

水と土

ISSN 0287-8593

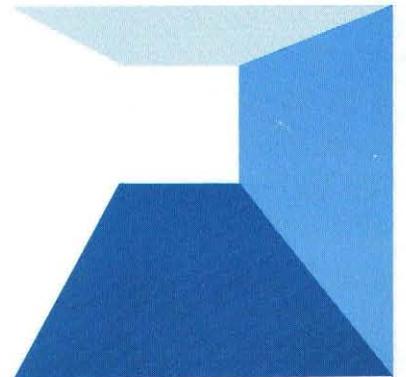
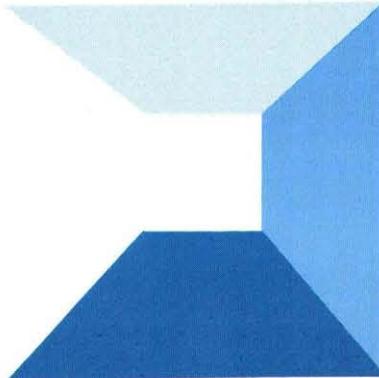
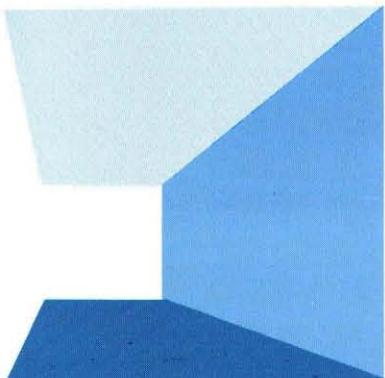
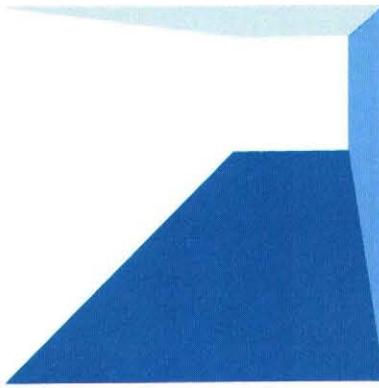
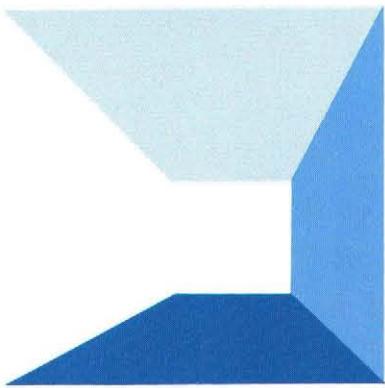
第 79 号

特集「土地改良事業の設計・施工の創意工夫」

平成元年12月号

農業土木技術研究会

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



コンター方式によるほ場整備

(団体営地すべり関連事業伝上地区)

(本文16頁参照)



小魚類の生息保護工法

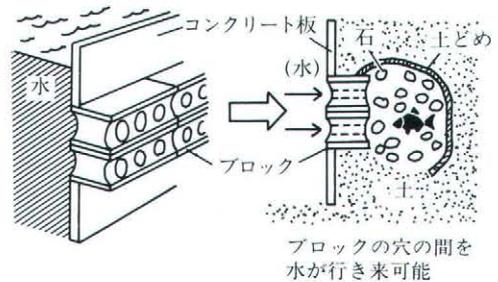
(岐阜県営ほ場整備南濃北部地区)

(本文8頁参照)



用水路側壁の計画図

〈断面図〉



断熱材を用いたアスファルト舗装工法

(道営ほ場整備鷹栖中央地区)

(本文24頁参照)



断熱材の敷設



アスファルトシート(上層保護)の敷設

テールアルメ工法

(鹿児島県営広域農道日置2期地区)

(本文97頁参照)



ストリップ取付

グラビア

コンター方式によるほ場整備

小魚類の保護工法

断熱材を用いたアスファルト舗装工法

テールアルメ工法

平成元年度農業土木技術研究会研修会のご案内

巻頭文

創意工夫と基準化 堀井健次……(1)

報 文

報文内容紹介 ……(1)

技術基準と設計施工の創意工夫 岩瀬俊幸……(3)

珍魚「ウシモツゴ」奮戦記 平田正風……(8)

二次暗渠を利用した地下かんがい試験について
竹田和博……(14)

中山間地におけるほ場整備(コンター方式)の実施例
沢田清一……(16)

農地造成工事中の排水・土砂流出対策 堀山誠一……(20)

断熱材を用いたアスファルト舗装 立花貴男……(24)

転圧コンクリート舗装工法について 吉田良治……(33)

有明粘土上の特殊石灰(Fe石灰)処理工法による
舗装工の特性 田中利磨……(43)

農業土木分野におけるジオテキスタイルの利用について
山下恒雄……(48)

創意工夫のための参考設計指針 櫻井陸……(57)

水質障害対策事業上の島地区の仮設土留工
一たて込み簡易土留の施工事例— 三輪直之……(70)

排水路における鉄筋コンクリート大型フリームの設計・施工例
増田清……(79)

県営かんがい排水事業杉安地区鉄筋コンクリート
大型フリーム水路の設計施工について

黒木信吾
飛松二郎……(86)
芝崎敏之

農地開発事業ダム付替道路工事に伴う補強土壁工について
佐藤俊孝……(91)
及川武美

農道工におけるテールアルメ工と地盤改良工を実施して
内村研二……(97)
上野博明

投稿規定 ……(106)

農業土木技術研究会入会の手引 ……(107)

会告・編集後記 ……(108)

平成元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元年度研修会を下記により開催しますので、多数ご参加下さるよう御案内いたします。

1. 課 題 「土地改良事業の設計・施工の創意工夫」
2. 日 時 平成2年3月6日(火)
3. 場 所 科学技術館サイエンスホール
東京都千代田区北の丸公園2-1 TEL 03(212)8471
4. プログラム
10:00~10:15 開会挨拶 農業土木技術研究会会長 中川 稔
10:15~10:30 農業土木技術研究会賞授与
10:30~12:00 土地改良事業における最近の負担金対策について
農林水産省 構造改善局設計課
技術調査官 森田 昌史
12:00~13:00 昼 食
13:00~14:00 設計・施工の低コスト化への取り組み
農林水産省 構造改善局設計課
課長補佐 岩瀬 俊幸
14:00~14:30 万場調整池 合成ゴムシート遮水工法について
農林水産省 東海農政局
豊川総合用水農業水利事務所 南部支所
工事第1係長 藤井 修
14:30~15:00 県営ほ場整備智頭地区 急勾配水路における水田用水の取水施設について
鳥取県 八頭地方振興局耕地課
主任 出井 真一
15:00~15:10 休 憩
15:10~15:40 広域農道新津郷地区 路上再生路盤工法について
新潟県 農地部農地整備課
副参事 星野 浩一
15:40~16:40 新しい技術 ― 地下ダムの開発と試験施工 ―
農林水産省 構造改善局資源課
課長補佐 菅原 利夫
16:40~16:45 閉会挨拶 農業土木技術研究会
編集委員長 岡本 芳郎

水と土 第79号 報文内容紹介

<p style="text-align: center;">技術基準と設計施工の創意工夫 岩瀬 俊幸</p> <p>土地改良事業は、計画から設計施工まで基準化を推進してきた。しかしながら、今日、基準化の弊害をなくし、より経済的な設計施工を行うよう要請されており、技術者の創意工夫と、現場の実情に即した設計基準等の適切な運用を図ることが必要である。よって、建設コストを低減させるための新技術への取り組み、土地改良事業における技術評価制度等について述べる。 (水と土 第79号 1989 P. 3)</p>	<p style="text-align: center;">農地造成工事中の排水・土砂流出対策 堀山 誠一</p> <p>農地造成工事は、樹木等に覆われた山林を開発することから、洪水の増大、土砂流出、濁水の流出等の問題が生じる。本報文は国営農地開発事業豊北地区で、工事中の排水・土砂流出防止に効果を上げている縦型排水暗渠工法について紹介するものである。 (水と土 第79号 1989 P. 20)</p>
<p style="text-align: center;">珍魚「ウシモツゴ」奮戦記 平田 正風</p> <p>ほ場整備地区の一角で工事発注間際になり、珍魚が生息していることが判明し、保護団体より工事の中止と天然記念物指定の要請をうけ、それを察知した新聞、テレビの報道により、工事の早期完了を願う農家と保護団体の対立が避けられないところまで発展したため、急遽工事の延期と工法検討により僅か5ヶ月を以って安価で然も小魚類の生息可能な工法を考案し、円満解決をみるに至ったもので、これ等の奮戦記を紹介するものである。 (水と土 第79号 1989 P. 8)</p>	<p style="text-align: center;">断熱材を用いたアスファルト舗装 立花 貴男</p> <p>本地区の既存道路は、路盤が薄い砂利道であり、この道路をアスファルト舗装とする場合、凍上対策上必要な厚さが不足する。本稿は、この不足厚について種々検討を行い、その結果、断熱工法を採用することとなった。ここにその採用経緯とこの工法の設計、施工を紹介するものである。 (水と土 第79号 1989 P. 24)</p>
<p style="text-align: center;">二次暗渠を利用した地下かんがい試験について 竹田 和博</p> <p>2次暗渠を施工したほ場において、これを利用したかんがい方法を紹介する。この暗渠管を通して、既設用水路から給水し地下水位を調節し転作作物の生産性向上を目的とした試験を行い、地下水の上昇、給水量等について調査したもので、これはその結果の中間報告である。 (水と土 第79号 1989 P. 14)</p>	<p style="text-align: center;">転圧コンクリート舗装工法について 吉田 良治</p> <p>徳島県阿南農林事務所では、県営農免道路事業の新野地区におけるトンネル内舗装工事について、昭和63年7月、転圧コンクリート舗装工法を採用実施したが、この工法の特徴につき説明すると共に、施工結果と問題点の報告を行う。さらに最近における本工法の実施動向、及び試験研究の動向、将来展望等について概略を述べることにする。 (水と土 第79号 1989 P. 33)</p>
<p style="text-align: center;">中山間地におけるほ場整備（コンター方式）の実施例 沢田 清一</p> <p>昭和59年度より実施してきた団体営地すべり関連事業で特に地形勾配が1/5程度と急だった昭和61年度工事施工ヶ所について標準区画割方式から地形に合わせて行なうコンター方式によるほ場整備を実施したのでその計画と実施例について報告する。 (水と土 第79号 1989 P. 16)</p>	<p style="text-align: center;">有明粘土上の特殊石灰（Fe石灰）処理工法による舗装工の特性 田中 利磨</p> <p>従来、有明粘土層（軟弱路床）上における舗装は、置換工法、石灰系による安定処理工法等により検討され、実施されて来たが、高含水化による良質土の材料疲労、炭酸水による石灰分の溶脱等の問題があり、未だ問題解決には至っていなかった。しかし、特殊石灰による路床土処理を行なう事により、従来工法の問題点を補い、耐久性ある舗装工の構築が確保されつつある。この事を本地区採択工法に沿って検討したものである。 (水と土 第79号 1989 P. 43)</p>

<p>農業土木分野におけるジオテキスタイルの利用について 山下 恒雄</p> <p>農業土木分野におけるジオテキスタイルの利用状況を事業所にアンケートを行い調査した。また土木シートの会社における実績のアンケートを行い、現状のジオテキスタイルの用途について調査した。両方の結果を検討し、農業土木分野でのジオテキスタイルの有効に利用できる方向を検討した。その結果、ジオテキスタイルの特性である補強機能をいかした利用が低コスト化技術として今後期待される。</p> <p>(水と土 第79号 1989 P.48)</p>	<p>県営かんがい排水事業杉安地区鉄筋コンクリート大型フリーウム水路の設計施工について 黒木 信吾 飛松 二郎 芝崎 敏之</p> <p>当地区の用水路は昭和26年～30年にかけて改修され現在に至っている。しかし、近年老朽化に伴い漏水が甚しく、用水不足が生じており、用水確保と維持管理に多大の労力を要している。本事業では、漏水の無い継手を工夫した鉄筋コンクリート大型フリーウムを採用することにより、工期が短縮され、事業費の節減、事業効果の早期発現等が図られている。ここに水路工における低コスト工法の一例として紹介するものである。</p> <p>(水と土 第79号 1989 P.86)</p>
<p>創意工夫のための参考設計指針 櫻井 陸</p> <p>土地改良事業実施上の課題となっている事業費単価の増嵩に対し、これを軽減する一方法とするため、各地区で実施している新工法新材料等の導入事例や既存の工法に創意工夫を加えて、より一層経済的な設計施工とした事例を調査した。</p> <p>このなかで今後、事業実施に当たって経済的に有利な工法を選定し参考設計指針として取りまとめた。</p> <p>(水と土 第79号 1989 P.57)</p>	<p>農地開発事業ダム付替道路工事に伴う補強土壁工について 佐藤 俊孝 及川 武美</p> <p>昭和63年度農地開発事業、普代地区の不安定層(崖錐)に於ける、テールアルメ壁工法の盛土体すべり破壊検討、及び施工についての事例紹介を行うものである。</p> <p>(水と土 第79号 1989 P.91)</p>
<p>水質障害対策事業上の島地区の仮設土留工 一たて込み簡易土留の施工事例一 三輪 直之</p> <p>水質障害対策事業、上の島地区の地域の背景と管理設工事に伴う、市街地及び住宅密集地での仮設土留工法の選定から、たて込み簡易土留工法の採用に至るまでの経過及び昭和63年度に実施した管理設工事のうち住宅地内でのたて込み簡易土留工の施工例を報告する。</p> <p>(水と土 第79号 1989 P.70)</p>	<p>農道工におけるテールアルメ工と地盤改良工を実施して 内村 研二 上野 博明</p> <p>広域農道日置2期地区において、昭和63年度に盛土工法面の土留工として、テールアルメ工 L=56m、面積 A=408㎡ を実施した。なお、施工区間の一部において基礎地盤が軟弱なため地盤改良工(深層混合処理工法)もあわせて実施したので、その設計、施工について紹介する。</p> <p>(水と土 第79号 1989 P.97)</p>
<p>排水路における鉄筋コンクリート大型フリーウムの設計・施工例 増田 清</p> <p>排水路の整備は、水田農業の確立を図るため不可欠であり、特に整備の遅れている中山間地域においては、今後益々整備に対する要求が増大するものと思われる。本稿では、小流量の急勾配地域で浸食されやすい土質の地区における排水路の型式・構造の決定方法、及び「土地改良事業標準設計第6編排水路(解説書)」のただし書を適用し、鉄筋コンクリート大型フリーウムの採用に至った経過と施工方法を紹介するものである。</p> <p>(水と土 第79号 1989 P.79)</p>	

創意工夫と基準化

堀井健次*

農業基盤整備事業は、その事業量の増大と内容の高度化、更には技術の進歩と社会情勢の変化に伴って、ますます業務内容が多様化している。

これらのことに対応するため、施工企画調整室を中心として各局土地改良技術事務所は、業務の省力化、合理化、情報化を推進しているところである。

具体的な業務内容としては、1) 設計、積算、施工に関する基準化、標準化の推進、2) 設計、積算の自動化、電算化及びそのための各種プログラム開発、3) 各種技術情報等の収集、整理、保存及び提供、4) 技術の急速な進歩と事業実施条件の複雑化に対応するための農業土木技術者研修を基本的な柱としている。

このうち設計に関する基準等については、農道、水路工（その2）パイプラインなど設計基準13編の制改定を行なっているが、設計基準を補完する形で標準設計及び設計指針が整備されている。さらに、コンクリート標準示方書の改正により、鉄筋コンクリート構造物の設計手法である従来の許容応力度法に加えて、限界状態設計法が採用されたことにより、現在、土地改良施設の設計への適用について検討中である。

また積算施工に関する基準等については、農林水産省独自の歩掛り調査の他、一般管理費及び共通性の高い歩掛りについては、建設省、運輸省との三省共同調査を実施し、土地改良事業に係わる標準歩掛及び請負工事の価格積算要綱、要領を定めている。

さらに請負工事の適正な施工を図るため、共通仕様書を始め、施工管理基準、請負契約等検査要領及び検査技術基準等を定めている。

このように土地改良事業は、その効率的な執行を図るため、計画設計から積算施工まで基準化を推進してきたところである。しかしながら、現在、地元負担を伴うという事業の特性に因って、画一的に流れやすい基準化、標準化の弊害をなくし、より経済的、効率的な設計、施工を行うよう要請されている。

特に、土地改良事業は、多くの工種を内容とし、また実施地域も広範に渡っていることから、自ずと工法や材料の選択について各現場技術者の技術力を反映できる場が多くなっている。

以前に経験した工事内容を画一的に採用するのではなく、現場の立地条件等の実情に即して技術者の創意と工夫により、基準等の適切な適用を図ることが必要となっている。

このため、構造改善局建設部においては、土地改良技術評価委員会が設置されており、国営事業所等での創意工夫の啓発を目的として参考設計指針や実施例集を作成したところであるが、新技術の採用を、より一層積極的に進めるためには、土地改良技術評価制度の充実などの体制整備が必要であろう。

次に、電算化については、従来から工事費の積算システムである CEAD/2 を稼働させているほか、技術計算プログラムを始め土地改良行政情報システムの拡充整備を行なっている。

なお、土地改良事業における電算化システムのハードについては、その効率的な運用を図る観点から、

* 農林水産省構造改善局施工企画調整室

今後とも土地改良技術事務所の汎用コンピュータをホストとして、ネットワークを運用していくこととされている。

従来からのコンピュータ利用は、業務の省力化を主たる目的としていたが、情報量の増大と処理範囲の広がりなどで、その利用目的も多様化しつつあり、企業等においては、いかに情報を有効に活用して経営戦略に活かすかといった利用形態への移行が見られる。

土地改良事業においても汎用コンピュータによる積算処理や技術計算処理といった定型業務の省力化を中心とした利用形態は成熟段階にあり、今後は調査から分析、計画作成、施策判断の迅速化、システム化といった意志決定支援型のコンピュータ利用による業務の効率化が望まれている。

さらに、情報化については、これまで蓄積した各種の技術情報を、事業の各段階で有効利用するため、土地改良技術事務所を核とした電算システムの整備、膨大なデータを迅速に収集、分析し、効率的に提供するためのデータベース・ネットワークシステムの構築が図られている。しかしながら、近年の農業を巡る諸情勢の急激な変化の中で、国営事業の実施に際しては、従来より柔軟できめ細かな情報サービスが必要とされている。

最後に、土地改良事業を担う農業土木技術者に対し、各人の能力のレベルを向上させ、情勢の変化に柔軟かつ敏速に対応できる人材の育成を図ることを目的とする研修については、事業量及び職員数の推移、技術革新、施行形態の変化等に対応した研修とするために、常に体制やカリキュラムの見直しを行っていかなければならない。

これらのことを踏まえ特に土地改良技術事務所は、技術に関するサービス機関として位置づけられ業務を遂行してきたが、過去営々として蓄えられた技術のストック、膨大なデータ処理が可能な情報ネットワークシステムなどを見ると土地改良技術事務所の潜在的なエネルギーを農業基盤整備事業の推進力として活用し、名実ともに技術に関する総合的な機関としたいものである。

技術基準と設計施工の創意工夫

岩 瀬 俊 幸*

目	次
はじめに……………	3
1. 設計基準制定の背景……………	3
2. 設計基準の課題……………	3
	3. 新技術等の採用…………… 5
	4. 土地改良技術評価委員会…………… 6
	あとがき…………… 7

はじめに

昭和25年1月、第1回土地改良事業計画設計基準編集委員会が開催され、計画設計基準の作成に着手して以来、土地改良事業は、計画から設計施工まで基準化を推進してきている。

しかし、地元負担を伴うという事業の性質から基準化、標準化の弊害をなくし、より経済的に設計施工を行うよう要請されている。このため画一的な設計を避け、従来に増して現場の実情に即した設計を心掛けねばならない。また、技術者の創意と工夫の重要性を再認識し、設計基準等の適切な運用を図ることが必要である。

以下、設計基準について制定の背景と基準化の課題、設計基準の適用限界を理解した上で、それを補うための対策、さらに建設コストを低減するための新技術への取り組み、土地改良事業における技術評価制度等について述べる。

1. 設計基準制定の背景

土地改良事業計画設計基準の制定はGHQの勧告によるところが大きい。

昭和23年からGHQ天然資源局農業部経済課で開拓事業を担当していたE・G・ジョンソン技師が、当時の開拓事業の進め方について種々の勧告を行っている。彼は、日本国内を丹念に歩き、事業の計画、設計、施工のプロセスを明確にすること、技術者の訓練や研修を積極的に実施すること、事業を効率的に進めるには技術マニュアルの整備が必要なことを勧告した。

昭和24年6月、開拓局は農地部を併合して農地局に改組され、建設部設計課に設計基準係が置かれた。この機構改革は、土地改良事業の実施に当たり、最少の経費で最大の効果を上げるため、国が計画及び設計施工に関する農業土木技術の向上について、積極的に関与していく意図を明確にしたものである。農業土木技術は、他の部門においても同様であろうが、戦時中から技術水準が低下しており、その向上発展は、“喫緊の要務”とされていた。

このような背景から昭和25年1月、農地局長主催の土地改良事業計画設計基準の編集委員会が発足し、研究所、大学の工学部のほか、主として全国の農業土木学科の大学教官に執筆を依頼した。最初の頃は随時、執筆者と本省設計課の担当者が集まり、原稿内容について打ち合わせを行う形で作業が進められたと言われており、明確な委員会の形はとっていなかったようである。

当時考えられていた設計基準は、「技術者、特に新制大学卒業間もない現場技術者向けの指針となるものとする。設計基準に拠って設計すれば60～70点の評価を得ることができ、あとは本人の創意と工夫で技術の向上を期する。」というものであり、事業の効率的な執行と技術水準の引き上げを意図したものであった。

2. 設計基準の課題

設計基準は土地改良施設等の設計施工に当って配慮すべき一般的な技術的事項を定めたものであり、その施設が所期の機能と安全性を有し、かつ建設及び維持管理が経済的なものとするを基

* 農林水産省構造改善局設計課

表一 土地改良事業計画設計基準（設計基準）に係る年表

年 月	設計基準に関する事項	組織に関する事項等
昭和22年12月19日 昭和23年後半	天然資源局農学部経済課に E. G. ジョーンソン技師職技術マニュアル等の整備を勧告	開拓局に建設部設計課を設置
昭和24年 1月 昭和24年 2月	「土地改良事業計画設計基準」準備委員会 アメリカ開拓局第3区地方事務局次長 L. R. ダグラス技師「日本の開拓事業視察の結論と勧告」について講演	
昭和24年 6月 1日 昭和24年 6月 6日 昭和24年11月11日	土地改良事業の実施計画の作成及び審査の取扱方に関する暫定措置について (昭和24年11月11日付24地局第1161号)	農地局に改組，設計課設計基準係を設置 土地改良制定
昭和25年 1月	土地改良事業計画設計基準の編集及び監修準備協議会	
昭和44年 9月 1日	国営土地改良事業の工事の設計及び施工の基準に関する訓令(昭和49年 9月 1日農林省訓令第26号)	
昭和50年10月	土地改良事業計画設計基準の制改定はかんがい排水審議会に諮問することになる。	
昭和57年 7月29日	土地改良事業計画設計基準の運用について (57措改日第 600 号構造改善局長通達)	
昭和63年 9月21日		土地改良評価委員会を設置

本としている。

最近、設計基準について次のような指摘を耳にする。その一つは、実務担当者が基準に記載されているか否かを材料や工法選定の判断基準とするため、設計基準が新技術の育成や担当者の自由な発想を妨げる傾向にあるというものであり、もう一つは、設計基準は細かな説明が不足しており不親切であるというものである。これらはいずれも技術基準の一面を言い表わしている。

しかし、設計基準は、汎用性をもたねばならない。このため制定に当たっては、特殊な気象条件下や土質条件下におけるもの、一部の地域のみで適用可能な材料や工法については個々に取り上げていない。設計基準は極端に言えば、理想化された架空の条件のもとにのみ適用されるといった性格を持っている。

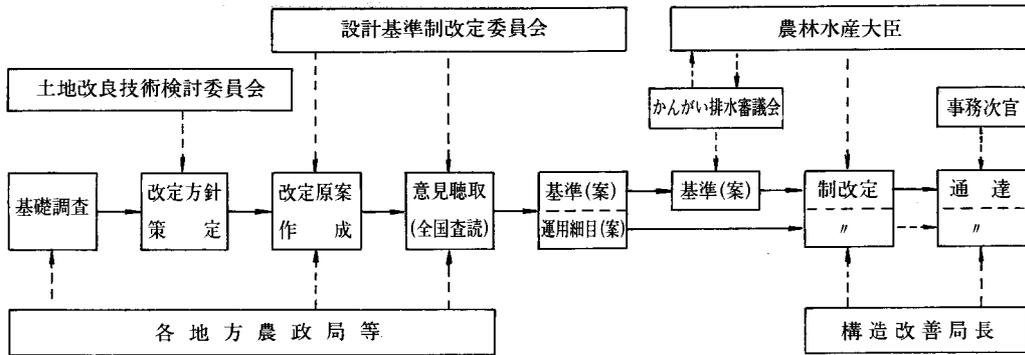
このため、たとえ設計基準に記載されていなくても経済的で安全かつ機能的な構造物を築造できる場合がある。また、新しく開発された材料や工法には、今後の土地改良事業における技術の進歩に大きな役割を果たすものもある。よって、設計施工を担当する技術者の新技術等への積極的な取

り組みと創意工夫が期待されるところである。

一方、社会経済情勢の変化による整備水準の多様化、事業対象地域の移行、施工条件の特殊化に伴い、設計基準に求められる課題は複雑多岐にわたっている。

また、一つの構造物の設計基準に関する技術的知見は、長年月にわたる研究と経験から生まれたものである。施工実績を踏まえて設計基準を整備しようとするれば、どうしても先進的技術を求めることは困難であり、後追いとならざるを得ない。このため設計基準でカバーできない所を補うきめ細かな技術情報の提供が行われなければならない。常に研究成果や現場データを始めとする最新の技術情報を収集、提供し、技術者の判断を支援することが必要である。

以上述べたように設計基準の望ましい形は、それが整備されることにより実務担当者が画一的な設計に陥るのではなく、きめ細かで豊富な情報の摂取により、技術的な選択の幅を拡げ、現場に合致した判断が益々要求されることとなるものである。



図一 設計基準制改定の手順

3. 新技術等の採用

設計基準を始め、技術基準を整備することのマイナス面は、標準化されていない新材料や新工法の場合、公共事業に採用されにくいことである。このため企業の研究努力は必ずしも報われず、新技術開発の魅力に乏しいと言われている。しかし、維持管理費の削減、省資源、施工の合理化等に寄与するものであれば積極的に採用し、企業の技術開発意欲の昂揚に努めなければならない。そのためには新材料、新工法について実用上の問題点と可能性を速やかに評価し、現場に適用するシステムの整備が必要である。このような主旨から、農林水産省においては昭和63年度より土地改良技術評価委員会が設置されている。また、他省庁においても同様の制度がある。

(1) 港湾に係る民間技術の評価制度

この制度は、平成元年度から実施されているものであり、制度の背景及び概要は次のように説明されている。

民間企業においては、技術開発に積極的に取り組んでおり、優れた成果が得られつつある。しかし、港湾整備事業にあっては現地の自然条件等が個々の港湾で異なり、民間企業でなされた技術開発の成果が有効に活用されず、港湾における社会资本整備の進捗が妨げられている。これらの問題を解決する方策として、民間において開発された技術のうち、今後の港湾整備を推進するために必要性が高いものについて国が評価を行うこととする。このことによって、民間における技術開発を適切に誘導し、民間の技術開発能力の有効活用と優れた技術の普及により、港湾における技術の向

上と円滑な事業実施を行う。

この制度の具体的な手順は次のとおりである。

- 1) 国は、港湾整備に必要と考えられる新たな技術開発の課題を提示する。
- 2) これに応じて、民間企業は開発した技術の評価を申請する。
- 3) 専門的な知見及び豊富な経験を有する者により評価を行う。
- 4) 国は評価の結果を公表するとともに優れた技術の普及を図る。

(2) 技術活用パイロット事業

この事業は建設省において昭和63年度から実施されているものであり建設工事における新技術の普及、技術水準の向上、効率的な事業執行を図ることを目的としたものである。例えば従来のA工法よりも新たに開発されたB工法の方が現場に合うと考えながらも採用に踏み切れないといったことがしばしば起きている。このため、現場のニーズにもとづき、新技術を直轄工事において試行し、現場への適応性、効率性、安全性、経済性を検証するものである。

本事業で扱う新技術は、当該技術の利用により維持管理費を削減できるもの、安全性や環境保全に優れたもの、工期の短縮や急速施工が可能になるもの、省資源や省力化が期待できるもの等が考えられている。

また、本事業は新工法を試行する工事事務所等が試行に関する計画案を作成し、地方建設局に設置された技術審査委員会で審議のうえ実施されるものであり、民間企業等に対して開発意欲のより一層の向上を期するものである。試行する工法は、発注者が指定する工法及び民間から提案を受けた

工法である。試行の規模は、当該新技術の評価が可能なものとし、積算については土木工事費積算基準等によるものとされている。

事業の具体的な手順は次のとおりである。

- 1) 実施機関は新技術を採用しようとする場合に事業計画を作成する。
- 2) 技術審査委員会は技術的審査、検討を行う。
- 3) 実施機関は、指名競争契約（特定の事由により随意契約）により施工業者を決定する。
- 4) 落札業者は、新技術に関する工事を施工し、調査結果を整理する。
- 5) 技術審査委員会は評価を行い、新技術の活用と普及の適否を審議する。
- 6) 国は、適当と判断された技術を公表する。

4. 土地改良技術評価委員会

事業費単価の抑制については、先般、構造改善局長通達により、1) 整備の程度に応じた経費及び地元負担額を予め明示し、土地改良区が適切な整備水準を選択する方式の徹底を図る。2) 継続事業に予算を重点配布し、事業の早期完了を図る。3) 立地条件等の実情に即した経済的工法の工夫等による事業費の引き下げを図ることとされている。

このうち3)に関する具体的な対応策として、土地改良技術評価委員会が設置された（昭和63年9月）。また、元年度からは、新規調査として土地改良総合技術合理化調査が開始されている。

近年、建設分野においても設計施工の効率化や経済性の向上等が求められており、このような要請に対応して、新しい材料、製品、工法の開発が次々に行われている。これらの新技術の中には、工事費の低下や安全性の向上に有効なものがあり、土地改良事業においても積極的に採用していくべきであると考えられる。

土地改良総合技術合理化調査は、土地改良事業の実施に係る課題により合理的に対処するため民間等において開発され、実用化が可能と判断される“新しい技術等の利活用”の手法を調査検討するものである。

なお、技術の完成までのプロセスには、1) 研究者の発想、2) 研究室での机上検討、3) 実験室での室内実験、4) 現場での試験施工による適応性の確認、5) 公的機関による技術の評価、6) 標

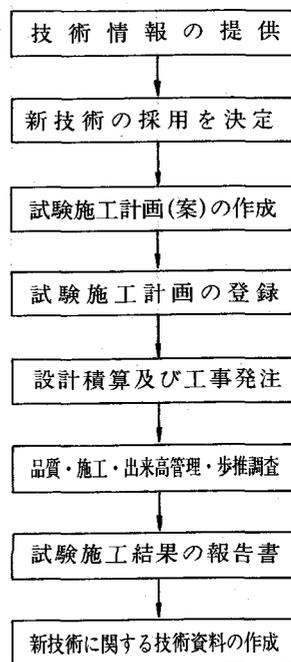
準工法等への採用の各段階があるが、ここでいう新技術とは4)、5)の段階にあるものとする。

一方、土地改良技術評価委員会は、土地改良事業の実施に当たって、より一層経済的な設計施工が可能となるように、新しい材料、新しい施工法の採用を積極的に図るため、これらの新技術の評価を行うことを目的として設けられたものである。新技術等の調査結果は、土地改良技術評価委員会において検討されることとなる。

実務担当者による新技術の採用を妨げている原因は、1) 新技術に関する情報が不足していること、2) 施工事例が不足し適応性及び経済性等に不安があること、3) 特に施工歩掛や施工管理基準が定まっていないことが挙げられている。従来から、基準化されていない工法を採用する場合には試験施工と位置付けて実施してきているのが、これを一歩進め、事業所の担当者が速やかに採用できるような手順（新技術の登録制度）を整備することが必要である。

具体的な手順は次のように考えている。

- 1) 発注機関の新技術採用の意向を受けて、「試験施工計画」を立案する。
- 2) 新技術の採用を誘導するため、「試験施工計画」を土地改良技術事務所の情報ラインに



図一2 新技術の試験施工手順(案)

載せ、他機関に周知させる。

- 3) 他機関が採用する場合には、予め「登録」をする。
- 4) 試験施工及び設計、積算、施工に係る調査を行う。
- 5) 試験施工の事例が集積されたのち、施工結果を整理し、評価委員会で新技術の活用と普及の適否を検討することとし、適当と判断された場合には参考設計指針として取りまとめを行う。

新技術の試験施工手順案を次図に示した。

あとがき

土地改良事業費の単価は、社会的要請、事業対象地域の移行等によって増大している。この対策の一つとして、事業実施地区の実情に即し、技術

者の創意と工夫により、一層の経済的な設計施工に努めることとしている。このため、新しい材料、施工法等の利活用の手法を検討することを目的とする土地改良技術評価委員会を設けたことは既に述べたとおりである。

昭和63年度の委員会は、国営及び県営地区の新技術や創意工夫の実施例について調査し、検討の結果を「創意工夫のための参考設計指針」及び「創意工夫の実施例集」として取りまとめたところである。

これらの指針及び実施例集は、あくまで事業所等での実習担当者の創意工夫の啓発を目的としたものである。新技術の積極的な採用を促すためには、今後、担当者による新技術の採用が容易となる条件整備が必要である。

珍魚「ウシモツゴ」奮戦記

(県営ほ場整備事業南濃北部地区の小魚類の
生息保護工法について)

平 田 正 風*

目	次
1. はじめに.....	8
2. 当該工法確立までの経過.....	9
3. 珍魚「ウシモツゴ」.....	10
4. 施工計画.....	10
5. 生息保護工法.....	11
6. 従来工法との比較.....	12
7. むすび.....	13

1. はじめに

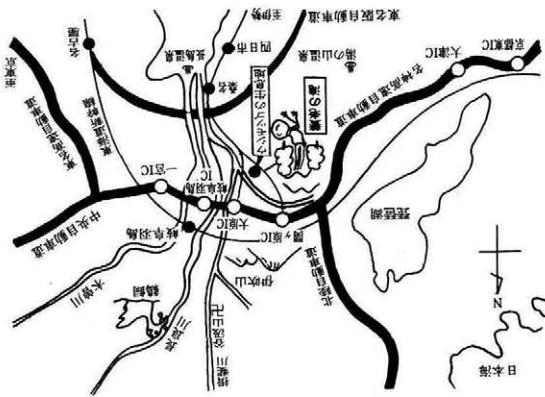
滝の流れが秘める孝子の物語で有名な「養老の滝」のある岐阜県養老郡養老町と海津郡南濃町との町村界に所在する低湿の平地を県営ほ場整備事業によって区画整理を実施するにあたり、その区域の一角に珍しい淡水魚が生息している。保護団体と事業の受益者たる農家との対立を避けるため、淡水魚の生息できる環境を保存しながら、地元農家の負担金にはね返る工事費を増嵩させない工法を検討することが重要課題となった。

県下には「ハリヨ」や「アジメドジョウ」のような珍しい淡水魚も生息しており、天然記念物と

して保護の対象となっている。しかし、県下の淡水魚の生息分布や生態等の現状を知る文献資料は極めて乏しく、開発造成の進むなかで自然の利用と保護を共存させることは至極難題であるが、貴



写真—1 生息地の工事着工前の写真



位置図

* 岐阜県大垣土地改良事業所



写真—2 保護工法実施後の完成写真

重なる魚類の保護には万全を期すべく小魚類の生息保護工法を採用したものである。

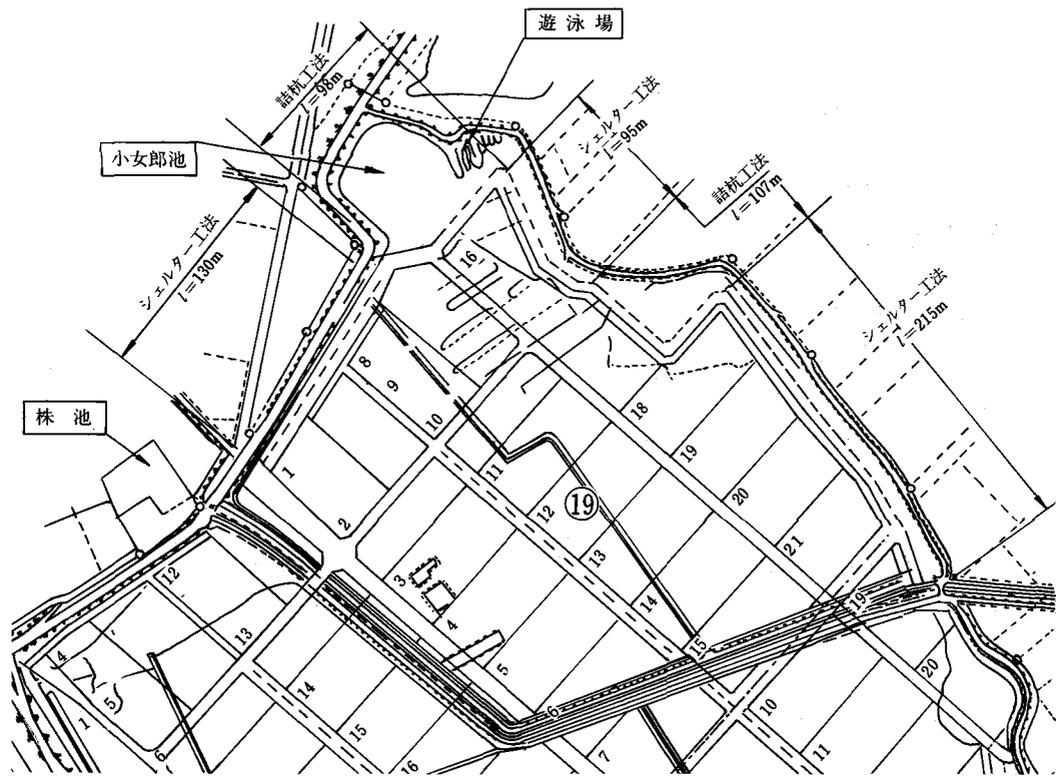
2. 当該工法確立までの経過

当地区は県営は場整備事業として、A=85haの区域を昭和56年度より着工し、工事は順調に進んでいた。しかし、4年目に当る昭和59年度施工区域の実施設計に取りかかった昭和59年6月中旬であったと記憶しているが、突然学生風の青年が一人で当土地改良事業所を訪れ、池沼、クリークの略図を示してこの範囲の工事概要を詳細に聞いて帰ったのがこの始まりであった。もう一件時期を同じくして大阪の淡水魚保護協会と言うところから工事の中止をするよう電話で依頼があったのである。内容を詳しく調査してみるとその青年は東海大学海洋学部の内山隆氏で「ウシモツゴ」なるものが絶滅の危機にあるということであった。年度始めの計画では「ウシモツゴ」の生息区域(約5haの区域)を含めた面的工事として9月中旬までに業者へ工事の発注予定であったが急遽昭和60年度へ延期し、地元農家の説得と保護団体側の学識経験者や淡水魚保護協会との協議と言った具合に7月から11月までの5ヶ月間に及ぶ工事費を増嵩させないで「ウシモツゴ」を保護するための奮戦が開始された。先ずは広範囲にわたり生息分布調査を行い、文献等の乏しい中での「ウシモツゴ」の生態についての研究、保護工法の検討、施工時期の検討と逐次進めていったのであるが、我々の唯一の自信が得られたのは、地区外の隣接地で通称「株池」と呼んでいる池沼で8月28日の分布調査によりガラスビンを使って2尾の採捕が出来たことである。しかしながら我々にはもう一つの難題が調査中に降り懸って来たのである。それは現況調査の中で判明したことであるが、小魚類は産卵、越冬の場所としている池沼部又は池沼から水

表一 協議等の経過

年月日	内 容
59. 6月中旬	工事中止の依頼 淡水魚保護協会
7. 7	報道「ウシモツゴ」絶滅の危機 朝日新聞朝刊
11	ウシモツゴの生息地の天然記念物指定に関する要請 淡水魚保護協会→養老町教育委員会
14	報道「ウシモツゴ」を天然記念物に要請 朝日新聞朝刊

年月日	内 容
59. 7. 18	生息地の分布調査打合せ 県文化課、県水産振興室、養老町教育委員会、土地改良事業所
8. 1	報道「珍魚ウシモツゴ生存あと1ヶ月」 朝日新聞朝刊
〃	報道「ウシモツゴ保護を」中日新聞朝刊
〃	「ウシモツゴ」特別採捕許可申請 事業所長→知事
4	採捕許可(採捕者2名を特定) 知事→事業所長
6	「ウシモツゴ」分布調査 2班編成 延12名 地区内で1尾採捕
10	養老町内の「ウシモツゴ」生息地における 工事延期の要請書 保護協会→事業所長
23	「ウシモツゴ」分布調査 延5名 地区内で3尾採捕
28	「ウシモツゴ」分布調査 2班編成延10名 地区外「株池」にて2尾採捕
30	報道「珍魚ウシモツゴ」絶滅のピンチ脱出 岐阜日日新聞朝刊
9. 1	「自然残す工法検討」ウシモツゴ保護への 第一歩 朝日新聞朝刊
7	採捕許可証の返納 採捕魚種数量の報告 所長名→知事あて
11	テレビ放映NHK15分間
16	保護工法の打合せ 学識経験者と事業所
18	報道「危機のウシモツゴ保護工事での配慮要望」 朝日新聞朝刊
26	養老町内における水淡水魚(ウシモツゴ) 生息地保護に関する要望書 町教育委員会→事業所長
10. 9	「ウシモツゴ」保護についての要望書 (工法等) 保護協会→所長宛
19	「ウシモツゴ」保護の工法協議 合意を得る協議者 淡水魚保護協会理事長 木村英造 岐阜大学教授 和田吉弘 京都大学研究員 斎藤憲治 岐阜県不破高校教諭 西脇正雄 大垣土地改良事業所長 外2名
20	報道「魚の家つき」用水路開発で工法工夫 朝日新聞夕刊
11. 2	保護工法により地区外排水路工事発注
20	「ウシモツゴ」捕獲保護5尾「株池」へ放流
21	テレビ放映CBC5分間
12. 20	報道「84岐阜万華鏡」生きのびた淡水魚 朝日新聞朝刊
60. 8. 27	面工事の工事発注
9. 26	「ウシモツゴ」捕獲保護 27尾 「株池」へ放流
27	「ウシモツゴ」捕獲保護 13尾 「株池」へ放流
28	「ウシモツゴ」捕獲保護 8尾 「株池」へ放流
61. 8. 1	生息状況調査 魚種判定員立会出来ず不明
62. 8. 4	生息状況調査 放流ヶ所「株池」にて4尾確認



図一 保護工法施工計画一般図

- a) 生息密度の高い水田部クリーク部分の埋立は昭和60年度秋施工として、地区内クリークは現状のまま1年間保存する。
- b) 59年度は池沼と池沼を結ぶ連絡水路の整備を生息保護工法を以て施工する。
- c) 工事中は池沼の水位は保持し、泥水等の混入と振動は避ける工夫とする。
- d) 工事中の水替作業はポンプ吸込口をネット等で保護し捕獲した「ウシモツゴ」は「株池」へ移住保護する。
- e) 工事に使用するコンクリート二次製品はすべてスプリンクラー養生又は水漬けによるアク抜きを施したものを現地に搬入し使用する。
- f) 水路底はコンクリート張りせず、底面は腐蝕質に富んだ泥で施工する。
- g) 池沼部の護岸についてもコンクリート製品はさけて、卵の付着し易い木製の詰杭工法や玉石張護岸を採用する。

5. 生息保護工法

1) 水路部の施工法（シェルター工法）

- (a) 従来の組立柵渠工法のパネル1段相当分30cmのスペースに、建築用空洞ブロック厚さ150mm2個を横置きとして使用する。
- (b) 組立柵渠裏の栗石は大きさを均一にして、目潰材を使用せず、できるだけ空隙を作り、内部の水の流れと小魚の移動を容易にする。
- (c) 栗石の移動を防ぐため、ネットで覆うとともに、その上に土砂の吸出防上材として天然ヤシ樹皮材等のマットで被覆する。
- (d) シェルターの下部には沈下防止のため厚さ10cm以上の山土砂を敷均し十分転圧する。
- (e) シェルター設置の位置は冬場の寒さを避けて潜入するためのものであり、冬期の水位(L.W.L)の水面より20cm~30cm下が好ましい。

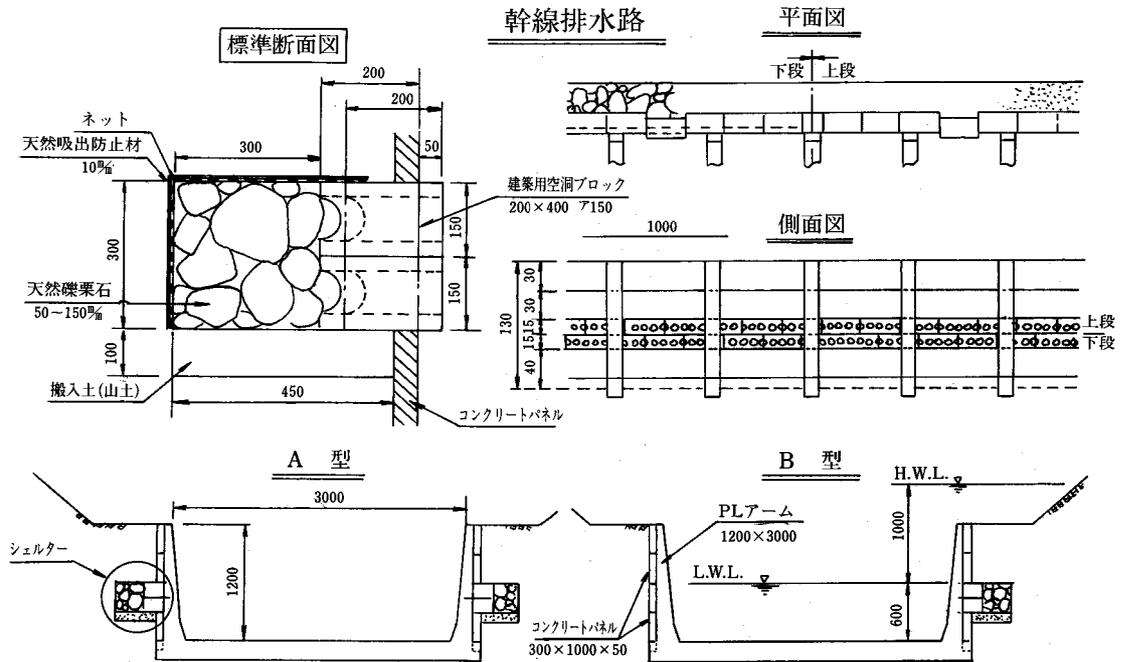


図-2 シェルター式保護工法詳細図

(f)空洞ブロックは1m間隔に1個は流路側に突出させ、水流を呼込むようにしてシェルター内部の水の流れをよくする。

(d)水路の流速が大きいと洪水時に流される恐れがあるため、今回30cm/secと小さくした。

2) 池沼部の保護工法

(a)池沼護岸部はコンクリート製護岸をさけて、繁殖時期である夏場の水位まで旧来の生松丸太による詰杭工法として裏込に栗石又は粗朶を以て施工し、産卵や孵化の場所とする。

