

中華人民共和国

灌漑排水技術開発研修センター計画
モデルインフラ整備事業

実施設計調査報告書

平成6年2月

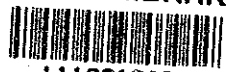
国際協力事業団
日本技術開発株式会社

農開技

CR(1)

94-5

JICA LIBRARY



1112916[0]

国際協力事業団

26249

中華人民共和国

灌漑排水技術開発研修センター計画
モデルインフラ整備事業

実施設計調査報告書

平成6年2月

国際協力事業団
日本技術開発株式会社

序 文

国際協力事業団は、中華人民共和国実施機関との討議議事録（R/D）等に基づき中国灌漑排水技術開発研修センター計画に関する技術協力を平成5年6月から5ヶ年の計画で実施していますが、技術協力活動の一環として、各種実証試験・展示を行うためのモデル圃場を整備することとなりました。

当事業団は、当該モデル圃場の実施設計を行うため、平成5年11月16日から12月25日まで農林水産省東海農政局建設部次長 正木 政方 氏を団長とする実施設計調査団を派遣し、モデル圃場を整備する上で必要な現地調査を行いました。

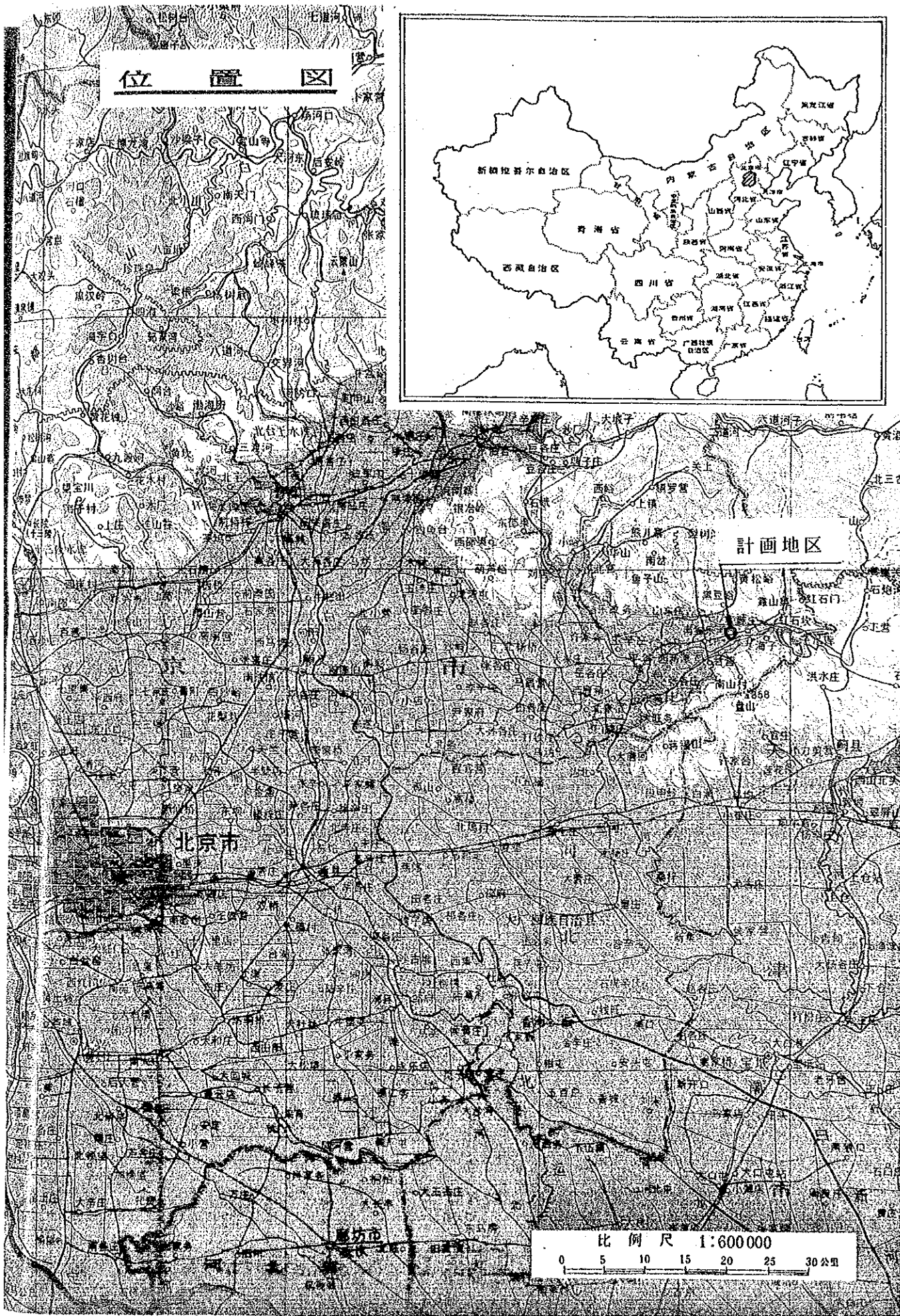
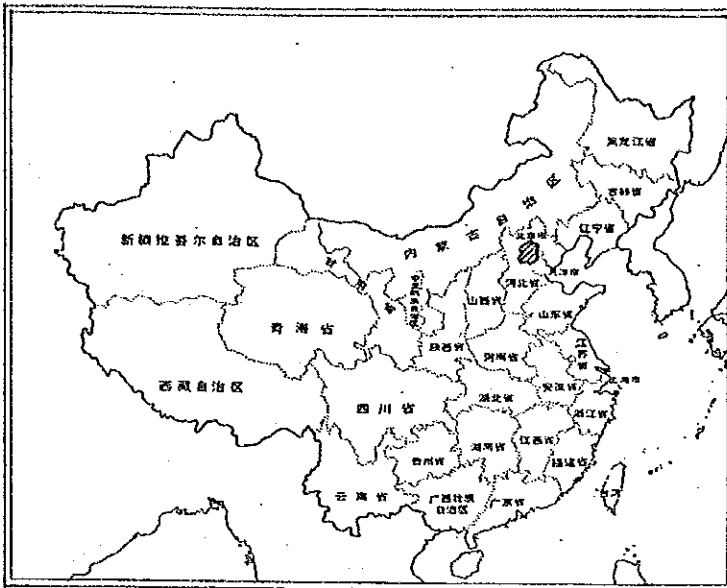
本報告書は、現地調査及び国内作業の結果をとりまとめたものであり、今後予定されるモデル圃場の整備を行う上での指針として活用されることを願うものです。

