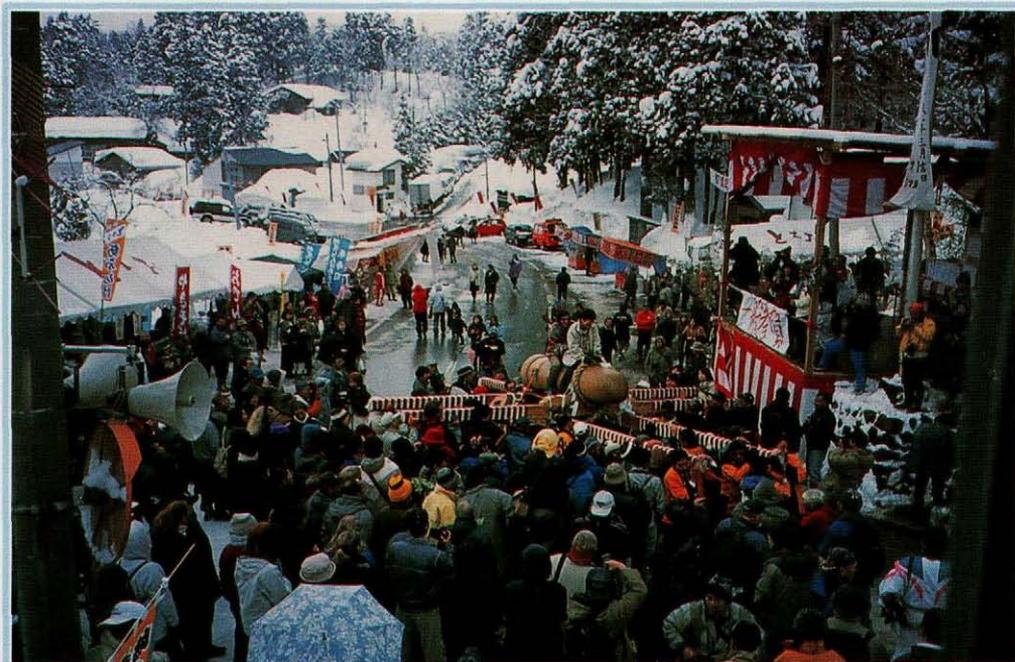


# 水と土

No.131

2002

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



# ファームポンドにおけるアオコ抑制対策の検討 (本文 29 頁)



アオコ発生状況



浮き草繁殖状況



小型遮光板設置状況

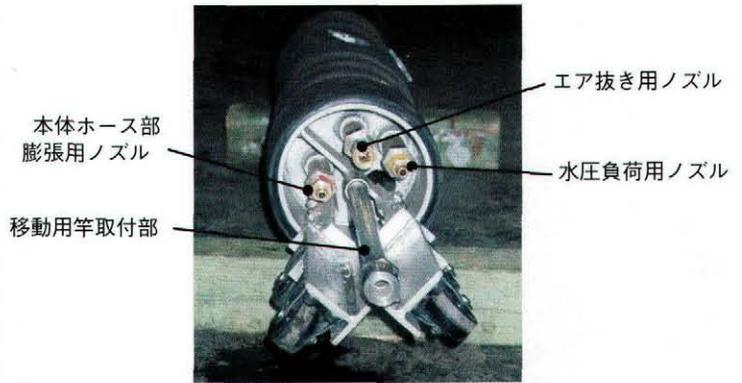


大型遮光板設置状況

# 中小口径用水圧試験器の開発事例について (本文 36 頁)



大口径用水圧試験器



●後部鋼製円筒状栓正面写真

中小口径用水圧試験器



曲げ配管設置試験状況

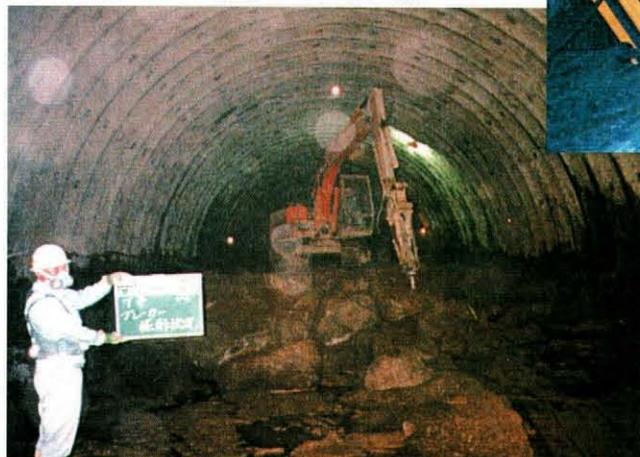


現地における試験器の挿入状況

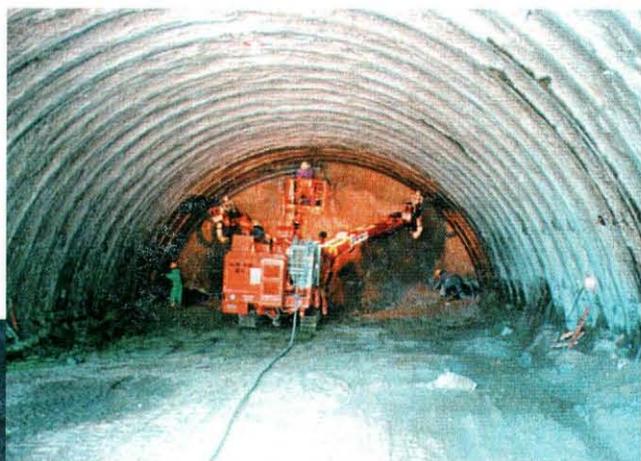
広域農道におけるトンネルの設計と施工について (本文 61 頁)



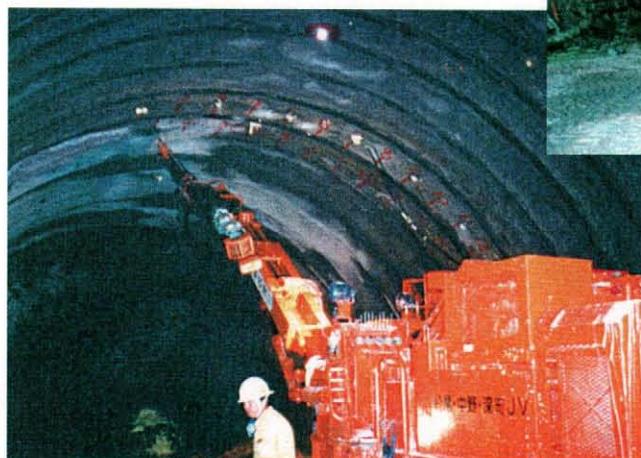
上半掘削状況



下半掘削状況



支保工建込み状況



削孔及び注入状況

防護，環境，利用の調和のとれた海岸整備をめざして (本文 72 頁)

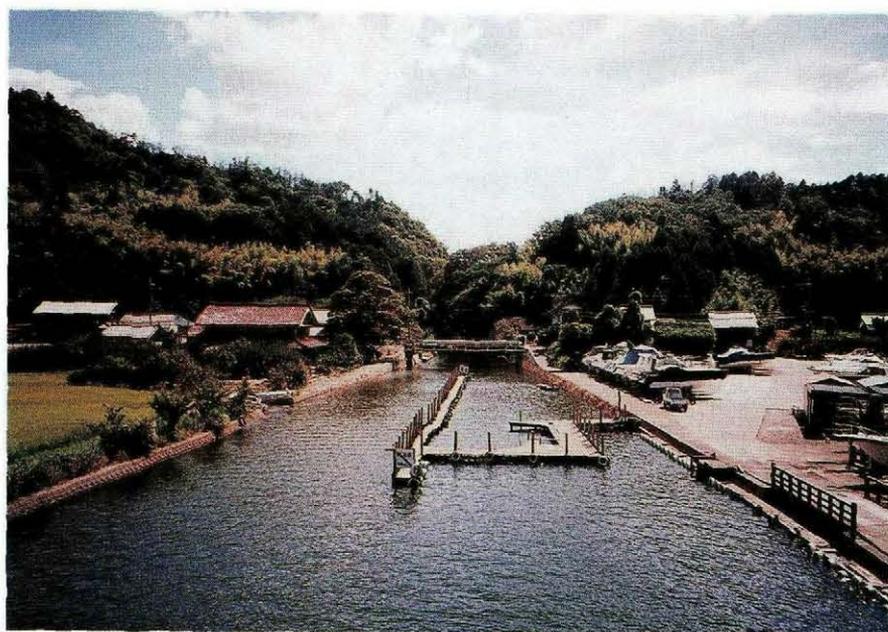


越波状況 (整備前)



台風時の状況 (整備後)

浦見川の開削と新田開発 (本文 69 頁)



三方五湖と嵯峨隧道・浦見川・堀切

# 水 と 土

## — 目 次 —

### お知らせ

平成14年度農業土木技術研究会研修会の開催案内…………… (9)

報文内容紹介…………… (11)

### 巻頭文

ニーズに的確に応える技術の開発・改良と普及

市野 吉造…………… (13)

### 報 文

既設トンネルを利用したパイプインパイプ工法について

門間 修 久本 俊幸 今野 秀一…………… (15)

注入式フォアポーリングの設計と施工

— 岩堂沢ダム仮排水路トンネル工事の例 —

長沼 満富…………… (20)

ファームポンドにおけるアオコ抑制対策の検討

松岡 良司…………… (29)

中小口径用水圧試験器の開発事例について

中尾 弘海 加藤 竜也 上田 隆司…………… (36)

佐古ダムの試験湛水について

友野 文典…………… (43)

広域農道におけるトンネルの設計と施工について

淵上 直人…………… (61)

### 歴史的土壌改良施設

浦見川の開削と新田開発

藤本 政男…………… (69)

### 技術情報紹介

防護、環境、利用の調和のとれた海岸整備をめざして

— 海岸環境整備事業 江戸泊地区 —

津吉 一志 西村 洋司…………… (72)

会告…………… (80)

入会案内…………… (81)

投稿規定…………… (83)

No. 131

2002

### 表紙写真

新潟県栃尾市下来伝

写真提供・農林水産省むらづくり対策室(第10回美しい日本のむら景観コンテストより)

## 平成14年度農業土木技術研究会研修会の開催案内

総資産価値22兆円といわれる農業水利施設は、農業生産に必要なかんがい用水の供給等の基本的な機能の他、地域用水や良好な農村環境の維持など多面的な役割を果たしています。

これらの機能を将来的にも維持・確保していくためには、効率的な予防保全対策により施設の長寿命化を図るとともに、施設の適切な更新、維持管理を行うことが不可欠ですが、近年では管理者の高齢化や農村地域の混住化等に伴い、管理労力の不足、費用の負担問題などの新たな課題が生じてきています。

このような中、地域と一体となった施設管理の実践、維持管理費の軽減を目指した新たな取組みが全国各地で進められています。

そこで、農業土木技術研究会では、「農業水利施設の更新と維持管理」をテーマに研修会を開催することとします。

- 開催日時：平成15年1月28日（火）10：00～17：00
- 開催場所：科学技術館（サイエンスホール）TEL：03-3212-3939  
東京都千代田区北の丸公園2-1
- プログラム

時 間	プログラム	講演のポイント	講 師 等
10:00	開会挨拶		農業土木技術研究会 会長 松浦良和
10:10	研究会賞表彰		
10:40	施設管理の適正化における取組み	施設の維持管理の必要性や長寿命化の推進と機能の確保等について	農村振興局 施設管理室 室長 勝山達郎
11:10	これからの農業を支えるIT～施設管理におけるGISの活用事例～	GISを活用した施設管理システムの導入経緯と活用状況について	一ツ瀬土地改良区 管理次長 武田富美夫
11:50	昼食		
13:00	安積の地における農業の歴史と新安積農業水利事業の役割	安積疎水の改修前の課題と対応策の検討経緯や小水力発電の導入について	東北農政局 新安積農業水利事業所 所長 田口克巳
13:40	適切な機能維持のための香川用水施設更新事例	香川用水の劣化の原因調査と対策工法としての炭素繊維シート被覆工法について	水資源開発公団 香川用水総合事業所 設計第1係長 鶴田 修
14:20	自然エネルギーの活用とNPOとの連携による施設管理について	太陽光システムの導入による維持管理費軽減と都市部の水路内にボランティアによる水生植物の植栽事例等の紹介	大阪府 農政室整備課 技師 竹村英樹
15:00	休憩		
15:15	住民参加型の施設改修及び維持管理事例	ワークショップによる計画づくり及び住民による手作り水路の管理について	胆沢平野土地改良区 調査係長 藤田 優
15:45	住民参加型の管理組織づくりと環境教育活動について	住民参加による水路の維持管理と一般市民や小学生への啓発活動について	大井川土地改良区 主事 太田正昭
16:10	農業水利施設の機能診断	コンクリート構造物を対象とした機能診断の必要性和留意事項及び将来の劣化予測などを踏まえた補修工法の検討等について	(独) 農業工学研究所 施設機能研究室 室長 長束 勇
16:50	閉会挨拶		農業土木研究会理事

注) プログラムは都合により変更することがあります

4. 参加費：農業土木技術研究会 会員 5,000円・非会員 8,000円

(昼食代は含みません。参加費は当日会場にて申し受けます。)

\*会員とは年会費を納めておられる方の事を言います。

5. 参加人数：定員400名(会場の都合により定員になり次第締め切ります。)

6. 農業土木技術者継続教育プログラム認定

本研修会は、農業土木技術者継続教育のプログラム認定を受けており受講された方には5単位が認定されます。

7. 参加方法：別途関係機関に配布したパンフレット「研修会のご案内」により申し込み願います。

なお、本件に関する照会等があれば、次に連絡願います。

〒105-0004 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(担当：水口、大平)

TEL：03(3436)1960

FAX：03(3578)7176



科学技術館への案内図・道順

● 地下鉄

・東西線 竹橋駅下車(1B出口)

・半蔵門線・都営新宿線

九段下駅下車(2出口)

各駅徒歩約7分

\* 申し訳ございませんが、当日は外部からの電話の取り次ぎは出来ませんので、急用の場合は、下記へFAXでお願い致します。

なお、FAXは受付に張り出します。

FAX 03(3212)8485

# 水と土 第131号 報文内容紹介

## 既設トンネルを利用したパイプインパイプ工法について

門間 修・久本俊幸・今野秀一

国営栗山幹線用水路幹白トンネルは、建設後30年以上経過しているものの、その躯体は構造的に安定していることから、トンネル改修にあたり、経済性を考慮しながら、現況施設の有効利用の可能性について、上流の暗渠工区間及びサイホンを含め、水理的検討を行った。

その結果、水路形式を現況開水路から圧力管路へ変更することにより、計画通水能力を確保できることが判明したことから、トンネル改修工法について比較検討を行い、最も経済的なパイプインパイプ工法を採用した。

ここでは、その検討内容及び施工について紹介するものである。  
(水と土 第131号 2002 P.15 設・施)

## 注入式フォアポーリングの設計と施工

—岩沢沢ダム仮排水路トンネル工事の例—

長沼満富

かん排事業「大崎地区」の岩沢沢ダム仮排水路トンネル工事における補助工法の一つである「注入式フォアポーリング」の設計と施工を紹介するものである。

本紹介トンネル区間は、D2タイプとして計画していたが掘削開始後、天端崩落、鏡面崩落が顕著に確認されたので、それらの安定・安全性の確保から本工法を選定・施工したものであり、類似地質条件等での設計・施工の技術的参考と思考する。

(水と土 第131号 2002 P.20 設・施)

## ファームポンドにおけるアオコ抑制対策の検討

松岡良司

成田用水、北総東部用水、東総用水の三用水は、利根川下流及び利根川支流黒部川から取水しているため非常に水質が悪く、関係者からも水質改善について強い要望が出されている。このうち、各ファームポンドで発生するアオコは通水障害や悪臭等の問題を引き起こすことから、水資源開発公団千葉用水総合事務所では様々な方法によりアオコ抑制に取り組んでおり、現在までに成果を上げつつある。

本論文は、現在までに行った各アオコ抑制対策の成果に加え、ファームポンドにおける諸条件及び各対策の特徴等について総合的に判断し、各ファームポンドに適したアオコ抑制対策の検討結果を報告するものである。

(水と土 第131号 2002 P.29 企・計)

## 中小口径用水圧試験器の開発事例について

中尾弘海・加藤竜也・上田隆司

大和高原北部土地改良事業の中で、農業用水施設は本事業で築造する上津ダムからパイプラインにより配水する計画である。

本地区は高低差が大きいこと、パイプラインにしたことにより大部分が高水圧になり、一度事故が起きれば被害が大きくなる恐れがある。漏水事故で最も多いと言われるのは継手部の良否であり、その為施工中に確認できる水圧試験器が開発された。今回試験運用までの流れを投稿する。

(水と土 第131号 2002 P.36 設・施)

## 佐古ダムの試験湛水について

友野文典

道前道後平野農業水利(Ⅱ期)事業で計画されている佐古ダムは、道前道後地区の道後側(松山平野)の非かんがい期水田裏作用水の主水源となる重力式コンクリートダムである。本ダムは、平成9年2月～平成12年12月までに主要工事が完了、平成13年1月12日から試験湛水を開始し約65ヶ月(一山湛水)後に終了した。

湛水期間中には、当該年が渇水年に当たり計画的な湛水が出来ない状況となったり、芸予地震や集中豪雨に遭遇するなど、様々な出来事を経験することとなった。

本報文は、試験湛水中でのこれらの対応状況と本ダムの挙動に対する安全性評価について報告するものである。

(水と土 第131号 2002 P.43 設・施)

## 広域農道におけるトンネルの設計と施工について

淵上直人

広域農道佐賀北部地区は、佐賀県北部の山間地の農産物流通の合理化と地域の活性化を図ることを目的として基幹農道の新設を行うものである。

今回の報告は、この農道の2工区の中に位置する北山トンネル(L=433.5m)の設計及び施工内容について報告するものである。

(水と土 第131号 2002 P.61 設・施)

## <歴史的土壌改良施設>

浦見川の開削と新田開発

藤本政男

国の名勝「三方五湖」は、若狭湾国定公園の中にある三方湖、水月湖、菅湖、久々子湖、日向湖の五つの湖は、それぞれ疎水で繋がれている。これらの疎水は江戸時代に掘られたもので、寛文4年(1664)に約2ヶ年の歳月を費やし、最初に完成したのが浦見川である。

本報文は、この浦見川の開削の経緯及び施工に際しての苦労など先人達が取り組んできた歴史を紹介するものである。

(水と土 第131号 2002 P.69 設・施)

## <技術情報紹介>

防護、環境、利用の調和のとれた海岸整備をめざして

—海岸環境整備事業 江戸泊地区—

津吉一志・西村洋司

平成12年4月に改正海岸法が施行され、防護・環境・利用の調和のとれた総合的な海岸整備に向け、新たな取り組みがスタートしたところである。

そこで、愛媛県における海岸環境整備事業「江戸泊地区」の取り組み事例を紹介し、今後の海岸整備の参考とするものである。

(水と土 第131号 2002 P.72 設・施)

## ニーズに的確に応える技術の開発・改良と普及

市野吉造\*  
(Kichizo ICHINO)

### 1. はじめに

平成8年に「農林水産公共事業に関する検討委員会」から「新技術の開発・導入を通じたコスト低減対策の推進」が検討報告された。そして、農業農村整備事業において新技術を活用した工事に積極的に取り組み、新技術などの実証、普及を図ることにより、事業の効率的な推進とともに事業に係る技術の振興を目的とする「新技術導入推進農業農村整備事業」及び「新技術導入推進調査」が創設された。さらに、農業農村整備事業における新技術開発の目標として「技術開発5カ年計画」が策定された。その一方では、民間企業と農業工学研究所が共同研究開発に取り組んで行う「官民連携新技術研究開発事業」が補助事業として平成9年度から始まっている。

「必要は発明の母」といわれるが、一般に、技術は社会や時代のニーズにより、新たに開発や改良されたり、また別な技術に取り組みられ、応用されたりしながら、積み上がってきている（中には、不要となって衰退する技術もあるが）。

農業農村整備事業に関係する技術も同じことが言えよう。そしてこれに関係する技術は、調査、設計、施工（製造）、維持管理（保全）、検査（診断）、評価と情報化の技術など広範囲にわたっている。しかも、事業目的としての事業効果の発現に関与するものでなくてはならない。

### 2. ニーズの的確な把握と技術の開発・改良

企業は市場のニーズを把握するために的確な市場調査を実施・分析して、時間とコストの勝負で商品の新規開発や改良にしのぎを削っている。そしてこの市場ニーズの的確な把握が非常に重要なものとなっている。

これから、地域に開かれ地域から支えられる農業農村整備事業を進めていくうえで、事業に携わる技術者は、地域や現場のニーズをより高感度のアンテナを張って受信して、的確に分析していくことが大切である。また、あまりにも分業（調査・計画、設計、施工、管理）化している現状からみて、各作業段階での枝・葉のニーズばかりにとらわれることのないように、事業効果をより効果的に発現するという総合目的に沿った技術の開発・改良を目指すことを各作業段階で共通認識することが大切と考える。

そして、分析したニーズに対応した技術の開発・改良を進めていく。その場合には、他部門を含め広く技術を吸収することも必要となる。

\*北陸農政局土地改良技術事務所長

### 3. 開発・改良した技術の試行的導入と、その技術の検証・評価

農業農村整備事業に関係する技術は、学問的な技術を現場に実践応用していく経験学的技術が多い。そのために、実践応用された技術を検証・評価して、更により良い技術に向上させていくこととなる。

特に新技術については、その試行的導入と検証・評価が必須となる。

導入したら即、検証・評価できる技術と、耐用に関わるような長時間を経た後でないと検証・評価できない技術がある。そのため、適期に検証・評価することが大切である。

検証・評価は、技術を向上させるためばかりではなく、欠点のある技術が他でも使われて、同じ欠点が繰り返されないようにすることにも反映させるものである。

### 4. 技術の普及

有効であると検証・評価された技術は、広く普及していく必要がある。

但し、例えば、ある現場で導入した技術が、他の現場では、即そのまま導入できないものもある。その場合は、応用方法も整備して広く使えるようにする工夫が必要となる。せっかく開発・改良された技術が、普及されなくて埋もれてしまわないようにすることが大切である。

技術の普及にあたっては、検証・評価結果を含めた技術情報を、各技術者が共有できることが必要である。そのためには、これら技術情報のデータベースを整備し、電子情報化して利活用ができるシステム化を進める必要がある。

### 5. おわりに

「技術」は、「ニーズ」、「開発・改良」、「検証・評価」そして「普及」が繰り返されながら、確立され向上されていく。そのためには、「技術」に対応する組織・体制が必要である。

効果ある「技術」を効率よく確立するためには、これまで以上に産・官・学の役割分担を明確にし連携を強化していくことが必要と考える。

# 既設トンネルを利用したパイプインパイプ工法について

門 間 修\* 久 本 俊 幸\* 今 野 秀 一\*\*  
(Osamu MONMA) (Toshiyuki HISAMOTO) (Syuuichi KONNO)

## 目 次

1. はじめに	15	4. パイプインパイプ工法の施工	17
2. 地区の概要	15	5. あとがき	19
3. トンネル改修工法の検討	15		

### 1. はじめに

旧事業により建設された土地改良施設は、完成後30年～50年と経過し、老朽化により破損し、漏水が発生するなどし、人家や農地への被害が懸念され、これらの施設の補修及び改修が早急に望まれている。

国営栗山幹線水路柵臼トンネルは、建設後30年以上経過しているものの、その躯体は構造的に安定していることから、トンネル改修にあたり、経済性を考慮しながら、現況施設の有効利用の可能性について、上流の暗渠工区間及びサイホンを含め、水理的検討を行った。

その結果、水路形式を現況開水路から圧力管路へ変更することにより、計画通水能力を確保できることが判明した。このため、トンネル改修工法について比較検討を行い、最も経済的なパイプインパイプ工法を採用した。ここでは、その検討内容及び施工について紹介するものである。

### 2. 地区の概要

国営かんがい排水事業「道央地区」は、北海道石狩平野の南部に位置し、石狩川水系の支流である夕張岳の雪融け水に源を発する夕張川と支笏湖を水源としてサケ・マスの遡上する千歳川の流域にそれぞれ広がる低平地一帯を対象とした受益面積約30,000haの地区である。(図-1参照)

石狩及び空知支庁にまたがるこの地域は、米づくりに適する恵まれた気象条件にあり、水稻を主要作物として発展してきた農業地帯である。しか



図-1 位置図

しながら、大部分が排水不良の低湿地帯で度重なる洪水に被害を受けてきた。

また、一方では新しい用水体系と中山間地の既耕地にとって不可欠なかんがい用水の不足で苦勞してきた地域でもある。

この事業は、これらの過湿田に対する排水改良、水利施設の統廃合による施設の拡充、用排水の分離等、農業の近代化を目指して地区内施設の整備拡充を図ると共に、夕張川流域の沖積地と丘陵台地に分布する畑地帯に対し水利施設を設置し、畑地かんがいを実施するものである。

### 3. トンネル改修工法の検討

#### 3-1. 用水路の構成

現況の用水路の構成は、開水路、サイホン、暗渠工、トンネル、開水路となっている。サイホンの構造は遠心力鉄筋コンクリート管(φ1500mm)で、暗渠工は鉄筋コンクリート構造(幅2.00m, 高さ1.45m)、トンネルはRC構造(2R標準馬蹄形 2R=1.8m, 延長L=741m)となっている。

\*札幌開発建設部札幌南農業事務所  
\*\*札幌開発建設部農業開発第1課 (Tel. 011-611-0111)

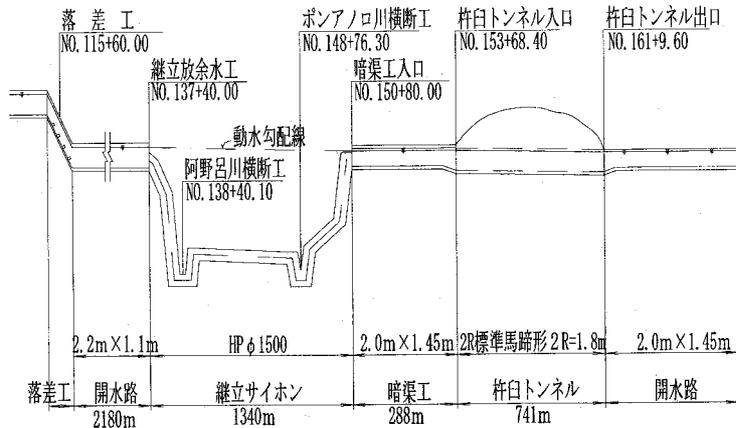


図-2 縦立サイホン及び杵臼トンネルの現況

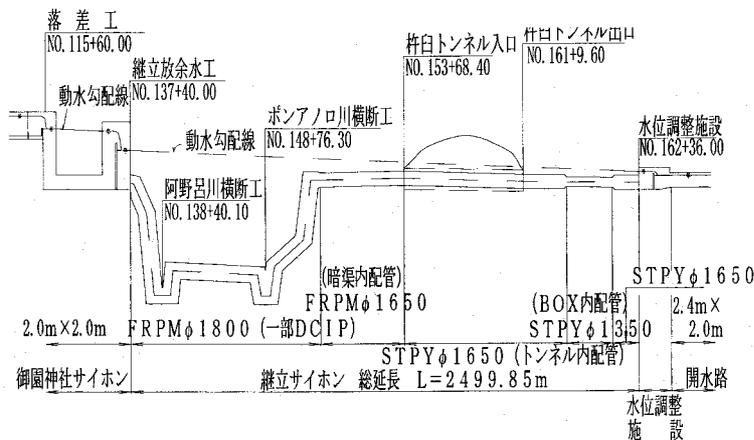


図-3 検討区間の水理縦断面図

改修計画でポイントとなるトンネル区間前後の現況水路の構成及び構造は、図-2に示すとおりである。

### 3-2. 水理検討

トンネルを含む上記区間の現況通水量  $Q = 3.02\text{m}^3/\text{s}$  に対して計画通水量は  $Q = 4.75\text{m}^3/\text{s}$  であり、単純に水路形態を現況同様の開水路とする場合、水路断面の拡幅が必要となる。

一方、サイホン部に連続してその下流区間も管水路の形態をとることができれば、既設コンクリート水路の拡幅は不要となり、相当のコスト縮減が可能となるものと想定された。

そこで、サイホン上流にある落差工の落差5mの余剰水頭に着目し、落差工起点から杵臼トンネル出口までをサイホン（パイプライン）化した場

合について水理的検討を行った。

この結果、現況暗渠工及びトンネル区間について、既設断面内に配置可能な管径  $\phi 1,650\text{mm}$  で計画通水量が流下可能との結論を得た。

その水理的縦断面図を図-3に示す。

### 3-3. トンネル改修計画

水路工法の検討にあたっては、落差工から杵臼トンネルまでの区間約4.6kmの水路装工を次の2案について概定し、経済性について検討した。

比較案1：落差工下流の水路形態を現況同様に計画した場合

（起点に落差工を配し、御園第1、第2トンネル及び杵臼トンネルは現況断面で不足することから新設で計画する）

比較案2：落差工から杵臼トンネル出口までを

パイプライン化した場合

この結果、比較案2のパイプライン化の方が安価となり、それぞれの工事費の割合は、比較案1：比較案2=1.26：1で、この工事費に既設橋梁の補償、トンネルの閉塞の工事費を考慮すると比較案の工事費の差はさらに大きくなる。

なお、現況のトンネルは開水路であることから、サイホン化するためには、内水圧に対応した構造にしなければならない。このため、トンネル内に鋼管を挿入し、空隙をモルタル等で充填するパイプインパイプ工法を採用し杵臼トンネルに挿入可能な管径としてφ1650mmを計画した。

4. パイプインパイプ工法の施工

4-1. 管の引き込み方法

トンネル内に既製管を布設し、圧力トンネルとする内張管方式においては、管のトンネル内への搬入方法が施工上のポイントになる。

管径はφ1650mmであり、トンネルの内径1800mmに対してほとんど余裕がないこと、また、非かんがい期の半年間で740mにも及ぶ延長を布設しなければならないことから、合理的な搬入方法としなければならない。

このため、鋼管に着脱式の車輪を取り付け、ウインチで引き込む方法を採用した。また、トンネル底版は曲線であるため、管が左右に蛇行しないように、ガイドレールを底版に取り付けることとした。(図-5)

トンネルへの鋼管の搬入口は、上流側が暗渠工で施工ヤードが確保できないため、下流側の坑口

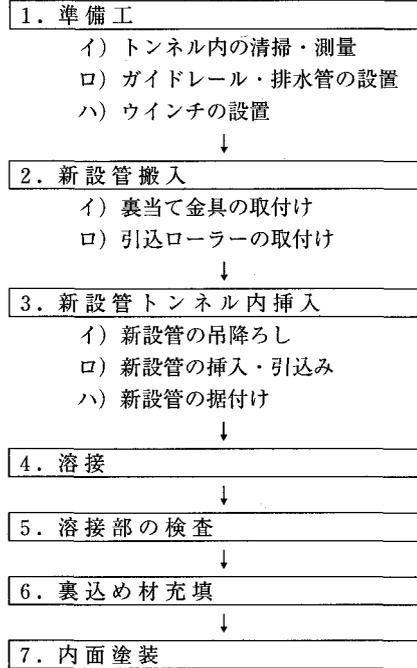


図-4 改修工事の流れ

1ヶ所に限られる。また、引き込み用ウインチを回収する場合は、布設済みの鋼管の中を通して下流の坑口まで移動する必要があるため、その大きさは限られてくる。このため、ウインチの巻き取り長さは最大でも150m程度に限られることになり、トンネルの延長は741mであることから、図-6に示すようにトンネル内で何度か付け替えを繰り返し上流側に進むこととした。

