

# 水と土

No.155  
2008

特集／計画・設計・施工における  
コスト縮減取組事例

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

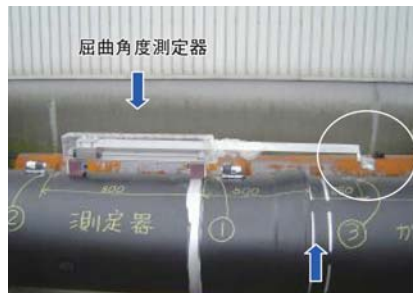


瀬戸川用水（岐阜県）

## ダクティル鉄管の継手による曲げ配管について (本文22頁)



地上配管実験



継手の屈曲位置

屈曲角度測定器による測定方法



測定プレートの距離から  
屈曲角度を計算する。

## 既設開水路を利用した管埋設工法 - 両総農業水利事業 南部幹線用水路における取組事例 - (本文28頁)



浮上防止金具設置状況



施工前



施工中



間仕切壁設置状況



注入孔及び確認孔削孔



エアモルタル注入

## 現地発生木質廃材を用いたリサイクル緑化工法 (本文64頁)



現地破碎状況



吹付状況



吹付法面拡大図

## 鋼製棧道橋の設計について (本文68頁)



現道確保し道路拡幅した事例



床版鋼製捨型枠の施工例

## 設計VEによる水窪ダム改修工事のコスト縮減計画について (本文77頁)



取水塔全景



鋼材の発生状況

## 伊江地下ダムにおける建設汚泥の有効利用について (本文81頁)



SMW機による施工状況



固化液注入時の状況



汚泥の養生状況

## 白寿の施設 古笹田堰 (本文85頁)



堰全景 (下流より望む)



堰下流右岸より望む

# 水と土

## C o n t e n t s

2008 DECEMBER No.155

### ◆お知らせ

平成20年度農業土木技術研究会研修会の開催案内 ..... 7

◆報文内容紹介 ..... 9

◆会員向けに「水と土」のWeb検索サービスを開始 ..... 11

### □巻頭文

災害用応急ポンプの有効活用に向けて 尾川幸彦..... 15

### □施 策

農業農村整備事業等コスト構造改善プログラムの策定について 山崎秀昭..... 17

### □報 文

ダクトイル鑄鉄管の継手による曲げ配管について  
木村 聡・飯山智弘・草野聡也..... 22

既設開水路を利用した管理設工法  
－両総農業水利事業 南部幹線用水路における取組事例－  
木原伸英..... 28

九頭竜川下流地区におけるコスト縮減  
番詰憲彦・金村 博・大塚直輝・中山公太..... 35

北野幹線水路北野Mサイホン工事におけるフルームインパイプの設計と施工について  
白枝 健・宮戸邦雄・下瀬 耕三郎..... 39

コンクリートボックスカルバート水路改修における軽量盛土工法によるコスト縮減  
菅野佑治..... 47

NATM工法による水路トンネルの施工とコスト縮減の取り組みについて  
小野健一郎・谷山廣行..... 52

現地発生木質廃材を用いたリサイクル緑化工法  
森迫光晴..... 64

鋼製栈道橋の設計について  
川口 裕・海野正哉..... 68

県営湛水防除事業桑原地区におけるコスト縮減の取り組み事例について  
今井 洋..... 74

設計VEによる水窪ダム改修工事のコスト縮減計画について  
増子昇二..... 77

伊江地下ダムにおける建設汚泥の有効利用について  
高須照幸..... 81

### □歴史的土壌改良施設

白寿の施設 古筑田堰 大西正修..... 85

◆会告 ..... 90

◆入会案内 ..... 91

◆投稿規定 ..... 93

## 平成20年度農業土木技術研究会研修会の開催案内

平成13年度の土地改良法の改正により、環境との調和への配慮が事業実施の原則とされ、全ての農業農村整備事業において、自然と共生する環境の創造に貢献する事業内容を含みながら事業が進められている。

従来から、農業・農村の基盤整備の実施に当たっては、地域住民の意見を踏まえつつ、地域の環境・景観等に配慮した整備を進めてきたものの、事業への環境配慮の原則化により、農業土木技術者には環境との調和に配慮した幅広い計画、設計、施工技術の取得が一層必要となってきた。

また、平成18年度に農業農村整備事業における生態系配慮の技術指針が策定され、農村地域の水田や水路等に生息・生育する生物を保全するため、生物のネットワークの重要性や工種横断的な環境配慮の手法等がより具体的に示され、平成19年度以降に着手又は計画変更する国営事業については、上記指針に基づき環境配慮計画を作成することが求められている。

このような状況を踏まえ、農業土木技術研究会では、「広域的な生態系保全の環境配慮対策 ～生物のネットワークの保全・形成を視点に～」をテーマに研修会を開催する。

- 開催日時：平成21年1月29日(木) 10:00～16:30 (受付は9:15より行います。)
- 開催場所：科学技術館 (サイエンスホール) TEL 03-3212-8485 FAX 03-3212-8485  
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 太田 信介
10:10	研究会賞表彰		
10:30	広域的な農村環境の保全	農村環境の広域的な保全に向けた取り組みについて紹介	農村振興局 設計課 計画調整室 課長補佐 山本 郷史
11:10	環境との調和に配慮した事業実施のための調査計画・設計の技術指針	技術指針について、制定の基本的な思想、全体像や重要ポイントについて紹介	(社)農村環境整備センター 研究第1部長 坂根 勇
11:50	昼食		
13:00	環境との調和に配慮した国営中信平二期農業水利事業について	希少生物保護対象等を検討する委員会や施設改修において地域住民等の意見による景観検討ワークショップの内容と進め方を紹介	関東農政局 中信平二期農業水利事業所 次長 伊藤 忠夫
13:40	環境に配慮した水路整備に必要なモニタリング	水路整備における事前調査結果を反映させた環境配慮対策の実施と効果検証に必要な事後調査方法について紹介	岐阜県 揖斐農林事務所 農村整備課 農村整備担当 技術課長補佐 熊谷 昌紀
14:20	コウノトリ野生復帰と生物多様性	コウノトリ野生復帰の現状とその生息環境を支える田んぼのあり方、生物多様性についての考えを紹介	兵庫県 豊岡市 コウノトリ共生部 コウノトリ共生課 コウノトリ共生係長 坂本 成彦
15:00	休憩		
15:10	農業と湿原の共生を目指して ～サロベツ地区の取り組み～	サロベツ湿原の自然再生を目的とした緩衝帯・沈砂池について、取り組みの経緯と緩衝帯実証試験の状況を紹介	北海道開発局 稚内開発建設部 稚内農業事務所 第1工事課長 加茂 榮哉
15:50	生態系保全対策の課題と展望	生物種保護にとどまらない生態系配慮対策の考え方、現地における留意点と今後のあり方について紹介	(独)農研機構 農村工学研究所 農村環境部 生態工学研究室 室長 森 淳
16:30	閉会挨拶		農業土木技術研究会理事

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機関誌「水と土」が手元に届いている方のことをいいます。
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4単位(予定)が認定されます。  
 継続教育登録会員の方は申込書に会員番号を御記入願います。
7. 申込方法：(1)申込期日 平成21年1月9日(金)まで  
 (2)申込先 〒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 TEL 03-3436-1960  
 FAX 03-3578-7176  
 (3)手紙又はFAXでお申込ください。



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、表面のFAX番号へお願い致します。

キリトリ線

農業土木技術研究会研修会 参加申込書

所属機関名  
 所在地 〒  
 電話番号

連絡者

所属	氏名	会員・非会員別	継続教育会員番号	備考

(備考)参加者多数の場合は、この様式で追加して下さい。



# 水と土 第155号 報文内容紹介

## ダクタイトル鑄鉄管の継手による曲げ配管について

木村 聡・飯山智弘・草野聡也

国営かんがい排水事業雄武中央地区は、北海道網走支庁管内の北部に位置する雄武町内で畑地かんがいを行うため、平成21年度の事業完了に向け、ダム及び水路の整備を進めている。

本報告では、地区の幹線送水路で、林道沿いの路線配置となり曲線が連続する沢木送水幹線水路において、ダクタイトル鑄鉄管の継手における曲げ配管によりコスト縮減を図った際の施工管理方法について、事例紹介するものである。

(水と土 第155号 2008 P.22 設・施)

## 既設開水路を利用した管理設工法

一両総農業水利事業 南部幹線水路における取組事例一

木原伸英

両総農業水利事業では南部幹線水路において、①経済性、②施工性、③社会性において有効な「既設開水路を利用した管理設工法」の施工実績を積重ねている。本報では「既設開水路を利用した管理設工法」の概要と有効性を紹介し、その具体的取組事例として平成19年度に施工した南部幹線水路その40工事における設計施工方法について報告する。

(水と土 第155号 2008 P.28 設・施)

## 九頭竜川下流地区におけるコスト縮減

番詰憲彦・金村 博・大塚直輝・中山公太

九頭竜川下流農業水利事業では、九頭竜川下流地区での農業水路のバイプライン化に取り組んでおり、口径3,500mmを主とする十郷用水路等の大口径バイプライン工事を行っている。当事業では、事業を適正に実施し、投資効果を高めるため、コスト縮減が至上命題となっており、現場条件にあった低コスト施工に努めているところである。本稿は、当地区におけるコスト縮減のための取り組みを紹介するものである。

(水と土 第155号 2008 P.35 設・施)

## 北野幹線水路北野Mサイホン工事におけるフルームインパイプの設計と施工について

白枝 健・宮戸邦雄・下瀬 耕三郎

北野幹線水路北野Mサイホンは、既設水路に $\phi 900 \times 2$ 連のFRPM管をフルームインパイプする構造としていたが、設計VE検討会を開催し $\phi 1200 \times 1$ 連に変更した。この結果、土地改良事業計画設計基準設計「バイプライン」に示す基底厚さを確保できないことから、FEM解析による数値的な構造確認を行った。

また、数値解析の条件としてエアモルタルが均質で完全充填された状態を前提としていることから、エアモルタルの品質及び充填に留意して施工した。

(水と土 第155号 2008 P.39 設・施)

## コンクリートボックスカルバート水路改修における軽量盛土工法によるコスト縮減

菅野佑治

国営かんがい排水事業「新湖北地区」は、旧国営かんがい排水事業で造成された施設の改修や、揚水機場の増設を行っている。

本報では、本地区の幹線水路において改修予定の現場打ちコンクリートボックスカルバート暗渠を事例として、設計におけるコスト縮減事例を紹介する。

(水と土 第155号 2008 P.47 設・施)

## NATM工法による水路トンネルの施工とコスト縮減の取組みについて

小野健一郎・谷山廣行

水資源機構豊川用水総合事業部では、豊川用水二期事業により幹線水路の複線化を実施している。複線化工事のうち西部幹線併設水路新宮工区工事は、西部幹線併設水路24.1kmの1,859m区間の施工を行うもので、施工内訳は153mが鋼管( $\phi 1,800$ mm)による管水路工、1,706mがNATM工法によるトンネル区間である。

本稿は、豊川用水二期西部幹線併設水路新宮工区の小断面NATM工法による水路トンネル施工において、吹付けコンクリートを厚くすることによって、ロックボルトを省略する工法について検討、施工を行った報告である。

(水と土 第155号 2008 P.52 設・施)

## 現地発生木質廃材を用いたリサイクル緑化工法

森迫光晴

広域農道整備事業 大分中部地区の道路盛土法面の緑化として、近隣の工事で発生した木くずを再利用した工法を採用し施工した結果を報告する。

(水と土 第155号 2008 P.64 設・施)

## 鋼製棧道橋の設計について

川口 裕・海野正哉

邑智西部区域特定中山間保全整備事業では、鳥根県浜田市、江津市、邑智郡邑南町において森林、農用地と基幹農業用道路の一体的な整備を行っている。基幹農業用道路は、全幅員6.0m、延長9kmで始点部は山間部の急斜面を通過するルートであり、本報文では谷部を跨ぐ比高20m、スパン50～60mの区間について、建設予定の棧道橋の設計について報告する。

(水と土 第155号 2008 P.68 設・施)

**県営湛水防除事業桑原地区における  
コスト縮減の取り組み事例について**

今井 洋

県営湛水防除事業桑原地区で新設する桑原排水機場における  
コスト縮減の取り組みについて報告する。  
(水と土 第155号 2008 P.74 設・施)

**設計VEによる水窪ダム改修工事の  
コスト縮減計画について**

増子昇二

前歴事業により造成された水窪ダムの各施設が、経年変化により老朽化が著しいため改修工事を行う必要がある。  
取水塔も鋼材の発錆等により補修の必要があるが、池敷内への工事用の進入道路を造成する計画にあたり、設計VE方式による業務を行い、コスト縮減を図ることとした。  
VE検討会では事業計画に対して多くの代案が出され、その中で前歴事業で使用されていた原石山運搬道路を利用する案を採用することで大幅なコスト縮減が可能となった。  
(水と土 第155号 2008 P.77 企・計)

**伊江地下ダムにおける建設汚泥の  
有効利用について**

高須照幸

主要施設である伊江地下ダムは、琉球石灰岩層内に原位置攪拌工法（SMW工法）にて止水壁を造成する工事です。離島での施工という地理的条件から建設発生土、特に原位置攪拌工法にて止水壁造成時に発生する建設汚泥の処理という課題に対処する必要があります。  
島内利用にあたって、天日干しにより乾燥させることで品質の第3種処理土程度が期待できること、空気中の二酸化炭素とアルカリ成分の反応により、アルカリ性の低減が期待できること、現在まで止水壁本体において生活環境保全上の基準を満足していることから、天日干しの有効性の確認する必要があります。  
(水と土 第155号 2008 P.81 設・施)

**〈歴史的土壌改良施設〉**

**白寿の施設 古筑田堰**

大西正修

利根川周辺での煉瓦造水門が数多く建設されたが、現存するのは少数である。今回はその中で現役で農業用水を取水している築99年の古筑田堰を歴史的施設として紹介するものです。  
(水と土 第155号 2008 P.85)

# 会員向けに「水と土」のWeb検索サービスを開始

## 1. Web検索サービスの開始

農業土木技術研究会の会員サービスの一環として、Web上で「水と土」の検索サービスを開始しました。平成20年6月現在、第1号（昭和45年）から第144号までの各号を検索・閲覧することができます。

## 2. アクセス

全国農村振興技術連盟のホームページ（<http://www.n-renmei.jp/>）の「水と土」のコーナーから、もしくは直接、検索サービスページ（<http://mizutotuti.jp/>）を開いて下さい（図-1）。

以下のトップ画面の「ログイン」をクリックし、ユーザー名（U）及びパスワード（P）を入力（図-2）して「OK」をクリックすれば、検索画面（図-3）が立ち上がります。

なお、パスワード等は、不定期に変更する場合がありますので、入力する際は最新号をご覧ください。

農業土木技術研究会

水と土

農業土木技術研究会 会員限定コーナー(「水と土」の報文検索)  
※閲覧にはID・パスワードが必要です。  
ログイン キャンセル

ここでは、会員の方向けに、これまでに発行された「水と土」を対象とした、Web上での閲覧サービス(PDF形式)を行っております。  
また、各号の目次内のワードを対象とした全文検索(キーワード検索)が可能となっております。

-----

会員ではない方も、サンプルページで各号リストと目次の閲覧が可能となっております。また、本ページから入会の申し込みが行えます。

◆[会報サンプル及び目次はこちらから](#)  
◆[入会のお申込みはこちらから](#)  
◆[ご意見等](#)

00840  
農業土木技術研究会 問い合わせ TEL 03 (3436) 1980 FAX 03 (3578) 7176  
〒105-0004 東京都港区新橋5丁目34-4 農業土木会館内  
水と土 Japanese Association for the Study of Irrigation, Drainage and Reclamation Engineering  
製作協力: (株)農業農村整備情報総合センター

図-1



図-2

水と土

---

ご覧になるには、アドビシステムズ社が配布しているAdobe Readerが必要です（無償）  
 Adobe Readerをインストールすることにより、PDFファイルの閲覧などが可能になります。



年	図書名	項数	PDF(Mb)	目次内検索
平成18年	<a href="#">水と土 第144号</a>	120	14.9	<a href="#">目次</a>
平成17年	<a href="#">水と土 第143号</a>	84	12.9	<a href="#">目次</a>
昭和45年	<a href="#">水と土 第2号</a>	68	6.69	<a href="#">目次</a>
昭和45年	<a href="#">水と土 第1号</a>	80	6.41	<a href="#">目次</a>

[ページTOPへ](#)

---

**農業土木技術研究会**    問い合わせ TEL 03(3436)1960    FAX 03(3578)7176  
 〒105-0004 東京都港区新橋5丁目34-4 農業土木会館内  
 水と土 Japanese Association for the Study of Irrigation, Drainage and Reclamation Engineering  
 製作協力: (社)農業農村整備情報総合センター

図-3

### 3. 検索

#### (1)一覧からの選択

一覧の「図書名」をクリックすると当該号が全てPDFファイルで表示されます。

また、「目次」をクリックすると、当該号の目次が表示されます。

#### (2)全文検索

目次内検索をクリックすると「目次内全文検索」の画面が立ち上がります（図-4）。

ここでは、全文検索機能を使い、各号「水と土」の目次内にあるキーワードを手がかりに、自分が探したい報文などの抽出を行います。

検索方法は以下のとおりです。

## 農業土木技術研究会 会員限定コーナー

### 「水と土」目次内全文検索システム

現在、144 の文書がインデックス化され、6,347 個のキーワードが登録されています。  
インデックスの最終更新日: 2007-11-22

---

検索式:   [\[検索方法\]](#)

表示件数:  表示形式:  ソート:

図-4

#### ①単一単語検索

調べたい単語を一つ指定するだけのもっとも基本的な検索手法です。

例：ダム

#### ②AND検索

ある単語とある単語の両方を含む文書を検索します。検索結果を絞り込むのに有効です。3つ以上の単語を指定することも可能です。単語と単語の間に and を挿入します。

例：ダム and 工法

andは省略できます。単語を空白で区切って羅列するとそれらの語すべてを含む文書をAND検索します。

#### ③OR検索

ある単語とある単語のどちらかを含む文書を検索します。3つ以上の単語を指定することも可能です。単語と単語の間に or を挿入します。

例：ダム or 工法

#### ④NOT検索

ある単語を含み、ある単語を含まない文書を検索します。3つ以上の単語を指定することも可能です。単語と単語の間に not を挿入します。

例：ダム not 工法

#### 4. 会員申し込み

トップページの「[入会の申し込みはこちらから](#)」をクリックすると入会案内・手続きのページが表示されます。

ここでは、入会申し込みフォームを使ってWeb上での入会申し込みが出来るほか、FAX・郵便の申込用紙をダウンロードすることが出来ます（PDFファイル）。

# 水と土

**農業土木技術研究会 入会申込み**

**年会費・発行等**

- 年会費2,300円/1人
- 会誌「水と土」年間4回発行(年度:4~3月)
- 「水と土」バックナンバー閲覧(検索システム)

**申込み**

農業土木技術研究会への入会申込みは、以下のいずれかの方法でお申込みください

入会申込みフォームにて [申込みフォーム](#)

FAX・郵便にて (PDF) [FAX・郵便](#)

各職場に研究会連絡員等がおられる場合は、連絡員を通してお申込みください

PDF形式のファイルをご覧になるには、アドビシステムズ社が配布しているAdobe Readerが必要です  
(無償)Adobe Readerをインストールすることにより、PDFファイルの閲覧などが可能になります



**連絡先・申込み先**

農業土木技術研究会 TEL 03(3436)1960 FAX 03(3578)7176

〒105-0004 東京都港区新橋5丁目34-4 農業土木会館内

図-5

## 災害用応急ポンプの有効活用に向けて

尾川 幸彦\*  
(Sachihiko OGAWA)

本年6月14日(土)8時43分、マグニチュード7.2の阪神大震災級の地震が岩手・宮城内陸部を襲った。震源地に近い岩手県奥州市と宮城県栗原市では震度6強を記録し、中山間部を中心に甚大な被害が発生した。

農業用水路の被災等により一部の水田で用水不足が生じたため、東北農政局では、県、市等の要請により、岩手県一関市及び宮城県栗原市の被災地に災害用応急ポンプ20台の貸出しを行った。

東北農政局として一度に20台も災害用応急ポンプを貸出したことは稀なことと思われ、今後の災害用応急ポンプ有効活用に向けて、今回、反省点・課題等を整理してみた。

災害用応急ポンプは、①農地または農業用施設が災害を受けた場合、または、受ける恐れがある場合、②土地改良事業など農林水産省所掌事業に関する工事に使用する場合、③教育・試験・研究に関して使用する場合などに対応するため、各農政局土地改良技術事務所に配備されている。

借受けに係る費用については、地方公共団体等が借受ける場合は有料であったが、平成19年度に関係省令が制定され、災害の応急復旧や災害の恐れがある場合は、借受け機関を問わず無償となった。また、教育・試験・研究のために使用する場合も借受けに係る費用が無償となる範囲が拡大された。詳細は各農政局土地改良技術事務所ホームページを参照されたい。

また、ポンプの運搬・設置・撤去は、通常、借受け者自身で行うこととなっているが、今回の地震では、借受け者自身がポンプの運搬・設置を行うことは困難であったことから東北農政局が代行した。

### (ポンプの分散配置の推進)

今回の地震は、近傍の宮城県北部及び岩手県南部で発生したため、ポンプが配備されている土地改良技術事務所(仙台市)からのポンプ搬送が比較的容易であった。遠方での災害であれば、運送時間等、迅速な対応が困難であることから、各県単位にポンプを分散配置しておく必要があると思われる。

東北農政局では、ポンプの分散配置を進めているところであるが、現時点ではまだ、一県のみしか受入れがない状況である。また、他の農政局においても、一農政局で実施しているのみで、今後、ポンプの分散配置を推進する必要がある。

### (農政局間の連携)

今回の地震では、主として、用水路の被災により用水供給ができなくなった農地へ用水補給する目的でポンプが使用された。被災地は中山間部であるため、高低差のある農地へ用水供給できる高揚程ポンプを

\*東北農政局土地改良技術事務所 (Tel. 022-295-5544)

要望された。当事務所に配備されている高揚程ポンプ台数では足りなかったため、関東農政局のポンプを借用して対応した。

今回の経験を生かし、高揚程ポンプをより多く配備していく必要があるが、一農政局で多種のポンプを数多く配備するのは非効率であり、また、被災地の場所によっては、近隣農政局から運搬した方が効率的な場合もあることから、農政局間で連携して対応する必要がある。

(休日対応、関連メーカーとの連携)

災害復旧については迅速に対応する必要があるが、休日も対応してきたところであるが、ポンプの運搬、設置等は、職員自ら全て行うことはできず、ポンプメーカーなど外部の者に依頼せざるを得ない。そのため、日頃から、災害時の対応について関係者と調整しておく必要がある。

また、職員のできる部分は日頃から訓練をしておく必要がある。

(付属部品等の整備)

ポンプ本体の点検・整備は毎年行っているが、ホースなど付属部品については点検が十分でなく、水漏れなどがあった。今後は付属部品の点検・整備にも留意していく必要がある。また、ポンプとは直接関係ないが、ブルーシートの要望があった。被災地では、大量のシートが緊急に必要となり、入手不可能となる場合もあると思われるので、合わせて備えておくことも必要と思われた。

異常気象による洪水や干ばつの頻発や今後大地震の発生の恐れがある現在、災害用応急ポンプの有効活用の参考になればと思う。



# 農業農村整備事業等コスト構造改善プログラムの策定について

山 崎 秀 昭\*  
(Hideaki YAMAZAKI)

## 目 次

1. はじめに……………	17	3. 改善プログラムの概要……………	17
2. コスト縮減に関するこれまでの経緯……………	17	4. おわりに……………	21

### 1. はじめに

農林水産省農村振興局では、平成9年度から公共工事のコスト縮減に取り組んでいるところです。しかしながら、行き過ぎたコスト縮減は品質の低下を招くおそれもあり、平成17年4月に「公共工事の品質確保促進に関する法律」が制定された主旨等を踏まえ、今までのコスト削減のみを重視した取組から、平成20年度からはコストと品質の両面を重視する「コスト構造改善」に取り組むこととして「農業農村整備事業等コスト構造改善プログラム」（以下「改善プログラム」という。）を策定しました。ここでは、これまでのコスト縮減の取組と平成20年度から取り組む「改善プログラム」の概要について述べたいと思います。

### 2. コスト縮減に関するこれまでの経緯

公共工事のコスト縮減については、平成9年度から11年度までの3年間の取組において、全省庁の連携や公共工事担当省庁等における創意工夫の強化により、公共工事執行システムの中で価格に影響を及ぼす様々な要因について改革を進めてきました。その結果、平成11年度のコスト縮減率は約10%となり、当初の数値目標をほぼ達成しました。

しかし、依然として厳しい財政事情の下で引き続き社会資本整備を着実に進めていくことが要請されており、これまで実施してきたコスト縮減施策の定着や新たなコスト縮減施策の推進が重要な課題となっています。このため、平成12年度から平成20年度までを期間として、工事の直接的コス

トの低減に加え、施設の品質向上によるライフサイクルコストの低減を含めた総合的なコスト縮減について、「農業農村整備事業等の新コスト縮減計画」（以下「新コスト縮減計画」という。）を定めて取り組んでおり、平成14年度においては、卸売物価等の下落分も含め、20.6%の低減が図られたところです。

さらに平成15年度からは、「平成15年度予算編成の基本方針」（平成14年11月29日閣議決定）の中で、「コスト縮減の数値目標を早急に定め、それによって現実のコストが引き下がるよう、政府全体としてコスト構造改革に取り組む」と明記されたことを受けて、新コスト縮減計画を継続実施することに加え、新たに農業農村整備事業等のすべてのプロセスをコストの観点から見直し、具体的数値目標を設定した「コスト構造改革」に取り組むこととしました。見直しの視点は、①効率性の向上、②設計等の最適化、③調達の最適化、④地域特性の重視、⑤透明性の向上の5つとし、平成15年度から平成19年度までに実施する「コスト構造改革」の施策プログラムとして、「農業農村整備事業等コスト構造改革プログラム」（以下「改革プログラム」という。）を策定しました。改革プログラムでは従来からの工事コストの縮減と新たな取組を加味した「総合コスト縮減率」の達成目標を15%とし、平成18年度までに12.6%の縮減率を達成しました。

### 3. 改善プログラムの概要

#### (1)改善プログラムの位置づけ

コストと品質の両面を重視する取組への転換に当たっては、これまでの総合的なコスト縮減の取組みに加え、新たに「コスト構造改善」の取組

\*農林水産省農村振興局整備部設計課施工企画調整室  
(Tel. 03-3502-8111)

を導入し、「総合的なコスト構造改善」を推進することとしています。その大きな特徴は、VFM最大化<sup>(注)</sup>を重視し価格と品質両面からの施策を充実することです。

具体的には、これまでの評価項目である工事コストの縮減、事業便益の早期発現、将来の維持管理費の縮減に加え、新たに、民間企業の技術革新や調達効率化によるコスト構造の改善、長寿命化によるライフサイクルコスト構造の改善、社会的コスト構造の改善を評価項目とします。

また、現在は新コスト縮減計画と改革プログラムの二つの施策を並行して推進しているところですが、平成20年度からは「構造改善プログラム」に統合して改善施策を推進することとしています。

「コスト構造改善」は、コストと品質の両面を重視する取組です。したがって、検討・実施する施策は、直接的に事業のコストの低減につながるものに限定せず、環境との調和、施設の長寿命化等品質の向上に資する施策等や、事業実施の円滑化により事業便益の早期発現等の社会コスト構造

の改善に資する施策等を幅広く含むものです。このため、改善プログラム策定後も、必要に応じて施策を追加、変更することとします。

なお、「平成20年度予算編成の基本方針」(平成19年12月4日閣議決定)においては、平成20年度以降についてもこれまでと同様の厳しいコスト縮減計画を新たに策定し、コスト縮減を引き続き強力に推進することが明記されています。

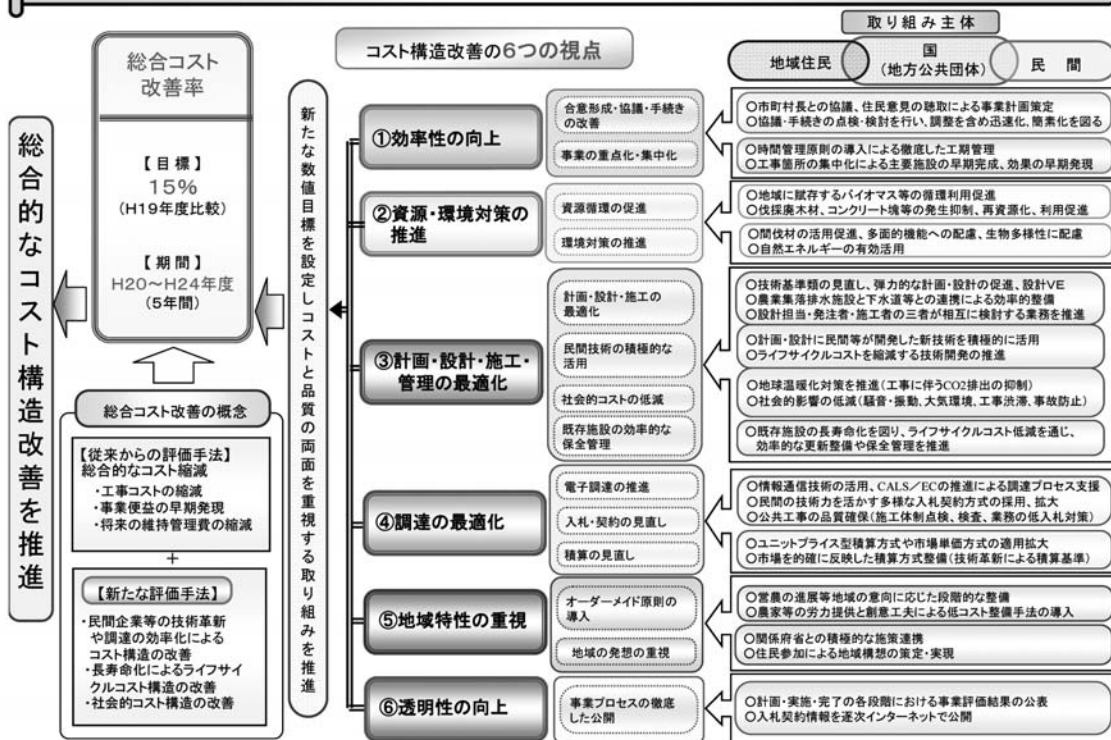
(注)「VFM(Value for Money)最大化」とは、経済性にも配慮しつつ、公共事業の構想・計画段階から維持管理までを通じて、投資に対して最も価値の高いサービスを提供すること。

(2)改善プログラムの対象

「改善プログラム」は、広く国、地方公共団体等が行う農業農村整備事業等の全体を念頭に置いて策定するものですが、直接には、国が実施する農業農村整備事業や海岸事業を対象としています。

また、関係機関・省庁と連携して実施する施策も含むことに留意し、コスト構造改善に取り組みこととしています。

農業農村整備事業等コスト構造改善プログラムは、コストと品質の両面を重視する取り組み



### (3)数値目標

本改善プログラムの目標期間は、平成20年度から平成24年度までの5年間となっています。

目標値は、「総合コスト改善率」の指標により、平成19年度と比較して15%の総合的なコスト改善を達成することを目指します。

「総合コスト改善率」は、①効率性の向上、②資源・環境対策の推進、③計画・設計・施工・管理の最適化、④調達の最適化、⑤地域特性の重視、⑥透明性の向上の6つの視点からなる取組を適切に評価するため、改革プログラムにおいて貨幣換算により評価してきた項目に加え、民間企業の技術革新や調達の効率化によるコスト構造の改善、施設の長寿命化によるライフサイクルコスト構造の改善、工事に伴う環境コスト等社会的コスト構造の改善をも評価し、コスト改善率に換算したものです。

### (4)具体的施策

コスト構造改善は、農業農村整備事業等のコストと品質の両面を重視する取組です。したがって、検討・実施する施策は、直接的に工事のコストの低減につながるものに限定せず、環境との調和に資する施策、既存施設の長寿命化を図りライフサイクルコストの低減を通じて効率的な更新整備・保全管理を推進する施策、工事等の品質の向上に資する施策、さらには、事業実施の円滑化により事業便益の早期発現等の社会コスト構造の改善に資する施策等を幅広く含むものです。

コスト構造改善では、良質な社会資本を低廉な費用で整備・維持・更新することを目指しており、施策の実施にあたっては、社会資本が本来備えるべき供用性、利便性、公平性、安全性、耐久性、環境保全、省資源、美観、文化性等の所要の基本性能・品質の確保を図ることとしています。農業農村整備事業等で取り組む具体的施策は次頁の表に示すとおりです。