終わりに、この調査にご協力とご支援を頂いた内外の関係各位に対し、心より感謝の意を表します。

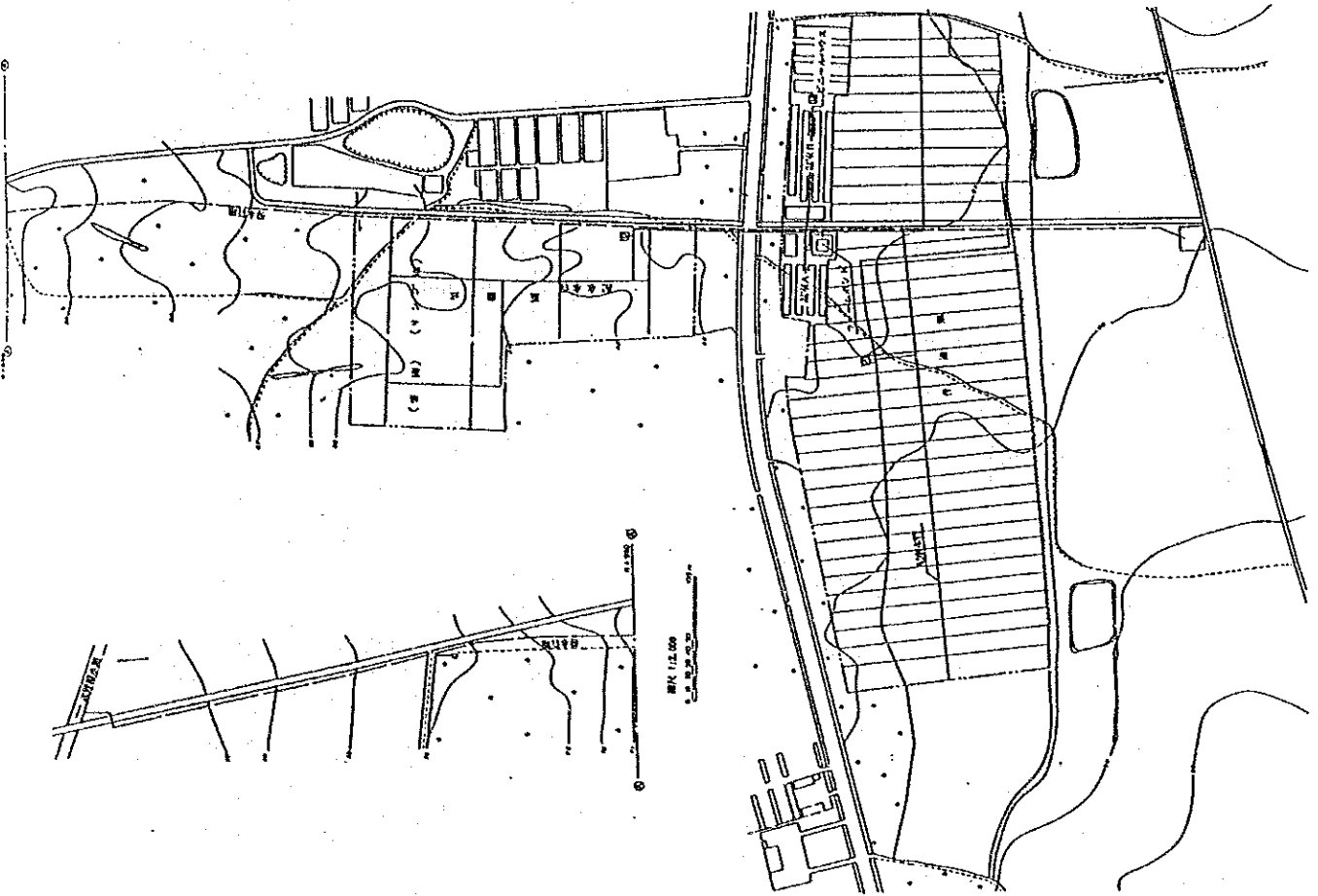
平成6年2月

国際協力事業団
農業開発協力部
部長 有川通世

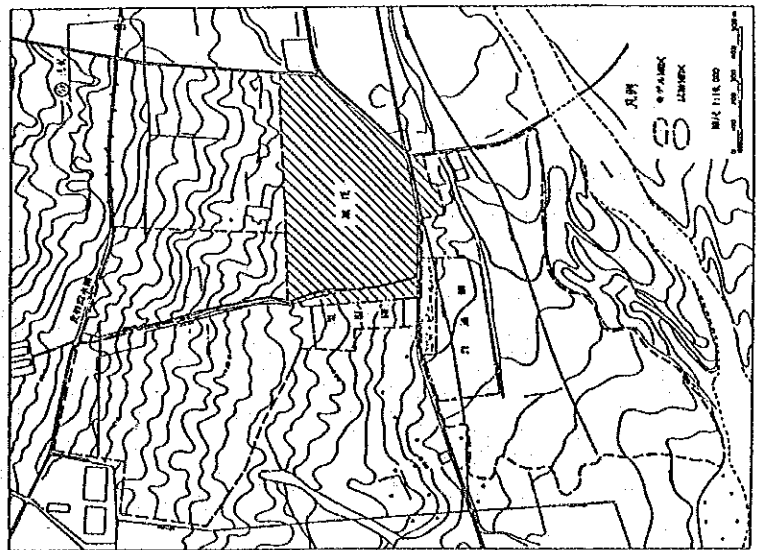
位置图



計画一般図

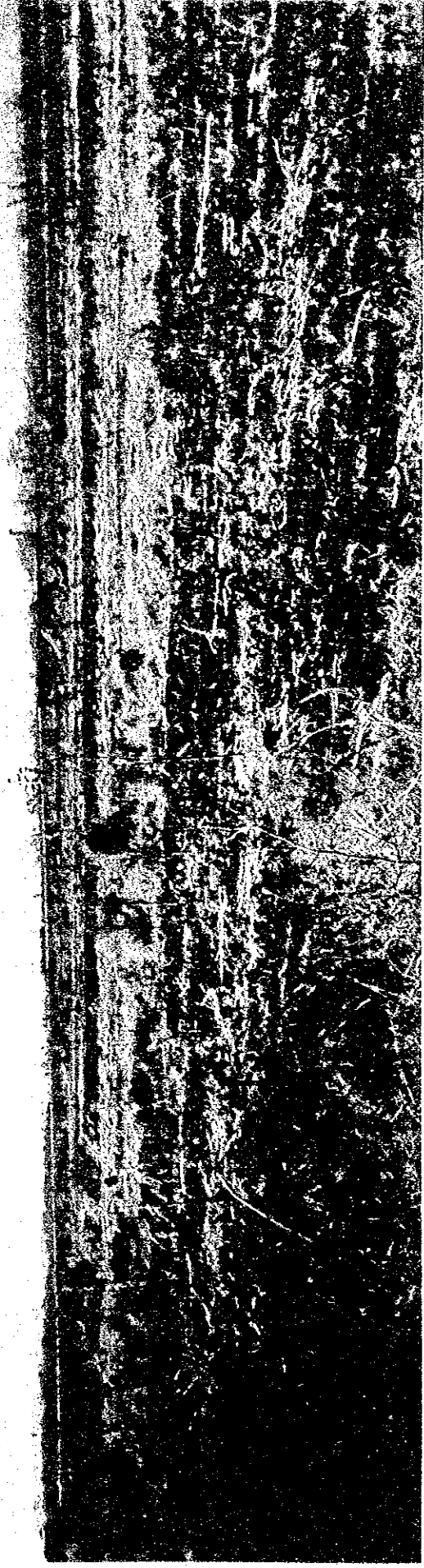


モデル面場と試験面場

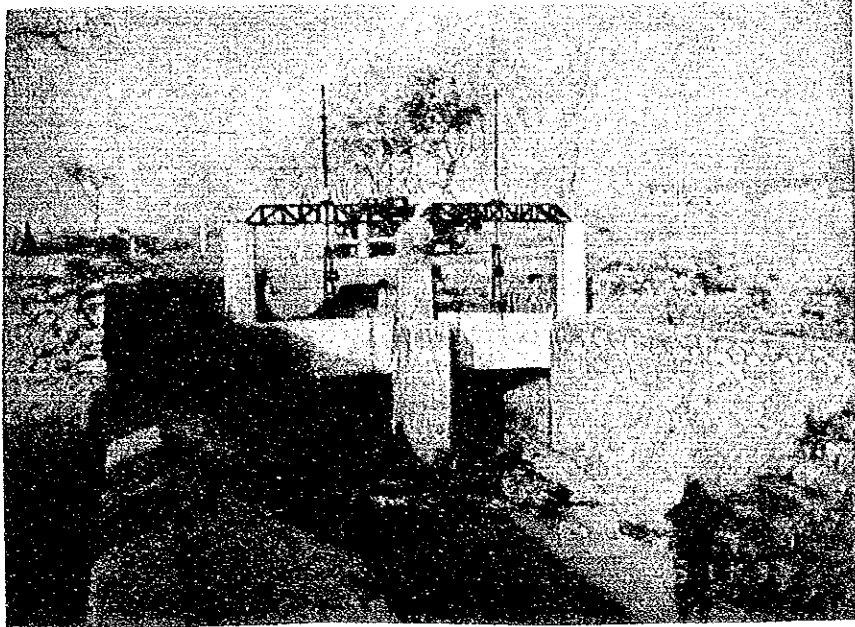




現況普通畑



現況果樹園



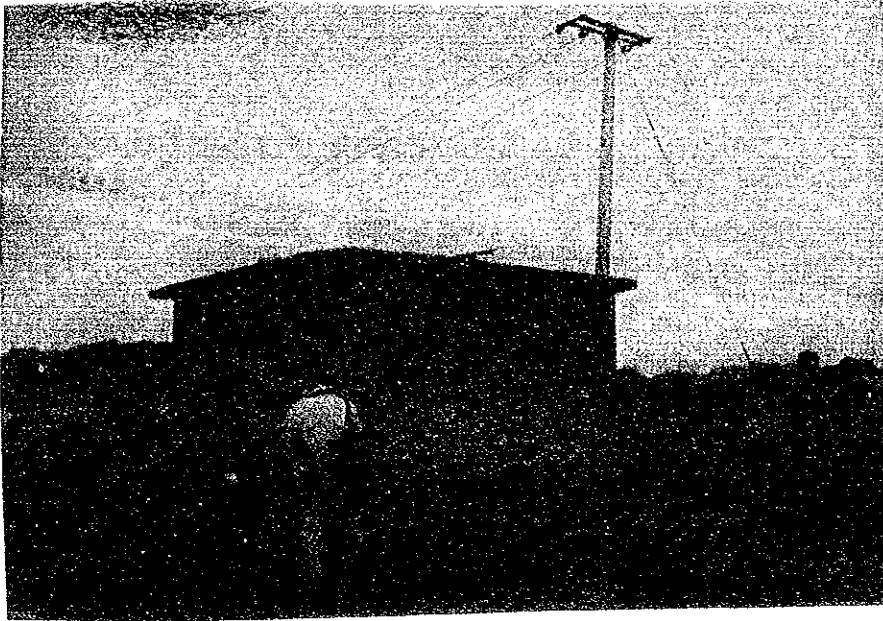
北幹線調節ゲート



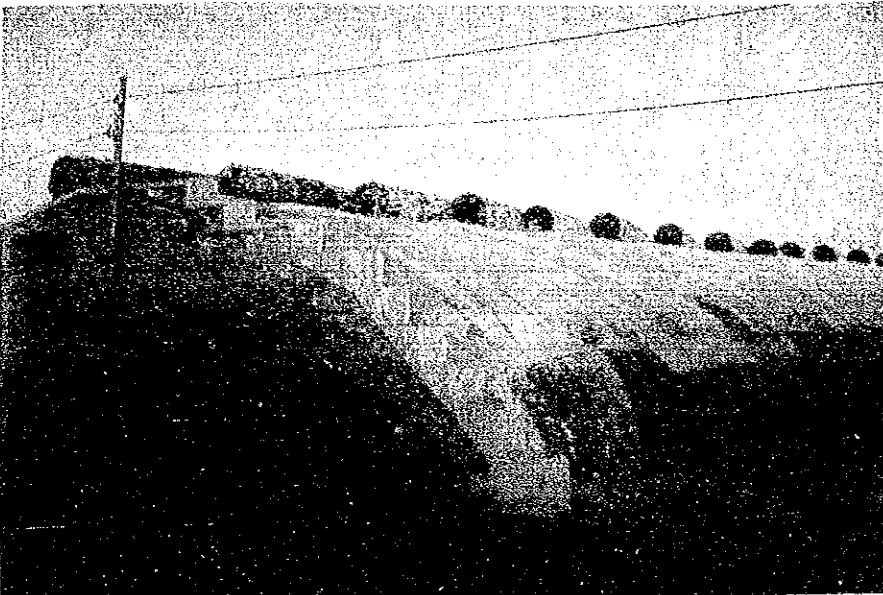
北幹線旧四支分水工



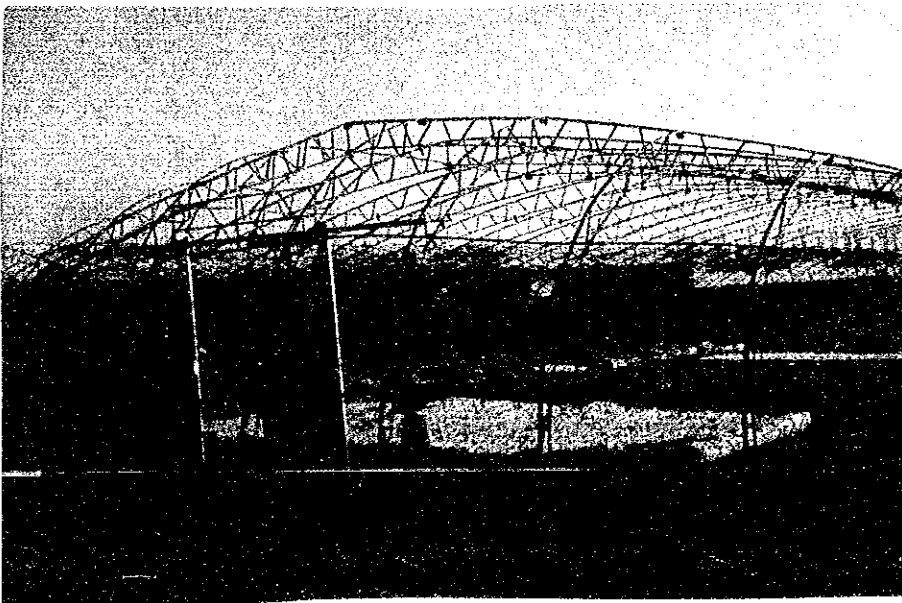
現況旧四支用水路



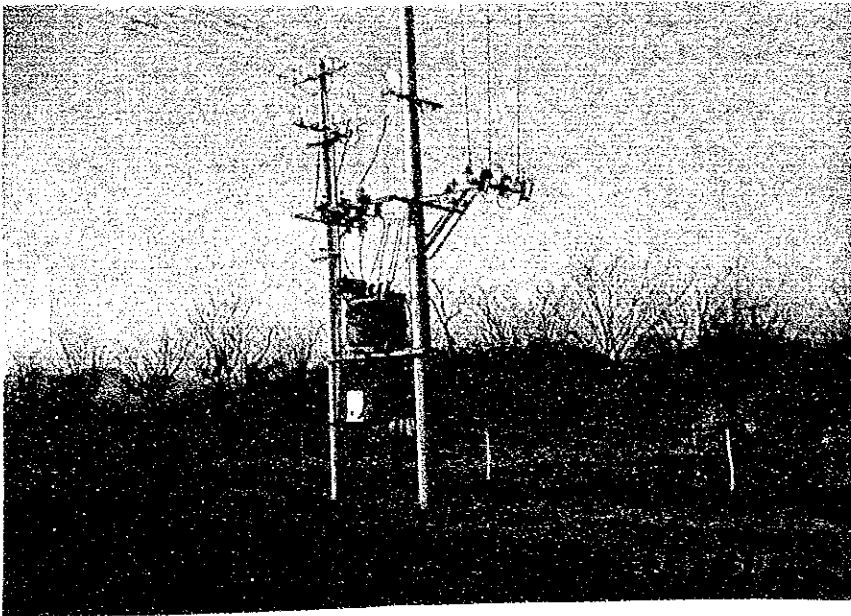
既存地下水ポンプ場



既存温室



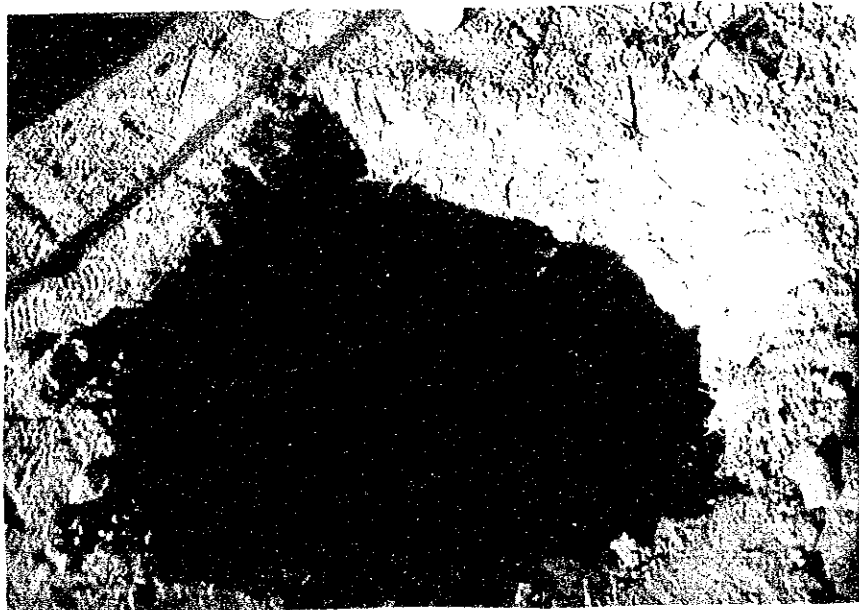
既存ビニールハウス



引込線始点電柱



普通畑土質状況



果樹園土質状況

中華人民共和国

灌漑排水技術開発研修センター計画 モデルインフラ整備事業 実施設計調査

目 次

序 文	
第1章 諸 論	
1-1 背景	1
1-2 目的	2
2章 調査団の派遣	
2-1 調査団の構成	3
2-2 派遣期間	3
2-3 派遣の目的	3
2-4 カウンターパート	3
第3章 要請の内容	
3-1 工事内容	5
3-2 概算工事数量	5
3-3 概算工事費	6
第4章 計画の概要	
4-1 対象地域	9
4-1-1 位置及び面積	9
4-1-2 現況	10
4-2 計画内容	11
4-2-1 計画の概要	11
4-2-2 水源計画	14
4-2-3 灌漑施設	14
4-2-4 野菜温室	15
4-2-5 連絡農道	15
4-2-6 農地防護林帯	15
4-2-7 電気施設	15
4-2-8 計画のまとめ	15

第5章 実施設計

5-1	導水管路工計画	17
5-1-1	設計流量の決定	17
5-1-2	水理設計	18
5-1-3	施設計画	27
5-2	普通畑灌漑計画	29
5-2-1	灌漑計画諸元	29
5-2-2	水理設計	33
5-3	果樹園灌漑計画	35
5-3-1	灌漑計画諸元	35
5-3-2	水理設計	36
5-4	野菜温室灌漑計画	43
5-4-1	灌漑計画諸元	43
5-4-2	水理設計	45
5-5	灌漑施設工計画	52
5-6	加圧ポンプ工計画	55
5-7	ファームポンド工計画	58
5-7-1	計画の目的	58
5-7-2	ファームポンド容量	58
5-7-3	施設計画	59
5-7-4	構造計算	60
5-8	野菜温室計画	66
5-8-1	温室の分類と構造	66
5-8-2	材料の強度	66
5-8-3	施設計画	67
5-9	連絡農道及び農地防護林帯計画	68
5-9-1	連絡農道	68
5-9-2	農地防護林帯	69
5-10	電気施設計画	69

第6章 施工計画

6-1	施工方法	71
6-2	施工工程	71
6-3	工事の優先順位	73
6-4	施工業者	74

第7章 工事費の積算	
7-1 工事費積算の条件	75
7-2 工事費	75
7-3 中国側実施工事	133
第8章 運営管理	135
第9章 工事契約関係書類	137
9-1 工事請負契約書(案)	139
9-2 一般仕様書(案)	151
9-3 特別仕様書(案)	163
第10章 設計図集	177
添付資料	
1. 議事録 団長レター	A-2
2. 面会者リスト	A-6

第 1 章 結 論

1-1 背景

中国は建国以来「農業は国の基礎、食糧は基礎の基礎」といわれ、又「水利は農業の命脈」として、農業と農業水利事業を重点政策の一つとして強力に促進してきた。

しかし、水資源が慢性的に不足している中国においては、人口の急増と相まって食糧の増産と安定的な生産が急務となっており、農業基盤の整備、特に灌漑排水施設の整備に力を注いでいく方針を打ち出している。その一方で、1990年に実施された開発調査「北京市海子(海子)ダム農業水利開発計画調査」において、「節水型農業を全国的に普及促進するためには農業水利技術者の養成が急務であり、それに必要な教育・訓練、実験を行う研修センターの設立が望まれる」旨の勧告を行っている。

このような背景を踏まえ1990年 5月、中国水利部は、灌漑排水技術の開発・普及及び人材の養成をより効果的・効率的に行うため、『灌漑排水技術開発研修センター』の設立を決定するとともに、同年11月、我が国に対してセンター設立に係る技術協力を要請した。

日本政府はこの要請に応え国際協力事業団を通じ1992年 3月事前調査団、同年 8月～ 9月長期調査員、1993年 2月実施協議調査団を派遣し、R/D及び暫定実施計画の署名、交換を行い、1993年 6月からプロジェクト方式技術協力「灌漑排水技術開発研修センター計画」として開始され、現在専門家 6名を派遣している。

この技術協力の内容は

- (1) 灌漑排水技術の開発
- (2) 水管理技術の開発
- (3) 計画設計基準の整備
- (4) システム開発
- (5) 上記 4 分野に関する研修の実施

であり、実施協議調査の過程で、本プロジェクトの目的を達成するためには、実証試験と実務研修を行うための試験区の整備が必要であることが提起された。そして、協議の結果、試験区の整備に関する日本側のローカルコスト負担についてR/Dに記載された。

1-2 目的

モデルインフラ整備事業によりモデル圃場を整備する目的は、畑地灌漑における節水を目指した先進的な灌漑技術の導入及び伝統的な灌漑技術を改良、改善し、その普及を図るための実証・展示を行い、併せて、研修センターで実施する各種実習の場とすることである。本調査はその実施設計を行うものである。

モデル圃場における活動内容は次のとおりである。

- (1) 畑地灌漑研修の基礎データの収集
- (2) 灌漑機器、灌漑施設を使用しての散水試験
- (3) 水管理技術の検討
- (4) 灌漑技術者に対する灌漑技術の研修
- (5) 灌漑計画諸元に関する中国の基準と日本の基準との比較検討
- (6) 畑地灌漑施設工事の施工技術及び施工管理の研修

第2章 調査団の派遣

モデルインフラ整備事業の実施設計調査を行うために国際協力事業団（以下「JICA」という）によって実施設計調査団が組織され、現地に派遣された。

2-1 調査団の構成

調査団は官側2名とコンサルタント2名で構成される。

担 当	氏 名	所 属
① 団長／総括	正 木 政 方	農林水産省東海農政局建設部
② 業務調整	榑 道 彦	国際協力事業団農業開発協力部 農業技術協力課
③ 業務主任／圖場設計	米 原 宏	日本技術開発（株）海外事業本部
④ 灌漑施設設計	角 谷 晃	同 上

2-2 派遣期間

派遣期間は11月16日から12月25日の40日間で、そのうち①団長、②業務調整は11月16日から11月24日(9日間)である。

2-3 派遣の目的

派遣の前期（11月16日～11月24日）は、実施設計に必要な基本的事項について協議し、別添の議事録（団長レター）のとおり、基本的な方針及び実施スケジュール等を合意した。

後期調査（11月25日～12月25日）では合意された基本方針に基づき、対象地区の現地調査と概略設計を中国側関係者及び日本人専門家と協議しつつ実施し、調査結果を報告書にまとめて提出し、説明を行った。

2-4 カウンターパート

灌漑排水技術開発研修センターの中国側関係者により構成され、主に灌漑技術開発部が担当した。代表的なカウンターパートは次のとおりである。

- ① 主任 : 喬 玉 成
- ② 副主任 : 馮 廣 志
- ③ 総工程師 : 趙 競 成
- ④ 設計基準 : 沈 英 美
- ⑤ 水管理 : 王 留 運
- ⑥ 灌漑技術 : 張 盛 宏

その他、面会者は添付資料に示す。

第3章 要請の概要

試験圃場の実施場所は北京市平谷県（北京より東に約80km）の海子ダム灌漑区内の韓庄郷とする。

対象面積は300ム-（約20ha）で、その内訳は普通畑240ム-（16ha）、果樹園50ム-（3.4ha）野菜温室10ム-（0.6ha）である。

3-1 工事内容

(1) 圃場整備

- 圃場間の連絡農道
- 農地防護林帯

(2) 3タイプの灌漑システム

- 普通畑におけるスプリンクラーシステム
これには半固定式のスプリンクラー工、調整池工、加圧ポンプ場工、上屋工、管路工の工事が含まれる。
- 果樹園におけるマイクロスプリンクラーシステム
これには、マイクロスプリンクラー工、加圧ポンプ場工、上屋工、管路工、薬液混入装置の工事が含まれる。
- 野菜温室における点滴灌漑システム
これには、点滴灌漑工、加圧ポンプ工、フィルター、管路工、温湿度、土壌水分の調節可能な温室（0.1ha相当）、冬季に暖房で加温できるビニールハウス（0.5ha相当）の工事が含まれる。

(3) 電気施設

電気施設として配電容量の200KVA増量、送電施設として低圧送電線 1.5kmの新設

3-2 概算工事数量

各工種毎の概算工事数量をまとめると次表のとおりである。

設 計 工 種	工 事 内 容	概算数量
スプリンクラーシステム	半固定式。調整池・加圧ポンプ場及び圃場間の管路を含む	16ha
マイクロスプリンクラーシステム	加圧ポンプ・薬液混入装置及び圃場間の管路を含む	3.4ha
点滴灌漑システム	加圧ポンプ・フィルター及び管路を含む	温室用 0.1ha ビニールハウス用 0.5ha
圃場連絡農道	砂利舗装（幅員 3 m）	400m
農地防護林帯	株及び列の行間距離を 3 m として植林。 樹種は、アカシア・ポプラ・ネム	1,040m
変電施設	配電容量の 200KVA 増量	一式
送電施設	低圧送電線	1.5km

3-3 概算工事費

次表のとおりである。

圃場整備費概算 (300ha)

No.	工事名称	内 容	経費 (万元)	備考
1	普通畑スプリンクラー システム	面積240ha・水源からの管路、上屋 加圧ポンプ等含む	19.2	貨幣単位 人民元
2	果樹畑マイクロスプリン クラーシステム	面積50ha・水源からの管路、上屋加圧 ポンプ等含む	15.3	
3	野菜畑点滴灌漑システム	温室2ha・ビニールハウス8ha・加圧 ポンプ管路等の施設を含む	40.0	
4	調整池	400m ³	4.0	
5	圃場連絡農道	L=400 m、B=3 m	4.0	
6	農地防護林帯	L=1,040m、B=2 m	3.0	
7	変電施設	配電容量 200KVA の増量	10.0	
8	送電施設	低圧送電線 1.5km	8.0	
9	工事費小計		103.5	
10	工事技術人件費	(9)×5%	5.2	
11	小 計	(9)+(10)	108.7	
12	機材予備費	(11)×10%	10.87	
13	価格予備費	(11)×5%	5.44	
14	合 計	(11)+(12)+(13)	125.0	

第4章 計画の概要

4-1 対象地域

4-1-1 位置及び面積

(1) 位置

北京市平谷県韓庄郷胡庄村（別図参照）

(2) 面積

1) 試験圃場

実施設計の対象面積は次のとおりである。

① 灌漑面積	普通畑	201ム (13.4ha)
	果樹園	81ム (5.4ム)
	野菜温室	10ム (0.7ム)
	計	292ム (19.5ha)

② 管理用地	連絡農道	3ム (0.2ha)
	管理事務所	} 10ム (0.7ha)
	ファームポンド	
	その他	
	計	13ム (0.9ha)
	合計	305ム (20.4ha)

2) 灌漑試験区

試験圃場の成果を普及する灌漑試験区を隣接地1700ム(113ha)に建設し、旧四支支線（改修する導水管路工）により灌漑する。

灌漑方法別の面積は次のとおりである。

作物別	面積 総面積	面積			
		スプリンクラー	マイクロ	ドリップ	地表
普通畑	ム	ム	ム	ム	ム
普通畑	720	600	—	—	120
果樹園	930	—	480	—	450
野菜畑	50	—	—	25	25
計	1,700	600	480	25	595

4-1-2 現況

試験圃場は、平谷県から海子ダムに至る国道の両側に位置し、もともと海子ダム係りの北幹線水路の旧四支支線水路と胡庄管道支線水路による灌漑区域である。ここは北京市から80kmの距離にあり交通至便の地である。

地形は、北から南に傾斜しており、傾斜度8~17%、標高は59.4~66.7mである。

土壌は多年にわたる河川堆積と人工改造から、土被下層は石礫あるいは砂層であり、地下水の影響は受けないので、土層層序の発達は明瞭でなく、褐土で形成されている。

耕土層は20~30cmの厚さで、砂壤土ないし壤土であり、土層断面の下部30~40cm以下は礫層を含んでいる。

中国側資料によれば乾燥容積重1.48~1.63g/cm³、比重2.709、PH値7.5、24時間圃場含水量17.3~20.9%（重量比）である。

当地は大陸性季節風気候で温暖地帯に属し、年間平均降雨量678.5mm、その内80%は7~9月の雨季に集中する。

年間平均気温11.4℃、平均湿度58%、年間平均蒸発量1712mm、無霜期は191日、年間平均風速は2.3m/sである。

計画の普通畑(20ha-)及び野菜温室(10ha-)の畑地では現在小麦(夏作とうもろこし)と露地野菜(9ha-)が栽培され、果樹園では主に林檎で少し桃が栽培されている。

既存井戸調査結果は次のとおりである。

項目 地目	井戸		ポンプ			
	口径	深さ	型式	口径	出力	揚水量
普通畑	30 cm	70~80 m	水中ポンプ	100 mm	22 kw	80 m ³ /h
果樹園	30	70	水中ポンプ	80	7.5	50
野菜温室	30	70~80	立軸多段 渦巻ポンプ	125	28	100

4-2 計画内容

4-2-1 計画概要

現地調査により現地状況を踏まえて中国側関係者及び日本人専門家と協議し、試験圃場としての目的、利活用、管理運営等を考慮した合理的な施設となるよう要請された計画を一部変更或いは追加して最終計画案をまとめた。

(1) 中国側関係者との協議

主な協議内容は次のとおりである。

- 要請計画とその後の変更計画
- 試験圃場として 300μ- (20ha) の必要性
- 実施設計の範囲 (特に追加要請の導水管路工について)
- 工事費の積算
- 事業実施スケジュール
- 各施設の規模、構造
- 施設別工事の優先順位
- 工事仕様
- 施工業者の選定

このうち、日本側として試験圃場 300μ- (20ha) の必要性について特に問題提起を行った。

(2) 試験圃場 300μ- (20μ-) の必要性

中国側より以下の説明があり、300μ-の必要性を強く要請された。

1) 普通畑 201μ- (13.4ha) について

a. 試験圃場で定性的、定量的の両面からの試験を予定している。

試験圃場 (長さ 650m、幅 200m) の長手方向(650m) を幅18mの区画に畦畔を作り、36区画 (プロット) について灌水試験を行う。

試験は小麦及びとうもろこしについて次式に示す中国方式を3コース、(P2の値を3点) 日本方式で3コース、中国固有の方式 (多量灌水) 1コースの計7コースを2区画で実施する。