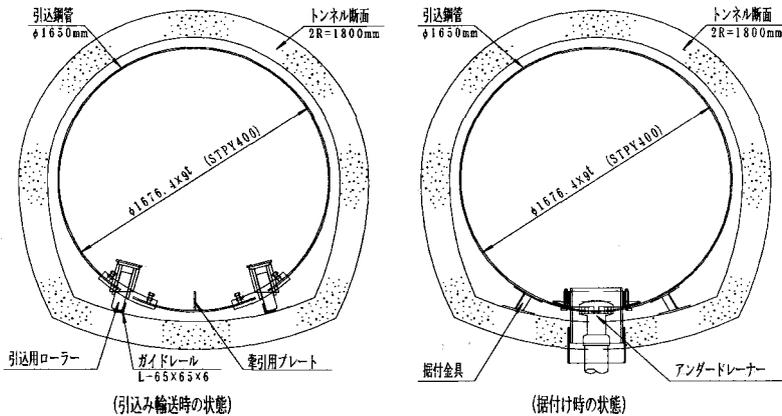


図-5 トンネル改修断面

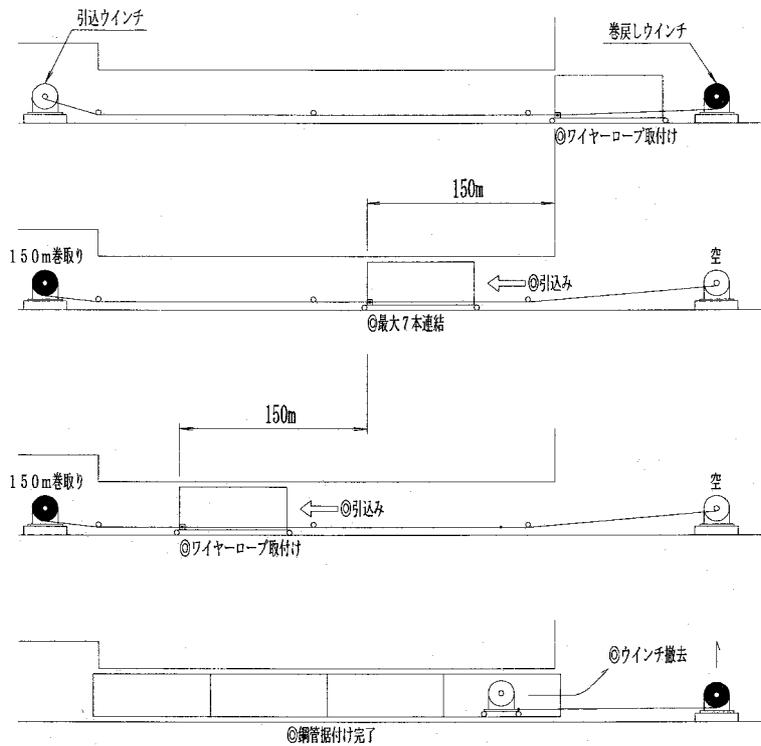


図-6 鋼管引込み方法

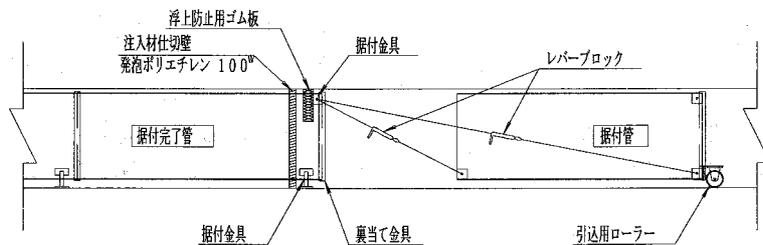


図-7 鋼管据付け方法

#### 4-2. 管の据付け方法

管の据付においては、搬入した鋼管を確実に位置を保ち溶接することが重要となる。このため、図-7に示すようにあらかじめ管に裏当て金具を取付け、これに管を差し込む形で、据付ける鋼管をレバーブロックに引き寄せる。その後、溶接によって管を接合した。

#### 4-3. 裏込め注入

既設トンネルコンクリートと新設鋼管の間の空隙については、鋼管の外周保護と管体の安定確保のため、裏込め注入を行なうこととした。

裏込め注入材料には、強度を必要としないことから施工性を考慮してセメントベントナイトを用いた。

また、注入方法については、管厚9mmに対する

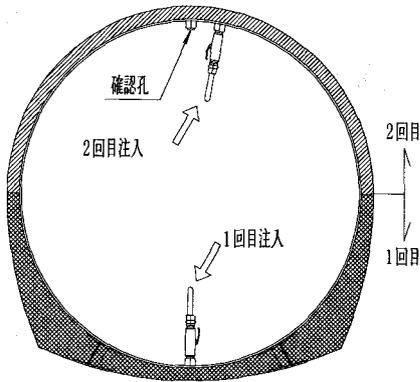


図-8 2回に分ける充填方法

注入圧の限界が $0.7\text{kgf/cm}^2$ と低圧になることから、確実に充填するため図-8のように、上下2カ所の注入孔から注入することとした。

#### 5. あとがき

工事は、落水後の9月から始めて約6ヶ月で無事

完成した。

現況開水路トンネルの形式を管水路に見直し、既設トンネル内に鋼管を挿入するパイプインパイプ工法により、トンネル区間の工事費では、1億4千万円となり、新規にトンネルを掘削した場合の工事費4億6千万円と比較して、約30%に削減できた。また、新規トンネル施工に伴う旧トンネルの閉塞工事を考慮すると、コスト削減額はさらに大きくなる。

戦後整備された社会資本は古いもので50年以上を経過し、昭和30～40年代の高度経済成長下で整備された社会資本も30年以上を経過し、今まさに更新の時期を迎えている。既設の社会資本をいかに上手に有効に活用していくかが今後、大いに求められていくと考えられる。また、既存施設の有効活用は、コストの縮減のみならず、産業廃棄物抑制効果も非常に大きく、広い眼で見れば環境対策にも貢献することとなる。今後益々このような事例が増えてくるものと考えられる。

# 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 池田文雄

本社 / 〒105-0004 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) Fax.03(3459)0642

分室 / 〒105-0004 東京都港区新橋5丁目35番10号 新橋アネックス2階

Tel.03(5404)0745(代表) Fax.03(5404)0748

事務所 / 札幌・青森・仙台・茨城・千葉・金沢・岡山・熊本

ISO9001  
認証取得(全社)

# 注入式フォアポーリングの設計と施工

—岩堂沢ダム仮排水路トンネル工事の例—

長 沼 満 富\*  
(Mitsutomi NAGANUMA)

## 目 次

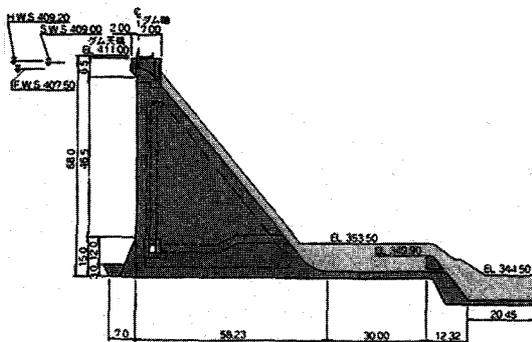
1. 事業及びダムの概要……………20	4. 注入材の検討……………22
2. 仮排水路トンネル施工部の地質……………21	5. 施工……………25
3. トンネル掘削補助工法の検討……………21	6. おわりに……………28

### 1. 事業及びダムの概要

岩堂沢ダムは、農林水産省直轄の国営かんがい排水事業「大崎地区」として、宮城県古川市外7町にまたがる水田10,636haに係るかんがい用水の安定確保を目的として、北上川水系江合川支流岩堂沢に建設を進めているものである。

ダムサイトは、東北地方の中央部、宮城県と山形県の県境をなす奥羽脊梁山脈東方の宮城県鳴子町大字奥羽岳地内に位置し、古川市街地から西北

西に50km、JR中山平駅から南西に5kmの地点にある。ダム基礎岩盤は、新第三紀系の二つ森層安山岩類で、硬質岩に相当する塊状安山岩と、軟質岩相当の自破碎状安山岩からなる。この安山岩類は大きな時間間隔を示す異質層や風化帯の存在はなく、ほぼ一連の火山活動によるものと思料される。このことから、ダムタイプは重力式コンクリートダムに決定したものである。ダムの標準断面と計画諸元を図1-1に示す。



河 川 名	1級河川 江合川支川大谷川支流岩堂沢
形 式	直線 重力式コンクリートダム
堤 高	H= 68.0m (堤頂標高-基礎地盤標高)
堤 頂 長	L= 200.0m
堤 頂 幅	B= 5.0m
堤 体 積	240千m <sup>3</sup>
堤体法勾配	上流側・鉛直 (設計震度0.12) (フィレット部・1:0.40)
	下流側・1:0.81
堤 頂 標 高	EL411.00m
越 流 部 標 高	EL407.50m
流 域 面 積 (直接流域)	10.1km <sup>2</sup>
満 水 面 積	0.692km <sup>2</sup>
総貯水容量	13,480千m <sup>3</sup>
有効貯水容量	13,000千m <sup>3</sup>
堆 砂 容 量	480千m <sup>3</sup>
設計洪水水位 (H.W.S)	409.20m
サーチャージ水位 (S.W.S)	409.00m
常時満水位 (F.W.S)	407.50m
計画低水位 (L.W.S)	368.50m
利用水深	H= 39.0m (常時満水位・計画低水位)

図1-1 岩堂沢ダム標準断面図と計画諸元

\*東北農政局大崎上流農業水利事業建設所 (Tel. 0229-81-1181)

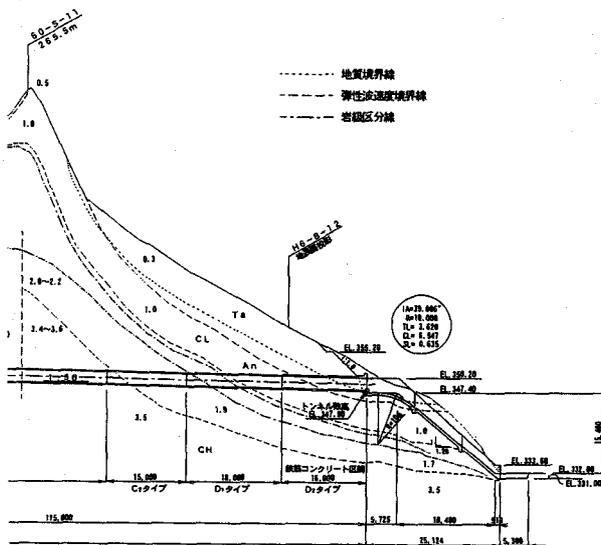


図2-1 トンネル下流坑口部地質縦断面図とトンネル標準断面図

## 2. 仮排水路トンネル施工部の地質

トンネル路線の地質は二つ森安山岩 (aAn) が前線に分布しており、岩級区分はCH～CM級が主体である。その弾性波速度は  $v = 3.5\text{km/sec}$  以上である。しかし、下流坑口26.4m付近までは崖錘に覆われ、破碎質で粘土質も介在しかつ崩落形成した極めて緩んだ状態を呈している。岩級区分はCL級、弾性波速度は  $v = 1.0 \sim 0.3\text{km/sec}$  の地質である。このため、トンネル掘削時の振動等による天端の二次崩落及び切羽前面の押し出しが予想され、トンネル補助工法が必要となった。下流坑口部の地質縦断面図とトンネル標準断面図を図2-1に示す。

## 3. トンネル掘削補助工法の検討

トンネル工事では掘削後支保工の施工が完了するまでの間、切羽及び天端が自立していることが前提となる。地山の緩み等により支保工の施工が完了するまで切羽が自立しない場合には、施工を安全かつスムーズにそして効率的に進めるために、適切な切羽安定対策を行う必要がある。この切羽安定対策には天端の安定、鏡面の安定、脚部の安定が有り、組み合わせる用いることもあり、トンネル地山状況のみならず湧水や地表面沈下も考慮したうえで、対策を選定する必要がある。

土木学会トンネル標準示法書「山岳工法編」

同解説 (H8改訂版) によれば、最近盛んに使用されるアンブレラ工法の一つである水平ジェットグラウトや注入式フォアポーリングをはじめとする最新の工法が追加され、その目的によって分類されている。表3-1に補助工法分類表を示す。

表3-1の補助工法分類を参考に、本トンネルの地質、対象とする区間、現場の状況、周囲環境等を考慮して一次選定を行った。当該トンネル工事における選定条件としたのは次の5項目であり、さらに工法と結び付けたものを表3-2補助工法選定表に示す。

- ① 固結地山に対応できること。(施工性, 確実性)
- ② 地山の緩み範囲を確実に拘束できること。(安全性, 適応性, 確実的)
- ③ 坑外からの施工を避けること。(安全性, 環境面)
- ④ 特殊な専用機械を使用しないこと。(経済性, 効率的)
- ⑤ 現場作業員により施工できること。(施工性, 経済性, 効率的)

この表から、切羽天端崩落対策は「注入式フォアポーリング工法」及び鏡面崩落対策は「注入式鏡止ボルト工法」が有利と判断できる。なお、現地他調査結果から地下水の影響がないこと、また地表面における抑止アンカー対策を実施したことから、湧水対策や地表面沈下対策を検討対象から除外した。

表3-1 補助工法分類表

工 法	目 的						対象地山		
	施工の安全性の確保			周辺環境の保全			硬岩	軟岩	土砂
	切羽安定対策			湧水 対策	地表面 沈下 対策	近接 構造物 対策			
	天端の 安定	鏡面の 安定	脚部の 安定						
先受工	・フォアボーリング (非充填・充填式、注入式)	◎	○				○	◎	◎
	・パイプルーフ	○	○				◎	○	○
	・水平ジェットグラウト (噴射攪拌)	○	○				○	○	○
	・長尺鋼管フォアバイリング(充 填式、注入式)	○	○				○	○	○
	・プレライニング	○	○				○	○	○
鏡面脚部	・鏡吹付コンクリート		◎				○	◎	◎
	・鏡止めボルト		◎				○	○	○
	・仮インパート			○			○	○	○
	・脚部補強ボルト(パイル)			○			○	○	○

・土木学会トンネル標準示方書「山岳工法編」・同解説(H8改訂版)  
◎：比較的良好に用いられる工法 ○：場合によって用いられる工法

表3-2 補助工法選定表

選定項目		地山の 適応性	斜面崩壊	地表面沈下	切羽天端崩壊	地山の緩み	坑内緩み	特殊専用機械無し	総合
先受工	注入式フォアボーリング(PUIF)	◎	◎	○	◎	◎	◎	◎	◎
	注入式長尺鋼管フォアバイリング	◎	◎	○	○	◎	◎	◎	
	パイプルーフ工	◎	○	◎	○	◎	○		
	水平ジェットグラウト	○	◎	○	○	◎	◎		
	注入式鏡止ボルト	◎	○	○	◎	◎	◎	◎	◎
地表面からの薬液注入		◎	◎	○	○	◎	○		

◎：有効な工法 ○場合によっては有効な方法

#### 4. 注入材の検討

##### 1) 注入材料の選定

当該地山は破碎岩質類が崖錘(崩落形成後)状態と判断できるため以下の条件を満足する必要がある。

- ①硬化時間(ゲルタイム)が短く、逸走を防止すること。(施工性)
- ②大きな間隙や亀裂を確実に充填すること。(確実・実行性)
- ③注入後の掘削開始時にボルト間からの抜落ち

が発生しないこと。(安全性)

- ④間隙、亀裂に対して注入材が浸透すること。(施工性)

- ⑤少量の湧水に対して希釈されずに硬化すること。(安全性、経済性)

これらを満足する注入材には、水ガラス系とセメント系(速効性セメント、急速混和材)及び高分子系(ウレタン、シリカレジン)がある。当該トンネル工事における水ガラス系セメント系及び高分子系の比較・検討の結果を表4-1に示す。

表4-1 水ガラス系・セメント系・高分子系の比較・検討表

注入材	水ガラス系		セメント系		高分子系	
浸透性	配合による微細な亀裂への浸透が可能	○	配合による微細な亀裂への浸透が可能	○	硬化開始以前の浸透性は非常に良好	○
硬化時間	60分	×	24時間養生	×	45~100Sec	○
一軸圧縮強度	0.5~1.5Mpa	△	0.5~3.0Mpa	△	2.0~6.0Mpa	○
湧水のある地山での適用性	硬化時間が長く逸走し、薬材の地下浸透経路の調査、観測が必要	×	硬化時間が長く逸走し、薬材の地下浸透経路の調査、観測が必要	×	硬化時間が短く逸走しにくい	○
地山の改良度・注入範囲限定	・強度大だが接着力小、 ・亀裂性の多い地山に対して限定改良は困難 ・改良硬化に懸念有り	×	・強度大だが接着力小、 ・亀裂性の多い地山に対して限定改良は困難 ・改良硬化に懸念有り	×	・強度・接着力が大 ・限定改良可能 ・劣悪条件下でも地山を限定改良できる	○
施工性・工期	・特殊施工の為専門業者の常駐が必要 ・施工中は掘削工事不可能 ・大掛かりな設備が必要	×	・特殊施工の為専門業者の常駐が必要 ・施工中は掘削工事不可能 ・大掛かりな設備が必要	×	・簡易ポンプを使用し現場作業員で施工可 ・掘削工事と同時施工可、設備は簡易	○
安定性	体積収縮により安定性、耐久性に問題がある	×	安定性・耐久性は良い	○	安定性・耐久性は良い	○
流出環境	流出の可能性あり影響大	×	流出の可能性あり影響大	×	流出の可能性はない	○
経済性	1,040千円、1,130千円 (D断面1断面当たり) (復相注入方式・溶液型)	×	630千円、770千円 (D断面1断面当たり) (単管注入方式・溶液型)	△	440千円、450千円 (D断面1断面当たり)	○
総合評価	空隙の多い当該地山では、その改良効果が期待できず、また施工性・経済性の面から不適當	×	空隙の多い当該地山では、その改良効果が期待できず、また施工性・経済性の面から不適當	×	効果時間が短く、限定改良できる。地山が悪化しても十分な改良が期待できる	○

当該地山においては、空隙が多いために限定改良可能な材料が求められる。また、注入工事に与えられた施工時間の制約があることから、注入時間が短く効率的な作業が行える材料が要求される。表4-1の検討結果から①硬化時間が短く、②注入量が少なく、③限定改良可能で工期的・経済的に有利であること。また、性能面からは、①透水性が高く発泡性及び接着力が大きい。早期強度が得られることにより浸透注入・割裂注入の双方に有効である。②注入管理が比較的容易であるため坑内作業員で施工が可能である。③早期強度が得られるために注入直後の掘削が可能である。④インターバル注入が可能のために少量にて施工可能であり作業時間が短い。⑤注入設備が簡易ですむ。などの判断から高分子系注入材を採用することにした。

## 2) 高分子系注入材の検討

高分子系注入材は、ウレタンフォーム系とシリカレジ系がある。当該トンネル工事の注入材に求められる要件は以下のとおりである。

- ①地山改良強度が大きいこと。
- ②脆弱化し、空隙の大きい地山への浸透が確実であること。
- ③空隙を確実に充填し発砲すること。

ウレタンフォーム系 (TBU-AC) とシリカレジ系 (NEW-TSRF) の比較検討した結果を表4-2に示す。

表4-2から、注入量で比較するとシリカレジ系はウレタンフォーム系の1.7倍の注入量が必要であり、注入に要する時間も同様に1.7倍を要し、サイクル全体へ大きな影響を与える。また、経済性は双方に大きな差異はないが、トンネル掘削と平

表4-2 ウレタンフォーム系 (TBU-AC) とシリカレジン系 (NEW-TSRF) の比較表

分 類		ウレタンフォーム系	シリカレジン系
注 入 材		TBU-AC	NEW-TSRF
性 状	A液(20°C)	淡黄色液体	白色液体
	B液(20°C)	茶褐色液体	茶褐色液体
臭 気		なし	なし
硬化時間(20°C)		43±10sec	48±15sec
1軸圧縮強度 Mpa		6(3倍) 4.5(4倍)	4(3倍) 2(4倍)
粘 土	A液(20°C)	40mPa・s	135 mPa・s
	B液(20°C)	67 mPa・s	100 mPa・s
配合比(A液:B液)		1:2.8 ±0.3	1:1 ±0.2
比 重	A液(20°C)	1.127	1.410
	B液(20°C)	1.228	1.152
自由発砲倍率		13倍以上	8倍以上
地山内発砲倍率		3~5倍	2~4倍
耐湧水性		○	◎
浸透性		◎	○
接着性		◎	△
1kg 当たり単価		1,450 円 / k g	800 円 / k g
使用区分と実績等		砂、マサ土等比較的細かい間隙の地山から崖錘層や破砕帯などの大きな間隙の地山などあらゆる地山に適用する。偏圧・崩落処理など高強度の改良地山に使用されている。	粗砂～崖錘での実績が多く、また、難粘性を有する。ボルト間の抜け落ちや鏡押さえなど中程度の改良の場合に使用されている。

行施工や地山の改良強度の面からウレタンフォーム系が優れており、当該地山改良に適していると判断できる。

### 3) 初期注入定量値の決定

ウレタン系注入材の注入量は、注入メカニズムが明らかになっていないために計算により決定することは困難である。しかし、「ウレタン系注入式フォアポーリング技術資料」(ジェオフロンテ研究会)によると、一般的な薬液注入工の注入量算定式を用いて決定する例が多いとされている。当該トンネル工事においてもこれを参考に、初期時の注入定量を算定し、順次、圧力・注入量返還のツリー方式の管理基準を定めた。初期注入定量値の算定と注入管理ツリー図を次に示す。

#### ①初期注入定量値の算定

$$Q = (V \times (n \times a / 2)) \times (1 + \beta) \times \rho \times 1 / F \times 1,000 \div 30 \text{ kg / 本}$$

Q: 注入量(kg/本)

V: 対象度量(m<sup>3</sup>)  $V = \pi \times (0.6)^2 \times 1.8 \text{ (m)} = 0.51$

n: 間隙率(砂質土, 中粒砂 = 40%)

a: 充填率(90%)

β: 損失率(5%)

ρ: 薬液混合比重(1.2)

F: 発砲倍率(地山内推定値4倍)

#### ②注入管理ツリー図

注入管理は、注入圧力と注入量で実施する。最初の3断面を試験施工と位置付けて最大60kg/本を実施し、「圧」、「量」の確認及び「注入管理」の検証を行うこととする。

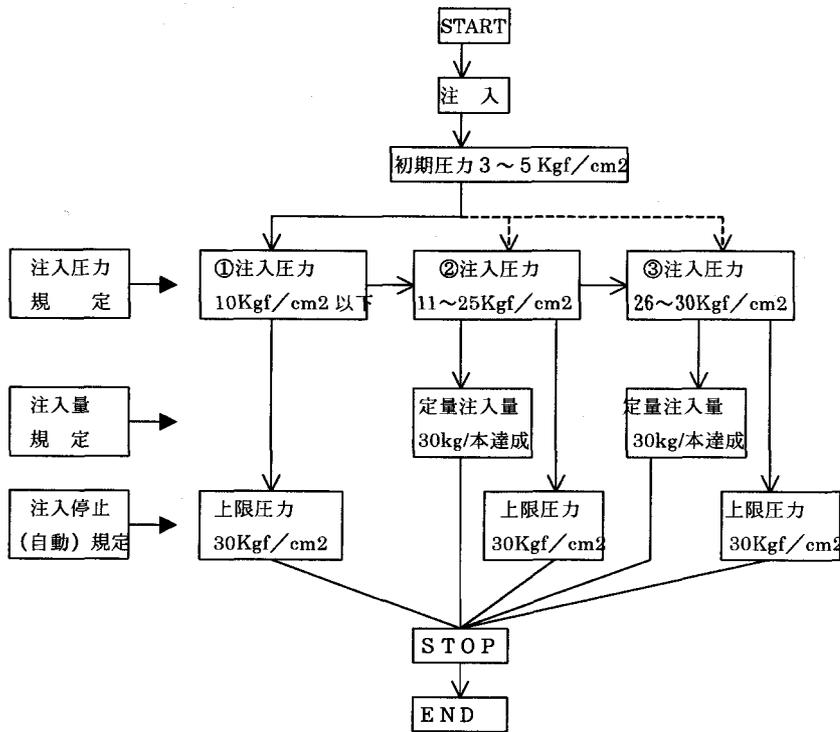


図4-1 注入管理ツリー図

## 5. 施工

### 1) 施工管理

設計時に対象とする地山の地質状況・特性を正確に把握することは困難である。ウレタン注入フォアポーリング工法は、掘削中の地山状況に応じたフレキシブルな対応が可能であるということが挙げられる。切羽内での地山の変化が激しく、部分的な崩落や肌落ちが発生する場合は、その部分のみウレタン注入フォアポーリングを打設することが可能であるからである。し

たがって、本トンネルでは試験施工に位置付けた3断面を基に施工パターンを確立した。図5-1に標準施工パターン図及び表5-1に仕様を示す。

打設間隔は、過去の実績事例の多い横断方向600mmピッチ、縦断方向支保工800mmピッチとした。打設範囲は120°~180°とし切羽の地質状況から打設本数を5~8本の範囲に設定した。なお、この施工パターン及び施工仕様において十分な地山補強が得られない場合は、「先受け長の変更」や「長尺鋼管フォアパイリング工法」

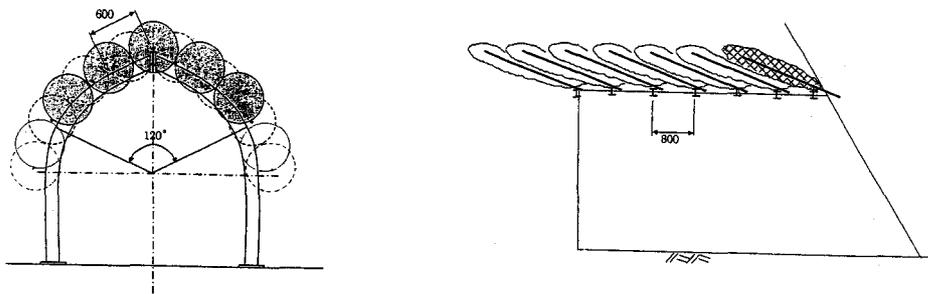


図5-1 標準施工パターン図

の段取り替えを念頭に計画した。ウレタン注入  
フォアポーリング施工フローを図5-2に示す。

2) 注入用ポンプ及び注入計量器

地山注入時の管理は、注入圧力、注入量の両  
方で行い、地山の状況との対応ができるように

チャートが得られる流量管理装置を具備した注  
入用ポンプを使用した。注入システムは、A、  
B両液を薬液タンクから注入ポンプによりデリ  
バリーホースを通り、ミキシングユニット部で  
合流する。その後、スタッテクミキサを通過す

表5-1 ウレタン注入フォアポーリング施工仕様

項目	単位	仕様
①ボルト打設ピッチ	mm	600
②ボルト径(自穿孔)	mm	32
③ボルト管		NT
④打設範囲	度	120~180
⑤ボルト打設長	m	2.0
⑥打設本数	本/断面	5~8
⑦打設角度	度	20
⑧支保工間隔	m	0.8
⑨注入量	Kg/断面	実績変更

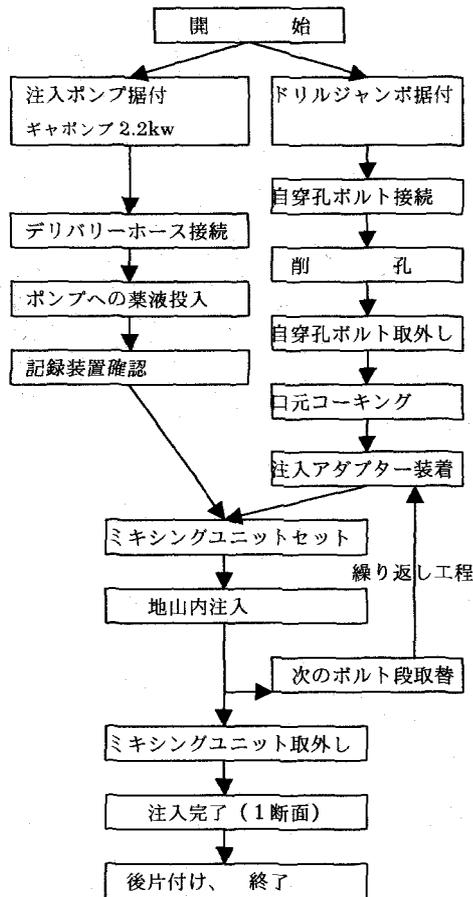


図5-2 ウレタン注入フォアポーリング施工フロー図

表5-2 注入ポンプ仕様

形 式	ETB-RDC型
吐出量	MAX12.0kg/min
吐出圧力	MAX10Mpa・s
粘性範囲	20~2000Pa・s
電力源	AC200V×3相
機械寸法	675W×1330L
機械重量	420kg
出 力	2.2kw
流量測定方式	回転数検知積算・ 電気パルス式
駆動制御方式	インバータ
測定値の表示	デジタルメータ (圧力、量、流速)
値記録方法	チャート式記録計 デジタルプリンタ

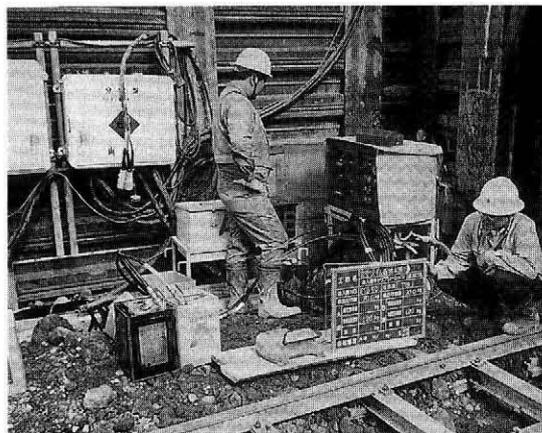


写真5-1 注入ポンプ

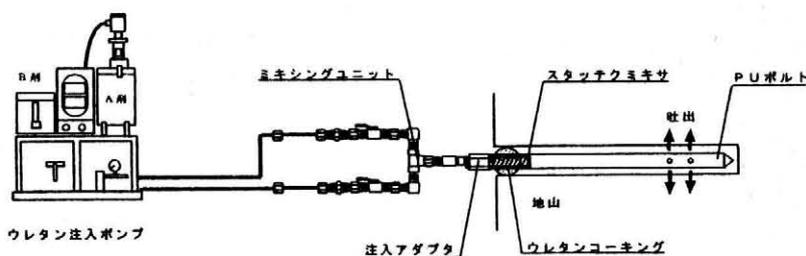


図5-3 注入システム図

ることにより薬液が攪拌され、吐出孔から地山に浸透・発砲固結する。使用した注入ポンプ仕様を表5-2、及び注入システムを図5-3に示す。また、注入ポンプ設置状況を写真5-1に示す。

