

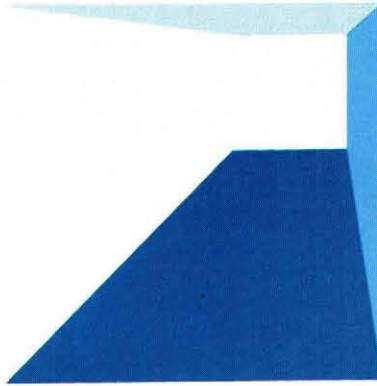
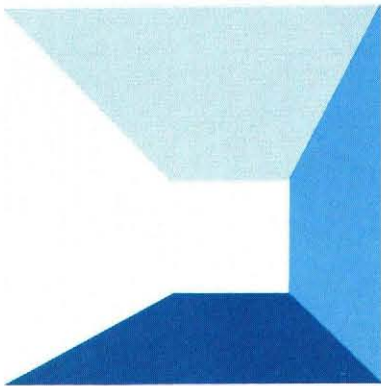
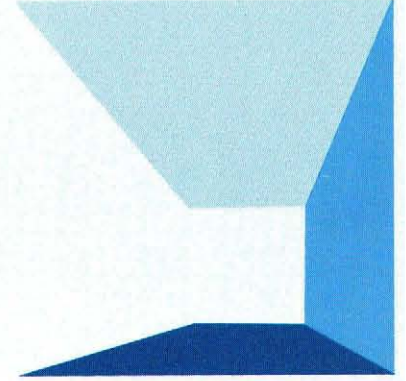
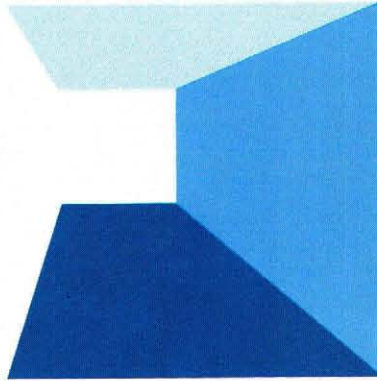
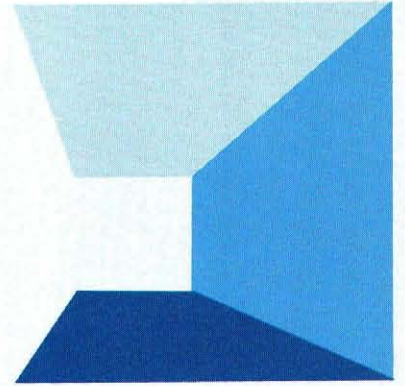
水と土

ISSN 0287-8593

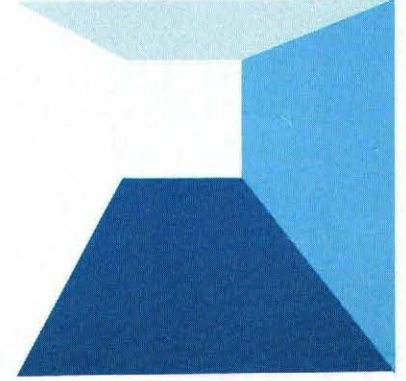
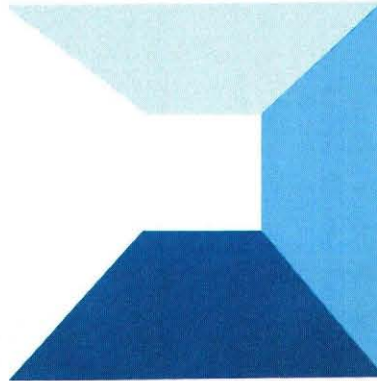
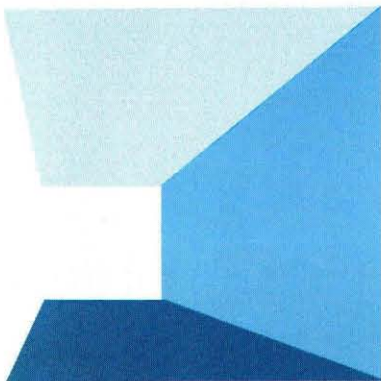
第 94 号

平成 5 年 9 月号

農業土木技術研究会



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



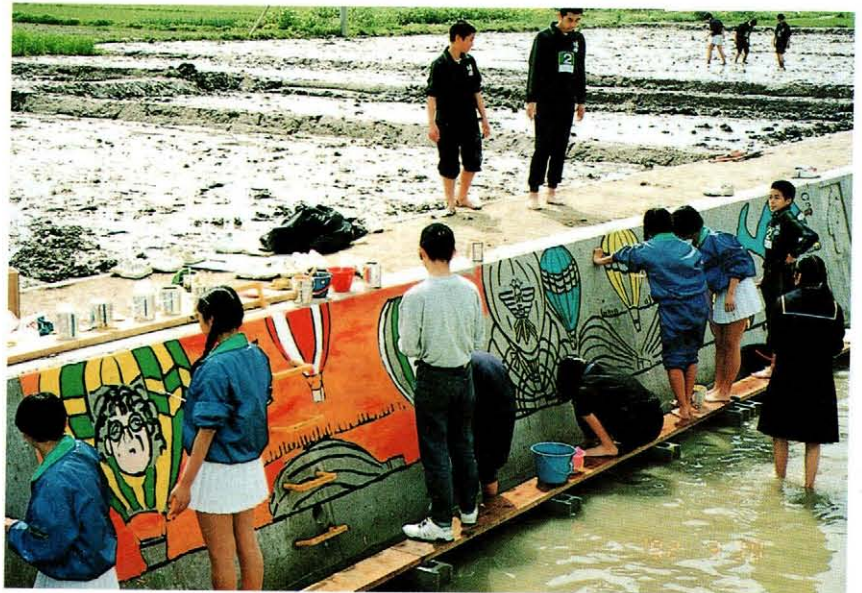
▶ 景観形成基準にそった
七区排水機場の整備 (本文2頁)



◀ 水性植物用花壇の整備 (本文2頁)



▶ 中学生による水路壁画の挑戦 (本文30頁)





▲景観・自然環境に配慮した

水路整備
(本文78頁)



◀海に浮かぶ鷹島ダム

(本文60頁)



平成5年5月末現在

水 と 土

目 次

グラフィア
景観形成基準にそった七区排水機場の整備
水性植物用花壇の整備
中学生による水路壁画の挑戦
景観・自然環境に配慮した水路整備
海に浮かぶ鷹島ダム

平成5年度農業土木技術研究会研修会の御案内
報文内容紹介

巻 頭 文

かながわらしい農地の保全利用 秋 山 恒 男……(1)

報 文

国営かんがい排水事業児島湾周辺地区における景観形成基準
古 谷 義 弘……(2)

湯谷川ダム遮水材料の盛立試験結果について
定 司 俊 憲・斉 藤 哲 夫……(10)

フィルダムの経済的設計・施工について
増 田 明 徳……(25)

環境に配慮した水路整備計画について
—国営総合農地防災事業佐賀中部地区—
藤 本 尚 一……(30)

華北(中国)における水資源と環境問題
李 宝 慶・李 麗 娟・劉 静 航……(36)
(訳者 四方田 穆)

倉橋ダムの盛立施工管理について 浦 山 博 幸……(43)

海に浮かぶ鷹島ダム 西 尾 康 隆……(60)

土壌硬度計による砂岩分級 中 山 康……(70)

景観・自然環境に配慮した水路工法について
矢 吹 輝 明・妹 尾 俊 治……(78)
斎 藤 晴 美・黒 瀬 忠 勝

ニュース

中村良太東大教授ICID副会長に選出 ……………(84)

投稿規定……………(85)

農業土木技術研究会入会手引き……………(86)

会告・編集後記……………(87)

No. 94

1993

SEPTEMBER

平成5年度農業土木技術研究会研修会の御案内

農業土木技術研究会

農業土木技術研究会の平成5年度研修会を下記により開催しますので、多数御参加下さるよう御案内いたします。

1. 課 題 「現場技術者のための最新仮設設計」最新の多様な仮設技術を現場技術者の方々が講演されます。
2. 期 日 平成5年12月2日(木)
3. 場 所 科学技術館 サイエンスホール ☎03-3212-8471
交通・地下鉄東西線「竹橋」下車徒歩5分
・東京駅よりタクシーで約10分
東京都千代田区北ノ丸公園2-1

1. プログラム

- | | | | |
|-------------|-----------------------------|------------------------------|-------|
| 10:00~10:15 | 開会挨拶 | 農業土木技術研究会 会長 | 内藤 克美 |
| 10:15~10:30 | 農業土木技術研究会賞授与 | | |
| 10:30~11:00 | 仮設設計の課題と展望 | 構造改善局施工企画調整室技術情報管理官 | 宗吉 正成 |
| 11:00~11:30 | 農道トンネル掘削に伴う鋼管推進工について | 鹿島・青木・渋谷共同企業体村山東部トンネル工事事務所所長 | 梅山 政勝 |
| 11:30~12:00 | 汚水固化壁工法 (昼食) | ライト工業本社開発部部長 | 千北 俊吉 |
| 13:00~13:30 | 急斜面及び民家密集地帯でのパイプライン改修 | 清水建設神戸支店土木部工事長 | 中村 博稔 |
| 13:30~14:00 | 小規模ダムにおける省力化施工の検討 | フジタ・鴻池組共同企業体京丸ダム作業所所長 | 藤本 繁生 |
| 14:00~14:30 | 広域農道富士川西部地区深沢川橋梁架設工事事例紹介 | 山梨県峡中土地改良事務所総合整備担当主査 | 猪股 寿雄 |
| 14:30~15:00 | 漁業を背景にした排水路工事の事例—汚濁防止の取り組み— | 北海道開発局網走開発建設部湧別農業開発事務所所長 | 山岸 巖 |

(休 息)

- | | | | |
|-------------|-------------------|------------------|-------|
| 15:15~15:45 | H鋼杭による仮設土留工の施工事例 | 岐阜県恵那土地改良事業所主任技師 | 伊藤 幸彦 |
| 15:45~16:15 | 雲雀堰改築工事の施工について | 熊谷組九州支店福岡工事所所長 | 伊藤 俊一 |
| 16:15~16:45 | 大型鋼製移動型枠による用水路の施工 | 奥村組名古屋支店土木部課長 | 山本 正輝 |
| 16:45~16:55 | 閉会挨拶 | 農業土木技術研究会編集委員長 | 江頭 輝 |

5. 参加費等 (1) 研修会参加費 会員 5,000円 非会員 8,000円
(2) テキストのみ 会員 2,000円 非会員 4,000円
6. 参加人数 定員400名 会場の都合で定員になり次第締め切ります。
7. 申込方法 参加希望の方は下記により申し込みください。

- (1) 申込期日 平成5年11月1日(月)まで
- (2) 申込先 〒105 東京都港区新橋5丁目34番4号
農業土木会館内
農業土木技術研究会 ☎03(3436)1960

国営かんがい排水事業児島湾周辺地区における景観形成基準

古谷 義弘

環境整備あるいは景観形成という言葉が最近よく使われるようになり、農業農村整備事業においても、地域の自然・風土・風習に適合した施設整備を実施するようになってきている。

本稿は、国営かんがい排水事業児島湾周辺地区での景観形成基準の制定に至るまでの経緯を整理し、さらに同基準に基づいて整備した排水機場及び幹線用排水路の事例を紹介するものである。(水と土 第94号 1993 P.2)

湯谷川ダム遮水材料の盛立試験結果について

定司 俊憲 斉藤 哲夫

富山県南西部に位置する国営かんがい排水事業・湯谷川地区・湯谷川ダムは平成2年度より本体工事に着手した中心遮水ゾーン型ロックフィルダムである。平成5年度より盛立工事を開始する予定であり、それに先立ち遮水材料の盛立試験を実施した。本文では、盛立試験結果から盛立仕様と品質管理基準の決定経緯について報告するものである。

(水と土 第94号 1993 P.10)

フィルダムの経済的設計・施工について

増田 明徳

農業用ダムは平成4年度現在101ダムが施工中で大半はフィルダムである。ダム設計・施工計画において、側水路洪水吐の側水路断面、静水池断面を傾斜壁の採用、ロータリパーカッションボーリングの採用、遮水材の三軸圧縮試験点の選定、盛土転圧試験時の留意点等について述べ、ダムの経済的な設計、施工が図られることを提言するものである。

(水と土 第94号 1993 P.25)

環境に配慮した水路整備計画について —国営総合農地防災事業佐賀中部地区—

藤本 尚一

本地区は河川の堆積作用と有明海の干潟成長に伴って実施された干拓によって干陸された低平地で、昔から水路(クリーク)が地域住民の生活とともに存在していた。このため事業実施に当たり、環境に配慮した整備に鋭意取り組んでおり、地域住民から高い評価を得ている。本報文では、事業所の素案である環境に配慮した全体基本計画について、その背景を含めて報告し、合わせて環境に配慮した用水路の整備状況を報告する。

(水と土 第94号 1993 P.30)

華北(中国)における水資源と環境問題

李 宝慶 李 麗娟 劉 静航

(訳者 四方田 穆)

中国華北地方は、北京・天津などの大都市を有し、人口や工場が集中し、農地面積の割合も高い。したがって水の需要が急増し、降雨量が少ないこともあって水需給関係は逼迫している。水資源の過剰開発の結果、地表流出量の減少、地下水面の低下、地盤沈下、堆砂累積、塩分集積や弗素中毒症の発生などの環境問題が発生した。本論文は水文統計数字でこれらの状況を説明し、今後の戦略についても簡単に述べている。

(水と土 第94号 1993 P.36)

倉橋ダムの盛立施工管理について

浦山 博幸

倉橋ダムは、既設の倉橋溜池を改修して、新たに治水機能を持たせた防災ダムである。ダムの形式は傾斜遮水ゾーン型フィルダムで、本報文は堤体の設計数値の決定及び盛立試験をもとに、特に遮水ゾーンであるコアゾーンに的を絞って、品質管理実績に基づく盛土の施工管理結果と、築堤中の埋設計器(間隙水圧計)の稼働状況について紹介する。

(水と土 第94号 1993 P.43)

海に浮かぶ鷹島ダム

西尾 康隆

本鷹島地区は、昭和61年度に県営畑地帯総合土地改良事業として着手した地区である。事業内容としては、島全城300haの受益地に畑地かんがいを実施するものであるが、この水源計画において陸上にダムの適地が無かった為、湾を締め切る淡水湖方式を計画した。このダムが今年度完成の運びに至ったので、一事例として紹介する。

(水と土 第93号 1993 P.60)

土壌硬度計による砂岩分級

中山 康

ダム適地の減少にともない、基礎地盤の支持力および池敷斜面の安定性について限度一杯の決断を迫られることが多い。一方、無駄な調査は省きたいという要請も強い。そこで非破壊の手軽な原位置試験でダム適地選定ができることを目標とした。測定器も軽量かつ判定に個人差の小さいものとして土壌硬度計をとりあげてみた。この測定法は南九州シラス地帯で土質工学会が標準化した例がある(JSF規格:M2-81)。

(水と土 第94号 1993 P.70)

景観・自然環境に配慮した水路工法について

矢吹 輝明 妹尾 俊治 斎藤 晴美 黒瀬 忠勝

農業用排水路の改修に当たっては、従来、機能や維持管理面等から、三方コンクリート工法が施工される例が多く、環境面に係る問題点が指摘されている。このような中で、岡山県が平成4年度に実施した、排水対策特別事業「満手地区」の水路改修で、景観や自然環境との調和に配慮した水路工法を採用し、整備した。

本文は、その背景と工法の概要及び反省点等について報告する。

(水と土 第94号 1993 P.78)

かながわらしい農地の保全利用

秋山恒男*

(Tsuneo AKIYAMA)

本県の農業は、820万県民のほとんどを占める都市生活者の生活のありようと無関係に論じることは不可能である。こうした視点で21世紀を展望した神奈川農業の将来方向について、「かながわ農業プラン」を策定した。

この中で、都市の中の本県農業の役割として、次の3点を位置づけている。

- (1) 県民への新鮮で安全な農産物の安定供給
- (2) 県民への公益的機能の提供
- (3) 県民の生活文化の向上への寄与

そして、神奈川農業の将来方向として「産業として自立する農業」と「都市と共存する交流型農業」の両面を目指すこととしている。この2つの目指す方向をどのように考え、具体的な施策をどのように展開していくのか。

農業土木の基礎となる農地利用の分野について、その基本的な対応を探ってみたい。

神奈川農業における農地利用上の問題は何か。一つ上げれば「耕作放棄地の急増」ではなかろうか。耕作放棄地は、5年間で1.8倍にもなり、多い市町村は数倍にもなっている。この動向は全く予想を上回る急増ぶりである。

そして、これらの土地を利用権設定等による土地利用型農業の経営規模拡大に結び付けることは、そう簡単ではない。これは、農地利用に関する農家の意識と行政の意識の「ずれ」に対して、有効な手だてが見出せないことが一因ではなかろうか。三浦地域における大型野菜産地や多くの施設園芸農家が行っているように、必ずしも規模拡大に頼らずに高収益を上げ、産業として自立する農業を行うことは可能であろう。しかしながら、全県的な農地利用を考えたとき、これをもって2万6千ヘクタールの農地を有効利用することは不可能であろう。

さてここで、県民の多くを占める都市住民の生活に目を転じてみよう。そこに住む多くの人々は、電車の遠距離通勤と通勤ラッシュにあい、道路の交通渋滞に巻き込まれながら毎日を過ごしている。また、緑地の不足、ゴミの増加、高地価による住宅難等に対して、不安や不満を抱いている人々は少なくない。先頃、経済企画庁が発表した「生活の豊かさ指標」によると東京は38位、神奈川は44位となっている。これには、所得に関する評価が除かれているとはいえ、過密化した都市のマイナス面が改めて問題提起されたものといえる。

これらの問題に対して、農業の果たす役割を改めて認識することが、いま、農政に求められているものと考えられる。

我々は、ここに至って、多くの県民と農家と行政を結ぶ土地利用の共通理念をうちたてる必要に迫られている。本県は先年、西暦2千年の確保目標農地として、2万4千ヘクタールを定めた。これをいかに守り、いかに利用するかという理念を、県民レベルの視野を入れて更に明確化する必要があるのではなかろうか。

その方向は、産業として自立する農業からの発想を転換し、都市と共存する交流型農業へ向かうということである。

農業活動と都市活動とが、それぞれ対立する関係ではなく、相互に長所を補完しあうものとして位置づけられる必要がある。

農林地の公益的機能については、国においてもその位置づけが高まっている。農水省は、全国の水田における公益的機能の評価は、年間12兆円に上るという試算をしている。本県の水田についてみると、10アール当たり40万円になるという。大都市地域においては、緑地の減少や生活環境の悪化に比例して、農地の持つ意味が増加している。1ヘクタールの都市公園を造るためには、数億円の費用がかかり、更に、これを維持するためにも多くの費用が必要である。しかも一人当たりの公園面積は、たったの数平方メートルという貧弱さであり、これを大幅に拡大することは絶望的である。都市地域の農地は、従来、そこに存在することが空気のように、あまり意識されずに存続してきた。従来の自立農業の視点とは別に、都市の生活環境の維持のために、農地や農村空間を活用することは、大都市の現状をみるにつけても急務であると考えられる。都市公園の「10分の1」以下の費用で、県民の健康で文化的な生活環境の確保が図られるならば、実に魅力的な方向である。

このためには、農地の公益性に関する啓発活動を更に積極的に展開する必要がある。これと同時に、農地を公園的に再整備する多様な試みが必要である。豊かで美しい県土を次の世代に引き継ぐために。

* 神奈川県農政部技監

国営かんがい排水事業児島湾周辺地区における景観形成基準

古 谷 義 弘*
(Yoshihiro FURUTANI)

目 次

1. はじめに	2	4. 排水機場への景観形成基準の適用例	5
2. 国営かんがい排水事業「児島湾周辺地区の概要」	3	5. その他	5
3. 景観形成基準の樹立	4	6. あとがき	7

1. はじめに

本事務所は、昭和38年完工の国営かんがい排水事業児島湾沿岸地区で築造した児島湾締切堤防が老朽化したことから、これを改修することを事業目的とした直轄海岸保全施設整備事業を実施する岡山海岸保全事業所として昭和55年に発足したことに始まる。

昭和61年には、海岸保全事業の受益地である旧干拓地とその周辺地域の農地における用排水施設の再編・整備を行い農地の汎用耕地化することを目的とした国営かんがい排水事業「児島湾周辺地区」が同一事業所に併設、翌62年には統合されることとなり事業所の名称も2つの事業を入れた岡山海岸保全・児島湾周辺農業水利事業所に改称された。

さらに平成4年には、児島湖流域における都市化、混住化の影響で児島湖の水質が著しく悪化しているため、湖底の汚泥を浚渫し、農業用水源としての児島湖の水質を改善することを目的とした国営農地防災事業「児島湖沿岸地区」が着工となるが、この事業も同事業所で実施することとなった。このため事業所名は岡山海岸保全・児島湾周辺農業水利・児島湖沿岸農地防災事業所というそれぞれの地区名と事業名を明示した全国一長い名称となった。新しい事業所名は関係者にとっては覚えづらく、面倒なものであった。

殆ど同一の地域を受益地とした3事業の整合を保ちつつ、順調に実施していくにはそれぞれの事業を取り巻く地域情勢を十分に把握した上で統合

的な地元対応が必要であり、このための対外調整や、さらには県営・団体営の農業農村整備事業等を含めた事業間調整が不可欠である。このため、平成5年4月に組織を拡充し事業所名も児島湾周辺土地改良建設事務所に改称し、全国でも珍しい異なる3事業を同時に実施している事務所の本格的な態勢が整った。

各地区の概要を表-1、位置を図-1に示す。

表-1 地区概要表 (単位:百万円)

事業名	地区名	着工	受益面積 (ha)	総事業費	平成5年度事業費
海岸保全	岡山	S55	5,140	17,000	1,270
農業排水	児島湾周辺	S61	5,240	22,000	1,800
農地防災	児島湖沿岸	H4	4,500	29,860	500
計	3地区			68,860	3,570

注一総事業費は平成5年度時点

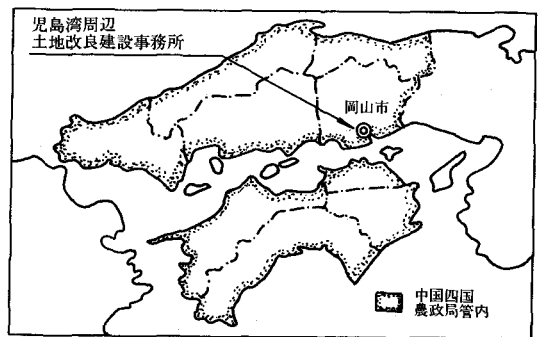


図-1 位置図

*中国四国農政局児島湾周辺土地改良建設事務所

2. 国営かんがい排水事業「児島湾周辺地区」の概要

(1)事業の沿革

岡山平野の南部一帯は、秀吉の高松城水攻めがあった天正10年（1582年）当時瀬戸内海に浮かぶ児島（現在の児島半島）と本土との間に20余の島々を点在させた美しい海であった。「吉備の中海」と呼ばれ、東に吉井川・西に高梁川・中央部に旭川と岡山県の三大河川が全てこの海に流入していた。従って三大河川の強力な沖積作用で島々の間には干潟が発達し、近世干拓史のスタートを可能にする条件に恵まれていた。1585年の宇喜多開墾に次いで行われた西阿知新田・東阿知新田の開発により、高梁川（東高梁川）左岸堤防が児島の西北端に達し、この時点（1618年）を以て児島半島が誕生した。「吉備の中海」は半島に抱かれた静かな入海「児島湾」に変ぼうしたが、二大河川（旭川・吉井川）の沖積作用による干拓の適地として、昭和38年（1963年）国営の児島湾七区干拓が完成するまで農地造成の事業は止むことがなかった。（表一2、図一2参照）

一方、新田開発に必要な農業用水については、旭川左岸以東では、吉井川・旭川の用水を積極的に導水する方策が講じられたが、旭川右岸以西の

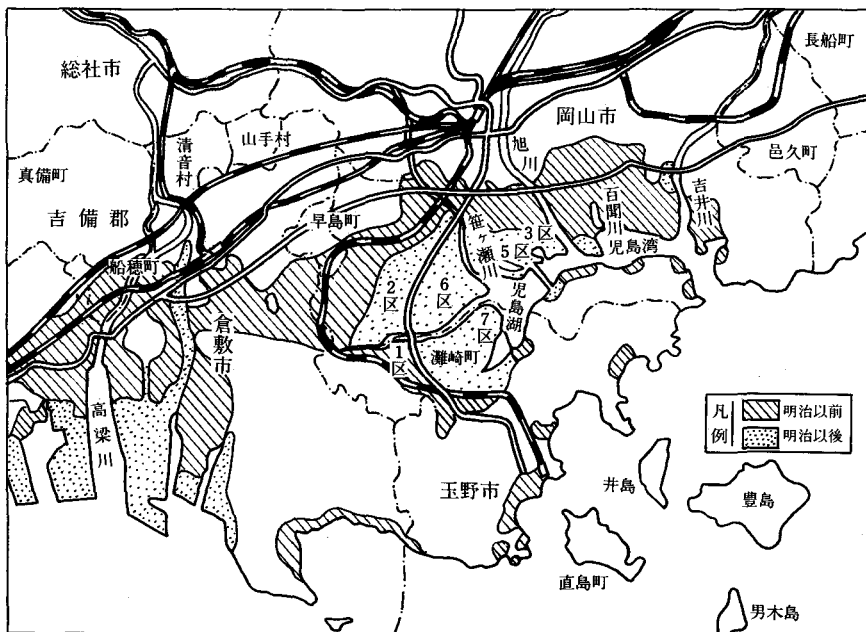
表一2 農地造成面積年代表

年代	旭川右岸以西	旭川左岸以東	計
江戸時代 (1620-1867)	3,900 ha	3,400 ha	7,300 ha
明治以降 (1868-1963)	6,100 ha	—	6,100 ha
計	10,000 ha	3,400 ha	13,400 ha

場合、上流では高梁川・旭川からの用水を取水していたが、下流になると上流からの余水に依存するしかなかった。このため、児島湾の沿岸地域では恒常的な水不足にみまわれると言った苦境を経て、昭和37年3月国営かんがい排水事業児島湾沿岸地区で完成をみた児島湖によりはじめてその対応が図られ、現在では県下最大の農業基地として営農の先導的役割りを果たしている。

(2)事業の目的

本事業で言う児島湾周辺の干拓地は、正確には児島湖周辺の地域で、農業水利的には児島湖及び高梁川に水源を持つ湛井十二ヶ郷用水（歴史も古く、8、9世紀には堰が完成されていた）を主水源とする農地である。その造成の年代はまちまちで、低平地であることからそれぞれ干拓の規模に応じた用排水ポンプ・樋門の設置がされているため、全体的には機能の重複するものが多い。また



図一2 児島湾附近干拓造成年代図

いずれも老朽化が進んでおり、年々の維持管理費が増大しているのが現状である。

そこで本事業では、用排水施設を再編成・再整備し、農産物の需給調整に対応した土地利用を可能とする汎用耕地化のための積極的な排水を行い、併せて水利用の合理化を図る。さらに淡水湖と排水施設を一体的に管理する集中管理システムを確立し、水管理の省力化を図る等、抜本的な農業生産基盤の整備を行うことにより、地域農業経営の合理化と安定を図ることを目的とし、この地域のより一層の先導的役割を期待するものである。

(3)事業の概要

- 1) 関係市町 岡山市, 玉野市, 灘崎町
- 2) 受益面積 (表一3 参照)

表一3 受益面積一覧表

市町名	田(ha)	畑(ha)	計(ha)
岡山市	3,670	10	3,680
玉野市	370	—	370
灘崎町	1,170	20	1,190
計	5,210	30	5,240

- 3) 主要工事 (表一4 参照)

表一4 主要工事一覧表

工種	数量	名称
揚水機	3機場	関戸, 藤田揚排, 七区揚排
用水路	15,900m	芝一, 興除, 藤田, 七区
排水機	5機場	丙川, 妹尾川, 七区, 藤田, 七区揚排
排水路	5,600m	妹尾川, 丙川, 七区, 高崎
除塩施設	1ヶ所	除塩サイホン, 除塩ポンプ
水管理施設	1式	集中管理施設

- 4) 関係農家戸数 5,046戸
- 5) 総事業費 22,000百万円
(平成5年度単価)
- 6) 工事期間 昭和61年度～平成10年度
(予定)

3. 景観形成基準の樹立

(1)土地改良事業の役割

近年、土地改良事業にあつては、農業生産基盤の整備と併せて、土地利用の秩序化や景観等農業農村の持つ特性を生かした整備により、活力ある

農村社会の形成、調和ある国土の発展に寄与しているところである。

さらに、土地改良事業は地域経済の振興、国土資源の保持・保全を図る等多面的な機能や役割を果たし、関係農家だけでなく、非農家を含めその効果は地域住民に幅広く及んでいる。

また、農業用施設(農地も含む)は食糧の生産基盤ばかりでなく、水の保全機能(供水防止, 水源かん養, 水質浄化), 土の保全機能(土砂崩壊防止, 土壌浸食防止), 大気保全機能(酸素の供給, 大気浄化), 緑空間の維持といった公益的機能をも有している。

このため、前記に示す多面的機能が最大限発揮できるような整備に努め、土地改良事業の有する役割を更に強化すべきであると思われる。

(2)景観に配慮した整備の取組みに至った背景

経済発展に伴う国民意識の変化もあり、従来における生産性の向上・機能重視という観点だけでの事業実施は、非現実的な状況となりつつある。

この様な状況を踏まえ、土地改良施設を従来にも増して地域社会に順応した施設とするため、自然環境との調和、うるおいのある生活環境の整備、国土保全機能の維持に配慮することが必要となってきた。

(3)景観整備のための「景観形成基準」策定の経緯

当事業地域は岡山市の市街地に近接しており、受益地内は混住化が進んでいること等から、地域住民(非農家を含む)の景観整備に対する意識が高く、農業用施設整備に当たっては景観、親水に配慮した事業実施が求められている。

また、岡山県においては豊かな自然や美しい町並みなどの優れた景観を守り育て、地域の特性を生かした快適で文化の薫り高い景観を創造する目的で岡山県景観条例(昭和63年3月11日)が施行された。

さらに、公共団体等が実施する公共事業等においては、整備する施設は大規模なものが多く、自然環境等の大幅な改変を伴う場合には、周辺環境に大きな影響を与えることが予想されるため同条例の規定に沿って、「公共事業等に関する景観形成基準」が平成元年11月10日定められた。

岡山県がこれらの条例、基準を制定し、景観整備への取り組みがなされている折、農業農村整備事業を広範な地域で実施している当事務所として

は、本来事業実施の過程で取り組み可能な景観整備を積極的に実施していくこととした。その際、事務所としての判断基準として「児島湾周辺地区景観形成基準」を平成2年5月（平成4年5月に改正）に策定したところである。当事務所が景観形成基準を策定するに当たっては、岡山県を始めとして関係自治体及び関係土地改良区等と協議をし、地域にふさわしい景観整備が実施できるよう配慮した。

平成2年5月の児島湾周辺地区景観形成基準の制定以降、当地区での用排水機場、用排水路等の施設整備に当たっては、景観形成基準が大いに活用されているところである。

4. 排水機場への景観形成基準の適用例

(1)七区排水機場の概要

七区排水機場の受益地区である「西北七区」は、児島湾干拓地域の南部に位置する七区干拓地（児島郡灘崎町）にあり、昭和19年から38年にかけて国営児島湾干拓事業により造成されたもので、当地区は県下でも最初に機械化農業を取り入れた穀倉地帯である。当地区の基礎地盤は粘土及びシルト層が殆どであり、児島湾周辺の干拓地の中でも最も地盤の状況が悪いところである。

地区内は、低平地であるため自然排水は殆ど期待できない状況であった。このため地区内に3ヶ所の排水機場を設けて機械排水を行っていた。しかし、近年になって従来施設の機能重複や老朽化の進行から維持管理費が増大するようになった。そこでこれらの問題を解消するために新たな排水機場「七区排水機場」を建設し、旧施設を廃止することとした。（表-5参照）

表-5 排水機場統廃合一覧表

旧機場名	口径(mm)	台数(台)	設置年
七区第2	1,200	1	昭和27年
七区第4	600	1	
七区第5	600	1	昭和30年
	1,000	2	昭和28年
↓統合			
新機場名	口径(mm)	台数(台)	設置年
七区	1,500	3	平成4年

(2)七区排水機場への基準の適用

排水機場の上屋及び周辺整備において「景観形成基準」に基づき自然景観・周辺環境に配慮した親しみのある形態・色彩を採用することとした。

（図-3、写真-1参照）

土蔵風の瓦吹きとした理由は、土蔵が農家にとって一番大切なものであること、また、当地区は倉敷市に近く（約12km）、倉敷は全国的に白壁と土蔵の町で知られており、このイメージを参考としたものである。

さらに、遊水池においては、魚の生育場所として参考資料に示す魚巣を法面下部に施工し、上部においては花、水生植物等植栽可能な構造とする等、生態系及び自然環境に配慮したものとした。

（写真-2・3・4参照）

5. その他

「景観形成」を実施するに当たってのポイント

(1)目的意識の確立

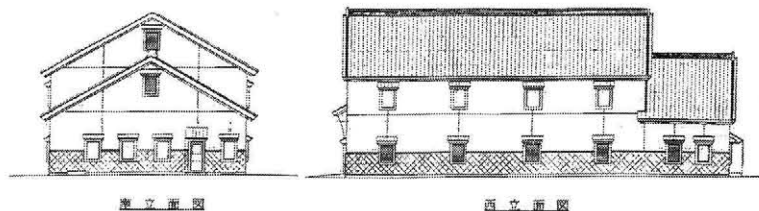
「景観形成」という概念的な意味あいのもとで、場当たりに環境整備を行うことなく、「どういう目的で、誰のために、何をすべきであるか」といった事を事前に整理した上で、景観形成構想等の樹立に着手すべきである。

(2)事業実施に伴う事業費用の増高

景観形成工事を実施すれば当然ながら従来どおりの工事より事業費の増高を招くことになる。事務所が実施している農業農村整備事業は現実として地元負担を伴う事業であるから地元との合意形成のもとに景観形成を実施することが重要である。当事務所においては、設計段階で取り組める施設の洗い出しを行い、地元への説明会等の場におい



写真-1 七区排水機場



南立面図

西立面図

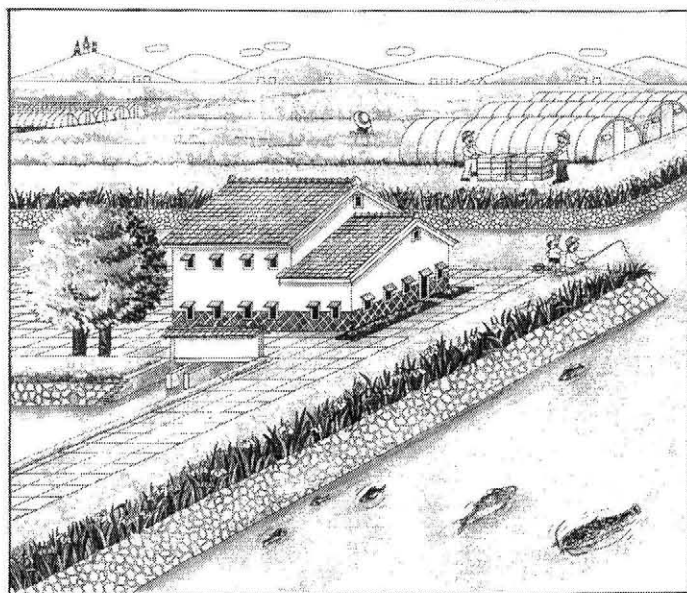


図-3 七区排水機場 イメージ図

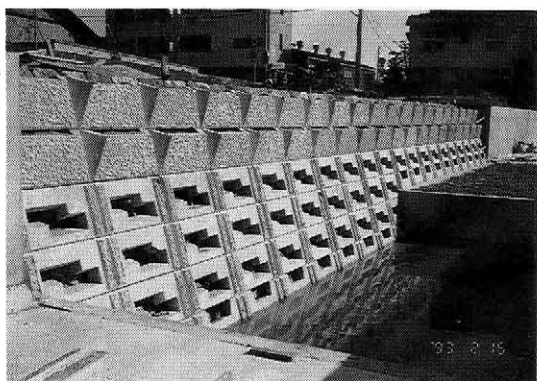


写真-2 魚巢ブロック

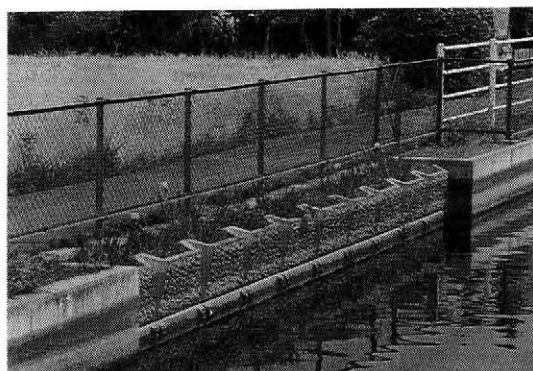


写真-3 水性植物用花壇

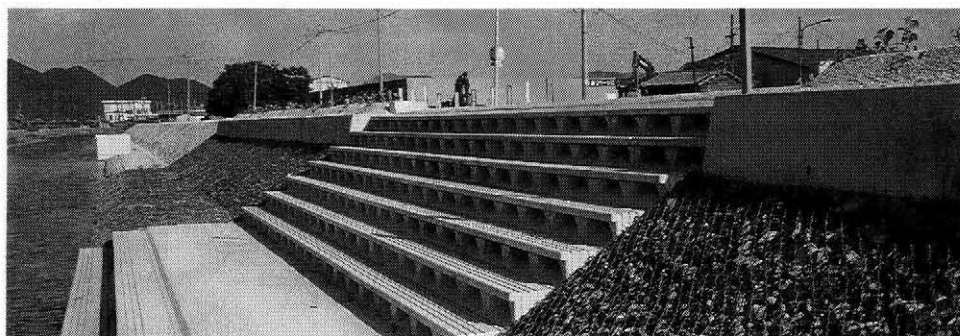


写真-4 階段ブロック・籠マット

て景観形成の必要性を説明し、地元の強力を要請している。

(3)維持管理

景観形成施設（漁礁、花壇等）を造っても維持管理（清掃、草刈り等）ができなくては事業費の投資が無駄となるばかりでなく、返って見苦しくなり景観を損なうこととなる。このため、景観形成構想の立案に先がけて土地改良区、水利組合等施設の維持管理予定者への理解、また、場合によっては、維持管理のための新たな組織作りが必要である。当事務所では、これらの景観形成施設の維持については土地改良区はもとより、周辺でこれら施設を利用する住民自らの手で維持管理されるのが適当であると考え、土地改良区、住民組織への働き掛けを実施中である。

(4)景観形成の整合性

国営かんがい排水事業は、県営・団体営事業等の関連事業とほぼ同一時期に事業を実施していることから、各事業毎の農業用施設に係る景観形成は関係各機関が調整を図りつつ、同一思想の下に整備を図っていく必要がある。当事務所では、各機関との行政打合せ会等の開催を通じて、整合性の確保に努力している。

6. あとがき

本事務所における3事業全体の平成4年度までの進捗率は28.8%（かん排事業は38.5%）であり、近年中に事業実施の最盛期を迎える状況にある。

この様な状況のもと、本事務所では今後、江戸時代以前からの先人たちの血と汗によって造られた歴史ある施設や偉功を農業施設整備に反映することの検討等を実施し、現在の景観形成に反映させていくことにしている。また、関係農家を中心に、地域住民とのコミュニケーションを十二分に図りつつ、景観形成実施へのコンセンサスを得、土地改良施設が豊かな農業農村作りの一助となるべく、事業実施していく所存である。

〔参考資料〕

児島湾周辺地区景観形成基準

1. 目的

土地改良事業の実施により周辺の景観に与える影響は大きく、自然環境等の大幅な改変を伴う場合が多い。

本来これらを修復する措置をあわせ講ずべきものであるが、従来、とすれば機能性、安全性、経済性を優先して事業を実施し、自然の保護、景観の形成保全等については必ずしも十分な配慮を行ってきたとはいえない面もあった。

今後、事業の実施に当たっては、地域の住民、関係機関と協議しながら地域に適した景観の形成、保全及び親水の保持に努める。

2. 基準

(1)用水路

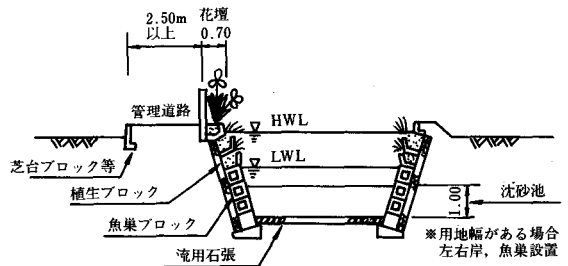
流水阻害の改良、維持管理労力の節減及び環境の整備を目的に、基本的には三面ライニング水路に改修する。しかし、現況土水路には藻が自生しフナ、コイ、ナマズ、ザリガニ等が生息する生態系を形成しているため、水路の整備によって産卵場所、休息場所がなくなり魚類に取っては棲みにくい環境となる。

魚類の生態は水中のみならず水辺一帯の魚介類、草木類、昆虫類等の諸生物と共存して保たれるもので、水路改築の一貫でそれらを完全に維持することは困難であるが、多少でも生態系の維持に寄与できるよう工夫するものとする。

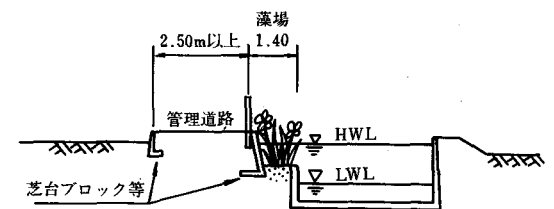
工種及び設置基準（表一6参照）

表一6 用水路の工種及び設置基準

工種	構造	配置	備考
魚 巢	専用の魚巢ブロック 栗石充填等	概ね500m間に各工種 1ヶ所、1工種当たり長さ 20m程度	沈砂地に設置 する。図一4
藻 場	L型ブロック等		図一5
植 栽	L型ブロック等		図一6



図一4 魚 巢



図一5 藻 場

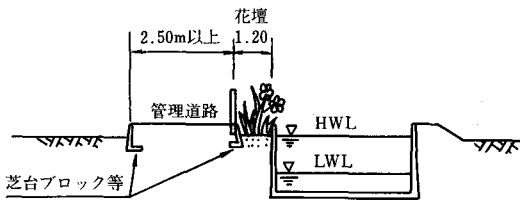


図-6 植 栽

(2)排水路

流水阻害の改良，維持管理労力の節減及び環境の整備を目的に護岸を施工する。法面保護はブロックマット等使用し緑化が可能，あるいは藻の繁茂がある程度期待できるものとする。又，魚類等の生態系の維持にも寄与できるよう工夫するものとする。