実施に際して、撒水区画は1区画を干渉プロットとして間隔をおいて (飛地して) 試験する。

この試験に要する区画は7コース×2×2=28区画となり、終端の1区画 (ローテーション上) を加えた29区画となる。

灌水量試験 計算方式

$$\text{中国公式} \quad m = 0.1 \gamma h (P1 - P2) / \eta$$

$$\text{日本公式} \quad m = (FC - M \ell) D \cdot 1/SP \cdot 1/\eta$$

冬小麦灌溉試驗表

成育期	方案 No.	h cm	P1 %	P2 %	灌水量計算公式
播種	1、2、3	30	100	65、70、75	1、2、3中方案利用： $m = \gamma h(P1-P2) / \eta$
分蘗	4、5、6				4、5、6日方案利用： $m = (Fc-M\ell)D \cdot 1/sp \cdot 1/\eta$
越冬	1、2、3 4、5、6	50	100	65、70、75	
返青 拔節	1、2、3 4、5、6	40	100	60、65、70	
灌漿	1、2、3 4、5、6	60	100	65、70、75	
麦黃	1、2、3 4、5、6	50	100	60、65、70	

夏玉米灌溉試驗表

成育期	方案 No.	h cm	P1 %	P2 %	灌水量計算公式
播種	1、2、3	30	100	65、70、75	1、2、3中方案利用： $m = \gamma h(P1-P2) / \eta$
拔節	4、5、6				4、5、6日方案利用： $m = (Fc-M\ell)D \cdot 1/sp \cdot 1/\eta$
抽雄	1、2、3 4、5、6	60	100	65、70、75	
灌漿	1、2、3 4、5、6	60	100	65、70、75	

残り7区画は、露地野菜の試験を行う。

以上により36区画が必要となり、その面積は 201μ- (13.4ha) となる。

- b. 試験圃場の周辺で、その成果をもとに普及する灌漑試験区として1700μ- (113ha) を予定しており、それに合致するような大規模での成果を期待している。
- c. 提供用地は村の財産であり、現在使用権のある農家による集団管理となり、収益は維持管理費や個人に配分される。5年間の研修センター計画の終了後も中国独自でモデル圃場として利活用することにする。
- d. 圃場の予定地は平坦な地形で畦畔を作るのみですみ基盤整備をする必要はない。

2) 果樹園81μ- (5.4ha) について

- a. 現況は主に林檎で一部桃もあるが、桃は古木であり、栗を新しく導入する。導入するにはある程度まとまった面積が必要であり、20μ- (1.3ha) を栗畑とする。
- b. 普通畑と同様な灌水試験を林檎と栗について実施する必要がある。栗については無灌漑の場合も比較する。

指標 方案	P1 %	P2 %	h cm
I-1 林檎	100	70	80
I-2	100	60	80
II-1 栗	100	70	80
II-2	100	60	80

- c. その他普通畑と同様な理由である。

3) 野菜温室

- a. 点滴灌漑の他、マイクロスプリンクラー、地表灌漑等により最適な灌水方法を対比し、各灌水方法で数種類による機器の性能試験を行う。
- b. 温室、ビニールハウスの大きさや構造を違えて、室内の環境（気温、湿度、土壌水分）を調査する。
- c. 灌水試験は苺、セロリー、野菜等について、次表の試験を予定している。

指標		P1	P2	h	略注
方案		%	%	cm	
草梅	1	100	70	20-40	湿潤層深度 根据作物不 同生長期而 变化
	2	100	75	20-40	
香芹	1	100	70	20-40	
	2	100	75	20-40	
生菜	1	100	70	20-40	
	2	100	75	20-40	

d. 栽培する作物は、各種生野菜、果物、花類等多くの種類とする。

以上のような理由により、最終計画面積 292 μ - (19.5ha) は、中国側の止むを得ない事情と判断した。

4-2-2 水源計画

北幹線用水路からの導水管路工（旧四支支線を改良）は、要請書によれば中国側負担工事となっていたが、現地調査時、中国側の強い要望で試験圃場に関する区間を設計することが同意された。

しかし、一部区間のみ設計することは出来ず、取水地点から末端までの水理計算を行って、関係区間の計画を樹て、普通畑と果樹園の水源とした。

その他に普通畑、果樹園で地下水でも単独で灌漑できるように、既存井戸を利用した地下水ポンプ施設を夫々に計画した。

野菜温室、ビニールハウス（以下野菜温室と称す）は既存井戸を利用した地下水ポンプ施設のみによる灌漑計画とする。

各圃場における水源施設は次のとおりである。

- (1) 普通畑作…………… ファームポンド工（ポンプ場を含む）及び地下水ポンプ場（A）
- (2) 果樹園…………… 普通畑兼用ファームポンド工（ポンプ場を含む）及び地下水ポンプ場（B）
- (3) 野菜温室…………… 地下水ポンプ場（C）

ファームポンド工は、普通畑と果樹園の兼用水源とし、各々の圃場用ポンプを備えたポンプ場を設けた貯水量約 400 m^3 の調整池である。

4-2-3 灌漑施設

(1) 普通畑

スプリンクラーシステムによる灌漑施設を導入する。対象面積 201 μ - (13.4ha) のうち、露地野菜を30 μ - (2ha) 導入する用水計画とする。

(2) 果樹園

マイクロスプリンクラーによる灌漑施設とし、林檎園61ha-(4.1ha)と栗園20ha-(1.3ha)に区分し、植栽間隔に応じた配置とする。

(3) 野菜温室

中国側の計画では、温室4棟とビニールハウス8棟を予定していたが、温室は2タイプ(A、B)とし各々4棟ずつ計8棟、ビニールハウスは4棟に変更した。

温室とビニールハウスの違いは、温室が北側をレンガ壁とコンクリート(又は壁土)屋根とし他はビニールであるのに対し、ビニールハウスは全体をビニールで覆っている。(図面参照)

灌漑方法は全棟点滴灌漑システムとするが、温室(A)4棟のうち、1棟にはマイクロスプリンクラーのシステムを追加し、ビニールハウスには地表灌漑試験も導入する。面積は10ha-(0.7ha)である。

4-2-4 野菜温室

温室は2種類のタイプを夫々4棟ずつ(計8棟)設け、ビニールハウスは4棟とする。各々の規模は次のとおりである。

- | | |
|--------------|--------------------|
| (1) 温室(A)タイプ | 長さ50m、幅7.1m、面積355㎡ |
| (2) 温室(B)タイプ | 長さ90m、幅7.1m、面積639㎡ |
| (3) ビニールハウス | 長さ56m、幅12m、面積672㎡ |

4-2-5 連絡農道

果樹園の北端にある胡庄路から果樹園を經由して国道に接続する区間と、国道から普通畑経由三八支線水路の管理道路までの延977mを設計する。

4-2-6 農地防護林帯

連絡農道に沿って両側に夫々1.5mの防護林帯を設定し、ポプラを3m間隔に植林する。ただし果樹園は反対側(東側)のみとする。

- | | | |
|---|--------|------------|
| { | 普通畑区間: | 436m(両側) |
| | 果樹園區間: | 525.5m(片側) |

4-2-7 電気施設

最寄りの低圧電力供給地点からを対象とし、約100mを計画する。

4-2-8 計画のまとめ

以上の計画を実施設計の対象施設とする。要請計画と最終計画との違いを表4-1に示す。

表4-1 要請計画と最終計画の対比表

項目	経過	要請計画	最終計画
1. 面積			
普通畑		240ムー	201ムー
果樹園		50	81
温室及びビニールハウス		10	10
計		300ムー	292ムー
管理用地 (圃、ファームポンド、管理所、他)		-	13
合計		300ムー (20ha)	305ムー (20.4ha)
2. 場所			
温室、ビニールハウス		-	位置変更
果樹園		-	位置変更
3. 灌漑方法			
温室、ビニールハウス		ドリップ灌漑	同左の他、マイクロスプリンクラ ーと地表灌漑を一部導入、普通畑 に露地野菜30ムー(2ha)を導入
4. 水源			
普通畑、果樹園		海子ダム 北幹線水路	同左の他、深井戸(1カ所)に設置
温室、ビニールハウス		同上	深井戸(1カ所)のみとする。
5. ファームポンド		普通畑南端	普通畑北端(管理事務所隣接)
6. 連絡農道		国道から普通畑南端 延長 400m 幅 3m	果樹園北端(胡庄路)から三八支 線水路管理道路まで 延長 977m 幅 4m
7. 電気施設		変電所及び配電線 1.5km	配電線の延長から 100m
8. 農地防護林帯		普通畑 延長 1040m	連絡農道の普通畑(圃) 436m、果樹園(片側) 525.5m 総延長計 1.397.5m
9. 防除(薬液)		果樹園に採用	採用せず
10. 液肥		-	温室、ビニールハウス及び 果樹園に採用
11. 暖房		ビニールハウスに採用	採用せず
12. 導水管路工		-	果樹園北端からファームポンドま で 470.1m

第5章 実施設計

5-1 導水管路工計画

北幹線用水路の取水地点から三八支線水路に至る延長約1776mの導水管路工を計画する。

5-1-1 設計流量の決定

(1) 作付計画

普通畑	夏作	とうもろこし	920㍔	(61.3ha)
	冬作	小麦	920㍔	(61.3ha)
蔬菜畑			60㍔	(4.0ha)
果樹園			1020㍔	(68.0ha)
農地計			2000㍔	(133.3ha)

(2) 日消費水量

中国基準と海子ダム開発調査採用値から各作物の日最大消費水量を次のように決定する。

普通畑(小麦)	4.0 mm/日
果樹園	5.0 mm/日
蔬菜	7.0 mm/日

次に月別日消費水量を示すと下表の通りである。

単位：mm/日

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
小麦	1.0	1.0	2.0	3.0	4.0	2.5	-	-	1.0	1.0	1.0	1.0
玉米	-	-	-	-	-	3.0	4.0	5.5	4.0	-	-	-
蔬菜	1.2	1.7	2.8	4.7	6.4	7.0	5.4	6.2	6.0	4.9	2.9	1.2
果樹	-	-	1.0	1.1	1.7	5.1	4.6	4.1	2.5	1.6	0.2	-

(3) 灌漑計画

灌漑は次の方法及び作付比率で行う。

普通畑	スプリンクラー灌漑	800㍔	(54.7ha)
	地表灌漑	120㍔	(8.0ha)
蔬菜畑	点滴灌漑	35㍔	(2.3ha)
	地表灌漑	25㍔	(1.7ha)
果樹園	マイクロスプリンクラー灌漑	570㍔	(38.0ha)
	地表灌漑	450㍔	(30 ha)

(4) 灌漑効率 $\eta_1 \times \eta_2$

管路送水効率 $\eta_1 = 0.95$

適用効率 η_2

スプリンクラー灌漑 $\eta_2 = 0.85$

マイクロスプリンクラー灌漑 $\eta_2 = 0.85$

点滴灌漑 $\eta_2 = 0.90$

地表灌漑 $\eta_2 = 0.60$

(5) 導水管路工設計流量の算定

消費水量の最大月である8月に於いて、上記条件及び日送水時間 $t = 20$ 時間のもとで、設計流量を算定する。

$$Q = \frac{\sum E_i m_i}{1000t \cdot \eta_1 \eta_2}$$

Q : 計画設計水量 (m^3/hr)

E_i : 8月に於ける作物消費量 (mm)

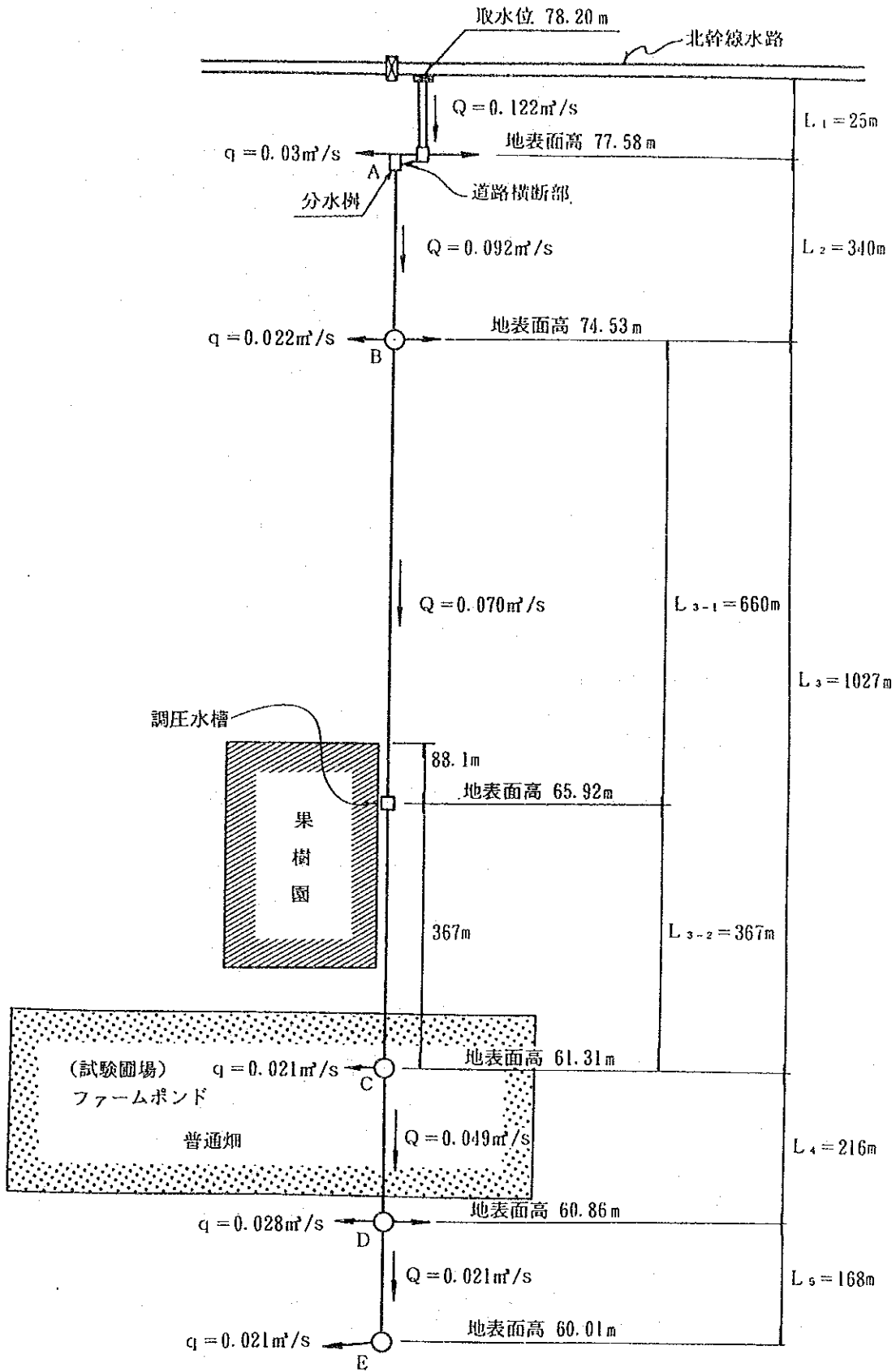
m_i : 8月に於ける灌漑方法別作付面積 (ha)

$$\begin{aligned} \therefore Q &= \frac{5.5 \times 54.7}{1000 \times 20 \times 0.95 \times 0.85} + \frac{5.5 \times 8.0}{1000 \times 20 \times 0.95 \times 0.60} + \frac{6.2 \times 2.3}{1000 \times 20 \times 0.95 \times 0.90} \\ &+ \frac{6.2 \times 1.7}{1000 \times 20 \times 0.95 \times 0.60} + \frac{4.1 \times 38.0}{1000 \times 20 \times 0.95 \times 0.85} + \frac{4.1 \times 30}{1000 \times 20 \times 0.95 \times 0.60} \\ &= 0.0186 + 0.0039 + 0.0008 + 0.0009 + 0.0097 + 0.0108 \\ &= 0.0447 \frac{\text{m} \cdot \text{ha}}{\text{hr}} = 0.122 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

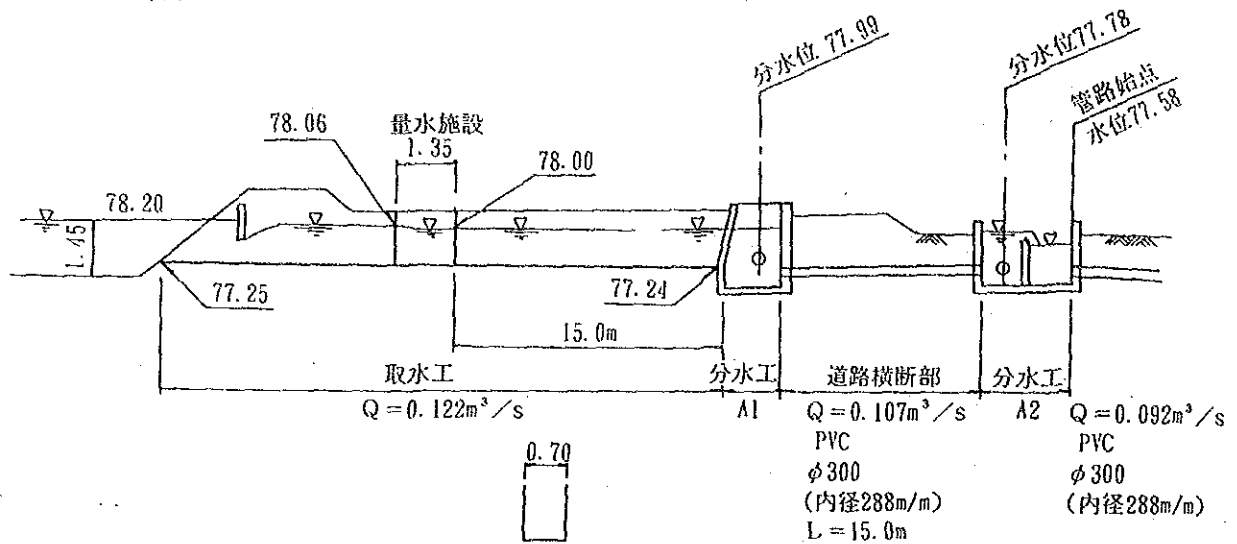
5-1-2 導水管路水理設計

本導水管路の用水系統図を示すと図5-1の通りである。水路構造は、取水口から分土工Aまでは開水路とし、分土工Aから末端Eまでは、管路とする。

図5-1 導水管路用水系統図



(1) 取水工部の水理検討



1) 分水工A₂ に於ける水位を現地盤標高77.58 として、分水工A₁ に於ける水位を算定する。

道路横断管に於ける流速

$$V = \frac{0.107}{3.14 \times 0.288^2 / 4} = 1.643 \text{ m/s}$$

$$\frac{V^2}{2g} = \frac{1.643^2}{19.6} = 0.138 \text{ m}$$

道路横断管に於ける損失水頭

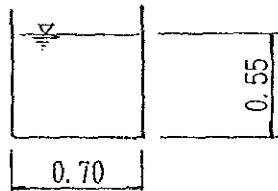
$$h_l = 1.5 \times \frac{V^2}{2g} + h_t \text{ (摩擦損失水頭)}$$

$$= 0.207 + 0.103 = 0.21 \text{ m}$$

従って分水槽A₂ に於ける水位は次の通りである。

$$77.78 + 0.21 = 77.99$$

2) 量水施設下流に於ける水位



$$V = \frac{Q}{A} = \frac{0.122}{0.70 \times 0.55} = 0.317 \text{ m/s}$$

$$R = \frac{0.70 \times 0.55}{0.55 \times 2 + 0.7} = 0.214$$

$$I = \frac{v^2 \cdot n^2}{R^{4/3}} = \frac{0.317^2 \times 0.015^2}{0.214^{4/3}} = 1.74 \times 10^{-4}$$

$$\therefore I \cdot L = 1.741 \times 10^{-4} \times 15\text{m} = 0.01\text{m}$$

従って量水設備下流端に於ける水位は

$$77.99 + 0.01 = 78.00$$

3) 量水施設上流端に於ける水位

量水施設に於ける水頭落差を 6 cm とすると上流端に於ける水位は

$$78.00 + 0.06 = 78.06 < 78.20 \quad \text{OK}$$

(2) 管路部の水理検討

1) 管路タイプ

管路のタイプはクローズドタイプ、セミクローズドタイプ及びオープンタイプに大別される。

クローズドタイプとした場合、上流端と下流端に於ける標高差は $77.58 - 60.01 = 17.48$ m で、水撃作用を含めると管路下流部に作用する内圧は 3.0 kg/cm^2 を超える。現状に於ける入手可能な管材で信頼の於ける内圧は 2.0 kg/cm^2 であり、クローズドタイプは不適である。

