

中国三江平原農業総合試験場計画
実施設計調査(モデル圃場)

報 告 書

1985年12月

国際協力事業団

JICA LIBRARY



1054535[8]

中国三江平原農業総合試験場計画
実施設計調査(モデル圃場)

報 告 書

1985年12月

国際協力事業団

国際協力事業団	
受入 月日 '86. 2. 20	105
登録No. 12419	80.7
	ADT

序 文

中国三江平原農業総合試験場計画は、中国政府の要請に基づき昭和60年9月20日に署名された討議議事録によってプロジェクト方式技術協力が開始された。

国際協力事業団は、本計画において水利研究に必要なモデル圃場の造成に対し、その内容を明確にするため実施設計調査団を昭和60年9月10日から10月9日まで中国に派遣した。

本報告書は、上記調査において中国側との協議及び実施協議調査団の調査結果を踏まえて、国内における試験圃場の詳細設計を実施し実施設計調査報告書として取りまとめたものであり、今後、プロジェクト実施の資料として活用されることを期待する。

本調査の実施に当たり、ご支援賜った中国黒龍江省科学技術委員会をはじめとする諸機関ならびに在中国日本大使館の関係各位に対して深甚の謝意を表する。

1985年12月

農業開発協力部長

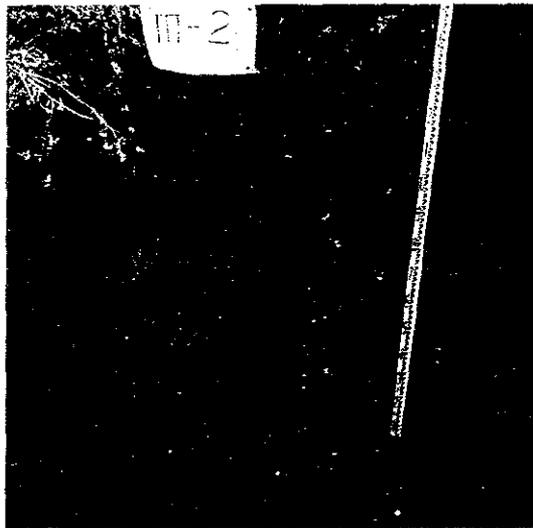
田 内 堯



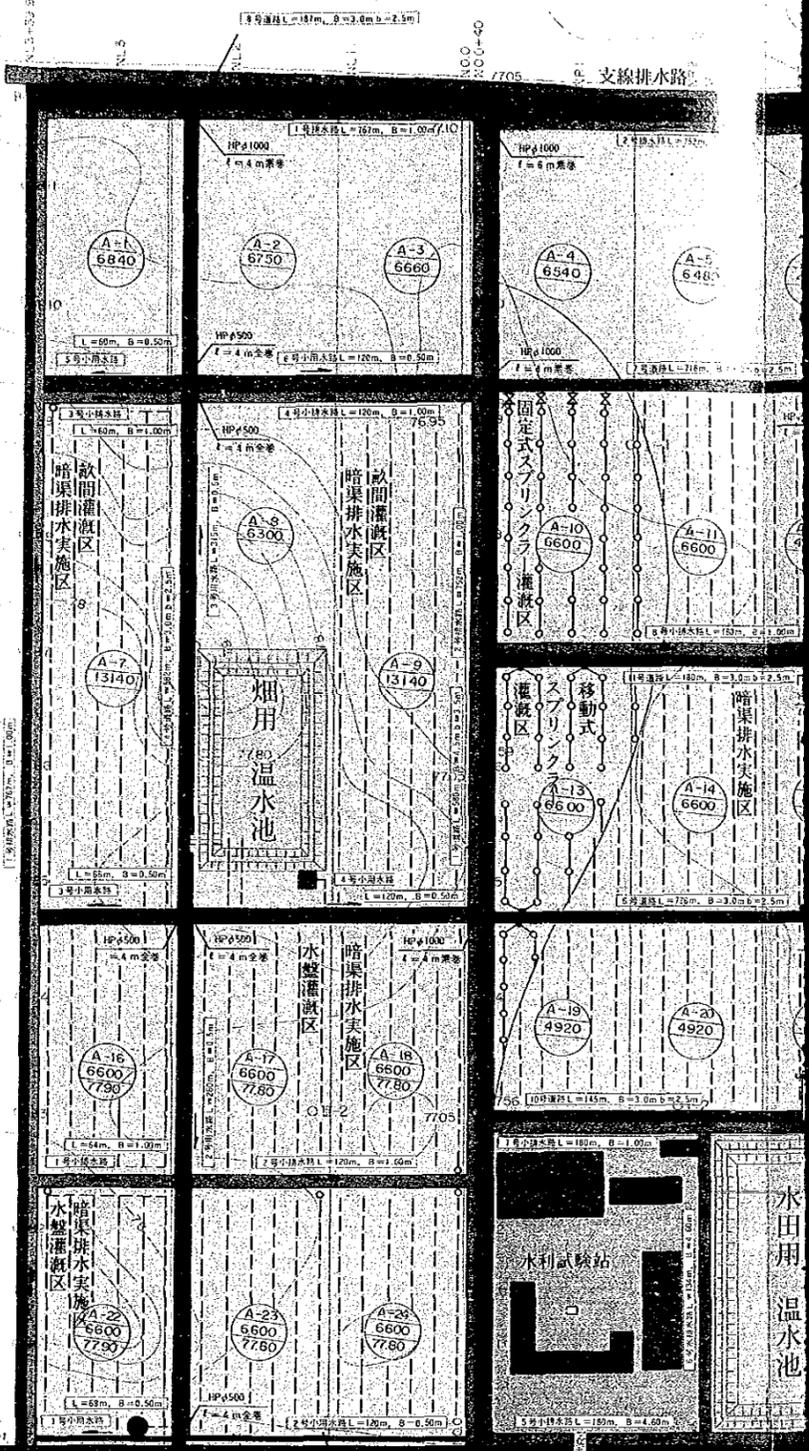
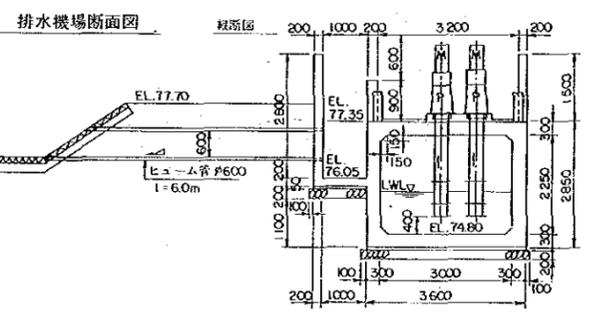
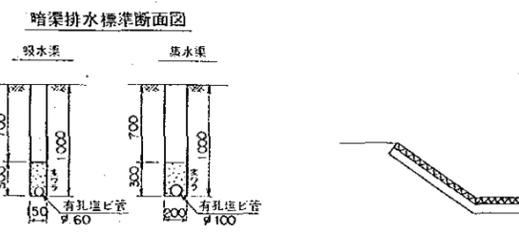
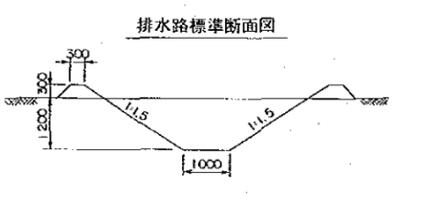
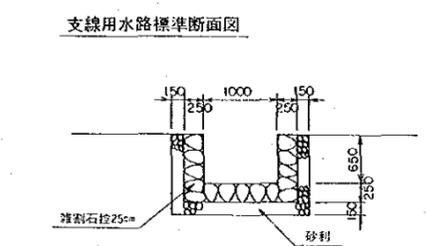
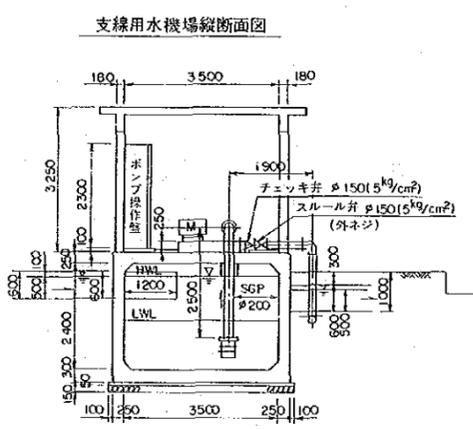
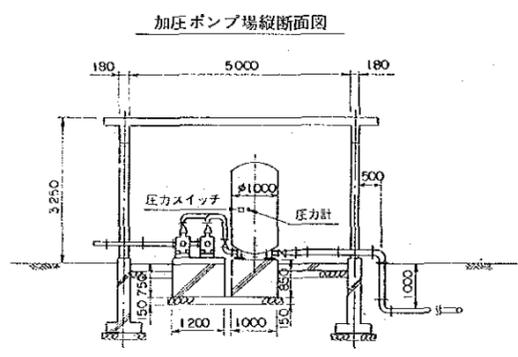
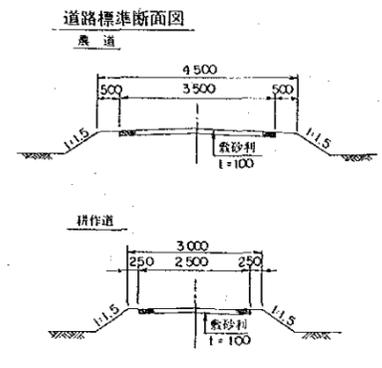
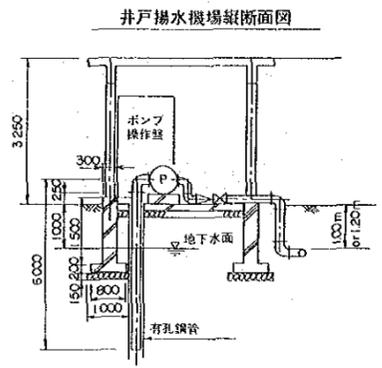
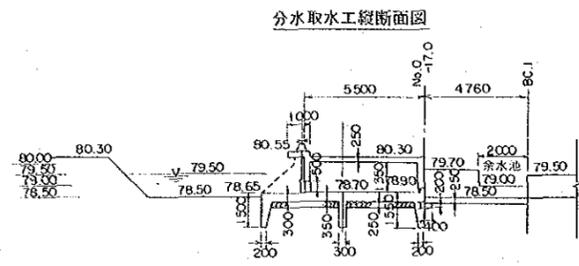
試験所内 水田栽培（井戸水利用）



試験所内 畑地灌漑試験



土壤調査試掘坑（微砂質埴土）



中国三江平原農業総合試験場計画実施設計調査（モデル圃場）
報告書 目次

まえがき

第1章 総 説	1
1.1 目 的	1
1.2 調査の背景及び経緯	2
1.3 調査概要	4
1.4 調査結果の要点	7
(1) 現地調査結果	7
(2) 基本設計	9
(3) 実施設計	11
(4) 施工計画	14
(5) 工事費用	15
(6) 工事仕様	19
1.5 提 言	20
第2章 モデル圃場設計	21
2.1 設計目標	21
2.2 機能及び規模	22
2.3 圃場全体計画	29
2.4 水源計画	38
(1) 用水量	38
(2) 井 戸	40
(3) 幸福用水	42
2.5 用水施設	43
(1) 井 戸	43
(2) 分水工	47
(3) 用水路	51
(4) 温水池	52
(5) 調整池	63
(6) 加圧ポンプ	64
(7) スプリンクラー灌漑施設	66

2.6	排水施設	72
(1)	排水計画	72
(2)	排水路	76
(3)	暗渠排水	76
(4)	排水機	79
2.7	道路	81
第3章 施工計画		82
3.1	一般事項	82
3.2	水源	84
(1)	井戸	84
(2)	幸福用水	84
3.3	用水施設	84
(1)	用水路	84
(2)	温水池	84
(3)	揚水機場	84
3.4	排水施設	85
(1)	暗渠排水	85
(2)	排水路	85
(3)	排水機場	85
3.5	道路	86
3.6	圃場	86
3.7	機械施工計画	87
3.8	工程計画	91
第4章 工事費用		96
4.1	工事費	96
(1)	積算方法	97
(2)	工事費明細書	97
4.2	資機材導入計画	104
(1)	導入方針	104
(2)	供与資機材内訳	104
(3)	現地調達施工機械	104
(4)	資機材(現地調達不可能)	104

第5章	工事仕様	108
5.1	一般事項	108
(1)	総則	108
(2)	仮説	109
(3)	工事材料	110
5.2	一般工事施工	111
(1)	施工計画	111
(2)	準備工事	111
(3)	土工	111
(4)	コンクリート工	112
(5)	管工	114
(6)	法面保護	115
5.3	各工種別工事仕様	116
(1)	幸福用水分水工	116
(2)	用水路	116
(3)	温水池	117
(4)	揚水機場及び加圧機場	120
(5)	排水機場	124
(6)	畑地灌漑配管	125
(7)	圃場整備	127
第6章	附属資料	131
6.1	調査日程	131
6.2	調査団名簿	131
6.3	訪問先名簿	131
6.4	添付図面目録	131

ま え が き

中国三江平原農業総合試験場計画は、1981年より開始された三江平原竜頭橋典型区農業開発計画の実施調査段階において、その構想が提起された。三江平原地域の農業開発のためには、広汎な農業技術のレベルアップが必要とされた。とくに、耐冷性品種の改良を目指す低温冷害研究と、寒冷低湿地における農業水利土木技術の開発が、二つの重要な柱となっている。

1984年度にはこの二つの課題に対する試験研究を、日本のプロジェクト方式による技術協力により進める方向が出された。このため日本政府は、中国三江平原農業総合試験場基本計画実施調査を行って、そのマスタープランを樹立した。

このうち、モデル圃場計画は、竜頭橋典型区農業開発計画のための、現地実証試験を行うこととして策定された。とくに、大規模畑地灌漑農業と大型機械化水田農業を目指した実証試験が主な課題となっている。

また上記の各種調査の結果、三江平原の農業開発が近代的技術装備で本格的に進められるのは、21世紀に至るものと考えられる。したがって、モデル圃場においては、21世紀を目標として、各種実証試験を行ない、先進的農業技術の導入と展示普及あるいは若年農業従事者の育成を目指している。

このため現在の黒竜江省水利科学研究所所管の宝清三江水利試験所の用地20haを拡張し約40haとし、このうちモデル圃場として20haを造成するものである。

今回調査は、先進的畑地かんがいと大型機械化水田農業に関する実証試験が実施できるモデル圃場を造成するための実施設計を取り纏めたものである。

調査期間は約2か月を要したが、とくに現地調査は中国工作団との友好的合作を1か月に亘って進め、多大な成果を収めた。また、各種段階の両国あるいは両団協議を経て、モデル圃場の基本的事項は、完全に一致を見た。また、調査団はこの成果を基に、国内作業において詳細なる実施設計を完成し、無事本報告書を提出するに至った。

ここに、本調査に際し積極的な御支援と御指導を賜った中国政府並びに黒竜江省政府その他現地の各関係機関、また日本国外務省、農林水産省、在中国日本大使館等の関係者各位に対し、深甚なる謝意を表する次第である。

第 1 章 総 説

1.1 目 的

三江平原農業開発を進めるためには、寒冷低湿地における水利土木開発と農作物の低温冷害対策に関する広汎な技術のレベルアップが必要とされている。

そのため、中国は日本の技術協力を求め三江平原農業総合試験場を設立した。このうち水利土木分野については、黒竜江省水利科学研究所の三平原水利研究室及び宝清三江水利試験所を総合試験場組織に編入し、三江平原農業開発に関する試験研究を進めることとしている。

これにおける試験研究課題は、気象・水文、灌漑、排水、土質、材料、施工及び圃場に関し、三江平原の特殊性を踏えて設定されている。なかでも、モデル圃場における現地実証試験は、単に水利土木分野に留らず、低温冷害研究の成果を三江平原現地に導入し、展示及び普及効果を期待するものである。

このため、宝清三江水利試験所の圃場を拡張し、全面積を $437,558\text{m}^2$ とし、このうち圃場造成は $352,240\text{m}^2$ (内、畑 $158,100\text{m}^2$ 、水田 $194,140\text{m}^2$) を実施し、さらに、畑 $114,070\text{m}^2$ 、水田 $114,680\text{m}^2$ 、計 $228,750\text{m}^2$ をモデル圃場として整備対象にする。

その整備水準は21世紀を目標として、とくに下記項目の実現を目的とする。

- A. 竜頭橋典型区農業開発計画に基づいて、大型機械化体系の営農を可能とする圃場の試験条件整備と、用排水機能の効果試験並びにその展示。
- B. 大型機械化近代農業の実地訓練
- C. 耐冷性品種の栽培試験及び展示・普及

今次調査は、以上のモデル圃場の目的を達成するため、詳細な実施設計を取り纏めるものである。

1.2 調査の背景及び経緯

(1) 背 景

三江平原地域は、1978年2月の「国民経済発展10か年計画要綱」に、全国12の大面积の商品化食糧生産基地として指定された。その後「経済の調整政策」を経ながらも、1982年12月の全人代第5回会議では、全国の重点4地区の1つとして取り上げられている。

とくに、この地域は、投資効率の高い地区ではないが、今後の経済発展に見合う商品化食糧の確保と労働生産性の高い農地の確保のため、重点地区として残されている。

しかしながら、中国の食糧生産量は農業の生産責任制の成果と気象条件の好転により、1984年には、10か年計画の頭初目標の4億トンを上廻った。もともと、農業は自力更正を基本政策としており、中央財政投資は主としてエネルギー、交通、新興工業に向けられる方向になり、農業の基本建設投資は半減されることとなった。

このため、1981年より開始された三江平原竜頭橋典型区農業開発計画は、ついに事業実施に至らなかった。しかし、三江平原地域が食糧生産基地として将来もその地位を固めてゆくためには、土地生産性あるいは労働生産性を高めるための、土地基盤整備の投資は必至であると考えられている。竜頭橋典型区農業開発計画も、21世紀初頭には、その必要性がクローズアップされ事業化に進むものと推測される。このため、農業開発技術のレベルアップを、21世紀目標に進めるべきであるとの方針が打ち出されて、三江平原農業総合試験場計画が進展をみた。

なお、一方において、農作物の低温冷害対策も重点施策としてとり上げられ、総合試験場の一つの柱となっている。

(2) 経 緯

試験場拡充構想は、1981年7月の三江平原竜頭橋典型区農業開発計画実施調査の実施細則協議の際、協力要請が出されている。国家科学技術委員会を通じて、同年8月及び1982年6月に要請書が提出され、その後の農林大臣訪中、日中閣僚会議等の場においても協力の方向が確認されている。

1983年6月には、中国より要請されている農林水産業の技術協力案件を整理調整するため、日本政府は、中国農林水産業プロファイ調査団を派遣している。

その後、両国は協議を重ね、黒竜江省水利科学研究所の宝清三江水利試験所の拡充と、省低温冷害研究センターの一部を、三江平原農業総合試験場として整備する方向が確認された。

1984年4月には、中国政府より総合試験場計画に関する開発調査申請が提出され、同年8月には実施細則を締結するに至った。これに基づいて、同年9月より中国三江平原農業総合試験場基本計画実施調査が開始され、1985年3月に、総合試験

場のマスタープランと日本の技術協力の方途が策定された。

とくに、総合試験場計画のうち、寒冷低湿地における水利土木技術の現地実証試験を行うためのモデル圃場と、低温冷害研究のための人工気象室について、なお詳細な実施設計を進める必要のあるところから、今回調査が進められるに至った。

なお、今回調査は下記の調査団編成で実施された。

中国三江平原農業総合試験場計画実施協議調査団

”

実施設計（人工気象室）調査団

”

” （モデル圃場） ”

1.3 調査概要

(1) 国内事前準備

既存資料を収集し、調査設計方針を策定する。つづいてモデル圃場の基本的な計画概定と予備設計を行う。特に、用水量、排水量の試算と用排水道路断面と路線のレイアウトの概定、ポンプ等施設の予備設計を進める。

(2) 現地調査

① 資料収集

三江平原竜頭橋典型区農業開発計画実施調査以降に、中国側が実施した宝清三江水利試験所に於ける試験成果を主体に、必要資料を収集した。

② 地下水調査

予定圃場内の地下水位の予測に必要な観測を、テストピットにより実施した。

③ 土壌・土質調査

既往資料の確認及び対比検討のため、上記テストピットにより調査した。調査の結果、土壌・土質共に、竜頭橋典型区調査成果を利用できることが判断された。

④ 測量

国内作業のレイアウトに基づいて、現地で用排水道路の路線を選定し、縦横断面測量を実施した。測量成果の縦断面図は、 $1/1,000 \times 1/20$ 、 $1/1,000 \times 1/50$ 横断面図は、 $1/100$ 、平面図は $1/2,000$ とした。

⑤ 基本設計

現地に於いて、用排水道路計画線及び圃場の平面計画、各種施設の計画標高をカウンターパートとの協同作業により決定した。

⑥ 現地報告書

国内に於ける事前準備作業の成果、及び現地作業の成果並びに中国側との協議結果を、報告書として作成し、関係機関に提出した。

(3) 国内解析

① 詳細設計

用排水道路及び圃場（附属施設を含む）のレイアウト、路線、断面構造、附帯構造等の詳細設計を実施した。

② 施工計画

用排水道路及び圃場の施工計画（土工・機械計画、資材計画、工程計画）を樹立した。

③ 工事費用積算

a 施工条件の決定

b 歩掛りの決定

- c 基礎単価の決定
 - d 施工単価の決定
 - e 仮設費の積算
 - f 工事費の積算
 - g その他 導入を必要とする機械資材のリストアップ
- ④ 工事仕様書の作成
 - ⑤ 調査成果の整理
 - ⑥ 報告書の作成（図面，写真を含む）
- (4) 調査作業計画（表 1.(1)参照）

表 1 (1) 調査作業計画

作業項目	調査期間	10日	20日	30日	40日	50日	60日	備考
水利設計・圃場設計								
国内準備								出発前5日
現地調査								9月10日より 10月9日まで
資料収集								
土壌・土質調査								
測量								
基本設計								
対中協議								
国内解析								10月10日より 11月8日まで
詳細設計								
施工計画								
工事費概算								
仕様書作成								
報告書作成								原簿作成 提出は1か月後

