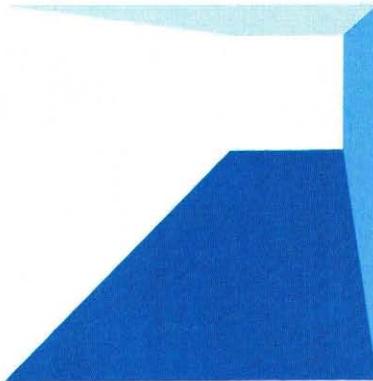
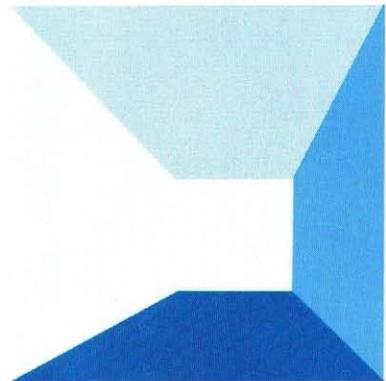
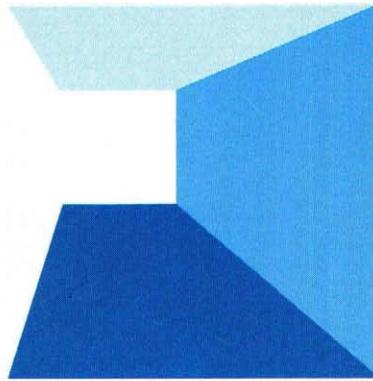
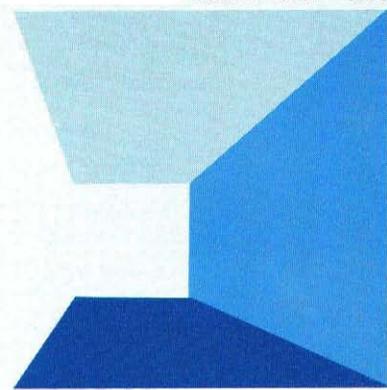


水と土

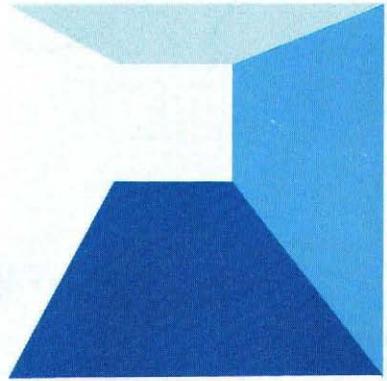
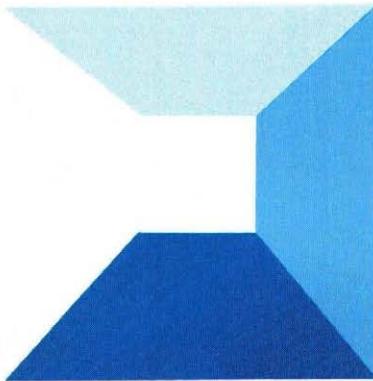
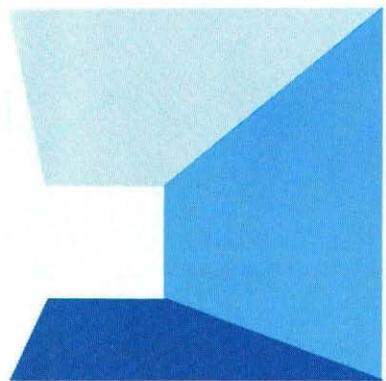
ISSN 0287-8593

第 82 号

平成 2 年 9 月号
農業土木技術研究会



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



完成した底原ダム

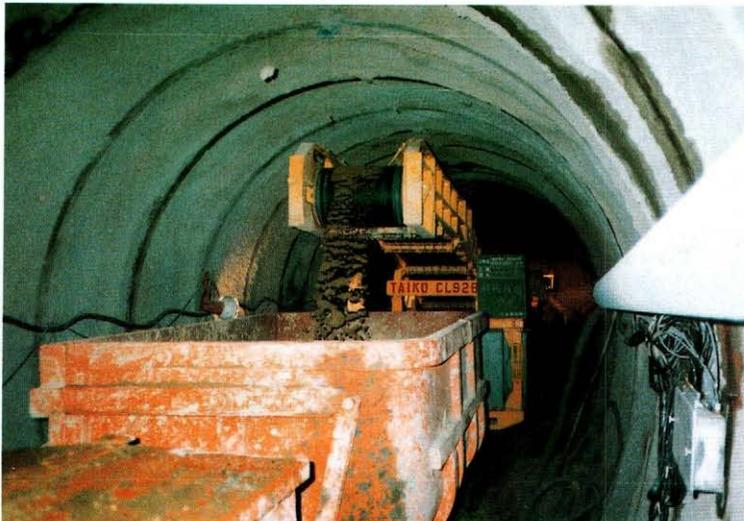
(写真右側が下流。中央部下方に管理所、洪水吐が望まれる。)

基礎処理中の底原ダム

(本文35頁)



島田バイパストンネル掘削状況



(本文6頁)

溪流取水工と水叩き下流および
河道とのシステム例



(本文43頁)

坂元地区農業集落排水処理施設全景



(本文49頁)

— 目 次 —

グラビア

基礎処理中の底原ダム
島田バイパストンネル吹付コンクリート施工状況
溪流取水工と水叩き下流および河道とのシステム例
坂元地区農業集落排水処理施設全景

巻頭文

国際化の中の農業土木 白 浜 明……(1)

報 文

「売れる」米づくりと基盤整備 佐々木由勝……(2)

島田バイパストンネルの施工について
山田裕・大申雅俊……(6)
小酒井徹

農地造成に伴う流出特性の変化について
中尾誠司・小倉力
古谷保友 達美……(17)
高木東

九州地方の農地災害と防災対策
白谷栄作・原 喬
中村六史・村岡嘉邦……(22)

農業用ダムの洪水管理について 中嶋善治……(29)

石垣島における底原ダムの基礎処理工について
佐藤洋・入部謙昭
内田実・南 格……(35)

頭首工の今後の技術選択の展望 植田昌明……(43)

「坂元地区」農業集落排水事業・処理施設について
三浦雄幸……(49)

資 料

土質試験法の改訂について 山下恒雄……(57)

投稿規定……(62)

農業土木技術研究会入会の手引き……(63)

会 告

農業土木技術研究会役員名簿 (平成 2 年度) / 賛助会員・研究会
会員数……(64)

編集後記……(65)

水と土 第82号 報文内容紹介

「売れる米」づくりと基盤整備

佐々木由勝

日本人の主食である米は、栽培技術の向上等によって生産量が大幅に伸びた反面、米の消費量が減少し、需給バランスが崩れている。いきおい米は買い手市場となり消費者ニーズに合った、味の良い米を低コストで生産することが生産者サイドに強く求められている。この様な状況下で今後米づくりが生き残っていくためには、生産の基本となる基盤整備の果たす役割が今まで以上に重要となるであろう。

(水と土82号1990P.2)

島田バイパストンネルの施工について

山田 裕 大串 雅俊 小酒井 徹

本文は、土被りが5m~15mの土砂地山で、トンネル直上や周辺が住宅地となっており、地表面沈下を極力抑えなければならぬ条件下で、NATM工法を採用した島田バイパストンネルの施工概要、計測管理の結果に基づく地山の挙動、支保材の効果等について報告するものである。

なお、本トンネルの設計概要については、「水と土 平成元年6月号」で報告したところである。(水と土82号1990P.6)

「農地造成に伴う短期流出特性の変化について」

中尾 誠司 小倉 力 古谷 保
友正 達美 高木 東

農地開発地区の試験流域での昭和59年~63年までの降雨・流出量観測データを基に流域の開発前後における短期流出特性について比較検討した。その結果、ピーク比流量に開発前後でおよぼ3~4倍程度の差がみられるなど、特にピーク流出特性に著しい変化が生じることを明らかにした。

(水と土82号1990P.17)

九州地方の農地災害と防災対策

白谷 栄作 原 喬
中村 六史 村岡 嘉邦

九州における農地開発事業完了地区を対象に実施されたアンケートの結果をもとに解析を行い、農地条件、防災対策と農地災害の実際との関係について考察したものである。

特に、盛土法面崩壊については、農地条件から発生の有無を所要の精度で判別できる等、蓄積されたデータの解析により、合理的な防災対策の実施に資することができることを示した。(水と土82号1990P.22)

農業用ダムの洪水管理について

中嶋 善治

利水ダムの洪水管理は、適正な水管理計画に基づいて実施することが大切である。このためには、ダム流域の降雨特性、流出特性を知ると共に、適確に且つ早く降雨によるダム流入量を予測する手法を確立しなければならない。本報文は、今後の洪水管理業務の参考として、流域降雨並びに流出特性を把握する手法、更にダム流入量の予測に基づく、洪水管理計画の構想を紹介する。

(水と土82号1990P.29)

石垣島における底原ダムの基礎処理工について

佐藤 洋 入部 兼昭
内田 実 南 格

底原ダムは南西諸島の最南部、八重山群島の中心石垣島において築造された農業用フィルダムであり、堤体積3,228千 m^3 、堤頂長1,331mの我が国有数の規模を誇るものである。ダム工事昭和57年に仮排水路着工以来8年間に及ぶ歳月を経て平成元年6月盛立を完了し、いよいよ平成2年10月から試験湛水を開始する予定である。今回は現在に至るまでの本ダム工事の設計概要と施工結果のうち基礎処理工について紹介するものである。

(水と土82号1990P.35)

頭首工の今後の技術選択の展望

植田 昌明

頭首工は、土地改良施設の一環としてとらえられるべきものであることを踏まえ、実態調査の結果を参考に今後の技術選択のあり方を考察した。ここでは流下方式の動向、魚道システム開発、掘込み式頭首工及び溪流取水システムの動向について述べたが、特に魚道システムについては、最適魚道の判別方法や今後の設計に必要なシステム特性を具体的に示した。

(水と土82号1990P.43)

坂元地区農業集落排水事業・処理施設について

三浦 雄幸

本地域は、水田を主体とした農業経営を行っている地域であるが、人口の増加、産業経済の発展等に伴ない都市化進み環境汚染が問題となっている。水質汚濁による農業生産の被害、生活環境の悪化が進行している現状である。よって、農業集落排水事業により集落からのし尿、生活雑排水等の汚水処理、及び雨水排水施設を整備し農業用水の水質保全、機能維持、農村生活環境の改善を図るものである。

(水と土82号1990P.49)

国際化の中の農業土木

白 浜 明*

農業・農村は古くから国民の生活と文化を支える中心として、我が国が世界的にも稀な経済社会の発展を続ける中においても常に国民生活の安定に大きな役割を果たしてきた。

また、農業土木技術は単に農業の生産性の向上のみにとどまらず、農村の生活環境の改善や土地・水利用の整序化にも大きく貢献しており、広く社会資本整備の一環として農業基盤整備が順調な進展を見てきたところである。

しかし乍らこゝ数年における我が国の農業を取り巻く情勢は内外共に厳しく、中でも牛肉・オレンジの輸入自由化決定から円高による農産物価格の内外格差の拡大、更には諸外国からのコメに対する市場解放の圧力など外的環境は一層の厳しさを増している。この様な国際情勢は農業土木の分野にも少なからず影響を与えるものであり、国際化の大きな潮流の中で将来の方向をしっかりと見極めながら諸施策の展開を図る必要がある。

今、ガット・ウルグアイ・ラウンド（新多角的貿易交渉）では交渉の最終年を迎え、農業問題が最重要テーマの1つとして認識され、補助及び保護の削減や自由化促進などについて多国間での合意形式に調整が行われているところである。また5月に行われたOECD（経済開発協力機構）閣僚理事会や先のヒューストンサミット（7月）でも農業問題が世界経済の中で最重要課題の1つであることが強調されており、コメなど基礎的食糧は例外扱いとする「非貿易的関心事項の尊重」や「食糧安全保障についての関心」を一部考慮する旨も併記されているとは言え、我が国の農政にとって国際協調の立場からの一大転換期が間近かに迫っていることを痛感するものである。今後の交渉における我が国政府の努力に期待するとともに交渉経過を注意深く見守りたい。

また、日米二国間の最大の焦点となっていた日米構造協議では、4月の中間報告において公共投資の拡大が確認され、土地改良長期計画や海岸事業五箇年計画の先取りも含め、今後10ヵ年の新しい総合的な公共投資計画の策定作業が進められてきたところであるが、6月の第5回会合で最終報告書が取りまとめられ、総額を概ね430兆円とする公共投資基本計画が経済企画庁から発表されたところである。この中では特に生活関連事業の充実が取り上げられ、農業基盤整備においても従来からの生産向上対策に工夫を凝らしつつ、農村の集落排水処理や農道の整備、或いは中山間地域対策などの生活環境対策並びに国土保全のための防災対策に大きくシフトしていく必要性を一層強く感じた次第である。

この様な情勢の下で、農業が多面的・公益的な効用を発揮しながら国民の期待に応えていくためには、農地を対象とする基盤整備から農村と言う地域を対象とする基盤整備への転換が必要である。国民の多数が基本食糧の自給を支持し、また農村の自然環境の維持を望む声が増大する中で、生産基盤と生活環境が調和を保ちながら整備されることが真に望ましい農村の姿であり、土地・水等の地域資源を有効に活用し得る農業土木の技術は地域にとって今最も求められるものである。

21世紀を間近に控え、農業基盤の整備においても国際化の進展や農政批判など、情勢の変化に的確に対応しながら総力を挙げて国民の期待に応えていくことが必要であり、農業土木の技術を地域整備という従来より広範な立場で活用し、新しい挑戦をしていくことが自らの将来を拓く道でもあると確信する次第である。

情勢は確かに厳しいが、農業土木が営々として築き上げた技術と遺産に我々は自信と誇りを持ち、一人ひとりが挑戦の気持ちを持ち続ける限り、農業土木の社会的役割も一層高まるものと期待するものである。

*愛知県農地林務部長

「売れる米」づくりと基盤整備

佐々木 由勝*

目 次

| | | | |
|--------------------|---|-----------------------|---|
| 1. まえがき | 2 | 5. 高度利用に対応した水田整備 | 4 |
| 2. 売れる米とは何か | 3 | 6. 居住地と水田の分離による安全性の高い | |
| 3. 良食味で商品性の高い米づくり | 3 | 米の生産 | 4 |
| 4. 低コスト生産による安い米づくり | 4 | 7. おわりに | 5 |

1. まえがき

日本人の主食である米は、国を上げての技術開発と開田、基盤整備などにより著しい反収の向上が図られ、完全自給体制が確立している。

反面、食生活の多様化が進むなど米の消費が減

少しており、需給のバランスが不均衡になっている。このことから米の流通事情に変化がみられ、政府米から自主流通米に大きく移行しており、「作れば売れる米づくり」から「売れる米づくり」に意識を転換することが緊急課題となっている。

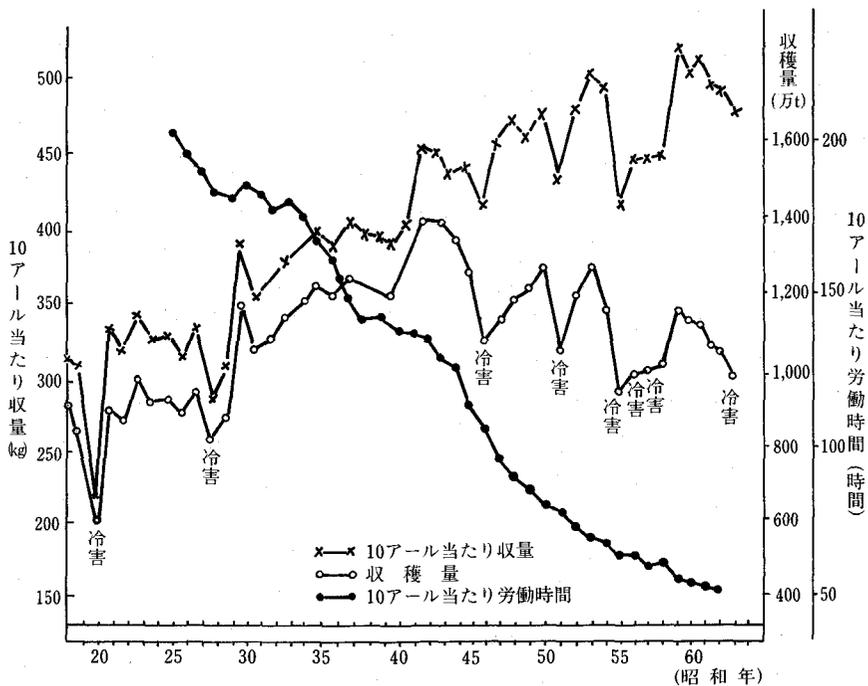


表-1 水稻の10a当たり収量の推移

*岩手県農蚕課

表一 2 10a当たり収量上位県 (単位: kg)

| 年次 | 1 位 | 2 位 | 3 位 | 4 位 | 5 位 |
|-----|--------|--------|--------|--------|---------|
| 40年 | 佐賀 512 | 山形 496 | 青森 475 | 長野 471 | 宮城 470 |
| 45 | 山形 577 | 青森 573 | 秋田 573 | 長野 528 | 岩手 508 |
| 50 | 山形 612 | 秋田 576 | 青森 571 | 長野 563 | 佐賀 530 |
| 51 | 秋田 514 | 山形 511 | 青森 504 | 長野 489 | 福井 465 |
| 52 | 秋田 583 | 山形 581 | 長野 570 | 青森 567 | 佐賀 531 |
| 53 | 青森 614 | 秋田 579 | 山形 579 | 長野 562 | 岩手 540 |
| 54 | 青森 597 | 秋田 553 | 長野 549 | 山形 548 | 佐賀 535 |
| 55 | 秋田 547 | 山形 546 | 新潟 489 | 長野 484 | 滋賀 453 |
| 56 | 長野 537 | 山形 525 | 福岡 522 | 佐賀 521 | 熊本 505 |
| 57 | 秋田 581 | 青森 564 | 山形 553 | 新潟 523 | 富山 511 |
| 58 | 山形 582 | 秋田 572 | 青森 534 | 長野 532 | 新潟 501 |
| 59 | 青森 621 | 秋田 613 | 山形 608 | 長野 585 | 北海道 551 |
| 60 | 山形 613 | 青森 603 | 秋田 602 | 長野 568 | 福島 553 |
| 61 | 秋田 607 | 山形 604 | 長野 579 | 青森 575 | 新潟 547 |
| 62 | 長野 607 | 山形 600 | 秋田 597 | 青森 582 | 新潟 544 |
| 63 | 佐賀 554 | 秋田 545 | 長野 541 | 山形 536 | 新潟 528 |

2. 売れる米とは何か

生産量が増大し供給量が需要を上まわったことから、米も買手市場となり、消費者の嗜好に合った味のよい米、外観の優れた米が有利に取り引きされるようになってきた。

また、多様化した食生活にあつて、今後は料理毎に適する米や各種加工用米など主食用米に加えて各種用途の需要が拡大していくと考えられる。さらに、量より質の時代になっていくと同時に価格の安い外国産米の輸入問題などもあり、価格の安い米も売れる米の重要なポイントになっていく。

3. 良食味で商品性の高い米づくり

日本人の主食確保に努めてきた米づくりは食糧

管理法下であり、作ったものは全て政府に売渡す、いわゆる「作れば売れる」米づくりに慣れ切ってきた生産者サイドの意識を、今後は「売れる米づくり」意識に転換することがきわめて重要である。さらに、市場競争に打ち勝つためには、良食味で品質がよく、かつ、価格の安い米の生産に生産者一人一人が心がけていくことが必要である。

商品性の高い米づくりの大きな要因の一つは、作付する品種の選定が消費者ニーズに合うものであることが前提となる。また、その栽培にあたっては、品種の特性に適應した地域に作付し、かつ、食味品質を十分に保持する、きめ細かな栽培法が必要である。そのためには、特に土壌の生態等を

表一 4 1・2類産地品種銘柄米の作付状況

| 順位 | 品 種 名 | 63年度 (A) | 62年度 (A) | 前年との比較 | | (A)の内訳 | | 63年産 作付 シェア |
|-----------|--------|-------------|-------------|---------|---------|--------|-------|-------------------|
| | | | | 対前年比 | 対前年比 | 1 類 | 2 類 | |
| 1 | コシヒカリ | 413.4 | 377.0 | 36.4 | 109.6 | 391.2 | 22.1 | 35.4 |
| 2 | ササニシキ | 187.7 | 183.3 | 4.4 | 102.4 | 187.7 | 0 | 16.1 |
| 3 | 日 本 晴 | 126.5 | 131.8 | △ 5.3 | 96.0 | 83.4 | 43.1 | 10.8 |
| 4 | キヨニシキ | 51.6 | 64.4 | △ 12.8 | 80.2 | 0 | 51.6 | 4.4 |
| 5 | あきたこまち | 34.7 | 17.2 | 17.5 | 201.9 | 0 | 34.7 | 3.0 |
| 6 | 初 星 | 30.5 | 29.8 | 0.7 | 102.3 | 0 | 30.5 | 2.6 |
| 7 | 中生新千本 | 28.5 | 28.1 | 0.4 | 101.7 | 22.3 | 6.3 | 2.4 |
| 8 | ミナミニシキ | 24.9 | 25.9 | △ 1.0 | 95.9 | 0 | 24.9 | 2.1 |
| 9 | コガネマサリ | 21.2 | 23.8 | △ 2.6 | 89.2 | 0 | 21.3 | 1.8 |
| 10 | ヤマヒカリ | 19.8 | 20.4 | △ 0.6 | 96.8 | 9.4 | 10.4 | 1.7 |
| 上位 10 品種計 | | 938.7 | (901.6) | (37.1) | (104.1) | 693.9 | 244.8 | 80.5 |
| 合 計 | | 1,166.4 | 1,156.4 | 10.0 | 100.9 | 811.3 | 355.1 | 100.0 |

資料:「米穀の品種別作付状況」

注: () 内の数値は、62年産における10品種計及びそれと63年産との比較値である。

表一 3 水稲うるち作付面積上位10品種の推移

| 順位 | 昭和45年度 | | 昭和50年度 | | 昭和55年度 | | 昭和60年度 | | 昭和61年度 | | 昭和62年度 | | 昭和63年度 | | | |
|----|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|-----------|----------|
| | 品 種 名 | 作付 比率 | 作付面積 | 対前 年比 |
| 1 | 日 本 晴 | 8.3 | 日 本 晴 | 14.5 | コシヒカリ | 14.3 | コシヒカリ | 17.1 | コシヒカリ | 17.7 | コシヒカリ | 19.8 | コシヒカリ | 22.3 | ha | 109.9 |
| 2 | ホンネンワセ | 6.5 | トヨニシキ | 7.8 | 日 本 晴 | 12.9 | ササニシキ | 9.4 | ササニシキ | 9.2 | ササニシキ | 9.5 | ササニシキ | 10.0 | 187,725 | 102.4 |
| 3 | コシヒカリ | 5.9 | コシヒカリ | 6.8 | ササニシキ | 8.4 | 日 本 晴 | 9.2 | 日 本 晴 | 8.8 | 日 本 晴 | 8.3 | 日 本 晴 | 8.0 | 150,573 | 94.5 |
| 4 | レイメイ | 5.4 | ササニシキ | 4.8 | アキヒカリ | 5.4 | アキヒカリ | 6.5 | アキヒカリ | 7.2 | アキヒカリ | 6.4 | アキヒカリ | 4.7 | 88,994 | 71.9 |
| 5 | ササニシキ | 5.1 | キヨニシキ | 4.3 | キヨニシキ | 4.7 | キヨニシキ | 3.9 | キヨニシキ | 3.6 | キヨニシキ | 3.3 | ゆきひかり | 3.4 | 64,103 | 187.8 |
| 6 | フジミノリ | 4.5 | ホンネンワセ | 3.8 | トヨニシキ | 4.6 | 黄金晴 | 2.5 | 黄金晴 | 2.8 | 黄金晴 | 3.0 | 黄金晴 | 2.9 | 54,883 | 96.2 |
| 7 | レイホウ | 3.6 | トドロキワセ | 3.6 | イシカリ | 2.7 | トヨニシキ | 2.3 | 初 星 | 2.2 | 初 星 | 2.4 | キヨニシキ | 2.9 | 54,159 | 84.1 |
| 8 | 金 南 風 | 2.2 | レイホウ | 3.4 | 越路早生 | 2.6 | ニシホマレ | 2.3 | みちこがね | 2.0 | ゆきひかり | 1.8 | 初 星 | 2.8 | 52,174 | 112.9 |
| 9 | 中生新千本 | 2.1 | レイメイ | 3.1 | トドロキワセ | 2.4 | トドロキワセ | 1.8 | ニシホマレ | 2.0 | みちこがね | 1.7 | あきたこまち | 2.2 | 40,353 | 215.4 |
| 10 | しおかり | 1.8 | 越路早生 | 2.4 | ニシホマレ | 2.0 | 初 星 | 1.8 | トヨニシキ | 1.8 | コガネマサリ | 1.7 | コガネマサリ | 1.7 | 31,632 | 95.5 |
| 計 | | 45.4 | 計 | 54.7 | 計 | 59.9 | 計 | 56.7 | 計 | 57.3 | 計 | 57.9 | 計 | 60.9 | 1,142,889 | 103.8 |

資料:「食糧庁「米穀の品種別作付状況」

適切に保つ水田土壌をいかに作り上げるかである。適量の完熟堆肥を施用し必要な深耕を行うことが重要で、高性能の大型農業機械を中心とした土づくり作業体系の確立が肝要である。完熟堆肥の多量投入にあたっては、強い湿田状態では有機物の有効な分解と効果を得ることは無理であり、いかに乾田化した水田を確保するかが重要である。

つぎに、良食味の高品質米の生産には適正な水管理が重要である。代かき、田植時期、出穂、開花期等の用水量の確保、また中干し時期の減水量などきめ細かな用水調整が必要であり、ゆきとどいたかんがい排水施設の整備が大切である。

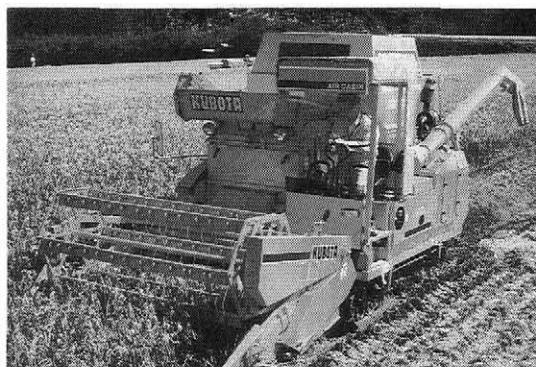
4. 低コスト生産による安い米づくり

米の生産費に占める構成費目の内、労働費と農機具費は全体の半分以上を占めており、この節減をいかに行うかが当面の低コスト対策の要点である。そのためには、いかに効率的な稲作生産体制を確立するかである。現在の大型機械作業体系の規模として10～15ヘクタールが効果的単位とされていることから、個別の大規模稲作農家の経営においても、また集落やグループ内の稲作の機械作業を分担する技術水準の高い農家を中心とした組織的稲作経営でも、15ヘクタール、30ヘクタール、45ヘクタール……の単位で大規模化が図られるべきである。このことにより営農の効率化が図られ、労働費と農機具費の軽減効果が大きく期待される。そのためには、大型トラクター、高速乗用田植機、汎用コンバインなど大型高性能農業機械が自由自在に動きまわられる農道、大区画化された乾田、パイプライン方式による省力的水管理など基盤の整備が大前提となる。

表一5 田の土地利用計画区分別整備状況
区画の形状 (単位：千ha, %)

| 土地利用計画区分 区画の形状 | 農 振 地 域 | | | 農振外区域 | 計 | |
|-------------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 農用地区域 | その他区域 | 小 計 | | | |
| 面 | 30a程度 | 998 | 53 | 1,051 | 8 | 1,058 |
| | 10a # | 522 | 61 | 583 | 14 | 598 |
| | 未整形 | 924 | 254 | 1,178 | 52 | 1,230 |
| 積 | 計 | 2,444 | 368 | 2,812 | 74 | 2,886 |
| 構 | 30a程度 | 40.9 | 14.4 | 36.4 | 10.8 | 36.7 |
| 成 | 10a # | 21.4 | 16.6 | 20.2 | 25.7 | 20.7 |
| | 未整形 | 37.7 | 69.0 | 43.4 | 63.5 | 42.6 |
| 比 | 計 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |

(注) 市街化区域を除く。



写真一1 乗用コンバインによる収穫作業

さらに、将来的には超低コスト生産を旨とした直播き稲作が出現すると予想されるが、湛水直播き方式では、ヘリコプター播種も考慮した1ヘクタール区画水田でかつ均平度の高い水田、また乾田直播き方式では、地下灌水が可能な地下パイプを設置した50アールから1ヘクタール水田への整備が重要となってくる。

5. 高度利用に対応した水田整備

今後とも米の需給バランスを図りながら効果的な作付け計画が続くと考えられることから、約四分の一の水田は米以外の作物が作付されることになる。野菜をはじめ畑作物は連作障害を生じやすく、長年の継続作付けは困難であり、灌水が伴う米との輪作がきわめて効果的である。

このようなことから、畑作物の栽培も容易な汎用性の高い水田への整備が重要となってくる。用水系毎のブロックローテーションを想定した用水系毎面積の決定や、畑地灌漑が可能なパイプライン方式の導入、大雨の滞水を防ぐ排水方策を取り入れた整備など、新しい基盤整備が肝要である。

6. 居住地と水田の分離による安全性の高い米の生産

日本の農村風景の代表的なものは、広々とした水田に木々で囲まれた住宅がポツポツと存在する姿である。今後、農業用排水と家庭雑排水の分離が促進されると考えられるが、それにしても、安全性の高い農畜産物を求める消費者ニーズが益々強くなることが予想される。このようなことから新しい農村の姿として、居住地と水田を完全分離した生産基盤に整備することが重要である。

このことは安全性イメージを高めるとともに、ヘリコプターによる播種、防除作業や大型機械の作業効率の向上などきわめて効果的である。また、併せて育苗センター、乾燥調製貯蔵施設、選果予冷施設などの団地化も含めた理想的な農村の実現が日本でも強く迫られてくるだろう。

7. おわりに

日本人の主食である米を完全自給できたことは、国を上げての増産体制づくりがあったにせよ、生

産農家の大いなる努力と一途な取り組みによるものであり、その目的を達成した自信と誇りは多くの農業者が持っていると思われる。

今後は、その自信と誇りを持って消費者ニーズにあった良食味で高品質な米づくりを積極的に取り組んでほしいものであり、この新しい米づくりの基本となる生産基盤の整備をはじめ、生産環境の改善、革新的省力技術の開発などがきわめて重要であると考えられる。

[1990.5.14 受稿]

島田バイパストンネルの施工について

山田 裕* 大串雅俊* 小酒井 徹*

| 目 | 次 |
|------------------------|----|
| 1. はじめに | 6 |
| 2. 施工概要 | 6 |
| 3. 計測結果 | 9 |
| 4. 島田Bトンネルの地山の挙動 | 14 |
| 5. 施工へのフィードバック | 16 |
| 6. おわりに | 16 |

