局伊那西部農業水利事業所)



さく井機及び掘削棒



立坑とトンネル

(本文 9 頁参照)

埼玉合口二期事業と農業用水の合理化



利根大堰沈砂池および分水

(本文 57頁参照)

— 目 次 —

グラビア

急勾配斜面の立坑トンネルによるパイプラインの設計施工について
埼玉合口二期事業と農業用水の合理化

巻頭文

農業土木技術者と「照千里・守一隅」 仲野良紀……(1)

報 文

報文内容紹介 ……(1)

笛吹川地区のパイプラインの通水試験について

佐藤裕一……(2)
毛井孝雄

急勾配斜面の立坑トンネルによるパイプラインの設計
施工について

(立坑のパーカッション工法による掘削を主として)

野沢武明……(9)
春原富男

浪岡ダムの盛土施工について

増田明德……(19)

農業用ダム水温調査について

北島春千代……(32)

羽鳥ダムの管理記録

加藤昌平……(45)

埼玉合口二期事業と農業用水の合理化

脇阪銃三……(57)

一ツ瀬川農業水利事業

パイプラインの設計と施工について

穴見春樹……(71)
井敏春

阿蘇久住飯田地域における簡易機械造成工法について(その1)

川尻裕一郎……(85)

御料ダムの設計について

前田勝忠……(91)

ニュース

「共同研究」制度の発足について

笹野伸治……(101)

研修報告

地下排水を考慮したタンクモデルによる排水解析のシステム化

西原博……(104)

講 座

OAのための例題中心BASIC講座(第1回)

丹治肇……(113)
山本徳司

会告・編集後記

……(125)

農業土木技術研究会主催
研修会開催のご案内

農業土木技術研究会主催 昭和57年度の研修会を下記により開催しますので、多数ご参加下さいますようご案内いたします。

1. 課題：「現場技術者のための安全対策」
2. 期 日：昭和58年2月8日（火）
3. 会 場：東京農林年金会館 東京都港区虎ノ門4-1-1（電話 03-432-7261）
4. プログラム

時 間			
10：00～10：20	(1) 会長（農林水産省構造改善局建設部長）挨拶		
10：20～11：20	(2) 農業水利施設の騒音，振動防止対策について	農業土木試験場水利第3研究室	丹 治 肇
11：20～12：20	(3) 工事による濁水防止対策について		
	① 農地開発に伴う土砂流出	農林水産省構造改善局資源課課長補佐	段 本 幸 男
	② ダム工事の濁水処理	構造改善局設計課(元請戸川農水事業所大柿支所長)	金 蔵 法 義
12：20～13：20	(4) 昼 食		
13：20～14：50	(5) 工事中の環境保全及び安全確保対策について		
	① 工事中の環境保全	大成建設㈱環境管理部環境管理室長	東 忠 昭
	② 工事中の安全確保対策	大成建設㈱労務安全部安全課長	白 石 道 夫
13：50～15：00	(6) 休 憩		
15：00～16：30	(7) 現場災害防止対策について	労働省労働基準局安全課中央産業安全専門官	狩 野 幸 司
16：30～17：00	(8) 質疑応答		

5. テキスト：テキストは会場にて配布します。
6. 参加費用：会員 4,000 円 非会員 6,000 円（テキスト昼食代を含む）当日会場で申し受けます。
7. 参加人員：定員約 280 名 なお会場の都合により定員になり次第締切らせて頂きます。
8. 申込方法：申込期日 昭和58年1月25日まで

申込先 〒105 東京都港区新橋 5-34-4 農業土木会館内 農業土木技術研究会

（電話 03-436-1960）

水と土 第51号 報文内容紹介

笛吹川地区のパイプラインの通水試験について

佐藤 裕一 毛井 孝雄

笛吹川地区の畑地かんがいは、昭和55年度において約600haの効果を発生しており、これまでも「パイプラインの通水試験について」として、水と土第27号(S51. 12)に発表されたことがあるが、本稿は、昭和56年度において新に効用を開始する左岸幹線約5kmの区間の通水試験について、経験したことをフランクに報告して、御参考に供しようと思うものである。

(水と土 第51号 1983 P. 2)

埼玉合口二期事業と農業用水の合理化

脇阪 銃三

水資源開発公団事業として昭和54年に着工した埼玉合口二期事業は見沼代用水の施設を改修し、3.1m³/sの上水道用水を新規に生み出す大規模な農業用水合理化事業である。この報文では同事業における合理化水量の算定方法および事業実施にあたって行った建設省等との調整内容を紹介し、水資源のひつ迫している利根川のような水系における農業用水合理化のあり方などをさぐるものとするものである。

(水と土 第51号 1983 P. 57)

急勾配斜面の立坑—トンネルによるパイプラインの設計施工について (立坑のパーカッション工法による掘削を主として)

野沢 武明 春原 富男

パイプラインの施工計画において、急勾配斜面を横断する工法について、種々検討した結果、斜面部の現状維持と施設及び施工の安全性、経済性重視の観点から立坑—トンネル方式を採用し、特に立坑掘削には深井戸用パーカッション工法により実施したので、その設計施工の概要を報告するものである。

(水と土 第51号 1983 P. 9)

一ツ瀬川農業水利事業 パイプラインの設計と施工について

穴見 春樹 井 敏春

本報はNo. 47—1982掲載の『パイプライン水理解析と畑地かんがい計画について』につづく第二報として報告する。パイプラインのマクロ的機能計画としての ①水理解析 ②畑地かんがい計画 ③水管理計画での留意事項と、ミクロ的機能付加の手段・方法である設計及び施工仕様と ①管種・管径の決定までの経過 ②付帯施設の機能保全のための留意事項 ③施工から施工管理に至るまでの留意点等について紹介する。

(水と土 第15号 1983 P. 71)

浪岡ダムの盛土施工について

増田 明徳

浪岡ダムの盛土施工の実態から土質材料の施工可能日数の算定方法の妥当性のチェックと、長期間の資料にもとづき主としてまき出し、転圧の作業効率をマクロ的に分析した。また、ロック材等の厚くまき出し場合のまき出し率を考慮する場合は作業効率Eの取り方についてとくに注意喚起したものである。

(水と土 第51号 1983 P. 19)

阿蘇久住飯田地域における簡易機械造成工法について(その1)

川尻裕一郎

国内資源の活用と農山村での土地利用型農業の発展のためには農用地開発の推進が必要とされるが、その対象地は急傾斜の土地が多い。このような土地の造成工法の一つとして、阿蘇久住飯田地域において、機械による簡易造成工法の造成試験を行った。その試験結果と造成試験に至る背景について報告する。

(水と土 第51号 1983 P. 85)

農業用ダム水温調査について

北島春千代

農業用ダム温水取水設備の設計に対する基本的な考え方をまとめることを目的として、北海道内の既設ダムにおいて昭和54・55年の2年間調査を行い、貯水池内鉛直水温分布、表層水温、放流水温と気象状況、水位低下速度に伴う躍層深の変化、水温分布の時間的変化、取水設備呑口部の流速及び水温分布、貯水池湛水後の水管理、水田内の平面的水温分布について、調査結果の報告及び考察を行っている。

(水と土 第51号 1983 P. 32)

御料ダムの設計について

前田 勝忠

御料ダムは、国営土地改良事業風連地区の用水源として上川郡風連町の天塩川水系風連別川支流長根川に建設中のゾーン型フィルダムである。本ダムは、当初計画では昭和5年に築造された既設ダムを嵩上げ補強し建設する予定であったが、各種調査、検討の結果これを断念し、既設ダムを全面撤去し新設することとなった。

この報文は、既設ダムの嵩上げ計画から全面撤去に至った経過等について報告するものである。

(水と土 第51号 1983 P. 91)

羽鳥ダムの管理記録

加藤 昌平

国営白河矢吹開拓建設事業で築造された羽鳥ダムは、昭和31年に完成貯水して以来26年を経過し、その間国営直轄で管理され、観測資料も蓄積されて今日に至った。本報文は、貯水池の水利用・気象・水象・堤体観測等の資料を整理・解析した他、最近整備されたダム管理の集中制御システムについて報告するものである。

(水と土 第51号 1983 P. 45)

地下排水を考慮したタンクモデルによる排水解析のシステム化

西原 博

排水システムの解析には電子計算機を用いた水理モデルによる手法が開発され多用されているが、水田の汎用化には、新たな課題として地下水の排水効果を解析することが必要となっている。本報告は地下水の排除を考慮した解析方法の検討事例を示したものである。

(水と土 第51号 1983 P. 104)

農業土木技術者と「照千里・守一隅」

仲野良紀*

「農業土木学とは何か」と言う事は農業土木に関係する技術者、研究者がその成長の過程で少くとも一度はぶつかる課題である。

筆者が農業土木試験場の前身の一つである「農業技術研究所農業土木部」で「農地の地すべりの原因とその対策」の研究に従事していた頃、狩野徳太郎氏（当時農業土木部長）がある日、何気なく「農業土木では一生懸命研究をやっていると、農業土木ではなくなってしまう」という趣旨の事を言われ、ハッとした事がある。当時、筆者は地すべりの本質に迫ろうとして「第三紀層地すべりの母岩（泥岩）の軟弱化のメカニズム」というかなり自然科学的テーマに取り組んでいたが、研究成果はそのままでは実務に役立つようにならず、「農業土木という実学に貢献しそうなものでもないこのような事ばかり追求して果して良いのだろうか」と考え悩んでいたため、この言葉が特に印象に残ったものと思われる。

しかし、考えてみると農業土木ばかりでなく、一般に工学や医学などの実学での研究者や技術者には多かれ少なかれこのような問題はつきまとうものではあるまいか。

例えば医学との対比で考えてみよう。農業土木学は工学（技術学）の一つであり、実り豊かな農業基盤をつくる為に役立つ知識ならば、植物学でも土壌学でも地球物理学の成果でも何でも取り込んでいる。これを「要するに農業土木学は応用の応用さ」とか、時には些か自虐的に「要するに雑学さ」とかという人もいる。

ところで医学も「病気を診断、治療・予防するのに役立つ知識ならば、微生物学、生化学、X線学等何でも取り込んでいる」という点では雑学である。従って病気の治療法の開発の為に医学出身の研究者が微生物学を深く追求した場合、これは生物学の研究と本質的に同じ事となり、果してそれが医学かと問われれば、その研究者も一瞬答えに窮するであろう。一方、病人を診断・治療するのは臨床医学であり、ここに医学の本領があるのであるが、人間の生命現象は極めて複雑であるから、病気のメカニズムについて総て科学的に説明出来る訳ではなく、診断や治療法には多くの臨床例から経験的、帰納的に導かれたものが多いはずである。従って臨床学では病気の治療例や失敗例の集積と分析が極めて重要となる。

同じ事は農業土木にも言えるであろう。大自然や農村社会を相手に土地改良や農村整備事業をやっていく事に農業土木の本領があるのであるが、これらの事に直接携る農業土木技術者はいわば臨床医である。

生産性の低い農地があればその原因を診断し、種々の

土地改良技術により、これを優良農地に変える訳である。その際、前述のように既存の知識は何でも利用するが、複雑な大自然と社会相手であるから学問的に総てが分っている訳ではなく、経験豊かな技術者の工学的判断によって設計・施工に踏み切る事もあろう。その結果として、うまくいけば、それは貴重な一つの事例（医学での臨床例）となる。我々の分野の学会論文は、工学の科学寄りの研究者の論文が主流を占めているため、現場の技術者が経験に基づく創意工夫で行った事例の技術報告が論理的な筋立てが十分でないとして受け入れられない事がままある。技術には未だ理論的に解明されていないが経験的に正しいと言うものもあるから総ての事に科学的論理性を要求するのは却って自由闊達な技術の進歩を阻害する可能性がある。「水と土」はそのような「学会誌」の欠陥を補うものとしての役割を果たして来たし、これからも果すべきであろう。

ところで幅広い知識を総合化せねばならない農業土木の仕事では全体像を把握しているゼネラリストは必要であり、公共事業として、それを主導している官側に主として、そのような技術者が求められているのは当然であるが、ゼネラリストの構想を実現する為には官側は勿論の事、民間のコンサルタントや建設業者まで含めて数多くのスペシャリストの協力がなければならない。ゼネラリストを計画的に育てるとしても一遍にそのような人が育つ訳はなく、少くともある一定期間種々の専門分野を経験する必要がある筈である。その場合も真剣な程、前述の研究者の場合程ではないにしても「果してこれが農業土木か」という疑問を持つ事もあるだろう。しかし、それ位一事に没頭せねば物事の本質に触れる事は出来ぬし、まして新しい着想等は出て来ないだろう。

それでは、このような専門分化と総合化の複雑なからみ合いの中で、農業土木技術者は如何にあるべきか。

ここで伝教大師最澄の名言「照千里・守一隅」の言葉を引用したい。古来「千」と「于」は混用されてきた為、この言葉はこれ迄「一隅を照す」と誤って読まれて来たが、最近の研究によると、これは「照千里・守一隅」の省略であって「千里を照し一隅を守る」が正しい解釈であるとのことである。世界や日本の食糧問題・農政の今後の方向とその中の農業土木技術の在り方等について広い視野と深い関心を持ちつつも組織の中で自分の分担している仕事を創意工夫をこらしながら誠実に実行して行く「照千里・守一隅」の技術者でありたいものである。そして「水と土」は官・民を問わず、そのような農業土木技術者の、経験・技術の交流の場であって欲しいものである。

* 岐阜大学農学部農業工学科

笛吹川地区のパイプラインの通水試験について

佐藤 裕一* 毛井 孝雄**

目 次

I 通水区間の概要……………(2)	IV 通水試験要領と留意点……………(5)
II 通水試験に当って特に配慮した事項……………(2)	V おわりに……………(8)
III 水圧計の効用とその使用事例……………(4)	

I 通水区間の概要

この笛吹川農業水利事業は、甲府盆地に展がる樹園地の内、東部の洪積層丘陵地帯約5,800haの果樹、桑園に、オールパイプラインによる畑地かんがいを行うことを目的としている。

水源は、地区中央部を流れる笛吹川上流の山梨県菅広瀬ダムに求め、受益地の最上流部、塩山市藤木地先までの導水路は、県企業局発電事業と共同事業で実施された。導水路の末端には、逆調整池があり、その一角に設置された農業用取水工（藤木取水工）から以下が、本事業の専用パイプラインとなっている。送水は、自然流下を主体とし、このエネルギーラインから外れる高位部等については、ポンプ揚水によっている。

パイプラインは、藤木取水工から左右岸に分岐し、左岸幹線は最大流量3.70m³/s、延長36km、管径1,800~500mm、最大静水頭123m、途中に分水工16ヶ所があり、分水毎の暫縮型となっている。また、この幹線水路は盆地外用の山裾部を等高線に平行するように流下するが、大小の河川と丘陵を交互に通過するため、起伏の激しい縦断形となっている。さらに、この幹線から分岐する副幹線水路は、各分水工から幹線水路にはほぼ直角方向に、傾斜に沿って流下するので、起伏は少ないという特色を有している。

今回ここでの通水試験の対象区間は、左岸幹線第2号分水工から、第3-1、第3-2、第3-3号分水工までと、左岸第3-2号副幹線の一部、及び第3-3号副幹線全線で、諸元は次のとおりである。

	幹 線	副 幹 線
管種	PCP, SP	DCP, PCP
管径 (mm)	φ1,650	φ600~300
延長	約5.7km	約3.5km
最大静水頭	≈ 100n	≈ 70m
施工年次	S48~53年度	S54~55年度

通水区間の特徴としては本通水区間が、取水工地点か

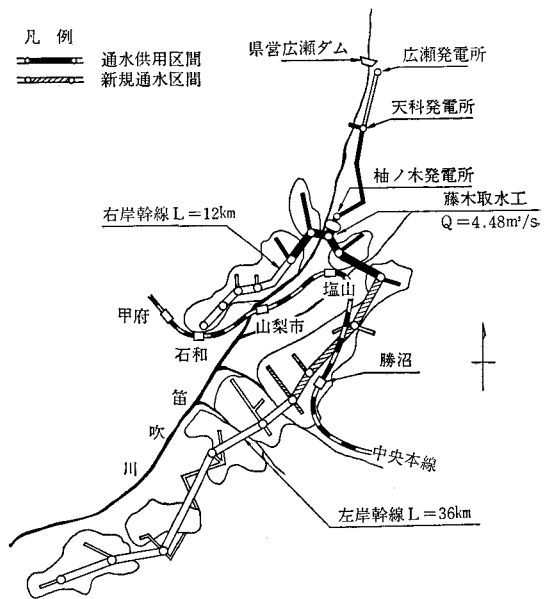


図-1 事業計画平面図

らクローズドタイプとなっており、さらにこの内、取水工から第2分水工までの既通水区間は、塩山市上水道と畑地かんがいに使用されているため、2日間以上の断水は不可能な状況である。

II 通水試験に当って特に配慮した事項

試験期間の改定にあたっては次のことを考慮した。まず56年度灌水の時期を失しないようにすること。国営幹線の通水に引き続き、県営末端施設の通水試験期間が必要であり、このために国営分の期間をできるだけ短期間に終るよう計画し、全行程を1ヶ月間とした。

さらに通水ステップの決定にあたっては、次の点に配慮した。通水試験方法としては、全区間一括方式と、各分水工毎に区切ったセパレート方式があるが、各要所への配置人員の動員可能数と、無線の通水限界距離から、後者を採用した。この結果副幹線を含めて4ステップとし、1ステップを1週間で計画した。

このセパレート方式による充水では、通水区間の充水

* (前)関東農政局笛吹川農業水利事業所
 ** 霞ヶ浦用水農業水利事業所東部支所

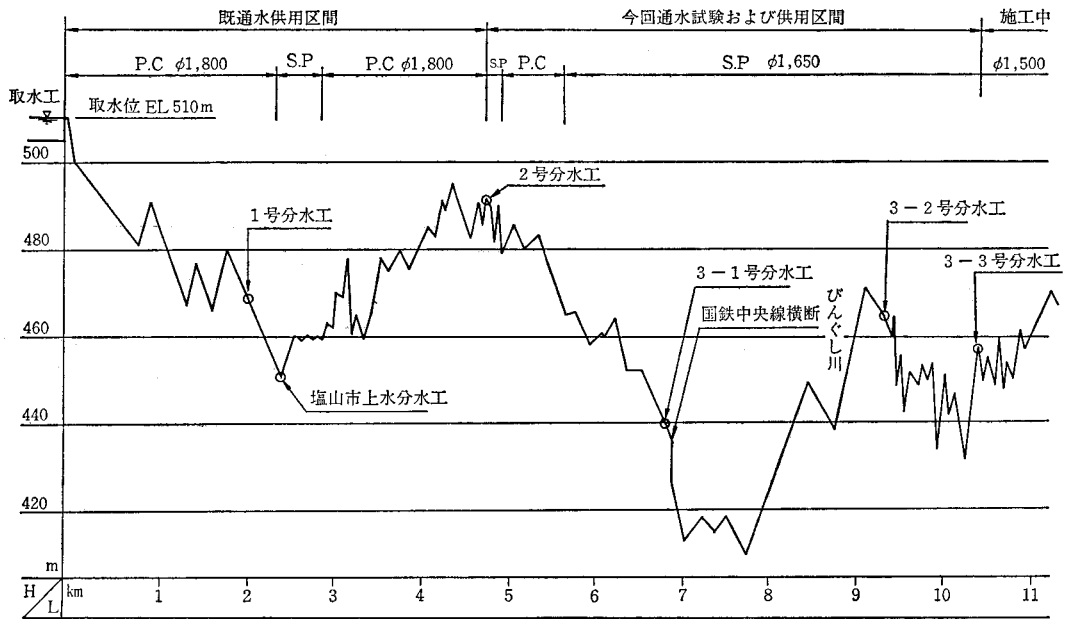


図-2 左岸幹線水路縦断面図

が終わった瞬間に取水工地点に直結するため、短時間内に静水頭が加重される。本地区の場合は、第2号、第3-1号、第3-2号各分土工で、それぞれ約30m、70m、45m静水頭が加重されることになるが、これを瞬間的に加圧することを避け、安全かつ自在に加圧、減圧をコントロールできるようにするため、試験区間の充水と加圧方式について、つぎのような方法を採用した。この方法は、排泥工からの放水併用方式と、区間別順送り方式の

2方法である。これらの作業を行うにあたっては、圧力の検知が必要であるが、これには施工にあたって空気弁工に設けられた圧力計取付口を或る力に利用した。すなわちこれらの圧力取出口は、幹線水路の空気弁工では全部に、副幹線では空気弁工の内では必要と判断された場所に、埋管工事の際設けられている。通水試験では、これを最大限に利用した。

つぎに漏水について述べる。本地区の場合は次の理由

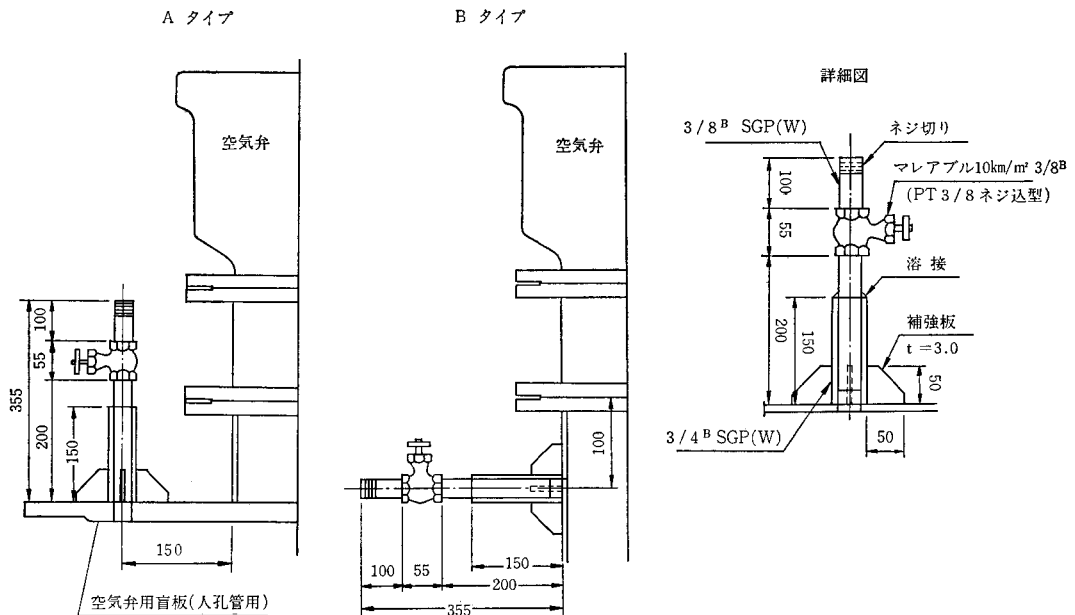


図-3 水圧計取付金具設計図

により、漏水ゼロを原則とし、漏水または漏水と思われる現象がみられたときは、徹底的に調査して処置した。

① パイプラインが集落より高い位置の斜面部を、横に走っておりかつ内圧が高いので、特に長期的な安全性を重視する必要がある。高圧管路では、少量の漏水でも時間経過とともに漏水部、基礎、地盤が変動し、漏水原因が増巾されることはあっても、減少することはないと考えられる。

② 法面、斜面の崩壊、過湿による果樹の枯死の原因ともなり、地域住民の安全性に対する警戒心が強まるのが危惧される。

Ⅲ 水圧計の効用とその使用事例

1. 水圧計の効用

工事完成後の試験通水時は勿論であるが、供用開始後も送水停止、排水、再通水を行う場合が多々あり、これらの場合における水圧計の効用は、次のような理由から非常に大きいと考えられる。

① 水圧計を監視することにより、通水開始から充水完了までの管内自由水面の水位、及びその地点が常に追跡把握できるので、作業管理がやり易い。

測定時の水位の求め方

水圧計取付地点の管路計画高（管心）	h_1 (m)
管径	D (m)
管頂から水圧計までの高さ	h_2 (m)
水圧計の読み	P (kg)

とすると、測定時の水位は

$$H = h_1 + D/2 + h_2 + P \times 10.3$$

また、この H を、管路の縦断面図に落すことにより、測定時の自由水面の地点がわかる。

② 注・排水時における空気弁の挙動監視の補助手段として利用できる。

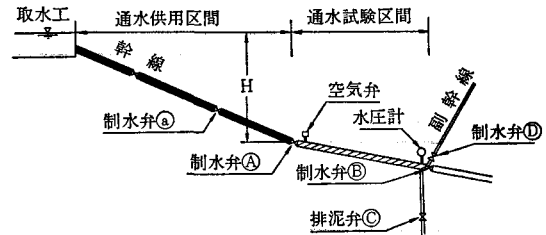
注・排水中に、水圧計の指針が異常に振動したり、異常に速度が速まったりすることがある。これは、空気弁の排気流が強すぎて排気中に空気弁が突然に閉まったり、吸気が不足して管内に負圧が発生している場合に起きる現象で、何れも、注水量と排気量、排水量と吸気量のアンバランスによるものであり、これらの異常が水圧計の針の異常な動きにより、直ちに感知できる。

③ 水圧計による漏水調査をつぎのように行うことができる。

通水作業中に、水圧計の指針が突然異常振動を始める場合は、空気弁の異常作動の他、かなり多量の漏水が発生したことも示しており、この場合は注水を停止すれば水圧計がかなり早い速度で低下する。特にこの漏水が少量の場合は、充水後停車して一定時間水圧計を観測することによって確認することができる。また、漏水地点は、地表湧水の調査による他、水圧計の利用によっても

発見できる。即ち、水圧計の低下が停止したときの静水圧から求めた静水面と、管路縦断面図との交点が漏水地点である。目視発見が困難な場合、この方法は特に有効である。

2. 水圧計を利用した漏水チェックの事例



図一 4 充水区模式図

図一 4 に示した模式図の A～B 区間の通水を終了し、続いて B～C 区間の充水と更に 4.4 kg/cm^2 の加圧をした後、バルブを閉じて漏水調査に移ったところ、水圧計が急速に低下を始めた。その速度は、ほぼ 3 分間に 0.1 kg/cm^2 であった。 $\phi 1,650 \text{ mm}$ の管内水位が、この速度で低下するとすれば、傾斜した管で概算すると漏水量は $1 \text{ m}^3/\text{min}$ 以上になるので、多量の漏水発生と判断し、2 日間にわたって点検したが、地上湧水は発見されず、1ヶ所の排泥弁から、毎分推定数リットル程度漏水していることが確認された。なお、水圧計は 5.8 から 1.4 kg/cm^2 まで約 2 時間で降下した後、停止状態になったが、翌日の点検時には更に低下しており、僅かながら漏水が続いていることを示していた。以上述べた事例の細かな数値を示せばつぎのとおりである。

区間延長	1.1km
管種・管径	鋼管 $\phi 1,650 \text{ mm}$
許容単位漏水量	1.2～2.4 l/S
水圧急降下から想定した単位漏水量	約 20 l/S
排泥弁の単位漏水量	平均 6 l/M
水圧急降下時間と降下圧力	130分 4.4 kg/cm^2

同上時間における排泥弁の漏水総量の推定値としては、次のようになる。

$$6 \text{ l} \times 130 \text{ 分} = 800 \text{ l}$$

注) 単位漏水量は、弁部の調整により $9 \sim 2 \text{ l}$ に変化したため、正確な数値が得られないので、平均値として、約 6 l/M で推算した。

以上の推定において漏水が排泥弁部分のみからとした理由はつぎのとおりである。一般に起伏の多い縦断形の場合は、水圧計を凹部の各所に取付けないと漏水ヶ所の発見は困難であるが、この事例の場合は、次の理由で排泥弁だけの漏水であると判断した。

① 管内満水後における 4.4 kg/cm^2 加圧に必要な水量

は少量でよく、減圧にも想定したような漏水量は
いらない。

- ② 加圧のために注入される水量は、水の圧縮、管の膨張・たわみの復元、残留空気の圧縮に見合うものと考えられる。そこで、前出の諸元を用いて、この試験区間での水の圧縮量を求めてみると、次のように算定できる。

まず、体積弾性係数は次式で定義される。

$$E = \frac{1}{a} = V \cdot \frac{\Delta P}{\Delta V}$$

ここに a 、液体の圧縮率

V 、圧力 P における一定体積

P 、圧力

ΔP 増加圧力

ΔV 一定温度、圧力 P の下に一定体積 V の液体が圧力 ΔP のための減少した体積

上式において、 a 、 ΔP 、 V の値は

$$a = 5 \times 10^{-5}, \Delta P = 4.4 \text{ kg/cm}^2,$$

$$V = 2,350 \text{ m}^3 \text{ であるから、圧縮量 } \Delta V \text{ を求めると、} \Delta V = \Delta P \cdot a \cdot V \approx 520 \text{ l} \text{ となる。}$$

これらの圧入された水が放出されるわけであるから、空気弁が開く時点までは水圧計の降下速度が速く、以後は水位低下に従って動くため、水圧計の降下速度はゆっくりしたものになると判断される。

試験においてはこの推論を確認するため、再度注水加圧して、空気弁が開くまでの水圧計と空気弁の挙動を観測したところ、想定したとおりの結果が確認された。また、漏水のない $a \sim A$ 区間を密閉し、水圧計取付口から一定量を放水して圧力降下速度を測定したところ、ほぼ同じような結果が得られ、排泥弁以外の漏水はないことが最終的に確認された。以上は、試験通水期間中に排泥弁の漏水を修理することが出来ないための、便宜的な処置であったが、その後、弁の漏水を停めて完全な状態で供用している。

IV 通水試験要領と留意点

本地区での通水試験方法は、「水道用塗覆鋼管の現場における水圧(通水)テスト要領」日本水道鋼管協会、および前回の通水試験の記録を参考にしながら具体的な計画を樹てた。そこで、今回行った通水試験での経験をも考慮し、来年度以降の通水試験の要領としてとりまとめたので、本章ではこれを留意点についての解説を行ないながら、紹介することとする。

1. 準備

通水試験の準備項目としては、資料、機材、事前点検と整備にわけられる。まず、資料について述べれば次の2点が重要である。

(資料)

- ① パイプラインの従断図を作成する。この図面には、計画高・距離・管種・管径・施設名・河川名・道路名・放水路の状況・施工年度・工事件名・施工業者名等を記入する。図面は、現場必携品のため、形状寸法は携行と取扱いが便利なものとする。

- ② 各バルブの開度・圧力・流量の関係を計算しこれを示した図を作成する。

つぎに、機材については次に述べるものが必要である。車、無線機、水圧計、水中ポンプ、電灯、フランジ用ゴムパッキング、パイプレンチ、モンキースパナー、スコップ、土のう、マンホール用の手鉤、バリケード、ロープ、鍵(錠前はすべて統一すること)

最後に、事前点検と措置については、若干詳しく述べることにする。試験通水に際しては、あらかじめ対象区間の事前点検を行い、実態を把握して必要な措置と通水計画策定を行う必要がある。この内容について以下に项目的に述べる。

① 管体内部

管体内部全線を歩いて、管体・接合部間隙・沈下量・塗装・腐蝕・ゴミ・湛水等を調査する。異常が認められたときは、原因を究明して、通水までに十分な手直しを行う。

② 管体外部

- 1) 各分水工、空気弁室、排泥工内の湛水の有無を調べ、湛水があれば排水する。
- 2) 各フランジのナットの弛みの有無点検
- 3) 空気弁の補修バルブの開扉確認、上蓋の取外し、排気口の清掃
- 4) 各バルブの作動点検
- 5) 放水路の流末を調査し、必要に応じて浚渫、土のう積を施し、他への侵水を防止する。

また、排泥弁の開度と放水量の限界を把握しておく。流水のある水路では、種々の利水施設があり、放水時の濁水や増水で紛争を起こさないよう、調査の上措置をしておく。

③ 道路、および通信について

- 1) 道路事情、経路を調査し、通水時に要員の移動が円滑にできるようにしておく。また、地理に不案内の要員については、事前に現地を巡回させておく。
- 2) 無線機の交信可能範囲を現地で実験して確認する。地形によって直通交信可能範囲が大巾に小さくなることもあり、また遠距離の場合も中継点が必要になってくるので、現地で実験して確認しておく。

2. 計画

通水試験の計画にあたっては、次のように計画書を作

成することが大切である。この計画書には、区間割、班編成、通水順序、流量、バルブ開度および開閉速度、水圧計取付け地点、人員配置と移動順序、排水時の使用排泥工および開度流量、配車、無線機その他の機材の配備、給食……等にわたってこまかく記述する。

※参考、試験に用いる流量は、幹線 $\phi 1,650\text{mm}$ 、計画最大流量 $3.5\text{m}^3/\text{s}$ に対し、最大 $100\text{l}/\text{s}$ 程度、副幹線 $\phi 5,000\text{mm}$ 、計画最大流量 $0.36\text{m}^3/\text{s}$ に対し、最大 $15\text{l}/\text{s}$ 程度が適量であった。

さらに、次に重要なのは、試験に先立って前述の計画書をもとにした、綿密な打合せである。この打合せには事業所、施工者、土地改良区等、通水作業に参加する者全員を集めて行う必要があり、そこでは、計画書内容説明と、予期せぬ事態が発生した場合の連絡、対処方法等をも含めて打合せを行う。

3. 通水

① 初期通水

初期通水に先立ち、所定の位置に人員の配置が完了したこと、バルブ操作（閉めるバルブ、開くバルブ）が終了ことを確認する。また、通水開始時間、開度流量および流量調整、停水等をその都度各班に連絡することが大切である。まず、初期通水は管内を洗滌するために排泥工より放流する。放流時間は水の濁りがなくなるまでを目途とする。

② 流量調整の留意点

つぎに流量の調整は空気弁からの排気の強さ、および水圧計の上昇速度を監視しながら行う。このため、空気弁および水圧計に配置した担当者、注水バルブ担当者とは頻繁に交信を行う必要がある。起伏の激しいパイプラインでは、注水の過程で、排気を受け持つ空気弁数が変動するため、一定流量で注水していても排気の強さが時間的に変動し、中には予想外に排気が強くなり、排気中に空気弁が突然に閉まるものが出てくることもある。このまま注水すると、残留空気が圧縮されて管の破壊という重大事故を招く危険があるので、頻繁な交信によって注入水量を減少あるいは、注水量を増加させることにより、適切な流量調整を行う。調整時のハンドル操作は、管内水流の脈動をできるだけ軽くするようにゆっくり行う。

③ 空気弁の正常な作動の監視

流水が空気弁地点に接近すると排気が始まり、管内が空気弁取付部管頂まで満水すると排気が停まる。間もなく空気弁本体の中に水面が現れ、弁が浮上して閉まる。閉まったり弁を軽く抑えて残留空気の有無を調べる。空気が出ないで水だけが溢れば、完全排気されている。やがて内圧が上昇すると弁を押えて動かなくなり、少量の漏水もとまって、空気弁の正常な作動が完了する。空

気弁を安全に作動させる排気の強さは、排気口から高さ 1.0m で手の平に軽く風圧を感じない程度までを目安とする。

④ 空気弁の異常作動と措置

激しい排気中に、排気流に吹き上げられて突然弁が閉まる。また、特異な現象として、起伏が激しく空気弁が連続した区間で、低位部の空気弁が排気中に、それより上位部の空気弁が正常に作動して先に閉まる場合もある。これらの異常は、何れも注入している流量過大が原因である。

この場合の措置としては、直ちに注水バルブ班に連絡して一時停水させ、必要に応じて排泥工より放水する。同時に空気弁の下部の補修バルブを閉め、空気弁を押し下げて排気口をあける。次に補修バルブを徐々に開き、排気をする。この時の開度は、弁が風圧で浮上しない程度に調整する。管内が正常に戻ったら、補修バルブを全開にして注水を再開する。

⑤ 路線配置人員の移動に際しての留意点

空気弁には、作動する順番に従って、作動中は人員を張りつけて挙動を監視させ、正常な作動が完了したことを確認した後、順次移動するようにする。

⑥ 水圧計の挙動と異常判定

適度な流量調整がなされている場合、水圧計は殆んど目に見えない程度の速度で、滑らかに動くが、パイプラインに異常が発生すると、水圧計が敏感に反応して、異常な動きを示す。その挙動原因としては、次のような場合が考えられる。

- 1) 注水中に、指針が小刻みに振動を始めたときは、多量の漏水発生確率が極めて高い。これは、管径 $500\sim 600\text{mm}$ 以下の小口径ほど、動きがはっきりしている。この場合は、直ちに注水を止め、路線点検と水圧計の動きを監視して、漏水の有無を調査する。
- 2) 注水中に、指針が異常に速度を速めて上昇するときは、空気弁が異常作動して排気未了のまま閉まった可能性が高い。この場合は、停水するか、流量を減らして空気弁を点検し、残留空気の有無を調べる。その方法は、ストップバルブを閉めた後、弁を押して開く。次に弁を押し下げたまま、ストップバルブをゆっくり僅かに開く。水だけが出れば異常はない。残留空気がある場合は、弁が風圧で閉まらない程度に調整して排気する。残留空気が多量の場合は、停水と排泥工からの放水を併用する。
- 3) 注水中に、指針が大きく上下するときで、速度がゆっくりしているときは脈動、瞬間的に動くときは水撃が発生したときである。原因は、バルブ操作が速すぎることにある。注水が長大になる

程、この現象が発生し易いので、注意が必要である。

⑦ 満水区間の巡回点検

注水が順調に進行して、異常なく管内が充水した部分でも、内圧の上昇に従って漏水が発生することがあり得るので、各班とも巡回要員を配置して、ラインおよび分土工・排泥工・空気弁工等のフランジ、バルブに漏水その他の異常が発生していないか、絶えず巡回点検することが大切である。

⑧ 注水作業中の漏水と原因および措置

1) フランジからの漏水

ボルトの弛み、片締め、パッキングの老化、管体の歪み等が原因として考えられる。ボルトを若干締付けてみて漏水がとまらない場合は、メーカー等の熟練者に任せる。素人の手で無理な締め付けを行うと、フランジその他に無理な応力を発生させて歪みを助長したり、場合によっては管を破損することにもなりかねないので、注意を要する。

2) バルブの漏水

(制水弁) 管軸方向への引張りによる弁体戸当り部の歪み、ゴミ、小石類のかみ込み、弁体頭部の残留空気が原因として考えられる。措置としては、一番目に2次側のフランジのネジを少し弛めて歪みを矯正し、弁体頭部のグラウンドを弛めて残留空気を抜く。これで漏水が停まらない場合は、落水して内部より戸当り部を清掃する。それでも漏水が停まらなれば、弁体に永久歪みがあると思われるので、弁体を取外して処理する。弁体の歪みは、2次側に伸縮ジョイントを有しない場合に起き易く、この場合は、弁体を再度取付ける際に伸縮ジョイントを新たに設ける必要がある。

(空気弁) 弁部にゴミが溜って弁が浮上しないか、浮上してゴミをかみ込んだ場合、または弁座の破損が原因である。構造は複雑なものではないので、頭部を外して内部を掃除するか部品を交換する。この作業は割合に頻度が高いので、事前に実習して、要領を修得しておく。

(デスクバルブ) 満水しても水の流入が停まらなったり、異常音、異常振動が発生する場合がある。デスクバルブは、水がないと水位との調整が出来ないので、通水試験までに未調整になっていることが多い。また、異常な音と振動については、本体の安全と公害防止上、補強等の措置が必要になってくるので、通水試験には、必ずメーカーを立会いさせる。

3) 埋設管の漏水

受け差し接合する管種では接合部の他、管体破損も漏水の原因として考えられる。接合部の場合は、継手の施工不良か、埋戻し後の偏芯により水密性が失われたことによる場合が多い。まれには、落石等の衝撃、角石の点支承、または小口径管の曲げによる管体の破損があ

る。溶接鋼管では、殆んど漏水は考えられないが、あるとすれば現場溶接部のピンホールか、伸縮ジョイント部の沈下等による大きな偏芯が原因として考えられる。この漏水修復の工法としては、下表に示すとおり、管の内外面から行う方法がある。どの工法によるかは、施設の機能、現場の条件等を考慮して決める。

⑨ 高圧部の部分通水要領

パイプラインが水源側から施行され、完成区間から順次通水供用されていると、その区間が長大になるに従い、内水圧が高圧になってくる。このような場合、流入側のバルブ操作だけで、新規通水区間の満水瞬間時の水撃圧の回避、および満水後の所定の加圧をコントロールすることは、実際上不可能と思われる。この対策として、次の留意点にもとづいて通水することが望ましい。注水の方式としては、区間別の順送り方式が望ましい。この方式は、上流既通水区間に幾つかの制水弁を有する場合、当該区間の直上流1区間の流入口制水弁を閉め、流出口制水弁を開いて新規区間に充水する。以下、順次1区間毎に上流に向かってこの操作をくり返し、所定の加圧を行う。この際に、既通水区間を供用状態のまま、制水弁を開いて注水し、管満水前に排泥工からの放水を併用して、満水時の瞬間的な加圧を避けることが大切である。また、満水後は放流を調整することによって、コントロールされた所定の加圧を行うもので、その要領は次のとおりである。

① 注水を開始して、空気弁の閉まるのが最後の1ヶ所になり、かつ満水まで30分以上の時間がある時点で排泥工から放水し、流入、流出のバランスをとるための排泥弁の開度を求める。

② 流入、流出のバランス調整の確認は、空気弁の吸排気で行う。即ち、排気があれば流入量の方が放水量より多く、吸気があればその逆で、完全に両者のバランスがとれたときは、吸気も排気も停止することによって確認できる。この吸排気の際の感度は極めて敏感である。この作業には、空気弁・水圧計・注入側制水弁・排泥弁の4ヶ所に、それぞれ、1～2名を配置し、綿密に交信して作業をすすめ、排泥弁の開度を求める。この作業が終わったら、排泥弁を閉めて、注水作業を続ける。

③ 管内水位が満水前10～15分程度まで上昇した時点で、前記開度に排泥弁を開き放水した後、開度を調整して、空気弁の排気の強さが、高さ10～20cmで掌に感ずる程度にし、注水を続ける。

④ やがて満水すると、排気が停まってゆっくり空気弁が浮上して閉まり、同時に水圧計が小巾ながら急上昇して停止する。

⑤ 空気弁のストップバルブを操作して、残留空気があれば完全排気する。

表-1 漏水修復の工法

管種	漏水原因	外面からの修復 (A)	内面からの修復 (B)	摘要
SP	現場溶接部ピンホール	穿孔して溶接	穿孔して溶接	
	可撓ジョイント	切断して基礎から再施工	内面止水バンドの取付け	
DCIP	接合部	① 管を3本に分断し、取外して再施工、管は継輪2ヶで接合	① 内面止水バンドの取付け ② ウレタン系合成樹脂材によるシール	
	管体破損	① (同上) ② 破損部分を切り取り、切管を挿入、継輪で接合	① インナーパイプ工法	
PCP RCP	接合部	① 管1体を切断して抜き取り、3ピースの鋼管と入れかえる。接合は溶接又は継輪。	① 内部バンドの取付け ② ウレタン系合成樹脂によるシール	
	管体破損	① 同上 ② 外面バンドの取付		外面バンドは 応急措置工法
FRPMP	接合部	管を3本に分断し取外して再施工		
	管体破損	破損部分を切り取り、切管を挿入、継輪で接合		

⑥ 以後は、放水バルブを段階的に絞っていき、加圧をしてゆく。加圧の速度は、 $0.1\text{kg}/\text{cm}^2$ を2分間毎に上げる程度とする。また、加圧の過程で適当な時期に、圧力を固定したままで路線のパトロールを行う。

4. 漏水テスト

漏水量が多い場合は、注水作業中に発見できるが、少量の場合は、ある程度の時間が必要である。従って、注水完了後、下記現象の有無によって、漏水チェックを行う。

- ① テスト区間の全バルブを閉めた場合、高位部から空気弁が開き、水圧計が低下してゆく。
- ② パイプ系中にスタンド等の自由水面部がある場合に、この自由水面が下がる。
- ③ アンダードレーンの排水量の増加。
- ④ 地表への湧水

以上の現象で漏水が確認されれば、漏水の位置を確認した上で排水し、修復する。

5. 通水後の点検

初日は数時間毎、2日間は午前午後各1回、3日目は1日1回……と徐々に間隔を延ばし、最低1週間は毎日点検する。以後は、週1回1ヶ月間点検する。

V おわりに

設計、施工の段階では、細心の配慮を払ったつもりでも、実際に通水を行ってみると、数多くの問題点が発見された。用地、経費等の問題で、施設の改善が困難な場合が多いだけに、施設の設計にあたっては、完成後の運用をも考慮した。更に、狭くて著しく作業性の悪い空気弁室や、排泥弁室、コンクリート打継目の施工不良または、上蓋の構造不完全による弁室への浸水、及び水技工不備による湛水、伸縮可撓管部の不等沈下、埋設管の軸方向への引張力による制水弁の歪みと漏水等、十分な配慮が必要であると反省させられた。また、通水試験期間は1ヶ月間の予定に対し、実績は2ヶ月間の長期にわたった。その理由は1ヶ所でも異常があると、それを一つ一つ潰してからでないといふ次の作業に進めないためであった。管路が長大になる程、期間は十分な余裕を見ておくことが望ましい。

急勾配斜面の立坑—トンネルによるパイプライン の設計施工について

(立坑のパーカッション工法による掘削を主として)

野 沢 武 明* 春 原 富 男*

目 次

1. はじめに……………(9)	5. 立坑—トンネル工法の設計……………(13)
2. 地形概要……………(10)	6. 施工……………(14)
3. 地質及び地下水調査……………(10)	7. おわりに……………(18)
4. 工法の検討……………(12)	

1. はじめに

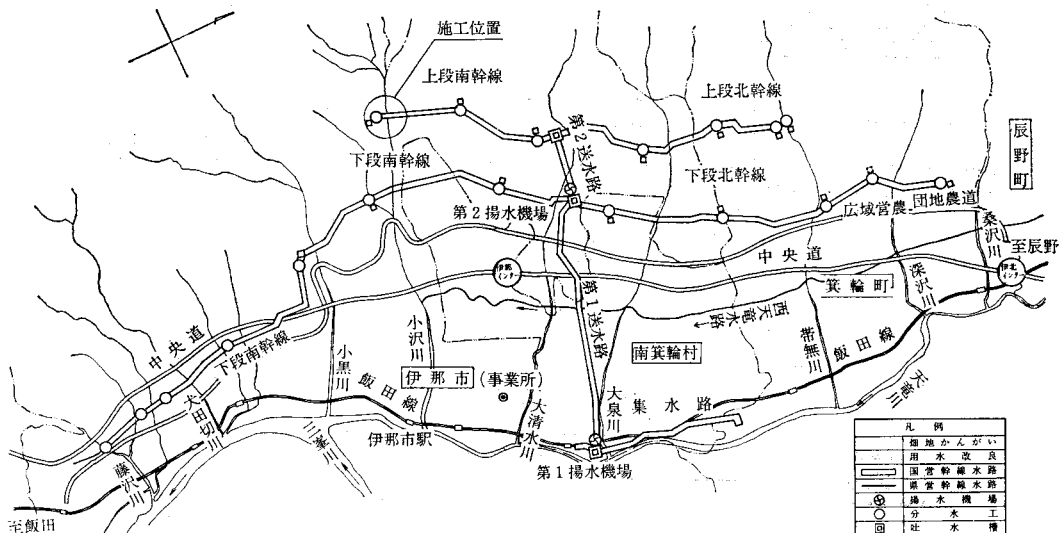
近年、畑地農業の振興、特に畑地かんがいの必要性が強調され、各地で大規模、かつ、高度な事業が実施されている。畑地かんがいの用水路は、殆んどパイプライン化され機械及び施工技术の進歩により地形変化の著しい場所においても施工されている。

伊那西部農業水利事業の上段南幹線水路の小沢川横断部は、兩岸とも急勾配の斜面となっており、標高差も100m という地形条件のもとにパイプラインを埋設する計画である。この急斜面の横断工法については施設安全性及び維持管理を重点に十分な検討を行い、斜面部の現状を改変することなく立坑とトンネルにより通過するこ

ととした。

立坑は、パーカッション工法により削孔し、φ500mmの鋼管を設置するものであり工法としては特別目新しいものではないが、特殊工法に類するので、この設計施工の概要を紹介するものである。

伊那西部農業水利事業は、畑地かんがい 2,670ha、水田用水補給 617ha の受益地を有し、このかんがい用水として最大 3,186m³/s を天竜川沿いの排水路から取水し、第1揚水機場により揚程 182m の第1吐水槽に圧送、下段南、北幹線に分水し、更に、第2揚水機場で最大1,281m³/sを揚程85mの第2吐水槽に圧送、上段南、北幹線に分水するものである。これらの各幹線は通過路線の各所で急斜面の深い溪流を横断するため、それぞれの地形条



図—1 伊那西部地区概要図

* 関東農政局伊那西部農業水利事業所

件に応じ、設計・施工は勿論、将来の維持管理を含め慎重な検討を必要とするものである。

2. 地形概要

本地域は、天竜川右岸の洪積台地上の巾3km、長さ約20kmの畑地帯であり、背後に中央アルプス山系が連なり、そこを源とする溪流により浸蝕された深い沢が何か所も地区内を横断し、天竜川に流入している。

上段南幹線水路が横断する小沢川（一級河川）はその最大のものでパイプラインが横断する地点の河川は巾15m、深さ4.0mであるが、溪谷全体の標高差約100m、底巾約100m、上巾約450m、片側の斜面長165mとなっている。

左岸側の斜面は、上部に小段があるものの、中腹部は45°程度の急傾斜がある等、かなり勾配変化の多い地形である。

一方、右岸側の斜面は約36°の地形勾配で、ほぼ均一であるが、下部20m付近までは地下水が多量に湧出し、ワサビ田となっている。この付近は、粘土を含んだレキ混り土砂のため、各所に崩落か所が点在している。

3. 地質及び地下水調査

工法検討の基礎資料とするため、斜面部の地質及び地下水等について次のとおり調査を実施した。

(1) 地質

(i) 試掘

斜面の中間点において、地層を調査するために、深さ2.50mの試掘を実施した。その結果表層の0.30mは表土、以降0.50~0.80mの層は径20~40mmの垂角レキで粘土分が多くルーズである。また、それより下層は巨レキを含む粗砂、小レキの多い地層であった。

(ii) 弾性波探査

右岸斜面部の土被りの厚さ及び地層の分布状態を把握するために、路線沿いに弾性波探査を実施した。受振器間隔は1mとし、起震間隔11mで掛矢打撃による起震方法とした、その結果、第一速度層は $V_P=100\sim150\text{m/s}$ で、表土及びレキ混り粘性土層が分布し、その表層厚は斜面の上端では2.0~2.5m、下端で0.5mであって試掘結果と一致していた。

(iii) ボーリング

ボーリング調査は、河川横断部、右岸斜面の湧水地点及び、斜面高全体の地層を把握するための台地上の3か所について実施した。

右岸斜面の湧水地点には深さ15mのボーリングを行い、地質の把握及び地下水の流動方向と施工時におけるワサビ田への影響を明らかにするための水位観測を行うこととした。この地点の地質は、玉石混り砂レキで粘土が多く混入している。

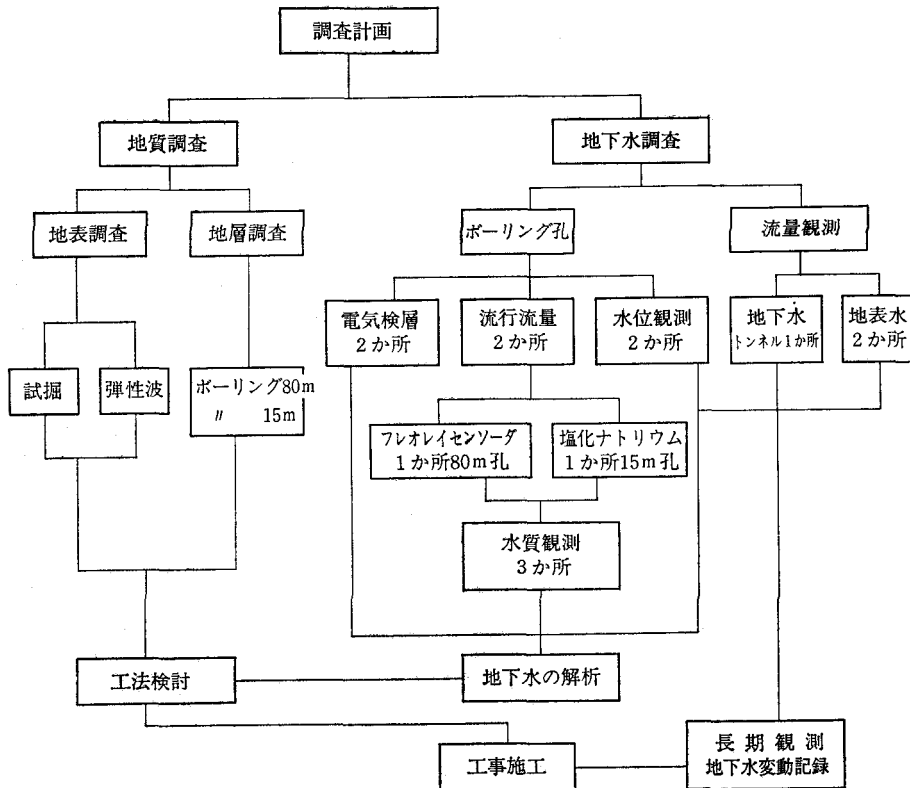


図-2 調査計画模式図

台地上のボーリングは、右岸側3号ファームpond敷地内に、深さ80mを実施し地質を調べるとともにケーシングを挿入して工事施工時の水位観測孔とした。この位置の地質は砂レキ、玉石混りレキ、粘土混り砂レキの互層であった。

総体的に見て、表土はルーズで斜面上部が厚く、下部は薄く分布し、深い地層ではレキ、玉石、粘土等が噛み合っており、地耐力はあるが、掘削等により乱した場合には、斜面安定の確保が困難と考えられる。

(2) 地下水

右岸側斜面部は、地下水がいたる所に湧出し、ワサビ田に利用されている。また、斜面中腹には水田用水の古い集水トンネル（素掘）が路線付近まで設置されている。

工法の検討及び施工計画上も地下水の影響が大きいため、地下水の水位、流動方向を明らかにする必要があり、次の調査を実施した。

り、次の調査を実施した。

(イ) 電気検層

ボーリング孔利用の電気検層により、帯水層を調査したところ、台地上のボーリング孔（80m）での帯水層は、29m～34m、40m～42m、53m～57mの位置に存在することが判明した。

(ロ) 地下水流動方向調査

台地上のボーリング孔（80m）にフレオレイセンサー、右岸斜面のボーリング孔（15m）に塩化ナトリウム溶液を投入し、3か所の湧水地点で比抵抗値等の変化を測定したところ、ボーリング孔と湧水との水脈の関連性はなかったが、地下水流動の方向を推定することができた。

(ハ) 水位及び流量調査

工事実施と地下水水位変動の関連性を知るため、2か所のボーリング孔の内水位を長期間観測したほか、集水ト

表-1 工法の比較検討

種 目	露出管コンクリート連続基礎工法	露出管深礎杭工法	立杭一トンネル工法
構造物の安全性	○長い斜面の円弧スベリ破壊に不安がある。 ○コンクリート基礎一部に欠陥が生じた場合、全体に影響がある。 ○地震時の安全性が乏しい。 ○法面保護工を安全な構造にする必要がある。	○地震時の安全性が乏しい。 ○法面保護工を安全な構造にする必要がある。	○最も安全な構造である。 ○地震時に対しても安全である。
施工時の安全性	○斜面の掘削は人力となるため危険が多い。 ○資材はケーブルキャリヤを使用となるため、危険が伴う。 ○掘削側面の法面保護工の安全対策が必要。 ○全体的に施工性が劣る。	○同 左 ○同 左 ○斜面の掘削量が少ないため若干有利である。 ○斜面の深礎のため、地質により偏圧の恐れがある。	○地下水対策が必要である。 ○地質によって左右される。
維持管理	○冬期間の凍結防止等が必要 ○鋼管の経年変化に伴う塗装が必要。 ○法面保護工の補修が伴う。	同 左	○殆んど管理は不要。
用地買収及び補償費	○用地買収が必要 3,600㎡ 立木補償が多い。	○用地買収が必要 1,600㎡ ○立木補償が必要	○用地買収はないが、地上権が必要 ○坑口の補償が多少必要
経済性	○最も高価 ○金額比率 1.00	○最も安価 ○金額比率 0.90	○中間 ○金額比率 0.94
総括	経済性並びに安全性等に於て不利である。	経済性は良いが、安全性、維持管理等に問題がある。	経済性において、多少高いが将来の安全性、維持管理等は他案より有利である。

ンネルの出口並びに斜面湧水が集中流下する水路で長期流量観測を行い湧水量の時期別変動状況をは握した。

4. 工法の検討

本地域は、地震対策強化地域に含まれている上、付近には活断層の存在説もあって、地域住民からは、管水路の安全性確保に対する強い要望があった。一方、地形、地質及び地下水の状況等からも、構造物の安全性、維持管理費の低減とともに、工事施工の確実性、経済性等について十分検討する必要がある。

本工程については、地形及び地質調査等の結果から、通常の埋設管工法の場合、埋戻土の滑落、崩壊が生じ施工の安全性確保の点から不適当と考えられるため、次の3案について比較検討を行った。

(1) 露出管コンクリート連続基礎工法

斜面部を露出管の12mスパンとする水管橋形式とし、支台の安定保持のためコンクリートの連続基礎とする。管種は鋼管とし、支台にリングサポートを設け、温度収縮に対応できる構造とする。基礎は地耐力の得られる地盤まで開削し、支台設置場所は滑動防止のため深くして、1スパン12mの一体化したコンクリート基礎とする。管体の片側に側溝を設け、他方は維持管理用の階段及び手摺を設ける。

開削法面はコンクリート枠工に、アースアンカーを設け、間詰は植生土俵による法面保護工とする。また、法長は平均4.0mになるため、法肩に危険防止用のネットヘンスを設置する。

(2) 露出管杭基礎工法

急斜面の地表面掘削を最少限にするため、支台の基礎を深礎工法で施工し、地形に応じた露出配管とする。

管路は1スパン12mのコンクリート基礎とし、パイプ直下の地表面を雨水等による侵食防止のため、コンクリート法枠工に玉石間詰で保護し、U字溝及び階段工を設ける。また、管体が地表面に出るため、風倒木等による管体保護にガードヘンスを設置する。

(3) 立坑一トンネル工法

特殊な地形地質条件等から、将来の構造物の安全性及び維持管理等を考慮し、斜面部を現状のまま維持することとして、立坑一トンネル方式により横断することが考えられる。この工法の場合左岸側の立坑の長さは少なくとも93.0mとなり、これをどのような工法で掘進するかが課題であったが、実績等検討の結果、パーカッション方式を採用することとした。

立坑は $\phi 500$ mmの鋼管を建込むため、孔径を700mmの断面とし、鋼管との間隙部はセメントミルクをグラウトポンプにより注入する。左岸側の立坑に接続するトンネルは、機械施工最少断面で延長155mである。この中にダクタイル鋼管 $\phi 500$ mmを布設し、空隙部は砂を填充することとした。一方、右岸斜面部は地下水の湧出地帯を避け、トンネル計画位置を左岸側より約16m高くし、延長117.7m、これに伴い立坑は77.2mとなる。

パーカッション工法は、ビーム式さく井機により掘削棒2.2tを自重落下により加速度及び機械的反動を利用し、地山を衝撃破砕して削孔するものであり、掘進中は常に粘土の泥水を孔内に充満した状態で孔壁を保護し、崩壊を防止する。

スライムはサンドベアラにより泥水とともに孔外に排出して掘進するものである。

以上3案の工法について概要を述べたが、各工法における構造物の安全性、経済性及び将来の維持管理につい

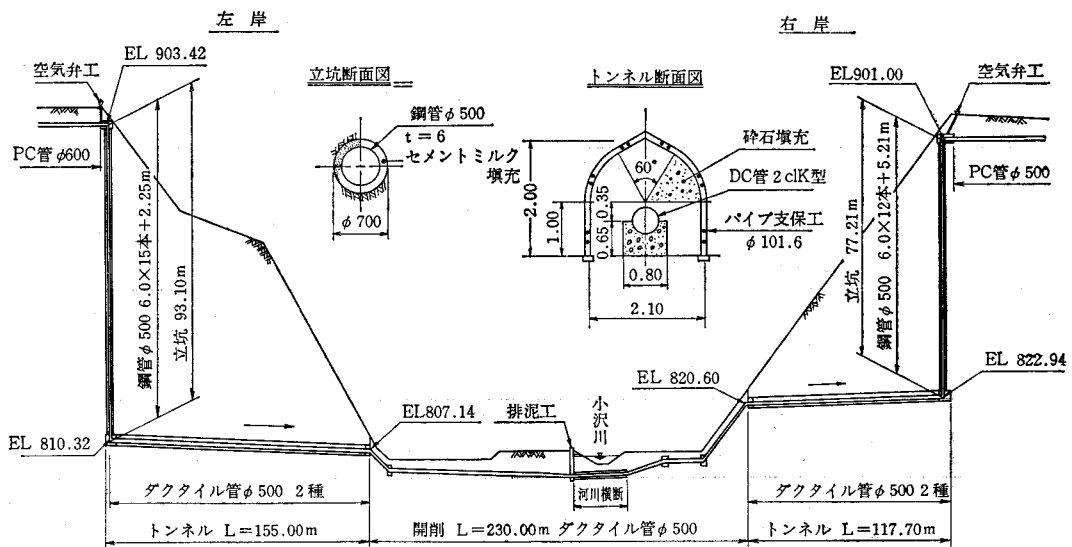


図-3 立坑トンネル計画図

て表一1のとおり比較検討した結果から、構造物の安全性、施工時の安全性及び維持管理の面で有利な立坑一トンネル方式で施工することとした。

5. 立坑一トンネル工法の設計

(1) 立坑工（パーカッション工法）

①立坑の設定位置は、トンネル工の延長を左右するので安全な範囲で極力谷側に寄せることとした。

立坑に接続する上流側の管水路の計画高は、計画動水勾配から決定され、管水路の掘削深は約5.0mとなるのでこの位置を立坑施工のベース高とした。

施工時の作業スペースは、さく井機械及び泥水溜槽、用水槽、スライムの溜所等を考慮し、20m×10mが必要であり、谷側をカットしてヤードを確保することとした。

②立坑の施工は、大口径パーカッションとなるため、鋼管建込み時を考えると坑径は少しでも大きい方が無難であるが、地質状況からして玉石を嚙む等削孔には困難が予想されるので、セットする鋼管外径0.50mより片側0.10mの余裕を見込み、直径0.70mの施工断面とした。

なお、施工時は孔内に泥水を満水させ、孔壁を保護しながら削孔するが、砂レキ層部は孔径が設計断面より大きくなる可能性が考えられた。

③立坑管厚の決定

立坑の鋼管は、JISG3443の規格管（φ500，t=6mm）を用いるものとして、管内充水時（内圧の検討）及び管内空虚時（外圧の検討）

(i) 内圧に対する検討

$$\sigma = \frac{P \cdot D}{2 \cdot t} < \sigma_a \quad P: \text{設計内圧} = \text{静水圧} + \text{水撃圧}$$

$$P_1 = EL915.0 - 810.32 = 104.68\text{m} = 10.5\text{kg/cm}^2$$

$$P_2 = 10.5 \times 0.4 = 4.2\text{kg/cm}^2 (> 3.5\text{kg/cm}^2)$$

$$P = P_1 + P_2 = 14.7 \text{ (kg/cm}^2)$$

$$D: \text{管の内径} = 50 \text{ (cm)}$$

$$\sigma_a: \text{許容引張応力} = 1740 \text{ (kg/cm}^2)$$

$$\sigma = \frac{14.7 \times 50}{2 \times 0.6} = 612.5 \text{ (kg/cm}^2) < \sigma_a$$

(ii) 外圧に対する検討

Montelの式より、外圧による限界座屈応力 Pk は次式より求まる。

$$Pk = \frac{5 \sigma_F}{\left(\frac{\gamma m}{t}\right)^{1.5} \left[1 + \frac{1.2(U+2j)}{t}\right]}$$

但し Pk : 外圧による限界座屈圧力 (kg/cm²)

σ_F : 降伏点強度 = 2,300kg/cm²

γm : 管中心半径 = 25.1cm

t : 余裕厚 (2mm) を除いた管厚 (0.4cm)

U : 半径の相対誤差 = 1% - 0.25cm

j : 管と詰込みモルタルとの間ゲキ = 0cm

以上より

$$Pk = \frac{5 \times 2,300}{\left(\frac{25.1}{0.4}\right)^{1.5} \left[1 + \frac{1.2 \times (0.25 + 2 \times 0)}{0.4}\right]}$$

$$= 13.22 \text{ (kg/m}^2)$$

作用する外圧の1.5倍の外圧 (P) を考える

$$P = (\gamma \cdot Ka \cdot H) \times 1.5$$

$$= 1.8 \times \tan^2(45 - \frac{30}{2}) \times 100\text{m} \times 1.5$$

$$= 90.00\text{t/m}^2 = 9.0\text{kg/cm}^2 < Pk$$

(iii) 製作、運搬、据付上必要な最少板厚の検討

$$t = \frac{D+800}{400} = \frac{500+800}{400} = 3.25\text{mm}$$

余裕厚 2mm を考慮し、 $t = 5.25 < 6\text{mm}$

以上の検討の結果、管厚 $t = 6\text{mm}$ とするため、鋼管の先端を閉塞するか、開口にするかの検討が必要であった。

開口の場合、鋼管の自重で下る利点があるが、鋼管を接合し逐次降下させてゆく過程で重量が増加し、既設管の保持、溶接作業等が困難となることが考えられ、また、鋼管セット後の管外周と地山との間隙部に注入するセメントミルクが先端部から管内に浸入し硬化する恐れがある。このため、鋼管先端部は閉塞することとした。この場合管先端は円錐形状とし鋼管建込み時の孔壁崩壊の防止と管のセット位置の確実性向上を図った。

管の先端閉塞の場合、泥水により浮力が発生するが、管内に水を注入し、建込み作業中所定の位置でバランスを保つよう、浮力 = 自重 + 水重となるように調整することとした。

④単管長は、さく井機及びその捲上装置等の規模、構造を考慮し、1本当たり6.0mとした。したがって、鋼管本数は左岸側立坑16本、右岸側立坑13本となる。孔内への建込みは、1本毎にさく井機により吊上げ固定し、溶接接合する。溶接完了後はカラーチェック（探傷試験）を全周行い、溶接部の確認をして接合部の錆止塗装を行い、順次鋼管を降下させる。

⑤鋼管のセット完了後は、間隙部にセメントミルク (W/C=1.0) をグラウトポンプで注入し、地山と一体化し固定する。

⑥鋼管固定後先端部を切断し、偏心可能な可撓継手を經てトンネル接合部の90°異形管に接続させる。また、立坑上端部には急排空気弁を設定した。

(2) トンネル工

①トンネル内にはダクタイル鋳鉄管 φ500mm (2種管) を設置する。

②トンネルの規模は、機械施工最少断面とし、R=1.0m、全高2.0mのホロー形とした。

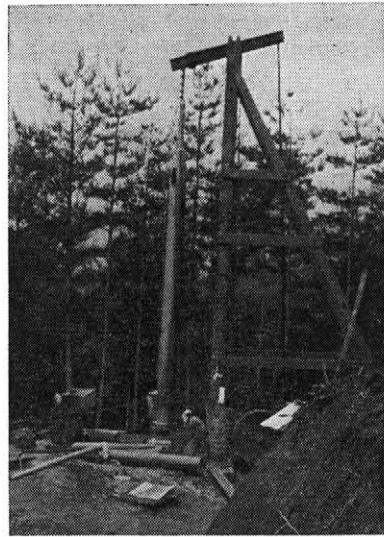
③パイプ設置完了後、トンネル内空部に砂を填充するが、地下水によりこの砂が流動することを防止するため、30mに1か所コンクリート隔壁を設け、地下水が多いか所には、ドレーンパイプを埋設した。