(b)余裕があれば詰杭上部の法面に玉石を並べて付着性藻類の発生の方とすれば最も理想的である。

(c)護岸の法面はヨシや、マコモなどの抽水植物が繁茂した方がよい。

3) 池沼等の浅所や余剰地の活用

今回の棲息地に於ける現状から考慮して、最も好ましい条件を述べると下記の通りである。

(a)産卵、孵化は常時水辺の竹木、ヨシ、マコモ等のある池沼部とその田面への通路で行われる。

(b)仔魚、稚魚期は産卵の場所より小水路、クリーク等を経て表層を遊泳しながら、天然餌料の多い水田部へ移動する。

(水田は水がついたり、乾いたりするために動物性のプランクトンの発生が多い。)

(c)既存の小水路は屈曲が多く、水流が緩やかで湛水かんがいのため、小魚類の池沼部と水田部の往来が容易である。

上記の自然的条件を保存するため、今回池沼部の一角にある浅所を利用して、旧来の田面と同一条件の屈曲の多い、土作り水路をクシ状に設けて池沼の水位の上下により、乾いたり、満水となるように標高を設定し、水の引際に魚類がとり残されることのないように池沼部に近い方を深くし、先端を浅くなるよう徐々に勾配をつけて、水位による往来を可能とした。その目的は本事業によって、田面の用排水の分類がなされ、水田への往来が不可能となったため、小魚類達の代替施設のために設けたものであり、夏場になると遊泳の場として、或はプランクトンや付着性藻類の天然餌料発生の方となるように施工したものである。

6. 従来工法との比較

魚類の生息保護用として市販されているものと

しては、魚巢ブロック、コンクリート魚礁等があるが、いずれも重量が200kg~1,000kg/個あることから、基礎工事が必要となるため、工事費の比較をするに及ばない。

なお、ほ場整備事業の小水路の改修工事では、地元農家が事業費の約30%を負担しており、高価な水路工事の施工は至極困難である。そこで軽量かつ安価な建築用空洞ブロックの採用を考案したのである。

施工時の単価比較では、シェルターのない従来水路でm当り23,709円の工事費に対し、シェルター付の場合、25,148円（いずれも直接工事費）となり、m当り1,439円の追加額を以て養老地区でしか生息が確認されていない「ウシモツゴ」を絶滅させず保護が出来れば安いものであり、地元負担団体の理解も容易に得られるものと考えられる。

7. むすび

戦後の我が国の経済成長によって、農村部、都市部と区別することもなく、川は用排水路としての機能だけを一面的に評価して改良、改修が行われてきた。川という自然を再び我々の日常生活の中に甦らせることが必要であり、全国的な農村部の都市化、混住化が進む中で自然環境を保存するために、現在の農業用水路等に匹敵した環境に準じた代替の水路等の施工ができるならば、現在残された小魚族の保護も可能と考える者である。

参 考 文 献

- 「日本のコイ科魚類」中村守純 1969年
工法考案協力者
岐阜大学教育学部生物学教室 和田吉弘教授

二次暗渠を利用した地下かんがい試験について

竹 田 和 博*

目 次

1. はじめに.....	14	3. 調査結果.....	15
2. 調査概要.....	14	4. まとめ.....	15

1. はじめに

転換畑において作土の下に水田の耕盤、または不透水層が存在している場合には排水不良、乾燥時の干ばつが誘発され、2次暗渠施工による強化整備された地下排水組織が必要である。この転換畑に導入した暗渠に排水とかんがいの2つの機能を併有させ適切な給水技術による土壌水分管理と暗渠の水閘による地下水位調節との組み合わせにより転作作物の生産性の向上を促進させることを目的として本調査を行ったものである。

地下かんがいの手法には開渠式と暗渠式との2つの手法があり、暗渠方式の中では既設用水路からの取水、パイプラインからの取水、排水路水位をせき止めて上昇させる取水の3つの手法があり本調査は2次暗渠が施工されたほ場に既設用水路から導水し2次暗渠の上流末端から給水を行ったものである。なお、今回は本調査の中間とりまとめであり、詳細な検討は今後、継続して行う調査結果を踏まえて行うこととした。

2. 調査概要

本地区は北海道雨竜郡秩父別町の北西に位置し標高45m前後の平坦地であり、土壌は作土層20cm程度の壤土と下層土は細粒でグライ化された粘性土である。試験ほ場は小麦が作付けされており、昭和45年に道営ほ場整備事業により1次暗渠が施工され、昭和61年に道営土地改良総合整備事業で2次暗渠が施工された。試験は、この2次暗渠に用水路より給水した後、地下水位の変動と土壌水分の変化を測定したものである(表1)。

調査は、かんがい区と対照区(非かんがい区)とを設置し、作物の収量及び品質等から、かんがい効果を検討した。降雨及び給水による地下水位の変動を把握するため、各ほ場に塩ビ管の地下水位観測孔を埋設し、リシャル式自記水位計を設置した。また、土壌水分計は、深度40cm、給水管より、0m、1.5m、5mの距離で圃場中央付近に設置し(b)、また深度を20cm、30cm、40cm、50cmと変化させ給水管から0.5mの距離では場対

表-1 調査地点概要表

項 目	地点名	か ん が い 区		対 照 区		備 考
		A	B	C	D	
面 積 (㎡)		4,727	4,727	4,741	4,740	・土壌柱状図
1次暗渠 (旧暗渠)	吸 水 渠 材	素焼き土管	素焼き土管	素焼き土管	素焼き土管	
	被 覆 材	稲ワラ	稲ワラ	稲ワラ	稲ワラ	
	吸水渠間隔(m)	12.0	12.0	12.0	12.0	
	吸水渠深さ(m)	0.8	0.8	0.8	0.8	
2次暗渠 (新暗渠)	吸 水 渠 材	有孔ポリエチレン管	有孔ポリエチレン管	有孔ポリエチレン管	有孔ポリエチレン管	
	被 覆 材	モミガラ	モミガラ	モミガラ	モミガラ	
	吸水渠間隔(m)	10.0	10.0	10.0	10.0	
	吸水渠深さ(m)	0.6	0.6	0.6	0.6	

* 北海道空知支庁計画課

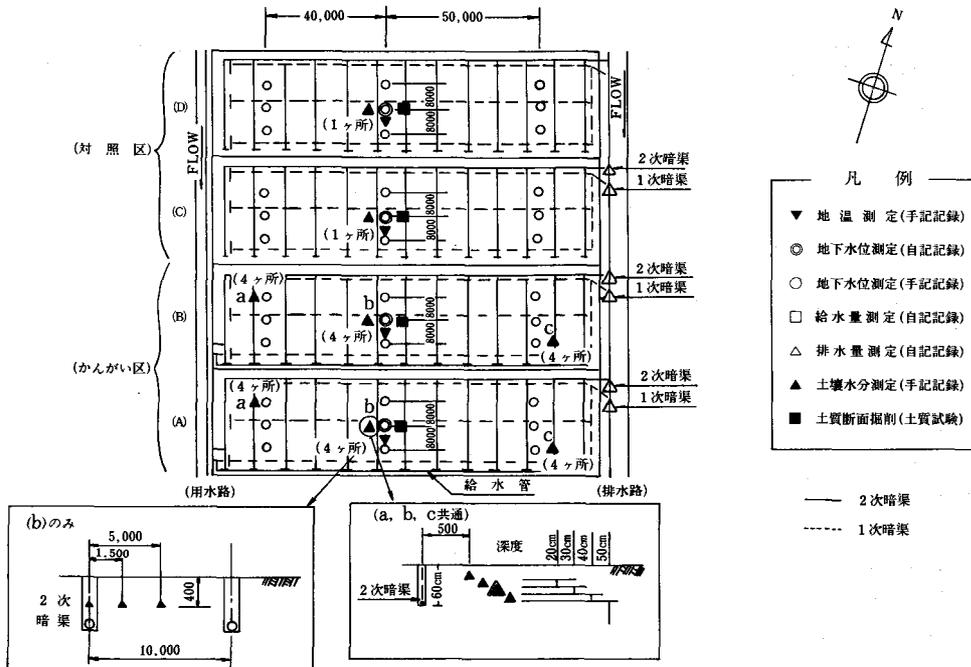


図-1

角線上に設置し(a, b, c)給水試験時における土壌水分の変化を測定した(図1)。

3. 調査結果

本調査は、4回の給水試験を行った。その結果地下水の変動については、地表から30~40cmまで上昇し、給水停止後の低下は、暗渠の水閘を全開している状態で2次暗渠埋設深より常時地下水位の方が低くほぼ24時間で常時地下水位まで低下することが確認された。ほ場としては、排水良好なほ場であると考えられる(図2)。

土壌水分の変動についても、下層から順次上層へ低下しており、土壌水分PF値は上層の方が高い値を示す傾向が見られる。同様に、暗渠からの距離の近い順に給水によりPF値が低下し距離の遠いもの程高い値を示す傾向が確認された。また、給水量と地下水位の上昇の関係は、6~7l/sの給水量で十分地下水位は上昇し単位面積当り給水量は0.013~0.015m³/s/haで減水深に換算すると110~130mmとなった。

4. まとめ

地下かんがいにより、地下水位の変化は、かん

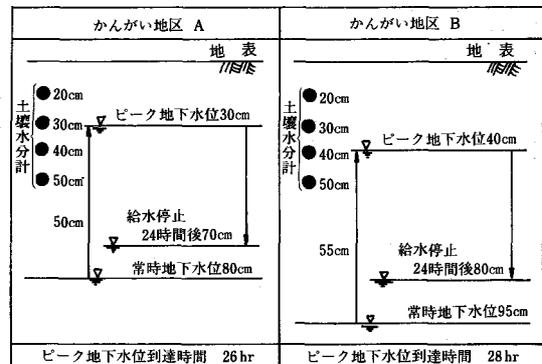


図-2

がい時は十分に地下水を上げ、排水時も24時間以内で排水できたことから、良好な結果であると判断される。また、収量調査においても非かんがい区と比べて約50kgの増収(かんがい区381kg/10a, 非かんがい区329kg/10a)があり、さらに、等級の比率が高まる等の効果がみられた。一般に、地下かんがい方式は、圃場周辺に漏水があると地下水の上昇が十分にいかない等の弱点もあり、今後も、試験をつづけ適用できるほ場条件や給水システムについてデータの収集を図っていきたいと考えている。

総事業費164百万円、10a当り1,763千円で59年度を初年度とする5ヶ年計画により順次整備することとなった。用水路、排水路計画については、事業計画書に基づきBF舗装を原則として一部排水路で急勾配ヶ所についてはコルゲートフリューム舗装として計画した。

支線道路については全幅4.0mとし、10%以上の急勾配ヶ所ではスベリ止めのコンクリート舗装で計画した。62年度の残調改定時に全体計画の見直しを行ない区画整理A=8.0ha、総事業費124百万円となり反当り工事費も1,550千円と多少軽減された。

区画整理面積の減については急傾斜地帯ではほ場整備であり道水路の潰地の増加と一部地区除外地があったためであり、事業費の減については畦畔法止用のネット柵工の減、道路法線の変更によりスベリ止めコンクリート舗装の減及び区画割の

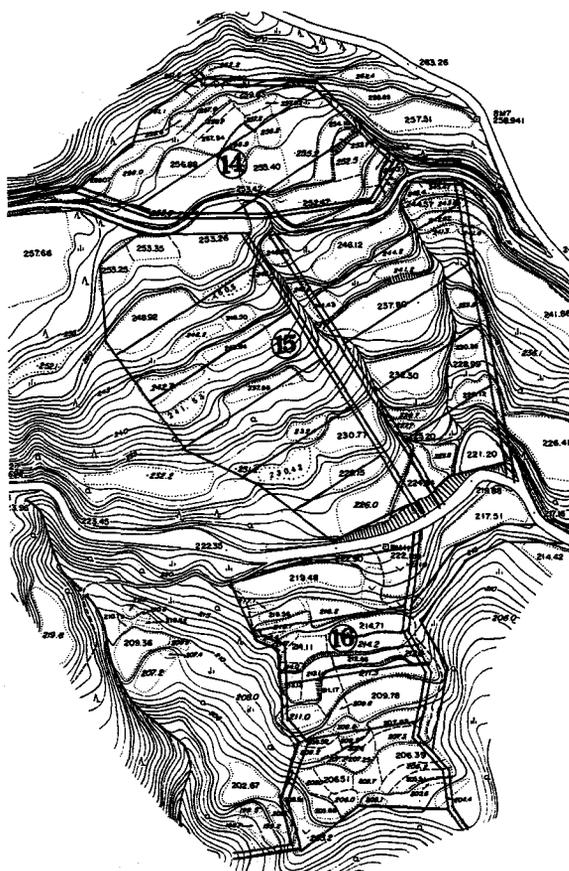
変更に伴う基盤切盛の減等が主なものである。

昭和63年度を最終年度に事業を推進してきたところであるが、地区全体の完了整備や換地により一年工期を延長して今年度中に完了の予定である。

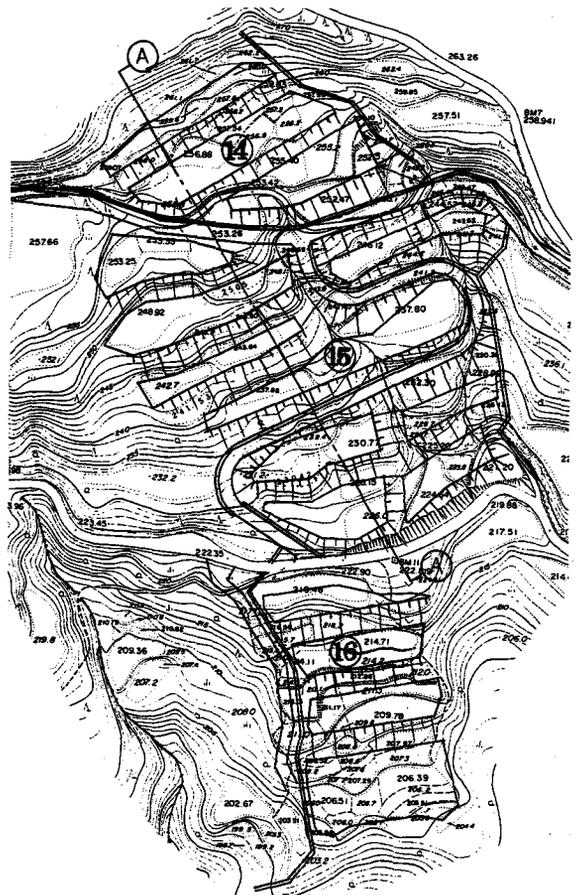
今回は、昭和61年度に工事实施したA=1.6ha分について全体の中で特に地形勾配が急だったためコンター方式により施工したので、その状況等を報告することとする。

3. 工法の比較及び検討

当地区の地形勾配は1/5~1/10程度とかなり急傾斜地であり、従来のような画一的な方形区割のは場整備では田差が大きくなり防災的な見地からも大変危険である。そこで特に急傾斜地である⑭~⑯ブロックについてはほ区内の支線道路を優先に区画割をしたコンター方式によるほ場整備を



(A) 当初計画図



(B) 施工実施図

図-2

採用することとした。

当工法については特別新しい工法ではないが地形に合った方法であるので地元関係者にも十分な説明をし、理解をいただく中で施工することになった。図-2(A)は当初計画であるが、㊫ブロック中央の支線道路は $S'=11.0\%$ 、平均田差が5.0m以上となり、本地面積(水張面積)率も50%以下となるのが机上である程度予測されたため、工事実施については(B)図のような支線道路を優先した工法で計画し実施した。(写真-1参照)

方形区画とコンター方式の数量的な比較をすると一番大きく違うのはブルドーザーによる掘削押土量で約 3200m^3 程度少なくなった。また、上記に伴い畦畔数も少なくなることから方形区画割に対して実質水張面積が拡大し、さらに既存の畦畔を利用したため法止に計画していたネット柵工等も数量的に大巾に減少することができた。(図-3参照)

4. 設計と施工

設計と施工の方法については、まず最初に支線道路の法線及び計画地盤高を決定し、道路を優先に各田区の基盤切盛を実施する。そこで既存の畦畔については区画割の位置にあるものは極力利用し耕区を拡大する方法で、基盤整地及び畦畔築立を行い、この時に営農上の利便を考慮して一辺が直線となるように実施した。

支線道路については、10%以上の急勾配ヶ所に舗装厚10cmのスベリ止めコンクリート舗装を行い通行に支障のないよう配慮した。法線については各田区への乗入れがスムーズになるようにするとともに、上、下の田区のはぼ中央になるように計画し、各田区の法長もできるだけ短くなるように実施した。これは道路巾が、長い法面での小段的な役割をはたし、防災上でも有効であると考えられる。

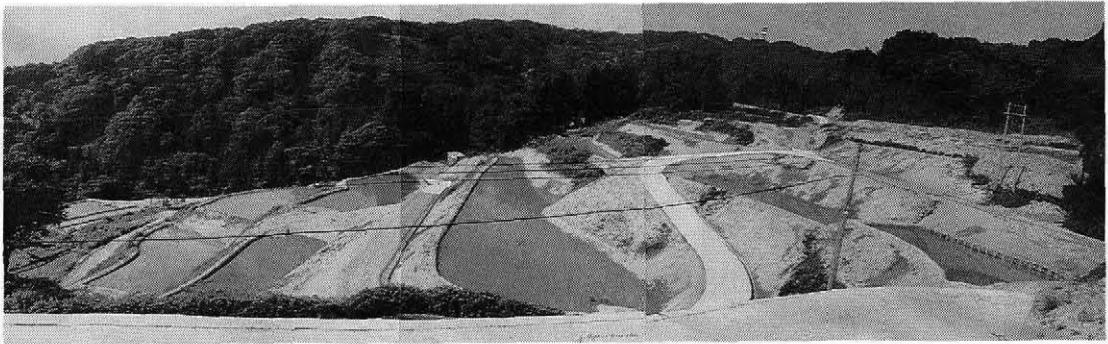


写真-1

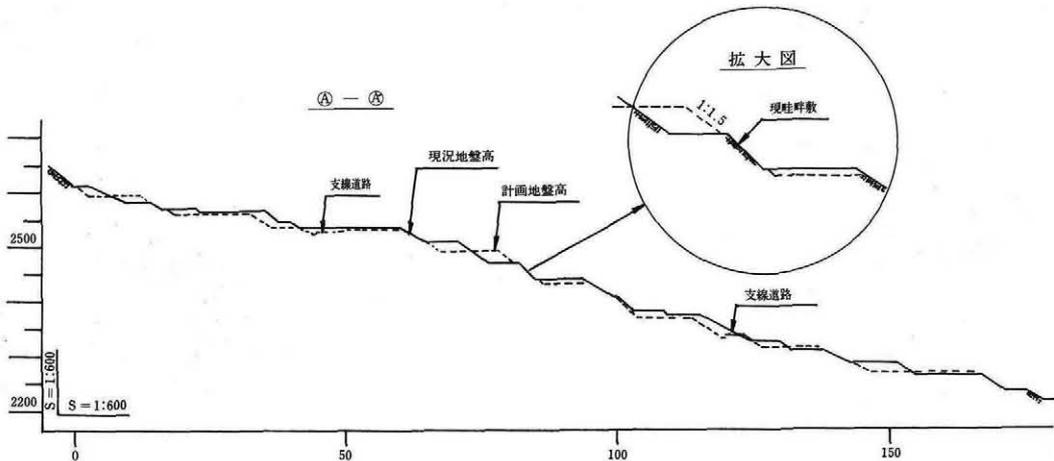


図-3

用水路については一部田区の排水も兼ねていることからBF300型(最低断面)で計画し、道路計画高に合わせて布設し路面排水については平面横断工によりキャッチしている。

排水路については急勾配なため流速が速くなり水はね等が生じるため、コルゲートフリューム350型で計画し落差工等構造物は最少限度に施工した。

5. おわりに

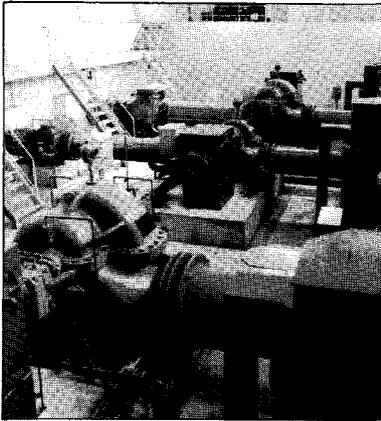
本事業も着工から6ケ年の年月をかけようやく

今年度で完了地区となる予定であるが、近年、中山間地では工事費の増大により農家負担も年々大きくなり事業の推進に大きなネックとなっている。

平成元年度より地すべり対策事業の制度拡充が図られ、中山間地の地すべり地帯でのほ場整備については今後地すべり本工事との同時施工により、基盤整地や導水路の舗装等を積極的に実施し、少しでも工事費の軽減を計っていく必要があると思われる。

治水事業に貢献する

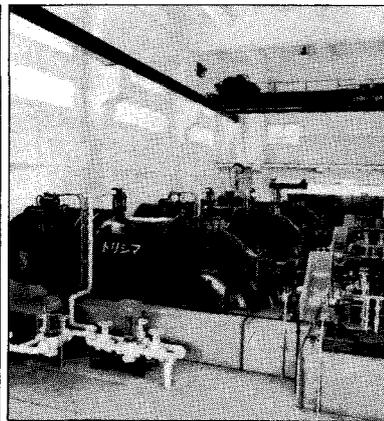
 トリシマポンプ



揚水用両吸込うず巻ポンプ
(農林水産省 関東農政局殿 新宿揚水機場)



排水用横軸軸流ポンプ
(千葉県殿 新堀川排水機場)



株式会社 西島製作所

本社 大阪府高槻市宮田町一丁目1番8号
工場 ☎ 0726-95-0551 (大代)

営業所：大阪・東京・名古屋・福岡・札幌
仙台・広島・高松・那覇・横浜
出張所：佐賀・宇部・和歌山・新潟

農地造成工事中の排水・土砂流出対策

堀 山 誠 一*

	目 次	
1. はじめに	20	4. 縦型排水暗渠
2. 事業概要	20	5. おわりに
3. 防災対策	21	21
		23

1. はじめに

農地の造成工事は、山林を伐採し表土をはぎ取ることから、降雨時の土砂流出、濁水の流出、洪水の増大等の問題が発生する。土砂の流出に対しては沈砂池を、洪水の増大に対しては下流河川の改修あるいは洪水調整池の設置により対策が講じられる。

しかし、工事における降雨による盛土法面の侵しよくは防げず、これの手直しがたびたび必要となっている。

本報文は、国営農地開発事業豊北地区で、改良山成畑造成の工事中の土砂流出防止と、盛土法面の侵しよく防止のための排水処理について効果を上げている縦型排水暗渠工法について紹介するのである。

2. 事業概要

国営農地開発事業豊北地区は、本州の西端山口県豊浦郡豊北町に位置し、中国山地の支脈が丘陵性の小規模連山を形成し、西は響灘、北は日本海に面する農山村地域である。

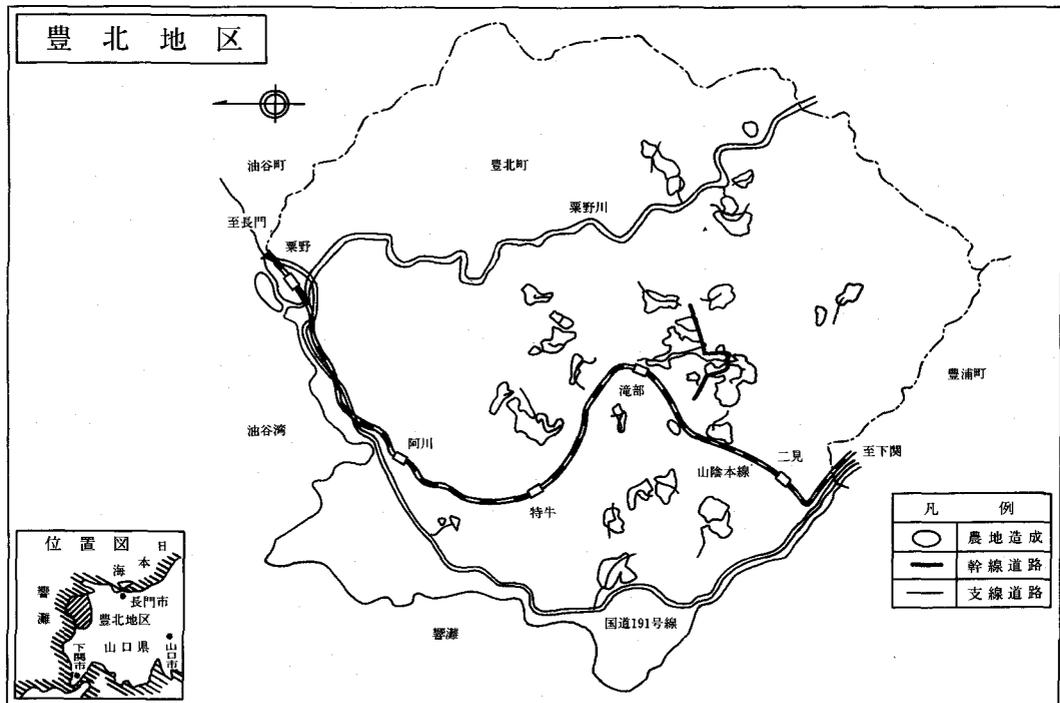


図-1 計画概要図

* 中国四国農政局豊北開拓建設事業所

本事業は、豊北町滝部を中心に点在する標高約20～270mの山林原野約400haを開発し、梨、飼料、たばこ等の作目を導入して、経営規模の拡大並びに集団生産組織の育成により主産地形成を図り、地域農業の発展に寄与すべく昭和52年度に着手しているものである。

3. 防災対策

本事業地区内の山林は、森林法第5条の規定により樹てられた地域森林計画の対象林で、森林法第10条の2第2項の許可基準に基づきあらかじめ県知事と連絡調整し開発行為を行うことになっている。

このため本地区では、山口県農林部の『林地開発許可制度の手引き・開発行為にかかる技術的基準』に基づき沈砂池、洪水調整池を設けている。

流出土砂量は表-1のとおりで、洪水調整池は、年超過確率で1/30以下の洪水について、開発後における洪水のピーク流量を調整池下流水路の流出能力の値まで調節できる容量にしている。

(洪水調節容量の算定方法)

$$V = \left(r_i - \frac{r_c}{2} \right) \cdot t_i \cdot f \cdot A \cdot \frac{1}{360}$$

V：必要調節容量(m³)

f：開発後の流出係数

A：開発面積 (ha)

r_c：放流許可量の値に対応する降雨強度
(mm/hr)

r_i：1/30 確率降雨強度曲線上の任意の継続時間 t_i に対応する降雨強度 (mm/hr)

t_i：任意の継続時間 (sec)

土砂流出を防ぐには、降雨の地表流出速度を小さくし、水を集中させないことが基本である。しかし、工事中の場合は地表勾配が急で地形条件等から水の集中を防ぐことは困難である。

このため、流出土砂を造成地の地区外に出すため造成地末端の谷部に圃場外沈砂池を設けているほか、工事中の土砂流出防止と造成地盛土法面の侵食を防止するため圃場内に縦型排水暗渠を設置している。

4. 縦型排水暗渠

縦型排水暗渠は、改良山成畑等の造成中の表面流水を素掘水路で当該暗渠に導水し、谷底に設置した集水暗渠に接続して排水するほか、合わせて当該暗渠の上部周囲にくぼ地を作り、造成中の降雨による流出土砂を堆砂させる機能を持つものであり、その規模・構造等は次のとおりである。

なお、この暗渠が工事完了後は埋殺しとなるものであるが、工事中における盛土法面崩壊の手直し費用の軽減、沈砂池・調整池容量の規模縮小が図られる等により、造成地の施工管理、経済性の面から有利性を持っている。

(1) 規模の決定

縦型排水暗渠の設置位置は、土質、流域面積、流路長、勾配等を考慮して選定する。なお流水を

表-1 1 ha 当り流出土砂量

作 目	流 出 土 砂 量 算 定 式	備 考
樹園地・飼料畑		・1 ha 当り工事期間は4ヵ月 ・流出土砂量の算定期間は3年分
工事中(裸地)	300m ³ /年×(4ヵ月/12ヵ月)年=100.0m ³	
工事後(草地)	15m ³ /年×(32ヵ月/12ヵ月)年=40.0m ³	
計	140.0m ³	
普通畑		
工事中(裸地)	300m ³ /年×(4ヵ月/12ヵ月)年=100.0m ³	
工事後(半裸地)	150m ³ /年×(2ヵ月/12ヵ月)年×50%=12.5m ³	
工事後(草地)	15m ³ /年×(2ヵ月/12ヵ月)年×50%=1.2m ³	
工事後(草地)	15m ³ /年×(30ヵ月/12ヵ月)年=37.5m ³	
計	151.2m ³	

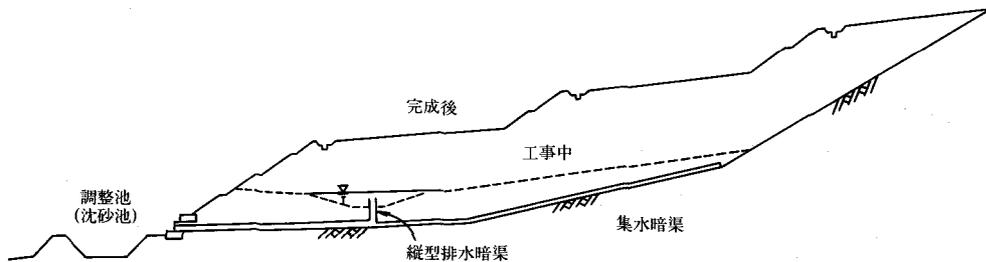
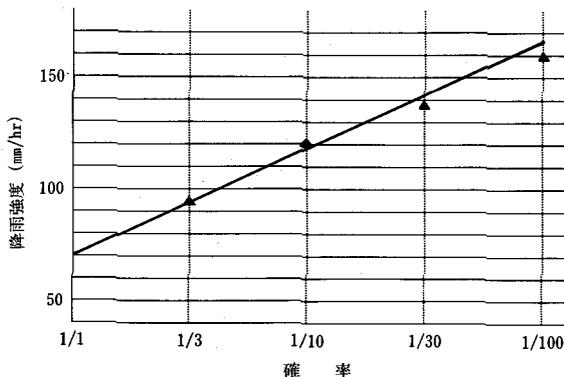


図-2 盛土断面図

集中させないためには各段の盛土ごとに設置するのが効果的であるが、集水暗渠により表流水を排水させる構造のため、集水暗渠の規模が大きくなるので、各谷の末端盛土部に1ヶ所設置している。

縦型排水暗渠による排水量は、流域を山林と裸地(造成地)に区分し、降雨継続時間を10分とし、これの1年確率に相当する降雨強度により決定している。降雨強度は期別に区分した検討が考えられるが、工事時期が一般に8月から翌年の3月までで、切盛土の最盛期が洪水期にあたることから期別区分での検討はせずに、『林地開発許可制度の手引き』に定められている各確率降雨強度を参考として図-3により70mm/hrとしている。



▲は『林地開発許可制度の手引き』の確率降雨強度

図-3 降雨強度曲線

排水量は合理式により求める。

$$Q = \frac{1}{360} \cdot f \cdot r \cdot A$$

f : 山林0.5, 裸地0.9

排水管の管径は、図-4のように管頂が水没した状態を想定し、集中暗渠接続部で自由水面になるものと考えオリフィスの流出によって求めていく。排水管は盛土が上がる毎に順次継ぎ足さ

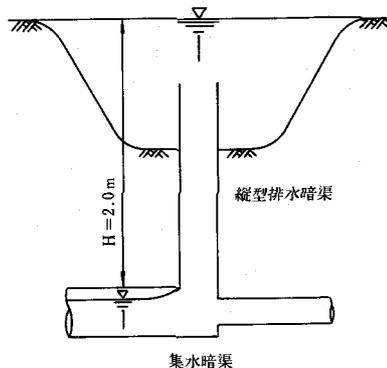


図-4 流出模式図

れ、これに伴って水深は大きくなるが、排水管設置初期段階での水深で計算する。

$$D^2 = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot C \cdot \sqrt{2gH}}$$

C : 0.5

H : 2.0m

縦型排水暗渠を接続した位置から下流の集水暗渠は、本来の目的である土中浸透水の排水とともに、表流水も排水可能な規模を必要とする。本地区の実施例によると、集水暗渠の管径は、本来の目的のみでは100mmから150mm程度であるが、表流水の排水も含めたものでは300mmから400mm程度になっている。

流域が大きい場合は、400mmを超える管径が必要になることがあるが、盛土圧による管の変形を考慮し使用管径は400mm以下にとどめ、集水暗渠の他に別途の排水暗渠を設け、この2つの暗渠で排水することになっている。

(2) 構造

縦型排水暗渠を設置する位置の盛土は10mから15mと高く、作用する土圧は大きい。このため硬

質ポリエチレン管の波付有孔管を使用している。孔の大きさは直径8mmから10mmである。

縦型排水暗渠は集水暗渠に接続しているため、雑物の流入により集水暗渠が詰まるおそれがある。このため硬質ポリエチレン管の外周は網目2.5mmの合成樹脂網で巻き、管の上部はスクリーン状のキャップを被せ、雑物の流入を防いでいる。(図-5)

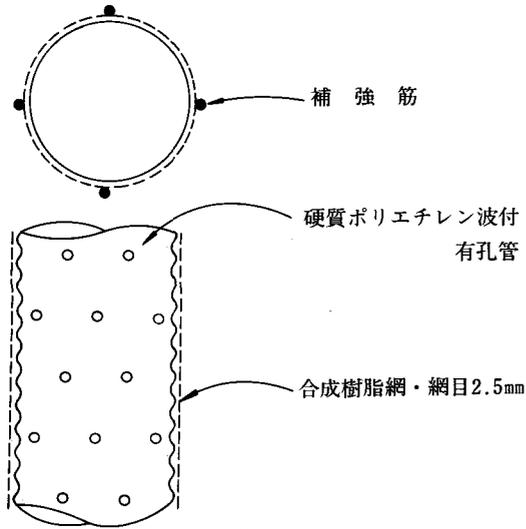


図-5 構造図

表流水及び流出土砂は、素掘の承水路を設け、縦型排水暗渠部分のくぼ地に導いている。表流水は小降雨時は管の孔から排水され、降雨が大きくなる毎に水位が上昇し管頂は水没し、管頂部及び管の孔から排水される。この排水時にほとんどの流出土砂は縦型排水暗渠部のくぼ地に堆砂する。

設計では、このくぼ地に堆砂する量を工事中的の流出土砂量の50%を見込み、造成地末端の圃場外沈砂池の堆砂容量を減じている。洪水調節と流出土砂を堆積させるための調整池は、谷が狭く両袖の地形勾配が急な場所となるため、容量確保に大量の掘削が必要になるが、縦型排水暗渠部分のくぼ地に、全流出土砂量の35%程度(工事中的の場合50%)を堆砂させることから規模が小さくなり工事費節減にもなっている。

(3) 維持管理

縦型排水暗渠は、高盛土の背後に水を溜める構

造のため、盛土のすべりに十分配慮する必要がある。本地区では完成時の盛土法肩から15m以上離して設置し、くぼ地面からの水位上昇が1m以上にならないよう施工中の盛土高管理をしていることから、今までの施工事例でこれが盛土の崩壊の原因になったことはない。(図-6)

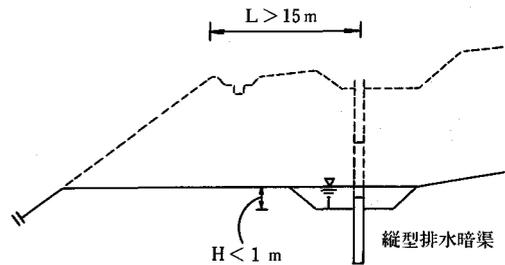


図-6 盛土管理図

縦型排水暗渠のくぼ地に導く素掘の承水路は、降雨が予想される場合に、当日の作業が終了する時に設置する。この承水路は緩勾配で浅く幅広い水路とし、流速が大きくなるよう配慮することが大切である。

降雨後は、くぼ地一面に流出土砂、雑物が堆積し、合成樹脂網にはシルト、雑物が付着するので、降雨後の盛土開始前にこれらを除去し、縦型排水暗渠の機能を維持しておくことが必要である。

しかしながら、降雨時に沿岸を赤く染める濁水については適切な対応策がないのが現状である。本地区の場合は、この濁水は海水より比重が軽いので、シルト分は海底に堆積することなく海面に拡散しており、大きな問題には発展していないが、工事実施に伴い地元にも多少なりとも迷惑をかけていることは否めない。このため、今後とも防災対策にはいろいろな工夫をこらしつつ、地元の理解と協力が得られるよう事業を進めることが大切であると考えている。

5. おわりに

本地区の造成地は海に近く、沿岸部はアワビ、サザエの漁場になっている。このため、土砂が流出し海底に堆積しないよう防止対策には細心の注意を払っているところであり、幸いにして現在までこのような問題は発生していない。

断熱材を用いたアスファルト舗装

立花 貴 男*

目 次

1. はじめに.....	24	5. 置換え深さの決定.....	27
2. 地区の概要.....	24	6. 断熱工法断面の決定.....	29
3. 工事概要.....	24	7. 断熱工法の施工要領.....	31
4. 工法の検討.....	25	8. おわりに.....	32

1. はじめに

北海道のような寒冷地の道路は、冬期に地盤が凍って膨れ上がる凍上による被害が多く見られ、道路建設にあたっては、その凍上対策が不可欠なものとなっている。

凍上の被害には、

- (1) 凍上そのものによるもの
- (2) 融雪期に起こる路床、路盤の支持力低下によるものがある。

(1)については、凍上が道路の縦断方向または横断方向に不均一に発生することにより路面に不陸が生じ平坦性が悪くなり、道路舗装の中央付近にひびわれを生ずる。

(2)については、3月下旬の融雪期に地盤中に集積した氷層が主として地表面から解けてその付近の土層が飽和状態になり、特に表面からの融解水が、下層に残っている凍結層によってその排水が妨げられ、道路の路盤や路床に融雪水が滞っている状態のときに、多くの重車両が通ると舗装混合物下面の引張応力と路盤、路床土の垂直ひずみが増大し、舗装路面にきつ甲状のひびわれなどが発生する。

このような、凍上による道路への悪影響を避けるための凍上対策工法としては、凍上現象を支配している主たる要素(気温、土質、地下水)の一つ以上を除去するか、改善することが必要となり、北海道においては、その経済性、施工性の面から凍上を起こしにくい材料でおきかえる、置換工法

が主として採用されている。

本報は、置換工法ではなく、舗装体の中に断熱材を敷設して、路床への凍結の侵入を防ぎ、凍上を起こさない断熱工法で施工をした事例を紹介するものである。

2. 地区の概要

道営は場整備事業鷹栖中央地区は、上川盆地の北に位置し一村一品のトマトジュース「オオカミの桃」の名で有名な鷹栖町内にある比較的平坦な水田地帯である。

本事業は、農業の生産性向上と経営規模の拡大による農業構造の改善を目的とし、区画整理を中心に用排水路、道路等の整備、耕地の集団化を総合的に実施するものである。

3. 工事概要

ここで紹介する断熱工法は、本地区で施工した町道18線道路の舗装工事(L=899m)での実施例

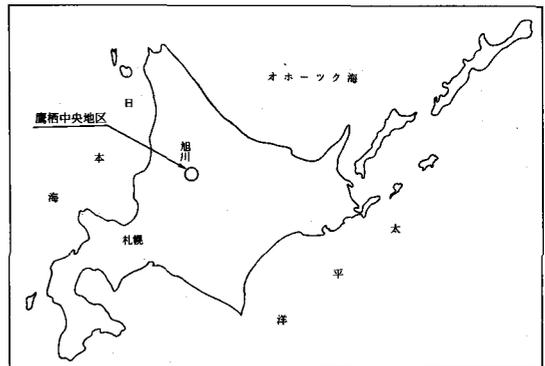


図-1 鷹栖中央地区位置図

* 北海道上川支庁中部耕地出張所

表-1 事業の効果

	(第1次効果)	(第2次効果)	(農政の目的)
は場整備事業 区画整理 かんがい排水 農道整備 暗渠排水 客土 集団化 近代化施設用地 公共用地等	営農の機械化	生産性向上	食料の安定的供給
	水管理の適正化	作目選択自由度の拡大	
	耕地の汎用化	農家所得の向上	農業・農村の健全な発展
	耕地の集団化	農地の流動化・規模拡大	
	農村地域の土地利用の秩序化	農村環境水準の向上	

表-2 地区概要

採択年度	昭和47年度
総事業費	1,422,000千円
受益面積	255.6ha
受益戸数	87戸
工種	

工種	事業量
区画整理	
整地工	255.6ha
用水路	24,084m
排水路	24,029m
舗装道	899m
砂利道(幹線)	8,896m
砂利道(支線)	15,141m
路面処理	4,267m
暗渠排水	248.7ha

である。

4. 工法の検討

本路線の舗装区間となる既存道路は、路盤厚50cmの砂利道であり、凍上対策上の置換厚が90cm必要であることから40cm分不足している。

このことを考慮し一般的な舗装道としての設計を行うと、次の問題が生じた。

(1) 嵩上工法の場合

①40cm以上の嵩上となり、法足が既設の用水路と排水路にかかるため、これらの構造物の移設が生じる。

②取付道路が急勾配となり、道路に隣接してい



写真-1 着工前

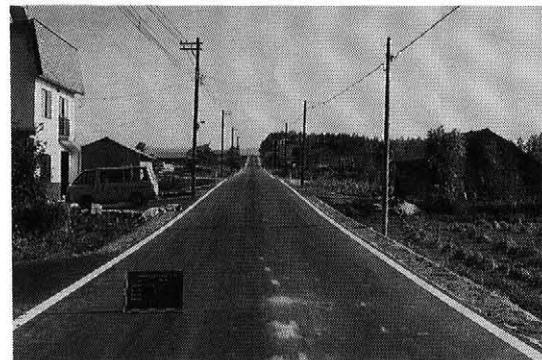


写真-2 完成

表-3 町道18線道路概要表

交通区分	I 交通
道路区分	3種5級
車道幅員	5.00m
路肩幅員	0.75m
造成幅員	6.50m

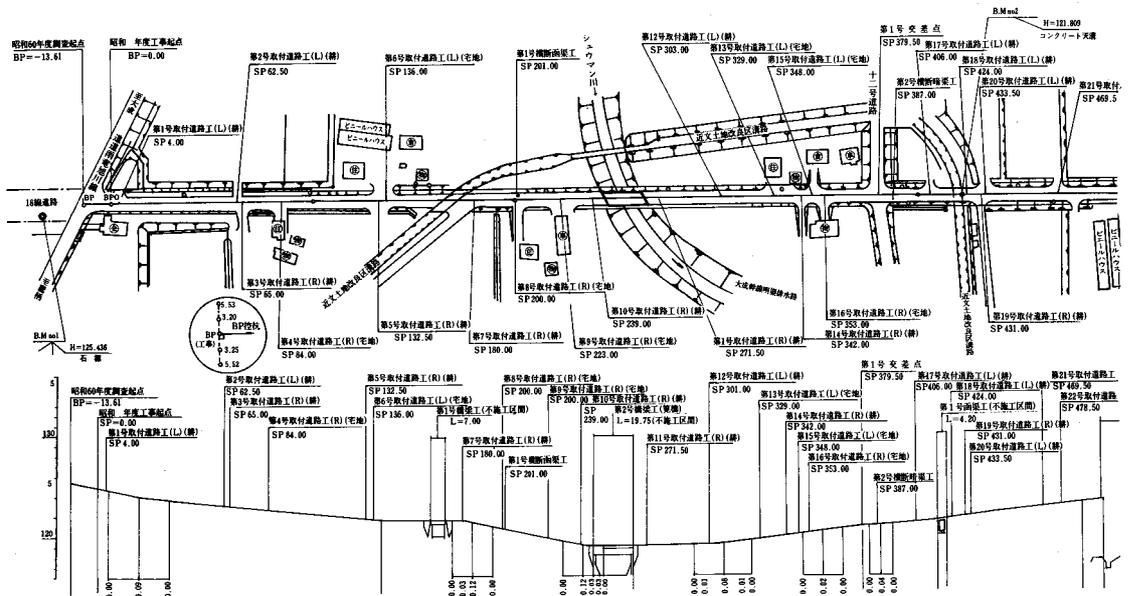


図-2 平面及び

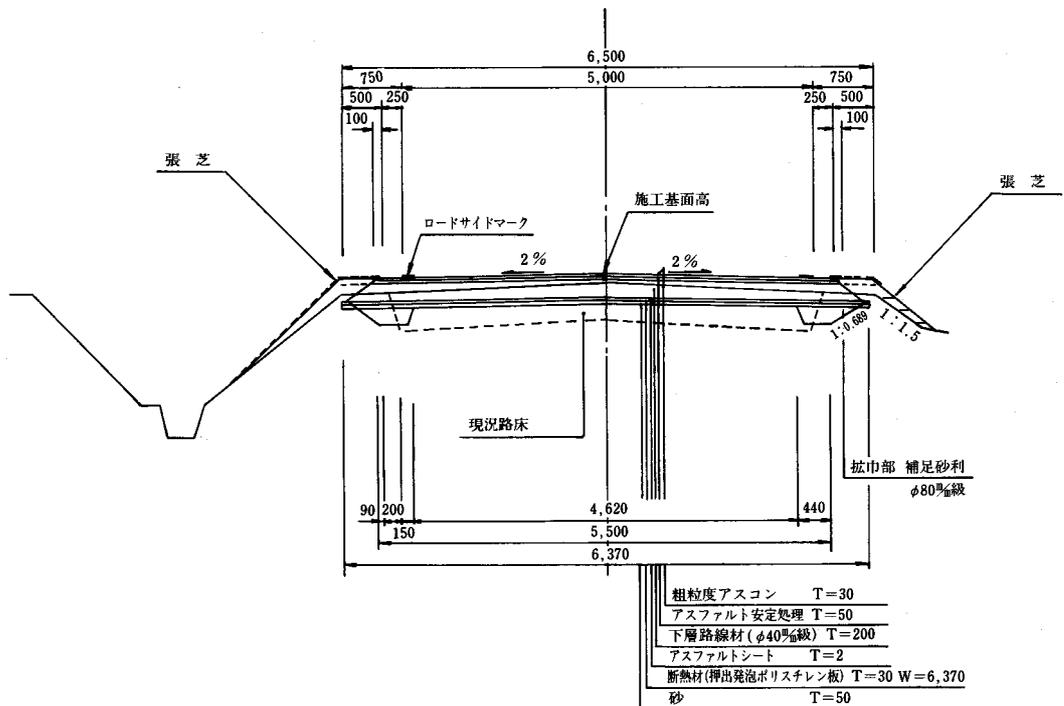
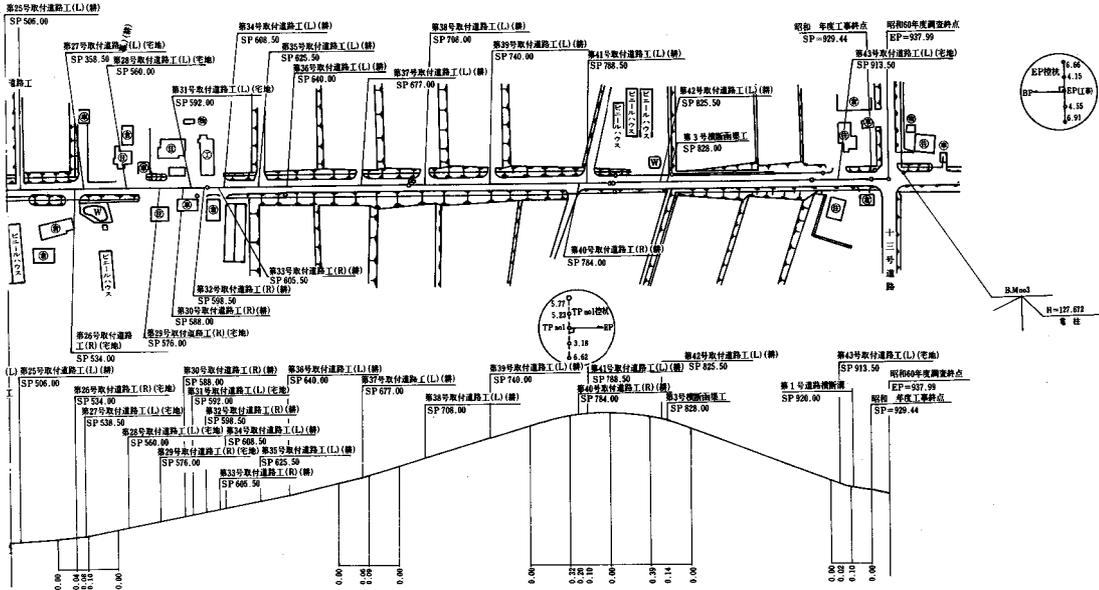