1. はじめに

本トンネルは、標高30 m～50 mのなだらかな丘陵地に位置し、地上部は団地開発された住宅地、果樹園となっている。地質は第三紀鮮新世に形成された常滑累層であり上部から砂質土層、凝固粘土層、固結粘土層、砂礫層、砂質土層がほぼ水平に堆積している。トンネルは凝固粘土層、固結粘土層及び砂礫層に位置しており、地下水面はほぼトンネルインバート直下に存在している。(図-1、表-1参照)

なお、本トンネルの設計については、「土砂トンネル (NATM工法) の設計」(本誌 平成元年6月号 (第77号)) で報告済みであり、参照されたい。

2. 施工概要

本トンネルは図-2 に示すように掘削断面が約11 m²の小断面トンネルであり、掘削はレール式のカッターローダによる全断面工法により行った。(グラビア写真参照)なお、施工順序は図-3 に示すとおりである。

支保部材は、吹付コンクリート (1次吹付5 cm, 2次吹付10 cm, 計15 cm) と鋼製支保工 (H 100×100×6×8) であり、補助工法として先受け用のフォアパイル (φ19 mm, L=1.6 m, 8本/1断面) を土被りが3 D (Dはトンネル径) 以下の区間に施工している。なお、ロックボルトは未

固結地山であることを考慮し施工していない。

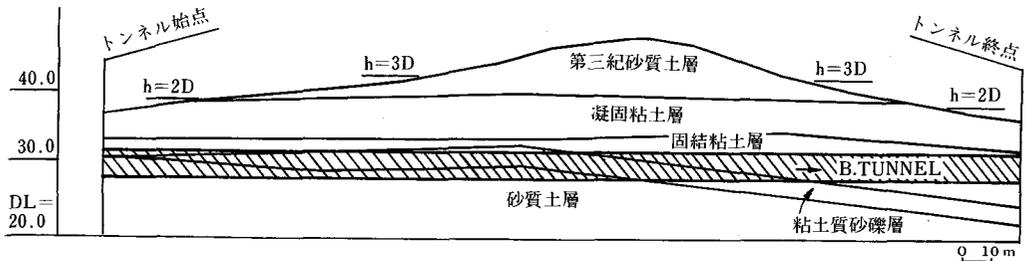
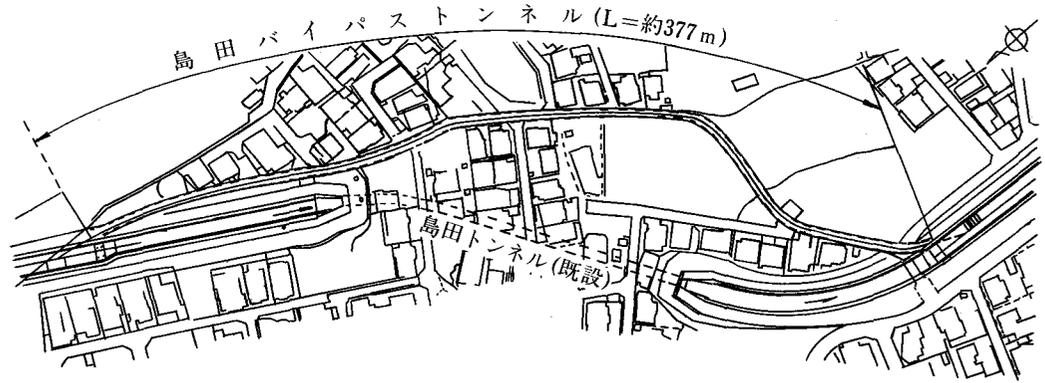
吹付けコンクリートは、粉塵等を考慮して湿式とし(写真-1参照)、坑外に設置したプラントで製造して立坑内に待機するスクリュークリートまで配管圧送した。配合は立坑内での試験施工により表-2のとおりとした。

鋼製支保工の製作に当たっては、設置後に地山の圧力を受けるため2 Rに対して3 cmの余裕を見込んだ。

1日の掘進長は平均約4 mであったが、その施工状況は図-4 に示すとおりである。



写真-1 吹付コンクリート施工状況



| 測点 | BSTA -778 | BSTA -779 | BSTA -780 | BSTA -781 |
|------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 坑内観察調査 | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ |
| 内空変位測定 | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ |
| 天端沈下測定 | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 地中変位測定 | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 床付コンクリート加載 | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 地山応力測定 | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 鋼製支保工応力測定 | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 地表面沈下測定 | ⊙ | ⊙ | ⊙ | ⊙ |
| 地中沈下測定 | ○ | ○ | ○ | ○ |

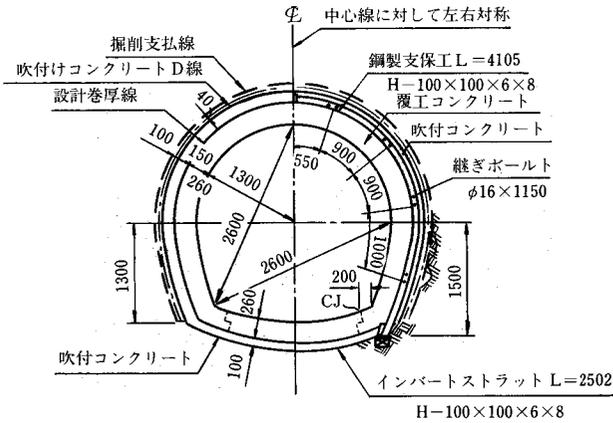
※1. 3測線 ※2. 1測線 ※3. 横断方向含む
 ※4. C.L直上のみ ※5. 地中変位測定に含む

図-1 地質縦断図及び計器配置図

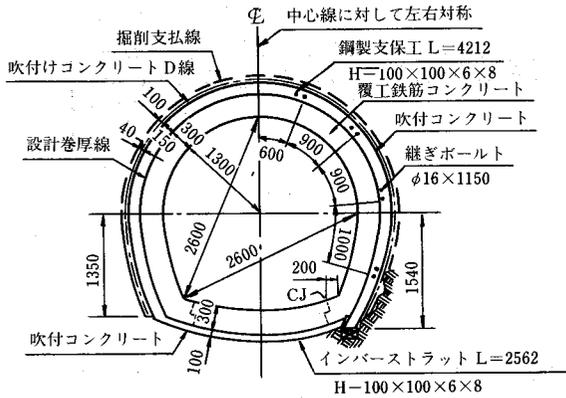
表-1 各層の土質諸元

| 分類 | 層 暑 (m) | 平均 N 値 | 弾 性 係 数 (kg/cm ²) | 粘着力 ¹⁾ (kg/cm ²) | 内部 ¹⁾ 摩擦角 φ(°) | 湿 潤 密 度 (g/cm ³) |
|--------------|------------|-----------|-------------------------------------|--|---------------------------------|------------------------------------|
| 上 部 砂 質 土 | CL | 0~8 | 7 | 74.70 | — | 1.993 |
| | | | | | 0 | |
| 凝 固 粘 土 | CH | 4~6 | 12 | 450.54 | 0.58 | 1.757 |
| | | | | | 0.44 | |
| 固 結 粘 土 | CL, CH | 1~6.5 | 35 | 483.37 | 0.55 | 1.784 |
| | | | | | 0.15 | |
| 砂 礫 | SC, GH | 0~4 | 49 | 398.12 | — | — |

注1) 上段は全応力, 下段は有効応力表示である。



トンネル断面図



トンネル暗渠断面図

図-2 標準断面図

- ① 掘削 (1.0 m @)
- ↓
- 1次覆工
- ② 1次吹付けコンクリート (T=5 cm)
- ③ 支保工建て込み (H100)
- ④ フォアパイル打込 (φ19, L=1600)
- ⑤ ラス張り工 (#130)

- ⑥ 2次吹付けコンクリート (T=10cm)
- ↓
- 2次覆工
- ⑦ 覆工コンクリート (T=26cm)

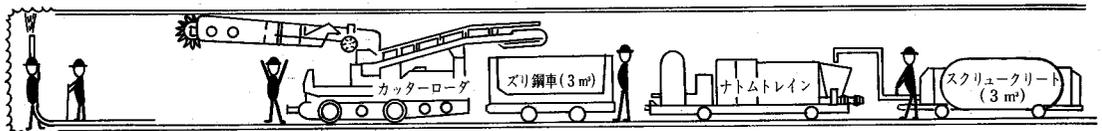
①~⑥を1 m毎に繰り返してトンネル貫通後⑦を施工した。

図-3 施工順序

表-2 吹付コンクリート配合表

| 粗骨材最大 寸法 (mm) | 水セメント比 (%) | 細骨材率 (%) | 単位重量 (kg/m³) | | | | |
|------------------|---------------|-------------|--------------|---------|--------|--------|---------|
| | | | 水(W) | セメント(C) | 細骨材(S) | 粗骨材(G) | 急結剤(kg) |
| 13 | 55 | 55 | 198 | 360 | 980 | 910 | 18 |

(吹付コンクリート施工時)



(掘削時)

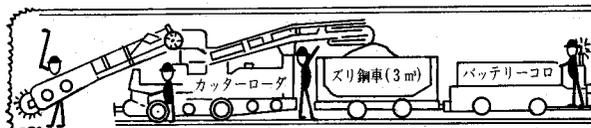


図-4 施工状況図

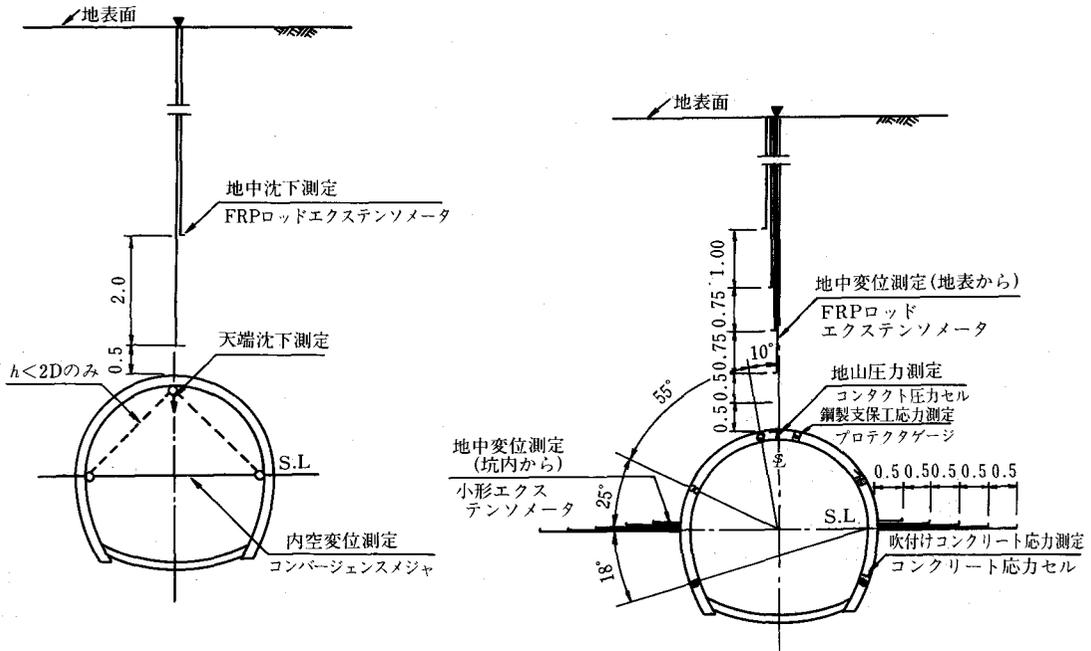


図-5 計測計画図

3. 計測結果

3.1 計測管理の概要

NATM工法は施工中の計測管理により、地山の安定性、支保材の妥当性を確認しながら掘進するという特徴を持っている。

本トンネルの場合は、地上に住宅が密集しているため、地表面沈下に重きを置きつつ以下の計測を実施した。なお、計器の配置は図-1の下段に、計測計画は図-5、6に示すとおりである。

- ① 坑内観察調査
- ② 内空変位測定
- ③ 天端沈下測定
- ④ 地中変位測定

- ⑤ 吹付コンクリートの応力測定
- ⑥ 地山圧力測定
- ⑦ 鋼製支保工応力測定
- ⑧ 地表面沈下測定
- ⑨ 地中沈下測定

なお、計測管理に当たっては、予めトンネル掘削に伴う周辺地山の挙動をFEM解析し、その結果に基づき表-3に示す管理基準値を設定している。

3.2 坑内観察調査

坑内観察調査では、切羽と素掘り面の安定性、地質状況、吹付コンクリート及び鋼製支保工の変状の有無等の観察の他、切羽断面を一掘進長毎に写真撮影するとともに、1日1回の割合で切羽断面図の作成を行った。

トンネル切羽での地質状況は当初の推定どおりほぼ上半に固結粘土、下半に凝固粘土、凝固シルト、インバート部に砂礫層が現われ、掘削の進行に伴い若干その位置が上下する程度であった(図-7)。切羽及び素掘り面はSTA780+75m付近からSTA781付近にかけて天端部に水を多く含んだ細中砂～粗中砂層が現われ自立性が著しく低下したものの全体的には良好な自立性を保持していた。心配された地下水位もインバート付近に位置しており支保材の変状も見受けられなかった。

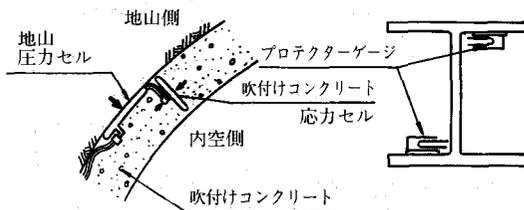


図-6 圧力計設置状況図

表-3 管理基準値

| | 内空変位量 (mm) | | | 天端沈下量 (mm) | | |
|----------------------------|------------|-------------|-------------|------------|------------|------------|
| | 管理基準値 | 注意レベル1 | 注意レベル2 | 管理基準値 | 注意レベル1 | 注意レベル2 |
| STA777+92 } STA780+30 | 35 | (40%) 14 | (60%) 21 | 10 | (40%) 4 | (60%) 6 |
| STA780+30 } STA781+19.7 | 18 | (40%) 7 | (60%) 11 | 7 | (40%) 3 | (60%) 4 |

(STA.779+80付近)

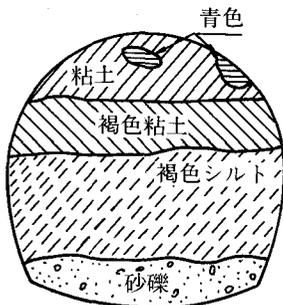


図-7 切羽断面図の例

また坑内でブロックサンプリングによる試料の採取、室内土質試験を行うとともに、ポケット型コーンペネトロメータによる強度の把握も併せて実施した。後者の調査方法は柔らかい粘性土の調査に適しているもので、今回の調査ではトンネル全体の概略的な強度の把握を目的としたものであ

る。この調査の結果、本トンネルの地山強度比 α は概略で3程度と推定された。

3.3 内空変位, 天端沈下

各測点の内空変位, 天端沈下の収束値は, 図-8に示すとおりである。

これによると内空変位は水平測線で最大10mmの縮少, 天端沈下は最大4mmの沈下であった。STA780+99.6で天端沈下が前述の管理基準値の注意レベル1(3mm)を越えているが, 他の測点ではいずれも注意レベル1以内であった。STA780+99.6は前述のとおり切羽の自立性が著しく低下した断面である。STA780~STA780+50付近は内空変位が1mm以下の縮少と他の区間に比べて小さくなっている。この区間は切羽全面に自立性の高い固結粘土が現れる範囲であった。

土被りと内空変位, 天端沈下量との関係は図-9に示すとおりである。これによると内空変位, 天端沈下ともおおまかに見て土被りが薄い程変位量は大きくなる傾向が認められた。収束時期につ

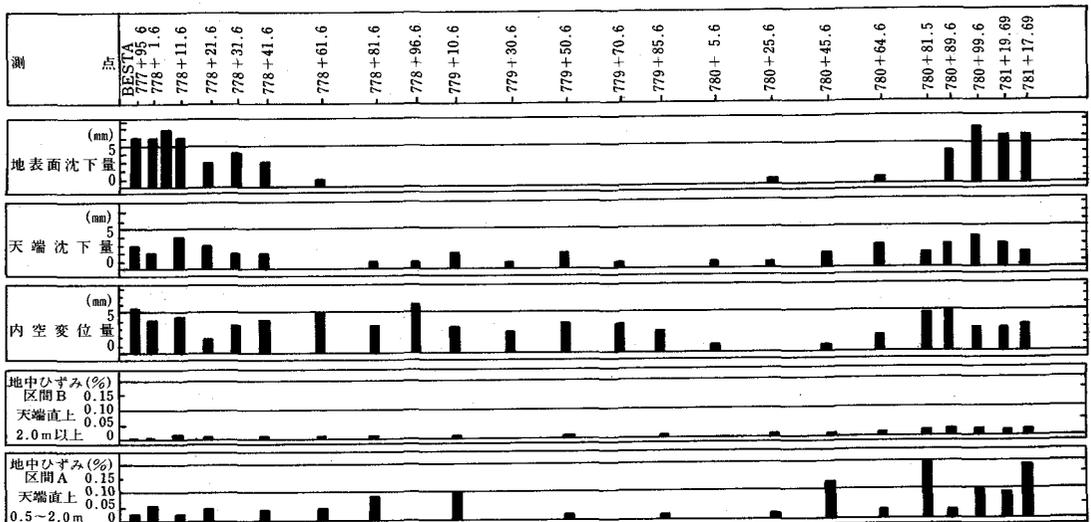


図-8 計測結果一覧図

いては切羽が7~14 m (2D~4D) 進行した時期であった。

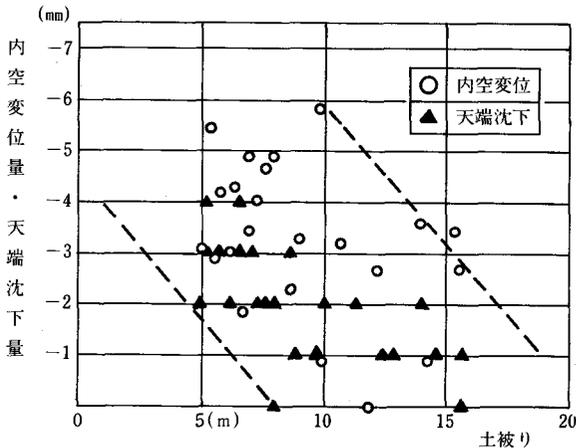


図-9 土被りと内空変位量, 天端沈下量の関係

3.4 地表面沈下量

地表面沈下量は最大7 mmの沈下であった。図-10に示すとおり地表面沈下量は, 土被りとの相関が明確に認められ, 地質状況等の他の要因よりもこの影響を強く受け, 土被りが9 m (2.5D) 以上でほぼ0であった。

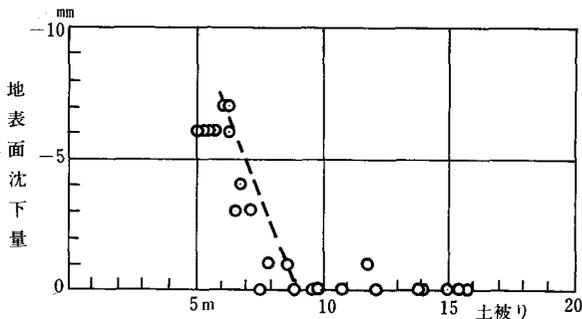


図-10 土被りと地表面沈下量との関係

図-11はトンネル横断方向の沈下量を表したものである。当然の事ながらトンネル掘削に伴う影響はトンネル直上で最も大きく, 横断方向への影響範囲は11 m以上にも及んでいた。

しかし, 地表面の沈下は軽微であり住宅等への影響は無かった。

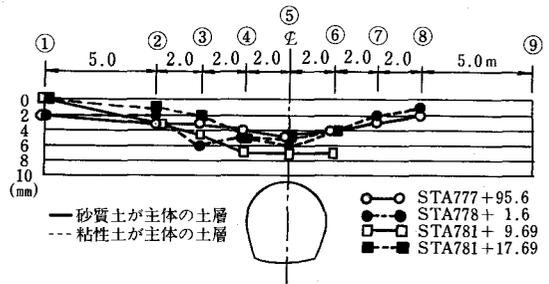


図-11 地表面沈下量の横断分布図

3.5 地中沈下, 地中変位

地中沈下, 地中変位は図-5に示す様に地表面や坑壁から測定地点までの距離を測定することにより, それらの間の伸縮を測定するものである。

3.5.1 地山内のひずみ

トンネル直上の地山内のひずみは図-8の下段に示すとおりである。これによるとトンネル天端上0.5 m~2.0 mの区間 (区間A) は0.01%~0.19%の伸び, 2.0 m以上の区間 (区間B) の地表面は0~0.025%の伸びでありトンネルに近い部分のひずみが大きいことが認められる。

図-12はこのひずみを水平方向も含めて詳細に検討した断面の測定結果である。

これによるとトンネル直上の2.5 mから3.5 m, 水平方向の1~2 m程度までの範囲でひずみ (伸び) が大きくなっている事が認められた。

図-13はトンネル直上と側方部の鉛直方向のひずみを測定した結果を示す。これによるとトンネル側方部ではトンネル直上とは異なり圧縮ひずみが発生している事が認められた。またトンネル直上では切羽通過後に伸びひずみが回復する傾向にあるが, トンネル側方では圧縮ひずみが更に進行していることが認められた。

3.5.2 土被りの違いによる地山の挙動

図-14, 15に直上地山の沈下, ひずみ量の経時変化を示しているが, 図-14は土被りが2.5D以下, 図-15は2.5D以上の場合の代表例である。

図-14では切羽の通過に伴い地表面が沈下を起こし地山内に伸びひずみが発生している。またトンネル直上0.5 m~2.0 mの区間は切羽通過直後に一転して圧縮されていることがわかる。一方, 図-16では地山内に伸びひずみが発生しているが地表面は沈下していない。また地山内の伸びひずみは時間の経過に従い徐々に圧縮されている。こ

STA 779 +10.6 m
土被り 10.3 m
トンネル始点より119.0 m

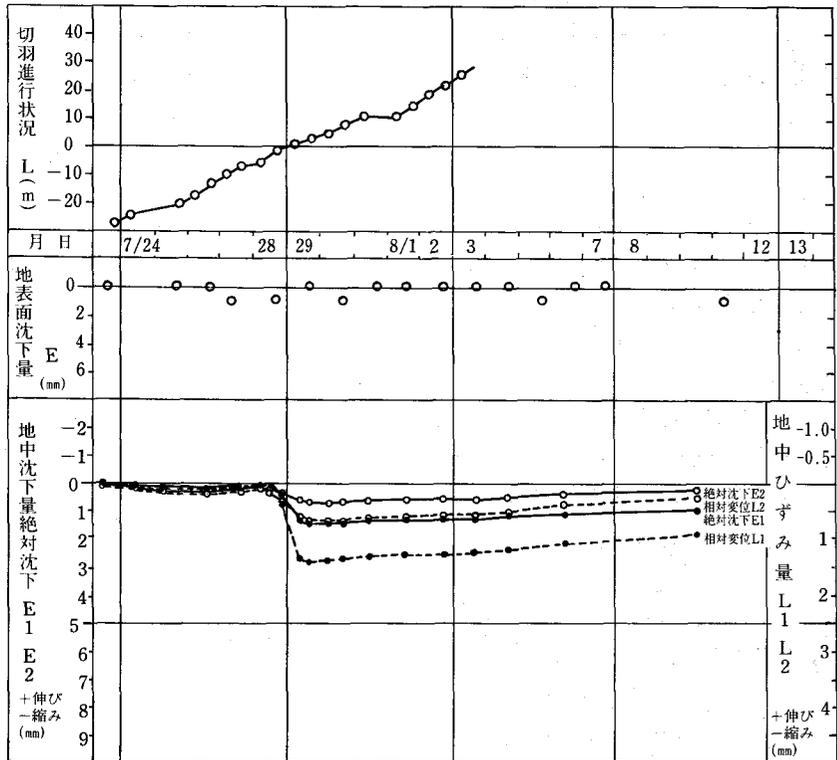
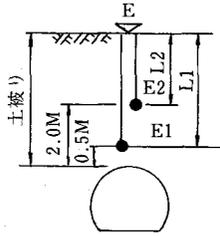


図-15 沈下・ひずみ量経時変化図
(土被り>2.5D)

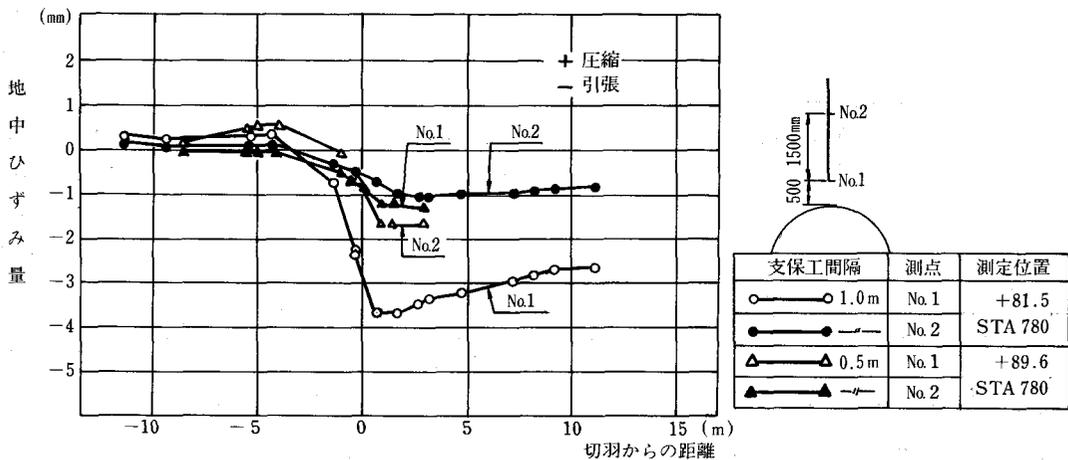


図-16 鋼製支保工間隔の違いによるひずみ量の差

のことにによりトンネル直上の地山は、掘削によりトンネル方向に変位するがトンネルに近い所程大きな変位であり、土被りが十分厚い場合には、掘削の影響は地表面まで及ばないことが推察される。また地山内の伸びひずみは、このトンネル方向への挙動が支保材によって阻止されることにより圧

縮へ転じるものと考えられる。

3.5.3 支保工建込みピッチの違いによる直上地山の挙動

図-15はSTA780+75 m付近からSTA781付近の肌落ちが著しかった範囲で鋼製支保工の建込みピッチを1 mから0.5 mピッチに変えた時のトン

ネル直上地山のひずみ量を経時的に表わしたものである。支保工間隔を狭めることにより、支保材施工迄の時間を短くし、応力開放を抑えることでひずみを小さく抑えることができた。

3.6 吹付コンクリート、鋼製支保工応力

地山圧力、吹付コンクリート応力、鋼製支保工軸力の分布は図-17に示すとおりである。なお、横断面内の分布は切羽が測点から5m進行した時点での測定結果を示している。

これによると、地山圧力はSTA778+11.6の右脚部が0.75 kg/cm²の圧縮で最大であり、吹付コンクリート応力はSTA778+11.6の左脚部が5.75 kg/cm²の圧縮、鋼製支保工軸力はSTA779+10.6の右天端で約11 tの圧縮が最大となっている。経

時的には切羽が7~8m進んだ時点まで増加し、その後微増していく傾向であった。測定値はいずれも許容応力より十分小さな値となっている。

図中のSTA778+11.6で地山圧力、吹付コンクリート応力が天端部で小さな値となっているのは、吹付コンクリートと地山とが局部的に一体化しておらず応力の伝達が十分でなかったものと思われる。またSTA778+11.6の鋼製支保工脚部軸力については、インバート部の土砂の状態が悪かったため、たまたま支保工反力がとれずに荷重分担が少なくなったり、その分を吹付コンクリートが補うように分担しているものと考えられる。

図-18に吹付コンクリートと鋼製支保工の軸力負担率を示す。掘削直後は鋼製支保工の負担率が

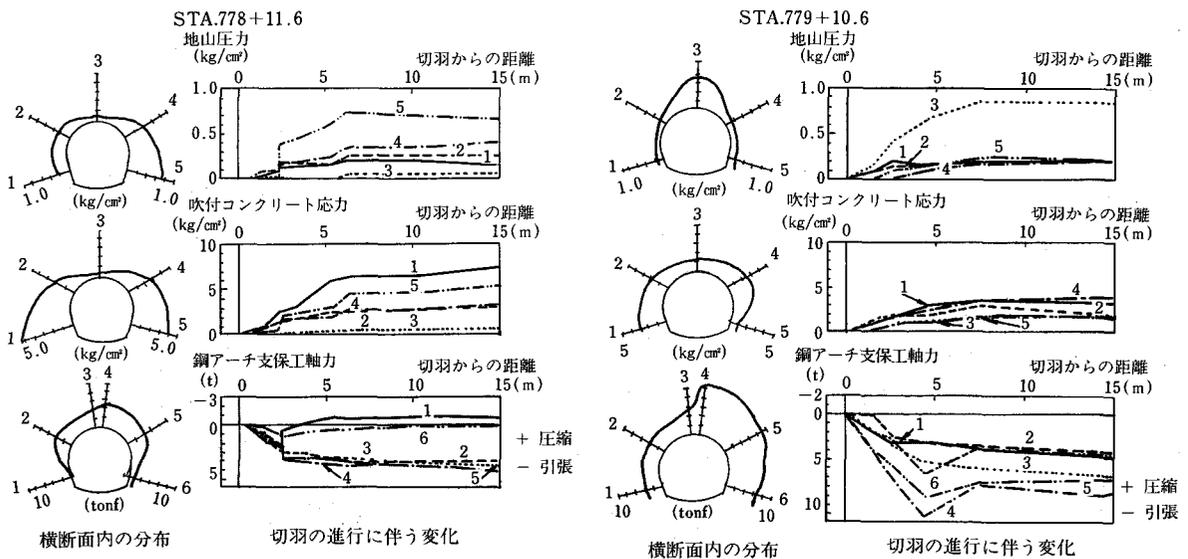


図-17 地山圧力、吹付けコンクリート応力鋼製支保工軸力図

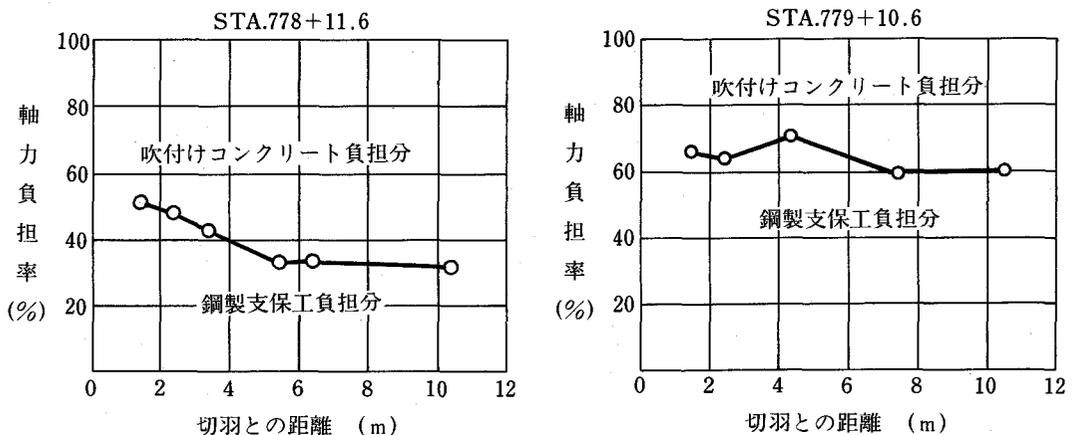


図-18 鋼製支保工と吹付けコンクリートの軸力負担率変化

大きいですが、吹付コンクリートの硬化が進むにつれて徐々に吹付コンクリートに負担が移行していることが若干ながら見受けられる。

4. 島田Bトンネルの地山の挙動

従来からのNATM工法の研究によると、土被りの厚い地山内をトンネル掘削した場合、トンネル上部の地山が全て荷重として作用せず、支保リング内の「トンネルの変形に追従して一体となって挙動するトンネル周辺のリング状の領域」¹⁾が変形を起し、荷重としてトンネルに作用するとしている。(図-19)

