

水

No.144
2006

小特集／新技術・新工法を
活用した計画・設計
検討,施工事例

と土

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



浜ノ瀬幹線水路(導水トンネル)におけるTBM工法について(本文15頁)



工場製作中のマシン本体(西諸畑かん号)



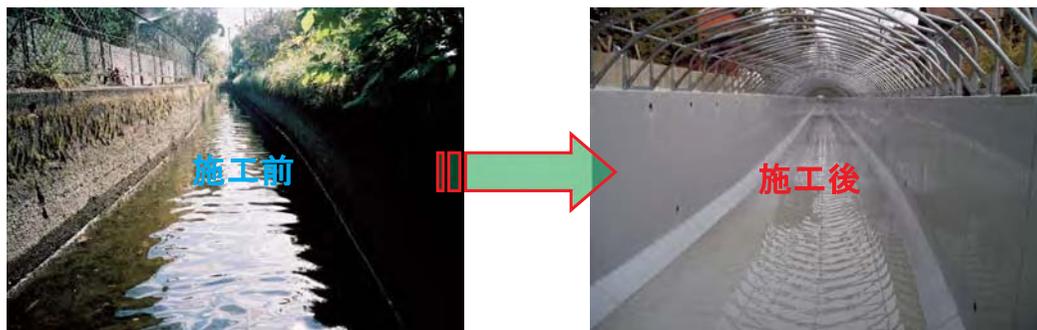
TBM掘削前の全景

犬山頭首工左岸幹線水路における施設更新工事について(本文22頁)



プライマー塗布状況及びポリマーセメントモルタル施工状況

FRPM板を用いた住宅密集地域における水路更正の施工事例について(本文31頁)



施工前・施工後写真(上川原幹線水路(その2)工事)



施工前・施工後写真

農道整備事業における間伐材の資源循環型活用に関する考察(本文49頁)



完成した法面保護工 H17.3

栂谷ダム技術資料の検索システムについて (本文54頁)



棚田地域における維持管理に配慮した用水路改修事例 (本文85頁)



屈曲部の施工



管理樹



四谷千枚田全景



ふれあい広場

飛鳥川用水の歴史(本文103頁)



先人の観知と努力を讃える記念碑



水路上面を鉄板で覆い、土砂や落葉が流入を防ぐ水路

■報文内容紹介 9

□巻頭文

北の田舎暮らしの勧め 大内幸則 13

□報文

小特集／新技術・新工法を活用した計画・設計検討，施工事例

浜ノ瀬幹線水路（導水トンネル）におけるTBM工法について 生永 勝 15

犬山頭首工左岸幹線水路における施設更新工事について 持山昌智 22

FRPM板を用いた住宅密集地域における水路更正の施工事例について 伊藤美紀雄 31

両筑平野用水二期地区コンクリート管路の改修工法選定について 梅村英樹 37

バイオマス利活用にあたっての構想検討について
－和歌山県日高郡みなべ町の調査事例を通して－ 小笹義博 42

農道整備事業における間伐材の資源循環型活用に関する考察 脇屋和久 49

榊谷ダム技術資料の検索システムについて 小島 勉・稲田浩一・谷田部 至 54

真狩村農業空間情報活用プロジェクトの活動について 門間 修 61

□報文

高瀬地区直轄地すべり対策事業における排水トンネルの実施設計
－設計VEを取り入れた事例－ 久保田貴純・萩野隆造・永井泉治 66

排水機場における基礎処理（深層混合処理工法）について 山口一雄 77

棚田地域における維持管理に配慮した用水路改修事例 横田欣仁・長谷坂兼司 85

印旛沼二期地区における水質浄化機能の定量化に関する検討 大島学人・青木 聡・松井英樹・関根範雄・杉本幸雄 91

ふるさと水と土ふれあい事業 四谷地区について 小原智宏 96

□歴史的土壌改良施設

飛鳥川用水の歴史 栗田 登 103

□技術情報紹介

平成17年度農業土木技術研究会研修会レポート
－「生態系保全に配慮した計画・設計・施工技術及びその検証」－ 編集事務局 111

■会告 121

■投稿規定 122

■入会案内 123

■会員の皆様へお知らせ 125

水と土 第144号 報文内容紹介

浜ノ瀬幹線水路（導水トンネル）における TBM工法について

生永 勝

西諸農業水利事業浜ノ瀬幹線水路は、農林水産省関連の水路トンネルとして初のTBM工法を採用しており、それに至る検討経緯、設計と施工実績の比較などを織り交ぜながら、TBM工法の概要、そのメリットについて説明する。

（水と土 第144号 2006 P.15 設・施）

犬山頭首工左岸幹線水路における 施設更新工事について

持山昌智

近年、施設の長寿命化を図り、既存施設の有効活用を実現することが、国民経済的な視点から不可欠となっており、既設施設を活用して、施設機能の確保や回復を図る技術は、今後、重要なものとなる。犬山頭首工左岸幹線水路では、新技術も導入しながら、現場実証のある技術も合わせ、機能低下した施設の機能回復を図るため補修工事を実施した。この水路補修に関する既設水路の調査と補修計画を中心に実施例の概要を報告するものである。

（水と土 第144号 2006 P.22 設・施）

FRPM板を用いた住宅密集地域における 水路更正の施工事例について

伊藤美紀雄

上川原幹線用水路は鳴瀬川上流に位置する昭和40年代に建設された延長8kmの幹線用水路であるが、周辺状況として民家が隣接していることから、補修工法の条件として「通水断面が一体的に増幅となる工法」、「民家に影響のない工法」、「現況水路敷内での工法」があげられた。本報文ではこれらの条件をクリアする工法として、新技術であるFRPM工法（直貼工法）について事例を紹介する。

（水と土 第144号 2006 P.31 設・施）

両筑平野用水二期地区コンクリート管路の 改修工法選定について

梅村英樹

両筑平野地区については、昭和40年代後半に施工されたコンクリート管を主体とした幹支線水路により、地区内の約4,700haの農地に配水しているが、近年、施設の老朽化により管路の漏水事故等が多発している。

このため、老朽化施設の更新を図る二期事業を実施することとしており、今回の投稿にあたっては、施設更新事業における現地状況の変化等を踏まえた管路の改修工法を紹介するものである。

（水と土 第144号 2006 P.37 企・計）

バイオマス利活用にあたっての構想検討について 一和歌山県日高郡みなべ町の調査事例を通して一

小笹義博

政府のバイオマス・日本総合戦略を受け、農水省でもバイオマス利活用に関する事例調査を実施してきている。和歌山県みなべ町は梅の一大産地であるが、地域が産出するバイオマス（梅剪定枝等）について、エネルギー利用とマテリアル利用（堆肥化、炭化利用）の両面から現地アンケート調査も踏まえて分析し、経済的にも満足する整備構想を検討した。

（水と土 第144号 2006 P.42 企・計）

農道整備事業における間伐材の 資源循環型活用に関する考察

脇屋和久

新土地改良法のもと、土地改良事業は「環境との調和への配慮」しながら推進されなくてはならなくなった。

一方、地球温暖化防止京都会議において温室効果ガスの排出量を日本においては1990年時点より6%削減することが決定し、森林などのCO₂吸収源保護増大対策が盛り込まれた。

これらの情勢を踏まえて、環境会計の考え方を取り入れたライフサイクルコストの算定等、長期にわたるコスト縮減の検討を行いつつ、農道整備事業における木材活用の取り組みについて考察する。

（水と土 第144号 2006 P.49 企・計）

榑谷ダム技術資料の検索システムについて

小島 勉・稲田浩一・谷田部 至

本システムは、榑谷ダムに関する調査・設計・施工の全般に渡る技術資料をPDFデータ化し、技術の継承を図り、継持管理の基本情報を管理するものである。今回電子化した榑谷ダム建設に関わる技術資料については、特に、ダム建設の重要なステップ毎に行われた「ダム技術検討委員会」の内容をベースとして、各種資料の検索が行われるようなシステム構築を行った。

また、榑谷ダムの維持管理は、その建設工事を直接担当していない管理者（県）に委ねられることから、調査開始からダム建設までの種々の課題を議論した経緯を、その工事毎の記録として電子化し、榑谷ダムのストックマネジメントに活用できるようなデータベースの構築を行うことで、技術資料の一層の活用を図る。

（水と土 第144号 2006 P.54 企・計）

真狩村農業空間情報活用プロジェクトの 活動について

門間 修

地域整備方向検討調査でリモートセンシングの活用事例を地元関係機関に紹介したところ、農業者はもとより関係機関が一丸となった地域農業を元気にする取り組みの一つとして「真狩村農業空間情報活用プロジェクト」が立ち上がった。平成15年から平成17年にわたり地元で進められているリモートセンシング技術を活用した取り組み活動を紹介する。

（水と土 第144号 2006 P.61 企・計）

**高瀬地区直轄地すべり対策事業における
排水トンネルの実施設計
—設計VEを取り入れた事例—**

久保田貴純・萩野隆造・永井泉治

今回の報告は、高瀬農地保全事業において地すべり防止対策工として計画されているD1号排水トンネルの実施設計にあたって、トンネル坑口付近の仮設計画及び断層破碎帯部の補助工法を含む排水トンネルの掘削工法に関して、設計VEを実施し、コスト削減工法の妥当性の確認、第三者への説明根拠、資料作成等を行った。この設計VEの過程と、最終的に決定した詳細項目について報告する。

(水と土 第144号 2006 P.66 設・施)

**排水機場における基礎処理
(深層混合処理工法) について**

山口一雄

当地区は完全輪中地帯で常時機械排水地区であるが、過去に地震地盤沈下等により、稼働停止した既設排水機場に隣接しての工事施工となる。

基礎工法として、振動、基礎地盤のゆるみ等、既設機場に悪影響を与えない工法として、SDM工法(高速低変位深層混合処理工法)を採用した。

SDM工法の施工事例について報告する。

(水と土 第144号 2006 P.77 設・施)

**棚田地域における維持管理に配慮した
用水路改修事例**

横田欣仁・長谷坂兼司

棚田では古くから用水の確保に苦勞しており、小規模団地であるにもかかわらず延長の長い用水路を開削している例は少なくない。農業用水の確保は地域農業を維持してゆく上で不可欠であるにもかかわらず、過疎・高齢化によりこれらの用水路の維持管理が困難になってきている。このような用水路の改修に当たり、硬質ポリエチレン波付管を用いて暗渠化し、維持管理労力の軽減を図った事例を紹介する。

(水と土 第144号 2006 P.85 設・施)

**印旛沼二期地区における水質浄化機能の
定量化に関する検討**

大畠学人・青木 聡・松井英樹
関根範雄・杉本幸雄

印旛沼二期地区において事業化への取組みの一環として実施した水田の持つ水質浄化機能の検証と定量化の検討について、平成15・16年度に実施した水質調査検討委員会の結果を基に印旛沼の事例を報告する。

(水と土 第144号 2006 P.91 企・計)

**ふるさと水と土ふれあい事業
四谷地区について**

小原智宏

愛知県により施工された「ふるさと水と土ふれあい事業四谷地区」での景観配慮事例と、地域活動団体による造成施設を活用した棚田保全・都市との交流への取り組み状況の報告。

(水と土 第144号 2006 P.96 企・計)

〈歴史的土壌改良施設〉

飛鳥川用水の歴史

栗田 登

飛鳥用水は、木曾川水系揖斐川の支流「飛鳥川(あすかわ)」を水源として、江戸時代から水田用水確保のため計画されてきたが、地形的条件等により実現されず、大正時代ようやく開通した幹線用水路である。その後、昭和・平成時代へと改修事業が継続され、水路トンネルの開通で、ようやく安定した用水確保が可能となった。先人の苦難を思い、地域住民の財産でもある飛鳥川用水の歴史を紹介するものである。

(水と土 第144号 2006 P.103)

〈技術情報紹介〉

**平成17年度農業土木技術研究会研修会レポート
—「生態系保全に配慮した計画・設計・施工技術及びその検証」—
編集事務局**

環境に対する国民の関心の高まりの中、ため池、用水路等の農業水利施設やほ場整備等の農業・農村の基盤整備の実施に当たっては、農業土木技術者には環境との調和に配慮した事業実施に際し、幅広い計画、設計、施工技術等の取得が一層必要となってきている。

そこで、全国各地に目を向けると計画段階から地域に密着し有識者の意見も取り入れて生態系との調和に配慮した取組やその効果の検証に取組む事例が見られることから、農業土木技術研究会では「生態系保全に配慮した計画・設計・施工技術及びその検証」をテーマに平成17年度の研修会を開催した。ここでは、研修成果の普及を目的に講演の要旨を取りまとめたものである。

(水と土 第144号 2006 P.111)

会員の皆様へお知らせ

会誌「水と土」の報文電子ファイル化・検索システムを整備しました。

「水と土（農業土木技術研究会会誌）」は、農業農村整備に関わる計画・設計・施工事例や技術的検討内容など、現場技術情報として有益な技術情報がたくさん収録されています。

今回、閲覧や報文検索対応の迅速化を図るため、会誌「水と土」創刊号から最新号No.140号までの報文を電子ファイル化し、簡易な操作で閲覧及びキーワード検索が可能となるよう検索システムを整備しました。

今後、会員の皆様からの報文検索等のお問い合わせにも、この検索システムを活用し、よりの確かつ迅速に情報提供して参ります。

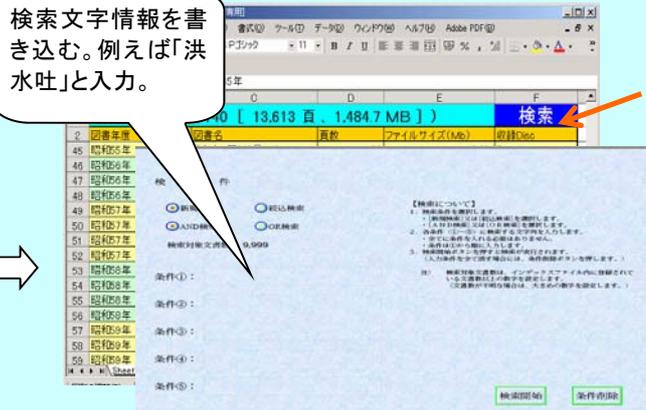
閲覧・検索手順は以下のようなイメージです

水と土DB

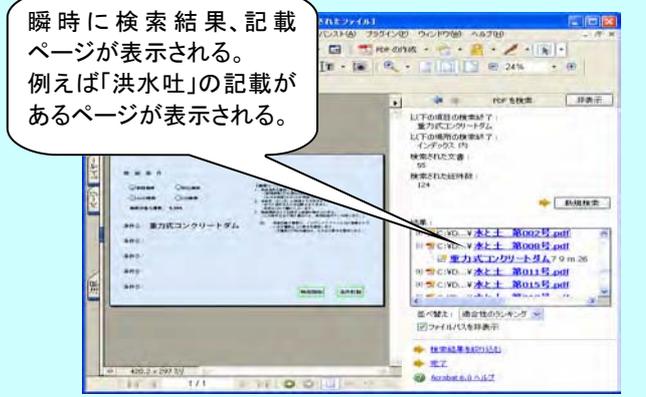
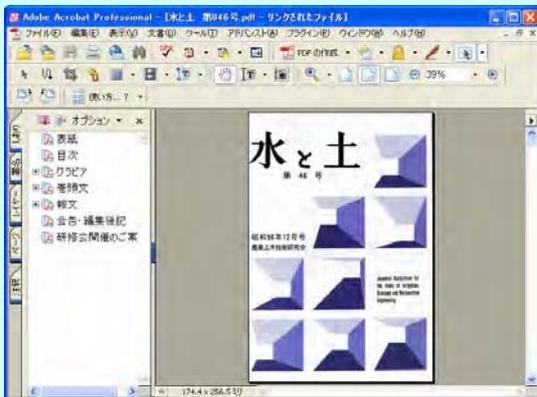
2	1	A3	B	C	D	E	F	
1	2	3	4	5	6	7	8	
1	「水と土」(冊数140)	13,613	頁	1,484.7	MB		検索	
2	回書番号	冊	回書名	頁数	ファイルサイズ(MB)	収録Disc		
45	昭和55年	43	水と土 第043号.pdf	102	10.29	Disc 1		
46	昭和56年	44	水と土 第044号.pdf	103	11.86	Disc 1		
47	昭和56年	45	水と土 第045号.pdf	108	10.43	Disc 1		
48	昭和56年	46	水と土 第046号.pdf	99	10.25	Disc 1		
49	昭和57年	47	水と土 第047号.pdf	75	8.80	Disc 1		
50	昭和57年	48	水と土 第048号.pdf	99	12.12	Disc 1		
51	昭和57年	49	水と土 第049号.pdf	108	11.71	Disc 2		
52	昭和57年	50	水と土 第050号.pdf	141	20.65	Disc 2		
53	昭和58年	51	水と土 第051号.pdf	134	11.79	Disc 2		
54	昭和58年	52	水と土 第052号.pdf	98	8.94	Disc 2		
55	昭和58年	53	水と土 第053号.pdf	116	10.80	Disc 2		
56	昭和58年	54	水と土 第054号.pdf	107	10.42	Disc 2		
57	昭和58年	55	水と土 第055号.pdf	104	8.85	Disc 2		
58	昭和59年	56	水と土 第056号.pdf	86	9.25	Disc 2		
59	昭和59年	57	水と土 第057号.pdf	117	11.81	Disc 2		

閲覧したい図書名をクリック。例えば100号をクリック。

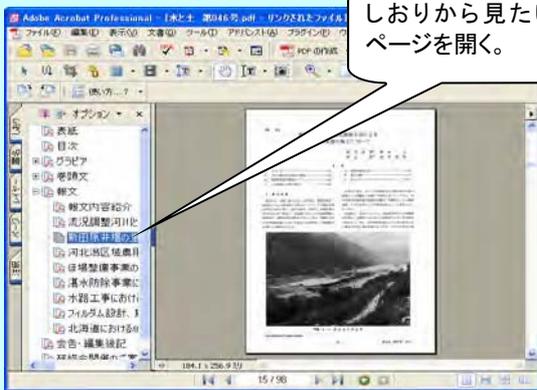
キーワード検索機能を付加



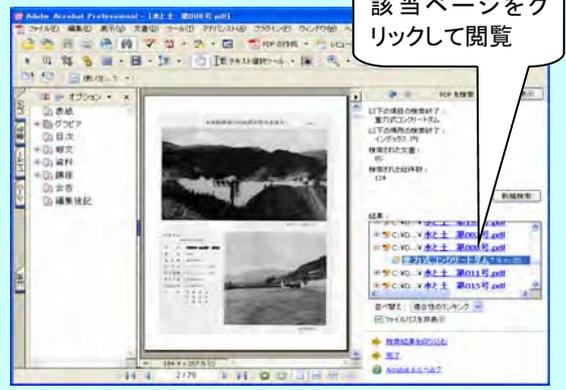
2次、3次検索と絞込みが可能



瞬時に検索結果、記載ページが表示される。例えば「洪水吐」の記載があるページが表示される。



しおりから見たいページを開く。



該当ページをクリックして閲覧

問い合わせ先: 農業土木技術研究会 事務連絡 大平
〒105-0004 東京都港区新橋5-34-4
農業土木会館内 TEL 03(3436)1960 FAX 03(3578)7176
* 検索資料送付にあたっては実費を頂きます。

北の田舎暮らしの勧め

大内 幸則*
(Yukinori OUCHI)

昭和22から24年にかけて生まれたベビーブーム世代は、現在50才代後半であり、平成19年以降、団塊の世代として約700万人の定年退職者が生まれる。この団塊の世代を中心に「第二の故郷探し」の胎動が見られており、定年を機会に田舎暮らしを希望するものも多いと言われている。団塊の世代に限らず、近年「物質的な豊かさ」から「心の豊かさ」へと、国民の価値観やライフスタイルが大きく変化する中、都市住民を中心に、農業や農村に「こころのゆとり」や「安らぎ」、「自然とのふれあい」を求める農的生活を志向する動きが活発化している。

一方、農村地域においては、農家人口の減少や高齢化が進みつつあり、今後このままの状況が続けば、集落機能や地域活力の低下、地域コミュニティの崩壊につながるものが危惧されており、新たな移住者の動きは様々な課題はあるにせよ、耕作放棄地の有効活用、農村の活性化、担い手の不足の解決等にもつながる、望ましいものと受け止められている。

こうした動きに対応するために、北海道開発局では平成16年度に首都圏や札幌在住の都市住民等を対象に北海道での田舎暮らしへの関心等についての意向調査を実施した。この調査の結果の概要は以下のとおりである。

北海道での田舎暮らしに対して2割の方が強い関心を示しており、特に50才代の団塊世代を中心にして、40から60才代の男性（職業では公務員や事務系の会社員）が、「自然環境がすばらしい」、「自由で広大な雰囲気を楽しむ」ことを魅力として関心を示している。

想定している生活としては、定住型、夏季利用型、短期滞在型に分かれるが、強い関心層の約4割が定住型を希望し、また、その約7割の人が何らかの就労を希望している。

一方、不安な要素としては、「雪のある冬の暮らし」、「地域の慣習」、「地域住民、近所づきあい」、以下、都市への交通アクセス、病院など基本的な生活インフラ等があげられている。

また、これらの都市住民のニーズを背景に、有識者を集めた「北海道カントリーホーム構想」の懇談会が開催された。「北海道カントリーホーム構想」とは単なる住宅機能だけを都市住民に提供するのではなく、北海道の豊かな自然環境の中で、都市住民が定住、非定住にかかわらず、農村地域で農的生活を気軽に実現できる場として、農的生活・交流機能を有し、北海道の農業・農村づくりの先導的な役割を果たす場を提供する構想と定義している。具体的には、通年定住から週末居住まで幅広いライフスタイルに合わせて、農地付住宅を安価に都市住民に提供し、農家予備軍から自給までの多種多様な農的生活を享受してもらうもので、新住民も含めたコンパクトコミュニティーをつくらうとの構想である。

*北海道開発局農業水産部農業水利課長 (Tel. 011-709-2311)

当懇談会では、対象となる土地について農振法や農地法の対象農地を前提にする場合の参入要件の緩和、都市からの移住者（新住民）と旧住民との意識のずれ等による地域コミュニティー形成のむずかしさ、冬季を含めた永住は可能かなど様々な意見が出されているが、これらを一つ一つ解決しながら、需要側と供給側の意向を調整することにより、この構想が実現していくこととなろう。後志支庁管内の「羊蹄山麓地域」や空知支庁管内の長沼町・由仁町をエリアとする「馬追丘陵」において、モデル調査を行っており、具体的な取り組みを進めようとしている。

さて、多様なライフスタイルの中で、今後農業の担い手に移行していく、いわゆる農業予備軍と成りうるのは、新規就農を志向する定年帰農者など通年定住者と、当面は楽しみながら農村の暮らしを体験し、将来可能であれば、新規就農を目指す、週末居住者や季節滞在者と想定される。

この人たちをターゲットに、移住者を受け入れ、将来に向けて、農業の担い手としてスムーズに移行してもらうためには、以下のような対応が必要ではなからうか。

①新規就農プログラムの提供

本格的な営農を志向する者のみならず、自給を基本に余剰を出荷する者、既存農家へ労働提供する者など様々な形態の農業予備軍を農業の担い手としてそれぞれの力量やライフスタイルによって活かせる細やかな新規就農プログラムの提供が、既に実施中の新規就農研修や情報提供に加えて、必要ではなからうか。このためには、既存農家と連携した営農組織化やシステム作りが重要と思われる。

②基盤の配置計画

魅力的で、かつ、豊かな自然的空間で生活できる環境の提供が望まれることから、現況の樹木や小河川・沢・ため池などの地勢・地形条件を出来るだけ尊重する中で宅地・農地・菜園や道路、上下水道、電気・電話など社会資本ストックの配置が計画されなければならない。

また、将来の効率的な営農環境を考慮した区画割や分譲計画とすべきであり、これらを総合的に展開していくためには、農地再編整備事業など農業・農村振興施策との連携が必要であり、われわれが関与すべき事項であると思われる。

すでに北海道では、北海道・市町村や民間が主体となって、農村への滞在体験希望者を募集するなど、具体的な動きが始まっているが、「北海道カントリーホーム構想」が大規模に実現し、都市住民にとっても北海道の農業農村にとっても有意義なものとなることを望むものである。

農的生活や、北海道に興味のある方は、北海道への移住を検討してみたいかでしょうか。

浜ノ瀬幹線水路（導水トンネル）におけるTBM工法について

生 永 勝*
(Masaru IKINAGA)

目 次

1. はじめに	15	5. TBM工法の種類と機能	17
2. 地形、地質	15	6. トンネルタイプの検討	18
3. トンネル掘削工法の検討	16	7. 実績から得られた観察情報の分析	20
4. TBM工法の歴史と実績	16	8. まとめ	21

1. はじめに

国営かんがい排水事業西諸地区は、大淀川水系岩瀬川に浜ノ瀬ダムを建設して新規水源を確保し、小林市外1市2町の農地4,150haにかんがいを行うものである。(図-1)

現在工事中の施設のうち、浜ノ瀬ダムから小林市へ至る浜ノ瀬幹線水路（導水トンネルL=5.4km Q=4.3m³/s）は、農林水産省初のTBM工法を採用しており、その設計内容及び施工状況を報告する。

2. 地形、地質

導水トンネルは、岩瀬川に沿った山体東側斜面に位置し、急峻な山体と岩瀬川と直行する谷部を連続しながら通過する。基盤岩は、南九州を広く覆う新生代古第三紀の四万十層日向層群に区分される砂岩、頁岩及びその互層（写真-1）であり、その上を谷線沿いに加久藤溶結凝灰岩（写真-2）が分布している。地質調査はボーリング調査と弾性波探査を実施しており、トンネル掘削標高部では頁岩を主体とした中硬岩（CH～CM級）という結果であった。トンネル掘削工法の検討にあたっては、この設計条件をもとに行った。

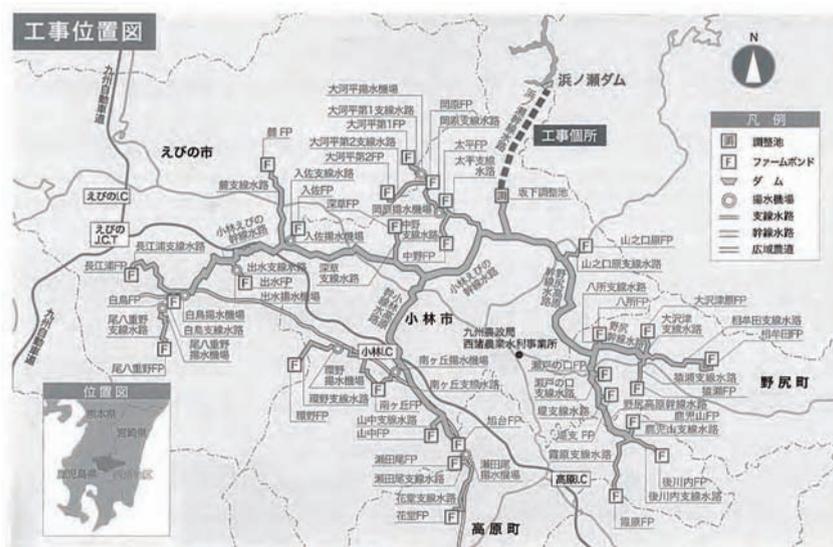


図-1 地区概要と工事位置図

*九州農政局西諸農業水利事業所（Tel. 0984-25-1236）

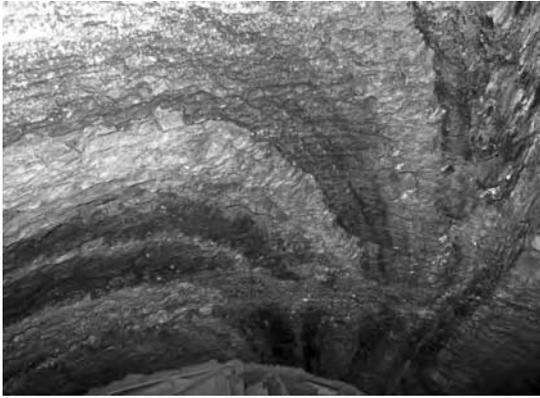


写真-1 基盤岩の四万十層砂岩，頁岩互層（頁岩の褶曲状況）

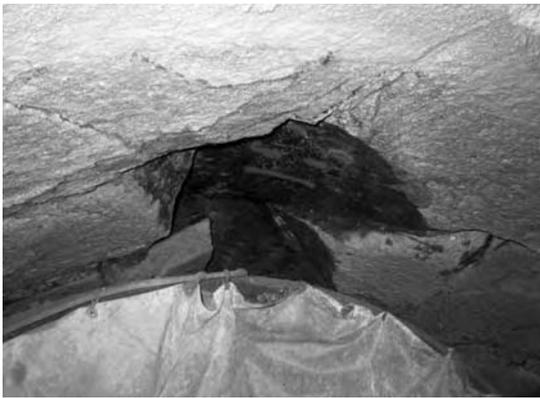


写真-2 加久藤溶結凝灰岩（節理が発達したところでは岩塊の落下が見られた）

3. トンネル掘削工法の検討

本地区の条件を土地改良事業計画設計基準「水路トンネル」の掘削工法選定フローに照らすと、延長は3km以上あるため、①地質変化があるとなれば発破工法，②地質変化が少ないとなればTBM工法が考えられる。地質調査の結果から、砂岩と頁岩が混在するものの大きな断層破碎帯や突発湧水の可能性は低いと想定されたことから、表-1のとおりTBM工法も十分可能と判断し、経済性と工期短縮のメリットからTBM工法を採用することとした。

表-1 工法の比較検討

区分	発破工法	TBM工法
特徴	<ul style="list-style-type: none"> 地質条件の変化に対応可能。 周辺環境へ与える影響の適切な判断。 長大トンネルでは工期の面で不利。 	<ul style="list-style-type: none"> 断層や湧水などへの対応が不利。 火薬を使用しないため環境への配慮。 長大トンネルでは工期や経済性で有利。
工期	掘削のみ 1,561日	掘削のみ 451日
経済性	掘削費のみ 1,298百万円	掘削費のみ 1,086百万円

4. TBM工法の歴史と実績

TBMとは、トンネルボーリングマシン（Tunnel Boring Machine）の略称で、機械制御により掘削を行う全断面トンネル掘削機のことをいう。日本では昭和30～40年代にかけて約30件の工事が行われたが機械的故障や膨張性地山によるマシンの拘束などの理由により、途中で掘進を断念する例も多く、日本の地山には適さないとの理由で、海外での施工実績とは対照的に、我が国ではTBMに対する評価が低くなった。

その後、日本の地質に合ったファイバー入りモルタル吹付けやダブルシールド型の開発などTBM周辺技術の開発やマシン自体の信頼性向上により、図-2のとおり1986年以降急激に実績を伸ばしている。用途としては水力発電や下水道用トンネルとしての実績は多いが、農林水産省直轄事業の水路トンネルとして、本工法を採用したのは初めてである。

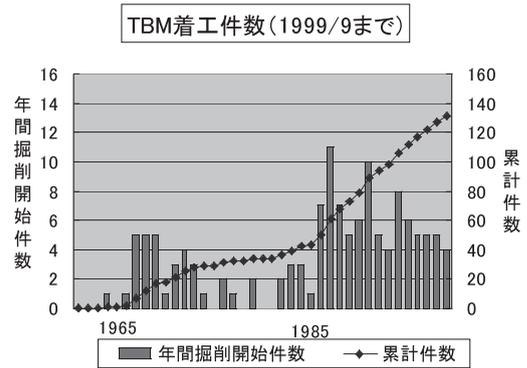


図-2 TBM着工件数

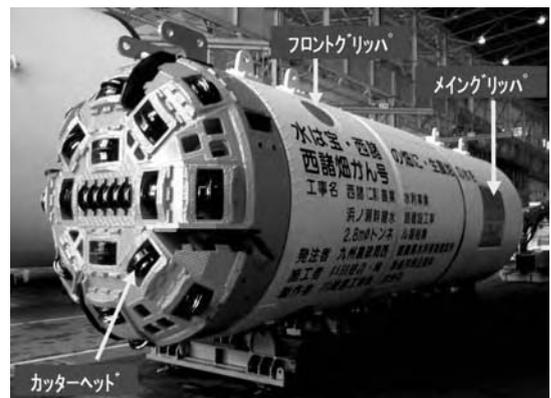


写真-3 工場製作中のマシン本体（西諸畑かん号）

5. TBM工法の種類と機能

TBMの種類としては、機体が開放されているという構造の特徴から掘削径の変更が可能なオープン型と、TBM本体構造を完全にシェルで覆っているため掘削径の変更は困難であるが、崩落等の恐れがある地質には適したシールド型がある。本トンネルでは地質の変化が想定されたことからシールド型を採用している。

また、掘進の基本動作は、以下の一連作業を繰り返して行う。

- ①掘削反力支持部であるメイングリッパを拡張し、後胴を坑壁に固定する。
- ②カッターヘッドを回転させ、スラストジャッキで押し、岩盤を圧砕しながら前進する。
- ③1ストローク掘進後、フロントグリッパを拡張して前胴を坑壁に固定し、メイングリッパを収縮する。
- ④中・後胴をスライドジャッキで引き寄せ、①に戻る。

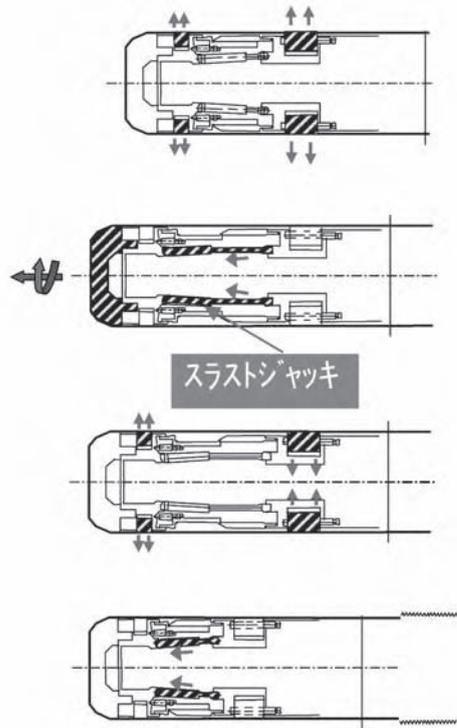


図-3 TBMの基本動作



写真-4 TBM掘削前の全景



写真-5 後方設備
(プレミックスファイバーモルタル吹付ロボット)

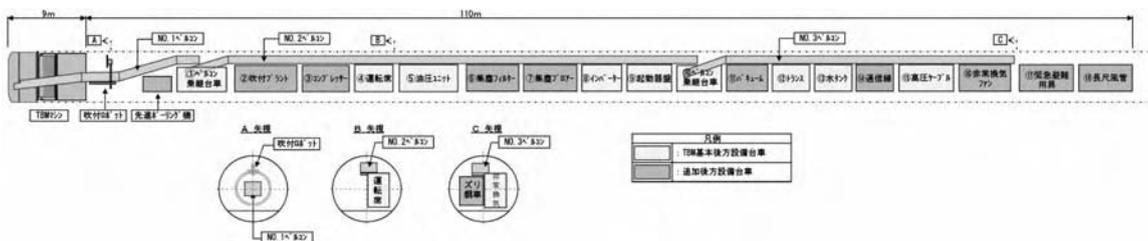


図-4 TBM後方設備

(マシン本体の後方には、モルタル吹き付ロボットなどの後方設備を搭載しており、全長は110mにもなる)

6. トンネルタイプの検討

(1)設計におけるトンネルタイプの判定基準

当初設計では、表-2のとおり弾性波速度区分を基本とするが、地表踏査、ボーリング調査、及び各種の調査・試験結果や類似地質の実績等も考慮した上で判定した。

表-2 設計におけるトンネルタイプの判定基準

トンネルタイプ	弾性波速度 V_p (km/s)		岩級区分	RQD
	砂岩・頁岩 β 群	溶結凝灰岩 δ 群		
A	4.0以上	—	B~CH	85
B	2.5~4.0	2.0以上	CH~CM	60
C	1.5~2.5	0.8~2.0	CM~CL	25
D	1.5以下	0.8以下	D	0

(2)実績におけるトンネルタイプの判定基準

TBMでは、通常の発破矢板工法と違い、カッターで掘削中の切羽を観察することは出来ないため、マシンのテールを引いた時に、掘削先端より10m後方で円周形状の切羽を観察することになる。

本工事では表-3のとおり、この円周形状の「切羽観察情報」をトンネルタイプ決定の最も重要な判断要素としたが、同時に前方マシン内の観察窓から得られる情報を「前方観察情報」、H鋼支保工の変位量を「後方観察情報」とし、これらの観察情報を総合的に判断したうえで実績におけるトンネルタイプを決定した。

表-3 実績におけるトンネルタイプの判定基準

観察位置	評価項目	評価方法			トンネルタイプの判定	
		観察項目	重みの有無	評価方法		
切羽観察	坑壁観察	A 素掘面の状態	—	4段階評点	A~Hの平均点数	
		B 圧縮強度	—			
		C 風化変質	*重み付加			① 25点
		D 割目の頻度	*重み付加			② 50点
		E 割目の状態	*重み付加			③ 75点
		F 割目の形態	—			④ 100点
		G 湧水	—			
		H 水による劣化	—			
	シュミットロックハンマーによる判定	円周上を均等に設置した8箇所において、シュミットロックハンマーによる反発強度を測定し、重み付加を行って評価する。			A タイプ: 40以上 B タイプ: 40~30 B, Cタイプ: 30~20 C, Dタイプ: 20~10 D タイプ: 10~5	
	トンネルタイプ判定基準	土地改良事業計画設計基準「水路トンネル」(H8.10) P231のトンネルタイプ判定基準に基づき判定する。			A タイプ: A, B級 B タイプ: C _n , C _w 級 C タイプ: C _w , C _i 級 D タイプ: C _i , D級	
	マシンテータ (切羽掘削時のテータ)	掘削体積比エネルギー (MJ/m ³) スラスト推力とカッタートルクから得られる「1ストローク掘削するのに必要なエネルギー(仕事量)」			A, Bタイプ: 50 B タイプ: 40 B, Cタイプ: 30 C タイプ: 20 D タイプ: 10 E タイプ: 5以下	
	その他	・地山強度比が2以下の場合は、膨張性地山による地山押し出しの恐れありと判断。 ・切羽全周の観察による作業の安全性から、吹付け、支保工の要否を判断。			評価の参考とする。	
前方観察 (6窓)	坑壁観察	観察項目のA F Hを除き、切羽観察と同様。			切羽観察と同様。	
	シュミットロックハンマーによる判定	6窓からシュミットロックハンマーによる反発強度を測定し、重み付加を行って評価する。			切羽観察と同様。	
	ずり観察記録	ずりの岩質、形状から前方地山の地質を判定する。			評価の参考とする。	
後方観察	変位計測	日常施工管理のA計測から内空変位、天端沈下の変位量を測定し、異常が認められた場合は評価基準の再検討を行う。			評価の参考とする。	

※ 重み付加とは、円周上を均等に8箇所設置し、天端付近3倍、左右2倍、低盤付近1倍として重みをつけたうえで評価した。

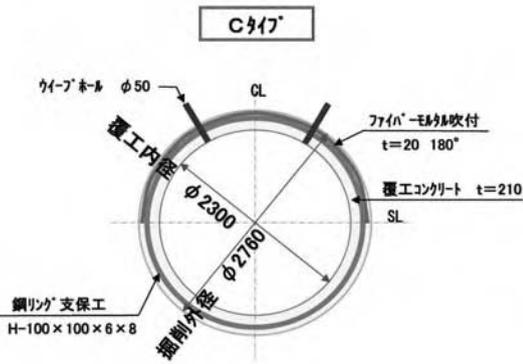


図-5 施工断面例 (トンネルCタイプ)

(3)設計と実績の比較

平成17年1月からTBMによる掘削を開始し、平成17年11月17日現在までで2,243mを掘進している。トンネルタイプとしては、当初設計では判定基準に基づき、無支保タイプのA、Bが全延長の91%を占めていたが、図-6、表-4に示すとおり、これまでに当初A、Bタイプの無支保で掘削した区間はまったくなく、1~2ランク下位のタイプとなっている状況にある。

これは、地山全体が深くまで地下水による風化の影響を受けており、そのため粘土を介在する節理に沿って岩塊がずり落ちるといった状況が多く

見られ、特にボーリングによる岩石試験等で評価の高かった砂岩にその傾向が顕著だった。また、溶結凝灰岩もその性状からクラックが多く、やはり地下水による強風化から、小岩塊の抜け落ちが激しく、Dタイプの進行長を50cmとせざるを得ない区間も生じた。

このため、支保工の種類としては、無支保区間でも天端を中心に180°の範囲でファイバーモルタルを吹付けるB'タイプ、Dタイプの仕様で1ストロークを50cmとしたDタイプの2つを追加した。

また、日進長をC、Dタイプで比較してみると、Cタイプの場合当初15.3m/日に対し実績16.6m/日、Dタイプの場合当初12.5m/日に対し実績9.7m/日である。Dタイプの日進能力が落ちているが、これは崩落などでベルトコンベアーの外側に落ちた土砂などを人力で清掃する作業に予想以上の時間を要したためと思われる。しかし、掘進スピードとしては、全体的にはほぼ当初想定していた日進長で進んでいるものと判断している。

これまでの掘削の結果、シールド型でなければ掘削できないような変化に富む地質状況ではあるが、掘削のサイクルタイムは当初計画とほぼ同等であり、工期短縮のメリットを考えればTBM工法を採用したことは適切であったと思われる。

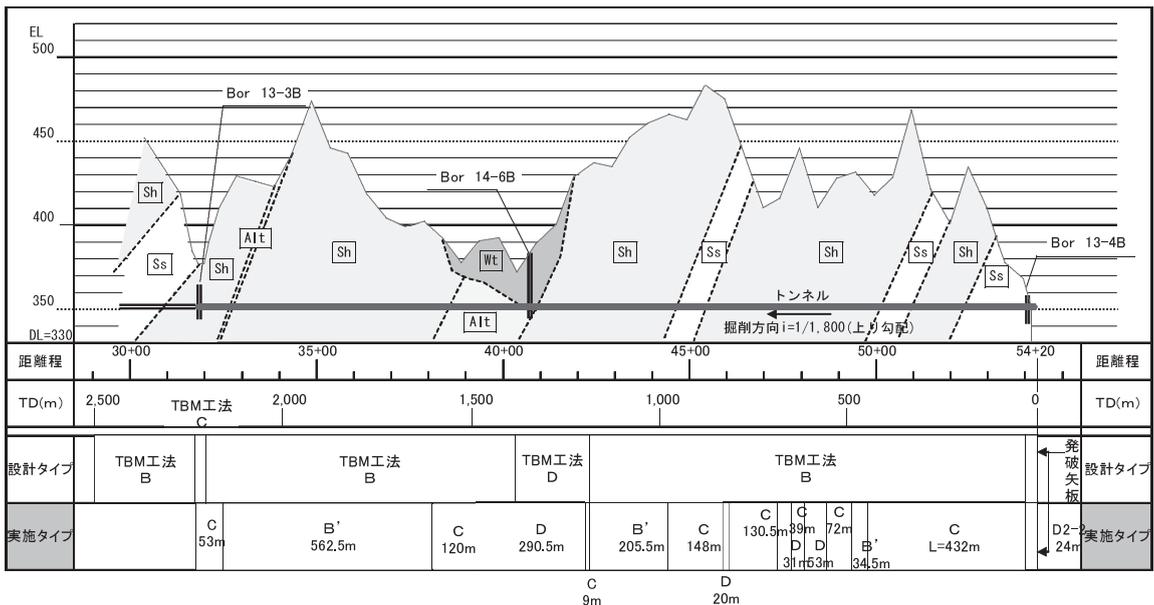


図-6 トンネルタイプにおける設計と実施の比較

表-4 設計と実績の掘削日進長の比較

トンネル タイプ	当初設計の諸元					H17年11月17日時点の掘削延長			
	全体 延長 m	支保工 タイプ m	進行長 m	吹付モルタル		当初設計		実績	
				厚 cm	吹付 角度	延長 m	日進長 m	延長 m	日進長 m
A	1,930	無支保	1.5	不要		—	22.1	—	—
B	2,966	無支保	1.5	不要		2,023	31.6	—	—
B'	—	無支保	1.5	2	180	—	—	791	18.4
C	251	H鋼100	1.5	2	180	30	15.3	1,058	16.6
D	220	H鋼100	1.0	3	270	190	12.5	368	9.7
D'	—	H鋼100	0.5	3	270	—	—	26	3.0
計	5,367					2,243		2,243	