④立坑—トンネルのパイプ接続部延長5.0mは、全断面コンクリート閉塞とし、スラストブロックとした。また、トンネル出口にはコンクリート閉塞工を設置することとした。

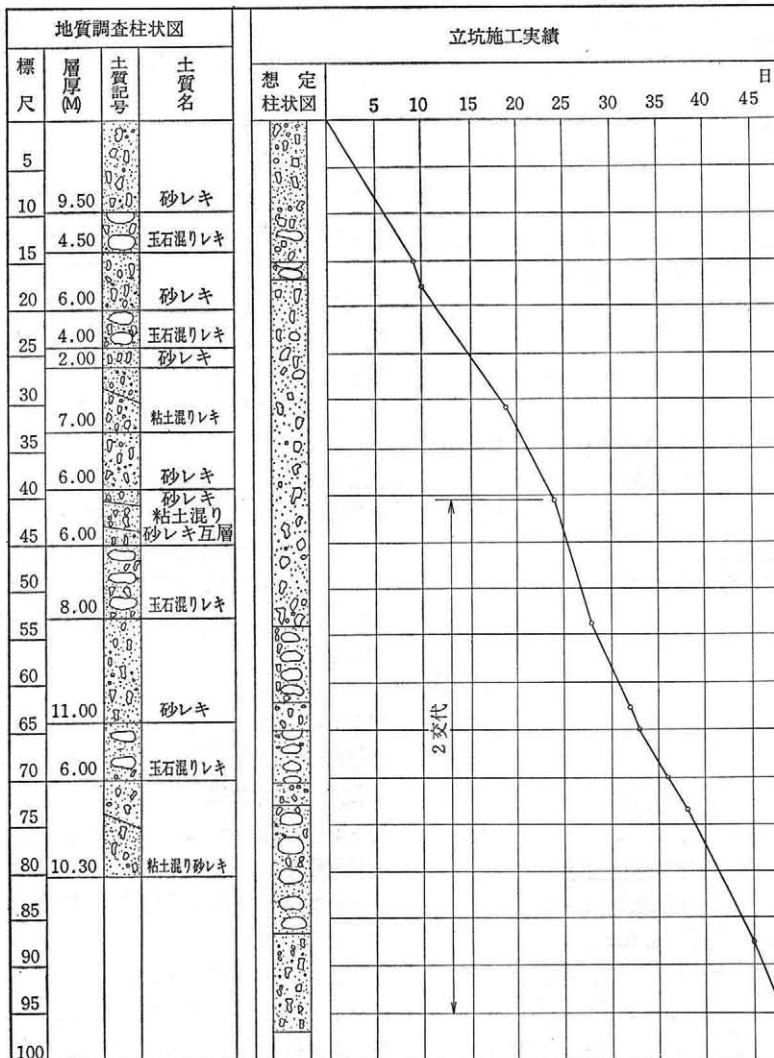
6. 施 工

上段南幹線の小沢川横断部の工事は3工区に分括し、昭和55～56年度に施工した。

55年度は翌債により、左岸側は立坑までの管水路、(P C φ600mm) 140m, 立坑93.10m, トンネル155m, トンネルに接続する管水路 (D C φ500mm) 104mの工区と、右岸側は立坑77.2m, 立坑に接続する管水路 (P C φ500mm) 61.3m, 末端3号ファームポンド (容量2,700 m³) までの工区とし、工期は56年8月までとした。このほか中間の工区は、小沢川横断部 (D C φ500mm) 126m 及び右岸トンネル117.7mであるが湧水が多いため、56年度の渇水期に施工することとした。



写真—1 さく井機及び掘削棒



図—4 立坑地質図及び施工実績

(1) 立坑 (パーカッション工法) 施工概要

立坑の削孔には、井戸田のビーム式さく井機N06Bを使用した。砂レキ層の削孔は予定通りの進行であったが、玉石混りの層はかなり固く、日進0.5m程度であった。左岸側立坑は、削孔完了までの所要日数は70日であったが(後半以降は2交代制)右岸側立坑は実際の地質が調査の柱状図とはかなりの相違があり、玉石混り層が多く、予定よりかなりの日数を要した。

削孔中は各所に泥水の漏水か所があった。この泥水は特殊な粘土を水にかく拌したもので、削孔中孔壁を保護するものであるが、漏水による減水に応じて濃度を加減し、沈澱を起さないようにすることが重要であり、経験と技術が必要とされている。

この粘土は、現場より100kmの遠方(上田市)から搬入しているが、この特性は、粘性が特にあること、沈澱しないこと、スライムが浮遊すること、孔壁が造れるこ

と等であり、経験と実績により使用している。これが孔壁を守り、ビットの上下活動を容易にし、孔壁崩壊の防止に役立っている。

削孔作業のスライム処理は、その進度により回数も異なり、進度が大きければ回数が多くなるが、掘削機(2.2t)を孔外に捲上げ、サンドベラーを何回も孔底に落下させ、泥水と共に貯水槽に排出する。この貯水槽でスライムを沈澱させ、泥水は再び循環させて孔内に戻し使用する。沈澱したスライムは、サンドポンプにより吸上げ土捨場に運搬するが、泥水が混入しているため捨場の選定には注意を要する。

削孔の深さは、計画長より4.0m程度余掘をし、鋼管設置までの期間のスライム等の沈澱物の集積に備えた。実際にはこの余掘分は殆んど埋っていたが、管の建込みには支障はなかった。

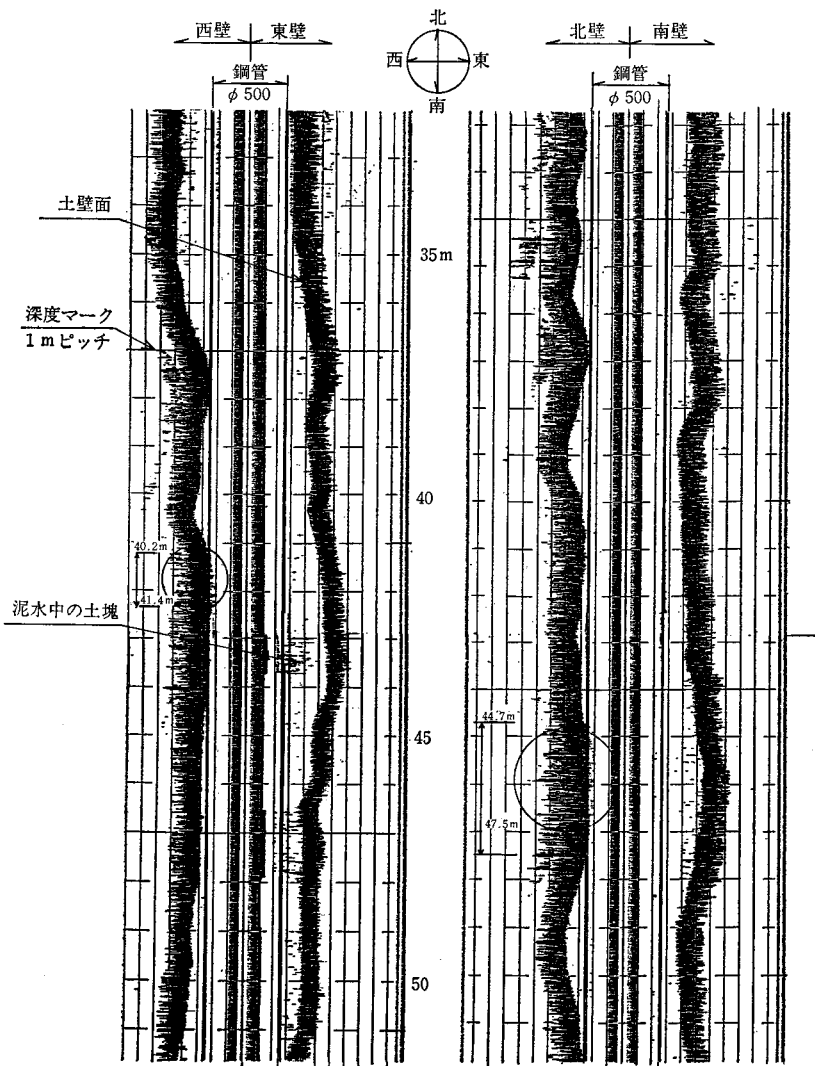


図-5 側壁測定記録

(2) 削孔作業に使用した機器

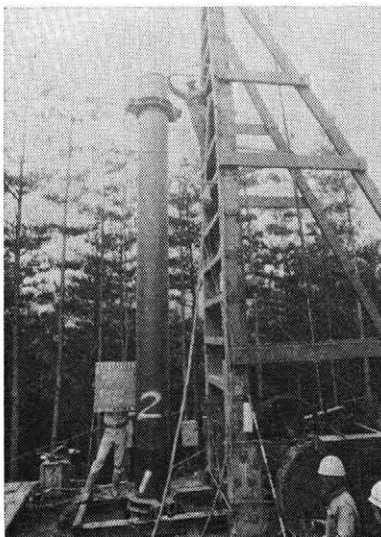
- さく井機械 槽、木製ベース巾 1.82m、ベース長さ 6.70m、高さ9.70m、電動機30kW、発電機55kVA、防音付
- 掘削棒 全長8.60m、内ビット1.60m、口径700mm、吊金具1.0m、全重量2.2t
- サンドペラー（吸子）全長3.0m、口径300mm、底部フリップ弁付
- 泥水かく拌機 容量500ℓ、モーター0.75kW
- 泥水排水ポンプ 水中ポンプ、口径100mm、モーター5.5kW
- 用水貯水槽 鋼製10m³
- 泥水運搬車 2tトラック
- 用水運搬車 2tトラック、吸水ポンプ付

(3) 孔壁測定

削孔は、さく井機の掘削棒（自重2.2t、全長8.6m）を垂直に落下させて掘削するため、孔心の曲り等はないとされているが、孔長93mに鋼管を挿入するため、孔壁及び孔心の曲りを確認する必要があり、泥水中で超音波孔壁測定を実施した。

測定装置は、垂直精度測定用DM-686を使用し、孔壁の東西南北の四方向について、孔底まで測定した。この装置の性能は周波数200kHz、送信出力4W、発射回数2,400回/分であり、比重約1.2の高濃度、泥水中100mまで鮮明な記録が得られる。また、機構は、測定用センサをウインチの2本のリードワイヤーにより吊下げ、自動的に下降させ、超音波を発信させ記録用紙に壁状を自記させるものである。

測定結果は、玉石混り地層のか所はかなり湾曲しており、その下部は孔径が大きくなっているところがみられた。



写真—2 立坑鋼管設置

(4) 鋼管設置

孔壁測定により、孔心の曲りの位置、度合が得られたので、古い同径鋼管を20m準備し、さく井機の捲上げ装置を利用してあらかじめ通し管を試みた。通し管は孔底まで数回上下させたところ、部分的には多少の抵抗はあったが、特別の支障はないとの結果が得られた。ただし、鋼管を20m以上接続させた場合は、かなりの抵抗が予想されるため、水重を大きくすることで対応することとした。鋼管の吊込みはトラッククレーン3.9tとさく井機の捲上げ装置を併用し、管周合せ及び溶接時等は既設鋼管のバンド止めをH鋼枕で受け持たせ、接合鋼管は上端部に取付けたバンドより吊上げ固定して、鋼管の溶接作業を行った。

溶接完了後は余熱の自然冷却を待って、溶接部の全所、全周のカラーチェックを行い溶接状況の確認に万全を期して、鋼管内に水を注入し順次鋼管を降下させた。

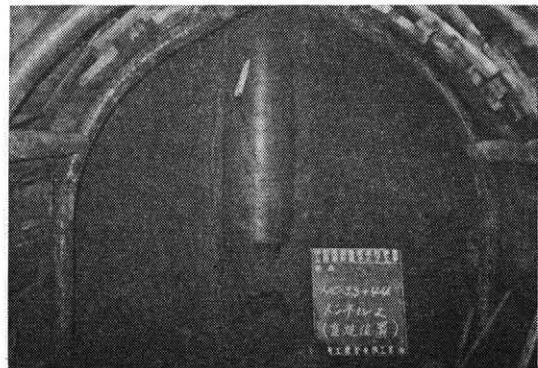
左右岸とも立坑の削孔、鋼管の建込みに多少の困難はあったものの、所定の位置に鋼管を無事設置することができた。

(5) セメントミルクの注入

鋼管と孔壁の間隙部にガス管、口径50mmを孔底部まで挿入し、これにグラウトポンプ（NAS-2、吐出力45ℓ/分、3PS）を接続して、2kg/cm²の圧力でセメントミルク（1：1）を下部より注入するとともに、泥水を上部より排除する。注入量の確認は、セメントミルクのバッチ数は勿論のこと、泥水の排出量をも対比して確認し、注入量に応じてガス管を徐々に引揚げ注入を進めた。

第1日目に孔の下端から上端まで注入を完了させたが立坑のため2日目及び3日目に、こすみ分の補充注入を実施し、更に、こすみ分約5mは上部よりモルタル（1：3）の投入を行い、填充の完璧を期した。

立坑との接続部のトンネル掘削は、立坑より15m手前で一時中止し、立坑のセメントミルク注入終了後、十分な養生期間が経過してから掘削を進め、立坑の鋼管を発掘した。



写真—3 立坑とトンネル

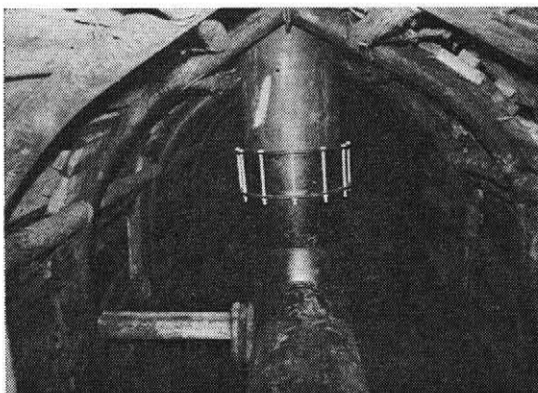


写真-4 管接合

鋼管は計画より10cm程度の偏心はあったが、調整管及び可撓管で充分対応できる程度であった。また、立坑のセメントミルクは、間隙部を十分充填しており、地山に

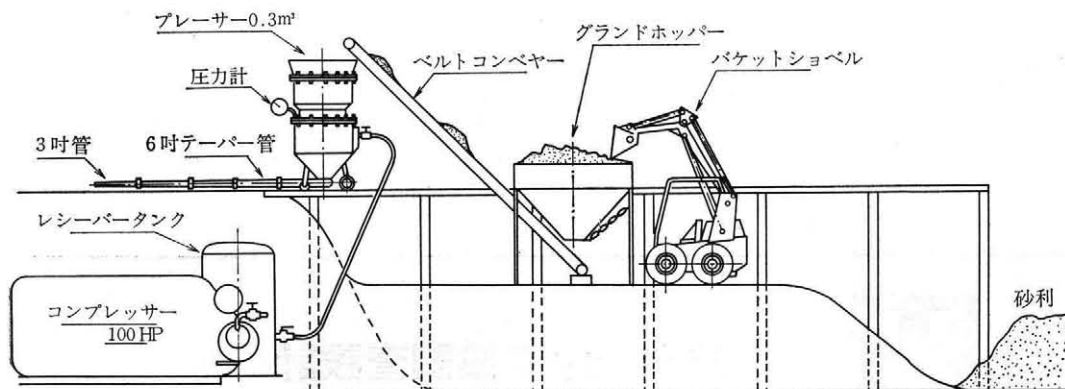
完全に密着一体化していた。

(6) トンネル内空部の填充

トンネル工については、施工上特別なことはないので、パイプ布設後の内空部の填充工法について検討した事項について略記する。

填充工法としては各種の方法があるが、施工性も良く全断面に完全に填充できる工法としてブレースを使用することとした。ブレース0.3m³を坑口に設置し、圧送管φ80mmを坑内にセットして、コンプレッサー常用圧力3kg/cm²~5kg/cm²により坑内先端部まで吹込むものである。圧送管先端の飛散を少なくして填充密度を増加させ、しかも、施工性も良い最適の材料として、砕石(5mm~15mm)6号、7号を使用した。

圧送管を断面最上部にセットし、上部から高压で吹込むので全断面に十分に填充され、延長10m毎に実施した密度試験の結果も80%程度の密度が得られた。



機種		
サンドブレース	SAP-3	空気圧送式 消費量 6~10m ³ /min 250kg
コンプレッサー	PDE-370	75×KW 10.5m ³ /min(370cfm) 2,900kg
トラクターショベル	SDK-8	0.45m ³ バケツ 4輪駆動 2,560kg
レシーバータンク		2m ³ 7kg/cm ²
ベルトコンベアー	BK-7	1.5KW ℓ=7m
グラウンドホッパー		3.5m ³

トンネルCタイプ

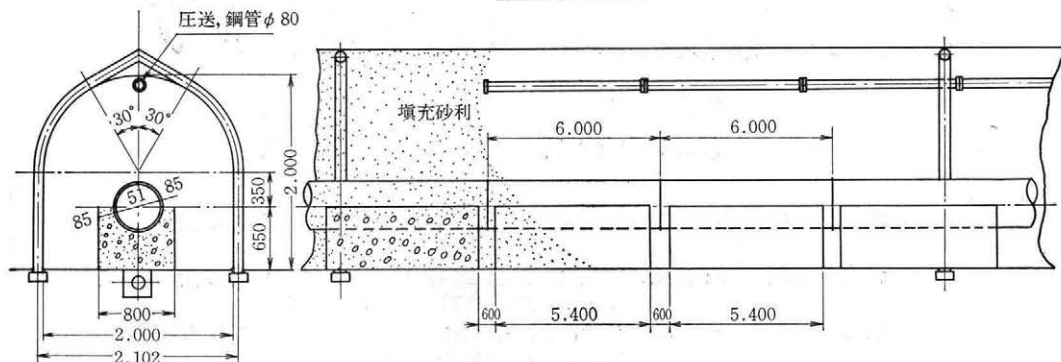


図-6 トンネル空隙填充方法

7. おわりに

パイプラインは、一見単純な工事ではあるが、複雑な地形であるとか、特別な事情がある場合は、それに対応した設計施工が必要となり、経済性、安全性、施工性等を十分検討したなかで特殊な工法を採用せざるを得ないことがある。この場合、設計、積算の実績も少ないため決定に至るまでには相当の時間を要するなど、現場ではかなり苦慮するものである。

パーカッション工法は、従来から深井戸掘削用としての施工実績はあるが、参考図書等も少なく、経験者の指導と助言のみが頼りであった。

削孔作業中玉石層に当たり、進度が落ちたときに能率増進のため、増員2交代制にしてみたが、必ずしも能率は上がらなかった。無事完成した今日、付近に降雨等による地すべり崩落等を見たとき、本工事において、立坑一トンネル工法を採用したことが適切であったと考えている。



農業土木事業調査設計

※ 農業開発事業に関する調査・計画・設計並びに施工管理
海外開発事業に対する農業土木技術のコンサルティング
業務、一般土木事業の調査・計画・設計業務

株式会社 日本農業土木コンサルタンツ

代表取締役社長 岡 本 勇
常務取締役 西 岡 公

本 社 東京都港区新橋5丁目34番4号 農業土木会館4階
TEL 03 (434) 3831~3
仙台事務所 仙台市本町2丁目13番10号 菊田屋ビル3階
TEL 0222 (63) 7595~6
札幌連絡所 札幌市西区手稲金山33-100
TEL 011 (684) 0581

浪岡ダムの盛土施工について

増 田 明 徳*

目 次

1. まえがき……………(19)	3. 盛土施工機械と稼働実績……………(21)
2. 土質材料盛立施工日数……………(19)	(1) コア, ランダムまき出し作業効率……………(23)
(1) 設計施工期間の決定……………(19)	(2) コア, ランダム転圧, 作業効率……………(23)
(2) 施工可能日数の算定……………(21)	(3) ロックまき出し転圧……………(26)
(3) 施工実績と算定値の比較……………(21)	4. おわりに……………(31)

1. ま え が き

浪岡ダムは昭和49年9月に着工以来、50年6月に仮排水路完了、51年8月より仮締切りダムを施工し、52年度から本堤盛土を実施し、55年9月に本堤部の盛土工事がほとんど完了した。56年度は主として右岸ブランケット部の盛立が完了するとともに、取水塔及び放流設備の本体部が完了し、今年度は取水施設の調整と周辺整備工を実施しているところである。ダム型式はゾーン型ロックフィルダムで、ダム築堤量は洪水吐保護工を含めると約94万m³でその内訳は表-1のとおりである。

2. 土質材料盛立施工日数

設計盛立可能日数の算定はフィルダム設計基準(41年版)の河上氏の方法及び降雨強度による施工不能日数算定法により求めた。

(1) 設計施工期間の決定

5月1日～10月15日

<根拠>

河上氏の算定式では月平均温度が3°C以上が一応の

目安となっているが、東北の新小戸六、小田川、二の倉水窪ダム等の実績から、当地方では4月は比較的天候もよく、一見施工可能のように見受けられるが、残雪により土取場の含水比が高いこと、また10月中旬以降は降水回数が多く、気温も低くなり日照時間が少なくなるため土取場合含水比が高くなり、C値98%、D値96%の締固め度を確保することが困難と判断した。

(2) 施工可能日数の算定

施工日数算定にはダムサイトに比較的近い青森気象台の39年～48年の10ヶ年の降雨資料により次の2方法により算出した。

① 降雨強度による稼働不能日数算定

降雨強度による稼働不能日数は表-2を基準として算定しその結果を表-3に示す。

② 河上方法による推定

$$\text{河上式} \quad N = (A - n \times 1.20) \times \alpha \dots\dots(1)$$

ここで N : 作業可能日数

A : 盛土施工期間(日数)

n : 日降雨量1mm以上の日数

α : 0.8を採用

表-1 浪 岡 ダ ム 盛 立 量

材 料	本 堤		右岸ブランケット	余水吐保護工
	仮 締 切	本 堤		
区 分	m ³	m ³	m ³	m ³
コ ア		93,560	40,590	
ラ ン ダ ム	3,910	307,310	32,100	
水 平 ド レ ー ン		10,540		
イ ン タ セ プ タ		21,040	10,860	
河 床 ド レ ー ン		8,180		
ロ ッ ク ・ リ ッ プ ・ ラ ッ プ	12,220	363,280	34,470	5,360
計	16,130	803,910	118,020	5,360
合 計		943,420		

* 東北農政局浪岡川農業水利事業所長

表一 2 降雨強度と施工不能日数

降 雨 量	施 工 不 能 日 数
1~2mm	1
5mm程度	2
10 "	3
20 "	3
30 "	4
30mm以上	5

降雨以外による休止率を5%とする

その結果は表一 4 のとおりである。

上記2方法を比較すると月別には可能日数の変動が見受けられるが、施工期間全体では、いずれも75日が得られた。

このため積算にあたっては年間施工期間168日、施工可能日数75日、30日当り13.4日とした。

ランダムゾーンについては、コアゾーンより粒度が少し粗いこと、地山含水比も低いことからコアゾーンの10%増しの83日、30日当り稼働日数は14.8日とした。

なお、昭和39~48年の10ヶ年の気象条件は表一 5 のとおりである。

表一 3 降雨強度から算定した施工可能日数（青森）

年 \ 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	備 考
昭和 39年	16	15	13	9	13	6	
40	21	16	12	18	6	5	
41	13	15	7	12	5	8	
42	17	15	20	15	6	10	
43	16	14	22	9	15	6	
44	18	16	23	12	13	8	
45	22	18	21	11	11	10	
46	19	15	10	18	13	7	
47	12	12	19	15	14	5	
48	19	17	25	8	8	5	
計	173	153	172	127	104	70	合 計 799
平 均	17	15	17	13	10	7	79日/年
推定施工日数	16	14	16	12	10	7	平均日数×0.95 計75日/年

表一 4 河上方式による施工可能日数（青森）

年 \ 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	備 考
昭和 39年	17	15	14	13	16	7	
40	19	15	15	18	11	4	
41	16	16	8	17	9	6	
42	18	10	19	14	7	7	
43	15	18	20	14	16	6	
44	15	18	18	13	14	7	
45	19	17	17	18	14	8	
46	15	12	13	18	13	7	
47	11	12	18	15	14	5	
48	17	16	19	14	8	4	
計	162	149	161	154	122	61	合 計 809
平 均	16	15	16	15	12	6	平 均 80日/年
推定施工日数	15	14	15	14	11	6	平均日数×0.95 計75日/年

注 $N = (A - n \times 1.2) \times 0.8$

表一 5 設計稼働日数算定条件総括表 (青森)

気象条件	月別	4	5	6	7	8	9	10	摘要
降水量									S39~48年
1.0~≤5.0		5.7	5.1	4.7	4.5	3.5	5.6	7.7	
≤10		2.3	1.9	2.3	1.6	2.3	2.3	3.3	
≤20		1.5	1.3	1.4	1.4	1.7	2.6	1.8	
≤50		—	0.5	0.8	1.4	2.1	2.1	1.1	
50<		0.1	0.1	—	0.3	0.8	—	—	
降雨回数(計)		9.6	8.9	9.2	9.2	10.4	12.6	13.9	
平均気温		7.6	13.1					11.9	

(3) 施工実績と算定値の比較

ダム施工期間中の青森降雨日数及びダム降雨日数から河上式により算定した値と実績を比較したのが表一6である。ダム降雨量は施工業者のビーカ法による測定のため、自記式雨量計と比較すると、日雨量1mm前後の小降水量が連続降雨となっている場合には多少の誤差があり、特に54、55年には顕著である。

コア、ランダムとも盛土施工期間は52年、55年を除き5月から9月中旬頃までの施工となっている。

55年度はブランケットコアのトレンチ部を越冬に備えて自然排水可能な高さまで施工したので工期が比較的長くなり10月中旬まで実施した。

表一6をまとめると表一7の様になり当初設計と実績の関係はコア、当初13.4日、実績13.2日、ランダム当初14.8日、実績15.5日、また、実施施工期間の青森雨量からの算定値はコア14.4日、ランダム14.9日で、いずれも誤差10%以内で比較的一致している。

このことからダムサイト附近の過去10ヶ年の資料があり(1)式においてαを適切にとれば非常によい施工可能日数の算定方法である。

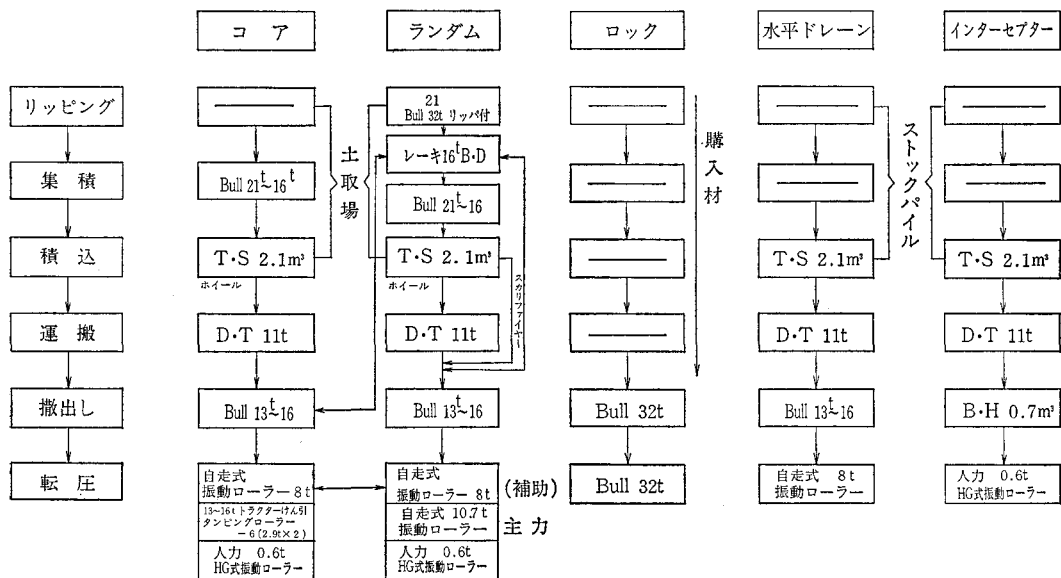
3. 盛土施工機械と稼働実績

当ダムの土質材料であるコア、ランダム材はダム上流約500mより採用した。ロック、水平ドレン、インターセプター(フィルター)は購入材である。

盛土施工の標準的機械配置は図一1の如く実施した。

年度別盛立量は表一8に示すとおりで、この施工に投入された機械を表一9に示す。転圧機械であるボマック及びバックマスターの稼働時間は盛立日数から、その他の機械は重機日報より集計したものである。設計では2交代16時間体制で計画したが、予算の年度割の関係で年間の盛立量が少なくなったことなどにより、施工は1日当り10時間~12時間の超勤体制で実施された。

これは表一9のブルドーザーの運転日当り稼働時間か



図一1 盛立施工模式図

表一 6 浪岡ダム降雨日数と施工日数の関係

		5月		6月		7月		8月		9月		10月		計		工事開始日、終了日	作業期間	30日稼働日			
		青森	ダム	青森	ダム	青森	ダム	青森	ダム	青森	ダム	青森	ダム	青森	ダム			青森	ダム	実績	
51年 ランダム	降雨日数							1	1	1	1			2	2	8/28) 9/8		19	19	17.5	
	施工可能日数							2.2	2.2	2.2	5.4			7.6	7.6						
	実施工日数							3		4				7							
52年 コア	降雨日数	7	5	6	6	7	8	9	9	11	13	0	0	40	41	5/11) 10/5	12	148	16.2	16.0	11.6
	施工可能日数	10.1	12.0	18.2	18.2	18.1	17.1	16.2	16.2	13.4	11.5	4.0	4.0	80.0	79.0						
	実施工日数	6		13		13		11		12		2		57							
ランダム	降雨日数	0	0	6	6	7	8	9	9	11	13	0	0	33	36	5/31) 10/5		128	16.6	15.9	16.6
	施工可能日数	0.8	0.8	18.2	18.2	18.1	18.1	16.2	16.2	13.4	11.5	4.0	4.0	70.7	67.8						
	実施工日数	1		21		17		13		15		4		71							
53年 コア	降雨日数	9	6	12	9	6	8	8	7	2	3			37	33	5/4) 9/15		135	16.1	17.0	13.3
	施工可能日数	13.8	16.6	12.5	15.4	19.0	17.1	17.1	18.1	10.1	9.1			72.5	76.3						
	実施工日数	12		8		16		17		7				60							
ランダム	降雨日数	9	6	12	9	6	8	8	7	2	3			37	33	5/6) 9/15		133	16.0	16.8	16.0
	施工可能日数	12.2	15	12.5	15.4	19.0	17.1	17.1	18.1	10.1	9.1			70.9	74.7						
	実施工日数	15		9		21		19		7				71							
54年 コア	降雨日数	5	5	12	8	10	9	9	7	9	4			45	33	9/15) 9/18		127	13.8	16.5	14.4
	施工可能日数	8.8	8.8	12.5	16.3	15.2	16.2	16.2	18.1	5.8	10.6			58.5	70.0						
	実施工日数	10		14		16		15		6				61							
ランダム	降雨日数	5	5	12	8	10	9	9	7	9	4			45	33	5/14) 9/18		128	14.1	16.6	13.8
	施工可能日数	9.6	9.6	12.5	16.3	15.2	16.2	16.2	18.1	5.8	10.6			59.3	70.8						
	実施工日数	9		14		16		15		6				60							
55年 コア	降雨日数	2	3	6	6	10	12	15	12	10	9	4	5	47	47	5/17) 10/18		155	15.5	15.3	13.2
	施工可能日数	10.1	9.1	18.2	18.2	15.2	13.3	11.4	13.3	14.4	15.4	10.6	9.6	79.9	78.9						
	実施工日数	10		12		6		11		16		13		68							
ランダム	降雨日数	2	3	4	4									6	7	5/17) 6/23		38	19.5	18.7	16.6
	施工可能日数	10.1	9.1	14.6	14.6									24.7	23.7						
	実施工日数	10		11										21							
56年 コア	降雨日数	7	7	10	10	11	10							28	27	5/14) 7/29		77	13.5	13.9	14.4
	施工可能日数	7.7	7.7	14.4	14.4	12.6	13.6							34.7	35.7						
	実施工日数	10		10		17								37							
ランダム	降雨日数	7	7	10	10	11	10							28	27	5/14) 7/29		77	13.5	13.9	14.4
	施工可能日数	7.7	7.7	14.4	14.4	12.6	13.6							34.7	35.7						
	実施工日数	9		10		17								36							

(注) ランダムには水平ドレンを含む

表一 7 実績稼働日数・推定日数総括表

工種	施工日数		実稼働日	青 森	ダ ム
	作業期間	推定日数		算定日	算定日
コ		642日	283日	325.6日	339.9日
	30日当稼働日		13.2	15.2	15.9
ア				14.4	15.1
	同上×95%				
ランダム		516	266	269.2	280.3
	30日当稼働日		15.5	15.7	16.3
同上				14.9	15.5
	同上×95%				

(注) ランダムに水平ドレン含む

表一 8 年度別盛立量

			全 体	51	52	53	54	55	56
本堤及び仮締切	コ	ア	93,560		23,260	28,090	24,680	17,530	
	ランダム		314,180	4,150	97,300	117,750	78,450	16,530	
	水平ドレーン		10,540		3,260	5,130	2,150		
	ロック		375,500		98,010	88,740	128,190	60,560	
	河床ドレーン		8,180	8,180					
	インタセプタ		21,040		2,750	4,730	6,820	6,740	
	小 計	823,000	12,330	224,580	244,440	240,290	101,360		
ブランケット	コ	ア	40,590				6,930	10,980	22,680
	ランダム		32,100					540	31,560
	ロック		34,470					6,080	28,390
	インタセプタ		10,860				1,310	2,270	7,280
	小 計		118,020				8,240	19,870	89,910
余水吐 ロック			5,360					5,360	
計			946,380	12,330	224,580	244,440	248,530	126,590	89,910

(注) ランダム材314,180㎡は、仮締切の前面遮水壁が含まれており、S53年度に2960㎡を撤去したので、出来上り断面では311,220㎡である

(1) コア、ランダムまき出し作業効率

ブルドーザーのまき出し能力は次式により求めた。

$$11t (13t \text{ 湿地}) \text{ 級ブル } Q=10E (11D+8)$$

$$15t (16t \text{ 湿地}) \text{ 級ブル } Q=10E (12D+9)$$

$Q = \text{m}^3/\text{hr}$ $D = \text{まき出し1回当たり仕上り厚さ(締固め後の厚さ) m}$ $E = \text{作業効率}$ 設計能力算定には $E = 1.0$ を採用し理論的に100%の能力を与えた。(以下締固め等についても同様) 実績作業効率は実績作業量と設計能力の比で求めた。まき出し能力と作業効率を表一11, 12から求めたのが表一13である。これを機械施工歩掛り表と対比すると、まき出し厚さの薄いコア材は普通の中位、まき出し厚さの大きいランダム材は良好の下に相当する。

なお、積算ではまき出しブルドーザーは乾地式であるが、実績ではすべて湿地式であった。

(2) コア、ランダム転圧、作業効率

$$Q = 60 \times V \times W \times D \times E / N \text{ (m}^3/\text{hr)}$$

V : 締固め速度 (m/分) タンピング (ブル) 2速

らも明白である。

コア、ランダム(水平ドレン含む)、インタセプターの施工日数と「まき出し転圧時間」及び盛土量の関係をまとめたのが表一10である。年間平均1日当たり盛土量の最低、最高はコアで408㎡, 613㎡, ランダムで593㎡, 1,731㎡であった。また、まき出し、転圧の歩掛りを検討するための資料として作成したのが表一11である。

この、まき出し、転圧に使用した機種台数張付は重機日報から表一12を作成した。

3.85km/hr, BW 2速 2 km/hr, SP低速 4 km/hr

W : 1回の有効締固め巾 (m) タンピング2.1m, BW 1.7m, SP1.8m

N : 転圧回数

上式により設計能力を求める。なお、コア転圧は盛土転圧試験の結果から振動ローラで4回転圧後、タンピングローラで4回転圧する工法を採用した。

コアの転圧においては振動ローラの効率 $E = 0.71$ タンピングの効率 $E = 0.30$ となり、表一14のコア①欄の算定方法に疑問を持たれることがあると思いますが、ダム現場は場所も広いため施工日の転圧開始時の初回振動ローラ作業、最終のタンピングローラ作業を除き、その中間では同時平行的に作業が可能である。また、コアの盛立作業時間は振動ローラとタンピングローラの作業時間が合算されているので、念のために各機種の能力により分割し作業効率を算出する。

振動ローラ $Q = 121.2 \text{ m}^3/\text{hr}$

タンピング $Q = 290.3 \text{ m}^3/\text{hr}$

表-9 投入機械稼働実績

機種	規格	在場期間	在場日数	運転日数	運転時間	使用日当りの運転時間	運転日当りの運転時間	主たる作業
			日	日	hr	hr	hr	
S52 ショベル	910	5/20~5/20	1	1	2	2.0	2.0	
	920	※5/20~11/30	130	35	115	1.5	5.6	{ドレン材積込 土取場積込
	950①	※4/1~3/30	201	140	967	4.8	6.9	土取場積込, 除雪
	950②	※5/8~9/30	27	9	66.5	2.5	7.4	"
	JH65	6/10~6/21	12	7	48.5	4.0	6.9	
トラクタショベル バックホー	BS3-D	5/6~5/8	3	3	11	3.7	3.7	
	YS1200	6/8~10/6	121	66	501.5	4.1	7.6	{土取場積込 堤体掘削
	MS160	※6/20~10/20	42	30	207	4.9	6.9	余水吐掘削
	MS230	5/31~10/4	127	88	608.5	4.8	6.9	{堤体余水吐掘削 土取場
	MS270	※4/26~11/1	91	68	470	5.2	6.9	"
	MS60	※4/1~11/27	44	38	216	4.9	5.7	除雪余水吐掘削
	MS450	5/21~7/26	76	43	266.5	3.5	6.2	堤体余水吐掘削
ブルドーザー	UH06	7/26~7/26	1	1	4.5	4.5	4.5	
	UH07	7/7~10/10	96	50	343.5	3.6	6.9	{土取場積込 堤体掘削
	D30P	4/23~10/20	181	105	793	4.4	7.6	コアまき出し
	NTK7	6/11~7/19	39	24	157	4.0	6.5	堤体余水吐掘削
	D4	5/8~7/6	60	28	209	3.5	7.5	余水吐埋戻し
	D40P①	4/1~4/7	7	5	32.5	4.6	6.5	
	D6C(湿)	8/4~9/25	52	33	243	4.7	7.4	ランダムまき出し
	D60P①	※4/13~3/16	249	146	120.3	4.8	8.2	{ランダム, コア まき出し ランダムまき出し
	D60P②	5/5~9/30	149	60	477	3.2	8.0	{土取 タンピングスカリ ファイ
	D60P③(レーキ)	5/23~10/1	132	57	435	3.3	7.6	土取場
	D85A	6/15~10/6	114	76	655.5	5.8	8.6	土取場
振動ローラ	D8	4/29~2/6	222	142	111.7	5.0	7.9	{ロックまき出し, 転圧土取場
	3W200(ボマーク)	4/1~3/31	365	57	275.7	0.8	4.8	コア-転圧
	SP54(バックマスタ)	4/1~3/31	365	71	569.3	1.6	8.0	ランダム転圧
S53 ショベル	980	※5/2~12/2	174	123	882	5.1	7.2	土取場積込
	950	※4/7~12/10	36	11	66	1.8	6.0	ロック材
	966	※1/17~2/20	29					除雪
トラクタショベル バックホー	BS3E	4/24~5/23	30	20	151.5	5.1	7.6	掘削
	BS2D	※4/22~11/3		6	43	6.1	7.2	
バックホー	YS1200	5/2~9/23	145	95	723	5.0	7.6	土取場積込
	YS600	10/3~10/9	7	3	2.7	3.9	9.0	
	UH07	4/15~11/2	212	165	1282.5	6.0	7.8	土取場, 堤体掘削
ブルドーザー	IHI07	5/13~8/11	91	61	485.0	5.3	8.0	土取場 "
	MS270	5/2~5/9	8	7	44	5.5	6.3	
	MS160	4/16~4/18	13	9	60	4.6	6.7	
	D30P	5/5~10/7	146	89	637.5	4.4	7.2	コアまき出し
	D5湿(レーキ)	5/2~9/9	131	70	518.5	4.0	7.4	{スカリファイ, 土 取場コアまき出し
	D5	6/9~6/11	3	3	18	6.0	6.0	
	D6C	5/16~9/30	138	79	641	4.6	8.1	{ランダムまき出し 土取場掘削
	D60P	※4/1~10/24	128	79	582	4.5	7.4	ランダムまき出し
	D60P①(レーキ)	5/2~9/12	134	72	615	4.6	8.5	{タンピング, コア まき出し
	D80A	5/6~9/16	134	82	712	5.3	8.7	{ロックまき出し 土取場リッパ
D8	4/25~2/17	234	198	131.9	5.6	6.7	{ロックまき出し 転圧	

機 種	規 格	在 場 期 間	在 場 日 数	運 転 日 数	運 転 時 間 hr	使 用 日 当	運 転 日 当	主 たる 作 業
						の 運 転 時 間 hr	の 運 転 時 間 hr	
振動ローラ	8W200 (ボマーク) S P 54	4/ 1~ 3/31	365	60	349	0.2	5.8	コア転圧 ランダム転圧
		4/ 1~ 3/31	365	71	474.2	0.2	6.7	
S54 ショベル	980 966	※ 5/14~11/24	156	97	716	4.6	7.4	土取場積込 "
		5/25~ 9/28	127	70	511	4.0	7.3	
バックホー	M S 160 U H 07	4/30~ 5/14	15	10	57	3.8	5.7	{ロック法面整形 堤体掘削 土取場積込
		4/18~ 7/30	104	27	160.5	1.5	5.9	
ブルドーザ	D2 S D30 P D5 P D50 P (レーキ) D60 P D60 P① D155 D8	5/22~ 5/23	2	1	9	4.5	9.0	コアまき出し {コアまき出し, タ ンピング {コアまき出し, ス カリファイ, タン ピング 土取場, ランダム まき出し ランダムまき出し 土取場リッパ ロックまき出し
		6/24~ 9/21	90	51	380.5	4.2	7.5	
		5/23~ 6/24	33	21	175	5.3	8.3	
		5/10~ 9/19	133	64	617	4.6	9.6	
		4/27~10/18	175	110	909.5	5.2	8.3	
		5/ 4~10/31	181	104	898.5	5.0	8.6	
		5/ 7~ 7/25	142	93	813.5	5.7	8.7	
		4/16~11/11	212	161	1.309	6.2	8.1	
振動ローラ	BW200 (ボマーク) SP54 (バックマスタ)	4/ 1~ 3/31	365	61	362.5	1.0	5.9	コア転圧 ランダム転圧
		4/ 1~ 3/31	365	60	450	1.2	7.2	
S55 ショベル	980 C 966 C	※ 4/21~10/27	193	119	835	4.3	7.0	土取場積込 "
		※ 4/ 1~10/28	99	49	355.5	3.6	7.3	
バックホー	J H 30 B M S 280	12/19~ 3/31	103	85	545.5	6.4	5.3	除雪 堤体掘削
		※ 4/19~ 9/16	101	63	525.5	5.2	8.3	
ブルドーザ	M S 180 U H 07 D60 P D60 P① D60 P② D50 P D50 P (レーキ) D8	7/ 9~ 7/27	19	8	61.5	3.2	7.7	{ロック法面整形 {インタセプターま き出し 土取場, まき出し ランダムまき出し {ランダムまき出し 堤体掘削 {タンピング, コア まき出し {スカリファイ, 土 取場 土取場, ロックま き出し転圧
		5/25~12/13	203	162	1223.5	6.0	7.6	
		4/19~10/23	188	71	560	3.0	7.9	
		4/22~ 9/28	160	91	708	4.4	7.8	
		※ 5/19~10/ 7	74	55	459.5	6.2	8.4	
		5/23~ 9/19	120	67	574	4.8	8.6	
振動ローラ	BW200 (ボマーク) SP54 (バックマスタ)	5/24~ 9/16	116	37	317	2.7	8.6	土取場, ロックま き出し転圧
		5/14~10/24	164	144	109.8	6.7	7.6	
4/ 1~ 3/31	365	68	313.5	0.9	4.6	4.6	5.1	
								4/ 1~ 3/31
S56 ショベル	980 B 980 C	5/10~ 8/28	111	68	418.7	3.8	6.2	土取場積込 "
		5/16~ 8/ 1	78	41	307.0	3.9	7.5	
トラクタショベル	966 B S 3 F	※ 9/ 2~11/12	28	9	32.5	1.2	3.6	"
		9/24~ 9/25	2	2	13.5	6.8	6.8	
バックホー	U H 07 M S 280	※ 4/16~11/11	193	149	1172.5	6.1	7.9	ロック法面整形 堤体掘削
		4/24~ 5/29	26	16	105	4.0	6.6	
ブルドーザ	250 H D D30 D60 P① D60 P② D60 P (レーキ)	4/29~ 5/ 1	3	2	12	4.0	6.0	コア, ランダムま き出し {タンピング, コア まき出し {ランダム, スカリ ファイ, 土取場タ ンピング
		5/ 4~ 5/ 5	2	2	16	8.0	8.0	
		※ 4/27~11/11	92	56	430.7	4.7	7.7	
		5/10~ 9/23	137	79	536.5	3.7	6.8	
6/ 8~ 7/29	52	25	205.5	4.0	8.2			

機 種	規 格	在 場 期 間	在 場 日 数	運 転 日 数	運 転 時 間	使用日当りの運轉時	運轉日当りの運轉時	主たる作業
			日	日	hr	hr	hr	
振動ローラ	D155A	5/11～7/28	79	46	419.2	5.3	9.1	ロックまき出し
	BW200 (ボマーク)	4/1～7/31	122	37	248.0	2.0	6.7	
	SP54 (バックマスタ)	4/1～7/31	122	36	234.5	1.9	6.5	

(注) ※は在場期間中に入出のあったもの。

全体転圧作業時間を前記2機種の設計作業能力で分けると次の比率で稼働する。

$$\text{振動ローラ} = \left(1 - \frac{121.2}{290.3 + 121.2}\right) \div 0.70$$

$$\text{タンピング} = \left(1 - \frac{290.3}{290.3 + 121.2}\right) \div 0.30$$

52年度コアの振動ローラを例にとれば表-11より

$$Q = 23,260 \div (275.7 \times 0.70)$$

$$= 84.4 \div 0.70 = 120.5 \text{ m}^3/\text{hr}$$

即ち簡単に表-12のコア①欄の実績作業量を0.70、0.30で除したものがコア合成作業の振動ローラ、タンピングローラの実績能力となる。表-14のコア合成欄の作業効率Eは両機種ともほとんど1.0となり理論能力と一致している。このような作業効率は短期的な瞬間能力としては可能であるが長期的には不可能であるので、コア①欄の効率が実情を反映しているものと見て差しつかえないと理解出来る。

機械施工歩掛り表と実績転圧歩掛りを対比すると、ボマーク、バックマスタとも作業効率は良好を示し、タンピングローラはブルドーザー単独転圧の場合の不良より相当悪い効率となっている。

(3) ロックまき出し転圧

ロック材は河床石総約33万 m^3 、砕石約8.5万 m^3 を使用した。砕石は上流ロックゾーンの外側部に主として使用するともに下流ロックゾーンのリップラップ材として用いた。まき出し厚さは1.0m以内とし、まき出し転圧は32t級ブルドーザーで実施した。まき出しは

$$Q_1 = 60 \times q \times f \times E / \text{cm} \quad \text{転圧は}$$

$Q_0 = 60 \times V \times W \times D \times E / N$ まきだし転圧の合成作業能力は

$$Q = \frac{Q_1 \times Q_2}{Q_1 + Q_2} \text{ として求めた。}$$

Q_1 : 運轉時間当り作業量 (m^3/hr)

q : 1サイクル当りまき出し量 (4.963)

C_m : サイクルタイム ($L=10\text{m}$ $C_m=0.59$)

f : 砂利を採用 (1.0)

Q_2 : m^3/hr

$$V: 58.3\text{m}/\text{分} \div 3.5\text{km}/\text{hr}$$

$$W: 32\text{tプル} (0.9\text{m})$$

$$N: 6 \text{ 回}$$

$$D: \text{仕上り厚さ} (f=1.20 \text{ はぼ実績} 1/1.20=0.83\text{m})$$

$$Q_2 = 60 \times 58.3 \times 0.9 \times 0.83 \times 1.0/6$$

$$= 435.5 \text{ m}^3/\text{hr}$$

※ まき出し率を考えた場合の作業効率のとり方

一般にロック材のように厚いまき出しの場合は図-2のような考え方を採用してまき出し対象量を算定している。当ダムではまき出し厚1.0mで35%を対象として、まき出し設計能力を計算している。この場合注意しなければならないのが作業係数Eのとり方である。

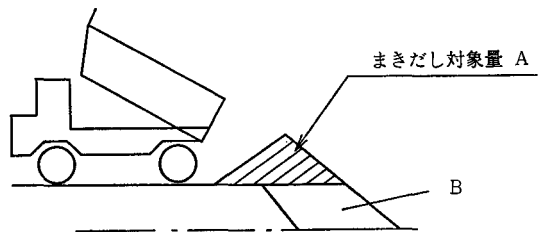


図-2 まきだし対象土量

通常作業効率Eは「普通」のランクを採用しているのが多く、当ダムでも「普通」ランクを採用していた。

あるべき作業効率は{採用したい効率(一般に普通)}×まき出し率としなければならない。逆の説明方法としては図-2のAをまき出すと考えれば、その作業能力は理論能力を越えることは出来ない。即ち表-16の⑦列の能力で具体的に説明すれば

$$1,442 \text{ m}^3 \times 0.35 \text{ (まき出し率)} = 504.7 \text{ m}^3 \text{ となる。}$$

なお、歩掛り調査では図-2のダンプ量(A+B)で算出していることからまき出し率を考慮して作業能力を算定する場合にはEについて $\frac{A}{A+B}$ を乗じて補正することの必要性がよく理解出来る。

ロック材のまき出し転圧関係をまとめたのが表-15である。作業効率についてまとめたのが表-16, 17である。

表-10 浪岡ダム工事盛立実稼働時間集計表(まき出し転圧時間)

月		S 51	S 52			S 53			S 54			S 55			S 56			備 考		
		ランダム	コア	ランダム	インタセプタ	コア	ランダム	インタセプタ	コア	ランダム	インタセプタ	コア	ランダム	インタセプタ	コア	ランダム	インタセプタ			
5	施工日数 まき出し転圧 盛土量	hr 6 56 m³	6 56 2,900	1 4 1,000		12 76 3,700	15 129.30 18,820	3 11 500	10 92.30 5,500	9 110 12,800	3 15.30 900	10 72 4,400	10 95 9,600	9 50 1,100	10 90.30 7,600	9 80.30 9,100	5 20 1,800	◎ランダムに水平ドレーンを含む ◎S55, 10月及びS56はブランケットのみ ◎S55, 9月は, 本堤とブランケット ◎S55 7, 9月ランダムはコアーと同時施工 コア インタセプタ ※8+8 ※5+4 ※72+55 ※26+1,730		
6	施工日数 まき出し転圧 盛土量		13 85.40 5,300	21 192.50 22,320	11 57.30 800	8 80 4,300	9 105.10 20,200	1 7.30 400	14 129 7,300	14 172.30 14,250	14 74 1,600	12 105.30 4,900	11 92.30 6,500	9 58.30 1,900	10 100 5,900	10 89.30 9,800	8 26 2,000	◎S56, インプセプタは重機日報より拾出し ◎まき出し転圧時間は実作業である (複数台の機械投入により施工しても延時ではない)		
7	施工日数 まき出し転圧 盛土量		13 64.40 3,600	17 178.40 21,600	13 33.30 400	16 136 10,200	21 223 38,820	13 60.30 2,000	16 127.30 7,400	16 172.30 22,300	14 87 2,200	6 51 2,200		5 37 1,200	17 153 9,180	17 158 12,660	13 51 3,480	◎S56, インプセプタは重機日報より拾出し ◎まき出し転圧時間は実作業である (複数台の機械投入により施工しても延時ではない)		
8	施工日数 まき出し転圧 盛土量	3 19.30 2,100	11 75 5,100	13 172.30 23,200	7 22 400	17 160.30 7,500	19 219.30 30,690	13 48.30 1,400	15 134.30 9,400	15 173 24,200	14 52.30 2,700	11 76 2,400		8 43.30 1,300				◎S56, インプセプタは重機日報より拾出し ◎まき出し転圧時間は実作業である (複数台の機械投入により施工しても延時ではない)		
9	施工日数 まき出し転圧 盛土量	4 30.30 2,050	12 85.20 5,300	15 149.20 25,600	6 21.30 810	7 70.30 2,390	7 85 14,350	6 23 430	6 43.30 2,010	6 65.30 7,050	5 14.30 730	※16 ※127 8,030		※9 ※43.30 1,940				◎まき出し転圧時間は実作業である (複数台の機械投入により施工しても延時ではない)		
10	施工日数 まき出し転圧 盛土量	7 58 1,060	2 15.30 6,840	4 50.30 6,840	2 4.30 350							13 71.30 6,580		12 45.30 1,570				◎まき出し転圧時間は実作業である (複数台の機械投入により施工しても延時ではない)		
計	施工日数 まき出し転圧 盛土量	7 50 4,150	57 382.10 23,260	71 747.50 100,560	39 139 2,750	60 523 28,090	71 762.10 122,880	36 150.36 4,730	61 527 31,610	60 693.30 80,600	50 243.30 8,130	68 503 28,510	21 187.30 17,070	52 278 9,010	37 343.36 22,680	36 328 31,560	26 97 7,280	283日 2278°40' 134,150m³	266日 2769° 356,820m³	203日 978° 31,900m³
	時間/日 M³/日 M³/時間	7.1 592.9 84.3	6.7 408.1 60.9	10.5 1416.3 134.5	3.6 70.5 19.8	8.7 468.2 53.7	10.7 1730.7 161.2	4.2 131.4 31.4	8.6 518.2 60.0	11.6 1343.3 116.2	4.9 162.6 334	7.4 419.3 56.7	8.9 812.9 91.0	5.3 173.3 32.4	9.3 613.0 66.0	9.1 876.7 96.2	3.7 280 75.1	8.1 474 58.9	10.4 1341.4 128.7	4.8 157.1 32.6

表-11 浪岡ダム工事盛立実稼働時間集計表

(単位：時間分)

月	工種	S51	S 52			S 53			S 54			S 55			S 56			備考		
		ランダム	コア	ランダム	インタセプタ	コア	ランダム	インタセプタ	コア	ランダム	インタセプタ	コア	ランダム	インタセプタ	コア	ランダム	インタセプタ			
5	施工日数		6	1		12	15	3	10	9	3	10	10	9	10	9				◎ランダムに水平ドレン含む ◎S55, 10月S56はブランケット S55, 9月は本堤及びブランケット 8+8 5+4 64+46.30 15+12.30 47+31.00 20+18.30
	まき出し		51	6		49	87.30	11.30	81.30	94.30	12	58	78.40	19.30	83	74				
	転圧		37.30	11		33.30	71.30	8	63.30	75	11.30	43	54.30	39	67.30	60				
6	施工日数		13	21	11	8	9	1	14	14	14	12	11	9	10	10				◎作業時間は、実作業時間である。(複数台の機械投入により施工しても延時間ではない。)
	まき出し		79.10	209.30	39	68.30	83		113	145	56	94.30	70	24.30	90	78.30				
	転圧		59.10	174.20	38	56	62.40	6.30	92	115.30	53	71	57.30	49	72	63				
7	施工日数		13	17	13	16	21	13	16	16	14	6		5	17	17				◎作業時間は、実作業時間である。(複数台の機械投入により施工しても延時間ではない。)
	まき出し		52.10	154.30	22.30	112.30	179	46	111.30	141	18.30	44.30		19	137	143				
	転圧		39.30	123.30	23.30	96.30	146.30	45	87.30	103	32	30		31	108.30	111.30				
8	施工日数	3	11	13	7	17	19	13	15	15	14	11		8						◎作業時間は、実作業時間である。(複数台の機械投入により施工しても延時間ではない。)
	まき出し	18	56	153	16	127.30	161	25.30	120.30	143.30	25	65		28						
	転圧	13.30	64.30	115	15	116.30	143.30	28.30	92.30	112.30	31.30	44.30		36						
9	施工日数	4	12	15	6	7	7	6	6	6	5 ※	16		※9						◎作業時間は、実作業時間である。(複数台の機械投入により施工しても延時間ではない。)
	まき出し	30	70.20	126.10	12	55.30	63	10	34.30	55.30	8 ※	110.30		※27.30						
	転圧	13.30	63.30	110.30	14.30	46.30	50	11	27	44	11.30	※78		※38.30						
10	施工日数		2	4	2							13		12						◎作業時間は、実作業時間である。(複数台の機械投入により施工しても延時間ではない。)
	まき出し		14.30	40.30	3							58.30		28.30						
	転圧		11.30	34.30	2							47		34.30						
計	施工日数	7	57	71	39	60	71	36	61	60	50	68	21	52	37	36				◎作業時間は、実作業時間である。(複数台の機械投入により施工しても延時間ではない。)
	まき出し	48	323.10	689.40	92.30	413	573.30	93	461	579.30	119.30	431	148.40	147	310	295.30				
	転圧	27	275.40	569.20	93	349	474.10	99	362.30	450	139.30	313.30	112	228	248	234.30				
盛立量 M³	盛立量 M³	4,150	23,260	100,560	2,750	28,090	122,880	4,730	31,610	80,600	8,130	28,510	17,070	9,010	22,680	31,560	(7,280)	134,150m³	356,820m³	24,620m³
	まき出し M³/時	86.5	72.0	145.8	29.7	68.0	214.3	50.9	68.6	139.1	68.0	66.1	114.8	61.3	73.2	106.8		69.2	152.8	54.5
	転圧 M³/時	153.7	84.4	176.6	29.6	80.5	259.1	47.8	87.4	179.1	58.3	90.9	152.4	39.5	91.5	129.6		86.6	192.5	44.0

表-12 コア, ランダム材投入機械

ゾ ー ン	工 種	52 年	53 年	54 年	55 年	56 年
コ ア	まき出し	D60P D30P	D60P D30P	D50P D30P	D50P	D60P
	タンピング 振動ローラ	D60P BW200	D60P BW200	D50P BW200	D50P BW200	D60P BW200
ランダム	まきだし 転 圧	D60P1.5台 SP54 (BW200)	D60P2台 SP54 (BW200)	D60P1.5台 SP54	D60P1.5台 SP54	D60P SP54

(注) D30Pはコア岩着部附近のまき出し
ランダムBWは補助

表-13 まき出し作業効率

工 種	規 格	D		設 計		S51年実績		S52年実績		
		D 値	まき出し厚	Q(m ³ /hr)	E	Q(m ³ /hr)	E	Q(m ³ /hr)	E	
コ ア	13P	0.14	0.20	95.4	1.0					
	16P	0.14	0.20	106.8	1.0			72.0	0.67	
ランダム	16P	0.22	0.30	116.4	1.0	86.5	0.73	145.8/2	0.63	
種 工	S53年実績		S54年実績		S55年実績		S56年実績		平 均	
	Q(m ³ /hr)	E	Q(m ³ /hr)	E	Q(m ³ /hr)	E	Q(m ³ /hr)	E	Q(m ³ /hr)	E
コ ア			68.6	0.72	66.1	0.69			67.4	0.71
	68.0	0.64					73.2	0.68	71.1	0.67
ランダム	214.3/2	0.92	139.1/1.5	0.80	114.8/1.5	0.66	106.8	0.92	90.6	0.78

(注) 平均は単純平均

表-15 ロック材まき出し転圧総括表 (32tクラスブルドーザ)

月		S52ロック	S53ロック	S54ロック	S55ロック	S56ロック	備 考
4	施工日数	1	—	12	—		
	時 間	7		105.30			
	盛 立 量	600		9,700			
5	施工日数	12	23	23	16	8	
	時 間	111.30	164	189	100	33.30	
	盛 立 量	9,890	11,200	26,200	9,100	4,800	
6	施工日数	11	23	19	27	13	
	時 間	77	170.30	154.30	208	57	
	盛 立 量	8,500	12,700	24,330	13,300	9,100	
7	施工日数	15	25	26	29	7	
	時 間	120.30	204.30	217	228.30	32.30	
	盛 立 量	11,600	17,200	23,310	18,460	9,800	
8	施工日数	17	19	24	25	—	
	時 間	132	133	192	162		
	盛 立 量	16,100	5,760	18,400	12,800	3,400	

月		S52ロック	S53ロック	S54ロック	S55ロック	S56ロック	備 考
9	施工日数	19	26	23	26		
	時 間	151	169	188	140.30	—	
	盛 立 量	15,400	12,600	13,240	10,550	1,290	
10	施工日数	19	28	23	17		
	時 間	141	204.30	135.30	93.30		
	盛 立 量	19,900	12,900	12,780	6,940		
11	施工日数	15	26	1	—		
	時 間	104	193.30	2	510		
	盛 立 量	15,790	14,800	230			
12	施工日数	4	12	—	—		
	時 間	20	93		340		
	盛 立 量	230	1,580				
計	施工日数	113	182	151	140	28	614
	時 間	864	1,332	1,183.30	932.30	123	4,435
	盛 立 量	98,010	88,740	128,190	72,000	28,390	415,330
時間当り能力		113.4	66.6	108.3	77.2	※192.7	93.6

(注) 55年11, 12月は主としてリップラップでバックホ施工, 56年8, 9月は主として不陸整形リップラップでバックホ施工

表-14 土の締め固め作業効率

工 種	規 格	V		D		N	設 計		S51年度実績		S52年実績	
		(m/min)	60V	まき出し 出厚	D		(回)	Q (m ³ /hr)	E	Q (m ³ /hr)	E	Q (m ³ /hr)
ランダム	BW200	33	1980	0.3	0.22	6	123.4	1.0			()	
	SP54	66	3960	0.3	0.22	6	261.4	1.0	153.7	0.59	176.6	0.68
コア①	BW200	33	1980	0.20	0.144	4	121.2	1.0			84.4	0.70
	タンピング	64	3840	0.20	0.144	4	290.3	1.0			84.4	0.29
コア合成	BW200						121.2	1.0			120.5	0.99
	タンピング						290.3	1.0			281.6	0.97
工 種	S53年実績		S54年実績		S55年実績		S56年実績		平 均		備 考	
	Q (m ³ /hr)	E	Q (m ³ /hr)	E	Q (m ³ /hr)	E	Q (m ³ /hr)	E	Q	E		
ランダム	()										53除く	
	259.1	0.99	179.1	0.69	152.4	0.58	129.6	0.50	169.5	0.65		
コア①	80.5	0.66	87.4	0.72	90.9	0.75	91.5	0.75	86.6	0.71		
	80.5	0.28	87.4	0.30	90.9	0.31	91.5	0.32	86.6	0.30		
コア合成	115	0.95	124.5	1.03	122.9	1.07	130.6	1.08	123.7	1.02		
	268.3	0.92	290.5	1.00	303.3	1.04	304.8	1.05	288.7	0.99		

(注) 52, 53年ランダム施工はBWで一部応援している。特に53年はコア盛立高さとの関係で4日に1度位の割合であった。

表-16 ロックまき出し転圧能力

1 サイクル当 まき出し量	土量換算 係数 f	作業効率 E	まき出し率 C	60 gf/c	サイクルタ イム Cm	時間当りま き出し作業 量 Q ₁	ブル転圧作 業量 Q ₂	時間当り合 成作業量 Q
①	②	③	④	⑤	⑥	⑦=⑤/⑥	⑨	⑩=⑦×⑧/ ⑦+⑨
m ³								
4,963	1.0	1.0	0.35	850.8	0.59	1442	435.5	334.5
4,963	1.0	1.0	1.00	297.8	0.59	504.7	435.5	233.7

表-17 ロックまき出し転圧作業効率

工 種	設 計		S51年度実績		S52年実績		S53年実績	
	Q(m ³ /hr)	E	Q(m ³ /hr)	E	Q(m ³ /hr)	E	Q(m ³ /hr)	E
まき出し率 35%	334.5	1.0			113.4	0.34	66.6	0.20
まき出し率 100%	233.7	1.0			113.4	0.48	66.6	0.28

工 種	S54年実績		S55年実績		S56年実績		計	
	Q(m ³ /hr)	E	Q(m ³ /hr)	E	Q(m ³ /hr)	E	Q	E
まき出し率 35%	108.3	0.33	77.2	0.23	192.7	0.58	93.6	0.29
まき出し率 100%	108.3	0.46	77.2	0.33	192.7	0.82	93.6	0.40

4. おわりに

浪岡ダムの盛立施工経過と長期間にわたる資料の整理分析からマクロ的な作業効率を論じたが、同種タイプの

ダムの積算に参考になれば幸いである。

膨大な重機日報、盛立日報の収集整理は主として菊地久男技官に担当してもらったものであり協力を深く感謝します。

農業用ダム水温調査について

北 島 春千代*

目 次

1. まえがき……………(32)	6. 水温分布の時間的変化……………(41)
2. 調査概要……………(32)	7. 取水設備呑口部の流速及び水温分布……………(42)
3. 貯水池内鉛直水温分布……………(34)	8. 貯水池湛水後の水管理……………(43)
4. 表層水温 放流水温と気象状況……………(38)	9. 水田内の平面的水温分布……………(43)
5. 水位低下速度に伴う躍層深の変化……………(40)	10. あとがき……………(44)

1. まえがき

今日まで北海道内に建設された農業用ダムは64で、現在建設中のダムは26、計画中のもの14となっており、今後も畑地かんがいを含めた農業用ダムは数多く予定される。

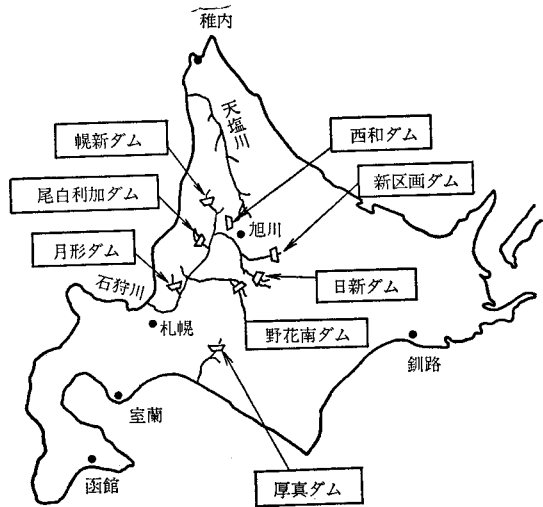
農業用ダム温水取水設備の設計にあたり、第1に考えねばならないことは「貯水池内の鉛直水温分布の予測」で、この予測を如何に適正に行うかが設備規模を左右することになる。

貯水池の鉛直水温分布は、ダム設置地点の地理的条件、気象条件、貯水池規模及び水管理方法などにより複雑に変化するものであることは衆知の事実となっているが、このような状況をふまえて今後、取水設備の設計に対する基本的な考え方をまとめることを目的として、北海道内の既設ダムにおいて、昭和54、55年の2カ年調査を行なうと共に過去の資料をも参考に取りまとめたものである。