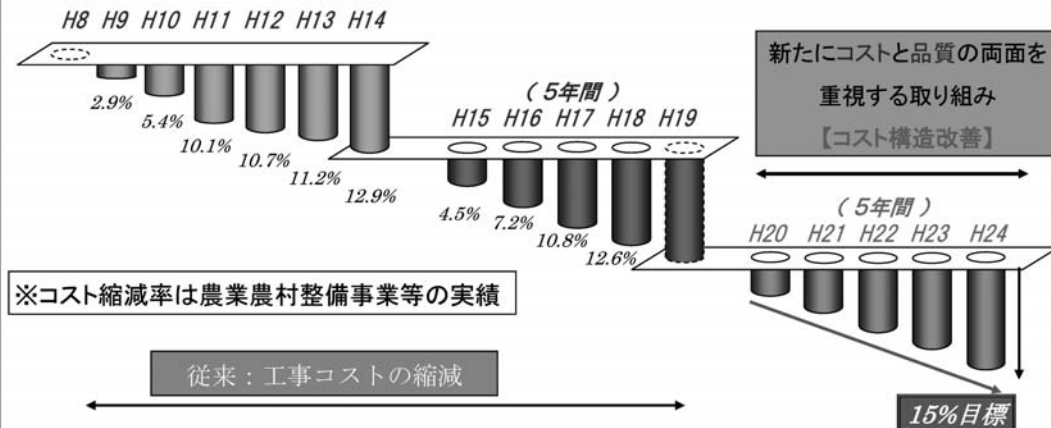
## 総合コスト改善率と数値目標

総合コスト改善率は、従来の工事コスト構造の改善に加え、ライフサイクルコスト構造の改善、社会的コスト構造の改善を評価

$$\text{総合コスト改善率} = \frac{\text{工事コスト構造の改善額①} + \text{工事コスト以外の効果の換算額②③}}{\text{計測年度の全工事費(維持管理にかかる工事費を含む)} + \text{工事コスト構造の改善額①}}$$

- ①工事コスト構造の改善
- ②ライフサイクルコスト構造の改善  
(将来の維持管理費の縮減を含む)
- ③社会的コスト構造の改善  
(事業便益の早期発現、工事に伴う環境負荷の低減、工事に伴う通行規制の改善)

数値目標 H20～H24年度(5年間)でH19年度と比較して総合コスト改善率で15%



## 農業農村整備事業等コスト構造改善プログラム一覧表

(1) 効率性の向上	1) 合意形成・協議・手続きの改善 2) 事業の重点化・集中化	1. 各事業における構想段階からの合意形成手続きを推進する。 2. 協議・手続きの点検・検討を行い、関係機関との調整も含め、その迅速化・簡素化を図る。 3. 事業評価を厳格に実施し、事業採択地区を厳選する。 4. 徹底した工期管理による効果の早期発現を図る。 5. 工事箇所集中化により主要施設の早期完成を促進する。 6. 事業を取り巻く情勢の変化を踏まえた事業再評価及び事業完了後の事業効果を確認する事後評価を実施する。
(2) 資源・環境対策の推進	1) 資源循環の促進 2) 環境対策の推進	7. 地域に賦存するバイオマス等の循環利用を促進する。 8. 建設副産物対策として、発生抑制や現場発生材を再生処理し、再資源化及び利用を促進する。 9. 「地球温暖化防止森林吸収源10カ年対策」の一環として、間伐材の積極的な活用を促進する。 10. 農業・農村が有する多面的機能が適切かつ十分に発揮されるよう配慮する。 11. 農林水産省生物多様性戦略に基づき、生物多様性に、より配慮した農業農村整備事業を展開する。 12. 自然エネルギーの有効活用を促進する。
(3) 計画・設計・施工・管理の最適化	1) 計画・設計・施工の最適化 2) 民間技術の積極的な活用 3) 社会的コストの低減 4) 既存施設の効率的な保全管理	13. 設計基準類の見直しをする。 14. 弾力的な計画・設計を促進する。 15. 設計VEIによる計画・設計の見直しを推進する。 16. 関係府省との連携により効率的な整備を推進するとともに、工事実施段階においても事業連携等を推進する。 17. 計画・調査・設計と施工・管理の各段階での情報共有・確認を行い、良質な構造物の設計施工の促進を図る。 18. 施設の計画・設計に民間等が開発した新技術を積極的に活用する。 19. 官民の連携による技術開発を推進し、開発された技術について広く普及を図る。 20. ライフサイクルコストを削減する技術開発を推進するとともに、維持管理費の低減を図る新技術を積極的に導入する。 21. 地球温暖化対策を一層推進する。(工事に伴う温室効果ガス(CO <sub>2</sub> )排出の抑制) 22. 社会的影響の低減を図る。(騒音・振動等の抑制・大気環境に与える負荷の低減、工事による渋滞損失の低減・事故の防止) 23. 既存施設の長寿命化を図り、ライフサイクルコストを低減することを通じ、効率的な更新整備や保全管理を進める。
(4) 調達最適化	1) 電子調達の推進 2) 入札・契約の見直し 3) 積算の見直し	24. 入札・契約における情報通信技術の活用を推進する。 25. CALS/ECの推進により調達プロセスを支援する。 26. 民間の技術力を積極的に活かす多様な入札契約方式の採用、拡大を図る。 27. 企業の持つ技術力の適正な評価を行う。 28. 業務及び工事の成果物の品質を確保するため、成績評価において請負業者の技術力を重視した評価を実施する。 29. 発注者及び受注者のコスト意識の向上等を図る。 30. 民間の資金・能力を活用する整備手法を導入し、推進する。 31. 複数年にわたる工事の円滑な執行のための手続きを改善する。 32. 公共工事等の品質確保を推進する。 33. ユニットプライス型積算方式や市場単価方式を適用拡大する。 34. 市場を的確に反映した積算方式を整備する。
(5) 地域特性の重視	1) オーダーメイド原則の導入 2) 地域の発想の重視	35. 当農の進展等地域の意向に応じた段階的な整備手法に取り組む。 36. 農家や地域住民等多様な主体の参加による労力提供と創意工夫により低コスト整備手法を推進する。 37. 関係機関・府省の施策連携を積極的に行い、住民参加による地域構想を実現する。
(6) 透明性の向上	1) 事業プロセスの徹底した公開	38. 事業計画の事前公表と住民意見の聴取等、地域に開かれた事業として実施する。 39. 進捗状況等を常に公表し、透明性を確保しつつ事業を実施する。 40. 入札契約情報を逐次インターネットで公開する。

### (5) フォローアップ

プログラムの実施状況については、コスト構造改善の着実な推進を図る観点から毎年適切にフォローアップし、その結果を公表します。

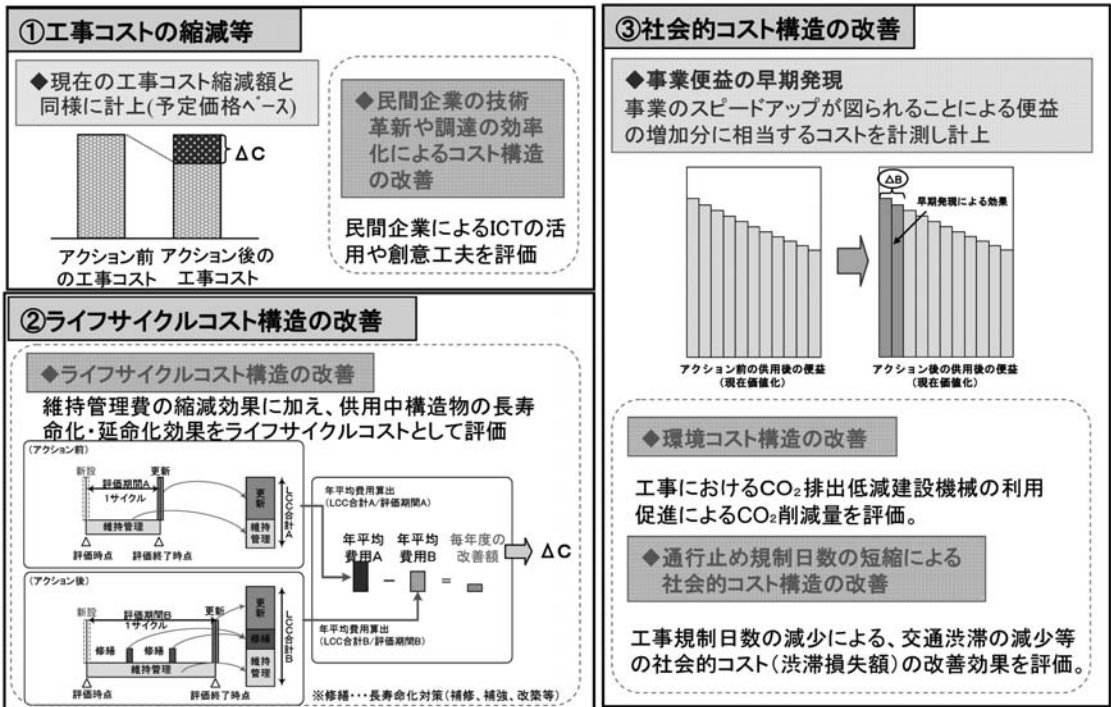
また、貨幣換算により評価することが困難な施

策については、その他の指標によりできる限り定量的に把握します。

なお、総合コスト構造改善額の算定方法のイメージは次頁の図のとおりです。

# 総合コスト構造改善額の算定方法

総合コスト構造改善額は、平成19年度における標準的な公共工事のコスト(アクション前)と、総合的なコスト構造改善による取り組み後のコスト(アクション後)との差で算出する。



## 4. おわりに

今後、平成24年度までに総合コスト改善率15%の目標達成を目指し、毎年、適切にフォローアップし、その結果を公表することとなります。目標達成のためには、農業農村整備事業や海岸事業の直轄事業担当者はもちろん、その他の農業農村整備事業等の実施に関わられている皆さんにおいても「改善プログラム」に位置づけられたコスト改善施策に積極的に取り組むことが重要です。事業の推進で忙しい中とは思いますが、目標達成のため皆さんとともに努力したいと思いますのでよろしくお願い致します。

# ダクトイル鋳鉄管の継手による曲げ配管について

木 村 聡\* 飯 山 智 弘\*\* 草 野 聡 也\*\*\*  
(Satoshi KIMURA) (Tomohiro HIYAMA) (Souya KUSANO)

## 目 次

1. まえがき	22	3. 施工管理について	24
2. 配管設計について	22	4. あとがき	27

## 1. まえがき

国営かんがい排水事業「雄武中央地区」は、北海道網走支庁管内の北部に位置し(図-1)、オホーツク海沿岸にひらけた雄武町の酪農専業地帯を対象に、受益面積4,039haに畑地かんがいを行うため、平成元年度に着手した。受益地は、二級河川雄武川を含む中小河川流域にあって、穏やかな波状地形を呈した台地からなり、保水性の乏しい重粘性土壌が広く分布した無水地帯である。また、かんがい期間中の降水量も少なく、干ばつ被害が頻発し営農を阻害している。

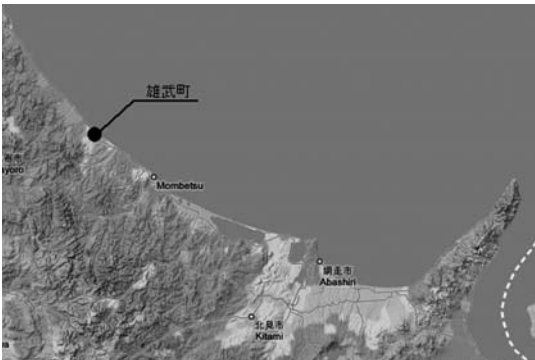


図-1 位置図

このため、本事業で、雄武川支流イソサム川に雄武ダムを建設して、畑地かんがい用水を確保し、用水路(25条、96km)を整備するとともに、関

連事業により支線用水路及び末端かんがい施設を整備し、土地生産性の向上、農作業の効率化を図り、農業経営の安定、地域農業の振興に資するものである。

地区は雄武中央(一期)地区が平成20年度、雄武中央(二期)地区が平成21年度完了に向けて事業が進められており、平成20年度までの用水路の進捗率は雄武中央(一期)地区が100%、雄武中央(二期)地区が80%で、今年度より通水試験を随時実施していく予定となっている。本報文は、雄武中央(一期)地区沢木送水幹線水路において用地等の制約から林道敷地等に配管を行ったため、直線的な配管が不可能となり、コスト縮減の目的でダクトイル鋳鉄管の継手による曲げ配管を実施した際の施工管理方法について事例報告するものである。

## 2. 配管設計について

### (1)設計条件

沢木送水幹線水路は、地区内の二級河川雄武川より南に位置する沢木・南雄武ブロックへ用水を供給する幹線送水路(ダクトイル鋳鉄管φ600mm)である(図-2)。この受益地に配水するためには、起伏の多い山間地を通過しなければならず、地権者との調整等の結果、この山間地を通る「林道西武線」沿いに路線を設定することとした。

この路線設定では、カーブや上り下りが連続し屈曲箇所が多く存在する。

管路曲線布設については、『土地改良計画設計基準 設計「パイプライン」』(以下『設計基準』という)「技術書」(9.7.5)において、「屈曲や分岐箇所は、パイプラインの弱点となりやすく、

\*北海道開発局網走開発建設部雄武農業開発事業所  
(Tel. 0152-44-6171)

\*\*北海道開発局帯広開発建設部十勝南部農業開発事業所  
(Tel. 0155-24-4121)

\*\*\*日本ダクトイル鉄管協会北海道支部 (Tel. 011-214-3134)

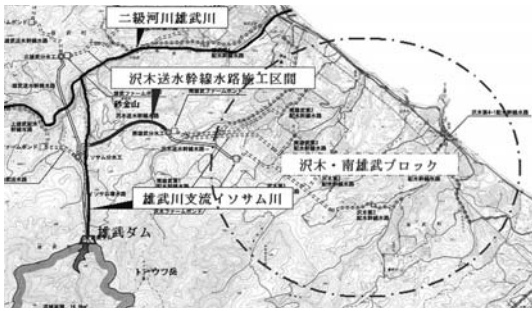


図-2 沢木送水幹線水路施工区間

したがって、漏水事故のおそれが多いので、ここには条件に適合する曲管、T字管等の異形管を使用しなければならない。なお、可とう性継手を用いた管路の曲線布設は原則として行わないものとする。」と記載されている。このため、カーブの連続する路線計画では、通常小さな角度の曲管を並べていく曲線配管を行うことから、曲管数が多くなり事業費用が高価となってしまう。

一方、小さい屈曲点を可とう性継手で設計する配管（曲げ配管）は、既製品の組合せ配管を行う小口径管路及びトンネル内配管等で採用されている。本施工区間においては、コスト削減の観点から曲げ配管の検討を行うこととし、曲げ配管の課題とされている継手屈曲角度の厳密な施工管理方法の比較検討を行いながら、曲げ配管での施工を検討することとした。

(2)配管方法及びコストの比較

図-3は、従来どおり直管と曲管の組み合わせによる配管と管の継手（継輪）を使用した曲げ配管との比較図である。後者は、直管が若干多くなるものの、曲管が継輪に変わることによる経済性が大きく反映され、曲げ配管は従来配管と比較して経済的な配管となる。

(3)配管実験

設計上の経済比較においては、直管と継輪を用いた曲げ配管が経済的であるが、実際にこのような管の組み合わせとする配管施工が可能であるか確認するため、モデル的に地上配管の布設実験を行った（写真-1）。

この結果、図-4に示すように継輪の両側の管を接合する押輪の間隔にばらつきが生じることから、継輪単位での屈曲角度が同じでも継輪の両側で屈曲角度を同一に施工することが困難であり（例：継輪片側が2°、もう片方が1°となる）許容

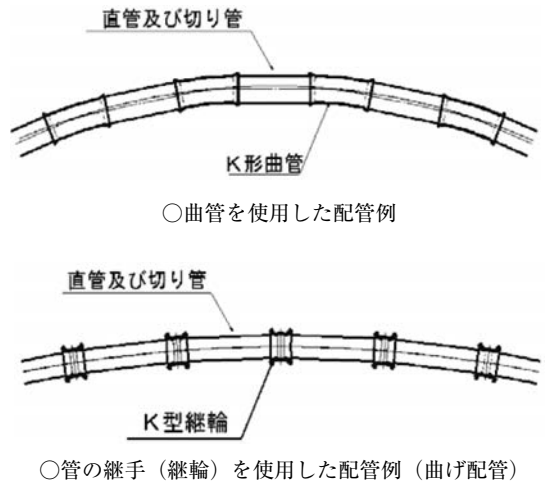
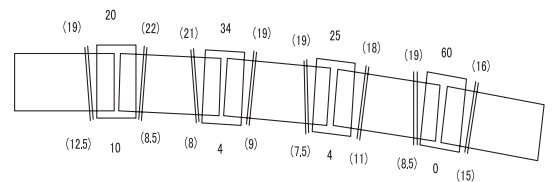


図-3 従来配管と曲げ配管の比較



写真-1 地上配管実験



注) ( ) 数字は押輪の間隔, ( ) 無し数字は継輪の継ぎ手間隔を示す。(単位: mm)

図-4 地上配管実験結果

屈曲角度 (1° 30′) 以内での施工が困難であることから、実際の施工を考慮すると問題があることがわかった。

#### (4)配管設計の見直し

地上配管実験の結果、継輪単位での屈曲角度が同じでも継輪の両側で屈曲角度を同一に施工することが困難であったため、直管と継輪を用いた配管は、配管方法の選択対象から除外し、直管の継手箇所のみで曲げ配管を行うように配管方法の見直しを行った。

見直しの結果、曲線半径が137m以上の曲線区間では曲げ配管が可能であるが、それ以下の曲線では、継手の許容屈曲角度の範囲では所定の曲率半径を確保出来ず、従来どおりの曲管の組み合わせによる配管となり（表-1）、曲線の連続する区間L=1,138mの曲線箇所数22箇所のうち、7箇所について曲げ配管、残りの15箇所については従来の工法で施工することとなった。その結果、対象区間において経済性を比較すると、従来の工法より9,403千円のコスト縮減が可能となった（表-2）。

表-1 直管と曲管の組合せによる配管区分

曲線半径(R)	屈曲方法	判定
230m以上	直管(定尺管)の継手のみ	直管のみの配管
137~230m	切り管の継手	直管のみの配管
38~137m	切り管+5° 5/8曲管の組み合わせ	曲管必要
38m以下	切り管+11° 1/2曲管の組み合わせ	曲管必要

表-2 従来工法と曲げ配管の経済比較

項目	22箇所全てを従来の配管とした場合	曲げ配管を7箇所、従来の配管を15箇所とした場合	(参考)継輪を使用して22箇所全てを曲げ配管とした場合
直管材料費	39,895	40,659	42,930
異形管材料費(継輪含む)	42,566	32,248	14,785
施工費	6,345	6,496	6,182
工事費	88,806	79,403	63,897
		▲9,403	(単位:千円)

### 3. 施工管理について

#### (1)施工管理方法の検証

管の接合に係る施工管理は、ダクトイル鋳鉄管の水密性を確保するために非常に重要な管理項目である。現在の曲げ配管における施工管理は、管の挿口に表示されている白線管理により行うものとしているが、連続して曲げ配管を行う場合には多少の誤差でも積み重なり大きな誤差を招きかね

ないため、継手の屈曲角度を如何に正確に測定するかが重要となる。このため、以下の3つの屈曲角度測定方法で検討を行った。

#### ①屈曲角度測定器

屈曲角度測定器（写真-2）を用いて測定する方法は、先端にデジタルゲージの付いた本体を配管済みの管に、測定プレートを配管しようとする管にレーザー水準器によりそれぞれの管頂の管軸上に正確に据え付け、本体のアームを延ばす前と延ばした後でそれぞれ測定プレートまでの距離a、bを測定し、測定アームの伸びLと伸びLに対する測定プレートまでの距離の差分（b-a）により屈曲角度を測定する方法である（写真-3、図-5）。なお、測定器は試作品であり15万円と高価なものであった。

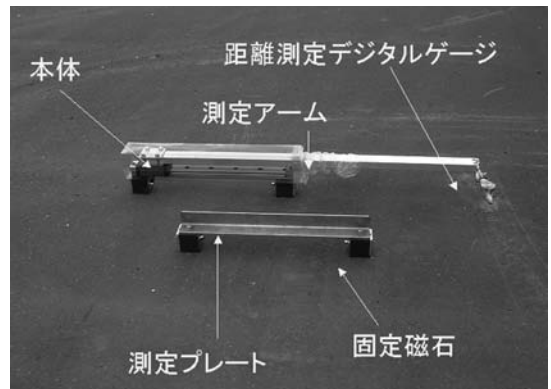


写真-2 屈曲角度測定器

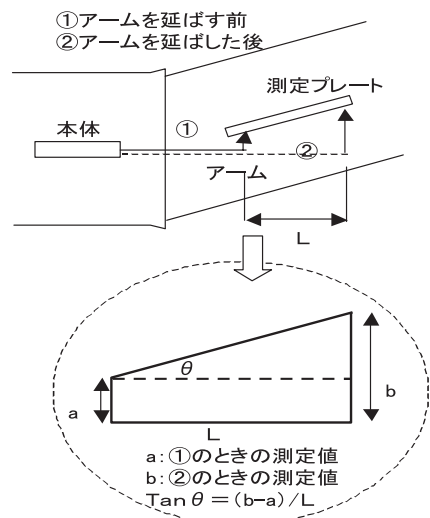
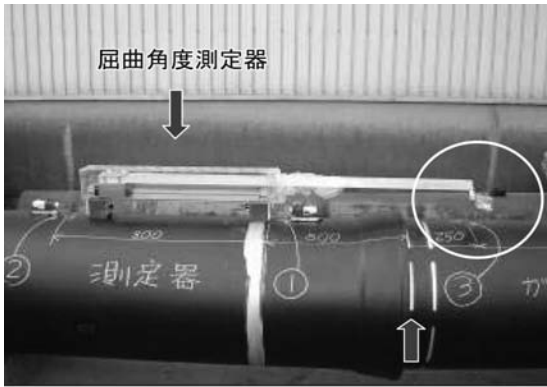


図-5 屈曲角度測定器による測定方法





継手の屈曲位置

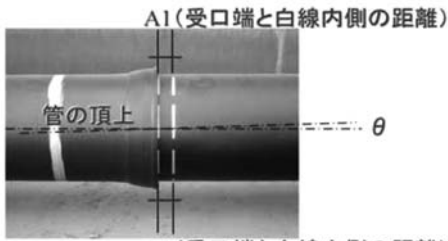
写真-3 屈曲角度測定器による測定方法



②白線管理法

(日本ダクティル鑄鉄管協会推奨)

薄板ゲージを用い、通常のダクティル鑄鉄管の挿口に表示されている白線による管理を行い、管の受口からの左右の白線の間隔差により屈曲角度を測定する方法である(写真-4)。(1)の屈曲角度測定器が高価な測定器を使用するのに対して、この方法は特別な測定器具を必要としない。



$$\theta = \tan^{-1} \{(A2-A1)/D\}$$

θ: 継手の曲げ角度 D: 管径

写真-4 白線管理法による測定方法

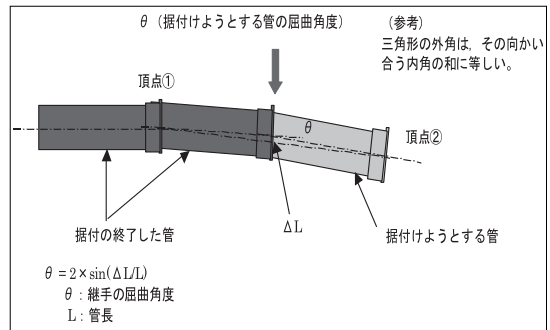


図-6 水系測定法による測定方法



写真-5 水系測定方法による測定状況

③みず糸測定法

みず糸測定法は、据え付けた管の受口頂点と曲げた管の受口頂点をみず糸で結び、中間の受口頂点とみず糸との離れの寸法により測定する方法である(図-6、写真-5)。この方法も②の白線管理法と同様に特別な測定器具は必要としない。

(2)現地試験施工による測定精度の検証

前述の3つの測定方法について測定精度の検証を行うため、設計屈曲角度の異なる2箇所を曲げ配管による検証を行った。測定は管1本毎にトラ

ンシットを用いて予め角度を求めた曲げ配管をそれぞれの測定方法にて測定し、設定角度との差を求めた。この結果、表-3に示すとおり白線管理法及びみず糸測定法については同程度の測定値となり、施工管理上十分な精度で屈曲角度を確認することが出来た。

表-3 実地試験施工結果

設定		屈曲角度測定器		白線管理法		みず糸管理法	
試験ケース	設定角度	測定値	設計値との差	測定値	設計値との差	測定値	設計値との差
ケースⅠ	0° 25' 53"	0° 20' 17"	0° 5' 36"	0° 27' 16"	0° 1' 23"	0° 25' 13"	0° 0' 40"
ケースⅡ	0° 37' 28"	0° 45' 56"	0° 8' 28"	0° 38' 12"	0° 0' 44"	0° 36' 40"	0° 0' 48"
測定時間(2箇所平均)		約15分/箇所		約2分/箇所		約3分/箇所	

しかしながら、屈曲角度測定器については、測定器の設置に時間を要すること、繰り返し同じ箇所の測定を行っても測定値にかなりばらつきがあることから、施工管理方法としては適当な方法ではないと考えられる。測定値にばらつきが出る原因は、測定器を管の中心に正確に据え付けなければならぬため、機器の据え付け誤差が測定精度に大きく影響するためである。

(3)実施工での施工管理方法

試験施工による測定方法毎の精度検証結果に基づき、屈曲角度測定器は測定誤差が大きいことから、この方法を除いて実際の施工管理をすすめることとした。

施工は、試験施工と同様に、管一本毎の据え付けをトランシットを用いて行い、白線管理法及びみず糸測定法により屈曲角の測定を行いながら施工を行った。

(4)測定結果

全7曲線、延長432.92mの施工を行った結果は図-7のとおりである。この結果、みず糸測定法は、設計値との差が平均1'07"で測定のばらつきも少なく、実用に十分耐えうる精度で施工屈曲角度の確認が行えた。白線管理法は、最も一般的な測定法で信頼度としても高い測定法であり、設計値との差が平均6'27"と測定のばらつきも概ね15'以内に入る結果となった。測定値のばらつきの原因は、測定の際の読みがミリ単位であること、管側面の正しい測定位置での測定が困難であることによる誤差であったと考えられる。測定値が突出している箇所(図-7中の矢印で示している箇所)については、同じ曲線内であるため測定誤差とも考えられるが測定数が少ないため、原因を特定するには至らなかった。

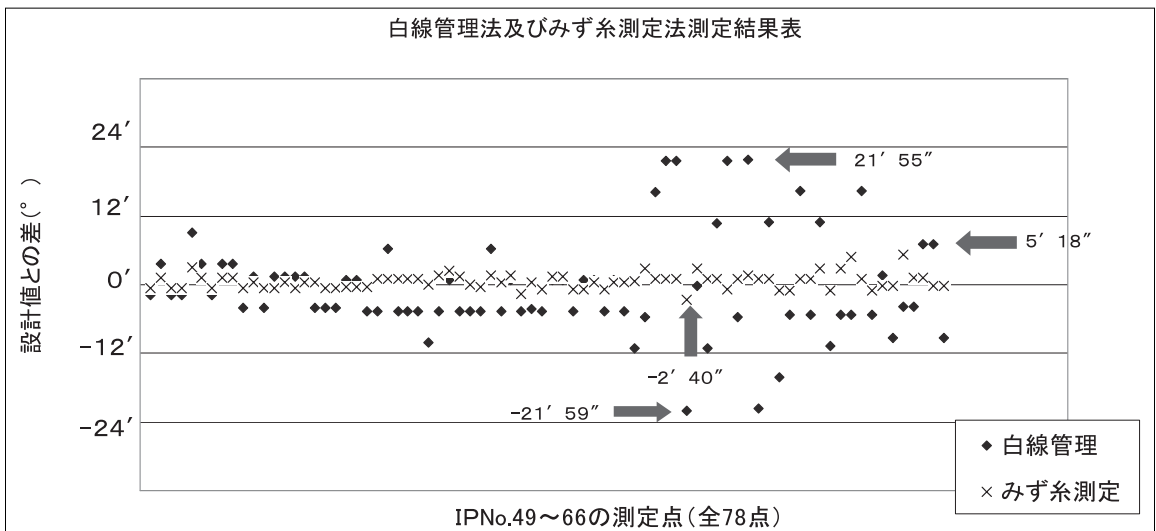


図-7 白線管理法及びみず糸測定法測定結果

表-4 測定結果一覧表

曲点IPNo.	設計角度	白線管理法		みず糸測定法	
		測定値 注1)	精度 注2)	測定値 注1)	精度 注2)
49	1° 29' 02"	1° 38' 12"	110.3%	1° 32' 02"	103.4%
50	1° 26' 26"	1° 16' 23"	88.4%	1° 28' 54"	102.9%
51	0° 37' 38"	0° 32' 44"	87.4%	0° 38' 58"	104.0%
53	0° 25' 53"	0° 21' 49"	84.3%	0° 25' 13"	97.4%
54	1° 27' 27"	1° 05' 28"	74.9%	1° 30' 19"	103.3%
55	1° 27' 11"	1° 49' 06"	125.1%	1° 32' 04"	105.6%
66	1° 25' 34"	1° 16' 17"	89.2%	1° 30' 52"	106.2%

注1) 各IP内測定値のうち、設計角度に対する誤差の最大値である。

注2) 精度：測定値と設計値との差を、設計値に対する比率としたものである。

#### (5) 曲げ配管の安全性

測定結果一覧表（表-4）のとおり、白線管理法及びみず糸管理法両測定結果ともに施工許容屈曲角度（1°54'32"）以内であり管水路の水密性に対しては安全であると判断する。屈曲角度の誤差については、北海道開発局農業土木工事仕様書（以下「仕様書」という）にも記載がないため、許容屈曲角度（1°30'）と仕様書の継手間隔の規格より求めた施工許容屈曲角度（1°54'32"）の差を許容設計屈曲角度との比率により求めた値（27%）を設計値との誤差の幅とし、設計値（100%）の前後27%以内（73~127%）であれば合格と判断した。測定結果は全てこれを満たしていることからこの曲げ配管の継手にかかる施工は問題ないと考える。管水路の最終的な安全性の確認は他の管水路と同様に通水試験を実施して確認を行う予定である。

#### 4. あとがき

現在の設計基準では、曲げ配管は原則行わないとの記述があるが、本事例では限られた敷地内での曲線配管という特殊条件のもとで曲げ配管を実施したものである。

最近の情勢では、強化プラスチック複合管による曲げ配管の研究が進められており、コスト縮減に向けた動きが広がりつつある。

本報文での施工管理方法では、平面曲点しか確認出来ず、全ての曲点に対応出来るものとはなっていないが、この方法を改良していくことによって、正確な施工管理のもと、同様の可とう性継手を有する管路において、曲管の数を減らした経済的な事業推進が期待出来る。

#### 参考文献

- 1) 農林水産省：土地改良事業計画設計基準 設計「パイプライン」（1998）
- 2) (独)農業・食品産業技術総合研究機構 農村工学研究所：可とう性継手による曲げ配管工法設計施工マニュアル（暫定版）（2007）

# 既設開水路を利用した管理設工法

—両総農業水利事業 南部幹線用水路における取組事例—

木原伸英\*  
(Nobuhide KIHARA)

## 目 次

1. はじめに……………	28	3. 南部幹線用水路における取組事例……………	30
2. 既設開水路を利用した浅埋設工法の概要と有効性 ……	29	4. おわりに……………	34

### 1. はじめに

本報では、コスト縮減等に有効な「既設開水路を利用した管理設工法」の概要と、その取組事例として、南部幹線用水路における設計施工方法について報告する。

まず本報の実施地区、両総農業水利事業について紹介する。本地区は、千葉県東部の利根川沿岸、栗山川沿岸、九十九里平野に展開する受益面積17,970ha（水田13,560ha、畑4,410ha）、関係市町村は香取市他13市町村に及ぶ地域である。本地区における農業用排水施設は、昭和18年度～40年

度に実施された国土土地改良事業「両総用水地区」等により造成されたが、完成から40年以上を経ており老朽化が著しい。このため、平成5年度に一部施設を対象に施設更新事業に着手し、平成10年度の計画変更を経て、本事業は現況施設の機能維持・回復に加え、用水管理に係る労力・費用の軽減、維持管理の合理化、用水配分の適正化、用水到達時間の短縮及び送水効率の向上を図るため、幹線用水路のパイプライン化及び2路線化（東部幹線用水路を新設）及び、集中的な水管理システムを導入するものである。（図-1）

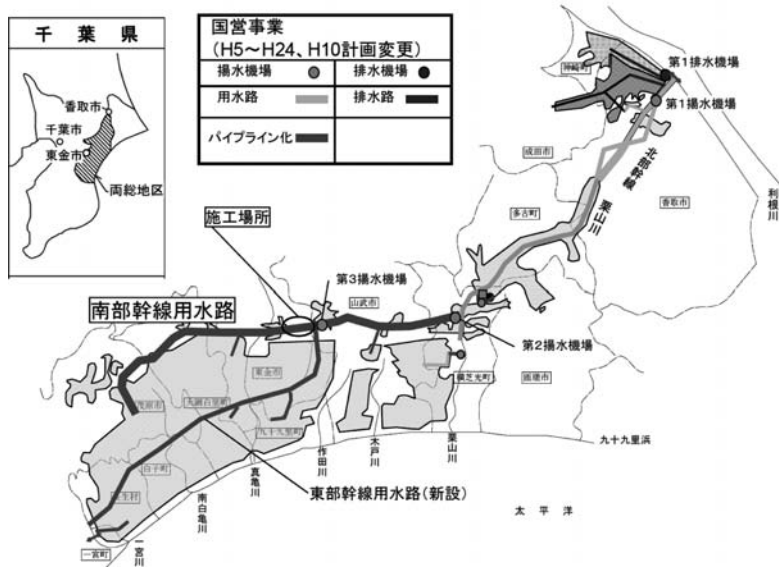


図-1 両総農業水利事業の概要図

\*関東農政局両総農業水利事業所 (Tel. 0475-52-6262)

