

水と土

No.101
1995

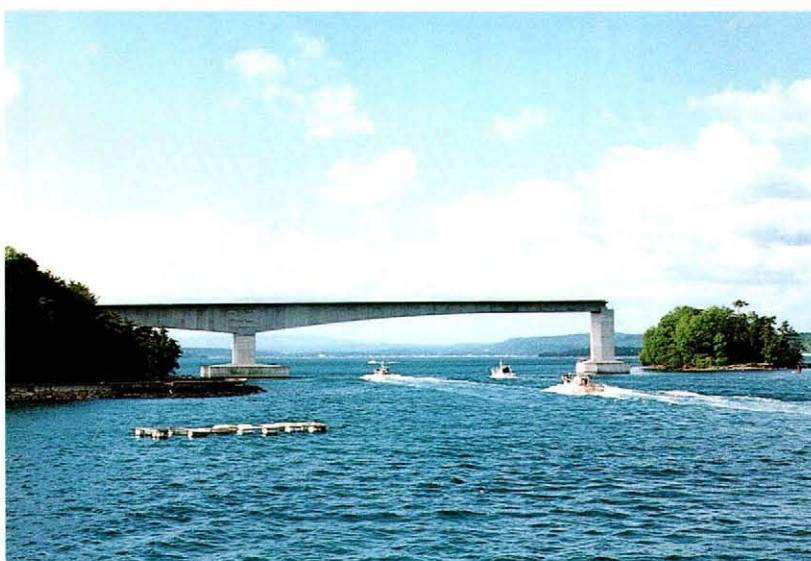
Japanese Association for
the Study of Irrigation,
Drainage and Reclamation
Engineering





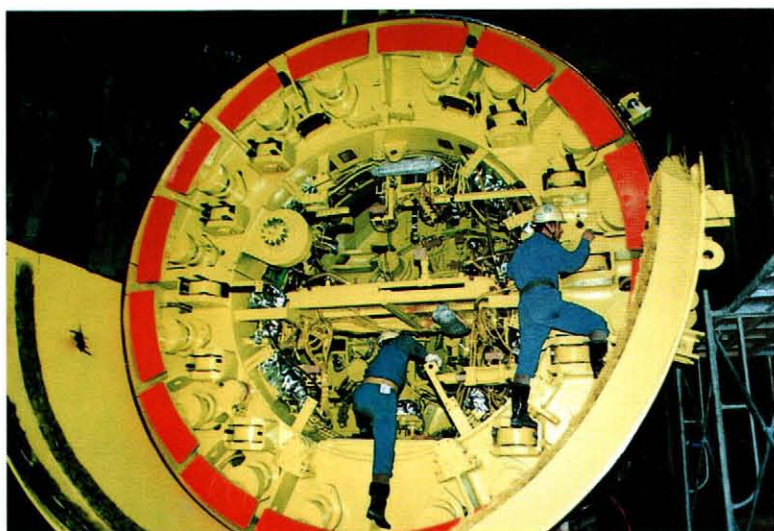
南知多開拓、細粒化砕土状況

(本文24頁参照)



能登島農道橋

(本文34頁参照)



尾西排水路のシールドマシン

(本文40頁参照)



諫早湾干拓

左はセメント系固化剤による
地盤改良

下は改良地盤を掘削した水路
(本文57頁参照)



水 と 土

目 次

報文内容紹介

巻頭文

質と量の調和

—Quality & Quantity 任 田 外志雄……(1)

報 文

農地開発事業と環境保護の接点

—天然記念物調査を踏まえての事業実施—

堀 込 英 司・尾 方 春 彦・渡 辺 博 之……(2)

北海道における水稲冷害と土地改良及び施肥管理

—平成5年の大冷害をふりかえって—

前 田 要……(12)

南知多開拓建設事業の農地造成について

—軟岩の細粒化碎土を行った農地造成の事例—

小 木 曾 徳 三 郎・堂 山 宏・川 邊 保 昭……(24)

能登島農道橋(仮称)における基礎形式変更経緯について

清 水 俊 夫・稲 本 勝 嘉・前 川 久 義・池 田 俊 文……(34)

口径4,590mm泥土加圧シールド工事について

—深さ23mの発進立坑の施工— 高 井 利 雄……(40)

地盤改良(セメント系固化材)による排水路の建設について

—塩濃度の違いを考慮した固化材配合—

長 尾 洋 一・亀 井 隆 徳……(57)

来間地区県営一般農道整備事業における土地収用について

金 城 陽 一……(67)

No. 101

堂本頭首工の設計概要

前 田 信 行……(70)

1995

投稿規定……(76)

表紙写真

……じゃがいも畑

(北海道上富良野)

農業土木技術研究会入会手引き……(77)

会告・編集後記……(78)

水と土 第101号 報文内容紹介

農地開発事業と環境保護の接点 —天然記念物調査を踏まえての事業実施—

堀込英司・尾方春彦・渡辺博之

国の特別天然記念物であるアマミノクロウサギをはじめとする貴重な種が生息する徳之島において、徳之島国営農地開発事業は自然環境との調和を図りながら事業を実施してきた。本報文では、当事業がこれまで行ってきた天然記念物等の生態、生息状況調査からそれに基づいた学識経験者による委員会での保全方針の決定、工事実施計画の検討及び造成工事後の追跡調査の実施状況について報告するものである。

(水と土 第101号 1995 P. 2)

北海道における水稲冷害と土地改良及び施肥管理 —平成5年の大冷害をふりかえって—

前田 要

平成5年度、北海道の水稲作は大冷害に見舞われた。被害程度は透排水不良田に稲わらを直接施用したり、基肥N施用量が多い場合に著しかった。さらに、畦畔が老朽化して深水分が約20cm)が十分に実施できない圃場も多数みられた。

透排水が良好で畦畔の整備された圃場条件下において、無理のない栽培法(適切な品種・施肥・水管理など)の励行が冷害に強いコメづくりの原点である。

(水と土 第101号 1995 P. 12)

南知多開拓建設事業の農地造成について —軟岩の細粒化砕土を行った農地造成の事例—

小木曾徳三郎・堂山 宏・川邊保昭

国営農地開発事業南知多地区は平成6年度に事業完了したが、農地造成418haのほぼ全域において、その下層地質が新第三紀層の泥岩であり、これが切盛土工、畑作土地改良工など農地造成工程に大きな影響を与えた。

畑作土改良である岩細粒化砕土工の創意点、換地処分に与えた影響等を取りまとめた。(水と土 第101号 1995 P. 24)

能登島農道橋(仮称)における基礎形式変更経緯について

清水俊夫・稲本勝嘉・前川久義・池田俊文

本橋は全長620mの斜張橋+箱桁橋として計画され平成3年度に着手した。基礎形式は多柱式基礎を選定したが、大口径・大深度削孔過程において判明した地質特性及び施工結果を評価・検討し、斜張橋部の基礎形式並びに工法を変更した経緯について紹介する。(水と土 第101号 1995 P. 34)

口径4,590mm泥土加圧シールド工事について —深さ23mの発進立坑の施工—

高井利雄

尾張西部農業水利事業で実施中の尾西排水路の一部は集落内道路下を通過するもので、シールド工法を採用している。シールドの発進立坑は地下23mに設置するものでSMW工法、CJG工法を採用しており、その設計・施工について報告する。

(水と土 第101号 1995 P. 40)

地盤改良(セメント系固化材)による排水路の建設について —塩濃度の違いを考慮した固化材配合—

長尾洋一・亀井隆憲

諫早湾内の在来地盤上に浸漬土を盛った場所に排水路を建設した。排水路の建設工法について検討の結果、攪拌式地盤改良工法(セメント系)を採用した。

地盤改良材は高炉セメントB種を採用し、室内一軸圧縮試験を行ったが、地盤内の塩分濃度が上層と下層で異なり、同一配合で強度が異なったため、配合量を変えて施工し強度を確保した。地盤改良(セメント系)を行う場合、塩分濃度の調査を十分行う必要がある。(水と土 第101号 1995 P. 57)

来間地区県営一般農道整備事業における土地収用について

金城陽一

もとより、公共事業用地の取得は任意取得を基本とするものであるが、任意取得のみに拘泥すると、往々にして社会的公正さを欠く結果を招来する虞がある。本稿は全長1690mの日本一の農道橋、来間大橋の取付部に近接する事業用地について、法線変更が困難であることを見越した地権者が6年余にわたり法外な代替地を要求し続けたため、やむなく県下で初めて土地収用法に基づき用地を強制取得した事案について紹介するものである。(水と土 第101号 1995 P. 67)

堂本頭首工の設計概要

前田信行

堂本頭首工の被害は、平成5年災では全国一の農業用施設災害である。この災害復旧はえびの市からの受託事業として、県営事業により施行するものである。本頭首工はゴム堰を採用している。本稿はゴム堰、基礎工、魚道工等の設計概要についての内容紹介である。(水と土 第101号 1995 P. 70)

質と量の調和 —Quality & Quantity—

任 田 外志雄*

かつて歴史を学んでいた学生の頃、飛鳥（593年）、奈良（710）、平安（794年）の昔から約100年毎に時代の変化があったと記憶している。

終戦後50年の半世紀、高度成長による右肩上がりのトレンドに乗ってオイルショック（1973年）をも乗り越え発展を続けてきた経済社会が、プラザ合意（1985年）からの急激な円高の進行、バブル崩壊（1990年）、その後30ヵ月にも及ぶ平成不況、政治的には政界再編成、社会的には東京地下鉄サリン殺傷事件など激動し、さらに自然現象までが雲仙普賢岳の噴火（1990年）、北海道南西沖地震による奥尻島津波（1993年）、本年には阪神大震災、日本一地震が無いと言われてきた石川県でも能登沖地震（1993年）があり、一昨年冷夏による米不足と緊急輸入、昨年の一部の地域では早魃被害が見られたもの大豊作、本年になって一転して長雨・冷夏による不作が懸念される等ニュース・ソースに枚挙が無いほどの激動・激変の時代を迎えている。

農業においても一昨年12月ウルグアイ・ラウンド農業合意が受け入れられ、今年11月には新食糧法が施行されるはこびとなっているなど、水田農業にとってペリーの黒船が来航したようなものである。これを農業の明治維新と受け止め、農業のサステイナブルな発展に帰することが我々農業土木技術者に課せられた使命であり、維新の志士とならねばならない。

そのためには技術一辺倒の左脳の人間でなく、ましてや仕事量をこなす技術屋集団であってはならない。グローバルな視点にたつて、頭を志（社会的な責任）・柔（柔軟に）・創（価値創造）・交（コミュニケーション）にして、農業の持っている本質を良く理解し、スペシャリティーとオリジナリティーを併せ持った技術者でなくてはならない。

さて、ウルグアイ・ラウンド農業合意関連対策（農業農村整備緊急特別対策）の一つの柱である高生産性農業のための基盤整備の推進は、ウルグアイ・ラウンド対策期間（1995年～2000年）、「量」を求めた低コスト農業を推進するものであるが、将来の営農に対するソフト面「質」を決して疎かにしてはならない。質と量が調和をとり、自動車の両輪の役割となって前進を図らねばならない。

もう一方の柱である中山間地域の活性化であるが、中山間地域の持っている洪水調節、水源涵養、表土流失防止等の公益的機能は、時代を越えた普遍的な価値であり、その意味で中山間地域は極めて重要な地域であるが、この活性化がなかなかやっかいな問題である。

本県においては平成6年4月に「中山間地域対策室」を設け、平成7年4月には副知事を本部長とした全庁横断的な組織からなる「石川県中山間地域対策推進本部」を設置して、その対策に取り組んでいるところである。

中山間地域に対する声は、バブル後の人間のふるさと、心の潤いを中山間地域に求めているかのようだが、一方、中山間地域の現状は過疎化・高齢化の進行が著しく、人口の減少による耕作放棄地はセンサス調べで1985年から1990年の5ヵ年で倍増し、人口の減少は3割を越えている。このような地域での活性化を図るには、現場の波打ち際に足を運び、情報を自分の肌で感じる事が大切でないか。

価値破壊の時代と言われる一方で、価値創造の時代と言われ、いわゆるテーゼとアンチテーゼが共存する時代に、価値創造というか、新しい付加価値を創造して行くことが必要であり、無論不必要な付加価値は駄目である。

中山間地域は自然条件などから、コスト競争は望むべくもなく、必然的に独創的な質の高さを求め、皆で知恵を出し合い、きちんと論議し、新しい構造変化にも耐え得るような仕組みに変え、それまでに無かった価値を持ち、感動と楽しさを与え、ニーズを満たし、他人に喋りたくなるような地域としたいものである。

*石川県農林水産部技監

農地開発事業と環境保護の接点 —天然記念物調査を踏まえての事業実施—

堀 込 英 司*
(Eiji HORIGOME)

尾 方 春 彦*
(Haruhiko OGATA)

渡 辺 博 之*
(Hiroyuki WATANABE)

目 次

1. はじめに	2
2. 徳之島地区の概要	2
3. 天然記念物等調査	3

4. 天然記念物等動物相保全方針	7
5. 事業実施状況	8
6. おわりに	10

1. はじめに

徳之島の農業は、サトウキビを中心に野菜、飼料作物等が栽培されているが、土地基盤整備の遅れにより農業経営はきわめて不安定である。このため、地域に存在する未墾地とこれに隣接錯綜する既耕地を対象に農地開発並びに畑地かんがいを実施することとして、徳之島国営農地開発事業が計画・実施されている。

一方、徳之島を含む奄美群島は、生物地理学上の分布境界線である渡瀬線の南方に位置し、国指定特別天然記念物のアマミノクロウサギをはじめ

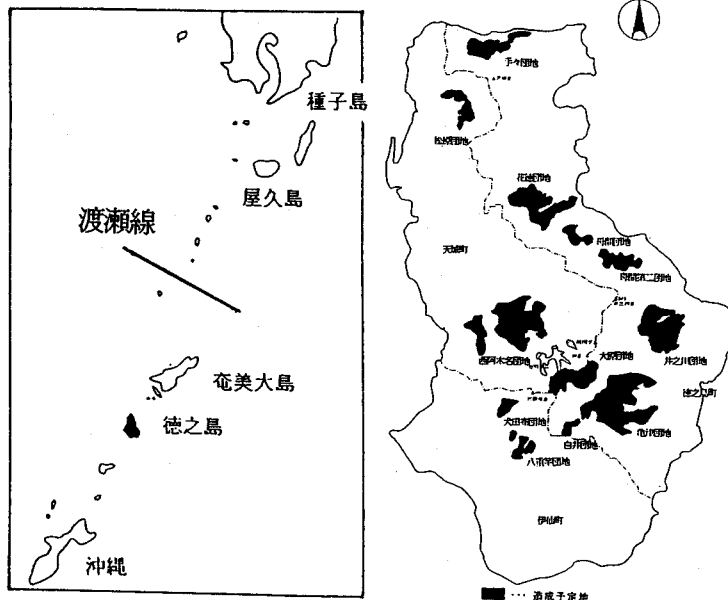
固有の種や亜種が数多く生息する生物学上重要な地域である。(図—1 参照)

このため、事実の実施には天然記念物を含めた島全体の動植物相への影響が懸念されたことから、動物相保全指針の策定や天然記念物等の生態調査を実施し、その内容について「天然記念物調査検討委員会」を設けて検討・評価を行ってきた。

本報告は、天然記念物等の生態調査と、これを踏まえた事業実施についてまとめたものである。

2. 徳之島地区の概要

本地区は、南北26km、東西15km、総面積248km²の



図—1 位置図

*九州農政局徳之島開拓建設事業所

徳之島において、未墾地1,722haとこれに隣接錯綜する既耕地406haの計2,128haを対象に、農地造成と区画整理を一体的に行い、1,708haの耕地を創出するとともに、水源開発による畑地かんがい施設の整備と幹支線道路の準備により、亜熱帯性の気候をいかした生産性の高い農業展開を図ることを目的に、農地開発事業地区として昭和60年度総事業費335億円で着手された。(表-1参照)

平成5年度まで約400haの農地造成を終えており、現在も事業実施中である。

3. 天然記念物等調査

1) 調査背景

国営農地開発事業を実施するには、事業実施地区において天然記念物等の生態を把握する必要があるが、これまでの徳之島における調査では、「生息するとされる種」のみが把握されており、その個体数、生息地等の記録が不明であった。また過去において調査対象とされなかった種については、その生息が不明であり、さらに徳之島における天然記念物の生態は、研究者による本格的な調査がなされておらず、行動範囲、生息環境等について不明であった。

一方、農林水産省は「昭和60年度 農林水産省所管事業にかかる環境影響評価実施要領」を定め、これに基づき各種事業に関する

環境影響評価指針等を制定している。これらの技術指針において動植物生態系を含む自然環境については影響予測評価の基準となる保全目標を次のように制定している。

- ① 全国的価値（国指定天然記念物・特別天然記念物等）に値するものについては環境要素を努めて保全する。
- ② 都道府県の価値（都道府県指定の天然記念物等）に値するものについては環境の要素を相当程度保全する。
- ③ 市町村的価値（市町村の定める天然記念物等）に値するものについては環境の要素への影響を努めて小さくする。

本地区の場合前述のとおりその対象地域が南西諸島の徳之島という生物分布上特異な地域であることから、自然環境要素のうち、貴重な動物への影響が極力ないような配慮が求められる。こうしたことから事業実施については、事業実施区域やその周辺における天然記念物等の生息の確認、また造成によりそれらの生物への直接・間接的影響について調査を行う必要が生じた。

2) 天然記念物等調査

天然記念物等調査は、

- (1) 全島を対象として、天然記念物と植生や地形等の生息環境の関係を調査し、天然記念物の生息条件を把握する。

表-1 徳之島地区事業計画の概要

工 種	単位	事業量	備 考
地区面積	ha	2,128	
農地造成 区画整理	ha	1,722	
	ha	406	附帯土地改良工事
農地造成面積	ha	1,708	区画整理を含む
ダム	ヶ所	2	
揚水機場	ヶ所	5	
用水路	km	59.5	φ600~φ150
末端かんがい	ha	1,531	植栽面積
道 路	幹 線	km	9.3
	支 線	km	45.1
防災施設	防風林	ha	239
	砂防堰	ヶ所	26
	沈砂池	ヶ所	275
総事業費	億円	335	(昭和59年度価格)

- (2) (1)に基づいて、事業実施における天然記念物保全指針を策定する。
- (3) 事業実施予定地及びその周辺の天然記念物の生態調査を含めた自然環境調査を実施し、天然記念物保全指針に基づいて事業実施計画を検討する。
- (4) 事業実施後の周辺環境の変化を把握し、対策を実施するための追跡調査を実施する。以上のような調査内容(表-2参照)を含んでおり(1)~(3)については昭和61年度から昭和63年度において、(4)については平成3年度から、一定要件(1団地につき50ha以上造成するか、1団地の造成終了後)に達した団地は随時実施してきている。また、これら調査の方法・要件及び保全指針の策定については、学識経験者や鹿児島県文化課、地元教育委員会等をメンバーとする「天然記念物等調査検討委員会」により評価・検討を行っている。

3) 徳之島の天然記念物等の概要

前述したように奄美群島では、国指定特別天然記念物であるアマミノクロウサギのほか、7件が国指定天然記念物となっている。

(表-3)に示す各件の所在地は指定時点

のものであり、その後の調査によりアマミトゲネズミ、カラスバトの2件は徳之島にも分布すること、ルリカケスは徳之島には分布しないことが明らかになっており、よって徳之島において生息が明らかにされている天然記念物は、アマミノクロウサギ、アマミトゲネズミ、ケナガネズミ、アカヒゲ、カラスバトの5件である。これらの天然記念物の徳之島における生息地については本調査による聞き取り調査、文献調査及び生態調査の結果から図-2, 3(アマミノクロウサギ、アマミトゲネズミのみ図示)のとおりであり、これによると事業実施区域では天然記念物は生息していないことがわかる。

また、徳之島における天然記念物の生息環境及び保全事項をまとめると表-4のとおりとなる。

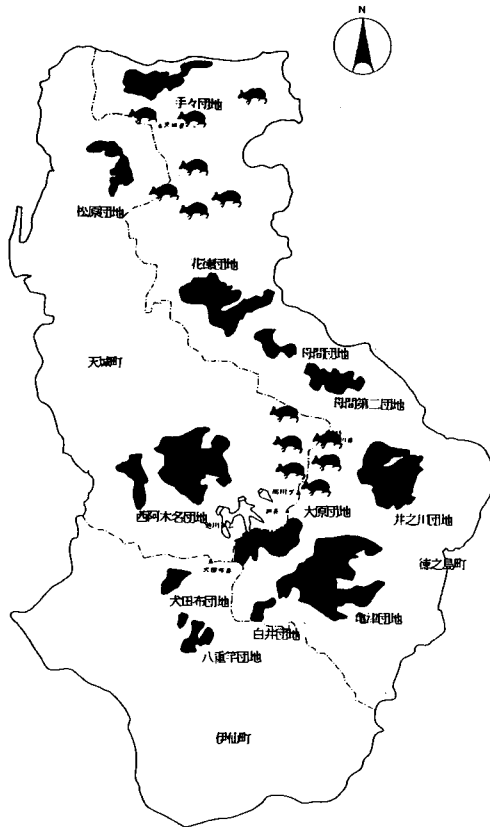
そのほか「日本の絶滅のおそれがある野生生物—レッドデータブック—」に選定され徳之島を分布地としている動物は(表-5)の通りであり、哺乳類相は4目4科6種、鳥類相は6目9科15種、両性・は虫類相は3目5科5種、合計13目18科26種にも及んでいる。

表-2 天然記念物調査の概要

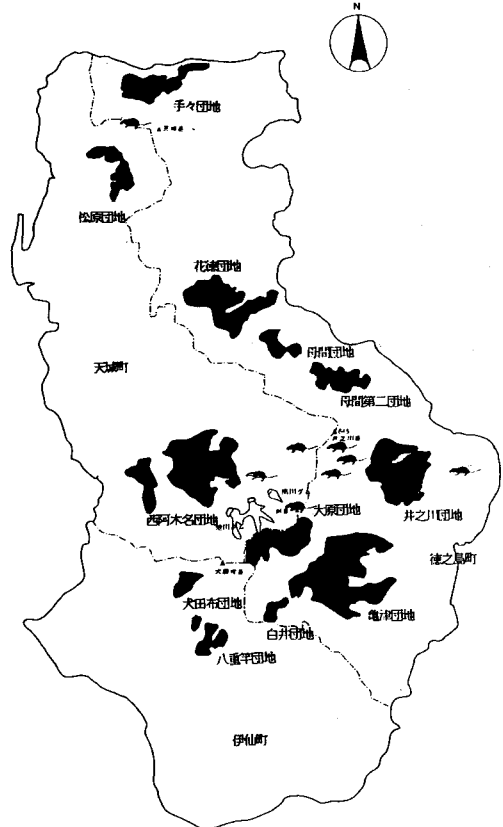
調査項目	調査方法(内容)
生息環境調査	聞き取り・文献調査・現地調査 植生・地形情報調査(航空写真等)
造成区域生息調査	現地調査 踏査(ロードサイドセンサス法、フィールドサイン調査) 定点観察法
追跡調査	現地調査 踏査(ロードサイドセンサス法、フィールドサイン調査) 定点観察法 コドラート(永久法形区)を設定しての調査

表-3 奄美群島における天然記念物

指定区分(国指定)	種名	所在地	指定年月日	管理者
特別天然記念物	アマミノクロウサギ	奄美大島・徳之島	S38. 7. 4	鹿児島県
天然記念物	トゲネズミ	〃	S47. 5. 15	〃
	ケナガネズミ	〃	S47. 5. 15	〃
	ルリカケス	〃	T10. 3. 3	〃
	アカヒゲ	〃	S45. 1. 23	〃
	オオトラグミ	奄美大島	S46. 5. 19	〃
	オーストンオオアカゲラ	〃	S46. 5. 19	〃
	カラスバト	〃	S46. 5. 19	〃



図一 2 アマミノクロウサギ生息記録地点



図一 3 アマミトゲネズミ生息記録地点

表一 4 天然記念物等の徳之島での生息環境と保全事項

アマミノクロウサギ	
生息環境	保全事項
<p>常緑広葉樹林内の谷筋。シイ・カシ萌芽林でも樹高10m以上の自然性の高い林分でも生息痕がある。</p> <p>頻度は少ないが林道にも出現し、採餌、脱糞の場として利用していると推測される。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 常緑広葉樹高木林の保全 自然水系の保全。 <p>営巣地となり得る自然性の高い林分とこの周辺の樹林地及び周辺水系を含む領域を保全する。</p>
アマミトゲネズミ	
<p>常緑広葉樹林。</p> <p>常緑広葉樹林のうち傾斜面にある樹高10m以上の自然性の高い林分に生息すると考えられる。</p> <p>しかし、低地の原野でも死体が採取され、樹林一般に広く生息する可能性もある。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 常緑広葉樹高木林の保全 <p>自然性の高い林分の保全。小型獣であるため大きな行動範囲は持たないと思われるが、まとまった樹林の保全が必要と考えられる。</p>
ケナガネズミ	
<p>樹林地一般。</p> <p>情報が少なく、本島での生息環境は明らかではないが、他地域事例等から樹上生活を営む森林性の動物と考えられる。</p> <p>本島での出現域の広がりから樹林一般に広い生活圏を持つと考えられる。</p>	<p>情報が少なく、生息確認地は人間の生活圏にまでおよぶ。このため、まとまった森林のある山系間の環境の連続性を断たないような配慮が必要と考えられる。</p>

アカヒゲ	
<p>自然性の高い山地部の常緑広葉樹林から低地の同林分の残る領域に広く生息する。</p> <p>樹林が小規模でもその周りに草地やマント群落が発達し、これらの連続性が保たれていれば生息可能と考えられる。</p>	<p>基本的には常緑広葉樹林が小面積でも連続性を保って存在することが生息の条件と考えられる。</p> <p>具体的には、川沿いや斜面の残る常緑広葉樹林を周辺の植生と併せて残存させる配慮が必要と考えられる。</p>
カラスバト	
<p>山地部の自然性の高い常緑高葉樹林を中心に山麓部のリュウキュウマツ林まで比較的樹高の高い林分に生息し、他のハト類と違って森林地帯に限って生息すると考えられる。</p>	<p>自然性の優れた樹高の高いまとまった林分の保全。</p> <p>大型で行動圏が広い谷や尾根単位でまとまった森林面積の確保が必要と思われる。</p>

表-5 徳之島において記録のある希少野生動物
 (「日本の絶滅のおそれのある野生動物—レッドデータブック—」掲載種)

(1) 哺乳類相

目	科	種	備考
食虫	トリガリネズミ	ワタセジネズミ オリイジネズミ	危急種 希少種
ウサギ 齧歯	ウサギ ネズミ	アマミノクロウサギ アマミトゲネズミ ケナガネズミ	特別天然記念物、危急種 天然記念物、危急種 天然記念物、危急種
偶蹄	イノシシ	リュウキュウイノシシ	地域個体群

(2) 鳥類相

目	科	種	備考
コウノトリ	サギ	チュウサギ	希少種
ワシタカ	コウノトリ	コウノトリ	特別天然記念物、絶滅危篤種 ※
	ワシタカ	ミサゴ ハチクマ ツミ	危急種 希少種 希少種
ツル	ツル	ナベツル	危急種
チドリ	シギ	ハウロクシギ アマミヤマシギ	希少種 絶滅危篤種 ※
		セイタカシギ カモメ	希少種 希少種 希少種 希少種
	ハト	コアシサシ	希少種
		エリグロアシサシ	希少種
		コアシサシ	希少種
スズメ	ハト	カラスバト	天然記念物、危急種
	ヒタキ	アカヒゲ	天然記念物、危急種

(3) 両生・爬虫類相

綱	目	科	種	備考
両生	サンショウウオ	イモリ	イボイモリ	希少種
	カエル	アカガエル	イシカワガエル	危急種
爬虫	トカゲ	トカゲモドキ	オビトカゲモドキ	希少種
		ヘビ	アマミタカチホヘビ	希少種
		コブラ	ハイ	希少種

※：「種の保存法」規制対象種

4. 天然記念物等動物相保全方針

動物の場合、種の保存とは動物そのものの保全はもとより、生息環境を含めた保全が求められる。本地域においては、前述の生態調査を実施し各種の生息状況と生息環境の概要が把握されており、このことから導かれる天然記念物に対する本事業での保全方針は以下の5項目である。

①常緑広葉樹高木林の保全

この林分はアマミノクロウサギ、アマミトゲネズミの生息環境(図-4)であり、また、アカヒゲ、カラスバトにとっても最も重要な生息環境の一つである。

本事業計画区域内には、この林分のまとまった分布はないが、小面積存在する団地がある。これらの団地は周辺の標高高位部にまとまった高木林があり、天然記念物の生息域か否かに関わらず潜在的な生息域の可能性から重要である。

従って、小面積点在する団地については、周辺森林との連続性を考慮し残存させるような造成計画を行う。

②樹林の積極的保全

常緑広葉樹高木林にとどまらず、森林の連続性の保持に配慮したシイ・カシ萌芽林、リュウキュウマツ林等の森林帯の積極的保全が望まれる。

本事業計画区域ではこれらの林分の存在が

大きいため、森林の連続性を考慮し、造成計画上の土砂扞止林帯等として残す計画・設計を行う。

③自然水系の保存

自然水系の可能な範囲での保存とその兩岸の植生の残存によるひとつの安定かつ連続した生態系の保持に努めることが必要である。

事業実施上、谷部の存在は土工の切り盛りを考えた場合必要不可欠な区域であるが、造成区域の分割による自然水系とその周辺部の残存等による造成区域設定の検討を行う。

④湧水環境の保全

天然記念物ではないが、保全対象種のイボイモリの繁殖の場である樹林の覆われた湧水地やその周辺環境は残存・保全させる必要があり、事業計画上、上述の③と同様に残存させる方向で造成区域の設定を行う。

⑤水辺の保全・確保

上述したイボイモリを始め徳之島における両生・は虫類相には固有種が多く、水辺はこれらの重要な生息環境であり、特に両生類には重要な繁殖の場である。また小水系を含め、水辺環境は林分が連続することが多く、それらは鳥類の重要な採餌地となる。このことから河川・溪流・池沼などの水辺環境は保全されることが望ましい。

本項目も上述の③及び④と同様に、保全項目として造成区域設定の検討の対象とする。

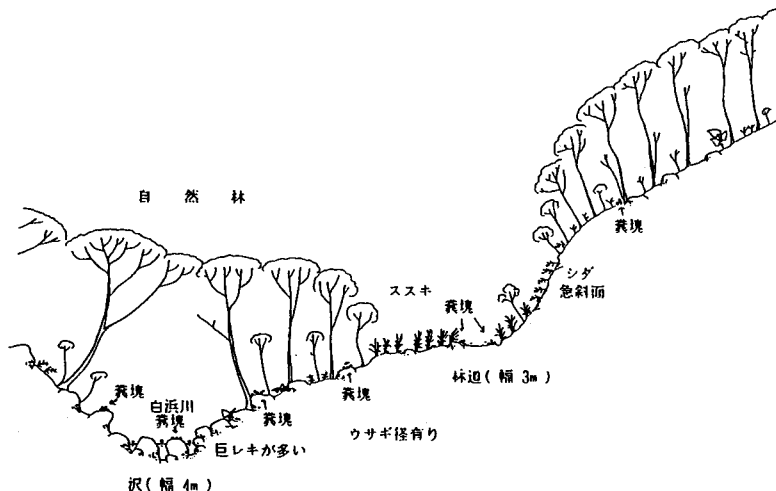


図-4 アマミノクロウサギ生息痕跡確認地点周辺の模式図

5. 事業実施状況

以上の保全方針に基づき開発予定区域を設定し、地元調整を行い、工事に着手してきた。平成5年度末現在、実施予定12団地のうち11団地において工事着手し約400haの新たな農地を生み出してきた。その中で調査結果を具体的に反映させた事実例を紹介する。

- 1) リュウキュウマツ林を土砂扞止林として保存
伊仙町において事業を実施した犬田布団地の開発は当初計画では図-5に示すようにリュウキュウマツ林を伐採し、背後の常緑広葉

樹高木林との境界まで開発する予定であった。しかし調査により、この林分が島南部の主要な山岳のひとつである犬田布岳から連続している林であり、このリュウキュウマツ林が周辺環境との緩衝帯となっており、この林分の残存を図った。また、この常緑広葉樹高木林が天然記念物であるアカヒゲ、カラスバトの生息地であることも判明したため、アカヒゲ、カラスバトの行動域の確保のため、造成計画上の土砂扞止林と位置づけ、リュウキュウマツ林の一部を残存させて事業を実施した。(図-6参照)

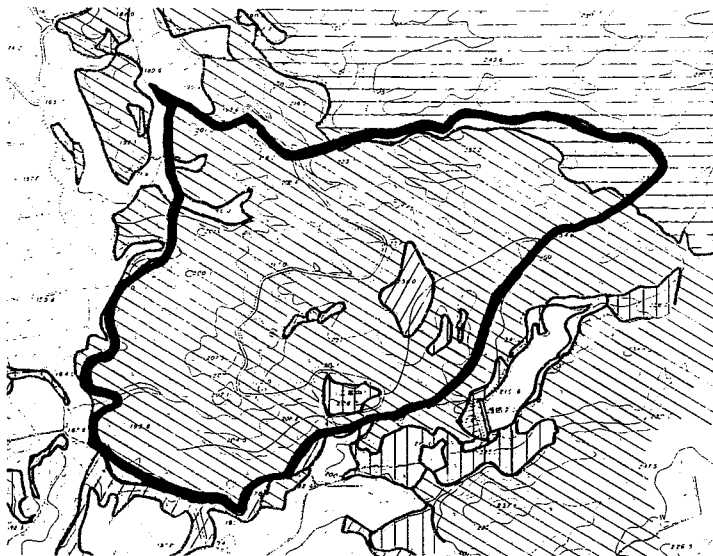


図-5 犬田布団地植生図 1987年調査

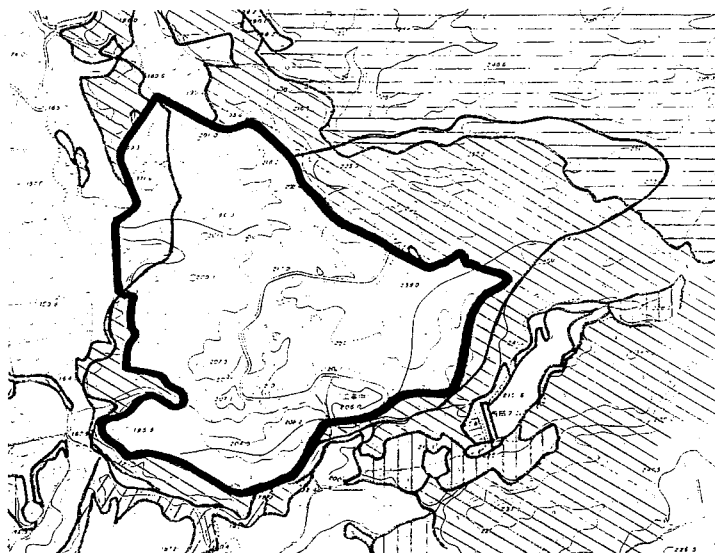


図-6 犬田布団地植生図 1991年調査

凡	例
常緑広葉樹高木林	
リュウキュウマツ林	
シイ・カシ萌芽林	
草地	
耕地・裸地等	

凡	例
常緑広葉樹高木林	
リュウキュウマツ林	
シイ・カシ萌芽林	
草地	
耕地・裸地等	

2) 地区内の自然水系の保全

調査により前述のイボイモリが徳之島白井団地周辺の民家で生息を確認された。このため白井団地内の自然水系がその生息環境である可能性が大きく、イボイモリはそれら水系を存続させないとこの地区において絶滅する可能性が大きくなった。このため白井団地の造成計画を見直し、この水系を保存する方向で地元調整を行い、地区を縮小して事業を実施した。(図-7参照)