図-3 土工標準図

- る宅地及び耕地の出入りに支障が生じる。
- ③水田の区画整理を行っているため、新たに水田を買収することはできない。
- (2) 置換工法の場合
- ①現道の路床下 50cm 以下に軟弱な層があり、舗装道としての路床支持力が期待できない。

- ②排水路の高さが決まっているため、現況路床より掘り下げると路床が排水不良となり、凍上の影響を受けやすくなる。
- 以上、両工法共、本路線の施工条件及び地域条件を満足しないため、解決策の一つとして「断熱工法」の検討を行うこととした。



(3) 断熱工法の場合

- ①凍上抑制層厚を軽減できるため、舗装計画高を現道路面高とほぼ同等にできる。
- ②締固まった現道路床をそのまま使用できるので、目標とする支持力が期待できる。
- ③現況路床面を変更しないので、地下水をスムーズに排除できる。

などの効果が十分に期待できる。さらに本路線の懸案であった用排水路の移設、これに係る用地の取得、宅地及び耕地への出入りに対する障害等を解消することが可能となる。

5. 置換え深さの決定

本路線は、冬期間除雪路線となるため、積雪の初期及び融雪期において、凍結融解を繰り返し受けることが考えられる。

凍結融解を受ける本路線の凍上対策上必要な置換え深さを、まずアルドラッチの式から凍結深を算出し、その目標置換率を80%の値に近似するよう算出する。

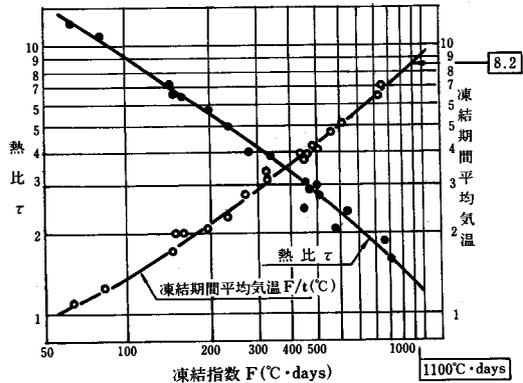
(1) 凍結指数 (F°C・日)

表一4の比布、江丹別でのS51~S60年の凍結指数を参考に、F=1100°C・日と設定した。

(2) 凍結日数 (t)

図一4より

$$F/t=8.2$$



$$t=134.14 \div 135 \text{日}$$

(3) 地盤が多層からなる場合の凍結深 (Z cm)

実際の舗装構造のように多層からなる場合の凍結深は以下に示すアルドラッチ式により推定される。

$$Z = \lambda \sqrt{\frac{172800 F}{(L/K) \text{eff}}}$$

ここに

Z : 凍結深 (cm)

F : 凍結指数 (°C・日)

$$(L/K) \text{eff} = \frac{2}{X^2} \left\{ L_1 d_1 \left(\frac{d_1}{2K_1} \right) \right\}$$

表-4 北海道における凍結指数

地名	51年	52年	53年	54年	55年	56年	57年	58年	59年	60年	最大
和塞	1,245	1,113	840	848	1,039	863	895	1,120	1,019	1,188	1,245
江丹別		1,264		1,042	1,088	1,047	969	1,253	1,144	1,297	1,297
比布	1,098	1,118	898	893	1,008	941	894	1,152	1,040	1,152	1,152
上川	1,043	1,058	882	913	893	889	847	1,082	999	1,088	1,088
旭川	959	925	705	700	807	713	897	938	819	944	959

資料：北海道開発局土木試験所データ表

$$\begin{aligned}
 &+L_2d_2\left(\frac{d_1}{K_1}+\frac{d_2}{2K_2}\right) \\
 &+L_3d_3\left(\frac{d_1}{K_1}+\frac{d_2}{K_2}+\frac{d_3}{2K_3}\right) \\
 &+\dots\dots+L_nd_n\left(\frac{d_1}{K_1}+\frac{d_2}{K_2}\right. \\
 &\left.+\dots\dots+\frac{d_n}{2K_n}\right)\}
 \end{aligned}$$

$X=d_1+d_2+\dots\dots+d_n$ ：予想凍結深 (cm)
 d_n ：予想凍結深内の各層の厚さで、 d_1 は最上層の厚さ (cm)

K_n ：各層の熱伝導率 (cal/cm·sec·°C)

L_n ：各層の融解潜熱 (cal/cm³)

$\lambda=f(\mu, t)$ ：補正係数

$\mu=Q_{\omega t}\cdot F/L_{\omega t}\cdot t$ ：融解パラメーター

t ：凍結期間 (日)

$Q_{\omega t}=(Q_1d_1+Q_2d_2+\dots\dots+Q_nd_n)/X$

：加重平均による熱容量で、 Q_1 は最上層のもの (cal/cm²·°C)

$L_{\omega t}=(L_1d_1+L_2d_2+\dots\dots+L_nd_n)/X$

：加重平均による融解潜熱で、 L_1 は最上層のもの (cal/cm³)

上式と図-5、図-6並びに表-5を用いて凍結深 Z を計算する。

(i) 予想凍結深を、 $X=75\text{cm}$ と仮定する。

$$(L/K)_{\text{eff}}=22859 \times 10^3$$

$$L_{\omega t}=20.06 \text{ cal/cm}^3$$

$$Q_{\omega t}=0.475 \text{ cal/cm}^2 \cdot \text{°C}$$

$$\mu=0.193$$

$$\tau=1.2$$

$$\lambda=0.7$$

$$Z=0.7\sqrt{\frac{172800 \times 1100}{22859 \times 10^3}}$$

$$=63.8\text{cm} \dots\dots \text{NO}$$

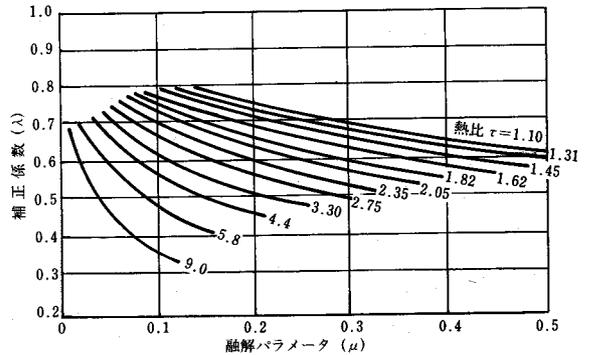


図-5 補正係数，融解パラメーター，熱比の関係

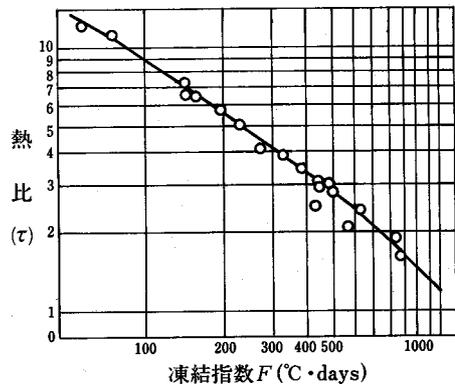


図-6 凍結指数と熱比の関係

(ii) 予想凍結深を $X=(75/63.8)/2=70\text{cm}$ と仮定して再計算を行う。

$$(L/K)_{\text{eff}}=20741 \times 10^3$$

$$L_{\omega t}=17.89 \text{ cal/cm}^3$$

$$Q_{\omega t}=0.463 \text{ cal/cm}^2 \cdot \text{°C}$$

$$\mu=0.211$$

$$\tau=1.2$$

$$\lambda=0.73$$

$$Z=0.73\sqrt{\frac{172800 \times 1100}{20741 \times 10^3}}$$

$$=69.9 \div 70\text{cm} \dots\dots \text{OK}$$

表-5 舗装構成材の熱定数

番号	材 料 名	参 考 文 献	乾燥密度 (rd) g/cm ³	含 水 比 (W) %	熱 定 数		
					熱伝導率 (K) cal/cm ² sec °C	熱 容 量 (Q) cal/cm ³ °C	融解潜熱 (L) cal/cm ³
1	断熱材(スタイロフォームRM)	6)	—	—	0.00008	0.0108	0
2	アスファルトコンクリート	6)	—	—	0.00346	0.448	0
3	セメントコンクリート	6)	—	—	0.00224	0.48	0
4	切 込 砕 石	6)	2.0	5	0.00509	0.415	8.0
5	切 込 砂 利	6)	2.0	7	0.00600	0.445	11.2
6	砂	6)	1.65	15	0.00470	0.466	19.8
7	凍上性細粒火山灰	6)	0.95	50	0.00238	0.518	38.00
8	平均的火山灰	7)	1.20	26	0.00285	0.438	24.96
9	粗粒火山灰(礫)	(注)	1.35	16.5	0.00287	0.397	17.82
10	粘 性 土	6)	1.15	50	0.00342	0.627	46.0
11	普 通 土	7)	1.425	37	0.00454	0.638	42.18
12	凍上性軟弱土	6)	0.9	70	0.00278	0.626	50.40
13	A 曲 線(土)	1)	1.2	50	0.00375	0.654	48.00
14	B 曲 線(粗粒)	1)	1.8	15	0.00620	0.509	21.60

(注) 既応の調査データから一般的と考えられる値を選定した。

となり、求める凍結深は70cmとなる。

(4) 置換率について

$$\begin{aligned} \text{置換率} &= \text{仮定全路盤厚} / \text{凍結深} \times 100 \\ &= 56\text{cm} \div 70\text{cm} \times 100 = 80\% \end{aligned}$$

となり、目標置換率80%に近似するため、置換え深さを56cm とする。

6. 断熱工法断面の決定

図-7の通り現況路床下 50cm の CBR 値が 1.1 と軟弱な層があり、現況路盤及び現況置換え

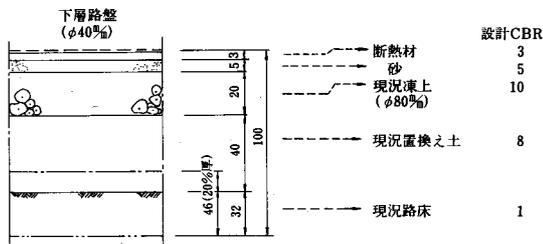


図-7

土をそのまま使用する考え方で、置換工法の計算方法に準じ合成 CBR の計算を行う。尚、合成 CBR = 3 を目標に現況使用可能路盤厚を決定する。

$$\text{合成 CBR} = \left[\frac{H_1(\text{CBR}_1)^{1/3} + H_2(\text{CBR}_2)^{1/3} + \dots + H_n(\text{CBR}_n)^{1/3}}{100} \right]^3$$

ここに、

H_n : 各層ごとの厚さ (cm)

$$H_1 + H_2 + \dots + H_n = 100$$

CBR_n : 各層ごとの CBR 値

$$\begin{aligned} \text{合成 CBR} &= \left[\frac{3 \times (3)^{1/3} + 5 \times (5)^{1/3} + 20 \times (10)^{1/3}}{100} \right. \\ &\quad \left. + \frac{26 \times (8)^{1/3} + 46 \times (1)^{1/3}}{100} \right]^3 \\ &= 3.65 \div 3 \end{aligned}$$

従って、設計 CBR = 3 となり、置換工法の目標

CBR 3を満足する。

(2) 舗装構造厚

農道設計指針(北海道土地改良事業団体連合会)より農道I交通, 設計 CBR=3 では, 細粒度アスコン t=3cm, アス安定処理 t=5cm, 下層路盤(40m/m) t=12cm となっているが, 断熱工法での下層路盤厚は, 断熱材上砂利及び碎石の最低マキ出し厚25cm 以上, タイヤローラ, マカダムローラ転圧後の砂利及び碎石出来形厚20cm 以上確保しなければならない為, 下層路盤厚(40m/m)の最小厚20cm として T_A, H の計算を行う。

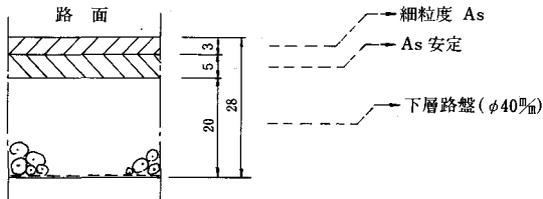


図-8 T_A, H の厚さ

舗装厚の目標値, 表-6より設計 CBR=3の時

$$T_A = 9 \quad H = 30$$

$$T_A = 1.0 \times 3 + 0.8 \times 5 + 0.25 \times 20 = 12 > 9 \dots \text{OK}$$

(等値換算表は, 表-7による)

$$H = 3 + 5 + 20 = 28 > 30 \times 0.8 = 24 \dots \dots \text{OK}$$

又, 5-(4)で求めた置換え深さ56cm であることから, 図-9のような舗装断面に決定する。

表-6 舗装厚の目標値

設計 CBR	目標とする値 (cm)	
	I 交通	
	T _A	合計厚 H
2	10	39
3	9	30
4	9	25
6	8	20
8	—	—
12	—	—
20 以上	—	—

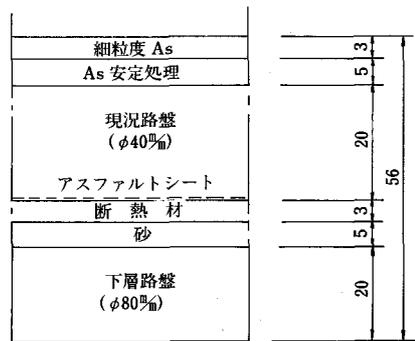


図-9 舗装断面

表-7 T_A の計算に用いる等値換算係数

使用区分	工 法 ・ 材 料	条 件	等値換算係数
表層・基層	表層基層用加熱アスファルト混合物		1.00
上層路盤	歴 青 安 定 処 理	加熱混合：安定度350kg以上	0.80
		常温混合：完定度250kg	0.55
	セメント安定処理	一軸圧縮強さ(7日) 30kg/cm ²	0.55
	石 灰 安 定 処 理	〃 (10日) 10kg/cm ²	0.45
	粒 度 調 整	修正 C B R 80以上	0.35
	浸 透 式		0.55
	マ カ ダ ム		0.35
下層路盤	切 込 み 碎 石, 砂 利, 砂 等	修正 C B R 30以上	0.25
		修正 C B R 20~30	0.20
	セメント安定処理	一軸圧縮強さ(7日)10kg/cm ²	0.25
	石 灰 安 定 処 理	一軸圧強定さ(10日) 7 kg/cm ²	0.25

7. 断熱工法の施工要領

(1) 路床整正

(イ)路床は平坦でなければならない。整正後5トン程度の転圧機かこれと同等以上の転圧機で締固めを行う。

(ロ)路床仕上げ面は凸凹は3m直線定規で1.5cm以下とする。

(2) 断熱材の施工

(イ)断熱材の上下に保護層として、上層5cm以上、下層3cm以上の砂又は火山灰、もしくはアスファルシートを敷設する。

(ロ)保護層の敷均しはレーキ等を用い十分整正を行う。

下層保護層については整正後転圧機により締固めを行う。

(ニ)断熱材は必要に応じてノコ等で整形し、継目の隙間は最大5mm程度とする。

(3) 路盤材料のまき出し

(イ)路盤材料を搬入するためのトラック、ダンプ等の乗り入れは、断熱材直上ではできない。

(ロ)断熱材直上で路盤材料をまき出した時、機械力(10tブルドーザー)を使用する際には、まき出し厚25cm以上でなければならない。

(ハ)断熱材上の路盤転圧はまき出し厚25cm以上とし、タイヤローラ、マカダムローラ転圧後ダンプ等乗り入れをする。

(4) 断熱材の摺付部の施工

(イ)断熱材敷設開始部分と終了部分は、断熱材の敷量を徐々に減少させるようにして、凍結深や凍上量に大きなギャップが生じない



写真-4 下層保護砂敷均し

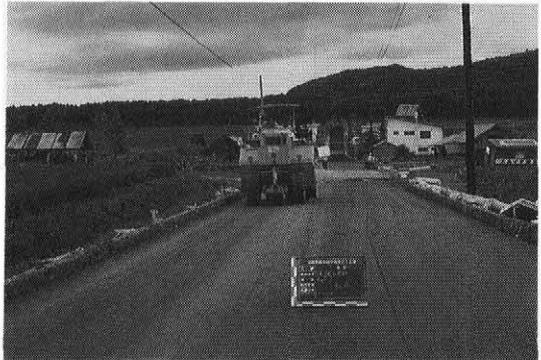


写真-5 下層保護砂転圧



写真-6 断熱材敷設

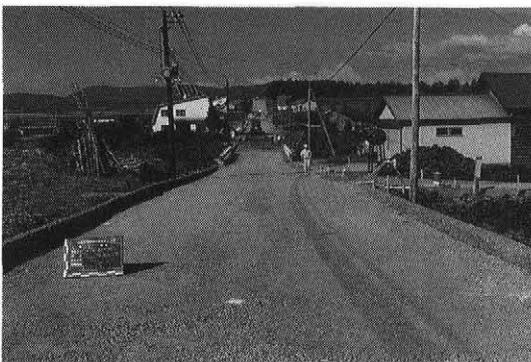


写真-3 路床仕上げ完成



写真-7 アスファルトシート敷設

ようにする。

8. おわりに

断熱工法を設計するにあたって、先に施工していた道管ほ場整備事業旭川忠別地区試験施工による断熱工法の観測記録で最大凍結深は74cmであることがわかった。(S61の観測記録)

このことから、当地区のアルドラッチ式による凍結深 $H=70\text{cm}$ (5-(3)凍結深を参照)は妥当であることが考えられる。(当地区の気象条件は旭川忠別地区と類似している)

懸念をしていた、舗装のクラック(1.はじめにの、(1), (2))も、施工後2年を経過しているが発生しておらず、路面は良好な状態を維持しており、凍結に対する、断熱材の凍上抑制効果が十分に発揮されたと考えられる。

最後に、北海道で広く採用されている置換工法の凍上抑制材、砂利、碎石等が近い将来に確保することが困難となるであろう。

このような資源の利用の軽減を図る対策工法として、断熱工法が充分に対応できるものと考え

る。

しかし、断熱工法には、置換工法のような完成されたマニュアル的なものはなく、コストも高いため、4.工法の検討で示すように各地区の条件を十分に考慮すべきである。また、工法として考慮した場合も現在のところ試験的な施工と考えている。

これから、資源枯渇に備え北海道における、新工法として断熱工指針の早期完成を期待し、断熱工法の事例報告とする。

本地区の設計、実施にあたり御指導、御協力をいただいた関係各位に対し深く謝意を表します。

参考文献

- 1) 日本道路協会：道路排水工指針 昭和48年6月
- 2) 農林水産省構造改善局：土地改良事業計画設計基準、農道(その1)舗装。昭和57年3月
- 3) 北海道土地改良事業団体連合会：農道設計指針(監修・北海道農地開発部設計課)昭和57年3月
- 4) 北海道農業近代化コンサルタント：忠別地区試験舗装箇所における凍上対策に関する調査・解析 昭和60~63年



* 農業土木事業調査設計 *

- ※ 農業開発事業に関する調査・計画・設計並びに施工・管理
- ※ 海外開発事業に対する農業土木技術のコンサルティング業務
- ※ 一般土木事業の調査・計画・設計業務
- ※ 農業集落排水の新規計画・設計・実施

株式会社 日本農業土木コンサルタンツ

代表取締役社長 岡 本 勇
副 社 長 西 岡 公

本 社	東京都港区新橋5丁目34番4号(農業土木会館4階)	TEL03(434)3831(代表)
分 室	東京都港区西新橋2丁目8番17号(平家ビル2階)	TEL03(593)2031(代表)
仙台事務所	仙台市春日町4番10号(曙産業ビル5階)	TEL022(263)7595(代表)
札幌事務所	札幌市西区発寒1143-105	TEL011(684)0581(代表)
長野事務所	長野県小県郡青木村沓掛310-8	TEL0268(49)3727(代表)
青森事務所	青森市石江字富田234-22	TEL0177(66)2970(代表)
千葉事務所	千葉県佐倉市栄町2-7	TEL0434(86)7743(代表)
熊本事務所	熊本市健軍町2612-388	TEL096(367)8535(代表)

転圧コンクリート舗装工法について

吉 田 良 治*

目	次
1. はじめに.....	33
2. RCCPの歴史.....	33
3. 新野トンネル工事.....	34
4. 最近の実施動向.....	42

1. はじめに

転圧コンクリート舗装(Roller Compacted Concrete Pavement, 略して RCCP と称される。)は、スランプがゼロである超硬練りのコンクリートを、ローラーの転圧エネルギーによって締固めて仕上げる一種のセメントコンクリート舗装である。

この工法は、土のセメント安定処理の延長上の技術で、舗装版として、あるいは路盤としても適用することが可能である。日本道路協会の「セメントコンクリート舗装要綱」においては、特殊舗装の一つとして、単粒度粗骨材とセメントモルタルを混合したマカダム型と、通常のコンクリートの単位水量を相当少なくした通常型との2種類があるとしている。RCCPは、従来のコンクリート舗装に比べ次の様な特徴がある。

- (1) 施工時に振動と大きな加圧によって締め固めるので、骨材のかみ合わせによる初期耐荷力が得られ、施工直後に輪荷重が作用しても変形などの損傷がほとんどみられず早期交通解放が可能である。
- (2) 従来のコンクリート舗装用の大型機械等の特殊な施工機械を必要とせず、アスファルト舗装の施工に使用されるフィニッシャー、振動ローラー、タイヤローラー等を用いて施工するので、大規模工事ばかりでなく局所的な工事にも容易に対応することができる。
- (3) フィニッシャーによる舗設施工であるため従来のコンクリート舗装に比較して施工速度が速い。
- (4) 所要強度を得るための単位水量、単位セメ

ント量が少なく材料的利点があるとともに、乾燥収縮が少なく目地間隔の拡大あるいは目地の省略が期待できる。

(5) シンプルな版構造及び施工機械、施工方法の組合せのため、一般コンクリート舗装に比べイニシャルコストが低い。

(6) 従来のコンクリートに比較して圧縮強度に対する曲げ強度の割合が大きいが、またコンクリート中の粗骨材量が多いので耐摩耗性とすべり抵抗が向上する。

これらの長所を備えている反面、欠点としては、平坦性がやや劣ること、骨材の寸法や配合が適切でない場合に材料の分離を生じ、ポットホールなどの原因となりやすいことなどが指摘されている。今後の研究の積重ねによって改善されるよう期待される。

2. RCCPの歴史

初めて RCCP の施工が試みられたのは、1920年代にアイルランドにおいてであるとされているが、1941年にアメリカのワシントン空港で実績がある。しかし、施工機械の性能不足から、現場におけるコンクリートの品質が必ずしも確保できず次第に衰退したが、施工機械の進歩によって見直されるようになった。本格的な実施としては、1976年のカナダ西海岸バンクーバーにおける1.6haの材木選別場である。我国においては、1953年に施工された札幌・千歳間道路のホワイトベースが最初であるとされている。

また、1970年、J. M. Raphael によって、ダムを転圧コンクリートによって施工する工法が提案され、R. W. Cannon によって配合及び施工に関する報告がなされ、RCCP の配合設計に生

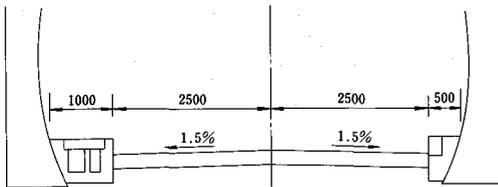
* 徳島県農林水産部吉野川北岸農業水利対策室

かされている。この様に、近年、オイルショックによるアスファルトの高騰、転圧施工機械の進歩、ダムの合理化施工技術の確立等が契機となって、世界中で RCCP への関心が高くなり、構内舗装、貯木場などが施工され、工事用道路、高速道路のパーキングエリアや一般道路での試験舗装が行われるようになった。現在、建設省土木研究所をはじめとして、日本道路公団、セメント協会等で RCCP の研究が進められ、全国的に試験施工が行われている。また、日本道路協会においては、セメントコンクリート舗装小委員会のもとに、転圧コンクリート舗装分科会が設置され、データの収集・分析が行われている。

3. 新野トンネル工事

(1) 実施地区の概要

徳島県阿南農林事務所では、県営農免道路事業の新野地区において、昭和63年7月13日トンネル内の舗装工事を転圧コンクリートにより実施した。施工断面は図一1に示すとおりで、幅員5m、延長145m、厚さ21cm、コンクリート打設量は153m³である。なお、本地区は阿波タケノコの



図一1 標準断面図

表一2 実施配合

骨材	配合	配合 1		配合 2	
		重量比 (%)	単位量 (kg/m ³)	重量比 (%)	単位量 (kg/m ³)
粗骨材(2505)		50.7	1298	50.1	1284
細骨材	粗砂	11.3	291	11.1	287
	細砂	22.5	574	22.3	571
普通セメント		10.4	262	11.4	288
水		5.1	94	5.1	94
水セメント比 w/c %		—	35.9	—	32.6
細骨材率 s/a %		—	40.0	—	40.0

注 1) AE減水剤の添加量は、セメント使用量に対して0.3%とした。

注 2) 水量の5.1%は含水比で示せば5.4%である。

主要産地である徳島県阿南市新野町に位置しており、本事業の総事業費は1,074,600千円、総事業量は5,388m³で、昭和52年度に採択され、昭和63年度完了した。

(2) 試験練り結果

本施工で使用するプラントにおける混合性能及び機構的特性を把握し、室内示方配合に基づいて生産された混合物の性状から混合条件を決定するため試験練りを実施した。試験項目は、含水量(JISA 1125)、表面水量(JISA 1111)、骨材のふるい分け(JISA 1102)、フレッシュコンクリートの温度・密度(JISA 1210)、曲げ強度(JISA 1108)、圧縮強度(JISA 1106)であり、配合については、室内配合結果から材令28日における曲げ

表一1 プラントの仕様

項目	使用
プラントの形式	定置形バッチ式自動計量方式
プラントの能力	70m ³ /H
ミキサー形式	バグミル型強制練りミキサー
ミキサー容量	1.5m ³ ×1基
計量方式	骨材別累加計量方式
計量値の伝達方式	電子式(プリセット方式)
ミキサータイマの有無	有
表面水量補正装置の有無	有
骨材の貯蔵方式	ストックヤード方式
セメントの貯蔵方式	サイロ方式

強度が 52kgf/cm² 得られた配合 1 と、この配合からセメント量を 1% 増した配合 2 の 2 種類とした。なお、実施配合は表-2 のとおりである。

試験練り結果から、配合 1 の曲げ強度は目標強度を十分満足し特に問題も無いことを踏まえ、本施工の転圧コンクリートの配合は、配合 1 のセメ

表-3 骨 材 の 性 状

骨 材 名		砕 石 2505	粗 砂	細 砂	備 考
項 目					
含 水 比 %		2.6	10.2	11.9	
表 面 水 量 %		1.0	7.7	10.5	
粒 度 通 過 重 量 百 分 率 %	40				
	30	100			
	25	97.3			
	20	71.3			
	13	26.6			
	10	7.8	100	100	
	5	1.3	98.1	99.7	
	2.5	0.7	81.2	97.6	
	1.2		52.8	86.4	
	0.6		26.2	59.6	
	0.3		8.6	29.2	
	0.15		2.5	8.0	
	0.074		1.2	1.5	
粗 粒 率 FM		7.19	3.31	2.20	室内配合時における 粗粒率 FM 2505=7.15 粗砂=3.25 細砂=2.43

表-4 コ ン ク リ ー ト の 性 状

項 目		配 合 種 別	配 合 1 (w/c=35.9%)			配 合 2 (w/c=32.5%)			
フコトの レンク シ ユ	温 度 ℃		26			27			
	含 水 比 %		5.7			5.4			
	乾 穀 密 度 g/cm ³		2.320			2.330			
硬 化 し た コ ン ク リ ー ト の 性 状	曲 げ 強 度 kgf/cm ²	材 令 7 日	測 定 値	54.3	53.1	53.4	47.4	54.6	55.5
			平 均 値	53.6			55.1		
		材 令 28 日	測 定 値	63.0	62.1	61.2	64.2	62.7	63.6
			平 均 値	62.1			63.5		
	圧 縮 強 度 kgf/cm ²	材 令 7 日	測 定 値	276	281	302	314	337	316
			平 均 値	286			322		
		材 令 28 日	測 定 値	349	345	335	380	390	369
			平 均 値	343			380		

ント量が10.4%，含水比5.4%とすることとした。

(3) 工事のプロセス

①不陸整正：モーターグレーダーにて規定の高さに整正し，振動ローラ及びタイヤローラ等の転

圧機械を用いて充分締固めた。転圧完了後，ブルーフローリングを行ない不良箇所の有無を確認した。②プライムコート：エンジンプレヤーにてアスファルト乳剤（PK-3）を $1.2l/m^2$ 程度均一



写真-1 フレッシュコンクリートの積み込

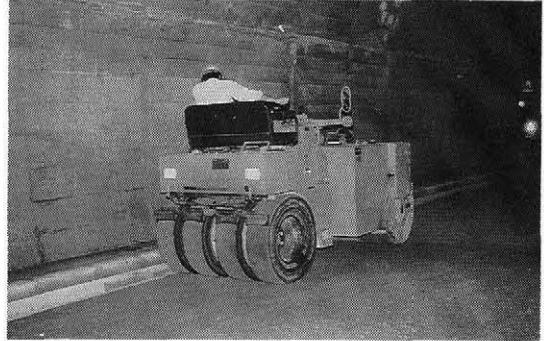


写真-4 タイヤローラーによる転圧



写真-2 フレッシュコンクリートの保護

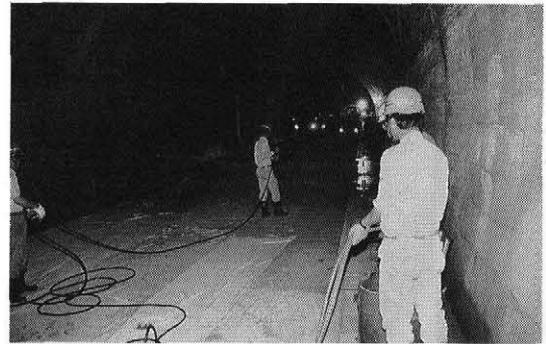


写真-5 被膜養生及びマット養生



写真-3 ファイニッシャーによる敷均し

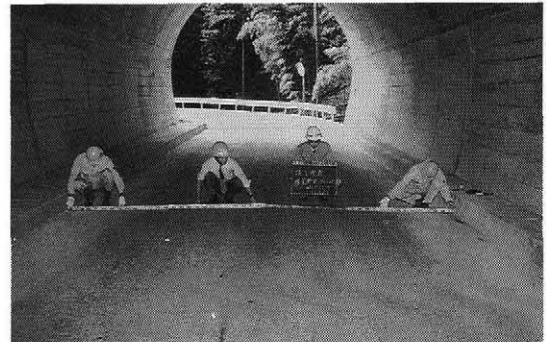


写真-6 竣工検査状況

表-5 フレッシュコンクリートの含水比

測定時間(時間)	7	8	9	10	11	12
含水比 (%)	5.2	5.3	5.8	5.7	5.6	5.4

(目標含水比5.4%)

表-6 実施コンクリートの強度

種 別	項 目	強 度 試 験 結 果 (kgf/cm ²)				備 考
		1	2	3	平 均 値	
曲げ強度	材令7日	61.2	47.0	37.7	48.6	目標値 $\sigma_{28}=52\text{kgf/cm}^2$
	材令28日	75.6	62.4	70.8	69.6	
圧縮強度	材令7日	290	251	242	261	
	材令28日	378	377	405	387	

に散布し砂にて養生を行った。③コンクリート：レディーミクストコンクリート工場（パグミル型強制練りミキサー使用）より出荷した。コンクリートの設計曲げ強度は 45kgf/cm^2 とし、配合強度はコンクリート舗装要綱に示す JISA 5308 の条件を満足する P 値を用いて 52kgf/cm^2 とした。なお、P 値については、工場の変動係数が 7% であるため、コンクリート舗装要綱に示す変動係数 7.5%、割増し係数 $P=1.15$ を用いた。また、配合は試験練り結果で得られた $C=10.4\%$ 、含水比 $=5.4\%$ とした。④運搬：コンクリートの運搬は、8t 及び 4t のダンプトラックを用いた。コンクリ

ートの積み込みは、ミキサーより集合ホッパーを通してダンプトラックに排出した。また、排出はダンプトラックを前後に移動させながらなるべく平らに積み込み、運搬中の分離を防ぐと共に、運搬中は含水比の変化を少なくするため、フレッシュコンクリートの全面をシートで被った。⑤敷均し：ダンプトラックで運搬したコンクリートを、アスファルトフィニッシャー (super2,000) により適切な余盛で敷均した。⑥転圧：敷均したコンクリートを、振動ローラ (cc 21) およびタイヤローラ等の転圧機械を用いて充分締固めた。両サイド部分の転圧は、タンパ及びビブロプレート等を

表-7 平板載荷試験結果

試験項目	測定箇所	S P15 (右)	S P65 (左)	S P120 (右)	備 考
平板載荷試験 (K_{30}) kg/cm ²		28.0	29.6	43.2	15.0以上

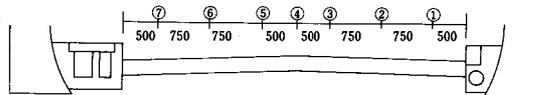


表-8 転 圧 減 測 定 結 果

項目	位置	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	全平均
敷均し厚さ	cm	24.7	24.1	24.5	25.2	24.9	24.8	26.2	24.9
転圧後厚さ	cm	21.8	21.3	21.8	22.4	22.1	21.9	23.2	22.0
余盛厚さ	cm	2.9	2.8	2.7	2.8	2.8	2.9	3.0	2.8
転 圧 減 %		13.3	13.1	12.4	12.5	12.7	13.2	12.9	12.7

表-9 現場密度測定結果

試験項目	測定箇所	S P15 (右)	S P65 (左)	S P120 (右)	備 考
現場密度試験	g/cm ³	98.6	98.6		

注) S P120については硬化が早く試料の採取ができず測定不能

表-10 すべり低抗試験結果

試験項目	測定箇所	SP15 (右)	SP65 (左)	SP120 (右)	備考
すべり低抗試験	BPN	75	75	75	温度22℃

表-11 切取り供試体試験結果

試験項目	測定箇所	SP20 (右)	SP50 (左)	SP80 (右)	SP110 (左)
切取り供試体厚さ測定	cm	22.3	22.0	21.0	22.3
切取り供試体圧縮試験	kgf/cm ²	300	—	324	313
切取り供試体状況観察		供試体底部分に若干空隙がある。全体的に良好	締固め全体的に良好	同 左	同 左

表-12 平坦性測定結果

項目	測定値(σ)	備考
平坦性測定	左側 σ	1.88
	右側 σ	1.89

表-13 現場状況観察結果

項目	観察結果
施工後目視観察	① 仕上り面に粗密のぼらつきが若干見受けられる。 ② 縦自由縁部目地部分の型枠脱型時に局部的に角欠けが発生したが樹脂モルタルにより補修。

用いて充分締固めた。⑦被膜養生：転圧完了面に被膜養生剤を 0.3kg/m² 程度（被膜養生剤原液 1 に対し水 2 を加えたもの）を散布した。⑧後期養生：被膜養生後にマット養生及び散水養生を行った。⑨収縮目地：収縮目地は、カッター目地とし、打設後 2 日目にカッターにより目地溝を設けた。⑩注入目地：コンクリート版の養生終了後、エアコンプレッサーで目地溝を清掃し目地材を注入した。目地材は、サイド部分の縦目地に低弾性タイプを、横目地に高弾性タイプを用いた。

(4) 現場管理試験

現場における管理試験として、路盤の平板載荷試験、転圧減測定、転圧コンクリートの現場密度試験、すべり抵抗、切取り供試体試験、平坦性、現場状況観察等を実施した。結果は次のとおりである。

密度試験はφ25の試験器を用いて行ったが、結果は99%の締固め度となり目標値を満足した。平

坦性については、コンクリートの規格値(σ=2.5以下)に対し、測定結果はσ=1.9となった。また、現場コア圧縮強度については、材令28日における現場コアの圧縮強度は平均値が312kgf/cm²(推定曲げ強度=57.5kgf/cm²)となり目標値を満足する結果が得られた。

(5) 施工結果と問題点

一般のコンクリート舗装に比べ本工法は、各種目地類の大巾省略及びチェアー、スリッパ等付帯機具類が全くなく、イニシャルコストの低減が図れたのが最大の利点であった。このため工事費についても、従来のコンクリート舗装工法で設計した場合に比べ、今回の工事においては約1/2の工事費で済ますことができた。また施工時間についても約5時間で全ての工事を完了することができ、施工速度はほぼアスファルト舗装の舗設工事と変わらない速度で実施できた。問題点としては、骨材及びフレッシュコンクリートの含水管理が天候の影響を受けやすいこと、さらにプラント側においても、ミキサーにかかる負荷が大きくメンテナンス上問題があり、今後専用のプラントの開発等を検討すべきことが挙げられる。また、平坦性についても、施工機械のオペレーションミスが直接舗装面に影響したり、舗装表面にフィニッシャーによる粗骨材のつつ張り穴等ができるため、ふるいによるフレッシュコンクリートの散布を行っているが、何等かの改善策が望まれる。このように本工法は、経済性と施工性及び強度面において優れた特性を有しているが、一方において、綿密な施工計画に基づいた、熟練工によるやり直

表—14 世界各国での RCCP 使用状況 (PIARC より引用)

国名	無使用	試験的使用	実際的使用	施工実績*
オーストラリア		◎		
ベルギー	◎			
カナダ		◎	◎	
デンマーク	◎			
スペイン		◎	◎	4,400,000㎡
アメリカ		◎	◎	360,000㎡
フランス		◎	◎	2,200,000㎡
イギリス	◎			
インド	◎			
イタリア	◎			
ニュージーランド		◎		
ノルウェー		◎	◎	50,000㎡
ポルトガル	◎			
東ドイツ	◎			
スウェーデン		◎	◎	40,000㎡
チェコスロバキア		◎		
日本		◎		

*; 施工実績は1986年までの集計を示す。

表—15 各国における用途別の RCCP 施工面積の比較

道 路					用 途	そ の 他									
施 工 面 積 (㎡)						国 名	施 工 面 積 (㎡)								
80万	70万	60万	50万	1.5万	1万		0.5万		10万	20万	30万	40万	50万	60万	70万
					14,970 (3件)		アメリカ	307,060 (11件)							
					3,700 (1件)		カナダ					781,550 (13件)			
							スペイン	0							
							不明	0							
							フランス	0							

表-16 外国および国内における RCCP の現況一覧表 (RCCP 専門委員会報告より引用)

項 目	外 国	国 内	
舗 装 構 造	舗 装 構 成	<ul style="list-style-type: none"> 路盤上にRCC版を設けている例が多い。 RCC版を直接路床上に設ける場合もある。 用途に応じては、表層にアスファルト層を設ける。 	<ul style="list-style-type: none"> 路盤とRCC版からなっている。 一般的にはRCC版を表層としているが、表面にアスファルト層を施工した例もある。
	版厚の設計	<ul style="list-style-type: none"> PCA等のCo舗装の版厚設計方法を準用している例が多い。 許容応力度と設計輪荷重に基づく舗装版応力から求める方法による場合もある。 Co舗装と同一版厚としている例もある。 	<ul style="list-style-type: none"> セメントコンクリート舗装要綱に準じて行われている。
	RCC版	<ul style="list-style-type: none"> 版厚は15~67.5cmと広範囲にわたっている。 設計基準強度は、材令28日での曲げ強度を49kgf/cm²としているものが多い。 	<ul style="list-style-type: none"> 版厚は15, 20, 25cmとした例が多い。 設計基準強度を45kgf/cm²(材令28日), 配合曲げ強度52kgf/cm²としている例がある。
	路 盤	<ul style="list-style-type: none"> 路盤厚は10~25cm厚程度である。 粒状路盤やセメントあるいは石炭による安定処理路盤が用いられている。 	<ul style="list-style-type: none"> 路盤厚は15~25cm厚程度が多い。 粒調碎石や水硬性粒調スラグ等の上層路盤の規格に準じる例が多い。
	目 地	<ul style="list-style-type: none"> 収縮目地は設ける場合と設けない場合がある。 目地部にスリップバーやタイバーを用いた例はほとんど無い。 施工目地部にカット目地を設けない例が多い。 	<ul style="list-style-type: none"> カット目地は設ける場合と設けない場合とで検討されている。 目地部にスリップバーやタイバーを用いた例はほとんど無い。
使 用 材 料	骨 材	<ul style="list-style-type: none"> 現地調達した骨材を使用し、それに合わせた配合が設定されている。 最大寸法が20mm以下の連続粒度で、0.074mm通過分は5~10%が多い。 碎石を用いて、骨材のかみ合わせ効果を期待して早期開放を図った例もある。 	<ul style="list-style-type: none"> 粗骨材として道路用またはコンクリート用碎石が使用され、粗骨材最大寸法は40, 25, 20mmについて検討されている。 細骨材は、入手しやすいものが使用されている。 骨材粒度は合成粒度で示される例が多く、連続粒度とギャップ粒度が検討されている。
	セメント及び混和材	<ul style="list-style-type: none"> 普通ポルトランドセメントや低発熱型が用いられている。 セメントの一部をフライアッシュ等で置き換えている例が多い。 	<ul style="list-style-type: none"> 普通ポルトランドセメントを用いた例が多い。 早強セメント、高炉セメントB種やRCCP用低収縮性セメントの使用例もある。 混和剤としてフライアッシュあるいは石粉を用いた例もある。
	混 和 剤	<ul style="list-style-type: none"> 混和剤を用いた例は少ない。 遅延剤, 減水剤, AE剤の使用例もある。 	<ul style="list-style-type: none"> 減水剤とAE剤の併用あるいはAE剤の使用例が多い。
配 合	設 計 方 法	<ul style="list-style-type: none"> セメントコンクリートの考え方とセメント安定処理の考え方がある。 	<ul style="list-style-type: none"> 選定した骨材合成粒度にセメントペーストを充填するような配合方法と、細骨材の空隙をセメントペーストで満たし、粗骨材の空隙をセメントモルタルで満たしてRCC中にできるだけ空隙が生じないようにする配合方法とがある。 配合設計の手順は次のとおりである。 <ol style="list-style-type: none"> ① 材料分離が少なく、十分な充填率が得られるように骨材配合割合を選定する。 ② 所要のコンシステンシーとなるような単位水量(または含水比)を選定する。 ③ 目標とした配合曲げ強度が得られる水セメント比(またはセメント量)を選定する。 配合設計におけるコンシステンシーの評価方法として3通りの方法が提案されている。『突き固めによる土の締固め試験』に準拠した方法 『マーシャル締固め用ハンマ』を用いる方法 『振動締固め』による方法
	配 合	<ul style="list-style-type: none"> 単位結合材料(C+F)280~330kg/m³の範囲で 単位水量 100~150kg/m³施工され 細骨材率 30~50%程度) ている。 	<ul style="list-style-type: none"> 単位セメント量 194~301kg/m³の範囲で 単位水量 87~122kg/m³施工され 細骨材率 28~44% ている。