注) 作業項目の細目は実施工程を示す。

凡例  現地調査  国内解析

土の微砂質埴土が主体を占める。なお東部の低平部（水田予定地）は、1.3 m以下が砂礫交り土（灰褐色）で、以下深度を増すに従って砂層→礫層となり、2.2 m以下は撓力河系西地河低地堆積層（帯水層）となる。

黒土層は、作土30 cm～40 cmで、仮比重1.26，土壤硬度21 mm，PH6.8，有機物5%の特性を示す。なお、深度1.0 m以下は灰褐色砂質粘土となる。黒土は、最大径1.0 mm，また0.01 mm以下含有量は65%である。

3. 地下水

調査区域の地形は平坦ながら、地盤標高は79.25 mから76.8 mを示す。地下水位は、全区域ほぼ一定標高を保つが、季別の変動は大きい。一般に、冬期から融解期の5月初旬の間は、地表下1.0 m以下、また夏期は降水量に支配され0.1 m以下となる地点も多い。

③ 測 量

1. 測量範囲概念図

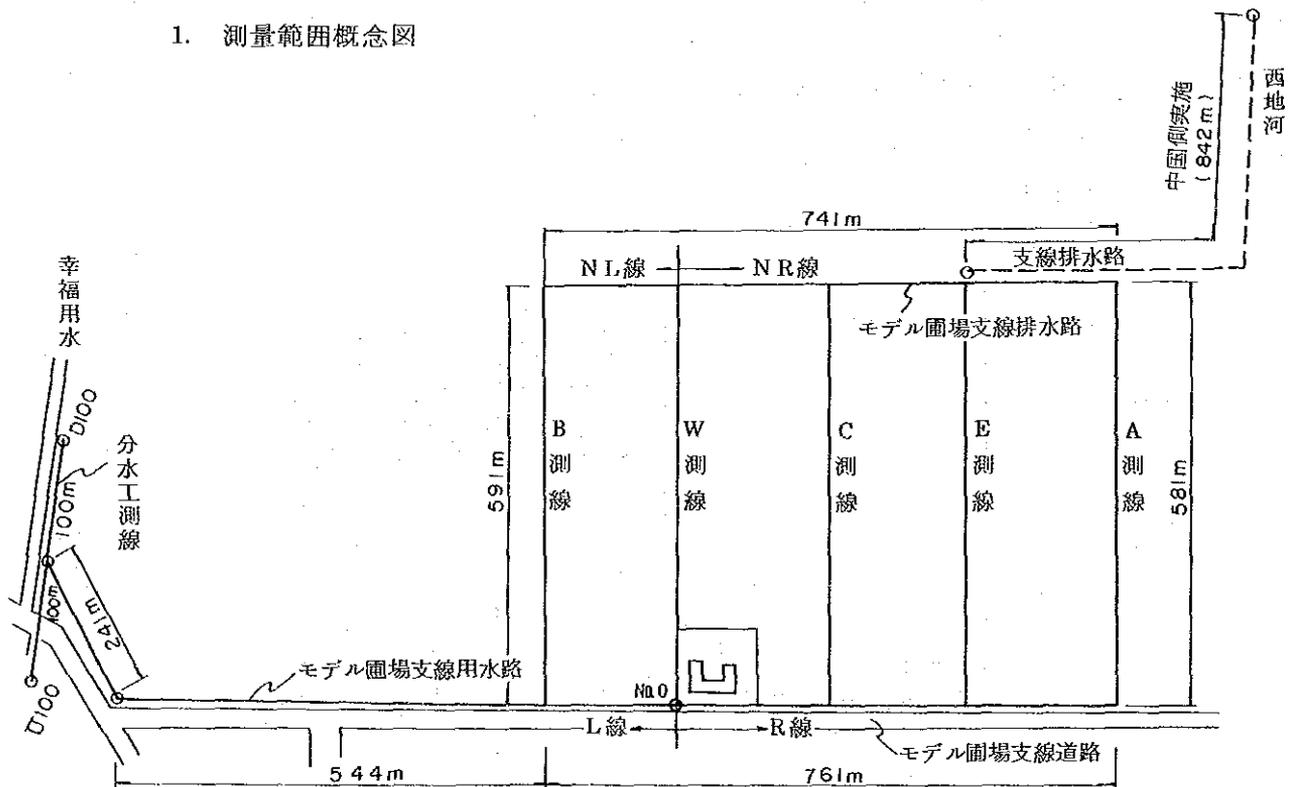


図1(2) 測量範囲概念図

表 1 (2) 測量成果一覧表

区 分	名 称	測 量 延 長	測 量 面 積	測 量 方 法	図 化	備 考
平 面 測 量	モデル圃場	2,780.25m	43.6 ha	トラバー、横断	1/2000	LR線 2,041.75 NLR線 738.50
	幸福用水分水工	200	2.0 "	縦横断、平面	1/500	支線道路並行、 圃場内 50m 外 30m
用 水 路 測 量	モデル圃場支線	(1,316.00)		縦横断	縦1/20・1/1000 横1/100	
	" 小用水路	586.25		"	"	農道並行
排 水 路 測 量	モデル圃場支線	(738.50)		"	"	"
	A 小排水路	580.90		"	"	
	B "	583.35		"	"	
	C "	585.30		"	"	農道並行
	E "	586.25		"	"	"
	W "	584.00		"	"	"
計		6,486.30	45.6			

注) ()はモデル圃場測量延長に含む

(2) 基本設計

1. モデル圃場の基本構想

- ① 竜頭橋典型区農業開発事業の水利土木技術の水準を向上させるため、現地実証試験を実施し、全三江平原農業開発に役立てる。
- ② モデル圃場の設計・施工基準は、21世紀を目標年とした先進的科学技术を採用する。
- ③ モデル圃場の規模は、宝清三江水利試験所の国有土地の既設圃場約20haに、村有集体土地(現況畑地)約23.7haの新設圃場を加え、総面積43.7haとする。モデル圃場の整備はこのうち約20ha(実施22.875ha)とする。
- ④ 土地は、ほぼ中央で2分し、西側を畑地、東側を水田とする。
- ⑤ 水源は幸福用水及び井戸とする。
- ⑥ 圃場レイアウトは、図1(3)のとおりとする。
- ⑦ モデル圃場の工事は、主として日本側供与の資機材により実施する。
- ⑧ モデル圃場で実施する各種実証試験の項目に関する施設は、日本人専門家が派遣される試験研究技術協力の実施時点に施工するものとする。したがって、今回のモデル圃場は一般的設計に留める。
- ⑨ なお、モデル圃場の造成には、日本人専門家の現地指導が必要であるとの中国側要望があった。

2. 灌漑計画

- ① 水源は、幸福用水と井戸とするが、灌漑用水量は各々の水源共に充足しうるも

のとする。

- ② 灌漑水は、温水池により水温上昇を図る。畑地用の温水池は調整池を兼ねⅢ圃場高台、水田用の温水池は試験所構内とする。
- ③ 井戸ポンプの動力は、電力とする。
- ④ 畑地灌漑は、定置式及び移動式スプリンクラー、畝間、水盤の4方式を採用する。
- ⑤ 幸福用水分水工は、幸福用水路を角落堰で堰上げ、水位を一定に保ち、孔口式取水とする。
- ⑥ 支線用水路は石積水路とする。水田末端の用水路と排水路は交互に配置する。用水路は練瓦積み、小用水路は土水路とする。なお、用水路断面は、計画用水量の5倍以上の流量を流下可能とする。
- ⑦ 温水池は、土堰堤とする。
- ⑧ 井戸数は、揚水試験の結果に照し、水田・畑共用1眼、とする。
- ⑨ 幸福用水に関する水利権は、中国側が解決するものとする。

3. 排水計画

- ① モデル圃場の対象とする計画排水面積は、43.7haとする。なお、中国側は流出観測のため3.16haの全排水区域を対象することを提案した。
- ② 支線排水路末端は、西地河とする。
- ③ 排水組織は、暗渠、小排水路、排水路、支線排水路、排水機場とする。支線排水路は④に含める。
- ④ 全排水区域の排水路の整備には、中国側が日本供与の施工機械を有効に利用する。施工研究室の低湿地施工試験工事として実施することを検討する。

4. 圃場計画

- ① 圃場区画は、大型機械化営農が可能な下記の規模とする。

表1(3) 圃場区画

種別 区分	水 田	畑 (灌 漑)		
		スプリンクラー	畝 間	湛 水
耕 区	30×100<		60×100<	60×100<
圃 区	>100×180<			
農 区	>180×560	170×430	全幅 $\underbrace{\hspace{2cm}}$ 全長 185×570	

② 白樂土がモデル圃場内に分布しないため、この改良試験は、試験研究協力時点においてその実施方法を検討する。

③ 畑地の畝方向は南北とする。

5. 道路計画

① 道路の設計標準は、竜頭橋典型区農業開発計画を準用する。

② 支線道路は、全幅 7.5 m、農道は全幅 4.5 m、耕作道は全幅 3.0 mとする。

③ 防風林帯は、列間 1.5 m、植間 1.0 m、3列のポプラ植樹とする。但し、用排水道路の片側に設ける。

6. 凍上対策

① 各種構造物（主としてコンクリート、石積み及び道路）は、凍上対策を実施する。

② 凍上対策試験計画は、中国側の専門家の提案を受け、圃場造成時点で、その実施方法を検討する。

7. その他

① モデル圃場附属施設（電力、倉庫、人工降雨試験施設、人工気象箱設備等）は、別途中国側が実施する。

② 電力は、3相 380 V、単相 220 Vの既設2線を利用するが、このうち動力用は高圧配線とし容量は既設 50 KVAを75 KVAに変更する。

③ 揚排水ポンプは、定置式とし、中国側は日本製の機器類を供与することを希望した。

(3) 実施設計

1. 実施設計の内容 表 1 (4)参照

2. 実施設計の基本方針

① 基本設計（対中国協議結果）を尊重しつつ、総合試験場全体計画とのバランス、予算、中国の国情を勘案して、実施可能な設計を行う。

② 工事費用は、労務費、資材費、機材費とに区別した。別途中国側が実施する附属施設については計上しない。

表 1 (4) 実 施 設 計 内 訳

A ; 面積 (m^2) Q ; 流量 (m^3/s) v ; 流速 (m/sec)
 L ; 延長 (m) ϕ ; 直径 (mm) p ; 圧力 (kg/cm^2)
 B ; 幅員 (m) R ; 半径 (m) H ; 揚程 (m)

工 種	項 目	実 施 設 計	備 考
① 水源施設	井戸揚水機場	水田・畑主井1眼, H=9.5, Q=0.056, 片吸込多段渦巻 $\phi=200$	Q=0.056=0.07×0.8
	幸福用水分水取水	スルースゲート1門, 水位調整角落堰(余水吐付)	
② 用水施設	支線用水路	L=1337, B=1.0, Q=0.3, 縦石積	B=1.0, レンガ積
	用水路	1号用水路L=571, 2号用水路L=260, 3号用水路L=315	B=0.5, 土水路
	小用水路(末端)	畑用; 1~6号小用水, 水田用7~12号小用水	幸福用水より揚水
	揚水機場	片吸込多段渦巻, $\phi=200$, 1台(井戸用と互換性)	スプリンクラー用
	加圧機場	H=45, Q=0.095, 片吸込多段渦巻 $\phi 65$ 2台	H=1.5, 6℃→水田20°, 畑15°
③ 排水施設	温水池	水田用A=5,414, 畑用A=3,008	別途中国側整備
	支線排水路		
	排水路	1号L=762, 2号L=752, 3号L=691, 4号L=811, 底B=1.00, 土水路	
	小排水路(末端)	水田用9~12号, 畑用1~8号, L=2,117, 底B=1.00, 土水路	
④ 道 路	排水機場	1か所 H=3.0, Q=0.34, 鑿型軸流 $\phi 300$ 2台	
	支線道路	宝富線支線 B=7.5, 整頓L=790, 砂利道	試験站進入路既設
	農道	1号L=580, 2号L=579, 3号L=367, B=4.5	
⑤ 圃 場	耕作道	4~11号L=3,292, B=3.0	
	畑	A=15.8/4a, 60m×100m<耕区	
	水田	A=19.4/4a, 30m×100m 耕区	
	暗渠排水	埋設深1.0, B=1.00, 排水管 $\phi=60$, 集水管 $\phi 100$	
	スプリンクラー(定置式)	A=3.52, $\phi=4.8 \times 3.2$, H=2.5, Q=0.032 (m^3/min), R=28.5	
	" (移動式)	A=3.04, $\phi=$ " , H=" , Q=" , R="	
⑥ 附帯施設	軟間堰	A=5.28, L=150	
	水盤	A=3.96	
倉庫	電力施設		別途中国側施工
			"

(4) 施工計画

1. 工事施行方式

試験・研究的要素が大きく、現地で一般化していない土木施工機械を使用することなどのため、農業総合試験場三江平原水利研究室の直営施工、又は水利庁水利工程局参加の準直営方式とする。なお、施行主体は上記研究室とし、日本人専門家は、アドバイザーとして位置付け、施行主体を通じ施工者に指示をする。

2. 施工機械、施設機器、資材等

主要土木施工機械は、技術協力の供与資機材に含まれる。施工研究室用機械の一部を、本工事のため優先導入し使用する。

ポンプ、スプリンクラー等の主要施設機械も日本より導入する必要がある。

暗渠用吸水パイプを除く各種資材は、現地で調達可能である。

3. 工程計画

モデル圃場の土工工事は、第1年度とし、各ポンプ場、配管、支線用水路、用排水路等は第2年度とする。

4. 施工方法

機械施工を主体とし、施工管理は日本農水省基準等に準拠する。

(5) 工事費用

① 積算方法

工事費の積算は、極力三江平原現地の労務資材単価及び黒竜江省の歩掛りによることとして資料収集を行った。しかし供与資機材を利用した工事の歩掛り、単価積算については、新しく組立てる必要があり、日本農林水産省の積算基準等を準用した。

各種の工事単価については、目下黒竜江省においては農田水利に関する基本建設事業が実施されていないため、不足する資料は、三江平原竜頭橋典型区農業開発計画の積算資料をもとに作成した。物価スライドは、1981年単価の場合に1.47とされているため（低温冷害研究センター人工気象室も同じ率を採用）、これを利用している。

② 工事費総括（表1(7)参照）

表 1 (7) 工 事 費 概 括

注: () は置場建設費(外敷)

換算 1元 = 65円

工 種	工 事 数 量	労 務 費	資 材	機 材	合 計	日本円換算	備 考
幸福用水分水工		(13,783)	(10,383)	(3,872)	(28,038)	(18,224.70)	
環上水門工	角径機 (B=1.7m, H=0.25m×5段) 2門	1,087.0	5,956	206	17,032		
分水取水工	スルースゲート(600mm×600mm) 1門	1,109	2,267	3,571	6,947		
取水水路及び余水吐	コンクリート 20㎡	1,804	2,160	95	4,059		
用水設工		(58,037)	(20,065)	(1,753)	(79,855)	(51,905.76)	
土 工	掘削 3,579㎡	1,405.6	715	1,753	16,524		
水路設工	石積 924㎡	43,037	18,092	-	61,129		
附帯暗渠工	コンクリート 11㎡	944	1,258	-	2,202		
温水池		(12,340)	(4,394)	(23,466)	(40,200)	(26,130.00)	
堤体土工	盛土工 5,430㎡	7,562	2,226	1,466	11,254		
張石工	張石 24㎡, コンクリート 2㎡	1,542	776	-	2,318		
流入工	土工 7㎡, コンクリート 2㎡	145	90	-	235		
取水工及び余水吐	コンクリート 9㎡, 制水弁φ300 2式	2,226	844	16,000	19,070		
排泥工	コンクリート 5㎡, "	865	458	6,000	7,323		
井戸揚水機場		21,770	3,629	65,655	91,054	59,185.10	
機場工	土工 93㎡, コンクリート 16㎡, 練瓦 3,033ヶ	1,305	3,311	45	4,661		
ポンプ及び附帯機器	ポンプ横軸両吸入渦巻型φ200 他1式	20,465	318	65,610	86,393		
支線揚水機場		22,233	4,635	61,789	88,657	57,627.05	
機場工	土工 141㎡, コンクリート 23㎡, 練瓦 3,329ヶ	1,768	4,317	69	6,154		
ポンプ及び附帯機器	ポンプ横軸両吸入渦巻型φ200 他1式	20,465	318	61,720	82,503		
畑地運搬再加圧機場		22,555	4,445	78,593	103,593	68,635.45	
機場工	土工 150㎡, コンクリート 26㎡, 練瓦 4,428ヶ	2,055	4,445	73	6,573		
ポンプ及び附帯機器	ポンプ横軸両吸入渦巻型φ200 他1式	20,500	-	78,520	99,020		
配管工		4,956	769	133,665	139,390	90,603.50	
ポンプ系配管	土工 2,237㎡, パイプφ50~200 延長2,868m	4,801	632	107,164	112,597		
スプリングララー配管	土工 2,119㎡, パイプφ20~50 延長2,710m	155	137	26,501	26,793		
	スプリングララー固定式 110ヶ, 移動式 4セット						

工種	工事	数量	労務費	資材	機材	合計	日本円換算	備考
排水機場	機場工	土工 223㎡, コンクリート 37㎡, 上層練瓦 3.033ヶ 立軸軸流型φ300, 制御盤配管配線 1式 4機場1.080m, 高圧3相, 変圧器共	2,126	13,622	86,349	121,187	7,877,155	
			6,216	13,622	109	19,947		
			15,000	-	86,240	101,240		
			1,008	146	20,637	30,871	2,006,615	
直接仮設費			43,799	2,862	-	46,661	3,032,315	
ポンプ場水塔工 運搬道路補修			40,136	2,862	-	42,998		
			3,653	-	-	3,653		
圃場造成工			(69,707)	(49,742)	(56,114)	(175,563)	(11,411,595)	
圃場均平		ブル掘削運搬 21.059㎡, ダンプ運搬 8.761㎡	1,819	12,188	24,650	38,657		
暗渠排水工		トレンチャー掘削 13,659m, 吸水渠 12.612m, 集水渠 10.47m	3,142	2,473	14,389	20,004		
排水路工		掘削 16,054㎡	9,657	3,628	8,871	22,156		
用水路工		掘削 513㎡	5,504	14,265	1,423	21,192		
進路工		盛土 9,259㎡	30,749	60,49	6,781	43,579		
用排水暗渠工			1,974	11,199	-	13,173		
防風林		2,280本, 7.440㎡	16,862	-	-	16,862		
計			(153,867)	(84,584)	(85,205)	(323,656)	(21,037,640)	
諸経費			146,607	30,108	44,668	623,403	40,521,195	
			(61,547)	-	-	(61,547)	(4,000,555)	40%
			5,8643	-	-	5,8643	381,1795	
輸送費			-	-	(8520)	(8520)	(553,800)	10%
			-	-	44,669	44,669	2,903,485	
合計			(21,541)	(84,584)	(9,372)	(39,372)	(25,591,995)	
			20,525	30,108	49,135	72,672	47,236,475	
予備費			(21,541)	(84,584)	(9,372)	(39,371)	(25,591,115)	10%
			20,525	30,11	49,136	72,672	47,236,80	
			(23,695)	(93,042)	(10,309)	(43,309)	(28,151,110)	
			22,575	33,119	54,093	79,937	51,960,155	
総計			(154,020)	(604,773)	(670,130)	(2,815,111)		円換算
			146,753	21,527	35,132	51,960		
圃場造成費			(15,739)	(60,477)	(67,013)	(284,889)		10%
工事諸費			(16,976)	(66,525)	(73,714)	(310,000)		円換算
圃場造成費								

(6) 工事仕様

1. 一般事項

- ① 工事仕様書は、日本国の技術協力を実施するモデル圃場整備工場の目的、施工条件、施工方法、施工基準を示す。
- ② 工事は、この仕様書と附属図面に基づいて、工事監督者の指示を受けて施工するものとする。
- ③ 工事の実施方式は、試験工事を含むため、三江平原水利研究室の直営若しくは水利庁工程局を利用した準直営工事としている。
- ④ 仕様書の適用範囲は、モデル圃場に関する整備工事及び附帯工事と、それらの工事のための仮設工、掘削工、盛土工、埋戻工、コンクリート打設工、鉄筋工、鋼材加工、プラスチック加工、石材加工、揚水機及び電気機器工その他関連工としている。

2. 技術協力

モデル圃場整備工事は、1985年9月20日付の討議議事録（以下「R/D」という）に基づいて実施する技術協力の一環として施行する。R/Dの定めるところにより、日本人専門家は、中国側工事監督者に対し整備工場の施工に必要な情報の提供、技術指導、工事予算調整を行うこととする。また日本人専門家は、整備工場の実施に必要な指示を、中国側工事監督者の責任において、施工者に対して履行させる権限をもつものとする。

3. 施工機械及び工事資機材

主要な施工機械及び施設機材、工事用資材は日本製品とし、現地調達可能な資機材は中国製品とした。したがって、前者は日本の規格、後者は中国規格を適用する。

4. 工事仕様の基準

主要な工事は、日本国農林水産省構造改善局土地改良事業計画設計基準あるいは同局制定の施工指針を準用する。なお、実施段階で、中国側と密接な調整を図りつつ施工する必要がある。