## 2. 既設開水路を利用した浅埋設工法の概要と有効性

本章は「農業農村整備事業品質確保・向上対策事業 新技術等普及マニュアル 平成12年3月 社団法人 土地改良測量設計技術協会」を参考とした。

### 2. 1工法の概要

浅埋設工法は大きく分けて2種類あり、ひとつは既設開水路に埋設した管を浮上防止バンドで固定し浅埋を可能とするもの、もうひとつは通常通り管を布設するが埋戻材を重くすることで浅埋を可能とするものである。両者とも埋設深が浅いことから土工量が少なくなり、経済的に有利かつ施工性が向上する。本報では本地区で実績が多くかつより有効性が高い前者について述べる。

既設開水路を利用した浅埋設工法（以下、本工法と呼ぶ）は、上記マニュアルでは既存施設有効利用型管水路浅埋設工法と紹介されており、その概要は以下のように述べられている。『既設開水路の施設更新に当たって、用水の安定供給・維持管理の節減を図るため、既設の開水路形式から管水路形式にするとともに、既施設敷きの有効利用と限られた期間（非かんがい期）において効率的な事業進捗を図る観点から、開水路内にパイプを新規に埋設する工法である』

### 2. 2従来工法との比較からみた有効性

次に、①経済性、②施工性、③社会性に優れているといわれている本工法について、従来工法（既設水路撤去+土留工）との比較（表-1）からその有効性を述べる。

表-1 本工法と従来工法の比較

項目	本工法	従来工法
管布設前処置	既設水路の点検・補修	既設水路撤去 鋼矢板土留
管の浮上防止	アンカー 浮上防止バンド	土かぶり(土工量増)

#### ①経済性

既設水路撤去及び鋼矢板土留がなく土工量及び仮設工が縮減可能であるので、水路の点検・補修や浮上防止バンド等を勘案しても、本工法が経済的に有利となりやすい。

#### ②施工性

上記と同様な理由から、本工法は従来工法より

工期を短縮することができる。

#### ③社会性

従来工法では既設水路を撤去するので、大量の産業廃棄物（コンクリート塊等）が発生するが、本工法では既設水路を有効活用するので産業廃棄物の発生が抑制され、環境負荷が低減される。また、従来工法より短期間での施工が可能となることから、用水確保の安全性が高まる。

### 2. 3社会情勢からみた有効性

#### ①コスト縮減の取組を継続

農林水産省は、「公共事業のコスト縮減については、全てのプロセスをコストの観点から見直し、平成19年度までの5年間で総合コスト縮減率15%の達成を目標とした「コスト構造改革プログラム」等に基づき取り組みを進めてきた。（中略）本改善プログラムでは、直接的にコストの低減に資する施策に加え、品質の向上に資する施策等にも取り組み、平成24年度までの5年間で総合コスト改善率15%の達成を目標としている。」

（農林水産省HP：

<http://www.maff.go.jp/j/press/kanbo/yosan/080402.html>

「農林水産公共事業コスト構造改善について」より）とプレスリリースしており、今後とも公共事業のコスト縮減に取り組む。

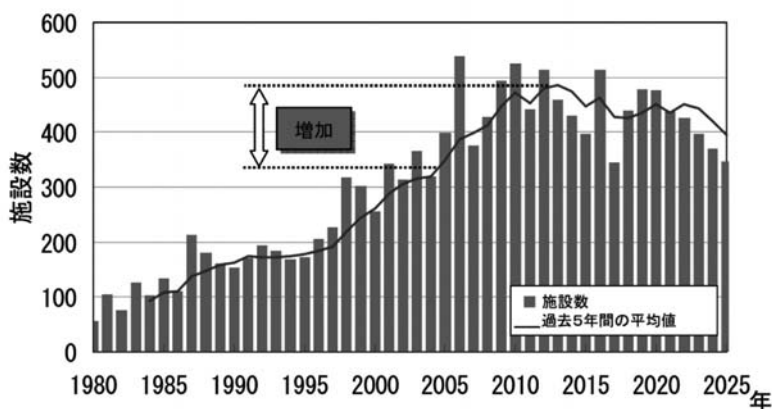
#### ②更新事業が増加

戦後造成した多くの施設が今後耐用年数を迎えることから、施設更新への需要は増加する（図-2（平成18年度食料・農業・農村政策審議会 農業農村整備部会企画小委員会報告「土地改良事業における国と地方との適切な役割分担」より））。

#### ③環境との調和に配慮が原則

平成13年に土地改良法が一部改正され、土地改良事業は環境との調和に配慮することが原則となった。

以上3点の社会情勢を鑑みると、「既設水路を活用することでコスト縮減が可能、加えて施工性・社会性が向上する」という特徴をもった本工法は、更新事業の増加と相まって、今後さらに重要かつ有効な技術になると考えられる。



資料は平成14年3月時点の調査による

- 注：1) 受益面積100ha以上のダム、頭首工、用排水機場、農業用排水路等の施設が対象  
 2) 耐用年数は、土地改良事業の経済効果算定に用いる標準耐用年数を用い、耐用年数に達したものは更新されるものとして作成

図-2 更新時期を迎える施設の増加

### 3. 南部幹線用水路における取組事例

南部幹線用水路は前述したように旧国営事業によって造成された施設で、本事業では第2揚水機場吐水槽から末端まで延長33.2kmを改修（パイプライン化）する。南部幹線用水路の始点から12.7km地点では、本事業において新設した東部幹線用水路と分岐している。

両総地区においては、平成9年度に本工法の施工技術を確立し、その後、着実に施工実績を積重ねて現在に至っている。

以下、本工法について、南部幹線用水路における事例を報告する。工事概要のうち、本報に関連する内容を表-2に示す。

表-2 工事概要

施工延長	約1.1km
工種形式	管水路工事 クローズドタイプパイプライン
設計流量 設計流速	Qmax=4.551~4.073m <sup>3</sup> /s V=2.128~1.905m/s
管種、管径	FRPM管 φ1,650mm、鋼管 φ1,650mm
既設水路形式	開水路(台形断面、側壁高≦地盤高)

#### 3. 1 施工断面の決定

施工断面は、本工法については3断面（基礎及び埋戻材が異なるもの）、従来工法については1断面、計4断面から比較検討した（表-3）。本工法の3断面は、砂基礎及び埋戻土で埋め戻すもの（①-1砂基礎）、エアモルタルで180度巻き砂基礎及び埋戻土で埋め戻すもの（①-2エアモル半巻）、基礎及び埋め戻しをすべてエアモルタルとするもの（①-3エアモル全巻）である。従来工法の1断面は、素堀により開削するもの（②素堀施工）である。

それぞれの断面について経済性を比較すると、①-1断面が最も安価であった。しかし、現場では既設水路底部の幅が約2mであるため、φ1,650mmの管を布設すると砂基礎を転圧することができない。よって本工事では2番目に安価であった①-2断面を採用した。

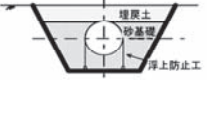

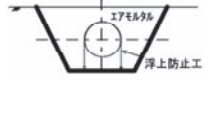
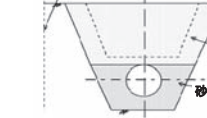
#### 3. 2 本工法によるコスト縮減

本工法（①-2エアモル半巻）と従来工法（②素堀施工）について、それぞれを採用した場合の直接工事費を比較した。結果、本工法は従来工法に比べて13.5%のコスト縮減となった。

#### 3. 3 浮上防止対策

本工法の施工において、想定されるケース毎に発生浮力を検討した結果、管体に最大の浮力が生

表-3 各工法の比較

①本工法 (既設水路内布設)			②従来工法 (既設水路取壊)	
	①-1 砂基礎	①-2 エアモル半巻	①-3 エアモル全巻	② 素掘施工
断面				
基礎	砂基礎	砂基礎 エアモルタル180度巻	エアモルタル360度巻	砂基礎
埋戻	埋戻土	埋戻土	エアモルタル	埋戻土
管浮上防止対策	浮上防止金具	浮上防止金具	浮上防止金具	浮力に対抗するだけの土被りを確保
既設水路	利用 (必要に応じて補修)	利用 (必要に応じて補修)	利用 (必要に応じて補修)	撤去 (鉄筋コンクリートは産廃処分)
その他	施工するには、既設水路底部が基礎を転圧できるだけの幅があること	エアモルタルプラントが必要	エアモルタルプラントが必要	地下水位によってはウェルポイントが必要

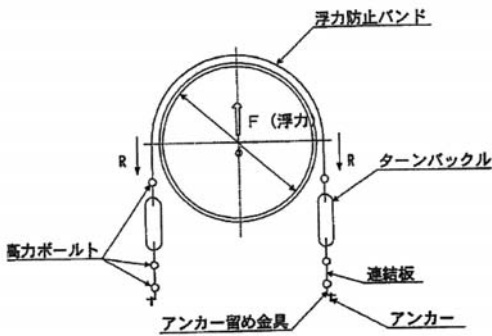


図-3 浮上防止対策模式図

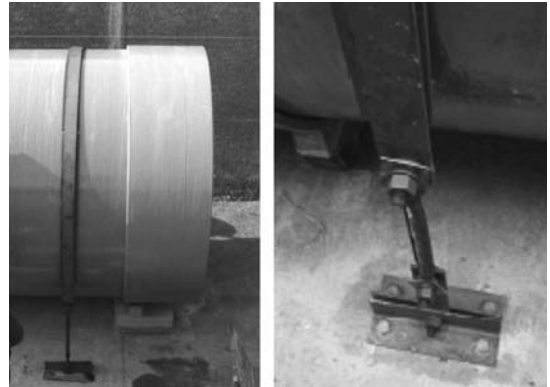


写真-1 浮上防止金具設置状況

じるのは施工中の降雨によって管頂まで冠水した場合であった(表-4)。浮力に対しては、管に鋼製バンドを巻き付け、既設水路底板に取り付けたアンカーボルトとバンドをターンバックルで締め付けて固定した。浮上防止金具は、経済性及び施工性から管1本に付き1箇所とし、各部材の規格は発生浮力から決定した。模式図を図-3、設置状況を写真-1に示す。

### 3. 4施設機能診断

本工法は既設水路を利用するため、アンカー引張強度に底板が耐えうるか、施工上問題となる漏

水はないか等について確認した。本節では施設機能診断の結果及び対策について紹介する。

#### 【結果】

底板コンクリートは、圧縮強度試験の結果、すべて設計基準強度である21N/mm<sup>2</sup>以上であった。

水路壁は、摩耗による粗骨材の露出及びひび割れはほとんど見られなかったが、目地部の段差及び補修跡からの漏水が散見された。

#### 【対策】

漏水はすべてひび割れ補修工により止水する。

表-4 発生浮力の検討

	①施工中(エアモル)	②施工中(降雨)	③完成後
概要	基礎エアモルタル施工中に管体にエアモルタルによる浮力が作用	施工中に降雨によって管頂まで冠水し、水による浮力が作用	管とエアモルタルが分離し、この分離面に地下水が浸透し管体の底部に浮力が作用
断面図			
浮力発生要因	エアモルタル	水(管頂まで冠水)	地下水(管頂保護コンクリートまで)
※揚圧力	98.3	163.2	163.2
自重	22.6	22.6	74.1
浮力	75.7	<b>140.6</b>	89.1

※揚圧力=管揚圧力×1.2(安全率)

・エアモルタルの単位体積重量  $\gamma=11.8\text{kN/m}^3$ 、山砂の単位体積重量  $\gamma=18\text{kN/m}^3$

・各圧力の単位は(kN/本)

### 3. 5排水処理計画

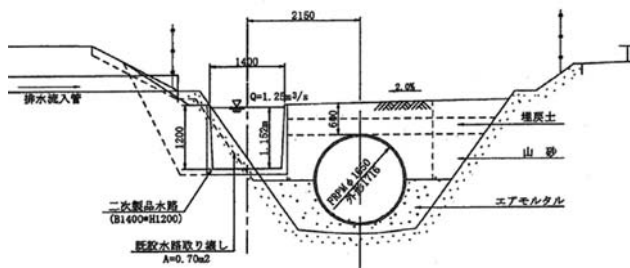
本工法を現場条件に適用するにあたり、新たな検討の必要が生じたので紹介する(図-4)。

本工事の開水路区間には、左岸山間部の排水が流入している。既設水路に管を埋設・埋戻すにあたり、この排水処理を検討する必要が生じた。本工法は従来、最低土被りを0.6mとし埋戻表面は未舗装である。この場合、排水路は単断面で設置することになるが、排水流量に対応する大きな水

路断面が必要となる(①単断面)。そこで、開水路の既設護岸の一部を有効利用し、複断面にて排水する(②複断面)。このとき管頂は排水路となるので、コンクリート張りとする。また、管上には自動車の通行がないことから、構造物との最小土被り0.3mとする。

この2つの工法について経済比較した結果、②複断面は①単断面に比べて、5.6%のコスト縮減となった。

①単断面(従来の既設水路内埋設による管理設工法)



②複断面(本工事における採用工法)

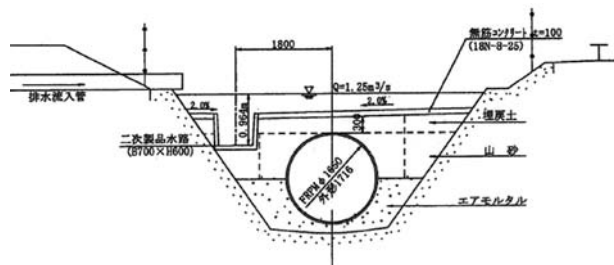


図-4 排水処理方式の検討断面



### 3. 6施工

本工法の施工のうち、管浮上防止工及びエアモルタル基礎工について紹介する。



写真-2 施工前



写真-3 施工中



写真-4 施工後

### 3. 6. 1管浮上防止工

#### 【施工管理】

あらかじめアンカーを既設水路底板部に打設して引抜試験を行い、強度を確認する（写真-5）。



写真-5 浮上防止アンカー引抜試験

#### 【留意点】

エアモルタル打設時に浮上金具が変動しないように、アンカープレートと底板に隙間が生じる場合は、無収縮モルタルによる調整する等、確実な固定が必要となる（図-5）。

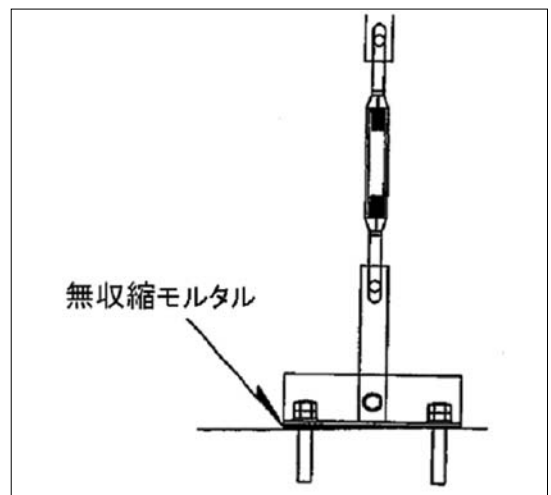


図-5 無収縮モルタルによる調整

### 3. 6. 2エアモルタル基礎工

#### 【施工フロー】

##### ①プラント設置工

- ↓ ・プラントの配置概要を図-6、
- ↓ 全景を写真-6示す。

↓

##### ②圧送管布設工

↓

##### ③間仕切壁設置工

- ↓ ・エアモルタル充填箇所の端部及び50～60m
- ↓ 毎に布製型枠(モルタルバック)を設置する

↓

##### ④エアモルタル打設工

- ↓ ・エアモルタル打設量の管理は、使用材料の
- ↓ 使用量及びプラントに設置した流量計から
- ↓ 算出する
- ↓ ・1日当たりの打上げ高さは自重による消泡
- ↓ を防ぐため1m以下で180度巻部は2層で施
- ↓ 工する

↓

##### ⑤圧送管撤去工

↓

##### ⑥プラント撤去工

### 4. おわりに

南部幹線用水路は今後も既設開水路を利用した本工法を活用して施工を進め、平成23年度までに末端まで完成させる予定である。本地区に限らずともこの先、耐用年数を迎え更新すべき用水路は日本全国至るところで現れる。コスト縮減を図ることができる経済性を持ち、かつ、既設構造物の有効活用で廃棄物を抑制するといった環境への配慮も兼ね備えた本工法は、今後とも非常に大きな役割を果たしていくと考えられる。

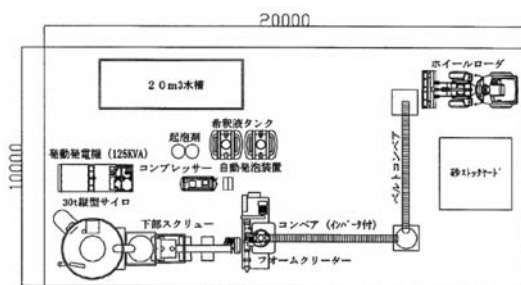


図-6 プラント配置概要



写真-6 プラント全景

# 九頭竜川下流地区におけるコスト縮減

番 詰 憲 彦\* 金 村 博\* 大 塚 直 輝\* 中 山 公 太\*  
(Norihiko BANZUME) (Hiroshi KANEMURA) (Naoki OOTSUKA) (Kouta NAKAYAMA)

## 目 次

I. はじめに.....	35	IV. 今後の対策.....	38
II. パイプライン布設の施工方法.....	35	V. おわりに.....	38
III. コスト縮減対策.....	36		

### I. はじめに

本地区は、福井県北東部にあって、九頭竜川兩岸にまたがる福井・坂井平野に位置し米作を中心とした地域で一大穀倉地帯を形成している。

事業は老朽化した施設（S22からS30国営事業、S28からS47県営事業で造成）の改修と水質の悪化（都市化・混住化による家庭排水の流入による水質汚濁）、下流部における塩害の発生（河川における塩水遡上）、及び用水不足（溪流、ため池依存）等の課題解決に向け、開水路をパイプライン化し、用水の安定供給を図るため平成11年度より事業に着手しているところである。その後、施設計画や工事の制約条件により施工方法等の見直しが必要となり、平成16年度より計画変更作業に着手したところである。

計画変更要因としては、

- ①末端での安定した水圧を確保するため調圧水槽の設置・口径の見直し
- ②国営末端分水工位置の変更による水路の延長増
- ③地震時等における二次災害防止のための緊急遮断弁の追加等
- ④地盤状況や周辺住宅等への影響を考慮した施工方法（土留工法の採用、防音壁の設置及び住宅密集地ではシールド工法の採用）の見直しが挙げられる。

計画変更は、本年度中に手続きを完了する予定であるが、事業費が大幅に増高したことにより今後の実施に際し、一層のコスト縮減に取り組みながらの工事実施が必要となっている。

### II. パイプライン布設の施工方法

本地区のパイプラインは、口径3,500mmを主とする十郷用水路の改修をはじめ、口径2,800mmが2連の右岸幹線用水路の改修など、大口径パイプライン工事を行っている。そこで本事業のパイプライン工事の施工方法について説明する。パイプラインを布設する際の施工方法には、オープン開削工法、矢板工法、シールド工法、推進工法があり、当地区で採用した工法について簡単に紹介する。

#### 1. オープン開削工法

オープン開削工法は、当初計画で用いられていた基本的な工法であり、比較的安価であるため、工法を検討する際に第一に検討される。しかしながら、

- ①大口径管を布設するため広い工事用地の確保が必要
- ②ほ場を工事用地として利用する機会が多いため地元対応や原形復旧に係る労力が多大
- ③地質状況によっては、地下水の影響から盤ぶくれ対策のため止水矢板等が必要等がデメリットとして挙げることができる。



写真-1 オープン開削工法

\*北陸農政局九頭竜川下流農業水利事業所 (Tel. 0776-68-5500)

## 2. 矢板工法

矢板工法は、オープン開削工法での施工が困難な場合に用いられる。用地の条件等により制約を受けた場合に採用されることが多い。近年、当地区においては、周辺宅地等に隣接した区域で多く採用している。



写真-2 矢板工法

## 3. シールド工法

パイプライン化に当たって、現況水路周辺の宅地開発が進んでいる地区や主要道路・河川を横断する区間で、開削による施工が困難な区間について、周辺の居住環境の保全や施工性からシールド工法を採用している。(図-1)



写真-3 シールド掘進機

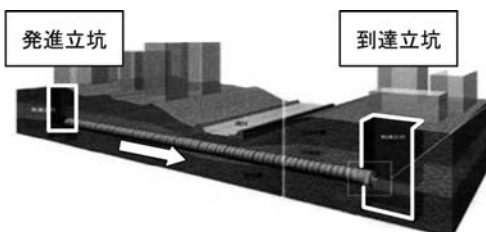


図-1 シールド掘削イメージ

## Ⅲ. コスト縮減対策

事業を適正に実施し、投資効果を高めるため当事業所にとってコスト縮減は至上命題であり、工事を行う上で設計段階や実施段階における更なる技術的工夫、現場条件にあった低コスト施工に努めているところである。そこで、以下に当事業所でのコスト縮減への取り組み事例を紹介する。

### 1. 浅埋工法

パイプライン化に伴い管を埋設するが、地震時に管が地下水の影響により浮上や蛇行を防止するため所定の埋設深が必要となってくる。しかしながら埋設深を大きくすると土工量及び基礎材が多くなるほか、外圧が大きくなり、管厚を厚くする必要がある。このためジオグリッドを用いることにより、管の埋設深を浅くする浅埋工法の採用により必要最小限の埋設深を確保し、必要な管厚を決定している。(図-2)

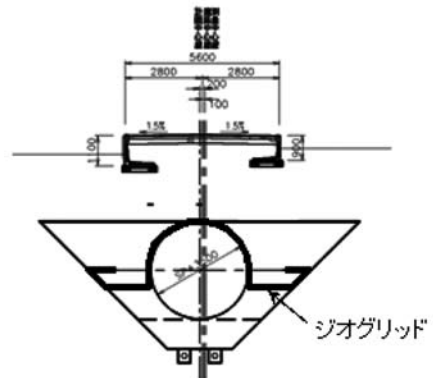


図-2 ジオグリッド施工

ジオグリッドは、その布設幅全体で上部荷重を受け止めることにより、管の浮上防止を図るもので、浅い埋設が可能となる。

浅埋工法を採用することにより①掘削埋戻土量の減少、②管厚の低減等のメリットがあるなど、コスト縮減が図られている。当事業所で施工した工事では、鋼管の厚さが $t=18\text{mm}$ から $t=13\text{mm}$ と5mm程度管厚が薄くなった例もある。

※浅埋工法とは、(独)農業工学研究所にて開発された「ジオテキスタイルによる地中構造物の浅埋設工法」である。

### 2. FRPM管の曲線布設

従来は、線形を曲げる際にFRPM曲管を使用す

ることとしていたが、屈曲角が小さく曲線布設を行うことが可能な角度以内（2度30分以内）である場合には、曲線布設（1度以内／本）を採用することにより、コスト縮減を図ってきている。

一般的に直管と曲管では、制作費の関係で曲管の方が高価であるため、直管のみを使用し、曲線布設することでコストを抑えることが可能となるものである。従来の工法ではパイプラインの線形部において、必要な角度に加工した異形のFRPM管を使用（図-3）していたが、曲線布設方式では数本のFRPM直管を1度以内に曲線布設（図-4）することにより、所定の線形を確保するものである。

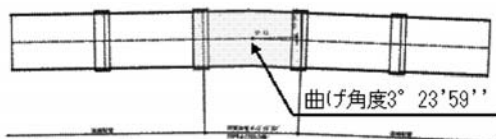


図-3 従来の工法

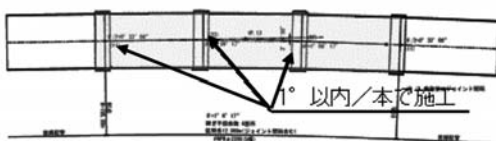


図-4 曲線布設による工法

### 3. 建設発生土の利用促進

パイプラインを布設すると管本体と基礎材相当分の建設発生土が発生する。埋戻しに必要な土量を除き、不要な土量は通常処分するが、他に流用できない残土については産業廃棄物となり発生残土処理ではコストが高くなるため、処分量を少なくするため当事業所内の各工事間での調整、県及び市と協議を進め、関連事業である県営ほ場整備工事や市の道路拡張工事への利用を行い、相互のコスト縮減に努めているところである。

また、そのままの状態では埋戻土としての再利用に適さない土砂（含水比の高い粘性土、シールド汚泥）は、産業廃棄物となり高額な処理費用が必要となるため、自走式土質改良機により現地発生土と石灰安定処理剤を混合し、改良することで埋戻土として使用する取り組みも行っている。

### 4. 流動化処理土による埋戻し

パイプライン等の設計は原則として設計基準や指針により実施されているが、大口径（φ3,000mm

を超える管）パイプラインについては実証試験や施工実績に基づいて設計することとなっている。当事業所では、施工に先立ち農業工学研究所と連携し、設計施工方法の妥当性を確認することを目的として、精密実証試験を実施した。実証試験では管体基礎を再生砕石（RC-40）を用いて埋戻し、また施工支持角360°もRC-40、上部は現地発生土で埋戻した。（図-5）

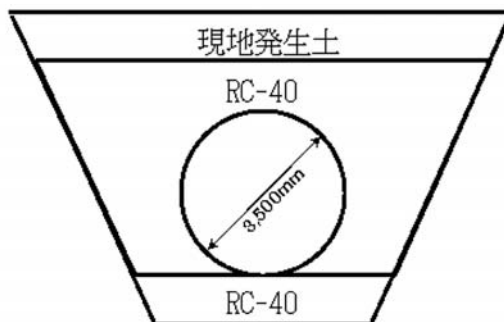


図-5 精密実証試験における埋戻し方法

実証試験による埋戻しでは、鋼管のひずみ観測によって、許容値ひずみ（±400μ程度）に対し、管底部及び管側部に局所的ひずみ（-600～300μ）が観測された。

この改善策として当事業所では流動化処理土による埋戻しに取り組んだ。これは流動化処理土を使用することにより、締固めが困難な管底側部まで均一な埋戻しが可能となると考えたことによるものである。

結果として施工支持角360°を流動化処理土により埋め戻す（図-6）ことで、ひずみは±100μ程度まで低減させることができた。（図-7）

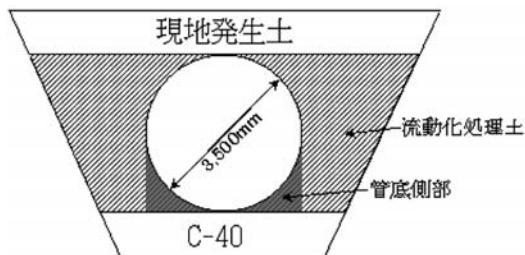


図-6 流動化処理土による埋戻し

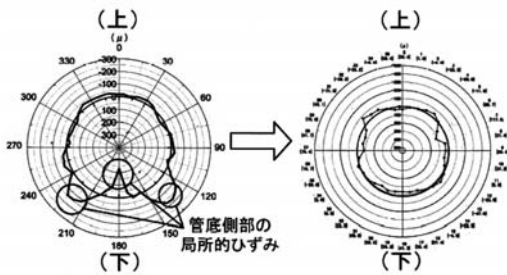


図-7 ひずみ量の比較  
(左：精密実証試験，右：流動化処理土)

流動化処理土は、現地発生土を管体基礎材料として有効活用することが可能となるため、通常は発生残土として処分する土砂を有効活用することにより、コスト縮減につなげるとともに骨材の使用を軽減することにより地域資源の保持を図りゼロエミッション（産業廃棄物をなくす）の取り組みも併せ持たせることができた。

#### IV. 今後の対策

##### 1. 流動化処理土対策

流動化処理土は、コスト縮減だけでなく、大口径パイプラインにおける管のひずみ等の低減や品質管理面及び建設発生土の活用としても有効な工法である。

しかしながら製造コストが大きくかかるため、流動化処理土の配合割合を変更して基礎材として使用する可能性を検討し、流動化処理土の製造コストの低減を図るべく、本年度検討を行う。

##### 2. シールド汚泥の流動化処理土への利用

当事業所では、今後、住宅地や道路・河川横断等の対策として、シールド工法による施工を計画しており、本事業でシールド掘進機を工事用資材として保有し、これを補修・整備し別件工事へ転用することでコスト縮減を図っているところである。

また、シールド工事の施工に伴い発生する残土は、産業廃棄物として高額な処理費用を支出していたが、福井県安全環境部産業廃棄物対策課の指導の下、シールド汚泥を再生利用可能資材として位置付け処理した。今後はシールド汚泥の流動化処理土等への利用についても検討を進めている。具体的には、管の埋戻し材やシールド工事の二次覆工の間詰材としての利用が挙げられる。

ただし、福井県の「産業廃棄物の再生利用業者

の指定指針」によればシールド汚泥は、コーン指数 $400\text{kN/m}^2$ 以上の強度がなければ、現場からの搬出が認められていないため、一度改良し、固化させなければならない等の問題もあり、福井県産業廃棄物対策課等と課題処理のための協議を進めているところである。

#### V. おわりに

コスト縮減は、コスト構造改革プログラムに基づくものとしてだけではなく、総事業費の低減による投資効果の向上を目標とするものであるとともに、鋼材や油脂類の物価が上昇している今日において、更なる事業費の上昇を抑制するためにも必要かつ重要なテーマである。このことは同様に全ての公共事業にとって重要な課題であると言える。

また我々土地改良事業を推進する者として、施設の使用及び管理する方々に、安価で使いやすいものを作り残すことが技術力の向上でもあり、コスト縮減への取り組みにつながるものであると各々が意識し対応していくことが必要であると考える。

今回紹介した九頭竜川下流地区でのコスト縮減への取り組みは一つの事例であるが、同様の課題を有する他地区への参考となれば幸いである。

# 北野幹線水路北野Mサイホン工事における フルームインパイプの設計と施工について

白 枝 健\* 宮 戸 邦 雄\*\* 下 瀬 耕三郎\*\*  
(Takeshi SHIRAEDA) (Kunio MIYATO) (Kousaburo SHIMOSE)

## 目 次

1. はじめに……………	39	4. エアモルタル充填における施工管理……………	43
2. 設計上の課題……………	39	5. 終わりに……………	46
3. VE検討会での設計提案……………	40	6. 謝辞……………	46

### 1. はじめに

国営新矢作川用水土地改良事業（以下、「本事業」という。）は、愛知県の中央部に位置する岡崎市他4市4町にまたがる7,073haを計画受益面積とし、旧国営事業（矢作川農業水利事業：S27～S37、矢作川第二農業水利事業S38～S53、矢作川総合農業水利事業S45～S63）で築造された施設が老朽化、機能低下に伴い安定取水、安定通水の障害となっていることから頭首工、ダム取水設備、幹線水路等の改修を平成6年度より実施している。

幹線水路の一部区間については、愛知県水道用水供給事業及び岡崎市水道事業との共同事業により実施する水道用水との共同水路であるため、断水を伴う施設管理・点検補修が不可能な状況にあり、一旦不測の事態が生じた場合、その社会的影響は、相当大きくなることが予想された。そのため、共同区間の改修については、将来の通水下での維持管理が可能となる2連構造を採用している。そこで本報では、この共同区間の北野幹線水路北野Mサイホンにおける改修事例を紹介する。なお、本報でMとは既設水路の改修区間を、Bとは新たに築造するバイパス水路のことを指す。

### 2. 設計上の課題

北野幹線水路は、岡崎市の市街化区域内を通過しており、近年の都市化に伴い幹線水路の両側に

民家や商店などが建ち並び、工事に必要な仮設用地の確保が困難なことや、騒音・振動、粉塵や沈下など周辺住民への影響回避等が必要条件下にある。



写真－1 市街化区域内の幹線水路

このため、北野Mサイホンは既設の北野幹線水路内にインパイプする工法を採用し、Bサイホンはシールド工法により実施することとした。

また、本事業では、農業用水が有していた、景観保全機能や防火生活用水などの地域用水機能の維持・増進を図るため、水路のパイプライン化後の上部敷地の利用について、せせらぎ水路を整備することにより、親水機能を持たせ、地域に密着した水利施設の高度利用を図ることとしている。このため地域住民の代表によるワークショップを開催して上部利用計画の基本構想を作成し、これに基づき県営水環境整備事業と連携して整備を進めることとしている。

\*東海農政局新矢作川用水農業水利事業所 (Tel. 0566-74-7904)  
\*\*東海農政局新矢作川用水農業水利事業所北部支所 (Tel. 0565-21-6101)



図-1 基本構想イメージ図

既設の北野幹線水路は当初、フルーム型式の用水路として完成したが、築造後において沿線に家屋等が密集し、ゴミ等の投棄や、子供・老人等の転落の危険性が問題となり、その防止のため、全線にわたってコンクリート覆工版が施工され周辺地盤との間に段差が発生している。

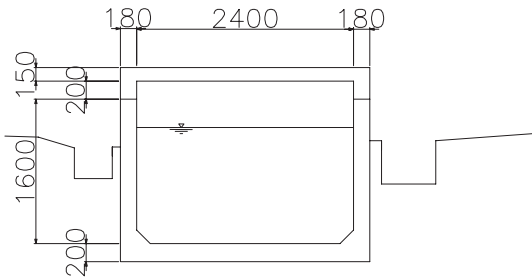


図-2 既設水路標準断面図

そこで水路上部の敷地を有効に利用するため、コンクリート覆工版を撤去し、既設水路の天端を0.35m下げることとした。

### 3. VE検討会での設計提案

#### 3.1 基本設計時の原案

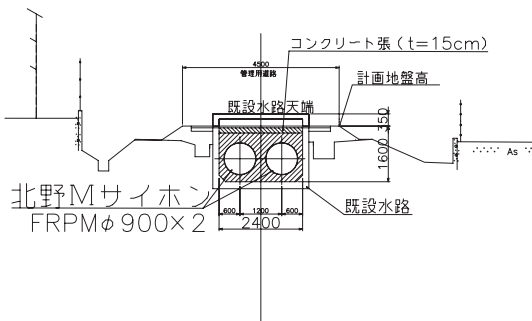


図-3 基本設計時の計画断面

基本設計においては、設計基準の基床厚さ0.2mを確保し、管頂部の土被り厚さは、必要土被りが確保出来ないため保護コンクリートを施工、土被り0.3m+保護コンクリート張0.15mとし、北野Mサイホンの計画断面は、図-3のとおり既設水路内に布設可能な口径であるFRPM管φ900×2連とした。