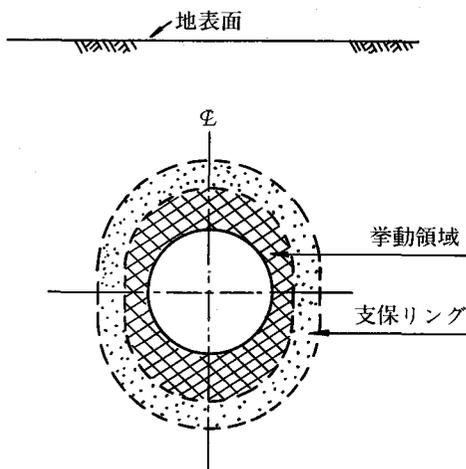


図-19 支保リング概念

このことを基準に本トンネルの地山挙動の特徴について、以下のように考察した。

- ① 地表面沈下量と土被りとの関係(図-10)から、土被りが7m付近から地表面沈下量が減少し始め、土被り9m以上ではほとんど0となる。このことから土被り7m付近から支持リングが形成されるようになり9m以上で完成すると考えられる。
- ② 地山内のひずみの測定結果(図-12)より、支持リング内側の変形の大きな範囲はトンネル直上で2.5~3.5m程度の範囲と考えられる。
- ③ 地山の変位量は支持リングが形成されていない(土被りが薄い)場合の方が大きく、かつトンネル坑口に近い所程大きい。(図-8, 12, 14, 15)
- ④ 沈下、ひずみ経時変化図(図-14, 15)よ

り、切羽通過後トンネル直上部分が再度圧縮されている。これはトンネル掘削に伴いトンネル方向へ地山が動くが、支保材の施工後は支保材にこの動きが支えられるため圧縮に転じたものと考えられる。

⑤ 内空変位、天端沈下は弱い相関ながら土被りが厚くなるほど変位量が少なくなる傾向が見られた。これも土被りが薄く支持リングが不完全な場合、地山全体がトンネル方向に変位するためであるが、剛性の高い支保材の影響を受け土被りとの相関が明確に表われていないものと考えられる。(図-9)

⑥ 地山の圧力は支保材施工直後は鋼製支保工によって支えられる比率が大きいですが、その後吹付コンクリートの硬化に伴い、徐々にその比率が変化していく事が認められた。(図-18)

5. 施工へのフィードバック

NATM工法では、計測管理により逐次地山条件に適合するよう適切な支保材を施工していくところに特徴がある。

本トンネルの場合、STA780+75付近から水を多量に含んだ細中砂~粗中砂層が天端に現れ、切羽の自立性が低下し素掘り面の肌落ちも著しかった。吹付コンクリートを湧水処理をしながら掘進していたが、次の計測断面であるSTA780+81.5mの計測でトンネル直上0.5m~2.0m区間のひずみがそれまでのものと比べて極端に大きな値を示した。また土被りが薄くなってきた所でもありトンネル入口部の土被りの薄い箇所の実績から地表面沈下への大きな影響が懸念されたため、素掘り面の早期の覆工を図るため、鋼製支保工の建込みピッチを0.5mに短縮して施工した。(図-16参照)

本トンネルの施工実績は図-20に示すとおりである。

おわりに

土被りの薄い土砂地山をNATM工法で掘削した場合の施工概要と計測結果について、島田パイパストンネルの例を報告した。土砂地山においても従来から研究されてきた岩トンネルと同様に地山自体が持つアーチ効果が推定された。

今回の工事は切羽の自立性が良好でしかも地下

| | | | | | | | | |
|------------|-----------------------|--------------------|---------|-------------------|-----|---------------------|-------------------------|-----------|
| 測 点 | STA 777.916 778 | 778+50 | 779 | 779+50 | 780 | 780+50 | 781 | 781+19.69 |
| 湧 水 | 雨程度 | 滴水 滴水 | | 雨程度 | | | 雨程度 一部集中湧 | |
| 支保工 間 隔 | Ⓐ 0.8 m | | Ⓐ 1.0 m | | | | Ⓐ 0.5 Ⓐ 0.8 Ⓐ 1.0 | |
| 支保工 タイプ | 暗渠 (BP-C)12M | トンネル (BP-T)107M | | トンネル (B-T)120M | | トンネル (C-T)77.09M | 暗渠 (BP-C)12M | |

図-20 施 工 実 績 図

水の影響をほとんど受けないなど好条件の揃った場所でのものであったが、トンネル直上や周辺の住宅に影響を与える事なく施工でき、本工法の有効性を確認することができた。

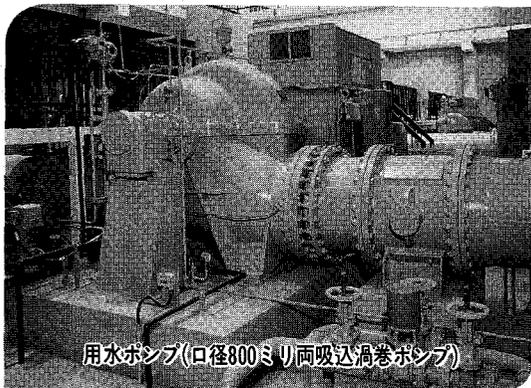
参考文献

- 1) 横山 章：土被りの薄い未固結地山におけるトンネル掘削時の地山挙動と施工管理方法の研究，昭和59年5月31日

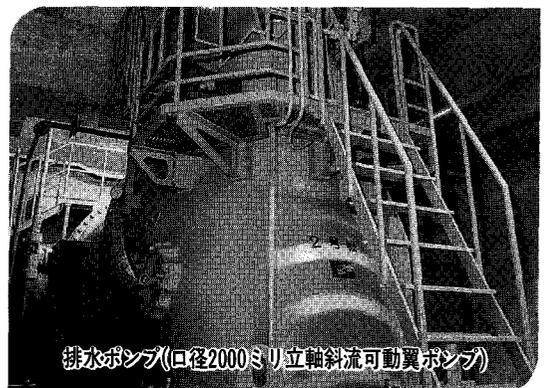
(1990.6.15 受稿)



かんがい、排水事業で 大きな働き



用水ポンプ(口径800ミリ両吸込渦巻ポンプ)



排水ポンプ(口径2000ミリ立軸斜流可動翼ポンプ)

トリ シマ

株式会社 西島製作所

東京支社：東京都千代田区丸の内1-5-1 新丸ビル ☎03(211)8661(代)

本社・工場：大阪府高槻市宮田町1-1-8

☎0726(95)0551(大代)

農地造成に伴う短期流出特性の変化について

中尾 誠司*・小倉 力*・古谷 保**
友正 達美*・高木 東*

目 次

I はじめに17
II 試験流域17

III 結果とその考察19
IV まとめ21

I. はじめに

農地開発に伴う山林地の大規模な土地利用形態の変更は、流域の降雨流出特性を大きく変化させる。したがって、変化の的確な予測は防災計画・排水計画の立案上極めて重要で、実用的な予測手法の開発が望まれている。手法開発には、造成に伴う流出特性変化の現地観測データの充実が不可欠であるが、現状では、十分な蓄積がなされておらず、とりわけ同一流域における開発前後の流出特性変化について取扱ったものが少ない。筆者らは、開発による降雨・流出特性の変化の解明を目的に、昭和59年より広島県下の農地開発地区内の二つの試験流域で、降雨・流出量の観測を行ってきた。本報告では、これらの観測データを基に流域の開発前後の短期流出特性（雨水保留量、ピーク流量、洪水到達時間、ピーク流出係数）を比較検討した。

II. 試験流域

1. 試験流域の概要

試験流域は、広島県東部の県営農地開発地区内に設けたA、B二つの流域（以下、A流域、B流域と呼ぶ）である。本地区は、広島型花崗岩類に属する粗粒黒雲母型花崗岩を母材としたマサ土地帯である。A流域は、図1-aに示すように開発前（1984年以前）は赤松主体の山林地で、1985年に図1-bのように造成された。流域末端にはふとん籠積みによる沈砂池が設けられている。流域

面積は開発前1.99 ha、開発後2.19 haである。図1-b中の破線は、圃場内の1m間隔の等高線を示す。

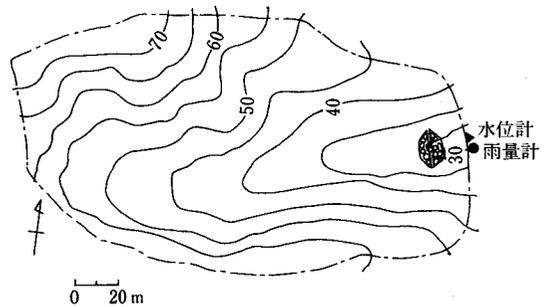


図1-a A流域平面図（開発前）

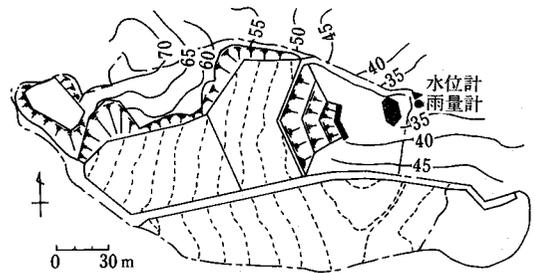


図1-b A流域平面図（開発後）

B流域は、A流域から約800 mの距離に位置し、1979年に造成された。流域面積は1.65 haで、1988年には隣接地域の造成による耕作道路の建設に伴い、図2に示す地形になり、流域面積が1.57 haに減少した。図2の破線は圃場内の等高線（数字は標高）である。両流域の諸元の詳細を、表1に示す。

* 農林水産省中国農業試験場
** " 農業工学研究所

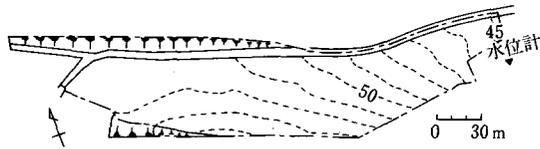


図-2 B流域平面図(開発後)

表-1 流域諸元

| | A 流域 | | B 流域 | |
|------------|-------------------|-------------|------------|------------|
| | 開発前(1984年) | 開発後(1985年~) | ~1987年 | 1988年~ |
| 流域面積(ha) | 1.99 | 2.19 | 1.65 | 1.57 |
| (内訳) 圃場 | 0 | 1.19(54.3) | 1.40(84.8) | 1.32(84.1) |
| 山林 | 1.99 ⁺ | 0.37(16.9) | 0 (0.0) | 0 (0.0) |
| 道路 | 0 | 0.14(6.4) | 0.12(7.3) | 0.12(7.6) |
| 法面等 | 0 | 0.49(22.4) | 0.13(7.9) | 0.13(8.3) |
| 流路延長(m) | — | 854 | 525 | 525 |
| 流路密度(m/ha) | — | 390 | 318 | 335 |

+ 遺跡調査のための裸地部0.26ha程度(13.1%)を含む。()内は構成比%

表-2 A, B流域の土地利用状況

| | 1984年 | 1985年 | 1986年 | 1987年 | 1988年 |
|------|-------|----------|------------|----------|-------|
| A 流域 | 山林 | 造成 | 牧草 | カブ, 牧草 | 牧草 |
| B 流域 | 野菜 | 牧草, ソルガム | トウモロコシ, カブ | カブ, ソルガム | 牧草 |

表-3 造成畑土壌の物理性

| | | A流域 | B流域 |
|-------------------------|------------|----------------------|----------------------|
| 比 | 重 | 2.60 | 2.57 |
| 透水係数 (cm/s) | 深さ 10cm | 3.0×10^{-4} | 1.9×10^{-4} |
| | 礫 | 1.11 | 2.57 |
| 粒 径 組 成 (%) | 細 礫 | 6.50 | 10.64 |
| | 粗 砂 | 32.62 | 38.47 |
| | 細 砂 | 29.40 | 21.59 |
| | シルト | 23.36 | 20.34 |
| | 粘 土 | 6.92 | 6.39 |
| 最終侵入能(mm/h) | | — | 14.0 |

* 透水係数, 最終侵入能は4地点の平均値。また, 粒度は日本統一土質分類法による。

2. 降雨・流出量観測方法

雨量の観測には, A流域に設置した転倒マス型自記雨量計(0.5 mm/1 転倒)を用いた。また流出量はそれぞれの流域末端に設置したパーシャルフリュームと自記水位計により観測した。なお, 自記記録紙の紙送り速度はいずれも15 mm/hである。

3. 土地利用状況

1984~88年までの両流域の土地(あるいは圃場)利用状況を表-2に示す。飼料用作物が主として作付されてきた。

4. 造成後の畑土壌の物理性

A, B両流域の造成畑土壌の物理性を表-3に示す。

5. 解析データ

1984年4月～1988年12月までの約5年間のデータを解析した。ただし、1985年には、A流域が開発されたため、雨水保留量特性以外の解析には、この年のデータは使用しなかった。また、1987年に発生した出水は、すべてピーク比流量が2 (m³/s/km²)以下で小さかった。このため、この年のデータはピーク流出特性に関わる検討から除外した。

III. 結果とその考察

図-3に、1984年6月26～27日の降雨に対するA流域（開発前）とB流域（既に開発）における流出ハイドログラフを示す。B流域のハイドログラフが、降雨に敏感な応答を示すのに対し、A流域の場合は比較的なだらかである。また、流出高もA流域は、B流域に比べて非常に小さく、山林地流域と造成地流域では流出形態が大きく異なつた。

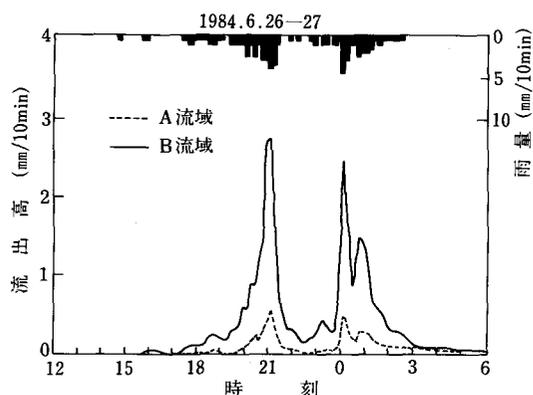


図-3 流出ハイドログラフ

1. 雨水保留量

A流域の1984年4月～12月（開発前）と1988年（造成3年後）の期間内の一連続降雨の総降雨量と保留量を求めた。図-4にその関係を示す。開発前の1984年には70 mmを越える降雨がなく、開発後の保留量の変化は明確ではない。しかし、開発前の林地からは総降雨量25 mm程度までの降雨に対して、流出がない。次に、1984～1988年の5年間の一連続降雨に対するA、B両流域の保留量を図-5に比較する。両者には明かな差がみられる。特に総降雨量100 mm以上の降雨に対して、A流域の保留量は、B流域の約1.3倍である。A流

域はB流域に比べて流出抑制効果が高いが、この原因は、A流域に残存する2割程度の林地と沈砂池の影響と思われる。

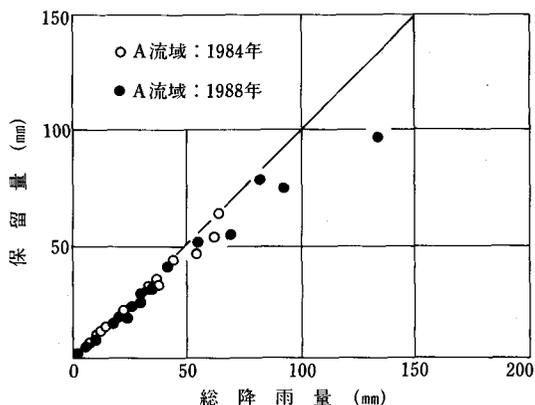


図-4 雨水保留量

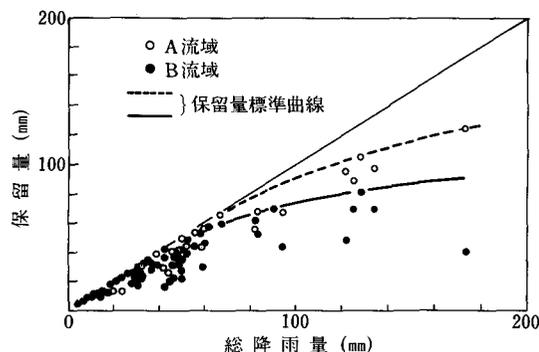


図-5 雨水保留量

2. ピーク流出特性

1) ピーク比流量

1984年、1986年と1988年に発生した個々の降雨に対するA、B各流域の流出ハイドログラフからピーク比流量を求めて、両者を図-6に比較した。図中の破線は傾きが急なものから、1/1.5, 1/2, 1/3, 1/4, 1/6の時のA流域とB流域のピーク比流量の比を示す。1984年のB流域のピーク比流量は、A流域の約6倍で、林地流域と造成畑流域ではピーク比流量に大きな差がある。また、A流域の開発後の1986年と1988年のB流域のピーク比流量は、それぞれA流域の約2、1.5倍である。

いま、1984年、1986年と1988年のB流域の流出状況をもとにしてA流域を比較すると、開発に伴いピーク比流量は約3～4倍増大する。

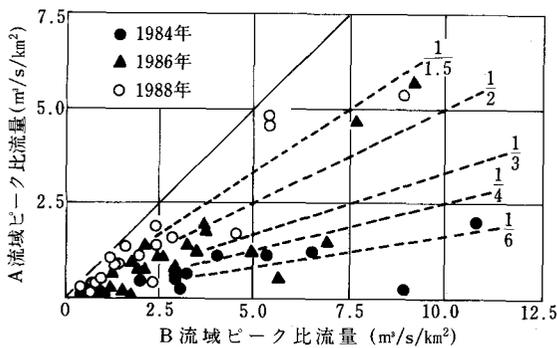


図-6 ピーク比流量

2) 洪水到達時間とピーク流出係数

A流域の1984年(開発前)と1988年(開発3年後)のピーク比流量 $1(m^3/s/km^2)$ 以上の出水データを対象に、洪水到達時間(○印)およびピーク流出係数(△印)と平均有効降雨強度との関係を図-7に示す。雨量データの読み取り時間間隔は10分で、洪水到達時間は実測のハイトグラフとハイドログラフから図解法¹⁾により求めた。また、読み取り時間の精度を考慮し、洪水到達時間が6分以下のデータは採用しなかった。

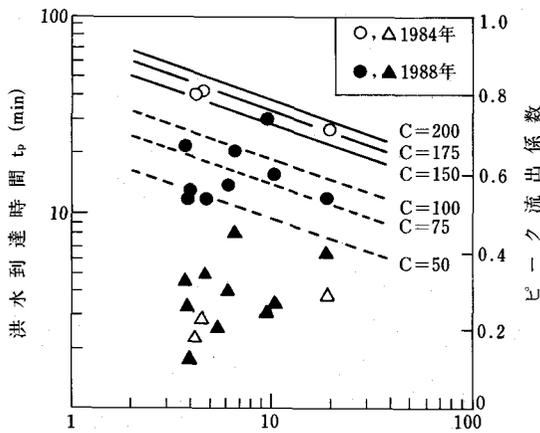


図-7 洪水到達時間とピーク流出係数

角屋・福島は次の洪水到達時間 t_p の推定式¹⁾を与えている。

$$t_p = CA^{0.22}r_e^{-0.35} \dots\dots\dots(1)$$

ここに、C：土地利用に関わる係数

A：流域面積 (km^2)

r_e ：洪水到達時間内の平均有効降

雨強度 (mm/h)

図-7中の実線と破線は、それぞれ $A=0.0199 km^2$ のもとで(1)式に $C=150, C=175, C=200$ を代入した場合と $A=0.0219 km^2$ のもとで $C=50, C=75, C=100$ を代入した場合の r_e と t_p の関係を示す。開発前の山林状態におけるデータが $C=175$ の直線付近に分布しているのに対し、開発後は $C=50\sim 100$ であり、開発に伴い洪水到達時間は、おおむね1/2程度短縮される傾向がみられる。ピーク流出係数は、開発前の0.2~0.3程度に対し、開発後は0.5程度まで大きくなっている。また、図-8に1986年の結果を示すが、洪水到達時間、ピーク流出係数ともに上記と同様である。

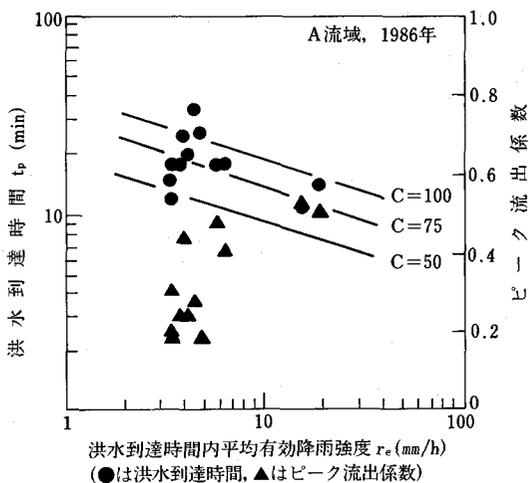
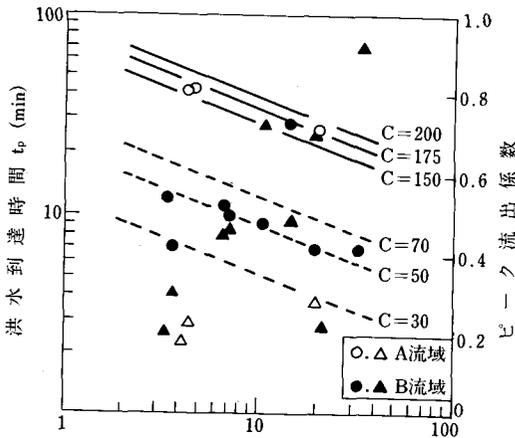


図-8 洪水到達時間とピーク流出係数

1984年のA流域(開発前)とB流域の洪水到達時間とピーク流出係数を図-9に比較した。洪水到達時間、ピーク流出係数ともに流域間に大きな差がみられる。特にB流域の洪水到達時間に対して、(1)式中の係数Cの範囲は $C=30\sim 70$ 程度とA流域の開発後におけるCの範囲より小さい。また、ピーク流出係数については、A流域の開発に比べ若干大きい傾向にある。これは、B流域が圃場レベルの流域であり、しかも道路が舗装されているためと考えられる。



洪水到達時間内平均有効降雨強度 r_e (mm/h)
 (○, ●は洪水到達時間, △, ▲はピーク流出係数)

図-9 洪水到達時間とピーク流出係数

IV. まとめ

農地開発地区の流域の約5年間の降雨, 流出量観測データを基に開発前後の短期流出特性を比較検討し, 次の点が明らかになった。

- ①山林地流域の場合, 総降雨量25 mm程度までは流出が起こらなかった。
- ②本試験流域の場合, 開発後に山林や沈砂池の

存在する流域では, それらのない流域に比べ, 総雨量100 mm以上の降雨に対する雨水保留量が1.3倍程度大きかった。

③ピーク比流量は, 開発後は開発前の3~4倍程度に増大すると予想された。

④開発に伴い洪水到達時間は, 開発前のおおむね1/2程度に短縮される傾向が見られた。

⑤ピーク流出係数は, 開発前の山林状態の場合はおよそ0.2前後であり, 開発後は0.5程度であった。

開発前の山林状態における観測データが一年足らずであったため詳細な検討にまでは至らなかったが, この報告が農地造成に伴う流出変化の予測手法の開発の一助となれば幸いである。

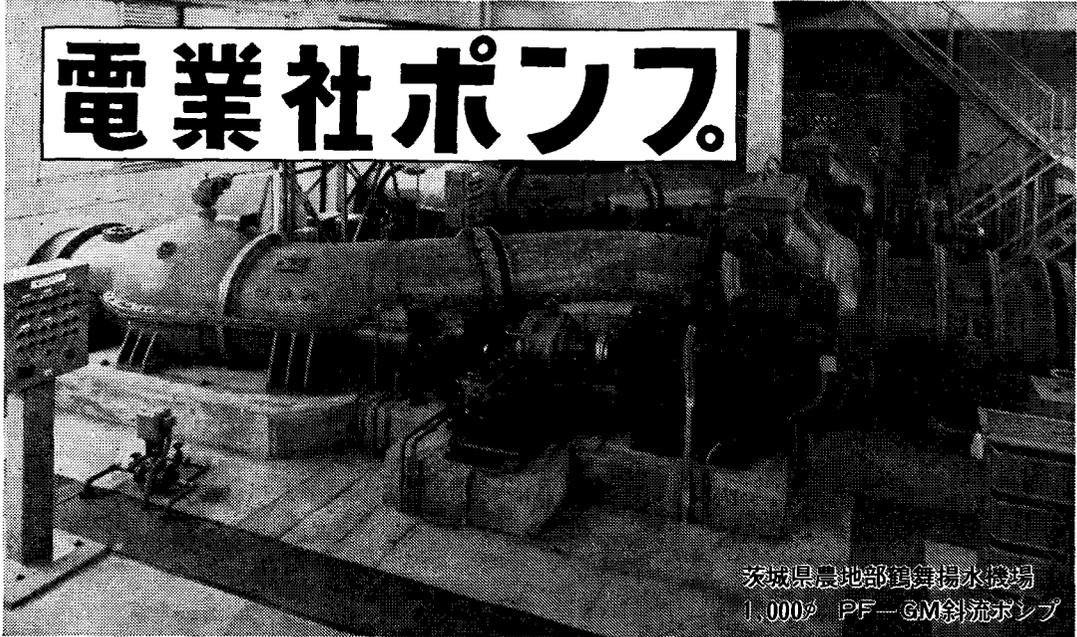
最後に, 本調査を行うにあたり, 広島県芦品土地改良事業所の方々には多大な御協力をいただいた。ここに記して感謝の意を表する。

参考文献

- 1) 角屋 睦: 流出解析手法 (講座その8), 農土誌, 48(8), pp39~44 (1980)

(1990.6.21 受稿)

電業社ポンプ。



茨城県農地部鶴舞揚水機場
 1,000ガ PF-GM斜流ポンプ



株式会社
電業社機械製作所

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

九州地方の農地災害と防災対策

白谷 栄作* 原 喬**
中村 六史* 村岡 嘉邦*

目 次

| | |
|-------------------|----|
| 1. はじめに | 22 |
| 2. 研究方法 | 22 |
| 3. 研究結果及び考察 | 24 |

| | |
|-----------------|----|
| 4. 今後の問題点 | 27 |
| 5. まとめ | 27 |

1. はじめに

傾斜地帯の農地開発地区では、圃場面の土壌侵食、および水路、道路、切盛法面の侵食・崩壊等、豪雨による災害の危険にさらされることが多い。また、流亡土砂による下流域への影響も問題化してきている。降雨や地形・土質条件等に適合した農地開発方式を防災対策の観点から捉えと、地域ごとにその立地条件や整備水準に応じたヴァリエーションがあると考えられる。

そこで、九州の農用地開発事業完了地区を対象に実施された農地災害と対策に関するアンケート調査をもとに解析・考察を行う。

2. 研究方法

九州地域で発生する農地災害の実態と防災対策の関係をアンケート調査の解析により検討するとともに、事業実施地区の聞き取り調査および踏査から農地災害発生の様態とその事例について述べる。

アンケート調査は既基盤整備地区における圃場条件、整備水準、営農状況、防災対策などの実態を解明することを目的に、全国の国営・県営・団体営・公団営農地開発事例179地区の受益農家(2,876戸、回収率79.8%)を対象に実施された。調査表のうち今回の解析に使用した調査項目は表-1の通りである。本報告では図-1に示す九州管内

の農地開発事業完了16地区での受益農家128戸の回答を使用し、数量化理論第II類を適用して農地災害発生における農地条件と防災対策との関係を検討した。

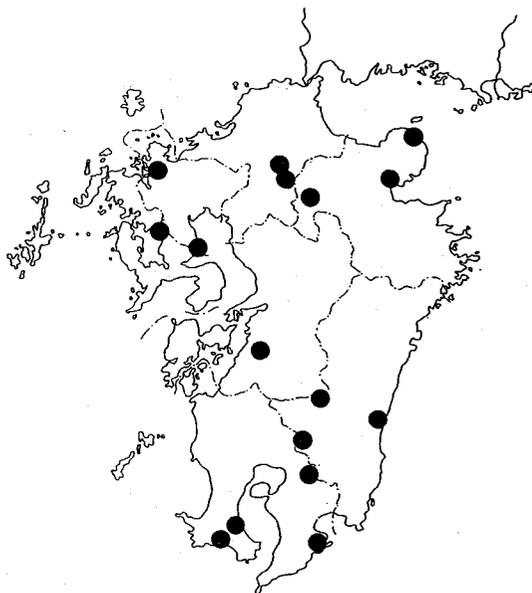


図-1 アンケートを実施した農地開発事業完了地区

数量化理論では、分析・評価する対象が有する特性を他の多様な特性と関連させて総合的に解析するときに質的データを取り扱うことが出来る。そのうち第II類は、サンプルを定性的な外的基準に当てはめるための相関モデルであり、個々のサ

*農林水産省九州農業試験場
** 〃 農業工学研究所

表一 1 解析に使用したアンケート項目

I あなたの現在の経営状況について、お伺いします。

- 1) あなたの住所等をお書き下さい。
- 2) 現在の経営面積はどのようになっていますか。
- 6) 改良山成工により造成された圃場の経過年数についてお答え下さい。
- 9) 造成農地の土壌は次のうちどれに近いですか。
① 粘土質 ② 壤土質 ③ 砂質 ④ れき質 ⑤ その他

II あなたの耕作している造成地の現在の状況について伺います。

- 3) 畑面勾配は何度ぐらいですか。
① ほぼ水平 ② $\sim 5^\circ$ ③ $\sim 8^\circ$ ④ $\sim 10^\circ$ ⑤ $\sim 15^\circ$ ⑥ 15° 以上
- 5) 圃場面を草などで保護していますか。
① 特にしていない ② 隣接圃場との間に緑地（グリーンベルト）を配置
③ 植栽間または枕地に緑地を配置
- 6) 圃場の下端盛土ノリ面の保護対策を行っていますか。
① 特に対策なし ② 牧草被覆 ③ 芝張り ④ その他
- 7) 圃場内排水路（水平方向に造られた承水路）がありますか。
① 排水路なし ② 素堀り水路 ③ 畦畔状水路 ④ コンクリート製水路
⑤ その他
- 8) 排水路（承水路）のある場合その位置はどのようですか。
① 圃場の中間に水平方向 ② 圃場の下端に水平方向 ③ その他
- 9) 圃場内排水暗渠がありますか。
① 暗渠なし ② 塩ビ管理設 ③ その他資材埋設 ④ 資材名は不明