3) 連続した林分の保全

計画団地中もっとも高い標高に位置する大原団地は、北側に常緑広葉樹林が控えておりその林分はアマミノクロウサギの生息地点である井之川岳から連続している剝岳の裾野である。このため常緑広葉樹高木林に対する緩衝帯としてその保全が望まれる。

さらに大原団地造成予定地の大部分を占めるシイ・カシ萌芽林、リュウキュウマツ林および団地内の自然水系は、前述の剝岳から連続する林分と共に鳥類の重要な生息環境(採餌場)となっており、林分を保全する方向で地元調整を行い、地区を縮小して事業を実施

した。(図-8, 9参照)

4) 天然記念物等追跡調査

上述のとおり天然記念物等保全方針に基づいて事業を実施中であるが、徳之島における各種開発行為が周囲の環境に与える影響については研究成果がなく、事業実施の影響が予測できない。また徳之島の特異な動物相は、その生息環境が狭小で保護する必要が高いため、事業実施の影響やその対策については注意する必要がある。

これらの問題に対して事業実施後の動物種の生息状況や生息環境を把握するため、初夏、初冬のロードサイドセンサス法や定点観察法による動物相の調査、造成区域周辺環境の変化をみるため造成地林縁部等にコドラート(永久方形区)を設けての植生調査を実施中である。これら追跡調査は初期調査の5年後に再調査に行い事業実施の影響を把握する予定である。

またこれら調査の調査方法や事業実施の影響への対策については、「天然記念物調査検討委員会」において検討・評価を行って、適正な事業を実施中である。

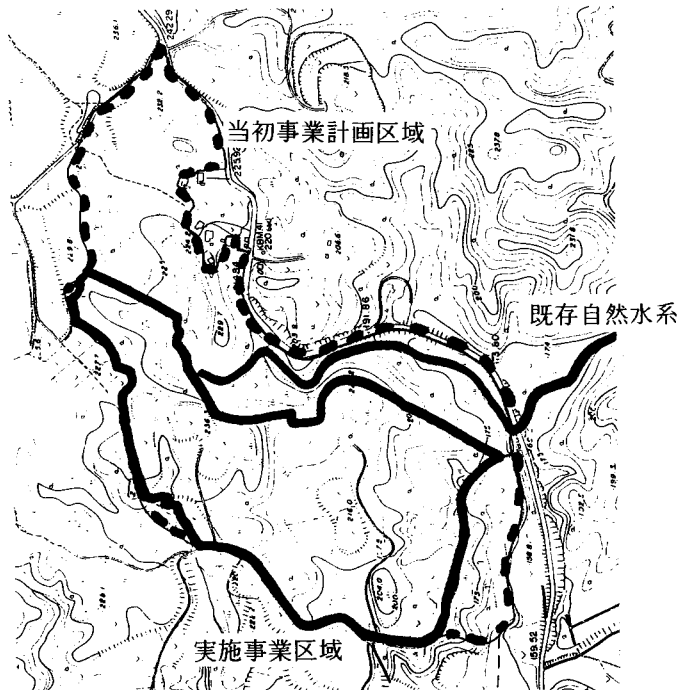
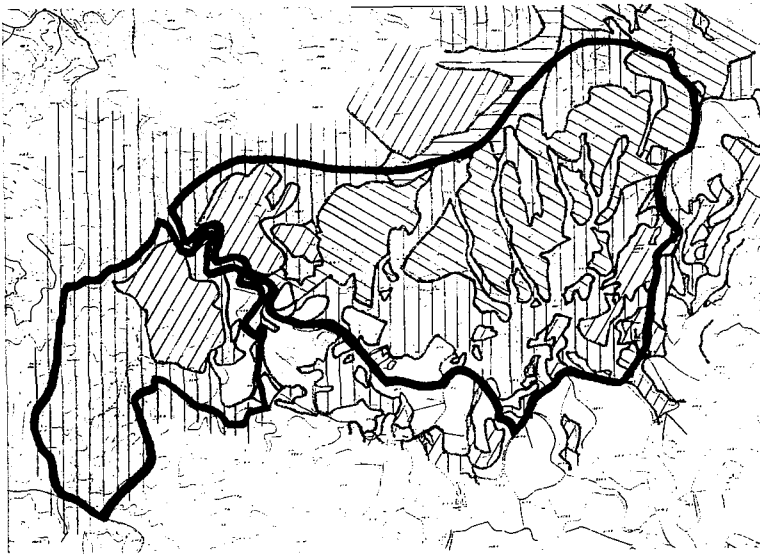
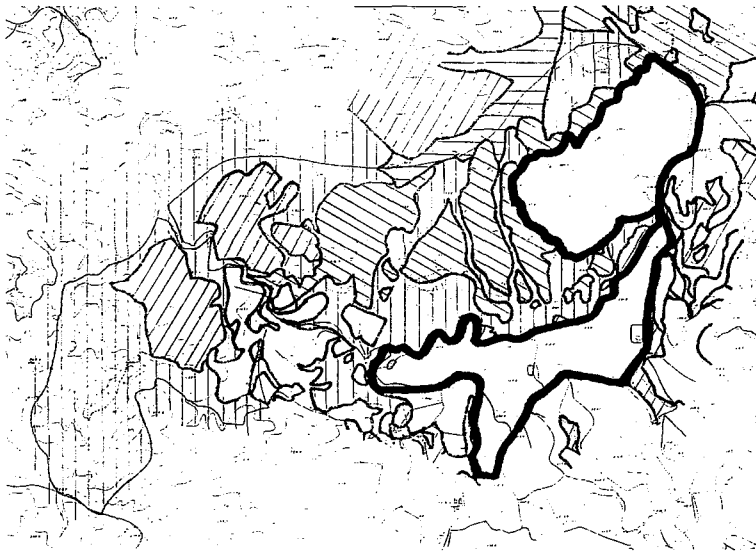


図-7 白井団地造成区域図



凡	例
常緑広葉樹高木林	
リュウキュウマツ林	
シイ・カシ萌芽林	
草	
耕地・裸地等	

図一 8 大原団地植生図 1987年調査



凡	例
常緑広葉樹高木林	
リュウキュウマツ林	
シイ・カシ萌芽林	
草	
耕地・裸地等	

図一 9 大原団地植生図 1993年調査

6. おわりに

以上のような調査を踏まえ本事業は実施されているが、今後は前述の追跡調査を継続し、徳之島の動物相の生息状況及び事業の影響を把握し、保全対策の再検討等をおこない本事業及び後発の各種開発行為に対してフィードバックさせる必要がある。

現在、本地区は事業計画の見直作業中であり、天然記念物等の動物相への配慮は開発予定区域の検討項目のひとつとしている。

なお、天然記念物等の調査・検討に関しては九州大学理学部小野勇一名誉教授、鹿児島大学農学部大塚潤一教授他天然記念物調査検討委員会の各委員の方々からご指導、ご助言を賜ったこと、また文化庁、鹿児島県文化課及び伊仙町文化財審議

委員長義憲和氏をはじめとする関係各町教育委員会諸氏に甚大なご協力をいただいたことに対し、厚くお礼申し上げる次第である。

参考文献

文化庁(1986): 史跡・名勝・天然記念物目録
鹿児島県教育委員会(1977): 特別天然記念物アマ

ミノクロウサギの実態調査

大塚閏一(1985): 徳之島の天然記念物(動物)
鮫島正道(1985): 徳之島の動物 南日本文化第17号
環境庁(1991): 日本の絶滅の恐れのある野生生物
—レッドデータブック—

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

取締役会長 久野彦一

取締役社長 渡辺滋勝

本社	〒460 名古屋市中区錦2丁目15番22号(あさひ銀名古屋ビル)	TEL(052)201-8761(代)
東京支社	〒104 東京都中央区八重洲2丁目2番1号(大和銀行新八重洲口ビル)	TEL(03)3274-5655(代)
仙台支店	TEL(022) 263-1857	北陸事務所 TEL(0762) 23-5411
九州支店	TEL(096) 354-5226	鹿児島事務所 TEL(0992) 81-1657
札幌支店	TEL(011) 222-3121	佐賀事務所 TEL(09546) 5-3564
四国事務所	TEL(0888) 24-4425	埼玉事務所 TEL(0485) 43-1261
中国事務所	TEL(0862) 73-3296	静岡事務所 TEL(054) 250-0038
長野事務所	TEL(0265) 53-4026	技術研究所 TEL(0562) 32-1351
青森事務所	TEL(0177) 43-8535	海外事務所 マニラ・バンコク
山形事務所	TEL(0238) 43-6990	

北海道における水稲冷害と土地改良および施肥管理

—平成5年の大冷害をふりかえって—

前 田 要*
(Kaname MAEDA)

目 次

1. はじめに	12	4. 用水管理の実態	18
2. 土壌の種類と水稲生育の特徴	12	5. 冷害緩和のための窒素施肥法改善	20
3. 透・排水性の改善	16	6. まとめ	23

1. はじめに

平成5年の大冷害に伴うコメ緊急輸入、そして平成6年の記録的な暑さによる農作物の早魃被害等は、国民に食料生産の不安定性を現実のものとして強く印象付ける結果となった。

とくに、平成5年の北海道における水稲の作柄は、作況指数40(玄米収量：203kg/10a)という極めて惨めな結果に終わった。

表一1に示すように、北海道稲作の歴史は冷害との戦いぬきでは考えられず、過去におおいてもほぼ4年に1回の割合で作況指数90以下の冷害に遭遇している。しかし、近年は気象条件にも比較的恵まれ、「きらら397」はじめ他の良食味品種の生産性・品質も安定化の方向にあった。

寒地稲作の良質安定化の基本は用排水組織の整備された生産基盤のもとで適性品種の選定、健苗育成、適性施肥、適切な土壌ならびに水管理の徹底によって良食味品種の優れた特性を各地域において十分に発揮させることである。

ちなみに、北海道農政部農村計画課と道立中央農試農業土木部が中心になって取り纏めた平成5年の水稲の冷害に関する農家に対するアンケート調査結果(回答されたものから有意なもののみ抽出)の要因解析によると(表一2)、冷害を助長する要因として最も問題があると思われた圃場条件のうち透・排水性、有機物管理(湿田・半湿田に対する稲わらの施用)、施肥管理(基肥窒素過多・全量全層施肥)で、それらに起因すると回答され

た割合は全体の65~78%にも達していた。さらに、かんがい用水量の不足や畦畔の状態が不十分(低い・脆弱)で冷害危険期に深水かんがいが十分に実施できないなどの回答も30%以上みられた。

すなわち、現在の水田生産基盤は転作など汎用耕地化の進展に伴って冷害に対して脆弱なことも多く、畦畔補修等の対策が必要なのが実態である。

以上から、ここでは冷害軽減に向けた生産基盤整備のあり方と用水管理の実態及び土壌管理について考えてみたい。

2. 土壌の種類と水稲生育の特徴

21世紀に向けた足腰の強い北海道稲作の技術開発目標は、低コスト・省力化・安定化に向けた効率的な大区画水田の造成や直播栽培を想定した極早生・良食味・耐冷性の強い品種の育成と栽培法の確立が急務とされている。また、販売戦略では、高品質な米をいかに低コストで持続的に安定生産するかが重要な課題である。

北海道に分布する水田面積は低地・台地併せ約26万haで、全国水田面積の約9%に相当するが、現在作付けされている栽培面積はその60%強である。

表一3には道内に分布する各種水田土壌の支庁別面積を示した。

それをみると、道内で最も分布の多い土壌の種類は透・排水性の悪いグライ土で空知管内・上川管内に多く分布している。次に多い土壌では泥炭土、褐色低地土、灰色低地土で、泥炭土は空知・石狩管内に、また褐色低地土及び灰色低地土は上川・空知管内にそれぞれ多く分布する。さらに、

*北海道立中央農業試験場農業土木部長

表一 北海道における冷害年次と稲の収量 (1988, 佐竹作成に追加)

年次	収量 (kg/10a)	作況指数(%)	平年収量 (kg/10a)	冷害の形態
1884(明治17)	45	(28)	(161)	遅延型
1888(" 21)	105	(63)	(166)	?
1889(" 22)	71	(42)	(168)	?
1893(" 26)	127	(74)	(172)	遅延型
1897(" 30)	105	(59)	(177)	併行型
1902(" 35)	22	(12)	(184)	"
1905(" 38)	124	(66)	(187)	障害型
1913(大正2)	12	(6)	(197)	遅延型
1926(" 15)	119	(56)	(212)	併行型
1931(昭和6)	84	(38)	(219)	遅延型
1932(" 7)	67	(30)	(220)	"
1934(" 9)	138	(62)	(223)	障害型
1935(" 10)	117	(52)	(224)	遅延型
1941(" 16)	117	(51)	(231)	併行型
1945(" 20)	105	(44)	(236)	遅延型
1953(" 28)	233	81	289	障害型
1954(" 29)	177	60	293	遅延型
1956(" 31)	150	51	293	併行型
1964(" 39)	264	68	389	遅延型
1965(" 40)	334	86	389	障害型
1966(" 41)	283	73	389	"
1969(" 44)	351	86	406	併行型
1971(" 46)	273	66	411	障害型
1976(" 51)	361	80	451	遅延型
1980(" 55)	385	81	475	障害型
1981(" 56)	413	87	475	遅延型
1983(" 58)	355	74	482	"
1992(平成4)	445	89	500	"
1993(" 5)	203	40	503	併行型

備考) 1. 10 a 当たり平年収量は、昭和23年以降しか作成されていないので、それ以前については直線回帰より求めた傾向値である。
 2. 本表の原点は農林水産省農林経済局統計調査部による。

洪積台地土壌（褐色森林土、灰色台地土、グライ台地土等）は空知・上川管内で、また火山性土壌は胆振管内に比較的多く分布する。

つぎに、道内に分布する水田を自然立地条件に基づいた透・排水性の面から区分すると（表一4）、乾田土壌（透排水性良好）22.0%、半湿田土壌（同やや不良）31.6%、湿田土壌（同不良）46.4%で実に全水田面積に約80%近くが潜在的に透排水性の劣る半湿田あるいは湿田によって占められている。

図一1には乾田・半湿田・湿田の模型図を示し

た。一般に、湿田とは1年を通じて作土が最大容水量以上の含水量をもっている排水不良田で、地表面に常時停滞水を湛えている。また、半湿田とは1年のある期間湿田となる水田、あるいは地表面が過湿気味で、足を踏みいれると水がにじみ出る水田と定義されている¹⁾。さらに日減水深の大小でそれらを区分すると、一日当たりの減水深（蒸発散量+縦浸透量+畦浸透量）は乾田15~30mm、半湿田10~20mm、湿田5~10mmが基準とされている²⁾。

しかし、これらの基準は大型機械による踏圧や

表一 2 水稲冷害に関するアンケート調査結果の要因解析 (平成 5 年)

地域区分	要因別 程度別	圃場条件			水管理		施肥管理		有機物 管理	備考
		透排水性	畦畔	客土	深水 かがい	用水量	基肥 N量	施肥 法		
妹背牛町 (n=10)	明らかな要因	—	4	—	4	—	9	9	—	①土壌型：泥炭土…10 ②品種：きらら397…7 ゆきひかり…3 ③収量レベル 370~480kg/10a(平均416)
	疑いの強い要因	7	—	5	—	5	—	—	7	
	小計	7	4	5	4	5	9	9	7	
鷹栖町 (n=13)	明らかな要因	5	4	—	4	2	7	6	3	①土壌型：沖積土…8 泥炭土…5 ②品種：きらら397…9 ゆきひかり…3 K125…1 ③収量レベル 220~500kg/10a(平均373)
	疑いの強い要因	6	—	5	—	1	—	—	8	
	小計	11	4	5	4	3	7	6	11	
全 体 (n=23)	明らかな要因	5	8	—	8	2	16	15	3	①土壌型：泥炭土15 沖積土8 ②品種：きらら397…16 ゆきひかり…6 K125…1 ③収量レベル 220~500kg/10a(平均391)
	疑いの強い要因	13	—	10	—	6	—	—	15	
	合計 割合 (%)	18 (78)	8 (35)	10 (44)	8 (35)	8 (35)	16 (70)	15 (65)	18 (78)	

注) 道農政部農村計画課, 中央農試農業土木部

表一 3 水田土壌群の支庁別分布面積 (単位: ha)

母材・ 堆積 土壌群	沖積土壌				集積土壌		洪積台地土壌					火山性土壌			総計
	砂 未熟土	丘 褐色 低地土	灰色 低地土	グライ 土	黒泥土	泥炭土	岩屑土	褐色 森林土	灰色 台地土	グライ 台地土	暗赤 土	黒ボク 土	多湿黒 ボク土	黒ボク グライ土	
渡島	12	1,554	1,085	2,415		1,228						764	165	82	7,305
檜山	51	3,296	2,119	900		1,606		431	97			1,015	36		9,551
後志		3,912	2,616	1,119		981		2,261	189	84		338	14		11,594
胆振	14	978	3,714	1,602		3	13	59	31			1,191	834	1,808	10,247
日高		2,762	1,612	513		1,062	3	4				1,090	62	371	7,479
石狩	323	1,576	1,928	8,043	1,660	12,461		61	571	6		214	221	126	27,190
空知		10,052	17,278	25,041		25,445		2,566	9,918	2,613	134	1,058	1,087	275	95,467
留萌		3,158	3,257	2,432		45		313	87	13					9,305
上川		20,281	13,105	14,567	371	7,283		3,764	7,119	2,493	72				69,055
網走		2,391	2,476	737		1,772		248	322			235	11		8,192
十勝		456	1,159	123		491						164	1,099	669	4,161
計	400	50,416	50,349	57,572	2,031	52,377	16	9,707	18,334	5,209	206	6,069	3,529	3,331	259,546

ねり返し, 耕起. 砕土・代かき法, 有機物施用の有無, 透・排水性改良対策(土層改良)など人為的な土壌管理法の差異によって容易に変動するため一応の目安として考えるべきである。

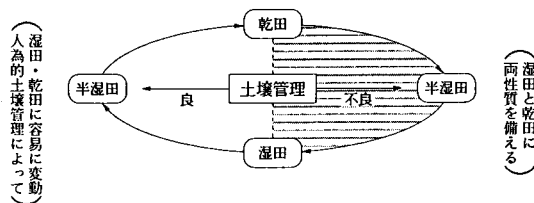
なお, 北海道においては, 1963年(S38)頃から水田基盤整備事業が本格的に着手され, これまでに機械化に対応した圃場の区画整理と明渠・暗

渠など排水施設の整備によって生産基盤の改善が図られてきた。

表一 5には, 北海道における水田の整備状況の推移を示した。それによると, 平成3年度までの実績で区画の大きさ30a以上の水田割合は69%, 用排水の分離済みは70%, 排水条件完備は50%となっており, 全体的に透・排水性の改善面での取

表一 4 道内に分布する水田の乾湿区分と水稻生育の特徴

水田の 乾湿区分	土 壤 群	分布面積		母材堆積	土 壤 の 特 徴					水 稻 生 育 の 特 徴				収 量 お よ び 品 質 の 安 定 度	
		ha	割 合 (%)		窒 素 供 給 量	有 機 物 施 用 効 果	排 水 効 果	深 耕 効 果	地 温	初 期 生 育	登 熟 性	総 モ ミ 数	安 定 性		窒 素 施 肥 反 応
乾 田 (22.0%)	褐色低地土	50,416	19.4	沖積土											
	砂丘未熟土	400	0.2	"	少	大	少	大	高	良	並	少	高	大	大
	暗赤色土	206	0.1	洪積土											
	黒ボク土	6,069	2.3	火山性土											
半 湿 田 (31.6%)	灰色低地土	50,349	19.4	沖積土											
	灰色台地土	18,334	7.1	洪積土	中	中	中	中	中	並	中	中	中	中	中
	多湿黒ボク土	3,529	1.4	火山性土		大	大	大	低	並	中	低	中	中	中
	褐色森林土	9,707	3.7	洪積土						並	中	低	中	中	中
湿 田 (46.4%)	グライ土	57,572	22.2	沖積土											
	グライ台地土	5,209	1.9	洪積土											
	黒ボクグライ土	3,331	1.3	火山性土	多	中	大	中	低	並	多	低	小	小	小
	黒泥土	2,031	0.8	集積土						並	多	低	小	小	小
	泥炭土	52,377	20.2	"						並	多	低	小	小	小
計		259,530	100												



図一 1 乾田・湿田の循環模式図

表一 5 北海道における水田の整備状況 (%)

項 目	年 次										
	S57	58	59	60	61	62	63	H1	2	3	
区画の大きき30a以上	61	62	64	65	66	68	68	69	69	69	
〃 未満	39	38	36	35	34	32	32	31	31	31	
用排水の分離	62	63	64	66	67	68	69	69	70	70	
〃 未分離	38	37	36	34	33	32	31	31	30	30	
排水条件完備	32	34	36	38	41	43	45	46	47	49	
〃 不備	68	66	64	62	59	57	55	54	53	51	

備考) 昭和58年度実施第2次土地利用基盤整備基本調査に事業実績を加算し推計

り組みが遅れている。

一方、各土壌別の水稲生育の特徴をみると、水稲の生産進度及び稲体窒素吸収率は乾田土壌が最も良好であり、湿田土壌が最も遅延する。すなわち、湿田土壌は乾田土壌に比べると土壌の窒素肥沃度水準が勝っているにもかかわらず、水稲の吸収する窒素が生育後半に集中するため収量及び品質の維持が不安定になってしまう。

このような傾向は、とくに低温年で顕著に出現し、泥炭土やグライ土のような透・排水性不良田では生育後期の窒素吸収過剰が過繁茂による倒伏と登熟歩合の悪化、玄米品質（食味）低下をもたらす要因となっている。

このように、北海道に分布する水田土壌は全般的に透・排水性に欠陥があり、かつ有機質土（泥炭土、黒泥土）が多いなど水稲栽培の立地条件としては多くの支障要因や制限要因を抱えている。

したがって、道内水田土壌の現状から見た今後の冷温対策及び品質向上面での大きな課題は、湿田の乾田化を図るとともに、土壌中に豊富にある潜在窒素地力をいかに速やかに、かつ高率良く稲体へ供給するかが大きな課題である。

3. 透・排水性の改善

水田の透・排水性機能の向上は、圃場の地耐力を高めて稲作の機械化作業体系の確立に重要であるばかりでなく、稲わらの圃場すき込みによる地

力培養、湛水期間中での土壌還元緩和、地温上昇による土壌養分供給の円滑化、さらには水稲根の活性を高めて登熟性の向上を図るうえでも重要である。

一方、排水不良田を自然立地条件並びに土壌の理工学的な特性面からみた場合、図-2のように大別される。

すなわち、①標高が低い所にある低地水田のように、土壌全体が湿潤で土壌孔隙の絶対量が多いにもかかわらず、膨潤水がその大部分を占めているために有効孔隙量が少なく、透・排水性を不良にしている場合と、②標高が比較的高い台地水田や低地土水田のうち、作土直下に孔隙絶対量の少ない緻密不透水層が存在するため地表水の排除を困難にしている場合とである。

これら、排水不良面の作土の共通点は大型作業機械による過度な代かきに伴う練りつぶしと踏圧、稲わらの直接圃場へのすき込みなどによって土粒子が分散して泥状化し、表面排水機能が低下していることである。

そこで、グライ土及びグライ台地土の両圃場で、①土戻し暗渠（慣行の土管暗渠）②籾殻埋め戻し暗渠（土管暗渠+籾殻）、③土戻し暗渠に心土破碎（深さ30cm、間隔3m）を併用した3処理区を設け、春先及び落水後の圃場排水性に及ぼす影響について検討した結果を表-6及び図-3に示した（5年間調査からの抜すい）。

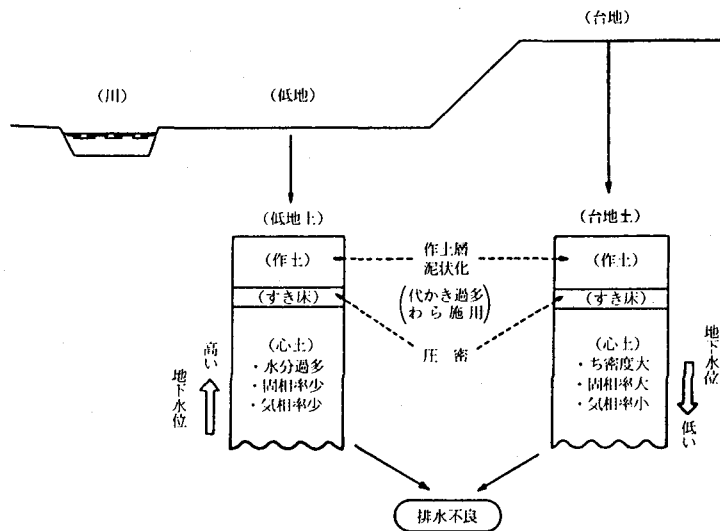
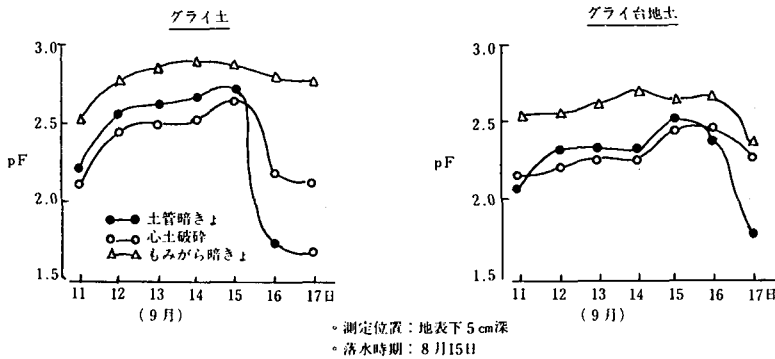


図-2 排水不良田の模式図

表一 6 排水法改善処理による融雪後の土壤理工学性 (1973.4.20)

土 壤	処 理	層 序	含水比 (%)	3 相 組 成 (%)			容気度 (%)	体積変化 (%)	透水係数 (K ₂₀ cm/sec)
				固 相	液 相	気 相			
グライ土	土管暗きよ	作土	61.9	31.7	49.8	18.5	27.1	8.4	3.3×10 ⁻³
		心土	65.7	31.8	54.7	13.5	19.8	8.2	8.1×10 ⁻⁴
	+心土破碎	作土	64.5	30.2	52.8	17.0	24.4	7.4	1.8×10 ⁻³
		心土	61.0	35.6	58.9	5.5	8.5	8.2	2.3×10 ⁻⁴
		作土	57.7	29.7	46.3	24.0	34.1	8.1	1.1×10 ⁻³
籾殻暗きよ	心土	45.1	41.3	51.7	7.0	11.9	5.7	2.5×10 ⁻⁴	
グライ台地土	土管暗きよ	作土	63.5	30.3	54.7	15.0	21.5	7.0	3.3×10 ⁻³
		心土	71.2	29.1	58.9	12.0	16.9	7.3	1.6×10 ⁻³
	+心土破碎	作土	61.6	33.1	55.9	11.0	16.4	7.7	4.2×10 ⁻²
		心土	58.7	33.4	56.6	10.0	15.0	8.3	2.0×10 ⁻³
		作土	54.9	31.1	47.9	21.0	30.5	6.5	2.1×10 ⁻³
籾殻暗きよ	心土	52.9	32.2	49.3	18.5	27.3	6.7	5.9×10 ⁻⁴	

注) 作土… 0~10cm, 心土10~20cm



図一 3 排水法改善処理による落水後のpF—土壤水分張力値の推移

まず、春先の耕起前における土壤の乾燥に及ぼす処理ごとの差異をみると、土管+籾殻暗渠は土管暗渠に比べて土壤含水比及び土壤3相中に占める液相割合が明らかに少なく、圃場が乾燥している状態を示している。また、土管暗渠に心土破碎を併用した場合は、土層全体が湿潤なグライ土では効果が小さいが、下層土が緊密なグライ台地土では土管+籾殻暗渠に次ぐ良好な乾燥度合いを示している。さらに、両土壤とも落水後の土壤水分pF値は、終始土管暗渠よりも土管+籾殻暗渠の方が高く推移しており、しかも降雨直後(9月16日)でも前者のpF値が著しく低下するのに対し、後者ではその程度がきわめて小さい。かつ、土管暗渠と心土破碎を併用した場合のpF値は、土管暗渠単独施工とほぼ同様な経過をたどっているが、降雨直後では心土破碎を併用したものの方が高く推移している。

このように、土管+籾殻暗渠は従来の土管暗渠と異なり、表層下に埋設した籾殻がフィルターの役割りを果たすため、地表水の消失と土壤キレツの生成が早く、圃場の土壤乾燥化を促進する。結局、このことが水稻圏域の土壤環境の良化(地温上昇、有害還元物質の減少等)と生育・収量面に有利に作用し、低温年などのような悪条件に対応した安定した稲作りが可能となる。さらに、土管+籾殻暗渠は耕起・砕土時の易耕性向上と、収穫時の大型機械走行可能な圃場の確保(地耐力増強)等の面においても勝れた排水法改善技術として高く評価される。

なお、透・排水不良田の乾田化対策として、これらの他にも籾殻心土破碎及び穿孔排水(透・排水不良な礫質水田に有効)の効果の大きいことが実証されているが、それらの改善効果をより一層発揮させるためには、①過湿条件下での稲わら施

用及び大型機械の導入は避ける、②融雪材の散布、③中干し・溝切り・中耕・適期落水等の補助排水をこまめに取り入れた周年土壤乾燥化対策に積極的に取り組む必要がある。

4. 用水管理の実態

寒地水田の用水管理技術の要点は、気象条件・水稻の生育期・土壌状態などによって異なるが、水管理の目的は次のように整理される。①代かき期用水量の確保、②初期生育の促進と有効茎の早期確保、③障害型冷害の軽減対策、④過剰分げつの抑制、⑤土壌還元発達の緩和と根の活力向上、⑥登熟性及び品質の向上、⑦収穫作業時の圃場の地耐力確保等である。

すなわち、寒地水田の用水管理は代かき期・活着期・冷害危険期などの生育期における水稻の健全な生育の確保、並びに、落水後の登熟性・玄米品質向上・機械化作業体系の効率化等幅広い用途を考慮して実施しなければならない。

図-4には、北海道空知支庁管内の秩父別土地改良区が管理する頭首工からの年間取水量等の時期別変化を示した。

図-4から明らかなように、一日当たりのかんがい用水量は本田の作業時間や水稻の生育期節によって異なっており、苗代期から活着期にかけて(代かき期許可水量)は毎秒12.678m³/s、分げつ期から落水期(普通許可水量)では同11.404m³/sが基準許可水量とされている。また、供給用水量の時期別の比較では、代かき期が最も多く、次いで活着期、分げつ期、苗代期の順である。

しかし、実際に使用される用水量は、代かき作業の集中度合いや土壌・気象条件・水管理技術の差異によって変動する。とくに、近年は代かき作業が短期間に集中するため、代かき前半の用水量は定められた許可水量を大幅に上回る傾向が認められる。さらに、水管理法との関係では、幼穂形成期から冷害危険期にかけての深水かんがい時に明らかに増加している(平成4年度の7月5日~25日頃)。

一方、秩父別町の農家の水田(灰色低地土及びグライ土)の連作田と復元田で圃場の水管理の実態について調査した結果を図-5(その1,その2)に示した。

それをみると、灰色低地土では代かき期に圃場からの流出が若干みられるが、その他の期間においては水稻の生育ステージに合わせた合理的な水管理を行っており、かんがい用水の無駄使いは認められない。

それに対し、透・排水性が不良なグライ土では冷害危険期に徹底した流入(深水かんがい)を図っているものの、生育前期間にわたって流出量が極めて多く、明らかに掛け流しの傾向にあり、用水の浪費が目立っている。

この要因としては、圃場の水管理に対する個人の意識格差が最も大きく影響しているものと思われる。すなわち近年の一般水田農家では畑・野菜・花等との複合経営によって生計をたてているのが実態で、労働力不足から水田の水管理が省略・粗放化の傾向にある。

一方、平成5年の冷害年では、水管理の良否が

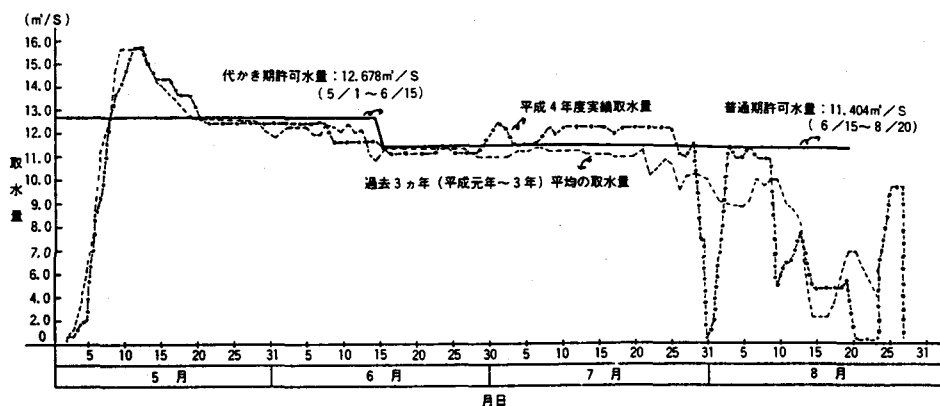
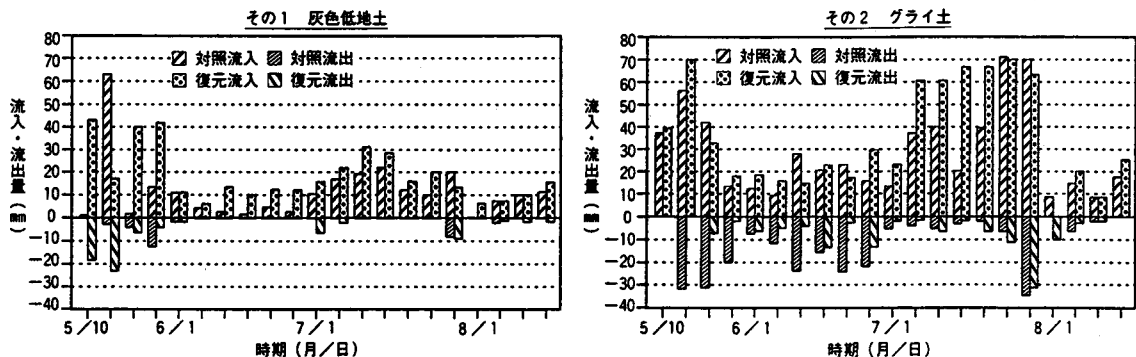


図-4 年間 取水量の比較



図一五 土壤型別流入・流出量の比較 (平成4年度, 降雨量を含む: 半月平均)

水稲作柄を左右した事例が数多くみられた。

寒地水田の冷害軽減対策として古くから水管理が重要な基本技術の一つとなっている。

とくに、幼穂形成期から冷害危険期では最大20cmの深水が必要とされているが、実際場面では10~15cm前後が多い。

その理由として次のことが取り上げられる。①畦畔が低い、②畦畔の幅が狭く脆弱で、上部からの漏水が多く掛け流しとなる、③用水路末端では水不足をきたすなどである。

水田の土地改良事業計画設計基準によると、寒地水田の畦畔の高さは30~40cmに定められているが、現実には稲作転換や営農作業によって高さや幅が減少し、深水かんがい時には漏水やオーバーフローの原因となっている。

水田の減水深は、①蒸発散量、②縦浸透量、③畦畔浸透量の総和によって決定されるが、各種土壤型の復元田と対照田において減水深を測定した結果を表一7に示した。

表一7 減水深の比較 (mm/day)

土壤区分	水田区分	減水深	縦浸透+蒸散
褐色低地土	対照田	7.7	3.7
	復元田	10.1	6.1
灰色低地土	対照田	5.0	1.0
	復元田	6.7	2.7
グライ土	対照田	8.2	4.2
	復元田	8.8	4.8
泥炭土	対照田	6.3	2.3
	復元田	12.5	8.5