また、コンクリート覆工版の撤去は、ウォールソーにより頂版を分割切断して、産業廃棄物として処理する計画とした。

#### 3.2 VE提案

設計VE検討会では、施工性、安全性、経済性及び維持管理に配慮し、設計条件を満足する水路の検討及び周辺環境に配慮した施工計画の検討の結果、以下に示す代替案をVE提案として採用した。

- ①FRPM管の配管を原案のφ900×2連からφ1200×1連へ変更し、既設水路との空隙はエアモルタルにて充填することで、管材料費の低減、布設本数を減らし施工性の向上及び工期短縮を図る。
- ②既設断面の側部を切断し、横方向にずらし蓋として再利用することで保護コンクリートの施工が不用となり、工期短縮及び産業廃棄物発生量の減少を図る。

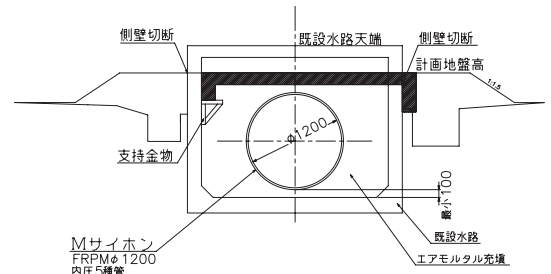


図-4 VE提案 標準断面図

#### 3.3 管種の決定

使用する管材は、経済性、施工性、耐久性、通水性より、FRPM管を選定した。

また、既設水路内に配管することになるが、既設水路の頂版はゴミの投棄防止や子供・老人等の転落防止を目的に設置したため、活荷重を考慮していないため、内水圧のみに対応する薄肉管は採用せず、5種管を選定した。

#### 3.4 管体の構造検討

VE提案による変更後の構造においては、土地



改良事業計画設計基準設計「パイプライン」に示された管体構造計算の適用が困難と考えられることから、FEM解析による数値的な構造確認を行った。

(1)断面形状

- ①管種・口径：FRPM φ1200 5種管
- ②設計内圧：0.08MPa
- ③上載荷重：T-14
- ④布設工法：水路内配管を行いエアモルタルを充填する。
- ⑤基床厚さ：既設水路底より100mm
- ⑥管の布設位置：既設水路中心とする。
- ⑦管体構造：内外圧とも内挿管で受け持つ自立管構造とする。

(2)解析手法

解析手法は、次の条件、取扱いにより「二次元線形弾性解析」を採用した。

- ①既設水路は、現在構造物として存在していることから強度を考慮しない弾性部材として取り扱う。
- ②充填材は、新設する管材に及ぼす「荷重（単位体積重量）」を作用させる目的でモデル化するため、強度を考慮しない弾性部材として取り扱う。
- ③周辺地盤について、掘削を行わないため、その影響による弾性荷重などは発生しない。
- ④本解析の目的は、FRPM管の解析であり、各物性がFRPM管に荷重として影響を与える単位体積重量と包含する剛性（ヤング率）でモデル化することが妥当である。

解析モデルは、地盤及び既設水路は平面ひずみ要素、FRPM管はビーム要素でモデル化して軸剛性および曲げ剛性を考慮させ、FRPM管に発生する応力、変位を算出して検討を実施した。

(3)解析物性値

解析に使用した各物性値は以下のとおりである。

表-1 解析用地盤

地盤	ヤング係数 kN/m <sup>2</sup>	ポアソン比	単位体積重量 kN/m <sup>3</sup>
土砂 (盛土層)	2.1×10 <sup>3</sup>	0.4	19

表-2 コンクリート

名称	ヤング係数 kN/m <sup>2</sup>	ポアソン比	単位体積重量 kN/m <sup>3</sup>
既設水路	2.35×10 <sup>7</sup>	0.2	24.5
エアモルタル	1.47×10 <sup>5</sup>	0.3	8.0

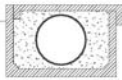
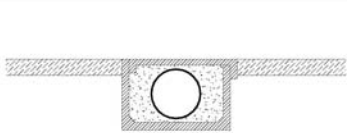
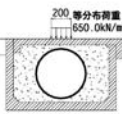
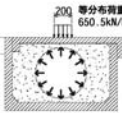
表-3 FRPM管（5種管）

ヤング係数 kN/m <sup>2</sup>	断面積 m <sup>2</sup>	断面二次モーメント m <sup>4</sup>	断面係数 m <sup>3</sup>
1.47×10 <sup>7</sup>	0.024	1.15×10 <sup>-6</sup>	1.15×10 <sup>-6</sup>

(4)解析ステップ

検討は表-4に示す順で行った。

表-4 検討手順

Step	模式図	備考
1	—	初期応力解析
2		・頂版切断移動設置 (頂版のみ自重考慮) ・FRPM管施工 ・エアモルタル施工
3		・地盤面仕上げ (盛土)
4		・車両走行荷重負荷
5		・内水圧負荷 ・水重

Step1では、自重解析による初期応力の解析を実施した。

Step2では、既設水路の側壁および底版はFRPM管に影響を及ぼさないため自重を無視し、

頂版は切断後、移動転用するため自重を考慮してFRPM管に作用させた。エアモルタルの自重も同様に、FRPM管に影響を及ぼす要因として考えられるため考慮した。

Step3では、地盤面仕上げを行い地盤物性値を考慮した。

Step4では、管理用車両が縦断方向に走行した場合の荷重を考慮した。

Step5では、最終ステップとして、管理用車両と内圧を負荷させ検討した。

(5)照査方法

FRPM管の照査は、許容たわみ率および許容応力で行い、下記のとおりである。

許容たわみ率：4%以下

許容応力：108MN/m<sup>2</sup>

(6)解析結果

たわみは、全てのステップにおいて鉛直変位が卓越した結果となった。結果は表-5のとおりである。

表-5 たわみ量とたわみ率 (T-14)

ステップ	たわみ量	たわみ率	判定
	mm	%	
2	0.053	0.004	ok
3	0.052	0.004	ok
4	0.622	0.051	ok
5	0.0439	0.036	ok

管中心半径 1224mm

許容たわみ率 4% = 48.96mm

応力は、全て許容応力度以下となった。結果は、表-6のとおりである。

表-6 応力最大値 (T-14)

ステップ	応力 MN/m <sup>2</sup>		判定
	外側	内側	
2	-0.11	-0.18	ok
3	-0.13	-0.19	ok
4	-1.17	-1.98	ok
5	0.94	1.59	ok

＋：引張，－：圧縮

許容応力 108 MN/m<sup>2</sup>

また、市道横断部において、上載荷重をT-25で横断方向に走行する場合の検討も行った。

表-7 たわみ量とたわみ率 (T-25)

ステップ	たわみ量	たわみ率	判定
	mm	%	
2	0.053	0.004	ok
3	0.052	0.004	ok
4	1.864	0.152	ok
5	1.682	0.137	ok

管中心半径 1224mm

許容たわみ率 4% = 48.96mm

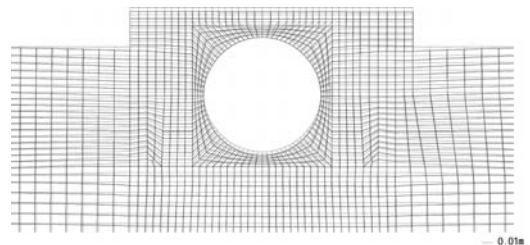


図-5 ステップ2で発生した変形図 (T-25)

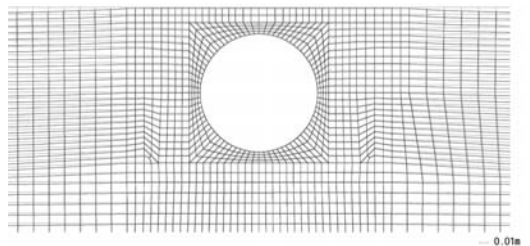


図-6 ステップ3で発生した変形図 (T-25)

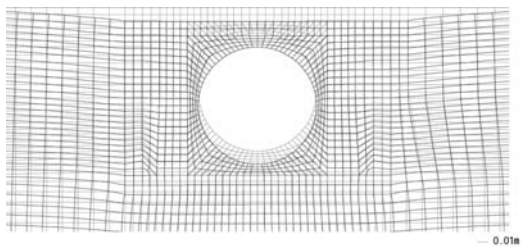


図-7 ステップ4で発生した変形図 (T-25)

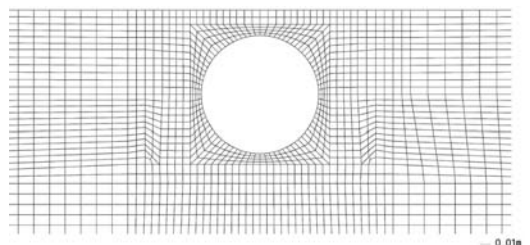


図-8 ステップ5で発生した変形図 (T-25)

表-8 応力最大値 (T-25)

ステップ	応力 MN/m <sup>2</sup>		判定
	外側	内側	
2	-0.11	-0.18	ok
3	-0.13	-0.19	ok
4	-3.47	-6.02	ok
5	0.04	2.02	ok

+ : 引張, - : 圧縮

許容応力 108 MN/m<sup>2</sup>

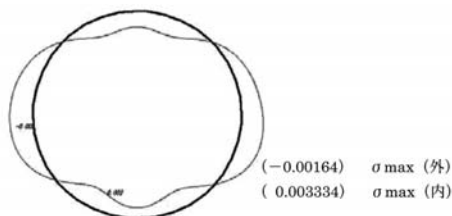


図-9 ステップ2のモーメント図 (T-25)

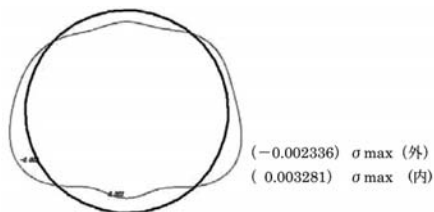


図-10 ステップ3のモーメント図

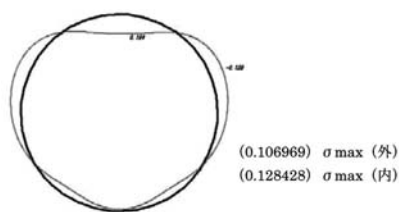


図-11 ステップ4のモーメント図

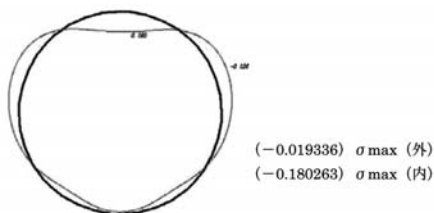


図-12 ステップ5のモーメント図

### (7)解析結果の考察

前述の条件におけるフルームインパイプ構造について、FEMによる数値解析によると、たわみ及び応力ともに許容値を十分満足する結果が得られた。

たわみを発生させる要因としては、外圧荷重が影響することから輪荷重を載荷させ内圧が作用しない状態において最大を示した。また、応力については、外圧荷重に対しては、全て圧縮応力が発生し、内圧をかけた場合には引張応力が発生した。

いずれにおいても、許容値に対して非常に小さく材料品質のばらつきを考慮してもその影響は小さいものと判断される。

また、表-9に示すとおり、各種物性を低減し解析を行っても、許容値に対して十分余裕があることが示された。

表-9 各種物性値を変更した場合の解析結果

解析ケース	たわみ量 (mm)		たわみ率 (%)	
	Step 4	Step 5	Step 4	Step 5
現計画	0.622	0.439	0.051	0.036
頂版をエアモルタル相当に低減した場合	1.422	1.230	0.116	0.104
既設水路をエアモルタル相当に低減した場合	2.005	1.779	0.164	0.145
物性値を1/2低減した場合	1.129	0.929	0.092	0.076

載荷荷重はT-14

しかし、数値解析の条件としてエアモルタルは均質で完全充填された状態を前提としており、充填の不均一等が生じた場合は、その部分の管体に大きな影響が出る恐れがあることから、施工に際しては品質を確保するよう十分留意する必要がある。

## 4. エアモルタル充填における施工管理

### (1)充填材の選定

本工事のように住宅に囲まれ狭小な作業スペースでの、インパイプ工法における充填材は、一般的にエアモルタルや流動化処理土を用いる。本工事においては、残土は発生しないため、エアモルタルと工場製作した流動化処理土を比較し、経済的に有利で施工実績の多いエアモルタルを充填材として計画した。

## (2)配合設計

本工事においては、管体自体の強度にて外荷重に耐えうる構造であるため充填材の強度を期待する必要はないものの、以下の特性をもたせるため表-10に示す配合とした。なお、混和材としては微アルカリの微粒子混和材を用いた。

- ①流動性に優れる。
- ②ブリージングが小さく固結後の容積減少が少ない。
- ③懸濁性が安定しており圧送トラブルが少ない。
- ④管の性能を損なう発熱（70℃）が発生しない。
- ⑤空気含有量は経済性及びブリージングを考慮して50%程度となること。

表-10 エアモルタル配合表

空気量 (%)	フロー値 (mm)	生比重 (kg/L)	単位量 (kg/m <sup>3</sup> )			
			水	セメント	混和材	発泡剤
52±5	220±20	0.794	312	240	240	1.4

また、充填材の圧縮強度は、土木学会制定「トンネル標準示方書（山岳編）・同解説」を参考とし、一軸圧縮強度（4週）1N/mm<sup>2</sup>程度に設定した。

## (3)品質確認

エアモルタルは作業ヤードに設置したミキシングプラントで製造を行い、その品質確認は表-11に示す方法に基づき行った。

表-11 品質確認方法

項目	試験方法
比重	JIS A 1109
フロー値	JIS R 5201
空気量	JIS A 1128
圧縮強度	JIS A 1108

## (4)施工順序

エアモルタル充填は以下の順序で施工した。

- ①注入プラントの設置（写真-2）
- ②間仕切壁設置

1スパン（エアモルタルの注入機械の能力により約60m）の配管終了後、注入材流出防止のために管外面と既設水路の隙間に、セメントレンガとモルタルを用いて間仕切壁を設ける。（写真-3）

- ③注入孔、確認孔のコア抜き

既設水路天端に、注入孔用のコア抜きを行う。既設水路上部より確認を行うために確認孔用のコ

ア抜きも行う。（写真-4）

- ④エアモルタルの注入

坑外に接地したプラントよりエアモルタルを圧送し、既設水路天端より注入を行う。また、1スパンのエアモルタル注入は2日に分けて行い、確認孔より充填状況を確認する。（写真-5、6）



写真-2 注入プラント設置状況



写真-3 間仕切壁設置状況



写真-4 注入孔及び確認孔削孔



写真-5 エアモルタル注入



写真-6 エアモルタル充填確認

### (5)エアモルタルの充填時の工夫

#### ①管浮上防止固定材設置

内管布設後のエアモルタル充填に際して、浮上防止を目的とした固定材を設置した。これは、接合完了した管受け口の左右の既設水路底版に等辺山形鋼をアンカーボルトで設置し、管の受け口を管頂から押さえるように平鋼を巻き込み、ターンバックルで締め込むことにより管を固定するものである。

#### ②充填材注入

既設水路頂版に注入孔及び確認孔を削孔し充填材注入を行った。この際、縦断勾配の低い側に注入孔を、高い側に確認孔を設置し片押しで施工した。

注入は、より均等に打設できるよう複数回に分けて行い、注入圧は圧送管の破損防止及び流出防止等を考慮し、注入ノズルに設置した圧力計にて0.05MPa以下にて管理した。

管固定詳細図  
S=1:30

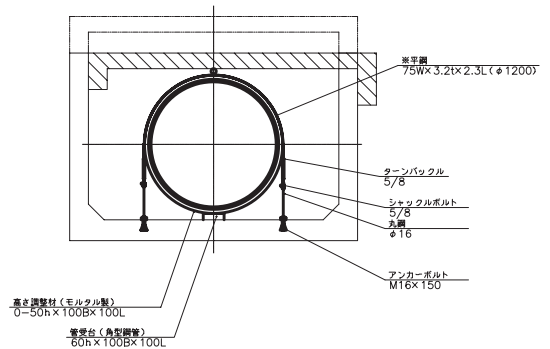


図-13 管浮上防止固定材

### ③目地補修

既設水路の頂版を横移動し蓋とすることにより、既設水路と頂版部に隙間が生じることとなる。当初、この隙間は目地補修後にエアモルタルを注入し、エアモルタルの流出を防ぐこととしていたが、現場ではエアモルタルの注入後に目地補修をすることとし、これにより隙間部分に空気抜きの機能を持たせ、完全充填を図った。



写真-7 既設水路隙間からの吹出状況

### ④エアモルタルの1スパンの打設回数

北野Mサイホンにおける中込注入作業のサイクルタイムは4日(1, 2日目:管布設, 3, 4日目:中込注入)としていたが、現場では管布設作業が中込注入作業に支障とならないことから、同時並行で行うことができた。

※通常のトンネル内のインパイプ工法は、間仕切り壁に注入孔を設けることから管布設作業と、中込注入作業は同時には行うことが出来ない。Mサイホンについては、注入孔が既設水路天端に設

置出来るので、中込注入作業は管布設作業の支障とはならない。

よって、エアモルタルを通常1スパンに2回注入するところを2回から4回に分けて注入することで完全充填を図った。

## 5. 終わりに

北野Mサイホンの設計に当たっては、設計VE検討会を開催し、出席者のアイデアを基に設計及び施工方法を決定した。

設計においては、 $\phi 900 \times 2$ 連を $\phi 1200 \times 1$ 連に変更することでコストの縮減と工期短縮を図った。

施工時は、頂版を横移動し、再利用することで、コンクリート殻の発生をゼロに抑え環境への負荷を低減することが出来たと言えよう。

## 6. 謝辞

北野幹線水路北野MサイホンVE検討会の出席者並びにFEMにより数値解析の手法や計算結果についてご指導いただいた農業・食品産業技術総合研究機構農村工学研究所施設資源部土質研究室長に対して感謝申し上げます。

## 参考文献

矢作川第二農業水利事業所：矢作川第二事業誌

# コンクリートボックスカルバート水路改修における 軽量盛土工法によるコスト縮減

菅野 佑 治\*  
(Yuji SUGANO)

## 目 次

1. はじめに.....	47	4. 設計におけるコスト縮減対策.....	50
2. 山田暗渠の施設概要.....	47	5. コスト縮減対策のまとめ.....	51
3. 機能診断結果からの問題点抽出.....	48	6. おわりに.....	51

### 1. はじめに

国営かんがい排水事業新湖北地区（以下「新湖北地区」と言う。）は、滋賀県の琵琶湖北東部に位置する長浜市他5町にまたがる水田4,720haの農業地域である。（図-1）



図-1 新湖北地区位置図

国営湖北土地改良事業（S40～S61）（以下「旧事業」という。）の実施により安定的な用水の確保がなされたが、旧事業で造成された施設の老朽化や、地区内における営農形態の変化、環境・景観保全の必要性の増大などにより、水利用に支障を来し始めていた。そこで、新湖北地区では、揚水機場の増設と、老朽化した頭首工及び用水路の改修を行っている。本報では、本地区の幹線用水路において改修予定の現場打ちコンクリートボックスカルバート暗渠（施設名称：高時幹線水路山

田暗渠、以下「山田暗渠」という。）を事例として、設計におけるコスト縮減事例を紹介する。

### 2. 山田暗渠の施設概要

山田暗渠の施設概要は表-1、図-2、図-3に示すとおりである。現場条件としては、暗渠上部は舗装路（農道）であり、山田暗渠の水は、防火、消雪、洗い場等の地域用水として通年利用されており、冬季の長期断水が不可能である。

表-1 施設概要表

断 面	暗渠 B 2.30m × H 2.10m
施工年度	昭和 49 年
延 長	L=290.3m
土かぶり	No.30+33.5 H=7.10m（最大値） No.33+2.18 H=2.74m（最小値）
活 荷 重	輪荷重 T-14
計画流量	Q=4.60m <sup>3</sup> /s
周辺地形	暗渠上部は舗装路（農道）、周辺は水田

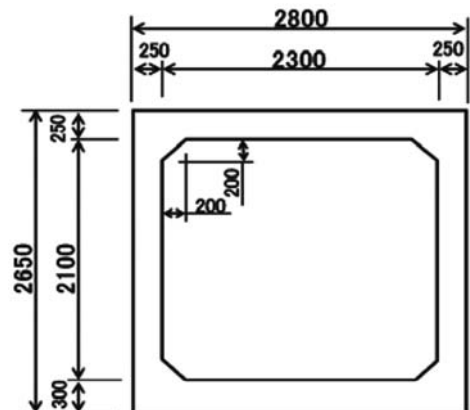


図-2 標準断面図

\*近畿農政局新湖北農業水利事業所（Tel. 0749-85-6310）

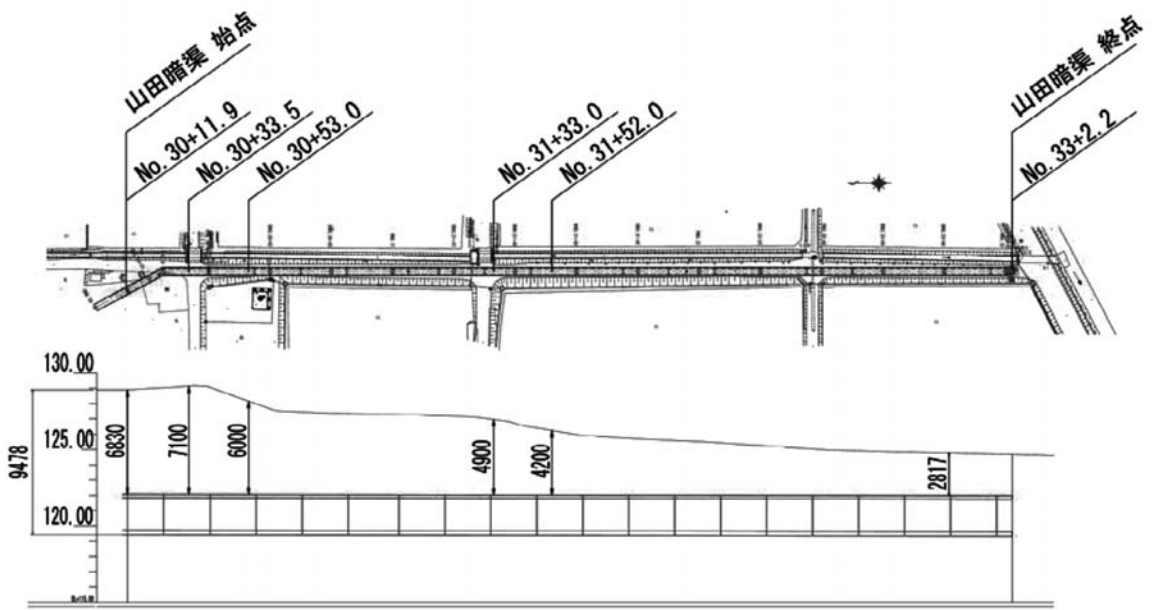


図-3 山田暗渠平面断面図

### 3. 機能診断結果からの問題点抽出

#### (1)機能診断結果の整理

山田暗渠の機能診断結果は表-2のとおりである。目地からの漏水、断面の摩耗・剥離、鉄筋の露出が見られる。これは経年劣化によるものと考えられ、止水対策・断面修復が必要である。中性化深さ、圧縮強度については特に問題は見られな

かった。

クラックについては0.2mm程度のヘアクラックであるが、①頂版下面の縦断方向に連続してひび割れが発生していること、②暗渠上流部の鉛直土かぶりの大きい区間にクラック発生位置が一致していることから、鉛直土かぶり荷重とひび割れの関連性を構造計算によって明らかにした。

表-2 機能診断結果一覧表

診断項目	調査方法	機能診断結果		対策
漏水状況	目視調査	目地部からの漏水	すべての目地板から浸入水を確認	・土砂の吸い出し対策が必要 ・止水対策が必要
ひび割れの有無	目視調査	頂版下部のひび割れ (0.2mm~0.3mm)	暗渠上流部の頂版下部中央付近で縦方向に連続して見られる	構造的な耐力不足と判断。構造計算により断面力を算出し、発生応力を検討
剥離・摩耗の有無	目視調査	通水部の摩耗	表面のモルタル部分が選択的に磨耗。粗骨材の剥がれ落ちは見られない	対策の必要なし
		通水部の剥離	通水部断面の剥離が見られる	選択的に断面修復が必要
鉄筋腐食・露出	目視調査	頂版下部の鋼材露出	頂版下面に長さ5~10cm程度の組立鉄筋や鋼材の露出あり	はつり・断面修復による補修が必要
中性化深さ	コア採取による中性化深さ試験	ほとんど進行なし (0mm~2.1m程度)	中性化はほとんど進行しておらず問題なし	対策の必要なし
圧縮強度	コア採取による圧縮強度試験	上流部51.5N/mm <sup>2</sup> 下流部38.1N/mm <sup>2</sup>	当初の設計強度以上を確認できたため問題なし	対策の必要なし



(2)構造計算照査から見える施設の問題点

たわみ角法により、現況ボックスカルバートの断面力を算出したところ、表-3のように土かぶりの大きい上流側ボックスカルバートに対する発生応力が、鉄筋の引張応力、コンクリート圧縮応力、コンクリートせん断応力ともに、水路の設計基準<sup>1)</sup>に定められた鉄筋コンクリートの許容応力度を上まわっていることがわかった。したがって、図-4のように暗渠頂版に連続発生していたクラックは、鉛直土圧によって発生したものであることが判明した。以上の結果をまとめると、現況施設として不安定な状態であり、改善を必要とする応力は、「頂版曲げモーメント」、「頂版せん断力」、「側壁せん断力」であり、既に許容応力度を越えてしまったボックスカルバートの強度回復を見込むための改修工法を検討した。

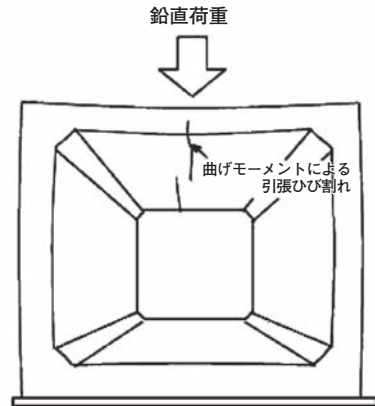


図-4 既設暗渠への载荷イメージ

表-3 構造計算照査の結果

測点 土かぶり	照査 項目	鉄筋の引っ張り 応力度照査	コンクリートの圧縮 応力度照査	コンクリートせん断 応力度照査
No.30+33.5 土かぶり 7.10m	断面力	M=55.954 kNm, N=81.122 kN		S=130.840 kN
	発生位置	頂版中央		頂版から 2d
	最大応力度	219.60 N/mm <sup>2</sup>	9.78 N/mm <sup>2</sup>	0.69 N/mm <sup>2</sup>
	許容応力度	157.00 N/mm <sup>2</sup>	8.0 N/mm <sup>2</sup>	0.44 N/mm <sup>2</sup>
	健全度判定	鉄筋の応力度が鉄筋の降伏点応力度 (295 kN/mm <sup>2</sup> ) の70%を超えている。また、コンクリートは許容せん断応力度を大きく超えている。		
No.30+53.0 土かぶり 6.00m	断面力	M=47.867 kNm, N=68.823 kN		S=112.331 kN
	発生位置	頂版中央		頂版から 2d
	最大応力度	188.10 N/mm <sup>2</sup>	8.36 N/mm <sup>2</sup>	0.59 N/mm <sup>2</sup>
	許容応力度	157.00 N/mm <sup>2</sup>	8.0 N/mm <sup>2</sup>	0.44 N/mm <sup>2</sup>
	健全度判定	鉄筋の応力度が鉄筋の許容応力度 (157 kN/mm <sup>2</sup> ) を超えている。また、コンクリートは許容せん断応力度を超えている。		
No.31+33.0 土かぶり 4.90m	断面力	M=39.780 kNm, N=56.524 kN		S=98.823 kN
	発生位置	頂版中央		頂版から 2d
	最大応力度	156.59 N/mm <sup>2</sup>	6.95 N/mm <sup>2</sup>	0.59 N/mm <sup>2</sup>
	許容応力度	157.00 N/mm <sup>2</sup>	8.0 N/mm <sup>2</sup>	0.44 N/mm <sup>2</sup>
	健全度判定	コンクリートは許容せん断応力度を超えている。		
No.31+52.0 土かぶり 4.20m	断面力	M=34.633 kNm, N=48.697 kN		S=82.044 kN
	発生位置	頂版中央		頂版から 2d
	最大応力度	136.54 N/mm <sup>2</sup>	6.05 N/mm <sup>2</sup>	0.43 N/mm <sup>2</sup>
	許容応力度	157.00 N/mm <sup>2</sup>	8.0 N/mm <sup>2</sup>	0.44 N/mm <sup>2</sup>
	健全度判定	問題なし。		

#### 4. 設計におけるコスト削減対策

##### (1)改修工法の選定

先に述べた、頂版曲げモーメント、頂版せん断力、側壁せん断力の3つの応力に対して安定となる改修工法は全面改修の他、各応力に注目した対策の組み合わせが考えられる。

##### ①全面改修の場合

頂版クラックが発生していた暗渠上流140.1m区間を、現況の土圧に耐えうる現場打ボックスカルバートあるいは、二次製品ボックスカルバートに置き換える案が挙げられる。

##### ②各応力に注目した対策の組み合わせの場合

暗渠の構造耐力不足の原因となっている鉛直土圧を軽減させることができる工法として、軽量盛土工法が挙げられる。暗渠上部の土を軽量の盛土材で置き換えることにより、頂版曲げモーメント、頂版せん断力を許容応力度内に収めることができる。側壁せん断力については、土かぶり6.0m以下の区間では、許容応力度内に収めることができるが、土かぶり6.0m以上の区間が鉛直土圧の軽減のみでは強度の回復はできないことから、暗渠側壁をコンクリートで増し厚する工法を併用することとした。なお、軽量盛土工法としては、「EPS工法」と「HGS方法」の2案が挙げられ、これに側壁補強工を併用し、改修工法案とした。

##### (2)改修工法の比較検討

(1)で述べた改修案について、以下のとおり比較検討を行った。(表-4)

##### ①更新工法について

現場打ボックスカルバートは100百万円/式、二次製品ボックスカルバートは111百万円/式で

あり、全面更新は、現況の土かぶりに対する躯体の必要断面が大きくなり割高となっている。施工としては、鋼矢板により土留め工を行い、暗渠底まで開削し、コンクリートの打設あるいは、二次製品の据付を行う。

##### ②軽量盛土工法について

「EPS工法+側壁補強工」と「HGS工法+側壁補強工」については、「EPS工法+側壁補強工」が70百万円/式、「HGS工法+側壁補強工」が119百万円/式である。施工としては、既設暗渠の取壊しが必要ないことから、通水したままの施工が可能であり、現場条件を満たしている。なお、2つの工法を比較して、HGS工法が割高になっているのは、現地に発泡剤のプラントの設置が必要となり、小規模な工事の場合割高となるためである。これに対して、EPS工法は、工場製作の大型の発泡スチロールブロックを用いる上、人力での設置が可能である。したがって、これまで述べた4案のうち、本地区への適合条件を満たしながら、最も経済的な工法である「EPS工法+側壁補強工」を採用することとした。(図-5及び図-6)

##### (3)「EPS工法+側壁補強工」の照査

##### ①EPS工法について

暗渠上部の土を軽量のEPSブロックで置き換えることにより、暗渠の構造耐力不足の原因となっている鉛直土圧を軽減させることができる。機能診断結果から既設暗渠のコンクリート圧縮強度には問題がなかったため、暗渠が健全な状態に戻ると言える。また、浮力に対する検討も行い、必要箇所には浮力を軽減させることが可能な「浮力対策ブロック」を採用することで、浮力に対する安全率を確保した。

表-4 改修工法比較表

工法	更新工法		軽量盛土工法	
	現場打ボックスカルバート	二次製品ボックスカルバート	発泡スチロール土木工法 (EPS工法)+側壁補強工	気泡混合軽量盛土工法 (HGS工法) +側壁補強工
工法概要	現場打ちコンクリートによる全面更新	二次製品敷設による全面更新	大型の発泡スチロールブロックを盛土材料として積み重ねていく工法	土に水とセメント等の固化材を混合して流動化させたものに気泡を混合して軽量化した気泡混合土を用いた工法
本地区への適合性	部材の必要断面が大きくなり割高となる。	土かぶり7mに対応した製品がなく、特注となる。	通水しながらの施工が可能。	・現地に発泡剤のプラントの設置が必要となり、小規模な工事の場合割高。 ・通水しながらの施工が可能。
経済性	100百万円/式	111百万円/式	70百万円/式	119百万円/式

※1 表に示す金額は、直接工事費(開削のための土留め工を含む)を示す。一式(L=140.1m)あたり。

※2 軽量盛土工法の経済性は、目地補修及び断面修復に係る費用を含む。(1.5百万円/L=140.1m)