工種及び設置基準（表-7 参照）

表-7 排水路の工種及び設置基準

工 種	構 造	配 置	備 考
魚 巢	専用の魚巢ブロック及び割石マット使用	概ね左右岸とも500mに1ヶ所，長さ50m程度	魚巢，植栽，階段工を同一場所に設置（図-7）（図-8）
植 栽	L型ブロック等		
階段工	空洞ブロック等		

(3)ポンプ場

ア・上屋

自然景観及び周辺環境に配慮した親しみのある形態・色彩とする。

イ・遊水池

護岸 基本的には法面はコンクリートブロックマット構造とする。魚の生育の場所として法面下部の適当なカ所に魚巢等を設ける。又上部1.0mの高さについては芝台ブロック等施工し花菖蒲等の植栽を可能な構造とする。

困障

公道に面した車両の通行が日常的に有る場合は，安全施設を設置する。この場合は，景観に配慮した施設とする。なお，民家がある場合は幼児の転落防止を考慮する。

（高さの基準は基本的に，歩行者のみを対象とする）

ポンプ場敷地内への部外者の立ち入り防止工は原則として設置しないものとし，敷地の境界は縁石等を設置して，植樹を行うものとする。

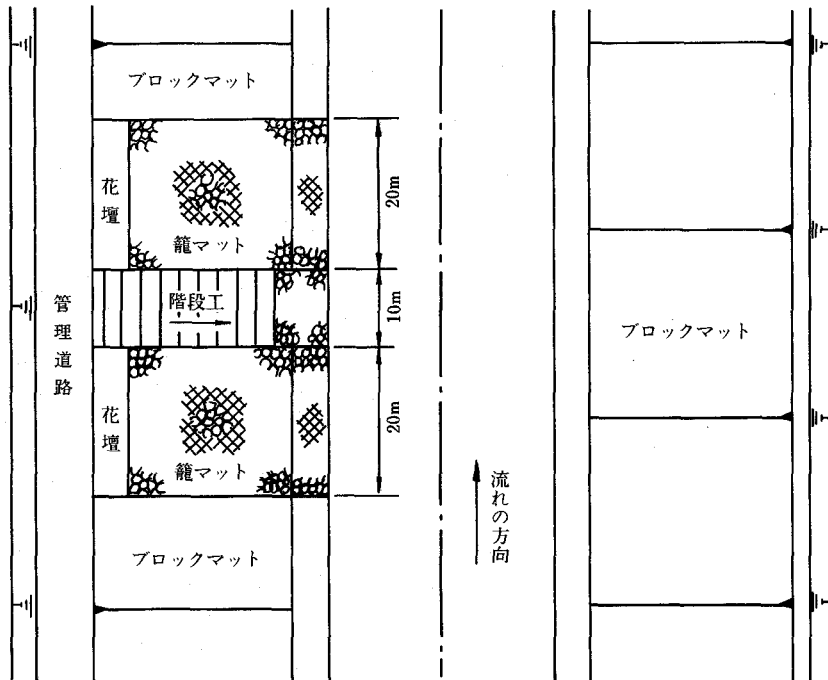


図-7 平 面 図

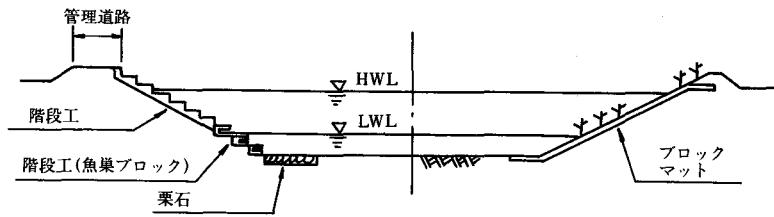


図-8-(1) 横断図

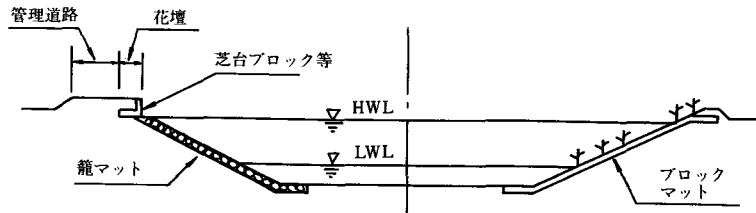


図-8-(2) 横断図

ウ. 場内整備

用排水管理及び維持管理上支障のない範囲で植樹、花壇、ベンチ等造成し、公園緑地として整備する。

花壇は旧施設の撤去等によって発生した自然石等を流用して造成する。

3. 管理

1) 苗木等の植栽

ア. 植樹

苗木は岡山県の緑化事業で支給を受け、県管理事業等で施工する。

(緑化事業による苗木の支給は県営事業が対象である。)

イ. 花壇

花壇の苗の支給及び植付 (表-8 参照)

表-8 花壇の苗の支給及び植付け

関係市・町	支 給	植 付 け
岡 山 市	岡山市公園協会	関係町内会
灘 崎 町	関係土地改良区又は町内会	同 左

(2) 管理

維持管理については、今後関係機関及び上記(1)イの関係者が協議して行くものとする。

制定 平成2年5月

改正 平成4年5月

湯谷川ダム遮水材料の盛立試験結果について

定 司 俊 憲*
(Toshinori JOZUKA)

斎 藤 哲 夫*
(Tetsuo SAITO)

目 次	次
1. はじめに	10
2. ダムの概要	11
3. 盛立試験概要	11
3-1 概要	11
3-2 試験仕様	13
4. 予備盛立試験	13
5. 本盛立試験	15
6. 室内試験	17
6-1 透水試験	17
6-2 力学試験	17
7. 考察	24
8. おわりに	24

1. はじめに

県営かんがい排水事業湯谷川地区は、富山県南西部に位置する婦中町、山田村の丘陵地帯に広がる水田、畑525ha受益として外輪野用水などの用水不足の解消と水利用の安定を図ることを目的としている（図-1）。

本事業の主要施設である湯谷川ダムは、神通川水系山田川支流・湯谷川に建設中の堤高63.7m、総築堤量866千㎡の中心遮水ゾーン型ロックフィルダムである。

本ダムは、昭和63年9月より仮排水路に着手、平成2年9月に本体工事を発注して平成3年6月に仮排水路の通水開始、ただちに基礎掘削をおこない、仮締切堤の盛立を開始した。

平成4年5月より基礎処理及び監査廊の施工をはじめ、洪水吐コンクリート工事を継続中であり平成5年9月より遮水ゾーンの盛立を開始する予定。本稿は遮水ゾーンの盛立に先立ち盛立試験を実施したのでその結果について報告するものである。

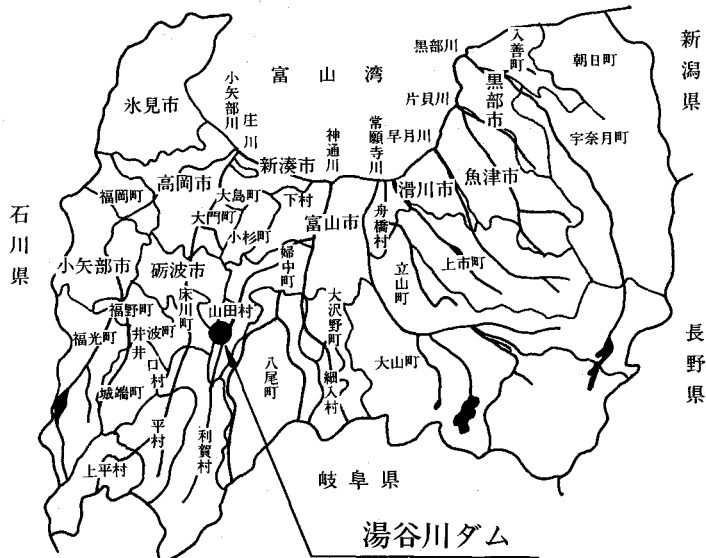


図-1 湯谷川ダム位置図

*富山県山田川水系ダム建設事務所

2. ダムの概要

湯谷川ダムの諸元を表-1、標準断面を図-2に示す。

ダムサイト周辺の地質は、基礎岩が黒瀬谷類層（新第三紀中新世）の砂岩～泥岩互層であり部分的に凝灰岩を数層挟んでいる。この基礎岩の上に第四紀の未固結堆積物に不整合で覆われている（図-3）。

遮水材の築堤材料はダムサイト南東0.5kmに位置する丘陵地帯を選定した。地層はダムサイトと同様黒瀬谷類層の砂岩～泥岩互層であり、当初設計では崖錐と強風化岩を土取場で混合し流用する計画としている。なお、湯谷川ダムの築堤材料設計数値を表-2に示す。

3. 盛立試験

3-1 概要

試験に先立ち表層土除去後の地層構造を観察した結果から、崖錐層の層厚が不均一であり、土取場混合では部分的に強風化岩単独材となることが懸念されたため、盛立試験は材料を強風化岩単独材、強風化岩を一旦仮置きしブルドーザー転圧により細粒化させた仮置材および崖錐と強風化岩の混合材と変化させて実施し、転圧機種による転圧効果なども勘案しながら流用方針を作成した。

土取場は図-4に示すような地層構成を成しておりそれぞれの地質概要を次に示す。

①崖錐

起源は泥岩であり、4.75mm以上のレキ含有率

表-1 湯谷川ダム 諸元表

一般	位置	富山県婦負郡山田村	堤	天端標高	仮締切堤 EL. 226.00 m	
	河川名	一般河川神通川水系湯谷川		本堤 EL. 259.70 m		
	基礎地盤	新第三紀黒瀬谷累層砂岩・泥岩		平均法勾配	上流側 1:3.0 下流側 1:2.3	
貯水	流域面積	4.2 km ²	洪水吐	形式	自由越流側水路型	
	満水位面積	105,000 m ²		設計洪水量	200.0m ³ /s	
	総貯水量	1,636,000 m ³		減勢対象流量	135.0m ³ /s	
	有効貯水量	1,400,000 m ³		越流水深	1.7m	
	常時満水位	EL.255.50m		越流堰長	43.0m	
	計画洪水位	EL.257.20m		洪水吐総延長	312.064m	
	堆砂量	236,000 m ³		取水設備	形式	斜樋形式
	計画堆砂面	EL.233.00m			最大取水量	0.56m ³ /s
	利用水深	22.5 m			取水口径	φ 400 (6門)、φ 500 (1門) mm
	形式	中心遮水ゾーン型ロックフィルダム			取水口孔数	7門
堤	堤高	63.7 m	導水管	φ 800mm		
	堤頂長	176.44m	監査廊	形式	カルバートタイプ	
	堤頂幅	10.0 m		総延長	261.3m	
堤体	築堤量	総築堤量	仮排水路	内空断面	幅2.0 m、高さ2.5 m	
		Zone 1		112,200 m ³	設計洪水量	62.0m ³ /s
		Zone 2		151,800 m ³	内径	標準馬蹄形 2 R=2.9 m
		Zone 3		75,900 m ³	トンネル延長	425.38m
		Zone 4		372,500 m ³		
	量	Zone 5	44,500 m ³			
		フィルター	36,700 m ³			
		ドレーン	14,400 m ³			
	リップラップ	25,600 m ³				
	押え盛土	33,100 m ³				

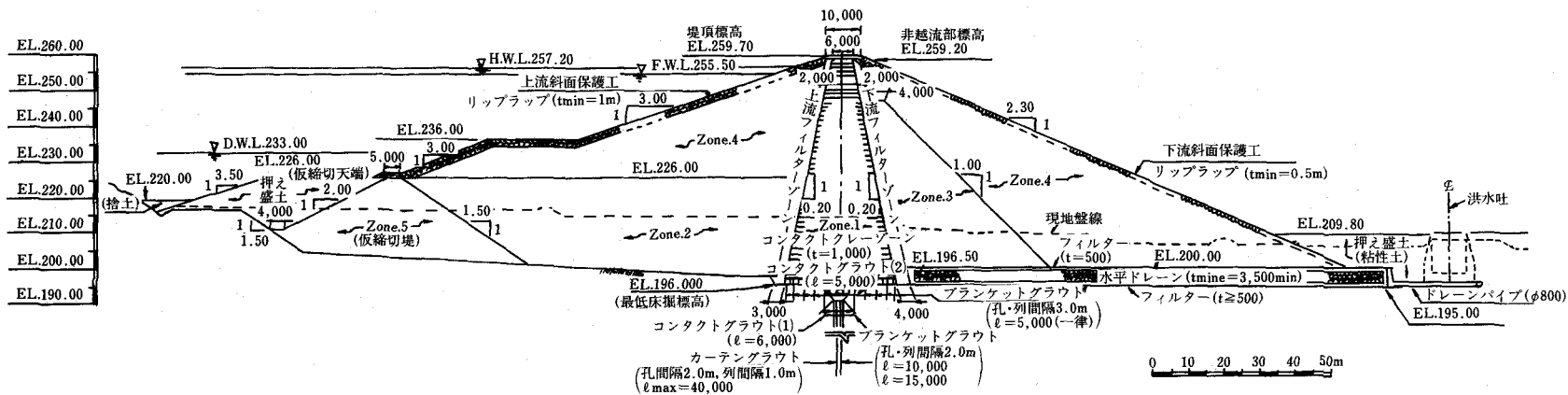


図-2 堤体標準断面図

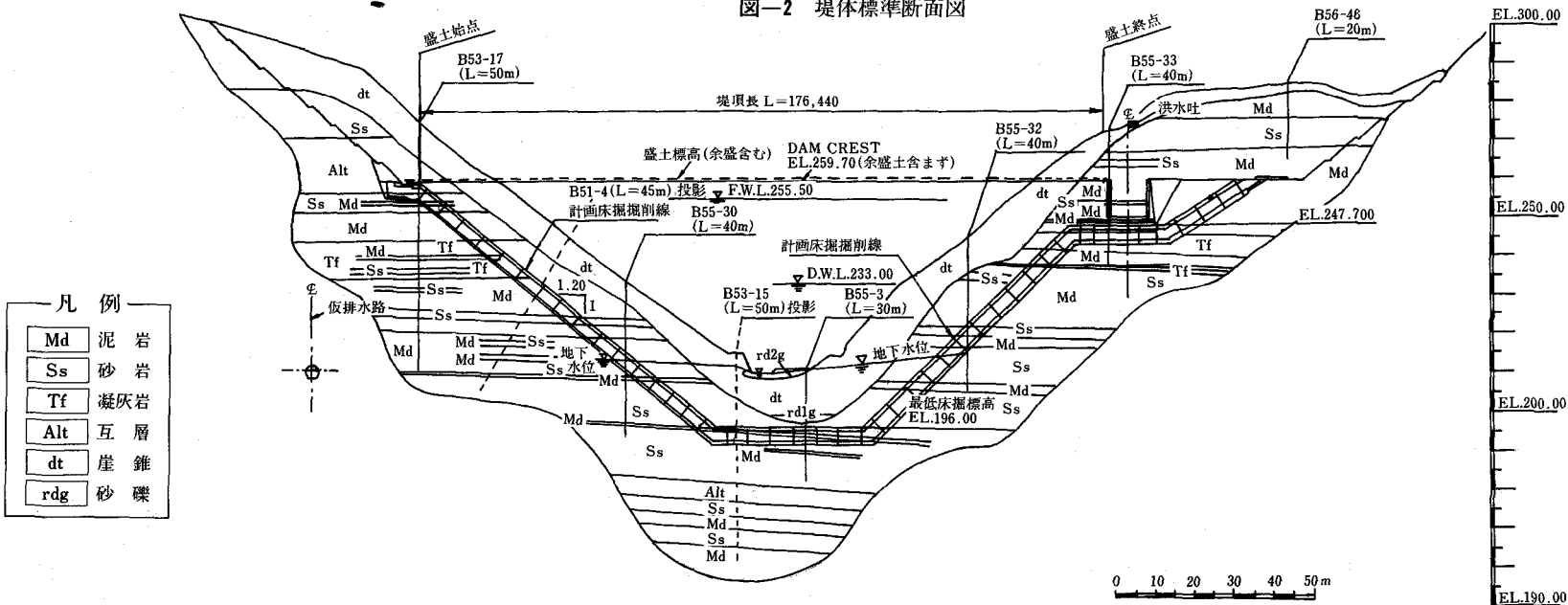


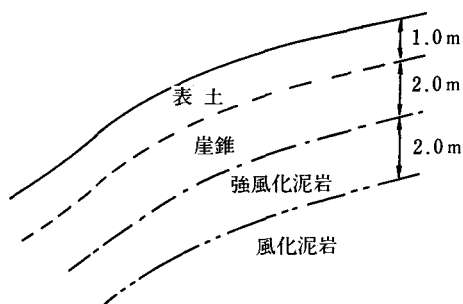
図-3 堤体地質縦断面図

凡例

Md	泥岩
Ss	砂岩
Tf	凝灰岩
Alt	互層
dt	崖錐
rdg	砂礫

表一 湯谷川ダムの築堤材料設計数値一覧表

ゾーン区分		Zone 1 赤目谷コア 土取場	Zone 2,5 ダムサイト 掘削流用材	Zone 3 谷(B)地区 原石山	Zone 4 谷(B)地区 原石山	フィルター (購入材)	ドレーン (購入材)	押さえ盛土
設計 密度	比重 Gs	(Gs) 2.74	(Ga) 2.16	(Ga) 2.36	(Ga) 2.38			
	乾燥密度 γ_d (t/m ³)	1.19	1.42	1.65	1.77			
	間隙比 e	1.30	0.90	(ed) 0.32	(ed) 0.25			
	湿潤重量 γ_t (t/m ³)	1.70	1.76	1.79	1.90	1.92	1.92	1.50
	飽和重量 γ_{sat} (t/m ³)	1.76	1.91	1.95	2.02	2.15	2.15	1.65
	水中重量 γ_{sub} (t/m ³)	0.76	0.91	0.95	1.02	1.15	1.15	0.65
せん断強度	直							
	粘着力 Cu (t/m ²)	4.0	0	0	0	0	0	1.00
	内部摩擦角 ϕ_u (°)	5° -00'	35° -00'	34° -00'	42° -00'	33° -00'	37° -00'	20° -00'
	完成後							
粘着力 C' (t/m ²)	1.0	0	0	0	0	0	1.00	
内部摩擦角 ϕ' (°)	28° -00'	35° -00'	34° -00'	42° -00'	33° -00'	37° -00'	20° -00'	
透水係数 k (cm/sec)		$\leq 1 \times 10^{-5}$	$\leq 1 \times 10^{-3}$	$\geq 5 \times 10^{-3}$	$\geq 1 \times 10^{-2}$	$\geq 5 \times 10^{-3}$	$\geq 5 \times 10^{-0}$	
盛立試験		今回実施	H3実施	今回実施		未実施		



図一 土取場の地層模式図

は0~80%と変動が大きい。その力学特性からは、単独での流用は不可と判断される。なお、特に細粒な崖錐はコンタクトクレーとして流用する。

②強風化泥岩

レキ率で50~80%と粗流であるが、軟質であるため破碎されやすい材料である。

③風化泥岩

強風化岩より固く破碎されにくいので、遮水性を確保するためには、かなり高エネルギーで締固める必要がある。よって、遮水ゾーンへの流用は不適当と判断される。

3-2 試験仕様

遮水材料の盛立試験は土取場材料の特性を考慮し実施した。試験フローを表一3に示す。試験のための転圧ブロックは試験孔の位置が透水試験において互いに干渉しあわないよう図一5に示すような試験孔配置とした。なお、転圧前後の沈下量をレベルにて測定することとし、測定の頻度は各ブロック9点とした。

現場密度試験は、 $\phi 300\text{mm}$ 、砂置換法により実施し、試験孔の深さは1層分を標準とする。ただし、撒出し厚さ20cmについては2層分40cmとする。なお、タンピングローラー転圧後の表面はフート部分が転圧不十分となっているため、試験用プレートはこれら表面部を除去した下層部に設置して密度試験を実施した。

現場透水試験は定水位法により実施し、透水試験孔は現場密度試験孔を利用して、層の境界が測定中の水位の中間となるようにした。30cm撒出しの場合は、更に試験孔を掘り下げて実施した。

4. 予備盛立試験

本盛立試験に先立ち、土取場材料流用方針を決定するため、次の3材料について予備的な盛立試験を実施した。

①強風化岩直送材

表-3 盛立試験フロー

フロー	材 料	目 的
予備盛立試験	強風化岩直送材 強風化岩仮置材 混合材（崖錐：強風化岩=1：4）	土取場材の流用方針の作成 （流用の可能性の検討）
本盛立試験(1)	強風化岩仮置材 混合材（崖錐：強風化岩=1：4）	盛立材料、転圧機種、転圧回数など による転圧状況の把握
本盛立試験(2)	混合材（崖錐：強風化岩=1：2）	遮水効果を高め、より経済的な盛立 使用の決定
試験結果取りまとめ解析		
盛立仕様の決定		
施工管理基準の作成		

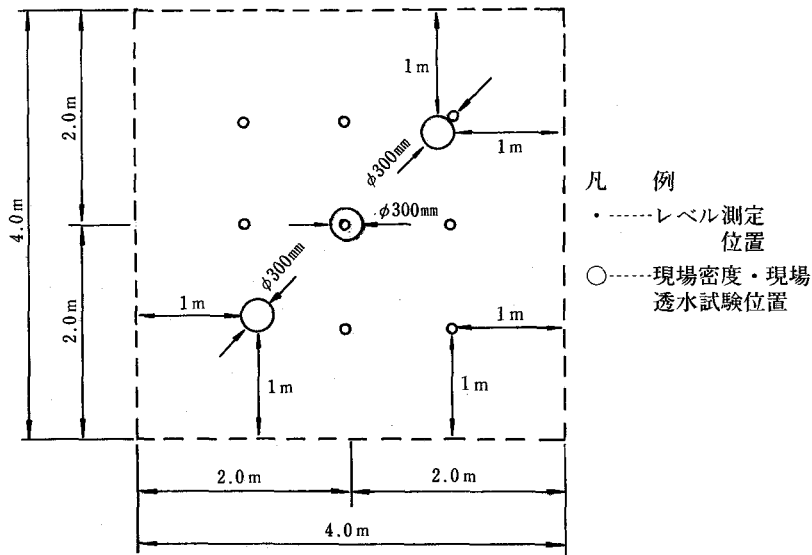


図-5 試験圃場ブロック図
(試験孔位置の例)

強風化岩をバックホーにより採取し、試験ヤードへ直送した材料。

②強風化岩仮置き材

強風化岩を土取場にてブルドーザーにより集土し、バックホーにてダンプトラックへ積み込み、仮置ヤードで30cm撒出しにてストックした材料。

③混合材（崖錐：強風化岩=1：4）

崖錐と強風化岩を1：4の割合で試験ヤードへ運搬し、バックホーにて混合した材料。

まず、強風化岩単独材がコアとして流用可能かを検討するため、次に示す仕様で盛立試験を

実施した。

撒出し機種 ブルドーザー（21ton級）

撒出し厚さ 20cm×3層

転圧機種

自走式タンピングローラー（20ton級）

転圧回数 8回

次に、遮水材料の流用方針を作成するため、特に材質に着目した比較検討のため、下記の仕様で盛立試験を実施した。

材 料 A材：崖錐：強風化岩=1：4
（ストックヤード混合）

B材：強風化岩を仮置きストックにより細粒化させた材料

撒出し機種 ブルドーザー (21ton級)
撒出し厚さ 20cm×5層
転圧機種

自走式タンピングローラー (30ton級)

転圧回数 8回

以上の試験結果を表-4、図-6に示す。これによれば、強風化岩（直送材）は他の材料に比較して転圧効果も低く、また、透水係数も著しく大きい。これは、重機転圧による強風化岩の破碎が期待したほど十分でなかったことによるものと考えられる。

一方、仮置材及び混合材の試験結果は、目標値であるD値95%及び飽和度Sr90%を満足する場合、透水係数の平均値も概ね $K \leq 1 \times 10^{-5} \text{cm/sec}$ となることを示している。したがって、流用には細粒材との混合、または仮置きなどによる細粒化の促進を行う等の対策が必要とされる。

5. 本盛立試験

予備盛立試験結果によれば、細粒分を多くし更に締固め度を向上させることで所要の遮水性を確保することが出来るものと考えられる。このため、

設計値を満足させるための対策として、まず、予備盛立試験で実施した2材料について転圧機種、転圧回数による転圧効果について検討する。次に、より遮水性の高い材料とするため、崖錐：強風化岩の混合比を1：2とした場合の転圧効果について検討する。

それぞれの試験試料は

①強風化岩仮置き材料

強風化岩を土取場にてブルドーザーにより集土し、バックホーにてダンプトラックへ積み込み、仮置ヤードで30cm撒出しにて加水しながらストックした材料

②混合材（崖錐：強風化岩=1：4）

崖錐と強風化岩を1：4の割合でストックヤードへ運搬し、加水しながらストックした材料

③混合材（崖錐：強風化岩=1：2）

②と同様で混合比を1：2とした場合とする。試験仕様は下記の仕様で実施した。

材 料 A材：強風化岩を仮置きストックにより細粒化させた材料

B材：崖錐：強風化岩=1：4
(ストックヤード混合)

C材：崖錐：強風化岩=1：2
(ストックヤード混合)

表-4 現場密度・現場透水試験結果一覧表（予備盛立試験）

試料名	転圧機種	撒出し厚 (cm)	転圧回数 (回)	孔番	締固め特性		試験孔の密度と透水係数						
					最大乾燥密度 γ_{dmax} (t/m ³)	最適含水比 Wopt (%)	湿潤密度 γ_t (t/m ³)	含水比 W (%)	乾燥密度 γ_d (t/m ³)	間隙比 e	飽和度 Sr (%)	D値 (%)	透水係数 K (cm/sec)
直送材 (強風化岩) $\rho_s=2.693$	自走式 タンピングローラー (20ton級)	20cm ×3層	8	①	1.336	34.0	1.706	37.1	1.244	1.165	85.8	93.1	6.47E-05
				②			1.725	36.9	1.260	1.137	87.4	94.3	1.16E-04
				③			1.685	37.8	1.223	1.202	84.7	91.5	3.58E-05
				平均			1.705	37.3	1.242	1.168	85.9	93.0	6.45E-05
混合材 (崖錐：強風化岩 =1：4) $\rho_s=2.700$	自走式 タンピングローラー (30ton級)	20cm ×5層	8	①	1.310	35.5	1.741	37.4	1.267	1.131	89.3	96.7	4.67E-06
				②			1.724	38.5	1.245	1.169	88.9	95.0	1.73E-05
				③			1.701	37.2	1.240	1.177	85.3	94.7	7.40E-06
				平均			1.722	37.7	1.251	1.159	87.8	95.5	8.42E-06
仮置材 (強風化岩) $\rho_s=2.710$	自走式 タンピングローラー (30ton級)	20cm ×5層	8	①	1.320	35.0	1.795	38.1	1.299	1.086	95.1	98.4	9.23E-06
				②			1.730	38.6	1.248	1.171	89.3	94.5	1.86E-05
				③			1.759	38.0	1.275	1.125	91.5	96.6	7.51E-06
				平均			1.761	38.2	1.274	1.128	91.9	96.5	1.09E-05

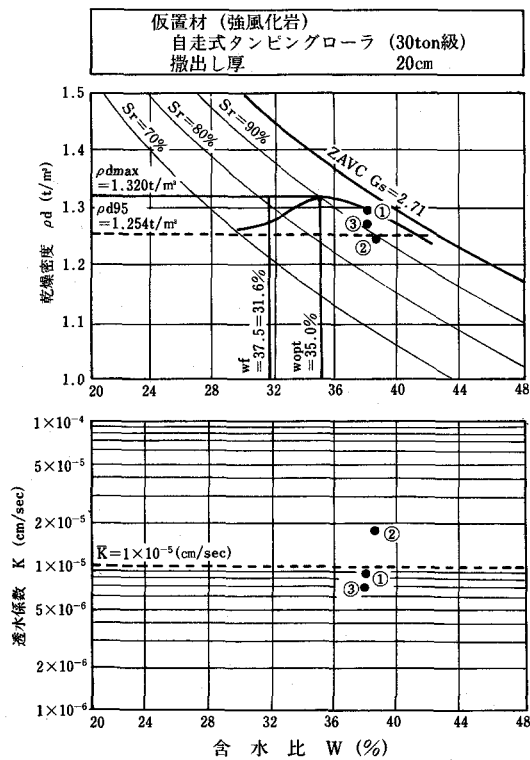
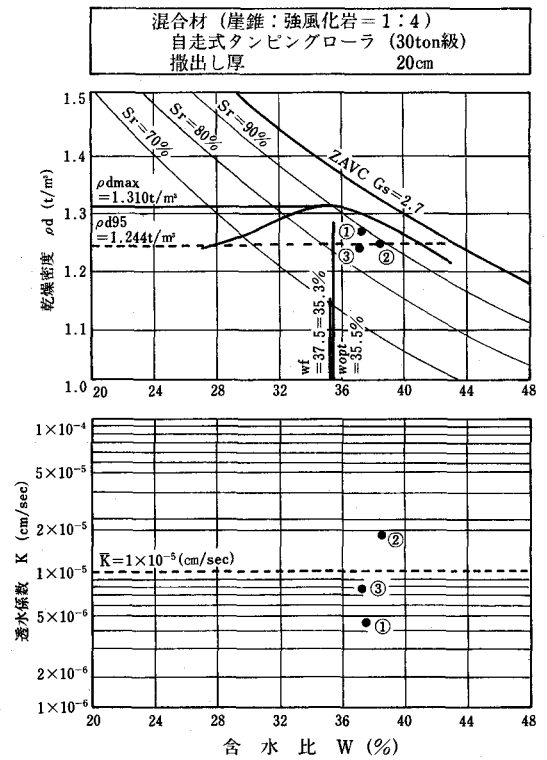
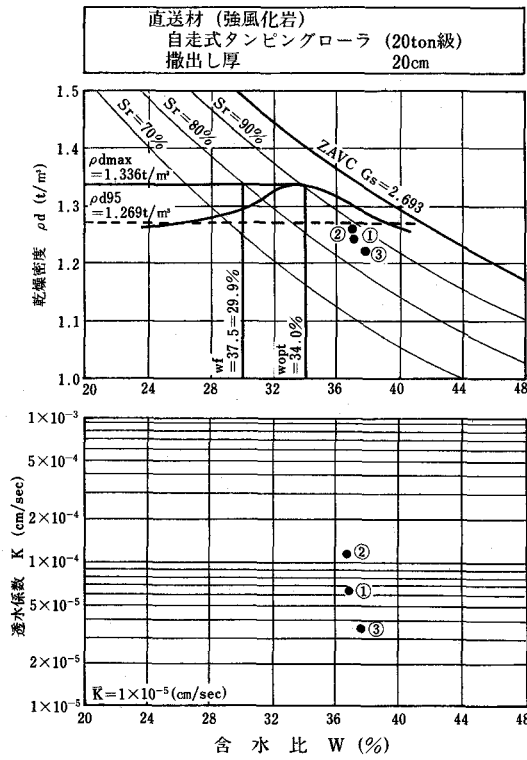


図-6 締固めカーブ~現場透水係数の関係 (予備盛立試験)

撒出し機種 ブルドーザー (21ton級)
撒出し厚さ A材：20cm×5層
B材：20cm×5層
C材：20cm×5層, 30cm×5層

転圧機種

自走式タンピングローラー (20ton級)
振動タンピングローラー (16ton級)

転圧回数

タンピングローラー 8回, 10回, 12回

振動タンピングローラー 6回, 8回, 10回

試験結果を表一5, 及び図一7～図一10に示す。

これによれば

- ① 1：4混合材及び仮置材において目標のD値, 飽和度を満足しているものは, 混合材(1：4)の振動タンピングローラーの8回転圧のみである。しかし, 透水係数は3孔うち1孔しか基準値を満足していない(表一5)。
- ② 1：4混合材では転圧回数を多くしても, 必ずしも密度が大きくなる傾向はない(図一9)。
- ③ 仮置材は転圧回数を多くすれば透水係数は小さくなる傾向がある。しかし, 1：4混合材では, 転圧回数を多くしても透水係数は小さくならない場合がある(図一9)。
- ④ 1：4混合材, 仮置材いずれもD値, 飽和度ともに大きくなれば, 透水係数が小さくなる傾向がある(図一8)。
- ⑤ 1：2混合材試料において, 目標のD値及び飽和度を満足するのは, 振動タンピングローラー転圧による撒出し厚20cm 8, 10回転圧と, 撒出し厚30cm 8回転圧の3仕様である(図一7)。
- ⑥ 粒度試験結果によれば, 1：2混合材は1：4混合材に比較して粒度分布が均一化される傾向が確認される。また, 転圧による細粒化が大きいことも認められた(図一10)。
- ⑦ 1：2混合材もD値, 飽和度ともに大きくなるのに従い, 透水係数も小さくなる傾向を示している。また, 20cm撒出し, 振動タンピング転圧では品質管理基準値及び透水係数共に目標のD値及び飽和度を満足している。

全体試料では透水係数 $K \leq 1 \times 10^{-5}$ cm/sec以下を確保するために, 概ねD値95%以上, $Sr = 90\%$ 以上とする必要がある。一方, レキ率補正(4.75mm以下)した材料(別途実施済)では全体試料に比較しD値及び飽和度が2～5%程度低い場合

でも透水係数 $K \leq 1 \times 10^{-5}$ cm/secを確保できる結果が得られた。したがって, 細粒分を管理する場合はD値90%以上, $Sr = 85\%$ 以上の管理値が考えられるが, 品質管理が煩雑となるため, 全体試料によるD値95%以上, 飽和度90%以上の管理(基準)とし, 設計透水係数 $K \leq 1 \times 10^{-5}$ cm/secを確保することとする。

6. 室内試験

6-1 透水試験

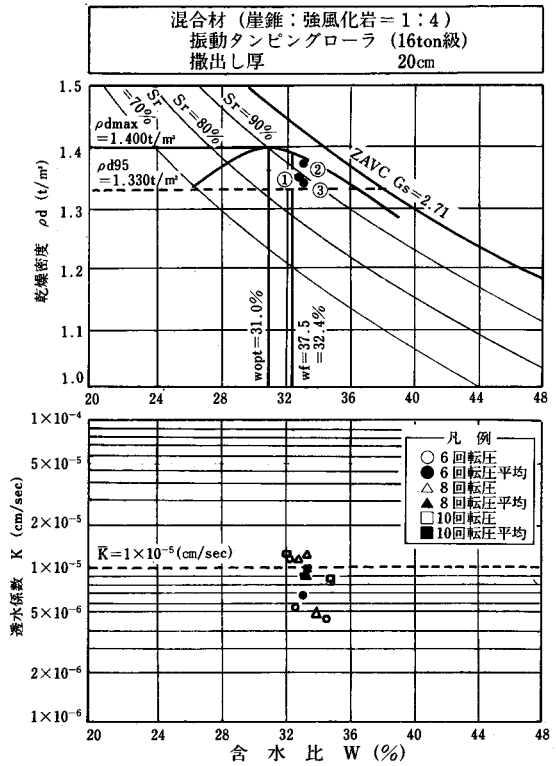
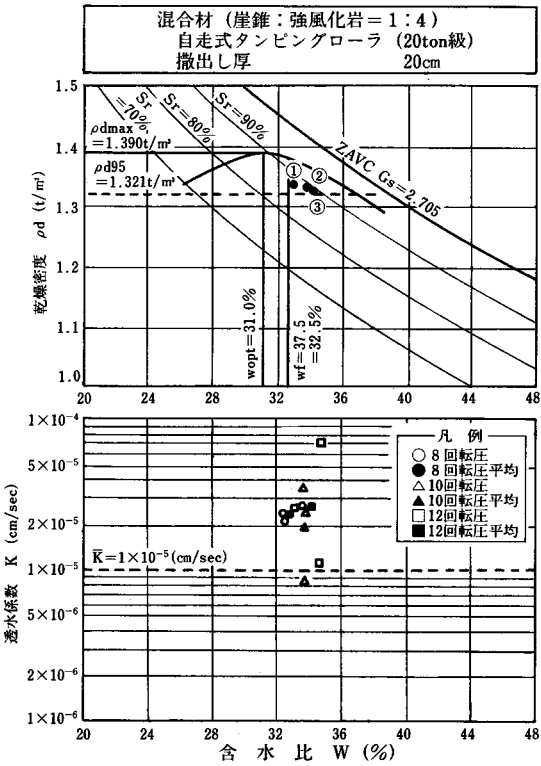
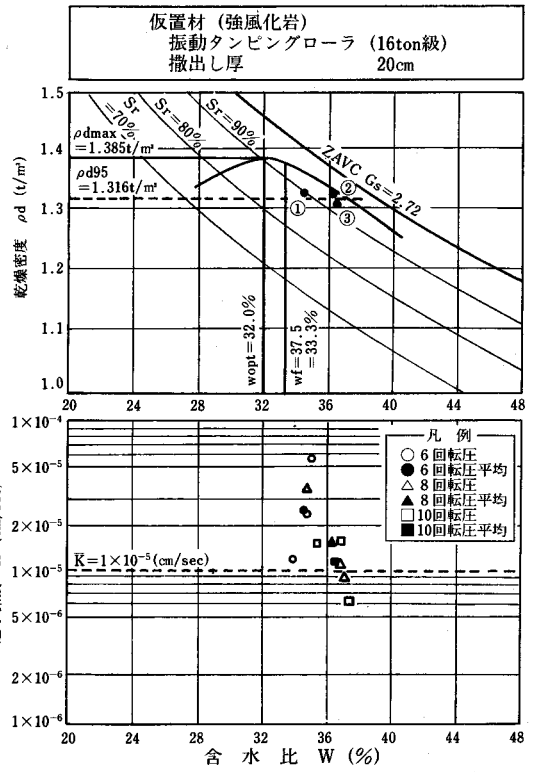
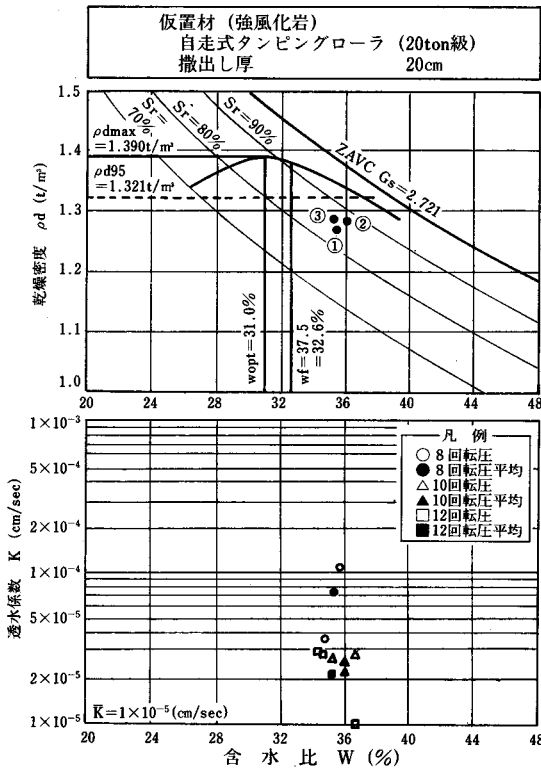
盛立試験に伴い遮水材についてその適性を検証するため強風化岩単独材, 崖錐：強風化岩=1：4および1：2混合材の3材料について室内透水試験を実施した。締固め試験結果および透水試験結果を図一11に示す。室内透水試験は転圧面に対し鉛直方向のみの透水性を測定するものであり, 実際の盛土材では鉛直方向(K_v)および水平方向(K_h)の透水異方性を有している。この異方性は転圧機種により異なるが, タンピングローラーにより締固められた場合 $K_h/K_v = 10$ (農水省設計基準)とされている。よって室内試験透水係数(K_v)は安全側を考慮して $K \leq 1.0 \times 10^{-6}$ cm/secとした。以上より図一11において $K_v \leq 1.0 \times 1.0^{-6}$ cm/secを満足する材料が所要の遮水性を得られるものと判断される。図中の黒塗りの部分は, D値95%以上, 飽和度 $Sr = 90\%$ 以上の範囲を示す部分であるが, 同図によれば強風化岩単独材はいずれの締固め条件においても $K_v \leq 1.0 \times 10^{-6}$ cm/secは満足できない。また, 1：4混合材については $Sr = 90\%$ 条件において部分的に設計値を満足できない。一方, 1：2混合材については, $Sr = 90\%$ 条件において十分に設計値を満足できる結果が得られた。よって, 室内透水試験結果から混合比は1：2とする必要性が検証された。

6-2 力学試験

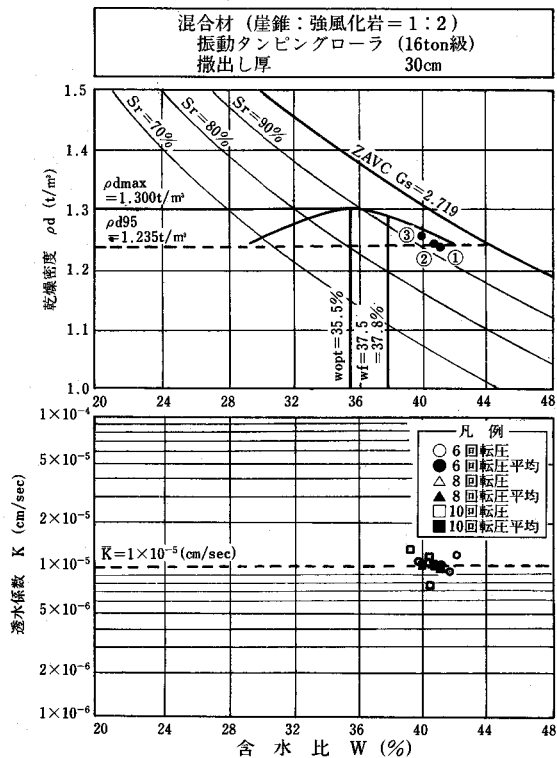
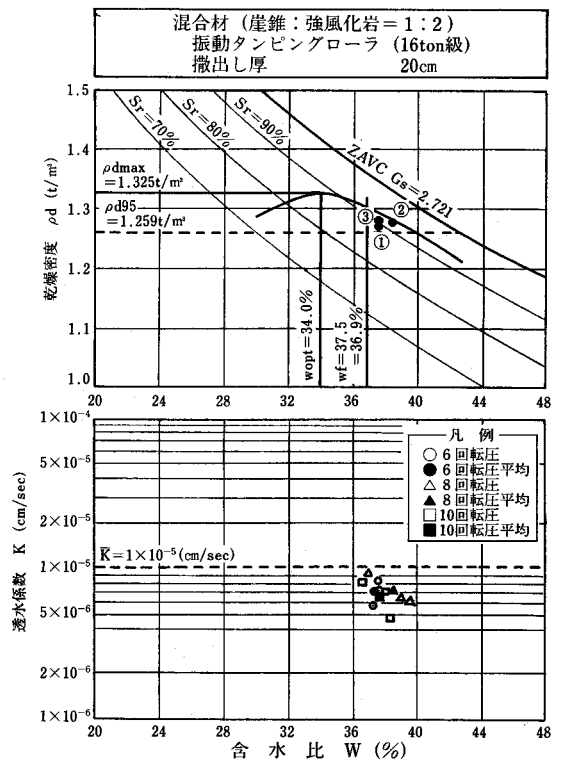
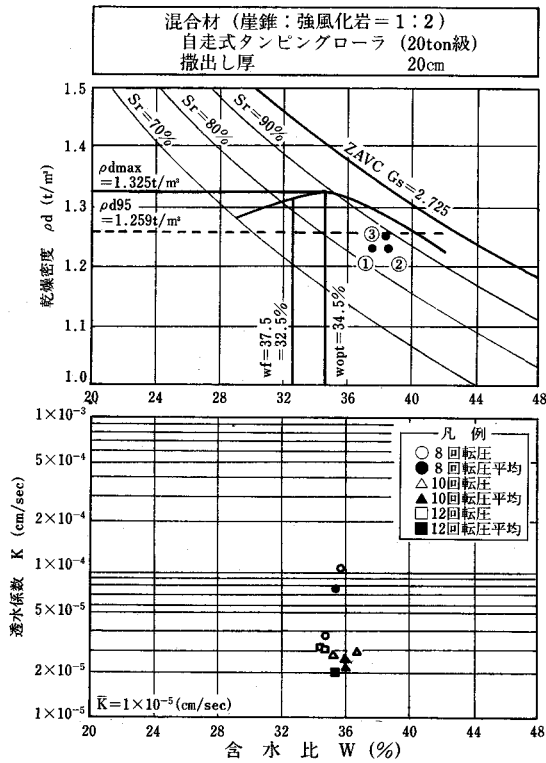
混合材(崖錐：強風化岩=1：2)の室内力学試験を実施し, その結果を図一12に整理した。その結果, 混合材(崖錐：強風化岩=1：2)の力学特性はすべて設計値を満足していることが確認された。