### 3) 施工上の留意点

上記図5-2に示した施工フローで施工上特に留意する点を以下に述べる。

- ① 圧入機の設置：台車又は平坦な場所を選び、水平に据付する。
- ② ホースの接続：薬液吐出口のデリバリーホース（2本）を完全装着する。
- ③ 穿孔：注入位置、注入角度の計測、穿孔長さの検証を行う。
- ④ コーキング：注入ボルトの口元にシールを行い、確実な口元コーキングを実施する。
- ⑤ 合流部の結合：ボルト後部（カプラ）にミキシングユニットの完全装着する。

⑥ 薬液の投入：A液・B液タンク内の不純物混入（ゴミ等）の確認を行う。

⑦ 薬液の圧入：注入圧の確認、切羽状況、外部地山の変位、沈下の確認を行う。

⑧ 圧入の終了：モータの完全停止、圧力低下・ホースの切外し・注入量を確認する。

次に施工状況の自穿孔ボルト打設状況を写真5-2、ウレタン注入状況を写真5-3、ウレタン注入完了状況を写真5-4に示す。

### 4) 施工実績

① 施工延長	L=26.4m
② 施工日数	18日
③ 注入断面数	n1=34断面
④ 施工本数	n2=231本
⑤ 1断面当たり本数	n3=6.8本
⑥ 注入量	Q=22.700Kg
⑦ 1本当たり注入量	q=98kg/本
⑧ 1断面当たり注入量	q2=668kg/断面

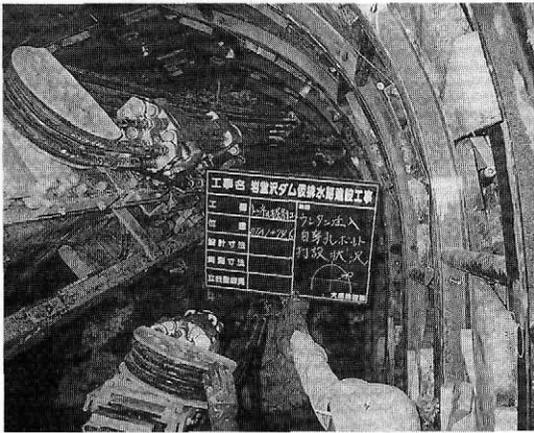


写真5-2 自穿孔ボルト打設状況

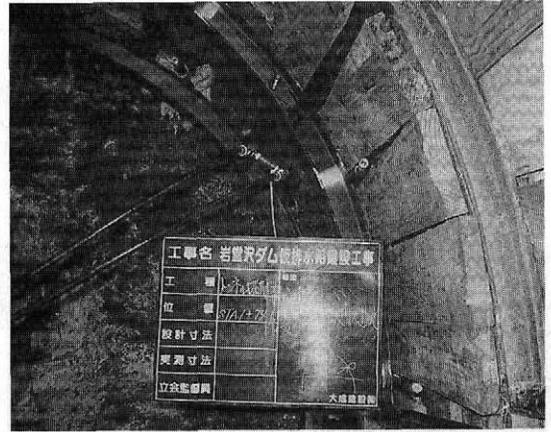


写真5-3 ウレタン注入状況

1断面当たり100kg/本以上(最大250kg/本)となった施工カ所は10断面、これの合計注入量は10.557Kgである。このことはゆるみ・空隙が非常に発達している部分が多くあったことが伺える。この10断面を除く注入量で見ると、平均70kg/本と他事例と同等の値を示した。また、注入圧で見ると1MPa以内の注入が殆どであり、前述した当地山の地質特性が伺える結果である。

## 6. おわりに

トンネル坑口付近の施工は、一般に土被り厚さが小さく、緩傾斜しているなど地形条件、あるいは崖錘、強風化により極めて軟弱化、弱密化しているなど地質条件が悪いため、地山崩落、切羽崩壊、偏土圧などの現象を引き起こすことがある。したがって、坑口部の施工に関して最も基本的な事項として地山の安定と掘削時に切羽面を如何に保つかが重要となる。今回、地山の安定対策としてグラウンドアンカー(L=23m, 1,000KN, 19基)で対処し、トンネル掘削時の天端崩落、鏡面崩落対策としてウレタン注入式フォアポーリング工法により安全・安定を図ったものである。

ウレタン注入式フォアポーリング工法の効果やメカニズムは現在明らかになっていないが、注入材を未固結地山に注入することで、浸透注入又は、割裂浸透注入となり固結体を造成して、地山のグ

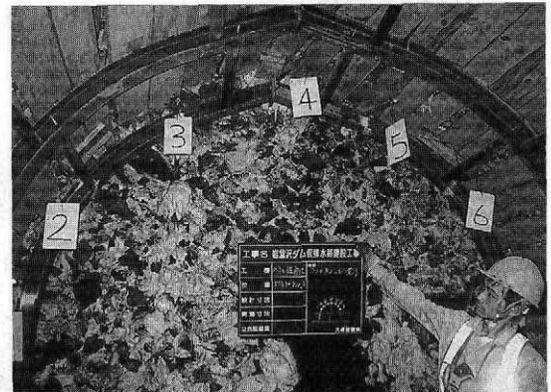


写真5-4 ウレタン注入完了状況

ランドアーチを形成するものと思料される。今後、類似地山のトンネル補助工法の一つとして発展するものと期待している。

ここ大崎地方は「ササニシキ」,「ひとめぼれ」が世に送り出した全国有数の穀倉地帯である。恒常的な農業用水の不足により番水、反復利用などで辛うじて凌いでいる。そのため、早急な岩堂沢ダムの完成が求められている。岩堂沢ダムは平成21年度に完成する予定であり、安定した水供給は大崎耕土を潤し、周辺に棲む動植物の生態系を保持しながら人間と共生できる自然あふれる田園環境、さらに地域の人々のやすらぎある暮らしの礎となることを確信している。

# ファームポンドにおけるアオコ抑制対策の検討

松 岡 良 司\*  
(Ryoji MATSUOKA)

## 目 次

1. はじめに……………	29	5. アオコ抑制対策の比較……………	32
2. 水質汚濁の現象及び水質問題……………	29	6. 今後の課題……………	34
3. アオコ発生メカニズム……………	31	7. おわりに……………	34
4. アオコ抑制対策の事例紹介……………	31		

### 1. はじめに

水資源開発公団千葉用水総合事業所では、印旛沼開発、成田用水、北総東部用水、東総用水の計4施設の管理業務及び印旛沼緊急改築事業を実施しており、このうち成田用水、北総東部用水、東総用水（以下「北総三大用水」という。）については農業用水及び水道用水（東総用水のみ）を供給する利水施設である。しかし、取水原水である利根川の水質汚濁が進んでいることに加え、取水地点が利根川の最下流部であることから様々な水質問題が発生し、水道用水については浄水処理上の問題、農業用水についてはファームポンド（以下「FP」という。）においてアオコが大量発生することにより水利用を阻害するだけでなく、環境保全の面においても多くの問題が発生している。

北総三大用水では、水質対策の一つとして各FPにおいてアオコ抑制対策を継続的に取り組み成果を発揮している。

### 2. 水質汚濁の現象及び水質問題

#### 2.1 農業用水

農業用水は、幹線、支線水路を経てFP（図-1）に一時貯留し、各々の加圧ポンプにより末端受益地に送水している。アオコはFP内で発生しており（写真-1）、原水の汚濁はもちろんのこと、FPがオープン構造であることにより光合成をしやすいなどFPではアオコが発生する要因が多い。このアオコにより、末端では次のような問題が発生している。

①スプリンクラーや灌水チューブの目詰まりが発

生している。

②施設園芸用ストレーナの目詰まりが発生している。

③散水する際に悪臭が漂う。

#### 2.2 水道用水

北総三大用水のうち、水道用水に使用しているのは東総用水のみで、利根川支流の黒部川から取水している。黒部川は県営『黒部川総合開発事業』の利根川合流地点黒部川水門により一定水位（YP0.9m）で管理されている。水門操作は潮の干満や利根川の水位により影響を受けるため、水門を閉鎖する頻度が多く、また、黒部川流域からの雑排水の影響等により水質汚濁が深刻化している。これにより水道用水では次のような問題が発生している。

①浄水処理に使用する活性炭等の薬品量が他に比べて多く、コストが割高となる。

②使用する塩素の量が多いことによるトリハロメタンの発生が懸念されている。



写真-1 アオコ発生状況

\*水資源開発公団千葉用水総合事業所（Tel. 047-483-0722）

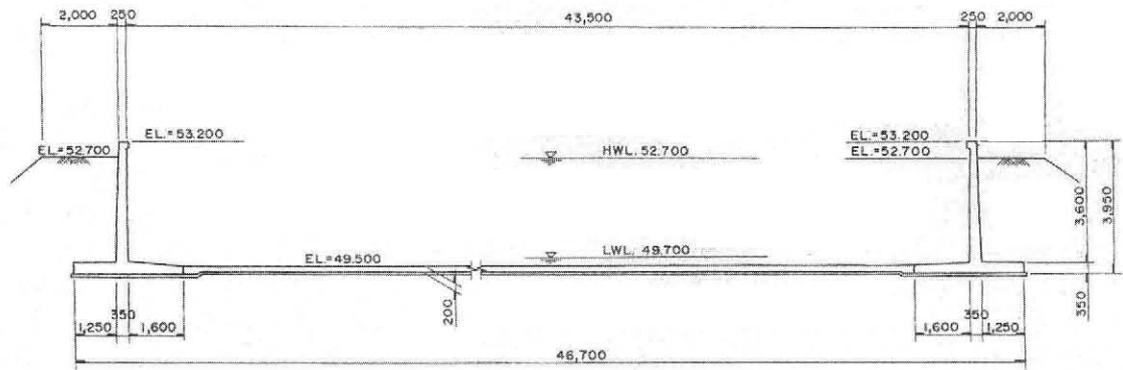
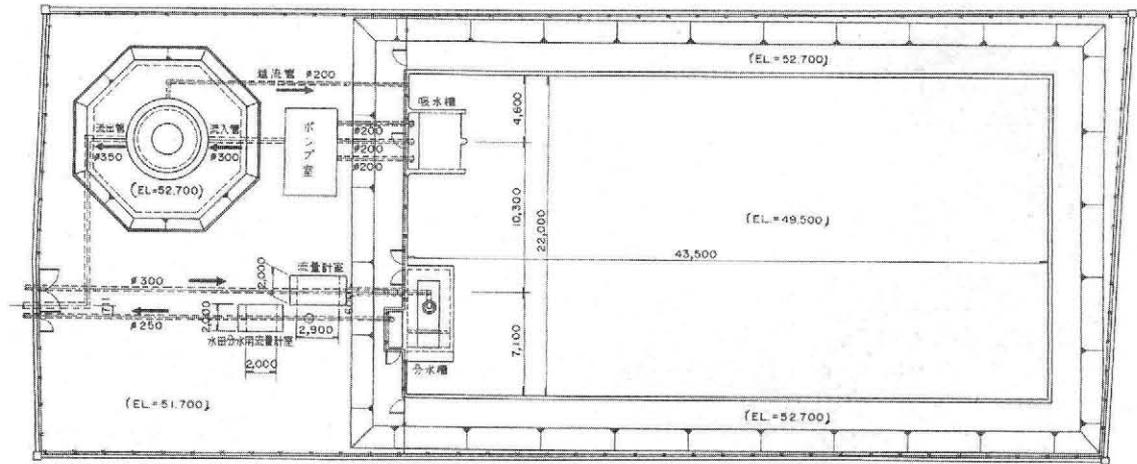


図-1 ファームポンド構造図



写真-2 ハネコケムシ

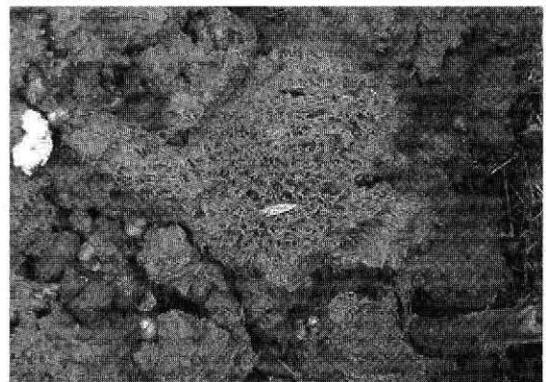


写真-3 嫌気性生物

③水道水として成分的には問題はないが、異臭味の苦情が出ている。

また、水質汚濁によりハネコケムシ(写真-2)、嫌気性生物及び貝類(写真-3)が多く発生し、特に嫌気性生物については強い異臭を発生する等の特徴がある。

### 3. アオコ発生メカニズム<sup>1)</sup>

アオコは、藍藻類の一種マイクロキスティスを主体とする生物群集が水面に集積して、湖水面の一部あるいは全面を黄緑～緑色にする現象であり、腐敗して悪臭を放つ場合もある。

マイクロキスティスの細胞の1つ1つは、3～4 $\mu$ mの大きさであるが、大量に発生すると肉眼で確認できる程度の不定型の群体を形成する。

クロロフィルaが50 $\mu$ g/l程度で目視できるようになり、100 $\mu$ g/lを越えると問題が生じ、マイクロキスティスの細胞数でおよそ $1 \times 10^6$ 細胞/ml以上でアオコが形成するとされている<sup>2)</sup>。

細胞内にもつ気泡によって生理的に浮上、沈降する特性があり、その移動範囲は、水深0～5m程度とされている<sup>3)</sup>。この移動性によって静水域では、他の植物プランクトンとの競合において優位にあるとされている。また、群体を形成することによって捕食されにくくなることも、アオコが長期間にわたって発生する理由の1つに挙げられている。

橋本<sup>4)</sup>(1985)によれば、マイクロキスティスは総リン濃度が30 $\mu$ g/l以上、総窒素濃度1,000 $\mu$ g/l以上になると多く発生する傾向があるとしている。

発生時期は、一般に夏～秋であり、水温25℃以上の比較的高い水温で発生するとされている。

また、植物性プランクトンが増殖するためには、「無機態の栄養塩」、「光」、「水温」、および増殖するための「時間」が必要であり、いずれの条件が欠落しても増殖することができない。

### 4. アオコ抑制対策の事例紹介

#### 4. 1 太陽光の遮断

##### 4. 1. 1 浮き草による太陽光の遮断

浮き草には、根の数及び葉状態により、ウキクサ・アオウキクサ・ヒナウキクサ・ミジンコウキクサの4種類がある。このうち北総三大用水で実施したのは、ウキクサ・アオウキクサの二種類で、

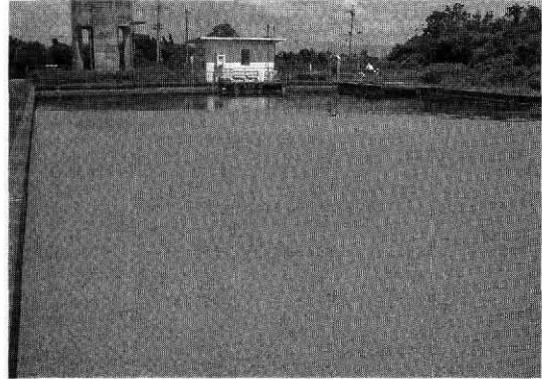


写真-4 浮き草繁殖状況

その土地に合った種類でないと繁殖しない傾向が見られている。浮き草の投入量はFPの状況を見て判断するが、土嚢袋で約10～20袋を一度に投入し繁殖させ、繁殖した浮き草により太陽光を遮断してアオコの抑制を行うものである。(写真-4)

#### 4. 1. 2 遮光板等による太陽光の遮断

遮光板等には、大きく分けて小型遮光板(写真-5)と大型遮光板(写真-6)がある。種類は初期のものから改良を加えたもの、全く別の観点から製作したもの等、数種類があり、1ブロックの大きさや材質についても様々である。遮光板等についても浮き草同様、太陽光を遮断してアオコの抑制を行うものである。なお、遮光板等による実証試験は公団が独自に行っているものに加え、関係機関及び民間企業が公団施設を利用して実施したものもある。

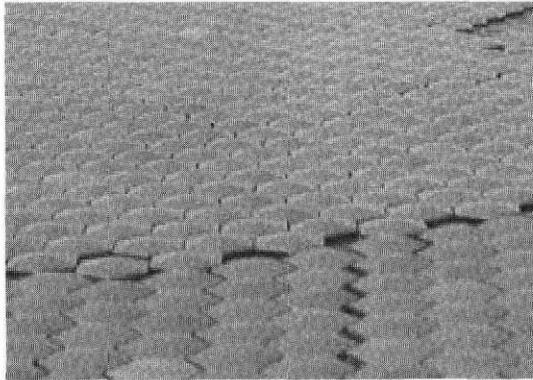
#### 4. 2 栄養塩の除去

##### 4. 2. 1 微細藻類による栄養塩の除去

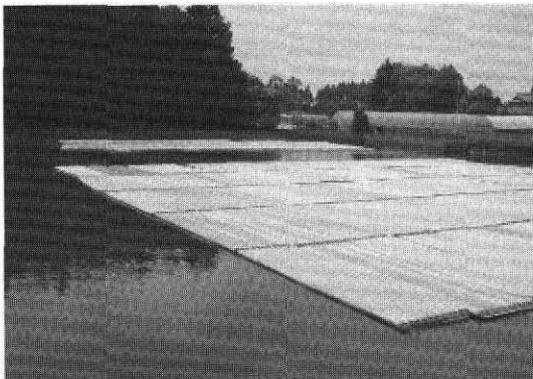
微細藻類(緑藻、珪藻)による栄養塩(窒素、リン)の除去を実験段階で実施したところ良好な結果が得られたため、FPでの実証試験を実施した。試験内容は、FPの一区画をシートで囲い、その中に高増殖性の微細藻類を投入し、微細藻類が増殖する過程で水中の窒素・リンを除去してアオコの繁殖を抑制するものである。なお、この実証試験は企業が公団施設を利用して実施したものであるが、残念ながら十分な効果は得られなかった。

##### 4. 2. 2 攪拌装置による栄養塩の除去

攪拌装置をFPの中心付近を支点にして浮かべ、毎分5m<sup>3</sup>の水量を回転しながら1日に2回転FPの水



写真一5 小型遮光板（六角フロート）



写真一6 大型遮光板（塩ビ筏）

を空气中に触れさせる装置で、FP内の水を底部から水面へ、水面から水平に、かつ水面から底部へと広域に循環させ、水中に多量の酸素を供給して底部に存在する微生物の活性化を図り、栄養塩を除去してアオコの繁殖を抑制するものである。なお、この実証試験は企業が公団施設を利用して実施したものであるが、《4. 2. 1微細藻類による栄養塩の除去》と同様に十分な効果は得られなかった。

## 5. アオコ抑制対策の比較

これまでに紹介してきた各アオコ抑制対策の良否を決定するに当たり、アオコ抑制対策の目的である水質の良否に加え、各対策における長所、短所を含め総合的に検証するものである。

なお、ここでいう【遮光率】とは、FP内の表面積に対する遮光面積の割合を示し、【有効遮光

率】とは、アオコを抑制することができる最低遮光面積の割合を示すものである。

また、アオコ抑制対策として、《4. 2. 1微細藻類による栄養塩の除去》《4. 2. 2攪拌装置による栄養塩の除去》を紹介しているが、実証試験の結果、目視により明らかにアオコが確認され、現時点では有効な効果が期待できないことから、本考察からは除外する。

### 5. 1 有効遮光率の選定

浮き草による対策及び遮光板等による対策について比較するものであるが、遮光板等による対策においては、制作コスト縮減のため有効遮光率を選定する必要がある。

これまで様々な遮光率により実証試験を実施しており、このうち平成12年度におけるアオコ発生時期のクロロフィルaのデータを取りまとめたものが表-1である。《3. アオコ発生のメカニズム》から目標値を0.050mg/lと定め検証すると、遮光率50%以上のアオコすまし、四角フロートは、月別では一部目標値をオーバーしているものの平均値では目標値をクリアしている。しかし遮光率30%の塩ビ筏、竹筏は、月別では目標値を上回る頻度が多く平均でも目標値を達成できていない。また、平成13年度には遮光率40%で実証試験を実施したところ、目視ではあるがアオコの抑制効果を確認することができた。

以上のことから遮光板における有効遮光率を40%と定めることとした。

平成14年度には四角フロートを改良した六角フロートを比較的風が強いFPに遮光率40%で設置したところ、8月末時点までにアオコは発生せず、良好な状態を維持している。

### 5. 2 水質の比較

アオコに関係する水質項目として、pH、COD、BOD、窒素、リン、クロロフィルa等の水質測定を実施しているが、ここではアオコ量の指標となるクロロフィルaについて別表-3に基づき検証するものであり、《3. アオコ発生のメカニズム》によりアオコが目視できる値である0.050mg/l以下を目標値と定める。

#### 5. 2. 1 浮き草による太陽光の遮断

通常アオコが発生するのは6月上旬から9月下旬頃までである。この間浮き草による対策では、

表-1 平成12年度 遮光率別水質データ (クロロフィルa)

クロロフィルa				平成12年度水質データ							
対策名	遮光率	FP名	事務所	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	平均値
対策なし	0%	吉岡	北総東部	0.070	0.079	0.080	0.211	0.066	0.236	0.216	0.137
浮き草	80%	猿田	東総	0.007	0.008	0.004	0.010	0.010	0.005	0.002	0.007
アオコすまし	55%	青馬	東総	0.034	0.027	0.030	0.041	0.007	0.012	0.067	0.031
竹筏	30%	織畑	北総東部	0.022	0.030	0.072	0.225	0.013	0.118	0.034	0.073
塩ビ筏	30%	中沢	北総東部	0.021	0.108	0.103	0.052	0.045	0.057	0.053	0.063
四角フロート	50%	酒造	北総東部	0.001	0.031	0.128	0.020	0.031	0.076	0.016	0.043

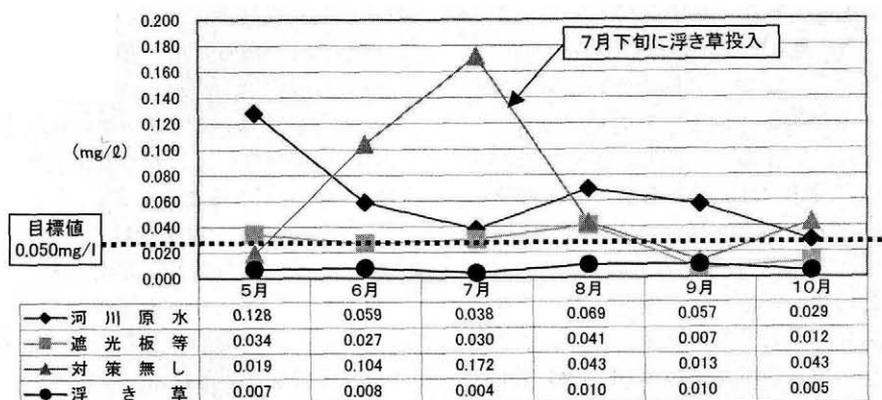


図-2 平成12年度 水質比較図 (クロロフィルa)

クロロフィルaが0.002~0.010mg/lと、目標値の0.050mg/l以下であり、さらに遮光板等による対策と比べても低い値を示していることが判る。また、目視においてもアオコは確認されず、なおかつ極めて透明度が高い状況となっている。

### 5. 2. 2 遮光板等による太陽光の遮断

遮光板等による対策のクロロフィルaの数値は0.007~0.041mg/lであり、浮き草による対策と比較すると数値は高いが、目標値の0.050mg/l以下であり効果があることが判る。目視においては、茶褐色の濁りは見られるが、アオコは確認されなかった。なお、本数値は表面積に対し55%の遮光率で実施したものである。

### 5. 3 各対策の長所・短所による比較

効果が確認された【浮き草による太陽光の遮断】、【遮光板等による太陽光の遮断】について、各対策の長所・短所を考察すると、別表-5に示すとおりとなる。また、各対策毎の総括は以下のとおりである。

#### 5. 3. 1 浮き草による太陽光の遮断

長所としては、水質が極めて良好であることに加えて、風が弱いFPでは浮き草は繁殖力が強く、ある程度の量を移植すれば自然繁殖により全面を覆うことができるため、製作費が全く必要ないことである。また、浮き草以外の材料を一切使用していないため自然環境に優しい対策といえる。

短所としては、浮き草の繁殖力が非常に強く、

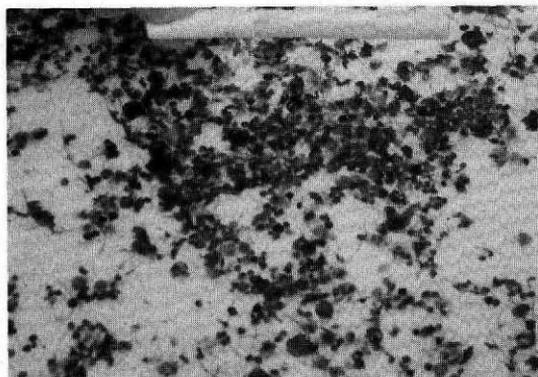


写真-5 堆積土から発見された浮き草

過度に増殖して重なり合うと死滅し堆積物となってしまうため2~3回/月程度の間引きが必要である。また、水の使用量や水質、自然環境等は刻々と変化することから浮き草の繁殖には不確定要素が多く維持管理が難しい。さらに、水位等観測装置に浮き草が張り付くことによる送水機器の誤作動や、沈殿した浮き草の流出による末端ストレーナの目詰まりが確認されている。繁殖面においては、常時風が強いFP及び、環境が合わないFP（環境の原因は不明）では、繁殖しにくい傾向が見られるため対策可能なFPは限られてくる。

これらを総括すると、アオコ抑制という観点では、遮光板による対策と比較しても極めて良好で効果は十分にあると言える。ただし、不規則な浮き草の生態及び、全体のFP数を考慮すると浮き草の維持管理に要するリスクは極めて大きく、永年に渡り継続して善良な管理を行うのは難しい。また、継続するのであれば、沈殿物が末端へ流出しないよう別途何らかの対策が必要となる。このような理由から、現状のままでは本対策は必ずしも得策とは言えない。

### 5. 3. 2 遮光板等による太陽光の遮断

遮光板等による対策では、浮き草による対策には及ばないものの、遮光率約40%で殆どのアオコが消滅しており、アオコ抑制の効果があることが判明している。北総三大用水は比較的海に近いことから、強風などの自然条件に耐えうる構造とすることや、製作費、補修費等の維持管理費、及び耐用年数に関わる材質や形状等も考慮して、過去に様々なタイプの実証試験を行っている。

現在、これまでに実施した実証試験のうち数種類が実用可能と考えており、各FPの環境（特に風の強弱）に併せて、効率の良い対策を施すことが理想的と言える。

#### ①小型遮光板

小型遮光板は、現時点では企業が実証試験を実施した1種類のみ（直径約25cm、正六角形）であり、必要数量を水面に浮かべるものである。

長所としては、人力での投入撤去が容易であることや、材料にポリエチレンを使用していることから万が一劣化、破損しても水中に沈むことはなく、投入から撤去までの間維持管理を必要としないことである。また、小型遮光板は水面を自由に浮遊させることから、風により一方へ吹きよせられる濃度の濃いアオコと同方向へ浮遊すること

で、ピンポイントに対策を講ずることができる。

短所としては、風が弱いFPでは遮光板が散らばり間隙が多くなるため、大型遮光板に比べ遮光率が悪くなることである。このようなことから小型遮光板の設置の際は、できるだけ風が強いFPを選定する必要がある。

#### ②大型遮光板

塩ビ管を組んだ枠にシートを取り付けたものや、塩ビ管、竹等を組み合わせ筏状にしたものがあり、ある程度の大きさのもの（実証試験では□2m~□6mがある）を、必要数量水面に浮かべるものである。

長所としては、1ブロックの遮光面積が大きいいため、小型フロートに比べ遮光効率が良く、殆どのFPで実用可能なことである。

短所としては、風を受ける面積が大きいため、強風に耐えうる自重及び強度が必要となり、これに伴い制作費が高くなる傾向がある。また、各資材を組み合わせるため定期的な維持管理及び管理費が必要となる。

## 6. 今後の課題

これまで「北総三大用水」において有効とされてきた浮き草による対策は、検討の結果《5. 2. 1 浮き草による太陽光の遮断》で述べたとおり、アオコ抑制対策としては多くの問題を残す結果となったことから、継続的な管理を考えた場合、今後は遮光板等による対策に切り替えていくことが望ましいと考えられる。

遮光板による対策において、現時点では全てのFPに対し万能と言える対策はない。しかし小型遮光板と大型遮光板を各FPの条件に応じて適切な選択により対策を講ずれば、より有効な対策ができると考えている。

また、遮光板による対策をさらに確実なものとするため、現在の対策の改良を行うとともに、今後も、低コストで効果が高い新規対策を考案していく必要がある。

## 7. おわりに

北総三大用水において、アオコ抑制対策を始めてから既に十数年が経過し、近年になりようやくアオコ抑制対策が確立されてきた。この理由としては、1つの対策のデータを得るには、水の使用頻度、自然環境等による複雑に絡み合った条件の

中で、データ解析や現場での変化等を地道に解析するしか方法は無く、その良否の見極めは数年に及ぶからである。

近年、利水者から水質に関する意見が多々寄せられ、北総三大用水では、水質の改善が急務となっており、早期の抜本的な対策が必要である。とりわけ、利根川下流域の利水者は、上流域の利水者と同じ水の利権を持ちながら、水道用水、農業用水共に満足な水質が得られず、上流域に比べて様々な点で必要以上の作業及び費用等を余儀なくされているのが現状である。水資源開発公団千葉用水総合事業所では、ユーザーにできるだけ質の良い水を提供出来るよう今後とも努力していく方針である。

#### 【参考資料】

- 1) 水資源開発公団試験研究所水環境研究室「ダム貯水池の水質」, 試験所報告書第96401号
- 2) 相崎守弘, 青山莞爾: 「屋外現地実験を用いたアオコの組成の変化」, アオコの計量と発生状況, 発生機構, アオコの指標検討会議資料国立環境研究所, 1995
- 3) 岡田光正: 「Microcystisによる水の華生成シミュレーション」国立公害研究所報告第18号, 1981
- 4) 橋本徳蔵: 「かび臭発生湖沼の栄養塩とプランクトン相第36回全国水道研究発表会, 1985

# 中小口径用水圧試験器の開発事例について

中尾 弘 海\*  
(Hiromi NAKAO)

加藤 竜 也\*  
(Tatsuya KATOU)

上田 隆 司\*\*  
(Takashi UEDA)

## 目 次

1. はじめに	36	4. 現場における試験運用	40
2. 中小口径用水圧試験器の開発経緯	37	5. おわりに	41
3. 試験器の概要および性能確認試験	37		