III 造成地の対象作物を念頭において営農上お気付きの点について伺います。

- 1) 対象作物をお答え下さい。

IV 造成地におけるあなたの耕地及びその周辺の災害経験について伺います。（複数に○印可）

- 1) 圃場について、
① 圃場面に溝状の土壌侵食がおきた ② 盛土ノリ面が崩れた
③ 切土ノリ面が崩れた ④ 圃場面に穴があいた
⑤ 圃場が地すべりを起こした ⑥ とくにない
⑦ その他
- 2) 道路はどのような被害を受けましたか。答えの後の（ ）に道路舗装の種類（アスファルト、砂利など）をご記入下さい。
① 路面の材料が流されるなど侵食が起きた ② 路肩が崩れた
③ 路面キレツまたは穴があいた ④ 土砂で埋まった ⑤ 舗装がこわれた
⑥ とくにない ⑦ その他
- 3) 水路について、
① 土水路が侵食された ② 土砂で埋まった
③ コンクリート水路が崩れた ④ 水路敷がえぐられコンクリート水路が宙に浮いた
⑤ 水路途中から水があふれた ⑥ とくにない ⑦ その他

ンプルをその持つ複数の属性または変数（アイテム）の属性区分・値（カテゴリー）を用いて、外的基準中の2つまたはそれ以上のグループに振り分けるための1次関数を求めるものである¹⁾。すなわち、対象とする特性Yを他のN個の項目 X_1, \dots, X_N を用いて、

$$Y = a_1 X_1 + a_2 X_2 + \dots + a_N X_N$$

で分類する問題において、 X_1, \dots, X_N が定性値の場合の処理手法である²⁾。

なお、この研究は農林水産技術会議・特別研究「傾斜地における農業基盤整備のための技術開発（昭和60～63年度）」の一環として行ったものである。

3. 研究結果及び考察

(1) 農地災害の特徴

農地災害は圃場災害、水路災害、道路災害に大別される。図-2にアンケート調査で得られた災害発生の種類の数回答件数を棒グラフにして示した。圃場災害では切土法面崩壊、盛土法面崩壊や圃場面侵食など土砂流亡を伴う事例が多く、道路災害についても路面材料の侵食、路肩の崩壊と、土砂の移動を伴うものが多くなっている。一方、水路災害を見ると、土砂による水路埋没が全回答数のほぼ半数で発生している。

九州北西部で実施された農地造成後4～5年のX地区（表-2に地区概要を示す）では災害現地調査を行うと同時にアンケート項目に沿った現地踏査を実施した。その結果からは次の特徴が挙げられる。

- ① 道路合流点より道路面での水による路面侵食が始まる。

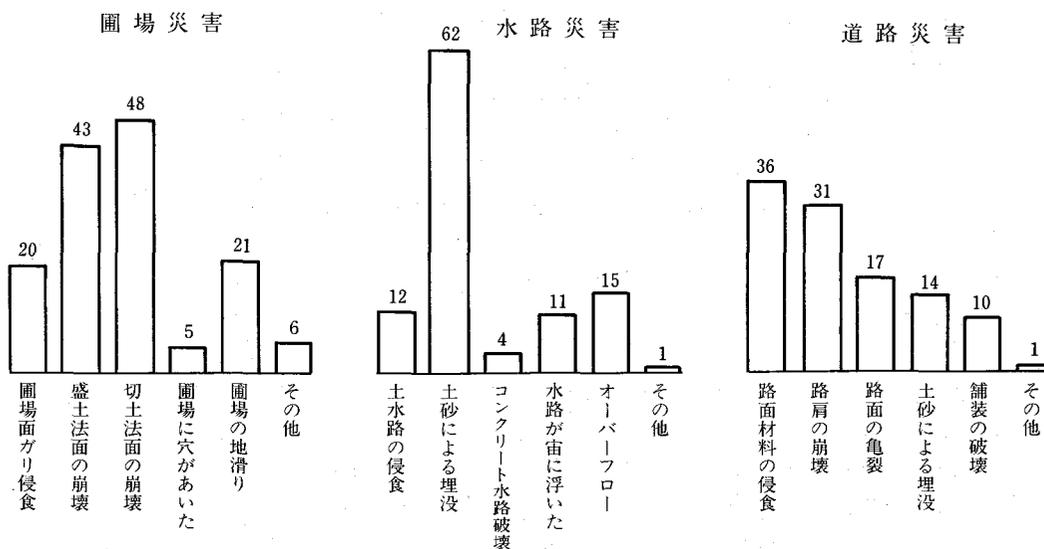


図-2 各種農地災害の態様(アンケート結果)

表-2 X地区の造成圃場概要

| | | |
|-----------|------------------------|--|
| 地目 | 普通畑 | |
| 造成後経過年数 | 4～5年 | |
| 土壌 | マサ土、オンジャク | |
| 標準区画 | 縦100m 横50m 面積0.5ha | |
| 畑面勾配 | 縦断勾配2° 横断勾配2～4° | |
| 圃場承水溝 | 法肩に60cm*60cmの素掘り | |
| 切土、盛土法面勾配 | 切土1:0.5 or 0.7 盛土1:1.5 | |
| 法面保護 | 盛土部に種子吹付を施工 | |
| 盲暗渠工 | 湧水・高地下水地点に施工 | |

- ② 法肩の承水溝と法尻水路をつなぐシュート工の周囲に侵食崩壊の発生が多い。
- ③ 圃場面からの土砂流出による水路の埋没が頻発している。
- ④ マサ土地帯では法面侵食に続く法面崩壊が多く、オンジャク地帯では基底滑り崩壊が主に見られる。
- ⑤ 長・短辺が両方向に傾斜した複合勾配となる圃場では、圃場面を流れる水が一点に集中するため、通例として盛土部となる法面の崩壊が多い。
- ⑥ 麦やバレイショが植栽されている圃場は圃場面侵食がほとんどみられない。
- ⑦ 法肩に設置された素堀の圃場承水溝の崩壊と合わせた法肩崩壊が多い。
- ⑧ 災害の特徴は九州全域のアンケート結果とほぼ一致する。

また、本地区で実施された復旧方法を参考として特徴的な農地災害に対する有効な対策が表-3の通りまとめられた。

一方、受益農家へのアンケート調査では、回答者に災害の有無についての判断の違いが生じ易く、また畑面勾配や圃場面積などについては詳細な数値での回答が困難を伴う場合が多い。このため感覚と実際の差が大きくなると考えられる。したがって、今回行われたアンケート結果の解析に当た

っては以上のことを十分考慮しておく必要がある。

(2) 農地条件と災害の関係

アンケート結果を用いて、農地条件から農地災害の発生の有無を判別することを試みる。解析には、各種の災害発生の有無を外的基準とし、農地条件を説明要因とした数量化理論第II類を適用する。ここで得られた結果はあくまでも統計解析によって得られた推定結果に過ぎず、現象の因果関係に基づいたものではないため、解析に当たってはサンプルデータの信頼性、要因相互の独立性等の統計学的条件に配慮して計算結果の安定性を向上させることと同時に、従来からの災害理論や実際の現象との整合性を踏まえた利用が重要である。ここでは(1)で述べた災害の特徴から、水路災害・道路災害にも影響が大きく、農地条件と直接関わる圃場災害のうち発生頻度の高かった盛土法面崩壊と切土法面崩壊について解析を行った。

まず、アンケート項目のうち、各農地災害に係わる調査項目をそれぞれ選択し、数量化理論第II類による解析のために加工し併せて、図-3をもとに農地災害に密接に関わる農地造成地の表層地質(風化物)を加えて農地条件としてまとめた(表-4参照)。その上で実際の農地状態に従って、説明要因となるアンケートの各項目についていくつかにカテゴリー化を行った。数量化理論を用いる解析においては、要因相互に独立であることが望

表-3 X地区で発生する主な農地災害の特徴と対策

| | 主 な 原 因 | 対 策 |
|------|----------------------------------|--|
| 法肩崩壊 | 圃場承水溝からの浸透水 | 法肩に施工する素堀圃場承水溝をコンクリート等で水が浸透しない構造とする。 |
| 法尻崩壊 | 切盛土境界部の水みち形成 地山と盛土部の境界の有機物腐食層 | 盛土部には浸透水を排除する盲暗渠を施工する。 切土部は段カットする。 地山の腐食物は完全に除去する。 |
| 法面崩壊 | シュート工からの飛沫水 圃場面水の一点集中 | シュート工は原則として地山部に設ける。 盛土部に設ける場合にはパイプまたは有蓋の水路とするか、周囲のライニングを行なう。 ウネ立て等により圃場面水を分散させる。 |
| 路面侵食 | 路面水の集中 泥土等の堆積による道路側溝からの溢流水 | 路面水の集中する場所には十分な余裕のある横断排水溝を設ける。水兼道路にする。 排水路の維持管理を行なう。 早めに補修を行なう。 |

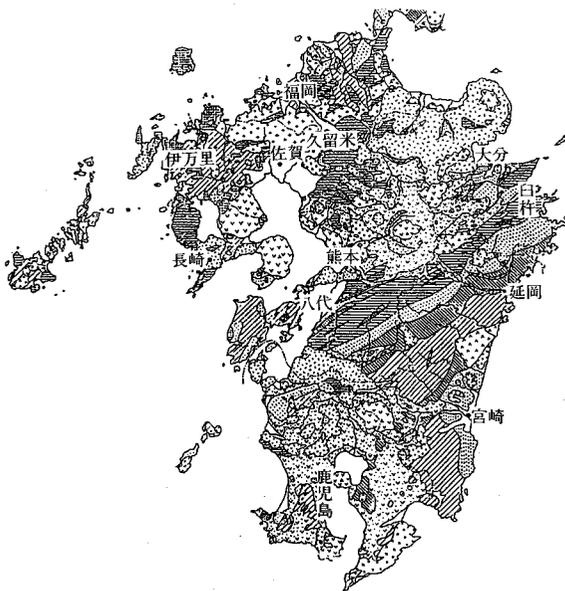
ましく、高い相関のある要因はできるだけ代表性の高い要因を残して削除する必要がある¹⁾。したがって、各農地災害に対して選択された要因間の独立性の検討を行って解析に使用する説明要因を確定した。独立性の検討はクラマーのコティンジェンシ係数²⁾により行った。

盛土法面崩壊については、説明要因数を変えたり各要因でのカテゴリー区分の再編を行い、また要因の影響度の確認の意味から要因数を2要因まで減らしてみたりして1,000ケース以上の計算を実施して分類精度の指標となる相関比を比較検討した。その結果、盛土法面崩壊の発生と農地条件との相関が最も高かったのは、表-4に示す説明

要因及びカテゴリーの組合せについて表中のカテゴリースコアが与えられたときで、相関比の値は0.61であった。外的基準に対する各説明要因の寄与の度合を評価する方法にはいくつかの方法が提案されているがいずれも満足の行くものではない。そこで、ここでは算出されたカテゴリースコアの範囲の大きさ(レンジ)でみると、圃場の土壌が盛土法面崩壊に最も大きく影響していることがわかる。農地のサンプルスコア(S)は、表-4から求められる。まず、サンプルとする農地をI~VIIIの農地条件(説明要因)について当てはめ、そこ

表-4 説明要因とカテゴリ及びカテゴリスコア(盛土崩壊)

| 農地条件 | | | カテゴリ No. | カテゴリスコア |
|------|----------|-------|----------|---------|
| 説明要因 | カテゴリ | No. | | |
| I | 地目 | 普通畑 | 1 | -0.0010 |
| | | 樹園地 | 2 | 0.0001 |
| | | 牧草地 | 3 | 0.0108 |
| II | 造成後の経過年数 | ~4 | 1 | 0.0060 |
| | | 5~9 | 2 | 0.0006 |
| | | 10~17 | 3 | -0.0049 |
| | | 18~21 | 4 | 0.0030 |
| III | 土壌 | 粘土質 | 1 | -0.0018 |
| | | 壤土質 | 2 | 0.0073 |
| | | 砂質 | 3 | 0.0076 |
| | | れき質 | 4 | -0.0039 |
| | | その他 | 5 | -0.0162 |
| IV | 地質 | 古生界 | 1 | -0.0099 |
| | | 花崗岩 | 2 | 0.0046 |
| | | 玄武岩 | 3 | 0.0021 |
| | | シラス | 4 | -0.0004 |
| | | その他 | 5 | 0.0039 |
| V | 畑面勾配 | 水平 | 1 | 0.0015 |
| | | ~5° | 2 | -0.0071 |
| | | ~8° | 3 | 0.0008 |
| | | ~10° | 4 | 0.0047 |
| | | ~15° | 5 | -0.0001 |
| | | 15°~ | 6 | -0.0008 |
| VI | 圃場内排水路 | 法肩に無 | 1 | -0.0033 |
| | | 土水路 | 2 | -0.0054 |
| | | 2次製品 | 3 | 0.0073 |
| | | 畦畔状 | 4 | 0.0091 |
| VII | 法面保護 | 無 | 1 | 0.0012 |
| | | 有 | 2 | -0.0031 |
| VIII | 圃場内排水暗渠 | 無 | 1 | -0.0002 |
| | | 有 | 2 | 0.0029 |



- 凡例
- A1 : 沖積層
 - DI : 段丘洪積層(主なもの)
 - Qv : 新期第四紀火山岩(角閃安山岩と輝石安山岩)
 - Qj : 新期第四紀火山初期噴出物(溶結凝灰岩・シラス)
 - Tv : 古期第四紀~新第三紀後期火山噴出岩類
 - Tn : 新第三紀~古期第四紀の地層群
 - B : 新生代後期玄武岩類
 - Ts : 新第三紀中期火山岩(瀬戸内型)
 - Tp : 新第三紀初期プロピライト
 - Ti : 新第三紀初期~中期火山岩・脈岩(五島・祖母山など)
 - Tg : 新第三紀初期~中期花崗岩類
 - T : 新生代前期地層群(古第三系と中新統下部)
 - K : 白亜系(地層群と噴出岩類) [推定白亜紀層を含む]
 - J : ジュラ系と上部三疊系(推定ジュラ~上部三疊紀層を含む)
 - G : 中生代花崗岩類
 - R : 中生代基性岩・超基性岩類
 - Pn : 古生界(非~弱変成部)
 - Pm : 古生界(変成部)
- (変成帯別に関せず同一記号)

図-3 九州地方の地質略図⁷⁾

に与えられたカテゴリースコアを集計して求める。図-4にサンプルスコアの頻度分布を、盛土法面崩壊の有無とに分けてヒストグラムと累積相対頻度曲線で示す。サンプルスコアの分布は「有」「無」の2つのグループに分かれて認識できるレベルにある。盛土法面崩壊発生の有無の判別基準は図-4から知ることができる。累積相対頻度分布の交点が判別区分点となり、そのときのサンプルスコアが判別基準値であり、累積相対頻度がエラー率となる。また、判別の的中率は100%からエラー率を引いて求められる。盛土法面崩壊の場合、判別

区分点の判別基準値(α)は-0.00474, エラー率は20.7%, したがって判別の的中率は79.3%である。すなわち、表-4に与えられた農地条件を使うことで、的中率約80%で盛土法面崩壊の有無が判別できることを示しており、ほぼ満足できる結果が得られた。また、図-4を用いて盛土法面崩壊を予測するには上述の方法で農地のサンプルスコア(S)を計算して、 $S < -0.00474 (= \alpha)$ であれば危険、 $S > -0.00474$ であれば安全側である。

また、説明要因から「農地の土壌」や「圃場内排水路の施工条件」を外すことにより相関比が極端に低下すること、およびアンケート回答の信頼性に問題があると思われる「畑面勾配」についてのカテゴリー設定を「大・中・小」の3区分としても、得られる相関比は0.6程度であり、判別精度の低下は少なかった。

一方、切土法面については説明要因数の不足のため、得られた相関比も低く、切土法面崩壊の有無を判別することは難しかった。

4. 今後の問題点

農地災害と農地条件との関係で見た場合、今回の現地調査・アンケート調査の回答は十分なものとはなっていない。今回の調査項目では農地条件を農地災害の素因に関するものに限っており、重要な誘引となる降雨状態などの農地条件を加えた解析が行われなければならない。例えば、切土・盛土法面崩壊に関しては法面勾配が重要な要因であり、圃場面侵食や圃場の穴の発生には圃場での流路の長さが深く関わっていると推察される。

今後は農地条件と農地災害に関する情報の収集・蓄積を図るとともに、災害発生のメカニズムに着目し土木の防災対策の効果を評価する研究の実施が必要である。

5. まとめ

農地開発にともなう土木の防災対策の実態と効果を明らかにするため、アンケート及び現地調査を行った。

アンケートの結果から以下のことがわかった。

- ① 圃場では切土法面崩壊、盛土法面崩壊や圃場面侵食が多い。
- ② 道路災害では路面材料の侵食や路肩の崩壊が

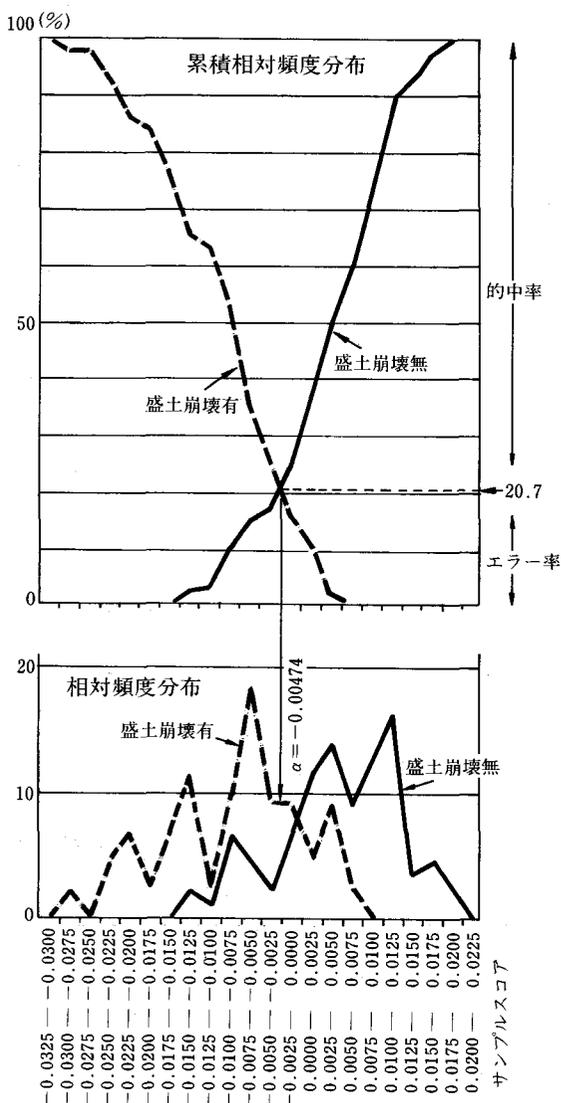


図-4 サンプルスコアの相対頻度分布と累積相対頻度分布

多い。

③ 水路災害では土砂による埋没が圧倒的に多い。現地調査に基づく圃場災害のパターンと対策を表一3にまとめた。

次に、アンケート結果をもとに災害と農地条件の関係を考察し、圃場条件から盛土法面崩壊発生が所要の精度で判別出来ることが図一3のように示された。

最後に、本報文に対しご協力頂いた関係各位に心より感謝致します。

参考文献

1) 松隈宣明・山口征雄・新高庸介：数量化理論による弱層せん断強度評価の試み，ダム技術Vol. 2-1, pp. 58-74, (1984)

2) 川端幸蔵：林試電算機プログラミング報告(Ⅱ)・数量化(Ⅱ型)，林業試験場研究報告 第305号, pp.

1-64, (1979)

3) 安田三郎：社会統計学，丸善，pp. 51-54, (1969)

4) 河野 広・三木秀一：農業用パイプラインに発生する問題点とその判別・予測，農業土木試験場技報 第173号 (LI-10), pp. 1-27, (1987)

5) 白谷栄作・原 喬：傾斜地農地における農地災害と防災対策，第68回農業土木学会九州支部講演要旨集，pp. 33-34, (1987)

6) 白谷栄作：農地災害予測への数量化理論の適用の可能性，九州農業研究成果情報第3号，pp. 546~547, (1988)

7) 中国四国農政局益田開拓建設事業所：昭和58年7月豪雨災害報告書，(1984)

8) 松本達郎・野田光雄・宮久三千年：日本地方地質誌 九州地方，朝倉書店，pp. 2-3, (1976)

[1990.4.20 受稿]

農業開発・地域開発の総合建設コンサルタンツ

土と水をデザインする……豊富な経験と優れた技術



株式会社 三祐コンサルタンツ

- 取締役社長 久野彦一
- 取締役副社長 渡辺滋勝
- 取締役副社長 樋口昭一郎
- 取締役副社長 伊藤秀

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

農業用ダムの洪水管理について

中 嶋 善 治*

目 次

まえがき29

1. 農業用ダムの水管理計画作成のための作業項目29

2. ダム水管理に必要な資料と内容30

3. ダム水管理における流出モデルの作成33

4. 水管理計画構想33

あとがき34

まえがき

利水ダム（ここでは農業用水ダムを言う）の水管理は、通常利水面から行われるが、ダムを安全に運転するためには洪水に対する水管理にも配慮しなければならない。

利水管理では何等かの手法により設定される「ダム貯水位期別確保曲線」を下廻らない様に、日々の流入量、貯水量、必要水量等をチェックしながら運用すれば大きな問題は生じない（受益者から水不足の苦情が生じない）。しかし、洪水管理では、利水ダムには治水容量を有しないため、降雨による流入量、貯水池の空容量、或いは放流量等の比較的確定な要因（日々変化する諸元のため）が管理の重要な項目となり、非常に複雑な管理業務となる反面、その精度（安全性を言う）は高い値が要求される。

即ち、6月の梅雨前線や、7月下旬から8月上旬の台風等による出水時期は、農業用水を最も必要とする時期であり、出来るだけ高貯水位を維持するように通常は管理運営が行われている。この様な時期に、降雨による相当量のダム流入量を予測して降雨開始と同時に水位を低下させて出水に対応したとしよう。流入量が当初の予想に反して少なかった時は、水位の回復が不可能となりたちまち水不足が生じ利水計画に重大な支障を与える。また、予測に反して、洪水が急激でありダム流入量が多い場合は、余水吐から瞬時に放流され、ダ

ム下流地域の河川水位は急激に上昇する。

また、ゲートなしのダムでは、貯水位が満水位時には、ダム流入量がダム放流量となり、下流地域は、ダムが建設される前の状態と変わらない流況を示す。（厳密に言えば時間的差は若干ある）。貯水位が満水より低下している時、ダム流入量は貯留されカットされる。さらに余水吐の高さまで貯水位が達した時以降にダム流入量は余水吐から流出する。このため、下流地域の河川水位は降雨開始後ある時刻を経過して、満水位に達した後急激に上昇するので管理を誤まると予想もしない被害が生ずるおそれがある。特に出水時期は、貯水位は比較的低下している場合が多いのでこの現象は十分起り得る。

この様に考えるとゲートの有無にかかわらずダムの水管理方法（洪水管理方法を言う）によっては、下流地域の河川の流況が大幅に変化するので、ダム管理者は急激な水位上昇をさせない様な水管理を常に心掛けることが大切である。

このためには、ダム流域のもつ特性を知ると共に、降雨によるダム流入量（流域流出量）を出来る限り早く且つ適正に予測し、これに対応するダム管理を行うことが大切である。

本報文は、多くの農業用ダムの今後の管理業務の参考に供するため、洪水流出に対応する必要資料と、洪水流出に対して支障のない水管理計画のあり方について述べたものである。

1. 農業用ダムの水管理計画作成のための作業項目

*サンスイコンサルタント株式会社

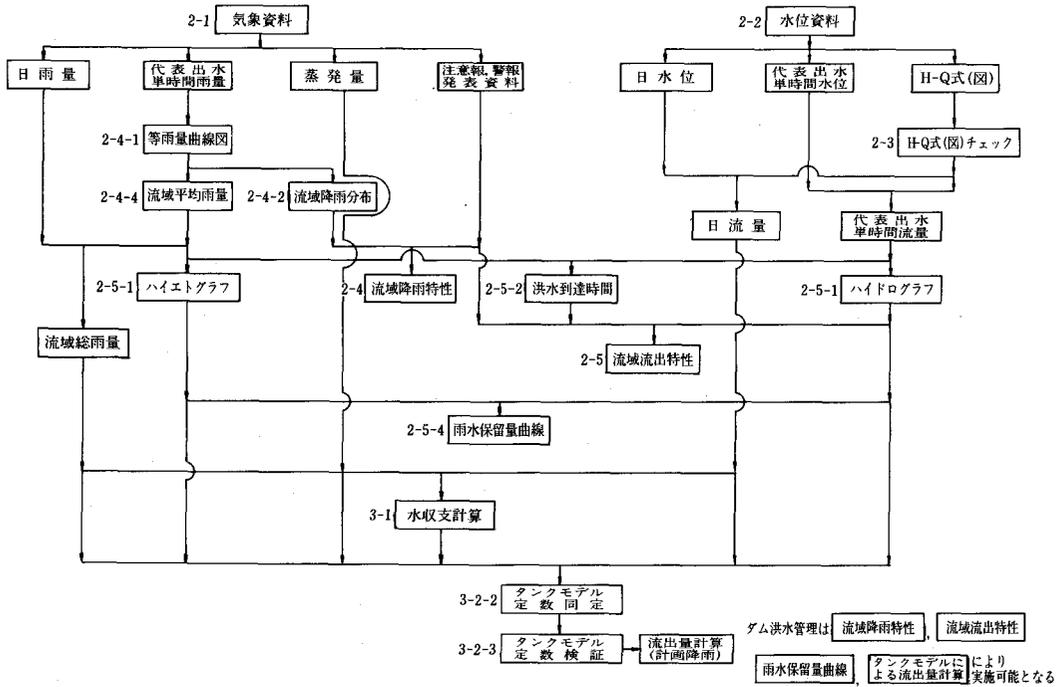


図-1 農業用ダムの水管理計画(主として洪水管理)の作成フロー

ダム水管理計画(主として洪水管理計画をいう)の作成のための作業手順は、通常の場合、図-1に示す「農業用ダムの水管理計画の作成フロー」の通りである。

このフローに基づき、次章よりその内容について説明する。

2. ダム水管理に必要な資料と内容

2-1 気象資料

気象資料として、(i)日雨量、(ii)代表出水(ピーク比流量が概ね $1.0\text{m}^3/\text{s}/\text{km}^2$ 以上の出水)における単位時間(時間あるいは30分間)雨量、(iii)蒸発散量、(iv)気温、及び(v)気象情報等が考えられる。

これらの資料の管理は、表-1~表-5に示す様式で実施する。

表-1 日雨量年表

観測所名

単位 mm

| 日 | 1 | 2 | ... | 11 | 12 |
|---|---|---|-----|----|----|
| 1 | | | | | |
| 2 | | | | | |
| 3 | | | | | |

表-2 出水別時刻雨量表

観測所名

単位 mm

| 時刻 | 降雨期間 | |
|----|------|------|
| | ○月○日 | ○月○日 |
| | | |
| | | |
| | | |

表-3 年別日別日平均蒸散量表

単位 mm

| 年 | ○ | | | ○ | | |
|---|---|---|-----|---|---|-----|
| | 月 | 日 | 平均値 | 月 | 日 | 平均値 |
| 1 | | | | | | |
| 2 | | | | | | |

表-4 日気温年表

観測所名

観測年

単位 °C

| 日 | 1 | 2 | ... | 11 | 12 |
|---|---|---|-----|----|----|
| 1 | | | | | |
| 2 | | | | | |
| 3 | | | | | |
| 4 | | | | | |

表-5 気象情報調査

| No. | 大雨洪水注意報発令日・時 | 大雨洪水警報発令日・時 | 備考 |
|-----|--------------|-------------|----|
| | | | |
| | | | |
| | | | |

この場合、雨量は観測記録をよくチェックする必要がある。又観測所は、ダム流域内及びその周辺において観測されている公的機関から選定する。

2-2 水位資料

水位資料として、(i)日水位、(ii)代表出水における時間（時間あるいは30分間）毎の水位等がある。これらの資料の管理は、表-6、表-7に示す様式で実施する。

この場合、ダム流域流出量を求めるために設置されている水位観測所の自記観測記録をチェックして、自記紙の交換時における数値のずれ等不合理な値を修正し、定時（24時々点）水位記録とする。又代表出水は、前記自記観測記録による。

表-6 日水位表

単位 mm

| 日 月 | 1 | 2 | | 11 | 12 |
|-----|---|---|--|----|----|
| 1 | | | | | |
| 2 | | | | | |
| 3 | | | | | |
| 4 | | | | | |
| 5 | | | | | |

表-7 出水別時刻水位表

単位 mm

| 時刻 | 出水期間 | ○月○日 | ○月○日 | |
|----|------|------|------|--|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

2-3 H-Q式（図）の検討

河川の流量精度は水位流量曲線（H-Q曲線と呼

ぶ）の精度に大きく左右されるので十分チェックしておくことが大切である。そのチェック項目は次の通りである。

(1) マニング公式によるチェック

横断測量の結果から $R^{2/3} \cdot A$ をつくり、実測の流量から粗度係数を算定し、この粗度係数からマニング公式によって、H、Qを検証する。

(2) 適用範囲、適用期間のチェック

(3) 適用水位のチェック

H-Q曲線の変化点が横断面よりみて妥当であるかチェックする。

2-4 流域降雨特性関係資料

ダム流域内の降雨特性の関係資料としては、次の各項目の検討資料を言う。

2-4-1 等雨量曲線図の作成並びに流域平均雨量の算定

前項で整理する代表出水の降雨資料から、出水別、観測所別に、連続総雨量を算定してダム流域等雨量曲線図を作成する。

この等雨量曲線図を用いて、次式により流域平均雨量を作成する。

$$R = \frac{R_1 a_1 + R_2 a_2 + \dots + R_n a_n}{a_1 + a_2 + \dots + a_n}$$

$$= \frac{\sum R_i a_i}{A}$$

R_n ：観測所の雨量

a_n ：等雨量曲線間の面積

A：流域面積

2-4-2 ダム流域降雨分布状況図の作成と流域平均雨量地帯の検討

等雨量曲線図から、ダム流域の縦横断方向の降雨分布曲線図、並びにダム流域平均雨量地帯集計図を作成して、流域の降雨分布状況を観察すると共に、ダム流域平均雨量を示す地帯を検討する。たとえば流域平均雨量地帯集計図において最も頻度数の多い所が、流域平均雨量の値を示している地帯と考える。