表-5 現場密度・現場透水試験結果一覧表 (本盛立試験)

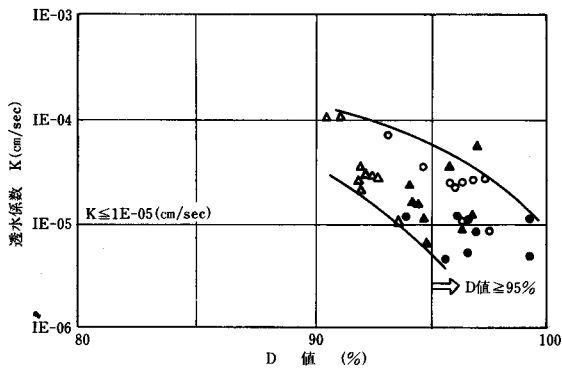
試料名	転圧機種	撒出し厚 (cm)	転圧回数 (回)	孔番	締固め特性		試験孔の密度と透水係数						
					最大乾燥密度 γ_{dmax} (t/m ³)	最適含水比 W_{opt} (%)	湿潤密度 γ_t (t/m ³)	含水比 W (%)	乾燥密度 γ_d (t/m ³)	間隙比 e	飽和度 S_r (%)	D値 (%)	透水係数 (cm/sec)
混合材 (産雜:強風化岩 =1:4)	自走式 タンピングローラ (20ton級) $\rho S=2.705$	20cm ×5層	8	①	1.390	31.0	1.762	32.4	1.331	1.032	84.9	95.8	2.44E-05
				②			1.768	32.5	1.335	1.026	85.7	96.0	2.20E-05
				③			1.806	33.6	1.352	1.001	90.8	97.3	2.70E-05
				平均			1.779	32.8	1.339	1.020	87.1	96.4	2.44E-05
			10	①			1.757	33.6	1.315	1.057	86.0	94.6	3.57E-05
				②			1.792	33.8	1.339	1.020	89.6	96.3	2.46E-05
				③			1.812	33.7	1.355	0.996	91.5	97.5	8.61E-06
				平均			1.787	33.7	1.336	1.025	89.0	96.1	1.96E-05
			12	①			1.742	34.7	1.294	1.090	86.1	93.1	7.14E-05
				②			1.791	33.1	1.346	1.010	88.7	96.8	2.61E-05
				③			1.805	34.7	1.340	1.019	92.1	96.4	1.09E-05
				平均			1.779	34.2	1.327	1.040	89.0	95.4	2.73E-05
	振動タンピング (16ton級) $\rho S=2.710$	20cm ×5層	6	①	1.400	31.0	1.793	32.6	1.352	1.004	88.0	96.6	5.21E-06
				②			1.801	34.5	1.339	1.024	91.3	95.6	4.54E-06
				③			1.788	32.2	1.353	1.003	87.0	96.6	1.13E-05
				平均			1.794	33.1	1.348	1.010	88.8	96.3	6.44E-06
			8	①			1.859	33.8	1.389	0.951	96.3	99.2	4.87E-06
				②			1.793	33.3	1.345	1.015	88.9	96.1	1.19E-05
				③			1.844	32.7	1.389	1.951	93.2	99.2	1.11E-05
				平均			1.832	33.3	1.374	0.972	92.8	98.2	8.63E-06
			10	①			1.790	33.1	1.345	1.015	88.4	96.1	8.66E-06
				②			1.735	32.0	1.315	1.061	81.7	93.9	1.19E-05
				③			1.828	34.7	1.357	0.997	94.3	96.9	8.35E-06
				平均			1.784	33.3	1.339	1.024	88.1	95.6	9.51E-06
仮置材 (強風化岩)	自走式 タンピングローラ (20ton級) $\rho S=2.721$	20cm ×5層	8	①	1.390	31.0	1.718	35.8	1.265	1.151	84.6	91.0	1.05E-04
				②			1.721	34.8	1.277	1.131	83.7	91.9	3.50E-05
				③			1.706	35.7	1.257	1.165	83.4	90.4	1.06E-04
				平均			1.715	35.4	1.266	1.149	83.9	91.1	7.30E-05
			10	①			1.739	36.1	1.278	1.129	87.0	91.9	2.10E-05
				②			1.726	35.3	1.276	1.132	84.8	91.8	2.60E-05
				③			1.759	36.7	1.287	1.114	89.6	92.6	2.74E-05
				平均			1.741	36.0	1.280	1.125	87.1	92.1	2.46E-05
			12	①			1.721	34.5	1.280	1.126	83.4	92.1	2.93E-05
				②			1.730	34.7	1.284	1.119	84.4	92.4	2.86E-05
				③			1.776	36.7	1.299	1.095	91.2	93.5	1.01E-05
				平均			1.742	35.3	1.288	1.113	86.3	92.6	2.04E-05
	振動タンピング (16ton級) $\rho S=2.720$	20cm ×5層	6	①	1.385	32.0	1.793	33.9	1.339	1.031	89.4	96.7	1.19E-05
				②			1.756	34.8	1.302	1.069	86.9	94.0	2.34E-05
				③			1.811	35.0	1.342	1.027	92.7	96.9	5.51E-05
				平均			1.787	34.6	1.328	1.049	89.7	95.9	2.48E-05
			8	①			1.828	37.0	1.334	1.039	96.9	96.3	8.91E-06
				②			1.792	36.8	1.310	1.076	93.0	94.6	1.11E-05
				③			1.785	34.7	1.325	1.053	89.6	95.7	3.50E-05
				平均			1.802	36.2	1.323	1.056	93.2	95.5	1.51E-05
			10	①			1.782	36.8	1.303	1.087	92.0	94.1	1.58E-05
				②			1.800	37.3	1.311	1.075	94.4	94.7	6.32E-06
				③			1.771	35.4	1.308	1.080	89.2	94.4	1.53E-05
				平均			1.784	36.5	1.307	1.081	91.9	94.4	1.15E-05
自走式 タンピングローラ (20ton級) $\rho S=2.725$	20cm ×5層	8	①	1.325	34.5	1.706	37.7	1.239	1.199	85.7	93.5	1.13E-05	
			②			1.703	37.0	1.243	1.192	84.6	93.8	6.39E-06	
			③			1.677	37.9	1.216	1.241	83.2	91.8	1.76E-05	
			平均			1.695	37.5	1.233	1.211	84.5	93.0	1.08E-05	
		10	①			1.710	38.2	1.237	1.203	86.5	93.4	1.78E-05	
			②			1.713	37.4	1.247	1.185	86.0	94.1	1.54E-05	
			③			1.697	39.6	1.215	1.243	86.8	91.7	1.83E-05	
			平均			1.707	38.4	1.233	1.210	86.5	93.1	1.71E-05	
		12	①			1.711	38.1	1.239	1.199	86.6	93.5	2.59E-05	
			②			1.750	37.8	1.270	1.146	89.6	95.8	2.10E-05	
			③			1.743	38.6	1.257	1.168	90.1	94.9	1.72E-05	
			平均			1.735	38.2	1.255	1.171	88.8	94.7	2.11E-05	
振動タンピング (16ton級) $\rho S=2.721$	20cm ×5層	6	①	1.325	34.0	1.759	37.3	1.281	1.124	90.3	96.7	5.63E-06	
			②			1.744	37.7	1.266	1.149	89.3	95.5	7.05E-06	
			③			1.739	37.6	1.264	1.153	88.8	95.4	7.97E-06	
			平均			1.747	37.5	1.270	1.142	89.4	95.9	6.81E-06	
		8	①			1.747	39.6	1.275	1.134	95.0	96.2	5.90E-06	
			②			1.763	39.0	1.269	1.144	92.7	95.8	6.16E-06	
			③			1.753	36.9	1.280	1.126	89.2	96.6	9.01E-06	
			平均			1.754	38.5	1.275	1.135	92.3	96.2	6.89E-06	
		10	①			1.765	38.0	1.279	1.127	91.7	96.5	6.83E-06	
			②			1.756	36.6	1.285	1.118	89.1	97.0	7.88E-06	
			③			1.749	38.3	1.265	1.151	90.5	95.5	4.78E-06	
			平均			1.757	37.6	1.276	1.132	90.5	96.3	6.36E-06	
混合材 (産雜:強風化岩 =1:2)	振動タンピング (16ton級) $\rho S=2.719$	30cm ×5層	6	①	1.300	35.5	1.749	39.7	1.252	1.172	92.1	96.3	1.07E-05
				②			1.735	42.1	1.221	1.227	93.3	93.9	1.17E-05
				③			1.740	41.6	1.229	1.212	93.3	94.5	9.03E-06
				平均			1.741	41.1	1.234	1.204	92.9	94.9	1.04E-05
			8	①			1.732	40.7	1.241	1.191	92.9	95.5	1.01E-05
				②			1.721	40.5	1.235	1.202	91.6	95.0	1.01E-05
				③			1.731	40.9	1.238	1.196	93.0	95.2	9.50E-06
				平均			1.728	40.7	1.238	1.196	92.5	95.2	9.90E-06
			10	①			1.743	40.3	1.242	1.189	92.1	95.5	7.33E-06
				②			1.756	39.1	1.262	1.155	92.1	97.1	1.26E-05
				③			1.750	40.3	1.248	1.179	93.0	96.0	1.12E-05
				平均			1.750	39.9	1.251	1.174	92.4	96.2	1.01E-05



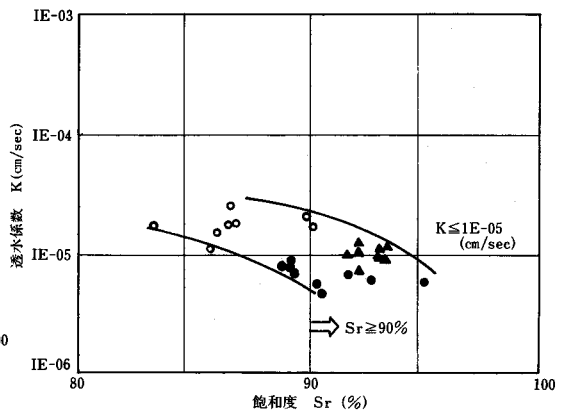
図一七(1) 締固めカーブ～現場透水性係数の関係 (本盛立試験)



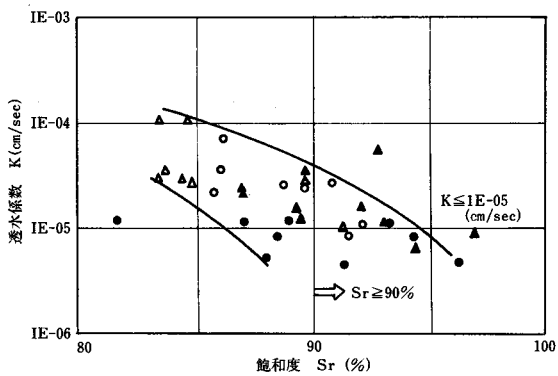
図一七(2) 締固めカーブ～現場透水性係数の関係（本盛立試験）



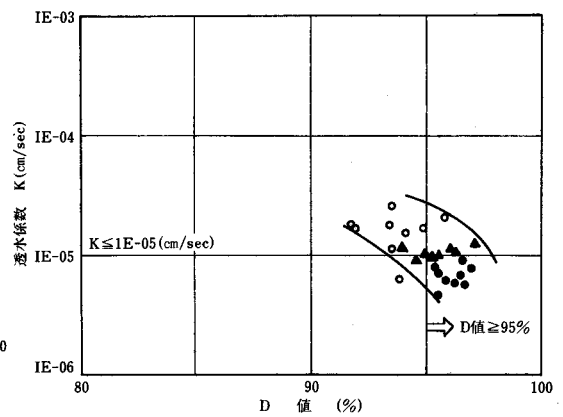
- 混合材(1:4)
- 自走式(20ton級)
- 振動(16ton級)
- 仮置材
- 自走式(20ton級)
- 振動(16ton級)



- 混合材(1:2)
- 自走式(20ton級)
- 振動(16ton級)撤出し厚20cm
- 振動(16ton級)撤出し厚30cm

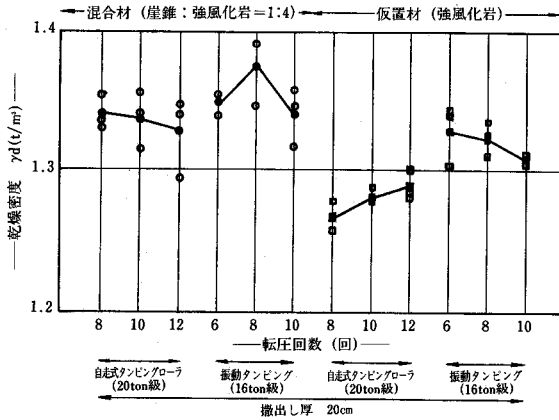


- 混合材(1:4)
- 自走式(20ton級)
- 振動(16ton級)
- 仮置材
- 自走式(20ton級)
- 振動(16ton級)

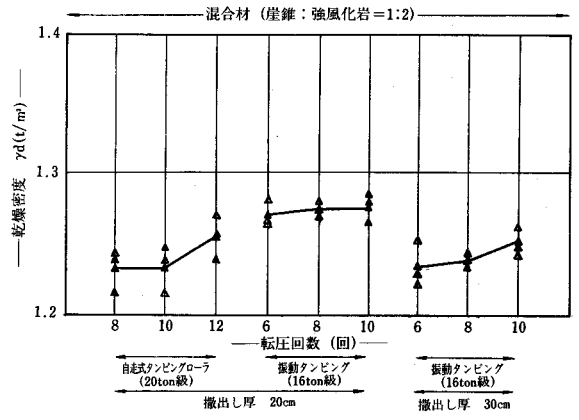


- 混合材(1:2)
- 自走式(20ton級)
- 振動(16ton級)撤出し厚20cm
- 混合材
- 振動(16ton級)撤出し厚30cm

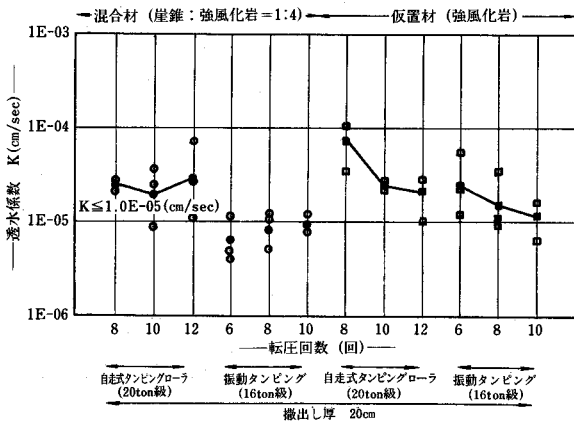
図-8 D値と透水係数・飽和度と透水係数の関係



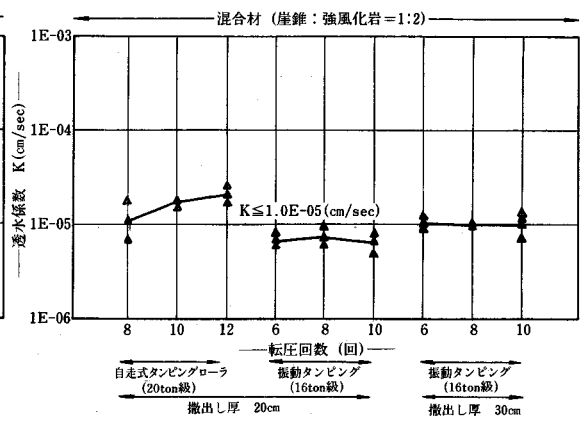
転圧回数と乾燥密度



転圧回数と乾燥密度



転圧回数と透水係数



転圧回数と透水係数

図-9 転圧回数と乾燥密度, 転圧回数と透水係数の関係

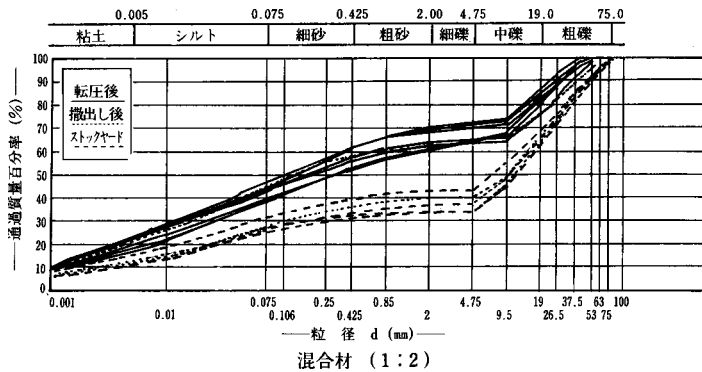
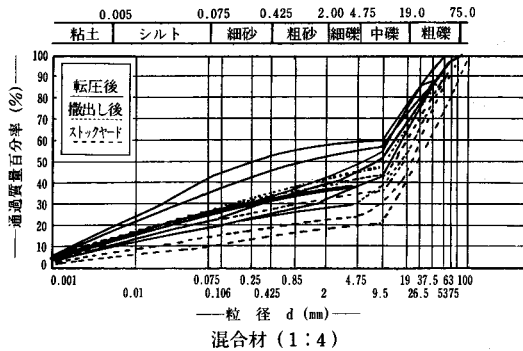
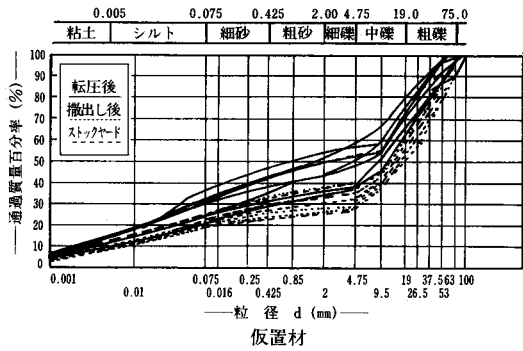


図-10 粒度分布図

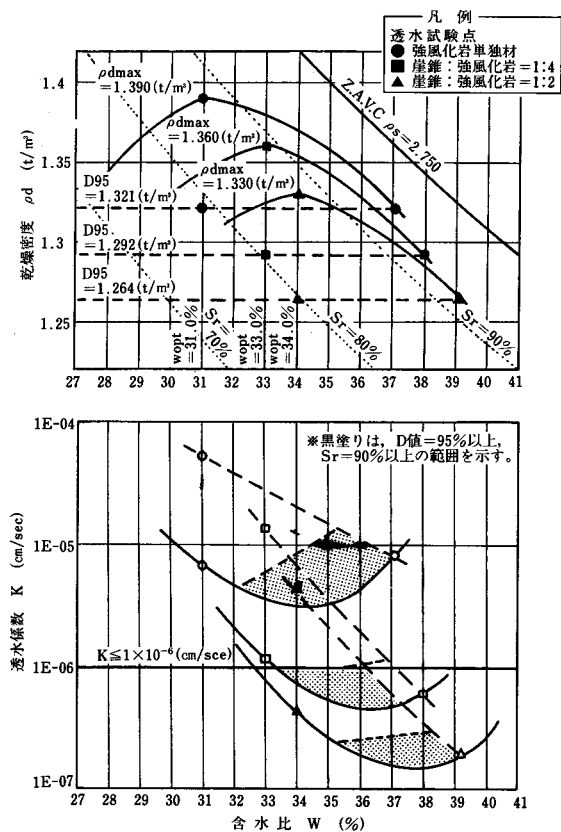


図-11 透水試験結果一覧図

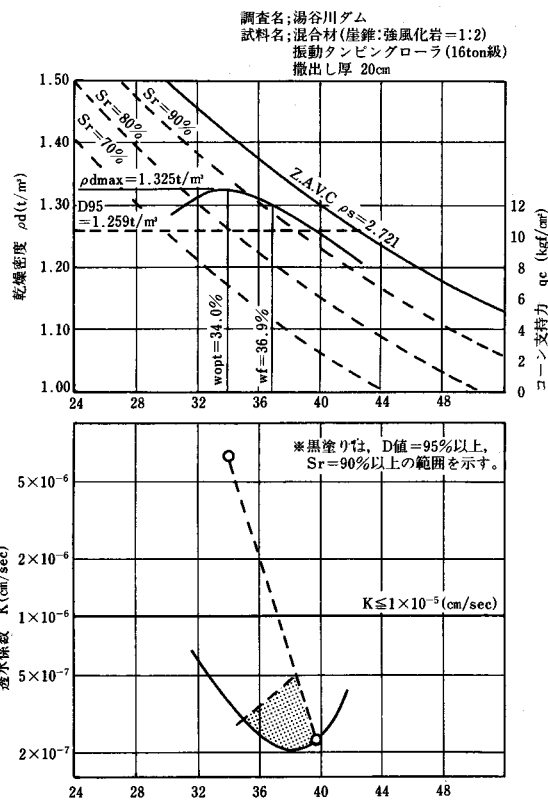


図-12 締固めカーブ～室内透水試験関係図

7. 考察

盛立試験結果により、品質管理基準値 $\gamma_d \geq 1.19$ t/m³、D値95%以上、 $K \leq 1 \times 10^{-5}$ cm/sec、 $S_r \geq 90\%$ を満足する仕様は

材 料	混合材	崖錐：強風化岩 = 1 : 2
転圧機種	振動タンピングローラー	
撒出し厚	20cm	転圧回数 8回
		10回
	30cm	転圧回数 8回

の3仕様である。

混合材（崖錐：強風化岩=1：2）20cm撒出しの場合は、各管理基準すべてを満足する結果を得た。しかし、30cm撒出しの透水係数に着目すると、8回転圧では設計値に対する余裕はなく、また、10回転圧とした場合でも設計値を満足しない試験孔が認められる。よって、20cm撒出し及び30cm撒出しでの仕上りの厚さに着目し、経済的な盛立仕様とするため、30cm撒出し時の仕上がり厚（23.6 cm）に余裕を見た仕上がり厚20cmとすることとした。以上の盛立試験結果より、遮水材料の盛立仕様を次の通りとした。

転圧機種	：振動タンピングローラー
材 料	：混合材
	（崖錐：強風化岩=1：2）

仕上り厚（撒出し厚）：20cm（26cm）

転圧回数 8回

転圧スピード 3 km/hr以下

混合方法はストックパイル施工とするため、ストックパイルへ土取場より運搬する材料は、スト

ック混合後の材料が所要の品質を満足するよう管理する必要がある。よって、崖錐及び強風化岩単独材の品質基準については、盛立試験結果に基づき以下の数値を目安とする。

・崖錐

最大粒径	$D_{max} \leq 75\text{mm}$
レキ率	$P+4.75 = 20 \sim 45\%$
細粒分含有率	$R_p \geq 25\%$
含水比（目安）	$W \geq 40\%$

・強風化岩

最大粒径	$D_{max} \leq 200\text{mm}$
レキ率	$P+4.75 = 60 \sim 80\%$
細粒分含有率	$R_p \geq 0\%$
含水比（目安）	$W = 34\% \sim 36\%$ （加水必要）

8. おわりに

以上、湯谷川ダムのコア材料の盛立試験結果から、設計値を満足するための盛立仕様ならびに品質管理基準について述べてきたが、試験結果から透水性についてかなり厳密な施工管理が要求されていることから、今後、本格的な盛立てを開始するに際し、細心の注意を払いながら施工しなければならないと考えている。現在、ロック材についても盛立試験をほ実施中であるが、今後、機会があればロック材、トランジション材の試験結果についても報告したい。

最後に、湯谷川ダムの設計、施工にあたってご指導いただいた北陸農政局管内ダム技術検討委員会（仲野良紀委員長）に厚く御礼申し上げます。

フィルダムの経済的設計・施工について

増 田 明 徳*
(Akinori MASUDA)

目 次

1. はじめに ……………25	5. 粗粒材の盛土転圧試験における撤出し及び敷均し ……………27
2. 洪水吐の経済的な設計形状と水理実験 a 側壁構造について ……………25	6. 土質材料の剪断試験, 透水試験の試験点について ……………28
3. カーテングラウチングの施工範囲決定と地下水位測定的重要性 ……………26	7. コア材の現場締め密度は室内締め曲線によく相似する ……………29
4. ブランケットグラウチング用 (またはコンソリデーション) ボーリングマシンの選択 ……………27	8. 終わりに ……………29

1. はじめに

農業用ダムは平成4年度現在101ダム¹⁾が施工中で、大半はアースダムまたはロックフィルダムである。また、日本農業土木総合研究所のダム委員会等で検討しているものは毎年約60ダムである。

ダム委員会等に参加してこれらのダムに少し工夫を加えることにより、安全で経済的なダムの設計・施工がまだまだ可能であると気づいた点について述べる。

2. 洪水吐の経済的な設計形状と水理実験

(1) 側壁構造について

側水路型洪水吐の側水路断面の設計は農林水産省設計基準「ダム」311ページに「側水路越流側の勾配は1:0.7, 対岸 (通常: 地山側) は直壁とする。ただし、地形の状況等によっては、対岸を直壁とすることが不適當な場合は、適當な勾配を与えることとする。この場合模型実験等によって諸元を定める。」と解説している。

このため現在計画または施工中のダムの越流堰対岸の地山擁壁の大半は直擁壁となっている。

通常、側水路地山側擁壁は10m~15mの高さを有している。このため直擁壁の場合は擁壁下部の壁圧はほぼ2.5~3.5m必要となり底版も同様の厚さが要求され、多大の工事費となっている。

また減勢工についても、基準318ページに「減勢工区間は原則として直線及び等幅の長方形断面と

する。」とあり、側水路断面部と同様に直擁壁の設計例が突出している。減勢工の擁壁高も通常10m~20mで大規模構造物である。洪水吐工事費の節減のためには地形地質が同一条件とすれば掘削土量及びコンクリート量の削減が大きい要因を占める。掘削土量は洪水吐法線の選定, 減勢工形状 (副ダム式, 掘込み静水池式) 等により増減する。コンクリート量は擁壁構造 (直壁, もたれ壁) 及び減勢池形状により増減する。

フィルダムの洪水吐能力はダム安全性の確保にとって重要である。このため河川協議の水利使用規則での設計の妥当性検証のため水理実験が義務付けられる場合が多い。

従って側水路型洪水吐を設計する場合水理実験の実施を前提とし、側水路部及び減勢部の地形及び基礎条件が整えば、擁壁構造をもたれ壁構造とし、水理模型実験により水理的安定が検証出来れば経済的で且つ安全な設計が可能である。

水理実験でもたれ壁と直擁壁の2通りの実験を実施するための模型作成に費用及び時間が必要と錯覚しがちであるが、実際は最初にもたれ壁で模型を作成しておけば、直擁壁模型はもたれ壁模型を改造することなく、簡単に直擁壁の壁面のみ追加設置すればよく、費用及び時間とも当初模型の数%以内で十分である。荒砥沢ダム²⁾では洪水吐の急流部擁壁を除き、洪水流入部及び減勢工とももたれ壁として工事費の軽減が図られた。模型作成・実験の概念を図-1に示す。

洪水吐き水理実験順序

- ① 台形断面で骨格模型を作成

* 太陽コンサルタンツ 編
[前日本農業土木総合研究所専門研究員]

- ② 台形断面で水理実験
- ③ 矩形断面の直壁面を台形断面に取り付ける
(この作業は骨格模型に比し非常に簡単である)
- ④ 矩形断面で水理実験
- ⑤ 実験結果の比較 台形、矩形断面で殆ど差異が無い。

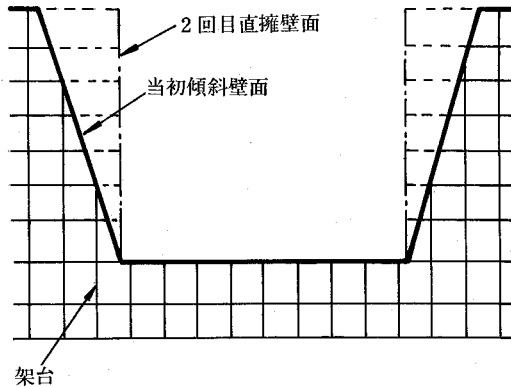


図-1 水理模型実験概念図

(2)減勢工型式

減勢工は、その形態によって跳水式、スキージャンプ式及び自由落下式の3型式があるが農業用フィルダムでは跳水式の採用が大半である。跳水に必要な水深確保のために副ダム式及び掘込み式静水池が多く採用されている。

掘込み式は副ダム式に比し静水池が深くなるため掘削土量が増加する。また擁壁高さも同様に高くなり、単純に比較すれば跳水に必要な水深確保の副ダム式が掘込み式静水池の盤下げより有利な場合が多い。しかし、副ダム式の場合は現況河川への取り付け工事費が地形地質によって掘込み式に比べ大きくなる可能性があるため総合的な判断が必要である。

掘込み式静水池(基準では強制跳水式と呼称)については323ページに詳細にシュートブロック、バップルピアの形状にも言及しているためか大半の減勢工は安易に掘込み静水池式を採用している様に見受けられる。副ダム式であってもシュートブロック、バップルピアを適切に配置することにより流況の安定及び減勢工の長さを縮小できる。荒砥沢ダムでは当初設計に比し減勢工長さが大幅に軽減され工事費が節減されている。

3. カーテングラウチングの施工範囲決定と地下水位測定的重要性

カーテングラウチングの目的はコンソリデーショングラウチングあるいはブランケットグラウチングと相補って基礎岩盤の遮水性を高め、動水勾配及び浸透流の抑制を図りダム基礎の安定を確保するために行うものである。

その具体的な効果としては、

- 「①基礎及び地山を通して貯留水が流出することを抑え貯水機能を確保する。
- ②ダムサイト下流地山等への、漏水を抑え地山の安定を図る。
- ③堤体に近い、浸透路長での短い流線に対し、グラウチングゾーンで水頭を大きく抑制させ、動水勾配を小さなものとする。その結果、浸透流を低く抑え、基礎のパイピングやフィルダムコアの細粒分の流失を防ぐ。
- ④コンクリートダムの基礎に作用する揚圧力を軽減する等が考えられる。」と新井田は述べている。(カーテングラウチングの施工範囲ダム技術Vol.1-2 (1983) PP.100)

カーテングラウチングはダム左右岸天端袖部では通常貯水位と地下水位が交わるところまで施工することが多いが施工範囲の決定法に確たるものはない。東北農政局土地改良技術事務所の調査資料によれば①ダム満水面(または洪水水位)が地山地下水と交わる点まで(5ダム)、②クリープ比から決定(5ダム)、③迂回浸透解析により決定(4ダム)、④その他(1ダム)である。

グラウチング計画樹立に当たって地下水位の把握は重要な因子である。このためダム調査初期からアバットメントの地下水を継続測定することにより、調査や工事の進展に伴う横坑、付替え道路や仮排水路の影響による地下水の変動を把握し、適切なグラウチング計画を樹立しなければならない。

小川ダム³⁾では左岸袖部に隣接して洪水吐を設置し、さらにその奥の尾根部をコア土取場とした。この地下水は尾根部掘削前にはEL.115mで、満水位(EL.103m)より高い位置にあったが、掘削後の地下水は満水位より低くなった。

このため、洪水吐から土取場跡地の140m区間に

ついてシミュレーションし、洪水吐より延長50m、深度80mの範囲を改良することが必要との結果を得たが、計算には仮定値があること及び従前の地下水水位が満水位より高かったことから、湛水試験を行って詳細な試料を収集して再検討して基礎処理範囲を決定することとして河川協議を進め、河川法第30条第2項の規定に基づく、河川工作物の一部使用許可を受け、湛水試験を実施した。

試験貯水の結果、土取場跡地の基礎処理は必要ないとの結論に達し、河川管理者の了解が得られた。

4. ブランケットグラウチング用（またはコンソリデーション）ボーリングマシンの選択

カーテングラウチングのボーリングマシンは二重管注入方式を除きロータリボーリングマシンが主である。また、ブランケットグラウチングも一般にロータリパーカッションを採用している。

荒砥沢ダム⁴⁾の河床部ブランケットグラウチング孔の削孔は小型ロータリパーカッションボーリングマシン（グラウトホールドリル）を開発使用してコスト軽減を図られた。その能力は次の通りである。

ロータリボーリングマシン	17.3m/16hr
ロータリパーカッション	48.5m/10hr

地形地質によってはロータリパーカッションの導入を積極的に図りコスト軽減に努めることが望まれる。

5. 粗粒材の盛土転圧試験における撤出し及び敷均し

一般に盛土転圧試験は転圧機種（普通はブルドーザ）の撤出し及び敷均し作業時の転圧効果を除くため最小限の敷均しにとどめ、直ちに転圧作業に取り掛かっている場合が多い。しかし、実ダムの施工では、堤軸の方向に長さ全面または1/2等の長さに撤出し及び敷均しのち整然と転圧するのが一般である。従って敷均し後、材料運搬のダンプが何回となく通過することになり、現実問題としては、盛土密度は運搬機械の転圧効果も相当受けている。

特に最大粒径が大きい（20～80cm）ロック材の撤出し転圧に当たっては、撤出し後、ブルドーザのブレード及び履帯転圧により敷均し表面をある

程度平滑にし、ロック材の角をとり、丸みを持たせなければ、ダンプトラックのタイヤが破裂しやすく、まれにはタイヤ破裂時の空気流出により拳大～人頭大のロック材が吹き飛び作業員等に被害が及ぶことがある。従ってこの様な材料の場合は均平作業を入念に行うので転圧効果が大きい。

さらに、ロック材はコア材に比し撤出し厚が大きいと、材料の1ダンプ当りの長さ方向の施工延伸量が小さいため必然的にダンプトラックの通貨台数が多くなり、運搬機械による転圧効果が大である。

従って、特に粗粒材の盛土転圧試験においては施工実態に近づけるため撤出し後十分にブルドーザ履帯の敷均し転圧後に転圧機種による転圧を実施するのが施工実態に近く望ましい。

具体例で説明する。

ロック材の積載単位重量を1.8tf/m²とする。運搬量はダンプトラックの規模により積載量は

$$11\text{tダンプ}/1.8=6.1\text{m}^2$$

$$20\text{tダンプ}/1.8=11.8\text{m}^2$$

$$32\text{tダンプ}/1.8=17.8\text{m}^2$$

撤出しブル22t～32t、撤出し厚さ1.0m、撤出し幅4.0mとすれば1ダンプ当り撤出しおよび敷均し延長はほぼ次のようになる。

$$11\text{tダンプ } 6.1\text{m}^2/4.0\text{m} \times 1.0\text{m} = 1.5\text{m}$$

$$20\text{tダンプ } 11.1\text{m}^2/4.0\text{m} \times 1.0\text{m} = 2.8\text{m}$$

$$32\text{tダンプ } 17.8\text{m}^2/4.0\text{m} \times 1.0\text{m} = 4.4\text{m}$$

即ちダンプされたロック材を20～32tブルで何回も押土・敷均してやっと長さ1.5m～4.0mの区間が次のダンプ搬入可能となり、またローラ転圧可能になる。但しローラ転圧は上述した様にある程度規模以上の転圧面積が確保されて開始するのが通常である。

一方、コア材は撤出しブル12t～16t、撤出し厚さ0.3m、撤出し幅3.8mとすれば1ダンプ当り敷均し延長はほぼ次の様である。

$$11\text{tダンプ } 6.1\text{m}^2/3.8\text{m} \times 0.3\text{m} = 5.4\text{m}$$

$$20\text{tダンプ } 11.8\text{m}^2/3.8\text{m} \times 0.3\text{m} = 10.4\text{m}$$

コア材のブル押土・敷均しはロック材に比し殆ど力を要さないため敷均し回数も少ない。

以上の事からロック材の堤軸方向単位長あたり、ブル撤出し及び敷均し回数及びダンプトラック通過回数が多いことから容易に理解出来よう。

松本⁵⁾は三保、四時、七北田ダムにおいて13.5t振

動ローラの本施工時の4回転圧の間隙比が現場盛立試験で転圧回数が6回で求められた値に等しいと述べている。

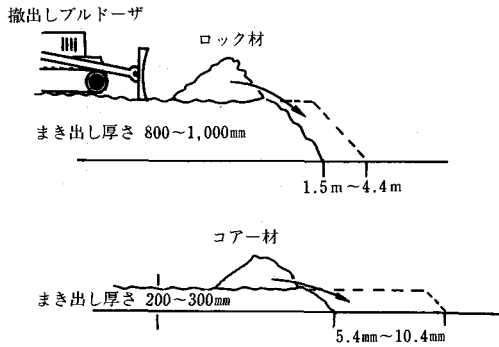


図-2 築堤材料撤出し状況

6. 土質材料の剪断試験，透水試験の試験点について

- ・コア材の試験点はD値管理のパーセントに惑わされるな！

コア材の締固め試験結果から最適含水比 (W_{opt}), D値95%, 93%等に対応した含水比を求め自然含水比, 粒度等から盛土施工時の含水比, 施工性を考慮して締固めの基準としてD値を求める。

通常D値95%と規定している例が多く散見されるが, 火山灰ローム等で自然含水比が高く, W_{opt} との差が大きい場合には締固め度を低く設定しD値93%等の採用例も見受けられる。

例えばD値を95%に規定する場合は剪断試験及び透水試験点は含水比が W_{opt} のD値100%から湿潤側含水比 W_{95} の間で図-3に●印で示すような突固め曲線上の点で実施すればよい。

これは, コア材の場合も粗粒材料と同様に現場試験転圧により適切な転圧機械を選定すれば締固め曲線上の締固め含水比に対応した密度が得られること, 即ち, 現場締固めにおいて与えたエネルギーが100%効くことを前提として試験点を選ぶ設計思想である。ただし透水係数は飽和度に強く影響されるため図-3で○印の点即ち W_{opt} より乾燥側及び W_{opt} で締固めエネルギーを調整してD95 W_{opt} の点等で実施し飽和度と透水係数の関係を把握しておくことが必要である。

しかし, 試験の実態は W_{opt} で締固めエネルギー

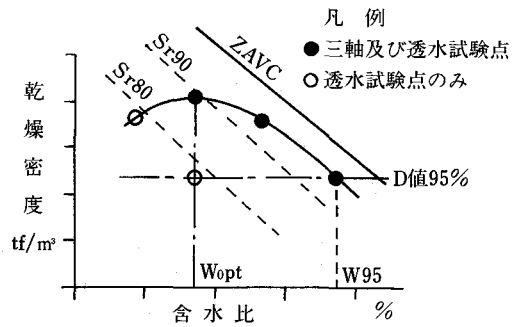


図-3 土質試験試点

ーを調整し, D95 W_{opt} の点で透水試験のみならず剪断強度も実施している場合が多い。

設計剪断強度は一般的に次式で求めている。

$$\text{設計剪断強度} = \text{平均値} - 1/2 \text{標準偏差}$$

締固めエネルギーが小さく転圧不足の状態のD95 W_{opt} の試験値を平均値算定に採用すると偏差が大きくなり設計剪断強度が小さく算定される。

中心遮水型フィルダムの場合は断面決定上大きな支障はないが, 均一型アースダムや傾斜遮水壁型では断面形状決定の際に勾配が緩やかになり不経済断面になる恐れがある。

一般には, 含水比が W_{opt} の状態では標準締固めエネルギーの60%位でD95 W_{opt} が容易に確保出来ることが図-4⁶⁾から理解できよう。このことから最適含水比の状態で盛土施工してD値95%しか確保出来ない場合は転圧不足を意味している。

D値決定に際し, D95 W_{opt} の試験点で室内透水係数が $1 \sim 2E-6$ をクリアすれば何の疑いもなく管理値はD値95%と決定している。

しかし不幸にしてD95 W_{opt} で遮水性の確保が困難な場合は試行錯誤ののちD値98%等施工管理が難しい管理基準値を設定している場合がある。

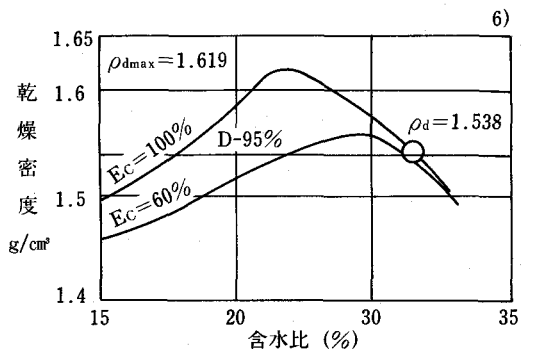


図-4 礫率40%の場合の締固め試験

このような場合に締固め曲線及び透水曲線の組合せからD値95%以上、飽和度Sr80%以上と合理的に決定している例もある。設計値及び管理値を決定するに当たっては土の性質をよく把握することが肝要である。

7. コア材の現場締固め密度は室内締固め曲線によく相似する

コア材も粗粒材料と同様に現場試験転圧により適切な転圧機械を選定すれば図-4に示すように締固め曲線上の締固め含水比に対応した現場密度が得られるはずである。

施工現場の視点から、土がWoptの状態であれば何%の突固めエネルギーで95%なり98%の締固め度が得られるか、あるいはW₉₇で何%エネルギーで95%締固め度が得られるか等の室内試験での検討が重要である。