### 1. はじめに

大和高原北部地区土地改良事業は全国有数の茶の生産地である奈良市、天理市、添上郡月ヶ瀬村、山辺郡山添村、都祁村および宇陀郡室生村の2市4村を受益地として、農地造成、区画整理、農業用水施設整備を総合的に実施する事業である。

この内農業用水施設は、淀川水系名張川の支流である遅瀬川に、水源となる上津ダム（重力式コンクリートダム、総貯水量560万m<sup>3</sup>）を築造し、パイプラインにより造成畑266ha、既成畑1,067haおよび水田275haへ配水する計画である。

本地区は水源である上津ダムの標高（EL. 271m、取水口位置）に対し受益地の平均標高が約390mと高く、受益地標高が150～600mと落差が大きいため、パイプラインを道路下埋設としたことから、縦断計画も高低差が大きくなっている。したがって、採用した管種はその大半が高水圧のパイプラインになること、および管路を埋設する道路の幅員が狭く平面・縦断的な変化点が多いなど現場条件が良くないことから、安全性、施工性および経済性等を比較検討し、ダクタイル鋳鉄管とした。

本稿では、施工場所付近にて充水のための水を確保することが困難な場合であっても、中小口径管路における継目試験が容易に実施できる「中小口径用水圧試験器」を実験用管路だけでなく、実際の配管現場で試験運用したので、以下に報告する。

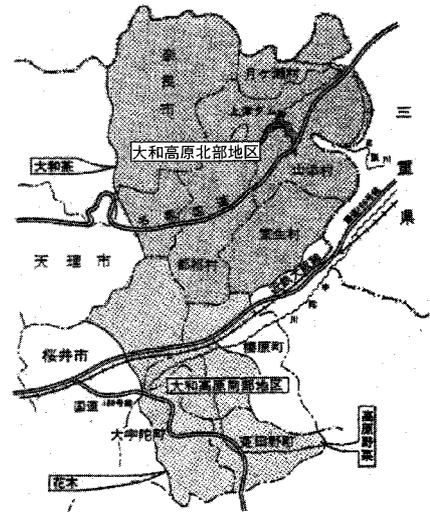


図-1 位置図

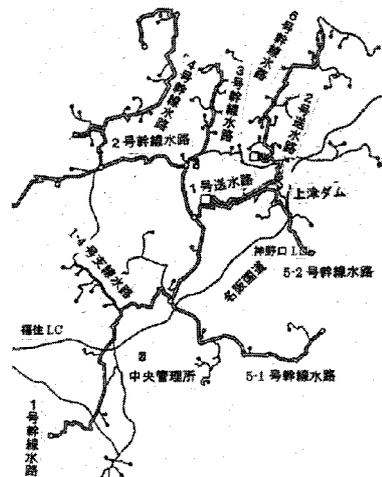


図-2 計画平面図

\*近畿農政局大和高原開拓建設事業所 (Tel. 0745-82-3932)  
\*\*奈良本鐵工所鉄管事業部大阪市場開発グループ

## 2. 中小口径用水圧試験器の開発経緯

前述したとおり、本地区のパイプラインは設計水圧1.0MPa以上の区間が多い。また通水試験は水源地及び水源地までの一連の管路が完成した後でなければ実施できず、個別の工事完成との間に時間差がある。このため、通水試験時に漏水が発見されれば、漏水箇所の特定と復旧に多大な時間と労力を要するばかりでなく、供用時にひとたび事故が起これば大きな被害につながり、復旧にも相当の費用と時間を要することが予想される。したがって、ダクタイル鋳鉄管の漏水事故で最も多いと言われる継手部の良否を布設工事中に確認することは非常に重要である。

幸いにもテストバンドの使用が可能であった1号送水路（呼び径900mm）の通水試験では、付帯構造物でバイパス管のフランジ継手からの漏水、空気弁取り付け上のミスなどが発見されたものの、管路本体の漏水は発見されず、無事終了した。

しかし、テストバンドが使用できない呼び径800mm未満の管路接合不良箇所は通水試験まで判らないのが実態であり、施工中に簡易な試験が可能となれば、漏水探査や復旧に係る余計な費用がかなり節減できるばかりでなく、事業工期の確実な目処が付けやすくなる。

そのため、施工中に継手の良否判定が行える呼び径800mm未満の中小口径用水圧試験器について、各方面に問い合わせたところ試作品があるとのことから、試験器の性能を確認し、その結果が良好であればテストバンドの使用できない呼び径250mmの管路を対象に実際の工事現場において試験運用を行うこととした。

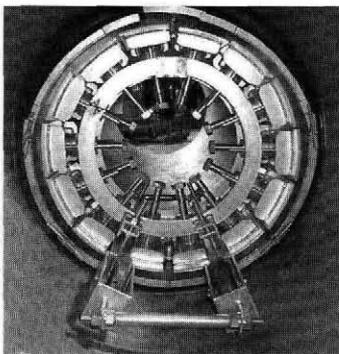


写真-1 テストバンド

## 3. 試験器の概要および性能確認試験

### 3-1. 試験器の概要

試験器本体は図-3に示すとおりで、下記より構成されている。

- ①本体ホース部：ホースの両端および中央部は繊維で強化されたゴムであり、その部分のゴムは円周および軸方向の伸びを抑える構造になっている。また、本体ホースには止水突起を前後に2ヶ所（ダブルシール）ずつ、合計4ヶ所付設している。
- ②鋼製円筒状栓：本体ホース内を密閉するためのもので、ホースの前方および後方の2箇所が必要となり、高压に耐え得る構造になっている。後方の栓には、それぞれ「本体ホース内充排水用」、「検査箇所水圧負荷用」および「検査箇所エア抜き用」ノズルと挿入用ロッド取り付け金具が設けられている。
- ③キャスター：試験器の円滑な移動および管と試験器のセンター合わせ（試験器の高さ調整）の機能を有する。
- ④挿入用ロッド：試験器の移動および位置の確定に用いる。狭隘な現場条件でも使用できるよう1本の長さを1.5mとし、継ぎ足して使用する。

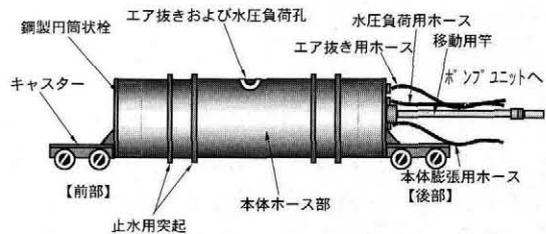
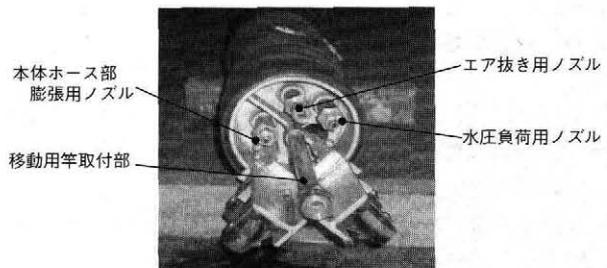


図-3 試験器本体図



●後部鋼製円筒状栓正面写真

写真-2 試験器本体

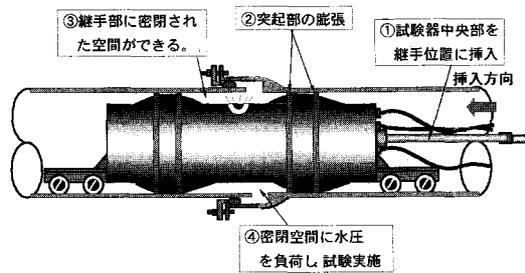


図-4 試験器本体作動状況

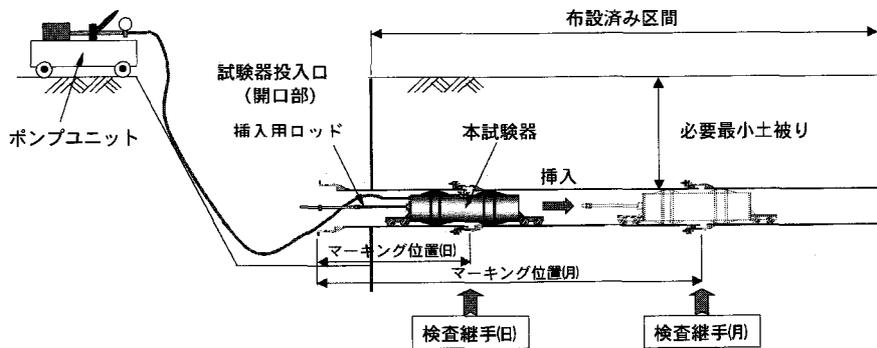


図-5 試験内輪本体挿入状況想定図

⑤エア抜き・水圧負荷孔：検査箇所へ水圧負荷するための通水口および検査箇所のアエア抜きを行う際の排気口である。

このほか、試験実施のためにはポンプ本体、ポンプユニット、高圧ホース等が必要となるが、それらは従来のテストバンドで用いるものと同様である。

これらで構成された本体ホース内部に水圧が作用するとゴム製の本体ホースが図-4に示すような形状に膨脹し、止水用突起が管の内面に密着する。そのため、検査位置の継手部に密閉された空間が形成され、その空間に充水・加圧することにより、従来のテストバンドと同様に継手部の検査が可能となる。(継手位置に試験器中央部を、挿入用ロッドを用いて、挿入・位置合わせして検査する)

### 3-2. 使用形態

試験器の位置決めは、あらかじめ試験器投入口から検査位置(継手)までの距離を測定し、迅速に継ぎ足しができる挿入用ロッドに、それをマーキングすることにより行う。なお、本地区では試験区間における縦断線形の凹凸の多いことを考慮

し、ロッドの最後尾にはT字形のロッドを継ぎ足すことで試験器の滑り込み防止機能を試作品に付加することとした。

### 3-3. 試作器における性能確認試験

試験運用に先立ち、下記項目についての性能確認を実施した。ダクタイル鋳鉄管の継手形式は数多くあり、本工事内でもその形式は、現場・土質条件等の違いにより、数種用いていることより、供試管は胴付寸法が最も大きいSⅡ形継手(呼び径250mm, 3種管)

とした。

#### ①限界水圧試験

本試験器の限界水圧は、チューブ本体と鋼製円筒状栓の縛着具合等ではばらつきがあるが、概ね0.45~0.55MPaであった。したがって、許容試験水圧は、安全率を考慮して0.2MPaと判断した。

#### ②許容曲げ部通過・負荷試験

実際の使用状況を考え、直管3本を用いて継手2箇所を許容曲げ角度で曲げ配管した実験用管路において、試験器の円滑な通過および試験の実施が可能であるかを確認した。

#### ③接合不良発見性能確認試験

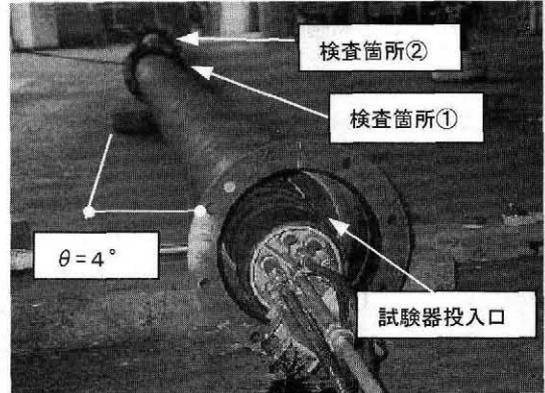
故意に接合不良となるようにした継手にて、さらに実際の配管現場において充水試験時に接合不良のため漏水があった継手部を工場に持ち帰り、本試験器がその目的を果たすことを確認した。

#### ④耐久性能確認試験

本体ホース部のゴムの性能劣化による機能低下具合を確認するため、直射日光および雨風に対する曝露試験を1年間実施したが劣化等の問題はなかった。さらに、室内試験にて表-1に示す各項目について、本体ホースの耐久性能を確認している。



ストレート配管状況



4° 曲げ配管状況

写真-3 試験状況

表-1 耐久性能における調査項目

試験項目	試験結果
熱老化試験	夏の日中温度である 50~60℃を想定すると、1年以上の弾性を有することが推定された。
耐オゾン性試験	1年以上の耐オゾン性を有するものと推定された。
摩耗劣化試験	仮に約 1000mの引きずり距離があっても摩耗量はカバー肉厚 3mm 内で収まることが判った。
膨脹収縮繰り返し試験	試験実施時の負荷水圧およびインターバルにて 300 回の膨脹収縮を繰り返して行ったが、本体ホースおよび両端の縛着部に異状は認められなかった。

### 3-4. 試験結果により改良した事項

#### (1) 試験器の形状寸法決定

開発前提として今回は直管用としたが、直管を用いた曲げ配管時にも使用可能とするためには、止水性の面から管内面と試験器の外面の離隔を小さくする方が有利である。しかしながら試験後、試験器を引き抜く前に本体ホース内の水を全て排水する必要があり、その際、本体ホース内が負圧になり、本体ホースが円周方向に歪む場合がある。その歪み具合によっては試験器の引き抜き時に、止水用突起が管の胴付部に引っ掛かり、引き抜きが困難になる場合があることが判明した。よって、引き抜き性能上は、試験器外径を小さくする方が有利である。さらに、試験器本体の膨脹量を増やすためには、試験器全長を長くする方が有利であるので、試験器外径および全長の寸法決定は実験結果を踏まえた試行錯誤により行う必要があった。

#### (2) 本体ホースと鋼製円筒状栓の固定方法

本体ホースと鋼製円筒状栓の固定方法は、下記の点に留意して決定した。

- ① 固定部が試験器外径より余り突出しない構造とする。
- ② 本体ホースのメンテナンス性を考慮し、ホース交換が容易に可能な構造とする。

その結果、本体ホースをステンレス製のバンドで鋼製円筒状栓に縛着する方法を選定したが、限界水圧にかなりのばらつきが生じた。よって、止水性能を向上させるため、鋼製円筒状栓の外面に細かいのこぎり刃状の凹凸を施すことで限界水圧を安定させた。

#### (3) 試験時間の短縮：

能力・作業性上適切なポンプの選定および軽量で水を吸わない材質のものを本体ホース内に詰めることで試験時間の短縮を計った。

#### 4. 現場における試験運用

試作器の性能確認試験結果が良好であったことから、試作水圧試験器の実用性、作業性確認の目的で、平成12年6月から約1ヶ月間、実際の配管現場（3号幹線水路）において試験的に導入した。

なお、その際の試験手順は下表に示すとおりに行った。

試験状況を写真-4～6に、試験結果を表-3に示し、現場で用いたチェックシートの一例を図-6に示す。

表-2 水圧試験手順

①	ダクタイル管を接合・布設し、最小限の埋め戻しを行った後、試験実施のための準備として、挿入後、試験器中央部が検査継手位置に来るように、挿入用ロッドにマーキングする。
②	水圧試験器を布設済みの管端部（開口部）より挿入し、挿入用ロッドを順次継ぎ足しながら試験箇所（継手部）にセットする。
③	水圧試験器内に充水を行い、試験水圧を負荷することにより本体ホース部を膨脹させる。
④	管継手部に注水することにより併せて継手部のエア抜きを行い、エア抜き後、所定の水圧（試験水圧）まで負荷する。
⑤	上記の状態の水圧を5分間保持し、水圧降下の程度により、接合部の良否の判定を行う。（合否の判定は「土地改良事業計画設計基準」により、保持率が80%以上を確保できた場合を合格とした）
⑥	試験器内の水を排出し、試験器の回収を行う。

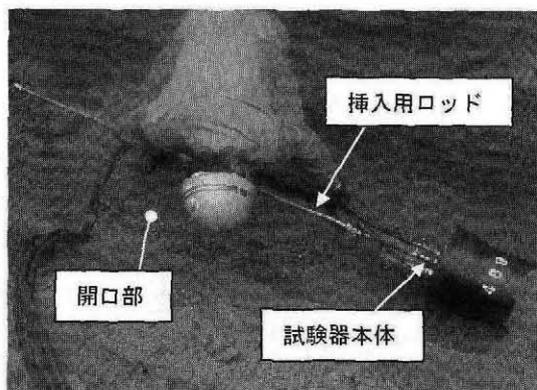


写真-4 試験器の挿入状況



写真-5 水圧保持状況（本体側）



写真-6 水圧保持状況（ポンプユニット側）

表-3 フィールド試験結果

NO.	測定位置（投入口からの距離）(m)	継手部水圧 (MPa)	保持時間 (分)	保持後水圧 (MPa)	試験結果 (保持率 %)	備考
1	5.0	0.203	5	0.192	異常なし (96.0)	
2	7.56	0.205	5	0.192	異常なし (96.0)	2つ目の継手*1、切管 L=2.56m
3	5.0	0.200	5	0.190	異常なし (95.0)	
4	10.0	0.210	5	0.194	異常なし (92.4)	2つ目の継手
5	5.0	0.200	5	0.188	異常なし (94.0)	
6	10.0	0.200	5	0.187	異常なし (93.5)	2つ目の継手
7	5.0	0.200	5	0.186	異常なし (93.0)	
8	10.0	0.200	5	0.186	異常なし (93.0)	2つ目の継手
9	5.0	0.210	5	0.199	異常なし (94.8)	
10	10.0	0.200	5	0.190	異常なし (95.0)	2つ目の継手
11	5.0	0.202	5	0.189	異常なし (93.6)	
12	10.0	0.205	5	0.195	異常なし (95.1)	2つ目の継手
13	5.0	0.208	5	0.196	異常なし (94.2)	
14	8.67	0.209	5	0.182	異常なし (88.5)	2つ目の継手、切管 L=3.67m
15	5.0	0.219	5	0.210	異常なし (95.9)	
16	5.98	0.200	5	0.191	異常なし (95.5)	2つ目の継手、11 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> ° 曲管
17	5.0	0.205	5	0.200	異常なし (97.6)	
18	10.0	0.208	5	0.189	異常なし (90.9)	2つ目の継手
19	11.56	0.201	5	0.187	異常なし (93.0)	3つ目の継手、切管 L=1.56m
20	16.56	0.202	5	0.191	異常なし (94.6)	4つ目の継手、切管 L=1.56m
21	5.0	0.202	5	0.187	異常なし (92.6)	
22	5.0	0.200	5	0.190	異常なし (95.0)	

- (1)試験時間は継手一箇所当たり、いずれも30分以内であった。
- (2)NO.16は11<sup>1</sup>/<sub>4</sub>°曲管の受口および挿し口における継手にて検査した。
- (3)\*1：試験器挿入口から検査継手までの継手の数を示している。
- (4)保持率は従来のテストバンドと同様、モルタルへの吸水、ゴムのなじみ等の原因により、正常な継手であっても若干は下がる。

以上の試験結果より、呼び径800mm未満の管路においても直管および一部の異形管（11<sup>1</sup>/<sub>4</sub>°以下の曲管）については、施工中の簡易な試験により、接合部の良否が確認できる目処があった。

## 5. おわりに

従来のテストバンドの運用は、原則として土地

改良事業計画設計基準に謳われている「静水圧を5分間放置した後の水圧は、80%以下に低下してはならない。」に準拠して行われることになっているが、通常は試験水圧として0.5MPaを負荷している。したがって、本試験器の試験水圧も最終的には0.5MPaを可能とする必要がある課題も残されている。

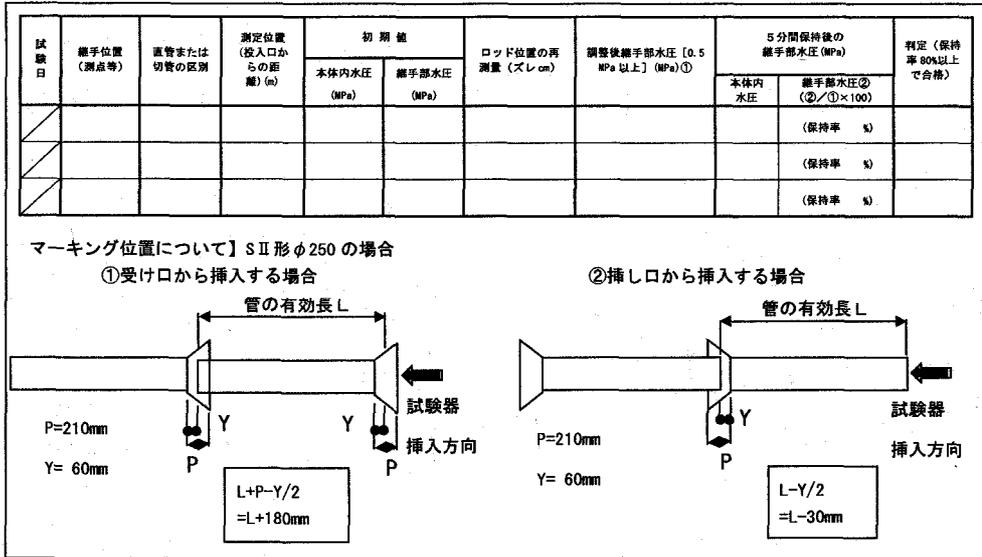


図-6 チェックシートの一例

しかしながら、本試験器の開発により、中小口径管路においても、施工中に接合箇所をチェックが可能となり、確実な継手施工が期待できるようになったことは大きな成果である。

今後はさらなる試験時間の短縮および異形管の適用範囲を広げるなどの課題を克服した試験器が開発されることを期待する。

【参考文献】

- 1) 遠藤知庸：高圧パイプラインにおける水圧試験，ダクタイル鉄管第69号
- 2) 農林水産省構造改善局：土地改良事業計画設計基準，設計「パイプライン」技術書

# 佐古ダム試験湛水について

友野 文典\*  
(Fuminori TOMONO)

目	次
I. はじめに	43
II. ダムの概要	43
III. 試験湛水	49
IV. 結果と考察	49
V. おわりに	60

## I. はじめに

佐古ダムは、国営かんがい排水事業道前道後平野地区における道後（松山平野）地区の非かんがい期水田裏作用水の水源として、1級河川重信川水系佐川川に計画されている農業専用の重力式コンクリートダムである。本ダムは、平成9年2月から工事を開始し、平成12年12月までに主要な工事を終了している。

本ダムの試験湛水は、平成13年1月12日から7月21日までの6.5ヶ月で実施したが、試験湛水中の3月24日15時28分（安芸灘を震央）には、本ダムに設置した地震計において441.6galの加速度を記録した芸予地震（松山地方気象台発表震度5強）が発生し、また、6月19日～20日には集中豪雨（198mm/24hr・時間最大降雨量38mm）により貯水位が一挙に約4m上昇するなど、貴重な体験

をした。

本稿では、試験湛水中でのこれらの対応状況と本ダムの挙動に対する安全性評価について報告するものである。

## II. ダムの概要

### 1. ダム諸元

表-1にダム諸元及び貯水池の諸元を、図-2にダム全体平面を、図-3に堤体標準断面を示す。

### 2. 基礎地質

ダムの基礎地盤は、中生代白亜紀の和泉層群に属する砂岩、頁岩、凝灰岩から構成されている。ダムサイトにおける和泉層群の走向は、北20°～30°東で、南東側に10°～20°で傾斜しており、左岸側では流れ盤、右岸側では受け盤となり、下流から上流に向かって緩く傾斜している。

なお、基礎掘削完了段階で計6条の断層の存在



図-1 佐古ダム位置図

\*中国四国農政局道前道後平野農業水利事業所 (Tel. 089-947-8444)

表-1 ダム及び貯水池の諸元表

佐古ダム諸元表						
一般	位置	愛媛県重信町下林見舞野		堤	形式	重力式コンクリートダム
	河川名	重信川水系佐川川			堤高	31.0m
貯水池	岩盤基礎	和泉層群砂岩頁岩互層		体	堤頂長	212.0m
	流域面積	4.05 km <sup>2</sup>			堤頂標高	EL. 147.00m
	総貯水量	1,1110,000m <sup>3</sup>			総築堤量	65,000m <sup>3</sup>
	有効貯水量	1,020,000m <sup>3</sup>			仮締切築堤量	-
	堆砂量	90,000m <sup>3</sup>			本堤築堤量	62,000m <sup>3</sup>
	設計洪水水位	EL. 145.10m			設計洪水量	140.0m <sup>3</sup> /s
	常時満水位	EL. 144.10m			減勢工対象洪水量	120.0m <sup>3</sup> /s
	死水位	EL. 128.20m			越流形式	直線自由越流式
	満水面積	0.11 km <sup>2</sup>			越流水深	1.00m
	利用水深	15.9m			越流七キ長	82.40m
仮排水路	設計洪水量	12.0m <sup>3</sup> /s (2回/年)		取水放流設備	減勢池形式	強制跳水式
	流下方式	仮排水開渠及び堤内仮排水路			最大取水量	0.601m <sup>3</sup> /s
	形状	B=3.0 m=0.5	台形及びB=2.0m馬蹄形		取水形式	多孔式
	トンネル延長	170m(開渠)及び21m(堤内)		非常放流工	-	

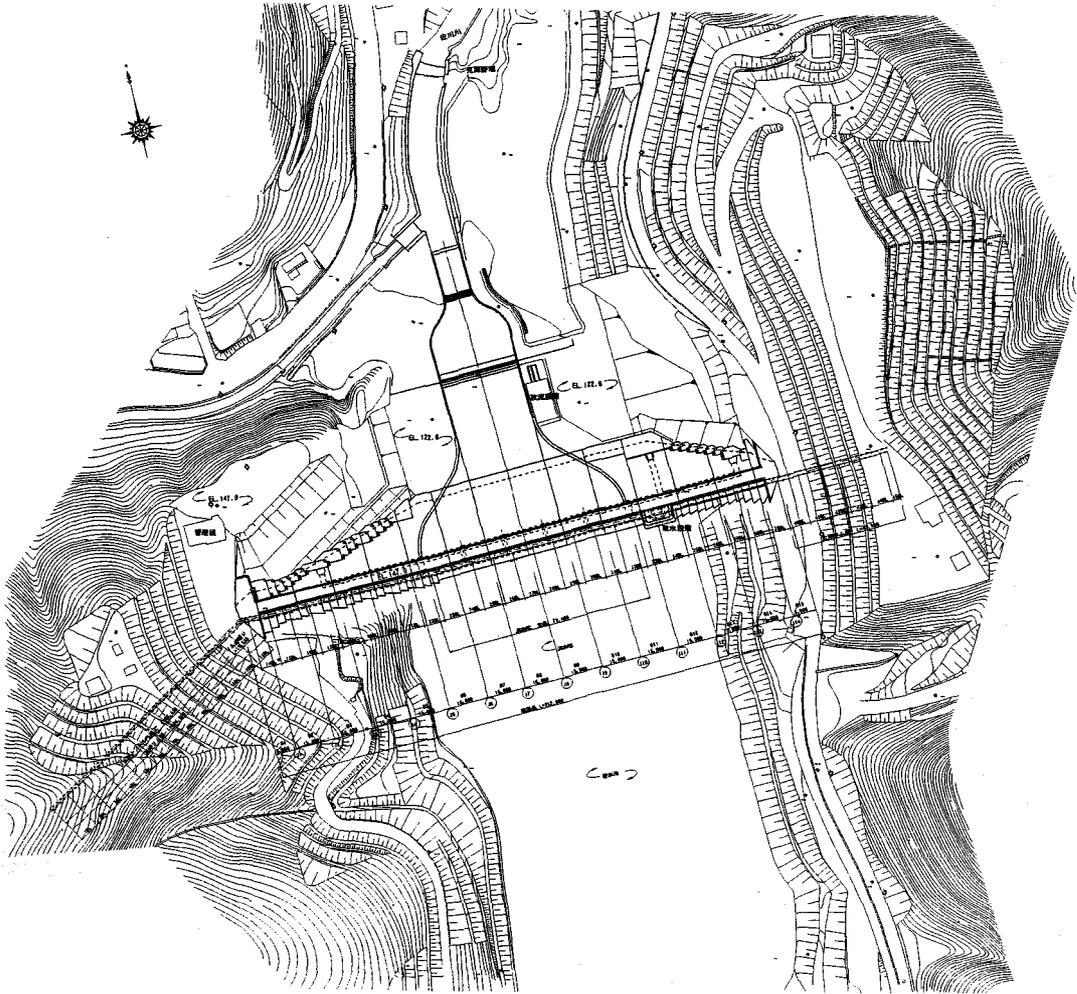
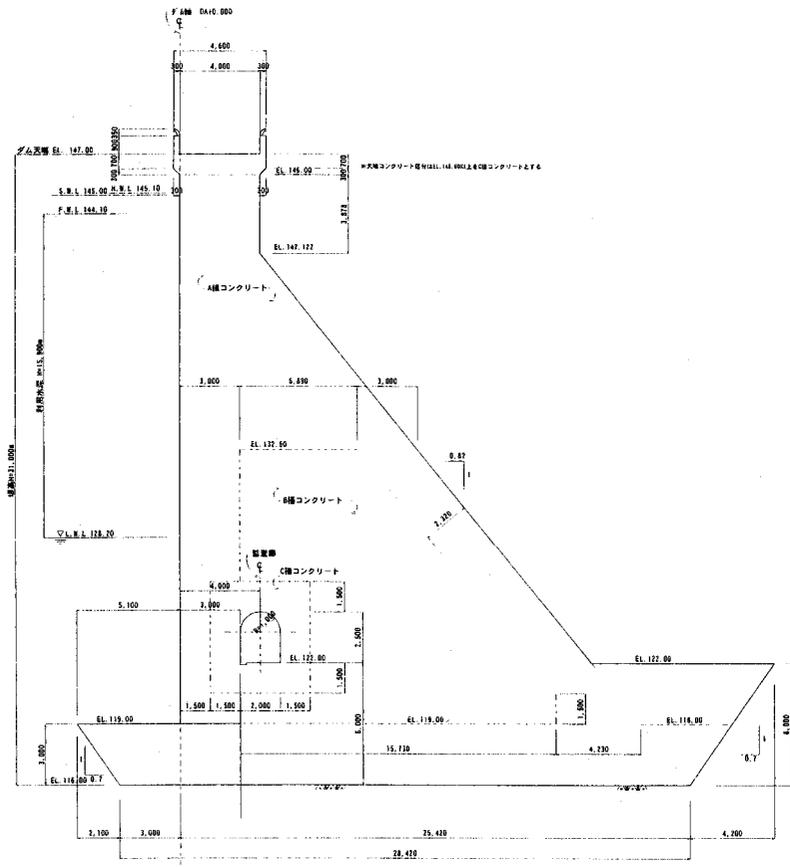
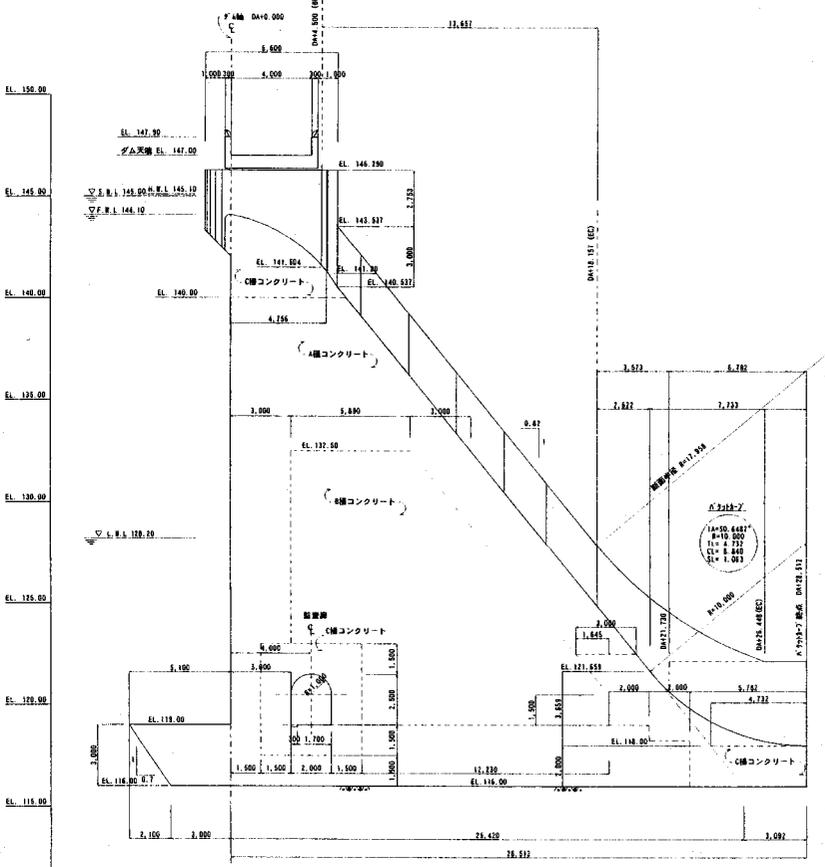