2. 調査概要

(1) 調査対象ダム

調査対象のダムとして、昭和54年は厚真ダム、野花南



図一 測定ダム地点

ダム、日新ダム、西和ダム、尾白利加ダム及び、月形ダムの6カ所とし、55年の調査は新区画ダム及び、幌新ダムを加え、西和ダムを除いた7カ所とした。

なお、各ダムの諸元及び、貯水池の形状については、表一、表二のとおりである。

表一 ダム 諸 元

名称 諸元	厚真ダム	野花南ダム	日新ダム	西和ダム	尾白利加 ダ ム	月形ダム	新区画ダム	幌新ダム
所在地	勇払郡	芦別市	空知郡	上川郡	雨竜郡	樺戸郡	空知郡	雨竜郡
流域面積	52km ²	30km ²	20.3km ²	5.7km ²	87km ²	32.3km ²	43.6km ²	12.3km ²
湛水面積	0.93km ²	0.36km ²	0.42km ²	0.25km ²	1.16km ²	0.43km ²	0.455km ²	0.63km ²
総貯水量	10,080千m ³	4,640千m ³	4,500千m ³	1,162千m ³	10,979千m ³	4,834千m ³	5,600千m ³	5,700千m ³
有効貯水量	9,523千m ³	4,100千m ³	4,133千m ³	1,162千m ³	10,126千m ³	4,230千m ³	5,223千m ³	5,438千m ³
洪水位	E L126.52	E L193.0	E L308.8	E L184.1	E L153.21	E L110.5	E L292.44	E L104.82
満水位	E L124.70	E L191.2	E L307.8	E L183.1	E L151.10	E L109.2	E L291.60	E L104.67
低水位	E L104.70	E L172.2	E L291.2	E L174.8	E L135.00	E L 94.6	E L271.10	E L 86.60
最大取水量	4.34m ³ /s	1.74m ³ /s	1.84m ³ /s	0.477m ³ /s	7.637m ³ /s	1.955m ³ /s	3.084m ³ /s	2.594m ³ /s

* 北海道開発局農業水産部土地改良課

(2) 測定項目及び測定位置

1) 貯水池鉛直水温分布

水平方向の測定カ所は、取水塔から流入方向に対し、スクリーン 前面より 1 m, 5 m, 10 m, 20 m, 40 m, 100 m の各位置とし、鉛直方向は、水深 1 m までは 25 cm, 1 m から 6 m までは 50 cm, 6 m 以下は 1 m 間隔とした。(図-2)

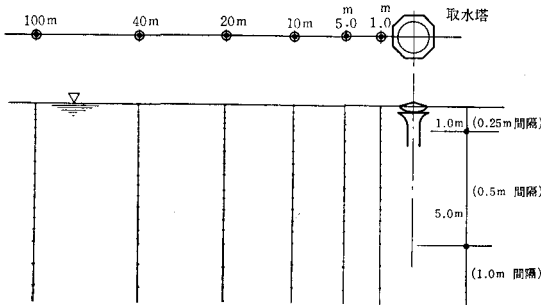


図-2 測定位置

2) 源流量

貯水池背水の影響が及ばない位置で、流入河川源流量を測定。

3) 取水設備の呑口部先端の水温及び流量分布

取水盤先端の位置において円周 4 カ所、鉛直方向は、10 cm 間隔に測定。

4) 放流水温

放流水温は、ダム直下 (トンネル出口) 及び水口部において測定。

5) 気象状況

気温、風向、風速を堤体中央に機器を設置し測定、合せて天候、雲量についても記録。

6) 水田内の水平方向水温分布

水口部を起点として、水田内約 10 m × 10 m (100 m²) を図-3 の位置において水温を測定。

(3) 測定日程及び気象状況等

各ダムの測定日程、水位、取水量及び気象状況を表-3 (54年), 表-4 (55年) に示す。

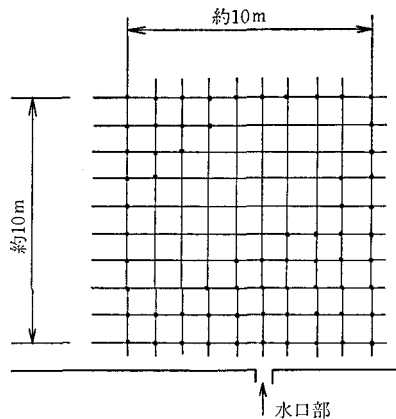
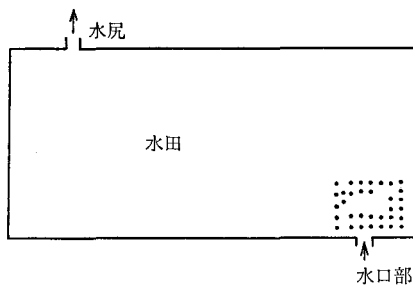


図-3 水田水温測定位置

表-2 昭和 54 年

	回数	測定日	取水量	貯水池水位	気象状況	その他
厚真ダム	第 1 回	6月21日	4.34m ³ /s	E L121.9	雨のち曇	
	2	7月2日	4.34	E L121.5	曇のち雨	
	3	7月26日	2.0	E L117.6	曇	
野花南ダム	1	6月24日	1.74	E L190.6	晴午後風強し	
	2	7月4日	1.74	E L190.1	曇時々小雨	
	3	7月28日	1.74	E L189.1	曇時々晴	
日新ダム	1	6月25日	1.7	E L306.3	曇	
	2	7月5日	1.7	E L305.0	曇	
	3	7月27日	1.7	E L300.0	曇	
西ダム	1	6月27日	0.15	E L183.5	曇時々雨	
	2	7月6日	0.16	E L182.2	晴	

	回数	測定日	取水量	貯水池水位	気象状況	その他
尾白利加ム	1	6月29日	4.0	E L 151.5	曇のち晴	越流量多し 越流量あり
	2	7月7日	4.5	E L 151.5	晴	
	3	7月29日	4.7	E L 145.0	曇	
月ダ 形ム	1	7月30日	1.3	E L 104.5	曇	

表-3 昭和 55 年

	回数	測定日	取水量	貯水池水位	気象状況	その他
厚真 ダム	第 1 回	6月24日	2.5m ³ /s	E L 123.70	曇一時雨	
	2	7月14日	2.5	E L 120.20	晴時々曇	
	3	7月15日	2.5	E L 119.70	曇	
	4	7月16日	2.5	E L 119.30	小雨のち曇	
	5	8月27日	4.3	E L 111.70	晴のち曇	
野花 南 ダム	1	6月22日	0.675	E L 189.63	晴	
	2	7月10日	0.78	E L 187.46	曇	
	3	7月11日	0.78	E L 187.29	晴のち曇	
	4	7月12日	0.735	E L 187.22	曇一時雨	
	5	8月23日	0.30	E L 183.40	曇	
尾白利加 ダム	1	6月20日	3.8	E L 151.55	晴	越流量あり
	2	7月6日	4.5	E L 150.15	曇	
	3	7月7日	4.5	E L 149.96	晴	
	4	7月8日	4.5	E L 149.74	曇時々晴	
	5	8月21日	4.0	E L 138.91	曇	
日 新 ダム	1	6月29日	1.325	E L 305.43	曇	
	2	7月20日	1.325	E L 302.51	曇	
	3	8月26日	1.205	E L 294.44	晴	
月ダ 形ム	1	6月26日	1.25	E L 108.96	曇	
	2	7月18日	1.633	E L 105.14	曇一時晴	
新 区 画 ダ ム	1	6月28日	0.28	E L 290.91	晴のち曇	
	2	7月21日	0.643	E L 288.23	曇	
	3	8月25日	1.246	E L 273.82	曇	
幌 新 ダ ム	1	6月27日	0.602	E L 102.49	晴のち曇	
	2	7月19日	1.76	E L 98.91	小雨	
	3	8月22日	0.712	E L 91.34	晴	

3. 貯水池内鉛直水温分布

取水設備の規模を決める条件として、取水量、取水温及び鉛直水温分布が支配的要因となる。この要因の一つである鉛直水温分布の予測がダムを計画する場合必要となる。

調査結果からも水温分布は、各種外的要因により変化するものであり、定量的にそれを予測することは困難であるが、本調査データから水温分布を予測の一つの目安としたい。

(1) 表層水温と下層水温

貯水池では、湛水完了直後表層と下層の水温差はほとんどないが、時間の経過と共に太陽エネルギーにより、表層が温められ躍層の形成へと進展していくことになる。一般に取水開始時期には躍層も完全に形づけられる。

通常表層水は、特殊な条件下にあると思われるものを除いて、18°C～22°Cの範囲になっている。(図-5～16参照)

下層水温についても同様にグラフから7°C～10°C程

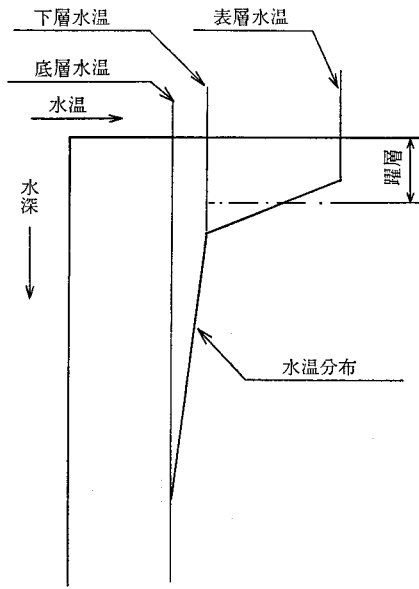


図-4

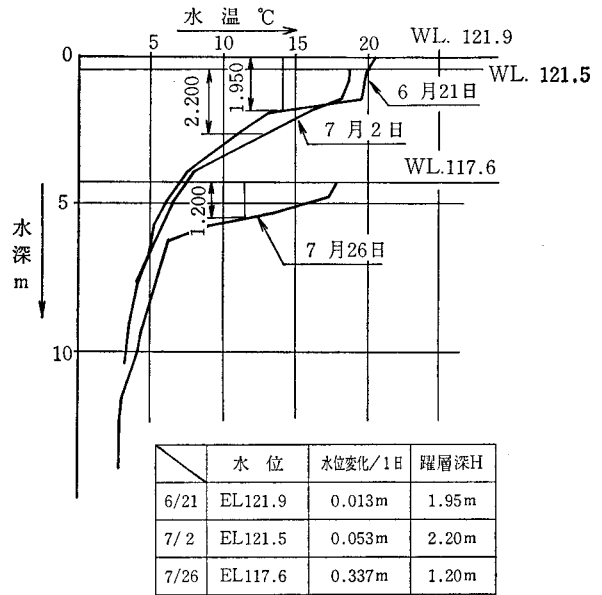


図-5 厚真ダム水温分布 (S54年)

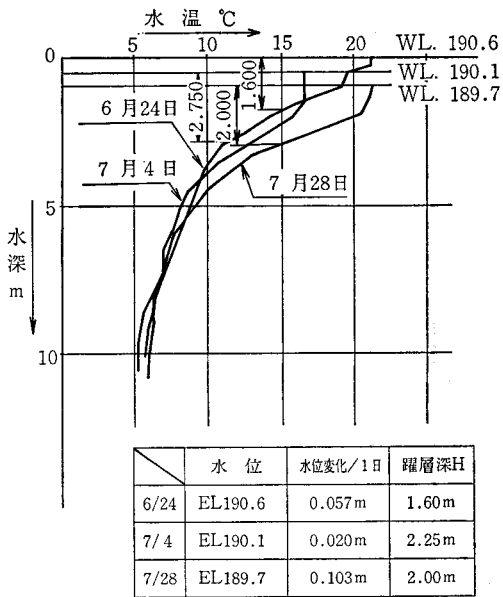


図6 野花南ダム水温分布 (S54年)

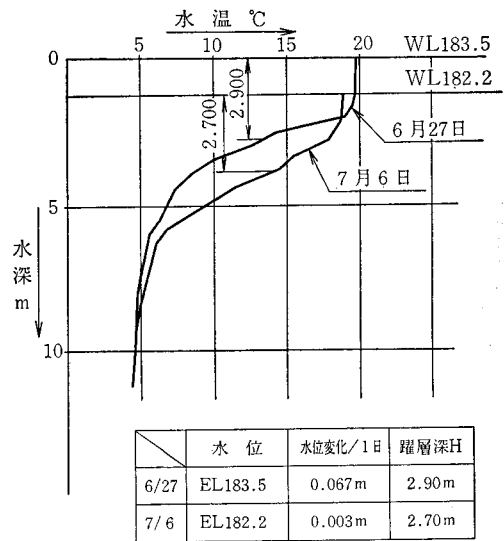


図-7 西和ダム水温分布 (S54年)

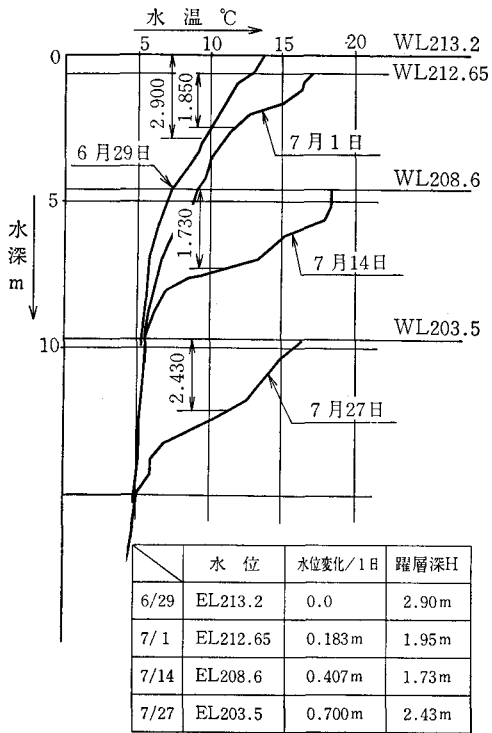


図-8 恵岱別ダム水温分布 (S46年)

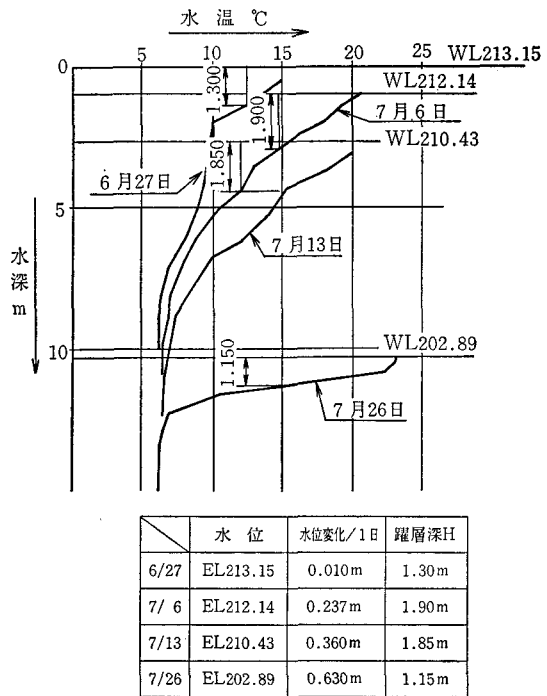


図-9 恵岱別ダム水温分布 (S47年)

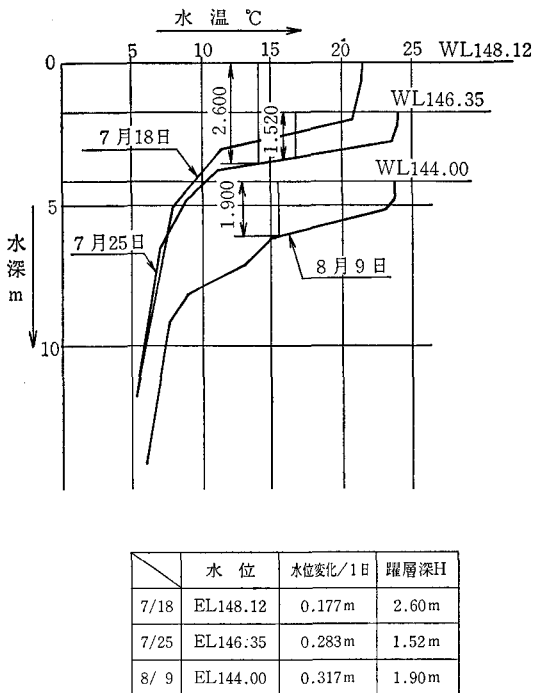


図-10 尾白利加ダム水温分布 (S47年)

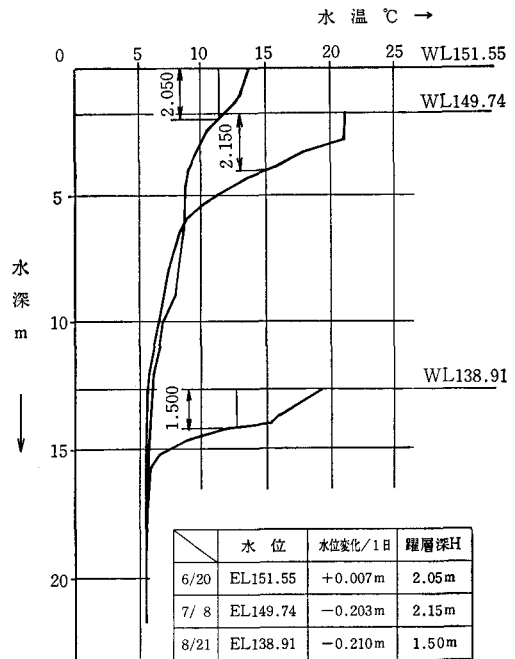


図-11 尾白利加ダム (S55年)

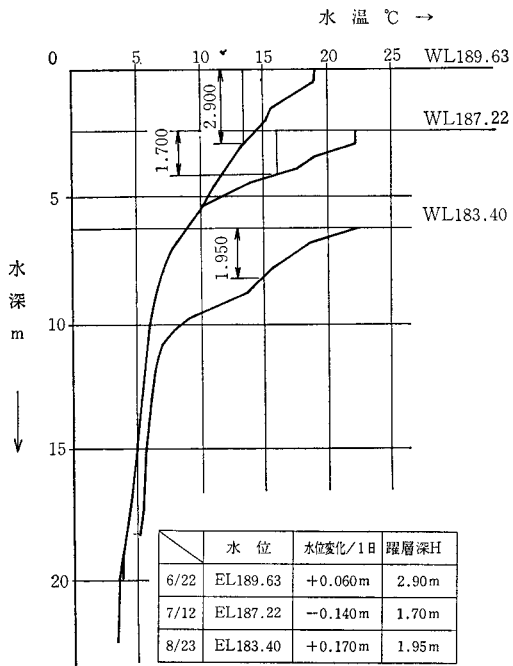


図-12 野花南ダム (S55年)

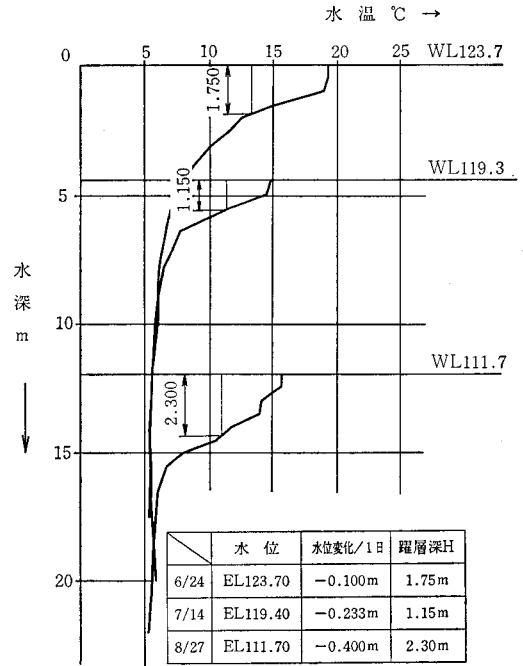


図-13 厚真ダム (S55年)

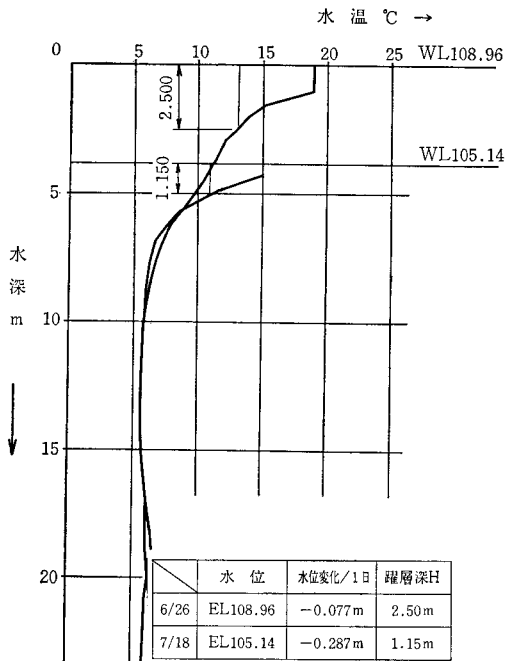


図-14 月形ダム (S55年)

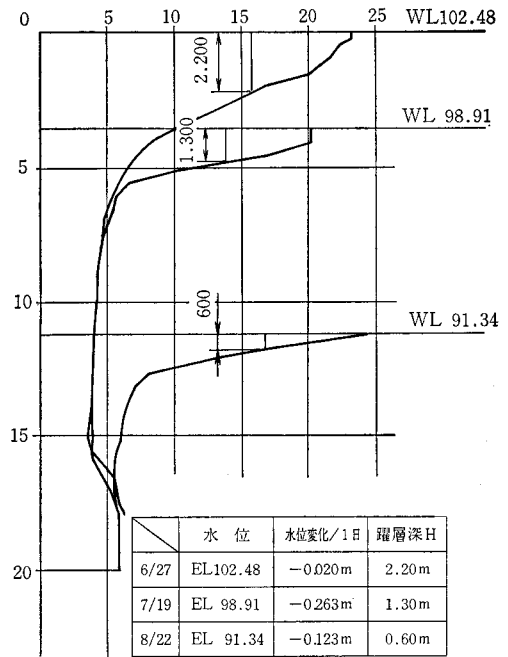


図-15 幌新ダム (S55年)

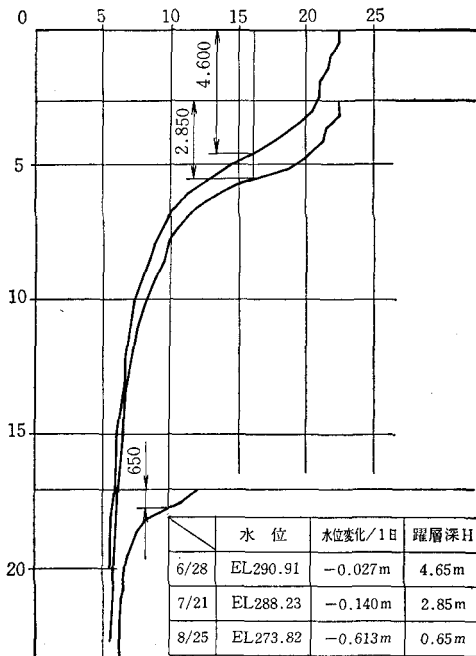


図-16 新区画ダム (S55年)

度であることがわかる。

(2) 躍層の形成

春先に貯水された融雪水は、太陽エネルギーにより躍層が形成されるが、気象状況、流入量、流入水温及び取水量などによりかなり変化することがみられる。

図-5から図-16により躍層の深さは1.5m~2.5mの間にあり、各ダムの特殊性により異なる。

(3) 水温分布の予測

以上の如く

- 表層水温 18°C~22°C
- 下層水温 7°C~10°C
- 躍層 1.5m~2.5m

となる。

上記の値を参考とし各地域性などを加味し、一定の水温分布を決めることになるが、

その特殊性として、①気象状況、②貯水池の規模、③水管理の方法等が考えられる。

4. 表層水温、放流水温と気象状況

(1) 気温と表層水温

気温の変化と共に表層水温も変るものであるが、これは長時間的にみた場合のことで図-17から図-22からも気温の変化は水温に敏感に追従しない。

図-20厚真ダム (55-7-15) では、時刻13:00以降気温の変化に伴って表層水温も急激に低下している。これはV=1.5~2.5m/sの西風が連続して吹いており、図-22野花南ダム (55-7-11) においても同様に10:00

水位 EL.151.55

取水量 3.8m³/s

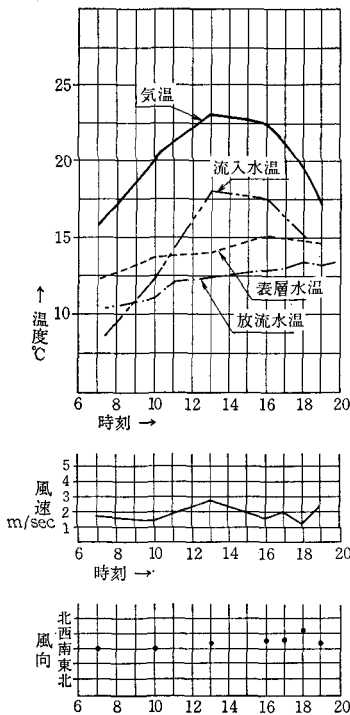


図-17

水位 EL.149.74

取水量 4.5m³/s

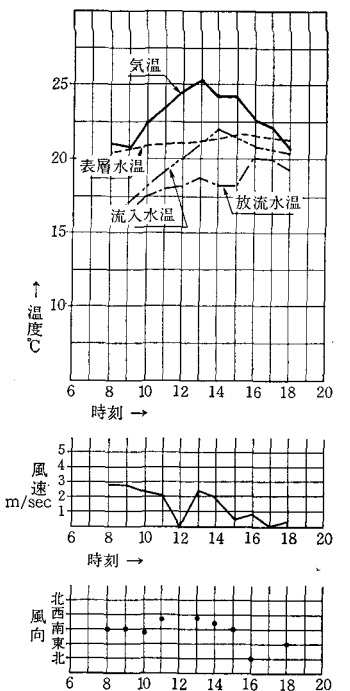


図-18

水位 EL. 123.70

取水量 2.5m³/s

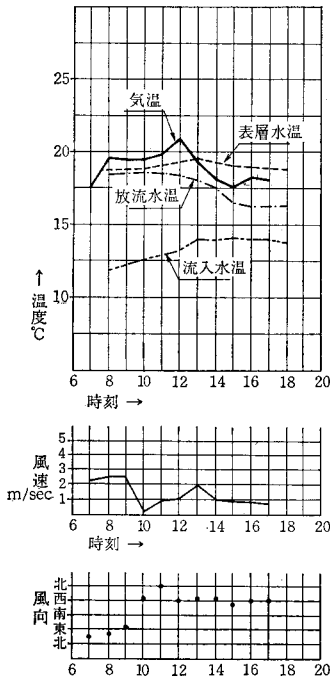


図-19

水位 EL.119.70

取水量 2.5m³/s

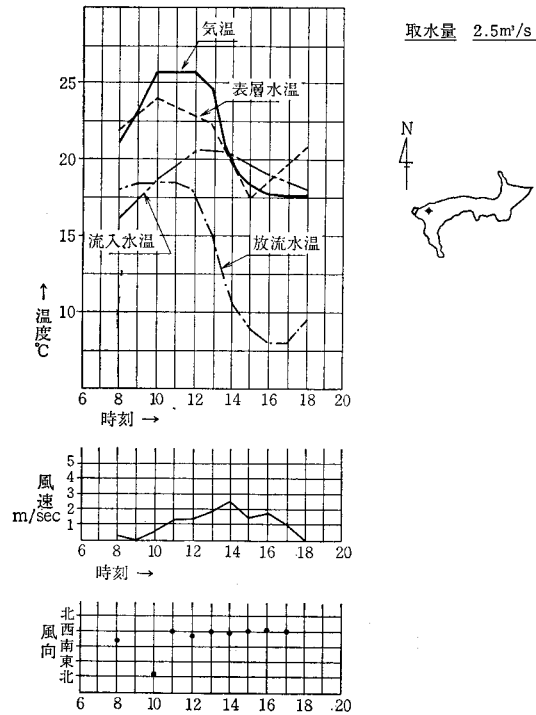


図-20

水位 EL.189.63

取水量 0.67m³/s

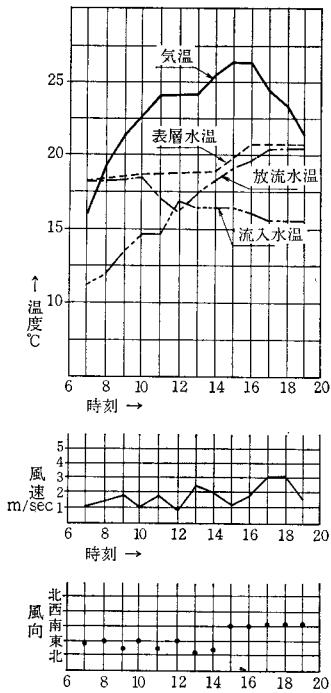


図-21

水位 EL.187.29

取水量 0.78m³/s

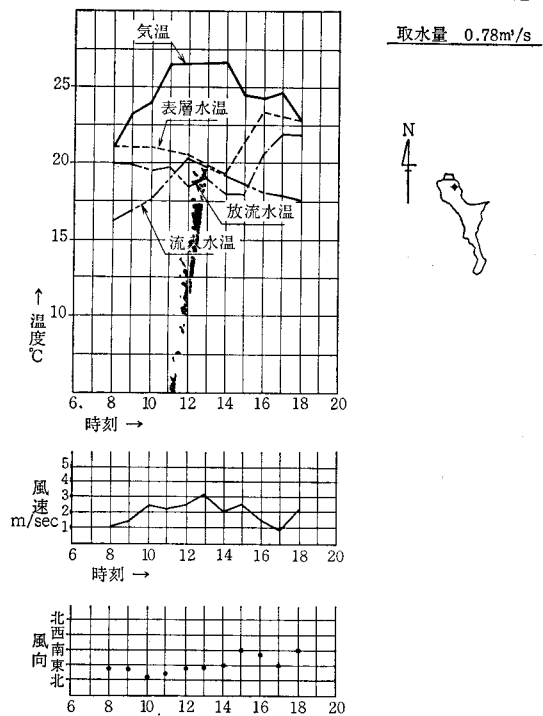


図-22

～15:00の間、 $V=2.0\sim 2.5\text{m/s}$ の東風が連続的に吹いていたためと思われる。

風の影響がなければ多少気温の低下があっても表層の水温は徐々に上昇するか、又は同じ温度を保持している。

(2) 風と放流水温

風が放流水温に与える影響が大きいことは、過去の調査からも言われていたが、今回の調査結果の図-17～22において、表層水温と放流水温はほぼ平行して変化しているが、局部的には表層水温が上昇の傾向を示しているにもかかわらず放流水温が低下している部分がある。

図-18及び図-21にそれがみられる。これらはいずれの場合においても風の影響により表層の温水層が移動し、下層の冷水を混合しながら取水されているため放流水温が低下したものと考えられる。

しかし、図-21野花南ダム (55-6-22) では、16:

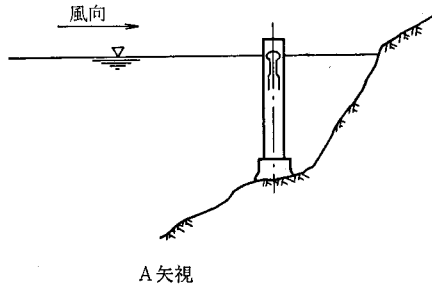
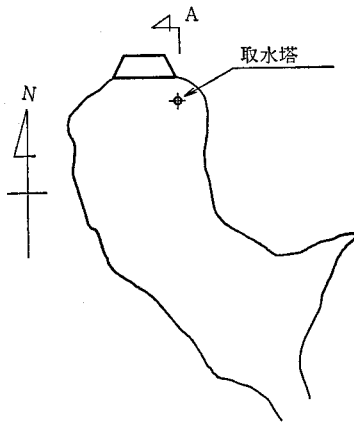


図-23

5. 水位低下速度に伴う躍層深の変化

貯水位の低下と共に躍層は変化する。農業用ダムの場合、多量の融雪水を貯留し、それを長期使用することとなるため取水期間中は、貯水池の水位は低下するのが一般である。

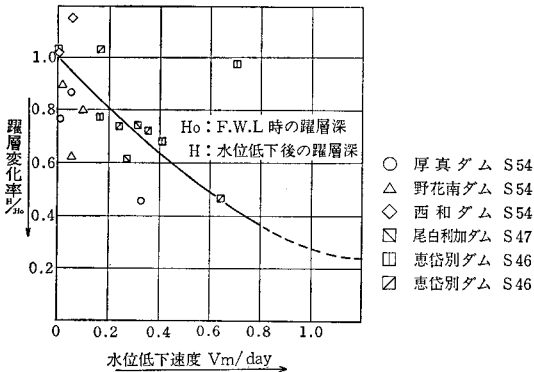


図-24 水位低下速度と躍層変化率

00～20:00の間表層水温の変化がないにもかかわらず放流水温が上昇している。この時間帯は $V=3.0\text{m/s}$ の風が吹いている。

風の影響により放流水温は低下するものと考えられるが、実際には逆に水温が上昇している。これは貯水池内に在る取水塔の位置から、貯水池上流側の躍層が南風によって取水塔周辺に移動したためと考えられる。

なお、図-20厚真ダム (55-7-15) では $V=1.5\sim 2.5\text{m/s}$ の風が連続すれば表層水温に影響を及ぼすが、一時的なものであればその影響はあまりみられないが $V=3.0\text{m/s}$ 以上となると一時的なものであっても影響が出る。

このように風は、気象条件のなかでも重要な因で、取水設備の計画、設計には欠くべからざるものである。

又、貯水池の水位低下速度により躍層の変化量も異ってくる。

これら水位と躍層の変化は図-5～16のとおりであり、水位低下速度と躍層の変化率を示したのが図-24及び図-25である。

図-24は昭和54年のデータにそれ以前のものを加えた

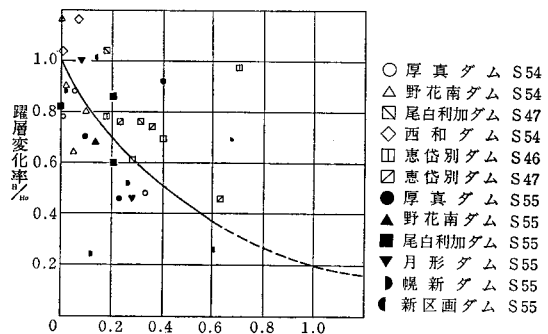


図-25 水位低下速度 $V\text{m/day}$

もので、図-25は更に55年のデータを入れたものである。
両者の間には、多少のズレがみられるが、昭和55年は

次図の月平均気温比較表、日照時間表からも冷夏であったことがその原因と判断される。(図-26, 27参照)

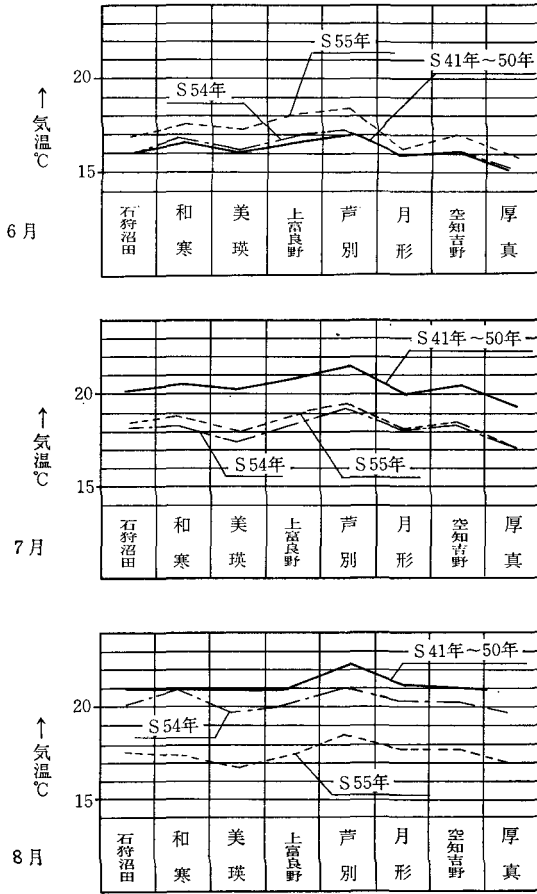


図-26 月平均気温比較表

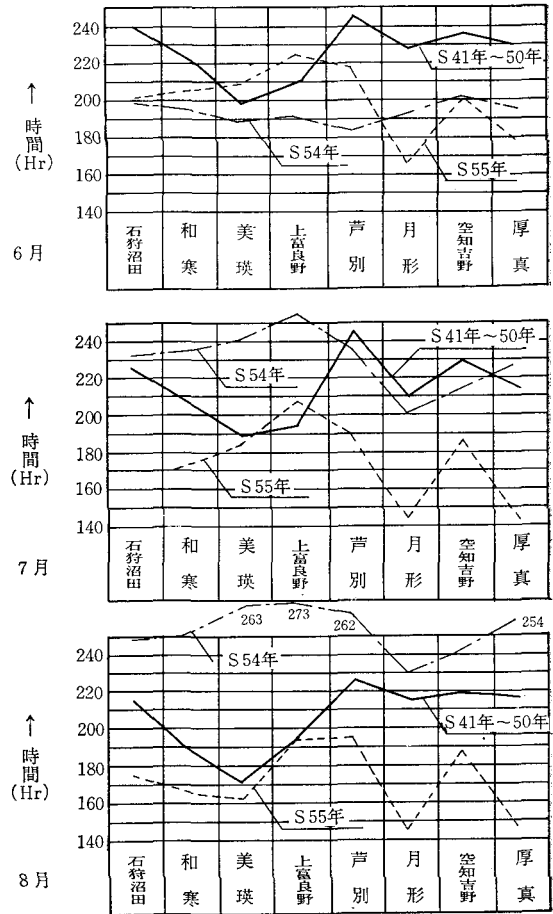


図-27 月平均日照時間比較表

6. 水温分布の時間的変化

水温分布は、時々刻々と変化するものであるが、一日のうちでどのように変るものであるかを観測した。

水温分布の測定はa. m 7 : 00からp. m 7 : 00の12時間

を約2時間々隔で行ったのが図-28から図-31である。

グラフからは、a. m 7 : 00からp. m 4 : 00頃までは躍層が徐々に薄くなり、p. m 6 : 00から7 : 00になると逆に厚くなる傾向を示している。

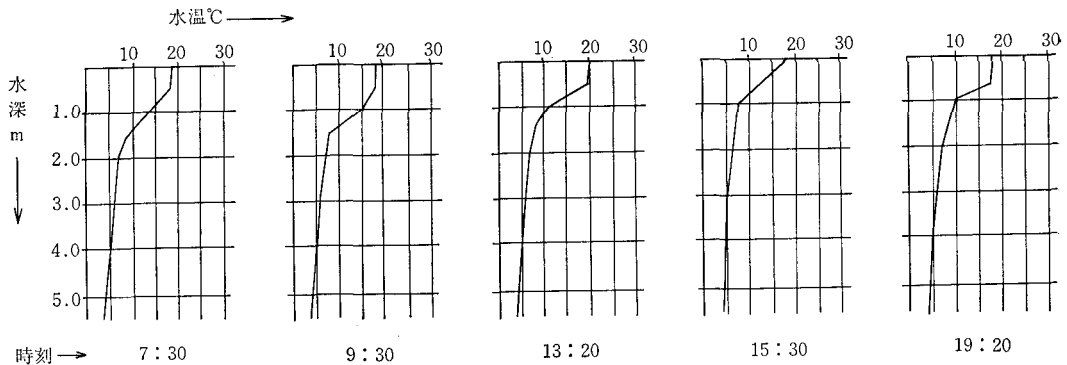


図-28 厚真ダム (S54-7-26)

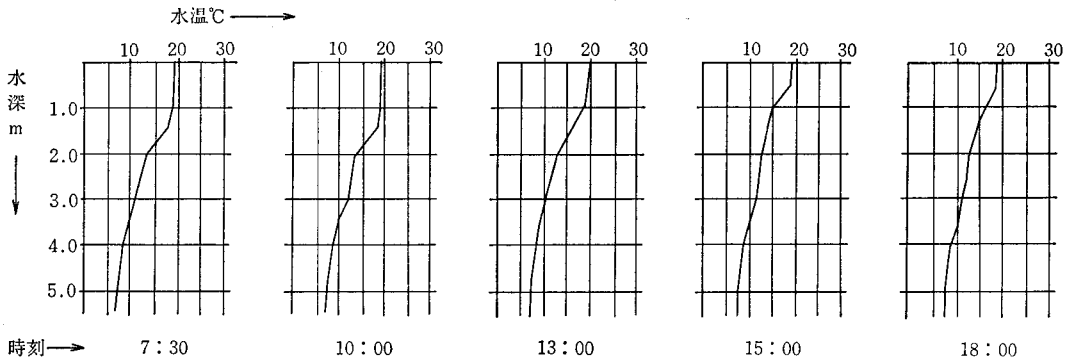


図-29 厚真ダム (S55-6-24)

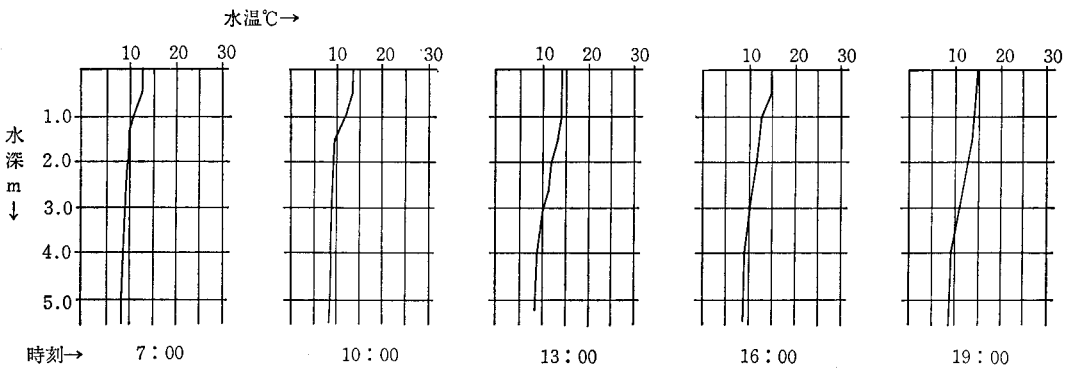


図-30 尾白利加ダム (S55-6-20)

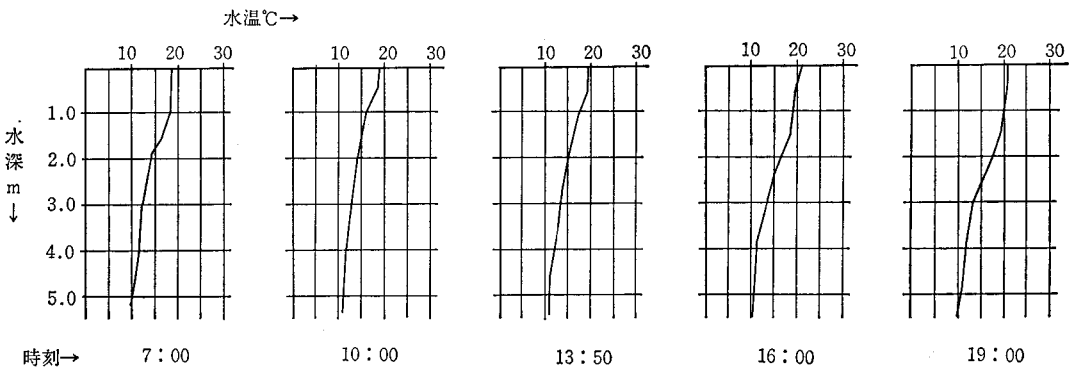


図-31 野花南ダム (S55-6-22)

7. 取水設備呑口部の流速及び水温分布

呑口部の流速及び水温分布を鉛直方向10cm間隔で測定した。

なお、測定機器の関係から取水盤表面近くは測定出来なかった。図-32の実線(—)は水温分布、一点破線(— · —)は流速を示す。

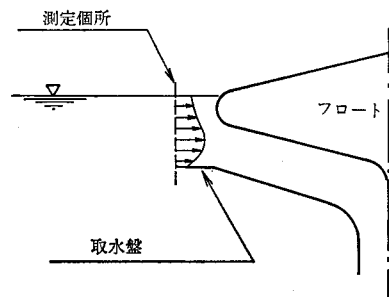
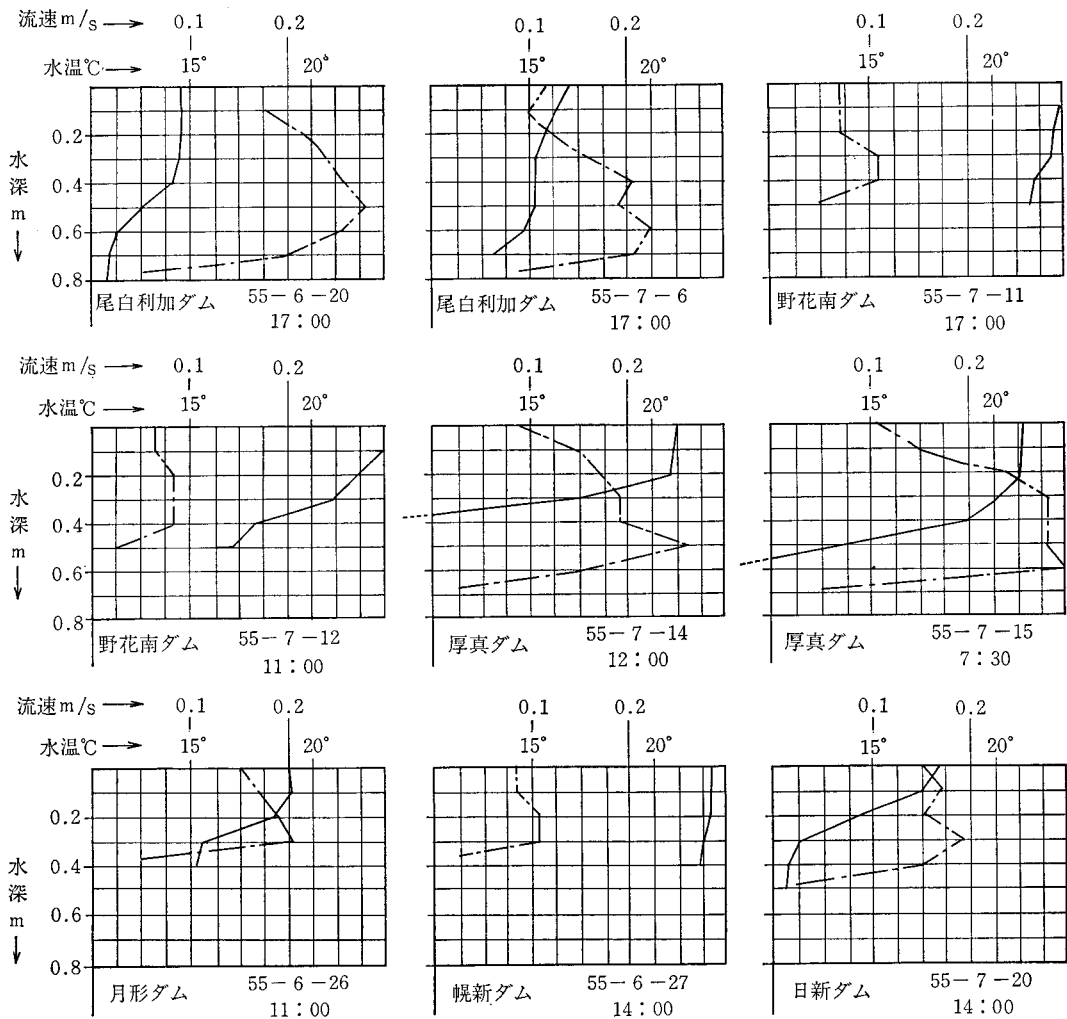


図-32



図一33 呑口部流速及び水温分布

8. 貯水池湛水後の水管理

湛水完了からかんがい取水開始までの期間は、貯水池内に温水を保存しておくべき大切な時期である。

しかし、この期間の流入量は多く、満水位以上となった水量は洪水吐から放流される。

この場合、貯水池内で温められた表層の温水層から放流されることとなるため、かんがい開始時期の表面水温は 14°C から 16°C とかなり低くなる例が見受けられる。図一11尾白利加ダム(55-6-20)の水温分布は洪水吐から越流している状態のものである。今後の農業用ダムの水管理方法を検討することによって、より一層の温水確保が可能となろう。

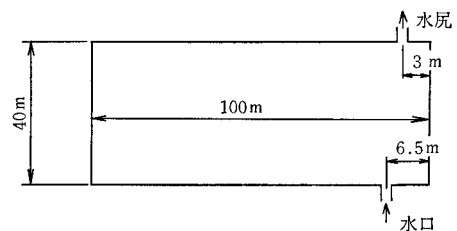
9. 水田内の平面的水温分布

取水設備の規模を決める基本条件の一つである取水温を設定するための参考として、水田内の水温上昇の傾向

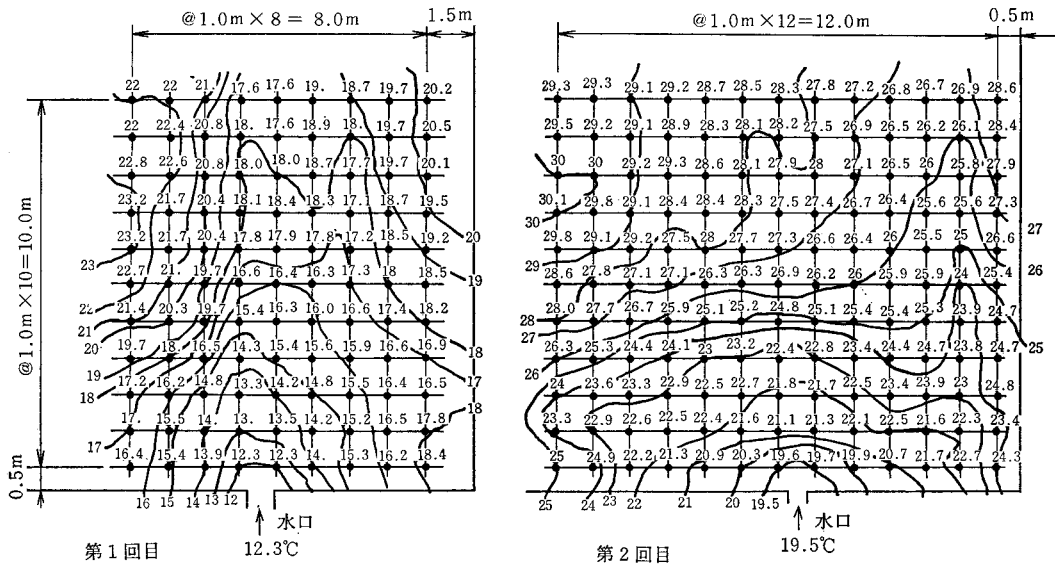
を測定した。

調査の水田は、尾白利加ダム近くを選定した。図一33に示すとおり、水口部に到達した温水は水田内において、水口部を中心に円弧状に昇温し、その水温上昇率は 1m で 1°C 程度となっている。上昇率は、外気温に対する平衡水温が限界のようである。

第1回の測定(55-6-20)は、洪水吐からかなりの越流量があり取水温が低下していた状況下のため水口部



図一34 水田全体形状



図一35 水田内の水温分布

の水温が低い、一般に15°Cから22°C程度の取水温度は調査結果から期待出来る。

表一4

	第1回目	第2回目
観測場所	尾白利加ダム水口水田	
測定日時	55-6-20 8:00	55-7-8 13:30
流入水温	12.3°C	19.5°C
流入量	0.5 l/s	0.98 l/s
水田内水深	≒ 5cm	5cm
気温	18°C	25°C

10. あとがき

従来、ダム建設の計画において取水設備の位置、風の主方向などあまり論じられていなかったと思われるが、今回の調査から今後は十分検討することが大切である。

農業用ダムとしての目的から、一般により温水の取水が望まれ、取水設備は利水側から最も重要、かつ期待度の大きな施設であり、地域の気象状況、ダムの立地条件、取水量等を考慮し取水設備の規模及び位置を決め、更に水管理を行うならば施設として効果は大きい。

本調査報告がこれらを検討する上に参考となれば幸いである。

羽鳥ダムの管理記録

加藤 昌平*

目 次

1. ダムの概要.....(45)	8. 漏水量.....(52)
2. 貯水の利用状況.....(46)	9. 堆砂状況.....(52)
3. 降雨と流入量.....(47)	10. 水温分布.....(53)
4. 洪水の到達時間.....(47)	11. 水質調査.....(54)
5. 融雪水量の予測.....(50)	12. 常時微動の観測.....(54)
6. 堤体沈下の状況.....(51)	13. 管理システム.....(56)
7. 滲潤線.....(51)	14. おわりに.....(56)

1. ダムの概要

福島県中通り地方の南部に位置する矢吹原一帯は、国営白河矢吹開拓建設事業によって、昭和16年から昭和39年にわたって、開田 1,600ha、開畑 560ha を造成し、ダム 1ヶ所、頭首工及び揚水機場各 1ヶ所、用水路 65km、道路 72km の建設が施行された。

羽鳥ダムは、これら開田地域の主たるかんがい用水源

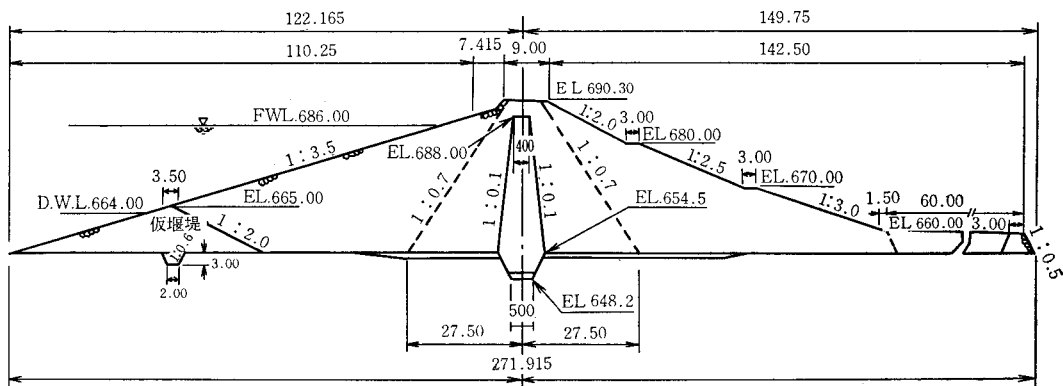
として、阿賀野川支流鶴沼川の羽鳥地点に築造されたフィルダムで、昭和25年に着工し、昭和31年に完成、貯水したものである。その後、昭和49年から54年まで国営造成施設整備事業により、洪水吐の補修、取水施設の改良、ゲート・観測施設・警報装置の集中制御等の工事を施行して今日に至っている。

ダムの諸元は、表一1のとおりである。

本来、国営土地改良事業で造成された施設は、施設の

表一1 羽鳥ダム諸元

位 置		右岸 福島県岩瀬郡天栄村大字羽鳥字行人塚12-2	
型 式	ゾーン型フィルダム	有 効 水 深	22.0m
基 礎 地 盤	石英粗面岩質凝灰岩	有 効 貯 水 量	25,950,947m ³
堤 高	36.8m	流 域 面 積	42.69km ²
堤 長	169.48m	湛 水 面 積	2.01km ²
堤 頂 標 高	690.30m	洪 水 吐 型 式	非調節型横溢流式
溢 流 頂 標 高	686.00m	設 計 洪 水 量	288m ³ /sec
堤 頂 巾 員	9.00m	農 業 最 大 取 水 量	5.75m ³ /sec
堤 体 積	318.107m ³	取 水 樋 門 型 式	多段式ローラーゲート斜樋
総 貯 水 量	27,321,060m ³	発 電 用 最 大 放 流 量	3.0m ³ /sec



図一1 羽鳥ダム標準断面図

* 東北農政局羽鳥ダム管理事務所長

受益者によって管理されることが原則であるが、本ダムは、阿賀野川（日本海）から阿武隈川（太平洋）へ流域変更を行うことにより、福島・新潟の2県にまたがって利水及び治水が関連するほかに、ダム及び付帯施設の安全管理及び取水に高度の技術を要することから、昭和35年に国営管理事務所が設置されたものである。

ダムの管理状況は、主として堤体の保全と水管理及び気象観測について、昭和32年以降の記録が保存されている。ここでは、これらの観測資料と最近のシステムによる記録を取り纏めて、完成後26年を経過した羽鳥ダムの記録として報告する。

なお、このダムの利用形態は農業専用ダムであるが、表面取水ゲートとジェットフローゲートによるかんがい用取水と、ハウエルバンガーバルブによる発電放水（責任放流）が行われる。又、洪水吐はゲートレスの固定堰であるため、越流による無効放流がある他は、予備放流等は一切行われていない。

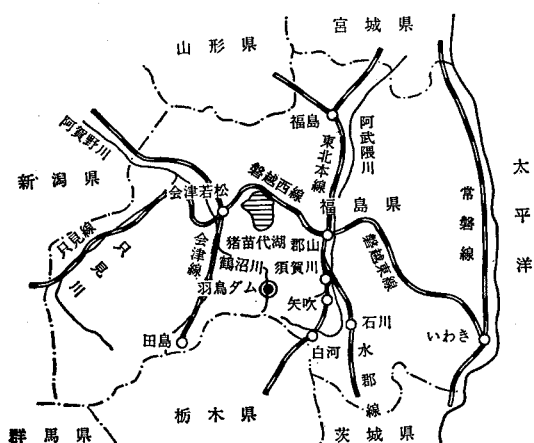


図-2 羽鳥ダム位置図

2. 貯水の利用状況

総貯水量 27,321千 m^3 ，うち有効貯水量 25,951千 m^3 について、各年毎の農業用取水量，発電用放水量，無効放流量の経年変化を示すと図-4となる。取水量及び放水量の取扱い規定は、昭和38年に東北農政局と東北電力株式会社との間に締結された、「羽鳥ダム築造によるダムの流入水使用ならびにこれに伴う必要事項に関する協定書」があって、今日もこれによって運用されている。協定書の内容を一部抜粋して記載する。



図-3 取水関係図

(1) 鶴沼川発電所の使用水量およびその他用水量（最大 5.606 m^3/s ）は、ダムの鶴沼川筋放水塔から次により鶴沼川に放流させる。

- ① かんがい期間においては、ダム流入水のうち、発電用水量から、ダム地点と鶴沼川発電所取水地点との間における鶴沼川の流入量を控除した水量に相当する水量を、ダムを利用し適時放流する。
- ② 非かんがい期間においては、ダムを利用して適時放流する。

(2) 鶴沼川下流の既得かんがい用水の関係上、前各条に定める分水および放流により難い事態が生じた場合は、ダム流入水を限度として鶴沼川に放流するも

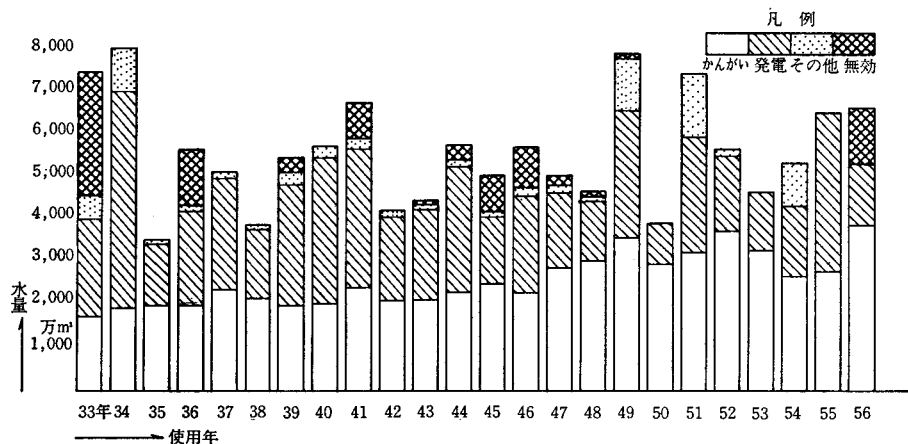


図-4 取水放流状況図

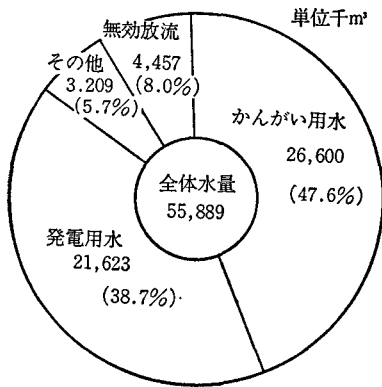


図-5 年間利用別平均取水量

のとし、その詳細については、その都度甲乙協議する。

図-4に示すとおり、最近においては農業用水が増加し、電力放水が減少しているが、これは近年かんがい期間中に相方で競合する使用方法を避け、かんがい期間中は農業専用とし、冬期間の渇水期には発電用の湖面を低下させることにより、貯水量の有効利用を図った結果によるものである。なお、図中の昭和49年9月から昭和55年3月までの放水状況は、同年度内に施工された「国営造成土地改良施設整備事業」の実施のためのものであり、通常の利用状況とは異なる。

また、過去25ヶ年間の平均年間利用別取水量は図-5となる。図中のその他水量とは、施設補修、整備工事施工のための水面低下、漏水（往年においては取水樋門戸当りの不備のため相当量の漏水があった）、試験用水、清

掃用放水等の水量を示している。この図は、昭和32年から昭和57年までの平均値を示しており、かんがい用水47%、発電放水39%となっているが、最近の昭和56年の実績で、かんがい用水59%、発電放水21%を示している。ここで、この貯水の有効回転率は $48,223 \text{ km}^3 / \text{有効貯水量} = 1.86$ 回となる。

年間を通じての貯水利用の形状を10ヶ年毎の昭和37年、47年、56年について示すと図-6のようになる。この図では明確ではないが、昭和37年、47年当時には、かんがい期間中に発電用の放水をしており、昭和56年には、12、1、2、3月の冬季以外はかんがい専用として使用し、発電放水は行われていない。また、図-6の昭和56年4月、5月は融雪及び降雨により洪水吐から溢流したため、貯水位がF、W、L以上になった。

3. 降雨と流入量

ダム流域 42.69 km^2 の降雨量と貯水池流入量とを、年間当りの総量で表-2に対比する。表から、流出率は昭和41年を除いて $98.4\% \sim 68.6\%$ 平均 82.4% となる。当地方は、標高 $1,500 \text{ m} \sim 700 \text{ m}$ の奥羽山系の背稜地帯にあり、降雨分布が一様でないため、降雨観測所（管理事務所々在り）が流域全体の代表地点として適当でないときもあり、流出率が 100% をこえた年が見られるものの、全体的な傾向を見るうえでは、おおよそは妥当な数値であろう。

4. 洪水の到達時間

ダムの流域は 42.69 km^2 、貯水池面積は 2.01 km^2 であり、流入河川は最上流端から 8.5 km 、標高差 490 m 、平

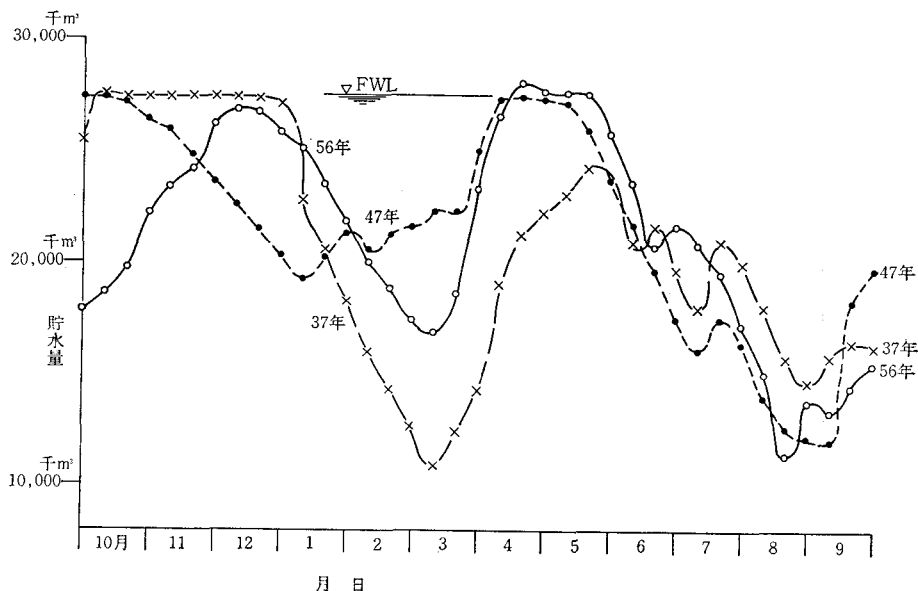


図-6 貯水利用状況

表-2 降雨, 流出量表

観測年	降雨量	流出量	流出率	観測年	降雨量	流出量	流出率
	mm	km ³			mm	km ³	
33 年	2,015.0	77,598	0.902	46 年	1,857.5	57,107	0.720
34	1,820.5	72,731	0.936	47	1,734.3	52,012	0.703
35	1,301.0	42,414	0.764	48	1,226.7	38,290	0.731
36	1,671.7	58,296	0.817	49	1,919.5	72,980	0.891
37	1,230.5	43,777	0.833	50	1,566.1	45,866	0.686
38	1,326.9	41,840	0.739	51	2,011.7	68,098	0.793
39	1,670.4	60,412	0.847	52	1,521.3	57,660	0.888
40	1,431.7	53,185	0.870	53	1,486.4	47,964	0.756
41	1,550.5	70,563	1.066	54	1,808.3	58,420	0.757
42	1,272.0	41,734	0.769	55	1,344.0	52,321	0.912
43	1,388.3	50,622	0.854	56	1,428.0	59,962	0.984
44	1,671.2	55,175	0.773	計	37,837.1	1,331,710	
45	1,583.6	52,683	0.779	平均	1,576.5	55,488	0.824