WoptでD値95%の試験点を選定するのは転圧不足を想定したものであろうが、転圧効果が一番よい点で何故想定するのか不思議である？ 図-4の材料はWoptの状態、60%エネルギーで約D値96%が得られている。通常コア材の設計転圧回数は8~12回が多い。平均10回とすると6回転圧で十分96%をクリアすることになるが、これで合格と判定して良いのだろうか？ 転圧不足として再転圧が必要ではなかろうか？

荒砥沢ダム⁷⁾ではWoptと最大乾燥密度γ_{dmax}、施工含水比W_fと施工乾燥密度γ_dの関係を次式で表している。

$$y = \text{密度 } \text{tf/m}^3$$

$$x = \text{含水比 } \%$$

γ_{dmax}とWoptの関係

$$1/y = 0.011x + 0.378 \quad N=452 \quad r=0.987$$

γ_dとW_fの関係

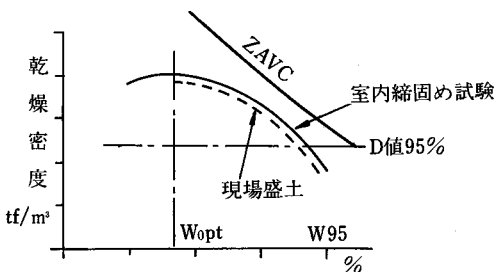


図-5 室内試験密度と現場施工密度

$$y = -0.031x + 2.293 \quad N=452 \quad r=-0.974$$

これを施工含水比の幅13%~25%でプロットすると、図-6の様にW_f13%でD値98%を示しW_f19%以上では全く同一線上にある。

また、これは図-5の仮定が正しいことを示している。

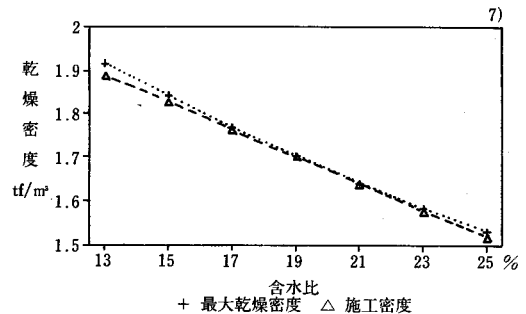


図-6 荒砥沢ダム最適含水比・最大乾燥密度と施工含水比・施工乾燥密度の関係

8. 終わりに

ダム設計・施工計画樹立にあたり少しの技術的知見と工夫を加えることにより、安全で経済的なダムの建設が可能である。

少し片寄ったと思えるような意見も述べたが、ダム担当者の参考になれば幸である。

以上

参考文献

- 1) 農水省設計課：平成4年度農業用ダム設計施工検討会（第6回）資料
- 2) 農業土木試験：荒砥沢ダム洪水吐水理模型実験報告書（S59, 60年度）
- 3) 農水省設計課：平成4年度農業用ダム設計施工検討会（第6回）テキスト
- 4) 増田：農業用フィルダムにおける設計・施工の実態 農土誌55巻第3号（1987）pp.215
- 5) 松本・渡辺・吉野内：ロック材の室内締固めと現場盛土密度 土木技術資料24-12（1982）pp.27-33
- 6) (株)三祐コンサルタンツ：荒砥沢ダム築堤材料試験報告書（1984）
- 7) 東北農政局迫川上流農業水利事業所：荒砥沢ダム盛土材料品質管理試験報告書（平成3年度）

環境に配慮した水路整備計画について

—国営総合農地防災事業佐賀中部地区—

藤 本 尚 一*
(Shoichi FUJIMOTO)

目	次
1. はじめに	30
2. 地区の概要	30
3. 事業の概要	30
4. 環境整備の背景	30
5. 環境調査	31
6. 構想計画に当たっての制約条件	31
7. 構想計画	32
8. 計画素案の概要	32
9. 環境に配慮した用水路の整備状況	33
10. おわりに	35

1. はじめに

ここで述べる本地区の環境に配慮した全体基本計画は、現段階では事業所の素案である。全体基本計画は、平成5年度から財団法人農村環境整備センターに委託し、専門の先生方の御意見と関係市町・推進協議会の合意を得た後、最終的にとりまとめ、決定することになっている。なお、環境に配慮した水路の一部はすでに施工しているが、その実施に当たっては地元・関係市町の意向を踏まえ、造成費及び管理費等農家負担の調整を図った後、実施しているものである。

2. 地区の概要

本地区は、北は脊振山山系、南は有明海及び六角川、東は八田江川及び巨瀬川、西は牛津川、晴気川を流域界とする地区であり、河川の堆積作用と有明海の干潟成長に伴って実施された干拓によって干陸された海拔0～5mの低平地である。佐賀市の市街地及び散在する集落を除くと大部分が水田で、佐賀平野と呼ばれる優れた穀倉地帯となっている。

また、長年、用水不足と湛水被害に悩まされてきた地域であるため、かんがい期においては用水源、非かんがい期においては排水路として利用されてきたクリークが不規則に分布している地域である。近年、ほ場整備等により統合整備され昔ながらのクリークは消えつつある。

3. 事業の概要

基幹用水施設（嘉瀬川上流の北山ダム、川上頭首工、幹線用水路）は、昭和24年度～昭和48年度に国営嘉瀬川農業水利事業で造成されたが、近年、地盤沈下等によってその機能が大幅に損なわれ、用水配分に支障をきたし用水不足による被害が生じている。また、地盤沈下に加え都市開発の進展による流出形態の変化、有明海海岸部における干潟の発達等に起因して慢性的な湛水被害が顕著になっている。このため、平成2年度から、国営総合農地防災事業（複合型）を実施している（図-1）。

〔事業概要〕

目的 排水施設を新設し、排水機能の回復を行うとともに、用水施設の通水機能の回復を図り農地及び農業用施設を災害から守り、土地利用の高度化を実現して農業経営の安定と併せて、国土の保全を図る。

地域	佐賀市他9町	
受益面積	役11,600ha	
主要工事計画	排水機場	11ヵ所（新設）
	排水路	13km（改修）
	用水路	34km（改修）

4. 環境整備の背景

昔、クリークは子供達が水泳を覚えるために遊んだり、家庭の汁器を洗えるほど美しい水路で地域の生活に密着していた。市街地を通る幹線水路には、農作物等の洗い場となっている「たなじ」が設置されている。近年、混住化の進展で市街地

*九州農政局佐賀中部農地防災事業所

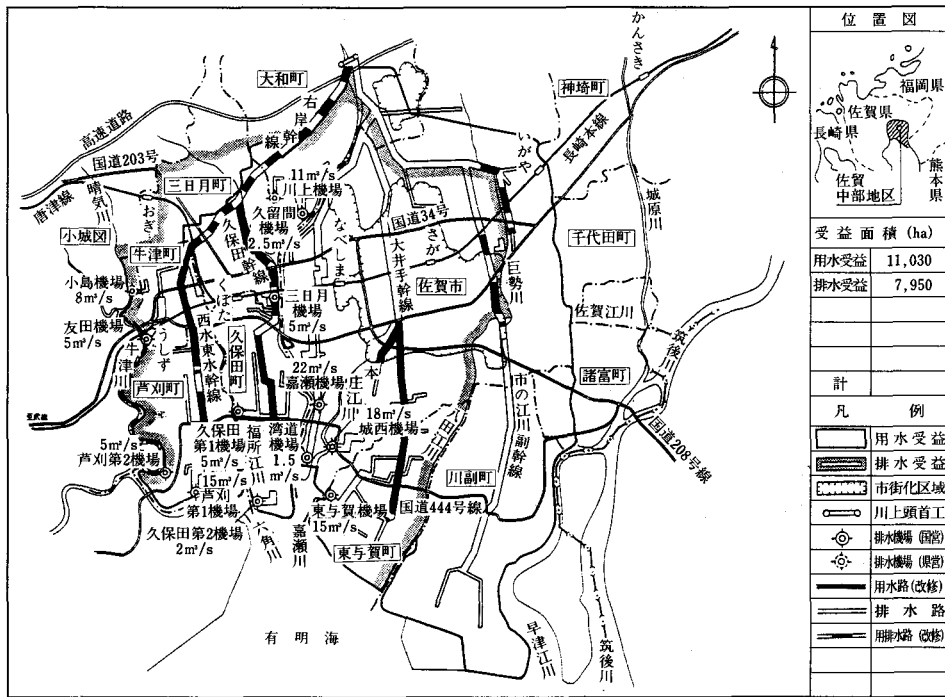


図-1 佐賀中部地区概要図

のクリークは農業排水路の機能を失い維持管理がなされず生活雑排水を流す下水道となっているところも一部にあるが、今でもコイ・フナ・ウナギ等が多数生息し、多くの人々が釣りを楽しんでいる。

この地域では水路等がつくる「水辺空間」を地域のアメニティ形成の環境資源として受け止めていることから、国営事業の実施に当たり、一体的に環境整備を計ることになっている。

5. 環境調査

環境整備を進めるに当たり、まず地区の状況を調査した。主な内容は下記のとおりである。

- ①水路沿いに見られる今後とも残しておきたい景観
- ②歴史文化施設・町並み等をふまえ、これらがどう地域の人々に利用されているか。(観光・見て歩き・サイクルロード)。
- ③水環境整備の実施及び計画等の状況(市町・県・建設省及び農林サイド事業の実施及び計画)
- ④風物
- ⑤農業用水路内に生息する水生動物(幹線水路での捕獲)。なお、農業用水路の水質調査は美し

い嘉瀬川からの取水であることから調査していない。

- ⑥クリーク水路等に生息するトンボなどの種類
- ⑦クリーク水路に繁茂する植物
- ⑧今も残る農村のまつり等

6. 構想計画に当たっての制約条件

(1)市街地を通る用水路の改修

「水辺空間」としての整備の要請が大きい市街地を通る用水路については、

- ①昭和48年度に嘉瀬川農業水利事業が完成してから20年が経過し、その間、市町の発展に伴い道路の新設等で暗渠構造が多い。特に、国・県道横断部については交通車両状況等から水路断面の拡幅は難しい。
- ②住宅が接近しているため水路断面の拡幅等に伴う新たな用地確保は難しい。このことから、環境に配慮した整備は嘉瀬川農水事業によって確保された管理用道路及び空地内(管理用地として水路に付帯しているもの)に限定する。

例えば、間知石積等の水路側壁や水生動物等のための魚巢ブロック・シェルター等の景観・環境に配慮した水路は、粗度係数が大きく、水路幅が

現況より広くなるため当地では施工出来ない。

(2)他事業との調整

農村部における環境に配慮した水路整備については、線的な連続性と親水機能付加のため水路断面の拡幅等新たな用地が必要となるが、

①本事業が改修（機能回復）を主とし、用地買収がほとんどない。

②この地域のほ場整備率は、85%（平成3年度：佐賀県平地部）で国営幹線水路沿いのほ場整備等はほぼ終わりつつあり、環境整備のために用地買収が伴うものは地元農家の理解を得られない。

このため、各市町の協力のもと、可能な限り他事業を取り組み一体的に環境整備を行う構想とする。

7. 構想計画

以下、項目別に述べる。

(1)農業用水路（本地区は大部分は開水路）

水路沿いに見られる残しておきたい景観に着目し、さらに地域景観及び水生動物にも配慮し、水路沿いを一体的に整備改修を行うことにより、地域住民の“水とのふれあい”“くつろぎ”空間を創造する。具体的には、

①水路改修に合わせ、小公園及び水路構造を美観に配慮し整備する。

②農業用水路内の水生動物（特に、ハヤ・フナ・ウナギ・タナゴ等が生息）に配慮し農業用水路と小池を直結し「よどみ」を設け渇水期などの一時的生息場所、産卵場所及び水草等エサの成育の場を目的とした施設を造り、この周辺に小公園を整備する。

また、農地内の単純な水路造成に当たっては、両側にフェンスと一体的に樹木（低木及び高木を組合せる。）を配慮し、農村景観をデザインしたい。

(2)排水機場及び排水路（クリーク水路）

排水機場は地域住民のコミュニティー広場に、又、排水路はそのクリークが持つ特有の自然資源を都市住民のレクリエーションの場として提供すべく整備を行う。具体的には、

①機场上家を地域住民のシンボルタワーとして従来からの箱型上家をやめ、親しみのもてる上家を建設する。

②排水路（クリーク水路）には、コイ・フナ・ウ

ナギ等が生息し、今も多くの人々が釣りを楽しんでおり「水面のウキと竿とむぎわら帽子の静かな農村風景」はぜひ残しておきたいと考え、クリークの持つ自然性が十分活用されるべく整備を行っていききたい。

整備後は若い人達のカヌー遊びも見られるものと思われる。

(3)整地池

国営事業で新規に造成する兵庫調整池付近には県が進めているほ場整備事業とその中に残るクリーク群を「水環境整備事業」で行うクリーク公園計画があるため、一体的に環境整備を行う。

(4)環境整備に伴う造成施設の管理のあり方

本事業の環境に配慮した施設造成については、国営総合農地防災事業推進協議会理事会で1市9町の首長から「環境整備に関する造成施設の管理は各市町が責任を持って実施し、造成費及びその管理に伴う費用の受益者負担はさせない」との決議がなされている。

8. 計画素案の概要

(1)用水路

①用水路沿いにある残しておきたい景観とあわせた整備

水路沿いの鎮守の森とあわせ水との触れ合いの場を設け、地域景観及びコミュニティー広場として整備する。

残しておきたい景観に水路と小池を直結し水生動物の渇水期などの一時的生息場所、産卵場所、水草等エサの成育の場を目的として整備する。

②水路沿いの環境整備

住宅密集地内を通る水路については、地域環境にマッチした道路及び植栽による整備をする。

農村地域に延びる水路両岸には、農村景観を樹木及び散歩道でデザインする。

用水路とクリーク水路が交差するところで用水路が水路橋兼管理橋の機能を持つものは、用水路上の通路と一体的に環境整備する。

(2)排水機場及び排水路

①排水機場

排水機場は、すべてクリーク水路（排水路）からの排水である。したがって、環境整備は周辺水路とあわせて実施する。

下記に2機場の例を示す。

当事業の最大（口径1800mm，3台）の排水機場で佐賀市のシンボルである鯨の門をイメージした建物（図-2）。

三日月町には、今も残る造り酒蔵が多いが、このイメージを生かした建物。

②排水路（クリーク水路）

排水路はなるべく自然に近いかたちで排水機場と一体的に整備し、所々に「水とのふれあい」「魚つり場」「こかげ」等を設け、排水路が地域住民の憩いの場となるべく整備する。

(3)調整池

兵庫調整池は、容量1万 m^3 （約100m \times 100m \times H2.5m）の排水の調整池で、最大流入量は、約27

m^3/s ，調整地の機能により農地の湛水面積と湛水時間を減少させる計画である。

現在、資源利活用と一体となった県営ほ場整備事業（干拓地等）とこの地域に残る最大のクリーク群をクリーク公園として整備したいとの地元要望に添い、このクリーク公園の水路（排水路）と直結する兵庫調整池においても水環境整備事業と調整しながら整備を進めることにする（図-3）。

9. 環境に配慮した用水路の整備状況

①大井手幹線水路（市街化区域を通る）

大井手幹線上流部は、佐賀市のほぼ中央に位置し、水路両側は、閑静な住宅街となっている。こ

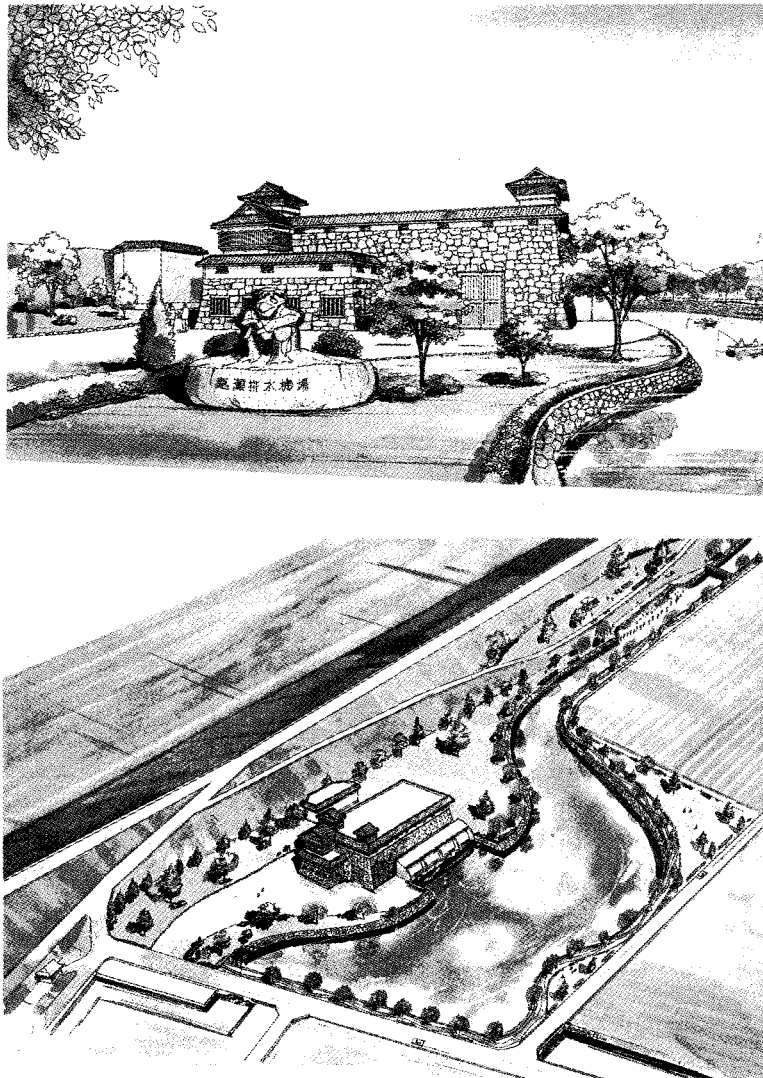


図-2

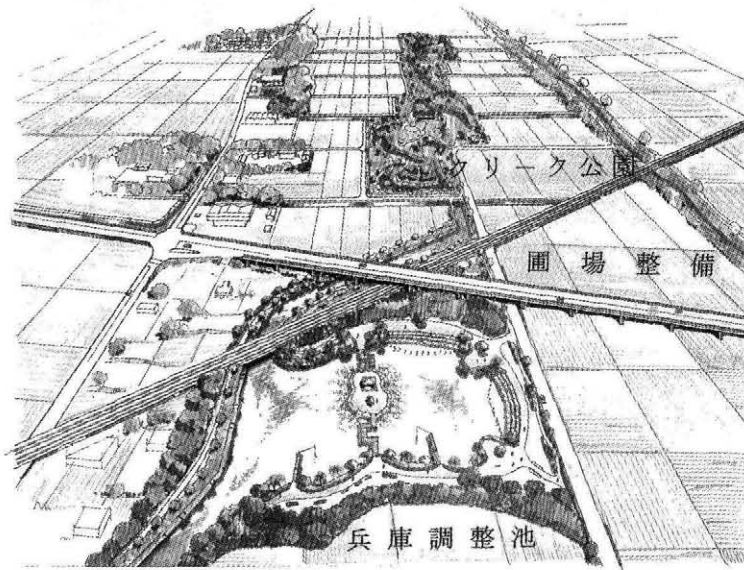


図-3

の幹線沿いには、歴史的にも重要なものがあり、特に、上流始点の道祖神社から鍋島直茂誕生地(えな塚)を経て下流の高伝寺(鍋島家・龍造寺家歴代の墓地で梅の名所)までは、佐賀市観光の一つ「城下町見て歩きコース(道祖元・高伝寺コース)」となっている。このため、年間を通じ参拝者や春の梅見客等で人通りはたえない。

そこで、町並景観とそこを流れる美しい農業用水で“心のやすらぎ”が得られる地域環境に配慮した水路構造を検討し、「カラー水路(御影石張りコンクリートブロック積)」を平成4年度に一部施工した。又、昔からこの美しい水路で農作物等を洗い朝夕の御婦人方の会話の場となっている「たなじ」を設置(改修)した。これらは、地域住民から高い評価を受けている。今後は、水路沿いの空き地(嘉瀬川農水事業時の管理用地として水路に付帯している)を利用し、水辺への階級、植栽等小公園的に整備することとしている。

施工写真を以下に示す。

左岸水路上の歩道は佐賀市負担による通学路(写真-1)。

水路右岸には、「やなぎ」及び「さつき」を植栽(写真-2)。

さらに、下流部(城西中学校前)には、水生動物への配慮として農業用水路と小池を直結し「よどみ」(渇水期などの一時的生息場所・産卵・水草等エサの成育の場)を設け、これを小公園的に整



写真-1



写真-2

備することとしている。なお、小公園整備のパέργラ、水道施設等は佐賀市が設置する(図-4)。②市の江川副幹線水路

現在、佐賀市の区画整理事業が進められており、

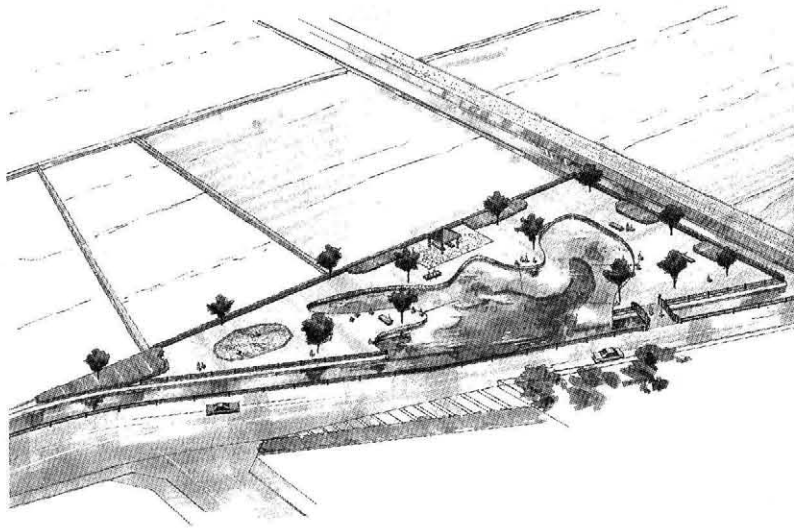


図-4



写真-3

この中を通る水路は、美しい農業用水にあわせ水路両岸に樹木を植え、地域環境と調和させた。樹木の選定に当っては、塩害・乾燥地に強く落葉の少ない「ウバメガシ」を植栽し、管理費用がかからないよう配慮した（写真-3、4）。

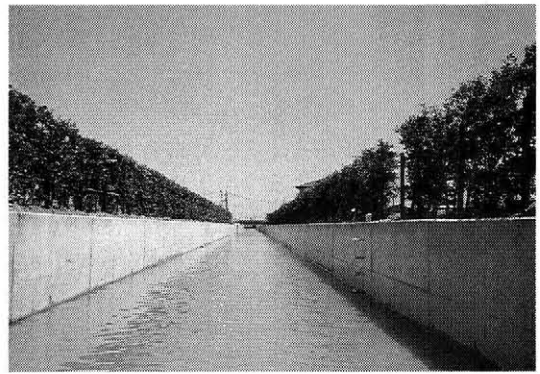


写真-4

の深い地域活動のひとつであり、今後の農業・農村の整備を進める中でたいへん重要で意義深いものである。我々も事業実施に当たっては、地域住民の声を十分に反映させ積極的に環境生態系に配慮した整備を進めて行きたいと思います。

10. おわりに

平成3年度施工した三面水路において、この水路沿いにある佐賀市城西中学校の生徒439人に農業用水路の重要性と水への親しみを体験してもらおうと、水路壁面に挑戦してもらった（写真-5）。これを機に、学校は農業用水路を校外学習の場として利用し、「つり大会」を開催、更に、水路内の空き缶拾い・管理用道路の除草の奉仕作業等が行われるようになった。景観など新たな視点にも配慮した農業用水路の整備が全国的に進む中で、これらの清掃活動は、環境整備とつながり



写真-5

華北（中国）における水資源と環境問題

Water Resources and Environmental Problems in North China

李 宝 慶* (Li Baoqing) 李 麗 娟* (Li Lijuan) 劉 静 航** (Liu Jinghang)
 (訳者 四方田 穆*** (Atushi YOMOTA))

目 次

- 1. 華北における水資源の概要36
- 2. 華北における主要な水資源開発とその有害性の問題37
- 3. 水資源問題に寄与する要素と戦略40

1. 華北における水資源の概要

全面積約420,000km²に及ぶ華北は、2省（山西省・河北省）、2市（北京・天津）、黄河(Huanghe River)の北岸までの河南省・山東省の地域、および内蒙古自治区と遼寧省の各一部にわたっている。半湿潤、半乾燥大陸気候・気温地帯に位置するこの地域の大部分では、年間降水量は500~600mmであり、これに対して年間平均の総水資源量は509.9億m³—地表水資源338.2億m³、地下水資源329.4億m³、それらの重複利用分157.7億m³—である。

この地域の水文流域(hydrographic net)は、8河川系統—南運河(Nanyun R)、子牙河(Ziya R)、大清河(Daqing R)、永定河(Yongding R)、潮白河(Chaobai R)、北運河(Beiyun R)、蘆運河(Jiyun R)および灤河(Luanhe R)—から成る海河(Haihe R)全流域、山西・北部河南省に位置する黄河支流、および独立した小流域—徒駭河(Tuhai R)、馬頰河(Majia R)、黒竜港・運東河(Heilonggang Yundong R)等の排水河道—の氾濫平野によって構成されている。黄河の主要支流は、汾河(Fenhe R)、泌河(Qinhe R)、黄河沿い小支流河川、金堤河(Jinti R)および衛運河(Wenyan Ditch)である。

この地域の環境は、洪水、干ばつ、塩類集積および侵食といった厳しい問題のため体質の弱いものとなっている。1950年代以降政府によって行われた多大な努力は、多数の水利事業を完成させてきた。1984年末までに、全部で194億m³の貯水容量

を有する29の大ダム、883,000箇所の電動ポンプを備えた井戸、およびいくつかの大規模取水事業—有名なものでは灤河から天津・唐山両市へ、青竜河(Qinglong R)から秦皇島市へ、黄河から天津市へ—が建設された。

これらの水利事業は、この地域の水資源利用率をそれまで以上に高め、水供給力を地表水で53%、地下水で83.5%、全体で68%、353~444億m³と（表-1）全国最高にすることにより、洪水、干ばつ、塩類集積および侵食に対する地域的な抵抗力を作り上げた。地方の水利事業は、都市および農村の毎日の生活とともに、地方の工業、農業用の水消費問題解決のために大きく貢献した。しかしながらこの地域は、経済発展および人口増加とともに水の必要度が急速に増加し、地方の水供給能力を超過したので、主な水不足地域の一つとなった。

表-1 華北における水資源の最近の利用割合 (%)

河川水系	地表水	地下水	合計
灤 河	60	66.4	65.5
北四河*	61	88.1	78.0
大清河	73	98.7	99.8
子牙河	62	100.0	77.0
漳衛河	73	68.4	74.0
黒竜港運東諸河	18	88.5	49.0
徒駭・馬頰河	17	55.1	44.0
華 北	53	83.5	68.0
海 河	58	82.4	73.0
黄 河	33	94.3	57.0

*北四河は潮白河、永定河、北運河および蘆運河を含む。

* 中国科学院地理研究所（中華人民共和国・北京）
 ** 中国科学院リモートセンシング研究所（中華人民共和国・北京）
 *** 岡山大学農学部

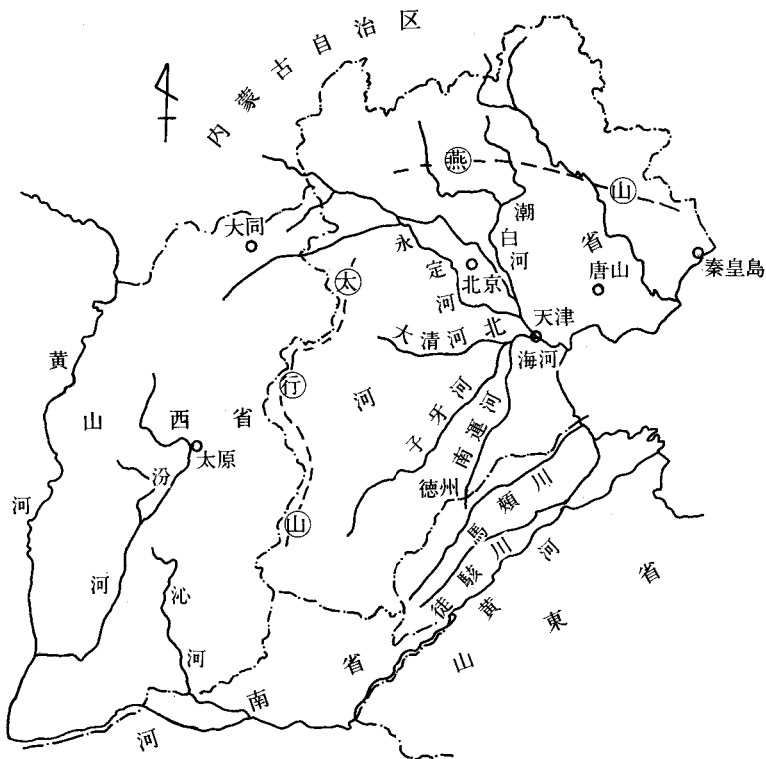


図-1 位置図

最近の華北における水の需要供給分析によれば、水資源の不足は36~140億m³ほどに達した。水不足は水質汚濁とともに、一連の問題となっている。

2. 華北における主要な水資源開発とその有害性の問題

水開発と利用の過程において、自然の物質循環の一部である自然の水循環の中で、重要な要素とその移動方向との間の相対的な量の関係が変化させられ、また水質が同時に変化させられた。北部中国における水資源の不足に原因する水資源の高度の開発によって、水収支の重要な要素は変化させられた。すなわち、流出量の減少、蒸発量の増加、水分の鉛直方向移動の強化、解放系から地域的閉鎖系への水循環型の変形、等が起り、その間、廃水の排出に比較して能力の低い水浄化処理システムに原因して、水域(water body)の汚染は不良状態からさらに悪化した。さらに、いくつかの水域は利用不可能となった。地表・地下両方の流出量の減少、および水域の汚染は一連の環境問題を引き起こした。

(1)水循環の重要要素の変化および水収支の変化に起因する諸問題

1950年代後半以降の水資源の開発と利用を通じて、水循環過程と水収支に大きな変化が生じてきた。それは次の三つの局面、すなわち流出量の減少、土砂の堆積、および塩分集積(salt accumulation)、の形で現れた。

1) 流出量の減少

上流流路区間での多数の貯水池建設に原因する下流流路区間での流量の急速な減少は、それに関連した海へ注ぐ流量の減少をもたらす。例えば、

表-2 海河流域における主要河川の干上がり(1986年)

水路系統	場 所	流出日数	干上がり日数
薊運河	九三莊(Jiawangzhuang)	29	330
潮白河	高樹閘(Ganshuizha)	55	310
永定河	三家店(Sanjiadian)	80	285
海河	海河閘(Haihezha)	91	274
大清河	興陔房(Xinggaifang)	104	261
子牙河	猷県(Xianxian)	19	346
南運河	北陳屯(Beichengtun)	6	359
漳衛新河	慶雲閘(Qingyunzha)	17	348

この地域の河川は長期にわたって干上がり、いくつかの河川では1986年を通じて僅か数日しか河川の流れがなかった(表-2)。1980年から1985年の間、河北省に流入する年間水量の減少で表せば、水量は1950年代に流入した水量99.8億 m^3 の31.3%である。流入水量の減少に加えて、地域で産出する水量もまた急激に減少した。平均的な地方産出水量は、1950年代の233.2億 m^3 から1980年代の77.1億 m^3 と減少した。すなわち、後者は前者の33%に過ぎない。

水資源の開発と利用は、さらに大規模カルスト泉の流量の減少をもたらした。山西省の12の大規模泉における現地測定結果によれば、1980年代の自然の流量は1950年代の値と比較して非常に減少している。そのうえ、12の大規模泉の3分の1、すなわち4泉では、流量は50%以下に低下し、時には枯渇した。有名な晉祠泉(Jinci Spring)の流量は1950年代には1.95 m^3/s であったが、1986年の最小時の流量は0.29 m^3/s しかなかった。晉祠観光は台無しになった。

水資源の急速な開発と利用は、水循環の一要素である海に注ぐ流量を急激に減少させた。華北において海に注ぐ流量は、1950年代には年間241.85億 m^3 であったものが1980年代初期には14.67億 m^3 となった。その間に、年間の流出総量に対する海への流入量の割合は、1950年代の64.5%から1980年代の10.3%に低下した。この急速な減少は、単に水循環過程を開放系から閉鎖系に変えたのみならず、華北における土砂流送の調和に影響を与えた。

要するに流出量の減少は、華北における水資源の供給と需要の関係を悪化させた。その間に、それは河道の枯渇化、堆砂、および塩分集積をもたらした。

2) 土砂の堆積

華北には288,000 km^2 の山林地帯があり、年間の平均土砂産出量は59,400万トン、侵食率(erosion modulus)は年間2,062トン/ km^2 である。この地域の土砂産出量の詳細は以下のとおりである。

年間平均34,100万トンに達する黄河流域の産出土砂は、汾河および他の河川の貯水池に堆積する約10%の産出土砂を除けば黄河に注ぐ。海河流域の産出土砂量は年間平均25,300万トンである。

貯水池や河道は山林地帯からの土砂の堆積によ

って埋まる。河北省の17の大規模貯水池の年間堆砂量は3,800万トン、官廳(Guanting)貯水池におけるそれは2,200万トン程度と見積もられている。この地域の無数に存在する中・小規模の貯水池を考慮するとき、全堆砂量は約8,000万トンに達する。

さらに黄河からの取水事業は、黄河の下流流路区間に接する平野へ相当量の土砂をもたらす。黄河からの取水による灌漑地区への堆砂は、黄河からの取水量の増加と共に年々増大している。例えば山東省内に注がれる土砂量は、1970年代の年間6,800万トンから、1980年代には年間9,000万トンに上昇した。灌漑用水路および放水路(escape canal)に堆積した約6,800万トンの土砂は水源水路に近い地域において飛砂障害を起こし、洪水排水能力を低下させる。そこで、土砂の堆積は、黄河からの取水によって灌漑を行っている地域での主要な環境問題となっている。

平野に流入した約12,500万トンの土砂がそこに堆積し、またそれ以外の12,800万トンが海に注ぐ河川流量によって河川負荷として搬出される。しかしながら、海へ注ぐ河川流量が年々減少するにつれて、平野での土砂堆積は増加する。その結果として、河道では河床の上昇が起こる。例えば繞陽(Raoyan)から安平(Anpin)に至る、流域面積62.5 km^2 の滹沱河(Hutuo R)の一部では、1950年代後半から1980年代初期までの間に1,500万トンの土砂が集積し、藁城(Gaocheng)から無極(Wuji)に至る河道の河床は平均2 m上昇し、560万トンの土砂がそこに集積した。新子牙河道における正味の土砂堆積量は、1967年から1985年の間に569万トンに達し、堆積河道長は39.5 km であった。土砂の堆積は河北平野における主要洪水排水能力を48~91%低下させた。

3) 塩分集積

水資源の高度な開発と利用、海へ注ぐ流出量の急速な減少、および黄河から取り入れられた水の使用によって、塩分がこの地域に集積した。華北の平野および貯水池における年間塩分集積量は平均して3,200万トンと推定されている。河北平野の清北(Qingbei)および滄州(Cangzhou)では常に塩分集積が起こっており、その結果、河川の塩分濃度は上昇しがちである。

黄河からの取水による灌漑地域は河北平野と同じ状態にある。山東省では、年間240万トンの流入

塩分が同じく年間100万トンの塩分の少ない流量と一緒に、年間140万トンの塩分集積となっている。塩分集積は、特に黄河からの取水によって灌漑を行っている地域において、土壌の塩類集積(salinization)をもたらしているようである。土壌の塩類集積は、地下水位の上昇が注意深く制御されない限りいつでも生じるであろう。

(2) 地下水の過剰開発に原因する環境問題

1970年以来、華北では多数の井戸が掘削されてきた。1980年以来干ばつが以前よりひどくなったため、地下水の過度の開発が広く行われ、また地表水の利用割合が高くなったため、流出は年々減少している。統計資料によると、華北における地下水の過度の開発の累積は250億 m^3 (河北平野では200億 m^3)を越えた。

地下水の過剰開発は地下水位の継続的な低下と地下水の枯渇の原因となり、地域的円錐状地下水位低下(areal cone of depression)を形成し、そして地盤沈下、海水侵入、飲料水弗素中毒症(fluorosis)やその他の問題を引き起こす。それらの中で最も有害なものは地盤沈下と弗素中毒症である。

1) 地下水の地域的円錐状低下

浅層および深層地下水の過度の開発は地域的な地下水位円錐状低下を形成する。ほとんどの円錐の中心は、都市と工鉱業地域の真下に位置する。さらに深層地下水の大規模円錐状低下は、深層地下水が灌漑用水源となっている地域に形成される。華北では、浅層地下水は8~10m低下し、円錐面積は20,000 km^2 に及び、円錐地域の中心の水位は20~40m低下して来ている。北京は現代の縮図である。北部平野の東部では、深層地下水の円錐は22,000 km^2 に及び、水位は年に3~5mの速度で低下している。天津、滄州および太原はそれらの中でも最悪である。北部平野の中央の冀 棗 衡(Jizao-heng)円錐のように、浅層と深層の複合円錐もある。

北京は浅層円錐のモデルである。1961~1985年の期間に、そこでの地下水の過剰開発は累積36.5億 m^3 となり、その結果、西部郊外の地下水位は10~15m低下し、1,850 km^2 の円錐面積が形成された。北京のすべての帯水層は殆ど枯渇している。

滄州は深層地下水円錐のモデルである。1983年には円錐は小規模であった。そのあとは冀 棗 衡、天津および德州円錐と統合して、14,000 km^2 以上の面

積を有する一つの新しい大規模円錐を形成し、その中心部の水位は、1988年には地表面下80mまで低下した。

河北平野中央の冀 棗 衡円錐は面積が5,022 km^2 で、中心部の地下水位は地表面下62mであった。

円錐状地下水位低下は電動ポンプ井戸に損害を与え、井戸の産出量を減少させ、泉を枯渇させ、その結果、水供給は以前より一層不足した。

2) 地盤沈下

地盤沈下は被圧地下水層からの水放出、および地下水の過剰開発の結果生じる。粘土が過度に圧縮されたことによって生じた地盤沈下は、もしも地下水位が元の位置に復したとしても元には戻らない。

華北における地盤沈下は主として天津、北京、滄州および太原で起こっている。地盤沈下は天津の全市で生じ、地面の最大沈下量は2.59mに及び、10 km^2 以上の面積にわたって沈下量は2m以上に達する。塘沽(Tanggu)区の上海通りは現在海面下にある。北京では、最大沈下量は0.59mに達し、沈下は600 km^2 以上の地域に及んでいる。太原の地面は1.38m沈下している。

3) 海水浸入

海水浸入は海水が地表または地下の経路を通過して帯水層に浸入し、淡水を塩水化する現象である。沿岸帯(Littoral zone)の海水と淡水は、海岸線に隣接する境界面(interface)を持つ。地下水の過剰開発はこの接触面を陸側に移動させ、地下水のCl-濃度は300 mg/l を越える。海水が秦皇島市の桃源(Taoyuan)水源に浸入した後、水供給プラントは被害を受け、水開発は減少した。また、海水浸入は滄州でも起こっている。

4) 風土病の弗素中毒症

近年滄州で地表水および浅層地下水が枯渇したため、水供給開発としてF-濃度が1 mg/l 以上の高弗素深層地下水を開発した結果、風土病の弗素中毒症をもたらし、人間の健康に害を与えた。そこで、風土病の弗素中毒症が主な環境問題化した。一般に、華北の東部地方の深層地下水は弗素の高い濃度を示す。とくになかでも広域にわたっている第3帯水層(third aquifer)は最もF-濃度が高い。統計資料によれば、河北省の黒竜港では1987年の弗素中毒症患者数は1984年より41.7万人増加していた。病気汚染地区の風土病弗素中毒症の伝播は、

飲料水の弗化物含有量および人々が弗化物を含む水を飲んだ年数と高い相関を有する。弗素中毒症によって身体障害者となった患者は重大な社会問題となっている。

(3)水質汚濁

水量は水質を伴って水資源を形成する。一方で、水量の減少は水系の希釈および自浄能力を弱め、水質の一層の悪化をもたらす。他方、汚濁は清浄水を利用不可能とし、利用可能水量を減少させる。

華北における地表水の汚染源は主に都市および工業の汚染点源(Point source)である。この地域の全下水量の77%は工業からで、残りは家庭廃水である。主な汚濁物質は有機物、窒化物およびフェノールである。14の州及び都市では、それぞれ日々下水量が10万トンを超え、水質汚濁予防・制御の焦点となっている。地域的な分布としては、水供給が極度に不足している地域が非常な汚染地域である。水質汚濁は地方の状況を悪化させる。

華北では地下水汚濁が現れかけており、悪化しつつある。地下水汚濁は都市や田畑からの地表流出によって生じる。都市の工場地帯では、地下水汚濁の他のいかなる場所よりもひどい。

3. 水資源問題に寄与する要素と戦略

以上述べたように、華北において水資源問題に本質的に寄与している要素は水資源の不足と水質汚濁である。水資源の不足は主に水消費の急速な増加と水質汚濁、それに加えて地方の自然条件の脆さによって引き起こされている。したがって、水資源の不足は地方の環境と同時に、人口の増大と経済の発展によってもたらされている。

(1)脆弱な自然条件

半湿潤-半乾燥地帯に位置する華北において、降水は季節または年間を通して不均等に分布し、生態環境条件は脆弱であり、降雨流出は年間を通じて調整が困難である。高水期には洪水と浸水がしばしばこの地域を襲い、他方そうでない期間には干ばつが打撃を与える。さらにこの地域の降水は地方によって異なった分布をし、燕山・太行山脈(Yanshan-Taihangshan Mountain)の前面地域では降水量は年間700~800mm、平野部の東部では年間500~600mm、山西流域では400~500mmである。結果として、この平野と流域の水資源はもともと不足している。

干ばつと洪水がしばしば華北を襲う。統計資料によれば、1368年から1948年までの581年の期間を通じて、干ばつと洪水は交互に790回、殆ど毎年一回河北省を襲った。1970年から1987年までの間、河北省はおもに干ばつに見舞われ、被害を受けた面積は12年間に267,000ha以上であった。この12の特定年のうち9年において、被害は毎年667,000ha以上-大規模被害は180万haの面積-を襲った。おびただしい農業用水利用と不十分な灌漑用水は、頻繁な干ばつ、洪水被害、および強い蒸発によるためとされている。河北において10年間絶え間なく続いている水不足は環境を悪化させている。下流流路区間は、長年続く干ばつと、貯水池での水保存の減少のために干上がっている。