オープンタイプは維持管理等を勘案してオープンタイプの立上がり高（地盤面より）を 2.0m に抑えたと、図 5-3 のようにオープンスタンドが多数となり、非現実的である。

従って導水管路中間部に調圧水槽を設置して、セミクローズドタイプの導水管路とする。減圧バルブとして日本からディスクバルブを導入するものとして検討する。

2) 管路工の水理検討

管路の水理計算式として中国に於ける経験式と日本の土地改良事業計画設計基準で規定されているヘーゼンウィリアムズ公式が考えられる。

中国方式

水頭損失公式

$$hf = f \cdot \frac{L Q^m}{D^b}$$

$$D^b = f \cdot \frac{L}{hf} Q^m$$

ここに D : 管内径 (mm)
 b : 管径指数 鉄筋コンクリート管 b=5.33
 硬質塩ビ管 PVC b=4.77
 f : 管材摩擦係数 鉄筋コンクリート管 f=1.516
 L : 管長 (m)
 hf : 延長方向水頭損失
 D : 流量 m³/h
 m : 流量指数 鉄筋コンクリート管 m=2
 硬質塩ビ管 PVC m=1.77

曲部損失は上記水頭損失の10%を見込むものとする。

日本国土改良事業計画設計基準

ヘーゼンウィリアムズ公式を使用する。

$$hf = 1L = 10.67C^{-1.85} D^{-4.87} Q^{1.85} \cdot L$$

$$D = 1.626 C^{-0.38} Q^{0.38} I^{-0.205}$$

ここに D : 管径 (m)
 Q : 流量 (m³/sec)
 I : 動水勾配
 L : 管路延長 (m)
 C : 流速係数 鉄筋コンクリート管 C=130
 硬質塩ビ管PVC C=150

PVCによる中国方式による計算値とC=150としたときのヘーゼン・ウィリアムズ式による計算値がほぼ等しくなることより、ヘーゼン・ウィリアムズ式により水理計算を行う。

A 案

地点	管長 (m)	流量 (m ³ /s)	管内径 (mm)	流速 (m/s)	摩擦損失 hf (m)	全損失水頭 l. lhf(m)	水勢標高 (m)	流速水頭 (m)	水位 (m)	地盤高 (m)
A	—	0.092	287	—	—	—	77.58	—	77.58	77.58
B	340	0.092	287	1.422	1.807	1.99	75.59	0.10	75.49	74.53
調圧水槽	660	0.070	222	1.808	7.390	8.13	67.46	0.17	67.29	66.00
"	—						66.10		66.50 66.10	66.00
C	367	0.070	222	1.808	4.109	4.52	61.58	0.17	61.41	61.31
D	206	0.049	222	1.267	1.250	1.38	60.20	0.08	60.12	60.86
E	168	0.021	222	0.543	0.202	0.22	59.98	0.02	59.96	60.01

A案ではD、E地点に於いて分水位の確保が困難な状況にある。B、C区間の管径をφ300(内径287mm)として水理計算を再度行う。

B 案

地点	管長 (m)	流量 (m ³ /s)	管内径 (mm)	流速 (m/s)	摩擦損失 hf (m)	全損失水頭 l. lhf(m)	水勢標高 (m)	流速水頭 (m)	水位 (m)	地盤高 (m)
A	—	0.092	287				77.58			77.58
B	340	0.092	287	1.422	1.807	1.99	77.59	0.10	75.49	74.53
調圧水槽	660	0.070	287	1.083	2.115	2.33	73.26	0.06	73.20	66.00
"							66.10		66.50 66.10	66.00
C	367	0.070	287	1.083	1.117	1.23	64.87	0.06	64.81	61.31
D	216	0.049	222	1.266	1.250	1.38	63.49	0.08	63.41	60.86
E	168	0.021	222	0.543	0.203	0.22	63.27	0.02	63.39	60.01

以上より所要流量を安定的に確保するため、B案により導水管路の計画を行うものとする。

図5-2 セミクローズタイプ管路

ディスクバルブ (サブマージドディスクバルブ)

$$\phi \geq 19 \sqrt{\frac{Q}{Hr}} = 98\text{mm} \rightarrow 125\text{mm}$$

$Q = 70 \text{ l/sec}$
 $Hr = 7.10\text{m}$
 $Hs = 78.20 - 66.50 = 11.7\text{m} < 12.5\text{m}$

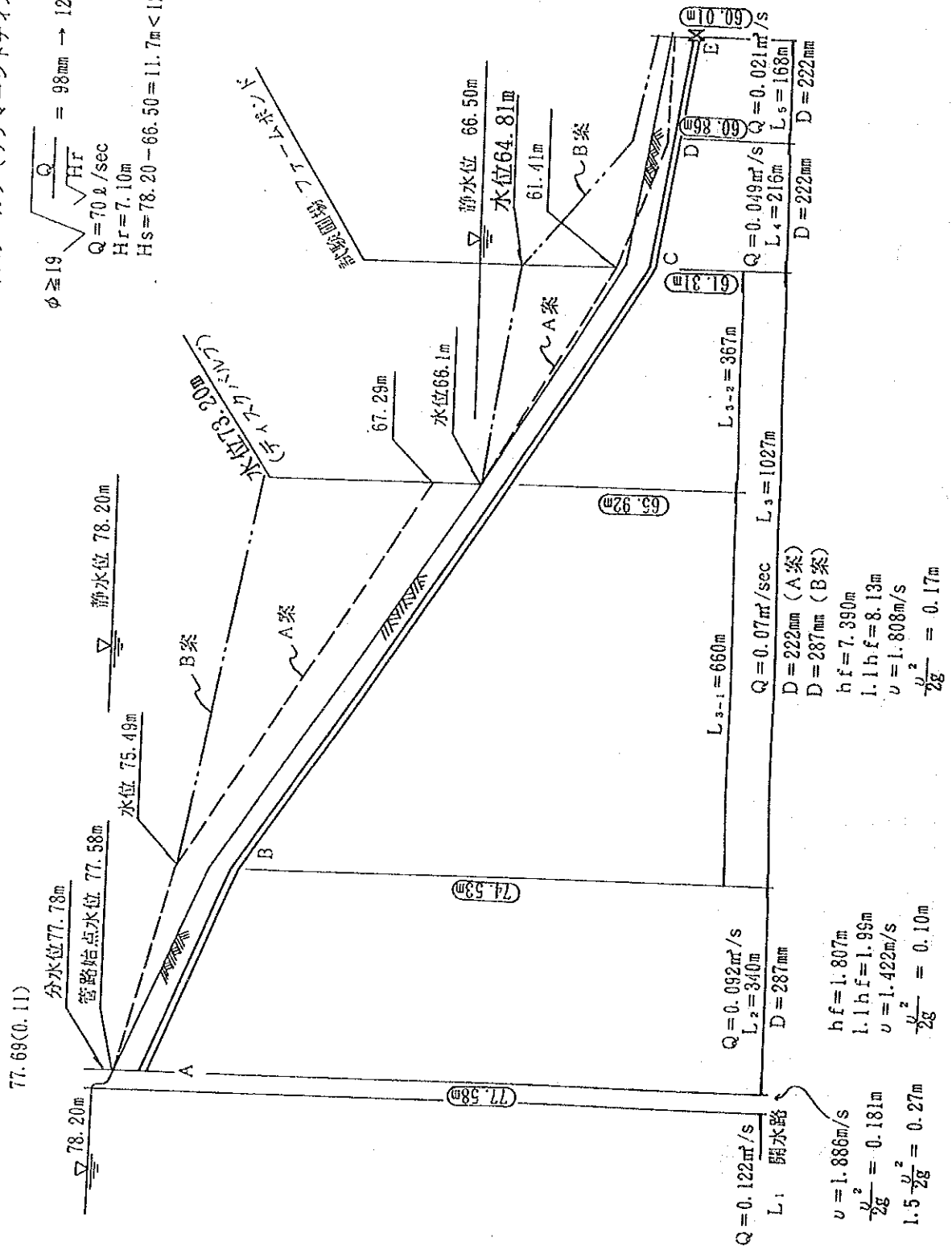
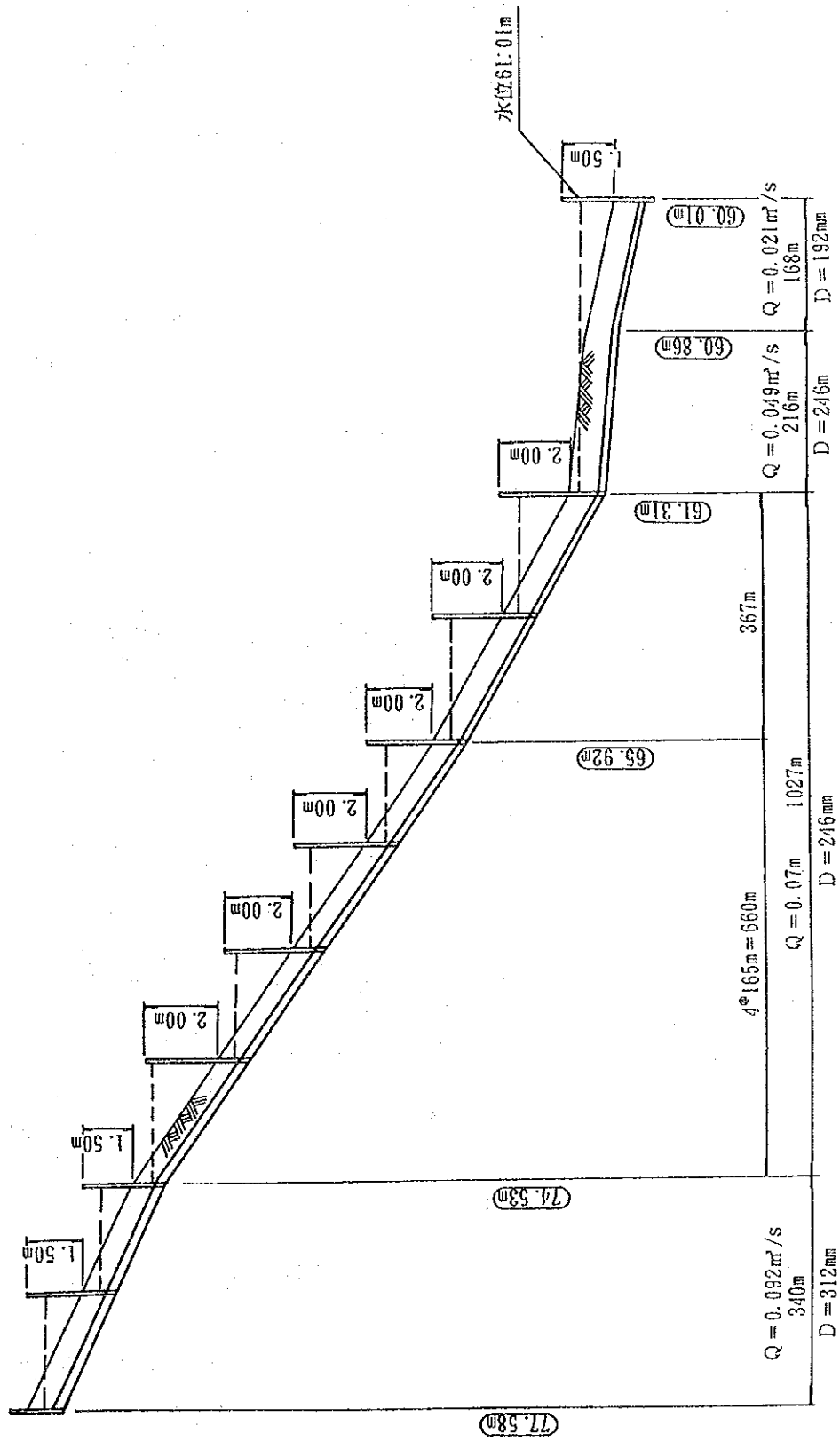


図5-3 オープンタイプ導水路



3) 調圧水槽の検討

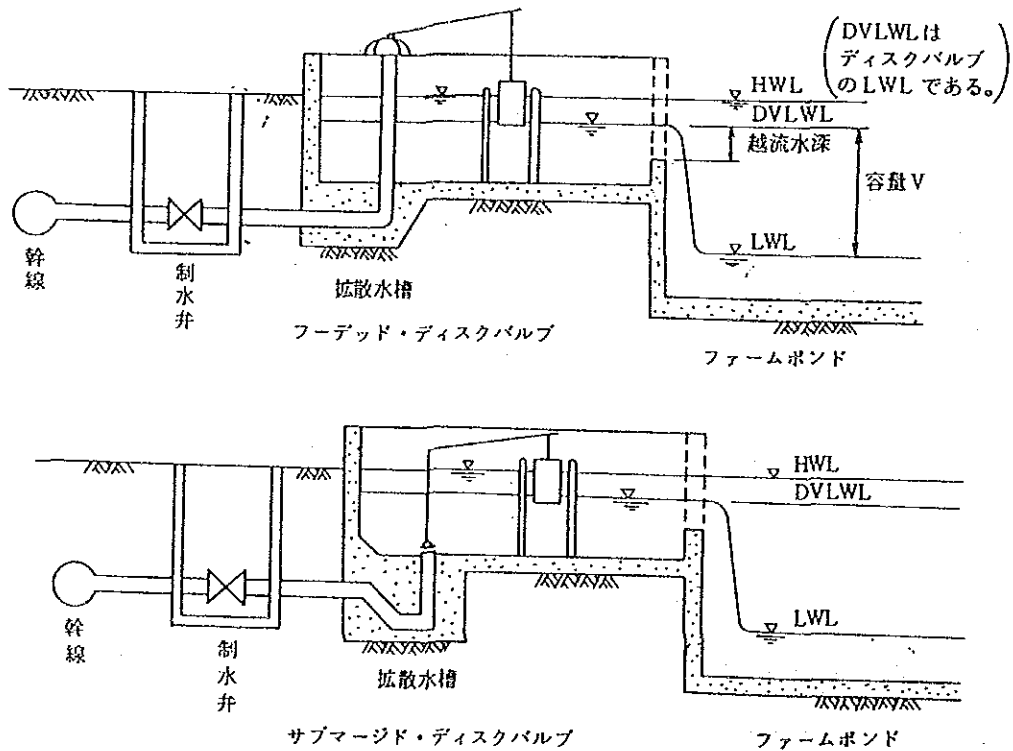
計画導水管路をクローズドタイプとすると管路末端では水撃圧も含めて、 2 kg/cm^2 (20m) の内圧が作用するため、管材の信頼性を勘案して、管路中間部に調圧水槽を設置する。減圧を効率的に行うため、日本からフロートタイプのディスクバルブを導入することとし、その規模を検討する。ディスクバルブにはフーデッドタイプとサブマージドタイプがあり、その使用範囲は以下を目安とする。

① フーデッド・ディスクバルブ

H_r (最小有効水頭) $\geq 2 \text{ m}$ 、 H_s (最大静水頭) $< 160 \sim 250 \text{ m}$

② サブマージド・ディスクバルブ

H_r (最小有効水頭) $\geq 2 \text{ m}$ 、 H_s (最大静水頭) $< 60 \text{ m}$



ディスクバルブ形分水工例

本計画管路の最大静水圧は20m以下であるので、低圧用のサブマージド・ディスクバルブを採用する。

ディスクバルブの所要口径は次式により算定する。

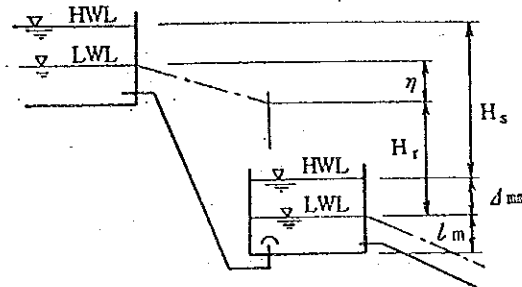
$$\phi \geq C_f \frac{Q}{H_r}$$

ここで、 ϕ : ディスクバルブ口径

C_f : 係数 サブマージドディスクバルブ $C_f=19$

Q : 流量 (ℓ/s)

H_r : 最小動水頭 (下図の通り)



水理計算書より

サブマージドタイプの場合

$$H_r = 73.20 - 66.10 = 7.10 \text{ m}$$

$$\therefore \phi \geq 19 \frac{70}{7.10} \approx 98 \text{ mm}$$

又ディスクバルブに作用する静水頭 H_s は次の通り

$$H_s = 78.20 - 66.50 = 11.70 \text{ m}$$

規格品より $\phi 125 \text{ mm/s}$ $H_s = 12.5 \text{ m}$ のバルブを選定する。

5-1-3 施設計画

試験圃場関係区間 (果樹園北端からファームポンドまで) の導水管路工470.1 mを対象とする。

a. 管路工

管路工 470.1mの区間別延長は次のとおり

果樹園北端～国道北側	383.1m
国道 (北側～南側)	26.0m
国道南側～ファームポンド	61.0m
計	470.1m

管種は、中国側施工区間を含めPVC双壁管 (天津市塑料製品機械庁) を使用する。管径は公称 $\phi 300 \text{ mm}$ (外径 315mm 内径 287.9mm) である。

ただ、中国製品では強度に対し信頼性が疑わしいため、なるべく強度のかからない計画とする。

b. 調圧水槽

果樹園の北端から下流約88mの地点に調圧水槽を設け、内圧及び衝撃作用を弱める計画とする。

減圧装置には前項で述べたようにサブマージド・ディスクバルブを採用し、減圧させる。

c. 国道横断工

横断する国道は中国の道路規格では2級公路に該当し、その規準により復元する。

横断工には、導水管路と果樹園配水本管（径80mmPB管）をまとめて鉄筋コンクリートで巻立てる計画とする。

延長は26mで同一断面とする。

本工事の内容は次のとおりである。

導水管路工内訳

総延長 470.1m

工 種	数	量	内 容
1. 果樹園～国道	延長	383.1m	PVC双壁管 管径 315mm 砂基礎
2. 国道横断工	延長	26.0m	PVC双壁管 管径 315mm 全周 鉄筋コンクリート巻立 国道 アスファルト舗装
3. 国道～ファームポンド	延長	61.0m	PVC双壁管 管径 315mm 砂基礎
4. 調圧水槽	3.6 m×2.1 m	1カ所	鉄筋コンクリート
	ディスクバルブ	1ヶ	ディスクバルブ φ 125mm
同上付属	制水バルブ	1ヶ	φ 300mm
	スルースバルブ	1ヶ	φ 300mm