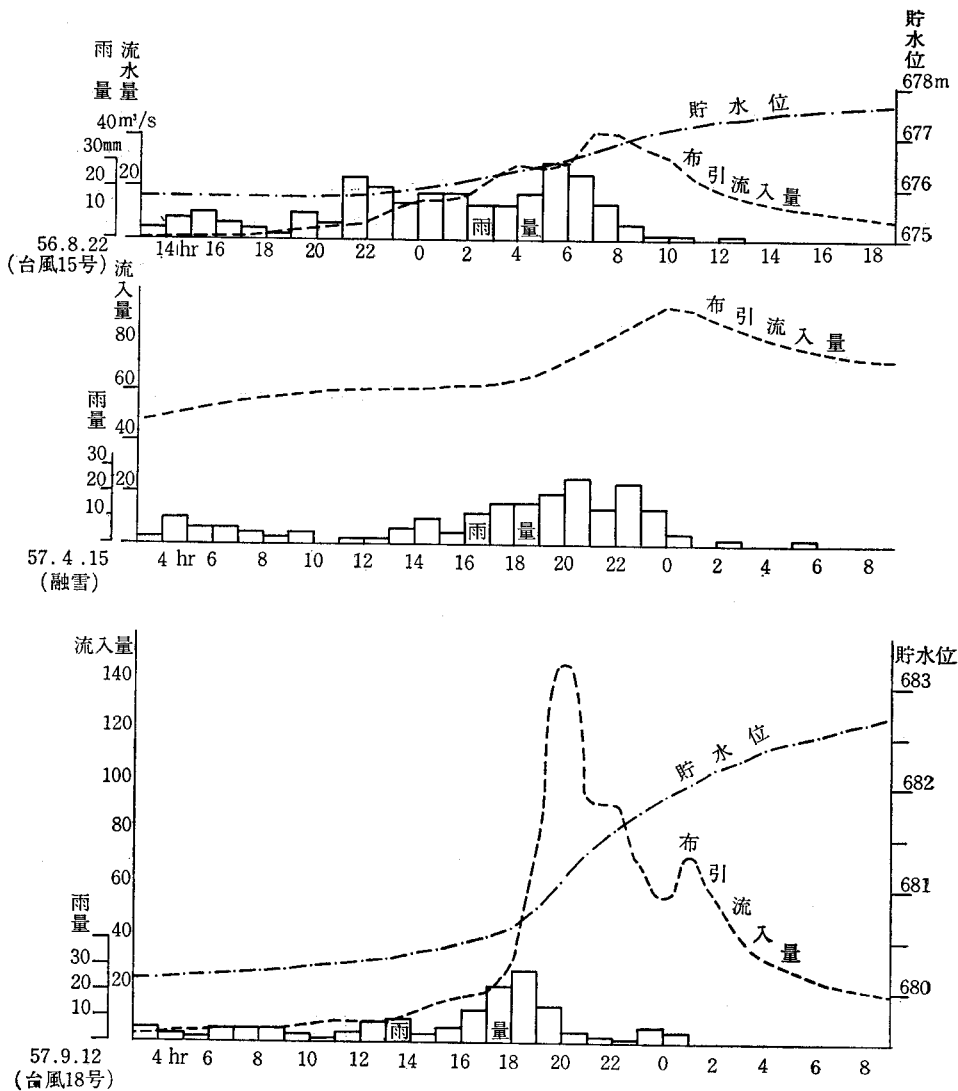


図-7 雨量と流入量の関係

表-3 分析に用いたデータ

	降 水 量						月 間 平 均 気 温						流 入 量				流入量
	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3月4月 の計
	X = 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Y
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	°C	°C	°C	°C	°C	°C	km ³ /sec	km ³ /sec	km ³ /sec	km ³ /sec	km ³ /sec
昭和33年	31.1	62.2	140.2	100.8	105.9	73.0	5.30	1.35	-2.80	-1.65	1.00	6.45	3,324	2,577	2,496	2,450	10,363
34	39.1	160.8	103.1	49.5	39.5	170.8	5.15	2.40	-2.95	0.45	2.00	7.35	4,832	4,671	2,604	4,029	13,077
35	79.8	99.5	132.4	16.4	29.8	62.4	5.95	1.40	-2.80	-1.25	1.75	5.30	5,093	3,953	2,133	2,028	9,143
36	64.4	82.1	41.9	74.1	68.8	93.4	6.85	1.10	-4.40	-3.65	1.15	8.15	3,168	2,645	1,459	1,891	11,750
37	90.1	74.2	146.7	49.6	52.6	103.3	6.70	1.55	-2.05	-1.65	0.60	7.40	4,032	3,041	1,241	1,835	12,705
38	41.8	70.3	125.6	30.5	126.0	63.2	5.90	1.05	-0.65	-2.45	0.75	8.20	2,575	2,027	1,817	1,534	11,811
40	53.2	102.4	89.7	83.7	35.3	70.9	5.50	0.45	-2.25	-3.40	-1.40	4.45	3,260	2,938	2,633	2,304	10,286
42	36.3	37.0	104.9	45.2	57.0	83.9	6.60	-0.80	-2.65	-2.40	3.00	8.30	2,714	2,263	2,140	2,816	9,540
43	38.8	50.0	115.5	96.4	64.2	87.9	6.00	0.35	-1.95	-3.00	2.40	8.35	2,656	1,985	1,885	1,789	11,727
44	33.0	190.8	137.4	98.5	134.4	52.0	6.80	3.55	-1.45	-2.55	-0.80	7.65	2,327	6,278	2,780	3,975	13,320
45	92.9	92.9	103.8	114.6	183.9	57.2	5.20	-0.65	-3.60	-2.35	-3.50	6.50	2,759	3,016	2,571	4,937	11,909
46	226.3	71.7	144.3	59.7	114.9	94.6	4.45	0.10	-3.10	-2.15	-0.20	6.50	3,935	3,215	2,344	2,309	10,169
47	60.5	54.1	121.7	188.2	54.6	119.6	5.20	0.20	-0.35	-2.45	1.80	7.05	2,807	2,295	3,207	3,988	9,928
49	118.6	90.6	192.8	175.4	101.5	158.3	2.95	-1.55	-3.75	-3.90	-0.55	7.05	1,936	1,834	1,557	1,618	14,131
50	77.0	72.0	263.2	157.0	142.4	65.7	3.75	-1.70	-3.30	-3.65	-0.25	6.90	4,259	2,375	1,770	2,065	12,704
51	214.8	36.6	196.6	103.3	59.2	128.2	6.05	-0.70	-3.25	-2.05	1.25	6.50	6,559	2,362	1,867	2,683	7,957
52	85.5	161.7	118.2	81.9	109.0	82.4	4.55	-1.30	-5.95	-4.10	1.80	8.15	6,489	3,959	1,982	2,626	13,321
53	74.7	102.9	125.0	125.2	106.6	130.6	7.30	1.45	-2.70	-4.70	0.10	6.80	2,652	2,200	1,707	1,751	14,326
54	77.4	33.8	94.6	110.4	37.0	126.7	8.80	3.40	-1.13	1.43	2.38	6.50	2,545	1,826	1,538	4,335	7,808
55	235.6	28.6	49.0	35.0	49.0	53.0	8.20	3.00	-1.70	-2.86	0.75	6.23	6,940	5,078	2,278	1,900	9,836
57	39.0	40.0	27.0	49.1	63.8	176.7	3.25	0.55	-2.25	-2.75	2.10	6.70	3,047	1,817	1,940	1,105	15,835

均こう配 1/17 の急流の溪谷である。この条件により、Rziha 式によって計算すると、洪水の到達時間 (T) は、

$$W=72(H/L)^{0.6}=72(0.49/8.5)^{0.6}=13.0\text{km/hr}$$

$$T=L/W=8.5/13.0=0.65=40\text{分}$$

となる。この時間と当地方の実測を関連して検討する。

図一7は、現時点に最も近い昭和56年8月及び57年9月の台風による夏季出水の型を、また、57年4月に降雨を伴う融雪出水の型を示した。図から湖面への流入量は降雨のピークから約1時間で最大となる。また、湖面水位の上昇は流入量のピークと同時ではなく、貯水池最上流に設けた流量観測地点の流量がピークに達してから2時間後に水面上昇が最大となった。以上のデータから河川の無被害流量を60m³/sとする洪水時態勢を、また、降雨開始時の貯水位と関連して、洪水吐放流開始前の警報の時期を的確に判断することができる。

5. 融雪水量の予測

2.で貯水の利用状況の項で述べたように、貯水の有効的な利用を図るためには、かんがい期間中はかんがい専用に使用し、冬季間のみ発電放水を行うことによって両者の競合を避け、相方共に計画的な運営を行うことが可能である。この際、問題点としては「羽鳥ダム管理規程に記載されているように“所長は、かんがい用水の確

保をはかるため、毎年5月31日までに満水位に達するようにつとめなければならない”と義務づけられている。最近の稲作の状況から、ダムの農業用取水は5月1日とされ、当日までに満水位を保持することが大きな課題となっている。大事をとり過ぎて発電放水量を過少におさえた場合には、4月の融雪期に大量の無効放流をみることになり、また、過大に過ぎた場合には貯水量に不足を生じ、農業用水に支障をきたすことになる。ちなみに、最近においては積雪埋蔵量を過少にみすぎたため、昭和56年度春には1,330万m³、昭和57年春には1,070万m³と連続して無効放流をした。

融雪期の流出解析については、本誌第48号に高橋氏が石刈ダムを例にとりて解析し報告しているが、ここでは現象をマクロ的にとらえることとし、当該年の降水量、平均気温、流入量について、前年の11月から2月までの実績を使用し3月、4月の降水量、平均気温は過去の記録から推定（通常は平均値）することにより3月及び4月の流量を概算的に求め、この水量に相当する水位までを発電用の放水可能量とした。

データは、昭和33年から昭和57年までについて、前年11月から該当年4月までの降水量（降雪は融解して降水に換算した）、平均気温（9時観測時の最高・最低気温の平均値）、貯水池への流入量を使用した。分析は、

表一4 推定式の精度

(単位 千m³)

データ No.	実測流入量 Y	推定式による計算値 SY	差 SR=Y-SY	SR/Y	摘要
				%	
1	10,363	10,494	-131	-1.3	Σ(SR/Y)=54.9 誤差の平均 2.6%
2	13,077	12,909	168	1.3	
3	9,143	9,217	-74	-0.8	
4	11,750	12,184	-434	-3.7	
5	12,705	12,050	655	5.2	
6	11,811	12,394	-583	-4.9	
7	10,286	10,362	-76	-0.7	
8	9,540	9,606	-66	-0.7	
9	11,727	11,165	562	4.8	
10	13,320	13,728	-408	-3.1	
11	11,909	11,755	154	1.3	
12	10,169	9,614	555	5.5	
13	9,928	9,798	130	1.3	
14	14,131	14,583	-452	-3.2	
15	12,704	12,442	262	2.1	
16	7,957	8,730	-773	-9.7	
17	13,321	13,182	139	1.0	
18	14,326	13,875	451	3.1	
19	7,808	7,839	-31	-0.4	
20	9,836	9,810	26	0.3	
21	15,835	15,912	-76	-0.5	

重回帰分析法による統計解析方法を用いることとし、回帰による推定値 Y の値は、

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + \dots + b_pX_p$$

によって推定することにした。

ここで Y : 目的変数(3月, 4月, 2ヶ月間の流入量)

X_p : 説明変数 (前年11月から当該年4月までの各月降水量, 平均気温及び同11月から2月までの各月流入量)

b_p : X_p に係る回帰係数

b_0 : 定数項

回帰式の作成に当っては、分析の過程において特異な数値を示した昭和39年, 41年, 48年, 56年をデータから削除した。使用したデータは表-3によった。以上から得られた推定式は次のとおりである。

$$Y = 10,335.98 - 20.95X_1 + 1.41X_2 - 19.14X_3 + 14.62X_4 + 35.29X_5 + 41.79X_6 + 178.92X_7 - 876.17X_8 + 583.12X_9 + 249.21X_{10} - 299.25X_{11} - 55.97X_{12} + 0.24X_{13} + 1.71X_{14} - 1.50X_{15} - 1.38X_{16}$$

ここで $Y = 3$, 4月の合計流入量 単位 km^3

$x_1 \dots x_4 = 11 \sim 2$ 月までの各月降水量 mm

$x_5 \dots x_6 = 3 \sim 4$ 月までの推定降水量 mm

$x_7 \dots x_{10} = 11 \sim 2$ 月までの各月平均気温 $^{\circ}\text{C}$

$x_{11} \sim x_{12} = 3 \sim 4$ 月までの推定平均気温 $^{\circ}\text{C}$

$x_{13} \dots x_{16} = 11 \sim 2$ 月までの各月流入量 km^3

以上によって求められた推定式の重相関係数は、

$$R = 0.98374$$

と予想以上に良い結果が得られた。また、この推定式によって求められた精度は表-4となる。精度は(-)9.7%~(+)5.5%内であり、平均2.6%と比較的よく、また水量的に誤差をみると最大773 km^3 である、この数値は水深にして満水位から38cmの貯水不足であることから、いづれにおいても実用上支障はない精度と思われる。

この推定式の使用に当っては、なお、3月, 4月の降水, 気温を予測しなければならない。この数値の予測に当っては過去の記録によることとするが、平均値を採用するか、安全を見て最低値をとるかは、社会情勢及び地元農家のコンセンサス等、ダムの利用上おこれている四囲の状況により決定しなければならない。

6. 堤体沈下の状況

堤体は盛土完了後4年間にわたって初期沈下があり、それ以降徐々に微かな沈下が見られる。沈下量の測定は堤体22ヶ所について永年観測が行われている。この中から図-8に堤体中央の盛土高36.8m地点の堤頂における沈下量を示す。測定箇所は県道に使用されているため、路面のアスファルト舗装及びオーバーレイ等の工事が施工されるたびに堤頂の上昇が見られるので、沈下量はこ

の分を差引いて検討する。図からは、昭和30年から34年にかけて24cmの沈下があり、34年以降現在までに53cmの沈下が見られる。当初設計では、堤体の圧密沈下は盛土高の2.9%、1.07mを予想していたが、実際にはその30%程度に止まった。

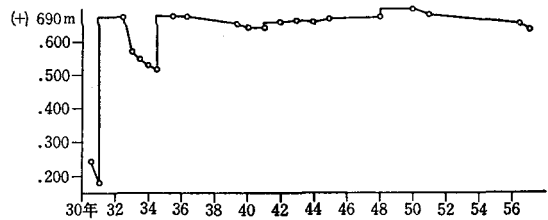


図-8 堤体沈下曲線

7. 滲潤線

堤体内水位は、貯水位に対応して上昇・下降している状況が図-9から明らかである。この測点は図-10に示すとおりであるが、同図には、昭和56年11月18日の貯水位683.28mの際の滲潤線を実線であらわし、同水位の昭和33年4月20日の堤体内水位を⊗で記した。図からは、23年の経過があったにもかかわらず、ともに水位は上昇期にあって相似した様相を示し、かつ経年により下降の傾向を示している。

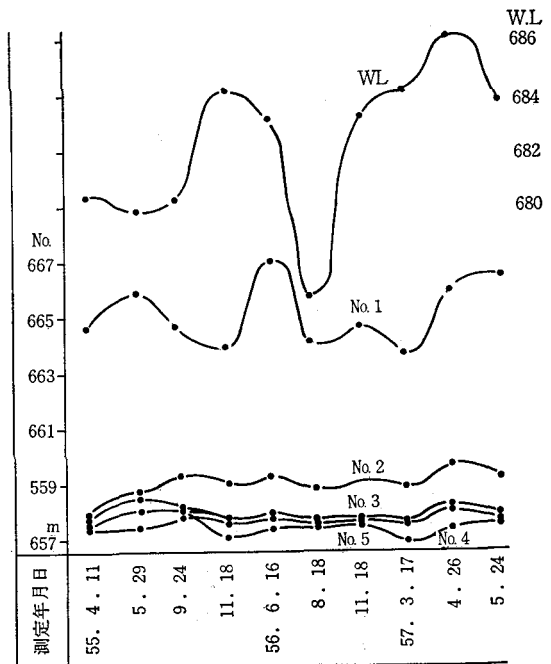


図-9 水位滲潤線関係図

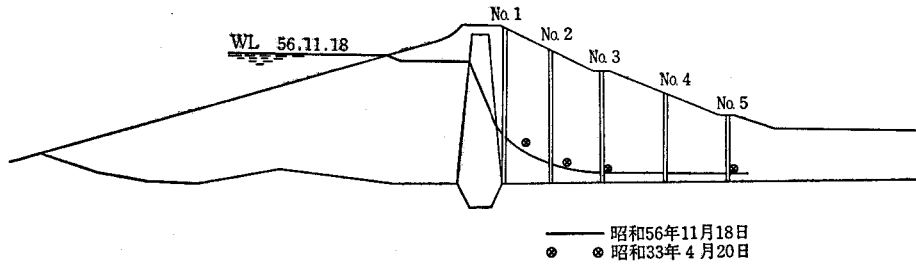


図-10 滲潤線測定図

8. 漏水量

ダム完成以来漏水量は克明に観測が続けられている。観測は、堤体法尻に1ヶ所と、バイパストンネル（電力放水管を布設し利用している）出口に1ヶ所の計2ヶ所について行われている。堤体の設計透水量は $k = 6.19 \times$

10^{-5} として $q = 0.63 \text{ cm}^3/\text{sec}$ であるが昭和56年1月から10月までの観測値を時系列に並べた図-11をみると、特に堤体については貯水位との関連よりは、むしろ降雨量と対応して増減していることがわかる。このことは地山ないし地表からの水量を相当量集めていることとなり、現在堤体からの漏水の実態を把握するべく対策を講じている状況であり、さらに検討を加えていきたい。

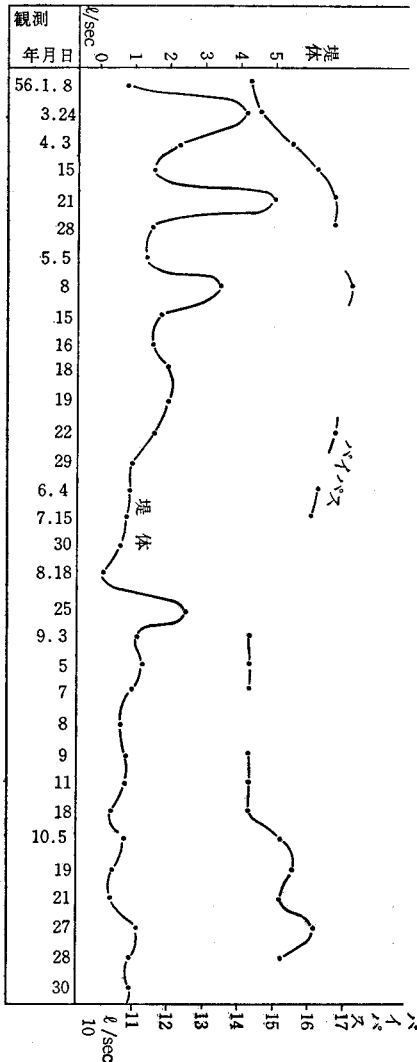


図-11 漏水量測定図

9. 堆砂状況

貯水池は総貯水量 $27,321 \text{ km}^3$ 、有効貯水量 $25,951 \text{ km}^3$ 、死水量 $1,370 \text{ km}^3$ である。堆砂は貯水開始の昭和31年から始まり現在に至っているが、堆砂測定は昭和49年から毎年かんがい取水終了後に1回実施している。測定は河川縦断方向に距離400m毎の測点を固定し、音響測深機を使用して測定し20m間隔に算定した。昭和49年から現在までの堆砂状況を整理して表-5とした。貯水以来経過26年間の比堆砂量は、 $1,186 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{年}$ となり、主要貯水ダム群の水系別比堆砂量と大きな差があり、今後測定精度をチェックするとともに、さらに長期観測結果による傾向をとらえて正確を期して行きたい。又、堆砂形状は図-12のとおりである。図から堆砂は、洪水の多発する8月・9月の平均水位678.0m付近から下流へ1.4kmにいちじるしい。

なお、堆砂量は死水量にほぼ近いが、現在ダム施設管理上には特に支障はなく、又上流への Back Water にも影響はない。ただし、水利用計画の面では有効貯水内の堆砂量 964 km^3 について配慮することとする。

表-5 測定年度別堆砂量

測定年度	(単位 km^3)			
	有効貯水量内堆砂量	死水容量内堆砂量	上流河川内堆砂量	合計堆砂量
昭和49年	-116	69	0	- 47
50	-104	72	-10	- 42
51	- 82	122	- 7	33
52	- 44	116	- 6	66
53	419	-105	0	314
54	529	321	0	850
55	890	313	0	1,203
56	964	353	0	1,317

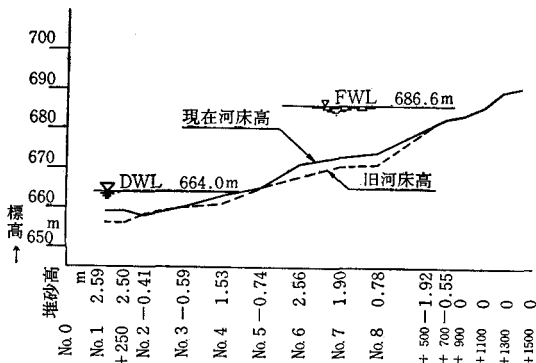


図-12 貯水池堆砂状況

10. 水温分布

貯水池の表面水温は、毎日 a. m. 10時に定時観測をしているが、かんがい期間中を通して適時に水温の垂直分布を観測している。水温分布の測定はサーミスター温度計を用い、湖面8ヶ所について深度1m毎に水面から湖底まで測定する。農業用取水樋門西方500mのNo.2地点の温場分布を図-13に掲げる。図から羽鳥湖の躍層は、測定時期にも左右されるが、深度1.5mから4.5mの間にあるものと思われる。

また、表面取水は満水位から深度10mまで行われてい

るが、水温23°Cの場合、表面取水(取水深1.0m)による取水温度は20.5°Cであったが、水深15m下にある底樋からの底水取水に切り換えた瞬間に取水温度は15.0°Cまで低下した。このように表面取水の効果は極めて大きいものがある。一方、表面取水の取水深を一定とし、流量を変化させてゲートの流入流速と取水温度との関係をあらわすと表-6のようになり、流速0.5m/s以上でわずかに水温が低下する。

図-14に取水深1.05m(一定)での取水樋門付近の水温分布と、樋門直前(距離2m)の位置での水温分布を示す。ここでは取水堰の流速によって水温分布は異なる形状をなすが、水深2~4mで水温は低下する。又、流入流速が0.4m/s以上になると堰の直上流で下層のまき込み現象が明らかに見られる。

表-6 取水流速と水温の関係

取水量	取水深	取水堰長	流入流速	取水水温
m ³ /s	m	m	m/s	°C
1.0	1.05	7.45	0.128	23.0
2.0	1.05	7.45	0.256	23.0
3.0	1.05	7.45	0.384	23.0
4.0	1.05	7.45	0.511	22.5

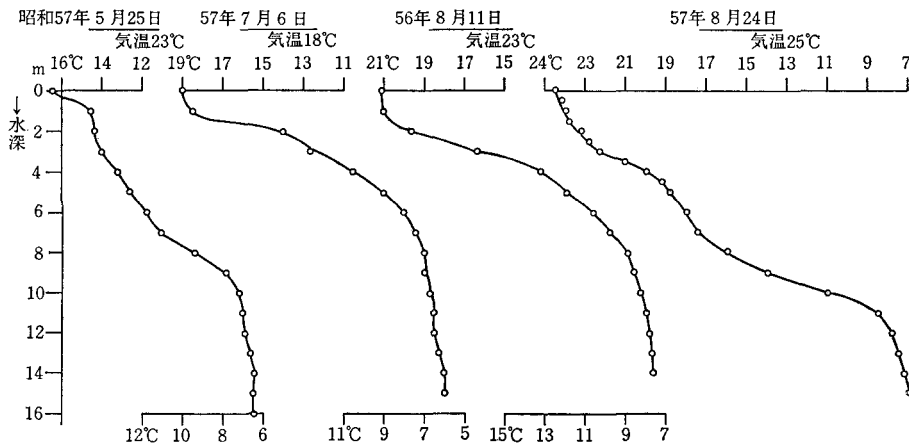


図-13 羽鳥湖水温分布

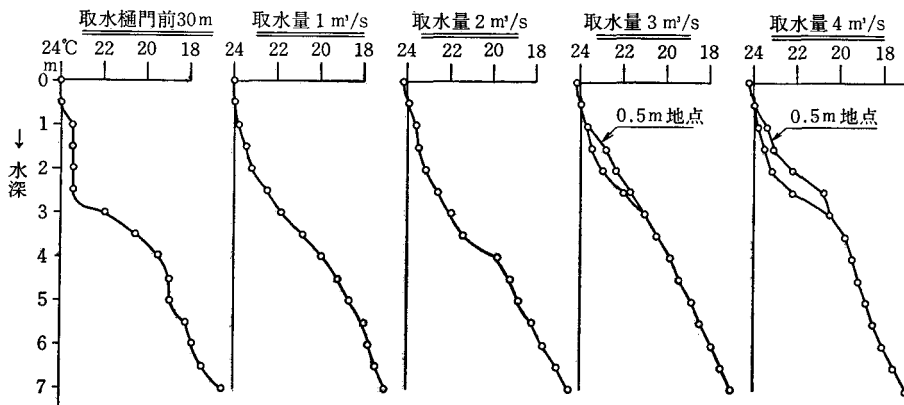


図-14 取水量の変化に伴う水温分布

11. 水質調査

羽鳥湖は、昭和49年3月に湖沼Aの類型指定がなされ、生活環境にかかる環境基準が定められた。ここには昭和47年度以降の調査結果を表一7に示す。調査項目の中では、魚の生息に必要な溶存酸素量DOが夏期の水

上昇時に、深部において基準値を上廻る他は、おおよそ基準値に達し、それ以降に悪化する傾向はみられない。また、総窒素0.1~1.1PPM、全リン0.005~0.013PPMの数値からみても、本湖は貧栄養湖として福島県下で猪苗代湖に次いで、有数な清浄湖であるといえる。

表一7 水質測定表(採水地点は湖心、表面とする)

測定年月	透明度	水素イオン濃度 P. H	溶存酸素量 DO	生物化学的酸素要求量 BOD	化学的酸素要求量 COD	浮遊物質 SS	大腸菌群数
	m		PPM	PPM	PPM	PPM	MPN/100ml
47年7月	—	7.2	8.2	—	2.6	< 1	0
48. 8	—	6.8	9.1	1.8	2.0	2	1.1×10 ²
49. 7	—	6.8	8.1	1.5	0.4	10	4.5
50. 7	4.0	7.2	8.2	0.6	1.2	0	7.8
51. 7	5.3	7.3	8.2	0.6	< 0.5	< 1	1.8
52. 7	—	6.9	7.6	3.2	1.7	1	7.8
53. 7	5.1	7.5	7.8	0.5	0.7	1	4.5
54. 7	4.3	7.4	8.0	1.5	< 0.5	< 1	1.3×10 ²
55. 6	4.2	7.3	7.6	0.3	2.8	< 1	4.2
56. 7	5.0	7.3	8.4	< 0.5	1.6	< 1	8.0
57. 6	6.7	7.4	9.1	0.5	1.2	< 1	2.0
環境基準湖沼A	—	6.5~8.5	7.5以上	—	3以下	5以下	1,000/100以下

12. 常時微動の観測

ダムサイト周辺は、いわゆる那須火山帯にあるため、しばしば地震が感じられる。ここではダム堤頂・ダム基礎岩盤、及び近傍の二岐地点において常時微動を測定することによって、羽鳥ダムの振動特性を明らかにした。

ダム付近の地質は新第三紀中新世の地層および石英安山岩類、各種第四紀層であり、特にダムサイトはこの新第三紀中新世の地層が基礎をなしている。詳しくは、ダムサイトの大半を占める緑色を帯びる流紋岩質凝灰岩(グリーンタフ)であり、塊状の軟岩で地表部はハンマーの軽打で容易に剝離する性質を示す。ダムサイト左岸アバットでは凝灰岩と凝灰質砂岩の互層をなしており、一部未膠結層をなす。ダム下流の常時微動測定点は、この流紋岩質凝灰岩の上とした。

ところで、参考までに調査地点を含む東北地方南部の地質構造については、棚倉付近から鶴岡付近へ抜ける棚倉破砕帯が調査地点東側にあり、また、足尾帯は南北性の構造線が発達しており、調査地点付近を通過して共にダム付近の構造、特性に密接な関係をもっている。

調査は20日間隔で3回に分けて常時微動を観測し、その変化をみた。調査結果の要旨は次のとおりである。

(1)平均変位振幅

ダム天端では、第1回目のEW方向にやや大きな値

(0.175 μ)を示している以外ほとんど3方向とも変化はみられず、同様な値(N-S, E-W方向で0.1 μ , U-D方向で0.06 μ 程度)を示した。

ダム基礎岩盤ではN-S, E-W, U-D方向ともに変化はみられず、ほぼ同様な値を示し、その値は0.05 μ 程度である。

(2)卓越周期

ダム天端では、おおむね3方向とも0.2~0.4秒、0.7~1.0秒、1.2~1.6秒、2.0~5.0秒等の数種の波が卓越している。測定日による変化は0.1秒より短い周期に対しては、ほぼ変化はみられず安定している。一方1.0秒より長い周期、特に2.0~5.0秒の波は変化しているのが認められる。

ダム基礎岩盤では、おおむね3方向とも0.2~0.4秒の波以外は、ほとんどダム天端の卓越周期と同様な波が卓越し、測定日による変化もダム天端と同様な変化を示している。

(3)ダム堤体と増巾特性

ダム堤体の増巾特性をダム天端とダム基礎岩盤の平均変化振巾で表わすと、

$$0.1(\mu)/0.5(\mu) = 2.0$$

となり、およそ2倍程度と考えられる。

地震時におけるダム堤体に作用する最大加速度は、過去発生した大地震記録から次式で求められる。

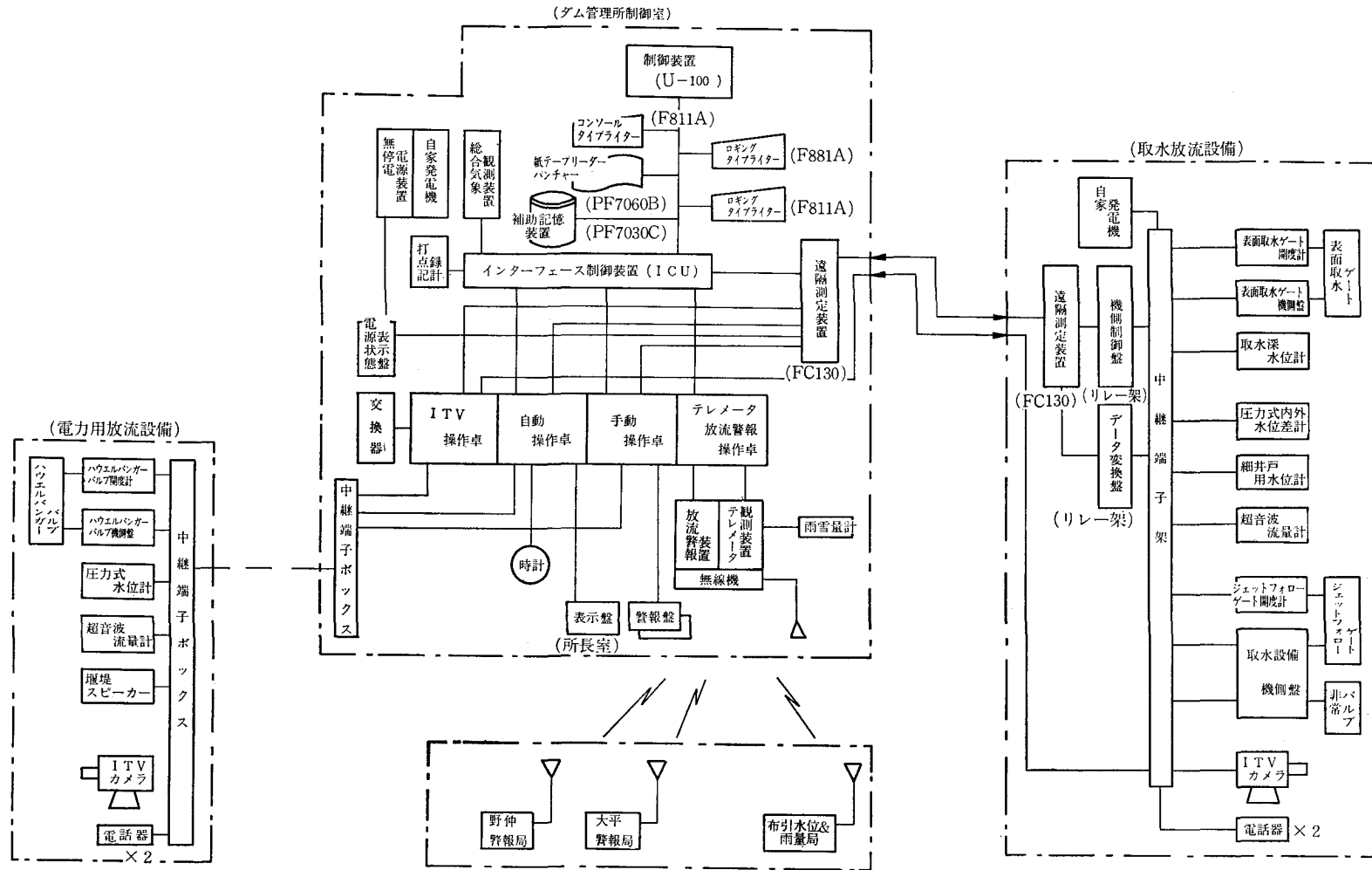


図-15 ダム管理システムブロック図

$$\log V_o = 0.61 \times M - (1.66 + \frac{3.6}{X})$$

$$\log X - (0.631 + \frac{1.83}{X})$$

ここで V_o : 基盤に入力される速度スペクトル (Kine)

M : マグニチュード

X : 震源から調査地域までの距離 (km)

ここで、ダム付近で過去75年間に発生した地震記録は、1943年田島地震が最も大きいので、この地震記録によると、

$M=6.1$, $X=25\text{km}$, 震源の深さ $h=15\text{km}$

$$\log V_o = 0.61 \times 6.1 - (1.66 + \frac{3.6}{25})$$

$$\log 25 - (0.631 + \frac{1.83}{25}) = 0.50$$

$V_o = 3.1$ (Kin = 1 cm/sec)

ダム堤体の加速度は V_o から次式により求める。

$$A = \frac{2\pi \cdot V \cdot A}{T}$$

ただし、 A : 加速度 (1 gal = 1 cm/sec²)

T : 固有周期 (sec)

V : 速度スペクトル (1 Kine)

α : 増巾度

$$A = \frac{2 \times 3.14 \times 1.7 \times 2}{0.2} = 194\text{gal}$$

ゆえに、ダム堤体の最大加速度はおよそ 200gal 程度と推定される。この値は河角博士が示した地震動の限界加速度分布とよい相関がみられる。

つぎに、地震時にダム堤体でみられる地震波は、常時微動測定結果から極近くで発生する比較的規模の小さい地震に対しては、0.2~0.4秒の短周期の波が卓越すると考えられ、又、遠方で発生する破壊的な要因となる大地震の場合には、短周期の波の他に0.7~1.0秒、1.2~1.6秒、2.0~5.0秒の比較的長周期の波も大きく現れる可能性が予測される。そのため、耐震設計時に使用される入力地震波の選定にあたっては、上記のすべての周期を含む地震波形を選定すれば、より安全性が高まる。また、最大加速度も、過去の記録から算出したため、必ずしも194galで十分とは言えず、安全性をみて、およそ200~250gal程度はみる必要がある。

13. 管理システム

ダム管理システムは、ダム水位、ゲート・バルブ状態、TMデータ等をオンライン入力し、処理装置におい

て迅速で正確な処理を行い、適切なダム運営を行うことを目的としたもので、つぎの機能及び装置からなる。

- (1) ダム水位、ゲート・バルブ開度をもとに貯水位、流入量、放流量等を算出するダム諸量演算機能。
- (2) TMデータをもとに時間・累計雨量、河川流量を算出するTM諸量演算機能。
- (3) 温水効果を十分に発揮し、適切な流量調整を行う表面取水ゲート・ジェットフローゲートの自動制御・手動操作機能。
- (4) 河川下流に適切な責任放流を行うハウエルバンパーバルブの自動制御・手動操作機能。
- (5) ダム諸量・TM諸量の時報、ゲート・バルブの操作記録及び月報処理を行う印字機能。
- (6) 河川下流に対しマイク放送・サイレン吹鳴で放流する旨を通報する放流警報装置。
- (7) ゲート・バルブ状態を監視するITV装置。
- (8) 商用電源停電時、各装置に安定した電源を供給するCVCF装置、自家発電装置。

なお、この管理システムブロックを図-15に示す。

14. おわりに

以上、ダムの施設及び管理記録を整理した諸量について述べた。データは長い年月にわたったもので、中には相当量誤測・誤記等もあり使用できないものもあったが、大部分はそのままの形で整理したものである。農業土木技術はハードの面では日進月歩の状態、数年の経過でまさに隔世の感があるが、造成施設のソフト面では未だの感がないわけではない。筆者の担当しているダム管理の面でも、諸量の観測値と施設の安全面との関連であるとか、集中制御システムの中で、入力データの不適切とアラームの続発など管理技術面での研究・開発が求められる面が非常に多い。本誌に記載した事項については直接これらに役立つことは少ないと思われるが、これらを基礎にして将来に向けて研鑽発展されることを切に望む次第です。

最後に本報文の作成は、ダム完成から今日に至る羽鳥ダム管理事務所職員の永年の観測によったものであると共に、東北農政局土地改良技術事務所の御指導を頂いたことを記して、感謝申し上げます。

埼玉合口二期事業と農業用水の合理化

協 阪 銃 三*

目 次

1. はじめに……………(57)	5. 建設省との調整について……………(65)
2. 埼玉合口二期事業計画の概要……………(57)	6. その他の機関との調整について……………(68)
3. 利根大堰と農業用水の合理化……………(58)	7. まとめ……………(70)
4. 埼玉合口二期事業の合理化水量の考え方…(60)	

1. はじめに

利根川水系では首都圏のぼう大な水需要の伸びに比べ水源施設の開発は遅々として進まず、毎年のように渇水、節水の騒ぎを引きおこしている。昭和51年に策定された利根川、荒川水系水資源開発基本計画（第3次フルプラン）は昭和60年目標の新規水需給量 $191\text{m}^3/\text{s}$ に対し、昭和57年8月現在水源施設が完了しているのは河口堰 $22.5\text{m}^3/\text{s}$ 、草木ダム $12.4\text{m}^3/\text{s}$ のたった $34.9\text{m}^3/\text{s}$ である。また、第3次フルプランの中で農業用水の合理化、有効利用などで水資源を生み出そうとしている量は、埼玉合口二期事業 $3.1\text{m}^3/\text{s}$ 、群馬用水及び矢木沢ダムの有効利用 $4.1\text{m}^3/\text{s}$ 、その他の合理化 $10.9\text{m}^3/\text{s}$ 、（うち農業用水合理化量は中川一次の合理化、権現堂、幸手領の合理化は $5.5\text{m}^3/\text{s}$ である。）全体で $18.1\text{m}^3/\text{s}$ と位置付けされている。

ダム等の水源施設の建設が進まない利根川水系では、平野部では首都圏の拡大により市街化区域を中心に農地転用が進み、また農業用水施設の老朽化が目立ち始めているため農業用水の合理化事業により農業用水施設の整備と新規水資源の開発を行うことは農業用水側および都市用水側とも大きなメリットがある。

中川水系では埼玉県が中心となり既に葛西用水の合理化を行い、農業用水合理化の先駆的役割を果し、県営農業用水合理化事業の制度が創設された後も幸手領地区、権現堂地区の事業が鋭意進められている。昭和54年度から工事に入った埼玉合口二期事業は国営事業として計画され水資源開発公団事業として事業が進められているが、事業規模が大きいことと、着工までに水資源開発基本法、水資源開発公団法等による関係行政機関、都県知事等との協議、調整を終えておくことが必要条件であったため、農業用水合理化、転用に関してあらゆる議論がなされた。

ここでは埼玉合口二期事業の計画の考え方および着工に至るまでの協議、調整について記し、現在の農業用水

合理化事業を取りまく諸情勢を明らかにしようとするものである。

2. 埼玉合口二期事業計画の概要

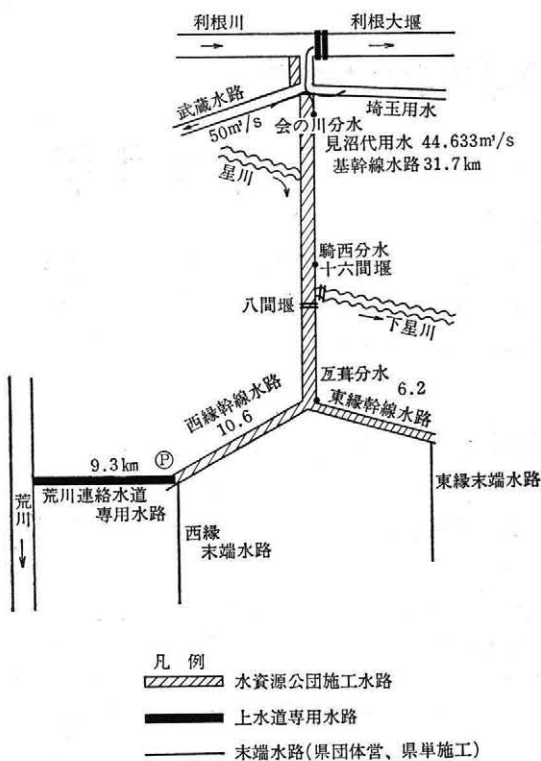
埼玉合口二期事業は既に昭和43年水資源開発公団の手で竣工なった利根大堰、利根導水路建設事業（通常この事業を農業サイドからは埼玉合口事業と称している）に続く事業として、未改修であった見沼代用水の施設を改修し、農業用水の安定的供給と、水利用の合理化を計ることにより、新たに他用途に使用可能な水資源を生み出すことを目的とした事業である。農業用水と水道用水が共同で実施する事業として計画された。水道用水としては見沼代用水に関する埼玉県と東京都に供給する計画である。

事業の内容としては、利根大堰の取水地点から見沼代用水の基幹線水路約 31.7km 、西縁幹線水路約 21.6km 、東縁幹線水路約 28.4km の計 81.7km の水路改修、水位調節施設の新設、管理施設の整備等を行うとともに、水道水専用の荒川連絡水路約 9.3km の新設を行う。

水使用の計画としては、見沼代用水の現行最大取水量 $44.633\text{m}^3/\text{s}$ （受益面積 $17,100\text{ha}$ ）を幹線水路、末端水路の改修等により最大 $40.400\text{m}^3/\text{s}$ に合理化することにあわせて、その合理化水量を水道用水（かんがい期平均 $3.1\text{m}^3/\text{s}$ ）に転用し、埼玉県水道用水 $2.508\text{m}^3/\text{s}$ 、東京都水道用水 $0.559\text{m}^3/\text{s}$ に配水する。

総事業費は約 387億円 （52年単価）で基幹部分約 57.8km 、事業費約 300億円 は水資源開発公団事業として実施し、末端水路等の整備は県営および、団体営かんがい排水事業約 19.8km 、事業費約 48億円 、 20ha 未満の末端整備は都県単独事業約 39億円 でそれぞれ実施する。水資源開発公団事業は農業用水（主務大臣は農林水産大臣）と水道用水（主務大臣は厚生大臣）の共同事業として実施し、共用区間の費用振り分けは、通水量割（最大通水量比率と年間使用水量比率の平均）を基本とし、事業費約 300億円 を農業用水 49.8% 、水道用水 50.2% の割合で負担する。工事は昭和54年9月に着手され、59年度の完了

* 構造改善局建設部整備課

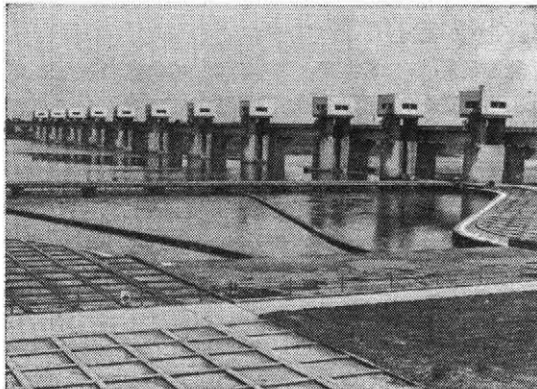


図一 埼玉合口二期事業計画概要図

を予定している。

3. 利根大堰と農業用水の合理化

水資源開発公団事業である埼玉合口二期事業は計画を作成した農林水産省と建設省等の関係行政機関とで長期にわたる調整が勢力的に行われ、種々の問題、未調整事項を残しながらも昭和54年9月事業に着手することになった。日本第一の流域を有する利根川と、最大約89 m³/s を取水する利根大堰関係の農業用水は、急激に膨張する東京都を中心とする首都圏の都市用水側が格好の利用可能な水資源と見ることに對し、首都圏の水のひっ



写真一 利根大堰

迫状況を考えてとあながち非難することはできない。大規模な農業用水合理化事業と見なせる埼玉合口二期事業は、昭和10年頃に始まる東京都の水源を利根川方面に求め出した動きの一線上にあると位置付けすることができる。ここでは、埼玉合口二期事業を理解するため本事業より前の利根川、利根大堰および中川水系の農業用水の合理化等についてまず経過を追って述べることにする。

多摩川に大部分の水源を依存していた東京都が隣県に流域を有して流れている利根川に眼を向け始めたのは、(江戸川河川統制等で江戸川下流では一部取水していたがここでは利根川本流に限定する)昭和11年から調査を開始した第3次水道拡張計画からであるといえる。同計画は昭和17年一応群馬県岩本地点を取水位置とする計画が樹立されたが、おりから激しさを増していた太平洋戦争の影響と多摩川水系で長期間紛争を続けていた小河内ダムが着工できたことにより利根川取水計画は一時立ち消えとなり、実際に利根川の水が東京都に送られるのは25年後の利根大堰建設をまつことになる。

次いで利根川に水を求める動きが出るのは昭和30年頃に始まる高度経済成長の主役となる東京湾埋立地における工場群の工業用水を確保する必要性から東京電力の松永安衛門会長を委員長とする産業計画会議が昭和34年11月に沼田ダムを主水源とした大構想「東京の水は利根川から」が発表されたことによるといえる。同時期農林省では学識経験者、関係知事等幅広い分野の専門家を委員とする「利根川農業水利調整協議会」を設置し、農業開発計画を中心とする利根川開発計画を立て発表している。一方、建設省でも「利根川開発計画と利水の検討」を発表した。農林省の開発計画の中で興味のあることは、見沼代用水、葛西用水等の統合と施設整備により農業用水を合理化し、10 m³/s の新規用水を生み出すという構想が見られることで、この水量は東京都の上水道および工業用水に7.0 m³/s、新規農業用水(仲仙道用水)に3.0 m³/s を利用する計画であった。本格的に水資源開発が進められるのは昭和30年代後半で東京都などの新規需要の主水源は当然利根川上流に建設されるダム(矢木沢ダム、下久保ダム)に期待し、開発された水をどのように東京都へ導水するか水資源開発公団が設立されると第一の仕事として種々議論された。

上水道用水の立場からは水質の面および安定取水等から極力上流で取水し、単独で導水することを主張し、見沼代用水、葛西用水など農業用水側は新規の上水道が既得農業用水より上流から取水するとなれば農業用水の取水に重大な影響を与える恐れが多分にあるという考え方で、既得農業用水の下流取水又は同位置での取水を主張した。

結局、東京大学の新沢嘉芽統教授の案である既得農業用水を見沼代用水地点に合口し、上水道も同位置から取

水する利根大堰案に落着いた。利根大堰合口案の計画を立てるにあたって水資源開発公団では見沼代用水、葛西用水等の農業用水路も改修し、同時に農業用水の合理化も行うという考え方も検討されたが、葛西用水などからの反対があり「利根川の農業用水の合理化対策は将来必ず必要になることではあるが、当面は取水の安定を第一として余剰水については改めて考える。」として現計画に決定された経過がある。利根大堰と武蔵水路は昭和43年完成（昭和39年の渇水には見沼代用水の取水口を利用して緊急導水を行っている。）し待望の利根川の水が東京都へ導水されることになった。また、このことがその後継続して実施されて行くことになる中川流域の農業用水合理化事業に対する出発点になったといえる。

埼玉県では水資源開発公団の利根大堰等の一連の事業の進捗と同時に既得農業用水の合理化のための事業（既利用水源配分の適正化）を新規水源確保の一環として検討を始めた。同検討ではラフな試算ではあるが見沼代用水 9.488 m^3/s 、権現堂用水 5.475 m^3/s 、葛西用水 5.203 m^3/s と中川流域で最大 20.166 m^3/s の農業用水の合理化構想が立てられていた。

中川流域の農業用水合理化に関係する事業として第一番にスタートしたのは、埼玉県農林部が単独で昭和43年から実施した中川水系農業用水合理化事業である。この事業は葛西用水（慣行水利権 25.47 m^3/s ）の幹線水路 24.4km を三面舗装で改修し、チェックゲート等を設置し各種水路ロスを合理化するとともに北側用水路、権現堂川用水路 7.3km を新設して合理化された用水を権現堂川用水地区（約1,400ha）に導水し、権現堂川用水が利根川に有していた水利権 5.475 m^3/s を放棄させ、その水量を埼玉県の上水道用水に転用する事業計画である。事業は昭和47年度に完成し、上水道用水として、埼玉県中央第一水道 1.555 m^3/s 、東部第一水道 0.610 m^3/s 、西部第一水道 0.501 m^3/s の計 2.666 m^3/s が転用された。事業費 20.1 億円は全額埼玉県企業局が負担し、事業の施行は農林部が担当した。この埼玉県単独の農業用水の合理化事業の実施を契機に、農林省では土地改良事業としての農業用



写真—2 利根大堰沈砂池および分水

水合理化事業制度の検討を始め、建設省等とも協議のうえ、昭和47年県営農業用水合理化事業の制度が創設されることになった。また、農業用水の合理化水量の確定のための建設省との協議、調整の過程で農業用水の総量規制問題が建設省から出され、両省間の激しい議論のうえ昭和51年総量表示の両省課長問答書がかかわされた。

県営農業用水合理化事業の第1号として葛西用水の末端である幸手領地区（受益面積 1,465 ha、合理化水量 1.384 m^3/s ）、権現堂地区（受益面積 1,212 ha、合理化水量 1.487 m^3/s ）が昭和48年に着工した。

他方、昭和45年に策定された「利根川水系の水資源開発基本計画（第2次フルプラン）」において昭和50年目標の水需要量 130 m^3/s （上水道用水 50 m^3/s 、農業用水 40 m^3/s 、工業用水 40 m^3/s ）に対し供給水量に約 40 m^3/s に穴あきがあり、その措置として「既存利水施設を改善して漏水等を積極的に防止する」と初めて農業用水の合理化

表—1 利根大堰に関連する水資源開発と農業用水の合理化

昭和 年	事 項
10	江戸川河水統制計画実施（13年完了）
11	東京都第3次水道拡張計画調査開始
17	東京都第3次水道拡張計画策定
27	建設省藤原ダムに着工（33年完了）
32	特定多目的ダム法制定される。
34	建設省矢木沢ダム、下久保ダムに着工。
34	11月産業計画会議「東京の水は利根川から」を発表。
36	利根川農業水利調整協議会利根川開発計画報告書発表（埼玉合口計画、合口関係7農業用水の合理化水量 10 m^3/s を都市用水、新規農業用水への転用計画等）
36	水資源開発促進法、水資源開発公団法制定
37	3月建設省「利根川開発計画と利水の検討」発表
37	利根川水系水資源開発基本計画策定
39	見沼代用水の取水施設を利用し利根川の水を東京都へ緊急導水。
41	埼玉県中川水系の農業用水合理化調査開始
43	利根大堰、武蔵水路、埼玉用水事業完了。
45	埼玉県葛西用水の合理化事業着工（48年完了）
45	農林省「農業水利合理化のための調査研究」開始
47	農林省「農業用水合理化対策実施要綱」制定
48	埼玉県営農業用水合理化事業幸手領地区着工
49	埼玉県営農業用水合理化事業権現堂地区着工
50	行政監察局水資源開発、農業用水合理化調査
51	埼玉合口二期事業全体実施設計開始
54	埼玉合口二期事業着工

がフルプラン計画の一端に顔を出すこととなった。

昭和45年度には農林省の農業水利問題研究会が「農業用水の都市用水への転用に関する考察」をテーマに新沢嘉芽統氏、岡本雅美氏などが中川流域の農業用水の合理化を検討し、見沼代用水については約 $10\text{m}^3/\text{s}$ の合理化が可能であるという見解を出した。これを機会に農林省が毎年実施している「農業水利に関する調査」は「農業水利合理化研究」と名称、テーマを変え現在まで継続して農業用水合理化に関する基本的な研究を進められている。

埼玉合口二期事業の計画はこれらの中川流域の農業用水合理化の動きの中で農林省利根川水系農業水利調査事務所が計画を立て、昭和51年から全体実施設計、54年度工事着手となった国営級の農業用水合理化事業である。

4. 埼玉合口二期事業の合理化水量の考え方

埼玉合口二期事業では見沼代用水路を全面改修し、農業用水 $44.633\text{m}^3/\text{s}$ の合理化を行い、減量分を需要ひっ迫している上水道用水に転用する計画である。この場合、施設の改修、水管理等の合理化により農業用水の使

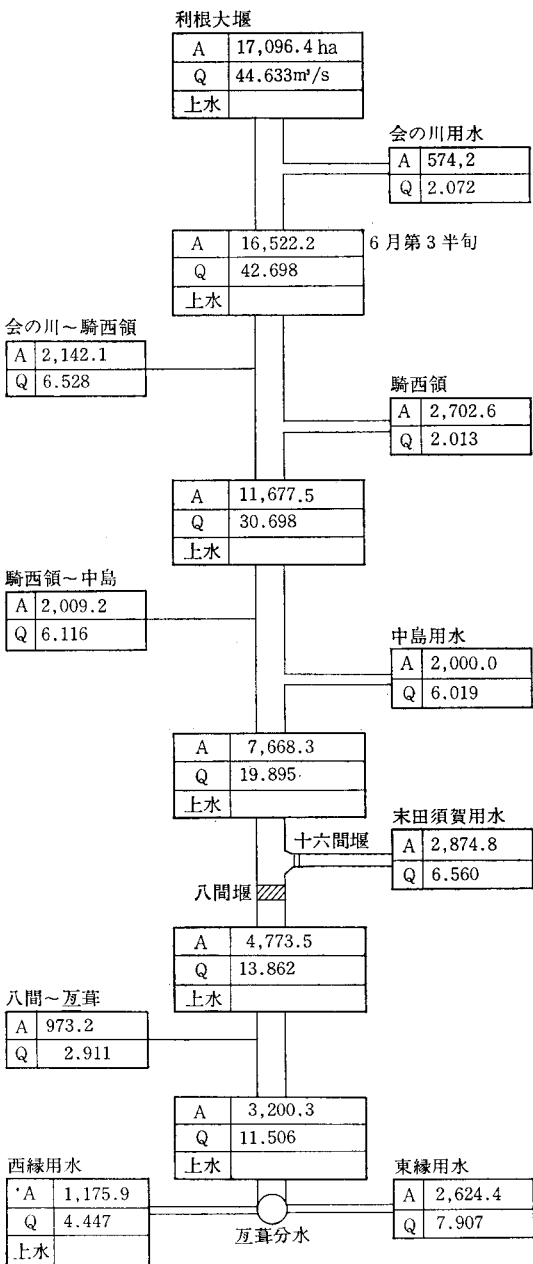


図-2 現況用水系統

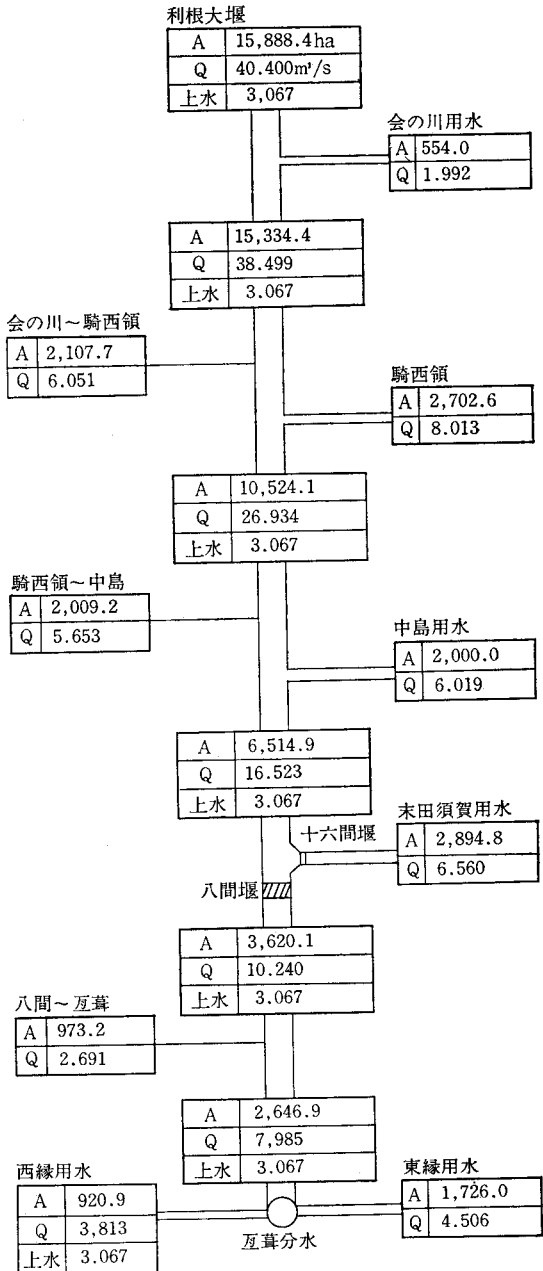


図-3 計画用水系統

用をどれだけ減量することが可能であるかの算定および農業用水の減量を水使用パターンの異なる上水道用水の新規水利権にどのように転用させるかを決定することが最も基本的な事項となる。

農業用水から上水、工業用水への水利権の移転は大規模な例としては多摩川水系稲毛川二ヶ領用水があり、小規模なものとしては全国各地で見られるが、転用水量の考え方は農業用水の水利権の減量（不必要となった水利権量）イコール新規水利権量が原則であり農業用水の単純転用が普通であった。しかし利根川水系のような大河川であり水使用が限界に近く、かつ農業用水をはじめ上水、工水が河川の上流から下流まで各所で取水され渇水時はもとより、平水時においても水利秩序が見られる河川では、農業用水の減量イコール新規上水道用水の水利権という考え方は必ずしも関係行政機関、関係利水者等に安易に受け入れられるとはいえない。つまり、農業用水と新規上水道用水の水使用パターン差、冬期用水の確保、農業用水水利権の有効雨量の含まれ方、農業用水の環元利用地域への排水義務問題、取水位置の移動など種々の調整を要することになる。ここでは見沼代用水の施設の改修等による農業用水の合理化水量の算定方法およびその合理化水量を上水道用水にどのように転用する計画としたかについての考え方を述べる。

利根大堰が建設される際見沼代用水の取水量、水利権量は減水深等の測定により必要水量を積上げることは時間的にも間にあわなかったという理由とさらに地元土地改良区としては合口事業は主目的が武蔵水路建設であり、農業用水として従来からの慣行水利権を許可水利権に切りかえる理由がなく法定化に反対であった。過去の取水実績、水路の通水能力から判断して慣行水利権である $44.633\text{m}^3/\text{s}$ が水利権として設定された。建設省および水資源開発公団はこの水量を試験通水と称し、毎年度許可するという暫定方式を取り、あわせて埼玉県および見沼代土地改良区に減水深測定等により許可水利権に切り換えるよう毎年強い要請をしていた。しかし、許可水利権への切り換は見沼代土地改良区の強い反対にあい現時点でも慣行水利権 $44.633\text{m}^3/\text{s}$ のままとされている。

（埼玉合口二期事業の完了後は当然計画に見合った水利権が設定されることになる。）

埼玉合口二期事業の計画では面積関係の資料が整備されている昭和45年を現況として把握することとし、土地改良事業計画で採用される減水深測定、水路損失等を測定し現況必要水量（結果的には昭和45年の取水実績に近いもの）を算定し、さらに昭和50年を受益面積関係の計画年次として計画基準年の計画必要水量を算定した。計画基準年の計画必要水量と現況必要水量の差を見沼代用水の事業実施による農業用水の合理化量と基本的に考えた。各要因別の用水合理化の考え方は次のとおりで

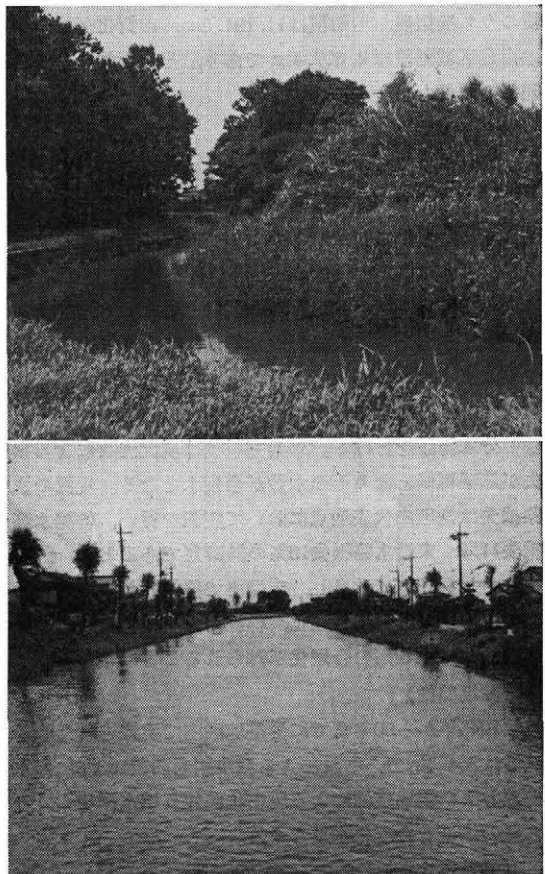
ある。

- ① 昭和45年から50年まで（建設省の協議過程で52年に変更）に転用された農地のうち本事業で末端用水路まで整備される区域における転用農地にかかる水量。（末端用水路を整備しない区域の転用農地にかかる水量は今回合理化していない。また、計画農地面積は計画時点で把握し、事業完了までにさらに転用されるであろう農地はカウントしていない。）
- ② 幹線用水路改修による水路損失の改善にかかる水量
- ③ 圃場整備実施による減水深、面積変化に伴う水量
- ④ 末端水路改修による水路損失の改善にかかる水量
- ⑤ 分水施設整備、水位管理施設整備に伴う水位維持用水、分水損失の改善にかかる水量
- ⑥ 水田を畑地に転換（水田転換特別対策事業）したことによる水田用水の畑地かんがい用水の差にかかる水量

次にそれぞれの合理化水量の計算方式を示す。

（農地転用）

昭和45年時点の見沼代用水の受益面積17,096.4haであ



写真—3 現況見沼代用水

表-2 埼玉合口二期面積

単位：ha

用水系統名	45年 現況面積	計画面積	計画面積のうち		農地転用 () は減歩
			農振地域	市街化区域等	
会の川～瓦葺	13,296.1	13,241.5	9,845.0	3,396.5	(54.6)
東 緑	2,624.4	1,726.0	875.7	850.3	898.4
西 緑	1,175.9	920.9	470.3	450.6	(49.2) 205.8
計	17,096.4	15,888.4	11,191.0	4,697.4	(103.8) 1,104.2

り、計画時の昭和50年までに受益地は1,758.2haが転用された。転用面積1,758.2haのうち本事業で末端水路の整備が行われない地域(会の川から瓦葺までの受益)中の転用面積654haについては水計算上は水田があるものとして計算(次の農業用水合理化事業の合理化の対象と考える)し、農地転用面積1,104.2ha(建設省との協議の過程で50年から52年の間に転用された325.3haを含めている。)および圃場整備実施による減歩103.8haを差引き、水計算上の計画面積は15,888.4haとした。計画面積のうち農振農用地面積は11,191.0ha、市街化区域、用途指定区域面積は4,697.4haであり、それぞれの分水区間毎の面積を表-2に示す。

(水路損失)

見沼代用水路及び末端に至る水路(末端整備は西縁用水および東縁用水のみ)を水資源開発公団事業及び附帯県営事業、県単独事業により改修整備する。改修の内容は星川部分は護岸、護床の三面舗装、(実際の施工は護岸のみとなっている)その他の区間は通常の水路ライニングを行うとともに期別の取水量変動にも所要の分水位を確保するチェックゲートを新設する。また、分水量の適正化を図るため各分水口は、統合するとともにゲート等の分水施設を付ける。事業完了後は現況施設による損失が節減可能となりその水量が余剰水となる。現況の水路損失は地区内代表地点において実測を行い、幹線水路損失11%、末端水路損失16%の計27%であるとし、計画後はそれを15%に改良し、末端まで整備される地域については12%の損失の合理化、幹線水路の整備のみの地域については6%の合理化が計られることになる。

(圃場整備)

昭和45年から50年までに受益地区内で実施された圃場整備は764.6haで、これによる減歩相当面積103.8haの水量減および圃場整備による乾田化に伴う減水深増大分の水量の増減を合理化水量とする。

(維持用水量)

騎西領用水(受益面積2,702.6ha、取水量最大8.013 m^3

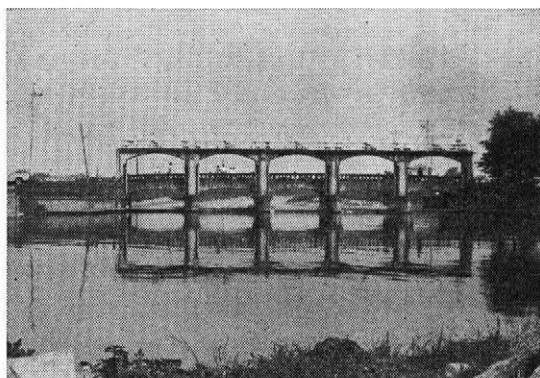


写真-4 十六間堰



写真-5 八間堰

/s)では現況取水口敷高が高いため必要水量に関係なく見沼代用水本川に騎西領用水の取水に必要な越流水深を保持する流量を流下させなければならず、その流量が騎西領用水の分水口より下流の必要水量をオーバーした時、その差を維持用水としている。本事業においてチェックゲートを設置し分水位を確保することにより、現況で必要とされた維持用水量は不用となる。用水計算では必要水量が比較的少なくなる8月末から9月において維持用水の合理化が可能である。また、4月も水路維持用水として8.000 m^3 /sの水量が現況で見込まれており、こ

れも合理化を可能とした。

(畑地転換)

埼玉県営水田転換特別対策事業として昭和46年より受益地内の水田262haが水田から畑地（作付作物、花木、そさい等）に転換され、用水施設も完全に畑地かんがい施設に切り換えられた。これにより水稻作に必要な用水量は畑地かんがい用水に減じ合理化が可能となった。（この合理化水量は建設省との協議の中で見沼代用水で未調整となっている冬期用水（見沼代土地改良区では冬期約15 m^3/s の水利権を主張し建設省と話合が付かないままとなっている。）とあわせて整理するという考え方で今回の合理化水量には最終的に見込まなかった。）

以上の考え方により農林水産省が計画を一応まとめた段階における合理化水量は夏期かんがい期である4月1日から9月末までで平均3.510 m^3/s と計算され、これがイコール上水道用水への転用量と考えられていた。

農地転用による合理化水量	1.203 m^3/s (50年まで)
幹線水路損失	// 0.928
水路維持用水	// 1.037
圃場整備	// 0.050
畑地転換	// 0.292
合計	3.510

(4月1日から9月30日までの183日間)

農林水産省の当初計算した上水道用水への転用可能量3.510 m^3/s に対し建設省等との協議調整の結果ペンデング保留水量を除き転用期間4月16日から9月30日までの168日間平均3.067 m^3/s となった。建設省等と調整された事項および結果は次の点である。

- ① 農地転用による転用水量は建設省との協議に入った昭和52年現在までの転用に関する水量を見込むこととし、新たに325.3haにかかる転用水量0.503 m^3/s （4月1日から9月30日までの平均）を加えた。
- ② 幹線水路損失による合理化水量のうち中川流域（会の川から瓦葺分水まで）にかかる水量0.559 m^3/s については中川下流の既得用水、河川維持用水への影響が判明するまでペンデングとする。なお、影響について農林水産省と建設省で共同調査を実施する。
- ③ 水路維持用水のうち4月の8.0 m^3/s については使用目的が水路清掃、地下水位上昇等現況で多目的に利用されていると考えられるので見沼代用水の施設改修後も確保しておく方が水路管理上等から望ましいとの立場で合理化水量からはずし、計画必要水量に含めた。