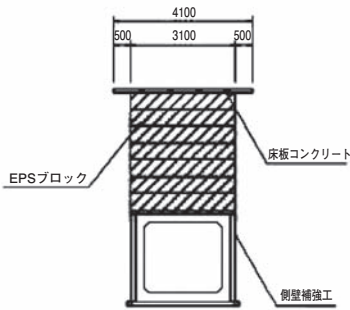


図-5 山田暗渠改修標準断面図

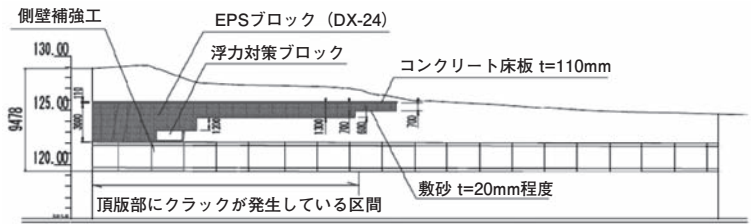


図-6 EPSブロック設置位置

〔参考：EPSブロック（DX-24H）〕<sup>2)</sup>

寸法：2,000mm×1,000mm×500mm，単位体積重量：0.24kN/m<sup>3</sup>，許容圧縮応力：100kN/m<sup>2</sup>

また、EPSブロックの耐久性については、プラスチックを原料としており、土中の微生物による侵食に強く、耐水性もあるため、土中における長期使用に問題はない。また、長期の载荷における発泡スチロール体の圧縮特性及びクリープ特性については、許容圧縮応力は弾性領域（約1.0%程度の圧縮ひずみ領域）<sup>3)</sup>に対応する圧縮応力であり、土圧による沈下の心配はない。よって、維持管理は特に必要としない。

#### ②側壁補強工及び内部補修について

土かぶり6.0m以上の区間では、EPS工法により安定させることができる応力は、頂版に作用する応力のみであり、水平荷重による「側壁せん断力」に対しては強度の回復ができない。このため、側壁補強工として、許容応力度を越える区間の暗渠側壁に対してコンクリートで部材を15cm増し厚することで解決した。また、暗渠内部の目地及び断面欠損・鉄筋露出等については、目地補修及び断面修復を行うこととした。以上から、山田暗渠の改修工法として、「EPS工法+側壁補強工」に併せて、内部補修を行うこととした。

### 5. コスト縮減対策のまとめ

今回の事例では、機能診断調査の結果を照査し、耐力不足部分のみを適切な補強で対応できたため、以下のとおりコスト縮減が図れた。

- ①既存施設を取り壊さず補修工法により対応できるため、30百万円の工事費の縮減が図られる（縮減率30%）。
- ②既存施設を有効利用するため、コンクリート殻等の産業廃棄物処理に係る費用が不要であり、4.6百万円のコスト縮減が図られる。

### 6. おわりに

本報では、高時幹線水路山田暗渠の改修における設計によるコスト縮減事例を紹介した。供用後数十年を経過したコンクリート水路でも、劣化具合に応じた適切な措置を施してやれば、コスト縮減にも繋がると言える。

老朽化した施設を構造的な面から診断することは重要であり、それを踏まえた設計をすべきである。今後の課題として、劣化具合に応じた改修方法を決定しやすくするためにも、建設当初の調査・設計報告書等の過去の資料の保存、施設の修復の履歴を把握しておくとともに、定期的な機能診断が必要であると言える。

#### 参考文献

- 1) 農林水産省農村振興局：土地改良事業計画設計基準・設計「水路工」基準書・技術書，pp.290-291，pp.308，2001
- 2) 発泡スチロール土工法開発機構：EPS工法設計・施工基準書（案）第一回改訂版，p.20，2007
- 3) 発泡スチロール土工法開発機構：EPS工法設計・施工基準書（案）第一回改訂版，p.12-13，2007

# NATM工法による水路トンネルの施工と コスト縮減の取り組みについて

小 野 健一郎\* 谷 山 廣 行\*\*  
(Kenichiro ONO) (Hiroyuki TANIYAMA)

## 目 次

1. はじめに.....	52	6. 計測による安全確認.....	56
2. 新宮工区工事の概要.....	52	7. コスト縮減額.....	62
3. NATM工法とは.....	53	8. 工期短縮.....	62
4. NATM支保部材の効果.....	54	9. おわりに.....	63
5. ロックボルト省略の検討.....	54		

## 1. はじめに

NATM工法によるトンネル掘削において、一般的にB・C等級の地山の場合、トンネルの変形は、ほぼ弾性挙動を示し、その安定性は主に地山の亀裂など力学的不連続面の性状に支配される。

トンネル周辺の地山が弾性体であれば、Hoek & Brownの式により支保部材であるロックボルト、吹付けコンクリートについて、それぞれに作用する耐荷力を理論計算上求める事が出来る。

これによるとロックボルトに作用する耐荷力は、吹付けコンクリートに作用する耐荷力よりも遙かに小さいことから、吹付けコンクリートを厚くすることによりロックボルトを省略することが可能となる。

本稿は、豊川用水二期西部幹線併設水路新宮工区の小断面NATM工法による水路トンネル施工において、吹付けコンクリートを厚くすることによって、ロックボルトを省略する工法について検討、施工を行った報告である。

## 2. 新宮工区工事の概要

豊川用水は、愛知県東南部の平野及び渥美半島全域ならびに静岡県湖西市の地域に、農業用水・水道用水・工業用水を供給する事業で、昭和43年から通水を行っている。通水開始以降40年が経過

し、漏水や破損など施設の劣化が顕著になり、適切な水配分や施設の安全性を維持することが難しくなっており、不測の事態が生じた場合は、市民の生活用水はもとより、農業・工業などこの地域の産業に深刻な打撃を与えることが予想される。

このため、平成11年より豊川用水二期事業により水路施設を改築し、施設の安全性の回復を図るとともに、幹線水路の複線化（併設水路の新設）及び付帯施設の整備により、安定的な水供給と適切な維持管理、効果的な水利用と合理的な水管理の実現を図るものである。

豊川用水二期西部幹線併設水路新宮工区工事は、東西分水工から下流約11.2kmに位置（図-1）し、西部幹線併設水路24.1kmのうち1,859mの施工を行うもので、施工内訳は153mが鋼管（φ1,800mm）による管水路工、1,706mがNATM工法によるトンネル区間である。

本工事は、掘削断面積が約7.0m<sup>2</sup>（掘削内径2.4m）と小断面のため施工機械の制約があり、特に支保部材であるロックボルトの施工に関しては、「斜め打ちボルト」で設計を行なっている。今回、新宮併設トンネルの大部分を占めるB・C等級の地山に関し、工期短縮、コスト縮減の観点から「ロックボルト省略」について検討し施工を行なった。

\*現：(独)水資源機構香川用水総合事業所  
(Tel. 0877-73-4221)

(元 豊川用水総合事業部新城支所第二工事課)

\*\*現：(独)水資源機構筑後川下流総合管理所  
(Tel. 0942-26-3484)

(元 豊川用水総合事業部新城支所長)



図-1 位置図

### 3. NATM工法とは

#### 3.1 NATMの定義

NATMは、岩盤または地盤中の地下空間の周辺に円環状の支持構造体を形成しようとする工法である。すなわち、地山のもつ強度を積極的に利用し、支保構造物を最も合理的なものにしようというものである。

このために適用される原理は次のとおりである。<sup>1)</sup>

- 地山の地質構造的な挙動を検討する。
- 適切な時期に適切な支保を施工し不都合な応力と歪みの状態を避けること。

特にこれは断面のリングとしての閉合によって行なうこと。閉合することによって静力学的に効果的な安定性のある円環状の支持体が形成される。

- 計測によって管理すること。

それによって許容される変形との関連において支保構造を最適化すること。

従来のトンネル工法は、掘削された空間で地山が緩んでくるものを支保工の耐力で支持するという考え方に対し、NATM工法は、トンネル周辺地山のもつ強度を最大限利用し、地山を緩ませないという考え方による工法である。また、従来工法では、覆工の背面と地山の間に矢板、支保工を介して空隙が残ることは避けられず、覆工がせん断破壊を引き起こす事例が発生している。吹付けコンクリートの厚さが薄くても地山に密着した支保構造が力学的に望ましいことに着目したのがNATM工法である。

発破後に薄い吹付けコンクリートを施工し、この薄い覆工の変形を測定して、地山の変化と地山

の安定について検討し、安定効果が得られた後にコンクリート覆工を施工することが要点となる。

#### 3.2 トンネル掘削と地山の挙動

「トンネルはできるだけ地山に応力を持たせる」「地山は緩めず、最大強度発揮時の許容変位までに変形をとどめる」というトンネル掘削の基本理念はNATMだけのものではないが、NATMの独創性は薄肉柔構造としての支保部材に反力を与えながら平衡状態に至るまでの変形を許すことにより、覆工内に過度の曲げモーメントを発生させず、地山への反力が一様に分布することにある。

一般に地山の応力とひずみの関係はその岩盤の遷移拘束圧より低い拘束圧の基では図-2のようにひずみ硬化-軟化型を示し、ひずみの軟化過程で体積が膨張し緩みを生じる。

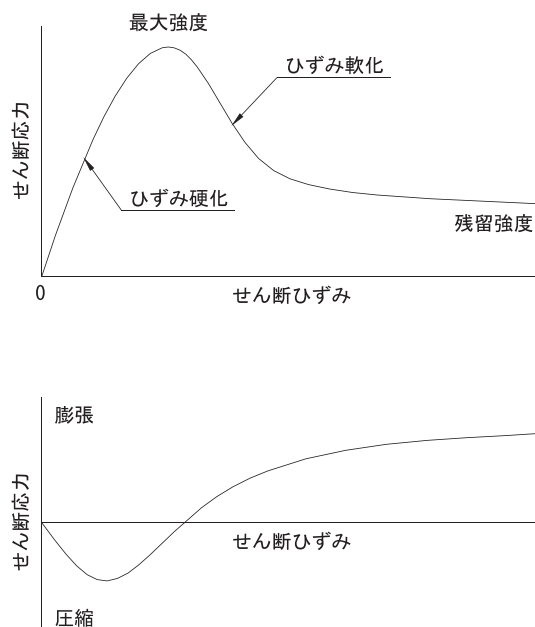


図-2 地山の応力-ひずみ関係

また、応力とひずみの関係は図-3のようにひずみの速さに影響される。その後、覆工の打設によって変形を止められるとP点からQ点へ応力が減少し、応力緩和が地山に生じる。

このように応力とひずみの関係を持つ地山と支保工、あるいは覆工が複合体としてトンネル掘削に生じるせん断応力に抵抗する。(図-4)

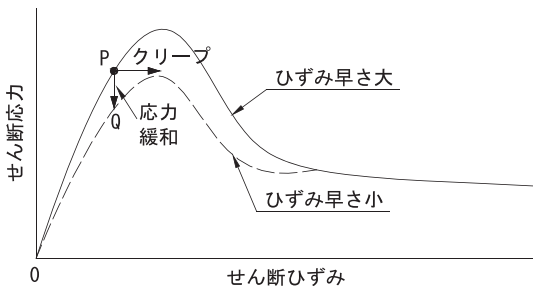


図-3 応力-ひずみ関係へのひずみ速さの影響

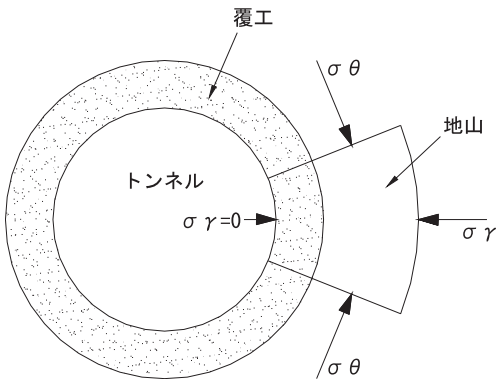


図-4 応力場に対する覆工と地山の複合体

この複合体が破壊せず安定を保つには、作用するせん断力に耐え、支保工・覆工が応力緩和による土圧の増大分を受け持つ構造となればよいことになる。

#### 4. NATM支保部材の効果

##### 4.1 吹付けコンクリートの役割

吹付けコンクリートは、掘削後直ちに地山に密着し、地山を緩めない支保材料として重要な役割を持っている。吹付けの作用効果としては大きく分けて、力学的な効果と風化あるいは劣化を防止する被覆効果がある。

前者については、吹付けコンクリートと地山との接触部付近に着目した局部的効果と、トンネル周辺の地山全体を考えたの效果に分類される。

- ①吹付けコンクリートと岩盤との付着力により、吹付けコンクリートに作用する外力を地山に分散させ、またトンネル周辺の割れ目や亀裂にせん断抵抗を与え、落ちやすいキーストーンを保持しグランドアーチをトンネル壁面近くに形成させる。
- ②比較的厚い吹付けコンクリートが1個の部材と

して地山を支持するため、できるだけ早くリングに閉合することが望ましい。周辺地山に内圧を与えることにより、地山を三軸応力状態に保持し、地山の強度劣化を防止する。軟岩や土砂地山等に作用効果大きい。

- ③鋼アーチ支保工あるいはロックボルトは、土圧をコンクリート版に伝達し、地山と一体として挙動し、地山荷重を分散させる効果がある。
- ④地山の凹みを埋め、弱層をまたいで接着することにより、応力集中を防ぎ弱層を補強する効果がある。
- ⑤風化防止、止水、微粒子流失防止などの被覆効果が期待出来る。

##### 4.2 ロックボルトの役割

ロックボルトは、地山の潜在的な欠陥を補強し、地山のもっている強度を積極的に利用する支保工であり、作用効果として①縫付け効果（吊り下げ効果）、②はり形成効果、③内圧効果、④アーチ形成効果、⑤地山改良効果の5項目が挙げられる。（表-1参照）<sup>2)</sup>

本工事では、トンネルの掘削断面積が約7m<sup>2</sup>と小断面であり、かつ、比較的堅固な岩盤であることから、ロックボルトの作用効果としては、③内圧効果と④アーチ形成効果に期待している。

ロックボルトの作用効果は、地山条件によって異なるので、その設計に当たっては適切な地山評価を行ない、ロックボルトにどの効果を期待するかを明確しておく必要がある。

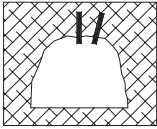
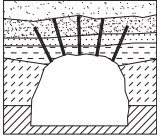
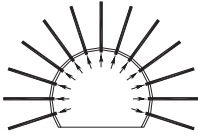
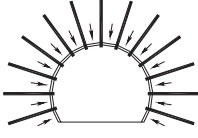
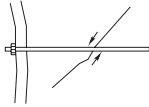
力学的な不連続面を補強し、岩盤を一体化してトンネルの安定を図るロックボルトの設計は、岩盤の亀裂によって異なるが、一般に細かい不連続面が多く存在する場合にはロックボルトを密に配置し、その反対に亀裂が少なく個々の岩塊の大きさが比較的大きい場合は、ロックボルトを粗く配置する。

トンネルの安定性を支配する不連続面の位置がわかっている場合や、岩盤の強度・変形特性の異方性が著しいと思われる場合は、ランダム・ボルディングにより必要な箇所を補強すればよいが、通常はパターンボルディングとするのが一般的である。

#### 5. ロックボルト省略の検討

水路トンネルのように、小断面で比較的早期に吹付けコンクリートで閉合できる場合には、地山

表-1 ロックボルトの作用効果

ロックボルトの作用効果	概念図	小断面トンネルの場合
<p>① 縫付け効果（吊下げ効果）</p> <p>発破などで緩んだ岩塊を緩んでいない地山に固定し、落下を防止しようとするもので、最も単純な効果である。割れ目の発達した地山において、吹付けコンクリートと併用すると効果がある。</p>		<p>大きなキーストーンを縫付ける必要がないため、作用効果は小さい。</p>
<p>② はり形成効果</p> <p>トンネル周辺の層を成している地山は、層理面で分離して重ねばりとして挙動するが、ロックボルトによって層間を締め付けると、層理面でのせん断応力の伝達が可能となり、合成ばりとして挙動させる効果が生じる。</p>		<p>黒雲母片磨岩一枚の岩盤のため必要性は少ない。</p>
<p>③ 内圧効果</p> <p>ロックボルトの引張力に相当する力が内圧としてトンネル壁面に作用する。これにより、トンネル近傍の地山を三軸応力状態に保つことが可能となる。これは、圧縮試験時における拘束圧の増大と同じような意味を持ち、地山の強度あるいは耐荷能力の低下を防ぐ作用をする。</p>		<p>地山の早期保持、安定のために必要である。</p>
<p>④ アーチ形成効果</p> <p>ロックボルトによる内圧効果のため、耐荷能力の高まったトンネル周辺の地山は、一様に変形することによって地山アーチを形成する。</p>		<p>地山の早期保持、強度増加のために必要である。</p>
<p>⑤ 地山改良効果</p> <p>地山内にロックボルトが挿入されていると、地山自身の有するせん断抵抗力が増大し、地山が降伏した場合でも残留強度が増す。このような現象は、ロックボルトにより地山の強度特性が改善されたということになる。</p>		<p>ロックボルトの本数が少ないためあまり期待できない。</p>

を押える点では吹付けコンクリートが最も重要な役割を果たしており、ロックボルトの役割は副次的なものと考えられる。

小断面におけるロックボルト施工は、施工性が悪い場合、全体コストに占める割合も高く、これが省略可能となれば、コスト削減効果は大きいと考えられる。

このため、ロックボルトを省略し、吹付けコンクリートのみで対応することについて検討することとした。

### 5.1 ロックボルト省略の場合の課題

ロックボルトを省略した場合には、地山変形の進行に伴い、本来、ロックボルトが受け持つこととなる応力を吹付けコンクリートで受け持つこととなるため、ロックボルトが受け持つ支保圧を明らかにするとともに、これを吹付けコンクリートの支保耐荷圧で補えるかどうか、また、対応でき

ない場合には補完する対策を構築できるかが課題となってくる。

また、一般に地山挙動は早期に生じるため、吹付けコンクリートのみで対応する場合には、初期強度に対しての安全性についても確認が必要となる。

### 5.2 代替工法の検討

新宮併設トンネルは、ボーリングデータ、過去の実績等の資料によれば、岩質はα群に属する変成岩（片麻岩）であって、RQD（コア長100cmのうち、長さ10cm以上で棒状コアになっているものの合計をcmで表したものは100%に近く、トンネルタイプはBタイプが主流となっている。B・Cタイプについて総支保耐荷力をHoek & Brownの方法の理論計算（表-3計算式）に基づいて算定した結果を表-2に示す。

表-2 タイプ別総支保耐荷力 単位(N/mm<sup>2</sup>)

支保タイプ	構造	総支保耐荷圧	安全率
C (当初)	ロックボルト +吹付 Co t=100m/m	1.41	
Co (変更)	吹付 Co t=150m/m	1.89	1.34
B (当初)	ロックボルト +吹付 Co t=50 m/m	0.77	
Bo (変更)	吹付 Co t=80 m/m	1.12	1.45

Bタイプの吹付けコンクリートをt=50mm→80mm, Cタイプの吹付けコンクリートをt=100mm→150mmとすることにより, 理論計算上, ロックボルトの施工なしでも当初設計から1.3以上の安全率を確保することが可能である。ただし, これはあくまでも理論計算上の比較であり, 地山の挙動に関しては初期挙動値が重要となってくるため, トンネルの変位を計測することにより安全性を確認する必要がある。

## 6. 計測による安全確認

### 6.1 観測・計測項目

NATMは, トンネル内空の変形を測定し, 地山の安定効果が得られた後に最終的な覆工を施工す

ることになる。このため, 設計段階では地山情報に不明確なところが多く, 施工中の観察・計測に基づいて得られた実際の周辺地山の挙動や支保部材の効果を定量的に把握し, 事前に設定した管理基準に基づき設計・施工法の修正が不可欠である。

計測による安全確認の目的は次のとおりである。

- ①周辺地山の挙動を把握する。
- ②各支保部材の効果を確認する。
- ③構造物としてのトンネルの安全性を確認する。
- ④周辺構造物への影響を把握する。

観察・計測項目においては, 設計の際に地山をどのように評価し, 支保工にどのような機能を想定したか, さらに, 個々の計測の役割と結果の活用方法を十分に考慮しなければならない。

本工事においては, 今回, 日常施工管理のために行なう項目(計測A)に追加して, 地山条件に応じて実施する項目(計測B)のうち, ロックボルトの軸力測定と吹付けコンクリートの応力測定を行なった。

### 6.2 計測結果に基づくロックボルト省略の判断

豊川用水総合事業部では, トンネルタイプを判定するため, 「豊川用水トンネルタイプ判定委員会」を設けている。

委員会では, 判定委員により作成された, トンネル掘削の種別判定記録表(表-4)に基づき, トンネルタイプを判定している。

表-3 Hoek & Brownの方法による計算値

		単位	Cタイプ	Coタイプ	Bタイプ	Boタイプ
○吹付けコンクリート支保耐荷圧 Psc						
吹付けコンクリート圧縮強度	σ <sub>cc</sub>	N/mm <sup>2</sup>	18	18	18	18
トンネル掘削半径	r <sub>i</sub>	mm	1300	1300	1200	1250
吹付けコンクリートの厚さ	t <sub>c</sub>	mm	100	150	50	80
<b>吹付けコンクリート支保耐荷圧(a)</b>	P <sub>sc</sub>	N/mm <sup>2</sup>	1.33	1.89	0.73	1.12
		単位	Cタイプ	Coタイプ	Bタイプ	Boタイプ
○ロックボルト支保耐荷圧 P <sub>sb</sub>						
ロックボルト引抜き耐力	T <sub>bf</sub>	N	117600	0	117600	0
ロックボルトの周方向間隔	s <sub>c</sub>	mm	1200	0	1500	0
ロックボルトの延長方向間隔	s <sub>l</sub>	mm	1200	0	2000	0
<b>ロックボルト支保耐荷圧(b)</b>	P <sub>sb</sub>	N/mm <sup>2</sup>	0.08	0	0.04	0
<b>総支保耐荷圧(a)+(b)</b>	P <sub>i</sub>	N/mm <sup>2</sup>	1.41	1.89	0.77	1.12

注: 計算式 ①吹付けコンクリートの支保耐荷圧  $\sigma_{cc} [1 - (r_i - t_c)^2 / r_i^2] / 2$   
 ②ロックボルトの支保耐荷圧  $T_{bf} / (s_c * s_l)$



表-4 トンネル掘削の種別判定記録表

トンネル掘削の種別判定記録表																																			
工事名: 東山田二層 西部群峰線延伸工事(その2)工事		地点: STA No. 92.0 m		立寄: 水窪線建設 (伊藤忠信 岩崎重三 橋本重雄)																															
掘削方法: 手掘り		掘削機: パンダダ		調査者: 三井物産・真鍋 昭彦																															
地質: 片麻岩 花崗岩化		掘削機名: 片麻岩 花崗岩化		調査日: 昭和26年 10月 2日																															
掘削スケッチ		掘削の切取写真		切取写真撮影による地山総合評価表																															
				<table border="1"> <tr> <th>地山</th> <th>観察項目</th> <th>評価値(0-100)</th> <th>判定</th> <th>地山総合評価値</th> </tr> <tr> <td rowspan="5">A</td> <td>傾斜の状態(傾度)</td> <td>100</td> <td>良好</td> <td rowspan="5">100</td> </tr> <tr> <td>崩落の状態</td> <td>100</td> <td>良好</td> </tr> <tr> <td>風化・変質</td> <td>100</td> <td>良好</td> </tr> <tr> <td>割れ目(割れ目)</td> <td>100</td> <td>良好</td> </tr> <tr> <td>割れ目の影響</td> <td>100</td> <td>良好</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">B</td> <td>割れ目の状態</td> <td>100</td> <td>良好</td> <td rowspan="2">100</td> </tr> <tr> <td>湧水状況</td> <td>100</td> <td>良好</td> </tr> </table>		地山	観察項目	評価値(0-100)	判定	地山総合評価値	A	傾斜の状態(傾度)	100	良好	100	崩落の状態	100	良好	風化・変質	100	良好	割れ目(割れ目)	100	良好	割れ目の影響	100	良好	B	割れ目の状態	100	良好	100	湧水状況	100	良好
地山	観察項目	評価値(0-100)	判定	地山総合評価値																															
A	傾斜の状態(傾度)	100	良好	100																															
	崩落の状態	100	良好																																
	風化・変質	100	良好																																
	割れ目(割れ目)	100	良好																																
	割れ目の影響	100	良好																																
B	割れ目の状態	100	良好	100																															
	湧水状況	100	良好																																
切取写真撮影による地山総合評価表		総合判定結果		<table border="1"> <tr> <td>設計</td> <td>Co-S</td> </tr> <tr> <td>実測</td> <td>Bo</td> </tr> </table>		設計	Co-S	実測	Bo																										
設計	Co-S																																		
実測	Bo																																		

B・C等級と判定された地山のうちロックボルトが省略出来る判断として、ロックボルトに発生する初期軸力と吹付けコンクリートの許容応力度の確認と地山変位が許容値内に収まるかの確認が必要となる。

①ロックボルト軸力と吹付けコンクリートの許容応力度

ロックボルト軸力の計測B結果(図-7)から、ロックボルトに作用する最大軸力は計測開始0.5日後に発生していることから、初期段階にロックボルトが受け持つ支保耐荷圧を吹付けコンクリートが支保するものとして、その時の吹付けコンクリートにかかる増加応力をHoek & Brownの方法による耐荷圧計算式を用いて算定すると次のとおりである。

従来のBタイプの場合、

初期段階のロックボルト最大軸力

$$T = 26kN$$

……B計測結果(図-3, M3, 測点3)

ロックボルトが受け持つ支保耐荷圧

$$\begin{aligned} P_{sb} &= T / (sc \times sl) \\ &= 2600kgf / (150 \times 200) \\ &= 0.087kgf/cm^2 \end{aligned}$$

吹付けコンクリートの支保耐荷圧

$$\begin{aligned} P_{sc} &= \sigma \times (1 - (ri - tc)^2 / ri^2) / 2 \\ &= \sigma \times (1 - (120 - 5)^2 / 120^2) / 2 \\ &= \sigma \times 0.0408 \end{aligned}$$

Psb = Pscとすると、

$$\begin{aligned} \sigma &= 0.087 / 0.0408 \\ &= 2.13kgf/cm^2 = 0.22N/mm^2 \end{aligned}$$

……吹付けコンクリートの増加圧縮強度

Bタイプの吹付けコンクリートに発生する応力(約0.3N/mm<sup>2</sup>, 図-8)に、ロックボルト受持ち相当分(約0.2N/mm<sup>2</sup>)を加えると、約0.5N/mm<sup>2</sup>となるが、計測開始0.5日後の吹付けコンクリートの許容応力度が約2.5N/mm<sup>2</sup>であることから、ロックボルトの省略は十分可能と考えられる。

②地山変位

地山の弾性係数から内空変位量、天端沈下量の管理基準値を定め、各タイプのロックボルト有りの変位量が管理基準値の1/2以下であった場合にロックボルトの省略を可能とした。

上記を踏まえ、通常タイプ(Bタイプ)の計測結果を2日間分確認した後、ロックボルト省略型(Boタイプ)の施工を実施した。

Bタイプの計測B結果では、ロックボルトに作用する最大軸力は、計測開始0.5日後に発生し(図-7)、その後軸力が減少する。これは、地山が変位しようとする動きに対しロックボルトの引張力により抵抗していると考えられ、ロックボルトの内圧効果や吹付けコンクリートによる外力の分散効果によるものと考えられる。一方、ロックボルトを省略した場合には、初期段階でロックボルトが受け持つ支保力を吹付けコンクリートが代わって受け持つこととなるが、初期段階に最大値を示すことはなかった。

変位量については、各タイプのロックボルト有りの変位量が管理基準値の1/2以下でありロックボルトを省略しても十分安全な状況であった。

以下にBタイプの場合の測定結果及び評価を示す。

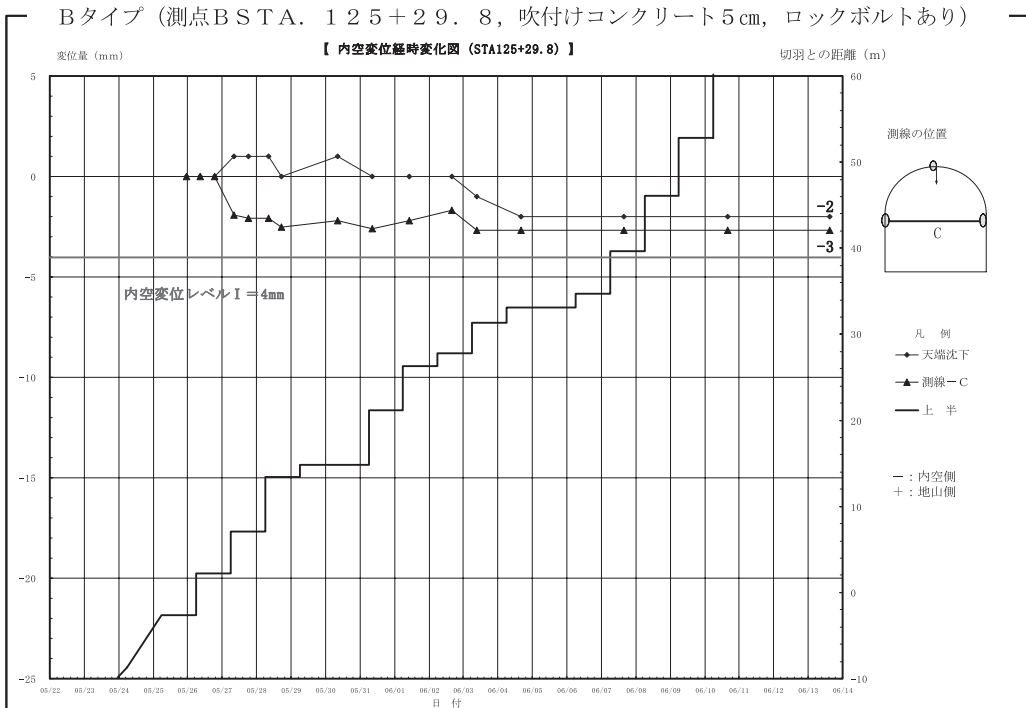


図-5 計測A 内空変位計測結果 (Bタイプ)

評価：内空変位については3mm, 天端沈下2mmとともに管理基準値 (8mm) の1/2以下であった。

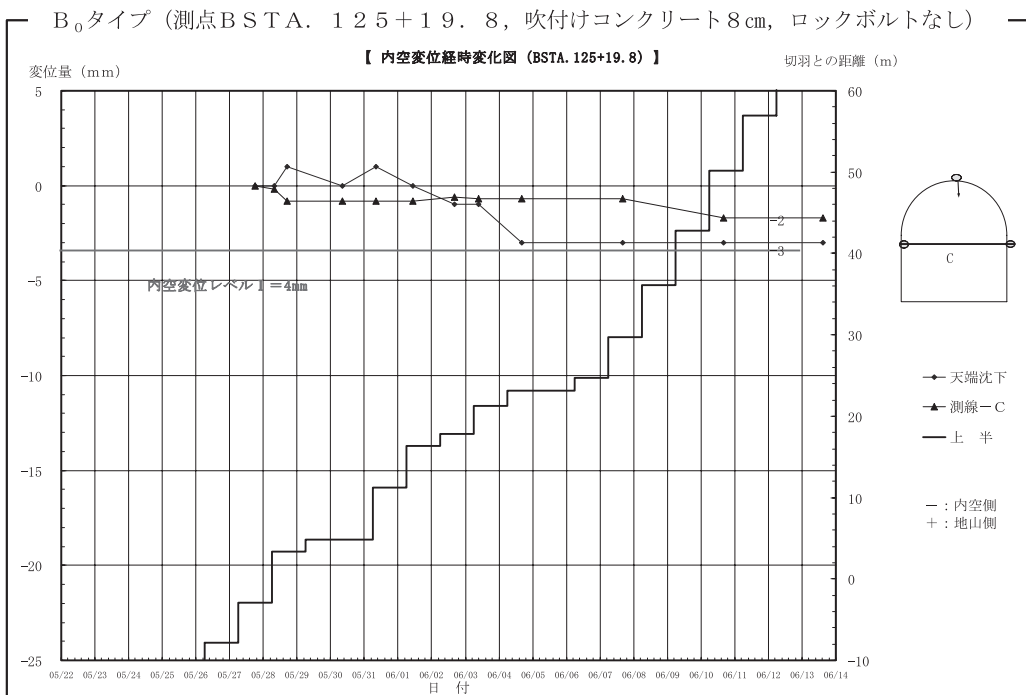
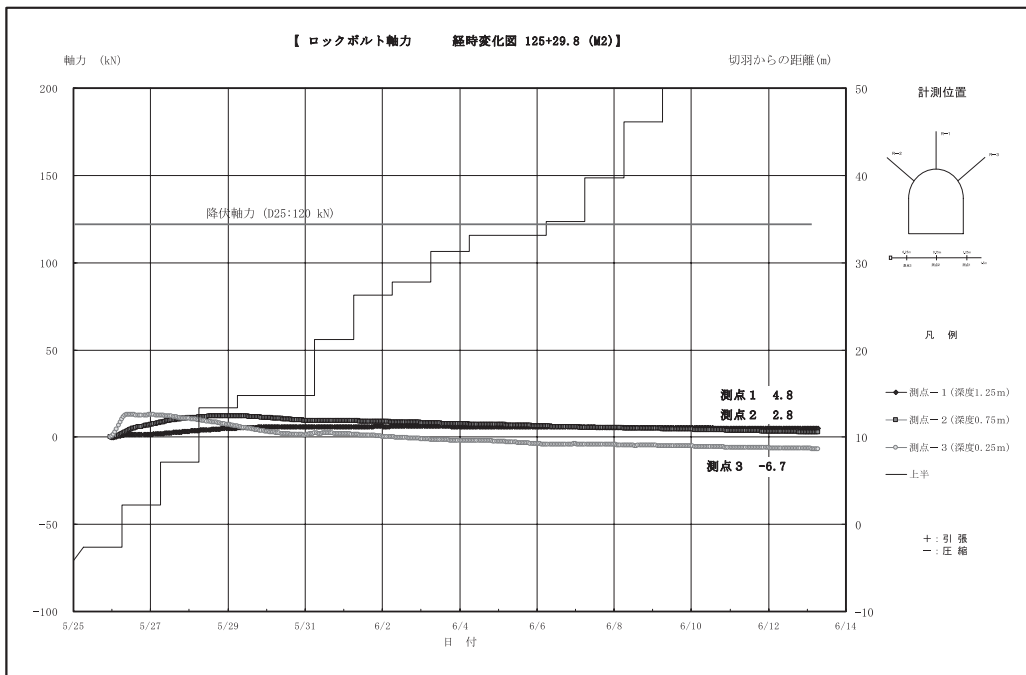
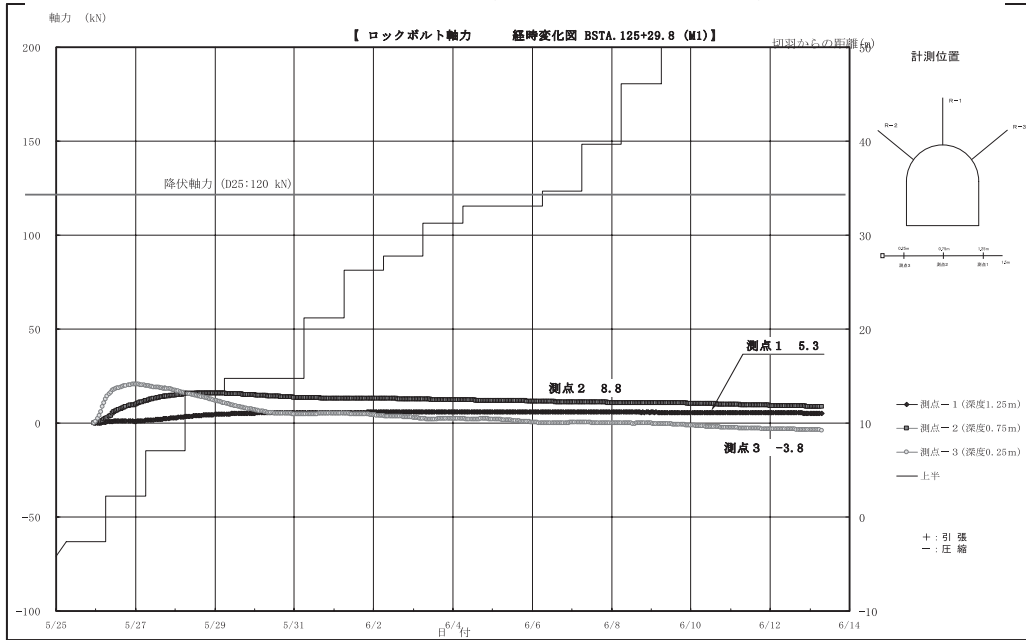


