

水と土

No.102
1995

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



農業土木技術研究会

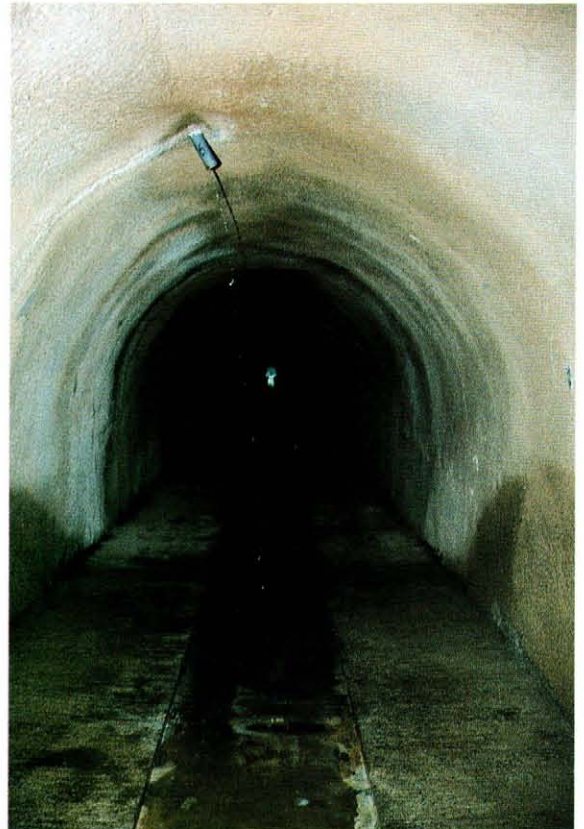


完成した蔵王ダム

(本文18頁)

完成した排水トンネル

板倉地区排水トンネル (本文57頁)



先進ボーリングのガス測定



隣接する取入れ口の水利模型実験 (本文3頁)

B取入れ口の取水特性実験結果例

B取入れ口の取水特性実験結果例 (過剰取水防止セキ設置)



取水量8.840m³/sec (計画取水量)

取水量8.840m³/sec (計画取水量を取水)



取水量18.018m³/sec (計画取水量の2.0倍)

取水量11.256m³/sec (計画取水量の1.3倍)



取水量20.864m³/sec (計画取水量の2.4倍)

取水量12.495m³/sec (計画取水量の1.4倍)

水 と 土

— 目 次 —

報文内容紹介

巻頭文

がんばれ中山間地農業

飯田 精也……(1)

報 文

下流幹線水路形式の相違による取水特性の変化

—開水路とパイプラインが接続する取水工の特性—

桐 博英・常住 直人・中 達雄……(3)

北海道における農地への家畜糞尿還元のための処理技術

足立 一郎……(10)

蔵王ダムの湛水試験と堤体挙動について

濱坂 英雄・大橋 修一・菊田 均……(18)

既供用の大口径鋼管サイホンの管内調査について

～維持管理及びパイプラインとしての設計等に関する情報収集を
目的として～

坂根 勇・小野寺 康浩……(39)

会津地域の国営事業の効果について

—平成6年の干ばつに際して—

島先 孝志・田口 務……(49)

地すべり防止対策における排水トンネル工の設計施工について

備前 信之・松川 勝榮・山田 治・山田 達也……(57)

砂層狭在型軟弱地盤の沈下実測値に基づく最終沈下予測等について

内田 昌男・高橋 嘉和・石田 幸広・刑部 信吾……(66)

上場土地改良事業の概要と事業効果について

小出 正行・鐘ヶ江 幸博……(74)

国営大淀川右岸地区における営農の状況と今後の展開

松山 和孝・松山 胤博……(81)

投稿規定……(89)

農業土木技術研究会入会手引き……(90)

会告・編集後記……(91)

No. 102

1995

表紙写真

……夕映えの干草

(熊本県阿蘇町)

水と土 第102号 報文内容紹介

下流幹線水路形式の相違による取水特性の変化 —開水路とパイプラインが接続する取水工の特性—

桐 博英・常住直人・中 達雄

同一の取水工に下流幹線水路がパイプライン形式のものと同開水路形式のものが接続する場合を想定して、それらの取水特性を水理模型実験の結果をもとに整理した。下流幹線水路がパイプライン形式である場合には、下流の水利用の変化によって、計画以上の流量が取水される恐れがあるため、何らかの対策が必要となる。水理模型実験の結果、過剰取水防止セキのような簡易な構造物を設置することにより、容易に取水量を制御できることが分かった

(水と土 第102号 1995 P. 3)

蔵王ダムの湛水試験と堤体挙動について

濱坂英雄 大橋修一 菊田 均

国営日野川土地改良事業で築造した蔵王ダムについては、平成4年10月に工事が完了して、平成5年4月からダム施設の安全性及び管理施設の機能の確認を目的として湛水試験を開始し平成7年1月に完了したものである。

ここでは湛水試験中のダム挙動について、各種観測計器の測定結果をもとに紹介するものである。

(水と土 第102号 1995 P. 18)

会津地域の国営事業の効果について

—平成6年の干ばつに際して—

島先孝志 田口 務

〇年の干ばつは近年稀にみる大干ばつであった。しかし、同じ地域で同じ気象条件下にありながら、国営事業が完成した地区と現在整備中の地区で被害、営農経費等の面で大きな差が生じ、国営事業の気象変動に対応できる足腰の強い底力を強く感じた。「ダムができていれば被害はなかった。」といった声を聞くにつれ、われわれ農業農村整備を手がける技術者としては、これからは農業農家に対して根強く支えていかなければならない。

(水と土 第102号 1995 P. 49)

砂層狭在型軟弱地盤の沈下実測値に基づく最終沈下予測等について

内田昌男 高橋嘉和 石田幸広 刑部吾吾

本報告は、東海農政局豊川総合用水事業の一環として砂層狭在型軟弱地盤上に構築している芦ヶ池調整池正面堤防（盛土と二重鋼矢板による旧堤腹付け堤防）の建設過程における、沈下並びに水平変位等の挙動観測と、この観測データを用いての双曲線法での最終沈下量の予測、更に土質試験結果等に基づく沈下シミュレーションで得られた土質定数を用いて余盛量算定により堤体整形等を行った概要を報告するものである。

(水と土 第102号 1995 P. 66)

北海道における農地への家畜糞尿還元のための処理技術

足立一郎

北海道の酪農はコスト低減を図るために規模拡大してきたが、糞尿により環境汚染を招くことが危惧されている。一方、糞尿は貴重な有機質資源になることから農地に還元する必要があるが、早急に処理システムの確立が求められている。低曝気量糞尿処理技術を確立するために基礎実験を行い、冬期でも環境指標に用いられるBODの低下を確認した。また、処理後の糞尿が未処理のものに比べ、土壌への浸透性が高いことを定量的に示した。

(水と土 第102号 1995 P. 10)

既供用の大口径鋼管サイホンの管内調査について —維持管理及びパイプラインとしての設計等に関する情報収集を目的として—

坂根 勇 小野寺康浩

供用開始後3年を経た延長約350mの口径1,800mm鋼管製サイホンについて、その内部に入った調査を実施した結果について報告する。この施設は、施工時から現時点に至るまでの間、維持管理、機能設計及び構造設計等に関する様々な調査の対象となっており、今回の調査は、これらの締めくくりとして行われた。このため、多くの意味を持つ調査となったが、本報告では維持管理を主要テーマとした。

(水と土 第102号 1995 P. 39)

地すべり防止対策における排水トンネル工の設計施工について

備前信之 松川勝榮 山田 治 山田達也

直轄地すべり対策事業板倉地区は全国でも有数の地すべり地帯である新潟県の上越地方に位置している。特に釜塚・段子差（だんごさし）区域には長さ2km・幅1.6kmにわたる大規模地すべり地形が認められ地すべり抑制工として3本の排水トンネルが計画されている。1号トンネルは平成6年12月概成し、この経験をふまえて2号トンネルの着工を予定していることから、特に留意している可燃性ガス対策等について報告する。

(水と土 102号 1995 P. 57)

上場土地改良事業の概要と事業効果について

小出正行 鐘ヶ江幸博

佐賀県の上場土地改良事業は昭和48年度に事業着手以来すでに20余年が経過し、これまでも事業概要等について各方面で紹介されているが、今回は事業の概要と共に、平成4年度に国営の一期地区が完了し農業用水の利用が可能となったことなど事業効果の発現にともない、上場地域の営農の変化、後継者の定着状況、及び平成6年度の大干ばつにおいて本事業が大きな効果を発揮したこと等について報告する。

(水と土 第102号 1995 P. 74)

国営大淀川右岸地区における営農の状況と今後の展開

松山和孝 松山胤博

国営畑地帯水源整備事業大淀川右岸地区（S56～）の受益地区における営農の現況及び課題、今後の営農展開の方向性等について、今回「田野町」を例に紹介するものである。「田野町」は大淀川右岸地区（2000ha）の半分以上（1200ha）を占め、九州管内でも有数の農業の町であるが、農業所得の伸び悩みや農産物の輸入自由化等に対応する、新しい営農を模索しているところである。

(水と土 第102号 1995 P. 81)

がんばれ中山間地農業

飯田 精也*
(Seiya IIDA)

今年も実りの秋を迎えた。黄金の稲穂が波打つ様は、豊作の安堵感もあって四季の中では一番心やすまる景色である。しかし、稲を刈る農夫の顔は収穫の喜びに満ちあふれていない。これからの農業を誰に託すのか、これから米は作れるのか、価格はどうなるのか、外国との競争の中でどう営農を行えばいいのか、農夫の心は晴れないのである。

特に中山間地域では若者の姿は少なく、ゲートボール場の広場でさえ雑草におおわれている。自分のムラがどうなるのか、老人たちの心配はつきない。

いま、全国には過疎市町村だけでも2,000あるという。全体の約40%にも及ぶ。若者を中心とする人口の流出に悩み、高齢化に喘いで、活力が次第に失われているのだ。はたして元気を取り戻すだけの力は残っているのだろうか。

中山間地の活性化を考えるとときいつも感じていることが二つある。一つは「危機感」であり、もう一つは「実践」である。

ここに約40戸の集落がある。戦後このムラに参入したサラリーマン、医者等の6戸と以前から非農家だった3戸を除けば米、麦を中心とする農業が穏やかに営まれていた。農家の息子は何のためらいもなく農業を継いだ。しかし、わが国社会が高度経済成長期へと歩みを進めるにつれ、このムラの農業も様変わりをはじめた。馬耕が耕耘機に、共同での田植えが田植機に変わり、作業は遥かに便利になったが、息子は後を継がなくなった。今、このムラの農業は専業8戸。兼業6戸に減少し、跡継ぎのいるのはたったの1戸である。

この後継者は10年前真剣な話し合いで決まった。このままではムラの水田が荒れてしまうという、「危機感」から、専業、兼業を問わず、誰かの子供が農業を継いだらみんなで協力する事にして得た貴重な人材なのである。

後継者に農地を動かし、大規模経営に必要なほ場整備の農家負担は地主持ちとし、小作料は税金程度にといった話し合いの「実践」が行われた。今、26才の後継者は30aのハウス栽培と3haの米づくりに精を出している。

また、もう一つの村での話である。このムラも47戸あった。コメで収入が保証されていた時期は兼業とは言え、若者は大部分が残ったし、春先や稲刈りの後の「溝さらえ」、農道の補修もムラあげて行われた。互いに助け合う集団的な共同生活体が形成されていた。コメが余り出したら、16戸66人に減少してしまった。このままではムラが消滅してしまうという「危機感」から、夜を徹して話し合った。そして一人一人がムラづくりの活動家となることにした。茶を基幹作物に、村おこし便りの発行による都市住民との交流、盆踊り大会、共同の草刈り、農産品の即売会等々、住民総参加による手づくりのムラづくりが「実践」され、今も脈々と生き続けている。

地方の活性化を図るには若者を中心とする人口を増やすことと考えている。そのためには、地形や水、気象といった自然条件や人材、伝統的な技術と言った地域独自の資源を活かしながら、基幹産業である農業を個性豊かに発展させることが大切である。高度経済成長も、作れば売れる時代も終わった。他産地や、他産業に負けない農業と心豊かな地域社会を作り出すには、長期的な視野と理念に基づく未来図を地域のみんなで描き実践することだ。

この場合「誰が、何を、どれだけ作り、どこへ売するのか」というムラの話し合いが大きなポイントであることは間違いない。水田農業に見られた地域協調型生産の崩壊はムラ社会の話し合いをも壊してしまっている。

田畑を拓き水を導いて、ムラの農業を育ててきた農業土木。今また、「中山間ふるさと水と土保全基金」

をつくり、ムラの話し合いによる活性化を意気込んでいる。洪水調節や地下水のかん養、土砂流失防止等の多面的機能を果たしている中山間地域の水路や農道の維持保全の活動を共同で行うだけではない。互いに助け合う共同作業の中から地域の未来農業のあり方をいま一度「危機感」をもって話し合い、活性化のための身近な小さい行動を一つひとつ「実践」しながら、川下の都市住民へ中山間地農業の必要性をアピールしていこうというのだ。

がんばれ中山間地農業。21世紀は明るい。

*熊本県農政部次長

下流幹線水路形式の相違による取水特性の変化

—開水路とパイプラインが接続する取水工の特性—

桐 博 英* 常 住 直 人* 中 達 雄*
(Hirohide KIRI) (Naoto TSUNEZUMI) (Tatsuo NAKA)

目 次

はじめに	3	III. 実験結果	6
I. 開水路とパイプラインの水利特性の相違	3	おわりに	9
II. 隣接する取入れ口の水利模型実験	3		

はじめに

近年、農業水利施設の老朽化により、施設の改修の動きが活発化している。また、流域開発の進展によって新規に河川構造物を建設することが困難となっていることから、頭首工のような農業用取水工においても、複数の利水の存在が今後増加すると考えられる。

既存の取入れ口に新規の利水が参入してきた場合、新たに取入れ口を設ける必要があるが、それぞれの取入れ口を河川の左右岸に設置しようとするれば、特に河川の中上流域では、ミオ筋を両岸に安定させることが必要となり、頭首工の施設構造および操作管理が複雑になる。このため、ミオ筋の安定している岸から新設、既設両方の取水を行うこととなるが、周辺の土地開発により、両取入れ口を隣接して設置せざるを得ない状況が生じる。

さらに近年は、取水量の管理ばかりでなく、下流への放流量の管理が重要になってきている。

このように、隣接して設置された取入れ口は、それぞれの取水パターンや取水形態、下流水路構造の相違から、相互に干渉し、また、下流への放流量にも影響を及ぼすことが予想される。

本報は、開水路とパイプラインが接続する取入れ口が隣接して設置される場合にそれらがどのように影響しあうのかを水利模型実験の結果をもとに整理したものである。

I. 開水路とパイプラインの水利特性の相違

同じ頭首工に下流水路型式が開水路型式の取入

れ口と、パイプライン型式の取入れ口の両者が計画される場合には、それぞれの取水特性を明確にし、下流河川への適正な放流量の確保、各取入れ口への適正な流量配分および水利権量を上回る過剰取水の発生防止などに留意する必要がある。

開水路型式とパイプライン型式の取水特性の違いは以下の理由から生じる。

一般に、図-1に示すように下流が開水路型式の取入れ口の場合は、開水路内の水面勾配（等流水深）により、取水量が規定され、下流の低下背水などが取入れ口まで及ばなければ、取入れ口のゲート等により取水量を調節することが可能である。すなわち、頭首工地点において、供給主導型の取水管理が行える。この機能は、渇水時の番水など計画的な取水の配分を行う際に重要な機能である。

一方、パイプライン型式の場合は、取水量はパイプラインの動水勾配により規定され、水理的に連続性が保持されていれば、末端のバルブ、水位調節施設およびポンプ等下流の水位条件により規定されることになる。（需要主導型の取水管理）

以上のことから、同一の頭首工に開水路型式とパイプライン型式の水路が直結する場合には、両型式の取水特性を考慮した施設設計を行う必要がある。

II. 隣接する取入れ口の水利模型実験

本実験では、下流幹線水路が開水路型式で設置されている既存の取入れ口（以下、A取入れ口）に隣接して新たに下流幹線水路がパイプライン型式の取入れ口（以下、B取入れ口）が設置される場合を対象に検討を行った。

*農業工学研究所水源施設水理研究室

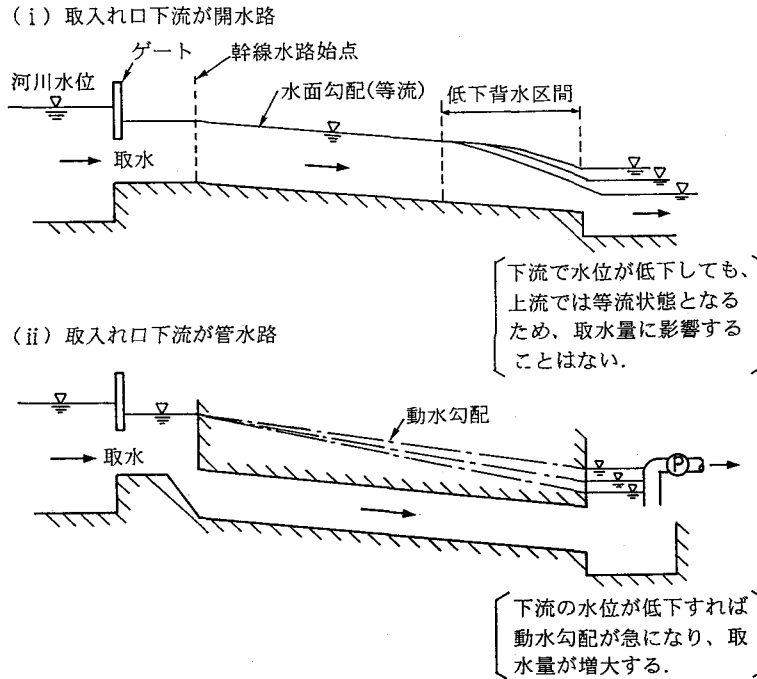


図-1 幹線水路型式による取水特性の相違を示す水理縦断模式図

実験に使用した模型の概要を図-2に示す。
 本実験での設計取水量は、設計取水水位E L. 13.000mにおいて、A取入れ口が19.010m³/s、B取入れ口が8.840m³/sである。

1. 実験条件

今回行った実験条件の一覧を表-1に示す。

それぞれの実験の目的は次のとおりである。
 実験1… A取入れ口に隣接してB取入れ口が設置されたことによる影響の評価。
 実験2… B取入れ口の下流取水水位が変化した場合のA取入れ口への影響の評価。
 これは、B取入れ口にパイプラインが直結し、

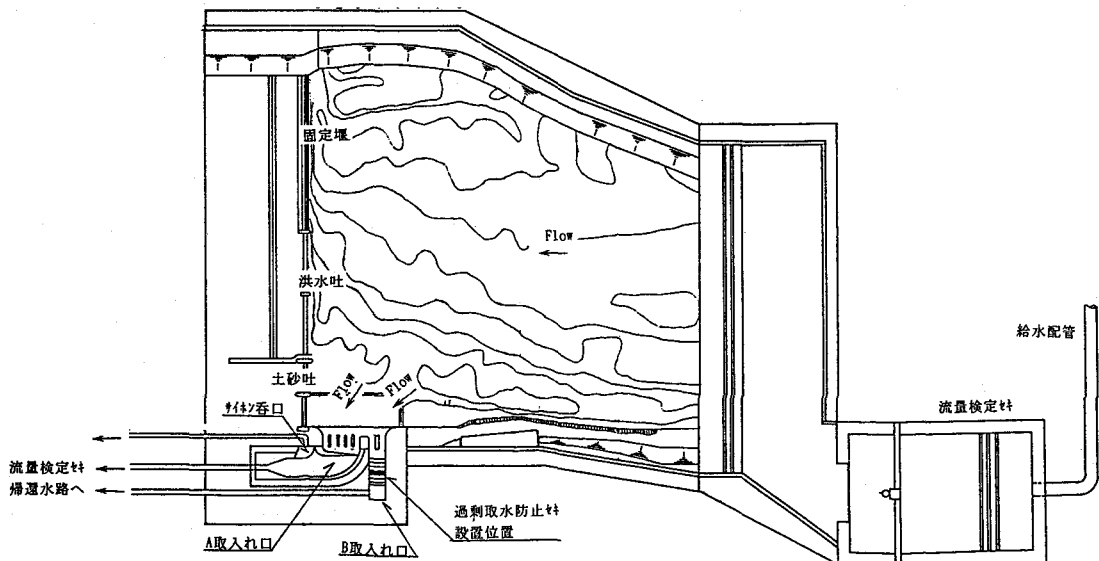


図-2 実験模型平面図

表-1 実験条件一覧

実験No.	河川流量 (m³/s)	河川水位 (EL, m)	A取入れ口流量 (m³/s)	B取入れ口流量 (m³/s)	過剰取水防止セキ	図との対応
1-1	22.560	13.000	19.010	閉鎖	なし	
1-2	12.390	13.000	閉鎖	8.840	"	
1-3	31.400	13.000	19.010	8.840	"	
1-4	22.560	13.000	自然流量	閉鎖	"	
1-5	11.280	自然水位	自然流量	閉鎖	"	
2-1	31.400	13.000	自然流量	8.838	なし	
2-2	31.400	13.000	自然流量	7.962	"	
2-3	31.400	13.000	自然流量	9.949	"	
2-4	31.400	13.000	自然流量	9.717	"	
2-5	31.400	13.000	自然流量	10.607	"	
2-6	31.400	13.000	自然流量	11.044	"	
2-7	31.400	自然水位	自然流量	12.474	"	
2-8	31.400	自然水位	自然流量	14.098	"	
2-9	15.700	自然水位	自然流量	4.404	"	
2-10	15.700	自然水位	自然流量	3.975	"	
2-11	15.700	自然水位	自然流量	4.503	"	
3-1	22.399	13.000	閉鎖	8.840	なし	図-5
3-2	22.399	13.000	閉鎖	10.003	"	
3-3	22.399	13.000	閉鎖	12.495	"	
3-4	22.399	13.000	閉鎖	15.001	"	図-6
3-5	22.399	13.000	閉鎖	18.018	"	図-7
3-6	22.399	13.000	閉鎖	20.864	"	図-8
4-1	31.400	13.000	自然流量	8.840	あり	図-10
4-2	31.400	自然水位	自然流量	バルブ全開	"	図-11
4-3	35.054	13.000	自然流量	バルブ全開	"	図-12

* 自然水位、流量とは、設定された条件で自然に形成された水位、流量を示す河川流量のうちA、B両取入れ口から取水される以外のものは余水量として魚道及び転倒セキからの流下を示す

* 河川流量の設定は以下による

22.560m³/s : A取入れ口計画取水量+河川流下量(19.010+3.550)

12.390m³/s : B取入れ口計画取水量+河川流下量(8.840+3.550)

11.280m³/s : 22.560 × 1/2

31.400m³/s : A、B取入れ口計画取水量+河川流下量(19.010+8.840+3.550)

15.700m³/s : 31.400 × 1/2

22.399m³/s : B取入れ口の模型可能最大取水量+河川流下量

35.054m³/s : 計画取水位を維持するための流量(B取入れ口可能最大取水量取水時)

末端の揚水機場の操作によってB取入れ口の下流取水位が左右されるという場合を想定している。

実験3… B取入れ口(パイプラインが直結する取入れ口)の取水特性の確認。

実験4… B取入れ口地点での取水位の変動を防止するためのセキ(以下、過剰取水防止セキ)の効果の検証。

2. 過剰取水防止セキ高(W)の算定

過剰取水防止セキの構造は、JISで規定され

ている¹⁾図-3に示すようなセキ板を用いた。

また、過剰取水防止セキのセキ高は実験で得られた水面形状を用い、以下の全幅セキの式(石原・井田の式²⁾)によって算出した。

$$Q = C B h^{3/2}$$

$$C = 1.785 + \left(\frac{0.00295}{h} + 0.237 \frac{h}{W} \right) (1 + \epsilon)$$

……………(1)

- ここで、 Q ：越流量 (m^3/s)
 B ：過剰取水防止セキの幅 (m)
 h ：越流水深 (m)
 C ：流量係数 ($\text{m}^{1/2}/\text{s}$)
 W ：水路底からセキ頂までの高さ (m)
 ε ：補正項 ($W \leq 1.0\text{m}$ で $\varepsilon = 0$)

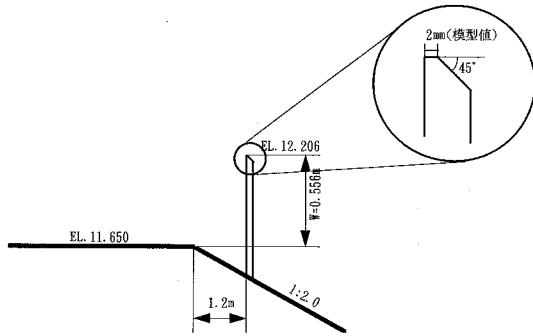


図-3 過剰取水防止セキ概要図

III. 実験結果

1. B取入れ口の設置による影響

計画取水水位において、B取入れ口がある場合とない場合の計画取水量を取水した時の両取入れ口周辺および内部の流速分布を比較した。その結果、河川の計画取水水位が維持されていれば、2つの取入れ口による相互干渉は認められなかった。

2. B取入れ口下流取水水位の変化による影響

河川の水位とA、B両取入れ口からの取水率の関係を示したのが、図-4である。これから、B取入れ口からの取水量が大きくなるにしたがい、河川水位が計画値を維持できない状態になると、次第にA取入れ口から取水される割合が減少していくのがわかる。

すなわち、河川上流から十分な水が供給されるならば、B取入れ口からの取水量が増加してもA取入れ口からの取水には影響しないが、渇水時のように河川流量が減少している時にはB取入れ口がA取入れ口に与える影響は非常に大きくなる。

なお、河川水位が計画値を維持されない場合には、B取入れ口から計画値以上の流量を取水することになるため、下流への放流量が充足されないという問題が生じ、放流量の管理の面からも問題となる。

3. パイプラインが直結する取入れ口の取水特性

ここでは、過剰取水の観点から最も危険な場合を想定してパイプラインが直結する取入れ口からの過剰取水の特性を検討した。

B取入れ口の下流取水水位が変化した場合の取入れ口内の流況の様子を図-5~8に示す。

図5~8で見られるように、需要主導型の取水管理がなされた場合、取入れ口付近においては、計画以上の流量が取水されてしまっているのが分かる。

なお、本模型上では、B取入れ口からの取水量は最大で計画取水量の2.4倍であった。

また、B取入れ口の取水維持の変化を水理縦断面図で示すと図-9のようになる。これから、計画取水水位近傍では、下流取水水位の低下によって生じる取入れ口内の水位低下がわずかであっても取水量の増加量は非常に大きくなるのがわかる。これは、パイプラインが直結する取入れ口からの取水が下流の水利用の変化によって取水量が大きな影響を受けることを示している。

さらに下流取水水位が低下し、取入れ口内において限界水深を生じるようになると、射流が常流域に潜り込むような流況となり、多量の空気が管内

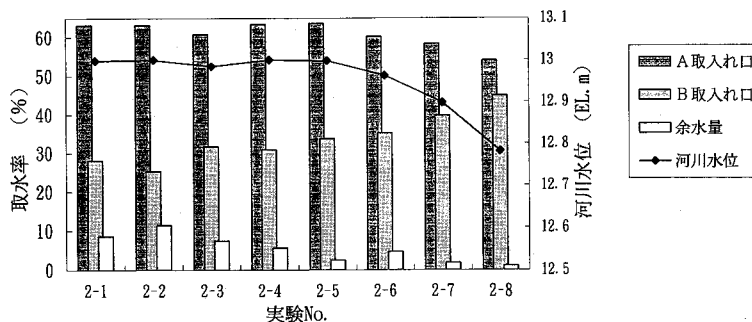
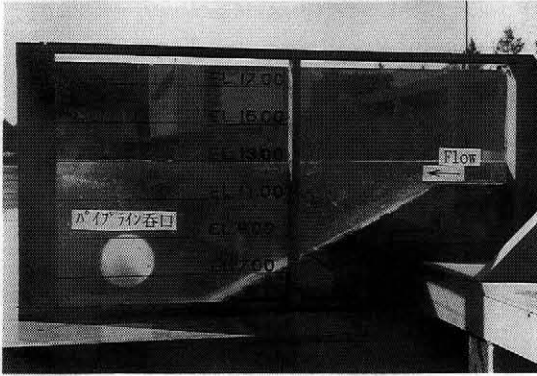
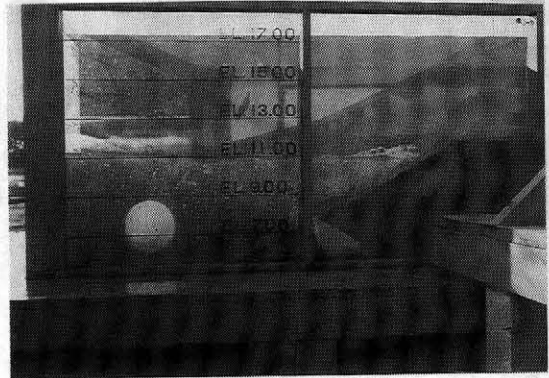


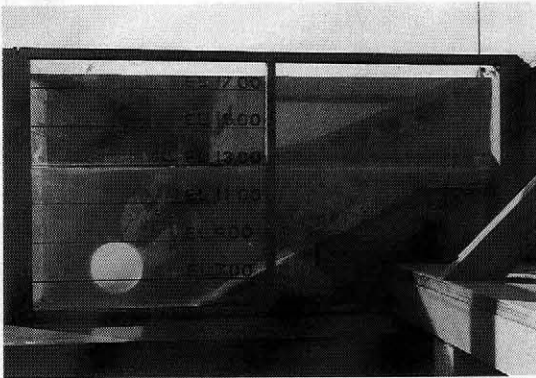
図-4 河川水位と取水率の関係



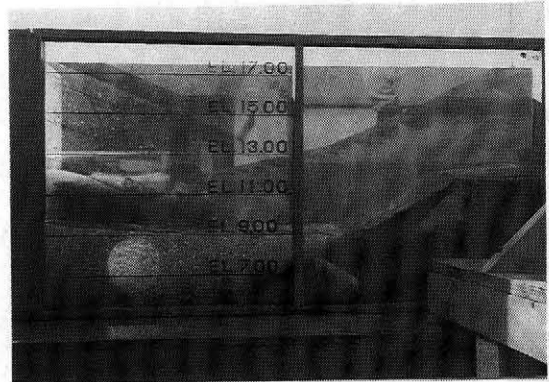
図一五 B取入れ口の取水特性実験結果例
[取水量 $8.840\text{m}^3/\text{sec}$ (計画取水量)]



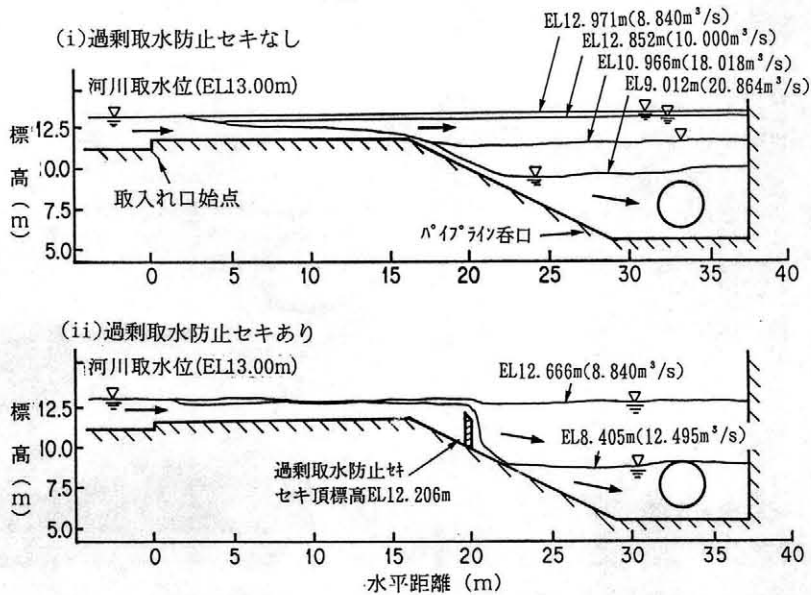
図一七 B取入れ口の取水特性実験結果例
[取水量 $18.018\text{m}^3/\text{sec}$ (計画取水量の2.0倍)]



図一六 B取入れ口の取水特性実験結果例
[取水量 $15.001\text{m}^3/\text{sec}$ (計画取水量の1.7倍)]



図一八 B取入れ口の取水特性実験結果例
[取水量 $20.864\text{m}^3/\text{sec}$ (計画取水量の2.4倍)]



図一九 B取入れ口の取水特性実験結果例(水理縦断面図, 計画取水量 $8.840\text{m}^3/\text{sec}$)

に混入することが確認された。これにより、高速で水が流れるパイプライン内部に気泡が混入することになり、パイプラインに損傷を与える危険性もはらむことになる。

以上のことから、取入れ口の下流水路がパイプライン型式で設置される場合には計画値以上の流量を取水してしまう可能性があるといえる。また、下流取水位の条件によっては、パイプラインに損傷を与える危険性もあることがわかった。このように、パイプライン型式では、取入れ口で一義的に取水量を調節することが困難な場合には、渇水時の取水管理や下流河川への放流管理およびパイプラインの安全性の観点から過剰取水を防止する施設構造を検討しておくことが重要である。

4. 過剰取水防止セキの効果

過剰取水防止セキを設置した場合の下流取水位の変化による取入れ口内の流況の変化を図一10～12に示す。

過剰取水防止セキを取り付けた場合、計画取水量取水時の流況は図一10に見られるような潜り越流となる。

B取入れ口からの取水量を大きくしていき、本模型における最大流量を取水した時には図一12に見られるようにB取入れ口内の流況は、取入れ口内の水位が低下し、セキが支配断面となっている。

過剰取水防止セキを設置することにより計画取水量の約2.4倍まで取水されていたB取入れ口からの取水量を1.4倍程度まで減少させることができた。

また、計画取水量以上の水を取水していた場合、パイプライン内部は満流状態とはならず、開水路流れとなっていた。

さらに、実験結果をもとに、流量係数を求めると以下ようになる。

河川水位：EL.13.000m

セキ天端標高：EL.12.206m

越流水深：h=0.794m

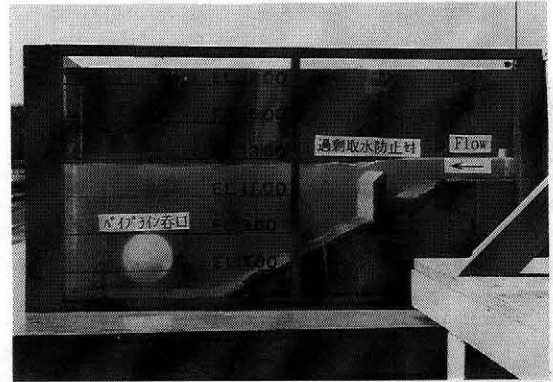
セキ幅：B=8.500m

流量：Q=12.495m³/s

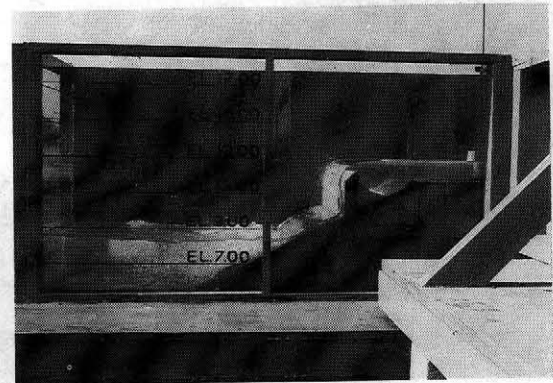
$$C = \frac{Q}{Bh^{3/2}} = \frac{12.495}{8.5 \times 0.794^{3/2}} = 2.078$$

ここで得られた流量係数を用いて計画取水量8.840m³/sに合致するセキ高を求めるとW=0.630

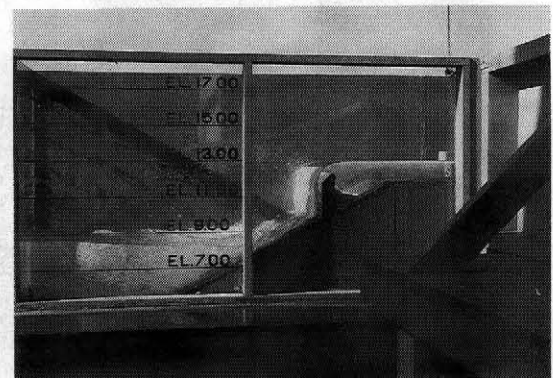
m (セキ天端標高：EL.12.280m) であった。



図一10 B取入れ口の取水特性実験結果例 (過剰取水防止セキ設置) [取水量8.840m³/sec(計画取水量を取水)]



図一11 B取入れ口の取水特性実験結果例 (過剰取水防止セキ設置) [取水量11.256m³/sec(計画取水量の1.3倍)]



図一12 B取入れ口の取水特性実験結果例 (過剰取水防止セキ設置) [取水量12.495m³/sec(計画取水量の1.4倍)]

おわりに

一連の実験から隣接する取入れ口の特性について以下のことが分かった。

①隣接される2つの取入れ口の流入形状の相違によっては取水干渉は生じない。

②河川水位が計画値を満足されていれば、B取入れ口からの過剰取水はA取入れ口からの取水には影響を与えない。

③B取入れ口計画取水水位近傍においては、下流取水水位の低下によって生じる取入れ口の水位低下がわずかであっても取水量の増加量は非常に大きくなる。また、下流取水水位が低下し取入れ口内において限界水深を生じるようになると、多量の空気が管内に混入する。

④過剰取水防止セキの過剰取水防止効果を確認した。

ただし、実際に過剰取水防止セキを設置するにあたっては、渇水時のような異常低水時にも取水ができるように非常用オリフィスを設けておくな

どの対策が必要である。

本報では、開水路とパイプラインという取水特性の異なる取入れ口が隣接して設置される場合を想定して、それぞれの相互干渉に関する検討を行った。

その結果、過剰取水防止セキのような簡単な構造物を設置することによって容易に過剰取水を抑制できることを確認した。

なお、本報で想定したような末端の揚水機場の操作によって取入れ口の水位に影響を与えるような場合には、取入れ口において計画取水量を管理できる施設構造にしておくことは、河川管理者および既存の水利権者に対して理解を求めると重要であると考えられる。

参考文献

- 1) 新日本法規編：土木関係 J I S 要覧, 2158-144-34-35~42
- 2) 土木学会編：水理公式集 (昭和60年版), 283~285

北海道における農地への家畜糞尿還元のための処理技術

足 立 一 郎*
(Ichiro ADACHI)

目 次

I. はじめに	10	IV. 家畜糞尿の性状による浸透性について	14
II. 処理システムの分類	11	V. おわりに	16
III. 糞尿処理システム基礎調査	12		

I. はじめに

北海道酪農は国際競争力をつけるために、飼養頭数の増加など経営規模の拡大により低コスト化を図ってきており、その推移を図-1、図-2に

示した。平成6年の乳牛飼養頭数は約91万頭、一戸当たりでは約70頭で、規模ではEU諸国水準を超えている。乳牛から排泄される糞尿量は膨大で、人間に換算すると4千万人の人口を北海道が抱えていることになる。