※ 日進長には軌条や配管設備の延伸、カット交換などの時間は含んでいない。

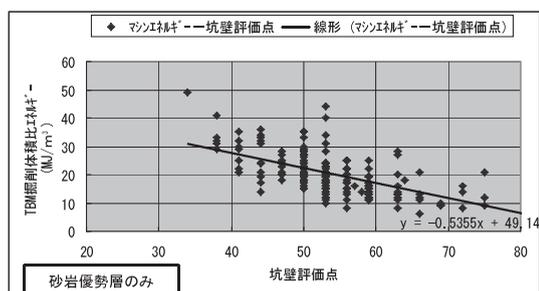


図-7 マシンエネルギーと坑壁評価点の相関 (砂岩優勢)

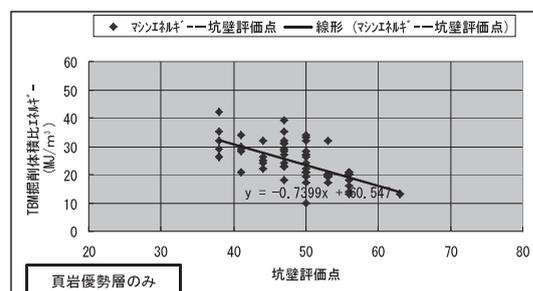


図-8 マシンエネルギーと坑壁評価点の相関 (頁岩優勢)

7. 実績から得られた観察情報の分析

前方観察情報のうち毎分おきに送信されてくるTBM機械データを加工して得られる掘削体積比エネルギーE（スラスト推力とカッタートルクから得られる1ストローク掘削するのに必要なエネルギー）は以下の式で表され、切羽を目視できないTBM工法としては、ズリとともに掘削面の岩質を判断する貴重な情報である。

$$E(\text{MJ}/\text{m}^3) = (\text{スラスト推力} \times \text{1ストローク長}) + (2\pi \times \text{カッタートルク} \times \text{カッター回転数}) / (\text{1ストローク掘削体積})$$

この「掘削体積比エネルギーEという機械数値情報」を現場段階で効率よく評価することができないか、掘削済み区間で評点した「坑壁観察の目視数値情報」とで岩種別に相関をとって見たのが図-7～8のグラフである。

前述したように、本トンネル区間の地質は砂岩、頁岩の単層は少なくほとんどが互層となっており、地下水による風化変質は密度が高い頁岩よりも、亀裂が多い砂岩がその影響を大きく受けている。砂岩は岩自体の圧縮強度は大きい亀裂が多いと掘削時のマシンエネルギーは小さくなる。こういった地質特性を図-7～8のグラフは端的に表しており、砂岩は坑壁評価点が大きくばらついており、一方で、頁岩は坑壁評価点、マシンエネルギーともまとまっており、均一な性質を持っていることが伺える。またどちらの岩種においてもマシンエネルギーが小さくなると坑壁評価点も小さくなる傾向にある。

これは、掘削時の「掘削体積比エネルギー」と「ズリから得られる岩種」を見れば、掘削面の坑壁評価点が凡そ想定でき、ひいてはトンネルタイプまでが想定できることを意味し、施工の段取りと安全性が事前に確認できることとなり、TBM工法の大きなメリットの一つといえる。

8. まとめ

課題としては、施工実績が少ないため、地山分類基準が未整備な点にあり、今後の基準作りが待たれるところである。

今後、このTBM工法は、優れた掘進能力と安全な作業性および周辺環境への影響が少ないこと

から、我が国の各種長大山岳トンネルへの普及はもちろんのこと、立坑掘削などの技術開発により、都市部などにおいても新たな用途を開拓する可能性が広がるものと期待されている。

本現場でも平成18年夏頃の開通に向けて、現在「西諸畑かん号」（水は宝 西諸の畑に 生農地の水を）は、ひたすら掘削中である。

犬山頭首工左岸幹線水路における施設更新工事について

持 山 昌 智*
(Masanori MOCHIYAMA)

目	次
I. はじめに	22
II. 施設の概要	22
III. 既設水路の機能診断調査	23
IV. 施設更新計画	25
V. 施工時に起こった設計時からの想定外	30
VI. おわりに	30

I. はじめに

近年、公共投資の分野においては、施設の長寿命化を図り、既存施設の有効活用を実現することが、国民経済的な視点から不可欠となっている。このため、既設施設を活用して、施設機能の確保や回復を図る技術は、今後ますます重要なものとなる。

そこで、施設機能の確保や回復を図る技術について、構造物の劣化調査・機能診断・評価手法・補修技術等に関するマニュアル類が平成15年度に制定された。

マニュアル類が制定されたものの補修技術に関しては、農業農村整備事業の現場で実証されたものばかりでなく様々な状況である。

本文で紹介する国営新濃尾農地防災事業の一貫として平成16年度に施工した犬山頭首工左岸幹線水路では、改修に当たり現場実証のない工法については、新技術導入農業農村整備事業の認定を受けながら、現場実証のある技術も合わせ、機能低下した施設を構築当時の機能に回復するための補修工事を行ったところである。この水路補修に関する既設水路の機能診断調査と施設更新における補修計画を中心に実施例として、ここに述べるものである。

II. 施設の概要

犬山頭首工左岸幹線水路は、1級河川木曾川中流域の河口から約57km地点に位置する犬山頭首工で堰上げした用水を犬山頭首工下流約900m地

点で堤内地に導き、愛知県側の受益を潤すための導水路で、堤内地への取入の樋門から宮田用水と木津用水を分水するまでの約520mの水路である。(写真-1)

水路規模は、水路幅13.1m、水路高さ3.0mで最大取水時の流量は、44.54m³/Sあり農業用水路としては、国内最大級のものである。

この水路は、国営濃尾用水農業水利事業により昭和38年に築造されており、構築後40余年を経過した現況において水路表面の摩耗などによる機能低下が生じている。



写真-1 水路位置図

*東海農政局新濃尾農地防災事業所 (Tel. 0586-47-7720)

Ⅲ. 既設水路の機能診断調査

施設更新計画の立案にあたり、改修と補修の両面から検討するため、既設水路の劣化状況等を確認する機能診断調査を実施した。

1. 物理・力学試験（コア採取）

コンクリートコアを上流、中流、下流の位置で各地点において3供試体採取して、密度、圧縮強度、中性化試験を実施した。調査結果は、表-1に示すとおりである。

- (1)密度 2.308～2.468 (平均2.399) g/cm³
- (2)圧縮強度 45.2～65.9 (平均53.8) N/mm²
最低値でも45.2N/mm²の強度を有しており、十分な強度が保持されている。
- (3)中性化深 0～5.0 (平均0.6) mm
約40年経過した現在でも最大5.0mmの中性化深であり、50年後の予測を岸谷式 $C = A\sqrt{t}$ (C: 中性化深, A: 定数, t: 時間) で算定すると最大中性化深は7.5mmとなり、すり減り量5.0mmと合わせても鉄筋の被りを最小50mmと考えた場合でもまったく問題ない。

2. ひび割れ等目視調査

ひび割れ等の目視調査は調査様式(図-1)を作成し、コンクリート診断士により目視や打音等の調査を実施し、ひび割れ・遊離石灰状況、剥離状況、鉄筋露出・錆汁状況、侵入水の有無、コンクリートの変状・劣化、不同沈下、壁のたわみ、補修履歴の確認、目地部の状況等の確認を行った。調査結果は以下のとおりである。(写真2～写真5)

- (1)調査区域全域に渡って、側壁表面の洗い出しが認められたが、鉄筋の露出は認められない。(摩耗は平均で約5mm)
- (2)剪断破壊や進行性が認められるような有害なひび割れは見られない。
- (3)不同沈下による変形等は生じていない。
- (4)目地部ゴムに劣化が認められる。

3. 測量データによる変形沈下等の検証

路線測量データを用い、変形沈下等の影響がないか検証した結果、現在の施工管理基準値に全て収まっており、問題となるような構造のズレ等の変位は見られなかった。

表-1 圧縮強度試験及び中性化試験等の結果

位置	密度 (g/cm ³)	圧縮強度 (N/mm ²)	中性化深(mm)								
			平均	上	右下	右	右下	下	左下	左	左上
上流	2.411	45.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2.380	48.2	0.6	0	1.1	0	1.4	2.3	0	0	0
	2.393	46.7	0.2	0	0	0	0	0	1.6	0	0
中流	2.468	53.4	0.3	0	0	0	2.0	0	0	0	0
	2.448	60.2	0.4	0	0	1.6	1.2	0	0	0	0
	2.435	60.7	1.2	1.2	1.2	0.6	5.0	0	1.4	0	0
下流	2.385	65.9	1.1	2.8	0	1.2	1.6	1.1	1.9	0	0
	2.359	45.7	0.3	0	0	1.4	0	0	0	1.0	0
	2.308	49.5	1.5	4.2	1.8	0	0	2.0	1.8	1.1	1.2
平均	2.351	53.8	全体平均	0.6	最大中性化深	5.0					



写真-2 コンクリート表面の洗出状況



写真-4 目地ゴムの劣化状況



写真-3 水位上昇状況（粗度が悪化）



写真-5 ひび割れ状況

IV. 施設更新計画

1. 施設更新の必要性

調査の結果、強度、中性化深とも特に劣化を示唆するような値は得られておらず、建設後約40年を経過した現在においてもコンクリート構造物本体は、軽微なひび割れ等はあるが良好な状態にあるので、取り壊して新設する必要はないことがわかった。しかしながら、全域で表面の洗い出しや目地部などゴムの劣化等を確認しており、今後の劣化の促進や粗度係数の悪化、漏水の原因など水理・水利用機能の低下が認められることから、これらについて建設当時の機能を回復するとともに、今後40年間の供用を可能とするよう施設設計に更新工法等を取り入れることとした。

2. 施設設計

(1) 現況水路施設の構造計算等の確認

本来、施設の構造計算は、補修後のポリマーセメントモルタルも含め、背面盛土の土質試験、鉄筋の破壊試験、ポリマーセメントの物理試験等のデータや補修後の劣化のメカニズムを解析した上で部分安全係数等を算定して、限界状態設計で行うべきであるが現在、この計算手法については整理中であり、今回の計算では、現行設計基準を準拠し許容応力度以内に応力が収まるのかを確認している。本当の意味で構造物の評価とは言い難いが、今回の場合、許容応力度法が限界状態設計より安全側（コンクリート・鉄筋とも劣化が少なく構造物本体の状態が良いため）であり、既設構造物の評価であると考え、簡便な方法により構造計算を行った。

構造計算は、摩耗している現況（断面が薄くなっている状態）と補修後の断面形状での用水なし群衆荷重あり（ケース1）、用水あり群衆荷重なし（ケース2）で行い、その結果は、転倒に対する安定計算、部材の応力度とも許容値内であったことから、建設当時の断面に回復させて、40年程度もつ補修材料を使用すれば、構造上問題ないと判断した。（図-2）計算内容は省略するが水理計算も問題はない。

(2)補修工法の検討

①中性化対策

中性化は、極表層部であり、鉄筋の腐食によるコンクリート劣化の心配がないことから、風化により脆弱化している部分の除去は行いが、中性化部分のコンクリートのはつり取りや再アルカリ化の処理は、必要ないと判断した。

②脆弱化部及び苔等の除去（ケレン工）

水路内面に高圧水による洗浄を行い、脆弱化部や苔等を水圧により除去する。水圧は、15Mpaで試験施工して、除去できない場合は水圧を上げることとした。

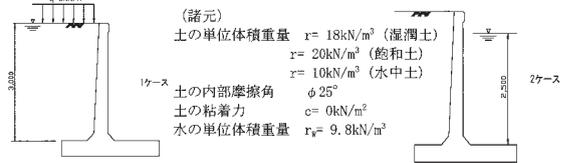
実施工では、30Mpaで脆弱化部を除去し、付着強度1N/mm²以上が確保された。

③ジャンカ・欠損等の断面修復工（構造機能の回復）

断面修復工の工法比較は、補修部分からの劣化を抑えるため硬化収縮が少なくひび割れ等の変状を生じない材料であり、エポキシ樹脂系より安価な軽量ポリマーセメント系モルタルにより修復することとした。（表-2参照）が工法決定の決め手）

④ひび割れ補修工（構造機能の回復）

大きなひび割れや構造上問題となるひび割れは生じていないが、ポリマーセメントによりライニングを行うこともあり、ひび割れ部の処理は確実にを行い躯体を一体化し、ひびわれ内部からの中性化の進行を抑える必要があることから、ひび割れ注入工法によりひび割れの内部までエポキシ樹脂を注入することとした。（表-3参照）



構造計算の結果

転倒に対する安定

荷重ケース	偏入量(m)	許容値(m)	判定
1 ケース	0.280	0.475	○
2 ケース	0.451	0.475	○

部材の応力度の照査

位 置	圧縮応力度 (8N/mm ²)	引張応力度 (157N/mm ²)	せん断応力度 (0.36N/mm ²)	判定
壁 壁	3.318	75.049	0.215	○
つま先版	3.446	118.626	0.185	○
かかと版	1.416	49.166	0.114	○

(○)内は許容応力度 ・ 応力度は各ケースの最大値

図-2 構造計算結果（摩耗状態）

表-2 断面修復工法比較表

軽量エポキシ樹脂系モルタル	軽量ポリマーセメント系モルタル（採用）
<p>○コンクリートへの付着性、及び強度特性に優れており、最も耐久性のある材料である。 ○比重が0.7程度と極端に小さいため、上向き施工に優れる。 ○硬化収縮が少なく、乾燥ひび割れ等の変状を生じない。 ○施工実績が多い △他の材料よりも高価である。 △強度面には遜さない。 △2,500,000円/㎡</p>	<p>○コンクリートへの付着性が良好であり、硬化物強度もコンクリートとほぼ同様。 ○硬化収縮が少なく、乾燥ひび割れ等の変状を生じない。 ○比重は1.45であり、通常のセメントモルタルに比べ、比重は小さい。 ○施工実績が多い。 △表面塗装の場合は断面回復後3日以上養生が必要。 △1,500,000円/㎡</p>
セメント系モルタル	モルタル注入工法
<p>△垂直面、天井面に対して、厚付け施工が出来ない。 △硬化収縮が大きく、乾燥ひび割れが避けられない。 △コンクリートへの付着性が他案と比較して劣る。 △他家と比較して耐久性に劣る。 ○1,000,000円/㎡</p>	<p>△断面の復旧に達している △型枠を設置する必要があり、比較的小断面の場合には適していない。 ○1,100,000円/㎡</p>



写真-6 軽量ポリマーセメント系モルタルによる断面修復の施工状況

表-3 ひび割れ補修工法比較表

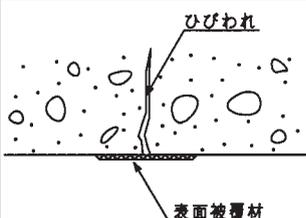
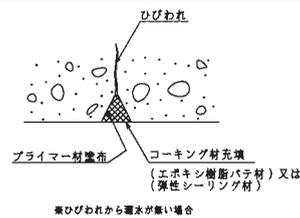
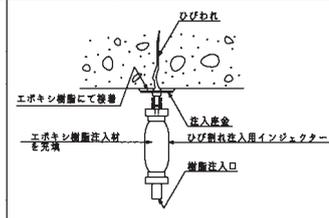
表面処理工法	Vカットシール工法	ひび割れ注入工法 (採用)
 <p>○微細なひび割れ (0.2mm 以下) にも適用できる ○作業が比較的容易なため安価である。 △他の工法と比較して<u>耐久性に劣る</u>。 ○3,000 円/m</p>	 <p>○微細なひび割れ (0.2mm 以下) にも適用できる。 △防水、止水性能は良好であるが、劣化防止対策としては注入工法より劣る。(表面的な対応のため、<u>内部鉄筋の腐食抑制効果が劣る</u>) △6,000 円/m</p>	 <p>○ひび割れ発生によるコンクリート躯体の耐力力の低下を改善できる。 ○<u>耐久的な劣化防止効果が期待</u>できる。 △微細なひび割れ (0.2mm 以下) には適用できない。 △10,000 円/m</p>



写真-7 インジェクターによるエポキシ樹脂注入の施工状況

⑤目地補修工（水利用機能の回復）

目地部の止水性機能を長期にわたり確保するため、躯体の温度応力等から発生する材料の脱落等に対する長期の耐久性を考慮して、伸縮に対する追従性を有する農業工学研究所と民間企業による共同開発された応力機能目地工法（新技術導入推進事業）により補修を行うこととした。（表-4参照）なお、比較した各工法ともコンクリートをはつり止水板を取り付ける工法に比べかなり経済的である。

⑥表面処理（ライニング）工（水理機能の回復）

建設当時の粗度係数回復と今後の耐用年数40年を確保する耐久性があり経済的であるポリマーセメントモルタルによるライニングを行うこととした。（表-5参照）

なお、本左岸幹線水路では、ポリマーセメントモルタルを採用しているが、本工法を採用するにあたっては、既設構造物にひび割れが多い場合、特に進行性のひび割れが存在する場合は、本工法の採用は避けた方が良い。従って、コンクリート構造物の調査と診断をしっかりと行った上で工法決定をする必要がある。

表-4 目地補修工法比較表

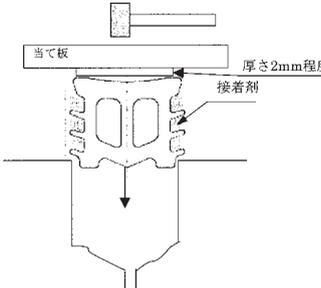
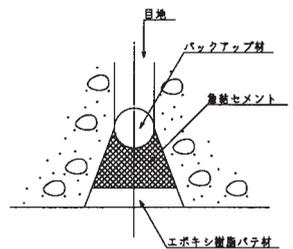
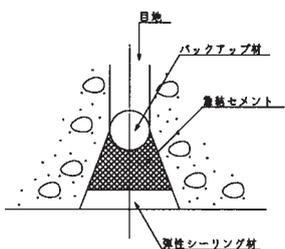
応力機能目地工法（採用）	Vカット工法(コーキング材)	Vカット工法(弾性目地材)
 <p>○ゴムの反発力と接着剤により、強靱に固定されるため、<u>高い止水効果が得られる。</u></p> <p>○高弾性シールゴムを使用しているため、<u>伸縮にも追従する。</u></p> <p>○高弾性シールゴムは、EPDM（エチレンプロピレンゴム）であり、高耐久性を有している。</p> <p>△20,000 円/m</p>	 <p>○不規則な目地形状にも対応が容易。</p> <p>△躯体に伸縮がある場合には追従性が無いため、<u>躯体とコーキング材の界面または目地部においてひび割れが発生する。</u></p> <p>△コーキング材の経年劣化により目地材としての機能が失われ、脱落等が生じる可能性がある。</p> <p>○10,700 円/m</p>	 <p>○不規則な目地形状にも対応が容易。</p> <p>○躯体に伸縮がある場合にも弾性目地材を使用しているため、追従性がある。</p> <p>△弾性目地材の経年劣化により目地材としての機能が失われ、<u>脱落等が生じる可能性</u>がある。</p> <p>○11,000 円/m</p>



写真-8 応力機能目地工法の施工状況及び施工後

表-5 表面処理（ライニング）工法比較表

種別	工法	評価
パネル	FRPM 板ライニング工法	パネル工法は、FRPM 板・レジンコンクリート板・鋼板・高強度コンクリート板等多種あるが、左岸幹線水路は、幅 13.10m と水路の規模が大きく、パネル（板）の継目が多くなるため、施工性が悪く耐久性に問題がある。したがって、ライニング工法の検討では、施工実績が多く、パネル工法のなかでは経済的な FRPM 板パネル工法により検討を行う。
	レジンコンクリートパネル工法	
	AS フォーム工法	
	薄肉耐候性鋼板ライニング工法	
	ダクトアルフォーム工法	
樹脂塗膜	ミゼロンライニング工法	樹脂塗料を吹き付けライニングする工法である。樹脂塗料の種類により工法名が異なるが、本設計では、一般的な樹脂塗膜工法として検討を行う。
	SQS 工法	
ポリマーセメントモルタル	ゼムライナー工法	ポリマーセメントモルタル工法は、ポリマーセメントモルタルを水路内面にコテ塗りする工法である。樹脂塗膜工法と同様に、配合等により工法名が異なるが、本設計では一般的なモルタルセメントモルタル工法として検討を行う。
	マグネライン工法	

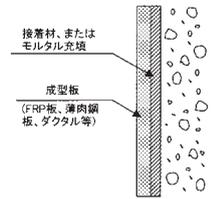
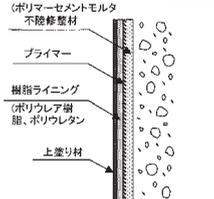
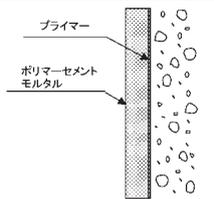
パネル（成型板張付工法）	樹脂塗膜（樹脂系ライニング工法）	ポリマーセメントモルタル（ポリマーセメント系ライニング工法）（採用）
 <p>接着材、またはモルタル充填</p> <p>成型板 (FRPM板、薄肉鋼板、ダクトアル等)</p> <p>○粗度係数を改善 (0.012)。 ○ひび割れ追従性を有する。 ○40年程度の耐久性は確保可能。 △水路規模が大きいため、目地部が多く発生し耐久性に問題がある。 △経済性及び施工性に劣る。目地部からの水の進入により、モルタルとパネル板の剥離が考えられる。(アンカーでは固定されている。) △22,481 円/m²</p>	 <p>(ポリマーセメントモルタル不陸修整材)</p> <p>プライマー</p> <p>樹脂ライニング (ポリウレタン樹脂、ポリウレタン)</p> <p>上塗り材</p> <p>○粗度係数を改善 (0.012)。 ○ひび割れ追従性を有する。 △上塗りにフッ素樹脂系を使用すれば、20年程度の耐久性は確保可能。 ○施工性は良好。 △土砂等の流入(洪水時)がある水路では被覆材の損傷がある。 △紫外線に対してのチョーキングが発生し、維持管理上で最も劣る。 △17,161 円/m²</p>	 <p>プライマー</p> <p>ポリマーセメントモルタル</p> <p>△粗度係数の改善は見込めない (0.015)。(今回は改善の必要なし) △ひび割れ追従性がない。 ○セメント系材料を主成分として、通常のモルタルの7倍の対摩耗性を有するので、40年以上の耐久性は確保可能。 ○コンクリート材料のため水路と一体化。 ○工程が少なく、施工性は優位である。 ○土砂等による損傷はすくない。 ○13,673 円/m²</p>



写真-9 プライマー塗布状況及びポリマーセメントモルタル施工状況

⑦ウィーブホール（構造機能の回復）

既設のウィーブホールのゴムが劣化し内部にヘドロが堆積し機能していないため、全箇所フリップバルブ付きウィーブホールに取り替える。

(3)補修工法の経済性

既設水路を利用し、今回採用した工法で補修した場合、新たに作り直した場合と比べて、工事費は約55%の節約となる。また、施設の寿命も新たに作り直した場合と同程度の40年維持できることからLCCの面でも経済的である。

V. 施工時に起こった設計時からの想定外

下地処理として既設水路の脆弱部等を除去して、ライニング材の施工をする前に既設水路との付着強度を1.0N/mm²以上（国交省基準を準用）確保する設計としている。水路側壁は、モルタル分が流出して骨材が表面に見える状況であった。水圧を当初計画から上げたが高圧水洗浄30Mpaで藻と脆弱化部を除去して付着強度の確保が可能であった。しかし、底版部は、コンクリート表面の摩耗が少なく骨材の露出があまりない状況であったが、高圧水洗浄30Mpaでは、付着強度の確保ができなかったため、小型のエンジン式切削機による表面の切削を行って所定の付着強度を確保した。水路内面の平坦性も確保した結果、ポリマーセメントモルタルの施工厚が、平均で側壁12mm（設計10mm）、底版17mm（設計15mm）となり、当初の設計値を上回る結果となった。

VI. おわりに

今回実施した施設更新のための補修・補強工法の検討では、調査・設計から施工に至るまで試行錯誤で進めた訳であるが、一般的に更新工法に関する技術は、基準も定められていないこともあり、従来の仕様設計に馴染みにくいものである。また、マニュアル類では、多くの技術が紹介されておりかなり参考にはなったが、いざ工法を採用するとすると農業用水路として使用した場合の耐久性等の機能が明確になったものがないのが現状であ

る。今回の水路補修においても、施設機能の水利・水利用性能の機能回復と今後40年間施設機能を発揮する耐久性を求めるという性能設計的な考えから設計に取組んだものであるが、新技術そのものの信頼性を統計学的な処理をしたものではなく、現場施工における品質や施工誤差からくるバラツキを考慮した信頼性設計に基づく新技術の照査を行うまでに至っていない。応力機能目地に関しては、農業工学研究所において各種試験を行っていただいたが、一現場では、材料の試験値等から耐久性等を推測するレベルが精一杯である。農業用水路で実績のない技術を導入した場合、その技術の信頼性を高めるため、現場の施工時点から竣工後も追跡調査を実施し、施工時の施工管理データや竣工後の劣化状況等のデータを蓄積し劣化のメカニズムを解析して、更新後の性能予測を進めることが大切である。

今後は、普及すべき技術については、全国的な調査を通じ、研究機関とも連携して各技術の評価を進めていく必要があるのではないかと考える。また、ストックマネジメントの中で、既設施設の予防保全や有効活用をした改修等のために必要な対策工法を考える手法を確立するには、そのような体制を整えていくべきである。

なお本現場では、竣工後、応力機能目地については、ゴムの劣化状況や目地部の挙動を観測するためコンタクトゲージを設置（目地部6箇所、躯体部3箇所、ひび割れ補修部2箇所）し、挙動変化を月1回～2回計測（春～秋は、9時、13時、15時、17時、冬は、5時、9時、13時、17時に計測）する追跡調査を実施して、スパン長や温度変化による応力機能目地の現場適応性の確認を行っている。またポリマーセメントモルタルについては、ひび割れやスリ減り等の劣化状況を通年通水のため、毎年の管理による落水時に継続的に観察する計画である。さらに、1年、3年、5年、10年、20年後の区切りで破壊検査（建研式）を行って付着強度の経年変化（劣化）の確認や流量観測により粗度の変化の確認もしたいと考えている。

FRPM板を用いた住宅密集地域における 水路更正の施工事例について

伊 藤 美紀雄*
(Mikio ITOU)

目	次
1. はじめに	31
2. 既設水路利用の検討	32
3. 補修工法の検討	32
4. 表面処理工法の選定	32
5. FRPM工法の採用	32
6. FRPM工法について	32
7. 工事の施工	35
8. 考察	36
9. おわりに	36

1. はじめに

国営鳴瀬川地区は宮城県北部に位置し、受益面積約10,000haの用水不足の解消を図るため、施設の新設、改修等により用水系統の再編を行い、農業経営の安定化を図ることを目的に、平成3年度に着手し、平成18年度の完了を目指している。

上川原幹線用水路（以下「幹線用水路」）は、鳴瀬川上流に位置し、受益面積約1,100haにかんがいするため昭和40年代に建設された延長約8kmの幹線用水路である。

本報文では幹線用水路の補修に採用した新技術であるFRPM板ライニング工法（直貼工法）（以下「FRPM工法」）の施工事例について紹介する。

幹線用水路は上川原頭首工から左岸側の住宅密集地域（最上流部及び中流部）を縦断しており、この区間をFRPM工法で改修を行ったものである。

なお、平成15年度は延長約3,000mを実施し、平成16年度は延長約400mを実施している。（図-1 路線平面図）

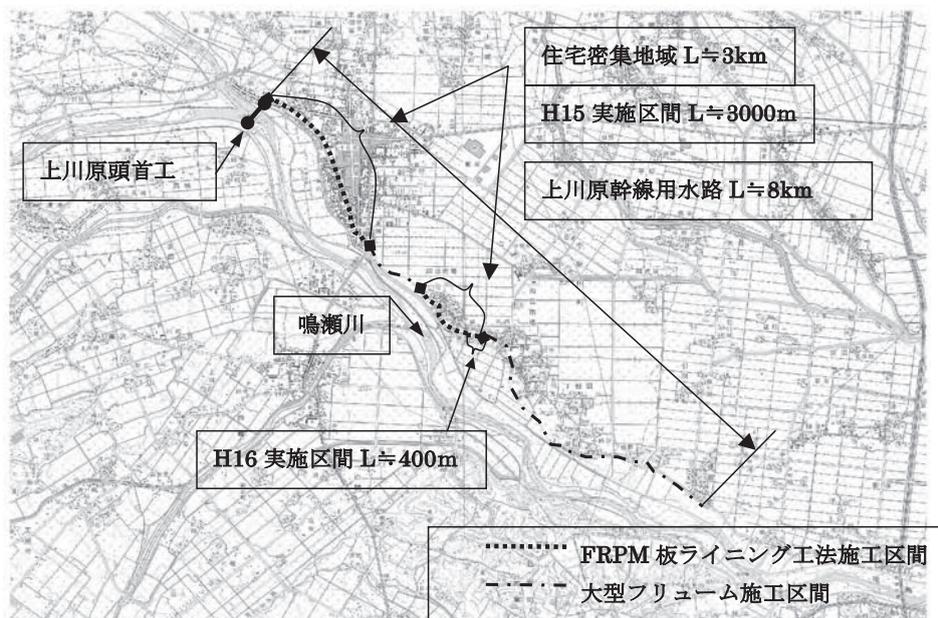


図-1 路線平面図

*前：東北農政局大崎農業水利事務所
現：沖繩総合事務局土地改良総合事務所 (Tel. 098-856-6868)

2. 既設水路利用の検討

(1)幹線用水路の現況

現況の幹線用水路は計画取水量を通水出来ない狭小な水路断面で、また、周辺状況は民家が隣接(住宅密集)しており、その他機能として従来から地域用水(洗い場、防火用水)としても利用されている状況である。

(2)幹線用水路の整備条件

上記状況から整備条件として、「通水断面が一体的に増幅となる工法(粗度係数の向上)」でかつ「民家に影響のない工法」とし、さらには線形を変えない「現況水路敷内での工法」が必要不可欠となることから既設水路利用の工法検討を行った。

3. 補修工法の検討

既設水路の機能診断として目視調査、コンクリート中性化試験、コンクリート強度試験、鉄筋劣化度調査を行い、調査結果を踏まえ構造応力照査の結果、問題ないことが確認されたため、既設利用を可能と判断し、補修工法を検討することとなった。

なお、仮に応力的に問題があった場合は、補修工法ではなく新設工法及び用地補償等の検討になっていただろうと推測する。

4. 表面処理工法の選定

補修工法は①注入工法、②充填工法、③部分交換工法、④表面処理工法の4種類に分類される。

上記①～③の工法は水路の部分補修工法であり、前述の整備条件である「通水断面が一体的に

増幅となる工法(粗度係数の向上)」には該当しない。上記④の工法は水路全体の補修工法(吹付工法、ライニング工法等)であり前述の整備条件全てをクリアするものであるため、表面処理工法を選定した。

5. FRPM工法の採用

表面処理工法の中から総合的に判断しFRPM工法(直貼工法)を採用した。

FRPM工法は、直貼工法としては実績のない工法であるが、FRPM板ライニング工法協会における試験施工実績に問題がないことが確認され、同工法のマニュアルが出来たことから、通水断面が確保しやすくかつ経済的な直貼工法を採用することとなった。また、本事業は新技術導入推進農業農村整備事業として平成14年9月に認定され、平成15年度幹線水路において全国初の同工法の施工を行った。

なお、標準工法の代表例としては近畿農政局新湖北農業水利事業所の実績があり、その他全国で約30件の事例がある。

6. FRPM工法について

(1)FRPM工法の概要

既設水路の表面にFRPM板をアンカーで固定し、コンクリート水路との隙間にグラウト材を充填して水路と一体化させる工法で、標準工法と直貼工法の2工法に分類され、計画通水断面の条件等で工法を選択する。また、2工法の大きな違いはグラウト厚さの違いである。(図-2標準工法及び直貼工法図)

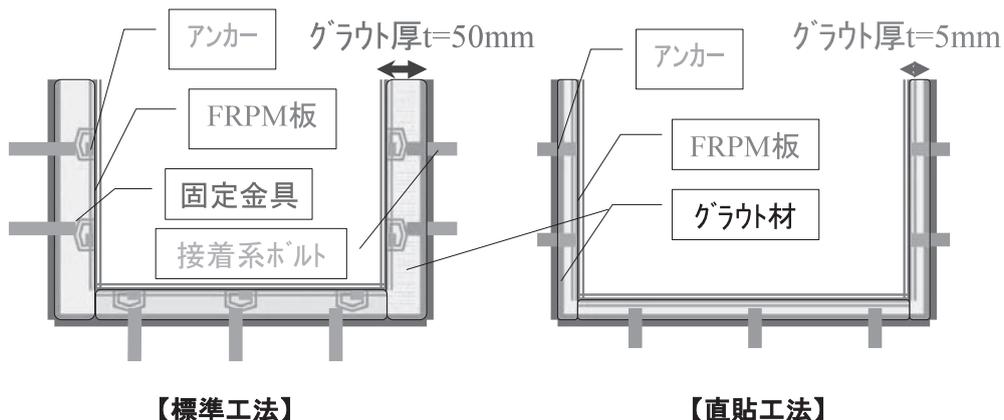


図-2 標準工法及び直貼工法図

(2)FRPM板の構造

表面がFRP層，中間部に樹脂モルタル層を挟み，サンドイッチ構造にプレス成形した板（ $t=10\text{mm}$ ）である。（図-3断面構造図）

F R P・・・強化プラスチック（熱硬化性樹脂を高強度ガラス繊維で強化）
樹脂モルタル・・・ポリエステルコンクリート（骨材を熱硬化性樹脂で硬化）

（参考）Fiberglass Reinforced Plastic Mortar Plates
繊維ガラス 繊維混合強化プラスチック モルタル板

(3)幹線水路の水利条件及び断面構造

①水利条件

- 現況 水利条件 $Q=3.343\text{m}^3/\text{s}$ (100%)
 $B=2500, H=1400$ (mm)
- 計画 水利条件 $Q=4.602\text{m}^3/\text{s}$ (138%)
 $B=2470, H=1580$ (mm)

②標準断面

図-4標準断面図，写真-1施工前・施工後写真，図-5詳細断面図

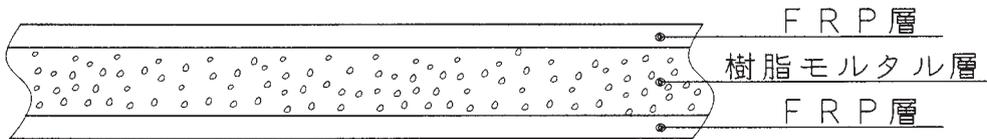


図-3 断面構造図

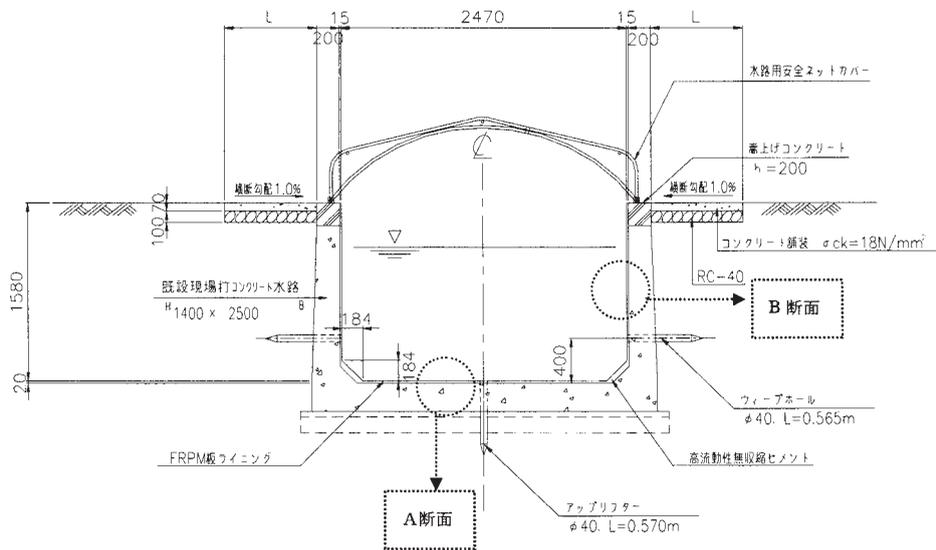


図-4 標準断面図

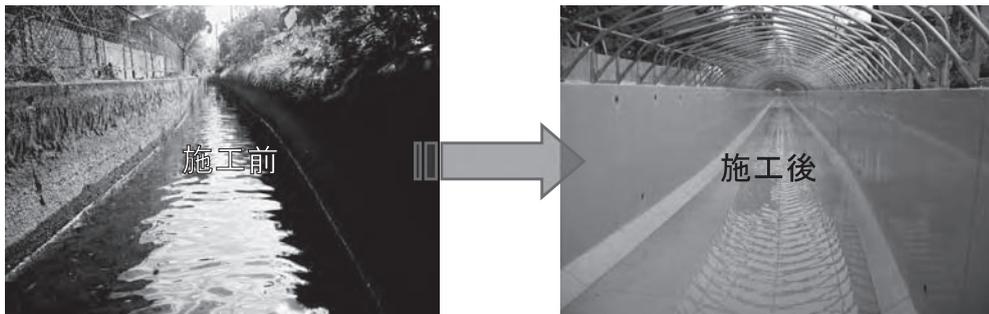


写真-1 施工前・施工後写真（上川原幹線水路（その2）工事）

③詳細断面

図-5詳細断面図

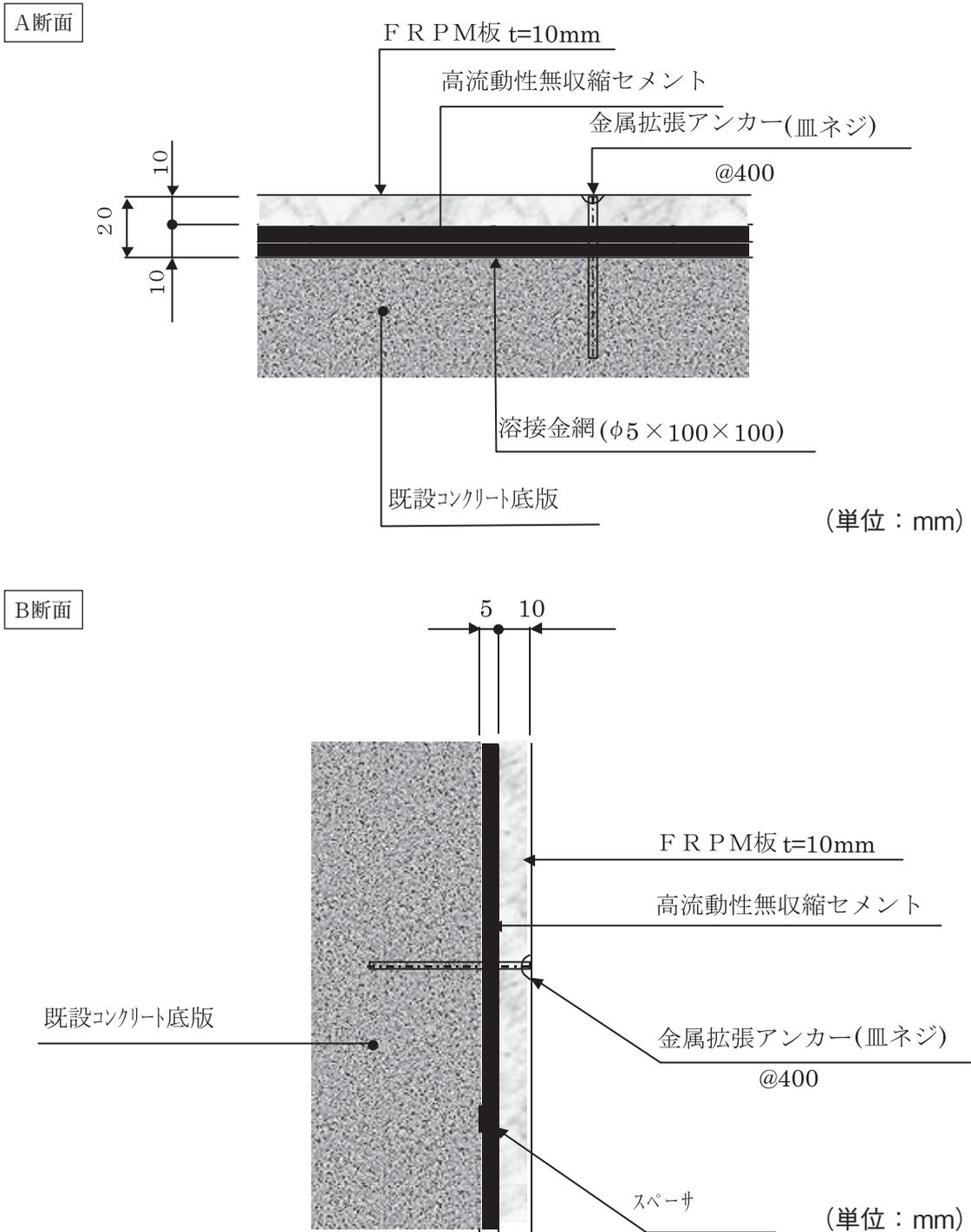


図-5 詳細断面図

7. 工事の施工

(1) 施工手順

- ①既設水路洗浄⇒②底盤溶接金網設置⇒③ジョイントプレート取付け⇒④側壁スペーサ設置⇒⑤側壁FRPM板設置⇒⑥底盤FRPM板設置⇒⑦

目地材シーリング⇒⑧グラウト材注入の順に、1スパン（約10m）毎に行う。この1スパンについては、既設水路のスパンを基準としている。（既設水路の伸縮目地に合せている）（写真-2 施工順序写真）



写真-① 既設水路（高圧ジェット）洗浄



写真-⑤ 側壁FRPM板設置



写真-② 底盤溶接金網設置

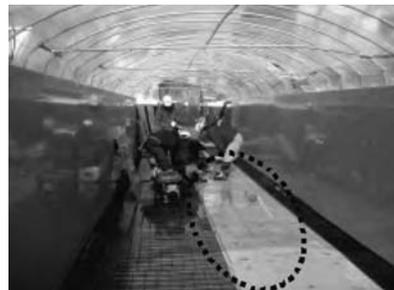


写真-⑥ 底盤FRPM板設置



写真-③ ジョイントプレート取付け



写真-⑦ 目地材シーリング設置



写真-④ 側壁スペーサー設置



写真-⑧ グラウト材注入

写真-2 施工順序写真

(2)施工管理

近畿農政局の標準工法の実績を参考とし、併せて土木工事施工管理基準（赤本）の「ライニング水路工」及び「擁壁工」を参考に管理を行った。

8. 考察

(1)径（φ）の違いによる施工上の支障

FRPM板固定アンカー径はφ10mm、工場加工のFRPM板の孔径はφ12mmであり、2mmの差があるため、FRPM板設置（特に側壁）時のズレ、また、グラウト注入時には隙間からの注入モレが発生しやすかった。

よって、これらを解消するため、補助リング等の開発が必要であると考え、FRPM板ライニング工法協会へ改良案を提示し、H16施工においては、補助リングの開発が行われ、現場使用され注入モレは解消された。

(2)既設水路の凹凸等による施工上の支障

現況水路は側壁の凹凸が大きい（S40の施工水準等による）ため、FRPM板の様な剛板では、現況水路の凹凸に追従しないため、スペーサーを変えることで施工可能であったが、施工性が大幅に劣った。