1.5 提 言

- ① 技術水準をできる限り高く設定する必要がある。現状水準での判断を避け21世紀目標を実現すべきである。
- ② 栽培試験は比較試験を伴うため、低生産条件（低水温、過湿、過乾、低肥効、多植、少植）の栽培も行うこととなる。したがって、高生産量のみを目的としない。試験所の生産物収益を試験所の投資に充当する考え方を採用する場合とくに注意を要する。また、生産物収益を農家に還元する場合も同様である。
- ③ 営農専門家の指導を受ける必要がある。低温冷害研究センターの日本専門家の指導を考慮することが望ましい。
- ④ 低温低害研究センターの成果は、早期に導入する必要がある。
- ⑤ 排水観測区域3.16haの排水組織は、充分合理化する必要がある。とくにモデル圃場内は高い技術水準で整備された計画圃場であり、3.16ha内残面積は、現況畑地であるため、流出条件が異なる。
- ⑥ 白漿土は、モデル圃場内に存在しないため、この改良試験は、他に求める必要がある。
- ⑦ 圃場造成に先立って、85年度研修員に施工担当者を加え、日本で実地訓練を行うことは有効であろう。
- ⑧ 圃場内における凍上観測、試験計画は、中国専門家の提案を期待する。圃場造成までに計画書を用意できれば有効である。
- ⑨ 導入機器類の遊休を避け、竜頭橋典型区内あるいは全三江平原で活用する途を考慮しておくことは有意義であろう。

第 2 章 モデル圃場設計

2.1 設計目標

(1) 技術水準の設定

三江平原地域の農業開発投資は、土地及び労働生産性の向上のため、21世紀時点に相当の拡大が必要となるものと推定される。このため、モデル圃場の目標は21世紀の技術水準を想定している。一方、農業総合試験場の試験研究水準は、現況の国際水準を目標にしている。

しかしながら、三江平原地域の広大な大型圃場全体を装置農業化することや、集約化することは不合理であり不適である。このため、大型機械化体系の導入が技術水準設定の基本となる。とくに、畑地灌漑については、実証試験の結果と農業投資の経済効果の判定から実行が決定されることが予想される。したがって、現時点で畑地灌漑施設の選定あるいは技術水準の設定は困難である。技術水準を設定するための実証試験を実施できる施設を整備することとなる。

また、中国の国情あるいは三江平原地域の特性に照らし、土地基盤の整備に投下する資金は、国土面積の少く高度に集約化した日本の場合とは考え方が異なるものと判断される。

以上の観点から、試験研究を対象としたモデル圃場としても、現地の将来の開発水準を勘案して設計することが、実体上あるいは実用上必要と考えられる。

このため、現地材料の活用、在来工法の採用について配慮することが必要となる。例えば、コンクリート三面張水路より石積水路とすること、練瓦を建築物あるいは、小擁壁に利用すること、などである。また、この規模の灌漑施設では、全自動あるいはコンピューター制御を設ける必要はない。

(2) 設計精度

実施設計（Detailed Design）とする。また、請負方式の施工はなく、試験施工を兼ねることから直営方式の施工を想定して設計する。

2.2 機 能

(1) 試験研究課題

モデル圃場で実施される具体試験研究課題は、以下のとおりである。

1. 圃場造成施工試験

① 重機械施工試験

11 tonブルドーザー、0.7 m³バックホー、0.8 m³トラクターショベル、4 tonダンプトラック、及び48 P s級暗渠掘削機の稼動試験（走行性、能力、燃費、効率等）

② 均平化、畦畔形成、表土抜いの施工試験

③ 用排水量の変化測定（造成前後の比較）

2. 灌漑試験（三江平原農業総合試験場基本計画実施調査報告書）

表 2 (1) 灌 漑 試 験 課 題

試験・研究項目	試験・研究方法（又は内容）	試験・実施場所	期待される成果
I 畑地灌漑試験			
a 灌漑計画諸元			
a-1 作物別時期別消費水量	<ul style="list-style-type: none"> ・土壌水分測定法 ・ライシメーター 	<ul style="list-style-type: none"> ・宝清 { 所内 典型区 ・ { ハルビン 宝清 	<ul style="list-style-type: none"> ・作物別時期別用水量
a-2 土壌物理性	<ul style="list-style-type: none"> ・圃場容水量、生長阻害水分点、有効水分量 PF水分特性、その他 ・インテクレート、透水係数 	<ul style="list-style-type: none"> ・ { ハルビン 宝清 { 所内 典型区 	<ul style="list-style-type: none"> ・1回当り灌漑水量
a-3 作物別、土壌タイプ別 土壌水分消費割合	<ul style="list-style-type: none"> ・テンシオメータによる土壌水分の測定 	<ul style="list-style-type: none"> ・宝清 { 所内 典型区 ・宝清 { " " 	<ul style="list-style-type: none"> ・灌漑方法区分に利用 ・土壌水分消費型 ・灌漑必要度と時期
b 灌漑方法別適用試験			
b-1 地表灌漑適用試験			
<ul style="list-style-type: none"> ・畝間流下試験 	<ul style="list-style-type: none"> ・土壌タイプ別、流量別実施 	<ul style="list-style-type: none"> ・宝清 { 所内 典型区 	<ul style="list-style-type: none"> ・適正畝間流量、勾配限界畝長、灌漑効率
<ul style="list-style-type: none"> ・水盤灌漑流下試験 	<ul style="list-style-type: none"> ・同 上 	<ul style="list-style-type: none"> ・宝清 { " " 	<ul style="list-style-type: none"> ・水盤巾、単位流量、灌漑時間

試験・研究項目	試験・研究方法(又は内容)	試験・実施場所	期待される成果
b-2 散水灌漑適用試験 ・散水インテークレート測定 ・散水効率試験	・土壌タイプ別, 勾配別 ・各種散水器の圧力, 流量均等係数, 分布効率測定	・宝清 { 所内 典型区 } ・宝清 (所内)	・許容散水強度 ・散水器種別性能
b-3 点滴適用試験	・土壌別 ・チューブタイプ別	・宝清 { 所内 典型区 }	・湿潤幅又は面積 ・チューブ性能
c 現地適用試験	・大区画圃場を対象に実施	・宝清 { " }	・適用基準値策定資料
II 水田灌漑試験			
a 減水深調査	・土壌別, 地下水位別	・宝清 { 所内 典型区 }	・時期別減水深
b 代掻用水量調査	・実測法(流入量測定, 土壌水分測定)	・宝清 { " }	・代掻用水準
c 広域用水量調査	・広域水田地帯の水収支	・宝清 (典型区)	・広域用水量, 還元水, 地下水流動, 蒸発散値など
d 乾田化に伴う用水量調査	・排水改良, 圃場整備による用水量変化測定	・宝清 (所内)	・排水改良後の水田用水量
III 地下水利用灌漑試験			
a 昇温施設の試験	・施設の機能・効果	・ { ハルビン 宝清 { 所内 典型区 } }	・昇温施設の基準策定資料
b 地下水の灌漑利用による水文循環系への影響	・排水組と協力	・ { ハルビン 宝清 (典型区) }	・地下水の合理的利用法
c 地下水動態研究		"	
IV 季節凍土層灌漑影響		"	
V 灌漑施設試験			
a 灌漑用資機材性能試験		・ { ハルビン 宝清 (所内) }	・灌漑用資材使用基準
b 灌漑用水路漏水防止		・ { ハルビン 宝清 (所内) }	
VI 基礎理論試験			
a 寒冷地気候(三江平原)条件下における灌漑の必要性	・人工気候箱による試験	・ハルビン	・三江平原の気候特性と灌漑関係

試験・研究項目	試験・研究方法(又は内容)	試験・実施場所	期待される成果
Ⅶ 灌漑基準基礎理論の構築	・以上の各試験・研究をふまえて、三江平原開発に必要な灌漑基準を立案する。	・ハルビン	・灌漑基準又は指針
Ⅷ 水資源総合開発利用の研究	・竜頭橋典型区を主体として、開発と利用技術の解析的研究を行う。	・ハルビン	・水資源開発利用のモデル化

3. 排水試験

表2(2) 排水試験課題

試験・研究項目	試験・研究方法(又は内容)	試験・実施場所	期待される成果
I 排水計画諸元値			
a 土壌物理性測定	・土壌粒径組成・透水係数空隙特性	・ハルビン 宝清(所内 典型区)	・排水方法の区分判定
b 単位排水量の測定	・地目別, 地形別, 面積別	・ハルビン 宝清(所内 " "	・排水基準値
c 斜面流出と土壌侵食	・人工降雨装置による斜面流出と土壌侵食の関係	・ハルビン	・土壌侵食要因の把握 農地保全の基礎研究
II 排水方法試験			
a 地表排水(開渠)方式	・土壌水分, 地下水位, 地耐力, 土壌構造の変化, その他	・ハルビン 宝清(所内)	・排水方法の適用基準
b 暗渠排水方式			
c 暗渠中心土破砕方式			
d 上記の併用方式			
III 排水組織の機能試験			
a 排水路の配置と構造	・排水路・構造物の規格・能力	・ハルビン 宝清(所内)	・排水組織
b 付帯施設の構造			
c 降雨流出流域模型試験			
IV 排水用諸資材性能試験	・規格, 排水能力, 耐用性, その他	・ハルビン	・資材選択基準

試験・研究項目	試験・研究方法(又は内容)	試験・実施場所	期待される成果
V 排水基準の策定	・以上の各試験・研究をふまえて、三江平原開発に必要な排水基準を立案する。	・ハルビン	・排水基準又は指針

4. 土壌改良試験

- ① 白漿土改良試験(モデル圃場外で実施)
- ② 重粘土改良試験(粒度改良, 腐植(有機質肥料)投入, 深耕)

5. 農業機械利用試験

- ① 大型機械(トラクター, コンバイン, 田植機)性能, 走行性, 適性試験
- ② 機械化農業の訓練, 展示

6. 栽培試験

- ① 耐冷性品種の導入試験
- ② 施肥, 防除効果試験
- ③ 新品種, 新栽培方法の展示

(2) モデル圃場の機能及び規模

1. 機能

モデル圃場の機能は試験目的から定る。試験目的は前述のとおり, 施工・灌漑・排水・土壌改良・農業機械・栽培の6項目に及ぶ。

① 圃場施工試験

圃場の施工試験については, 現況が平坦な既耕地であるため, 特殊条件の試験機能を具備するものではなく, むしろ, 三江平原の代表的な条件での標準的的施工試験を実施できる。また導入施工機械の稼働も, 工事量に対して充分の能力を持っているため, 施工期間を1か年としても, 各種の現地試験目的に対応が可能である。

表 2 (3) 施工機械別土工量及び実作業日数

機 械 名	機 種	土 工 量	施工日数	台数	備 考
ブルドーザー	11 ton	41,822 m ³	145 日	1 台	
"	6 ton	16,547 "	248 "	1	中国所有
バックホー	0.7 m ³	23,587 "	72 "	1	
トラクターショベル	0.8 m ³	18,859 "	110 "	1	
ダンプトラック	4 t	18,859 "	117 "	2	
トレンチャー	48 PS	14,907 m	37 "	1	
ローラー	フラット 3 t	14,689 m ³	152 "	1	中国所有

② 灌漑試験

灌漑については、田畑共に低温冷害対策としての水温対策機能が一つの課題である。比較試験としては、井戸水（夏季5～6℃）と幸福用水（4月下旬7℃，5月10～14℃，6月16～20℃，7月21～23℃，8月19～22℃，9月上旬17℃）の両水源の温度較差が得られる。水温上昇としては、温水池及び温水路の施設が必要となるが、いずれも実例があり、設計上も問題はない。

水田灌漑については、土壌改良効果との組合せ、暗渠排水効果との組合せ、低温障害対策としての深水灌漑、その他一般的灌漑諸元試験・栽培管理試験を実施することになる。いずれの試験も計画の圃場機能として可能である。

畑地灌漑については、各種灌漑方法の適性試験が可能になるよう圃場機能を整備する必要がある。このため、圃場を2分し、スプリンクラー灌漑と地面灌漑（水盤灌漑、畝間灌漑）が可能とする。とくに、圃場西部は、若干の傾斜をとりうるので、畝間灌漑に適した条件を持っている。

③ 排水試験

地表排水については、西地河支線排水路へポンプによる強制排水が基本となり、圃場内排水条件は各種排水試験（暗渠排水効果試験、圃場流出試験、湛水被害試験等）に対応可能である。

④ 土壌改良試験

土壌改良は、排水改良と並行して重粘土の物理性の改良が主体となる。この地域は全般的に黒土-白漿土混存区ながら、モデル圃場区域は全面積黒土層となっている。このため、白漿土改良試験は他の土地を求めざるを得ない。又青山砂土に関する試験も実施するとすれば青山砂土地帯に試験地を求めることとなる。

⑤ 農業機械利用試験

畑用農業機械については、三江平原地域ですでに利用は一般化している。むしろ、小型農作業機械による試験用農作業が主体となる。育苗畑作物の機械移植は、将来研究課題となるが、その土壌条件は、有機質投与の連続的成果により実施可能となる。

水田については、田植機の利用を可能とする整地、代掻作業の均質化である。とくに、機械移植用育苗技術の導入に若干の時間を要することから、当面の間は人手移植が主体となるが、すでに現地には、その技術的な経験があり、導入は容易であろう。

⑥ 栽培試験

栽培試験は、灌漑・排水・土壌改良の各試験と並行して多収穫技術試験が行なわれる。とくに、先進的条件で整備された圃場で、機械化灌漑を展示することが一つの目標となる。このため、モデル圃場は必要な整備を行う。その整備の骨子は、竜頭橋典型区農業開発計画に準ずることとなる。

なお、もう一つの栽培試験の目標は、耐冷性品種の導入と現地実証試験である。商品化食糧として指定されている小麦・大豆・とうもろこしについては、既に相当程度耐冷性品種の改良に成功している。今後、黒竜江省として、また三江平原地域として重要な課題は、水稻の耐冷性品種の改良と導入であり、これは総合試験場の他の一つの主課題である低温冷害研究において成果が期待されるものである。モデル圃場計画としては、早期対応は困難であり、長期的な視野に立つこととなる。また、耐冷性品種の改良は、耕作栽培技術の進歩と組合せるものであり、この種の試験も段階的に進めることとなる。

2. 規 模

① 圃場区画

現地の土地条件は、圃場規模をほとんど任意に設定できる。しかし、現地実証試験圃場としての適性規模は、大型機械化農業を実施できる限度となる。このため、竜頭橋典型区計画で設定した圃場区画を適用するとして、農区(600m×1,000m)以上の規模は必要なく、いくつかの圃区(150m×100m)を設けることで充分である。このため、計画の水田、畑各2圃区は、必要最小規模である。

② 灌 漑

灌漑水源は、井戸と幸福用水である。井戸については、水田と畑で1眼としている。その揚水量は試験の結果0.07m³/sであり、計画用水量0.04m³/secに対し、十分充足できる。

幸福用水については、現在120haの水田に対し、取水可能量1,440千 m^3 /年で平年の用水量1,000千 m^3 /年として余裕量は、約 $\frac{1}{3}$ で、モデル圃場全体を完全に灌漑するためには、限度量となっている。

また、畑地灌漑方法からみても間断日数10日程度、1ローテーションブロック1.5haとして、15ha規模は適正単位である。畝間灌漑の畝長150mに対し、通水時間16hrで、1輪番圃場1日1回転となり、この面でも、耕区長の規模は適正である。

③ 排水

排水計画にモデル圃場規模が影響するところは、流出観測である。中国側が、八甲洩溝～北関排水～西地河で囲まれる地域3.16 km^2 を流出観測の最大単位として設定している。モデル圃場全域もその $\frac{1}{10}$ 面積として全流出量を観測する。なお、水田及び畑地も区分し、さらにその内も細分して観測する計画となる。

ただし、流出観測についての、これまでの日中の議論の対立点は、耕地(60m \times 150m)内流出時間と、整備計画の実施された圃区農区の流出時間あるいは流出量である。したがって、モデル圃場内の観測の意義は当然あるものの、全排水区域3.16 km^2 についての排水条件は、必ずしも整合しない。今後周辺農地の整備状況と合せ合理的観測網を整備することとなる。

④ その他

土壌改良については、重粘土性の改良、深耕、施肥改善などの作業あるいは暗渠排水との関連試験を実施するが、モデル圃場規模に影響するファクターは少ない。

営農機械の利用に関しては、基本となるトラクターは、現在でもクローラートラクター(東北紅75)が一般化しており、この能力は1台当り水稲・畑作組み合わせ260haを分担できる。各種試験を実施したとしても、モデル圃場に対し1台で充分となる。また、田植機についても、6条植を導入した場合4hr/1haで、15haの水田は5日以下で田植を完了できる。主要機械1台で、充分余裕をもって支配する規模となっている。

2.3 圃場全体計画

(1) 水田の圃場計画

1. 基本区画

竜頭橋典型区計画で、大型機械化営農体系を目指した場合の水田圃場の基本単位規模は、図2(1)に示すとおり、 $1,000\text{m} \times 600\text{m} = 60\text{ha}$ で、これをさらに農区、圃区、耕区に分割している。

農区は $1,000\text{m} \times 150\text{m} = 15\text{ha}$ 、圃区は $150\text{m} \times 100\text{m} = 1.5\text{ha}$ 、耕区は $100\text{m} \times 30\text{m} = 0.3\text{ha}$ となっている。耕区 100m 長さが、大型機械の能率的走行距離であり、また最末端用排水溝機能の適性管理限界である。

モデル圃場計画は、全水田区画として $580\text{m} \times 380\text{m} \div 22\text{ha}$ で、区画としては、1農区として設定する。圃区は $190\text{m} \times 110\text{m} \div 2.1\text{ha}$ 、耕区は $110\text{m} \times 30\text{m}$ となる。なお、これらの区画寸法は、用地調達条件から決ったものであるが、基本的には典型区計画を骨子とし、ほぼその $\frac{1}{2}$ 農区2区としている。

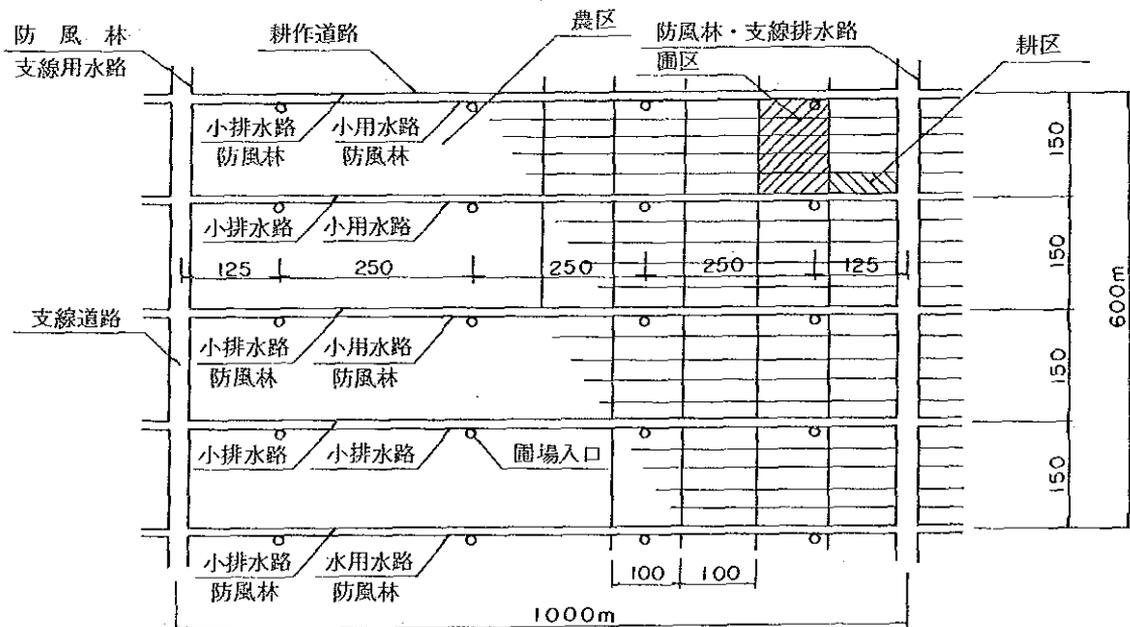


図2(1) 水田の圃場区画(竜頭橋典型区計画)

2. 施設配置計画

圃場内施設の主なものは、用水路(用水路, 小用水路), 排水路(排水路, 小排水路), 農道(農道, 耕作道)及び防風林帯である。

水田圃場内はほぼ平坦で、標高 $77.00\text{m} \sim 77.25\text{m}$ を示し、全体として東・北傾斜であり、風向、採光上からも耕区長辺(水稻列方向)を南北とする。

水田農区中央を1号用水路が南北に縦走し、各圃区境界に小用水路と小排水路を

交互に配置する。用水路と平行して管理の農道、耕作道を配置する。排水は、水田農区両側に小排水を集め、北側のポンプ場から西地川支線排水路に排水する。

防風林帯は、主風向がNW方向であり、主防風林を北側、副防風林を西側1号排水路及び中央3号排水路、4号排水路沿いに配置する。樹種は現地に多いポプラ3列植(列間1.5m、植間1.0m)とする。

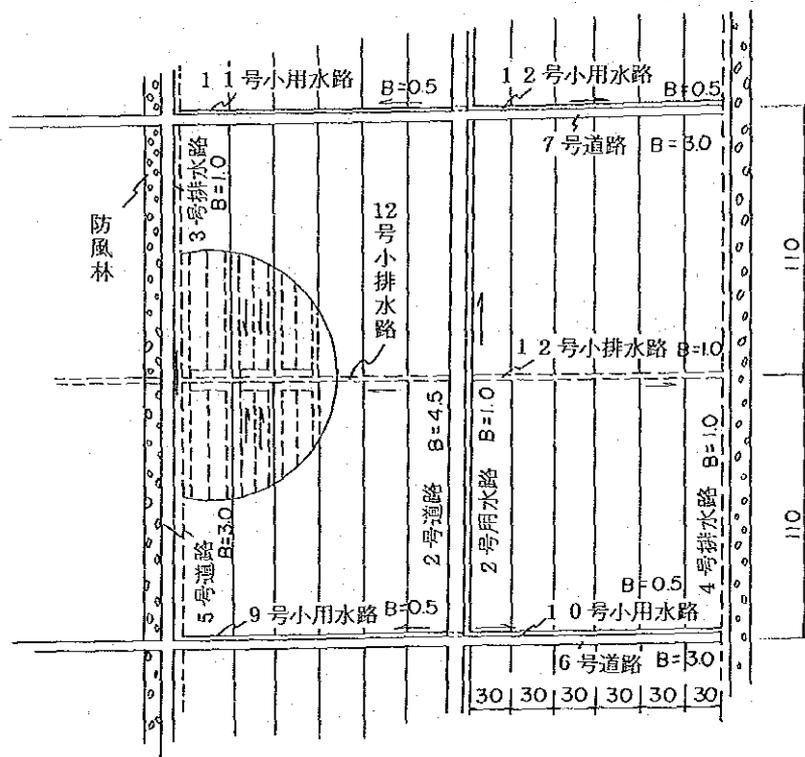


図 2 (2) 圃場内施設の基本的な配置

3. 水田の土層計画

① 有効土層厚

有効土層とは、水稻根が活力十分に伸長発展する範囲の土で、下記6項目のうち、何れかに該当する項目の土層厚が連続して10cm以上含まれない土層をいう。

(農林水産省構造改善局土地改良事業計画設計基準 圃場整備)