5-2 普通灌漑計画

5-2-1 灌漑計画諸元

灌漑面積	2014-(13.4ha)		
灌漑方法	計画導水管路を水源とし、ファームポンドからポンプアップする。導水管路送水不能或いは地下水のみの利用計画に備えて、地区内既存井戸を活用する。圃場灌水は圃場を36区画(72ブロック)に分割し、29区画(58ブロック)をスプリンクラー散水とし、7区画(14ブロック)は地表灌漑とする。ただし地表灌漑についても試験のローテーションを考えてスプリンクラー施設は設置する。		
日消費水量	小麦	4.0mm	
間断日数	小麦	TRAM42.0/4.0 = 10.5日 → 10日	
送水効率	0.95		
適用効率	スプリンクラー灌漑	85%	
	地表灌漑	60%	
灌漑時間	小麦	13.2時間	
スプリンクラーの概	型式	ZY2 6.5/3.1	
	取付口径	33 mm	
	ノズル	6.5/3.1	
	適用圧力	30 m	
	散水量	3.39m ³ /hr	
	散水半径	18.9m→18m	
スプリンクラー配置	18m	1ラテラルライン当りのスプリンクラー本数	最多 7本
ラテラル管	脱着式アルミ管 φ80mm×6m		
立上り管	33mm×1.0m(アルミ管)		
灌漑強度	10.5mm/hr (3.39/(18×18))		
1回の灌漑時間	小麦	4.0×10/0.85/10.5=4.4時間	
ラテラルラインセット数	1日3回の移動回数とし、同時散布ラインを考慮して、1ラインでスプリンクラー本数が7本となる2ライン分を2セット(2区画分)導入する。又、予備1ライン(1区画分)を計画に入れる。		
各ブロックのスプリンクラー本数	表5-1の通りである。		
ローテーションブロック	表5-2 “		

表 5 - 1 スプリンクラー所要本数調査書

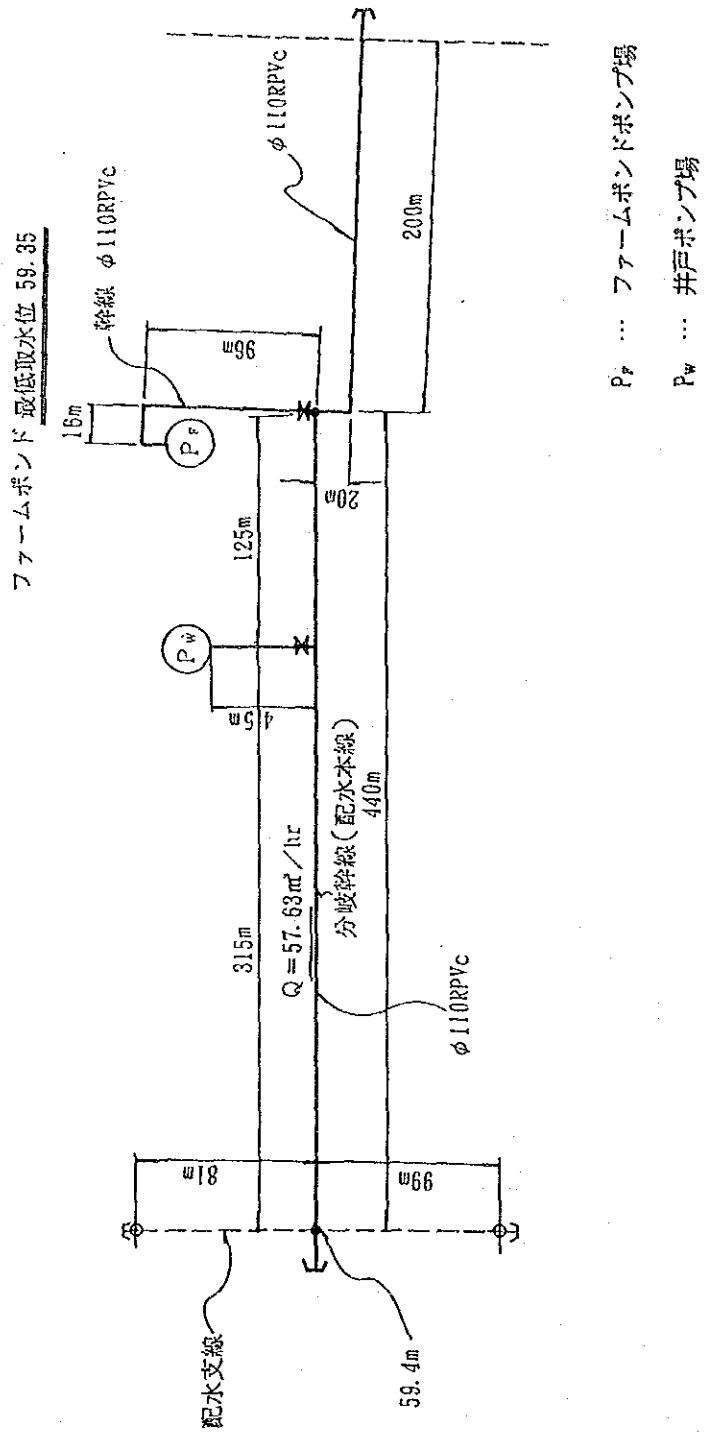
3.39 m³/hr/△f

支線 番号	スプリンクラー 所要△f 数	灌水量 m ³ /hr	支線 番号	スプリンクラー 所要△f 数	灌水量 m ³ /hr	支線 番号	スプリンクラー 所要△f 数	灌水量 m ³ /hr
1	5	16.95	25	4	13.56	49	6	20.34
2	5	16.95	26	5	16.95	50	6	20.34
3	5	16.95	27	5	16.95	51	6	20.34
4	6	20.34	28	4	13.56	52	6	20.34
5	6	20.34	29	4	13.56	53	6	20.34
6	6	20.34	30	(4) 1593 m ²		54	6	20.34
7	6	20.34	31	(4) 1575 m ²		55	6	20.34
8	6	20.34	32	(4) 1557 m ²		56	6	20.34
9	6	20.34	33	(4) 1269 m ²		57	6	20.34
10	6	20.34	34	(4) 1251 m ²		58	6	20.34
11	6	20.34	35	(4) 1233 m ²	地表灌漑	59	6	20.34
12	7	23.73	36	(4) 1541 m ²		60	6	20.34
13	7	23.73	37	(3) 1322 m ²		61	6	20.34
14	7	23.73	38	(4) 1449 m ²		62	6	20.34
15	7	23.73	39	(4) 1467 m ²		63	6	20.34
16	7	23.73	40	(4) 1485 m ²		64	6	20.34
17	7	23.73	41	(4) 1503 m ²		65	6	20.34
18	6	20.34	42	(4) 1521 m ²		66	6	20.34
19	6	20.34	43	(4) 1539 m ²		67	6	20.34
20	5	16.95	44	4	13.56	68	6	20.34
21	4	13.56	45	4	13.56	69	6	20.34
22	4	13.56	46	5	16.95	70	6	20.34
23	4	13.56	47	5	16.95	71	6	20.34
24	4	13.56	48	4	13.56	72	6	20.34

表5-2 普通畑ローテーションブロックと灌漑用水量

灌漑ローテーション		支管番号	マルチ ヘッド数	灌漑水量 (m ³ /hr)	
第1日	1	1、70、71	17	57.63	
	2	2、69、72	17	57.63	
	3	3、67、68	17	57.63	
第2日	1	4、5	12	40.68	
	2	6、7	12	40.68	
	3	8、9	12	40.68	
第3日	1	10、66	12	40.68	
	2	11、65	12	40.68	
	3	12、64	13	44.07	
第4日	1	13、63	13	44.07	
	2	14、62	13	44.07	
	3	15、61	13	44.07	
第5日	1	16、60	13	44.07	
	2	17、59	13	44.07	
	3	18、19、20	17	57.63	
第6日	1	21、57、58	16	54.24	
	2	55、56	12	40.68	
	3	22、23、54	14	47.46	
第7日	1	52、53	12	40.68	
	2	24、25、51	14	47.46	
	3	26、50	11	37.29	
第8日	1	27、28、49	15	50.58	
	2	29、47、48	13	44.07	
	3	44、45、46	13	44.07	
第9日	1	30、31	3,168m ²	21.82	畝間灌漑ブロック
	2	32、43	3,096	21.33	
	3	41、42	3,024	20.83	
第10日	1	33、34、38	3,969	27.34	
	2	35、37、39	4,022	27.71	
	3	36、40	3,026	20.85	

図 5-4 普通配水管水路模式図



5-2-2 水理設計

(1) 幹線水路 (図5-4 参照)

ヘーゼンウィリアムス公式使用

$$hf = 10.67 C^{-1.85} D^{-4.87} Q^{1.85} L$$

$$C = 150$$

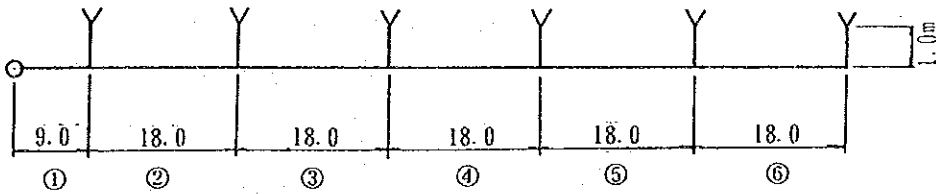
$$Q = 57.63 \text{ m}^3/\text{hr} \text{ (最大散水ブロック)} = 0.016 \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$L = 125 + 315 = 440 \text{ m}$$

	RPVC φ76	RPVC φ110	RPVC φ150
内径(mm)	φ70	φ103	φ144
幹線摩擦損失水頭			
hf ₁ (m)	22.57	3.44	0.67
分岐幹線摩擦損失水頭			
hf ₂ (m)	88.68	13.52	2.64
hf ₁ + hf ₂ (m)	111.25	16.96	3.31
局部損失			
0.1 × (hf ₁ + hf ₂)	11.13	1.70	0.33
幹線損失水頭	122.38	18.66	3.64

採用

(2) 散水支線 アルミニウム φ80mm 内径73 C=120



	流量 ℓ/sec	ℓ _i (m)	hf _i
①	5.651	9.0	0.33
②	4.709	18.0	0.47
③	3.767	18.0	0.31
④	2.825	18.0	0.18
⑤	1.883	18.0	0.09
⑥	0.942	18.0	0.02
			1.40m

立上り管 アルミニウム管 φ33 内径φ30mm、 C=120

$$l = 1.0 \text{ m}$$

$$hf = 0.10 \text{ m}$$

従って散水支線始点での必要水頭は次の通りである。

$$\frac{30.0}{\text{(遠隔圧力)}} + \frac{1.0}{\text{(立上げ高)}} + 0.10 + 1.40 = 32.5 \text{ m}$$

(3) ポンプ設備

1) ファームポンド用ポンプ

$$Q = 57.63 \text{ m}^3/\text{hr} \quad (\text{表5-2参照})$$

ポンプ全揚程

$$H = 32.5 + 18.66 + 59.4 - 59.35 + 0.79 = 52.0 \text{ m}$$

(ポンプ周辺損失)

Is 100-65-200 を選定する。

$$Q = 60 \text{ m}^3/\text{h}、\text{揚程} 54 \text{ m}、\text{ } 22 \text{ kw}$$

2) 井戸用ポンプ

幹線水路損失

$$H_f = 18.66 \frac{315 + 45}{552} = 12.17 \text{ m}$$

ポンプ全揚程

$$H = 32.5 + 12.17 \times 50/57.63 + 38.0 + 0.95 = 82.0 \text{ m}$$

(地下水位) (ポンプ周辺損失)

中国製の規格品の内から上記条件をほぼ満足する200DJ₅₀-78/6を選定する。

$$Q = 50 \text{ m}^3/\text{h}、\text{揚程} 78 \text{ m}、\text{ } 18.5 \text{ kw}$$

本機種の直近上位機種は揚程 104m、モーター出力25kwの仕様を持ち、揚程82mのときは揚水量60m³/hr 以上となり、既設井戸の安全揚水量 (50m³/hr) を大きく超過して、地下水低下による既設井戸群に大きな影響を与える。井戸からの取水は補助水源であることを勘案して、上記規格ポンプを採用する。

3) 台数の決定

中国製ポンプ機器では複数によるポンプの同時運転に難点があり、運転管理上好ましくないとのことで、1台とした。

なお、故障時に備え同規格の予備ポンプを配置する。

5-3 果樹園灌漑計画

5-3-1 灌漑計画諸元

灌漑面積	林檎園61㍔-(4.1ha)、栗園20㍔-(1.3ha)
灌漑方法	普通畑付近に設置するファームポンドよりポンプにより取水する。 又補助水源として計画地区内既存井戸に水中ポンプを設置して取水する。圃場灌水はマイクロスプリンクラーを設置して散水する。 又、液肥灌漑も可能な施設とする。
日消費水量	5.0 mm
間断日数	8日
灌漑効率	送水効率 0.95 適用効率 0.85
1回の純用水量	40.0mm(5.0×8日)
1回の粗用水量	47.1mm(5.0×8/0.85)
スプリンクラー 選定	型式 回転式マイクロヘッド 8955 取水口径 φ4 mmチューブ 適用圧力 15 m 散水量 林檎園 104 ℓ/hr 栗園 61 “ 散水直径 林檎園 13m 栗園 11m
マイクロヘッド 及び ラテラル間隔	林檎園と栗園では樹木の植栽間隔が異なることより、林檎園で6.0m×5.0m、栗園で4.0m×5.0mの配置間隔とする。図5-5、図5-6参照
灌漑強度	林檎園 3.5mm/hr (0.104 m ³ /hr/(6×5)) 栗園 3.1mm/hr (0.061/(4×5))
1日の実灌漑時間	林檎園 47.1/3.5 ≒ 14 時間 栗園 47.1/3.1 ≒ 15 時間 1日のピーク時の農作業可能時間からみて、上記1日の灌漑時間は適正である。

以上の条件より、計画地区にマイクロスプリンクラーを配置するとローテーションブロックの組合せと、各ブロックの必要灌漑水量は次表の通りである。

果樹園ローテーションブロックと灌漑用水量

日準	組合せブロック	マイクロスプリンクラー ヘッド数	ヘッド1本当り 噴出量 m^3/hr	ブロック別灌漑水量 m^3/hr
第1日	支1、支8	320	0.104	33.3
第2日	支2、支7	340	0.104	35.4
第3日	支3、支6	343	0.104	35.7
第4日	支4、支5	301	0.104	31.3
第5日	支9、支12	352	0.061	21.5
第6日	支10、支11	308	0.061	18.8
		1,964		

5-3-2 水理検討

(1) 幹線水路 (図5-7参照)

水理状況よりローテーション1日目と2日目につき損失水頭を算定する。

$$Q_1 = 33.3 \text{ m}^3/\text{hr} = 0.0093 \text{ m}^3/\text{sec} \text{ (ローテーション1日目)}$$

$$Q_2 = 35.4 \text{ m}^3/\text{hr} = 0.0098 \text{ m}^3/\text{sec} \text{ (ローテーション2日目)}$$