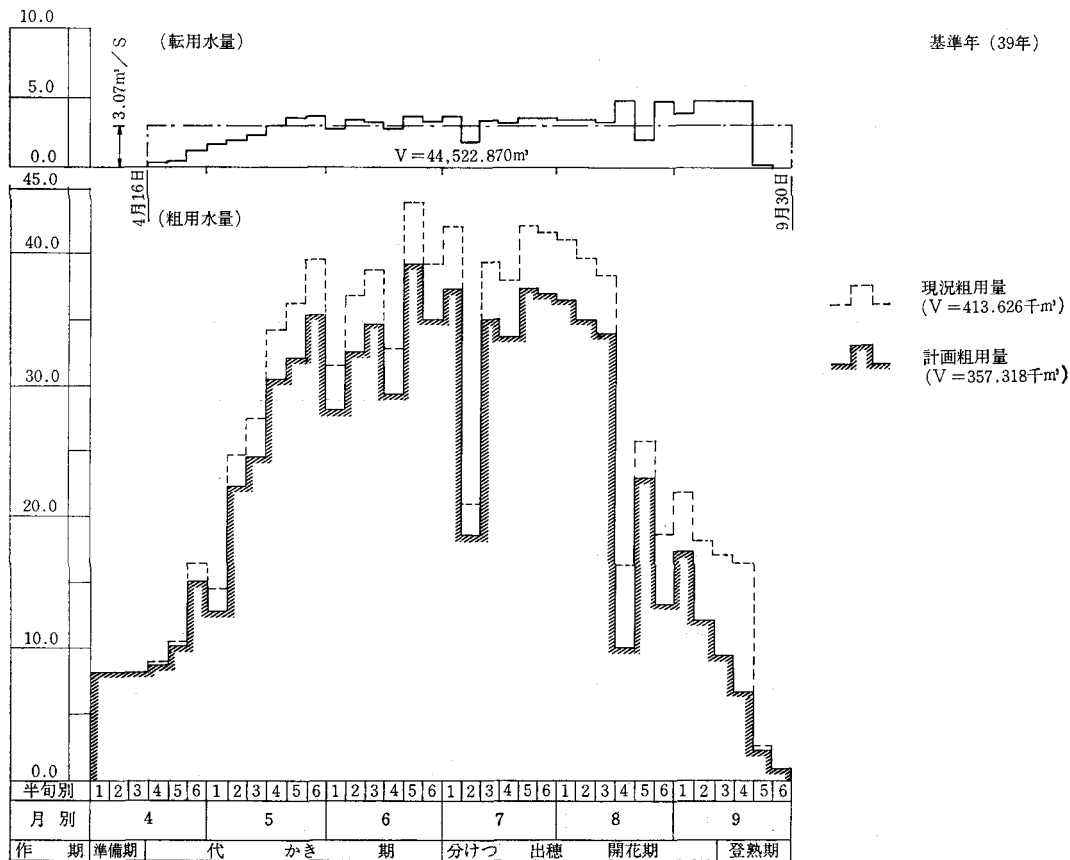


図-4 用水計画

表-3 転用水量集計表

(S39兩あり)

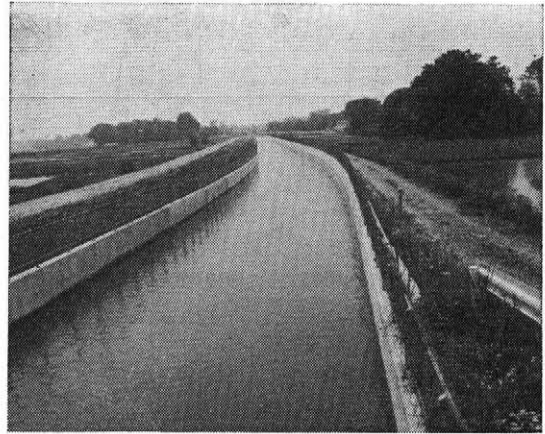
(単位: m³/s)

月 半 旬	4 月						5 月						6 月					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
現況用水量				0.814	2.548	8.345	14.397	24.530	27.313	34.088	36.046	39.556	31.410	36.597	38.665	32.769	43.762	39.047
現況維持用水	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000												
計画用水量				0.594	2.185	7.112	12.811	22.527	24.932	30.977	32.321	35.795	28.502	33.079	35.230	29.916	39.915	35.656
〃維持用水	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000												
転用水量				0.220	0.363	1.233	1.586	2.003	2.381	3.111	3.725	3.761	2.908	3.518	3.435	2.853	3.847	3.391

月 半 旬	7 月						8 月						9 月					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
現況用水量	41.975	20.894	39.215	37.767	41.969	41.510	40.882	39.453	38.196	11.282	25.729	15.011	19.593	13.504	10.515	7.372	2.628	0.919
現況維持用水										4.040		3.704	2.252	3.771	4.228	4.703		
計画用水量	38.167	18.949	35.624	34.330	38.174	37.704	37.205	35.801	34.814	10.322	23.662	13.766	17.875	12.275	9.743	7.075	2.485	0.919
〃維持用水																		
転用水量	3.808	1.945	3.591	3.437	3.795	3.806	3.677	3.652	3.384	5.000	2.067	4.949	3.970	5.000	5.000	5.000	0.143	0



写真一六 改修後の星川区間



写真一七 改修後の見沼代用水

- ④ 畑地へ転換されたことにより合理化された水量は前述のとおり冬期用水と同時に整理することとし、今回計画では水田用水量をそのまま残し、合理化水量に含めなかった。
- ⑤ 転用期間は③による4月の維持用水を合理化しないことから結果的に4月16日から9月30日までの168日間となった。

以上により埼玉合口二期事業による上水道用水への転用水量はペンディング事項を残したまま4月16日から9月30日までの168日間、平均 $3.067\text{ m}^3/\text{s}$ 全水量約 $44,500\text{ 千 m}^3$ となった。

農地転用による上水への転用水量	1.858 $\text{ m}^3/\text{s}$
幹線水路損失	0.420 〃
圃場整備	0.092 〃
維持用水	0.697 〃
合計	3.067 $\text{ m}^3/\text{s}$

現況と計画の用水量および転用水量の半旬別の数値を表一三に、さらにこれをグラフ化したものを図一四に示す。

5. 建設省との調整について

埼玉合口二期事業は農林水産省が直接調査し、計画した農業用水の合理化に関係する最初の事業であったため、建設省と農業用水合理化の基本問題を具体的事例をもとに議論し、両省の考え方の相違点を明らかにする良い機会であった。両省の議論は主に地方局である関東農政局と関東地方建設局で行われ、埼玉合口二期事業が全体実施設計に入った昭和51年から利根川、荒川のフルプランの改定の昭和54年1月まで約3年間にわたった。協議、調整は種々の事項で平行線となったが、利根川水系において水資源が逼迫しているため農業用水合理化の事業といえども一日も早く実施して水資源を早期に開発するという大義に関しては当然意見は一致することになり、事業は未調整事項を残しながらも着工させることになった。ここでは農業用水合理化による転用水量の決め

方および農業用水合理化と関連して出てくるバックアロケート等に関して議論された内容を紹介する。

関東農政局と関東地方建設局が事業計画について正式に議論したのは全体実施設計に入り事業内容、特に農業用水合理化の考え方がまとまった昭和52年6月であった。

農業用水合理化の考え方に関して関東地方建設局から昭和52年6月29日付で関係課長名の次のような文書が関東農政局関係課長あて出された。この内容は建設省の農業用水合理化に対する考え方がよく表現されているので次に示す。

昭和52年6月14日に行った埼玉合口二期（見沼代用水）に関する打合せの内容を検討した結果次の事項について回答願いたい。

1. 確認事項について

- (1) 利根大堰にかかわる全てのかんがい用水について冬水も含めて法定化すること。
- (2) 都市用水への転用(かんがい面積)については、有効雨量を考慮した取水量をベースとすること。
- (3) 平滑化のための調整池等の施設計画および都市用水の取水計画を具体化すること。

2. 貴局の意見について

- (1) 1級河川星川と重複する区間についての事業実施に関する法的位置づけを明確にすること
- (2) 農業用水の都市用水への転用に伴う既得農業用水に対する上流ダムの不特定補給分に係る国庫還元についての貴局の意見

3. 資料の提出について

- (1)~(4) (内容省略)

上記の関東地方建設局から提示された意見はいずれも関東農政局と考え方を異にするもので、協議の最終段階までほとんど合意に達しなかった事項である。さらに昭和53年度予算の大蔵省内示の直前に埼玉合口二期事業を水資源開発公団として着工予算付けされる前提として、

表一 4 昭和52年末段階における関東農政局、関東地方建設局担当者の意見

関東地方建設局の意見	関東農政局の意見
<ol style="list-style-type: none"> 1. 利根大堰関連のかんがい用水を法定化すること。 2. 既得農業用水は既設の上流ダム群によって不特定補給されているので転換に伴う必要な措置は今後実施するものとする。 3. 農業用水の転用可能量を把握するため共同調査を行うものとする。 4. 転用可能量については次のとおりとする。 <ol style="list-style-type: none"> (1) 農地転用部分については基本的に了解する。 (2) 畑作転換分については、別途具体的な冬水の手当がなされない限り、転用の対象としない。 (3) 分水管理ロス（維持用目的なものを含む）については1.600m³/sと考えられるが、今後実態を調査の上転用可能量を決定する。 5. 冬水については別途利水者により手当てするものとする。 6. 農業用水の実態を言うとかんがい期間中も変動しているなのでその変動を調整して都市用水に転用するものとし、必要な調整池を設けるものとする。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 見沼代用水関係については、できるだけ早い時期に法定化できるよう関係機関と協議し、指導する。 2. 上流ダム群による不特定補給の具体的な内容を説明されたい。 3. 転用可能量は事業計画に示したとおりであると考えているが、下流流況に対する影響の評価等については農業用水合理化研究会の場で検討する。 4. 転用可能量については早急に協議し、定めることとする。 <ol style="list-style-type: none"> (1) 了解 (2) 畑作転換地については、かんがい期について畑地かんがいとして計上する。 (3) 分水管理ロス等に係る転用可能量については更に検討して協議する。 5. 利水者の基本的な了解を得ている。 6. 必要性については上水側を含め更に検討する。

その段階までの両局の意見をまとめると表一4のようであった。

昭和52年6月14日の文書および昭和52年12月23日の確認は、農業用水合理化事業等に対する関東農政局と関東地方建設局とではその考え方に大きな差があることを示しており、以来両局の調整が一応終る昭和54年1月までの約1年間はげしい議論がなされることになる。

次に事項別に両局の考え方および調整された方向について述べるものとする。

(1) 転用水量の決定について

農林水産省が当初計算した上水道への転用水量 3.510 m³/s（4月1日から9月30日の183日間）から建設省との調整の結果3.067 m³/s（4月16日から9月30日の168日間）圧縮されることになった。これは前述のとおり①幹線水路損失の下流への影響、②水路維持用水の転用、③畑地転換用水の転用の考え方に差があり、主張点が平行線となり協議、調整になお時間を要することが判明し、事業の早期着工を計る観点から未調整事項は継続して協議するが、合意に達した範囲内で転用水量を決め事業をスタートさせることにしたためである。

未調整の事項については農林水産省と建設省担当官で次のような趣旨の確認が行われている。

「埼玉合口二期事業によって農業用水から水道用水へ転用される水量は、当面かんがい期（4月16日～9月30日の168日間）平均3.067 m³/sとする。」

「本事業の農業用水の転用における未調整水量については、今後共同調査を行ない措置するものとする。」

（注）・・・印は筆者が付けたものである。

(2) 上流ダムの不特定容量のバックアロケートについて

利根川水系の既得農業用水は建設省が建設した矢木沢ダム等の多目的ダムで不特定補給を受けているため、それを上水道に転用する場合には特定化され新規水利権取得者は多目的ダムの負担をするべきだという主張が建設省から出された。このことについては財政当局からも同じ主張が出されているとのことであった。これに対する農業用水側の反論は次のようである。

- ① 見沼代用水は江戸時代から取水しており、必ずしも上流の多目的ダムから不特定補給を受けているとはいえない。不特定補給を受けているのは後発の用水および河川維持用水（50m³/s）である。
- ② 河川維持用水を特定化した河口堰関連の新規水利権者は多目的ダムのバックアロケートを行っていない。
- ③ 仮に不特定補給を受けているとしても河川自流との区分や、他の既得用水との配分は事実上不可能である。
- ④ 不特定補給分が今回転用水量に含まれているとは必ずしもいえない等。

この問題は建設省から一応の主張があったが、バック

表-5 埼玉合口二期転用水量調査

種 別	計 画 案		変 更 案		備 考
	水 量	事 項	水 量	事 項	
農地転用	(m³/s)	S45～S50年の農地転用面積 778.9ha分	(m³/s)		
東西縁用水	1.203		1.310	計画案と同じ	
〃	—		0.548	S51～S52年の転用面積 325.3haを追加計上した。	
小 計	1.203		1.858		
幹線水路改善					
荒川水系	0.415	幹線水路改修による余剰水、損失11%を5%に改善される量を転用水量とする。	0.420	計画案と同じ	
中川	0.513		(0.559)	共同調査により決論を出す。 (農林、建設)	
小 計	0.928		(0.979)		
ほ場整備	0.050	末端圃場整備したもの	0.092		
畑地転換	0.292	西縁用水区間262.4haを畑地に転用した減量を転用	0.271	冬期用水協議が成立するまで従来の水田用水として計算し今回転用しない。	
維持用水					
4 月 分	0.164	4月の維持用水の差1.0m³/sを転用する 8～9月の騎西領の維持用水を転用する	—	営農上の必要性から転用は行なわれない。	
8～9 月 分	0.873		0.697	上水側の取水施設により 5.0m³/sを限度に転用。	
小 計	1.037				
合 計	3.510		3.067 (3.626)		

(註) i) 計画案の水量は、かんがい期間4月1日～9月30日までの183日間の平均水量
ii) 変更案の水量は4月16日～9月30日の168日の平均水量

アロケーションを必要とする論拠が薄く最終的には問題とはならなかった。

(3) 転用水量の平滑化について

農業用水の合理化水量は時期別に変動しているため、これを上水道用水として平均して取水するには時期別変動を平滑化するための調整池(約7,000千m³)が利根大堰取水後に必要である。調整池が地区内に建設できない場合は上流に新規に建設されるダムに調整容量7,000千m³分を新に乗せる必要があるという建設省の主張である。これに対し農業用水側の主張は次のとおりであった。

- ① 農業用水の合理化水量は計算上は一応図-4のように時期別に変動しているが、取水実態上はほとんど変動はないと考えられる。また仮にあったとしても農業用水を合理化して上水道用水に転用するという本事業の性格から下流に影響がないならば農業用水の合理化をより困難にさせる調整池を主張すべきではない。
- ② 平滑化のための調整が主に必要としているのは4月中旬から5月中旬までで、この期間の利根川流量は、雪どけ水が多く基準流量を上まわり余剰水が通常あるため特に平滑化のための調整は不必要であ

- る。
- ③ 仮に調整が必要としても既設の上流ダムで可能であり、また既得の上水道用水との総合的な調整も可能である。

調整池を地区内に建設する必要があるとの議論はなくなったが、最終的には上水道の冬期用水の確保するためのダム(冬期用水についても夏期だけの水利権で十分であるとの議論も行われた)の容量で考えるという建設省側の意見が出され、次のような確認が関東農政局と関東地方建設局の担当者で行なわれ、この問題が処理された。

「非かんがい期の水源については、当該転用水量に係る新規水利用者において別途手当することとし、かんがい期における転用水量の平滑化は、原則としてこの水源によって行なうものとする。」

(4) 慣行水利権の法定化について

利根大堰から取水する用水のうち大口の見沼代用水、葛西用水などは慣行水利権であり、利根大堰への統合を契機に許可水利権へ切り換えが建設省から要請されたが、関係土地改良区は許可水利権に切り換える理由および必要性がないと反対し、現在に至るも農業用水の合理化を行った葛西用水を除き慣行水利権のまま、利根大

表一 6 利根大堰試験通水パターン

(単位m³/s)

事項	4			5			6			7			8			9		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
月最大		45.00			88.87			88.87			88.87			88.87				46.25
旬平均	10.00	20.04	34.66	52.69	66.62	73.65	67.77	67.77	88.87	62.25	62.25	62.25	76.61	61.19	61.19	38.83	35.02	10.00

堰を管理している水資源開発公団は毎年建設省に水利権の申請を行い、1年更新の試験通水として取水を行っている。8農業用水の水利権量と毎年許可される試験通水のパターンは次のとおりである。

見沼代用水	44.633m ³ /s
葛西用水	25.47 〃 (昭和47年に許可水利権に切り替え)
羽生領用水	5.65 〃
古利根用水	5.75 〃
利根加用水	3.64 〃
明和用水	0.70 〃
阪東用水	0.50 〃
北川辺用水	2.53 〃
計	88.87m ³ /s

建設省の主張は従来から要請している慣行水利権の法定化は地元土地改良区の反対にあい、進まないため、埼玉合口二期事業の実施を機会に農林水産省の強力な行政指導を要請するとのものであった。これに対する農林水産省の意見は次のようであった。

- ① 慣行水利権を許可水利権に切り替えることは強要するべきものでなくあくまでも土地改良区の自由意志にまかすべきである。
- ② 見沼代用水(利根大堰に関するもの)はこれを機会に許可水利権に切り替えることで見沼代土地改良区の了解を得ることとする。
- ③ その他の用水については今後水路改修などの土地改良事業を計画する際に必要水量等の調査を行ない許可水利権に切り替えるよう指導する。

埼玉合口二期事業の実施とその他の用水の法定化とは本来関連がなく別個の問題であり、ここで議論する性格のものではなかったが、埼玉合口二期事業の建設省との調整をスムーズに進める等の意味から結局次のような確認が地方局担当者でなされた。

「農林水産省は利根大堰にかかる他の水利使用についても、本事業が終了するまでに法定化できるよう関係機関と協議し、指導するものとする。」

(5) 計画水路断面について

見沼代用水は事業の効果が発生し農業用水の合理化ができるまでは現況どおり最大 44.633m³/s の通水が必要となる。完了後は農業用水と上水は同一の幹線水路を通

すことになるが、上水が平均的な取水であるため最大通水量が減となる。また、建設省との調整の過程でペンディングとなった水量があるため、水資源開発公団の事業実施方針等に記載する通水量および施工断面をどう決定するかが議論となった。

結果的に事業実施方針にはペンディング水量を農業用水の必要水量に含め、「必要水量最大毎秒約43.5立方メートル」(農業用水 40.4m³/s, 上水 3.1m³/s)と記載された。最大通水量約 43.5m³/s の根拠は次のとおりである。

農業用水の必要水量	39.841m ³ /s
幹線水路損失のうち中川流域分(ペンディング水量)	0.559(平均水量でピーク時は 0.909m ³ /s である。)

上水の新規水利権予定量 3.067

計 43.467m³/s (≒43.5m³/s)

なお、農業用水の必要水量 39.841m³/s には畑地転用になった農地および今回合理化しなかった上流地域の転用面積640haにかかる水量も当然含まれている。

(6) その他の調整事項について

前記の6項目の調整事項の他にも建設省とは種々の調整がなされたが、ここでは項目のみ記すことにする。

- ① 農業用水合理のメカニズム等を検討するための農林水産省と建設省の共同調査することについて、
- ② 1級河川星川区間の水路構造と将来の財産問題について
- ③ 1級河川星川区間について水資源開発公団事業の主務大臣に建設大臣を追加することについて
- ④ 末端まで施設整備を今回行わない上流部での既に農地転用された面積 640ha に対する水利権上の取扱について
- ⑤ 事業完了後の見沼代用水の農業用水水利権の設定方法について
- ⑥ 今回合理化されなかった地域における農業用水合理化の実施時期と建設省との調整時期について
- ⑦ 上水道への転用の時期は事業の完了した時点にすることについて等

6. その他の機関との調整について

本事業実施にあたっては建設省の他多くの行政機関等

との協議調整が必要であったが、ここでは下流の千葉県との調整、農業用水と上水道用水のアロケーションの考え方、埼玉県、東京都への転用水量の配分の方法等について述べることにする。

(1) 千葉県との調整

水資源開発公団法の規程による事業実施方針の関係都県知事への意見聴取（昭和54年7月13日付）の際、利根川最下流に位置する千葉県企画部長から関東農政局建設部長あて次のような内容の文書による照会がなされた。

埼玉合口二期事業について（照会）

埼玉合口二期事業について、先般説明がありました利根川の最下流に位置する当県としては、既得水利及び現在施工中の新規事業の水利使用等に関連して、なお、下記事項に疑義がありますので御回答願います。

記

1. 本事業を実施することによって生じる農業用水の余剰水をどの時点で、埼玉県及び東京都の水道用水に転用する考えているのか。
2. 非かんがい期における上記1の水道用水の水源手当についてはどのように考えているのか。
3. 本事業によって生じる農業用水の余剰水を水道用水に転用するにあたり、平滑化のためどのような手当を考えているのか、また、その手当が取られるまでの間の措置をどう考えているのか。

千葉県から照会のあった事項については建設省との協議調整の中ですべて出て考え方が整理できているので、次のとおり関東農政局計画部長、建設部長名で千葉県企画部長あて回答を出している。

埼玉合口二期事業について（回答）

昭和54年7月27日付けで照会のあった標記のことについて、下記のとおり回答します。

なお、貴職から照会があった事項について回答するにあたり、関東農政局の所管でない事項については、あらためて関東地方建設局河川部長と合議してその結果をふまえて回答するものでありますので念のため申し添えます。

記

1. 本事業を実施することによって生じる農業用水の余剰水を埼玉県及び東京都の水道用水に転用する時期は、本事業の完了した時点と考えております。
2. 非かんがい期における上記1の水道用水の水源は新規利水者が別途手当するものと考えております。
3. 本事業によって生じる農業用水の余剰水の平滑化は、上記2の水源施設で対応されるものと考えております。

なお、非かんがい期の水源施設が手当されるまでの間については、千葉県の既得水利及び現在施行中

の新規事業の水利使用等に影響を与えないよう河川管理者及び厚生省等と十分調整したいと考えております。

千葉県知事から次のような事業実施方針に対する意見が昭和54年7月30日付で出された。

埼玉合口二期事業に関する事業実施方針について（回答）

昭和54年7月13日付け54構改A第825号で意見を求められたこのことについては、下記事項のとおり措置せられることを条件として同意します。

記

1. 農業用水の合理化により新規に埼玉県及び東京都の上水道用水として、かんがい期平均毎秒3.1立方メートルを供給する計画であるが、当県は最下流にあたるため渇水時には水道用水、農業用水が塩害を被る現状にあるので、これら等の既存水利はもちろん現在施工中である成田用水事業、東総用水事業及び房総導水路事業等により取水する水量を既存水利として取り扱い、これらの水利に支障を与える場合は、直ちに取水の制限又は停止をすること。
2. 上記の既存水利に支障を与えないような管理運営を行うとともに、利根導水路に関する管理方針並びに管理規程に変更が生じる場合には、当県に協議すること。

(2) 農業用水と上水道用水の費用振り分け

埼玉合口二期事業は農業用水の合理化のための事業であるとともに上水道用水との共同事業であるため、農業用水と上水道用水との費用振り分け（アロケーション）を行った。

アロケーションの基本的な考え方は本事業は水資源開発公団事業の他県営事業、団体営事業および県単事業がすべて実施されてはじめて農業用水の合理化と上水道用水への転用が可能となることからアロケーションの対象事業を農業用水関係事業のすべてとしたことに特長がある。

基幹線水路及び西縁水路に関するアロケーションは次のとおりである。

費用振り分け対象の範囲となる全体事業費

29,033百万円（うち共用施設18,300百万円）

通水量比	農業用水	67.9%
	上水	32.1%

費用振り分け負担額

農業用水	19,713百万円
上水	9,320百万円

なお、水資源開発公団事業の共用施設18,300百万円の費用振り分けは上記の負担額から、それぞれ専用事業費用を差引いて算定された。なお、東縁幹線水路の国営事業、県営、団体営事業に該当する事業費は、農業用水の

専用とし、県単事業は、その性格上上水の専用とした。

(3) 埼玉県、東京都の上水道用水の配分

農業用水の合理化水量の配分先と予定していた埼玉県及び東京都の上水道用水側とは計画の全容がほぼ固まった昭和51年頃から密接な連携が保たれ、転用水量、プロケーション、水量配分、冬期用水、平滑化のための調整池等の問題についての協議調整が進められた。ここでは $3.067\text{m}^3/\text{s}$ の転用水量の埼玉県、東京都の配分の考え方を示す。

- ① 農地転用に伴う転用水量 $1.858\text{m}^3/\text{s}$ については転用面積比率とする。

$$\text{埼玉県 } 1.858\text{m}^3/\text{s} \times \frac{812.1\text{ha}}{1,104.2\text{ha}} = 1.377\text{m}^3/\text{s}$$

$$\text{東京都 } 1.858\text{m}^3/\text{s} \times \frac{286.1}{1,104.2} = 0.481 \text{ //}$$

- ② 幹線水路損失改善に伴う転用水量 $0.301\text{m}^3/\text{s}$ についても転用面積比率とする。

$$\text{埼玉県 } 0.301\text{m}^3/\text{s} \times \frac{812.1}{1,104.2} = 0.223\text{m}^3/\text{s}$$

$$\text{東京都 } 0.301\text{m}^3/\text{s} \times \frac{286.1}{1,104.2} = 0.078\text{m}^3/\text{s}$$

- ③ 圃場整備による転用水量 $0.697\text{m}^3/\text{s}$ および維持用水改善に伴う転用水量 $0.092\text{m}^3/\text{s}$ についてはすべて埼玉県の農地に関係するため、全量埼玉県とする。

以上の考え方により埼玉県への配分 $2.508\text{m}^3/\text{s}$ (81.8%)、東京都への配分 $0.559\text{m}^3/\text{s}$ (18.2%)とされた。なお、転用水量の配分は農林水産省が埼玉県および東京都と協議し原案を作成し、河川管理者が水利権許可の際最終的に決定するという建前になっている。

7. ま と め

享保12年(1727年)に見沼に代る用水路として幕府勸定吟味役井沢弥惣兵衛為永によって開疏され埼玉県、東京都の平野部をうるおし続けた見沼代用水路は、ここに農業用水の合理的利用により上水道用水と共用するという新しい時代に入ってきたといえる。

埼玉合口二期事業は幹線水路損失の転用、冬期用水等多くの未調整事項を残したままとはいえ、 $3.1\text{m}^3/\text{s}$ の大量の新規都市用水を生み出す事業がスタートできたことは水資源のひっ迫利根川における今後の農業用水合理化

への明るいきざしであり、大きく評価されるべきであろうと考える。

今回事業計画を立てた農林水産省と河川管理者である建設省とで農業用水合理事業について本事業を具体的事例として本格的議論が斗わされたといえる。農業用水合理化事業の所管官庁であり、農業用水確保の立場にある農林水産省と多目的ダムの建設、河川管理を行う建設省とは初めから農業用水合理化に対する考え方に差がありその理由を仮に推測するとすれば、①転用水量が $3.1\text{m}^3/\text{s}$ と大規模であるにもかかわらず、比較的容易に事業着工が可能であったこと、②建設省の所管する多目的ダムと農業用水合理化事業が競合する恐れがあること、③中川水系では今後さらに大規模な農業用水合理化の可能性があるため農業用水合理化のルールを確立したいと考えていること、④農業用水合理化の主導権争いが感じられること、⑤河川管理上で農業用水合理化の位置付けを明確にすること等でなかろうかと思われる。

他方計画を立てた農林水産省側においても幹線水路損失、維持用水の転用による下流既得用水と調整、農業用水と上水道用水の使用パターンのちがいによる平滑化の問題、冬期用水の問題などを機会に農業用水合理化の考え方に対し検討をする必要があるものと考えられる。

しかし、いずれにしても大規模な農業用水合理化がスタートしたことにより、今後の利根川水系における水資源開発に対する考え方を大きく修正する必要性が生じてきていることは確である。利根川上流で計画中のハツ場ダム、南摩ダムは着工の見とおしが立たず、残されたダム建設予定地点がほとんどなくなり、また下流での湖沼開発も水質問題等の解決がせまられている現在、農業用水合理化等が水資源開発の重要な部分を占めるようになってくると考えられる。埼玉県、東京都など都市近郊の農業用水合理化事業の潜在的な可能性は大きなものがあり、今後とも前向きへの調整が望まれる。

この報文を書くにあたり関東農政局建設部、計画部、利根川水系農業水利調査事務所の担当官の貴重なご意見をいただいたことと、各種の資料を参考にさせていただきましたことに対し深く感謝いたします。

一ツ瀬川農業水利事業

パイプラインの設計と施工について

穴見 春樹* 井 敏春*

目 次

1. はじめに	(71)	6. 付帯施設の設計	(75)
2. 茶臼原幹線水路の概要	(71)	1) 共通の留意事項	(75)
3. パイプラインの水利用計画	(72)	2) 制水弁工	(76)
1) パイプラインの水理解析	(72)	3) 分水工	(77)
2) 畑地かんがい計画	(73)	4) 空気弁工	(77)
3) 水管理計画	(73)	5) 排泥工	(77)
4. 設計及び施工仕様の留意点	(73)	6) 流量計工	(78)
1) 路線計画	(74)	7. 施工と施工管理	(78)
2) 管の縦断計画	(74)	1) 施工計画	(78)
5. 管種・管径の決定	(74)	2) 施工	(79)
1) 構造的検討	(74)	3) 施工管理	(81)
2) 経済性の検討	(75)	4) 工程管理	(83)
3) 施工性の検討	(75)	8. おわりに	(84)
4) 管種の決定	(75)		

1. はじめに

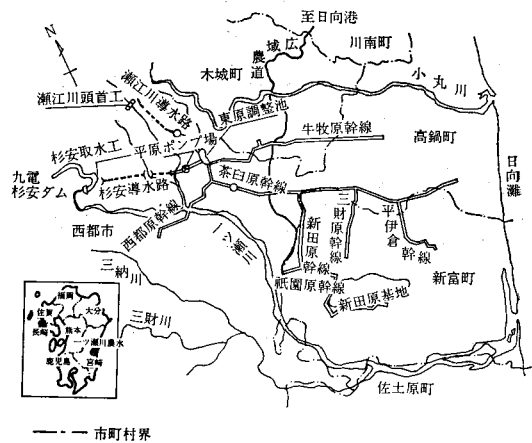
本報は、No. 47—1982掲載の『パイプライン水理解析と畑地かんがい計画について』につづく第二報として報告する。

農業水利としてのパイプラインの歴史は浅く、完成して施設として機能しているものはまだ数十年しか経過していない状況にある。この間、先行パイプラインの不備な点の調査・研究・改良が行われ、管材の開発と改良、及び設計—施工—管理の研究等技術革新が行われて来たところである。又、送水単一のパイプラインから、水源～末端圃場散水までの一連の水機構が総合的に組込まれた長大パイプラインも出現してきたが、ここでは一ツ瀬川農業水利事業のパイプライン総延長37kmのうち主に茶臼原幹線水路(延長11.4km)の大口径区間(φ2,000mm鋼管延長2.0km, φ1,800mm鋼管延長2.7km)の設計及び施工の留意点について紹介する。

2. 茶臼原幹線水路の概要

1) 地域の概況

事業地域は一ツ瀬川と小丸川に挟まれ、日向山から日向灘に向かって広がる洪積台地上の畑地を主体



図—1 事業位置概要図

に、周辺水田と西都原台地を含めた地区面積4,230haの地域であり、茶臼原幹線水路は8本の配水幹線の基幹をなす主幹々線である。

2) 地質及び地形

本地域は新第三紀に属する宮崎層群を基盤としている。宮崎層群は砂岩と泥岩の互層からなっており、この基岩の上に段丘堆積物が乗った型となっている。この洪積層は段丘礫層とローム層よりなり、

* 前九州農政局一ツ瀬川農業水利事業所
現 〃 土地改良技術事務所

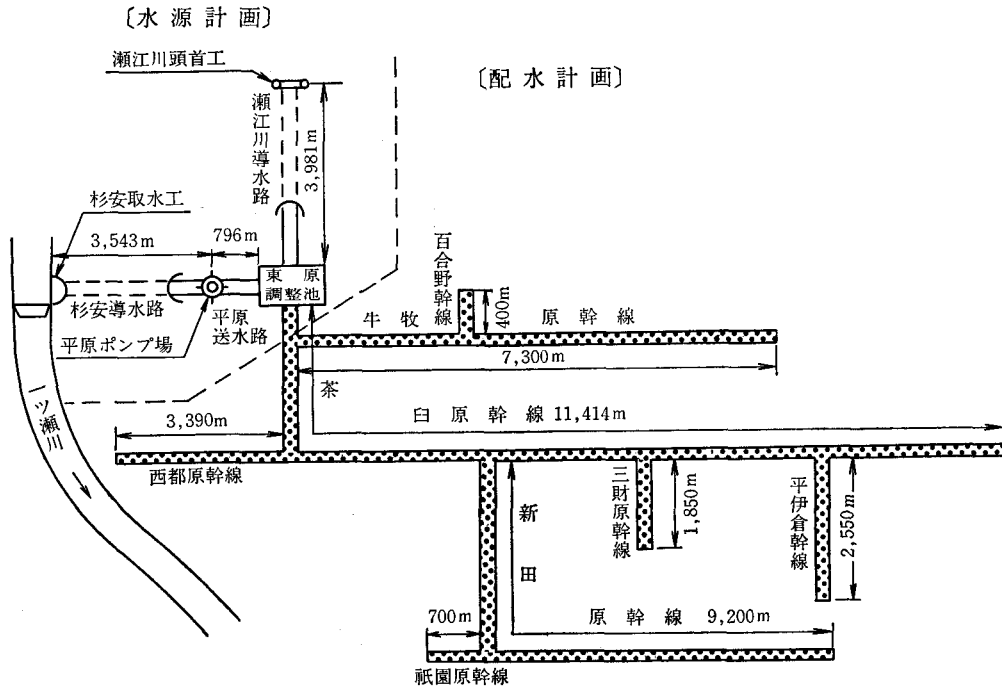


図-2 事業地区 平面模式図

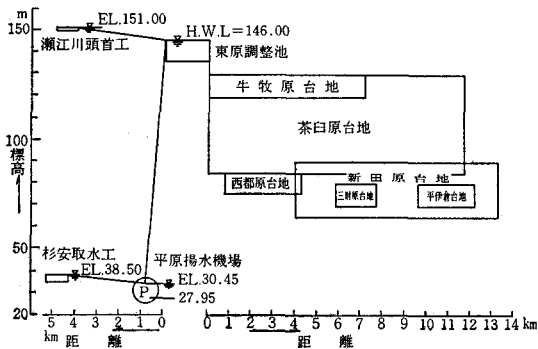


図-3 事業地区 断面模式図

表層は赤ホヤ、黒ボク等火山灰土壌で覆われている。なおパイプラインの埋設位置は殆んどがローム層及び、一部段丘礫層で、地盤状況は良好といえる。

また本地域の台地は4段の海岸段丘(旧茶臼原面160m、茶臼原面130m、三財原面90m、新田原面70m)のほか低位の海岸段丘も数面見られるが、各面は比較的平坦である。茶臼原幹線は140m~70mの約3段の段丘を日向灘に向う11,400mのクローズドパイプラインである。

3. パイプラインの水利利用計画

パイプラインの機能をいかなる機能を持つ施設にするかというマクロ的な機能計画としては、下記のものがある。

- 1) パイプラインの水利解析
- 2) 畑地かんがい計画
- 3) 水管理計画

これらは、完成後管理される施設のもつ総合的機能計画として十分検討されなければならない。当事業としての考え方は前報のとおりであるが、今回以下のとおり補足する。

1) パイプラインの水利解析

所定の地点での水のエネルギー水頭及び必要水量の確保のために管径・管種の決定をするが、水理的にいかに対応するかは重要な問題であるので、パイプラインの水利解析、特に非定常流解析を主とした水利解析を行った。その過程において、線形計画法による最適管径の決定をしたが、これは単に積算上安い施設にするための経過手段である。結果として重要なことは施設のもつ水理的機能として水管理計画(水利用計画)・営農計画にマッチした要素をいかに組み込み解析を行うかなのである。

当事業としては近傍のすでに完成し、利用に供されている国営綾川農業水利事業の水利用の実態を調査分析し、水利解析の諸元決定の参考とした。調査の結果設計流量に対して使用最大流量で約50%、使用最小流量は20~30%を得た。又、当事業の水計算書から最小時・最低時の計画流量等を分析検討した結果も合わせ①計画流量時(100%)②常時流量時(50%)③最低流量時(20%)と3ケースの対象流量で水利解析し、水利用の実情に即した水頭配分を行った。

施設の計画流量とは、基準年における半旬（5日間）に起因した雨量に基づき決定されたものである。従って、常に計画の状況が発生するとは限らない。長期的な施設では、機能（容量）的には当然必要であるが、常時の対処としては常時流量あるいは最低流量の状況が、数多く発生する訳で、その状況にエネルギー頭をいかに有効利用できるかが施設のもつ柔軟性となり、運用管理の上で重要なこととなる。（例えば、計画流量時加圧の必要性があって加圧機場をつくる場合、最低時又は常時のケースとしては受水槽をバイパスさせて自然圧を有効利用する等管理の切替えができる施設であるか等）

2) 畑地かんがい計画

国営かんがい排水事業には、付帯事業として県営等の面的要素、あるいはパイプラインについても引き続き接続する等不可分な形態をなしていることは言うまでもない。

従って、付帯事業の営農計画あるいは圃場整備計画から分土工の支配面積及びスプリンクラーの末端圧等について決定されるものであるため、国営事業の末端計画等との整合性の確保には十分注意を払わなければならない。そのためには県と国のコミュニケーションを密にしておく必要がある。特に、末端圧は営農形態から重要であり、パイプラインの計画からは加圧ポンプの必要性、あるいは規模、ひいてはパイプラインの水理解析まで影響を及ぼしてゆく。

国営と県営のパイプラインの引継地点については十分協議をつくし、協議書を交換する等担当者が変わってもその主旨が明確になる様に組織的に対処しておく必要がある。

3) 水管理計画

水管理計画は、主要水利施設の管理労力の軽減と安全管理のため、遠方監視制御設備の他、情報収集処理及び水運用計画策定のため監視及び制御を行うが、配水施設としてのパイプラインでは、

①各幹線分岐点の各々の流量の監視と分水バルブの制御

②その他分土工の流量監視をどの程度にするか、いわゆる分水量の把握率の決定

③中央監視局と支局の通信の手段は有線かあるいは無線か

④加圧機場の必要性と位置の決定が必要であるが、この水管理計画はパイプライン計画より先行させて行われていなければならない。

①に関しては、超音波流量計等の構造物はパイプラインと同時に施工が必要であるし、③に関しては、有線の場合、埋設線の電線管及び付帯施設についても同時施工の必要があり、④についてはその位置及び加圧機場の排水等の末端についても考慮する必要があり、用地買収等も

同時に行う事も重要である。

その他の事項としては、スプリンクラーの末端での除塵等は難解な問題であるので、パイプラインの最先端部の除塵方式の検討等はパイプラインの機能と作動するスプリンクラーの管理運用の最重要事項となる。従って除塵には二重三重の施設と除去装置・方法を検討すると共に例えば、調整池等の公園化等については植樹された木々の落葉と調整池内の除塵等の関係についてもパイプラインの管理技術の問題からは警鐘をならすことも必要と考える。

4. 設計及び施工仕様の留意点

パイプラインのマクロ的機能計画をいかなる施設として創作してゆくか、又いかにミクロ的機能を付加するか的手段、方法が設計及び施工である。

設計の流れとしては①路線計画、②管の縦断計画、③管種及び管径の決定、④付帯施設の設計（制水弁・分土工・空気弁・排泥工他）とあるが、

いかに計画どおりの水を流し、水を止めるか、そのためにはいかに管内の空気を抜き、あるいは空気を入れ、又泥を出し、管そのものの水理的機能を持続させるかである。従って、付帯構造物の機能、構造物内の環境の保全、及び構造物以降の流末等にも十分注意を払うべきである。これらのことを考慮することによりパイプラインの総合的な機能として長期的に農地等の受ける自然環境、及び圃場面の変化等社会環境の変化にも耐え、かつ順応してゆくこととなる。

施工的な分野としては設計の主旨に基づき、機能の仕様を完成させるものである。

管の構造計算では、土の土質的特性はもちろん、施工上予想される埋戻土転圧の程度を想定し、①土の受働土圧抵抗係数の決定、②埋戻土の期待される密度、③埋戻土の施工機械の分類、等管体と土の複合したモデルでの計算がなされている。従って、設計ではその主旨を仕様書で規定する。一方、埋戻土の完成品は施工側の分野となる。

又、管は基床砂の厚さも構造計算の段階で比較積算の結果決定される。支承材としての砂は、例えば鋼管の場合、その厚さにより管厚が薄くなり経済的になる。しかし、考えなければならないのは砂の物理的特性以外に化学的特性があり例えば塩分が含まれている場合がある。塗覆装と塩分の因果関係は不明確なところはある。施工仕様を厳密にしたとしてもピンホール等は皆無にできるとは限らず、このことは施設の耐久性にとっても重要である。従って、設計側では材料としての条件すなわち洗砂と仕様を指定することとなる。施工側では、施工計画書打合せ時に塩分濃度について公的機関の証明書及び使用量により中間に検査証明させる等の措置を講ずる。

又、砂取場の確認等注意を払うことにより材質の仕様を満足させる。

この様に設計の段階における条件仕様と施工側での仕様の確定により耐久性等の総合的なミクロの機能が完成される。

1) 路線計画

大口径パイプラインは、まず直線的配置とした。又、原則として道路との並行配置に務め、将来の維持管理の容易さに務めた。

測量段階においては、施工時と完成時を構図しながら選定を進める。面的事業も行われているが、出来る事なら圃場整備が済んでからパイプラインを実施に移すのが面工事との連帯から望ましい。しかし、現実には事業実施時点での整合性がとれない場合も多い。従って、

面的事業担当部門と協議をつくし圃場整備計画に沿った路線計画とする。又、面的な計画が具体的に進んでいない場合は、その時点で圃場整備計画の概略設計で協議する。決定されたパイプラインの路線計画に合わせて後発の面計画をする様協議書の交換をし、主旨を徹底する。若しもパイプライン施工時前に面工事の施工が行われる様な事があれば、パイプライン側の路線計画変更等の譲歩も必要と考える。水利施設も面工事等も最終的に使う側の地元にとっては同じであるので、恒久的なものとして不自然さが生じないようにすることが重要となる。

(積算及び施工面から考える場合)

路線計画する場合、施工標準断面図を作成し、イ)掘削深と巾、ロ)表土置場巾、ハ)心土置場巾、ニ)工食用道路巾、ホ)その他の余裕等の施工巾を決定しておく必要がある。又、個々の畑地への進入経路の把握とその他の資材及び土置場、土捨場の位置決定等も行っておく。

路線に、家屋等の障害により道路を超えて迂回する場合等があるが、例えば鋼管の場合道路部は可とう伸縮管等が必要となり、大口径の場合高価となる。又、家屋を避けるため矢板等の仮設費がかかる場合、家屋の移転費用の方が比較積算から安い場合も生ずる。補償移転等も『案ずるより生むが易し』の場合もあるので、十分比較検討し地元と協議をつくさなければならない。

(その他)

路線に関する地元事情の把握は、社会的に個人財産擁護の考え方が先に立っている現状からは特に重要であり、役場、土地改良区、その他から情報を集め、整理しておくことも事業遂行上欠かせない要素である。

2) 管の縦断計画

路線計画も含めて圃場整備との整合性は十分検討するが、圃場整備より先行する場合は、現況線と圃場整備計画線を共に考慮して設計を進めるものとする。

(管の構造計算の段階の土被り厚は現況線と圃場整備計

画線の高い線を対象にした。)

縦断計画は、高位部と低位部における位置をあらかじめ決定し、その間の畑地、山地、水田、道路、水路及びその他の埋設物等とパイプラインとの関連性を十分把握し、下記の問題の検討を進めた。

- ① 高位部において計画流量時のエネルギー水頭の余裕はあるか (1.5mとした)
- ② 高位部～低位部の1つのブロックを拡張して考え前後ブロックから考えてそのブロックの正当性を確認する。具体的には、その高位部に空気弁及び低位部に排泥工を配置した場合が良いか、一方、管深を深くした場合との施設の機能と安全性を十分検証すると共に積算上の優位工法を採用する等である。
- ③ 管のレベル配管は極力さげ、空気弁及び排泥工の地点に向って掃流する様に考慮した。
- ④ 管深の計画としては、上部畑地の営農上ゴボウ等の根菜類の採取機械の掘削深を検討し、又⑤の浮上の検討等から最低土被り厚を1.5mとした。
- ⑤ 管径と土被りの関係から浮上に対するの関連性を確認し浮上防止については十分考慮する。又、施工計画においても施工中の浮上の危険防止は十分対策をつめておく。

5. 管種・管径の決定

管径については線形計画法により茶臼原幹線水路全体の管種及び管径の組合せを行い、最適管径の組合せを採用することとした。なお、この組合せの過程は非定常流解析シミュレーション(他幹線の水理的要素を考慮)で水撃圧及び負圧の検証を行った。(前報参照)

まず管種の決定のための比較設計は①PC管、②強化プラスチック複合管、③鋼管(SP)④ダクタイル鋳鉄管(DCIP)について行った。

次に茶臼原幹線水路を高位部と低位部に分類した。

低位部については設計水圧より制約のあった①PC管②強化プラスチック複合管を除外して検討した。

高位部の主に大口径区間については①～④の管種について比較設計を行った。なお、結論を出すに当たっては、大口径管としての機能面から考えて下記の項目について検討を行った。

- ①構造的検討
- ②経済性の検討
- ③施工性の検討

1) 構造的検討

①計算の方法

使用水圧と管種の位置付けを行い、全線の管の縦断計画から平均土被り厚を算出して構造計算を行い、口径毎に外圧作用時と設計内圧の相関を作成し検討した。

② 継手の構造と耐水圧強度

水密性は、継手の耐水圧強度で決まる。従って、設計基準により鋼管を除く3管種について行った。

なお、鋼管の継手部は溶接であるので管の設計内水圧 (JIS G3451) による。

③ ①と②から管種・管級を決定し、次の経済性の検討に進む。

2) 経済性の検討

① 口径別価格

管体1m当りの価格は全延長から割り出した継手類、異形管類を含めた総合価格 (1. 管材費 2. 布設費 3. 曲管費 4. 土工費) を管種毎に計算する。

② 経済的に使用可能な管種

構造的に使用可能な管種は ①SP、②DCIP (4Cb) ③FRPM (3Cb) ④PCP (3Cb) となったが、比較積算の過程で高かった DCIP を除外し、残りの3管種について水理的条件から全体的な比較を行った。

③ 水理的条件を考慮した経済比較

流速係数の差により管径が異なり、経済性も変化する。これは、必要水頭を満足する範囲で管径を決定し、経済性を検討した。具体的には PCP と SP は流速係数 C は同じであるが、FRPM については大きい。従って、対象管径についても小さく出来る訳で別途に線形計画法による最適管径の組合せを行った。経済性は結果として、 $PCP < SP < FRPM$ となった。(S'53~S'54年度時点)

3) 施工性の検討

① 信頼性の検討

信頼性は1. 管体の構造 (特に継手) 2. 基礎及び埋戻し等の施工誤差と施工後の変形状況により左右される。

② 管体の構造

鋼管の場合、溶接後レントゲン検査をし、その後塗覆をするので本体と同じ信頼度を得ることが出来る。PC管、FRPM 管についてはゴムジョイントであり、試験通水まで施工ミスが発見できず、また発見されたとしてもその補修は困難となる。

③ 施工誤差と変位量

土工の埋戻しは、突固めにおいて施工の程度の均一性の確保は難しい。この場合、下記の通りである。

1. 鋼管は管自身の可とう性により対応する。
2. FRPM 管は、管自身の可とう性と継手の可とう性で対応する。
3. PC管は、継手の可とう性だけで対応する。

又、管路的に考えてみると

1. 鋼管は、全体としてたわみ、継手は溶接であるの

で分離抵抗が大きい。

2. FRPM 管及びPC管は、継手自身の離脱抵抗力は小さい。

従って、信頼性の面では許容可とう長で考えられ、 $SP > FRPM > PCP$ の順と考えられる。

④ 施工実績

当事業所内において、国営綾川地区の施設整備事業を実施していたが、この綾川地区等の事故例を分析した。この事業は、PC管を主としたパイプラインであるが、この事故については、管又は継手部のパンク→修復、次の弱い部分のパンク→修復と順次弱い部分に移動するという悪循環のため対応に難しい問題をかかえていたPC管については、その後の継手構造の改良により信頼性の向上は認められるが、信頼度は今一步である。

4) 管種の決定

経済性を十分検討した上で下記により決定した。

- ① 施工における継手部の信頼性
- ② 地盤の変化に対する対応性
- ③ 実施地区の事故例からの検討
- ④ 宮崎県が建設省の定める強震帯地域として区分されている。(過去、日向灘、えびの地震等がある)
- ⑤ 維持管理における幹線バルブの誤操作等に対する安全性 (バルブの急閉塞等)
※通水試験等の水撃圧、あるいは弁等の振動は、想像を超えるものがある。

以上の項目から経済的には多少不利となるが、主幹々線としての社会的位置付けから鋼管に決定した。

6. 付帯施設の設計

前報において、制水弁工、分水工、放流工及び空気弁工について記述しているが、ここではその他の留意点について述べる。

付帯施設の機能としては、計画どおりの水を流し、放水し、非常時に止水する。計画流量を流すために空気及び泥の排出を行い、かつ流量の計測を行う。これらの付帯施設は、個々のものでなく、パイプライン全体として総合的に機能するものである。従って、管理性及び水密性について十分配慮する必要がある。

1) 付帯施設全般の構造物機能として考慮した項目

- ① 管体とコンクリート構造物の接合部は鋼管にスチフナを入れ、漏水及び移動に備えた。
- ② コンクリート構造物は水密性をもたせるために、ミックスタイプ等を配合した水密コンクリートとした。
- ③ 排水マスをつくり、排水ポンプの設置ができる様にした。
- ④ コンクリート構造物には2ヶ所に換気管 $\phi 150$ ~

200mm) を設置し、これも雨水の浸入を防ぐためスチフナー及びエルボをつけ工夫した。

- ⑤ 制水弁及び流量計ボックス工には電線管をつけて将来の2次工事が発生しない様にした。
- ⑥ 上部の縞鋼板については雨水対策から構造（傾斜角、重複度及び底（ひさし）的アイデア）には十分注意を払い、かつ通常管理の場合と修理等非常時の場合から分割を検討した。
- ⑦ 縞鋼板等の鋼材は従来からの塗装から電気亜鉛メッキ工にかえた。（JISH 8610, 1種, 6級とし価格差は塗装と変わらない）
- ⑧ 地下水の位置を確認し、排水管等で排水できる構造を考慮した。
- ⑨ 地耐力及び浮上の検討をした。

2) 制水弁工

制水弁工の目的として①止水、流量制御、②排泥のための止水があるが、大口径の制水弁については高額である。従って、最も効果的な地点に数少なくする必要がある。

大口径の場合、一つだけの目的をもつ制水弁は价格的に難しく、いくつかの複合的機能を具備するものになるが、事故発生時の緊急遮断及び復旧補修時の遮断等の保守管理には十分対応できなければならない。制水弁の開閉速度及び電動化等は、先にパイプラインの水理解析シミュレーションの結果に基づき求められた水撃圧に対応した開閉速度とは当然一致すべく注意を払っておく。

弁体工は①横型バタフライ弁とする。②材質はFCD製とする。③副管で連絡した副制水弁をつける。④フラ

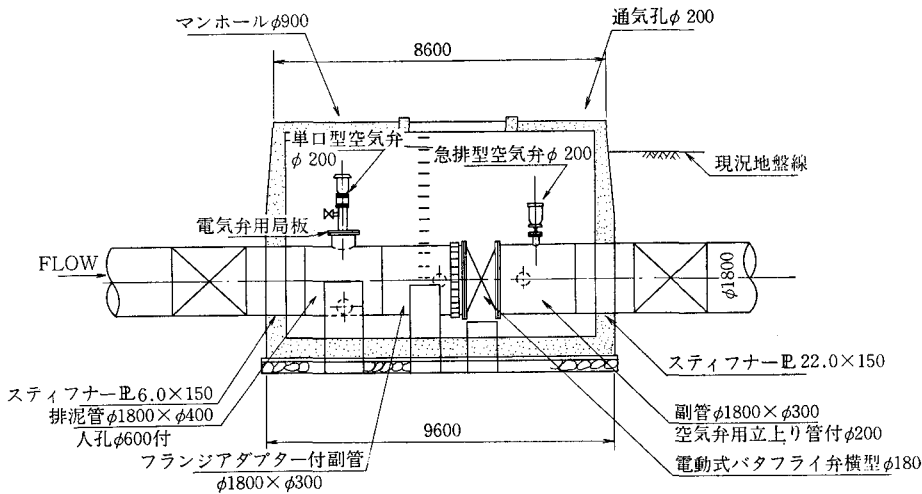


図-4 制水弁工側面図

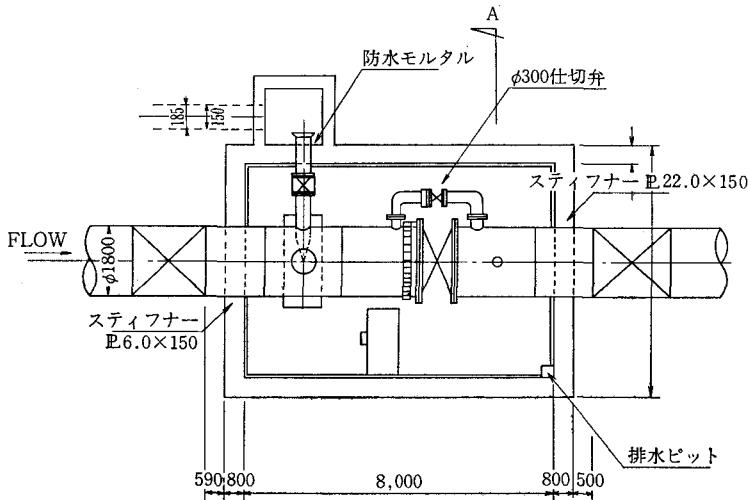


図-5 制水弁工平面図

ンジアダプタをつけ、将来の修理の際に制水弁を戸外に出せる構造とする。⑤弁室内の空気弁修理その他のために天床にフックを設置する。

構造物としての大口径制水弁は非常に大きい空間となる、従って、管理上あるいは、操作性の向上のため、構造物の中には階段及び回廊等をつくり、施設の中を自由に歩ける様な構造とした。この場合、鉄製等の施設を特別につくると高価となり、かつ耐久性に乏しくなるが、コンクリートの場合は鉄筋、型枠、コンクリート等の増加のみであり、アイデアにより低価格で完成できる。

弁体工の上下流には必ず可とう管を入れ、構造物とパイプラインの異質な移動に対処させる。又、鋼管といえども可とう管、フランジアダプター等で連続性はない。従って、水撃圧によるスラスト力の検討も十分しておく。

3) 分水工

分岐においては、中口径の場合特注管で設計するが、県営掛等は200~400mmの小口径が多い。この小口径については、水道鋼管協会規格（JISは1500mmまで）によると、例えばT字管の2000mm（1800mm）での分岐口径は800mm（700mm）と大きなサイズとなる。このケースでは、県営サイドの片落管が極端となり、特注にならない様にどろ吐管を使い、最大径400mmを逆さに設計し分岐の工夫をした。

また、国と県の施工時期から後発施工の工事ミス等でパイプラインの破損等が生じない様に協議を十分にを行い、掘削時立会する等、保全上も注意する。

4) 空気弁工

空気弁工については、地形上一般的には、高位部に位置するが、管の縦断計画と並行して排泥工と共に決定さ

れるので、その際地形状況にマッチすべく位置の決定を行う。

例えば、その位置は出来るだけ農道、あるいは畑地の場合には隅部等用地交渉の際に地元が納得する様な位置に心掛けた。

以下、次の様な留意をした。

- ① 制水弁の両サイドには空気弁の必要性を十分検討する。縮めて排泥する場合は、空気弁から空気を流入させないと水は流れない。又、止水する場合も同じように下流側に負圧が生じ水が流下しないので、空気弁を設置する。
- ② その他の設置地点は前報参照。
- ③ $\phi 800\text{mm}$ 以上については管理上から人孔管を設置する。
- ④ 畑地部等についてはマンホール側塊工とし、水田部等地下水の高い部分については現場打コンクリートとする。
- ⑤ マンホール側塊については管理上から1500mmとする。

5) 排泥工

- ① 排泥工は制水弁が1ヶ所の場合と2ヶ所の場合では管内流速は2倍違う。従って、排泥工のための制水弁は、2ヶ所が望ましい。しかし、大口径制水弁の場合余りにも高価であるので十分検討するものとする。
- ② 排泥管の口径は一般的には本管の1/2~1/4となっているが、2000mmの場合本管の最小流速は0.3m/sとして口径の決定を行い、前出協会規格の400m/mを採用した。口径を大きくすることは可能である

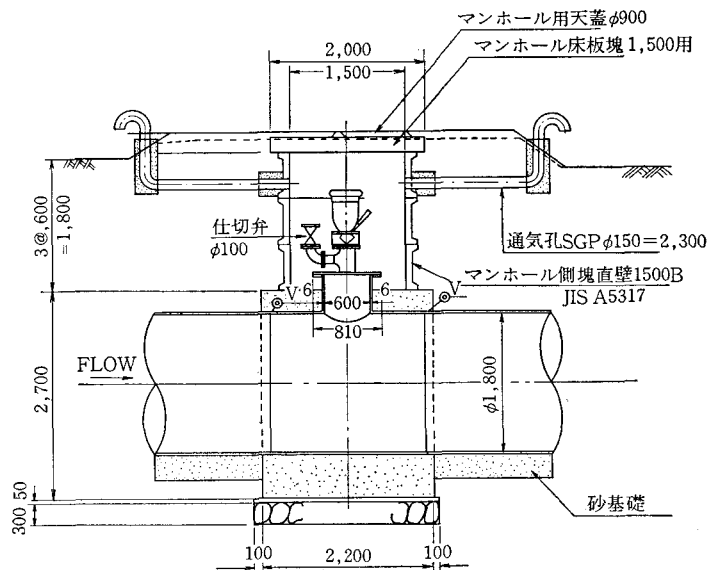
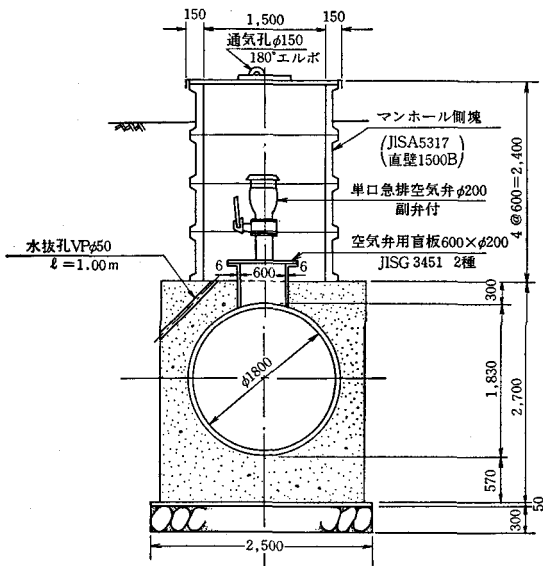


図-6 空気弁工側面図（道路部）



図一 7 空気弁工側面図 (畑地部)

が、排泥工流末を考慮し放水量の下流側に対する安全性からも検討した。本管の排泥は長期的な観点からも実施しなければならない。従って、次の処置をする事とした。

- ③ 大口径は幸いにして管内でもかなりの空間があるため、人力による清掃が可能であり、排泥工直近に人孔管を設置し長期的な管理に対応させることとした。
- ④ 排泥工は低位部に設置する。排水路及び河川等に放流するものとするが、その位置については前出空気弁と同じく、縦断計画時には畑地等隅部に決定する。

6) 流量計工

流量工の配置及び機種については水管理全般で決定し、最小の配置でいかに計測できるかを検討した。幹線計測用の機種は超音波流量計とし、機器設置については管理システム全般として一括して施工することとした。また土木構造物についてはパイプラインと同時に施工することにより二次工事をさけることとした。

7. 施工と施工管理

1) 施工計画

(1) 路線と施工条件に関する調査

パイプライン及び付帯施設に伴う水管理組織上の社会的条件を踏まえて、施工中、施工後の安全性の確保がなされなければならない。これ等の諸施設の施工に関する調査としては、年間の気象特性、現地を利用可能な資材及び労務状況、既設道路網から工事用道路としての交通状況と機能利用性、仮設備用地、動力用電源の有無、仮設道路用地の有無、土捨場、迂回路の有無など、施工計

画の骨格となる基本事項を調査、調達する必要がある。

(2) 詳細計画

施工計画は、パイプライン工事の特殊事項を考慮のうえ、工事の目的と、工事の出来形、品質、工期、工事費を理解して終始一貫した円滑な施工となるよう樹立する。

このため、工事の着手に先だって、発注者は施工業者に施工計画書を提出させ、設計図書(設計図面、仕様書、その他契約条件)等に基づいて、下記の項目について検討を行い、施工計画の資料とする。

- A 全体の工程計画
- B 鋼管の製造・搬入計画 (主管と異形管、制水弁が同時期納入となること)
- C 施工法 (機械、労務、資材計画)
- D 出来形管理、品質管理、写真管理
- E 安全管理計画 (交通安全計画、施工場内外との安全の確保、病院等の連絡体制、酸欠防止計画)
- F 仮設計画 (資材搬入路線、土留矢板工、仮橋、排水処理工法、迂回路等)
- G 施工区域内外の地元との連絡、調整
- H 関係諸機関への諸手続き

この他、掘削に伴い管路周辺の既設飲料水等直接地域住民の生活に影響を及ぼす可能性がある事項については充分調査を行い、対応できる体制が必要である。

特に施工計画作成についての留意点

A 管体の埋設

パイプライン施工の最も重要な工程である埋戻し作業は、土の受働土圧力を確保し、管体と一体をなして耐荷させることにより安全な構造物となる。

この重要性が認識されず、過去小口径管の折損や移動、大口径管では、圧壊と異常扁平による漏水などの事例もあることから特に注意を要する。

B 水密性

水密性の確保は、継手部の入念な施工の精度により決定される。

C 施工区間の決定

管の施工は上流部より下流部への施工を原則とするが、地形状況 (傾斜地では低位部から高位部へ施工する)、降雨量の時期別変化、運土計画等を検討して施工区間を決定することが重要である。

D 管の浮動対策について

① 管布設後の埋戻し前における浮動対策は

- ① 常時地下水に対しては常時の水替
- ② 地表水の排水は、事前に仮廻し水路の施工
- ③ 異常降雨による急激な水による排水には、土のう等のストック、予備ポンプの設置による排水処理、又既設水路の排水断面も把握すること。

② 管布設終了後は直ちに、溶接・塗装・検査を行い、埋戻しのブロック化施工の作業形態をとる必要

工事用地土工標準断面図
(材料置場左サイド $H' \leq 50\text{m}$)

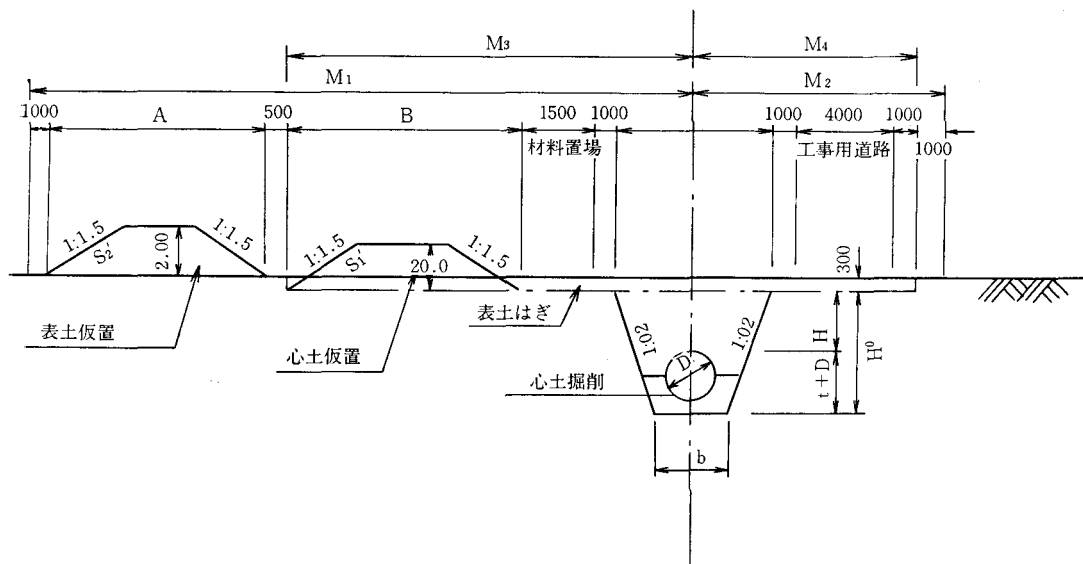


図-8

がある。

- 2) 施工
(1) 仮設工事
A 用地

直接工事に掛る工事用地(土工標準断面図参照)は発注者が準備し、施工業者が任意に必要な用地は施工業者で調達。

- B 排水施設

施工区域の周辺も含めた地形状況を把握し、既設水路等の調査結果にもとづき、工事区間、期間の排水量を仮廻し水路等により排除する。なお、予備用ポンプの手配・配置も行う。

- C 安全施設

工事用地に隣接して、人家・道路・耕作地・畜舎等があるので安全柵・防音設備・目隠しの設置、(プロイラー鶏舎用)又、電信電力線等の保護具の設置等を実施する。

- D 飲料水施設等

既設上、水道管の仮廻し工事の実施、又既設井戸等の水量を調査し、工事が原因としての水量変動の資料を保存する。工事施工の事例として、①掘削により既設井戸に影響が生じたため直ちに対策(井戸の掘下げ、新設)を講じたこと。②埋戻しにより埋戻し部分が止水壁となり、従来の地下水の流路を遮断し耕地湿地化したため暗渠排水を実施したことがあるので注意しなければならない。

- E 仮設道路

既設道路を掘削することから、迂回道路、仮橋の設置

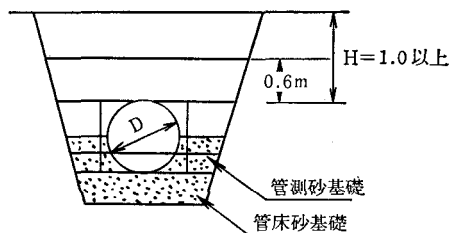


図-9 埋設標準図

及び維持補修し、地元利用者の便を計る。

- (2) 土工々事

A 標準埋設図 図9のとおりである。

- B 掘削

- ① 表土、心土の仮置き

当地区の畑地は営農上根菜類を作付けする関係上、土工標準断面図に示すとおり、表土として30cm程度をブルドーザー掘削仮置きする。次に心土をバックホウ等によって掘削仮置きするが、心土中に礫が含まれることがあれば別途仮置場に搬出し、工事用地内に礫等が混入しないよう、分離することとしている。

- ② 砂基礎部の仕上げ

機械(バックホウ)による荒掘削後、砂基礎部の人力仕上げを行うが、機械掘削に生じ易い断面の広狭を防止するために、指定断面の定規で随時指示し、規定断面の確保に努めた。又、掘削底面は過掘のないようにし、過掘が生じた場合は従来の地盤と同程度になるまで同一材