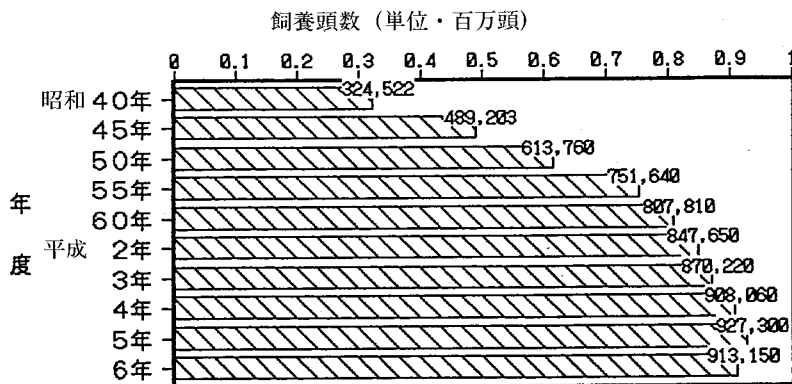


図-1 北海道での年度別乳牛飼養頭数

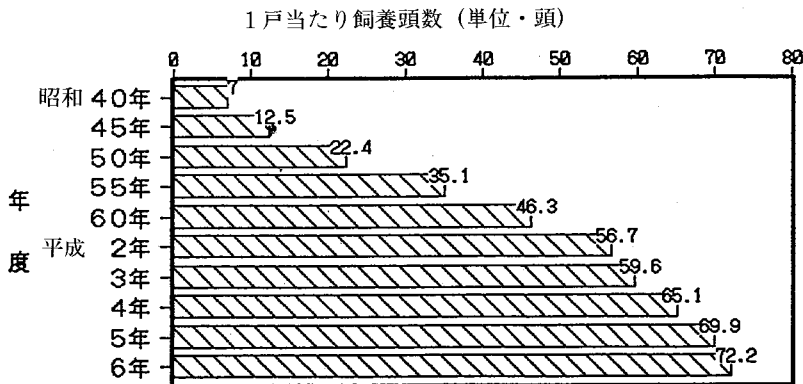


図-2 北海道での年度別1戸当たり乳牛飼養頭数

*北海道農政部設計課

年間を通じて連続的に排出される家畜糞尿を処理することは、畜産経営において労力的にも経済的にも大きな負担であるばかりでなく、未処理の糞尿が地下水、河川、湖水などに環境汚染を招くケースも見られる。

一方、家畜糞尿は、ほ場に還元することで貴重な有機物資源として利用することが可能であり、北海道では昭和40年頃から肥培かんがいが実施され、糞と尿の混合物を水で希釈、攪拌したものを散布した経緯がある。

しかし、散布時の悪臭や施設の維持管理上の問題から、化学肥料全盛期において普及するに至らなかった。

家畜糞尿の農地還元技術を確立するためには、図-3に示すように、糞尿の処理技術、ほ場散布技術、処理液の施用効果調査、施設を導入した際の経営経済評価など総合的な技術確立と検証が必要となる。

本報は家畜糞尿処理システム基礎調査の中間報告である。

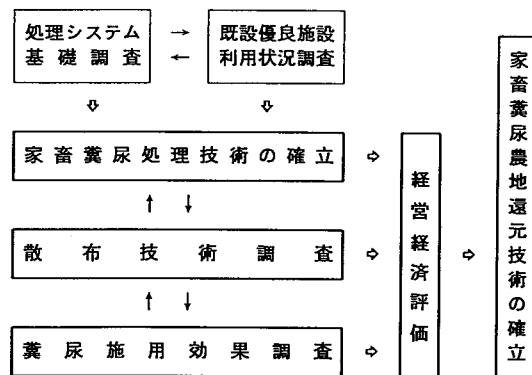


図-3 家畜糞尿農地還元技術確立調査フロー

II. 処理システムの分類

1. 流入物（処理物）の分類

液状糞尿のスラリーは家畜の糞尿、洗い水、敷料の混合物と定義されているが（農業土木ハンドブック）、糞と尿の割合や洗い水の量などによりその性状は大きく異なる。

今後、糞尿処理施設を設計する場合に、処理物の分析（TS濃度等）を基に規模や機種を決定するのでは、普及性に欠ける。そこで、牛舎形態と糞・尿の排出方法によって処理物の性状が似ていることから、本報では表-1のとおり、流入物（処理物）を尿とスラリーに区分した。

2. 処理方式による分類

家畜糞尿処理は有機物分解の過程で微生物活動を利用して行うが、大別すると曝気方式と無曝気方式に分類される。

3. 処理物の投入方式による分類

処理物（尿・スラリー）は自然流下やポンプによって処理槽に流入するが、その際処理槽の前に未処理尿、または未処理スラリーを処理槽滞留日数相当分を一時貯留する槽を設け非連続的に処理するものをバッチ方式（回分式）と呼び、処理槽で発酵が済んだ段階で貯留槽に移す。

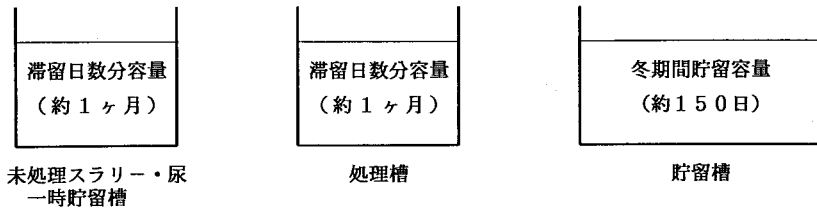
これに対し、一時貯留槽を設けずに連続的に流入する処理物を工程の流れにおいて処理するものを連続投入方式と呼び、模式図を図-4に示した。

家畜糞尿処理システムを分類すると図-5のとおりである。

表-1 牛舎構造と排出方法による尿とスラリーの区分

処理物	牛舎形態	排出方法
尿	つなぎ飼い	・ 敷料に糞を吸着させ分離し、バークリーナのエレベータ部に至る以前に分離した液分
スラリー	つなぎ飼い	・ 自然流下排出した最終処理物 ・ バークリーナで排出し、直接固液分離機に投入し分離した液分 ・ ポンプUP+固液分離機で分離した液分
	放し飼い	・ バースクレーパー・フロントローダ等で搬出した処理物 ・ バースクレーパー・フロントローダ等で搬出した後、ポンプUP+固液分離機で分離した液分

バッチ方式（回分式）模式図



連続投入方式模式図

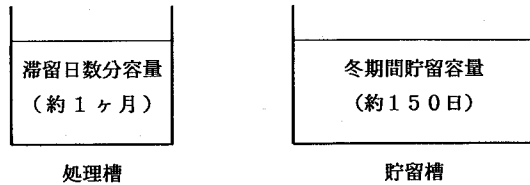


図-4 投入方法による分類（バッチ方式と連続投入方式）

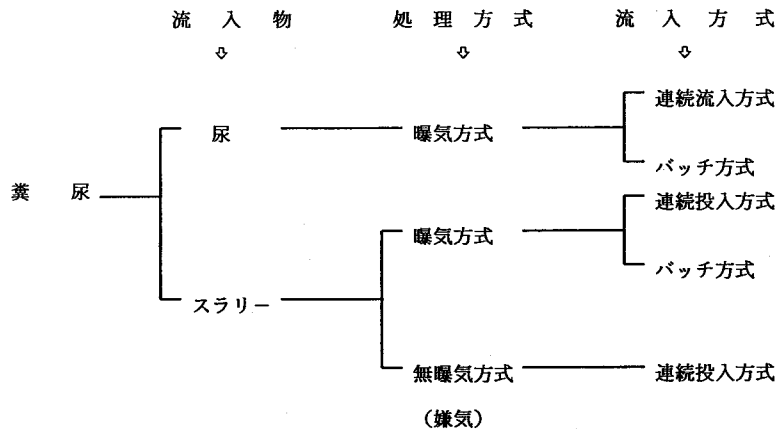


図-5 家畜糞尿処理システム分類

III. 糞尿処理システム基礎調査

1. 調査の目的

北海道での家畜糞尿処理の優良施設の多くは、曝気方式・連続投入方式に分類される。しかし、施設運転後に安定した発酵処理液に至る（以下立ち上がる）までの過程や曝気量などの条件が明確でないために、本格的稼働の障害となっている。そこで、施設の設計条件や運転方法を確立することを目的に実験を行った。

2. 試験方法

(1) 試験装置（図-6）

- ・曝気槽 鋼製1.15m³槽 (0.8×0.8×1.8m)
- ・散気装置 ローフレックス ダイヤフテムデ

フューザー

- ・エアポンプ、瞬時送気量計

(2)試験内容

鋼製槽に各処理物を1m³投入し各曝気量により液の性状を測定した。処理物は早期の立ち上げを比較するために尿、水2倍の希釈尿、水2倍の希釈スラリーの3種類とした。曝気強度は瞬時流量計を読みとりバルブを開閉操作することによって0.5m³/hr、1.0m³/hr、1.5m³/hrの設定とした。また、溶存酸素濃度（以下 DO）で管理（送気、停止）が可能な槽を尿、スラリーについてそれぞれ2槽設けた。各槽の実験条件を表-2に示した。

3. 実験結果と考察

液温、DO、生物化学的酸素要求量(以下 BOD)

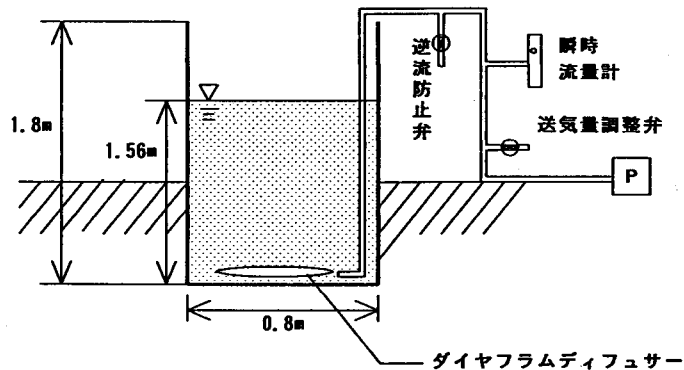


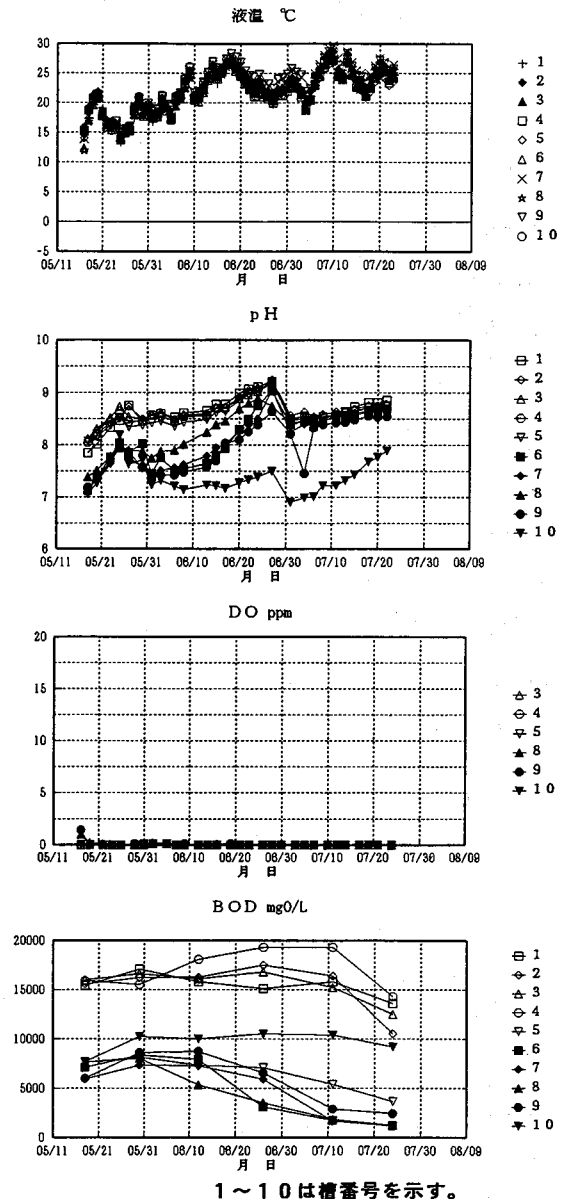
図-6 実験槽模式図

表-2 各槽実験条件

槽番号	処 理 物	管理 DO (mg/l)	曝 気 量 (m ³ /hr)
1	尿	0.2~0.8	1.0
2	"	3.0~5.0	1.0
3	"	—	1.0
4	"	—	0.5
5	2倍希釈尿	—	0.5
6	2倍希釈スラリー	0.2~0.8	1.0
7	"	3.0~5.0	1.0
8	"	—	1.5
9	"	—	1.0
10	"	—	0.5

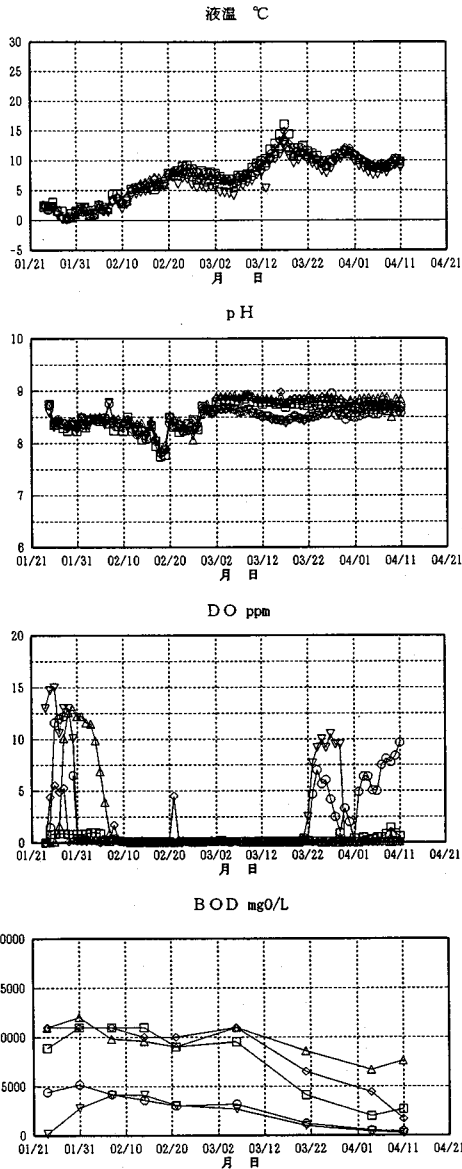
の経時変化を図-7に示す。有機物分解を示すBODが2倍希釈スラリーで曝気開始1ヶ月後から減少していることが判るが、曝気量の少ないNO10では変化が見られない。全槽においてDOはほとんど感知していない。下水処理技術で普及している活性汚泥法では、エアレーションタンク内の溶存酸素濃度を一般に2~3mg/l以上に維持する必要があるとされているが、DO値が小さい中での有機質分解が可能なことを示唆している。このことにより曝気装置規模が小さく電気料金などの維持管理費が少ない施設の設計が可能であると思われる。

本試験に先立ち同様な予備試験を冬期間に実施している。この予備試験においては瞬時送気量計へ槽内液が逆流するなどしたため、正確な送気量は把握できなかったが、0.5~1.5m³/hrと推定される。このときの液温、DO、BODの経時変化を図-8に示す。通常、有機物分解は微生物の活動に



1~10は槽番号を示す。

図-7 温度、PH、DO、BOD経時変化



4、5は水2倍希釈尿

図-8 冬期間の変化

より行われ高温の方がその活性が高まると考えられているが、実験が行なわれた冬の低温下でもBODの減少が確認できた。また、DOを殆ど感知しない条件下で有機物分解を行う菌群は、5℃程度の低温でも十分活動することが判明した。北海道での冬期間の地下埋設型尿溜の尿温は図-9に示すように、5℃程度であり、この手法による糞尿処理は加温設備を要せずとも北海道において普及可能である。

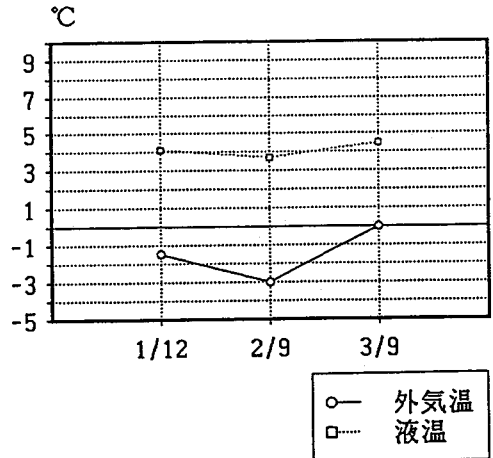
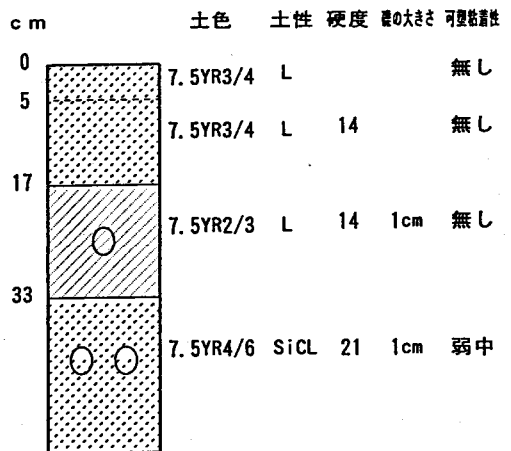


図-9 外気温と液温 (根室管内別海町 尿溜)

IV. 家畜糞尿の性状による浸透性について

1. 調査の目的

糞尿を農地に還元する場合、未処理の尿およびスラリーはベトつき土中に浸透しにくく、曝気などの処理を行ったものは浸透性が良くなると言われている。そこで、図-3の糞尿施用効果調査に



浅茅野統系 中粗粒褐色森林土
 丘陵地 傾斜 5~8度
 地目 草地
 管理歴 平成6年7月更新
 播種量 TY 2.5, RC 0.25, WC 0.25 Kg/10a
 植生状態 豆科率50%以上
 調査年月日 平成7年4月26日
 調査機関 道立天北農試泥炭草地科

図-10 土壌断面図

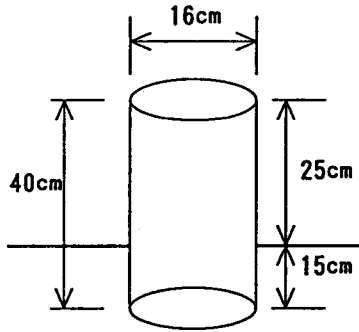


図-11 シリンダー略図

先立ち、糞尿の性状による土壌への浸透性の違いを定量的に把握するために調査を行った。

2. 調査方法

土壌の透水性の調査法にシリンダーインテーク

レート法がある。この方法を応用し、未処理尿、未処理スラリーと処理後物を供試し、水と比較することで浸透性について定量化できる。

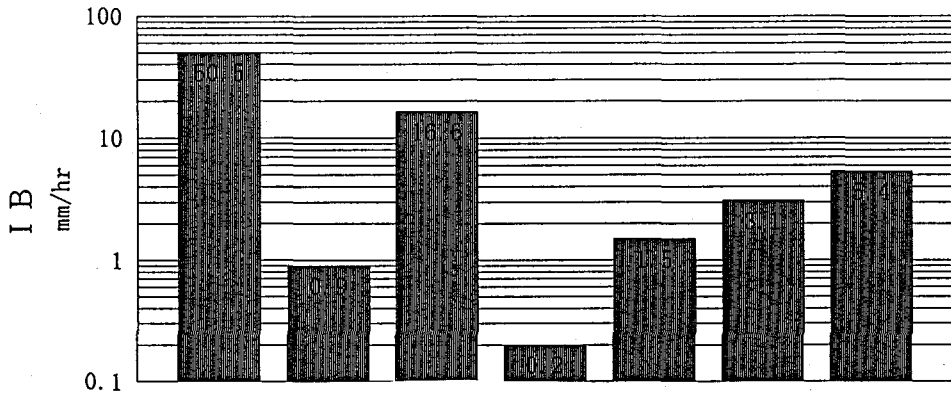
直径16cm、高さ40cmの鋼製シリンダーを牧草地に15cm埋設し水、原尿、曝気処理尿、未処理スラリー、曝気処理スラリー、水3倍希釈未処理スラリー、水7倍未処理スラリーをそれぞれシリンダー内に投入し、60分までの水位を測定した。試験地の土壌断面を図-10、試験略図を図-11に示す。また、供試した糞尿の性状を表-3に示した。猿払村A牧場と稚内市B牧場の糞尿処理施設は図-5に示す尿・曝気・連続投入方式及びスラリー・曝気・連続投入方式である。

3. 調査結果と考察

図-12に各供試液によるベーシックインテーク

表-3 浸透性調査 供試糞尿の性状

分 析 項 目	単 位	尿		ス ラ リ ー				
		猿払村A牧場産 (H7 5月8日採取)		稚内市B牧場産 (H7 5月採取)		稚内市B牧場産 (H7 6月2日採取)		
		原 尿 (既設尿溜)	曝気処理尿 (貯溜槽)	原スラリー (固液分離後)	曝気処理スラリー (貯溜槽)	原スラリー (固液分離後)	曝気処理スラリー (貯溜槽)	
色 相 (マンセル記号)	—	明黄褐色 10YR6/6	黒褐色 7.5YR3/2	—	—	灰オリーブ 5Y4/2	にぶい黄褐色 10YR4/3	
水素イオン濃度 (PH)	—	8.8	7.9	7.9	8.1	8.0	8.0	
酸化還元電位 (ORP)	mV	-495	96	—	—	-429	-413	
溶存酸素量 (DO)	mg/l	0.2未満	6.9	0	0.3	0.2未満	0.2未満	
生物学的酸素要求量 (BOD)	mg/l	15,000	15	28,000	3,000	18,000	1,400	
化学的酸素要求量 (COD)	mg/l	7,800	170	39,000	10,000	26,000	5,400	
浮遊物質 (SS)	mg/l	680	8	39,000	9,400	51,000	2,700	
全蒸発散残量	mg/l	26,400	1,180	91,000	24,000	71,400	14,900	
有機物含量	mg/l	12,830	266	—	—	53,978	9,193	
大腸菌数	個/cm ³	2,000	2未満	—	—	3×10 ⁵	1.7×10 ⁴	
全窒素 (T-N)	mg/l	4,900	89	4,300	1,700	4,600	1,300	
アンモニア態窒素	mg/l	4,500	45	—	—	2,600	810	
亜硝酸態窒素	mg/l	0.5未満	10	7	7	0.5未満	0.5未満	
硝酸態窒素	mg/l	11	84	10	10	26	2.7	
全リン	(T-P)	mg/l	17	0.8	910	300	450	59
	(T-P ₂ O ₅)	mg/l	39	1.8	2,100	690	1,000	140
全カリウム	(T-K)	mg/l	4,700	370	5,000	3,300	3,300	1,900
	(T-K ₂ O)	mg/l	5,700	450	6,100	4,000	4,000	2,300
全炭素 (T-C)	mg/l	8,100	91	—	—	26,000	5,000	
臭気	アンモニア	ppm	380	3	200	300	45	40
	メチルメルカプタン	ppm	10	0.5未満	0.5未満	0.5未満	42	0.5未満
	酢酸	ppm	1未満	1未満	1未満	1未満	1未満	1未満
	硫化水素	ppm	400	0.2未満	0.2未満	0.2未満	740	80



番号	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
供試液	水	原尿	処理尿	原スラリー	処理スラリー	3倍希釈スラリー	7倍希釈スラリー
C	17.10	15.79	24.49	3.38	10.22	6.83	22.56
n	0.574	0.158	0.374	0.179	0.227	0.308	0.291
IB(mm/hr)	50.5	0.9	16.6	0.2	1.5	3.1	5.4

図-12 ベーシックインテークレート

レートを示した。浸透性は、大きいものから水>処理尿>7倍希釈スラリー>3倍希釈スラリー>処理スラリー>原尿>原スラリーの順であった。

家畜糞尿の河川や湖沼への流入が、環境保全上問題視されているが、曝気などの処理をせずに農地へ散布した場合、ほとんどが土壤に浸透せずに、降雨により流出している可能性がある。希釈スラリーは浸透性が良いが、これが水の浸透性かあるいは尿と糞に由来する液の浸透性を示すのかは判定できない。

表-3の全窒素は処理前後を比べると著しく減少しているため、処理水を希釈せずに農地へ散布しても濃度障害が起きる可能性はない。これまで

の処理した尿やスラリーを草地に散布した農家の聞き取り調査では、散布後マメ科牧草の割合が向上するという結果がある。

これは、イネ科牧草の根の大部分が地表からマット状に15cm位の深さまでしか分布していないのに対し、マメ科牧草の根は土中深く発達するため、浸透性の良い処理尿やスラリーの養分吸収を行ないやすいためと考えられる。

V. おわりに

本報では、糞尿処理システム基礎調査の立ち上げについて述べた。今後は実験槽を30日滞留槽と考えて、立ち上がった後に槽容量の1/30量を排出

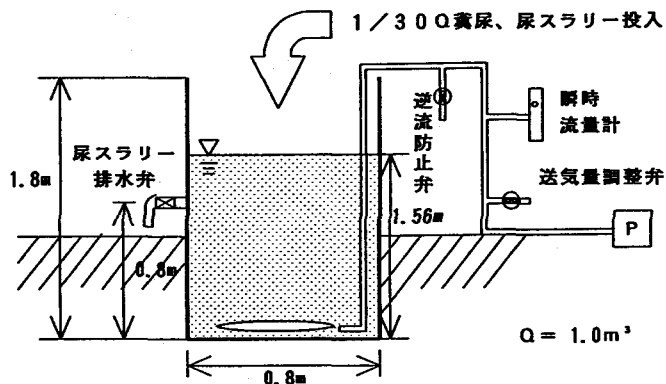


図-13 適正曝気量実験模式図

すると同時に原糞尿を投入し槽内の液の性状を分析することによって、本格稼働時に必要な曝気強度などの諸条件を求める目的の実験を計画している。図-13に実験模式図を示す。

家畜糞尿の肥効性の調査は牧草をはじめタマネギ、ニンジン、麦などの畑作物も対象にしている。

現在、耕種農家はアンモニア障害やカリ過剰を懸念し、積極的に家畜糞尿を活用している地域は

網走支庁管内などの一部地域に限られている。今後、実証データを積み重ねることで畑酪混在地帯でも家畜糞尿の利活用が進むことを期待したい。

本調査を行うにあたり、道立工業試験場資源エネルギー部、上川支庁農業振興部計画課、上川支庁北部耕地出張所、宗谷支庁農業振興部管理課及び耕地課の皆様にご協力していただいたことにお礼申し上げます。

電業社ポンプ。



茨城県農地部真舞揚水場
1,000 GPM PF-GM 斜流ポンプ



株式会社
電業社

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 (3298) 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・千葉・三重・岡山・高松・沖縄

蔵王ダムの湛水試験と堤体挙動について

濱 坂 英 雄*
(Hideo HAMASAKA)

大 橋 修 一**
(Syuichi OHASHI)

菊 田 均***
(Hitoshi KIKUTA)

目 次

はじめに18
 1. 蔵王ダムの概要と特徴18
 2. 湛水試験計画20

3. 湛水試験中の堤体挙動22
 おわりに37

はじめに

国営日野川土地改良事業は、滋賀県、琵琶湖の東、日野川沿いに広がる近江八幡市、蒲生郡蒲生町、竜王町及び日野市の1市3町の水田4,986ha、畑225haの農地に農業用水を供給し、用水不足を解消しようとするものである。

本事業の主要施設である蔵王ダムは、一級河川淀川水系日野川上流蔵王地点に築造された堤高56m、堤長370m、堤体積1,132千m³の中心遮水ゾーン型ロックフィルダムである。

本ダムについては、昭和61年10月に仮排水路工事に着手して以来、鋭意工事が進められ平成4年10月にはすべての盛土工事を完了するに至った。そして平成5年4月からダム施設の安全性及び管理施設の機能の確認を目的として湛水試験を開始し平成7年1月に完了したものである。

本稿は湛水試験中のダム挙動について、各種観測計器の測定結果をもとに紹介するものである。

1. 蔵王ダムの概要と特徴

蔵王ダムの諸元を表-1、ダム平面図及び標準断面図をそれぞれ図-1、図-2に示す。

(1)地形

ダムサイトの地形は、左岸部が比高30m付近まで緩斜面を成し、全体に支谷・枝沢が複雑に入り込んでいるのに対し、右岸部は、ダム下流100m以遠に平坦な段丘地形が発達する他は比較的単純な様相を成し、全体に支谷の発達の少ない急勾配山

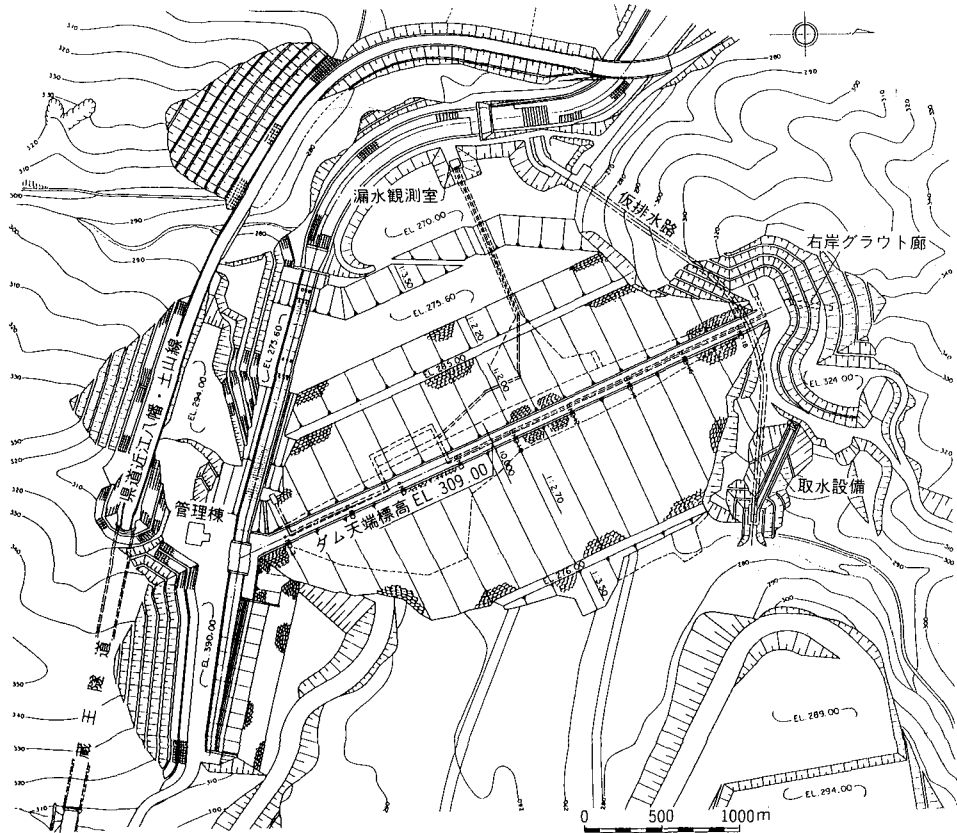
表-1 蔵王ダム諸元

一般	位 置	滋賀県蒲生郡日野町蔵王地内
	河 川 名	一級河川淀川水系日野川
	基 礎 岩 盤	(右岸)花崗岩, (左岸)粘板岩
貯 水	流 域 面 積	9.44km ²
	満 水 面 積	0.33km ²
	総 貯 水 量	4 790 000m ³
	有 効 貯 水 量	4 600 000m ³
池	堆 砂 量	190 000m ³
	設 計 洪 水 位	EL.306.56m
	常 時 満 水 位	EL.305.10m
	計 画 堆 砂 面	EL.279.60m
堤 体	利 用 水 深	25.50m
	型 式	中心遮水ゾーン型ロックフィルダム
	堤 高	56.00m
	堤 頂 長	370.00m
洪 吐	堤 頂 幅	10.00m
	ダ ム 天 端 標 高	EL.309.00m
	本 堤 築 堤 量	1 132 000m ³
	型 式	横自由越流式側水路型
仮 排 水 路	設 計 洪 水 量	365.0m ³ /s
	減 勢 工 対 象 流 量	184. m ³ /s
	越 流 水 深	1.46m
	越 流 堰 長	98.00m
取 水 設 備	型 式	標準馬蹄型トンネル(2 R=3.5m)
	設 計 流 量	90.00m ³ /s
	流 下 方 式	管水路流下方式
監 査 廊	型 式	斜樋型多孔式
	最 大 放 流 量	非常放流時9.090m ³ /s
延 長	型 式	カルバートタイプ
	内 空 断 面	ホロ型 r=1.0m, 高2.5m, 幅2.0m
	延 長	452.0

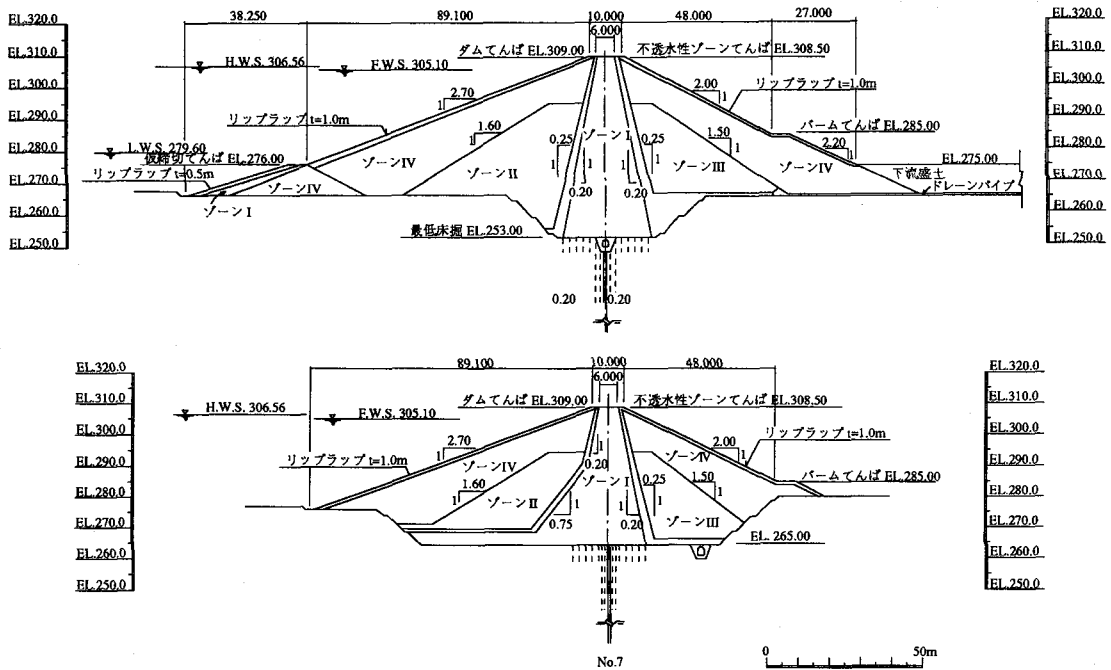
*中国四国農政局児島湾周辺土地改良建設事務所

**近畿農政局建設部水利課

***東北農政局大崎農業水利事務所



図一 蔵王ダム平面図



図二 ダム堤体標準断面図

地となっている。

ダム軸部では左岸側で約20°～30°の緩斜面を成し、比高約5m及び18mに平坦地形が認められる。これに対し右岸側は約40°の急斜面をつくり、裾部に小規模の段丘地形がわずかに発達する程度である。

ダムサイトを流れる日野川はダム軸付近で河床幅20～25mとなり、上流約60m及び200m付近で支沢に分岐する。

ダムアバット形状は左岸側に開いた舟形断面を成し、形状係数(高さ/スパン比)は1:7.3と幅広い非対称逆台形となっている。

(2)地質

ダム周辺では、古生代二畳紀の秩父古生層に属す砂岩・粘板岩・凝灰岩・チャート及び中生代白亜紀の領家花崗岩類を基盤とし、これらを第四紀鮮新～更新統の古琵琶湖層群、段丘堆積物並びに新期の堆積物が不整合に覆って分布している。

ダムサイトは左岸側に秩父古生層の粘板岩・砂岩・凝灰岩・チャートが分布し、右岸側では古生層に貫入した花崗岩類が分布する。古生層は全体に構造運動の影響を受け、断層や褶曲の発達が著しく、また花崗岩類との接触部付近では接触変成作用によってホルンフェルス化を蒙っている。

断層・破碎帯はダムサイト～水無谷を結ぶ方向(E-W方向)に発達し、この延長上の破碎部はダムサイト左岸アバットメントを直接通過する。この周辺では全体に岩盤が劣化して、粘板岩は軟岩化及び細片化され、花崗岩類もマサ化の進行と亀裂の発達による細片化が顕著である。図-3にダム軸地質断面図を示す。

(3)蔵王ダム設計上の特徴

ダムサイト左岸側に破碎帯が通過していることから、その保護及び対策のため設計上次のような配慮がなされている。

①左岸部堤体の不透水性ブランケット配置及びコア幅拡大

②破碎帯前面の上流ブランケットグラウト工の配置

③破碎帯に係る監査廊の下流側への迂回

(4)盛土材の設計数値及び品質管理

築堤材料として、ゾーンI(遮水材料)、フィルター、ゾーンII、ゾーンIII及びゾーンIVに分けて使用することとした。その盛土材料の管理基準値

は表-2に示すとおりである。

また、各ゾーンごとの盛土材料と品質管理結果は、次のとおりである。

①ゾーンI

ゾーンI材には原石山表層から採取される細粒材とその下層から採取される軟岩I材の混合材を使用している。

混合方法はストックヤードで互層にまき出し、適合するブレンド比になるように施工している。

品質管理試験結果は蔵王ダムゾーンI品質管理データ(図-4)のとおり含水比、D値、透水係数、飽和度、粒度等全て管理値を満足している。

②フィルター

フィルター材は購入材とし、全量をストックヤードでパイルし、粒度調整したものを使用している。

③ゾーンII、ゾーンIII

ゾーンII、IIIは原石山で採取される軟岩IIのうち吸水率が1%程度の良質な材料を使用している。

④ゾーンIV

ゾーンIVは原石山で採取される中硬岩のうち吸水率が1%程度の良質な材料を使用している。

以上のとおり、ダム施工中及び完成後の堤体の盛土品質管理試験結果(表-3)からも特にダムの安全上問題となる数値を示すものではなく、十分な施工管理のもとで施工されたことが確認された。

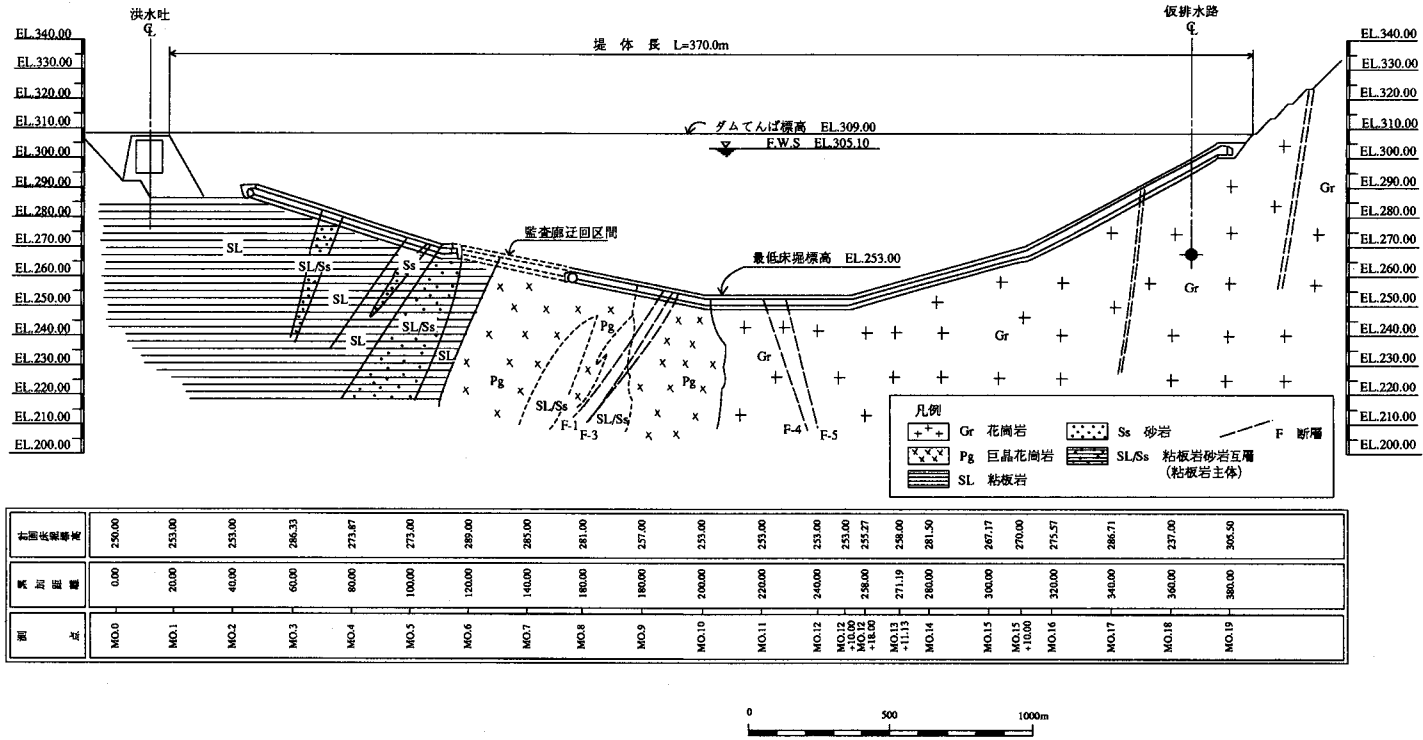
2. 湛水試験計画

(1)目的

湛水試験は、湛水にともなう堤体の挙動、漏水量、各種埋設計器の測定値の変化および貯水池法面の状況を把握し、湛水後のダム及び他の構造物の安全性、操作性、貯水池法面の安定、基礎の漏水量等を確認するとともに、今後のダム管理の資料を得ることを目的としている。