$$D = 0.08 \text{ m} : \text{PE管 } \phi 80 \text{ mm 使用 (C=150)}$$

$$L_{1-1} = 196 \text{ m}, L_{1-2} = 180 \text{ m}, L_{2-1} = 114 \text{ m}$$

$$L_{1-1} = 196 \text{ m}, L_{1-2} = 180 \text{ m}, L_{2-2} = 29 \text{ m}$$

$Q = 0.0093 \text{ m}^3/\text{sec}$ のとき

$$\text{摩擦損失水頭 } hf_1 = 7.56$$

$$hf_2 = 6.94$$

$$hf_3 = 4.40$$

$$hf = \sum hf_i = 18.90$$

$$\text{局部損失水頭 } 0.1hf = 1.89$$

$$\text{計} \quad 20.79$$

$Q = 0.0098 \text{ m}^3/\text{sec}$ のとき

$$\text{摩擦損失水頭 } hf_1 = 8.32$$

$$hf_2 = 7.64$$

$$hf_3 = 1.23$$

$$hf = \sum hf_i = 17.19$$

$$\text{局部損失水頭 } 0.1hf = 1.72$$

$$\text{計} \quad 18.91$$

図5-5 リンゴ園の散水状況図

樹目：リンゴ
 $104 \text{ t/h} / (6.0 \times 5.0) = 3.43 \text{ t/h/m}^2$

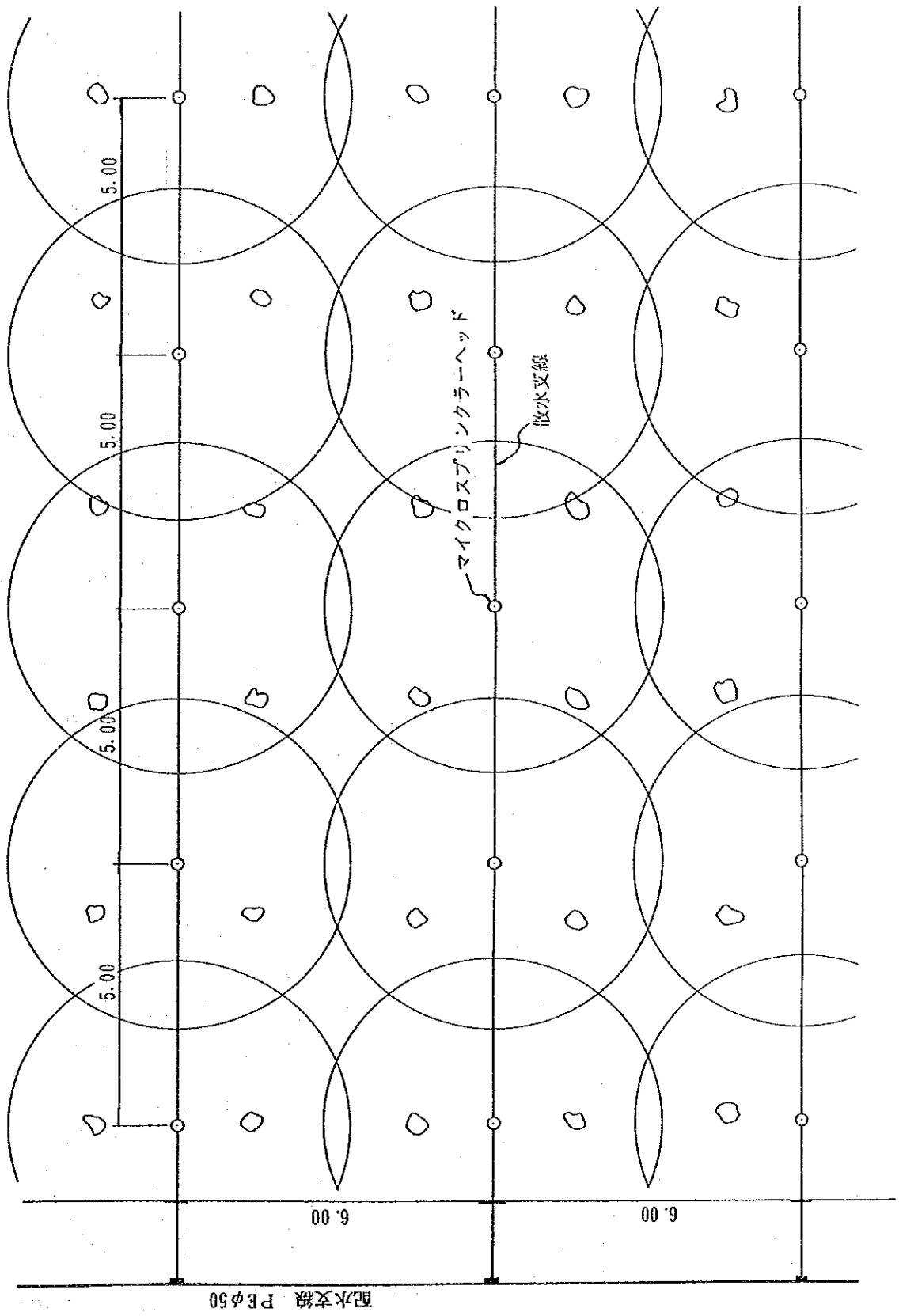


図5-6 栗園の散水状況図

樹目：栗

$$61 \text{ t/h} / (4.0 \times 5.0) = 3.05 \text{ t/h/m}^2$$

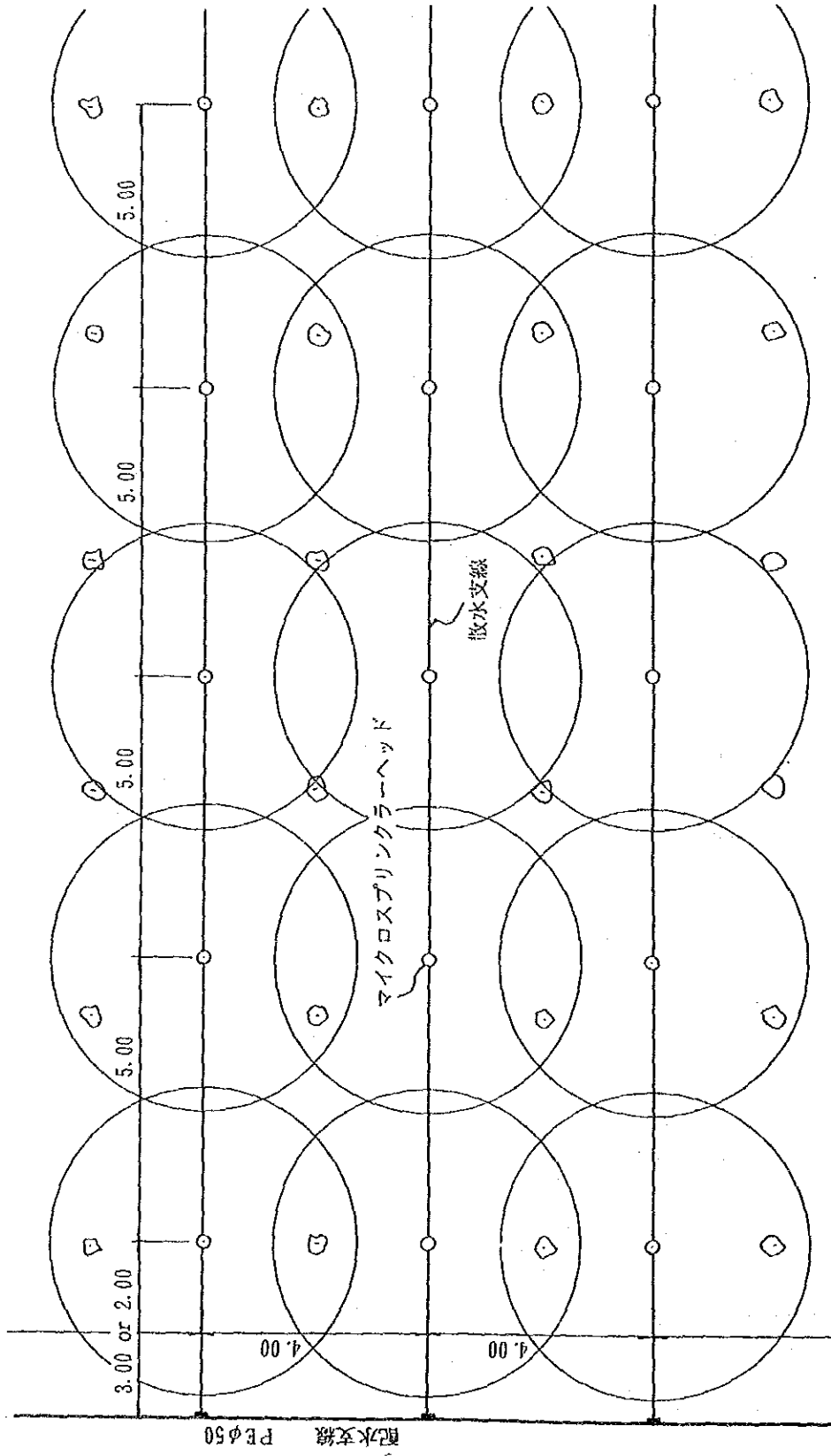
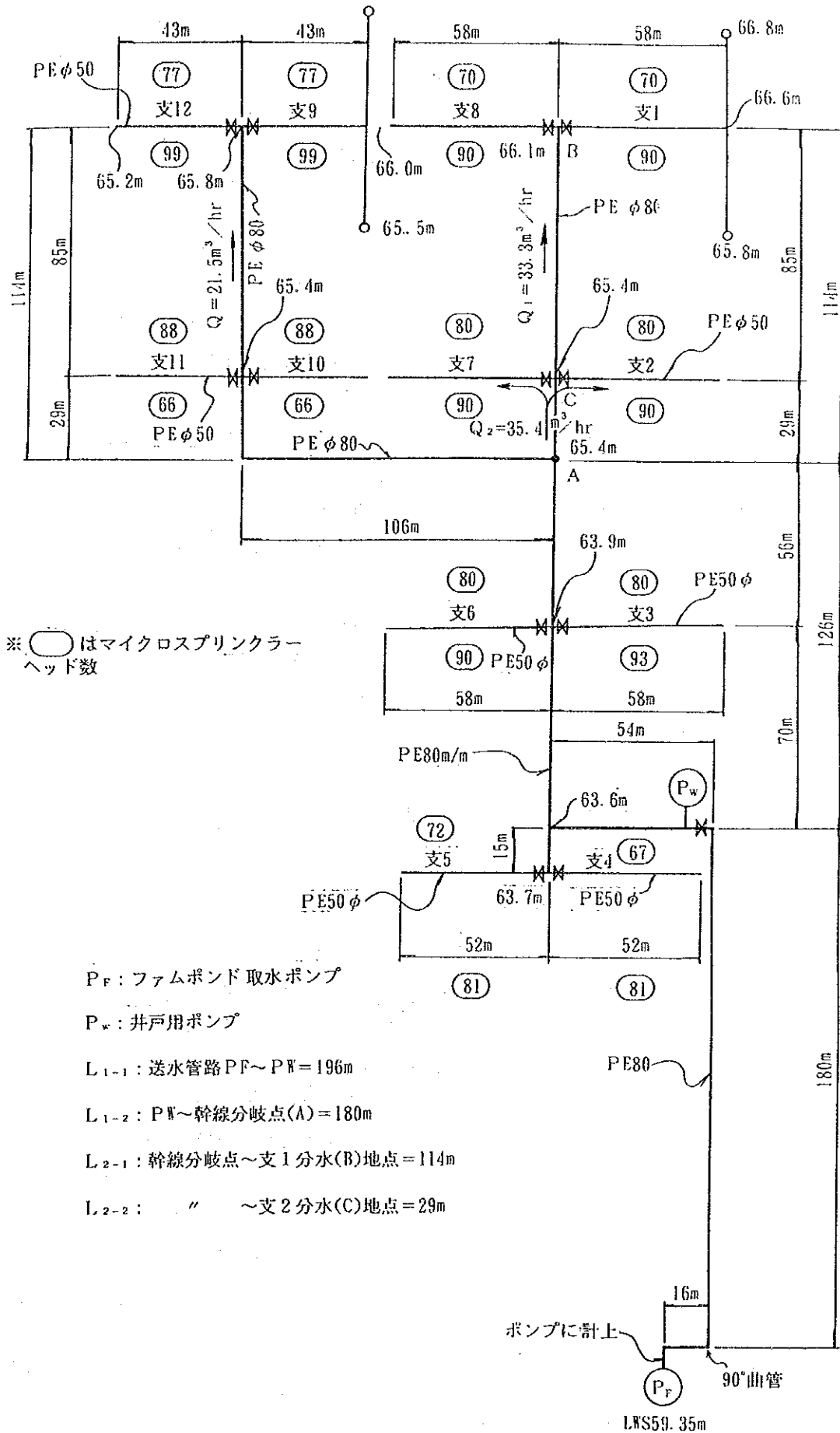
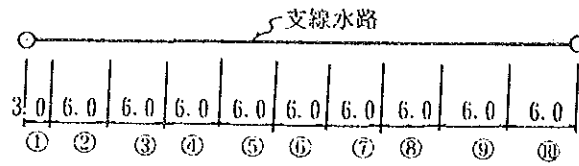


図5-7 果樹園配管図



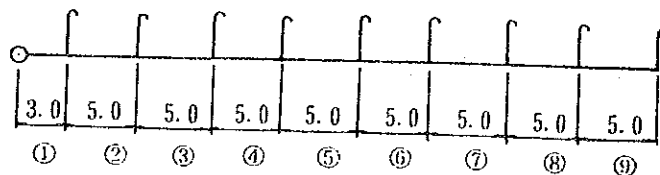
(2) 支線水路



PE管50mm使用

流量 Q (m^3/hr)	摩擦損失水頭 h_{fi} (m)
① 16.64 (0.00462 m^3/s)	0.31
② 14.976 (0.00416 ")	0.52
③ 13.312 (0.00370 ")	0.41
④ 11.648 (0.00324 ")	0.32
⑤ 9.984 (0.00277 ")	0.24
⑥ 8.320 (0.00231 ")	0.17
⑦ 6.656 (0.00185 ")	0.12
⑧ 4.992 (0.00139 ")	0.07
⑨ 3.328 (0.000924 ")	0.03
⑩ $0.104 \times 16 = 1.664$ (0.000462 ")	0.01
Σh_{fi}	2.20 m

(3) 散水支線



散水支線摩擦損失水頭

PE管φ15mmを使用する。

	流量 m ³ /hr (m ³ /sec)	摩擦損失水頭 h _f i (m)	
		φ15	φ20
①	0.946(0.000263)	0.55	0.14
②	0.842(0.000234)	0.74	0.18
③	0.738(0.000205)	0.58	0.14
④	0.624(0.000173)	0.42	0.10
⑤	0.520(0.000144)	0.30	0.07
⑥	0.416(0.000116)	0.20	0.05
⑦	0.312(0.0000867)	0.12	0.03
⑧	0.208(0.0000578)	0.06	0.02
⑨	0.104(0.0000289)	0.02	0.01
	Σ h _f i	2.99	0.74

(採用)

立上がり管の損失水頭

PE管φ4mmを使用

流量 Q = 0.104 m³/hr = 0.0000289 m³/s

長さ ℓ = 2.0 m

hf = 1.29

散水支線始点で必要な水頭

H_s = 15.00 + 1.0 + 1.29 + 2.99 + (65.8 - 66.6) = 19.48m

(翻水圧) (スプリンクラー設置高)

(4) ポンプ設備

1) ファームポンド用ポンプ

所要流量 Q = 35.7 m³/hr

全揚程 H = 19.48 + 2.20 + 20.79 + (66.60 - 59.35) + 1.28 = 51m

(支線水路損失)

(ポンプ周辺損失)

Is80-50-200を選定すれば

Q = 50 m³/hr、H = 50m、モーター出力15kw

2) 井戸用ポンプ

流量 Q = 33.3 m³/hr

(最端部)

全揚程

$$H=19.48 + 2.20 + 20.79 \times \frac{180 + 114}{196 + 180 + 114} + (66.1 - 63.6) + \frac{38.3 + 1.05}{\text{(地下水位) (ポンプ揚程損失)}} = 76\text{m}$$

水中ポンプ 200QJ32-78/6

流量 32m³/hr、揚程 78m、モーター出力 13.0kw

中国製品の規格より上記条件をほぼ満足するポンプを採用した。

3) 台数の決定

普通畑に述べたとおりの理由で各ポンプ場とも1台とする。

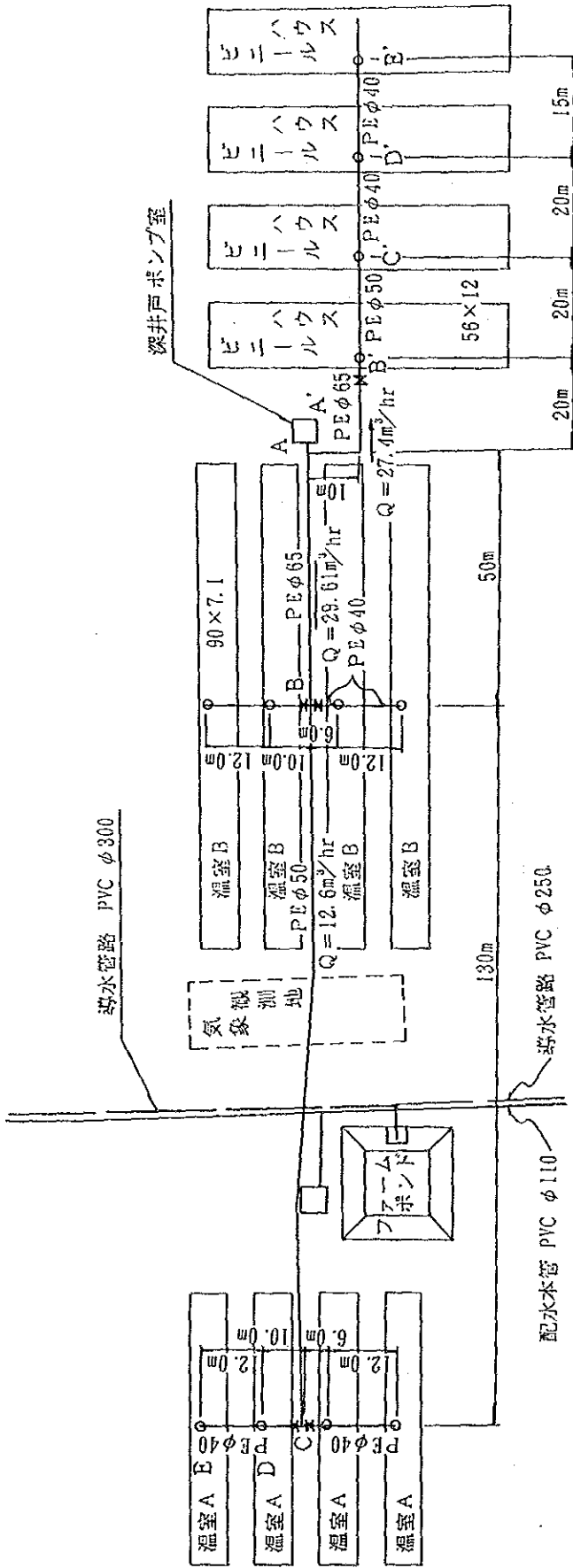
なお、故障時に備え、同規格の予備ポンプを配置する。

5-4 野菜温室灌漑計画

5-4-1 灌漑計画諸元

灌漑面積	10ha(0.6ha)	温室A	4棟(7.1×50)
		温室B	4棟(7.1×90)
		ビニハウス	4棟(12×56)
灌漑方法	水源としては地区内既存井戸にポンプを設置して取水する。圃場への灌水は点滴灌漑で行う。尚、温室Aの1棟には花の栽培が行われることも勘案して、マイクロ・スプリンクラーも併設する。		
日消費水量	7.0mm		
間断日数	4日 (TRAM 29.3/7.0)		
適用効率	点滴		0.90
	マイクロスプリンクラー		0.85
1日の純用水量	28mm(7.0×4)		
1日の粗用水量	31.1mm(28/0.9)		
	32.9mm(28/0.85)		
ドリップ選定	型式	多孔ホース	
	チューブ口径	25mm	
	吐出量	12ℓ/h/ m	
	トリガー 間隔	0.30m	
	適用圧力	15m	
マイクロスプリンクラー 選定	型式	ミスト式 7755	
	取付口径	4 mm	
	散水量	61 ℓ/hr	
	適用圧力	15m	
配置間隔	点滴：点滴ホースを1m間隔で配置する。		
	マイクロスプリンクラー：	3.5m×3.5 m	
システム総流量	点滴	3150 ℓ/hr	
	マイクロ	1708 ℓ/hr	
散布面積	点滴	} 6.60×50= 330m ²	
	マイクロ		
散水強度	点滴	9.54 ℓ/hr	
	マイクロ	5.18 ℓ/hr	
1日の実灌漑時間	点滴	3.3 hr	
	マイクロ	6.4 hr	

図5-8 温室・ビニールハウス配管図



灌漑ローテーションブロック

対象温室、ビニールハウス	送水量
温室A1~4、温室B1~3	29.61m³/hr
温室B4、ビニールハウス4棟	33.07m³/hr

所要送水量	点滴灌水量	3.5ℓ/h
温室A	$0.0035 \times 18 \times 50$	$= 3.15 \text{ m}^3 / \text{hr} / \text{棟}$
温室B	$0.0035 \times 18 \times 90$	$= 5.67 \text{ m}^3 / \text{hr} / \text{棟}$
ビニールハウス	$0.0035 \times 89 \times 11 \times 2$	$= 6.85 \text{ m}^3 / \text{hr} / \text{棟}$

5-4-2 水理検討

(1) 幹線水路損失水頭 (図5-8参照)

温室Aに送水する管路

	流 量	管 径	区間延長 (m)	摩擦損失 (hf)
A~B	29.61 m ³ /hr = 0.0082 m ³ /s	φ65	50	4.20
B~C	12.60 " = 0.0035 "	φ50	130	8.11
C~D	6.30 " = 0.00175 "	φ40	10	0.51
D~E	3.15 " = 0.00088 "	φ40	12	0.17
摩擦損失水頭	Σ h _f i			12.99
局部損失水頭	0.1 Σ h _f i			1.30
全損失水頭				14.29

ビニールハウスに送水する管路

	流 量	管 径 (mm)	区間延長 (m)	摩擦損失 (hf)
A'~B'	27.4 m ³ /hr = 0.0076 m ³ /s	φ65	30	7.85
B'~C'	20.55 " = 0.0057 "	φ50	20	3.07
C'~D'	13.70 " = 0.0038 "	φ50	20	1.45
D'~E'	6.75 " = 0.0019 "	φ40	15	0.90
摩擦損失水頭	Σ h _f i			13.27
局部損失水頭	0.1 Σ h _f i			1.33
全損失水頭				14.60m

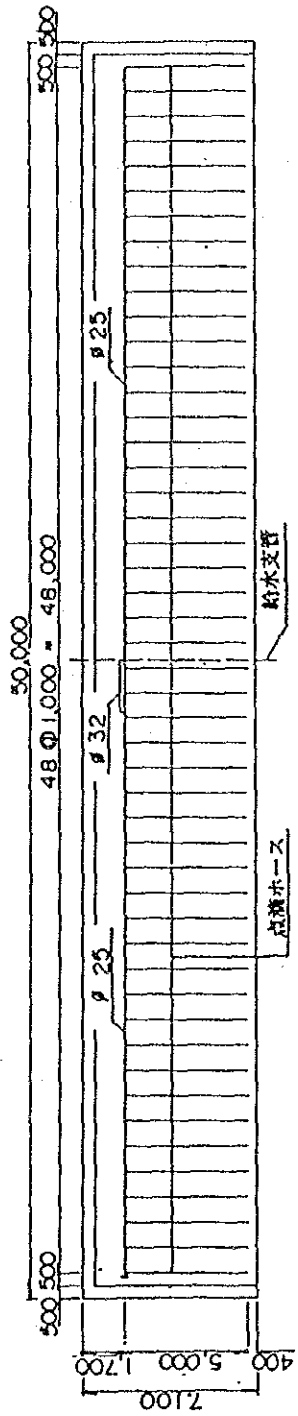
(2) 温室、ビニールハウス内配管損失水頭

温室の室内配管については温室の平面形状から、配管の水理特性及び営農上の作業性を勘案して、図5-9、図5-10のように、温室Aは2タイプ及び温室Bは3タイプの配管を行い、その水理特性の把握、灌漑効果の適正化に資するものとする。尚、温室Aでは花の栽培を考慮して、4棟のうち1棟にマイクロスプリンクラーを点滴配管と併設して設置する。又ビニールハウス内の配管は図5-11のような形状とする。