図-6 計測A 内空変位計測結果 (B<sub>0</sub>タイプ)

評価：内空変位2mm, 天端沈下3mmとともに管理基準値 (8mm) の1/2以下であった。

Bタイプ (測点BSTA. 125+29.8, 吹付けコンクリート5cm, ロックボルトあり)



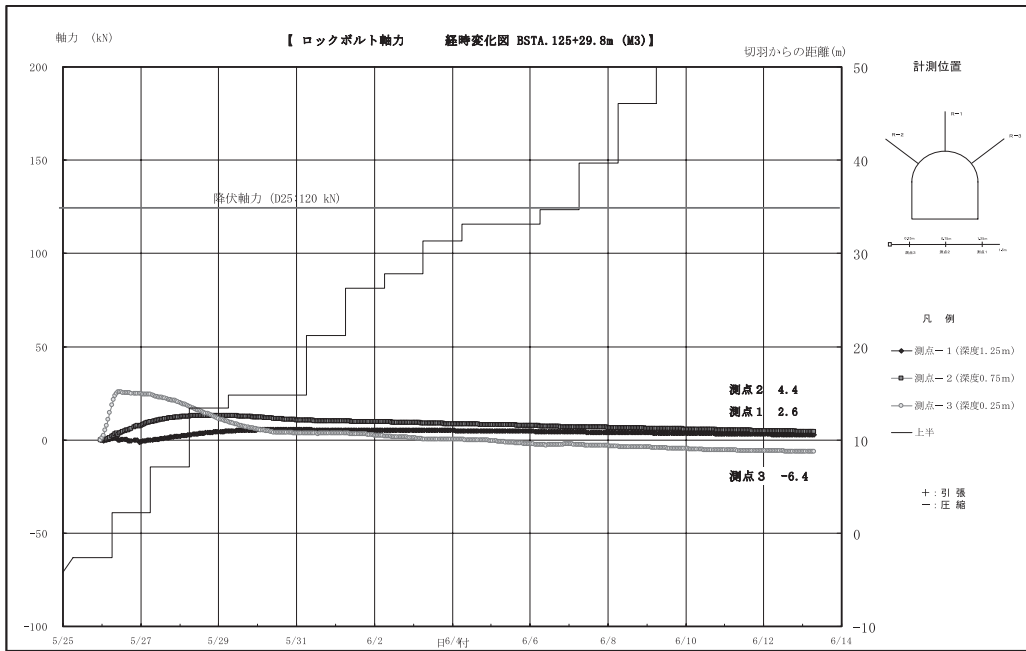
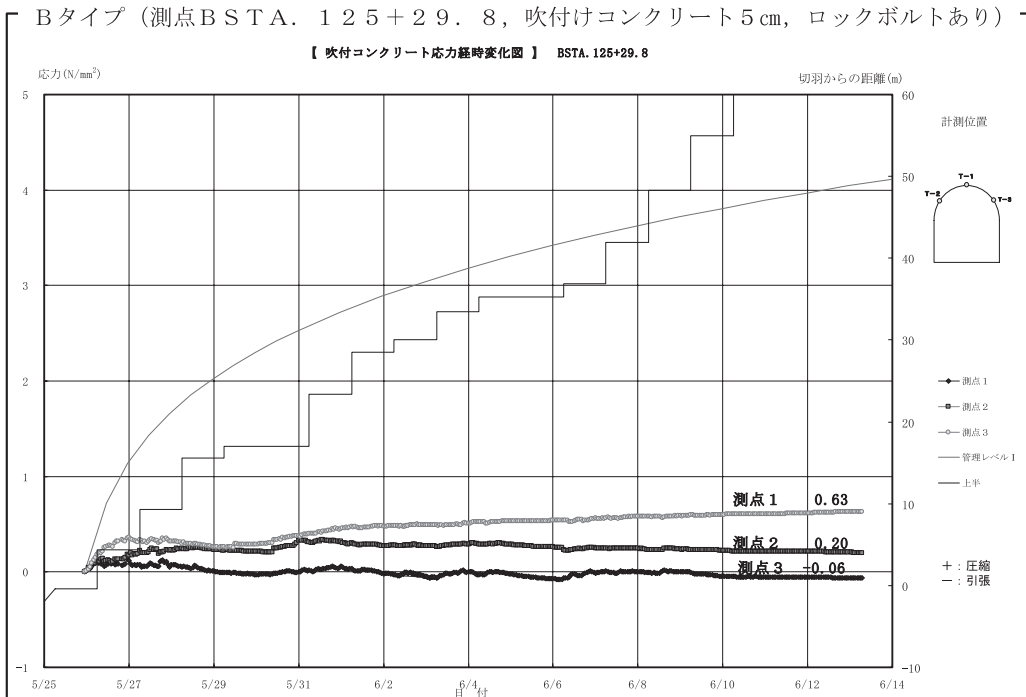


図-7 計測B ロックボルト軸力計測結果 (Bタイプ M1~M3)

評価：ロックボルト軸力（壁面から0.75m位置）は、天端8.8kN、左肩2.8kN、右肩4.4kNで管理基準値（40kN）以下となっている。  
 初期段階（計測開始後0.5日）で最大軸力（約26kN）が発生している。



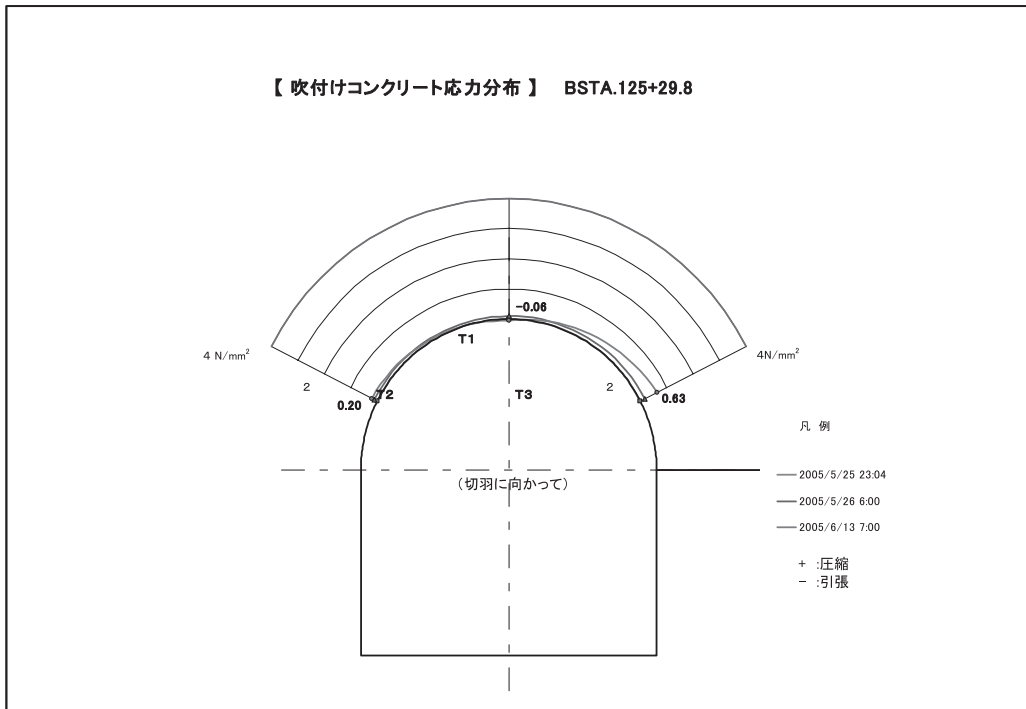
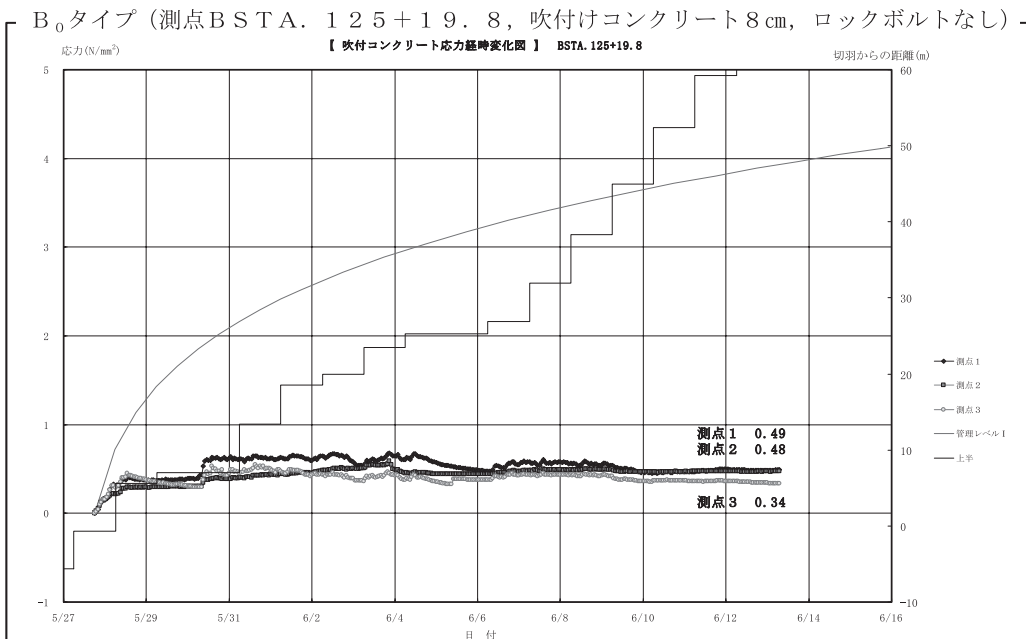


図-8 計測B 吹付けコンクリート応力計測結果 (Bタイプ)

評価：吹付けコンクリート応力は、天端 $-0.06\text{N/mm}^2$  (引張り)、左肩 $0.2\text{N/mm}^2$ 、右肩 $0.63\text{N/mm}^2$  (3測点の平均 $0.26\text{N/mm}^2$ ) で管理基準値 ( $4\text{N/mm}^2$ ) 以内であった。



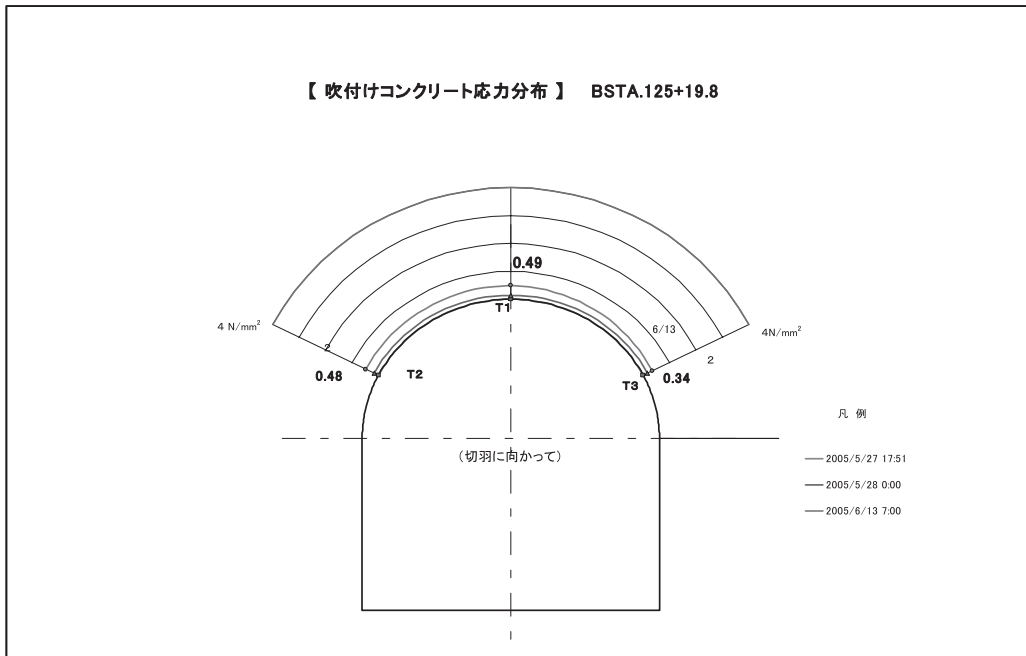


図-9 計測B 吹付けコンクリート応力計測結果 (Boタイプ)

評価：吹付けコンクリートの応力は、天端 $0.49\text{N/mm}^2$ 、左肩 $0.48\text{N/mm}^2$ 、右肩 $0.34\text{N/mm}^2$  (3測点の平均 $0.44\text{N/mm}^2$ ) 管理基準値 ( $3.8\text{N/mm}^2$ ) 以内となっている。  
 ロックボルトありのBタイプよりも、若干大きな値となっている。これは、ロックボルトが負担する荷重分を吹付けコンクリートが負担したためと考えられる。  
 なお、初期段階 (観測開始後0.5日) の最大発生応力は、Bタイプで約 $0.3\text{N/mm}^2$ 、Boタイプで約 $0.5\text{N/mm}^2$ となっている。

### 6. 3 ロックボルト省略における留意点

ロックボルト省略は、B計測結果に基づいた同タイプの支保パターンで以下の点に留意して行う必要がある。

- ①ロックボルトの軸力が管理基準値 (40kN) を下回る地山であること。
- ②吹付けコンクリートの挙動発現の耐荷力が管理曲線 (管理レベル) を下回る地山であること。
- ③トンネルタイプ判定結果に基づき施工するが、切羽の地山状態が粘土の介在や湧水などの不確定要因が少ない地山であること。
- ④ロックボルト省略後の計測について、管理基準値内であるかの確認を行なうこと。

吹付けコンクリートは早期に強度が高まるものの、若材令には強度が低く、作用加重によっては吹付けコンクリートに変状や破壊が生じる可能性があり、吹付けコンクリートの安定性は吹付けコンクリートの強度発現を考慮して行なう必要がある。

### 7. コスト縮減額

今回、B・C等級の地山においてロックボルト省略の試験施工を行なったことによるコスト縮減額は、掘削工で約432千円の増、吹付け工で約5,243千円の増、ロックボルト工で約24,165千円の減、トータルコストで約18,490千円 (直接工事費ベース) の減となった。

計測Bの費用を差し引いて約15,000千円の縮減額となった。

### 8. 工期短縮

通常、NATM工法の施工フローは、図-7のとおりである。

今回、B・C等級の地山においてロックボルト工を省略することにより、サイクルタイムを比較すると、B等級の地山で $1.0\text{m/日}$ 、C等級の地山で $0.6\text{m/日}$ の差が生じる。

工期では、約30日間の短縮となった。

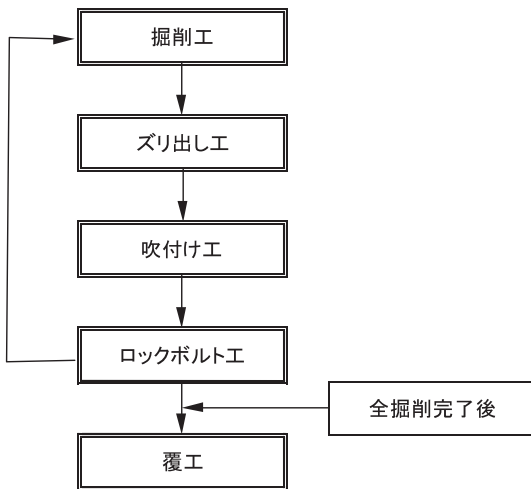


図-10 通常のNATM工法フロー

## 9. おわりに

当該地質は、中硬岩地山であり、内空変位や天端沈下も小さく、地山評価もB等級の地山で非常に堅固であり、切羽も自立している

今回、新宮工区で、ロックボルト省略の試験施工を行なった結果、吹付け厚を厚くすることにより、地山の変位量を抑える事が出来た。また、ロックボルトを省略することによりコスト縮減及び工期短縮につながった。

今後、小断面の水路トンネルにおけるNATMの施工においては、地山が比較的堅固であれば、吹付けコンクリート応力及びロックボルト軸力といった計測管理を行ない、地山の挙動が少なければロックボルト省略施工が可能と考える。

## 参考文献

- 1) NATM工法の調査・設計から施工まで  
(社)地盤工学会
- 2) トンネル標準示方書「山岳工法編」・同解説  
土木学会

# 現地発生木質廃材を用いたリサイクル緑化工法

森 迫 光 晴\*  
(Mitsuharu MORISAKO)

## 目 次

I. はじめに	64	IV. これからの課題	67
II. 緑化工法の選定	64	V. おわりに	67
III. PRE緑化工法の特徴と施工	66		

### I. はじめに

県都大分市近郊の農村地域は、農業用資材や農産物の流通に幹線国道を利用しているが、渋滞も激しく交通量も多いことから、農業の効率化や地域の活性化の面から新たな交通体系としての広域農道が求められていた。

広域農道大分中部地区は、由布市から大分市を経由し豊後大野市へ至る全長16.7kmの基幹農道(図-1)であり、現在その進捗率は事業費ベースで約80%である。

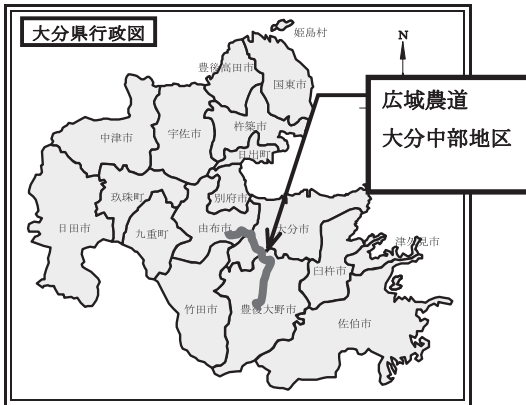


図-1

大分県は、県土の70%が中山間地域という厳しい地形条件であり、現在施工中の大分市(旧野津原町)工区においては、特に急峻な地形であることから、延長約400mの区間で14万立方メートルの盛土及び1万1千平方メートルの法面を造成した。

盛土材は軟岩～中硬岩であることから、締固めは十分であったが、豪雨によるガリ浸食対策と10段にも及ぶ盛土法面の景観的な配慮として緑化対策を施すこととした。

法面の緑化には多種多様な工法があるが、ここでは、近隣工区で発生した木くずを岩砕盛土面にチップ材として再利用した緑化工法を報告する。

### II. 緑化工法の選定

緑化工法の選定に当たり法面調査を行い、土壌硬度などのデータから「道路土工-のり面工・斜面安定工指針」(日本道路協会)の選定フローに従って〈厚層基材吹付t=3cm〉を選定した。通常は、この工法により工事を発注するところであったが、近隣の路床工築造工事で発生する木くずの処理に苦慮しているという状況から、高価なチップ破砕機を使用するためコストの面から採用できなかったチップ利用緑化工法との単価比較を行うこととした。その結果、以下に示すとおり施工単価においてもチップ緑化工法が安価であった。

なお、対象箇所は盛土法面でありラス張工は不要であるため、厚層基材吹付工はラス張工にかかる費用を除いて比較している。

\*大分県中部振興局農林基盤部 (Tel. 097-536-1111)



①厚層基材吹付とチップ利用緑化工法の比較

【単価比較】

工 法	吹付厚さ	単 価	摘 要
厚層基材吹付工	t = 3 c m	2,443	土木コスト情報 2004.7 月 植生基材吹付工 (t=3cm) 3,500 円-ラス張工 1,057 円
チップ利用緑化工法	t = 3 c m	2,280	積算単価 (破砕費込み)

【コスト縮減額】

羽原1期施工面積×単価の差額 = 縮減額

$$7,756\text{m}^2 \times 163\text{円} = 1,264,000\text{円}$$

②現場発生材の産業廃棄物処理費縮減額

チップ利用緑化工法を採用した場合、近隣の工事である16広域大分中部羽原橋梁下部工事の伐採木が利用できることで、産業廃棄物処理費の縮減(2,043,000円の減)ができる。

【16広域大分中部羽原橋梁下部工事の産業廃棄物処理費比較】

名 称	当初設計の産業廃棄物処理費				チップ利用緑化工法を採用した場合の産業廃棄物処理費			
	数 量	単 位	単価 (円)	金額 (円)	数 量	単 位	単価 (円)	金額 (円)
根処理費	23.93	Ton	25,000	598,250	0	ton	25,000	0
枝・葉処分費	53.10	Ton	20,000	1,062,000	0	ton	20,000	0
根・枝・葉運搬費 (L=9.5km以下)	77.03	Ton	7,181	553,152				
根・枝・葉運搬費 (L=9.5km以下)					77.03	ton	2,210	170,236
計 (千円未満切り捨て)				2,213,000				170,000

③工法変更によるコスト縮減額

チップ利用緑化工法を採用により、以下のとおりコストが縮減される。

$$\begin{aligned} \text{①} + \text{②} &= 1,264,000\text{円} + 2,043,000\text{円} \\ &= 3,307,000\text{円} \end{aligned}$$

### Ⅲ. PRE緑化工法の特徴と施工

チップ材は、大きく分けて生材として吹き付けるものと一定期間堆肥化させてパーク材として利用するものがある。現地におけるチップの堆肥化は、通常3～6ヶ月程度腐熟させる期間が必要となる上に、堆肥化を促進させる薬品を使用する場合、保健所との協議が必要となり、不純物の地下への浸透を防止する施設の設置が義務づけられる。生材の使用については、大分県の場合、使用目的を現地に表示することで保健所との協議は不要である。

ここでは集中豪雨などに対応するため早期に施工し法面の安定化を図るため、生チップを採用するものとし、検討工法の2工種からラス張工が不要なPRE緑化工法を採用することとした。

#### 【特色】

- ①固結材の酵素が生チップに含まれる種子の生長阻害物質（リグニン）を中和する。
- ②固結材の機能として法面勾配8分以上の緩勾配ではラス網が不要。

#### 【施工】

- ・現地破碎状況（吹き付けノズル径が1.5インチであることから、破碎されたチップ長は38mm以下とする必要がある。）（写真-1）
- ・チップ材を定量機を経由させベルトコンベア上で種子、結合材肥料を加えてモルタル吹付機に投入する。（写真-2）
- ・圧送ホースにてノズルに送り、吹き付ける。（写真-3）



写真-2 吹付材料の投入状況



写真-1 現地破碎状況



写真-3 吹付状況

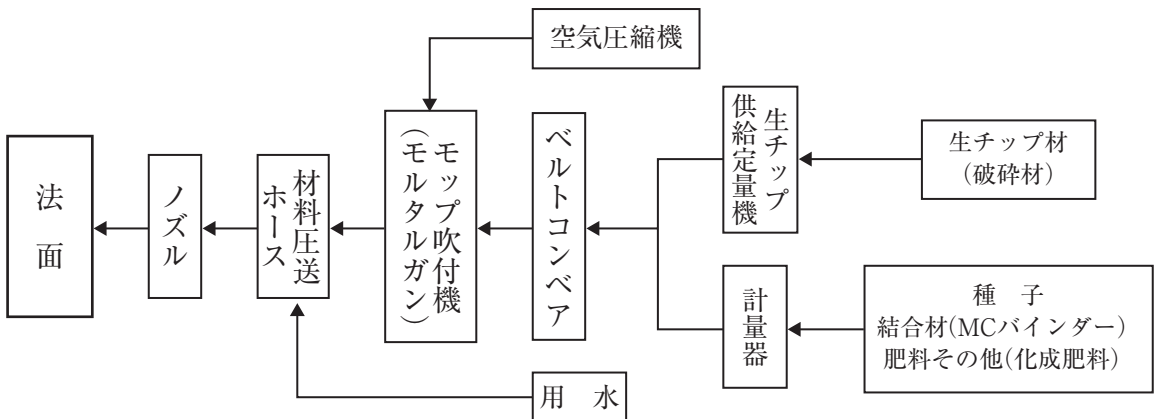




写真-4 吹付完了時法面状況

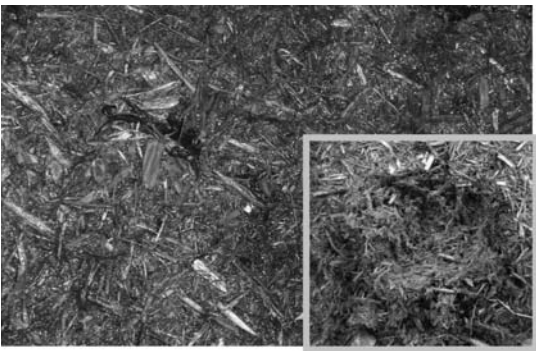


写真-5 吹付法面拡大図



写真-6 施工後1年経過状況

#### Ⅳ. これからの課題

この工法を行うにあたり、今後の課題として考えられる点を整理してみた。

##### ①チップ量の管理

いつ時点の体積管理が適切か？（チップは時間経過とともに空隙が小さくなり体積が減少していくため、配合管理手法が統一されていない。）

##### ②保水力の減少

緑化工法では課題となる真夏時の水分不足による草本類の夏枯れ現象への対策。

#### Ⅴ. おわりに

技術開発が日々進み、法面の緑化工法についてもさまざまな工法が展開されてきているが、環境に負荷をかけない、資源の有効利用、という面からも現地発生材を利用する工法は今後も増えていくであろう。そのためにも、今後は木くず発生工事と法面工事の発注時期の調整や現場での適切な施工品質管理が求められてくると思われる。

#### 【この現場での特徴】

- ・ 種子選定で環境省指定の要注外来植物（トールフェスク等）を除いた。
- ・ 年度で種子を替え、周辺環境との調和具合を検討した。

# 鋼製栈道橋の設計について

川 口 裕\* 海 野 正 哉\*  
(Hiroshi KAWAGUCHI) (Masaya UMINO)

目	次
I. はじめに	68
II. 設計基本条件	68
III. 橋梁タイプの比較	69
IV. 栈道橋の特徴	70
V. 施工計画	71
VI. おわりに	73

## I. はじめに

森林総合研究所森林農地整備センターが、島根県浜田市、江津市及び邑智郡邑南町において実施している邑智西部区域特定中山間保全整備事業(図-1)は、森林、農用地及び基幹農林業用道路などを一体的に整備することにより、森林及び農用地が有する公益的機能の維持増進を図るとともに、地域の特性を活かした農林業の持続的発展を図るものである。



図-1 邑智西部区域位置図

事業で整備する基幹農林業用道路は、江津市桜江町小田を起点とし、邑南町日和を終点とする延長約9km、全幅員6.0m(有効幅員5.0m)の道路である。基幹農林道のNO.105~NO.108付近区間は山間部の急斜面に位置し、道路及び河川などの交差物件のない谷部を跨ぐように計画され、道路計画高から谷部地山までの比高は20m、スパンは60m程度となる。

\* (独)森林総合研究所森林農地整備センター邑智西部建設事業所  
(Tel. 0855-92-0821)

本稿では、道路施設の一部として平成21年度に建設予定の鋼製栈道橋の設計及び施工に向けての留意点について報告する。

## II. 設計基本条件

### 1. 地形・地質概要

#### (1)地形概要

当該橋梁架橋地は、江の川支流八戸川へ流入する宮ノ谷川沿いの標高約150mに位置する北西向き斜面である。八戸川は標高20m前後の沖積平野を形成するが、周辺山地は標高300~400mを有する。計画道路は沖積平野から宮ノ谷川沿いにこの急斜面を上がり、切土・盛土と橋梁によって山地上部に至る計画である。

宮ノ谷川は山地を下刻して深いV字谷を形成しており、谷の両側斜面勾配は40°~45°、谷底近くは50°以上を呈する。

#### (2)地質概況

計画地周辺は古第三紀漸新世の桜江層群とこれに貫入した貫入岩類が分布する。桜江層群はコールドロン(火山噴火により形成された陥没カルデラの割目やその内部が溶岩などの噴出物により埋められた後、上部地層が削剥されて下部地層が地表に現れたもの)に形成された火成岩類で、主に流紋岩質~安山岩質の火山礫凝灰岩層、結晶質凝灰岩層、溶結凝灰岩層によって構成される。桜江層群に貫入する貫入岩類は、ヒン岩、安山岩、デイサイト、花崗岩、流紋岩~珪長岩からなり、花崗岩以外は小規模な脈状~レンズ状岩脈をなす。

架橋地点においては、調査ボーリング結果から確認された当箇所の地層状況は以下のとおりである。

- ①表層は0.3m～2.2m層厚の崖錐である。
- ②基盤岩の岩相は花崗岩優勢混成岩、以深にデイサイト質岩が存在する。

なお、部分的に基盤岩の劣化（亀裂に沿って風化が進行）が確認され、基礎杭の設計において留意が必要である。

## 2. 設計条件

### (1)一般条件

道路規格：道路構造令 第3種第4級を準用

設計速度：40km/hr

道路幅員：車道5.0m, 路肩1.0m (0.5m×2)

荷重等：A活荷重, 雪荷重1KN/m<sup>2</sup>

### (2)道路線形（橋梁区間）

平面線形：直線

縦断線形：上り7.0%

横断勾配：1.5%両勾配

### (3)耐震設計上の区分等

橋の重要度の区分：A種の橋

地域区分：B（補正係数  $C_z = 0.85$ ）

地盤種別：I種

## Ⅲ. 橋梁タイプの比較

当該区間の路線設計、地質調査をもとに横断部の基本設計を行い、【第1案】単純合成鈹桁橋、【第2案】2径間連続非合成鈹桁橋、【第3案】鋼製棧道橋を比較検討した結果（図-2）、以下の理由により【第3案】の鋼製棧道橋（以下、棧道橋という）を最適形式として選定した。