(2)基本条件及び実績

本ダムの湛水試験計画の主な基本条件は表-4に示すとおりであり、湛水試験計画実績を図-5に示す。



図—3 ダム軸地質断面図

表-2 盛立材料の管理基準値

項目	ゾーン I			フィルター	ゾーン II	ゾーン III	ゾーン IV	
	コンタクト クレイ	コンタクト コア	スタンダード コア				花崗岩	ホルンフェルス
含水比 (%)			Wopt+2%					
最大粒径 (mm)	5	75	100	40	500	500	600	600
乾燥密度 (tf/m ³)		1.81	1.81	2.02	2.07	1.93	2.09	2.02
D 値 (%)			95以上					
透水係数 (cm/s)		1×10 ⁻⁵ 以下	1×10 ⁻⁵ 以下	1×10 ⁻⁴ ~5×10 ⁻³	1×10 ⁻³ 以上	1×10 ⁻³ 以上	1×10 ⁻² 以上	1×10 ⁻² 以上
飽和度又は間隙比			Sr≥80%				e≤0.40	e≤0.40
粒度組成	+50.8mm (%)		0~20					
	+4.76mm (%)		50以下	30~50	50~65	70以上	70以上	
	-74μm (%)	40以上	30~50	20~40	8以下	10以下	15以下	10以下

湛水試験は平成5年4月7日に開始し、一山目（最初の非洪水期間）には、最高水位標高285.72mに達した後、二山目（二回目の非洪水期間）には標高304.76mまで水位が上昇したものの、記録的な渇水の年にあたり、計画した常時満水位には至らなかったが、三山目（三回目の非洪水期間）平成6年11月25日満水位（標高305.10m）になり、平成7年1月16日に最低水位（標高279.60m）に至り1月19日に試験湛水日程を完了した。なお、三山目の試験湛水に当っては、平成6年の洪水期の間は洪水データから経験水位を越えない貯水位299.00m以下で管理した。

また、計測項目、方法及び頻度については表-5に、計測機器の配置については、図-6、図-7、図-8に示すとおりである。

3. 湛水試験中の堤体挙動

(1)漏水

本ダムの漏水量は堤体下流側にある観測室内の三角ゼキにより①左岸部 ②監査廊迂回部 ③河床部 ④右岸部 の4系統に区分して計測している。

いずれも降雨が堤体を浸透しドレーン内に流入する等の影響を受け、かなりのノイズを含む計測値を示している。

しかしながら、降雨量の少ない時期をプロットしてみると、貯水位との相関が相当認められた。

図-9に示す貯水位と全体漏水量図からも、降雨の影響を余りうけていない93.4.27の最低水位標高279.60mでの実績漏水量と最高水位標高305.10mでの実績漏水量とを直線でむすんだものが、ほぼダムの純漏水量と思われる。

漏水量としては最低水位標高279.60mで $Q_1 = 16 \text{ l/分}$ 、最高水位標高305.10mで $Q_2 = 26 \text{ l/分}$ 貯水位の影響と思われる漏水量 $Q = Q_2 - Q_1$ で10 l/分であり、当初想定していた漏水量に比べるとかなり少ないことから、今回の試験湛水中の挙動から、ダム止水機能が十分確認できたものと考えられる。

(2)間隙水圧

間隙水圧計は盛立中の間隙圧の把握、また湛水に際しては堤体および基礎岩盤内の浸透流の状態を推定する上で重要である。当然のことながら、グラウト効果についても等ポテンシャル線を描く

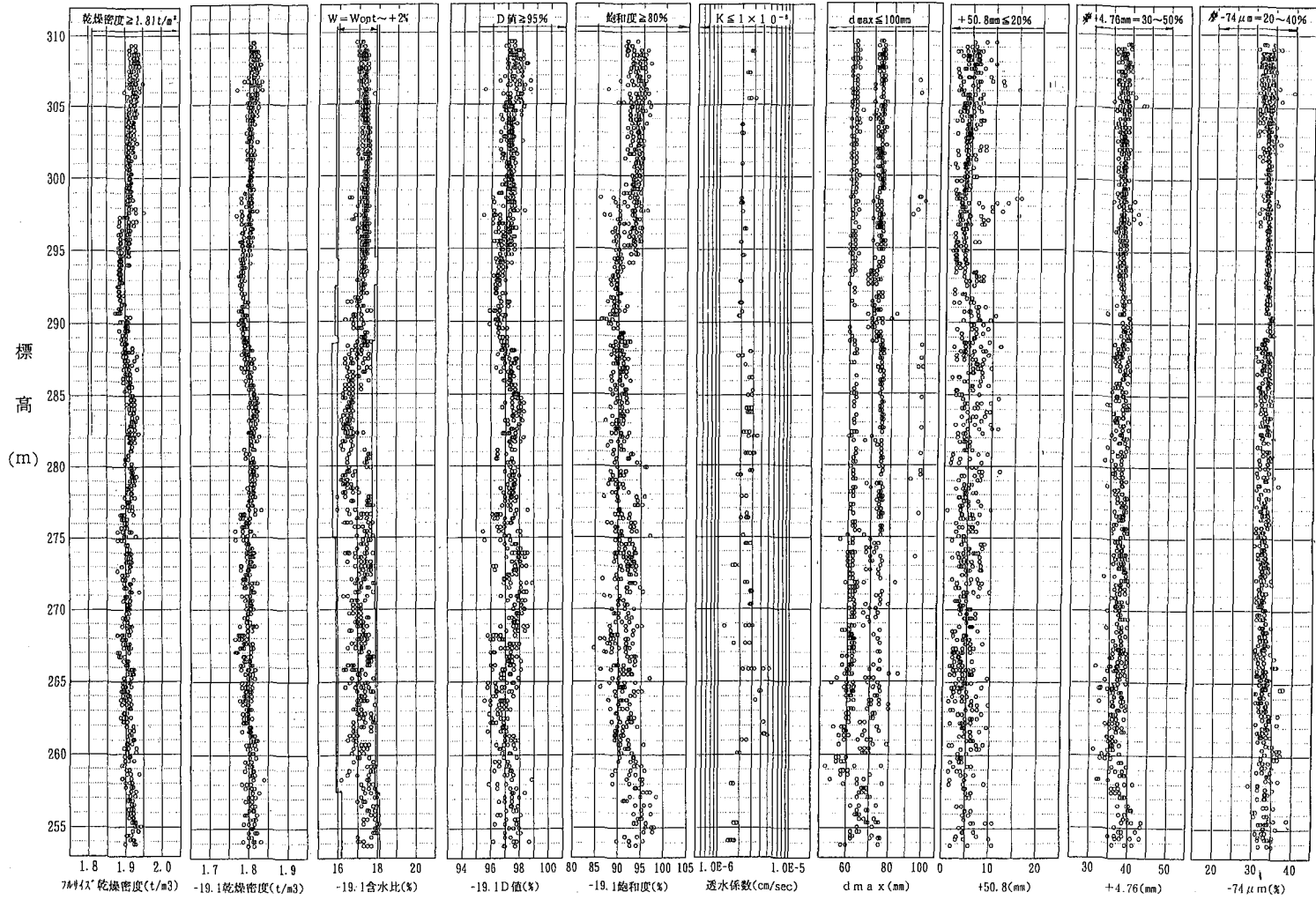
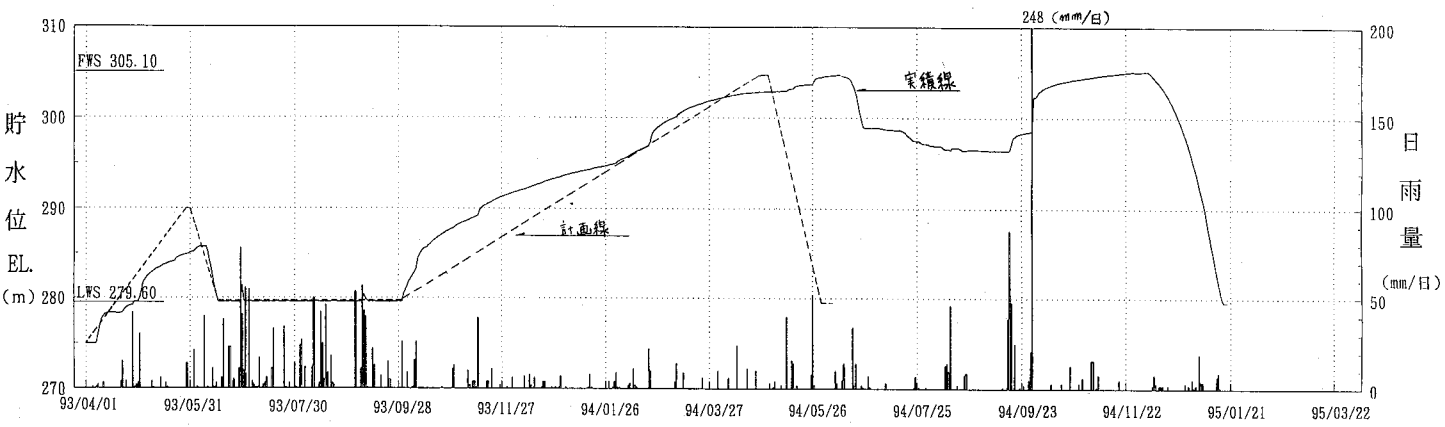


図-4 蔵王ダムゾーンI 品質管理データ

表一 3 盛土品質管理試験結果 統計値一覧表

管理項目	ゾーンI				ゾーンII				ゾーンIII				ゾーンIV			
	コソク	標準	コソク	標準	コソク	標準	コソク	標準	コソク	標準	コソク	標準	コソク	標準		
含水比 Wf (%)	173	17.2	173	17.2	13	3.8	11	3.2	11	3.2	26	2.3	26	2.3		
平均値	17.7	0.47	17.2	0.36	3.8	0.55	3.2	0.77	3.2	0.77	2.3	0.34	2.3	0.34		
標準偏差	0.47	18.8	0.36	18.1	0.55	4.6	0.77	4.2	0.77	4.2	3.0	3.0	3.0	3.0		
最大値	18.8	16.8	18.1	16.0	4.6	2.5	4.2	1.6	4.2	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6		
最小値	16.8	16.0	16.0	4.0	2.5	2.5	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6		
個数	49	939	117	117	16	16	12	12	31	31	31	31	31	31		
平均値	52.9	68.4	36.8	36.8	474	474	474	474	572	572	572	572	572	572		
標準偏差	62	100	38.1	38.1	500	500	490	490	590	590	590	590	590	590		
最大値	62	100	38.1	38.1	500	500	490	490	590	590	590	590	590	590		
最小値	44	52	32	32	450	450	450	450	520	520	520	520	520	520		
個数	49	939	117	117	16	16	12	12	31	31	31	31	31	31		
平均値	35.4	37.7	56.0	56.0	85.2	84.3	84.3	84.3	90.1	90.1	90.1	90.1	90.1	90.1		
標準偏差	39.4	43.6	64.8	64.8	89.3	89.6	89.6	89.6	94.8	94.8	94.8	94.8	94.8	94.8		
最大値	29.0	31.2	50.0	50.0	76.7	77.5	77.5	77.5	86.8	86.8	86.8	86.8	86.8	86.8		
最小値	≤50	30~50	50~65	50~65	≥70	≥70	≥70	≥70	≥70	≥70	≥70	≥70	≥70	≥70		
個数	49	939	117	117	16	16	12	12	31	31	31	31	31	31		
平均値	36.0	33.1	7.4	7.4	4.1	4.1	4.8	4.8	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5		
標準偏差	43.0	39.4	7.9	7.9	6.5	6.5	6.8	6.8	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5		
最大値	43.0	39.4	7.9	7.9	6.5	6.5	6.8	6.8	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5		
最小値	32.8	29.2	6.4	6.4	2.9	2.9	3.2	3.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1		
個数	30~50	20~40	≤8	≤8	≤10	≤10	≤15	≤15	≤10	≤10	≤10	≤10	≤10	≤10		
平均値	1.910	1.910	2.258	2.258	2.308	2.308	2.308	2.308	2.182	2.182	2.182	2.182	2.182	2.182		
標準偏差	0.011	0.013	0.020	0.020	0.025	0.025	0.025	0.025	0.034	0.034	0.034	0.034	0.034	0.034		
最大値	1.951	1.954	2.335	2.335	2.315	2.315	2.349	2.349	2.208	2.208	2.208	2.208	2.208	2.208		
最小値	1.889	1.874	2.218	2.218	2.231	2.231	2.239	2.239	2.151	2.151	2.151	2.151	2.151	2.151		
個数	173	948	108	108	13	13	11	11	26	26	26	26	26	26		
平均値	97.6	97.2	97.2	97.2	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		
標準偏差	0.73	0.55	0.73	0.73	0.076	0.076	0.090	0.090	0.104	0.104	0.104	0.104	0.104	0.104		
最大値	99.4	98.9	98.9	98.9	1.11	1.11	1.20	1.20	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10		
最小値	95.7	95.5	95.5	95.5	0.90	0.90	0.80	0.80	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70		
個数	173	948	108	108	13	13	11	11	26	26	26	26	26	26		
平均値	2.81E-06	2.45E-06	2.41E-03	2.41E-03	8.55E-02	7.30E-02	3.06E-01	3.06E-01	3.06E-01	3.06E-01	3.06E-01	3.06E-01	3.06E-01	3.06E-01		
標準偏差	3.94E-08	6.65E-07	4.88E-04	4.88E-04	3.00E-02	2.00E-02	8.06E-02	8.06E-02	8.06E-02	8.06E-02	8.06E-02	8.06E-02	8.06E-02	8.06E-02		
最大値	3.03E-06	5.22E-06	3.00E-03	3.00E-03	1.52E-01	1.30E-01	4.72E-01	4.72E-01	1.98E-01	1.98E-01	1.98E-01	1.98E-01	1.98E-01	1.98E-01		
最小値	2.62E-06	1.24E-06	2.30E-04	2.30E-04	3.82E-02	5.20E-02	1.98E-01	1.98E-01	1.98E-01	1.98E-01	1.98E-01	1.98E-01	1.98E-01	1.98E-01		
個数	24	142	108	108	13	13	11	11	26	26	26	26	26	26		
平均値	95.4	91.9	91.9	91.9	0.164	0.147	0.117	0.117	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217		
標準偏差	2.27	2.25	2.25	2.25	0.018	0.019	0.090	0.090	0.246	0.246	0.246	0.246	0.246	0.246		
最大値	99.9	98.6	98.6	98.6	0.189	0.183	0.246	0.246	0.246	0.246	0.246	0.246	0.246	0.246		
最小値	90.5	84.7	84.7	84.7	0.127	0.117	0.117	0.117	0.202	0.202	0.202	0.202	0.202	0.202		
個数	173	948	108	108	13	13	11	11	26	26	26	26	26	26		
平均値	95.4	91.9	91.9	91.9	0.164	0.147	0.117	0.117	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217		
標準偏差	2.27	2.25	2.25	2.25	0.018	0.019	0.090	0.090	0.246	0.246	0.246	0.246	0.246	0.246		
最大値	99.9	98.6	98.6	98.6	0.189	0.183	0.246	0.246	0.246	0.246	0.246	0.246	0.246	0.246		
最小値	90.5	84.7	84.7	84.7	0.127	0.117	0.117	0.117	0.202	0.202	0.202	0.202	0.202	0.202		
個数	173	948	108	108	13	13	11	11	26	26	26	26	26	26		

() 内は目標値



図一 5 湛水試験計画実績図

表-4 湛水試験計画の主な基本条件

項目	内容
1 湛水試験期間	非洪水期 10月16日から翌年6月15日まで
2 湛水区間	最低水位(標高279.60m) ~ 常時満水位(標高305.10m)
3 貯水位の上昇 および下降の速度	上昇時 1.0m/日以内 下降時 1.0m/日以内
4 貯水位の保持	最低水位 2日 常時満水位 7日

表-5 歳王ダム観測項目及び頻度

観測項目	観測数	測定頻度	備考
漏水量計	4ヶ所	1回/日 手動観測	左岸部, 迂回部, 河床部, 右岸部
間隙水圧計	36 "	1回/日 自動観測	次の断面に設置(4断面) No.6, No.7, No.10+10, No.15+10
水量水圧計	16 "	"	
地下水位計	10 "	"	
岩盤変位計	8 "	"	次の断面に設置(3断面) No.6, No.7, No.10+10
土圧計	5 "	"	次の断面に設置(4断面) No.6, No.7, No.10+10, No.15+10
継目計(監査廊)	38 "	"	17継目
鉄筋計(監査廊)	55 "	"	主筋方向四断面, 配力筋方向5断面
表面変位計	27 "	1回/週 手動観測	5路線
層別沈下計	2 "	"	次の断面に設置(2断面) No.6, No.10+10

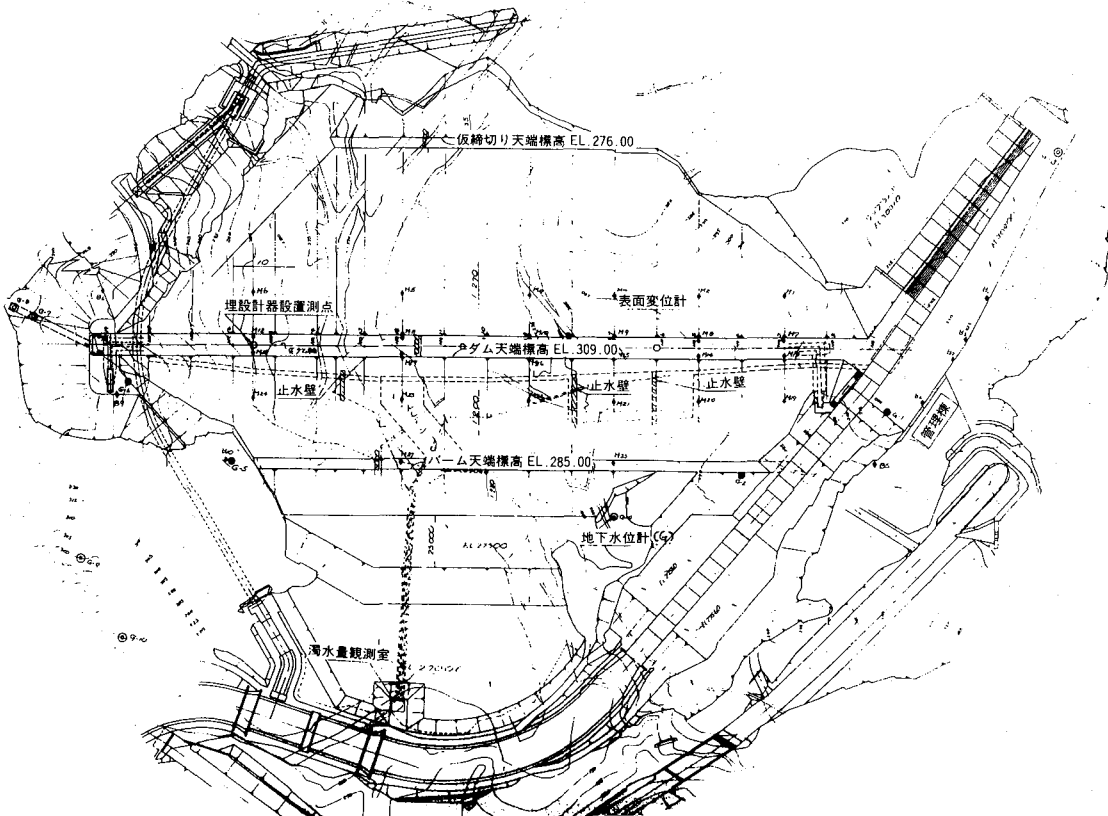
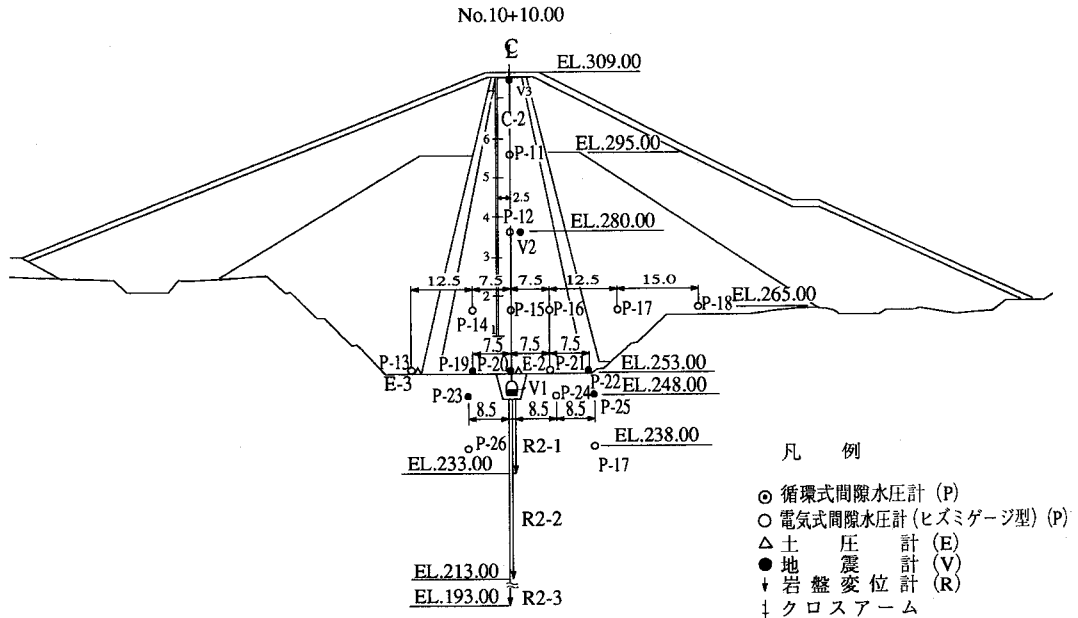
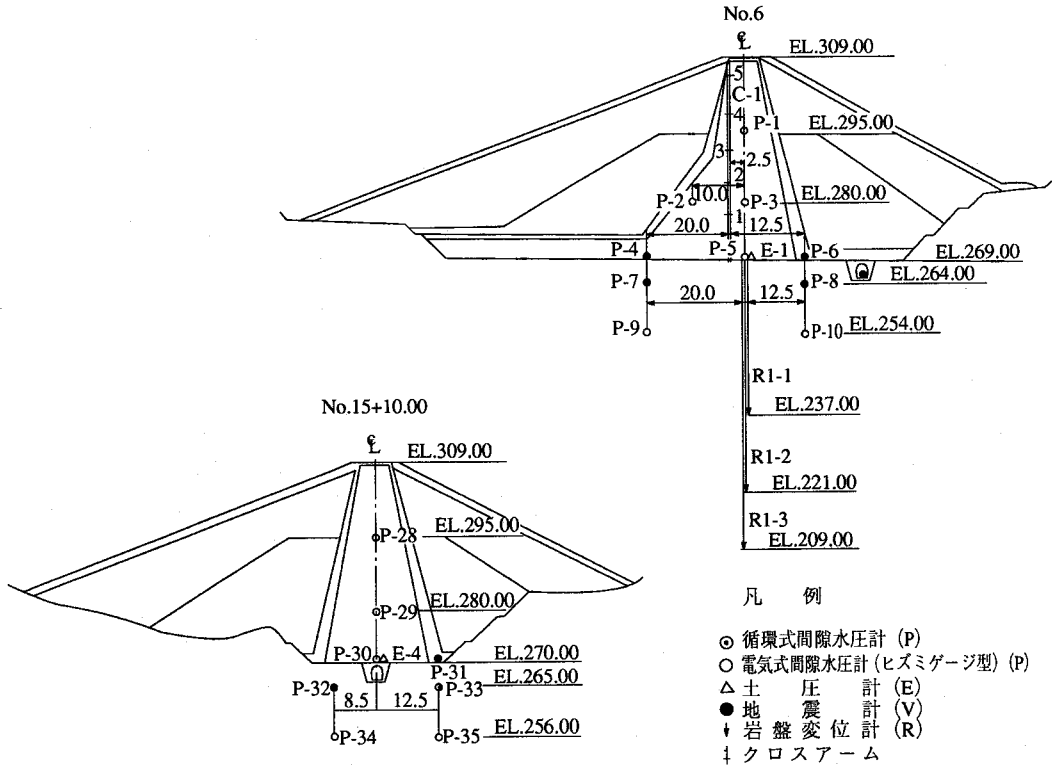


図-6 観測計器平面配置図



図一 7. 1 埋設計器設置位置図 (その 1)



図一 7. 2 埋設計器設置位置図 (その 2)

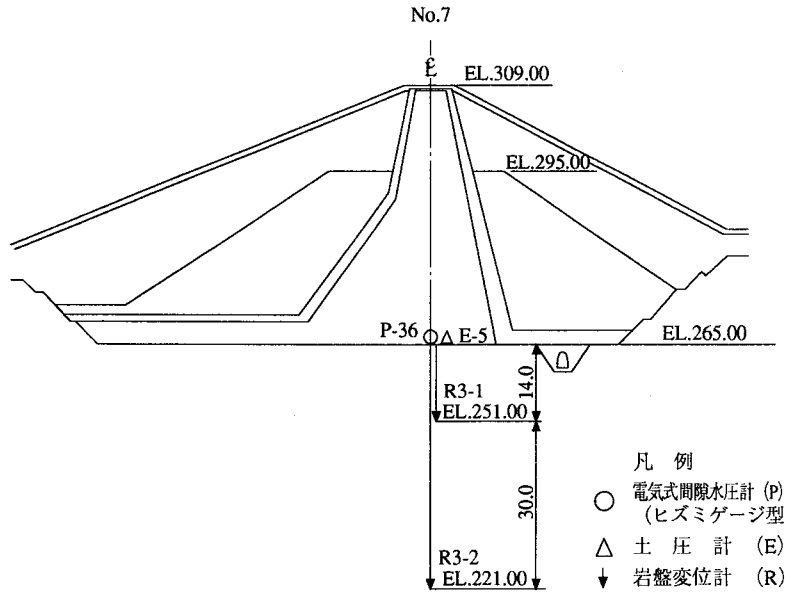


図-7.3 埋設計器設置位置図 (その3)

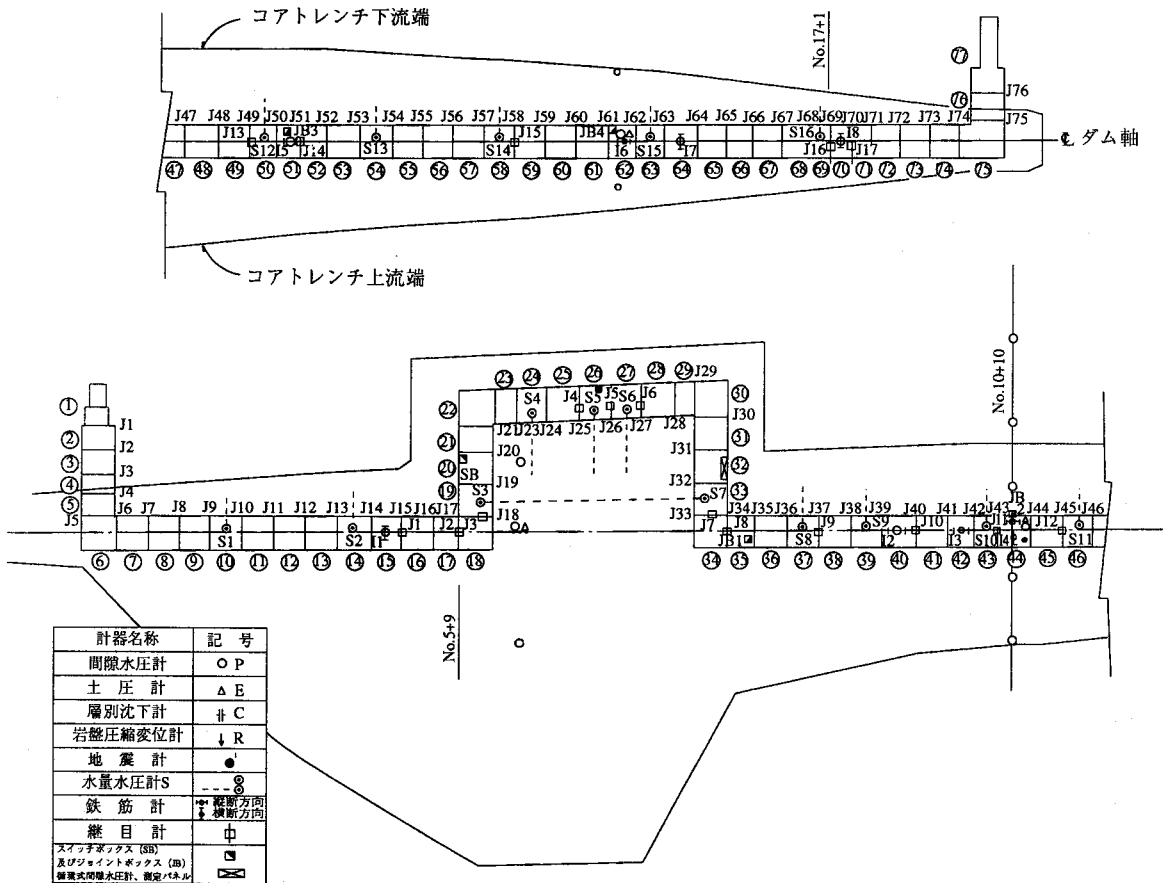
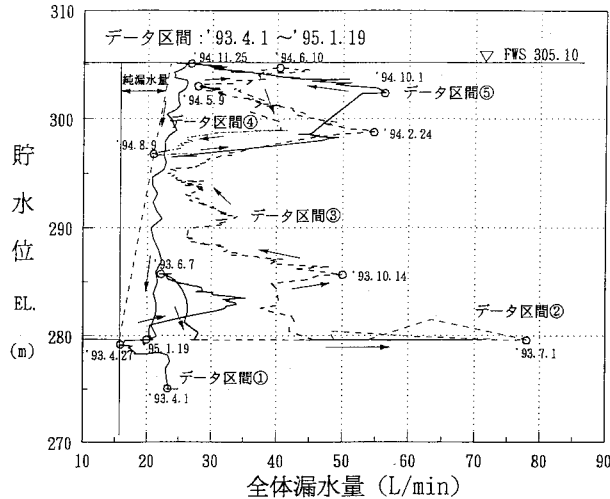


図-8 監査廊内観測計器配置平面図



- 注) データ区間 ① 1次灌水時
 データ区間 ② 洪水期
 データ区間 ③ 2次灌水時
 データ区間 ④ 洪水期
 データ区間 ⑤ 3次灌水時

図-9 貯水位と漏水量の関係

ことにより検証していくことになる。

設置している水圧計の内、コアと基礎との境界部および浅い基礎内については、透水試験ができる循環式水圧計を設けている。

貯水に伴う変化を下記に示すが、いずれも経時的変化は滑らかであり、また、流線網図も合理的な浸透形態を示している。また、貯水位低下時(L. W. L)においてもコアゾーン内には残留間隙圧が計測されるが、その分布状況も異常は認められない。(No.6, No.7断面)

コアゾーン盛土内計器は、当初、残留間隙圧の消散傾向を示している。貯水位の上昇降下に対してはタイムラグを伴いながら緩やかな浸透圧の変化を示している。

一方、基礎内計器は、堤内ブランケットの止水効果、すなわち顕著な水頭低下の様子を示している。

また、基礎内は、ほぼ飽和状態にあるものと考えられ、間隙水圧計には貯水圧の変化が伝達しており、合理的な挙動である。(図-10, No.6間隙水圧分布図参照)

なお、堤内ブランケット内に間隙水圧計を設置していないことから、ブランケット内の正確な圧力水頭がわかりにくい状況であることが反省点としてあげられる。(No.10+10断面)

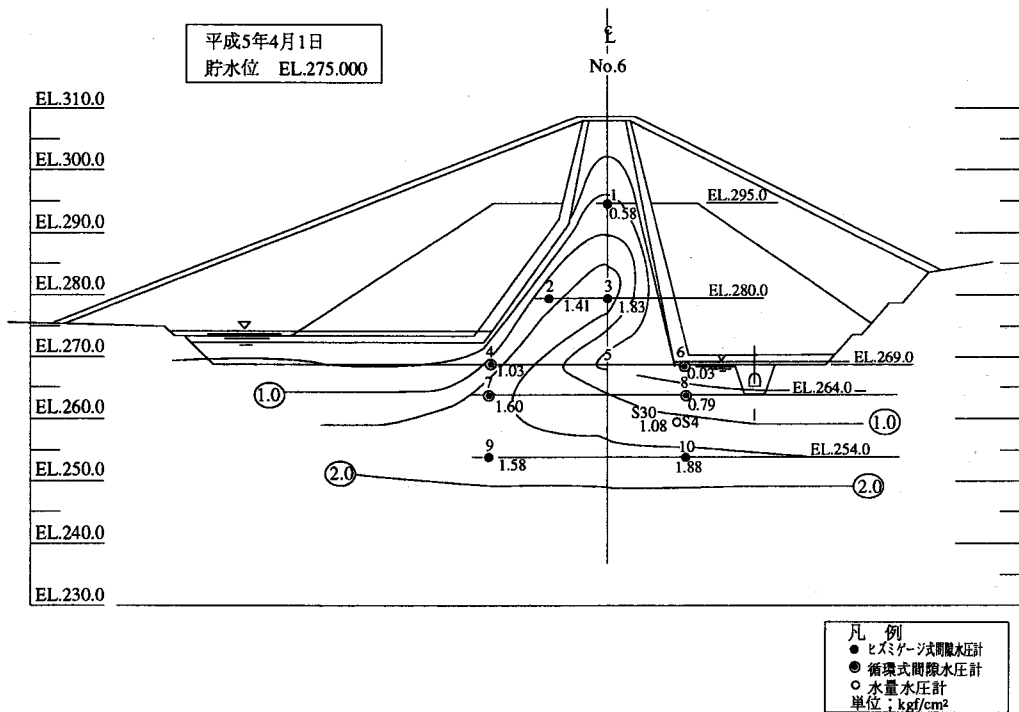
コア盛土内計器は、図-11の貯水池と間隙水圧の関係 (No.10+10) に示すとおり上流では比較的早く貯水圧に反応して間隙水圧の上昇を示しているが、下流側 (P16) では、貯水圧の伝達も遅く水頭低下も大きい。

一方、基盤内計器は、いずれも貯水圧変化と連動しているが、カーテングラウトより下流側では、その効果により水頭低下の様子を表している。(図-12, No.10+10間隙水圧分布図参照)

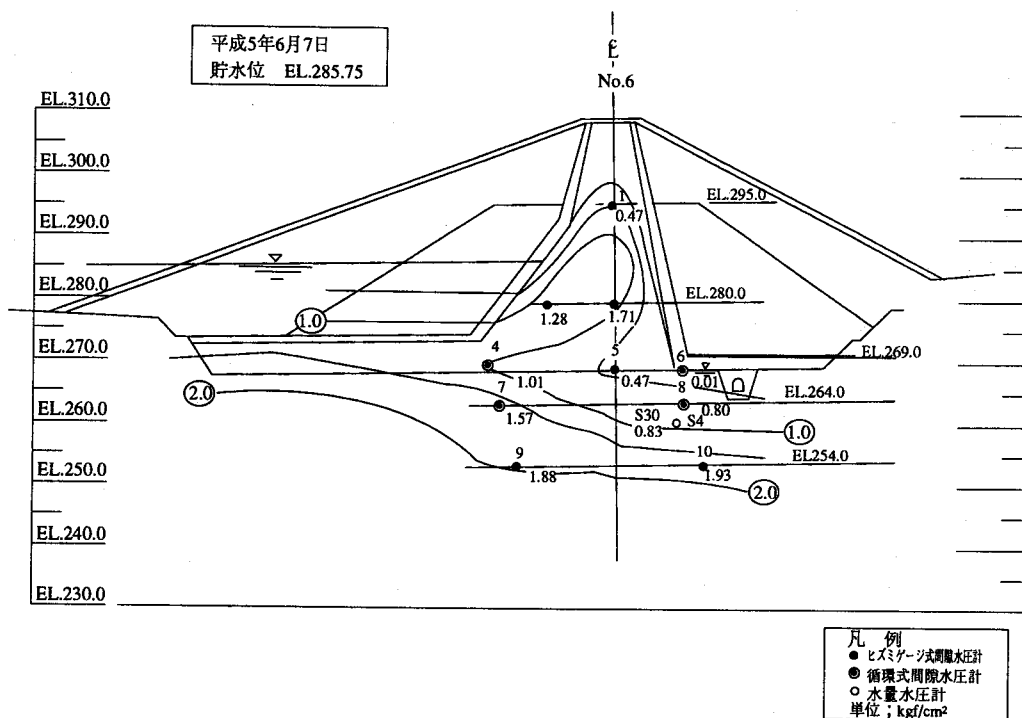
(3)水量水圧

水量水圧計は、監査廊全線にほぼ20mに1ヶ所の割合で設置しており、特に監査廊迂回部には5ヶ所設置して、主断層破碎帯に関して、グラウトライン直下の浸透流を監視している。

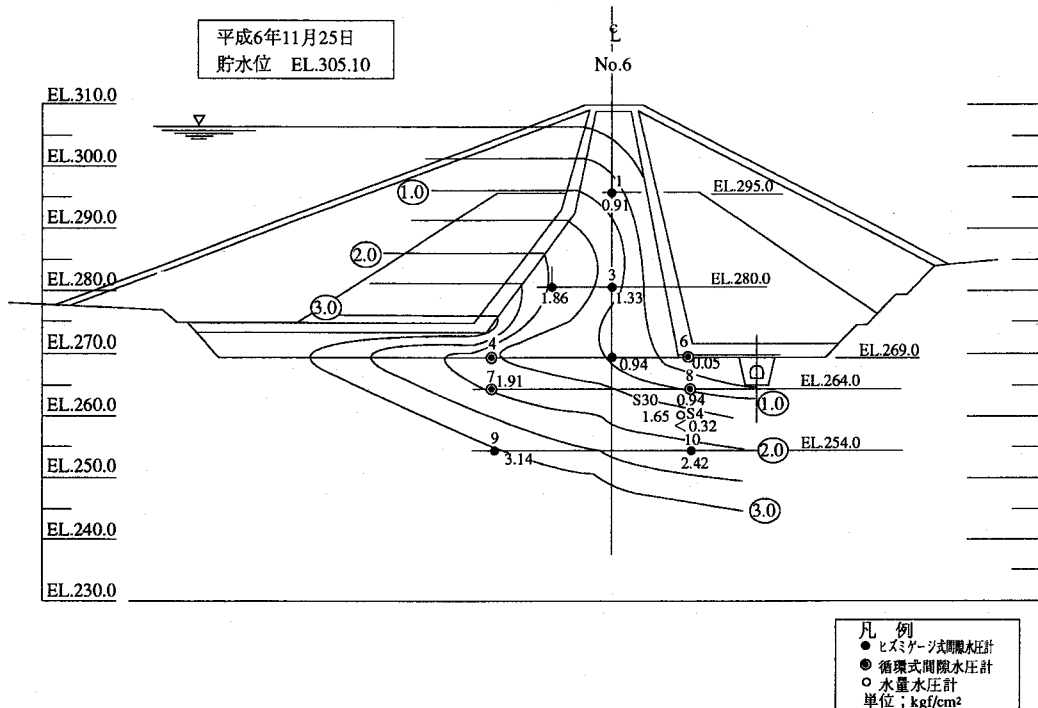
貯水圧の伝達率は、左岸側の堤内ブランケットの影響で極端に低く、河床、右岸側も低減しており(図-13, 水量水圧(水圧)の動向参照)カー