また、現況水路の幅、高さも不均一な断面（S40の施工水準等による）のため、現場加工（カット）することで施工可能であったが、施工性が大幅に劣った。

これらの問題は簡単に解消出来ないと思われる

が、板の柔軟性を向上させ、凹凸にも追従しやすい板の開発が可能となれば、更正工法の更なる発展が期待できると考える。

9. おわりに

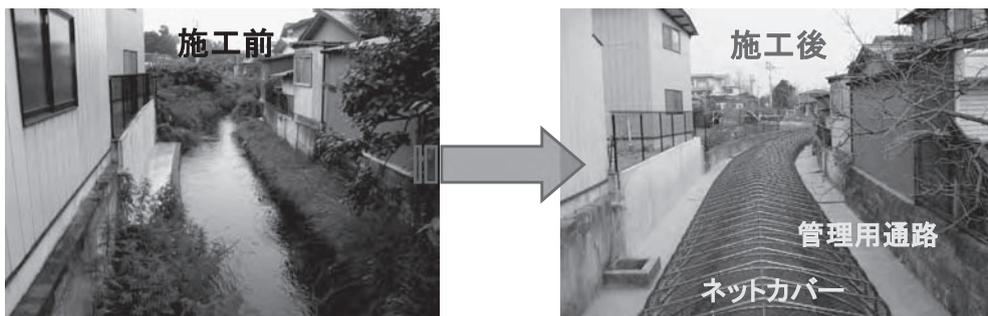
FRPM工法（直貼工法）は、施工実績がなく、本工事が全国初の試みとなり、FRPM板の貼付方法等の効率的な施工に苦慮し試行錯誤を重ねたが、3月上旬の通水前に無事完成することが出来た。

また、施工時の大きな騒音や家屋移転等もなく、併せて安全及び維持管理対策として、転落防止用のネットカバーの設置及び管理用通路の整備も行き、関係土地改良区及び地域住民から高い評価をいただいた。（写真－3施工前・施工後写真）

今後、本工法がより確立された工法となるよう経年的な追跡調査、施工歩掛り調査等を行い、技術的なデータの蓄積を図り、より効率的な施工方法の検討を行うことが重要であると考えます。

参考資料

- ・土地改良事業計画設計基準 設計「水路工」
- ・FRPM板技術資料（FRPM板ライニング工法協会）
- ・上川原幹線水路実施設計報告書（若鈴コンサルタント(株)東北支店）
- ・上川原幹線用水路（その2）工事 電子納品資料（(株)松村組東北支店）



写真－3 施工前・施工後写真

両筑平野用水二期地区コンクリート管路の改修工法選定について

梅 村 英 樹*
(Hideki UMEMURA)

目 次

1. はじめに	37	4. 施設更新にあたっての工法選定 (機能診断～工法選定まで)	38
2. 両筑平野用水二期事業の目的及び概要	37	5. インシチュフォーム工法について	41
3. 既設コンクリート管路の現状	38	6. おわりに(事業実施にあたっての留意点)	41

1. はじめに

両筑平野用水二期地区(水資源機構事業)については、平成7年度より地区調査を開始、平成12年度～16年度にかけて全体実施設計を実施し、平成17年度新規着工の運びとなったところである。

今回の投稿にあたっては、既設コンクリート管路の改修工法の選定手法を中心に地区の概要等について紹介することとした。

2. 両筑平野用水二期事業の目的及び概要

(1)事業目的

本地区は、福岡県のほぼ中央部に位置し、筑後

川中流域右岸の甘木市、小郡市、朝倉郡朝倉町、三輪町、夜須町、三井郡大刀洗町の2市4町に跨る約4,700haの面積を有し、水稻、麦、大豆を主体として野菜等を組み合わせた複合経営を展開している。

本地区の旧来のかんがい用水は、扇状地上の河川、ため池、湧水等に依存しており、恒常的な水不足をきたしていたことから、水資源開発公団(現水資源機構)営両筑平野用水事業(昭和42年度～49年度)により、江川ダム、頭首工、幹支線水路等の基幹的水利施設が造成され、農業用水の安定供給と農業経営の近代化が図られた。

その後、施設の老朽化に伴って機能の低下が進

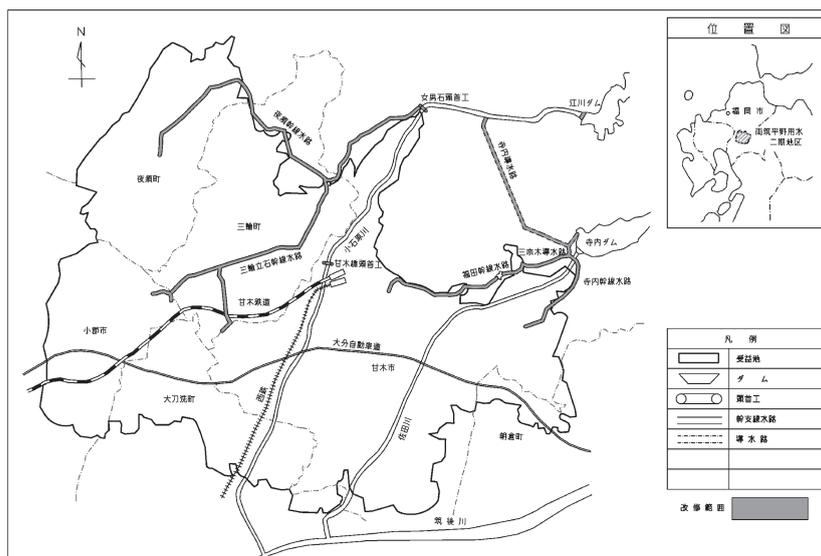


図-1 一般計画平面表

*九州農政局北部九州土地改良調査管理事務所計画課
(Tel. 0942-27-2160)

行しており、安定した用水供給が困難となっているとともに、現地での手動操作を基本とする農業用水施設の管理形態とも相まって、一元的かつ迅速な配水管理に苦慮している状況である。

このため、本事業により、施設の改修と水管理システムの導入を行い、農業経営の安定化を図るものである。

(2)事業概要

1) 受益面積

4,675ha (水田4,607ha, 樹園地68ha)

2) 受益農家 6,760人

3) 事業費 21,000百万円 (共同事業費含む、平成15年度単価)

4) 予定工期 平成17年度～平成25年度

5) 主要工事計画

- ・ダム利水放流施設改修：1箇所 (江川ダム)
- ・頭首工改修：2箇所 (女男石頭首工・甘木橋頭首工)
- ・導水路改修：L=4.2km (寺内導水路・三奈木導水路)
- ・幹支線水路改修
L=21.5km (トンネル・開水路・管水路)
- ・水管理施設：一 式

*下線は共用施設で共同事業対象施設

3. 既設コンクリート管路の現状

本地区の管水路は、全て継手を有するパイプライン ($\Sigma L=17,800\text{m}$, うちDCIP管区間 $L=1,400\text{m}$, RC・PC管区間 $L=16,400\text{m}$) であり、施設の供用開始後30年を経過している。

施設の現状は、継手からの漏水を原因とする漏水事故が毎年のように発生し、これまで内面バンド等による応急対策を行ってきたが、将来の経年劣化も考慮した抜本的対策が必要となっている。

また、管水路の漏水事故は、コンクリート管布設区間のほぼ全線に亘って発生しており、漏水に起因した陥没事故等による第三者被害も懸念され、その抜本的対策は急務である。(写真-1, 2参照)

4. 施設更新にあたっての工法選定 (機能診断～工法選定まで)

管水路の改修については、各種調査結果よりコンクリート管区間の全線 ($L=16.4\text{km}$) を対象と

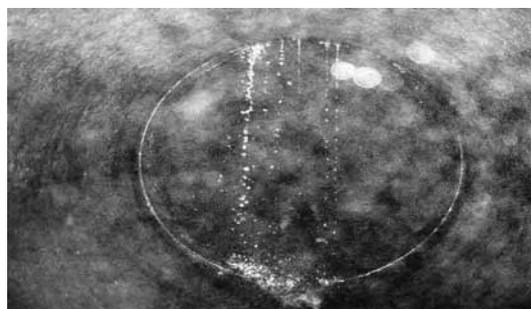


写真-1 継手部からの漏水状況



写真-2 管水路の漏水による市道陥没

してあり、全体実施設計段階における改修工法の選定にあたっては、現地状況からの特性、事業の性格 (抜本的な改築であること) 及び将来の維持管理等を考慮した上で、2段階による比較検討を行い、補修工法を選定した。

(1)調査結果からの改修要否の判定

各種調査 (目視調査, 継手試験, 漏水量調査, 圧縮強度試験, シュミットハンマー試験) の結果, クラック等の外観上の不具合はみられないものの, シュミットハンマー試験結果から管本体の強度が低下傾向にあることが推察され, 継手試験及び漏水量試験結果により継手部の止水性の低下が著しく (写真-3参照), 管路全体に亘って進行していることが想定されたため, コンクリート管布設区間の全区間を対象に補修対策を行うこととした。

(2)改修工法の選定

各種調査結果より, 全線補修を対象とした工法を選定することとし, 以下の7案を対象とした。(表-1参照)

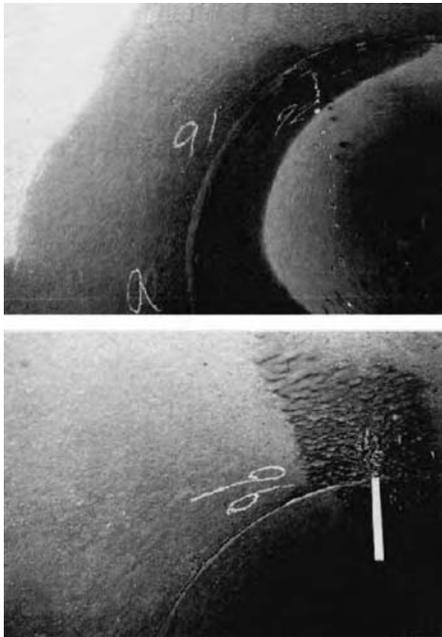


写真-3 管水路区間の継手部からの漏水状況
(調査時点)

- ①SPR工法
- ②ダンビー工法
- ③鋼管インパイク工法
- ④ホースライニング工法
- ⑤インシチュフォーム工法
- ⑥ICPブリーズ工法
- ⑦既設管取り壊し復旧

なお、選定にあたっては、地区の現地状況などの特性に留意することとした。

【両筑地区の現地状況からの特性（留意点）】

- ①市街化区域布設区間が点在していること。
- ②路線付近の農地の宅地化が進み家屋隣接部が増加していること。
- ③市街化区域以外の区間においても、比較的交通量の多い幹線道路が路線上に整備されていること。
- ④このような区間においては、将来の全面改修（開削しての布設替え等）作業は非常に困難であること。

【一次選定】

「①SPR工法」及び「②ダンビー工法」は、既設管との複合管を形成することで強度を確保するものであるが、調査結果から、既設管本体の強度が低下傾向にあることが推察されており、将来的に既設管本体の破損等が生じるおそれもある。こ

の場合、上記の現地特性から甚大な被害が想定され、改築事業の意義が失われる恐れがあることから、既設管に強度を求める本2案の工法については選定不可とせざるを得ない。

「③鋼管インパイク工法」は、屈曲部の多い当該水路においては鋼管の加工費等で工事費が高価となり、不経済と判断されることから選定不可である。

一次選定において、上記理由から①、②、③を削除し、「④ホースライニング工法」、「⑤インシチュフォーム工法」、「⑥ICPブリーズ工法」、⑦「既設管取壊し復旧」の4案で二次選定を行う。

【二次選定】

一次選定で絞り込んだ4案のうち、⑦「既設管取壊し復旧」について、開削工法は抜本的な改築工法ではあるものの、当地区においては地下水が比較的高く、止水対策として矢板施工が基本となるとともに、仮回し・工事用道路等の仮設費及び土捨場整備費が割高となり経済的に不利となる。

また市街化区域布設区間及び家屋隣接部等では現実的に施工不可能であること、農地においては安定した良好土壌の掘削とそれに伴う広範囲の工事用地を必要とするため、周辺環境への負荷が大きく、地元の理解も得られにくいことから選定不可とする。

残り3案は、いずれも熱硬化性樹脂を硬化させて管内壁から既設管を更生するものであり、既設管の強度が期待できない場合でも自立管として構造耐力を発揮できる工法である。

この3案について、経済性や施工実績を考慮し比較検討を行った結果、下記理由から「⑤インシチュフォーム工法」を最有力案として選定した。

- ・施工スパンが長い場合、立坑設置数を少なくすることが可能となることから仮設費が安価となり、最も経済的である。
- ・施工実績が多く、信頼性が高いと言える。
- ・非開削工法のため、生物の生息環境等に対する影響を軽減できる。

5. インシチュフォーム工法について

(1)工法概要

反転タワーを利用した水圧で、熱硬化性樹脂を含侵させたライナーバックを既設管内に反転させながら挿入する。反転挿入終了後、ボイラーにより管内を循環加熱させることにより、ライナーバックに含侵されている樹脂を硬化させて既設の管内壁にライニングする工法。(図-2, 3参照)

(2)耐久性について

インシチュフォーム工法は、1970年代に英国で開発施工されたものであり、英国における30年経過後の追跡調査結果では、標準規格を上回る結果が得られている。

同工法が我が国に導入されたのは1986年であり、その歴史は約20年とやや浅いが、1995年の阪神・淡路大震災の被害状況調査においても、ほとんど被害が認められていない。

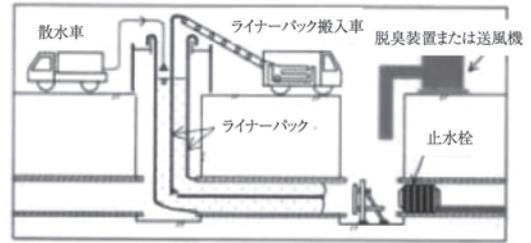
しかしながら、耐久性については、今後も継続的な調査を行う必要があると考えられる。

6. おわりに (事業実施にあたっての留意点)

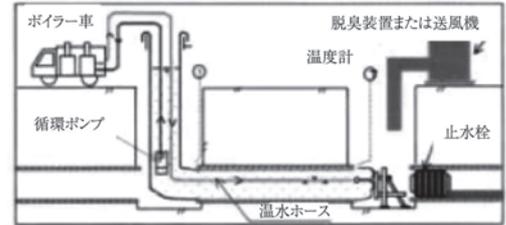
今回、全体実施設計において選定したインシチュフォーム工法を含む「管更生工法」については、近年の需要増加に伴い、技術開発が飛躍的に進展してきており、今後更なる多様な工法の開発、設計技術等の向上が予想される。

事業の実施にあたっては、これら技術開発の動向を見据えつつ、対象路線の現地状況を踏まえ、経済的かつ高品質な工法を適切に選定していくことが肝要である。

①ライナーバック挿入



②加熱硬化



③ライナー切断

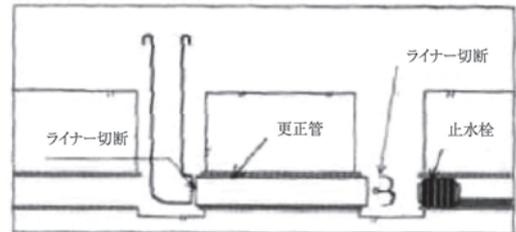


図-3 インシチュフォーム工法施工フロー図

標準工法 INS-S (Insituform Standard Lining)

- 特長 既設管の腐食防止、クラックや部分欠損の補修により、管路の機能回復と耐用年数の向上を図る。また、既設管の作用する内外圧に対する全強度回復に適用。
- 圧力 自然流下/低圧
- 形状・口径 円形/非円形 100~3000mm
- 板厚 3~42mm
- 材料 フィルム：ポリエチレン
フェルト：ポリエステルフェルト
含浸樹脂：不飽和ポリエステル樹脂、ビニルエステル樹脂エポキシ樹脂

構造図

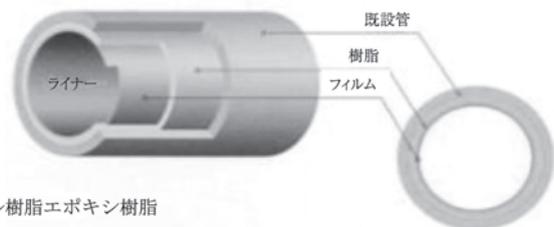


図-2 インシチュフォーム工法構造図

バイオマス利活用にあたっての構想検討について

—和歌山県日高郡みなべ町の調査事例を通して—

小 笹 義 博*
(Yoshihiro OZASA)

目 次

1. はじめに	42	3. 調査成果	43
2. バイオマス利活用の意義	43	4. まとめ	48

1. はじめに

近年、地球温暖化が急速に進行しつつあるという報道が多数見受けられるようになった。

気候変動に関する政府間パネル（IPCC）の第3次評価報告書によると、西暦1990～2100年で1.4～5.8℃の気温上昇が予測されている。

例えば、東京の平均気温は15.9℃だが1.4℃上昇したとした場合、現在の宮崎市の平均気温17.3℃と同等となる。

こうした、地球温暖化への対策として1997年に京都で開催された気候変動枠組条約第3回締約国会議（COP3）で温室効果ガスの排出量削減を目指した京都議定書が締結された。

バイオマス・ニッポン総合戦略はそのような背景に、経済財政運営と構造改革に関する基本方針2002（骨太の方針2002）、「食」と「農」の再生プランを加え、2002年12月に閣議決定されている。

◆バイオマス・ニッポン総合戦略の4つの柱

- カーボン・ニュートラルを保ち、地球温暖化を防止
- 循環型社会の構築
- 資源の生産、利活用の場として農山漁村の活性化
- 日本の戦略的産業としてバイオマス産業の育成

農林水産省でもバイオマス・ニッポン総合戦略を受け、様々な施策の展開がなされることとなった。本稿に掲載する和歌山県日高郡みなべ町の調査事例もその一環である農村資源リサイクル環境

整備検討調査として行った成果である。

農村資源リサイクル環境整備検討調査は全国的にモデル調査地域を設定し、地域に適合した資源循環計画策定を通じ、バイオマスの利活用指針を策定するものである。

調査を実施したみなべ町は和歌山県の南西部に位置し、傾斜地が多いことから果樹農業が盛んな地域である（写真-1）。ここ20～30年間は梅干し加工用の「南高梅」（写真-2）の栽培面積が急速



写真-1



写真-2

*近畿農政局南近畿土地改良調査管理事務所
調査計画課（Tel. 0747-52-2791）

に拡大し（平成15年時点で1,880ha）、全国シェアの3割、隣接する田辺市と合わせれば全国シェアの5割強を占めるまさに梅の一大産地となっている。

2. バイオマス利活用の意義

(1) バイオマスとは？

では、最近よく耳にするようになったバイオマスとは一体何を指すのか？

元来は生態学で生物量もしくは生物現存量を指す言葉で、転じて生物由来の資源を指す言葉であるが、生物由来の資源には古紙や生物由来プラスチックなどバイオマスと認識しがたいものも存在する。

バイオマス・ニッポン総合戦略においては、バイオマスについて以下のような定義がなされている。

- 再生可能な生物由来の有機性資源で化石資源を除いたもの
- 太陽のエネルギーを使って生物が合成したものであり、生命と太陽がある限り、枯渇しない資源
- 焼却等しても大気中の二酸化炭素を増加させない、カーボンニュートラルな資源

また、バイオマス利活用はよくリサイクルと混同されがちであるが、例えば菜種油をBDF（Bio Diesel Fuel）化することもバイオマス利活用であるように、必ずしもリサイクルとセットではないことは理解しておきたい。ただし、バイオマスは利活用先が特定されずに処分されている実態があるから、多くの場合においてリサイクルの一環となることは確かである。

(2) 多様な視点からの評価

バイオマスの利活用の視点としては、大きく2つにまとめられると思う。それは、

- ①熱源・エネルギー源等として環境負荷が少ない。
- ②廃棄物処理の（一部）代替策として利活用。

である。以上のうち、どちらか片方もしくは両方を目的として行われている場合がほとんどではないだろうか。

①の代表的なものが発電や自動車燃料の代替である。バイオマスによる発電や自動車燃料の代替は化石燃料使用量の削減にほぼ直結し、温室効果ガスの代表であるCO₂の削減につながる。化石燃

料を燃焼させてCO₂を放出した場合、その炭素が直ちに化石燃料を形成するようなことはないがバイオマスの場合、図-1のような循環が恒常的に形成可能なため、バイオマス中の炭素を放出しても大気中の炭素は増加しない、これをカーボンニュートラルという。



図-1

一方、②の代表的なものはバイオマスの堆肥化であろう。バイオマスの堆肥化では大気中のCO₂の大きな減少は見込めない。土中に蓄積される炭素を考えたとしても、堆肥の製造～販売に係る機械燃料等の炭素排出を考えれば、カーボンニュートラルへの貢献は無いに等しい。では、なぜバイオマスの堆肥化という行為が必要なのか。多くの場合、畜糞尿や生ゴミ、下水汚泥などは水分・窒素を含むため放置すれば腐敗して悪臭を放つ、また、降雨等により河川や地下水に流入すれば富栄養化や硝酸態窒素（NO₃⁻）となり汚染を引き起こす。何らかの処理が必要であるのは間違いないが、燃焼させた場合には水分が多く補助燃料が必要であったり、かつアウトプットとしての灰の廃棄物処理が必要となってくる。そこで、アウトプットが利用・販売可能で、技術的にも一般的に浸透している堆肥化が選択されるケースが多い。

このように、自然環境・地球環境の維持のためにはCO₂排出だけにとらわれずにその他の環境負荷の減少も考えていく必要がある。バイオマス利活用の際には構想の多面的な視点からの評価も、効果の検証に欠かせない。

3. 調査成果

(1) 対象バイオマスの絞り込み

みなべ町は先述したように梅のまちで、生ゴミや下水汚泥のように他地域で通常想定されるバイオマス以上に梅に関連したバイオマスの多い地域である。

例えば、梅の剪定で排出される剪定枝（写真-3）の量は6,000t/年（推測値）にも達し、農家で梅干しを加工する際にできる梅酢も3,000～5,000t/年におよぶ。

このようにみなべ町には様々な性状の異なるバイオマスが存在するため、バイオマスの利活用を検討するにあたり、それぞれのバイオマスの発生量だけでなく課題や発生状況等を整理し、対象となるバイオマスを絞り込む必要があった。

みなべ町の場合、家庭から排出される生ゴミは焼却場で焼却処分されていたが、農村の特性を活かした生ゴミ電動処理機の購入補助やコンポストによる部分的な再利用が行われていたこと、かつ人口が少なく生ゴミの排出量が少量であるということから施設設置の必要性無しと判断した。下水汚泥については適切処理の環境が整っており、かつアンケート結果（図-2）から汚泥堆肥の要望が非常に少なかった（農家の汚泥堆肥に対するイメージが良くなかった）ために、堆肥化・炭化による利活用は需要確保が困難として検討を見送った。梅酢については、現在のところ民間で加工利用が進んでおり行政が関与する必要性に乏しいと判断された。家畜糞尿については周辺市町村を含めて畜産業者がほとんどいないため、安定的な供給が見込めなかった。

残された梅の剪定枝について、現状で野焼きされており適切処理されているとは言い難いこと、排出量が安定していること、かつアンケート結果



写真-3

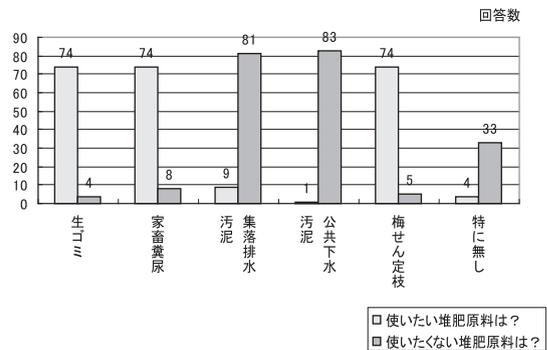


図-2

（図-2）から剪定枝の堆肥需要が見込まれたことなどから利活用方法を検討することとした。また、もともと地元ニーズとしても梅剪定枝処理方法の検討の要望があったことを付け加えておく。

(2)利活用方法の検討

剪定枝の利活用はリサイクルに当たるが、リサイクルには「原材料として利用する」マテリアル・リサイクルと「エネルギーとして利用する」サーマル・リサイクルがある。

剪定枝の利活用の場合には両方とも可能で、堆肥生産とメタン発酵を組み合わせた複合タイプあるいは炭化利用のように熱源利用とマテリアル利用両方が可能なタイプも考えられる。となると、どの利活用方法を選択するのがベストかということになるが、それはニーズと経済性から検討することになる。

みなべ町の場合、地域の堆肥需要が大きいにも関わらず地域内の堆肥供給が無いというニーズが存在した。また、エネルギー利用の場合、処理場として想定した土地の周辺に利用先が無かったことから効果・効用の十分な発揮は期待できなかった。かといって経費を売電で賄うには現状の売電単価では見合わないため、行政の経済的負担が大きくなると想定された。

そこで、堆肥化をメインに検討を進めることとなったが、炭化利用については販路開拓という問題点を抱えているものの、経済的に優れているため構想検討の内容に加えた。

(3)利活用方法の条件設定

利活用方法を具体的に検討するにあたり、施設規模、収集方法、需要量、販売価格などを決定していく必要があった。そこで、アンケート結果や収集データから検討した内容・結果について以下

の通り掲載する。

①収集可能量

図-3に示すアンケート結果及び表-1に示す農地の整備状況を用いて検討した。詳細については掲載しないが、簡単に記すとみなべ町の場合は急傾斜のほ場が多くあり、アンケート調査で「協力できる」とした人でも15°以上の傾斜地で農道が整備されていないほ場では搬入が困難として、そうしたほ場は除外し、かつアンケートで「積極的に協力」と答えた人の全てと「収集場所が近くなら協力」と回答した人の5割程度が協力してくれるものとして推定した。

結果、回収率は約4割と推定され、収集可能量は2,500t/年と推定された。

②収集方法、集積所の設置

収集方法としては、生ゴミのように従来から個別回収を行っているわけではないこと、発生時期が3ヶ月間に集中することから、農家による搬入が必要条件として推測された。

一方、図-3のアンケート調査結果では「収集場所が近くなら協力」とした人が約6割を占めており、農家協力を得るにはサテライト方式による分散型の集積所の設置が不可欠であると判断され

た。集積所の位置、集積範囲については、地域のまとまりや効率性を考慮し、旧村単位とすることが最適ではないかと判断された。

③需要量

需要量の推測は農家個々レベルの判断によることから推測が困難な項目の一つであるが、アンケートで「今後の堆肥施用」について聞いたところ、55%が「増やしたい」と回答しており、「増やしたいが現状が限界」とした人が37%を占めるに至ったことから、潜在的な需要は相当量あるものと見込まれた。

一方、「和歌山県有機性資源循環利用推進マスタープラン」(H14.3)によると、梅の堆肥施用の目安量は1.6t/10a・年、目標値はその1/3量とされており、アンケートの現況施用量調査結果が0.3t/10a・年であったため、仮に梅の堆肥施用量を県の目標値まで向上させたとして現状プラス4,000t/年の需要が発生することとなる。実際には急傾斜ほ場が多く、そうしたほ場では散布作業が大変、かつ降雨による流出があるなど、農家が県の目標値まで散布するかどうか疑問はあるが、その点については堆肥の形状(例えばペレット化)やサービス(散布作業請負)で対応するとして、潜在的なキャパシティとしては相当量があることが確認された。

④堆肥販売価格

堆肥販売価格については、アンケートで図-4のとおり結果となった。このうち「1,000円以上」と「タダ」と答えた人を除外し、それぞれの価格帯の中間値を回答数で加重平均して算出した。その結果、390円/20kgとなった。

なお、今回は地元との検討の中で上記のような価格設定となったが、供給が需要を上回る可能性が高いような場合には300円以下の価格設定とし、より多くの農家が利用できるようにするという考え方もあることを付け加えておく。

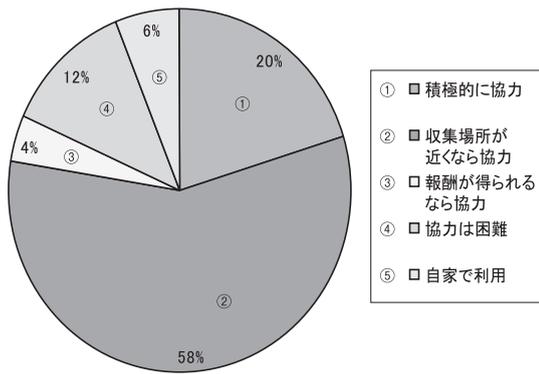


図-3

表-1

		8°未満	8~15°	15°以上			計
				4m道路以上	3~4m道路	不備	
旧南部川村	傾斜別面積 (ha)	184	3	139	619	196	1,141
	割合 (%)	16%	0%	12%	54%	17%	100%
旧南部町	傾斜別面積 (ha)	119	2	69	317	94	601
	割合 (%)	20%	0%	12%	53%	16%	100%

資料:第3次土地利用基盤整備基本調査結果(H5.3)、農地造成実績(H5~実施中含む)
※ 農地造成は8°未満、全て樹園地として算定。

⑤ワークフロー

①, ②の結果や事例収集結果から図-5に示すワークフローが想定された。

木質資材の場合は構造が堅牢であるため、放置しているだけでは腐熟しにくい。そこで、一次破碎と二次破碎の行程を入れて粉碎して堆肥化期間の短縮を図ることが必要となる。

(4)施設の概略設計・積算

以上の条件に集積所や処理場の面積・装備等の条件設定を加え、施設の概略設計・積算をプラントメーカーの協力を得て行った。

その結果、表-2に示すとおりとなったが、全量堆肥化した場合390円/20kgという比較的高値設定の価格で販売したとしても、10,285千円/年の赤字が出ることとなる。

大きな費用項目は、人件費が24,000千円、保守点検費用が11,000千円となっており、経常経費の8割を占めている。

梅剪定枝は農業廃棄物として「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」(昭和四十五年十二月二十五日法律第三十七号)の第十六条の二第三号に規定により野焼きが可能となっているため、農家側への処理費用負担の請求が困難であること、また行政も財政赤字を出してまで処分を進める大義

名が無いことから現構想のままでの施設設置は難しい。

一方、全量炭化した場合には黒字運営が達成できる可能性はある。ただし、周辺地に炭化時の放出熱を熱源として利用可能な公共施設やハウスは存在しないため、炭の販売の成否により収支が左右され、製品としての炭の品質と販路・単価が問題となる。用途として燃焼用、農業用の土壌改良材、調湿剤、浄水用などが考えられるが、活性炭のように特別な長所があるわけでもなく、利用先が限定されることとなる。具体的には燃焼用か農業用の土壌改良材が主用途となるだろう。しかし、炭の地域内需要は少ないため、販路開拓が必須となる。

もう一つ、これは現時点までの調査の中では検討されてこなかったことであるが、みなべ町は多くの梅干加工業者を抱えており、中小規模の工場が多くある。こうした工場の密集地に小規模処理場を建設し、電気供給及び温水供給が可能となれば経済的に成り立つ可能性が高く、かつCO₂削減に貢献可能となる。実はこれが最も可能性の高い方法かもしれない。

今後はそうした第三の視点も含めて、装備機械や施設規模には再検討の余地があることから現構

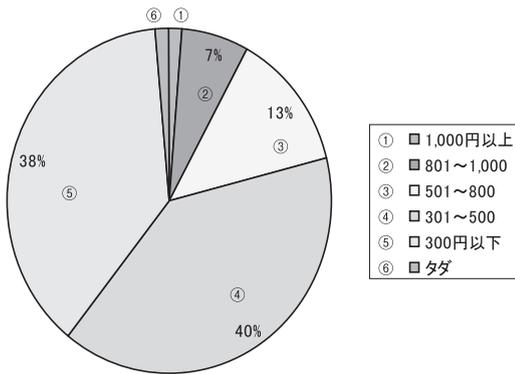


図-4

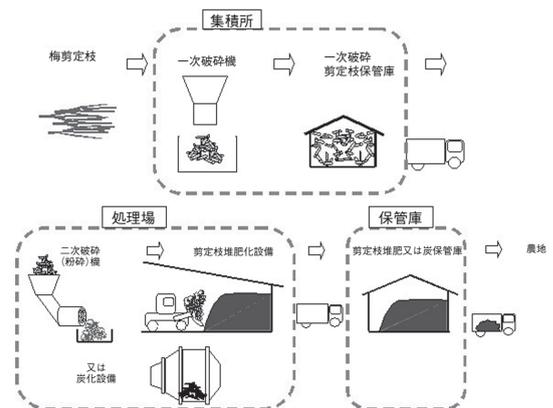


図-5

表-2

(単位:千円/年)

	全量炭化	全量堆肥化	炭化+堆肥化
支出合計	52,310	43,630	61,248
収入合計	204,000	33,345	119,986
収支	151,690	△ 10,285	58,738

※ 堆肥価格390円/20kg、炭価格400円/kgとして設定。

想の見直しを行い、経常収支の向上が図れるよう構想検討を継続していきたい。

(5)剪定枝堆肥化にあたっての課題

剪定枝堆肥化にあたっての問題点は、(4)で記した経済性以外にも解決すべき課題が残されている。

その一つが白紋羽病の存在である。この病気は子のう菌類の一種でセルロースの炭素分を分解し成長する。枯死した枝・幹・根など（粗大有機物）を媒介源とし、幅広い樹種に感染する可能性があり、健全な園よりも衰弱した園で急速に広がる性質を持っている。

白紋羽病が園に潜伏あるいは何かの拍子に侵入した場合、剪定枝など木質を原料とした堆肥ではその堆肥中に残ったセルロースやリグニンが白紋羽病菌のエサとなり増殖を助長する可能性がある。（病原菌自体は堆肥化過程の発酵熱で死滅するとされている。）

この危険性は剪定枝堆肥の完熟化に伴い減少す

るとされており、愛知県農業試験場などで簡易に試験された結果（果樹等せん定枝堆肥のイチジク株枯病及びナシ等白紋羽病に対する安全性：2002）でもそのことが確かめられているが、完全な否定には至っていない。

一方、堆肥が完熟したかどうかの判断も難しい。今回は日本パーク堆肥協会（NPO法人）の堆肥基準と旧南部川村農林業振興協議会で実施されていた剪定枝の堆肥化実験結果や他の先行事例などから6ヶ月程度の堆積で十分基準を満たす堆肥ができるであろうことが分かっているが（表-3）、樹種によっては堆肥化の阻害物質であるフェノール類を多量に含有していたり、竹やフェニックスのように堆肥化が非常に困難なものもある。また、副資材として混合する物質によっても堆肥化期間が異なるので注意が必要である。

これらの課題については、今後の調査の中で学識者などからさらに情報収集を行い対処していく予定である。

表-3

分析項目	採取場所	F市	A市	M市	K市・M町	みなべ町試行結果		パーク堆肥基準 (日本パーク堆肥協会)
		堆積3ヶ月	堆積5ヶ月	堆積4ヶ月	堆積3ヶ月	堆積9ヶ月	堆積9ヶ月	
堆肥の原料	単位	剪定枝	剪定枝	剪定枝	剪定枝	梅剪定枝・米ぬか・鶏糞・炭混合	剪定枝・鶏糞・炭混合	
水分	%	61.7	62.7	62.3	57.0	60.8	43.1	55~65%
pH		7.6	9.0	7.8	8.0	8.0	7.0	5.5~7.5
有機物含有量	%	81.5	77.6	79.4	77.8			70%以上
全窒素含有量	%	1.51	1.30	1.64	1.37	3.22	1.90	1.2%以上
全リン酸含有量	%	0.60	0.20	0.27	0.30	3.55	3.11	0.5%以上
全カリ含有量	%	1.28	0.90	0.61	0.70	2.22	1.39	0.3%以上
全石灰含有量	%	1.28	1.40	3.26	2.65			
全苦土含有量	%	0.37	0.20	0.37	0.35			
全炭素含有量	%	47.30	45.00	46.05	45.10	41.27	22.00	
C/N比(炭素率)		31.2	36.0	28.0	32.9	12.8	11.6	35以下
陽イオン交換量(CEC)	meq/100g	82.1	72.1	93.6	68.8	77.1	45.6	70以上
電気伝導率(EC)	ms/cm	1.70	0.71	0.52	1.30			

4. まとめ

以上、みなべ町の事例に基づき梅剪定枝の堆肥化プラント設置構想とその課題について述べてきた。私自身、調査開始当初の3年半前には分からないことがたくさんあったが、この調査を通じてバイオマスについての理解を深めることができたと思う。特に当初はバイオマスの利活用方法の多彩さにはとまどいを隠せなかったが、現時点でそれなりの形を作ることができたのは多くの方々の協力あってのことである。

今後はバイオマス・ニッポン総合戦略に従い多くの自治体で実際にバイオマスの利活用が試みられることになろうが、対象物の選定もさることな

がら利用形態の幅広さ、メーカー毎に異なるプラントの多様さにはとまどわれることと思う。ただ、メーカーサイドも様々な情報提供や実証プラントの見学会などを行っているので、多くの情報を仕入れ、知見を養う良い機会でもある。そうした情報収集のうえに、はっきりとした目的意識・問題意識を持って構想や施設を作って頂きたい。

また、バイオマスの利活用にあたっては、一般廃棄物処理や産業廃棄物処理業者の資格や許可が必要であったり、最終的に排出される廃棄物の処分が必要となる場合もある。法律だけでなく都道府県や自治体の条例に規定されている場合もあるので、計画を実行に移す際には関係機関としっかりと連絡を取り合って進めることをお勧めする。

農道整備事業における間伐材の資源循環型活用に関する考察

脇 屋 和 久*
(Kazuhisa WAKIYA)

目 次

1. はじめに	49	4. 木材を利用した法面保護工の計画	50
2. 業務の概要	49	5. 現時点における評価と今後の課題	52
3. 技術上の問題点	50	6. 今後の展開方向	53

1. はじめに

平成13年に改正された新土地改良法ではその第1条に「環境との調和への配慮」が唱われ、事業実施の原則として位置づけられた。農業生産の効率性の追求に主眼が置かれてきた土地改良事業も循環確保の視点をもったものとなるべく内容が変化してきている。また、事業コスト縮減対策、新技術の積極的な導入などの課題も課せられており、様々な新しい視点から検討をしつつ事業に取り組むことが求められている。

一方では、平成9年度に開催された地球温暖化防止京都会議（COP3）において採択された気候変動枠組み条約（UNFCCC）で、2008～2012年までに温室効果ガスの排出量を日本においては1990年時点より6%削減することが決定し、森林などのCO₂吸収源保護増大対策が盛り込まれた。

これらの情勢を踏まえて、間伐材の利用を図った当県実施の農道事業を事例に、環境会計の考え方を取り入れたライフサイクルコストの算定等、長期にわたるコスト縮減の検討を行いつつ、農道整備事業における木材活用の取り組みについて考察する。

2. 業務の概要

事業名 ふるさと農道緊急整備事業

地区名 長門大津地区

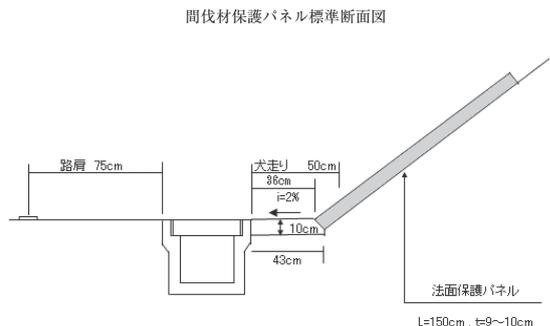
実施時期 平成15年～17年

施工延長と木材使用量

L = 1.35km 材積 = 208m³

法面保護工の目的

農道法面に保護材を設置することにより、草木の繁茂を抑制し、走行安全性の確保と維持管理費の節減を図る。(図-1)



*山口県萩農林事務所農村整備部 (Tel. 0838-22-0341)

図-1

3. 技術上の問題点

私たち公共事業担当者は主として以下の理由から土木資材としての木材製品の使用を避ける傾向がある。

- ①他の資材に比べ高価である。
- ②不均質で強度計算が難しい。
- ③腐朽に弱く維持管理や更新に労力経費が高む。

農道の法面保護工もコンクリート製ブロックが標準設計とされており、木材が使用されない理由は以下のとおりと考えられる。

- ①基準規格が整備されていない。
- ②コンクリート製に比べ、耐久性が劣っている。また経済性も劣っている。

4. 木材を利用した法面保護工の計画

そこで、前述の課題を解決する法面保護工の計画のため下記のとおり項目を体系化し検討した。

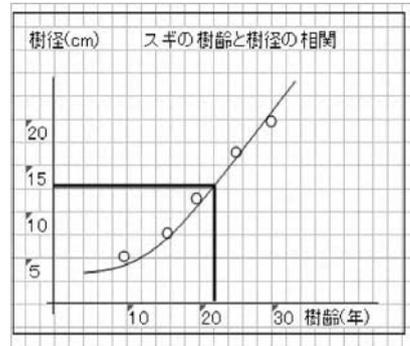
(図-2)

4-1 基準規格、耐久性に対する検討

1) 材料の選定

このたび農道整備を行う地域は主林木をスギとする森林が全面積の7割を占めている。スギ

の圧縮強度は約34N/mm² (注1)、曲げ強度は約40N/mm²であり、コンクリートの強度を上回る。したがって、法面保護工にスギ材は使用可能であると判断した。また、市場性に乏しく、間伐されても森林内に放置されることので多い小径材(φ13cm以内)の需要が増すことは、間伐後の森林保全の質を向上させる。このため、主として22年生 (注2)の森林で間伐される小径材の採用を試みることにした。(グラフ-1参照)



グラフ-1

(注1)「木材工業ハンドブック」

独立行政法人森林総合研究所監修から引用

(注2)「山口県スギ分収穫予想表」

山口県農林部林政課資料から引用

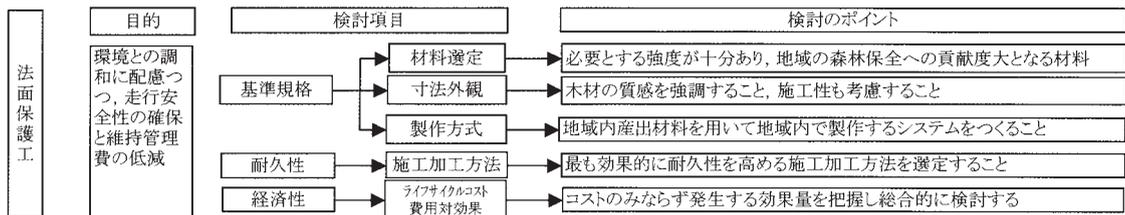


図-2

2) 製作寸法、外観(形式)の決定

製作寸法、外観(形式)の決定は、以下の表-1のとおり。

表-1

目的	形式の決定内容
農村の保健休養機能の向上に配慮し、運転者が木材の質感を感じられるよう素材を強調	図-2に示すとおり、3面はこの引きし、1面は原形の素材面を残すこととする。
光の反射などで走行安全上の問題とならないよう工夫	美観としては劣るが、艶を出すことをあえて行わない。
重量がコンクリートの ^(注3) 約25%程度で軽量であることから、製品を大型化し施工能率を向上	曲面の法面に柔軟に対応することも考慮し、幅90cm(10本連結)長さ150cmとする。

(注3) 防腐防蟻加工後の木材重量を6KN/m³、コンクリートの重量を23.5 KN/m³として算出

3) 製作方法の決定

地域内唯一の森林組合にコーディネートを働きかけた。当初、森林組合は経済性が期待できないことを理由に消極的であった。しかし長期的に見ると林業関係者を中心として地域へ与える効果が非常に大きいことへの理解が進んだ結果、素材は近隣の林家が指定された集材場所まで運び出し、それを地域内の製材業者が持ち帰り製品化したうえ工事の現地へ持ち込む、という森林組合が中心となったシステムを構築することができた。(図-3参照)

4) 施工・加工方法の決定

耐久性の向上には、法面との間にシートを敷設し空気、水分を遮断する方法も有効である。

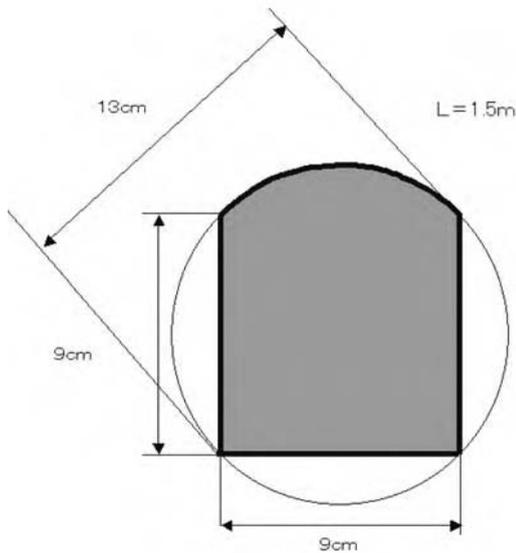


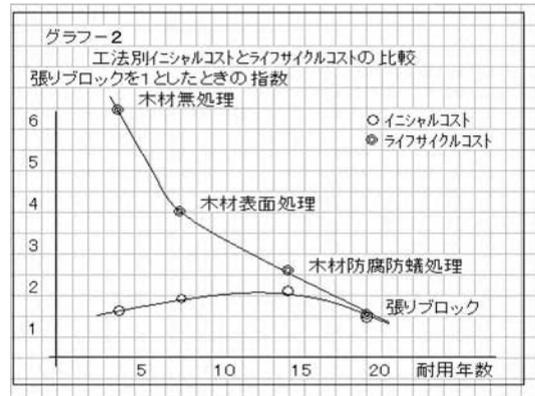
図-3 間伐材パネル寸法図

しかしこの方法によると木材の表面と裏面でそれぞれ対策が必要となる。また現地施工の良否によって品質に著しいばらつきが出ることが予測されたため、材料自体に処理を施すこととした。標準設計とされているコンクリート製ブロックのほか、加工方法別による木材の耐用年数は以下のとおりである。(表-2参照)