項目	外 国	国 内	
施 工	型 枠	・型枠を用いない例がほとんどである。	・コールドジュイントや舗装端部に使用する例が多い。
	RCC製造	・連続式2軸パグミルの強制練りミキサを用いる例が多い。	・既設の生コンベラントのバッチ式ミキサを使用している。
	運 搬	・運搬時間は極力短くなるように、運搬許容時間も60分以内としている例が多い。	・運搬時間は試験施工のため10分程度と比較的短い例が多い。
	敷 均 し	・アスファルトフィニッシャあるいはモーターグレーダを用いる例が多い。 ・フィニッシャを用いる場合、1層施工厚を25cmまでとした例が多い。	・アスファルトフィニッシャを用いる例がほとんどである。 ・敷均し締固め度は、通常型(TV方式)で85%程度、強化型で95%程度が得られている。
	転 圧	・大型の振動ローラとタイヤローラを併用している例が多い。 ・締固め度管理は特に厳しく行っており、RI密度計が用いられている。 ・締固め度は98%以上としている。	・大型ローラとタイヤローラを併用している例が多い。 ・締固め度管理には、砂置換法やRI密度計が用いられている。 ・締固め度として96~99%が得られている。
	目 地	・カット目地を設ける場合は、10~20m間隔としている例が多い。	・カット目地の有無、間隔については明確な結論が得られていない。
	養 生	・湿潤養生を7日間実施した後、開放する例が多い。 ・即時開放をするような場合にはアスファルト乳剤を用いて養生する例もある。	・初期養生として、被膜養生を実施する場合としない場合がある。 ・後期養生は、養生シートを用いて湿潤養生を2日間程度実施している例が多い。
表面処理	・供用性確保のためにRCC版上にアスファルト層を設ける例もある。	・表面処理を実施した例はない。	
物 性	締固め特性		・締固め度を向上させるには適切なコンシステンシーや骨材粒度を選択する必要があるとの報告がある。
	強 度	・RCCの強度は締固め度に大きく影響される。	・空隙率(締固め度)およびセメント水比と直線関係にあると報告がある。 ・普通コンクリートと比べ、曲げ圧縮強度比の曲げ強度の割合が大きいとの報告がある。 ・材令28日強度に対して、材令3日強度は7割、材令7日強度は9割との報告がある。
	乾燥収縮量	・まだ定量的に把握されていないようである。	・Co舗装用コンクリートに比べて20~50%小さいとの報告がある。 ・連続粒度型はセメント量に影響され、ギャップ型は影響が少ないとの報告がある。 ・骨材最大寸法の大きい方が乾燥収縮量は少ないとの報告がある。
	疲労特性	・まだ定量的に把握されていないようである。	・RCCの疲労曲線は、舗装要綱の設計疲労曲線とほぼ同じであるとの報告がある。
	耐凍害性	・良好であるとの報告がある。	・普通コンクリート同程度との報告がある。
	耐摩耗性	・良好であるとの報告がある。	・Co舗装用コンクリートと同程度との報告がある。
	すべり抵抗		・室内実験、試験施工では検討されているが、供用時での明確な評価は得られていない。
供 用 性	収縮ひびわれ	・10~20m間隔で発生するが、供用上特に問題とならないのでシールをしないでそのまま放置している例が多い。	・施工1年後に版長40mの中央に発生したひびわれ部の荷重伝達率はCo舗装の目地部と同程度との報告がある。
	路面の仕上がり精度	・従来工法と比べて劣る面もある。	・表面の緻密性は、ギャップ粒度よりも連続粒度のほうが優れているとの報告がある。 ・平坦性は標準偏差(3m)が2~3mmの例が多い。
	補 修	・事例が少なくその費用も小額であることより、維持費用は少ないものとされる。	・供用時間も短いため補修事例は見受けられなかった。

項目	外 国	内 国
そ の 他	<p>経済性</p> <ul style="list-style-type: none"> 道路舗装では Co 舗装に対し施工費が50%低減する例がある。 道路以外では Co 舗装に対し10~50%、As 舗装に対し15~32%低減した例がある。 	<ul style="list-style-type: none"> 施工実績が試験施工や比較的小規模であるため、特に報告している文献は見受けられなかった。
	<p>適用箇所</p> <ul style="list-style-type: none"> 道路舗装 高速道路の基層、重交通道路、公共道路、簡易舗装、仮設道路 その他 空港エプロン、戦車駐機場、貨物中継ターミナル、木材選別場、石炭・コークス置場 	<ul style="list-style-type: none"> 道路舗装 高速道路のパーキングエリア・ICランプ、一般道路、トンネル内舗装、工用道路 その他 構内舗装、製品置場、木材ヤード

しの利かない集中施工が要求される。ともあれ、まだまだ施工実績が少ない本工法を四国で初めて採用し、一応の成功をみたことは大変有意義であった。

4. 最近の実施動向

国際道路会議 (PIARC) が世界 23ヶ国を対象にした調査結果によると、1986年までの転圧コンクリート舗装の施工実績は別表のとおりで、スペインの 440万 m^2 を最高に、続いてフランスの 220万 m^2 、アメリカの 36万 m^2 、ノルウェー 5万 m^2 、スウェーデン 4万 m^2 となっている。しかも、RCCPをまったく検討していない国が半数近くあるものの、検討あるいは試験的に採用している国の多くは、新設舗装工事ほもとより現道の打ち替えや舗装の修繕工事等で、すでに実施採用段階にあるようである。とりわけスペインでは、1970年代初期より軽交通道路を対象として適用を開始している。さらに近年においては高速道路の基層をはじめとして重交通道路にも適用するようになり、実績としても世界一である。また、他のヨーロッパ諸国でもオイルショックを契機として、主に平坦性を重視しない公共道路、簡易舗装、基層、仮設道路等への適用が定着しつつあるようである。アメリカにおける RCCP の研究開発は米陸軍工兵隊に負うところが大きく、陸軍施設内の戦車駐機場などへ積極的に採用している。さらに、空港エプロンや市街地の道路などにも適用を拡大させ、道路舗装への本格的適用を検討している段階にあるようである。カナダにおける RCCP については、本工法の特徴である平坦性に劣るといった不利な点をあまり問題としない箇所に適用

しているようである。すなわち、木材選別場や石炭、コークス置場、貨物中継ターミナルといった重荷重車両が低速で走行する箇所へ適用することにより、アスファルト舗装の持つ欠点である静荷重によるクリープを解消する工法として発展してきたようである。わが国においては、近年の施工実績はほとんどなかったが、日本道路協会やセメント協会等を中心に研究が進められ、全国的に試験施工が行われている。主な事例としては、昭和62年2月、大阪セメント工場ヤード (1,800 m^2)、昭和62年11月、常磐自動車道関本 P.A (1,470 m^2)、昭和63年12月、国道169号小松トンネル舗装工事 (4,900 m^2)、平成元年2月、銀座並木通り買物散歩道路整備工事 (1,550 m^2) 等、全国でこの3年間に約100例程度試験施工が行われているものと思われるが、今後急速に施工量の増加が見込まれている。この様に RCCP は、将来に充分明るい展望を持った工法であるといえ、今後共施工技術の確立、専用プラントの開発の研究を伸展させ、本格的施工が実現できる日を待ち望んでいる。

最後に本稿をまとめるに当たり、御助力をいただいた日本舗道株式会社四国支店の館沢勝治氏に感謝の意を表したい。

参 考 文 献

- 1) 吉田良治「転圧コンクリートによるトンネル内舗装」土地改良第147号。
- 2) 国府勝郎等「転圧コンクリート舗装の現状と課題」コンクリート工学 Vol. 27, No5, Mag 1989.
- 3) RCCP 専門委員会「転圧コンクリート舗装文献調査報告書」(社)セメント協会, 1989年3月。

有明粘土上の特殊石灰 (Fe 石灰) 処理工法による 舗装工の特性

田 中 利 磨*

目 次

I. 地区概要.....	43	Ⅲ. Fe 石灰工法の設計要領及び施工管理	46
Ⅱ. 軟弱路床上の舗装工.....	43	Ⅳ. むすび.....	47

I 地区概要

本地区は、佐賀平野西部に位置し、多久市、小城町、大和町、三日月町、牛津町、久保田町、芦刈町の1市6町に受益地をもつ。受益地の東南部は嘉瀬川、有明海、六角川に接し、北西部を天山松浦山麓に囲まれた、農地面積 5715ha の水田農業地帯である。

受益地の8割が水田で、農業基盤整備により乾田化が促進され、特にきゅうり、冬春なす等の労働集約型の施設園芸が導入されている。又、受益地北西部の山麓地帯は、ハウスミカン、びわ、ぶどう等の果樹生産団地が形成されている。

近年、九州横断自動車道が部分開通をし、佐賀空港の建設も控えている。来たるべき高速物流体

系の整備に伴い高品質、高鮮度農産物の需要の高まりが見込まれる。しかし、本地域には、農業基盤整備による幹線農道等の整備は行われているが、基幹的農道が整備されておらず、集団化、集約化による水田農業確立の推進に大きな障害となっている。このため、本地域における基幹農道を、広域農道佐賀西部地区として取り組み、図-2に示す構造により整備拡充を行い、農産物の流通体系を樹立し、農業経営の合理化、安定化を図るものである。

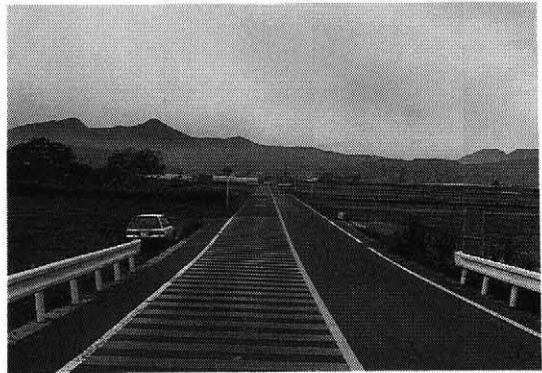


写真-1 部分供用を開始した佐賀西部地区広域農道

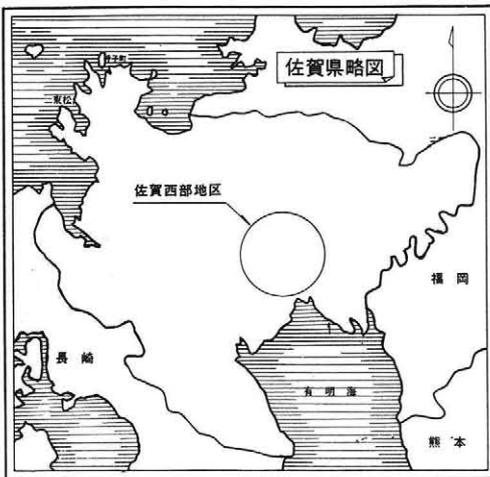


図-1 佐賀西部地区位置図

Ⅱ 軟弱路床上の舗装工

(1) 地形、地質

佐賀平坦地域は、南北方向に最も広い所で 20 km、狭い所で 10 km 程度の広さを持ち、その傾斜は平均 1/500、新規沖積層地帯では、1/500~1/1000 という極めて平坦な地形をなし、有明海と天山脊振山系を接続している。

又、地域の大部分は、新生代第 4 期沖積世に形

* 佐賀県佐賀中部農林事務所

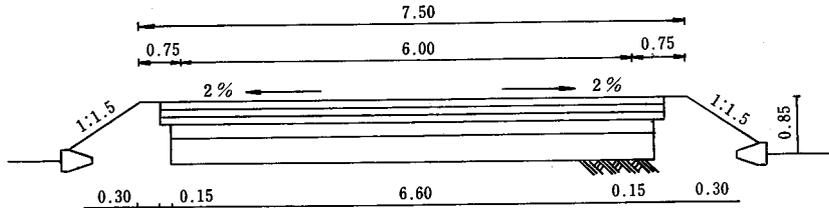


図-2 標準断面図

成された堆積盆地で、堆積土は有明粘土と称される軟弱な沖積粘土であり、その層厚は、25mに達する地域もある。粘土は摩擦角が小さく、自然含水比が高く、鋭敏比（練返しによる強度低下の割合）も非常に大きい。このため道路あるいは構造物等の基礎地盤としての力学性が劣り、基礎部の施工に多くの費用と労力を費やさなければならない。又、土木材料としても極めて不適当な土質であり現状土の室内設計CBR試験値も0.5%以下と極めて低い値を示している。

(2) 対策工法

アスファルト舗装要綱において、「舗装厚及び各厚の構成は、路床条件、交通条件、及び経済性を考慮して決定する。なお路床土の設計CBR値が2未満の場合は、軟弱な路床土の舗装により設

計する。」と記されており本地区においては、以下に示す i, ii, iiiの工法により検討を試みる。

i. 置換工法

路床土にあたる部分を良質土により置き換えて設計CBR3以上になるよう設計する工法である。但し、置換した土が含水比の上昇等により支持力の低下をきたす場合は、地下水位を下げるとともに排水処理を行わなければならない。

本地区の場合、佐賀平野を縦断する路線で、しかも田面上の新設農道であり水稻による地下水の上昇が見られる。置換材として利用する良質土は、マサ土と呼ばれる花崗岩を母岩とする山土であり、マサ土は力学的性質として、構成粒子が破壊しやすく、水浸すると圧縮沈下を生じる等の崩壊現象を起こす事が知られている。又図-3に示

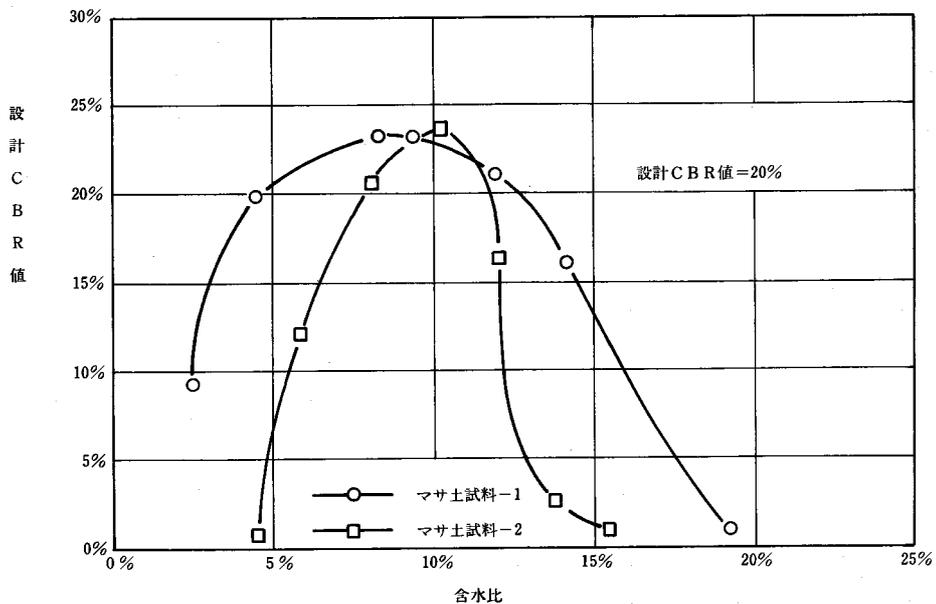


図-3 盛土材(マサ土)の含水比の変化による強度面での特性
佐賀県建設技術センター『盛土材(特性並びに効果)の検討』より引用。

すとおりの含水比の上昇に伴い著しく強度が低下する。この事は置換土の早期疲労、風化軟弱化をもたし所要の強度及び耐久性の確保が困難であると思われる、そこで含水比の上昇を防止し耐久性を確保する工法として、ドレーン等の設置により地下水位の低下を図らなければならないが、路床排水口の勾配、排水口の設置位置等検討を要する。

ii. 安定処理工法

路床土にあたる部分に、石灰又はセメントを混合し、路床土の設計CBR値を3以上に改良する工法でセメント安定処理と石灰安定処理の2種類が一般的であり、支持力の算定には、CBR法が用いられる。

又、改良土質は砂質土にはセメント系、粘性土、シルト質土には石灰系が有利であり、中でも高含水比路床土には生石灰が有利である事が判明している。なお、本工法の支持力は自然含水比、土質、有機質の含有量、塑性指数等により著しく影響される。この事は、配合設計にあたり施工路線上での土質等の判定が繁雑になり、配合設計、改良深によっては施工性を損ない、ひいては、路盤、表層の均等性・平坦性の確保が問題となる。

又、腐植土中では微生物の分解作用によりCO₂が発生し土壌中の水分と反応して炭酸水が生成される(CO₂ + H₂O → H₂CO₃)。そこで混合された石灰Caと反応し可溶性重炭酸カルシウムCa(HCO₃)₂が生成され平衡状態に達する(Ca²⁺ + 2H₂CO₃ ⇌ 2H⁺ + Ca(HCO₃)₂)。可溶性重炭酸カルシウムは、地下水の上昇により溶脱され平衡は右に反応して、改良土層中のカルシウムは減少しCa²⁺の代わりに2H⁺が置き換わり、親水作用が進行し再び軟弱化する。本工法においても地下水位の低下を図らなければならない。

iii. サンドイッチ工法

軟弱な路床上に、砂層(t=15cm)を置きその上に貧配合コンクリート又は、その他の安定処理の拘束層を設け、その上に交通荷重に応じた舗装を行う工法。

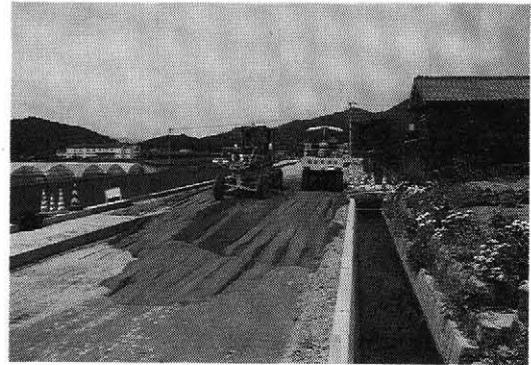
この工法の場合、設計CBR等による舗装構成の決定が出来ないため、過去の実績や弾性理論により断面計算を行う。なお、本地区で採用している「Fe石灰工法」はこの工法にあたる。

(3) Fe石灰工法の採択理由

a. Fe石灰処理土は、軟弱路床上での薄層締

固め時に生じる亀甲クラックあるいは、施工後の衝撃により生じたクラックに対して自癒性を有しており、軟弱土の路盤への侵入がなくオーバーレイの発生が少ない。

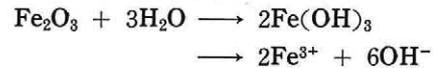
b. 中央混合の場合、路盤工と同様の一連作業が可能であり、施工直後に交通を解放しても路床土及び処理土の練り返し作用がなく、施工時の転圧が十分期待出来ない地盤であっても交通荷重により転圧効果が促進され路床の安定化が図れる。



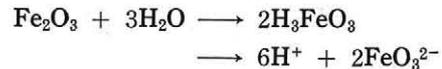
写真—2 Fe石灰施工(徹出(+敷均)+転圧)状況

c. Fe(酸化鉄粉 Fe₂O₃)の効果(下式:両

・酸性土壤中



・アルカリ土壤中



性コロイド)により、可溶性重炭酸カルシウムCa(HCO₃)₂の構成を阻害し、地下水の侵入による石灰分の溶脱を防止すると同時に、石灰では固めきれない酸性土、腐植土に有効に作用し、石灰の化学反応を促進する。

d. 路床土の土質、含水比、地下水位の高低差による不均一な路床支持力をFe石灰により処理した拘束層を構築する事により、路床支持力の強化、均一化を図る事が出来、舗装の均質化と平坦性の確保が容易である。

又、Fe石灰処理土は舗装工施工によるローラー転圧及び開放直後の交通荷重により、材料の疲労を起こすことなく、同荷重は転圧効果として作用する。このため路床、路盤、表層は一体となり安定し車両荷重から受ける舗装の衝撃を分散減少

して路床部に伝達するため、路床土の疲労風化が少なく深層路床土の圧密沈下を柔らげ、家屋構造物への振動の影響が少なく、耐久性ある舗装が構築出来る。

e. 各工法の経済比較の結果を表-1に示す。

III Fe石灰工法の設計要領及び施工管理

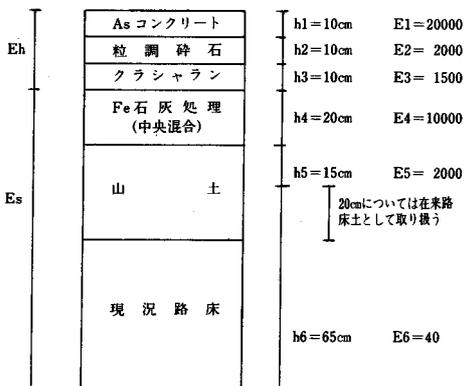
(1) 適用工種

アスファルト舗装工事、道路改良工事等で、路床(又は地盤)が軟弱(設計CBRm<3%)な

表-1 各工法(タイプi, ii, iii)の経済比較

タイプ i 置換工法		タイプ ii 安定処理工法		タイプ iii サンドイッチ工法 (Fe石灰工法)	
名称	単価	名称	単価	名称	単価
表層Asコン	2,400	表層Asコン	2,400	表層Asコン	2,400
粒調砕石	490	粒調砕石	490	粒調砕石	490
クラッシュラン	430	クラッシュラン	430	クラッシュラン	430
置換土	2,290	生石灰安定処理	2,570	Fe石灰安定処理	1,210
掘削	280	計	5,890円	盛土	1,110
運搬	550				5,640円
計	6,440円				

表-2 舗装構成の弾性理論による検討



- $\Delta 0$ = 舗装表面のたわみ量 cm
- Fw = 変位係数
- Eh = 路盤の平均弾性係数 kg/cm²
- Es = 路床の平均弾性係数 kg/cm²
- H = 舗装厚(h1+h2+h3) cm
- P = 輪荷重(3,000kg) kg
- a = 接地半径(Pton+12) cm
- p = 接地圧(Pto/πa²) kg/cm²

Bur mister(パーミスタ)による沈下量算定式
多層構造を二重構造に置き換える)

$$\Delta 0 = \frac{1.50 \times P \times a}{E_s} \times Fw$$

$$Fw = \left(\frac{1}{R} \right) + \frac{E_s}{E_h} \times \left(1 - \frac{1}{R} \right)$$

$$R = \left\{ 1 + \left(\frac{H}{a} \right)^2 \times \left(\frac{E_h}{E_s} \right)^{\frac{3}{2}} \right\}^{\frac{1}{2}}$$

$$a = Pton + 12 = 3 + 12 = 15 \text{ cm}$$

$$P = Pton \div (\pi \times a^2) = 3 \div (3.14 \times 15^2) \times 1,000 = 4.23 \text{ kg/cm}^2$$

$$E_s = \frac{(20 \times 10,000^{\frac{3}{2}} + 15 \times 2,000^{\frac{3}{2}} + 65 \times 40^{\frac{3}{2}})}{100} = 597 \text{ kg/cm}^2$$

$$E_h = \frac{(10 \times 20,000^{\frac{3}{2}} + 10 \times 2000^{\frac{3}{2}} + 10 \times 1500^{\frac{3}{2}})}{30} = 4,968 \text{ kg/cm}^2$$

$$R = \left\{ 1 + \left(\frac{30}{15} \right)^2 \times \left(\frac{4,968}{597} \right)^{\frac{3}{2}} \right\}^{\frac{1}{2}} = 4.174$$

$$Fw = \left(\frac{1}{4.174} \right) + \frac{597}{4,968} \times \left(1 - \frac{1}{4.174} \right) = 0.33$$

$$\Delta 0 = \frac{1.50 \times 4.23 \times 15}{597} \times 0.33 = 0.0526 \text{ cm}$$

故に 0.526mm < 1.56mm(安全)

表—3 Fe 石灰工法品質管理方法

工事	区分	試験(測定)項目	試験方法	試験(測定)基準	(参考)規 格 値	管理方法	処 置
特殊 石灰 (Fe 石灰)	特殊 石灰 (Fe 石灰)	配合試験	○本工法試験方法に準じる。	1. Fe 石灰処理使用土を採取する。 2. 試験基準 ・ 施工面積10,000㎡以下については1工事1回行う。 ・ 施工面積10,000㎡以上については1工事2回行う。	1. 自然含水比にて行う 2. 突固め回数～5層20回 ・ 水浸温度～23℃ ・ 載荷荷重～10kg 3. 上記試験方法に基づき、使用土に対する最適添加量を求める。		○水浸4日強度を基準とする。
		処理土のCBR試験	○本工法試験方法に準じる。	1. 施工事において処理土を採取する。 2. 試験基準 ・ 施工面積5,000㎡以下の場合は1,000㎡に1回 ・ 施工面積5,000㎡～1,5000㎡の場合は1,500㎡に1回 ・ 施工面積1,500㎡～20,000㎡の場合は2,000㎡に1回	1. 含水比は配合設計時の⊕20% 2. 試験方法は上記に準じる。 3. 供試体は4個作成する(直後、水浸4日、水浸7日、水浸14日)		○4日強度により処理土品質を判定する。 ○規定強度に満たない場合は7日強度を参考にする場合がある。
		現場に於ける処理土の乾燥単位体積重量試験	○JISA-1214 その他	・ 1,000㎡に1回を標とする。(但し1工事準当たり3回以上とする)	・ 締固め度 ×10～95%以上 ×6～95.5%以上 ×3～96.5%以上 (但し、配合設計密度を基準とする)		○基準に満たない場合は、碎石敷設後、後日上部碎石を取り除き再度試験を実施し、確認を行う。

場合のサンドイッチ法として適用する。

(2) 設計要領

設計輪荷重(設計交通量)に対する表層Asコン面のタワミ量を弾性計算式により求め舗装厚を決定しなければならない。

表—2に本地区の弾性理論計算を記す。

(3) 施工管理

Fe 石灰工法の「直接測定による出来形管理」及び「撮影記録による出来形管理」は、道路工事(路盤工)を準用して管理を行ない、品質管理においては、表—3により管理する。

床支持力の不均一性及び土中での化学反応により、当初計画時の強度、耐久性を確保する事が出来なかった。しかし、干拓堤防の盛土保護材として利用されていた Fe 石灰を、昭和47年頃から軟弱地盤上の路床安定処理として利用し、現在ではサンドイッチ工法として位置づけられている。又 Fe 石灰工法は、耐久性、施工性、経済性において優れ、舗装体の沈下も少なく軟弱地盤に適した工法であり、その特性は高く評価され、市町村等により行われる軽交通量の舗装工にも多用されつつある。

参 考 文 献

- 1) アスファルト舗装要綱：日本道路協会
- 2) 土地改良事業計画設計基準 設計 農道：農水省構造改善局
- 3) よりよき設計のために：農水省構造改善局
- 4) Fe 石灰処理による舗装道路：井 月夫
- 5) 農道舗装設計要領：Fe 石灰工業技術研究所

IV むすび

有明海の干陸化の繰り返しにより形成された、佐賀平坦地域は、我が国でも有数の軟弱地盤地帯である。道路舗装工事においても種々の軟弱地盤対策工法が試みられて来たが、どの工法も、有明粘土の特性である高含水比、高鋭敏比等による路

農業土木分野におけるジオテキスタイル の利用について

山下 恒 雄*

目	次
I まえがき.....	48
II 農業土木分野におけるジオテキスタイル の利用状況アンケート調査.....	48
III ラジオテキスタイルの現状と動向.....	50
IV まとめ.....	56
V 参考文献.....	56

I まえがき

農業土木分野において、古くから粗朶のような天然ジオテキスタイルが暗きょ排水、堤防等の基礎として使われていた。最近では石油化学製品を利用したジオテキスタイルが暗きょのパイプ、フィルターおよび吸出し防止材として農業土木分野関連工事に多く使われるようになってきた。

ところで、一般土木分野ではジオテキスタイルの利用は排水用に使用されることが多いが、近年ジオテキスタイルを土の補強に利用することが多くなってきており、その土を補強する技術開発が進んでいる。

ジオテキスタイルは種類や適用される用途も多いため、工事に多く利用されている割には試験法、設計法が確立されていない。

現在、1984年国際ジオテキスタイル学会日本支部が設立されたこともあり、関係各位が試験法、設計法の確立に努力している。

ところでジオテキスタイル (Geotextile) は Geotechnics (大地又は土地) と Textile (織物) を組み合わせた造語であり、日本では「土木安定繊維材」とでも言えるだろう。ジオテキスタイルの定義は明確でなく、次の3種類の考え方があ

- ① 最も狭義の意味で透水性の織布、不織布などの合成繊維布を示す。
- ② ①にネット、ジオグリットを加えたもの。
- ③ ②にジオグリットを加えたもの。

さらに複合製品が各種開発されジオテキスタイルの定義がさらに不明確になってきた。

ジオテキスタイルは排水、ろ過、分離、補強の4つの機能を有し¹⁾、これらの機能を有効に利用した設計、施工を行うことが重要である。

ジオテキスタイルの利用方法が開発されるにつれて、今後もジオテキスタイルを使った工事は増加することが予想される。また農業土木分野でも利用が拡大することが考えられ、早急に設計法等の確立が望まれる。

II 農業土木分野におけるジオテキスタイル の利用状況アンケート調査

農業土木分野全体の利用状況を調査することは困難だったので、農水省および北海道開発庁の事業所等の協力を得て、昭和55年から60年までのジオテキスタイルの利用状況をアンケート調査した。なお調査対象事業所は140地区でありジオテキスタイルを42地区(38%)で使用したとの回答があった。この内容は表-1のような結果であった。

(1) 工事場所

ジオテキスタイルを利用した42地区の事業内容は、農地造成関係の事務所が16(38%)、農業水利関係が14(33%)、干拓が3(7%)、その他9(21%)となっている。特に河川、水路で29ヶ所、農地造成が19ヶ所、道路が16ヶ所と多いが、干拓、ダム等にも利用されている。

(2) 用途

用途とジオテキスタイルの使用量を表-2に示

* 農業工学研究所造構部土質研究室

表-1 ジオテキスタイルの用途と材料アンケート結果

工事場所	用途	工事地区	材 料
道 路	暗きょ排水	1	複合（透水材）
	盛土水平排水	1	複合（ 〃 ）
	トンネル排水処理（裏面）	1	織布
	盛土補強	1	ネット
	軟弱地盤表層処理	1	〃
	切土斜面安定（侵食防止）	1	〃
	〃	1	天然不織布
	〃	1	ふとんかご（ネット）
	吸出し防止	1	不織布
路盤補強	1	織布	
干 拓	堤防吸出し防止	1	不織布
	堤防法面保護	1	ブロックマット、布型枠
河 川、水 路	堤防法面ブロック吸出し防止	2	不織布
	〃	1	天然不織布
	堤防法面じゃかご吸出し防止	1	不織布
	吸出し防止	2	織布
	〃	6	不織布
	〃	1	複合材（透水マット）
	パイプラインの土砂吸出し防止	2	不織布
	擁壁、ブロック等の裏ごめ排水	2	不織布
	〃	1	ネット
	盛土水平排水	1	不織布
	汚濁防止	1	〃
	〃	1	織布
	法面保護	2	ネット
	排水路法面保護	1	布型枠
	沈下防止	1	織布
	水路、軟弱地盤表層処理	2	織布
パイプライン軟弱地盤表層処理	2	不織布	
ダ ム	吸出し防止	1	織布
	〃	1	不織布
	裏ごめ排水	2	〃
	ダム池法面保護	1	ネット
	〃	1	植生土のう
農地造成・整備	吸出し防止	3	不織布
	盛土水平排水	4	複合材（透水性）
	暗きょ排水	5	不織布
	〃	1	織布
	盛土補強	1	不織布
	〃	1	ネット
	斜面安定（ふとんかご）	1	複合材（ネット状）
	防砂	1	ネット
	その他	1	編物（PPシート）
〃	1	不織布	
仮 設	工事用道路地盤分離	1	編物（PPシート）
	土のう（仮締切用）	1	織布

表-2 用途と使用量

用途	使用量	合計 (工事ヶ所)
暗きょ排水	(3ヶ所, 1000m以下) (6ヶ所, 1000m ² 以下), (5ヶ所, 1000~10000m ²)	14
吸出し防止	(39ヶ所, 1000m ² 以下), (25ヶ所, 1000~10000m ²) (5ヶ所, 10000~50000m ²)	69
盛土水平排水	(1ヶ所, 1000m以下), (6ヶ所, 1000~10000m) (6ヶ所, 1000m ² 以下), (1ヶ所, 1000~10000m ²)	14
トンネル排水	(2ヶ所, 10000~50000m ²)	2
擁壁, ブロック等裏ごめ排水	(5ヶ所, 1000m ² 以下), (3ヶ所, 1000~10000m ²)	8
切土斜面安定	(7ヶ所, 1000m ² 以下), (5ヶ所, 1000~1000m ²) (1ヶ所, 10000~50000m ²)	13
盛土ダム池法面保護	(2ヶ所, 1000m以下) (1ヶ所, 10000個以下) (3ヶ所, 1000m ² 以下), (4ヶ所, 1000~10000m ²)	10
堤防, 水路法面保護	(2ヶ所, 1000m ² 以下), (3ヶ所, 1000~10000m ²)	5
盛土補強	(6ヶ所, 1000m ² 以下), (8ヶ所, 1000~10000m ²)	14
軟弱地盤表層処理, 沈下防止	(6ヶ所, 1000m ² 以下), (3ヶ所, 1000~10000m ²) (6ヶ所, 10000~50000m ²)	15
汚濁防止	(3ヶ所, 1000m ² 以下)	3
工事用道路地盤分離	(8ヶ所, 1000m ² 以下), (10ヶ所, 1000~10000m ²)	18
路盤補強	(1ヶ所, 1000~10000m ²)	1

すが、これによると用途として吸出し防止に利用される場合が最も多く全体の1/3である。ジオテキスタイルの機能から考えると排水機能を利用した用途が全体の半分を占める。農水省の工事では農道を主体とした工事が少ないため、盛土補強や軟弱地盤処理などの補強機能を利用した用途が少ない。

近年、一般土木ではジオテキスタイルで工事の低コスト化をはかることが多くなっており、したがって低コスト化に有効な補強機能を利用することが多くなってきている。

(3) 使用量

表-2にみられるように1000m²以下の小規模な工事が全体の半数を占め、農業土木工事1件当たりジオテキスタイルの使用量は一般的に少ないと言える。

用途別に検討してみると法面保護法、盛土補強や軟弱地盤表層処理にジオテキスタイルが使われ

る場合1件当りの使用量は比較的大きい。

(4) 材料

用途として吸出し防止が多いため不織布が多く、製品数の比率で約半分を占めており、織布、ネット、複合製品も多い。

なお今後は補強用に織布や複合材が多くなることが予想される。

Ⅲ ジオテキスタイルの現状と動向

国際ジオテキスタイル学会日本支部にジオテキスタイル選定要領委員会が、現状のジオテキスタイルの把握と、工事への適正な選定方法の確立を目的として設置された。

昭和63年12月のシンポジウムにおいて「現状のジオテキスタイルの分類と用途について」報告²⁾が行われたのでこれを中心に述べる。

委員会は昭和62年9月より建設物価・積算資料の土木シート欄に記載されている会社にカタロ

表-3 ジオテキスタイルの製品と素材

製品区分	種類	品数	素材区分	品数
1. 織布	22	114	1. ポリエステル	316
2. 不織布	40	169	2. ナイロン	65
2-1 スパンボンド	13	60	3. ビニロン	6
2-2 合織不織布	15	64	4. ポリプロピレン	151
2-3 反毛フェルト (反毛不織布)	7	18	5. ポリエチレン	239
2-4 天然不織布	5	27	6. 塩ビ系	136
3. ネット	12	65	7. EVA (ポリエチレン酢酸ビニール)	6
4. ジオグリッド (ポリマーグリッド)	3	7	8. ゴム系	31
5. ジオメンブレン	39	154	9. アスファルト	7
6. 管状排水材	21	121	10. 雑繊維	94
7. 複合製品 (1~6の製品の組み合わせ, 他の製品との組み合わせ)	72	232	11. 天然繊維	45
8. 布製型枠・ブロックマット	12	43	12. その他	83
9. その他	6	21	(注) 1つの製品で複数の素材はそれぞれデータとしてカウントした。	

グ、技術資料の提供を依頼し、これらの資料などを基にして製品区分、素材、用途などを整理した。調査対象となった会社は46社である。

1. 製品区分と素材

表-3にその結果を示す。素材の内1~5は合成繊維であり素材の種類では最も多い。6, 8は遮水材の素材である。雑繊維は素材として種々のものを含んでおり、素材が明らかでないものである。天然繊維はやし繊維のみであった。

それぞれの製品の特徴は以下の通りである。

1) 織布(織物): 織布とは平行に並べた縦糸に、横糸を直角に交錯させて平面状を保たせたものを言う³⁾。素材はポリエステルが多く、約半数の製品がこの材料を使用している。それ以外ポリプロピレンやそれを他の材料と混合して使用されているものもある。織布は、厚さがうすい(平均厚さ1.07mm)割には引張強度が不織布と比較して大きく(平均強度 387kgf/3cm, 304kg/5cm)、透水係数は不織布に比べて小さい(平均透水係数 $5.9 \times 10^{-2} \text{cm/sec}$)ことが特徴として上げられる。

2) 不織布: 不織布とは織機や編機を使わずに、繊維集合体を化学的手段によるか、機械的作用で結合させて布状としたものを言う³⁾。不織布は製造方法により性質の異なった製品が作られるため、今回は4種類に分類した。

① スパンボンド: 長繊維を紡糸し、連続的にウ

ェーブを作り、接着したシートである。なお接着法としては熱接着、ニードルパンチ、接着剤等がある³⁾がニードルパンチが主流である。

② 合織不織布: 素材としてポリエステル、ポリプロピレンなど、または、その他の合織と混合したもので①、③以外の製造方法で作られたものである。

③ 反毛フェルト(反毛不織布): 反毛フェルトとは主として糸くず、織物その他の繊維製品などの反毛繊維を用いてニードルパンチした布である⁴⁾。製造工程から明らかかなように素材は不明な場合が多く、種々の繊維素材(天然繊維をも含む)を含んでいる。

④ 天然不織布: 今回の調査では、やし繊維で作られた不織布を言う。

これら4種類の不織布の物性値を比較すると重量、厚さで天然>反毛>合織>スパンボンドの順に小さくなっている。スパンボンドの平均重量は天然不織布の約1/8、織布の半分である。合織および反毛不織布、スパンボンドの透水係数は 10^{-1}cm/sec オーダーでありあまり差はないが、織布と比較すると一桁オーダーが高い。引張強度は合織不織布とスパンボンドはほとんど変わらないが、織布の1/5の強度である。反毛および天然不織布は抗張力で示してあり、27~39kgf/cm²で後者がやや大きい。

3) ネット：合成樹脂を押し出し機で細孔から押出して作るものと、ストランド、糸等を編機を使って編物にしたものがある³⁾。素材は全製品ポリエチレンであった。

4) ジオグリット(ポリマーグリット)：ポリプロピレン、または高密度ポリエチレンを原料とする厚手のシートに孔をあけ、加熱しながら1軸または2軸方向に延伸してシートの分子を配向させたものがある³⁾。特徴として引張強度、破断荷重が非常に大きいことが上げられ、立体構造に組立てることも容易に出来る。

5) ジオメンブレン：遮水機能を有する製品で、主に塩化ビニル系、ゴム系等より作られている、平均厚さ2.2mm、平均重量2664gf/m²、および平均伸び率は360%である。引張強度などを強化するため、後述のように織布、不織布などと複合製品として作られているか、施工の時にこれらと重ね合わせて使用する場合も多い。

6) 管状排水材：硬質塩化ビニル、およびそれに類するもので作られたパイプを除き、ジオテキスタイルを管状にしたものを対象とした。例えば硬いネットを管状にしたもの、シートを針金にまいたもの、へちま構造のマットを管状にしたものなどである。

素材はポリエチレンが90%程度と多い。排水材として粗度係数はほとんど0.01~0.02の範囲に入り、差はあまりみられない。動水勾配1/500の平均排水量は24.0l/secである。

7) 複合製品：単一製品の欠点をおぎなうため、前述の製品を2~3種を組み合わせた、他の製品と組み合わせて製品を作ったものを複合製品と言う。

今回の調査で最も多い製品であり、今後増加すると考えられる。調査の結果より次の4種類に分類した。

① 排水材：透水性マットを布でくるんだ製品、パイプを布でくるんだ製品等がある。管状排水材とやや異なり、通水部分がマット状や小さいパイプであるため、平均排水量は2.3l/sec(動水勾配1/500)と管状排水材の1/10と小さい。

② 補強材：シート(不織布、織布、ジオメンブレン)を補強するため、金網(11種、26品目)、合板またはスチール板(2種4品目)、その他(4種、9品目)を使った製品である。しかし、

補強された後の物性値は明らかでない。今後シートを金網だけでなく他の材料で補強した製品が多くなると予想される。

③ 遮水材：遮水シートに保護材として織布、不織布などが使われている。

重量は26品目の平均が2330gf/m²、厚さは37品目の平均8.4mmとなっている。ジオメンブレンに比較すると重量は軽くなっているが、厚さは張り合わせたため厚くなっている。

④ 垂直ドレーン材：ペーパードレーンに代り、不織布と樹脂で成型された透水材(8品目)またはパイプ(1品目)を張り合わせたものを地盤に打ち込み、垂直に排水する材料である。透水係数は平均 $4.48 \times 10^{-1} \text{cm/sec}$ と大きい。

8) 布型枠とブロックマット：布型枠とは2層に織った布に流動性コンクリート又は、モルタルを注入しコンクリート盤を成形するものである。型枠の形態に種類がある。またブロックマットとは布(フィルター機能を持つ不織布に補強繊維があるもの)にコンクリートブロックを張り合わせたものである。布型枠の布はデータが少ないが引張強度が200kgf/5cm程度、透水係数が $1 \times 10^{-3} \text{cm/sec}$ 以上、伸び率は10%以上である。ブロックマットのフィルターシートは引張強度が300kgf/5cm以上である。

(1) 道路、鉄道、空港(トンネル、橋梁含む)ジオテキスタイルが最も利用されている工事場所である。これらに利用されている製品数を表4-1に示す。地盤・盛土の土層分離を目的とするものは不織布が製品数の6割を占める。

暗きょの場合は管状排水材、複合製品が暗きょの本体に使われている。またフィルターとして不織布が利用されている。当然であるが排水量に応じた暗きょ材が使用されている。フィルター材(排水ブランケットに使用されるフィルターを含める)は、その透水係数 $1 \times 10^{-1} \text{cm/sec}$ 以上の製品が78%である。

盛土排水処理に使われている製品は不織布が製品数の40%、複合製品(排水材)が50%であった。盛土補強の用途に使われた製品数の比率はネットが39%、スパンボンドが16%、それ以外に織布、一般不織布、グリットと使用されているジオテキスタイルの種類が多い。軟弱地盤表層処理には、織布が製品数の比率で58%と非常に多く、残りは

表-4-1 道路, 鉄道, 空港 (トンネル, 橋梁含む) に利用されているジオテキスタイル

機能	用途	ジオテキスタイル製品数 (品数)	合計
分離	地盤・盛土の土着分離	織布21, 不織布37 (合織12, 天然2, 反毛2, スパンボンド21), 複合製品3	61
	噴泥防止工	不織布13 (合織4, スパンボンド9), 複合製品1	14
	歩道ブロックとサンドベッドの分離	不織布12 (合織8, スパンボンド4)	12
ろ過	暗きょ (フィルター)	不織布26 (合織9, 天然1, 反毛4, スパンボンド12), 複合製品5	31
	排水プランケットのフィルター	不織布27 (合織7, スパンボンド20)	27
排水	盛土排水処理 (盛土水平ドレーン)	織布1, 不織布36 (合織12, 天然3, 反毛1, スパンボンド20), 管状排水材9, 複合製品43	89
	軟弱地盤深層処理 (垂直ドレーン含む)	不織布1 (スパンボンド1), 複合製品11	12
	擁壁背面排水処理	不織布24 (合織11, 天然12, 反毛1), 管状排水材7, 複合製品63, その他1	95
	橋台背面排水処理	管状排水材1, 複合製品15	16
	トンネル排水処理	不織布15 (合織1, 天然5, スパンボンド9), ジオメンブレン7, 複合製品67	89
	暗きょ排水 凍上防止	管状捨水材90, 複合製品56 不織布1 (スパンボンド1), ジオメンブレン1, 管状排水材7, 複合製品2	146 11
補強	盛土及び土捨場の盛土補強	織布11, 不織布23 (合織7, 反毛2, スパンボンド14), ネット33, ジオグリット9, ジオメンブレン6, 複合製品3	85
	弱地盤表層処理	織布61, 不織布13 (合織7, スパンボンド6), ネット15, ジオグリット6, ジオメンブレン3, 複合製品3, その他4	105
	橋台基礎保護	布型遮2, その他4	6
	切土斜面安定 (侵食, 補強)	不織布1 (合織1), ネット1, 布型枠6, その他7	15
	舗装の補強	ジオグリット2, その他1	3
	路盤の補強	ネット2, ジオグリット7, ジオメンブレン1, その他4	14
	急勾配盛土 (直立型擁壁)	ジオグリット4, その他4	8
	舗装クラック防止	不織布1 (スパンボンド1), ジオグリット2, ジオメンブレン6, 複合製品1	10
	擁壁背面保護 (土圧軽減)	ジオグリット7, 複合製品3, その他4	14
しがら工 盛土の層厚管理材	織布1, ネット8, 複合製品3, その他1 織布1, 不織布5 (合織2, スパンボンド3), ネット10	13 16	
遮水	湧水処理	ジオメンブレン13, 管状排水材4, 複合製品8	25
	防水膜による凍上防止	ジオメンブレン8, 複合製品5	13
その他	防草処理 (法面, 歩道, 他)	不織布3 (合織1, スパンボンド2), ジオメンブレン1	4

ネット, 一般不織布, スパンボンド, ジオグリットが使われている。

擁壁背面の排水処理には製品数の比率で66%の複合製品 (排水材) が使用されている。

(2) 海岸, 港, 埋立て, 干拓

ジオテキスタイルを海岸の工事に利用する場合の用途および製品数を示すと表-4-2のようになる。消波工, 根固工等の先掘防止には織布, 不織布, ジオメンブレンおよび複合製品などが使わ

れている。

地盤と盛土の分離には, 主に織布が使われている。また護岸の埋立て土砂流出防止には織布が製品数の比率で約半数, 不織布が1/4, ジオメンブレンが10%程度となっている。軟弱地盤処理に利用されているジオテキスタイルの引張強度は, 洗掘防止や土砂流出防止に使用されているジオテキスタイルの値より小さく 197kgf/5cm (タテ), 294kgf/3cm (タテ) であった。