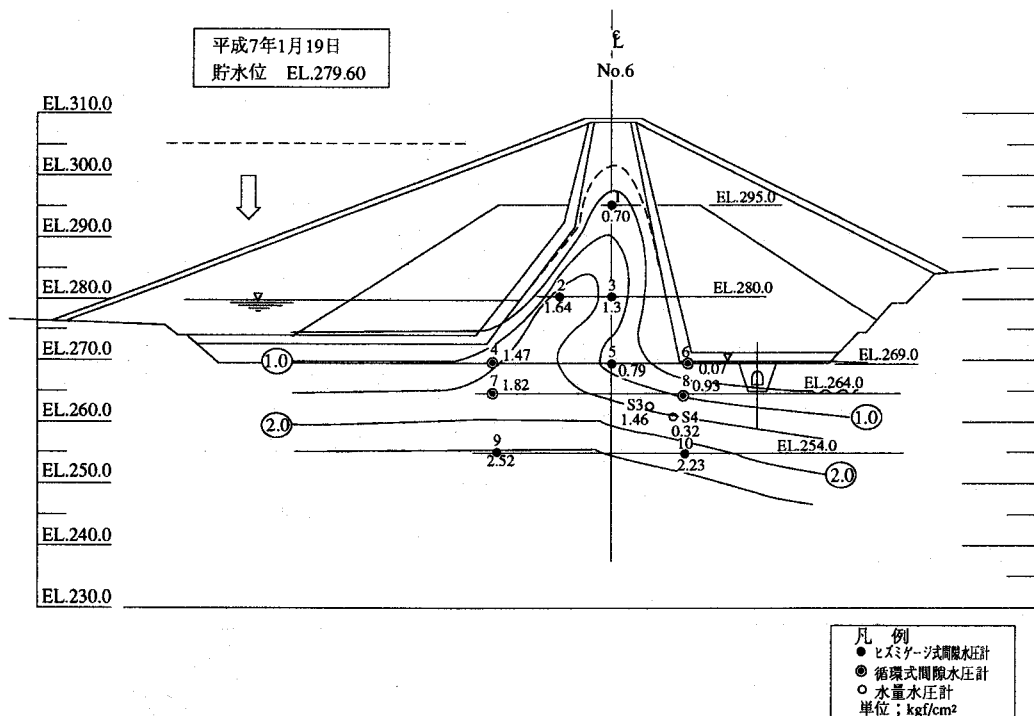
図—10. 1 間隙水圧分布図 (No.6) 間隙水圧分布図 (その①)



図—10. 2 間隙水圧分布図 (その②)



図一10. 3 間隙水圧分布図 (その③)



図一10. 4 間隙水圧分布図 (その④)

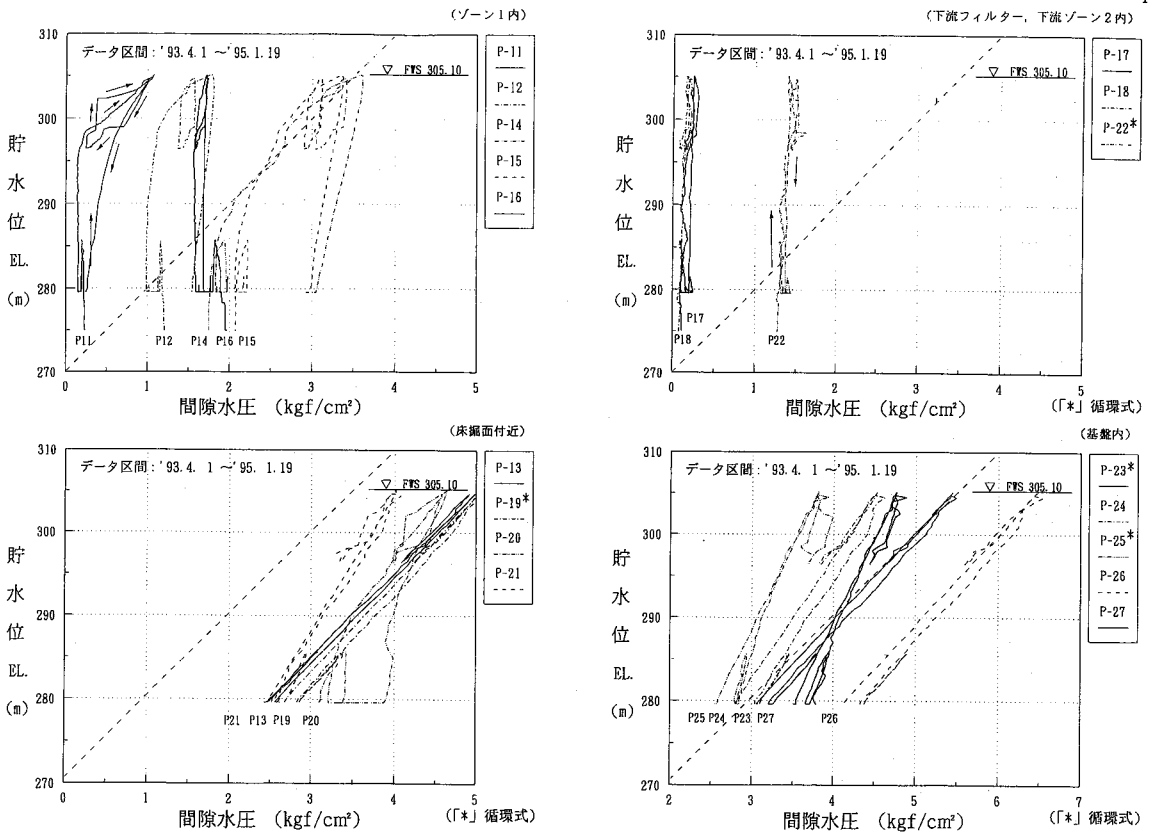


図-11 貯水位と間隙水圧の関係 (No.10+10断面)

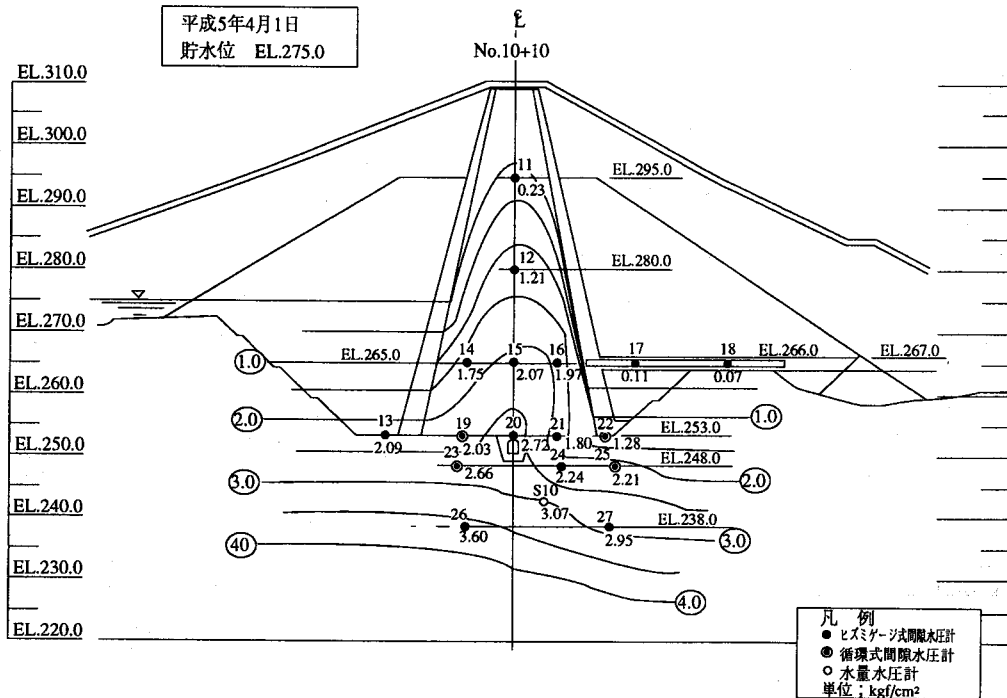
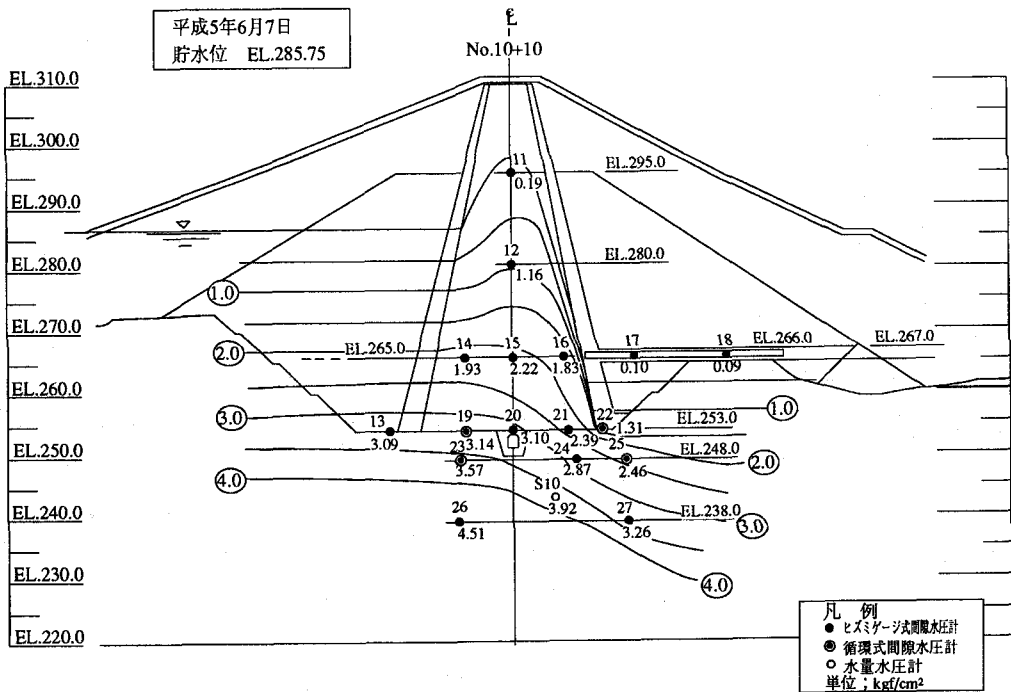
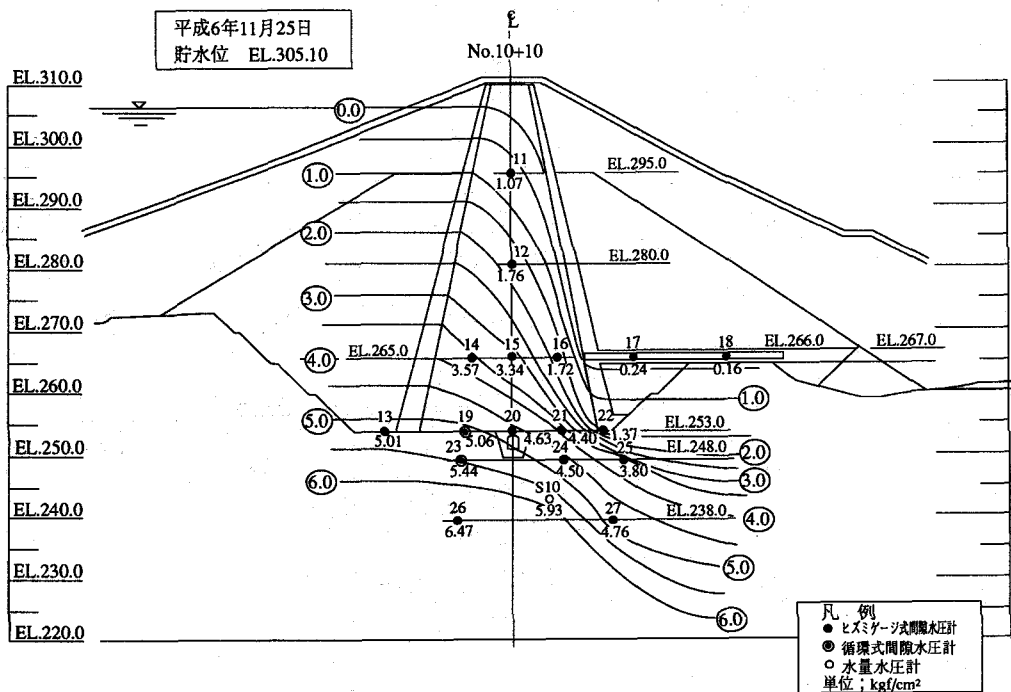


図-12. 1 間隙水圧分布図 (No.10+10) 間隙水圧分布図 (その①)



図—12. 2 間隙水圧分布図 (その②)



図—12. 3 間隙水圧分布図 (その③)

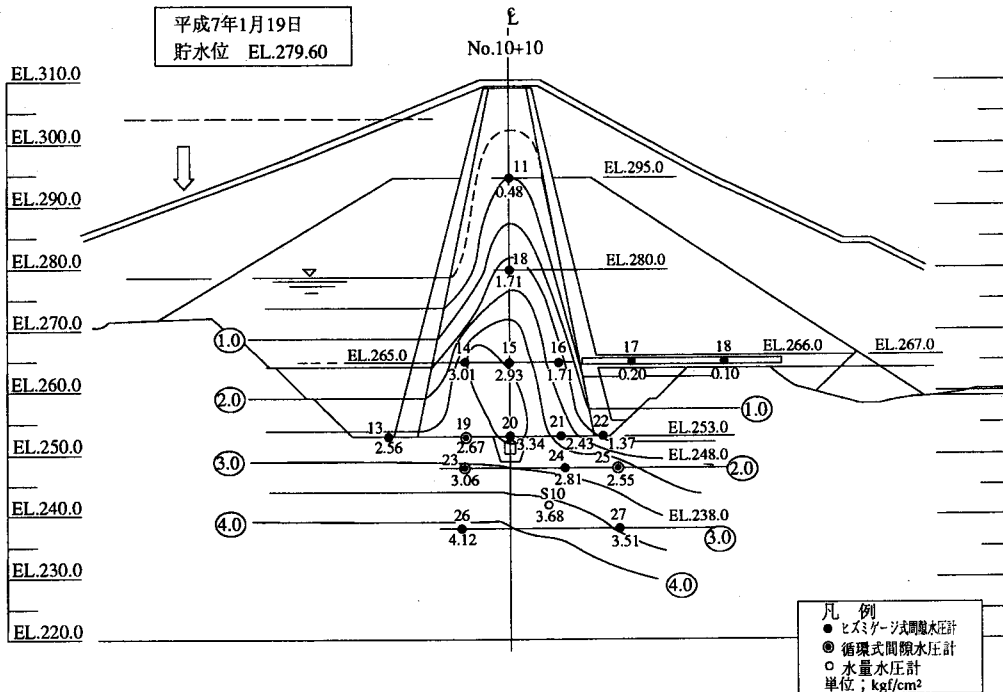


図-12.4 間隙水圧分布図 (その④)

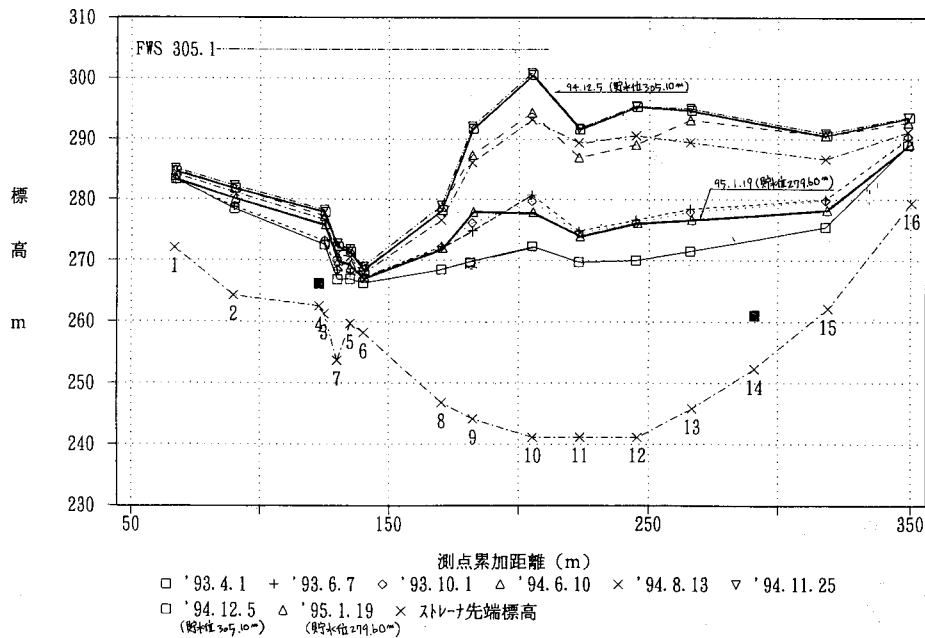


図-13 水量水圧計 (水圧) の動向

テングラウトの止水効果と認められる現象である。

また、水量計測の結果は、河床部付近で満水位で最大 $Q = 9 \text{ l/分/m}$ 程度、他の全ては $Q = 2 \text{ l/分/m}$ 以下であり全体に異常は認められない。

(4) 地下水位

地下水位は迂回浸透流の測定を目的に左岸側に 4ヶ所 右岸側に 6ヶ所 計 10ヶ所設置している。

右岸側の沢部に設置してあるG 9, G10については貯水に伴う影響は時にない。しかし, G 5については貯水に伴う影響はわずかに認められるが(図-14, 貯水池と地下水位の関係参照)特に異状は認められない。

(5)岩盤変位

岩盤変位計は最大断面かつ垂直変位が最大とな

る堤体測点No.10+10, 及び断層破碎帯の挙動が把握できる測点No. 6, No. 7 に配置している。

No.10+10地点での値は盛立施工時に, 深度60mまでの区間で16mm程度の変位を示した。

No. 6 地点では盛立施工時には, 深度60mまでの区間では42mm程度, またNo. 7 地点では深度44mまでの区間では37mm程度の変位を示した。

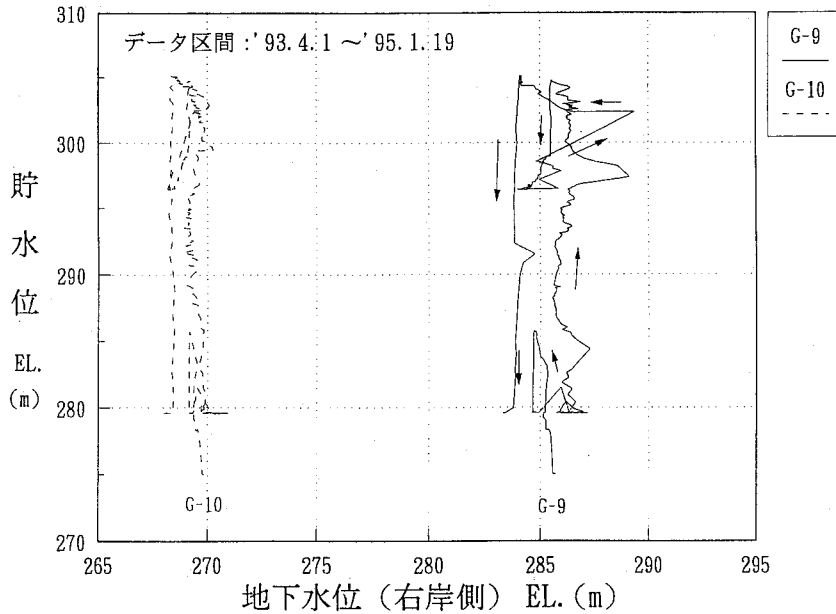


図-14. 1 貯水位と地下水位の関係

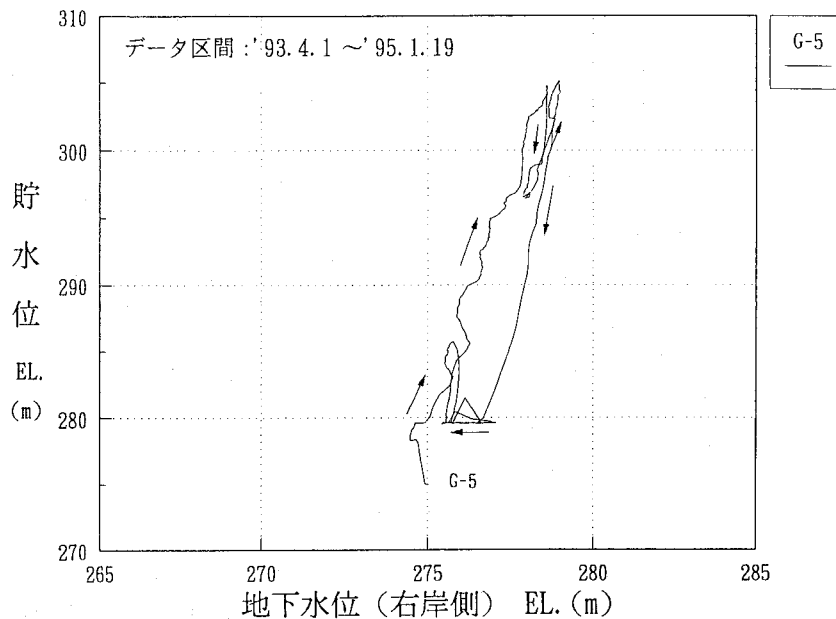


図-14. 2 貯水位と地下水位の関係

当初設計の解析の値に対しては、No.10+10地点では盛立後では20%程度でNo.6及びNo.7地点では25%程度の垂直変位量であった。

また、試験湛水時には、計測値はほぼ一定しており、(図-15、貯水位と岩盤変位の関係参照)特に異状は認められなかった。

(6)土圧

土圧計は主要計測断面であるNo.10+10、No.6、No.7、No.15+10に盛土加重の応力状態を測定するため配置している。

盛土施工時の盛土荷重に対する土圧の発現率は80%~100%程度であり、アーチング現象等は生じておらず良好な土圧分布と評価される。

また、試験湛水時には、土圧計の値は、貯水位上昇に伴いわずかに土圧も増大する傾向を示している。(図-16、貯水位と土圧(全応力)の関係参照)これは、隣接する間隙水圧計の値の上昇とほぼ一定しており、全応力が増加したもので異状は認められない。

(7)表面変位

表面変位計はダム表面変位(外部応力)を計測するための基準点を上流側1測線(6点)、ダム天端2測線(各6点)、下流側2測線(6点及び3点)の5測線計27点に配置している。

試験湛水に伴ない、上下流方向への最大変位量はダム天端路線において下流側へ15mm程度を示した。

沈下量は、盛立完成後、ダム天端路線で60mm程度を示した基準点もあるが、これは正常な圧密沈下現象と理解される。

(8)層別沈下

層別沈下計は最大断面かつ垂直変位が最大となる堤体測点No.10+10及び断層破碎帯の挙動が把握できる測点No.6に配置している。

盛立時の沈下量~標高曲線はいずれも滑らかな“タル型”を示している。沈下量の絶対値は当初解析値と、概ね良く一致している。(図-17、層別沈下計沈下曲線参照)

試験湛水時の計測値はほぼ収束して安定しており異状は認められない。

(9)継目変位

継目計は解析により監査廊の継目変位がほぼ10mm以上と予想されるヶ所に配置している。

また、監査廊迂回部において、断層破碎帯上にあるブロックと監査廊迂回による屈曲部に3成分(ダム軸方向、鉛直方向、上下流方向)の継目計を配置し計17ヶ所とした。

盛立施工時に最大3mm程度の変位にとどまって

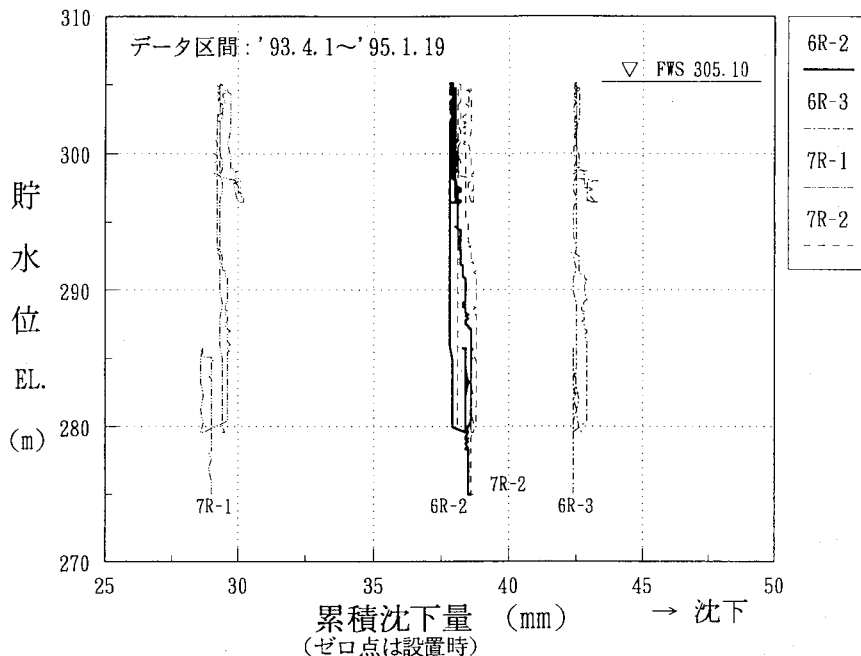


図-15 貯水位と岩盤変位の関係

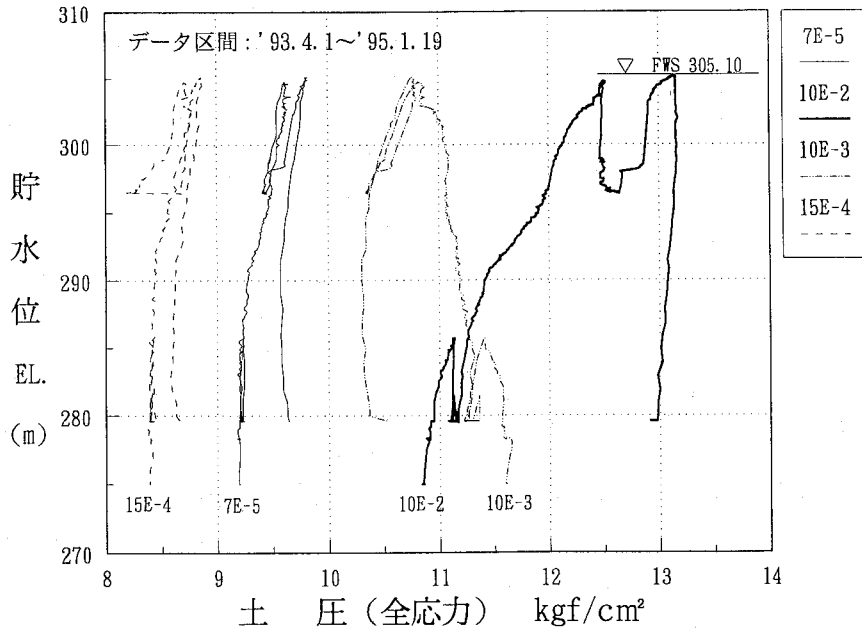


図-16 貯水位と土圧 (全応力) の関係

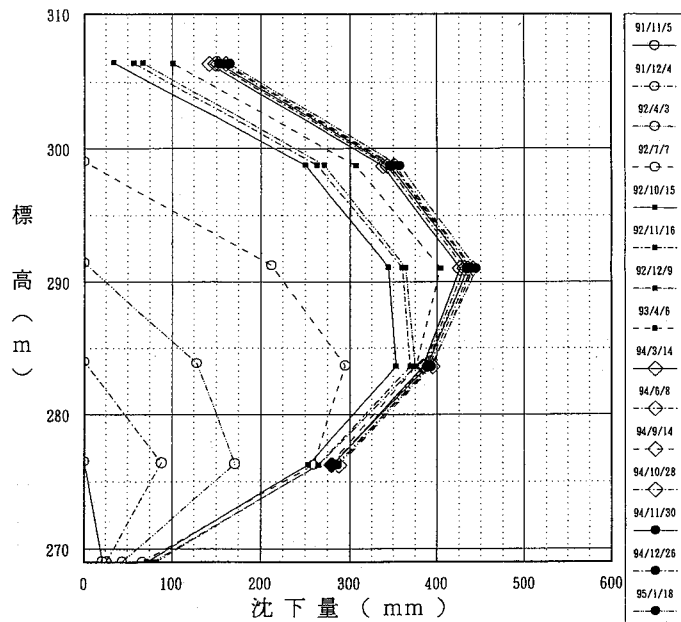


図-17 層別沈下計 沈下量曲線 (No.6断面)

いる。また、試験湛水に伴う顕著な変位はなく、1年間を通ずる温度変化によるものと思われる程度の動きがみられたが、特に異状は認められない。
(10)鉄筋応力

最大断面の測点No.10+10に対応する44ブロックと、解析で応力集中が発生するブロック及び監査

廊の一部配筋が変極点となる計8ブロックに配置している。(「図-7」参照)

盛立施工時には、主筋方向鉄筋計のほとんどは合理的な指示値を示していると考えられる。唯一44B Lの頂版部鉄筋計には施工初期時点において、応力集中(引張 $1,300\text{kgf/cm}^2$)がみられた。

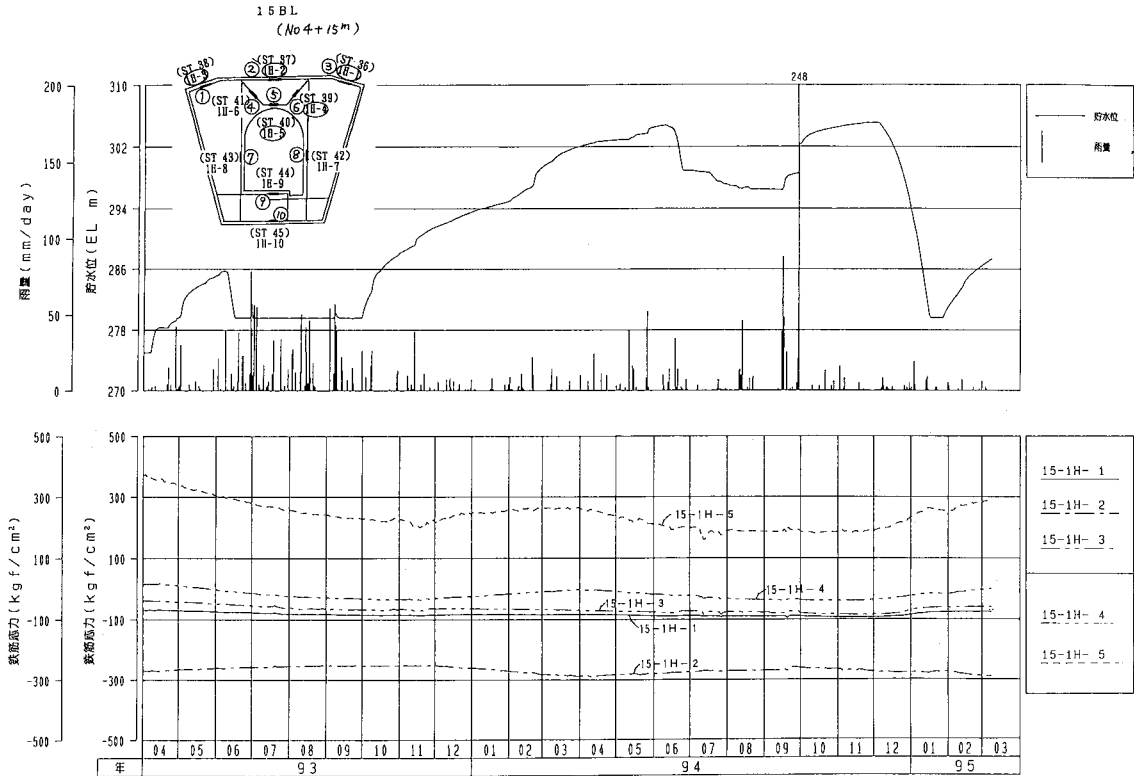


図-18 鉄筋応力履歴図

配力筋方向鉄筋計の値は $\Sigma=70\sim-510\text{kgf/cm}^2$ (マイナス=圧縮)を示し、経時的にも安定しており、正常な挙動と判断される。

試験湛水に伴ない、監査廊天端内部の鉄筋計は、引張力の減少を示しているが、貯水圧が監査廊躯体外周に作用し軸力が増大したこと、及び気温の変化の影響と考えられる。(図-18、鉄筋応力履歴図参照)

全体的に貯水に伴う顕著な変化はなく異状は認められない。

おわりに

蔵王ダムは平成5年4月7日から湛水試験を開始したが、平成6年の記録的な少雨により、常時満水位には僅かに到達せず、三山目でやっと平成7年1月19日に完了したものである。

平成7年1月17日午前5時47分に兵庫県淡路島を震源とした兵庫県南部地震が発生した。蔵王ダムにおいては地震計を最大断面の測点No.10+10に3基、基礎の特性が大きく異なる迂回部監査廊内

(測点No.6+15)に1基、計4基配置しているが、本震においては、ダム天端上下流方向で最大+136.7ガル、ダム軸方向で-100.3ガル、鉛直方向で69.5ガルが観測された。

当日の蔵王ダムの状況としては、前日の1月16日に試験湛水行程の最終である最低水位(標高279.60m)に至ったところであった。

地震発生後直ちに職員がダムに直行し、地震時のチェックマニュアルに基づき埋設計器を始めとする点検を行った。

漏水については、水量及び色等について変化はなかった。間隙水圧計等の一部計器については、地震後震動に伴う若干の変動は見られたが、その後元に回復しており、異状は認められなかった。

その他目視で、ダム本体、洪水吐、監査廊、取水放流工及びダム貯水池周辺地山について監視を継続的に実施したが異状は認められなかった。

以上のように本ダムの安全性については、今回の地震によっても再度認識させられた。

蔵王ダムは今年のかんがい期から供用を開始し

ており、安定的な農業用水の供給という本来の役割を果たしていることは、この蔵王ダムに関係した仕事にたずさわった方々には、大変喜ばしいことと考えている。

最後に、蔵王ダムの設計、施工及び試験湛水に

あたり、適切なお指導をいただいた京都大学長谷川高士教授をはじめとする近畿農政局管内ダム技術検討委員会の皆様方、ダム建設に多大なご協力をいただいた関係各位、地元の皆様方に対して深く感謝申し上げます。

農業開発・地域開発の総合建設コンサルタント

土と水 をデザインする……豊富な経験と優れた技術



株式会社 **三祐コンサルタント**

取締役会長 久野彦一

取締役社長 渡辺滋勝

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

既供用の大口径鋼管サイホンの管内調査について

～維持管理及びパイプラインとしての設計等に関する情報収集を目的として～

坂 根 勇* 小野寺 康 浩**
(Isamu SAKANE) (Yasuhiro ONODERA)

目	次
1. はじめに	39
2. 調査目的	40
3. 調査内容	40
4. 調査結果	40
5. 評価及び考察	46
6. おわりに	48

1. はじめに

国営かんがい排水事業「共栄近文」地区は、北海道旭川市及び同上川郡鷹栖町の約6,000haにも及ぶ広大な水田をその受益地とする開水路主体の水田かんがい施設の整備事業で、事業はいよいよ最終的な仕上げの段階となっている。このため、施設の機能が最大限引き出され、かつそのことが持続されるように、良好な維持管理の実現に向けた体制整備等の取組を事業関係者がそれぞれの立場で行ってきている。

この事業の実施主体である北海道開発局旭川開発建設部では、既整備の施設の診断、完了整備の実施、施設運用に役立つ情報の収集、システム構築等を総合的に実施している。これら業務の一環として、用水路の附帯施設であるサイホン工について、その内部調査を同部・旭川農業事務所と同局・開発土木研究所・農業土木研究室共同で実施した。この調査は、施工後約3年を経過した既供用施設の維持管理、機能性等を検証するものであり、併せ施設の構造設計に係る情報収集も行った。本報告は、「維持管理」を主たるテーマとして取

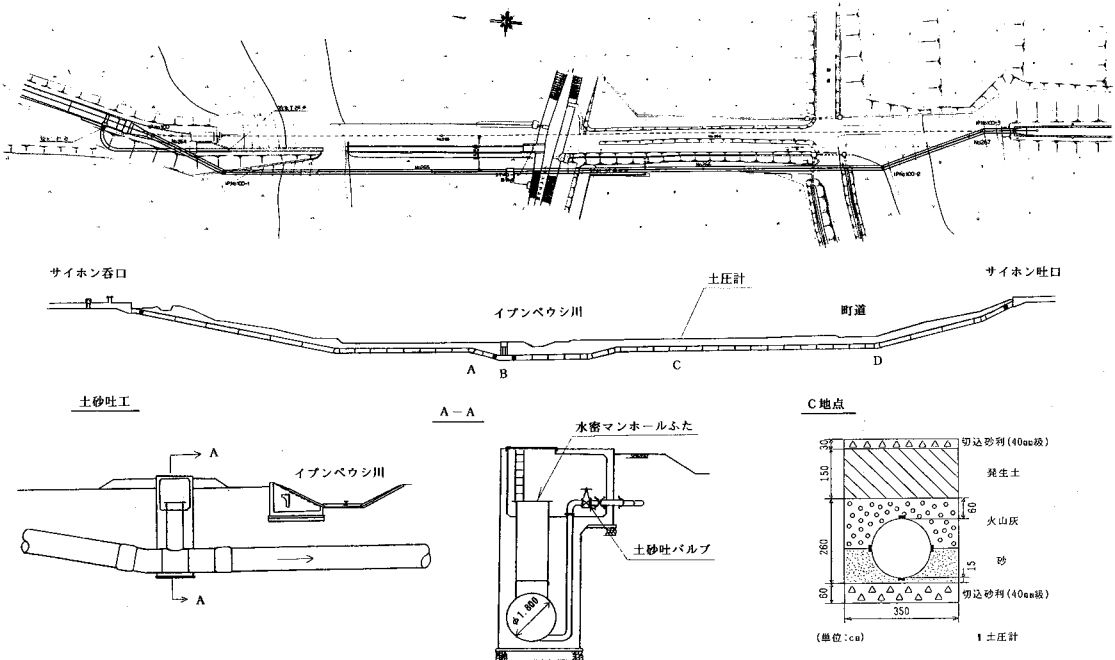
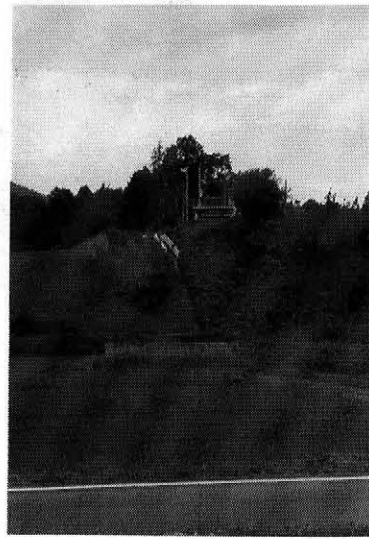


図-1 第3号サイホン工の概要

*北海道開発局旭川開発建設部
** 開発土木研究所



写真一 第3号サイホン工
(左：呑口から下流方向を望む，右：下流側から呑口と土砂吐を望む)

りまとめたもので、管体の挙動追跡及び力学的解析並びに構造設計にフィードバックすべき知見の整理等については、別の機会に報告したい。

2. 調査目的

この調査は、平成3年度工事で整備された共栄幹線用水路の第3号サイホン工(L=350m, ϕ 1,800の鋼管、図一1及び写真一1参照)を対象に行ったもので、次の3点を目的としている。