図-2 ダム全体平面図



非越流部標準断面図  
(111) 断面



越流部標準断面図

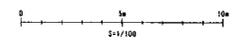


図-3 堤体標準断面図

を確認したが、それらは全て小規模（断層幅1m以内）であり、ダム築造上問題となるものではなかった。

図-4に佐古ダム堤体平面図（岩盤等級区分図）、図-5に地質断面図岩級区分図を示す。

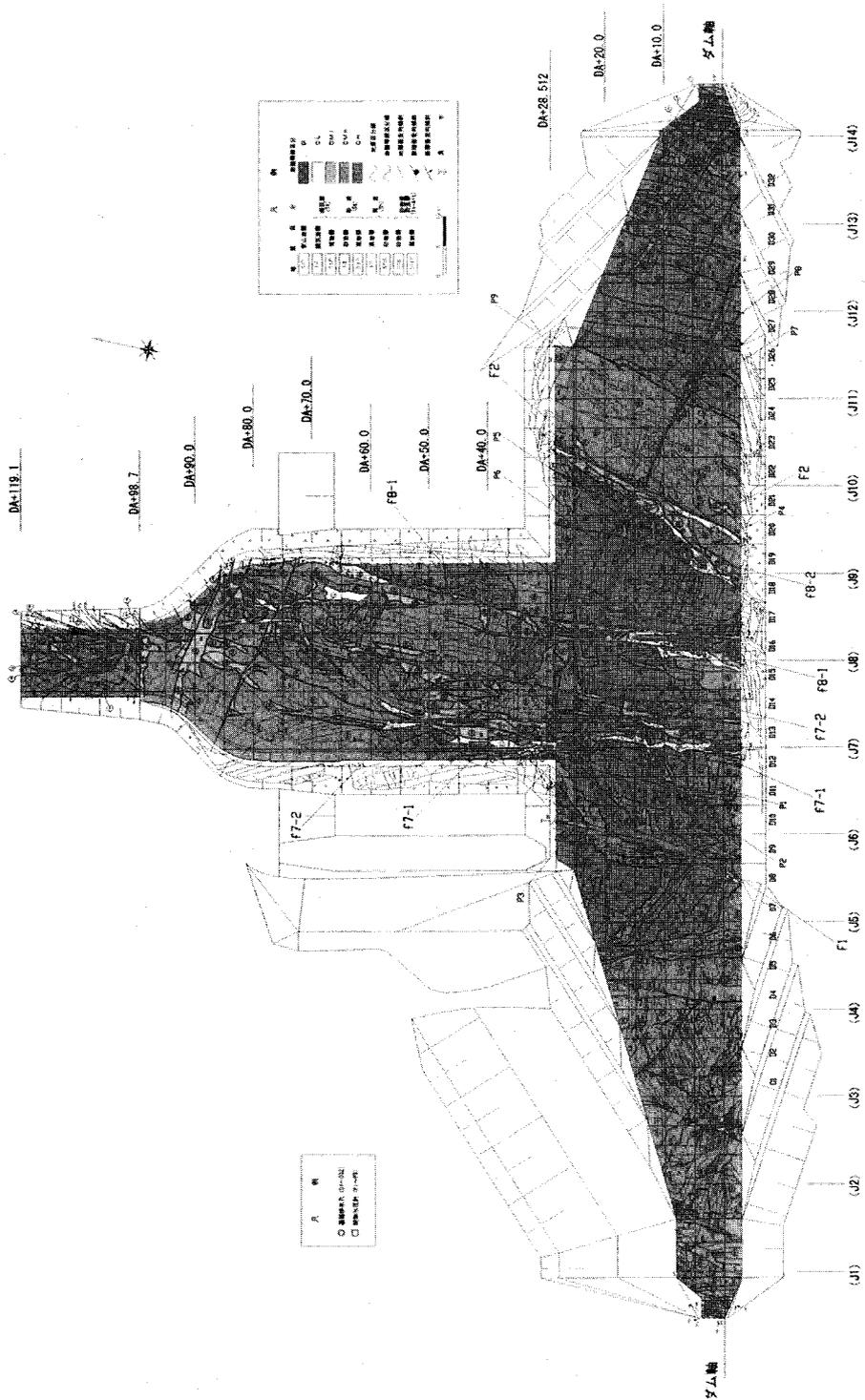


図-4 佐古ダム堤体平面図（岩盤等級区分図）

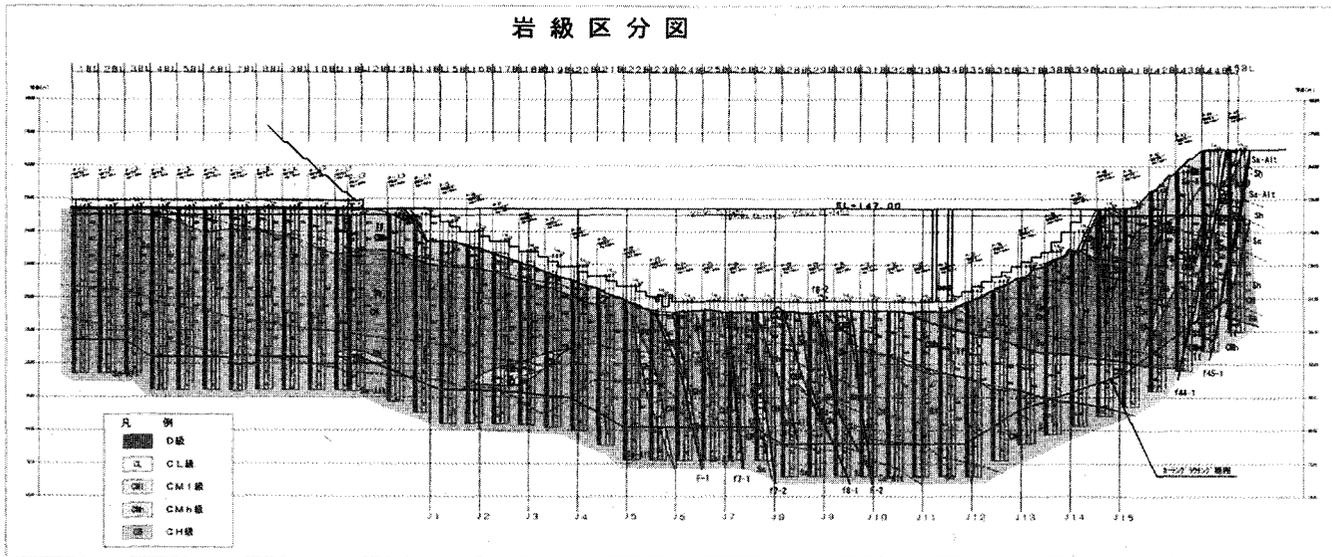
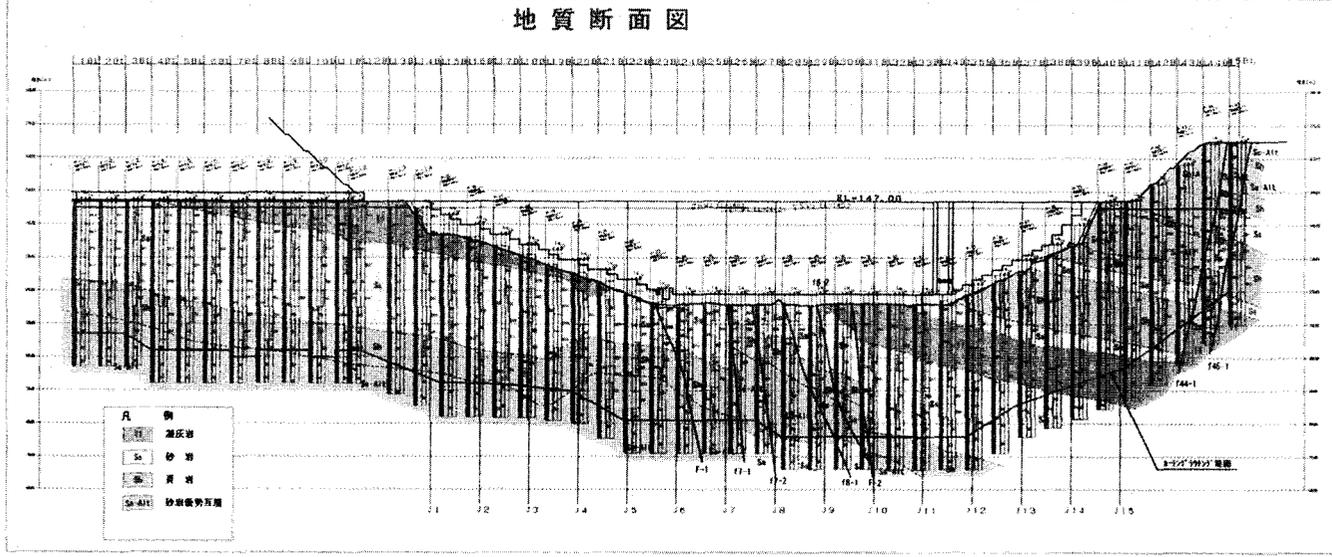


图-5 地質断面图, 岩級区分图

### 3. 基盤の透水性

基盤の透水性としては、カーテングラウチング及びコンソリデーショングラウチングの施工前には、左岸側リム部～河床部にかけては20Lu以上、河床中央部では10～20Lu, 右岸アバット～リム部では10Lu以上の透水性ゾーンが認められたが、グ

ラウチング施工後には、カーテングラウチングで改良目標値の2Lu以下85%, コンソリデーショングラウチングで改良目標値10Lu以下100%をとともに満足するように改良された。

図-6にルジオンマップ図(パイロット孔, チェック孔)を示す。

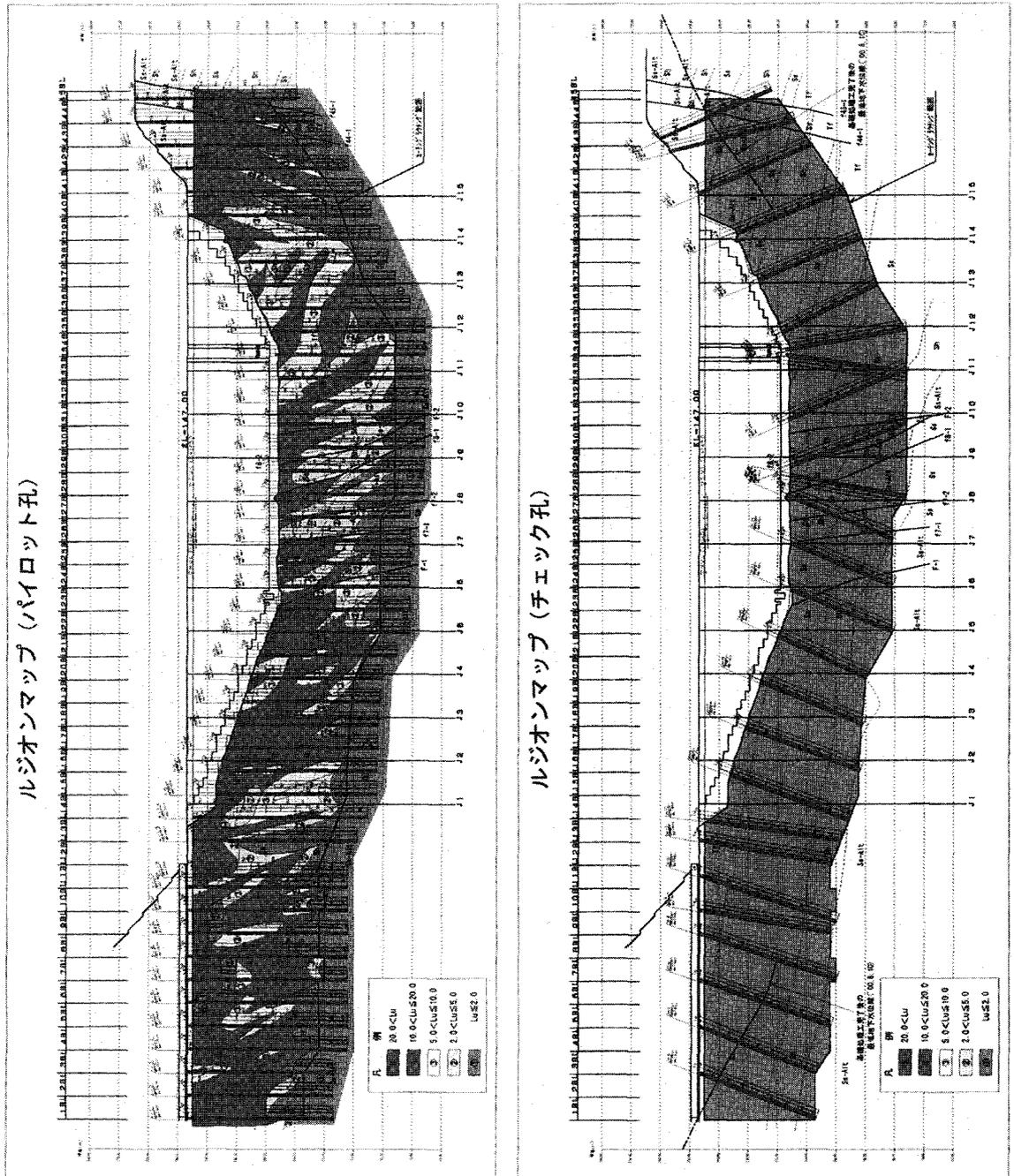


図-6 ルジオンマップ (パイロット孔, チェック孔)

#### 4. 観測計器の配置及び観測方法

本ダムにおける計器設備の配置は、図-7に示すとおりである。なお、主な観測計器としては下記のを設置しており、手動で観測を行う計器については毎日午前9時に観測を行っていることから、自動観測の計器についても午前9時の値で整理している。

##### 1) 漏水量計

- ①全漏水量は、監査廊内に左岸と右岸の2系列に分けて設置した三角堰で自動にて観測を行う。なお、左右岸それぞれの漏水量は、基礎排水孔からの漏水量（基礎漏水量）と継目排水孔からの漏水（継目漏水量）を合算した量である。
- ②基礎漏水量：32箇所（1ブロック当たり3箇所）設置したドレーン排水孔からの漏水量を全開孔方式で自動にて観測を行う。
- ③継目漏水量：11箇所設置した継目排水孔からの漏水量を手動にて観測する。

##### 2) 揚圧力

- ①ブルドン管式圧力：32箇所設置したブルドン管式圧力計にて、基礎からの揚圧力を手動にて観測する。
- ②間隙水圧：3断面（1断面3箇所、計9箇所）に設置した間隙水圧計（電気式）により、基礎岩盤内圧力測定として自動にて観測する。

##### 3) 地震計

- ①ダム地震計は、基礎（監査廊内）とダム天端の2箇所に設置した3成分加速度測定が可能な地震計により、自動にて観測を行う。

### III. 試験湛水

#### 1. 試験湛水の概要

##### 1) 湛水実績

佐古ダムの試験湛水実績は、図-8に示すとおり約6.5ヶ月を要して完了した。

- a. 湛水開始日：平成13年1月12日  
（初期水位EL.121.0m）
- b. 最低水位保持期間：平成13年2月2日～4日  
（L.W.L.128.2m）
- c. 常時満水位保持期間：平成13年6月21日～28日  
（F.W.L.144.1m）
- d. 水位降下終了：平成13年7月25日  
（L.W.L.128.2m）
- e. 最低水位保持期間：平成13年7月25日～8月1日

（L.W.L.128.2m）

##### 2) 湛水中の地震

湛水期間中の平成13年3月24日、15時28分に、震度5強（松山気象台発表、安芸灘震央）の芸予地震を経験した。本ダムにおける地震記録を図-9に示す。

- a. 佐古ダム地震計：天端震度4（441.6gal）、  
基礎部（182.0gal）
- b. 地震時の貯水位：WL.134.32m
- c. 地震時の貯水深：h = 13.32m  
（全貯水深の57.7%）
- d. 地震時の貯水量：V = 331.930m<sup>3</sup>  
（全貯水量の29.9%）

地震時での対応として、河川法44条の規定に基づくダムの臨時点検を実施した。この点検の結果、ダム堤体及び貯水池周辺とも異常が認められなかったため、各関係機関へは「佐古ダム異常なし」と通知した。

##### 3) 湛水中の異常気象

湛水期間中の平成13年6月19日～20日にかけて、集中豪雨（198mm/24hr、時間最大降雨量38mm/hr）の発生により、ダム水位が一挙に4.08m急上昇した。（図-8参照）

- a. 貯水位の変化：WL.139.06m→WL.143.14m  
（増加h = 4.08m）
- b. 貯水量の変化：646,000m<sup>3</sup>→1,012,000m<sup>3</sup>
- c. ピーク流入量：30m<sup>3</sup>/s（上流水位局流入量のダム地点比流量換算）
- d. 時間雨量規模：38mm/hr（10年確率相当）

### IV. 結果と考察

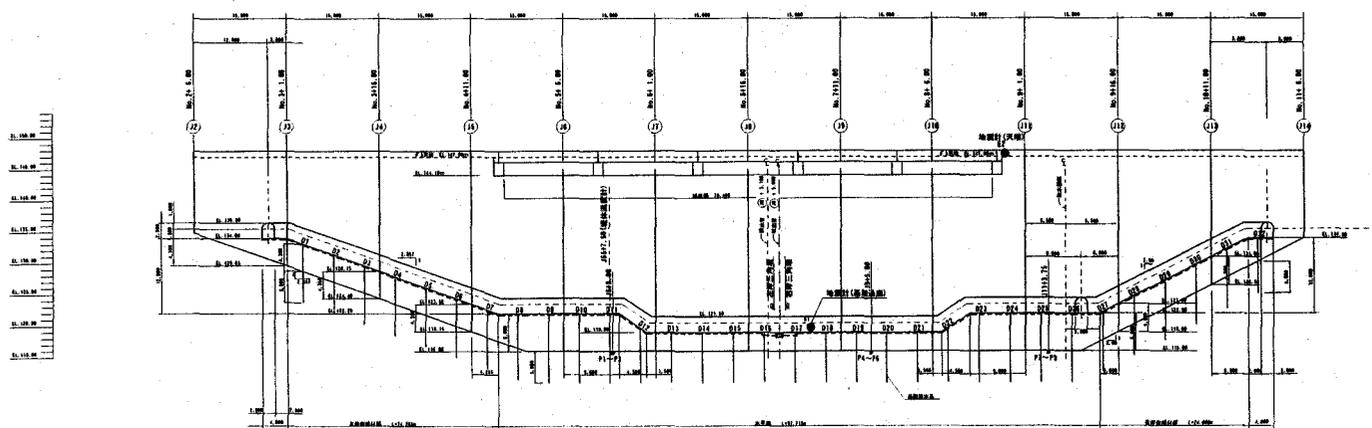
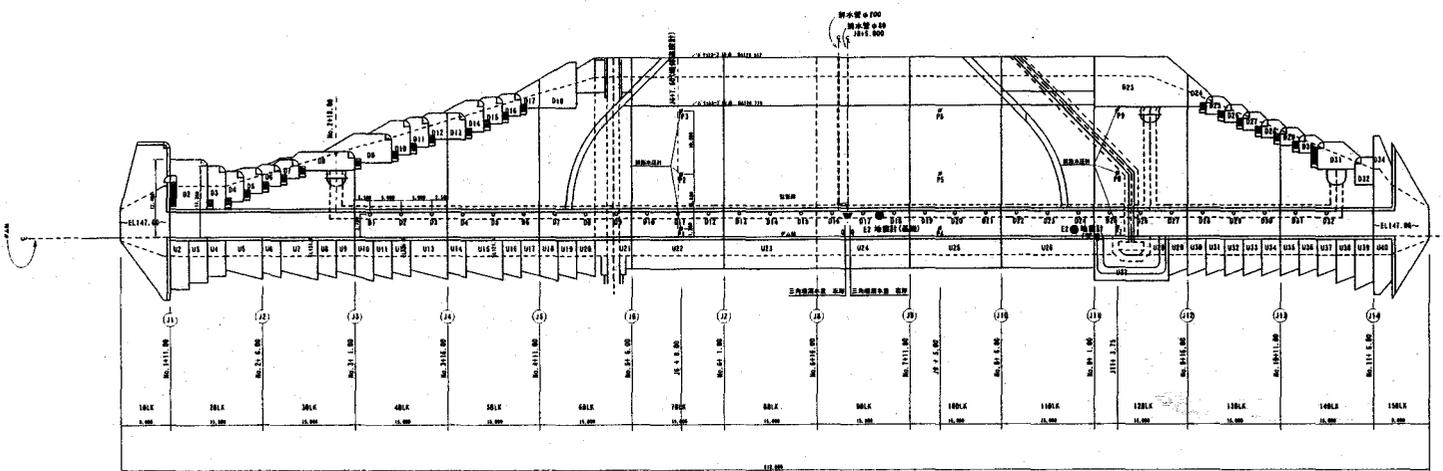
#### 1. 基礎排水孔（ドレーン漏水量）

##### 1) 漏水量

基礎排水孔で漏水量が最も多いのは、図-10に示すとおり河床部（8ブロック）のD13孔であり、貯水位が常時満水位に達した6月21日のD13孔の漏水量はQ = 10.4 l/minである。

次に続いて多い孔は、左岸アバット部（5ブロック）のD5孔であるが、同時期でQ = 2 l/min程度と少ないため、ここではD13孔について考察する。

8ブロックは、岩盤面に小規模な断層（f7-1、f7-2）が堤体上下流方向に走っており、断層周辺2m程度の基盤には断層方向に平行な節理が発達している。



图一7 剖面设计图

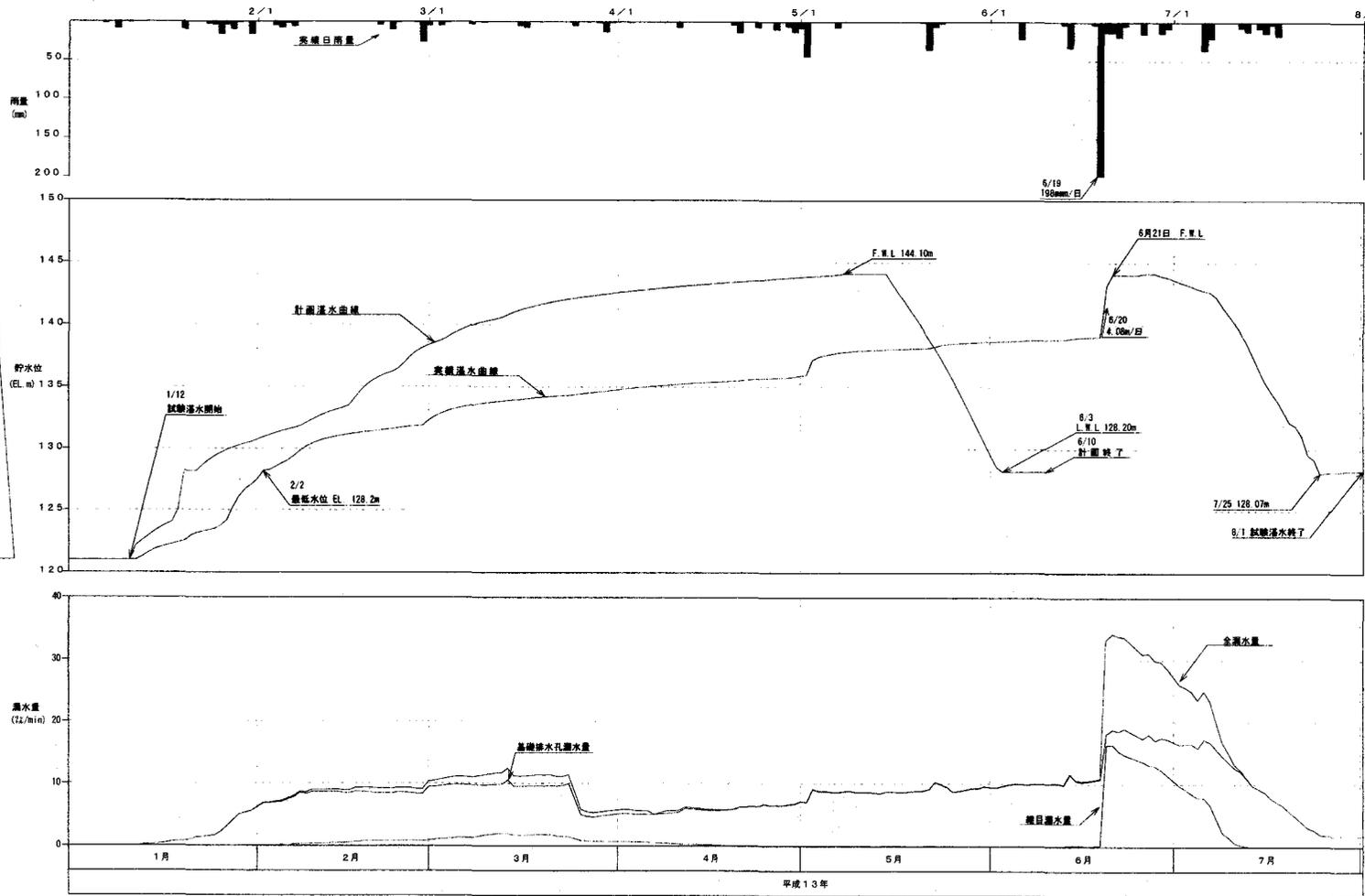


図-8 佐古ダム試験湛水実績図

ダム天端地震計

基礎(監査廊内)地震計

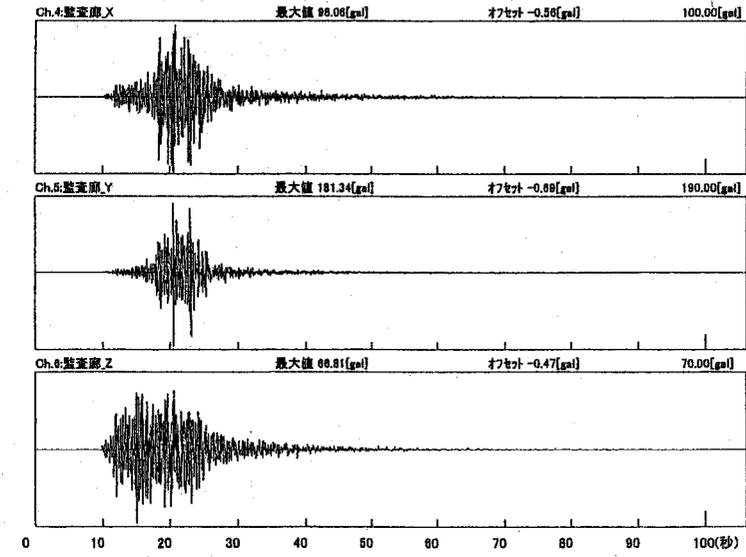
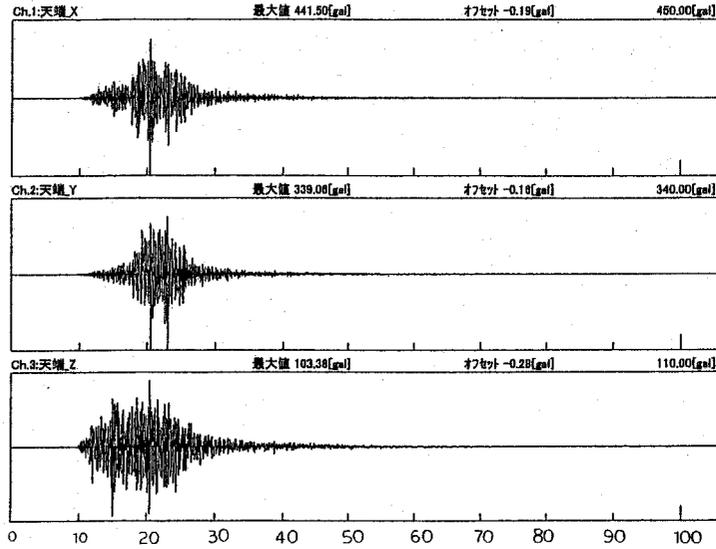
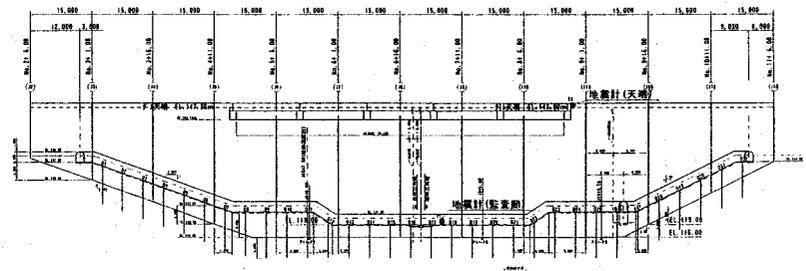


図-9 茨子地震ダム地震計記録

地震履歴(3月24日~3月26日)

No.	起動時間	最大値	時間(0.1s)	備考
1	01/03/24 15:28:04.88	441.69 gal	0106	茨子地震
2	01/03/24 15:45:31.35	5.28 gal	0042	
3	01/03/24 15:48:17.60	9.28 gal	0048	
4	01/03/24 16:25:39.60	9.34 gal	0042	
5	01/03/24 16:45:43.13	4.16 gal	0042	
6	01/03/24 17:02:46.82	7.91 gal	0042	
7	01/03/24 22:37:48.26	5.94 gal	0042	
8	01/03/24 02:20:06.95	5.47 gal	0041	
9	01/03/25 09:11:09.26	4.78 gal	0042	
10	01/03/25 19:19:21.44	14.91 gal	0052	
11	01/03/26 02:16:08.93	9.57 gal	0048	
12	01/03/26 05:41:03.71	33.47 gal	0056	

X方向:ダム下流方向  
Y方向:ダム軸方向  
Z方向:鉛直方向



このため、f7-1小断層に対しては、断層処理として70cm程度の置換コンクリートを打設し、さらにコンソリデーショングラウチングも行っているが、これらの地質的要因で漏水が他孔よりも多く発生していると考えられる。(図-4参照)ただし、その発生量は、試験湛水時の挙動判定基準として設定した注意体制の50ℓ/min/孔よりはるかに少ない値であり問題となるものではない。