①施工条件：起点側からの片押し施工となり、棧道橋以外は下部工設置に仮設道路が必要となるうえに、桁の製作・運搬・架設の時間的・空間的条件が厳しくなる。

②経済性：施工条件が困難なため、棧道橋以外は仮設道路、架設工に要する工事費が嵩む。

③環境面への影響：棧道橋は地山掘削がほとんど生じないため環境への影響が最も少ない。

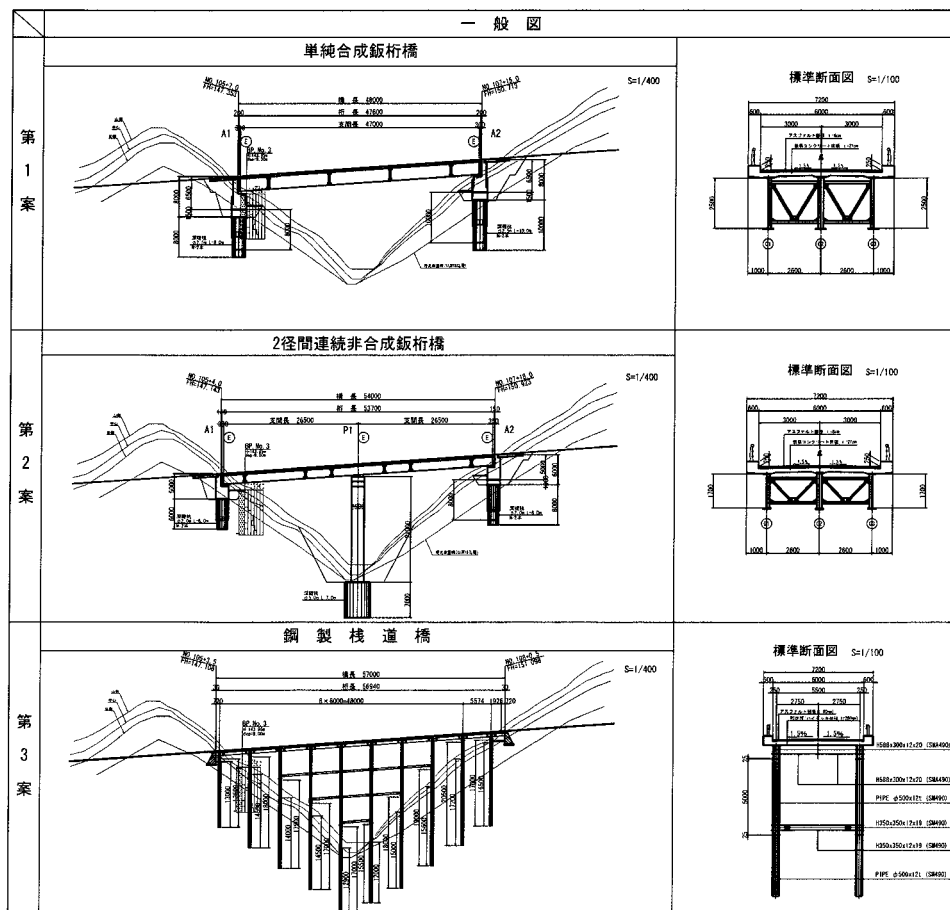


図-2 橋梁タイプ比較検討案

## IV. 栈道橋の特徴

### 1. 栈道橋の概要

栈道橋は、圧延H型鋼で構成される上部工（主桁と格点桁（横桁＋格点部））と鋼管杭基礎を剛結により一体化した構造の上に、床版（グレーチング又はRC床版）を備えた構造（図-3）を持ち、主に中山間部の急傾斜面における道路拡幅工事に適している。

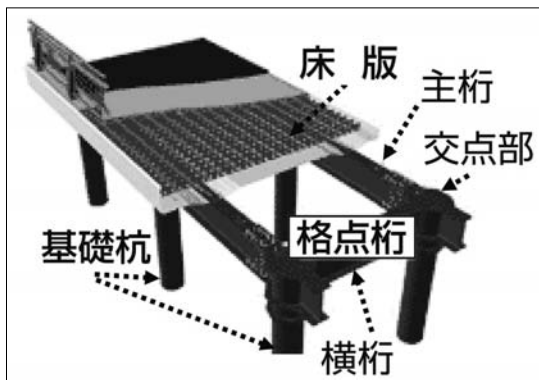


図-3 栈道橋構造図

### 2. 栈道橋技術開発の目標

栈道橋の技術は、もともと以下の点を目標に開発されたものである。

- ①山間部の斜面における道路拡幅に適用できる構造であること。
- ②搬送性の良い小型軽量の部材で構成されており、杭の打設誤差を100mmまで吸収できる施工性の良い接合方法であること。
- ③土工事量が少なく、地形や植生に与える影響が小さいこと。

### 3. 栈道橋工法の特徴

- ①杭と桁が道路方向および道路直角方向とも剛結された立体ラーメン構造であり、活荷重や地震時荷重に対して優れた耐荷力を有している。
- ②短尺軽量のプレハブ部材から構成されており、中山間部の狭小かつ複雑な地形に対しても柔軟に対応して設計できる。また、実現場においても部材の運搬・架設が容易で施工性に優れている。
- ③大規模な掘削や埋戻しを必要とせず、残土や廃棄物が殆ど発生しない。また、周辺地形や生態環境に対する影響を小さくできる。
- ④荷重は杭により堅固な支持層に伝えられるため、表層の現況斜面の安定性を損なうことなく、

地滑り地帯など盛土が困難な場所において有利。

- ⑤手延べ式施工により、既存道路交通を確保したまま施工を進めることができる。（写真-1）



写真-1 現道確保し道路拡幅した事例

### 4. 今回の設計における着目点

今回橋梁に栈道橋を採用することとした理由はⅢで述べた比較結果によるものであるが、特に栈道橋が有する以下のような特性を評価したものである。

#### (1)施工性

- ①本案件の場合、工期的制約から起点側からの片押し施工で実施できる工法の選択が必須である。また、本地点の地質条件では、通常の橋梁構造では深礎形式の橋台・橋脚となり、それらを施工するための仮設道路が必要となるが、周辺地形が非常に急峻であることから仮設道路の設置が困難である。栈道橋の場合、手延べ工法による起点部からの順次施工が可能である。

- ②栈道橋の主要部材は短尺軽量の工場製作部材で構成されており、運搬や架設が容易である。また、現場製作は上部工（RC床版）のみであり、型枠に床型枠用鋼製デッキを鋼製捨型枠として使用することで型枠と型枠支保工の設置、取外し作業が不要となる。これらにより施工期間の短縮が可能である。

- ③掘削作業を要するのは橋台部に当たる端部土留擁壁のみであり、掘削規模は非常に小さい。地山の改変が少ないことから、環境面にも優れている。

#### (2)構造的性

橋脚高が高い構造となるが、水平ブレース材（鋼管杭中間部の筋交い）設置により立体ラーメン構造として抵抗するため、構造安定性の確保は可能である。

(3)維持管理

使用鋼材の大半は長期的に安定した品質を有する耐候性鋼材・工場塗装鋼管の使用が可能である。

V. 施工計画

1. 施工手順

栈道橋の施工手順は、図-4のとおりである。

2. 施工フロー

栈道橋の施工フローは、図-5のとおりである。

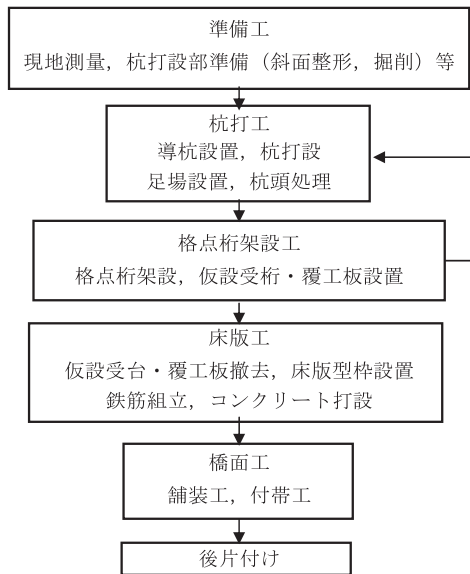


図-5 施工フロー

3. 施工上の留意点

(1)杭打工

設計における削孔方法は、施工性、実績などを考慮してダウンザホールハンマを採用し、削孔径を600mmとしている。(図-6)

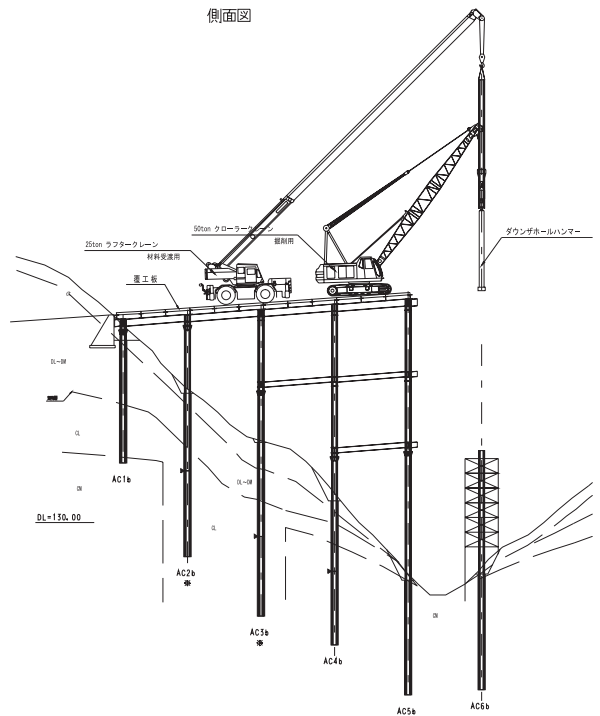


図-6 手延べ工法による施工側面図

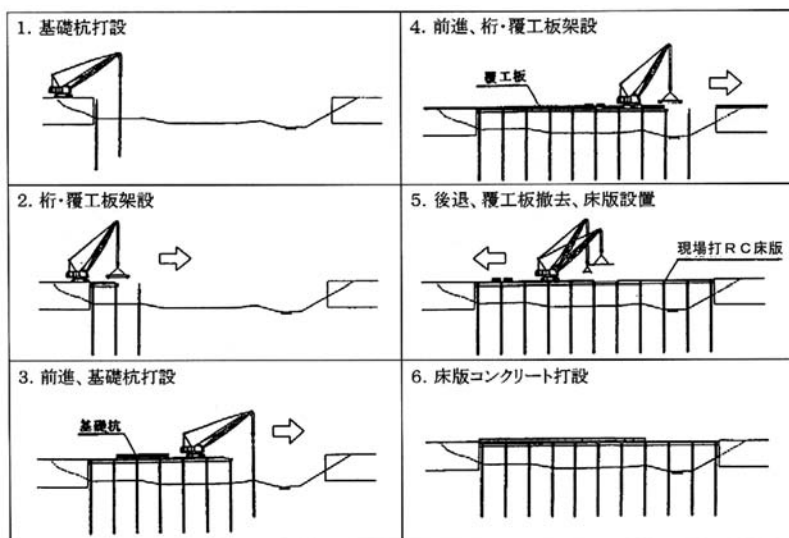


図-4 施工手順

①杭打ちの精度は、その後の上部施工に大きく影響するため慎重に施工する必要がある。なお、杭打ちの管理値は、最大偏心量 $D/4$  ( $D$ : 杭の外径。今回設計では $D=500$ ) かつ $100\text{mm}$ 以内、最大傾斜 $1/100$ とする。本件設計の場合、最大杭長が $31\text{m}$ 以上となるため、特に留意が必要と考えられる事項である。

②支持層が推定深度より浅い場合については設計根入れ長まで杭を打設するものとし、推定深度より深い場合は不足について現場溶接にて継足し、支持層 (CL級岩盤以深) に対し所定の根入れ (支持力) を確保する。

なお、事前調査により部分的に基盤岩の劣化が確認されている地点もあり、設計根入れ長を確保するよう、基礎杭の杭孔削孔にあたっては、削孔速度や「くり粉 (ハンマードリルの打撃と回転により細かく破碎された岩石が粉状になってハンマーを駆動したエアにより孔外に排出されたもの)」から基盤岩の状態を観測することで設計の支持層厚が確保されているかについて確認が必要である。

③杭頭処理は、杭の打ち止め後所定の位置で可能な限り水平かつ平坦にガス切断し、杭頭処理を行う。なお、切断位置の精度は $\pm 5\text{mm}$ 以内とする。

④鋼管杭の内外面には、設計図書に示す高さまでモルタル充填を確実にする。

## (2)鋼管杭

①鋼管杭はSKK材 (JIS A5525鋼管ぐい) を塗装使用することを前提としている。

空气中に突出する大半の部分は工場塗装 (C-5塗装系) となるが、予め各杭位置での現地盤高を測量し、地表面より $1.0\text{m}$ 下がった位置まで塗装を施す。(SKK材と同等の機械的品質を有する耐候性鋼材の使用も考えられるが、製造ロットの規模による鋼材価格、現地の気象条件、自然電位差から生じるマクロセル腐食の危険性などについて十分な検討が必要となる。)

②鋼管杭の運搬にあたっては、塗装面に傷が付かないよう十分注意を払う。

## (3)主桁・横桁・格点桁工、水平ブレース材

①使用現場の環境条件が良好 (風通しが良く、水分接触が少ない) であり、保護性錆の形成が期待できること、鋼材の調達も容易なことから、材質は耐候性鋼材 (SMAW) を使用する。但し、水平ブレース材は、主桁部と比較して厳しい環境下と

なるため、工場塗装 (C-5塗装系) とする。

なお、主桁端部、端横桁は塗替え塗装が困難なので耐久性に優れた塗装系 (内面用塗装) としてD-5塗装系を施す。

②鋼材の保管にあたっては、保管期間中に平坦度不良や表面傷などの発生により、本来保有すべき機械的性質などの特性や品質が損なわれないようにする。

③突出部で現場溶接を行なう箇所については、溶接位置に現場塗装 (F-13塗装系) を施す。

## (4)床版工

①床版 (RC床版) の型枠には床型枠用鋼製デッキを鋼製捨型枠として使用する予定である。これにより型枠と型枠支保工の設置、取外し作業が不要となるほか、足場作業の減少による安全性の向上、施工期間の短縮が可能である。(写真-2)



写真-2 床版鋼製捨型枠の施工例

②床版コンクリートは、 $\sigma_{ck} = 24\text{N}/\text{mm}^2$ 以上の強度を有するものを使用する。また、鉄筋はSD345を使用する。

③張出し部の施工は写真-3に示す参考例のような型枠支保工を作成して行なうものとし、吊り足場を利用して型枠・支保工の設置・撤去を行う計画である。



写真-3 張出し部型枠支保工の参考例



## (5)付帯工計画

### ①取付擁壁

橋梁の起・終点端部には、道路横断方向に土留め擁壁が必要となる。計画擁壁高は、起点側で2.5m程度、終点側で2.5m～4.8m程度であり、栈道橋との取合いの関係から壁前面は直壁構造とする必要がある。また、上部に活荷重が載っても安全な構造とする必要があり、当箇所においては前面直壁の重力式擁壁を採用するものとした。

### ②根巻きコンクリート

架橋位置は谷部であるため、万一、落石等が発生して鋼管に衝突した場合、鋼管の表面塗装が剥がれ、その箇所から鋼管の腐食が発生する可能性があるため、鋼管杭の表面を保護する目的から地表面部に根巻きコンクリートを設置する計画とした。設置範囲は、擁壁前面となる端部の杭を除く全杭とし、根巻きコンクリートの高さは山側地表面から1.0m程度確保するものとした。

### ③流木除け工

栈道橋形式となる当橋梁は、道路方向に6m間隔で鋼管杭を設置する計画である。橋梁中央部付近では沢を跨いで杭を設置することとなるため、上流側からの流下物が直接杭に当たらないように杭配置に留意しているが、倒木等の流下に対して上流側での防護工を設置することが望ましい。そこで、当箇所においては、さらに安全を図るため橋梁上流側において流木除け工を設置する計画とした。

## Ⅵ. おわりに

栈道橋工法は山間部斜面における道路拡幅に有利な工法として開発されたが、本事例のように片押し施工となる独立橋梁での実績も増加してきている。

工事実施は平成21年度の予定であるが、今後ともコスト縮減を考慮しつつ設計・施工上の課題を解決し、合理化を図っていきたいと考えている。

### 参考資料：

『道路保全・建設技術審査証明報告書 メタルロード工法（技審証第0009号）』（財道路保全技術センター）

### 資料引用URL：

<http://www.jfe-civil.com/doboku/metalroad/>

# 県営湛水防除事業桑原地区における コスト縮減の取り組み事例について

今 井 洋\*  
(Hiroshi IMAI)

## 目 次

1. 地区概要	74	3. おわりに	76
2. コスト縮減の取り組み	75		

### 1. 地区概要

本地区は、岐阜県羽島市の南部に位置し、東側は木曾川、西側は長良川に挟まれた桑原輪中地域に属する2,434haの地域で、東西に約4km、南北に約10kmの水田地帯である。

地区の排水対策は、一級河川桑原川の流末に県営用排水改良事業（昭和14年度）で小藪排水機場が、地盤沈下対策事業（昭和32年度）で桑原排水機場が設置されている。その後、国土交通省で新桑原排水機場（昭和45年度設置、59年度増設）、水資源開発公団で桑原常時排水機場（平成6年度）が設置され、現在4箇所の排水機場で長良川へ排水している。

しかしながら、岐阜羽島駅周辺の市街化による流出量の増加、地盤沈下の進行、施設能力の低下

等によって、既存の排水機では洪水時の排水対応ができなくなり、近年排水状況が悪化している。このため、小藪・桑原排水機場を廃止し、両機場を統合した排水機場を新設する。（図-1）

【事業期間】平成15年度～22年度

【総事業費】約32億円

【受益面積】683ha

【排水量】12.84m<sup>3</sup>/s

【工事内容】	機場工	1式
	機械工	立軸斜流ポンプ φ1,500mm 2台
	上屋工	1式
	除塵機工	2基
	樋門樋管工	ダクタイル鋳鉄管 φ2,600mm

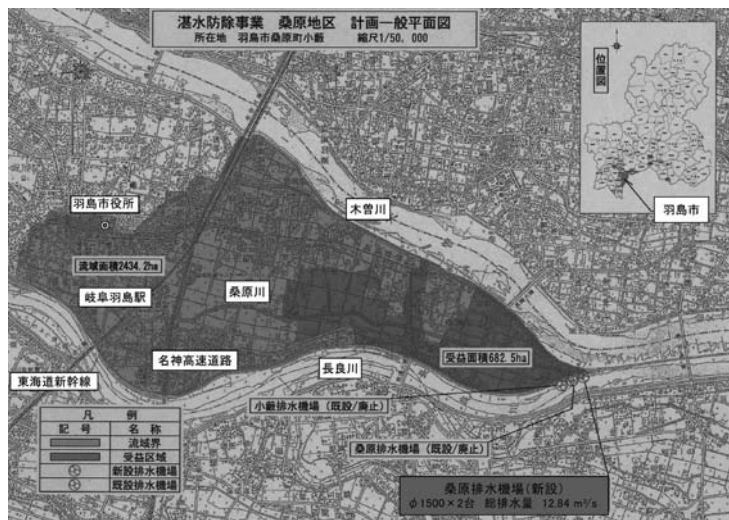


図-1 湛水防除事業桑原地区 計画一般平面図

\*岐阜県岐阜農林事務所農地整備課（Tel. 058-264-1111）

## 2. コスト縮減の取り組み

本機場の設計に当たっては土地改良事業計画設計基準 設計「ポンプ場」(平成9年1月)に準拠して設計を進めるほか、平成13年2月に改訂された『揚排水ポンプ設備技術基準(案)同解説・揚排水ポンプ設備設計指針(案)同解説』で導入され始めた新技術・新工法等の積極的な活用により建設コストの縮減に取り組んだ。

特に①吸水槽のコンパクト化、②ポンプの高流速化に伴う小口径化を図ることにより機場全体のコンパクト化が実現し、コストの縮減に貢献している。

### (1)新技術・新工法の積極的活用

- ① セミクローズ形吸水槽の採用
- ② 高流速型立軸斜流ポンプの採用

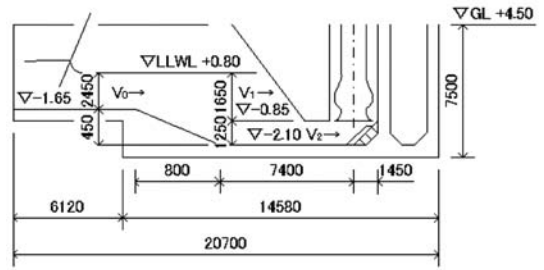


図-2 セミクローズ形吸水槽

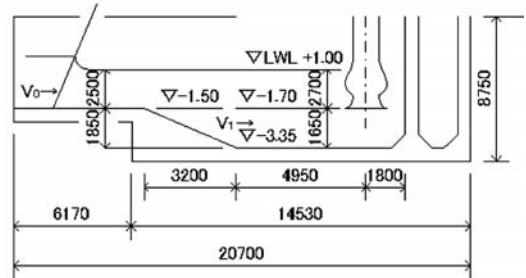


図-3 オープン形吸水槽

### ①機場工

セミクローズ形吸水槽(図-2)は従来のオープン形吸水槽(図-3)に比してポンプへの接近流速を速めることができる。

これにより、吸水槽底版高を上げることが可能となり、また、ポンプの高流速化に伴う小型化も相まって吸水槽のコンパクト化が実現した。

なお、流速が速くなることによる旋回流の発生に対しては過流防止壁の設置により対応している。

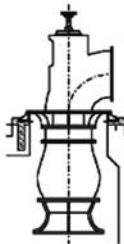
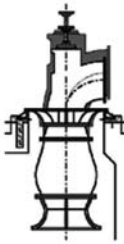
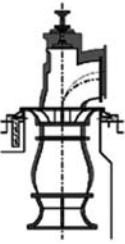
### ②機械工

本地区で検討したポンプ形式の比較表を表-1に示す。

⇒約30百万円の縮減  
(躯体及び土工：138百万円 → 108百万円)  
※土木基礎工事高 9.75m→9.15m,  
吸水槽幅 12.0m→10.9m,  
吐水槽幅 12.0m→11.45m

本地区の排水量(1台当り6.42m<sup>3</sup>/s)に対するポンプ口径は、土地改良事業計画設計基準設計「ポンプ場」によるとI型(従来型)のφ1,650mmとなるが、前述したセミクローズ形吸水槽とすることで、吸い込み流速を速めることが可能となり、

表-1 ポンプ形式比較表

立軸斜流ポンプI型 (従来型)	立軸斜流ポンプII型 (標準比速度)	立軸斜流ポンプII型 (高比速度)
 <p>口径：φ1650 口径部流速：3m/s 比速度：900 回転数：155min<sup>-1</sup></p>	 <p>口径：φ1500 口径部流速：4m/s 比速度：900 回転数：160min<sup>-1</sup></p> <p>採用</p>	 <p>口径：φ1500 口径部流速：4m/s 比速度：1300 キャビテーション発生</p>

Ⅱ型を採用し、口径をφ1,500mmに縮小することができ、弁類、配管類等の機器費も含めコスト縮減が実現した。

なお、ポンプ比速度を高めた高比速度ポンプを採用すればさらに安価となるが、当該地区においてはキャビテーションの発生により採用ができなかった。

ポンプ口径をφ1,650mm⇒φ1,500mm  
⇒約147百万円の縮減  
(792百万円 → 645百万円)

⇒約60百万円の縮減  
(樋管工：396百万円 → 336百万円)

### ③上屋工

上記2点の取り組みにより、機場下部の小型化が実現し、結果として建築面積を縮小することができた。(図-4)

⇒約9百万円の縮減  
(上屋：75百万円 → 66百万円)  
※床面積 414.5m<sup>2</sup> → 403.2m<sup>2</sup>

## (2)河川関係技術基準等の改訂

### ①樋門樋管工

平成15年4月改訂の『河川構造物設計要領』に基づき、樋管内の許容流速を緩和(2.0m<sup>3</sup>/s→2.5m<sup>3</sup>/s)した結果、樋管断面をφ2,900mmからφ2,600mmに縮小することができた。

### 3. おわりに

本稿では、実施設計段階(平成15年度)における事例のため、最新の内容とは言えませんが、取り組みの1事例として何かの参考になれば幸いです。

今後は、環境への配慮も併せ、最新技術を積極的に活用し更にコスト縮減に取り組んでいきたいと思えます。



写真-1 桑原排水機場の施工状況  
20～21年度にかけ樋管及び吐水槽工事を実施します。

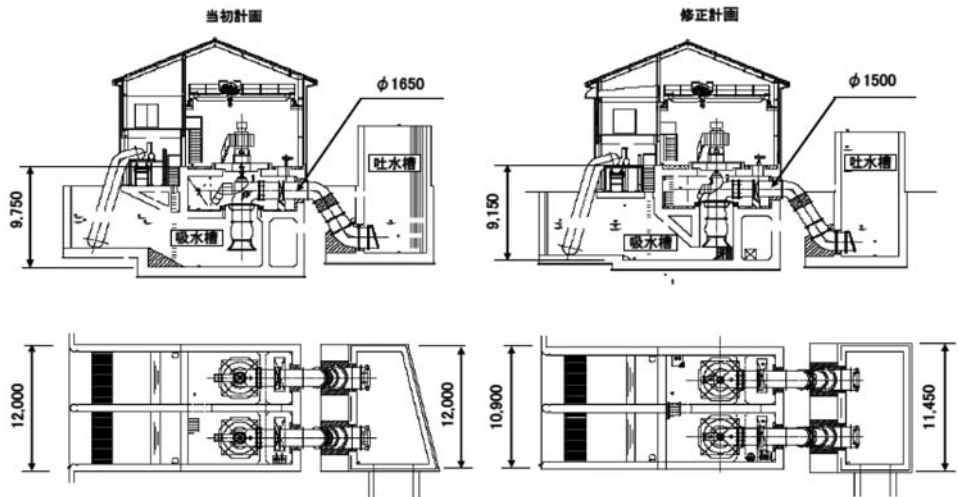


図-4 排水機場比較図

# 設計VEによる水窪ダム改修工事のコスト縮減計画について

増 子 昇 二\*  
(Shoji MASHIKO)

## 目 次

1. 事業概要（地区概要）	77	3. コスト縮減対策内容	79
2. 工事概要	77	4. おわりに（まとめ、課題等）	80

### 1. 事業概要（地区概要）

本地区は、山形県の南部に位置し、米沢市外1市2町にまたがる約8,825haの水田地帯であり、稲作を中心に水田の畑利用による大豆、野菜等を組合わせた複合経営を展開しており、東置賜地方<sup>おきたま</sup>と呼ばれる県内有数の農業地帯である。（図-1）



図-1 位置図

本地区の基幹水利施設の水窪ダム、頭首工、揚水機場及び用水路は、国営米沢平野土地改良事業（昭和43年度～昭和57年度）等で造成されたが、築造後相当の年数が経過しており、老朽化が著しいことなどから施設の維持管理に多大な労力と経費を要している。

また、かんがい用水は水窪ダム、一級河川最上川、その支流の鬼面川、羽黒川等地区内河川及び渓流水等に依存しているが、近年の営農形態の変化及び河川流量等の減少により用水不足の状況に

あり、番水を行うなど不安定な水利用を余儀なくされている。

このため、本事業では水窪ダム、頭首工、揚水機場及び用水路の改修を行い、維持管理の軽減を図るとともに、用水不足を解消するため、揚水機場の新設、水窪ダムの貯水量の増（池敷掘削50万 $m^3$ ）及び既存ため池の活用を図ることにより、用水の安定化を図ることを目的としている。

併せて関連事業により、用水施設の整備及び区画整理を実施することにより営農の合理化を図り、地域の農業生産性の向上と農業経営の安定に資するものである。

### 2. 工事概要

本地区の主水源である水窪ダムは、堤高62m、堤長205m、堤体積1,020千 $m^3$ 、総貯水量31,000千 $m^3$ の中心コア型ロックフィルダムである。本ダムは農業用水のほか、山形県企業局との共同事業により水道用水及び工業用水として利用されており、地域にはなくてはならない重要な施設となっているが、取水設備である取水塔（制水塔含む）は老朽化により鋼材の発錆及び手摺・タラップの一部損傷、欠落が発生している。（写真-1、写真-2）

また、取水設備の巻上機や凍結防止装置等の機器類の老朽化も著しく、改修を早急に行わないと用水の取水に支障をきたす状態にある。

そのため取水塔全体の補修や巻上機等の機器類の改修、制水ゲートの交換、上屋の補修を本事業により行うこととしている。

工事期間は、貯水位の最も低くなる毎年9月上旬から12月中旬までとし、一定水位を保ちながら平成21～24年度の4ヶ年（1年目は進入道路設置等

\*東北農政局米沢平野農業水利事業所（Tel. 0238-26-1610）



写真-1 取水塔全景



写真-2 鋼材の発生状況

の仮設工事)で行う計画である。

これらの改修においては、補修工事のための足場の設置撤去やゲート、上屋の取り外し及び取り付け、その他機器類等の荷下ろしに200ton及び50tonクレーンを使用することとしている。工事期間中にダム内の貯水位を完全に抜くことは不可能であるため湖面上に浮かべた台船により作業を行うこととしている。(図-2)

このためクレーンや台船及び資材を湖面まで運搬するための工事用道路が必要となることから、取水塔近くの池敷法面に進入道路を建設する計画としている。(図-3)

なお、この池敷内の法面は岩盤で急勾配であることから、事業計画(原案)では親杭H鋼のアンカー式土留工法による道路(勾配24%、長さ208m、幅9m)としている。

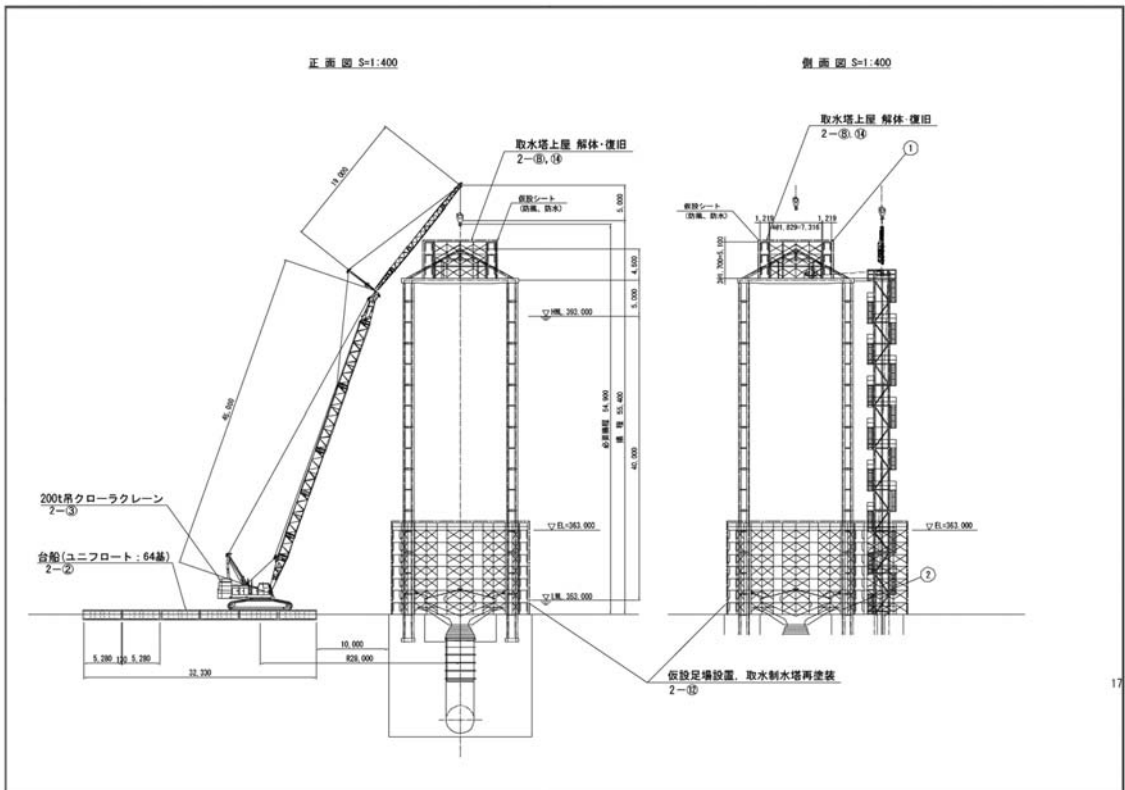


図-2 取水塔の補修工事

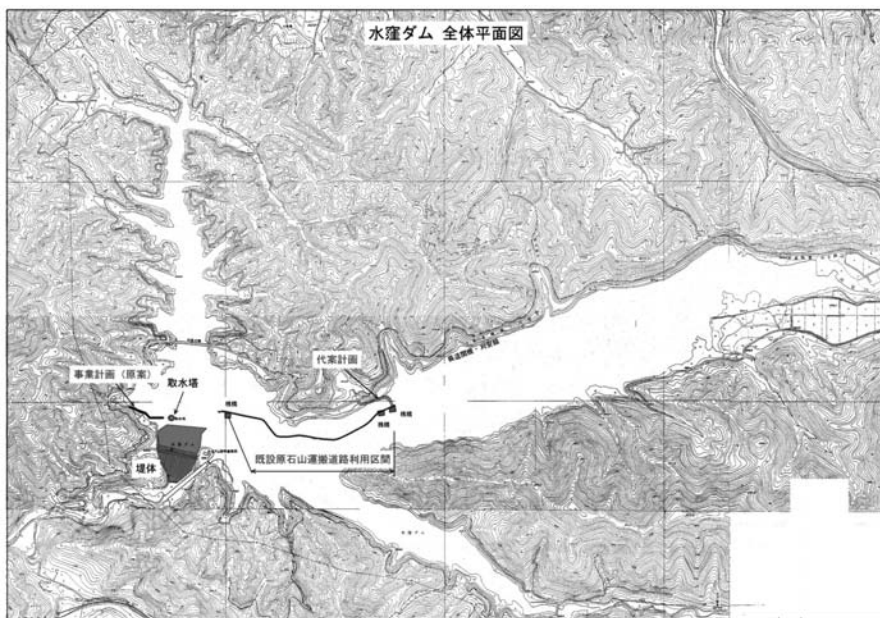


図-3 当初計画と代案計画位置図

### 3. コスト縮減対策内容

池敷内へ進入する工事用道路は、取水塔工事の期間が3年間となることから、維持管理及びコスト面で十分検討する必要がある。

このため実施設計を行うに当たり設計VE方式による業務とし、安全性やコスト縮減を図るためにVE検討会に諮ることとした。

事業計画による工法は取水塔に最も近い地点からの進入道路となるため、運搬距離が短くて有利であるが、道路勾配が急であることから安全性や経済性を考慮し、施工計画を総合的に検討することとした。