- ①良好な維持管理の実現のため、施設の点検について特に注意すべき箇所を認識することと、維持管理に係る費用の「目安」を検討すること。
- ②サイホン内部の点検の結果を基に、当該施設が機能上の支障を抱えていないか否かを評価し、機能設計にフィードバックすべき事項を検討すること。
- ③軟弱地盤におけるパイプラインの構造設計の基礎資料を収集するため、矢板土留工法により埋設した鋼管の土中挙動の施工段階における直接的調査と、その後土圧計を用いた供用段階における間接的な追跡調査を実施している当該施設について、調査の締めくくりとして沈下量及びたわみ量等を直接的に計測すること。

表一1に本件調査の経緯を、図一2に同じくキーワードを示す。

3. 調査内容

(1) 調査手順

管内調査は、用水供給開始前の平成7年4月27日に実施したが、計画準備→調査前準備→調査実施のステップを踏んだ。具体的な手順を図一3に示す。

(2) 調査項目

調査施設のステップでは、表一2に示す項目について調査を実施した。また、同表に調査方法も併せ記載する。

この表に示す調査のほか、調査前準備を含む調査全体の歩掛り調査を実施し、調査にかかる費用の積算も行った。

4. 調査結果

(1) 調査歩掛等

調査歩掛は、表一3及び4のとおりであった。また、調査に使用した機械器具の数量は表一5のとおりであった。但し、この情報は、実績値の一つにすぎない。

また、今回の調査にかかる費用は

- ・仮設、準備関係で 数十万円
- ・管内水準測量関係 十数万円のオーダーとなった。ただし、これらは、いずれも諸経費を含まないものであるので、外注に

表-1 本件調査の経緯

キーワード 経過	維持管理, 施設設計~機能設計 (維持管理の実際にかかる興味)	施設設計~構造設計 (力学的解析にかかる興味)
①施設の設計時	・維持管理のあり方を想定した設計 ~土砂吐の設置, 人が出入りできる施設の設置	・設計基準 (パイプライン) に 基づいた設計
②施設の施工時		・解析条件の整序化のための 入念な施工 ・施工ステージ毎の観測の実施 管の標高, 内径 (鉛直, 水平) 円周方向ひずみ ・土圧計の設置
③施設の供用時 (④まで 3年間)	[この間, 一度も中に人が 入ったことがない]	↓ ・追跡調査の実施
④今回の調査時	・土砂吐, 水密マンホール等の管 理用施設の実際の操作 ・管内に入っの調査の実施	・観測の実施 管の標高, 内径 (鉛直, 水平)

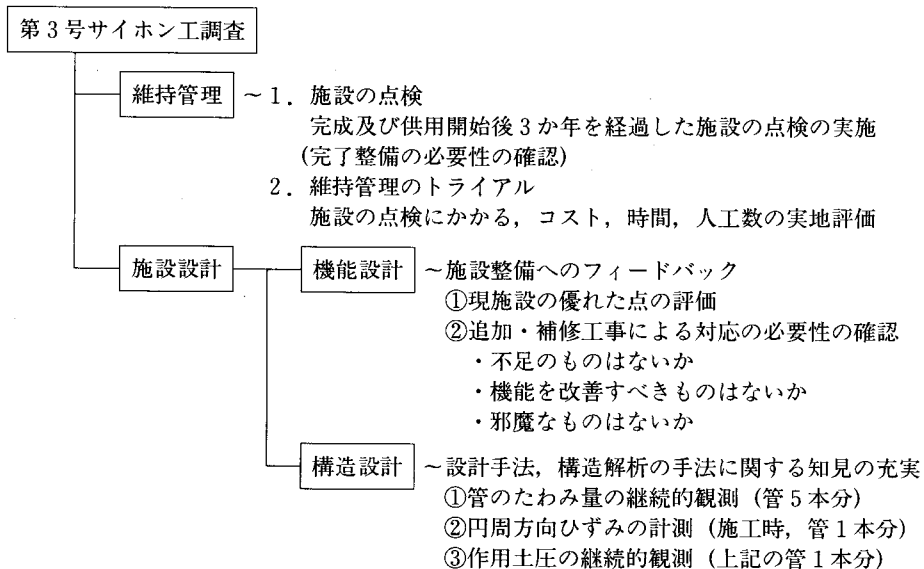


図-2 第3号サイホン工にかかるキーワード

より実施する場合には, これ以上の額となる。

(2) 測定等の結果

[1] 管理用設備の機能

土砂吐からの排水を採取したところ, その中に体積比で約2割の土砂を含んでいたこと, 管内の土砂吐呑み口付近の土砂の堆積が, その前後の区間に比して少量であったことから, 土砂吐は問題なく機能し, 管内の土砂を外に排出

できることが確認できた。

また, 水密マンホールや土砂吐のバルブ等は, 固着等の問題なく作動した。

[2] 管内堆積物

管内堆積物としては, 排泥残土, 腐朽草木類, 木片, 清涼飲料水の瓶などが見られたが, その大半は, 管内水の排除によっても排出されなかった土砂及び腐朽草木であった。

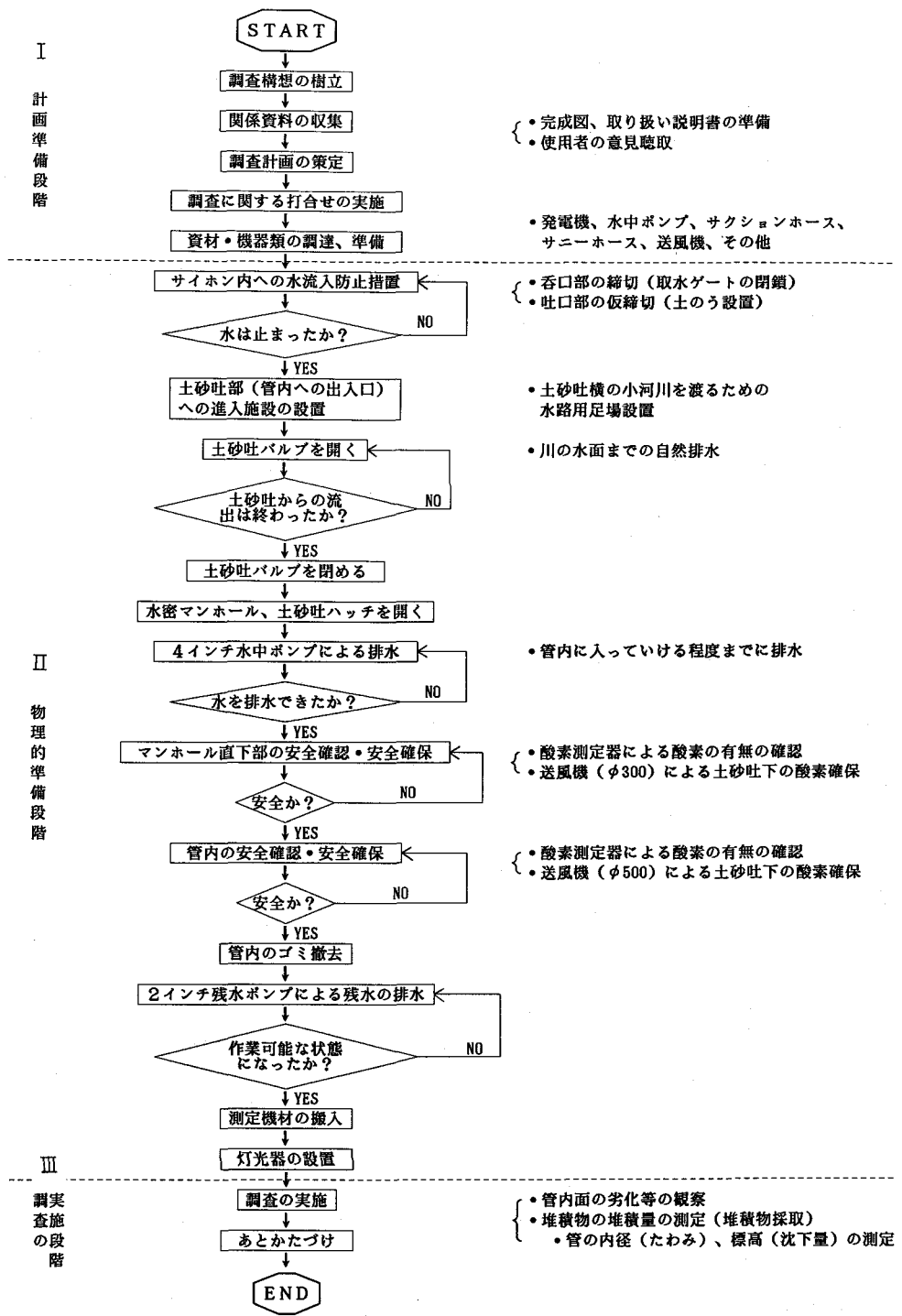


図-3 第3号サイホン工管内調査フローチャート

表-2 サイホン内調査項目及び調査方法一覧

番号	調査項目	調査内容	調査方法
1	管理用設備機能調査	①土砂吐が十分に動作し、機能を発揮するかを確認 ②水密マンホール等は問題なく開閉するかを確認	・実際に操作し、問題なく動作するか確認 ・土砂吐からの排出水の採取により、土砂の吐出状況を観察 ・管内の土砂吐付近の堆砂形状の観察により、機能を確認 ・実際に操作し、問題なく動作するか確認
2	管内堆積物調査 写真-2	①管内の堆積物(堆積土)の質及び量を把握	・管内の地点ごとの堆積物の形状等を観察する ・堆積土を採取し、粒度分布等の試験に供する
3	管内状況調査	①内面塗装の健全度を把握 ②管体等の腐食の有無を確認 ③管体接合部の状況を確認	・内面塗装の剥離やヒビ割れ等の有無を目視により確認 ・腐食の有無を目視により確認 ・接合部の状況を目視により確認
4	管体変形量調査 写真-3	①管体の断面形状の変化を把握 ②管体に作用する土圧データの取込み	・鉛直及び水平方向の直径を測定し、真円からの変形量を把握 ・3年6ヶ月間の連続観測の実施
5	管体沈下量調査	①管体の設置標高の変化量を測定	・管内底部の標高を測量*

注*： 狭いサイホン工内部の斜路を挟んでの水準測量であるため、レベルを用いての直接水準測量は不可能であった。このため、この斜路の区間については光波測距機を用い、距離と角度を測定する間接水準測量によって対応した。

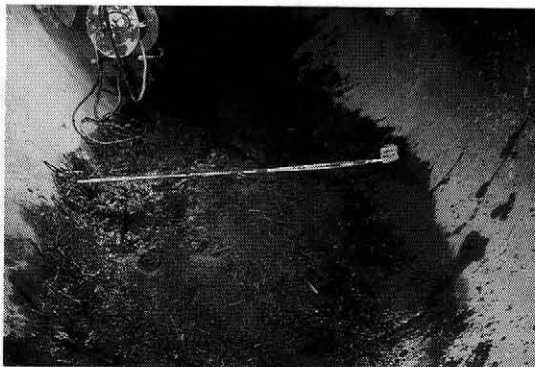


写真-2 管内堆積物の状況 (A地点)



写真-3 管の変形量の測定状況

表-3 主にステップIIに関係する歩掛り（労務費関係） [単位：人]

工種	名称	普通作業員	第1種酸素欠乏危険作業主任者	備考
サイホン工上下流の仮締め切り 仮棧橋の設置 水替え準備及び水替え		2	—	必要に応じ計上 " 管内の残留水の 量に応じた数量
		2	—	
		2.5	—	
送風機準備，換気，残水ポンプの設置 残水ポンプによる水替え 送風機準備，換気		1	1	置換すべき風量 に応じた数量
		2	—	
		1	1	
調査補助 後かたづけ		1	1*	
		1	—	
計		12.5	3	

注*：調査員がサイホン工の内部に立ち入る場合には，第1種酸素欠乏危険作業主任者による作業管理が必要（後述）。

表-4 管内での測量調査に関係する歩掛り（国の職員にかかる部分を除く）

[単位：人]

工種 \ 名称	測量技師	測量技師補	測量助手	写図工	備考
打ち合わせ	1*				ステップIIに関する 事項にかかる業務を 含む "
計画・準備	1*	1			
測量	0.5	0.5	1		
計算・整理		1		0.5	
計	2.5	2.5	1	0.5	

注：上表のほか，管内の調査には，国の職員が8名（うち4名は開発土木研究所の職員）がそれぞれ0.5日従事した。

測量技師の*の数量には，今回の調査全体にわたる管理・調整にかかる部分も含まれる。

表-5 調査に用いた機械器具の数量

名称	仕様	単位	数量	備考
機械器具				
発電機	DCA45 30kw	日	8	水中ポンプ，送風機及び管内照明用 2台×2日，ホース20m，* 1台×7日，ホース10m 1台×7日，補助用，ホース10m 1台×3日，ホース40m，** 2式×1日 資材運搬用
水中ポンプ	4インチ	"	4	
残水ポンプ	2インチ	"	4	
送風機	φ300	"	7	
送風機	φ500	"	3	
キャブタイヤ	50m	"	8	
スイッチボックス		"	8	
電工ドラム	30m×4個	"	8	
照明設備		"	2	
酸素測定器		"	2	
4tユニック		"	2	
材料				
足場材	0.9m×10m	m ²	9	
軽油		l	276	

注*：管内の残留水の量に応じた数量を計上

**：調査時及びサイホン内部全体の空気を保証する場合に使用

堆積土の採取箇所は、図-1に示したA、B、C及びDの4地点で行った。各地点での状況等は、表-6のとおりであった。今回の管内調査で堆積土が比較的多くみられたA及びDの地点における堆積土の物理的性質を表-7に、同じく粒度分布を図-4に示す。また、A~D各地点の堆積土の有機物含量とpHを表-8に示す。

[3] 管内状況

①内面塗装状況及び管体の腐食状況

管路の内面に塗装されているタールエポキシについては、剝離、ヒビ割れ及び摩耗による塗膜の消失などは認められなかった。一方、土砂については、管底の堆積土には礫の含有がなく、

土砂による摩耗が生じやすい管底部付近の塗装についても摩耗の痕跡は認められなかった。また、管内の腐食も認められなかった。

②管体接合部の状況

目視による観察の結果では、管路ジョイント部の異常箇所はみられなかった。一部のジョイント付近では、現場溶接部に実施した内面の現場塗装の端部（現場塗装と工場塗装の境界部）において、塗膜の浮き上がりやめくれが認められた（写真-4）。

[4] 管体変形量

①変形量

管の変形量については、管路布設時から同一

表-6 管内堆積物の採取箇所、状況等

採取地点	堆積物	堆積土量	備考
A	排泥残土 木片 腐朽草本	堆積厚15~20cm	上流側平坦部終点
B	排泥残土 木片 腐朽草本、植物遺体	管内には少量 排泥孔内に残土等の集積 がみられる	排泥孔付近
C	排泥残土	堆積厚3cm	下流側平坦部(土圧計測管)
D	排泥残土 飲料水の瓶	堆積厚10cm	吐口に続く傾斜区間最下部 (下流側平坦部終点)

表-7 管内堆積土の物理特性と土質分類

採取箇所	A	D
土粒子密度 ρ_s (g/cm ³)	2.62	2.63
粒 度	礫分 (%)	—
	砂分 (%)	32
	シルト分 (%)	48
	粘土分 (%)	20
	最大粒径 D_{max} (mm)	0.85
	均等係数 U_c	—
	曲率係数 U_c'	—
土質分類*	ML(シルト)	ML(シルト)
土性**	SCL	L

*日本統一土質分類による

**国際土壌分類による

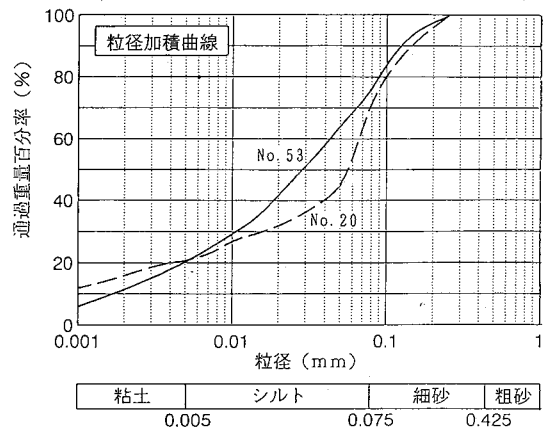
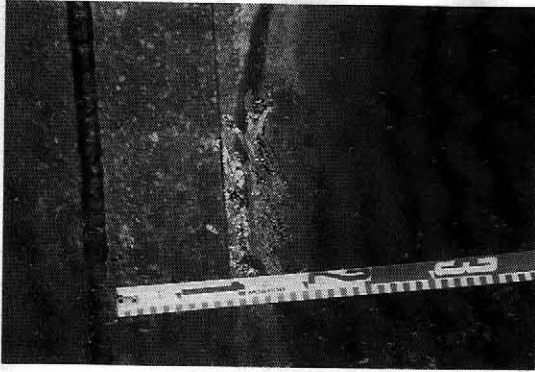


図-4 管内体積土の粒径加積曲線

表-8 管内堆積土の有機物含量、pH

採取地点	A	B	C	D	参考値*
有機物含量(%)	10.3	14.8	7.1	10.2	9.2
pH(H ₂ O)	6.5	6.8	6.9	7.0	5.3

*参考値は、鷹栖町の水田での土性L(壤土)の計測値



写真一四 現場塗装の端部の剝離状況

の箇所、鉛直および水平方向の内径を直接計測している。測定は施工ステージ毎に実施しており、埋戻しの各段階、矢板引抜きの前・後、そして矢板引抜きからしばらくの間は管の変形が進行することを考慮して、数週間おきに通水直前まで定期測定を行っている。

今回は、これらに引き続き3年間の供用を経た管の変形がどの程度進んでいるのかを直接調査した。以上の結果の1例を、たわみ量の経時変化図として図一五に示す。

②作用土圧

表一に示したとおり、第3号サイホン工の特定の管について土圧を測定しているが、施工時からの管体作用土圧の変化は図一六のとおりであった。

[5] 管体沈下量

管体の沈下量を把握するため、管内底部の標高を管路施工時（管体接合時、矢板引抜きの前・後）に測定している。今回（施工時から3年6ヶ月経過時点）の管底標高測定の結果は、接合時点からは30~40mm、矢板引き時点からは約20mmの沈下が見られた。

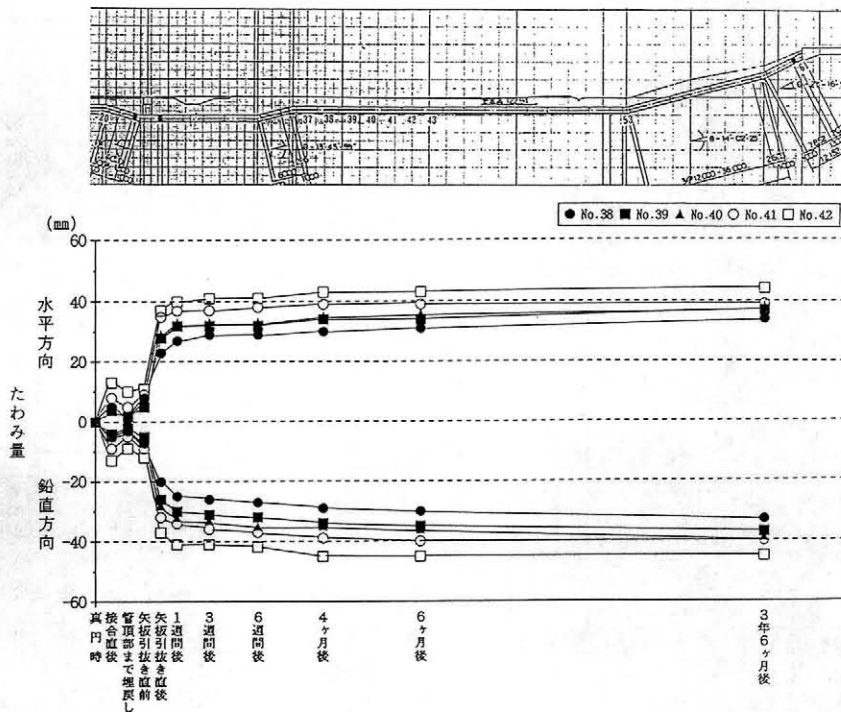
5. 評価及び考察

(1) 調査にかかる留意点

調査の実施にあたっての留意点等の特筆すべき点を列記すると、次のとおりである。

①図一三のIIのステップについての相当の時間が必要

今回の調査の場合、管内の滞留水の排出、安全施設の設置等のため、約1週間の日数を要した。このことは、調査に要する費用にも大きな影響を及ぼすとともに、施設の使用スケジュールの都合により、調査その



図一五 供試管 (No.38~42) のたわみ量の経時変化

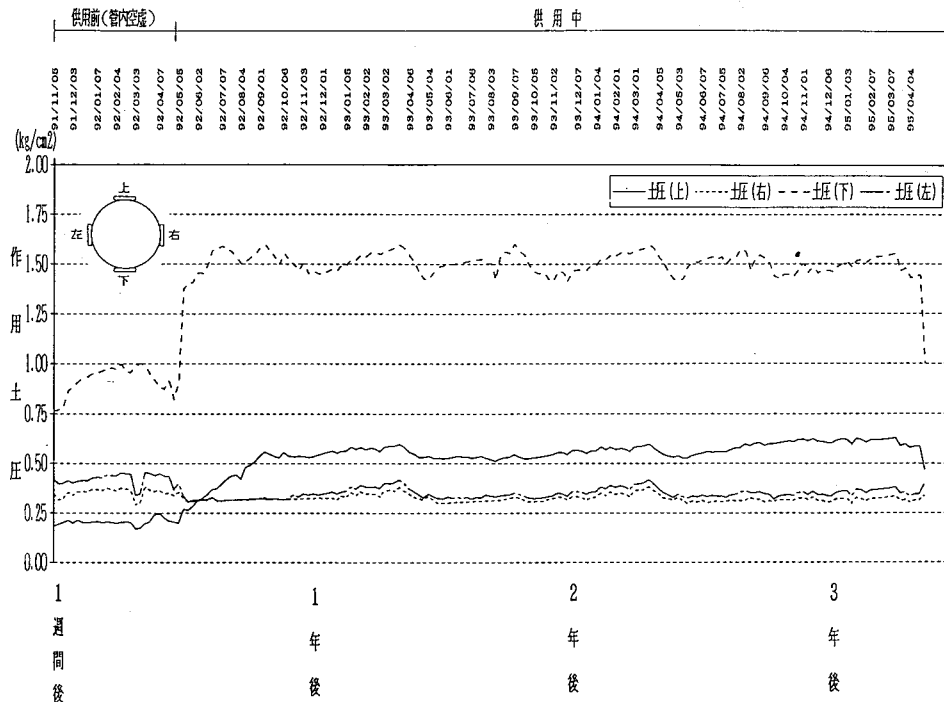


図-6 供試管 (No.40) の作用土圧の経時変化

ものが不可能になるなどの影響が生じる事項である。

②万全の安全対策が必要

第3号サイホン工は、点検・補修のため、人間がその内部に入ることができる構造となっているが、漫然とサイホン内に立ち入ると、酸素欠乏や有毒ガスによる人身事故が発生しかねない。このため、立ち入りに先だって、このような危険の有無の確認や送風等の安全確保のための措置が必要であった。

なお、本件の作業条件は、労働安全衛生にかかる法令により、第1種酸素欠乏危険作業主任者を選任・配置し、酸素欠乏症等防止作業管理を実施すべきものであったため、表-3のとおり、延べ3人を配置した。

③管内での円滑な移動を保証する対策が必要

管内での調査を実施するためには一定の照明設備及び酸素欠乏防止対策として送風設備を設置する必要があるが、この照明、スタンドやケーブル類及び送風設備は、管内での移動の妨げともなる。このため、サイホン内に立ち入る各人が懐中電灯等を装

備することとし、照明設備は必要最小限とした。

また、管の勾配区間は、足下が濡れていることから滑りやすく、思わぬ事故が発生しかねない。このため、この区間にロープを設置し、これをつかんで昇降することとした。

(2) 管内堆積物について

堆積物はいずれもシルト質で粒度分布は類似しており、土質分類ではML(シルト)に分類される。当該サイホンでは上流の開水路からの土砂を含んだ水が通水されるため、土砂の粒度は管内面の摩耗を検討するうえで重要であるが、管内水の排除後に管内(底部)に堆積していた土砂を採取したところ、管の耐摩耗性の面で問題となるような礫の存在はみられなかった。堆積土の有機物含量は、表-8に示した参考値(水田での値)に比べやや高い値を示しているが、これは堆積土に混じっている腐朽草木類のためであり、とくにB地点では草木の混入量が多いことを示している。また、各地点のpH値はpH6.5~7.0と中性の範囲内にあり、堆積土は鉄に対して非腐食

性と判断できた。

(3) 管内状況について

内面塗装の剝離、ヒビ割れ等は、管の変形量が大きい場合に塗装が管の変形に追従できなくなったり、土砂によって摩耗されたりして発生する。タールエポキシ塗装の場合、剝離等の影響がでてくる変形量はたわみ率5%以上とされているが、今回の調査で確認された管の変形量は、最大でもたわみ率2.5%程度であり、このことから問題が無いことがわかる。

内面腐食に影響を及ぼす因子としては、溶存酸素、pH、水温、流速、電気伝導度等が挙げられるが、管内に堆積していた土砂がほぼ中性であったことや3年間の使用を経た現況において内面塗装に異常が認められないことなどから、当該サイホンの供用環境条件では管内に腐食が生じる可能性は少ないと思われる。

管体の接合部の塗装の部分的な浮き上がりやめくれは、現時点においてサイホンの機能維持や安全性にとって本質的な問題ではないと評価できたが、今後の管理において注意すべき点であり、次回管内に立ち入る機会ができたような場合には、再塗装を施す準備をしておくべきと思量される。

(4) 管体変形について

一般に、矢板施工では長期的には管の変形遅れが問題であるが、今回の調査結果には経年後の管の変形は矢板引抜き後のたわみ量（初期たわみ）に依存する傾向が明瞭に現れている。すなわち、施工時の変形量が大きい程、その後の変形量も大きい傾向にある。

また、図一五によれば供用前の管内空虚時に比べて、供用中には管内水により土圧が大きく変化している。管頂・管底部は水重およびたわみの復元作用により土圧が増大し、これに対して管側部の土圧は空虚時に比べて供用中には減少している。埋設管(可とう性管)の変形状態は、空虚から充水によってたわみ

は最大となり、このとき最大たわみが発生する。次に、水圧が作用することで復元作用によってたわみは減少する。(当該サイホンの水圧は最大2.4Kgf/cm²程度であり、通水時には空虚時より数mm～1cm程度のたわみが復元すると考えられる)

これまでに、管体作用土圧に関する報告は施工段階の測定事例は多いが、数年間の使用状況下での作用土圧の報告例は少ない。今後、測定値と土圧分布の関連付けにより受働抵抗係数、変形遅れ係数等の問題解決の資料になるものとする。

(5) 管体沈下について

管体沈下量の値は、矢板施工で設置した管体の沈下量としては、小さいものであるが、これは管の直下に良質な地盤（岩盤に近い）が存在しているためと思われる。なお、3年6ヶ月経過後の沈下量の約4～5割は矢板引き抜き直後に発生しており、その後今回の調査時点まで沈下量の測定は行っていないが、沈下の大半は早い時期に生じたものと推測される。

6. おわりに

調査実施の動機の一つは、継続して調査を続けていた作用土圧の観測を、一定の資料が得られたことから完了させようとしたことにあった。そこに至り、サイホン工の内部に入って、管の変形や沈下等の情報を入手し、物理的な解析の境界条件を直接的に得、もって従来観測してきた情報の価値を高めようとしたのである。これらの解析結果は、パイプラインの構造設計にフィードバックできる情報として、本報告の続編として報告したいと考えている。

もう一つは、維持管理に関しての興味であったが、今回の調査のような行為については、事業継続中は多方面からの協力が得やすいが、土地改良区等の実際の維持管理体制にあつてこの類のを行う必要に迫られた場合、十分な時間的余裕等を持った周到な準備が必要になるとと思われる。

会津地域の国営事業の効果について

—平成6年の干ばつに際して—

島 先 孝 志*
(Takashi SHIMASAKI)

田 口 務*
(Tsutomu TAGUCHI)

目 次

1. はじめに	49	5. 平成6年度の被害状況の比較	52
2. 地区概要	49	6. 国営事業の効果, 意義	54
3. 国営事業の概要	49	7. 地元農家の声	56
4. 平成6年度の気象	50	8. 終わりに	56

1. はじめに

平成5年は全国的に冷夏, 長雨により米の作況指数74と戦後最低を記録したほか, 野菜や果実類も打撃を受けた。また, 平成6年は全国的に少雨高温で未曾有の大干ばつとなって各種作物の生育不良の被害とともに, 林産物の枯損, 養殖魚等の酸欠死, 畜産業においても高温による家畜の死亡, 搾乳量の減少等の被害が生じている。このうち農作物被害は全国で被害面積623,300ha, 被害金額1,377億円に達した。

東北地方においても, 平成6年の干ばつで岩手, 山形, 福島県を中心に被害面積133,600ha, 被害額151億円といった被害がでている。こういった状況の中, 福島県会津地方でも農作物にとって異常気象の影響を大きく受けたが, 当該地方で実施されているかんがい排水事業の実施状況によって農作物への影響度合いが大きく異なっている。本報告文は国営かんがい排水事業の実施による効果を地区別に検証するものである。

2. 地区概要

会津地域は福島県の西側に位置し, 四方を高い山々に囲まれた盆地で形成されている。会津盆地は, 南北40km, 東西12kmに及ぶ福島県最大の盆地で, ここから北は霊峰飯豊連峰を仰ぎ, 東は秀峰磐梯山, 西は越後山脈, 南に朝日岳の山並を望むことができる。また, 会津の水運として日本海に注ぐ母なる阿賀野川(福島県内では「阿賀川」と

称されている。)をはじめ, その支流である大川, 宮川, 日橋川, 大塩川, 濁川など数々の河川が本地域内を流れている。

歴史的にも戊辰戦争で有名な白虎隊, 飯盛山や鶴ヶ城など数々の史跡を残しているとともに, 磐梯山, 猪苗代湖, 喜多方のラーメン, 東山温泉など観光資源の豊富な地域でもある。

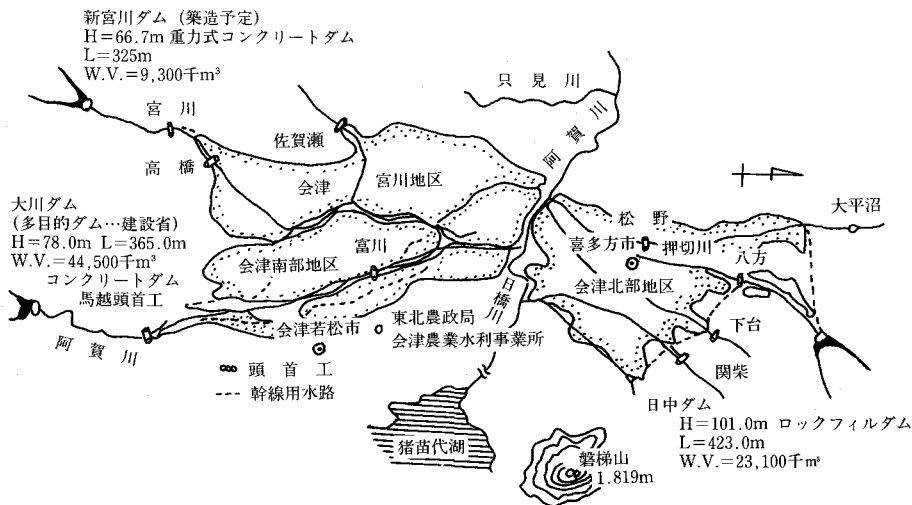
この会津盆地は, 東北でも古くから開発された地域で, 弥生時代には既に稲作が始まり, 16世紀以降多くの開墾がされて東北でも有数の一大穀倉地帯を形成してきた。しかしながら, 農業用水は中小河川, 溪流や溜池に依存してきたため, 水源は十分とはいえず, また, 各種かんがい施設の規模が小さい上に数が多く, しかも老朽化していることから水源の安定的確保や維持管理面で障害となっていた。そこで, ダムを造って水源を安定化させるとともに, 頭首工や水路を新築して用水系統の整理統合, 維持管理の合理化・省力化を図るため, 会津盆地のほとんどの農地である約1万3千haを対象に, 昭和47年度から3地区(会津北部地区, 会津南部地区, 会津宮川地区)に分けて国営かんがい排水事業を行っている。(図-1)。

3. 国営事業の概要

(1)会津北部地区

本地区は会津盆地の北部に位置し, 喜多方市ほか2町2村に広がる4,700haの農地を対象に, かんがい排水施設等の整備を行い, 平成3年度に事業は完了している。事業内容は, 水源として阿賀川上流の押切川に日中ダムの新設及び既設の大平沼, 関柴ダムの改修を行うとともに, 既存の堰108ヶ所

*東北農政局会津農業水利事務所



図一 会津農業水利事業地区概要図

を統廃合して頭首工4ヶ所、幹線水路5本（L=18.5km）を建設した。併せて県営かんがい排水事業、圃場整備事業等により田畑の区画整理、農道や支線・末端の水路整備を行い生産性の高い農業をめざすものである。特に、日中ダムは地域の総合開発の一環として、福島県による治水事業、喜多方地方水道用水供給事業団による上水事業及び福島県企業局による発電事業との共同事業として実施している。

(2) 会津南部地区

本地区は会津若松市を中心とした阿賀川沿いの4,500haの農地を対象として取水施設の統廃合と用水路の改修整備を行うもので、事業は平成5年度に完了している。事業内容は、用水の不足分を阿賀川上流大川に建設した大川ダム（特定多目的ダム）に求め、用水の安定化を図るとともに、9ヶ所の堰と7ヶ所のポンプ場を統廃合して頭首工2ヶ所、それに接続する幹線水路3本（L=36.1km）を建設した。本事業も頭首工、幹線水路に関して上水事業（会津若松地方水道用水供給企業団）及び発電事業（民間企業）との共同事業として実施している。

(3) 会津宮川地区

本地区は、阿賀川支流宮川の流域に広がる4,400haの3町1村の農地を対象に、農業用水の安定的供給と水利用の合理化を図るものである。このため、事業として宮川の上流に水源となる新宮川ダムを築造するとともに、頭首工3ヶ所、幹線用水

路4本（L=21.3km）を建設して用水系統の合理化、維持管理の節減・省力化を図る。これに関連して圃場整備事業や県営かんがい排水事業等によって生産性の高い農地の形成が行われている。

事業は、平成6年度までに幹線用水路全線及び頭首工2ヶ所が完成しているが、現在残り1ヶ所の頭首工工事のほか、新宮川ダムの仮排水トンネル工事、堤体頂部の掘削工事を行っている。

以上のように会津盆地内の近接した地域において、気象条件、作付体系がほぼ同じで同程度の受益を持つ国営事業を展開していることから、完了した地区と現在実施中の地区を比較して昨年の干ばつ時における事業の効果について検証する。なお、検証は詳細データが得られた会津北部地区（完了地区）と会津宮川地区（現在整備中の地区）について行うものとした。

4. 平成6年度の気象

(1) 県内の気象の概況（「注2」より抜粋）

4月：低気圧が北海道の東で発達し、日本付近の気圧の傾きが急となって県内では非常に強い北西風が吹き荒れたが、その後は移動性高気圧に覆われて晴の日が多くなり、雨の少ない乾燥した状態が続いた。

5月：低気圧や前線が日本付近を頻繁に通ったが、大きな崩れには至らず、下旬はじめ頃まで少雨の傾向が続いた。しかし、月末には前線を伴っ

① 会津北部地区

喜多方測候所の観測データ（図-2）によると、雨量については6月から8月中旬にかけて非常に少ない。水稻にとって重要な時期である7月中旬から8月中旬まではほとんど降雨がなく、7月の雨量は平年の30%程度となっている。特に、7月中旬から1ヶ月間の雨量は平年の7%と極端に少ない。また、連続干天日数は40日を超えている。7月から9月の気温も平均で平年より2~3℃程度高くなっている。水源河川である押切川の流量（図-4）を昨年と較べても少ないことがわかる。

② 会津宮川地区

会津若松測候所の観測データ（図-3）によると、会津宮川地区の干ばつ状況も会津北部地区とほぼ同じく厳しいものとなっている。雨量は6月から8月中旬まで非常に少なく、7月の雨量は平年の3割で、連続干天日数は56日にも達している。気温についても会津北部地区と同様に平年より2

~3℃程度高い、また、水源河川である宮川の流量はかんがい期間を通じて平年を大きく下回っている。

以上のように若干の程度の差こそされ、全体として1/10から1/500年程度の確率の気象条件（表-1, 2）となり、近年稀にみる大干ばつ年であるといえる。

5. 平成6年度の被害状況の比較

(1) 作物被害

会津北部地区、会津宮川地区合わせて農作物の被害は約340百万円にも達した（表-3）。これを作物別にみると水稻では（写真-1）不稔障害、登熟不良、枯れ死、いもちなど病気の蔓延等によって約110百万円の被害で、被害総額の3割を占めた。野菜についてはキュウリ、いんげん、トマトを中心に水稻とほぼ同じ113百万円の大きな被害が生じた。また、工芸作物では、ホップ、葉タバ

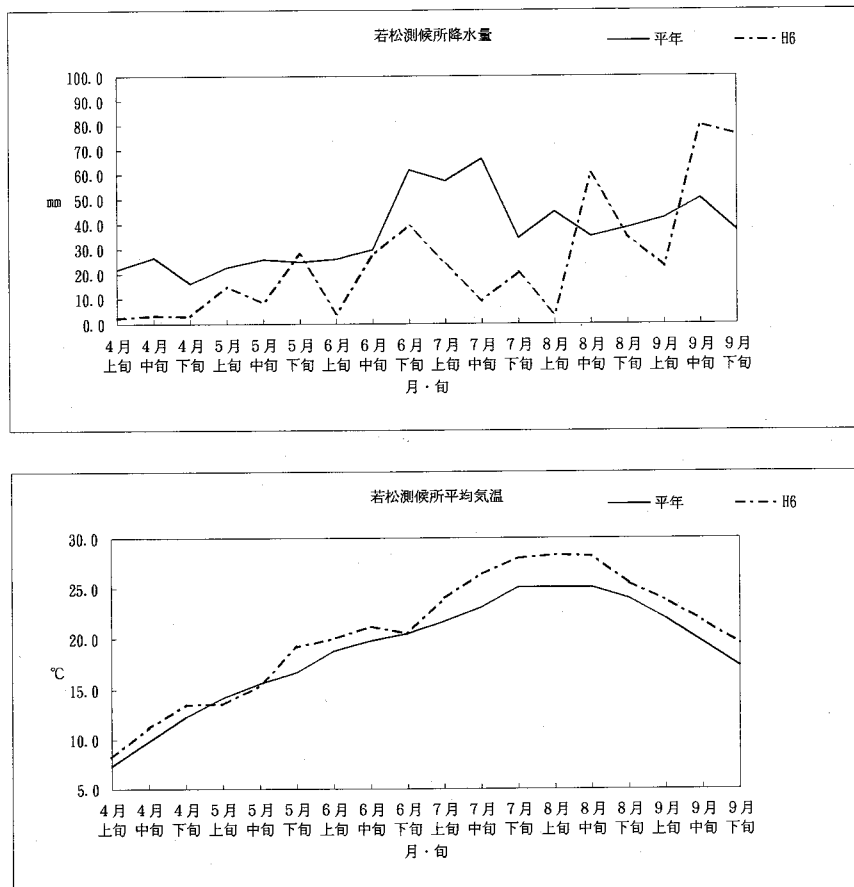


図-3 会津宮川地区気象観測データ（会津若松測候所）

(1) 会津北部地区

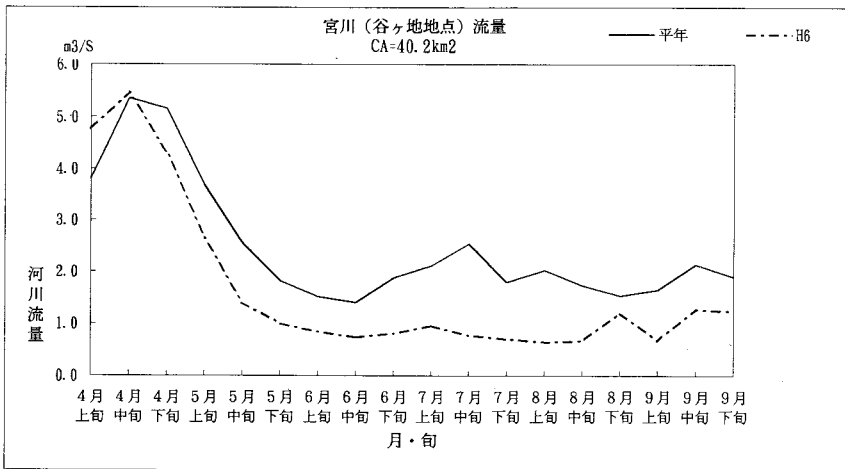
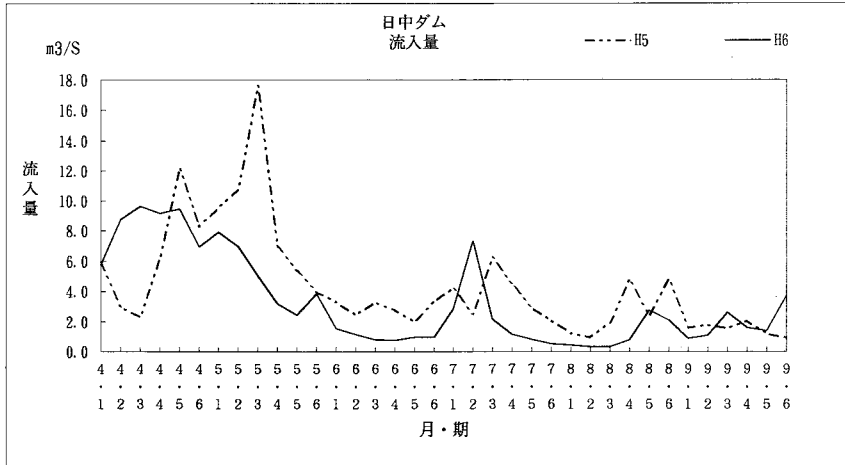