2-4-3 降雨状況と気象情報との関連性の検討

本資料は、ダム水管理の初期行動の判断基準となる重要資料であるから、出来る限り多くの資料を収集し、次に示す要領によって十分検討して、降雨要因と降雨状況との関連或いは傾向等を把握することが大切である。

降雨記録は、流域経雨量地帯の観測所が望まし

いが、存在しない場合は、最も近い観測所の記録とし、気象情報は気象台の情報のうち前項で整理するものを用いる。

両者の資料から注意報の発表時刻が、降雨開始時刻から何時間後であるか、その時刻における累加雨量は、又、警報発表時刻についても同様に、降雨開始後の経過時間及びその累加雨量等を調査する。

また、台風発生時期と進行方向及び梅雨前線の発生時期と降雨状況（特に降雨開始時期）との関連についても併せて調査する。

2-4-4 流域平均雨量の簡便な推定方法の検討

一降雨の時間雨量、日雨量の流域平均雨量を算定する際、前項で述べている等雨量曲線図法は、数多くの観測記録と時間を必要とする。このため早急に流域平均雨量を把握する必要があるダム管理ではこれは適当な手法とは言えない。

したがって、雨量観測所の観測記録から等雨量曲線図法によって得られる流域平均雨量に近似する値が算定できる簡便な推定方法が必要である。この場合、対象とする観測所は、次の条件を満足することが大切である。

〔観測所選定条件〕

- (1) 流域内の適切な位置にあって且つ長年観測が続けられており、将来共観測が行われること。
- (2) ダム管理者自身が観測者である観測所であること。
- (3) 上記(1)(2)に該当しない既観測所で長年観測が行われ、記録に欠測が少なく且つ精度が高い観測記録が得られていること。さらに、将来共同程度の観測が実施され则认为される観測所であって記録が容易に入手出来ること。即ち具体的には、気象台、研究機関に所属する観測所を対象と考える。

なお選定する観測所が万一事故その他の原因により観測不能となった場合の措置について検討しておくことが大切である。

2-5 流域流出特性関係資料

2-5-1 代表出水のハイエトグラフ及びハイドログラフの検討

代表出水（ピーク比流量の概ね $1.0\text{m}^3/\text{s}/100\text{km}^2$ 以上の出水を言う）について、流量は水位資料とH-Q曲線から算定し、また同出水の流出平均雨量は、等雨量曲線図から総雨量を求め、その時間的変化

は、流域を代表すると考える地点の観測記録を用いて比例配分法による算定する。

この両者の値を用いて、ハイエト及びハイドログラフを作成し、降雨分布と流出状況に時間的ズレがあるか（特にピーク流量）チェックする。

2-5-2 洪水到達時間の検討

ダム流域流出の特性の一つの洪水到達時間の調査は、ダム水管理上大切である。このために過去の出水の洪水到達時間を算出し、その間の有効雨量強度を求め、両者の関係を検討する。

この結果、洪水到達時間の分類、降雨強度の急変の有無、流域内雨量の分布の特徴等を調査しとりまとめる必要がある。

2-5-3 流域流出状況と気象情報との関連性の検討

気象情報の発表時刻と流域流出量との関係を調査し、この傾向を把握するため次の事項を実施する。

- ① 過去10ヶ年間の大雨洪水注意報（以下「注意報」という）及び大雨洪水警報（以下「警報」という）の発表時の河川流量を求める。
- ② ①から流量別の発表度数を求める。
- ③ 注意報発表時の累加雨量と流量の関係を求める。
- ④ ①から警報発表後ピーク流量に達する時間を流量別に求める。

これらの調査結果から両者の関係或は傾向を整理する。

2-5-4 流域雨水保留量曲線図の作成及び流域土壌乾湿状態指標の検討

前項で作成するハイエト及びハイドログラフを用いて、出水毎の流域雨水保留量を算定し、総雨量との関係から、ダム流域雨水保留量曲線図を作成する。

なお、降雨量並びに降雨分布状況が同じであっても流域の土壌の乾湿状態水分状態により流出量は異なるので、流域の土壌乾湿状態を示す指標の分類基準値を、流域雨水保留量曲線図及び出水事例等から、次の3要因に基づいて検討すると共に、この指標と流域雨水保留量曲線との関連を求めておく必要がある。

- ① 出水発生直前流量
- ② 先行降雨指数（A, P, I）
- ③ 出水前連続無降水日数

3. ダム水管理における流出モデルの作成

ダム水管理の実施上、観測降雨量から出水量をオンライン的に（実時間において）適確に予測することが必要である。この観点から流出モデルに、「長短期流出両用モデル法」を用い、次の手順により流出モデルを作成する。

3-1 流域内水収支の検討

長期（日単位）水文資料を用いて、流域内の水収支バランス（次式の関係）について調べた結果、降雨量または流出量が非常に不足する場合は、再度、前項の日雨量資料（又は流量資料）の検討を行う。なおそれでもアンバランスとなるときは、止むを得ず降雨量を補正して水収支のバランスをとることとする。

$$\text{年雨量} = \text{年流出高} + \text{年蒸発量}$$

3-2 流出モデルの検討

3-2-1 モデル同定期間、検証期間の選定

流出モデルの同定資料と同定期間並び検証期間は、観測記録が長期間にわたって欠測がなく且つ水収支のバランスが良好な年を連続10年間程度選定し、この期間内の2ケ年間を同定期間とし、残余を検証期間とする。

3-2-2 モデルの定数の同定

同定期間の資料（日流出高資料）を用いて、長期流出を表現しているモデル定数 a_3 、 a_4 、 a_5 、 z_2 、 z_3 、 b_2 、 b_3 の同定を行うと共に、同定期間の再現性を求める。（図-2参照）

次に、日流出高により求められたモデル定数を固定しておいて、出水時の30分流出を対象とした洪水流出を表現しているモデル定数、 a_1 、 a_2 、 z_1 、 b_1 を同定し、この時の計算流量の再現性を求める。

3-2-3 同定モデルの検証

検証期間における日流出高及び出水時の再現性を求める。

この結果、日流出高での相対誤差が小さく且つ殆んど出水時のハイドログラフの再現性が良好であれば、同定されたモデルは、ほぼ妥当なものと判断して、水管理のための流入量予測として利用が可能である。

但し、取り扱う気象、水文資料により得られる再現性の程度が異なるので、地区毎に両者の関連性から総合的に判断せざるを得ない場合もあるの

で同定されたモデルの良否の決定には豊かな経験が必要である。

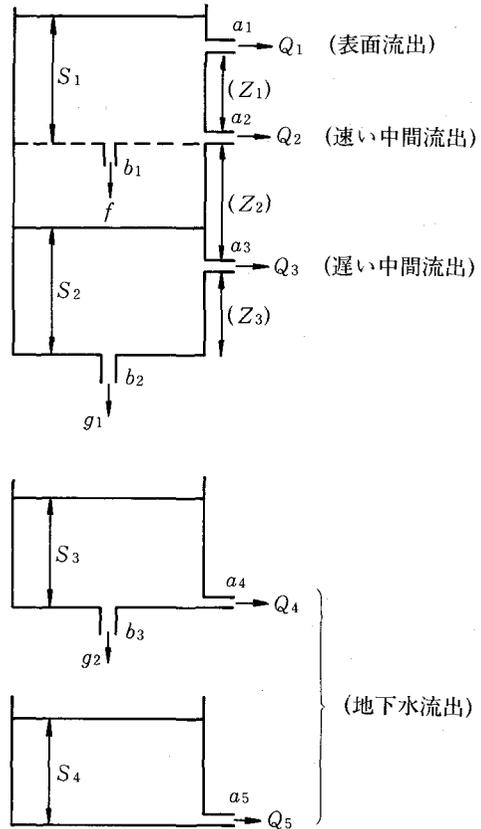


図-2 長短期流出両用モデル

4. 水管理計画構想

ダムの水管理計画は、次の3段階についての対策が重要である。

- (1) 降雨量による余水吐から越流する可能性の把握
- (2) 余水吐から放流の可能性がある場合、その放流量と時刻の把握
- (3) 余水吐からの放流量とその時刻に対応して関係機関への通報時刻の把握

このためには、降雨によるダム流入量の適確な予測が大切である。

故に、水管理計画の基本となる。この段階毎における流入量予測手法の概要を述べる。

- 4-1 降雨量による余水吐から越流する可能性の把握（第1段階）

第1段階としては、総雨量と総流入量の関係からダム流入量を予測する手法を用いる。

この手法は、前項で収集整理されている既往の総降雨量と総流入量から作成されている「流域雨水保留量曲線」(2-5-4参照)を用いて、気象台が発表する予想総降雨量から総流入量を推定する。この際、予想総降雨量からダム流域総雨量の推測は、既往の気象情報とダム流域総雨量の関係資料による。

この場合、流域内の土壌乾湿状態を前項で作成する乾湿状態の指標(2-5-4参照)により推定しなければ適確な総流入量の把握は困難である。

この推定する総流入量と、ダムの空容量により余水吐から流出する可能性が把握出来る。

4-2 余水吐からの放流量とその時刻の把握 (第2段階)

第2段階は、類似気象データの活用によるダム流入量を予測する手法である。

即ち、気象台から発表する予測降雨量等の気象情報から、現在までに集積した降雨台帳の中から最も良く類似する降雨型を抽出し、この資料を参考に今後の時間雨量を推定する。この推定時間雨量を前項で作成されている流出モデルに入力して、数時間～十時間後に至るダム流入量を予測する。したがって、この予測流入量を用いて、今後の貯水量状況並びに予想される場合の放流時刻等をコンピュータの活用により推測が可能である。

4-3 関係機関の通報時刻と流出量の把握 (第3段階)

第3段階の手法は、現時点の降雨強度が継続するものとしてダム流入量を予測する。

本手法は、第2段階において、余水吐からの放流が確実になった場合、最終段階における予測として、2～3時間後の貯留状況を予測するものである。その方法は、前述の流出モデルに現時点の降雨強度を入力することによって精度の高い流入

量を予測することが可能となり、貯留状況から放流時刻及び放流量を適確に、2～3時間前に算出が出来、関係機関に対する通報が誤報とならないような精度の高いものとなり、洪水流出に対する措置が十分可能となる。

以上の各段階毎の予測手法に基づく「水管理計画実施要領」の作成と共に、夫々の段階における管理体制を整備によって、水管理計画(洪水)が完成するものとする。

あとがき

利水ダムの水管理(洪水管理)は、細心の注意を払って適確に管理を行なって当然であり、万一出水による被害が発生したら、管理方法が操作規定に対して間違いがなくとも、忽ちダム管理者は、その責任を追求される等、本当に割の合わない役目である。

したがって、ダム管理者は、ダム流域の降雨、流出等の特性を十分把握すると共に、降雨に基づくダム流入量を適確に予測する手法を確立し、これに基づく「水管理計画」(洪水を対象)を作成しておくことが何により大切である。

本報文では、この観点から、流域の降雨、流出の特性を把握するための手法、更にダム流入量の予測手法に基づく水管理計画の構想を紹介した。

この報文が、今後の多くの利水ダムの水管理計画の樹立に当たって、何等かの御参考になれば甚だ幸とすところである。

引用文献

1. 農業土木学会編 「講座」流出解析手法
2. 岩井重久, 石黒政儀共著 「応用水文統計学」流域特性(P327)
3. 角屋睦, 永井明博 長短期流出両用モデルの開発とダム管理への活用に関する研究

石垣島における底原ダムの基礎処理工について

佐藤 洋* 入部 兼昭**

内田 実* 南 格*

目 次

| | | | |
|--------------------|----|-------------------------|----|
| 1. はじめに | 35 | 3. 基礎処理工 (グラウチング) | 35 |
| 2. 地形, 地質の概要 | 35 | 4. あとがき | 42 |

1. はじめに

石垣島は日本最南端、沖縄県の八重山群島にあり、総面積258.3km²、人口約42,000人の小さな島である。気候は亜熱帯海洋気候に属し、年平均雨量2,071mm、気温23.8°C、湿度79%と年間を通じ高温多湿な島であるが、一度降った雨はすぐに海に流れ出し、夏期に干天が続くと水が不足するという早ばつ常習地帯でもある。

国営宮良川農業水利事業は、この石垣島の南西部に広がる畑地及び水田に用水を供給することを目的としている。その事業内容は、石垣島最大の河川、宮良川の上流に基幹施設として真栄里ダム、底原ダムを築造するとともに、二又堰、平喜名堰、石垣ダム(調整池)、5カ所の配水池、ポンプ場及びパイプラインを新設するものである。

底原ダムはゾーン型フィルダムでその概要は表1-1及び図1-1に示すとおりである。

ダム工事は、昭和57年に仮排水路着工以来、昭和58年に基礎処理、昭和59年に仮締切堤及び本堤の盛立を開始し、平成元年6月には盛土工事の全てを完了した。平成2年10月から試験湛水を開始する予定である。

本報文は、これまでの底原ダム工事記録の中から、地質概要及び基礎処理工について報告するものである。

2. 地形, 地質の概要

2-1 地形

ダムサイトは、宮良川上流部の底原(そこばる)地内にあり、石垣市街から北東へ約11kmの地点に位置している。この地域は、沖縄県最高峰の於茂登岳を中心とする標高300m級の山麓丘陵地帯で、標高80mの山地を境い目にしてなだらかな海岸段丘が海に向かって広がりを見せている。段丘の高さは、ダム軸付近で30m、貯水池周辺で40~50mあり、段丘平坦面の傾斜は1~2°と極めて緩やかな勾配をなしている。ダムサイトは、河谷の頭部付近に位置しているが、この河谷は丘陵性の波状地となっており、その幅はダム軸付近で600~900mに及んでいる。

2-2 地質

ダムサイトの地質層序は、表2-1に示すとおり、古生代の片岩類を基盤とし、これを覆って第四紀洪積層が厚く堆積している。

ダム軸の地質縦断は図2-1に示すように、基盤岩が深部に位置し、洪積層の厚さは河床部付近で最大100mに達している。この洪積層は、名蔵(Ng)層と呼ばれる砂質またはレキ質の粘土及びシルトが主体の褐色系の層と、ブネラ(Bn)層と呼ばれる砂、シルトを含む灰色系の粘土層に大別され、この2つの層は3回にわたる海進、海退の環境のもとで交互に堆積している。なお表層は、段丘部では崖錐が1~2m程度、河床部の低湿地帯では、比較的腐食の進んでいない繊維質のピートが3m未満の層厚で分布している。

3. 基礎処理工 (グラウチング)

3-1 設計の概要

本ダムの基礎地盤に対するグラウチング工の避

*沖縄総合事務局石垣農業水利事業所
** (現)九州農政局上場農業水利事業所

表1-1 底原ダム諸元表

| | | | | | | | |
|----|--------|----------------------------------|----------------------|----------|----------------------|------------------------|--|
| 一般 | 位置 | 沖縄県石垣市宮良 | | 堤頂長 | 1,331 m | | |
| | 河川名 | 二級河川宮良川水系底原川 | | 堤頂幅 | 8.0 m | | |
| | 基礎岩盤 | 古生代片岩類 | | 天端標高 | 仮縮切堤 | EL 25.00 m | |
| 貯水 | 流域面積 | 直接 5.04, 間接 4.82 km ² | | 本堤 | EL 43.50 m | | |
| | 満水面面積 | 1.38 km ² | | 最低床掘標高 | EL 14.00 m | | |
| | 総貯水量 | 13,000,000 m ³ | | 平均法 | 上流側 1:4.5 | | |
| | 有効貯水量 | 12,850,000 m ³ | | 勾配 | 下流側 1:3.4 | | |
| | 常時満水位 | EL | 39.50 m | | 型式 | シュート型 | |
| | 設計洪水水位 | EL | 41.30 m | | 設計洪水量 | 300m ³ /s | |
| 池 | 堆砂量 | 150,000 m ³ | | 減勢工対象洪水量 | 210m ³ /s | | |
| | 計画堆砂面 | EL | 21.80 m | | 越流水深 | 1.80 m | |
| | 利用水深 | 17.70 m | | 越流堰長 | 60.0 m | | |
| | | | | 洪水吐総延長 | 560 m | | |
| 堤体 | 型式 | ゾーン型フィルダム | | 設計洪水量 | 125m ³ /s | | |
| | 堤高 | 29.5 m | | 内径 | 標準馬蹄型 2r=4.50 m | | |
| | 総築堤量 | 3,228千m ³ | | 総延長 | 980 m | | |
| | 築堤量 | 仮縮切堤 | 140千m ³ | | 型式 | 斜種 | |
| | | Zone 1 | 556千m ³ | | 最大取水量 | 2.201m ³ /s | |
| | | Zone 2 | 419千m ³ | | 取水口孔径 | φ800×3門, φ2,000×1門 | |
| | | Zone 3 | 1,641千m ³ | | 導水管 | φ2,000 | |
| | | Zone 4 | 307千m ³ | | 取水口孔数 | 4 孔 | |
| | | インターセプター他 | 165千m ³ | | | | |

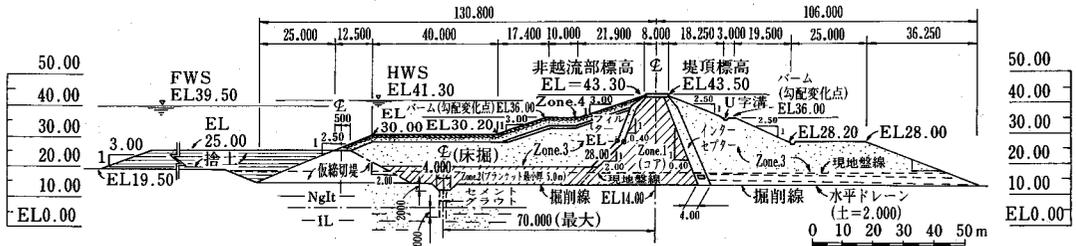


図1-1 堤体標準断面図

表2-1 底原ダム地質層序

| 年代 | | 地質層 |
|------|-----|----------------------------------|
| 第四紀 | 沖積世 | 崖錐, ピート, 河床堆積層 |
| | 洪積世 | 名蔵礫層 { ナグラ層 ブネラ層 |
| 先第三紀 | 古生代 | 結晶片岩 { 黒色片岩, 輝緑凝灰岩, チャート 緑色片岩 |

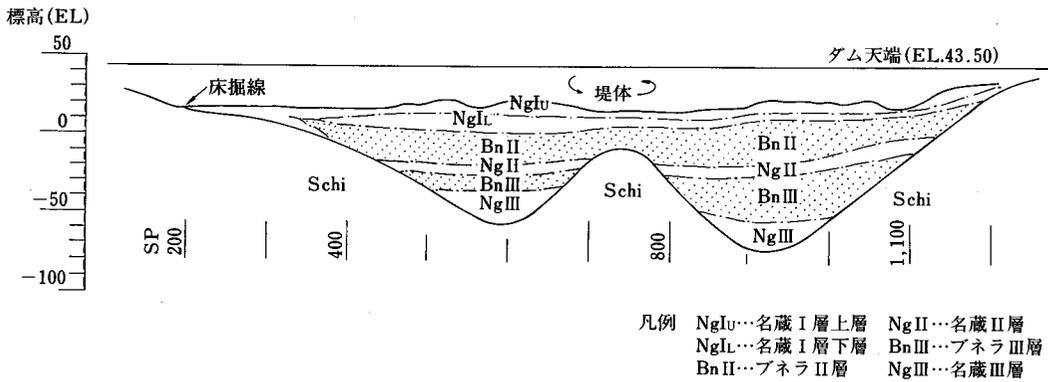


図2-1 ダムサイト地質図

水性は、左右岸地山の片岩に対しては近傍の真栄里ダムの実績からかなり期待できるものと考えられる。しかしながら堤体中央部の洪積層 (Ng 層, Bn 層) に対しては、本層がレキ混りシルトまたは粘土層であり、その層厚も非常に厚いことから一般的なグラウチングによっては遮水性を確保することが難しいと考えられる。

従って、河床中央部基礎地盤からの漏水及びパイピングに対しては基本的には水平ブラケット工法により対応することとし、グラウチング工についてはパイピングに対するより高い安全性を確保

保するために計画することとした。すなわち、この場合のグラウチング工の主たる目的は、止水性の改良より、むしろ地盤の均質化により水密性を高めることに重点を置いたものである。このことから本ダムの場合、河床中央部のグラウチングをブラケットグラウチングと称している。

以上のことから、本ダムのグラウチング計画は次のように区分できる。(図3-1 参照)

- ①左右岸地山の片岩を対象とするカーテングラウチング
- ②河床中央部の洪積層を対象とするブラケット

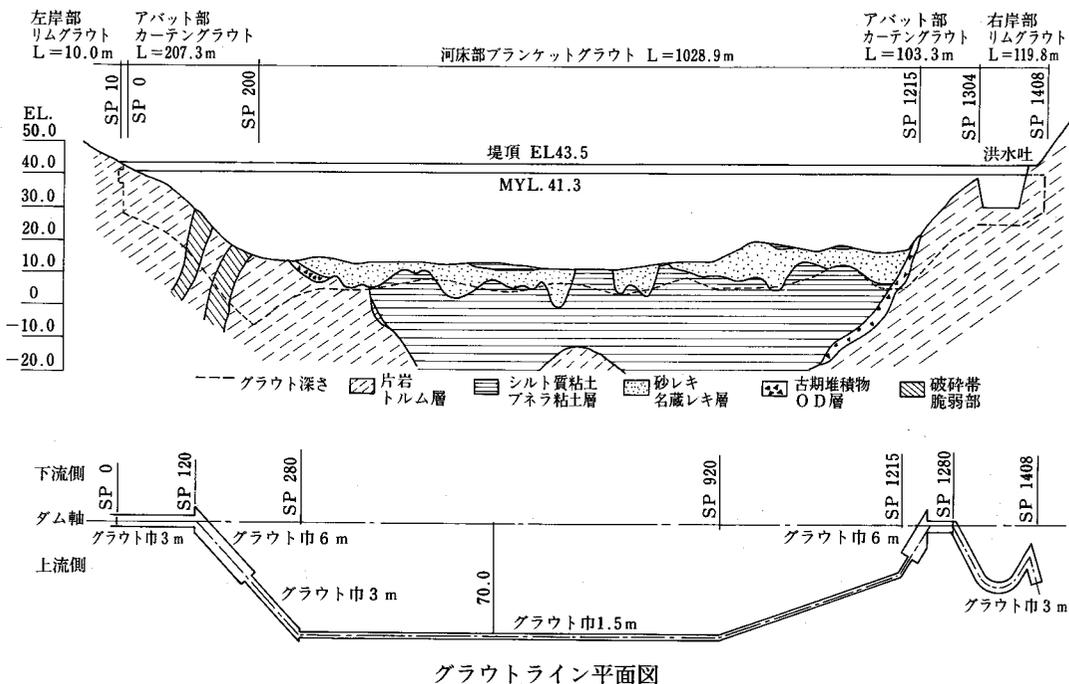


図3-1 グラウトライン地質縦断面図 縮尺比 H:V=5:1

トグラウチング

3-2 施工結果

底原ダムの基礎処理工事は、テストグラウチングを含めて、昭和58年から61年までの4ケ年にわたって行われた。以下に各工種毎に施工実績について述べる。

(1) 左右岸アバット部 (カーテングラウチング)

① 施工対象地盤

対象地盤は黒色片岩を主体とする古生代の結晶片岩類で、表層部はかなり風化し多くの亀裂を有する。左岸部の一部に脆弱な破碎帯があり又深度による風化の度合いの違いはあるものの全体的にはほぼ均質な地層である。

② 施工基面

一次掘削地盤上 (グラウトキャップ厚 1.5 m)

③ 改良目標値

5ルジオン (非超過確率90%以上)

④ 施工深度

施工深度の決定にあたってはパイロット孔を20mピッチで施工し、そのボーリングコアの状況及び透水試験の結果等を参考としてシモンズの提唱した次式に基づき決定した。

$$D = H / 3 + c$$

D: 孔深度 (m)
H: 貯水深 (m)
C: 定数 (m)

また、孔深度は最低でも10m以上としたがクレスト直下の区間については単段5mとした。

⑤ 孔配置

カーテングラウチングについては孔間隔2.0

m, 列間隔1.5m 5列の千鳥配置, 補助カーテングラウチングについては孔間隔1.0m, 列間隔0.75m 3列の千鳥配置を原則とした。(図3-2, 3-3参照)

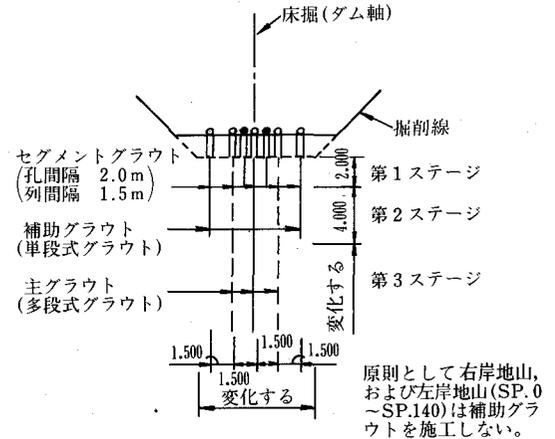


図3-3 カーテングラウト施工断面図

⑥ 注入工法

注入工法については1次孔及び追加孔ともステージ注入工法とした。一部でリークが激しく改良目標に達しないステージがあり、その追加孔にはソレタンシュ式二重管工法を採用した。

⑦ 追加孔の施工

追加孔の施工は河床部と同じく全てチェック孔での透水試験の結果により決定した。

⑧ 注入材料

注入材料は普通ボルトランドセメントを使用し、ベントナイト (阿蘇) をセメント量の3%混入し

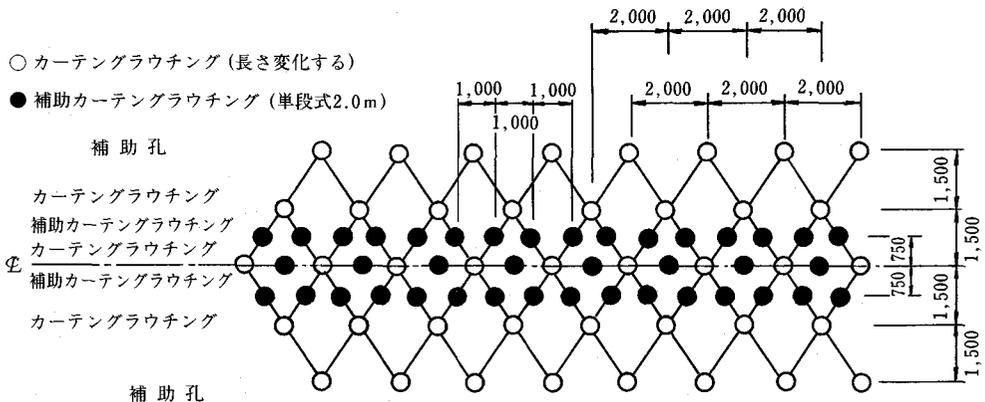


図3-2 カーテングラウチングパターン図

た。

⑨ 注入圧力

注入圧力については各ステージ毎、以下のとおりとした。

第1ステージ：1.5kgf/cm²

第2ステージ：3.0kgf/cm²

第3ステージ：5.0kgf/cm²

第4ステージ：5.0kgf/cm²

⑩ 濃度切替基準

注入濃度の切替基準については表3-1に示すとおりとした。

表3-1 濃度切替基準

| 切替前 C/W | 判断基準 (m当たり) | 切替後 C/W |
|---------|------------------------------|---------|
| 1/10 | 100ℓ/20min以上注入しても規定圧力に達しない場合 | 1/8 |
| 1/8 | " | 1/6 |
| 1/6 | " | 1/4 |
| 1/4 | " | 1/3 |
| 1/3 | " | 1/2 |
| 1/2 | " | 1/1 |

⑪ 施工結果

カーテングラウチングの単位長当セメント注入量は表3-2、表3-3に示すとおりである。

表3-2 カーテングラウチングステージ毎単位長当セメント注入量

| ステージ | 単位注入量 (kg/m) | 備考 |
|------|--------------|----|
| 1 | 71.2 | |
| 2 | 52.4 | |
| 3 | 54.6 | |
| 4 | 35.6 | |

表3-3 カーテングラウチング単位長当セメント注入量

| ブロック | 単位注入量 (kg/m) | 備考 |
|-------|--------------|---------|
| -1~10 | 38.9 | 左岸アバット部 |
| 62~72 | 75.3 | 右岸アバット部 |
| 全体平均 | 51.9 | |

アバット部カーテングラウチングの施工実績は図3-4に示すとおりであり、各ステージとも注入量に比例してルジオン値も改良目標値に近づいていくことから、本カーテングラウチングのパターンによる施工結果は良好なものと考えられる。

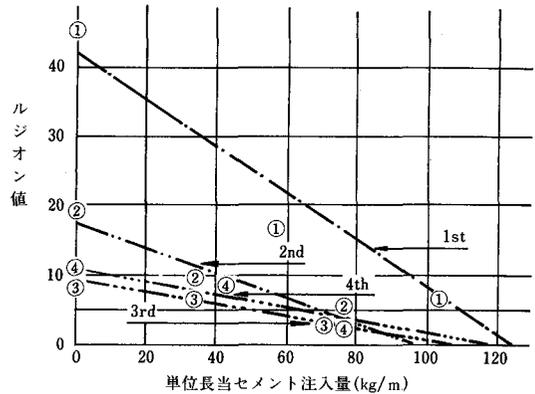


図3-4 カーテングラウチング実績図

(2) 河床中央部 (プランケットグラウチング)

① 施工対象地盤

対象地盤は砂レキを主体とし、部分的にシルト質粘土を含む洪積層 (Ng層) である。

② 施工基面

一次掘削地盤上 (グラウトキャップ厚2.5m)

③ 改良目標値

10ルジオン (非超過確率85%以上)

④ 施工深度

Ng Iu層の処理を目標とし、施工下端はNg I₁層に3m貫入、または粘土層 (Bn II層) に到達させることを標準とした。

施工深度の決定にあたってはパイロット孔を20mピッチで施工し、そのボーリングコアの状況及び透水試験の結果に基づいて決定した。

⑤ 孔配置

図3-5に示すとおり、孔間隔1m、列間隔0.75mの千鳥配置を原則とした。

⑥ 注入工法

1次孔における注入工法はステージ注入工法とした。追加孔については、当初は全てステージ注入工法で計画したが、3次孔まで施工しても改良効果が上がらない個所が生じたため部分的にソレタンシュ式二重管工法を併用した。

⑦ 追加孔の施工

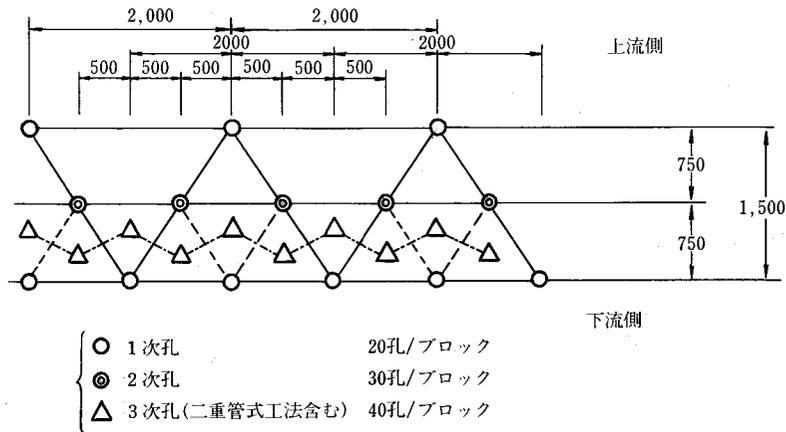


図3-5 ブランケットグラウチングパターン図

1ブロック内の注入完了後チェック孔を穿孔し透水試験を行ない、その結果が改良目標値を満足しない場合は追加孔を施工した。

⑧ 注入材料

注入材料は普通ポルトランドセメントを使用し、ベントナイトをセメント量の3%混入した。

⑨ 注入圧力 (一般グラウチング)