この地域は単一降雨地域(one single rain region)に位置しているので、地域内での調整が困難である。華北では土壌と水の損失が激しい。山西省西部の黄土(loess)丘陵地域では、侵食率は年当たり5,000~10,000トン/km²に及び、この地域南部の黄土渓谷では、10,000~20,000トン/km²・年に達する。侵食率は河北省の山間地域では年間平均588トン/km²であり、年間土砂産出高は6740万トンである。激しい土壌と水の損失は下流流路区間に於て貯水池や河道での土壌堆積をもたらす。

(2)水不足

華北は水資源不足の厳しい地域であって、その人口は全中国の人口の12%、農地面積は全国農地の14%を占めながら、水資源は全中国のその2%以下にすぎない。そこでの水産出率(water yield modulus)は中国平均の41%であり、一方、人口密度と土地の耕作率は国の平均の3倍以上に高い。したがって、人口当たり及び農地μ-(mu, 訳者注: 畝・1/15ha)当り水資源量はそれぞれ389m³/年、242m³/年で、国の平均値よりも非常に少なく、中国の大規模流域の中では最低である。人口の増加、および農業・工業の発展に伴って、これらの値は一層減少するであろう。

華北では石灰資源は豊富である。例えば確実とみられる石灰埋蔵量は2,035億トンで、国の埋蔵量の3分の1にあたる。1983年の華北における石灰採鉱は2.3億トンであった。4大油田-勝利(Shengli)、中原(Zhongyuan)、華北(Huabei)および大港(Dagang)-もまたこの地域に位置する。石灰の採鉱および石油の埋め合せ(recovering)は多

量の水を必要とする。石灰1トン当りの水消費は2m³、石油1トン当りのそれは3m³以上である。このように、この地域におけるエネルギー生産が水資源不足を悪化させている。

(3)水資源の供給力を越えた経済発展

工業と農業の発展および灌漑面積の拡大とともに水需要は急速に増大し、人口増加は日々の生活における水の必要を高め、その結果水供給は需要に追いつかない。1987年における923万haの効率的な灌漑面積は134万haに過ぎなかった1949年の灌漑面積の3.6倍以上に達した。灌漑用水量332億m³は社会的な水消費量全部の75.9%を占める。灌漑用水の増加と水利用の増分が数倍になったことが、この地域の水資源不足を悪化させている。

急速な都市化とともに集中的な水供給の必要が同時に増加した。華北における都市化は29%であり、それは京津唐地域の50%である。1984年には、華北の市および町での家庭水消費は年間15.8億m³、工業の水消費は57.8億m³で、この数字は1949年の10倍の多さである。水不足は中国の都市、特に北京、天津、唐山、太原、大同および他の主要都市で一般的なことになっている。

この水不足は、都市での工業の発展と人口増大が水資源供給力を上回ったことを示している。都市の人口増加および国民の生活水準の上昇とともに、都市での日常生活による水消費とそれが全社会の水消費に占める割合は急速に増加するであろうし、とかくするうちに、都市用水供給の危機は悪化するであろう。

(4)経験不足と管理不備

水資源問題は、自然状態および社会・経済開発に関係するのみならず、水資源管理および水循環則についての知識にも関係する。水の再循環則、ならびに水域間での交換関係が十分に理解されず、また管理が不十分であったため、水資源問題が引き起こされた。この問題は、いくつかのことを指摘するとすれば、水資源に関する乏しい知識、水資源を考慮しない経済開発計画、合理的でない貯水池の処理、操作・同一層・同一地域内でさえも集中した井戸の位置、および深層地下水供給の過剰見積り、によって悪化した。

水資源の管理組織は合理的なものではない。水源、供給、水消費、および汚水処理はそれに応じて5部局で管理され、そこではそれらが全体とし

ては考慮されていない。

(5)水資源の激しい浪費

現在、華北における効率的な農業用水利用は僅か0.3~0.5で、先進諸国のそれよりはるかに低い。工業における水の再利用率は50~60%で、一方先進諸国ではこれが80~90%である。また日々の利用の中で、水の浪費が多い。これらのことが水資源不足と水質汚濁の危機を一層悪くする。

水資源問題と上述の原因を考察するとき、それらを扱う戦略は以下の局面を含むべきである。

1) 節水的な経済・社会の創設

華北における国民一人当りの水資源は400m³以下に過ぎないから、水消費効率は水供給に合うように高められなければならない。現在、農業的水利用を減少させる次のような方法を拡大することによって、農業における水資源節約の大きな可能性がある。散水および点滴灌漑技術、プラスチック管送水、管網配管組織、プラスチック・フィルム被覆技術、などである。研究を奨励し、利用可能な低価格の散水および点滴灌漑施設を生産するために、これに関連した優先的政策が必要である。その間、農家は財政的に援助を受け、技術的訓練が付与される。

工業における水利用の増加速度を工業生産の増加速度よりも低くするために、我々は水の再利用効率を一層高め、また不合理な技術や設備を改め、工業用水消費を減少させるために非汚染（汚染させない、または汚染度を低くする）技術を採用すべきである。水不足の厳しい都市については、その工業構造を再調整すべきである。さらに我々は新たな企業を建設するに際して、水資源の条件と制約を慎重に考慮しなければならない。研究の活発化、節水的衛生施設、および水の自由な消費の全面的撤廃が、都市における家庭水消費の節水能力を高めるために導入されるべきである。

2) 水資源の適切な管理と合理的利用

水を合理的に使用するためには適切な管理が必要である。黄河地域では、水利用を節約するために以下の方法が適用されるべきである；適切な政策と方法、井戸と水路の結合、中央管理による水の割当。

一つの効果的方法は水の価格を高くすることである。現在、工業・農業用消費のための水の価格は水供給にかかる費用よりもはるかに安い。水の

無駄な利用や価格間の費用の均衡に支出されている基金は、水を効率的に使用している企業への報奨金に変えるべきである。さしあたり、水の合理的、経済的利用を認識するために、我々は質にあった価格制度、質に従った水の割当を採用しなければならない。最近の行政組織を改革し、水資源規制の統一化を図ることは急務である。海外にはこのような観点からの考慮に値する多くの成した経験がある。

環境の状態を改善するために基底流量を河道に確保し、地下水の過剰開発を厳しく制限し、また深層地下水を予備の水資源として利用することによって、貯水池の最近の処理と操作を改めるべきである。

3) 新しい水資源の開発

水の節減に関する域内での改善の過程において、黒竜港における弗素中毒症問題の解決や水供給不足をある程度解決するために、我々は揚子江や黄河からの取水など、新しい水資源開発について活動しなければならない。

海岸の都市にあっては、淡水の需要を減少するために海水の利用を一層拡大しなければならない。河北平野の半鹹水(汽水)資源は、錆止め問題さえ解決できれば、工業における冷却水として利用可能である。

汚水の再利用もまた水不足地域において一つの重要な手がかりである。それには二つの利点がある。その一つは汚濁の軽減であり、他の一つは淡水の需要を緩和することである。

4) 汚水処理能力の改善

汚水処理は水質汚濁問題を解決するための鍵である。先進諸国では、2次汚水処理の割合は80%以上に増加し、水質汚濁の問題は徐々に解決されてきている。汚水処理のための投資は増加させなければならないし、2次汚水処理の割合を50%以上、そしてさらに向上させるよう、多大の努力が行われなければならない。処理された水は工業や農業で利用可能であり、かくして、灌漑される圃場および植物の品種の包括的な計画と管理が、地表および地下水を汚染から防ぐために必要である。

参 考 文 献

- (1) 中国科学院地理研究所：1990，華北における水資源の合理的開発と利用(中国語)，水利電力出版社
- (2) 李宝慶ほか：1990水資源開発に与える環境的インパクト(中国語)，科学出版社
- (3) 李金昌：1988，中国における資源と環境(中国語)，新華出版社
- (4) 曲格平ほか：1987，世界における環境問題の発展(中国語)，中国環境科学出版社
- (5) 唐以劍ほか：1989，中国における経済発展の中での水質制御問題(中国語) Acta·Geog·Sinica, Vol.44, No.3, pp.302~313
- (6) 碁文正：1988，日本における水質汚濁制御政策(中国語)，世界環境，No.2, pp.15~18
- (7) Hiroshi UNE：1988，日本における地盤沈下状況とその制御(中国語)，世界環境，No.4, PP.28~31
- (8) WILLIAMS, W.D.：1989，河川の塩分化(中国語) 外国環境科学技術，No.1, PP.12~17
- (9) 聶璋義：1989，英国における水供給と排水の調査(中国語)，外国環境科学技術，No.1, PP.5~7
- (10) 干国政：1989, USSRにおける地域環境調査の進歩(中国語)，外国環境科学技術，No.1, PP.7~11

訳者注；本文は文部省科学研究費補助金—国際学術研究・共同研究(代表者岡山大学教養部大滝英治教授)—によって、1992年7月16~17日に中華人民共和国北京市の中国科学院地理研究所で開催された「第2次中日生態環境物理学術交流会」の席で、李宝慶氏によって発表されたものを骨子として、後日作成された(原文は英語)ものである。

なお、日本語訳に際して、水文用語は主として水利科学研究所「水文用語集(1975年)」によった。

訳者：岡山大学農学部 四方田 穆

倉橋ダムの盛立施工管理について

浦山 博幸*
(Hiroyuki URAYAMA)

目 次

1. はじめに43
 2. ダムサイトの地形・地質45
 3. 盛立仕様の決定45

4. 施工管理結果について48
 5. 築堤中のダム挙動55
 6. まとめ55

1. はじめに

倉橋ダムは、県営防災ダム事業として奈良県桜井市大字倉橋に昭和32年に築造された「倉橋溜池」に、治水機能を持たせた防災ダムに改修することを目的として建設された傾斜遮水ゾーン型アースフィルダムである。

既設の倉橋溜池は、貯水量170万³m、堤高31.5mの中心コア型アースフィルダムで、桜井市・橿原市・田原本町にまたがる約1,000haのかんがい受益地を持つ農業用溜池である。

本事業は昭和62年度に採択され、昭和63年度に仮締切堤及び工事用道路が完成し、平成元年度より本体工事に着手した。

倉橋ダムの構造は、図-1に示す標準断面図の通り、旧堤を掘削し、その上流面にコアゾーンを配する傾斜遮水ゾーン型アースフィルダムである。よってコアゾーンは遮水性のみならず堤体の安定性にも大きく関与している。倉橋ダムの諸元について表-1に示す。

盛立材料については、図-2に示す通りである。この中でも、コア材の確保については、下り尾土取場、笠間土取場で当初計画していた賦存量通りに採取できず、最終的には、ダムサイトより15km離れた友田土取場からも採取するに至った。

対象材料の物理特性及び透水試験結果より、下り尾材は単独材、笠間・友田材については、旧堤掘削土の粗粒材とのブレンド材とした。その他の材料については、フィルター材等の購入材を除いては、すべて旧堤掘削土の流用と池敷内土取場から確保した。

盛立開始に当たっては、実施工に先立ち、笠間材を用いてコア材の盛立試験を実施し、盛立仕様（転圧機種、転圧回数、撒き出し厚、ブレンド比）を決定した。

フィルダムなどの土構造物は、コンクリート構造物に比べ材料の均一性という点でははるかに低い。そのため、設計数値の確認、すなわち施工管理が重要な要素となる。各ゾーンについては、それぞれの数々の品質管理試験が実施されている。

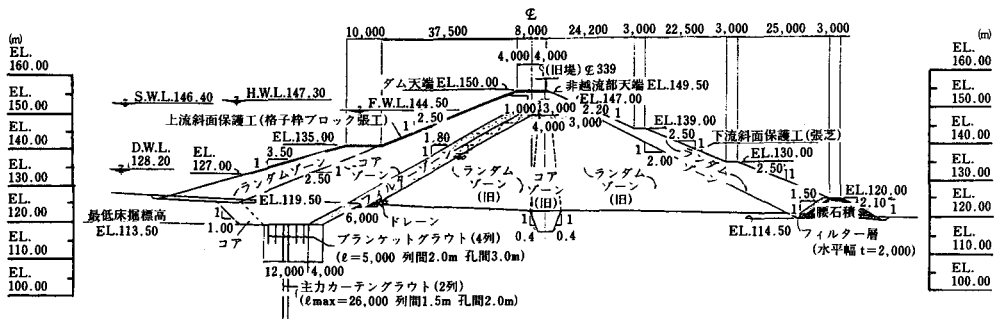


図-1 倉橋溜池堤体標準断面図

*奈良県倉橋防災ダム建設事務所

表-1 倉橋ダム諸元

一般	位置	奈良県桜井市倉橋地内	洪水	型式	自由越流式側水路型
	基礎	領家花崗岩類		設計洪水量	Q=89 m³/s
貯水池	流域面積	A=1.2 km²	水吐	越流堰長	L=29.50 m
	総貯水量	V=1,900 千m³		越流水深	h=1.20 m
	有効貯水量	V=1,858 千m³		越流係数	C=2.05
	常満水位	EL=144.5 m		減勢型式	強制跳水型VSBRIII型
	設計洪水位	EL=147.3 m		ゲート型式	—
取水施設	型式	鉄筋コンクリート取水塔	仮排水路	型式・内径	トンネル型式ホロ型 2r=1.8 m
	最大取水量	Q=2.37 m³/s		設計流量	Q=7.0 m³ 確率1/10
	流入流速	V=3.0 m/s		最大流速	V=6.28 m/s
	流入水深	h=1.50 m		勾配延長	I=1/50 L=288 m
堤体	型式	傾斜遮水ゾーン型アースフィルダム			
	堤高	H=36.5 m			
	堤頂長	L=250.0 m			
	堤頂幅	B=8.0 m			
			堤体積	V=242 千m³	

堤体材料	ゾーン区分	数量千m³	C(t・m³)	φ (度)	γt(t/m³)	K(cm/s)
堤体材料	コア	126.0	2.0 (4.5)	31 (6.5)	1.93	≤ 1 × 10 ⁻⁵
	上流ランダム	38.0	2.0 (4.0)	36 (10)	2.03	≥ 5 × 10 ⁻⁴
	下流ランダム	51.0	2.0 (4.0)	36 (10)	2.03	≥ 5 × 10 ⁻⁴
	腰石積	5.0	0 (0)	40 (40)	1.84	≥ 1 × 10 ⁻³
	フィルター	22.0	0 (0)	35 (35)	2.00	≥ 5 × 10 ⁻⁴ (~ 5 × 10 ⁻³)

() 内は、完成直後全応力表示

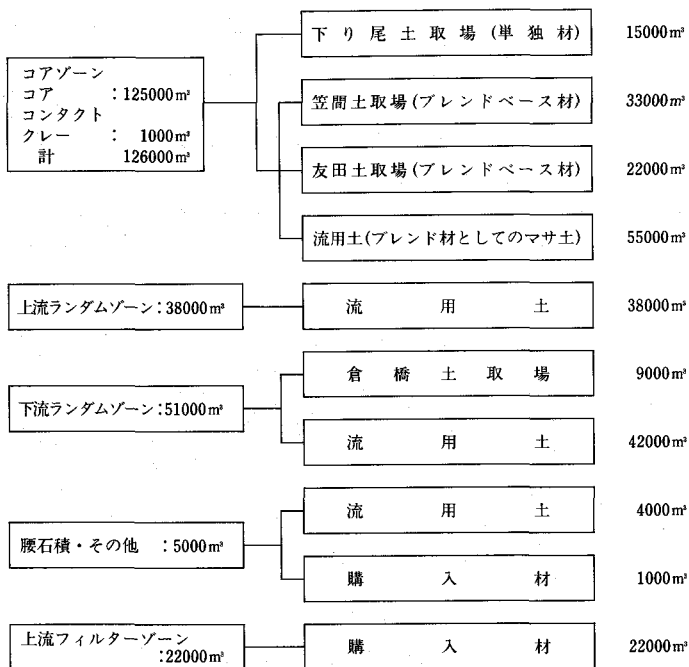


図-2 盛立材料流用計画

本報文中では、特にコアゾーンに的を絞って、品質管理実績に基づく盛土の施工管理結果と築堤中の埋設計器の稼働状況について紹介する。

2. ダムサイトの地形・地質

ダムサイトは、桜井市大字倉橋地先に位置する。この地域は、大和川の支流である粟原川と寺川に挟まれた山地を北東に流下して粟原川に合流する支谷に位置する。ダムサイトの地形については、右岸側では、NW—SE方向の尾根をEL.150m付近に造成し、集落が形成されている。その民家の周辺の土地は、畑地及び水田に利用され、用地的な余裕はない。一方、左岸側では、NE—SW方向の稜線を有すEL.200m級山体のNW—SE方向に張り出した尾根を開削し、旧堤の洪水吐及び周回道路がある。付近に民家はなく、ほとんど雑木林及び荒地である。旧堤下流側には、EL.130～140mの平坦地が、幅50mで存在している。これらの平坦地はいずれも水田として利用されている。

地質についてであるが、ダムサイトは、中央構造線の北側のいわゆる領家帯に位置する。周辺地質の地質層序は、下位より、領家複合岩類、新規領家花崗岩、室生火山岩類、神戸層群相当層、大阪層群相当層及び沖積層である。貯水池周辺には、領家複合岩類の粗粒花崗岩類が分布している。本層は、河床部では比較的新鮮(CM級)な岩盤がみられるが、山頂部に向かいマサ(オニマサ)状の風化帯が厚くなる。貯水池右岸側には、名張断層の延長に当たる断層が推定されている。

3. 盛立仕様の決定

①各土取場の概要の施工管理基準の決定

(1)貯水池内土取場材の性状

貯水池内土取場材である粗粒マサの試験は、昭和62年から平成2年にかけて実施し、これより、粗粒マサの性状は、

自然含水比	4～13%	(7.2)
比重	2.64～2.73	(2.67)
礫率	9～55%	(29.9)
74 μ 通過率	5～15%	(8.7)
塑性指数	NP.	
最大乾燥密度	1.81～1.98tf/m ³	(1.886)
最適含水比	11～16%	(10.9)
統一分類	SW～SM	

()内は 平均値

であり、粒度組成のよい砂～砂質土で、自然含水比が最適含水比—3%程度と乾燥側であることが判明した。

(2)下り尾地区土取場材の性状

当土取場材については、昭和62年度に調査・試験を実施している。その結果、流用可能材料は、

Fd1 (C) 土石流堆積物(細粒)

Fd1 (S) 土石流堆積物(粗粒)

Gr [DL] 花崗岩風化土

である。以下にその物理、力学特性を示す。

【A】物理特性

(イ)粒度特性

下り尾地区材の物理特性を表-2に示した。Fd1 (C)については、Rp(細粒分含有率) \approx 40～50%で比較的均質であり、単独で流用するには、施工性・強度定数から判断すると若干Rpが大きすぎると推察される。また、Fd1 (S)については、花崗岩礫が土砂化し混入されているため、Rp \approx 20～30%と遮水材料としては良好な値となる。一方、Gr[DL]についてはRp \approx 20～30%程度と、遮水材料としてまずまずの値である。

表-2 下り尾地区材の物理特性

	自然含水比 WI(%)	比重 Gs	塑性指数 Ip	細粒分含有率 Rp(%)
土石流堆積物(細粒) Fd _{1(c)}	34～45	2.75～2.81	31～36	36～49
土石流堆積物(粗粒) Fd _{1(s)}	26～33	2.72～2.79	16～35	20～32
強風化花崗岩 Gr(DL)	20～23	2.70～2.73	18～22	18～28
細粒土石流(Fd _{1(c)}) +粗粒マサ=1:2	23	2.69	27	23
細粒土石流(Fd _{1(c)}) +粗粒マサ=1:3	20	2.69	25	20

(イ)自然含水比

自然含水比は粒度特性の影響を色濃く反映し、細粒分の多いものほどその値は大きい。すなわち、Gr [DL], Fd1 (S), Fd1 (C)の順に値が大きくなっている。

(ウ)比重

比重も粒分含有率に影響され、砂質土より粘性土の方が大きくなっている。したがって、Gr [DL], Fd1 (S), Fd1 (C)の順に値が大きくなっている。

(エ)コンシステンシー

コンシステンシー試験から遮水材料としての判定に流用するものとして、土の塑性状況の含水比分布幅を示す塑性指数(Ip)があげられ、一般には $I_p \geq 15$ が一つの目安とされている。

Fd1 (C), Fd1 (S) 及びGr [DL] はすべて $I_p \geq 15$ で遮水材料として良好な値を示している。また、これらは塑性図(図-3)によると、ほぼA線上に分布することが読み取れる。

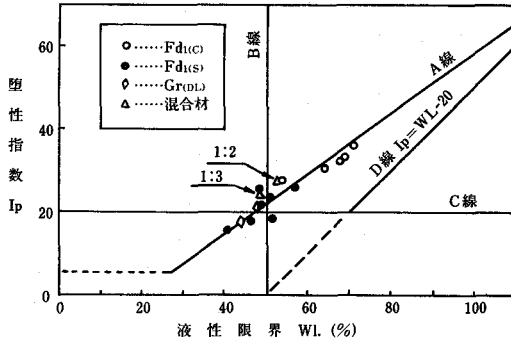


図-3 下り尾地区材の塑性図

【B】力学特性

Fd1 (C), Fd1 (S) 及びGr [DL] のうちFd1 (C) については次の目的により貯水池内土取場に分布する粗粒マサとの混合を考えた。すなわち、Fd1 (C)の粒度組成は、遮水材料としてやや細粒である。そのため、粗粒マサを混合し、セン断、圧密の特性等の向上を計るとともに流用量の増大を計る。

試験混合比については、 $R_p \geq 20\%$ を目標とし、Fd1 (C) : 粗粒マサ = 1 : 2 と 1 : 3 (乾土比) に決定した。

(ア)締固め特性

図-4 に示されるように、

$$\gamma_{dmax} = 1.6 \sim 1.7 t/m^3$$

$$W_{opt} = 18 \sim 22\% \text{ (但し, } E_c = JIS \times 100\%)$$

であり、比較的その幅は狭い。ここで、自然含水比と最適含水比との差は $1 : 3 < 1 : 2 < Gr [DL] < Fd1 (S)$ となっている。Fd1 (S) の自然含水比が、D95wetより2%程度湿潤側にあることが特徴としてあげられる。

(イ)せん断強度特性

各試料について実施した三軸圧縮試験結果を表

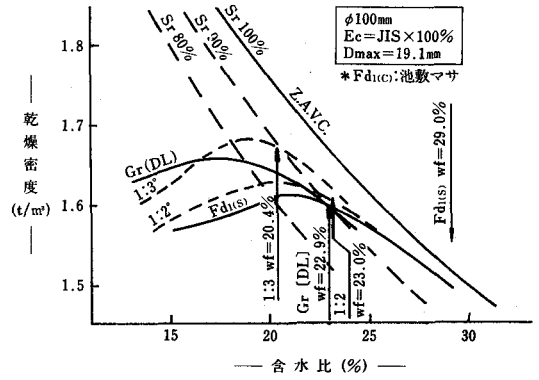


図-4 下り尾地区材の締固め試験結果

一3に示す。これによると、各試料とも各試験点間で次のような傾向が伺える。U-U条件(完成直後の強度)において、供試体初期飽和度の増加に伴い、特に内部摩擦角成分の低下が著しい。また、C-U条件(完成経年度の強度)では、同一試料では圧密の影響より強度の差異はほとんど認められなくなっている。

(ウ)圧密特性

圧密試験結果から、フィルダムの設計に用いられるものとして次のものがあげられる。

圧密係数(Cv) ……圧密の進行速度(過剰間隙水圧の消散速度)

圧密指数(Cc) ……堤体の変形に対する抵抗性の目安

荷重-沈下率曲線…堤体の沈下量

Hilfによる全応力間隙圧曲線

……築堤過程における過剰間隙水圧の発生割合

表-4に示す試験結果によると、全般に細粒なものほど、また、高含水比なものほど、

- ・圧密の進行速度が緩やか(→Cvが小さい)
- ・堤体の変形に対する抵抗性が小さい(→Ccが大きい)

- ・堤体の沈下量が大きい。
- ・過剰間隙水圧の発生割合が大きい。

等の傾向を読みとることができる。

また、このうち圧密係数Cvは、混合比1 : 2材のD95wet試料で、 $1.9 \times 10^{-3} \sim 3.1 \times 10^{-2} (cm^2/sec)$ とやや小さな値を示すが、他試料は $10^{-2} (cm^2/sec)$ オーダーにあり、遮水性材料として一般的な値を示す。一方、圧縮指数Ccは、変形上 $Cc < 0.2$ となる材料が好ましいとされており、試験結果では、い

表一三 下り尾地区材 三軸試験結果

試料名	供試体初期条件					三軸圧縮試験			
	乾燥密度 γ_d (g/cm ³)	含水比 w (%)	湿潤密度 (g/cm ³)	間隙比 e	飽和度 Sr (%)	U-U		C-U	
						粘着力 C (t/m ²)	摩擦角 ϕ (度)	粘着力 C' (t/m ²)	摩擦角 ϕ' (度)
Gr [DL] D100 Wopt	1.660	18.0	1.959	0.642	76.4	4.5	29.0	3.5	34.5
D 95 Wet	1.577	24.0	1.955	0.729	89.7	4.5	18.0	3.5	34.0
D 95 Wopt	1.577	18.0	1.861	0.729	67.3	—	—	—	—
Fd _{1(s)} D100 Wopt	1.610	21.4	1.955	0.712	82.9	5.0	23.0	3.0	34.5
D 95 Wet	1.530	27.0	1.943	0.801	92.9	5.0	11.5	3.0	34.0
D 95 Wopt	1.530	21.4	1.857	0.801	73.6	—	—	—	—
1:2 D100 Wopt	1.625	20.5	1.958	0.653	84.3	5.5	22.5	3.5	36.0
D 95 Wet	1.544	26.6	1.955	0.740	96.6	2.5	1.0	3.5	36.0
D 95 Wopt	1.544	20.5	1.861	0.740	74.4	—	—	—	—
D 95 Wf	1.544	23.0	1.899	0.740	83.5	4.5	6.5	—	—
1:3 D100 Wopt	1.680	19.4	2.006	0.599	87.0	5.5	25.5	4.0	36.5
D 95 Wet	1.596	24.0	1.979	0.684	94.3	4.0	1.0	3.5	36.0
D 95 Wopt	1.596	19.4	1.906	0.684	76.3	—	—	—	—

注) UUは全応力表示, CUは有効応力表示

表一四 下り尾地区材 圧縮試験結果

(ϕ 60 mm)

試料名	圧縮係数 Cv (cm ² /sec)	体積圧縮指数 mv (cm ³ /kg)	圧縮指数 Cc
Gr [DL] D100 Wopt	1.3 E-3 ~1.8 E-2	4.1 E-3 ~4.0 E-2	0.14
Gr [DL] D 95 Wet	1.1 E-2 ~1.7 E-2	6.1 E-3 ~2.8 E-2	0.20
Fd _{1(s)} D100 Wopt	1.4 E-2 ~2.0 E-2	4.8 E-3 1.8 E-2	0.16
Fd _{1(s)} D 95 Wet	9.3 E-3 ~1.6 E-2	5.5 E-3 ~1.9 E-2	0.19
1:2 D100 Wopt	2.2 E-2 ~3.7 E-2	2.1 E-3 ~1.4 E-2	0.07
1:2 D 95 Wet	1.9 E-3 ~3.1 E-2	3.2 E-3 ~1.7 E-2	0.10
1:3 D100 Wopt	2.2 E-2 ~3.6 E-2	1.4 E-3 ~1.3 E-2	0.05
1:3 D 95 Wet	2.0 E-2 ~2.9 E-2	2.3 E-3 ~1.6 E-2	0.08

ずれもCc<0.2であり問題ないと判断できる。

(a)透水性

遮水性ゾーンの透水係数管理値は、一般に現場透水係数 $\bar{k} \leq 1 \times 10^{-5}$ (cm/sec) がとられている。ここで、現場(\bar{k})と室内(kv)の透水係数は、以下の関係にある。

$$\bar{k} = \sqrt{kh \cdot kv}$$

$$kh/kv = 5 \text{ とすると}$$

$$\bar{k} = \sqrt{5 \cdot kv^2} = \sqrt{5} kv$$

$$\bar{k} = 1 \times 10^{-5} \text{ とすると}$$

$$kv = 4.5 \times 10^{-6} \text{ (cm/sec)}$$

主な材料が土流堆積物であり、ランダム性に富み材質のバラツキが多いと予想されることから、調査時では十分な安全を考慮し $kv \leq 1 \times 10^{-6}$ (cm/sec)を遮水性が確保できる目安とした。

下り尾地区材の締固めカーブと透水試験結果の関連を図一五に示す。これより、混合比1:3試料を除き、つぎの施工管理を行えば透水性を満足できると判断した。

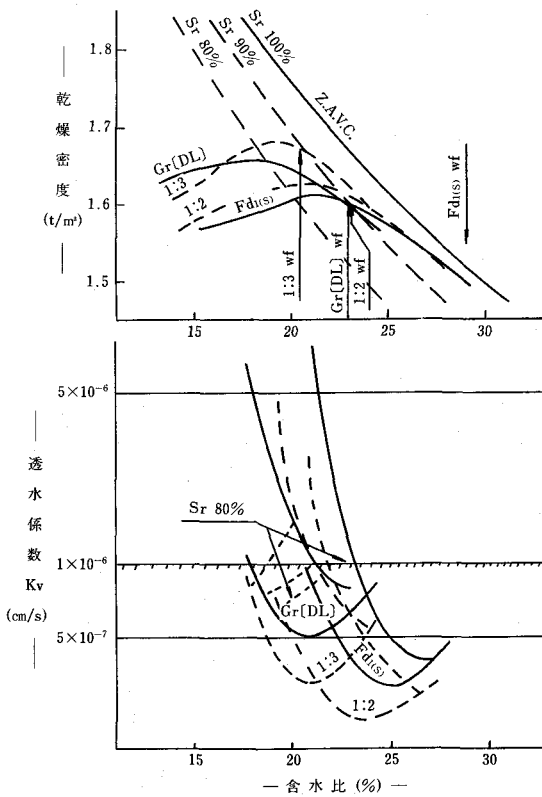


図-5 下り尾地区材の試験点と透水係数の関係図

D 値 \geq 95%
飽和度Sr \geq 80%

以上より、下り尾地区材は、

- Fd 1 (S) 単独
- Gr [DL] 単独
- Fd 1 (C) : 粗粒マサ = 1 : 2 混合

をコア材に流用する方針とした。

(4)笠間地区土取場材の性状

当土取場材については、平成元年～2年にその調査・試験を実施している。以下にその物理・力学特性を示す。

(ア)物理特性

当土取場材は、細粒含有率が50～70%で統一分類CH～MHに属する粘性土であり、自然含水比については、最適含水比よりかなり湿潤側にある。そのため、単独では細粒過ぎ高含水比であることより、流用可能量を多くする方が経済的となることより、粗粒マサとの混合流用を計画した。

(イ)力学特性

混合比1 : 1～1 : 2 (笠間材:粗粒マサ) 試験に対して試験を実施した結果、飽和度管理を実施すれば1 : 1.6 (乾土比) 程度の場合でも流用可能であると判断された。この結果をもとに後述の盛立試験に臨んだ。

(5)友田地区土取場材の性状

下り尾、笠間地区に次ぐ第3候補地である友田土取り場の調査・試験を平成2年に実施し粗粒マサとの混合1 : 1 (体積比) でのコア材への流用が奨励

②盛立試験

実施工に先立ち、笠間地区材を用いてコア材の盛立試験を平成2年度に実施した。盛立試験仕様は表-5の通りで、その結果、混合比1 : 1 (体積比) と30cm撒き出し12回の転圧仕様を決定した。

ここで、試験混合比は、室内の透水試験結果をもとに、乾土重量比で、

笠間材:土敷粗粒マサ = 1 : 1～1 : 2 の範囲内で決定した。また、施工に際しては、乾土重量比では実際にそぐわないため、ストックヤードの体積混合比に変換した。乾土重量比と体積比の変換比率は、ストックヤードの現場密度試験より、以下の通りとした。

体積混合比 乾土重量比

笠間材:粗粒マサ = 1 : 1 \leftrightarrow 1 : 1.6
1.5 : 1 \leftrightarrow 1 : 1.1

なお、この結果を用いて、笠間地区材すべてのストックを盛立開始前まで行った。

また、下り尾、笠間地区に次ぐ第3候補地である友田土取場の調査・試験を平成2年度に実施し、粗粒マサとの混合1 : 1 (体積比) でコア材へ流用する方針とした。

表-5 盛立試験仕様

用土ブレンド体積比	転圧機種	撒き出し厚	転厚回数	盛立層数	
笠間材:粗粒マサ (細粒土)(粗粒土) = 1 : 1	20 t級 タンピングローラー (CAT 815 B)	a	20 cm	6、8、⑩、⑫回	6
		b	30 cm	8、10、⑫、⑭回	4
笠間材:粗粒マサ (細粒土)(粗粒土) = 1.5 : 1	同上	a	20 cm	6、⑧、⑩、⑫回	6
		b	30 cm	8、⑩、⑫、⑭回	4

○は管理基準を満たすもの

4. 施工管理結果について

①施工

盛立工事は、平成3年4月下流腰石積より開始

し、全盛土の完了は平成4年2月であった。コア部については、基盤検査終了後の平成3年5月より開始、約8ヶ月で37m程盛立てたこととなる。盛立については、3.②の盛立試験により決定した通り、表-6に従って施工した。なお、コンタクトコアについても、スタンダードコア同様盛立試験を実施し、盛立仕様を決定した。



写真-1



写真-2

②品質管理試験結果（基準値と試験結果）

盛土の品質管理及び施工管理結果を以下の如くとりまとめた。

- ・施工及び品質管理基準一覧表、試験頻度表
……………表-7, 8, 9
- ・施工及び品質管理結果一覧表
……………表-10, -11
- ・スタンダードコア施工管理結果盛立標高関連図
……………図-6
- ・スタンダード・コンタクトコア諸数値関連図
……………図-7
- ・粒度分布図
……………図-8

以上をもとに、盛立状況について検討する。

試験頻度、特に築堤現場での試験については、スタンダードコアの1日の盛立量が約1,000m³程度であるので、1施工日当たり1回ということになる。

〔スタンダードコア〕

当ゾーンは、以下の3地区よりの材料で盛立られており、すべて所要の管理基準を満足している。

笠間材-EL.130.3まで

（池敷き粗粒マサと体積比1：1混合）

下り尾材-EL.130.3～137.0（単独）

友田材-EL.137.0～150.0

（池敷き粗粒マサと体積比1：1混合）

その状況については、D値（平均）=96.3%、k（平均）=8.1×10⁻⁶、Sr（平均）=91.5%であり、遮水性、締固め度とも良好である。また、盛土高の上昇に伴い、含水比の漸減、乾燥密度の漸増が認められる。ただし下り尾材で、盛立標高EL.130.3～137.0までは、含水比が高く、密度が小さく材質的にやや異なっている。

なお、設計密度（ $\gamma_d=1.59\text{t/m}^3$ ）に比べ、品質管理結果（ $\gamma_d=1.72\text{t/m}^3$ ）の方がかなり大きい。

このように、スタンダードコアは良好に盛立てがなされた。

〔コンタクトコア及びコンタクトクレイ〕

コンタクトコアは、スタンダードコアと同一材料を、コンタクトクレイは笠間地区単独材料を流用しており、すべての所要の管理基準を満足している。コンタクトクレイの材質は、 $I_p=27.0$ 、 $R_p=66.6\%$ と高塑性粘性土の性質をもっており、良質な材料である。また、コンタクトコアの盛立状況については、D値=96.8%、Sr=90.2%、 $K=7.8\times 10^{-6}\text{cm/s}$ で良好である。一方、同財の盛立標高別では、スタンダード材同様な傾向が認められる。

以上の通り、コンタクトコア及びクレイの盛立状況についても問題となる箇所はない。

施工開始後に一部品質管理基準の変更を行った点について述べる。

まず1点は、室内透水係数の $k_v\leq 1\times 10^{-6}\text{cm/sec}$ を $k_v\leq 4\times 10^{-6}\text{cm/sec}$ にした。これは、材料的に $k_v\leq 1\times 10^{-6}\text{cm/sec}$ では管理が難しい点と、施工管理試験において $k_v\leq 4\times 10^{-6}\text{cm/sec}$ の材料でも管理基準を満たしているということに変更した。

表-6 盛立工事施工標準

項目	項目の内容	施工箇所	確認事項	出来形寸法(基準値)	仕様機械	備考
盛立準備	含水比	仮置場	施工含水比の確認	($W_{opt} \sim +3\%$)		締固め理論的にその含水比であれば、飽和度及び締固め度が基準値を満足する。
	盛立箇所の状態	盛立箇所	乾燥or湿潤		バキュームポンプ	降雨後の水切り、乾燥時の散水。
	前回施工層との密着	盛立箇所	レーキング		タンピングローラー	ローラー、ブルドーザーにて1回走行。
	岩盤清掃	盛立箇所	岩盤検査		人力施工	泥土、浮石、雨水の除去、乾燥していれば散水する。
コンタクトゾーン	スラリー塗布	盛立箇所	施工範囲の明示 スラリーの配合 木根、大塊の除去	(土:水=1:1)	人力施工 モルタルミキサー 人力施工	岩盤が乾燥していれば散水する。ブラシで入念に塗り込む、特に亀裂は入念に施工すること。
	コンタクトクレイ	盛立箇所	撒き出し 転圧 木根、大塊の除去	仕上り厚=10 cm 転圧回数=2回 最大粒径<25 mm	人力施工 エアータンパ、木槌	凹部の処理後、10 cm厚のクレイを施工する。投入は油圧ショベル等で、撒き出しは人力で行う。
	コンタクトコア (河床部1層目)	盛立箇所	撒き出し 転圧 木根、大塊の除去	仕上り厚=10 cm 転圧回数=4回 最大粒径<50 mm	人力施工 タンピングランマー	投入は油圧ショベル等で、撒き出しは人力で行う。
	コンタクトコア (河床部2, 3層目 法面・アバット部)	盛立箇所	撒き出し 転圧 木根、大塊の除去	仕上り厚=15 cm 転圧回数=8回 最大粒径<50 mm	3 t級ブルドーザ 1 t級振動ローラー	斜面部については、幅1.5 mをt=15 cmで施工する。
スタンダードコア		盛立箇所	施工幅 撒き出し 転圧 木根、大塊の除去	(+300~-0 mm) 仕上り厚=30 cm 転圧回数=12回 最大粒径<100 mm	14 t級ブルドーザ 20 t級タンピングローラー	ランダム部がコア部に入り込んではいならない。転圧方向、ダム軸と平行に行う。
フィルター		盛立箇所	施工幅 撒き出し 転圧 粒度分布	(+300~-0 mm) 仕上り厚=30 cm 転圧回数=2回	3 t級ブルドーザ 10 t級振動ローラー	内側ランダム部がフィルター部に入り込んではいならない。 粗粒部があればクラッシャーランで目潰しを行う、特にコア部側については注意する。

表-7 施工管理基準

種別	種別	締固め度 D値(%)	透水係数 K (cm/S)	飽和度 Sr(%)	備考
ゾーン					
スタンダードコア		≥95	≤1×10 ⁻⁵	(80%)	
コンタクトコア		≥95	≤1×10 ⁻⁵	(80%)	
コンタクトクレ-		-	-	-	

表-8 品質管理基準

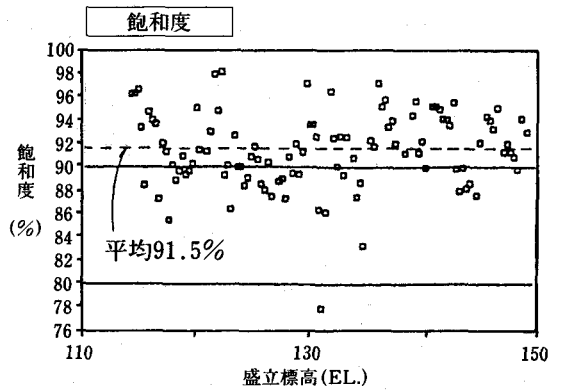
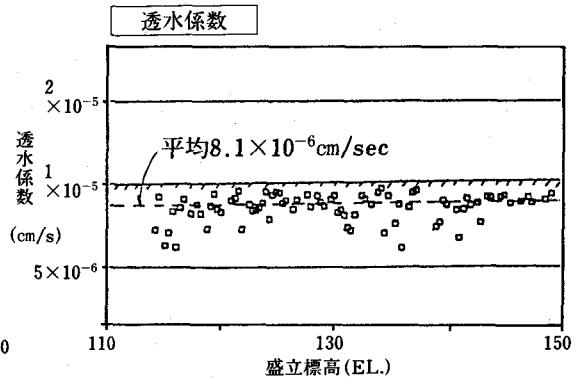
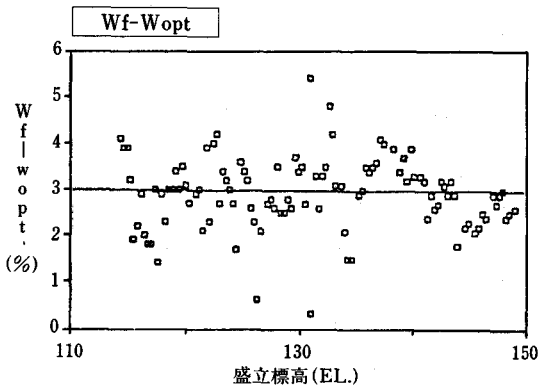
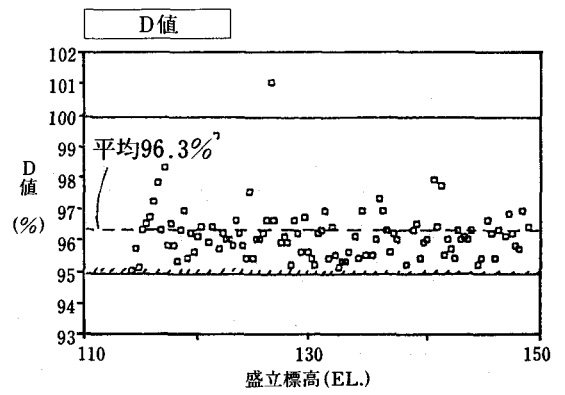
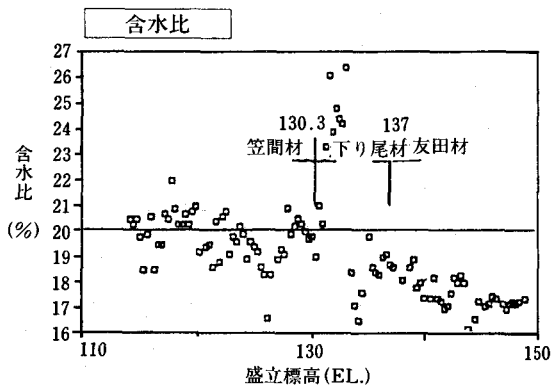
種別	種別	含水比 W(%)	74μ通過率 P ₇₄ (%)	最大粒径 Dmax (mm)	塑性指数 Ip	室内透水係数 Kv (cm/s)
ゾーン						
スタンダードコア		W _{OPT} + 3%	≥20	100	≥15	≤4×10 ⁻⁶
コンタクトコア		W _{OPT} + 3%	≥20	50	≥15	≤4×10 ⁻⁶
コンタクトクレ-		WD 95 _{WET} ~WD 90 _{WET}	≥50	25	≥25	≤1×10 ⁻⁶