図-4 水源河川の流量データ

表-1 喜多方測候所気象確率(4/1~9/30)

	平年	H 6	
		確率	
全雨量	740.1	531.0	1/8
有効雨量	530.8	380.8	1/7
最大連続干天日数(有効雨量)	22	41	1/100

表-2 若松測候所気象確率(4/1~9/30)

	平年	H 6	
		確率	
全雨量	673.9	463.0	1/15
有効雨量	481.5	310.8	1/20
最大連続干天日数(有効雨量)	22	56	1/500

表-3 農作物被害状況

農作物	会津北部地区		会津宮川地区	
	被害面積(ha)	被害額(千円)	被害面積(ha)	被害額(千円)
水 稻	3.0	4,738	411.9	105,887
雑穀・いも類	—	—	168.0	26,404
野 菜	30.8	18,314	74.2	95,025
工芸作物	17.4	11,443	37.3	58,571
花 き	0.5	1,591	2.6	14,432
合 計	51.7	36,086	694.0	300,319



写真一 被害状況

コ、薬用人参で70百万円の被害となった。

これを地域別にみると、作物被害全体で会津北部地区36百万円、会津宮川地区300百万円であり、約8倍の差が生じている。作物別には、特に水稻において、会津北部地区の方が作付け面積が4割多いにもかかわらず、被害額が1/20以下となっている。

(2) 干害応急対策状況

記録的な高温少雨の傾向が6月から継続し、水稻被害の拡大が懸念されたことから、各農家等は、水稻の出穂期を迎えるに当たり、かんがい水を確保するよう緊急的に、①排水路や小河川にポンプの設置、②新たな井戸の掘削等による応急的な対策を広く実施した。干害応急対策は、以上のような対策を地元の土地改良区等の関係機関が事業主体となるもの、あるいは共同施工の形態で行うものなど地元農家の自主性に基き実施された。これら対策にかかる費用に対して、国、県、市町村はその実績に応じて後追い補助を与える干害応急対策事業を実施した。

この干害応急対策事業の実施状況を表一4、写真一2に示す。これを見ると、まだ、かんがい施設の整備が十分でない会津宮川地区では約90百万円を要しているが、水源である日中ダムの運用をはじめている会津北部地区では2百万円程度しか

実施されておらず、会津宮川地区と比較するとほとんど皆無という結果であった。

なお、この数字は干害応急対策事業として取り上げたものだけであり、実際は、特に宮川地区においてこれ以上の金額、苦労が伴っているものと推察される。

6. 国営事業の効果、意義

国営事業の効果の算定については、国営事業会津北部地区が未完成で現在整備されているかんがい施設がなかった場合、今回の干ばつで被るであろう被害額と、実際に受けた被害額との差として評価する。被るであろう被害額の想定は、会津宮川地区の被害と同程度とする。なお、比較はデータとして把握し易い水稻について行った。

(1) 作物生産効果

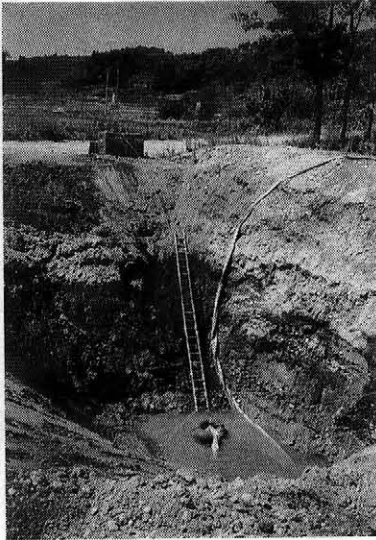
今回のかんがい水の不足は時期によって次のような被害をもたらした。7月初旬の水不足によって、草丈の伸長や分けつの発生が抑制され、中旬には下葉枯れ、葉先の丸まり、2段穂の発生がみられた。8月上旬になると稲体の枯れ死が一部でみられ、中旬には下葉の枯れ上がり、稲体の黄変、穂の出すくみ、穂の褐変、不稔の発生がみられた。下旬には葉の萎縮、葉の黄化、葉枯れ、不稔の発生その他、出穂の遅れ、登熟不良がみられ、被害の大きい地域では倒伏による品質の低下や枯れ死がみられた。また、穂いもちが多発した地域もある。

以上により、収量は不稔粒の増加、登熟歩合い、千粒重の低下により減少した。品質面においても、稲体の黄化や下葉枯れなど同化器官の老化により登熟力が低下し、背白粒や胴割れ粒等が多く発生した。

これらの原因によって収量の減少や品質の低下等の被害が生じたわけであるが、かんがい施設の整備によって会津北部地区では被害が最小限に抑えられた。抑えられた被害を「効果」と称すると、具体的には、被害範囲に対する効果（被害抑制効果）、収量する効果（収量増大効果）に分けて表一

表一4 干害応急対策事業実施状況

会津北部地区			会津宮川地区		
ポンプ設置数	井戸掘削ヶ所	対応額(千円)	ポンプ設置数	井戸掘削ヶ所	対応額(千円)
49	—	2,446	531	186	88,549



写真一 井戸開削状況

5, 6 に示した。効果額は、会津宮川地区のようにかんがい施設が整備されてなければ、会津北部地区でも同程度の被害が発生するものとして算出した。

これによると、被害面積の受益面積に占める割合(被害率)が、会津北部地区で0.1%、会津宮川地区では16.3%と大きな差が生じている。収量についても反収に若干差が生じるとともに、品質面として1等米の比率で比較すると、会津北部地区

に較べて会津宮川地区では10%程度低くなっている。また、1等米の減少割合をH3~H5の平均と比較すると、会津北部地区では27%に留まっているのに対し、会津宮川地区では40%と大きく減少している。

このように被害面積、反当たり収量、品質面で会津北部地区と会津宮川地区で著しい差が生じており、これを金額に換算すると総額で354百万円(114.5+209.4)と評価される。

(2) 営農経費節減効果

営農経費節減効果として干害応急対策事業費を比較する(表一7)。会津北部地区では干害応急対策にほとんど費用を要しないのに対し、会津宮川地区では約90百万円を要しているなど、かんがい施設の効果が顕著に現れている。効果額は112百万円に達する。

(3) 効果総括

作物生産効果と営農経費節減効果を合わせると476百万円程度の効果があったと評価される。

作物生産効果	354百万円
営農経費節減効果	122
	476百万円

ただし、この金額は水稻被害のうちの金額としてとらえられるものだけに限定されたものであり、野菜、花き、工芸作物等の作物や把握されていない金額を合わせると、この金額の倍以上の相当

表一 5 被害範囲抑制効果

地区名	受益面積	被害面積	被害率	被害額		効果額	
				総額	10a当たり	10a当たり	総額
会津北部地区	3,557.9ha	3ha	0.1%	4,738千円	133円	4,193円-133円 =4,060円	144,451千円
会津宮川地区	2,525.1ha	412ha	16.3%	105,887千円	4,193円	—	—

表一 6 収量及び品質保持効果

地区名	受益面積	収量	1等米比率			10a当たり 販売額	効果額	
			H3~H5 の平均	H6	減少率		10a当たり	総額
会津北部地区	3,557.9ha	632kg/10a	89.9%	65.3%	27%	200,448円	5,885円	209,382千円
会津宮川地区	2,525.1ha	625kg/10a	93.5%	56.6%	40%	194,563円	—	—

注1: 販売額は、収量を1等米とそれ以外に分け、1等米は平成6年度の自主流通米相当価格、それ以外は政府買入2等米相当価格をそれぞれ掛け合わせて算出した。

注2: 10a当たり効果額は北部地区の10a当たり販売額から宮川地区のそれを差し引いて算出した。

表一 7 営農経費節減効果

地区名	受益面積	被害額		効果額	
		総額	10a当たり	10a当たり	総額
会津北部地区	3,557.9ha	2,446万円	69円/10a	3,507円-69円 =3,438円	122,321千円
会津宮川地区	2,525.1ha	88,549万円	3,507円/10a	—	—

大きな金額になると推察される。

また、土地改良区や水利組合等においては、それぞれ連携して地域や集落間で溜池、渓流水等の用水利用について調整を図ったり、水不足の深刻な地域へ優先して配水するため排水路からのポンプアップ、井戸の掘削、融雪用水利用の他、送水管を総延長何キロにもわたって設置するなどの精力的な取り組みが見られた。これらの地元農家と関係機関が一体となった懸命の取り組みによって、本来もっと大きく受けていたであろう被害を、前述の金額程度に抑えることができたのではないかと考えられる。

このように、かんがい用水確保のために走り回った農家や土地改良区等の関係機関の苦労、精神的な圧迫など金額で評価されないものも相当あるといえる。

7. 地元農家の声

会津北部地区の受益市町村については、渇水による被害がほとんど無かったこともあり、渇水に対する意識がそれほど強くなかった。渇水対策は、一部の末端受益のうち配水が行き届かない区域で、番水やポンプによる汲み上げを行った程度であった。これも水源である日中ダムはじめ各種かんがい施設のおかげといった喜び感謝の声が数多く聞かれた。

これに対し、会津宮川地区の受益農家や町村、改良地区等の関係者からは、どうすることもできず目の当たりにした作物被害に、「ダムが完成していれば渇水による被害はなかった。井戸掘り、ポンプによる汲み上げや水管理にこんなに苦労することはなかった。」といった声や、「是非とも早くダムを造ってほしい。」という要望が多く聞かれた。これらは農林水産省をはじめ、福島県や関係市町村の農業部局への陳情や、国、県会議員への陳情につながって、渇水対策本部の設立、数多く

の視察者の来訪をよび、マスコミにも多く取り上げられた結果、一般市民にも大きな関心と呼ぶところとなったものである。

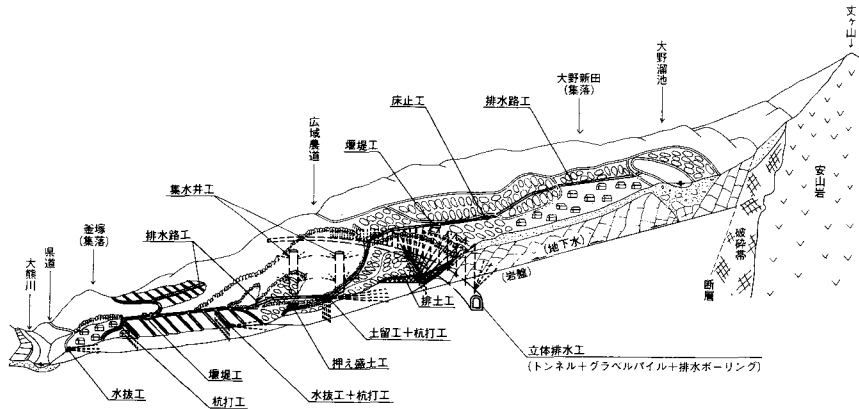
8. 終わりに

平成6年の干ばつは近年稀にみる大干ばつであった。しかし、同じ地域で同じ気象条件下にありながら、国営事業が完成した地区と現在整備中の地区で作物生産、被害、営農経費等の面で大きな差が生じた。このことから国営事業の気象変動に対応できる足腰の強い底力を強く感じた。

「ダムができていれば被害はなかった。」といった声を聞くにつれ、われわれ農業農村整備を手がける技術者としては、これからも日本の食糧や国土の保全を担う農業農家に対して微力ながらも根強く支えていかなければならない。特に、農業は天候に依存する割合が高いといった他の産業にはない特徴を有しているほか、2次産業のように製品を作るだけでなく、国土の保全、大気の保全、生態系の保全、景観の保全、教育・福祉機能などの多面的な機能を有し、いわゆる日本人の心のふるさとを形成し、それを維持保全している。この重要産業、多面的な大事業を担う農家にとって、かんがい施設が整備され安定した用水の確保は、農家のみならず農業から様々な恩恵を享受する日本人全体にとっても、かけがいの無い、金額で表せない、そして末代まで引き継ぐべき貴いものである。

参考文献

- (1)平成6年干ばつの実態と今後の対応(構造改善局計画部地域計画課計画調整室)
- (2)平成6年干ばつ対策の記録(福島県農林水産部)
- (3)干ばつに強い農業農村整備—平成6年の渇水をかえりみて—(福島県会津農地事務所)



図一 直轄地すべり対策事業概念図 (釜塚・段子差ブロック)

て安定性を確保する計画とした。

1号トンネル(600m)は平成4年9月に着工したが、施工途中において可燃性ガスへの対応を余儀なくされ、平成6年12月に漸く概成させることができた。また2号トンネル(820m)は平成7年9月着工を予定しているが、このトンネルにおいても可燃性ガス湧出の可能性が高い、ここでは1号トンネルの施工途中における可燃性ガスへの対応と、これをふまえた2号トンネルの計設内容等について報告する。

1号排水トンネル施工

(1)可燃性ガス発生

1号トンネルの調査ボーリングでは当初可燃性ガスは認められなかったことから、一般的な矢板工法とし、坑内からの水抜きボーリングが可能な最小施工断面で平成4年9月から工事を開始した。

平成5年3月14日朝4時まで掘削作業を行い、そのあと休日となるため換気施設を停止し、7時に定期観測で測定したところ、坑口から91m地点の切羽で0.3%のメタンガスが検知された。ただちに送風機を常時稼働させ15日午前7時から掘削作

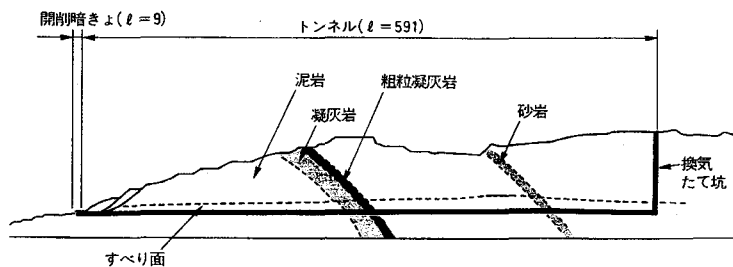
業を開始したが、午後6時30分再度2.2%のメタンガスを検知した。このため掘削作業を中止し先進ボーリングを実施することとした。

先進ボーリングの結果、突出的なガス噴出はなかったものの49m先で100%LEL(限界爆発濃度を100としたときの割合)のメタンガス(限界爆発濃度は5%)が検知された。なお、その後の調査で、トンネルのズリ1kg当たり0.66ccのメタンガスが検出されている。

(2)可燃性ガス対策

現実にガスの発生を見ていること、さらに本地区は周辺の地質構造からみて背斜・向斜を繰り返す褶曲帯をなしており今後もガスの湧出が想定されることから、1号トンネルにおいては可燃性ガス対策に万全を期することとした。

対策工法としては、①電気機器の防爆化、②集中自動警報設備の設置(坑内100mごとに検知センサーを、200mごとに警報機と電話を、現場事務所に集中監視・記録装置を設置)③換気機能の増強(予備電源、予備送風機)、④ガス抜き先進ボーリング40m、探りボーリング5mの実施、⑤施工時の安全性確保のため内空断面2r=2.2mを3.0m



図二 1号トンネル縦断面図

表一 トンネルにおける危険場所の分類

危険場所	状 態	トンネルにおける例
0 種場所	危険雰囲気は通常の状態に連続し、または長時間連続して存在する場所。	可燃性ガスが噴き出している場所。
1 種場所	通常の状態において、危険雰囲気を生成するおそれがある場所。	可燃性ガスが停滞し、危険な濃度となるおそれがある場所。
2 種場所	異常な状態において、危険雰囲気を生成するおそれがある場所。	換気装置が故障し、ガス停滞により危険な濃度となるおそれがある場所。

労働省産業安全研究所技術指針の「新・工場電気設備防爆指針（ガス防爆1988）」及び「工場電気設備防爆指針（ガス蒸気防爆1979）」を参考

表二 トンネル工事に使用する防爆機器の選定

種類	危険場所 電気機器 防爆構造	2 種 場 所					備 考
		本質安全	耐 圧	内 圧	油 入	安全増	
回 転 機	ロードヘッター	—	◎	○	—	△	
	モノレールコンベアー	—	◎	○	—	△	
	コンクリート吹付機	—	◎	○	—	△	
	スクリュウクリート	—	◎	○	—	△	
	バッテリー機関車	—	◎	○	—	△	
	蓄電池	—	—	—	—	◎	
	水中ポンプ	—	◎	○	—	○	
開 閉 器	ロードヘッター起動盤	—	◎	○	—	—	
	モノレールコンベアー起動盤	—	◎	○	—	—	
	コンクリート吹付機起動盤	—	◎	○	—	—	
	スクリュウクリート起動盤	—	◎	○	—	—	
	防爆用分電盤	—	◎	—	—	—	
計 測 器	可燃性ガス警報検知部	—	◎	—	—	—	
	携帯用ガス検知器	◎	—	—	—	—	
照 明 器 具	防爆用蛍光灯	—	○	—	—	◎	
	非常用防爆型蛍光灯	—	○	—	—	◎	
	切羽投光器	—	◎	—	—	○	
そ の 他	防爆用電話器	◎	—	—	—	—	
	防爆用スピーカー	—	—	—	—	◎	
	防爆用回転灯	—	◎	—	—	○	
	防爆用押釦スイッチ	—	◎	—	—	○	
	防爆用警報ブザー	○	◎	○	—	○	
	防爆用接続箱	—	◎	—	—	○	
	防爆用接続器	—	◎	—	—	—	

凡例 ◎…適するもの（当現場で採用を考えているもの）

○…適するもの

△…なるべく避けたいもの

—…構造上実在しないもの又は、手に入らないもの

労働省産業安全研究所技術指針の「新・工場電気設備防爆指針（ガス防爆1988）」及び「工場電気設備防爆指針（ガス蒸気防爆1979）」を参考

に変更，⑥ガスの滞留を防止するため矢板工法を吹付コンクリート工法に変更，⑦同様にライナープレート覆工を吹付コンクリート覆工に変更，⑧換気立坑の設置などである。

1号トンネルにおいてはこれらの対策を実施した結果，トンネル掘削中に警報機が作動したのは坑口から500m地点で0.5%を超える程度のメタンガスを検知した1回だけであった。このときはすべての作業を中止して換気を行い約40分で回復した。

(3)トンネル断面決定の諸要因

掘削はカッターヘッド45kWの自由断面掘削機を使用し全断面掘削工法とする。この掘削機械幅は、ほぼ1.8mである。また、労働安全衛生規則第205条によれば「ずい道内部の労働者と車両の接触防止のため、片側に車両と側壁等との間隔を0.6m以上としなければならない」とありこれを準用する

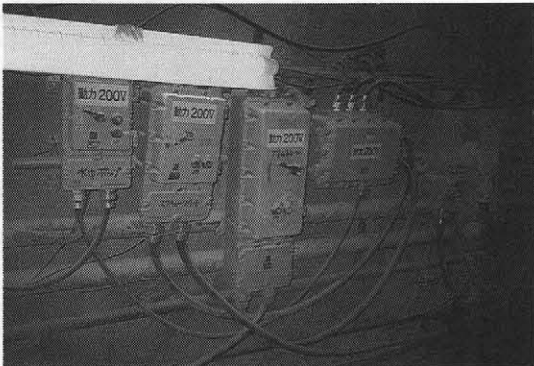


写真-2 防爆化分電盤



写真-3 先進ボーリングのガス測定

こととした。

切羽での人力作業としては、先進ボーリング、探りボーリング、掘削、支保工の建込み金網張り、コンクリート吹付があり、切羽と掘削機械の間にはかなりの作業員が働いていることから、退避スペースを両側に設けると、 $1.8 + 0.6 \times 2 = 3.0\text{m}$ となる。

このことから、掘削断面は、作業員が安全に退避できるスペースを確保することとして支保工内側で3.0mとした。

その他のケースで考えると、①吹付機械の幅がほぼ1.5mなので支保工内側で2.7m必要，②吹付工法の最小施工断面は2.5m，標準的には3.0m必要，③坑内からの水抜きボーリングは、内空断面で2.2m必要。

以上のことから3.0mとする。

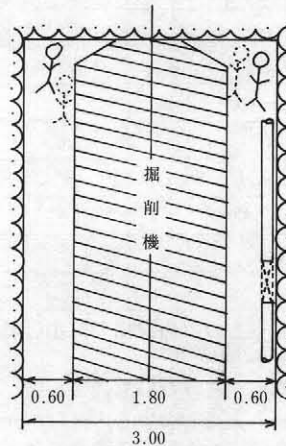
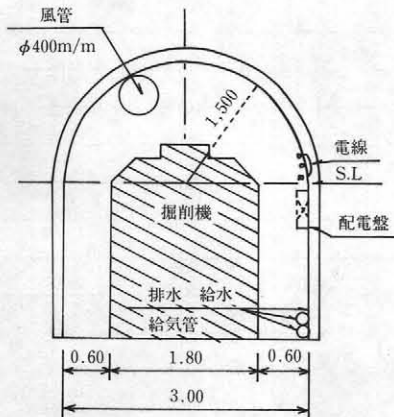


図-3 施工図



写真-4 掘削状況

(4)吹付コンクリート工法によるガス対策

可燃性ガス対策を考慮した掘削工法としては、ガス抜きボーリングや薬液注入を併用した矢板工法も考えられるが、地山からの可燃性ガスの湧出、地山の緩みによるクラックからのガスの湧出、および湧水からのガスの湧出を極力押えること、掘削面のガスが溜まりやすい凹凸を速やかになくす

こと、施工途中において「ガス溜まり」となる支保工の段差や矢板の空隙を作らないことを考慮して吹付コンクリート工法で掘削することとした。

吹付け厚さは計画設計基準によればCタイプ10cm、Dタイプ15cm、設計巻厚は小断面につき15cmとなっている。よってコンクリート吹付厚さ等を、各タイプ毎に次のように設定した。

C タイプ 地山に溶接金網を張り、吹付コンクリート10cmで仕上り断面とする。

D 1-1タイプ 一次吹付2.5cmののち、溶接金網を張り、吹付コンクリート15cmで仕上り断面とする。

D 1-2タイプ 一次吹付2.5cmののち、溶接金網を張り、吹付コンクリート15cmで地山を押さえ、さらに溶接金網を張り、吹付コンクリート15cmでライニングする。

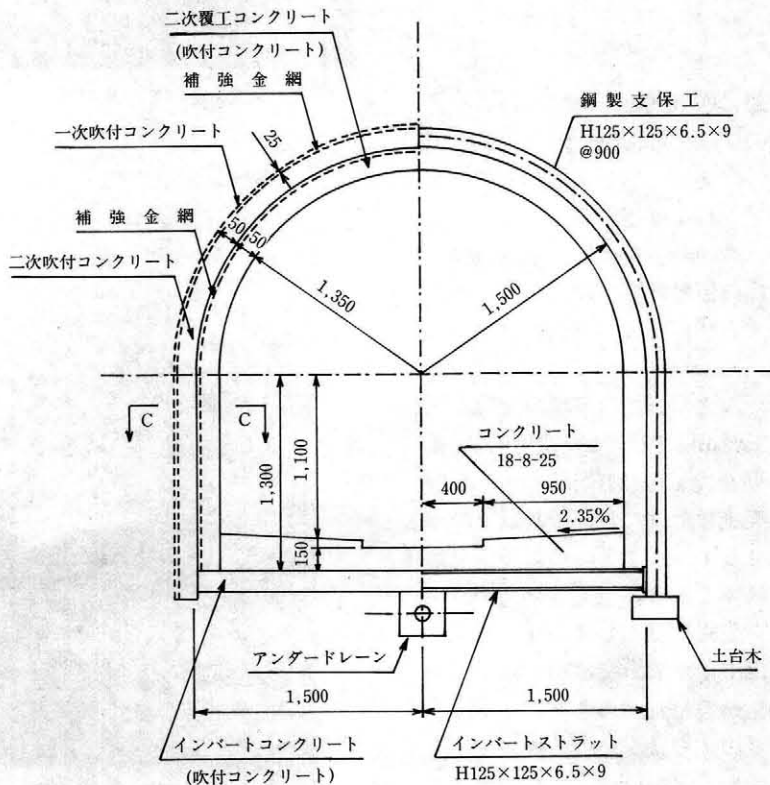


図-4 D₁₋₂タイプ 標準断面図

D2 タイプ 一次吹付2.5cmののち、溶接金網を張り、吹付コンクリート15cmで地山を押さえ、25cmの鉄筋コンクリートでライニングする。

なお掘削時の地質、湧水、地山の緩み、亀裂、内空変位等の状況を観察し総合的に判断して、掘削タイプの妥当性を確認するとともに、状況によってはタイプの変更を行い、さらに施工後の湧水、亀裂、内空変位等の状況により吹付コンクリートの追加施工を実施する。



写真—5 トンネル内面

(5)換気対策

換気方式には一般に送気式と排気式があるが、送気式は風管先端の切羽での換気性が良く、坑道途中で発生したガスが切羽に送り込まれることがない利点があるのでこれを採用する。

1号トンネルのガスの発生量はトンネルの径、掘削スピード、地山の影響範囲、地山の空隙率、掘削深度から算定する「平松氏の方式」によれば、 $0.93\text{m}^3/\text{min}$ となる。

しかし1号トンネルにおいては現場の実態からガスの発生量を $0.5\text{m}^3/\text{min}$ とし、安全濃度0.5%まで希釈するのに必要な換気風量 $100\text{m}^3/\text{min}$ の設備を設置して工事を実施した。なお、予測以上のガス発生にも対応できるよう、予備の換気設備を常備しておくことが必要である。

また、換気立坑を設置したことにより、トンネル完成後の坑内気流中のガス濃度は安全濃度に納まっており換気効果が現われているといえよう。

(6)地下水位、排水量の観測状況について

1号排水トンネルは、大規模地すべりのすべり面から約10m下を通過しており、水抜きボーリ

ングは、このすべり面に作用する間隙水圧を低下させる目的で実施している。従来はトンネルの一部を拡張したボーリング室を設けて、そこから放射状にボーリングを行うのが普通であったが、効果面からはボーリング室を設けず、等間隔で水抜きボーリングを実施するのが有利である。1号排水トンネルはどの地点からも水抜きボーリングが可能な断面を有しており、等間隔で実施可能である。

水抜きボーリングは、その効果を確認しつつ追加施工を行うこととしており、今回施工したのは一次分である。一次分としては、全線にわたる地下水状況を把握する必要もあり、10m間隔で41本の水抜きボーリングを実施している。ボーリング



写真—6 水抜きボーリング



写真—7 水抜きボーリング

の仰角は60度とし、延長は大規模地すべりのすべり面とそれに関連する水みちを貫くものとし、 $\ell = 25 \sim 35\text{m}$ で施工している。

FEM解析では1号排水トンネルから40~50 ℓ/min の地下水排水量を想定しているが、現在トンネルからは20~30 ℓ/min の排水量があり、地下水観測でも顕著な水位低下が表れてきている。今後も観測を続け、効果の解析を行い、二次施工の検討を行うこととしている。

2号排水トンネルの設計

(1) 2号排水トンネルの概要

平面的にいうと、1号排水トンネルが大規模地すべりブロックの中央下部に位置するのに対し、2号排水トンネルは北翼中段に位置している。構造的には1号排水トンネルで検討した可燃性ガス対策を踏襲しており、概要は次のとおりである。

延 長	820m(トンネル 806m, 坑口暗渠 14m)
内空断面	2r = 3.0m(Cタイプ)~2.5m(D2タイプ)
断面形状	幌 型
トンネルタイプ	C 65m(支保工@1.2m吹付コンクリート10cm)

D1-1	587m(// @0.9m // 15cm)
D1-2	118m(// // // 30cm)
D2	36m(// @0.7m 鉄筋コンクリート巻立)
水抜きボーリング	60本(間隔 10m 長さ 40~60m)

換気立坑 1ヶ所

(2) 2号排水トンネルの可燃性ガス調査

2号トンネル周辺ではボーリングコア1kg当たり0.03~8.24cc、地下水1 ℓ 当たり0.75~6.80ccのメタン、エタン、プロパン、イソブタン、ノルマルブタンガスが検出されている。したがって2号排水トンネルは1号と同様かそれ以上に可燃性ガス湧出の可能性が高く、しかも混合ガスのため爆発限界濃度は2~15%とメタンガス単体成分の5~15%よりも低い可能性があり危険性が高いと考えられる。

(3) 坑口部の対策

トンネルの坑口部は土かぶりが薄く、地山強度の弱い表層近くを掘削することになるので構造的に不安定となりやすい。このため、地すべり地帯内に坑口を設けることは避けたいところであるが、

表一3 含有ガス量と限界爆発濃度 (ボーリングコア)

資料No.	含有ガス量 (cc/kg)						爆発限界濃度(%)	
	メタン	エタン	プロパン	イソ・ブタン	ノルマル・ブタン	合 計	上 限	下 限
1	0.02	0.03	0.23	0.21	0.09	0.58	9.11	2.00
2	0.99	0.15	0.06	0.07	0.04	1.31	13.43	3.88
3	0.19	—	—	—	—	0.19	15.00	5.00
4	7.50	0.43	0.19	0.08	0.04	8.24	14.48	4.58
5	2.00	0.43	0.21	0.09	0.06	2.79	13.42	3.84
6	0.34	0.20	0.09	0.09	0.06	0.78	11.80	2.99
7	0.03	—	—	—	—	0.03	15.00	5.00

表一4 含有ガス量と限界爆発濃度 (地下水)

資料No.	含有ガス量 (cc/kg)						爆発限界濃度(%)	
	メタン	エタン	プロパン	イソ・ブタン	ノルマル・ブタン	合 計	上 限	下 限
1	6.00	0.06	—	—	—	6.06	14.97	4.97
2	6.80	—	—	—	—	6.80	15.00	5.00
3	1.20	0.05	0.02	—	—	1.27	14.74	4.77
4	0.72	0.03	—	—	—	0.75	14.88	4.87
5	3.30	0.04	—	—	—	3.34	14.96	4.96

表一 5 メタンガス濃度と作業及び処置内容

メタンガス濃度	作業基準	措置内容
0.25%未満	平常作業	1. 入坑者に測定結果を明示
0.25%以上 } 0.5%未満 0.5%で警報発生	一次警戒作業 火気使用作業及びこれに準ずる作業の中止	1. 入坑者に測定結果を明示 2. 測定結果を作業員へ通報 3. 注意表示 4. 坑内外への連絡 5. 監督員へ連絡（元請） 6. 発生源調査
0.5%以上 } 1.0%未満 1.0%で警報発生	二次警戒作業	1. 入坑者に測定結果を明示 2. 測定結果を作業員へ通報 3. 注意表示 4. 坑内外への連絡 5. 監督員へ連絡（元請） 6. 発生源調査 7. 坑内換気量の増大
1.0%以上 } 1.5%未満	作業中止	1. 緊急退避警報合図 2. 測定結果を作業員へ通報 3. 作業員退避 4. 監督員へ連絡（元請） 5. 立入り禁止警標設置 6. 通行遮断，さく囲いの設置 7. 発生源調査 8. 坑内換気量の増大
1.5%以上	作業中止	1. 緊急退避警報合図 2. 測定結果を作業員へ通報 3. 作業員退避 4. 監督員へ連絡（元請） 5. 立入り禁止警標設置 6. 通行遮断，さく囲いの設置 7. 送電停止 8. 発生源調査 9. 坑内換気量の増大

付近は全て地すべり地帯のため、尾根筋の偏土圧発生の可能性が低い位置をトンネルの坑口としている。

しかし、この地点には小規模な地すべりブロックがあり、坑口の工事に伴い不安定な状態となる可能性がある。これについては、安定解析を行った結果、杭工で安定を図ることとする。安定解析は標準スライス法によるものとし、現況安全率1.00、目標安全率1.20と設定して、工事施工中の切土開削時における短期安定に必要な増加すべき抑止力は119.13 t/m、工事完成後の仕上がり斜面における長期安定に必要な増加すべき抑止力は72.09 t/mと算定されたので、鋼管杭φ318.5、t = 15、ℓ = 18~21.5m、25本を2.0mピッチで打設することとした。

また坑口部の土かぶりが薄く、また地すべりブロック内を通過する約40mの区間についてはパイプルーフ工を施工する。トンネルタイプとしてはD2タイプ(支保工間隔0.7m、鉄筋コンクリート巻立)とする。

なお坑口部の杭工およびパイプルーフ工の施工は、地中に壁を構築するかたちとなり、地下水位の上昇を促す要因となる可能性がある；よって水抜きボーリング40m×3孔×2群を施工して、あらかじめ地下水位の低下を図ることとした。

おわりに

本地区は昭和63年に着手して以来、平成6年度までに約45%の進捗を見ている。地すべりによる被害は、言い伝えとしては鎌倉時代からあり、地

すべりを止めるために人柱となった僧侶の話が有名である。記録に残っている明治以降では、明治中期の釜塚区域赤ハゲ沢の大きい地すべりにより農地5ha、人家5戸および県道が大きな被害を受けたのはじめ、昭和44年には源治ヶ窪区域飯喰沢で大規模な地すべりが発生し農地10ha、人家6戸、橋梁2ヶ所が壊滅的被害を受けている。昭和63年には段子差区域で地すべりが発生し県道を切断し、地すべり土塊が一級河川大熊川を堰止めている。直轄事業発足以降では平成元年に釜塚区域と八田区域、平成4年に八田区域で比較的規模の大きい地すべりが発生し、直轄地すべり防止施設災害復旧事業、直轄地すべり対策災害関連緊急事

業でその対策を行なってきた。

直轄事業では国土保全、民生安定の観点から大規模地すべり対策とともに個々の地すべりブロックについても対策を行っており、区域全体の地すべり災害の未然防止に努めている。なお最近では大きな被害を与えるような地すべりは発生しておらず、直轄事業による対策の効果が発現しているものと考えられる。

本事業は基本計画に沿って実施されるものであるが、実施段階での調査・解析結果も十分吟味しながら、取り得る対策の工法やその規模を再検討し、事業目的の達成が適切に図られているよう努めていくこととしている。

うるおいのある豊かな生活環境づくりに

トリシマ 農業集落排水の総合技術

トリシマは、農業農村整備における各種ポンプ設備をはじめ、汚水の流送システム／農業集落排水処理施設など農村の生活環境の保全や向上に、トータルエンジニアリングでお応えしています。



農業集落排水処理施設
(鳥取県淀江町本宮処理場)



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)3211-8661(代) FAX(03)3211-2668
 <支店>大阪・名古屋・福岡・札幌・仙台・広島・高松 <営業所>横浜・佐賀・那覇
 本 社／大阪府高槻市宮田町一丁目1番8号 ☎(0726)95-0551(大代) FAX(0726)93-1288

砂層狭在型軟弱地盤の沈下実測値に基づく最終沈下予測等について

内 田 昌 男*
(Masao UCHIDA)

高 橋 嘉 和**
(Yoshikazu TAKAHASHI)

石 田 幸 広**
(Yukihiro ISHIDA)

刑 部 信 吾***
(Shingo OSAKABE)

目 次

前書き66
 1. 堤体挙動67
 2. 双曲線法による最終沈下量の予測68

3. 最終堤体断面の決定71
 終わりに73

〈前書き〉

本報告は、東海農政局豊川総合用水事業の一環として建設している芦ヶ池調整池正面堤防の建設過程における、沈下並びに水平変位等の挙動観測と、この観測データを用いての双曲線法での最終沈下量の予測、更に土質試験結果等で得られた土質定数を用いて堤体整形等を行った概要を報告するものである。(図-1 参照)

従来から砂層狭在型軟弱地盤上に盛立てられた構造物の沈下等の変位予測は、双曲線法によるものが精度の高いものが得られるとの諸報告がなされているが、本報告でもその実証が出来たと考えている。

一方、このような地盤上の盛土構造物の設計時の沈下等の考え方については、一般的には標準圧密試験やTerzaghiの圧密理論により一定の変形量を見込んだもので断面決定等を行うが、現実には複雑な地盤を明確に把握することが困難な上、理論通りの変形が必ずしも施工後発生するとは限らないことから、時間をかけて盛立後の状況を見ながら残留沈下量の予測を行い、その上で余盛り整形を行い正規の断面に仕上げる段階的施工が、経済性、安全性の面でも有利と言われている。本報文は、この考え方にに基づき施工している芦ヶ池調整池の正面堤防(以下「堤体」という。)の余盛りの検討手法について整理したものである。

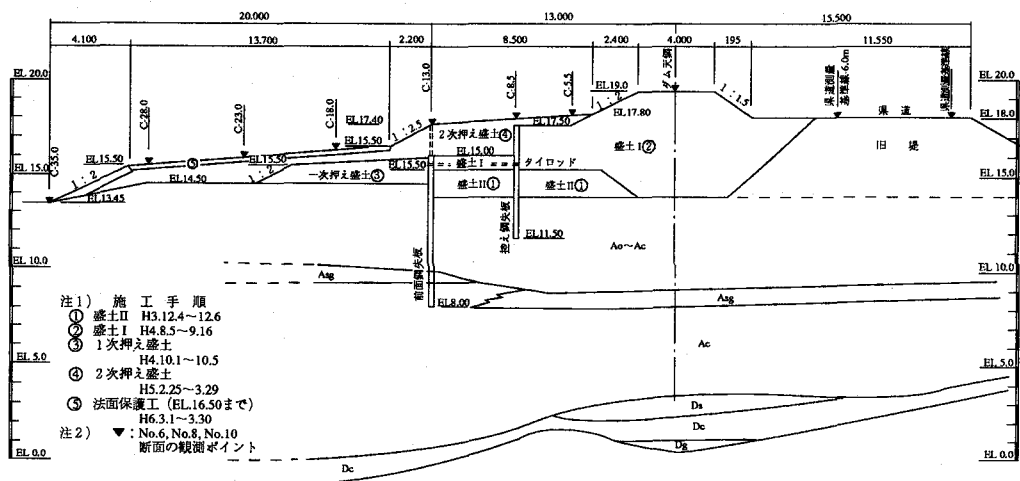


図-1 標準断面図 (No. 6 断面)