表—4—2 海岸, 港, 埋立て, 干拓に利用されているジオテキスタイル

機能	用途	ジオテキスタイル製品数 (品数)	合計
分離	消波工, 根固工等の洗掘防止	織布25, 不織布23 (合織11, 反毛4, スパンボンド8), ジオメンブレン21, 複合製品22, 布型埋3	94
	堤体内遮水ゾーンと堤体土の分離	織布6, 不織布2 (スパンボンド2), ジオメンブレン3, 複合製品1	12
	地盤と盛土(捨土)の分離	織布22, 不織布11 (合織2, 反毛4, スパンボンド5), 複合製品1	34
ろ過	護岸の埋立て土砂流出防止	織布47, 不織布25 (合織15, 反毛5, スパンボンド5), ジオメンブレン10, 複合製品6, 布型枠4, その他3	95
	泥濁水拡散防止	織布13, 不織布7 (合織7), 複合製品7	27
排水	堤体内排水ドレーン (パイプ等)	管状軟水材6	6
	埋立て盛土排水	不織布4 (スパンボンド4), 管状排水材31, 複合製品10	45
	軟弱地盤深層処理	織布1, 複合製品4, その他3	8
補強	軟弱地盤表層処理	織布53, 不織布20 (合織8, スパンボンド12), ネット33, ジオグリット11, ジオメンブレン2, 複合製品9布型枠2, その他1	131
	構造物(ポンプ場, 橋梁等)基礎・法面安定(補強, 侵食)	織布4, 不織布1(反毛1), ネット1, ジオグリット3, 複合製品4	13
遮水	護岸の埋立土砂流出防止	ジオメンブレン40, 複合製品7	47
	地盤と盛土の分離	複合製品2	2
	堤防遮水	ジオメンブレン29, 複合製品9	38

表—4—3 河川, 水路に利用されているジオテキスタイル

機能	用途	ジオテキスタイル製品数 (品数)	合計
分離	河床洗掘防止	織布12, 不織布23 (合織11, 反毛4, スパンボンド8), ジオグリット3, 複合製品18, 布型枠17	73
	堤防洗掘防止	織布15, 不織布53 (合織15, 反毛5, スパンボンド15), ジオメンブレン6, 複合製品7布型枠8	77
ろ過	堤体法面ブロック工, じゃかご工, 等の吸い出し防止	織布15, 不織布53 (合織23, 天然7, 反毛15, スパンボンド18), ジオメンブレン10, 複合製品16, 布型枠2	96
排水	堤体内排水ドレーン	不織布11 (合織10, スパンボンド1), 管状排水材16, 複合製品8, その他3	38
	堤防遮水による裏面排水排気	不織布5 (合織1, 天然3, スパンボンド1), その他3	8
	コンクリート水路等裏面排水	不織布7 (合織7), 複合製品24, その他3	34
補強	堤防法面侵食防止	織布2, 不織布17 (合織12, 反毛5), ネット1, 複合製品4, 布型枠21	45
	構造物(ポンプ場, 樋門)基礎・法面安定	ジオグリット4, 布型枠8	12
	軟弱地盤表層処理	織布27, 不織布6 (合織5, スパンボンド1), ネット6, ジオグリット7, ジオメンブレン2, 複合製品1, 布型枠1	50
	しがら工	不織布5 (合織5), ネット11, ジオグリット1, 複合製品6	23
	遮水シート保護	不織布6 (合織3, スパンボンド3), ジオメンブレン1, 複合製品2	9
遮水	堤防洗掘防止	ジオメンブレン25, 複合製品6	31
	堤防遮水	ジオメンブレン39, 複合製品19	58

表—4—4 ダム, ため池, 調整池, 廃棄物処理場に利用されているジオテキスタイル

機能	用途	ジオテキスタイル製品数 (品数)	合計
ろ過	堤体土砂吸出し防止	織布15, 不織布29 (合織9, 天然4, 反毛13, スパンボンド3), ジオメンブレン6, 複合製品3	53
	工事濁水浄化	不織布10 (合織9, 天然1), その他7	17
	フィルター	不織布14 (合織7, 天然5, スパンボンド2), 複合製品1, その他3	18
排水	盛土内水平排水	不織布9 (合織7, スパンボンド2), 管状排水材4, 複合製品16	29
	擁壁, 腰石垣の背面排水	不織布3 (合織1, 天然1, 反毛1), 管状排水材6, 複合製品55	64
	遮水層背面の排水, 排気	複合製品13	13
補強	堤防法面侵食防止	不織布1 (合織1), ジオメンブレン6, 布型枠13	20
	貯水池, 地山斜面保護 (侵食安定)	織布2, 不織布3 (天然2, 反毛1), ジオグリット3, ジオメンブレン1, 複合製品1, 布型枠17	27
	土捨場, 廃棄物処理場の斜面安定 (補強)	織布6, 不織布1 (スパンボンド1), ネット14, ジオグリット7, ジオメンブレン2, 布型枠10	40
	軟弱地盤表層処理	織布23, ネット16, ジオグリット7, 複合製品6, 布型枠1, その他1	54
	しがら工	ネット6, ジオグリット1, 複合製品9, その他1	17
	遮水シート保護	不織布6 (天然1, 反毛4, スパンボンド1), ジオメンブレン1	7
遮水	廃棄物流出防止のための遮断	ジオメンブレン84, 複合製品9	93
	堤防盛土内の遮水	ジオメンブレン34, 複合製品6	40
	ため池等表面遮水	ジオメンブレン64, 複合製品13	77
	貯水池の地山漏水防止	ジオメンブレン51, 複合製品10	61
	貯水池底の浸透防止	ジオメンブレン32, 複合製品5	37
その他	防草	不織布1 (スパンボンド1), ジオメンブレン1	2

表—4—5 農地造成, 整備に利用されているジオテキスタイル

機能	用途	ジオテキスタイル製品法 (品数)	合計
分離	盛土・地盤の分離	織布18, 不織布6 (合織1, スパンボンド5), 複合製品1	25
	農道等サンドベッドの保護	不織布6 (合織1, スパンボンド5)	6
ろ過	用・排水路工の土砂吸出し防止	不織布29 (合織11, 反毛3, スパンボンド15), ジオメンブレン5, 布型枠2	36
排水	農地造成盛土内排水	不織布22 (合織14, 天然4, 反毛1, スパンボンド3), 管状排水材52, 複合製品33	107
	圃場 (水田等) の排水 (暗きょ排水)	不織布11 (合織3, 天然7, スパンボンド1), 管状排水材91, 複合製品17, その他1	120
補強	農地造成盛土補強	織布1, 不織布10 (合織9, スパンボンド1), ネット17, ジオグリット7, 複合製品2	37
	軟弱地盤表層処理	織布27, 不織布3 (スパンボンド3), ネット4, ジオグリット3, 複合製品3, 布型枠2	42
	構造物 (ポンプ場, 橋梁) の基礎, 斜面安定	ジオグリット4, 布型枠1	5
	切土の斜面安定 (侵食, 補強)	不織布2 (天然2), 布型枠3	5
	しがら工	ネット12, 複合製品6, その他1	19
遮水	水路の浸透防止	ジオメンブレン33, 複合製品7	40
その他	防風砂	ネット6	6
	小水路側壁	ネット5, ジオメンブレン6	11

これらの用途以外にも埋立て盛土排水に管状排水材が、埋立て土砂流出防止および堤防遮水にジオメンブレンが多く利用されている。

(3) 河川，水路

用途とそれに利用されているジオテキスタイル製品を表一4-3に示す。河床，堤防洗掘防止には不織布，布型枠，織布および複合製品などが使用されている。

また堤体法面を保護しているブロック，ジャコゴ等の吸出し防止にも不織布（55%）織布，ジオメンブレンおよび複合製品などが使用されている。これらの用途以外にも堤体内排水ドレンには管状排水材および不織布が，堤防法面侵食防止には布型枠および不織布が使われ，また堤防の遮水にはジオメンブレンが多く利用されている。

(4) ダム，ため池，調整池，廃棄物処理場

用途と製品について表一4-4に示す。これらの工事では池からの漏水防止が主になるため，廃棄物処理場の流出防止や，貯水池からの漏水防止に主にジオメンブレンが多く利用されている。これ以外に貯水池地山の漏水防止にジオメンブレンが，吸出し防止，軟弱地盤表層処理には不織布および織布が多く利用されている。

(5) 農地造成整備

これらの工事は主に排水機能を有する製品が多く使われている。農地造成盛土内排水には製品数の比率としては管状排水材が50%（品数），複合製品が30%（品数），不織布が20%と排水効果のある製品が使用されている。水田等の暗きょ排水は製品数の比率として76%が管状排水材である。農地造成盛土補強や，軟弱地盤表層処理には織布が多く使用されている。

Ⅳ ま と め

農業土木分野におけるジオテキスタイルの使用について，使用者側についての調査結果と，供給側で現在まで実績のある材料についての調査結果を示した。ジオテキスタイルの機能は一般に分離，ろ過，排水，補強の4つといわれているが，今後これらの機能を十分に生かした設計がなされるであろう。

農業土木分野はジオテキスタイルを工事の補助手段として少量使う例が多く，また排水，ろ過機能を利用した用途が多い。

しかしながら，ジオテキスタイルの今後の利用を考えると，現在の公共事業のきびしい財政事情のもとでは工事の低コスト化が重要な問題となっている。このような情勢のもとでジオテキスタイルは補強機能を利用して低コスト化が可能な工法であり，今後大きな発展をしていく分野であると考えられる。

農業土木分野においても，補強機能に着目した農地造成や農道の盛土，軟弱地盤などの補強，水路の法面安定などに，ジオテキスタイルの利用を積極的に取り組むべきであろう。

参 考 文 献

- 1) Giroud, J. P. : Introduction to Geotextiles and their Applications, Proc. of the First Canadian Symp. on Geotextiles, p.3~31, 1980. Sep.
- 2) ジオテキスタイル選定要領委員会：現状のジオテキスタイルの分類と用途について：第3回ジオテキスタイルシンポジウム，1988. 12, p.46~58.
- 3) 渡 義治，高橋修三，村木茂夫：ジオテキスタイル関連用語の解説：土と基礎，33-5, p.132~135, 1985. 5.
- 4) 日本工業規格：反毛フェルト：L3204, 1985.

創意工夫のための参考設計指針

文責 櫻井 睦*

目	次	
I. はじめに……………	57	
II. たて込み簡易土留工……………	57	
III. 鉄筋コンクリート大型フリューム……………	62	
	IV. 補強土壁工（テールアルメ工法）……………	65
	V. おわりに……………	69

I はじめに

最近の土地改良事業の実施において課題となっている事項に事業費単価の増嵩と工期の長期化がある。特に事業費単価は、社会的要請等に伴う整備水準の向上や事業地域が中山間地に移行してきたこと及び補償費用の増加等により増嵩してきている。

土地改良事業は、多工種に亘っており、かつ、実施地域の立地条件も多様である。これに伴い工事内容も複雑多岐に及び自ずと工法と材料の選択範囲も広がり、実施内容に各技術者の個性を反映出来る場が多くなっている。これらを踏まえ、事業実施する上で、常に念頭に置かねばならないことは科学技術の進歩により日々新工法・新材料が開発・改良されているということである。我々技術者はややもすると以前に経験した工事内容や施工条件により画一的な工法で検討し、それを採用してしまうことがある。農業土木そのものが経験に基づいて発達して来た以上、経験に頼ることは重要なことである。しかし、その一方で常に新技術等を取り入れて、比較検討すれば最良の工法・材料となり、土地改良施設としての機能を十分に発揮するものと思われる。

このため、今後、各現場での新技術等の検討及び利用に便宜を図れるよう、実態調査を行い、技術資料の整備を行うこととした。調査は、各地方農政局の土地改良技術事務所が担当して行った。このうち、新工法として報告のあった調査数は地盤改良41件、トンネル33件、基礎工22件を含め、全部で11分類 159件あった。これから各地方農政

局で経済的と判断された工法数は、基礎工5件、土留工4件を含め全部で10分類24件であった。また、新材料及び新製品等として報告のあった調査数はコンクリート二次製品38件、鉄鋼金属類26件、管類21件を含め全部で16分類 136件であった。以上のうち、新工法として昭和63年度成果を参考設計指針に整備したのは①たて込み簡易土留工、②鉄筋コンクリート大型フリューム、③補強土壁工（テールアルメ工法）の3工法である。

今後、新技術等を積極的に活用するためには、これらの他にも順次、技術資料を整備する必要がある。

II たて込み簡易土留工

たて込み簡易土留工は昭和51年に西ドイツから技術導入された比較的歴史の浅い工法である。環境保全と低公害で工期の短縮と工事費の低減が図れる土留工法として、下水道の開削工事を主として近年急速に普及してきた。土地改良事業においても、パイプラインの開削工事で、在来の矢板工法に替わって採用される事例が増加している。

1) 工法の説明

たて込み簡易土留工法とは、地下埋設構造物を構築するための土留の方法として開発されたもので、既製の土留機材を組み立てて使用する、根入れの必要がない仮設土留工法の総称である。現在、既製品として使用されている簡易土留機材は、スライドレール方式と縦ばりプレート方式がある。

2) 工法の適用範囲

この工法が適用出来る掘削断面の規模は、原則として掘削幅が4.7m以下、掘削深6m以下とする。なお、掘削幅が3mを超える場合並びに、掘削深が4mを超える場合は、現場環境、土質条件

* 農林水産省構造改善局設計課

及び安全性等について十分検討する必要がある。

3) 適用地盤条件

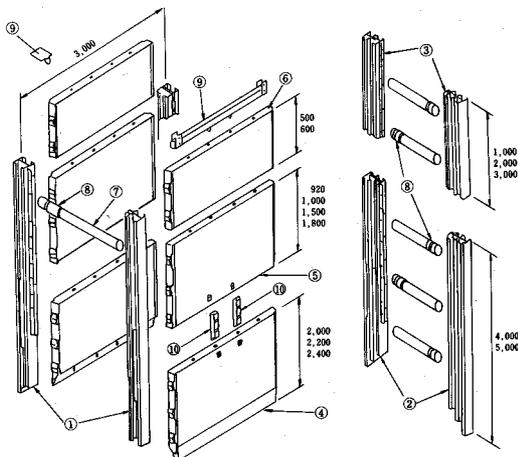
本工法は、原則として目的とする施設造成断面及び開削断面に、岩盤が現われる可能性が全くない場合に適用することができる。また、開削区間の断面は、原則として攪乱されていない良質な土質で、ヒービング及びボイリングの恐れがなく、土留工設置期間中、掘削面が安定する場合に適用する。たて込み簡易土留工の土質の適用条件の目安を表1-1に示す。

表1-1 土質の適用条件の目安

項目	適用条件
地下水位	バックホー掘削の可能な地質 ボイリングを起さない水位
湧水	周辺地盤の土砂の吸い上げを生じる程度 の量
その他	ヒービングを生じない土質

4) 方式の種類

① スライドレール方式



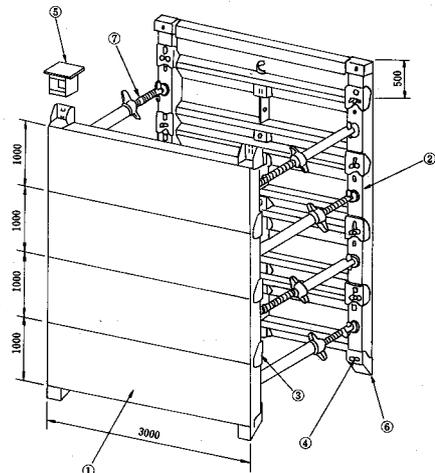
No.	名称
①	スライドレール
②	スライドレール(ダブル)
③	スライドレール(エクステンション)
④	エッジ付パネル
⑤	エクステンションパネル
⑥	エクステンションパネル
⑦	切りばり(エクステンション)
⑧	切りばり(ジャッキ)
⑨	プロテクター
⑩	パネルジョイント

図1-1 スライドレール方式の構成部材

スライドレール方式とは、相対する両面に差込み溝を有するスライドレール2本に、伸縮機構のある複数の切りばりを取り付け、梯子状にしたもの2組と切りばりで、梯子状の土圧支保工を形成し掘削断面幅を確保し、スライドレールに設けられた溝にパネルをはめ込み、土留を形成する方式の総称である。(図1-1参照)

② 縦ばりプレート方式

両端に縦ばりと称せられる補鋼ばりをもつ一对のプレートと、伸縮機構を備えた一对の切りばりで土留を構成する方式である。(図1-2参照)



No.	名称
①	プレート
②	縦ばり
③	シュー
④	ウイングホルト
⑤	プロテクター
⑥	エッジ
⑦	切りばり

図1-2 縦ばりプレート方式の構成部材

5) 設計荷重

設計に使用する荷重は、載荷重と土圧とする。作用する荷重の種類は、①死荷重、②活荷重、③衝撃荷重、④土圧などが考えられる。このうち、①～③は、自動車荷重(20T)の換算荷重として土留壁の範囲外に $1.0\text{tf}/\text{m}^2$ が作用するものと考えられる。

6) 土質定数

設計に用いる土質定数は、原則として土質調査、土質試験の結果によって定める。しかし、十

分な資料がない場合には、以下に示す数値を参考にしてもよい。(表1-2・3, 図1-3参照)

7) 許容応力度

使用する部材の許容応力度は、仮設構造物としての施工条件を考慮して決定しなければならない

表1-2 土の湿潤単位体積重量 (tf/m³)

土質	密なもの	ゆるいもの
礫質土	2.0	1.8
砂質土	1.9	1.7
粘性土	1.8	1.4

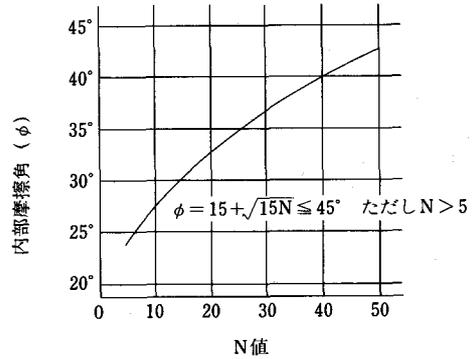


図1-3 砂質土の内部摩擦角とN値の関係

表1-3 粘性土の粘着力とN値の関係

かたさ	非常にやわらかい	やわらかい	中位	かたい	非常にかたい	固結した
N	2未満	2~4	4~8	8~15	15~30	30以上
C (tf/m ²)	1.2以下	1.2~2.5	2.5~5.0	5.0~10	10~20	20以上

い。鋼材の種類は、SS41, SM50A 及び接合用鋼材である。これら鋼材の許容応力度は、表1-4のとおりとする。

8) ヒービングの検討

掘削断面下への根入れがない構造であるため、粘性土についてはヒービングの安全性について検

討する必要がある。ヒービングに対する安定係数は式(1・1)による。

$$N_s = \gamma \cdot H / c \leq 3 \quad (1 \cdot 1)$$

ここに、N_s：掘削底面より上の土の安定係数

γ：土の湿潤単位体積重量 (tf/m³)

H：掘削深さ(m)

表1-4 土留用仮設鋼材 S S 41, S M 50及び溶接部並びに接合用鋼材の許容応力度

分類	S S 41		S M 50	
許容軸方向引張応力度	2100kgf/cm ²		2850kgf/cm ²	
許容軸方向圧縮応力度 I…部材の長さ (cm) r…部材総断面二次半径 (cm)	I/r ≤ 20	2100kgf/cm ²	I/r ≤ 15	2850kgf/cm ²
	20 < I/r ≤ 93	{1400 - 8.4(I/r - 20)} × 1.5 kgf/cm ²	15 < I/r ≤ 80	{1900 - 13(I/r - 15)} × 1.5 kgf/cm ²
	I/r > 93	{12,000,000/6,700 + (I/r) ² } × 1.5 kgf/cm ²	I/r > 80	{12,000,000/5,000 + (I/r) ² } × 1.5 kgf/cm ²
許容曲げ引張応力度	2100kgf/cm ²		2850kgf/cm ²	
許容曲げ圧縮応力度 I：フランジ固定点間距離 (cm) b：圧縮フラング幅 (cm)	I/b ≤ 4.5	2100kgf/cm ²	I/b ≤ 4.0	2850kgf/cm ²
	4.5 < I/b ≤ 30	{1400 - 24(I/b - 4.5)} × 1.5 kgf/cm ²	4.0 < I/b ≤ 30	{1900 - 38(I/b - 4.0)} × 1.5 kgf/cm ²
許容せん断応力度	1200kgf/cm ²		1650kgf/cm ²	
ボルト許容せん断応力度	1300kgf/cm ²		1575kgf/cm ²	
ボルトの許容支圧応力度	3000kgf/cm ²		4000kgf/cm ²	
工場溶接は母材と同じ値を用い、現場溶接部はその80%とする。				

c : 粘性土の粘着力 (tf/m²)

9) ボイリングの検討

砂質土の場合は、ボイリングの検討が必要である。ボイリングの検討は、土地改良事業標準設計土留工に準拠して、限界動水勾配を考慮した式(1・2)により検討する。

$$F_s = \frac{\gamma'(H_1 + 2H_2)}{H_1} \geq 1.5 \quad (1 \cdot 2)$$

ここに、 γ' : 土の水中単位体積重量 (tf/m³)

H_1 : 地下水面から掘削底面までの深さ(m)

H_2 : 根入れ長(m)

F_s : 安全率 (1.5以上)

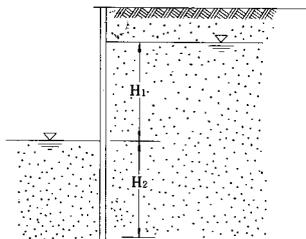


図 1-4

たて込み簡易土留工の場合根入れがないため、式(1・2)は次のように改められる。

$$F_s = \gamma' H_1 / H_1 \quad (1 \cdot 3)$$

$\gamma = 1.8 \text{ tf/m}^3$ の場合、 $\gamma' = 1.8 - 1.0 = 0.8$, $F_s = 0.8 < 1.5$ となる。

これは、砂質土の場合、地下水位が掘削底面より高く、根入れがないとボーリングが起こり施工出来ないことを示している。したがって、砂質土で地下水位が掘削底面より高い場合には、別途湧水量調査等を行い、排水施設を検討する等の対策が必要となる。

10) 土圧

土圧は、掘削深 3 m 未満は、ランキンレザールの土圧公式、3 m 以上は断面計算用土圧を用いる。また、工事中に作用する載荷重も考慮する。

① 掘削深 3 m 未満の土圧

掘削深 3 m 未満の土圧式はランキンレザールによる。

$$P_a = (q + \gamma h) \tan^2(45^\circ - \phi/2) - 2c \tan(45^\circ - \phi/2) \quad (1 \cdot 4)$$

ここに、 P_a : 主働土圧強度 (tf/m²)

q : 載荷重 (1.0tf/m²)

γ : 土の単位体積重量 (tf/m³)

h : 地表面よりの深さ (m)

ϕ : 土の内部摩擦角(度)

c : 土の粘着力 (tf/m²)

ただし、粘性土地盤における主働土圧の下限值として

$$P_a = K\gamma h (K=0.3) \quad (1 \cdot 5)$$

を規定する。

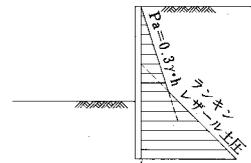
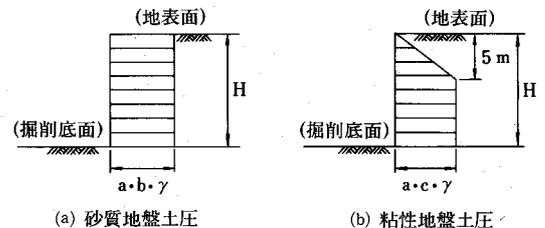


図 1-5 粘性土地盤の土圧下限値

粘性土におけるランキンレザールの主働土圧では、粘着力の効果により土留に主働土圧が作用しないという計算となる場合が多い。実際の工事においては、地表面付近の土層は、仮設工事に伴う乱れがあり、また、降雨の影響も予想されるため、上記の下限値を決定した。

② 掘削深 3 m 以上の土圧

掘削深 3 m 以上の土圧は、図 1-6, 表 1-5, 表 1-6 により計算する。



(a) 砂質地盤土圧

(b) 粘性地盤土圧

γ : 土の単位体積重量

b, c : 土質による係数

a : 掘削深の係数

N : 標準貫入試験値

H : 掘削の深さ (m)

図 1-6 設計に用いる土圧

表 1-5 掘削深さによる係数

$5.0\text{m} \leq H$	$a = 1$
$5.0\text{m} > H \geq 3.0\text{m}$	$a = 1/4(H-1)$

表 1-6 地質による係数

b	c	
砂質土	粘性土	
2	N > 5	4
	N ≤ 5	6

11) 載荷重

載荷重は、自動車荷重を等分布荷重 $q = 1.0 \text{ tf/m}^2$ に換算して作用させる。

12) スライドレール部材の検討

(部材の検討はスライドレール方式を代表して載せる)

① 荷重分担機構

スライドレール方式では、パネルに作用する荷重(土圧)は、スライドレールと切りばりで負担するものとして設計する。したがって、設計土圧によって発生する部材の応力はパネル、スライドレール、切りばりの3部材について計算し、その安全性について検討する。

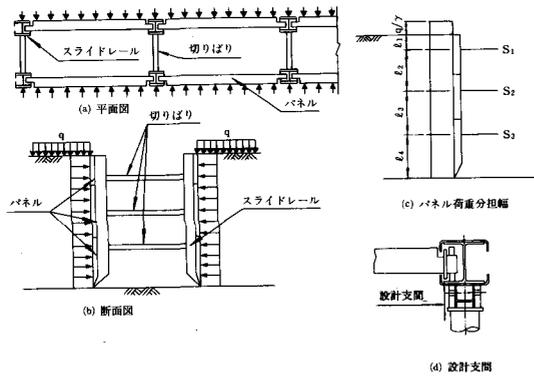


図 1-7 スライドレール方式の荷重分担

② パネルの検討

パネルに作用する荷重の荷重分担幅は、下方負担法で考える。この場合パネルは土留板と腹起こしの役割を兼ねるものであるため、切りばりの位置に腹起こしがあるものとする。

③ スライドレールの検討

スライドレールに作用する荷重は、パネルに作用する荷重の反力を等分布荷重として考える。

ただし、標準的な切りばりの配置では、最下段の切りばり位置(図 1-8 の D 点)に最大のモーメントとせん断力が発生するから、この点から下のスライドレールを、単純張り出しばりとして区

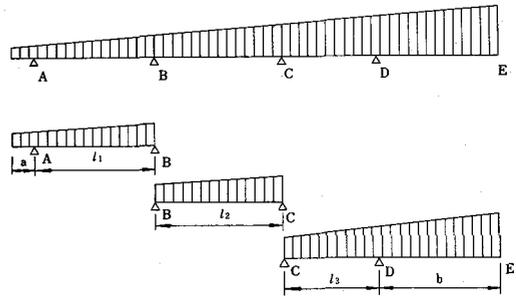


図 1-8 スライドレールに作用する荷重

間 C・D・E について発生する応力を検討すればよい。計算の結果、D 点における曲げ応力度(σ)、せん断応力度(τ)がともに許容応力度の 45% を超える場合は、式(1-6)による合成応力度の検討をしなければならない。

$$(\sigma/\sigma_a)^2 + (\tau/\tau_a)^2 \leq 1.2 \quad (1-6)$$

ただし、 $\sigma \leq \sigma_a$ σ : 曲げ応力度 (kgf/cm^2)

$\tau \leq \tau_a$ σ_a : 許容曲げ応力度

(kgf/cm^2)

τ : せん断応力度 (kgf/cm)

τ_a : 許容せん断応力度

(kgf/cm^2)

④ 切りばりの検討

切りばりには図 1-8 に示す土圧が作用するものと考えて、下方負担法により軸力を求める。軸力は最大荷重分担幅の切りばりで検討する。(図 1-9・10 参照)

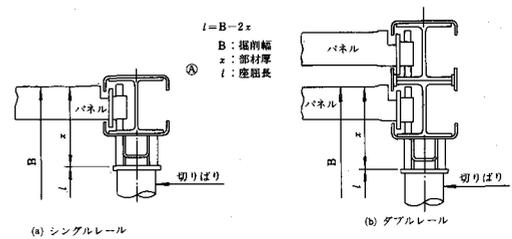


図 1-9 切りばり

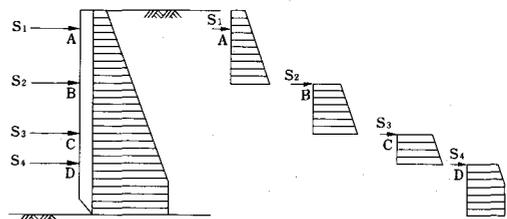


図 1-10 切りばりの荷重分担幅

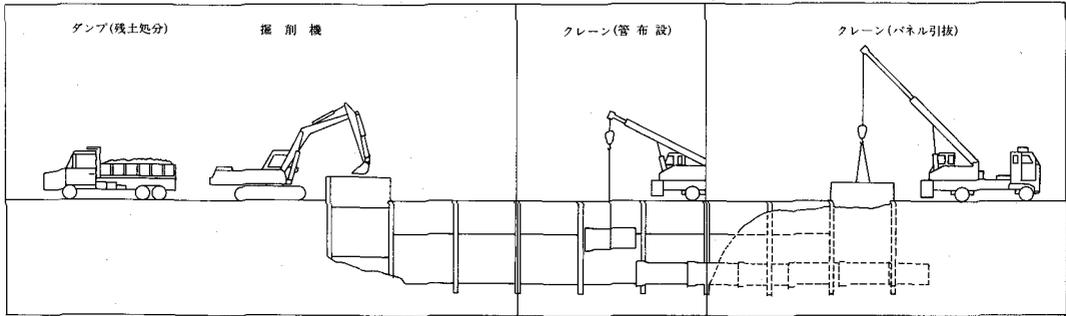


図 1-11

$$\sigma = \frac{N}{A} \pm \frac{M}{Z} \leq \sigma_a \quad (1 \cdot 7)$$

ここに、 σ : 発生圧縮応力

N : 軸力 (kgf)

A : 断面積 (cm^2)

M : 自重による曲げモーメント

(kgf \cdot cm)

Z : 断面係数 (cm^3)

σ_a : 許容軸方向圧縮応力度 (kgf/ cm^2)

13) 施工

本工法の標準的な施工は、スライドレール方式、縦ばりプレート方式とも余掘りを行い、土留工のたて込み、押し込みをバックホウで作業し、土留工の引き上げはトラッククレーン等で作業する。

(図 1-11 参照)

(安全衛生規則第164条ただし書き昭和57年3月24日付け基第202号の通達を遵守)

Ⅲ 鉄筋コンクリート大型フリーウム

大型フリーウムは主に用水路として用いられ、従来のコンクリート二次製品水路より比較的大きな流量を流下させる水路に適合している。また、現場打ち鉄筋コンクリート水路に比べて作業が簡単であり各工程において待時間が少ないことから施工性が優れており工期の短縮を図ることができる。

1) 大型フリーウムの標準断面

標準断面は、図 2-1 に示すとおりである。

2) 適用範囲

この参考設計指針で取り扱う大型フリーウムの諸元は、表 2-1 のとおりである。

3) 水理設計

① 流量計算

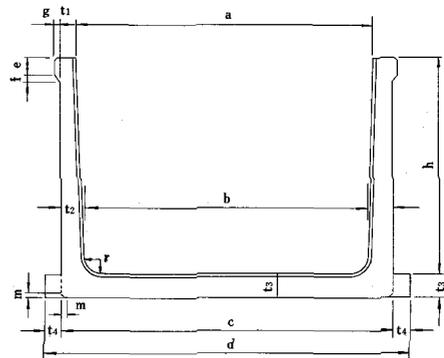


図 2-1

水路の流量計算は、等流と仮定して行っている。この場合、マンングの平均流速公式(2・1)を用いて計算している。

$$Q = A \cdot V \quad (2 \cdot 1)$$

$$V = 1/n \cdot R \cdot I \quad (2 \cdot 2)$$

粗度係数は、0.014とする。

② 許容流速

許容流速は、次の値とする。

最小許容流速 0.45 (m/s)

最大許容流速 2.50 (m/s) または限界流速の

2/3 以下

③ 余裕高

設計流量に対応する設計水面上の余裕高は、次式を用いている。

$$Fb = 0.7d + hv + 0.1 \quad (2 \cdot 3)$$

ここに、 Fb : 余裕高(m)

d : 設計流量に対する水深(m)

hv : 流速水頭(m)

4) 構造設計

① 荷重の種類

設計に当たって考慮する荷重は、路面荷重、盛

表 2-1

単位：mm

高さ 上幅	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1800	2000
1000	○	○	○	○								
1100	○	○	○	○	○							
1200	○	○	○	○	○	○						
1300	○	○	○	○	○	○	○					
1400	○	○	○	○	○	○	○	○				
1500	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
1600	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
1700	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
1800	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
1900	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
2000	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
2100					○	○	○	○	○	○	○	○
2200						○	○	○	○	○	○	○
2300							○	○	○	○	○	○
2400								○	○	○	○	○
2500									○	○	○	○
2600									○	○	○	○
2700									○	○	○	○
2800										○	○	○
2900											○	○
3000												○

種 類	載 荷 重 kgf/m ² {KN/m ² }	土の内部摩 擦角度
I 種	1000{ 9.81}	30
II 種	1500{14.71}	25
III 種	2000{19.61}	20

土荷重等の載荷重である。路面荷重は輪荷重又は群集荷重であり積雪地帯では雪荷重を考慮する。

② 荷重の区分

a 輪荷重の自動車後輪の1個当り重量は次のとおりである。

$$T-10 \cdots \cdots Q = 4.0 \text{ t}$$

$$T-14 \cdots \cdots Q = 5.6 \text{ t}$$

$$T-20 \cdots \cdots Q = 8.0 \text{ t}$$

b 群集荷重は、耕地及び支線耕作道で大型車が入らない場合は 0.3tf/m² を考え、路面等で大型車が入る場合は 0.5tf/m² を見込むものとする。

c 雪荷重を考慮する場合には、路面において自動車荷重と組み合わせる場合は、載荷重として 0.1tf/m² を見込み、それ以外は積雪深 1 m 当り 0.3tf/m² を標準としてよい。なお、雪の単位体積重量は季節や地方等により異なるが、大体の目安は表 2-2 のようである。

表 2-2

積雪の種類	単位体積重量
降りたての雪	150kgf/m ³
やや落ちついた雪	300kgf/m ³
圧縮された雪又は多量に水を含んだ雪	500~700kgf/m ³

d 盛土の単位体積重量は 1.80tf/m³ を用いている。

③ 載荷重の組合わせ

載荷重の組合わせは路面荷重と盛土荷重等であるが、路面荷重の自動車荷重と群集荷重は同時に載荷させず、いずれか大きい値を採用する。また、雪荷重についても群集荷重と同時に載荷させず、いずれか大きい値を採用する。

④ 上載荷重の等分布荷重への換算

a 台形盛土荷重

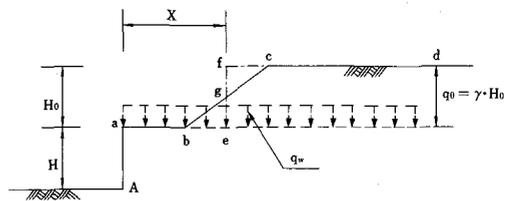


図 2-2

$$q_w = \frac{2q_0}{\pi H^2} \left\{ \frac{\pi}{2} (H^2 + X^2) - (H^2 + X^2) \cdot \tan^{-1} \left(\frac{X}{H} \right) - X \cdot H \right\}$$

$$= q_0 \cdot I_w \quad (2.4)$$

式(2.4)の換算係数 I_w は次のとおりである。

$$I_w = 1 + \left(\frac{X}{H} \right)^2 - \frac{2}{\pi} \left\{ 1 + \left(\frac{X}{H} \right)^2 \right\} \tan^{-1} \left(\frac{X}{H} \right) - \frac{2}{\pi} \cdot \left(\frac{X}{H} \right) \quad (2.5)$$

ここに、 q_w ：台形盛土荷重の換算等分布載荷重 (tf/m²)

I_w : 台形盛土荷重換算係数

γ : 盛土の単位体積重量 (tf/m³)

H_0 : 盛土高(m)

式(2・4)及び(2・5)を利用し台形盛土荷重を等分布荷重に換算する。

図2-2において, $abcd$ 断面に対して $aefd$ の仮想断面を作り X を求める。この場合 $\Delta gde = \Delta fgc$ とする。

b 群集荷重

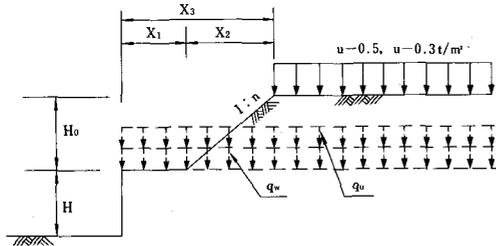


図2-3

大型車 (T-10, T-14, T-20) の通行する路面に対して, 0.5tf/m^2 (衝撃を含む) を載荷する。ただし, 輪荷重と群集荷重は同時に載荷しないものとし, 両者の換算等分布荷重を比較し大きい方を採用することにする。大型車の通行しない道路及び農地については, 路面又は耕地に対して 0.3tf/m^2 (衝撃) を載荷することになっている。

$$q_u = u \cdot I_u \quad (2 \cdot 6)$$

ここに, q_u : 群集荷重の換算等分布荷重 (tf/m²)

u : 群集荷重 (衝撃を含む) (tf/m²)

$$u = 0.5 \text{ or } u = 0.3$$

$$I_u = 1 + \left(\frac{X_3}{H}\right)^2 - \frac{2}{\pi} \left\{ 1 + \left(\frac{X_3}{H}\right)^2 \right\} \tan^{-1} \left(\frac{X_3}{H}\right) - \frac{2}{\pi} \left(\frac{X_3}{H}\right) \quad (2 \cdot 7)$$

ただし, $H_0 = 0$ の場合

$I_u = 1.00$ とする

5) 鉄筋コンクリートの設計

抵抗モーメントの計算方法には, 次に示す4種類の方法があり, これらの計算結果を比較して得られる最小の値を許容抵抗モーメントとして採用している。

a コンクリート許容圧縮応力 σ_{ca} より求まる抵抗モーメント (M_{rc})

$$M_{rc} = \frac{1}{2} \sigma_{ca} \cdot k \cdot j \cdot b \cdot d^2 \quad (2 \cdot 8)$$

b 鉄筋の許容引張応力 σ_{sa} より求まる抵抗モーメント (M_{rs})

$$M_{rs} = \sigma_{sa} \cdot A_s \cdot j \cdot d \quad (2 \cdot 9)$$

c コンクリートの曲げ引張強度 σ_{bt} より求まる抵抗モーメント (M_{cr})

$$M_{cr} = \frac{\sigma_{bt} \cdot I_g}{m \cdot (t-x)} \quad (2 \cdot 10)$$

ただし,

$$x = \left\{ \left\{ \frac{m \cdot b \cdot t + n \cdot A_s}{b(1-m)} \right\}^2 + \left\{ \frac{m \cdot b \cdot t^2 + 2n \cdot A_s \cdot d}{b(1-m)} \right\}^2 \right\}^{\frac{1}{2}} - \frac{m \cdot b \cdot t + n \cdot A_s}{b \cdot (1-m)} \quad (2 \cdot 11)$$

$$I_g = \frac{b}{3} \{ x^3 + m \cdot (t-x)^3 \} + n \cdot A_s (d-x)^2 \quad (2 \cdot 12)$$

ここに, M_{cr} : ひび割れ抵抗モーメント

(kgf・cm/m)

σ_{bt} : コンクリートの曲げ引張強度

(kgf/cm²)

I_g : 全断面を有効とした換算断面二次モーメント (cm⁴)

x : 圧縮縁より中立軸までの距離

(cm)

$$m = E_{ct} / E_{cc} = 0.50$$

t : 部材厚 (cm)

b : 部材幅 = 100cm

n : 鉄筋とコンクリートのヤング係数比 $n = E_s / E_{cc}$

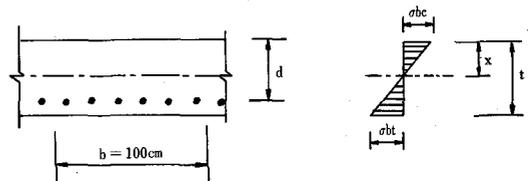


図2-4

d 曲げ試験 (JIS又は協会規格) のひび割れ荷重 P より求まる抵抗モーメント (M_{pr})

(図2-5) から最大曲げモーメントはC点に発生し,

$$M_{pr} = \frac{P \cdot L}{4} \quad (2 \cdot 13)$$

ここに、 M_{pr} ：ひび割れ荷重による抵抗モーメント (kgf・cm/cm)

L：曲げ試験のスパン (cm)

P：ひび割れ荷重 (kgf/cm)

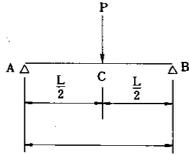


図 2-5

6) 許容荷重

大型フリュームの許容荷重は、部材の許容応力に対して安全な荷重と滑動に対して安全な荷重の両者を比較して得られる何れか小さい荷重とする。

a 許容抵抗モーメントから求まる許容等分布載荷重 (q_{a1}) (図 2-6 参照)

$$q_{a1} = \frac{2 \left\{ M_{ra} - \frac{1}{12} \gamma_t \cdot K_A \cdot H^3 - \frac{1}{16} \gamma_t \cdot K_A \cdot H^3 - \frac{1}{48} \gamma_w \cdot K_A \cdot H^3 - \frac{1}{48} W_0 \cdot H^3 \right\}}{K_A \cdot H^2} \quad (2 \cdot 14)$$

ここに、 q_{a1} ：許容抵抗モーメントから求まる許容等分布載荷重 (tf/m²)

M_{ra} ：許容抵抗モーメント (tf・m/m)

H：側壁の高さ (m)

K_A ：主働土圧係数

$$K_A = \tan^2 \left(45^\circ - \frac{\phi}{2} \right)$$

γ_w ：土の水中単位体積重量

(1.00tf/m³)

W_0 ：水の単位体積重量 (1.00tf/m³)

b 滑動に対して安全な許容等分布載荷重 (q_{a2}) (図 2-7 参照) 一方の側壁に対して主働土圧、輪荷重等の側圧が作用する場合、他方の側壁においてはこれが伝達されてこれに対応する受働土圧が生ずる。この受働土圧が限界応力に達する

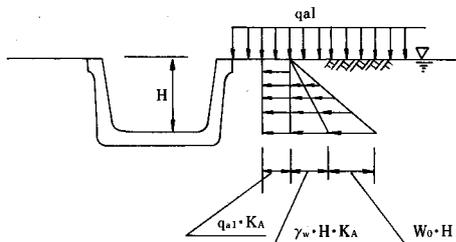


図 2-6

と背面上に受働破壊をもたらして水路に滑動現象が誘発される。

この水路の滑動に対して安全な主働土圧の作用する側壁天端上の背面に許容される荷重は、水路自重による底面での摩擦抵抗及び地下水による側圧の影響を無視して許容等分布載荷重として求める。

$$q_{a2} = \left(\frac{K_p}{K_A} - 1 \right) \cdot \frac{1.8}{(H+t)} \cdot \left\{ \frac{H^2}{8} + \frac{H}{2} \cdot \left(\frac{H}{2} + t \right) + \frac{1}{3.6} \cdot \left(\frac{H}{2} + t \right)^2 \right\} \quad (2 \cdot 15)$$

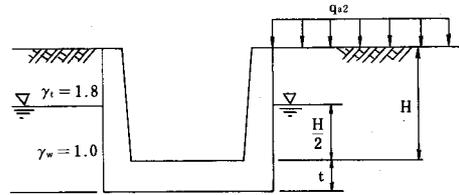


図 2-7

IV 補強土壁工 (テールアルメ工法)

フランスの H. Videll によって開発された補強土壁工は、壁高の大きい垂直擁壁工法として施工性及び経済性に優れていることから、近年急速に普及してきた工法である。土地改良事業においても農道事業等を中心に採用される機会が多くなっている。

1) 工法の説明

土の中に別の部材いわゆる補強材(ストリップ)を層状に敷設あるいは挿入し、土と補強材との相互作用によって土塊全体の安定性や強度を高めた壁面を持つ盛土の補強土工法である。

2) 適用範囲

テールアルメ工法の壁面体は亜鉛メッキ鋼板によるコンクリートスキンと、メタルスキンによるものがある。また、テールアルメ工法の我国での使用実績は、壁高の最大のもは $H = 18.8\text{m}$ であるが、 $H = 15\text{m}$ 程度までが一般的である。実績調査結果では $H = 3.0 \sim 10.0\text{m}$ の範囲で全体の 8 割を占める。特に壁高 6.0m 以上 8.0m 未満の事例が多い。(図 3-1 参照)

3) 設計

① 基本設計

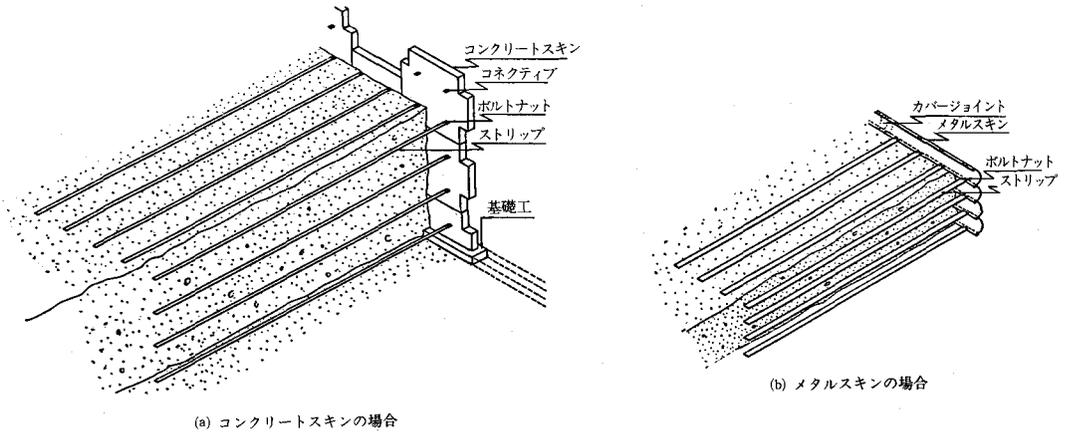


図3-1 補強土壁の構造

補強土壁の設計は補強土壁自体の安定と補強土壁を含む盛土全体の安定をともに検討しなければならない。このうち、補強土壁自体の安定についてはストリップに作用する引張力に対して次の検討を行うものとする。