## 2) 漏水の濁り

本ダムでは、3月24日15:28頃に震度5強(松山气象台)の芸予地震を経験し、当日の16:00の漏水量測定では、河床中央部におけるD13~D20孔までの基礎排水孔に濁りが確認されている。また、地震直後には漏水量は大幅に減少している。

しかし、翌日の測定時には、濁りは見られずそれ以降も見られていない。また、一度減少した漏水量もそれ以降急激な増加が生じてないことから、濁りは大きな地震による一時的な現象に過ぎないと考えられ、基礎、堤体の安全性については特に問題はないと判断した。

## 2. 継目漏水量

本ダムの継目漏水量は、図-11に示すとおりである。なお、挙動判定基準に設定し、注意すべき継目漏水量は、1孔当たり50ℓ/minとしている。これに対して、湛水期間中に記録された最大漏水量はJ5で、常時満水位時に7ℓ/minと極めて少ない量である。なお、この位置での漏水は、6月19日~20日にかけての豪雨時(198mm/24hr)に貯水位が一挙に4m/日上昇し、常時満水位に近づいた時に発生したものである。

貯水位降下時の継目漏水量チェックにより、水平継目部及び止水板付近にコンクリート充填不十分等の原因が考えられたため、EL.141.5m位置の水平継目部に対して堤体の上下流面から止水処理を施した。

補修箇所の水密性については、再度貯水位が上昇した時に継目漏水量を計測して確認する方針である。

本ダムは、重力式コンクリートダムであり、継目からの漏水が直接堤体の安全性を損なうものではなく、その漏水量も管理値に対して極めて少ないことから問題はないといえる。

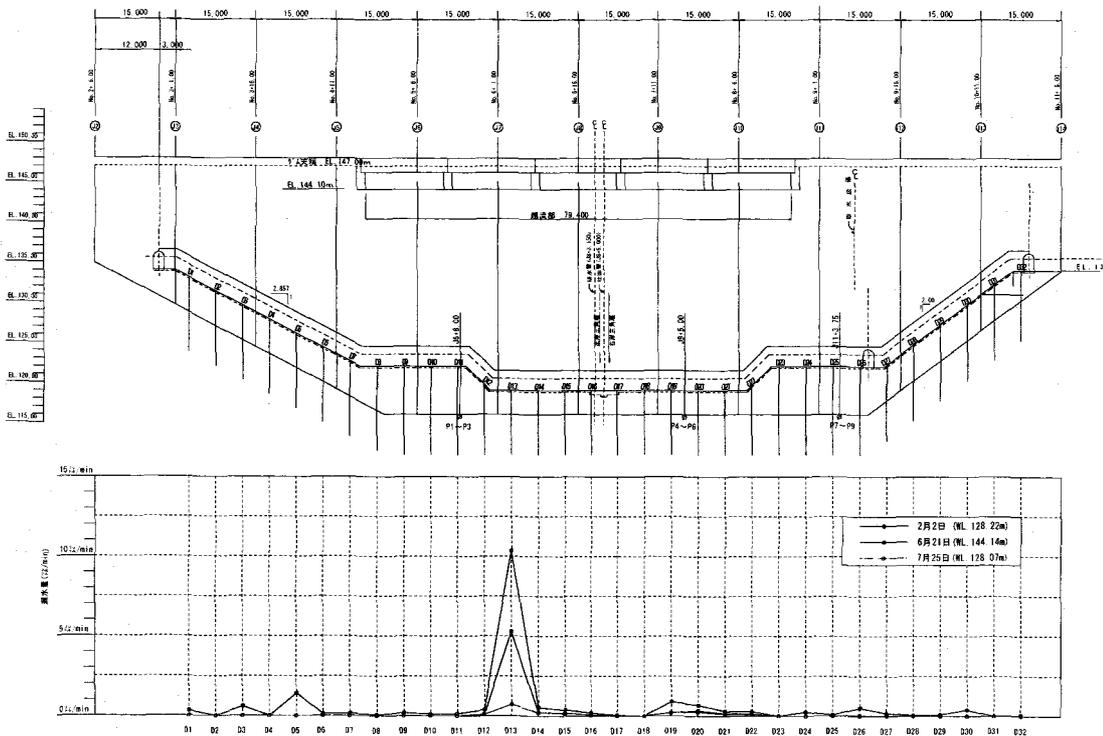


図-10 基礎排水孔漏水量縦断方向分布図

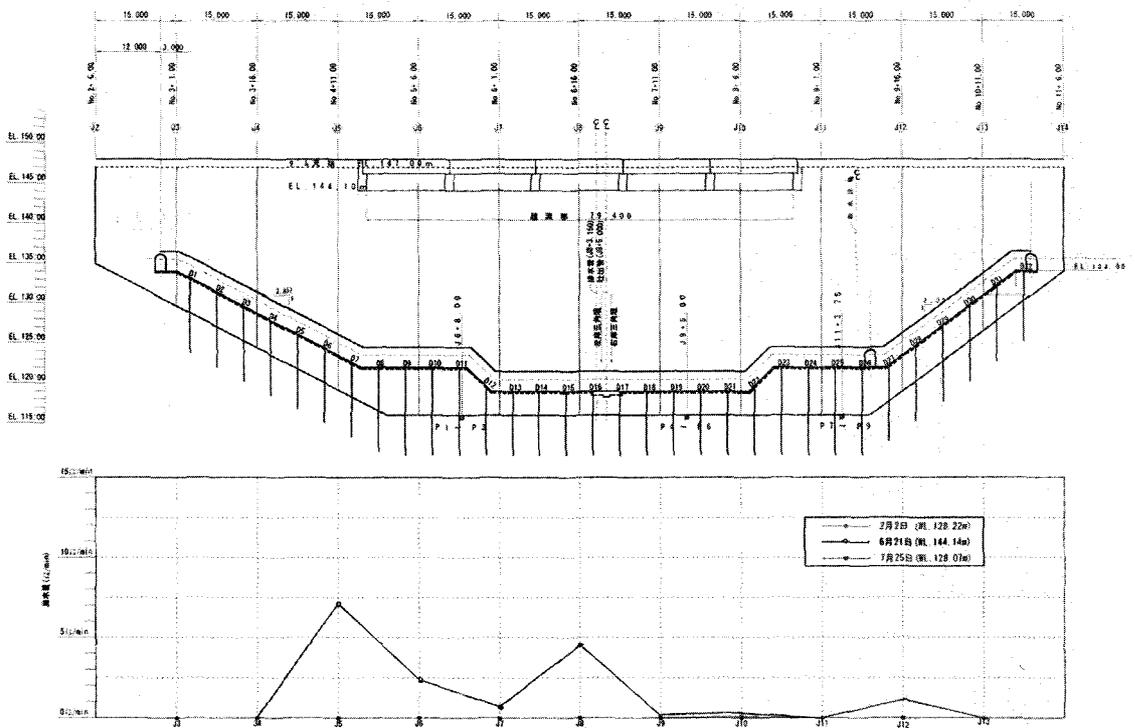


図-11 継目漏水量縦方向分布図

### 3. 全体漏水量

基礎排水孔からの漏水と継目排水孔からの漏水を加えた全体漏水量は、図-12に示すとおりであり、最大の漏水量は常時満水位時の $Q = 35 \text{ l/min}$ である。

本ダム試験湛水中の挙動判定では、全体漏水量の基準値を $Q = 300 \text{ l/min}$ としており、これに対して観測された漏水量は極めて少量であることから、漏水量については前述の1孔当たりの漏水量とも併せて問題ないといえる。

### 4. 揚圧力

#### 1) ブルドン管式圧力計

揚圧力の測定は、基礎排水孔に取付けたブルドン管式圧力計を用いて行った。基礎排水孔は、本来、コックを開いた状態で使用されており、堤体に作用する揚圧力は、この排水孔設置標高（坑口標高）となる。なお、ブルドン管式圧力計は揚圧力測定のためにコックを閉じて計る必要があり、時間と共に圧力が変化することから、数時間経過後に最終的に安定した揚圧力を測定した。

本ダムで挙動基準とした内容は、揚圧力が貯水位の変化に対して急激に変化した場合には原因を

調査、検討することを方針とした。

本ダムのブルドン管式圧力計は全部で32箇所設置しているが、大きな揚圧力を示した河床部右岸側のD21、D22孔の経時変化を見ると、6月19日～20日の貯水位の急上昇があった際には急な揚圧力の上昇を示したものの、全体としては変化が少なく水圧の作用による新しい漏水経路が形成された恐れもなく安全と判断される。（図-13、図-14参照）

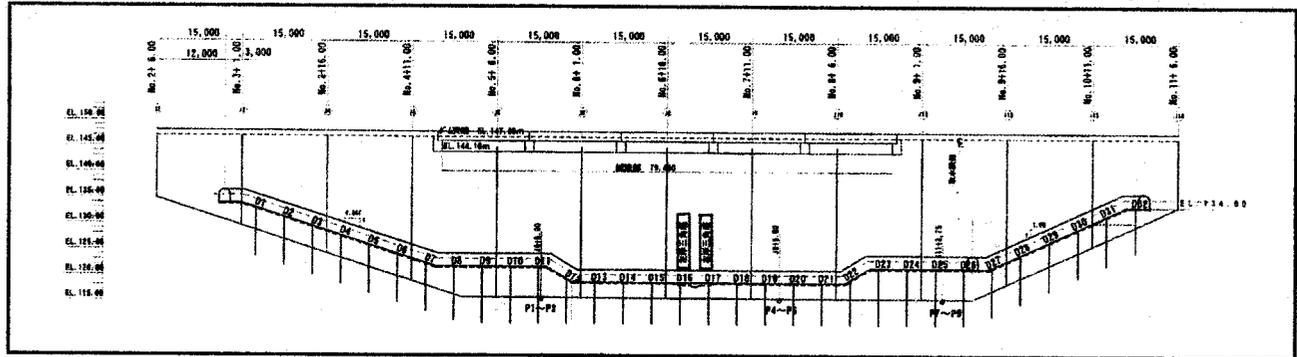
#### 2) 間隙水圧計

揚圧力のもう一つの方法として間隙水圧計を代表的3断面に3点/断面で設置して測定した。

これらの間隙水圧計は、堤体に作用する基礎岩盤内の揚圧力を直接計測しているが、設計値と比較しても常時満水位において全ての点（3断面×3点）で設計値以下であり安全性に問題はないといえる。（図-15参照）

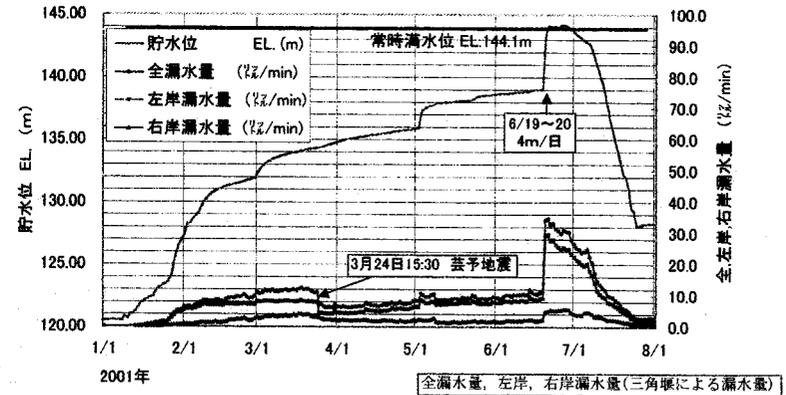
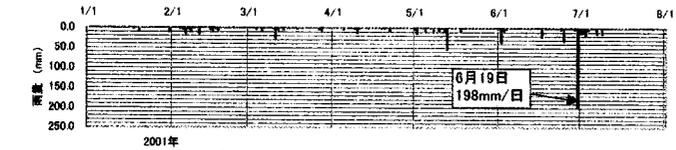
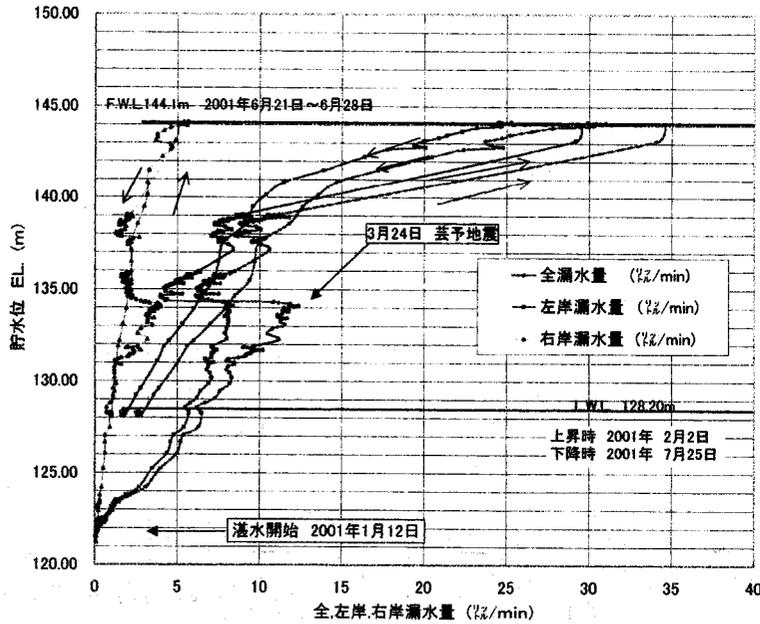
また、貯水位と間隙水圧との変化を対応させてみると、いずれの点においても貯水位との関係が直線関係で、水位の上昇、下降でもほぼ同ルートを図上でたどっており、時系列的に見ても貯水位の変化に対して間隙水圧の急激な変化は認めら

測定期間: 自 2001年 1月  
 至 2001年 8月  
 灌水開始: 2001年1月12日



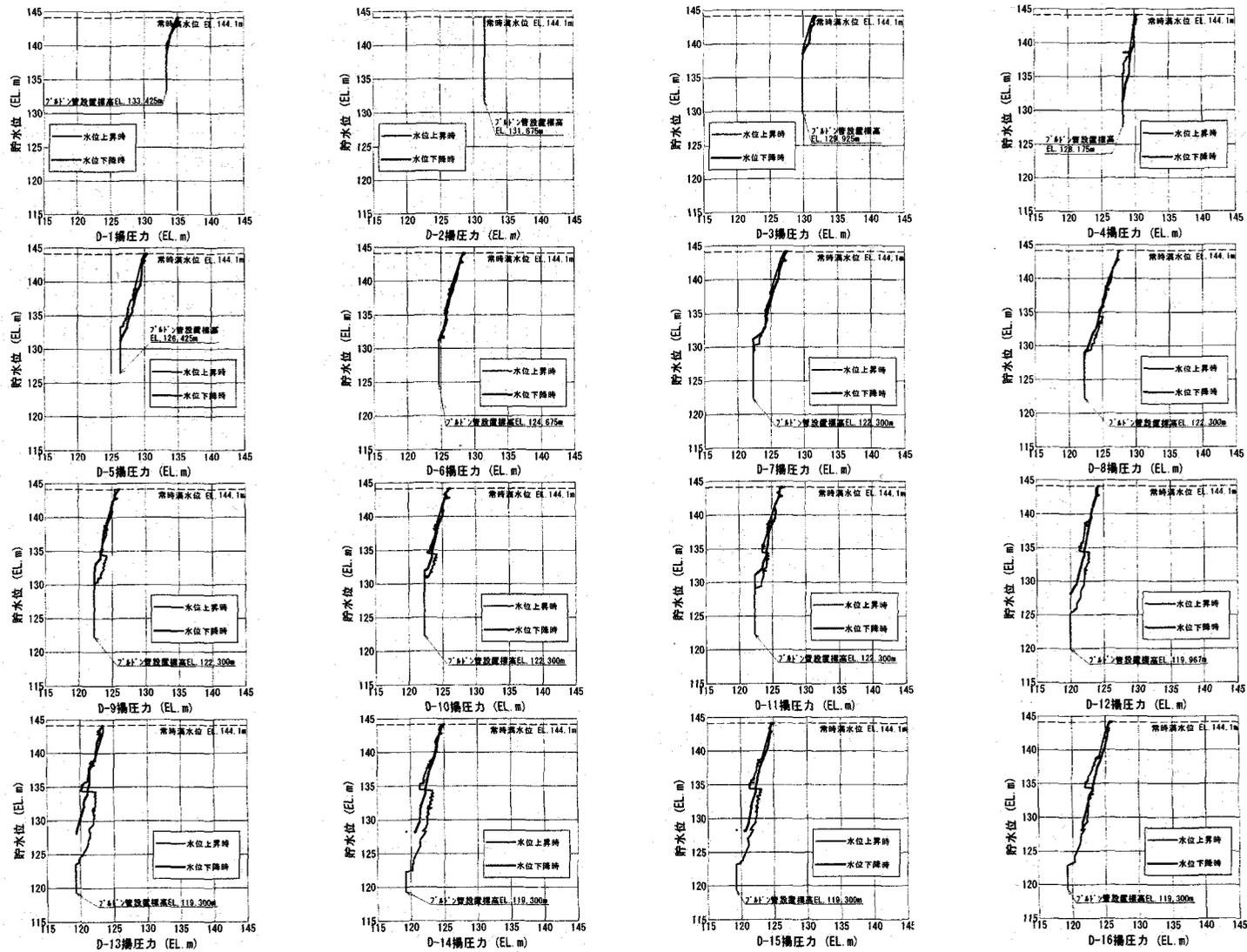
測定位置図概要

図-12 全漏水量, 左岸, 右岸漏水量 (三角堰計測漏水量から貯水位関係図)



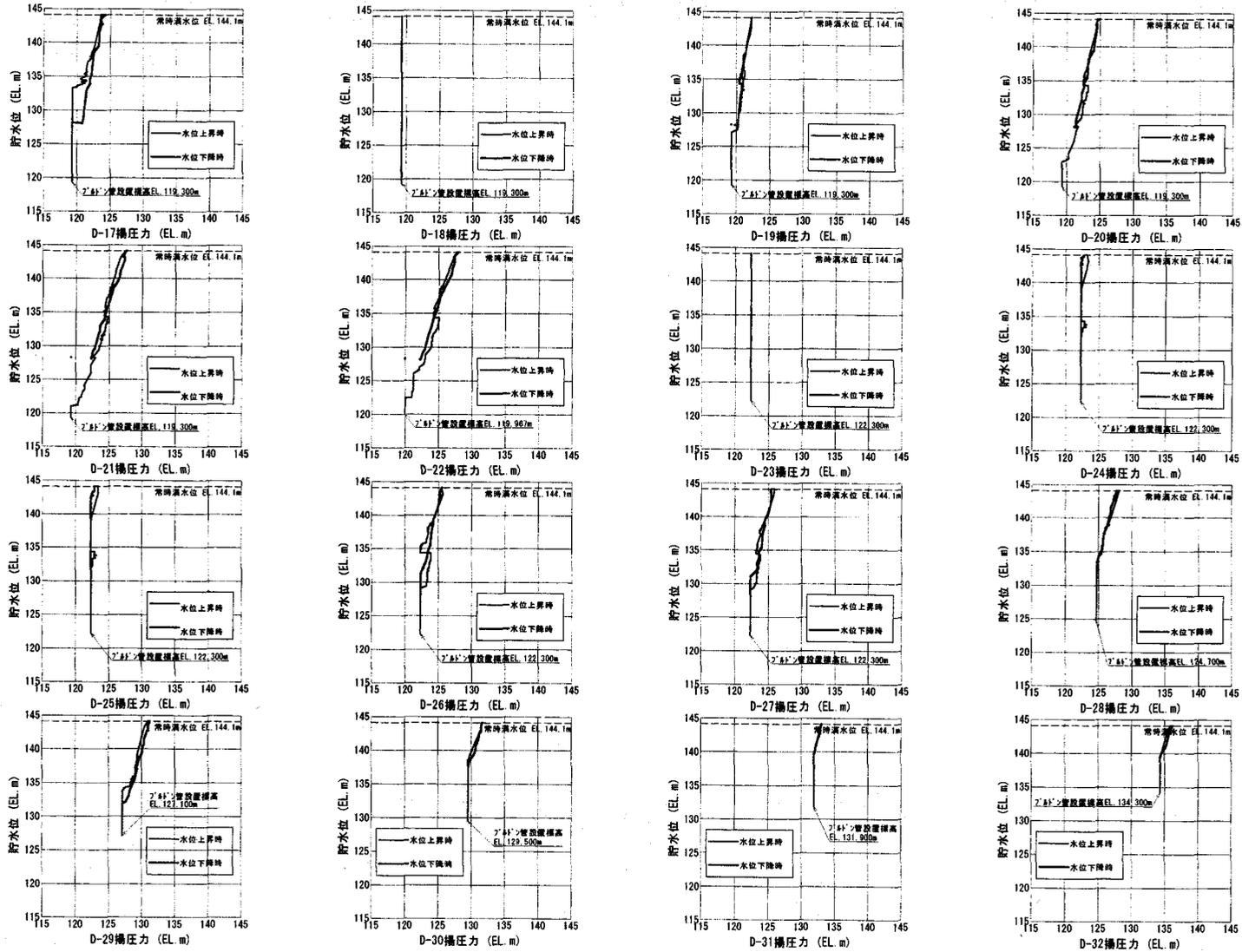
注)管理基準警戒体制 300%/min(全体漏水量)  
 注意体制 250%/min(全体漏水量)

図-13 貯水位～揚圧力相関図 (1) 左岸

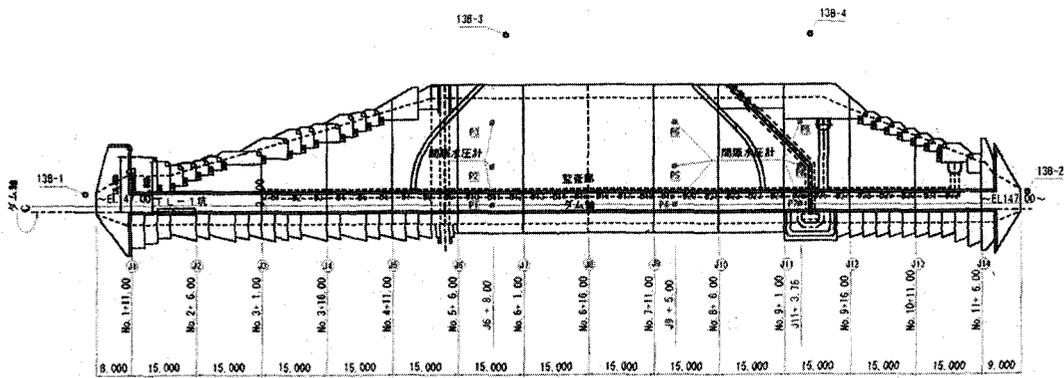


測定方法：一斉閉塞法

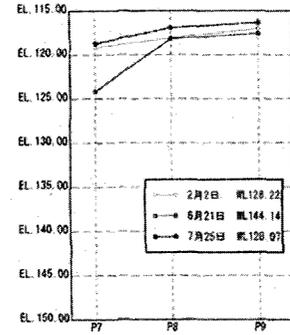
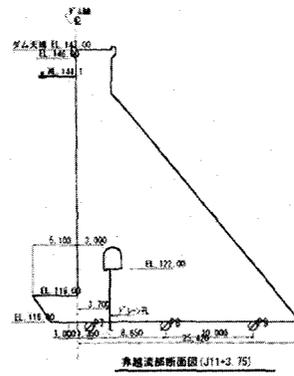
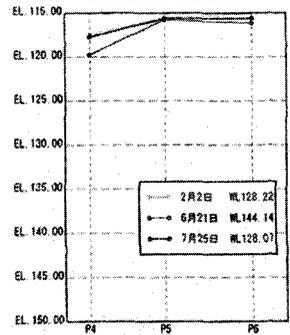
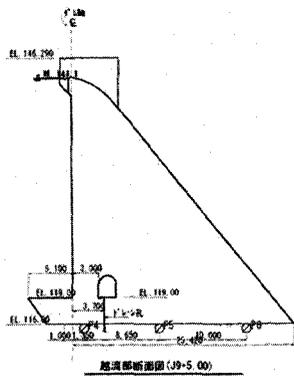
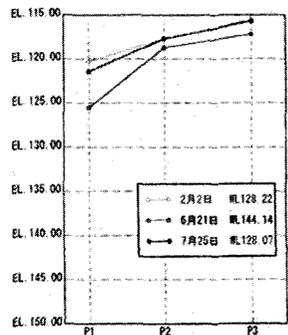
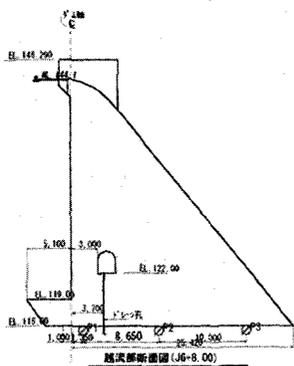
図-14 貯水位～揚圧力相関図 (2) 右岸



測定方法：一斉閉塞法



图一15 堤体横断面间隙水压、扬压力分布图 (常时满水位时)



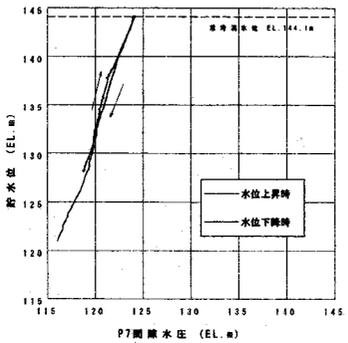
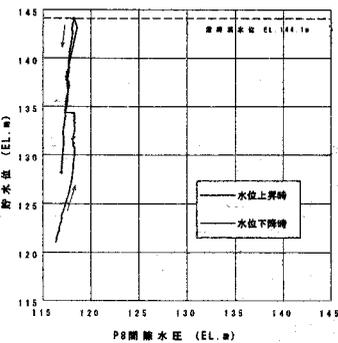
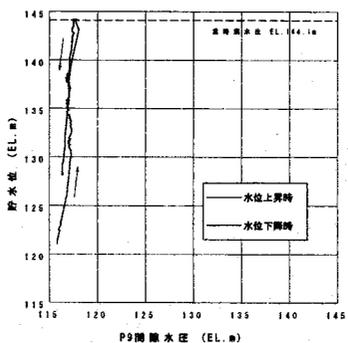
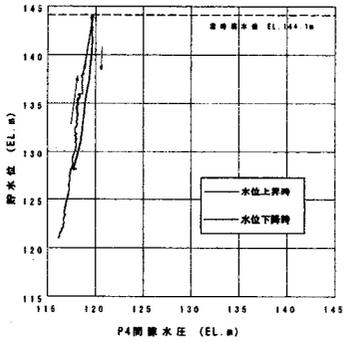
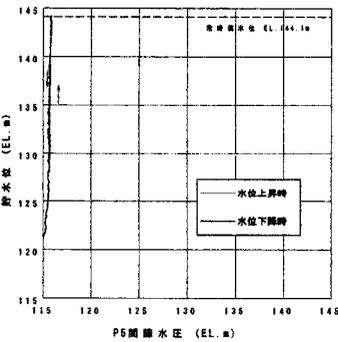
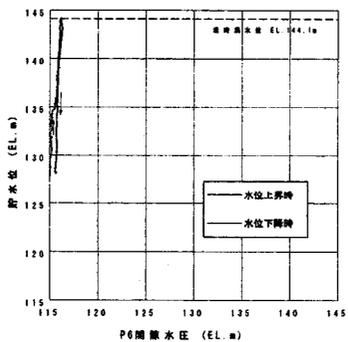
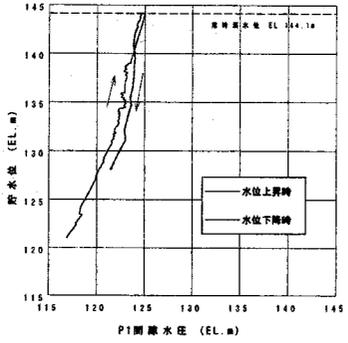
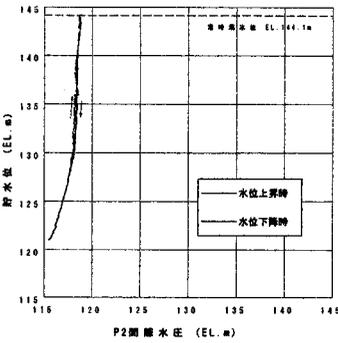
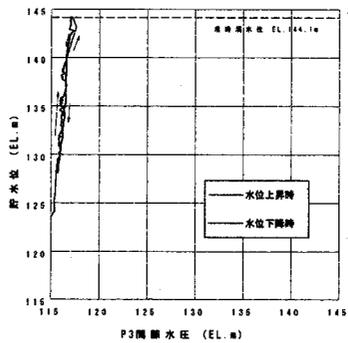


図-16 貯水位～間隙水圧相関図

れない。(図-16参照)

このことから、基礎岩盤内には貯水圧の作用による岩盤亀裂の変化は生じておらず、基礎の浸透破壊に対しても堤体の安定性に対しても何の問題ないと判断される。

#### 5. 地震後の追加調査

芸予地震後、カーテングラウチング（リムグラウチング）の止水効果確認を行うため、堤体左右岸地山取付部の止水ライン下流側並びに堤下流に計4孔のボーリングを施工し、地下水位観測を行った。

この結果、兩岸とも止水ラインの下流側では、貯水位の上昇の段階で貯水位よりも地下水位が低い状態を示している。

この状況によりカーテングラウチングの効果は、大きな地震体験後にも発揮できていると判断した。(図-17参照)

#### V. おわりに

佐古ダム試験湛水は、渇水期の年に当たったため計画どおりの湛水が出来なかった。このため試験湛水計画の変更を5月に行い、河川管理者の了解を得ることで洪水期に貯水することが出来た。この間、予期しない集中豪雨の到来で急激な水面上昇となる状況もあったが、無事に常時満水面までに到達することが出来た。

また、湛水の途中過程において芸予地震を体験した。この地震は、前触れなく休日の午後が発生したため、マニュアルどおりの緊急召集に手間取り、さらに緊急点検の不慣れで計測等に要する時間を費やした。

また、地震直後のダム状況は、第1報として各関係機関にはかろうじて報告できたが、その後は一般回線が不通状態となり、本部（事業所）との連絡さえも4時間以上不能となった。ダム管理を担当する者として、地震直後の初動としてダム安全性確認と挙動に対する対応を緊急かつ敏速に行う必要があることを痛感した。なお、この地震を教訓に、緊急時の連絡通信施設としてダム管理所と災害本部（事業所）を結ぶ緊急防災電話を設置した。

最後に、ダムとしての完成合格通知は平成14年1月30日に受領したが、試験湛水中の満水位期間が短時間（7日程度）であったため、観測計器の挙動と管理値の妥当性、貯水池と地山地下水の水位変動状況の把握など、細かい点の問題はまだ数多く残っている。これらは今後のダム運用過程の中で、データの収集・整理を行い、佐古ダム管理基準値の確立とダム管理のⅡ期からⅢ期へ移行する判断材料として充実を図っていくこととしている。