#### 【設計VE検討会の概要】

検討会は全部で計3回開催されたが、最初のVE検討会ではあらゆる制約を取り去った自由に発想するステップとして討論が行われ、施工方法や進入道路位置も既存の計画に捕らわれることなく、広範囲な視点での考え方をすることで多くの代案のアイデアが出された。

例えば、現設計位置での盛土による道路造成案や現位置とは関係なく遠い位置からの進入道路造成案、さらにはテールアルメ方式による土留工法の変更案、道路を造らないでクレーンのみで資機材の運搬を行う案等が各委員から提案された。

その中で最後まで残った案が、取水塔位置から

は遠く離れているが、約1km上流から進入する案であった。

この場所は、前歴事業で原石山からの運搬道路として使用していたと考えられる道路（湖面の外周の県道に接している）を利用するもので、現在は道路幅が狭く車等の進入が困難なため、新たに切盛及び土留を行い拡幅しなければならないが、工事費は土工の切盛と土留のふとん籠がほとんどのため大幅に削減され、道路勾配も緩く抑えることが可能となる。（図-3）

#### 【コスト縮減】

この場所に道路を建設した場合は、取水塔まで資機材を運搬するのに湖面上を運搬する必要が生じるが、曳航する費用を考慮しても現計画に対して大幅なコスト縮減での施工が可能と判断された。（表-1）

なお、取水塔の改修工事は下部から3年かけて行うことから、施工期間中の設定貯水位を毎年変える必要があるが、湖面水位に合わせた栈橋を設置することにより、台船への荷下ろしが可能となる。また、貯水位が最も下がる初めの年は前歴事業で使用していた道路が湖面上に現れることから、これを整備して少しでも有効利用することにより、取水塔近くまで車の搬入が可能で、曳航する距離が大幅に短縮される。

表-1 コスト削減総合判定表

分類		重要度	効果					ポイント計	機能(効果)指数(%)	総コスト(単位:百万円)	価値指数(絶対評価)
			機能達成度	*施工性	経済性	*環境への影響	*メンテナンス				
評価項目の決定			10	10	10	10	10	10			
NO.0	原案	評価	3	3	3	3	3	3		総コスト 163,181	6.13
		ポイント	30	30	30	30	30	30	180		
NO.1	原石山ルート整備案	評価	4	4	5	4	4	4		総コスト 21,000	66.19
		ポイント	40	40	50	40	40	40	250		
NO.3	現設計位置で進入路勾配を緩くする案(土留方式は現設計と同じ)	評価	4	3	2	4	4	4		総コスト 231,000	5.06
		ポイント	40	30	20	40	40	40	210		
NO.4	現設計位置で進入路勾配を緩くする案(土留は盛土方式)	評価	4	4	2	4	4	4		総コスト 193,200	6.31
		ポイント	40	40	20	40	40	40	220		
NO.5	現設計位置で進入路勾配を緩くする案(土留はテールアルメ方式)	評価	4	4	2	4	4	4		総コスト 214,200	5.70
		ポイント	40	40	20	40	40	40	220		

・機能(効果)指数は原案を100とする  
 ・価値指数=機能(効果)指数÷総コスト×10

#### 4. おわりに(まとめ, 課題等)

##### 【設計VEの成果】

設計VEは、VE委員を公募することによって民間の先進的な技術や考え方を積極的に導入できるとともに、制約条件が整備された状態の中でより柔軟な発想で代替案を提案することが可能である。

今回の検討会の中でも多くの議論がなされ、現計画に対して大幅なコスト削減が可能となった。また、コストの面だけではなく施工性や工事中の管理面についても検討されたことは大きな成果であった。

##### 【二期事業に思うこと】

前歴事業で建設されたダム工事において、仮設計画に関する図面や資料がほとんどなかったが、工事の記録映画や一部の写真からダム堤体まで資材を運搬していた道路が存置されていることやその位置が判明したため、設計に大いに役立ったものである。

前歴事業で残っている図書はどの工種もほとんどが出来型図面で、当時の仮設計画に関する図面

や資料はほとんどない状況であった。

そのため工事の記録映画や建設時に工事に関わっていた方からの貴重な記憶のアドバイスをいただいたりしながら、設計の基礎資料としたものである。

今後の二期事業を行っていくに当たり、ダムに限らずその他の施設の改修についても仮設計画や土質データなどは設計施工を行ううえで大変重要なデータであることは言うまでもない。

このようなことから、今後は工事を行ったならば出来上がりの図面や資料だけ残すのではなく、仮設計画を含めた図面や写真を後世に残していくことは今後の補修や改修工事に非常に役立つと考えられる。

今は私が入省したころとは違い、資料は電子データとして保存できることから、事業完了時に土地改良区に膨大な資料を引き渡すこともほとんどない時代である。

このことから工事に係わる私たちは多くのデータを次の世代に残すことによりコスト削減効果も期待できるのではないかと。



# 伊江地下ダムにおける建設汚泥の有効利用について

高 須 照 幸\*  
(Teruyuki TAKASU)

## 目 次

1. はじめに……………	81	5. 建設汚泥を再生利用する方法と求められる品質…	83
2. 事業概要……………	81	6. 中間処理の検討……………	84
3. 伊江地下ダムの概要と建設汚泥処理の現状……………	82	7. まとめ……………	84
4. 島内利用によるコスト縮減対策検討……………	82		

## 1. はじめに

建設工事で発生する建設汚泥は、建設発生土と同様大量に発生するものの、発生タイミング、発生量が利用側とのタイミングが合わないことから他工事間との再利用できないまま最終処分される場合が多いものと思われる。

建設工事において副次的に発生する建設汚泥は、適切な処理を行うことにより、産業廃棄物ではなく、建設資材としての再利用が可能なものである。

本稿では地下ダム工事で発生する建設汚泥について、資源の有効利用やコスト縮減の観点から利用方法の検討を報告する。

## 2. 事業概要

国営伊江土地改良事業は、沖縄本島本部半島の北西約9kmに位置する伊江村の農地668haを受益として、畑地かんがいと用水改良を目的とした事業である。(写真-1)

本地区の営農はサトウキビ、葉たばこを基幹とし、野菜、花き(きく)等の作付けが行われているものの、畑作に必要な用水は、降雨と既設ため池に依存せざるを得なく十分な用水手当がなされていないことから、農業生産が不安定であり、農業振興の妨げとなっている。

このため、本事業により地下ダムを新設するとともに揚水機、用水路等を整備し、併せて関連事



写真-1

\*沖縄総合事務局伊江農業水利事業所 (Tel. 0980-50-6411)

業による末端用水路等の整備を実施することにより、安定的なかんがい用水の確保を行い農業生産性の向上及び農業の近代化を図り、農業経営の安定に資するものである。

### 3. 伊江地下ダムの概要と建設汚泥処理の現状

本地区の主要水源施設である伊江地下ダムは、中生代～古生代の難透水性の伊江層を基盤とし琉球石灰岩層を帯水層として、原位置攪拌工法（SMW工法）にて止水壁を造成するものである。（図-1、写真-2）

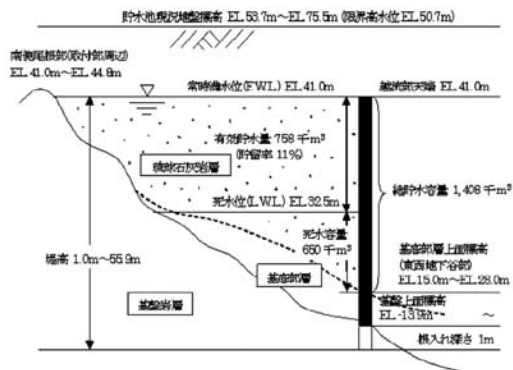


図-1



写真-2 SMW機による施工状況

平成19年度末現在の地下ダム建設工事は、平成16年の事業着工から、全長2,612mのうち現在830mの施工を終え、32%の進捗となっている。

地下ダム造成時には、原位置攪拌工法の特徴から大量の建設汚泥が発生する。（写真-3）離島での施工という地理的条件から建設汚泥を受け入れられる管理型最終処分場が島内にないため、資源

の有効利用やコスト縮減の観点から、建設汚泥の再利用等を積極的に検討する必要がある。

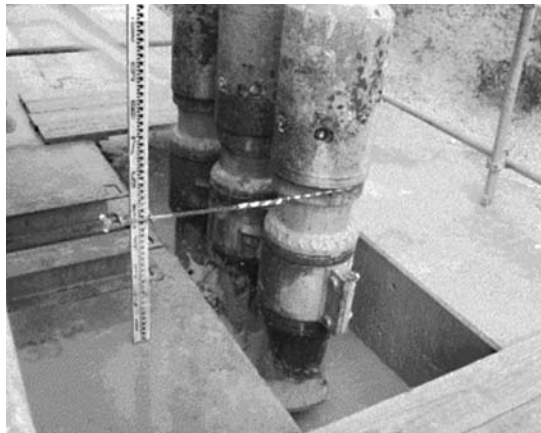


写真-3 固化液注入時の状況

本造成工事により発生する建設汚泥は総量約49千m<sup>3</sup>を想定している。

発生する建設汚泥は、削孔液、セメント主体の止水壁固化液及び破碎された琉球石灰岩が混合されたもので、pH12程度の高アルカリ性を示すものである。

これまでは、工事で発生する建設汚泥の一部は汚泥ピットにて養生処理を行い、環境基本法に基づく土壤環境基準及び土壤汚染対策法に基づく特定有害物質の含有基準を満足していることを確認したうえで、建設汚泥再生品として構造物の埋め戻しや道路復旧工事の路床材等に有効利用してきたものの、建設汚泥の全量を使用する需要が島内になかったため島外搬出していた。

島外に搬出した建設汚泥は、セメント系固化材の投入による中間処理（造粒固化）を行い、沖縄本島内の区画整理地区において建設汚泥再生品として利用された。

一方、中間処理後の島外搬出により資源の有効利用につながってはいるものの、バージ船による海上輸送費等により、著しくコストの高い泥土処理を行っているのが現状である。

### 4. 島内利用によるコスト縮減対策検討

こうした中、伊江村役場やJAなど村内の関係機関と調整を図った結果、島内で建設用盛土材および農地への客土として建設汚泥再生品の需要が期待できることとなった。

島内での利用方法は、①本事業における盛土材、埋戻材としての利用、②伊江村が計画している防風林造成事業の防風垣の盛土材としての利用、③表土不足、酸性土壌改良のための客土として利用が想定される。

島内で有効利用する場合には、島外への搬出経費の節減が可能となる一方、利用目的に応じた品質の確保が求められる。

また、品質の確保に有効な処理方法を工夫することで、更なる経費の節減が可能となる。

### 5. 建設汚泥を再生利用する方法と求められる品質

建設汚泥を再生利用とする場合には「自ら利用」、「有償譲渡」「再生利用制度の活用」等の方法があり、想定される島内利用は、「自ら利用」(図-2)、「有償譲渡」(図-3)に該当する。

①自ら利用とは、他人に有償売却できる性状のものを排出事業者(占有者)自ら使用することをいい、他人に有償で売却できないものを排出事業者が使用することは「自ら利用」に該当しない。

②有償譲渡とは、建設汚泥処理物を他人に有償にて譲渡する行為をいう。

建設汚泥再生品の品質は、「建設汚泥処理物の廃棄物該当性の判断指針について」(平成17年7月25日付環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部産業廃棄物課長)の第二の一において、「物の性状について」では、「当該建設汚泥処理物が再生利用の用途に要求される品質を満たし、かつ飛散・流出、悪臭の発生などの生活環境の保全上の支障が生ずるおそれのないものであること。」と定められている。

なお、品質区分等は「建設汚泥処理土利用技術

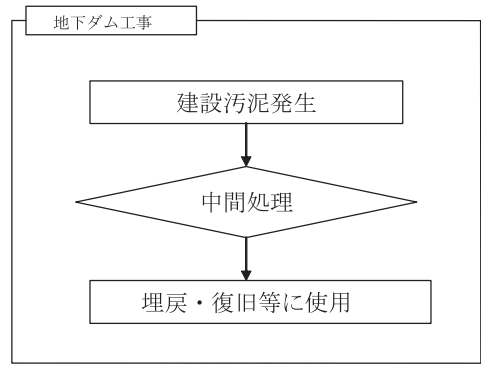


図-2

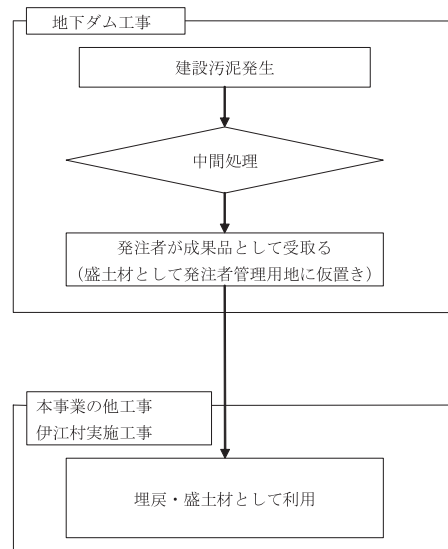


図-3

基準」(平成18年6月12日付国官技第50号、国官総第137号、国営計第41号)によるものとする。

#### 1) 品質区分 (表-1)

表-1 (抜粋)

区分	基準値	コーン指数 <sup>*1, 2</sup> qc (kN/m <sup>2</sup> )	備考
第1種処理土		—	固結強度が高く礫、砂状を呈するもの
第2種処理土		800以上	
第3種処理土		400以上	
第4種処理土		200以上	

\*1) 所定の方法でモールドに締め固めた試料に対し、コーンペネトロメーターで測定したコーン指数(参考表-1参照)

\*2) スラリー化安定処理土の指標は、7日後の一軸圧縮強さとする。

2) 生活環境保全上の基準

- ・環境基本法に基づく土壌環境基準（溶出量基準）
- ・土壌汚染対策法に基づく特定有害物質の含有量基準（含有量基準）

有害物質が基準値を満たしていることを証明書等で確認する必要がある。

3) pHが高い場合の対応（中和処理を行わない場合）

表流水， 侵出水が公共用水域へ流出しないように排水処理や盛土等の設計上の配慮（覆土， 敷土等）を行う必要がある。



写真-4 汚泥の養生状況

6. 中間処理の検討

中間処理方法は，建設汚泥再生品に求められる品質等を満足する必要がある。上記品質を確保するために汚泥ピットで養生処理することを検討した。養生処理とはコンクリート張ピット内で，硬化・乾燥させるとともに空気にふれさせる方法（曝気）である。（写真-4）第3種処理土程度の品質及び空気中の二酸化炭素との反応により，アルカリ性の低減が期待できること，そして生活環境保全上の基準を満足することを確認することで養生処理の有効性を確認することができる。（表-2）

7. まとめ

現在，3件の造成建設工事が実施中であり，建設汚泥処理物の活用のために，養生処理のみで達成可能な品質，処理に必要な期間，利用方法及び仕様を満足しない場合に必要な処理方法等を検討・調査する必要がある。

併せて養生処理に長期間必要な場合には用地の確保，降雨時における流出防止対策等も考慮する必要がある。

今後とも中間処理方法を創意工夫することで島内での有効利用及び更なるコスト縮減を目標に工事を実施していきたい。

表-2

用途		埋戻土	盛土	耕土 植生土	備 考
中和処理	養生処理 (曝気)	長期間の養生処理 (曝気)			地表で雨等さらされる場合にはpH5.8~8.6に改良することが必要 曝気により，空気中のCO <sub>2</sub> と反応させることで添加材・攪拌作業の低減（不要）が期待できる
	添加材使用				
再泥化防止		—	○	○	強度の確保 覆土・敷土の実施（利用方法の選定）

## 白寿の施設 古筑田堰

大西正修\*  
(Masanobu OONISHI)

### 目次

1. はじめに	85	5. 管理状況	88
2. 堰の概要	85	6. あとがき	89
3. 歴史	86	7. 蛇足	89
4. 構造	87		

### 1. はじめに

利根川水系の小貝川に設けられている堰で上流から福岡堰、岡堰、豊田堰があり江戸、明治の時代には関東三大堰と称されていました。

この時代に利根川本川全川の横断締め切りによる永久構造物の築造は技術的に困難、また舟運から全川の構造物は不可などの理由で、他には類を見ない大きな堰が小貝川に築造され三大堰と称されたものと考えられます。

そのひとつの豊田堰では、原始は萱洗堰が作られました。堰はしばしば破損し修理に多額の費用を要したため、天保10年（1839年）から明治14年までは毎年かんがい期に土砂にて小堤防を築く築留堰を施工し、かんがい期が過ぎるとこれを切り流すという方法をとりました。しかし、毎年莫大な出費となるため、明治14年に木造関柵を設置し、さらに明治34年に永久構造物として煉瓦作りで改築され、現在は鉄筋コンクリート製の可動堰となっています。

このように、現在では一般的に使用されているコンクリート以前に煉瓦が堰材として使用された期間がありました。

今回、歴史的施設としてご紹介するのは堰材として、この煉瓦を使用した古筑田堰です。

利根川周辺での煉瓦造水門が建設されたのは、明治20年（1887）から大正10年（1921）に至る僅か35年間ですが、古筑田堰は近世の木、竹、石、土構造から鉄筋コンクリート構造へ移行する過渡期に築造されたもので、衰退した煉瓦構造の姿を

留める貴重な構造物です。

この期間に多くの煉瓦構造物が築造されましたが、現存するものが少ない理由のひとつとして主要河川の改修に伴って煉瓦施設を改修する場合、樋門の基本設計や機能が不適応となり、改修時には構造形式と建材の選択肢は、コンクリートしかなかったということもあったためと考えられます。大規模な樋門ほど治水や利水上の重要度が高く、優先的にコンクリートへと改築されたので、現在、埼玉県に残る煉瓦樋門は中小規模のものが多いためです。

本堰は小規模な構造物で、白寿をむかえた現在でも現役で水田へ用水するため、かんがい期に堰上げ施設として機能しています。

### 2. 堰の概要

古筑田堰は埼玉県久喜市北中曽根に位置し、備前堀川（1級河川）に設けられており、久喜市北中曽根地区農業集落排水処理施設から徒歩5分位です。（図-1、写真-1）



図-1 位置図

\*関東農政局利根川水系土壌改良調査管理事務所  
(Tel. 04-7131-6951)



写真-1 堰全景（下流より望む）

本堰は明治42年（1909年）に竣工した煉瓦造りの堰で、現在も左岸の水田、約50haにかんがいをしています。（右岸の取水口は現在使用されていないとのことです）

なお、堰が設けられた備前堀川の主な水源は、利根川本川の利根大堰から見沼代用水に導水され、騎西領用水路（新川用水）を経て、かんがいに使われた後の余排水です。

### 3. 歴史

この付近の下流側には、かつて河原井沼と呼ばれる広大な沼沢地がありましたが、享保13年（1728）に井沢弥惣兵衛\*によって干拓され、新田が開発されました。この時に古策田堰は、新田への新たな取水源として整備されたと考えられます。

この時の堰は木枠であり、堰の浮上を防ぐために、堰の上には重り土橋が架けられていたようです。

この木製の堰については言い伝えがあり、あるお大尽が私費にて木枠の堰を築造したとのこと。昔のことで、出水時などに堰板の操作が間に合わず、越水し近傍の田畑に損害を与えたため、近所の方がこの堰を取り壊せと迫ったところ、このお大尽は堰の上にて大の字になり「この堰を壊すなら、おれを殺してからしろ」と言い放ち、堰の原形は存続したとのことです。

現在の古策田堰は古策田堰梓普通水利組合が、県税の補助と埼玉県の技術指導を得て、建設したもので、工事は明治41年12月1日（1908）に起工し、明治42年3月20日（1909）に竣工しており、総工費は7,030円86銭9厘でした。（埼玉県行政文

書 明2538-3にて保存）

その後、埼玉県で実施された大落古利根川とその支川の13河川改修工事（1919～1934：備前堀川を含む）の際に、撤去される予定でしたが、地元の強硬な反対により難を逃れたといえます。

堰板は昭和63年に機械による巻き上げに変更されていますが、その際にこぼれ落ちた煉瓦や取り外した煉瓦を積み直した以外、補修は行っていないとのことです。

現在の堰の前身である木枠の堰や取壊しに対する地元の反対がなければ、現在の堰もなかったかもしれません。

ともかく、約100年前の築造時の姿をそのままとどめている堰と考えられます。また本体以外にも堰板を収納しておく小屋が煉瓦造りのまま現存しており、大変珍しいことです。（写真-2）



写真-2 格納小屋

なお、現在は備前堀土地改良区が所有し、管理されています。

\*井沢 弥惣兵衛（いざわ やそべえ）

承応3年（1654年）—元文3年3月（1738年）

江戸時代の治水家。紀伊国那賀郡溝ノ口村（今の和歌山県海南市野上新）の豪農の出身。

元禄3年（1690年）、徳川光貞に召し出され、紀州藩の勘定方に就任。紀州藩主であった徳川吉宗（後の第8代将軍）の命を受け、紀の川流域の新田開発を行う。その後、享保期に全国で新田開発が進み、享保7年（1722年）に将軍となっていた吉宗の命により灌漑や新田開発事業に尽力した。

主な事業に、武蔵国の見沼干拓、見沼代用水開削、多摩川改修、手賀沼の新田開発、木曾三川の改修計画、鴻沼の干拓などがある。また、幕臣としても享保16年（1731年）に勘定吟味役、享保20年（1735年）に美濃国郡代に就任して活躍した。

#### 4. 構造

セメント練瓦であり煉瓦の中にセメントが施工されており、煉瓦の支柱と前面に水切りが設置されています。(写真-3, 4, 5)



写真-3 堰下流右岸より望む



写真-4 堰の水切り状況



写真-5 煉瓦造りの支柱状況

また、古筑田堰の寸法等は以下のとおりです。

##### 4. 1 寸法

堰 長：11.5m

堰 高：2.4m

上流工：5.6m

下流工：12.0m (2段落差工あり)

##### 4. 2 基礎

基礎の工法は、地盤へ基礎杭を打ち込んでから、杭頭の周囲に木材で枠を組み、中に砂利や栗石を敷詰めた後に突き固めて、その上に捨コンクリートを打設。基礎杭には松丸太が使われています。

##### 4. 3 取水ゲート

昭和63年に堰板を手動の巻上げに変更。変更前までは、テカギにて木製の堰板を引っかけて操作していたとのこと。角落しに鋼製の戸当たりを設置し鋼製の巻上機設置台が設けられています。

中央3門 鋼製スライドゲート

径間：1.640m

高さ：1.400m

左右岸2門 鋼製2段ゲート

径間：1.640m

高さ：上段 0.6m

下段 0.8m

##### 4. 4 煉瓦

使用煉瓦数は47,917個。積み方にはフランドル積み、イギリス積みなどがありますが、本堰はイギリス積みが用いられています。(写真-6, 7) 積み方による強度の違いはないそうです。



写真-6 フランドル積み (富岡製紙工場)



写真-7 イギリス積み (古筑田堰)

製造元は当時戸田などに多数の煉瓦工場がありよくわかりませんが、日本煉瓦製造会社を示す刻印煉瓦（上敷免製）が近傍の施設である落合門樋（騎西町，1903）や小針落伏越（行田市～川里町，1914）にありますので，当時，深谷市で操業していた日本煉瓦製造会社かもしれません。（平成18年6月廃業）この工場の煉瓦は，明治時代の代表的煉瓦建築である日本銀行・東京駅などに使われました。

煉瓦を使用する場合には煉瓦試験と称して，乾燥重量と沈水重量を比較した記録が残っております。その内容は横利根閘門を例にしますと，「煉瓦をたたくと金属音がすること。吸水率は重量の15%を越さないこと。ただし，この試験法は乾燥して秤量した後，24時間水中に浸し，表面の湿気を綿布で拭き取って計ること」となっています。

当時から品質管理が行われており，本堰が現存するのも，このような品質管理のおかげかもしれません。

#### 4. 5 渡橋（管理橋）

石材を16枚（4×4）並べてあります。渡橋のゲート側の側面には施設名の古筑田堰，竣功年等が彫られています。（写真-8）



写真-8 渡橋右岸より望む

#### 4. 6 取水工

左岸はφ=800mmの管により取水されており，右岸にはφ=300mmの取水口が設置されていますが，現在は使用されておりません。

（写真-9，10）



写真-9 左岸取水口



写真-10 右岸取水口

### 5. 管理状況

かんがい期は兩岸の2段ゲートにより堰上げ水位を調整していますが，中央の門もアンダーパスにて若干の水量を流下させています。また非かんがい期は全門開放になっています。（写真-11，12）



写真-11 非かんがい期





写真-12 堰上げ状況（かんがい期）

## 6. あとがき

煉瓦造りの構造物が約100年を経ても、現役で近傍の水田にかんがい用水を供給していることは大変珍しいのではないのでしょうか。作られた方も100年保つとは思わなかったのではないのでしょうか。それとも100年の計を考えたのでしょうか。

現在の景観にもとけ込み非常に美しい構造物だと思います。九十九神という言葉思い出しました。今後も今まで以上に大切にされるのではないのでしょうか。

理事長がおっしゃるには「古筑田、本当に良くできてると思うよ」とのことでした。なお、維持管理の面から電動化を行いたいとのことでした。

現役の堰のため、今の管理状況に合わせた改造は必要ですが、今の施設とどのように調和を図るかが課題といえそうです。

写真-13は古筑田堰の稲穂が実った受益地からの遠望です。この風景は堰が築造され約100年も繰り返されてきたもので堰の存続を願う次第です。



写真-13 古筑田下流の受益地より望む

## 7. 蛇足

地名の由来は不明です。河原井沼と呼ばれる広大な沼沢地を開発した所であり、従前は湿地であり筑田ではないのではないと思いますが、一部沼沢にも高台があり、水保ちが良くないとのことで、このあたりの状況から筑田の地名となったのかもしれませんが。

なお、関東内には北用水樋門（新利根川からの取水用水路、前後はコンクリート三面張にて改修済）など、まだ現役の煉瓦造りの構造物があります。（写真-14）



写真-14 北用水路

また、古筑田堰は、土木学会の「日本の近代土木遺産」に選定されています。

## 参考文献

利根川 人と技術文化（北野進，是永定美・編）  
利根川水系農業水利誌（農林水産省関東農政局利根川水系農業水利調査事務所・編集）

<http://ja.wikipedia.org>

<http://www.pref.ibaraki.jp>

<http://watchizu.gsi.go.jp>（地図閲覧サービス）

<http://www.geocities.jp/fukadasoft>

<http://www.city.fukaya.saitama.jp>

ご協力

（旧）古筑田堰梓土地改良区理事長 山田浩氏

# 会 告

## 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20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 農村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

〒105-0004 東京都港区新橋5-34-4

農業土木会館内 TEL 03(3436)1960

FAX 03(3578)7176

# 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写真・図・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。なお, 写真・図・表はヨコ7cm×タテ5cm大を242字分として計算すること。

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単位ごとにカンマ(,)を入れる)を使用のこと。

5. ワープロで作成した原稿データについては, プリントアウトした原稿(写真・図・表入り)とともにMOディスク等にて提出すること。

写真・図・表の画像データは, 原稿データとは別に添付すること。なお, 図・表については白黒印刷においても判読できるように極力配慮しておくこと。

※データと違いがないかをプリントアウトした原稿で必ず確認すること。

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)。また, 写真・図・表は本文中の挿入個所を明確に指定しておくこと。

7. 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。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。

8. 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, などで区別のみ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)

$w$  (ダブリュー) と  $\omega$  (オメガ)

$x$  (エックス) と  $\chi$  (カイ)

l (イチ) と 1 (エル)

$g$  (ジー) と  $q$  (キュー)

E (イー) と  $\varepsilon$  (イプシロン)

$v$  (ブイ) と  $\nu$  (ウプロシン)

など

9. 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。

10. 数表とそれをグラフにしたものとの並載せはさけ, どちらかにすること。

11. 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。

12. 投稿の採否, 掲載順は編集委員会に一任すること。

13. 掲載の分は稿料を呈す。

14. 別刷は, 実費を著者が負担する。

## 「水と土」通信

FAX宛先：農業土木技術研究会 03-3578-7176

★「水と土」をより充実したものとするため、下記様式であなたのご意見をお寄せ頂ければ幸いです。

1. 本号（155号）で興味をもたれた報文について記載下さい

(1) 報文タイトル：\_\_\_\_\_

(2) 興味を持たれた具体的内容  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

2. 本号の編集についてご意見をお聞かせ下さい  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

3. とりあげて欲しいテーマなど本誌に対するご意見やご要望をお書き下さい  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

所属：\_\_\_\_\_

氏名：\_\_\_\_\_

### 編集後記

最近「畑のある生活」（伊藤志歩著）を読みました。本屋でたまたま緑色の装丁が目についたので購入しました。著者は生産者を選んで農産物を購入できる直販サイト「やさい暮らし」を運営しています（<http://www.yasai-gurashi.com/index.html>）。伊藤さんが取材した小さいこだわり農家のエピソード満載の本です。農林水産省は環境保全型農業・有機農業などを後押ししていますが、行政が要求する書類の作成、記録の管理などをすることができないほど小さい農家の話です。

「自然ってスゴイ！自然と人の命をつなぐ食べ物を作っている農家さんってカッコいい！そんな人たちのために何かしたい！」（やさい暮らしホームページ）という思いから農家と消費者の橋渡しをするサイトを運営することに決めた伊藤さん。宅配便やインターネットがしっかりと整備されている日本だから出来るサービスです。

元気な生産者とその人たちが作った農産物を食べたいと思う消費者とをつなぐ試みが存在し、お互いの商売として成立しているのを見て元気が出ました。この

著者と農家のやっていることが本当かどうかを消費者が信じられるのか。これがこの商売が成り立つかどうかの分かれ目になると思います。自分のおじいちゃん、おばあちゃんが無農薬で作ってダンボールに詰めて送ってくれるやさいを信じられるなら、顔の見える農家の作ったやさいとその農家がどのようにやさいを作っているかをレポートしてくれる伊藤さんも信じられる可能性もあると思います。人と人のつながりと信頼関係で行政の出る幕をなくした興味深い試みだと思います。日本の農業全部がこんな風になるとは思いませんが、何かとても大切なことがこの試みにはあるように感じました。売り切れも当たり前、端境期には当然のように販売するものがなくなるという生産者の事情を理解して、多少の不便を我慢できる。こんな消費者も今後は出てくるのではないのでしょうか。とはいえ、現在の日本の状況ではスーパーで欲しい野菜を購入すればいいのであるので、消費者はほとんど我慢する必要もないですが。

皆さんも一度こだわりやさいをこだわり生産者から購入してみたいかどうでしょうか。見たことのないやさいと出会えます。全部のやさいが美味しく料理しやすいとは限りませんが、そのやさいをつくった生産者と一緒でクセも二クセもあるおもしろい野菜が多いです。（水資源課 寺田）

### 水と土 第155号

発行所 〒105-0004 東京都港区新橋5-34-4

農業土木会館内

印刷所 〒161-8558 東京都新宿区下落合2-6-22

農業土木技術研究会

TEL 03(3436)1960 振替口座 00180-5-2891

一世印刷株式会社

TEL 03(3952)5651

# ダイプラハウエル管 (高耐圧ポリエチレン管)

φ300~3000

経年劣化が少ない材料により長期寿命を実現!

外圧に強い中空リブ構造で高盛土にも適応!

柔構造物なので軟弱地盤でも適応!

コンクリート基礎不要で工期短縮が可能!

## 公的機関への認可

- 日本工業規格 耐圧ポリエチレンリブ管 (JIS K 6780)
- 下水道協会規格 下水道用リブ付ポリエチレン管 (JSWAS K-15)
- 国土交通省 新技術登録 (NETIS CB-980025) カルバート工 (NETIS CB-980024) 柔構造樋管
- 農林水産省 土地改良事業計画設計基準 (農道)
- 日本道路公団 設計要領第二集カルバート編

## 農業用水のパイプラインに!

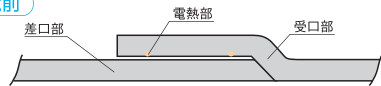
### 管路の一体化による継手部の信頼性!

EF継手は電熱線の通電により熔融し、受口、差口を一体化させ、万全の気密性を保持できます。

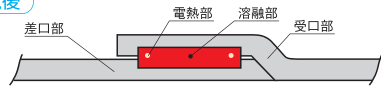
常用使用圧力	0.50 MPa
--------	----------

## EF継手(エレクトロフュージョン)

通電前



通電後



内圧用ダイプラハウエル管



## 農道下横断管に!

耐圧強度が大きく、  
高盛土下に  
埋設可能!

カルバート工  
として  
実績豊富!



## ため池の底樋に!

柔軟性に優れ、  
地盤沈下にも  
対応!

柔構造樋管  
として  
実績豊富!



ダイプラハウエル管

 **大日本プラスチック株式会社**

本社: 〒541-0053 大阪市中央区本町2-1-6(堺筋本町センタービル)  
TEL.06-6267-1338 FAX.06-6271-3003  
東京支社: 〒103-0023 東京都中央区日本橋本町3-8-4(第2東硝ビル)  
TEL.03-3662-9861 FAX.03-3664-3187

<http://www.daipla.co.jp>

札幌(営) 011-221-3053 仙台(営) 022-223-0761  
東京(営) 03-3662-9861 名古屋(営) 052-933-7575  
大阪(営) 06-6267-1338 広島(営) 082-221-9921  
福岡(営) 092-721-5166 鹿児島(営) 099-227-1577