イ. ストリップが引き抜けるといった大きな相対的変位を生じることがないか。

ロ. ストリップが破断したり、連結ボルトがせん断することはないか検討する。

また、補強土壁を含む盛土全体の安定に対しては次の各項目を検討する。

ハ. 基礎地盤や盛土の斜面にすべり破壊の危険がないか検討する。

ニ. 補強土壁の基礎地盤の沈下が許容しうる量であるか検討する。

② 設計荷重

補強土壁の設計にあたっては、表3-1に示す荷重を考慮するものとする。

表3-1 荷重の種類

主荷重	1. 補強土壁の自重 2. 載荷 3. 土
従荷重	4. 地震の影響
主荷重に相当する特殊荷重	5. 雪荷重
特殊荷重	6. 補強土壁の直上に設置された道路防護柵の衝突荷重 7. 施工時荷重 8. その他特殊荷重 (遮音壁に作用する風荷重, コンクリート笠石に作用する土圧力など)

③ 土圧係数

土圧の算定に用いる土圧係数 K は、仮想壁高 H_a の上端から深さ方向 6m までは静止土圧係数 K_o から主動土圧係数 K_a に直線的に変化するものとし、 6m 以深については主動土圧係数 K_a を適用する。

着目する深さ (Z : 通常はストリップが配置される深さ) における土圧係数 K_i は、式(3-1)による。

$$\left. \begin{aligned}
 K_i &= K_o \left(1 - \frac{Z}{Z_o}\right) + K_a \frac{Z}{Z_o} \dots Z \leq Z_o = 6\text{m} \text{ のとき} \\
 K_i &= K_a \dots Z > Z_o = 6\text{m} \text{ のとき}
 \end{aligned} \right\} \quad (3-1)$$

ここで静止土圧係数、主動土圧係数は式(3-2)で求めてよい。

$$\left. \begin{aligned}
 K_o &= 1 - \sin \phi \\
 K_a &= \tan^2 \left(45^\circ - \frac{\phi}{2}\right)
 \end{aligned} \right\} \quad (3-2)$$

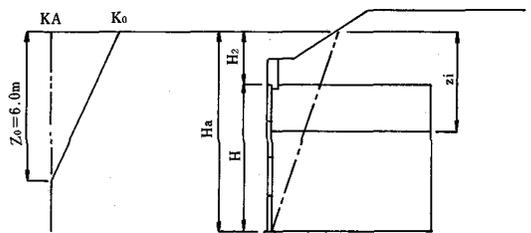


図3-2 土圧係数の分布

④ 摩擦係数

補強土壁の設計に用いる土とストリップとの摩擦係数は見かけの摩擦係数 f^* を用いるものとする。見かけの摩擦係数は深さ方向に対して図3-3

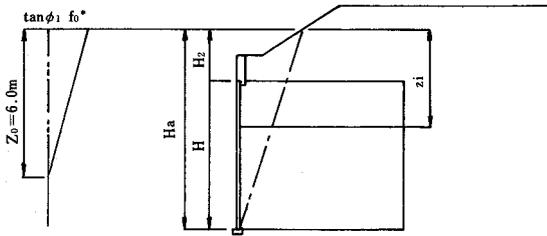


図3-3 深さと f_1^* の関係

3のように変化するものとし、 i 段目のストリップの摩擦係数 f_1^* は式(3・3)で求める。

$$f_1^* = f_0^* \left(1 - \frac{Z}{Z_0}\right) + \tan \phi_1 \frac{Z}{Z_0} \dots Z \leq Z_0 = 6\text{m のとき}$$

$$f_1^* = \tan \phi_1 \dots \dots \dots Z > Z_0 = 6\text{m のとき}$$

(3・3)

ここに、 $f_0^* = \tan \phi$ (平滑ストリップの場合)
 $f_0^* = 1.2 + \log U_c$

(リブ付ストリップの場合)

$U_c = D_{30}/D_{10}$: 盛土材の均等係数

U_c が不明のとき $f_0^* = 1.5$

ϕ_1 : 土とストリップとの摩擦角。

良質の盛土材を正しく施工した場合には、一般に表3-2に示す f_1^* 値を最低値としてよい。

表3-2 f_0^* , f_1^* の最低値

	リブ付きストリップ	平滑ストリップ
f_0^*	1.5	$\tan \phi$
f_1^*	$\tan \phi_1 = \tan 36^\circ = 0.40$	$\tan \phi_1 = \tan 22^\circ = 0.73$

⑤ 許容応力度, 安全率

a 主荷重及び主荷重に相当する特殊荷重に対する安全率, 許容応力度は表3-3に規定する値とする。

b 主荷重及び各種の特殊荷重を考慮した場合

表3-3 主荷重および主荷重に相当する特殊荷重に対する安全率等

検 討 項 目	安 全 率 等	
ストリップの引抜けに対する安全率	2.0	
ストリップ, ボルトの許容応力度	ストリップの引張りに対し	(1400kgf/cm ²)
	ボルトのせん断に対し	(900kgf/cm ²)
すべり破壊の安全率	1.25	
完成後3年間の残留沈下量の目標値	10~30cm	
	50cm	

の安全率は、表3-4に規定する値とする。ただし、このときの許容応力度は a に規定する許容応力度に表3-4に示す割増し係数を乗じた値とする。

⑥ 主働領域の決定

常時, 地震時の主働領域は図3-4に示す範囲とする。

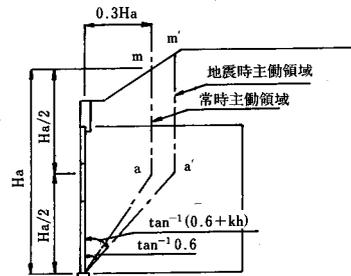


図3-4 主働領域

⑦ 土圧力の算出

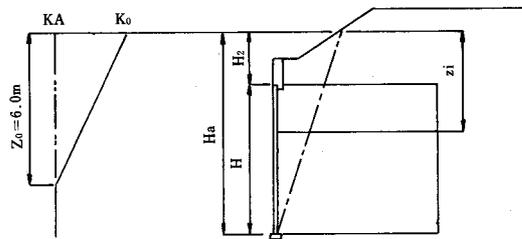


図3-5 土 圧 力

表3-4 主荷重と各種の特殊荷重を組み合わせて考慮したときの安全率等

荷 重 の 組 合 せ	ストリップの引抜けに対する安全率	許容応力度の割増係数
① 主荷重+主荷重に相当する特殊荷重+地震の影響	1.2	1.7
② 主荷重+主荷重に相当する特殊荷重+道路防護柵の衝突荷重	1.2	1.7
③ 主荷重+施工時荷重	検討を必要としない	1.7
④ 主荷重+主荷重に相当する特殊荷重+その他の特殊荷重	1.35	1.5

注) ②④については、特殊荷重に抵抗する範囲にあるストリップに対して適用する。

イ. i 段目のストリップが負担する土圧力 P_i は式(3・4)あるいは式(3・5)より求める。

コンクリートスキンの場合

$$P_i = K_i \cdot \Delta H \left\{ \gamma \cdot \Delta H \left(i - \frac{1}{2} \right) + q_i \right\} \quad (3 \cdot 4)$$

メタルスキンの場合

$$P_i = K_i \cdot \Delta H (\gamma \cdot i \cdot \Delta H + q_i) \quad (3 \cdot 5)$$

ロ. 地震時の土圧力 P_i は式(3・6)により求める。

$$\left. \begin{aligned} P_i' &= P_i + \Delta P_i \\ \Delta P_i &= \frac{1}{2} \left(1 + \frac{Z}{H_a} \right) \alpha \cdot k_H \cdot P_n \end{aligned} \right\} (3 \cdot 6)$$

注 1) 通常 $\alpha = 1.4$ としてよい。

注 2) 式(3・6)で用いる P_i の算出にあたっては式(3・4)(3・5)において活荷重を考慮しなくてよい。

⑧ ストリップの水平間隔

ストリップの水平間隔は、ストリップに作用する引張力に対してストリップやボルトの破断やせん断を生じない間隔としなければならない。また、スキンエレメントの構造上の制約を考慮する必要がある。

イ. 表3-5に示す範囲内で最大の i 段目のストリップの水平間隔 ΔB_i を求めるものとする。

ロ. 地震時の影響を考慮する場合には、⑤に示した許容応力度の割増し係数及び式(3・6)に示した P_i' を用いて表3-5にしたがって計算し、イの結果と比較して小さい方の値を ΔB_i として採用する。

ハ. イ・ロで求めた値を表3-6に示す値に丸めたものを設計水平間隔とする。

⑨ 引張力の算出

i 段目のストリップ1本当りに作用する引張力

表3-5 ΔB_i の算出

	コンクリートスキンのとき	メタルスキンのとき
スキンエレメントの構造上の限界から	$\Delta B_i \leq 0.75m$	$\Delta B_i \leq 1.5m$
ストリップの引張強さから	$\Delta B_i \leq A_g \cdot \sigma_a / P_i$ または $\Delta B_i \leq A_n \cdot \sigma_a / 0.75P_i$	
ボルトのせん断強さから	$\Delta B_i \leq A_r \cdot \tau_a / 0.75P_i$	

表3-6 ストリップの設計水平間隔

イ, ロから算出した ΔB_i	ストリップの設計水平間隔(m)	
	コンクリートスキンのとき	メタルスキンのとき
$\Delta B_i \geq 1.5m$	—	1.5
$1.5 > \Delta B_i \geq 1.0$	—	1.0
$\Delta B_i \geq 0.75$ (コンクリートスキン) $1.0 > \Delta B_i \geq 0.75$ (メタルスキン)	0.75	
$0.75 > \Delta B_i \geq 0.50$	0.50	
$0.50 > \Delta B_i \geq 0.375$	0.375	
$0.375 > \Delta B_i \geq 0.25$	0.25	

T_i は式(3・7)により求める。

$$T_i = P_i \cdot \Delta B_i \quad (3 \cdot 7)$$

ただし, T_i : i 段目のストリップ1本当りに作用する引張力 (tf/本)

P_i : i 段目のストリップが負担する土

圧力 (tf/m)

⑩ ストリップの長さ

ストリップの長さは引き抜けに対する所定の安全率を確保しうる摩擦面積を有するように定めるものとする。

イ. 摩擦抵抗力は抵抗領域にあるストリップが有するものとし、必要とするストリップ長さは式(3・8)により求める。

$$l_c^s = \frac{F_s \cdot T_i}{2 \cdot f_i^* \cdot \sigma_i \cdot b} \quad (3 \cdot 8)$$

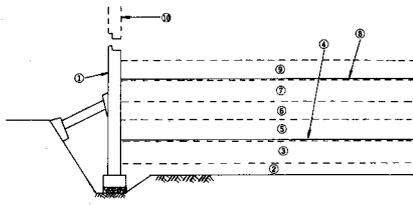
ただし, F_s は⑤に規定した値を用いるものとする。

ロ. 主働領域中の長さは⑥の規定にしたがって式(3・9)により求める。

$$\left. \begin{aligned} l_c^s &= 0.3 \cdot H_a & Z \leq \frac{H_a}{2} \text{ のとき} \\ l_c^s &= 0.6 (H_a - Z) & Z > \frac{H_a}{2} \text{ のとき} \end{aligned} \right\} (3 \cdot 9)$$

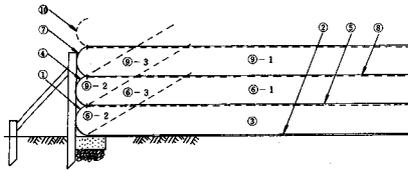
i 段目のストリップ長さは式(3・10)により求める。

$$L_i = l_c^s + l_c^c \quad (3 \cdot 10)$$



(a) コンクリートスキンの場合

- ① スキン組立て
- ② まき出し、敷ならし、締固め
- ③
- ④ ストリップ取付け
- ⑤ まき出し、敷ならし、締固め
- ⑥
- ⑦
- ⑧ ストリップ取付け
- ⑨ まき出し、敷ならし、締固め
- ⑩ ①に戻り繰返し



(b) メタルスキンの場合

- ① スキン組立て
- ② ストリップ取付け
- ③ まき出し、敷ならし、締固め
- ④ スキン組立て
- ⑤ ストリップ取付け
- ⑥ まき出し、敷ならし、締固め
- ⑦ スキン組立て
- ⑧ ストリップ取付け
- ⑨ まき出し、敷ならし、締固め
- ⑩ ①に戻り繰返し

図 3-6 補強土壁の施工手順

V おわりに

今回、整備した参考設計指針は、現行の設計基準等と比較しても一部、設計の基本的考え方、荷重条件等異なる面もある。したがって、これらの工法を適用する場合には、現場条件、施工性、安全性等を総合的に検討しなければならない。

また、参考設計指針として技術的熟度を高め、さらに充実させるためには、各地区での施工実績を踏まえ逐次見直しを図る必要がある。このため、今後とも実態調査を行う予定である。

参考文献

- 1) 土留め構造物の設計法：土質工学会編
- 2) 土地改良事業標準設計 第9編 土留め工（解説書）：農林水産省構改局
- 3) 道路土工、擁壁、カルバート、仮設構造物工指針：社団法人日本道路協会
- 4) たて込み簡易土留設計施工指針：たて込み簡易土留協会
- 5) たて込み簡易土留 積算マニュアル：たて込み簡易土留協会
- 6) クリングシステム 解説—たて込み簡易土留工法—：日本クリングス株式会社、新和機械工業株式会社
- 7) MKシステムたて込み簡易土留機材：サンキハン三井物産機械販売株式会社

4) 施工

補強土壁の標準的な施工手順は図3-6に示すとおりである。

- 8) 共和ライトパネル：共和工業株式会社
- 9) Hs system：H. s 技研工業株式会社
- 10) NKK LIGHT PANEL 軽量たて込み土留機械
NKKライトパネル：日本鋼管ライトスチール株式会社
- 11) Mini sheeting plate ミニシーティングプレートシステム：日東鉄工株式会社
- 12) 日鐵鋼製あて矢板マニュアル：日鐵建材工業株式会社
- 13) 鉄筋コンクリート大型フリーム規格：社団法人農業土木事業協会
- 14) 鉄筋コンクリート大型フリーム設計計算の手引：社団法人農業土木事業協会
- 15) 土地改良事業計画設計基準設計水路工(その1)：農林水産省構改局
- 16) 土地改良事業標準設計第5編鉄筋コンクリート二次製品水路(解説書)：農林水産省構改局
- 17) 補強土工法：土質工学会編
- 18) 補強土工壁設計施工指針(案)：建設省土木研究所機械施工部施工研究室
- 19) 補強土(テールアルメ)壁工法設計、施工マニュアル：財団法人土木研究センター
- 20) テールアルメ工法(補強土壁)標準設計図集：川鉄商事株式会社テールアルメ工法部
- 21) テールアルメ工法：川鉄商事株式会社
- 22) テールアルメ工法設計施工資料：廣瀬鋼材産業株式会社
- 23) テールアルメ工壁工法標準断面図集：廣瀬鋼材産業株式会社

水質障害対策事業 上の島地区の仮設土留工

— たて込み簡易土留の施工事例 —

三 輪 直 之*

目	次
1. はじめに	70
2. 上の島地区の概要	70
3. 仮設土留工法の決定方針	70
4. 土留工法選定までの経過	73
5. たて込み簡易土留工法	74
6. 昭和63年度工事の一実施事例	75
7. 今後の工事施工上の問題点	78
8. あとがき	78

1. はじめに

高度経済成長による農村地域の都市化現象が顕著に現われ、農業用水の水質汚濁を防止するための用排分離工事が、水質障害対策事業により実施されている。こうした用排分離工法において、用水路を管水路化した場合に農業用水管の埋設工事は用地取得の困難なことから、公共用地を利用した路線計画が大半を占めている現状の中で、水の利用者と無関係の市街地内を通過することにより様々なトラブルが発生している。

このような地域で用水管埋設工事には欠かすことのできない仮設土留工法の一施工例を報告する。

2. 上の島地区の概要

本地域は愛知県の西部で木曾川左岸に位置する平坦な地域で用水は木曾川を水源とし、木曾川左岸5市14町村に広がる約1万ヘクタールの宮田用水土地改良区が管理する区域の上流部の一部である。本地区は日光川と野府川に囲まれた、一宮市を中心とした二市一町の529ヘクタールで国営濃尾用水二期事業により実施された、大江幹線水路の上流部、上の島分水工から上の島井筋によりかんがいされている。この井筋は用排兼用の開水路であり、近年水路沿線の都市化が進み、生活污水の流入により農業用水の水質が汚濁され、農作物の減収及び品質の低下等多大な被害を受けている現況である。

このため、農業生産の維持および農業経営の安定を目的に農業用水をパイプライン化するものである。

1) 主要工事計画

上の島幹線水路	L = 8, 327m φ 1, 350mm~400mm (FRPM~VU)
1号支線	L = 2, 406m φ 700mm~450mm (FRPM~VU)
2号支線	L = 56m (φ 400VU)
計	L = 10, 789m
附帯施設	分水工, 通気孔, 制水弁, 排泥工

2) 地形及び地質

本地区は地区北部を流下する木曾川の左岸扇状地で北東部から南西部に向ってゆるやかに傾斜する沖積層である。地質は地区上流部と下流部では大きく変化しており、上流部の表層はシルト質細砂、下層は玉石混り砂礫層で図2-1(国道22号附近)に示すとおり下層部程礫粒径が大きくなっている。又、下流部は図2-2(JR及び名鉄横断部)のとおりシルト質層が厚く軟弱地盤となっている。

3. 仮設土留工法の決定方針

管理設深さまでの掘削工法は、素掘り工法、土留矢板工法の2通りがあり、地形地質、施工条件、掘削の規模及び工事現場の環境条件を考慮して下

* 愛知県一宮農地開発事務所

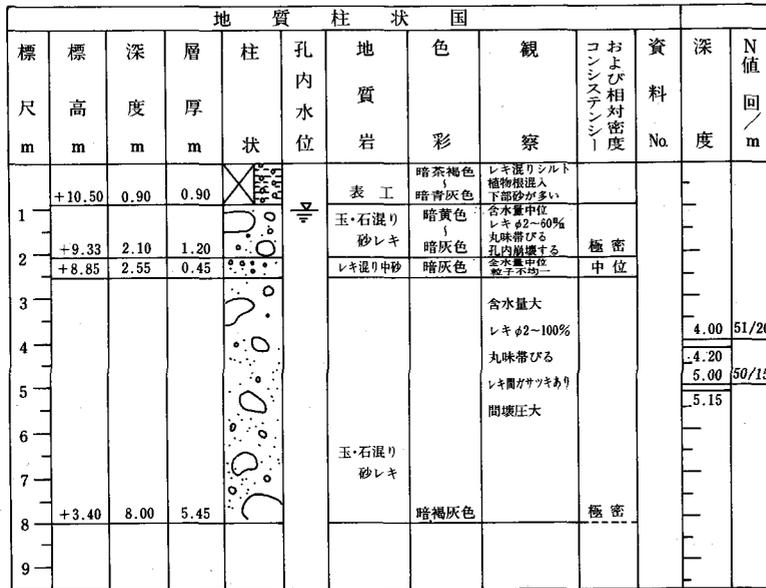


図2-1 上の島地区上流部地質柱状図

記条件を判定要素としている。

1) 素掘り工法

- イ. 掘削深が浅い場合 (概ね1.5m以下)
- ロ. 人家建造物に影響しない場合
- ハ. 地下水位が低い場合
- ニ. 掘削面が崩壊しない土質の場合
- ホ. 用地に余裕のある場合

響されるため埋設路線の地形、地質、既埋設物の有無、附近の環境条件及び地質ボーリング調査資料を基礎にして選定する。従来より広く一般に使用されている土留工法は、全面当矢板工法、全面打込矢板工法、親杭縦矢板工法、親杭横矢板工法があり各工法とも矢板又は親杭の根入れで主働土圧に抵抗する自立式と腹起し及び切梁を用いて主

ハ. 地下水位は高いがウエル等による排水が可能な場合

2) 土留工法

- イ. 掘削用地巾に余裕がない場合
- ロ. 人家建造物が隣接している場合
- ハ. 掘削深が深く土質が軟弱な場合
- ニ. その他使用、占用条件がある場合

3) 一般的な土留工法

管水路工事の工事費は仮設土留工法の選定によって大きく左右される。仮設土留工法は地盤の状態、施工条件、掘削規模、工事工期に大きく影

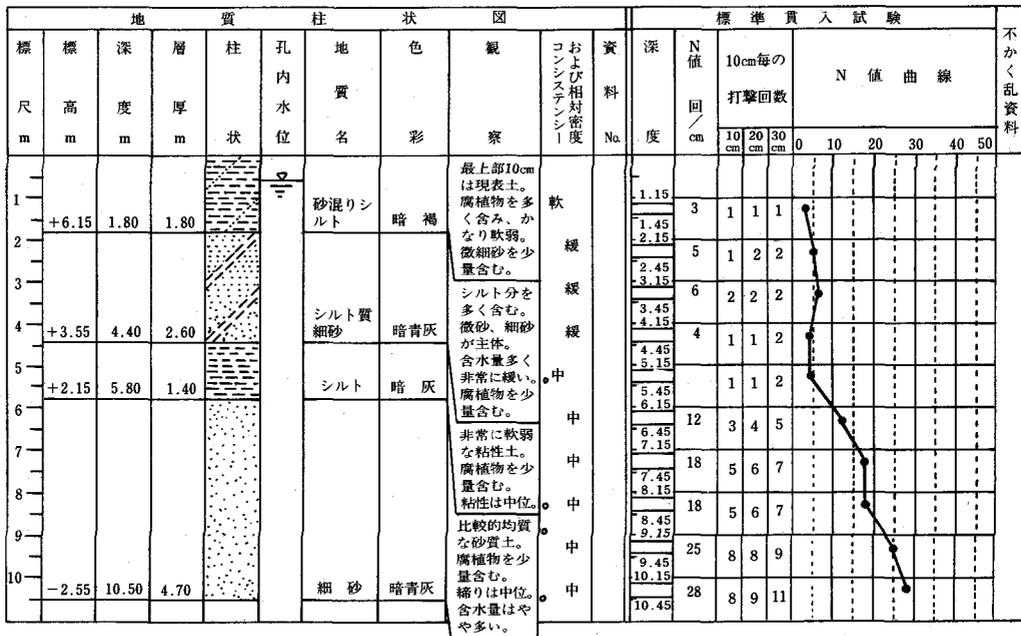


図2-2 上の島地区下流部地質柱状図

表-1 土留矢板工法

土留矢板工法	全面当天板工法 (木矢板)	全面当天板工法 (軽量鋼矢板)	全面打込天板工法 (軽量及び普通鋼矢板)	親杭縦矢板工法	親杭横矢板工法
略 図					
土質条件	良好	良好	良好~不良	良好~良	良好~良
土留高	2.5m以下	2.7m以下	制限なし	制限なし	制限なし
地下水の量	少ない	少ない	少ない~多い	少ない	少ない
振動・騒音	小さい	小さい	大きい	大きい	大きい
その他	—	—	—	—	横矢板が埋殺しとなる

働土圧に抵抗する切梁式があるが、自立式は根入が長くなり打込みに対する破損など矢板の使用回数も少なくなり不経済となるので一般には切梁工法が採用されている。

以上各工法について特徴をまとめると表-1のとおりとなるが、採用にあたっては総合的な経済比較検討を行い工法を決定する。

4. 土留工法選定までの経過

本地区の計画延長は10,789mであり、現況用水系統を変えずに計画する必要性から、殆どが市街地内の道路、用地巾の狭い水路敷での施工を余

儀無くされ、土留工を必要とする区間は50%以上を占めるため、土留工法の決定には全体実施設計等で重要な問題点として検討されてきた。

昭和56年に事業着手以来細部調査の結果、土留工法の決定には次の現場条件を満足させる必要があった。

- イ. 地下水位が高く別途排水処理を考慮する。
- ロ. 住宅地内道路下埋設は仮設道路用地の確保が困難、施工機械に制限がある。
- ハ. 下層の土質が場所により大きく変化する。
- ニ. 生活道路の長期間の通行止めは許されない。

表-2 たて込み土留め工法と他工法比較

現場条件		工 種	木矢板工法	たて込み簡易土留法	簡易鋼矢板工法	鋼矢板工法	横矢板工法
現場環境	地下埋設物のあるところ		やや不適	適	不適	不適	適
	騒音振動		適	適	不適	不適	適
	地盤沈下		不適	やや不適	不適	やや適	不適
	壁体の曲げ鋼性		不適	やや不適	不適	やや不適	不適
	架空線のあるところ		適	適	適	不適	やや適
	路面交通が多い		適	適	適	不適	やや適
設置取除		適	適	適	不適	やや適	
工事費性		安い	安い	普通	高い	高い	
施工		適	適	適	やや不適	やや不適	

「たて込み簡易土留協会積算マニュアル」より

上記条件での土留工法として、1. 簡易鋼矢板工法（当矢板工法）、2. 鋼矢板土留工法、3. 親杭横矢板工法が考えられたが、土質、工期、騒音振動でいずれも問題点があった。このため市街地内の類似地形、条件での下水道工事及び濃尾用水Ⅱ期事業での施工実績のある「たて込み簡易土留工法」

を検討した結果、立地条件も良く、騒音振動等の公害も少なく、施工性、経済性にも優れているという結論を得たため、昭和61年度から本工法を採用することとなった。（表一2、3参照）

表一3 経済比較一覧表

		m当り円	
工 法	単 価	備 考	
たて込み簡易土留工法 H=2.50m	8,173	1.00	
鋼矢板土留工法(圧入) (鋼矢板Ⅱ型 ℓ=5.50m)	88,526	10.83	
〃 (パイプロ) (軽量鋼矢板Ⅲ型 ℓ=5.50m)	34,912	4.27	
親杭横矢板土留工法(圧入) (H=200 ℓ=8.00m)	47,238	5.78	
〃 (パイプロ) 〃)	35,925	4.40	

注：施工単価は昭和63年度で実施した平均掘削深2.28m区間での経済比較である。なお単価には諸経費等は含まない。

5. たて込み簡易土留工法

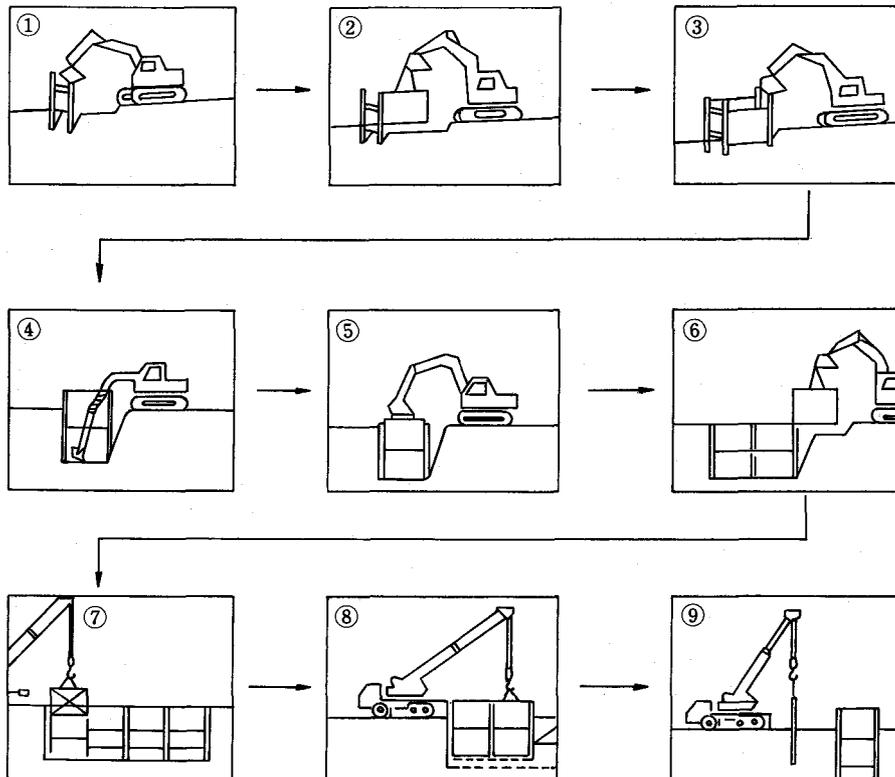
1) たて込み簡易土留工法の特徴

従来から広く一般的に使用されている、鋼矢板工法等による土留工法は、騒音振動、交通障害、住民感情の悪化が、市街地又は住宅密集地域内の工事の最大の阻害要因となっており、更に工事工程に大きく影響している。

本工法は、騒音振動が比較的少なく、施設も簡単なことから、施工が容易で工期が短縮でき、転用性が有利等の利点があり、最近各事業の土留工として採用されており、今後増加する傾向にある。

2) たて込み簡易土留工の施工法

「たて込み簡易土留設計施工指針（たて込み簡易土留協会）、昭和63年を引用）スライドレール方式の施工法について要約する。本工法は余掘を行い、吊込み、掘削、押込みを繰返し、設置する工



図一3 たて込み簡易土留工（スライド式）施工順序

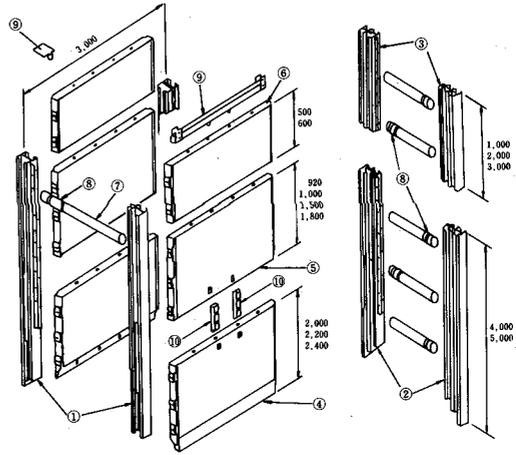
法で図-3に示すとおり組立てられた土留製品を掘削しながら支柱を建込み、パネルを押し下げながら連続して掘削する工法である。

(1) 本工法の適用範囲

- イ. 土質 ヒービング、ボイリングの恐れのない土質であること。
- ロ. 掘削深さ 原則として6m以内であること
- ハ. 掘削巾 原則として4.7m以内であること
- ニ. 地下埋設物 切廻し可能なこと
- ホ. 架空線 直上部に6m以下に架線されていないこと
- ヘ. 湧水 湧水量が少ないこと

(2) 標準的な施工法

- ① 余掘り0.5~1.0mを行い、スライドレール2本に切ばりを取付けバックホーでたて込む。スライドレールが自立したら掘削方向性の確認をする。
- ② スライドレールの方向が定まったら掘進方向の左右にエッジ付パネルを建込む。
- ③ 左右パネルのたて込み後、スライドレールをたて込む。
- ④ パネル内側を30~50cm掘削、左右パネルを押し込む、次に左右前後のスライドレールを交互に押し込む。
- ⑤ エッジ付パネルが地表面下に押込まれたら、エクステンションパネルを掘削方向左右に挿入所定掘削深まで掘削、押し込みを繰り返す。
- ⑥ 1組目3mが所定掘削深に到達したら、2組



No.	名 称
①	ス ラ イ ド レ ー ル
②	ス ラ イ ド レ ー ル (ダ ブ ル)
③	ス ラ イ ド レ ー ル (エ ク ス テ ン シ ョ ン)
④	エ ッ ジ 付 パ ネ ル
⑤	エ ク ス テ ン シ ョ ン パ ネ ル
⑥	エ ク ス テ ン シ ョ ン パ ネ ル
⑦	切 り ば り (エ ク ス テ ン シ ョ ン)
⑧	切 り ば り (ジャッキ)
⑨	プ ロ テ ク タ ー
⑩	パ ネ ル ジ ョ イ ン ト

図-5 スライドレール方式の構成部材

目のエッジパネルを1組目のスライドレールに挿入、次に掘進側にスライドレールをたて込み、④⑤の手順を繰り返して土留を完了する。

- ⑦ 管布設が完了したら埋戻し、厚さ30cmごとにパネルを引き揚げ締固める。
- ⑧ パネルの引き抜き、埋戻し、締固めを繰り返して所定の埋戻しを完了させる。
- ⑨ 埋戻し完了後、スライドレールを引き抜く。

6. 昭和63年実施の一事例

上の島地区の土留工法は前記のとおり、昭和61年度事業から選定条件を考慮し、たて込み簡易土留工法で実施しているが、本報では昭和63年度に実施した1号支線末端部のφ500mm VU管の埋設工事L=226.64mの施工例について記載する。

1) 工事内容

- 施工区間 No 18+25~No 23+1.91
- 施工延長 φ500mm VU管 L=226.6m
- 管布設深さ 土被り 1.20m
- 管基礎工 砂基礎 120° 支承

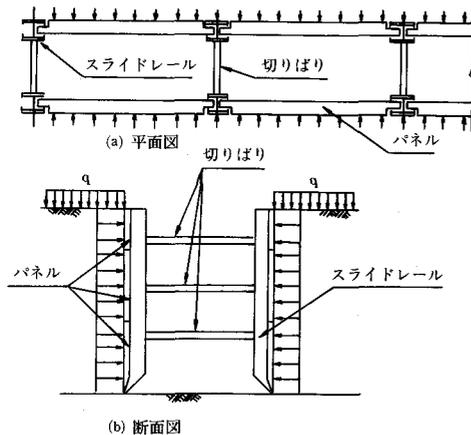


図-4 スライドレール方式の荷重分担

仮設工 土留工—たて込み簡易土留工
排水—釜場排水

2) 土留工の施工計画

本工事の施工延長 226.6m のうち L=126m 区間に使用した、たて込み簡易土留工（平均掘削深 2.28m）の施工計画を示す。

(1) たて込み簡易土留工法の施工計画

① たて込み所要時間 (T_A) の算定

$$T_A = T_1 + T_2 + T_3$$

$$T_1 = l \times W \times \frac{H'}{Q} = 3.0 \times 1.40 \times \frac{1.28}{20.618} = 0.26 \text{hr}$$

$$T_2 = \frac{2 \times l \times H \times t_1}{60} = \frac{2 \times 3.0 \times 2.28 \times 0.5}{60} = 0.11 \text{hr}$$

$$T_3 = \frac{2 \times l \times H \times t_2}{60} = \frac{2 \times 3.0 \times 2.28 \times 2}{60} = 0.46 \text{hr}$$

$$T_A = 0.26 + 0.11 + 0.46 = 0.83 \text{hr}$$

ここに

T_A: たて込み所要時間 T₁: 掘削時間

l: 掘削長=3.0m

T₂: スライドレール, パネル押込時間

H: 掘削深=2.28m T₃: 準備時間

H': (掘削深-予掘深)=2.28-1=1.28m

Q: バックホウの掘削作業能力 m³/hr
(0.6m³ 旋回角 180°)

$$Q = \frac{3600 \times q \times 1 \times E}{\text{cm}}$$

$$= \frac{3600 \times 0.54 \times 1.0 \times 0.35}{33}$$

$$= 20.618 \text{m}^3/\text{hr}$$

$$\ast q = q_0 \cdot k = 0.54, E = 0.35$$

$$\text{cm} = 33(180^\circ)$$

W: 掘削幅=1.4m

$$t_1 = 0.5 \text{min}/\text{m}^2$$

$$t_2 = 2 \text{ ''}$$

② パネル引上げ及びスライドレール引抜き所要時間 (T_B)

$$T_B = (2 \times l \times H \times t_3) / 60$$

$$= (2 \times 3.0 \times 2.28 \times 3) / 60 = 0.68 \text{hr}$$

$$t_3 = 3 \text{min}/\text{m}^2$$

(2) たて込み簡易土留の供用日数

① 土留工施工延長

$$L = 126 \text{m}$$

掘削 バックホウ(0.6m³ 180°)

② 掘削及び土留工 (1 スパン30m 当り)

1 日当りたて込み延長

$$6.1 \text{hr} \div (0.83 \text{hr}/3 \text{m}) = 22.05 \text{m}/\text{日}$$

$$30 \text{m} \div 22.05 \text{m}/\text{日} = 1.36 \text{日}$$

③ 管布設 (1 スパン30m 当り)

1 日当り施工延長

$$10 \text{m} \div (0.58 \times 0.8) = 21.55 \text{m}/\text{日}$$

$$30 \text{m} \div 21.55 \text{m}/\text{日} = 1.39 \text{日}$$

④ 埋戻 (1 スパン30m 当り)

人力埋戻

特殊作業員を 2 人として 100m³/日

(H2.28m × W1.4m × L30m)

$$\div 100 \text{m}^3/\text{日} = 0.96 \text{日}$$

⑤ 土留引抜き (1 スパン30m 当り)

1 日当り引抜き延長

$$7.0 \text{hr} \div (0.68 \text{hr}/3 \text{m}) = 30.88 \text{m}/\text{日}$$

$$30 \text{m} \div 30.88 \text{m}/\text{日} = 0.97 \text{日}$$

⑥ 砂基礎 (1 スパン30m 当り 11.60m³)

人力作業

普通作業員を 2 人とし 9.0m³/日

$$11.60 \div 9.0 = 1.29 \text{日}$$

1 スパン30m 当り供用日数 (表—4 参照)

表—4 1 スパン 30m 当りの供用日数

工種	1	2	3	4	5	6	7	30m 当り	供用日数
a ₁ 掘削及び土留工	—							一連作業	1.36 ^日
a ₂ 砂基礎	—							a ₁ の½工程で着手	0.65
a ₃ 管布設			—					a ₂ 完了後着手	1.39
a ₄ 埋戻			—					a ₃ の½工程で着手	0.48
a ₅ 土留引抜き			—					a ₄ の½工程で着手	0.49

$1.36 + 0.65 + 1.39 + 0.48 + 0.49 = 4.37$ 日
 転回回数
 $126\text{m} \div 30\text{m}/\text{回} = 4.2$ 回
 供用日数

$4.37\text{日} \times \frac{30}{20} \times 4.2\text{回} = 27.53$ 日

3) 日施工可能量と現場条件

施工ケ所の現場は葉栗郡木曾川町の中心部で用水路沿線は図-6のように巾員6m程度の道路両側には商店、住宅が建込み、車輛交通が多い。特にスーパーマーケットに接する区間は車の出入がはげしく、適当な迂回路もないことから通行止も不可能な現場である。

工事は町民の要望及び道路管理者との事前協議の結果、スーパーに出入する客の少ない時間帯を調査し又、非常時の工事の中止と作業機械の撤去を条件として同意を得た。なお夜間は事故防止のため全線埋戻すことが条件となった。

工事可能時間は午前9時～午後3時までとな

り、この間に掘削、土留のたて込み、配管から土留の引抜きまでの施工可能量を検討すると、おおむね7m (φ500mm×6m 塩化ビニール管1.2本)が作業限度となるが、管割の関係から、作業員の増による連続作業とし、日施工量を12m (φ500mm×6m 塩化ビニール管2本)として着手した。

4) 工事の施工

工事着手前及び工事中も地元住民及びスーパー経営者との連絡を密にし、非常時の対応策の打合せを行い、住民の理解を得ながら実施した結果、当初予想されたスーパーの営業補償の問題も出ずほぼ計画どおり施工できた。

特に心配されたことは、土留パネルの引き抜きによる掘削面と地山部の境の転圧であったが、鋼矢板施工でみられる地山部の亀裂、沈下も発生せず6ヶ月経過した現在、住民からの家屋被害の申出もなく、本工法の採用は適切であったと思われる。

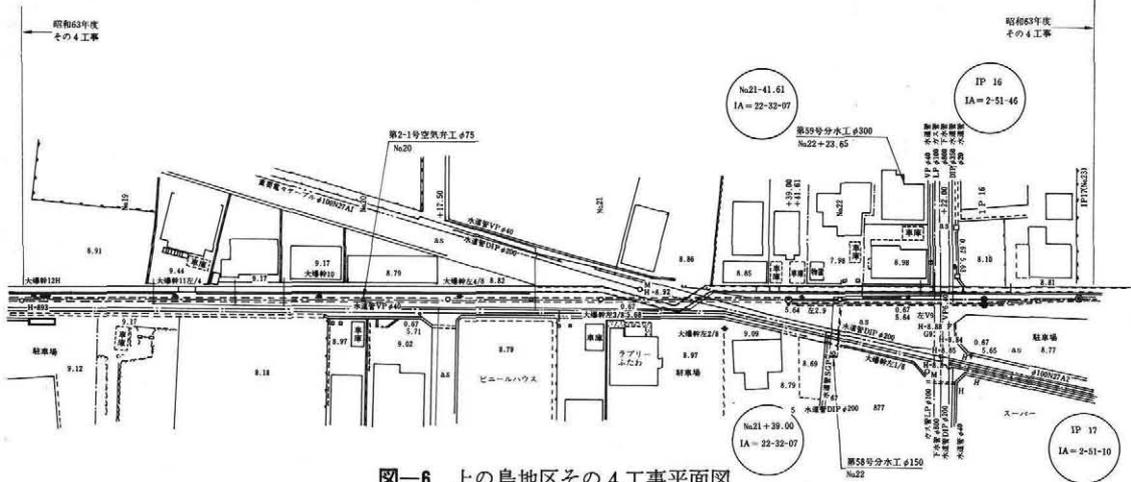


図-6 上の島地区その4工事平面図

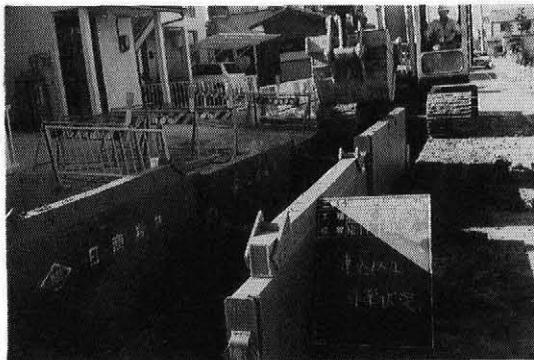


写真-1 建込み状況

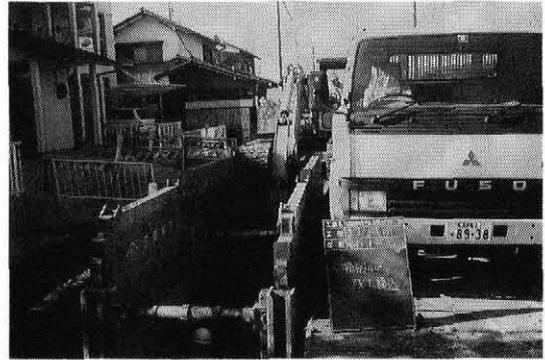
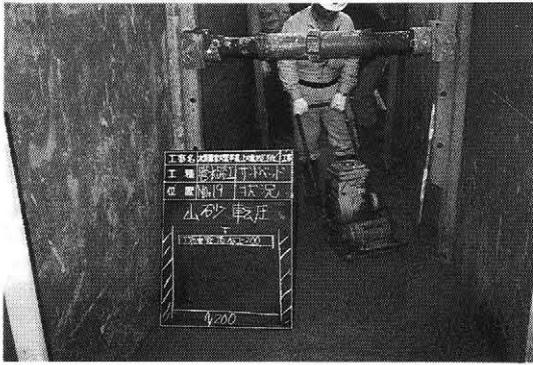
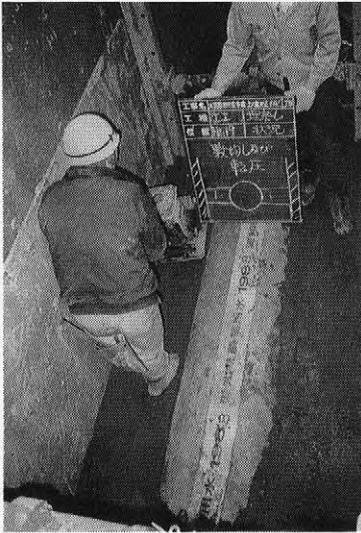


写真-2 掘削及び土留状況



写真—3 砂基礎施工及び転圧状況



写真—4 管布設及び転圧状況

7. 今後の工事施行上の問題点

本地区では昭和61年度からたて込み土留工法を採用しているが、工事施工上、他の土留工法と比

較すると次のような問題が考えられるため施工現場条件を充分検討した設計施工が望まれる。

- 1) 地下埋設物（水道管、ガス管等）が多い場合は施工が困難であり他の工法との併用を考慮する必要がある。
- 2) 屈曲部及び曲線部の施工は他の工法の併用も検討する必要がある。
- 3) パネル厚が鋼矢板に比し厚いため引抜き時に入念な埋戻転圧が要求される。

8. あとがき

住宅密集地での管水路工事の検討課題としては、工事の安全性、隣接家屋及び建造物への被害防止、工事費の低コスト化、工事工期の短縮があげられる。

管水路工事における土留工法は地質の状況、掘削の規模、施工条件などにより各種工法が採用されているが、本地区も事業計画時点から各種工法の検討をしてきた。いずれの工法も決定要因の乏しい中で、下水道事業での実績資料を参考にして「たて込み簡易土留工法」を昭和61年度より $\phi 1,350\text{mm}$ の大口径から $\phi 500\text{mm}$ の小口径までの管布設の土留工法として実施した。

本工法は湧水処理の方法、軟弱地盤地域では検討を要するが、本地区の管水路工事では施工性、経済性、騒音振動の点から非常に有利な結果を得た。

参 考 文 献

- 1) たて込み簡易土留：積算マニュアル（昭和62年）
- 2) たて込み簡易土留設計施工指針（昭和63年）
たて込み簡易土留協会

排水路における鉄筋コンクリート大型 フリームの設計・施工例

増 田 清*

目 次	
I はじめに.....	79
II 計画の概要.....	80
III 排水路型式・構造の決り方.....	80
IV 設計概要.....	81
V 施工方法.....	82
VI おわりに.....	84

I はじめに

排水路の整備は、水田農業の確立を図るため不可欠であり、特に整備の遅れている中山間地域においては、今後益々整備に対する要求が増大するものと思われる。

現在、排水路の設計に関し「土地改良事業計画設計基準・設計・水路工（その1）」及び「土地改良事業標準設計・第6編排水路（解説書）」によると、開水路の場合その断面決定は設計流量を対象とし、二面ライニングの複断面を原則としている。ただし、小流量の場合、市街地等で用地取