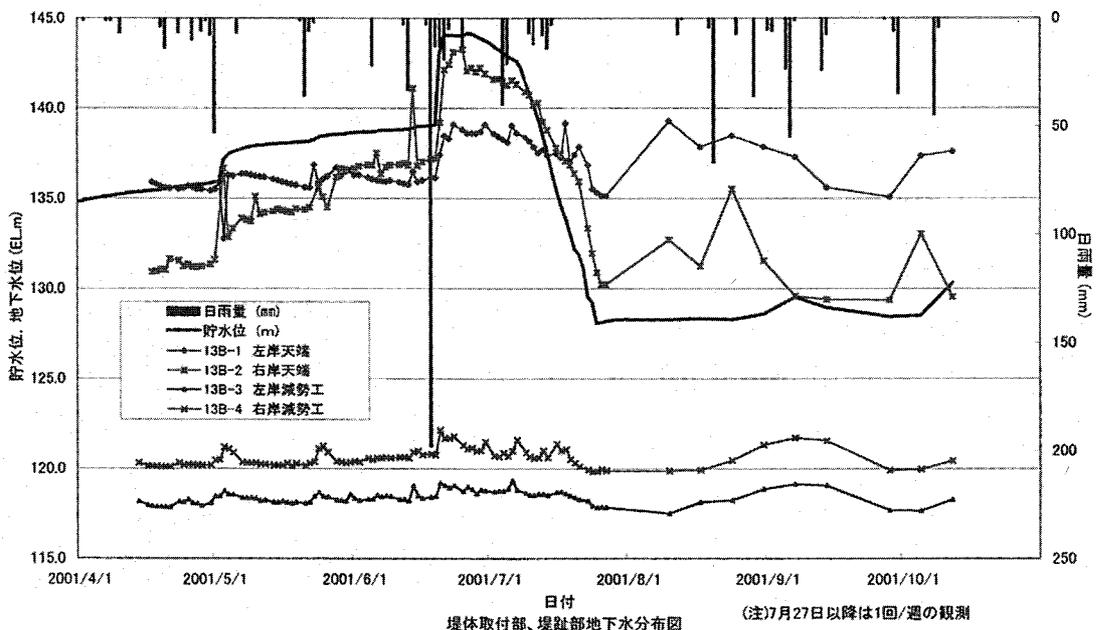


図-17 堤体取付部、堤体下部地下水観測結果



### 3. NATM (ナトム) 工法の概要

NATM (New Austrian Tunnelling Method) とは、地山の強度劣化を防ぎ、トンネル周辺の地山が本来有している耐荷能力を積極的に活用するために吹付けコンクリートやロックボルトを主たる支保部材として、現場計測による管理のもとにトンネル掘進を行う工法であり、特徴は以下のとおりである。

- ①吹付けコンクリートが地山と密着して緩みの領域の増加を抑え、ロックボルトとともに周辺地盤を補強することによって安定したアーチを形成する事ができる。
- ②支保応力、地山・支保の変形などを系統的に計測し、ロックボルト長、ロックボルト間隔、吹付けコンクリート厚など定量的に設計し、更に計測結果を施工へフィードバックするなど地山特性に最も適合した合理的で安全な設計と施工を進めることができる。
- ③不安定な岩盤や、土被りの浅い場所などに対しても基本的には適用することが可能。
- ④地山自身の支持力を十分に発揮させるため、堅硬な構成支保を用いることは希であるので、省資源的な覆工を行うことができ、経済的にトンネルを造ることが可能。
- ⑤矢板工法(従来工法)に比べて、水密性の高い覆工ができる。
- ⑥施工上、内空断面を広く有効に使えるので、安全性、作業能力が高まる。

### 4. トンネルの構造と掘削方法

トンネルを施工する脊振山系は地質学的には糸

島花崗閃緑岩地帯であり、トンネルの設計に先立って種々の地質調査を行い、地山等級(掘削タイプ)を5種類(DⅢa, DⅢb, DⅡ, DⅠ, CⅡ)に等級分類した地質断面を図-3に示す。

#### (1) 地山等級による掘削工法

##### ①側壁導坑先進工法(DⅢb)

最も岩質の悪い起点部の坑門付近DⅢb区間は、側壁導坑を施工後、上半掘削を行い、後に下半掘削を施工する。

側壁導坑先進工法とは、トンネル掘削断面の左右側壁部に先行して、小断面トンネルを掘削する方法で、支持力の不足する地山の沈下防止に効果があり、同時に地質確認も行う工法である。

側壁導坑はフォアパイリング(先受工)、機械掘削、一次吹付け、鋼製支保、二次吹付けの順に施工した後、覆工コンクリートを施工するものである。上半掘削に当たってはリングカット・核残しとし、施工順序はフォアパイリング、機械(トンネル掘進機)掘削、一次吹付け、金網、鋼製支保、二次吹付け、ロックボルトを施工するものである。下半掘削には大型ブレイカを用いる。掘削断面は下図(図-4)に示す通りである。

##### ②上半先進ベンチカット工法(DⅢa, DⅡ, DⅠ) (ショートベンチカット工法)(上下半同時併進)

各掘削パターンとも上半先進ベンチカットで上下半同時併進(ベンチ長≒30m)となる。同時併進の場合、下半断面は上半断面の道路確保のため半断面施工とし、下半の1サイクル進行長は上半の2倍を施工する。

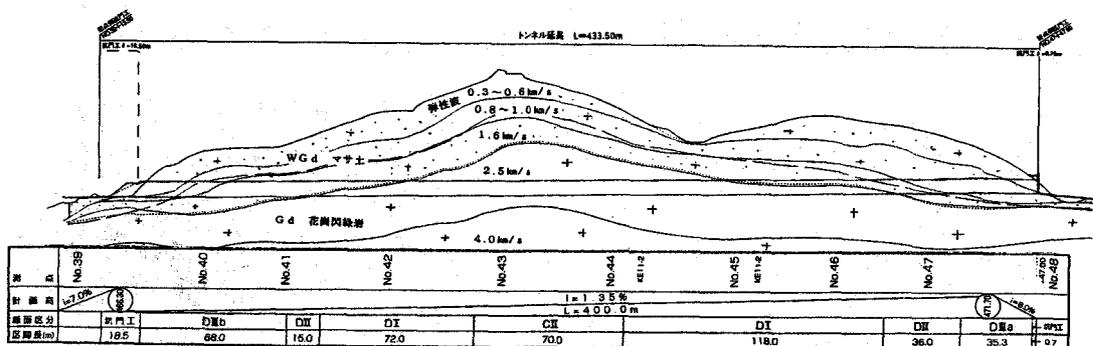


図-3 地質断面図

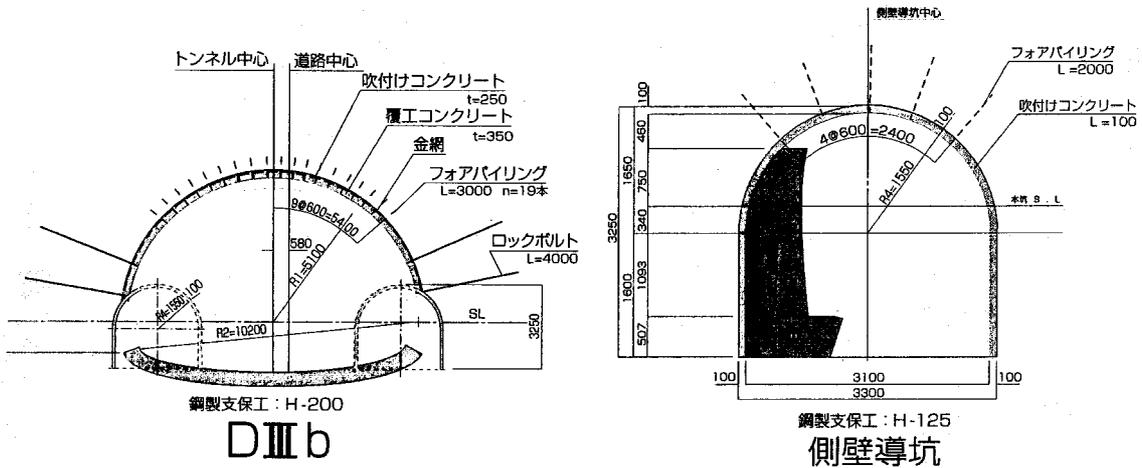


図-4

終点部の坑門付近DIII aの上半掘削については、DIII bと同様である。下半掘削には大型ブレイカーを用い、一次吹付け、金網、鋼製支保、二次吹付け、ロックボルトを施工するものである。

DII～DIについては、DIII aと同様の工法であるが、リングカット・核残しの必要性がなく

また、フォアパイルリングも施す必要がない。

DIII～DII区間のインバートについては、できるだけ早期閉合となるよう漸次インバート掘削、コンクリートと施工する。掘削断面は図-5に示すとおりである。また、掘削からの施工状況を写真-1に示す。

③補助ベンチ付全断面工法 (CII)

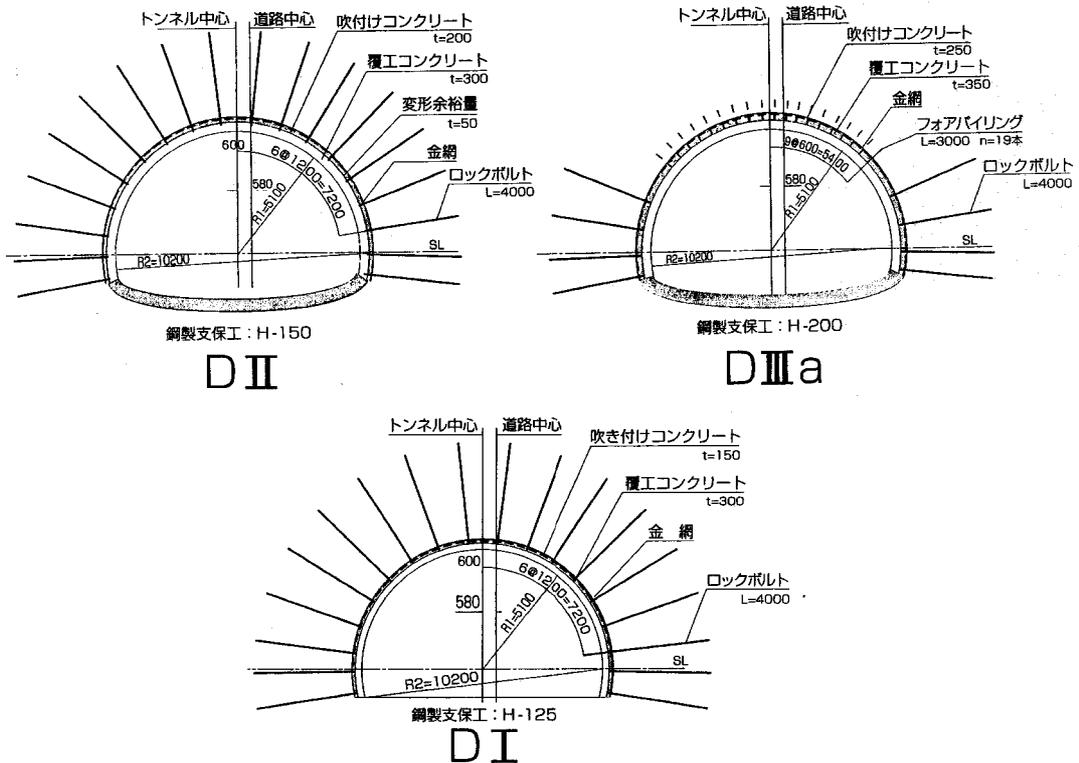
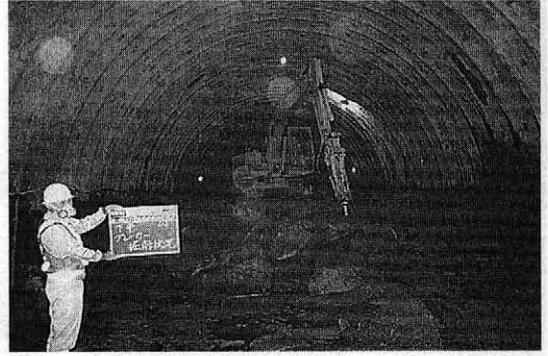


図-5



上半掘削状況（軟岩掘削機 ロードヘッダ）



下半掘削状況（大型ブレーカ）



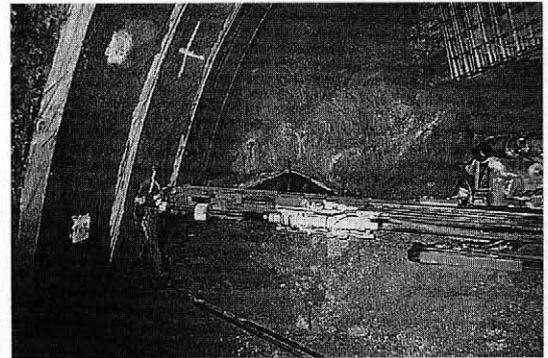
ずり出し状況（ホイールローダ）



支保工建込状況（ドリルジャンボ）

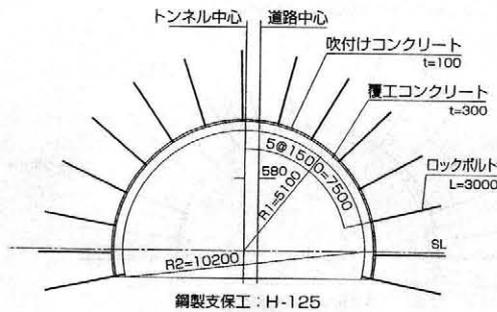


吹付状況（吹付ロボット）



ロックボルト削孔状況（ドリルジャンボ）

写真-1 施工状況



C II

図-6

中央部のCⅡについては、堅硬な花崗閃緑岩からなり、補助ベンチ付全断面工法の発破掘削である。この工法は、穿孔にドリルジャンボを用い発破掘削を行った後一次吹付け、鋼製支保、二次吹付け、ロックボルトを施工するものである。掘削断面は図-6に示すとおりである。

## 5. 施工中の崩壊に対する対応について

### (1) 掘削の状況

当トンネルの地質は、糸島花崗閃緑岩の分布域でありマサ化が進行した地山である。崩壊はトンネル起点側坑口より76m地点（土被り約15m）、DⅢaの施工時の上半掘削の1次吹付コンクリート作業中に、切羽右側肩附近より天端の部分発生し、約150m³程度の土砂が坑内施工区間に堆積した。その際支保完了区間（L=7.0m）も約25cm程度押だし、さらに崩壊箇所上部地表面に幅3.0m長さ4.5mにわたって陥没し、崩壊時には多量の湧水があった。

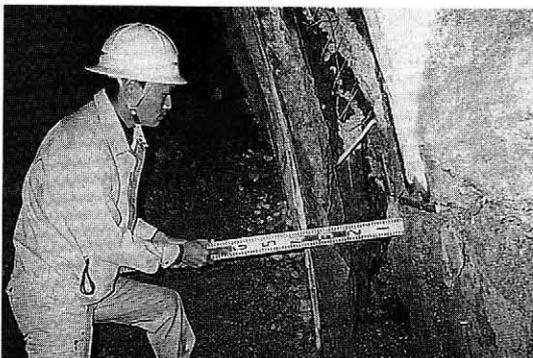
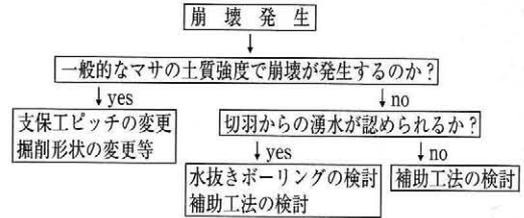


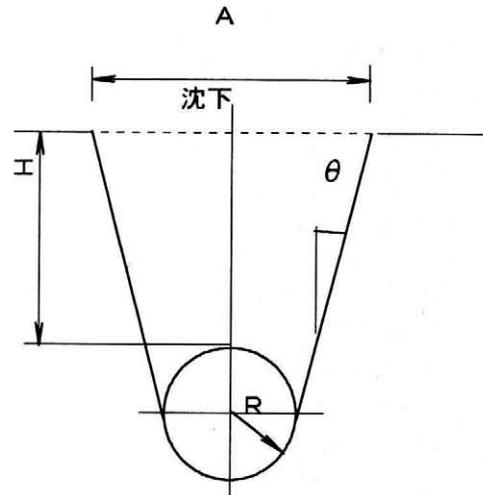
写真-2 崩壊状況

### (2) 崩壊機構及び調査

崩壊機構の調査計画として、以下のフローチャートを示す。



#### ① 崩落機構の検討



$$A = 2\{(R+H) \tan\theta + R\}$$

R：推進（シールド）の半径

H：埋設深さ

θ：すべり角度

この場合のθはすべり角度で、クーロンの主動土圧論により、一般的には

$$\theta = 45^\circ - \frac{\phi}{2}$$

(φ：土の内部摩擦角)

$$\therefore R = \frac{A - 2H \tan\theta}{2(\tan\theta + 1)} = \frac{4.5 - 2 \times 15 \tan 27.5}{2(\tan 27.5 + 1.0)} = -3.66$$

$$A = 4.5\text{m}$$

$$H = 15.0\text{m}$$

$$\theta = 27.5^\circ$$

R = -3.66となり計算が成り立たない。

よって、今回の崩壊はマサの土質強度だけで発生したものではなく、湧水等による強度低下が複雑に発生したものと考えられる。

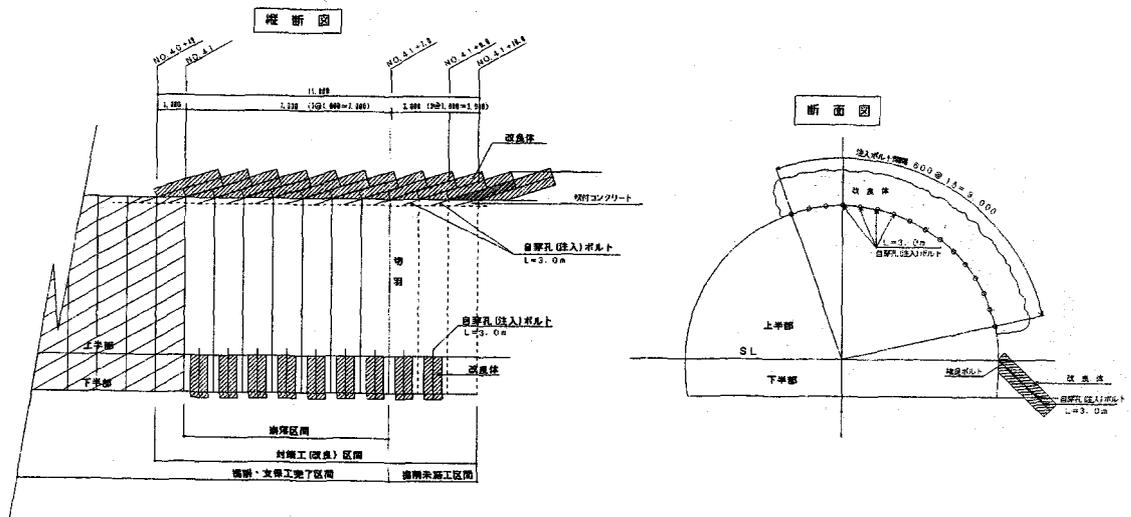


図-7 ウレタン注入工概念図

### (3) 対策工法の検討

- ①ウレタン注入式フォアパイリング工法
- ②盤固結工法 (ウレタン注入)
- ③LW注入工法
- ④垂直縫地工法

今回の崩壊の対策として上記の4工法で検討を行った結果、下記のような特色があるウレタン注入式フォアパイリング工法を採用した。

- 1) 施工概要—ドリルジャンボにより圧入 (自穿孔) ボルト (L=3.0m) を打設し、圧入ボルトにより速硬性のウレタン圧入を行い、各圧入ボルト間の空隙を充填して肌落ちを防止する。また、団結強度の高い地山ゾーンの形成と圧入ボルトの相乗作用によって、岩盤固結を行うもので、天端・切羽を補強する。

#### 2) 特色

- ・現場で採用されている設備・機械がそのまま使用でき、掘削後支保工の施工が完了するまで切羽の自立を保持できる工法。
- ・ウレタンが4倍程膨張するため、崩壊性地山に対して、改良強度が高くまた、高い接着性を持つため改良ゾーンが小さくてすみ、引張強度もある。
- ・切羽、施工箇所を見ながら注入するため、1回毎に効果の確認ができ薬液の増減ができる。

### ④対策工の施工

以下に対策工の施工手順を説明する。

- 1) 注入機の設定：台車または平坦な場所を選定して水平に設置する。
- 2) ホースの接続：薬液吐出用ホースにハイロンホースを接続する。
- 3) 削孔：注入目的部を削孔する。この時、約φ38~42mmのビットを使用し、ボルト長よりも20cm程度長く削孔する。
- 4) ボルトの設置：1Fボルトを削孔内に挿入し口元をシールする。
- 5) 合流部の接続：ボルト後部 (カプラー) に、ミキシングユニットを接続する。
- 6) 薬液の投入：注入機のA・Bタンクに各々A・B液を投入する。この場合、タンク内にゴミが混入しないように注意する。
- 7) 薬液の注入：ホース先端部において吐出状況を確認した後、ホースをボルトに接続して注入を開始する。
- 8) 注入中の確認：注入中は次の項目に注意する。
  - ①周囲地山からの薬液リーク
  - ②タンク内の薬液量
  - ③注入圧力の変化
- 9) 注入の終了：終了する条件に達した場合には、モーターを停止し圧力の低下を確認してホースをはずす。

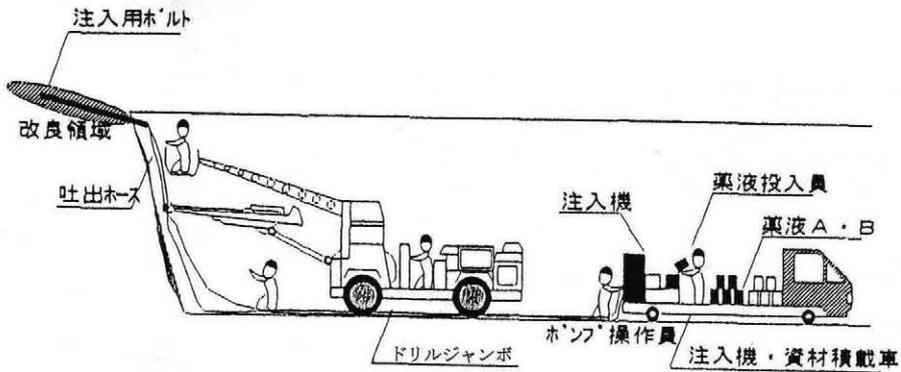
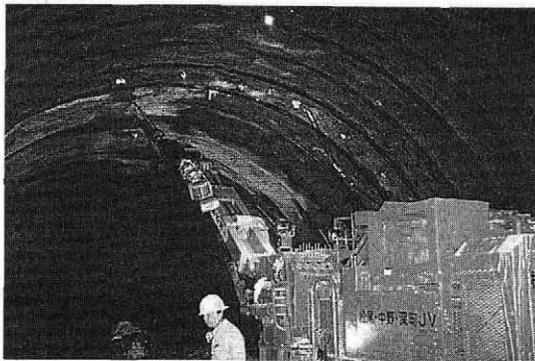


図-8 作業概略図



削孔及び注入状況



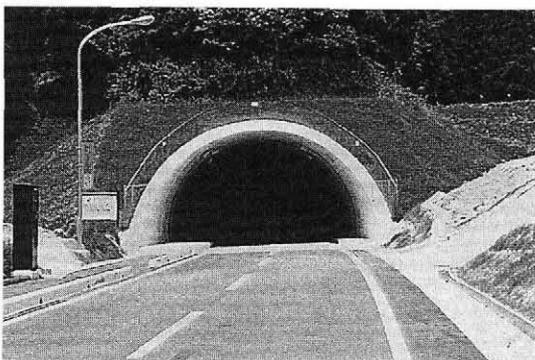
ウレタン注入完了

写真-3 対策工施工状況

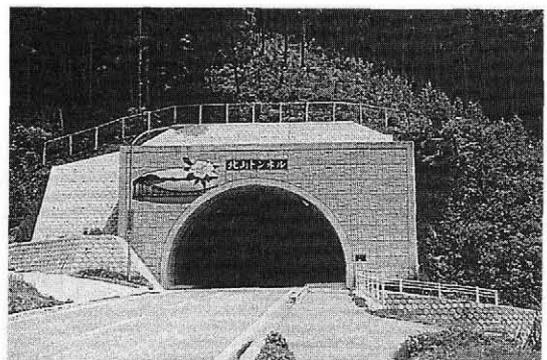
## 6. 坑門工

起点側の坑門については、山の地形がなだらかであり、周辺には清流古場川があり非常に優れた

景観を有している。このため、地山の安定と、景観への配慮から突出型の竹割式を採用した。終点側の坑門については、山が比較的急峻で地山に坑門を設けるため、面壁型のウイング式を採用した。



起点側



終点側

写真-4

## 7. おわりに

北山トンネル工事は、平成11年度で完了し、同年度末には2工区（L=4,220m）が開通し、本トンネル工事は、土質状況も比較的よくまた、関係者の努力により無事故で予定通りに完了することができた。

現在、本広域農道は、地域の基幹農道として、

農産物流通の合理化等の地域農業の発展に大きな役割を果たしている。また、佐賀北部2期地区（3・4工区）L=8,310mも平成15年度の完了に向け、着々と工事が進められている。広域農道の全線が開通すれば更なる農業の発展が期待されるとともに、本農道が住民の生活道路として、また、観光面等に多面的に活用され地域の発展に寄与できるものと期待している。

## 浦見川の開削と新田開発

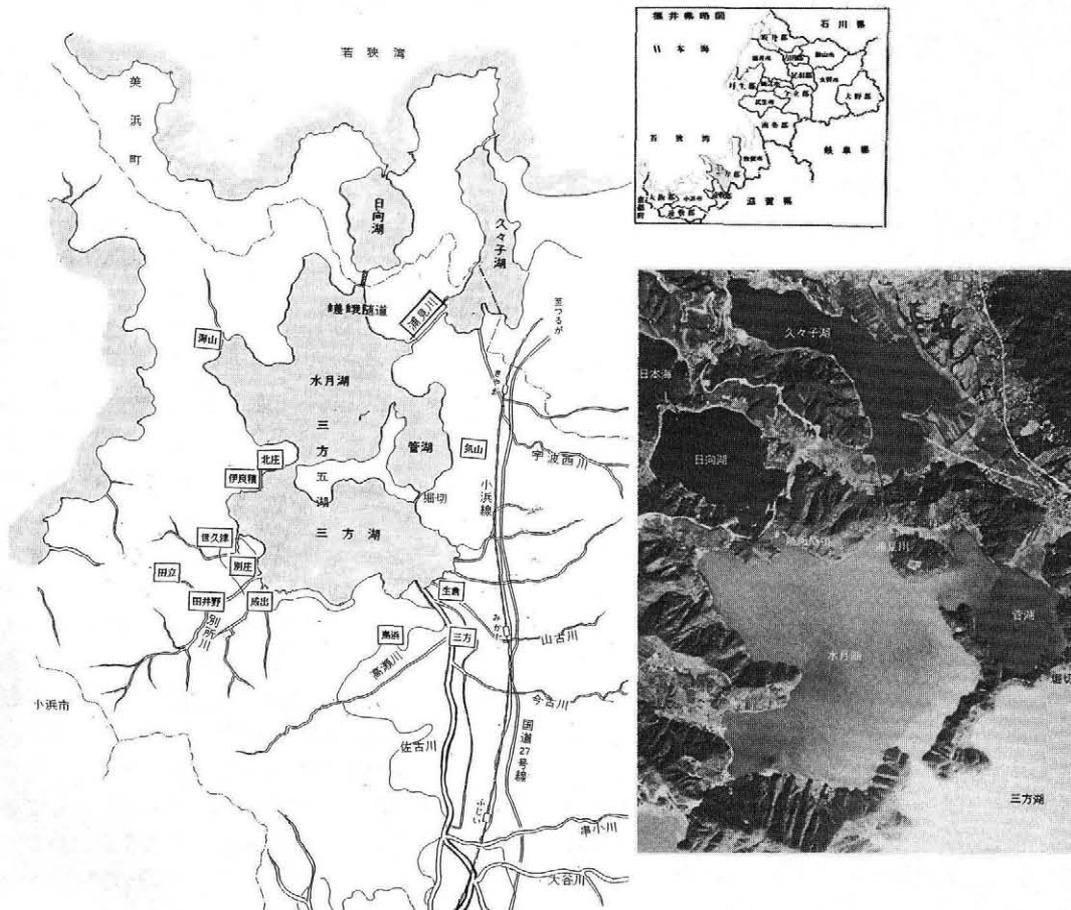
藤本 政男\*  
(Masao FUJIMOTO)

若狭なる三方の湖の浜清みいゆきかえらい見れどあかぬかもと万葉集に詠われ、若狭を旅した人々は古くから三方五湖の美しさに目を見はったことが偲ばれる。

国の名勝『三方五湖』は、若狭湾国定公園の中にあり三方湖、水月湖、菅湖、久々子湖、日向湖の五つの湖は、それぞれ疎水で繋がっている。これらの疎水は江戸時代に掘られたもので、寛文4

年（1664）に約2カ年の歳月を費やし、最初に完成したのが浦見川である。

浦見川は、水月湖と久々子湖を隔てる山（浦見坂）を開削した幅4間（7.2m）延長180間（324m）の水路で、浦見川を舟で下ると、その左岸岸壁の中央下方に約2m（1.8m×2.1m）の四方マス形の痕跡がある。これは、開削の難工事が完成したとき、これを記念して、その始末と奉行の名などを



図一 三方五湖と嵯峨隧道・浦見川・堀切

\*福井県三方郡三方町産業振興課 (Tel. 0770-45-1111)

ここに彫りつけさせよとした名残であるといわれている。工事を担当した小浜藩郡奉行、行方久兵衛は、業績を切り通しの岸壁に彫るつもりでマス形を削ったのであるが、彫刻の文字は百年程しかもたないと言われ、見合わせたという。また、一説では、彼の母が「石に彫った文字など、いつかは消えてしまう。本当に立派な仕事があるならば、その仕事の成果とともに名前も後世に残るであろう」といって、その彫刻に反対したので、文字を刻むことは中止となり、マス形だけが今に残っているとされている。

浦見坂を切り開いて、三方湖岸に広大な新田を得ようとする計画は、既に京極氏の時代（慶長5年に京極高次が小浜城主となり、寛永11年まで、京極氏が若狭を治める）からあった。三方・水月の両湖は、自然の排水口をもたず、ただ僅かに溢れた水が、菅湖から気山を経て久々子湖に流れ出る気山川によって細々と流れているに過ぎず、水位は非常に高かった。長雨ともなれば湖岸の田畑、家屋はすぐ浸水し、常に氾濫の脅威にさらされていた。幕府や藩が新田の開発に力を入れていたこの時代、数回にわたり浦見坂の開削が計画されている。資金力のある商人の中には、利益目当てに干拓新田の獲得を計画する者も少なくなかった。いち早く目を付けたのが京都の大商人角倉庄七で、寛永3年（1626）に小浜藩へ浦見坂開削を願った。他にも同じ京都や大阪の商人らが計画をしたが、ついにだれ一人、着工の許可さえもらえず、京極氏時代には工事に着手することさえできなかった。それが寛文4年5月2日について完成したのは、寛文2年の大地震によって水没した、湖岸の集落救助をきっかけにしてであった。