- 1) 粗砂含量 40%以上(重量%) (ϕ 2.0 mm~ ϕ 5.0 mm)
- 2) 礫含量 50%以上(") (ϕ 5.0 mm以上)
- 3) 粗砂及び礫含量の合計 55%以上(重量%) (ϕ 2.0 mm以上)
- 4) 土層のち密度 2.4 mm以上(山中式硬度計)
- 5) 泥炭又は黒泥層を含む
- 6) リン酸吸収係数 2,000以上

典型区計画の調査の結果計画地域の土壌特性は、(3)に後述するとおり、最大粒径は2.0 mm以下、土層のち密度は1.5~1.7 mmで2.4 mm以下、りん酸吸収係数は2.000以下であり、テストピット結果から上記6項目に該当しない層は1 m以上であり、有効土層は厚い。

② 客 土

有効土層は黒土で、白漿土が分布しないため客土は行なわない。

③ 表土扱い

有効土層が厚いため表土扱いをしないで、そのまま均平作業をしても有効土層厚が30 cm以下とならない。したがって、表土扱いをしない。

④ 地 耐 力

農業機械の走行に必要な地耐力は、深さ15 cmの平均コーン指数 $q_c = 4$ 以上を目標とする。典型区調査の結果 $q_c = 8.0$ であるが排水不良の場合は低下するため、暗渠排水により密度上昇を図る。

(2) 畑の圃場計画

1. 基本計画

典型区農業開発計画において畑の圃場基本単位規模は、水田と同様に $1000\text{ m} \times 600\text{ m} = 60\text{ ha}$ であるが、農区は $1000\text{ m} \times 300\text{ m} = 30\text{ ha}$ である。その標準的圃場配置は図2(3)のとおりである。

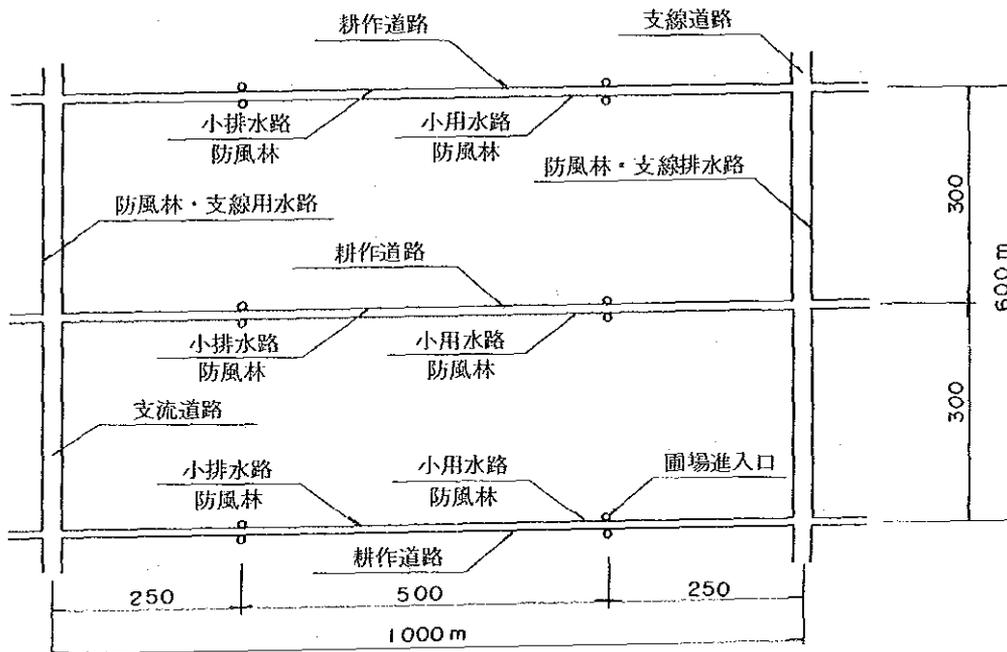


図 2 (3) 畑の圃場区画 (竜頭橋典型区計画)

モデル圃場計画は、径 $600\text{ m} \times 380\text{ m} = 22.8\text{ ha}$ で、灌漑方法比較のため 2 圃区に区分している。

2. 施設配置計画

圃場内施設は、基本的には水田と同じ構想とする。なお、地表灌漑に便利のため、圃区中央に調整池を設ける。

3. 均平作業

圃場内は、標高 77.0 m から 79 m まで 2 m の比高を有するが、高位部は均平化する。高地部は黒土層 2 m 以上であり有効土層に乱れを生ずることはない。この均平作業の切土は、調整地築堤にも利用され、施工試験としての効用も期待される。

4. 畝間灌漑の場合の圃場区画

① 適正畝間流量

畝間の勾配は 0.1% とする。植壤土の場合で畝間勾配 1% のとき土壌侵食を起さない流量は、 0.7 l/sec である。畝間勾配 0.1% であるから修正係数 1.4 を乗じて適正畝間流量は、

$$q = 0.7 \times 1.4 = 0.98 \doteq 1.0\text{ l/sec}$$

② 適正畝長

許容最大畝長は、次式で求める。

$$L_{\max} = \left(\frac{t}{\alpha}\right)^{\frac{1}{\beta}} = \left[\frac{1}{\alpha} \cdot \frac{1}{m} \left(\frac{D}{C}\right)^{\frac{1}{n}}\right]^{\frac{1}{\beta}}$$

ここに L ; 畝長 (m)

t ; 畝のある 1 点に水足の到達する時間 (min)

C, n ; インテーク定数

α, β ; 水足定数

m ; 水足到達時間に対する所要灌漑時間比 (T/t)

D ; 1 回当り灌漑水量 (mm)

T ; 畝間のある 1 点で所要の灌漑水深 D を与えるための時間 (min)

植壤土圃場での現地試験から求められた最大畝長は、 $D = 60\text{ mm}$ の場合、 $q = 1.0\text{ l/sec}$ で、 $L_{\max} = 390.2\text{ m}$ である。しかし、実際の灌漑に当っては、種々の障害（例えば、畝形状の整形不備、農民の不馴れなど）を伴うので、うね長は 150 m とする。

③ 畝間灌漑時間

灌漑時間は、畝長、灌漑水量、インテークレート、うね間の水足の早さから次式で求められる。

$$T_{\max} = T + t = \left(\frac{D}{C}\right)^{\frac{1}{n}} + \alpha \cdot L^{\beta}$$

植質上の畝間通水時間の現地試験の結果、1回の灌漑水量60mm、畝間流量 $q = 1.0 \text{ l/sec}$ のとき、畝間所要通水時間は、畝長 $L = 100 \text{ m}$ の時 $T = 940.2 \text{ min}$ 、 $L = 200 \text{ m}$ のとき $T = 993.4 \text{ min}$ である。 $L = 150 \text{ m}$ とすると両者を平均し $T = 966.8 \text{ min} = 16.1 \text{ hr}$ となる。通水のための労働時間を含み1日の灌漑時間は18hrとなる。

⑤ ローテーションブロック

1回の灌漑時間18時間かゝるので1ローテーションブロック1回転灌漑となる。畝方向の圃場の長さが150mであり、1ローテーションブロックの面積が小麦畑では $Au = 0.63 \text{ ka}$ 、小麦以外の畑では $Au = 0.42 \text{ ka}$ であるから1ローテーションブロックの圃場幅 B は次のようになる。

小麦畑の場合

$$B = 6300 / 150 = 42 \text{ m}$$

小麦以外畑の場合

$$B = 4200 / 150 = 28 \text{ m}$$

5. スプリンクラー灌漑の場合の圃場区画

① 固定式圃場

2.5(7)より、スプリンクラー間隔14.0mとし、1給水栓より9台配置し、両端部 $6.5 \text{ m} \times 2$ を加え、1ブロック幅は、125mとする。

② 移動式圃場

2.5(7)より、スプリンクラー間隔14.0mとし、1給水栓より片側4台2列を両側より配置する。両端部 4.25×2 を加え、1ブロック幅は106.5mとする。

(3) 土漿及び土質

1. 土漿及び土質

竜頭橋典型区調査の結果から、モデル圃場区域は白漿土・黒土複合区に属する。しかし、今次調査の結果圃場区域内に白漿土は分布せず、全区域の表土は黒土で微砂質植土である。

黒土は、一部を除いてほとんど1mの深さがあり、以下灰褐色に漸変し、砂質土となる。東部の水田圃場では1.3mで砂礫土となり、2.2m以深（井戸掘削結果）では撈力河系西地河低地堆積層の砂礫となり帯水層を形成する。

試掘坑柱状図を図2(4)に示す。

また、黒土層の土壌特性を表2(4)に示す。

表 2 (4) a 土壤 (黒土) の物理性

土 壤 区	作土の 深 さ (cm)	固 容 相 積 (%)	仮 比 重	土 壤 重 量 (ton/ha)	土 壤 硬 度 (mm)	土 性 (FAO法)
k 白漿土・黒土複合区 (黒土分)	19	48.3	1.255	2385	21	微砂質埴土

b 土壤 (黒土) の粒度

(単位; %)

土 壤 名	土 壤 粒 径 範 囲 (mm)					
	1 ~ 0.5	0.5 ~ 0.05	0.05 ~ 0.01	0.01 ~ 0.005	0.005 ~ 0.001	< 0.001
黒 土 分	0.41	10.29	23.45	11.55	21.50	32.80

c 土壤 (黒土) の化学的性質

土 壤 名	深 さ (cm)	pH	有 機 物 (%)	全 窒 素 (%)	C/N	全 り ん (%)	全 か り (%)	硝 窒 酸 態 素 (mg/100g)	有 り 効 態 り (mg/100g)	有 か 効 態 り (mg/100g)	硝	有 効	有 効
											酸/全 N (%)	P/全 P (%)	K/全 K (%)
黒 土 分	20	6.8	5.08	0.224	13.2	0.148	2.275	18.53	3.51	31.7	8.27	2.37	1.39

2. 土 質

竜頭橋典型区計画調査のモデル圃場区域の土質は、以下のとおりである。

地質区分は、撈力河水系西地河河成三角州堆積物の黒土で、地表下1.00mまでは土質区分OH~CHの粘性土、1.00m以下φ4mmの風化礫を含む。粘性土は乾燥固結化が激しい。土層は、4層に区分され、その物理的性質は、表2(5)に示す。

表 2 (5) 黒土層の土質特性

名 称	採 取 深 度 m	物 理 指 数											統一分類	力 学 指 標		
		天然状態物理値			土 粒 子 比 重 Gs [△S]	コンシステンシー			粒 度 組 成					垂 直 透 水 係 数 Kv [Kv]	直接剪断定数	
		含 水 量 Wf [W]	湿 潤 密 度 γt [γ]	乾 燥 密 度 γd [γd]		液 性 限 界 WL [Wr]	塑 性 限 界 WP [Wp]	塑 性 指 数 Ip [Wn]	>20φ ^{mm}	20 φ 0.074	0.074 φ 0.005	<0.005			天 然 状 態	粘 着 力 C [C]
		%	g/cm ³	g/cm ³	%	%	—	%	%	%	%	cm/sec		kg/cm ²	度	
12-b-1	1.5 - 1.6	32.6	1.69	1.27	2.70	41.4	20.0	21.4		10.0	43.0	47.0	[CH]	5.7×10 ⁻⁵	0.15	14.5
12-b-2	1.2 - 1.3	30.2	1.77	1.36	2.66	45.0	20.3	24.7		8.0	42.5	49.5	[CH]	7.9×10 ⁻⁵	0.18	16
12-b-3	0.8 - 0.9	32.0	1.72	1.30	2.65	51.1	26.9	24.2		6.9	41.0	53.0	[CHV]	2.1×10 ⁻⁵	0.20	15
12-b-4	0.5 - 0.6	30.1	1.71	1.31	2.62	57.3	26.9	30.4		5.0	50.0	45.0	[CHV]	1.9×10 ⁻⁵	0.08	15.5

3. 地下水位

モデル圃場区域の地盤標高は、79.25~76.8mで比高は2.45mで、比較的平坦である。地下水位も図2(4)に示すように比較的平坦で、Ⅲ圃区の高台で77.5m、Ⅳ区の低地で77.00mである。ただし、季節変化は激しく、図2(5)に示すとおり冬期最低は75.03m、夏季最高は、地表下0.02mの77.25mとなる。地下水位は降雨に鋭敏に影響され、1981年7~8月は $\frac{1}{10}$ 確率の降雨年である。

地下水位は、小麦、水稻の収穫期に高く、田畑共に暗渠排水を施工する必要がある。

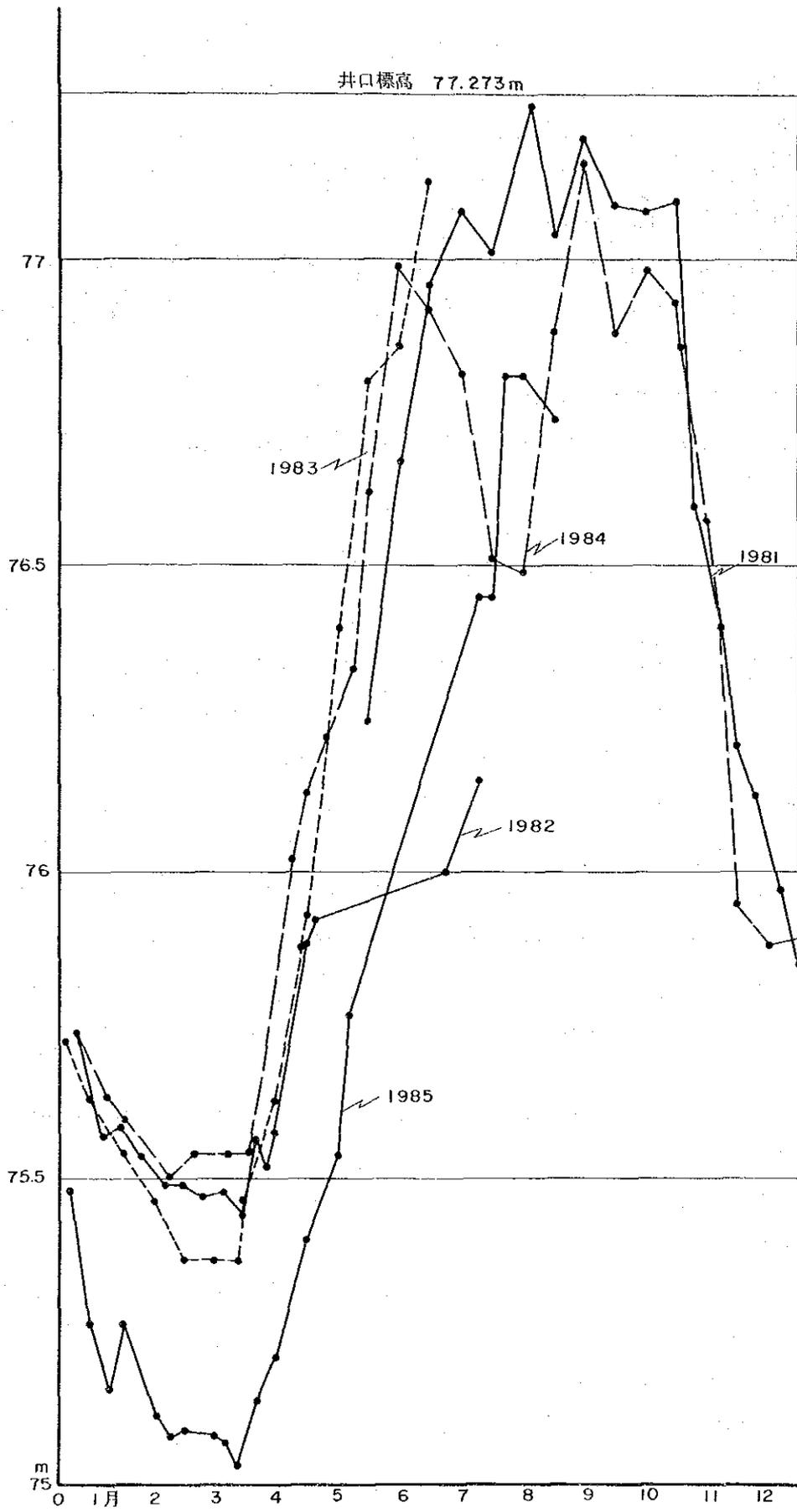


図 2 (5) 地下水位の季別変動 (2号井)

2.4 水源計画

(1) 用水量

1. 水田用水量

① 計画最大日消費水量

竜頭橋典型区計画の時期別作物係数と作物別蒸発散量より水稻の最大消費水量は5月上旬(10日間)の89.6 mmである。したがって最大日消費水量は89.6 / 10 = 9.0 mm/dayとなる。

② 普通期支線用水路流量

水田の純灌漑面積15 haを支配する支線用水路の流量は用水路の搬送効率0.7として、24時間通水で

$$Q = \frac{0.009 \times 150,000}{24 \times 60 \times 60 \times 0.7} = 0.022 \text{ m}^3/\text{sec}$$

③ 代掻通水

宝清県的水稻栽培は、ほとんど直播栽培で播種を耕起・碎土した乾田状態で行い播種直前に湛水する方式である。日本のような湛水代掻の慣行はない。

代掻を行う場合について支線用水路の流量を検討した結果は以下のとおりである。

代掻期間は、4月20日～4月30日の10日間で1.5 haについて、代掻水深100 mmとして求める。水路流量の最大値は4月30日で、1.5 ha分の代掻用水と13.5 ha分の消費水量の合計量を通水する必要がある。4月下旬(11日間)の日消費水量は19.5 mm / 11 day = 1.8 mm/dayであるから、

$$Q = \frac{0.10 \times 15,000}{24 \times 60 \times 60 \times 0.7} + \frac{0.0018 \times 135,000}{24 \times 60 \times 60 \times 0.7} = 0.029 \text{ m}^3/\text{sec}$$

となり、普通期支線用水路流量0.022 m³/Sを若干上昇る。なお、水路断面は、計画流量の5倍以上としているため通水断面は充分である。

2. 畑地灌漑水量

① TRAM(1回の灌水量)

1回の灌水量は、竜頭橋典型区計画において填塿土の場合、59.0 mmであり、これを採用する。

② 計画最大日消費水量

時期別作物係数と作物別蒸発散量より、各作物別最大日消費水量は、表2(6)のとおりである。

表 2 (6) 作目別最大日消費水量

作 目	最大旬間蒸発散量	発 生 旬	日 数	最大日蒸発散量(純)
小 麦	7 3.0 mm	5 月下旬	1 1 日	6.6 3 mm
大 豆	4 7.4	7 月下旬	1 1 日	4.3 0 mm
とうもろこし	4 9.8	"	"	"
て ん 菜	4 9.8	"	"	"
雑 穀	4 7.4	"	"	"
タ バ コ	4 7.4	"	"	"

この量は最大純日蒸発散量であって、下方補給水分比 25% を除き下記の値となる。

作 目	最大純日蒸発散量
小 麦	$6.63 \times 0.75 = 4.97 \text{ mm}$
小麦以外	$4.30 \times 0.75 = 3.23 \text{ mm}$

③ 計画間断日数

計画間断日数は、TRAMを計画最大日消費水量で除して求める。なお計画日消費水量がピーク以外の場合も間断日数は変更せず、灌漑時間で調整する。よって間断日数は以下の通りとする。

小 麦	$59.0 / 4.97 = 11.8 \div 11 \text{ 日}$
小麦以外	$59.0 / 3.23 = 18.2 \div 18 \text{ 日}$

④ 組織容量

組織容量は次式で求める。但し灌漑面積は、計算上畑水田共全面積をそれぞれ 15 ha とする。

$$Q = 2.78 \frac{A E_2}{F T}$$

こゝで Q ; 組織容量 (ℓ/sec)

A ; 灌漑面積 (ha)

E₂ ; 粗灌漑水量 (mm)

F ; 計画間断日数 (日)

T ; 1日の実灌漑時間 (時間)

a. 井戸より調整池へ揚水する場合

小麦の場合

$$Q = 2.78 \times \frac{10.14 \times 15}{11 \times 24} = 1.602 \text{ ℓ/sec}$$

小麦以外の場合

$$Q = 2.78 \times \frac{6.59 \times 15}{18 \times 24} = 0.636 \text{ } \ell / \text{sec}$$

b. 調整池よりの配水量

小麦の場合

$$Q = 2.78 \times \frac{4.23 \times 10.14 \times 15}{11 \times 16} = 10.163 \text{ } \ell / \text{sec}$$

小麦以外の場合

$$Q = 2.78 \times \frac{3.35 \times 6.59 \times 15}{18 \times 17} = 3.008 \text{ } \ell / \text{sec}$$

注) 計画用水諸元

小麦の場合	$6.63 \text{ mm} \times 0.75 = 4.97$ (日消費水量)
	$4.97 \div 0.7 = 7.10$ (圃場灌漑水量)
	$7.10 \div 0.7 = 10.14$ (粗灌漑水量)
小麦以外の場合	$4.30 \text{ mm} \times 0.75 = 3.23$ (日消費水量)
	$3.23 \div 0.7 = 4.61$ (圃場灌漑水量)
	$4.61 \div 0.7 = 6.59$ (粗灌漑水量)

c. 別途水源より導水する場合の水路については24時間通水とし

小麦の場合 $Q_u = \frac{0.0071 \times 150,000}{0.7 \times 86,400} = 0.0177 \text{ } m^3 / \text{sec}$