注入圧力は、各ブロックごとの限界圧力試験を行った上で注入最高の圧力を限界圧力の95%とした。

⑩ 濃度切替基準 (一般グラウチング)

濃度切替基準については表3-4に示すとおりである。

表3-4 濃度切替基準

| 切替前 C/W | 判断基準 (m当たり) | 切替後 C/W |
|---------|-----------------------------|---------|
| 1/10 | 最大200ℓ注入 | 1/6 |
| 1/6 | 最大200ℓ注入 | 1/3 |
| 1/3 | 200/20min以上注入しても規定圧力に達しない場合 | 1/2 |
| 1/2 | 200/20min以上注入しても規定圧力に達しない場合 | 1/1 |

⑪ 施工結果

ブランケットグラウチングの単位長当セメント注入量は表3-5、3-6に示すとおりである。

また工法別施工結果は表3-7に示すとおりである。

(3) ソレタンシュ式二重管工法

① 注入管

注入に当たってはφ40mm, 33.3cmバルブピッ

表3-5 土質区分別単位長当セメント注入量

| 区分 | 単位注入量 (kg/m) | 備考 |
|-----|--------------|----|
| 片岩 | 45.7 | |
| 洪積層 | 201.2 | |

注) 洪積層とは、Ng層とBn層のことである。

表3-6 ブランケットグラウト単位長当セメント注入量

| ブロック | 単位注入量 (kg/m) | 備考 |
|-------|--------------|-----------------------|
| 11~14 | 63.3 | アバット部から河床部への移行部 |
| 15~18 | 274.6 | ステージ工法のみ採用 |
| 19~25 | 315.1 | ステージ工法改良不可能部のみ二重管注入工法 |
| 26~38 | 204.1 | ステージ工法と二重管注入工法の併用 |
| 39~61 | 139.2 | 二次孔で二重管注入工法採用の検討 |
| 小計 | 200.3 | 移行部を除く |
| 合計 | 181.7 | 総計 |

チのマンシエットチューブを使用した。なお、注入孔はφ40mmのオールケーシングとした。

② 使用材料

使用材料は普通ポルトランドセメントとし、ベナントナイト (M-1) を混入した。

③ 配合

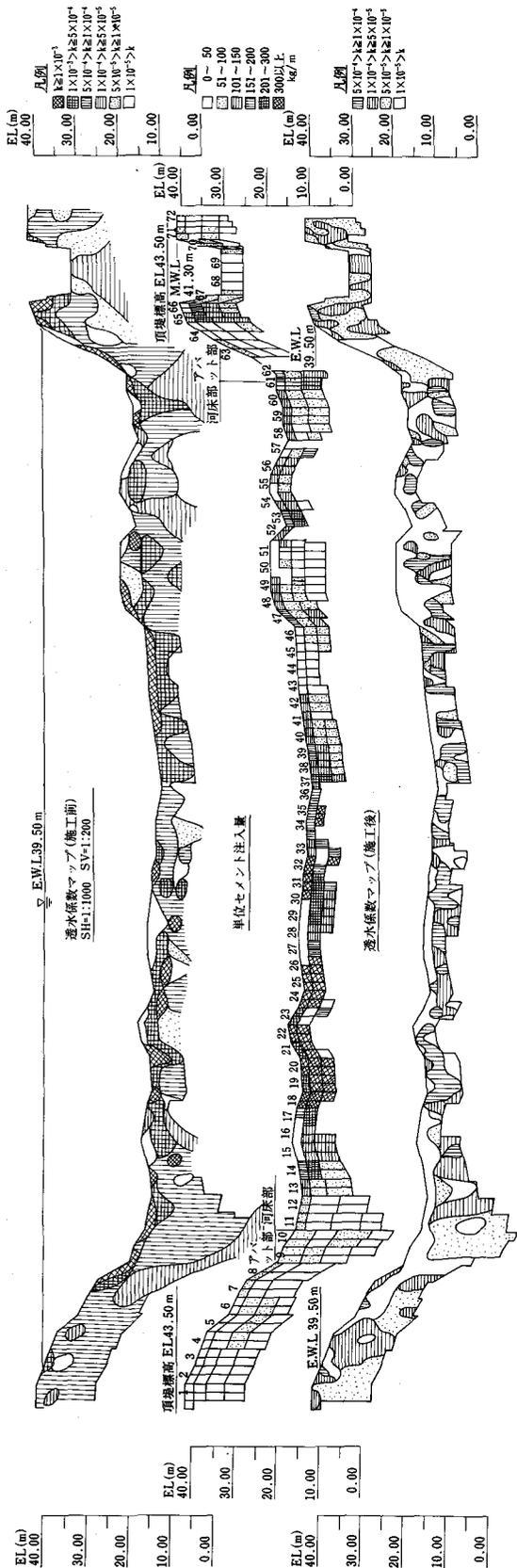


図 3-6 基礎処理成果図

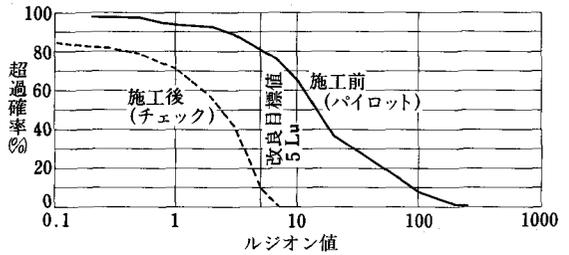


図3-7 グラウチング前後のルジオン値超過確率図(アバット部)

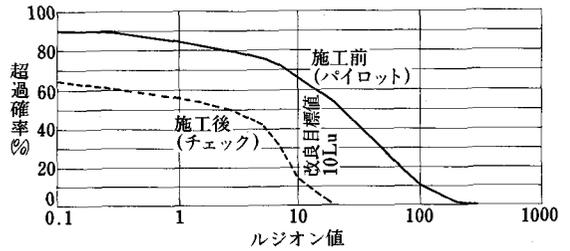


図3-8 グラウチング前後のルジオン値超過確率図(河床部)

注入配合については以下のとおりとした。

スリーブ充填 $B=C \times 25\%$
 $(C+B)/W=1/3$

グラウチング $B=C \times 20\%$
 $(C+B)/W=1/6, 1/4$

④ 注入圧力

注入圧力については、ブロックの中央付近に試験孔（1孔）を設け、その孔の全バルブについて注入圧力試験を実施して決定した。

なお、この場合の試験仕様は以下のとおりである。

- 試験仕様 圧力：フリー
- 注入量： $1/6=200 \text{ l/v MAX}$
- $1/4=200 \text{ l/v MAX}$
- 計 400 l/vMAX

注入最高圧力の決定法として、各バルブについて1/6, 1/4の注入時の最高圧力をチャートより読み取りその値をグラフにプロットし、各ステージごとに過大な圧力にならない範囲で決定した。

⑤ 注入量および注入速度

1次の注入における注入量は原則として試験仕様のとおりとしたが、2次注入以降に関しては状況によって注入量を変えて注入した。また最大注入速度は原則として注入回数に関係なく10 l/minとした。

表3-7 ブランケットグラウチング施工結果

| 項目 | 単位 | 1次孔完了 | | | 2次孔完了 | | | | 3次孔完了 | | | | | | | |
|----------------------------|---------------|-------|-----------|------|-------|-----------|------|-----------|-------|----------|------|----------|------|----------|--|-----|
| | | 事前 | 1次孔 | チェック | 事前 | 1次孔 | 2次孔 | チェック | 事前 | 1次孔 | 2次孔 | 3次孔 | チェック | | | |
| ステージ 工法 | 孔数 | 本 | 1,069 | | | 330 | | 495 | | 30 | | 45 | | 60 | | |
| | 注入長 | m | 2,263.0 | | | 900.0 | | 1,350.0 | | 90.0 | | 135.0 | | 150.0 | | |
| | セメント注入量 | kg | 435,277.9 | | | 254,720.0 | | 338,580.0 | | 19,440.0 | | 44,640.0 | | 37,800.0 | | |
| | 単位長さ当りセメント注入量 | kg/m | 192.3 | | | 283.0 | | 250.8 | | 216.7 | | 330.7 | | 252.0 | | |
| | ルジオン値 | Lu | 28.6 | 5.4 | | 47.4 | 34.2 | | 8.3 | | 57.2 | 38.0 | | 28.0 | | 3.8 |
| ソレクション 式 重 工 法 | バルブ数 | 本 | 5,580 | | | 2,127 | | 2,307 | | 1,830 | | 2,280 | | 1,890 | | |
| | 注入長 | m | 1,860.0 | | | 709.0 | | 769.0 | | 610.0 | | 760.0 | | 630.0 | | |
| | セメント注入量 | kg | 311,664.0 | | | 94,885.2 | | 65,289.1 | | 71,534.0 | | 66,008.0 | | 66,493.0 | | |
| | 単位長さ当りセメント注入量 | kg/m | 167.6 | | | 133.8 | | 84.9 | | 117.3 | | 86.9 | | 105.5 | | |
| | ルジオン値 | Lu | 43.2 | 2.3 | | 54.8 | 29.7 | | 4.3 | | 51.7 | 32.1 | | 28.4 | | 5.2 |

⑥ 完了基準

最高圧における注入量が3 l/min/v以下になった後、5分間の駄目押し注入をしてそのバルブを完了とした。

⑦ 追加注入

チェック孔において改良目標値に達していない場合、原則として表3-8の仕様により追加注入を行った。

3-3 基礎処理成果

基礎処理成果として、施工前透水係数マップ、単位長当りセメント注入量、施工後透水係数マップを図3-6に示す。また、グラウト改良効果は図3-7、3-8に示すように、アバット部で改良目標値5ルジオンを90%以上、河床部で改良目標値10ルジオンを85%以上改良することができた。

4. あとがき

以上底原ダムの設計・施工のうち主に基礎処理について述べてきたが、他ダムの設計・施工にあたって参考となるべきところがあれば望外の喜びである。

[1990.6.28受稿]

表3-8 追加注入仕様

| 注入回数 | 注入対象バルブ | 注入圧力 |
|------|--|--|
| 2次 | 未完了バルブ及び規定圧力に昇圧しなかったバルブ。但、それらのバルブ数が少ない場合は完了バルブを除く全バルブ。 | 1次注入圧力 |
| 3次 | 全バルブ。 | 2次圧+1kg/cm ² 。但、未完了が多い場合は2次と同圧。 |
| 4次 | 全バルブ。 | 3次圧+1kg/cm ² 。但、未完了が多い場合は3次と同圧。 |

頭首工の今後の技術選択の展望

植 田 昌 明*

目 次

| | | | |
|---------------------|----|-----------------------|----|
| I. まえがき | 43 | II-3. 掘り込み式頭首工システムの動向 | 47 |
| II. 実態調査と今後の技術選択の動向 | 43 | II-4. 溪流取水システムの動向 | 47 |
| II-1. 流下方式の動向 | 44 | III. まとめ | 48 |
| II-2. 最適魚道システム開発の動向 | 44 | | |

I. まえがき

本文においては、まず実態調査の結果を踏まえ、今後の技術選択のあり方を考察する。そしてこれまでに頭首工において発生した課題とその技術上の問題解決はどの様に展開しているかを考察し、我々の技術が、現在どの様な段階にあるかを示す。これによって、現在および今後の課題によって形成される頭首工システムを明らかにできる。続いて、代表的なシステムの動向から頭首工技術の今後を展望する。

II. 実態調査と今後の技術選択の動向

—農業土木事業における堰（頭首工）の位置づけの変化—

水系開発の段階から見ると、扇状地により下流においては、自然河道への対応の段階は終わり、河川改修等人工的な開発を経た河道を対象とした二次的段階になっている。一方、山間急流部においては、なお、自然河道を対象にした取水施設の設計が必要であり、これには中小規模の頭首工や溪流取水工などがある。

次に、水資源確保の手法という観点では、次のような動向である。

従来から、土地改良事業における用水の確保に当たっては、まず大規模なダムや頭首工を整備するという思想があった。しかし、そのためには長い年月と多大な費用を要する。近年では、中小河川に設置する小規模頭首工をまず整備し、事業終

了後、早期に水資源の活用を図ることにより、土地改良の効果を所定の水準まで引上げるような技術体系が必要になって来ている。

この様な変遷が、溪流取水工およびゴム引布製起伏堰などの新しい形式の発展を促している。また、水資源を有効に利用するため、流域を超えて水運用を図る事例も増えてきており、このような場合、頭首工には、洪水時にも取水機能が維持できるようなシステム化が要求される。

頭首工の設計においては、これまで主として比較的大きな頭首工に対する設計技術が開発され、所定の基準（土地改良事業計画設計基準、設計、頭首工）が整備された。これによって、技術体系が保たれている。しかし、小河川に設置する小規模な頭首工については、十分な基準が整備されていない状況である。

昭和63年度、東海農政局土地改良技術事務所により規模頭首工実態調査が実施された。これは①設計洪水量が概ね100m³/s以下、又は堰長15m以下で、②昭和40年から現在までに建設されたものを対象としたもので、調査した頭首工の概要は表II-1に示すとおりである。

この結果（註-1）によると、今後の技術選択の動向は次のことを念頭に置いて論証する必要がある。

- 1) 設計洪水量は全体では20~30m³/sのものが多い。ゲート型式はローラーゲートが洪水量の大きい河川に多い。
- 2) 最大取水量は0.1m³/s以下が大半を占めている。

*農林水産省農業工業研究所水工部

表II-1 土地改良事業により近年施工された頭首工の諸元表

| | 件数 | 取水量 m ³ /s | 洪水量 m ³ /s | 勾配 1/n | 堰長 m | 堰高 m |
|------------|-----|--------------------------|--------------------------|-----------|---------|---------|
| I. 全可動堰 | 88 | | | | | |
| 1. ローラーゲート | 9 | 0.923 | 52 | 448 | 10.5 | 1.8 |
| 2. スライドゲート | 8 | 0.084 | 32 | 130 | 5.0 | 1.2 |
| 3. 転倒ゲート | 71 | 0.177 | 39 | 327 | 8.0 | 0.9 |
| II. 固定堰 | 99 | 0.092 | 48 | 175 | 9.7 | 1.2 |
| 4. ローラーゲート | 2 | 0.210 | 63 | 83 | 10.3 | 0.9 |
| 5. スライドゲート | 18 | 0.334 | 24 | 304 | 9.5 | 1.5 |
| 6. 転倒ゲート | 10 | 0.051 | 41 | 138 | 10.1 | 1.0 |
| 7. 角 落 し | 56 | 0.063 | 41 | 126 | 8.7 | 1.1 |
| 8. ゲートなし | 13 | 0.084 | 33 | 120 | 10.4 | 1.2 |
| 全平均 | 187 | 0.182 | 40 | 234 | 8.6 | 1.1 |

※諸元の数値は項目毎の平均値

3) 固定堰は急勾配河川に多い。堰長は5mが多い。堰高は1mを中心に0.2m~2.0mまで正規分布に近い分布である。

これらの現状を踏まえ、また前報¹⁾の課題提起とも併せ、目次の課題に限定して論じる。

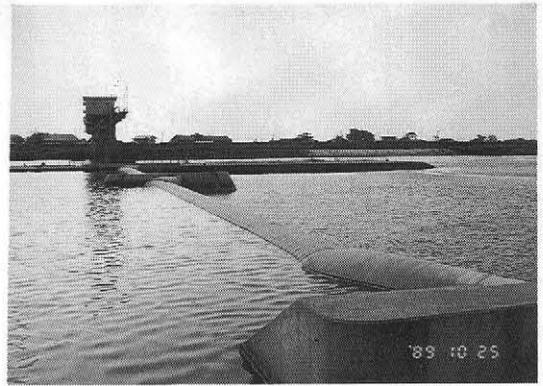
(註-1) この結果と同じ傾向は基幹水利施設管理台帳(頭首工編, 昭和62年9月によっても得られることが確認できる。

II-1. 流下方式の動向

固定堰に変わる新しいものとして、ゴム引布製起伏堰がある²⁾³⁾⁴⁾。

この堰の長所を要約すると固定堰と異なり必要な時に倒伏できるという事であり、技術的には必要に時に確実に倒伏する段階まで達しているといえる。加えて耐久性も20年から25年以上になることが実証されている。堰体の塗装が不要など維持管理費も安く、初期の建設コストは従来の固定堰や可動堰とほぼ変わらないなどの利点もある。一方、短所は、水位の変化に対して堰高を微量に調整し難いことや土石流の激しい所では敷上滞砂などにより非カンガイ期に洪水流下の防げとなることがあるなどである。このような特徴から大規模な河川においても従来の可動堰と組み合わせた利用が図られる傾向にある。

この事例を写真II-1-1に示す。



写真II-1-1

II-2. 最適魚道システム開発の動向

良い魚道は、ミオが確保されたシステムになっていることを前報⁵⁾で例示した。

ここでは、まず、魚道の評価がどのようになされているかを述べる。次いで各魚道型式ごとにその特性を調べる。このとき現地において良いと判別されている魚道を事例として用いて考察する。最後にこれらを総合して現地で良好であるとされている魚道の設計を評価し、今後のあるべき方向を論じる。

(1) 良い魚道システムの証明方法

施工事例を一種の現地試験とみなし、その効果を評価する必要がある。良い魚道と判別するには何らかの客観的な情報が必要である。これに対して著者は次の方法をとった。

魚道の良否の基本的な判断を次の6項目を総合して行う。

①実際に魚が遡上しているところを確認し、かつ記録する。

簡単な方法としては、8mmビデオによる記録で十分に魚の動きがわかる。この方法に併せて日照、水温、湿度および水の濁りなども測定することによって、流れの状態のみならず⑥でいう水質などに対する魚の反応がわかり、総合的な判断ができる。

②魚を釣りに来ている人の動きをみる。

頭首工区間の周辺での釣り人の数、分布等から魚道の良否が判断できる。良好な魚道には魚が集まるから、これを求めて釣り人も集まる。良い魚道となっているときには、魚道の周りに人々が集まり、そこから離れた所では釣り人の数も少なく

なる。また、両岸に魚道がある所で、右岸のみに釣り人が集まるときは、右岸が相対的に良い魚道となっている場合が多い。このように釣り人の行動と人数、釣り場所の分布に対する調査から魚道の良否が明らかになる。

③鳥が来ている。

良い魚道には多くの魚が通過する。魚を求めて鳥も集まる。鳥は一般に早朝とか日暮れなど太陽の動きと関係して餌を取りに来るので、鳥の多寡の判断には、時刻も考慮に入れる必要がある。しかし、これらの時間帯外の日中でも、良い魚道には多くの種類の鳥が集まっている。また鳥の種類とその分布等によっても魚の活動と分布が一定の範囲で推定できる。

④システムのバランスをみる。

良好な魚道であるためには、まず魚が活動できる水流が存在していることが必須である。このためには、ミオが確保されていなければならない。ミオは一種の瀬の機能を有しており適度の乱れが水面にみられる。

河川の状態を流れの構造、すなわち瀬、淵あるいは流れの静止域などの表面的な構成で観察する。

⑤滞砂で判別する。

良好な魚道では魚道内のみならず、その登り口、出口においても、たとえ堰の床版上に滞砂があっても、適度に砂がフラッシュされている。つまり滞砂は、絶えず動的な平衡状態にあって、一種の洲を形成し所要の流れを与えている。このことは砂だまりが固定しているか、動いているかによって判別される。

この判別のためには河床の測量や河床材料の移動などの河道内部の状態の調査が必要である。

⑥その他

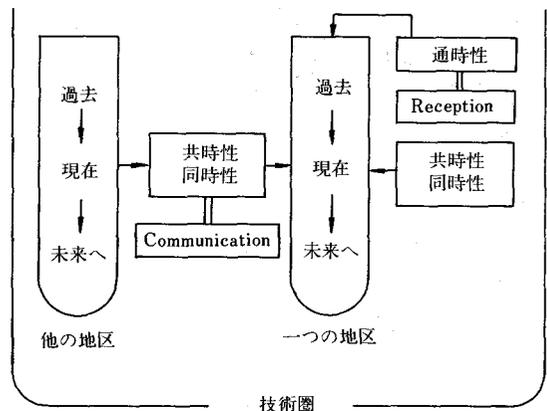
河川の生態系に関係する指標の良否をみる。代表的なものとしては河川水質および汚染度である。pH, DO, BOD, SS, COD等と水温、ごみ、流木等の有無と分布や集まりの程度から判別できる。

(2) 魚道のタイプ分けと技術の展望の方法

全国を歩いてみるとそれぞれに異なったタイプの魚道であっても、いくつかの種類化できることがわかる。これは一定の広がりをもつ地域ブロックが単位となっている。また、この内部にある技術や施設を作るに際しての考え方の筋道にはどのようなものがあるかを分析すると、二つのものが

ある。一つはある地区だけに存在したものを継受(reception)することである。他は、類似地区のものを交流(communication)することである。このように、技術には、縦の影響関係と横の影響関係とがある。また、前記の二つの関係は前者が通時的(註-2)、後者が同時的であることから明らかのように、河川と魚を守るという関係に対しては、絶えず最適な成果を残す方向に向かっている。変わるとすれば、ハードな技術面のみとなる。

(註-2) ReceptionとCommunicationを歴史の流れである時間の概念として、技術の変遷と対応させて使用した。この視点に立つと、これらは次のように説明できる。前者は一つの場所を技術(現象)が過ぎ去っていくことによって継承されることであり、これを通時性と呼ぶことにした。後者は異なる場所で同時に起きていること、すなわち、共時性を有する技術(現象)によることである。一つの技術圏内では他の場所にも技術は存在し、お互いに連鎖した存在になっている。従って技術の圏内から抽出される一つの事例であっても、通時性と共時性を考察の基本に組み入れ解析を展開すれば、現時点で存在する技術から将来の展望を図るのに有用となる。



図II-2-1 通時性と共時性を考慮した技術展望の概念図

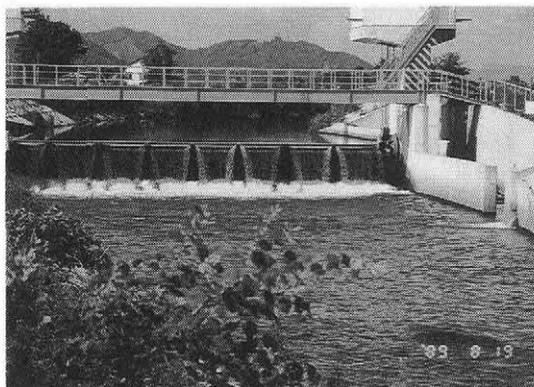
(3) 最適魚道のシステム構成と事例

1) 階段式魚道での証明方法

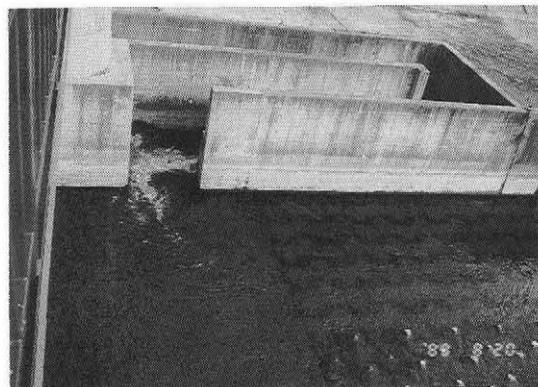
魚道は言うまでもなく現状または計画の流下断面外に設けなければならない。写真II-2-1は、上下流共に拡幅し、この条件を満たしたものである。その上、写真の左側にみられるオーバーフローしている水は周辺地区からの排水を処理している。この魚道では流れが対岸にまでおよび、魚道の登り口に対する呼び水の効果が期待されている。

ゲートの近くに開口部を設け流れの拡散を図っている例は写真II-2-2にみられる。この例では魚道の登り口はゲートのシル高より約50cm掘り下げられており、右側にみられる護床工との間に水たまりのマスが作られている。

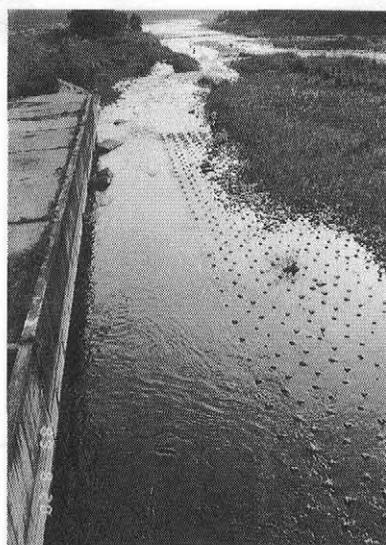
また、この魚道の下流は写真II-2-3にみられるように護床工の突起した部分を取り除くことによって流水抵抗を小さくしてミオを確保している。



写真II-2-1



写真II-2-2



写真II-2-3

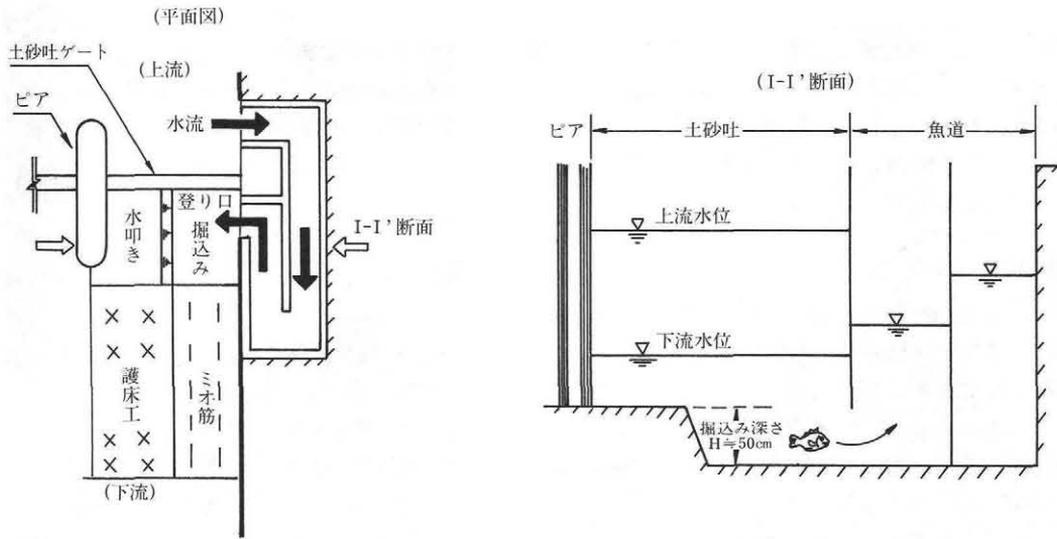
2) 扇形魚道での証明方法

この事例は前報の写真II-3-6を参照されたい。これも水叩き部の全幅部で低水敷のミオ幅に流況が対処できるシステムになっている。

以上の特性から、今後の魚道設計に必要なシステム特性の主なるものを示せば図II-3-1のようになる。すなわち、魚道の下流部では河道の横断および縦断方向に対して適当なミオの確保と瀬の機能を確保するものでなければならない。このような流れの諸元は、噴流の拡散現象として水理学的には既に明らかになっている⁶⁾⁷⁾。水平方向の噴流に関する実験成果として、佐藤、細井の指標⁶⁾を用い、乱れの確立領域を求めると表II-2-1のようになる。

この試算は現地調査の結果、良い魚道と判断された平水時の河川幅を参照したうえ、そこで生じている拡散域を逆算したものである。

施設の改修、更新を踏まえてたどりついている昨今の良い魚道で、ミオを確保し、かつ流況として乱れの確立域を保つには、魚道の開口幅が、河川の平水時の低水敷幅の3~12.2%が必要とされていることになる。事実、多くの改修を経て良好な魚道といわれるシステムはこのようになっている。従って、従来⁹⁾のように河川低水敷幅の3%位を目安にするものでは過小となる。



図II-3-1 魚道とシステムの構造概念図

表II-2-1 現地調査結果に基づき、今後必要と思われる魚道とシステムの諸元

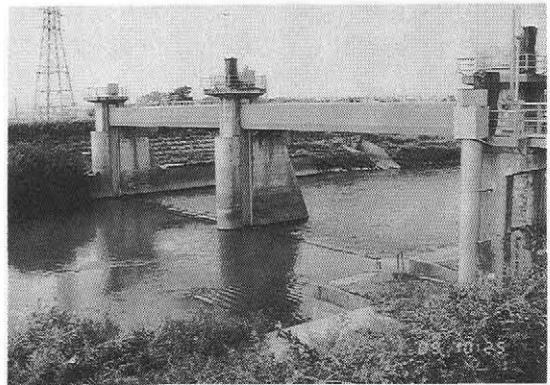
| 魚道の開口幅 d_0 (m) | 噴流の領域 x (m) | | |
|---------------------|---|---|---|
| | a | b | c |
| | 流れのCore領域 (魚道では末端部の登り口) $x/d_0 \leq 4.55 \sim 12.0$ | 乱れの混合域 (魚道では魚の走行域) $x/d_0 = 4.55 \sim 12.0$ | 乱れの確立域 (魚道では魚の回避域) $x/d_0 > 12.0 \sim 36.0$ |
| 1.0 | 4.55～12.0以下 | 4.55～12.0 | 12.0～36.0未満 |
| 2.0 | 9.1～24.0以下 | 9.1～24.0 | 24.0～72.0未満 |
| 3.0 | 13.65～36.0以下 | 13.65～36.0 | 36.0～108.0未満 |

x は平時時に魚道システムを保つために必要な河道幅(B)の目安となると思われる。
したがって魚道流出口で各流況 a, b, c を確保するのに必要な(魚道閉口幅 d_0)/(河道幅B)はaで8.3～22%以上, bまで確保する場合8.3～22%程度となる。更にcの領域まで確保する場合には、おおよそ2.8～8.3%未満となり、この時には、魚道流出口から離れるにつれて流況がa→b→cの順に遷移することとなる。その際、bの部分は魚の走行域、cは回避域となる。なお、領域cの判別に本間、千秋の基準を取ると $x/d_0 > 8.2 \sim 36.5$ となる。このときには、 d_0/B 値は2.7～12.0%となる。

II-3. 掘り込み式頭首工システムの動向

計画河床より掘り下げて頭首工の敷高を設定する事例が多くみられる。土地改良施設として最近、掘り下げて施工した代表例は6例ほどある。掘り下げ深さは2m以内である。この場合には堰の上下流に所定の暫定区間を設ける必要がある。この区間長は洪水時の流れを漸変流とする方法によっても変わるが、最低数100mが必要である。また、場合によっては暫定的に下流域に副ゼキを設け、堆砂と急激な河床変動を調査する必要がある。