で埋戻し、転圧を充分実施した。

③ 継手掘

掘削溝内で管の溶接、塗覆装、検査等が確実に、安全に実施できるよう人力により継手掘を行う。

④ 掘削溝内の排水

掘削溝内の湧水、溜水などは砂基礎の流失もしくは管体の局部不等沈下、あるいは管の浮動の原因となるので、常にポンプ排水を行い作業に支障を来たさないようにする。

C 砂基礎

① 砂基礎に使用する砂は均一な粒度で草木等の有機質、塩分を含まないものを原則とする。

② 管床部の締固めは、振動コンパクター-90kg級で3回以上入念（以下、締固め及び埋戻しはすべて入念に締固めるので省略する）に締固める。

③ 継手掘部も砂で埋戻し、突棒及びタコで施工する。

④ 管側部の締固めは一番重要なので、15cmの範囲は特に突棒・タコによって均一に突固め密度を確保する。

この外側は、管床部と同様施工である。（振動コンパクターは、突棒・タコに比し均一に密度が確保しやすいが、突棒・タコは充分注意して施工しないと均一性に欠ける面があるので注意を要する）

⑤ 急傾斜地で浸透水によって砂基礎の砂が流亡する危険がある所は、良質な粘土に必要な間隔で止水壁を設ける必要がある。

D 埋戻し

埋設管の耐荷力は管体周囲の埋戻し土の状態によって大きく変動するものであるから、埋戻し作業はパイプラインの施工のうち最も重要な工程であり、良質土を用い入念に施工しなければならない。

① 埋戻し材料

埋戻し土は圧縮性の少ない良質土を用い、埋戻し土には管体に損傷を与えるような玉石や岩片あるいは、不等沈下の原因となる粘土塊、草木、切株等の有機質を含んだ土を使用してはならない。

② 管側付近の埋戻し

管頂迄の管側の埋戻しは管の変形に大きく影響があるので注意を要する。管側面より15cm内外は砂基礎の締固めと同様である。

③ 管頂付近の埋戻し

管頂から管頂上60cm位の間は一層毎に振動コンパクター-90kg級等で3回以上転圧を行うものとする。

管頂上60cm以上は、一層毎に縦断方向にブルドーザーで3回以上転圧を行う。管頂上60cm以上の転圧できない場所は振動ローラー 4 ton 級等で3回以上転圧する。

(3) 配管工事

A 管製作承認

管製作に当り、事前に承認図及び仕様を提出させ承認

後管製作を行わねばならない。管の製作は JIS' 及び日本水道鋼管規格に準じて行う。

B 管検査証

管が規格仕様のとおり製作されたかを確認するために、工場の検査記録と日本水道協会の検査証を提出させる。

C 管の取扱い

輸送に当っては管外面の塗覆装を保護するために板すのこ巻及びむしろ巻とし、大径管の両端には十字枠を入れる。

吊卸しはレッカー、クレーン等を使用するが、鋼管に当て傷、曲がりなどによる損傷を与えないよう十分注意して作業を行う。

ワイヤーロープを直接かけることは絶対に避け、ゴムで被覆したワイヤーロープを用いるか、ベルトによって行う。又、フックを使用する場合は安全なもので、管に損傷を与えるようなものを使用してはならない。

現場への仮置は、埋設線に平行に配列し、転り防止を行い、又、塗覆装面を損傷しないように石礫等を除去する。

D 溶接の一般的事項

① 溶接工の資格

現場溶接に従事する溶接工は JIS', Z3801-1964 (溶接技術検定における試験法並びにその判定基準) による合格者か同等以上の資格者とする。溶接作業、範囲は WS, 105-1965 (日本溶接協会規格、溶接工の資格と標準作業範囲) の規定によることとし、一般的な管は N-2 P 以上であれば良い。

② 溶接機

溶接機は、JIS, C9301-1966 (交流アーク溶接機)、JIS, C9306-1958 (整流器式直流アーク溶接機)、又はエンジン駆動式直流アーク溶接機か同等以上の性能を有するものとする。

③ 溶接棒

溶接棒は JIS Z3211-1976 (軟鋼用被覆アーク溶接棒) の規定による D4301 イルミナイト系、D4316 低水素系を使用した。

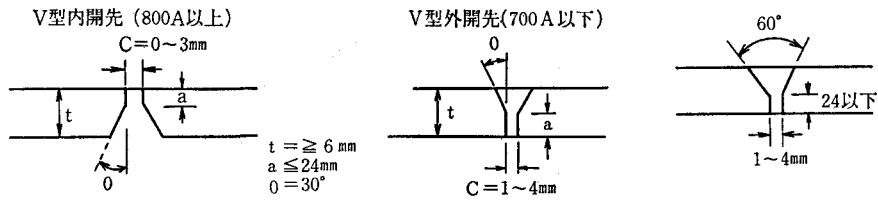
溶接棒の保管が悪くて被覆材の吸湿や被覆のひび割を生じると溶着金属中の水素含有量が多くなりブローホール等、各種の溶接欠陥が生じるので、常に乾燥状態にすることが重要である。

④ シャ光保護具

シャ光保護具は JIS, T8141-1970 に規定されたものを用い、目や手の傷害を防止しなければならない。

⑤ 標準開先

一般に溶接は突合せ溶接であり、両面溶接は 800A 以上、片面溶接 (裏波溶接) は 700A 以下とし、その標準的な V 型開を図-10 に示す。



図一10 開先標準図

E 溶接準備

① 開先清掃と補修

溶接を行う開先面並びに付近の土砂、錆、水分、油分、その他異物はグラインダー、ワイヤブラシ、刷毛、布などで十分清掃しなければならない。又、作業中に生じた開先傷についてはグラインダー等で補修する。

② 芯出し仮付溶接

芯出し作業に先立って、管外径並びに段違いを点検した後芯出し作業を入念に行う。据付けにあたってはチェーンブロック等で行う。仮付けは天・地・水平の順に行い、真円度を保つため内張りジャッキ、うま等を使用して円周誤差を一ヶ所に集めないようにする。この時の開先相互の目違いは、板厚の30%以内及び4mm以下となるようにする。又、管相互のルート間隔も全周にわたって均一になるようにする。

③ 溶接環境

溶接は温度、水分などに影響される作業であるので、実施に当っては常に天候、気温、湿度、風速に注意し、悪条件の場合は適当な処置をするか、作業を中止する。

F 溶接作業

円周継手はその溶接が完了するまで、できるだけ連続して行う。部材の溶け込みが十分に得られるように適切な溶接電流及び溶接速度を選定し、一ヶ所に多量の熱を集中させないように注意する。二層以上の溶接を行う場合は各層ごとにスラグを完全に除去し、異物が混入しないように溶接面を清掃して次の溶接を行う。

両面溶接の場合は、内面の溶接完了後外面をガウジングにより健全な溶接層まではつりとった後溶接を行う。

ガウジングの方法はアークエアーガウジングと、圧縮空気を利用してタガネで削る方法がある。

溶接ビードは均一で過度のアンダーカット、オーバーラップがあってはならない。溶接が終ると余盛高が大きい場所及び凹凸がある場所はグラインダーで滑らかなビードに仕上げる。又、余盛高では、板厚 $t = 12\text{mm}$ 以下は 2.5mm 以下、板厚 $12\text{mm} \sim 25\text{mm}$ は 3.0mm 以下、板厚 25mm 以上は 3.5mm 以下とした。

G 塗装

塗料の密着性を良くするため、塗装前に管の表面に付着している油分、ほこり、その他の異物は完全に取除いた上、乾燥した状態にしなければならない。

一般的に使用される塗覆装の手順を示す。

① 外面塗装

J I S G 3491に準拠する。下塗りとして、アスファルトプライマーを刷毛、及びスプレーによって $0.05 \sim 0.1\text{mm}$ の厚さに均一に塗る。

直管はブローンアスファルトビニロンクロス 1 回塗り 1 回 2 重巻 3.5mm 以上とし異形管はブローンアスファルトビニロンクロス 2 回塗り 1 回 2 重巻 5.0mm 以上とする。

仕上げにあたっては鉄製ヘラ等で均一に仕上げる。又工場塗装の塗り残し寸法は両端各 15cm とし、工場塗装の塗り重ねは 20mm 以上とする。

② 内面塗装

J W W A K 115に準拠して行う。タールエポキシ塗料を刷毛、スプレー等によって縦横に交差させながら 0.5mm 以上の塗装厚となるよう均一に塗る。工場塗装の塗り残し寸法は 15cm とする。

3) 施工管理

本パイプライン工事の施工管理は、農林水産省構造改善局制定「土木工事施工管理基準、同手引き」によるものとした。なお、施工管理のうち工程管理は次項で記すものとし、今回は鋼管工事の主体をなす溶接作業の検査方法、及び結果について報告する。又撮影記録による出来形管理は各工程において必ず行うものとするが、後日測定不可能な個所程留意しなければならない。

ア 鋼管の現場搬入時検査

鋼管が現場に搬入し安全に仮置されたならば、管割図に基づいて、工場検査証、日本水道協会検査証と管の No. 等、管厚、管長、管径、外観検査等を行い承認する。

イ 溶接部の検査

A 溶接前検査 仮付が終った段階で、管布設高、中心線、目違い、開先間隙等を検査する。

B 溶接後の検査

① 外観検査 ビードの仕上り形状、アンダーカット、スラグ、スパッター等の検査を行う。

② 内面検査 (X線検査) 溶接の品質を確認するために現場溶接では、1リング2ヶ所のX線検査を行う。

X線写真の評価は J I S Z 3104—1968 (鋼溶接部の放射線透過試験方法及び透過写真の等級分類方法) に準拠して行い、第1種及び第2種の欠陥については3級以上を合格とする。X線フィルムのマーク記入方法 (例)

K H T K—1 No. ①—② ⑥H
九州農政 一ツ瀬川 茶臼原幹線 管番号 撮影ヶ所

局 農水事業 水路1工区 配列番号(位置)

C 塗覆装の検査

① 外観検査 塗膜が硬化した後に目視によって異物の混入、塗りムラ、塗りもれ、たれ等がないか仕上り状態を検査する。

② 塗膜厚検査 電磁微厚針などによって検査する。

③ ピンホール検査 ホリデーディテクターにより塗装面のピンホールの有無を検査する。

検査電圧は管外面(アスファルト塗覆装)は10000V~12000V, 管内面(タールエポキシ塗装)は1200V~1500V

D 検査結果の記入事例

各溶接部の検査記録は度数分布図にて管理するが、個々の結果でなく、全体的なデータを把握する方法として次表に鋼管管理図(記入事例)を示す。

(3) 鋼管溶接検査結果による傾向について

鋼管溶接部の各検査を実施した結果から、①管厚別X線検査結果、②測定位置別X線検査、③開先間隙測定結果、④目違測定結果を測定資料数730点の結果を図12に明示した。

① 管厚別X線検査結果

埋設縦断勾配と地形状況等から埋設深の変化と同時に管厚も変化することとなるが、図表からみると、管厚15mm程度を頂点とし、前後にかけて1級の率が低減している。このことは、薄い程溶接しにくく、反面厚くなることによって溶接は5層程度の肉盛となるため困難度を示しているものと言えよう。

② 測定位置別X線検査結果

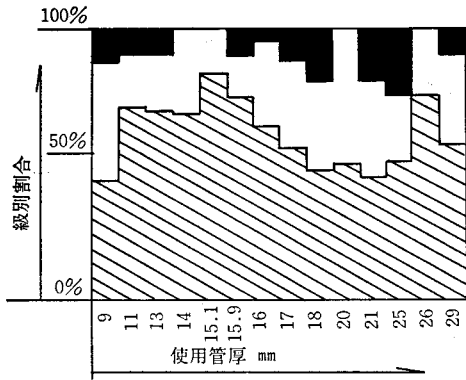
測定位置を時計と同様12ヶ所に区分しての検査結果であるが、1級の平均度数は64%, 2級は28%, 3級8%の分布を示している。内外面両面溶接となる大口径管のためか、12Hと6Hの結果が悪く、3Hと9Hが良い結

鋼管管理図(記入事例)

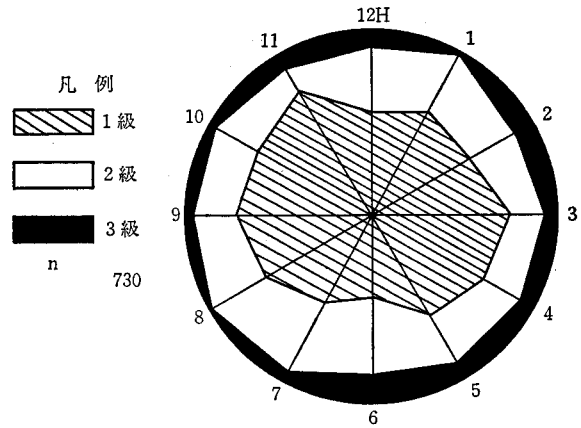
鋼管溶接番号	0	1	2	3	4
管体番号		25	24	20	24
管種	φ2000×18 ^T	φ2000×18 ^T	曲管 [#]	[#]	曲管 [#]
鋼管実測長		4000	2405	6285	2400
切断 [#]					
芯出仮付月日		1/20	1/20		
内面溶接 [#]		1/21	1/21		
外面 [#] [#]		1/22	1/21		
外面塗装月日		1/25	1/25		
内面 [#] [#]		2/2	2/2		
X線検査	撮影月日	1/24	1/24		
	指示場所等	5H	9H 6H		
ルーギヤット	12H	1.3	1.4		
	3	1.4			
	6	1.8			
	9	2.0	以		
目違い検査	12H	0.4			
	3	0.1	下		
	6	0.5			
	9	0.3	省		
内面余盛	12H	1.1			
	3	1.9	略		
	6	1.6			
	9	1.5			
外面余盛	12H	1.9			
	3	2.1			
	6	2.5			
	9	2.8			
内面塗膜	12H	0.53			
	3	0.73			
	6	0.72			
	9	0.61			
外面塗膜	12H	7.5			
	3	7.9			
	6	8.5			
	9	8.6			
ピン検査	内面	O.K			
	外面	O.K			

図-11 鋼管管理図

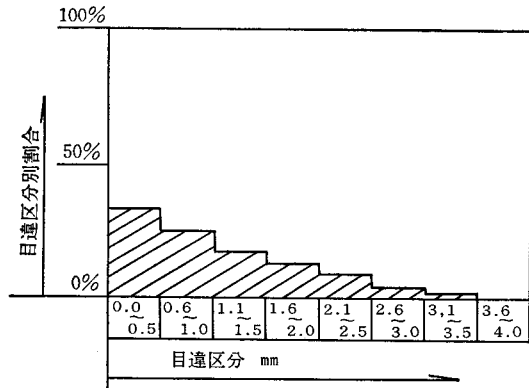
管厚別 放射線検査級別結果表



測定位置別 放射線検査級別結果表



目違測定結果表



開先間隙測定結果表

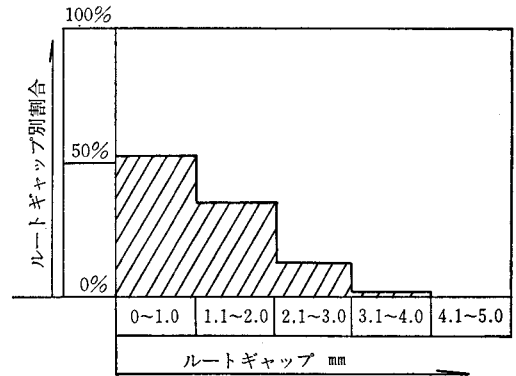


図-12 結果表

果となっている。これは溶接姿勢と関係するものと考えられる。検査時の位置指定については、考慮しなければならない。

③ 開先間隙測定結果

開先間隙を図示のとおり1.0mm間隔に分類すると、2.0mmまでで85%を占め、この平均値は1.9mmである。

④ 目違測定結果

目違区分別に度数分布を明示すると、目違量が大きくなる度数分布量が低減する傾向を示し、目違の平均値は1.1mmである。

下記の諸表から品質管理及び出来形管理に於いては、測定値を常時プロットすることにより、早期に不安定管理値をみだし、原因の調査・是正を行い、バラツキの少ないより安定した品質管理等の資料として利用することが望ましい。

4) 工程管理

工程管理は、工事の目的を熟知し、工期内に設計図書等に基づき安定した品質を、しかも安全な作業のもとに

達成するために最も重要な事項である。

(1) 工程管理の手法

工程管理は、工事発注後、速やかに施工業者より施工計画の一環として検討を加えるが、その手法としては、

① 工程計画を立てるには、全工事期間を通じ、忙しさの程度をなるべく均等化し、各工程が各々適当な時間をもって完了するように考慮する。

② 工程管理の進め方としては、まず計画を立て、それに基づいて実施し、その結果を計画と比較し、計画からはずれていれば適切なのは正処置をとる。すなわち計画・実施・統制が常に一つのサイクルとなって、たえず反復進行すべきである。

③ 工事の実施にあたっては、毎日あるいは毎週、毎月定期的に、工事進捗の実績を予め作成された工程表に記入し、予定工程と実施工程を比較して、工事が計画通り合理的に実施されるよう管理する。

(2) 工程管理の実施例

施工計画作成時に、工事規模、期間に対応する進捗率

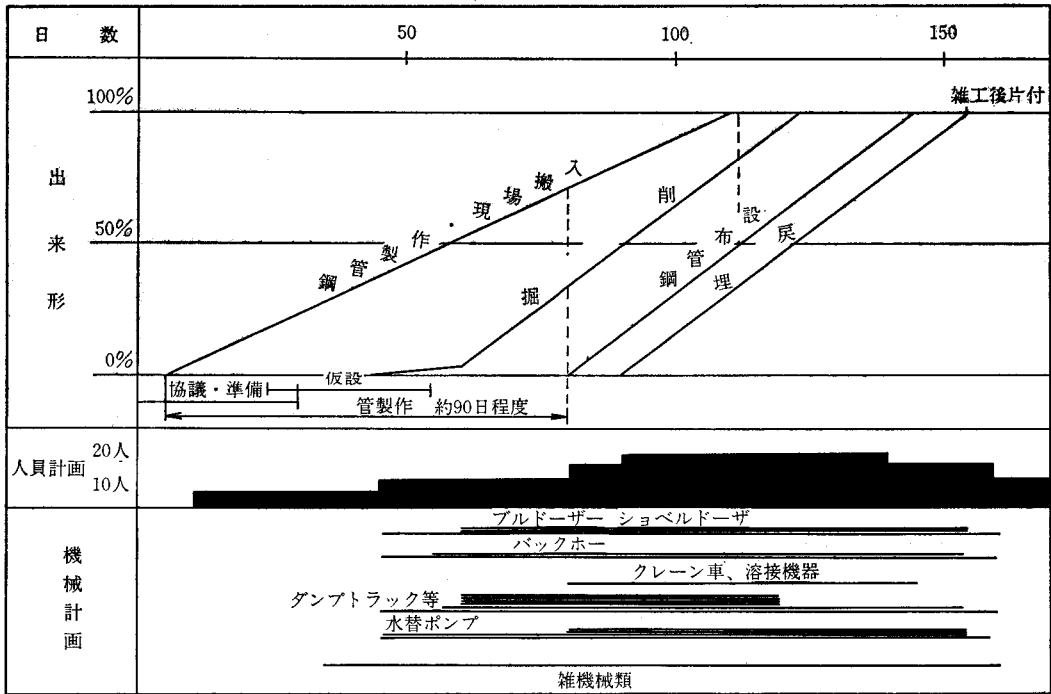


図-13 工程管理図

を設定し、労務人員、重機械類の台数と必要資材の調達、搬入計画を更に平均化すべく樹立する。

① 先ず、発注者側に於いて、図13に示す「工程管理図（事例）」を作成する。

② 工程管理図には、施工日数による人員計画及び機械計画等を図示する。

③ 詳細な工程表は、工程管理図を基本とし、ネットワークを作成し、工事資材の量、時間を明確にする。

④ パイプライン工事の場合は、鋼管の布設、埋戻しのローテーションを決める。

A 長期の工程管理

⑤ 工事進捗の実績を「工程管理図」に毎週記入し、実績の動向から掘削、布設、埋戻しの関連が順調であるかを確認する。

⑥ 工事の進捗を大きく総合的に管理するため、布設作業開始前と出来形50%時点、工期30日前の3段階で大きくチェックし、遅れぎみの場合は品質管理の状況をも検討のうえ、原因究明後、当初の管理直線に一致するよう、総合的に工程表（ネットワーク）の修正を実施する。

B 短期の工程管理

パイプライン工事の主要管理項目を溶接作業と仮定し、X線検査結果を工程能力図に記入することにより、

① 測定値のバラツキ、時間的な動きにより、現状の工程がつかみやすくなる。

② 工程能力図のデータから、時間的経過にもよらず品質の不均一性、低減化、突発的な変化等から、できるだけ早く簡単に工程の能力と現状をつかむことができる。

8. おわりに

パイプラインの機能には、水理的機能と構造的機能がある。水理的機能は計画性（目標）により決定される。従って、面的事業との整合性を図ることはもちろん、施設の柔軟性いわゆる計画流量等については建前と実態の相方を考慮し、水頭エネルギーの有効利用も十分計画に盛込む事も必要である。

構造的機能いわゆる水密性、耐久性、管理性（操作性）は、計画—設計—施工—施工管理と一貫した主旨、仕様のもとに完成されなければ施設の目標とする機能は働かない。

この相方の機能は、必要な時に、必要な水圧の水を、安い維持管理費で使える事、又延々と長期的に子孫の代まで使える耐久性を有する事を希求して造作してゆかなければならない。

阿蘇久住飯田地域における簡易機械造成 工法について（その1）

川 尻 裕一郎*

目 次

- | | |
|------------------------|---------------------------|
| 1. はじめに……………(85) | 3. 簡易機械造成工法の造成試験……………(87) |
| 2. 地域の立地条件と課題……………(85) | 4. おわりに……………(90) |

1. はじめに

去る8月23日には、農政審議会専門委員会の報告がなされたが、その中では土地利用型農業の基軸の一つとして、牧草地の造成や改良による畜産と農山村地域の振興の方向が示されている。

この方向に沿った事業は現在も国営農用地開発や農用地開発公団の事業によって進められているのであるが、国内草資源の活用のためということになれば、今後は数十万haの規模で進める必要に迫られることになってこよう。

ところが、データを示すまでもなく、開発対象地として残されている山林原野は急傾斜の土地が多く、あるいは土層の浅い土地も多い。

とくに、かつて村々の牛の採草放牧地であった野草地や混牧林は、当時の土地利用上からもその立地条件は劣悪な所が多い。ところが牧草地を開発して、畜産を土地利用型農業の基軸に据えようとするのは、役牛の生産に特化していたこのような条件の地域であろうと考えられるのである。

畜産の振興については、畜産経営等の面からは多くの専門的諸見があるが、土地基盤整備の面からすれば、その課題は“歴史的に大家畜飼養の技術風土を有する地域の山林原野を高生産の牧草地にする”ことであろう。

ことわるまでもなく、この課題は現在定着している造成工法でも解決可能である。しかしながら劣悪な立地条件の山地で、大面積の開発を、しかもローコストで行うということになれば、これからはますます機械力を駆使した簡易な造成工法が必要とされてくると考えられる。

機械施工による牧草地の簡易造成工法については「農用地の開発・整備⁽¹⁾」に、粗耕法(簡易機械造成工法)として示され試行を含め確立の間近いものとされているものがある。

その工法を同書から引用すると、「野草地を改良して牧野に造成する場合で、急傾斜(15°~25°)で、機械走行回数を最小限にとどめ、表土の流亡を防ぐ目的でオフ

セットハローによる小耕起と碎土を兼ね、土壌改良、鎮圧、播種を行う工法である。けん引機械は小型湿地用トラクタを用い、機体の横すべりを生じないように配慮する。急傾斜地での施工労働力省力化をなし、今後の機械力による施工範囲の拡大を主としたのである。昭和49年から試験的に行なっている。施工管理に留意を要する⁽²⁾という内容である。

80年代の農政の方向の一つとして、山林原野からの牧草地の造成が求められている折から、筆者はこの簡易機械造成工法の実用性をさらに高めることも大切ではないかと考えており、牧草地開発の計画と工法についての今後の検討の一助にとも思い、阿蘇久住飯田地域で簡易機械造成工法を試行し採用するに至った背景と試行の内容を紹介させていただくことにしたのである。

そしてさらにはこの小文が上述の「農用地の開発・整備」を読まれる諸兄の参考資料の一つともなれば幸である。

なおこの工法は現在、農用地開発公団の阿蘇南部区域等において実施中であり、実施事例とその考察については追って、阿蘇久住飯田地域における簡易機械造成工法について(その2)として報告していただく予定である。

2. 地域の立地条件と課題

阿蘇久住飯田地域で、簡易機械造成工法の試験を実施したのは昭和49年の夏である。この年は農用地開発公団の発足した年でもあり、昭和50年度着工地区についてはすでに計画のとりまとめ中であった。このような時期になって、何故になおこのような工法の模索をしなければならなかったのか。まずこのことについて地域の立地条件にふれながら述べ、本地域での簡易機械造成工法の位置付けをしてみたい。

(1) 地域、関係市町村

阿蘇久住飯田地域は九州の中央部に位置し、阿蘇山とその外輪山、及び久住山群の山麓の高原を中心とする地域である。地域の面積は30万ha。関係市町村は熊本県下18市町村、大分県下14市町村である。

* 新津郷農業水利事業所

表-1

阿蘇地域	熊本県：菊池市，旭志村，大津町，一の宮町，阿蘇町，産山村，波野村，南小国町，小国町，蘇陽町，高森町，白水町，久木野村，長陽村，西原村，御船町，矢部町，清和村
久住飯田地域	大分県：竹田市，萩町，久住町，直入町，庄内町，湯布院町，九重町，玖珠町，天ヶ瀬町，日田市，大山町，前津江村，中津江村，上津江村

(2) 植 生

域内の山地と高原の植生は、植林された杉檜を主体とする針葉樹林，くぬぎ，こなら等の広葉樹林，及び原野に大別される。杉檜等の針葉樹林は大分県日田市や熊本県下の小国町に代表される優良な生産林である。広葉樹林は、かつては薪炭林として利用され、現在ではこの地域の主要産物の一つであるシイタケのホダ木として利用度が高いものである。原野はこの地域の村々の牛の放牧地として利用されているもので高原の代表的景観でもある。この原野は早春の火入れとそれに続く放牧と採草の人為のもとに防害植生として保持されているものである。

(3) 地形，土壤

地形は標高700m～1000mの波状の台地と標高1787mの久住山に代表される山地群に大別され、村と水田は標高500m前後の谷部に主として分布している。

土壤は黒ボク，赤ボクと呼ばれる地質上は極めて新しい未固結軟質な火山堆積物である。

(4) 造成適地

このような立地条件の地域を造成適地調査の結果(3)で整理してまとめてみると次のようになっている。

この調査では原野と広葉樹林を主たる開発対象と考え針葉樹林については開発希望のあるもののみを計上している。土壤は岩石の露頭の多い部分のみを除外している。

表-2 ha

植生	地域	傾斜			計	備 考
		0～15	15～25	25～35		
原野・広葉樹	阿 蘇	19,259	19,516	19,825	58,600	
	久住飯田	21,983	17,640	19,677	59,300	
	計	41,242	37,156	39,502	117,900	
針葉樹	阿 蘇	1,616	1,125	576	3,317	
	久住飯田	1,562	1,431	953	3,946	
	計	3,178	2,556	1,529	7,263	
合 計		44,420	39,712	41,031	125,163	

したがって、この表に示されている数値は、この地域の生産林以外の土地の自然立地上の開発限界を示すものである。この表をみれば、景観上は広大な波状高原が広がり、北海道以外では得難い牧草地開発の適地といわれているこの地域も意外に急傾斜の土地が多いことが判る。山成畑の造成限界といわれる15°までの土地は全体の35%に過ぎず、開発を進めるには15°～35°の土地に着目せざるを得ない。

(5) 入会原野

ところで、この地域の山林原野は入会地の多いことで知られている。原野，広葉樹林として分類した12万haの大半は入会地であり、原野はすべて入会地といつてよい。

入会の原野は土地所有の公簿上は市町村有になっているが、原野の成立過程と現在及びこれまでの利用状況をみれば、村単位の入会利用権が最も強く、それは入会地買却時の市町村と村の分取割合にもみられるといわれている。

(6) 村単位の牧草地の開発

このようなことから、この地域での牧草地の開発は、どうしても“村の入会の範囲を単位とする一団地”として計画することが求められる。モデル化すれば、それは谷に村があり、村の背後の数百米の断崖上の高原にその村の入会原野があって、そこをその村の採草放牧地として牧草地に造成し、村の肉牛生産の規模拡大を図るといふ型になる。村と高原の牧草地は一対一で対応する計画である。それゆえに村と高原を連絡する道路の重要性は高い。阿蘇久住飯田地域のいわゆる高度利用牧場はこの基本型にたつて各村の現況に適合したさまざまなバリエーションが作られているのである。

(7) 急傾斜地の開発

村の入会の範囲を単位として牧草地の造成を計画することになれば、先述した15°以上の急傾斜地をいかにして造成するかは避け得ない課題となる。

地域内に15°以下の土地は4万haある。しかしながらそれらは開発と利用について村としての意志決定を必要とする村々の単位に分割されているのである。仮りにすべてが牧草地化されたとしても、平均的にみると村単位

では造成適地の1/3が牧草地化されたに過ぎなく、村として入会の山林原野の牧養力を高めるには急傾斜地の造成が求められるし、そうでなければ村としては開発の魅力はうすいのである。

(8) 広域農業開発の不可欠の手段—簡易機械造成—

一方、広域農業開発事業の投資効果の面からしても、村を単位とする一団地内の造成面積が大きいことは何よりも必要とされたことであった。

また、農用地開発公団の発足を前にして、計画段階の基本テーマはこの地域が公団事業としてふさわしい開発規模でありうるのかということであった。その解決策は地味ではあるが各々の団地で15°以上の土地の造成を行い団地毎の開発メリットと村の意欲を高め、その集積結果として公団事業としてふさわしい開発規模を達成すること以外にはなかったのである。象徴的な言い方をすれば、阿蘇久住飯田地域の事業成立上の農業土木としての課題は、担当者としては、この地域で急傾斜地を山成のまま牧草地化する工法はあるのかということに集約されていたのである。それは阿蘇久住飯田地域を国営農用地開発規模の事業の集合体としうるのか、建売牧場の集合体とするのかの選択の基本となるものでもあった。

調査は急傾斜地のうち原野については機械造成を予定して進められたが、計画の上ではこの工法が未確認であること、工事費が安全側であることから不耕起工法（人力火入れ直播）として積算し、造成試験の後、簡易機械造成工法で実施するという考え方で進められた。

公団はこの地域の事業量、その中で占める急傾斜地のウエイト、それに人力による火入れ直播の管理と労力確保の問題等から、機械による急傾斜地の造成工法の検討を積極的に行い、調査段階ではあったが、公団は造成試験を受託し自から試行を行うこととなったのである。

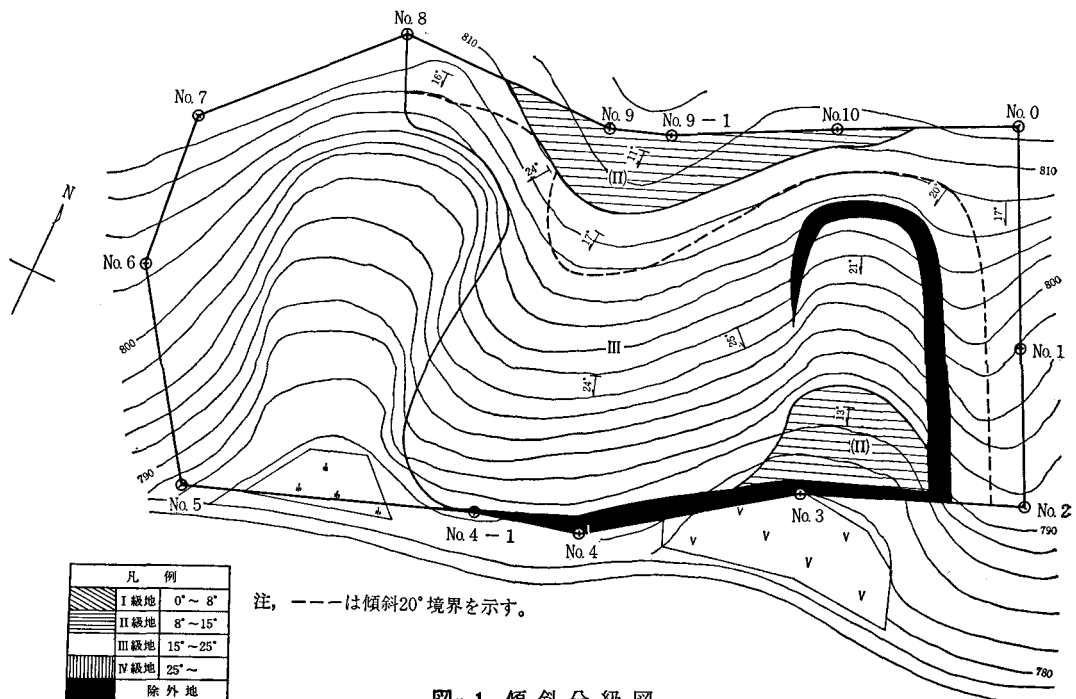
3. 簡易機械造成工法の造成試験⁽⁶⁾

3-1 試験地

(1) 試験地の選定

試験地は昭和50年度着工の阿蘇南部区域の中から選定することにした。自然立地条件は区域内で大きな相異はなく、選定は施工機械の搬入路と造成後の牧草地の管理能力のある利用者のいることを条件に行なわれた。急傾斜地での牧草の省力管理は、大家畜の管理放牧によるしかなく、造成面積に見合った飼養頭数をもった農家が近くにあり、しかも試験地の利用がその農家の経営上にも利益になることが不可欠であった。

試験の目的が急傾斜地での機械施工であったので、試験地はⅢ級（15°～25°）の土地の比重の多いことを念頭において選定した。ただⅢ級地の比重の多いことはそれだけオペレータの危険度を増すことにもなり、試験地の選定に先立ち公団では多数のオペレータの意見聞き取りを行い試験地の選定の重要な参考とした。余談にはなるが、その打合せ会でのオペレータの方々の積極的な姿勢は忘れたいひと齣であった。このようにして試験地は熊本県阿蘇郡高森町の一角に決った。



図—1 傾斜分級図

表一 3 傾斜分級別面積

級 地	造成面積	除 外 地	計
I	— m ²	— m ²	— m ²
II	1,632	130	1,762
III	8,990	334	9,324
IV	—	226	226
計	10,622	690	11,312

(2) 試験地の概要

〔位 置〕高森町市野尾。阿蘇山の南麓，南郷谷の東の最深部にある高森町の中心部から，さらに東に位置する外輪山上の尾根から谷へかけての斜面。尾根上は農道。谷筋は地表水はなく幅30m程度の畑に接続している。

〔面 積〕11,312m²

〔地形，傾斜〕地形と傾斜は図一1と表一3に示すように道路のある主稜からほぼ直角に2本の凸部があり中央が凹んだ地形である。主稜から谷へは20°前後の傾斜である。

試験地の70%は20°以上の土地であり，8°以下の土地はない。

〔土 壤〕表層の約30cmは黒ボク，表面に5cm前後の有機質の層がある。

〔降雨量〕年間平均2500mm，夏期月平均200~300mm

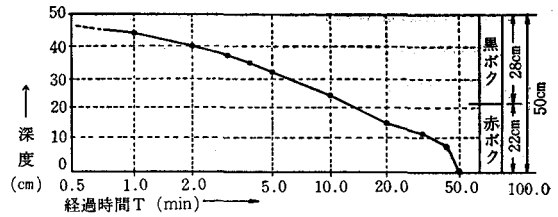
3-2 簡易機械造成の基本的考え方

この地域で，急傾斜地での簡易機械造成が可能であると判断した理由は，この地域の表土として広く分布している未固結軟質な火山堆積物“黒ボク”である。その物理的性質を表一4〔4〕に示すが，一見して推定されるように乱すと始末の悪い土である。しかし見方を変えれば，乱さない状態のままであれば，そのまま牧草の生育を可能にするものともいえるものである。それはこの地域の表土が数百年の間，野草地の再生利用を可能にしていたことにも示されている。

表一 4 黒ボクの物理的性質

種 目	黒 ボ ク
自 然 含 水 比	136.0
土 粒 子 の 比 重	2.559
単 位 体 積 重 量	1.208
粒 度 分 類	ローム
液 性 限 界	84~228
塑 性 限 界	63~98
塑 性 指 数	20~130
間 隙 比	4.0
飽 和 度	83.48

現場透水試験結果



図一 2 現場透水試験結果

さらに図一2のように黒ボクの自然状態での浸透能は非常に大きく，黒ボクのこの浸透能を利用すれば，急傾斜地の造成地の土壌の流亡と侵食の発達の防止が可能であろうとの考えもあった。

ここでの考えは，この地域特有のやっかいな黒ボクの性質を利用して急傾斜地での機械造成を可能にしようとするのであった。

したがって，機械施工のテーマは“いかにして黒ボク層を乱すことなく牧草地造成の一連の工程を実施するか”であり，施工法は必然的に“簡易”であらざるを得なかったのである。この地域のような火山堆積物の急傾斜地では造成工の簡便化を目的とする簡易ではないのである。

簡易になり，工事費が節減出来たのは結果なのである。

黒ボクの性質を利用した考え方の基点は，黒ボクを乱さず，そのまま牧草の生育基盤として利用することにあるので，施工の基準の第一点は“耕起深を規定する”という概念を捨て去ることであった。阿蘇久住飯田地域における簡易機械造成工法の設計仕様には耕起深は規定されず，それは“播種床の造成”として示された。そして結果として5cm前後の耕起がなされると位置づけているのである。

3-3 造成試験

以上のような考え方から工程工種はオフセットハローによる播種床造成を中心にしたシンプルなものにすべく検討を進めた。まず土壌改良剤を撒布，ついで攪拌と播種床造成を兼ねてオフセットハローを掛け，けん引は傾斜地での重心の安定とスリップ防止を考え湿地ブル(9t)を使って行うこととした。

(1) 工程とその主な内容

工 程	内 容
1 刈 払	カヤをブッシュクリーナーで人力刈払
2 火 入 れ	カヤを集積して火入れ
3 不 陸 均 し	試験地区の傾斜の急変部分を，けん引用の9tブルで修正
4 土 壤 改 良	ライムソーアを使用，炭カル，溶り

5	播種床造成	ンを交互に人力で積み込み2回に分けて散布 プラウイングハローは表土を乱しすぎるので除外。ロータベータ、タンデムハロー、オフセットハローの三機種で試行、
6	鎮 圧	ケンブリッジローラーで、種子の着床と発芽率向上のための整地と鎮圧を兼ねて実施
7	播種, 施肥	ブロードキャスタを使用。後述の種子と肥料を混合して同時散布
8	鎮 圧	発芽着床とある程度の覆土を期待して、工程6と同機種で実施

(2) 使用機械

表-5 使用機械一覧表

工種	分類	使用機械	台数	適 要
障処 害 物理	刈 払 い	ブッシュクリーナー	4	
	火 入 れ	(人 力)		
基修 盤正	不 陸 均 し	ブルドーザー	1	9t (D4D) 湿地ブルドーザー
播 種 床 造 成	土 壤 改 良	ライムソー	1	容量 850kg 巾 2.74m
	耕 起	ロータベーター	1	2枚羽根×5ヶ 巾 2.0m
	〃	タンデムハロー	1	前部 巾 2.5m 径 51.0cm 枚数 8枚 後部 巾 3.0m 径 59.5cm 枚数 8枚
	〃	オフセットハロー	1	巾 2.85m 24"×24枚
	整 地 鎮 圧	ケンブリッジローラー	1	巾 3.0m 重量 2.0t
播作 種業	施 肥, 播 種 鎮 圧	ブロードキャスター	1	550kg 400ℓ入
		ケンブリッジローラー	1	巾 3.0m 重量 2.0t

表-6 種子及び播種量

草 種	品 種	数 量
オーチャードグラス	ポ ト マ ッ ク	10kg/ha
トールフェクス	ケンタッキー 31F	20 〃
ベレニアルライグラス	マ ソ モ ス	20 〃
ホワイタクローバー	ニュージーランド ホワイタクローバー	10 〃
レッドトップ		5 〃

(2) 火入水工

とくに問題はなかったが、本工事の場合は防火帯の造成および消火体制の充実が必要であろう。

(3) 不陸均し工

小面積の地形修正を行なったが、黒ボクの露出部分で降雨直後、若干のスリップを生じた。

(3) 使用資材

ア. 土壌改良剤

炭カル 1t/ha (炭酸カルシウム 53%)

溶リン 0.3t/ha (磷酸 20%)

イ. 種子および播種量 表-6

表中のレッドトップは急傾斜地での耐侵食性を考慮して、下繁性の草種として入れたものである。

ウ. 肥料 化成肥料 0.3t/ha (N8, P11, K8)

3-4 試験結果

(1) 刈 払 工

ブッシュクリーナーでカヤ等長草型のもののみの刈払を行ったので、短草型の植生は残されたが、鎮圧、播種床造成時のブルドーザーの走行で処理された。

(4) 土壌改良工

緩傾斜および急傾斜でも面積の広い部分では、コンターに沿って走行可能であったが、狭い部分ではクロスコンターの走行をせざるを得なかった。直結式のライムソー等の開発が望ましい。

(5) 播種床造成工

ロータベータ、タンデムハロー、オフセットハローの三機種を使用して試験を行なった。各機種の走行範囲を図-3に示す。

三機種の中ではオフセットハローが最も良好な結果を示した。各機種の試験結果はおよそ次の通りである。

ロータベータは仕上りが均一で施工も容易であったが、表層が10cm近く乱されることと現在の耕起深調整輪では浅目に調整することが不可能であった。

タンデムハローは単体の重量が軽いため、表土に喰い込む深度が浅く草根の切断もできなかった。また走行も

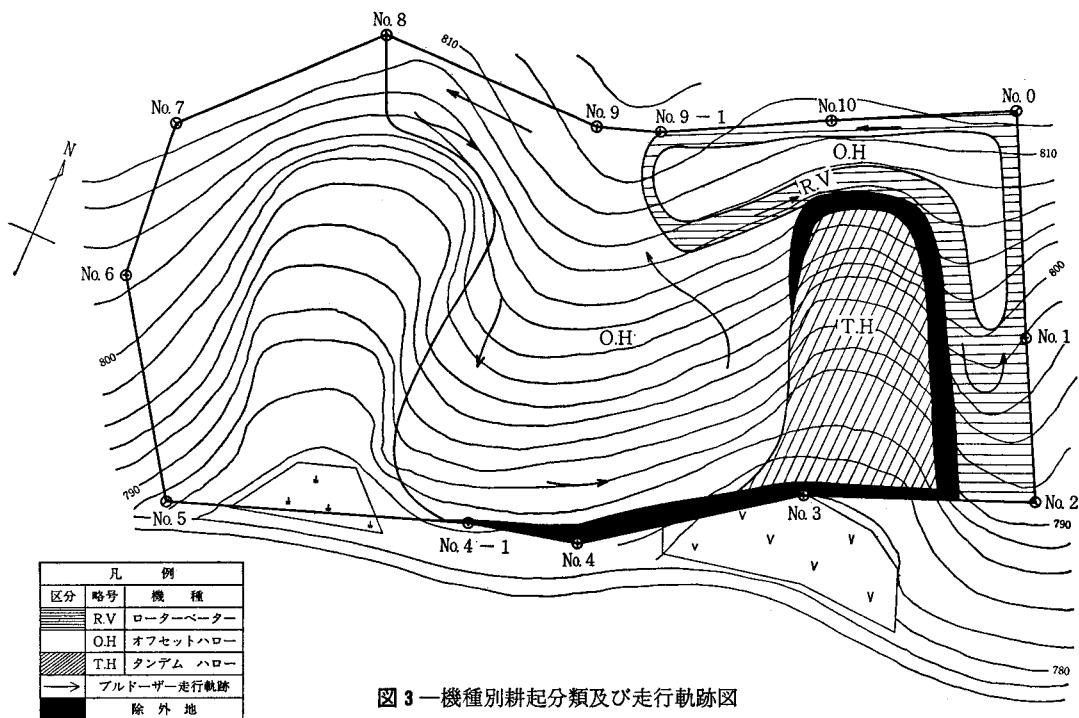


図3 機種別耕起分類及び走行軌跡図

不自由である。

オフセットハローでは良好な播種床が得られた。走行中、急傾斜地で一部スリップする傾向も見られ、また減速時に表土の乱し方の不足する部分が生じた。これらは重複走行することで目的を達成できた。

(6) 鎮 圧 工

ケンブリッジローラ(2t)を使用した。方向変換時に若干のスリップがあった以外に問題はなかった。ただ黒ボクの鎮圧には重量が少し不足のようである。

(7) 播種施肥工

ブロードキャスター急傾斜地での安定性に問題はなかった。ただ走行速度にかかわらず種子等の排出量が一定なので、低速走行の部分と停止した部分が過播となった。今後、グラスランドドリルについての試行が必要と考えられる。

各機種別の結果は以上の通りである。総括すれば、これらの機種の組合せによる簡易機械造成工法はⅢ級を主体とする地帯で充分実施可能との結果を得たと考えている。

4. おわりに

簡易機械造成という、きわめて素朴な技術について、阿蘇久住飯田地域での試行とそこに至るまでの背景を述

べさせていただいたが、このような地味な技術の実用性が向上し、国内資源の活用と土地基盤整備の一助ともなればとの気がしてならない。

この報文は、阿蘇久住飯田地域での調査報告書⁽⁶⁾と、当時、同地域の調査事務所調査二課で公団事業に向けて努力した、田村毅、上村寛の両氏をはじめとする課員、及び農用地開発公団の担当の方々の知見をもとにまとめたものである。造成試験の陣頭指揮にあられた小出剛氏の姿と、こんな所をと思われる急斜面をオフセットハローを引いて登り切った若いオペレータの姿は印象的であった。測定結果によると、その斜面の勾配は27°であった。

引用文献

- (1) 須藤良太郎他：農用地の開発整備 山海堂(1980)
- (2) 同上 P21~22
- (3) 阿蘇久住飯田地域総合開発調査事務所：同所調査報告書第3部工事計画調査結果要約集 P27
- (4) 同上 P66
- (5) 同上 P129~140
- (6) 同所：阿蘇久住飯田地域広域農業総合開発基本調査報告書

御料ダムの設計について

前田 勝 忠*

目 次

1. はじめに.....(91)	5. 旧堤体撤去に至った経緯.....(93)
2. 御料ダムの概要.....(91)	5-1 調査計画当初案.....(93)
3. 地形および地質.....(91)	5-2 その後の調査経過.....(95)
4. 旧御料ダム概要.....(92)	5-3 旧堤体撤去に対する結論.....(99)
4-1 建設の歴史.....(92)	6. おわりに.....(100)
4-2 ダム及び貯水池の諸元.....(93)	

1. はじめに

御料ダムは国営風連地区土地改良事業の一環として、北海道上川郡風連町の天塩川水系風連別川支流長根川にかんがい用水確保のために建設されている中心コア型ロックフィルダムである。

本ダムは昭和53年度から仮排水トンネルに着手し、その後仮締切、旧堤撤去、基礎処理等を実施し、昭和56年度から盛立を行い昭和60年度完成を目指して目下建設中である。当初計画では、昭和5年に築造された既設ダムを嵩上げ補強し建設する計画であったが、各種調査、検討の結果これを断念し既設ダムを全面撤去し新設することとなった。この報文は既設ダムの嵩上げ計画から全面

撤去に至った経過等について報告するものである。

2. 御料ダムの概要

ダムの計画諸元を表-1に、また堤体標準断面図および一般平面図を図-2に、堤体縦断面図を図-3に示す。

3. 地形および地質

ダムサイトは上川北部名寄盆地東縁部に位置し、長根山に源を発する風連別川支流長根川が山地帯を流下し平野部に入る直前に位置する。ダムサイト附近の地形は標高150m~250mのなだらかな丘陵性の地形を呈している。地質概要は新第三紀鮮新世の安山岩類（フーレベン火山噴出物）とこれを覆うパンケ層および第四紀の末固

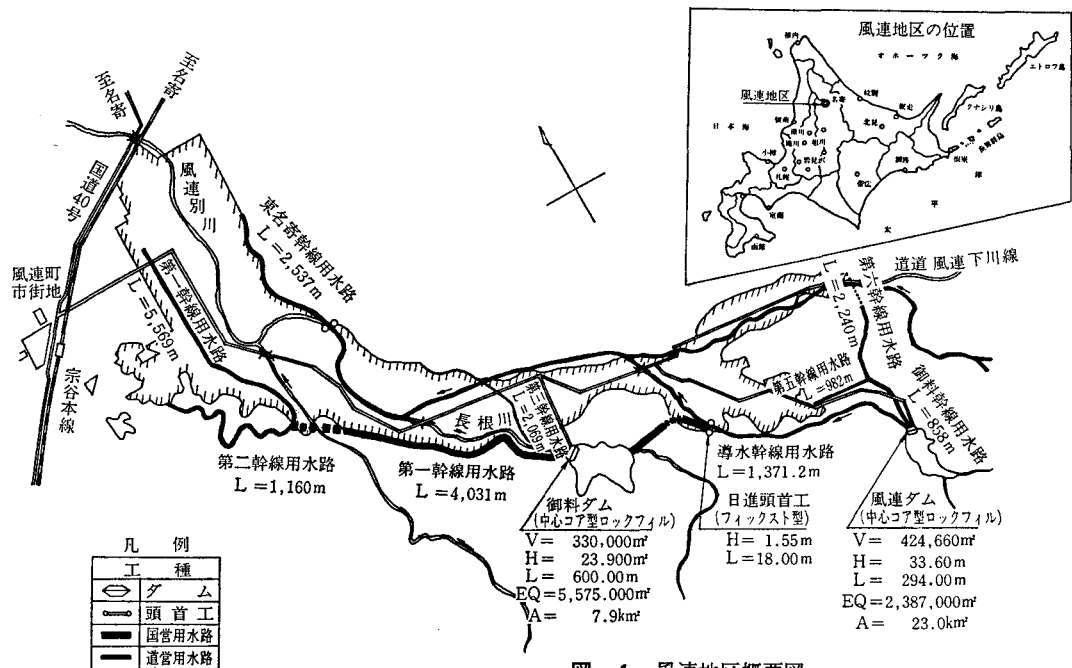


図-1 風連地区概要図

* 北海道開発局旭川開発建設部 天塩川上流かんがい排水事業所

表一 御料ダム諸元

河川名	天塩川水系，風連別川支流，長根川
位置	北海道上川郡風連町
流域面積	直接 7.9km ² 間接 38.6km ² 計 46.5km ²
ダム型式	中心コア型ロック，フィルダム
堤体高さ	23.90m
堤体長さ	600m
堤体積	330,000m ³
総貯水量	5,780,000m ³
有効貯水量	5,575,000m ³
設計洪水位	159.20m
常時満水位	158.07m
低水位	146.25m
ダム天端標高	161.40m
洪水吐	側水路越流式，洪水量 131m ³ /s
取水設備	フローティング，タイプ（温水取水） 最大取水量 2.745m ³ /s

結堆積層から構成されている。

安山岩類はフーレベツ火山噴出物と呼ばれ安山岩熔岩，安山岩自破砕熔岩，凝灰角礫岩，凝灰岩等一連の火山性堆積物からなっている。安山岩および自破砕熔岩は固結度も高く比較的硬質のものが多い。これを覆うパンケ層は上記の火山活動で生じた湖沼性の小盆地に堆積した湖沼成堆積物で，一般に固結度の低い軟質の堆積物を主としている。この層は下部層，砂礫部層，中部層，上部層に大別される。下部層は安山岩類を不整合に覆い泥炭，凝灰岩を主とするが，最下位には亜炭層を数枚介在している。これらの地盤を覆って第四紀の末固結堆積物が分布し，これには段丘堆積層，崩積土層，現河床堆積層が含まれている。

4. 旧御料ダム概要

4-1 建設の歴史

旧御料ダムは昭和初期に旧風連土功組合が，御料地内

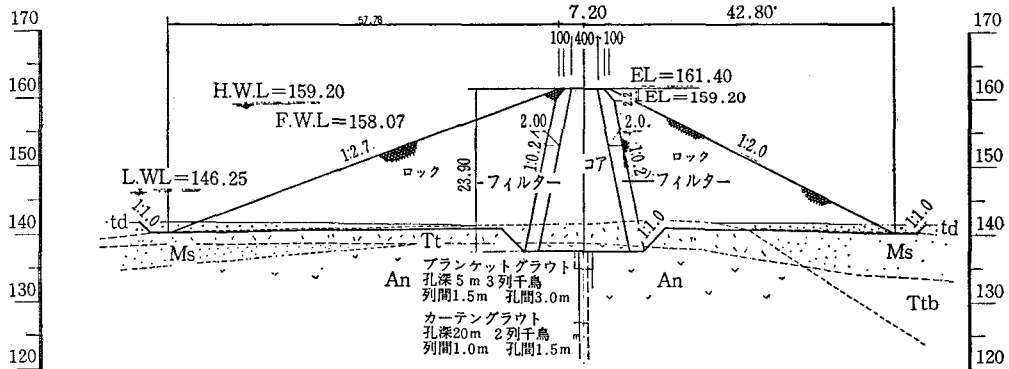


図-2-1 御料ダム堤体標準断面図

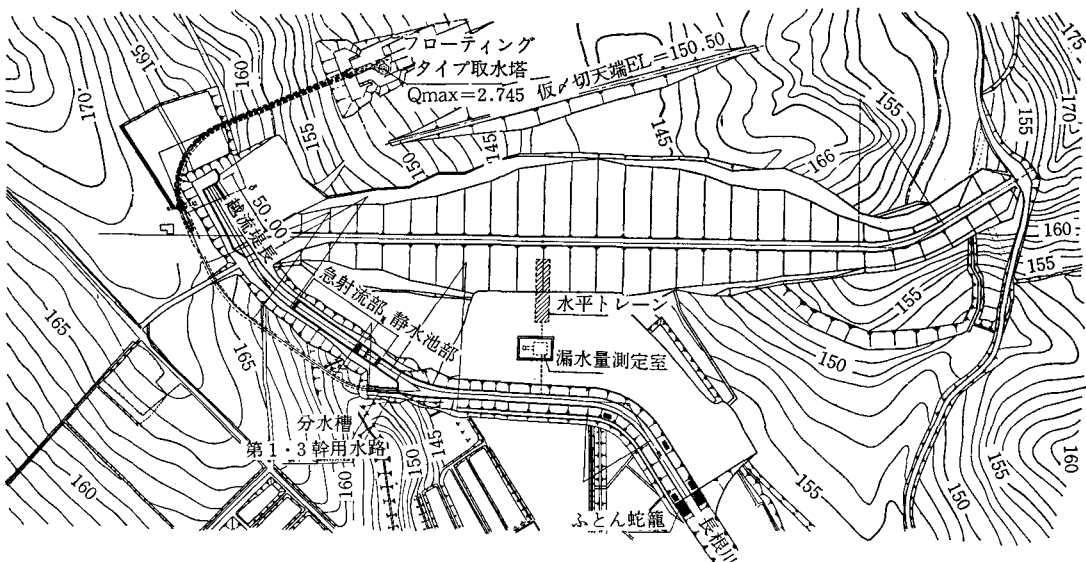


図-2-2 御料ダム一般平面図

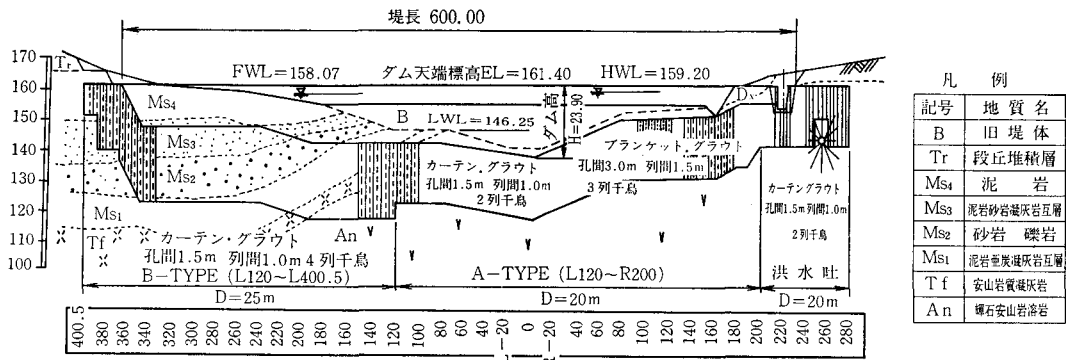


図-3 御料ダム堤体縦断面図

凡例	
記号	地質名
B	旧堤体
Tr	段丘堆積層
Ms4	泥岩
Ms3	泥岩砂岩礫灰岩互層
Ms2	砂岩 礫岩
Ms1	泥岩亜炭礫灰岩互層
Tf	安山岩質凝灰岩
An	礫石安山岩流岩

における造田志望者の新規水田及びフーレベツ川沿の既水田に用水補給を行うと共に下流の旧名寄土功組合の地域にも補水することを目的に昭和3年6月ダム建設工事に着手し、昭和5年5月に竣工をみた。この間約2カ年間で工事を完成したものであり、当時の施工技術を考えて場合、とうてい想像もつかないものがある。ちなみに総工事費は、その当時の金額でダムおよび幹線工事費を含め465千円であった。

4-2 ダム及び貯水池の諸元

旧御料ダムは現在施工中のダムと同位置に建設された堤高14.30mのダムである。建設当時の設計図面では、ダムの型式は中心コア型アースフィルダムであったが、その後の調査及び旧堤撤去の結果をみたかぎり、その型式は均一型アースフィルダムであった。

貯水池の直接流域面積は、約8km²しかないため、風連別川本流に頭首工を建設し流域変更をすることによって貯水池に注水を行っていた。

また取水方法は堤体法面に斜樋を設け、底樋を通して取水を行っていた。なお旧御料ダムの諸元を表-2に、また堤体標準断面図を図-4に示す。

表-2 旧御料ダム諸元

ダム型式	均一型アースフィルダム
堤高	14.30m
堤長	500m
堤体積	132,000m ³
総貯水量	4,200,000m ³
満水面標高	156.00m
ダム天端標高	157.80m
洪水吐	シュート式、最大流下量 38.0m ³ /s
取水設備	斜樋、底樋

び風連別川を主水源とする既水田 1.297haの用水補給を図るべく昭和41年~43年に渡って行われた。当初の受益面積は、開田予定面積も含め1,455haで計画されたが、その後の農業情勢の変化により開田抑制策が実施され、当地区の受益面積は既水田の補水のみに変更された。この補水に必要な貯水量は7,962千m³であり、これに対し、旧御料ダムの貯水量は約4,200千m³である。この必要貯水量に対する貯水池計画の決定にさいしては、技術的および経済的観点から、次の各場合について比較検討を行った。

- ① 旧御料ダムに全ての不足水量を上乗せした場合。
- ② 旧御料ダムを使用しないで別途にダムを新設し、全量その新設ダムに貯水した場合。

5. 旧堤体撤去に至った経緯

5-1 調査計画当初案（昭和41~43年）

本地区の調査計画及び全体実施計画は、御料貯水池及

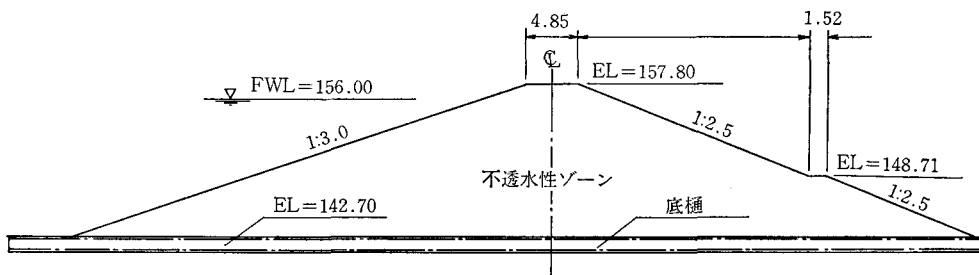


図-4 旧御料ダム標準断面図

表-3 御料ダム, 風連ダム貯水量による比較表

	② の 場 合			③ の 場 合			④ の 場 合		
	貯水量	堤体積	金 額	貯水量	堤体積	金 額	貯水量	堤体積	金 額
御料ダム	千m ³ 0	千m ³ 0	百万円 0	千m ³ 4,200	千m ³ 0	百万円 38	千m ³ 5,575	千m ³ 73	百万円 267
風連ダム	7,962	1,030	2,732	3,762	660	1,556	2,307	444	1,278
計			2,732			1,594			1,545

③ 旧御料ダム貯水量をそのまま使用し, 不足量を別途新設ダムに貯水した場合。

④ 不足量を旧御料ダムと新設ダムに振り分けた場合。

なお, 別途のダムについては調査の結果, 風連別川上流にダムサイト適地を選定し並行して調査が行われた。

まず①のケースは, 旧御料ダムの貯水量が約4200千m³であり, ダム天端標高はE L=157.80m, また堤長はL=500mである。いまこれに3,800千m³上乘せした場合, ダム天端標高はE L=165.00m前後となり旧堤高より約7.0m 高くすればよいことになる。しかし同ダムサイトは地形的に4.0m程度の嵩上げが限度であり, 地質的にも左岸側は風化の進んだ砂岩, 泥岩であり基礎としては, あまり良くない。また工事費的にも堤長が長くなり堤体積も増大すると共に基礎処理も割高となる。

つぎに②のケースは別途ダムサイトの地形上最大貯水量は4000千m³前後であり必要量を貯水することは出来ない。また旧御料ダムを使用しないことは工事費的にも損失である。

最後に③, ④のケースについては, 旧御料ダムの嵩上げ限度が4.0m程度であること及び, 新設ダムサイトは湛水面積が小さく, 貯水効率からみても, 旧御料ダムは1.0m上げると約800千m³増加するのに対し, 新設ダムでは300千m³しか増加しないこと等を考慮して検討した。

以上検討の結果④の場合が最も経済的であると判明した。よって旧御料ダムを3.60m 嵩上げし貯水量5,575千m³とし, 残り2,387千m³を新設ダム(風連ダム)に貯水する方向で調査がなされた。なお, ②~④の経済比較は表-3のとおりであるが, ①については, 旧御料ダムに全貯水量を貯水することは不可能なため比較せず, また旧御料ダムを使用する場合に於ては, 建設以来40年を経ているため洪水吐は, 破損甚しいため改修するものとした。経済比較に用いた単価は計画時点(昭和42年)のものである。

以上により計画当初は, 旧御料ダムを嵩上げ使用することで, 旧堤体の調査が行われた。まず堤体の中央付近で実施したボーリング調査では, 堤体の基礎岩盤は安定した安山岩質集塊岩であった。また, 堤体盛土については, 標準貫入試験のN値が4~6程度のシルト質ロームあるいは粘土ロームであり, ボーリングコアの肉眼観

表-4 旧堤土質試験結果

	記号	単位	数 値
比 重	Gs	t/m ³	2.52~2.65
湿潤密度	γ_t	"	1.55~1.81
乾燥密度	γ_d	"	1.01~1.28
含水比	w	%	36.5~62.1
間ゲキ比	e		1.34
粘着力	C	kg/m ²	0.16~0.54
内部摩擦角	ϕ	度	10°~19°
透水係数	K	cm/sec	10 ⁻⁴ ~10 ⁻⁵

表-5 設計数値一覧表

	記号	旧堤体	新堤体	フィルタ (ロック)
真 比 重	Gs	2.60	2.60	2.50
乾 燥 密 度	γ_d	1.11	1.30	1.80
湿 潤 密 度	γ_t	1.67	1.69	1.92
飽 和 密 度	γ_{sat}	1.69	1.80	2.08
水 中 密 度	γ_{sub}	0.69	0.80	1.08
透 水 係 数	K	2.4×10 ⁻⁴	2.0×10 ⁻⁶	1×10 ⁻⁸
粘 着 力	C	0.20	0.30	—
内 部 マ サ ツ 角	ϕ	20	20	35
内 部 マ サ ツ 係 数	tan ϕ	0.344	0.364	0.700
間 隙 比	e	1.34	1.00	0.39
含 水 比	w	50	30	7

察, 現場透水試験, 室内土質試験などからは, 堤体横断方向の土質の明確な変化は見られなかった。このため堤体は均一型と推定され, 不透水性材料による均一型アースダムとして嵩上げすることとした。

しかし左岸側のボーリング調査の結果では, ローム層の下位に風化の進んだ砂岩, 泥岩の互層の存在がみられ, これらはいずれの孔においても風化が著しく, ボーリングコアは泥状を呈し岩種区分は困難であった。このため, 左岸堤体取付部に見られる漏水の多くは, この泥岩, 砂岩層中を浸透しているものと推察される。旧堤体の漏水量は貯水位により変化していたが, 満水位で数百ℓ/minであった。この漏水対策は, グラウトで処理

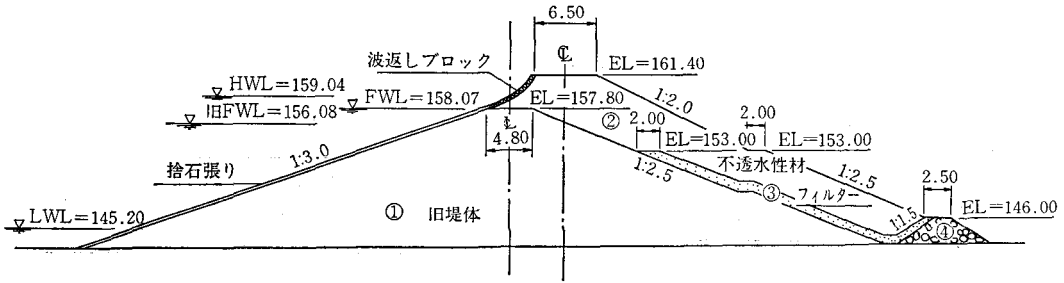


図-5 計画当初標準断面図

表-6 安全率

ケース	堤体条件	貯水位 m	地震 K=0.12	上流Fs	下流Fs
4	常時満水位	158.07	〃	—	1.241
5	中間水位	150.00	〃	1.215	—

することでダムの嵩上げには支障がないと判断した。なお、旧堤体盛土の土質試験結果は表-4の通りである。

i) 設計数値

旧堤体盛土及び嵩上げ材料について、室内及び現場試験を行い、安定計算に用いる設計値として採用したものを表-5に示す。

ii) 安定計算

御料ダムは嵩上げダムであり今回の安定計算は常時満水位、中間水位の2ケースのみについて検討した。安定計算は、臨界円による円形スベリ面法によって行った。安全率を算定した結果を表-6に示す。また当初計画の御料ダム堤体標準断面図を図-5に示す。以上計画当初のダムタイプの決定等について述べたが以下当初の施工計画について簡単に述べると、まず盛立に先立ち、旧堤体上よりグラウト施工し、漏水している箇所については、完全に止水してから盛立を開始する。また旧堤体上への嵩上げ施工は、嵩上げ部分の草木根等及び軟弱地盤を除去した後盛立する。洪水吐については、建設以来40年を経てその破損が甚しいことと、旧施設では計画洪水量を流下する規模がないため、これを全面撤去し新設する。また取水設備については、斜樋を撤去し、取水塔を新設し旧底樋より取水する方法とした。このため仮排水路は、この底樋を利用することとした。