小麦以外の場合 $Q_u = \frac{0.0046 \times 150,000}{0.7 \times 86,400} = 0.0114 \text{ } m^3 / \text{sec}$

(2) 井戸

1. 既設井戸の状況

① 地質

図2(6)に見るとおり、地表下3.0mまでは、粘土層で、以下1.2mの砂層、さらに以下は若干の粘土層を挟在した中粗粒砂礫層である。

② 地下水位 (図2(5)参照)

地下水位は、冬期は地表面下2.3m、夏季は、0.02~0.80間の変動がある。

③ 湧水量

1984年黒竜江省勘测設計院が実施した2号井の揚水試験では、日量5,955m³

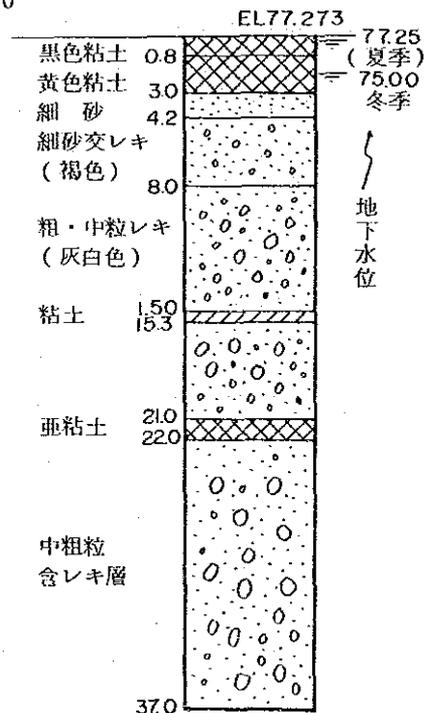


図2(6) 2号井柱状図

($0.070 \text{ m}^3/\text{sec}$) となっている。

2. 揚水量計算

① 計算模式

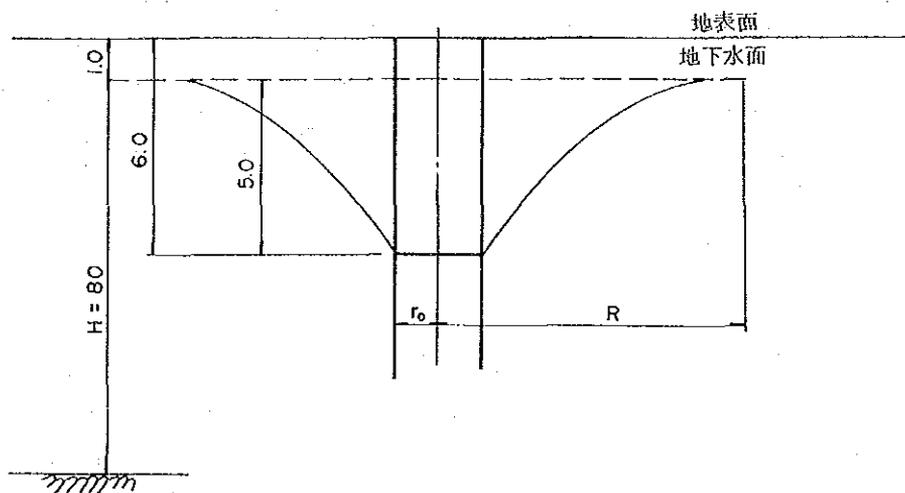


図 2 (7) 井戸計算模式

② 揚水量 (Q) 計算式

$$Q = \frac{\pi k (H^2 - h^2)}{2.3 \log_{10} \frac{R}{r_0}}$$

ここに, k ; 透水係数

H ; 不透水層から地下水面までの高さ

h ; 不透水層から揚水定常状態井戸水面までの高さ

r_0 ; 井戸半径

R ; 影響圏

③ 計算条件

- a. 無被圧井戸として計算する。
- b. 地下水面は, 季別変動があるが地表面下 1.0 m とする。
- c. 不透水層は地表面下 80 m の第三紀泥岩とする。
- d. 井戸水面 (揚水定常状態) は吸込ポンプとして安全をみて, 地表面下 6 m とする。
- e. 井戸周辺の透水係数は, 中国側調査結果より $k = 5.5 \times 10^{-3} \text{ cm/sec} \sim 2.3 \times 10^{-2} \text{ cm/sec}$ の平均 $1.5 \times 10^{-2} \text{ cm/sec}$ ($/ 1.5 \times 10^4 \text{ m/sec}$) とする。
- f. 井戸径 $r_0 = 0.3 \text{ m}$, 影響圏半径は細砂として $R = 30 \text{ m}$ をとる。

④ 計算結果

$$Q = \frac{\pi \times 1.5 \times 10^{-4} (80^2 - 75^2)}{2.3 \log_{10} \frac{30}{0.15}} = 0.069 \text{ m}^3/\text{sec} = 0.07 \text{ m}^3/\text{sec}$$

なお、この値は中国の試験結果と一致する。

(3) 幸福用水

幸福用水は、宝石川に頭首工がありこれより取水している。宝石川は、集水面積 900 km²を有し、撓力河に合流している。

頭首工は、全可動コンクリート造りで、人力引揚門扉6門（幅員6 m高さ2 m）取水水位82.00 mとなっている。

中国側計画によれば、近期計画で、幸福用水区域は灌漑面積667 ha、計画取水量800万m³/年、遠期計画で灌漑面積3,733 ha、取水量4,480万m³/年となっている。なお、1982年の実績は、水田面積120 ha、取水量144万m³/年と推定されている。

宝石川水源量としては充分ながら、取水門、用水路の不備のため、現況可能取水量は著しく小さい。若干の施設の改良及び維持管理が必要である。

2.5 用水施設

(1) 井戸

1. 揚水量

温水池に揚水するのであるから、井戸の湧出量に見合う揚水機を設け、短時間に揚水して昇温効果を発揮させるようにしなければならない。

井戸の湧出量は $0.07 \text{ m}^3/\text{sec}$ である。よって安全をみて揚水量 $Q = 0.07 \times 0.8 = 0.056 \text{ m}^3/\text{sec} = 3.36 \text{ m}^3/\text{min}$ とする。

2. 揚水所要時間

計画揚水量を $0.056 \text{ m}^3/\text{sec}$ としたとき、水田、畑の用水1日量を揚水する所要時間は

水田の計画流量 $0.022 \text{ m}^3/\text{sec}$ 、畑の計画流量 $0.018 \text{ m}^3/\text{sec}$ であるから

水田用水1日量揚水所要時間

$$(0.022 / 0.056) \times 24 = 9.4 \text{ 時間}$$

畑用水1日量揚水所要時間

$$(0.018 / 0.056) \times 24 = 7.7 \text{ 時間}$$

となり、夜間に揚水することができる。

3. 送水管

① 管種

静水圧が 7.5 kg/cm^2 以下であるから硬質塩化ビニール管を使用する。

② 管径と流速

管の許容最大流速は硬質塩化ビニール管の場合 $v = 5.0 \text{ m/sec}$ であるが、設計上採用すべき管内流速は損失水頭との関係について経済性に大きく影響するので、一般的な管径別流速の範囲は次の通りである。

管 径 (mm)	設計流速 (m / sec)
75 ~ 150	0.7 ~ 1.0
200 ~ 400	0.9 ~ 1.6
450 ~ 800	1.2 ~ 1.8

4. 損失水頭の計算

① 損失水頭の計算式

管路の損失水頭の計算式は次式がある

$$\text{Hezen Williams} \text{-----} (1)$$

$$\text{Manning} \text{-----} (2)$$

一般に(2)式の方が(1)式で計算するより若干損失水頭がきくなるので安全をみて

(2)式を採用する。

$$H_0 = \left(f_e + \sum f_b + \sum f_v + f_o + f \frac{\ell}{D} \right) \frac{v^2}{2g}$$

但し

f_e ; 流入損失係数 一般に 0.5

f_b ; 屈曲 "

f_v ; バルブ "

f_o ; 流出 " 一般に 1.0

f ; 摩擦損失 "

ℓ ; 管路長 (m)

D ; 管径 (m)

v ; 流速 (m / sec)

ここに

$$f \text{ (摩擦損失係数)} = \frac{124.5 n^2}{D^3}$$

n は manning の粗度係数で 0.012 を採用

いまこの計算に於いて屈曲損失, バルブ損失は大きい値を示さないで, 計算を省略して下式のように 15% の割増しを行うこととする。

$$H_0 = \left\{ \left(0.5 + 1.0 + f \frac{\ell}{D} \right) \frac{v^2}{2g} \right\} \times 1.15$$

5. 総揚程

下記揚水概念図により総揚程は次のとおりとなる。

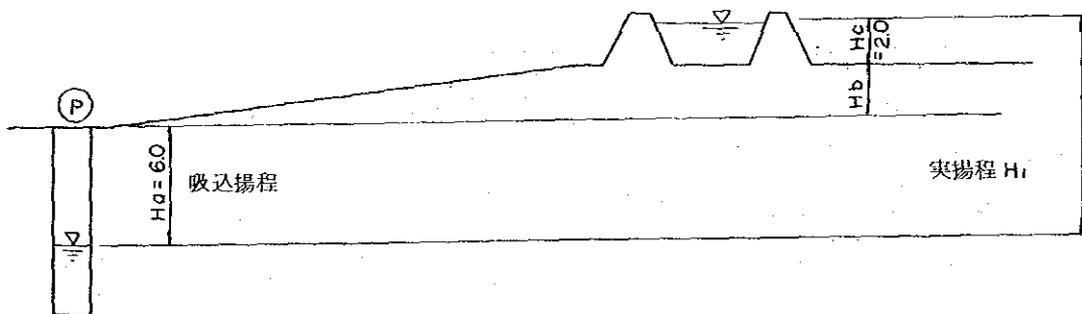


図 2 (8) 揚水概念図

$$\begin{aligned} \text{総揚程 (H)} &= \text{実揚程 (H}_1\text{)} + \text{損失水頭 (H}_0\text{)} \\ &= H_a + H_b + H_c + H_0 \end{aligned}$$

6. 揚水機の選定

総揚程と計画揚水量より，日本基準，揚水機適用線図（50Hz）より揚水機と電動機を選定する。

7. 水撃圧の検討

揚水機系管路に於いては揚水機急停止時の水撃圧を発生するので水撃圧に耐へる管厚を用い，また揚水機に逆止弁や緩衝用フライホールを設けなければならない。水撃圧の大きさは簡略的には静水頭が35m（3.5kg/cm²）以下のときは静水頭の100%の水圧がかかるものとしてよい。

8. 幸福用水揚水機

井戸揚水機と同容量の揚水機を設ける。揚水管延長は水田用270m，畑用270mで井戸揚水管延長より短いので，揚水量は井戸揚水機より若干大きくなる。

9. 揚水機台数

揚水機台数は1機場1台とする。2機場とも同容量であるから，故障時部品の互換性を有する。

10. 揚水機の選定

a. ポンプ口径

揚水量 3.36 m³/minの場合

一般標準は電動機50Hzのときφ200mm

b. 原動機出力の算定

$$P = \frac{0.163 \times \gamma \times Q \times H}{\eta_p} (1 + R)$$

左により次のように決定する。

P ; 原動機出力	機種 横軸両吸込単段渦巻ポンプ
γ ; 水の比重	口径 φ200mm
Q ; ポンプ揚水量 3.36 m ³ /min	出力 15 kw
η _p ; ポンプ効率 0.65	台数 1台
R ; 余裕率 0.15	総揚程 18 m
H ; 総揚程	揚水量 3.36 m ³ /min

$$P = \frac{0.163 \times 1.0 \times 3.36 \times 18}{0.76} \times 1.15$$

$$= 17.4 \div 18 \text{ kw}$$

表2(7) 揚水機選定計算表

揚水機別	揚水量 Q		送水管損失水頭				実揚程					総揚程		揚水機		電動機出力 (kw)
	毎秒 (m ³ /sec)	毎分 (m ³ /min)	口径 D (m)	流速 (m/sec)	マザツ損失係数 f	管長 L (m)	H ₀ (m)	H _a (m)	H _b (m)	H _c (m)	H ₁ (m)	H (m)	種類	口径 (mm)		
水田, 畑画用主井戸ポンプ	0.056	3.36	0.2	1.78	0.03	畑 330 水田 100	9.5	6.0	0.3	2.0	8.3	18	高揚程 筒巻	200	15.0	
水田用補助井戸ポンプ (実施設計除外)	0.056	3.36	0.2	1.78	0.03	420	12.0	6.0	0	2.0	8.0	18	"	200	22.0	
畑用補助井戸ポンプ (実施設計除外)	0.056	3.36	0.2	1.78	0.3	420	12.0	6.0	0.7	2.0	8.7	18	"	200	22.0	
幸福用水井戸ポンプ						畑 270 水田 270							"	200	15.0	

(注) $f = 124.5 n^2 / D^3$ $n = 0.012$

$$H_0 = \left(1.5 + f \frac{L}{D}\right) \frac{v^2}{2g} \times 1.15$$

(2) 分土工

1. 分水取水の方法

分水取水の方法は、小量分水に適し、操作が容易な孔口（オリフィス）式取水とし、取水後、越流堰を越流させてその水深から分水量を測定する分土工を設ける。

2. 設計諸元

計画取水量	$Q = 0.3 \text{ m}^3 / \text{sec}$ (最大)
堰上げ水位	EL 79.50 m
取水孔口断面	0.50 m × 0.50 m
" 敷高	EL 78.70 m
取入水路幅	1.50 m
取入水路水位	EL 79.20 m
流量測定堰々高	EL 78.90 m
" 堰幅	1.0 m
支線用水路始点水路敷高	EL 78.50 m
" 計画水位	EL 79.00 m

よって図 2 (9) の概念図となる。

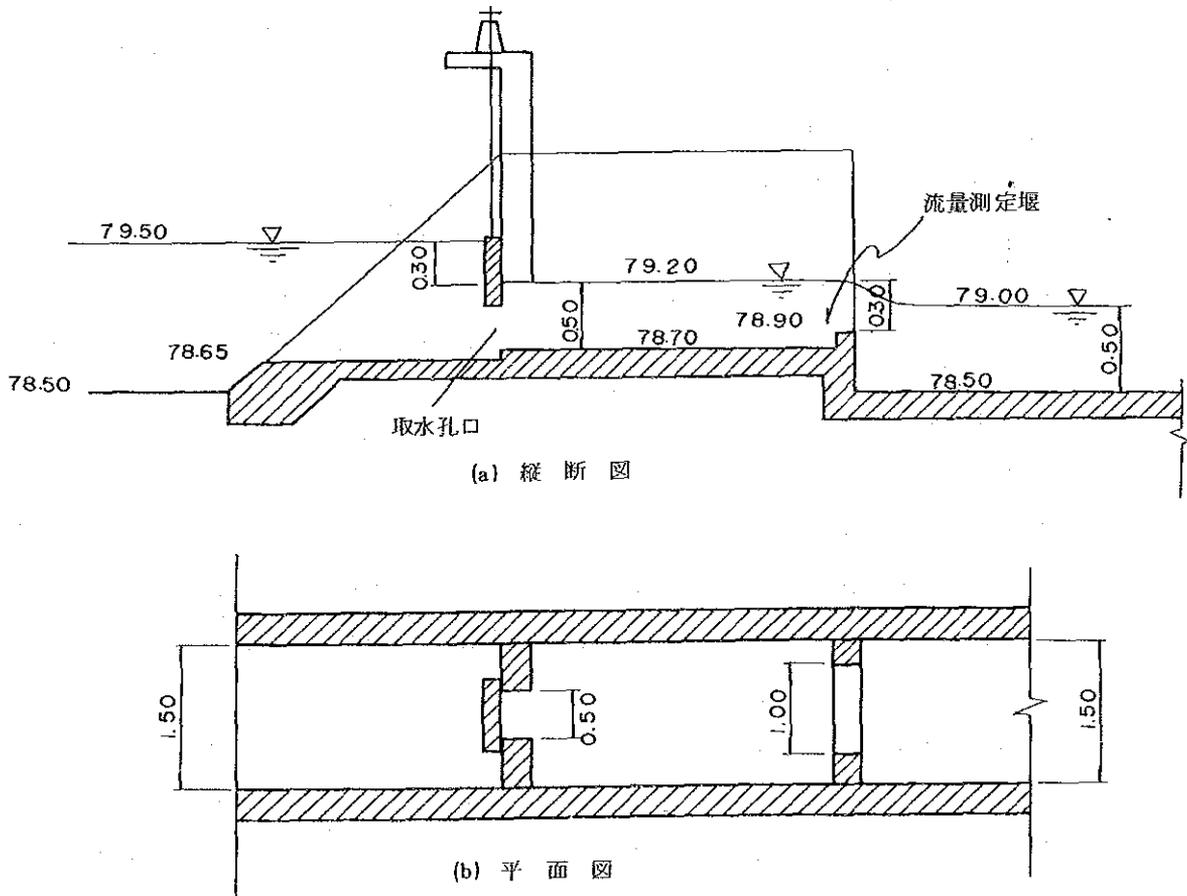


図 2 (9) 分水取水工概念図

3. 水理計算

① 取入口

角孔とレオリフィス式を適用する。

$$Q = C \cdot A \cdot \sqrt{2 g H}$$

Q ; 流量 (m^3/sec)

A ; 孔口断面積 (m^2)

C ; 流量係数 0.7 (角孔)

H ; 水頭差 (m)

$$\begin{aligned} Q &= C \cdot A \cdot \sqrt{2 g H} = 0.7 \times 0.5 \times 0.5 \times \sqrt{2 \times 9.8 \times 0.3} \\ &= 0.42 m^3/sec > 0.30 m^3/sec \quad \text{O.K.} \end{aligned}$$

堰上げ高が E L 7 9.3 5 m の場合

$$\begin{aligned} Q &= C \cdot A \cdot \sqrt{2 g H} = 0.7 \times 0.5 \times 0.5 \times \sqrt{2 \times 9.8 \times 0.15} \\ &= 0.30 m^3/sec \quad \text{O.K.} \end{aligned}$$

② 流量測定堰

越流堰式を適用する。

$$Q = C \cdot B \cdot H^{\frac{3}{2}}$$

Q ; 流量 (m^3/sec)

B ; 堰幅 (m)

C ; 流量係数 1.8

H ; 越流水深 (m)

$$Q = C \cdot B \cdot H^{\frac{3}{2}} = 1.8 \times 1.0 \times 0.3^{\frac{3}{2}} = 0.30 m^3/sec \quad \text{O.K.}$$

完全越流となるよう、下流水路の水位は十分余裕をとって E L 7 9.0 0 m とし
て計画する。

4. 各部構造

分水取水工の躯体は鉄筋コンクリート構造とする。取水門は幅 0.6 0 m × 高 0.6 0 m の鋼製スルースゲートとし、流量測定堰は堰頂部を型钢で保護する。

5. 水位調節堰

分水取水のため幹線水路（幸福用水）の水位をなるべく一定に保つように堰上げる必要がある。このため分水取水口の直下流の幹線水路に角落し堰を設置する。水位の調節は人為的に行う。このため操作の容易なよう、堰幅は 1.5 0 m の 2 連とする。堰板は厚さ 8 cm, 高さ 2 5 cm とする。

6. 余水吐

① 概要

取り入れ堰を堰上げた状態で、幸福用水に必要以上の流量が流下してきた場合、大部分は堰上げ天端を越流して下流の幸福用水へ放流されるが、一部は取り入れ水門を経て支線水路内へ流入する。支線水路へ流水した余水は取水直後に支線水路に横越流堰を設けて八甲洩溝へ放流することとする。

② 余水流量

取り入れ水門は全開の場合として検討する。幸福用水には最大流量 $1.73 \text{ m}^3/\text{sec}$ (幸福用水資料—縦断図による) が流下するものとする。下記水理計算により、取り入れ堰、堰上げ天端を経て下流に放流される流量 $Q_1 = 1.22 \text{ m}^3/\text{sec}$ 、取り入れ門 (Q_2) から流入量測定越流堰 (Q_3) を経て支線用水路 (Q_4) へ流入する流量は

$$Q_2 = Q_3 = Q_4 = 0.54 \text{ m}^3/\text{sec}$$

合計 $1.74 \text{ m}^3/\text{sec} \div 1.37 \text{ m}^3/\text{sec}$ となる。

③ 水理計算

越流堰流量式

$$Q_{1,3} = C \cdot B \cdot H^{\frac{3}{2}} \quad (Q_3 \text{ についても同じ})$$

$Q_{1,3}$; 流量 (m^3/sec)

$B_{1,3}$; 堰幅 (m)

$H_{1,3}$; 越流水深 (m)

$C_{1,3}$; 流量係数 1.8

水門流入孔口式

$$Q_2 = C_2 A \sqrt{2gH_2}$$

Q_2 ; 流量 (m^3/sec)

A ; 孔口断面

H_2 ; 上下流水頭差

C_2 ; 流量係数 0.7

試算により下記水位、流量関係となる。

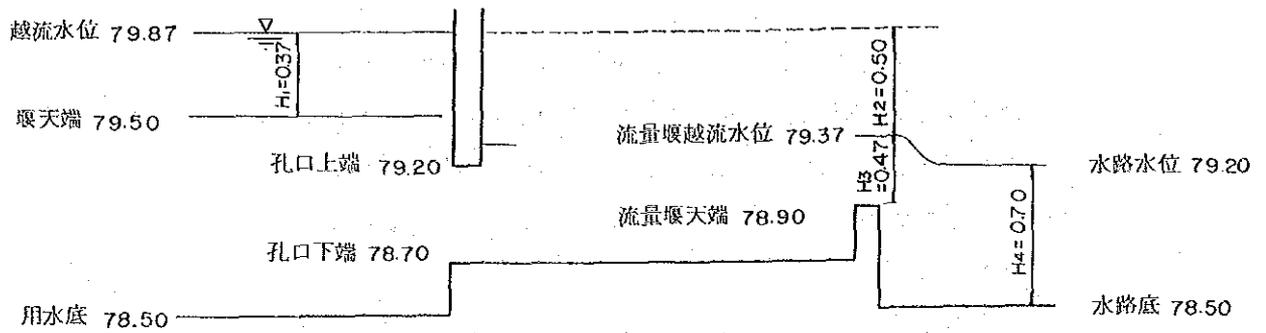


図 2 (10) 水路余水吐概念図

$$Q_1 = C_1 \cdot B_1 \cdot H_1^{\frac{3}{2}} = 1.8 \times (1.5 \times 2) \times 0.37^{\frac{3}{2}} = 1.22 \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$Q_2 = C_2 \cdot A \cdot \sqrt{2gH_2} = 0.7 \times (0.5 \times 0.5) \times \sqrt{2 \times 9.8 \times 0.5} = 0.54 \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$Q_3 = C_3 \cdot B_3 \cdot H_3^{\frac{3}{2}} = 1.8 \times 1.0 \times 0.47^{\frac{3}{2}} = 0.58 \text{ m}^3/\text{sec}$$