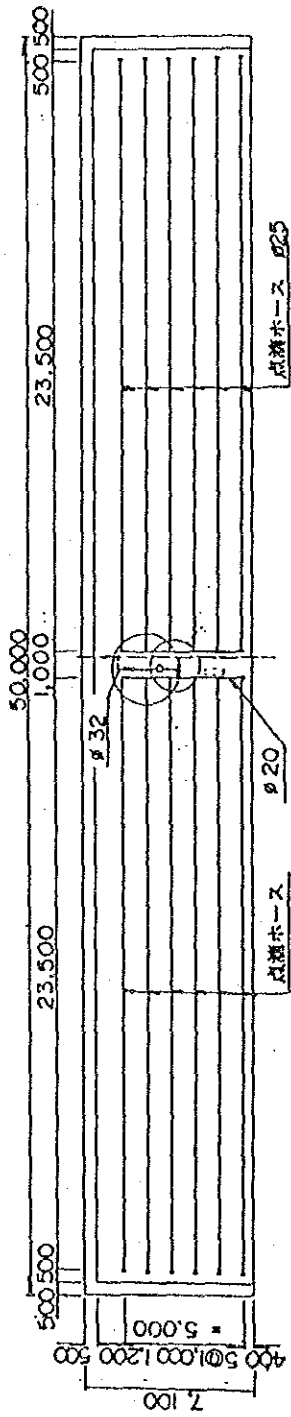
室内配管の水頭損失の検討を行うに当っては、温室A、B共に配管形状として最も典型的なタイプIについて水理計算を行うこととした。

図5-9 温室 A 50m×7.1m

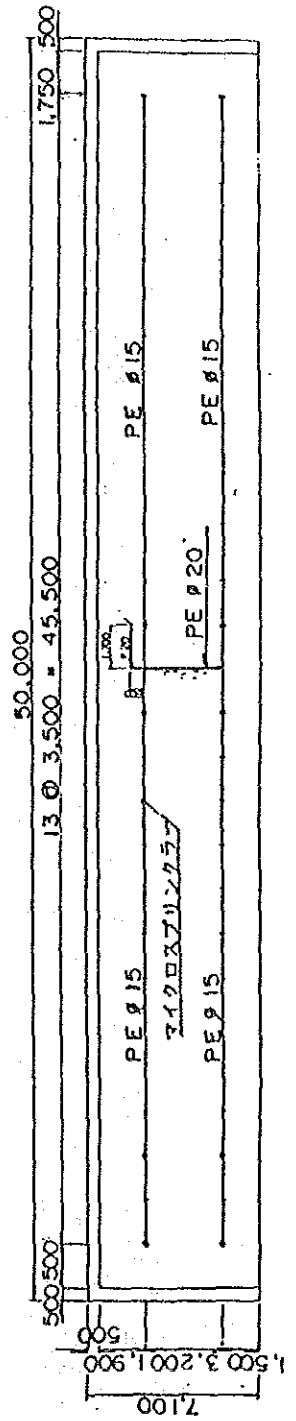
点滴配管TYPE I (2棟)



点滴配管TYPE II (2棟)



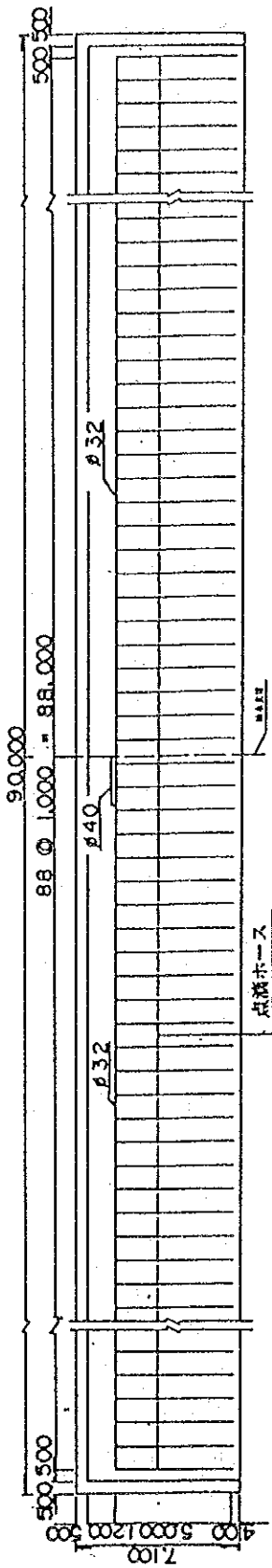
マイクロスプリンクラ配管 (1棟)



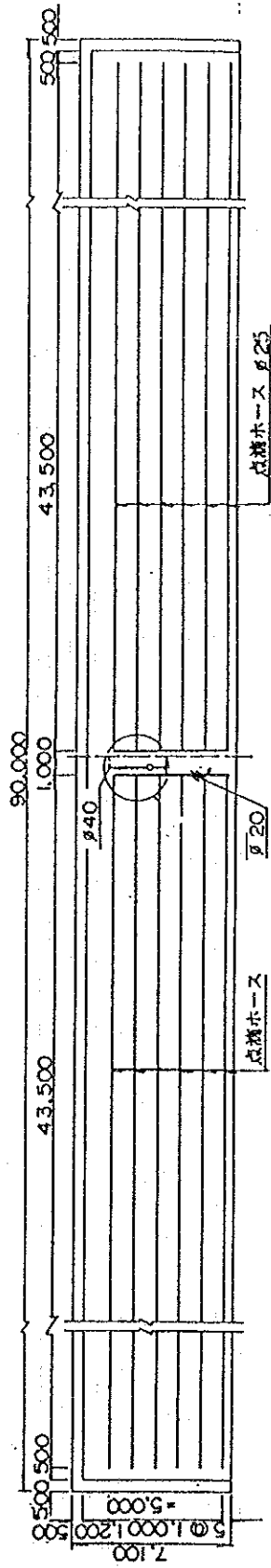
※ 2棟のうち1棟の屋根にとりつける。

図5-10 温室 B 9.0m x 7.1m

点滴配管TYPE I (2棟)



点滴配管TYPE II (1棟)



点滴配管TYPE III (1棟)

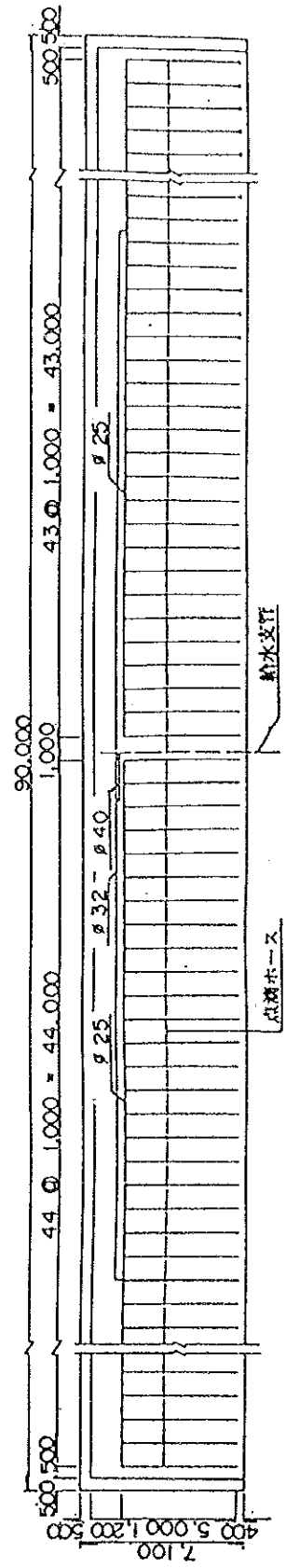
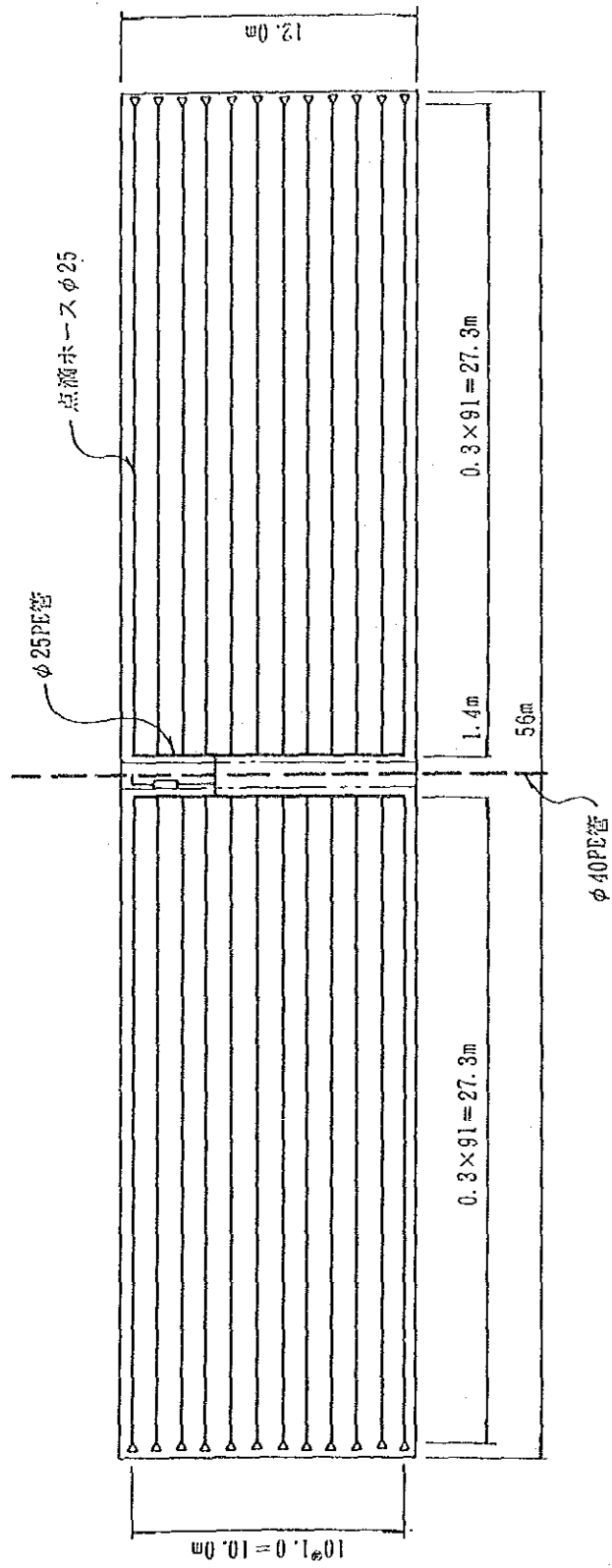


図5-11 ビニールハウス (かまぼこ型) 56.0m × 12.0m



点滴管路及び分水支管のように多数の分水口があり、連続的に流量が変化する管路の平均摩擦損失水頭は次式により与えられる。

$$\bar{hf}_l = C_1 hf_l$$

ここに \bar{hf}_l : 流入口から最末端に至る平均摩擦損失水頭 (m)

$$C_1 : \text{平均流速係数} = \frac{1}{1+m} = \frac{1}{1+1.85} = 0.351$$

hf_l : ヘーゼンウィリアムス公式により得られる摩擦損失水頭

1) 温室A

a) 点滴管 (3.5 ℓ/hr/散布口 ≒ 12 ℓ/hr/m)

$$Q = 3.5 \times 18 = 63 \text{ ℓ/hr} = 0.063 \text{ m}^3/\text{hr} (0.0000175 \text{ m}^3/\text{s})$$

$$D = 10 \text{ mm} = 0.01 \text{ m}$$

$$L = 5.4 \text{ m}$$

$$C = 140$$

$$\begin{aligned} \bar{hf}_{l_1} &= 0.351 \times 6.287 \times 10^6 \times \left(\frac{63/60}{140} \right)^{1.85} \times \frac{5.4}{10^{4.87}} \\ &= 0.02 \text{ m} \end{aligned}$$

b) 分水支管

$$Q = 0.063 \times 25 = 1.575 \text{ m}^3/\text{hr} (0.0004375 \text{ m}^3/\text{s})$$

$$D = 26 \text{ mm} = 0.026 \text{ m}$$

$$L = 24.5 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \bar{hf}_{l_2} &= 0.351 \times 6.287 \times 10^6 \times \left(\frac{1575/60}{140} \right)^{1.85} \times \frac{24.5}{20^{4.87}} \\ &= 0.38 \text{ m} \end{aligned}$$

c) 分岐連絡管

$$Q = 1.575 \times 2 = 3.15 \text{ m}^3/\text{hr} (0.000875 \text{ m}^3/\text{s})$$

$$D = 32 \text{ mm}$$

$$L = 5.0$$

$$hf_l = 0.24 \text{ m}$$

d) 全損失水頭

摩擦損失水頭

$$\Sigma hf = 0.02 + 0.38 + 0.24 = 0.64$$

局部損失水頭

$$0.64 \times 0.2 = 0.13 \text{ m}$$

全損失水頭

$$0.64 + 0.13 = 0.78 \text{ m}$$

適用散布圧力を15mとすると分岐連絡管始点での所要水頭は次の通りである。

$$15 + 0.78 = 15.78 \text{ m}$$

2) 温室B

a) 点滴管

$$hf_1 = 0.02 \text{ m}$$

b) 分水支管

$$Q = 0.063 \times 45 = 2.835 \text{ m}^3/\text{hr} (0.0007875 \text{ m}^3/\text{s})$$

$$D = 32 \text{ mm}$$

$$L = 45 \text{ m}$$

$$hf_1 = 0.62 \text{ m}$$

c) 分岐連絡管

$$Q = 5.67 \text{ m}^3/\text{hr} (0.00175 \text{ m}^3/\text{s})$$

$$D = 0.04 \text{ m}$$

$$L = 5.0 \text{ m}$$

$$hf_1 = 0.29$$

d) 全損失水頭

全摩擦損失水頭

$$\Sigma hf \ell = 0.02 + 0.62 + 0.29 = 0.93 \text{ m}$$

局部損失水頭

$$0.93 \times 0.2 = 0.19 \text{ m}$$

全損失水頭

$$0.93 + 0.19 = 1.12 \text{ m}$$

分岐連絡管始点に於ける所要水頭

$$15.0 + 1.12 = 16.12 \text{ m}$$

3) ビニールハウス

a) 点滴管

$$Q = 3.5 \times 89 = 0.3115 \text{ m}^3/\text{hr} (0.0000865 \text{ m}^3/\text{s})$$

$$D = 16 \text{ mm} = 0.016 \text{ m}$$

$$L = 26.7 \text{ m}$$

$$hf_1 = 0.18 \text{ m}$$

b) 分水支管

$$Q = 0.3115 \times 12 = 3.738 \text{ m}^3/\text{hr} (0.00104 \text{ m}^3/\text{s})$$

$$D = 0.032$$

$$L = 10.0 \text{ m}$$

$$hfl_2 = 0.23 \text{ m}$$

c) 分岐連絡管

$$Q = 7.476 \text{ m}^3/\text{hr} = 0.00208$$

$$D = 0.04 \text{ m}$$

$$L = 5.0 \text{ m}$$

$$hfl = 0.40 \text{ m}$$

d) 全損失水頭

全摩擦損失水頭

$$0.18 + 0.23 + 0.40 = 0.81 \text{ m}$$

局部損失水頭

$$0.81 \times 0.2 = 0.16 \text{ m}$$

全損失水頭

$$0.81 + 0.16 = 0.97 \text{ m}$$

分岐連絡管始点に於ける所要水頭

$$15.0 + 0.97 = 15.97 \text{ m}$$

(3) ポンプ設備

水源を既設井戸とすると、その地下水位は次の通り

$$= -38.0 \text{ m}$$

温室Aに送水する場合

$$\text{揚水量 } Q = 29.61 \text{ m}^3/\text{hr}$$

$$\text{全揚程 } H = 15.78 + 14.29 + 38.0 + 0.93 = 69.0 \text{ m}$$

ビニールハウスに送水する場合

$$\text{揚水量 } Q = 33.07 \text{ m}^3/\text{hr}$$

$$\text{全揚程 } H = 15.97 + 14.60 + 38.0 + 1.43 = 70.0 \text{ m}$$

上記条件をほぼ満足する中国製ポンプ200J32-78/6を選定する。

流量32 m³/hr、揚程78m、モーター出力 13.0kw

5-5 灌漑施設工計画

灌漑施設工には、パイプラインと灌漑機器で構成される。

1) パイプライン

ファームポンド及び既存井戸に設けられたポンプ室より普通畑、果樹園、野菜温室への配水管（埋設）で配水本線、配水支線、散布支管からなる。

2) 灌漑機器

普通畑はスプリンクラー（ZY-2）により、果樹園はマイクロスプリンクラー（8955）、野菜温室は点滴（多孔管）と1棟にマイクロスプリンクラー（ミスト式7755）を併設し灌漑する。普通畑には止水弁、空気弁、給水栓、止水栓を設け果樹園には分土工（止水弁、流量計、調圧弁、フィルター）、止水弁工、空気弁、止水栓等を備える。

野菜温室の温室A、温室B、ビニールハウスの各棟には止水弁、流量計、調圧弁、空気弁、フィルターを配置する。

又、温室Aは2タイプの配管とし、温室Bは3タイプの配管とする。

果樹園と野菜温室には夫々施肥タンクを備える。

本施設の内容は次のとおりである。

灌漑施設工内訳

工 種	数 量	内 容
1. 普通畑		
配水本線（埋設）	配管延長 840m	管種：RPVC 管径：110mm（外径）
	止水弁 4ヶ	100mm用
	給水栓 36ヶ	75mm用
	止水栓 4ヶ	100mm用
	空気弁 2ヶ	100mm用
散布支管（移動）	延長 480m	管種：アルミ管 管径：76mm（長6m）
	末端止水栓 4ヶ	
	立上り管(耕機) 28ヶ	管径：33mm（長1m）
	スプリンクラー 28ヶ	ZY-2 ノズル 6.5/3.1 適用圧力 30m 散水量3.39m ³ /h 散水半径18.9m

工 種	数 量	内 容
2. 果樹園		
配水本線 (埋設)	配管延長 725m	管種 : PE管 管径 : 80mm
	止水弁工 4カ所	80mm用
	空気弁 3ヶ	80mm
配水支線 (埋設)	配管延長	管種 : PE管
	管径50mm 600m	
	〃 15mm 9.660m	
	〃 4mm 3.928m	
	止水栓 12ヶ	50mm用
	〃 244ヶ	15mm用
	分水工 12カ所	
	止水弁 φ50	
	流量計 φ50	
	調圧弁 φ50	
	フィルター 2吋	
	マイクロスプリンクラーヘッド	No.8955型 適用圧力 15m
	林檎 1296ヶ	散水量104ℓ/h 散水径 13m
	栗 668ヶ	〃 61ℓ/h 〃 11m
	施肥タンク 2台	
3. 野菜温室		
配水本管 (埋設)	配管延長	管種 : PE管
	管径 65mm 80m	
	〃 50 150m	
	〃 40 115m	
	止水弁工 5カ所	50mm用 止水弁 5ヶ
	〃 4ヶ	40mm用 〃 20ヶ
	空気弁 2ヶ	65mm用
配水支管		
1)温室(A) 4棟分	配管延長	管種 : PE管
	管径 30mm 2m	
	〃 25mm 96m	
	〃 20mm 20m	