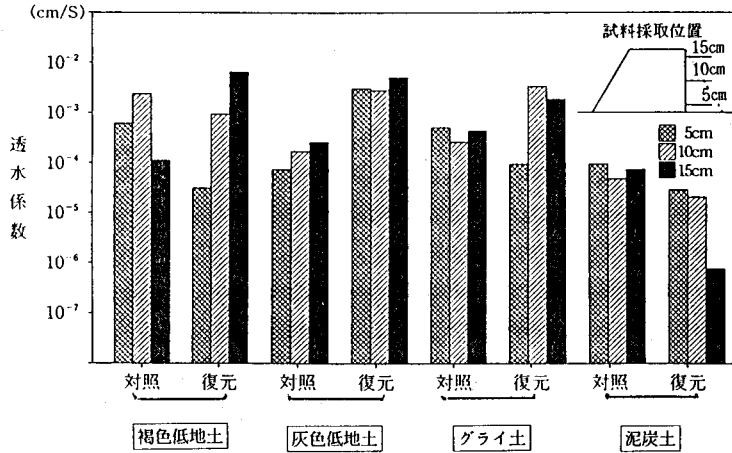
備考) N型減水深測定器, 蒸発計による

それをみると、一日当たりの減水深は各土壤区分とも対照田で5~8mm前後、復元田で6~13mm程度で、対照田に比べ復元田の方が大きい。しかし、土壤間での大きな差異は認められず、かつ減水深の約半分は畦畔浸透量で占められている様子うかがえる。

つぎに、落水後畦畔の高さ別に透水係数を測定した結果(図一6)、春耕起前にブルドーザで畦畔の締め固め補修を行なった泥炭土では、畦畔上層・下層部とも透水係数が比較的小さく畦畔漏水が少ない傾向にある。しかし、他の土壤では代かきの影響を受けている下層部に比べ上層部の方が透水係数が高く、明らかに畦畔漏水を惹起する要因となっている。また、その程度は対照田より復元田の方が顕著である。

さらに、当然のことながら畦畔の低い箇所では深水かんがい時に用水がオーバーフローする現象もみられている。現在の水田は復元田はもとより一般水田においても畦畔が低く、かつ幅が狭くて脆弱なことが多いのが実態である。このような畦畔状態では低温時における深水かんがいによる水温上昇効果は期待できず、かえって漏水や掛け流しによって水温が低くなり、水稲の保温効果が低下する結果となる。

したがって、水稲の冷害危険期に深水かんがいを徹底するためには、畦畔が低い場合には事前に土盛りし、畦畔の高さを30~40cm程度に保つとともに、畦塗り・締め固め等を行なって畦畔を補修し、漏水防止に努める必要がある。とりわけ、畦畔の老朽化の著しい復元田においては徹底した改善対策が望まれる。



図一六 畦畔の透水係数の比較 (調査月日: H4.10.20畦畔横方向採取試料)

5. 冷害緩和のための窒素施肥法改善

寒地水田の土地改良, とくに透・排水性の改善は根圏域の地温上昇や養分吸収能力を高めるなど, 健康な稲づくりと高品質米の安定生産には欠かせない対策の一つである。

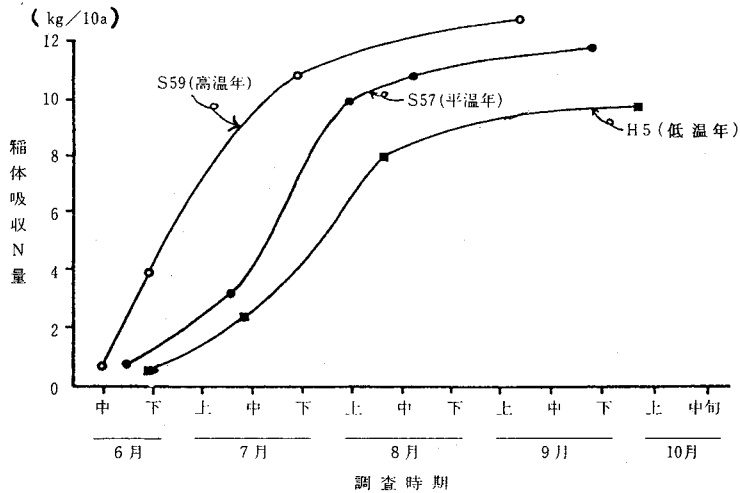
一方, 水稻の初期生育及び生育進捗は根圏域の土壤環境や養分濃度, 有害物質生成量等によって支配される面が強い。とくに, 透・排水性の劣る湿田土壤で稲わらを施用した圃場では移植後に土壤還元が進み, 有害物質(2価鉄・各種有機酸・フェノール性物質)の多量生成によって水稻根の伸長や養分吸収機能が低下し, 移植後の活着・分

げつ発生が著しく抑制される。また, 当然のことながら根圏域の温度環境(地温)は水稻の養分吸収速度や乾物生産量を規制する最大の要因である。

ちなみに, 初期生育不良地帯の湿田土壤(グライ土)において, 水稻の窒素吸収パターンを平温年(1982), 高温年(1984), 低温年(1993)で各々対比した結果を図一七に示した。

それをみると, 成熟期の稲体窒素の吸収量は各年次とも10~12kgの範囲内で大差はみられない。しかし, 高温年では低温年に比べ生育進捗が早いのに加え, 生育初期から乾物生産量及び窒素吸収量が旺盛である。

それに対し, 低温年では平温年に比べると成熟



図一七 稲体吸収窒素量の年次別比較 (中央農試稲作部, グライ土)

期までの日数が著しく長く、しかも水稻の吸収する窒素も生育後半に集中するなど、明らかに遅延型冷害を助長する様子がうかがえる。

ただし、平成5年(1993)の大冷害の要因は、ただ単なる生育遅れによる遅延型冷害の影響よりも、むしろ幼穂形成期から出穂開花期にかけての異常低温に起因する不稔籾の多発、すなわち障害型冷害によるダメージの方がはるかに大きかった。

つぎに、土壌中の無機態窒素の年次別推移をみると(図-8)、高温年では水稻の初期生育及び窒素呼吸が活発で、土壌中のアンモニア態窒素も6月下旬には急激に減少する傾向にある。しかし、低温年では水稻の生育進度が著しく停滞するため、土壌窒素の現象がきわめて緩慢であり、7月下旬に至っても依然として平温年の7月上旬と同程度の残存量である。

このように、低温年における水稻の窒素養分吸収過程はきわめて緩慢で、生育後期に施肥窒素と土壌窒素を集中的に吸収するなど、収量及び品質が一層不安定になってくる。

寒地水稻の良質安定化のために求められる理想的な窒素吸収パターンは、移植から幼穂形成期までの生育前半の生育量は施肥窒素にゆだね、出穂期から登熟期間にかけての窒素供給源は土壌(地力窒素)に依存することである。

水稻の吸収する窒素は施肥窒素と土壌から供給

される地力窒素に支配されており、栽培品種特性や気象並びに土壌条件に対応した高品質米を安定生産するためには、地力窒素を考慮した適切な窒素施肥量と施肥法の決定が重要である。

窒素過剰施肥が水稻の生育遅延・登熟性の悪化・品質低下をもたらすことは多くの試験で明らかにされている。また、低温年における水稻の窒素吸収過剰が稲体の養分バランスを乱し、受精障害によって不稔籾が多発するなど低温抵抗性が低下するなどの報告も多数みられている。

その一例として、平成5年の大冷害時における窒素施肥量及び施肥法と水稻の収量性との関係についてグライ土で検討した結果をみると(表-8)、窒素施肥量の増加に伴って登熟歩合が明らかに低下しており、玄米収量は10a当たり窒素施肥量4kgで最高値を得ている。また、基肥窒素レベル6kg/10a以上では幼穂形成期及び止葉期における追肥はマイナス要因となっている。

なお、過去におけつ道内水田地帯の施肥実態をみると(表-9)、各地域とも現地での窒素施肥量は指導基準値を上回る内容となっており、明らかに窒素過剰の傾向にあった。また、施肥法も大部分が全量全層施肥で、寒地稲作の基本技術である表層施肥・分施並びに側条施肥を適切に励行している生産者の数は比較的少なかったようである。

しかし、ここ数年来は耐肥性・耐倒伏性の弱い

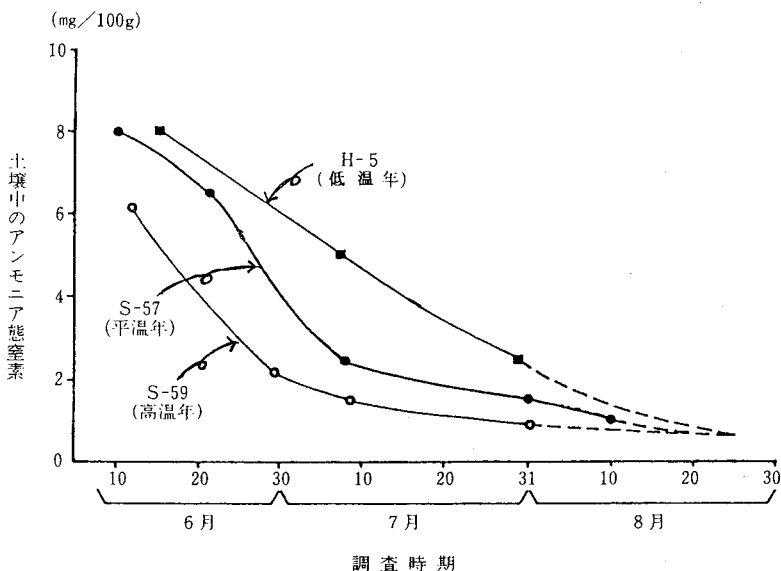


図-8 年次別土壌中のアンモニア態窒素の推移 (中央農試稲作部)

表一 8 窒素施用量及び施用時期が
 水稻の収量・収量構成要素に及ぼす影響

(H 5 年)

処理内容	穂 数	総穂数	登熟歩合	総 重	わら重	玄米重
	(本/㎡)	(×100)	(%)	(kg/10a)	(")	(")
N 0	407	155	79.5	788	469	255
N 4	566	226	57.0	982	649	263
〃 + 幼 2	595	256	51.6	933	587	276
〃 + 止 2	554	222	44.1	974	637	273
N 6	605	266	43.1	1,012	721	227
〃 + 幼 2	634	292	36.0	1,021	754	210
〃 + 止 2	651	260	39.0	1,012	750	206
N 8	598	281	37.0	976	713	208
〃 + 止 2	607	297	30.4	1,034	769	208
N10	668	347	27.9	1,026	779	191

備考) 資料提供——中央農試稲作部栽培第 1 科
 土壌：グライ土 品種：きらら397

表一 9 支庁および土壌別の施肥実態*

(昭63年, 農業改良課調査)

支 庁 別	沖 積 土			泥 炭 土			火 山 性 土			洪 積 土					
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O			
石 狩 管 内	112	160	130	118	168	114	125	119	150	103	183	103			
空 知 管 内	121	126	121	131	117	114	129	125	121	129	123	124			
後 志 管 内	106	137	125	116	124	109	103	111	100	108	122	109			
胆 振 管 内	106	108	114	—	—	—	110	109	111	115	95	100			
日 高 管 内	105	132	116	104	152	107	106	99	96	100	100	100			
上 川 管 内	117	116	131	110	104	119	—	—	—	119	106	126			
留 萌 管 内	121	142	124	113	157	131	—	—	—	136	169	128			
網 走 管 内	115	115	114	120	120	111	—	—	—	115	112	108			
十 勝 管 内	119	106	107	160	129	146	129	107	113	—	—	—			
渡 島 管 内	110	122	115	111	108	97	118	121	118	108	112	100			
檜 山 管 内	114	127	110	107	112	93	122	121	128	107	123	121			
平 均 値	A 普及所指導施肥量(kg/10a)			7.7	8.7	7.1	5.9	8.9	6.8	8.0	10.9	7.4	6.9	8.8	6.8
	B 農家の施肥実態(kg/10a)			8.7	11.0	8.5	6.9	11.3	7.9	9.4	12.4	8.6	7.9	10.9	7.6
	B/A×100 (%)			113	126	120	117	127	116	118	114	116	115	124	112

施肥実態*: 普及所指導施肥量に対する農家の施肥実態割合

「きらら397」や「ゆきひかり」等の良食味品種の急速な普及と側条施肥田植機の導入に伴って窒素施肥量が漸減の方向にあり、倒伏等もほとんどみられなくなっている。

現在、北海道では気象条件や土壌環境に左右さ

れず、低蛋白・低アミロースで味の良い一等米を安定的に生産するために以下の点に留意した窒素施肥が指導されている。

①基肥窒素は標準窒素量の80~90%とし、残りは生育経過及び気象条件を考慮して分施を判断す

る。②湿田型土壤（グライ土・泥炭土）および初期生育不良地帯では側条施肥・表層施肥を積極的に取り入れる。③沖積土のグライ土では窒素施肥量10～20%程度減肥する。④有機物（堆肥，稲わら）の連用年数が10年以上経過した圃場では窒素吸収過剰となるので，その場合には10a当たり2kg程度の窒素減肥を行なう。

6. おわりに

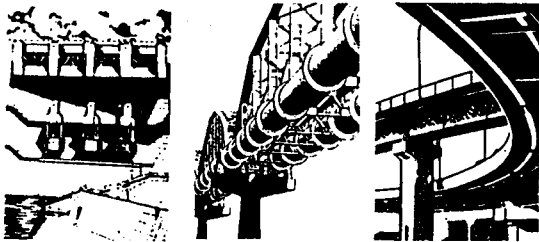
“災害は忘れた頃にやってくる”と言われているが，平成5年の大冷害はまさにその言葉どおりであった。

勝れた技術も100年に一度ともいう異常低温の

前にはおのずと限界があり，今後も冷害克服技術の開発に向けて一層手網を引き締めていかなければならない。

透排水が佳良で，畦畔の整備された土壤肥沃度の高い高水準生産基盤のもとで，気象条件を考慮した無理のない栽培法（適性品種の導入，適性施肥，適性な水管理等）の励行が冷害に強いコメづくりの原点であることを忘れてはならない。

- 1) 川口桂三郎：水田土壤学，講談社，p462，1978
- 2) 水管理研究会編：水田の水管理と圃場整備，地球出版，p142，1972

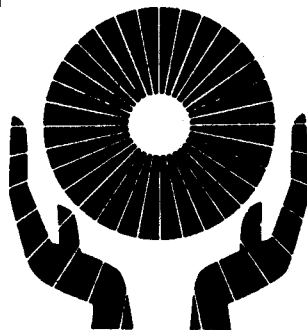


カシモト

X 株式会社 栗本鐵工所

〈 鉄構事業部 〉

本社 大阪市西区北堀江1丁目12番19号 ☎(06) 538-7691
 東京支社 東京都港区新橋4丁目1番9号 ☎(03)3436-8150
 北海道支店 ☎(011)281-3307 中国支店 ☎(082)222-8205
 東北支店 ☎(022)227-1890 九州支店 ☎(092)451-6627
 名古屋支店 ☎(052)201-4501



われらの英知
 みんなの国土
 その最高のハーモニーをめざして

南知多開拓建設事業の農地造成について

—軟岩の細粒化碎土を行った農地造成の事例—

小木曾 徳三郎*
(Tokusaburo OGISO)

堂 山 宏*
(Hiroshi DOUYAMA)

川 邊 保 昭*
(Yasuki KAWABE)

目 次

1. はじめに	24	4. 泥岩の細粒化碎土工	28
2. 南知多地区の概要	24	5. 土工数量	31
3. 農地造成	27	6. おわりに	32

1. はじめに

農地開発事業は、農産物の需要動向および地域の農業経営の改善方向に即して新たな農地開発によって経営規模を拡大することにより、農業構造の改善を図ることを目的としている。この事業の中核を占める農地造成—開墾畑の建設は、施行地域の地形、地質、水利などの自然条件および伴作物、使用される農作業機械など営農計画が要求する圃場設計条件に即して、更に工事後に営まれる農作業システムの実態にも配慮して、その工事内容を定める必要がある。

南知多地区においては、1 m程の薄い表土の下層には固結した岩（軟岩）が分布しており、土壤熟化を促進して畑作に適した新墾畑を建設するため、農地造成工程に岩細粒化碎土工を取り入れた。

本稿では、試験工事による土壤細粒化の調査結果をとりまとめると共に、農地造成工事で行った各種土工の実績、並びに換地状況を報告する。

2. 南知多地区の概要

本地区は、愛知県にあり、伊勢湾と三河湾を背割する形状でほぼ南北に伸びる知多半島（5市5町）の先端部に位置する。近くの熊野灘から遠州灘を流れる黒潮の影響を受けて海洋性の気候に属し、年降水量1,613mm年平均気温15.7°Cであり、降雪は年1～2回見られるものの積もることはない。

こうした穏やかな気候により、みかん、野菜、乳肉牛の生産が盛んで、近年は事業の進捗に伴い、キャベツ、フキ、花きなど畑作物の商品化作物が

著しく伸びている。

南知多開拓建設事業は国営農地開発事業として、昭和51年度に着手し平成6年度に完了した。昭和63年3月と平成5年6月の2回の変更を経た最終の事業計画は、地区面積767haにおいて既耕地26haを含む農地造成418haとするもので、幅員5.5m、4.0m、3.0mの3規格の道路125.3km、排水路13.6km、防災施設（沈砂地、一部洪水調整兼用）56カ所などを整備し、また愛知用水を水源として、ファームポンドからほ場の給水栓までの畑地かんがい施設を建設している。事業費は185億円余りを要した。

現在、野菜（キャベツ、玉ネギ、ブロッコリー、フキ）268ha、飼料（ソルゴー）70ha、果樹（びわ）30ha、施設（フキ、花き）50haの営農計画を推進している。

本地区は、知多半島を主とする愛知用水事業（昭和32～37年度実施）の約15,000haのかんがい区域に組み入れられているが、昭和36年の愛知用水通水以来、半島北部～中部においては圃場整備、農地開発など農業基盤が整備されて、野菜、花きを中心に農業生産が著しく向上した。これに対し、半島先端部に位置する本地区は、下層地質が古く、畑作土に適するように土壤改良することに懸念があり、これが原因の一つとして開発整備が遅れていた。

また、この下層地質は、農地造成工事にも大きな影響を与えており、以下その地質構造を述べる。

知多半島は、およそ1,600万年前の新第三紀中新世の時代に生まれ、隆起沈降を経ている。半島先端部には、新第三紀中新世に岐阜県をも含み、西は広島県あたりまで続く浅い大きな内海（第一瀬

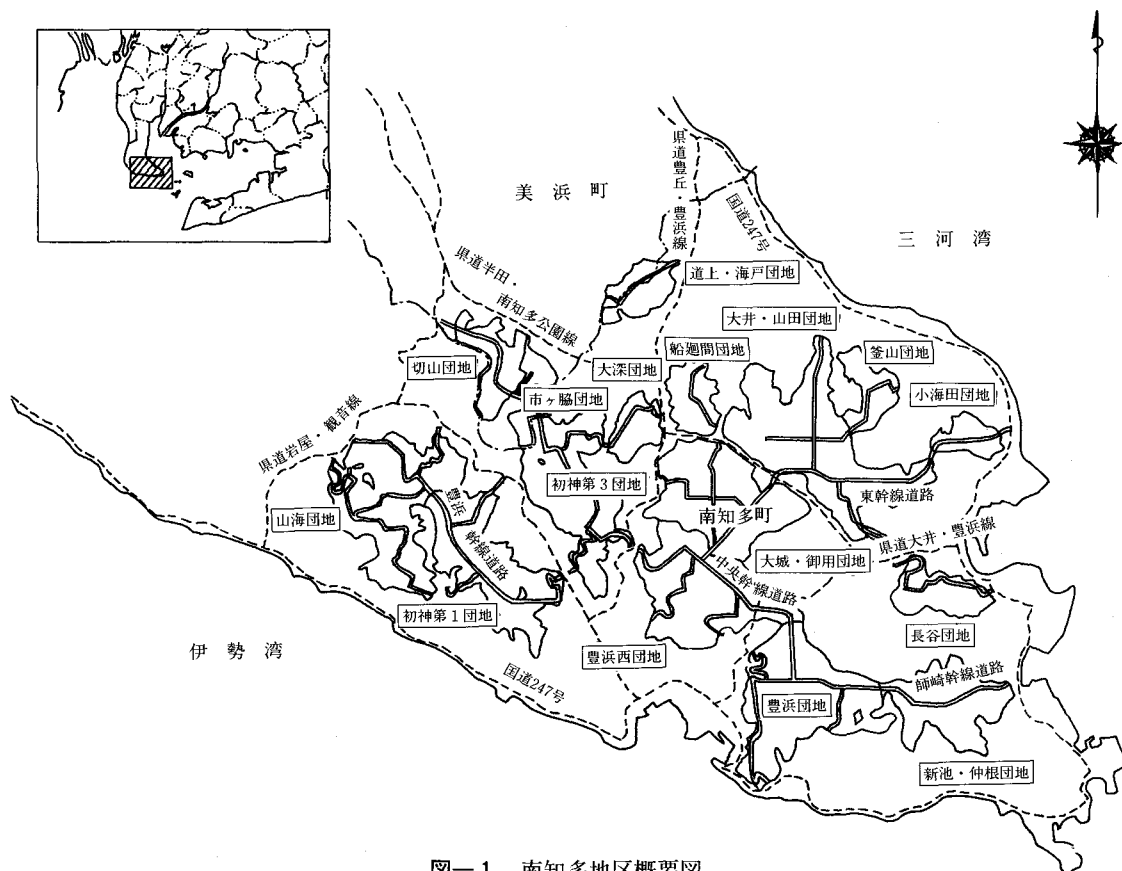
*東海農政局南知多開拓建設事業所

表一 南知多町，美浜町 概要表

町名	面積	人口	戸数	農家人口	農業戸数	最高峰
	km ²	人	戸	人	戸	m
愛知県	5,146.71	6,690,603	2,174,110	589,532	119,573	—
南知多町	37.96	25,954	7,104	3,960	802	128
美浜町	46.38	24,669	8,585	5,768	1,186	—

表二 南知多地区計画受益面積 (単位：ha)

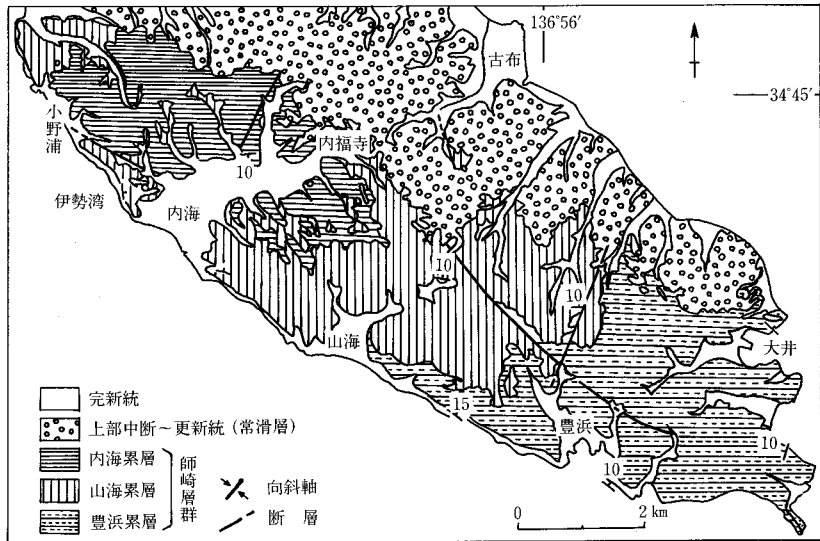
町名	現況			計画			計
	田、畑	山林	道水路	畑	道水路等	防災施設	
南知多町	69	619	31	391	153	175	719
美浜町	4	42	2	27	9	12	48
計	73	661	33	418	162	187	767



図一 南知多地区概要図

戸内海)であった時、周辺から運搬された粘土、泥砂が堆積した師崎層が分布する。これは、泥岩と砂岩の互層からなっており、地層の上部は泥岩が優勢となり、層厚は数10~数100mである。半島

南部~北部は500万年前、新第三紀鮮新世に、渥美半島と志摩とは陸続きとなり大きな湖(東海湖)を形成し、この湖底に砂礫、シルト、粘土が堆積した常滑層が分布し、その層厚は400mである。常



図一 2 知多半島南部地域の地質図

表一 3 知多半島南部地域の地質総括表

地質時代		地質系統		地 史	
新 四 紀 世	第 四 紀 世	完新世	沖積層	縄文海進	
		更 新 期	低位段丘堆積物	最終氷期(海面最低期)	
			中位段丘堆積物	新田層など 野間層など	熱田海進(最終間氷期)
		新 中 期	高位段丘堆積物	隆起 海進	
	前 期	武豊層			
	生 代	新 鮮 新 世	東 海 層 群	(上部) 常滑累層	東海湖消滅
				下部 豊丘累層	湖盆沈隆軸の北遷 沈降……………東海湖発生 陸化……………平坦化期
		中 新 世	師 崎 層 群	内海累層	沈降・海進期 (第一瀬戸内海)
				山海累層	
				豊浜累層	
日間賀累層					
中 生 代	白 亜 紀	角閃石黒雲母トーナール岩	花崗岩類の進入		

滑層は師崎層を不整合におおっており、西海岸・野間～東海岸・大井の線（北西～南東走向）以北の丘陵を形成している。

本地区は半島の先端部に位置し、師崎層が16団地中12団地、造成面積の9割強に分布する。

本地区に分布する師崎層及び常滑層は土木工学的にはいずれも「軟岩」に属しており、師崎層は団結した岩でブルドーザに装着しているリッパーで容易に破碎される。一方、常滑層は、半固結の岩であり、ブルドーザのブレード（排土板）を用いて堀削・押土ができ、師崎層とは異なり、リッピングによる岩破碎の前処理は不要である。

3. 農地造成

一般の農地造成における基本工程は測量・刈払いなど準備工 → 低位部暗渠排水、防災施設 → ブルドーザ、スクレーパなど施工重機械による切盛土工 → 排土板装着のブルドーザによる整地 → リッパー装着のブルドーザにより心土破碎する耕起 → ディスクハローによる散布された土壤改良資材の攪拌を兼ねた砕土である。

本地区は、改良山成畑工による農地造成であり、下層地質が新第三紀中新世の泥岩（シルト岩を主）であるため、上述の工程に示す耕起段階で、畑表層の中礫（50mmフルイ残留）含有量が過半を占める。いわば、造成畑面は、切土部も盛土部もほぼ全域が岩石で覆われている状態である。

こうした礫対策には、少量であれば人力等により畑面に露出する岩を排除する方法、下層が作物生育に適さない礫層などの不良土であって近傍に大量の良質土があれば土層扱いする方法などがあるが、本地区は、大量の礫と薄い表土から、これらの方法の採用は困難であるため、スタビライザーによる岩細粒化砕土法を用いている。また、本地区の泥岩は畑面に露出すれば風化しやすいことから、自然力を利用して「自然風化」を促進するべく、工程を「一次造成」と「二次造成」に分け、数カ月間の風化期間を設けた。本地区の農地造成工程を図-3に示す。

工程において、畑作土に係る工事内容を詳述する。

耕 起 32t級ブルドーザに装着した爪有効長90cmで、泥岩の切土地盤部

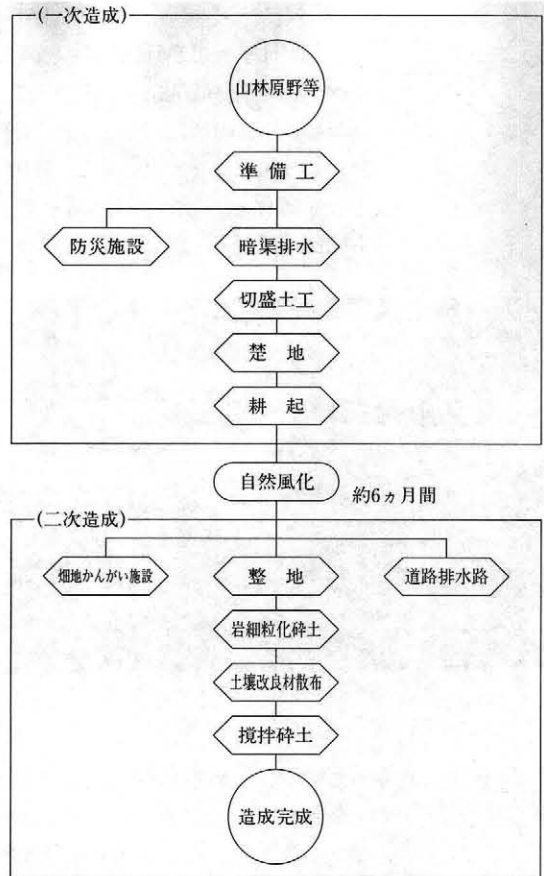
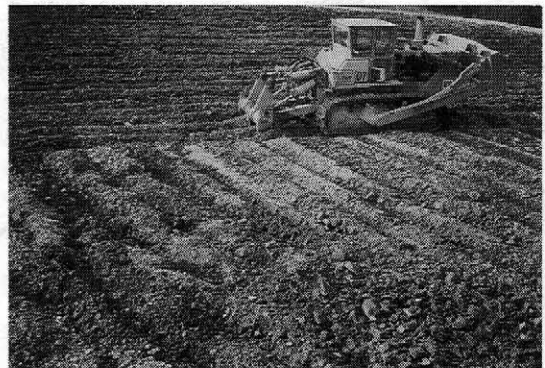


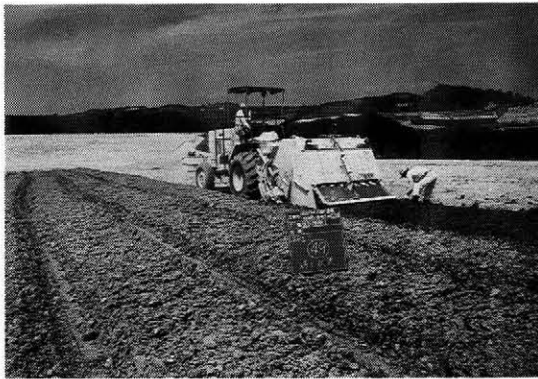
図-3 南知多地区農地造成工程

及び施工重機械の転圧で固くしまっている盛土部共に、圃場面をリッピングすることで土壤構造の改善と畑面流水の抑制を図るため心土破碎する。施工仕様は深度60cmを確保し、爪3本で2回掛するものとした。



耕起風景

細粒化砕土 スタビライザー (米BOMAG社, MPH-100DMR型ロータ径1524mm, 切削幅2005mm, 切削深度483mm, 刃数70本)を用いて岩を細粒化砕土する。施工仕様は、深度30cmを確保し、重複作業幅30cmで1回掛するものとした。



細粒化砕土風景

攪拌砕土 土壌改良資材を散布した後、攪拌を兼ねて、トラクター牽引の20cmディスクハローにより畑作土表層の砕土を行う。施工仕様は深度15cm, 2回掛するものとした。



攪拌砕土風景

これら3工種の作業域を図-4に示す。

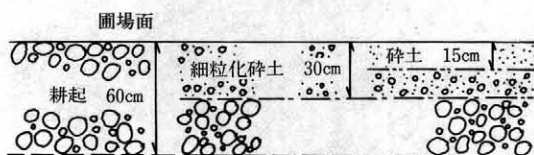


図-4 畑作土の改良作業規模式図

4. 泥岩の細粒化砕土工

(1) 泥岩の風化試験

本地区の調査・全計期間において主要作物は温州みかんを予定していたが、果樹園土壌として泥岩を破碎した後の経年風化を調査し、その適性を確認している。調査は愛知県農業総合試験場が現地丘陵地に試験圃2haを設け、昭和45年9月深度50cm, 11月深度30cmのリッピングを行い、翌46年4月みかんを植栽し、以後4カ年にわたり年末に土層別の粒径組成を調べた。その結果、図-5に

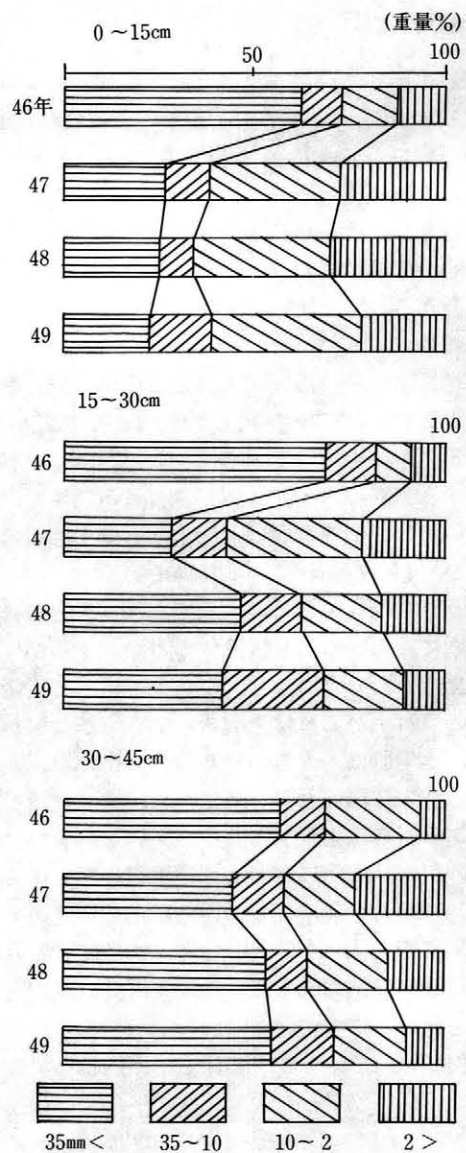


図-5 樹園地の泥岩土壌粒径組成変化

示すように上層，中層においては，2年次まで細粒化が急速に進み，以後は漸増の傾向を示し，下層はほとんど変化が認められない。

このことから，本地区のシルトを主とする泥岩は粘土鉱物が含まれ乾湿の繰り返しが効果的であり，また，耕耘など営農作業が行われれば土壤の細粒化を促進するものと推定される。

(2) 泥岩の細粒化碎土試験

本地区の下層地質の9割強を占める泥岩においてはリッピング耕起及びトラクター牽引のディスクハローによる碎土のみでは礫残留量が大きく，このままでは普通畑に適さない。このため，道路の路盤工事で路上混合作業を行うためのスタビライザーを農地造成の岩細粒化碎土工事に導入することとし，その細粒化効果，機械作業能率などを試験した。

スタビライザーは道路の路盤の粉碎，かき起し，混合及び水添加剤の散布を行う機能を持つもので，老朽化した舗装版を破碎し，旧路盤と混合し再生路盤材として再使用するのに用いられている。自走する走行装置と作業装置とからなり，後者にはかき起し，破碎混合を行うロータとこれを覆って材料の飛散を防ぎ敷均すフードがある。試験工事では，国産機は作業深度が浅いため，外国機（米

BOMAG社，MPH-100STD型，ロータ径1219mm，切削幅2005mm，切削深度368mm，刃数70本）を使用した。

この建設機械を工事に導入するにあたって，耕耘及び有機肥料のすき込みなどの営農作業がどの程度，岩細粒化，土壤熟化を促進するのかを評価し，そのうえで岩細粒化碎土工事の整備水準を概定する必要があった。

試験は前年度に農地造成（一次造成）したほ場1.2haにおいて昭和53年夏，岩細粒化碎土工事（二次造成）を実施し，6カ月後に粒径組成を調べ，また，54年～55年と各4回のトラクター牽引ロータリーにより碎土耕耘を行って，その変化を調査した。

スタビライザーの効果は，図-6に示すように畑作土上層で中礫以上礫残留量が処理前62%から処理後6カ月経過したときは30%に，また下層でも31%から26%に減少しており，一方，対照した無処理区では，6カ月間の自然風化により上層で40%から32%に減少したのみで，下層ではほとんど変化がないことから，土壤粒径の細粒化に大きく役立つものと認められる。