写真II-3-1は計画河床より50cm掘り下げた事例である。



写真II-3-1

II-4. 渓流取水システムの動向

洪水時の取水を可能にするには、まず、堰よりも上流域における流路を安定化し、かつ河床変動をコントロールできることが重要である。

この施設の利用は、間接流域からのダムへの導水と、山間部溪流に設けた取水工と用水路によりかんがい地区へ直接導水するものに大別できる。

前者の場合はダムへの送水が必要となりポンプ場を設置しなければならないこともある。そうなれば水質の管理も必要となり、新たに沈砂池の機能的配置を要することにもなる。

後者の例を写真II-4-1に示す。

写真に見られるように水叩き下流部にはエンドシルは設けず、砂防堰堤の設計による。ここにエンドシルを設ける水叩き内に貯った土砂によって水叩きの摩耗が著しくなる。一方、水叩き下流部においては土石の堆積もみられ、これへの対処が残された課題となっている。

III. まとめ

本文では過去30年程度に施工された中で良好とされる事例を基にそれらが有しているシステムの状態を実証的に評価する方法をとった。紙数の関係もあり事例としては特に魚道システムのみを示した。同様の考察は沈砂池、護床工、土砂吐等についても行うことができる。

実績に基づきシステムがどう変わったか調査し今後の設計に生かすことは、維持管理の実態から現地が施設に要求する要望を取り込むことであり、新たな技術の確立につながる。今後の技術の展望を単なる工学的な技術の展開だけで予知することは妥当ではない。

残された技術課題の主たるものは次のとおりである。

①ゴム引布製起伏堰とその維持管理の技術

②中小規模の頭首工におけるゲート付き魚道の設

計手法の開発

③洪水時の取水に対する溪流取水工の開発

最後に、本報文にとりまとめに際しては全国各地の現場事業所の皆様に多大なるご協力を頂いた。ここに記して、感謝の意を表する。

引用文献

- 1) 植田昌明, 近年における頭首工技術の歩みと課題, 水と土, Vol. 80. 1990
- 2) ゴム引布製起伏堰技術資料, 東北農政局土地改良技術事務所発行, 昭和62年
- 3) ゴム引布製起伏堰技術基準(二次案), (財)国土開発技術研究センター, 昭和58年
- 4) 植田昌明, 川合享, ゴム引布製起伏堰, 農業土木学会編, 農業土木ハンドブック 改訂5版, pp. 267. 1989
- 5) 1) に同じ
- 6) 噴流, 水理公式集 pp. 55~62
- 7) 植田昌明, 大西亮一, 遅い流れの抵抗性に関する研究(II), 農業土木試験場報告, 第8号, 1970
- 8) 佐藤清一, 細井正延, 噴流に関する研究(I) 土木研究所報告, 第81号, 1951
- 9) 演習書シリーズ No.1 頭首工の設計, 農業土木学会発行, 昭和57年

坂元地区農業集落排水事業・処理施設について

三 浦 雄 幸*

目 次

| | | | |
|--------------------|----|------------------|----|
| 1. はじめに | 49 | 5. 管路施設の検討 | 55 |
| 2. 事業計画の概要 | 49 | 6. 維持管理の検討 | 56 |
| 3. 処理施設の基本設計 | 49 | 7. おわりに | 56 |
| 4. 汚泥処理の検討 | 55 | | |

1. はじめに

本地域は、宮城県東南端に位置し、西は阿武隈山地の山並みが連なり、東は砂浜海岸となって太平洋に面している。北は亙理町に接し、南は福島県新地町に境している。地区は下郷・町の2集落からなる平地農村地帯で統合前の旧字が同一でもある。地形は西から東に1/500から1/1000の傾斜をなし、地質は第四紀沖積層からなる。気候はかんがい期間の平均気温が19.6°C非かんがい期間の平均気温は、8.0°Cであり、太平洋に面しているため全般的に温かな気候を呈している。

農業面では水田を主体とした農業経営を行っている地域であるが、人口の増加、産業経済の発展等に伴ない都市化が進み環境汚染が問題となっている。特に生活水準の向上に伴なって増大した家庭雑排水あるいは事業所等からの排水の大部分は道路側溝や農業用排水路に放流され、平坦地では停滞、沈積、腐敗して悪臭の発生を引き起こすなど水質汚濁による農業生産の被害、生活環境の悪化が進行している現状である。このような現状に対し、農業集落排水事業は、集落からのし尿、生活雑排水等の汚水処理及び雨水排水施設を整備し農業用排水路の水質保金、機能維持、農村生活環境の改善を図るものである。本事業により次のような効果が期待される。

- ①トイレの水洗化が進み快適な生活が営まれ、集落内の排水がきれいになり居住環境がよくなる。
- ②農業用排水路の水質が改善される。
- ③事業を通じ受益者の連帯意識が醸成される。

2. 事業計画の概要

- (1)工期：昭和60年度から平成元年度。
- (2)計画対象汚水：し尿及び生活雑排水。
- (3)計画処理人口：1,720人
- (4)計画汚水原単位：表-1のとおり
- (5)計画汚水量：表-2のとおり
- (6)計画処理面積：98ha
- (7)計画水質：表-3のとおり
- (8)処理方式：流量調整、嫌気3床及び接触ばつ気を組合せた方式、JARUSIII型。(図-1参照)
- (9)施設の維持管理計画：図-2のとおり
- (10)施設の配置計画：図-3とおり

3. 処理施設の基本設計

3-1 処理区の検討

- (1)社会的条件からの検討
社会的条件からの検討として、当地区の下郷・町集落は、日常生活圏では密接な関係があり、特

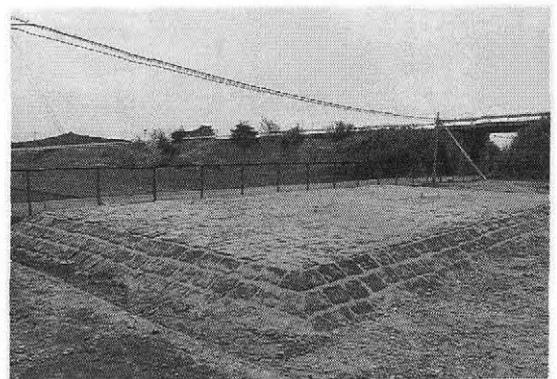


写真-2 土壌脱臭床

*宮城県仙台土地改良事務所

に町集落の商店街を中心に、公共施設、保育園、小学校、中学校、郵便局等が点在している。また本地区は統合前の旧字が同一であり、住民意識や日常生活でのつながりが一体的である。集落排水施設は、施設の完成後、適正な運転管理が行われて初めて機能が保たれるものである。

高度な技術を要する保守点検は、専門技術者に委ねるとしても、日常的なスクリーンのし渣の取りのぞきや、警報ランプの点灯の有無、消毒剤の量の確認等の点検や施設用地内の清掃、芝生や樹木の手入等受益者に負うところも多く、これらの作業が親しみを持ってスムーズに実行されるよう

な処理対象区域であることが望ましい。また、汚水処理施設で発生する汚泥を農用地に散布、還元利用を行なう場合の用地の確保や、受益者負担分の事業費、使用料金等の徴収に関してコンセンサスの得やすい、まとまりを持った区域であることが必要であることから統合前の旧字が同一で、集落として一つの圏域を有している当地区を処理区として設定することが適当である。

(2)処理水放流の面からの検討

当地区の処理水は、農業用排水路を通して2級河川坂元川に放流する計画である(図-3参照)。これは①汚水処理施設から放流される計画流量は

表-1 計画汚水原単位

| 項 目 | 原 単 位 | 備 考 |
|---------------|-------------|--------------------|
| 1人1日最大汚水量 | 300 l / 人・日 | |
| 1人1日平均汚水量 | 240 l / 人・日 | 300 l / 人・日 × 80 % |
| 地 下 水 量 | 30 l / 人・日 | 300 l / 人・日 × 10 % |
| 時 間 最 大 汚 水 量 | 750 l / 人・日 | 300 l / 人・日 × 2.5倍 |

表-2 計画汚水量

| 項 目 | 汚 水 量 | 備 考 |
|-------------|----------------------------|---------------------------------------|
| 計 画 日 最 大 | 567.6 m ³ / 人・日 | (300 l + 30 l) × 1,720人 ÷ 1,000 |
| 計 画 日 平 均 | 464.4 m ³ / 人・日 | (240 l + 30 l) × 1,720人 ÷ 1,000 |
| 計 画 時 間 最 大 | 55.9 m ³ / 人・時間 | (750 l + 30 l) × 1,720人 ÷ 1,000 ÷ 24H |

表-3 計画水質

| 項 目 | 流 入 水 質 | 放 流 水 質 | 除 去 率 |
|-------|---------|---------|-------|
| B O D | 200 PPM | 20 PPM | 90% |
| S S | 200 PPM | 50 PPM | 75% |

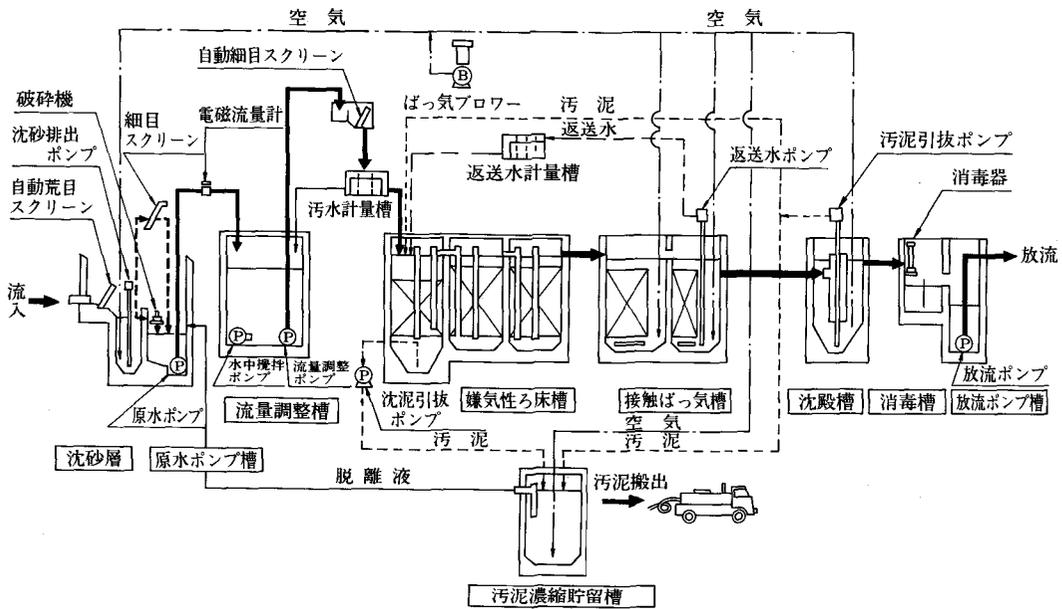
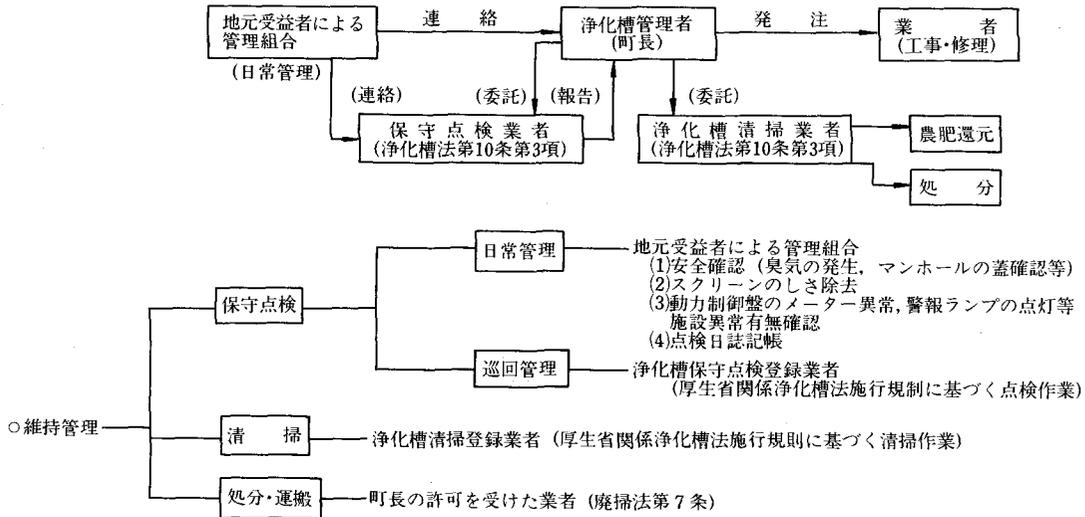


図-1 汚水処理フローシート

維持管理体制——施設の機能を発揮させ、恒久的に維持していくために、次の方法で維持管理する計画である。



○水質管理——水質汚濁防止法、浄化槽法及び厚生省生活衛生局水道環境部長通知によるほか、施設の機能を維持するため自主的に次のように実施する。

| 項目 | 回数 | 備考 |
|-------|-------|--|
| BOD | 月 1 回 | ※ pH, 塩素イオン アンモニア性窒素 残留塩素等も同じように 検査を実施する。 |
| SS | 月 1 回 | |
| T-N | 月 1 回 | |
| T-P | 月 1 回 | |
| 大腸菌群数 | 月 1 回 | |

汚泥処分の方法——化学肥料依存型の農業は山元町も同じであり、農地の地力回復を図ることから受益者の希望によって、果菜畑（リンゴ）果菜畑（イチゴ）等に農肥として還元する計画である。

図-2 維持管理計画

0.0066m³/sであり、現況の農業用排水路の流量0.3m³/sの約1/52でもある。処理水の水質はBOD20ppm以下、SS50ppm以下であり、処理水流入による負荷量は極めて僅かであるため、問題はないと考えられること。②最終流入河川である2級河川坂元川の流量も0.700m³/secと比較的多い流量であり、処理水流入に伴う河川水質に影響はないと考えられること。処理施設の位置選定上特に問題はない。

(3)経済面からの検討

当地区は2級河川坂元川の両岸に集落が位置しており、1処理区とすれば、坂元川を横断する計画となる。一方、坂元川を狭んで右岸、左岸と個々に処理するためには、処理場が2ヶ所になり、建設費、維持管理費が高くなる。技術的な面からは坂元川を横断するのは距離的に30m程度であり、工法上可能である。また坂元川の右岸が地形的に低くなっていることから自然流下方式で結ぶことが可能である。このようなことから、建設費及び維持管理費の経済性の面でも1処理区とした方が有利である。

(4)その他の検討

当地区に隣接して同じ集落圏である文化ヶ丘団地は、現在7戸の住宅があり、将来40戸の団地になる計画で分譲されているが、この団地の生活排水を処理しない限り、本計画地域の水質汚濁は解消出来ない。従って、地域全体の水質保全を図るために、自然流下で集水可能な所にある文化ヶ丘団地を当地区の計画に組み入れる方がより良いと思われる。

以上のような観点から、本地区は1ヶ所の污水处理施設で処理区全体を包括した方が適切と考えられる。

3-2 処理方式の検討

(1) 処理方式選定の要件

処理方式は、維持管理が容易であるとともに、汚泥発生量が少なく、かつその処理が容易で、将来にわたって維持管理費が低廉であることが望ましい。他方、農業集落排水事業における污水处理施設は、公共下水道などの污水处理施設と比較して小規模のため、一人当りの維持管理費は高くなる傾向があり、污水处理施設を管理するのに高度の技術を有する専門技術者も確保し難い場合が多い。これに対して、農業集落排水の場合、保守点

検費節減するため、一般的には、日常管理は地区住民に委ね、専門技術者による保守点検は巡回管理で対応している。従って、このような維持管理体制であっても処理性能が安定している処理方式を選定する必要がある。

処理性能の面では農業集落排水事業における放流地点が小流量の河川あるいは水路等で清流が多く、常時住民の注視を受けることから、SS成分の流出は極力少ないことが要求される。また、維持管理費の中で汚泥処理の費用が大きいいため、汚泥の農地還元を計画する場合には、経費節減の観点から汚泥の発生量が極力少ない処理方式が望まれる。

さらに、このような性能上の一般的要件の他、処理施設は集落に近接して設けられ、地元住民の目に触れる機会が多いことから、景観、臭気等得不快感を与えないものであることも重要な要素である。

(2) 処理方式の種類

生活系排水の污水处理は一般に生物処理が使われる。生物処理には、生活汚泥を污水中に浮遊させた状態で曝気攪拌して処理をする浮遊生物法と微生物をろ材等に定着させた状態で処理される生物膜法がある。また、装置の構造や組み合わせ、運転方法等によっても各種の方式がある。污水处理施設の種類の、その区分自体、必ずしも明確ではなく、同一の名称で呼ばれる処理方式でも開発者毎に大きな違いがあり、各種の特徴を有する。従って設計においてはその特質を十分検討する必要がある。

集落排水処理施設向きと考えられる処理方式は、生物処理を行うもので、図-4のように整理される。

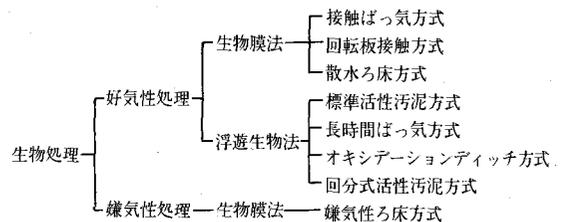


図-4 処理方式の主な種類

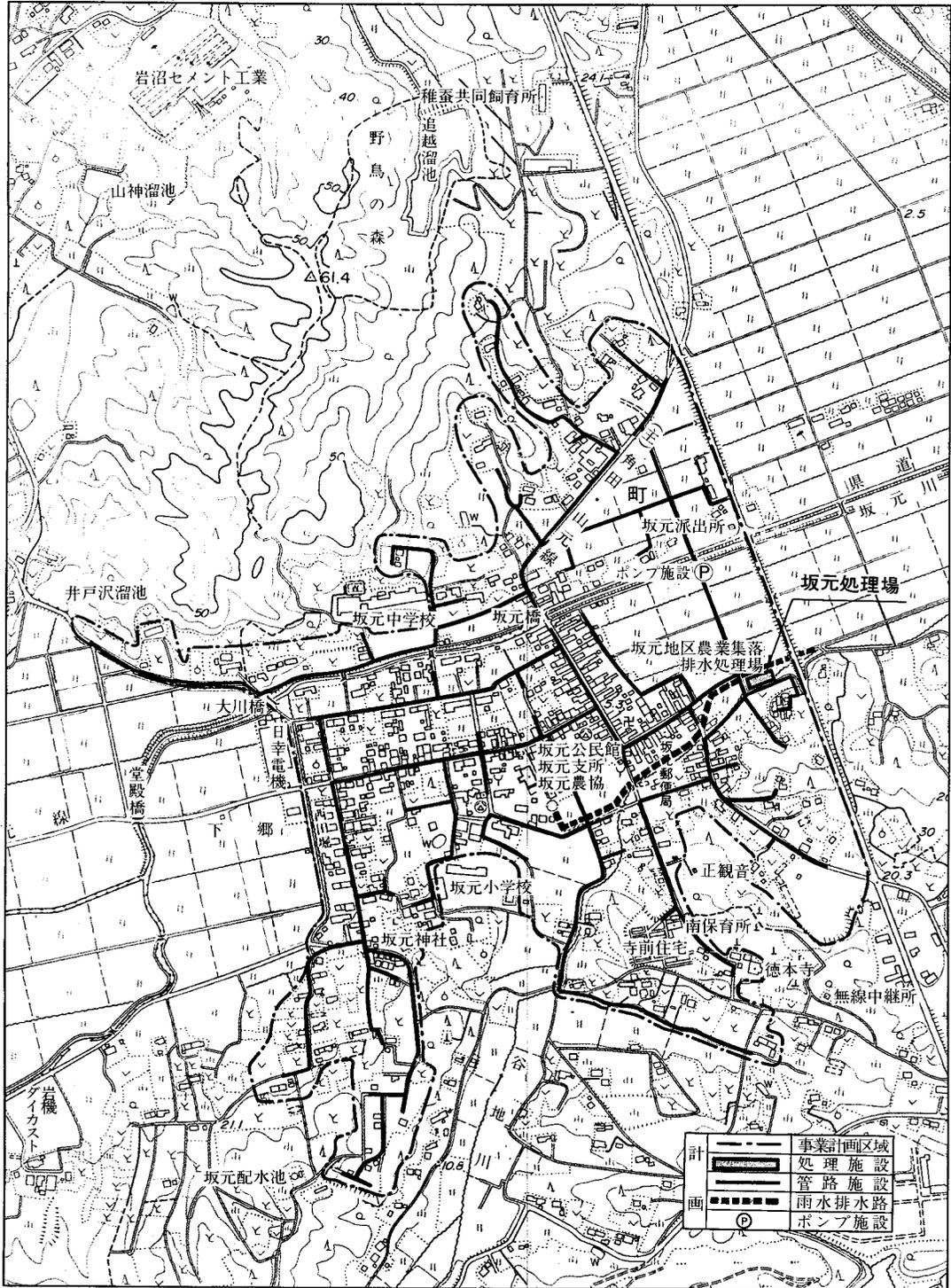


図-3 計画平面図

このうち接触曝気方式には構成する施設の配置等に応じて沈澱分離槽前置型、流量調整槽前置型、嫌気ろ床併用型、流量調整槽前置・嫌気ろ床併用型等がある。

小規模な污水处理施設として一般的に適用される方式としては、浮遊生物法である長時間曝気方式、生物膜法である回転板接触方式及び接触曝気方式がある。浮遊生物法は、一般的に処理効率が高いとされているが、処理槽中に常に適量の活性汚泥を維持しなければならないため高度な技術が必要である。また汚泥発生量は、通常の場合は生物膜法に比べて多い。

生物膜法のうち回転板接触方式は、プロワーによる曝気を必要とせず円板を回転させることで酸素供給ができ、そのため電力費が曝気方式に比べて安いと考えられる。しかしながら、円板体そのものの価格が高いため建設工事費が他方式と比較して通常高くなると共に、処理性能面では色落ちが悪く、放流水の見た目が悪いといった欠点がある。また、通常的设计では円板の上半分が地上に出るため、害虫対策及び臭気対策のため覆蓋等が必要となる。

接触曝気方式は、汚泥発生量が浮遊生物法に比べて少なく、運転上の調節も曝気量の調節と数ヶ月に一度行なわれるろ材の逆洗操作程度であるため維持管理が容易である。また、流入負荷状態が変動しても他方式に比べて比較的処理性能は安定しており、安全性が高い。曝気動力は浮遊生物法に比べると大きくなるが、汚泥の発生量が少ないため汚泥の処理費等を含めて総合的に考えた場合には、維持管理が経済的である。ただし、内部にろ材を充填しているため、建設費は長時間曝気法に比べて割高となる。近年の小規模污水处理施設では維持管理も勘案して接触曝気方式が急速に増加している。

(3) 処理方式の選定

本地区の汚れ処理施設の規模は、1,720人で、農業集落排水事業の污水处理施設としては、比較的規模の大きい施設であるが、地区の集落形態（集居）、生活様式等を考える場合、汚水が処理施設に到達する時間のピークが同一になる可能性が大きいことや保育園等の公共施設を勘案すると流量変動を調整できる処理機能が望まれる。

本地区の維持管理体制を考えた場合、常時専門

技術者を常駐させることは困難であり、日常的な管理は地区住民自らの手で行う体制が基本となろう。また、汚泥の発生量を極力少なくすることが維持管理費の節減につながる。このようなことから、機械、電気機器等の操作が簡便であるなど維持管理が容易な方式が望まれる。

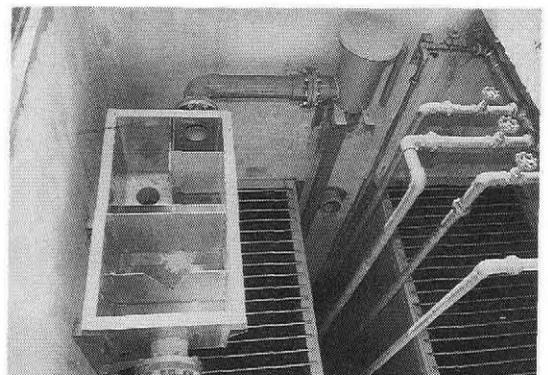
一方、放流水質の観点からは、放流河川が農業用水源として利用されているので、あるていど窒素除去を期待できる処理方式を選定することが望ましいと考えられる。

以上のことを総合的に考えて、比較的処理性能が安定しており、発生汚泥量が少なく、維持管理も比較的容易な流量調整槽前置型嫌気ろ床併用接触曝気方式が本地区の污水处理方式として最も適していると判断される。

(4) 実施設計に当たっての留意事項

本地区の污水处理施設の実実施設計に当っては、特に次の点に留意した。

- ① 汚泥の引き抜きが定期的に行なうことが出来ない場合もあるので、汚泥貯留槽の容量については適切な対応が必要である。
- ② 処理施設の基礎工は、地質ボーリング調査等、予備調査を行なって、十分に検討し、設計する必要がある。
- ③ 流量調整槽前置型嫌気ろ床併用接触曝気方式の処理施設は、し尿浄化槽構造基準第8による認定が必要である。このため、実施設計を行なうに当っては技術的に充分検討され、建設大臣の認定の得られる見込みのある構造で設計する必要がある。



写真—3 接触ばっ気槽

4. 汚泥処理の検討

(1) 汚水処理施設から発生する汚泥

汚水処理では、処理水とともに汚泥が発生し、発生場所としては嫌気ろ床槽、沈澱槽である。通常嫌気ろ床槽及び沈澱槽で発生した汚泥は、濃縮貯留槽に移送される。汚泥濃縮貯留槽では、沈澱槽等からの移送段階で含水率99～99.5%であったものを含水率98%程度まで濃縮して貯留する。濃縮貯留槽等に一時貯留された汚泥は、清掃時に系外に搬出されることになる。汚泥の性状は、処理水との分離場所、貯留施設の構造、貯留状態、貯留期間、消化の度合、スカム及び夾雑物の含有状態等によって異なり、以後の処理性能に大きく影響する。

(2) 汚泥の発生量

汚泥発生量は、流入負荷量、処理方式、処理施設内での消化の度合、貯留状態等に大きく影響されるため、一概に決めることは難しいが、設計段階では除去BODに対して汚泥転換率を乗じて求める。

(3) 汚泥の特徴と汚泥処理の検討

農業集落排水処理施設から発生する汚泥は、排水源が明確な生活雑排水を処理することにより発生するものであって、都市下水道の汚泥とは異なり、有害物質は少なく無視できる。また、その他にも都市下水道と比べて発生汚泥量が格段に少なく、汚泥の分解、消化が進んでいる等の特徴があるので、これらの特徴と地域の状況を勘案して、将来にわたって確実かつ経済的な方法を選択すべきである。

代表的な汚泥処理の方法として次のようなものがある。

a 農地還元による方法

農地の地力低下を防止するため、過度の化学肥料依存型農業の体質改善が叫ばれている今日、現在の農業生産を維持し、更にこれを高めていくために有機物を積極的に投入することで、化学肥料の過度な施用を抑制することが大切である。地力の増進は、土壤の膨軟性、作物に対する養分の供給能力で計られる。化学肥料、農薬の多用は土壤の酸性化、養分のアンバランス、生態系等の破壊を引き起こし地力を減退させて、作物生産に障害を与えるので適度に有機質資材を投入し、有機質

資材の持つ土壤改良及び施肥効果によって地力保全を図っていくことが肝要である。発生汚泥の積極的な農地還元は、この趣旨に沿うものである。

b 既設のし尿処理施設に運搬して処分する方法

農業集落排水処理施設管理者とし尿処理施設との間で受け入れに関する事前協議が必要であり、今後、し尿処理施設の受け入れ体制も考慮しなければならない。

c 埋立て、その他の方法

都市下水道では埋立て、焼却、建設資材化等、様々な方法が実施されているが、いずれにしても、このための施設は大規模なものとなり、また、多くのエネルギーを要するなど、農業集落排水処理施設程度の規模では経済的にみてほとんど実現性がない。

本地区における汚泥の再利用の可能性については、

- ① 汚泥中に含まれる重金属の有無と含有量
 - ② 汚泥が投下される農地における安全性
 - ③ 汚泥の肥効性と施肥時期の把握
 - ④ 取り扱いが容易で衛生的であること
- 等について検討すべきである。

5. 管路施設の検討

管路施設の検討に当たり、本地区で特に留意したことは次のとおりである。

(1) 地下埋設物について

地下埋設物については、ガス管、水道管、電話ケーブル、暗渠等が考えられる。これらの埋設物がある場合には、その占用位置、大きさ、種別及び注意事項等を調べる必要がある。なお、既存資料調査等で確認できない場合には試掘を行ない、埋設位置を正確に調査しておく必要がある。

(2) 地下水、地質について

地下水、地質の状況は、施工を円滑に進められるかどうかを左右するものである。調査検討を誤ると施工が不能となり、仮設等の費用がはね上がる原因にもなる。現地調査は一般に予備調査、現地調査、本調査の順序で進められる。予備調査は、付近で行なわれた建設工事等の資料の収集と検討を行ない、付近の地形、地質等の概要を把握する。また、井戸の水位等から地下水の状況をできる限り把握するようにする。次いで本調査の段階でポ

ーリング等により土の性質と地下水の状況を調べ、必要に応じて各種試験を行なう。調査結果を十分検討した上で施工法を選定する必要がある。

(3) 道路と宅地の高低差について

道路の高さより宅地が低い場合には、各戸ごとの汚水排水点及びその高さを十分調査確認した上で全戸排出可能となるような路線選定、縦断設定等の対処が必要となる。また、このような場合には、管理設深度も深くなることが多く、事業費も増大するので、関係者との協議を行ない維持管理及びその他の面で支障がなければ私有地等に管路を布設することも考慮しなければならない。

6. 維持管理の検討

本地区のように農業集落排水事業によって設置された施設の場合、維持管理のために技術者を施設に常駐させる等の高度な技術サービス体制を組むことは経済的に難しいと考えられる。したがって、日常に行なわれている管理事務に関しては、地元受益者で組織した管理組合等によって行ない、浄化槽法第8条、第9条に規定される「保守点検」及び「清掃」業務は、保守点検業者または浄化槽管理士に委託し、その巡回管理等により行なうことがより現実的対応と考えられる。

7. おわりに

坂元地区の農業集落排水事業の実施に当たって強く感じたことは次のようなことである。

(1) 実施設計に関して

a. 採用した処理方式の特徴を十分に理解するとともに処理方式と構造によって関係法令上、あるいは行政上取扱いが異なることを理解しておく必要がある。

b. 工事発注にあたっての業者の選定は重要な事柄である。特に処理施設に関しては施工管理や完成後の運転調整等の問題も考慮して選定基準をもっておくべきである。

c. 施工中及び施工後に問題が生じた場合、設計も含めて責任の所在が明確化できるように責任範囲を整理しておく必要がある。

(2) 維持管理に関して

a. 事業主体、保守点検業者及び地元受益者間でお互いの責任の所在を明らかにしておく必要がある。

b. 保守点検業者の選定は

- ①作業内容と頻度を明確にしておくこと。
- ②故障、事故等の対処方法が明確であること。
- ③管理日報の確認、及びデータの整理が的確にできる業者であること。
- ④保守点検に関する技術が優れた業者であること。

c. 清掃業者の選定にあたっては、

- ①汚泥は一時的にかなりの量が搬出されるため十分な搬出能力があること。
- ②汚泥搬出時は引き抜き量を適正に判断し、引き抜き方法についても十分に指導し、搬出させる必要があるため保守点検業者と清掃業者との連絡系統が明確であること。