④ 支線水路余水吐

支線水路の余水吐は側壁の片側に欠口を設けた横越流堰として計算する。

伊藤, 本間式より

$$Q = \frac{2}{3} \cdot \mu \cdot \sqrt{2g} \cdot L \cdot h^{\frac{3}{2}}$$

Q ; 流量

μ ; 流量係数 0.5 ~ 0.55

L ; 堰長

h ; 越流水深

取入水門より流入する流量 = 0.54 m³/sec

支線水路の通水可能量 = 0.30 m³/sec

放流すべき余水量 Q = 0.54 - 0.30 = 0.24 m³/sec

計画支線水路水位 (始点) EL 79.00 m

流量堰越流後の水位 EL 79.20 m

横越流堰越流水深 h = 79.20 - 79.00 = 0.20 m

いま堰長を 2.0 m とすると

$$Q = \frac{2}{3} \mu \sqrt{2g} L h^{\frac{3}{2}} = \frac{2}{3} \times 0.50 \times \sqrt{2 \times 9.8} \times 2.0 \times 0.2^{\frac{3}{2}}$$

$$= 0.264 \text{ m}^3/\text{sec} > 0.24 \text{ m}^3/\text{sec} \quad \text{O.K}$$

(3) 用水路

1. 設計条件

- ① 流量は、水田と畑の最大流量が重複したとき、 $0.022 + 0.018 = 0.040$ m^3/S である。ただし、各種灌漑試験に大流量を必要とする場合、あるいは暗渠排水効果等により用水量が増えること、また計画流量が1/10確率であり、場合によっては更に1/20、1/50の試験も必要となること等の理由から、計画流量を $0.3 m^3/sec$ として設計する。
- ② 水路敷高は、水田の場合温水池へポンプアップしないとき自然流下灌漑が可能とする。
- ③ 設計流速は、堆泥が発生せずまた侵食を起さない範囲で、 $0.3 \sim 0.7 m/S$ とする。
- ④ 水路構造は、支線用水路は石積（モルタル目地塗り）、圃場内用水路は練互積、小用水路は土水路とする。
- ⑤ 取水水位は、取水分水口附近の現地地盤高、幸福用水堤防高及び幸福用水計画水位を勘案して、 $EL 79.50 m$ とする。

2. 分水工～用水路水位計画

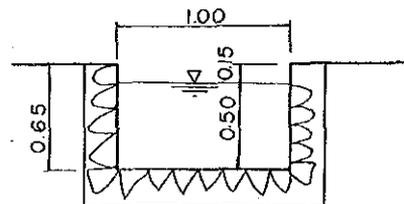
取水水位 $79.50 m$ ，分水取水土損失 $0.30 m$ ，水路始点水位 $79.30 m$ ，同水路敷 $78.80 m$ ，圃場計画田面標高 $77.25 m$ ，同水位 $77.75 m$ （附近）で計画する。

3. 水路断面及び水理計算

① 断面

割石三面張りとする。

図2(11)参照



4. 水理計算

Manning 公式にする。

図2(11) 支線用水路断面

$$A = 1.0 \times 0.50 = 0.50 m^2$$

$$P = 1.0 + 0.50 \times 2 = 2.0 m$$

$$R = A/P = 0.50/2.0 = 0.250 m$$

$$R^{\frac{2}{3}} = 0.397$$

$$I = 1/1000$$

$$I^{\frac{1}{2}} = 0.0316$$

$$n = 0.021$$

として

$$Q = A \cdot V = 0.5 \times \frac{1}{0.021} \times 0.397 \times 0.0316 = 0.3 \text{ m}^3/\text{sec} \quad \text{O.K.}$$

$$V = 0.597 \text{ m/sec} \dots\dots\dots 0.3 \sim 0.7 \text{ m/sec} \quad (\text{O.K.})$$

余裕高は、ライニング水路として15cmをとる。

$$F_b = 0.05d + h_v + (0.05 \sim 0.15)$$

$$= 0.05 \times 0.50 + \frac{0.597^2}{2 \times 9.8} + 0.1 = 0.134 \div 0.15 \text{ m}$$

(4) 温水池

1. 温水池計画条件

① 作物生長下限温度

表 2 (8) 作物別生長下限温度

下 限 温 度	作 物	大豆	とうもろこし	こうりゃん	あわ	小麦	水 稻
℃		6~7	7~8	8~9	7~9	0~3	10~12

(黒竜江省気象科学研究所；黒竜江省農業気候区画)

わが国における水稻の生長時期別の適温と範囲は、表 2(9)のとおりである。

表 2 (9) 稲の発育に対する最低・最適・最高温度

調 査 項 目	最低温度 ℃	最適温度 ℃	最高温度 ℃
発 芽	10~13	30~34	40~44
苗 の 生 長	—	32	—
苗根毛原形質流動	0~10	33	40~45
葉 縦 生 長	7~8	31	45
草 タ ケ 伸 長	15~16	30~32	40
分 ケ ツ 増 加	14	28~34	40
総 重 量	13~14	30~34	40
幼 穂 分 化	15		40
出 穂	17~<20		
開 花	15~19	28~40	50~60

(農林水産省構造改善局 土地改良事業計画設計基準)

三江平原地域の地下水温は、極めて低く5℃～6℃附近で一定している。このため、上昇対策が必要となる。

② 計画水温

計画水温は次の通りとする。

水田	(5月 10℃		畑	(5月 10℃
		7月 20℃				7月 15℃

③ 水源と水温

水源は揚水井戸とし水温は恒温6℃とする。

④ 気象資料(表2(17), (18)参照)

気象資料は気温、相対湿度、雲量、風速とし、宝清県気象局資料の過去10ヶ年間各月平均値を使用する。

2. 水温上昇計算

① 計算のケース

計算のケースは、水田と畑について、それぞれ5月と7月に計画水温に昇温させる4ケースとする。温水池からの熱放射量は、気温とその時の水蒸気圧力に係する。その放射量 F_0 。値は概ね0.1～0.2 cal/cm²・minの範囲であり、 $F_0=0.1$ の場合と $F_0=0.2$ の場合を上記4ケースに適用し、全8ケースの計算を行う。

また、7月に水田の計画水温を20℃にする場合で $F_0=0.2$ cal/cm²・minのケースを以下に計算する。全ケースについての計算結果は、温水池所要面積計算表に示す。

② 計算条件

平均気温	22.2℃
相対湿度	0.75
雲量	0.61
風速	3.2 m/s

③ 到達全短波放射

晴天時の到達全短波放射量 R_0 は、表2(10)より、緯度45°で23.2 kcal/cm²であるから、1日当り R_0 は30.4日で除し763 cal/cm²/dayとなる。単位面積1cm²あたり1日間の放射量を1m²当り1秒の間に換算するためには、1日当り放射量に0.116を乗ずる。したがって、

$$R_0 = 763 \text{ cal/cm}^2/\text{day} \times 0.116 = 88.5 \text{ cal/m}^2/\text{sec}$$

つぎに、雲による減衰係数は $(1 - 0.37n - 0.38n^2)$ で示され、この値は各雲量について、表2(11)に計算されている。

よって、実際の短波放射 R_n は、雲量 $n=0.61$ のとき、

$$R_n = R_0 (1 - 0.37n - 0.38n^2) = 88.5 \times 0.635 = 56.0 \text{ (cal/cm}^2\text{/sec)}$$

表 2 (10) 完全晴天時における月間全短波放射量 (kcal/cm², 30.4日)

月 緯度	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
45	6.7	10.3	14.8	19.5	22.6	23.9	23.2	20.1	15.8	11.5	7.8	5.9
40	8.8	12.2	16.4	20.3	23.0	24.0	23.4	20.9	17.0	13.2	9.7	7.7
35	10.7	14.0	17.6	21.0	23.0	24.0	23.6	21.6	18.1	14.7	11.4	9.7
30	12.5	15.5	18.6	21.4	23.0	23.8	23.4	21.8	19.1	16.1	13.1	11.5
25	14.1	16.8	19.5	21.6	23.0	23.4	23.1	21.8	19.8	17.4	14.6	13.1
20	15.5	17.9	20.2	21.6	22.5	22.8	22.6	21.6	20.4	18.5	16.1	14.7

表 2 (11) (1 - 0.37n - 0.38n²) の値

100分位 10分位	0.00	0.02	0.04	0.06	0.08
0.0	1.00	0.99	0.98	0.98	0.97
0.1	0.96	0.95	0.94	0.93	0.92
雲 0.2	0.91	0.90	0.89	0.88	0.87
0.3	0.85	0.84	0.83	0.82	0.81
0.4	0.79	0.78	0.76	0.75	0.74
0.5	0.72	0.71	0.69	0.67	0.66
0.6	0.64	0.63	0.61	0.59	0.57
量 0.7	0.56	0.54	0.52	0.50	0.48
0.8	0.46	0.44	0.42	0.40	0.38
0.9	0.36	0.34	0.32	0.29	0.27

④ 反射短波放射

放射の一部は水層に吸収されず再び空中へ反射する。その反射率は表 2 (12) に示されるとおり $a = 0.06$ となる。

表 2 (12) 水面の平均反射率の緯度・季節による変化

緯度 \ 月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
40	0.11	0.09	0.08	0.07	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07	0.08	0.11	0.12
30	0.09	0.08	0.07	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07	0.08	0.09
20	0.07	0.07	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07

注) 数値は 40° をとる。

⑤ 吸収短波放射

吸収短波放射 = 到達短波放射 - 反射短波放射

$$= (1 - a) R_0$$

$$= (1 - 0.06) 56 = 52.6 \text{ cal}/m^2/\text{sec}$$

⑥ 有効放射

晴天時有効放射は地面近くの (1.5 m) 気温と水蒸気圧力に密接に関係し次式で与えられる。

$$F_0 = \sigma \delta T^4 (0.39 - 0.058 \sqrt{e_a})$$

ここに δ ; 水面の射出率 0.98

$\sigma = 8.26 \times 10^{-11} \text{ cal}/cm^2/min \text{ } ^\circ K^4$; 長波放射による熱放出を特徴づけているステファン・ボルツマン定数

T ; 気温の絶対値 (摂氏の値に 273° を加える)

e_a ; 空気中の水蒸気圧力 (mmHg)

上式を図式化したものが図 2 (13) である。

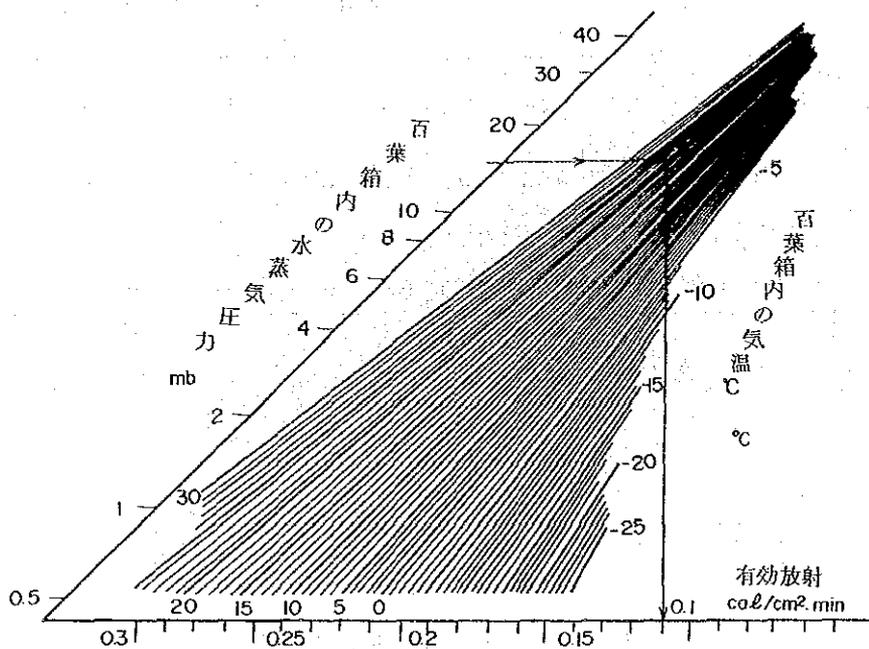


図 2 (12) 有効放射の計算図

完全晴天時、百葉箱気温が 20°C で水蒸気圧が $11\text{ mm} \cdot \text{Hg}$ mb 単位で 15 mb で有効放射量 $F_0 = 0.11\text{ cal/cm}^2/\text{min}$ をうる。

雲のある天候下では雲が長波放射をよく出すため、有効放射が減少する。その関係は

$$F_n = F_0 (1 - 0.63 n^2)$$

ここに F_n ; 雲量 n ($0 \sim 1.0$) 時の有効放射量

$$F_0 = 0.11\text{ cal/cm}^2/\text{min} = 1.83\text{ cal/m}^2/\text{sec}$$

有効放射の減少率 ($1 - 0.63 n^2$) の値は、表 2(15) に示す。 F_0 の値は、 $0.1 \sim 0.2\text{ cal/cm}^2 \cdot \text{min}$ の範囲であり、今 0.2 あるから、有効放射の減少率は表 2(15) から ($1 - 0.63 n^2$) の値は 0.765 よって有効放射 F_n は

$$F_n = 3.33 \times 0.765 = 2.56\text{ cal/m}^2/\text{sec}$$

⑦ 純放射 S

$$S = \text{到達全短波放射} (R_n) - \text{反射短波放射} (R_n \times a) - \text{有効放射} (F_n)$$

$$= \text{吸収短波放射} (R) - \text{有効放射} (F_n)$$

$$= 5.26 - 2.56 = 2.70\text{ cal/m}^2/\text{sec}$$

⑧ 顕熱伝達係数 h

$$h = (0.24 + 0.5 V_{10})$$

ここに V_{10} ; 地面上 10 m の高さの風速 m/s

$$\therefore h = (0.24 + 0.5 \times 3.2) = 1.84\text{ cal/m}^2/\text{sec}$$

表 2 (13) (1 - 0.63 n²) の値

100分位 10分位		0.00	0.02	0.04	0.06	0.08
		0.0	1.00	0.99	0.99	0.99
雲	0.1	0.99	0.99	0.98	0.98	0.98
	0.2	0.97	0.97	0.96	0.95	0.95
	0.3	0.94	0.94	0.93	0.92	0.91
	0.4	0.90	0.89	0.88	0.87	0.86
	0.5	0.84	0.83	0.82	0.80	0.79
量	0.6	0.77	0.76	0.74	0.73	0.71
	0.7	0.69	0.67	0.66	0.64	0.62
	0.8	0.60	0.58	0.56	0.53	0.51
	0.9	0.49	0.47	0.44	0.42	0.39

⑨ 飽差 D

ある時の気温での飽和水蒸気圧力とそのときの空気中の水蒸気圧力の差で、乾
 湿球の温度差から求まる相対湿度 (γ , 0 ~ 1.0) を用いると

$$D = \text{飽差} = (1 - \gamma) e(\theta_a)$$

気温と飽和水蒸気圧力の関係が表 2(14) に示されている。この表を利用すると $e(\theta_a)$
 はすぐ求まる。

気温 22.2℃ であるから $e(\theta_a) = 20.07 \text{ mmHg}$

よって飽差 $D = (1 - 0.75) \times 20.07 = 5.02 \text{ mmHg}$

飽和水蒸気圧力の変化率は、表 2(13) から 22.2℃ のとき

$$\varphi = 1.17 \text{ mmHg } ^\circ\text{C}$$

表 2 (14) 飽和水蒸気圧力 (mmHg) と飽和水蒸気圧力
 - 温度曲線の変化率 (mmHg/°C)

気温		0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
		22 {	e_m 19.83	19.95	20.07	20.19	20.32	20.44	20.57	20.69	20.82
	φ	1.16	1.16	1.17	1.17	1.18	1.19	1.19	1.19	1.20	
13 {	e_m	11.23	11.31	11.28	11.45	11.53	11.60	11.68	11.76	11.83	11.91
	φ	0.74	0.75	0.75	0.76	0.76	0.77	0.77	0.77	0.78	0.78

表2 (15) 温水池所要面積計算表

	水		田		畑	
	5月(計画水温10℃)	7月(計画水温20℃)	5月(計画水温10℃)	7月(計画水温10℃)	5月(計画水温10℃)	7月(計画水温15℃)
1. 気象条件 气温(℃), 湿度(·), 雲量(·), 風速m/sec	13.9, 0.55, 0.58, 4.7	22.2, 0.75, 0.61, 3.2	13.9, 0.55, 0.58, 4.7	22.2, 0.75, 0.61, 3.2	13.9, 0.55, 0.58, 4.7	22.2, 0.75, 0.61, 3.2
2. 到達全短波放射 $R_n = R_0 (1 - 0.37n - 0.38n^2)$ cal/m ² /sec $R_0 = 88.5$ cal/m ² /sec n = 雲量	58.1	56.0	58.1	56.0	58.1	56.0
3. 反射短波放射 反射率 α	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
4. 吸收短波放射 $R = R_n (1 - \alpha)$ cal/m ² /sec	54.6	52.6	54.6	52.6	54.6	52.6
5. 有効放射 $F_n = F_0 (1 - 0.63n^2)$ cal/m ² /sec 但し $F_0 = \begin{matrix} 0.1 \\ (0.2) \end{matrix}$ cal/cm ² /min = $\begin{matrix} 16.7 \\ (33.4) \end{matrix}$	13.2 (26.3) $F_0 = 0.1$	12.8 (25.6) "	13.2 (26.3) $F_0 = 0.1$	12.8 (25.6) "	13.2 (26.3) "	12.8 (25.6) "
6. 純放射 $S = R - F_n$ cal/m ² /sec	41.4 (28.3)	39.8 (27.0)	41.4 (28.3)	39.8 (27.0)	41.4 (28.3)	39.8 (27.0)
7. 頭熱伝達係数 h $h = (0.24 + 0.5V_{10})$ cal/m ² ·°C/sec V_{10} = 地上10mの雲量	2.59	1.84	2.59	1.84	2.59	1.84
8. 飽差 D $D = (1 - \gamma) e (\theta_0)$ mm · Hg γ = 相對湿度	5.36	5.02	5.36	5.02	5.36	5.02
9. 飽和水蒸気圧力, 変化率 ϕ mmHg °C	0.78	1.17	0.78	1.17	0.78	1.17
10. 平衡水温 θ_{∞} °C	16.86 (14.02)	25.67 (23.59)	16.86 (14.02)	25.67 (23.59)	16.86 (14.02)	25.67 (23.59)
11. 水温上昇率 ϕ m ² /sec	0.368 (0.50)	0.712 (0.795)	0.368 (0.50)	0.712 (0.795)	0.368 (0.50)	0.457 (0.511)
12. 計画用水量	0.022	0.021	0.022	0.021	0.018 (小麦)	0.011 (大豆)
13. 所要温水池面積(単位) m ² /m ² /sec	113,577 171,567	202,551 257,868	113,577 171,567	202,551 257,868	113,577 171,567	99,421 116,408
14. 全上 (全15ha) m ²	2,498 3,774	4,253 5,415	2,498 3,774	4,253 5,415	2,044 3,088	1,093 1,283

4. 温水池の規模

温水池の所要面積は最大のケースで水田に対して $5,415 \text{ m}^2$ 、畑に対して $3,088 \text{ m}^2$ となる。

用水量の所要1日量は

$$\text{水田} \quad 0.022 \text{ m}^3/\text{sec} \times 86,400 = 1,900.8 \text{ m}^3/\text{日}$$

$$\text{畑} \quad 0.018 \quad " \quad \times \quad " \quad = 1,555.2 \text{ m}^3/\text{日}$$

これに対して温水池の所要面積から算出される所要水深は次の通りとなるが、流入水の滞留時間を長くして昇温効果を計るため所要用水量の2日以上貯留を行い、これに揚水機のON-OFF自動制御の所要水深約 0.2 m を見込み、全水深を 1.50 m とする。水深 1.50 m 以内であれば、温水池としての水深の条件を満足する。

表2(16) 温水池規模

区分	所要面積	所要1日分 容量	所要1日分 水深	2日分 水深	自動制御 所要水深	全水深
水田	$5,414 \text{ m}^2$	$1,901 \text{ m}^3$	0.35 m	0.70 m	0.20 m	1.50 m
畑	$3,008 \text{ m}^2$	$1,555 \text{ m}^3$	0.51 m	1.02 m	0.20 m	1.50 m

なお畑用の温水池は畑地かんがい時間差調整池の兼用とするが、時間差調整所要容量は $284 \text{ m}^3/\text{日}$ であり、温水池所要容量より少量であるから、両者を兼用とすることができる。