営農作業の効果についても，図-7に示すように作業前（昭和54年2月）から作業後（昭和55年

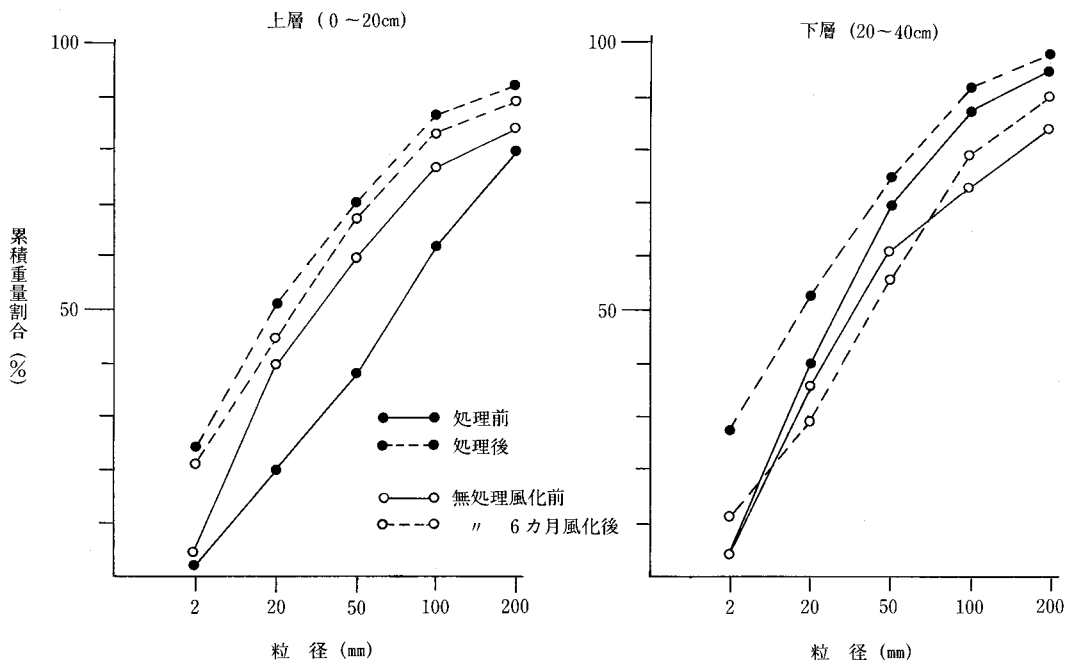
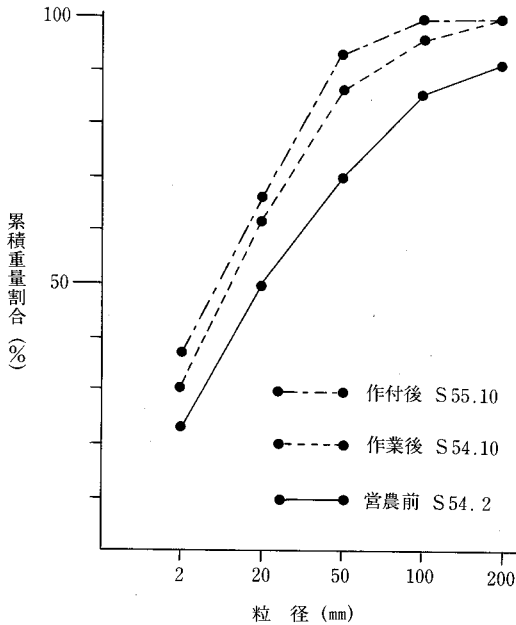


図-6 細粒化碎土工による粒径組成変化



図一七 営農による粒径組成変化 (上層)

10月)の期間中、8回のハロー碎土を経て、上層で30%から7%に減少している。更に調査を継続した2カ年経過後はロータリーによる耕耘、中耕及びかん水等を含めた肥培管理により石礫の反転と乾湿が繰り返されて細粒化が進み、極僅かなもの(1~2%)になったことから、十分に認められる。

なお、図一六より、上層の細粒土が下層に沈降している様子が窺うことができ、営農作業により作土の上層が細粒化すればその下層にも細粒化が順次及んでいくものと推定される。

(3) 細粒化碎土工事の施工整備目標

泥岩を細粒化した礫質土壤において、前述の2ケ年間の調査に引き続いて、栽培調査を行ったが、その結果の要点は次のとおりである。

①キャベツ、ブロッコリーでは、粒径2mm以下の組成が50%前後で既畑並の収量が可能である。

②パレイシヨでは、粒径20mm以上20%以下で既畑並の収量が可能である。これ以上となれば青イモの発生など商品化率が低下する。

③スイートコーンでは、種子の直播による発芽率の低下を防ぐには粒径2mm以下50%以上とすることが必要である。

特に粒径50mmの中礫以上の礫を皆無とすることが望ましいとされ、また、土地分類調査要領(昭

和43年4月6日付け、43農地C第71号)の「開畑の場合の土地分類」では礫含量10%以上は農作業にかなり支障があるとされている。

しかし、前述の試験で、本地区の泥岩は営農作業機械の軽い衝撃によって短期間に土壤の細粒化が進行することが判明した。また、試験工事において、スタビライザー1回掛けの外に2回掛けも調査し、当然のことながら2回掛けが高い細粒化を示したものの、2回目の細粒化効果は1回目の半分以下であった。スタビライザーによる岩細粒化碎土工事は、平成5年度実績でha当たり約150万円弱と高額である。

こうしたことから、農地造成工事において、畑作土の中礫以上の礫残留量を30%以下とすることを整備目標とし、スタビライザー1回掛とした。

請負工事では、前述したように使用機械、作業回数、作業範囲、深度を施工仕様で規定し、施工前後のほ場別粒径組成の調査結果を提出させている。これは、施工仕様を礫残留量何%以下とするといった品質管理で規定することは本地区の泥岩に細粒化しにくい凝灰質砂岩が不規則に介在するため困難であったことによる。

(4) 地域営農システムの連携

前述試験工事の後2カ年の調査で中礫(径50mm以上)を基準に工事整備水準を概定したが、その後も畑作物を栽培し畑作土粒径を継続調査した。その結果、葉菜類のキャベツ、ブロッコリーは粒径2mm以上礫残留量50%内外で、スイートコーンは発芽率の確保もあり礫残留量50%未満で既畑並の生育収量が可能となる。また、根茎類のパレイシヨは2mm以上50%未満、20mm以上20%未満でなければ青イモ発生など商品化率が低下する。更に泥岩改良の作土は保水性が悪いため、特に播種若しくは移植後の適切な水管理、施肥管理が要求される。

こうした農地造成による新墾畑の特徴を周知徹底するため各種農業団体及び営農グループとの連携が必要とされた。

本地区の近傍の酪農家が飼料作物の栽培と畜産糞尿処理について造成農地を使いたい旨の引き合いがあったことから、農地造成工事終了後、農地が一時利用指定されるまでの間、土地改良区がこれら酪農家と連携して耕耘、堆肥緑肥のすき込みにより土壤の細粒化と熟化を図るよう暫定管理す

表一４ 土地改良区の造成農地暫定管理期間

団地	面積	年 度															
		S54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	H1	2	3	4	5	6
A	14.5ha																
B	23.6																
C	49.8																
D	35.8																
E	33.5																
F	37.4																
G1	60.8																
G2																	
G3																	
H	8.2																
I	10.4																
J	64.8																
K	48.7																
L	8.8																
M	7.2																
N	11.9																

注：面積は換地処分による造成農地の数値であり、暫定管理の工事出来高図の図測面積とは異なる。

ることとした。表一４は土地改良区の暫定管理期間を示すが、数次に分けて工事を実施した団地は暫定管理も数次にわたって追加し、長期となっている。この農地利用、営農システムは事業の比較的早期に定着し、二次造成工事における岩細粒化砕土工を補完するのに有益であった。

5. 土工数量

(1) 扱い土量

農地造成は導入作物・農作業機械など営農計画が要求する圃場の整備水準を確保することが必要である。本地区の農地造成の設計基本事項を概説する。

造成勾配は最大8度（事業計画書）とし、標準6度の一定勾配ほ場の改良山成工設計としている。但し鮮新世の地質である常滑層にあっては固結度が低いため流出土砂対策から最大4度と緩い勾配にした。

区画形状は移動式スプリンクラーを用いる畑地かんがいを想定して、耕区40m×50mを基準とし、圃区100m×200mを標準とした。個別団地の設計において、標準圃区を確保するあまり、扱い土量・運土距離・法高など土工数量が過大となる場合は、圃区長辺を耕区短辺（40m）の整数倍で調整し、畑間法面を設けるなどにより、その軽減を図っている。

本地区は換地処分する地域単位が14換地区あり、うち1換地区は3団地に分けて工事实施しているが、各換地区の換地交付率や投資事業費が均一となることが望ましい。しかしながら地形・地質・水利など自然条件及び既存道路との接続利便性や地区内除外地の有無をはじめとする団地構成のま

とまりなど、各団地の立地条件に差異があることから、土工数量に差が生じてくる。

切盛土工は各団地で切土量と盛土量をバランスさせること（地場内地均）としており、この扱い土量の多寡が農地造成の工事費用に大きな影響を与える。このように扱い土量は、標準圃区の確保及び換地交付率の向上とは緊張した関係にあり、特に、標準圃区の確保を優先すれば、増大する傾向を示す。

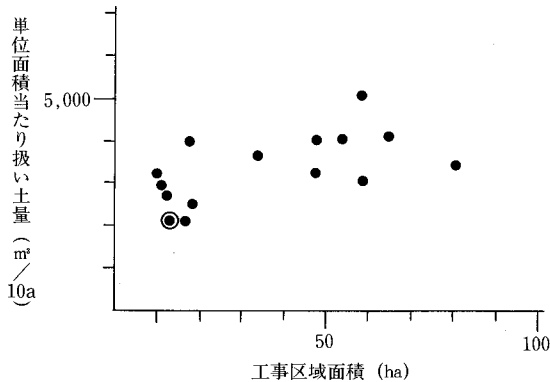
農地造成の設計手法は、昭和50年代に農林水産省が開発した改良山成工を対象とした電子計算機を使用するメッシュ法による土工量及び運土計画を算出する改良山成設計システムが一般に用いられ、従来の横断法とは異なり大幅に比較設計など反復作業が容易となった。しかし、農地造成の設計には区画形状の外道路、排水路、沈砂池などの配置を含めて判断されるため、区画形状の整備水準を数多く設定して土工量を算出することは困難であり、通常、扱い土量の最大を規定する。

本地区は、愛知用水の受益地に追加され、水源開発が不要で畑地かんがいの事業に占める割合が1割と軽微であることから区画形状に高い整備水準を求めることが可能であった。

このことから、本地区の農地造成設計では扱い土量を10aあたり4000㎡以下とするよう作業が進められた。

図一8は、各団地の10a当たり扱い土量と工事区域面積との関係を示したものである。

ここに16団地中9団地が3000～4000㎡/10aの扱い土量にあるが、工事实施中は近傍の公共工事、土地造成工事などで発生する建設残土を大量に受け入れるなど、事業費の軽減も図られている。ま



図一 8 扱い土量団地面積図

た、小規模団地は、 $2000\sim 3000\text{m}^3/10\text{a}$ の扱い土量にあるが、地形状況から切土部分（尾根）に対して盛土部分（谷）が小さく、盛土法面が過大となるため、これが抑制要因となり大規模な団地に比べて扱い土量が小さくなっている。

(2) 岩細粒化砕土工

二次造成工事で岩細粒化砕土工を行っているが、その工事前後に、各圃場毎に $1.0\text{m}\times 1.0\text{m}$ 区画、深さ 0.3m を坪掘りし、 50mm 、 150mm フルイで粒径組成を調べた。表一5は、平成元年度以降の工事について示したもので、砕土後の中礫以上の礫残留量はほとんどの圃場で 10% 以下となっている。

これは、前述4(2)の試験工事調査結果（礫残留量 30% —上層 20cm ）と比べて高い破碎度となっている。その原因はスタビライザーが同じメーカーの同機種であるものの、試験工事で使用したSTD型から、本工事では、これを改良した切削深度を大きくし、フードを強化したDMR型を使用したこと、及び請負業者の施工習熟と重複作業幅（ 30cm ）の明記など施工仕様の整備により施工能率が向上したことによるものと考えられる。

また、施工においては木根等の雑物、砂岩など硬質な岩の大礫、泥岩であっても巨岩が埋設する場合はロータの損傷、目詰まりを生ずるため、これらを除くため人力の補助作業が伴っている。

(3) 換地交付率

本地区は地区面積 767ha の土地権利者が 1800 名余りあり、そのうち多数の者が名古屋市近郊など地区外に在住している。このため、事業初期には、地区内除外地が多発することが懸念された。地区内除外地の発生は団地構成を悪くするのみでなく、農地の集団化を阻害し法面積を増加し、その結果、換地交付率の低下、工事費の増高など悪い影響を及ぼす。

この対応として従前地目（山林原野等）による換地（通常「山換地」若しくは「現地目換地」と称している。）を行う方法が有効とされる。本地区でも地区内除外地を回避するため、この方法で地権者の理解を得ている。図一9は、本地区の団地別に工事区域面積に対する換地区面積を示すものであるが、団地面積が大きくなれば、工事区域面積に対する換地区面積の比率が大きくなる傾向を示している。

このことは、団地面積が大きくなれば、地区内除外地を回避して現地目換地が容易となり、農地の集団化が図りやすくなることが推定される。

本地区の14換地区は、概ね 60% 以上の換地交付率が確保された。図一10は、工事区域面積に対する換地交付率を示すものである。

6. おわりに

南知多地区は、その下層地質である新第三紀の泥岩を畑作土に適する土壤に改良することが事業

表一5 岩細粒化砕土工による畑作土粒径組成変化（単位：重量割合％）

実施年度	面積	砕 土 前		砕 土 後	
		50mm未満	50mm以上	50mm未満	50mm以上
平成元年度	47.7ha	—	—	96.3	3.7
" 2 "	44.5	39.3	60.7	95.7	4.3
" 3 "	20.3	41.4	58.6	87.7	12.3
" 4 "	40.6	46.5	53.5	93.7	6.3
" 5 "	6.6	32.5	67.5	94.5	5.5

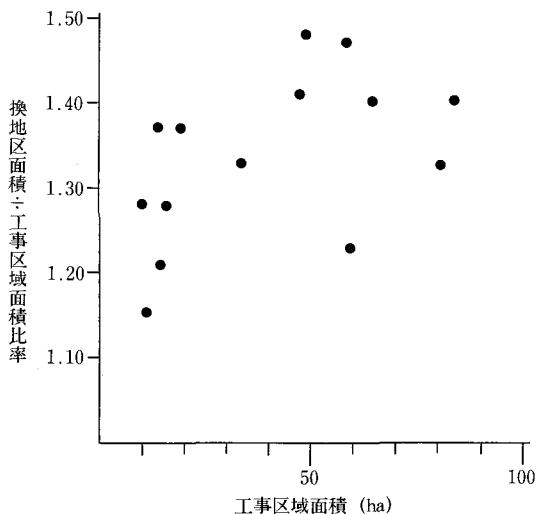


図-9 換地区面積・工事区域面積図

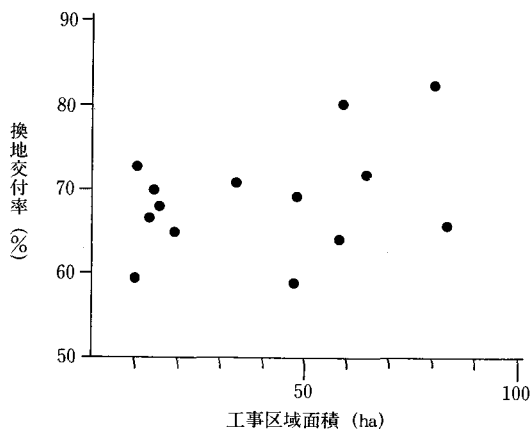


図-10 換地区別換地交付率図

を成功させる鍵であった。この課題に対し調査段階での東海農政局及び愛知県農業総合試験場、また事業初期での南知多開拓建設事業所及び愛知県知多農業改良普及所など関係機関の取り組みは目を見張るものがある。

農地造成工事にスタビライザーを導入したのは本邦で最初であり、新墾畑のほぼ全域にわたって岩細粒化砕土を実施したこと、及び、切盛土工の扱い土量の3割を岩破砕処理していることも希有な事例であろう。

こうした事業費増嵩を招く要因に対して、地元の知多南部土地改良区及び傘下の各工区営農組織が土壤熟化対策に協力を戴き、事業費を極力節減できたことは幸いであった。

これら機関に誌上をお借りして感謝申し上げます。

す。

農地造成工程に泥岩の細粒化砕土工を組み入れ、当時としては新工法であったが、これが軌道に乗ったのは事業着手後、数年を経た昭和50年代後半であった。これによって、普通畑造成の確信を得て、果樹から野菜・花きを中心とする営農計画に変更され、区画形状も少々の悪い立地条件を克服して大型機械化体系の営農ができる良好な圃場を確保するよう努められた。

本地区の土工数量、特に扱い土量は、他地区に較べて大きい、地質が軟岩であること及び細かく配慮した防災施設の設置などから、下流河川及び周辺海域に濁水など悪影響を与えたことはほとんど無かったと聞く。大きな扱い土量は、良好な圃場を確保し、法面積等の減少、道路水路の効率配置により造成率の向上をもたらし、結果的に事業費の軽減に役立っているものと思う。

最後に本稿の作成にあたっては長い事業期間にわたる工事数量の集計整理を担ってくれた高橋誠枝官及び夏期実習生の石川登章、永田浩一両君にお世話になった。お礼を申し上げます。

参考文献

- 1) 東海農政局：国営南知多土地改良事業変更計画書，1993，
- 2) 東海農政局：南知多開拓建設事業記念誌，1994，
- 3) 南知多町誌編さん委員会：南知多町誌・本文編，南知多町，P 6～13，1991，
- 4) 近藤善教，木村一朗：師崎地域の地質，地域地質研究報告(5万分の1地質図幅)，地質調査所，1987，
- 5) 山下昇，粕野義夫，糸魚川淳二：日本の地質中部地方II，共立出版(株)，P 126，
- 6) ㈱日本建設機械化協会：日本建設機械要覧，P 1011～1012，1989，
- 7) 東海農政局計画部：昭和55年度畑作営農推進対策調査成績書南知多地区，P 65～68，1981，
- 8) 東海農政局計画部：昭和56年度・昭和57年度畑作営農推進対策調査成績書南知多地区，1982，1983，
- 9) 東海農政局計画部資源課：営農技術確立調査(新墾畑土壤熟，調査)総合報告書南知多地区，P 12～17，183，

能登島農道橋（仮称）における基礎形式変更経緯について

清水 俊夫*
(Toshio SHIMIZU)

稲本 勝嘉**
(Katsuyoshi INAMOTO)

前川 久義***
(Hisayoshi MAEKAWA)

池田 俊文**
(Toshihumi IKEDA)

目 次

1. まえがき	34	4. 斜張橋部基礎構造の変更	37
2. 地質概要	35	5. あとがき	39
3. 箱桁橋部施工状況	35		

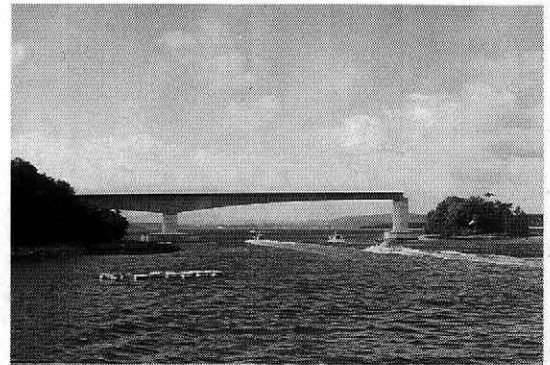
1. まえがき

能登島農道橋は、能登半島の頸部東側の七尾湾中央部に位置する能登島と本土を結ぶ海上橋であり、七尾湾沿いの田鶴浜町、中島町、能登島町の3町をエリアとする鹿北広域営農団地内の営農・農産物集出荷合理化対策として、中島—能登島間に基幹農道を新設する広域農道能登島第2地区で計画された。

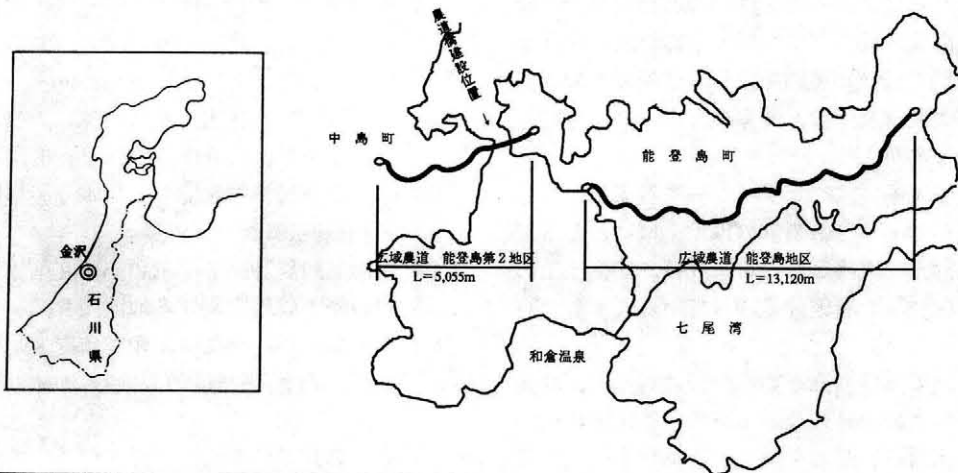
橋梁形式は中央径間230mを有する3径間連続PC斜張橋+2径間連続PC箱桁橋であるが形式の決定にあたっては、架橋地点の海域幅が約400mと狭く、さらに海域中央部に島が存在し、島を挟んで2つの航路限界を確保する必要があるという条件の他、工事の施工性、経済性及び景観の面を

考慮した。

箱桁橋部は平成3年度に着工し、平成6年5月に完成した。斜張橋部は平成5年度末に着工し、

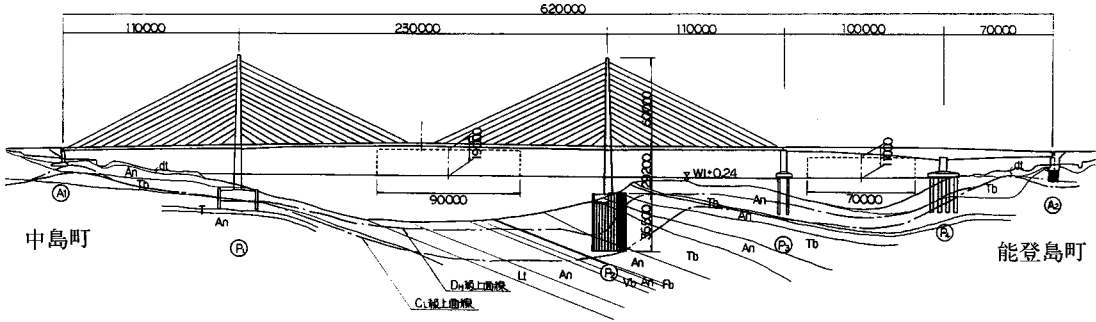


写真—1 1期工事完成



図—1 計画位置図

*石川県大日川ダム管理事務所
**石川県金沢土地改良事務所
***石川県七尾土地改良事務所能島出張所



図一 2 計画一般図及び地質縦断面図

現在基礎部の施工が行われている。基礎形式については海底面の起伏や海流の影響を考慮して、多柱式基礎を選定し、工法としては大口径・大深度削孔が可能でかつ低騒音・低振動なりバース工法とした。いずれも近辺に民家や養魚場が存在することから、施工性、経済性はもとより環境条件を最重要視したことによる。

本報告では、箱桁橋部基礎掘削過程において判明した地質特性及び施工結果を評価・検討し、斜張橋部基礎形式並びに工法を変更した経緯について紹介する。

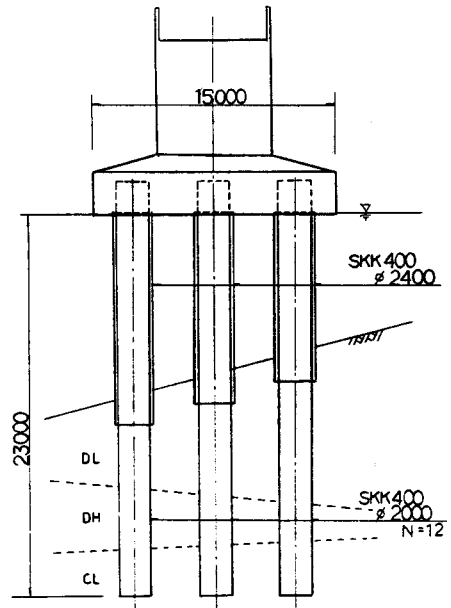
2. 地質概要

農道橋下全体の地質断面図を描くと図2のようになる。全体に地層の傾斜は東に 10° ~ 20° で傾斜しているが、猿島あたりから傾斜が緩くなり、東の海峡を挟んで地層の傾斜は逆になっている。主に分布するのは、新第3紀中新世の火山岩及び火山碎屑岩類で、安山岩質の熔岩及び火砕岩類を主とするが、砂岩泥岩礫岩互層などの碎屑岩類を含むことがある。

P_1 地点では、深度2~5mでN値50以上になり、他の橋脚部に比べて浅い深度で硬くなる。WL-15m以深から安山岩熔岩を主体とした C_L 級岩盤となる。

P_2 地点では、WL-30~40mまでは D_L 級の凝灰質砂岩と凝灰角礫岩が分布し、N値は30未満と低い。それ以深においても自破砕熔岩が多く、風化が進行し軟岩程度のものが多い。

また P_4 地点では、WL-20m付近から下が C_L ~ C_w 級で、WL-20m付近の安山岩は玉ネギ状風化が特徴的であった。(図-3参照)



図一 3 P_4 基礎構造図

3. 箱桁橋部施工状況

本計画において採用されたなりバース工法は、ローケーシングで掘削し、孔内の静水圧により孔壁の維持を図り、掘削ズリは水の循環により孔外へ揚泥・沈澱させ、その上澄液を循環させる工法である。その原理は、孔内水位を地下水位より2~3m高くし孔内水圧を外部より0.2~0.3気圧高くすることにより、孔内の泥水が孔壁の土粒子間に浸透し、目詰まりが生じ不透水性のマッドフィルムを形成し、かつ静水圧がマッドフィルムの崩壊を防ぐというものである。(図-4参照)

本工事の施工数量は P_3 基礎4本、 P_4 基礎12本

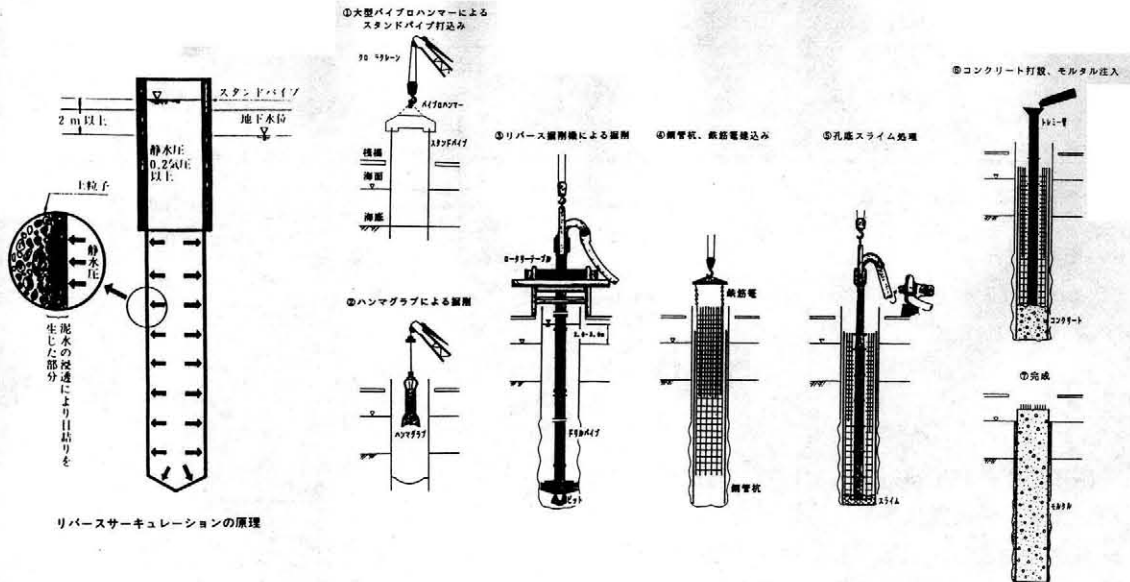


図-4 リバース工法の原理及び施工手順



写真-2 リバース掘削機

で何れも海上に仮棧台を設置し、泥水は陸上部に沈殿槽を設けて循環させた。孔内水位を2~3m高く確保させるためのスタンドパイプの根入れ長は当初2mと設定していたが、転石等のため地中の間隙から漏水を起し適正な水頭差を維持できなかったため、漏水がおさまるまでケーシングを打ち込んだ。ペントナイトによる孔壁保護の方法は、万一パイプ外に流出した場合の魚介類への影響を考え採用しなかった。

掘削能力を決定するビットの選定は、一般に一軸圧縮強度が目安となっている。当初は地質調査結果より $q_u=60\text{kg/d}$ 程度ということで硬土質用ウイングビットを選定したが、 $q_u=1000\text{kg/d}$ もの強度を持つ転石の出現により全く掘進しなくなり、ローラビットに変更した。しかし凝灰角礫岩に混在する転石による孔曲がり、安山岩熔岩層に点在する風化・未風化境界部で亀裂が多く存在している箇所風化部分へビットが偏心する孔曲がりが発生したため、偏心箇所をコンクリートで埋戻し再掘削を実施した。また鋼管建て込み時の偏心修正作業に非常に苦慮した他、剝離塊が割石状となり先端ビット面と掘削地盤面をボールベアリングで隔離状態にしたことが原因と考えられる掘削機空転により施工時間のロスに悩まされた。(図-5, 6 参照)

岩盤の場合は風化の程度が様でないため、限られた点によるボーリング調査結果では削孔能力を対象とした岩盤分類の推定は非常に難しい。特に一軸圧縮強度は岩盤の性状を表すことができても、亀裂や風化度を表すことはできない。また今回掘削のネックとなった転石の存在は、調査データとして把握することは非常に困難であった。

斜張橋部の施工地盤は本施工地盤と連続しているとは考えられないが、地質調査結果でのRQD値から同様な施工となることが予想される。また

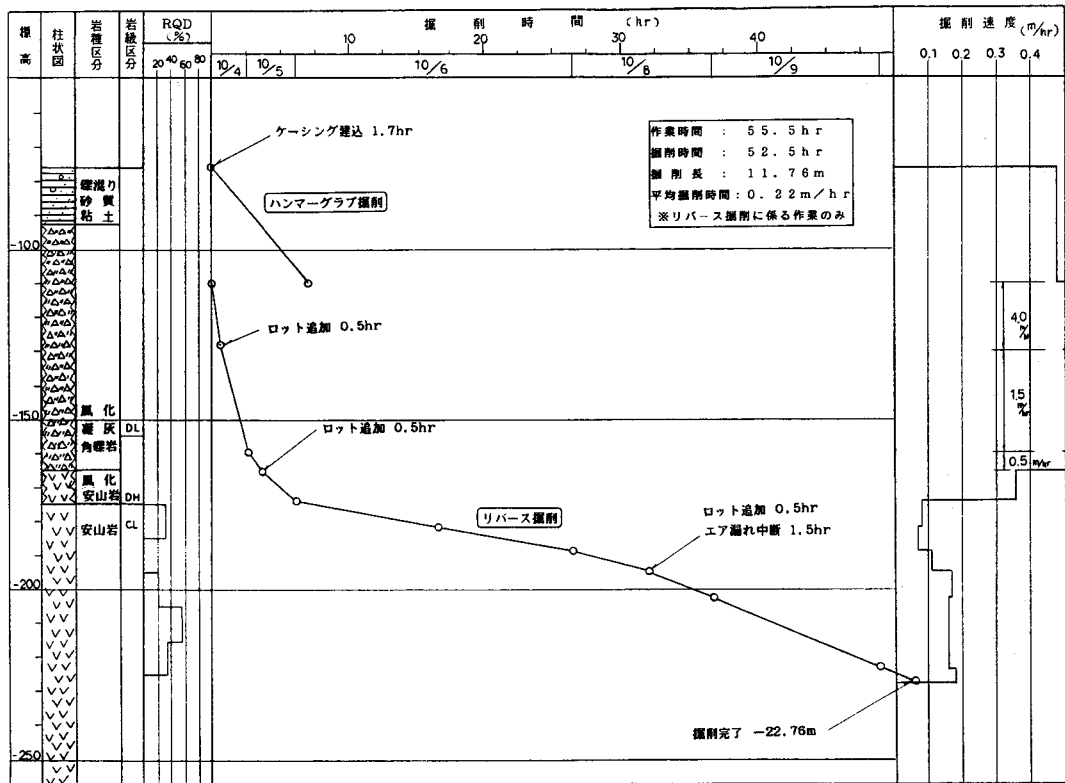


図-5 P₄基礎NO9掘削実施例

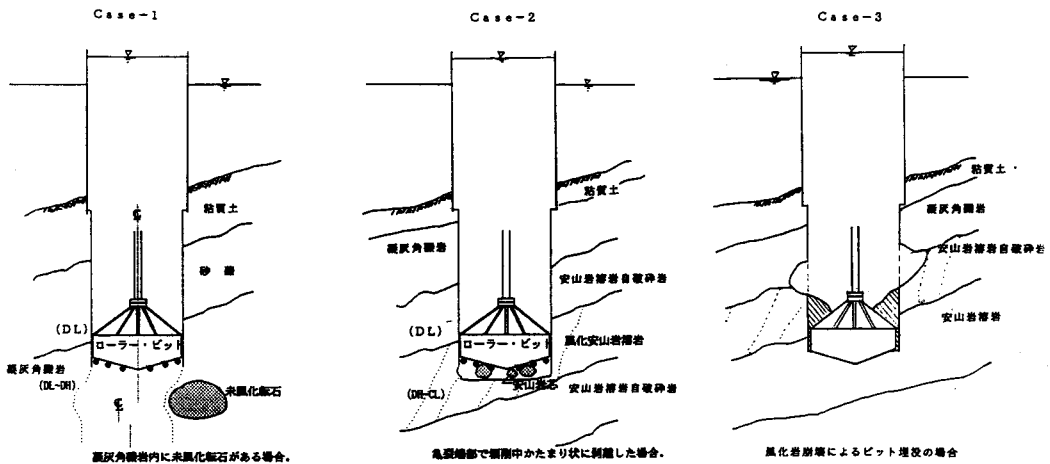


図-6 リバース工法施工状況概念図

掘削長、掘削径が今回に比べ大きくなるため、施工の困難性はもとより工事の安全性にも問題が生じる恐れがある。このため工事の施工が時間的、経済的に確実に実施できうる基礎形式を検討する必要があると考えられた。

4. 斜張橋部基礎構造の変更

大口径岩盤削孔工法としては、リバース工法にかわって、転石含む岩盤掘削が可能で孔壁の崩壊が少ないケーシング回転掘削工法の採用が考えられた。しかしこの工法ではφ2000mmが限度であり、

φ2000mmの多柱式基礎では必要杭本数が増えることにより、フーチング面面積が増大するため、ケーシング回転掘削工法が適用可能な基礎構造について再検討を行った。

P₁橋脚付近は良好なC_L級岩盤が海底面近くに存在し、またその厚層も非常に厚い。したがって、直接基礎としての支持力も十分得られると考えられ、多柱式基礎にかわって直接基礎とした。またP₂橋脚付近は強度の劣る岩盤が海底面より厚く存在するため、WL-47m付近のC_L級岩盤まで到達させる鋼管矢板基礎、D_H級岩盤に支持させる直接基礎の2タイプと多柱式基礎との比較検討を行った。直接基礎案については、支持地盤に不明確な点があったため、追加地質調査を行ったが、D_L級岩盤が多く確認され、地盤条件として不利と判断し、P₂橋脚については鋼管矢板基礎とした。さ