寛文2年5月1日午前10時、突然大地をゆり動かした近江国を震源地とした大地震は、若狭湾一帯から大阪湾にかけての広い範囲に大きな被害をもたらした。三方湖の水面は、湖畔の長尾山から嵯峨山に至って3~4mも盛り上がり、西南の方は2mも下がってしまった。そして気山川は、河口付近の地盤が2.5m揺り上げられ、三方湖、水月湖の水が海へ通じる久々子湖への唯一の川が完全にふさがれてしまったのである。三方、水月の湖水はみるみるうちに氾濫し、ところによっては3.6mを超える高さになり、湖畔11カ村は水底に沈んでしまった。

この地震の様子を旧家に残る古記録は「親は子

供を呼び、子は親に抱きつき、おめき叫ぶ声、実にたとへていわんかたなき、悪鬼、羅刹の異国より攻め来るもかくあるまじきものと、我と我が身の置き所なきことをのみ歎き悲しむ有様は、ただ吹く風の荒波に舟にて渡海する心地にて、息をつぐひまもなき。かくの如くなる申忌、在々所々の神社仏閣まで屋根の瓦のひとつとして地に落ちずということなし。天下万民、村々過半つぶれて人馬多く死す……」と、その状況を書きとめている。

小浜城も天守閣がくずれ、土蔵はつぶれ、門や塀も壊れるという有様であった。時の藩主酒井忠直は「領内の人民の苦しみや、また、田地が減るのをみすみすそのままにしておくのは、領主である自分の恥である。壊れた城を直すのは、しばらく後回しにしても、急いで、溢れた水を海へ流す手配をするように」と、行方久兵衛（郡奉行）と梶原太郎兵衛（普請奉行）に現地調査を命じたのである。

震災の直後、藩命を受けた両人が湖畔の村々を見て回った時には、言語を絶する状態であったと言う。三方、鳥浜、向笠、田名、気山、田井、海山などの各村の田は水を被ること1,700~1,800石、湖畔11カ村の人びとは、自分の家や田畑をすてて、あちらの谷間、こちらの山陰に命からがら逃げ延びていた。

飽和状態になっている湖水を日本海に落とすために、久兵衛は寛永年間からの懸案であった浦見坂の開削を、太郎兵衛は気山川の改修を主張して互いに譲らず、両者の意見は一致しなかった。このため、酒井内匠と江見太兵衛らの老臣を再調査に差し向け、何度も審議させたが、意見は対立のままでもちらにも決定できなかった。結局、土地の様子に詳しい近くの村むらの庄屋に話を聞くことになり、その結果、浦見坂の開削を適当とする意見が大勢を占めた。気山川改修の方は、高さは11m足らずであるが、水月湖から久々子湖まで1.4kmあり、川筋は砂礫であるため崩れやすく、毎年川底の土砂をさらう必要がある。さらに材料や土置き場として150石の田畑が潰れることになる。それに引き換え浦見坂のほうは、高さは45m余りもあるが、水月・久々子湖の間は320m足らずで、しかも水の落ち口もよく、そのうえ工事によって潰れる田畑は6石余りで済む、という理由であった。このようにして浦見坂の開削計画が認

められ、藩の家来や領内の農民たちに、高百石につき人夫二人を出させ、行方久兵衛と梶原太郎兵衛の二人を総奉行として着工が命じられた。

命をうけた二人は、すぐに浦見坂に出向いて真っ先に普請小屋を建て、工事に必要な器具を小浜の鍛冶に急いで作らせた。さらに、鍛冶・大工・下奉行（現場で工事を指揮する役人）・杖突（測量を担当する者）たちと、領内全域から集めた1,075人の人夫を合わせ全部で1,126人の分担を決め、寛文2年5月23日（一説に27日ともいう）辰の刻（午前8時）に鍬初めが行われた。

掘削工事は浦見坂の北と南の両側から行われ、工事は思いのほか順調であった。ところが数日もたたないうちに峠の南側から一大盤石があらわれ、工事は急に一歩も進まなくなった。つづいて北側からも難攻不落と思われる盤石が出現するに至っては、人夫たちのあいだから不平不満の声が上がり始め、震災の痛手と工事へのいらだちが、そのまま郡奉行である行方久兵衛へ向けられた。この時の人夫たちの気持ちをよく表した歌に、次のようなものがある。

「掘りかけて通らぬ水のうらみこそ  
底行方のしわざなりけり」

このように人夫たちの人心を失い、役人たちのあいだで普請中止の評議が出るなかでさえ、行方久兵衛の決心は変わらず、越前板取金山の鉱夫百人余りを呼び寄せた。さらに、京都の白川からも手慣れた石工を多数招き、そのうえ藩内各地から人夫も増員して、掘り口を少し北にずらせたところ、さしもの岩盤も切り開くことができたのである。

かくして、9月17日、一筋の水路がひらけ、5月以来氾濫していた濁流は決河の勢いで流れ、水路の西岸一帯の岩石を崩壊し、川底の石までも押し流して、自然の力による工事の急速な進展がみられた。その後、川底を掘り下げ幅を広げて、浦見川がほぼ現在の姿を整えたのは、それから1年8ヶ月後の寛文4年5月2日のことである。

およそ2年の歳月を掛けた浦見川の完成により、湖岸の浸水田畑を救っただけでなく生倉、成出の2村が生まれ、湖畔には90haを超える新田を得ることになったのである。

浦見川は現在でも、私たちに水害の恐怖から守り、行方久兵衛の果たした偉業は、これからも語り伝えられてゆくことだろう。

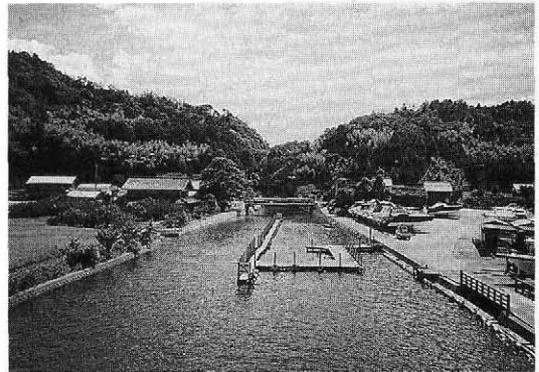


写真 浦見川全景

参考文献：三方町史  
三方五湖の周辺（浦見川開削の跡）  
三方湖畔に生きる

# 防護，環境，利用の調和のとれた海岸整備をめざして

—海岸環境整備事業 江戸泊地区—

津 吉 一 志\*  
(Kazushi TSUYOSHI)

西 村 洋 司\*  
(Youji NISHIMURA)

## 1. はじめに

昨今，環境意識や心の豊かさへの社会的なニーズが高まる中，従来の防護を中心とした海岸整備から環境，利用面にも配慮したきめ細かな整備が求められるようになってきている。折しも，平成12年4月に改正海岸法が施行され，防護・環境・利用の調和のとれた総合的な海岸整備に向け，新たな取り組みがスタートしたところである。

そこで，愛媛県における海岸環境整備事業（江戸泊地区）の取り組み事例を紹介し，今後の海岸整備の参考とするものである。

## 2. 事業概要

### (1) 地区の概要

本地区は，県都松山市から東に約50km，高縄半島の北端に突き出た波方町大角鼻に位置し，瀬戸内海国立公園の特別区域に指定された風光明媚な海岸で，背後の平坦な農地では大根や玉葱などが栽培されている。

約500mの砂浜が広がる海岸では，瀬戸内海特有の多島美が一望でき，特に，平成11年5月に開通した「しまなみ海道（西瀬戸自動車道）」に架かる世界初の3連吊橋（来島海峡大橋）の雄大な景観が眺望できるなど，近年隠れた観光スポットになっている。

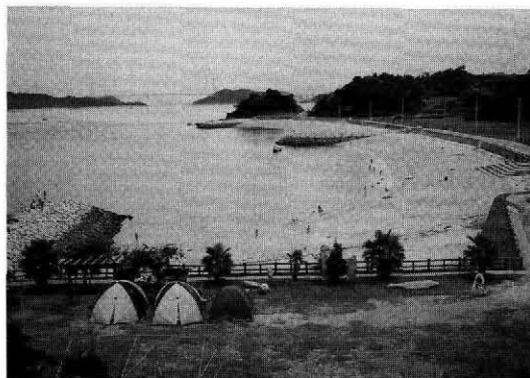


写真-1 来島海峡大橋の眺望が美しい江戸泊海岸

\*愛媛県今治地方局産業経済部第一土地改良課 (Tel. 0898-23-2500)

(2) 整備計画の概要

今では年間約2万人の利用者で賑わう当海岸も、平成元年当時は市街地から遠く離れているうえ、アクセス道路も未整備であったことから人も疎らで閑散としていた。

海岸線は、冬季波浪や岬特有の速くて複雑な潮流の影響で漂砂の移動が激しく、汀線が年々後退して既設護岸の基礎が露出するなど侵食がかなり進んでいた。また、背後農地についても台風や冬季波浪による越波の被害が著しく一時は荒廃が心配されるなど、侵食、越波の両面にわたる対策が喫緊の課題となっていた。



写真-2 侵食状況（整備前）



写真-3 越波状況（整備前）

このような状況の中、えひめ瀬戸内リゾート構想の重点地区に指定されていた波方町では、大角鼻一帯を「海峡、島、橋を望む自然を生かした憩いの場」と位置付け、平成元年から3ヵ年かけて、背後の丘陵地を地域住民や都市との交流を目的とした「大角海浜公園」として整備することになった。

愛媛県では、こうした波方町の取り組みに併せ、平成3年度から本地区に県営海岸環境整備事業を導入し、防護対策と併せて環境、利用面にも配慮した総合的なレクリエーション拠点づくりを行ってきたところであり、以下にその事業概要を紹介する。

<事業概要>

- ① 総事業費：520,500千円
- ② 工期：平成3年度～平成11年度
- ③ 工事概要：下表のとおり

事業名	事業主体	施設名	工事概要	事業量
海岸環境整備事業	愛媛県	突堤工	延長約 500m の海岸に突堤工を 3ヶ所設置し、海岸砂の侵食を防止する。	L= 155m N= 3 箇所 (自然石)
		養浜工	海岸砂浜の後退を防ぎ、沖合い約 50m 付近に潜堤を設け、砂を補給して砂浜を保持する。	潜堤(捨石式) L= 337m 養浜工 W= 約 50m
		階段工	海浜へのアクセスを容易にするため、階段工を 6 箇所設置する。	N= 6 箇所 (緩傾斜型)

(参 考)

事業名	事業主体	施設名	内 容	施工年度
大角海浜公園整備事業 (ふるさと特別対策事業「ウエーブフロントプラザ」計画)	波方町	アクセス道路	L=1,243m (車道 5.5m、歩道 2.0m)	H1~H2
		展望台	1棟	H3
		海浜広場	5箇所	H3
		駐車場	1箇所	H3
		遊歩道	L=200m	H3
		その他	トイレ、シャワー棟、パーゴラ、休憩所、植栽等	H3

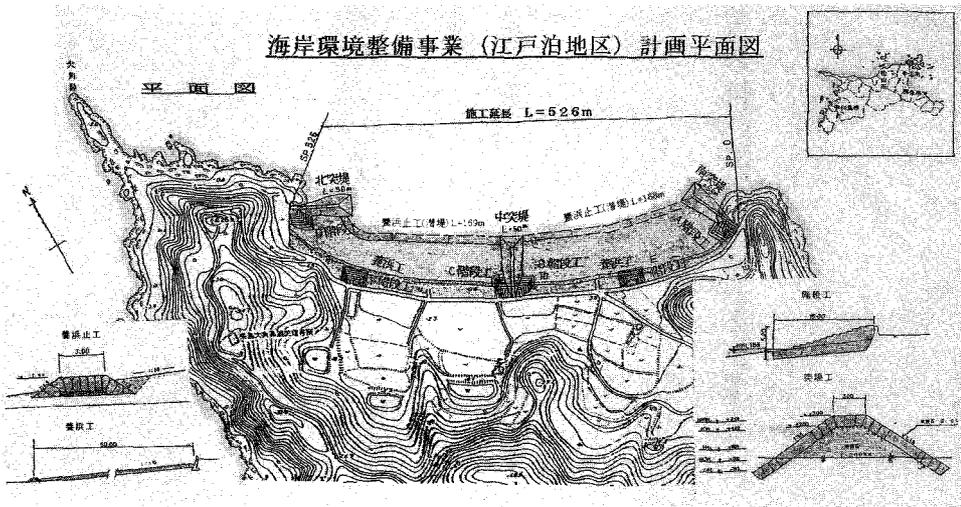


図-1 海岸環境整備事業 (江戸泊地区) 計画平面図



図-2 大角地区事業計画鳥瞰図

### 3. 事業実施に当たっての留意点

- (1) 本地区一帯は瀬戸内海国立公園の特別区域内に位置し、優れた自然条件と歴史的遺跡に恵まれた地域であることから、出来るだけ自然のままの状態を残すこととし構造物は最小限に留めた。また、工事材料は自然石又は景観上自然環境を阻害しない材料を選定した。
- (2) 汀線の後退を止め安定した海浜の維持と越波防止を図るためには、一般的に離岸堤が有効とされているが、本地区では景観保全の面から潜堤による養浜工を行うこととした。
- (3) 本地区の周辺には良好な漁場や貴重な藻場（あまも）があり、また、沖合いが航路となっていることから、突堤及び潜堤の設計に当たっては海岸工学的な検討はもとより、漁業・生態系への影響、船舶の航行への影響等について詳細な調査を行うとともに、漁協等と十分な調整を図った。
- (4) 養浜工の効果的な計画を行うため、各施設（突堤、潜堤）が完成する都度、流況の変化や砂の移動状況等を追跡調査し、大きな移動が無いことを確認した上で養浜砂の投入を行った。

### 4. 養浜計画と追跡調査の結果

本地区周辺は潮流が速く、かつ不整流な動きをしているため、波浪等により砂が一たび沖合いへ出ると二度と復元することはなく、加えて、周辺部には多量の砂を供給する場所も見当たらないことから、養浜砂の流亡を如何に食い止めるかが本地区の懸案事項となっていた。このため、養浜工の施工に先立ち、着工前、突堤設置後、潜堤設置後の3回の追跡調査を行い流速、漂砂の移動等を確認した後、養浜砂の投入を行った。

以下、その結果を報告する。

#### (1) 養浜計画の概要

- ・養浜の規模は利用者数、生態系、潮位差（3.8m）等を考慮して幅50mとした。
- ・沖合い約50mに捨石式の潜堤（天端幅3.0m）を設け、養浜砂の流出を防止した。
- ・潜堤の天端高は漁船の航行と海水浴客の安全性を考慮して、干潮面下1.5mとした。
- ・後浜の天端高は(+ )2.20mとし、前浜勾配は潜堤までの間を1/10として計画した。
- ・養浜砂は、潮流による移動限界から中央粒径(d<sub>50</sub>)20mmの砂を使用した。

#### (2) 追跡調査の結果

着工前の流況は、南東⇄北西方向の往復流で地形に沿った流れを示しており、流速は比較的速く、特に、最強流速時では1ノットを越える流速であった。また、漂砂も潮流の影響を強く受け、南東、北西方向の移動が顕著に見られた。

一方、突堤及び潜堤の設置後における流況は、基本的には設置前と殆ど変わらないものの、流速については設置前後で約62%の減衰が見られた。また、砂の移動については設置後は潮流よりもむしろ潮の干満や波による影響が強く出ており、潜堤より陸側では砂の移動は僅かで、深浅測定の結果からも砂量の収支は変化していないものと推察される。

以上の調査結果を踏まえ、平成10年度、11年度の2カ年にわたり養浜砂を投入した結果、その後、大きな砂の移動は見られず現在も安定した砂浜を保っている。

なお、各段階毎の調査結果は次表のとおりである。

### 5. 事業評価

#### (1) 農業効果

整備後においては越波被害は殆ど無くなり、今では近隣の生産者7人で生産組合を組織し、栽培面積8haで年間約650トンの大根を生産しており、青首大根の優良産地として市場からも高い評価を受けている。

#### (2) 農業外効果

整備前は、わずかな海水浴客や釣人以外はあまり訪れる人もなく閑散としていたが、今では夏場の海

○流況調査

調査時期	調査年月	流速 (cm/s)				流向
		最大	対当初比(%)	平均	対当初比(%)	
着工前	平成4年2月	56.0	—	16.0	—	ほぼ南東⇄北西方向の往復流で地形に沿った流れである。
突堤設置後	平成6年12月	37.3	67	8.0	50	突堤付近では流れの屈折が起きているが、突堤間では着工前と基本的に変化なし。
潜堤設置後	平成7年10月	32.2	58	6.0	38	前回の調査と同様な流れである。

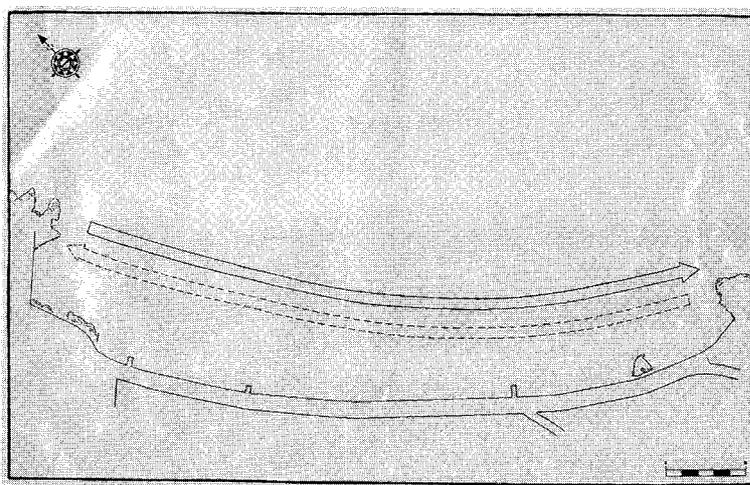


図-3 流況調査（着工前）

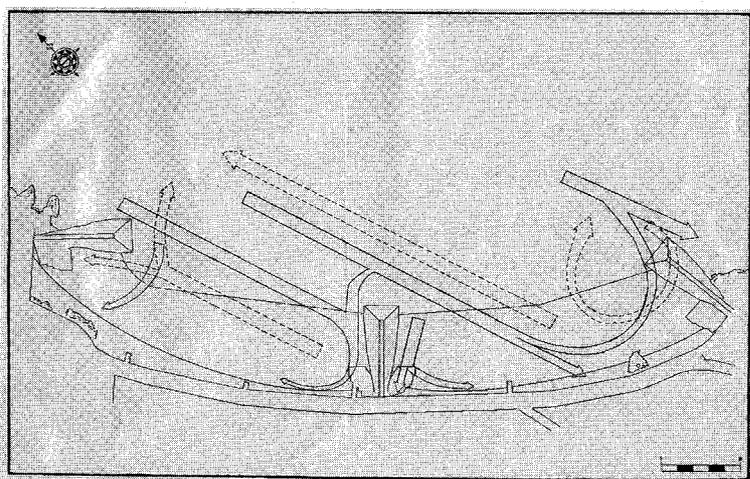


図-4 流況調査（潜堤設置後）

○蛍光砂調査

調査時期	調査年月	調査結果
着工前	平成4年2月	南東及び北西方向に拡散が見られるが、恒流が南東方向を示すことから南東方向に卓越している。
突堤設置後	平成6年12月	中央突堤より北側は南西～西方向に、南側は東と北西方向への拡散が顕著である。どちらも拡散形状が流向と異なるのは、突堤の設置により流速が減少し潮流による移動より干満による汀線際での浮遊移動が勝っているためと推測される。
潜堤設置後	平成7年10月	中央突堤より北・南側ともに一方向（陸側）への砂の移動が顕著で、北側は西方向に、南側は東方向となっており、他の方向への移動は殆ど見られない。

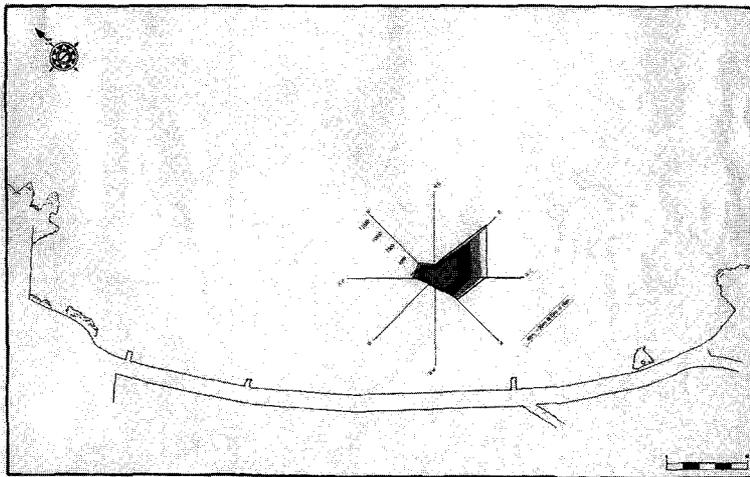


図-5 蛍光砂調査（着工前）

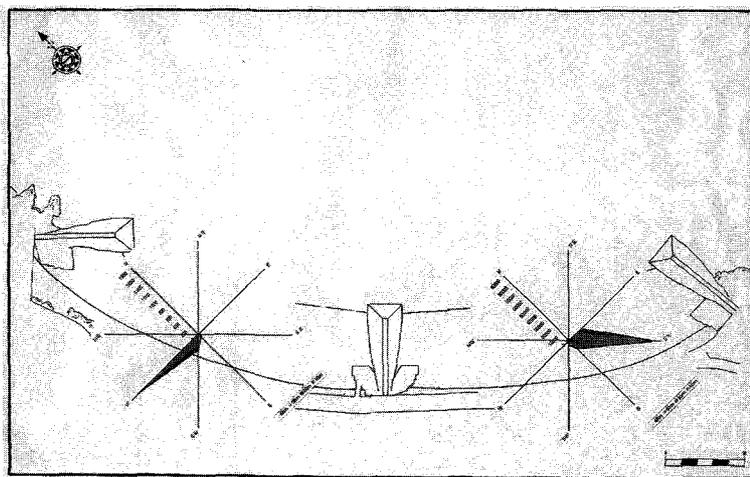


図-6 蛍光砂調査（潜堤設置後）



写真-4 台風時の状況（整備後）

水浴客を中心に年間約2万人の利用者で賑わっている。特に、7月20日の「海の日」を記念して開催される町主催の「なみかた海の祭典」には、県内外から約7,000人の家族連れが訪れ、観光遊覧船による岬めぐりやミニミニトライアスロン、カヌー教室、バザーなど盛り沢山のイベントで終日賑わっており、瀬戸内の自然を満喫できる海洋レクリエーションスポットとして定着しつつある。

また、イベント当日には海岸整備を担当した今治地方局第一土地改良課の職員も手弁当で参加し、「夢、うるおい、瀬戸内ふるさとづくり！」をキャッチフレーズに農業農村整備パネル展を行うと共に、海岸整備に関するアンケート調査を実施し利用者のニーズの把握に努めているところである。なお、今年のアンケート調査の内容及び結果は、次のとおりである。

①江戸泊海岸に満足していますか？

- ・満足している（93%）
- ・していない（7%）

②満足できる海岸とは？

- ・広くてきれいな砂浜のある海岸（33%）
- ・トイレ、シャワーが整備された海岸（30%）
- ・自然のままの海岸（24%）
- ・魚や海藻が豊富な海岸（13%）

③満足していない理由は？（記述）

- ・西側の海岸線に遊歩道が欲しい（11人）
- ・駐車場が狭い（6人）
- ・トイレ、シャワーの数が少ない（4人）

④江戸泊海岸にまた来ますか？

- ・是非来たい（75%）
- ・機会があれば来たい（24%）
- ・来ようと思わない（1%）



写真-5 海岸の利用状況（海の祭典）



写真-6 農業農村整備パネル展（海の祭典）

## 6. おわりに

愛媛県では、この度の海岸法の一部改正に伴い、防護・環境・利用の調和のとれた海岸の形成を目指して、今後20年間を見通した海岸保全基本計画を現在策定中であり、平成15年度から調和のとれた総合的な管理と計画的な事業実施を行うことにしている。

現場で直接、海岸の管理や整備に携わる者としては、これを機に海岸の実態を十分に調査し将来の整備の方向性を誤らないよう対処することは勿論であるが、自然環境や利用に対する社会的ニーズは時代と共に変化していくことを常に念頭に置き、日頃からその把握に努め、整備に当たっては地域の実態に即したきめ細かな対応を心掛けるべきと考える。

### 1. 会員の募集

水と土の発行は皆様の年会費によってまかなわれています。今後とも事業地区の技術情報の交流を図るためには会員の確保が重要となっています。会員の皆様には職場の同僚の方々に農業土木技術研究会の成り立ちや「水と土」をPRしていただき、会員の勧誘をお願いいたします。平成14年度の年会費は2,300円です。なお、別紙のPR版を作成しましたので会員の勧誘に活用いただければ幸いです。

### 2. 報文投稿の募集

「水と土」は会員の皆様からの報文投稿によって支えられています。報文は以下のように様々なテーマが考えられますので、これを参考に皆様が担当されている事業地区の状況を報文にまとめて投稿いただくようお願いいたします。併せて巻末の投稿規定も参照して下さい。

- ① 事業地区の段階は、企画、調査、計画、設計、施工、管理に分けられるので、構造物の施工の有無に関わらず、コスト縮減、創意工夫、新技術導入、環境配慮などの視点から取りまとめた報文
- ② ダム、トンネル、橋梁、揚排水機場等の大規模工事や長期にわたる債務負担行為工事等について、調査、計画、設計、施工の各段階での検討や実績を取りまとめた報文
- ③ 農業工学研究所や県試験場などへの依頼研究の成果について取りまとめた報文（研究依頼先との連名による）
- ④ 土地改良技術事務所、調査管理事務所が対応している技術検討や現場支援業務について取りまとめた報文（当該機関との連名による）
- ⑤ 海外派遣から帰任した職員の派遣先でのプロジェクト等について技術的見地から取りまとめた報文
- ⑥ 建設会社、コンサルタント等の会員について、普及性のある事例や技術検討について取りまとめた報文

### 3. 「水と土」表紙写真の募集

農業土木技術研究会では、会誌「水と土」の表紙を飾る写真を募集しています。

あなたが撮った「美しい農村や農業生産の風景」、「地域にとけこんだ農地、農業施設」、「水・土のふれあい」などを表紙に使わせていただきたいと思います。以下を参考に多数の写真を応募願います。

- ① 写真の種類：カラープリントでサービス版より大きいサイズで提出して下さい。
- ② 枚数：応募点数には制限がありませんが、未発表のものに限ります。
- ③ 応募先：研修会テキスト申し込み先に同じ
- ④ その他
  - (1) 応募写真の裏面にタイトル、コメント、住所、氏名、年齢、職業、性別、写真テーマ、撮影場所、撮影年月日を記入して下さい。
  - (2) 原則として応募写真は返却しません。
  - (3) 採用された写真の著作権は、農業土木研究会に属します。
  - (4) 採否は、編集委員会で決定します。
  - (5) 採用された場合は薄謝を進呈いたします。

# 農業土木技術研究会会員の募集

## 1. 創立30周年を迎えた「農業土木技術研究会」

本研究会は、全国の農業土木技術者の自主的な研究会です。その歴史は、昭和28年の「コンクリートダム研究会」にまでさかのぼり、事業の展開方向に即して変遷してきました。現在の「農業土木技術研究会」としても、平成11年度には設立30周年を迎えた歴史ある研究会です。

### 〈農業土木技術研究会の変遷〉

昭和28年 「コンクリートダム研究会」の発足：会誌「コンクリートダム」の発刊

昭和31年 フィルダムを含めて「ダム研究会」に拡大：会誌「土とコンクリート」に変更

昭和36年 「水路研究会」の発足：会誌「水路」の発刊

昭和45年 両研究会の合併

「農業土木技術研究会」の発足：会誌「水と土」の発刊

## 2. 技術力向上に資する「農業土木技術研究会」

本研究会は、時代のニーズを反映した事業の円滑な推進に必要な技術力の向上のため、農業農村整備事業の計画・設計・施工事例や技術的検討内容などの現場技術情報の発信と交流を一貫して展開しています。

研究会では、現場の技術報文を中心とした会誌「水と土」を年間4回発行し会員の皆様にお届けしています。また、時代に即した技術的な情報を提供する研修会も開催しています。

## 3. 会員が支える「農業土木技術研究会」

本研究会の活動は、皆様の年会費によってまかなわれています。

21世紀を迎え農業・農村の位置付けがますます重要になっている今日、本研究会に入会いただき、その振興の基礎となる「農業土木技術」に根ざした研究会の活動を支えて頂ければ幸いです。会費は2,300円です（会費は51年度より据置）。

入会の手続きは、研究会へ直接又は各職場の連絡員に会費を添えて申し込んで下さい。

申し込み様式は以下を参考にして下さい。

## 入会申し込み

平成 年 月 日

私は農業土木技術研究会に入会します。

氏名： \_\_\_\_\_

職場・所属： \_\_\_\_\_

職場住所（会誌送付先）： \_\_\_\_\_

電話番号 \_\_\_\_\_

問い合わせ先：農業土木技術研究会 事務連絡 大平  
〒105-0004 東京都港区新橋5-34-4  
農業土木会館内 TEL 03(3436)1960

# 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

〒105-0004 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

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14,500字程度（ワープロで作成の場合，A4版10枚程度）までとする。

4 原稿はなるべくワープロで作成し，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，農業土木標準用語辞典に準じられたい。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 ワープロで作成した原稿については，プリントアウトした原稿とともに文字データについてはフロッピーディスクでも提出すること。

6 手書きの原稿については，当会規定の原稿用紙を用い作成すること（原稿用紙は，請求次第送付）

7 写真，図表はヨコ7cm×タテ5cm大を242字分として計算し，それぞれ本文中の挿入個所を指定し，写真，図，表は別に添付する。（原稿中に入れない）

8 原図の大きさは特に制限はないが，B4版ぐらいまでが好ましい。また，原図をそのまま印刷に使用するので極力鮮明なものを提出すること。

9 文字は明確に書き，特に数字や記号などのうち，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 $\alpha$ （アルファ）

r（アール）と $\gamma$ （ガンマ）                k（ケイ）と $\kappa$ （カッパ）

w（ダブルユー）と $\omega$ （オメガ）        x（エックス）と $\chi$ （カイ）

lと（イチ）と1（エル）                    g（ジー）とq（キュー）

E（イー）と $\varepsilon$ （イプシロン）        v（バイ）と $\nu$ （ウプロシン）

など

10 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。

11 数表とそれをグラフにしたものとの並載はさけ，どちらかにすること。

12 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。

13 投稿の採否，掲載順は編集委員会に一任すること。

14 掲載の分は稿料を呈す。

15 別刷は，実費を著者が負担する。