木材使用量増加の観点からは無処理もしくは表面処理という選択もあったが、ライフサイクルコストが最小となる加工木材(表-2)を使用することとした

4-2 法面保護工の経済的検討の考察

グラフ-2のとおり、ライフサイクルコストについてはブロックに次いで加工木材による保護材



グラフ-2

表-2

	ブロックの他、木材の加工方法の種類	耐用年数
①	コンクリート製ブロック (以下ブロックという)	20年 ^(注4)
②	専用プラントで薬液を加圧注入する防腐防蟻加工を行った木材 (以下加工木材という)	15年 ^(注5)
③	表面のみ薬剤を塗布する方法を用いた木材	7~8年
④	無処理の木材	3~4年

(注4) 農業農村整備事業関係実施要綱要領, 補助金交付要綱等通知集P1046~, P1055~

(注5) 加工木材製造業者のスギ辺材耐久性試験結果による

が有利となった。そこでこの2工法について、耐用年数全期間で発生する効果を試算すれば表-3のように考察できる。

加工木材による保護材はブロックの1割程度投資効率が高いことがわかった。

表-3 効果試算の考察

区 分	単位	間伐材パネルの場合	張りブロックの場合
総事業費	千円	46,000	34,000
年総効果額	千円	6,021	3,374
総合耐用年数	年	15	20
還元率*(1+建設利息率)		0.09228	0.075495
妥当投資額	千円	65,000	44,000
投資効率		1.41	1.29

効果試算の考察項目内訳

コンクリート製張りブロックおよび間伐材パネルを使用することで発生する効果の試算結果は以下のとおり。

NO	効果名	内容	年総効果額 (千円)	耐用年数全期間 効果総額 (千円)		出展
				張りブ ロック	間伐材 パネル	
1	安全性向上効果	視認性の向上, 事故の減少, 精神的な安定が図られ土地改良施設(農道)の安全性が高まる効果	2,552	33,000	28,000	解説 p343
2	維持管理費節減効果	年2回行っていた管理作業(草刈り, 溝掃除など)に要する経費が低減される効果	822	11,000	9,000	解説 p117
3	農道環境整備効果	周辺の景観や環境に配慮した設計構造とすることで農道環境が保全創造される効果	1,125		12,000	解説 p451
4	産業廃棄物処理経費節減効果	施設更新に際し, 生物分解が期待できるので廃棄物処理に対する費用をセメント系材料を処理するときに比べ, 低く抑えることができる効果	108		1,000	
5	炭素固定効果	森林に放置されている間伐材を山外へ搬出することで森林の環境が木の生長に望ましい状態となることによって木の伸長が促進され炭素の固定量が増加する効果	922		10,000	手引 p41
6	地域内経済活性化効果	地域内の林家が間伐材の搬出作業を行い賃金を得る, あるいは製材作業を地域内の製材業者が行うことで地域内へ資金が投入され地域内経済が活性化する効果	492		5,000	
合計			6,021	44,000	65,000	

* 解説 = [改訂] 解説土地改良の経済効果 監修農水省構造改善局計画部

* 手引 = 林野公共事業における事前評価の手引き (平成15年版)

5. 現時点における評価と今後の課題

以下の理由により今後の木材利用にあたっての一定の客観的評価と指針を与えることが可能となり, 木材を使用した事業を実施することができた。

①事業費の増嵩分を上回る経済効果の定量的説明が可能

②「地産地消」運動に寄与

③過疎化で疲弊の進行する農村地域における製品製作等による経済波及効果に寄与

④208立米の間伐材を利用することは, 森林保全(森林約6ha分の保全に相当)につながるとの評価課題としてはコスト低減と品質の向上があげられる。

(1)コスト低減

長さを1.5mに切りそろえて搬出すれば集材の簡素化が図られる。また、ロットの拡大により地元製材業者の手待ち時間を大幅に改善でき、単価を抑えることができる。同様、防腐防蟻加工単価も改善できる。

(2)品質の向上

防腐防蟻加工の品質向上を図る必要がある。

6. 今後の展開方向

農村地域の活性化には、農村地域住民が地域内の資源・基盤を愛し、自分の居住地域を他人に自慢できるものと認識することが基本だと考える。

しかし、住民の大方は地域が固有に持つ魅力に気がついていないことから、住民とともにその魅力をさらに高めることを意図した整備を進めていくことが大切である。

そもそも、農村地域の基盤整備は地域内にある資源を有効に活用できる可能性が大きい。このたびの農道整備も本地域をより美しくし、ウッドマイルズの観点においても、循環型社会の形成に貢

献している。

より耐久性のある材料を開発し使用する方向もある。また維持管理について地域住民、企業などと連携した農道版アドプトシステムを展開し、短期定期的に保護材を更新する方向も考えられる。今後もハード、ソフト両面からアプローチし、魅力あふれる農村づくりに努めていきたい。



完成した法面保護工 H17.3

榑谷ダム技術資料の検索システムについて

小 島 勉* 稲 田 浩 一* 谷 田 部 至*

(Tsutomu OJIMA) (Koichi INADA) (Itaru YATABE)

目 次

1. はじめに	54	4. 検索システムと活用方法	58
2. 榑谷ダムの概要	54	5. おわりに	60
3. 榑谷ダムの技術資料	56		

1. はじめに

榑谷ダムは、昭和49年度の国土総合開発事業調整費調査、昭和51～53年度の国営土地改良事業日野川地区調査、昭和54～55年度の国営土地改良事業日野川用水地区全体実施設計による調査・設計の段階を経て、平成6年度に本体工事に着手し、平成11年8月からロック敷の盛立、10月からコア敷の盛立を開始した。試験湛水は、平成16年10月5日に開始し、平成17年6月17日無事完了している。なお、本ダムは、平成18年4月から供用開始の予定である。

本報文は、榑谷ダムの調査開始から工事完成までの全ての資料から、榑谷ダムの建設工事に関する技術資料について、今後のダム技術力継承とダムの管理に資するために構築した榑谷ダム技術資料検索システムを紹介するものである。

2. 榑谷ダムの概要

榑谷ダムは、国営かんがい排水事業日野川用水地区の基幹施設として、農林水産省が福井県南条郡南越前町榑谷及び宇津尾地内の一級河川九頭竜川水系日野川支流榑谷川に建設したもので、堤高100.4m、堤頂長345.85m、堤体積344万7,000m³の中心遮水ゾーン型ロックフィルダムである。

榑谷ダムのダムサイトは、中生代層の地質状況を反映して急峻な山岳地形をなす壮年期地形で、山腹傾斜は35°～40°と急勾配である。

表-1に諸元を示す。

表-1 榑谷ダム諸元

一般	位 置	福井県南条郡南越前町榑谷および宇津尾地内
	河 川	一級河川九頭竜川水系日野川支流榑谷川
貯水池	基礎地盤	砂岩、粘板岩及び砂岩・粘板岩の互層
	流域面積	直接 10.16 km ² 間接 20.30 km ² 計 30.5 km ²
	満水面積	0.885 km ²
	総貯水量	25,000,000 m ³
	有効貯水量	23,100,000 m ³
	堆砂量	1,900,000 m ³
	常時満水位	EL. 334.40 m
	計画堆砂位	EL. 275.60 m
	余裕高	2.4 m
	利用水深	58.8 m
堤体	型式	中心遮水ゾーン型ロックフィルダム
	堤高	100.4 m
	堤頂長	345.85 m
	堤頂幅	10.0 m
	堤体積	3,447,000 m ³
	天端標高	EL. 343.40 m
洪水吐	堤体勾配	上流 1 : 2.9 下流 1 : 2.1
	型式	自由越流側水路方式
	設計洪水流量	460 m ³ /s
	設計洪水位	EL. 340.50 m
	サーチャージ水位	EL. 338.50 m
	越流水深	常用 4.1 m 非常用 2.0 m
仮排水路	越流堰長	常用 6.5 m 非常用 60.0 m
	ゲート	なし
	減勢工	強制跳水USBR II型副ダム
	調節工	自然越流 140 m ³ /s → 65 m ³ /s
	型式	地山トンネル方式
	設計流量	175 m ³ /s
取水設備	延長	615.5 m
	内径	2R=4500 mm
	型式	傾斜式直線多段ゲート+多孔式ゲート
放流設備	最大取水量	9.748 m ³ /s
	取水位	EL. 334.4 m ~ EL. 275.6 m
	諸元	導水管φ2000mm ゲートφ1400mm(JFG)
能力	最大 37.0 m ³ /s	

*北陸農政局日野川用水農業水利事業所榑谷支所
(Tel. 0778-23-2621)

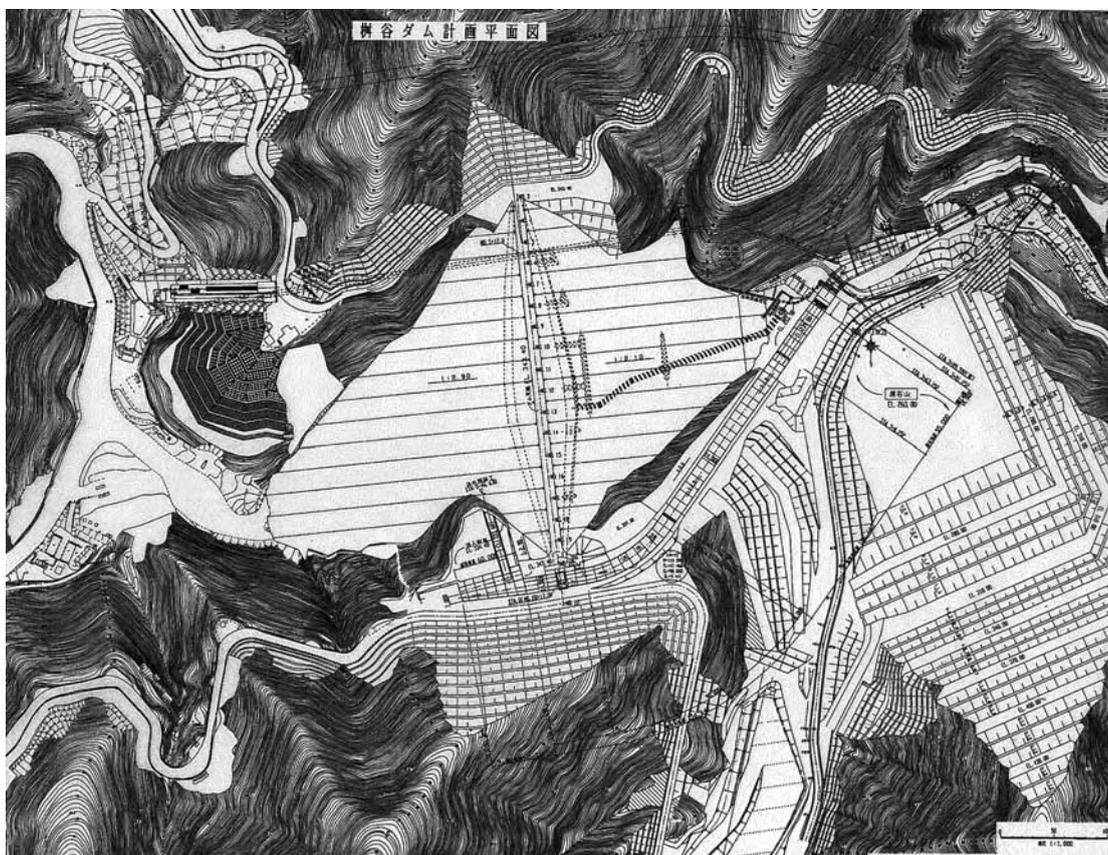


図-1 樹谷ダム計画平面図

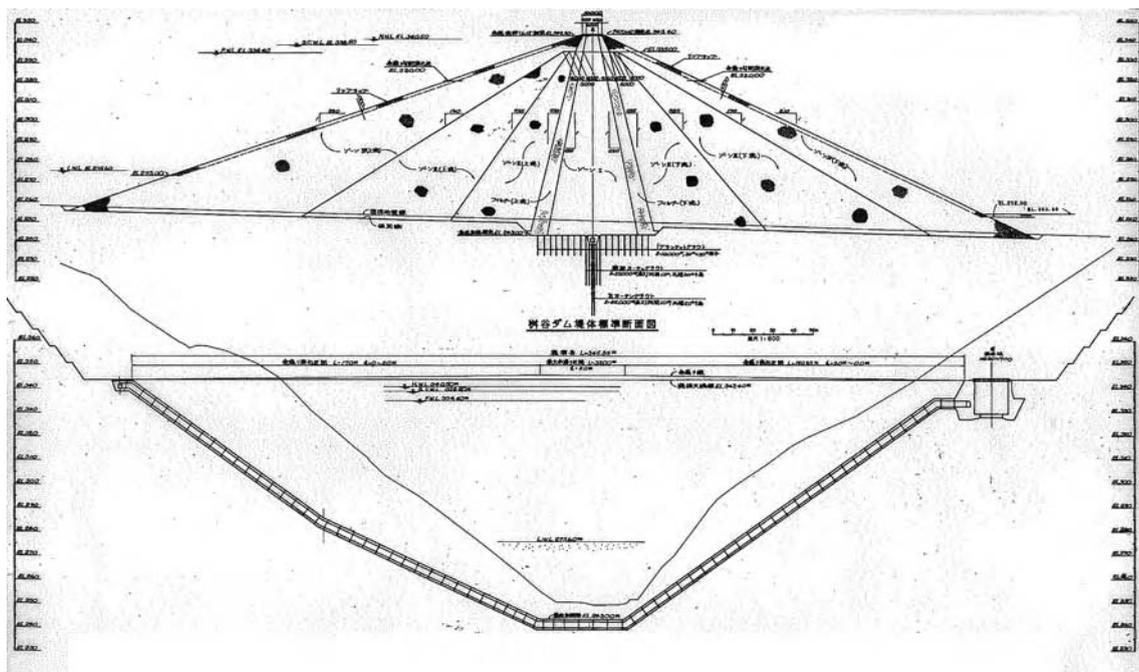


図-2 樹谷ダム堤体標準断面図

3. 榎谷ダムの技術資料

(1)技術資料とりまとめ方針

榎谷ダムが完成し、試験湛水が始まる平成16年ごろから榎谷ダムに関する膨大かつ貴重な技術資料をどのようにまとめ、また、そのデータをどのように活用していくかが課題となった。

技術資料活用の観点から、膨大な資料をいち早く検索して取り出せることが重要であり、資料を紙情報のままでなく電子化することがまず必要であるとの結論に達した。

また、これらの技術資料については、今後のダム管理に活用することが重要であり、ダム建設中に生じ克服してきた数多くの現場検討資料や記録写真を調査設計業務報告書等とリンクさせ、特に地震等の異常時に組織化される検討委員会等に諮る資料として利用できるものとする事とした。

技術資料の電子化については、まず、無料で配信されるAcrobat Readerの全文検索及びしおり検索が可能なPDFデータ化することとした。

(2)スキャニング作業とPDFファイル化

次の各資料について、スキャニングを行いPDFファイル化し、目次を作成した後に、しおり検索システムを構築した。

- 1) 榎谷ダムに関する地質調査業務報告書
- 2) 榎谷ダムに関する基本設計業務、実施設計業務等
- 3) 榎谷ダム取水設備・放流設備・管理設備及び貯水池法面対策工事を含めた榎谷ダム建設工事の施工計画、打合せ簿等
- 4) 関連工事を含めた榎谷ダム建設工事の工事写真帳
- 5) ダム技術検討委員会・基礎地盤検査資料等
- 6) 榎谷ダム技術検討、盛立試験解析、基本設計会議資料等
- 7) その他の技術資料

前記1)～7)に関連した技術資料で詳細に検討した内容でまとめられている資料を別途電子化した。

主なものを次に示す。

- 基礎地盤仕上げ掘削等の施工記録
- 原石山法面検討に係るダム技術検討委員会の経緯
- 榎谷ダム地質調査柱状図ファイル
- 原石山法面保護工の検討

- 榎谷ダム基礎処理の設計・盛立施工基準
- 濁水処理関係資料
- コンクリート構造物のひび割れ調査
- 地質官現地踏査記録
- H7～H17工事報告書（定点写真）
- 天然石新孔壁保持工法（TSK工法）による断層部の基礎処理
- 監査廊外防水止水板の耐圧試験
- 官民連携新技術「監査廊のプレキャスト化」の試験結果及び検討書
- 挙動観測システム
- 榎谷ダム基礎掘削技術資料
- 榎谷ダム第四紀断層技術資料
- 榎谷ダム断層処理技術資料
- 榎谷ダム湧水処理技術資料
- 榎谷ダム堤体・基礎処理解析技術資料
- 榎谷ダム挙動解析技術資料
- 榎谷ダム周辺すべりメカニズム（大小場編）
- 榎谷ダム周辺すべりメカニズム（田倉保編）
- 榎谷ダム周辺不安定斜面の評価
- 榎谷ダム「貯水池内法面」技術資料
- 伐採木堆肥化試験

(3)スキャニング枚数

各資料のスキャニング枚数は次のとおり

①地質・設計業務報告書	132冊	38,329枚
②施工計画書・打合せ簿 及び出来形管理簿	75冊	11,545枚
③工事写真帳	691冊	29,065枚
④その他技術資料	95冊	19,044枚
計	993冊	97,983枚

注) 工事写真枚数は 約116,000枚

(4)技術資料の検索方法

技術資料の検索は、ダム技術検討委員会の検討項目をキーワードにして検索することとした。

検索の具体的な手順を、地震が発生し、ダムの漏水量や濁度等に異常が見られた場合を例に説明する。

この場合、問題となっているのはダムからの漏水であることから、これまでのダム技術検討委員会の課題の中から、平成10年度の第15回ダム技術検討委員会の「漏水観測施設の設計について」、平成15年度の第19回委員会の「漏水量観測状況について」、平成17年度の第20回委員会の「漏水量

の算出について」を検索し、ポイントを把握する。
これと併せて、別途、取りまとめた調査設計業務
報告書等とダム建設工事の施工管理資料との関連

付け表にリンクさせて詳細に事象を把握すること
となる。

表-2 ダム技術検討委員会と業務関連付け表

回数	年度	ダム委員会の検討項目	検討の要点	(注) 5047はファイル名を示す
				各業務との関連付け
1	S57	橋谷ダムの地形地質	ダムサイト地質調査結果	5047~48ダム周辺地質調査業務 S58
2	S59	断層調査結果	金草岳断層の追跡調査	5049~58ダム地質調査 (その1~その2) 業務 S59
			近傍断層追跡調査 活動年代	
3	S60	ダム軸、ダムタイプ	フィルダムとコンクリートダムの比較	5070~75峠谷ダム基本設計業務 S60
4	S61	基礎処理計画	築堤材料の概要	5059~69土取場及び原石山地質調査 S59~60
			基礎処理計画、被圧水について	5020 ダム技術検討業務 S61
5	S63	断層処理について	応力変形解析	5061 ダム応力変形解析業務 S59
			断層解析、置換コンクリートの検討	5021 ダム技術検討業務 S63
6	H2	監査断層解析	監査断層形状の検討	5021 ダム技術検討業務 S63
			築堤材料について	5064~78原石山地質調査業務 S60
7	H3	Fa-3断層解析	堆体ゾーニング	5022 ダム技術検討業務 H2
			基礎掘削機	5022 ダム技術検討業務 H2
8	H4	Fa-3断層局所解析	築堤材料について	5059~63土取場地質調査業務 S59
			堆体安定性の検討	5022 ダム技術検討業務 H2
9	H5	仮排水路グラウト施工結果	不透水性材料、フィルター材	5022 ダム技術検討業務 H2
			応力変形解析	5022 ダム技術検討業務 H2
10	H6	仮排水路トンネルについて	置換コンクリート形状効果について	5022 ダム技術検討業務 H2
			コア材について	5059~63土取場地質調査業務 S59
11	H7	仮排水路トンネルについて	置換コンクリート規模の検討	5102 ダム委員会資料作成業務 H4
			コア材利用方法の検討	5102 ダム委員会資料作成業務 H4
12	H8	仮排水路トンネルについて	修正震度法による堆体安定計算	5079~83ダム地質調査業務 H1
			築堤材料の今後の調査方針	5022 ダム技術検討業務 H2
13	H9	仮排水路トンネルについて	透水性 (ゾーンII~III) の特性と判定	5022 ダム技術検討業務 H2
			洪水吐水理模型実験	5113~14洪水吐水理模型実験業務 H4
14	H10	仮排水路トンネルについて	仮排水路グラウト施工結果報告	5023 ダム委員会資料作成業務 H6
			監査断層について	5023 ダム委員会資料作成業務 H6
15	H11	仮排水路トンネルについて	監査断層目処理	5024 ダム委員会資料作成業務 H7
			コア材利用	5024 ダム委員会資料作成業務 H7
16	H12	仮排水路トンネルについて	コンタクトクレイについて	5024 ダム委員会資料作成業務 H7
			河床部断層に伴う変形特性	5003 ダム委員会資料作成業務 H8
17	H13	仮排水路トンネルについて	河床部断層解析 (縦断解析)	5003 ダム委員会資料作成業務 H8
			原石山賦存量の再検討	5003 ダム委員会資料作成業務 H8
18	H14	仮排水路トンネルについて	河床部断層調査について	3110~11ダム施工技術検討業務 H9
			河床部断層処理計画について	3110~11ダム施工技術検討業務 H9
19	H15	仮排水路トンネルについて	断層処理計画 (最終計画)	3130 ダム施工技術検討業務 H10
			盛立試験結果について	3140 ダム盛立試験解析他業務 H10
20	H16	仮排水路トンネルについて	埋設計器の設計について	3130 ダム施工技術検討業務 H10
			漏水観測施設の設計について	3130 ダム施工技術検討業務 H10
21	H17	仮排水路トンネルについて	地下水観測について	3121 ダム委員会資料作成業務 H11
			現地発生フィルター材について	3121 ダム委員会資料作成業務 H11
22	H18	仮排水路トンネルについて	グラウチング施工結果について	3121 ダム委員会資料作成業務 H11
			河床部断層年代測定調査	3190 ダム補足設計業務 H11
23	H19	仮排水路トンネルについて	地下水管について	3195 ダム委員会資料作成業務 H12
			中粒材混合試験結果	3195 ダム委員会資料作成業務 H12
24	H20	仮排水路トンネルについて	盛立施工状況報告	3195 ダム委員会資料作成業務 H12
			盛立施工結果報告	3195 ダム委員会資料作成業務 H12
25	H21	仮排水路トンネルについて	盛立施工結果報告	3270 ダム委員会資料作成業務 H13
			埋設計器計測結果報告	3270 ダム委員会資料作成業務 H13
26	H22	仮排水路トンネルについて	盛立施工結果報告	3300 ダム盛立結果解析業務 H14
			埋設計器計測結果報告	3290 ダム施工技術検討業務 H14
27	H23	仮排水路トンネルについて	漏水観測状況について	3290 ダム施工技術検討業務 H14
			基礎処理施工結果報告	3300 ダム盛立結果解析業務 H14
28	H24	仮排水路トンネルについて	試験灌水計画について	3310 ダム基本設計会議資料作成業務 H15
			計画計画について	3310 ダム基本設計会議資料作成業務 H15
29	H25	仮排水路トンネルについて	埋設計器計測結果報告	3321 ダム施工技術検討業務 H16
			試験灌水結果報告	3321 ダム施工技術検討業務 H16
30	H26	仮排水路トンネルについて	漏水量の算出について	3321 ダム施工技術検討業務 H16
			貯水池内法面について	3321 ダム施工技術検討業務 H16

(注1) ダム技術検討委員会のほか「工事資料：工種別」「新技術」等について、各業務と工事成果物との関連付けを行った。

(注2) 工種別とは、「事前掘削」「基礎掘削」「原石山掘削工」「基礎処理工」「洪水吐工」「監査断層」「盛立」「土取場」「仮置場」「ブレードバイル」「土捨場」「法面対策」「仮設工」「安全管理」「取水設備」「放流設備」「ダム管理設備」「ダム埋設計器」「監視所」「貯水池」「他機関との協議調整」「その他」をいう。

(注3) 新技術には、「監査断層のプレキャスト化」「TSK工法」「外防水型止水板」「伐採木の堆肥化」「ゼロ・エミッション」「富栄養化対策」「コスト削減」等をいう。

4. 検索システムと活用方法

(1) 検索システムについて

1) システム概要

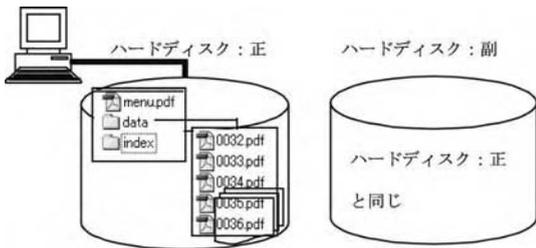
このシステムは、榎谷ダムに関する調査・設計・施工の全般に渡る技術資料をPDFデータ化し、技術の継承を図り、継持管理の基本情報を管理するものである。

2) 動作環境

①「ハードウェア」は、CPU Pentium III 733MHz以上推奨 メモリ：RAM256MB以上推奨 ハードディスク80GB以上のハードディスク空き領域

②「ソフトウェア」は、OS：Windows98SE以降Adobe社製 Acrobat Reader V6.0以上

3) ファイル構成



①「メニューPDF」ファイル

榎谷ダム全体の書類データPDFを分類して管理するPDFファイルで、実際のPDFファイルへは相対リンクを貼ってある。

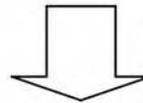


メインメニューでは、全PDFデータを、各検索目的別に大分類したものを各分類毎に表示

している。大分類からは、さらに中分類をプルダウンメニューから選択することができる。



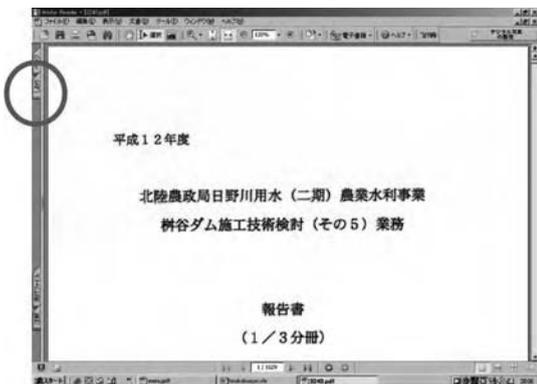
中分類を選択しボタンをチェックすると、しおりウインドウが開き、各PDFファイルを選択することができる。このとき、選択された中分類のしおりのみ展開される。



しおりについても、メニューと同じ分類で、3段階（大分類、中分類、PDFデータ）の深さを持っている。しおりだけでも検索できる。目的のしおりをクリックすると、各書類データPDFが表示される。

②「各書類データPDF」ファイル

これらのファイルには概要を表すしおりが付けられ、分類すべき目次があれば、それらのしおりがさらに作成されている。検索の対象となる文章・文字を持っていると判断されたファイルは、AcrobatのOCR機能を用いて作られた透明テキスト情報を持っている。



通常のPDFファイルの操作で、各書類データPDFを参照できる。しおりタブを開くと、各書類の目次に従ったしおりが表示されるので、ページの移動が容易にできる。



③高速全文検索用ファイル

menu.pdfと同じフォルダにある、indexフォルダの直下に格納される。

なお、絞り込み検索も高速で行える。

(2)検索システムの活用方法について

1) 榎谷ダムのストックマネジメント

ダムの安全監視のための計測は、堤体及び基礎地盤の沈下、徐々に進行するすべり等の「変形」、コンクリート、鉄筋に作用する土圧力等の「応力」、堤体内及び基礎地盤中の「水の流れ（浸透流）」や「地震」、「その他」に区分される。本ダムの計測項目及び計測頻度は「榎谷ダム管理マニュアル」に定められているが、これらの点検記録の活用は、今後、榎谷ダムに関するストックマネジメントを行う上で貴重なデータとなり、その効果は次のようなものが考えられる。

- ①日常点検及び定期点検記録のDB（データベース）構築
- ②機能診断と劣化予測・維持修繕計画の立案
- ③予防保全によるLCC（ライフサイクルコスト）の最小化

ここでは、今回電子化した、榎谷ダムの技術資料のうち、計測機器に関する情報（計測機器名、計測項目、位置図等）と前述の点検記録DBをリンクすることによって、次のステップで行う、各設備に関する機能診断のタイミングを設定することが可能となる。

さらに、この後に続く、劣化予測・維持修繕計画の予防保全計画によるLCCの最小化等の、榎谷ダムのストックマネジメントの一助になると思われる。

2) 地震時等のダム異常時活用

近年、特に多く発生している地震や洪水等の自然災害のうち、ダムの異常時としては、地震等の対応を考慮すべきものとする。

技術指針「大規模地震に対するダム耐震性能照査指針（案）」によると、レベル2地震（極めて希であるが非常に強い地震動）に対してダムが確保すべき機能として、以下の2点が求められている。

- ①貯水機能が確保されていること
- ②生じた損傷が修復可能な範囲にとどまること
従って、地震時の対応に関する技術資料の

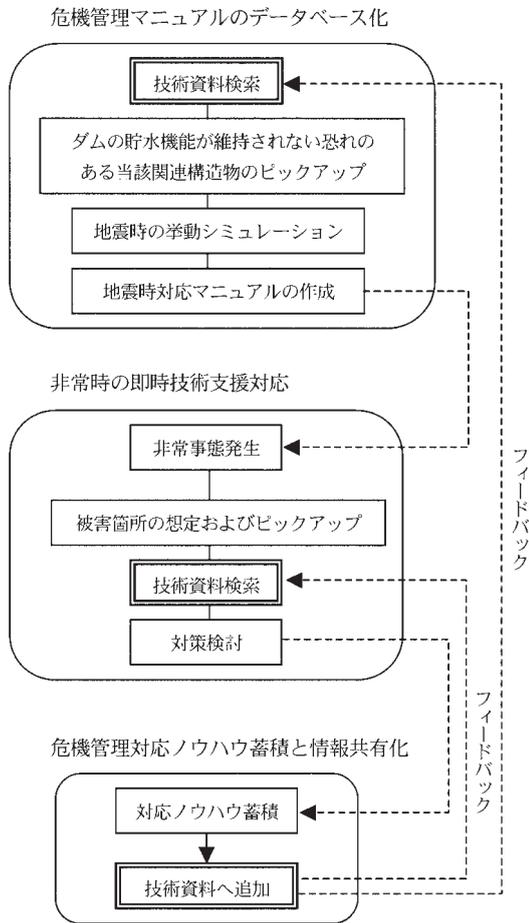


図-3 危機管理フロー

活用方法として、次のことが考えられる。

3) 教育的資料

今回、電子化された技術資料は、ダム建設に関わる技術の継承を行うための貴重な資料としての活用を図ることができる。

この技術資料は、ダム建設事業の調査開始から設計・施工の各プロセスについて、技術的判断を行った経緯が「ダム技術検討委員会」、「業務報告書」及び「施工計画書」「施工写真」等で確認できるようになっているので、今後施工が予定されているダム工事の参考となることはもちろん、他の建設工事にも応用できるものである。

- ①建設系学科での教育的資料
- ②官・民を問わず若手技術者の技術教育資料
- ③一般人のための「ダム建設技術」としての資料
- ④土木遺産としての資料

4) 3次元化

GISを利用し3次元化を図り、今回の電子化した技術資料とリンクさせることにより、次のような活用が考えられる。

- ①ダム湖周辺的环境監視項目やその対策工事のビジュアル化（3次元化により視覚化が可能となる）
- ②異常時の対応のビジュアル化（異常発生箇所の視覚化が可能となる）
- ③教育的資料のビジュアル化
- ④ストックマネジメントへのデータ蓄積

5. おわりに

今回、電子化した榊谷ダム建設に関わる技術資料については、特に、ダム建設の重要なステップ毎に行われた「ダム技術検討委員会」の内容をベースとして、各種資料の検索が行われるようなシステム構築を行った。

また、榊谷ダムの維持管理は、その建設工事を直接担当していない管理者（県）に委ねられることから、調査開始からダム建設までの種々の課題を議論した経緯を、その工事毎の記録として電子化したことの意義は極めて大きいと思われる。

今後は、榊谷ダムのストックマネジメントに活用できるようなデータベースの構築を行い、今回電子化された技術資料の一層の活用を図ることが重要である。

最後に本報文を作成するにあたり、資料の取まとめにご協力いただいた前田建設工業・熊谷組・飛鳥建設特定建設JV及び(株)三祐コンサルタンツ、検索システム構築を担当した(株)国土開発センター及びナチュラルコンサルタント(株)並びに日夜、榊谷ダム建設に当たってご苦勞された日野川用水事業所の先輩諸氏に感謝の意を表しますとともに、今後とも一層のご指導ご支援をお願い申し上げます。

真狩村農業空間情報活用プロジェクトの活動について

門 間 修*
(Osamu MONMA)

目	次
1. はじめに	61
2. プロジェクトの構成	61
3. 活動概要	61
4. 調査概要及び調査結果	62
5. 今後の展開方向	64
6. おわりに	64

1. はじめに

近年、地域農業において農業生産に必要な基礎的情報を広域的かつ詳細に把握し、その情報を有効に活用するためのIT化を促進することが求められてきている。

また、それらの情報は地元農家に還元されるのみならず、営農指導への活用、農地の基盤整備への活用、それに伴う土地改良施設の更新整備への活用など持続的な農業を進める上で非常に有効である。

平成12年度から平成15年度にかけて、地域整備方向検討調査「東後志地域」（真狩村・留寿都村）を行ってきた中で、リモートセンシング（衛星画像の活用）の活用事例を地元関係者に紹介したところ、真狩村農業の活性化の一つとして活動することとなった。

今回、平成15年から17年にわたり進められている農業空間情報活用プロジェクトの活動内容について紹介する。

2. プロジェクトの構成

プロジェクトを推進するにあたり、農業の持続的発展・優良農地の継承をスムーズに行うための中心となる村、農協、農業委員会、改良普及センター等が基幹的な構成メンバーとなっている。また、村の農業後継者も多数在籍している地元の農業高校も参加しており、将来の地域農業の担い手として期待されている。

農地の持続的発展・優良農地の継承システムを

確立するために村全体が一丸となって取り組んでおり、将来の営農・生産・流通も視野に入れた総合的な位置付けとしている。

3. 活動概要

プロジェクトの具体的な活動としては、地域農業の基盤となる基礎資料を収集し、現況の詳細な土壌分布を把握し、精密土壌図を作成する。

また、地域の土壌特性と生産力の関係を明確化するために、村の主要な農産物である馬鈴薯に着目し、その生育状況図を作成し、土壌図と比較し農地評価の検討を行う。

さらに、地理情報システム（GIS）を活用し、農業の基礎情報の高度化を図り、将来に向けての活用方法について検討を行う。

(1)衛星画像の撮影

土壌表層が認められる5月上旬～中旬

（土壌図作成に使用）

馬鈴薯の塊茎形成期にあたる6月下旬

（土壌区毎の作物生育状況図作成に使用）

(2)精密土壌図の作成

既存の土壌図により区分される2つの土壌タイプ毎に表層の濃淡別に、土壌断面調査、土壌分析を行い、現地データと衛星画像とを比較解析し精密土壌図を作成する。

(3)土壌区別の馬鈴薯生育状況図の作成

馬鈴薯について、衛星画像と現地調査から土壌区別の生育特性を明確化し、馬鈴薯の生育状況図を作成し地域全体の生産力を把握するための基礎資料とする。

(4)圃場区画図の作成

対象地域の圃場分布状況を把握するための基

*北海道開発局小樽開発建設部農業開発課

(Tel. 0134-23-5131)(内271)

礎資料として、衛星画像から圃場区画図を作成する。(耕地面積約2,500ha)

(5)地理情報システム活用を検討

農村地域における地理情報システム (GIS) の活用を視野に入れ、システム構築に必要な基礎データ資料を収集・加工・蓄積し、併せて土壤図・生育状況図と比較検討し高度化されたデータベースの作成・活用の検討を行う。

4. 調査概要及び調査結果

衛星画像の撮影については高解像度の衛星 QuickBird (アメリカ) を使用し、平成15年5月2日、平成15年7月8日に撮影した。

次に5月2日の衛星画像から土壤区毎、土壤の濃淡別に馬鈴薯ほ場を10カ所選び、土壤を採取し分析を行った。

馬鈴薯の生育調査については、成長点までの長さ、茎数、葉色を計測した。(写真-1)



写真-1 地元高校生による生育調査

収量調査は8月26日に行い、全重量、規格別収量、ライマン価を測定した。

平成16年度も同様に馬鈴薯ほ場を10カ所選定し調査を実施した。

衛星画像については当初平成15年と同じ QuickBird で撮影リクエストを依頼していたが、撮影日と気象条件が合わず、いずれも雲が写っている状況だった。

他の衛星の撮影状況を確認したところ、ASTER (アメリカ、解像度15m) が7月22日に撮影していることが分かり、今回その衛星データを使用し解析することとした。

(1)土壤腐植区分図の作成

【15・16年度】

土壤調査により得られた地上データと衛星画像の解析から土壤腐植含有率推定式を求め、土壤腐植区分図を作成した。(図-1)

解析の結果、被覆物の存在または石灰施用後のほ場 (画像上では白色に目視判読)、牧草・雑草・小麦と推察されるほ場のまばらな植生が裸地抽出処理に影響を及ぼし、対象地区内のすべての圃場を分類・抽出することが出来なかった。

また、腐植含有率の推定式作成に、耕起の前後、まばらな植生の有無など個々のほ場の状態の差が影響を及ぼしていることが推察された。

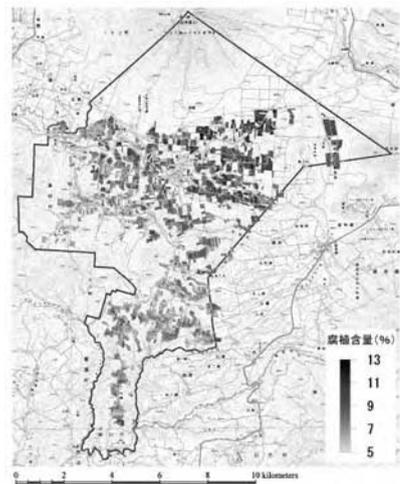


図-1 土壤腐植区分図

(2)生育状況と収量・品質

【15年度】

馬鈴薯の生育状況と収量・品質の関係を調べるにあたり、収量は規格内収量を用い、品質は馬鈴薯の品質を左右するでんぷんに着目し、でんぷん含量の指標である「ライマン価」で比較した。

また、生育状況は生育の程度を示す、草丈、茎数、葉色 (SPAD値) を使用した。

現地調査の結果から6月の生育状況と収量・品質の関係は相関がとれない状況であったが、7月のデータ (図-2, 3) からは相関関係がみられた。生育状況が小さい場合、極端に良好な場合とも収量・品質が低下する傾向を示している。したがって、収量・品質等の予測には初期生育状況からは困難であるが、生育中期以降の情報に基づくことが必要であると推察された。

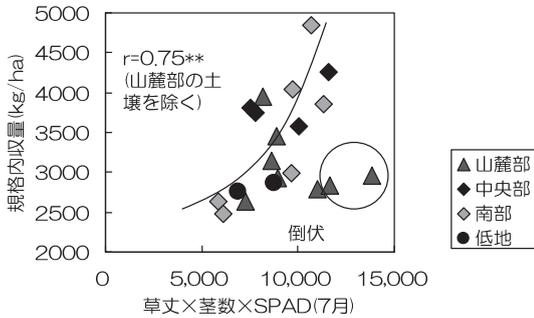


図-2 規格内収量と生育との関係

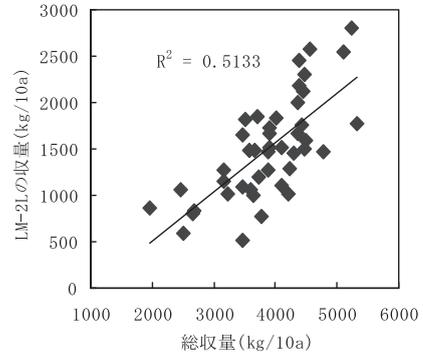


図-4 総収量と規格内収量

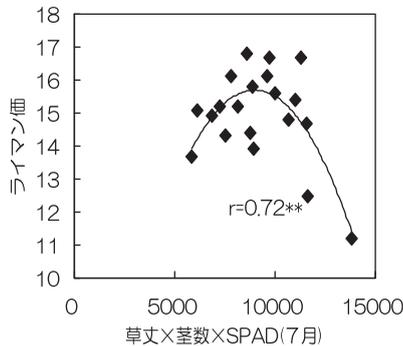


図-3 7月の生育状況と収量との関係

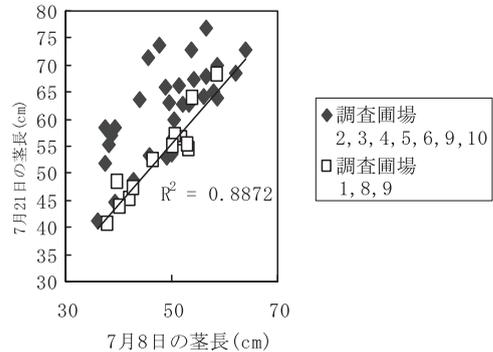


図-5 7/8と7/21の莖長の関係

※SPAD値とは、植物の葉の葉緑素の量の値で、葉緑素計により測定できる。また、リモートセンシングによる画像からも読みとることが可能である。

[16年度]

真狩村の馬鈴薯規格内収量は、総収量が多ければ多いほど増加傾向(図-4)にあり、そこで衛星画像が直接反射を捉えることのできる地上の生育状態と総収量を規制する要因について検討した。

7月8日、7月21日の莖長の比較から7月8日以降も成長傾向にある圃場(◆)と成長が停滞する圃場(□)が認められた。(図-5)

そこで、各圃場の葉色の変化について比較したところ、成長傾向にある圃場(◆)では葉色が高いまま維持されていたが、成長が停滞する圃場(□)では減少傾向にあった。(図-6)

さらに、圃場毎に7月21日の莖長と総収量の関係を見た場合、両者での相関関係が異なることが分かった。すなわち、生育停滞型の圃場(□)では莖長に関係なく成長傾向の圃場に比べて収量が高く維持されていた。(図-7)

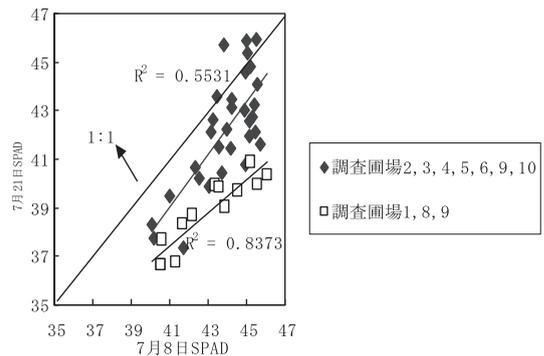


図-6 7/8と7/21のSPAD(葉色)の関係

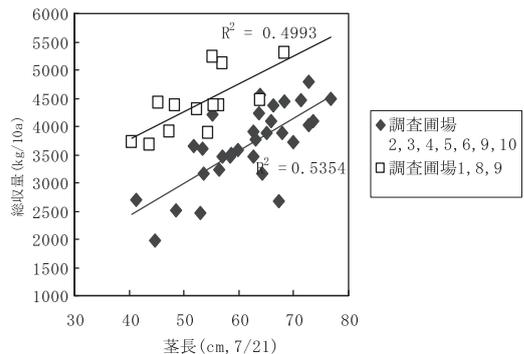


図-7 7/21の莖長と総収量の関係

(3)馬鈴薯収量の予測方法

馬鈴薯の生育状況と収量の関係から、おおまかな馬鈴薯の生産力の大小を判断する指標としてSPAD値（葉色）が有効であることが確認できた。

7月の生育状況の変化を調べなくとも、7月下旬のSPAD値（葉色）をリモートセンシングにより把握することで生育状況から収量の予測まで地域全体の広範囲においてとらえることができる。（図-8）