らにP₂橋脚については、D_L級岩盤をある程度期待するものとして、上部工荷重の一部を頂版下面に負担させた鋼管矢板併合基礎案と締切仮設鋼管矢板に負担させた直接併合基礎案についても検討を行ったが、いずれもD_L級岩盤が支持となる不安及び荷重分担割合が不確実である等の設計手法として確立されていない点、経済的にもあまり有利とされないことから除外した。(図-8参照)また施工面において、直接基礎の構築はφ1000mmの仮締切鋼管矢板による気中施工、鋼管矢板基礎については仮締切兼用となり、いずれもφ1500のケーシング回転掘削工法が適用でき、多くの施工実績がある。以上のことから、リバース工法による多柱式基礎からケーシング回転掘削工法によりP₁は鋼管矢板仮締切直接基礎、P₂は仮締切兼用鋼管矢板基礎に変更した。(図-9参照)

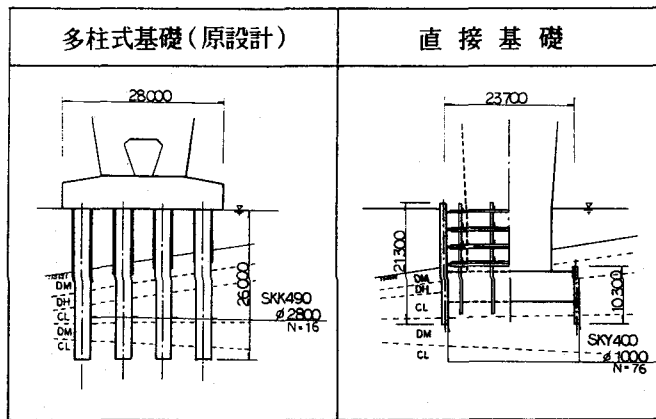


図-7 P₁基礎検討比較図

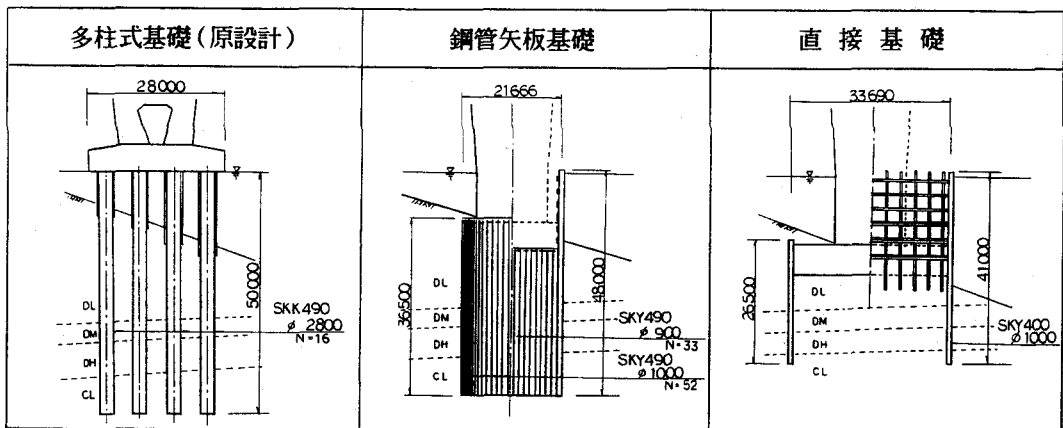


図-8 P₂基礎検討比較図

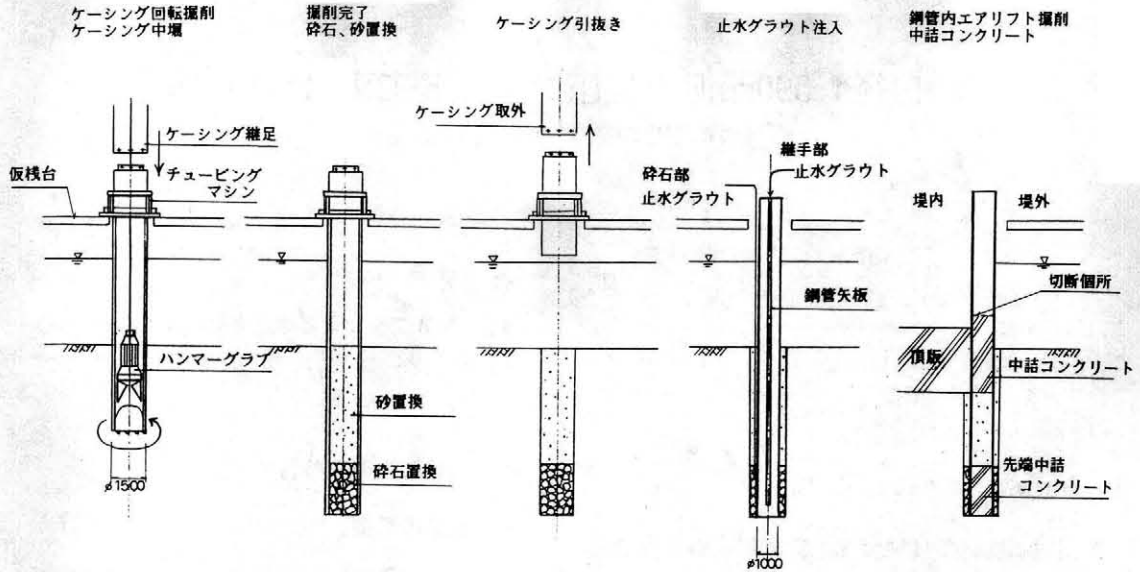


図-9 鋼管矢板施工手順

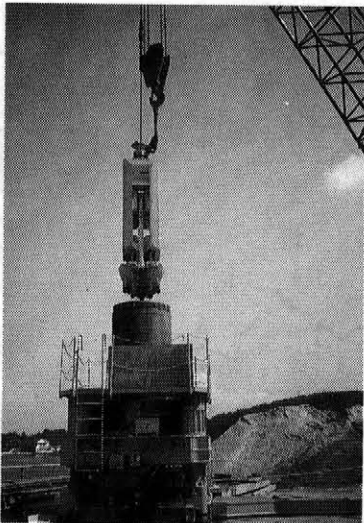


写真-3 オールケーシング掘削機

5. あとがき

一般に同一橋梁を支持する下部構造の基礎は同一の形式が望ましいとされるが、本斜張橋基礎部の地盤はかなりその形状が異なるため、異型式の基礎構造となった。そのため下部構造の違いが全体構造に与える影響についてさらに検討を加える必要がある。現在斜張橋工事はケーシング回転掘削を開始したところであるが、岩盤先行掘削での鋼管矢板埋込工法は、打込み工法と異なり、実施例の少ない施工となるため、施工データの収集に努めてゆきたい。今後の工事の安全と順調な進捗を祈念し、最期に能登島農道橋の設計施工に携われた関係各位に感謝する次第である。

口径4,590mm泥土加圧シールド工事について —深さ23mの発進立坑の施工—

高井利雄*
(Toshio TAKAI)

目	次
1. はじめに	40
2. 事業の概要	40
3. シールド工事の概要	42
4. SMW工法による発進立坑の施工	46
5. おわりに	56

1. はじめに

尾張西部地区では地盤沈下排水対策事業及び農業用排水事業を行っている。

地質は砂質土と粘性土の互層となっておりN値は、1～25程度と軟弱な地域である。また、地下水は地表面下1～2m程度と高く、地下水位の変動は直ちに周辺地域に多大な影響を与える。

こうした地域でのシールド工事の一貫として、SMW工法によるシールド機発進立坑を造成した

ので、その概要を報告する。

2. 事業の概要

尾張西部農業水利事業は、愛知県西部の名古屋市・一宮市・尾西市をはじめ3市12町3村にまたがる受益面積13,860haの農地の排水を目的とした事業である。

本地域は、濃尾平野の穀倉地帯として、古くから用排水事業が実施され地域開発の先導的役割を果たしてきており、近年においても国営、県営及

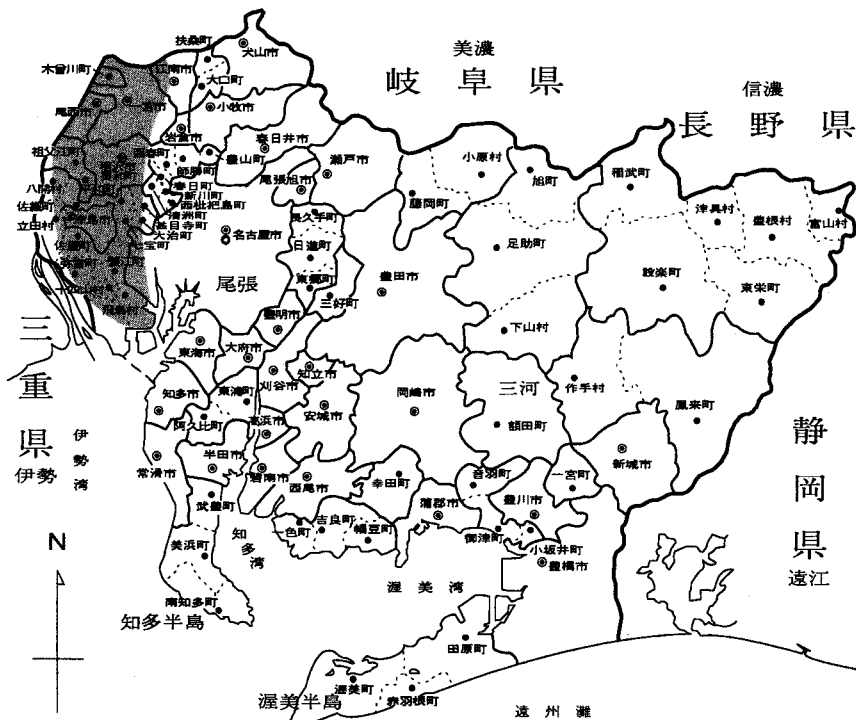


図-1 位置図

*東海農政局尾張西部農業水利事務所

び公団営による事業が実施されている。

しかし、昭和30年代後半から地盤沈下が進行し、さらに地域の開発による流出量増大等の要因も加わり、既設の排水施設の機能は著しく不足をきたし、度重なる湛水被害が発生し、土地利用の高度化に支障をきたしている。

こうした状況から日光川流域の湛水被害の軽減を図るため、国営事業が昭和60年度に着工され、「日光川」「尾西」両地区において工事が進められている。

なお、両地区の近況は以下のとおりである。

(1)日光川地区

日光川河口排水機場は、昭和62年から建設に着手し、今年度にはほぼ完成する予定である。

同排水機場に設置されたポンプは、立型可動翼軸流形式で、この形式のポンプでは日本最大級のφ4,600mmのポンプ2基が設置され、最大排水量150m³/sの能力を有している。

この日光川河口排水機場建設に当たっては、仮設工に連続地中壁工法・CJG工法、また本體工には、液体窒素による生コンクリートのプレケーリング、水中不分離性コンクリート打設等の特殊工法が用いられた。

現在は、機場周辺の整備工事等を実施中である。

(2)尾西地区

尾西地区は、日光川下流域の排水負担軽減のため、

上流域の排水を木曾川へ排除するもので事業内容は以下のとおりである。

①排水路総延長 L=4.0km



図一 2 尾西排水路平面図



写真一 1 日光川排水機場

導水路 現場打箱形水路 3,500mm×3,500mm
 延長 L=1.6km
 流量 Q=20m³/s

送水路 現場打円形水路 φ=3,900mm
 延長 L=1.8km
 シールド掘削内挿鋼管
 φ=3,700mm
 延長 L=0.6km
 流量 Q=35m³/s

②排水機場

日光川流域用

排水量 Q=20m³/s
 形式 縦軸斜流式ポンプ
 原動機 ディーゼルエンジン
 口径 φ=2,000mm
 台数 2台

領内川流域用

排水量 Q=15m³/s
 形式 縦軸斜流式ポンプ
 原動機 ディーゼルエンジン
 口径 φ=1,800mm
 台数 2台

現在までの進捗状況は、排水路L=2.8kmが完成し、残すは日光川横断部と木曾川の放流口に取り付ける水路のみとなっている。

また、シールド区間については、発進立坑の築造が終わりシールドマシンの発進準備が進んでいる。

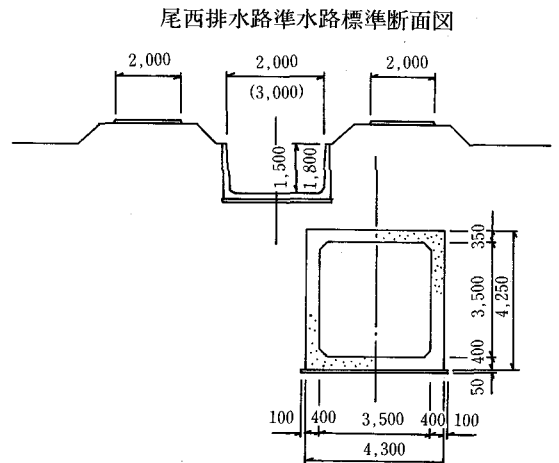
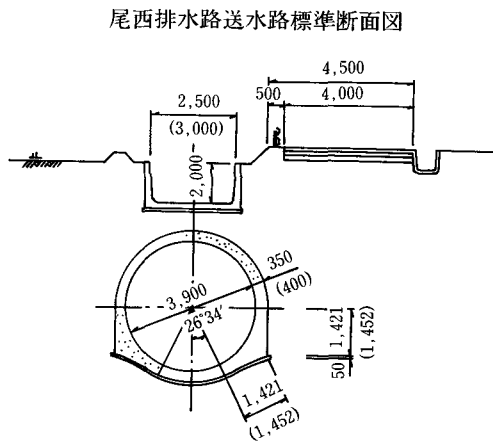
一方尾西排水機場は、機場下部土木工事を施工

中であり、基礎杭(PHC杭 φ900mm L=26~28m) 230本の打設(中掘式)が完了し、コンクリート打設にとりかかっている。

3. シールド工事の概要

シールド工事の施工は、尾西排水路(送水路)下流部の集落内道路下を通過させるためのもので、その概要は以下のとおり。

- ①シールド工法 土圧式(泥土圧) シールド工法
- ②施工延長 L=597.30m
- ③シールド機 (中折れ式)
 - 外径 φ=4,590mm
 - 機長 L=4,890mm
 - カッター センター支持方式
 - 中折れ角 13度
 - シールドジャッキ 120t×16本
 - 中折ジャッキ 150t×10本
 - 排土方式 スクリューコンベアー
- ④セグメント コンクリートセグメント
 - 外径 φ=4,450mm
 - 内径 φ=4,100mm
 - スチールセグメント
 - 外径 φ=4,380mm
 - 内径 φ=4,101mm
- ⑤内挿管 鋼管
 - 内径 φ=3,700mm
 - 管厚 t=16mm
- ⑥発進立坑 地中連続壁工法(SMW工法)



図一3 排水路標準断面図

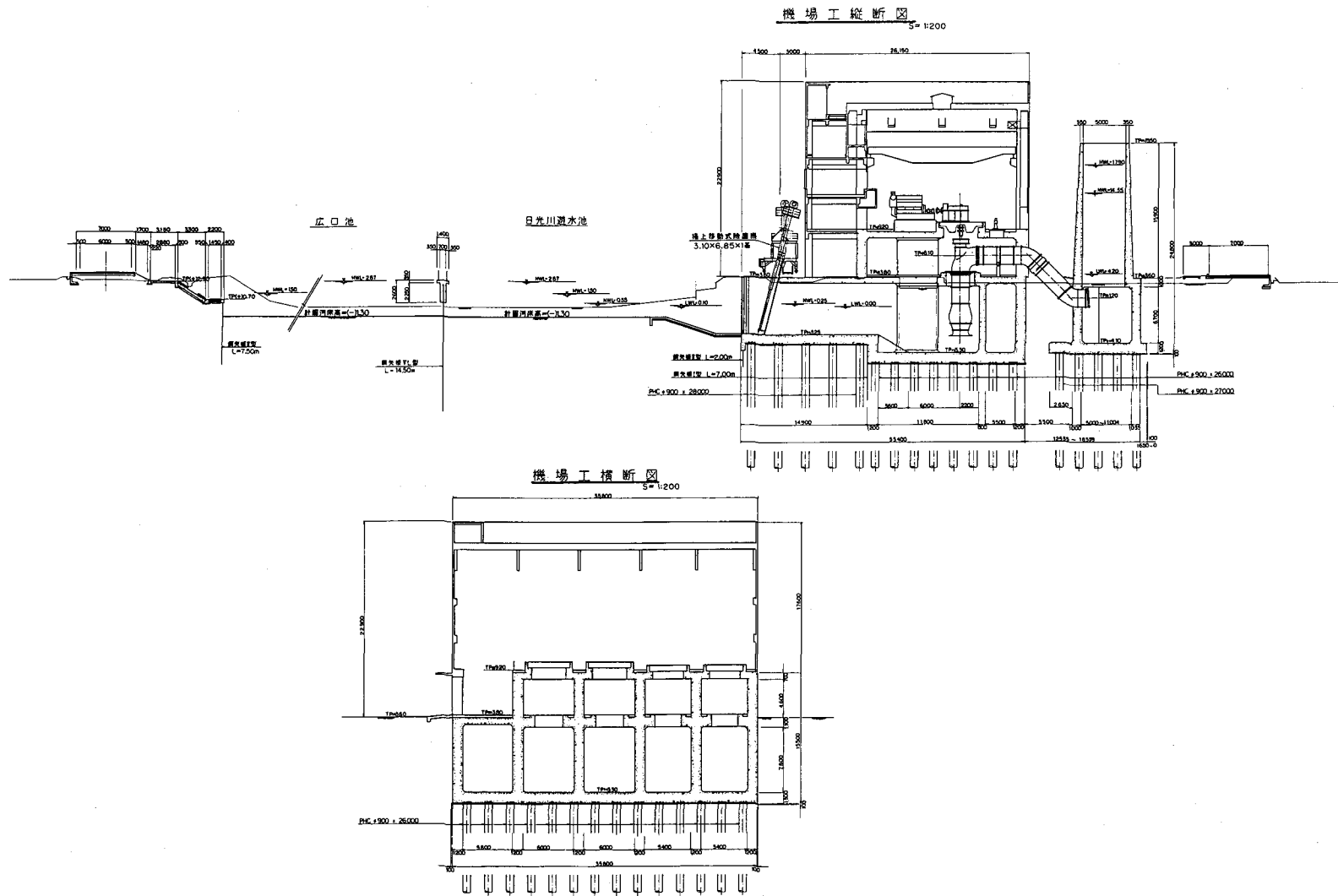


図-4 尾西排水機場 断面図



写真一 2 中掘式杭打機施工状況

幅 B = 7.0m
 長さ L = 19.5m
 深さ H = 22.849m

⑦到達立坑 地中連続壁工法 (SMW工法)

幅 B = 7.0m
 長さ L = 9.9m
 深さ H = 11.792m

(1)施工位置の土質性状

本工事の施工地点は、濃尾平野の中央からやや西寄りの愛知県西端部にあり、木曾川左岸に近接した位置にある。

木曾三川により形成された濃尾平野は、北部の「犬山扇状地」、中間部の「一宮氾濫平野」、南部の「蟹江三角洲」に大別される。

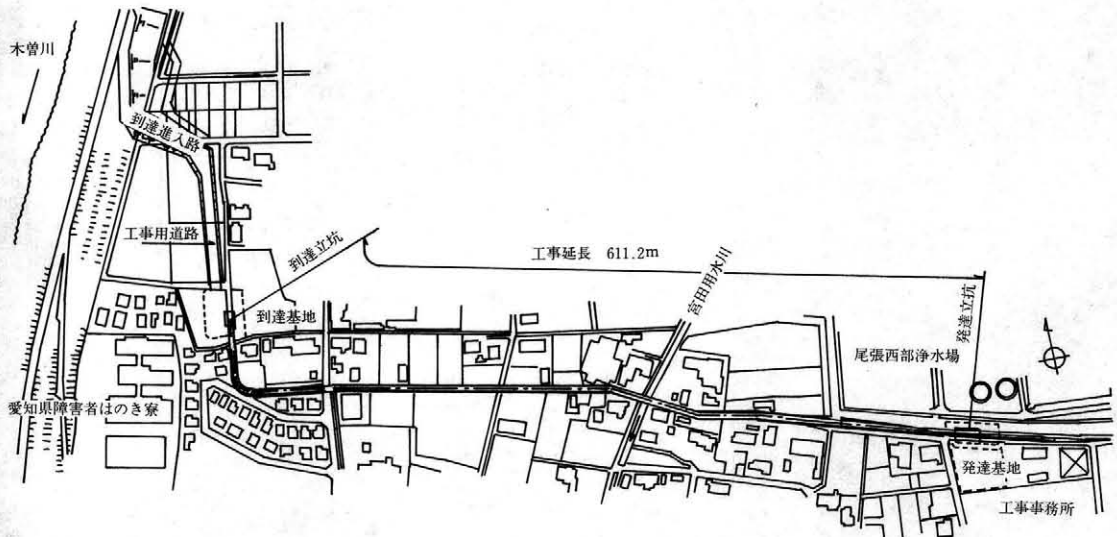
工事地点は「一宮氾濫平野」に位置し、この氾濫平野は新旧河川の流路に沿って蛇行しながら発達した地域である。

当地の地層は上層から南陽層(沖積層)、第一礫層(洪積層)、第三記層の順に分布している。

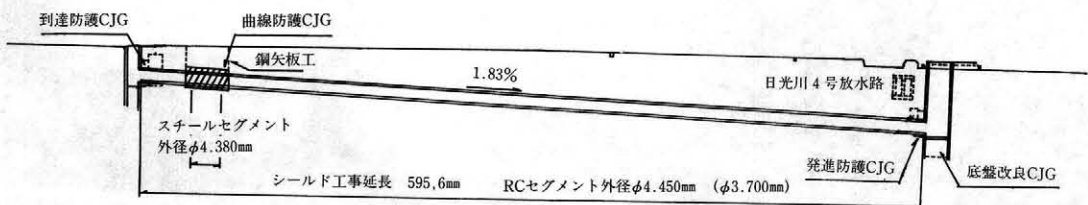
当該工事の施工場所は、地質縦断図等からも分かるように砂質土層と、粘性土層との互層となっている。

なお、シールド発進地点における土層は、砂質シルト～シルト質砂となっておりN値は、1～2と極めて軟弱である。

また、地下水位は地表面下2.0m程度と高い位置にある。



図一 5 路線平面図



図一 6 路線断面図

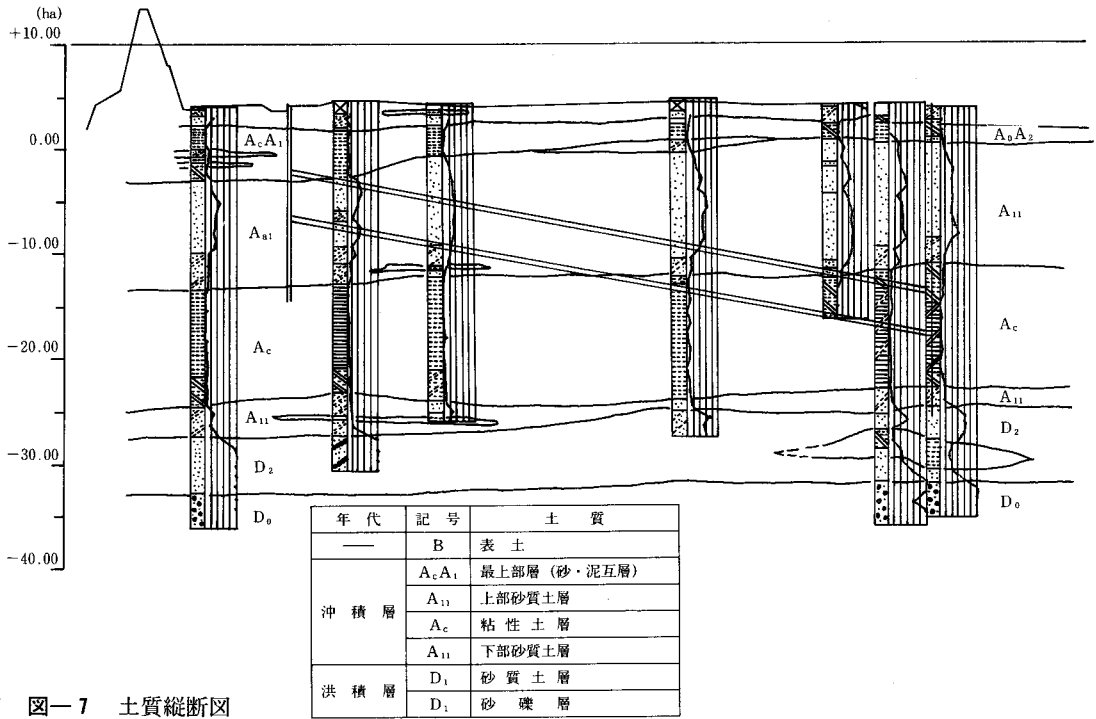
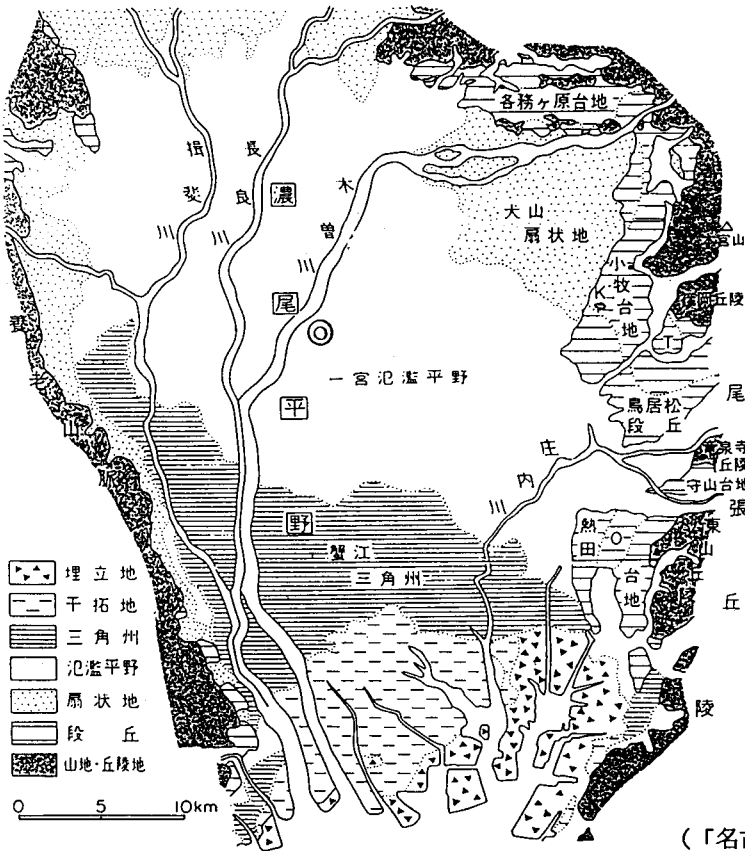


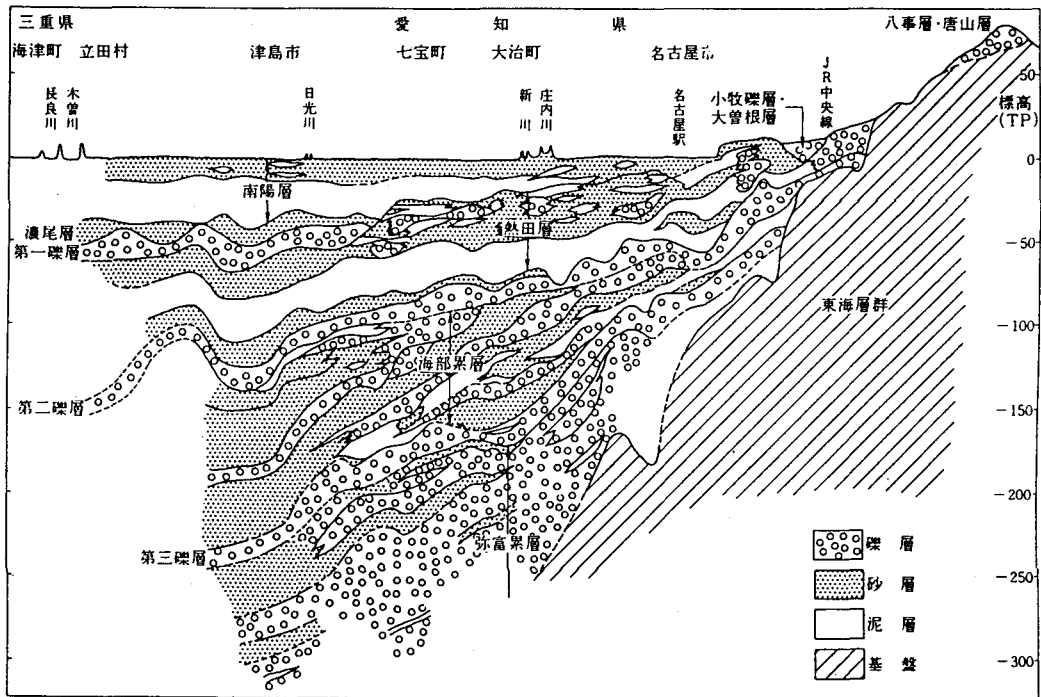
図-7 土質縦断面図



(「名古屋北部地域の地質」地質調査所より)

濃尾平野の地形概念図 (桑原, 1975a により簡略化). K: 小牧山, T: 田家台地, O: 大曾根凹地

図-8 濃尾平野の地形概念図



濃尾平野の地質断面図——東西方向(東海三県地盤沈下調査会, 1985を簡略化)

(「日本の地質5 中部地方Ⅱ」共立出版株式会社より)

図一 濃尾平野の地質断面図

(2)路線計画概要

排水路の路線は、民地を極力外し現況道路等の敷地内を通過させるため曲線部が多くなり、最小半径 $R=15\text{m}$ から最大半径 $R=200\text{m}$ までの曲線が9カ所となっている。

また、シールド施工深さは発進地点で地下19.7m、到達地点で地下8.9mとなっており、勾配は登り1.83%である。

(3)シールド工法の選定

シールド工法は大きく分類して土圧式と、泥水式に分けられる。

なお、土圧式には加泥材を加える泥土圧シールドと、加泥材を加えない土圧シールドとがある。

当工事区間の土質は、地質縦断面図に示すとおり粘性土層と砂質土層の両方にまたがっており、流動性のない砂質土には加泥材を加え強制的に攪拌し、塑性流動化させることが必要であるため、泥土圧シールド工法を採用した。

4. SMW工法による発進立坑の施工

(1)発進立坑規模の決定

立坑規模の決定に当たっては、シールド機の規模、配管計画等を考慮して次のとおり決定した。

①立坑幅 (B)

$$\begin{aligned}
 B &= \text{シールド機外径} + \text{支保工材幅} \\
 &\quad + \text{余裕幅} \\
 &= 4,590\text{mm} + 500\text{mm} \times 2 + 700\text{mm} \times 2 \\
 &= 6,990\text{mm} \\
 &\approx 7,000\text{mm}
 \end{aligned}$$

②立坑長さ (L)

立坑長さについては、水路の配管計画から決定した。

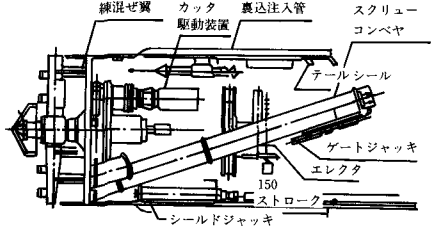
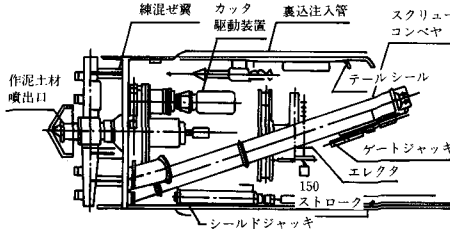
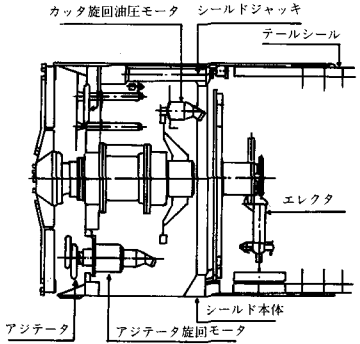
$$L = 19,500\text{mm}$$

③立坑深さ (H)

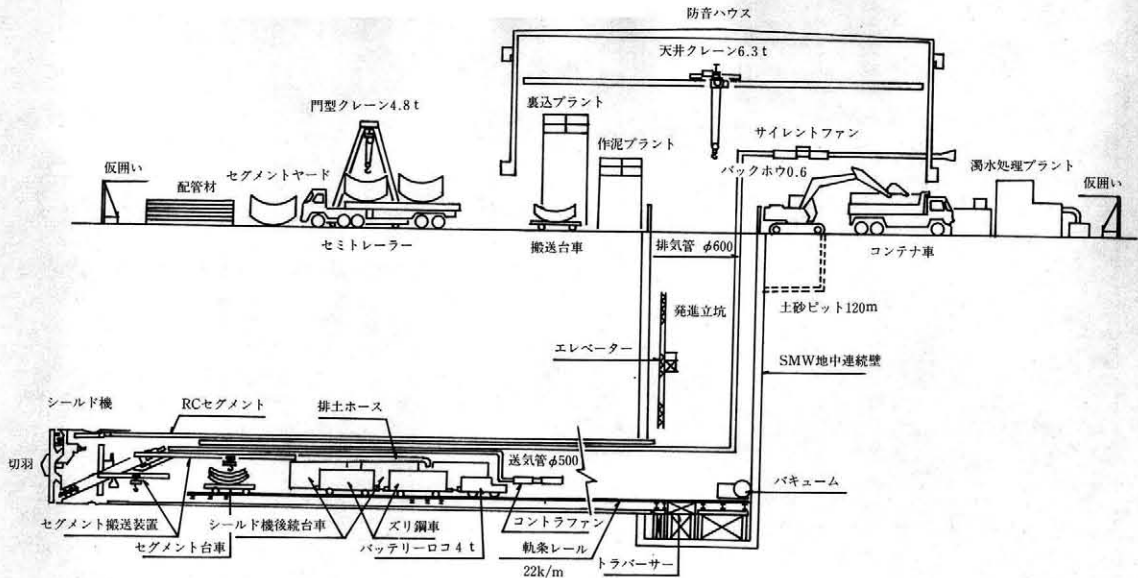
立坑深さについては、水路の路線計画から決定した。

$$H = 22,849\text{mm}$$

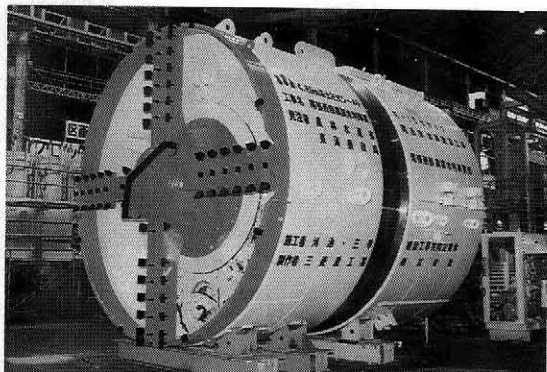
表-1 シールド工法比較表

		土 圧 式 シ ー ル ド 工 法		泥 水 式 シ ー ル ド
		土 圧 シ ー ル ド	泥 土 圧 シ ー ル ド	
機 構	模 式 図			
	切羽安定機構	掘削土+カッタスポーク+隔壁	掘削土+加泥材+カッタスポーク+隔壁	掘削土+泥水+面板スポーク+隔壁
	掘削機構	回 転 切 削 方 式	回 転 切 削 方 式	回 転 切 削 方 式
	土砂搬出機構	スクリューコンベヤ+ベルトコンベヤ+ズリトロ	スクリューコンベヤ+ベルトコンベヤ+ズリトロ	流 体 輸 送
施 工 条 件	土 質 適 合 性	<ul style="list-style-type: none"> 含水比や土砂の粒度組成が適当で、流動的にカッターチャンバー内に充填される土質に適合する 流動性をもたない土質に対しては、土圧バランスが難しく施工困難である。 	<ul style="list-style-type: none"> 含水比や土砂の粒度組成が適当で、流動的にカッターチャンバー内に充填される土質に適合する また、砂分が多く間隙も多くて流動性をもたない土質に対しては、加泥材を加え強制的に攪拌し、塑性流動化させ施工する。 	<ul style="list-style-type: none"> 泥水圧によって切羽土圧に対応するため、砂層及び沖積層の地盤の固結が弛く軟らかい層、含水比が高く切羽が安定しない層に対応可能。
	施 地 下 水 圧	<ul style="list-style-type: none"> 地下水圧に対しては、スクリューコンベヤ及びスクリューゲートのプラグ効果で十分対応可能である。 	<ul style="list-style-type: none"> 同 左 	<ul style="list-style-type: none"> 流体輸送系は閉回路なので、土砂の噴発、地下水の呼び込みが少なく、高水圧に対応可能。