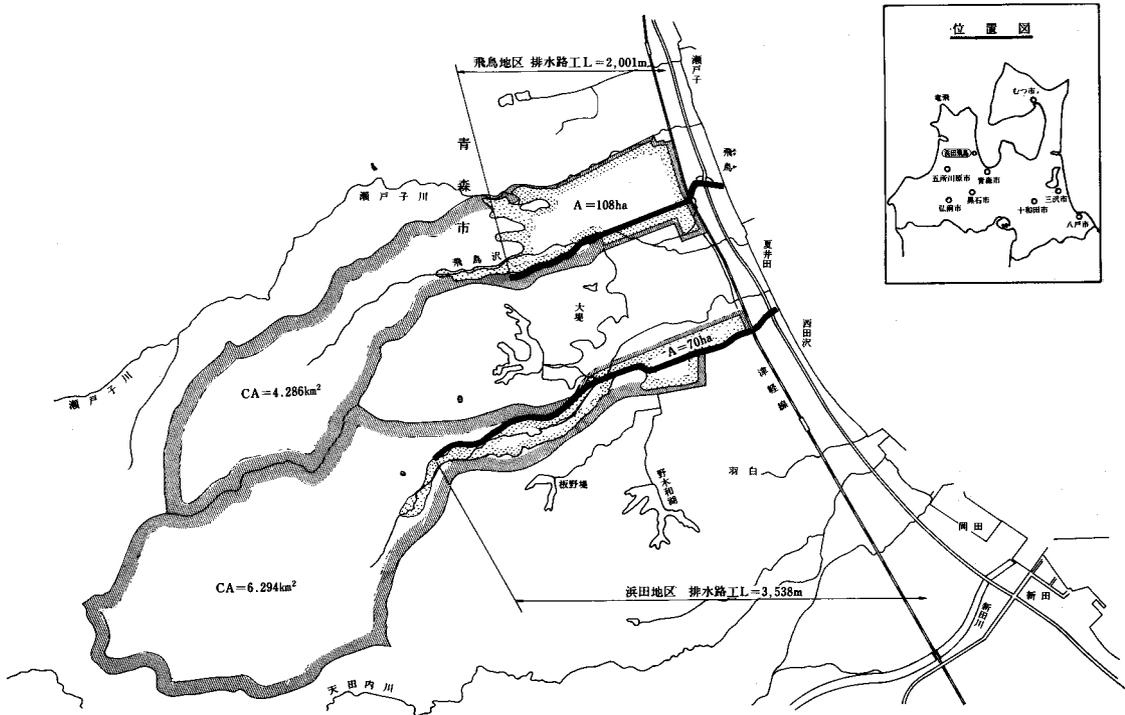


図-1 浜田・飛鳥地区計画一般平面図

* 青森県東青土地改良事務所

得の困難な場合、及び中山間地等の急勾配水路については比較検討のうえ単断面方式とすることができるとなっている。

本報告では、今後整備の増大が予想される中山間地域の排水路の断面決定にあたり、標準設計のただし書を適用し、鉄筋コンクリート大型フリームで実施した設計・施工例を紹介する。

II 計画の概要

県営水田農業確立排水対策特別事業の浜田及び飛鳥地区の受益地域は、青森市北部に位置し、中山山脈を後背地にして前面が陸奥湾に面した面積 $A = 178\text{ha}$ の水田地帯である。

現況幹線排水路は、断面狭少のうえ蛇行が著しく、未整備水田等の条件が加わり、地域全体が排水不良となっている。

このことから計画では、県営水田農業確立排水対策特別事業2地区により幹線排水路を整備し、あわせて県営は場整備事業で末端整備を一体的に行うことにより、排水条件を改良し転作の定着化を促進するとともに水田農業の確立を図るため、

表-1

項目	地区名	
	浜田地区	飛鳥地区
排水路延長(m)	3,538	2,001
受益面積(ha)	70	108
事業費(千円)	426,000	223,000
着工年度	昭和60年度	昭和60年度
完了予定年度	平成2年度	平成元年度

昭和60年度から実施し平成2年度完了予定である。

III 排水路型式・構造の決定方法

1 適用範囲

は場の排水条件を支配する役割を担っている基幹的な排水路のうち、下記の条件を全て満足する排水路に適用する。

- (1) 設計流量が $10\text{m}^3/\text{s}$ 以下の小流量である
- (2) 現況勾配が $1/300$ 以上の急勾配地域である
- (3) 土質が砂質土又は、砂質ロームである

2 設計の基本方針

排水路設計にあたってその断面形は、設計流量と常時排水量に対し検討し、水理的・構造的に安全で、かつ経済的な設計となるよう下記の基本方針を定めた。

- (1) 通水断面の計算方法は、最大許容流速法とする。
- (2) 現況勾配が $1/300$ と急勾配地域であり、土質が砂質ロームで洗掘崩壊のおそれがあるため、二面ライニングは、比較から除外する。
- (3) $1/2$ 流量ライニングの複断面水路を原則とする。ただし、経済比較の結果単断面が有利な場合は単断面とする。
- (4) 経済比較は、ライニング費、土工費、用地費、落差工、暗渠工の水路全体の工事費で比較する。
- (5) 最大許容流速の制限は、常時排水量 ($Q1/2$) の場合ライニング部に適用し、設計流量 ($Q1/10$) に対しては複断面上部の土水路部に適用する。

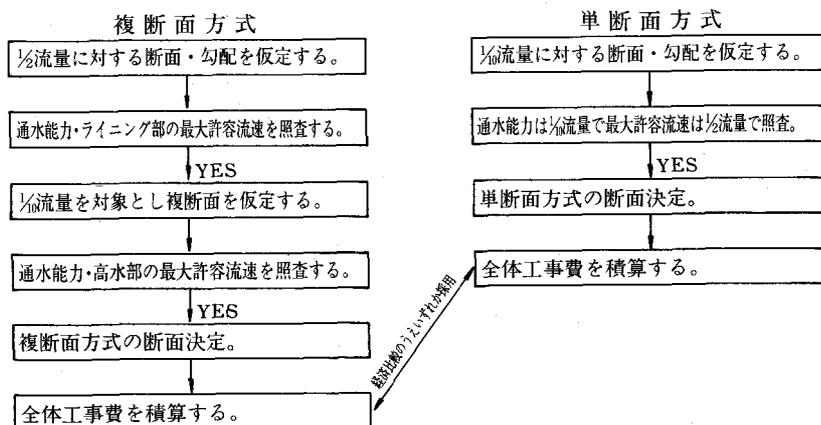
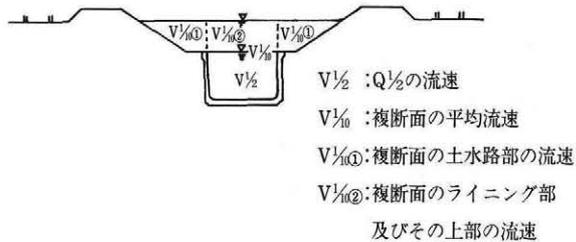


図-2 設計手順

表-3 排水路断面の比較検討

設計条件		流量	単断面(実施中)				複断面(高水部の流速0.50m以下)				
地区名	設計諸元	Q1/10	水路型式	I	V1/10	WH1/10	水路型式	I	V1/10	WH1/10	V1/10①
		Q1/2	B×H	n	V1/2	WH1/2	B×H	$\frac{n_1}{n_2}$	V1/2	WH1/2	V1/10②
浜田	$\frac{m^3}{s}$	9.104	大型水路	1/300	$\frac{m}{s}$ 3.000	1.150	大型水路	1/650	$\frac{m}{s}$ 2.148	1.335	$\frac{m}{s}$ 0.488
		4.847	2.70×1.20	0.014	2.514	0.738	2.80×1.00	$\frac{0.030}{0.014}$	1.890	0.916	2.372
飛鳥		5.085	大型水路	1/300	2.591	1.131	大型水路	1/650	1.788	1.319	0.476
		2.730	1.80×1.20	0.014	2.220	0.717	1.80×1.00	$\frac{0.030}{0.014}$	1.655	0.916	2.049

凡例



2 設計型式・構造

前項Ⅲで述べた型式・構造の決定方法のもとに浜田地区及び飛鳥地区の排水路の検討を行った。その結果は図-3、図-4に示す水路断面に決定した。

3 比較検討資料

本地区の断面決定にあたり、比較検討した結果は、下表及び下図のとおりである。

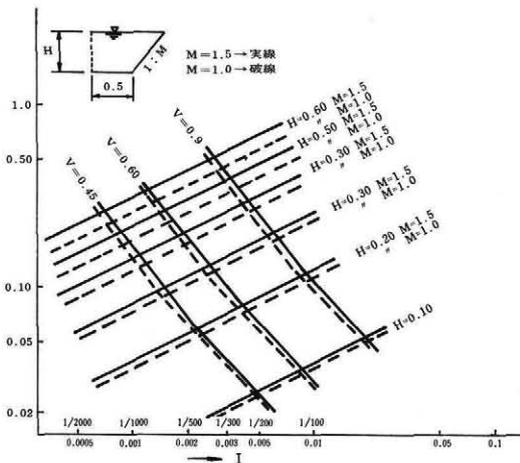


図-5 台形断面 I-Q 図表

V 施工方法

排水路に鉄筋コンクリート大型フリームを使用するにあたり、下記のことを施工上留意した。

(1) 排水効果を高め、フリームの浮き上がり防止を図るため、底版・側壁とも目地を施工しない。

(2) 砂質土系の土質の地区は、目地を施工しないため、背面土の吸出しを防止する必要から吸出防止材を側壁に設置する。

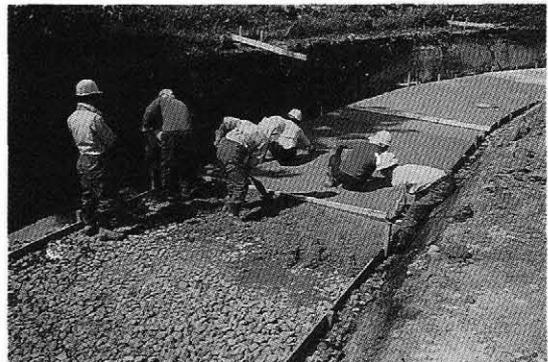


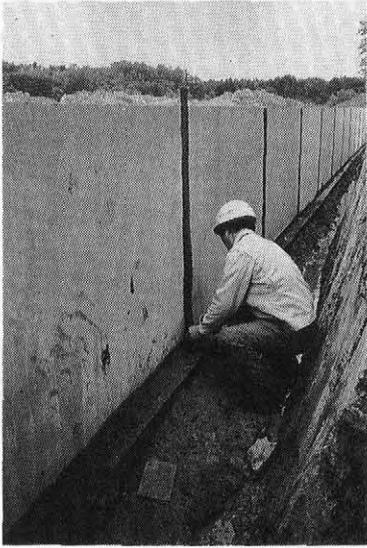
写真-1 基礎施工状況

表-4 浜田地区経済比較

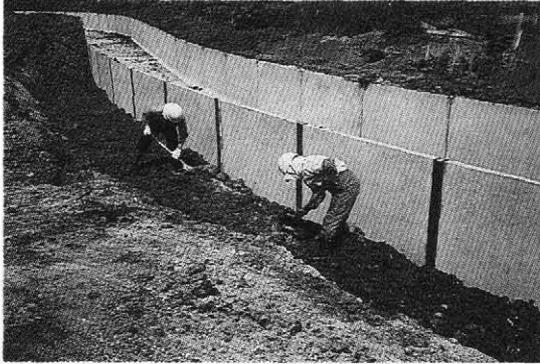
工種	単断面方式					複断面方式					増減 (A)-(B)
	品名	規格	数量	単価	金額(A)	品名	規格	数量	単価	金額(B)	
土工			1,000m	6,914円	6,914千円			1,000m	8,000円	8,000千円	△ 1,086千円
ライニング	大型水路	2.70m×1.20m	984m	42,055	41,382	大型水路	2.80m×1.00m	934m	35,832	33,467	7,915
落差工	現場打	H=0.60m L=10.00m	(1ヶ所) m 10	150,000	1,500	現場打	H=0.60m L=15.00m	(4ヶ所) m 60	150,000	9,000	△ 7,500
暗渠工	ボックスカルバート	2.70m×1.50m	(1ヶ所) m 6	180,000	1,080	ボックスカルバート	3.20m×1.50m	(1ヶ所) m 6	220,000	1,320	△ 240
小計					50,876					51,787	△ 911
諸経費					21,368					21,751	△ 383
計					72,244					73,538	△ 1,294
用地買収費			—	—	—			1,000m ²	2,200	2,200	△ 2,200
合計					72,244					75,738	△ 3,494

表-5 飛鳥地区経済比較

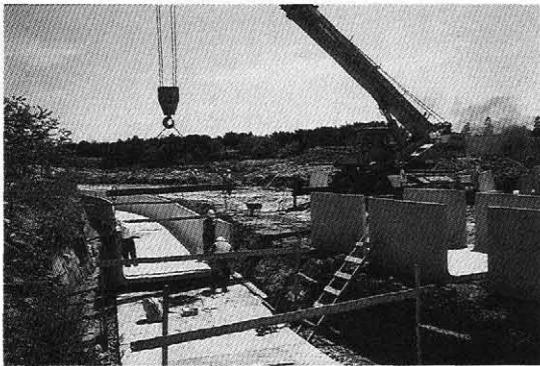
工種	単断面方式					複断面方式					増減 (A)-(B)
	品名	規格	数量	単価	金額(A)	品名	規格	数量	単価	金額(B)	
土工			1,000m	5,520円	5,520千円			1,000m	6,500円	6,500千円	△ 980千円
ライニング	大型水路	1.80m×1.20m	984m	33,053	32,524	大型水路	1.80m×1.00m	934m	27,395	25,587	6,937
落差工	現場打	H=0.60m L=10.00m	(1ヶ所) m 10	100,000	1,000	現場打	H=0.60m L=15.00m	(4ヶ所) m 60	100,000	6,000	△ 5,000
暗渠工	ボックスカルバート	1.80m×1.50m	(1ヶ所) m 68	80,000	480	ボックスカルバート	2.20m×1.50m	(1ヶ所) m 6	100,000	600	△ 120
小計					39,524					38,687	837
諸経費					16,600					16,249	351
計					56,124					54,936	1,188
用地買収費			—	—	—			1,000m ²	2,200	2,200	△ 2,200
合計					56,124					57,136	△ 1,012



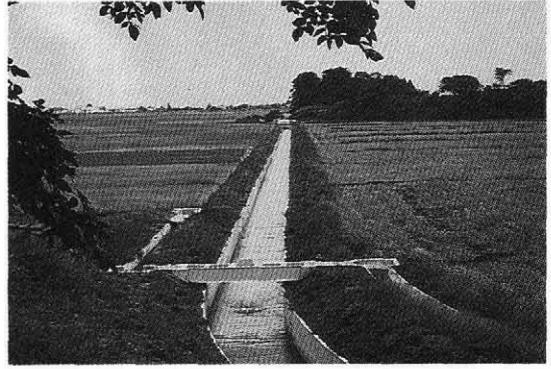
写真—2 吸出防止材取付状況



写真—3 埋戻し状況



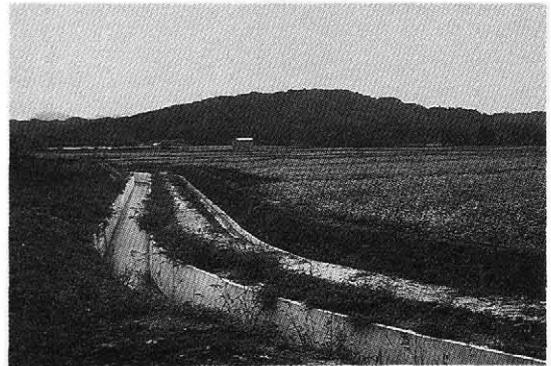
写真—4 大型フリューム布設状況
(浜田排水路)



写真—5 完 成 (浜田排水路)



写真—6 大型フリューム布設状況
(飛鳥排水路)



写真—7 完 成 (飛鳥排水路)

VI おわりに

排水路の設計にあたり、設計基準及び標準設計により行うことを原則とするが、本地区のような小流量・急勾配地において二面ライニング型式とした場合、水路底の洗掘崩壊を防止するためには設計勾配を相当緩くする必要が生じ、結果的に余剰落差解消のため落差工等の工事費の増加につな

がる。

また、三面ライニング複断面水路の場合、複断面部の土質により流速が制限され、比較検討すると本地区のように単断面ライニング水路が経済的なケースも想定される。

鉄筋コンクリート大型フリュームは、施工の容易なこと、均一な品質が得られること、及び工期

の短縮が図れることから従来用水路に多く使用されてきたが、本地区においてはその利点を生かし排水路に採用したものである。

参 考 文 献

- 1) 土地改良事業計画設計基準設計水路工 (その1)
- 2) 土地改良事業標準設計第6編排水路 (解説書)

農業開発・地域開発の総合建設コンサルタント

土と水 をデザインする……豊富な経験と優れた技術



株式会社 三祐コンサルタント

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

本社	〒460 名古屋市中区錦2丁目15番22号(協銀ビル)	TEL(052)201-8761(代)
東京支社	〒104 東京都中央区八重洲2丁目2番1号(大和銀行新八重洲口ビル)	TEL(03)274-4311(代)
支社技術部	〒107 東京都港区赤坂2丁目3番4号(ランディック赤坂ビル)	TEL(03)586-7341(代)
海外事業本部	〒107 東京都港区赤坂2丁目3番4号(ランディック赤坂ビル)	TEL(03)584-2101(代)
仙台支店	〒980 仙台市上杉1丁目6番10号(仙台北辰ビル)	TEL(0222)63-1857(代)
九州支店	〒860 熊本市紺屋今町1番23号(興亜火災熊本ビル)	TEL(096)354-5226
札幌支店	〒060 札幌市中央区北三条西3丁目(札幌大同生命ビル)	TEL(011)222-3121
四国事務所	〒780 高知県高知市南久万	220-12 TEL(0888)24-4425
中国事務所	〒701-02 岡山県岡山市大福	529-6 TEL(0862)82-6351
青森営業所	〒030-02 青森市大字新城字山田	589-28 TEL(0177)88-3793
技術研究所	〒478 愛知県知多市八幡字中嶋	121番地 TEL(0562)32-1351

県営かんがい排水事業杉安地区鉄筋コンクリート大型 フリューム水路の設計施工について

黒木 信吾* 飛松 二郎*
芝崎 敏之*

目 次

1. はじめに.....	86	3. 鉄筋コンクリート大型フリュームの検討.....	87
2. 杉安地区周辺の概要.....	86	4. あとがき.....	89

1. はじめに

最近の農業をめぐる情勢は、米をはじめとする農畜産物の需給の不均衡、価格の低迷、農産物輸入自由化への圧力など、諸問題が生じており、地域農業における新たな対応が求められている。

本県では、第三次農業振興長期計画(後期計画)に基づいて「地域農業の振興と活力ある農村の創造」を基本目標に「暖地営農村づくり」など、総合的な施策を展開するとともに、この計画を達成するため「新ひむかサンシャイン農業運動」を積極的に推進しているところである。

本事業は、このような農業情勢の中で実施される土地改良事業であることから、創意工夫による低コスト工法を検討することにより、事業費単価の抑制等について積極的に取組むこととし、地域の条件に応じたコンクリート二次製品の活用を図るという方針で各製品メーカーに、経済的な工法や新資材等について照会した。

この結果、鉄筋コンクリート大型フリュームの目地の構造等について従来型を工夫し改良することによって、採用が可能となってきた。そこで現場打鉄筋コンクリートフリューム水路に比べて、工期の短縮が出来、経済的である鉄筋コンクリート大型フリュームを採用することとなった。

2. 杉安地区周辺の概要

当地区のある西都市は、宮崎県のほぼ中央、宮

崎市の北西約26kmに位置し、農業を基幹産業とした、耕地面積約4,400haを有する広域な農山村地帯である。周辺の高台は、茶臼原・西都原・長園原・三財原と呼ばれ、中でも西都原は古墳群で全国的にも有名で、約350基の前方後円墳・方墳・円墳などがある。このうち男狭穂塚と、女狭穂塚の二基は九州最大の規模を誇る。このほかに奈良時代の創建で、木喰上人の彫った五智如来像の安置されている国分寺などがあるように、長い歴史に育まれた地域である。

一方、農業では恵まれた気候と地形を利用し、ハウス栽培による極早生みかんや、ピーマンの促成栽培が盛んで、特にピーマンは日本一の生産量を挙げている。さらに広域農道が一部完成し、日向市から京浜、京阪神地方を結ぶ大型フェリーの就航によって、大量輸送が出来るようになってからは、集出荷物施設の整備と併せて、集団化による生産が一層盛んとなってきている。なお、当市での土地改良事業は、農業人口の減少や零細な農業経営に対して、規模拡大・企業的農業を展開するために土地利用の高度化を目標としており、国営かんがい排水事業綾川地区の畑地かんがい及び国営一ツ瀬川農業水利事業の完了に引き続き、農業基盤整備パイロット事業、ほ場整備事業及び農道整備事業等が現在進捗中である。また、これらの事業推進と併せ、受益地区内では水田農業確立排水対策特別事業も完了間近となっており、水田の汎用化と高度利用による優良農地の確保が着々と進んでいる。

* 宮崎県児湯農林振興局

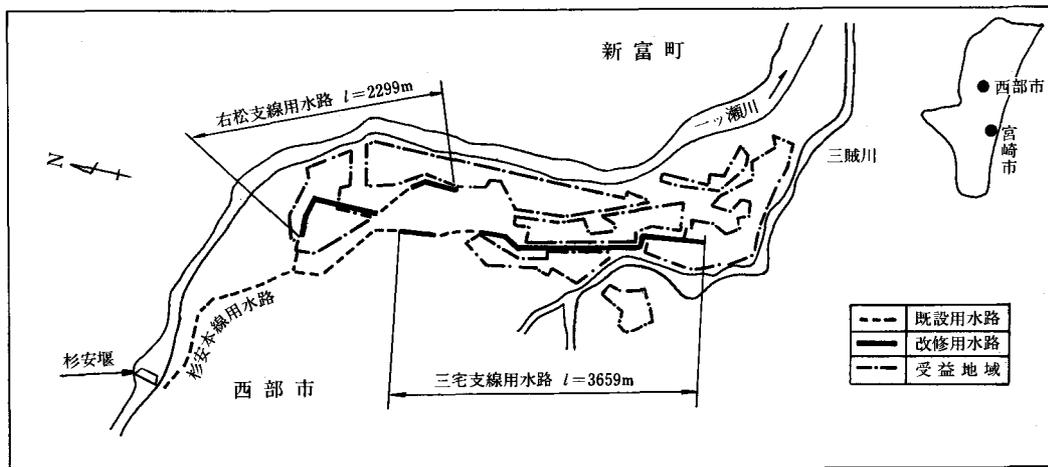


図-1 杉安地区一般計画図

杉安地区は、東は三賊川本流、西は西都原台地に面しており、東西0.5~1.0km南北約10km標高10~20m程度の細長い沖積平野に広がる水田地帯である。この地区の開発の歴史は約270年前に遡り、西暦1721年頃、児玉久右衛門翁により開田事業として井堰（杉安堰頭首工）並びに用水路が開設された。その後、昭和8年県営排水改良事業として、頭首工と本線用水路の一部が改修され、右松、三宅両支線用水路が、昭和26年~30年にかけて改修され現在に至っている。

しかし、近年その用水路も老朽化が進み漏水が甚しく、水不足を生じている状況であり、特に付帯施設のゲート及びサイフォンにおいては、機能低下が著しい。このような状況の中、用水確保と維持管理に多大の労力を要してきていることから、改修整備することにより、農業経営の安定を図ることとなった。

受益面積498ha、受益者数716人のこの事業の総事業費は4億9千万円であり、昭和62年度に同意率100%で採択された。なお改修計画は、右松支線用水路2,299m、三宅支線用水路3,659m計5,958mであり、現在進捗率53%で、平成3年度完了予定である。

3. 鉄筋コンクリート大型フリームの検討

1) 導入の経緯

62年度の全体実施設計書の作成にあたり、コンクリート既成品の使用が出来ないか、各方面から検討を加えたが、漏水対策がクリアできなかった

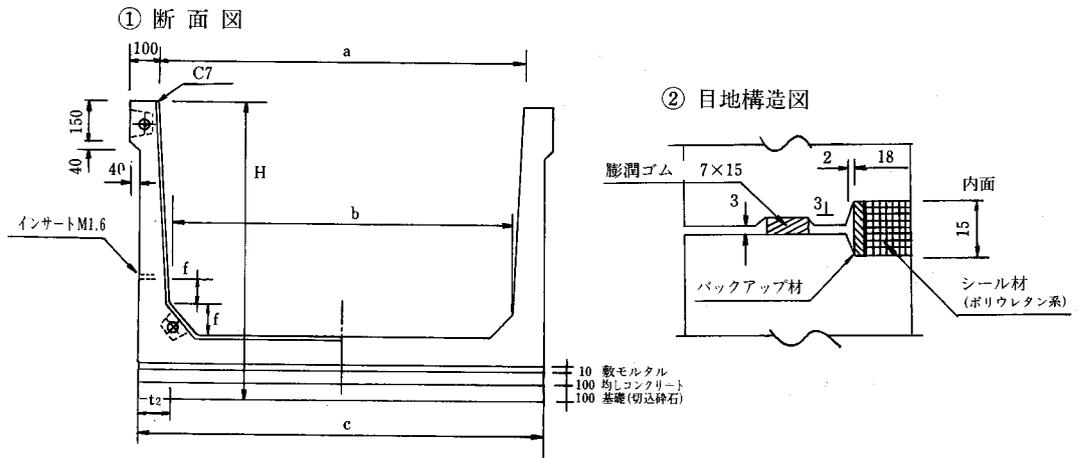
ので、その時点では、現場打鉄筋コンクリートフリーム水路（標準設計）とし、継目は止水板と、エラストイトを使用する工法で承認された。

しかし、九州南部地域は地震が多く、又気温差も大きいことから、1スパンを9m間隔としても長期的には、中央部付近にクラックが発生したり、継目が破損するおそれが残されていた。

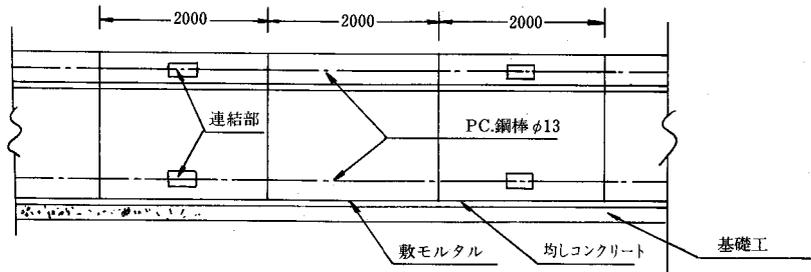
これに対し鉄筋コンクリート大型フリームでは、継目の構造上漏水の発生が必至であり、排水路には使用出来るが、用水路には使用できないものであった。そこで、63年度より事業を実施するにあたり、継手の構造を改良することで、地震及び不等沈下と気温差による伸縮による、目地離れを防止することの出来る工法を再検討することにした。

まず継目の構造のうち、目地間隔を決定するに当たって、既に市の工事で施工した断面1300×800の鉄筋コンクリート大型フリームを選び、現地で伸縮調査を行った。その結果、温度差が12度に対し、伸縮量は1.17mmであり、施工性を考慮した上で3mm±1mmとした。

漏水が発生すると、農作物（ピーマン等）に多大の被害を及ぼす恐れがあるため、この対策には特に慎重を期し、前面目地と中目地の二重目地工法を採用することにした。使用材料も厳選し、中目地には膨潤ゴム系の止水材を用い、その前面目地には、耐水性・耐熱性・耐候性に優れ長期にわたり気密性・水密性を保持できる材料として、ポリウレタン系シーリング材で充填することにし



③ 側面図 (3本がー組となる)



④ 鋼棒連結部 (側壁天端部)

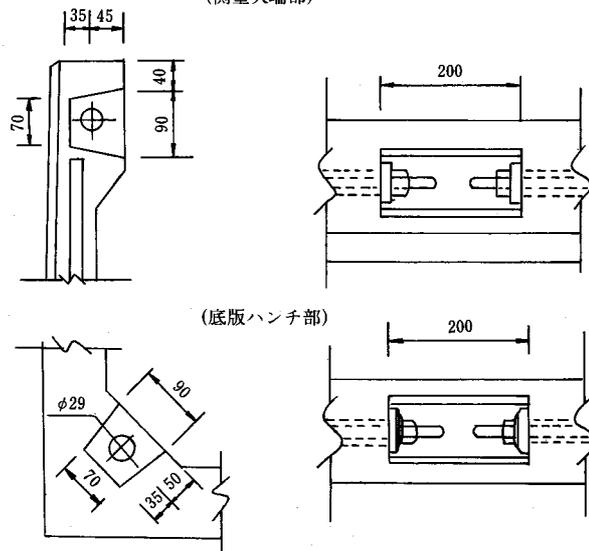
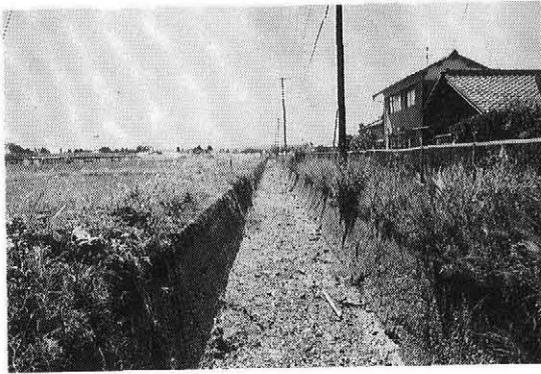
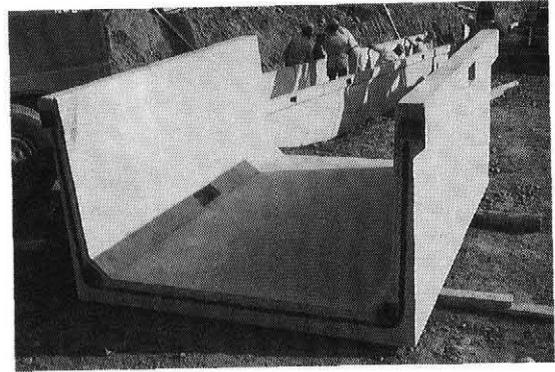


図-2 鉄筋コンクリート大型フレームの構造図



写真一 既設用水路

骨材が露出しておりクラックもはいるり漏水している。



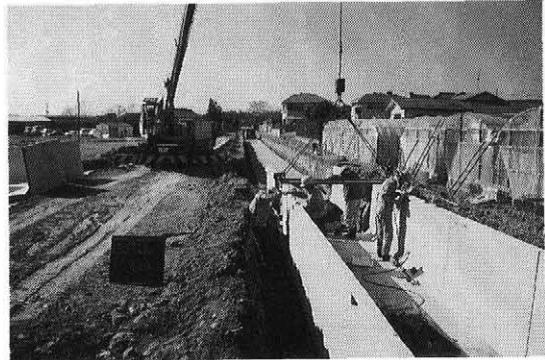
写真三 水路本体

(大型フリューム)
800×1,300mm



写真二 完成後の用水路

$Q=1.72\text{m}^3/\text{sec}$
勾配 1/1,890
1.90×1.10m



写真四 施工中

クレーン車による吊上げ施工状況

た。これには、後の維持管理においても補修が簡単に行えるという利点もある。

更に地震及び不等沈下による継目の離脱を防止するため、ボルトによる連結方式で施工し一体化することにした。

カーブ施工についても、 $R=5\text{m}$ までは工場にて切断加工出来るため、現場に応じた施工が十分可能となっている。

2) 設計と施工

水理計算においては、粗度係数の値として規格値の 0.014 を採用することにより、現場打コンクリートフリューム水路と比較すれば、0.001 の違いにより施設断面縮少が可能となった。また、その製品断面決定については最小部材厚を 7cm とし設計荷重は、農道が狭く大型車が通行しないため 14t で構造計算を行っている。

路線は水田より高い位置を通過しているため、

地下水による浮上の恐れもなく浮力に対しては、特に考慮していない。

基礎工については、既設路線を通過するため軟弱地盤のおそれもないので、基礎砂利 10cm、均しコンクリート 10cm を施工すればよく、この上に敷モルタルを敷いた後布設する。布設に当っては、1本当りの重量が、1400kg から 2400kg と重く、通常はトラッククレーンで施工しているが、作業スペースの状況によっては、フォークリフトで運搬し据付することも可能である。実施工程においては製品の搬入と同時に施工が出来るため、計画的に搬入することにより工程管理が容易となる。また、施工性も抜群であり、出来形も非常にきれいで安定している。

4. あとがき

当地区は地震多発地帯であり、温度差も大きく

従来型の鉄筋コンクリート大型フリーームでは、継目が破損する可能性がある。これを防止するため、二重目地及びボルト締めによる漏水防止対策を行った。また当初計画された、現場打コンクリートフリーーム水路と比較した場合、粗度係数が小さくなることから、施設断面の縮少を図ることが出来、工期の短縮も可能となって工事価格が安

価となることや、事業の早期完成による借入金の減少、経済効果の早期実現など地元負担の軽減につながる利点が多い。

当事業では、創意工夫による低コスト工法を導入することができ、これがこれからの農業経営の安定につながるものと確信しているものである。

電業社ポンプ



茨城県農地部鶴舞揚水機場
1,000ℓ PF-GM斜流ポンプ



株式会社 電業社機械製作所

本社 東京都大田区大森北1丁目5番1号
大森東京海上ビルディング
電話 東京(298) 5115
支店 大阪・名古屋・九州・東北・中国四国
営業所 札幌・金沢・横浜・静岡・三重・山口・高松
沖縄

農地開発事業ダム付替道路工事に伴う 補強土壁工について

佐藤 俊孝* 及 川 武 美*

目 次

1. はじめに.....91	4. 施 工.....95
2. 補強土壁工の概要.....91	5. 施工管理.....95
3. 設 計.....92	6. おわりに.....96

1. はじめに

岩手県の沿岸北部、北緯40度東端に位置する普代村は、陸中海岸国立公園の中にあり、リアス式海岸が特に有名な地である。漁業が盛んであり、農業については雑穀主体の零細な畑作経営が営まれており、平坦な山林原野が未開発のまま残されている状況ではあるが、北上山地特有の深い渓谷を利用したダム建設により農業用水を確保するとともに、畑作の一大地帯を拓く農地開発事業が今、着実に進んでいる。

近年、盛土や土留め等にジオテキスタイルを用いた工法が多くの実績を残してきているが、その中でも補強土壁工法（テールアルメ工法）は高い垂直盛土が可能であり、用地、地形及び工事工期等

に制限を受ける場合は、非常に有効な工法である。

ここでは、農地開発事業の中の、普代ダム（コンクリート重力式、貯水量1,100千 m^3 ）建設のため山岳河川（大沢川）沿いに設置した付替道路建設工事において実施された補強土壁工の設計・施工について報告する。

2. 補強土壁工の概要

2-1 施工規模

補強土壁工の施工規模は表-1に示すとおりである。

2-2 補強土（テールアルメ）壁工法の特徴

土木構造物の安定性を確保するために、剛な擁壁・杭・ケーソンなどマッシブな構造物を用いず、土の中に別な部材（補強材）を敷設して、土

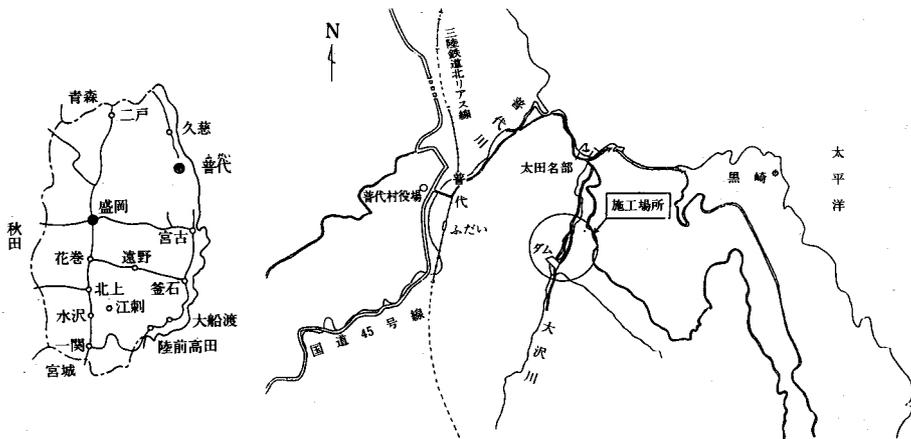


図-1 施工位置図

* 岩手県久慈地方振興局土地改良課

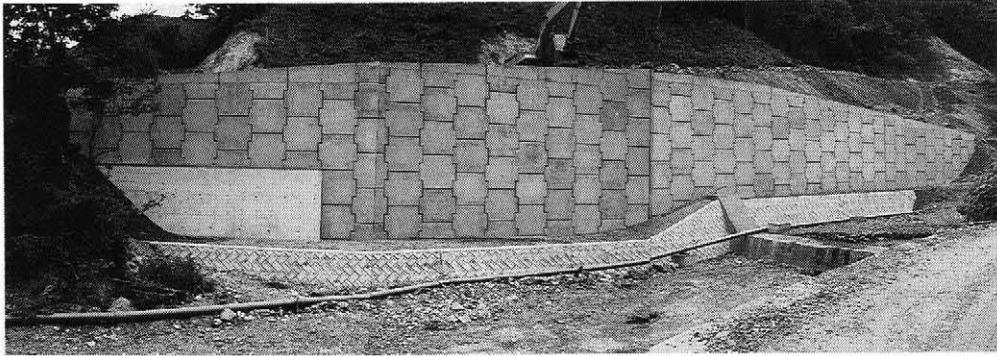


写真-1 テールアルメ完成

表-1 補強土壁工の施工規模

	1号テールアルメ	2号テールアルメ
補強土壁延長	L = 62.2m	L = 89.5m
面積	A = 419.4m ²	A = 747.7m ²
最大高	H = 8.98m	H = 14.23m
ストリップ長	L = 5.102m (5.0~8.0)	L = 15.021m (5.0~12.0)

と補強材との相互作用によって、土塊全体の安定性や強度を高める盛土工法の1つである。

粘着力のない土粒子（砂、礫）のできた盛土中に、抗張力の大きい補強材（ストリップ）を敷設し、補強材と土粒子との間に働く摩擦力により、盛土材が本来有しているせん断抵抗力にあたかも粘着力が加わったような材料となることを利用して、この補強材と土のこぼれ出しを防ぐための壁面材（スキン）とを連結させることにより、垂直なり面を形成する盛土工法であり、在来工法と

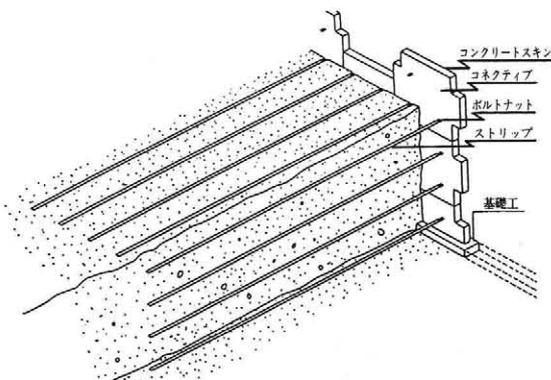


図-2 補強土壁構造

比較した場合、次の様な特徴をもつ。

- (a) 高い垂直盛土が可能である。
- (b) 比較的軟弱な地盤でも、設置が可能である。
- (c) 施工が容易で、工期が短縮できる。
- (d) 部材がすべて規格品であり、熟練工や特殊技術は不要である。
- (e) 品質管理が容易である。

3. 設計

3-1 施工地点の地形・地質の概要

1) 地形

補強土壁施工地点は、北上山地の太平洋に面する山岳地帯である。大沢川は、下方および側方浸食により、表層の新期火山砕屑物や段丘堆積物が削剥され、谷底には基盤岩が露出している。形成斜面は傾斜度30~40°と急峻である。

2) 地質

施工地点は、田老帯と呼ばれる中生層が分布しており、この層は、全体としてチャートが卓越している。チャートは、未風化のものは著しく硬質であり、細かい割れ目が発達しているが、断層に接近した部分は、破碎および風化作用を受けやすく、水を含むときわめて軟弱となる特徴がある。地山は弾性波速度でVP=0.2~0.3km/s, 0.4~0.6km/s, 0.8~1.9km/s, 2.1~2.3km/s, 以上の4ゾーンからなり、0.4~0.6km/sのゾーンがもっとも厚く（厚さ4m）覆っており、不安定な崖錐斜面を形成している。

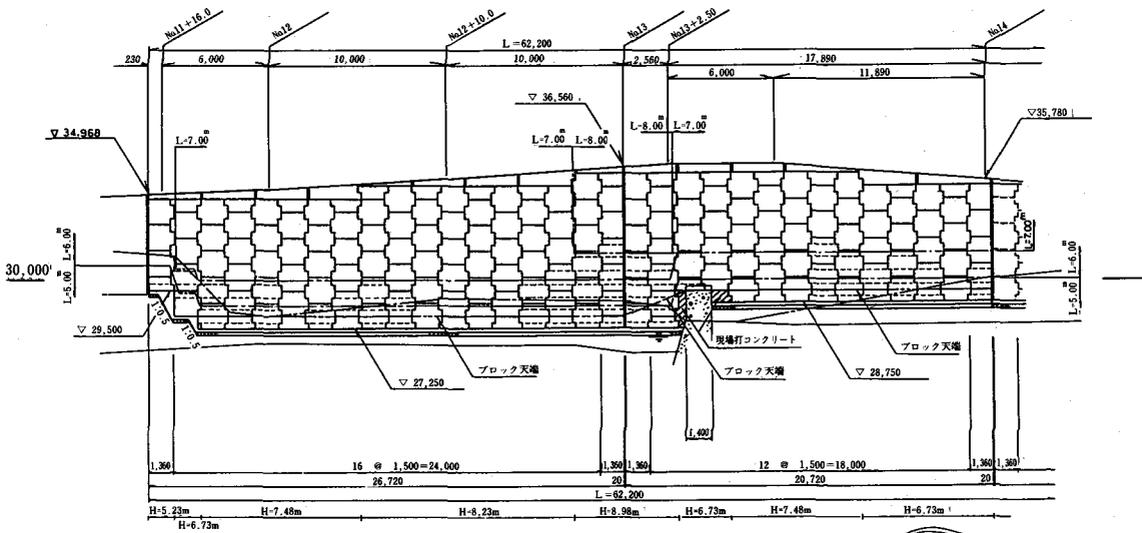
3-2 設計条件(第1号テールアルメについて)

- (a) 設計断面及び形状寸法は、図-3, 4に示す。

表-2 安定表 (補強土壁高さ H=9.0m)

段 階	最大引張応力度 σ_t (kg/cm ²)		最大せん断応力度 τ (kg/cm ²)		ストリップ	
	常 時	地震時	常 時	地震時	水平間隔 ΔB (m)	長さ L (m)
1~6	1,034	1,328	593	761	0.75	8.0
7~8	1,249	1,569	716	899	〃	7.0
9~10	981	1,212	562	695	0.5	6.0
11~12	1,129	1,378	647	790	〃	5.0

テールアルメ展開図



平面図

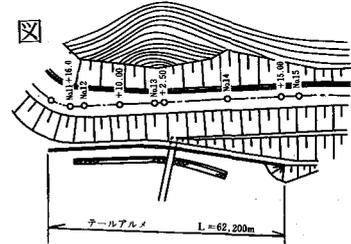


図-3 テールアルメ展開図. 平面図

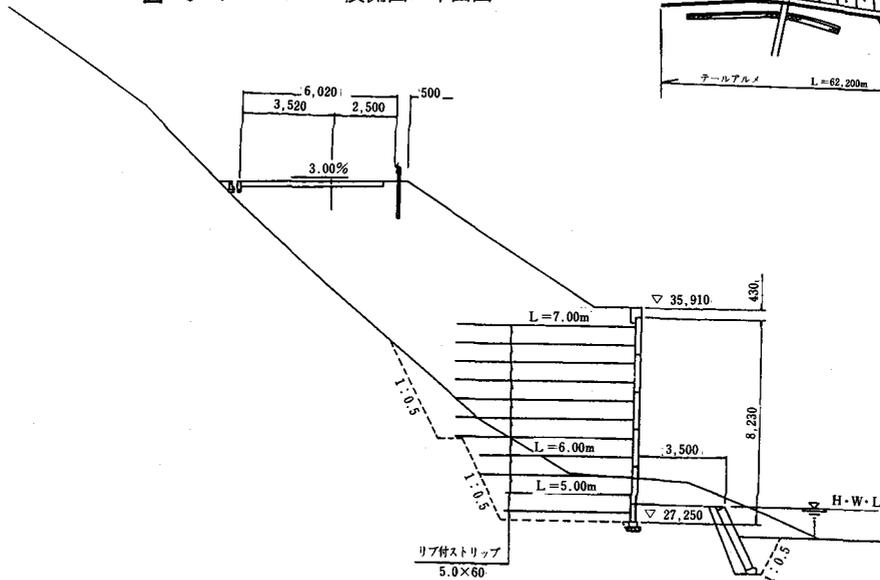


図-4 標準断面図

(b) 設計条件を下記に示す。

① テールアルメ壁高さ $H=9.00\text{m}$

② 盛土材

単位体積重量 $\gamma = 1.9\text{tf/m}^3$

内部摩擦角 $\phi = 30^\circ$

粘着力 $c = 0.0\text{tf/m}^3$

③ 上載荷重

活荷重 $qL = 1.0\text{tf/m}^2$

分布幅 $BL = 5.0\text{m}$

④ 設計水平震度 $Kh = 0.16$

⑤ 盛土材とストリップとの摩擦係数

$f(i) = 1.5 \sim 0.726$

(c) 計算結果

応力度安定表及びストリップ長さを表-2に示す。

3-3 盛土体の安定に対する検討

テールアルメ壁施工区間の地質は、弾性波探査による V_p 値に基づいて、その特性を推定した。

一般的なテールアルメ壁の標準根入深さにもとづいて基礎高を決定すると、テールアルメ壁を含む盛土は、 $V_p = 0.4 \sim 0.6\text{km/sec}$ の風土化(崖錐)上に設置されることになり、テールアルメ壁を含む盛土全体のすべり破壊に対する安定を検討確認する必要が生じた。

1) すべり破壊の検討方法

すべり破壊の検討にあたっては、補強材(ストリップ、 $E = 5.0 \times 60$)が盛土中に埋設されていることにより発揮される補強効果をどの様に反映させるかを検討した。検討は次の3つについて行った。