*東海農政局建設部水利課
 **東海農政局豊川総合用水農業水利事務所
 ***日本技術研技術研究所

1. 堤体挙動

- (1) 芦ヶ池調整池は、渥美半島中央部の沖積低地に位置し、調整池の基礎はN値0～5の高有機質土が最大で15m程度堆積しており、いわゆる「軟弱地盤」上に構築された農業用のため池である。豊川総合用水事業では、芦ヶ池(貯水量90万 m^3)を掘削、嵩上げを行い貯水量200万 m^3 に改修する工事である。
- (2) 堤体挙動は平成4年9月16日、EL19.30まで盛立を実施したところ盛土及び前面鋼矢板が沈下、水平変位を起し、その後も堤体変位は収まらず進行したことから、1次押え盛土を実施した。(平成4年10月1日～10月5日 約1,100 m^3)
その後も堤体の変位は進行したが、円弧滑り変形等の状況は認められず、圧密による変位がその主原因との判断から、圧密を促進させ堤体の早期安定を図る目的で2次押え盛土を実施した。(平成5年3月1日～3月末 約5,300 m^3)
- (3) 堤体変位の履歴
変位履歴は、平成4年9月30日から平成7年2月13日までのものをNo.6断面で観測した沈下並

びに水平変位について図-2に示している。

- ① 沈下については、盛土完了後('92/09/30)約12ヶ月間は急激に進行し、堤体天端で580mm、またC-5.5の位置で650mmとなり、その後約16ヶ月を経過した累計沈下量は、堤体天端で約700mm、C-5.5で約780mmとなっている。
- ② また水平変位については、H5.2/25～3/29の2次押え盛土の効果も有り、約12ヶ月間で堤体天端で約230mmとなり、その後16ヶ月を経過した累計水平変位量は、約280mmとなっている。(いずれも上流側へ変位)
- ③ 沈下量と水平変位量の関係は、正比例の関係(特に堤体天端、C-5.5の位置)が認められる。また鋼矢板天端の変位を示すC-8.5やC-13.0は初期段階で水平変位が急増しているが、これは鋼矢板にかかる土圧の影響で鋼矢板背面のAo(有機質粘土層)～Ac(シルト質粘土層)層が塑性変形を起こしたためと思われる。その後1次押え盛土を行った結果、この水平変位は収束傾向にあり、現在ではほとんど変位していない。

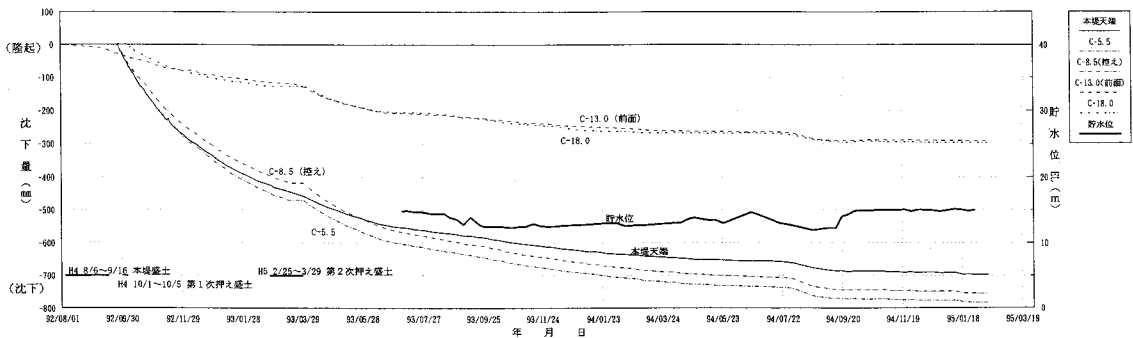


図-2.1 表面変位履歴図 (No.6断面 沈下量)

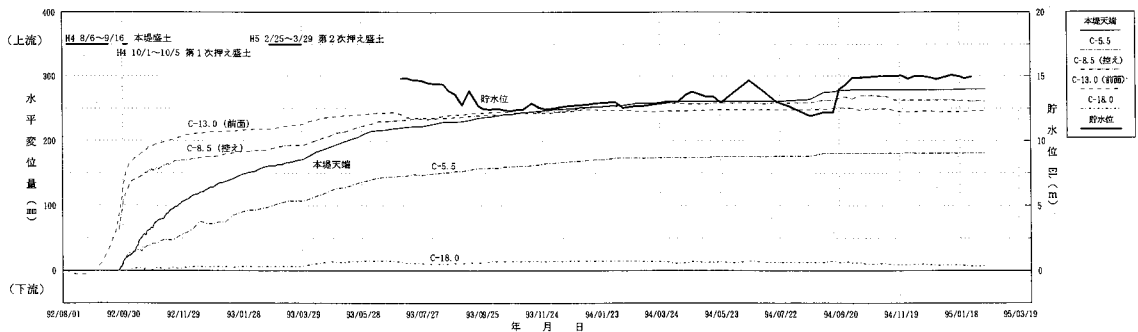


図-2.2 表面変位履歴図 (No.6断面 水平変位量)

2. 双曲線法による最終沈下量の予測

(1)双曲線法

荷重が一定のとき、沈下実測値を用いてそれ以降の沈下速度を推定する方法に双曲線法がある。これは、実測沈下量と時間の関係が経験的に次式のような双曲線で表せるという考えに基づいている。

$$S = S_0 + \frac{t - t_0}{\alpha + \beta(t - t_0)} \dots\dots\dots(2. 1式)$$

ここに、S；任意の時間 t における沈下量
 S₀；基準に取った時間 t = t₀における沈下量
 t；経過時間
 t₀；荷重が一定になった後の任意の基準時点
 α, β；実測値より定まる係数

係数α, βを定めるには、(2. 1式)を変形した

$$\frac{t - t_0}{S - S_0} = \alpha + \beta(t - t_0) \dots\dots\dots(2. 2式)$$

を用いる。これは (t - t₀) と (t - t₀) / (S - S₀)

が線形関係にあることを表すので、基準時間t₀を任意に選んで実測値を用い、横軸に(t - t₀)、縦軸に(t - t₀) / (S - S₀)をプロットすることでその直線の勾配と切片からそれぞれα, βが求まる。

最終沈下量S_fは(2. 1式)においてt → ∞として、

$$S_f = S_0 + \frac{1}{\beta} \dots\dots\dots(2. 3式)$$

で計算することができる。

(2)双曲線法による最終変位量

①基準時点t₀と近似データ

基準時点は、2次押え盛立完了した後のH 5. 4. 15とし、近似データはH 7. 1. 18までのデータにより行った。

②(t - t₀) と (t - t₀) / (S - S₀) の関係
 H 5. 4. 15を基準時点t₀とし各地点の(t - t₀) と (t - t₀) / (S - S₀) の関係図を作成した。

③α, β, R

関係図から回帰式を算定し、α, βとこれに対する相関係数Rを求めた。結果は表-1に整理し

表-1 測点No.6の双曲線法による最終変位量予測

H 7. 1. 18時点での予測 (2次押え盛土が完了した後のH 5. 4/15~H 7. 1/18のデータに基づく)								
		α (day/cm)	β (1/cm)	相関係数 R	現時点変位量 (H 7. 1/18) S ₀ (cm)		最終変位量 (cm)	
					変位量	圧密度U (%)	変位量	圧密度U (%)
沈 下 量	本堤天端	9.34	0.033	0.992	69.7	88.9	78.4	100.0
	C-5.5	6.51	0.026	0.993	78.1	88.0	88.8	100.0
	C-8.5 (控え)	5.76	0.025	0.993	75.4	88.1	85.6	100.0
	C-13.0 (前面)	11.58	0.055	0.982	29.0	87.1	33.3	100.0
	C-18.0	10.82	0.052	0.985	29.6	87.0	34.0	100.0
水 平 変 位 量	本堤天端	17.95	0.078	0.989	28.0	89.7	31.2	100.0
	C-5.5	18.23	0.123	0.997	18.1	91.7	19.7	100.0
	C-8.5 (控え)	20.32	0.127	0.988	26.2	93.3	28.1	100.0
	C-13.0 (前面)	102.74	0.520	0.718	24.5	97.1	25.2	100.0

て示した。

沈下に対する相関係数Rはすべて0.98以上を示し相関性は高く信頼性の高いものと思われる。(図-3)

また水平変位についても堤体天端、C-5.5、C-8.5の盛土部の相関係数は、0.98以上で高い値を示している。(図-4)

一方、C-13.0は前面鋼矢板の天端での観測であり、初期の2次押し盛土や池水位の影響を受け、水平変位は若干相関係数が悪いものとなっているが、図-2の履歴図から見ても、池の測点での変位と同様な動きを示している等、特別問題は無いと考えているところである。

なお、No.6断面の代表的な観測点においての

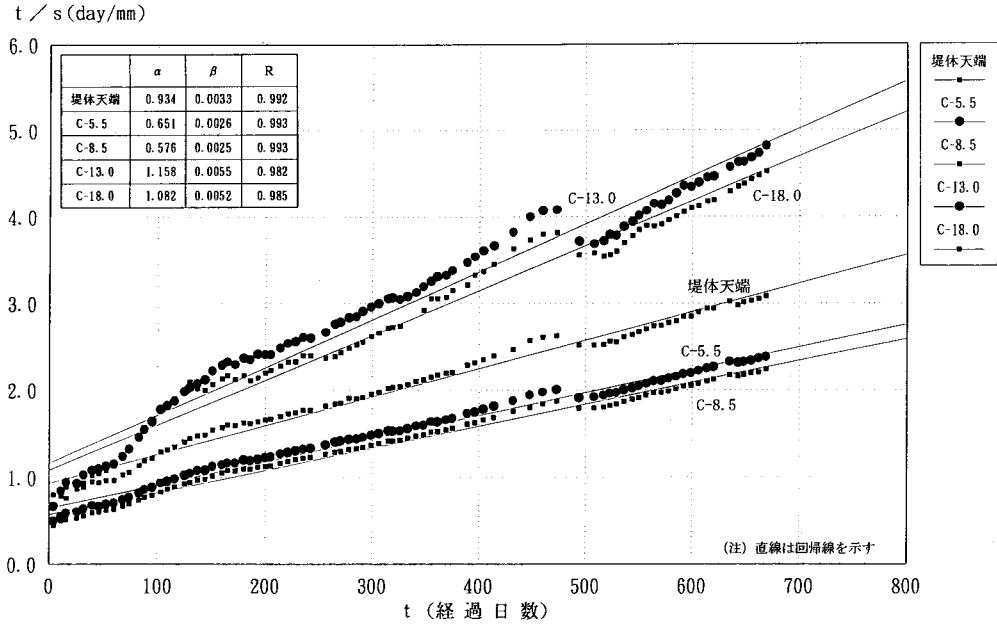


図-3 双曲線近似 (No.6断面 沈下量)

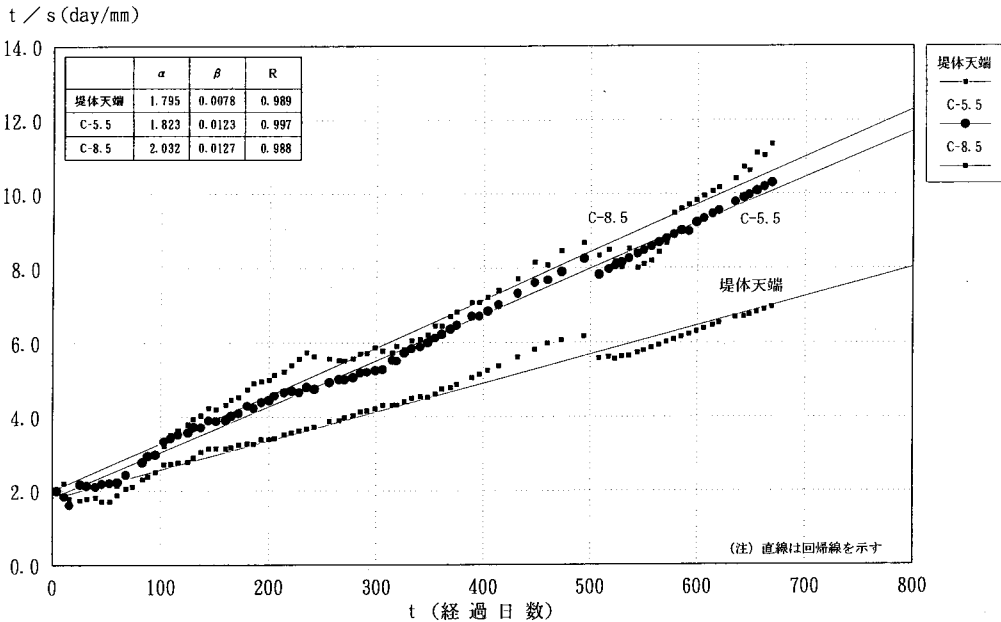


図-4 双曲線近似 (No.6断面 水平変位量)

双曲線法によって得られた近似線と実測値の関係を図-5, 図-6に示しているが良く近似している。

④最終変位置 (No.6断面)

計算の結果, 最終の変位置は, 下記の通りと予想された。

- ・最終沈下量の最大はC-5.5で88.8cm。
- ・平成7年1月時点の圧密度U (圧密の開始は

H4.9.26と考える)は88%前後, また1年後の平成8年3月では92%程度となる。

- ・残留沈下量は堤体天端で8.7cm, C-8.5 (控え)では10cm程度。
- ・最終水平変位置の最大は, 堤体天端で31.2cm。
- ・残留水平変位置は, 堤体天端3cm程度, C-5.5, C-8.5で2cm程度, その他の地点では1cm以下となる。

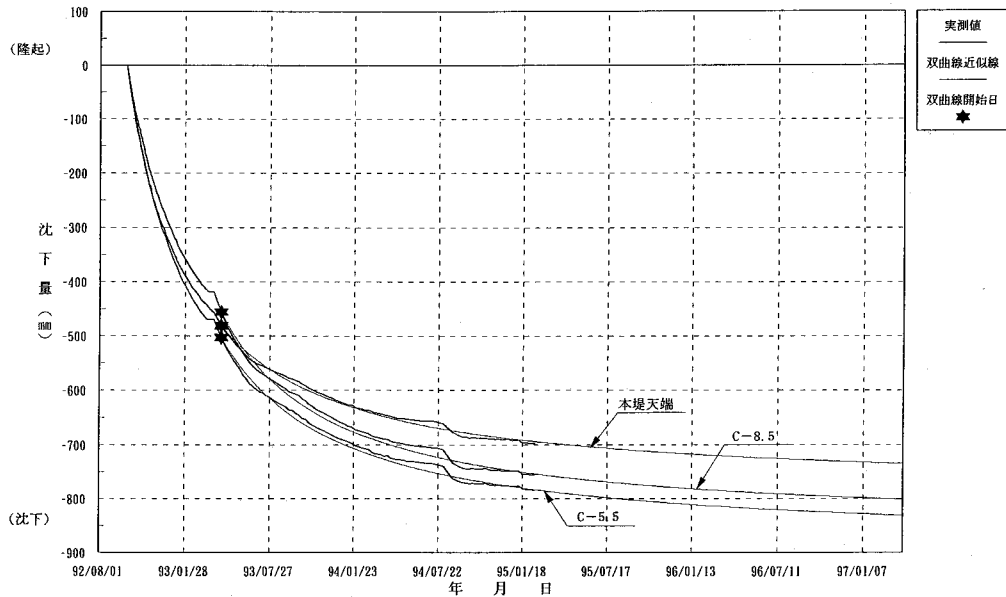


図-5 沈下実測量と双曲線近似線との関係 (No.6断面)

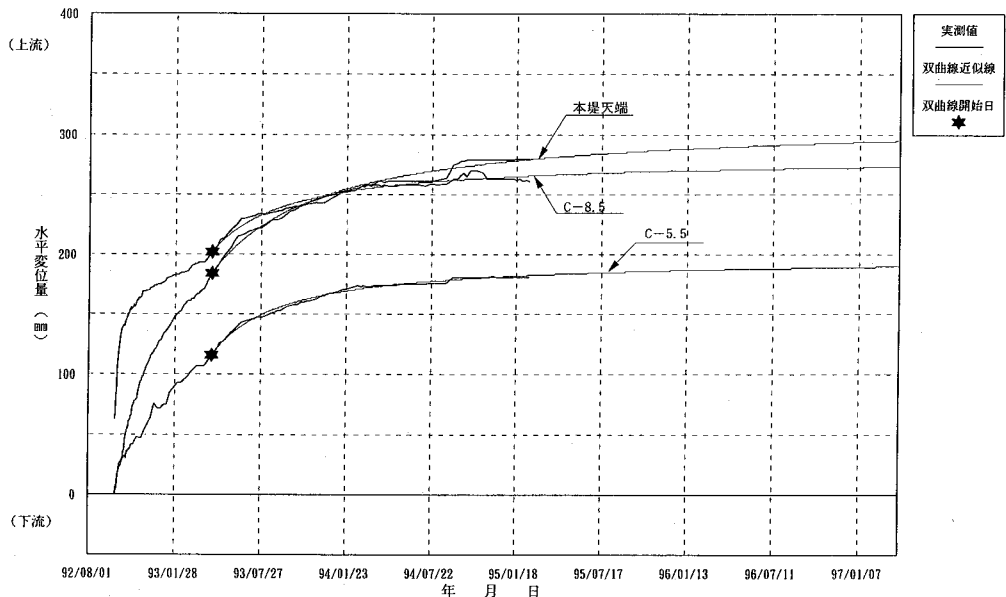


図-6 水平変位実測量と双曲線近似線との関係 (No.6断面)

3. 最終堤体断面の決定

(1) 現況堤体

暫定断面で盛立てられた本調整池の堤体は、15mに近い軟弱層の圧密変形により、堤体天端で約70cm近い沈下があり、現況においてはNo.6断面で表-2, 図-7, の標高となっている。

一方、堤体の設計標高は、EL19.00を必要とするが、この標高を確保する為には、現況断面での残留沈下量や余盛りによる推定沈下量、更に余盛り量を検討し堤体整形を行う必要があることから、以下の様な検討を行っている。

(2) 余盛りによる推定沈下量の検討

余盛りによる推定沈下量の検討は、盛土工工程、解析モデル、地下水位等を設計諸元に沈下シミュレーションを実施し、双曲線法による変位予測（現況断面における推定沈下量）との比較を行い、この成果を基に今後の盛土に伴う最終沈下量の推定を行い、施工断面を決定している。

1) 沈下シミュレーション

① 盛土工工程

沈下シミュレーションの盛土工工程は、便宜的に盛土を施工した中間の日にすべての盛土を完成したと仮定し設定した。

② 解析モデル

No.6, No.8, No.10断面の3断面について沈

下シミュレーションを実施した。

③ 地下水位

地下水位観測結果に基づき、地山地下水位は基礎地盤線と同じとした。よって基礎地盤は水中重量を採用した（盛土は湿潤重量）。

④ 検討ケース

沈下シミュレーションのケースは以下の3ケースにて検討を行った。

- Case.1 圧縮指数Ccが圧密応力に関係なく一定の場合。
- Case.2 過圧密領域を考慮し降状応力以下では圧縮指数Ccを次のように変化させた。
- Ao~Ac 圧密応力 $P < 0.25 \text{ kg f / cm}^2$
 $Cc = 0.30 (1.80 \times \frac{1}{6})$
 圧密応力 $P \geq 0.25 \text{ kg f / cm}^2$
 $Cc = 1.80$
- Ac 圧密応力 $P < 1.00 \text{ kg f / cm}^2$
 $Cc = 0.20 (1.20 \times \frac{1}{6})$
 圧密応力 $P \geq 1.00 \text{ kg f / cm}^2$
 $Cc = 1.20$

(上記条件は、過圧密領域と正規圧密領域の境界の応力PとCcを、何ケースも変化させてシミュレーションを行った結果、最も良く一致した条件として上記を設定した)

表-2 堤体設計諸元表

測点	現況標高 EL(m)	双曲線法による 最終標高 EL(m)	設計標高 EL(m)	盛立厚さ (cm)
①	17.28	17.24	17.40	-16
②	17.65	17.54	17.95	-41
③	18.66	18.57	19.00	-43
④	18.73	18.64	19.00	-36

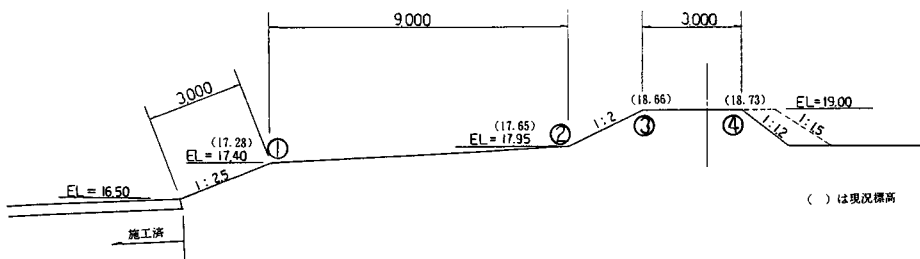


図-7 No.6断面 標準断面図

- Case. 3 圧密係数 C_v に着目し、圧密応力 P が大きい堤体天端、 $C-5.5$, $C-8.0$ については C_v を小さくした場合である。圧密応力 P が大きくなると C_v が小さくなることは文献「鹿島出版：軟弱地盤の調査から設計・施工までP164」にも一例が示されている。

Case. 3 の C_v は次の値を使用した。

- $A_0 \sim A_c$

本堤天端	} $C_v = 40\text{cm/day}$
$C-5.5$	
$C-8.0$	
その他	$C_v = 130\text{cm/day}$ (Case. 2 と同値)

- A_c

すべての点 $C_v = 170\text{cm/day}$
 について (Case. 2 と同値)

2) 解析結果

土質定数に基づくシミュレーション法と双曲線法により得られた最終沈下量の比較を図-8~10に示しており以下の点の特筆される。

- Case. 1 の結果は双曲線法により得られた結果と堤体天端~ $C-8.5$ (控え) まではそれほど差がないものの $C-13.0$ (前面) ~ $C-23.0$ は大きな差が認められる。これは $C-18.0$, $C-23.0$ のように圧密応力が小さく過圧密領域での沈下が主体である場合は、圧密試験結果により求められる圧縮指数 C_c よりかなり小さい C_c であるためと思われる。また、 $C-13.0$ が一致しない理由は、 $C-13.0$ は鋼矢板天端の沈下量を測

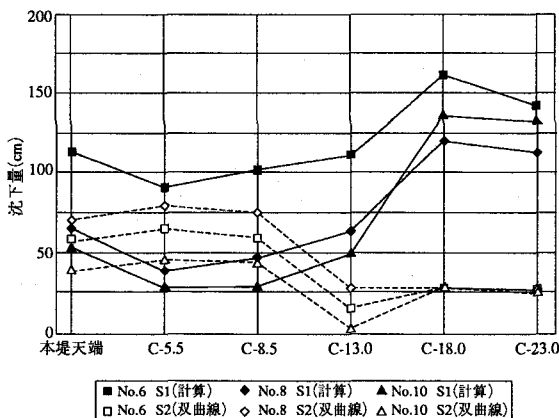


図-8 圧縮指数が一定の場合 (Case. 1)

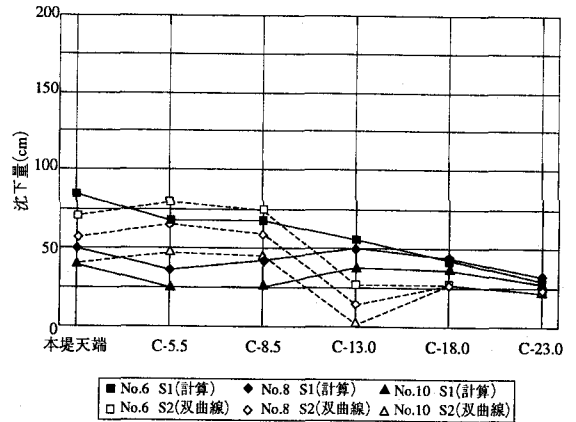
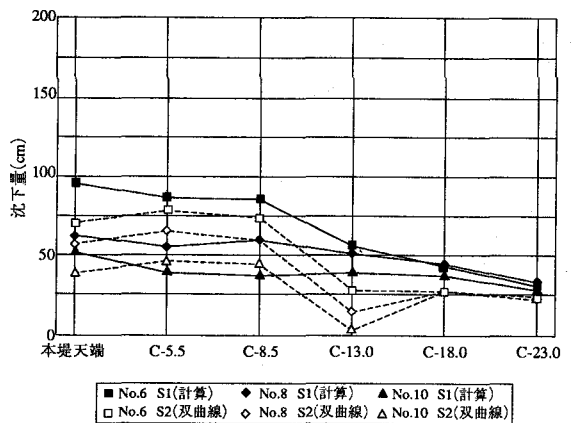


図-9 過圧密領域を考慮した場合 (Case. 2)



※ $C-13.0$ が計算と双曲線の結果があまり一致しないのは、この部分に鋼矢板が設置されているためである。

図-10 過圧密領域を考慮・圧密係数を変化させた場合 (Case. 3)

定しているためと判断される。

- Case. 1 の結果を受けCase. 2 は過圧密領域を考慮して行った。結果は $C-18.0$, $C-23.0$ でかなり一致させる結果となった。

- Case. 3 はできるかぎり双曲線法の結果に一致させるため、圧密応力の高い堤体天端、 $C-5.5$, $C-8.5$ (控え) 部の $A_0 \sim A_c$ 層の圧密係数 C_v を 130cm/day から 40cm/day に変更して行った。 $C-13.0$ (前面) を除く計算に基づく最終沈下量 (S_1) / 双曲線に基づく最終沈下量 (S_2) は $0.84 \sim 1.63$, 平均で 1.19 となりかなり一致した。

- Case. 3 は双曲線法により得られた最終沈下量とよく一致しており、よって“余盛量の検討”はCase. 3 の結果を基に行うこととした。

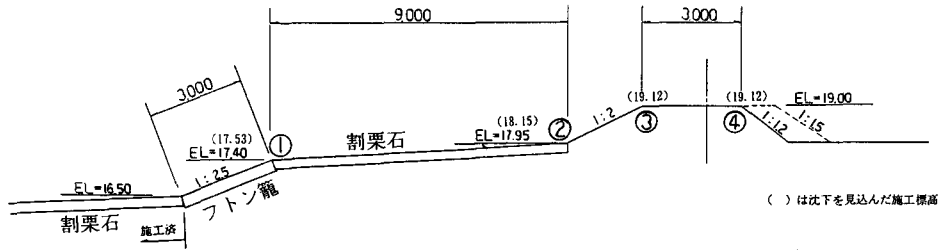


図-11 No.6断面 標準断面図

表-3 現況の堤体整形施工標高

測点	余盛りによる推定 沈下量 (cm)	余盛量 (cm) (余盛+盛土厚さ)	施工標高(EL m) (現況+余盛量)	備考
①	9	9 + 16 = 25	17.53	
②	9	9 + 41 = 50	18.15	
③	3	3 + 43 = 46	19.12	
④	3	3 + 36 = 39	19.12	

(3)堤体整形

堤体整形は図-11に示す標準断面で実施する必要があり、このため3-(2)-1)のCase.3の沈下シミュレーションにより、今後の盛土厚さ並びに余盛量を加味した最終沈下量を求め、No.6断面では表-3の盛土標高で実施している。

〈終わりに〉

軟弱地盤上に構築される構造物については、荷重と変位との関係を常に念頭におき調査計画・設計・施工の一連の流れの中で検討していく必要がある。しかしながら非常に複雑な地質・地盤における確実性の高い土質定数の把握や、地形立地条件を踏まえた上での設計諸元の決定は、時間と経費を費やしても必ずしも満足するものが得られず、現場技術者を悩ます原因となっている。そのため従来の軟弱地盤対策としては、干拓堤防の築堤のように盛土～沈下を繰返しその結果を見ながら完

成断面に近づけていく手法が、より安全で経済性に優れた工法と言われてきた。

一方、昨今の限られた時間の中で急速に施工を要求される工事が多い現場情勢にあつては、暫定断面で2～3年も放置（観測）した上で施工するような余裕はなく、その結果、大規模な地盤改良や基礎杭工法が採用されることが多くなる。

幸いにして本現場では施工工期との兼合もあり、長時間の観測とその結果を反映した施工ができたため双曲線法による予想値と観測値との対比・検証が可能となり、その結果、双曲線法によってかなり精度の高い予測結果が得られることを実証できたのではないかと考えている。

最後になりましたが、今日に至るまで何かと御指導を賜りました東海農政局ダム技術検討委員会の浅井委員長を初め諸先生方に改めてお礼申し上げます。どうぞよろしくお願いいたします。

上場土地改良事業の概要と事業効果について

小 出 正 行*
(Masayuki KOIDE)

鐘ヶ江 幸 博**
(Yukihiro KANEGAE)

目 次

1. はじめに74
 2. 上場台地よ概要と事業の経緯74
 3. 事業の概要及び進捗状況76

4. 平成6年度の大干ばつにおける上場農水の効果について76
 5. 上場土地改良事業による営農効果77
 6. おわりに80

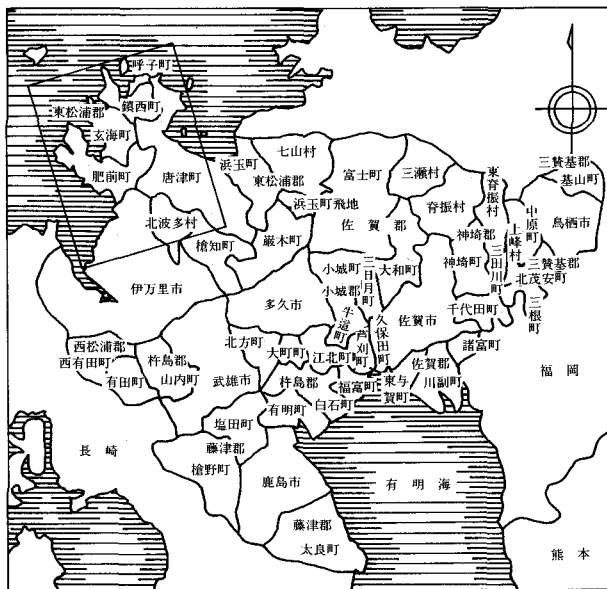
1. はじめに

佐賀県の上場土地改良事業は昭和48年度に事業着手以来すでに20余年が経過し、これまでに多くの方々が事業概要等について各方面で紹介されているが、今回は事業の概要と共に、平成4年度に国営の一期地区が完了し農業用水の利用が可能となったことなど事業効果の発現にともない、上場地域の営農の変化、後継者の定着状況、及び平成6年度の大干ばつにおいて本事業が大きな効果を発揮したこと等について紹介する。

2. 上場台地の概要と事業の経緯

上場台地は、佐賀県の北西部に位置し、玄海灘に突き出した東松浦半島一帯の地域で、唐津市、北波多村、肥前町、玄海町、鎮西町及び呼子町の1市4町1村に跨り総面積は約2万2千haである。

地形は海岸線が入り組み、標高100~200mの玄武岩及び花崗岩質よりなる波形状卓上台地で、台地面は浅い浸食谷が発達し水田、畑、樹園地、山林が錯綜した地形となっている。なお、耕地面積



佐賀県略図

*佐賀県上場農業改良普及センター
 **佐賀県唐津農林事務所

は約8千haである。

年平均気温は16.3度で気候は概して温暖な地域であるが、

- ① 年間降水量は約1,800mmと比較的多いが、肝心のかんがい期に降雨が少ないことや、地形が半島であるため河川の発達乏しいことから、慢性的に用水不足であること。
- ② 特に冬から春先にかけて、玄海灘から強い季節風が吹きつけること。
- ③ 錯綜した地形による棚田や畑そして樹園地等に入り組んだ狭少なあぜ道。

など自然的、社会的条件は極めて悪く、上場台地の歴史は水、風、道との戦いであったといわれていた。

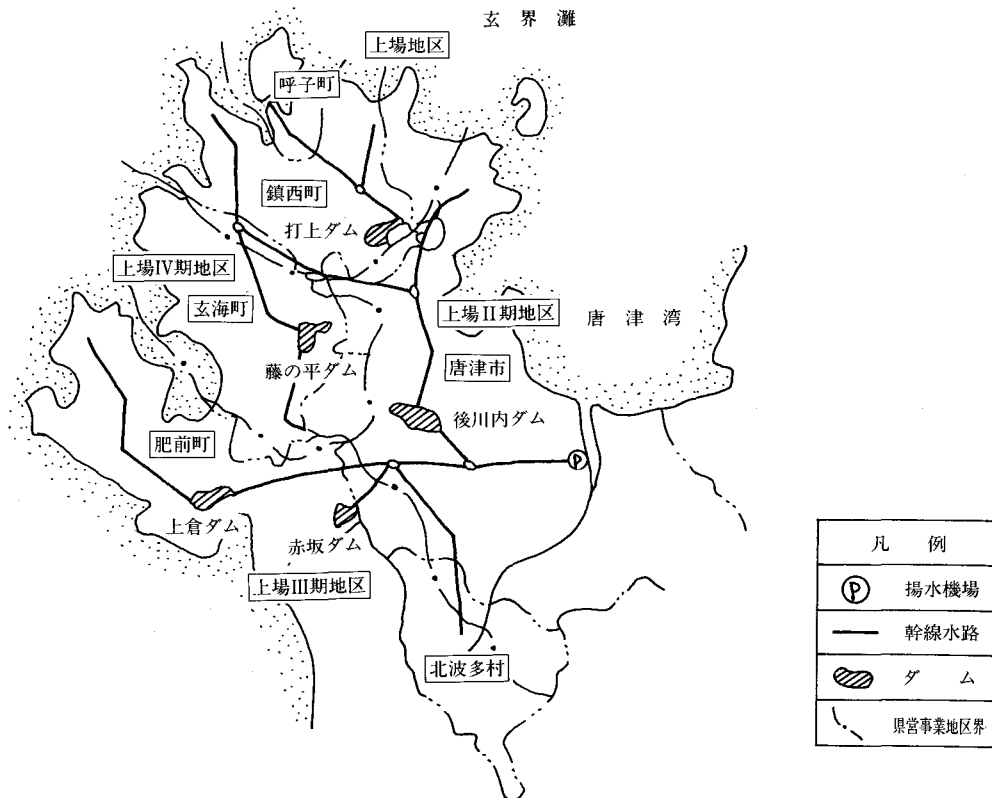
上場台地及びその周辺各地の遺跡からは、3万年から1万2千年前の無土器時代のもものとみられる矢じりなどの遺物が発掘されており、古くから人類が生活していた地域である。唐津市内にある我が国最古の稲作遺跡として有名な菜畑遺跡が示すように、松浦川周辺の比較的水利条件がよい平

坦な地域には古くから水田が開けていたが、自然的、社会的条件の厳しい上場台地は不毛の地ともいわれており、僅かに開拓された水田は渓流水や湧水を求め台地の谷間に点在している。

これまで上場地域は、佐賀県内における代表的な畑作地帯といわれているが、これは農家が積極的に畑作を行ってきたのではなく、稲作が行えないための畑作であり、しかも常襲的な干ばつと強風により、作物は根物を主体としたもので農業生産性は極めて低いものであった。このため上場地域は関東、関西に大量の出稼ぎ労働者を送り出しており、肥前町のある地区では農家300戸のうち248人も出稼ぎに行ったといわれている。このように、不安定な用水源、狭小な道路、風害は上場地域の農業発展の大きな障害要因となっていた。

このような状況の中で、

- ① 昭和26年に上場農業振興について県へ陳情が始まり、昭和35年には佐賀県産業振興計画で重点開発地域として取り上げられる。
- ② 昭和37年に上場開発計画策定のための基礎調



上場土地改良事業平面図

査が開始され、昭和40年に上場地域の3大障壁である水、道路、風害の整備対策を行うための上場地域開発計画書が策定される。

③ 昭和43年にはこの対策事業が大規模であることから、国営事業を前提とした国直轄調査地区として申請し、翌年採択を受け事業化に向けた調査が開始される。

このような経緯をたどり、昭和48年4月、唐津市に九州農政局上場農業水利事業所が開設され「国営総合かんがい排水事業上場地区」として事業着工の運びとなった。さらに昭和51年には国営事業の末端整備と既耕地の整備を図るため県営畑地帯総合土地改良事業が着工した。

3. 事業の概要及び進捗状況

上場土地改良事業は、5,273haの農地を対象に、農業用水の確保を中心として畑地かんがい、輪換耕地への用水補給、経営規模拡大のための農地造成を行うと同時に、既耕地の区画整理等を実施し、機械化営農による省力化を図り、成長作物の導入を促進して土地生産性の向上と農業経営の安定合理化を図るものである。

具体的には国営総合かんがい排水事業により

- ① 計画受益面積5,273haのかんがい用水を確保するために、地区内に5か所のダム（打上ダム、後川内ダム、上倉ダム、赤坂ダム、藤の平ダム）を新設する。
- ② 水源に乏しい地区内では必要水量の約40%にとどまることから、不足水量を松浦川に求め、最大3.0m³/sを揚水し、直接かんがいにあてるとともに各ダムに注水する。
- ③ かんがい用水は各ダムに設けた揚水機によって、管水路、ファームポンドを通じて水田（輪換耕地）、畑に給水される。この揚水、給水に必要な幹線水路約90kmを施工する。
- ④ 地区内の未墾地808haを開畑（農地造成）するとともに、幹支線道路約65kmを施工する。

さらに県営事業により

- ⑤ 国営基準以下の農業用水の末端整備 4,465ha。
- ⑥ 既耕地（畑、水田）の区画整理 3,152ha。
- ⑦ 幹支線道路約110km
を実施することとした。

国営事業については、事業開始から20年目にあたる平成4年度に藤の平ダムの建設を残し、上場

（一期）の地区として総事業費746億円をもって完了した。これにより上場用水の心臓と動脈ともいえる基幹的かんがい施設が完成した。なお農地造成地には国営事業により末端までかんがい施設が整備されている。また、松浦川からの揚水は一気に200m以上揚水するために全国でも類をみない大規模なものである。

現在は、国営基幹かんがい排水事業上場二期地区として藤の平ダムの建設が進められており、早期完了が期待されているところである。

県営事業については、平成6年度までに事業費進捗で62%となっているが、区画整理、及び幹支線農道の整備は着実な成果を挙げており、現在は農業用水の整備を主体に事業を進進している。

なお、末端のかんがい施設は受益農家の負担軽減を回るため、水田への給水は原則として地域最上流部の既設ため池等に補給することとしている。また、畑、樹園地については圃場入口に給水栓を1か所設置するが、これを第1段階とし、次に農家の意向によりスプリンクラー等の設置を第2段階とするステージ工法により事業の推進を行っている。

4. 平成6年度の大干ばつにおける上場農水の効果について

平成6年度に西日本一帯を襲った大干ばつは佐賀県においても記録的なものであった。この年の佐賀県における気象の特徴をあげると次のとおり。

- ① 極端に短い梅雨期間（梅雨入り6月7日～梅雨明け7月1日）
- ② 6～8月の3か月合計降水量は観測史上2位の小雨（277.5mm）
- ③ 最も長い無降水継続日数を記録（18日）
- ④ 記録的な日最高気温が続出し、1位から5位までの記録を独占（39.6℃）

このため県内では、干ばつによる農林業の被害が105億円に達し、平成5年度の冷夏・長雨による大凶作に引き続き大きな被害を被った。

上場地域においても干ばつ被害は深刻なものとなった。特に水田は早期米が主体であるため7月下旬からの出穂期にかけてかんがい用水が特に必要な時期であったが、4月から5月の代かき・田植えで水を使い切った溜池は次々に干上がってしまった。

上場地域の水不足について次のように新聞報道されている。

土地改良事業に加入申請殺到

東松浦半島の6市町村にまたがる上場地区で、かんばつ被害が深刻になり、国と県が共同で進める「上場土地改良事業」に、「水がない。すぐに事業に加えて欲しい」と農家からの申込みが殺到している。これまで、事業の必要性を疑問視し、加入を断る農家が多かったが、水不足で態度を急変させたと見られる。上場土地改良区は、申請者に可能な限り水を融通していくという。