工 条 件	施 工 速 度	・ずりトロ方式の場合、ずりトロの輸送効率に掘進工程が左右される。	・同 左	・流体輸送なので連続輸送が可能であり、ずり出し工程がクリティカルにならない。
	カッタービットの耐 久 性	・掘削対象土質、施工延長等から判断して、特に問題ない。	・同 左	・同 左
	坑内作業環境	・掘削土砂は、スクリュウコンベヤーからベルトコンベヤーに排出され、ずりトロにより搬出されるため作業スペースは、やや狭い、トンネル坑内は、ずりトロが運行するため安全対策が必要。	・同 左	・掘削土砂は流体輸送であるため、シールド機内は送排泥管、アジテータ及び、バイパス管となり切羽作業スペースは、やや広い。土圧式に比べ後続台車の数は多い、トンネル坑内は送排泥管のみとなり、作業環境は良い。
	周 辺 環 境	・夜間作業は荷卸設備（門形クレーン）、排土設備等の騒音対策が必要、泥水式に比べて振動、騒音の発生源は少ない。	・同 左	・荷卸設備の騒音対策、泥水処理設備、泥水輸送設備等の騒音、振動対策が必要。
	急 曲 線 施 工	・中折れ装置、コピーカッターを装備することにより、対応可能。	・同 左	・同 左
	発 進 立 坑 基 地	・比較的狭い用地で施工可能。	・同 左	・泥水処理設備を必要とするため、土圧式に比べ広い用地を必要とする。
	残 土 処 分	・土の性状から産業廃棄物となる。	・同 左	・一次処理土は一般残土となるが、二次処理土は産業廃棄物扱いとなる。
	シールド機	・本体価格は他工法と同等。	・同 左	・同 左
	総 合 評 価	・砂層では、掘削土砂の流動性が得られないことから土圧バランスが難しく、切羽の安定性が確保できないことから今回の沖積砂質土層の掘削には適さない。	・掘削土砂に加泥材を加え、強制攪拌行うことにより、掘削土の流動性と切羽の安定性が確保できるため、粘質土から砂質土まで、十分適応でき、泥水式に比べ泥水処理設備の必要がなく、全体的に経済的で最も適合する。 なお、最近のシールド工事のおよそ90%は、泥土圧式が採用されている。	・適用可能な工法であるが、泥水処理設備、泥水輸送設備が高価であり、全体的にかなりのコストアップになり、経済性に劣る。
		×	◎	△



図一10 泥土加圧式シールド工法概要図



写真一3 口径4,590mmシールド機中折れ角13度機能付き

(2)土留工法の選定

本立坑の掘削深さは約23mと深く、地下水を止水できる工法を選定する必要がある。

本設計ではこうした施工条件を考慮し、以下の工法について①止水性②壁体剛性③騒音・振動④作業スペース⑤経済性等を比較検討した結果、次表のとおり地下連続壁工法（SMW工法）とした。

- ・泥水固化工法
(ベントナイト+形鋼)
- ・鋼管矢板工法
(鋼管矢板+止水グラウト)

・SMW工法

(ソイルセメント+形鋼)

(3)SMW工法の概要

SMWはソイルミキシングウォールの略でありすなわち、土(Soil)とセメント系懸濁液を現位置で混合・攪拌(Mixing)し造成する地中壁(Wall)を指す。SMWは、削孔と混練りとの機能を兼ね備えた混練り機構によって施工するもので、その構造及び施工は図一11, 12のとおりである。


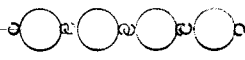

なお、造成される壁体は口径650mm、削孔混練軸間隔@450mmで、一軸圧縮強度は10kg/cm²以上としている。

(4)底版改良工法の選定

底版改良工法は以下の条件を検討しCJG工法を選定した。

- ・施工深度がGL-23m以上で十分な改良が可能であり信頼性が高いこと。
- ・現位置の土質(砂質土・粘性土)及び、N値での改良が可能であること。
- ・揚圧力に対する押し抜き抵抗力が十分得られること。
- ・揚圧力による曲げ応力に十分耐えられること。
- ・せん断応力が十分得られること。

土留壁工法比較表

名称		泥水固化工法	鋼管矢板工法	S M W 工法
材料		ベントナイト + 形鋼	鋼管 矢板	ソイルセメント + 鋼材
構造	形状			
	概要	・ベントナイト壁を造成し、壁中に形鋼を挿入し固化させる。	・継手を取り付けた鋼管杭をかみ合わせて建込む。	・ソイルセメント壁を造成し、壁中に形鋼を挿入する。
施工方法及び機械		・ロングウールドリル等により掘削を行い、安定液に固化材を混入したベントナイトを用い、形鋼をクレーンで建込む。	・先端拡底ビットのついたアースオガー併用圧入機を用いて建込む。	・3点式多軸混練りオガー機によりセメント系懸濁液と現地土を練混ぜソイルセメント壁を造成し、形鋼をクレーンで建込む。
土質適合性	軟弱地盤	○	○	○
	良質地盤	○	○	○
	硬質地盤	△	×	△
	玉石混り地盤	△	×	△
止水性		・泥水固化壁は施工確実性に欠け止水性はあまり良くない。 ×	・良好な止水性確保のためには、継ぎ手部に止水グラウトを要する。 △	・連続性に富んだ止水性の高い壁体を構築できる。 ○
壁体剛性			・鋼管の径を選択することにより大きな剛性を選定できる。 ○	・形鋼の種類、ピッチを変えることにより自由に剛性を選定できる。 ○
騒音・振動			・アースオガー併用圧入機を用いるので、騒音・振動は少ない。 △	・オガー機による構築のため、騒音・振動は少ない。 ○
作業スペース			・大規模 約2.7mの鋼管を打設するため場所を要する。 △	・中規模 ○
経済性			・材料費が高くS M W工法と比べ高価となる。 △	・鋼管矢板工法と比べ安価である。 ○
総合評価		・止水性に不安があり、適用は難しい。	・剛性は大きいですが、S M W工法に比べ施工性・経済性の面で不利である。	・必要な剛性、止水性が得られ施工性・経済性の面でも有利である。
		×	△	◎

(5)CJG工法の概要

CJG (コラムジェットグラウト) 工法は、地盤中へ三重管を挿入し回転させ圧縮空気 (7 kg/cm²) を伴った超高压水 (400 kg/cm²) を噴射し、地盤を切削しそのスラ

イムを地表に排出させるとともに硬化材を噴射 (20~50kg/cm²)、填充させ、円柱状の固結体を造成するものである。

造成される固結体は有効径2,000mm、一軸圧縮強度は、砂質土30kg/cm²以上、粘性

名 称	
1	アースオーガ(SKC-120VA)
2	多軸装置
3	削孔混練軸
4	連結装置
5	ヘッド
6	振止装置

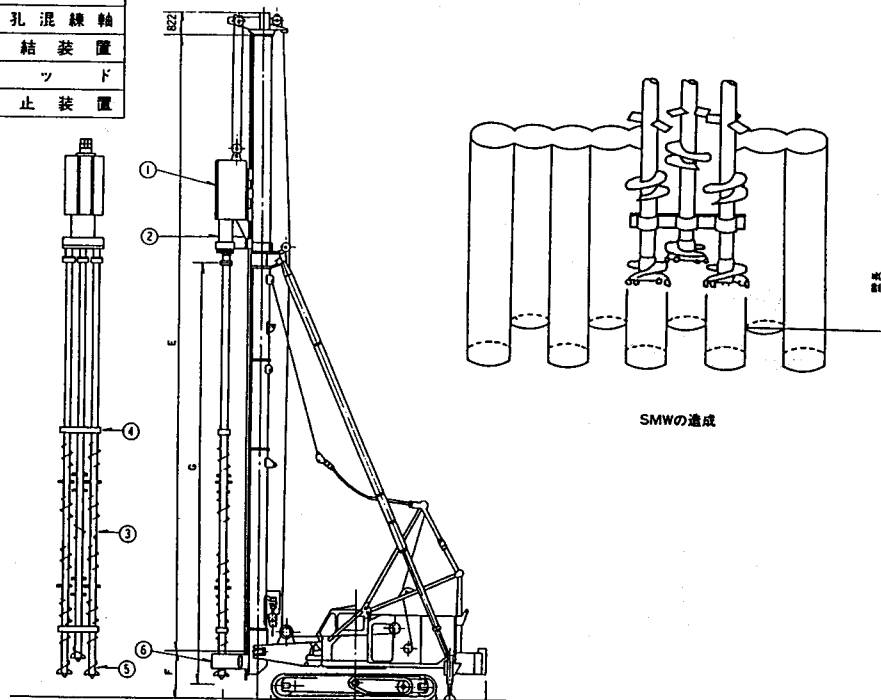
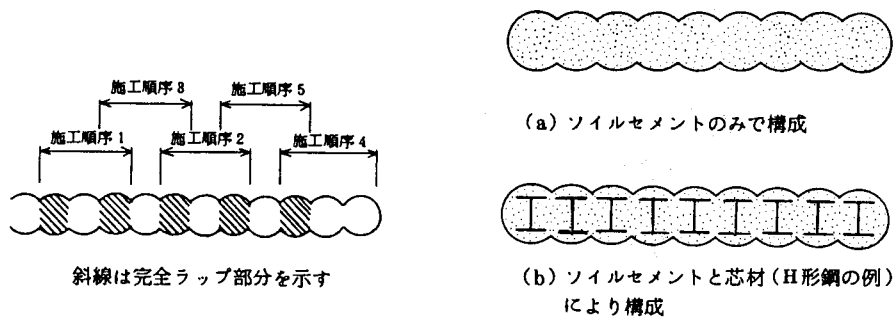


図-11 削孔混練り機構



斜線は完全ラップ部分を示す

完全ラップ施工（標準方式の例）

SMWの構成

図-12 標準施工順序

土10kg/cm²以上としている。

(6)発進立坑の設計

土留壁の設計は工事規模から、側圧算定法及び計算法を選定することとし、本設計では大深度の土留であることから、「弾塑性法」を用いることとした。

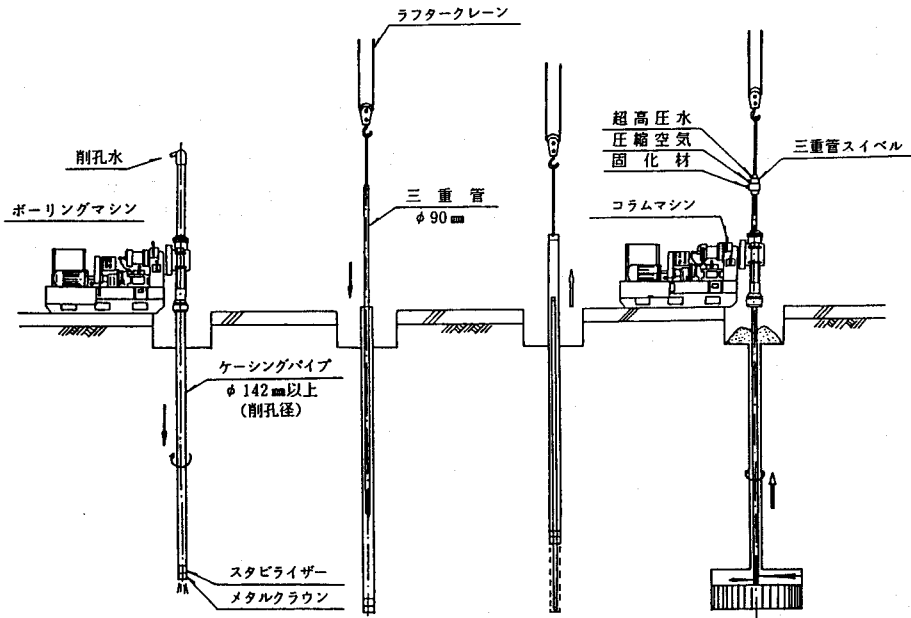
また、底版改良部はCJG工法による改良値を採用した。

計算の結果以下のとおり土留工寸法及び底版処理厚さを決定した。

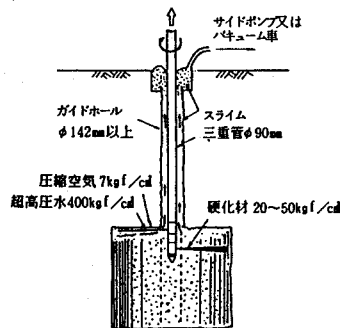
①土留工

S M W φ650 @450mm
 芯材 H-482×300×11×15 (SM490) @450mm
 腹越し間隔 1～3段 @2,500mm

- ① ガイドホール設置工 ② 三重管建込み ③ ケーシングパイプ
引き抜き ④ コラムジェット施工
(三重管回転引き揚げ)
- ※状況によりケーシング
パイプを残す



施工順序図 (コラムジェットグラウト工法)



切削圧力 : 400 kgf/cd
水噴射吐出量 : 70 ℓ/分
硬化材吐出量 : 140, 180 ℓ/分

図-13 CJG工法施工順序図

3~11段 @2,000mm
土留工寸法 H300×300~H500×
500

②底版処理

CJG改良有効径 φ 2,000mm
CJG改良深さ H 6,400mm
CJG硬化材 JG-1号

(7)SMW壁の施工

①重機足場の設置

SMW壁の施工には総装備重量120 t,
リーダー高さ33mを越える三軸削孔混練

機を使用するため、施工に先立ち重機足場としてコンクリート (t=20cm) を、打設し施工精度の向上と安全性の確保を図ることとした。

②造成時の施工管理

壁の施工深さは地表面から30mと深く造成壁の垂直性を確保するため、施工に当たってはトランシットで監視しながら作業を行った。

③懸濁液の配合及び施工管理

SMW造成に伴うセメント系懸濁液の

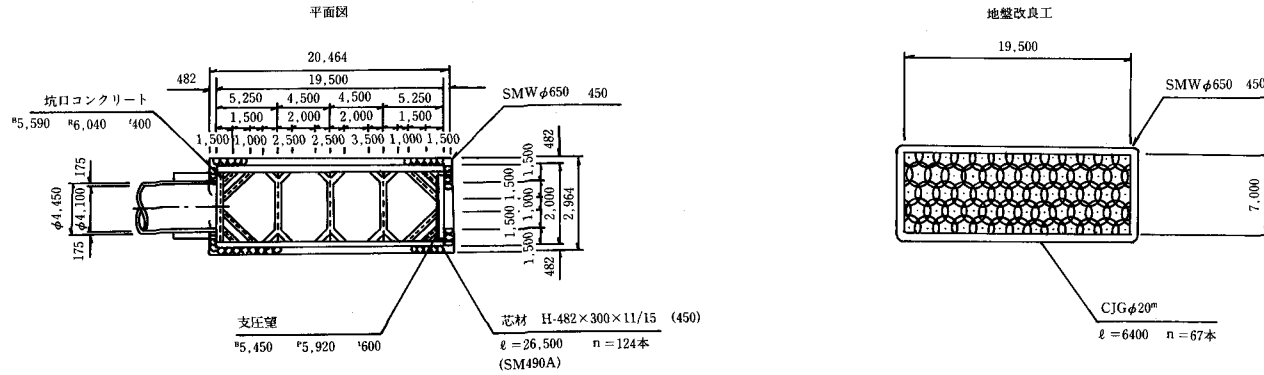
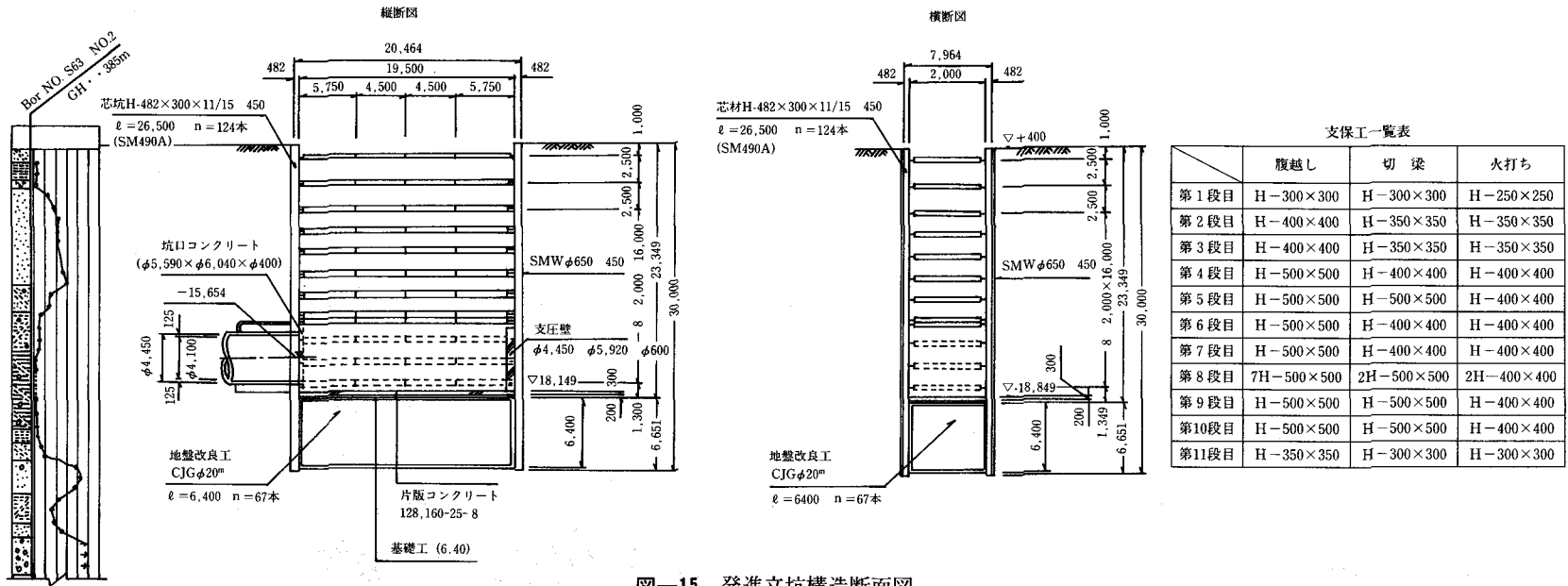


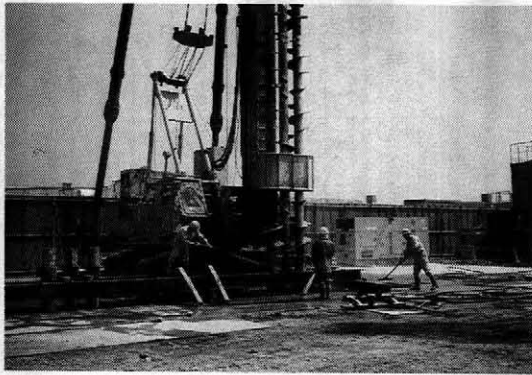
図-14 発進立坑構造平面図



支保工一覧表

	腹越し	切梁	火打ち
第1段目	H-300×300	H-300×300	H-250×250
第2段目	H-400×400	H-350×350	H-350×350
第3段目	H-400×400	H-350×350	H-350×350
第4段目	H-500×500	H-400×400	H-400×400
第5段目	H-500×500	H-500×500	H-400×400
第6段目	H-500×500	H-400×400	H-400×400
第7段目	H-500×500	H-400×400	H-400×400
第8段目	7H-500×500	2H-500×500	2H-400×400
第9段目	H-500×500	H-500×500	H-400×400
第10段目	H-500×500	H-500×500	H-400×400
第11段目	H-350×350	H-300×300	H-300×300

図-15 発進立坑構造断面図



写真一 4 SMW施工状況

配合は次表のとおり。

なお、造成されたソイルセメントの強度を確認するため、資料採取バケットにてGL-13.5mとGL-20.0mの地点における資料を採取し、一軸圧縮強度試験を実施した。

懸濁液配合表

材 料	単 位	数 量	備 考
セメント	kg	280.0	高炉B種
ベントナイト	kg	10.0	
水	ℓ	700.0	
練り上がり量	ℓ	795.9	



写真一 5 ソイルセメント採取状況

ソイルセメント一軸圧縮試験結果表 (kg/cm²)

No.	湿潤密度	一軸圧縮強度	備 考
1	1.531	23.56	採取深さ GL-20.0M
2	1.529	22.30	
3	1.536	21.44	材令 6 28 標準養生
平均	1.532	22.43	

④発生スライムの処理

SMW造成に伴い発生するスライムは、セメント系でありPH（水素イオン濃度）が高く、一般残土としての処理はできないことから、産業廃棄物としてコンテナ車にて産業廃棄物処理場へ搬出した。

⑤応力材の施工

壁の応力材としてH型鋼（H-482×300×11×15）を使用したが、長さが26.5mと長大であるため輸送時には18mと8.5m、17mと9.5mの2種類に切断して運搬し、現地溶接を行うこととし同一箇所へ継ぎ手が集中しないように施工した。

応力材の建込みは、SMWの保護及び応力材がSMW壁体から外れることがないように施工する必要があるため、パイプロハンマー等は使用せず、トランシットで傾きのないことを確認しながらクローラクレーン（55t）にて沈設した。



写真一 6 応力材建込み状況

(8)底版処理の施工

①スライムピットの設置

CJGにより底版処理に先立ち、SMW完了後立坑上部を2m程度掘削しスライムピットとした。

②造成足場の設置

CJGマシン設置のための足場は、H形鋼と足場板にて立坑全体を覆う形で設置した。

③CJGの施工

足場板上に施工位置をマーキングした後CJGマシンを設置し、ガイドホールを予定改良深さまで掘削後、三重管の立て込みを行い下部から上部へ順次地盤改良を実施した。

改良厚さの確認は、三重管の残尺長を測定することにより行う。

④スライム処理

施工に伴い発生するスライムはSMW工事と同様に産業廃棄物処理場へ搬出した。

⑤硬化材の配合

使用した硬化材の配合は次表のとおり。

硬化剤配合表

材 料	単 位	数 量	備 考
セメント	kg	760.0	
混和剤	kg	12.0	
水	ℓ	750.0	
練り上がり量	ℓ	1,000.0	



写真一七 CJG施工状況

(9)立坑掘削及び山留工の施工

①掘削工

立坑は掘削深さが大きく、また切梁、火打ちが11段と多く入っているため、バックホールによる補助掘削を併用しながら、クラムシェルにて土砂の掘削搬出を行った。

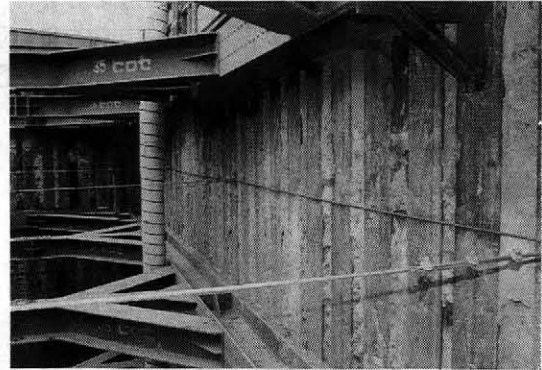
②山留工

山留工は各段毎の掘削後設置した。なお、山留工と応力材の密着を図るた

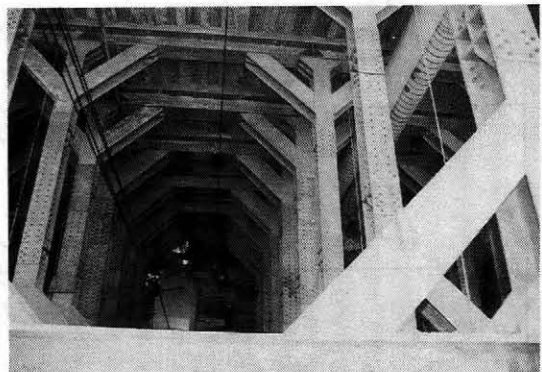
め、SMWを応力材の面まではつき取り山留工設置後、腹越し材と応力材の間にモルタルを打設した。

③立坑底版処理

立坑底版は壁体の反力保持及びシールド機の組立及び発進の基礎としてコンクリートを打設した。

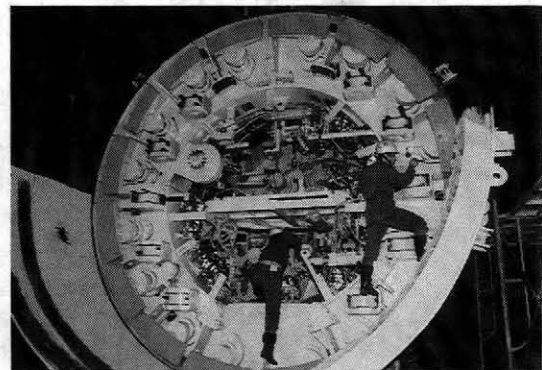


写真一八 SMW立坑完成状況



写真一九 山留め工設置状況

現在立坑の中ではシールド機の組立が完了し発進の準備を進めている。



写真一〇 組立中のシールドマシン

5. おわりに

この報文が掲載される頃にはシールド工事は、順調に掘進が進んでいる予定である。

今回工事に使用されるシールドマシンにはジャイロコンパス、レーザー方向探知装置、土圧計の他各種のセンサーが装備されており、これから得られるデータとのシステムを運用することにより、地上の中央管理室において掘進作業の集中管理が行なえ、より精度が高く安全な工事施工が行える。

- ①シールド機の運転状況を管理する
「掘削管理システム」
- ②シールド機の方向を自動的に制御する
「自動方向制御システム」
- ③シールド機の位置、姿勢を計測・管理する
「路線管理システム」
- ④切羽土圧を制御しながら自動掘進する

「切羽土圧自動制御システム」

一方、当地域の地下水には溶存メタルが含まれており、メタンガスに対する防爆対策、ガス濃度自動探知システム、集中監視システム等の、安全対策を講じている。施工中の工事が無事完工したあかつきにはその状況等を報告したいと考えている。

参考文献

- 1) ソイルミキシングウォール (SMW)
設計指針……………日本材料学会
- 2) ソイルミキシングウォール (SMW)
SMW研究会
- 3) ジェットグラウト工法……………
日本ジェットグラウト協会
- 4) 名古屋北部地域の地質……………地質調査所
- 5) 日本の地質5 中部地方II……………共立出版社
- 6) シールド工事の施工と積算……………経済調査会

潤いのある大地

魅力あるアース・デザインを提案する

株式会社 **日本農業土木コンサルタンツ**

JIRCO Japan Irrigation and Reclamation Consultants CO.,LTD

代表取締役社長 池田 實
常務取締役 藤根 与兵衛

本社／東京都港区新橋5丁目34番4号 農業土木会館4階 Tel.03(3434)3831(代表)
分室／東京都港区新橋6丁目5番3号 山田屋ビル4階 Tel.03(5404)0745(代表)
事務所／仙台・札幌・青森・福島・千葉・長野・熊本・インドネシア

地盤改良（セメント系固化材）による排水路の建設について —塩濃度の違いを考慮した固化材配合—

長尾 洋 一* 亀井 隆 徳*
(Youichi NAGAO) (Takanori KAMEI)

目 次

1. まえがき	57	6. 排水路の設計	59
2. 小江干拓地の位置付け	57	7. 固化材配合量の検討	59
3. 工事概要	57	8. 施工管理	65
4. 在来地盤と浚渫土の性質	58	9. まとめ	65
5. セメント固化材の配合試験	59		

1. まえがき

諫早湾干拓事業は、長崎県諫早市周辺4町を中心とする諫早湾奥部を7,050mの潮受堤防で締切り、さらにその締切内部を17,600mの内部堤防で締切ることにより、1,840haの農地と調整池1,710haを造成するものである。造成された農地では高能率・高生産性農業を展開するとともに、近代的な酪農・畜産経営を可能とする。

潮受堤防と調整池の造成は、諫早大水害を引き起こした降雨量と伊勢湾台風級の高潮が同時に諫早湾周辺地域に到来した場合でも、洪水、高潮などの災害の発生を防止する機能と安全性を十分に確保するものである。また調整池は淡水化され、農業用水として用いられる。

2. 小江干拓地への土捨て

諫早湾干拓事業の中の主要工種である潮受堤防の建設において、堤防予定線下に存在する有明粘土層（第四期沖積世のシルト質粘土で粘性が大きく、含水比は80~200%程度、 $qu=0.4\sim 1.1$ kgf/cm²程度あり深度が約25m）の対策にはせん断強度増加、圧密速度の促進と沈下量の低減を目的としてSCP工法（サンドコンパクションパイル工法）を採用している。

このSCP工法により、有明粘土（現地盤）中に直径1.6mの砂杭を打設していくと、約2m地盤が盛上がるため作業船の稼働に支障が生じること

となる。このため潮受堤防の床掘を行い、浚渫した土約210万m³を小江干拓地に土捨てすることとした。なお浚渫は小江干拓の鋼矢板二重締切完了後の平成4年度から着手し、平成6年度に完了した。

3. 工事概要

小江干拓地においては、ヘドロ状の浚渫土を早急に耕作可能とするため、地区内排水及び、地下水位低下の促進に資する排水路を建設する必要が

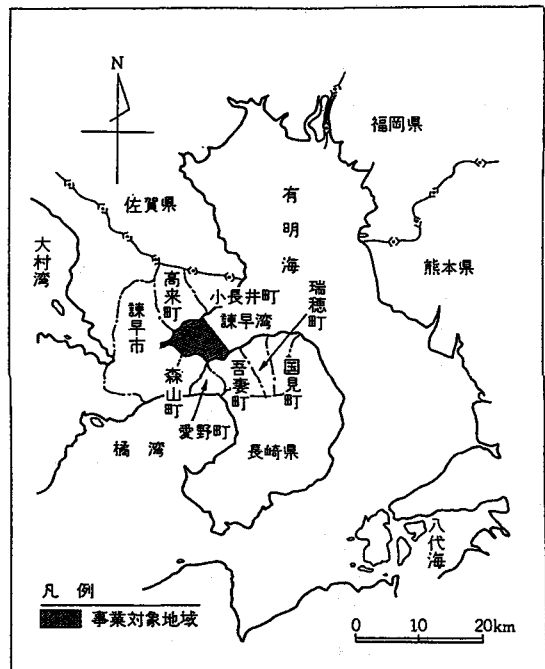
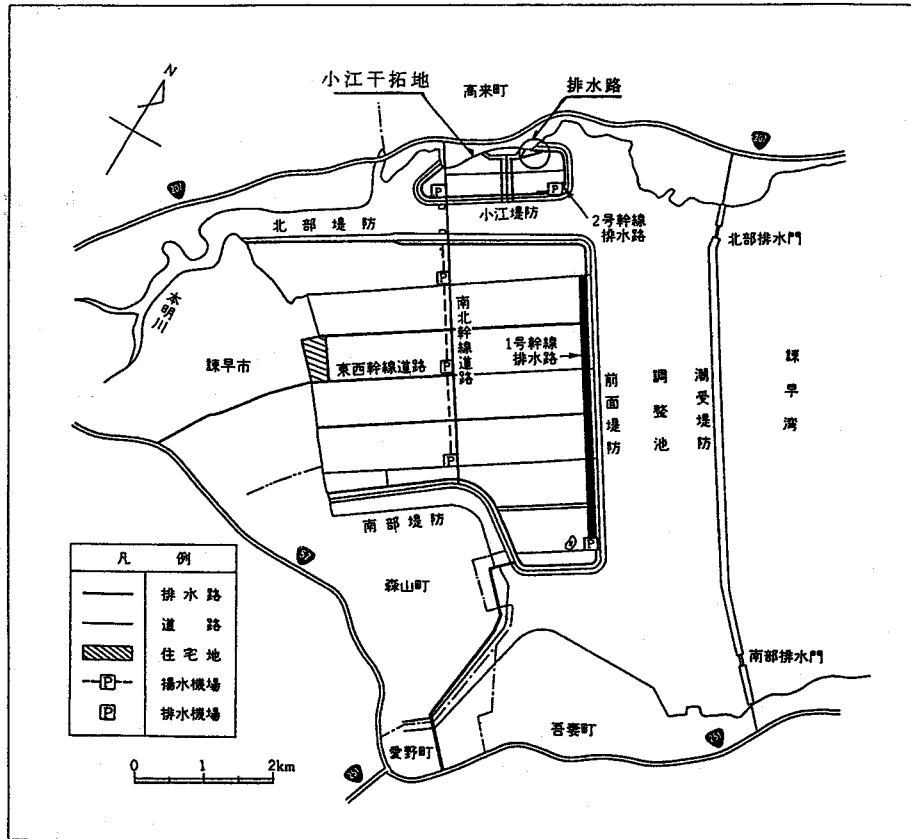


図-1 対象地域

*九州農政局諫早湾干拓事務所



図一 2 諫早湾干拓事業平面図

生じた。

排水路の建設に際し塩濃度の高いヘドロ化した浚渫土、並びに超軟弱地盤である有明粘土層をセメント系固化材スラリーにより改良する浅層地盤改良工法を採用した。

本稿では、軟弱地盤の改良設計と、改良地盤の

塩濃度の違いを考慮した固化材の配合事例を紹介する。

4. 在来地盤と浚渫土の性質

小江干拓地（土捨場）の地盤と潮受堤防（浚渫土）の性質は表一のようにまとめることが出来る。

表一 1 土質試験結果一覧表

試験項目		小江干拓地盤（在来）	潮受堤防地盤の浚渫土
土粒子の密度 g/cm ³		2.64	2.67
自然含水比 %		122.7	133.9
粒度	砂分(75μm~2mm)%	18.8	7.1
	シルト分(5~75μm)%	61.9	52.1
	粘土分(5μm未満)%	19.3	40.8
液性限界 %		96.9	119.7
塑性限界 %		43.6	47.1
塑性指数 %		53.3	72.6

その特徴として次のことがあげられる。

- ① 土粒子の密度については、ほぼ同じ値を示している。
- ② 自然含水比については、100%を越えており、浚渫土が若干高い値を示している。
- ③ 自然含水比が液性限界より高く、軟弱な地盤であることを示している。
- ④ 粒度分布については、浚渫土の粘土分が特に高くなっているが、これは採土地点が浚渫土吐出口より約600m離れていたため粘土含有量が多くなったと推定される。
- ⑤ 液性限界、塑性限界及び塑性指数についても浚渫土の方が小江干拓地のそれより高い。これは浚渫土の粘土含有量が小江干拓地のそれより大であることによる。

5. セメント固化材の配合試験

地盤改良の固化材は高炉セメントB種とした。採用理由としては、改良強度が $1.0\text{kg}/\text{cm}^2$ と低いことから添加量が少なく、一般軟弱用等のセメント系固化材と比較して安価なことによる。

今回の浚渫土及び在来地盤の地盤改良において改良強度に影響する主な因子は、①腐植物含有量②自然含水比③塩化物含有量等であるが、このうち塩化物含有量は1%の違いでも改良強度にかなりの影響があるといわれている。干拓地の塩素イオン含有量の試験結果を図-3に示す。

図-3のように塩濃度については、海底面を浚渫していることから、潮受堤防地盤の浚渫土が高く2.0~2.3%の塩濃度を示しており、在来地盤の塩濃度は表層のみ1.5~2.0%で、表層1m以深は0.5%以下と極端に下っておりかなりの違いがある。

また、事前調査で採取した試料についてセメント系固化材を用いて実施した室内配合試験結果を図-4に示す。固化材の配合量が少ないとき、同じ配合量であっても塩濃度の高い浚渫土は強い一軸圧縮強度を示し、塩濃度の低い在来地盤は弱い一軸圧縮強度を示していることがわかる。