表 2 (17) 1975—1984 年月別平均雲量, 風速

宝清县气象局

項 目	年 分	一 月	二 月	三 月	四 月	五 月	六 月	七 月	八 月	九 月	十 月	十一 月	十二 月	全 年
(雲量)	1975	4.3	3.4	4.2	5.6	4.8	7.1	6.3	4.9	2.8	3.6	2.7	2.7	
	76	2.9	3.5	4.2	5.2	6.2	6.4	6.1	5.2	5.1	3.9	3.8	4.7	
	77	2.4	4.5	4.5	(5.6)	6.2	7.0	6.5	4.0	3.6	5.0	3.3	3.4	
	78	2.4	3.5	3.9	6.5	5.3	6.0	6.3	5.7	3.6	4.5	3.2	3.2	
	79	3.8	4.0	3.6	5.7	5.5	6.0	6.3	6.5	4.6	3.8	3.6	4.1	
	80	3.9	3.9	4.3	6.5	6.4	7.0	5.6	4.5	5.2	6.0	4.8	5.5	
	81	2.7	4.0	4.6	4.7	6.3	6.9	5.9	7.6	4.7	5.4	4.0	3.9	
	82	3.9	3.4	4.9	5.3	5.7	4.4	4.8	5.2	4.9	3.5	4.1	3.7	
	83	2.7	2.6	3.2	6.3	5.5	8.8	7.2	4.9	5.2	4.4	3.9	3.8	
	84	4.6	3.6	4.0	5.9	5.8	7.5	6.4	6.7	4.4	4.4	3.2	3.8	
	平均	3.4	3.6	4.1	5.7	5.8	6.7	6.1	5.5	4.4	4.5	3.7	3.9	
風 速	1975	4.3	4.7	5.3	5.7	4.2	2.6	2.2	2.2	2.6	2.9	2.6	2.7	
	76	3.8	4.3	4.5	4.0	4.8	3.2	2.9	2.5	3.2	4.4	4.2	3.0	
	77	2.6	2.9	4.2	5.5	4.3	3.7	3.2	2.6	3.9	4.6	3.6	2.8	
	78	3.0	3.6	5.0	5.2	4.7	3.8	3.6	2.4	3.9	5.0	4.7	4.8	
	79	4.9	5.4	4.8	5.0	5.1	4.2	3.4	4.1	4.4	4.9	5.2	4.1	
	80	4.2	5.3	5.9	6.0	5.9	4.5	3.2	2.7	4.5	5.2	5.0	4.6	
	81	4.5	3.9	5.0	5.7	4.9	4.2	4.1	3.8	4.2	5.3	4.8	4.4	
	82	3.9	3.7	5.5	5.7	5.4	4.5	4.0	3.5	4.2	5.1	4.7	3.5	
	83	3.1	3.3	3.8	4.9	4.2	3.2	2.7	2.2	2.8	4.5	3.9	3.1	
	84	1.8	3.2	3.2	3.9	3.7	3.5	2.9	3.2	2.9	4.6	4.1	3.5	
	平均	3.6	4.0	4.7	5.2	4.7	3.7	3.2	2.9	3.7	4.6	4.3	3.7	

表 2 (18) 1975—1984 年月別平均气温湿度

宝清县气象局

項目	年分	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月	全年
气温	1975	-15.6	-14.2	-3.2	8.8	14.9	19.7	21.3	21.7	15.5	7.2	-3.5	-16.4	
	76	-16.3	-11.6	-3.4	5.3	13.9	19.8	22.9	18.6	13.5	5.7	-7.9	-17.5	
	77	-22.0	-17.7	-4.4	4.9	15.0	17.4	25.2	20.3	15.4	6.7	-5.6	-17.6	
	78	-20.0	-18.0	-4.3	6.0	13.8	22.4	23.4	20.5	15.1	4.6	-3.0	-13.1	
	79	-16.8	-13.3	-4.5	4.4	10.0	19.5	21.8	20.6	14.7	5.2	-6.8	-10.9	
	80	-20.6	-18.6	-4.1	3.5	12.9	20.1	21.9	21.2	13.3	4.7	-3.5	-16.4	
	81	-16.8	-13.5	-5.6	7.5	12.5	17.3	22.2	19.0	13.3	5.8	-8.0	-11.7	
	82	-17.8	-11.8	-3.8	7.5	13.8	20.3	23.5	23.1	14.2	5.1	-4.6	-12.4	
	83	-15.5	-15.6	-2.7	8.0	12.2	14.5	20.2	22.0	16.1	4.8	-3.9	-15.9	
	84	-19.7	-17.2	-9.3	5.3	15.9	18.2	21.9	21.7	14.4	4.3	-4.6	-14.7	
	平均	-18.2	-15.1	-4.5	6.1	13.9	18.9	22.2	20.9	14.5	5.4	-5.1	74.7	
湿度	1975	69	66	57	56	56	74	77	72	62	53	53	67	
	76	62	52	43	55	54	68	67	76	72	48	56	73	
	77	67	69	55	45	57	74	77	71	51	50	62	77	
	78	73	71	56	53	47	58	72	78	65	55	54	55	
	79	56	52	45	54	47	69	72	69	65	52	55	63	
	80	67	60	44	50	56	72	78	76	73	68	64	69	
	81	65	64	64	53	58	77	80	82	70	66	56	60	
	82	65	59	53	56	55	52	67	75	71	53	57	61	
	83	58	61	54	47	61	83	79	73	73	47	58	66	
	84	71	69	66	61	62	78	79	75	69	59	52	66	
	平均	65	62	53	53	55	71	75	75	67	55	57	66	

⑩ 平衡水温 θ_{∞}'

$$\theta_{\infty}' = \theta_a + \frac{\left(\frac{S}{h}\right) - 2 \times D}{(1 + 2\varphi)}$$

$$= 22.2 + \frac{\frac{27.0}{1.84} - 2 \times 5.02}{(1 + 2 \times 1.17)} = 23.59$$

3. 温水溜池の所要面積

畑用水について，原流水温 6°C を 20°C に高めるための温水池の大きさを求める。

$$\phi = \text{温度上昇率} = \frac{\theta_{\omega} - \theta_0}{\theta_{\infty}' - \theta_0} = \frac{(20 - 6)}{(23.6 - 6)} = 0.795$$

ϕ 0.795 を達成するために必要な温水池の大きさ (= 面積) は

$$\frac{A}{q} = \frac{C \rho \ell_n (1 - \phi)}{-h (1 + 2\varphi)}$$

ただし， $\ell_n (1 - \phi)$ は $(1 - \phi)$ の自然対数であり

$$\begin{aligned} \log_e (1 - \phi) &= \log_{10} (1 - \phi) \times 2.3026 \\ &= \log_{10} (1 - 0.795) \times 2.3026 = -1.5848 \end{aligned}$$

$$C \rho = 1 \times 10^6 \text{ cal/m}^3$$

$$\therefore \frac{A}{q} = \frac{1 \times 10^6 \times -1.584}{(-1.84 (1 + 2 \times 1.17))} = 257,868 \text{ m}^2 / \text{m}^3 / \text{sec}$$

平均的に温度を 20°C に上昇させるために，単位流量 (m^3 / sec) 当り $257,868 \text{ m}^2$ の水面積が必要となる。面積 15 ha 当り流量 $q = 0.021 \text{ m}^3 / \text{sec}$ であるから，必要な温水池の面積は

$$A = q \times 257,868 = 0.021 \times 257,868 = 5,415 \text{ m}^2$$

となる。

(5) 調整池

1. 調整池機能

① 末端灌漑時間と幹線通水時間差調整容量

末端における灌漑作業時間が18時間で、水路の通水時間は24時間であるから、その時間差調整容量が必要である。

② 用水需要の時間的集中の緩和容量

施設園芸等の場合は水需要が集中するが、本計画では今のところ施設園芸計画はない。

③ 多目的利用のための容量

凍害、潮害防止等に、特定時間水需要が集中する場合であるが本計では今のところ、この計画はない。

④ 揚水施設及び分水施設の円滑な運転制御容量

当計画ではこの機能を持たせることとして、その容量を計算する。

⑤ 円滑な送水管理のための容量

特に長大水路の場合必要であるが、本計画では必要としない。

2. モデル圃場計画に必要な機能の容量

① 末端灌漑時間と幹線通水時間の時間差調整容量 (V_1)

$$V_1 = \frac{D}{E_f} \cdot \frac{10}{24} (24 - T) A$$

ここに、 D ; 計画日消費水量 mm/day

E_f ; 灌漑効率

T ; 計画日消費水量Dに対する1日の実灌漑時間 (hr)

A ; ファームポンドの支配面積 (ka)

小麦の場合 $D = 6.63 \text{ mm/day} \times 0.75 = 4.98 \text{ mm/day}$

ただし 0.75 は下方補給水分比

$E_f = 0.7$, $T = 18 \text{ ka}$, $A = 15 \text{ ka}$

$$\therefore V_1 = \frac{4.98}{0.7} \times \frac{10}{24} (24 - 18) \times 15 = 267 \text{ m}^3$$

② 揚水施設及び分水施設の円滑な運転制御容量

取水のON-OFF制御を円滑にするための容量を必要とし、また制御の安定性からファームポンドの水位差の下限値から制約を受ける。

$$V_2 = Q_p \cdot t_0$$

Q_p ; ポンプ揚水量 m^3/min

t_0 ; ポンプ休止時間 min

(ポンプモーターの損傷防止のため必要な休止時間でOFFから次のONまで20分以上)

$$V_2' \geq 0.2 A_0$$

A_0 ; ファームポンド断面積

ポンプ始動停止用液面リレー, フロート弁等の不感帯などから決める水位差で20cm以上

$$Q_p = \frac{D/E_f}{E_t} \times A \times \frac{10}{60 \times 24} \quad (m^3/min)$$

D ; 日消費水量 (mm/day)

E_f ; 灌漑効率

E_t ; 搬送効率

A ; 灌漑面積 (ha)

$$Q_p = \frac{4.98/0.7}{0.9} \times 15 \times \frac{10}{60 \times 24} = 0.823 m^3/min$$

$$\therefore V_2 = Q_p \cdot t_0 = 0.823 \times 20 = 16.5 m^3$$

よって必要な調整容量

$$V = V_1 + V_2 = 267 + 17 = 284 m^3$$

となる。

ファームポンドは温水池と兼用となり必要な温水池の容量の方がはるかに大きいので、その方で決められる。 V_2' については温水池の面積に対して、その20cm分を上乗せすることにする。

3. 調整池の構造

構造としては、コンクリート擁壁囲い、PCタンク構造、鋼タンク構造、掘込み貯水池、土堰堤、ゴムシートライニング等があるが、現地の土質及び経済性から、土堰堤とした。

(6) 加圧ポンプ

1. 一般

本施設は畑地における散水灌漑ブロック(固定式、移動式スプリンクラー)の加圧ポンプであり、位置は畑用温水池の南側に計画し、小麦及び小麦以外の作物の畑地の総容量を揚水量とし、危険分散及び期別流量等を考慮して同容量ポンプ2台の並列配置とする。

ポンプ型式は片吸込多段渦巻ポンプとする。

ポンプの制御方式は圧力タンク方式により、起動停止制御とする。

2. 設計諸元

計画最大吐出量

$$Q = 6,202 \text{ l/sec} + 3,276 \text{ l/sec} = 9,478 \text{ l/sec} \\ = 0.569 \text{ m}^3/\text{min}$$

実揚程

$$h_a = \text{畑地標高} - \text{温水池LWL} (m) \\ = 77.60 - 78.10 = -0.5 m$$

管路の損失

$$h_f = 5.0 m$$

ポンプ台数 2台

3. ポンプ口径

ポンプの吸込口径は吸込口の流速を 2.5 m/A とし、次式により求める。

$$D = 146 \sqrt{\frac{Q}{v}} = 146 \sqrt{\frac{0.285}{2.5}} = 50.1 \text{ mm}$$

D ; ポンプ口径 (mm)

Q ; 吐出量 (m^3/min) $0.664 \times \frac{1}{2}$

v ; 流速 (m/sec)

よって $\phi 65 \text{ mm}$ とする。

4. ポンプ廻り損失の計算

① 吸込管損失

押し込み運転であるから吸込管の摩擦損失

$$h_{f_1} = 0.5 m \text{ とする。}$$

② 吐出管損失

$$\text{チェック弁} \quad h_{f_2} = 2.5 m$$

$$\text{スルース弁} \quad h_{f_3} = 0.1 m$$

$$\text{曲管部} \quad h_{f_4} = 1.0 m$$

$$\text{管路損失} \quad h_{f_5} = 1.0 m$$

5. 総揚程

総揚程 = 実揚程 + 末端必要水圧 + 管路損失 + ポンプ廻り損失 + 余裕

$$= -0.5 m + 3.2 m + 5.0 m + 5.1 m + 2.0 m$$

$$= 43.6 m \doteq 44 m$$

(注) 末端必要水圧 = スプリンクラー吐出圧 + ライザー立上り

+ 支管損失 + 余裕

$$= 2.5 + 1.0 + 4.0 + 2.0 = 32.0 m$$

6. 原動機出力の算定

$$P = \frac{0.163 \times \gamma \times Q \times H}{\eta_p} (1 + R)$$

P ; 原動機出力 (kw)

γ ; 水の比重 1.0

Q ; ポンプ吐出量 $0.285 \text{ m}^3/\text{min}$

η_p ; ポンプ効率 6.0 %

R ; 余裕 0.10

H ; 総揚程

$$P = \frac{0.163 \times 0.285 \times 44}{0.60} \times (1 + 0.10)$$

$$= 3.8 \text{ kw} \doteq 5.5 \text{ kw}$$

以上によりポンプは次のように決定する。

機種	片吸込多段渦巻ポンプ
口径	65 mm
出力	5.5 kw
台数	2台
全揚程	44 m
給水量	$0.285 \text{ m}^3/\text{min}$ (1台当り)

(7) スプリンクラー灌漑施設

1. 固定式スプリンクラー

① 散水機種

ノズル口径 $4.8 \times 3.2 \text{ mm}$

" 仰角 25°

作動圧力 2.5 kg/cm^2

吐出量 32 l/min

散水直径 28.5 m

② 散水機配置

$$S_l \times S_m = 14 \text{ m} \times 14 \text{ m}$$

③ 散水強度

$$I = \frac{60 \times 32}{14 \times 14} = 9.80 \text{ mm/hr}$$

④ 1日当り移動回数

$$1 \text{ 回の灌水時間} = \frac{1 \text{ 回の灌水量}}{\text{灌漑強度}} = \frac{78.1}{9.80} = 8.0 \text{ hr}$$

1日当り作業時間を18時間としているが、準備、バルブ開閉時間が必要となる。2セット使用とし、ロス時間30分とすれば、純1日灌漑時間は18.0 - 0.5 = 17.5 hrとなり、移動回数は、 $n = 17.5 / 8.0 = 2.2 = 2$ 回となる。

⑤ 1日の実灌漑時間

$$8 \times 2 = 16 \text{ hr}$$

⑥ 末端組織容量

固定式スプリンクラーの対象作物を小麦とし、その作付面積は、3.52 ha
小麦の場合

$$Q = 2.78 \frac{AE_2}{FT} = 2.78 \times \frac{3.52 \times 78.1}{11 \times 16} = 4.342 \text{ l/sec}$$

⑦ 同時に運転すべきスプリンクラー数N

$$N = \frac{Q}{q}$$

ここに Q ; 組織容量 (l/min)

q ; 1個のスプリンクラー容量 (l/min)

小麦の場合

$$N = \frac{4.342 \times 60}{32} = 8.1 \approx 8 \text{ 回}$$

スプリンクラーよりの容量

$$Q_1 = 32 \text{ l/min} \times 8 \text{ 個} = 260 \text{ l/min}$$

末端組織容量

$$Q_2 = 4.342 \text{ l/sec} \times 60 = 260 \text{ l/min}$$

組織容量 (ポンプ容量)

$$Q_3 = 6.202 \text{ l/sec} \times 60 = 372 \text{ l/min}$$

$Q_1 < Q_2$, $Q_2 < Q_3$ となるので $Q_1 = 256 \text{ l/min}$ として8本立てで計画する。

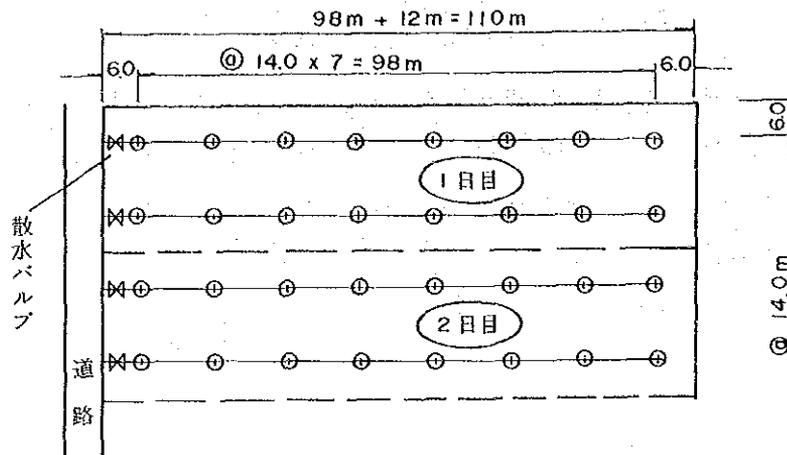


図 2 (14) 固定式スプリンクラーの配置

2. 移動式スプリンクラー

① 散水機種

散水機種を次のものを使用する。

ノズル口径	$4.8 \times 3.2 \frac{m}{m}$
“ 仰角	25°
作 動 圧	2.5 kg/cm^2
吐 出 量	32 l/min
散水直径	28.5 m

② 散水器配置

スプリンクラーの配置は $S_e \times S_m = 14 \text{ m} \times 14 \text{ m}$ とする。

③ 散水強度

$$I = \frac{60 \times 32}{14 \times 14} = 9.80 \text{ mm/hr}$$

④ 1日当り移動回数

$$\text{灌溉強度 } I = 9.80 \text{ mm/hr}$$

$$\begin{aligned} \text{1回の灌水時間} &= \frac{\text{1回の灌水量 } E}{\text{灌溉強度 } I} \\ &= \frac{83.06}{9.80} = 8.5 \text{ hr} \end{aligned}$$

1日当り作業時間を18時間としているが、準備バルブ開閉時間が必要となる。

2セット使用とし、ロス時間30分とすれば、純1日灌溉時間

$$1.8 \text{ hr} - 0.5 \text{ hr} = 1.3 \text{ hr}$$

よって移動回数は $n = 1.3 / 0.6 = 2.1 \div 2$ 回とする。

⑤ 1日の実灌漑時間

$$8.5 \times 2 = 17.0 \text{ hr}$$

⑥ 末端組織容量

半固定式スプリンクラーの対象作物を小麦以外の作物とし、その作付面積は

3.45 ha

$$Q = 9.78 \frac{AE_2}{FT}$$

$$= 2.78 \times \frac{3.04 \times 83.06}{18 \times 17} = 2.294 \text{ l/sec}$$

⑦ 同時に運転すべきスプリンクラーの数N

$$N = \frac{Q}{q}$$

ここに Q ; 組織容量 (l/min)

q ; 1個のスプリンクラー容量 (l/min)

小麦以外の場合

$$N = \frac{2.294 \times 60}{32} = 4.3 \div 4 \text{ 個}$$

スプリンクラーよりの容量

$$Q_1 = 32 \text{ l/min} \times 4 \text{ 個} = 128 \text{ l/min}$$

末端組織容量

$$Q_2 = 2.294 \text{ l/sec} \times 60 = 137 \text{ l/min}$$

組織容量

$$Q_3 = 3.276 \text{ l/sec} \times 60 = 196 \text{ l/min}$$

$$Q_1 < Q_2 \quad Q_2 < Q_3 \text{ となるので}$$

$$Q = 128 \text{ l/min} \text{ とし 4 本立てで計画する。}$$

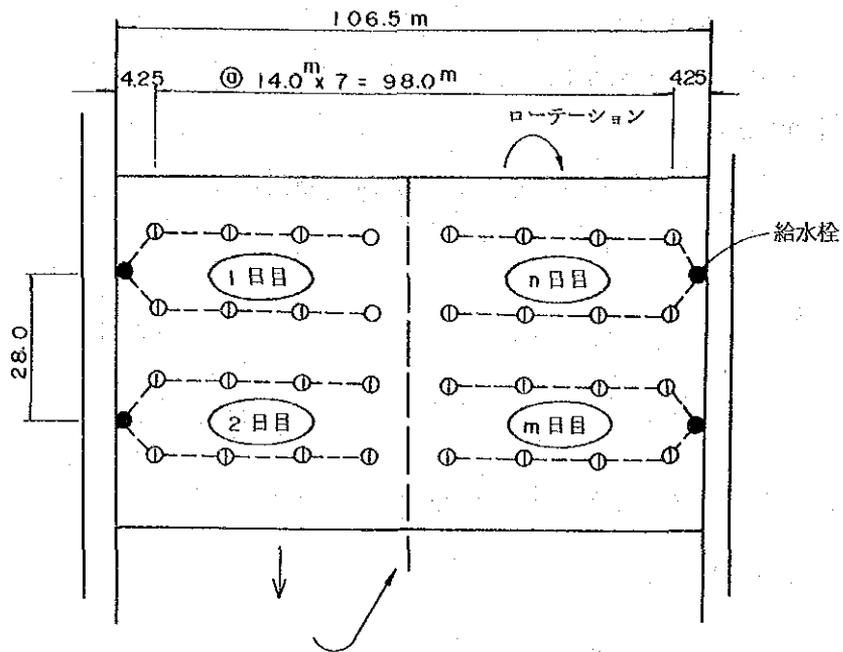


図 2 (15) 移動式スプリンクラーの配置

表 2 (19) スプリンクラー灌溉諸元

項目 \ 作物	小 麦	小 麦 以 外
日 消 費 水 量	4.97 mm	3.23 mm
間 断 日 数	11日	18日
1 回 の 純 灌 水 量	$4.97 \times 11 = 54.67 \text{ mm}$	$3.23 \times 18 = 58.14 \text{ mm}$
1 日 の 灌 水 時 間	18 hr	18 hr
適 用 効 率	70%	70%
1 回 の 圃 場 灌 水 量	$54.67 \div 0.7 = 78.1 \text{ mm}$	$58.14 \div 0.7 = 83.06 \text{ mm}$
搬 送 損 失	70%	70%
灌 溉 効 率	70%	70%
1 回 の 粗 灌 水 量	$78.1 \div 0.7 = 111.57 \text{ mm}$	$83.06 \div 0.7 = 118.66 \text{ mm}$
灌 水 方 式	固定式スプリンクラー	移動式スプリンクラー
灌 溉 強 度	9.8 mm/hr	9.8 mm/hr
散水器種		
ノズル口径	4.8 × 3.2	同 左 h
" 圧 力	2.5 kg/cm ²	"
散 水 量	32 l/min	"
散 水 仰 角	25°	"
散水器間隔 S _ℓ	14 m	"
散水支管間隔 S _m	14 m	"
1 回 の 灌 溉 時 間	8.0 hr	8.5 hr
" 移 動 時 間	2.0 hr	1.0 hr
" 移 動 回 数	2回	2回
1 日 の 実 灌 溉 時 間	16 hr	17 hr
" 灌 溉 時 間	18 hr	18 hr