(H6. 7. 31 朝日新聞 抜粋)

確かに常襲かんばつ地帯といわれてきた上場地域だが、国営、県営の事業着手以来大きなかんばつに見舞われず、新聞報道のとおり事業の必要性について疑問視する向きもあったものの、今回のかんばつで、

①すでに埋設されている幹線・支線水路の各受益地への分水口に、給水栓を応急的に設置し、消防ホース等を接続し導水する。(写真)



②幹支線水路の低位部に設置されている排泥口から応急的に溜池や水路へ注水する。

③すでに末端まで施工が完了している農地造成地からポリ管等で導水する。

など緊急避難的措施を講じた結果、上場地域のかんばつ被害は比較的軽微なものとなり、逆に水稻は豊作となったことから農家の上場用水に対する認識は大きく変わり、本年の農業用水事業は順調に進んでいる。

また、昨年のかんばつで、上場地域の林野は先に

述べた地形条件から水源の涵養・保水能力が低いことが確認された。かんばつ時に安定した水量を保っていた湧水箇所も年末頃から湧水量が少なくなり、今年も引き続き降雨が少ないこともあって、3月には完全湧水が止まり5月の田植えができない状況となった。このことから農業用水施設を完備することで計画的な営農が実践可能となり、農業生産の増大と農業所得の向上が図られるものと考えられる。

5. 上場土地改良事業による営農効果

年々進捗する国・県営の土地改良事業と相俟って、農業経営に意欲的に取り組んでいる中核的農家や青年農業者も多く、また21世紀の農業経営を担う新規学卒就農者も県内では1～2番目に多いほうで、食糧基地「上場」として豊饒の台地が現実のものとなりつつある。

以下、上場農業改良普及センター管内(肥前町、玄海町、鎮西町、呼子町)における営農の変化、青年農業者(後継者)の定着状況等について報告する。

(1)土地改良前と後における営農の変化

表一1は管内における主要作目の栽培面積及び家畜の飼養頭羽数の推移を示したものである。土地改良前の営農は水稻、麦、露地野菜(馬鈴薯、甘藷、スイカ、ニンニク、はくさい等)、露地温州みかん、葉たばこ、畜産等との複合経営が主体であり、生産基盤も劣悪で生産性は極めて低い地域であった。ところが、土地改良事業によって生産基盤の整備が進められ、高収益型作物の導入と定着・拡大が進展している。ちなみに平成5年産の主要作目は表一1のとおりであり、水稻は銘柄米「コシヒカリ」を全体の98%に作付けし、オール自主流通米として出荷され、消費者からの評価は高いものがある。また、施設いちご、ハウスみかん、玉葱、葉たばこ、畜産等が土地改良によって定着・拡大の方向にある。

(2)主要農畜産物の販売額の推移

表一2、表一3に販売金額の推移を示しているが、土地改良事業着工時点である昭和50年JA上場の総販売金額は2,929百万円であったものが、平成6年度には11,905百万円となっており伸び率は406%と飛躍的に向上している。ちなみに、販売額においては県内32農協の中で2位にランクされて

表-1 主要作目の栽培面積・飼養頭羽数の推移

単位：ha, 頭

資料：統計情報事務所

年度 作目名	昭和50年	昭和55年	昭和60年	平成元年	平成2年	平成3年	平成4年	平成5年
水 稲	1,576	1,396	1,412	1,232	1,244	1,230	1,242	1,246
たまねぎ	0	15	91	104	103	130	105	85
ばれいしょ	217	183	82	107	95	79	95	75
かんしょ	64	99	101	104	100	96	67	43
いちご	0	0	5	16	22	24	27	28
メロン	0	13	10	6	6	4	3	5
トマト	0	11	7	4	4	5	7	8
ねぎ	0	4	5	6	6	6	14	16
露地みかん	1,042	884	671	500	479	474	454	451
ハウスみかん	0	—	15	24	31	38	43	43
葉たばこ	129	199	207	206	206	210	204	206
乳用牛	1,336	1,620	1,700	1,512	1,422	1,311	1,472	1,538
肉用牛	3,270	4,672	8,530	10,818	11,037	12,233	15,535	16,690
豚	4,920	9,220	16,070	17,090	17,600	17,920	17,600	17,240

表-2 上場地区における主要農畜産物の販売額の推移

単位：千円

資料：上場農業協同組合

年度 作目名	昭和50年	昭和55年	昭和60年	平成元年	平成2年	平成3年	平成4年	平成5年	平成6年
水 稲	1,363,621	942,250	1,542,624	1,375,620	1,159,863	760,835	903,476	862,827	1,374,196
たまねぎ	0	4,688	58,746	248,070	280,957	186,483	161,189	242,259	225,625
ばれいしょ	107,212	23,006	30,786	74,989	80,054	86,914	70,394	70,854	64,521
いちご	0	0	64,167	452,770	549,759	717,174	748,744	803,802	1,011,685
メロン	29,618	102,505	50,961	147,689	169,372	186,594	34,979	35,354	34,118
トマト			46,918				54,816	77,501	86,541
こねぎ	0	0	0	—	—	—	59,569	78,180	57,255
露地みかん	639,161	700,194	678,242	583,324	664,761	893,728	694,833	404,834	644,566
ハウスみかん	0	0	368,238	817,276	992,216	1,148,902	1,265,215	1,204,538	1,228,728
葉たばこ	606,530	819,475	843,954	1,020,000	1,056,638	669,000	1,240,000	1,019,227	1,301,967
酪 農	278,224	494,609	506,055	544,822	547,685	560,463	577,949	592,706	616,202
繁殖牛	116,334	298,403	415,125	877,471	946,342	1,109,638	1,127,110	1,000,063	929,381
肥育牛	325,453	863,461	1,441,198	2,738,249	3,212,386	3,360,025	3,680,226	3,515,502	3,731,923
繁殖豚	94,340	67,256	33,430	19,309	17,014	20,463	4,004	20,525	47,111
肥育豚	47,150	107,391	124,044	237,318	262,975	315,285	340,313	290,169	256,695

いる。

また、伸長著しい作目としては、野菜、果樹、畜産、工芸作物で作目別では、いちご、タマネギ、ハウスみかん、葉たばこ、繁殖牛、肥育牛等となっている。

(3)上場地区の農業粗生産額等の推移

表-4に示すとおり、粗生産額は昭和50年に15,222百万円であったものが、平成5年度には23,297百万円となり、伸び率は153%で、国内平均115%、佐賀県内平均125%を大きく上回っている。

表-3 農畜産物の販売金額の推移

単位：千円

資料：JA 上場, JT

年度 作目名	昭和50年	昭和55年	昭和60年	平成元年	平成2年	平成3年	平成4年	平成5年	平成6年
米 麦	1,391,334	1,062,783	1,548,003	1,402,454	1,138,551	722,451	1,142,470	883,593	1,384,435
野 菜	289,211	207,332	344,771	835,411	977,619	942,746	1,130,179	1,348,958	1,507,437
果 樹	585,156	763,576	1,312,356	1,522,690	1,874,826	1,906,606	2,155,412	1,758,465	2,065,831
そ の 他	56,928	58,142	29,397	58,169	96,015	90,017	70,920	35,731	35,585
畜 産	1,125,283	2,043,234	2,688,250	4,448,421	5,026,035	5,343,370	5,755,135	5,423,418	5,610,500
葉たばこ	606,530	819,475	843,954	1,020,000	1,057,000	669,000	1,240,000	1,019,227	1,301,967
合 計	2,929,159	4,954,542	6,766,731	9,287,145	10,170,046	9,674,190	11,494,116	10,469,392	11,905,755

表-4 上場地区の農業粗生産額の推移、伸び率及び県計に占める割合

	単位：百万円											単位：%	
	S50	S55	S60	S61	S62	S63	H1	H2	H3	H4	H5	H4/S50	H5/S50
国 (億円)	89,791	102,293	115,546	113,101	105,619	104,636	109,583	112,783	111,866	111,377	103,696	124.0	115.5
県	133,015	149,603	163,030	177,281	150,982	172,340	178,285	184,719	163,997	183,268	166,218	137.8	125.0
上場地区	15,222	17,414	20,116	21,507	18,216	20,921	24,077	26,233	25,489	24,211	23,297	159.1	153.0
占有率 (%)	11.4	11.6	12.3	12.1	12.1	12.1	13.5	14.2	15.5	13.2	14.0		
唐津市	7,052	7,807	8,906	9,857	8,173	9,643	11,036	11,857	11,680	10,678	10,556	151.4	149.7
北波多村	914	1,148	1,258	1,294	1,169	1,275	1,573	1,537	1,468	1,507	1,489	164.9	162.9
肥前町	2,577	3,747	4,176	4,355	3,616	3,836	4,339	4,779	4,504	4,577	4,083	177.6	158.4
玄海町	1,920	2,061	2,817	2,987	2,631	2,973	3,415	3,969	3,952	3,726	3,643	194.1	189.7
鎮西町	2,163	2,338	2,581	2,624	2,238	2,718	3,160	3,490	3,287	3,016	2,819	139.4	130.3
呼子町	596	586	378	390	389	476	554	601	598	707	707	118.6	118.6
計	15,222	17,414	20,116	21,507	18,216	20,921	24,077	26,233	25,489	24,211	23,297	159.1	153.0

表-5 上場地区の農家1戸当たり生産農業所得の推移

	単位：千円											単位：%	
	S50	S55	S60	S61	S62	S63	H1	H2	H3	H4	H5	H4/S50	H5/S50
国	1,039	979	998	962	900	941	1,107	1,243	1,281	1,284	1,248	123.6	120.1
県	1,234	1,234	1,208	1,358	1,069	1,367	1,583	1,619	1,564	1,738	1,545	140.8	125.2
上場地区	1,328	1,312	1,519	1,600	1,291	1,653	2,210	2,464	2,619	2,297	2,165	173.0	163.0
唐津市	1,554	1,504	1,774	1,942	1,549	2,051	2,676	2,970	3,317	2,722	2,622	175.2	168.7
北波多村	1,611	1,572	1,759	2,003	1,639	1,908	2,810	2,825	2,827	2,752	2,573	170.8	159.7
肥前町	1,169	1,177	1,347	1,341	1,089	1,263	1,627	1,805	1,733	1,768	1,568	151.2	134.1
玄海町	1,271	1,174	1,491	1,583	1,248	1,593	2,283	2,377	2,495	2,211	2,117	174.0	166.6
鎮西町	1,110	1,253	1,358	1,295	1,060	1,451	1,967	2,375	2,455	2,043	1,865	184.1	168.0
呼子町	784	690	625	640	610	820	1,022	1,423	1,547	1,746	1,756	222.7	224.0

また、農家1戸当たり生産農業所得(表-5)では、昭和50年に1,328千円であったものが平成5年には2,165千円で伸び率は163%となっており、国内平均120%、佐賀県内平均125%をはるかに超えている。

さらに、生産農業所得(表-6)で見ると、昭和50年は8,503百万円であったものが、平成5年度には9,800百万円となっており、伸び率115%で、佐賀県内平均の88%に比べ伸長著しいものがある。
(4)青年農業者の現況

表一 6 上場地区の生産農業所得の推移

	単位：百万円											単位：%	
	S50	S55	S60	S61	S62	S63	H1	H2	H3	H4	H5	H4/S50	H5/S50
県	83,575	77,354	69,718	77,154	60,158	76,395	36,721	81,412	77,426	84,640	73,550	101.3	88.0
上場地区	8,503	7,608	7,981	8,409	6,781	8,687	11,611	11,153	11,854	9,230	9,800	108.5	115.3
唐津市	3,908	3,423	3,535	3,871	3,088	4,087	5,334	5,141	5,741	4,710	4,540	120.5	116.2
北波多村	593	525	556	633	518	603	888	774	787	750	710	126.5	119.7
肥前町	1,457	1,387	1,534	1,527	1,240	1,439	1,853	1,778	1,707	1,740	1,540	119.4	105.7
玄海町	1,102	944	1,111	1,179	930	1,187	1,701	1,666	1,749	1,550	1,480	140.7	134.3
鎮西町	1,164	1,104	1,078	1,028	842	1,152	1,562	1,508	1,559	1,300	1,180	111.7	101.4
呼子町	279	225	167	171	163	219	273	286	311	350	350	125.4	125.4
計	8,503	7,608	7,981	8,409	6,781	8,687	11,611	11,153	11,854	10,400	9,800		
農家戸数	6,401	5,799	5,254	5,254	5,254	5,254	5,254	4,527	4,527	4,527	4,527		
1戸当たり	1.328	1.312	1.519	1.600	1.291	1.653	2.210	2.464	2.619	2.297	2.165		

近年、新規学卒就農者は全国的にも減少傾向にあり、県内においても昭和60年に2,274人いた青年農業者が平成6年には674人へと激減している。青年農業者の内訳をみると、新規学卒者が平成6年で31人、Uターン就農者13名の計44人と少なく、この数字は県内49市町村ある中で、平均的にみても1市町村1名に満たない人数である。

ところで表一7は、上場農業改良普及センター

表一 7 農家戸数

	単位：戸			
	H2センサス	S60	S55	S50
唐津市	1,731	1,993	2,276	2,515
比波多村	274	316	334	368
肥前町	985	1,139	1,178	1,246
玄海町	701	745	804	867
鎮西町	635	794	881	1,049
呼子町	201	267	326	356
合計	4,527	5,254	5,799	6,401

管内4町の青年農業者の動向を示したものである。管内では土地改良事業と相俟って、新規学卒就農者も多く、毎年10名程度となっており県内では最も多いほうであり、今後21世紀の農業を担うエキスパートとして期待されている。

6. おわりに

平成6年度JA上場の農畜産物販売額は約119億円となり、史上最高の販売金額となっている。この成果は言うまでもなく上場土地改良事業の効果と、生産農家の汗の結晶である。

今後とも、21世紀をめざした水と道の上場地域総合開発の効果が遺憾なく発揮されるように、皆様のご指導をよろしくお願い申し上げます。

表一 8 青年農業者の推移

単位：人、資料：上場農業改良普及センター調査

年度 町名	平成 元年度	2年度	3年度	4年度	5年度	6年度	7年度
肥前町	75	72	69	52	46	44	34
玄海町	46	34	32	26	31	37	29
鎮西町	48	38	37	25	25	23	25
呼子町	15	12	10	9	9	8	6
計	184	156	148	112	111	112	94
上記の内 新規就農 者	9	6	13	10	11	10	8

備考 1, 青年農業者は年齢30才までの人数である。
2, 専門的農家の青年農業者数である。

国営大淀川右岸地区における営農の状況と今後の展開

松山 和 孝*
(Kazutaka MATSUYAMA)

松山 胤 博**
(Tanehiro MATSUYAMA)

目 次

1. はじめに	81	4. 今後の営農展開の方向について	85
2. 営農の現状と課題	82	5. おわりに	85
3. 畑地かんがいの効果	83		

1. はじめに

国営畑地帯水源整備事業大淀川右岸地区は、宮崎県、宮崎市、宮崎郡清武町及び田野町にまたがる普通畑1150ha、樹園地90ha、輪換耕地760ha(計2000ha)の新規かんがい用水の確保と用水、補給を目的とする事業であり、昭和56年度に事業着工し、平成7年度までの進捗率は85%であり、平成

11年度の完了を目指している。(図-1)

本地区は、宮崎県の中心部を流れる1級河川大淀川右岸下流域に位置し、地区内を流れる2級河川清武川沿い流域に展開する地区面積2000haの農業地帯である。この地区は、南九州特有の黒ニガ、赤ホヤ層を含む火山灰特殊土壌地帯に属し、清武川沿いの低平水田地帯と、その周辺につながるシラス台地や、河岸段丘からなる丘陵地帯で、標高

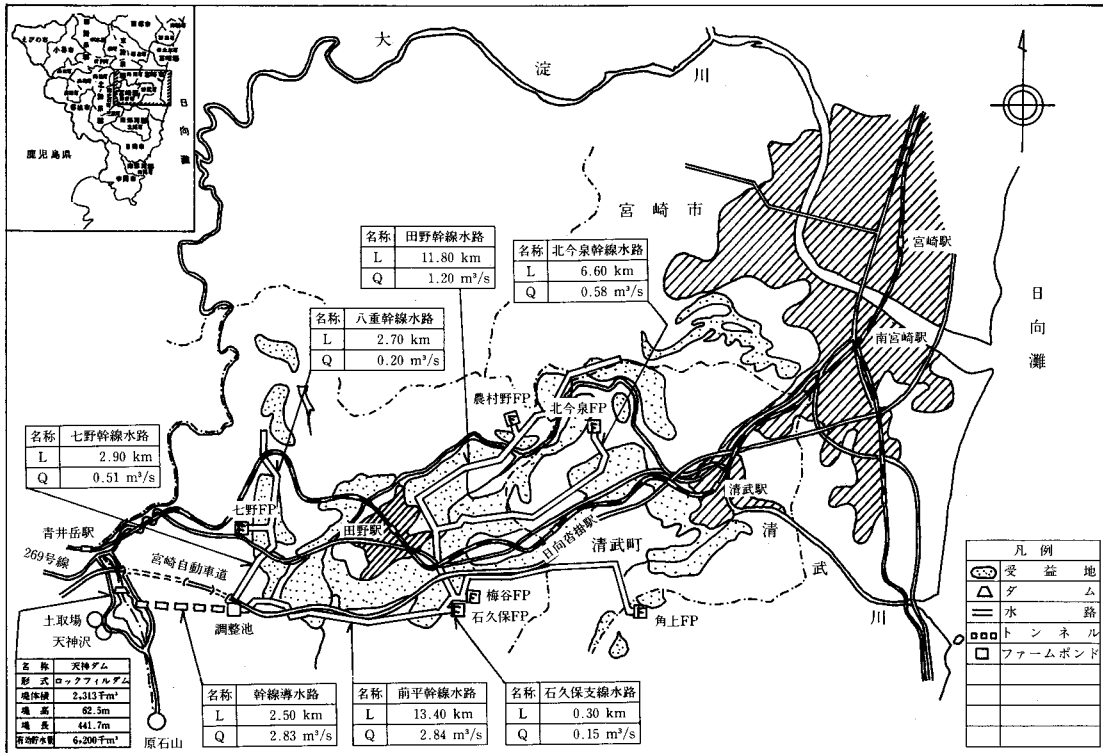


図-1 大淀川右岸地区事業概要図

*宮崎県田野町農林振興課課長補佐

**九州農政局宮崎農業水利事務所企画設計課

10mから270mに分布している。気候は、年平均気温16.8℃と温暖であり降雨量は、年平均2600mm程度である。

本報文は、大淀川右岸地区の半分以上(1200ha)を占める「田野町」を例に紹介するものである。田野町は、九州管内でも有数の農業の町であるが、近年、農業所得が伸び悩んでおり、農産物の輸入自由化に対応する、新しい営農方針を摸索しているところである。

2. 営農の現状と課題

田野町の農業は、露地野菜、とりわけ秋冬作の漬物用加工大根を基幹とし、前作に石川さといもや食用かんしょ、葉たばこ等を作付けする営農体系により農業が進展してきた町である。中でも、漬物用加工大根は、肥沃な土地と温暖、多照、更には北西の季節風等の自然条件を巧みに利用することにより、着実に生産量を伸ばし、田野町を「大根の町」として西日本を代表するところまで発展させてきた。しかしながら、ここ数年農家1戸当り生産農業所得額の増加も鈍化傾向で推移し、実質農家1戸当りの生産農業所得額は所得率（生産物価額に占める生産費を除き家族労働費及び自給肥料費等を加えた所得額の比率）の低下により横這い傾向にある。（表-3）大きな要因としては、大規模農家だけでなく、零細農家までもが一律に大型高性能農業機械等の導入に過度な資本投資を行い、結果として、著しい生産費の上昇を招いたことが挙げられる。もちろん畑作農業は、機械力を駆使して生産性を高めることに意味があるが、生産された農作物の市場価格がある水準を下回ると、勢い粗収益に占める生産コストの割合が高くなり、経営を圧迫するようになってくる。このことは、特に零細農家に顕著に表れている。

一方、主食である米の過剰基調が叫ばれる中で、生産性の高い水田農業の確立を図るために、転作

を積極的に推進してきた。その結果、農家の所得向上が図られ、土地利用型農業の確立、生産環境の整備が一定程度図られてきた。

しかしながら、依然として農家人口の減少（表-4～5）、農家の階層分化による若者の農家離れや、高齢化の進行等により、集落機能の低下、地域社会活動等の減退等が心配されている。更に、生産面では、土地利用の再編対策、規模拡大、省力化等による低コスト化、畑地かんがい事業の積極的な推進による総合的な農業の確立が重要となってきた。

このような中で、田野町では特産品である「つけもの」も、米の消費が減退する中で消費が鈍化の傾向にある。特に最近では、「つけもの」を野菜的感觉、健康食品的感觉でとらえられるようになり、田野町で生産している様な従来の硬い「つぼ漬たくあん」は敬遠されつつあり、むしろ調味浅漬風の限りなく生野菜に近い型の「つけもの」へと嗜好が変化してきている状況にある。

このような中で、今後の田野町の農業の方向として、従来の畑作物を中心とした土地利用型農業と、土地集約型で労働生産性の高い施設型農業を地域ごと、農家ごとに区分した多様な営農類型の確立を図っていかなければならない。現在は、あくまでもその主体が漬物用加工大根であるが、今後は、大根の加工のみならず、他の農産物も含めた総合的な農産物加工による高付加価値型農業を展開しなければならない。

また、優れた地域リーダー等人材の育成が必要になっている。将来の農業農村を担う若い農業後継者の育成及び確保は、単に農村に止まらず、地域の将来の発展方向のかぎを握る重要な課題であることから、農業及び社会情勢に的確に対応できる農業後継者の育成、若者が住みたくするような地域づくりを目指す必要がある。

表-1 農用地面積

単位：ha

区分 年次	耕 地 面 積				牧 草 放 牧 地
	耕 地 計	田	普通畑	樹園地	
50年	1,217	512	577	128	10
55年	1,124	477	599	48	6
60年	1,132	480	624	28	5
平2年	1,248	479	739	25	5

資料：農林業センサス

表一 2 農用地利用増進事業実績

農振計画 策定市町 村(数)	利 用 増 進 実 績						利用率 設定率 2+3+4 1 %
	作 成 市町村 数	市町村内 農 用 地 面 積 1 (ha)	利 用 権 設 定 面 積 2 (ha)	所 有 権 移 転 面 積 3 (ha)	経 営 受 委 託 面 積 4 (ha)	2+3+4 (ha)	
1		1,102.0	163.8	8.2	0.0	172.0	15.6

資料：農業委員会調べ

表一 3 農業所得の推移

区 分	農家1戸当り 生産農業所得		耕地10a当り 生産農業所得		生 産 農 家 所 得 率	
	田 野 町	宮崎県平均	田 野 町	宮崎県平均	田 野 町	宮崎県平均
	千円	千円	千円	千円	%	%
平成元年度	3,294	1,727	271	164	51.0	30.5
平成4年度	4,085	1,792	312	159	45.4	32.2
県内での 位 置	1位		1位		1位	

資料：農林業所得統計

表一 4 専業兼業別、経営耕地規模別農家数

単位：戸

区分 年次	専 兼 別				経 営 耕 地 規 模 別					
	専業	兼 業		計	0.5ha 未 満	0.5ha ～1.0	1.0ha ～1.5	1.5ha ～2.0	2.0ha 以 上	計
1種		2種								
50年	438	303	419	1,160	350	269	227	180	134	1,160
55年	394	277	309	980	262	196	212	151	159	980
60年	450	190	288	928	251	163	180	157	177	928
平2年	414	190	243	847	167	157	185	166	172	847

資料：農林業センサス

表一 5 農家人口及び農家就業者数

単位：人

区分 年次	農 家 人 口			農 業 就 業 者 数			基 幹 的 農 業 従 事 者 数		
	計	男	女	計	男	女	計	男	女
50年	4,873	2,332	2,541	2,207	1,023	1,184	1,816	875	941
55年	4,275	2,072	2,203	2,077	1,001	1,076	1,816	905	911
60年	4,051	1,982	2,069	2,102	1,031	1,071	1,721	901	820
平2年	3,770	1,828	1,942	2,008	953	1,055	1,659	834	825

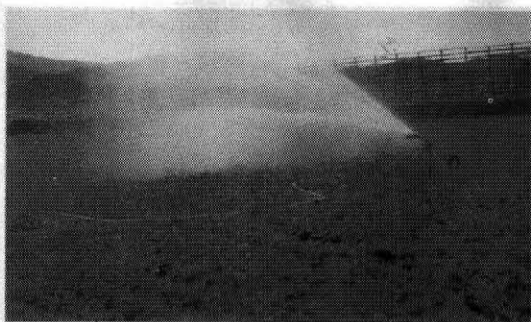
資料：農林業センサス

3. 畑地かんがいの効果

畑地かんがいの主要な目的は、干ばつを回避し作物の育成に必要な土壤水分を補給して、収量及び品質を安定向上させることにある。

田野町では、溪流や既得水利権のある河川から暫定的に取水して、営農実証圃場等で一部供用開始しているところがあり、畑地かんがい事業への理解を深めてもらうために地元の関係団体等の啓発を行い、事業推進に大いに役立っている。畑地

かんがい施設本来の目的である作物への水分補給以外の目的に利用して、労働力の節減や災害防止などのために活用することを「多目的利用」と言っているが、本地区では①凍霜害や風食を防止することによる作物減産防止、②水によるマルチ効果を目的とした土壤消毒剤の散布後の散水や、養分吸収率の向上を目的とした肥料等の散布後の散水による営農経費節減、③根菜類収穫時の畑における洗浄水としての利用による作業軽減、を図っている。



レインガンによるだいこんの散水



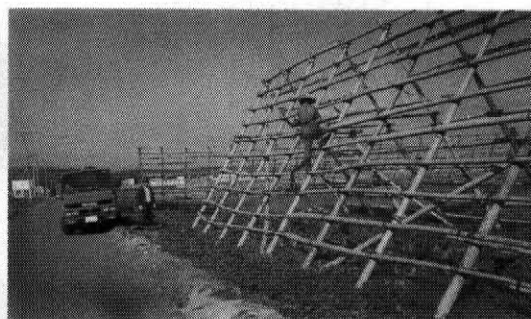
かんがい用水によるだいこんの洗浄が畑地で可能である



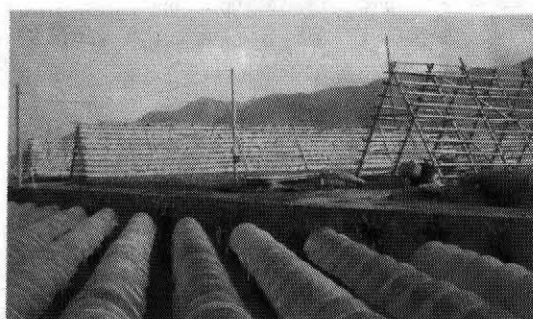
だいこんの機械洗浄と結束は現地で大幅な省力化が図られる



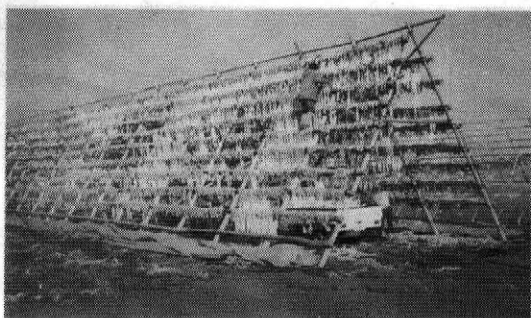
だいこんの機械洗浄，結束，運搬等作業の省力化が図られる



畑地でのだいこん洗いでやぐら干しは適期にすむ



実証展示ほのやぐら干し



干しだいこんの収納(品質のよいものが生産される)



畑地でのかんがい水を活かし，干切，乾燥作業(労力省力化)

4. 今後の営農展開の方向について

田野町において、効率的かつ安定的な農業経営を目指すためには、農業を主業とする農業者が、地域における他産業従事者並の生涯所得を得られる必要がある。つまり専業農家において一戸当りの年間農業所得が800万円程度必要である。また、労働時間についても年間2000時間までの削減が望まれる。以上のような水準を実現できる農業構造を確立することを基本として営農を展開していく必要がある。

具体的には、既存の畑作物を中心とした効率的な土地利用型による付加価値型農業と、資本労働集約性の高い施設型農業を地域ごと、農家ごとに区分した多様な営農類型の確立を図っていく必要がある。

まず、効率的な土地利用型による付加価値型農業については、その主体があくまでもブランド化された漬物用加工大根であることに変わりはなく、加工大根を軸とした合理的な輪作作物の導入が重要な課題である。中でも葉たばこについては、近年収量、品質、単価が安定しており、大根との輪作上でも最も有利な品目となっている。なお同類型ではすでに所得目標の800万円を上回る農家が数多く出現しており、後継者の定着状況から判断しても、将来に亘って比較的有望な経営類型と考えるが、葉たばこは日本たばこ産業株式会社との契約栽培であり、栽培面積の増加は考えにくい。一方、里芋や食用かんしょ、にんじん、ばれいしょと加工大根の組合せを見ると、海外からの輸入、国内産地の競合等極めて厳しい生産流通情勢にある。従って、新しい品目の開発導入と併せ、端境期をねらった作型の検討、売れる商品づくりのための生産から販売までの総合的な有利販売戦略の策定及び推進を図らねばならない。他方、加工大根に次ぐ第2、第3の加工製品の開発が急務であり、生鮮野菜と加工産品を有利に組合せた露地野菜との複合型の営農を早急に確立し、担い手農家の担当部分を占める本類型の経営安定を図っていかなければならない。

つぎに、資本労働集約性の高い施設型農業の展開については、平成元年から町及び農協が主体となり、施設等の一部補助を行うことで推進を図ってきた。その結果、以前は施設花のみで0.7haしか

なかったのが現在では、施設野菜3.38ha、施設花2.37haと拡大されてきている。しかし、本県が台風の常襲地帯であることから、どうしても作型に制約を受け、有利販売を目的とする周年出荷が図られない状況にある。また、従来の土壌栽培では、労働時間の制約から1農家40a程度の栽培が限度とされており、施設型農業での所得目標800万円を確立するのは非常に厳しい状況にある。気象に左右されることなく、近代的な農業の展開と土地単位当りに資本及び労働を増投して、より多くの収量を上げる経営組織を再編することが、畑地かんがい導入を必要とする主な理由であることから、施設型農業の推進及び普及は、必要欠くべからざるものとする。そこで、昨今農業で自立し得る効率的な経営手法として、注目を集めている養液栽培等は、災害に強い硬質ビニールハウスの設置を前提とすれば、安心かつ安定した生産が可能であり、若者や他産業従事者が、職業として選択したくなるような魅力ある農業の確立が期待できると考えられる。

特に、①新規就農者の目標となる農業経営を実現、②近代的な施設農業に取り組もうとする農業後継者への研修の実施、③産地化経営による出荷量の確保、④周年栽培、周年雇用システムの確立、⑤収穫体験農園、園芸教室等を設置することによる地域社会との交流、を図る必要がある。

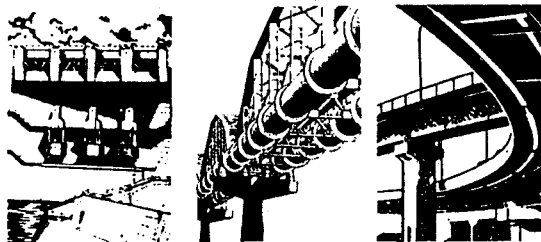
このように大きく2つの営農方式を田野町の農業の基本としながら、これにお茶と畜産を加えた多様な営農の展開、農業生産構造の確立を目指す方針である。

5. おわりに

最後に、現状において思うことを1つだけ書きたいと思う。受益者より「土地改良事業費の負担金や維持管理費が高くて、かんがい用水が来ても増収分では負担金が払えないのではないか。」と言う意見を聞く。この時、どうしても営農の話になるため、十分な回答ができないことがよくある。農家とのつながりを強めるためにも、農政局事業所（事務所）はハード面の整備だけでなく、ソフト面でも地元をバックアップする必要があると思う。そこで事業所（事務所）において、実証圃場を設置して地元受益者の啓発を行い、事業への理解を深めてもらえるよう努力しているところであ

るが、実証圃場の効率的な運営を行うためには、土木技術者だけでは対応できないところがあるように思われる。事業所（事務所）においても、営

農技術者が必要になってきているのではないかと思われる。

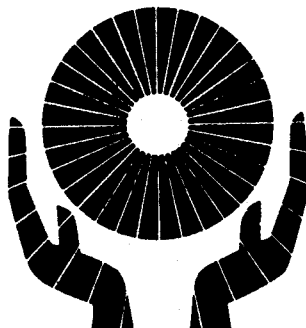


カシモト

K 株式会社 栗本鐵工所

〈鉄構事業部〉

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



われらの英知
みんなの国土
その最高のハーモニーをめざして――

投 稿 規 定

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

農業土木技術研究会入会の手引

1. 入会手続

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

2. 会費の納入方法

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

3. 農業土木技術研究会の活動内容

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

4. 機関誌「水と土」の位置づけと歴史

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

② 「水と土」の歴史

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

- S28年………コンクリートダム研究会の発足
『コンクリートダム』の発刊
- S31年………フ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：

農業土木技術研究会役員名簿（平成7年度）

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

幹 事 編集委員	馬籠 剛一	〃 防災課
〃	佐藤 新一	関東農政局設計課
〃	田中 秀明	農業工学研究所地域資源工学部
〃	佐藤 具揮	国土庁調査課
〃	坂野 一平	水資源開発公団第2工務部設計課
〃	津谷 康宜	農用地整備公団計画部実施計画課
〃	室本 隆司	(助)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	〃
(助)日本農業土木総合研究所	〃
(株) 間 組	〃
(株) 日立製作所	〃
	(17社)
(株) 青木建設	2 口
(株) 奥村組	〃
勝村建設(株)	〃
株木建設(株)	〃
(株) 栗本鉄工所	〃
三幸建設工業(株)	〃
住友建設(株)	〃
住友金属工業(株)	〃
大豊建設(株)	〃
(株) 竹中土木	〃
田中建設(株)	〃
前田建設工業(株)	〃
三井建設(株)	〃
	(13社)

(株)アイ・エヌ・エー	1口	(株)婦中興業	1口
アイサワ工業(株)	〃	古郡建設(株)	〃
青葉工業(株)	〃	(株)豊蔵組	〃
旭コンクリート工業(株)	〃	北海道土地改良事業団体連合会	〃
旭測量設計(株)	〃	(財)北海道農業近代化コンサルタント	〃
アジアプランニング(株)	〃	前田製管(株)	〃
茨城県農業土木研究会	〃	前沢工業(株)	〃
上田建設(株)	〃	真柄建設(株)	〃
(株)ウォーター・エンジニアリング	〃	(株)舛ノ内組	〃
梅林建設(株)	〃	丸伊工業(株)	〃
エスケー産業(株)	〃	丸か建設(株)	〃
(株)大本組	〃	(株)丸島アクアシステム	〃
大野建設コンサルタント(株)	〃	丸誠重工業(株)東京支社	〃
神奈川県農業土木建設協会	〃	水資源開発公団	〃
技研興業(株)	〃	水資源開発公団沼田総合管理所	〃
岐阜県土木用ブロック工業組合	〃	〃 三重用水管理所	〃
(株)クボタ建設	〃	宮本建設(株)	〃
(株)クボタ(大阪)	〃	ミサワ・ホーバス(株)	〃
(株)クボタ(東京)	〃	(株)水建設コンサルタント	〃
(株)古賀組	〃	(有)峰測量設計事務所	〃
(株)後藤組	〃	山崎ヒューム管(株)	〃
五洋建設(株)	〃	菱和建设(株)	〃
佐藤企業(株)	〃	若鈴コンサルタンツ(株)	〃
(株)佐藤組	〃		(70社)
(株)塩谷組	〃	(アイウエオ順)	計 100社 147口
昭栄建設(株)	〃		
新光コンサルタンツ(株)	〃		
ジオスター(株)	〃		
須崎工業(株)	〃		
世紀東急工業(株)	〃		
大成建設(株)四国支店	〃		
大和設備工事(株)	〃		
高橋建設(株)	〃		
高弥建設(株)	〃		
(株)田原製作所	〃		
中国四国農政局土地改良技術事務所	〃		
(株)チェリーコンサルタンツ	〃		
中央開発(株)	〃		
東急建設(株)	〃		
東邦技術(株)	〃		
東洋測量設計(株)	〃		
(株)土木測器センター	〃		
日本国土開発(株)	〃		
日本ヒューム管(株)	〃		
日本舗道(株)	〃		
西日本調査設計(株)	〃		
福井県土地改良事業団体連合会	〃		

農業土木技術研究会会員数

地方名	通 常 会 員							地方名	通 常 会 員							
	県	農水省 関係	公団 等	学校	個人	法人	外国		県	農水省 関係	公団 等	学校	個人	法人	外国	
北海道	61	329	15	6	33			近畿	滋賀	27	3	1	4			
東	青森 岩手 宮城 秋田 山形 福島	46	30		3	5			京都	28	49	2	5	2		
		57	32	9	1	4	18		大阪	15			4	6		
		49	77		4	1	6		奈良	35	1		3	4		
		108	5		1	1	6		和歌山	42	20		1	5		
		26	7		1	1	1		小計	27	3					
北	小計	339	171	14	10	32				174	76	3	14	21		
関	茨城 栃木 群馬 埼玉 千葉 東京都 神奈川県 山梨 長野 静岡	70	46	3	2	13			中国	鳥取	21	5	2	5		
		75	8	1	1	1	37			4	4	1				
		15	14	6	1	1	8				4	3				
		51	16	10	1	21	4	1		1	1					
		27	19	4	1	20	5	2		6	2					
3	130	109	9	32	11		5	5								
東	小計	431	252	133	18	114				408	83	7	22	20		
北	新潟 富山 石川 福井	69	56		3	3		九州		福岡	39	15	21	6	14	
		43	3		1	2	6			3						
		39	43		1	8	7			1						
		35	12		1	1	14		3							
陸	小計	186	114		5	14				291	83	29	10	22		
東	岐阜 愛知 三重	19	14		2	6			合計	2,048	1,206	245	89	281		
		130	84	40	1	14				83	29	10	22			
9	4	1	5													
海	小計	158	98	44	4	25										
										総合計	4,562名					

編集後記

最近、気象災害の話題が多い。1993年は記録的な長雨と冷夏の年であり、「平成大冷害」をもたらした。反対に、昨年は極端な高温と少雨の年であった。昨年の夏の少雨気象は、西日本を中心に太平洋側を除いた地域で、100年に1度以上の地点が27地点もあった。

さらに今年の夏も猛暑と少雨が引き続いた。今年の8月の平均気温は、全国43カ所で観測開始以来の最高、また降水量は17カ所で最少を記録した。一方、9月17日頃に関東に接近した台風12号は、暴風圏が中心から310kmにもなり、1947年のキャスリーン台風や1958年の狩野川台風を越える、戦後最大の規模であった。

この3年連続の異常気象は、温暖化など地球全体の長期的な気象変動と直接結びつくものではないであろう。

う。しかし、近年、このような大きな気象の擾乱（じょうらん）が起りやすくなっていることは、経験的に理解できる。我々としては、このような中規模～大規模の気象の擾乱が引き続いている以上、これに対応した技術的検討、政策的対応をしなければなるまい。

これを、水資源計画論的にいえば、超過渇水、超過洪水に対応した農業用水の計画、管理技術の確立とその政策的対応が、今重要になっている。気象の予測モデル、洪水の予測モデル、確率水文などの技術が大きな発展を遂げようとしている。また昨年の渇水時における土地改良区の対応などがようやく整理されてきた。このような技術や経験を、現場の危機管理に積極的に活かしていくことが、今後のかんがい計画論に必要なのではなかろうか。

農業工学研究所 田中 秀明

水 と 土 第 102 号

発行所 〒105 東京都港区新橋5-34-4
農業土木会館内

印刷所 〒161 東京都新宿区下落合2-6-22

農業土木技術研究会
TEL03 (3436) 1960 振替口座 00180-5-2891

一世印刷株式会社
TEL03 (3952) 5651