図-8 茎長とSPAD（葉色）の関係

5. 今後の展開方向

真狩村の農業空間情報活用プロジェクトでは、関係機関の協力のもと農地の基礎的な1次データ（土壌調査、生育調査、収量調査、圃場データ等）を収集し、加工・蓄積（圃場区分図、土壌腐植区分図、収量予測図、営農履歴図等）していく予定である。

その活用方法として、

1) 農業者としての利用

- ①作付計画、品質管理、土壌管理、圃場管理等
- 2) 村（自治体）としての利用
 - ①農業振興計画の活用
 - ②農業基盤整備の活用
- 3) 農業委員会としての利用
 - ①農地流動化対策
 - ②新規就農者対策
- 4) 農協としての利用
 - ①生産戦略（新規作物、生産調整）
 - ②流通戦略

などが考えられ、更なる活用方法の拡大が期待されている。

6. おわりに

現在、プロジェクトの活動（図-9参照）は3年を目処に行っており、最終年となる平成17年度は2年間の補足調査を行い精度を高めるとともに地理情報システムの検討作業を進めており、成果の取り纏めと検証中である。

農業環境とりわけ地域農業においては、農業所得の減少、農家人口の減少、耕作放棄地の増加、農業施設の老朽化・管理問題などの課題が山積している。少ない人数で効率の良い農業経営を進めるためにも今後とも、この農業空間情報活用プロジェクトを継続し、高度化された情報を適切に地域全体で活用して行かねばならないと考える。

近年は作物の生産履歴（トレーサビリティ）、農薬の使用制限など農作物生産の現場は精密さを求められている。今回のプロジェクト活動で得られた結果を如何に活用し、現地に生かしていくかが今後の課題となってくる。

農地・農業用水等の資源は、農業者の生産基盤であるとともに、食料の安定供給や多面的機能の発揮に不可欠な国民共有の財産でもある。農地の高度な情報はこれらの資源を管理する面からも今後広く整備され活用されていくと考える。

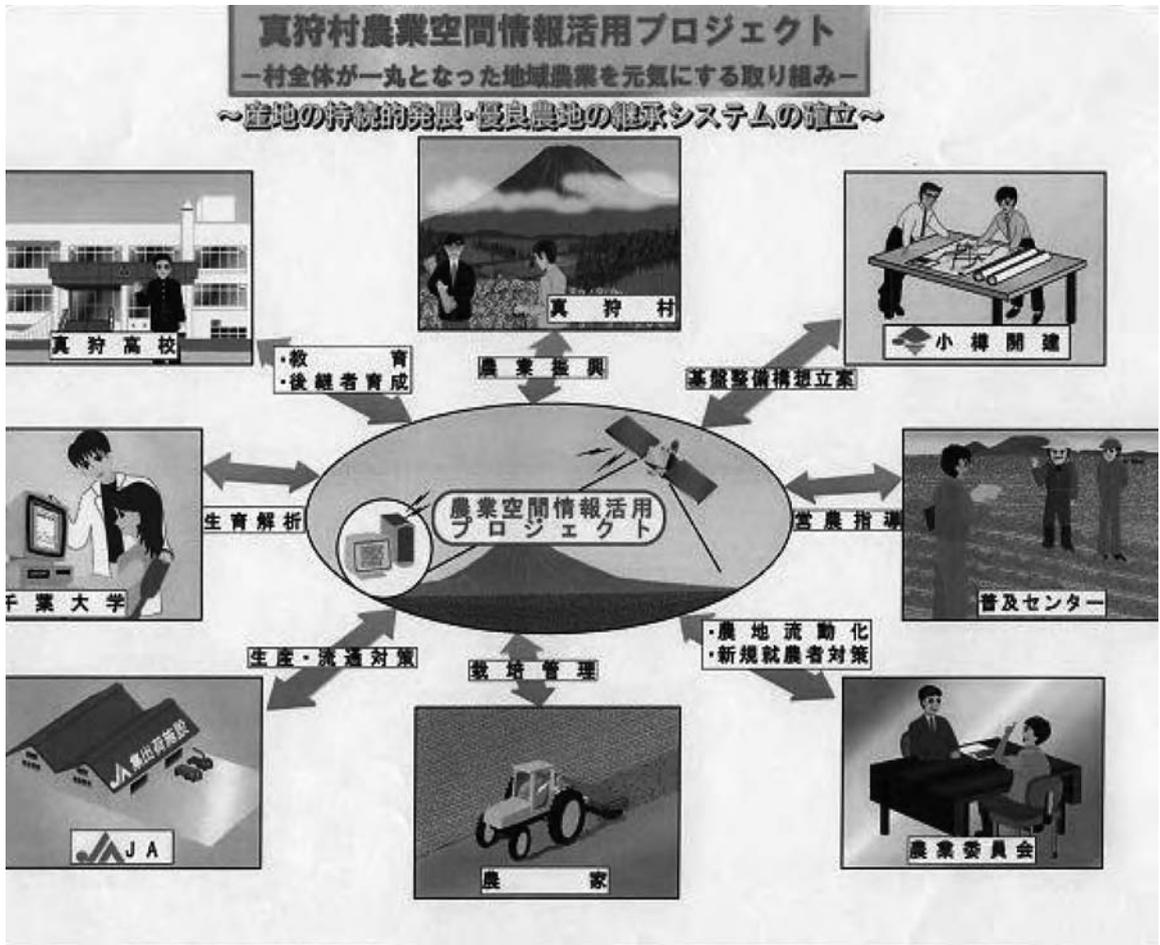


図-9 真狩村農業空間情報活用プロジェクト機構図

高瀬地区直轄地すべり対策事業における排水トンネルの実施設計

—設計VEを取り入れた事例—

久保田 貴 純* 萩 野 隆 造* 永 井 泉 治**
 (Takazumi KUBOTA) (Ryuzo HAGINO) (Senji NAGAI)

目 次

1. はじめに	66	4. VE提案	74
2. 設計VE活動方式	66	5. 設計VE提案	75
3. 具体的な検討内容	68	6. おわりに	75

1. はじめに

本地区は、高知県の中央部最北端、愛媛県境近傍の吾川郡仁淀川町に位置する仁淀川沿いの右岸の地すべり地である(図-1)。当地区は、緩斜面の集水地形を呈しており、継続的な地すべり変位が観測され、民家、農道、農地などに亀裂が生じる等の被害が生じている。地質構造は、御荷鉾構造線が近傍を通過し、いわゆる破碎帯地すべりである。地すべり防止工事は、地すべりの状況や対策の緊急度、地形、土質条件等により、杭工、シャフト工、アンカー工等の抑止工が主体とならざるを得ない場合もあるが、排水トンネル工、集水井工および水抜きボーリング工等の抑制工により、地下水位を排除し、すべり面付近の間隙水圧の低下を図ることを基本とする。(図-2参照)

今回の報告は、高瀬農地保全事業においてDプ

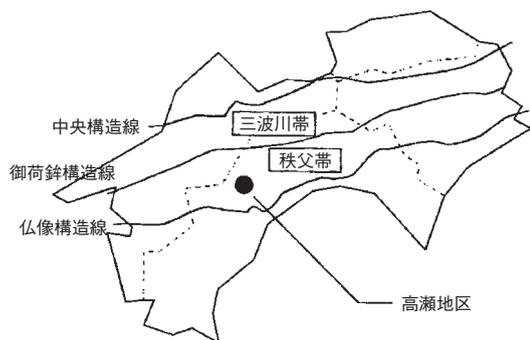


図-1 高瀬地区位置図

ロックの地すべり防止対策工として計画されている4本の排水トンネルのうち、D1号排水トンネルの実施設計にあたって、トンネル坑口付近の仮設計画及び断層破碎帯部の補助工法を含む排水トンネルの掘削工法に関して、設計VEを実施し、コスト縮減工法の妥当性の確認、第三者への説明根拠、資料作成等を行った。この設計VEの過程と、最終的に決定した詳細項目について報告する。

2. 設計VE活動方式

設計VE実施段階は、全体実施設計(全計)、基本設計、実施設計の段階の中で、1案件につき、いずれかの段階で設計VEを実施することとなる。一般的に全計段階のみで、設計VEを実施した場合、設計の細部を決定する各種調査データが不足し、個別構造物の設計などの具体的な技術に結びついた検討は不可能である。また、基本設計段階における検討では、全計の見直し作業となる場合が多く、必要な調査も充実し、路線計画、施設構成、配置計画、管理手法などの基本設計レベルにとどまってしまう。一方、実施(詳細)設計段階では、必要なすべてのデータが整備され、また同時に関係する制約条件が明確になっており、結果として主要な設計仕様、構造等が既に決定され、設計VEの適用範囲が狭くなってしまいう問題も発生する。

今回のD1排水路トンネル設計の全体実施設計(全計)は完了し、実施設計を行う前段状況であった。このため、設計VEを基本設計の一部と考え、設計コンサルタントが全計から変更した独自案(設計VE素案)として作成した設計VE報告

*中国四国農政局高瀬農地保全事業所 (Tel. 0889-20-0201)

**株式会社エイトコンサルタント (Tel. 082-263-7771)

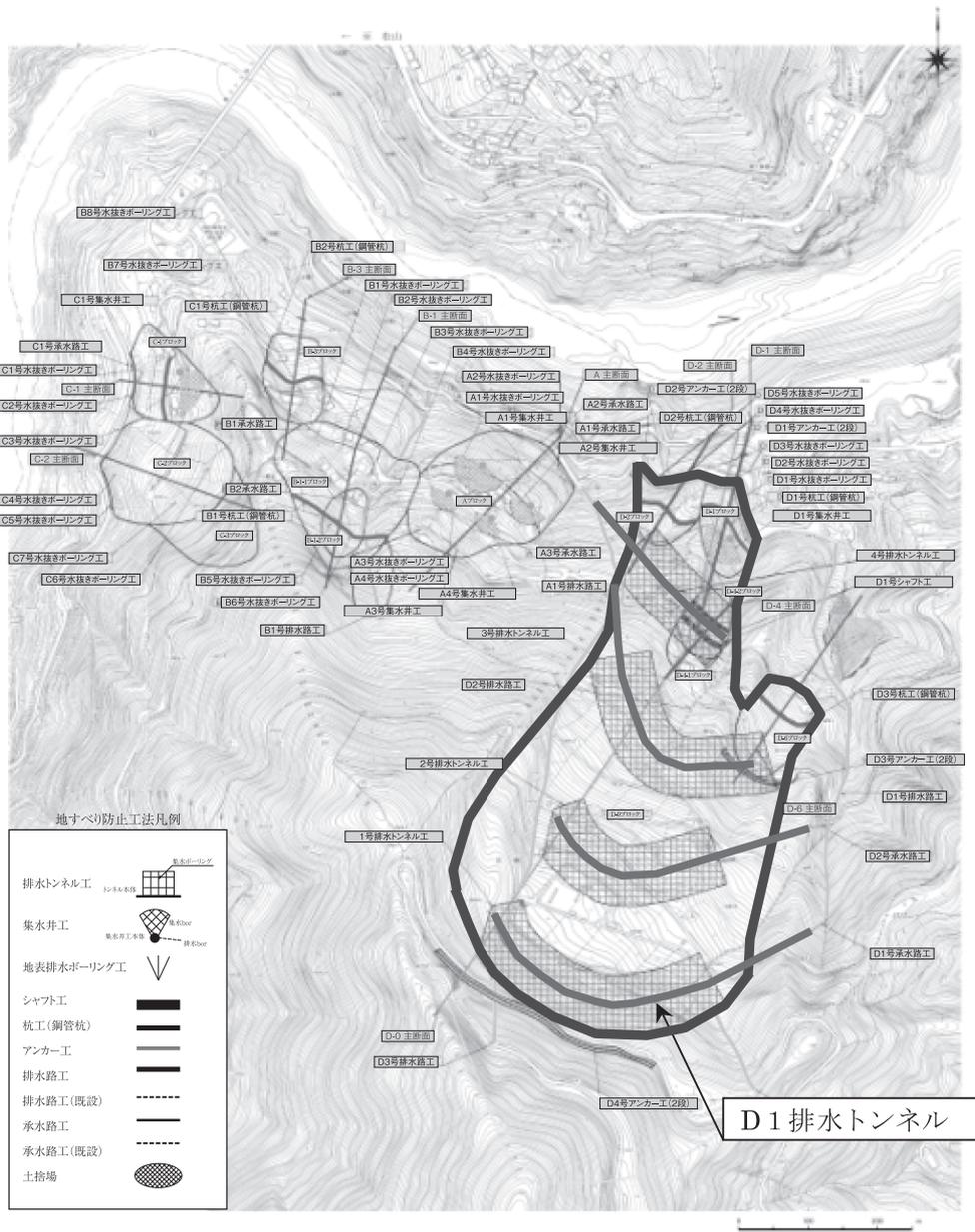


図-2 対策工平面図

書を第1回設計VE検討資料とした。このため、設計VEの実施段階は、基本設計と実施設計の中間的な段階で実施することが可能となり、全計を含めた設計の基本的思想まで遡って検討することが出来た。検討回数は全3回とし、設計VEの理想的な検討が出来たといえる。

民間のVEメンバーについては、公募から下記の評価項目により選定された。

- (1)資格 (以下のいずれかの資格の有無)
技術士, RCCM, 1級土木施工管理技士
- (2)経歴 (過去10年間の主な経歴)
- (3)技術力
経済性, 施工性, 安全性, 環境への配慮・維持管理, 施工計画・仮設計画, その他(工期短縮等), 発生材の処分方法

3. 具体的な検討内容

3-1 第1回検討会

(1)VE対象項目概要説明（情報収集）

第1回目の検討会における基本資料は、設計コンサルタントが全計に対し、設計VE素案を作成した。第1回設計VE検討会説明資料及び、その根拠となる設計参考資料により、全体事業概要、VE対象範囲、設計原案などについて説明と質疑を行った。これにより、検討会参加メンバーの判断基準となる情報レベルが均一となった。

(2)現地調査

VE対象となる地すべり地全体の視察及び、D1排水トンネル坑口位置、仮設備計画位置、地質地形、植生などの現地条件を把握した。現地では全計案、設計VE素案などの計画を図面で示し、メンバーからの質疑を受けた。その後、過去に実施された、ボーリングコアを確認し、排水トンネル位置と地質の関係を確認した。

(3)設計VE概要説明

VEリーダーにより、メンバーに対し、「VE」とはどのようなものを理解してもらうための説明と、設計VEの工程、手法など、最終的な検討会の運営方針を説明された。

(4)情報収集・分析（WS-01）

事業所が設計VE素案を元に作成した情報収集図（表-1）（WS-01）から、設計条件、設計諸元、制約条件等についての情報を収集・分析し、VEメンバーの情報の共有化を図った。また、VE参加者による質疑応答により、課題を明らかにした。

(5)機能の定義（WS-02）

機能の定義は、VEの対象が達成すべき機能を

抽出する過程である。

検討会では、VE参加者全員で、「～（名詞）を、～（動詞）する」という単純な表現で機能を表示し、付箋紙に書き出した。機能を抽出し終わった段階で、重複する機能を整理・集約し、次の二つの要素毎に書き出し、機能定義表（表-2）（WS-02）を作成した。

- ①排水トンネル全体（特に破碎帯部）
- ②トンネル坑口部及び仮設計画

(6)機能系統図作成（WS-03）

基本的な機能（上位機能）とそれを達成するための手段となる副次的な機能（下位機能）の関係を整理するために、機能系統図を作成した。

検討会では、機能定義で整理集約した付箋紙を用い、機能をつりー状に整理・体系化し、機能系統図（表-3）（WS-03）を作成した。（全体部のみを示す）

(7)アイデア発想と概略評価（WS-04）

アイデア発想では、機能系統図をもとに同じ機能を達成できる代替手段を、あらゆる制約を取り去って自由に発想した。検討会では、VE検討会参加者全員により、ブレインストーミング法によりアイデア発想を行った。また、提出されたアイデアについては、全員で技術的可能性と経済的可能性の両面から概略評価を行った。概略評価では、原案と比較して優れているかどうかの観点から、次の基準により評価を行った。その結果は、表-4（WS-04）に整理した。

主な検討課題

第1回VE検討会では、提案されたアイデアについて概略評価を行い荒絞りした。

この内容について、第2回検討会までに建設コンサルタントにより精査を行うこととした。

I 要求条件に関する情報 (目的、能力等)

- 目的：地すべり活動の原因となる地下水の排除を図ることを目的とし、トンネル本体及びトンネル内からの集水ボーリングを施工する
- ・ 計画路線には、断層破砕帯 (名野川スラスト) の存在が想定されていることから、補助工法、掘削方法の検討を行う。
 - ・ 地形地質状況を踏まえ坑口位置及び仮設計画の検討を行う。

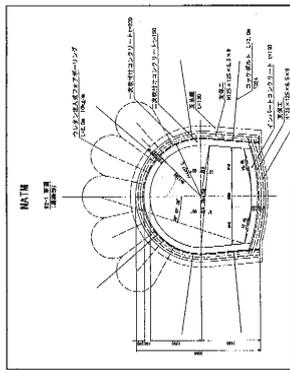
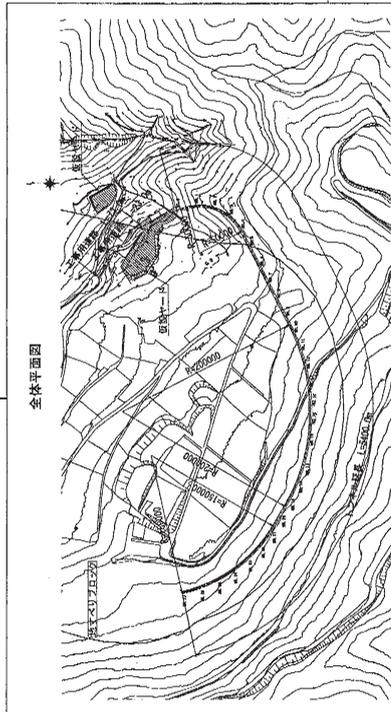
(VE)検討内容

1. 断層破砕帯部の工法
 - (1) 補助工法の選定
 - (2) 掘削断面・掘削工法の選定
 - (3) 先進ボーリング・湧水対策の選定
2. 坑口位置の検討
 - (1) 坑口位置・タイプ・施工方法
 - (2) 坑口までの進入道路
 - (3) 仮設備の配置計画

1. トンネル終点部の断層破砕帯よりも奥の区間は、トンネル本体による排水効果を見込み在来工法とする。
2. 坑口までの仮設道路は維持管理のため可存。
3. 高圧受電 (350 KVA) は近傍より可存。
4. 地すべり土塊の年間移動量は約3~7 cm。
5. 断層部の想定湧水量は0.1 m³/分/m。
6. 現況地下水位は、トンネル上部20~30 m程度。(最大50 m)
7. 排水は処理後排水路へ排出する。
8. トンネル縦断勾配0.5% (坑口より)。
9. 地すべり面より1.0 mの離隔確保。
10. 坑口付近の地形地質状況は追加参考資料参照。

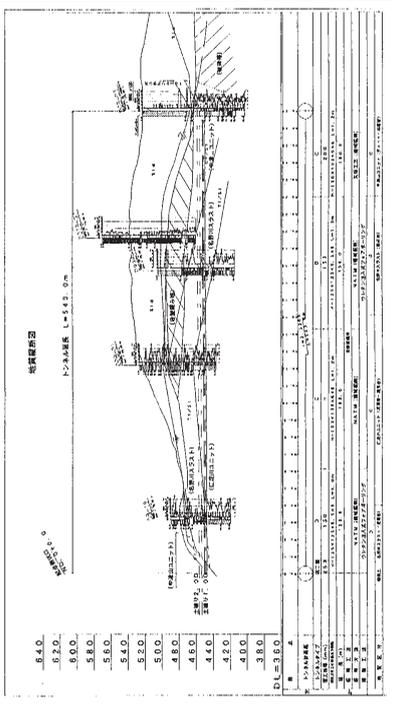
III 構成要素に関する情報 (工期等)

1. 工事実施期間は、平成17年10月~平成20年3月 (集水ボーリング含む)。
2. 昼夜施工可能。



工事費一覧表

原 案	数量	単 位	単価(円)	金額(千円)
トンネル工事費				
1) 本体工				
トンネル掘削工	183.0	m	350,000	42,317
トンネル掘削機	277.0	m	335,000	106,645
タイロ(矢張工事)	100.0	m	264,000	26,400
補助工法(ワレタン注入ボルト)	277.0	m	338,000	93,876
掘削工法(掘削機資材)	15.0	m	185,000	2,745
坑口	1.0	坑	3,000	3,000
坑口法面処理	1.0	坑	2,410	2,410
仮設ヤード整備工	1.0	式	23,591	23,591
仮設(養生材)	2,650.0	m ²	1,300	3,445
新削(土砂)	1,200.0	m ³	800	960
プロシテ工	235.0	m ²	22,000	5,170
仮設道路	96.0	m	146,000	13,956
仮設設備	1.0	式	15,151	15,151
仮設備	1.0	式	16,000	16,000
仮付付プラント組立・解体	1.0	式	2,000	2,000
変圧仕組設備	1.0	式	13,500	13,500
給水・排水設備	1.0	式	1,900	1,900
仮設設備	1.0	式	13,000	13,000
仮設備	1.0	式	14,900	14,900
仮設備	1.0	式	250	250
仮設備	1.0	式	1,800	1,800
プラント組立・解体	1.0	式	3,000	3,000
集水ボーリング	6,500.0	m	21,000	136,500
集水処理	3,000.0	m ³	23,000	69,000
集水処理	4,300.0	m ³	1,600	6,880
トンネル工事費計				590,964



II 技術・制約条件・問題点に関する情報 (技術的制約、用地等)

IV コストに関する情報

表-1 情報収集図 (WS-01)

表-2 機能定義表 (WS-02)

構成要素	～を～する	構成要素	～を～する
排水トンネル	地下水水位を低下させる 地下水を抜く 水圧を解放する 水を外に流す 人が入る 資材を搬入する ボーリング機械を入れる 水抜きボーリングの作業空間を確保する 切羽を安定させる 地山を支持する 水圧(湧水)に耐える 排水量を観測する すべり面を観測する 地質を観測する	坑口	法面を保護する 崩落を防止する 地山をおさえる 斜面の安定を図る 入り口を保護する 水を流す 資材を搬入する 機械を搬入する 人が入る ズリを出す 進入路を確保する
		仮設ヤード	資材を搬入する 機械を搬入する トンネル進入路を確保する 作業スペースを確保する 休憩所を設ける

表-3 機能系統図 (WS-03)

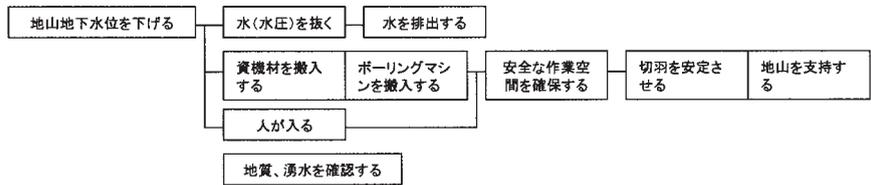


表-4 アイデア発想と概略評価 (WS-04)

NO	アイデア	※技術	※コスト
1	終点部のCタイプは覆工を吹付コンクリートにする	△	○
2	掘削工法を発破工法にする	○	
3	ウレタンフォアバイリング L=2.0m→L=3.0mにする	○	
4	排水用の水路を設置する	○	△
5	先行ボーリング用基地を設ける	○	○
6	鏡吹付けを実施する (Cタイプ3cm, Dタイプ5cm)	○	
7	ロックボルトの省略 (Cタイプ)		○
8	H型鋼のHを小さくする H-125→H100	△	○
9	ロックボルト→フォアバイリングに変更 (Dタイプ)	△	△
10	NATMの吹付ラス張りをスチールファイバーに変更		△
11	二次覆工の省略 NATM:吹付コンクリート 在来工法:コンクリート		○
12	二次覆工を吹付コンクリートとする		○
13	終点までNATMで施工する	施工可能	
14	終点側トンネル延長を短くし、扇状に集水ボーリングを行う		○
15	終点側では二次覆工をやめて、矢板をライナープレートに変える		○
16	二次覆工をしない	NO11に含む	
17	拡幅部を設ける (サイクルタイムの縮小)	△	△
18	Cパターンについて側壁部のロックボルトを控除する (NATM)		○
19	坑内の湧水、濁水処理後の清水を工事用水として利用する	○	○
20	脱水ケーキをセメントの原料として再利用する (セメント工場に搬出)	△	△
21	注入フォアバイ、鏡吹付材を混入した廃棄物処理について		評価しない
22	終点側換気口の径を小さくする		縮小しない

※技術:技術的可能性(施工性,工期含む) ※コスト:コスト低減性(コストの高低,縮減性等)

○:良い…目的達成の可能性が高い。

△:要検討…現在の情報では判断できない。情報収集により再度検討し、○,×をつけた。

3-2 第2回検討会

(1)検討結果の整理

第1回検討会で行ったアイデア発想と概略評価

の内容を精査した結果(各アイデアの再評価)について、参加者全員で討議し、概略評価結果の確認を行った。

(2) アイデアの発展及び代替案の選択

概略評価で残ったアイデアについて、改めて参加者全員で検討を行い整理したうえで、代替案を絞り込んだ。

絞り込んだアイデア及び検討結果の概要は、以下のとおりである。

【トンネルにおける有力アイデア】

①地山の支保パターンの整理

- ・概略評価（WS-04）におけるNo.1, 2, 7, 11, 12, 13, 15, 16, 18をあわせて整理する。
- ・基本方針として、地すべりブロック区間の掘削工法は、施工可能な限りにおいてできるだけ集水効果の高い工法とする。従って、NATMではなく地山を緩ませる在来工法とする。
- ・地すべり排水トンネルにおける覆工の目的を改めて整理する。そのうえで、在来工法におけるCタイプの二次覆工は省略する。（矢板→上半吹付け）。NATMにおけるCタイプについては、ロックボルトを省略する。（中間部のCタイプについては、改めてFEM解析を行い検討する。）

②先行ボーリング基地を設ける

- ・先行ボーリングは必要であるという前提で、切羽で実施するかピットを設けて実施するかで経済比較する。
- ・切羽からの施工の場合、工期が延びることによる機械損料等が計上される。
- ・切羽からの水平ボーリングの損失コスト（切羽が止まった場合の損失コストや施工性等）については算出困難な部分が多いが、試算してみる。
- ・排水ピットを残す大断面では地山が永久構造として保たないと想定されるので、最終的に排水ピットを残すか埋めるかについて、改めて検討する。

【坑口・仮設における有力アイデア】

①仮設ヤードの効率化

- ・用地、土地利用上の問題はない。
- ・ズリ仮置場を上段ヤードの横へ。
- ・仮設ヤードの場内山側排水溝を入れる。
- ・濁水処理設備の道路を確保する。
- ・坑口→濁水処理へのルートを確保する。
- ・上段のヤードに駐車場、詰め所等のスペースを確保する（平面図に配置図を入れる）。

②坑口進入路の形状

- ・直壁タイプの箇所における水路部分は、横矢板を鋼製、まわりを重力式コンクリート擁壁等にして、仮設と永久構造物を兼ねる構造とする。
- ・もたれ擁壁タイプの籠枠工は植生つきで吸い出し防止可能であり、これを採用する。
- ・仮設道路は舗装厚5cmで設計する。
- ・仮設道路にも、図面としては水路を入れておく。

【その他】

- ・アイデアNo.8（H鋼のHを小さくする）、及びNo.9（ロックボルト→フォアパイリングに変更）については、前提となるB計測を行わないこととするので、VE提案には残さないこととする。
- ・坑口法面工における法枠、アンカー材については、樹脂性のアンカーについて調べる。
- ・擁壁の緑化はブロック積み、籠マットについて最も安い方法とする。
- ・NATMと在来工法（矢板工法）については、ここで改めて次のように定義する。
NATM：応力開放の前に吹付けコンクリートを行う。
在来工法：H鋼は仮設材とし、最終支保は覆工コンクリートである覆工コンクリートとして吹付けコンクリートを検討・提案する。
- ・B地山の追加案等については、VE検討会における意見・提案等のかたちで報告書に入れることを検討する。

主な検討結果及び課題

第2回検討会で絞り込まれたアイデアについて整理し、第3回検討会までに基本アイデア提案書（WS-06）のかたちでとりまとめることとした

3-3 第3回検討会

(1)検討結果の整理

第2回検討会における検討結果を整理し作成した基本アイデア提案書（表-4の左側のみの表）（WS-06）について、設計コンサルタントより説明を行った。

(2)検討代替案の整理と採用案の決定

基本アイデアについて、参加者全員で評価・検討を行い、採用案を決定した。

表-5 VE提案書 (WS-07) その1 (地山の支保パターンについて(1))

- ・地すべりブロック区間の掘削工法は、施工可能な限りにおいてできるだけ集水効果の高い工法とする。矢板工法を採用する。
- ・地すべり排水トンネルにおける覆工の目的を改めて整理する。そのうえで、在来工法におけるC及びBタイプの二次覆工を省略し、矢板 (B:掛矢板, C:送り矢板) の代わりに上半吹付けとする。

案	採用案	当初計画案
在来工法 (タイプB) 発破掘削		
概算工事費 (千円/m)	183 (千円/m)	
在来工法 (タイプC) 機械掘削		
概算工事費 (千円/m)	244 (千円/m)	251 (千円/m)
対象区間・延長 (m)	NO. 21+3.0~NO. 25. B=40.0 (m), NO. 25~NO. 27. C=77.0 (m)	NO. 21+3.0~NO. 27. C=117.0 (m)
概算工事費 (千円)	26,108 (千円) (1.000)	29,367 (千円) (1.125)

原案コスト：29,367 (千円) , 概算コスト：26,108 (千円)

VE検討会としては、次の4項目を採用案として提案することとした。

①地山の支保パターンの変更 (WS-07提案の特徴) (表-5)

Cタイプのうち、地山状態の良好なものについてはBタイプとし、発破掘削とする。また、可能な限り集水効果の高い工法を選定することを前提とし、FEM解析を実施したうえで、さらに施工性、経済性、安全性等も含めて総合的に検討した結果、次の支保パターンに変更することを提案する。

- ・支保工+コンクリート覆工→上半吹付け+ロックボルト工
- ・地山が緩んだ後、下半吹付けコンクリートを実施する(ただし、地山が悪い場合は、下半吹付けコンクリートを早急の実施する)
- ・ロックボルトは上半4本を標準とし、後は省略する。
- ・B, Cタイプは吹付け厚で区分する。
- ・仮インパートの吹付けコンクリート (t=50mm) は省略する。

なお、発破については、地すべりへの影響を考慮し、試験発破を実施することとし、その旨を特記事項として提案する。

②先行ボーリング基地を設ける (WS-07提案の特徴) (表-6)

VE検討会の検討結果により先行ボーリングが必要であることを提案することとする。その場合、原案は切羽からとなっているが、VE提案は基地を設けることとし、この2案について比較検討する。

③仮設ヤードの効率化 (WS-07提案の特徴) (表-7)

当初原案は、情報収集図における案 (大規模な仮設構台を必要としない案) とする。

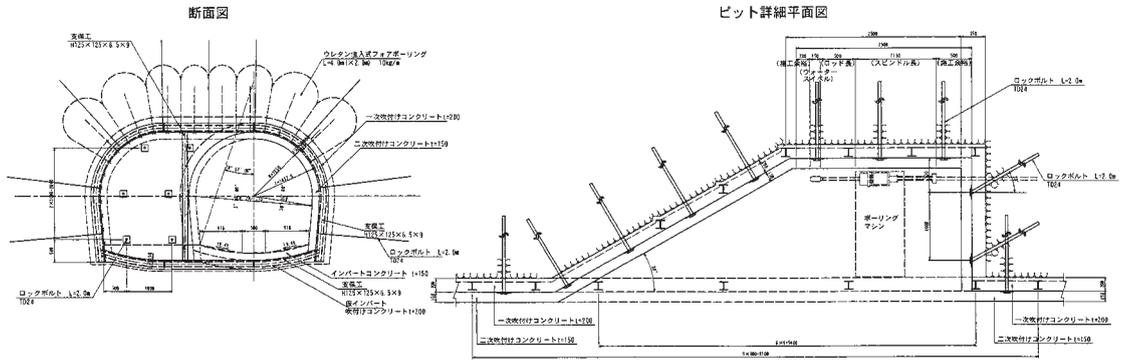
④坑口法面の形状 (WS-07省略) 鉄筋を含むコストを出す。

(3)VE提案項目の評価

提案された4案について、原案と比較した際の機能達成度、施工性、経済性、環境への影響、メンテナンス、安全性の6項目について、参加者全員で評価を行った。なお、トンネルにおける支保

表-6 VE提案書 (WS-07) その2 (先行ボーリング基地を設ける)

- ・先行ボーリングは必要であるという前提で、切羽で実施するかピットを設けるかで経済比較する。
- ・切羽での施工の場合工事工程が延びることによる機械損料等が加算される(基地 1 箇所当たりの施工延長 L=75.0m と仮定し、13 日とすると以下の通り)。
- ・切羽に直接水平ボーリングを行う場合の損失コスト(工事の中止に伴う損失コスト、施工性等)については、算出困難な部分が多いが、推定により試算。
- ・現計画断面における基地部の採集施工方法は、最終的にピットを残すかどうかも含めて、改めて検討する。



排水ピット断面の違による拡幅断面施工費(概算工事費、直工)(箇所当り)

	排水ピット断面 ロータリー5.5kW (円/m)	標準断面(01-2) (円/m)
掘削工	303,000	153,000
吹付けコンクリート工	221,000	182,000
ロックボルト工	73,000	59,000
支保工	70,000	55,000
金網工(吹付け)	11,000	9,000
覆土工	43,000	34,000
金網工(覆工)	7,000	6,000
補助工法	426,000	278,000
小計	1,154,000	774,000
延長(m)	4.5	4.5
機械経費	0.0	2,543
計(千円/箇所)	5,193	6,026
差額(千円/箇所)	(1,000)	(1,160)
差額(千円/箇所)	0	833

注) 拡幅断面延長L=4.5(m)とした。

原案コスト: 6,026 (千円/箇所) , 概算コスト: 5,193 (千円/箇所)

表-7 VE提案書 (WS-07) その3 (仮設ヤードの効率化)

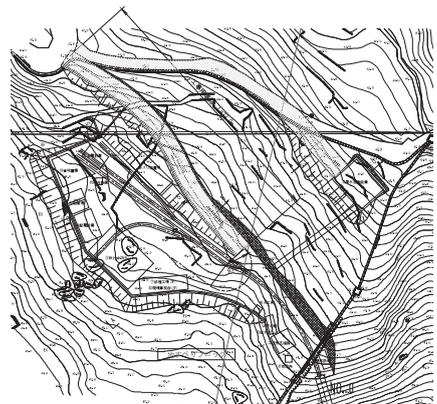
- ・用地、土地利用上の問題はない。
- ・ズリ仮置き場⑩→⑥の横へ
- ・仮設ヤードの場内山側排水溝を入れた。
- ・濁水処理⑤への道路整備を計上。
- ・坑口→濁水処理⑤の作業員通路を確保した。
- ・上段のヤードに駐車場、詰め所等のスペースを確保した。

仮設備一覧表

名	種	面積(㎡)	備	考
①	受電施設	6.0×8.0	48.0	
②	空圧圧縮機	5.0×5.0	25.0	
③	吹付けプラント	10.0×15.0	150.0	
④	貯水槽	2.0×5.0	10.0	
⑤	濁水処理設備	8.0×11.0	88.0	
⑥	充電設備	4.0×6.0	24.0	
⑦	修理工場	4.0×13.0	52.0	二階建屋(1F)
⑧	資材置き場	-	-	シフト用、門前等へ
⑨	給水ポンプ	4.0×8.0	36.0	
⑩	ズリ仮置場	5.0×12.0	60.0	
⑪	資材置き場	-	60.0	
⑫	換気設備	2.0×5.0	10.0	
⑬	現場事務所	4.0×8.0	32.0	二階建屋(2F)
⑭	駐車場	2.5×5.0×2	25.0	2箇所
⑮	防火工所	2.0×2.0	4.0	
⑯	取換所	2.0×2.0	4.0	

：工事用道路(簡易舗装)

原案コスト: 23,591 (千円) , 概算コスト: 20,376 (千円)



パターン及び先行ボーリングについては、原案及びVE提案のいずれにおいても十分な安全性を有すことを前提としているものであることから、安全性については比較評価対象から除外することとした。

各提案に対する評価はVE提案書（WS-07概略評価）に整理した。

VE提案書（WS-07 概略評価）

（地山の支保パターンについて）

概略評価(指数評価)						
項目	機能達成度	*施工性	*経済性 (コストの高低)	*環境への影響	*メンテナンス	安全性
提案	3	3	3	3	3	-
原案	3	4	5	3	3	-
今回案	3	4	5	3	3	-

*施工性には施工の難易度、施工中の環境への影響、安全性、工期も含む
 *経済性にはコストの低減度を含む
 *環境、メンテナンスは完成品に対するもの
 *環境への影響には景観を含む
 *安全性は第3者に対するもの

VE提案書（WS-07 概略評価）

（先行ボーリング基地を設ける）

概略評価(指数評価)						
項目	機能達成度	*施工性	*経済性 (コストの高低)	*環境への影響	*メンテナンス	安全性
提案	3	3	3	3	3	-
原案	3	5	4	3	3	-
今回案	3	5	4	3	3	-

*施工性には施工の難易度、施工中の環境への影響、安全性、工期も含む
 *経済性にはコストの低減度を含む
 *環境、メンテナンスは完成品に対するもの
 *環境への影響には景観を含む
 *安全性は第3者に対するもの

VE提案書（WS-07 概略評価）

（仮設ヤードの効率化）

概略評価(指数評価)						
項目	機能達成度	*施工性	*経済性 (コストの高低)	*環境への影響	*メンテナンス	安全性
提案	3	3	3	3	3	3
原案	4	4	4	4	3	3
今回案	4	4	4	4	3	3

*施工性には施工の難易度、施工中の環境への影響、安全性、工期も含む
 *経済性にはコストの低減度を含む
 *環境、メンテナンスは完成品に対するもの
 *環境への影響には景観を含む
 *安全性は第3者に対するもの

(4)VE提案項目一覧の作成（WS-08）

VE提案項目一覧（WS-08）における効果（概略評価）については、各項目の重要性は同一とし、特に重み付けを行わないこととした。

今回の検討結果を整理し、VE提案書として委員会提案とした。

4. VE提案（表-8（WS-08））

3回にわたる検討により、本検討会では下記の代替案を提案した。

(1)地山の支保パターンを変更する

- ①B、Cタイプについては、支保工及びコンクリート覆工の代わりに上半吹付けコンクリート及びロックボルト工とする。下半部については、二次覆工として吹付けコンクリートを施工するが、集水効果を高めるため、地山が緩んだ後に施工する（地山状態が悪い場合は、

下半吹付けを早急に実施する）。また、ロックボルトは上半のみ4本を標準とし、後は省略する。

- ②以上の支保パターンについては、FEM解析により安全性を確認しているが、地山状態が悪い場合は、上半にも二次覆工として吹付けコンクリートを施工するなどの対応をするものとする。
- ③仮インバートの吹付けコンクリートは省略する。
- ④以上の支保パターンに変更することにより、施工性及び経済性が向上する。
- ⑤地山状態の良好なものについては、Bタイプとし、発破掘削とする。なお、発破の使用に際しては、地すべりへの影響を考慮し、試験発破を行うこととする。

(2)先行ボーリング基地を設ける

- ①断層破砕帯部（名野川スラスト区間）においては、先行ボーリングにより地質状況の把握、湧水の低減を図り、施工時の安全性・施工性を確保する。
- ②切羽からのボーリングに対して、ボーリング基地を設けて先行ボーリングを実施することにより、作業の効率化を図ることが出来る。
- ③No.14+19～No.21+3の名野川スラスト区間 L=124m、R=200mに対して、50m間隔でボーリング基地を設けるとすれば、ボーリング基地は計3箇所となる。

(3)仮設ヤードの効率化を図る

- ①仮設ヤードをより効率的に配置することにより、施工性及び経済性が向上する。また、環境への影響も低減される。
- ②この案に関して、用地及び土地利用上の問題は無い。
- ③仮設ヤードに場内山側排水溝をいれる、濁水処理設備の道路を整備する、上段ヤードに駐車場及び詰め所のスペースを確保する等により、施工性が向上し、環境への影響も低減される。

(4)坑口法面対策工

現場吹付けコンクリートから、FRP製格子形状のグリーンパネルに変更することにより、施工性及び経済性が向上する。コンクリートからグリーンパネルに変更することにより、環境に対しても配慮される。

表-8 VE提案項目一覧 (WS-08)

分類	提案項目	内容	VE No.	効果						採用案評価(平均)	コストダウン効果予測(単位:千円)	備考
				機能達成度	※施工性	経済性	※環境への配慮	※メンテナンス	※安全性			
トンネル全体	地山の支保パターンを変更する。	可能な限り集水効果の高い工法とする。 B、Cタイプでは、支保工およびコンクリート覆工の代わりに上半吹付け及びロックボルト工(上半のみ)とする。ロックボルトは上半のみ4本を標準とする。 仮インパートの吹付けコンクリートは省略する。 地山状態の良好なものについては、Bタイプとし、発破掘削とする。ただし、地すべりへの影響を考慮し、試験発破を行う。	評価	3	4	5	3	3	-	3.6	49,921	安全性については、改良、採用案ともに問題ないことを前提とする。
			ポイント									
トンネル全体	先行ボーリングを実施する。先行ボーリングは、基地を設けて実施する。	先行ボーリングを実施し、作業の効率化を図る。 ボーリング基地を設けることにより、作業の効率化を図る。 原案は、切羽からのボーリングとする。	評価	3	5	4	3	3	-	3.6	833(1箇所)	安全性については、改良、採用案ともに問題ないことを前提とする。
			ポイント									
仮設ヤード	仮設ヤードの配置を効率的にする。	仮設ヤードをより効率的に配置する。 用地、土地利用上の問題は無い。 仮設ヤードに場内山側排水溝を入れる。 濁水処理への道路整備を行う。 上段ヤードに駐車場、詰め所等のスペースを確保する。	評価	4	4	4	4	3	3	3.7	3,215	
			ポイント									
坑口	坑口法面工をFRP製格子形状のグリーンパネルに変更する。	現場吹付けコンクリートから、FRP製格子形状のグリーンパネルに変更する。	評価	3	4	4	4	3	3	3.5	377	
			ポイント									

※施工性には施工の難易度、施工中の環境への影響、安全性、工期を含む ※環境への影響には長編を含む ※環境、メンテナンスは完成品に対するもの ※安全性は完成品の第三者に対するもの

表-9 機能向上とコスト縮減効果

提案項目	原案(千円)	VE案(千円)	コスト縮減(千円)	提案内容
地山の支保パターンの変更	271,663	221,712	49,921	・可能な限り集水効果の高い工法とする。 ・B、Cタイプでは支保工及びコンクリート覆工の代わりに上半吹付け及びロックボルト工(上半のみ)とする。ロックボルトは上半のみ4本を標準とする。 ・仮インパートの吹付けコンクリートは省略する。 ・地山状態の良好なものは、Bタイプとし、発破掘削とする。ただし、地すべりへの影響を考慮し、試験発破を行う。
先行ボーリングを実施する。先行ボーリングは、基地を設けて実施する。	6,026(1箇所)	5,193(1箇所)	833(1箇所)	・先行ボーリングを実施し、作業の効率化を図る。 ・ボーリング基地を設けることにより、作業の効率化を図る。 ・原案は、切羽からのボーリングとする。 ・コストは1箇所あたりで積算。
仮設ヤードの効率化	23,591	20,376	3,215	・仮設ヤードをより効率的に配置する。 ・用地、土地利用上の問題は無い。 ・仮設ヤードに場内山側排水溝を入れる。 ・濁水処理への道路整備を行う。 ・上段ヤードに駐車場、詰め所のスペースを確保する。
坑口法面対策工(100m ²)	2,410	2,033	377	・現場吹付けコンクリートからFRP製格子形状のグリーンパネルに変更する。
VE対象コスト(先行ボーリング基地を計上した場合)※	297,634(315,712)	244,121(259,700)	53,513(56,012)	コスト比(VE提案/原案) 82%(82%)