(a) ストリップが埋設させている範囲は、十分な補強効果が期待できるので、想定すべり円弧は

侵入しない。

(b) 想定すべり円弧は侵入するが、すべり円弧の後方にあるストリップの摩擦抵抗力を考慮し、これを抵抗モーメントに加算する。

(c) (b)と同様に、想定すべり円弧は侵入するが、テールアルメ盛土体内に、『見かけの粘着力 C' 』が存在すると考える。

このときの見かけの粘着力 C' は次式により求める。

$$C' = \frac{Rt}{4H \cdot 4B} \cdot \frac{\sqrt{Kp}}{2} \quad (\text{tf/m}^2)$$

Rt : ストリップの引張強さ

$$Rt = 2.50 \times Ag \quad (\text{tf})$$

Ag : ストリップの総断面積

$$Ag = 6.0 \times (0.5 - 0.1) = 2.4\text{cm}^2$$

$4H \cdot 4B$: ストリップの鉛直・水平間隔(m)

Kp : 受働土圧係数

$$Kp = \tan^2\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2}\right)$$

通常(a)もしくは(c)の方法を適用しており、(c)の方法でのすべり破壊の検討を行った。

2) すべり破壊の検討

弾性波速度 $V_p = 0.4 \sim 0.6\text{km/sec}$ の風化土(崖錐)が最も厚く堆積している地点における検討結果を示す。

計算結果は、図-5のように、 $F_s = 1.08$ と所定の安全率 $F_s = 1.20$ を大きく下まわり、何らかの対策が必要となった。

表-3

深 度	V_p 値 km/s	岩級区分	軟質区分	備 考
① 0.5~2.0m	0.2~0.3	土 砂	土 砂	土 砂
② 5~7m (最大層厚12m)	0.4~0.6	D 級	風化土及び土砂	土砂状(崖錐状)
③ 6.5~17.5m (最大層厚20m)	0.8~1.1	CL 級	軟岩 I	強風化
	1.2~1.9	CL~CM級	軟岩 II	中風化
④ 10.0~23.0m (最大層厚26m)	2.1~2.3	CM 級	中硬岩	弱風化

岩質: 珪岩 (Aグループ)

3) 対策工の検討

当地区のような斜面上で、しかも上記のような地質の基盤上に設置されるテールアルメ壁のすべり破壊に対する対策工の基本的考え方は次のとおりである。

- (a) テールアルメ壁の断面を大きくする方法
 - ① ストリップ長を延長する。(但し、背面掘削が可能な場合)
 - ② 根入れを深くして、良好な地盤上へテールアルメ壁盛土を設置する。
- (b) 不足抑止力を何らかの補助工法により補う方法
 - ① フレーム工+アンカー工
 - ② 深層杭
 - ③ 地方補強土工法

今回は、工期及び経済性から(b)の方法を除外し、(a)の方法を検討した。所定の安全率を得られるまでストリップを延長すると、背面掘削が過大になり、施工時の切土斜面(崖錐部)の安定を保つためには、さらにそのための対策工が必要となることから、軟岩I(CL層)の傾斜を考えると

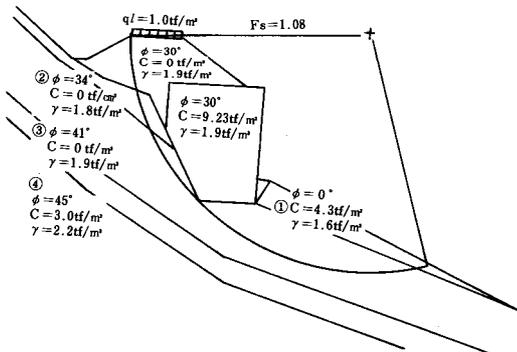


図-5 すべり破壊の計算結果

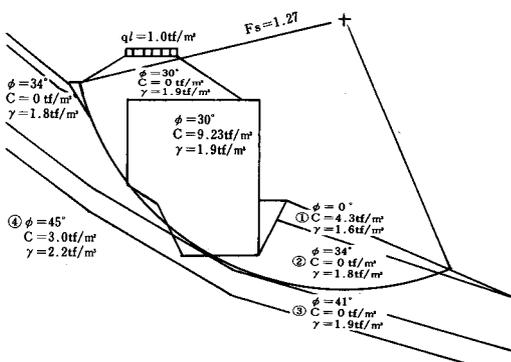


図-6 すべり破壊の計算結果

所定の安全率が得られるまで徐々に根入れを深くすることが最も有利であり、これを対策工とすることとした。

本稿では述べていないが、他のすべり破壊の検討結果においても、概ね、軟岩I層に $l=2.0\text{m}$ 程度侵入していれば、所定の安全率 $Fs=1.20$ を確保できたので、掘削時には、観察により軟岩Iを確認した上で施工を進めた。

4. 施工

テールアルメ盛土の施工は図-7に示す施工手順に従って行われる。施工には特殊な建設機械や、高度な施工技術・経験を有していなくても、盛土を構築できる。ただし、反面単純作業の繰返しであるため、入念な施工をしておかなければ、最終段階での盛土の外観、出来形寸法に影響を及ぼすことになるため、次の項目に留意した。

1) 掘削、整地

ストリップを敷設する基盤底面は、水平に掘削し、湧水の発生、流入水の有無を特に留意した。

2) 基礎

基礎は、仕上がり精度の良否、安定性、外観形状に大きな影響を及ぼすため、水平度に対しては十分に留意し施工した。

3) スキン組立、ストリップの敷設

スキンの垂直後、ストリップの水平の確保および凹凸が生じないように留意するため、トランシット・レベル視準、クランプ、くさび等を活用し施工した。

4) 盛土材のまき出し敷均し転圧

1層仕上がり厚さを 25cm とし、スキンから 1.5m を人力によるまき出し敷均し、それ以上を壁面から平行に機械作業とし、盛土材は平滑に敷均し転圧した。

5. 施工管理

テールアルメ壁工法の管理としては、次の2点が最も重要となる。

1) スキンの組立て

剛であるコンクリート構造物に比較して、柔な構造物である補強土擁壁について、垂直精度はある程度の誤差をもって許容せざるを得ず、鉛直線に対して $0.03H$ (H :壁高)、または 30cm 以内とした。

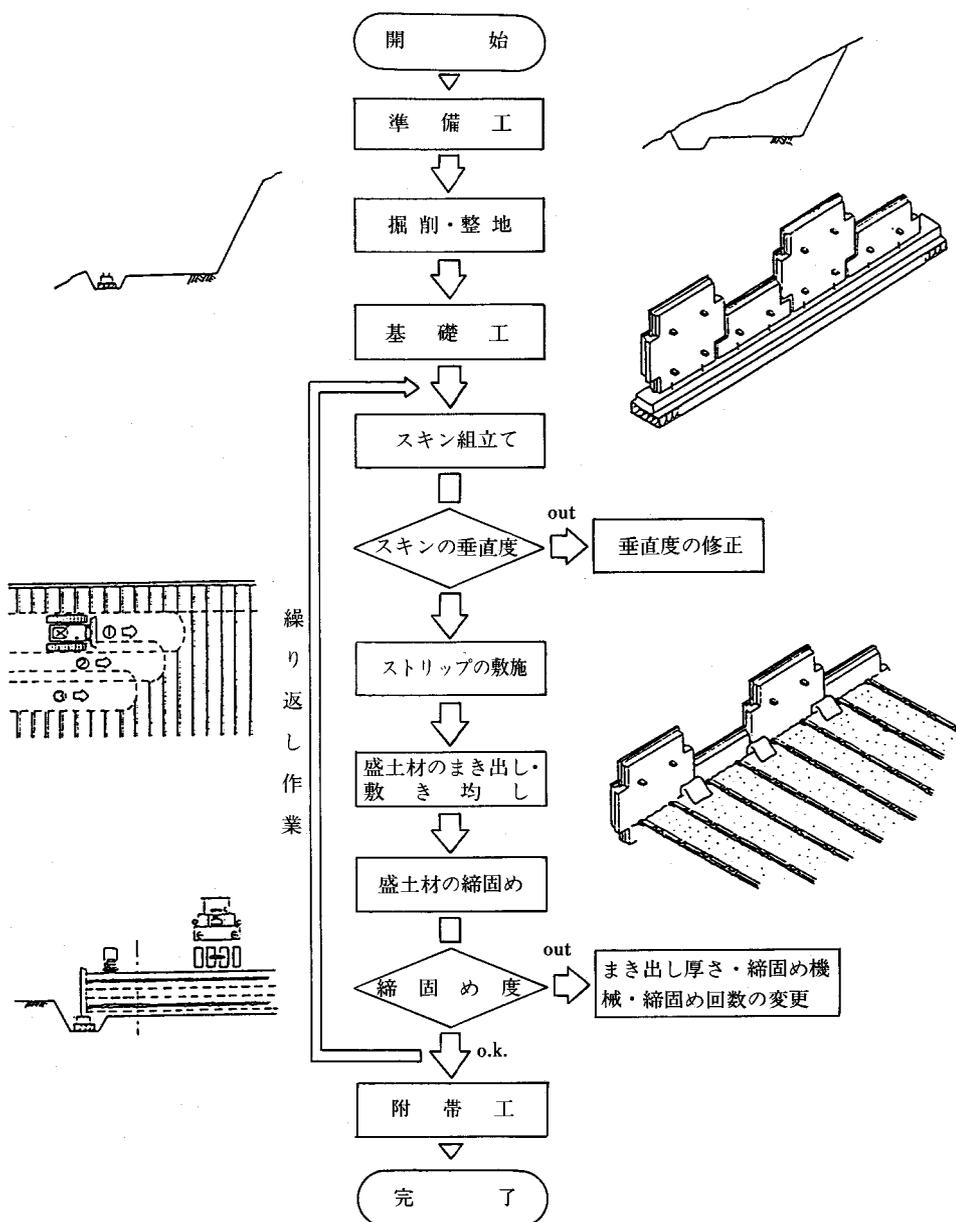


図-7 施工順序

2) 盛土締固め

盛土材の締固め管理が最も重要である。これは、盛土材とストリップの間に働く十分な摩擦力を確保し、安全的な盛土を構築するためである。締固め度は、JIS/210 第1方法の $7d$ の90%以上とした。

6. おわりに

崖錐土に構築せざるを得ない構築物としては、

テールアルメ壁が有利であり、今後、このような地盤条件の不良地においても、その有利性を大いに発揮すると思われる。

参考文献

- 1) (財)土木研究センター：補強土（テールアルメ壁）工法設計・施工マニュアル
- 2) 土質工学会：補強土工法

農道工におけるテールアルメ工と地盤改良工を実施して

内村 研二* 上野 博明*

目 次

1. はじめに.....	97	4. 現場状況.....	98
2. テールアルメ工法とは.....	98	5. 対 策.....	100
3. 盛土材.....	98	6. テールアルメ工法の施工.....	101

1. はじめに

鹿児島市より北西約 23km の地域に、「薩摩焼きの里」として知られる日置地区がある。(図一) 広域営農団地農道整備事業日置 2 期地区は、日置 1 期地区(昭和47年度～昭和58年度完了)に引き続き、昭和52年度に採択され、総事業費 3,488 百万円、総延長約 21km (うち農林水産省所管 10.5

km) で、平成元年度までの進捗は、おおよそ 80% となる。

この路線は、比較的山間地を通過するため特に盛土法面工を施工する機会が多く、既にテールアルメ工法も 11 箇所、約 4,900m² の施工実績がある。今回の施工箇所は、国道 3 号線朝日隧道上を通過するに当たり壁高 H=12m、延長 L=56m に盛土工を施工する必要があり、法面の土留工と



図一 広域営農団地農道整備事業日置地区概要図

* 鹿児島県伊集院耕地事務所

してテールアルメ工法、井桁工法、逆T式擁壁工法の3案(図-2)で検討を行ない、現場状況、経済性、空全性、施工性等を総合的に検討した結果、盛土高が高くかつ地形的制約を受けることから、テールアルメ工法を採用した。以下その概要について述べる。

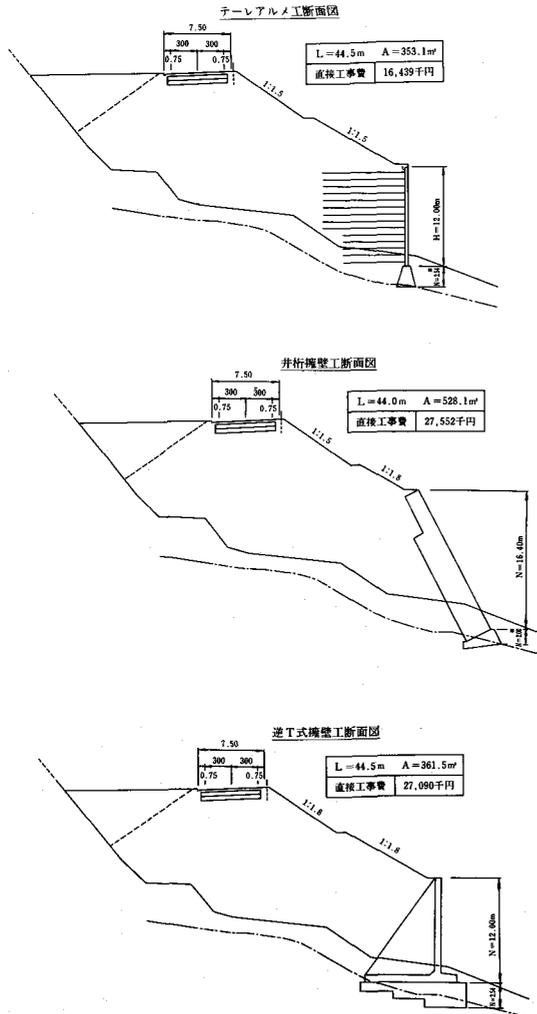


図-2 工法別比較

2. テールアルメ工法とは

テールアルメ工法は、当地区での実績も数多くあるが、(財)土木研究センター「補強工(テールアルメ)壁工法設計・施工マニュアル」等も発行されていることから、今回は工法概要を簡単に述べる事とする。

a) テールアルメ工法

テールアルメ工法とは、砂質系の盛土材料を適

用し、盛土に際して一定の鉛直間隔(75cm)ごとに鋼製のストリップ(補強材)を配置し、このストリップと土粒子の間に作用する摩擦力によって、盛土中に発生する土圧をストリップの引張力に転換して見かけの粘着力を付加し、安定した自立土留壁を構築するものである。(図-3)

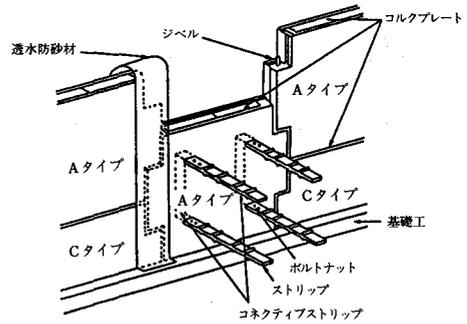


図-3 テールアルメ標準図

b) テールアルメ工の特徴

- きわめて高い垂直盛土が可能である。
- 基礎地盤が比較的軟弱な場合でも設置可能である。
- 垂直壁であるので用地幅が節約できる。
- 既製品の組合わせであるから、特殊な機械、技能を必要とせず、施工スピードが速い。
- 盛土体は強靱で安定性が高い。

3. 盛土材

盛土材としては、鹿児島本土の3,430km²にわたって分布している“シラス”を使用している。シラスとは、日本統一分類から見ると、砂あるいはシルト質砂に分類されるが、この細粒部分はガラスであり、せん断抵抗角が大きく単位体積重量が軽い特性がある。他県に比べて、安価にしかも多量に入手することができるシラスは、テールアルメ工法の盛土材としては最適の土である。(表-1)

4. 現場状況

国道3号線朝日隧道上の急勾配の谷間で、ボーリング調査を行った結果、測点NO 77~NO 78+9付近の地盤が-7mまではN値3~8(シラス層)と非常に悪い地盤の為、すべり破壊及び沈下が大きな問題点となってきた。(図-4、5)

表一 シラスの土質定数表 (暫定案)

分	類	状 態	粘着力 (t/m^2)	せん断 抵抗角 (度)	単位体積重量 (t/m^3)		
					飽 和 時	水 中	常時(湿潤)
自然地盤のシラス	風化シラス	自 然	0~1.0	30~35	1.55~1.65	0.55~0.65	1.10~1.30 ($W=22\%$ 前後)
	ふつうシラス	自 然	0~2.0	38~40	1.55~1.65	0.55~0.65	1.25~1.45 ($W=20\%$ 前後)
乱された地盤のシラス	風化シラス	しまったもの	0	29~32	1.60~1.70	0.60~0.70	1.30~1.45
		中 位	0	27~30	1.55~1.65	0.55~0.65	1.20~1.35
		ゆるいもの	0	25~28	1.50~1.60	0.50~0.60	1.10~1.25
	ふつうシラス	しまったもの	0	40~42	1.65~1.75	0.65~0.75	1.30~1.50
		中 位	0	36~40	1.60~1.70	0.60~0.70	1.20~1.40
		ゆるいもの	0	33~36	1.55~1.65	0.55~0.65	1.10~1.30
	溪床タイ積シラス (二次シラス)	しまったもの	0	40~43	1.60~1.70	0.60~0.70	1.25~1.35
		中 位	0	38~41	1.55~1.65	0.55~0.65	1.20~1.30
		ゆるいもの	0	35~38	1.50~1.60	0.50~0.60	1.15~1.25
	細粒シラス (シルト質砂)	しまったもの	0	37~40	1.50~1.60	0.50~0.60	1.30~1.40
		中 位	0	33~37	1.45~1.55	0.45~0.55	1.25~1.35
		ゆるいもの	0	30~33	1.40~1.50	0.40~0.50	1.20~1.30
	粗粒シラス (砂)	しまったもの	0	40~45	1.75~1.90	0.75~0.90	1.45~1.60
		中 位	0	35~40	1.70~1.85	0.70~0.85	1.40~1.55
ゆるいもの		0	30~35	1.65~1.80	0.65~0.80	1.35~1.50	
盛 土(参考)	砂	しまったもの	0	35			2.0
	砂質土	しまったもの	3以下	25			1.9
	粘性土	しまったもの	5以下	15			1.8

社団法人土質工学会「N値およびCとφの考え方」

5. 対 策

1) すべりに対する検討

ボーリングデータに基づきすべりに対する検討を行い、次の3案で検討した。

① 砕石で置換える方法 (図-6)

支持層までの深さが-4mのため、掘削する場合仮設工が必要なことと、現場が急勾配のため、土の搬出が困難である。

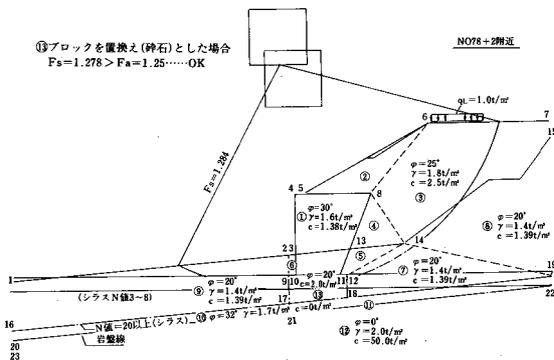


図-6

② ストリップを延ばす方法 (図-7)

ストリップが入ることで、見かけの粘着力 (C') が存在すると考える方法があるが、軟弱層が深かったため、所定の安全率が得られなかった。

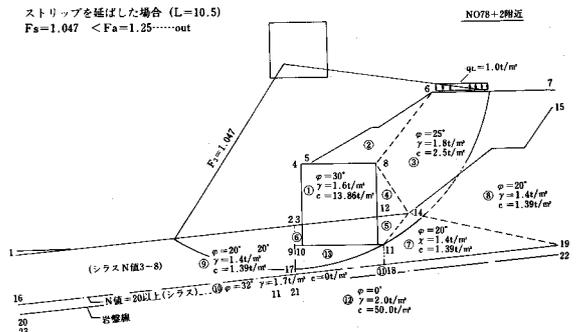


図-7

③ 地盤改良 (深層混合処理工法) による方法 (図-8)

深層混合処理工法を行うことで、現状のまま処理できることから、この現場に最も適した方法である。

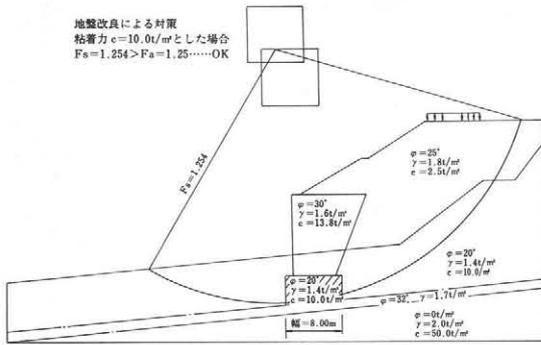


図-8

以上の結果、経済性、施工性から判断して、地盤改良による方法で行うことにした。

2) 深層混合処理工法

深層混合処理工法とは、スラリー状の主としてセメント系固着材の安定材を地中に供給して、軟弱土と強制混合することによって深層に至る強固な柱状の安定処理土を形成する工法である。

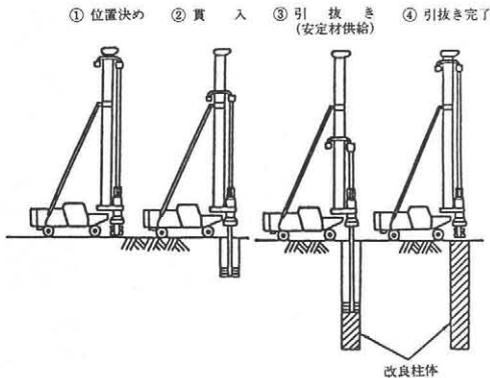


図-9

施工方法は、かくはん方式によって安定材(スラリー方式)と原位置土をかくはん翼で混合して土中にコンクリートの改良柱を作っていく。(図-9、写真-1)

当現場の地盤改良については、図-8のすべり破壊検討図より、粘着力 $C=10t/m^2$ が必要であることから、現地の改良する土を、室内試験にて一軸圧縮試験を行った結果、改良率50%のとき $\sigma_1=10.8kg/cm^2$ で、添加量は $227kg/cm^3$ となり、所定の安全率 ($F_a=1.25$) が得られ、すべり破壊及び沈下についても問題が解消された。



写真-1 地盤改良工(深層混合処理工実施中)

改良範囲は幅 8.0m、延長 9.5m、深さ 2.5~4.8mで54本の改良杭を形成した。

品質管理は、 $\phi=10cm$ の塩ビ管を使用し、上、中、下層の3ヶ所で測定したところ、一軸圧縮強度の平均値は、 $\sigma_1=17.8kg/cm^2$ となり室内試験値を上まわっている。

6. テールアルメ工法の施工

テールアルメ工法の施工は、設計で指定したスキンとストリップを現地で盛土の立ち上がりに応じて配置し、組立てていくだけである。

しかし、でき上がったテールアルメ盛土構造物が、設計どおりの形状で、しかも設定した所期の安定度を保持するかどうかは、施工の確実性のいかにかかっていることを十分念頭においておかなければならない。

1) コンクリートスキン基礎工

基礎コンクリートは、設計どおりの形状(幅40cm、厚さ20cm)のものを打設し、表面は不陸のないようにコテ仕上げとする。

2) スキン組立工

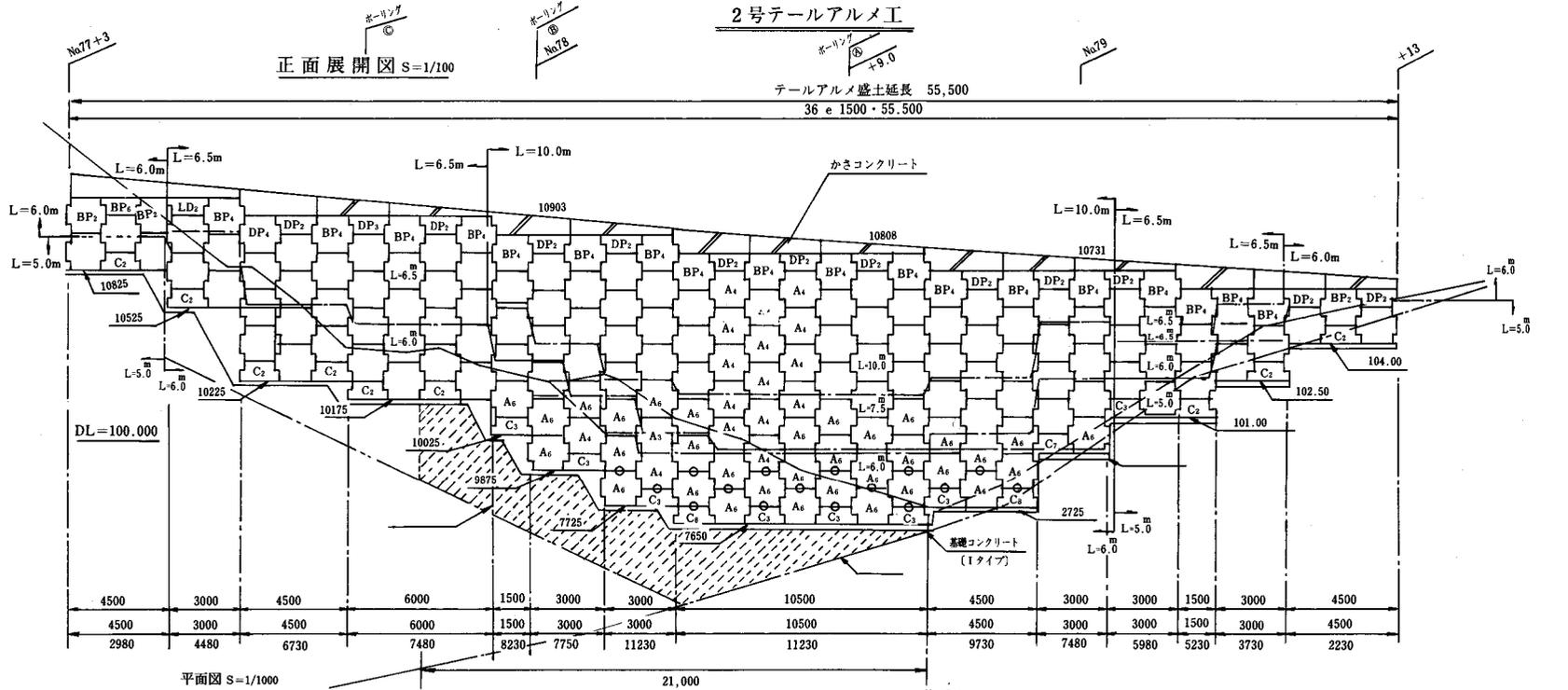
コンクリートスキンは大別するとフルサイズスキン(1.5m×1.5m、重さ950kg)とハーフサイズ(1.5m×0.75m、重さ475kg)の2種類あり、下から順序よく組立てる。組立にはクレーンを使用し、丁張り下げ振りにより、通りと垂直度を確認しながら組立てる。

3) ストリップ取付け工

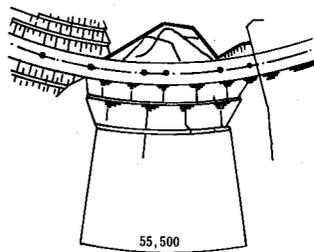
ストリップは、スキンのコネクティブストリップに所定の長さのもの($l=5.0m\sim 10.0m$)を取付ける。

ストリップの方向は、スキンと直角方向に配置

図-10 広域営農団地農道整備事業日置2期地区構造図



平面図 S=1/1000



設計条件		
テールアルメ盛土の高さ	Hmax=11.98m	
盛土材の性質	$\phi=30'$ $\gamma=1.6t/m^3$	
盛土材とストリップとの間の摩擦係数	$f=1.5\sim0.727$	
設計水平震度	KH=0.11	
安全率	常時	地震時
ストリップの引き抜けに対し	2.0	1.2
盛土のすべり破壊に対し	1.25	-
鋼材の許容応力度	ストリップの引張 $\sigma_t=1400kg/cm^2$	
	ボルトのせん断 $t_p=900$	
スクリン(壁面材)の材質	コンクリートスクリン($\sigma_{ck}=21.0kg/cm^2$)	

特記

- 盛土材料は、次に示す範囲のものとする。
 - 日本統一土質分類による(G),(GF),(S),(SF)に適合するもの。ただし、粗粒分が有機質土、火山灰質であるもの及び粗粒分の含有量が25%以上のものを適用してはならない。また、粒径250mmを超える大粒径のものを含んではならない。
 - 次表に示す範囲の硬岩すり。

粒径	250mm以上	150mm以上74mm以下	大小粒が適度に混合したも
重量比	0	25%以下	25%以下

- 地山部及び覆削面に湧水の見られる場合には、盛土体内の防水対策(地下排水溝等)を考慮すること。
- この設計は、テールアルメ盛土の内部安定のみを検討したものであり、テールアルメを含む盛土全体の安定については、別途検討を要する。

- 注) 1. Lはストリップ長を表わす。
 2. 無記名スクリンは、A4タイプとする。
 3. テールアルメの延長は、ジベル芯間を表わす。
 4. ⊕は、コルクプレートを1ヶ所に付4枚(2段)使用する。

するように注意する。

4) シラスのまき出しおよび転圧

シラスのまき出し厚さは30cm以下、敷均しは11t級ブルドーザー、転圧はタイヤローラ及びビランマを使用し、締固め度を最大乾燥密度の90%以上として実施した。転圧は、スキンに近い方から順次後方に行く。また、重機の走行はスキンと平行して行く。以上のことは、スキンの立ち、および通りを正しくするための条件であるので、十分

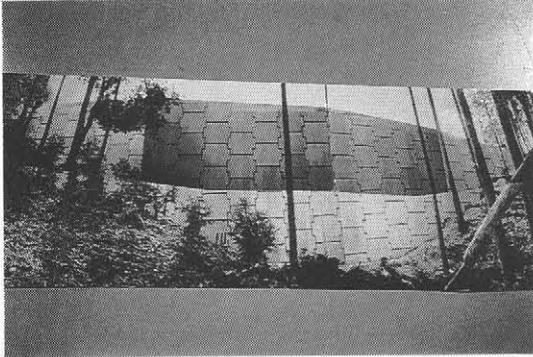


写真-2 テールアルメ工完成

な注意が必要である。

5) 施工管理

施工管理基準は土木研究センター発行の補強土(テールアルメ)壁工法設計施工マニュアル等を参考にして事務所独自の基準を作成して施工管理している。(表-2, 3)

以上、テールアルメ工及び地盤改良工の実施例について概要を述べて参りましたが、このきわめて現場条件の悪い所で施工できたことは今後の農



写真-5 ストリップ取付

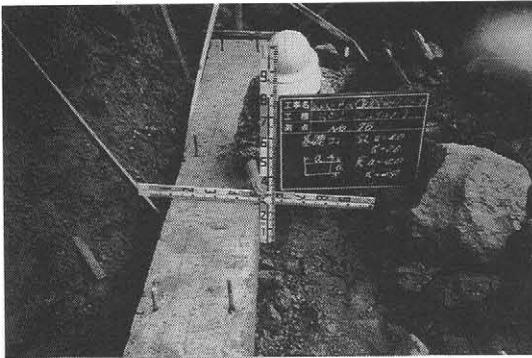


写真-3 基礎工



写真-6 盛土材(シラス)敷均し

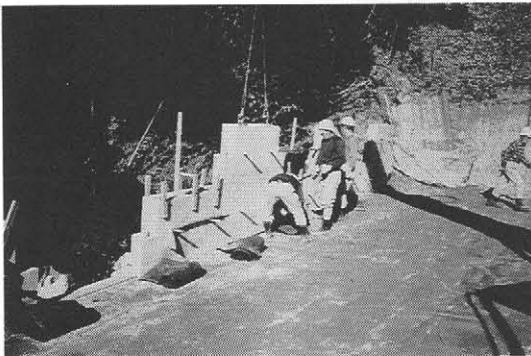


写真-4 テール粗立



写真-7 盛土材転圧

表-2 直接測定による出来形管理

工 種	項 目	測 定 基 準	測 定 箇 所 標 準 図	管 理 方 式			管 理 基 準 値(mm)	
				管理図表によるもの (様式2)	結果一覧表によるもの (様式3)	構造図に朱記・併記するもの		
1 共 通 工 事	13. 補強土（テールアルメ）壁工	1. 基礎工の仕上がり高さ和平坦度 2. 壁面の垂直度 3. 基準高 4. 施工延長 5. 盛土の締固め度 6. 締固め面の高さ	基礎工延長1.5m 毎 施工延長20m毎及び最高壁高の位置 同 上 壁面の外側線とする 盛土500㎡につき1回ただし、図のa、bは必須とする 1仕上り面の延長10m毎で3箇所以上。高さ、方向はストリップ併設面の2段毎		延長100mを越えるもの	左記以下のもの	測定箇所毎の垂直度と基準高、及び施工延長	1. 設計基準高に対し +50, -0 上面の平坦度 ±10 2. コンクリートスキン +0.02H及び100-0.03H及び300メタルスキン +0.03H及び150-0.05H及び300 3. 笠石のあるとき ±50 笠石のないとき -0.05H, +50 4. 設計長：Lに対し -0.05L, +0.01L 及び ±300mm 5. 別表Ⅲ-2土質関係の道路工に準ずる 6. コネクティブストリップまたはメタルスキンのフランジの高さを基準として 壁直近 ±50 ストリップ後端部 ±100

表-3 撮影記録による管理

工 種	撮 影 基 準	撮 影 箇 所	撮 影 方 法	暫 理 方 式
1 共 通 工 事	<p>13. 補強土（テールアルメ）壁工</p> <p>線的な構造物については施工延長おおむね20～50mにつき1箇所の割合で撮影する。 上記未満の場合は2箇所撮影する。箇所単位の構造物については適宜撮影する。</p>	<p>a 基礎面までの原地盤の掘削</p> <p>b 基礎面の地盤の整正</p> <p>c 地下排水溝など排水対策工</p> <p>d 基礎工の設置</p> <p>e 各段ごとのスキンの設置</p> <p>f 各段ごとのストリップの設置</p> <p>g ボルトの取付け及びこれの締付け検査（最下段よりおおむね2段ごと）</p> <p>h 盛土の締固め度試験</p> <p>i 笠石の幅、高さ、配筋その他必要箇所</p> <p>j コンクリートスキンの製造(A, B, C, D各タイプの代表的なものについて一連のもの、計4種)</p> <p>k 補強土壁工仕上がり全景</p> <p>l 同表1.一般に示された事項</p>		

道工事において、盛土法面土止壁工を経済的にかつ、安全に施工することができるものと思われま
す。皆様方の御意見を賜わり、更に農道整備事業
を推進してまいりたいと考えておりますので、よ

ろしく御指導くださるようお願い致します。最後
に、この報告をまとめるに当たり、設計段階から
施工にかけて、協力していただいた^株久保工務店、
川鉄商事^株に、深く感謝する次第である。

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回原稿の長さは原則として図, 写真, 表を含め研究会原稿用紙(242字)60枚までとする。
- 4 原稿はなるべく当会規定の原稿規定用紙を用い(請求次第送付), 漢字は当用漢字, 仮名づかいは現代仮名づかいを使用, 術語は学会編, 農業土木標準用語事典に準じられたい。数字はアラビア数字(3単位ごとに, を入れる)を使用のこと
- 5 写真, 図表はヨコ7cm×タテ5cm大を242字分として計算し, それぞれ本文中のそう入個所を欄外に指定し, 写真, 図, 表は別に添付する。(原稿中に入れない)
- 6 原図の大きさは特に制限はないが, B4判ぐらいまでが好ましい。原図はトレーサーが判断に迷わないよう, はっきりしていて, まぎらわしいところは注記をされたい。
- 7 文字は明確に書き, 特に数式や記号などのうち, 大文字と小文字, ローマ字とギリシャ文字, 下ツキ, 上ツキ, などで区別のまぎらわしいものは鉛筆で注記しておくこと,
たとえば
C, K, O, P, S, U, V, W, X, Zの大文字と小文字
O(オー)と0(ゼロ) a(エー)と α (アルファ)
r(アール)と γ (ガンマー) k(ケイ)と κ (カッパ)
w(ダブルユー)と ω (オメガ) x(エックス)と χ (カイ)
l(イチ)とl(エル) g(ジー)とq(キュー)
E(イー)とe(イブシロン) v(バイ)と ν (ウブシロン)
など
- 8 分数式は2行ないし3行にとり余裕をもたせて書くこと
数字は一マスに二つまでとすること
- 9 数表とそれをグラフにしたものとの併載はさけ, どちらかにすること
- 10 本文中に引用した文献は原典をそのまま掲げる場合は引用文に「 」を付し引用文献を本文中に記載する。孫引きの場合は, 番号を付し, 末尾に原著者名: 原著論文表題, 雑誌名, 巻: 頁~頁, 年号, 又は「引用者氏名, 年・号より引用」と明示すること。
- 11 投稿の採否, 掲載順は編集委員会に一任すること
- 12 掲載の分は稿料を呈す。
- 13 別刷は, 実費を著者が負担する。

農業土木技術研究会入会の手引

1. 入会手続

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

2. 会費の納入方法

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

3. 農業土木技術研究会の活動内容

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

4. 機関誌「水と土」の位置づけと歴史

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

② 「水と土」の歴史

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

- ・ S28年……コンクリートダム研究会の発足

『コンクリートダム』の発刊

- ・ S31年……フィルダムを含めてダム研究会に拡大

『土とコンクリート』に変更

- ・ S36年……水路研究会の発足

『水路』の発刊

- ・ S45年……両研究会の合併

農業土木技術研究会の発足←

『水と土』

入 会 申 込 書

平成 年 月 日

私は農業土木技術研究会に入会します。

氏 名：

所 属：

会

告

農業土木技術研究会役員名簿（平成元年度）

会 長	中川 稔	全国農業土木技術連盟委員長
副 会 長	末松 雄祐	構造改善局建設部長
〃	志村 博康	東京大学教授
理 事	中道 宏	構造改善局設計課長
〃	黒澤 正敬	〃 水利課長
〃	岡本 芳郎	〃 首席農業土木専門官
〃	古屋 修	関東農政局建設部長
〃	白石 英彦	農業工学研究所長
〃	遠藤 紀寛	北海道開発庁農林水産課長
〃	川田 弘二	茨城県農産部長
〃	那須 丈士	水資源開発公団第二工務部長
〃	牧野 俊衛	(社)土地改良建設協会専務理事
〃	中島 哲生	(社)農業土木事業協会専務理事
〃	渡辺 滋勝	(株)三祐コンサルタンツ副社長
〃	伊東 久彌	西松建設株式会社取締役
〃	塚原 真市	大豊建設株式会社取締役
監 事	荒井 聡	関東農政局設計課長
〃	西岡 公	(株)日本農業土木コンサルタンツ副社長
常任顧問	谷山 重孝	構造改善局次長
〃	福沢 達一	(株)農業土木会館代表取締役社長
顧 問	岡部 三郎	参議院議員
〃	須藤良太郎	〃
〃	小林 国司	(社)畑地農業振興会会長
〃	梶木 又三	(社)土地改良測量設計技術協会会長
〃	福田 仁志	東京大学名誉教授
〃	緒形 博之	東京大学名誉教授
〃	永田 正薫	土地改良政治連盟耕隆会会長
編集委員長	岡本 芳郎	構造改善局設計課
常任幹事編集委員	宮本 泰行	〃 事業計画課
〃	柴田 知広	〃 設計課
〃	吉永 健治	〃 整備課
〃	高祖 幸晴	〃 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	山田 耕士	構造改善局地域計画課
編集委員	〃	〃
〃	合屋 善之	〃 資源課
〃	印藤 久喜	〃 事業計画課
〃	高橋 攻	〃 施工企画調整室
〃	窪 豊則	〃 水利課
〃	小林 隆信	〃
〃	森 淳	〃 整備課

〃	渡辺 巧	〃 開発課
〃	志野 尚司	〃 開発課
〃	谷 省治	構造改善局防災課
〃	篠原 行雄	関東農政局設計課
〃	安中 正実	技術会議事務局
幹 事	佐藤 勝彦	国土庁調整課
編集委員	〃	〃
〃	仰木 文男	水資源公団第2工務部設計課
〃	竹内 紘一	農用地整備公団工務部工務課
〃	松富 恒雄	(財)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ツ	〃
(株)日本農業土木コンサルタンツ	〃
(財)日本農業土木総合研究所	〃
(株)間組	〃
(株)日立製作所	〃
	(16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)	〃
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)	〃
	(13社)
I N A新土木研究所	1口
アイサワ工業(株)	〃
青葉工業(株)	〃
旭コンクリート工業(株)	〃
旭測量設計(株)	〃

伊藤工業(株)	〃	東洋測量設計(株)	〃
茨城県調査測量設計研究所	〃	(株)土木測器センター	〃
上田建設(株)	〃	中川ヒューム管工業(株)	1口
(株)ウォーター・エンジニアリング	〃	日兼特殊工業(株)	〃
梅林建設(株)	〃	日本技術開発(株)	〃
エスケー札幌産業(株)	1口	日本国土開発(株)	〃
(株)大本組	〃	日本大学生産工学部図書館	〃
大野建設コンサルタント(株)	〃	日本ヒューム管(株)	〃
神奈川県農業土木建設協会	〃	日本プレスコンクリート工業(株)	〃
技研興業(株)	〃	日本舗道(株)	〃
(株)木下組	〃	西日本調査設計(株)	〃
岐阜県土木用ブロック工業組合	〃	八田工業(株)	〃
久保田建設(株)	〃	福井県土地改良事業団体連合会	〃
久保田鉄工(株)(大阪)	〃	福岡県農林建設企業体岩崎建設(株)	〃
久保田鉄工(株)(東京)	〃	福本鉄工(株)	〃
京葉重機開発(株)	〃	(株)婦中興業	〃
(株)古賀組	〃	(株)豊蔵組	〃
(株)古郡工務所	〃	北海道土地改良事業団体連合会	〃
(株)後藤組	〃	(財)北海道農業近代化コンサルタント	〃
小林建設工業(株)	〃	堀内建設(株)	〃
五洋建設(株)	〃	前田製管(株)	〃
佐藤企業(株)	〃	前沢工業(株)	〃
(株)佐藤組	〃	真柄建設(株)	〃
(株)塩谷組	〃	(株)舛ノ内組	〃
昭栄建設(株)	〃	丸伊工業(株)	〃
新光コンサルタント(株)	〃	丸か建設(株)	〃
新日本コンクリート(株)	〃	(株)丸島水門製作所	〃
須崎工業(株)	〃	丸誠重工業(株)東京営業所	〃
世紀東急工業(株)	〃	水資源開発公団	〃
大成建設(株)高松支店	〃	水資源開発公団奈良俣ダム建設所	〃
大和設備工事(株)	〃	宮本建設(株)	〃
高橋建設(株)	〃	ミサワリゾート(株)	〃
高弥建設(株)	〃	山崎ヒューム管(株)	〃
(株)田原製作所	〃	菱和建設(株)	〃
中国四国農政局土地改良技術事務所	〃	若鈴コンサルタント(株)	〃
(株)チェリーコンサルタント	〃		
中央開発(株)	〃		(79社)
東急建設(株)	〃	(アイウエフ順)	計 108社 153口
東邦技術(株)	〃		

地方名	通 常 会 員							地方名	通 常 会 員								
	県	農水省関係	省関係	公団等	学校	個人	法人		外国	県	農水省関係	省関係	公団等	学校	個人	法人	外国
北海道	121	162	4	8	22			近畿	滋賀	33	12	5	1	3			
東	青森	44	44		2			京都	42	55		1	6	6			
		67	25	6	3	4		大阪	23		1	5	5				
		40	69		5	21		奈良	40	17		4	4				
		116	14		1	4		和歌山	54	22			5				
		26	12		2	1		小計	41	9							
北	福島	58	44	2		1			233	115	7	16	23				
小計	351	208	8	13	31												
関東	茨城	87	68	9	2	8		中国	鳥取	21	9		2	4			
		80	30		4	2				岡山	16	12		5			
		24		2	1					広島	47	36		4	5		
		62	44	13	1	15				山口	52	7			2		
		46	20	9		12				徳島	26	2			1		
		5	183	68	15	26				香川	20	6	1		1		
		22			3	18				愛媛	23	2		5	3		
		39	15							高知	66	10		5	4		
		40		1	3	2				小計	29	4		1	21		
		東	静岡	91	14					6			300	88	1	22	21
小計	496	374	102	29	88												
北陸	新潟	86	48	1	1	6		九州	福岡	23	11	27	7	8			
		66	20		1	4				佐賀	11	11			2		
		46	66		2	5				熊本	20	7			1		
		48	4			1				大分	30	37	6		4		
東	富山						宮崎	44	5	1							
石川							鹿児島	28	7		3	1					
福井							沖繩	65	4								
小計	246	138	1	4	16		小計	31	19	1	2						
東海	岐阜						合計	2,073	1,269	202	111	238	802	18			
愛知							総合計								4,713名		
三重																	
小計	74	83	44	7	21												

編集後記

編集委員である私達は、毎回次号掲載予定の報文を閱讀させて戴くのですが、題名から判断して自分の興味のある報文を必ずしも担当できるわけではありません。今回担当させて戴いた報文「転圧コンクリート舗装工法について」は、私にとっては正しくそのような報文だったのです。しかし読み進んで行くうちに、自分の過去の記憶とリンクすることが次々と出てきたのです。まず最初は、現場にいた頃映画で見たコンクリートダムの合理化施工技術（硬練りコンクリートをダンプで運搬し、振動ローラー等で転圧することにより、フィルダムと同様な施工が可能となる工法）が、転圧コンクリート舗装工法の応用編であることが読んでいるうちに分ったことです。

次に甦った記憶としては、コンクリート舗装された高速自動車道を走った時の乗り心地の悪さです。コンクリート舗装にも独自の長所があるのですが、車の乗り心地という視点に立てば、やはり舗装は、アスファルト舗装だなあということ等を考えたりしました。このようなことをいろいろ考えながら読むと、報文を読み始めた時と比べて非常に興味をもって読み進むことができました。やはり報文も人と同じで顔(題名)じゃなくて心(内容)ですね。

「水と土」も報文の題名によって身構えず、気軽に読んで戴ければ、意外とその内容の中に自分が過去に接したことと出会い、興味をもって読めることもあるわけです。読者の皆さん、気軽に「水と土」をご愛読下さい。(構造改善局事業計画課 伊藤久喜)

水と土 第79号

平成元年12月25日発行

発行所 〒105 東京都港区新橋5-34-4
農業土木会館内

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

印刷所 〒161 東京都新宿区下落合2-6-22

一世印刷株式会社
TEL (952) 5651 (代表)