現場強度と室内配合試験強度比としては、処理船(泥上作業車対応)によるヘドロのスラリー方式の場合一般に0.3~0.7程度が採用されており本工事においては、強度比(現場/室内)は(1/3)を採用した。

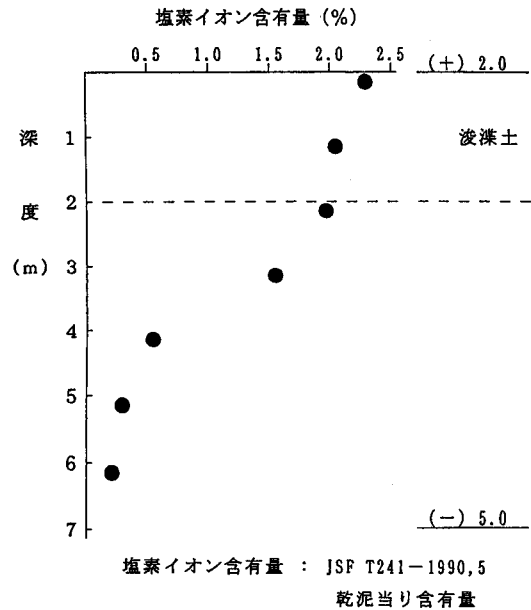


図-3 深度~塩濃度

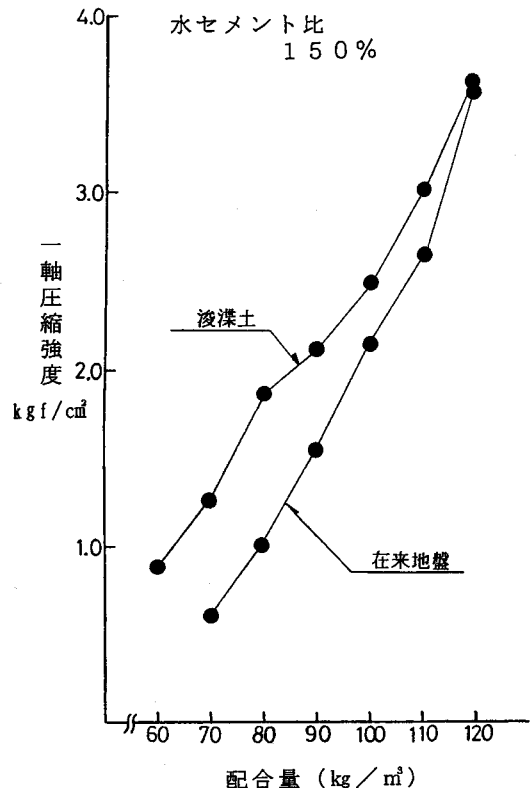


図-4 セメント系固化材(高炉B)配合量と一軸圧縮強度(室内試験)

6. 排水路の設計

浅層改良地盤の設計は、地盤全体のすべりの安

表-2 (現場/室内) 強さ比の一例

固 化 材 の 添 加 方 式	改 良 の 対 象	施 工 機 械	(現場/室内) 強 さ 比
粉 体	軟 弱 土*	スタビライザ バックホウ	0.5~0.8 0.3~0.7
	へ ド ロ 高含水有機質土	クラムシェル バックホウ	0.2~0.5
ス ラ リ ー	軟 弱 土*	スタビライザ バックホウ	0.5~0.8 0.4~0.7
	へ ド ロ 高含水有機質土	処理船 泥上作業車 クラムシェル・バックホウ	0.5~0.8 0.3~0.7 0.3~0.6

注) *締固めを行う場合も含む。

定, 上載荷重, 改良地盤に対する接地圧および改良地盤内に生じる応力と改良土の強さ, 改良地盤下の未改良地盤の支持力について, 改良目的に応

じて検討する。今回の設計は図-5 に示すフローにて行った。なお改良対象土のせん断強さが 1.0 tf/m^2 より小さいので地盤係数法にて設計した。

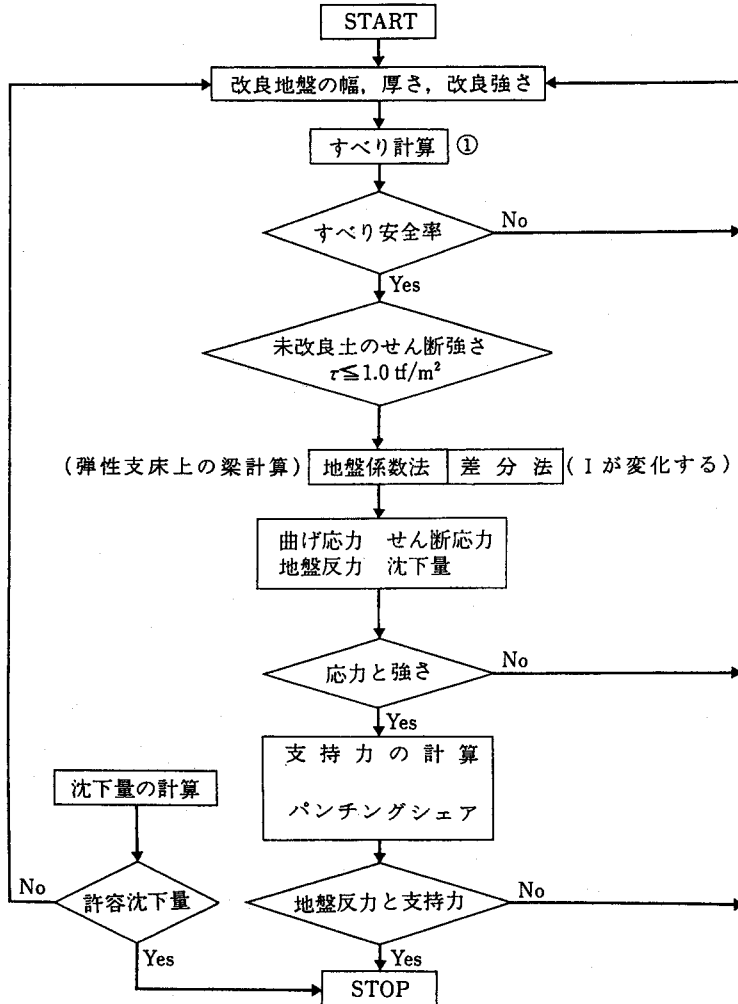


図-5 設計フロー

a すべり計算

円弧すべり面による斜面のすべり破壊に対する安全率は図-6に示すごとく盛土材の土質条件、原地盤の土質条件、改良土の土質条件と設計断面について一般式によって算定する

$$F = \frac{R \sum (c_i l + W' \cos \alpha \tan \phi_i)}{\sum W x}$$

$$= \frac{\sum (c_i b + W' \cos^2 \alpha \tan \phi_i) \sec \alpha}{\sum W \sin \alpha}$$

ここに、

F : すべりに対する安全率

R : すべり円の半径 (m)

γ_i : i 部の単位体積重量 (tf/m³)

($i = 1$: 盛土材, $i = 2$: 改良土, $i = 3$: 原地盤)

c_i : i 部の粘着力 (tf/m²) ($i = 1$: 盛土材, $i = 2$: 改良土, $i = 3$: 原地盤)

ϕ_i : i 部の内部摩擦角 (度) ($i = 1$: 盛土材, $i = 2$: 改良土, $i = 3$: 原地盤)

l : 分割片の底辺長 (m)

b : 分割片の幅 (m)

W' : 分割片の有効重量 (土の重量と載荷量との和, 水中部分の土については, 水中単位体積重量を考慮する) (tf/m)

W : 分割片の全重量 (土と水の全重量と載荷重との和) (tf/m)

α : 分割片底辺の傾斜 (図に示す場合を正とする) (度)

x : 分割片の重心とすべり円中心の水平距離 (m)

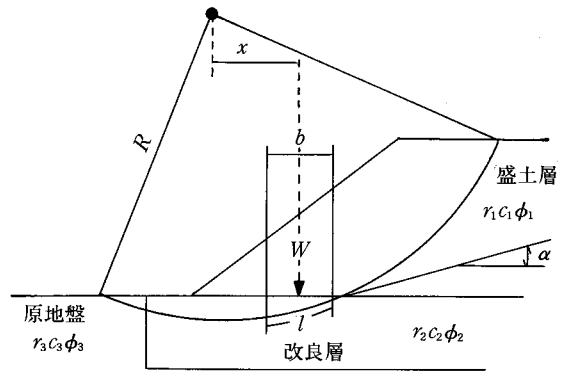


図-6 円弧すべりによる斜面の安定計算

今回は、改良強度を含め経済的に最も有利な断面選定のため次のA~Cのケースについて計算を行った。

A……改良強度を全断面 $C = 3.5 \text{ tf/m}^2$ とした場合の断面

B……改良強度を全断面 $C = 5.0 \text{ tf/m}^2$ とした場合の断面

C……道路下を $C = 3.5 \text{ tf/m}^2$
水路部を $C = 5.0 \text{ tf/m}^2$ とした場合の断面

全 24 ケース

以上のケースにより計算を行い下図の3ケースにより検討し、経済的に有利である「道路下を水路部で改良強度を変える断面」とした。

ケースA

中心点 (6.000 , 10.000) 半径 18.000 (m) 安全率 1.227
せん断力 46.55 (tf) せん断抵抗力 57.11 (tf)

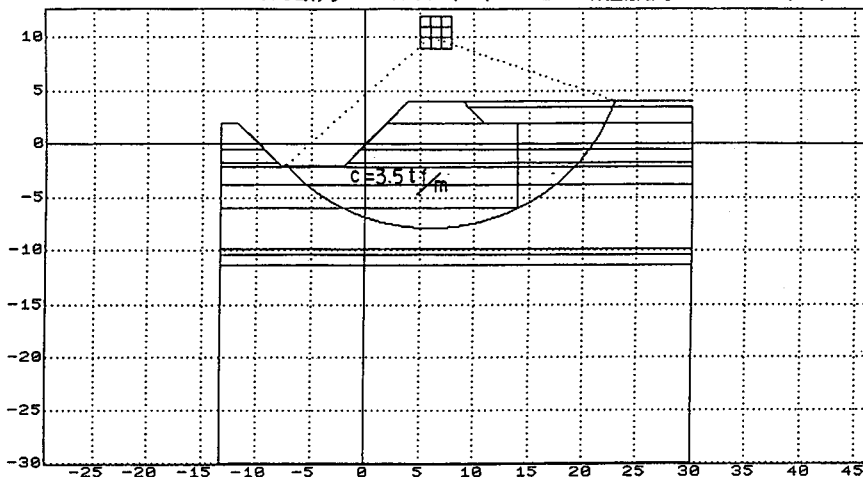


図-7

ケースB

中心点 (4.000 , 9.000) 半径 16.000 (m) 安全率 1.217
せん断力 44.51 (tf) せん断抵抗力 54.17 (tf)

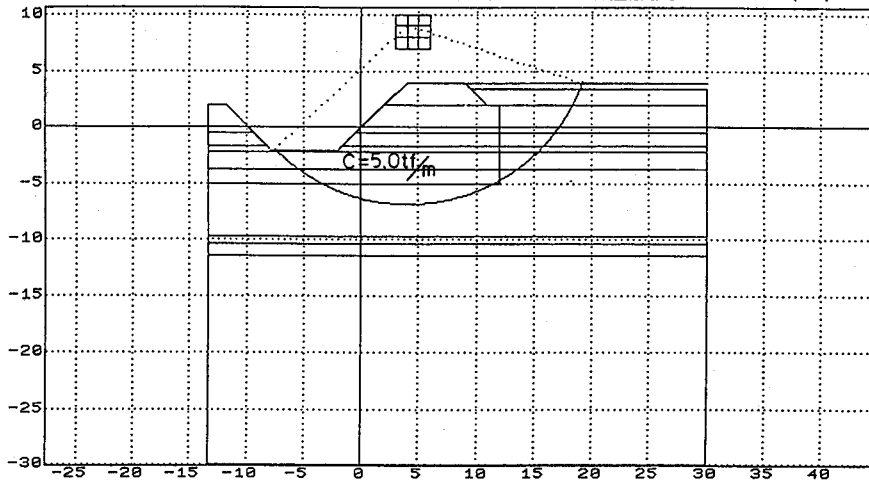


図-8

ケースC

(採用)

図-13参照

中心点 (4.000 , 9.000) 半径 16.000 (m) 安全率 1.207
せん断力 44.51 (tf) せん断抵抗力 53.73 (tf)

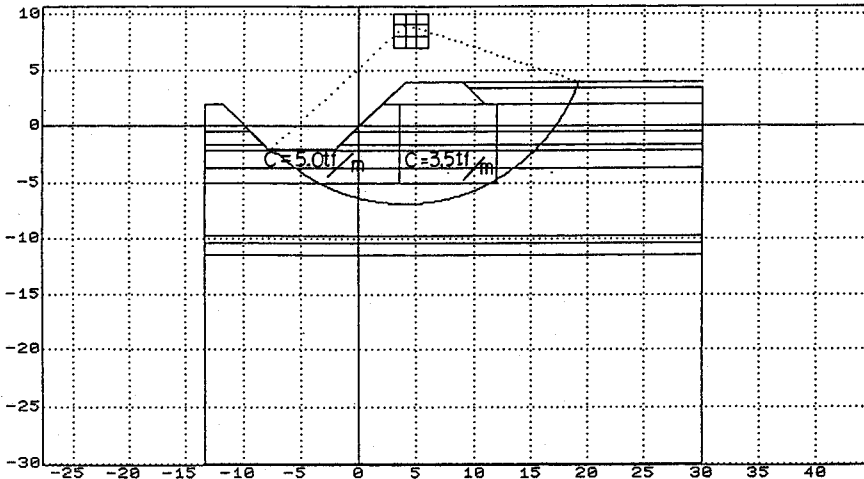


図-9

改良断面積が小さくかつ配合量が少ないため、経済的に最も有利であるため採用した。

b. 地盤係数法

湿潤密度 $P_t = 1.35 \text{ tf/m}^3$ 、粘着力 $C = 0.99 \text{ tf/m}^2$ の軟弱地盤に図-10に示す断面の検討を行う。荷重は、改良土及び盛土荷重と交通荷重とした。改良地盤の延長は25.5m、層厚は3mから7mまで変化する。変形係数 $E = 1,500 \text{ tf/m}^2$ 、ポアソン比 $\mu = 0.3$ とする。

ここでは、断面形状が均一でないことから断面

2次モーメント (I) の変化に対応できる差分法により解析した。

軟弱地盤の地盤係数 k を推定する

$$C = 0.99 \text{ tf/m}^2 = 99 \text{ gf/cm}^2$$

$$k = 5C^{0.88} = 5 \times 99^{0.88} = 285 \text{ gf/cm}^2 = 285 \text{ tf/m}^2$$

改良体のスパン長は25.5mであり1mスパンで検討を行うと、分割数を26断面として検討する。

タワミ、地盤反力、曲げモーメント、せん断力の各図を図-11に示す。

すべり計算で決定した改良強さの検証を最大曲

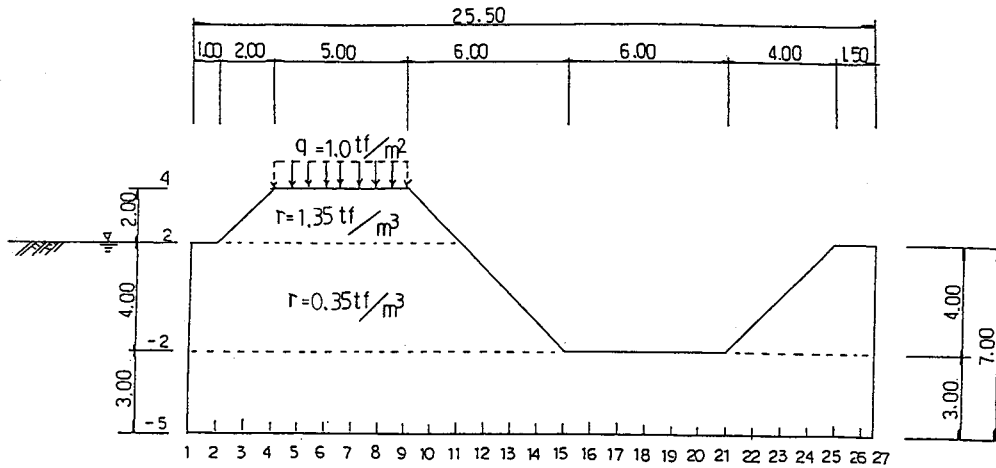


図-10 弾性床上梁モデル

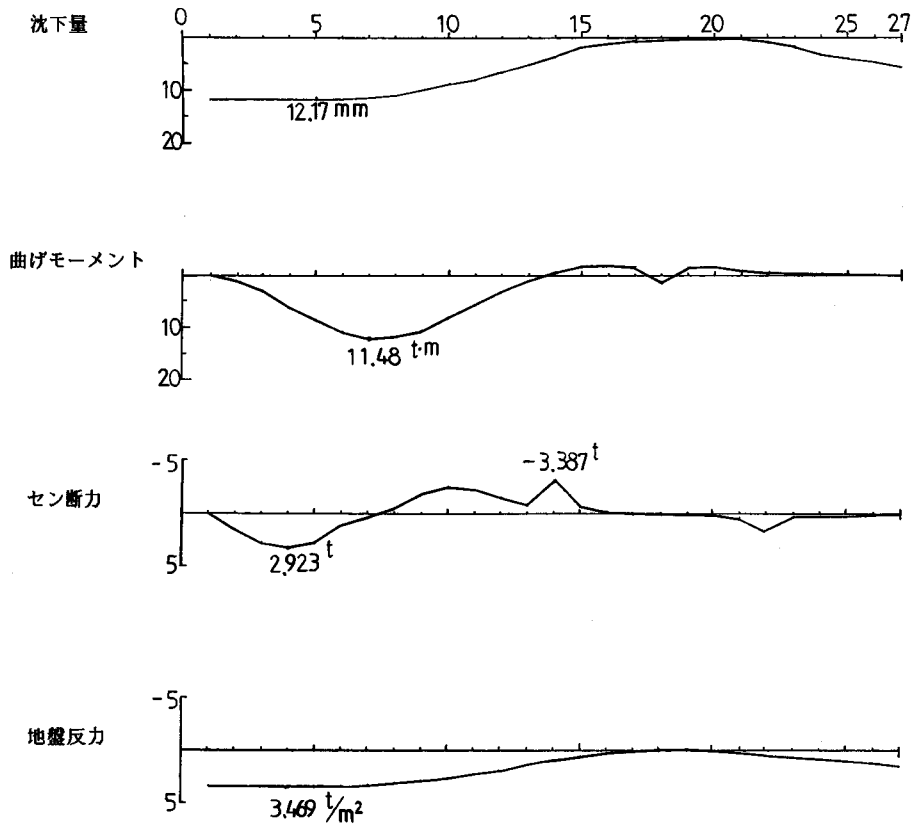


図-11 応力図

げモーメントの発生する地点と最小部材厚の地点の代表的2点で行う。

- 1) 最大曲げモーメントの地点〔節点7, 距離5,884m〕

$$\text{断面係数 } W = \frac{B \times H^2}{6} = \frac{1 \times 7^2}{6} = 8,166 \text{ m}^3$$

曲げモーメント $M = 11,480 \text{ tm}$

曲げ応力

$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{11,480}{8,166} = 1.406 \text{ tf/m}^2$$

安全率1.2, 一軸圧縮強さと許容曲げ応力の関係を $a = 0.25qu$ とすれば,

$$qu = \frac{1.2 \times a}{0.25} = \frac{1.2 \times 1.406}{0.25} = 6.75 \text{tf/m}^2$$

せん断強さ C は $C = qu / 2$ の関係から

$$C = \frac{qu}{2} = \frac{6.75}{2} = 3.37$$

以上必要となることから、すべり計算の結果から道路下は 35tf/m^2 としているので満足する。

2) 最小断面地点 (節点16, 距離14,711m)

同様に

$$W = \frac{BH^2}{6} = \frac{1 \times 3^2}{6} = 1.5 \text{m}^3$$

$$M = -1.949 \text{ t} \cdot \text{m}$$

$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{1.504}{1.5} = 1.00 \text{tf/m}^2$$

$$qu = \frac{1.2 \times a}{0.25} = \frac{1.2 \times 1.00}{0.25} = 4.80 \text{tf/m}^2$$

$$C = \frac{qu}{2} = \frac{4.80}{2} = 2.40 \text{tf/m}^2$$

以上必要となることから、すべり計算の結果から水路部は $C = 25.0 \text{tf/m}^2$ としているので満足する。

c. 支持力の検討

「建築基礎構造設計指針」によれば、帯状荷重であるから、

$$\alpha = 1.0 \quad \beta = 0.5 \quad \phi = 0^\circ \text{より} \quad N_c = 5.3$$

$$N_r = 0 \quad N_q = 3.0 \quad D_f = 7.0 \text{m} \quad C = 0.99$$

$$\text{tf/m}^2 \quad \gamma_2 = 0.35 \text{tf/m}^3$$

許容支持力

$$qa = \frac{2}{3} (\alpha C N_c + \beta \gamma_1 B N_\gamma + \gamma_2 D_f N_q) \text{tf/m}^2$$

$$= \frac{2}{3} (1 \times 0.99 \times 5.3 + 0.35 \times 7 \times 3)$$

$$= 8.398 \text{tf/m}^2 > 3.469 \text{tf/m}^2$$

したがって、許容支持力は地盤反力を上回っている。

d パンチングシェアの検討

バックホー 0.7m^3 が、掘削水路底 ($H = 3.0 \text{m}$) に載った場合を想定して検討する。

バックホー 0.7m^3 の諸元は、重量 $W = 19.55 \text{t}$ 、履帯幅 $B = 0.6 \text{m}$ 、履帯長 $L = 4.08 \text{m}$ 、接地圧 $P_o = 0.46 \text{kg/cm}^2 = 4.6 \text{tf/m}^2$ 、施工時の不陸による片荷重、動的な荷重増等を考慮して、接地圧を30%増とみると、

$$P'_o = (1 + 0.3) P_o = 0.3 \times 4.6 \text{tf/m}^2 = 5.98 \text{tf/m}^2$$

$$\phi = 0^\circ \text{より} \quad N_c = 5.14 \quad N_q = 1.00$$

$$C_{u1} = 5 \text{tf/m}^2 \quad C_{u2} = 1.16 \text{tf/m}^2 \quad D_f = 4.0 \text{m}$$

$$\gamma_1 = 0.35 \text{tf/m}^3$$

極限支持力 q_f

$$q_f = \frac{2(B+L)H}{BL} C_{u1} + (1 + \frac{B}{L} \cdot \frac{N_g}{N_c}) N_c \cdot C_{u2} +$$

$$r_1 D_f$$

ここに B : 幅 0.6m

L : 奥行 4.08m

H : 改良厚 3.0m

D_f : 改良体の根入深さ 4.0m

C_{u1} : 改良層の粘着力 5.0tf/m^2

C_{u2} : 現地盤の粘着力 1.16tf/m^2

γ_1 : 盛土の単位体積重量 0.35tf/m^3

N_c, N_g : カコーケリゼルの支持力係数

カコー、ケリゼルの支持力係数

ϕ (度)	N_c	N_g	N_γ
0	5.14	1.00	0
5	6.49	1.57	0.45
10	8.35	2.47	1.22
15	10.98	3.94	2.65
20	14.83	6.40	5.39
25	20.72	10.66	10.88
28	25.80	14.72	16.72
30	30.14	18.40	22.40
32	35.49	23.18	30.22

出典：セメント系固化材による地盤改良マニュアル

したがって極限支持力は

$$q_f = \frac{2 \times (0.6 + 4.08) \times 3}{0.6 \times 4.08} \times 5 + (1 + \frac{0.6}{4.08} \times$$

$$\frac{1}{5.14})$$

$$\times 5.14 \times 0.99 + 0.35 \times 4 = 53.8 \text{tf/m}^2$$

$$\therefore qa = \frac{1}{1.5} q_f = 42.5 \text{tf/m}^2 > P'_o = 5.98 \text{tf/m}^2$$

これより許容支持力は十分である。

7. 固化材配合量の検討

事前調査で採取した試料について実施した室内配合試験結果は、図-4に示すとおりである。

すべり計算の安定の検討から管理用道路下を $C = 3.5 \text{tf/m}^2$ ($qu = 0.7 \text{kgf/cm}^2$)、水路下を $C = 5.0$

tf/m²(qu=1.0kgf/cm²)とし改良した場合の水路部及び道路部のセメント配合量を図-12に示す。

今回の改良施工断面の配合量を図-13に示す。

道路下の場合、設計一軸圧縮強さqu=0.7kgf/cm²と室内配合一軸圧縮強さqulとの関係は、これまでの割増しの実績をもとにしてqul=2.1kgf/cm²とした。また、(現場/室内)強度比1/3を考慮すれば現場の一軸圧縮強さquf=0.7/0.33≒2.1kgf/cm²となるので養生日数28日、改良強さqufを満足する固化材配合量100kg/m²を採用した。

同様に、水路下の場合には120kg/m²の固化材配合量とした。また、在来地盤の塩濃度は、浚渫土の塩濃度の1/3～1/4であり、セメント系固化材を用いる場合、改良効果に及ぼす影響は同じ配合量で比較すると、塩濃度が高いほど強い一軸圧縮強度を示す。

このことから、塩濃度の高い浚渫土は塩濃度の低い在来地盤より配合量を10kg/m²少なくした。

なお、斜線部については、地盤改良後に排水路を掘削することから、バックホー等の施工機械のトラフィカビリティを確保するため最低限の配合量の60kg/m²とした。また、水セメント比はこれまでの施工実績から1:1.5とした。

8. 施工管理

地盤改良後の強度確認は、ボーリングにより試料を採取し、材令4週の一軸圧縮強度試験を実施した。なお試験数については、排水路延長が約300mであり100m/箇所とし、横断方向に9箇所の計27箇所のデータである。

9. まとめ

有明粘土の場合、塩濃度が改良地盤の強度に影響することを実証的に明らかにした。

改良材の配合量が少ないとき、塩濃度が強度に及ぼす影響が大である。

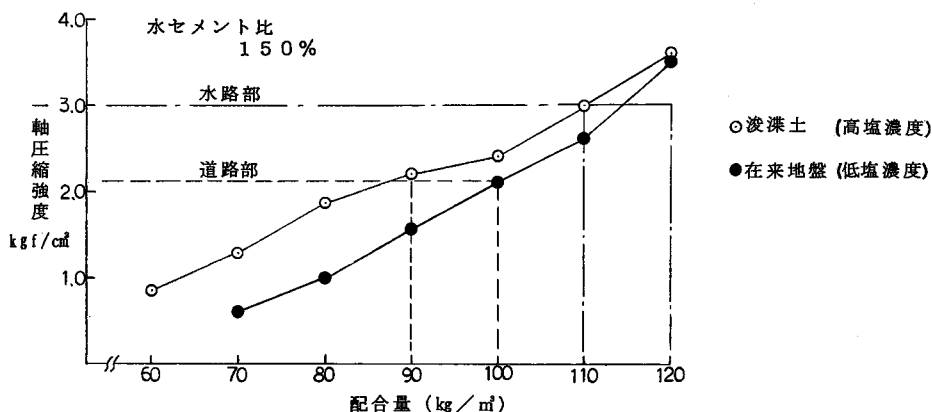


図-12 水路部と道路部の強度と配合量

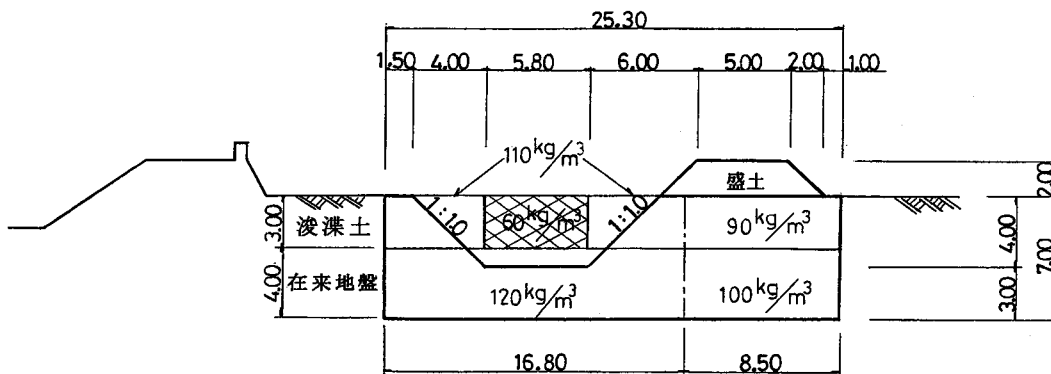


図-13 固化材配合量

表-4 地盤改良度結果

設計一軸圧縮強度	試験位置	配合量	実測値	平均値	現場/室内
0.7kgf/cm ² 以上(道路部)	上部(高塩分)	90kg/m ³	kgf/cm ² 0.70, 0.83, 0.90	kgf/cm ² 0.81	1/2.6
	下部(低塩分)	100kgf/m ³	0.95, 0.72, 0.82 0.78, 0.84, 0.95	0.82	1/2.6
1.0kgf/cm ² 以上(水路部)	上部(高塩分)	110kgf/m ³	1.10, 1.10, 1.19 1.39, 1.24, 1.19	1.20	1/2.5
	下部(低塩分)	120kgf/m ³	1.07, 1.14, 1.19 1.22, 1.29, 1.18 1.08, 1.13, 1.14 1.28, 1.33, 1.23	1.19	1/3.0

表-4のとおり、実測値にバラツキはあるものの、塩濃度の違いによる固化材の配合については、設計強度を満足するものであった。

また、(現場/室内)の強度比(1/3)についても、その妥当性を確認した。

有明粘土は、当地区のように汽水の影響を堆積時代から受けている場所もあること、また、有明粘土地盤は深くなれば塩濃度が低下していることなどから、有明粘土をセメント系により地盤改良する場合は塩濃度の調査を十分行う必要がある。

最後になりましたが、今回の報告をとりまとめるにあたって懇切なるご指導、ご鞭撻を賜りました、九州大学農学部高山昌照先生に厚くお礼申し上げます。

参考文献

- ・中村六史, 三浦哲彦, 松田応作「有明粘土に対する地盤改良材の適用上の問題と改良地盤について現地調査」土と基礎 1987-5, P.9

～4

- ・中村六史,「有明面土の鋭敏性と塩分濃度について」
第66回農業土木学会九州支部講演習 1985, P221～224
- ・亀井隆徳, 長尾洋一, 河野通成「地盤改良(セメント系固化材)による, 水路の建設について一塩濃度の違いを考慮した固化材配合」
第75回農業土木学会九州支部公演集 1995 P131～134の一部加筆したものである。
- ・渡辺崇博, 鈴木一正, 菅原紀明, 栃木博著「軟弱地盤対策工事ポケットブック」 P213 山海堂
- ・日本材料学会, 土質安定材料委員会編「地盤改良工法便覧」P155
日刊工業新聞社
- ・セメント系固化材による地盤改良マニュアル (社)セメント協会
- ・構造力学 技報堂 P108

来間地区県営一般農道整備事業における土地収用について

金城陽一*
(Yoichi KINJO)

(1)事業の概要

来間地区県営一般農道整備事業は、下地町字洲鎌地内の一般国道390号を起点とし、南西に同町字与那覇地内を経由、宮古島と来間島を結ぶ1,690mの海上架橋である来間大橋を経て、同町字来間地内の町道宮古田線に至る総延長3,923mの農業振興地域を縦走する基幹農道を、道路構造令第3種第4級に準じて新設及び一部改築整備するものであります。

来間島は、全日本トライアスロン宮古島大会の水泳会場となる下地町字与那覇前浜の沖合い1.6kmの海上に浮かぶ面積283haの島です。島のほとんどは農業振興地域に指定され、180haの農地のほとんどが土地改良（区画整理）を終えています。うち約125haがサトウキビで、残りはスイカ、葉たばこ及び牧草を栽培しています。サトウキビの生産実績についてみると、平成2年度で3,935トンとなっており、その他にも肉用牛を中心として畜産業も盛んな島であります。

しかしながら、来間島は農作物の集出荷施設、肉用牛のセリ市場、製糖工場等農業生産物の流通・加工施設のすべてを宮古島に依存しているにもかかわらず、交通手段は小型船舶（19トンのフェリー）のみに委ねられています。このため、冬場の季節風、夏場の台風時期は、農産物の集出荷が困難となり、サトウキビ、野菜等の鮮度が落ちるなど農産物の安定した集出荷が阻害され、生活物資も割高となっています。宮古本島がすぐ目と鼻の先にあるため、「離島苦」の思いは一層強烈なものがああります。

沖縄県農林水産部にあつては、こうした「離島苦」を解消するため、昭和55年度から調査計画を開始し、昭和61年度に、農道橋としては全国一の長さを誇る1,690mの来間大橋を含む全体計画3,923mの農道建設事業を来間地区県営一般農道整備事業として、農林水産省から事業採択をうけております。

昭和61～62年度で調査設計、昭和63年度から工事に着手、平成7年3月に事業を完了しました。昭和50年に来間島区民が架橋陳情を行って以来、足かけ20年の歳月を経ての架橋実現は、まさに夢の架け橋といえましょう。

(2)用地買収について

本事業はこうした事業の特殊性から、用地買収については土地所有者の積極的な協力の下、順調に進捗してきました。しかしながら、事業用地13,948㎡のうち、1筆263.58㎡（残地は2,906.42㎡）については、事業着手以来、任意による買収に努力してきたものの折り合いがつかないため、やむなく平成6年6月8日に建設大臣に対し土地収用法に基づく事業認定の申請を行い、7月27日に事業の認定を得ました。

その後も引き続き任意買収に努力したものの、任意による買収に応じないため、8月17日に県収用委員会に対し権利取得裁判及び明渡裁決申立を行いました。

県への譲渡に応じない理由は、平成6年11月23日付けの沖縄タイムス記事を引用すると次のようです。「Aさんは88年3月、問題となっている土地3,170平方メートルを購入。農道にかかっているのはこのうち272平方メートル。Aさんが同年、これに隣接する土地を購入しようとしたところ、県や町役場職員が地主に「土地を売るな」と売買を妨害、レジャーセンターにする計画が実現できなかった。」

「県や町当局が妨害」したというのは、当該土地が来間大橋のちょうど付け根に位置しており、工事ヤードとして継続安定的に賃借する必要があったため、県及び町当局が関係土地所有者に対し「工事完了までは他に売却しないで欲しい」旨の協力要請をしていたことを指しています。一方Aは、今回の潰地用地を本事業の工事設計完了後の昭和63年3月に売買により取得したものです。

ところで、Aは県との用地交渉の過程において、

*沖縄県農林水産部農地水利課

東急リゾート近くの町有保安林敷地を保安林指定解除のうえ代替地（潰れ地のみならず残地を含めた一筆全部の！）として提供するよう一貫して要求し、譲らない状況でありました。

(3)土地収用

本県の土地改良事業においては、これまで土地収用の事例がなかったことから、本事業においてもその適用を躊躇し、任意買収に固執したあまり用地取得業務が後手後手に回ってしまいました。これは、土地改良事業が地域の申請に基づいて行われることを理由に、「土地収用」にはなじまないとの理解がなされてきたからであります。しかしながら、地域に生活する人々がきわめて有用、有益であると考えからこそ、大多数の人々が賛同して事業の申請に至るわけですから、これは地域にとって、すぐれて公共性が高いといわなければならないでありましょう。「公共性」は土地収用制度の最も根幹にあるものであり、「公共性」が損なわれることを排除するためにこそ土地収用制度が存在するわけです。

何よりも任意買収に固執した場合の最も大きな問題は、買取価格について社会的公正さを欠く結果を招来する虞があることです。とりわけ道路はその性質から容易に路線を変更できる性質のものではありません。それをよいことに価格の釣り上