5. 設計VE提案

5-1 機能向上とコスト縮減効果の一覧表(表-9)

①設計VEにより、全計及び設計VE素案に比べ、約56,000千円のコスト縮減を可能とし、約18%の大幅な工事費減額を可能とした。

6. おわりに

設計VEによりD1排水路トンネルの構造、施工法、仮設備計画について、全計より、より良い提案を作ることが出来た。特に、排水路トンネルにおいても吹付けコンクリートとロックボルト、鋼製支保工によるNATMの採用や、トンネル本体に排水効果を発揮するため地山掘削後の応力開放

を許容した吹付けコンクリートによる覆工コンクリート、二次覆工コンクリートの省略など、今までに無い提案が出来たと考えている。

参考までに、図-3設計VEによる標準断面(代表)の変遷を添付する。(図-3参照)

検討委員会は3回に分けて実施し、公募によって選任された4名のトンネル技術者と、中国四国農政局担当者3名、当委員会の運営を行った財団法人 日本農業土木総合研究所、設計コンサルタントの技術者により、真摯な技術論が戦われ、最終提案書を作成することができました。関係者の皆様にはこの場を借りて感謝を申し上げますとともに、同様な設計VEを実施する場合、この報告書が参考となれば幸いです。

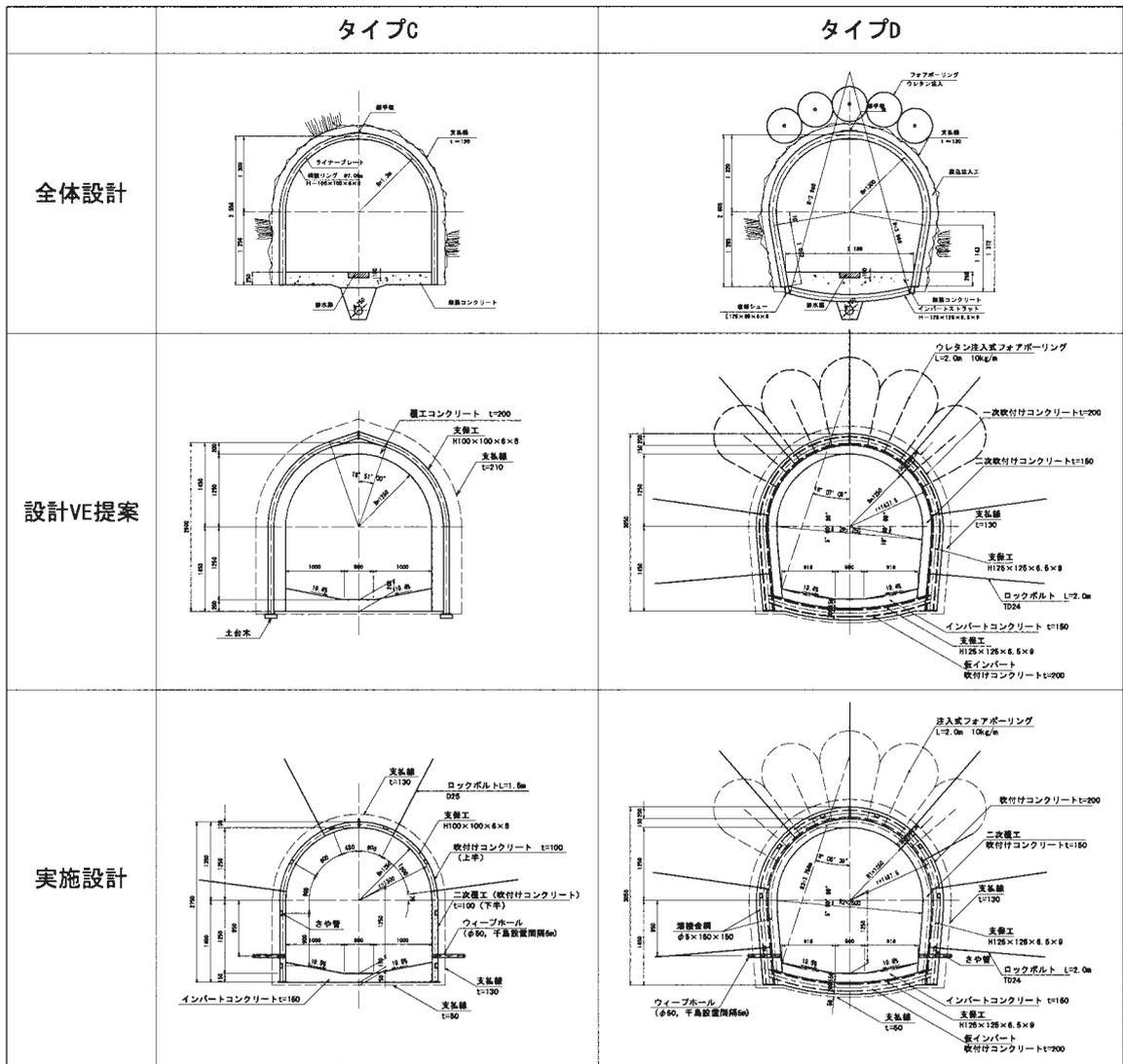


図-3 設計VEによる標準断面（代表）の変遷

排水機場における基礎処理（深層混合処理工法）について

山口 一 雄*
(Kazuo YAMAGUCHI)

目	次
1. 地区概要	77
2. 地形及び地質の概要	78
3. 工法選定	78
4. 施工方法	81
5. 実証調査試験項目及び方法	83
6. 実証調査試験結果	83
7. 結果	84

1. 地区概要

当地区は、新潟県新潟市（旧白根市の全域）と加茂市の一部を受益としており、東は信濃川、西の中ノロ川に囲まれた、完全輪中地帯で常時機械排水に依存している。（図-1）地域の最下流端に位置する白根排水機場の更新にあたり、基礎処理として、地盤改良を実施したものである。

白根排水機場は、常時用ポンプ：口径2,000mm

立軸可動翼斜流ポンプ×2台、洪水用ポンプ：口径1,800mm立軸固定翼斜流ポンプ×2台で計画排水量は $Q = 37.7\text{m}^3/\text{s}$ の計画となっているが、過去に地震、地盤沈下等により緊急停止したことのある既設排水機場に隣接した工事施工となるため、振動、地盤の変位等、周辺地盤に悪影響を及ぼさない工法を選定する必要がある。（写真-1、図-2）

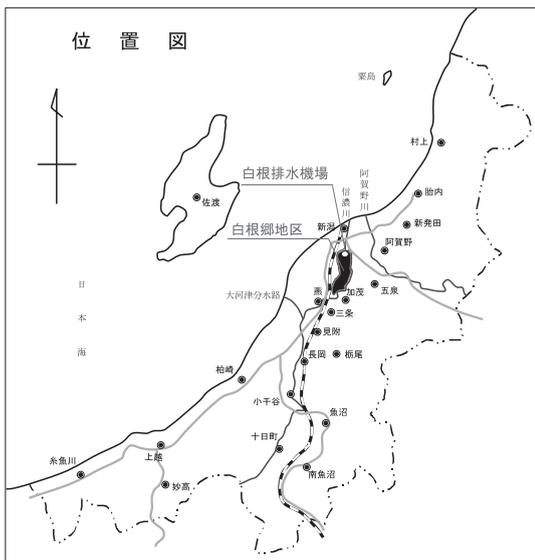


図-1 位置図



写真-1 施設位置

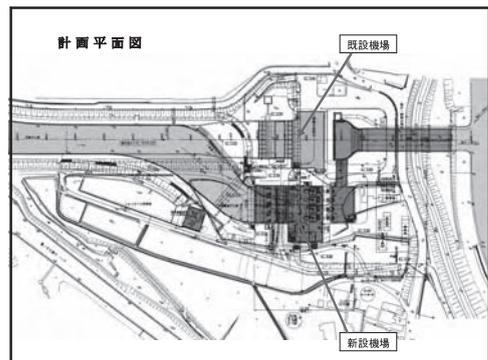


図-2 計画平面図

*北陸農政局白根郷農地防災事業所（Tel. 025-373-4537）

2. 地形及び地質の概要

地区内は、標高(-)0.8m～(+)3.0mの低平地であり、排水機場は比較的標高の高い(+)4.0m付近に設置している。

標高-15mまで表層部に盛土、その直下に均質で軟弱な粘性土、未分解繊維質な腐植土及び緩い～中位な締め具合の砂質土が互層状に混在し、その下位には密～非常に密な砂質土が分布している。

これらの地層は、盛土を含めると堆積年代や堆積環境、土質やN値・分布深度から表-1に示す10層に分類される。

3. 工法選定

(1) 機場本土工（吸込水路、吸水槽）の地盤改良の検討

既設白根排水機場は、平成7年4月の新潟北部地震（震度4の中震）及び広域的な地盤沈下地帯、ポンプの振動による偏心荷重等が相乗的、複合的に働いた結果により、地盤の強度低下、緩みにより不等沈下が生じ、平成12年10月、12月に相次いで2台の電動ポンプが緊急停止した。

また、本地区の場合、地震時の液状化に対する検討を行った結果、深度15～17m（EL-11m～EL-13m）付近の細砂層は、レベル1の地震動においてもFL値が1を下回るため、液状化発生のおそれが十分にあるものと考えられる。

地震動、ポンプ振動などに起因する基礎地盤の緩みに対する防止対策、液状化対策や工事中、掘削に伴うボーリング防止及び周辺地下水低下の影響がないようにする必要がある。

このため、基礎形式を杭基礎とした場合も、上記の地盤改良を行っておく必要がある。

以上のことから、本項においては①構造物の基礎荷重は杭基礎で支持することを前提とし、振動防止等による基礎地盤の緩み防止、地震時の液状化防止及び工事中におけるボーリング防止、山留め工の応力低減を目的とする地盤改良と、②軟弱層の全層について地盤改良を実施し、構造物の基礎荷重も改良体で支持することを目的とした地盤改良について比較検討を加え、最適な工法を選定することとした。

表-1 調査値の地層層序

時代	地層名		地層記号	層厚 (m)	N値 (平均値)	地層状況
—	盛土		B	1.80～5.20	2～4 (2.9)	粘性土主体 腐植物、砂、礫を含む。
第四紀・沖積世	最上部層 (黒鳥層相当)	粘性土	Ac1-1	3.60～4.90	1～4 (2.5)	均質な粘性土。 Ac1-2層は、砂が多量に混入する他、薄層状に挟在する。
			Ac1-2	0.35～1.35	3～5 (4.0)	全体に未分解繊維質な腐植物を少量含む。
			Ac1-3	0.35～0.60	3～5 (4.0)	
		砂質土	As1-1	1.70以下	3～12 (8.0)	粒径均一な細砂。 レンズ状に分布。
			As1-2	2.50～4.45	7～36 (19.5)	粒径不均一。 連続性は良好。
			As1-3	2.05～2.50	6～24 (15.6)	粒径不均一。 貝殻片を含む。
		腐植土	Ap1	0.80～2.25	2～5 (3.8)	未分解繊維質。 下部は分解済み粘土状。
	上層部 (白根層上部層相当)	砂質土	As2	15.0～16.0	10～50 (42.8)	粒径均一な細砂主体。 標高-22m付近に腐植物を含む。
	中層部 (白根層中部層相当)	砂質土	As3	—	50	粒径均一な微細砂～細砂 貝殻片が少量混入。

1) 基礎形式の比較検討

(a) 検討ケース

前述のとおり、地盤改良工法と杭の組合せから、次の5ケースについて経済比較を行った結果ケース4が支持層までの深度が比較的浅いため、杭基礎よりも地盤改良基礎が経済的に有利となる。また、直接基礎とした場合にも機械攪拌工法と高圧噴射工法を併用するSDM工法が経済的に有利となった。

ケース1：鋼管杭+CDM工法+NJP工法+薬液注入工法

- ・CDM工法で全面改良し、NJP工法を併用し土留壁と一体化する。
- ・液状化はCDM工法で対応。
- ・薬液注入工法により人工の不透水層を造成し地下水を止水する。

ケース2：鋼管杭+NJP工法

- ・NJP工法が高圧噴射工法であるため、土留壁と一体化でき受働抵抗効果が期待できる。
- ・地下水の止水対策、地震動・ポンプ振動による基礎地盤の緩み防止及び受働抵抗効果を期待するため、改良対象地盤上層を全面改良する。

ケース3：CDM工法+NJP工法+薬液注入工法

- ・吸水槽基礎は、CDM工法で支持層上面（EL14.50m）まで全面改良で直接基礎とし、液状化及び地震動・ポンプ振動による基礎地盤の緩み対策とする。
- ・NJP工法により土留壁と一体化する。
- ・薬液注入工法により人工の不透水層を造成し地下水を止水する。

ケース4：SDM工法+薬液注入工法

- ・吸水槽基礎はSDM工法で支持層上面（EL14.50m）まで全面改良で直接基礎とし、液状化及び地震動・ポンプ振動による基礎地盤の緩み対策とする。
- ・SDM工法は機械攪拌と高圧噴射工法であるため、土留壁と一体化でき受働抵抗効果が期待できる。
- ・完全ラップが可能であるが、高圧噴射による改良体の信頼性が低いことから、薬液注入工法により人工の不透水層を造成し地下水を止水する。

ケース5：SJM工法

- ・吸水槽基礎はSJM工法で支持層上面（EL14.50m）まで全面改良で直接基礎とし、液状化及び地震動・ポンプ振動による基礎地盤の緩み対策とする。
- ・SJM工法が高圧噴射工法であるため、土留壁と一体化でき受働抵抗効果が期待できる。
- ・全面改良のため盤ぶくれの恐れがある。これに対し、改良体の周面付着と曲げ抵抗で安定させる。

【ケース3, 4】

ケース3, 4の場合、構造物本体の支持が必要であり、図-3に示すとおり緩い砂質土層の全面改良を行い、以下のとおりとする。

なお、吸込水路部は、接地圧が小さいことから土留工の安定及び液状化防止を考慮した格子状の改良とする。

2) 吸込水路及び吸水槽の基礎形式選定

前述のとおり、吸込水路及び吸水槽の基礎工

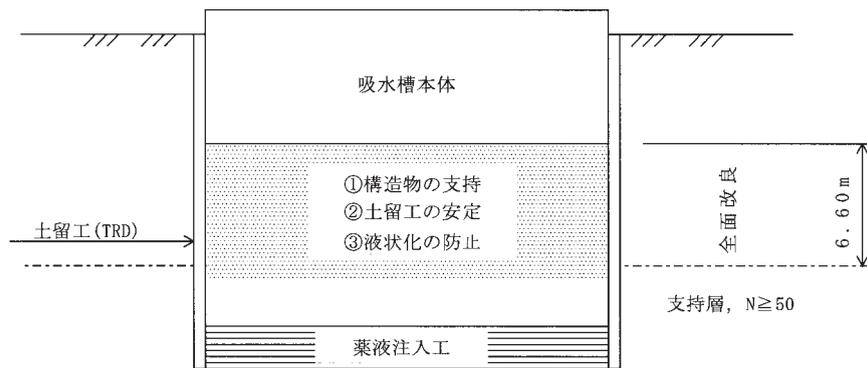


図-3 ケース3, 4の改良範囲

について、「杭基礎+地盤改良」（ケース1,2）と「地盤改良基礎」（ケース3~5）について比較した場合、「地盤改良基礎」が有利となった。

本地区の場合、改修機場の基礎形式選定に当たっては、既設機場でのポンプ故障停止の要因である機場の沈下・傾斜に対して、十分安全なものとする必要がある。これに対して、「地盤改良基礎」は、基礎底版下の緩い土層全てについて強度の高い改良体とするため、「杭基礎+地盤改良」よりも基礎の変状は少なくできる。また、基礎全体の剛性も高まることから、ポンプ等の繰り返し振動についてもより地盤体で減衰・吸収し易くなることから、杭基礎に比べより安定した基礎形式といえる。

さらに、「地盤改良基礎」のケース3~5について比較した場合、SDM工法による地盤改良が経済的で有利となった。

SDM工法は機械攪拌と高圧噴射の併用であるため、大口径の改良体が短期間に施工でき、土留壁との密着施工、改良体相互のラップ施工が可能で一体化が図れる。また、高圧噴射による改良体部の信頼性から別途薬液注入工法による止水対策を講じるが、機械攪拌工法よりも強度のある改良体が造成でき、高圧噴射工法よりも経済性の高い地盤改良が可能である。

以上より、吸込水路及び吸水槽の基礎工をSDM工法による地盤改良基礎とした。

(2)地盤改良の詳細検討

改良率 α_p は『液状化対策工法設計・施工マニュアル（案）』平成11年3月建設省土木研究所により、本地区ではラップの関係から、吸込水路部：0.64、吸水槽：0.92とする。

1) 改良体の設計基準強度

改良体の設計基準強度は、構造物底面に作用する鉛直荷重を地盤改良体のみで抵抗させるものとし、構造物の底版反力を改良体に作用する圧縮応力度として算定する。

【吸込排水路】

$$\text{常時 } q_{uck} = P \times 3 / \alpha_p = 72.9 \times 3 / 0.64 = 341.7 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{地震時 } q_{uck} = P \times 2 / \alpha_p = 61.4 \times 3 / 0.64 = 191.9 \text{ kN/m}^2$$

【吸水槽】

$$\text{常時 } q_{uck} = P \times 3 / \alpha_p = 182.8 \times 3 / 0.92 = 596.1 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{地震時 } q_{uck} = P \times 2 / \alpha_p = 209.2 \times 3 / 0.92 = 454.89 \text{ kN/m}^2$$

したがって、設計基準強度は、 $q_{uck} = 600 \text{ kN/m}^2$ とする。

2) 改良体下部地盤の許容支持力の検討

改良体下部地盤（EL - 14.50m以深）の支持力の検討を行う。

地盤の支持力の算定方法は、テルツァギー（Terzaghi）の修正支持力公式を用いて検討する。地盤の長期及び短期許容支持力度は、それぞれ次式を用いて求める。

なお、検討は荷重の大きい吸水槽で行う。

以上より、常時（長期）及び地震時（短期）の許容支持力度は表-2のとおりである。

3) 変形係数

改良体の変形係数 E_o は次式により算定する。

$$E_o = 100 \cdot q_u \cdot \alpha_p$$

$$\text{吸水槽部} : E_o = 100 \times 600 \times 0.92 = 55,000 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$\text{吸込水路部} : E_o = 100 \times 600 \times 0.64 = 38,000 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

表-2 常時（長期）及び地震時（短期）の許容支持力度

	Df (m)	① $\alpha \cdot C \cdot N_c$	② $\beta \cdot \gamma_1 \cdot B \cdot N_r$	③ $\gamma_2 \cdot D_f \cdot N_q$	$q_a \text{ (kN/m}^2\text{)}$		備考
					長期	短期	
					$1/3(\text{①}+\text{②}+\text{③})$	$2/3(\text{①}+\text{②}+1/2 \times \text{③})$	
1) 常時	15.4	0.0	35,568.0	10,327.1	15,298.4		
2) 地震時	15.4	0.0	35,568.0	10,327.1		30,596.7	

改良体下部地盤の地盤反力強度 q_{max} は、吸水槽地盤反力強度と改良体自重から、

$$\text{常時} : q_{max} = 182.8 + 9.0 \times 6.60 = 242.2 \text{ (kN/m}^2\text{)} \leq 15,298 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$\text{地震時} : q_{max} = 209.2 + 9.0 \times 6.60 = 268.6 \text{ (kN/m}^2\text{)} \leq 30,597 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

となり、改良体下部地盤は改良体基礎として十分安全である。

4) 改良体の沈下量

改良体基礎の沈下に対する安全性を、圧密沈下と即時沈下について検討を行った。

許容沈下量30mmに対して、沈下量は4～20mm、また、傾斜角は許容値(0.5～1.0)×10⁻³に対し、0.15×10⁻³以下となり、全ての箇所において許容値以内であり安全である。

4. 施工方法

SDM工法は、SDMオーガーヘッドを計画の改良深度下端まで貫入させた後、特殊オーガースクリューを回転させながら引き抜き、改良と同時に制御しながら排土することで、変位の低減等が容易に行える。

その施工フローを図-4に示す。

(1)施工手順フローシート

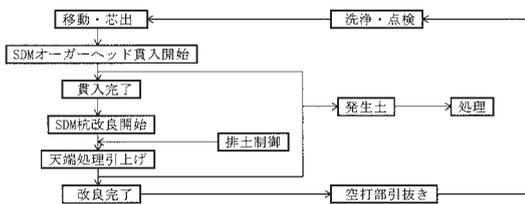


図-4 施工手順フローシート

(2)施工手順

施工手順は図-5の順で行う。

1) 移動・芯出し

施工位置にSDM施工機をセットする。

2) SDM攪拌装置貫入

SDMオーガーヘッドを正回転させながら計画の改良深度下端まで貫入させる。

3) SDM杭改良

SDMオーガーヘッドを正回転(又は逆回転)さ

せ改良を開始し、同時に排土を行う。

4) 改良完了・空打部引抜き

計画改良天端まで改良後、天端処理し、空打部を引抜く。

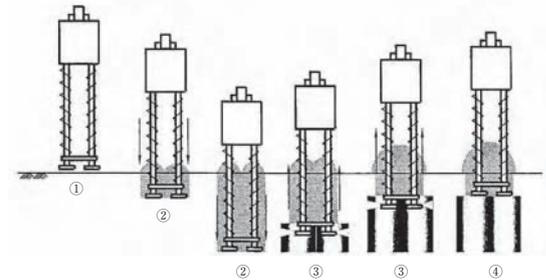


図-5 施工手順

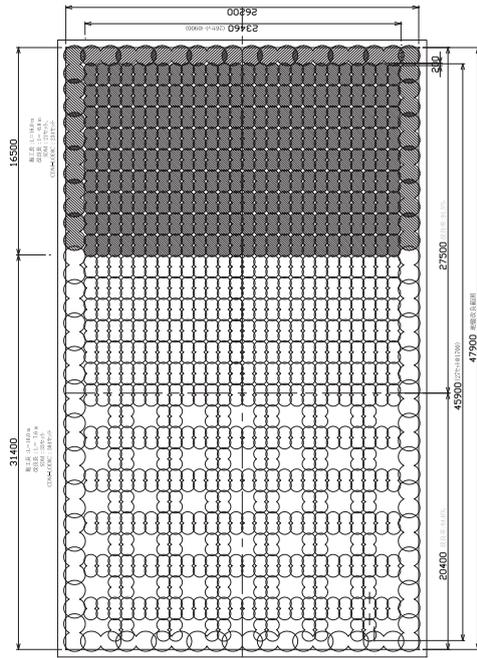
(3)工法

排水機場本体部の基礎処理(地盤改良)について、従来は、機械攪拌による混合処理を行い、土留壁との境界部に残る未改良部について、噴射系の補助工法(NJP工法)を併用するのが一般的であったが、機械攪拌と超高压噴射攪拌とを併用した「SDM(高速低変位深層混合処理)工法」では、補助工法を併用する必要が無く、また、改良と同時に固化材混入量に見合う排土を行うことにより、地盤変位を制御しながら大口径の改良体を高速で造成することが可能となった。

(4)規格・寸法・形状

- 1) 工法：SDM(高速低変位深層混合処理)工法
超高压噴射+機械攪拌
- 2) 寸法：φ1,600mm×2軸
削孔長 16.0m・改良長 6.6m×21本
〃
削孔長 16.0m・改良長 7.6m×33本
- 3) 形状：基礎地盤改良工計画図を図-6に示す。

平面配置図



地盤改良工（深層混合処理工法「特殊機軸+単管型射併用工法（併方式）」）数量調査

記号	改良径	間隔長	改良長	併工本数	備	考
	φ 1,600x2mm	16,000	6,600	21本		
	φ 1,600x2mm	16,000	7,600	33本		
合計				54本		

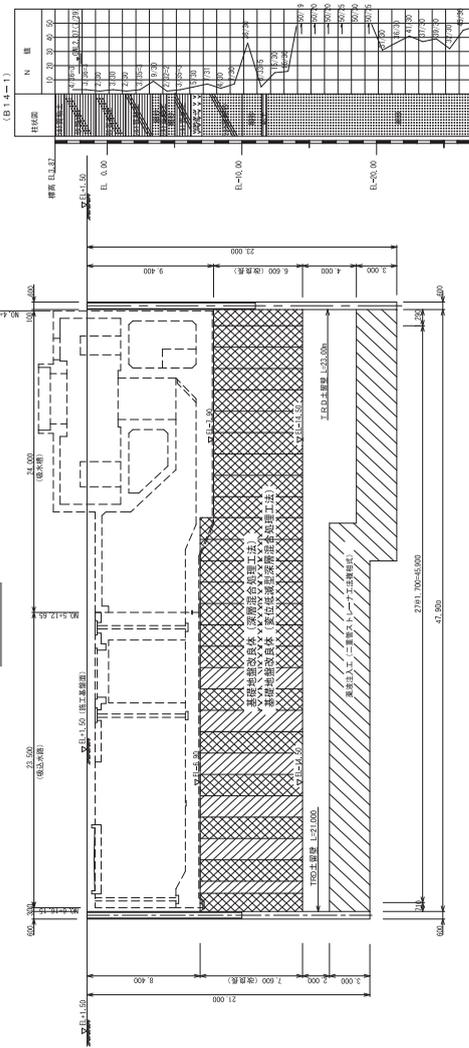
(注) 1. 本図に示す特殊改良工法は、特殊機軸ヘッドから改良材スラリーを高圧で噴射すると共に、オーガスクリューにより改良と同時に掃土を行うことにより、大層深層改良工と低層改良工を併用する工法とする。(SDM工法併用とする)
改良機の設計目標破壊せん断力 $q_{tu} = 600 \text{ kN/m}^2$ 以上とする。

地盤改良工（浅層低圧深層混合処理工法「スラリー系特殊機軸工法（併方式）」）数量調査

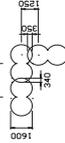
記号	改良径	間隔長	改良長	併工本数	備	考
	φ 1,000x2mm	16,000	6,600	23本		
	φ 1,000x2mm	16,000	7,600	39本		
合計				61本		

(注) 1. 本図に示す特殊改良工法は、セメント系等の改良材を地層中に吐出し、改良材と軟弱地層土を攪拌して固結材とし、化学的粘着作用を利用して改良を効果的とする工法とする。
改良機の設計目標破壊せん断力 $q_{tu} = 600 \text{ kN/m}^2$ 以上とする。

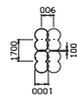
縦断面



SDM詳細図



CDM-LODIC詳細図



5. 実証調査試験項目及び方法

農業土木関係事業ではSDM工法の事例がないため、下記により実証調査試験を行った。

(1) 試験項目・方法

1) 挙動観測

- ① TRD土留壁、既設機場との中間点に傾斜計を設置し、1.0m間隔で変位状況を観測する。
- ② 作業段階を、(a)傾斜計設置直後、(b)CDM-LODIC施工開始時、(c)SDM施工開始時、(d)SDM施工完了後、(e)切梁一段目設置時、(f)切梁二段目設置時、(g)切梁撤去時とし、各段階における変位状態を観測する。

2) 配合試験：

改良範囲には、シルト、シルト質細砂、細砂が、複雑に分布しているため、各層について、サンプリングした資料による配合試験を実施し、配合量を決定する。

3) 改良効果確認試験：

改良体をサンプリングし、一軸圧縮試験により改良効果を確認する。従来工法であるCDM-LODIC工法により造成された改良体についても同様の試験を行い、効果を検証する。

4) 歩掛調査：

歩掛調査を実施し、標準積算資料に示された労務配置・施工能力との整合を確認する。

6. 実証調査試験結果

(1) 試験結果

1) 挙動観測結果：壁体変位結果図を図-7、中間点壁体変位結果を図-8に示す。

[条件等]

- ① GL.0.00m～-0.90m間については、表層地盤改良を施工済みである。GL.-17.0mについては、変位0と仮定する。また、GL.0.0mは、EL.+1.50mである。ここでは、混乱を避けるため、GLで表示するものとする。
- ② 図-7、8は、上流（遊水池）側から見たものであり、図-7、8の左側には既設排水機場が有り、図-7、8右側は、土留工内部となる。

(a)SDM施工完了時（H17.5.12）までの挙動

SDMによる傾斜計近傍での施工により、中央部の膨らみが最大-13.0mm程度となる。膨らみのピークは、中央部から改良体上部に移行。前段階からの変位は5.0mm程度。

(b)切梁一段目設置時（H17.6.15）までの挙動

土留工内部の掘削（GL.-5.4mまで）により、GL.-11.0mを支点として、土留工内部に傾斜。変位量は、切梁一段目（GL.-1.9m）で固定されたことにより、最大+16.0mm程度。GL.-11.0m以下については、変化がみられない。

(c)切梁二段目設置時（H17.7.5）までの挙動

土留工内部の掘削（GL.-8.4mまで）。土留工内部に傾斜傾向は継続。切梁（一段目：GL.-1.9m、二段目：GL.-4.4m）により支持され、グラフはS字状に変化。切梁一段目での変位は無し。切梁二段目で、+2.0mm程度の変位が継続。GL.-11.0m以下については、変化はみられない。

(d)切梁撤去時（H17.9.26）までの挙動

変位はGL.-3.0m以下全体が、+2.0mm程度平行移動している。以後の変位は、GL.-7.9mより上で最大-2.0mm程度。GL.-7.9m以下では変位は確認されなかった。

※既設機場との中間点についての変位量は5mm以下であり、特に異常な挙動は確認されなかった。

2) 配合試験結果

配合試験の結果、表-3の結果が得られたことから、EL.-14.5m～-12.5mのシルト質細砂層では180kg/m³とし、EL.-12.5m～-7.9mでは、最も危険側のシルト層の結果より335kg/m³とした。

3) 改良効果確認試験結果

一軸圧縮試験結果は、平均4,080kN/m²（配合目標：600kN/m²×安全率(3)=1,800kN/m²）となり、設計目標値を確保することができた。

4) 歩掛調査結果

歩掛調査の結果、労務配置・施工能力等については、標準積算資料と同程度と認められ、従来工法に対して、大幅なコスト縮減効果が認められた。

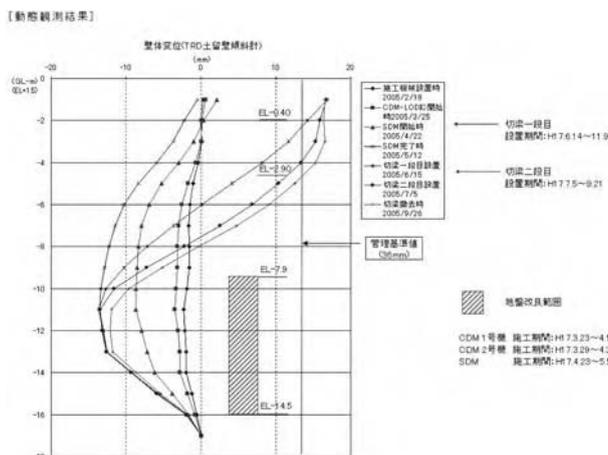


図-7 壁体変位 (TRD土留壁傾斜計)

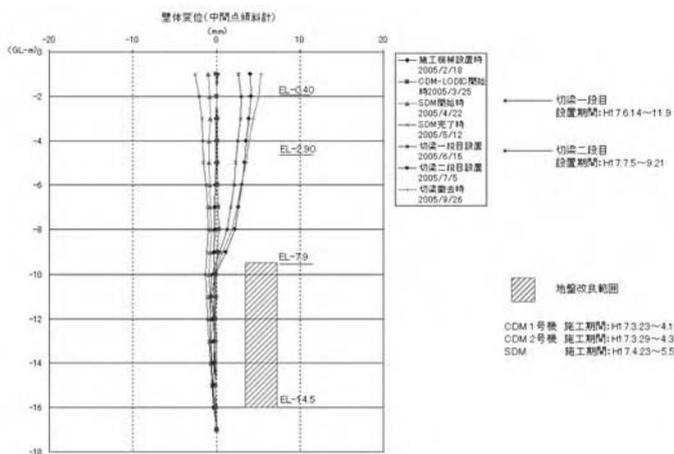


図-8 壁体変位 (中間点傾斜計)

表-3 配合試験の結果

標高	EL. -14.5m~-12.5m	EL. -12.5m~-7.9m		
土質	シルト質細砂	細砂	シルト質粘土	シルト
配合量	180kg/m ³	177kg/m ³	288kg/m ³	334kg/m ³

7. 結果

SDM工法は周辺地盤への影響が非常に小さく、土留壁 (TRD: 地中連続壁工法) との密着が図られ、所要の改良強度が確保された。かつ、工期短縮・コスト縮減にもつながった。

なお、当初設計ではTRD工法の地盤改良は全てSDM工法としていたが、CRD-LODIC工法の適要範囲の基準が改正になり、当地区で使用可能となり契約後VEにより、SDM工法の内側は、CRD-LODIC工法を採用した。

効果は前述したとおりである。

参考文献

- 1) 小野田ケミコ株式会社：SDM工法技術・標準積算資料第四版
- 2) 建設省土木研究所：液状化対策工法設計指針・施工マニュアル (案)
- 3) 土木研究センター：陸上工事における深層混合処理工法設計・施工マニュアル
- 4) 農林水産省構造改善局：土地改良計画設計基準 設計「ポンプ場」技術書

棚田地域における維持管理に配慮した用水路改修事例

横 田 欣 仁* 長谷坂 兼 司**
 (Yoshihito YOKOTA) (Kenji HASESAKA)

目 次

1. はじめに……………	85	4. 設計施工において工夫した点……………	88
2. 笠波用水路の現況と問題点……………	86	5. おわりに……………	90
3. 改修工法選定における留意点……………	87		

1. はじめに

中山間地域総合整備事業ワンダフル但馬地区は、兵庫県北部の但馬地域西部に位置する香美町、新温泉町を対象地域として実施している。この地域は、但馬地域の開発基本方針である『但馬理想都構想』において高原リゾートゾーンに位置づけられており、地域の資源である豊かな自然や温泉などを活かした地域整備と、野外におけるスポーツ・レクリエーションを通じた都市との交流による活性化を目指している。地域の基幹産業は農林業と畜産業で、最高級の黒毛和種『但馬牛』の主産地として知られているが、冬季の積雪などの厳しい自然条件に加え過疎化・高齢化により集落機能の維持が困難になりつつある。このような背景から、地域の一体的な活性化を図るため平成11年度から中山間地域総合整備事業を実施している。

両町は、中国山地の東端を占め、1000m級の山

が連なっている水ノ山山系の北麓に位置する典型的な中山間地域である。農地の大部分はこれらの山々の間を縫うようにして流れる中小河川の沿岸の低平地や山すそに点在する棚田で、一部を除いては小規模な団地がほとんどである。このような地形条件のため、用水の確保には昔から苦勞して



ワンダフル但馬地区

(地区の概要)

整備構想	① 地域ブランドの確立と高付加価値農業の展開 生産基盤の整備により、既存施設との連携を図り、地域ブランドの確立と高付加価値農業を展開する。 ② 地域コミュニティの活性化 生活環境基盤の整備により、集落活動や文化活動を活性化させ地域コミュニティの醸成を図る。 ③ 都市との交流 既存施設や活性化施設により、各種イベントや文化活動を行うことにより対外的に当地域を広くアピールする。
キャッチフレーズ	やすらぎとロマンあふれるまちづくり ～ワンダフル但馬～
事業内容	農業生産基盤整備（4工種）、農村生活環境基盤整備（4工種）、 都市農村交流基盤整備（1工種） 総事業費：2,052,000千円

*兵庫県但馬県民局豊岡土地改良事務所 (Tel. 0796-26-3718)

**兵庫県但馬県民局豊岡土木事務所 (Tel. 0796-26-3718)

きた。とりわけ柵田地域では、用水源を溪流に頼り、小規模な団地で関係者が少ないにもかかわらず山間部を延々と導水している場合が多い。

本報文では、このような柵田地域において、用水の安定供給と維持管理労力の軽減を図るために行った用水路改修事例を報告する。

2. 笠波用水路の現況と問題点

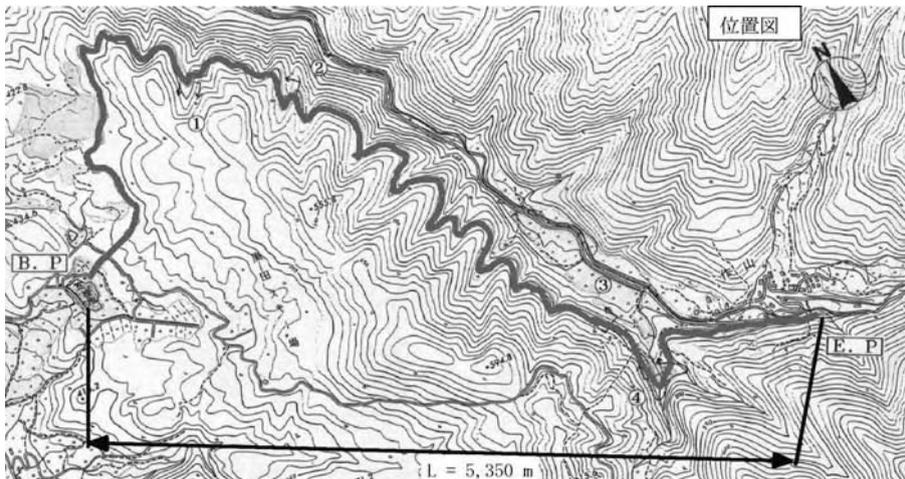
笠波用水路は、香美町村岡区^{つくりやま}作山の作山川の溪流から取水し、同区黒田地区の農業用水源である笠波池に用水を補給するため山間部を通して導水する農業用水路である。

現況は延長5.35kmの土水路で一部にライニングを施されているものの劣化し、全体に老朽化が著しい。また、山中を通過する開水路であるため堆積土砂や枯れ葉の掃除など維持管理に多大な労力を要し、高齢化の進む受益者にとって大きな負担となっている。

現況水路の問題点を具体的に列記すると、

- ①亀裂、磨耗による漏水箇所が多数ある
- ②経年変化により断面狭小区間が生じているため必要水量を流下できない
- ③部分的な崩壊箇所を地元施工により塩ビ管φ250mmで暗渠化し補修しているが断面不足の上に屈曲が多く閉塞しやすい
- ④開水路区間でも、枝葉や土砂が断面を阻害しやすく受益者の維持管理負担が大きい
- ⑤山間の小規模な溪流と平面交差しているため、洪水時に雨水および土砂が流入し水路破損の原因となる
- ⑥冬季の積雪・融雪による法面崩落の補修、かんがい期間の除草作業など維持補修が不可欠であるが、管理通路が狭く作業車両の進入ができないため往復約10kmにわたって人力作業となる等である。

そこで、送水効率の向上による用水不足の解消と維持管理労力の軽減を目的として、本水路の改修を計画した。



笠波水路の現況

- ◇溪流から取水し、ため池へ送水する導水路
- ◇延長 5,350m
- ◇土水路 (B = 1.0m, h = 0.3m)
- ◇尾根を越え隣の谷まで送水するため等高線沿いの水路配置
- ◇山の中腹の急斜面に位置する
- ◇縦断勾配 0.2% ~ 1.6%



3. 改修工法選定における留意点

改修工法の選定に当たっては、地元要望を踏まえ、現地の条件に最も適した工法を選択した。

(1) 計画に当たっての地元要望

計画に当たっての受益者からの要望は、①維持管理の容易なものに、②工事費は少なく、の2点であった。

①については、前述したように延長が長く落ち葉や枯れ枝、土砂などが入りやすい状況であるうえに、山中であるため猪などの野生動物による掘り返しなども多く、これを少数の受益農家（14戸）が全戸家族総出の出役で管理してきた。そのため農家の維持管理にかかる負担は多大なものであり、その軽減は関係者の積年の念願であった。

また、②については、地元負担を改修に備えて行ってきた水利費の積立を大きく上回らないように、とのことである。

(2) 主として現地の地形上の制約条件

現地の地形上の制約条件は次のとおりである。

③現況は急峻な山腹の中腹の急斜面（30°～45°）で、大規模土工が困難

④現況水路敷きは狭小で、管理道部分を含めても最大施工幅は1.8m程度しかとれない。

⑤既設道路とのアクセスは、起終点のほかには中間地点に1箇所しかなく、工事に当たっては長距離の小運搬が必要

⑥現況水路はほぼ等高線に沿って流下しているため尾根や谷での屈曲が多いが、大規模な地形の変更が困難なため現況地形に合わせた路線配置が可能となるような材料の選定が必要

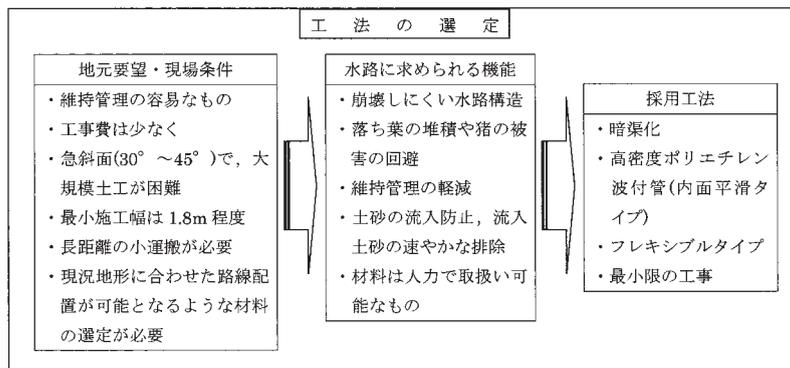
(3) 工法の選定

上記を踏まえて、次のとおり改修工法を選定した。

上記①については、人力による土砂、枝、葉などの除去と破損箇所の補修が維持管理作業の大部分を占めている。現地条件から開水路である限るこれらは避けがたいため、維持管理の軽減のためには暗渠化が最も効果的である。②については、できる限りコストダウンを図り最小限の工事内容とし、法面保護等は地元対応とすることで受益農家の理解を得た。

③、④、⑤については、小型機械と人力による取り扱いが可能な材料を選定することとした。本用水路を暗渠とした場合、計画流量と勾配から管径はφ350mmが必要であり、このサイズの管で人力での取り扱いが可能な程度に軽量のものは硬質塩化ビニル管もしくはポリエチレン管しかなく、経済性を考慮してポリエチレン管を採用することとした。管種については、外圧に対して十分な強度を有するとともに良好な水密性を持ち送水損失の少ないものを選定し、高密度ポリエチレン波付二重構造管（内面平滑タイプ）とすることとした。⑥については、定尺ものの直管と規格の決まった曲管では、現地の細かい地形に合わせた施工ができないので管自体に可とう性があるフレキシブルタイプのものを採用することとした。

計 画 諸 元	
延 長	L=5,350m
水路形式	内面平滑高密度ポリエチレン波付管
断 面	φ 350 mm
縦断勾配	0.2 % ～ 1.6 %
受益面積	7.1 ha



暗渠工 φ350mm 管種比較表

管種	特徴(単価は直管製品価格のみ)	経済性	人力施工	地形適応性
遠心力鉄筋コンクリート管	定尺 2m, 204kg/本, 3,870 円/m	○	×	×
ダクタイル 鋳 鉄 管	定尺 6m, 494.8kg/本, 15,150 円/m	×	×	×
鋼 管	定尺 5.5m, 303.1kg/本, 106,000 円/m	×	×	×
強化プラスチック複合管	定尺 4m, 180kg/本, 11,030 円/m	×	×	×
硬 質 塩 化 ビ ニ ル 管	定尺 4m, 76.7kg/本, 3,830 円/m	○	○	×
高 耐 圧 ポ リ エ チ レ ン 管	定尺 5m, 55kg/本, 10,820 円/m	×	○	△
高 密 度 ポ リ エ チ レ ン 管	定尺 5m, 34kg/本, 3,190 円/m	○	○	○