5-2 その後の調査経過

地区事業計画に基づき昭和44年度から順次、風連ダム、幹線水路、および頭首工等に着手した。この間御料ダムについては、調査計画に引き続き昭和50年度まで旧堤体の改修、嵩上げを基本方針として、特に堤体部の土質強度の状況把握にその主眼がおかれた。なお、後述するように並行してダムタイプの再検討がなされ、昭和51年度に至って旧堤体の利用を断念し、新設ダムとして

の基礎地質調査及び盛立材料等の土質調査試験等が行われるに至った。

1) 旧堤体状況調査

イ. 旧堤体土質材料試験

計画時より引き続き行って来た旧堤体の土質材料試験結果をまとめると表-7のようになる。

このうち、内部摩擦角(ϕ)、粘着力(C)のヒストグラムを図-6に、図-7には概略の安全率に対する内部摩擦角と粘着力の関係を示した。これによると試験値のバラツキが非常に大きいのが、ダム全体を考えると設計数値は、これらの平均値を取ることが妥当と考えられる。

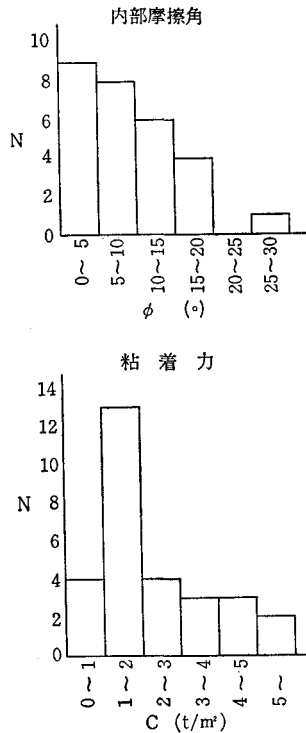
いまこれを旧堤体断面で安定計算を行った結果では、地震係数 $K=0.023$ (当地方で、御料ダム建設以来に発生した最大地震の係数) では安定しているが、これ以上の地震に対しては危険側にある。

ロ. 旧堤体の状態

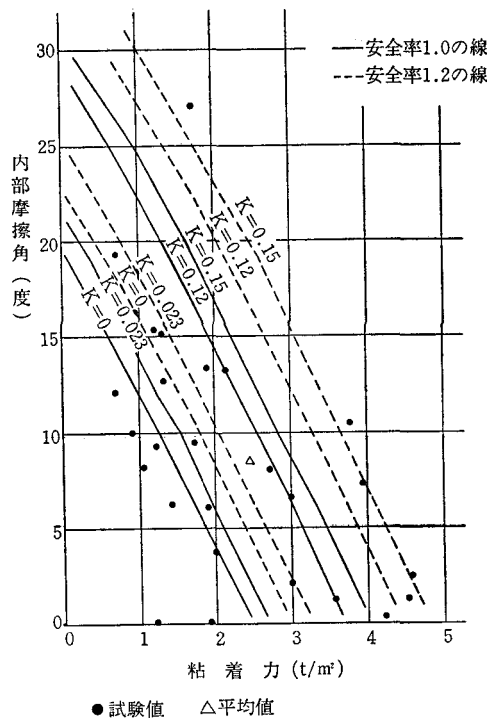
先にも述べた通り旧堤体は、標準貫入試験のN値が4~6程度のシルト質ローム、あるいは粘土ロームの均一タイプである。いま堤体のしまり具合をチェックするため、オランダ式静的円錐貫入試験によるqc値を算出した。これによると堤体の貫入値は5~15kg/cm²にあり、地山の風化土では15kg/cm²前後、風化泥岩、凝灰岩に入ると、20~30kg/cm²に増加する。また堤体

表-7 旧堤体土質材料試験一覧表

	記号	単位	平均値	範囲
比重	Gs		2.669	2.472~2.741
乾燥密度	γ_d	t/m ³	1.118	0.885~1.366
湿潤密度	γ_t	〃	1.674	1.610~1.785
飽和密度	γ_{sat}	〃	1.699	1.527~1.868
水中密度	γ_{sub}	〃	0.699	0.527~0.868
透水係数	K	cm/sec	1×10^{-4}	$1 \times 10^{-3} \sim 1 \times 10^{-6}$
内部摩擦角	ϕ	度	8.58	0~27.15
内部摩擦角係数	$\tan\phi$		0.151	0~0.513
粘着力	C	t/m ²	2.45	0.66~6.5
間げき比	e		1.39	1.79~1.01
含水比	w	%	49.7	28.9~87.89



図一六 内部摩擦角粘着力ヒストグラム



図七 C- ϕ 図

の深さ方向では貫入抵抗は漸増するが、横断方向では中央も法先付近も大差は認められない。

ハ. 旧堤体浸潤線測定結果

貯水時に浸潤線の測定を実施したところ、旧堤体の設計透水係数より予想されるものとは異なり貯水池の水位の微小変動にも敏感に浸潤線が追従するという結果がでた。これは堤体内部に相当の水路があるものと思われる。

また、浸潤線の末端が旧堤体法尻に出ないのは、底樋等の堤体下部に漏水部分があり、浸潤線がこれに引っぱられていることも考えられる。また、堤体左岸側の漏水についても継続的に観測を実施しているが、地下水、雨量、貯水位との関係は明確ではないが、貯水位を上げると漏水量が増加する傾向にある。

ニ. 旧堤底樋の状態

旧堤底樋部の基礎地盤の状況は、基礎岩盤である安山岩熔岩がダム軸を中心に上下流方向に緩く傾斜している。この安山岩を覆って未固結の河床堆積物の粘土層が分布している。旧堤底樋基面は中央部でこの安山岩に岩着しているが、上下流では岩着していないものと考えられる。なお、昭和54年度に旧堤底樋撤去を実施した結果では、やはり上下流は岩着せず一部木杭基礎であった。また、沈下等により底樋には全般的にキレツが発生しており、これらより漏水があったものと考えられる。

2) ダムタイプの検討経過

御料ダムは必要貯水量増加のため、当初計画（昭和44年度）では既設ダム嵩上げによる均一型アースダムとしたが、現在は既設ダム全面撤去による中心コア型ロックフィルダムに変更がなされた。この間、当初計画案を含め種々のダムタイプについて比較検討を行った。なお、当初計画の問題点と現在のダムタイプに至った経過は次のとおりである。

イ. 当初設計の問題点

a. 旧堤体及び新堤体の試験材料不足による設計数値に対する妥当性、b. 底樋を仮排水トンネル、取水トンネルとして利用する計画であったが、堤体内に水路構造物を設けることは、堤体の沈下、漏水等について問題があり好ましくない、c. 堤体左岸側の漏水対策はグラウト工法で十分処理出来るか否か、d. 旧堤の設計数値から見て旧堤と新堤の間の施工法が問題である。

ロ. 当初計画から新堤までのダムタイプの経過

当初計画を第1案とし、昭和50年度まで比較検討した各案についての安定計算、問題点等について検討した結果は下記の通りである。なお、安定計算に使用した設計数値は、第2、第3案については、当初案と同じ数値を使用した。その他の各案についてはその後の試験結果による設計数値をもちいた。以下各案についての標準断面図および安定計算結果を示す。

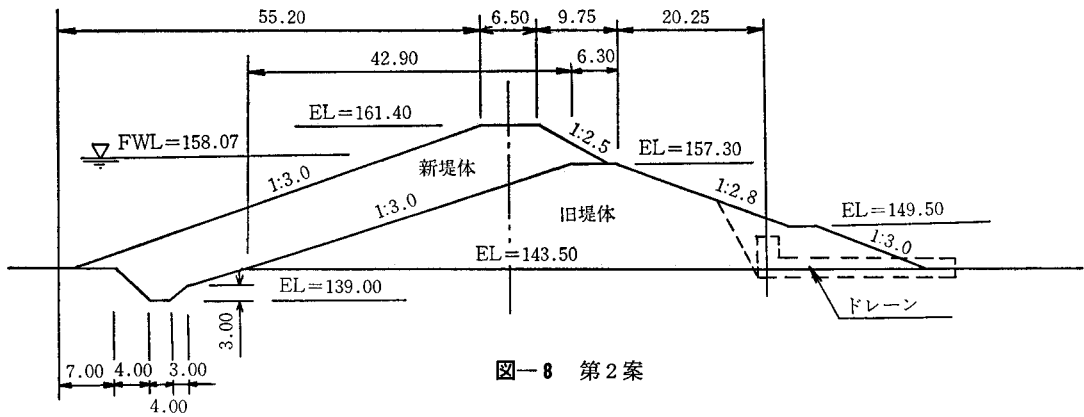


図-8 第2案

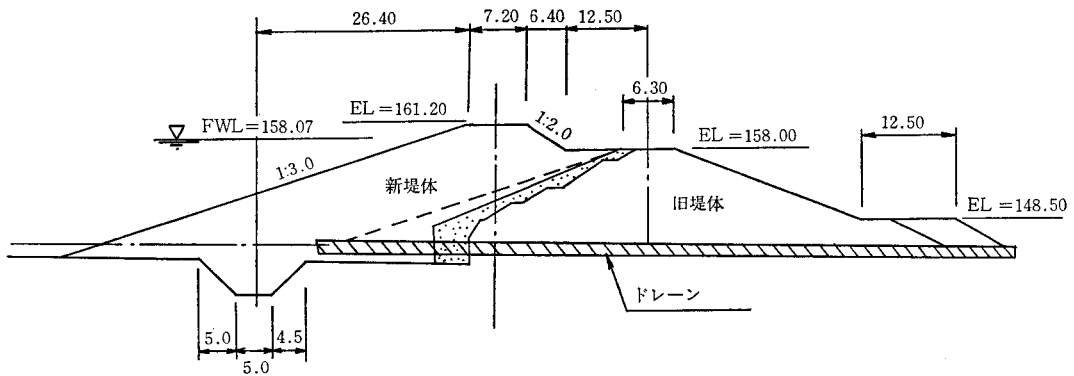


図-9 第3案

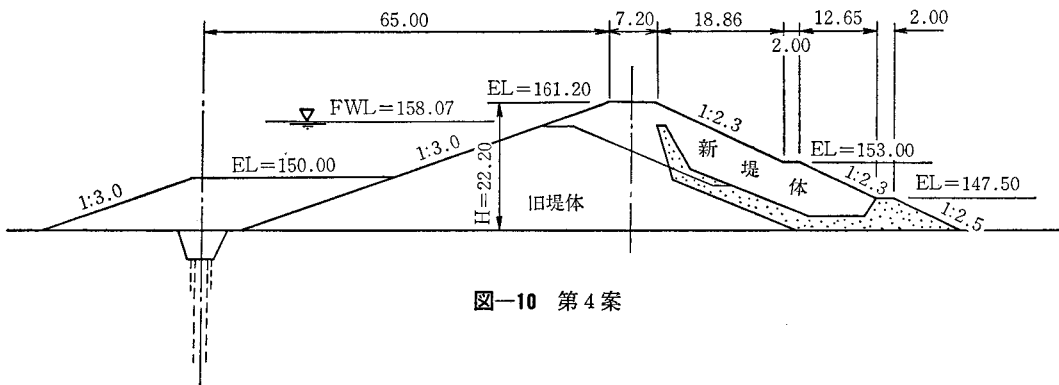


図-10 第4案

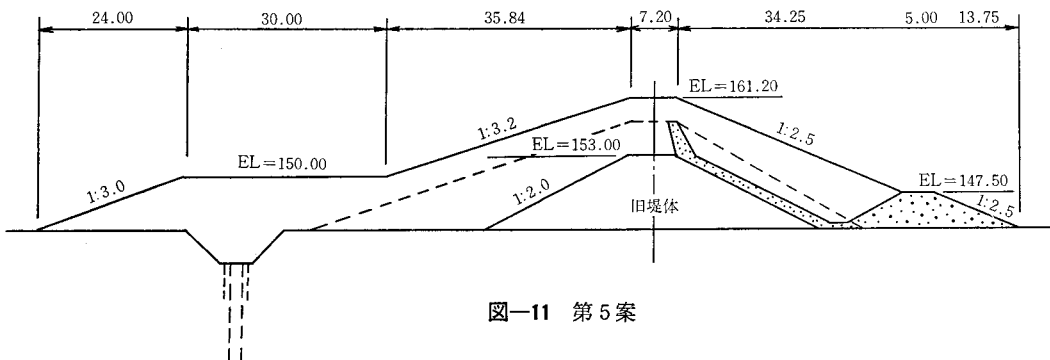


図-11 第5案

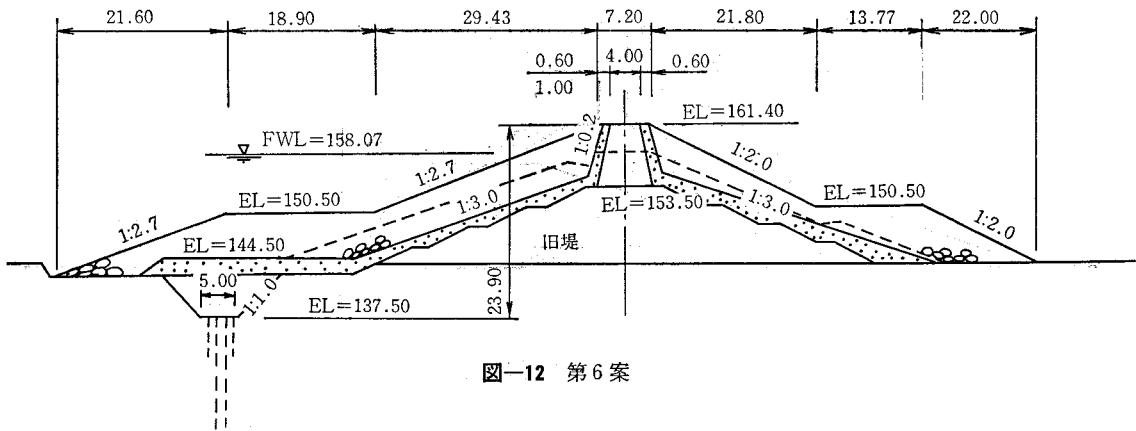


図-12 第6案

表-8 第2案安定計算結果

堤体条件	水位	地震係数	安全率		すべり面	備考
			上流	下流		
常時満水時	FWL=158.07	0.12	1.255	1.345	EL=143.00	
〃	〃	〃	1.647	1.620	EL=150.00	
完成直後時	WL=0	0.06	1.318	1.292	EL=143.00	

表-9 第3案安定計算結果

堤体条件	水位	地震係数	安全率		すべり面	備考
			上流	下流		
常時満水時	FWL=158.07	0.12	1.217	1.443	EL=142.00	
完成直後時	WL=0	0.06	1.285	1.745	〃	
中間水位時	WL=150.04	0.12	1.404		〃	
水位急降下時	FWL=158.07 ~WL=146.30	0.06	1.326		〃	
洪水位時	HWL=159.18	〃	1.512	1.709	〃	

ハ. 各案についての問題点

- 第2案：本案は上流嵩上げとしたが、新旧堤間にドレーンがないため浸透水が残り、すべりに対して不安である。また新旧堤間の施工がドレーン材なしで十分な強度で盛立施工が可能であるか、さらに旧堤下流の法先の水平ドレーン設置のため旧堤を一部掘削するのは、旧堤体材のCφの値から判断して法面の安定に問題がある。なお、底樋については閉塞することとしたが底樋基礎地盤に不安がある。
- 第3案：第2案同様上流嵩上げとしたが、新旧堤間の施工の確実性ををはかるためドレーンを設ける案で検討した。ドレーンを設けるため盛立は容易となるが、水平ドレーンの施工が困難である。また上流の旧堤を一部カットするのは前案同様設計数値からみて問題が残る。
- 第4案：第1案同様下流嵩上げとし上流にカットオフを設け底樋および地山からの漏水に対処し、第

表-10 第4案設計値

	記号	旧堤体	新堤体	フィルター
真比重	Gs	2.72	2.68	2.50
乾燥密度	γd	1.11	1.48	1.80
湿潤密度	γt	1.66	1.89	1.92
飽和密度	γsat	1.70	1.93	2.08
水中密度	γsub	0.70	0.93	1.08
透水係数	K	8×10 ⁻⁵	3×10 ⁻⁶	1×10 ⁻³
内部摩擦角	φ	11°	9°	35°
粘着力	C	0.21	0.50	—
間隙比	e	1.45	0.81	0.39
含水比	w	49.3	29.5	7

- 3案のドレーン、旧堤掘削の問題を解決した。しかし底樋については完全岩着でない限り閉塞すれども不安が残り、安定計算結果でも安全率を下まわる。
- 第5案および第6案：旧堤体の全面利用を断念し

表-11 第4案安定計算結果

堤体条件	水位	地震係数	安全率		すべり面	備考
			上流	下流		
常時満水時	FWL=158.07	0.12	1.005	0.960	E L=142.00	

表-12 第5案設計値

	記号	旧堤体	新堤体
真比重	Gs	2.72	2.68
乾燥密度	γ_d	1.11	1.48
湿潤密度	γ_t	1.66	1.89
飽和密度	γ_{sat}	1.70	1.93
水中密度	γ_{sub}	0.70	0.93
透水係数	K	8×10^{-5}	3×10^{-6}
内部摩擦角	ϕ	11°	9°
粘着力	C	0.21	0.50
間隙比	e	1.45	0.81
含水比	w	49.3	27.5

上下流に土質材を抱かせ押し盛土を配する嵩上げタイプであるが、旧堤体は含水比が平均50%程度と高く軟弱化を呈しており旧堤上に重いロック材等の上載荷重を乗せた場合、旧堤体の沈下に対し問題であり旧堤体をわずかしか利用しないならば、あえて不安要素を残すことなく完全撤去しても工事費的に差異はない。

以上計画当初から昭和50年度まで旧堤体、新堤体材およびダムタイプについて種々検討を重ねてきた。

しかし、築造以来約50年を経過しており、加えて昭和51年6月に米国においてティートンダムの決壊事故が発生し、ダムの安全性に対する社会的要求が一層強くなった。また河川管理施設等構造令、同規則が施行

表-13 第5案安定計算結果

堤体条件	水位	地震係数	安全率		すべり面	備考
			上流	下流		
常時満水時	FWL=158.07	0.12	1.034	1.068	E L=143.50	

表-14 第6案設計値

	記号	旧堤体	新堤体	ロック材	フィルター
真比重	Gs	2.65	2.68	2.65	2.84
乾燥密度	γ_d	1.00	1.43	1.67	2.09
湿潤密度	γ_t	1.55	1.84	1.75	2.32
飽和密度	γ_{sat}	1.69	1.90	2.04	2.36
水中密度	γ_{sub}	0.69	0.90	1.04	1.36
透水係数	K	—	—	—	—
内部摩擦角	ϕ	8°29'	3°54'	39°	39°
粘着力	C	0.28	0.39	—	—
間隙比	e	1.34	0.87	0.58	0.36
含水比	w	50	29	5	11

されたことにより、当御料ダムについても全面的に再検討をすることとした。

5-3 旧堤体撤去に対する結論

イ. 御料ダムは昭和初期に建設されてから約50年を経過しており標準耐用年数に近い状態である。

ロ. 堤体の標準貫入試験ではN値が4~6程度のシルト質ローム、および粘土ロームであり含水比が平均50%程度と高く堤体は軟弱化を呈している。

ハ. 堤体内浸潤線の調査結果より貯水位の微少の変動にも浸潤線が追従することから、堤体内部に相当の水路が存在する恐れがある。

ニ. 堤体左岸部の漏水は貯水位を上げると顕著にその影響を受けているが、量的には一定しない。このこ

表-15 第6案安定計算結果

堤体条件	水位	地震係数	安全率		すべり面	備考
			上流	下流		
常時満水時	FWL=158.07	0.12	0.928	1.011	E L=143.50	
"	"	"	0.995	1.016	E L=146.50	
中間水位時	WL=153.30	"	0.853		E L=143.50	

とは堤体と地山の接合部を含む基礎地盤が、パイピングを起していることも考えられ、建設当時の工法から推定すれば、グラウト等の基礎処理は施工されていなく、水路の軟弱化等は著しいものと考えられる。

ホ、旧堤体の三軸圧縮試験による粘着力、内部摩擦角の試験値は非常にバラツキが多く安定性に欠ける。また三軸圧縮試験を追加実施した結果老朽化が著しく進行しているものと考えられる。

ヘ、旧堤体の土質試験値の平均をダム全体の数値とし旧堤体における安定計算を行ったが、安全率1.2を下まわっている。また旧堤体を利用した嵩上げ工法

における安定計算でも安全率1.2を上まわることが出来ず、安全率1.2以上にするには、上下流ともかなり押え盛土が必要となろう。

ト、河川構造令および規則では、フィルダムの堤体内には放流設備、その他水路構造物を設けてはならないとあり、底樋は上下流で軟地盤上にあるため、閉塞すれども沈下に対して不安である。

以上各種の調査および条件の変化をふまえ、種々検討の結果、旧堤体の利用を断念し旧堤体を全面撤去しほぼ同位置に中心コア型ロックフィルダムを新設することとなったものである。最後に、今建設中の御料ダムの設計数値と安全率を表一16および表一17に示す。

表一16 御料ダム盛立材料設計数値一覧表

	記号	単位	不透水性材	フィルター材	ロック材	摘要
真比重	Gs		2.63	2.75	2.64	$\gamma_d = \frac{Gs}{1+e} \gamma_w$ $\gamma_t = \frac{Gs(1+w/100)}{1+e} \gamma_w$ $\gamma_{sat} = \frac{Gs+e}{1+e} \gamma_w$
乾燥重量	γ_d	t/m ³	1.25	1.85	1.65	
湿潤重量	γ_t	"	1.62	1.92	1.73	
飽和重量	γ_{sat}	"	1.78	2.17	2.03	
水中重量	γ_{sub}	"	0.78	1.17	1.03	
粘着力	C	kg/cm ²	0.39	—	—	
内部摩擦角	ϕ	°	3°54'	39°	39°	
透水係数	K	cm/sec	1×10 ⁻⁵	1×10 ⁻²	1×10 ⁻²	
間隙比	e		1.10	0.49	0.60	
含水比	w	%	29.5	4	5	

表一17 御料ダム現断面安全率一覧表

堤体条件	貯水位	地震係数	安全率		すべり面
			上流	下流	
完成後満水	FWL=158.07	0.12	1.304	1.429	EL=140.00
〃 中間水位	WL=151.00	0.12	1.300		〃
〃 〃	WL=153.30	0.12	1.288		〃
〃 水位急降下	FWL=158.07 ~LWL=146.25	0.12	1.395		〃
〃 洪水吐	HWL=159.20	0	2.393	1.934	〃

6. おわりに

以上旧御料ダムの全面撤去に至った概要について述べたが、本計画にあたり多くの方々の御指導、御協力をい

ただき、厚くお礼を申し上げますと共に当ダム工事が今後共無事故で完了し、御料ダムが一日も早く蘇えるよう祈る次第である。

「共同研究」制度の発足について

笹野伸治*

農業土木試験場が実施している研究には、①当场自身の予算による経常研究の外に、②農林水産技術会議事務局予算等による省内外の他の国立試験研究機関等と協力して実施する特別研究・別枠研究などのプロジェクト研究、③構造改善局など省内の行政機関の依頼により実施する依頼研究、④県財団法人などの民間組織の依頼により実施する受託研究、がある。このうち受託研究については、国立試験研究機関本来の研究業務に支障を生じない範囲内にとどめるとの趣旨から、農林水産技術会議事務局全体として一定の予算枠内に制限されており、その枠の一部が農業土木試験場に割当てられているが、金額は昭和57年度で12百万円程度に限定されている。プロジェクト研究や依頼研究については、このような予算枠の制限はない。近年の実績では、総額4～5億円の年間研究費における経常研究費：プロジェクト研究費：依頼・受託研究費の構成比はおおむね1：1.5：1～1：2：1程度になっている。

このような現行制度のもとでは、研究能力を有する民間組織と国立の試験研究機関と協力して行う研究の展開は困難であり、如何にしてその実現をはかるべきかが近年の懸案事項になっていた。昭和56年8月「農林水産省共同研究規程」が制定され、農業土木試験場など農水省の試験研究機関とそれ以外の組織との間に共同研究を行うことが可能となった。

この制度は、研究能力を有する外部の組織（民間会社、法人、国・公立試験研究機関等）の研究能力と農水省試験研究機関の研究能力や研究施設を効率的に結合させることにより、研究の発展をはかるうとするもので、本格的な発足は昭和57年度からである。農業土木試験場では、3件の共同研究を発足させるべく、目下準備をすすめている。

コンサルタンツ・機器メーカー・研究所など農業土木技術にかかわる研究能力を有する諸組織の関係者各位が広くこの制度の発足を周知され、今後これを有効に活用されるよう本誌の紙面を借りて特に要望するものである。以下に制度の概要を紹介する。

規程と実施要領の一部は本稿に収録するが、申請書様式など細部については、当農業土木試験場企画連絡室¹⁾又は農林水産省農林水産技術会議事務局連絡調整課²⁾に

* 農業土木試験場企画連絡室企画課長

注) 1. 〒305 茨城県筑波郡谷田部町観音台2-1-2 TEL. 02975-6-7504

2. 〒100 東京都千代田区霞ヶ関1-2-1 TEL. 03-502-8111 内4453

御照会頂きたい。

1. 共同研究の趣旨と内容

後述の規程の第1条に示すとおり、“研究を分担し、技術知識を交換し、研究費用を分担することによって共同して行う”という対等の立場での研究である。その内容は、実施要領の第4条にいう2つの条件（①農林水産行政の要請に即応し、農林水産業の近代化・合理化と国民食糧の安定的供給に資する。②試験研究機関の行う試験研究の進歩・向上が期待できる）をみたすものであることが必要である。共同研究の適格性については、当該試験研究機関の場所長が場内に設置する「共同研究課題検討会」（細部事項第2による）の意見を参考にして判断する。

2. 共同研究を行う者

規程の第3条に示すとおり、共同研究を行うために十分な技術的能力及び経理的基礎を有すると当該場所長が認める者でなければならない。また、農水省試験研究機関側の研究部・研究室等については、その研究にふさわしい研究能力を有する研究者、研究施設、研究予算が用意される必要がある。特定の研究者や研究室に共同研究の申込みが集中する等の場合には、何らかの調整が必要（実施要領第6条）となる。

3. 特許の共同出願と特許の優先実施等

規程の第8条により、共同研究の成果として発明を行った場合には、特許の共同出願を行わなければならない。

4. 研究成果の公表等

規程の第13条により、実施期間中に成果を公表する場合には場所長との事前協議が必要である。

5. 研究費用の分担

農水省試験研究機関と共同研究者の間の研究費用の分担割合等については、規程、実施要領、細部事項共に特別なガイドラインを設けておらず、ケース毎の判断に委ねられている。

5. おわりに

この制度を活用した共同研究が本格的に展開されるのは、昭和57年度からで、農水省の研究機関の中では、特に食品総合研究所や農業土木試験場などの一部の場所において活潑な研究が展開されるものと予想されている。制度の実際的な運用方針は、今後この制度が活潑に利用されて行く過程において、より具体的に定められて行くものと思われる。この制度の活用による今後の試験研究の発展を願うものである。

参 考

○農林水産省告示第1,218号

農林水産省共同研究規程を次のように定める。

昭和56年8月17日

農林水産省共同研究規程

(趣旨)

第1条 農林水産省の試験研究機関（以下「試験研究機関」という。）が試験研究機関以外の者と研究を分担し、技術知識を交換し、及び研究費用を分担することによって共同して行う研究（農林水産技術会議会長が農林水産大臣の承認を受けて別に定める研究を除く。以下「共同研究」という。）については、別段の定めがある場合を除くほか、この規程の定めるところによる。（共同研究の申請）

第2条 共同研究を行おうとする者は、共同研究を行おうとする試験研究機関の長（以下「場所長」という。）に別記様式による共同研究申請書を提出しなければならない。

(共同研究契約の締結)

第3条 場所長は、前条の共同研究申請書を受理した場合において、当該申請に係る研究が国において共同研究として実施することが必要であり、かつ、当該申請者が共同研究を行うために十分な技術的能力及び経理的基礎を有すると認め、共同研究を実施しようとするときは、当該申請者と共同研究に関する契約（以下「共同研究契約」という。）を締結しなければならない。

(共同研究契約書)

第4条 場所長は、前条の共同研究契約を締結しようとするときは、共同研究契約書（以下「契約書」という。）において次の事項を定めなければならない。

- 1 共同研究の課題
- 2 共同研究の内容
- 3 共同研究により期待される成果
- 4 共同研究の実施場所
- 5 共同研究の実施期間
- 6 共同研究の分担及び管理

- 7 共同研究に参加する主な研究員の所属及び氏名
- 8 共同研究に要する費用
- 9 共同研究における注意義務
- 10 第6条から第15条までに規定する事項
- 11 その他共同研究を行うために必要な事項（研究成果の公表等）

第13条 共同研究者は、共同研究の実施期間中において、研究成果を場所長以外の者に知らせようとするときは、契約書において別段の定めをした場合を除き、あらかじめ場所長と協議しなければならない。

2 場所長は、共同研究の実施期間中において、研究成果を共同研究者以外の者に知らせようとするときは、契約書において別段の定めをした場合を除き、あらかじめ共同研究者と協議しなければならない。

第14条 場所長は、共同研究の終了後研究成果を公表する。ただし、共同研究者が業務上の支障があるため、場所長に対し研究成果を公表しないよう申し入れたときは、場所長は、共同研究者の利害に関係ある事項についてその成果を公表しないことができる。

2 場所長は、第10条の規定により第三者に対し実施の許諾をする決定をしたときは、前項ただし書きの規定にかかわらず、研究成果を公表する。

3 共同研究者は、共同研究の終了後研究成果を公表しようとするときは、契約書において別段の定めをした場合を除き、あらかじめ場所長と協議しなければならない。

別記様式〔第2条関係〕

共同研究申請書

年 月 日

殿

住所

名称

代表者

Ⓔ

農林水産省共同研究規程（昭和56年8月17日農林水産省告示第1218号）第2条の規定に基づき、下記により貴場（所）との共同研究を実施したいので申請します。

記

- 1 研究課題
- 2 研究目的
- 3 研究内容
- 4 申請の理由
- 5 研究希望実施場所（小課題ごとの具体的実施場所を記入のこと。）
- 6 研究実施の希望期間
- 7 研究に参加する研究員の所属及び氏名
- 8 研究分担及び技術知識の提供についての希望
- 9 特許権等の実施についての希望
- 10 研究成果の公表の方法又は時期についての希望

添付書類（技術的能力及び経理的基礎を有するか否かの判断に必要な資料）

農林水産省共同研究実施要領

（趣旨）

第1条 農林水産省の試験研究機関が試験研究機関以外の者と研究を分担し、技術知識を交換し、及び研究費用を分担することによって共同して行う研究（第3条第1号から第5号までに規定する研究を除く。）は、農林水産省共同研究規程（昭和56年8月17日農林水産省告示第1218号、以下「規程」という。）に定めるもののほか、この要領の定めるところによるものとする。

（共同研究の要件）

第4条 規程第3条に規定する国において共同研究として実施することが必要であると認められる研究とは、次の各号に掲げるいずれかの要件を満たす研究でなければならない。

(1) 当該共同研究が、農林水産行政の要請に即応した研究であるとともに、農林水産業の近代化及び合理化並びに国民食糧の安定的供給に資する研究であること。

(2) 当該共同研究を行うことにより、試験研究機関の行う試験研究の進歩・向上が期待できる研究であること。

2 規程第5条第2項の規定による共同研究契約の変更の承認申請は、別記様式第2号（共同研究変更実施承認申請書）^注により行うものとする。

3 規程第5条第3項の規定による共同研究を終了したときの報告は、別記様式第3号（共同研究終了報告書）^注により行うものとする。

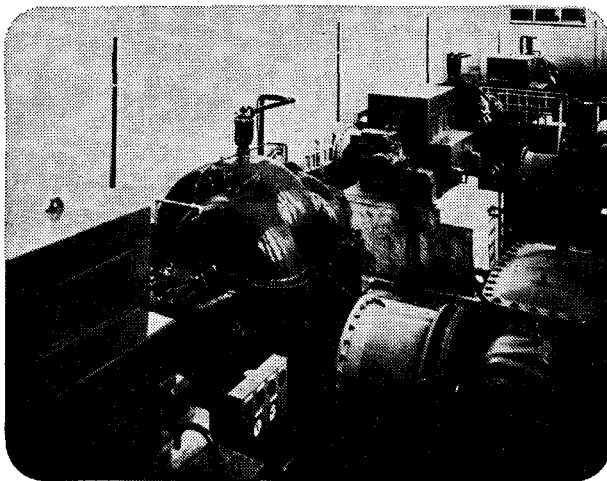
4 規程第6条第1項の規定による共同研究の中止の承認申請は、別記様式第4号（共同研究中止承認申請書）^注により行うものとする。

（共同研究の調整）

第6条 農林水産技術会議事務局長は、前条第1項の規定により提出された共同研究実施承認申請書及び前条第2項の規定により提出された共同研究変更実施承認申請書について、第4条に規定する共同研究の要件及び試験研究機関における研究の実施状況を総合的に勘案して、当該共同研究が真に適正なものとなるよう必要な調整を行うことができる。

治水利水事業に貢献する！

大根・干潟地区（千葉県）の用水不足を解消



関東農政局 大根用水農業水利事業所
笹川揚水機場納

口径1200mm×1100mm 両吸込うず巻ポンプ

トリシマポンプ

—各種ポンプの製作から
ポンプステーションの設計・
施工・アフターサービスまで—



株式 西島製作所

本社 大阪府高槻市宮田町一丁目1番8号

工場 ☎0726-95-0551 (大代)

営業所 大阪 06-344-6551(代) 東京 03-211-8661(代)
6671(代) 2361(代)

名古屋 052-221-9521(代) 福岡 092-771-1381(代)

札幌 011-241-8911(代) 仙台 022-23-7292・3971

広島 082-243-3700(代) 高松 0878-22-2001(代)

那覇 0988-36-7011 シンガポール 4799011

出張所 佐賀 0952-24-1266-1267 新潟 0252-33-1772

宇部 0836-32-4574

地下排水を考慮したタンクモデルによる 排水解析のシステム化

西 原 博*

目 次

1. はじめに…………… (104)	(b) 数理モデル…………… (109)
2. 数理モデルによる排水解析の概要…………… (104)	5. 解析条件…………… (109)
3. 地下排水を考慮した排水解析の方法…………… (104)	(a) 現地観測の結果…………… (109)
(a) 圃場からの流出解析…………… (104)	(b) 解析条件…………… (109)
(b) 排水路の流れの解析…………… (107)	6. 解析結果と考察…………… (110)
4. 数理モデル化…………… (109)	7. おわりに…………… (112)
(a) 解析地区の概要…………… (109)	

1. はじめに

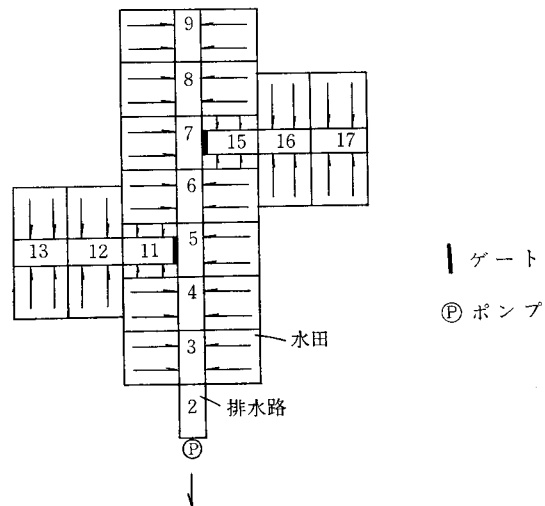
これまでの排水事業において、水田で洪水時一時湛水を許容することができたが、稲転等に伴う畑作においては一時の湛水も許されないので、新たな畑作に対する排水強化計画が必要となっている。この場合にポンプ増設のみでよいのか、それとも排水路を含む全面的な改修が必要なのかどうかを検討する必要がある。

しかしながら排水路は、ヒ門やポンプ場などの排水施設が複雑に組合さって排水システムを形成しているので、手計算での解析がほとんど不可能に近い。これらの複雑な排水システムの解析をするには電子計算機を用いた数理モデルによる手法が開発され、多用されている。また新たな課題として、湛水状況はもちろんのこと、水田の汎用化には地下水の排除効果を解析することが必要となっている。このため本報告では地下水の排除を含む解析方法を提案し、検討事例を示した。また、本報告は筆者が農林水産省構造改善局の技術管理システム化研修に参加する機会を与えられ、その際課題報告としてまとめたものである。

2. 数理モデルによる排水解析の概要

数理モデルによる排水解析の方法は水田や畑地からの降雨流出と排水路やヒ門などを通る流れを分けて解析する。このため、数理モデルを作成するには、現地調査によって排水路がどうなっているか、また、ポンプやゲートの有無、および、流域境界を調べ、図一1に示すような排水系統図を作成する。

排水系統図は排水路を中心に、図一1のように水路を等間隔に区切り、それぞれに番号をつける。つぎに、水



図一1 排水系統図の例

田や畑地からの降雨流出は、図一1のように排水路への横流入として与える。ポンプやゲートなどの排水施設は、図一1のように排水路のブロック境界で与える。

降雨流出は水田等の地形条件で流出モデルを作成し、降雨データを与えて流出量を求める。

排水路の流出は流れの基礎方程式である。運動方程式と連続の式を数値積分する数理モデルにより解析する。

3. 地下排水を考慮した排水解析の方法

a. 圃場からの流出解析手法の概要

(1) 基本的な考え方

降雨流出の解析方法には、次の4つの方法が多く用いられている。

①単位図法(2次の項を含む解析)

* 宮崎県土地改良事業団体連合会

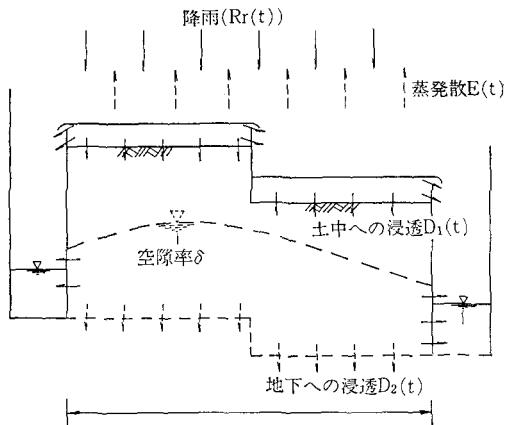


図-2 水田の流出モデル (水田面積As)

- ②水田流出法 (清野法)
- ③タンクモデル法
- ④特性曲線法

ここでは、地下排水を考慮するため③のタンクモデル法によることとし、2段のタンクモデルを用いる。この方式の採用の理由と考え方はつぎのとおりである。

地下排水をまで考慮した水田からの流出は図-2に示すように田面から地盤へ浸透した水の一部が地中深くへ浸透するが大部分は排水路へ流出すると考えられる。また水田に湛水している水は欠口からの越流や畦畔からの浸透によって排水路へ流出し、逆に排水路の水位が高くなれば水田へ逆流すると考えられる。また水田と水田の間でも同じ現象が考えられる。この現象を水理学的に解くには水田面の流れと欠口からの越流および畦畔からの浸透を解かなければならない。また地盤内への浸透水は地盤内の浸透流として解くことになるが、これらの計算は相当やっかいである。そこで、水田は池として考え、地盤内の浸透水も空隙に貯留する池として考えると図-4に示すような2段のタンクに置き換えることができる。このタンクはこれまで広く用いられている菅原のタンクモデルとは次の4点が異なっている。

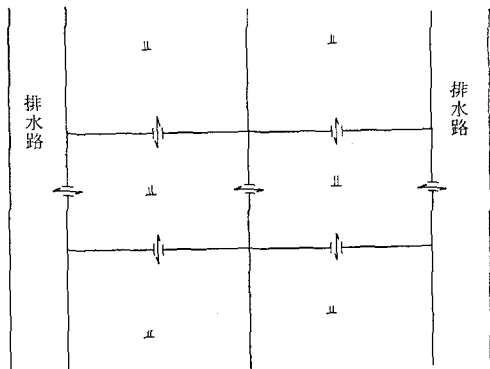


図-3 タンクモデルの流出孔の位置

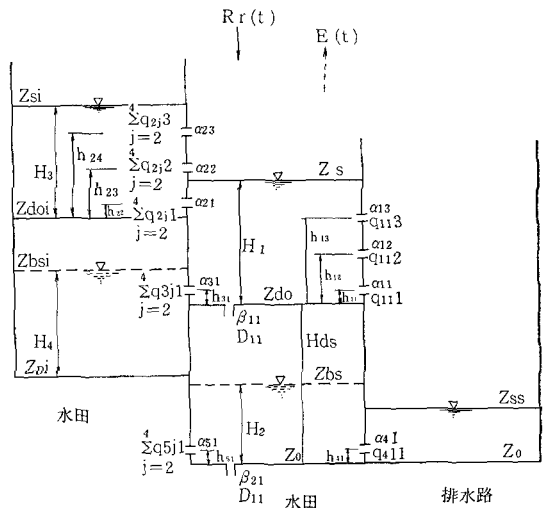


図-4 水田のタンクモデル (水田の面積As)

- ①タンクへの逆流はありうる
- ②タンクをできるだけ物理モデルに近い形で作成し、流出口の係数も物理的に検討して与える。
- ③2段目のタンク内の水位は有効空隙率を設けて地下水位を示すようにする。
- ④流出、流入は排水路のみでなく、接する水田との間にも考えられるので、図-3のように四方に流出孔を設ける。

(2) タンクモデルからの流出量算定式

ここで用いる2段のタンクモデルを図-4に示す。水系の流出解析に多く用いられている菅原のタンクモデルは流出のみであるが、ここでは外部から、タンク内への逆流も考えてモデル化している。タンクからの流出量は図-4の記号を用いて次のようになる。

$$\left. \begin{aligned} q_i, j, k &= \alpha_i, k \cdot (H_i - h_i, k) \\ D_i, k &= \beta_i, k \cdot H_i \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(4)$$

ここに q : 欠口からの流出量, α : β , 流出係数,
 H : 水深, h : 欠口の高さ, D : 地下浸透量, i, j, k 流量である。

タンクの連続の式は、図-4の記号を用いて次のように表わせる。

$$\frac{dH_1}{dt} = Rr(t) - \left\{ \sum_{k=1}^P q_{1, 1, k} + \sum_{j=2}^4 \sum_{k=1}^P q_{2j, k} + \sum_{j=2}^4 \sum_{k=1}^P q_{3, j, k} \right\} - E_1(t) \dots\dots\dots(5)$$

$$\frac{1}{\delta} \cdot \frac{dH_2}{dt} = D_{1, 1} - \left\{ \sum_{j=2}^4 \sum_{k=1}^P q_{3, j, k} + \sum_{k=1}^P q_{4, 1, k} + \sum_{j=2}^4 \sum_{k=1}^P q_{5, j, k} \right\} - E_2(t) \dots\dots\dots(6)$$

ここに、 $Rr(t)$: 降雨量, $E_1(t)$, $E_2(t)$: 蒸発量,
 δ : 有効空隙率である。

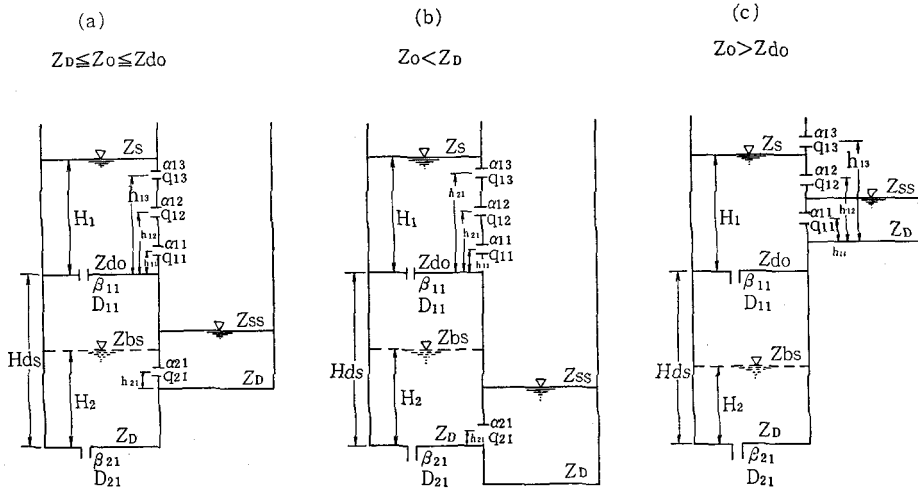


図-5 排水路への流出流入のタンクモデル

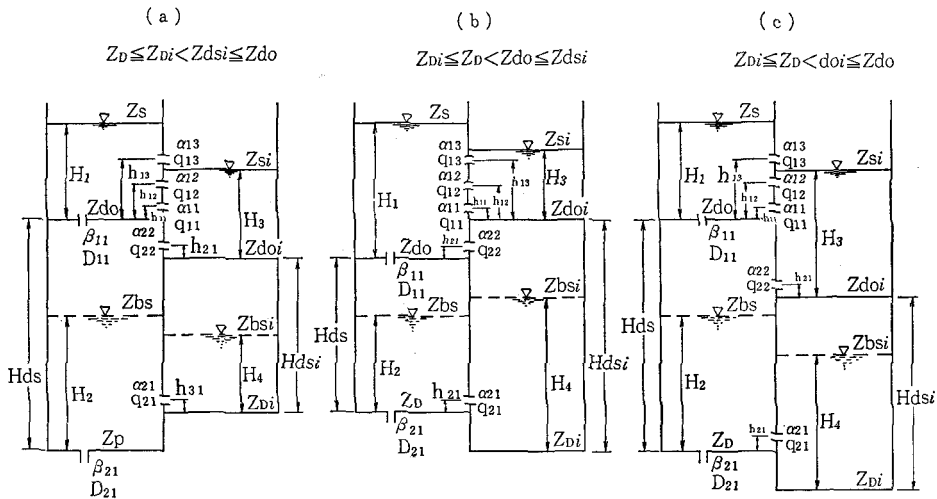


図-6 水田への流出流入のタンクモデル

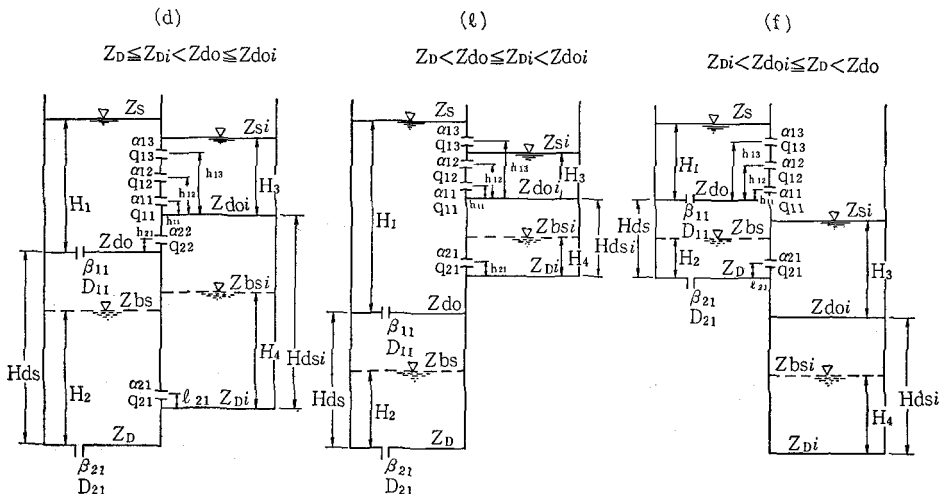


図-7 水田への流出流入のタンクモデル

さて、図-4に示したタンクモデルにおいて、排水路の水位が高くなれば逆流が発生する。この排水路の高さと、水田の高さの組み合わせ、あるいは、隣り合う水田どおしの高低の関係を整理すると、図-5、図-6、図-7に示したように、タンクの位置関係によって排水路への流出流入のタイプが図-5の(a)~(c)の3タイプに、水田への流出・流入のタイプが図-6、7の(a)~(f)の6タイプとなる。すなわち図-5の3タイプは、水田の地下水の帯水層の底を水路の底と考えれば水路底が田面より上の場合、下段のタンクの間の場合、下段のタンクの底より下の場合としたものである。

さて、この図-5の(a), (b)において、上段タンクからの流出量は(4)式の代わりに、次式で表わされる。

$$\left. \begin{aligned} Z_{ss} \leq Z_{do} + h_1, k \leq Z_s \text{ のとき} \\ q_1, k = \alpha_1, k \cdot (H_1 - h_1, k) \\ Z_{do} + h_1, k \leq Z_{ss} \leq Z_s \text{ のとき} \\ q_1, k = \alpha_1, k \cdot (Z_s - Z_{ss}) \\ Z_{do} + h_1, k < Z_s < Z_{ss} \text{ のとき} \\ q_1, k = -\alpha_1, k(Z_{ss} - Z_s) \\ Z_s < Z_{do} + h_1, k < Z_{ss} \text{ のとき} \\ q_1, k = -\alpha_1, k(Z_{ss} - Z_{do} - h_1, k) \\ Z_s < Z_{do} + h_1, k, Z_{ss} < Z_{do} + h_1, k \text{ のとき} \\ q_1, k = 0.0 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(4')$$

さらに、図-5の(c)タイプの場合には、上段のタンクからの流出量は、つぎの場合を考慮して、次式で求められる。

$$\left. \begin{aligned} Z_{ss} \leq Z_o + h_1, k \leq Z_s \text{ のとき} \\ q_1, k = \alpha_1, k(H_1 - (Z_o - Z_{do}) - h_1, k) \\ Z_o + h_1, k \leq Z_{ss} \leq Z_s \text{ のとき} \\ q_1, k = \alpha_1, k \cdot (Z_s - Z_{ss}) \\ Z_o + h_1, k < Z_s < Z_{ss} \text{ のとき} \\ q_1, k = -\alpha_1, k(Z_{ss} - Z_s) \\ Z_s < Z_o + h_1, k < Z_{ss} \text{ のとき} \\ q_1, k = -\alpha_1, k \cdot (Z_{ss} - Z_o - h_1, k) \\ Z_s < Z_o + h_1, k, Z_{ss} < Z_o + h_1, k \text{ のとき} \\ q_1, k = 0.0 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(4)''$$

つぎに下段のタンク、また水田と水田の流出、流入についても同様に考えることができ、同様の式を導くことができる。

また、上段から下段への流出量は次のように求められる。

$$D_{1,1} = \beta_{1,1} \cdot H_1 \dots\dots\dots(4)''',$$

しかしながら、 $H_{ds} \leq H_2$ となる場合には、 $H_2 = H_{ds}$ となるように $D_{1,1}$ を調節する。また、下段から上段への流出もあるので、その場合、 $D_{1,1}$ は負となる。

このような場合には、下段からの流出は次のようになる。

$$D_{2,1} = \beta_{2,1} \cdot (H_{ds} + H_1) \dots\dots\dots(4)''''$$

b. 排水路の流れの解析手法の概要

(1) 基礎方程式

不定流の水利計算は、運動方程式と連続方程式を連立に解いて行われる。河川流などの一方向流に対する運動方程式と連続方程式は下流端を原点として次のように表わされる。

$$\frac{1}{g} \cdot \left(\frac{\partial v}{\partial t} \right) + \frac{1}{g} \cdot \frac{\partial}{\partial x} \cdot \left(\frac{v^2}{2} \right) + S + \frac{\partial h}{\partial x} + \frac{n^2 |v|}{R^4 \beta} \cdot v = 0 \dots\dots\dots(7)$$

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} - q = 0 \dots\dots\dots(8)$$

ここに

- g : 重力の加速度 v : 流速 (上流へ向けて正)
- s : 河床勾配 h : 水深 n : 粗度係数
- x : 距離 (河口から上流へ向けて正) t : 時間
- A : 通水断面積 Q : 通過流量
- q : 横流入量 (単位幅, 単位時間当り) R : 径深

(2) 基礎方程式の差分化

(7), (8)に示した基礎方程式の数値計算法は、中村、白石による“かえる飛び法”の一種であるオイラー的な中心差分式を用いるものである。

距離 x と時間 t について用いた差分記号として添字 i で距離差分を、添字 j で時間差分を表わす。差分中心は $(i, n-1)$ 点とし、 (i, n) 点の値を未知量として初期条件、境界条件から求める。

(a) 運動方程式の差分式

(7)式の各項について、中心差分および平均化に用いる諸式を次のように表わす。

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial v}{\partial t} &= \frac{n v_{i-n-2} v_i}{4t} \\ \frac{\partial h}{\partial x} &= \frac{n-1 h_{i+1} - n-1 h_{i-1}}{4x} \\ \frac{\partial v^2}{\partial x} &= \frac{n-2 v_{i+2}^2 - n-2 v_{i-2}^2}{24x} \\ S &= \frac{Z_{i+1} - Z_{i-1}}{4x} \\ R &= \frac{n-1 R_{i+1} - n-1 R_{i-1}}{2} \\ v &= \frac{n v_i + n-2 v_i}{2} \\ |v| &= |n-2 v_i| \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(9)$$

ここに、 Z は基準面からの河床高である。以上の差分式を格子点で示したのが図-8である。

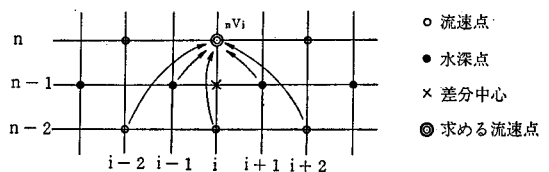


図-8 連続方程式の格子点

すなわち、 v_i は $n-1$ 時点の2つの水位と、 $n-2$ 時点の3つの流速から求められる。

(b)連続方程式の差分式

(8)式の各項について差分化を行うが、まず $\frac{\partial A}{\partial t}$ 項については、水平幅の平均化を考慮した次式を用いる。

$$\frac{\partial A}{\partial t} = \frac{\partial A}{\partial h} \cdot \frac{\partial h}{\partial t} = W \cdot \frac{\partial h}{\partial t} \dots\dots\dots(10)$$

W は Δx 区間で貯留される水面積の平均幅であり、次のようになる。

$$W = \frac{As}{\Delta x} = \frac{1}{4} (3W_2 + \frac{W_1 + W_3}{2}) \dots\dots\dots(11)$$

As : Δx 区間の貯留水面積

(11)式を(10)式に代入して差分式で表わすと

$$\frac{\partial A}{\partial t} = \frac{1}{4} \cdot (3W_2 + \frac{W_1 + W_3}{2}) (\frac{nh_i - n_{-2}h_i}{\Delta t}) \dots\dots(12)$$

つぎに $\frac{\partial Q}{\partial x}$ 項については、つぎのように扱う。図-9において m , l 点の流速 v_m , v_l は運動方程式からすでに求められているので

$$m \text{ 点の通過流量} = \frac{A_2 + A_3}{2} v_m$$

$$l \text{ 点の通過流量} = \frac{A_1 + A_2}{2} v_l$$

したがって

$$\frac{\partial Q}{\partial x} = \frac{1}{\Delta x} (\frac{A_2 + A_3}{2} v_m - \frac{A_1 + A_2}{2} v_l) \dots\dots\dots(13)$$

以上 $\frac{\partial A}{\partial t}$, $\frac{\partial Q}{\partial x}$ 項の差分化において通水断面積を求め

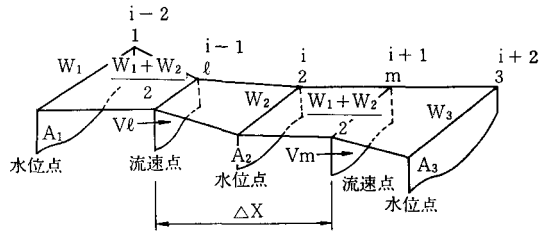


図-9 河川形状の平均値

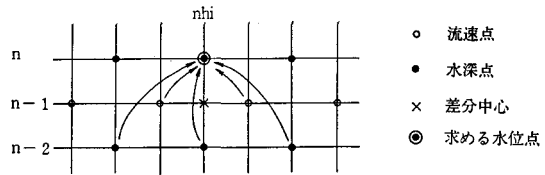


図-10 連続方程式の格子点

るのに用いる水深は、時間的には後方値を用いる。その理由は、ここに前方値を用いて未知数とするのは、取り扱いをかなり複雑にするものであり、また通水断面積は位置による変化が時間による変化より圧倒的に大きいものであるから、距離について中心差分化すれば、充分な精度が得られるからである。

最後の q 項については、つぎのように考える。本川の流況に影響されない流出入量を、この項で考慮する。たとえばポンプによる流出入量や、非感潮点の流入量などである。その他の点では、この項は零とする。

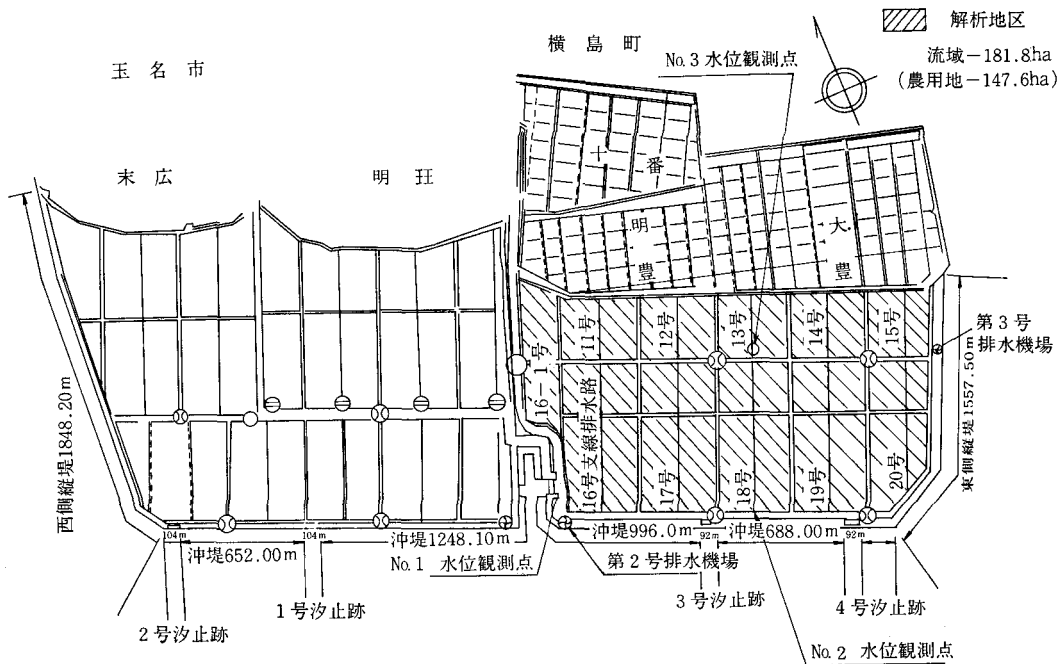


図-11 横島干拓概要図

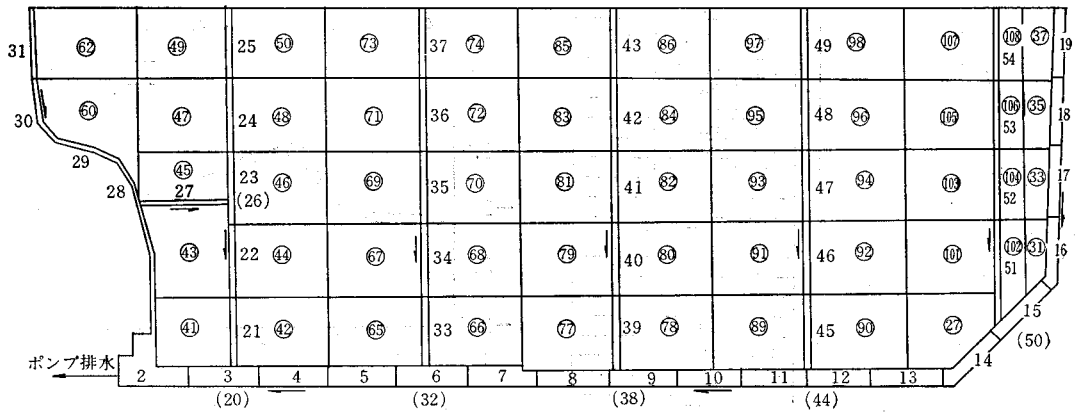


図-12 横島干拓排水系統図

(12), (13)式の差分項と q を考慮して (8)式の連続方程式を書きかえ, mh_i を求める。

この計算の過程を演算格子で示したのが図-10であるすなわち, mh_i は $n-1$ 時点の2つの流速と $n-2$ 時点の3つの水深から求められる。

4. 検討地区の概要と数理モデル化

a 解析地区の概要

熊本県下の横島干拓は, 図-11に示すように約 623.8 ha を干拓して農用地 479ha を開いたもので, 3つの排水機場で機械排水を行う地区と自然排水地区からなっている。この中で第2排水機場の流域(斜線の部分)181.8ha (内, 農用地147.6ha) を解析対象地区とする。

第2排水機場には $\phi 700\text{mm}$ の斜流ポンプ(公称 $1.0\text{m}^3/\text{sec}$) を2台設置して常時排水においても機械排水を行っている。

b 数理モデル

この地区の排水系統図を図-12に示す。図中の○で囲んだ番号が圃場の番号で, ○で囲んでない番号が $\Delta x = 150\text{m}$ とした場合の排水路メッシュの番号である。

5. 現地データと解析条件

a 現地観測の結果

この地区の流出特性を検討するために収集された昭和54年10月18日降雨に対する観測結果を図-13に示す。昭和54年10月17日20時~19日14時までに88.5mmの雨量となっている。この降雨は1/1年確立の日降雨よりも少し小さい程度の雨で現況解析には都合が良いものである。次に, 排水ポンプ稼働状況, 地区内水位観測点(図-11)の実測データを示すと図-14である。

排水ポンプは, 図-14に示すように水位が約 -1.7m になると作動し, -2.1m まで下がると停止する。

b 解析条件と計算ケース

この地区は, すでに農業土木試験場水利第3研究室に

降雨量 (mm/hr)

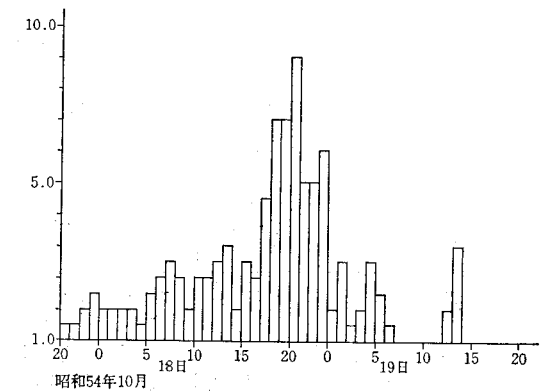


図-13 降雨

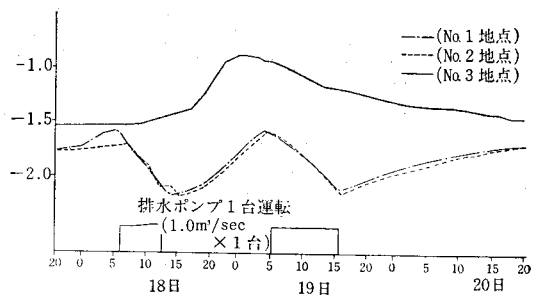


図-14 各地点の実測水位

よって圃場からの表面流出特性と幹線排水路の粗度係数および支線排水路の粗度係数が解析されているので, それらの係数を使い本報告ではおもに圃場内の湛水深と地下水水位の変化を解析した。

農土試により求められたそれらの係数等を示せば次の通りである。

①幹線排水路粗度係数——0.04

②支線排水路粗度係数——0.15

③タンクモデル流出孔係数(図-15)

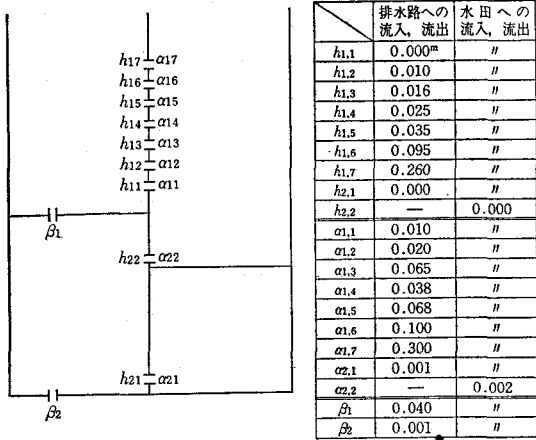


図-15 タンクモデルの流出孔係数の値

以上の結果を考えて計算条件は次の4ケースについて解析を行った。

- ケース1……昭和54年10月の降雨による計算
- ケース2……ケース1と同じ降雨であるが、支線排水

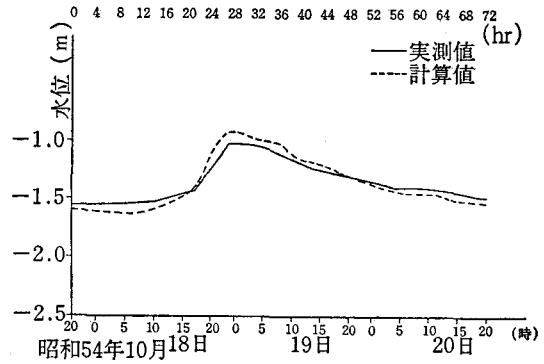


図-16 No.3地点 (No.42) の水位変化
(幹線排水路の粗度係数 $n_2=0.04$,
支線排水路の粗度係数 $n_2=0.15$)

水路がない場合の計算

- ケース3……初期条件として湛水深を10cm, 地下水深を70cmとした場合の計算
- ケース4……ケース3と同じ条件で、支線排水路がない場合の計算

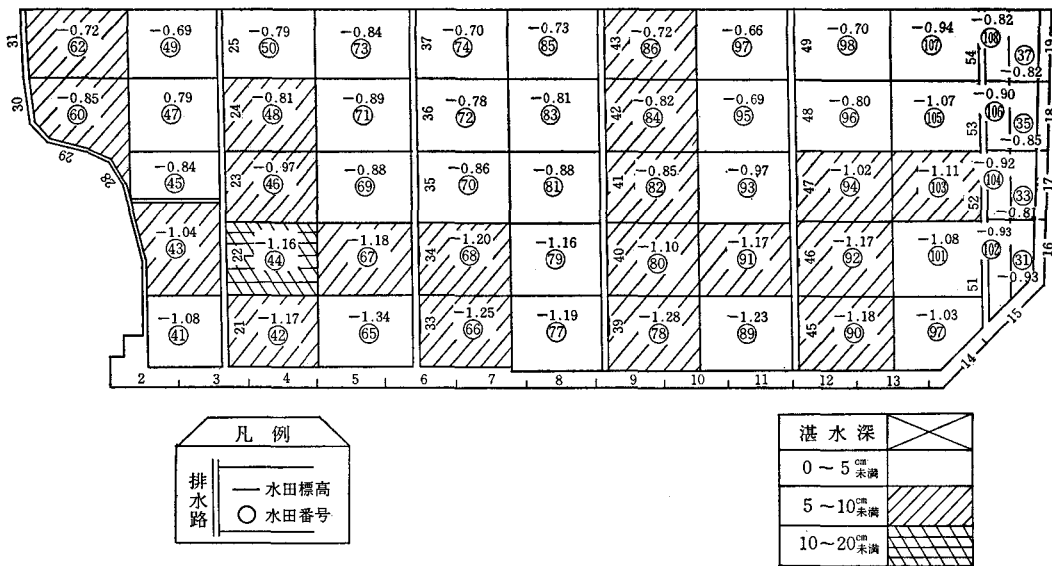


図-17 最大湛水状況図 ケース1 (支線排水路のある場合)