げを意図しての反対、価格面での不承諾を唱える地権者に対しては、「適性価格」による補償の大原則が通用しない場合がほとんどです。このような場合にあっても任意買収を貫徹するとなると、住々にして道路整備に協力的であった近隣地主よりも「高値買い」をせざるを得ず、結果として「ゴネ得」を許してしまいかねません。

行政はいかなる理由があろうとも、毅然たる姿勢でもって「ゴネ得」を排除しなければなりません。協力地主に対する信義を裏切ることになるとともに、将来の公共事業に大きな禍根を残すことになるからです。今後は、社会的公正を確保する観点から、特に農道整備や排水路整備事業にあっても、任意買収は当然としつつも悪意の土地所有者に対しては土地収用も辞さないというルールを確立すべきであると考えます。

なお附言するならば、土地改良事業の場合、都市部における道路整備事業と異なり居住用財産が買収の対象となることはほとんどありません。近隣に代替地もないことから、長年にわたり営々として築き上げてきた地域社会との結びつきを根こそぎ断たれる都市部の道路事業に比べ、土地改良事業は一般的には生産手段のごく一部が、地権者を含め地域の生産基盤の強化に充てられるものであり、土地収用に伴って土地所有者等が受ける「精神的痛み」において、両者には雲泥の差があると



いなければなりません。

用地取得業務においては、担当者自身が事業の内容や必要性について十分理解することが肝要でありましょう。ときには、地域の土地利用状況等から設計そのものに問題点があると判断される場合には、工事部門に対し意見することがあってしかるべきです。

そのうえで、個々の土地所有者等との交渉においては、お年寄り等の社会的に弱い立場にある方々には暖かい思いやりと十分な配慮をもってあたり、逆に社会的に強い立場にある方々の声のみが過大に用地補償過程に反映することのないよう、また理不尽な要望・要求については買い手の弱みに甘んずることなく毅然とした姿勢で対処する、硬軟両刀使いの用地マンの育成が急務でありましょう。

これで最後ともいわれる第3次沖縄振興開発計画の成否は、極論すれば、迅速・公正な公共事業用地の確保にかかっているといても過言ではあ

りますまい。用地行政の困難さと使命の重大さを痛感する今日この頃です。

本事業については、結局、平成7年1月5日に権利取得裁決及び明渡裁決（権利取得の時期、明渡期限ともに1月25日）を得ましたが、裁決に定めた期限までに明け渡さなかったため、翌1月26日、土地収用法第102条の2第2項に基づき知事に対し明渡しの代執行を請求しました。

知事は、同日付けで、2月5日までに物件を撤去のうえ明け渡すよう「戒告」しましたが履行しなかったため、2月6日に「代執行令書」を送達、翌2月7日に代執行を実施、同日起業地の引き渡しを受けました。

平成6年2月に収用手続きに着手して以来、ほぼ1年という異例のスピードで事業用地を取得することができたわけですが、建設省建設経済局及び県収用委員会事務局の迅速且つ的確な対応のあったことを報告して結びとします。

堂本頭着工の設計概要

前 田 信 行*
(Nobuyuki MAEDA)

目	次
I. 災害発生	70
II. 位置	70
III. 沿革	70
IV. 設計概要	71
V. おわりに	75

I. 災害発生

平成5年は、降雨量、災害の発生件数及び被害額が過去に類をみない大災害の年であった。

堂本頭首工も、平成5年7月31日から8月2日にかけての大雨により、頭首工全ての施設が倒壊流失した。災害査定による査定額は、農業用施設災害として、全国一の規模となった。

災害査定の概要を次に示す。

II. 位 置

堂本頭首工は、『えびの高原』で有名な宮崎県南西部、えびの市の中央部を流れる一級河川『川内川』の上流部に位置し、頭首工の約300m上流には、九州縦貫自動車道が横断している。

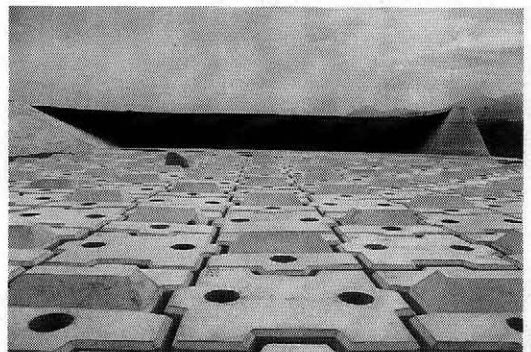
III. 沿 革

堂本頭首工は、1713年（正徳3年）に築造され、

査 定 額	1,716,277千円	
最大日雨量	204mm	最大時間雨量 28mm
事 業 概 要		
1) 本 体 工	延長 101.2m	堰高 3.52m 3径間
2) 基 礎 工	鋼管杭 径 400~800mm	L=26m 176本
3) 護 床 工	ストーンブロック 4 t	1,807個
4) 護岸保護工	ブロック積 2,200㎡	連節ブロック 2,179㎡
5) 操作管理室	1棟 (高15.1m	9.0×5.5m)
6) 仮 設 工	鋼矢板仮締切 L=1.12~13.0m	3,185枚



写真一 流出前の頭着工



写真二 右岸側完成

*宮崎県西諸県農林振興局

その後の、度重なる災害を経て1952年(昭和27年)の災害復旧事業により現在の頭首工が完成した。この事業は昭和27年から3カ年を要し、県より2人の技師を派遣して事業の執行にあたった。今回の災害復旧事業も、えびの市からの受託事業として、宮崎県により復旧工事を担当することとなった。

IV. 設計概要

本頭首工は、被災前は固定堰であったが、河川管理施設等構造令により可動堰により復旧することとした。可動堰はゴム引布製起伏堰(以下「ゴム堰」と言う)を採用している。以下主要構造物の設計概要について述べたい。

1. 型式の検討

本頭首工では次の理由によりゴム堰の起伏式ゲートを採用した。

- ① 短い工期で、工事費が安価である。
- ② 構造が単純で、保守点検等の維持管理が容易で、管理費も安価である。(塗装費が不要)
- ③ 安全確実に倒伏する。
- ④ 耐久性、耐食性に問題はない。

2) 袋体引張強度と安全率

袋体引張強度は700kg/cmで、その安全率は8である。

3) 構造

ゴム堰はゴム引布で造られた円形断面の袋体に空気または、水の媒体を入れ膨脹伸縮させるものである。1956年に米国のインバードソンにより考案された工法である。国内では1965年に初めて採用され、現在までの施工実績は約2,050箇所にのぼる。当初は、損傷等の信頼度に欠ける面もあった

が、その後改良が加えられ、信頼度の高い工法となっている。

国内施工実績最高直高 $H=6.0\text{m}$

1スパン長(米国) $L=300\text{m}$

材質は製造メーカーによって異なるため、今回は本頭首工で採用した構造について述べる。

材質は耐候性、耐オゾン性(オゾンはゴムにクラックを発生させる)に優れた、EPDM系のゴムを使用している。耐用年数は30年以上とされている。(EPDMは、エチレンプロピレンジエンモノマーの略称である。)

帆布はナイロン系の織物で5層構造で温度約250°C、面圧30kg/cm²の高圧プレスによりゴムとゴム、補強繊維とゴムの粘着力が強まり、経年変化に対しても安定した品質を維持し十分な強度を維持する。セラミックチップは、人為的に鋭利な刃物等で、傷つけられるのを防止するためである。ラップトップ加工は、堰体に登って管理するための滑落防止対策である。(図-1参照)

ゴムの基本色は黒色(カーボン)である。カラー化も可能であるが、経年変化及び気象の影響による色落ち、剝落及び、川海苔付着等により美観が損なわれるため、本頭首工では基本色を採用した。

4) 膨脹媒体

ゴム堰の膨脹媒体は、空気、水、両方併用式がある。本頭首工の膨脹媒体は、次の理由により空気を採用した。

- ① 沈砂地、貯水槽等の設備が不要なため、設備が単純で小規模である。
- ② 媒体の確保が容易である。
- ③ 下流水位の影響を受けずに、媒体を排出でき安全に倒伏する。

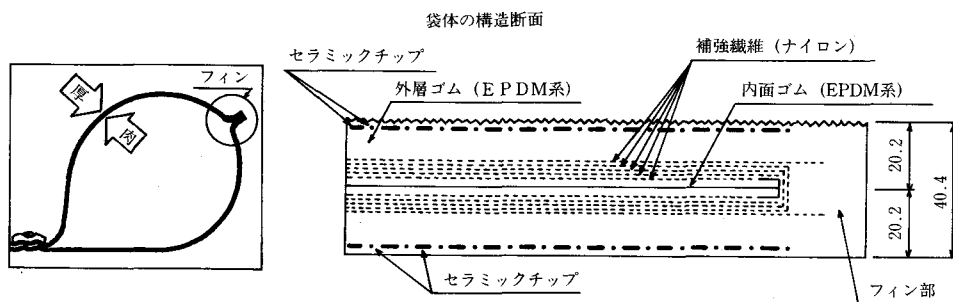


図-1 ゴム袋体構造断面図

④ 維持管理が容易である。

5) 倒伏と起立

倒伏はゴム堰で最も重要な機能で、安全性を重視する必要があるため、本頭首工では次の三重の倒伏方法を講じている。

- ① 水位検出センサーにより上流水位が一定の規定水位に達したときに、自動で電動排気弁を開放し倒伏する。(電気式)
- ② 堰体上流水位が上昇すると、導水管の河川流入水がバケットに堆積し、その重みで機械的に排気弁を開放し倒伏する。(機械式)
- ③ 人為的に排気弁を開放し倒伏する。(人力

式)

倒伏時間は河川構造令により30分としている。

起立は送風機により袋体に空気を圧送する方式である。通常時は電動機で、停電時はディーゼルエンジンで送風機を駆動する。起立時間は、起立時間が短時間になるほど、送風機の規格が大きくなり消費電力量が多くなるため、維持管理費を考慮し60分としている。

倒伏及び起立は、3門毎の独立操作及び、全門同時の操作ができるが、通常は管理用ゲートのみでの操作としている。(図-2参照)

6) その他の特性

ゴム堰には上記のほか、次のような特性がある。

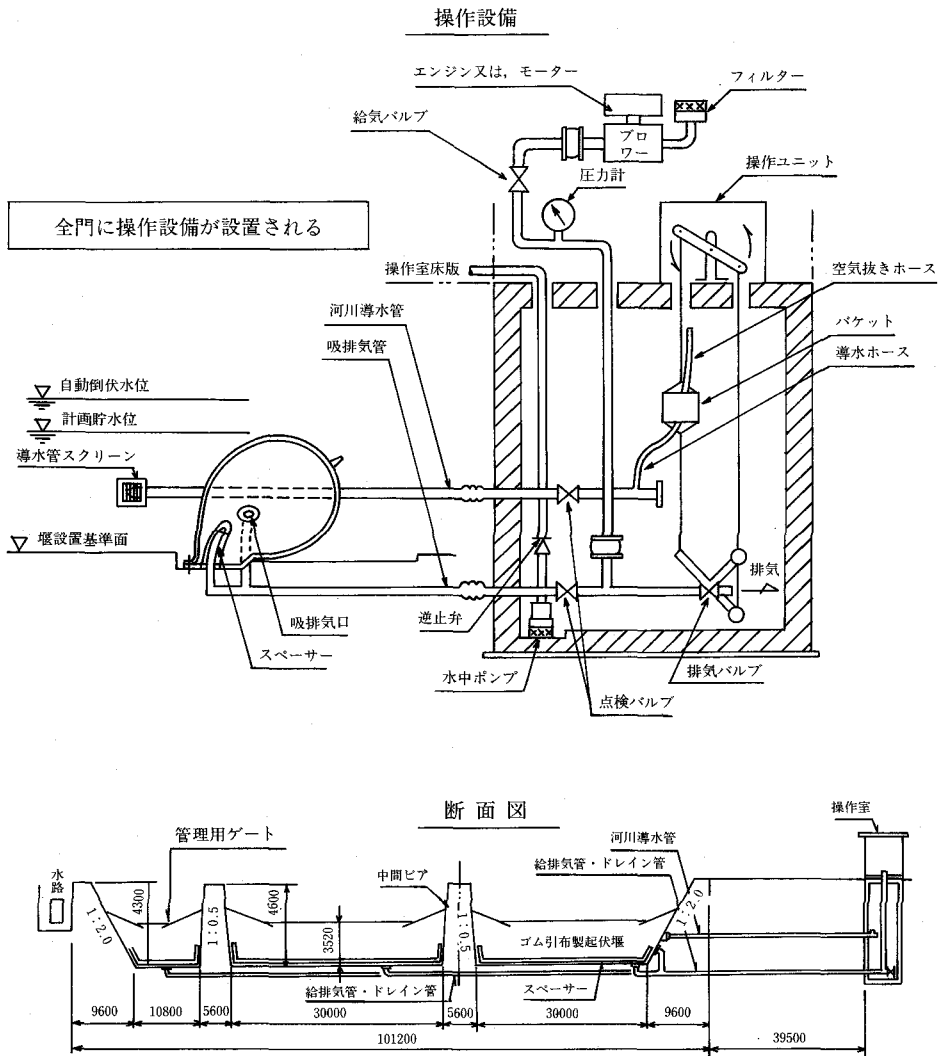


図-2 操作管理システム

① 厚肉構造

帆布は高圧プレス加工製法によって製造されているため、厚肉構造となっており、耐摩耗性、耐カット性、耐久性に優れている。また、転石、流木等の現場条件により、ゴム厚を変えることも可能である。

② 歪みのないフラットな倒伏形状

ゴム堰は厚手の板状製品のため倒伏時に伸び歪みが発生せず、河床に対して倒伏形状がフラットになる。これによって、転石・流木等による損傷を防ぐことができる。またゴム堰は下流側に堆積土砂がある場合でも、柔構造となっているため、土砂等の影響を受けることなく、フラットに倒伏する。

③ 耐震性と耐不等沈下

ゴム堰は重心が低いため、床版の荷重及び積載荷重が小さく地震に強い構造となっている。ゴム堰は重量が30kg/m²で重圧面積が大きく、袋体が均等荷重として取扱えるため、地盤の不等沈下の影響がすくない。

④ 経済的な下部構造

ゴム堰は河床落差が10cm程度で設置可能である。このため下部構造も単純な構造となり、工事費も安価となる。

⑤ 簡単なメンテナンス

操作設備は定期的な注油および日常の保守点検により、安心して利用できる。また、万一ゴム袋体が損傷した場合でも、補修は安易である。

2. 堰本体工

堰本体工は、右岸側壁、堰体床版部（管理用、

標準部）、堰柱、右岸側壁及び上流水叩に分割し設計した。

3. 基礎工

1) 杭種選定

本地域は南九州特有のシラス地帯に位置しているため、杭種選定には細心の注意を払った。コンクリート杭はシラス地盤において、N値15~20のシラス中間層が存在する場合打設不能となることから比較検討の対象外とし、次の4種により比較検討した結果、最も経済的な「場所打ち鋼管杭」に決定した。

- ① 「場所打ち鋼管杭」
- ② 「場所打ち杭（オールケーシング工法）」
- ③ 「中掘りPHC杭」
- ④ 「場所打ち杭（リバース工法）」

2) 杭の設計

杭はN値30以上（層厚5.0m）の層を支持層とし、堰床版部、堰柱部等それぞれの工種毎の安定計算結果より、経済性等を考慮のうえ杭径、管厚、杭本数を決定した。

4. 魚道工

近年までに造られた階段式魚道工は魚が登りにくいなどの指摘もあることから、次のような意見を参考に設計を行い、アイスハーバ型の魚道を採用し魚道の隔壁に非越流部を設けることで魚の休息場所を確保した。

- ① 将来の既設魚道改修を考え、経済的な工法とする。
- ② 魚道途中に魚の休息場所を設ける。
- ③ 魚の登り口は河川と直交してよいが、

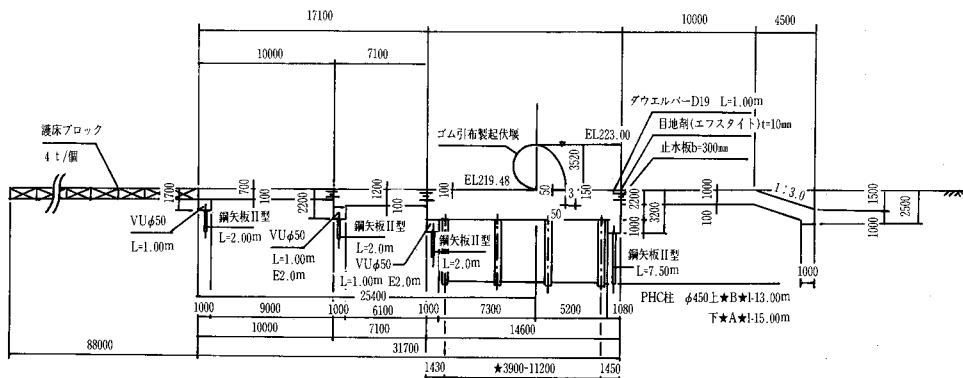
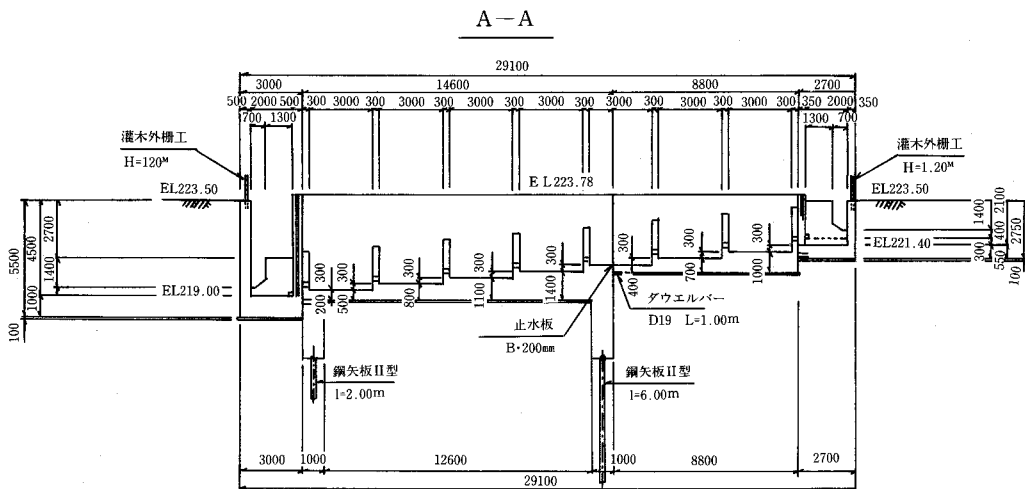
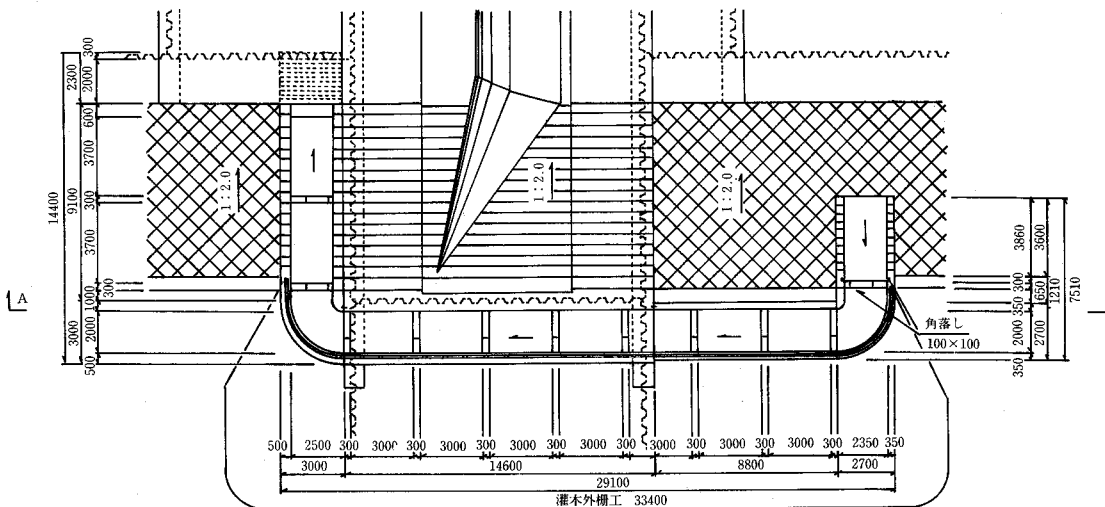


図-3 堂本頭首工標準断面図（標準部）

工 種	杭 種	許容支 持力(t)	杭 径 (mm)	管 厚 (mm)	長 さ (m)	本 数						
右岸側壁部	鋼管杭	183.9	800	16	26	12						
床版部 (標準)	"	58.5	400	14	"	96						
右側堰柱部	"	98.5	600	12	"	12						
左側堰柱部	"	104.4	500	12	"	12						
床版部 (管理用)	"	75.9	500	12	" </tr <tr> <td>左岸側壁部</td> <td>"</td> <td>116.9</td> <td>700</td> <td>12</td> <td>"</td> <td>24</td> </tr>	左岸側壁部	"	116.9	700	12	"	24
左岸側壁部	"	116.9	700	12	"	24						

- その位置は堰直下流に近いほどよい。 面取りをする。
- ④ 魚道の角面は、魚が傷つないように



図一四 魚道工図

5. 仮締切工

1) 仮締切対象流量

河川工事は施工期間が濁水期（10月～5月）に限定されており、仮排水流量は過去5カ年の施工期間内最大流量としている。また、その流量によって得られる水位を、仮締切の対象水位としている。

2) 構造

本頭首工では次の理由で鋼矢板二重仮締切を採用した。

- ①流下断面内の水深（ $H = 2\text{ m}$ ）が深く、土堤では安全性に問題が残る。
- ②上流に応急仮井堰があり、その落水の水勢（水深1.6m）により土堤崩壊の危険性がある。
- ③上流に応急仮井堰があり、土堤の工事用敷地が確保できない。

V. おわりに

堂本頭首工は右岸工事が5月に完了し、10月から左岸工事に着手します。折角の機会ですので、私の事務所と管内市町村を紹介し、おわりとします。

◎ 事務所の紹介

西諸県農林振興局管内は、2市2町1村です。局長以下、6課1班制です。当振興局では、農林水産業発展のため、各事業を積極的に推進しています。

堂本頭首工を担当するのは、農地整備課です。農地整備課は、課長以下、2係長、10職です。事業は、ほ場整備事業、農道整備事業、農地保全整備事業など14種の県営事業と3種の団体営事業を担当しています。7年度の事業費は、40億1千万円（50地区）です。

◎ 管内の市町村紹介

素晴らしい自然環境と、人情味豊かなところをもつ、西諸の市町村は、この恵まれた資産を活かしながら、21世紀に向けての活力ある西諸を目指して、『にしもろはひとつ』を合い言葉に、官民一体となって、新たな郷土づくりに気運を高めています。

みやぎの市町村より

小林市	標語	「3H20のまち小林、花・星・ホテルとうまい水」
	名所	生駒高原、コスモス牧場、陰陽石、出の山公園、夷守台、コスモドーム
えびの市	標語	「住みたい町をめざして～田の神文化に花咲くえびの市」
	名所	えびの高原、矢岳高原、白鳥森林公園・京町温泉郷、田の神の里、クルソン峡
高原町	標語	「21世紀の子供たちのためにみんなでつくる“神武の里”」
	名所	高千穂の峰、御池、皇子原公園(古墳)、峡野神社、霞神社
野尻町	標語	「フロンティア精神高揚宣言の町」
	名所	のじりこびあ、大萩古墳、東麓石窟仏、神屋関所跡、九ツ塚古墳
須木村	標語	「所得向上運動」
	名所	ままこ滝、すきむらんど、永迫奇岩群、十一面観音像、米良筑後守の墓

方言 きゅん しごちゃ ひんだれた おか
べどん こつきて しよちゆでん の
もかいな 今日の 仕事は 疲れま
した 豆腐でも 買ってきて 焼酎で
も 飲みましょうか



写真一3 未来を担う農地整備課の面々

投 稿 規 定

- 1 原稿には次の事項を記した「投稿票」を添えて下記に送付すること
東京都港区新橋5-34-3 農業土木会館内, 農業土木技術研究会
- 2 「投稿票」
 - ① 表 題
 - ② 本文枚数, 図枚数, 表枚数, 写真枚数
 - ③ 氏名, 勤務先, 職名
 - ④ 連絡先 (TEL)
 - ⑤ 別刷希望数
 - ⑥ 内容紹介 (200字以内)
- 3 1回の原稿の長さは原則として図, 写真, 表を含め研究会原稿用紙(242字)60枚までとする。
- 4 原稿はなるべく当会規定の原稿規定用紙を用い(請求次第送付), 漢字は当用漢字, 仮名づかいは現代仮名づかいを使用, 術語は学会編, 農業土木標準用語事典に準じられたい。数字はアラビア数字(3単位ごとに, を入れる)を使用のこと
- 5 写真, 図表はヨコ7cm×タテ5cm大を242字分として計算し, それぞれ本文中のそう入個所を欄外に指定し, 写真, 図, 表は別に添付する。(原稿中に入れない)
- 6 原図の大きさは特に制限はないが, B4判ぐらいまでが好ましい。原図はトレーサーが判断に迷わないよう, はっきりしていて, まぎらわしいところは注記をされたい。
- 7 文字は明確に書き, 特に数式や記号などのうち, 大文字と小文字, ローマ字とギリシャ文字, 下ツキ, 上ツキ, などで区別のまぎらわしいものは鉛筆で注記しておくこと,
たとえば
C, K, O, P, S, U, V, W, X, Zの大文字と小文字
O(オー)と0(ゼロ) a(エー)と α (アルファ)
r(アール)と γ (ガンマー) k(ケイ)と κ (カッパ)
w(ダブリュー)と ω (オメガ) x(エックス)と χ (カイ)
l(イチ)とl(エル) g(ジー)とq(キュー)
E(イー)と ϵ (イプシロン) v(バイ)と υ (ウプシロン)
など
- 8 分数式は2行ないし3行にとり余裕をもたせて書くこと
数字は一マスに二つまでとすること
- 9 数表とそれをグラフにしたものとの併載はさけ, どちらかにすること
- 10 本文中に引用した文献は原典をそのまま掲げる場合は引用文に『 』を付し引用文献を本文中に記載する。孫引きの場合は, 番号を付し, 末尾に原著者名: 原著論文表題, 雑誌名, 巻: 頁~頁, 年号, 又は“引用者氏名, 年・号より引用”と明示すること。
- 11 投稿の採否, 掲載順は編集委員会に一任すること
- 12 掲載の分は稿料を呈す。
- 13 別刷は, 実費を著者が負担する。

農業土木技術研究会入会の手引

1. 入会手続

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

2. 会費の納入方法

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

3. 農業土木技術研究会の活動内容

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

4. 機関誌「水と土」の位置づけと歴史

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

② 「水と土」の歴史

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

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

入 会 申 込 書

平成 年 月 日

私は農業土木技術研究会に入会します。

氏 名：

所 属：

農業土木技術研究会役員名簿（平成7年度）

会 長	谷山 重孝	水資源開発公団理事
副 会 長	岡本 芳郎	構造改善局建設部長
理 事	志村 博康	日本大学農獣医学部教授
	森田 昌史	構造改善局設計課長
	中島 治郎	水利課長
	松浦 良和	首席農業土木専門官
	田村 亮	関東農政局建設部長
	川尻裕一郎	農業工学研究所長
	段本 幸男	北海道開発庁農林水産課長
	高橋 繁雄	茨城県農地局長
	風間 彰	水資源開発公団第二工務部長
	坂根 勇	(株)土地改良建設協会専務理事
	中島 哲生	(株)農業土木事業協会専務理事
	北村 純一	(株)三祐コンサルタンツ専務取締役
	中島 均	(株)竹中土木取締役
	塚原 真市	大豊建設(株)顧問
監 事	中島 克己	関東農政局設計課長
	藤根與兵衛	(株)日本農業土木コンサルタンツ 常務取締役
常任顧問	佐藤 昭郎	構造改善局次長
	内藤 克美	全国農業土木技術連盟委員長
顧 問	岡部 三郎	参議院議員
	須藤良太郎	〃
	梶木 又三	全国土地改良事業団体連合会会長
	福田 仁志	東京大学名誉教授
編集委員長	松浦 良和	構造改善局設計課
常任幹事 編集委員	大澤 賢修	事業計画課
	楠 晴王	設計課
	土岐 昭義	整備課
	蘭 嘉宜	設計課
総務部長 幹事 編集委員	久郷 徳壽	全国農業土木技術連盟総務部長
	西野 徳康	構造改善局地域計画課
	大林 由明	資源課
	村山 浩稔	事業計画課
	松田 貢一	施工企画調整室
	樋口 康平	水利課
	清野 哲生	〃
	小嶋 義次	総合整備推進室
	豊 輝久	開発課
	降旗 英樹	〃

幹 事 編集委員	馬籠 剛一	〃 防災課
	佐藤 新一	関東農政局設計課
	田中 秀明	農業工学研究所地域資源工学部
	佐藤 具揮	国土庁調査課
	坂野 一平	水資源開発公団第2工務部設計課
	津谷 康宜	農用地整備公団業務部業務課
	室本 隆司	(株)日本農業土木総合研究所

賛 助 会 員

(株) 荏原製作所	3口
(株) 大林 組	〃
(株) 熊谷 組	〃
佐藤工業(株)	〃
(株)三祐コンサルタンツ	〃
大成建設(株)	〃
玉野総合コンサルタント(株)	〃
太陽コンサルタント(株)	〃
(株)電業社機械製作所	〃
(株)西島製作所	〃
西松建設(株)	〃
日本技研(株)	〃
(株)日本水工コンサルタント	〃
(株)日本農業土木コンサルタンツ	〃
(株)日本農業土木総合研究所	〃
(株)間 組	〃
(株)日立製作所	〃
	(17社)
(株)青木建設	2口
(株)奥村組	〃
勝村建設(株)	〃
株木建設(株)	〃
(株)栗本鉄工所	〃
三幸建設工業(株)	〃
住友建設(株)	〃
住友金属工業(株)	〃
大豊建設(株)	〃
(株)竹中土木	〃
田中建設(株)	〃
前田建設工業(株)	〃
三井建設(株)	〃
	(13社)

(株)アイ・エヌ・エー	1口	福井県土地改良事業団体連合会	1口
アイサワ工業(株)	〃	(株) 婦 中 興 業	〃
青 葉 工 業 (株)	〃	古郡建設(株)	〃
旭コンクリート工業(株)	〃	(株) 豊 蔵 組	〃
旭測量設計 (株)	〃	北海道土地改良事業団体連合会	〃
アジアプランニング(株)	〃	(株)北海道農業近代化コンサルタント	〃
茨城県農業土木研究会	〃	堀 内 建 設 (株)	〃
上田建設(株)	〃	前 田 製 管 (株)	〃
(株)ウォーター・エンジニアリング	〃	前 沢 工 業 (株)	〃
梅林建設(株)	〃	真 柄 建 設 (株)	〃
エスケー産業(株)	〃	(株) 舩 ノ 内 組	〃
(株) 大 本 組	〃	丸 伊 工 業 (株)	〃
大野建設コンサルタント(株)	〃	丸 か 建 設 (株)	〃
神奈川県農業土木建設協会	〃	(株)丸島アクアシステム	〃
技研興業(株)	〃	丸誠重工業(株)東京支社	〃
岐阜県土木用ブロック工業組合	〃	水資源開発公団	〃
(株) クボタ建設	〃	水資源開発公団沼田総合管理所	〃
(株) ク ボ タ (大阪)	〃	〃 三重用水管理所	〃
(株) ク ボ タ (東京)	〃	宮 本 建 設 (株)	〃
(株) 古 賀 組	〃	ミサワ・ホーバス(株)	〃
(株) 後 藤 組	〃	(株)水建設コンサルタント	〃
小林建設工業(株)	〃	(株)峰測量設計事務所	〃
五 洋 建 設 (株)	〃	山崎ヒューム管(株)	〃
佐 藤 企 業 (株)	〃	菱 和 建 設 (株)	〃
(株) 佐 藤 組	〃	若鈴コンサルタンツ(株)	〃
(株) 塩 谷 組	〃		(72社)
昭 栄 建 設 (株)	〃	(アイウエオ順)	計 102社 149口
新光コンサルタンツ(株)	〃		
ジオスター (株)	〃		
須 崎 工 業 (株)	〃		
世紀東急工業(株)	〃		
大成建設(株)四国支店	〃		
大和設備工事(株)	〃		
高 橋 建 設 (株)	〃		
高 弥 建 設 (株)	〃		
(株) 田原製作所	〃		
中国四国農政局土地改良技術事務所	〃		
(株)チェリーコンサルタンツ	〃		
中 央 開 発 (株)	〃		
東 急 建 設 (株)	〃		
東 邦 技 術 (株)	〃		
東洋測量設計(株)	〃		
(株)土木測器センター	〃		
日本国土開発(株)	〃		
日本ヒューム管(株)	〃		
日 本 鋪 道 (株)	〃		
西日本調査設計(株)	〃		

農業土木技術研究会会員数

地方名	通 常 会 員							地方名	通 常 会 員							
	県	農水省 関係	公団 等	学校	個人	法人	外国		県	農水省 関係	公団 等	学校	個人	法人	外国	
北海道	61	329	15	6	33			近畿	滋賀	27	3	1	1	4		
東	青森 岩手 宮城 秋田 山形 福島	46	30		3			大阪	京都	28	49		5	2		
		57	32	9	1	5			兵庫	15		2	4	6		
		49	77		4	18			奈良	35	1		3	4	4	
		108	5		1	6			和歌山	42	20			1	5	
		26	7		1	1			山	27	3		1			
53	20	5		2			小計	174	76	3	14	21				
北	小計	339	171	14	10	32		中国	鳥取	21	5		2	5		
関	茨城 群馬 埼玉 千葉 神奈川 山梨 長野 静岡	70	46	3	2	13		四国	徳島	57	1		4	1		
		75	8	1		1			香川	81	37	4	4	3		
		15	14	6		1			愛媛	45	8			2		
		51	16	10	1	21			高知	29	4	1		1		
		27	19	4	9	20			小計	408	83	7	22	20		
3	130	109		32			九州	福岡	39	15	21	6	14			
18	3		4	20			北九州	佐賀	44	6			3			
35	51	6	2	1		鹿		熊本	40	7			1			
51	6		1	5				大分	16	14	5		3			
86	13							宮崎	36	4	1		1			
								鹿児島	18	12		4				
小計	431	252	133	18	114			沖縄	78	3						
北	新潟	69	56		3	3		小計	291	83	29	10	22			
陸	富山 石川 福井	43	3		1	2		合計	2,048	1,206	245	89	281	684	9	
		39	43		1	8		総合計	4,562名							
		35	12			1										
東	岐阜	19	14		2	6										
海	愛知	130	84	40	1	14										
		9		4	1	5										
小計	158	98	44	4	25											

編集後記

土地改良事業は、調査・計画を行い、設計、施工、そして管理へと進んでいく。その過程で施設の維持管理について必ず議論されるが、その検討、解決策に苦労された方も多いのではなからうか。

特に、旧施設の合口、あるいは畑地かんがいを含んだ事業のように、管理経験の乏しいところへ、新たに、取水施設を始めとして調整池や揚水機場等が造成されるケースでは、施設の大規模化、高度なシステム等による管理の複雑化、そして、維持管理費の増大等が検討課題の中心となる。

今、まさに、UR関連対策が講ぜられ、21世紀に向けて農業、農村を発展させるという目標に向かって、スタートを切ったところであるが、その達成のためには施設の維持管理は重要な分野であり、制度充実の要請が強い。

維持管理という段階への移行が地元合意によりいかにスムーズに行えるか、それは事業がいかにスムーズに推進されるかのパラメータとなる。この管理問題というハードルを乗り越えなければ我々の成果は見えてこない。

関東農政局設計課 佐藤 新一

水 と 土 第 101 号

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
TEL03 (3436) 1960 振替口座 00180-5-2891

印刷所 〒161 東京都新宿区下落合2-6-22

一世印刷株式会社
TEL03 (3952) 5651