高密度ポリエチレン波付二重構造



屈曲部の施工

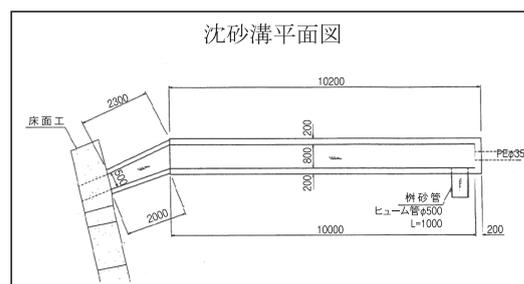
4. 設計施工において工夫した点

(1)土砂の流入防止

暗渠形式を採用した場合、水路途中からの土砂や雑物の流入はなくなるが、水路起点から流入する可能性がある。ひとたび土砂等が流入し断面が閉塞すると構造上その排除はきわめて困難となるため、これについては十分な対策を施さなければならない。そこで、水路起点に十分な延長(L=10m)の緩勾配(i=1.5%)開水路を設けこれを沈砂溝とするとともに、暗渠移行部にはスクリーンを設けて枝葉の流入を防止する構造とした。

(2)管理柵および点検孔

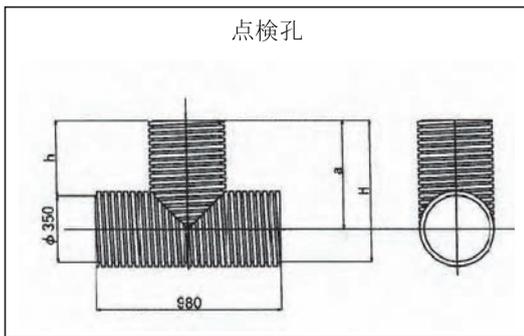
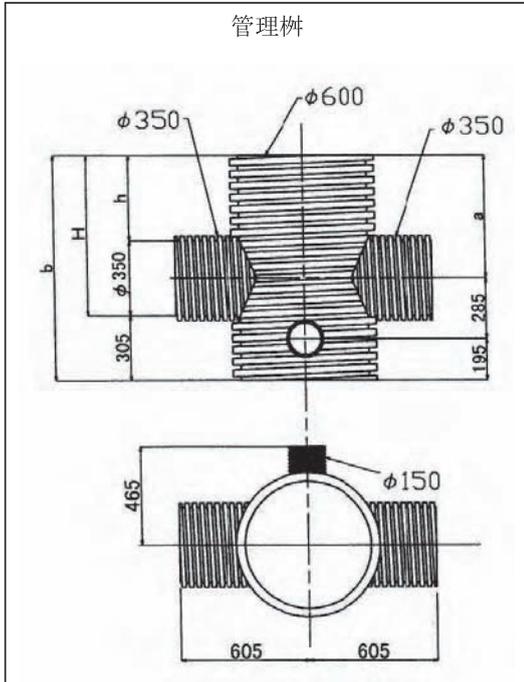
流入部で十分な土砂等の流入防止対策を施したとしても長期にわたる使用により管内に泥土の堆積や継ぎ手部の破損などが生じる可能性がある。また日常の水管理のためには流況の確認も必要である。そのため、管内作業のための管理柵(マンホール)を設けることとした。維持管理作業のし



易さを考えれば管理柵の設置間隔は短いほうが良いが、管理柵の数が増えるとコストがかさむ。そこで、孔内作業用の管理柵は必要最小限の延長200mあたり1箇所とし、これを補完するために中間地点に点検孔を設けることとした。

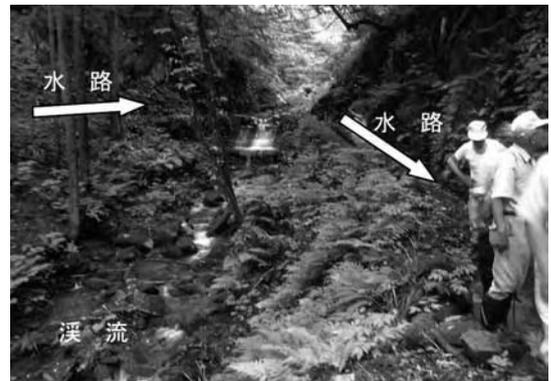
管理柵、点検孔ともに施工性・本管との接合を考慮して材質は本管と同じく硬質ポリエチレン波付管の加工品を用いることとした。

管径は、管理桝は構内作業を考慮して本管理設新が深いときは $\phi 800\text{mm}$ 、浅いときは $\phi 600\text{mm}$ とし、底部に泥溜を設けるとともに $\phi 150\text{mm}$ の排泥管を取り付けた。点検孔は本管と同じ $\phi 350\text{mm}$ とした。



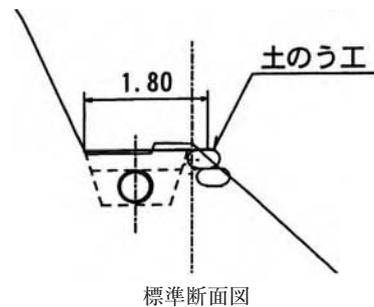
(3) 溪流横断部

既設水路は山中の小規模な溪流との交差部が平面的に交差していた。水源が水量の不安定な溪流であることから、補助水源としての役割を果たしてきたものと思われる。しかしながら、山中であるため急な出水時には水路管理操作が間に合わず、ここから山地排水が流入しオーバーフローにより水路の崩壊の原因ともなっていた。また、改修により暗渠化した場合土砂等の流入源となる恐れがあり、スクリーン等で保護したとしてもその維持管理が必要となる。そこで、受益農家とも協議して、合流を避け管水路を溪流河床に配置して立体交差することとした。



(4) 小型機械による施工

前述したように、水路は山腹の急斜面に位置しており地山の勾配 ($30^{\circ}\sim 45^{\circ}$) がほぼ安定勾配に等しいので切り盛りによる拡幅が困難であり、用壁等の構造物による拡幅については受益農家の負担能力を大幅に超える工事費を要し現実的な選択とは言いがたい。そのため、施工機械の作業幅は水路自身の幅を含めても最大1.8m程度しか確保できない。そこで、この条件で作業可能な機械を選定し、掘削埋め戻し等の土工作业は 0.04m^3 級のバックホウ、最大で2kmを超える資材の小運搬作業は林業用の小型運搬車を採用することとした。





土工作业



完成



運搬作業

5. おわりに

棚田では古くから用水の確保に苦勞しており、本報文で紹介したように小規模団地であるにもかかわらず延長の長い用水路を開削している例は少ない。中山間地の過疎・高齢化が進展する中

で、これらの用水路の維持管理は農業者にとって大きな負担になってきている。しかしながら、農業用水の確保は地域農業を維持してゆく上で不可欠であり、維持管理負担の軽減は急務の課題である。今回は、そのためのひとつの手法として開水路の暗渠化を提案し、地域の要望を計画に反映しながら水路改修を行なった。計画設計において最も苦心したのは、事業費の抑制である。水路延長の割に受益面積が小さく関係者も少ないため、費用対効果と受益者の負担能力から決まる上限事業費の範囲内で計画する必要がある、報告したような内容の計画とすることとなった。

中山間地域において地域の暮らしや農業を維持してゆくには、農家の要望に耳を傾け、その管理能力や負担能力に応じて多様な整備水準を選択しなければならない。改修後の笠波用水路においては受益農家の維持管理負担を大幅に軽減することができ、関係者に喜ばれている。

印旛沼二期地区における水質浄化機能の定量化に関する検討

大 嶋 学 人* 青 木 聡** 松 井 英 樹***
 (Manato OHATA) (Satoshi AOKI) (Hideki MATSUI)
 関 根 範 雄**** 杉 本 幸 雄*****
 (Norio SEKINE) (Yukio SUGIMOTO)

目 次

I. 印旛沼二期地区の概要.....91	IV. 水質浄化機能の定量化.....94
II. 印旛沼二期地区と水質浄化との関係.....92	V. おわりに.....95
III. 水質調査（水質浄化機能の検証）.....93	

I. 印旛沼二期地区の概要

本地域は千葉県北部に位置し、印旛沼周辺に広がる低平地とこれを囲むなだらかな北総台地の間に展開する谷津田からなる水田地帯である。

本地域の基幹水利施設は印旛沼開発事業（昭和21年～43年）により造成されたものであり、築造後30年以上経過していることから老朽化に伴う施設機能の低下が生じ、管理に要する経費と労力の増嵩を招いている。また、この間の周辺の都市的

開発による排水流況の変化、営農の変化にも対応できなくなっている。

このため、国営事業により基幹用排水施設の再編整備を行い、併せて関連事業により末端用排水施設の整備及びほ場整備を行うことにより、当該施設の機能回復と維持管理費の軽減を図るとともに、汎用耕地化による農地の高度利用並びに農業生産性の向上による農業経営の安定を図ることを目的として、事業計画の取りまとめを鋭意進めているところである。

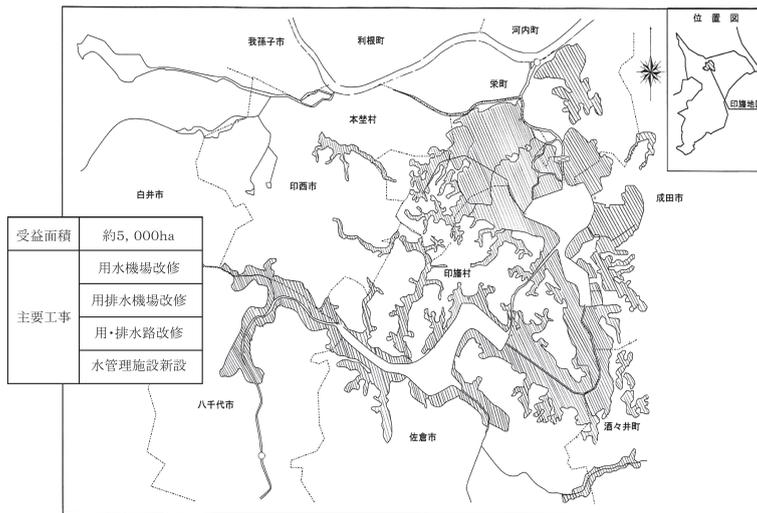


図-1 印旛沼二期地区一般計画図

*農林水産省農村振興局整備部設計課 (Tel. 03-3502-8111)
 **関東農政局利根川水系調査管理事務所 (Tel. 04-7131-7141)
 ***関東農政局西関東調査管理事務所 (Tel. 0537-35-3251)
 ****関東農政局両総農業水利事業所 (Tel. 0475-52-6262)
 *****関東農政局那珂川沿岸農業水利事業所 (Tel. 029-227-7571)

II. 印旛沼二期地区と水質浄化との関係

1. 新たな用水計画の検討

国営及び関連事業の実施に伴い必要水量が増加することとなるが、印旛沼からの取水可能量は限られているため、その不足分について地区内での反復利用により対応することとしている。

2. 反復利用による水田の持つ水質浄化機能の強化 地区内での用水の反復利用を行うことによ

て、低地排水路を起点とした「循環かんがいシステム」が新たに構築されることとなる。このシステムが構築されることで、従来そのまま印旛沼に排出していた地域内の排水が、用水として再利用される中で水田の浄化作用を受けると同時に、印旛沼に排出される水量が減少することとなるため、結果的に印旛沼の水質保全にも寄与するものと考えられる。

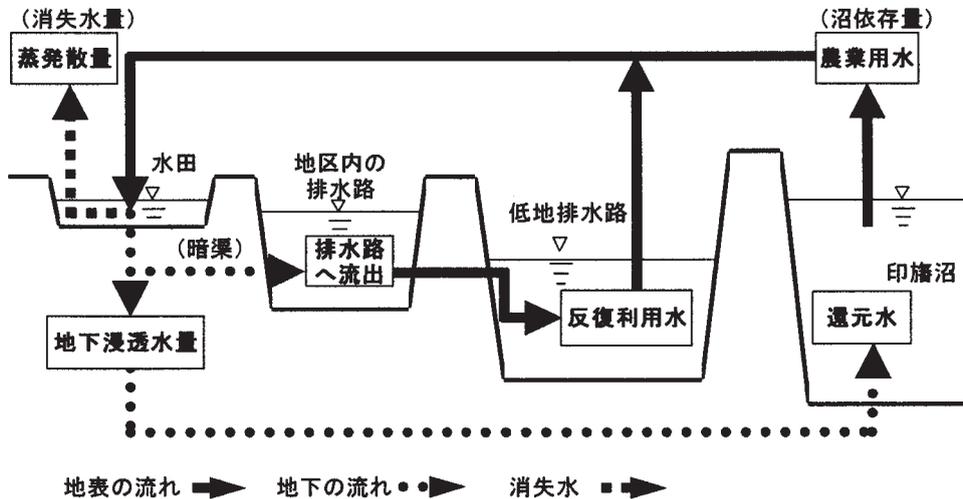


図-2 新たな用水計画のイメージ

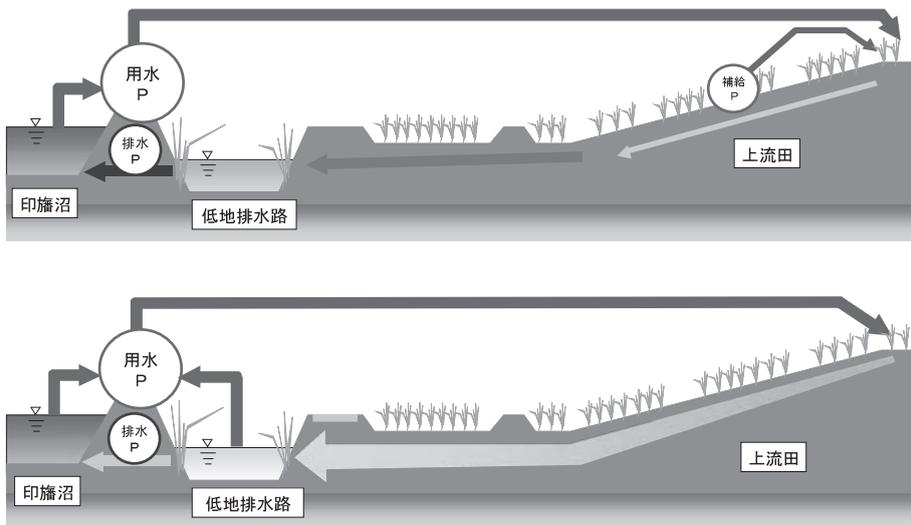


図-3 反復利用による水質浄化機能強化のイメージ

Ⅲ. 水質調査（水質浄化機能の検証）

低地排水路を起点とした循環かんがいを行うことによって発揮される水田の水質浄化機能を明らかにするため、平成15年4月に学識経験者等からなる「水質調査検討委員会」を設置し、水田の持つ水質浄化機能を把握・推計するために必要となる調査等に関する指導・助言を頂きながら現況の負荷状況の確認や水質調査等を進めてきたところである。

これまでの水質調査結果から、水田は①田植え期以降のかんがい期において水質浄化機能を発揮していること、②代かき期においては、営農活動に伴う濁水流出の影響等により窒素負荷を与えていると考えられることの2点が確認された。また、水田による浄化効果が顕著に確認された吉高エリアと宗吾エリアは、現況において既に積極的に循環かんがいが行われている地域であり、このことから循環かんがいが地域の窒素負荷の削減に大きな役割を果たしているものと推察された。

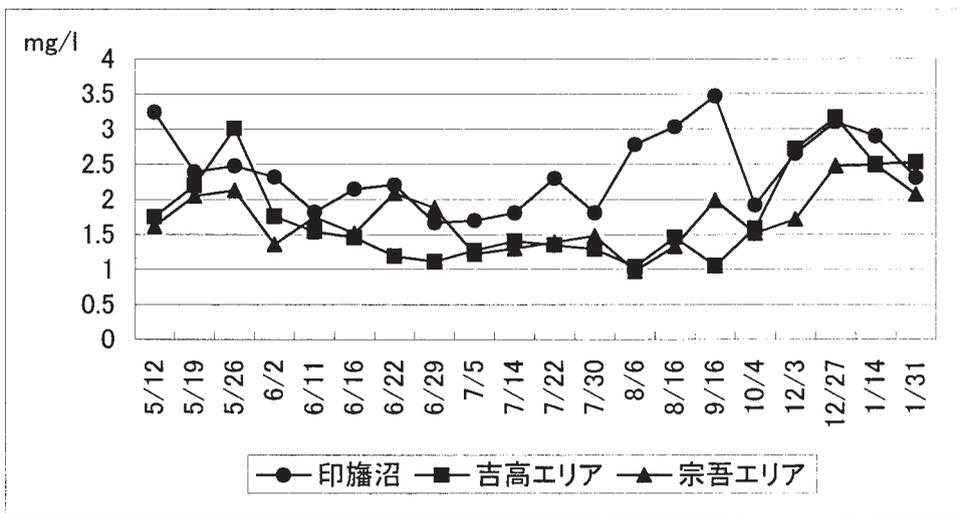


図-4 平成16年度水質調査結果 (T-Nの動態)

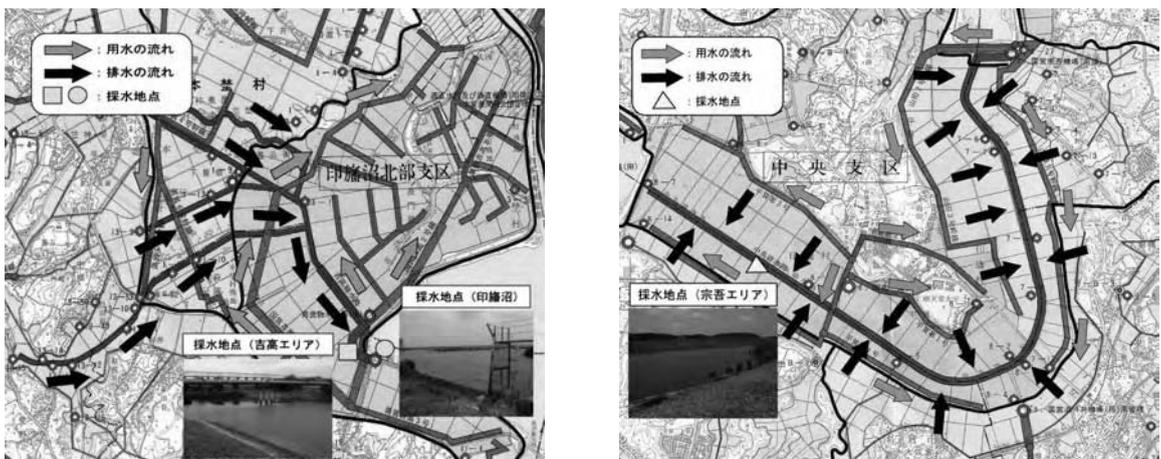


図-5 採水地点位置図 (左：印旛沼及び吉高エリア, 右：宗吾エリア)

IV. 水質浄化機能の定量化

1. 水質浄化機能の定量化の考え方

水田一筆における流入口，流出口の窒素負荷量を実測し，その調査結果をもとに水田が持つ水質浄化機能の定量化モデル式を組み立て，循環かんがい実施後における印旛沼への窒素負荷削減量の定量化を試みた。

2. パラメータの設定

今回の試算を行うに当たって，各種パラメータを（表-1）のとおり設定した。

3. 定量化モデルによる負荷削減量の試算結果

水田以外の負荷源（都市部からの生活雑排水，降雨等）からの流入と水田が発揮する水質浄化機能との関係に基づき，印旛沼への排出負荷に関するモデル式を作成し，実測に基づいたパラ

メータをそれぞれ代入して二期事業の実施に伴う印旛沼への窒素排出負荷削減量（反復利用の強化及び植生帯の設置による窒素排出負荷の削減量）の定量化を行った。

定量化モデルの試算結果により，本事業地域の水田は現況で38.0tの窒素負荷を削減していると推察された。また，二期事業を実施し反復利用の強化を図ることで窒素負荷削減量は70.8tに増加すると予想され，これにより，事業実施に伴う印旛沼への窒素排出負荷削減量はかんがい期全体で32.8t（246kg/日/かんがい期）と推察された。なお，これは印旛沼流域全体における1日当たりの窒素負荷量の6.8%に相当する。また，千葉県策定の発生原単位（11g/人/日）からみると，約22,000人分の負荷量に相当する。

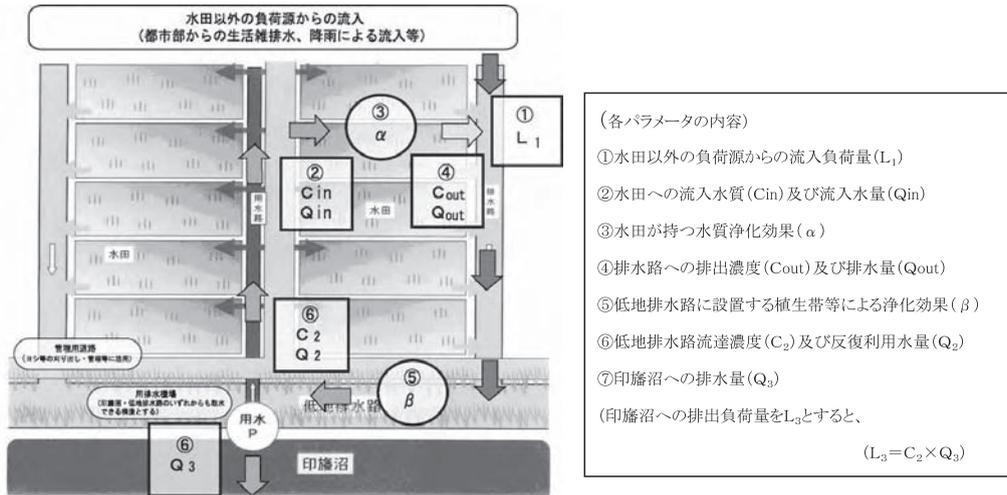


図-6 水質浄化機能の定量化モデル式のイメージ

表-1 各種パラメータの設定一覧

パラメータ	設定の考え方
代かき期における窒素排出負荷量	平成16年度の調査結果より，代かき期間中は4.69kg/ha/日が水田より常時排出されるものとして設定
水田における水質浄化係数(α)	平成15・16年度の調査結果より，次の一次式により設定 $\alpha = 0.2764 \times C_{in} - 0.3181$ ($1.15 \leq C_{in} \leq 3.32$)
植生帯による水質浄化係数(β)	霞ヶ浦での調査結果より， $\beta = 21.2\text{mg}/\text{m}^2/\text{日}$ として設定
背後地からの流入負荷量	第4次印旛沼水質保全計画(千葉県)における排出負荷量原単位にブロック別の人口及び土地利用別面積を乗じて設定

V. おわりに

水田の持つ水質浄化機能については、一般的に効果があることは知られているが、その定量化の試みはあまりなされていないのが現状である。今回の検討においては水質項目のうち窒素のみに着目し、水田一筆における調査データを基本として水田における水質浄化係数を明らかにするとともに、代かき期における排出負荷量及び背後地からの流入負荷量等の不確定な要素については、現況調査及び文献等既存のデータを活用しながら、二期事業実施前後における印旛沼への窒素排出負荷

削減量の定量化を試みた。今回の試算により、水田の持つ水質浄化機能については概略の把握ができたのではないかと考えている。しかしながら、定量化モデルの更なる精度向上のためには、今後も水質調査を継続し、パラメータ設定にあたっての調査データ数の蓄積を行う必要がある。また、ワークシートの構成についても用水計画との整合を図るなど、更なる改良が必要である。

なお、本報文は、水質調査検討委員会に報告した内容を中心に取りまとめた。同委員会の準備段階からご指導いただいた各方面の方々には紙面を借りて謝意を表したい。

ふるさと水と土ふれあい事業 四谷地区について

小 原 智 宏*
(Tomohiro KOHARA)

目 次

1. はじめに	96	4. 活動団体等	99
2. 四谷千枚田の沿革	96	5. 「緑と水と心のオアシス」	100
3. 整備概要	97	6. おわりに	102

1. はじめに

愛知県の東三河北部は典型的な中山間地域であり、古くから傾斜を巧みに利用した水稲耕作が営まれてきた。中でも南設楽郡鳳来町（平成17年10月1日市町村合併により現新城市）の「四谷千枚田」は、優良農地であるばかりでなく、素晴らしい農村景観として農林水産省の「日本の棚田百選」にも選定されている。本文では、棚田の適正な維持保全を図るほか、潤いと安らぎの空間として都市住民との交流を促進するため、愛知県が実施した「ふるさと水と土ふれあい事業四谷地区」の整備内容と、地域の活動団体による棚田保全への取り組み状況を報告する。

2. 四谷千枚田の沿革

四谷千枚田は、鳳来町最北端の鞍掛山麓（883m）南西斜面に連なる標高220m～430mの棚田地域であり、その佇まいは壮観である。開拓は古く、その起源を資料から辿れば平安時代と推察され、既に江戸時代には千枚田としての形状が整っていたといわれる。四谷千枚田は、その地形条件からこれまで幾度も土石流災害に見舞われ、特に明治37年に発生した土石流では死者11名を出す惨事となったが、村人の懸命の復興努力により、最盛期には1,296枚を数える石積みの棚田が復元された。昭和に入り、戦後の高度経済成長に伴う農業労働力の都市部への流出や、米の生産調整などの要因により次第に枚数が減少し、現在では852枚が保全されている。



図-1 四谷千枚田位置図



写真-1 四谷千枚田全景

*愛知県新城市設楽農林水産事務所建設課（Tel. 0536-62-0554）



写真-2 耕地整理記録碑



写真-3 管理用道路



写真-4 ふれあい広場

3. 整備概要

先人の残した貴重な財産である棚田も、過疎化の進展による農業従事者の高齢化や後継者不足、過酷な現場条件（急傾斜、狭小な耕作道）等により、近年その保全が困難となってきた。このため四谷地区では、平成9年に「鞍掛山麓四谷千枚田保存会」を組織し、棚田の保全活動に取り組み始めた。

一方、鳳来町では、中山間地域の持つ豊かな自然や農村景観、伝統文化、および史跡名所などを、都市と農村の交流を促進し地域の活性化を図る資源として活用すべく、「町ごと屋根のない博物館構想」を町教育委員会の主導で平成11年に策定した。また、この中で四谷地区は、棚田の維持・保全管理により景観美が展望でき、地域外住民とのふれあいにより一層の活性化を図る地区と位置づけられた。

これらを背景に、平成12年度から14年度にかけて「ふるさと水と土ふれあい事業四谷地区」として以下の整備を実施した。

(1)土地改良施設保全事業

管理用道路整備 1,425m

(2)ふれあい保全活動促進施設等整備事業

ふれあい広場整備 1ヶ所

(3)農地周辺環境整備事業

休憩施設整備 2ヶ所

水車小屋整備 1ヶ所

ほっとり小屋整備 2ヶ所

また、造成された施設は、地域住民活動の一環として、鞍掛山麓四谷千枚田保存会が中心となって維持保全を行う。(図-2)



図-2 地域住民活動の組織体制



写真-5 休憩施設



写真-6 水車小屋



写真-7 ぼっとり小屋

【景観への配慮】

生産基盤であると同時に良好な農村景観を備える四谷千枚田においては、整備にあたり景観への十分な配慮が求められた。とりわけ管理用道路整備にあたっては、重要な景観構成要素である石積みの改変を極力抑えるため、既設道路を生かした以下の4タイプの配置計画とした。(図-3) また、昔ながらの農村風景を思い起こさせる水車小屋やぼっとり小屋の整備にあたっては、受益農家に聞

き取りを行ったほか、保管されていた石臼の提供を受けるなど、可能な限り当時を再現するよう努めた。

タイプ①

水路を改修する場合には現行基準に基づいた工法となるため、地形と護岸の改変度が大きく、現在の風情ある形態が著しく後退することになる。したがって、水路沿いの管理道整備は水路を現況のまま保全し、棚田側の石積みをセットバックして有効幅員を確保することを原則とする。

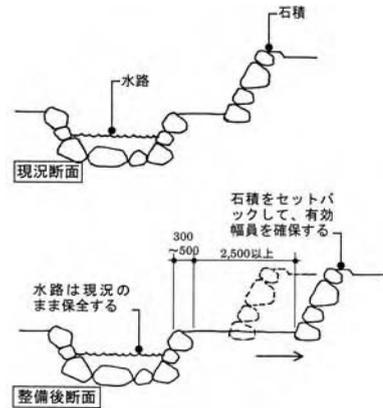


図-3.1

タイプ②

両側が石積みの間を通過する管理道整備は片側を保全し、その一方を改修することにより、現況の改変の抑制、事業の効率化を図る。いずれを保全し、いずれを改修するかの判断基準のひとつとして、高い石積みを保全し、低い石積みを改修することを原則とする。

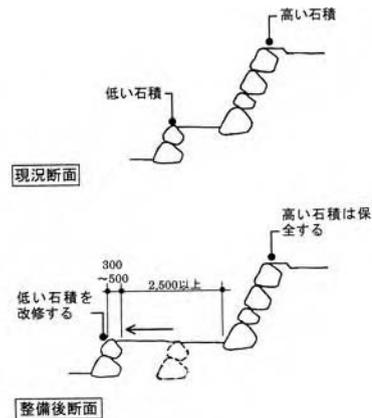


図-3.2

タイプ③

両側が石積みの間を通過する管理道整備はタイプ②によるが、高さが近似する場合にいずれを保全し、いずれを改修するかの判断基準のひとつとして、延長の長い石積みを保全し、短い石積みを改修することを原則とする。

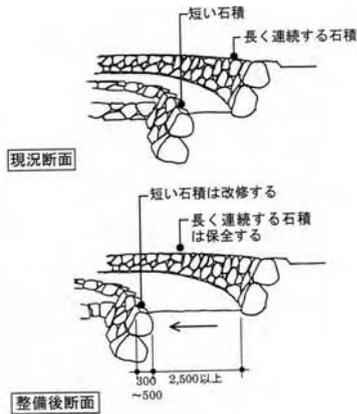


図-3.3

タイプ④

タイプ①～③の配置計画によって著しく狭小となる柵田については、管理道に取り込んで、待避スペースや休息スペースとして有効活用を図る。

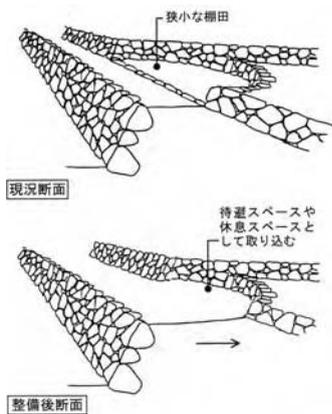


図-3.4

4. 活動団体等

四谷地区では、柵田の保全や都市との交流イベントなど、地域の活性化のための取り組みが盛んに行われている。以下に活動内容を紹介する。

【鞍掛山麓四谷千枚田保存会】

千枚田の保存活動を通じて、農業労働力の確保

と農業振興、および地域の活性化を図るため、平成9年に地区住民有志により組織された団体。耕作放棄地を農業希望のボランティアに紹介しその解消を図るほか、「田植え体験」、「千枚田生きもの観察会」、「稲刈り体験」など、都市と農村の交流イベントを実施している。また、水路、山林等の美化活動にも取り組んでいる。



写真-8 稲刈り体験

【田吾作】

保存会会員の一部により平成14年に組織されたグループ。高齢化などにより耕作の継続が困難となった耕地を借り受け、無農薬・有機栽培により耕作放棄地の解消を図っている。ここで収穫したもち米を使い、杵と石臼という昔ながらの方法で餅つきを行う都市との交流イベントも開催している。



写真-9 餅つき大会

【千枚田売店】

地区内の女性により平成13年に組織されたグループ。米、野菜、山菜など地元産農産物のほか、五平餅などの加工・販売も行っている。廉価での販売は消費者から好評であり、地域の活性化に大いに貢献している。



写真-10 千枚田売店

【連谷小学校】

児童数14名（平成17年度現在）の地元小学校。総合的な学習の時間「くらかけタイム」において、「先人の知恵に学び、稲作を営む人の思いにふれる」、「千枚田で学んだことを伝える」などをテーマとした活動を行っている。

こうした地元の熱意ある活動に、本事業による施設整備が相乗効果を生み出し、耕作放棄地解消や、ふれあい広場など造成施設を拠点とした都市との交流イベントの拡大など、地域の活性化に向けた奥行きのある深い様々な動きをもたらしている。



写真-11 連谷小学校の活動

5. 「緑と水と心のオアシス」

全国の棚田（千枚田）を有する市町村、棚田保全に取り組む団体・個人が一堂に会し、農業生産にとどまらず、環境保全や文化・歴史遺産としての棚田保全の意義、必要性について認識を新たに、都市住民など多くの国民の理解と合意のもと、中山間地域の更なる活性化を図ることを目的とした「第11回全国棚田（千枚田）サミット」が、平成17年9月、鳳来町最後の全国規模の大会として四谷千枚田を舞台に開催された。

(1)プログラム

【9月2日(金)】

開会式

基調講演（棚田学会会長 木村尚三郎氏）

現地見学（四谷千枚田）

【9月3日(土)】

分科会（第1～第4）

事例発表（連谷小学校）

分科会発表

共同宣言

閉会式



図-4 開催告知ポスター

(2)主催等

主催：全国棚田（千枚田）連絡協議会
後援：農林水産省、愛知県ほか51団体

(3)開催概要

①基調講演

棚田学会の木村尚三郎会長が「棚田は宝、棚田はいのち－愛・地球博に寄せて－」をテーマに講演。2005年日本国際博覧会の総合プロデューサーも務めた木村会長は、講演の中で棚田を観光産業と結びつけて発展を図る必要性を説いた。



写真-12 基調講演

②現地見学

鞍掛山麓四谷千枚田保存会をはじめ地域の活動団体が中心となり、サミット参加者の現地見学を案内。棚田における代掻き・田植え、稲刈り・はぎ掛けおよび石積み作業を実演により紹介したほか、連谷小学校児童らが「小学校田」の説明を行った。また、ふれあい広場や休憩施設では、地元の漬物や農産物を提供し参加者をもてなした。参加者は途中説明を受けながら、管理用道路沿いに約2時間かけ千枚田を散策した。



写真-13 現地見学（ふれあい広場）

③分科会

4つの分科会に分かれ、それぞれのテーマごとに意見交換等を実施した。

【第1分科会】

テーマ：「小さな自治」と棚田

～制度見直し後の地域活性化のために～

進行：東京大学大学院 小田切徳美助教授

棚田を観光資源としてとらえ、農業体験交流や棚田オーナー制度を実施している事例の紹介を通じ、棚田を活かした地域振興策を模索した。

【第2分科会】

テーマ：「緑」～棚田と森を考える～

進行：愛知大学文学部 藤田佳久教授

棚田を潤す湧水を涵養している、森林についての議論を通じ、棚田とともに周辺の森を維持保全していく必要性について参加者が認識を深めた。

【第3分科会】

テーマ：「水」～棚田と水を考える～

進行：東京農工大学大学院 千賀裕太郎教授

棚田地域における、水利用に関する人々の知恵と工夫から、棚田を維持保全していく意義について考察した。

【第4分科会】

テーマ：心のオアシス～百姓の集い～

進行：早稲田大学 中島峰広名誉教授



写真-14 分科会（写真は第4分科会）

各地における棚田保全の取組み事例発表のほか、世界最小の「ハッチョウトンボ」の生息地化など、米を作らない保全策や情報発信の必要性などが提案された。

④事例発表

連谷小学校が、「くらかけタイム」における体験学習の成果を「私たちの千枚田」として発表した。

多数の参加者の前でも臆することなく発表する姿に、会場は暖かい拍手に包まれた。



写真－15 事例発表「私たちの千枚田」

⑤分科会発表

第4分科会の進行を務めた中島教授をコーディネーターに迎え、4分科会の成果報告、およびパネルディスカッション形式による討議・まとめを行った。



写真－16 分科会発表

⑥共同宣言

棚田の保全活動や都市との共生・交流など、サミット開催意義を盛り込んだ5項目の共同宣言を採択した。

この後、次期開催地である宮崎県日南市の「坂元棚田」にバトンを渡し、2日間のサミット日程を終了した。

6. おわりに

四谷地区では、ふるさと水と土ふれあい事業の実施により、「田吾作」や「千枚田売店」などのグループが発足し、「保存会」の活動と合わせ地区の活性化が図られている。また、これら活動団体の協力により、棚田（千枚田）サミットを盛会の内に終えることができた。しかし、活動団体によるこうした取り組みも、ボランティアに頼るところが大きく、必要資材などは活動団体が負担しているのが現状である。中山間地域を活性化し、将来にわたり棚田を適正に保全していくためには、活動に対する支援を今後行っていく必要がある。

飛鳥川用水の歴史

栗田 登*
(Noboru KURITA)

目 次

1. はじめに	103	5. 昭和期の飛鳥川用水改修事業	106
2. 江戸時代の用水建設計画	103	6. 平成時代の飛鳥川用水改修事業	109
3. 明治期の用水建設の取り組み	105	7. おわりに	110
4. 大正期の飛鳥川用水建設と耕地整理事業	105		

1. はじめに

揖斐川町北方地域は揖斐川が越美山系より、濃尾平野に流れこむ地域でありながら、川添いの森前地域は洪水に悩まされ、山添いの河岸段丘上の地域（北外門）は揖斐川水面より平均25mも高い位置であり、飲料水さえ不自由した土地である。だから、この地域には水田が14ha程度あっただけで、あとは、畑が少々とほとんどが竹や雑木、松などがはえている原野であった。この原野を開墾し、水田にするには水の確保が不可欠であり、わずか14haの水田に引く水は溜め池の貯水が主であった。しかし、このような土地条件でありながら、往古より水稲耕作田を確保しようと試みた歴史がある。(写真-1) (図-1) 参照

◆江戸期延宝年間に新井水目論見が領主より出され、文化年間・天保・弘化年間にも領主が峰山に水路を掘り飛鳥川より取水しようとしたが、目的を達しなかった。

◆明治・大正期と用水路の建設を願い、大正9年に飛鳥川用水建設と原野の開墾と耕地整理を完了した。

◆昭和・平成期と飛鳥川用水改修事業が継続され、特に平成11年に用水トンネルの完成により、飛鳥川渓谷沿いから揖斐峡脇の岸壁を貫く江戸期の素堀水路、約3300mを破棄した。この破棄した素堀水路は、祖先がさまざまな障害を克服し、豊かな暮らしを求める人間の姿を象徴した価値ある文化遺産である。

そのために、江戸期の手堀りによる飛鳥川用水

遺構である揖斐峡道路山側の間戸岸壁用水掛樋(写真-2)と水路隧道(写真-3)は、揖斐川町史跡として平成12年11月に指定された。



写真-1 先人の叡知と努力を讃える記念碑



写真-2 揖斐峡に遺る旧飛鳥川用水路

2. 江戸時代の用水建設計画

(1)延宝年間の建設計画

江戸時代となり、各大名は領地の水田開発に努

*飛鳥川用水土地改良区理事長
(揖斐川町役場内 Tel. 0585-22-2111)

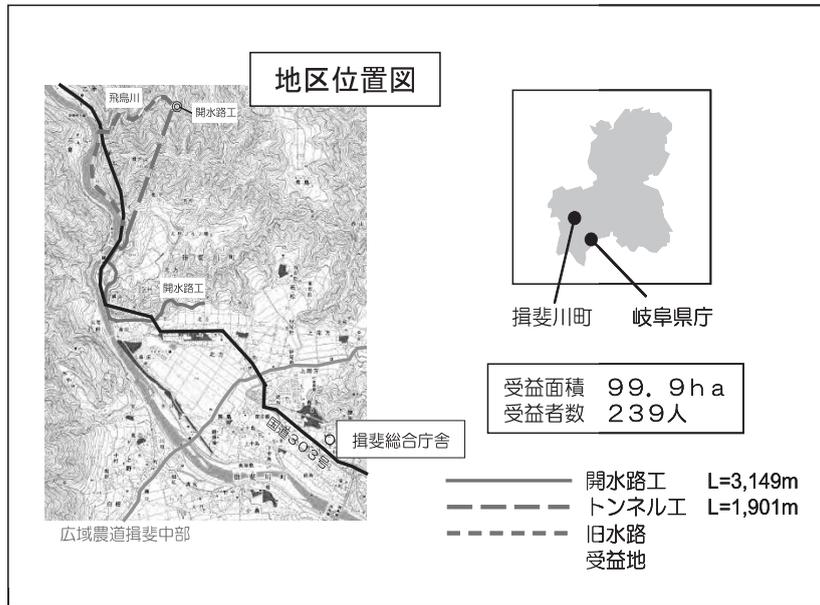


図-1 位置図



写真-3 遊牛谷の水路トンネル

めた。当北方地区は旗本岡田氏の領地であり、当時、美濃各地で水田開発の新しい井水開発を岡田領主が見聞し、自分の領地でも具現しようと考えた。領主岡田氏は延宝2年（1674）房島村に対して、「揖斐川の本流の上流で取水し、東岸壁を北方地区まで導く井水の開発を命じた。」

①北方神社所蔵の文書によれば、大和屋覚兵衛に新井水開墾の“目論見書”を提出させ、それを地元百姓に打診している。しかし、地元百姓の小右

衛門・源六・四郎三郎が連署で揖斐役所（岡田領主）へ延宝2年4月2日付けで申し出書を提出している。その内容は、大和屋の計画の取水口をつくると、「田がつぶれ百姓が困る」だから、“遊牛谷と大川の出会う所”に取水口を作って欲しいと願っている。

②前記の大和屋覚兵衛の目論見にたいして、北方村百姓が自ら作成した“新井水目論見申御訴状”を延宝2年4月11日に提出し、6月中に工事を仰せ下されば、来年の3月中には井水を完成すると訴えている。この北方百姓が作成した目論見計画は具体的である。大志が瀬の東の小川から取り水し、まむし谷から城山の西岸にかけて、岩壁を貫き沢には樋を仕掛け、西平栗御林まで水路を作って導水する計画である。

※しかし、岸壁はゲンノウ・カナヅチをもって掘るのである。領主より開発費用の見積もりをするように問われたが、入用木の調達や鑿岩道具の貸与など領主の援助がはっきりしないため、見積りは出来なかった。結局この計画は実施されなかった。おそらく多額の工事費と難工事が予想されたからであろう。

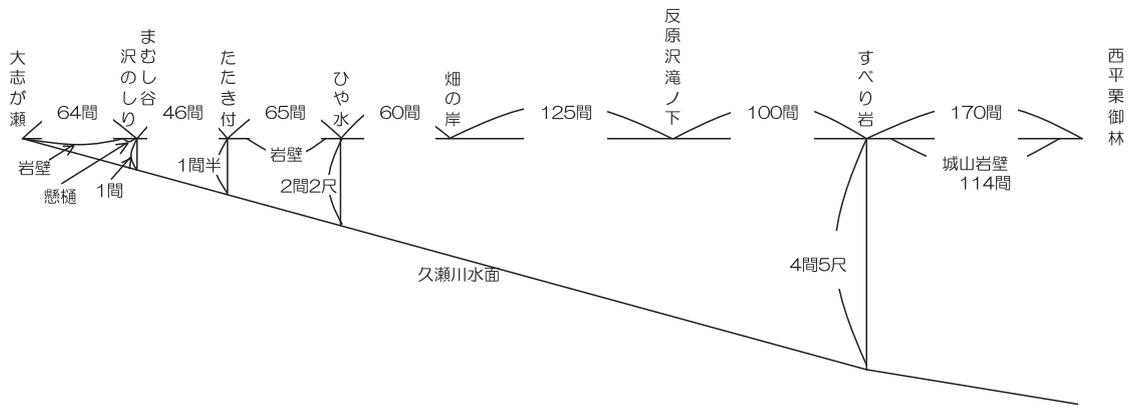


図-2 延宝2年 北方新井水計画概略図 (揖斐川町史294ページより)

(2)文化年間の建設

伝えによると、延宝年間の建設計画から130年後の文化5年(1808)に、豊吉という人が峰山に用水路を作りはじめ、その後北方村庄屋太兵衛が上納米を手形にして工事を続け、文化15年に太兵衛が勘定不埒の罪で入牢となった。そのために、村人30余名が結束して反原沢より城山崖の岸壁を打ち抜き一年余りで新水路を仕上げたと云われている。

(3)天保・弘化年間の建設

大正3年(1914)から大正9年にかけて18万余円を投じてコンクリート製の水路を設けたその工事の報告書によると、岡田領主が天保～弘化年間のおよそ9年間にわたり、峰山に水路を建設し、遊牛谷60間の隧道を貫き飛鳥川から通水をはかったが目的を達しなかった。

3. 明治期の用水建設の取り組み

(1)明治40年(1907)北方村の栗田助役は地主・耕作者と協議して、県に懇情し峰山の「上流」飛鳥川から水を引き入れ、金山谷から隧道を掘り背折谷に貫くよう宇都宮技師を招き実測したが、高低の関係上遂にこれは中止となった。その他、堂ヶ洞から谷川を導入しようとした作業の跡も残っている。