表-9 品質管理試験頻度表

試験項目	試験頻度		備考
	土取場・ストックヤード	築堤現場	
含水比	1回/日(施工日)		3個/1回
比重	1回/1,000 m ³	1回/1,000 m ³	3個/1回
粒度	1回/1,000 m ³	1回/1,000 m ³	3個/1回
突固め	1回/2,000 m ³		
室内透水	1回/2,000 m ³		
液性・塑性	1回/2,000 m ³		
現場密度		1回/日(施工日)	3ヶ所/1回
現場透水		1回/1,000 m ³	3ヶ所/1回

表-10 倉橋ダム 施工及び品質管理結果一覧表(1)

項目	現場透水係数	締固め度		飽和度	含水比差		細粒分含有率	塑性指数	
		K (cm/s)	D値 (%)	C値 (%)	Sr (%)	WF-Wopt (%)	WD90wet-WF (%)	RP (%)	Ip
スタンダードコア	個数	83	106	106	106	106	-	52	-
	平均値	8.1 E-6	96.3	99.3	91.5	2.9	-	27.9	-
	最大値	9.7 E-6	101.1	101.5	98.2	5.4	-	37.1	-
	最小値	1.9 E-6	95.1	96.3	77.9	0.3	-	22.7	-
	管理基準値	≤1.0 E-5	≥95	-	(≥80)	(≤3.0)	-	≥20	-
コンタクトコア	個数	42	45	45	45	45	-	-	-
	平均値	7.8 E-6	96.8	99.1	90.2	2.6	-	-	-
	最大値	9.5 E-6	100.9	101.1	96.0	4.8	-	同上	-
	最小値	3.3 E-6	95.3	97.0	78.8	-0.4	-	-	-
	管理基準値	≤1.0 E-5	≥95	-	(≥80)	(≤3.0)	-	-	-
コンタクトクレイ	個数	-	-	-	-	-	25	6	5
	平均値	-	-	-	-	-	1.6	66.6	27.0
	最大値	-	-	-	-	-	3.6	67.7	27.9
	最小値	-	-	-	-	-	0.2	65.7	26.2
	管理基準値	-	-	-	-	-	≥0	≥50	≥25



図一六(1) スタンダードコア施工管理結果盛立標高関連図

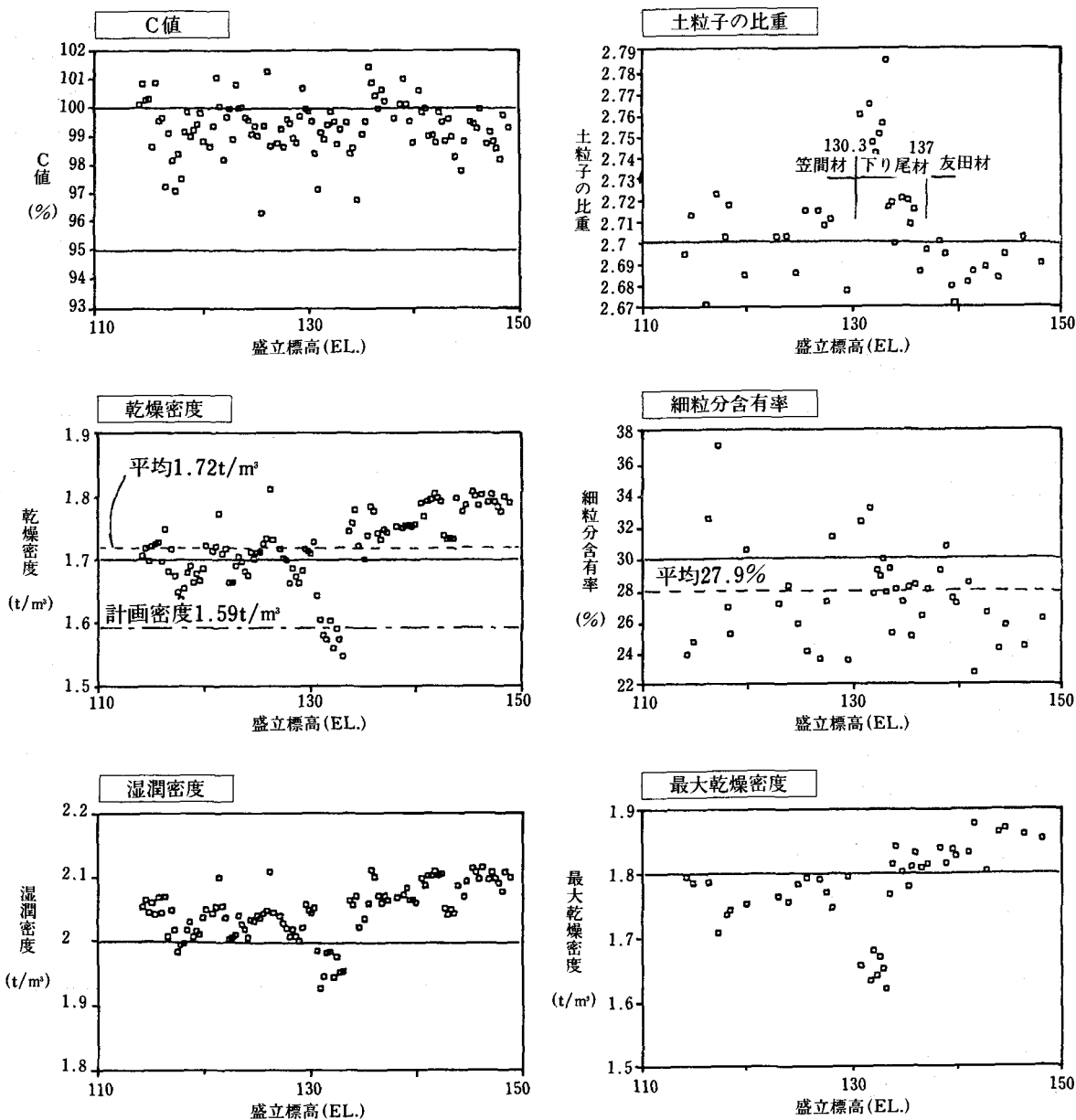
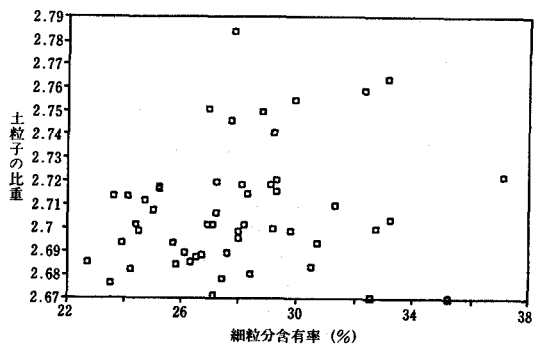
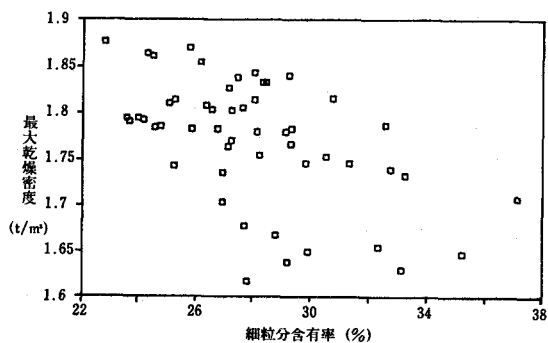
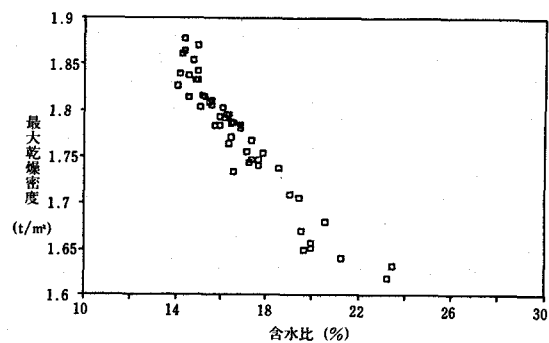


図-6-1(2) スタンダードコア施工管理結果盛立標高関連図

表—11 倉橋ダム 施工及び品質管理結果一覧表(2)

項 目 ゾーン		現場含水比	乾燥密度	湿潤密度	土粒子の比重	最適含水比	最大乾燥密度	室内透水係数
		Wf (%)	γ_d (t/m ³)	γ_t (t/m ³)	Gs	Wopt (%)	γ_{dmax} (t/m ³)	kv (cm/s)
スタンダードコア	個 数	106	106	106	52	52	52	27
	平 均 値	19.2	1.718	2.047	2.708	16.8	1.770	2.1 E-6
	最 大 値	26.3	1.811	2.115	2.785	23.4	1.877	4.0 E-6
	最 小 値	16.1	1.547	1.928	2.670	14.0	1.617	9.2 E-7
	管理基準値	—	—	—	—	—	—	≤4.0 E-6
コンタクトコア	個 数	54	45	45				
	平 均 値	18.7	1.729	2.049				
	最 大 値	25.3	1.813	2.121	同上	同上	同上	同上
	最 小 値	15.3	1.573	1.952				
	管理基準値	—	—	—				



図—7 スタンダード・コンタクトコア諸数値関連図

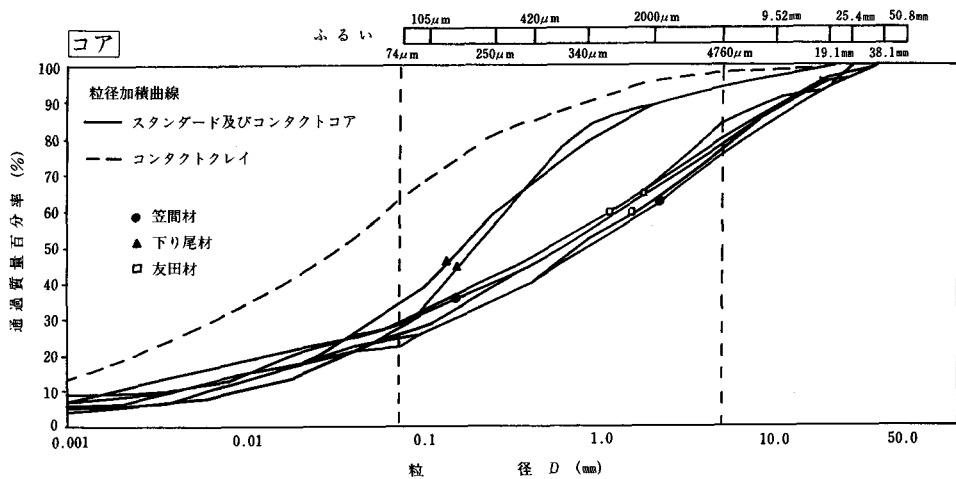


図-8 スタンダード・コンタクトコア粒度分布図

2点目は、含水比管理である。これは、図4-2の $W_f - W_{opt}$ から、 $W_{opt} + 3\%$ を超える材料が多く（特に下り尾材）含水比管理が非常に難しい状況となった。締固め試験値より D_{95wet} の含水比(WD_{95wet})が最適含水比(W_{opt})より4%強高いことが分かっている。また、ストックヤードの含水比が $W_{opt} + 4\%$ 程度の場合が多く、含水比管理を $W_{opt} + 3\%$ 以内から WD_{95wet} 以内にした。しかし3の項で述べたように設計数値の決定は D 値=95%のWET側で行われており、理論的には問題はない。実際の施工管理試験においても D 値、透水係数とも問題はなかった。

5. 築堤中のダム挙動

当ダムには築堤中及び湛水後のダム挙動を把握するため、表-12に示す観測計器を図-9の位置に設置している。

表-12 計器一覧表

観測項目	設置箇所数	計器の構造
漏水量	3	三角堰 ($\theta = 60^\circ$) 自記記録
間隙水圧	27	電気式 (ひずみゲージ)
水位	10	チップ形式、触針式水位計による
現地盤変位	2	電気式
表面変位	18	測量機械による (ダム軸上下流方向と鉛直方向の2成分)
土圧	2	三成分電気式 (ひずみゲージ)

計測の目的は次の3つに分けられる。

- (a)築堤時の施工管理
- (b)完成後の安全管理 (試験湛水)
- (c)設計へのフィードバック及び研究資料収集

今回の計測は、(a)についてである。これは、4で述べた品質管理試験によるのが一般的である。しかし、設計値を満足しているかどうかの確認は、盛立の品質管理のみでは不十分なことがあり、とりわけ、当ダムのように高含水比材料の場合、間隙水圧の発生状況等を計測することで、より確実な施工管理ができる。

〔間隙水圧挙動〕

施工中のダム挙動の内、特に監視が必要な項目は、コア内部の過剰間隙水圧である。

間隙水圧の挙動を以下の如くとりまとめた。

- ・基盤内ポテンシャル履歴図……………図-10
- ・基盤内ポテンシャルの分布の変化図…図-11
- ・盛土内間隙水圧、全応力比履歴図……図-12
- ・上載荷重とコア内部の過剰間隙水圧…図-13

これらをもとに、施工中の挙動を検討する。

基盤には上流から下流への基盤内浸透が認められる(図-10, 11参照)。また、その量は徐々に大きくなっていることが読み取れる。これは、盛土上昇に伴って湧水処理を逐次完了し、ポンプ排水を停止したことに起因するものと推察される。

コア内部には、盛土荷重による過剰間隙水圧の発生及び消散が認められる(図-12参照)。その大きさは、盛土上載荷重に対して(全応力比 u/σ)

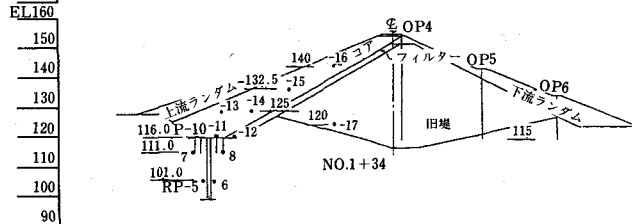
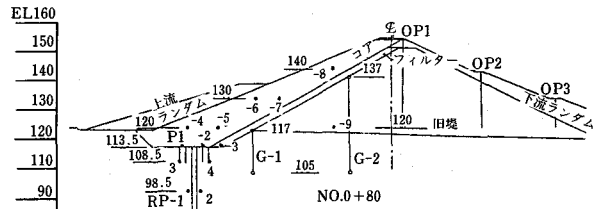
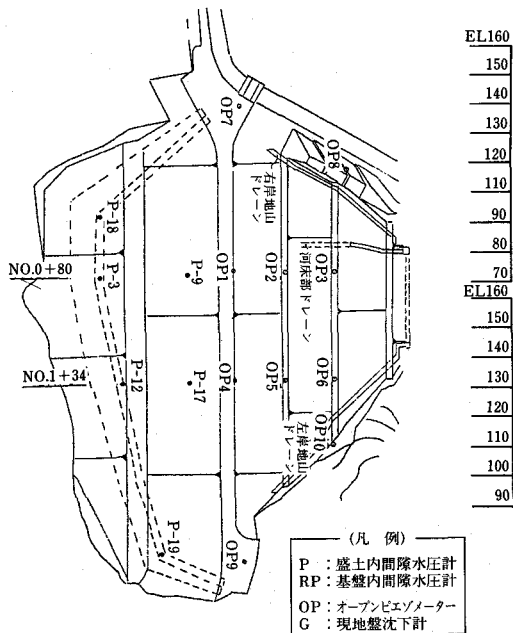


図-9 埋設計器設置位置図

注) No.0+80, 1+34のコア, 基準内間隙水圧計及び現地盤沈下計

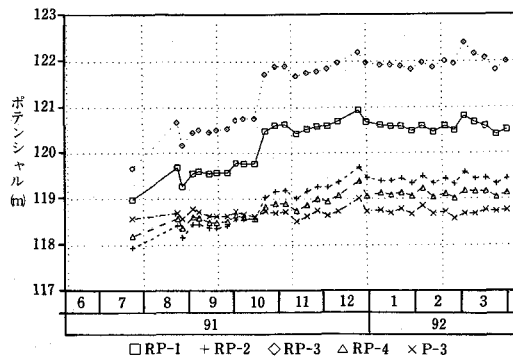


図-10 基盤内ポテンシャル履歴図

80~100%程度の発生が認められる (図-13参照)。その間隙水圧も、盛土上載圧の完了に伴い消散が進行し平成4年3月23日時点で $u/\sigma = 35\sim 75\%$ と

なっている。

以上の如く施工中の間隙水圧計挙動からは、堤体の機能, 安全性を危ぶむ事象は認められない。

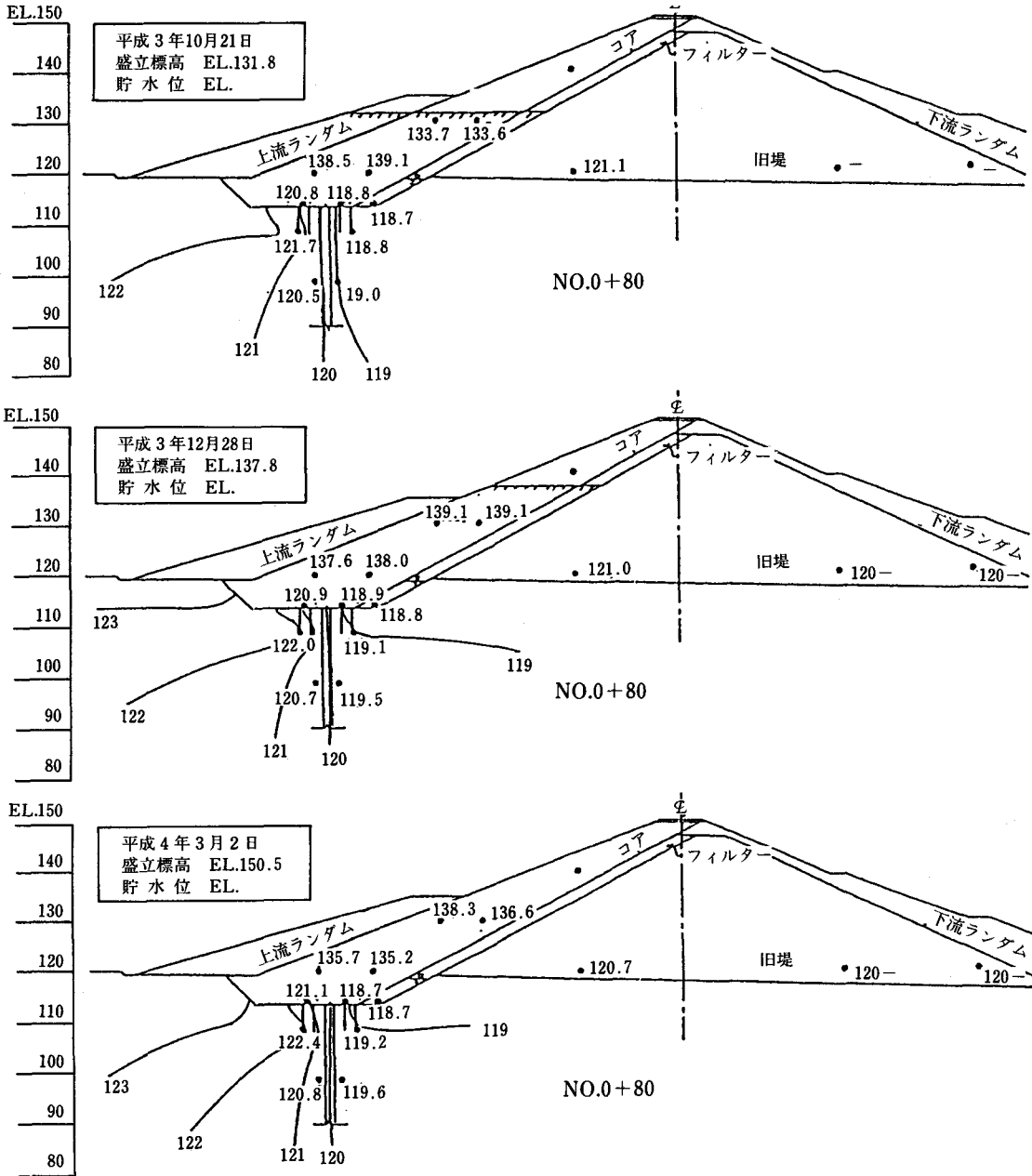


図-11 盛立中の基盤内ポテンシャル分布の変化図 NO.0+80断面

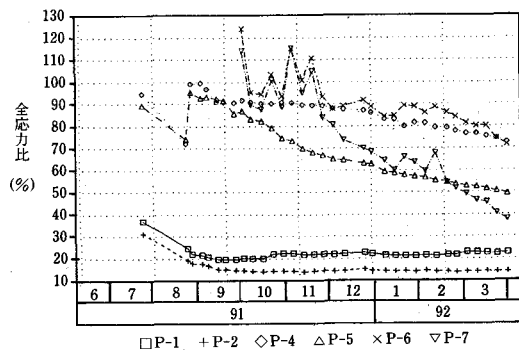
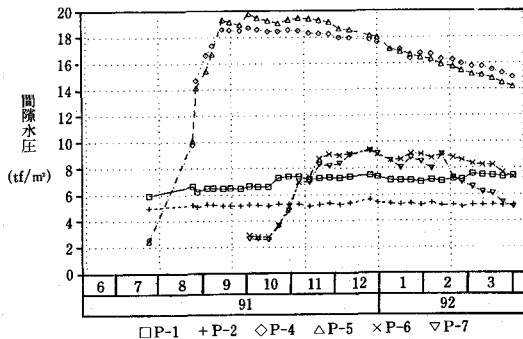
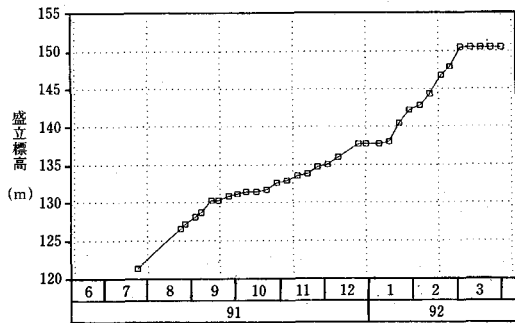


図-12 盛土内間隙水圧，全応力比履歴図 No.0+80断面
全応力比(%) = 間隙水圧/上載荷重

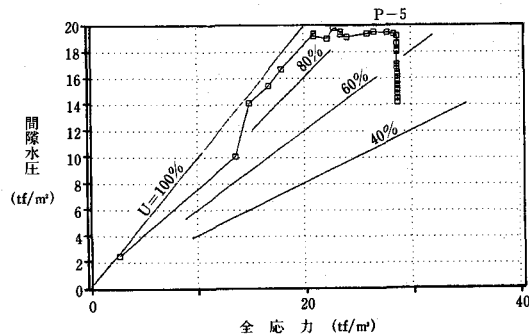
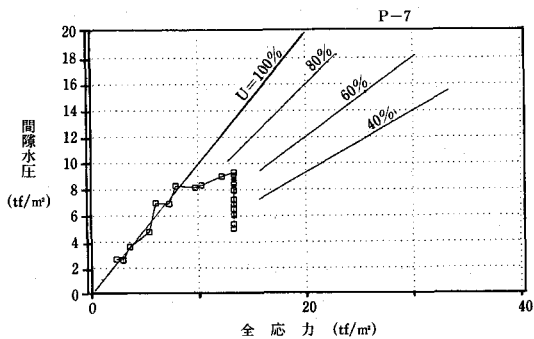
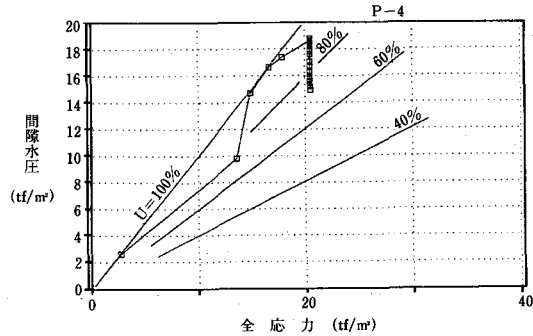
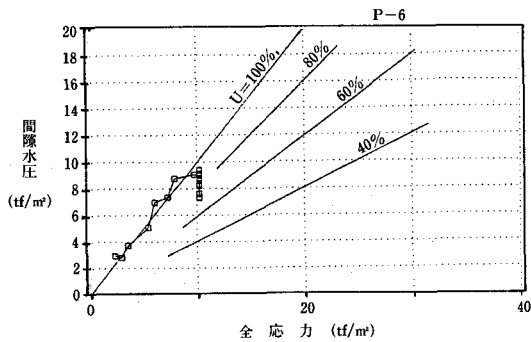


図-13 上載荷重とコア内部の過剰間隙水圧 (No.0+80断面)
全応力 = 上載荷重 $\gamma t \times h$
 $\gamma t = 2.05 \text{ t/m}^2$

6. まとめ

盛立については、所要の施工・品質管理基準を満足する施工となっている。また、盛立中の埋設計器観測データについても、若干のばらつきや変動があるものの特に問題となるような値ではなく、試験湛水に先立つ挙動としては問題ないと考えられる。

本工事は、平成5年度現在洪水吐工事が完成し、試験湛水に入っている。今後の残工事としては、

導水路工事を残すのみである。

本工事は、旧堤からの漏水を低減せしめ、新たな防災容量を確保することにある。その目的を達成したか否かについては、最終的には現在行われている試験湛水によりダムの安全性及び機能を確認する必要がある。

最後に、当初からダム検討委員会を始め倉橋ダム完成に御指導、御協力いただいた関係各位に深く感謝致します。

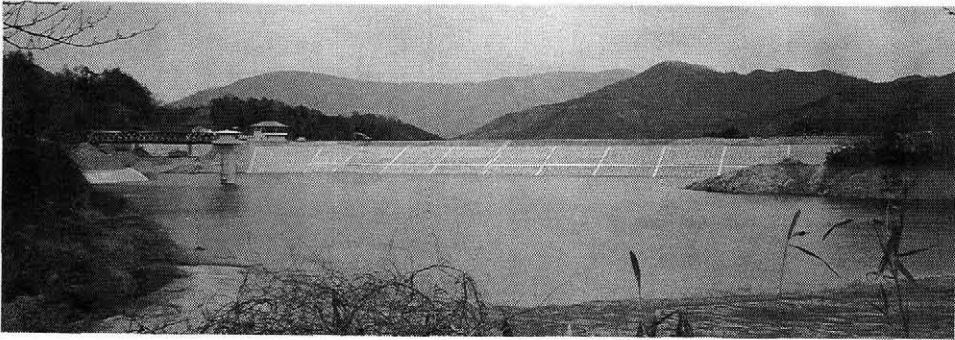
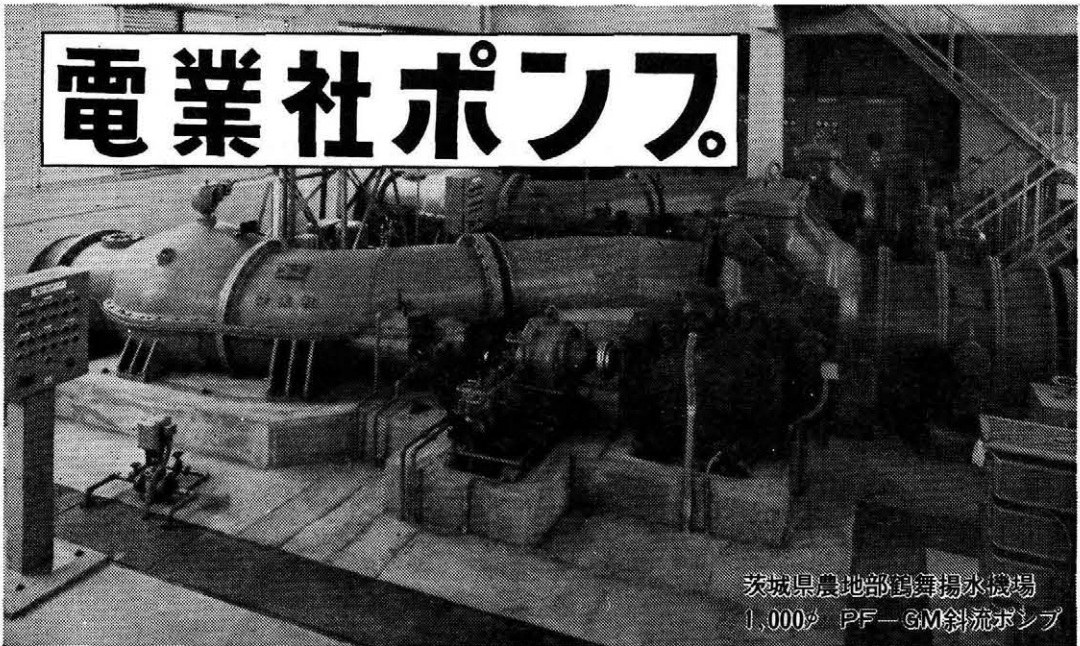


写真-3

電業社ポンプ



茨城県農地部鶴舞揚水機場
1,000^ℓ PF-GM斜流ポンプ



株式会社 電業社機械製作所

本社 東京都大田区大森北1丁目5番1号
大森東京海上ビルディング
電話 東京(3298) 5115
支店 大阪・名古屋・九州・東北・中国四国
北海道・静岡
営業所 横浜・千葉・三重・岡山・高松・沖縄

海に浮かぶ鷹島ダム

西尾 康隆*
(Yasutaka NISHIO)

目	次
1. はじめに	60
2. 鷹島ダムの特徴	61
3. ダムの建設工法	61
4. 堤体断面の検討	64
5. おわりに	69

1. はじめに

鷹島ダムは、長崎県の離島の一つである鷹島町に建設中の日本で最初の海中ダムである。

鷹島町は、佐賀県の伊万里湾口に浮かぶ島で、南北13km、総面積約17km²、人口約3,300人であり、長崎県松浦市からフェリーで30分、佐賀県肥前町から10分に位置する県下有数の葉タバコの生産地である。

地形は、標高117mを最高として、標高50m～100mの台地形を成し、海岸線は比較的急傾斜となっており、河川にも恵まれていない。地質は、新生代第三紀層に属する砂岩層が広く分布し、これを第四紀の玄武岩類が覆っている。

気候は、年降水量1,200mm～1,600mmと比較的少

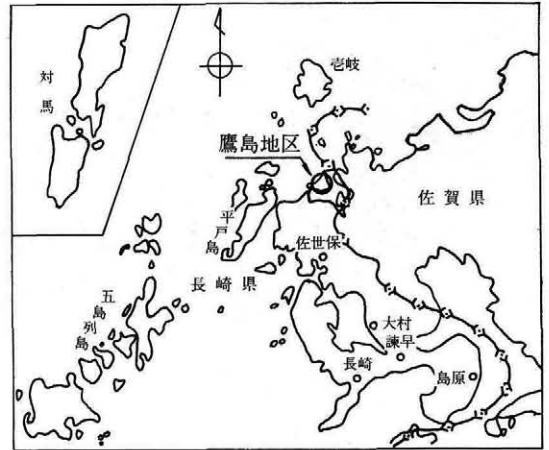


図-1 位置図



写真-1 鷹島ダム

*長崎県北振興局鷹島畑総事業所

なく、この為、鷹島町では、早ばつによる被害がしばしば発生している。この早ばつ解消を目的として、島内全域にわたる300haに畑地かんがいを実施する県営畑地帯総合土地改良事業を昭和61年度に着手した。畑地かんがいの水源計画においては、島内にダム建設地としての適地がなかった為、湾を締切る淡水湖方式のダムを計画した。

この日本で最初の海中ダムが今年度（平成6年2月）完成の運びに至ったので一事例として紹介する。

2. 鷹島ダムの特徴

鷹島ダムは、総貯水量539,000m³、有効貯水量460,000m³と比較的小規模のダムであり、その他の諸元については表-1のとおりであるが、特徴を述べると次のとおりである。

- ①海中に建設している為、堤体の上下流両側に水位を有する。
- ②通常の淡水湖にはないダムアップという機能を有する。
- ③堤体コンクリート約30,200m³のうち、約14,000m³に水中不分離コンクリートを使用している。

3. ダムの建設工法

ダム建設工法を施工順に示す。

(1) 仮締切り

湾締切りは、最終的に重力式コンクリート堤により行うが、工事が海中で、しかも、海面より堤体基礎部までが約22mと深い為、鋼管矢板による仮締切りを行う。仮締切りは、2回に分けて施工する。全体締切り延長100mのうち中央部の水深の

深い部分の約75mを一次締切り、浅い両岸部を二次締切りとした。これについては、全断面締切りを行えば湾内外の潮流、波浪圧、水位差等による荷重が締切り鋼管に全て作用することになる為である。尚、二次締切りは、中央部に除塩暗渠(φ1,000mm)を施工することにより内外水位差の低減が可能となった後に実施した。

一次締切りは、鋼管矢板φ1,000mm、t11mm~16mmを154本使用し、矢板と矢板はφ216mmのパイプによるP-P型継手で連結した。継手部にはグラウトジャケットを挿入し、粘土モルタルを注入して止水を行った。また、鋼管矢板は、基礎岩盤に3mの根入れをし、セメントミルクで根固めを行った。

鋼管矢板の建込み工法であるが、工法選定にあたっては、岩の強度（一軸圧縮強度で600kgf/cm²）の他に、現場付近には民家や養殖イケスがあり、騒音、振動、海水汚濁等の環境面での制約を受けることから次の工法を採用した。

一次締切りの鋼管矢板の建込みは全て海上の作業台船（SEP）を使用し、二次締切りは仮栈橋からの陸上施工とした。鋼管矢板建込みの施工フローは下記のとおりである。

- ①ドーナツオーガー機を鋼管矢板建込み位置にセットする。

ケイシングを逆転、オーガースクリューを正転させ互いに回転方向の力を打ち消し岩盤を所定の深さまで削孔する。

- ②削孔完了後、ドーナツオーガーを引き抜き次の削孔を行う。

削孔は、SEPの1シフト分（6~16本）を連続して行う。

- ③鋼管建込みの為にまず、鋼管杭のずれ防止と

表-1 ダム諸元

総貯水量	539.000m ³	締切型式	コンクリート重力式
有効貯水量	460.000m ³	堤高	29.9 m(天端標高9.9 m)
満水面積	6.5ha	堤頂長	129.0m
洪水位	EL 8.9m	堤頂幅	4.0m
満水位	EL 7.9m	堤体積	30.2 千m ³ (水中コン 14 千m ³)
利用水深	9.05 m(EL-1.15 m以上)	基礎地質	砂岩、頁岩
流域面積	1.02km ²		

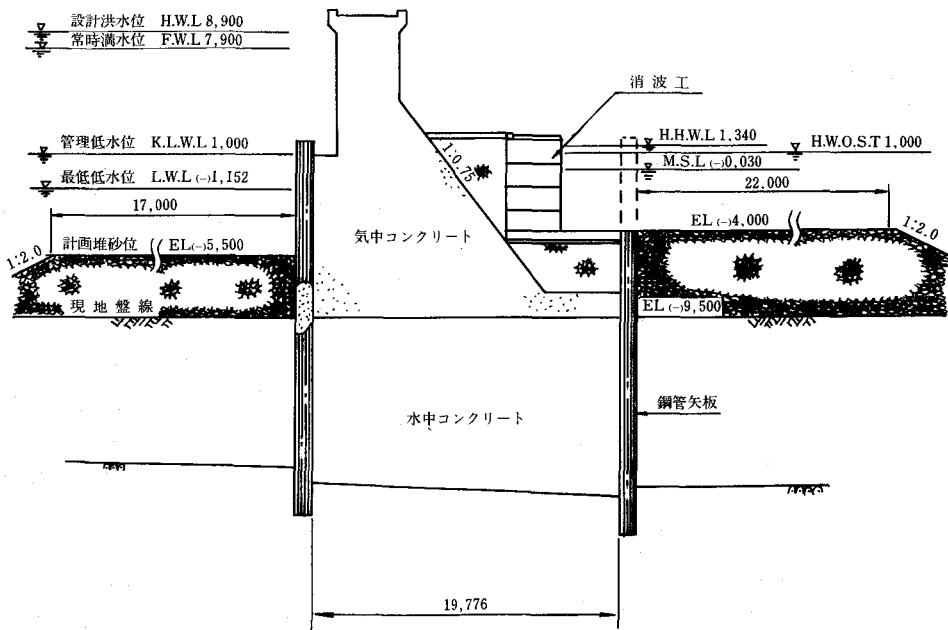


図-2 変更後非越流部標準断面図

してH形鋼を打設し、これに枠を設置した後に、削孔位置に鋼管矢板を屏風状に建込む。

オーガヘッドを拡大ヘッドに取り替え、削孔時に溜っているスライム排除を目的に、岩盤まで中掘りを行う。

④岩着後、根固ミルクを注入しながらオーガスクリーパーを引き抜く。

⑤注入完了後、パイロハンマーにて矢板を所定の深さまで打ち下げる。

(2)仮栈橋

鋼管矢板建込みと同時に一次縮切内にH形鋼を打ち込み、幅6.0mの仮設栈橋を設置する。

(3)縮切り内の水中掘削

仮設栈橋上から縮切内の堆積土および岩盤掘削を行う。堆積土についてはクラムシュルを使用し、岩盤掘削については潜水夫による人力切崩しとクラムシュルの併用で施工した。基礎部の岩盤清掃

については、潜水夫によって、ウォータージェットとエアリフトを使用し、底面に沈殿しているスライムの排除及び整形を実施した。

(4)水中コンクリート打設

縮切内の水位をサイフォン等で海面水位とほぼ同水位に保ちながら水中不分離性特殊コンクリートの打設を行う。コンクリートの製造及び打設はコンクリートミキサー船2.0m³級(作業ヤードの制限による)を使用し、ミキサー船に装備のしてあるブームを縮切内に設置したトレミー管に連結させ、ミキサー船から直接ポンプ圧送にて行った。

水中不分離性コンクリートの配合については、表-2のとおりである。

練り混ぜ時間等については、水中不分離性コンクリート・マニュアル(1990年発行、特殊水中コンクリート、マニュアル改訂版)を参考にして試験練りを実施し、練り混ぜ時間については150秒と

表-2 水中不分離性コンクリート配合表

(示方配合表)

Gmax (cm)	スランプラワー (cm)	空気量 (%)	W/C (%)	S/A (%)	単位量(kg/m ³)					
					水* W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G	混和剤	
									不分離剤(II)	流動化剤(Ad)
20	50 ±5	3.0 ±1	59.5	42.0	226	380	671	946	2.71	5.7

* 流動化剤を含む単位水量

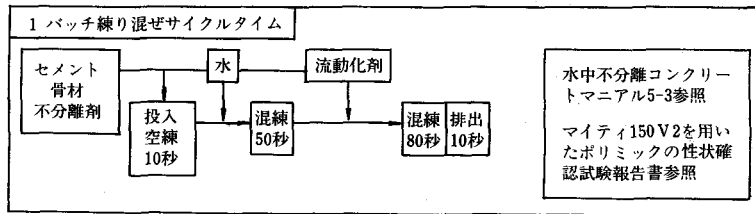


図-3

し、図-3の工程で施工した。

水中不分離性コンクリートの打設範囲は岩盤掘削線 (E L-21m) から海底面 (E L-9.5m) までである。水中不分離性コンクリートの打設については、マニュアル等で打ち継目なしの1リフト施工が好ましいとなっている。しかし、当ダムの場合、打設量が14,000m³と大量なうえに、作業ヤードの制約により、2.0m³級以上のミキサー船が使用出来なかった為、1リフト施工は不可能であった。

また、現場周辺に民家がある為、地区住民に対する夜間の騒音問題を考慮し、最大打設時間を12時間と設定したこと、さらに、ミキサー船の1時間当り練り混ぜ量が下記の式より43.2m³/hrとなる為、1日の最大打設量を約500m³とした。

$$q_0 = \frac{60 \times q}{t} \times n$$

q : ミキサーの容量 (2.0m³)
 t : 1バッチ練り混ぜ所用時間 (150秒)
 n : 実作業時間率 (0.9)

$$= 43.2 \text{ m}^3$$

この1日当り打設可能量で施工可能なブロック分け、また、リフト高を検討し、さらに、各ケースにおける温度ひび割れの解析を行った。温度ひび割れの解析については、コンク標準示方書により、温度ひび割れ指数が1.1 (ひび割れ発生確率20%) 以下を目標とした。(図-4)

以上の検討結果、当ダムのリフト計画については、一次締切内 (約75m) を4ブロックに分け1リフト高を1.1mとした。また、1リフトを打設後次のリフトを打設するのに5日間の期間を置くこととした。

尚、打設面の処理については、潜水夫により、ワイヤーブラシ、エアリフト等を使用し、レイタンス等の処理を実施した。また、ブロック分けにはH形鋼に金網 (エキスパンドメタル) を取り付け型枠として使用した。

(5) 締切内のドライアップ

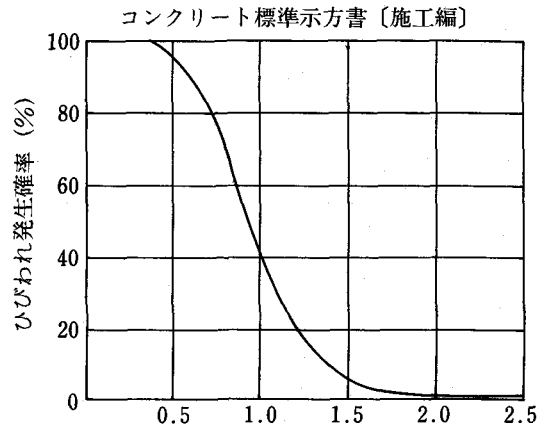


図-4 温度ひびわれ指数

温度ひびわれ指数とひびわれ発生確率

ひびわれを防止したい場合	1.5以上
ひびわれの発生を許すが、その幅および数を制限したい場合	1.2~1.4
上記以外の場合	0.7~1.1

水中コンクリート打設後、水中ポンプにより締切内の海水位を下げながら、締切内のE L-3.5mにH形鋼を使用し、切梁を設置する。これにより内外水位差による鋼管矢板のたわみを減少させて締切内のドライ化を図った。鋼管矢板による止水状況であるが、水位が約10mあるにもかかわらずほぼ完璧であった。

(6) グラウト工

締切内をドライアップ後、コンソリデーショングラウトを5m格子状に1ステージ (5m) 施工し、その後、カーテングラウトを施工した。カーテングラウトの施工についてであるが、通常カーテングラウトはコンクリート厚を10m程度確保し施工することとなっている。この点については当ダムの場合も水中コンクリート厚が11mあり問題ないのだが、通常のダムのグラウトと異なり施工位置が海面下10mの施工となる。この為、施工中は海水による揚圧力が常時作用しており、万一、グラウトによって堤体を大きく変化させると、堤