2.6 排水施設

(1) 排水計画

1. 排水計画の目標

モデル圃場における排水計画の目標は以下の3点に要約される。

- A. 圃場の地表排水機能を改善し、農作業とくに農作業用機械の作業効率を高める。
また、湛水・過湿を防ぎ作物の生育阻害要因を除去する。
- B. 圃場地下水位の調整を行ない、重作業機械の導入を早期に実現し、また、過湿を防ぎ土層の改良効果を上げ、作物の成育を促進する。
- C. 整備された排水条件をもつ圃場の流出機構を解明する。

2. 圃場内流出機構の検討

竜頭橋典型区農業開発計画において、排水計画は第1の重要性が指摘された分野である。これは、同地区の洪水対策（洪水調節ダム、河道整理、遊水池、排水路、堤防、排水機場等施設）の整備の必要性和、合理的排水計画の樹立、なかでも流水解析手法の開発整備の必要性の二面が指摘されている。

流出解析については、既に黒竜江省が三江平原各地で実測し合理式を適用して、実用式を作成している。しかしながら、この実用式は、排水機能の未整備地域の観測資料に基くため、整備された計画圃場に直接適用することは問題点が多いと指摘されている。

合理的な、解析手法を開発するため、整備された圃場で流出観測を行うことが提案され、本モデル圃場計画の目的の一つともなっている。

3. 流出解析手法

竜頭橋典型区計画において、日中双方は2か年に亘って解析手法を検討し、理論式の適用について合意に達した。なお今後実測データにより実用性を高める必要があるものの、合理的手法を開発する目途を得た。その解析手法と計画値は次記のとおりである。

① 流出係数

流出係数採用値

地目	流出係数
水田	0.40
耕地 (畑)	0.35
草地	0.25
山林	0.35
集落	0.40
水面 その他	0.35

② 到達時間 ($T_L = T_1 + T_2$)

a. 水路の洪水伝ば時間 (T_2)

幹線, 支川, 末端水路の洪水伝ば時間はマニング公式, $v = \frac{1}{n} R^{2/3} \cdot I^{1/2}$ によって得られた流下速度を $5/3$ 倍し, 洪水伝ば速度として洪水伝ば時間を求めた。

粗度係数は計画値 0.025 とし, 排水計画に含まれる水路内流速が 0.9 m/s を越える場合は 0.9 m/s とした。

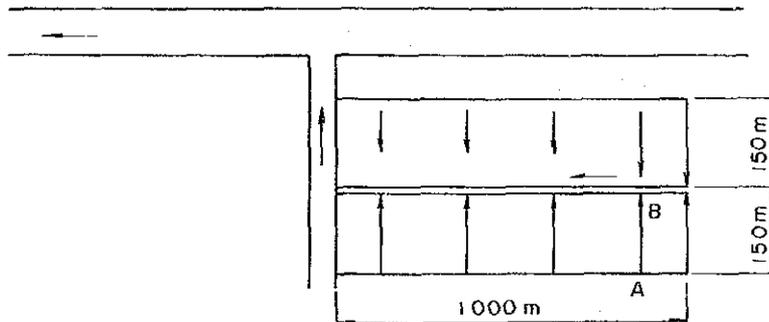


図 2 (16) 排水経路模式図

b. 流入時間 (T_1)

流入時間は, 計画の圃場 (斜面流路長 150 m) について, 中国の経験式日本の経験式, 米国の経験式, 理論式について, 多大の時間を費やして議論を重ね検討した。

この結果, 本計画では中国の基準に適合し, 現地の流出状況とも合う次記の理論式を用い, 試算により求めることとした。

$$T_1 = \frac{(N/S)^{0.6} \cdot l^{0.6}}{[(1/3.6 \times 10^6) \cdot Re]^{1-0.6}} \dots\dots\dots(1)$$

ここに T_1 = 流入時間 (s)

N = 等価粗度 (水田・畑 0.4, 山林 0.6)

l = 斜面長 (m) S = 斜面勾配

Re = 流入時間内平均有効雨量強度 (mm / hr)

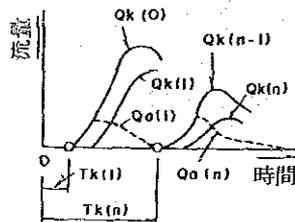
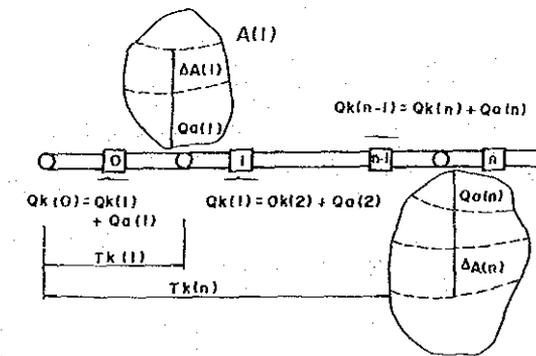
指数 0.6 = マニング式を用いた時の定数

なお、山地部の計算では斜面長を地形図から判断して 500 m とした。

③ 計算方法

流入時間 (T_1) は、式(3)にも示す t を仮定し、式(1)及び(4)により t と T_1 が等しくなるまで試算により求める。求めた T_1 に支川の T_2 を加えて T_L を求める。流出量は式(2)による。

$$\text{合理式: } Q_a(n) = \frac{1}{3.6} \times \bar{f}(n) \times I(n) \times A(n) \dots\dots\dots(2)$$



- 流域①
- 面積: $A(n)$
- 洪水到達時間: $T_L(n)$ hr
- 計算ピッチ: dt hr
- 流域分割面積: $\Delta A(n) = A(n) \div \left\{ \frac{T_L(n)}{dt} \right\}$
- 幹線流下時間: $T_k(n)$ hr
- 流域流出量: $Q_a(n) m^3/sec$
- 河道流量: $Q_k(n) m^3/sec$
- 平均流出係数: $\bar{f}(n)$
- 洪水到達時間内: $I(n) mm/hr$
- 平均降雨強度

図 2 (17) 流出計算説明図

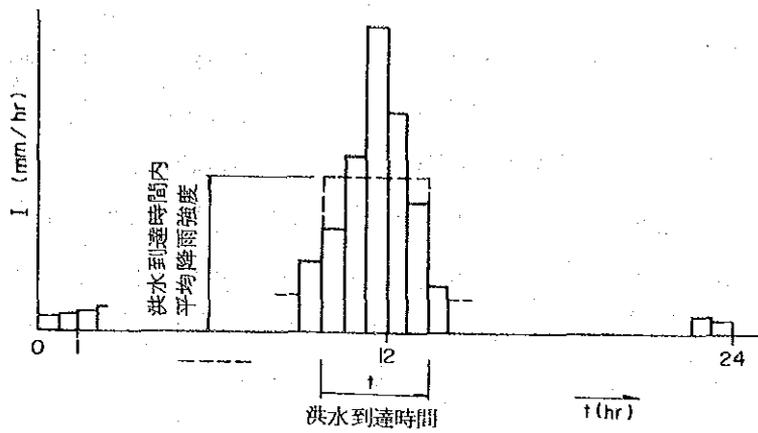


図 2 (18) 平均降雨強度説明図

④ 計画降雨

計画降雨波形は確率降雨強度式より、計画規模 1/5 確率年として、中央集中型降雨波形を作成して流出解析に用いた。

$$I (T = 1/5) = 759 / (t^{3/4} - 0.15) \dots\dots\dots(3)$$

$$Re = \bar{f} \times I \dots\dots\dots(4)$$

(記号は前出)

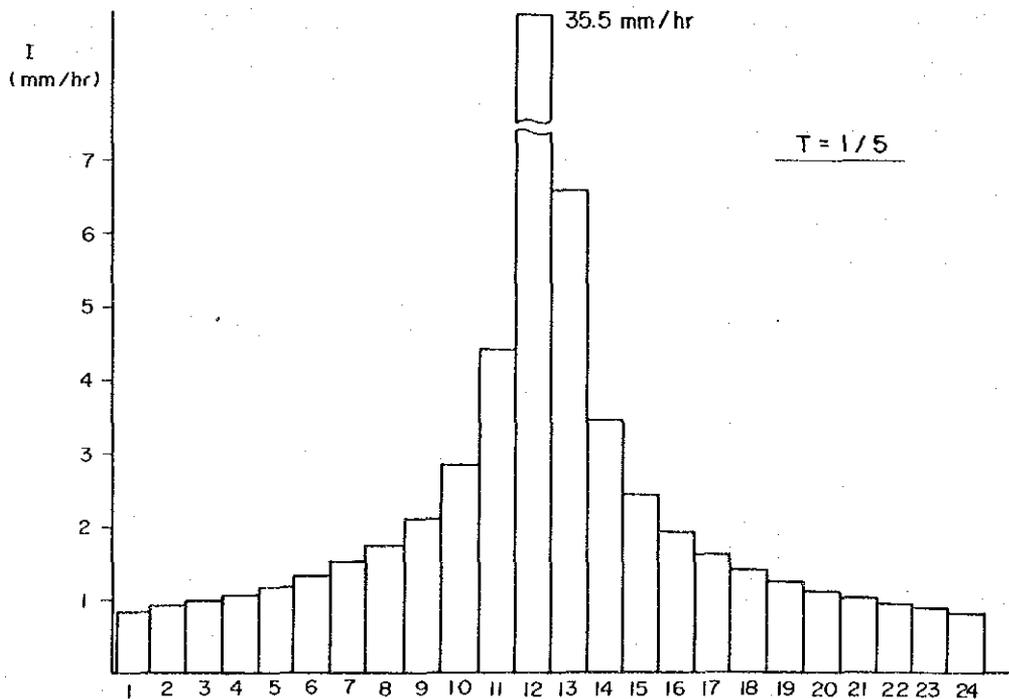


図 2 (19) 計画降雨波形 (1/5)

4. 計画流量

前述の解析手法による単位排水量は、モデル圃場を含む北関排水第2分干区域の解析結果によれば、つぎのとおりである。

流域面積 $A = 26.20 \text{ km}^2$, 流量 $Q = 20.39 \text{ m}^3/\text{sec}$

より $q = Q/A = 20.39/26.20 = 0.778 \text{ m}^3/\text{s}/\text{km}^2 = 0.0078 \text{ m}^3/\text{s}/\text{ka}$

この流量は、1/5 確率である。モデル圃場としては、各種条件の流出観測を計画するため、排水機能は強化しておく必要があり、排水路容量は、日本の圃場整備基準を適用する。

(2) 排水路

1. 排水路の種類・構造

排水路の種類は、支線排水路（西地河への排水）、圃区内排水路（第〇号排水路と呼称）、小排水路（末端排水路）とする。

構造はすべて土水路とする。土水路の側法勾配は1:1.5とする。

2. 排水敷高

排水路敷高は、非灌漑期の地下水位が田面下数m以下にあるが、灌漑期において田面湛水と地下水位が連続飽和することが多いことから、水田部分の排水路について、地下排水に必要な田面下1.0mまで下げることにする。

(3) 暗渠排水

1. 基本計画

暗渠排水の基本構想は、典型区計画に基づき吸水渠から集水渠に集め、水閘により管理する方式とする。

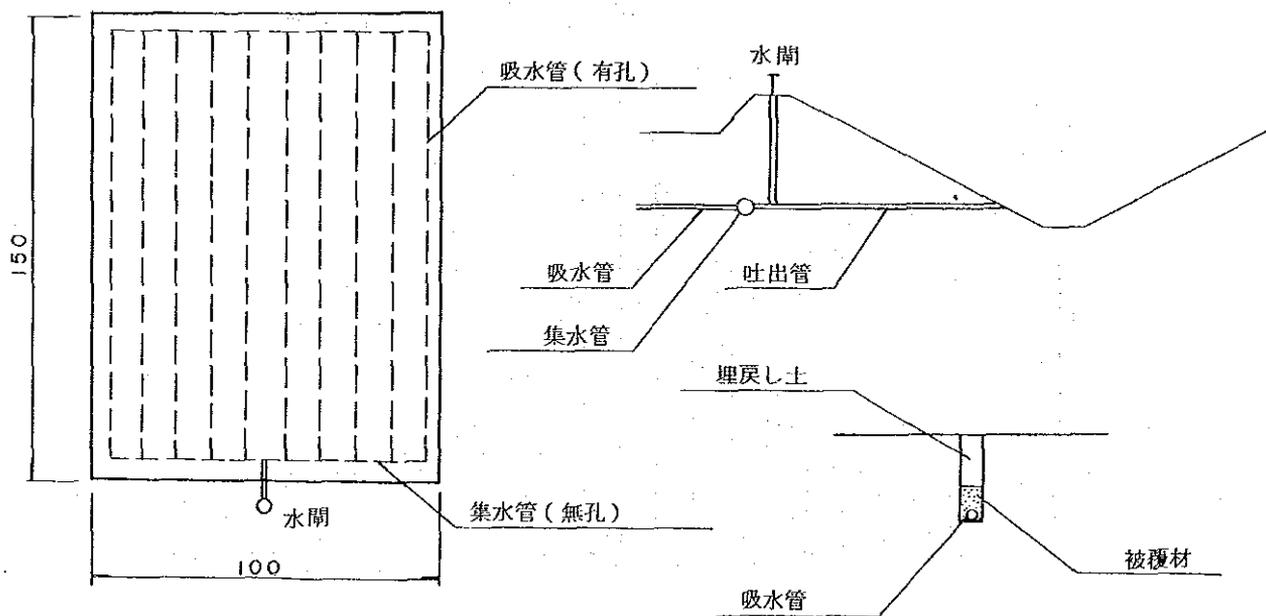


図 2 (21) 暗渠排水構想

2. 吸水管の深さ

暗渠排水の深さと間隔は、排水路の深さおよび水位、または土質によって規制されるが、吸水渠の設置深さは、

$$\text{設置深さ } H = \text{計画地下水位} + \alpha$$

によって算定される。ここに α は、圃場地下水位の降下速度の向上、排水改良による地盤の収縮沈下、営農機械の走行荷重等、暗渠保護のための余裕高であり、 $\alpha = 20 \sim 40 \text{ cm}$ である。一般的には、上流端で $0.6 \sim 0.8 \text{ m}$ 、下流端で $0.8 \sim 1.0 \text{ m}$ とするが、この設置深さに透水性の低い土層がある場合は、これを避けるか、補助暗渠工法を併用する。また造成初期等の耕盤が未発達で、軟弱地盤では、吸水渠の破壊または不陸を生じたり、あるいは吸水渠周辺の水みちを破壊する等、吸水機能が低下するので、十分大きな断面を与えれば効果的である。

モデル圃場の計画は、比較試験をとまなうことから、今回実施設計は、試験議案となるため、漸定的深さとなる。したがってなるべく深く埋設することとし、また小排水路敷高を田面下 1.20 m にしたので、暗渠埋設深を田面下 1.00 m とする。

3. 吸水管の間隔

設計基準（暗渠排水）では地表面下 1.0 m までの平均透水係数により次のような標準を示している。

表 2 (20) 吸水管間隔

区 分	透 水 係 数	吸 水 渠 間 隔
砂 質 土 壤	$1 \times 10^{-3} \text{ cm/S}$ 以上	18 ~ 33 m
壤 土 質 土 壤	$1 \times 10^{-5} \text{ cm/s} \sim 1 \times 10^{-3} \text{ cm/s}$	9 ~ 18 m
難透水性土壌	$1 \times 10^{-5} \text{ cms}$ / 未満	6 ~ 9 m

水利試験場附近のテストピットでの透水係数は $1.9 \times 10^{-5} \sim 5.7 \times 10^{-5}$ （不攪乱土試験）を示している。

又、土性、粒度と吸水管の深さから次のような標準も示されている。

表 2 (21) 暗渠排水吸水管の設置深さおよび間隔

土 性	粒 径 0.02 mm 以下重量比(%)	吸 水 管 の 深 さ (m)			
		0.3 ± 0.1	1.0 ± 0.1	1.2 ± 0.1	1.4 ± 0.1
重 粘 土	100 ~ 75	6 ~ 10	6.5 ~ 10	7 ~ 10	7.5 ~ 10
普 通 粘 土	75 ~ 60	8 ~ 10	3.5 ~ 10	9 ~ 11	9.5 ~ 11.5
粘 質 壤 土	60 ~ 50	9 ~ 10	10 ~ 11.5	11 ~ 12.5	11.5 ~ 13.5
普 通 壤 土	50 ~ 40	10 ~ 11.5	11.5 ~ 13	12.5 ~ 14.5	13.5 ~ 16
泥 炭	—	10 ~ 13	10 ~ 16	13 ~ 18	15 ~ 21
砂 質 壤 土	40 ~ 25	11.5 ~ 14.5	13 ~ 17	14.5 ~ 19.5	16 ~ 22
壤 質 砂 土	25 ~ 10	14.5 ~ 18	17 ~ 22	19.5 ~ 26	22 ~ 30
砂 土	< 10	> 18	> 22	> 26	> 30

注：吸水管の深さは耕区の上下流端の埋設差によるもの。

粒度分布からみて普通粘土に属し、吸水管の深さ1.0 mであるから、前表と共に検討し、間隔10 m程度が適当であると考えられる。

4. 吸水管の口径と勾配

一般に壤土質土壤、粘土質土壤ではダルシーの法則に基づく暗渠排水理論は、これらの土壤の場合

- 1) クラックの発達著しいものがありダルシーの法則の成立に問題がある。
- 2) 境界条件の設定が単純で現地の実態に合わない。
- 3) 透水係数の分散が大きく信頼性のある係数が求め難い。
- 4) 暗渠排水により土壤の性質が変化し透水係数そのものの値が変化する。

などにより、計算しても意味が無い。

従って一般には吸水管の管径は50 mm以上、その勾配は1/100~1/600とすることを標準とし、必要に応じて補助暗渠を併設することとしている。

よって本計画においては吸水管口径を60 mmとしその勾配は1/600とし、集水管はφ100 mmとする。

5. 吸水渠の断面

吸水渠の断面は、トレンチャーで掘削することとし、図2(22)のように計画する。

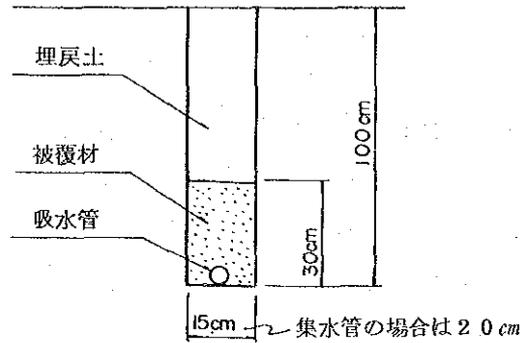


図 2 (22) トレンチャーによる暗渠排水断面

6. 吸水渠の材料

暗渠排水吸水管は、トレンチャーに使用する $\phi 60$ mm塩化ビニール管を計画する。被覆材としてわら、こうりやん、とうもろこしの茎、麦ワラ等が現地で入手できる。

(4) 排水機

1. 設置位置

圃場内の排水は各排水路から圃場北側の排水路に集め、現在排水機設置位置に機場を新設し、西地川支線排水路に排出する。

2. 集水面積

計画圃場西側境界の西100 mの位置に南北に通ずる排水路があって西地川上流排水路に出ているので、集水区域はこれより東側、計画圃場の東端までである。

面積は43.7 haと周辺よりの流入を考え、ポンプ計画としては50 haとする。

3. 計画排水量

計画排水量は排水路の項に記した単位排水量 $q = 0.0078 \text{ m}^3/\text{S}/\text{ha}$ とし

$$Q = 0.0078 \times 50 = 0.39 \text{ m}^3/\text{sec}$$

4. 排水機の種類

揚程は2.75 m \approx 3.0 mの低揚程であるから、堅型軸流ポンプとする。

5. ポンプ台数

常時排水量は量が少ないので、同容量ポンプ2台で計画する。

6. ポンプ口径

1台当り排水量は

$$Q = \frac{1}{2} \times 0.39 = 0.195 \text{ m}^3/\text{S} = 11.7 \text{ m}^3/\text{min}$$

流量から標準口径は300 mmとする。

7. 原動機出力

$$P = \frac{0.163 \times \gamma \times Q \times H}{\eta_p}$$

P ; 原動機出力 (kw)

γ ; 水の比重 1.0

Q ; ポンプ吐出量 1.17 m³/min

η_p ; ポンプ効率 65%

R ; 余裕 0.1

H ; 総揚程 3.0 m

$$P = \frac{0.163 \times 1.0 \times 1.17 \times 3.0}{0.65} \times (1 + 0.1)$$

$$= 9.68 \text{ kw} \approx 11 \text{ kw}$$

以上によりポンプは次のように決定する。

機 種	堅型軸流ポンプ
口 径	300 mm
出 力	11 kw
台 数	2台
全 揚 程	3.0 m
排 水 量	1.17 m ³ /min

2.7 農道

(1) 道路の種類

道路の種類は、圃場計画に示すように、モデル圃場南側を支線道路（宝富線の支線）とし、これより分岐する圃場内農道と耕作道路とする。圃場北側の排水施設管理道路も、耕作道として扱う。

(2) 道路幅員

道路幅員は支線道路について全幅7.50m、有効幅員6.50m、農道について全幅4.50m、有効幅員3.5mとする。耕作道は全幅3m、有効幅員2.5mとする。

(3) 路面高

路面高は、竜頭橋典型区計画に基づき、凍上防止、路面排水、路床安定等を考慮して0.5mの盛土高を標準とする。

(4) 道路構造

道路は、碎石、砂、粘土による砂利舗装とする。

(5) 凍上対策及び試験

道路の凍上対策は、現地の一般的工法によることとし、凍上試験については、中国側専門家の提案を受けて、モデル圃場施工時に検討することとする。