(2)明治42年(1909)折戸村長は県に窮状を訴え、県会に陳情し現地調査を願う。

4. 大正期の飛鳥川用水建設と耕地整理事業

(1)大正2年(1913)12月、県耕地課から技師が派遣され水路測量を開始する。

(2)城山腰より鎌曾・反原谷・遊牛谷を得て峰山中

腹の旧溝跡を辿り、境谷から揖斐山に至り更に飛鳥川取り入り口まで実測する。

(3)大正3年に耕地整理組合を設立。1月から灌漑地区の耕地整備計画をし、ただちに着工する。

◇幹線工事費65,000円・下流小水路(畦畔と田)50,000円、村人に工事を請け負わせる。

(4)大正4年5月に西平地区の10町歩を竣工する。その秋に坪刈りを行い、掬米の標準を定め一反の収益は4俵弱であった。

(5)大正5年国道303号線南の登り瀬古から下多良海道まで。

◇北は西親戸から東へ奥天上・丹後野・伊尾野・丸山までの第1号から、第12号線までの水路と畦畔と水田整理の竣工をし、7月に田植が終わった。

◇耕地整理後の区画面積は、縦30間、横10間を一反歩とした。但し、宅地沿いの田は別であるが、整然となった。耕作や収穫に労力は節約され、収穫も増加し土地価額も整理前は一反歩平均350円が、整理後は約500円と上昇した。

・組合員は297名となった。

◇この耕地は一部分を除いては土質が乾燥し水持ちが悪く、昼夜2回配水しなければならず、全区域の配水には一日24人、他に監督一人を要し昼夜交替して各区域に配置し、極力配水に努力しても下流の大和地区丹後野方面は時折通水が途絶えて耕作者の苦情が続出した。

(6)大正8年までに、換地・分合・交付等を行い償還金を完納する。

(7)大正9年5月16日に竣工式を挙行了した。

◇工事費総額 18万5867円余であった。

・開田負担金 12万2867円17銭3厘

- ・ 90町歩 297人で負担
- ・ 一反当たり 135円88銭
- ※当時の米の値段 1俵の価格 大正3年 7円28銭
大正8年 10円60銭
米価10円として13俵半に相当する。

◆一反当たりの開田負担額は米に換算して13俵半である。

※図-3~6及び写真-4~6は飛鳥川用水耕地整理組合の大正3年より昭和4年に至る用水・耕地整理組合の事業報告書で「整理施行前における地区の概要」・「整理施行後における地区の概要」・「組合員数」・「整理前後における地区の地目別面積及地価」などが記載されています。また、写真-4及び5は、耕地整理前後の状況を写したもので、写真-6は原平野であった丹後野の開墾と耕地整理祈願に集まった人々で紋付羽織袴姿で写っています。

5. 昭和期の飛鳥川用水改修事業

飛鳥川用水路の上流峰山地内の用水路は狭く、雨が降ると水路が各所で破壊され、用水下流部の奥郷・丹後野地域は灌漑不能な水田が生じた。

(1)昭和5年(1930) 県山林課に懇願して、林道開発による水路の改修を訴えた。翌6年2月箆子平から梯子谷まで1200mの林道を開発し、通水をよくした。

(2)昭和8年(1933) 峰山上流境カ谷まで県営林道の認可を得て5月末までに全域の水路を完成し、林道と共に延長2600m水路を完備した。(写真-7)

※飛鳥川左岸の峰山は村有林であり、山林管理に必要な林道が必要であった。林道開発は用水路にそって林道を造成した。林道は水路管理と山林管理を容易に可能にした。しかし、第二次世界大戦の長期化により、水路の改善が怠りがちとなり漏水が甚だしく、昭和21年当時峰山の取水口で水位が2尺以上あったが、箆子平の水位は1尺にも達せず、耕作者は水路の底穴に古着ポロ布を集め埋めたが、通水は極めて悪く、水路の修繕を訴えた。

(3)昭和27年(1952) 耕作関係者が協議して、西平城山腰から上流峰山取水口までを受益者負担として3カ年計画で改修工事を昭和30年5月に完了した。

・ 工事費 270万円

(4)昭和45年(1970) 揚水機を設置する。上流峰山取水口より箆子平にいたる水路の管理は難渋を極めたので、飛鳥川が揖斐川と合流する地点(国道北山トンネルの出入口)に揚水機を設置した。しかし、揚水機に土砂が詰まる等の要因で故障が起こり数年で廃棄と成った。(写真-8)

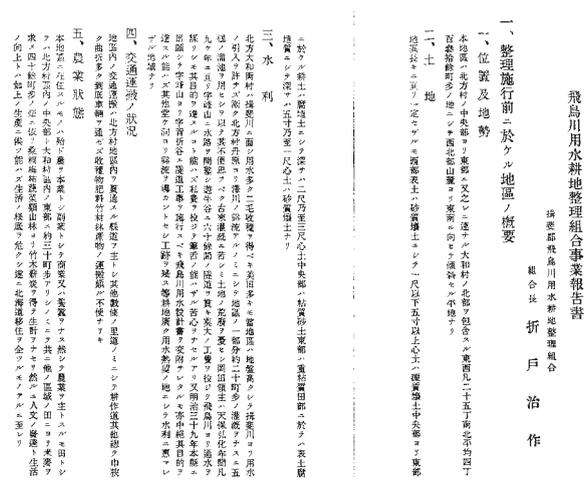


図-3 事業報告書(整理施行前に於ける地区の概要)

北方神社の森
↓
門外北ノ前行施理整



写真-4 整理前の北外門

ム望ヲ面方野後丹リヨ裏社神後行施理整



写真-5 整理施工後神社裏より丹後野方面を望む

野後丹ノ前行施理整



写真-6 整理施工前の丹後野



写真-7 飛鳥川溪谷にそった林道と用水路

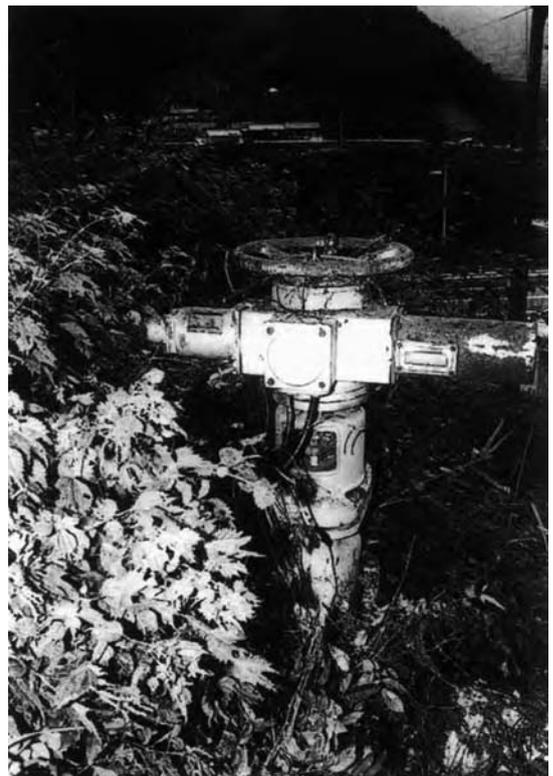


写真-8 廃棄された揚水機の止水ハンドル

6. 平成時代の飛鳥川用水改修事業

平成元年（1989）9月の集中豪雨により、水路の損傷は激しく、地区民の協力で毎年維持補修をしていることから、国・県に陳情を重ね平成4年度に「県営かんがい排水事業」として採択を受ける。特に安定した用水の確保をするために、峰山境谷から鎌曾までの約1901mの水路トンネルを計画し、平成5・6年に現地調査を実施した。

そして、トンネル掘削は平成7年に着工し平成11年に完成した。（写真－9）この水路トンネルの完成により、上流部の水路で峰山境谷より飛鳥川溪谷沿いを通り、旧国道303号線に沿って掛斐峡脇の岸壁を貫く石積み及び素掘トンネル水路（昭和27・28年にコンクリート三面張りにした）、約3300mを破棄した。さらに、取水口より水路トンネル口の境谷までの区間は水路上面を鉄板で覆い、土砂や落葉などの流入を防ぐ改修がされた。（写真－13）この改修により、漏水を塞ぎ安定した水量の確保は勿論のこと、平成3年～11年にかけて県営圃場整備事業による大区画圃場がパイプ

イン化により、多大な労力を費やした水管理の合理化と維持管理の手間を省く事となり、農業経営の向上を図れるようになった。（写真－10）

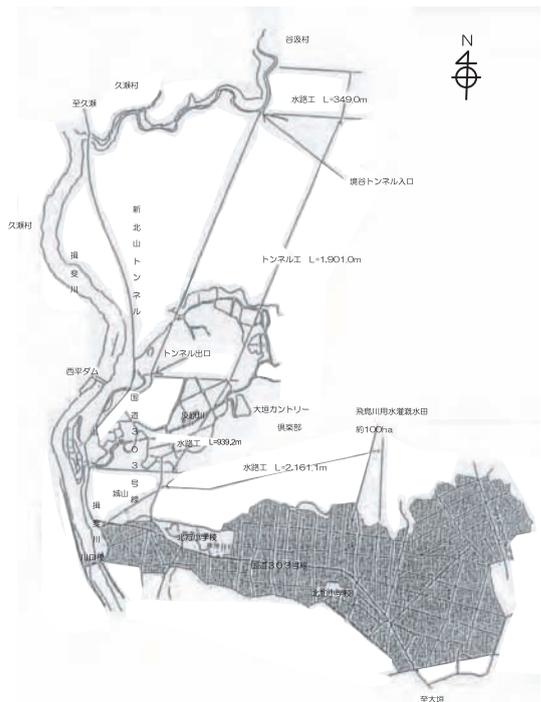
◎「飛鳥川用水トンネル」銘板（35×150cm）台字は、地元北和中学校全校生266人の平成11年「正月書きぞめ」題材として取り組んだ。（写真－9中央）その中から選んだ。書く事を通して、郷土への関心と理解を深める事業となった。

◎改修事業の概要（図－7参照）

①全体改修水路距離	5,320m
・用水路改修	3,419m
・トンネル	1,901m
②工 期	平成4年度着工～平成13年度完成 （トンネル工事着工 平成7年～平成11年完成）
③総事業費	20億10,290千円
・うち用水トンネル	15億13,520千円
（地元負担金	3億1,543千円）



写真－9 新用水トンネル出口



図－7 飛鳥川用水計画概要図



写真-10 パイプライン化による大区画圃場



写真-13 水路上面を鉄板で覆い、土砂や落葉が流入を防ぐ水路



写真-11 自然流下圧利用のパイプライン化された第三ピット



写真-14 コンクリート三面張り用水路



写真-12 飛鳥川用水取水口

実施や担い手への農地の流動化も着実に進み先進地だと自負している。「飛鳥川用水」は地域住民の財産として守り続けなければならない。それは、先人の苦難の恩恵を後世に伝える責務を土地改良区は背負っているのだと考えているのです。

7. おわりに

大正期の飛鳥川用水路の開設に合わせて一反を基準に県下では先んじて耕地整理に取り組み、以降80年間農地の活用をして来た。その後、他地域に遅れ30a基準の県営圃場整備事業に取り組み地区53haのうち30.7haを実施し、平場は60a～160aの大区画圃場に整備し自然落下水圧のパイプライン化され昨今の転作もブロックローテーションの

(注) 国土地理院の河川名は「飛鳥川」であるが、土地改良区の認可書は「鳥」が「鳥」となり、文章中に入り混じっているが、深い意味のない事を申し添えます。

※飛鳥川用水の認可年月日は昭和28年8月12日。認可番号 第169。

最後に成りましたが、原稿作成にあたり町歴史民俗資料館のお世話になりました事を付記します。

平成17年度農業土木技術研究会研修会レポート

－「生態系保全に配慮した計画・設計・施工技術及びその検証」－

編集事務局

平成17年度の農業土木技術研究会研修会が「生態系保全に配慮した計画・設計・施工技術及びその検証」をテーマに開催されました。その結果を以下に報告します。

I. 研修会の概要

1. 研修日時 平成18年1月24日（火）10：00～16：30
2. 場 所 科学技術館（サイエンスホール） 03-3212-8485
東京都千代田区北の丸公園2-1 （交通）地下鉄東西線「竹橋」徒歩7分
地下鉄半蔵門線「九段下」徒歩10分
3. プログラム

10:00	開会挨拶	農業土木技術研究会 会長	太田 信介
10:10	研究会賞及び奨励賞授与式		
10:40	環境配慮に関する施策の展開方向について	農林水産省 事業計画課 課長補佐	鈴木 孝文
11:10	国営亀岡地区の排水路整備における生態系保全に配慮した取組事例	近畿農政局亀岡農地整備事業建設所 工務官	山田 公司
11:50	（ 昼 食 ）		
13:00	秋田県駒場北地区における生態系保全対策の実施例（淡水魚）	秋田県仙北平野農村整備事務所 副主幹	大木 寛
13:40	ほ場整備事業における生態系保全の取組み事例	鳥取県鳥取地方農林振興局 主幹	奥村 義行
14:20	生態系に配慮したため池整備とモニタリング（事例紹介）	中国四国農政局香川農地防災事業所所長	木下 勝義
15:00	（ 休 憩 ）		
15:10	農業水路における魚類環境選好性について	（独）農業工学研究所 生態工学研究室長	奥島 修二
15:50	生態系配慮工法の取組について	（社）農村環境整備センター 主任研究員	村山 浩稔
16:30	閉会挨拶	農村振興局整備部設計課 首席農業土木専門官	永嶋 義隆



写真-1 太田会長の開会挨拶

Ⅱ. 研究会賞授賞式

研修会に先立ち、昨年度に掲載された報文について優秀と認められる報文について、「企画・計画部門」、「設計・施工部門」において第35回農業土木技術研究会賞、奨励賞の表彰を行いました。

今回の表彰の対象は、「水と土」138号～141号に掲載された報文について、任意に選出された150名の会員による投票結果を参考に、執筆者が会員かどうか、報文内容が研究会賞としてふさわしいかどうかについて検討し、「研究会賞」、「奨励賞」を選考しました。

今回表彰の報文名の執筆者、選考理由は次の通りです。

○研究会賞（企画・計画部門）

「農業用排水路の機能診断と補修等工法の検討事例」（139号掲載）

渡部 昭彦 中国四国農政局 四国土地改良調査管理事務所
山崎 廣安 中国四国農政局 四国東部農地防災事務所

[選考理由]

本報文は、開水路の機能診断調査・評価からの補修工法の基準作成の検討過程及びその内容を紹介した報文で、学識経験者、研究機関、県、関係市町等からなる検討委員会での検討を踏まえた検討を行い、農業用排水路の補修設計を行った事例である。

現地状況を踏まえ、地区としての開水路の機能診断基準を設定し、補修施工の優先度を判定する基準を作成する等、診断の共通化、補修工法の選定の根拠が明確化されている点について、今後、同様な水路補修を行う地区について参考となる内容となっていることから、本年度の企画・計画部門の研究会賞として選定した。



写真-2 表彰式の模様

○研究会賞（設計・施工部門）

「現場内ゼロ・エミッションを目指した農道工事」（140号掲載）

森山 正人 島根県 川本農林振興センター

[選考理由]

本報文は、山岳部の農道工事において発生する伐採木等の建設副産物の再利用を図り、資源の有効利用、及び建設コストの縮減を図った施工事例を紹介した報文である。

「ゼロ・エミッション」の資源循環の理念を農道工事に反映した内容は、コスト縮減にとどまらず、地域環境に配慮した施工例であり、現地発生木材を活用し所定の性能を有する構造物を造成し、それによりコスト縮減や環境に優しい設計・施工へ導いた事例として、今後同様な地区の参考となる内容となっていることから、本年度の設計・施工部門の研究会賞として選定した。

○奨励賞（企画・計画部門）

「用水路の改修に伴うゲンジボタル保護への取り組み」（138号掲載）

長谷川 昌美 関東農政局 整備部 設計課

[選考理由]

ゲンジボタルの保護についての調査、関係者との調整、生息生物に配慮した設計施工の紹介、保護活動に至る一連の項目をまとめることにより、生態系保全に配慮した取組事例を紹介した報文である。

現場担当者が自ら取り組んだ調査～施工、モニタリングを現場の眼線で記述され、わかりやすい内容となっている。地域との連携では、地元小学生との連携を図り、環境配慮の取組を通して、農業用水路の持つ多面的役割を地域へのPRを行った事例として他地区の環境配慮計画の取組等へ参考となる内容となっていることから、本年度の企画・計画部門の奨励賞として選定した。

○奨励賞（設計・施工部門）

「水路工事におけるノンステージング工法について」（140号掲載）

竹ヶ原 松善 東北農政局 相坂川左岸農業水利事業所
坂田 龍之 大成建設株式会社 関西支店
福丸 茂樹 株式会社 技研施工

[選考理由]

本報文は、施工期間の制約及び十分な仮設ヤードが確保されない施工条件における開水路改修において、大規模仮設ヤードを用いない土留鋼矢板の打設工法、硬質地盤に対応した鋼矢板打設工法の採用概要を記述し、現地に適応した工法採用により工期短縮や工事費軽減を図った施工事例を紹介した報文である。

水路の現位置での改修における環境影響の最小化、仮設備削減による工期短縮、工事費削減が紹介され、併せて工法適用にあたっての留意点も記述されており、同様な現場制約条件がある地区での施工において参考となる内容となっていることから、本年度の設計・施工部門の奨励賞として選定した。

Ⅲ. 講演の概要

講演に先立ち、太田農業土木技術研究会会長より、研修会への参集に対する謝意表明と研究会の取り組みの説明後、今回の研修会テーマについて

「今回のテーマに関連する環境配慮に対する取り組みはさまざまな形で行われてきておりますが、ひとつのエポックとなりましたのは、昭和63年に補助事業で農業水利施設高度利用事業が創設されたころからでございます。これを契機として、平成3年の当時の構造改善局建設部長通達においては、施設が所定の機能と安全性を有し、施工・維持管理の面で経済的であるほか自然環境との調和、潤いある生活環境、国土保全機能の維持に配慮する旨を示した上で各事業ごとの対応策を提示しています。

その後、食料・農業・農村基本法に環境配慮が明記され、環境に対する国民一般の関心の高まりの中、平成13年の土地改良法改正により、「環境との調和に配慮すること」が土地改良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現在、事業が進められています。

平成16年10月に農業土木学会から刊行された「環境との調和に配慮した事業実施のための調査計画・設計の手引き」((1)基本的な考え方・水路整備, (2)ため池, 農道及び移入種, (3)ほ場整備(水田・畑)の3分冊)などにより環境配慮の基本的事項や各施設設計の考え方が整理されてきています。

さらに、この後の講演でも触れられると思いますが、生物のネットワーク保全・形成に視点を置いた現場適用性を向上させるための「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」が農村振興局で作成中と聞いております。

このように農業土木技術者には環境との調和に配慮した事業実施に際して、幅広い計画、設計、施工技術等の取得がなお一層重要になってきており、地域住民や有識者の意見の活用をふまえた事業実施例や検

証例、技術的課題に対する現場工夫事例の整理・普及は意義あるものと考え、本日の研修会では、「生態系保全に配慮した計画・設計・施工技術及びその検証」を研修テーマとさせていただきます。

今日は7名の講師の方々に、施策の展開方向、それぞれの現場における取組、生態系保全に関する専門分野からの講演をお願いしています。様々な制約条件のある各現場における取組の紹介や関連する専門分野の技術紹介などを内容にしています。

事業を実施している全ての地区で恵まれた生態系が従来からある訳ではありませんし、各現場ではそれぞれの実施に至る背景を持っています。あの地区には元々恵まれた生態系に関する素材があるが担当地区にはこれといったものがないから、畑かんのパイプライン地区だから難しいなどとあきらめずに、今回紹介させていただいた事例から、取り組むこととなったきっかけやその後のケアの状況、チャレンジした姿勢等をお持ち帰っていただき、各現場の挑戦が始まれば主催者としてはこれに勝る喜びはございません。」との挨拶がなされ、講演が開始されました。

◇個別の講演の発表要旨を以下にまとめます。(詳細は、研修会テキストを参照願います。)

1. 環境配慮に関する施策の展開方向について

鈴木講師からは、農業農村整備事業における環境配慮の施策の取組方向に関して、以下の講演がなされた。講演の要旨は以下のとおり。

○環境と調和への配慮の取組状況と今後の展開方向

田園環境整備マスタープラン又は農村環境計画を策定した市町村が8割(平成16年の市町村数ベースで約2500市町村)を超えたこと、環境情報協議会や環境相談員制度を創設したこと等により、田園自然環境の創造に着手した地域数が、平成14年度の約500地域から、平成16年度には1,050地域まで拡大するなど、全国的に「環境との調和に配慮した」取組事例が増加している。

また、農村の豊かな自然や美しい景観・伝統文化の保全を求める国民の要請を踏まえ、昨年3月に閣議決定された新たな「食料・農業・農村基本計画」では、生態系、景観、文化等の農村環境の総合的な保全・形成に配慮した基盤整備をより一層推進することとされた。

このため、国営地区における「環境計画」の作成や市町村が作成する「田園環境整備マスタープラン」の見直しなどを行い、事業の実施に当たり環境との調和への配慮を充実することとしている。

○環境配慮の取組を推進するための制度の充実

①国営地区における「環境計画」の作成

生態系や景観に関するより広域的な視点からの調査・分析を踏まえて具体性の高い計画に基づく事業の実施が必要であることから、国営事業における「環境との調和への配慮に関する計画(環境計画)」を作成し、環境との調和への配慮を計画的かつ効果的に推進することを検討している。

②市町村が作成する田園環境整備マスタープランの充実

「田園環境整備マスタープラン」は、農業農村整備事業による環境保全の展開に不可欠であることから、地域における合意形成、関係機関等の連携の強化、生態系の保全区域や良好な景観の形成区域等の適切な設定など、「農村地域における環境保全の基本計画」としての位置づけを強化することについて検討している。



写真-3 鈴木講師の講演の様子

なお、これらの取組を含め、農業農村整備事業における環境との調和への配慮の取組を技術的にサポートするため、「環境との調和に配慮した調査計画・設計の技術指針（技術指針）」及び「農業農村整備における景観配慮の手引き（手引き）」の作成を行っている。

○『技術指針』の作成

「技術指針」については、農業農村整備事業の環境配慮に関するこれまでの蓄積を踏まえ、生物のネットワーク（生息・生育環境及び移動経路）を保全・形成することに重点を置き、調査から維持管理に至る各段階において、環境配慮の手法を具体化し、現場適用性を向上させることを中心に検討している。

○『手引き』の作成

「手引き」では、農村地域の水・土・環境を対象として扱う農業農村整備事業の実施に当たり、農村景観の美しさの捉え方など農村景観を理解するための基本的な事項をとりまとめ、景観の保全・形成を適切に行うために必要な調査・計画・設計の考え方や手法を明らかにすることを目的として作成している。

農村景観の美しさは、人間が生存し、快適に生きるための機能を備えた上で、農村景観を構成する要素が造形的に調和することにより、発現されるものと考えられることから、農業農村整備事業の実施に当たり、機能論と造形（デザイン）論の考え方を計画・設計に積極的に取り入れることを中心として検討している。

2. 国営農地再編整備事業亀岡地区の排水路整備における生態系保全に配慮した取組事例

亀岡地区における幹支線水路における魚類等の生息環境保全に際し、地域と協力して取り組んだ事例について以下のとおり紹介がなされた。

本事業実施地区は、近傍の河川に天然記念物「アユモドキ」が生息していることや、古くからの文化・歴史が存在する自然豊かな農村地域である。平成12年度に国営農地再編整備事業亀岡地区が着手された後、土地改良法の改正に伴い事業実施において環境に配慮した取組を実施。取組に当たっては「亀岡市環境基本計画」・「田園環境整備マスタープラン」とリンクした環境配慮のゾーニング（①史跡保全②石積みの棚田と生き物③畦畔木と生き物④生活用水確保の文化）を決定し、基本的にこのゾーニングを基に環境配慮の対応を進めている。

ここでは、特に当該地区の幹支線排水路整備における魚類等の生息環境保全に際し、地域と協力した取組として、調査・計画・設計・施工の各段階で下記のとおり調整・検討した事例を発表。

- ①調査：現況河川に生息する水生生物について地元調査研究団体の協力を得て事前モニタリングを実施。結果、メダカの生息や二枚貝とタナゴ類の共生関係が保たれているなど、豊かな生態系が現存する。
- ②計画・設計：前モニタリング結果を基に、地域住民との調整を図る「国営川東地区推進協議会環境委員会」、有識者の意見を聞く「亀岡地区環境アドバイザー委員会」等とおして、具体的な計画・設計をとりまとめている。
- ③施工：排水路工事の実施に際し、魚・貝などの水生生物を捕獲し近傍の排水路への引っ越しを実施。引っ越しに当たっては、地域の児童や保護者の皆さんの協力を得て



写真-4 山田講師の講演の様子

いる。

なお、整備後の生態系保全に配慮した取組の効果発現の確認については、幹線排水路～末端排水路まで整備できた状態で整備後の水循環が確立されることから、これらの一連の整備が完了した時点で確認を行う計画としている。

3. 秋田県駒場北地区における生態系保全対策の実施例（淡水魚）

秋田県駒場北地区において、淡水魚（イバラトミヨ雄物型）を対象にした生態系保全対策の実施例について、以下のとおり紹介がなされた。

秋田県では、平成11年に秋田県版レッドリストが公表され、これを契機に貴重種の生息確認調査を行い、駒場北地区等で絶滅危惧種のイバラトミヨ雄物型が確認された。県では、貴重種の適切な保全を図るため、動植物等の専門委員6名とアドバイザー2名で構成する「農業農村整備事業に係わる生態系保全対策協議会」を設立し、当地区でも専門委員の指導・助言に基づき、湧水に依存した地域の生態系保全対策を実施した。

保全対策の計画段階では、①事前調査に基づき保全エリアを決定し、湧泉は現状保全（回避）、保全水路1-2は現況水路敷を活用（最小化）、保全池と保全水路1-1は区画整理に伴いに消失する生息域の減少を補うため代償として設けた。②保全対象種の生態に配慮し、保全池は魚類の繁殖・生息・越冬場所としての機能を持たせ、池内の水深確保などの措置を講じた。また、保全水路は魚類の移動区間（湧泉⇄保全池）・一時生息場所としての機能を持たせ、流速や水生植物の生育などに配慮した措置を講じた。施工段階では、対象種の繁殖・成長の時期を避けて施工し、各段階での施工前に魚類を避難させ、また、工事中に生ずる濁水対策を行い、水生植物の生育や底生動物の生息への影響を軽減した。

地元調整における配慮では、保全の必要性、保全対策工法、維持管理体制などについて地元と協議・検討した。その結果、保全対策への理解が得られ、維持管理体制も確立し、管理手法について学識者の指導を得ながら、積極的に管理作業へ参加している。

保全施設の効果検証は、施工直後から行っているモニタリング結果から、保全池では個体数が維持され、営巣も確認された。また、保全水路では個体を確認し、湧泉・保全池間の移動も確認された。これらのことから、施設が機能しているものと考えている。このように機能している保全施設が完成したのは、学識者の適切な指導・助言や地元の協力・理解を得られたことが大きいものと考えている。

本地区での実施事例が、土地改良法に掲げられた「環境との調和への配慮」を実践したものと評価され、平成17年度農業土木学会「上野賞」を受賞した。



写真-5 大木講師の講演の様子

4. ほ場整備事業における生態系保全の取組事例

鳥取県岩美郡岩美町で実施している県営ほ場整備事業（大谷地区）での生態系保全に係る取り組みについて以下のとおり紹介がなされた。

本地区は1910年代に1反区画での整備が行われているが、田面標高が低く、道路の未整備や水路は用排兼用の土水路等のためたびたびの湛水被害を受け、耕作放棄地が増大するなど農業の衰退を心配する状況であった。地区内を横断する国道バイパスのルート決定に合わせ、近代的な農業を展開するためほ場整備に取組む事になった。調査計画段階では生態系保全に取り組む計画は無かったが、90年近く変わっていない

い環境がほ場整備により激変することにより、地区内に普通に見られる魚類が居なくなるのではないかと心配する意見が関係者から起きたため、実施設計段階で環境に配慮した工法を取り入れることになった。

当初は幹線排水路部分に魚巣ブロック付き緩勾配ポーラスコンクリート護岸水路と魚巣ブロック付きL型水路を設計したが、その後、生態系保全型水田整備推進事業の採択を受け、専門知識を有する学識経験者等をメンバーに検討委員会を組織し、本格的に生態系に関する取り組みを始めた。現地調査等により16種の保全対象種を決定し、これらが生息できる環境を創造するための各種工法を委員会の意見を参考に実施した。調査ポイントを決めモニタリング調査を継続的に実施し、各工法の評価検証を行っているところである。

現時点で「水際植生の復元」「水際の多孔質化」「水路と水田の連続性の確保」「上下流の連続性の確保」の4項目で評価すると「水路と水田の連続性の確保」については水田魚道が未整備で今後の課題として残るが、その他の項目については魚巣ブロック付きL型水路を除き概ね目的を果たしている。特に「上下流の連続性の確保」については、平坦な地形のため落差工等の構造物が無く自由に往来できる良好な水系ネットワークが出来ている。生態系保全に関するその他の取り組みとして「生きもの救出作戦」「田んぼの生きもの調査」「パンフレットの作成」「PR看板の設置」「アンケート調査」を実施、営農面としては土作りによる減農薬、減化学肥料で「環境に優しい農業」を目指している。



写真-6 奥村講師の講演の様子

5. 生態系に配慮したため池整備とモニタリング（事例紹介）

国営香川地区におけるため池整備において施工前の環境調査によるモニタリング計画の策定と同計画に基づき実施した整備工事及び施工後のモニタリングについて以下のとおり紹介がなされた。

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して位置づけられた。これを受け、当事業所では、その後の改修予定ため池にかかる環境調査及び環境配慮の検討を行い、生態系に配慮した工法検討を行った。今回は、それらを実施している安鹿上池・下池、太井池、坂瀬池の3つのため池について、その概要は以下のとおり。

①環境配慮の基本方針

動植物そのものではなく、それらが生息、生育しているため池（＝生態系基盤）を保全対象とし、モニタリング及び環境配慮対策を行う。

②モニタリングの手順

事前モニタリング（施工前の自然環境状況把握）→環境配慮対策の策定及び実施→事後モニタリング（施工前の自然環境との比較により、配慮対策の効果について検証）の順に行う。

③環境配慮対策の策定

ミチゲーション5原則（＝回避、最小化、修正、影響の軽減／消失、代償）に従い環境配慮対策案を想

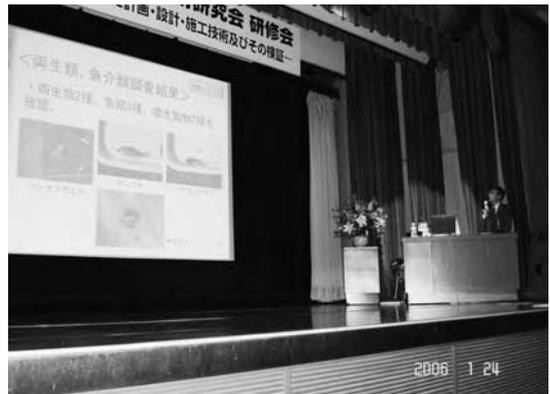


写真-7 木下講師の講演の様子

定したのち、経済性やため池管理上の適合性などを勘案し、実施可能な配慮対策を実施した（または実施中）結果は、以下のとおり。

- (1)安鹿上池・下池・・・工事中仮設道路（一部）を迂回（＝最小化）
- (2)太井池・・・浚渫面積の縮小（＝回避，最小化），低木の存置（＝最小化），浅場の創設による新たなエコトーンの創出（＝代償）
- (3)坂瀬池(実施中)・・・改変後に生育基盤を復旧（＝修正），オニバスの保全水域設置（＝最小化），オニバス種子の一時避難（＝影響の軽減）

④環境配慮対策の効果（坂瀬池を除く。）

(1)安鹿上池・下池

下池浅場の水生植物群落については、迂回により消滅しなかった浅場に植生や水生昆虫が回復傾向にあり、効果が認められる。

(2)太井池

抽水植物群落については、抽水植物群落面積が概ね確保され、効果が認められる。水辺エコトーンについては、植生の生育は認められず、現時点で評価不能。

⑤まとめ

モニタリングの実施年数が少なく、今後データを蓄積していく必要がある。

6. 農業水路における魚類環境選好性について

魚が好む水路条件の提示（選好曲線，PHAB-SIM）や環境評価手法（HEP）や水路材料や新素材の研究成果について以下のとおり報告がなされた。

農業農村整備事業において環境との調和が具体的取り組みとして求められることになっている。一方、水田圃場整備が生態系保全の立場から、コンクリート三面張り水路や水路内や田面と排水路間の落差等が魚類等の生息環境に悪影響を及ぼしていることが指摘されている。これらの批判を受け止め、生態系に配慮した整備が実施されているが、工法等試行錯誤の段階にある。農業水路の整備には、採餌，産卵，移動，仔稚魚の成育などの魚類の生息条件を備えた構造が必要である。水田周りで普段見られる魚種においても、生息環境に即した整備を実施するために必要な生息場の適性基準が十分に整備されているとは言い難い。これは、水深や流速，河床材料等の物理特性と関連づけられた生態データ等の欠如や定量的に自然環境を評価できる手法が確立していないことによる。

河川環境の生態系評価では、IFIM，HEP等の生態系定量的評価法が注目されつつある。各環境因子（流速，水深等）による生物の選好性を数値化し，ハビタットの質としての適性値を算出するものである。生物の環境選好性について，実験から選好強度式を導く手法が開発されつつあり，実河川に適用が試みられている。このような手法は，農業水路構造の設計や現存する農業水路の魚類生息環境としての評価にも適用できると考えられる。水田水路系の一般的な魚種であるタモロコを取り上げ，その成育段階の個体を対象に，室内実験を行い水深因子，流速因子，遮蔽因子及び植生因子への選好特性を修正乗法型選好強度式で表現を試みた。その概要及びその結果からタモロコの生息に望ましい農業水路整備に必要な環境について報告された。また，農業水路の護岸には生態系への配慮に加え草刈などの維持管理が容易な新素材が望



写真－8 奥島講師の講演の様子

まれる。このような素材の一つとして、官民連携新技術研究（農工研生態工学研、鹿島建設(株)、住友大阪セメント(株)、ケミカルグラウト(株)）で実施した環境配慮型ポーラスコンクリートによる護岸工法を取り上げ、生物生息特性や管理作業時間等について報告がなされた。

7. 生態系配慮工法の取組について

生態系配慮工法の導入に当たっての留意点や工夫点等について全国の事例を踏まえ紹介がなされた。

①農村地域の環境の特徴

農村地域は、農耕という人為的な攪乱により、多様な生物相からなる生態系が形成された「二次的自然」である。農村地域に生息する生物は、生活史を通じて様々な環境を利用しており、農地・農業水利施設等も生物の生息・生育環境や移動経路（ネットワーク）として重要な役割を果たしている。

多様な生態系を維持するためには、良好なネットワークが確保されていることが重要であり、例えば、落差の大きい堰や垂直の水路等により、ネットワークが阻害されると生物の生活史を全うすることは困難である。

②生態系配慮対策を検討する上でのポイント

生態系配慮対策の検討のスタートは担当者が自ら現地を踏査し、環境の状況を理解することであり、これにより生物が生息・生育するために必要な環境や講ずべき対策も見えてくると考えられる。生物の生活史を考慮の上、施設そのものだけでなく、全体をみて配慮対策を検討し、モニタリングを行いながら、順応的管理により必要な対策を講じていくことが効果を十分発揮させる上では重要である。

③生態系配慮技術の今後の課題等

移動経路（コリドー）に関する配慮工法は、効果的な工法が確立されつつあるが、一方、生物の生息環境（ハビタット）に対する配慮工法の設計方法が十分確立されるまでには至っていない。今後は、HSI、HEP等による定量的評価手法の確立も含めて更なる技術の向上を図るとともに、生態系保全をシンボルに安全・安心な農産物の供給と地域振興に繋げていくことが大事である。

IV. まとめ

各課題の講演後、農業土木技術研究会の永嶋理事より、参加者及び講師に対する謝意が表されるとともに、「本日の研修会は、「生態系保全に配慮した計画・設計・施工技術及びその検証」をテーマに実施させていただきました。

冒頭に太田会長からも話があったかと思いますが、平成3年に環境に配慮した工事の通達が出されました、また、平成13年には土地改良法を改正し、法律の中で環境配慮が義務づけられました。

それからかなりの時間がたちまして、本日の課題でもあります生態系の配慮も各事業所、各地区で取組が始められておりますけれども十分とは云えない状況であります。まだまだ農業土木の技術であるとはいきれないのかなとそんな感も持っております。このようなことで、本日の研修会を開催したところですが、この研修会がみなさまのお役に立てば幸いです。

さて、当研究会は、自主的な組織として昭和45年に発足して以来30年以上、前身の「コンクリートダム研究会」から数えると約半世紀になります。

この間、常に現場において工夫された農業土木技術を題材として、蓄積された技術を土台として分野を

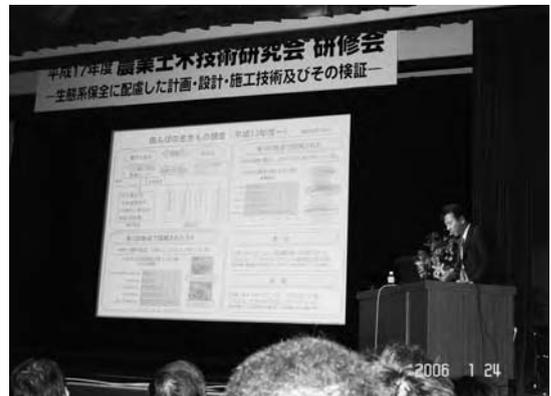


写真-9 村山講師の講演の様子

掘りながら時代に即応した技術力の向上のための活動に努めてきており、今後とも、一層の技術力の維持、向上の一助となるよう、会誌「水と土」による情報の発信と、今日のような研修会による交流に努めて参りたいと考えております。

併せて、職場に帰りましたら職場の皆様に当研究会の趣旨、活動をお伝えいただき、一人でも多くの会員の皆様に支えられた農業土木技術研究会の活動が継続してできるよう、特に若い技術者の努力の結晶とも言える”現場情報”の積極的な提供と活動への支援をお願いして、閉会のあいさつとさせていただきます。」との閉会の挨拶がなされました。

◇おわりに

今回の研修テーマは、現在、現場で取り組まれている環境配慮について、「生態系保全に配慮した計画・設計・施工技術及びその検証」をテーマに、環境配慮に関する施策の方向性、全国各地において取り組まれている環境配慮の事例、研究成果等について、各講師から現地の写真等を多く交えたパワーポイントによりわかりやすい説明がなされました。取組事例の発表にあたっては、環境配慮取組のきっかけ、整備後のモニタリングからの考察、整備後の維持管理の説明がなされ、他地区にとっても参考となる内容から、研修参加者は熱心に講演を聞くとともに、今後、各現場での環境に配慮した実施を図る上で参考とするため、各講演の後に質疑応答がなされました。

編集事務局と致しましては、今回の研修におけるこのような成果や会員の皆様の期待に応えるべく、農業農村整備を進める上で重要となる「現場技術の視点」から、会誌「水と土」及び技術研修会の一層の充実に努めて参ります。技術情報発信である報文等の投稿等、今後ともよろしく申し上げます。

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

3. 「水と土」表紙写真の募集

農業土木技術研究会では、会誌「水と土」の表紙を飾る写真を募集しています。

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

- ① 写真の種類：カラープリントでサービス版より大きいサイズで提出して下さい。
- ② 枚数：応募点数には制限がありませんが、未発表のものに限ります。
- ③ 応募先：研修会テキスト申し込み先と同じ
- 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。

投 稿 規 定

1. 原稿には次の事項を記した「投稿票」を添えて下記に送付すること。

〒105-0004 東京都港区新橋5-34-4 農業土木会館内, 農業土木技術研究会

2. 「投稿票」

- ① 表 題
- ② 本文枚数, 図枚数, 表枚数, 写真枚数
- ③ 氏名, 勤務先, 職名
- ④ 連絡先 (TEL)
- ⑤ 別刷希望数
- ⑥ 内容紹介 (200字以内)

3. 1回の原稿の長さは原則として図, 写真, 表を含め14,500字程度 (ワープロで作成の場合, A4版10枚程度) までとする。

4. 原稿はなるべくワープロで作成し, 漢字は当用漢字, 仮名づかいは現代仮名づかいを使用, 術語は学会編, 農業土木標準用語辞典に準じられたい。数字はアラビア数字 (3単位ごとに, を入れる) を使用のこと。

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

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

7. 写真, 図表はヨコ7cm×タテ5cm大を242字分として計算し, それぞれ本文中の挿入個所を明確に指定しておくこと。写真・図・表は別途, 鮮明な原稿, または電子データにて提出すること。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。

8. 原図の大きさは特に制限はないが, B4版ぐらいまでが好ましい。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。

9. 文字は明確に書き, 特に数式や記号などのうち, 大文字と小文字, ローマ字とギリシャ文字, 下ツキ, 上ツキ, などで区別のまぎらわしいものは鉛筆で注記しておくこと。

たとえば,

C, K, O, P, S, U, V, W, X, Zの大文字と小文字

O (オー) と 0 (ゼロ) a (エー) と α (アルファ)

r (アール) と γ (ガンマ) k (ケイ) と κ (カッパ)

w (ダブルユー) と ω (オメガ) x (エックス) と χ (カイ)

l (イチ) と 1 (エル) g (ジー) と q (キュー)

E (イー) と ε (イプシロン) v (バイ) と ν (ウプロシン)

など

10. 分数式は2行ないし3行にとり余裕をもたせて書くこと。

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

12. 本文中に引用した文献は原典をそのまま掲げる場合は引用文に『 』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。

13. 投稿の採否, 掲載順は編集委員会に一任すること。

14. 掲載の分は稿料を呈す。

15. 別刷は, 実費を著者が負担する。

農業土木技術研究会 会員の募集

1. 創立30周年を迎えた「農業土木技術研究会」

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

〈農業土木技術研究会の変遷〉

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

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

昭和36年 「水路研究会」の発足：会誌「水路」の発刊

昭和45年 両研究会の合併

「農業土木技術研究会」の発足：会誌「水と土」の発刊

2. 技術力向上に資する「農業土木技術研究会」

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

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

3. 会員が支える「農業土木技術研究会」

本研究会の活動は、皆様の年会費によってまかなわれています。

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

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

申し込み様式は以下を参考にして下さい。

入会申し込み

平成 年 月 日

私は農業土木技術研究会に入会します。

氏名： _____

職場・所属： _____

職場住所（会誌送付先）：〒 _____

電話番号 _____

問い合わせ先：農業土木技術研究会 事務連絡 大平
〒105-0004 東京都港区新橋5-34-4
農業土木会館内 TEL 03(3436)1960
FAX 03(3578)7176

「水と土」通信

FAX宛先：農業土木技術研究会 大平：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（144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

昨年から今年にかけて、兵庫県相生市の道路脇にアスファルトコンクリートを突き破って成長し続けていた大根（“ど根性大根”「大ちゃん」）が、地域住民を初め、全国の人々に勇気と元気を与えていてことは、皆さんご存じのところだと思います。

テレビの報道などによりますと、「大ちゃん」は、何者かに抜かれた後、市の職員によって花を咲かせて再生を試み、一時はつぼみも出たとのことですが、残念ながら先日自力での再生をあきらめ、クローン再生をはじめたと聞いております。

私たちは、農業農村整備事業によって、これらの“大根”をはじめとする農作物を作るための基盤（水（水路）と土（農地））を整備していますが、

大根の成長する力が、アスファルトを突き破るほど大きいものであることや、その他の農作物の成長する力等を知っている人は、農家出身の方や日頃から家庭菜園に取り組んでいる方を除いて、少ないのではないのでしょうか。

農業農村整備事業に関する技術が日々進歩していることは本誌によって確認できますが、事業の実施に必要な、設計・施工に必要な技術力に加えて、作付けされる作物についての知識も合わせ持つことにより、さらに技術力の幅も広がるのではないかと思い、関心を持ち始めている今日この頃です。

（地域整備課 廣岡）

水と土 第144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