体と基礎部を分離という事態を招く為、注入圧と注入速度の採用をどうすべきかの検討を行った。

検討は、変位を与えない適正圧力策定の為、岩盤変位計を設置し、堤体の浮き上がり（変位量0.2mm）を監視しながら試験グラウトを施工した。その後、変位と要因についての相関をとり、適正圧力の定量化を行おうとしたが、相関は総じて低く、かつ、場所によるバラつきも大きかった為注入圧力の根拠は残念ながら得られなかった。

変位を生じさせる原因は、一般に高い圧力と考えられているが、結果としては当ダムの場合、必ずしも決定的な要因ではなかった。解析には条件が同一であることが望ましいことは言うまでもないが、これには同じステージで同じ材料（水）を用い、しかも、圧力のみを変化させるルジオンテストが適当と判断されたが、有意義な結果は得られなかった。したがって、データ解析から当ダムに適正な注入仕様を見出すことは困難であったが、変位の頻繁な発生を防ぐには、少なくともダムの安全性のうえからも然るべき注入仕様を定める必要があった。この為、当ダムでは、一般に変位を生じさせ難いとされている低圧グラウトと低速度注入を採用した。

注入圧力については、発注当初、上位ステージより順に $3 \text{ kgf/cm}^2 \rightarrow 5 \text{ kgf/cm}^2 \rightarrow 10 \text{ kgf/cm}^2 \rightarrow$ 以下同じ としていたが、試験グラウトの結果ルジオン値がシングル値にもかかわらず、m当り注入量が100kgを越えるステージが多く見られた。これは、注入圧力が高いことが原因と考えられるし、また、この大量注入は変位をも併せて生じさせていることから、当ダムでは3ステージ以降の注入圧を 10 kgf/cm^2 から 7 kgf/cm^2 への減圧を行った。さらに、注入速度についても20l/分の最大注入速度を採用していたが、一般に、構造物周辺の注入等で安全を考慮して採用されることが多い10l/分に低減して施工を行った。尚グラウトの改良目標値は、コンソリデーショングラウトが10ルジオン、カーテングラウトが2ルジオンである。

(7) 気中コンクリート打設

グラウト完了後、グラウト施工に歩調を合わせ左岸部に設置したバッチャープラントにより、通常のダム用コンクリートを製造し、仮栈橋上に敷かれた軌道を経由し、クローラクレーンにより気中コンクリートを打設する。この際、当ダムの特

徴の1つである除塩作業及び二次締切り後の仮排水路の役目を果たすことになる除塩設備を設置する。除塩設備としては、堤体中のE L-5.5mに $\phi 1,000 \text{ mm}$ のダクトイル鑄鉄管を配管し、貯水池側にローラーゲート、海側に逆流防止用のフラップ弁、中間部に流量調整用のバタフライ弁を設置する。

なお、水中コンクリートもバッチャープラントで製造したら良かったのではとの考えもあるだろうが、水中コンクリートは粘性が強く、通常のバッチャープラントでは練り混ぜに難があることと、圧送距離が100m程度にもなり、水中コンクリートの品質に問題を生じることから水中コンクリートについては、ミキサ船での製造、打設とした。

(8) 二次締切り

一次締切り内の気中コンクリート打設に合せて兩岸部の二次締切りを行う。二次締切りは、仮設栈橋上からの陸上施工で、作業工程は一次締切り時と同じである。但し、二次締切り部は、水深が一次締切り部に比べて浅い為、鉄管矢板は $\phi 900 \text{ mm}$ 、 $t 9 \sim 10 \text{ mm}$ を仕様した。また、当初計画では、兩岸部共に締切り後ドライ施工を予定していたが、右岸部については岩盤部に亀裂が多く生じていた為、ドライ施工が不可能となり、一次締切り同様に一部を水中コンクリートで施工した。その後、一次締切りと合せて気中コンクリートの打設を行った。なお、現在までに堤体本体部の工事については完了している。

4. 堤体断面の検討

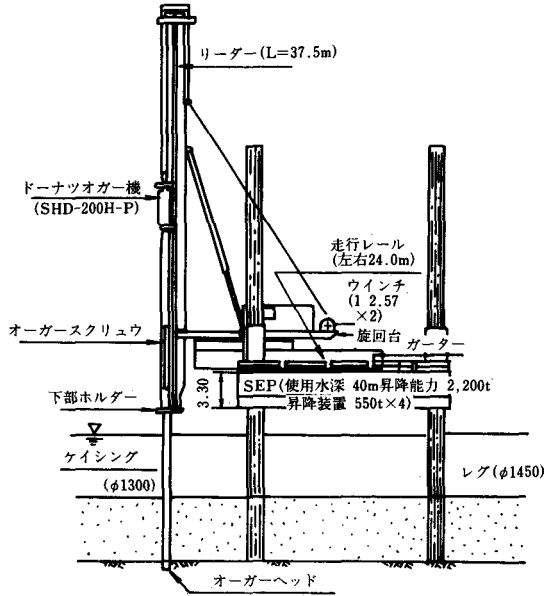
当ダムは、日本初の海中ダムである為、堤体断面の決定にあたり、設計の前堤条件等で検討が必要であった。最終的には、ダム検討会（委員長長谷川高士 京大教授）を開催し、断面の決定を行った。

(1) 堤体の安全性についての設計方針

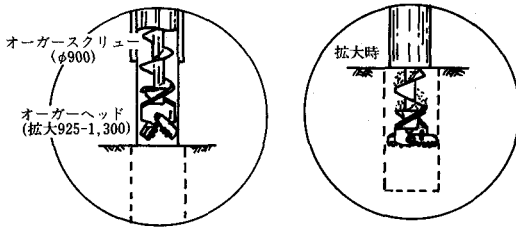
当初設計においては、海底面E L-9.5m以深は地盤改良（置換コンクリート）として安定したものと見なし、海底面以上に打設する気中コンクリート部のみを締切堤（海中構造物）として安定計算を行っていた。

しかしながら、最終的には、ダム検討会等で検討の結果、堤体高 $H = 29.9 \text{ m}$ （水中コンクリート部を含む）が大ダム基準 $H = 15 \text{ m}$ を越えること、

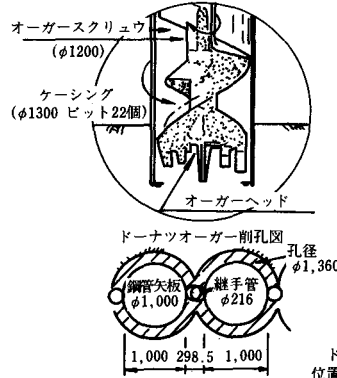
岩盤削孔要領図
(SEP台船)



ロックオガー(拡大ヘッド)
詳細図

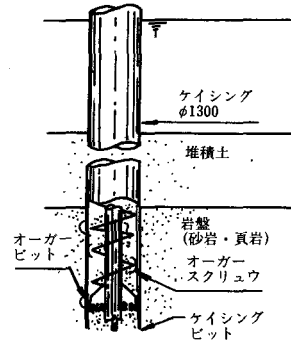


ドーナツオガー詳細図



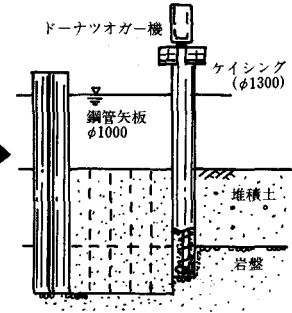
鋼管矢板打設施工フロー

① 岩盤削孔



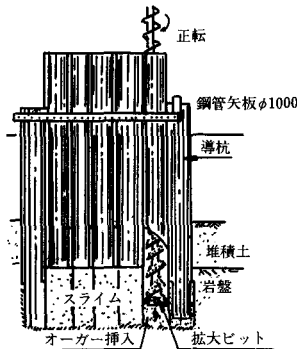
ドーナツオガー機を、鋼管矢板建込み位置に、セットする。
ケーシングを逆転、オガースクリューを正転させ互いに回転方向の力を打ち消し岩盤を所定の深さまで削孔する。

② 岩盤削孔



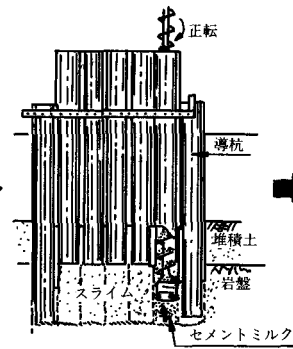
削孔完了後、ドーナツオガーを引き抜き次の削孔を行う。
削孔は、SEP1シフト分(6本~16本)を連続して行う。

③ 中掘り



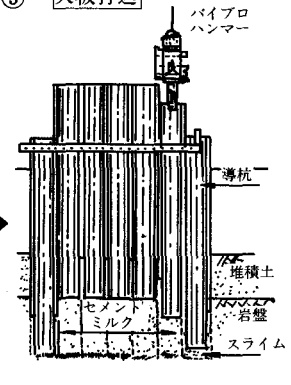
導杭打設後導棒を取付け、削孔した位置に鋼管矢板を扉風状に建込む。
オガーを拡大ヘッドに取替え岩盤まで中掘りを行う。

④ ミルク注入



岩着後、根固ミルクを注入しながらオガースクリューを引き抜く。

⑤ 矢板打込



注入完了後パイロハンマーにて矢板を所定の高さまで打ち下げる。

図-5 各種工法の概要

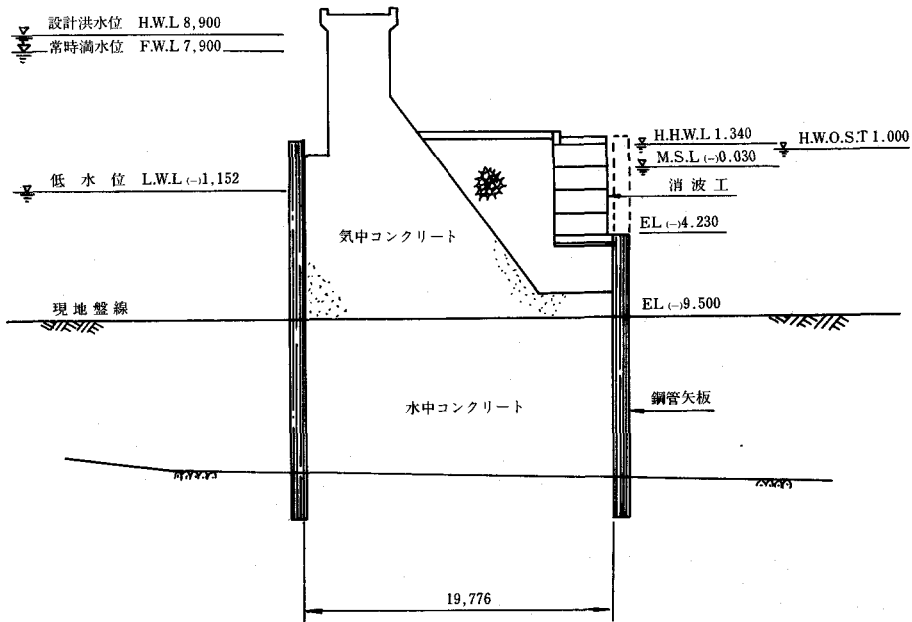


図-6 変更前原断面非越流部標準断面図

また、水をダムアップする利水機能を有することを考慮し、基本的考え方として「土地改良事業計画設計基準（ダム）」に準じて検討することとした。

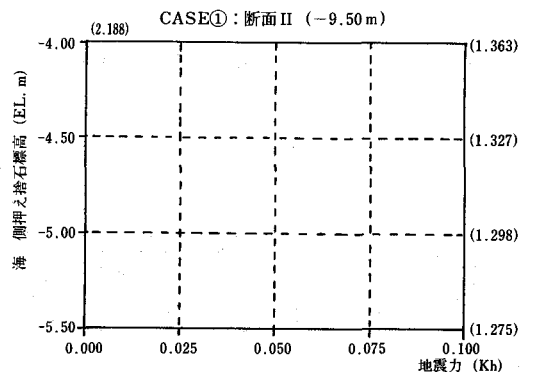
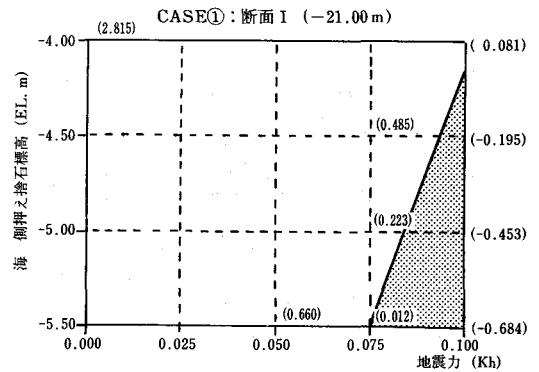
堤体は、海底面以下の水中コンクリート部と、海底面以上の気中コンクリート部に区分されるが解析上はコンクリート部全体をダム堤体として扱い、両者を一体の構造物として検討を行った。

ダム堤体としての安全性を満足させる設計条件は以下のとおりである。

- ①ダム堤体上流面に鉛直方向の引張り応力を生じないこと。
- ②ダム堤体と基礎岩盤の接着面及び基礎岩盤内の弱点と考えられる面において、せん断に対して安全であること。
- ③ダム堤体内の応力はコンクリートの許容応力を越えないこと。

以上であるが、当ダムの場合、堤体下流側にも海水が存在するので下流面についても鉛直方向に引張り応力を生じさせてはいけない。この点が、ダム基準と異なっており、当ダムの特徴の一つでもある。

上記①～③について、当初計画断面（図-6）で再検討した結果、②及び③の条件については満足するものの、①の条件を満足するに至らないケ



・ () の数値は格子点位置での鉛直応力を示す。
 ・ 陰影部分は引張応力発生域を示す。

貯水池側から安定計算（上流端応力の検討）（単位 kgf/cm²）

貯水位：常時満水位（F.W.L. +7.90 m）

潮位：大潮平均低潮位（L.W.O.S.T. -1.07 m）

図-7 押え捨石と鉛直応力

ースが現れ、設計上、上流面の鉛直引張り応力の発生が問題となった。

この為、堤体断面の変更を余儀無くされたわけであるが、当ダムは、先に述べたさまに、堤体の上下流に水位を有することから上流面の鉛直応力の解消を図る上で、設計時の荷重条件の変更によっては逆に堤体下流面に引張り応力が発生し易い構造上の特徴がある。よって、上下流両面の荷重バランスに配慮しながら外力の荷重条件及び堤体断面形状の見直しを行うことにより鉛直引張り応力の解消を図ることとした。

(2)鉛直応力を解消する為の方針

堤体の安全性を増す為の方策は、検討時の施工状況を考慮して一次締切内の水中コンクリート打設が完了した時点を想定し、検討した。結果としての主な対策事項は下記のとおりである。

- ①地震時動水圧の対象水位を海底面（E L-9.5m）以上とした。（当初設計は基盤面E L-

19.5m以上）

- ②海底堆積土が堤体に作用する土圧は、全て静止土圧としていたが、地震時の主働土圧（及び受働土圧）の考え方を取り入れた。
 ③下流側消波工及び付帯する取付け道路の構造を変更し、荷重を削減した。
 ④堤体上下流側に捨石を施工する。

(3)設計要素の検討

干満の変化をもつ海を堤体前面に有する当ダムの安定計算を行う場合においては、貯水位、潮位、地震等、起こり得る可能性をもとに適正な組み合わせを選定する必要がある。検討を行った組み合わせを表-3に示す。

上流端応力の検討はCASE①とCASE②、下流端応力の検討はCASE③とCASE④を対象とした。このケース分けのうち、貯水側から検討する場合、常時をCASE①、異常時をCASE②と考える。また、海側から検討する場合、常時をCASE③-1、

表-3 安定計算ケース

		貯水位	潮位	設計震度	波圧	備考
貯水池側から	CASE① 〔常時〕	常時満水位 F.W.L 7.90 m	大潮平均低潮位 L.W.O.S.T -1.07 m	K=0.10	—	ダム設計基準 ²⁾ に準拠して、K=0.1の地震力とする。
	CASE② 〔洪水時〕	設計洪水位 H.W.L 8.90 m	大潮平均低潮位 L.W.O.S.T -1.07 m	K=0	—	設計洪水時には、同時性の少ない地震力は考慮しない (ダム設計基準に準拠)
		潮位	貯水位	設計震度	波圧	備考
海側から	③-1 CASE③ 〔平均潮位〕	大潮平均高潮位 H.W.O.S.T 1.00 m	平年最低水位 M.L.W.L 4.00 m	K=0.10	—	潮位、貯水位とも平年値とする。貯水位は36ヶ年の各年最低水位の平年値とする。ダム設計基準に準拠してK=0.1の地震力とする。
	③-2	大潮平均高潮位 H.W.O.S.T 1.00 m	管理低水位 K.L.W.L 1.00 m	K=0.05(標準) (K=0~0.10)	—	管理低水位の発現は、3回/36年の確率で高潮位との同時性はさらに低い、ダム設計基準に準拠して、K=0.05の地震力を考慮する。
	③-3	大潮平均高潮位 H.W.O.S.T 1.00 m	最低水位 L.W.L -1.15 m	K=0(標準) (K=0~0.10)	—	最低水位は1回/36年の確率であり、他の外力との重複は考慮しない。
	④-1 CASE④ 〔最高潮位〕	既往最高潮位 H.H.W.L 1.34 m	平均水位(9月) M.W.L 6.00 m	K=0(標準) (K=0, 0.10)	Ph=25t	地震との同時性は少ない。波圧(1/100年確率)は現象的に相関無しとは言えないので、これを考慮する。貯水位は、潮位観測日前後の36ヶ年平均水位を採用する。
	④-2	既往最高潮位 H.H.W.L 1.34 m	最低水位 L.W.L -1.15 m	K=0	—	最低水位は1回/36年の確率であり、他の外力との重複は考慮しない。

その他のケースを異常時とした。常時においては地震力を100%考慮すべきだが、異常時においては地震との同時性を検討し、適宜地震力を勘案する必要がある。「設計基準」においてもサーチャージ時、空虚時に地震力の2分の1を考慮することからも地震力の勘案は適当と考える。

(4) 堤体内部応力の検討

上下流端に引張り応力を発生させない対策としてはアンカー工法等も考えられたが、経済性、施工性の面で問題があった為、押え捨石の施工を主体とすることにした。その効果は次の2点である。

- ① 押え捨石の主働・受働土圧としての考慮
- ② 押え捨石による堆積層の圧密による強度増加
押え捨石の施工高さの決定には先の表-3に示

したケースにおいて内部応力の計算を行った。その1例としてCASE①の結果を図-7に示す。図のドット部分が引張応力が発生する領域であり白い部分が圧縮応力が発生する領域である。また断面Iは基盤面、断面IIは気中コンクリートと水中コンクリートの接着面である。

CASE①は常時であるから地震力を100%加味し設計震度0.1を採用すると、下流側の捨石標高はEL-4.0mまでの施工が必要となる。

その他のケースについても計算を行った結果、最終的な捨石標高は上流側がEL-5.5m、下流側がEL-4.0mとなった。この変更断面においての上下流端応力等の計算結果を表-4に示す。以上の検討により鷹島ダムの断面を決定した。

表-4 縮切堤安定計算結果

凡例 断面I：基盤標高 EL-21.00 m
断面II： " EL- 9.50 m

貯水池側から										
計算 ケース	水位		押え捨石 標高	断面	震度	応力		安全率		
	貯水位	潮位				上流端	下流端	せん断 摩擦	転倒	
	EL(m)					EL(m)	tf/m ²	tf/m ²		
①	常時満水位 F.W.L. 7.90 m	大潮平均低潮位 L.W.O.S.T. -1.07 m	-5.50 m	I	0.1	0.814	64.364	4.84	1.57	
				II		13.631	22.568	8.29	3.32	
②	設計洪水位 H.W.L. 8.90 m	大潮平均低潮位 L.W.O.S.T. -1.07 m		I	0.0	21.326	43.674	6.56	2.15	
				II		19.283	16.737	11.67	4.51	
海側から										
計算 ケース	水位		押え捨石 標高	断面	波圧	震度	応力		安全率	
	貯水位	潮位					上流端	下流端	せん断 摩擦	転倒
	EL(m)						EL(m)	tf	tf/m ²	tf/m ²
③-1	大潮平均高潮位 H.W.O.S.T. 1.00 m	平均最低水位 M.L.W.L. 4.00 m		I	-	0.10	41.198	22.576	20.92	6.34
				II			33.660	1.134	52.36	12.89
③-2	大潮平均高潮位 H.W.O.S.T. 1.00 m	管理低水位 K.L.W.L. 1.00 m		I	-	0.05	43.039	21.269	18.11	5.57
				II			34.042	1.287	45.04	12.08
③-3	大潮平均高潮位 H.W.O.S.T. 1.00 m	最低水位 L.W.L. -1.15 m	-4.00m	I	-	0.0	39.988	25.030	20.44	7.35
				II			33.146	2.891	63.34	23.87
④-1	既往最高潮位 H.H.W.L. 1.34 m	平均水位 M.W.L. 6.00 m		I	25.58	0.0	17.326	45.751	42.80	7.69
				II	25.58		26.790	7.307	54.59	10.89
④-2	既往最高潮位 H.H.W.L. 1.34 m	最低水位 L.W.L. -1.15 m		I	-	0.0	40.982	23.696	18.81	6.55
				II			33.133	2.566	55.31	20.01

5. おわりに

現在の工事状況は、本体部の工事が終了し、現在、堤体による反射波防止の為の消波工を施工しているところであり、今後、堤頂施設等の部分的な工事を施工し、平成6年2月の竣工となる。その後、湛水試験と合せ、当ダムの特徴でもある除

塩作業を行うこととなる。除塩は真水と海水の比重さと、貯水位と海水位との差を利用し、除塩暗渠から海水を押し出す工法により行う。

最期に当ダムが水資源開発の一方法として、大成功を修め、鷹島町農業の振興に寄与することを期待し、当ダムの事例紹介を終る。



トリシマポンプ

うるおいのある生活環境づくりに

トリシマは、農業農村整備における各種ポンプ設備をはじめ、農業集落排水システムなど農村の生活環境の保全や向上に、トータルエンジニアリングでお応えしています。

株式会社 **西島製作所**

東京支社 / 東京都千代田区丸の内1-5-1 新丸ビル ☎(03)3211-8661(代) FAX(03)3211-2568
支店 > 大阪・名古屋・福岡・札幌・仙台・広島・高松 <営業所> 横浜・佐賀・那覇
本社 / 大阪府高槻市宮田町一丁目1番8号 ☎(0726)95-0551(大代) FAX(0726)93-1288

土壤硬度計による砂岩分級

中山 康*
(Yasushi NAKAYAMA)

目 次

1. はじめに	70
2. 南九州シラス地帯のダム計画	70
3. 千葉県長柄調整池	72
4. 千葉県保台ダム	72

5. その他の測定	74
6. 測定事例の比較	75
7. 考察と今後の展望	76

1. はじめに

基幹施設にダムのある土地改良事業の調査計画にあたっては、用水計画、水文、建設適地・ダム型式・堤体材料など築堤の可能性、事業費および事業効果についての調査をバランスよく進めなければならない。ダム適地の減少にともない、基礎地盤の支持力および池敷斜面の安定性について踏査だけで判断できない場合が増加している。そこで非破壊の手軽な原位置試験法があれば、とくに初期の調査段階に有用である。次に今回試みた測定方法と試験地について記述する。

測定方法は土壤硬度計を用いた。それは、完全な非破壊ではないがほぼこれに準ずるものであり容易に携帯できること、かつて土質工学会が南九州シラスという限定付きではあるが地層の工学的分級に基準化(JSF規格:M2-81)したことがあったことなどの理由による。試験地は千葉県下の長柄(ながら)調整池と保台(ぼだい)ダムを選んだ。前者は湛水域全てにわたって波浪侵食防止のブランケットを廻らしており、後者は重力式コンクリートダムであるが上流側にフィレットを張り出して面積を拡げて基礎地盤の支持力不足を補っている。これら2ヵ所のダムサイト以外にも周辺各地の測定データを加え、堤体基礎および湛水域斜面ならびに付け替え道路の調査計画に役立つ報告としたい。

2. 南九州シラス地帯のダム計画

土壤硬度計とダム調査の結びつきは、宮崎県都

城市で始まった。この地方は、わが国で最も日射量の多いところであり、光合成の効率が高い。かてて加えて日向～川崎および宮崎～大阪のフェリーで生産物を消費地へ直送できることから将来の発展が期待された。

表-1 全日射量の平均日量 (MJ/m²)
統計期間：1974～1980

地 点	年平均日量	地 点	年平均日量
宮 崎	15.0	巖 原	124.4
足 摺	14.4	福 岡	11.7
鹿児島	13.6	東 京	11.4
熊 本	12.9	名 瀬	11.4

(理科年表 61, 1988 から作成)

当地方は、洪積世の軽石流堆積物が厚く堆積した丘陵地である。カルデラを形成しながら噴出した多量の火砕流が熱雲となって、尾根を超えて谷筋に厚く重なる。厚い堆積物の最上部・最下部は急冷されてあまり溶結しない。中位部は高温・高圧が長く続き、これによって溶結する。狭い地域に溶結度の低いシラスから高い溶結凝灰岩までいろいろの岩相が相接して並ぶことになる。また、一度固定したシラスが侵食され別のところに堆積したものもあって、二次シラスと呼ばれる。2次シラスは、いわば堆砂であるから、基礎・池敷のいずれにも好ましくない。そこで原位置に高温で堆積した軽石流(地山シラス)の分級がまず求められたのである。地山シラスの分級には鉦打ち銃も検討されたが、火薬を使う繁雑さを避けることができない。

この事業は、九州農政局南九州地域総合開発調

*日本基礎技術研

表一 2 切土のり勾配

土質の区分	のり面勾配(割)	摘 要
硬質シラス	1:0.3より緩	植生困難
中硬質シラス	1:0.5より緩	硬度おおよそ27mm以上で植生困難
	1:0.6より緩	" 27mm以下で植生可能
軟質シラス	1:0.8より緩	" 25mm以下で植生可能

注 ただし、直高2m以上に適用。

(社)全国治水砂防協会⁴⁾から引用

表一 3 地山シラスの判別分類に基づく切土工の設計施工指針³⁾

分 類	シ ラ ス					そ の 他			
	極軟質シラス	軟質シラス	中硬質シラス ^{注1)}		硬質シラス	熔結灰岩	軽石層	火山灰質有機質土および火山灰質粘性土	
指標硬度(mm)	20以下	20~25	25~30		30~33	33以上	—	—	
			植生工が容易	植生工が困難					
湧水がない場合	勾配(割)	1.0~1.5	0.8~1.2	0.8~1.0	0.5~0.8	0.5~0.8	0.5以下	1.0~1.5	1.0~1.5
	のり面保護工	のり枠植生工 のり枠栗石張り のり枠ブロック空張り コンクリート張り	のり枠植生工 植生穴工 植生マット 張芝	のり枠植生工 植生穴工 植生マット 張芝	シラス・セメントのモルタル吹付け	シラス・セメントのモルタル吹付け	無処理	のり枠栗石張り のり枠ブロック空張り コンクリート張り	張芝 植生マット 種子吹付け
湧水がある場合	勾配(割)	1.0~1.5	1.01.2	1.0~1.2	1.0程度	1.0程度	0.5以下	1.0~1.5	1.0~1.5
	の保り護面工	のり枠栗石張り、ブロック空張り コンクリート張り	のり枠栗石張り、ブロック空張り コンクリート張り	のり枠植生工 植生穴工 植生マット 張芝	のり枠栗石張り、ブロック空張り コンクリート張り	のり枠栗石張り、ブロック空張り コンクリート張り	無処理	のり枠栗石張り、ブロック空張り コンクリート張り	張芝 植生マット 種子吹付け
排水処理の注2)必要	あり	あり	あり	あり	あり	なし	あり	あり	

注1) シラスは水に侵食されやすく、のり面の保護が極めて重要である。指標硬度が27mm以下を植生工が容易、27mm以上を植生工が困難なものと判断し、中硬質シラスを対象としてこの判別よりのり面保護工を設計するものとする。

2) のり高(垂直高)が10mを超える場合は、地質条件を考慮して約7m高ごとに幅1.5~2.0mの小段を設ける。また、後背地からの表面水をのり面に流さないようにのり肩の排水溝を完備するとともに、のり面に対して侵食されないように十分な排水施設を設けるものとする。

查事務所が1970年代に組織的調査を開始した。現在の南部九州土地改良調査管理事務所および都城盆地農業水利事務所の前身にあたる。

結局、シラスはグラウト効果が見込めないことや地震時の挙動も予測困難であることから、ダムサイトはシラスのない所に選定されるようになった(例:天神ダム)。ただし、湛水域にはシラスは避けられないので、斜面保全の工法が検討されるようになった。

これにもなって研究されたシラス分級が後に土質工学会のJSF規格:M2-81の成果となった。これより先立って鹿児島県シラス対策研究会と土質工学会シラス基準化委員会はそれぞれ施工方法の具体的指針を発表している。それらは池敷斜面の保全や付け替え道路の設計にあたり極めて具体的な手がかりを提供している。

表-4 地質年代表におけるダムの位置

代	紀	世	年	地層名	ダム名	
新生代	第四紀	沖積世	0	砂丘		
		洪積世	10,000	シラス, 木下層(成田層)	長柄調整池	
	第三紀	新第三紀	鮮新世	1,700,000	清澄砂岩, 荒川層群	保台ダム
			中新世	5,100,000		
		漸新世	24,000,000			
	古第三紀	始新世	38,000,000			
		暁新世	55,000,000			
			65,000,000			

3. 千葉県長柄調整池

この調整池は洪積台地の浅い谷間に作られている。関東平野の洪積台地は、ほとんど木下(きおろし)層(成田層)という海成砂層で平坦面には関東ロームをのせている。木下層は流出して谷間や海浜の沖積層となっている。また、東京湾岸の埋立地の用土に多く使用されている。粒径のそろった砂であるため、地震時にはいろいろな問題をひきおこすことになる。1987年12月17日、千葉県東方沖地震が発生した。M6.7の規模で震度Vが記録された。石灯笼とブロック塀崩壊で死者2名の被害が出た。九十九里海岸に平行した洪積台地の崖崩れが発生した。長生郡・山武分を中心として千葉県下で200カ所に達した。また、木造家屋の棟瓦損傷5万戸、低地の液状化も広範囲に発生した。

これを契機として、各地の木下層の指標硬度を測定した結果、この砂層の急崖(おおむね50°以上)の安定には18mm以上の指標硬度が必要であることが判明した。千葉県東方沖地震(1987)の斜面災害の特徴として、完全に崩落した崖はむしろ少なく、多くの場合頭部に亀裂が入って緩んだ状態が続くことになった。指標硬度は全て17mm以下に低下する。このような斜面直下の住宅は余震や豪雨でいつ災害が発生するかわからないため長い間帰宅が制限された。

長柄調整池周辺は、木下層であるが、緩い起伏に富んだ丘陵である。広い平坦面と急な崖は認められない。指標硬度を測定すると、数値のバラツキが大きく、16~24mmにわたる。山武部成東町と長生郡長柄調整池付近の測定を比較すると指標硬度と地形とは相関を持つと考えられる。部分的にせよ16~17mmの指標硬度が波浪侵食防止ブランケ

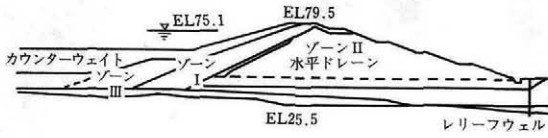
ットの施工を促がしたものと思われる。

4. 千葉県保台ダム

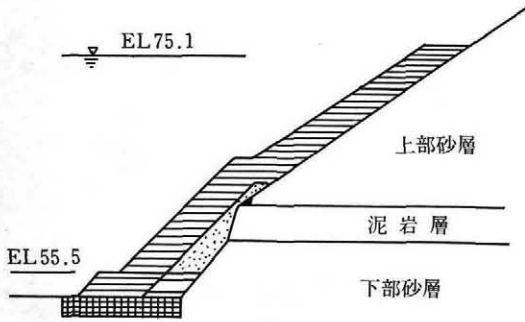
ここは、中新世の清澄砂岩層を基礎地盤とする重力式コンクリートダムである。地盤の支持力が小さいので上流側にフィレットを付し、基本三角形の底辺を拡げている。ケーブルの代りにゲート

表-5 長柄ダムの諸元

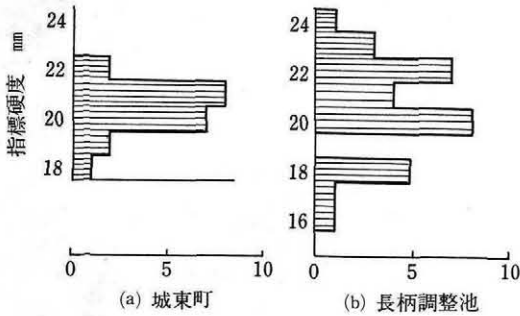
一般	河川名 所在地	村田川水系支川村田川 千葉県長生郡長柄町山之郷 および市原市犬成地内
貯水	総貯水量	10,000,000 m ³
	有効貯水量	9,600,000 m ³
	堆砂量	200,00 m ³
	設計満水位	EL 75.10 m
	設計洪水水位	EL 76.85 m
	設計低水位	EL 53.50 m
	貯水面積	808,000 m ²
地	流域面積	3.4 km ²
	型式	ゾーン型アースダム (傾斜コア型)
本堤	堤頂標高	EL 79.50 m
	堤頂高	52.00 m
	堤頂長	250.00 m
	堤頂幅	20.00 m
	堤体積	1,455,000 m ³
左岸副堤	堤頂長	480.00 m
	堤頂幅	10.00 m
	堤体積	914,000 m ³
右岸副堤	堤頂長	305.00 m
	堤頂幅	20.00~10.00 m
	堤体積	732,000 m ³
洪水吐き	設計洪水量	185 m ³ /s
	越流頂標高	75.10 m
	設計越流水深	1.75 m
	減勢工型式	静水池型



図一 長柄調整池堤体標準断面図⁵⁾



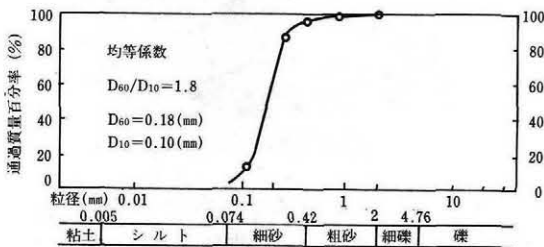
図二 斜面保護工標準断面図⁵⁾



18mm未満は地震で
浮いた砂層の指標硬度

中央値 20.5mm 中央値 20.5mm
 平均値 20.4mm 平均値 20.5mm
 標準偏差 1.0mm 標準偏差 1.9mm

図三 木下層の指標硬度度数分布⁸⁾



図四 木下層 (山武郡成東町) の粒度分布⁸⁾



写真一 長柄調整池斜面保護工

型起重機を採用し、アンカー工を避けている。重力式コンクリートダムのために洪水吐掘削にとまなう長大斜面も出現しない。

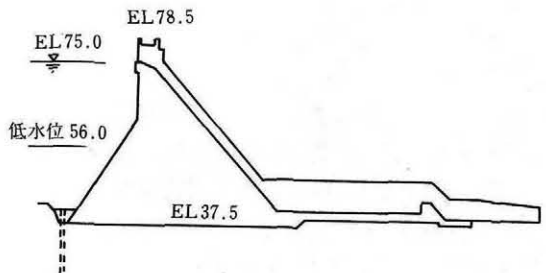
基礎掘削からコンクリート打設までは、モルタル吹付けで保護している。基礎地盤検査に指標硬度を測定したところ

泥岩・細粒砂岩	36~37mm
砂岩	35~36mm
破碎帯	33~34mm

表一 保台ダムの諸元

一般	位置	千葉県鴨川市和泉字保台 (新第三紀中新世) 三浦層群 清澄砂岩層
貯水池	総貯水量	2,740,000 m ³
	有効貯水量	2,540,000 m ³
	常時満水位	EL 75.0 m
	設計満水位	EL 77.0 m
	流域面積	6.7 km ²
堤体	型式	重力式コンクリートダム
	堤高	41.0 m
	堤頂高	198.0 m
	堤頂幅	4.0 m
	堤体積	101,200 m ³

水と土 第90号 1992



図五 保台ダム標準断面図⁷⁾

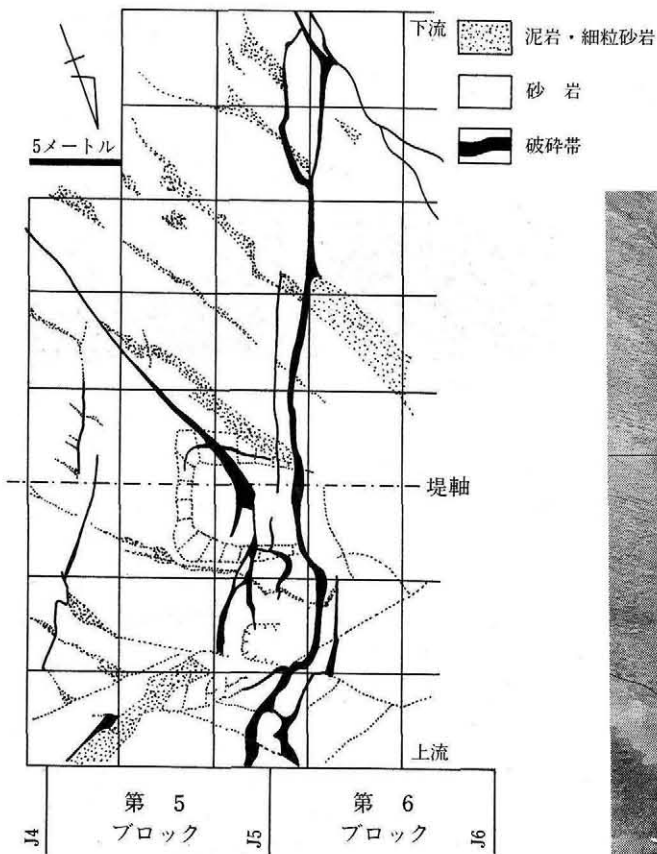


図-6 保台ダム基礎地盤地質図

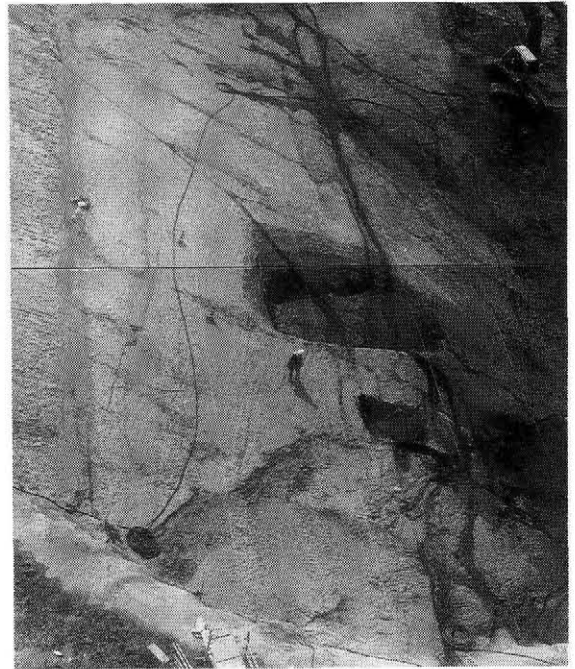


写真-2 保台ダム基礎地盤

であり、付近の砂岩露頭の31~32mmより高い値を示している。指標硬度32mmはおおむね200kg/cm²に相当するため、軟岩のダムサイトで中硬岩が出るまで基礎掘削して重力式コンクリートダムを打設したと表現することができる。

5. その他の測定

5.1 荒川層群（中新世）

栃木県芳賀郡貝町塩田の砂質泥岩で測定し、指標硬度31mmとなった。

5.2 沖積世の泥

茨城県つくば市下田中の休耕田の泥を試料とした。採取地点は桜川沿いの低地である。日光山地に源を発する鬼怒川は、かつて桜川の流路に流れ込んでいた。そこで霞ヶ浦に向かって土浦市付近まで日光火山の火山岩の礫が到達していた。現在の鬼怒川が河床低下を防止するため砂利採取禁止となったため、1万年程前に堆積した古い礫層に砂利資源が求められることになった。この礫層の

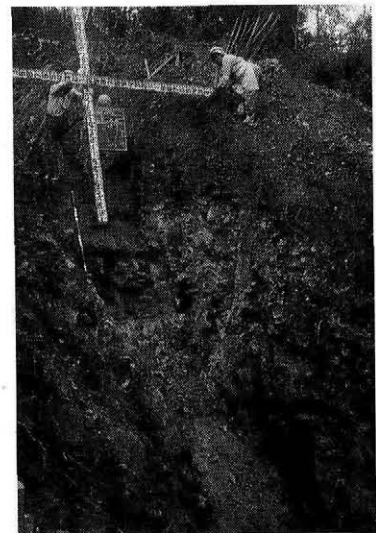


写真-3 塩田調整池築堤材料調査トレンチ

上に堆積した泥層の上に水田が開かれた。

桜川の流域では、次の工程による砂利採取場が次々と開設された。休耕田で耕盤の下の泥を掘削

仮置きし、目的の砂礫を採取する。その跡を東の方の山地から採取した土砂で埋め戻し、泥土を戻して水田を復旧する。

種々の含水比の泥試料の調整は困難なので、仮置き泥層から約20cm立法の塊を切り出してもらい、室内で一週間風乾した。2つに割ると中心は湿潤で周囲が乾いた断面が現れたので、4点の指標硬度と含水比を測定した。指標硬度は16mmから37mmにわたり、含水比は64.4%から4.8%に対応した。

5.3 沖積世の砂丘砂

相模湾岸の砂丘で指標硬度9mmとなった。スコップで砂を掘り起こした攪乱試料では指標硬度0mmとなる。多少とも泥の混じった様相のところでは容易に10mm以上の値が得られる。

6. 測定事例の比較

これまで測定した指標硬度をまとめたのが図-7である。測定値は横に伸びた実戦で分布領域を示し、測定値が存在しない領域を抹消した。また指標硬度が構造物基礎の設計と関連して意味があるものは実戦、不確かなものは点線で囲んだ。この図から判読できることは、次のとおりである。

- (1) 砂については、締固めると強さが大きくなる。
- (2) 砂岩は、古い地質時代のものが強い。すなわち、続成作用が長く続くと固化または強化する。
- (3) 砂と砂岩の間には、指標硬度が欠除する区間

が存在する。

- (4) 泥については、含水比で指標硬度が大きく変化する。

- (5) 泥岩と泥とは、指標硬度の重複する区間がある。

また、砂に泥が混合すると、指標硬度は大きくなる。このような現象を合理的に説明できる土の構造モデルを考えてみた。これまで泥岩や泥を一括していたが、実際は粘土とシルトの混合物である。粘土は変形しても体積の増減がない。シルトと砂は変形にともなう体積の増・減が生じる(正・負のダイレイタンス)。粘土とシルトの混合物である泥では、正規圧密で負、過圧密で正のダイレイタンスが現れる。シルトと砂の粒子を球、粘土を層状構造のモデルで考えるとその挙動をよく説明できる。