等が主な留意点となる。

d. 使用者の留意点としては、

- ①塵、芥及び水に溶けない固形物は放流しない。
- ②トイレットペーパー以外の溶けにくい紙類は使用しない。
- ③日常の生活雑排水以外の油脂類、薬品類等、汚水処理施設の機能を妨げるものは放流しない。

等が挙げられる。

最後に本事業の実施に当たり社団法人日本農業集落排水協会、宮城県亘理郡山元町の協力を得ましたことを記して謝意を表します。

(1990.5.16 受稿)

土質試験法の改訂について

山下恒雄*

目 次

| | | | |
|--------------------------------------|----|---|----|
| 1. まえがき | 57 | 3. 「土質試験の方法と解説」の基準・規格以外の 解説等について | 61 |
| 2. 土質工学会基準、日本工業規格の主な 改訂について | 57 | 4. あとがき | 61 |

1. まえがき

土質試験法は約30年前に作られ約10年ごとに改訂を重ねてきた。今年3月に改訂を行ない、今までの「土質試験法」というタイトルから「土質試験の方法と解説」に変更をして今年5月に発行された。

前回の改訂から10年以上も経過しているため、問題点が多く指摘されたり、実務面の実状に合わないもの、試験法の整理統合の必要なものなどがあり、今回改訂が必要となったものであり、土質工学会が土質工学会基準 (JSF) と日本工業規格 (JIS) を記載し、その使用方法および解説を加えて発行した。また、規格や基準に至らなかった試験法についても一部記載してある。この本の目次を表-1に示す。

今回の改訂にあたって土質工学会では、JISとJSFの規格・基準の関係について次のように対応している¹⁾。

- ① JISの改正・制定を行なう際には、JIS学会自主原案 (これは土質工学会が通産省工業技術院より依頼されて作成する案) の内容をJSFの内容と合致させる。
- ② ①によりJIS化された土質試験方法に対応する学会基準類は原則として廃止または廃案にする。
- ③ 止むを得ず同一試験法に対してJISとJSFが共存する場合でも、共存期間をできるだけ短期に留める。

今回発行される「土質試験の方法と解説」に記載されているJISとJSFの規格・基準は表-2¹⁾の

通りである。なお、今回のJIS規格の確定は早くも8月ごろと予想されるので、一次的にJIS案となる。

また、データシートについても規格・基準に合わせるように全面的に改訂された。データシートはOA化に対応できるように作成されている²⁾。

2. 土質工学会基準、日本工業規格の主な改訂について

(1) 新規制定の土質工学会基準について

① 三軸試験について

今回は1種類の三軸試験基準であったのを、供試体作成方法を含めて8種類となった。これは土の種類や試験の目的に応じて対応出来る試験法がほぼ確立されたことと、試験機の発達、土質試験技術者が三軸試験を行なえる技術を十分習得し、一般に利用できるようになったため三軸試験法をより正確に基準化したものである。

この試験法は主に粘性土を対象とした静的三軸圧縮試験の基準がJSF-T520, T521, T522, T523, T524の5種類、粗粒材料の基準がJSF-T530, T531の2種類、及び砂質土を対象とした繰返し非排水三軸試験の基準がJSF-T541の1種類である。静的三軸試験は試験方法 (UU, CU, CU, CD) 及び供試体作成方法によって基準が作られている。試験方法によって基準が作られたのは試験の目的が異なり、基準を1つにできないためである。今回の基準内容は細部にわたって書かれているため、検討されるべき点があると考えられるが、現時点で十分討議された基準である。内容は解説でも説明がなされている。

* 農林水産省四国農業試験場

表-1 「土質試験の方法と解説」 目 次

| | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 第1編 総説 | |
| 第1章 本書の利用にあたって……………1 | 第5章 安定処理土の静的締固めによる 供試体作製……………246 |
| 第2章 土質試験の種類と試験計画……………5 | 第6章 安定処理土の締固めをしない 供試体作製……………255 |
| 第3章 土質試験実施上の基礎知識……………11 | 第7章 薬液注入による安定処理土の 供試体作製……………263 |
| 第4章 土質試験のための乱した土の 試料調製……………21 | |
| 第5章 乱さない土の取扱い……………31 | |
| 第6章 データの整理とデータ シートの使い方……………35 | |
| 第2編 物理試験 | |
| 第1章 土粒子の密度試験……………43 | |
| 第2章 含水比試験……………49 | |
| 第3章 粒度試験……………54 | |
| 第4章 細粒分含有率試験……………68 | |
| 第5章 液性限界・塑性限界試験……………71 | |
| 第6章 収縮定数試験……………81 | |
| 第7章 pF試験……………89 | |
| 第8章 砂の最大密度・最小密度試験……………106 | |
| 第9章 土の湿潤密度試験……………116 | |
| 第3編 化学試験 | |
| 第1編 pH試験……………125 | |
| 第2編 強熱減量試験……………132 | |
| 第3編 有機物含有量試験……………145 | |
| 第4編 腐植含有量試験……………152 | |
| 第5編 水溶性成分試験……………160 | |
| 第6編 粘土鉱物判定のための試料調製……………174 | |
| 第4編 土の工学的分類 | |
| 第1編 土の見分け方……………179 | |
| 第2編 土の工学的分類……………186 | |
| 第5編 安定化試験 | |
| 第1編 突固めによる土の締固め試験……………201 | |
| 第2編 締固めた土のコーン指数試験……………215 | |
| 第3編 CBR試験……………219 | |
| 第4編 安定処理土の突固めによる 供試体作製……………236 | |
| 第6編 透水試験・圧密試験 | |
| 第1章 土の透水試験……………271 | |
| 第2章 土の圧密試験……………289 | |
| 第7編 せん断試験 | |
| 序章……………317 | |
| 第1章 土の一軸圧縮試験……………320 | |
| 第2章 土の三軸試験の供試体作製……………331 | |
| 第3章 土の非圧密非排水(UU)三軸圧縮試験……………339 | |
| 第4章 土の圧密非排水(CU)三軸圧縮試験……………349 | |
| 第5章 土の圧密非排水(CU)三軸圧縮試験……………359 | |
| 第6章 土の圧密排水(CD)三軸圧縮試験……………373 | |
| 第7章 基準化されていない 土の静的三軸圧縮試験……………384 | |
| 第8章 粗粒材料の三軸試験の供試体作製……………397 | |
| 第9章 粗粒材料の圧密排水(CD)三軸圧縮試験……………407 | |
| 第10章 土の繰返し非排水三軸試験……………421 | |
| 第11章 基準化されていない繰返し試験……………451 | |
| 第12章 直接型せん断試験……………458 | |
| 第8編 特殊土の試験 | |
| 第1章 高有機質土……………477 | |
| 第2章 関東ローム……………496 | |
| 第3章 まさ土……………509 | |
| 第4章 しらす……………526 | |
| 日本工業規格(JIS)改正案集……………539 | |
| 付 録……………589 | |

表-2 新しい土質試験法の基準について

| 分野 | 基準番号 | 基準名 | JIS案番号 |
|---------|-------|-------------------------|------------|
| 物理試験 | T 101 | 土質試験のための乱した土の試料調整方法 | JIS-A 1201 |
| | T 111 | 土粒子の密度試験方法 | JIS-A 1202 |
| | T 121 | 土の含水比試験方法 | JIS-A 1203 |
| | T 131 | 土の粒度試験方法 | JIS-A 1204 |
| | T 135 | 土の細粒分含有率試験方法 | |
| | T 141 | 土の液性限界・塑性限界試験方法 | JIS-A 1205 |
| | T 145 | 土の収縮定数試験方法 | JIS-A 1209 |
| | T 151 | 土のpF試験方法 | |
| | T 161 | 砂の最大密度・最小密度試験方法 | |
| | T 191 | 土の湿潤密度試験方法 | |
| 化学試験 | T 211 | 土のpH試験方法 | |
| | T 221 | 土の強熱減量試験方法 | |
| | T 231 | 土の有機物含有量試験方法 | |
| | T 232 | 土の腐植含有量試験方法 | |
| | T 241 | 土の水溶性成分試験方法 | |
| | T 251 | 粘土鉱物判定のための試料調整方法 | |
| 透水・圧密試験 | T 311 | 土の透水試験方法 | JIS-A 1218 |
| | T 411 | 土の圧密試験方法 | JIS-A 1217 |
| せん断試験 | T 511 | 土の一軸圧縮試験方法 | JIS-A 1216 |
| | T 520 | 土の三軸試験の供試体作成方法 | |
| | T 521 | 土の非圧密非排水 (UU) 三軸圧縮試験方法 | |
| | T 522 | 土の圧密非排水 (CU) 三軸圧縮試験方法 | |
| | T 523 | 土の圧密非排水 (CU) 三軸圧縮試験方法 | |
| | T 524 | 土の圧密排水 (CD) 三軸圧縮試験方法 | |
| | T 530 | 粗粒材料の三軸試験の供試体作製方法 | |
| | T 531 | 粗粒材料の圧密排水 (CD) 三軸圧縮試験方法 | |
| | T 541 | 土の繰返し非排水三軸試験方法 | |
| 安定化試験 | T 711 | 突固めによる土の締固め試験方法 | JIS-A 1210 |
| | T 716 | 締固めた土のコーン指数試験方法 | |
| | T 721 | CBR試験方法 | JIS-A 1211 |
| | T 811 | 安定処理土の突固めによる供試体作製方法 | |
| | T 812 | 安定処理土の静的締固めによる供試体作製方法 | |
| | T 821 | 安定処理土の締固めない供試体作製方法 | |
| | T 831 | 薬液注入による安定処理土の供試体作製方法 | |
| 分類 | M 111 | 土の工学的分類方法 | |

三軸試験については特に今後の技術発展が進み、これらの基準以外の試験法の開発も多いと考えられ、基準以外の試験についても説明がなされている。

② 土の湿潤密度試験方法 (JSF-T191)

この試験方法は種々あり前回まで参考として記述されていたが、寸法測定法等主な室内試験方法を基準化した。砂置換法は現場の土質調査と区分され今回の基準から除かれた。

(2) 土の試料調整について

乱した土の場合は土質試験を行なう前に試料調

整が必要である。したがって、基準として「土質試験のための乱した土の試料調整方法 (JSF-T101, JIS-A1201案)」が作成された。

今までの基準では必要と考えられた基準にのみ作られていたが、今回は統一して乱した土を扱う土質試験にはすべて試料調整を行なう事とし、必要な採取土量、試料調整法などを記載している。試料の分取は主に4分法によるとしている。

(3) 標準ふるいの規格改正に伴う土質試験基準の変更

標準ふるいはJIS-8801に基づいて決められて

いるが、この規格が数年前に改正されたため、これに関連する土質試験基準も今回の改正に合わせて変更された。特に影響を受けるのは「土の試料調整方法(JSF-T101)」、「土の粒度試験方法(JSF-T131)」であろう。具体的にはふるい目は表-3のように変更されている。特に、目の大きいふるいに変更されているため、最大粒径に影響を与える。最大粒径は今まで測定があいまいであったため、今回すべての土粒子が通過する最小の標準網ふるいの呼び寸法とすると明確にした。

表-3 標準網ふるい目の変更

| 旧ふるい目 | 新ふるい目 |
|---------------|---------------|
| mm | 75 mm |
| 50.8 | 53 |
| 38.1 | 37.5 |
| 25.4 | 26.5 |
| 19.1 | 19 |
| 9.52 | 9.5 |
| 4.76 | 4.75 |
| μm | μm |
| 2000 | 2000 |
| 840 | 850 |
| 420 | 425 |
| 250 | 250 |
| 105 | 106 |
| 74 | 75 |

(4) 特殊土の扱い

今回、制定した土質工学会基準に付帯条項を付すことによって、特殊土に対する試験基準は必要ないと判断された。したがって、シラス、有機質土に関する基準は廃止、関東ローム分類のためのコーン指数試験方法(案)はJSF-T716として一般的な土の試験方法に変更された。ただし、分類法から特殊土をはずすことにはならない。また特殊土の試験は方法が特殊なやり方が多いので、特別に編を設けて説明している。

(5) 化学試験の扱い

化学試験の中で土の水溶性成分試験方法が今まで4種類あったものを1種類に統合している。同様に硫酸塩含有量試験は2種類あったが、EDTA法を廃止し、質量法のみとした。土の有機物含有量試験方法の強熱減量法は土の強熱減量試験方法(JSF-T221)に入れてある。

(6) 内容が一部修正された規格・基準

ほとんどの規格・基準の見直しが行なわれており、あいまいな箇所、分かりにくい所、修正したほうが良い箇所などが明確に修正されている。主な改正について述べる。

① 土の透水試験方法(JSF-T311, JIS-A1218案)

この試験方法の新規格は現実に行なっている方法とかけはなれている部分を修正してある。例えば、試験の概念図や、試験方法の選択である。試料の飽和を行なう方法や、定水位透水試験の越流部については図を用いて十分に説明が行なわれている。

② 土の粒度試験方法(JSF-T131, JIS-A1204案)

試験方法が複雑でその流れが解りにくいと言われていたが、図やフローチャートを付けて解り易いように配慮している。土の分散方法については一般に利用されているヘキサメタリン酸ソーダを主な分散材とし、その使用方法について説明がなされている。

③ 土の圧密試験方法(JSF-T411, JIS-A1217案)

土の適用範囲を飽和粘土とし、砂質土は部分的に利用できるようにしてある。圧密の荷重増加率を1とし、1荷重24時間載荷することとしている。この試験の整理方法ではカサグラnde法と三笠法があるが、両者の方法には多くの長所があるため、この規格では両者の方法を取り入れることとなった。

④ 突固めによる土の締固め試験方法(JSF-T711, JIS-A1210案)

旧規格では突固めの方法が11種類もあったのを5種類にした。これは今回の規格・基準にないものを除いたり、不必要と考えられる方法を整理したためである。しかし、使用するモールドの内径、一層当りの突固め回数、層厚からの許容最大粒径を決めたら突固め方法が決まるやり方は前回と同様である。

⑤ CBR試験方法(JSF-T721, JIS-A1211案)

CBRという言葉は一般化したと判断され、路床土支持力比という言葉は使用していない。また、現場CBR試験は土質調査の範ちゅうに入ると考えられ、今回はこの本に記載されていない。

この試験方法は旧規格で19.1 mm法と38.1

mm法に分けられていたが、実態はほとんど38.1 mm法で行なわれていることや、標準ふるいが38.1 mmから37.5 mmに変更になっているので37.5 mm法のみとされた。

⑥ 土粒子の密度試験方法 (JSF-T111, JIS-A1202案)

旧規格では「土粒子の比重試験」と言われていた試験方法で、内容を水の温度に依存しない土粒子の密度を求める試験にしたため、名前も変更された。内容は大きく変わらないが、最大粒径を9.5 mm以下とし、また空気を除去して行なう試験方法としての減圧法は値がばらつくので規格としないこととなった。

3. 「土質試験の方法と解説」の規格・基準以外の解説等について

この本では規格・基準以外にいろいろな解説や説明が行なわれているので、その主な内容について述べる。

(1) 総説について

表-1の目次でも解るように総説で土質試験の種類、計画などについて述べ、試験を実施するに当たっての基礎知識、土の取り扱いが書かれている。また、乱さない土の取り扱いも重要である。

土質試験を行なうに当たっての基本姿勢を示しており、一読されるほうが良い。

(2) 試験の解説について

各規格・基準には解説が付いている。この場合、解説はその試験を行なうにあたっての補足説明のニュアンスである。今回はこれらの試験の適用について紙面が増えることもあって、あまり触れられていない。したがって、試験

結果をどのように使って農業土木の構造物を設計するかは我々で十分検討する必要がある。

(3) 特殊土の試験について

特殊土の場合、前に述べた規格・基準では試験が必ずしも良い方法とは言えない場合もあり、特別な試験を行なったほうが良いときはこの本の方法が参考になる。

4. あとがき

技術の発展と機械の自動化などにより、土質試験方法もより良い方向に発展してきたが、今回の改訂が必ずしも完全な改訂とは言えない。三軸圧縮試験は関係者の努力でほぼ確立された基準が出来た。しかし、今後さらに技術の発展が予想されるので、次の改訂の時はまた新しい方法が出されるであろう。

今回の改訂に検討が十分でなかった基準がすでに見直しのため対応が検討されている。すなわち「土の分類法」、「直接剪断試験方法」、「土のpF試験方法」である。

今回の土質試験方法の改訂に当たって多くの土質関係者の努力があったことを付記しておく。我々農業土木分野でもこの本を有効に活用したい。

参考文献

- 1) 足立格一郎, 今井五郎: 学会基準見直し及び「土質試験法」の改訂について; 土と基礎, 38-2, p95~105, 1990.2
- 2) 足立格一郎, 風間秀彦: 室内土質試験に関するデータシートの改訂および販売について; 土と基礎, 38-3, p138~139, 1990.3

[1990.6.7 受稿]

投 稿 規 定

- 1 原稿には次の事項を記した「投稿票」を添えて下記に送付すること

東京都港区新橋5-34-3 農業土木会館内, 農業土木技術研究会

- 2 「投稿票」

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

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

農業土木技術研究会入会の手引

1. 入会手続

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

2. 会費の納入方法

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

3. 農業土木技術研究会の活動内容

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

4. 機関誌「水と土」の位置づけと歴史

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

② 「水と土」の歴史

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

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

入 会 申 込 書

平成 年 月 日

私は農業土木技術研究会に入会します。

氏 名：

所 属：

会 告

農業土木技術研究会役員名簿（平成2年度）

| | | |
|----------|-------|---------------------|
| 会 長 | 平井 公雄 | 水資源開発公団理事 |
| 副 会 長 | 中道 宏 | 構造改善局建設部長 |
| 理 事 | 志村 博康 | 東京大学教授 |
| | 黒澤 正敬 | 構造改善局設計課長 |
| | 佐藤 昭郎 | 水利課長 |
| | 片岡 泰三 | 首席農業土木専門官 |
| | 逸見 宏道 | 関東農政局建設部長 |
| | 白石 英彦 | 農業工学研究所長 |
| | 黒川 義孝 | 北海道開発庁農林水産課長 |
| | 川田 弘二 | 茨城県農地部長 |
| | 杉浦 英明 | 水資源開発公団第二工務部長 |
| | 坂根 勇 | (株)土地改良建設協会専務理事 |
| | 中島 哲生 | (株)農業土木事業協会専務理事 |
| | 渡辺 滋勝 | (株)三祐コンサルタンツ副社長 |
| | 伊東 久彌 | 西松建設(株)常務取締役 |
| | 塚原 真市 | 大豊建設(株)常務取締役 |
| 監 事 | 荒井 聰 | 関東農政局設計課長 |
| | 池田 実 | (株)日本農業土木コンサルタンツ副社長 |
| 常任顧問 | 谷山 重孝 | 構造改善局次長 |
| | 中川 稔 | 全国農業土木技術連盟委員長 |
| 顧 問 | 岡部 三郎 | 参議院議員 |
| | 須藤良太郎 | |
| | 小林 国司 | (株)畑地農業振興会会長 |
| | 梶木 又三 | 全国土地改良事業団体連合会副会長 |
| | 福田 仁志 | 東京大学名誉教授 |
| | 福沢 達一 | (株)農業土木会館代表取締役社長 |
| 編集委員長 | 片岡 泰三 | 構造改善局設計課 |
| 常任幹事編集委員 | 宮本 泰行 | 事業計画課 |
| | 柴田 知広 | 設計課 |
| | 萩原 恒躬 | 整理課 |
| | 高祖 幸晴 | 設計課 |
| 総務部長 | 久郷 徳壽 | 全国農業土木技術連盟総務部長 |
| 幹事編集委員 | 進藤 惣治 | 構造改善局地域計画課 |
| | 合屋 善之 | 資源課 |
| | 印藤 久喜 | 事業計画課 |
| | 島田 敏夫 | 施工企画調整室 |
| | 窪 豊則 | 水利課 |
| | 吉岡 裕次 | |
| | 内藤久仁彦 | 整備課 |

| | | |
|--------|-------|----------------|
| 〃 | 渡辺 巧 | 開発課 |
| 〃 | 志野 尚司 | 開発課 |
| 〃 | 谷 省治 | 防災課 |
| 〃 | 篠原 行雄 | 関東農政局設計課 |
| 幹事編集委員 | 丹治 肇 | 農業工学研究所水工部 |
| 〃 | 佐藤 勝彦 | 国土庁調整課 |
| 〃 | 仰木 文男 | 水資源公団第2工務部設計課 |
| 〃 | 土岐 昭義 | 農用地整備公団業務部業務課 |
| 〃 | 松富 恒雄 | (株)日本農業土木総合研究所 |

賛 助 会 員

| | |
|------------------|-------|
| (株) 荏原製作所 | 3 口 |
| (株) 大林組 | 〃 |
| (株) 熊谷組 | 〃 |
| 佐藤工業(株) | 〃 |
| (株)三祐コンサルタンツ | 〃 |
| 大成建設(株) | 〃 |
| 玉野総合コンサルタント(株) | 〃 |
| 太陽コンサルタンツ(株) | 〃 |
| (株)電業社機械製作所 | 〃 |
| (株) 西島製作所 | 〃 |
| 西松建設(株) | 〃 |
| 日本技研(株) | 〃 |
| (株)日本水工コンサルタント | 〃 |
| (株)日本農業土木コンサルタンツ | 〃 |
| (株)日本農業土木総合研究所 | 〃 |
| (株) 間 組 | 〃 |
| (株) 日立製作所 | 〃 |
| Fe石炭工業技術研究所 | (18社) |
| (株) 青木建設 | 2 口 |
| (株) 奥村組 | 〃 |
| 勝村建設(株) | 〃 |
| 株木建設(株) | 〃 |
| (株) 栗本鉄工所 | 〃 |
| 三幸建設工業(株) | 〃 |
| 住友建設(株) | 〃 |
| 大豊建設(株) | 〃 |
| (株) 竹中土木 | 〃 |
| 田中建設(株) | 〃 |
| 日石合樹製品(株) | 〃 |
| 前田建設工業(株) | 〃 |
| 三井建設(株) | 〃 |

(13社)

I N A新土木研究所 1口

アイサワ工業(株) //

青葉工業(株) //

旭コンクリート工業(株) //

旭測量設計(株) //

伊藤工業(株) //

茨城県調査測量設計研究所 //

上田建設(株) //

(株)ウォーター・エンジニアリング //

梅林建設(株) //

エスケー産業(株) //

(株)大本組 //

大野建設コンサルタント(株) //

神奈川県農業土木建設協会 //

技研興業(株) //

(株)木下組 //

岐阜県土木用ブロック工業組合 //

(株)クボタ建設 //

(株)クボタ鉄工(大阪) //

(株)クボタ鉄工(東京) //

京葉重機開発(株) //

(株)古賀組 //

(株)古郡工務所 //

(株)後藤組 //

小林建設工業(株) //

五洋建設(株) //

佐藤企業(株) //

(株)佐藤組 //

(株)塩谷組 //

昭栄建設(株) //

新光コンサルタンツ(株) //

須崎工業(株) //

世紀東急工業(株) //

大成建設(株)高松支店 //

大和設備工事(株) //

高橋建設(株) //

高弥建設(株) //

(株)田原製作所 //

中国四国農政局土地改良技術事務所 //

(株)チェリーコンサルタンツ //

中央開発(株) //

東急建設(株) //

東邦技術(株) //

東洋測量設計(株) //

(株)土木測器センター //

中川ヒューム管工業(株) //

日兼特殊工業(株) 1口

日本技術開発(株) //

日本国土開発(株) //

日本大学生産工学部図書館 //

日本ヒューム管(株) //

日本プレスコンクリート(株) //

日本舗道(株) //

西日本調査設計(株) //

八田工業(株) //

福井県土地改良事業団体連合会 //

福岡県農林建設企業体岩崎建設(株) //

福本鉄工(株) //

(株)婦中興業 //

(株)豊蔵組 //

北海道土地改良事業団体連合会 //

(株)北海道農業近代化コンサルタント //

堀内建設(株) //

前田製管(株) //

前沢工業(株) //

真柄建設(株) //

(株)舛ノ内組 //

丸伊工業(株) //

丸か建設(株) //

(株)丸島アクアシステム //

丸誠重工業(株)東京支社 //

水資源開発公団 //

水資源開発公団奈良俣ダム建設所 //

宮本建設(株) //

ミサワリゾート(株) //

山崎ヒューム管(株) //

菱和建設(株) //

若鈴コンサルタンツ(株) //

(78社)

(アイウエオ順) 計 109社 158口

【訂正とお詫び】

前号(第81号)掲載の「ゲート下流護床工の設計について」(川合享著)の報文中に一部印刷ミスがありましたので、次のように訂正し、お詫び致します。

| 訂正箇所 | 誤 | 正 |
|---------------------|---------------------------------|-------------------------|
| p. 74 Fig. 6 の縦軸 | $\frac{\sqrt{v_x}}{\sqrt{v_0}}$ | $\frac{v_x}{v_0}$ |
| p. 74 Fig. 6 のパラメータ | $\frac{\sqrt{v_0}}{\sqrt{gh}}$ | $\frac{v_0}{\sqrt{gh}}$ |

農業土木技術研究会会員数

| 地方名 | 通 常 会 員 | | | | | | | 地方名 | 通 常 会 員 | | | | | | | | |
|-----|---|-------|-----|-----|-----|-----|----|-------|---------|-------|-----|----|----|----|----|--|--|
| | 県 | 農水省関係 | 公団等 | 学校 | 個人 | 法人 | 外国 | | 県 | 農水省関係 | 公団等 | 学校 | 個人 | 法人 | 外国 | | |
| 北海道 | 111 | 188 | 5 | 8 | 23 | | | 近畿 | 滋賀 | 43 | 10 | 3 | 1 | 4 | | | |
| 東 | 青森 岩手 宮城 秋田 山形 福島 | 森 | 48 | 43 | | 2 | | 京都 | 大阪 | 42 | 86 | 1 | 6 | 5 | | | |
| | | 手 | 60 | 29 | 23 | 3 | 4 | | 兵庫 | 山 | 22 | | 1 | 5 | 3 | | |
| | | 城 | 37 | 64 | | 5 | 18 | | | 歌 | 57 | 10 | | 3 | 3 | | |
| | | 田 | 97 | 5 | | 1 | 6 | | | 和 | 52 | 25 | | | 5 | | |
| | | 形 | 28 | 12 | | 2 | 1 | | | 山 | 35 | 6 | | | | | |
| 島 | 60 | 46 | | | 1 | | 小計 | 251 | 137 | 5 | 15 | 22 | | | | | |
| 北 | 小計 | 330 | 199 | 23 | 13 | 30 | | 中国 | 鳥取 | 32 | 7 | | 2 | 4 | | | |
| 関 | 茨城 栃木 群馬 埼玉 千葉 東京 神奈川 山梨 長野 静岡 | 城 | 96 | 61 | 9 | 3 | 9 | 四国 | 岡山 | 63 | 18 | 3 | 5 | | | | |
| | | 木 | 83 | 27 | | 4 | 2 | | 島 | 119 | 52 | | 4 | 4 | | | |
| | | 馬 | 40 | 12 | | | | | 山 | 52 | 6 | | 1 | 2 | | | |
| | | 玉 | 61 | 29 | 12 | 1 | 15 | | 徳 | 39 | 2 | | | 1 | | | |
| | | 葉 | 49 | 28 | 14 | | 12 | | 香 | 26 | 2 | | | 1 | | | |
| 京 | 4 | 187 | 63 | 10 | 24 | 愛 | 48 | 1 | | | 5 | 3 | | | | | |
| 川 | 50 | | | 3 | 19 | 高 | 84 | 14 | | | 5 | 4 | | | | | |
| 奈 | 39 | | | | | | 知 | 47 | 6 | | 1 | 1 | | | | | |
| 山 | 38 | 12 | 4 | 3 | 1 | | 小計 | 510 | 108 | 3 | 23 | 20 | | | | | |
| 梨 | 101 | 11 | | | 6 | | 九州 | 福岡 | 30 | 16 | 15 | 4 | 9 | | | | |
| 野 | | | | | | | 九 | 佐賀 | 23 | 11 | | | 3 | | | | |
| 長 | | | | | | 熊本 | | 崎 | 20 | 8 | | | 1 | | | | |
| 熊 | | | | | | | | 大分 | 崎 | 25 | 43 | 7 | | 2 | | | |
| 宮 | | | | | | | | | 鹿児 | 島 | 42 | 3 | | | | | |
| 島 | | | | | | | | | | 沖 | 27 | 4 | | 3 | 1 | | |
| 縄 | | | | | | | 小計 | 256 | 113 | 22 | 8 | 16 | | | | | |
| 合 計 | 2,536 | 1,412 | 199 | 101 | 238 | 818 | 22 | 総 合 計 | 5,326名 | | | | | | | | |

編 集 後 記

今年は例年にない長く暑い夏でしたが、予算の概算要求も無事に終わり、最近わずかながら秋の気配も感じられるようになりました。

今年話題は何といっても「生活関連重点化枠」であり、「農村の景観整備」「アメニティ空間の創設」といった言葉がいたるところで聞かれます。どのような風景が「農村らしい風景」であり「うるおいのある風景」なのかはこれからも議論・研究が続けられることでしょう。ヨーロッパでは国民の大半が長期間のバカンスをとり、多くの人が農村で読書をしたりサイクリングをして悠々と過ごします。誰もが1カ月近くとホテル利用のぜいたく旅行ができるわけではなく、当然多くの人はキャンピングカーで寝泊まりしたり安価な農家民宿を利用します。こういう社会の中では「農村は

美しくあるべき」というコンセンサスは容易に得られるでしょう。今は短い休暇を海外での大名旅行で過ごしている日本人もいずれは農村でゆったりと過ごすことができるような人種になれるといいのですが……。いずれにしても農村の良さをわかってもらうようなキャンペーンによって世論を喚起することがもっと必要となってくるでしょう。農村の混住化が進むにつれ、都市住民と地元住民とのコミュニティも含めた社会的なアセスメントも必要になってくるかもしれません。自由な発想で様々な絵が描ける農村は、あらゆる分野への柔軟な対応が可能な農業土木にとってはまさにかっこの題材と言えるでしょう。もっとも頭の柔かい発想が必要と言われてもこれが結構難しいのですが……。

(構造改善局整備課 内藤久仁彦)

水 と 土 第 82 号

平成 2 年 9 月 25 日 発行

発 行 所 〒105 東京都港区新橋5-34-4
農業土木会館内

農 業 土 木 技 術 研 究 会
TEL (436) 1960 振替口座 東京 8-2891

印 刷 所 〒161 東京都新宿区下落合 2-6-22

一 世 印 刷 株 式 会 社
TEL (952) 5651 (代表)