6. 解析結果と考察

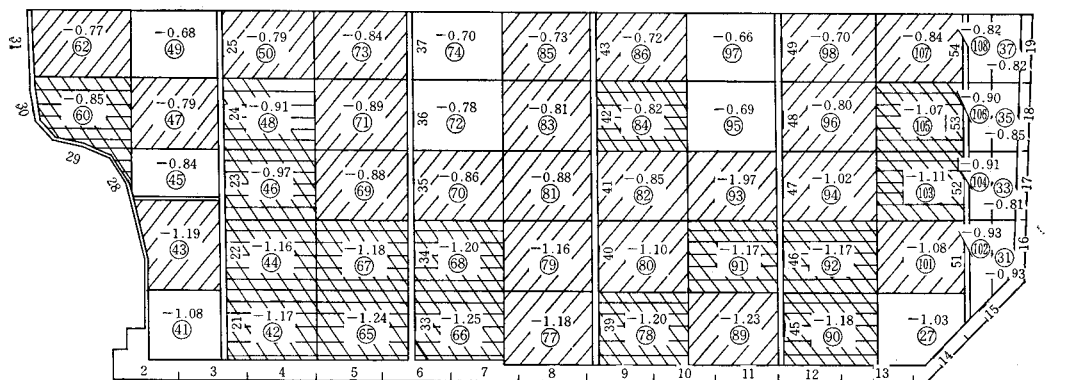
図-16に示すNo.3地点の水位変化は実測値とよく合っている。タンクモデルの流出孔の係数は排水路、水田とも同じ係数を使っているが係数を変えることにより、より実測値に近づけることができると思われる。

図-17はケース1の場合の最大湛水状況図であるが支線排水路の左岸側に湛水する傾向が見られる。

次に、図-18を見るとケース1では、5~10cm未満で

あった所が、ケース2ではほとんど10cm以上湛水している。

図-19, 図20から排水路がある場合、ない場合の湛水深地下水位の時間変化を比較すると明らかに排水路の効果がみられる。また、排水路のあるなしは湛水以上に地下水位への影響が大きいと思われる。また、計算時間が短いため、地下水位の降下の傾向をすべて示せないが、結果は地下水位の動きは遅れることを示唆している。



湛水深	
0 ~ 5 ^{cm} 未満	
5 ~ 10 ^{cm} 未満	
10 ~ 20 ^{cm} 未満	

図-18 最大湛水状況図 ケース2 (支線排水路のない場合)

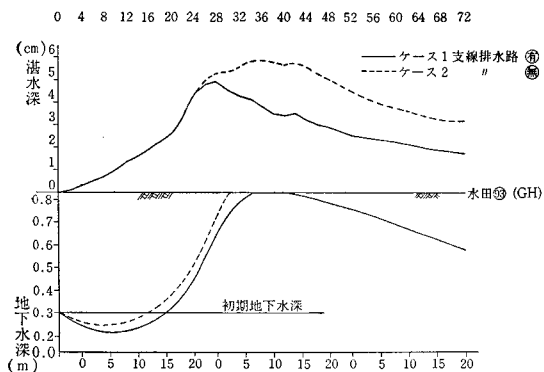


図-19 水田GH支線排水路のある場合、ない場合の湛水深、地下水深の変化

図-21はケース3、ケース4の場合の減水深を表わしている。ケース4では支線排水路がないため、田越した下流に向い、下流の方はほとんど増水している。すなわち負の減水深となっている。このような検討事例に示したように、タンクモデルを組み込んだ排水モデルにより、減水深の計算ができるようになった。この結果からこれまで農業水利計画に用いられている減水深の考えを、数理モデルで評価できるようになったものと思われる。

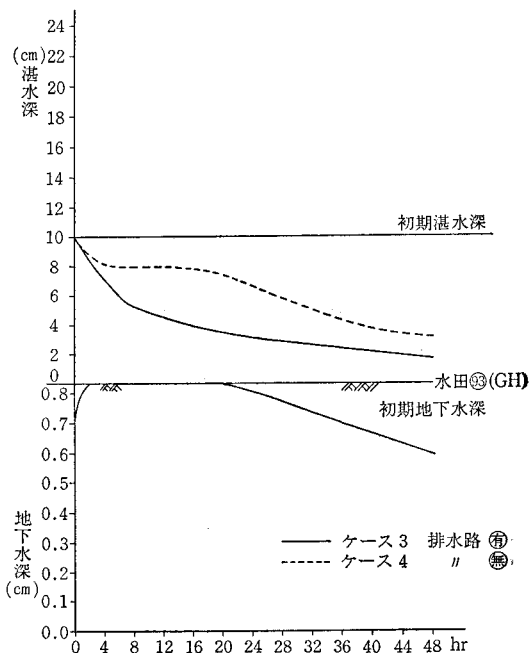


図-20 初期湛水深 0.1m 水田GHの湛水深 初期地下水水位 0.7m 地下水深の変化

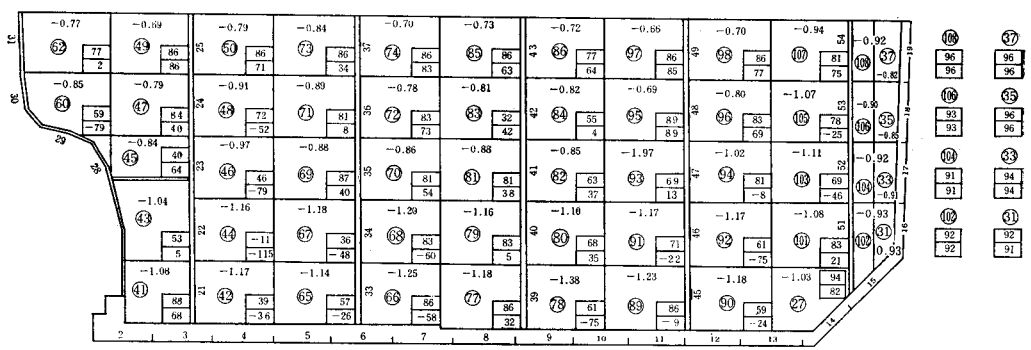
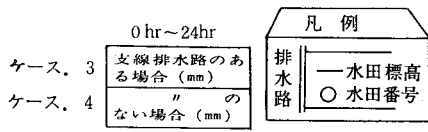


図-21 減水深状況図 0hr~24hr 初期湛水深 0.1m

7. おわりに

従来の表面流のみを扱う数理モデルにタンクモデルを組み込んで計算することによって、水田ごとの湛水深、地下水位、排水路の流況を解析することができた。この課題をシステム研修の課題として取り組んだが、水田から水田への流出、地下水位の変化などについて、満足のいく結果が得られた。

最後に、本課題は農業土木試験場水利部水利第3研究室、白石英彦室長（現企画連絡室長）、大西亮一主任研究官（現水利第3研究室長）の御指導で行った。また、本研修に参加させていただいた、農林水産省構造改善局農業土木試験場研修課に、また、本研修で種々の御指導をいただいた諸先生方と、討議などに協力いただいた研修生の方々、および今回の研修の機会を与えていただい

た宮崎県土地改良事業団体連合会、篠原幸夫局長はじめ職員の皆様に御礼を申し上げます。

参考文献

- 1) 低平地排水不良地における転作へのための排水施設
の操作手法の開発に関する調査研修報告書（1981）
——日本農業土木研究所——
- 2) 不定流解析（研修テキスト）（1982）
——岩崎和巳——
- 3) 排水計画のシステム化（研修テキスト）（1982）
——大西亮一——
- 4) 流出解析法（共立出版）
——菅原正巳——
- 5) 地下水排除を考慮した広域排水のシステム化（農業
土木学会57年度全国大会講演要旨）
——白石英彦，大西亮一，田中康一，西原博——

OA のための例題中心 BASIC 講座(第 1 回)

BASIC の基本とサージング解析

丹 治 肇* 山 本 徳 司*

目 次

- 1. はじめに…………… (113)
- 2. 基本例題のとりくみ方…………… (113)
- 3. 応用例題のとりくみ方…………… (119)

1. はじめに

OA (オフィス・オートメーション) 分野におけるマイコンの普及には最近著しいものがあります。農業土木の分野もこの点例外ではありません。マイコンの各事業所、事務所への浸透はここ一年程のあいだに飛躍的な伸びをみせています。今や農業土木技術者も TV でもみるように気軽にマイコンとつき合う時代なのです。しかし、現地点での農業土木分野のマイコンの利用はまだまだだと言わねばなりません。この原因はひとつにはメーカー・マニュアルを理解し、BASIC をマスターする困難にあります。マイコンで自らプログラムを組める人がこれから増えていく必要があるのです。もうひとつはプログラムの知識がなくとも誰にでも利用できるような、判りやすく親切なプログラムのないことにあると思われる。この講座はこの2つの点を改善して、マイコンの利用に寄与することを旨としています。この講座は、マイコンが手元にある人が、マイコン利用の助けになるように上の2点を配慮した例題中心の解説をしています。

対応機種は、NEC PC8800, 8001, シャープMZ80を扱います。講座は基本例題と応用例題とからなり、誰もがプログラムを作れるように基本例題はJIS程度の基本文法を解説しています。また、応用例題は誰でも使える使い易いプログラムを示し、機種のもつ機能を最大限に利用してマイコン利用のあり方を検討しようとしています。読者の皆さんが、この講座により、より一層マイコンに親しみを持たれることを希望します。

2. 基本例題のとりくみ方

BASIC の文法規則には基本的なプログラムを作るのに、どうしても必要なものと、あれば便利だが、なくても済むものがあります。メーカーマニュアル(手引書)には、この文法規則が全部書いてあるので厚くなって判りにくいのです。ここでは、最低限必要な BASIC 文法を実例をもとに解説してあります。マイコンの前に

すわって、本講座の解説を読みながら基本例題を実際に計算処理することにより、マニュアルを自由に使いこなせる基礎文法が身に付くはずですよ。

BASIC のプログラムは一行単位で構成されています。1-a → 1-b → 1-c という例題の番号は、1-C は 1-b のプログラムに行を追加修正してできたプログラムであることを示しています。その時、追加又は修正された行には・20、・30 というように・をつけてあります。また削除した行はプログラムの後に [40・50] というように文番号を書いてあります。

基本例題にとりかかる前に、マニュアルで LIST, SAVE, NEW, LOAD のコマンドについて学習しておいて下さい。これらは機種により異なるのでここでは詳しく述べません。しかし、これから説明するプログラムを改良したり、保存したりするにはどうしても必要なものです。

基本例題を解き終わったら各例題と同じ 1A, 1B といった名前をつけて、カセットテープ又はフロッピーディスクに SAVE しておいて下さい。後の例題でもう一度使うことがあります。

基本例題には、練習がつけてあります。これも解いて力をつけて下さい。ただし、計算結果、出力結果がどうなるかという種類の問題には答をつけてありません。これは自分でマイコンで答をみつけて下さい。また、プログラムを作りなさいといった練習問題も紙とエンピツとマイコンで答を出すようにしましょう。

1) 基本例題 1-a PRINT 文; END 文

```
10 PRINT "マニョコヨヨ"
20 PRINT "U=1/4H*E*(2/3)*I+(1/2)"
100 END
```

(MZ-80C の場合)

(PC8800, PC8001 のときは↑の代わりに∧を使って下さい。)

一番最初に作るのは上のプログラムです。なんだ、たった3行しかないのかと言われるかもしれませんが、しかし、最短のプログラムは次のようにたった2行で書けます。

* 農業土木試験場 水工部 施設水理第2研究室

```
10 PRINT"マニングコウシキ"
190 END
```

上の3行をキーボードをたたいてプログラムを使って下さい。打ちまちがえたら、途中で止めて、左はしの番号文番号から1行分打ちなおすと、打ちまちがった前のが消えて新しく打ちなおしたものに修正されます。

プログラムができましたか。できたらRUN [CR] とキーをたたくとプログラムが実行され次の2行が画面に出ます。

マニング コウシキ

$V = 1/N * R \uparrow (2/3) * I \uparrow (1/2)$

この2行が出てきたらOKです。この例題1-aは終わりです。次の例題1-bにすすんで下さい。結果がうまくいかなかったら、LIST [CR] とキーをおして、プログラムの内容をテレビ画面に出して確認して下さい。エラー表示の時、文番号(プログラムの10, 20, 190といった数字)と一緒に示されますから、その行を特に注意して見て下さい。まちがいに気付いたら、左はしの行番号から1行分打ち直して下さい。1行分取消したい時、例えば67┘PRINT "マチガイ" といった行を取消したい時は、67┘[CR] と押せば消えます。それから、RUN [CR] のキー操作にもどって下さい。

PRINT とはテレビ画面に表示するという意味の命令文です。“ ”で囲まれた部分が一字一句そのまま表示されます。PRINT だけでなく、そのあとに書かれているものを含めた1行全体をいう時、PRINT 文といいます。END文は、プログラムの終わりを意味し、END 文といいます。さて、マニングの流速公式は次の形をしています。

$$v = 1 n \times R^{2/3} \times I^{1/2}$$

キーボードには、 \times はありますが \times (カケル) 印がないので*を使い、ベキ乗、分数は1行に入りませんので \uparrow (または \wedge) と \wedge を使っています。

上に書いたBASIC用語の説明がわかりにくいと感じても、正しい結果が得られたら、気にせず、次の例題に進みましょう。マイコンの学習において、コンピュータは非常にすぐれた教師です。あなたがよく理解しなければ決して正しい結果を出しません。わからないときは何度でも復習させられます。しかし、逆に正しい結果が出たら、これは理解しているということです。不安があっても次の学習に移るのがBASICをマスターする早道です。例題1-aで皆さんはキーボードのどの文字やマークでもTV画面に出すことができるようになったのです。

練習1-a

ミズ トッチ と印刷するプログラムを作りなさい。

2) 基本例題2-b PRINT文 INPUT文

```
10 PRINT"マニングコウシキ"
20 PRINT"V=1/N*R↑(2/3)*I↑(1/2)"
• 30 INPUT"N=";N
• 40 PRINT"N=";N
190 END
```

左に・をつけたのが追加した分のプログラムです。

このプログラムは1-aのプログラムに30, 40行の2行を加えたものです。この2行を新たにキーボードから入力しましょう。入力は190のあとに30……と打つ方式を使っています。:とは別のキーです。注意して下さい。INPUT 文では“ ”が画面上に表示されたあと、要求する入力の値との区分に使っています。

練習1-b

1982と INPUT 文でNに入力し、N=1982と出力するプログラムを作りなさい。

3) 基本例題1-c

```
10 PRINT"マニングコウシキ"
20 PRINT"V=1/N*R↑(2/3)*I↑(1/2)"
30 INPUT"N=";N
40 PRINT"N=";N
• 50 INPUT"R=";R
• 60 PRINT"R=";R
• 70 INPUT"I=";I
• 80 PRINT"I=";I
190 END
```

このプログラムは、例題1-bと同様にRとIの入力とでいけば、番号順におきかえられます。LIST [CR] のキー操作で全体を確認しましょう。訂正は前と同じ方法でできます。終わったらRUN [CR] のキー操作にうつして下さい。画面上に次の表示が出ます。

マニング コウシキ

$V = 1/N * R \uparrow (2/3) * I \uparrow (1/2)$

N=?

このN=?は粗度係数の値のキーボードからの入力を要求するものです。0.015とか0.012とか、好きな値をN=?の右側にキーボードで入力します。たとえば、0.015のとき0.015 [CR] のキー操作をします。すると次のような画面になります。

マニング コウシキ

$V = 1/N * R \uparrow (2/3) * I \uparrow (1/2)$

N=? 0.015 : (この行以下一線はキーボードか

N=0.015 ら入力後、CRを押したことを示す)

プログラム中のINPUT はキーボードからの入力を要求します。INPUT の次の“ ”はPRINT 文の時と全く同じ意味で“ ”の中が画面上に示されますので、ここにキーボードより入力するとき何を入力するか書いておくとう便利です。基本例題1-bの文番号30の行(以下30行というふうにいる)のINPUT 文はNの値の入力を要求します。そうすると画面上に? が表示されます。40行のPRINT 文はNの値の画面への出力を要求する部分が新たについている点が出前のPRINT文

と違います。Nの値の出力と“N=”の出力を要求する部分は；で区切られています。INPUT文のときも同じ表示をするように50~80行をつけ加えたものです。ひきつづきここまでキー入力して、実行(RUN)させてみて下さい。

実行例

マニング コウシキ

$$V = 1 / N * R \uparrow (2/3) * I \uparrow (1/2)$$

N = ? 0.015

N = 0.015

R = ? 4.0

R = 4

I = ? 0.05

I = 0.005

以上3つのキーボードから入力するデータを N = 0.012, R = 2, I = 0.01, などといろいろ変えてみて、プログラムがうまく作動するか確かめましょう。このようなマイコンの処理はまるでコンピュータと話をするようなので対語型処理といえます。

I = 0.005の代わりに I = .5E-02と表示されることがあります。これは I = 0.5 × 10⁻²の意味です。E-02が × 10⁻²に対応しているので、値としては0.005と同じです。数値が小さくなりすぎて小数で書きにくいときにはこの表わし方が用いられます。同様に大きすぎて書き表わせないときもこの方式が使われます。例えば、100000000は、1E+09となります。

4) 基本例題 1-d

```
10 PRINT"マニング*コウシキ"
20 PRINT"U=1/N*R↑(2/3)*I↑(1/2)"
30 INPUT"N=";N
40 PRINT"N=";N
50 INPUT"R=";R
60 PRINT"R=";R
70 INPUT"I=";I
80 PRINT"I=";I
90 U=1/N*R↑(2/3)*I↑(1/2)
100 PRINT"U=";U
110 END
```

(CP8801は↑の代わりに^)

いよいよ、マイコンにモノマネをさせるだけでなく、計算させてみましょう。90行、100行を入力して下さい。RUN [CR]のキー操作をし、1-CでやったようにN, R, Iの値を入力して下さい。実行すると次の結果が出てきます。

実行例

マニング コウシキ

$$V = 1 / N * R \uparrow (2/3) * I \uparrow (1/2)$$

N = ? 0.015

N = 0.015

R = ? 4.0

R = 0.12

I = ? 0.01

I = 0.01

V = 1.6219205

最後のV(平均流速)の値まで計算結果が得られましたか。エラーが出たら、LIST [CR]を押し誤りを修正して下さい。こうして作ったプログラムを使ってみると普通の電卓より便利なのがわかります。

ここで、例題より少し離れますが次の計算を考えてみましょう。C = 2, D = 1のとき下の計算式の値はいくらになるでしょうか。

$$A + B = C + D$$

例えば、あなたはAはいくつでしようかと聞かれたとしましょう。答えられるでしょうか。答えはわからないということになります。それではB = 1のときAの値はいくらでしようか。今度は、Aは2だと答えられるでしよう。どうして、今度は答えられたのでしようか。あとのときには、実は次の計算をしていたのです。

$$A = C + B - B$$

Aの値がわかるということはAはそれ以外の値で計算されるということ、言いかえると計算した結果が、Aに等しいとおけることを意味しています。形式的にいえますと、これは=の左にあるAといった変数がひとつである時いえます。BASICで式が計算できるということはこの条件を満たしていることが必要です。BASICで計算するということは=の右辺で計算した結果を左辺の変数に代入してやるという意味なのです。そこで、BASICでは正確にはA = C + D - Bとは書かず、次のように書きます。

$$\text{LET } A = C + D - B$$

しかし、等号を使った数式には皆、この左辺とおきなさいの意味のLETがついているのでいちいち書くのも面倒なので、省略することができるようになっています。この書き方ですと、例題は次のようになります。

$$\text{LET } V = 1 / N * R \uparrow (2/3) * I \uparrow (1/2)$$

練習 1-d

直角三角形の3辺には A² + B² = C² の関係があります。A, Bが判っているときCの長さを求めるプログラムの数式はどうなりますか。

5) このプログラムを使ってみて、まだ不便な点に気付かれたでしよう。そうです。径深を直接入力しなければならない点です。今度はプログラム中で径深を求めます。径深は次式で求められます。

$$R = A / P \quad A; \text{通水面積} \quad P; \text{潤辺長}$$

長方形断面水路の場合、水深をH, 水路幅をBとすると、次式が成立します。

$$A = B * H, \quad P = B + 2H \quad \therefore R = B * H / (B + 2 * H)$$

プログラムはRの入力(50行)をとりけしてAとHの

入力にします。追加分は以下です。

5) 基本例題 1-e

```

10 PRINT"マニングコウシキ"
20 PRINT"U=1/N*R↑(2/3)*I↑(1/2)"
30 INPUT"N=";N
40 PRINT"H=";H
• 42 INPUT"B=";B
• 44 PRINT"B=";B
• 48 INPUT"H=";H
• 52 PRINT"H=";H
• 56 R=B*H/(B+2*H)
70 INPUT"I=";I
80 PRINT"I=";I
90 U=1/N*R↑(2/3)*I↑(1/2)
100 PRINT"U=";U
190 END

```

[50, 60]

以上キーインしたら、実行してみてください。

このプログラムではまずRを求めて、このRを使ってvを求めています。このようにプログラムの、50, 90行に見るように数式は必ずしも1行にまとめて書かねばならないというものではありません。必要とあれば、2行、3行と数行に分けて、表わすこともできます。また逆に、2行、3行の数式を1行にまとめて表わすこともできます。

練習 1-e

例題で次の2行に分けて表わされていた数式を1行にまとめてみよう。

```

56 R=B*H/(B+2*H)
90 U=1/N*R↑(2/3)*I↑(1/2)

```

6) 上のプログラムでは、計算結果は、たったの1行なのに、入力や、入力されたデータの出力表示が数行にわたって、もってまわったプログラムになっています。今度は、この部分を少し整理して見やすくしてみます。

6) 基本例題 1-f

```

10 PRINT"マニングコウシキ"
20 PRINT"U=1/N*R↑(2/3)*I↑(1/2)"
30 INPUT"N=";N
42 INPUT"B=";B
48 INPUT"H=";H
56 R=B*H/(B+2*H)
70 INPUT"I=";I
• 82 PRINT"N=";N,"B=";B
• 84 PRINT"H=";H,"I=";I
90 U=1/N*R↑(2/3)*I↑(1/2)
100 PRINT"U=";U
190 END

```

[40, 44, 52, 80]

実行結果

マニング コウシキ

U = 1 / N * R ↑ (2 / 3) * I ↑ (1 / 2)

N = ? 0.015

B = ? 0.2

H = ? 0.03

I = ? 0.15

N = 0.015 B = 0.2

H = 0.03 I = 0.14

V = 2.021923

この1-fを実行させるとN, B, H, Iといった表示の仕方が変わっているのに気付かれると思います。ここでは、PRINT文がたくさんあるのでこれを少しばかり整理して見やすくしました。PRINT文では、;出力のあいだをつめることを、, はあいだをあけることを意味しています。ここでは今までの;ばかりでなく、, の用法も習得しておいて下さい。

練習 1-f 次の出力結果はどうなるか

```

10 PRINT"A";"B"
20 PRINT"A","B"
30 END

```

以上例題1のシリーズで、基本的な計算の仕方については習得したと思います。例題2のシリーズでは応用的なプログラム書法を習います。

7 (基本例題 2-a REM文 I F文

```

10 REM カイスイロ
20 PRINT"クイ=1;ダイケイ=2"
30 INPUT"N=1 OR 2";N
40 IF N=1 THEN PRINT"クイ"
50 IF N=2 THEN PRINT"ダイケイ"
60 END

```

このプログラムを実行するとコンピュータがクイ=1, ダイケイ=2

N = 1 or 2 ?

と聞いてきます。“1”を入力すると“クイ”、“2”を入力すると“ダイケイ”と画面上に書かれます。

10行のREMはプログラム中の覚え書きを表わし、実行には関係しません。ここでは“カイスイロ”とタイトルをつけています。40行IF N=1 THEN PRINT“クイ”は、N=1なら“クイ”と表示しなさいという意味でIF文といえます。50行はN=2なら“ダイケイ”と表示しなさいという意味です。このようにIF文の形では、IF条件、THEN 命令文という形をしています。

練習 2-a

INPUT文でNを入力し、N=3の時“キスウ”と画面上に表示するプログラムを使いなさい。

8) 基本例題 2-b ストリング変数

```

10 REM カイスイロ
• 12 A$="クイ"
• 14 B$="ダイケイ"
• 20 PRINT A$,B$
30 INPUT"N=1 OR 2";N
• 40 IF N=1 THEN PRINT A$
• 50 IF N=2 THEN PRINT B$
60 END

```

(20行、40行、50行は重ねて同じ文番号が使われているので前のは消去されます。)

プログラムを実行すると内容は2-aと全く同じです。

12行のA\$はストリング変数といえます。ストリング変数では変数の値は文字になります。例えば、A\$の値は

“クケイ”という文字です。12, 14, 20, 40, 50行をみればわかるようにストリング変数を使うと文字を数値と全く同じようにキーボードから入力したり、画面上に出力することができます。1-aのプログラムに比べると“クケイ”“ダイケイ”といった変数に含まれる文字列が長い時や、繰り返しの多い時にはこの方が良いことが判ります。

練習2-b

次のプログラムを実行すると何が表示されるか。

```
10 A$="三〇"
20 B$="二〇"
30 PRINT"ABC",A$,B$
40 END
```

次は例題3で繰り返しを使う方法を習います。

9) $N=N+1$???

上の数式の答はいくつでしょうか。例えば辺々からNをひいて次のようになります。

$$N-N=N+1-N$$

$$0=1??$$

こんな数式が許されるはずがありません。ところが、例題1dで習いましたようにBASICでは=は左辺の変数に右辺で計算した結果を代入するという意味なのです。そこで例えばN=3の時には $N+1=3+1=4 \rightarrow N$ とN=4という値を求めることができます。つまり、はじめの $N=N+1$ という式は少しばかりいいかげんな書き方であって、ていねいに書くと次のように書き表わされます。

新しいNの値=ひとつ前のNの値+1

次の例題は、この式の特長を使って、自然数を作り出すプログラムです。

基本例題3-a GO TO文, BREAK キー

```
10 REM テイヌウ
20 N=0
30 N=N+1
40 PRINT N
50 GO TO 30
60 END
```

このプログラムはINPUT文による入力要求はなく、RUNするだけで実行します。50行のGO TO30は、この行に達したら30行にもどれという意味です。GO TO文といいます。GO TO mのmのところの文番号がプログラムになくは実行ができませんので誤りになります。この命令文で、30行と50行のあいだが繰り返されます。RUNさせてみましょう。1, 2, 3, ……と自然数がずっとブラウン管上に出力されます。本当にずっと出力されて、このプログラムは終わりません。適当なところで[BREAK](orST OP)キーを押して実行を強制的に中止して下さい。BREAKキーは実行の強制中断に使います。BREAKキーによる中断が出来ないときには、最後の手段として、電源を切るしかありません。

練習3-a

次のプログラムの計算結果はいくつになるか

```
10 M=2
20 M=M+2
30 GO TO 10
40 END
```

10) こうした終わりのないプログラムは不更なので、次のプログラムではIF文を使ってN=1000でEND文に達し、プログラムの実行が停止するようにしてあります。

基本例題3-b IF文

```
10 REM テイヌウ
20 N=0
30 N=N+1
40 PRINT N
• 45 IF N=1000 THEN 60
50 GO TO 30
60 END
```

このプログラムでは45行でN=1000のとき60行に飛びEND文に達します。このIF文のTHENの後の文番号は、命令ではありませんが命令以外に、文番号を直接書くことができ、このとき書かれた番号に流れが飛ぶことを示すことになっているので、IF N=1000 THEN GO TO60とする必要はありません。

練習3-b

例題3-bでN=5のとき、60行にとぶよう45行目のプログラムを作りなさい。

11) 基本例題3-c

```
10 REM テイヌウ
• 20 FOR N=1 TO 1000
• 30 PRINT N
• 40 NEXT N
60 END
```

[45, 50]

このプログラムを実行してみると内容は3bの基本例題と全く同じですが、3-bのプログラムと比べてみると非常に単純になっているのがわかります。20行のFORと40行のNEXTは、この2つの文に囲まれた部分が繰り返されることを意味しています。20行と40行のFORとNEXTの後に共にNという変数名がきているのは、20行のFORと40行のNEXTが対応していることを示しています。Nは同時に繰り返し回数を示し、N=1 TO 1000で、Nが1から1000まで1, 2, 3 ……1000と、ひとつずつ変わることを示しています。30行のPRINT文により、このようすが画面上に出力されます。

練習3-c

次のプログラムの出力結果はどうなるか

```
10 K=0
20 FOR M=1 TO 5
30 K=K+1
40 FOR N=1 TO K
50 PRINT"0";
60 NEXT N
70 PRINT"0"
80 NEXT M
90 END
```

12) 基本例題 3-1 d

```

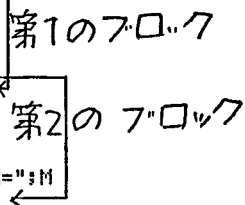
10 REM カイズロ
12 A$="クワイ"
14 B$="クワイイ"
20 PRINT A$,B$
30 INPUT"N=1 OR 2";N
40 IF N=1 THEN PRINT A$
• 42 IF N=1 THEN INPUT"B=";B
• 44 IF N=1 THEN INPUT"H=";H
• 46 IF N=1 THEN PRINT"B=";B,"H=";H
50 IF N=2 THEN PRINT B$
• 52 IF N=2 THEN INPUT"B=";B
• 54 IF N=2 THEN INPUT"H=";H
• 56 IF N=2 THEN INPUT"M=";M
• 58 IF N=2 THEN PRINT"B=";B,"H=";H,"M=";M
60 END
    
```

今度は矩形水路の場合は水路幅 (B) と水深 (H) の入力要求し, 表示を, 台形水路の場合は水路幅 (B) と水深 (H), 水路側勾配 (m) の入力を要求し, 表示をする。このプログラムは同じ形の I F 文が 40~46, 50~58 とつらなっており見た目にも非常に不経済です。この状態を回避する方法は 2 通りあります。ひとつは GO TO 文を用いる方法であり, もうひとつはサブルーチンを用いる方法です。

13) 基本例題 3-1 e

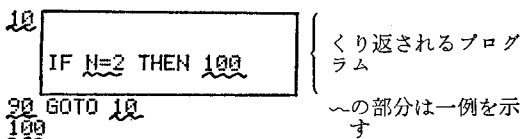
```

10 REM カイズロ
12 A$="クワイ"
14 B$="クワイイ"
20 PRINT A$,B$
30 INPUT"N=1 OR 2";N
• 40 IF N=1 THEN 44
• 42 GOTO 54
• 44 PRINT A$
• 46 INPUT"B=";B
• 48 INPUT"H=";H
• 50 PRINT"B=";B,"H=";H
• 52 GOTO 64
• 54 PRINT B$
• 56 INPUT"B=";B
• 58 INPUT"H=";H
• 60 INPUT"M=";M
• 62 PRINT"B=";B,"H=";H,"M=";M
• 64 END
    
```



この例題では, GO TO 文を使っています。GO TO 文を使うと 3-1 d のプログラムと比べてみると, I F... の部分が省略できることがわかります。こうすることによって, プログラムが単純で判り易くなるばかりでなく, 計算時間も非常に短くすることができます。I F 文と GO TO 文の組合せを使うことにより, プログラムをブロック分けし, 一方のブロックの処理だけを行うことができるのです。

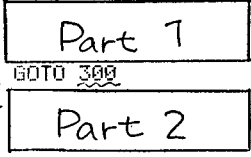
ここで, I F 文と GO TO 文の使い方を整理しておきましょう。I F 文と GO TO 文は例題 2 でみたように, 繰り返し計算をさせることができます。



I F 文と GO TO 文のもうひとつの使い方は判断とびこしといわれるものです。

```

50 IF N=10 THEN 70
60 GOTO 210
70
200 GOTO 300
210
300 .....
    
```



このタイプに I F 文と GO TO 文を組み合わせることにより, プログラムの中で, Part 1, Part 2 の一方だけを選択的に行わすことができます。すなわち, この例では N=10 のとき Part 1 が, N≠10 のとき Part 2 が実行されます。

練習 2-1 d

上の例を使って, まず N を入力し, N=10 のとき K を入力表示し, (Part 1) N≠10 のとき J を入力し表示する (Part 2) プログラムを作りなさい。

14) サブルーチン 2-1 d

これは, 例題 2-1 d でなく, 例題 3-1 d を改良したものです。

```

10 REM カイズロ
12 A$="クワイ"
14 B$="クワイイ"
20 PRINT A$,B$
30 INPUT"N=1 OR 2";N
• 40 IF N=1 THEN GOSUB 70
• 50 IF N=2 THEN GOSUB 130
60 END
• 70 REM クワイ
• 80 PRINT A$
• 90 INPUT"B=";B
• 100 INPUT"H=";H
• 110 PRINT"B=";B,"H=";H
• 120 RETURN
• 130 REM クワイイ
• 140 PRINT B$
• 150 INPUT"B=";B
• 160 INPUT"H=";H
• 170 INPUT"M=";M
• 180 PRINT"B=";B,"H=";H,"M=";M
• 190 END
    
```

[42, 44, 46, 52, 54, 56, 58]

ここでは, 前出のプログラムを分割してサブルーチン化しています。サブルーチン化というのは, プログラムをブロック分割する方法です。前の例題では I F 文と GO TO 文を使って, 例えば, 例で Part 1, Part 2 といった呼び方で示したように, プログラムをブロック分割しています。今度は GOSUB 70, GOSUB 130 といった命令文を使って, ブロック分割したプログラムを実行します。プログラムのブロック分割されたものをサブルーチンといいます。例えば, 70 行~120 行, 130~190 行がそれぞれサブルーチンです。サブルーチンは普通のプログラムと同じですが最後は END 文ではなく, RETURN 文で終わります。サブルーチンに達するには, GOSUB

文を使います。GOSUB の次の数字がサブルーチンの第1行目の文番号です。このあと順次 RETURN 文まで計算します。RETURN 文に到したら、最初にサブルーチンに達した GOSUB 文の次の文から計算を続けます。

サブルーチンのパタンをまとめてみると次のようになります。ここでは I F 文についていない GOSUB の文の例をあげておきます。

```

80 GOSUB 200
90 .....
100 END
200 .....
300 RETURN

```

サブルーチン

上のサブルーチンは実際には次の順序で計算されます。

```

80 .....
200 .....
300 .....
90 .....
190 END

```

サブルーチン

3. 応用例題のとりのくみ方

基本例題は誰でも使えることを目ざして作られています。応用例題は内容的には BASIC を十分にマスターした人が理解できる程度の高いプログラムからなっています。ここに示されたプログラムは規模も大きいものが多く、構造も複雑です。プログラムを一行一行理解することは初学者には困難ですが、プログラムを利用する上では BASIC の知識はほとんどいりません。なぜなら、このマイコンによるプログラムの実行では自からプログラムの内容や、入力データの形式などが対話型処理の特徴として、TV画面上に表示されるからです。さらに、このプログラムを利用する前提知識は BASIC ばかりでなく、水理学構造力学の知識も最少限で済むように工夫されています。

従って、応用例題は例題のあらましとデータの形式を大まかに述べた後、使用例を示すにとどめます。なぜならばプログラムの真価は、薬が飲んでみなくてはわからないのと同じように、使用してみなくてはじめてわかるものだからです。

応用例題1 調圧水槽のサージング (NEC PC 8800用)

図のようなポンプ吸水槽において、ポンプを停止したときのサージング現象を解析するプログラムです。演算に必要な変量は、①管路流入損失係数、②管路長さ、③水源河川水位、④演算時間の最大値、⑤演算時間刻み

幅、⑥管路粗度係数、⑦ポンプ吸水槽面積、⑧ポンプ揚水量増減に要するバルブ開閉時間、⑨バルブ操作以前の揚水量、⑩バルブ操作による変化流量、⑪ポンプ揚水量増減指標 (バルブの開閉を示す指標) です。

このプログラムは、対話処理方式に次に述べるようにいかしています。まず、プログラムの概要は、画面上に示され、この画面上の説明を読むことにより、このプログラムを利用するのに必要十分な情報が得られるようになっていきます。演算結果は、半分は水面変動と、水面高さと、流速が時間に対して表示されます。この画面上の水面は、時間経過とともに画面上に上下するようになっており、実際の水面変化が目に見るような形で表示されます。残りの半分の結果は、ドットプリンター上に、図に見るような形で示されます。最後にプログラムリスト及び、説明を図に示します。このプログラムで使った基礎方程式と演算部分の計算の流れは、参考文献1)と基本的に同じですので、そちらを参照して下さい。もちろん、プログラムの入出力部分はマイコンの機能を考え、大幅に変更してあります。

参考文献

- 1) パイプラインの水理設計 (その11) ——サージング解析プログラム——岩崎和巳 農業土木学会誌 昭和57年8月号 (vol 50 No. 8 pp43~47)

練習の解答

1-a

```

10 PRINT "ミス ト ヴ"
20 END

```

1-b

```

10 INPUT "N=";N
20 PRINT "N=";N
30 END

```

1-d Γ は () $1/2$ ですから

$$C = (A \uparrow 2 + B \uparrow 2) \uparrow (1/2)$$

$$C = (A * A + B * B) \uparrow (1/2)$$

\sqrt{x} はあるいは特別に SQR (x) と書けることになっています。これを使うと次のようになります。

$$C = SQR (A \uparrow 2 + B \uparrow 2) \text{ 又は, } C = SQR (A * A + B * B)$$

INPUT 文を使ったプログラム例をあげておきます。

```

10 INPUT "A=";A
20 INPUT "B=";B
30 C=SQR(A↑2+B↑2)
40 PRINT "C=";C
50 END

```

1-e

```

90 U=1/N*(B*H/(B+2*H))+(2/3)*I↑(1/2)
[56]

```

1-f 略

2-a 10 INPUT"N=";N
 20 IF N=3 THEN PRINT"キヌウ"
 30 END

2-b 略

3-a 略

3-b • 45 IF N=5 THEN 60

3-c 略

• 10 INPUT"N=";N

2-d 50 IF N=10 THEN 70
 60 GOTO 210
 70 INPUT"K=";K
 80 PRINT"K=";K
 200 GOTO 300
 210 INPUT"J=";J
 220 PRINT"J=";J
 300 END

```

10 REM VALVE JKEN NO YOMIKOMI
20 WIDTH 80,25:SCREEN 0,0:CLS 3
30 GOSUB *TAITOL
40 CLS 3
50 PRINT *****
*****
60 PRINT '*
*
70 PRINT '*          コノ フロウラム A カンスイロケイ ノ チョウアツスイソウ ニ オケル サ-シヤク* ノ
*
80 PRINT '*          スイメン シントウヲ ケイザン シタモノ テアラ
*
90 PRINT '*
*
100 PRINT *****
*****
110 PRINT
120 LOCATE 20,20:INPUT *          Yキ-ヲ オシテクダサイ          *;P7$
130 IF P7$<>"Y" THEN GOTO 120
140 CLS 1
150 GOSUB *GAIYO
160 LOCATE 20,20:INPUT *          Yキ-ヲ オシテクダサイ          *;P8$
170 IF P8$<>"Y" THEN GOTO 160
180 PRINT
190 CLS 1
200 GOSUB *DEMOST
210 LOCATE 5,20:INPUT *          カイヨウ カノ ワカッタ アライ A 1 ヲ オシテクダサイ*;P5$
220 IF P5$<>"1" THEN GOTO 190
230 CLS 1
240 PRINT *
250 PRINT *
260 PRINT *
270 PRINT *
280 PRINT *
290 PRINT *
300 PRINT *
310 PRINT *
320 PRINT *
330 PRINT *
340 PRINT *          テ-ータ ノ ヨミヨミ ヲ アシメマシヨウ
350 PRINT *          NDATA<=0 ノ トキ A ケイザン シタモシ
360 INPUT *          ウエ ノ ヒョウヲ サンゴウ ニ シテ NDATA,NKAI ヲ ニユウリョク シテクダサイ *;NDATA,N
KAI
370 IF NDATA>0 THEN GOTO 390
380 GOTO 40
390 REM          DATA NO YOMIKOMI
400 PRINT *****
*****
410 LOCATE 0,20 :PRINT *****
*****
420 LOCATE 0,14
430 INPUT *          カンロ リウリョク ソシツカイズ (0.2 カラ 1.0 マテ)*;FI
440 IF FI>1 THEN GOTO 470
450 IF FI<.2 THEN GOTO 470
460 GOTO 500
470 PRINT *ニュウリョク サレマシ*
480 FOR L=1 TO 500:NEXT L
490 GOTO 230
500 INPUT *          カンロ ナカサ (100 カラ 500 マテ)*;AL
510 IF AL>500 THEN GOTO 540
520 IF AL<100 THEN GOTO 540
530 GOTO 570
540 PRINT *ニュウリョク サレマシ*
550 FOR L=1 TO 500:NEXT L
560 GOTO 230
570 INPUT *          スイケン カゼン スイ          *;RWL
580 INPUT *          エンサシシヤクノ サイタイチ タクシ 500sec ヲ コシテ A イケナイ*;TMAX
590 IF TMAX>500 THEN GOTO 610
600 GOTO 640
610 PRINT *ニュウリョク サレマシ*
620 FOR L=1 TO 500:NEXT L
630 GOTO 230
640 INPUT *          コマテノ アライ テマチカマテ ニユウリョク シタモシ A アリマスカ アラアライ A ナイアライ N ヲ オシテク
          *サイ*;P1$
650 CLS 1

```

AT>0 A"ル7" カイイ シヤクン コウリョ	NKAI>2	A"ル7" イ
	NKAI<=2	A"ル7" カイ
AT<=0 A"ル7" シュンカン カイイ	NKAI>2	A"ル7" イ
	NKAI<=2	A"ル7" カイ

```

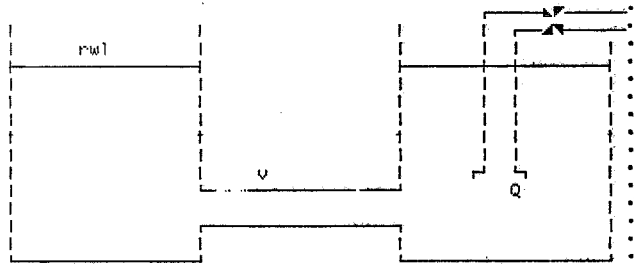
660 IF P1#="A" THEN GOTO 230
670 LOCATE 0,6
680 PRINT "                ツツケテ ニュウリョク シテクダサイ"
690 PRINT "*****"
700 LOCATE 0,16 :PRINT "*****"
710 LOCATE 0,9
720 INPUT "                シカク #サニ AA" タクシ 1 イシヨウ 5 イカ ";DELTT
730 IF DELTT>5 THEN GOTO 760
740 IF DELTT<1 THEN GOTO 760
750 GOTO 790
760 PRINT "ニュウリョク サレマセン"
770 FOR L=1 TO 500:NEXT L
780 GOTO 650
790 INPUT "                カノロ ソドケイスウ (0.01 カラ 0.04 マテ)";RN
800 IF RN>.05 THEN GOTO 830
810 IF RN<.01 THEN GOTO 830
820 GOTO 860
830 PRINT "ニュウリョク サレマセン"
840 FOR L=1 TO 500:NEXT L
850 GOTO 650
860 INPUT "                カノロ ケイ (0.5 カラ 2.0 マテ)";D
870 IF D<.5 THEN GOTO 900
880 IF D>2 THEN GOTO 900
890 GOTO 930
900 PRINT "ニュウリョク サレマセン"
910 FOR L=1 TO 500:NEXT L
920 GOTO 650
930 INPUT "                ホンブア キョウスイソク スイメンセキ (5.0 イシヨウ)";F
940 INPUT "                A"ル7" カイイ シ"カク";AT
950 INPUT " コマテノ アタイ テ" マチカ"サテ ニュウリョク シタモノ A アリマスカ アル"アイA A ナイ"アイA N ラ オシテク
"サイ";P2#
960 CLS 1
970 IF P2#="A" THEN GOTO 670
980 LOCATE 0,6
990 PRINT "                ツツケテ ニュウリョク シテクダサイ"
1000 PRINT "*****"
1010 LOCATE 0,16 :PRINT "*****"
1020 LOCATE 0,9
1030 INPUT "                A"ル7" ソウサ イセ"ン ノ ヨウスイリョウ Q1 (Q1<10)";Q1
1040 IF Q1>10 THEN GOTO 1060
1050 GOTO 1090
1060 PRINT "ニュウリョク サレマセン"
1070 FOR L=1 TO 500:NEXT L
1080 GOTO 960
1090 INPUT "                A"ル7" ソウサ ニ ヨル ハ"カリョウ Q2 (Q1>Q2)";Q2
1100 IF Q2>Q1 THEN GOTO 1120
1110 GOTO 1150
1120 PRINT "ニュウリョク サレマセン"
1130 FOR L=1 TO 500:NEXT L
1140 GOTO 960
1150 INPUT " コマテノ アタイ テ" マチカ"サテ ニュウリョク シタモノ A アリマスカ アル"アイA A ナイ"アイA N ラ オシテク
"サイ";P3#
1160 CLS 1
1170 IF P3#="A" THEN GOTO 980
1180 REM KEISAN HAJIME
1190 RFC=124.5*RN^2/(D*(1/3))
1200 C=(1+FI+RFC*AL/D)/19.6
1210 SF=(3.1415/4)*D^2
1220 REM INSATSU
1230 LPRINT "FI=";FI,"RFC=";RFC,"C=";C,"MANNING N=";RN
1240 LPRINT "DOSUIRO NAGASA(m)=";AL,"SURGETANK AREA(m**2)=";F
1250 LPRINT "SUIRO AREA(m**2)=";SF,"DOSUIRO DAIA(m)=";D
1260 LPRINT "KASEN SUII(m)=";RWL,"VALVE KAIHEI JIKAN(sec)=";AT
1270 LPRINT "SHOKIRYURYO(m**3)=";Q1,"SAISHURYURYO(m**3)=";Q2
1280 LOCATE 0,10
1290 INPUT "ス"テノ テ"ク A ヲレテ ヨシイカ ヨイ"アイA Y, ヨクナイキA N ラ オシテク"サイ"シ"カラ ヨミヨ
"ラ"シ"マズ";P4#
1300 IF P4#="N" THEN GOTO 190
1310 CLS
1320 GOSUB *GRAPH1
1330 IF P4=2 THEN GOTO 430
1340 REM-SHOKICHI NO KEISAN
1350 T1=0!
1360 V1=Q1/SF
1370 IF V1>=3! THEN GOTO 1400
1380 IF V1<=-3! THEN GOTO 1400
1390 GOTO 1430
1400 CLS 3:PRINT "                フテキトウ ナ テ"ク テ" アル カ"ナイ リョウツク カ" 3.0m ラ,コ"ル"
1410 FOR L=1 TO 1000:NEXT L
1420 GOTO 1660
1430 Z1=C*V1^2
1440 SS=RWL-Z1
1450 LPRINT "SHOKI JYOKEN"
1460 LPRINT "T1=";T1,"Z1=";Z1,"V1=";V1,"DELTT=";DELTT,"SS=";SS
1470 LPRINT
1480 LPRINT "ENZAN KEKKA":LPRINT
1490 LPRINT "                N                T                Z                V                DELTA Z                DELTA V ENZANJ
I NO RYURYO"
1500 LPRINT "                (sec)                (m)                (m/s)                (m)                (m/s)                (m
**3/s)

```

```

1510 LPRINT
1520 N=1
1530 GOSUB *RUNGE
1540 REM KEKKA NO INSATSU
1550 M%=(N-1)/10*10-(N-1)
1560 IF M%<>0 THEN GOTO 1580
1570 LPRINT
1580 REM
1590 LPRINT USING"#####";N;:LPRINT USING"#####.##";T1;:LPRINT USING"####
###.##";Z1;:LPRINT USING"#####.##";V1;:LPRINT USING"#####.##";DZ;:LPRINT USIN
G"#####.##";DV;:LPRINT USING"#####.##";Q
1600 GOSUB *GRAPH2
1610 REM ENZAN OWARI NO HANTEI
1620 N=N+1
1630 IF T1>TMAX THEN GOTO 1650
1640 GOTO 1530
1650 FOR L=1 TO 2000:NEXT L
1660 GOTO 40
1670 END
1680 *RUNGE
1690 REM RUNGE-KUTTA HOW NI YORU ZOBUN NO KEISAN
1700 DEF FNDIFZ(V,SF,F,Q)=(Q-SF*V)/F
1710 DEF FNDIFV(Z,V,C,AL,X)=(Z-C*V*X)/(AL/9.8)
1720 T=T1
1730 Z=Z1
1740 V=V1
1750 GOSUB *RYURYO
1760 Q=RYURYO
1770 DZ1=FNDIFZ(V,SF,F,Q)*DELTT
1780 DV1=FNDIFV(Z,V,C,AL,ABS(V))*DELTT
1790 T=T1+.5*DELTT
1800 Z=Z1+.5*DZ1
1810 V=V1+.5*DV1
1820 GOSUB *RYURYO
1830 Q=RYURYO
1840 DZ2=FNDIFZ(V,SF,F,Q)*DELTT
1850 DV2=FNDIFV(Z,V,C,AL,ABS(V))*DELTT
1860 Z=Z1+.5*DZ2
1870 V=V1+.5*DV2
1880 DZ3=FNDIFZ(V,SF,F,Q)*DELTT
1890 DV3=FNDIFV(Z,V,C,AL,ABS(V))*DELTT
1900 T=T1+DELTT
1910 Z=Z1+DZ3
1920 V=V1+DV3
1930 GOSUB *RYURYO
1940 Q=RYURYO
1950 DZ4=FNDIFZ(V,SF,F,Q)*DELTT
1960 DV4=FNDIFV(Z,V,C,AL,ABS(V))*DELTT
1970 DZ=DZ1/6!+DZ2/3!+DZ3/3!+DZ4/6!
1980 DV=DV1/6!+DV2/3!+DV3/3!+DV4/6!
1990 T1=T1+DELTT
2000 Z1=Z1+DZ
2010 V1=V1+DV
2020 RETURN
2030 *RYURYO
2040 REM RYURYO(POMP YOSUIRYO) NO KEISAN PROGRAM
2050 TT=T
2060 IF AT<=0 THEN GOTO 2180
2070 IF NKAI>2 THEN GOTO 2130
2080 IF TT<AT THEN GOTO 2110
2090 RYURYO=Q2+Q1
2100 GOTO 2220
2110 RYURYO=Q2/AT*TT+Q1
2120 GOTO 2220
2130 IF TT>=AT THEN GOTO 2160
2140 RYURYO=Q1-(Q2/AT)*TT
2150 GOTO 2220
2160 RYURYO=Q1-Q2
2170 GOTO 2220
2180 IF NKAI>2 THEN GOTO 2210
2190 RYURYO=Q1+Q2
2200 GOTO 2220
2210 RYURYO=Q1-Q2
2220 RETURN
2230 *DEMOST
2240 PRINT *          コノプログラムでAシタツニシメスポンジのキウスイクニオカクスイヤントウヲモトメル
2250 LOCATE 0,5
2260 PRINT *
2270 PRINT *
2280 PRINT *
2290 PRINT *
2300 PRINT *
2310 PRINT *
2320 PRINT *
2330 PRINT *
2340 PRINT *
2350 PRINT *
2360 PRINT *
2370 PRINT *
2380 PRINT *
2390 PRINT *
2400 PRINT *
2410 RETURN
2420 *GRAPH1

```



```

2430 CLS
2440 PRINT* |          * rwl          |          | z          |
2450 PRINT* |          |          |          |          |
2460 PRINT* |          |          |          |          |
2470 PRINT* |          |          |          |          |
2480 PRINT* |          |          |          |          |
2490 PRINT* |          |          |          |          |
2500 PRINT* |          |          |          |          |
2510 PRINT* |          |          |          |          |
2520 PRINT* |          |          |          |          |
2530 PRINT* |          |          |          |          |
2540 PRINT* |          |          |          |          |
2550 PRINT* |          |          |          |          |
2560 PRINT* |          |          |          |          |
2570 PRINT* |          |          |          |          |
2580 LINE(14,40)-(210,40),7
2590 RETURN
2600 *GRAPH2
2610 IF N<>1 THEN GOTO 2680
2620 LINE (50,110)-(50,190),7
2630 LOCATE 8,15:PRINT "Z A # (Z/A m) ,V A エス'ロ (Z/A m/sec)"
2640 LOCATE 4,19:PRINT "O          40          120          200          280          360          44"
2650 LOCATE 8,15:PRINT "2.5"
2660 LOCATE 8,23:PRINT "2.5"
2670 LINE (50,150)-(550,150),7
2680 Z%=150-Z1*13
2690 Z1%=Z1*10+40
2700 V%=150-V1*13
2710 T%=T1+50
2720 IF N>1 THEN GOTO 2760
2730 ZZ1%=Z1%
2740 ZZ2%=ZZ1%
2750 ZZ3%=ZZ2%
2760 LOCATE 30,10:PRINT V1::PRINT "m/sec"
2770 LOCATE 50,1:PRINT Z1::PRINT "m"
2780 GOSUB *KIKI
2790 LINE(383,Z1%)-(543,Z1%),5
2800 LINE(383,ZZ1%)-(543,ZZ1%),1
2810 LINE(383,ZZ2%)-(543,ZZ2%),3
2820 LINE(383,ZZ3%)-(543,ZZ3%),0 :LINE(383,ZZ2%)-(543,ZZ2%),0
2830 ZZ3%=ZZ2%
2840 ZZ2%=ZZ1%
2850 ZZ1%=Z1%
2860 PSET (T%,Z%),6
2870 PSET (T%,V%),5
2880 RETURN
2890 *TAITOL
2900 X=100
2910 FOR I=1 TO 18
2920 READ A#:KCODE=VAL("&h"+A#)
2930 PUT(X,80),KANJI(KCODE),PSET,5,0
2940 X=X+25
2950 NEXT I
2960 DATA 3449,3F65,4F29,374F,244E,4434
2970 DATA 3035,3F65,4165,244B,242A,2431
2980 DATA 246B,2535,213C,2538,2573,2530
2990 PRINT
3000 LOCATE 20,20 :INPUT "          Y #  フォシテワク'サイ          ";P#
3010 IF P#="Y" THEN RETURN
3020 GOTO 3000
3030 RETURN
3040 *GAIYO
3050 PRINT "          ココデ" ヒツヨウナ テ"ーダ A ヲキ"ノ トオリテ"アル
3060 PRINT "*****"
3070 PRINT "◆"
3080 PRINT "◆" 1. A"ル7" カイハイ シ"カン (sec)
3090 PRINT "◆" 2. A"ル7" ノ カイハイ シ"ョウケン
3100 PRINT "◆" 3. カンロ リョウニョウ ソシツク'サイズ (ワタ"シ 0.2 から 1.0 マ")
3110 PRINT "◆" 4. カンロ ナカ"サ (m) (ワタ"シ 100m イ"シ"ョウ 500m イカ)
3120 PRINT "◆" 5. スイケン カセ"ン スイイ (m)
3130 PRINT "◆" 6. エンサン"シ"カン ノ サイダ"イ"チ (sec) (ワタ"シ 500 秒 イカ)

```

```

3140 PRINT * 7. シカク 幅 (sec) (77"シ 1.0" から 5.0" マチ)
3150 PRINT * 8. カド ソトケイス (77"シ 0.01 から 0.04 マチ)
3160 PRINT * 9. カンゲイ (m) (0.5m から 5.0m マチ)
3170 PRINT * 10. ホン7" キュスイソウ スイムセキ (m**2) (77"シ 5.0 m**2 イシヨウ)
3180 PRINT * 11. ハル7" ソウ イセソノ ヨウスイヨウ (m**3) (Q1<10m**3)
3190 PRINT * 12. ハル7" ソウ ニヨル アンカリヨウヨウ (m**3) (Q1>Q2)
3200 PRINT * ショウケン ニ アテハマライ テーダ ハ ニウヨウ7 テキマセソ
3210 PRINT *
3220 PRINT *
3230 PRINT * 77キトナ テーダ カ ニウヨウ7 サレタハアイハ ウマク ケイソシ サレマセソ
3240 RETURN
3250 *KIKI
3260 IF Z1%<10 THEN GOTO 3280
3270 GOTO 3290
3280 LOCATE 40,1:PRINT *ケン! ケン!*
3290 IF Z1%<=5 THEN GOTO 3310
3300 GOTO 3320
3310 LOCATE 30,5:PRINT *トウシ" フウ":END
3320 RETURN

```

```

FI= .3          RFC= .017928  C= .340735  MANNING N= .012
DOSUIRO NAGASA(m)= 300      SURGETANK AREA(m**2)= 5
SUIRO AREA(m**2)= .785375  DOSUIRO DAIA(m)= 1
KASEN SUII(m)= 44.5        VALVE KAIHEI JIKAN(sec)= 60
SHOKIRYURYO(m**3)= 1      SAISHUURYURYO(m**3)= 1
SHOKI JYOKEN
T1= 0          Z1= .552411  V1= 1.27328  DELTT= 5      SS= 43.9476

```

ENZAN KEKKA

N	T (sec)	Z (m)	V (m/s)	DELTA Z (m)	DELTA V (m/s)	ENZANJI NO RYURYO (m**3/s)
1	5.00	0.51	1.27	-0.04	-0.00	0.92
2	10.00	0.39	1.26	-0.12	-0.01	0.83
3	15.00	0.21	1.22	-0.18	-0.04	
4	20.00	-0.02	1.16			
5	25.00					
					-0.13	0.00
				-0.05	-0.15	0.00
		-0.86	-0.15	0.06	-0.15	0.00
31	155.00	-0.69	-0.28	0.17	-0.12	0.00
32	160.00	-0.43	-0.36	0.26	-0.09	0.00
33	165.00	-0.13	-0.40	0.30	-0.04	0.00

会

告

農業土木技術研究会役員名簿(昭和58年1月5日)

会 長	須藤良太郎	構造改善局建設部長
副 会 長	白井 清恒	東京大学教授
理 事	内藤 克美	構造改善局設計課長
〃	長野 孝夫	北海道開発局農業水産部長
〃	谷山 重孝	構造改善局首席農業土木専門官
〃	村山 稔	関東農政局建設部長
〃	中原 通夫	農業土木試験場水工部長
〃	八木 直樹	北海道開発庁農林水産課長
〃	嘉藤章太郎	水資源開発公団第二工務部長
〃	松井 芳明	(社)農業土木事業協会専務理事
〃	牧野 俊衛	(社)土地改良建設協会専務理事
〃	渡辺 滋勝	㈱三祐コンサルタンツ専務取締役
〃	久徳 茂雄	西松建設㈱専務取締役
〃	内藤 正	大豊建設㈱副社長
〃	藤井 徹	(財)日本農業土木総合研究所常務理事
監 事	須田 康夫	関東農政局建設部設計課長
〃	岡本 勇	㈱日本農業土木コンサルタンツ代表取締役社長
常任顧問	中川 稔	構造改善局次長
〃	福沢 達一	全国農業土木技術連盟委員長
顧 問	中川 一郎	衆議院議員
〃	山崎平八郎	〃
〃	梶木 又三	参議院議員
〃	岡部 三郎	〃
〃	小林 国司	〃
〃	福田 仁志	東京大学名誉教授
〃	佐々木四郎	(社)海外農業開発コンサルタンツ協会々長
顧 問	高月 豊一	京都大学名誉教授
〃	緒形 博之	新潟大学教授
〃	永田 正董	土地改良政治連盟耕隆会々長
常任幹事 編集委員長	谷山 重孝	構造改善局首席農業土木専門官
常任幹事 編集委員	梅崎 哲哉	構造改善局事業計画課課長補佐
〃	風間 彰	〃 設計課課長補佐
〃	脇阪 銃三	〃 整備課課長補佐
〃	嶋田 誠	〃 設計課農業土木専門官
常任幹事	野村 利秋	全国農業土木技術連盟事務局長
幹 事 編集委員	柴田 知広	構造改善局地域計画課係長
〃	伊藤 一幸	〃 資源課係長
〃	石坂 邦美	構造改善局事業計画課係長
〃	相沢 恒徳	〃 設計課係長
〃	高橋 昭昌	〃 水利課係長

幹 事 編集委員	小林 和行	構造改善局水利課係長
〃	齊藤 晴美	〃 整備課係長
〃	丸山 和彦	〃 開発課係長
〃	酒井 憲明	〃 〃
〃	半田 仁	〃 防災課係長
〃	滝沢 弘文	関東農政局設計課農業土木専門官
〃	岩崎 和巳	農業土木試験場施設水理第二研究室長
〃	原田 幸治	国土庁計画調整局調整課専門調査官
〃	翠川 恒雄	水資源開発公団第二工務部副参事
〃	大山 弘	農用地開発公団工務課課長補佐
〃	小松 康人	(財)日本農業土木総合研究所主任研究員

賛 助 会 員

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

青葉工業(株)	1口	東邦技術(株)	1口
旭コンクリート工業(株)	〃	東洋測量設計(株)	〃
旭測量設計(株)	〃	(株)土木測器センター	〃
伊藤工業(株)	〃	中川ヒューム管工業(株)	〃
茨城県調査測量設計研究所	〃	日兼特殊工業(株)	〃
上田建設(株)	〃	日本エタニットパイプ(株)	〃
梅林建設(株)	〃	日本技術開発(株)	〃
エスケー札幌産業(株)	〃	日本国土開発(株)	〃
(株)大本組	〃	日本大学生産工学部図書館	〃
神奈川県農業土木建設協会	〃	日本プレスコンクリート工業(株)	〃
金光建設(株)	〃	日本舗道(株)	〃
技研興業(株)	〃	農業試験場農地利用部	〃
(株)木下組	〃	農林建設(株)	〃
岐阜県土木用ブロック工業組合	〃	八田工業(株)	〃
久保田建設(株)	〃	福井県土地改良事業団体連合会	〃
久保田鉄工(株)(大阪)	〃	福岡県農林建設企業体 岩崎建設(株)	〃
久保田鉄工(株)(東京)	〃	福本鉄工(株)	〃
京葉重機開発(株)	〃	藤増総合化学研究所	〃
(株)古賀組	〃	(株)婦中興業	〃
(株)古郡工務所	〃	(株)豊蔵組	〃
(株)後藤組	〃	ポゾリス物産(株)	〃
小林建設工業(株)	〃	北海道土地改良事業団体連合会	〃
五洋建設(株)	〃	(財)北海道農業近代化コンサルタント	〃
佐藤企業(株)	〃	堀内建設(株)	〃
(株)佐藤組	〃	前田製管(株)	〃
佐藤興業(株)	〃	前沢工業(株)	〃
(株)塩谷組	〃	真柄建設(株)	〃
(社)静岡県畑地かんがい事業協会	〃	(株)舛ノ内組	〃
昭栄建設(株)	〃	(株)マルイ	〃
新光コンサルタンツ(株)	〃	丸伊工業(株)	〃
新日本コンクリート(株)	〃	丸か建設(株)	〃
(株)新システム企画研究所	〃	(株)丸島水門製作所	〃
須崎工業(株)	〃	丸誠重工業(株)東京営業所	〃
世紀東急工業(株)	〃	水資源開発公団	〃
第一測工(株)	〃	水資源開発公団奈良俣ダム建設所	〃
大成建設(株)高松支店	〃	宮本建設(株)	〃
大和設備工事(株)	〃	山崎ヒューム管(株)	〃
高橋建設(株)	〃	(社)山梨県土地改良建設協会峡中支部	〃
高弥建設(株)	〃	菱和建設(株)	〃
高山総合工業(株)	〃	菱和建設(株)山形営業所	〃
(株)田原製作所	〃	若鈴コンサルタンツ(株)	〃
中国四国農政局土地改良技術事務所	〃		(88社)
(株)チェリーコンサルタンツ	〃		(アイウエオ順)
中央開発(株)	〃	計 117社	162口
東急建設(株)	〃		

農業土木技術研究会会員数

58. 1. 5

地方名	通 常 会 員							地方名	通 常 会 員								
	県	農水省	公団等	学校	団 会 社	体 等	外国		合計	県	農水省	公団等	学校	団 会 社	体 等	外国	合計
北海道	192	224	10	7													
東	青森	79	58	0	3			近畿	滋賀	39	11	4	1				
	岩手	96	23	8	6				京都	52	62	1	7				
	宮城	61	84	0	5				大阪	38	0	1	4				
	秋田	147	29	0	1				兵庫	48	22	0	4				
	山形	98	26	0	3				奈良	62	21	0	0				
北	福島	101	50	11	0			和歌山	52	12	0	0					
	小計	582	270	19	18				小計	291	128	6	16				
関	茨城	116	48	18	3			中 ・ 四 国	鳥取	28	10	0	3				
	栃木	82	32	2	6				島根	25	26	0	7				
	群馬	49	10	5	1				岡山	57	56	0	4				
	埼玉	58	20	19	2				広島	53	8	0	0				
	千葉	76	14	12	1				山徳	38	2	0	1				
	神奈川	5	163	37	10				香島	34	11	1	0				
	奈良	33	0	1	2				香川	28	0	3	5				
	山梨	8	12	0	0				媛島	37	14	0	4				
	長野	63	4	1	4				高知	25	0	0	2				
	東	静岡	98	28	0	0				小計	325	127	4	26			
	小計	588	331	95	29			九 州	福賀	29	19	41	8				
北	新潟	155	55	0	2				佐賀	47	11	0	2				
	富山	77	10	0	1				長崎	20	3	2	1				
	石川	48	76	1	3				熊本	76	45	2	0				
陸	福井	68	8	0	0				大分	57	3	2	0				
	小計	348	149	1	6			宮崎	49	19	0	2					
東	岐阜	32	10	4	4			鹿島	65	8	0	0					
	愛知	46	79	34	1			沖繩	1	18	0	2					
	三重	36	27	7	2			小計	344	126	47	15					
海	小計	114	116	45	7			総計	2,784	1,471	227	124	1,089	27	5,722		
									賛助会員総計		117社		口数 162口				

編 集 後 記

会員の皆様あけましておめでとうございます。

前回は50号発刊を記念して、「水と土」の前身「水路」元編集委員長佐々木四郎氏、「土とコンクリート」元編集委員長松井芳明氏、そして「水と土」初代編集委員長をされた参議院議員岡部三郎氏よりお祝いと期待の記念巻頭文をいただき、編集委員の一人として、諸先輩方が築き上げた伝統の重みと責任を改めて痛感しています。

1983年新春を迎え、本号よりパソコン利用による「O Aのための例題中心農業土木 BASIC 講座」が新たにス

タートしました。現在農業土木技術者の間でも急速に普及しつつあるパソコンに“なじみ”をつけることを目標に、農業土木の実用的なプログラムの使い方を平易に解説して行く予定なので、パソコンマニアばかりでなく入門者にとっても楽しい講座の発足といえるでしょう。

また例年好評の研修会は2月8日「現場技術者のための安全対策」ということで、農業用施設の騒音・振動対策や最近の工事形態、施工法等の変化に対応した工事中の環境保全、あるいは災害防止対策等の農業土木技術者にとって今後設計・施工に大変役立つ魅力ある内容で準備中とのことで楽しみです。

水 と 土 第 51 号

昭和58年1月15日発行

発行所 〒105 東京都港区新橋5-34-4
農業土木会館内

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

印刷所 〒161 東京都新宿区下落合2-6-22

一世印刷株式会社
TEL (952) 5651 (代表)

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う入個所を欄外に指定し、写真、図、表は別に添付する。(原稿中に入れない)
- 6 原図の大きさは特に制限はないが、B4判ぐらいまでが好ましい。原図はトレーサーが判断に迷わないよう、はっきりしていて、まぎらわしいところは注記をされたい。
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o(ゼロ) a(エー)と α (アルファ)
r(アール)とr(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)
l(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。