- (a) 単一粒径の砂では、配列構造を密にすれば接点数が増加する。
- (b) 降下軽石や緩い砂の堆積では負のダイレイタンスを起す。
- (c) 粒径がいろいろ混合した砂では、接点数が増加する。一般に強さが増す。
- (d) 粘土とシルトから成る泥では、間隙に空気と水が共存すると、その境界の表面張力が土塊の拘束圧となって土の強さが現れる。

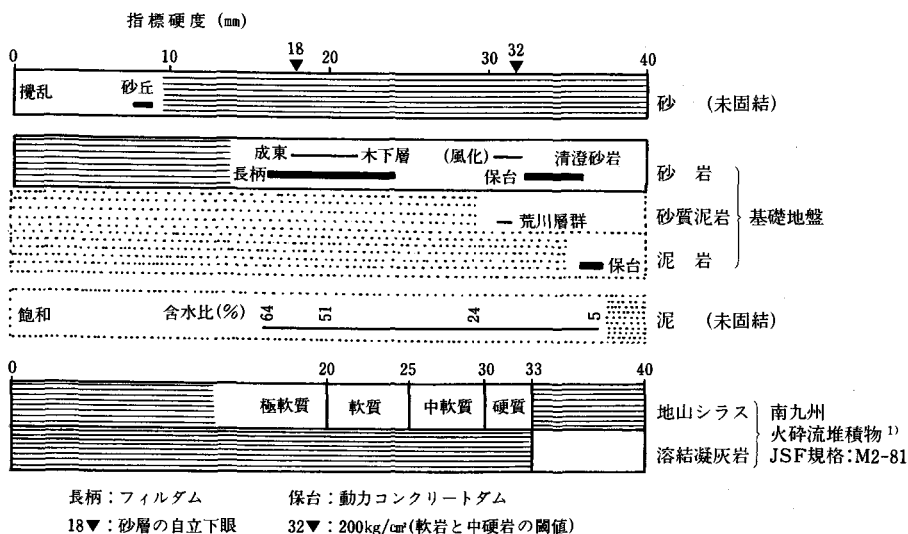
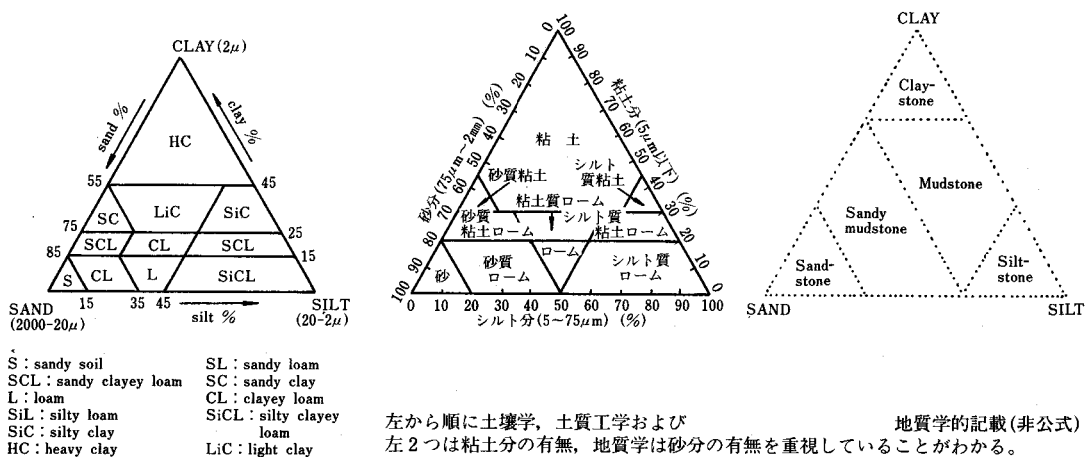


図-7 指標硬度総括図



左から順に土壌学，土質工学および地質学的記載(非公式)
 左2つは粘土分の有無，地質学は砂分の有無を重視していることがわかる。

図-8 粒径組成区分図

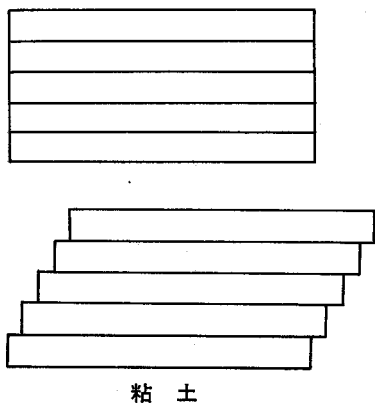


図-9 土粒子の堆積構造
 (変形による体積変化がない)

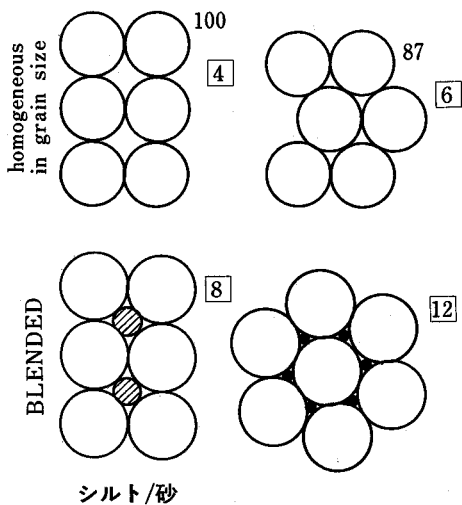


図-10 土粒子の堆積構造 (二次元説明図)

数字：占有空間容積比
 [数字]：白球が持つ接点数

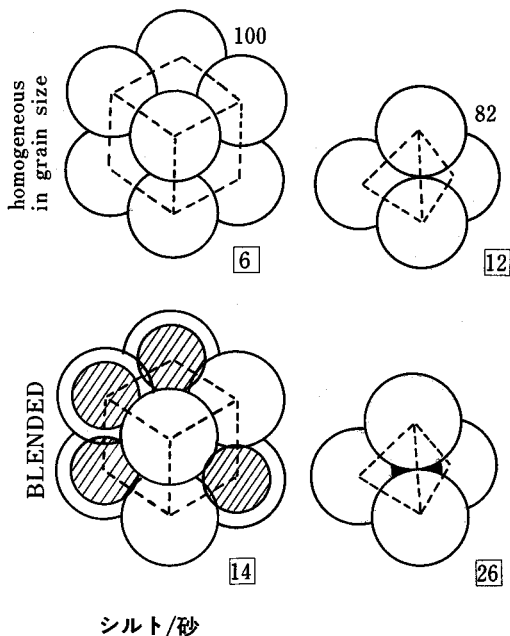


図-11 土粒子の堆積構造 (三次元説明図)

数字：占有空間容積比
 [数字]：白球が持つ接点数

7. 考察と今後の展望

この報文を要約すると，次のとおりである。

- (1) 指標硬度35~37mmの砂岩の上に重力式コンクリートダムが建設できる。この数値は中硬岩に相当する。
- (2) この基礎地盤も放置すると31~32mmに低下する(軟岩)。これを防ぐために，床掘り後直ちにモルタル吹付けを行う必要がある。

- (3) 指標硬度16~24mmの砂岩の上にフィルダムが建設できる。
- (4) 指標硬度18mm未満では急斜面は保持できない。したがってダムの湛水域では、波浪侵食防止工の必要性が認められる。
- (5) (1)~(4)は砂質のところでも適用される。シルトや粘土がどのくらいまで混入してもよいかについては不明である。

ここで記述した長柄調整池と保台ダムは、今後のダム計画の方向を示唆するよう感じられる。すなわち、湛水域の斜面保全や洪水吐長大斜面が大きな問題点となって、ブランケットや重力式コンクリートダム志向が強くなることである。

最後に現場測定に際し、千葉県館山土地改良事務所および関東農政局芳賀台地農業水利事業のご協力を受けた。この報文をまとめるにあたり、あつくお礼申し上げます。

引用文献

1) 土質工学会：硬さによる地山しらすの判別分類

法 (JSF規格：M2-81), 土と基礎29巻4号, PP45~48, 1981

- 2) 鹿児島県シラス対策研究会編：シラス地帯における土工設計施工指針, 1975
- 3) 土質工学会編：地山シラスの判別分類に基づく切土工の設計志向指針, 1980
- 4) (社)全国治水砂防協会：斜面崩壊防止工事の設計と実例——急傾斜地崩壊防止工事技術指針——参考編, PP71~72, 1982
- 5) 木本悦郎ほか：千葉県東方沖地震における長柄ダムの状況について, 水と土73号, PP89~95, 1988
- 6) 山崎 晃・熊沢健二：長柄ダムの斜面保護工, 水と土74号, PP97~105, 1988
- 7) 林 郁夫・五十嵐昇：保台ダムのコンクリート打設システムについて, 水と土90号, PP43~50, 1992
- 8) 中山 康：新生代砂層の固結度, 技術と施工(日本基礎技術(株)社内誌) 48号, PP 1~7, 1992

【報 文】

景観・自然環境に配慮した水路工法について

矢吹輝明*

(Teruaki YABUKI)

瀬尾俊治*

(Shunji SENO)

斎藤晴美**

(Harumi SAITO)

黒瀬忠勝**

(Tadakatu KUROSE)

目 次

1. はじめに	78
2. 地区の概要	78
3. 景観や自然環境に配慮した 工法を取り組んだ背景	79

4. 水路整備工法の概要	79
5. 実施に当って生じた問題と対策	80
6. 反省及び感想	82
7. おわりに	82

1. はじめに

平成5年3月、かんがい排水審議会は、「自然環境、農村景観との調和への配慮やその保全、快適な農村空間の創出、固有の伝統、分化等の地域の個性を生かした整備が必要になっている」¹⁾として、自然環境に配慮した整備技術や、農村景観形成、親水空間創出技術等の一層の充実を図る必要性について報告している。

また、岡山県では、昭和63年4月1日に全国で3番目の景観条例を施行しており、これに基づいて、平成元年11月には土木構造物等景観形成指針を策定し、「より美しい魅力ある県土づくり」を進めているところである。

しかしながら、農業用排水路の場合、その改修に当たっては、従来から、機能の向上や維持管理費の軽減を図るため三方コンクリートで画一的に施工する例が多い。このため、流水と土壌面との接触がなくなり、地下水が遮断されること等から、自然河川や土水路が有している自然の水質浄化機能が低下するなどの問題点が指摘されている。

このような状況の中で、総社市溝手で平成4年度に、県営排水対策特別事業で実施した水路改修において、景観や自然環境に配慮した工法を取り入れモデル的に整備したので、以下にその背景や工法の概要等について紹介する。

2. 地区の概要

本地域は、岡山県総社市東南部に位置する平坦な水田地帯である。排水は二級河川前川を経て児島湖へと流下している。この集水域は6km²と広く、しかも低平地であるため、大雨の際には地区内外にたびたび湛水被害をもたらしてきた。

この抜本的な対策として、ほ場整備事業と河川改修事業の一体的な整備を前提として、内水排除を行うための排水ポンプの設置と水路整備を行うことにより、水田の汎用化を図ることを目的とする排水対策特別事業「溝手地区」の計画を樹立し、平成元年度に事業着手した。

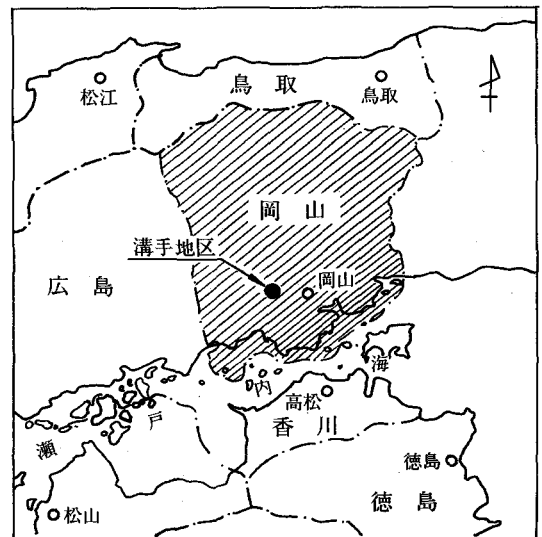


図-1 地区位置図

* 岡山県倉敷地方振興局農林事業部耕地課

** 岡山県農林部耕地課

(1)地区計画概要

- ・受益面積 75ha
- ・総事業費 1,184百万円
- ・工期 平成元年度～平成7年度(予定)
- ・主要工事 1号水路 L=1,604m
2号水路 L=262m
ほ場内水路L=958m
排水機場 1ヵ所
横軸斜流ポンプ
1,500mm×2台

(2)関連事業

①県営ほ場整備事業(低コスト化水田大区画)
「前川地区」平成元年度～8年度(予定)

②中小河川改修事業「前川」昭和62年～

一方、本地区内に平成元年12月、県立大学の建設が決定し、受益地の減少を余儀なくされたため、これに伴う計画変更を、平成2年度に行った経緯がある。

この、県立大学は、4年制の保健福祉学部、情報工学部、デザイン学部の3学部7学科と短期大学部1学科から構成される総合大学として平成5年4月に開学した。

3. 景観や自然環境に配慮した工法を取り囲んだ背景

当県では、景観条例の施行にもみられるように、地域の特色ある自然景観や文化等に配慮した施策を積極的に推進しており、農業用排水路の整備においてもこれらを踏まえ、従来から、景観や自然環境に配慮した整備に取り組んでいる。

特に、本地区の水路整備には、以下のような動機及び景観があった。

- (1) 地区周辺は古代吉備文化発祥の地で、貴重な文化遺産が集積し、美しい自然の中に静かなたたずまいと、優れた景観を残していることから、これらとの調和を図る必要があった。
- (2) 地区に隣接する県立大学内の水路は、大学側で整備したが、この整備の内容は、キャンパス内であることから親水、景観や自然環境に特に配慮しており、これに接続する1号水路も、大学内水路との調和を図る必要があった。
- (3) 水路は、学生が毎日通学に利用、あるいは散策する県立大学の進入道路沿いに位置するため、景観や自然環境に配慮した農業農村整備事業を

PRするには格好の場所であった。

- (4) 2号水路の上流では、レッドデータブック²⁾に岡山県に産する淡水魚では「アユモドキ」と共に絶滅危惧種に指定されている「スイゲンゼニタナゴ」の生息が確認されていることから、特に魚にやさしい整備を行う必要があった。

4. 水路整備工法の概要

景観や自然環境に配慮した水路は、1号水路(用排兼用：中道川)と2号水路(排水専用：山蔭川)である。

工法の決定に当たっては、水路機能、上流の大学内の水路整備内容、経済性、地元(水路管理者を含む)の意向、環境団体などの意見等について総合的な検討を行った。

予算面では、一般予算の他、大学開学に合わせた水路下流端までの一貫施工を行うため、国土開発総合事業調整費を活用すると共に、当初計画外の景観や自然環境への配慮に要する上乗せ分は単県費を充当した。

1号水路は下流の4,570haの水田をかんがいし、800年の歴史を持つ用水路でもあるため、水路管理者である六ヶ郷組合(一部事務組合)との協議の上で工法を決定し、主に景観と自然環境との調和に配慮した。

護岸は練石積構造とし、胴込コンクリートを前面に出さないよう空石積み風にした。

護岸内には魚巣ブロックと土管による「鰻の寝床」を設置した。

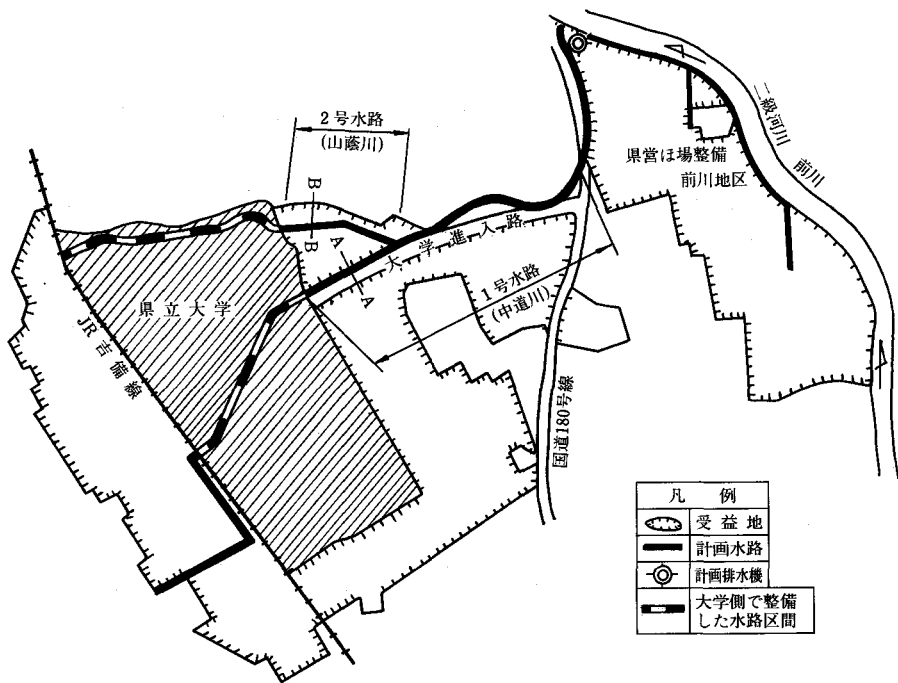
護岸に使用した石は、関連事業である県営ほ場整備事業前川地区の土取り場に露出した花崗岩を流用し両事業の経費節減を図った。

また、水路側面コンクリートには、玉石を埋め極力自然の河川の状態に近づけるよう工夫した。

2号水路は、周辺との地下水循環や自然の浄化機能を重視すると共に、上流に「スイゲンゼニタナゴ」の生息が確認されたため、魚にやさしい水路とすることにも気を配った。

2号水路の工法は、環境団体の報文等を参考にして、大型底なしフリュームの側面にスリット部分を設け、流水と土壌との接触面を47%となるよう開発された透水性フリュームを使用した。

また、フリュームを使用した区間には、魚巣ブロックを30m間隔で設置すると共に、底面には玉



図一 2 地区概要図

表一 1 工法の概要 (平成 4 年度施工区間)

	水路の諸元	当初計画工法	実施工法	比較検討工法	景観等の配慮	県立大学内工法
1号水路 (中道川)	<ul style="list-style-type: none"> 用排水路 L=730m Q=12.21 ~14.83 m³/s I=1/900 ~1/1,000 ライニング高1/10 	<ul style="list-style-type: none"> 練積ブロック護岸 底張コンクリート 魚巣ブロック L=4m (60mに1ヶ所両岸千鳥) 	<ul style="list-style-type: none"> 自然石練石積護岸 L=430m カチワリブロック護岸 L=300m 玉石底張コンクリート 魚巣ブロック L=10m (30mに1ヶ所両岸千鳥) 土管φ105mm (2.5mに1ヶ所両岸千鳥) 	<ul style="list-style-type: none"> [護岸] 化粧型枠コンクリート 間知練石積 [底面] ポーラスコンクリート 玉石入ポーラスコンクリート 玉石敷 	<ul style="list-style-type: none"> 管理道路 ソイル舗装 水路沿に植栽 付帯床版橋 擬石高欄 擬石吹付 	<ul style="list-style-type: none"> 間知練石積護岸 階段護岸工 玉石底張コンクリート
2号水路 (山藤川)	<ul style="list-style-type: none"> 排水路 L=262m Q=1.68 m³/s I=1/2,200 ライニング高1/10 	<ul style="list-style-type: none"> コンクリート組枠水路 底張なし 魚巣ブロック L=2m (60mに1ヶ所両岸千鳥) 	<ul style="list-style-type: none"> 透水性フリーム 底面は玉石と砂 魚巣ブロック L=6m (30mに1ヶ所両岸千鳥) 	<ul style="list-style-type: none"> [護岸] カチワリブロック [底面] 玉石敷 砂敷 	<ul style="list-style-type: none"> 管理道路 ソイル舗装 空地を公園風に整備 	<ul style="list-style-type: none"> カチワリブロック護岸 多自然型護岸 底張なし

石と砂を交互に敷き、魚類が生息しやすい環境となるよう配慮した。なお、使用した魚巣ブロックは1.2号水路とも、側面と底面に穴の開いたタイプの製品を使用し、魚類の高さは常時流量の水深から決定した。

5. 実施に当って生じた問題と対策

当初の事業計画から急ぎよこれらの工法を取り込むこととなり、しかも短時間で工法を決定しな

ければならなかったこと等から、次のような問題あるいは配慮が必要であった。

地元の意向は、当初三方コンクリート（1号水路）、柵渠（2号水路）であったのに対して、これらの工法は、景観や自然環境にも配慮した工法であることから、地元（水路管理者を含む）との協議・了解が前提となった。

このため、次の点について、説明した上で、採用する工法について了解を得た。

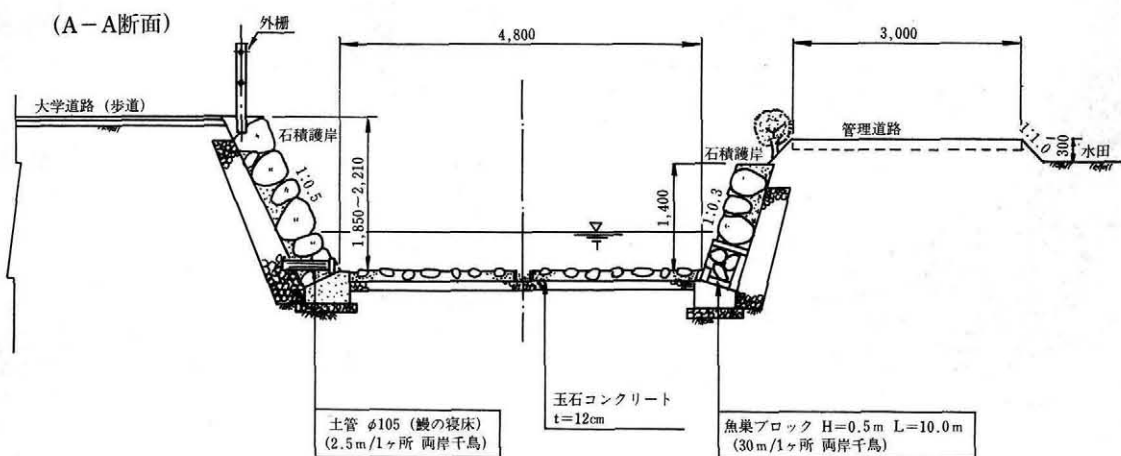


図-3 (1号水路) 中道川標準断面図

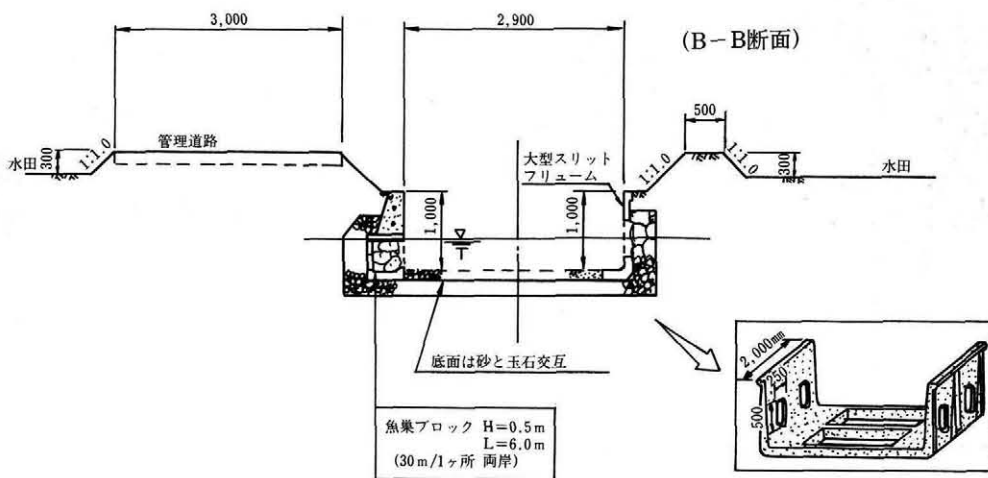


図-4 (2号水路) 山蔭川標準断面図



写真-1 1号水路A-A断面完成

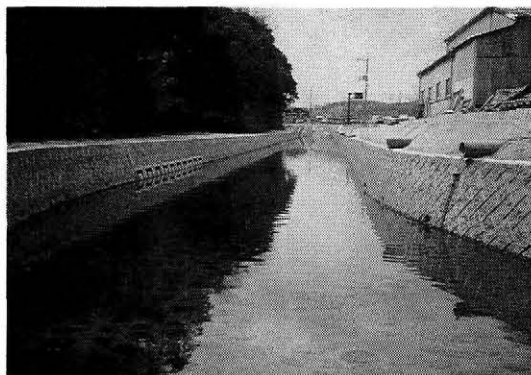
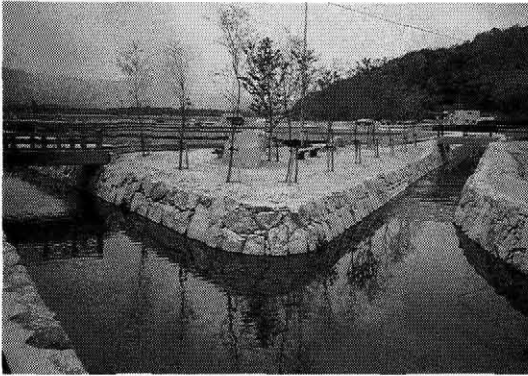


写真-2 1号水路下流断面完成



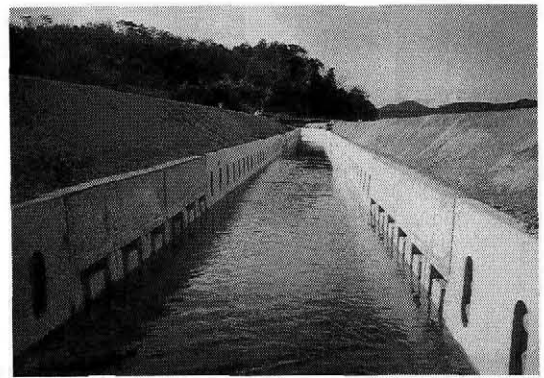
写真一 3 1, 2号水路合流点空地整備



写真一 5 2号水路底面, 側面処理状況



写真一 4 2号水路施工状況



写真一 6 2号水路完成

- (1) 実質的な用排水路としての機能が当初工法と変わらないこと。
- (2) 維持管理については、当該区間を行政側(市)管理とする。
- (3) 景観や環境に配慮した整備に要する上乗せ費用については受益者に付加されないよう配慮すること。

①この上乗せ費用分は、事業計画時には見込んでいなかったため、単県費で対応する。

②上乗せ分の地元負担は実質、総社市までとし受益者の負担とならないよう配慮すること。

これらの工法を採用することにより粗度係数が変わり、断面の変更が必要となったが、水路敷の用地買収はすでに終えており、用地範囲内で施工することが前提となったため、田面標高などを確認し、護岸高を高くすることで必要断面を確保した。

6. 反省及び感想

- (1) 予算面や地元要望などいくつかの制約の中で実施したのが現実であり、「望ましい整備目標」に達したかどうか、疑問が残っている。
- (2) 景観整備の内容は、設計者によって個人差が生じ、また、自然環境への配慮もその地域、現場により状況が異なり、画一的に設計が出来るものではないが、何らかの技術指針の必要性を痛感した。
- (3) 親水機能については、用地的な制約、安全面等から十分な配慮ができたとは言えない面があった。

7. おわりに

本来の事業目的が排水改良を行うことにある中で、景観や自然環境への配慮を取り入れた工法設計を短期的に行い、しかも県立大学の開学(平成

5年4月)に合わせて、単年度施工を求められたが、結果的には地元関係者に概ね好評を得、新聞紙上にも紹介される等、新しい試みとして注目されている。

平成5年度には、この水路における①地下水循環機能②水質浄化機能③魚類生息状況等を観察するとともに、地元の維持管理上の意見等も合わせて、本工法の効果や評価を確認したいと考えている。

昨今、このような景観や自然環境に配慮した整備は、国からも積極的な取り組みについて指導が行われているが、最終的には地元を受け入れられるもので、且つ、その地域の特性に合致した整備水準とすべきであろう。もちろん、地元関係者、地域住民のこれら整備に

対する認識が徐々に醸成されつつある現在、行政側のより積極的な取り組みも必要である。

最後に本事例が、今後の農業農村整備事業における景観や自然環境に配慮した工法の採用に当たって何らかの参考となれば幸いである。

参 考 文 献

- 1) かんがい排水審議会：農業農村整備事業の計画・設計、管理に関わる技術の展開方向、平成5年3月
- 2) 環境庁：日本の絶域のおそれのある野生動物—レッドデータブック(脊椎動物編)、平成3年4月
- 3) 農林水産省構造局改善局：土地改良事業計画設計基準計画排水、昭和53年9月

【ニュース】

中村良太東大教授、ICID副会長に選出

かんがい排水に関する国際機関である国際かんがい排水委員会 (ICID) の第44回国際執行理事会在が8月30日～9月4日オランダ、ハーグで開催され、中村良太東京大学教授がICID副会長に選出された。これは、中村氏の研究活動及びICID内での活動が国際的に評価された結果であるばかりではなく、近年、日本が行っている開発途上国に対するかんがい排水技術協力が高く評価されており、今後もより積極的な役割を果たすことに対する期待のあらわれともいえよう。

ICIDの役員は、会長1名、副会長9名、事務局長1名であり、会長、副会長とも任期は3年となっている。今回の理事会では会長、副会長3名の改選が行われた。会長にはマレーシアとカナダから立候補があったが、選挙の結果、マレーシアからの候補が選出された。副会長には日本のほか、イタリア、韓国、コロンビアから立候補があったが、前3国からの候補が選出された。

過去日本人では清野保氏 (1957～60)、福田仁志 (1962～65)、中原通夫氏 (1985～88) の3名が副会長として選出されている。

今後、中村氏はICIDの office bearersの一員としてICIDの運営に当たるとともに、かんがい排水に関する技術研究の顔として一層の活躍が期待されるとおろである。また、副会長に日本のほか韓国からの候補も選出されたこと、及び同時に実施された会長選挙でマレーシアからの候補が選出されたことは、ICID内におけるアジア地域の発言力が強化されることが期待される。さらに、これを期に日本国内の大学、官界、民間の各分野からのICID活動への積極的な参加とこれを通じた技術の研さんを行っていく必要がある。

中村氏はじめ、ICIDの新役員は以下のとおり。

会 長	○Mr.Shahrizaila bin Abdullah	(マレーシア)
副会長	Dr.J.A.Ortiz Fdz.-Urrutia	(スペイン)
	Prof.Bart Schultz	(オランダ)
	Mr.M.S. Reddy	(インド)
	Dr.M. Ait Kadi	(モロッコ)
	Mr.Marcel Bitoun	(アメリカ)
	Dr.Safwat Abdel-Dayem	(エジプト)
	○Prof.C. Fasso	(イタリア)
	○中村 良太	(日本)
	○柳 根學	(韓国)
事務局長	Dr.M.A. Chitale	(インド)

○印は今回選出された役員

投 稿 規 定

- 1 原稿には次の事項を記した「投稿票」を添えて下記に送付すること
東京都港区新橋5-34-3 農業土木会館内、農業土木技術研究会
- 2 「投稿票」
 - ① 表 題
 - ② 本文枚数、図枚数、表枚数、写真枚数
 - ③ 氏名、勤務先、職名
 - ④ 連絡先 (TEL)
 - ⑤ 別刷希望数
 - ⑥ 内容紹介 (200字以内)
- 3 1回の原稿の長さは原則として図、写真、表を含め研究会原稿用紙(242字)60枚までとする。
- 4 原稿はなるべく大会規定の原稿規定用紙を用い(請求次第送付)、漢字は当用漢字、仮名づかいは現代仮名づかいを使用、術語は学会編、農業土木標準用語事典に準じられたい。数字はアラビア数字(3単位ごとに、を入れる)を使用のこと
- 5 写真、図表はヨコ7cm×タテ5cm大を242字分として計算し、それぞれ本文中のそう入個所を欄外に指定し、写真、図、表は別に添付する。(原稿中に入れない)
- 6 原図の大きさは特に制限はないが、B4判ぐらいまでが好ましい。原図はトレーサーが判断に迷わないよう、はっきりしていて、まぎらわしいところは注記をされたい。
- 7 文字は明確に書き、特に数式や記号などのうち、大文字と小文字、ローマ字とギリシャ文字、下ツキ、上ツキ、などで区別のまぎらわしいものは鉛筆で注記しておくこと、
たとえば
C, K, O, P, S, U, V, W, X, Zの大文字と小文字
O(オー)と0(ゼロ) a(エー)と α (アルファ)
r(アール)と γ (ガンマー) k(ケイ)と κ (カッパ)
w(ダブリュー)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 υ (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原典をそのまま掲げる場合は引用文に『 』を付し引用文献を本文中に記載する。孫引きの場合は、番号を付し、末尾に原著者名：原著論文表題、雑誌名、巻：頁～頁、年号、又は“引用者氏名、年・号より引用”と明示すること。
- 11 投稿の採否、掲載順は編集委員会に一任すること
- 12 掲載の分は稿料を呈す。
- 13 別刷は、実費を著者が負担する。

農業土木技術研究会入会の手引

1. 入会手続

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

2. 会費の納入方法

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

3. 農業土木技術研究会の活動内容

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

4. 機関誌「水と土」の位置づけと歴史

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

② 「水と土」の歴史

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

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

入 会 申 込 書

平成 年 月 日

私は農業土木技術研究会に入会します。

氏 名：

所 属：

会 告

農業土木技術研究会役員名簿（平成5年度）

会 長	内藤 克美	水資源開発公団理事
副 会 長	上田 一美	構造改善局建設部長
理 事	志村 博康	日本大学農獣医学部教授
	岡本 芳郎	構造改善局設計課長
	近藤 勝英	水利課長
	江頭 輝	首席農業土木専門官
	立花 貴	関東農政局建設部長
	白石 英彦	農業工学研究所長
	嶋田 誠	北海道開発庁農林水産課長
	古賀 清司	茨城県農地局長
	風間 彰	水資源開発公団第二工務部長
	坂根 勇	(社)土地改良建設協会専務理事
	中島 哲生	(株)農業土木事業協会専務理事
	北村 純一	(株)三祐コンサルタンツ常務取締役
	伊東 久彌	西松建設(株)常務取締役
	塚原 真市	大豊建設(株)専務取締役
監 事	金蔵 法義	関東農政局設計課長
	池田 実	(株)日本農業土木コンサルタンツ 副社長
常任顧問	黒沢 正敬	構造改善局次長
	中川 稔	全国農業土木技術連盟委員長
顧 問	岡部 三郎	参議院議員
	須藤良太郎	〃
	梶木 又三	全国土地改良事業団体連合会会長
	福田 仁志	東京大学名誉教授
	福沢 達一	(株)農業土木会館代表取締役
編集委員長	江頭 輝	構造改善局設計課
常任幹事	三好 英幸	〃 事業計画課
編集委員	米山 元紹	〃 設計課
	中野 実	〃 整理課
	小泉 健	〃 設計課
総務部長	久郷 徳壽	全国農業土木技術連盟総務部長
幹事	高橋 徹	構造改善局地域計画課
編集委員	瀬戸 太郎	〃 資源課
	親泊 安次	〃 事業計画課
	村岡 宏	〃 施工企画調整室
	高田 進	〃 水利課
	馬場 範雪	〃
	加藤 公平	〃 総合整備推進室
	川村 文洋	〃 開発課
	馬淵 誠司	〃

〃	莊田 祐次	〃 防災課
〃	吉池 一孝	関東農政局設計課
幹事	丹治 肇	農業工学研究所水工部
編集委員	〃	〃
〃	稲森 幹八	国土庁調整課
〃	加藤 智雄	水資源公団第2工務部設計課
〃	尾崎 保雄	農用地整備公団業務部業務課
〃	室本 隆司	(株)日本農業土木総合研究所

賛 助 会 員

(株) 荏原製作所	3口
(株) 大林 組	〃
(株) 熊谷 組	〃
佐藤工業(株)	〃
(株)三祐コンサルタンツ	〃
大成建設(株)	〃
玉野総合コンサルタント(株)	〃
太陽コンサルタンツ(株)	〃
(株)電業社機械製作所	〃
(株) 西島製作所	〃
西松建設(株)	〃
日本技研(株)	〃
(株)日本水工コンサルタント	〃
(株)日本農業土木コンサルタンツ	〃
(株)日本農業土木総合研究所	〃
(株) 間 組	〃
(株) 日立製作所	〃
Fe石灰工業技術研究所	〃
	(18社)
(株) 青木建設	2口
(株) 奥村組	〃
勝村建設(株)	〃
株木建設(株)	〃
(株) 栗本鉄工所	〃
三幸建設工業(株)	〃
住友建設(株)	〃
住友金属工業(株)	〃
大豊建設(株)	〃
(株) 竹中土木	〃
田中建設(株)	〃
日石合樹製品(株)	〃
前田建設工業(株)	〃
三井建設(株)	〃
	(14社)

(株)アイ・エヌ・エー	1口	日本プレスコンクリート(株)	〃
アイサワ工業(株)	〃	日本舗道(株)	〃
青葉工業(株)	〃	西日本調査設計(株)	〃
旭コンクリート工業(株)	〃	福井県土地改良事業団体連合会	〃
旭測量設計(株)	〃	福岡県農林建設企業体岩崎建設(株)	〃
アジアプランニング(株)	〃	(株)婦中興業	〃
茨城県農業土木研究会	〃	古郡建設(株)	〃
上田建設(株)	〃	(株)豊蔵組	〃
(株)ウォーター・エンジニアリング	〃	北海道土地改良事業団体連合会	〃
梅林建設(株)	〃	(株)北海道農業近代化コンサルタント	〃
エスケー産業(株)	〃	堀内建設(株)	〃
(株)大本組	〃	前田製管(株)	〃
大野建設コンサルタント(株)	〃	前沢工業(株)	〃
神奈川県農業土木建設協会	〃	真柄建設(株)	〃
技研興業(株)	〃	(株)舛ノ内組	〃
岐阜県土木用ブロック工業組合	〃	丸伊工業(株)	〃
(株)クボタ建設	〃	丸か建設(株)	〃
(株)クボタ(大阪)	〃	(株)丸島アクアシステム	〃
(株)クボタ(東京)	〃	丸誠重工業(株)東京支社	〃
(株)古賀組	〃	水資源開発公団	〃
(株)後藤組	〃	水資源開発公団沼田総合管理所	〃
小林建設工業(株)	〃	〃 三重用水管理所	〃
五洋建設(株)	〃	宮本建設(株)	〃
佐藤企業(株)	〃	ミサワ・ホーバス(株)	〃
(株)佐藤組	〃	(株)水建設コンサルタント	〃
(株)塩谷組	〃	山崎ヒューム管(株)	〃
昭栄建設(株)	〃	菱和建设(株)	〃
新光コンサルタンツ(株)	〃	若鈴コンサルタンツ(株)	〃
須崎工業(株)	〃		(75社)
世紀東急工業(株)	〃	(アイウエオ順)	計 107社 157口
大成建設(株)四国支店	〃		
大和設備工事(株)	〃		
高橋建設(株)	〃		
高弥建設(株)	〃		
(株)田原製作所	〃		
中国四国農政局土地改良技術事務所	〃		
(株)チェリーコンサルタンツ	〃		
中央開発(株)	〃		
東急建設(株)	〃		
東邦技術(株)	〃		
東洋測量設計(株)	〃		
(株)土木測器センター	〃		
中川ヒューム管工業(株)	〃		
日兼特殊工業(株)	1口		
日本国土開発(株)	〃		
日本大学生産工学部図書館	〃		
日本ヒューム管(株)	〃		

農業土木技術研究会会員数

地方名	通 常 会 員							地方名	通 常 会 員							
	県	農水省 関	省 保	公団 等	学校	個人	法人		外国	県	農水省 関	省 保	公団 等	学校	個人	法人
北海道	99	317	24	8	26			近畿	滋賀	京都	大阪	兵庫	奈良	和歌山		
東	青森	41	31		2			滋賀	42	6	1	1	5	4		
	森手	42	35	15	1	4		京都	17	42	2	5	5	3		
	岩宮	53	68		5	19		大阪	39	8		4	3	3		
	秋山	116	6		1	6		兵庫	44	25			4	4		
	福島	20	4		1	1		奈良	33	4		1				
北	小計	331	180	15	10	31		畿	小計	212	85	3	16	19		
関	茨城	77	43	10	3	10		中国	鳥取	23	8		2	4		
	栃馬	78	21	1		2		島根	66	7		5	1			
	群馬	28	17	7				岡山	93	48	2	4	4			
	埼玉	57	20	9	2	19		広島	52	9			2			
	千葉	32	14	10		20		山口	44	8			1			
	東京	3	155	39	11	19		島川	15	6			1			
	神奈	28			4	20		徳香	41	3	2	6	4			
	山梨	36						愛高	80	14		5	3			
	長野	51	10	2	2	1		高知	49	6		1	1			
東	小計	471	294	78	22	96		九州	福佐	38	17	25	7	13		
北	新潟	66	59		3	3		岡賀	35	10			3			
	富山	56	9		1	3		長崎	42	11			1			
	石川	42	57		1	8		本分	20	33	5	1	3			
	福井	40	9			1		崎島	45	3						
陸	小計	204	134		5	15		児島	21	11		4	1			
東	岐阜	22	16		2	7		沖繩	85	13						
	愛知	148	108	40	1	11		小計	310	116	35	12	21			
	三重	11		2	1	5		合計	2,271	1,359	201	100	252	744	17	
海	小計	181	124	42	4	23		総合計	4,944名							

編集後記

なにが起ってもおかしくない時代というのは、意外と簡単にやってくるもので、振り返ってみれば、Jリーグの盛況は不動の地位を占めていたプロ野球界を震撼させ、地震による大津波は北の島をまるごと飲み込み、そしてうねりにうねった中央政界の変革の波…既成の概念や感覚を根底からくつがえす出来事が、波瀾万丈などという言葉は映画やテレビの中にしか存在しないと高を括っていた私たち身の回りに次々に起きてきました。

大きな波にさらわれないためには、大胆な発想の転換と、緻密で機動的な戦略計算が、危機管理と同時に行えるだけのポテンシャルを、心身共に常備しておくことが必要でありましょう。

「農業」にも「土木」にも、そして「農業土木」にも続々と大波小波がやってきます。我々の技術には波を受け止め、乗り越えるための蓄えと柔軟性が備わっておりますか。それからのにより私たちの心身は健康という臨戦態勢を常に整えているでしょうか。

設計課 村岡 宏

水と土 第94号

平成5年9月20日発行

発行所 〒105 東京都港区新橋5-34-4
農業土木会館内

農業土木技術研究会
TEL (3436) 1960 振替口座 東京 8-2891

印刷所 〒161 東京都新宿区下落合2-6-22

一世印刷株式会社
TEL (3952) 5651