工 種	数 量	内 容		
(マイクロプリンター) 1棟分	点滴多孔管	1044m	管径25mm { 吐出量 12ℓ/h/m 適用圧力 15m トリップ-間隔 0.3m	
	止水栓	4ヶ		25mm用
	”	4ヶ		20mm用
	止水弁	4ヶ	32mm用	
	フィルター	4ヶ	1吋用	
	流量計	4ヶ	32mm用	
	調圧弁	4ヶ	32mm用	
	配管延長		管種：PE管	
	管径 15mm	91m		
	管径 20mm	3.2m		
	” 25mm	9.3m		
	止水栓	4ヶ	15mm	
	マイクロプリンター	28ヶ	ミスト式 No.7755 散水量61ℓ/h適用圧力15m	
	止水弁	1ヶ	32mm用	
”	1ヶ	25mm用		
2)温室(B) 4棟分	配管延長		管種：PE管	
	管径 32mm	220m		
	” 25mm	97m		
	点滴多孔管	1857m	管径 25mm	
	止水栓	4ヶ	32mm用	
	”	8ヶ	25mm用	
	止水弁	4ヶ	40mm用	
	フィルター	4ヶ	1吋用	
	流量計	4ヶ	40mm用	
	調圧弁	4ヶ	40mm用	
3)ビニールハウス 4棟分	配管延長		管種：PE管	
	管径 40mm	12m		
	” 25mm	88m		
	点滴多孔管	2512m	管径 25mm	
	止水栓	16ヶ	25mm用	
	止水弁	4ヶ	40mm用	
	フィルター	4ヶ	1吋用	
	流量計	4ヶ	40mm用	
	調圧弁	4ヶ	40mm用	
	施肥タンク	2台		

5-6 加圧ポンプ工計画

当施設には、4カ所の施設で構成される。

- ① 普通畑及び果樹園兼用ポンプ室とそれに必要なポンプ施設
- ② 普通畑用地下水ポンプ室及びポンプ施設
- ③ 果樹園用地下水ポンプ室及びポンプ施設
- ④ 野菜温室用地下水ポンプ室及びポンプ施設

ポンプ室は、壁をレンガ積み、屋根は鉄筋コンクリートとする。

各ポンプ室の規模は次のとおり。

①は 6.0m×4.0 m ②～④は 3.7m×2.5 m

ポンプ施設は、①のファームポンドよりの揚水は片吸込渦巻ポンプとし、②～④は既存井戸からの揚水で水中ポンプとなる。

本工事の内容は次のとおり

工 種	数 量	内 容
1. ポンプ室		
① 普通畑兼果樹園ポンプ用	1棟 建坪 24㎡ 6m×4m	壁 珪藻、珪 鉄筋コンクリート 室内照明付き
②～④地下水ポンプ用	3棟 建坪 9.25㎡ 3.7m×2.5m	壁 珪藻、珪 鉄筋コンクリート 室内照明付き
2. ポンプ施設		
① 普通畑(ファームポンド)	陸上型 IS100-65-200 片吸込渦巻ポンプ 1台 電動機 1台	{ 口径 100mm 揚程 54m 揚水量 60㎡/h 22kw
② 果樹園(ファームポンド)	陸上型 IS 80-50-200 片吸込渦巻ポンプ 1台 電動機 1台	{ 口径 80mm 揚程 50m 揚水量 50㎡/h 15kw
③ 普通畑 (地下水)	水中型 200QJ50-78/6 水中ポンプ 1台 電動機 1台	{ 口径 100mm 揚程 78m 揚水量 50㎡/h 18.5kw
④ 果樹園 (地下水)	水中型 200QJ32-78/6 水中ポンプ 1台 電動機 1台	{ 口径 80mm 揚程 78m 揚水量 32㎡/h 13kw
⑤ 野菜温室(地下水)	水中型 200QJ32-78/6 水中ポンプ 1台 電動機 1台	{ 口径 80mm 揚程 78m 揚水量 32㎡/h 13kw
3. 付属機器		
① 普通畑(ファームポンド) a.	吸込管 鋳鉄管	管径 100mm 11m
b.	圧力計、流量計、止水弁、逆止弁各1ヶ	管径 100mm用
c.	配電盤、起動機 各1台	

工 種	数 量	内 容
② 果樹園 (ファームポンド)	a. 吸込管 鋳鉄管 b. ①に同じ c. ①に同じ	管径 80mm 13.1m 管径 80mm用
③ 普通畑(地下)	a. 吐出管 鋳鉄管 b. ①に同じ c. ①に同じ	管径 100mm 35.9m 管径 100mm用
④ 果樹園(地下)	a. 吐出管 鋳鉄管 b. ①に同じ c. ①に同じ	管径 80mm 41.9m 管径 80mm用 "
⑤ 野菜温室(地下)	a. 吐出管 鋳鉄管 b. 流量計 逆弁、止弁、各1ヶ 圧計 2ヶ フィルター 2ヶ 電動弁 1ヶ c. ①に同じ	管径 80mm 40.3m 管径 80mm用 2吋用 ZYG-3型 全自動

5-7 ファームポンド工計画

5-7-1 計画の目的

上位幹線水路の通水時間と末端での灌漑時間が異なる。そこで末端での灌漑休止時間中の幹線水路の通水量を一時貯留することにより、幹線水路の通水容量や管理損失を減少させ、送水管理を容易にするとともに、逆に末端での水利用に対する幹線送水管理の制限を緩和する機能をもたせることができる。したがってファームポンドは末端での水利用の自由度を大きくする役目をもっている。又、ポンプでの送、配水制御を円滑にする。

本計画では、普通畑及び果樹園に対する配水施設として設ける。

5-7-2 ファームポンド容量

幹線水路の通水時間と実灌漑時間との時間差を調整する。

(1) 日最大消費水量による。

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

D : 日最大消費水量	普通畑 (小麦)	4.0mm
	果樹園	5.0mm
E _f : 灌漑効率	0.85 × 0.95 = 0.808	
T : 実灌漑時間	普通畑	13.2時間
	果樹園	14時間
A : 圃場面積	普通畑	13.4 ha
	果樹園	5.4 ha

$$\text{普通畑用 } V_1 = 4/0.808 \times 10/24 \times (24-13.2) \times 13.4 = 299 \text{ m}^3$$

$$\text{果樹園用 } V_2 = 5/0.808 \times 10/24 \times (24-14) \times 5.4 = 139 \text{ m}^3$$

$$\text{計 } V = V_1 + V_2 = 438 \text{ m}^3$$

しかし、実際には普通畑と果樹園の日最大消費水量は同時には発生しない。又、雨期には有効雨量があることから、最大用水量は発生しない。

(2) 月別日消費水量の最大月 (6月) による

$$\text{普通畑用 (とうもろこし) } V_1 = 3/0.808 \times 10/24 (24-13.2) \times 13.4 = 224 \text{ m}^3$$

$$\text{果樹園用 } V_2 = 5/0.808 \times 10/24 (24-14) \times 5.4 = 139 \text{ m}^3$$

$$\text{計 } V = V_1 + V_2 = 363 \text{ m}^3$$

(3) 最大消費水量月（6月）の日消費水量

普通畑	日消費水量	3mm	面積	13.4ha	消費水量	402m ³
果樹園	"	5mm	"	5.4 ha	"	270 m ³
計				672 m ³		

ファームポンドの容量を 672m³の60%とすれば 403m³となる。

上記各種計算よりファームポンド容量は余裕をみて 438m³とする。

5-7-3 施設計画

構造は中国の施工例を参照し、経済性、工事の難易度、耐久性等を考慮し、台形掘り込み式コンクリート張りとする。

余裕高はライニング部0.5 m 盛土部 0.3mの計 0.8mとした。

付帯構造物として、導水管路工からの導水施設には、サブマージドディスクバルブを使用し、流入量を自動制御する方法を採用した。

又、余水吐も設けて、不測の事故に対処することとした。

本工事の内容は次のとおりである。

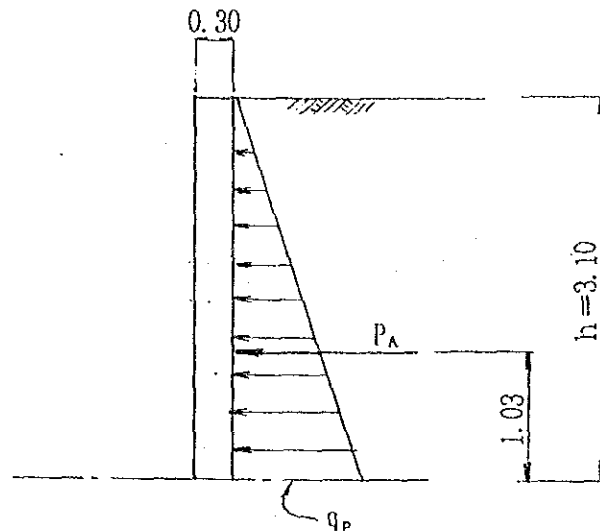
ファームポンド工 内訳

工 種	数 量	内 容
1. ファームポンド	1カ所	コンクリート張り
	底面積 12.0m×12.0m	貯水量 438m ³
	コンクリート張り高さ 2.5m	
2. 導水施設工	用地面積 24.3m×24.3m	用地面積 590m ²
	流入工 1カ所	鉄筋コンクリート
	4.35m×2.1 m	
	ディスクバルブ 1ヶ	管径 125mm
	制水弁室 1カ所	
	制水弁 1ヶ	管径 200mm
	鋼管 L= 3m	管径 200mm
3. 揚水施設工	吸水槽 1カ所	鉄筋コンクリート
	4.35m×3.1 m	
	スクリーン(鋼製) 1ヶ	
4. 余水吐工	余水吐 1カ所	鉄筋コンクリート
	4.55m×2.4 m	
	鉄筋コンクリート管 ℓ = 72m	管径 300mm

5-7-4 構造設計

(1) 吸水槽

1) 側壁



土圧強度

$$q = K_A \gamma \cdot h$$

土の内部摩擦 $\phi = 30^\circ$ として

$$K_A = \tan^2 \phi = \tan^2 30^\circ = 0.333$$

$$q_p = 0.333 \times 1.8 \times 3.10 = 1.858 \text{ t/m}^2$$

主働土圧

$$P_A = 1/2 \times q \times h = 1/2 \times 1.858 \times 3.10 = 2.88 \text{ t/m}$$

側壁底面に作用する曲げモーメントの計算

$$M_p = 1/3 \cdot P_A \cdot h$$

$$= 1/3 \times 2.88 \times 3.10 = 2.97 \text{ t} \cdot \text{m}$$

剪断力

$$S_p = P_A = 2.88 \text{ t/m}$$

所要断面厚 d と鉄筋量 A_s

$$d = C_1 \sqrt{M/b}$$

コンクリートの曲げ圧縮応力度 $\sigma_{ca} = 70 \text{ kg/cm}^2$

鉄筋の引張応力度 $\sigma_{ca} = 1800 \text{ kg/cm}^2$

とすれば $C_1 = 0.297$

$$d = 0.297 \sqrt{29700/100} = 16.2 \text{ cm} < 25 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{M}{\sigma_{ca} \cdot 7/8 \cdot d} = \frac{297000}{1800 \times 7/8 \times 25} = 7.45 \text{ cm}^2$$

$$D16@200\text{mm} \text{で配置すれば } A_s = 9.9 \text{ cm}^2$$

応力度計算

$$P = \frac{A_s}{b \cdot d} = \frac{9.9}{100 \times 25} = 0.00396$$

$$K = \sqrt{2n P + (nP)^2} - n P$$

$$= \sqrt{2 \times 15 \times 0.00396 + (15 \times 0.00396)^2} - 15 \times 0.00396 = 0.290$$

$$j = 1 - K/3 = 1 - 0.290/3 = 0.903$$

$$\sigma_c = 2M/K \cdot j \cdot d \cdot d^2 = 2 \times 297000 / 0.290 \times 0.903 \times 100 \times 25^2$$

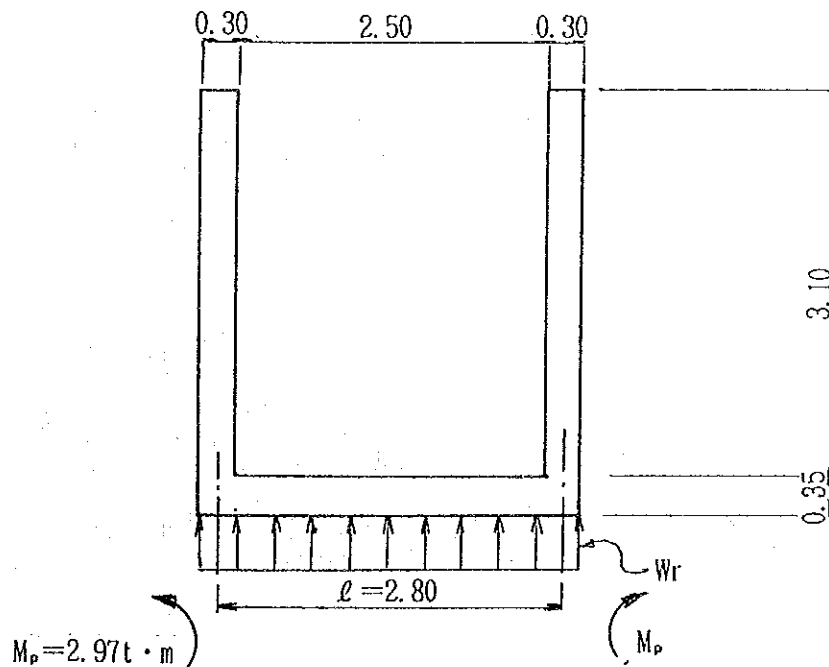
$$= 36.3 \text{ kg/cm}^2 < 70 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_c = M/p \cdot j \cdot d \cdot d^2 = 297000 / 0.00396 \times 0.903 \times 100 \times 25^2$$

$$= 1329 \text{ kg/cm}^2 < 1800 \text{ kg/cm}^2$$

$$\tau_c = S/d \cdot j \cdot d = 2880/100 \times 0.903 \times 25 = 1.3 \text{ kg/cm}^2 < 19 \text{ kg/cm}^2$$

2) 底版



底版応力 $W\gamma$

$$W\gamma = 0.30 \times 3.10 \times 2.4 \times 2/3.10 = 1.44 \text{ t/m}$$

曲げモーメント

底版端部

$$M_e = -W\gamma \cdot \ell^2 / 12 - M_p = -1.44 \times 2.8^2 / 12 - 2.97 = -3.911 \text{ t} \cdot \text{m}$$

底版中央

$$M_c = W\gamma \cdot \ell^2 / 24 - M = 1.44 \times 2.8^2 / 24 - 2.97 = -2.500 \text{ t} \cdot \text{m}$$

剪断力

$$S_c = W\gamma \cdot \ell / 2 = 1.44 \times 2.80 / 2 = 2.02 \text{ t/m}$$

所要断面厚(d) と曲げモーメント(M)

底版端部で検討する。

$$d = 0.297 \times 391100 / 100 = 18.6 \text{ cm} < 30 \text{ cm}$$

$$A_s = 39.1100 / 1800 \times 7/8 \times 30 = 8.3 \text{ cm}^2$$

$$D16@200 \text{ に配置すれば } A_s = 9.9 \text{ cm}^2 \rightarrow \text{ok}$$

応力度計算

$$P = \frac{A_s}{b \cdot d} = \frac{9.9}{100 \times 30} = 0.0033$$

$$K = \sqrt{2 \times 15 \times 0.0033 + (15 \times 0.0033)^2} - 15 \times 0.0033 \\ = 0.269$$

$$j = 1 - 0.269/3 = 0.910$$

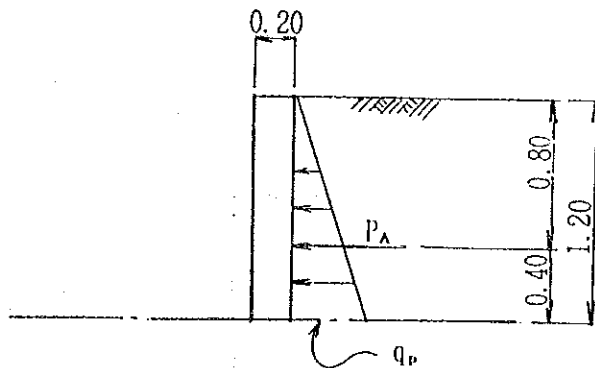
$$\sigma_c = \frac{2 \times 391100}{0.269 \times 0.91 \times 100 \times 30^2} = 35.5 \text{ kg/cm}^2 < 70 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_s = \frac{391100}{0.0033 \times 0.910 \times 100 \times 30^2} = 1447 \text{ kg/cm}^2 < 1800 \text{ kg/cm}^2$$

$$\tau_c = \frac{2020}{100 \times 0.910 \times 30} = 0.8 \text{ kg/cm}^2 < 19 \text{ kg/cm}^2$$

(2) 余水吐

1). 側壁



土圧強度

$$PA = 1/2 \times 0.333 \times 1.8 \times 1.20^2 = 0.43t/m$$

曲げモーメント

$$MP = 1/2 \times 0.43 \times 1.20 = 0.172 t \cdot m$$

剪断力

$$SP = PA = 0.43t/m$$

所要断面厚(d) と必要鉄筋量(As)

$$d = 0.297 \sqrt{17200/100} = 3.9 \text{ cm} < 15\text{cm}$$

$$Ms = \frac{17200}{1800 \times 7/8 \times 15} = 0.73 \text{ cm}^2$$

D13 @200 で配置すれば 6.35 cm² → ok

応力度計算

$$P = \frac{6.35}{100 \times 15} = 0.00423$$

$$K = \sqrt{2 \times 15 \times 0.00423 + (15 \times 0.00423)^2} - 15 \times 0.00423 = 0.298$$

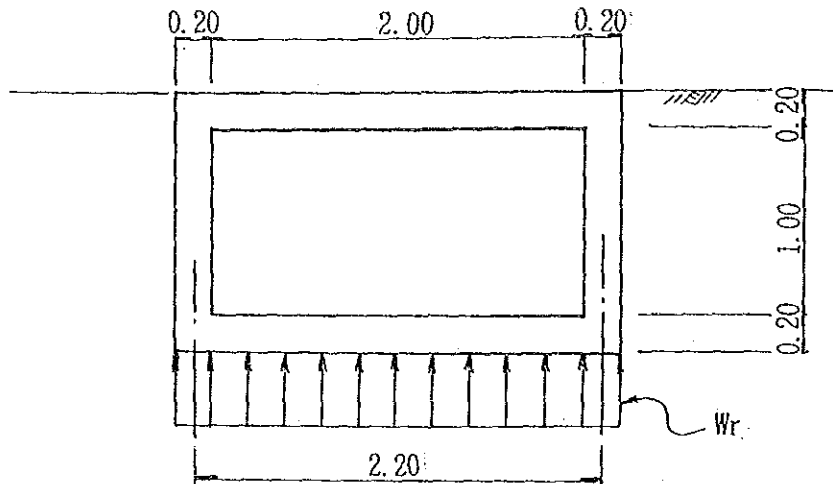
$$j = 1 - 0.298/3 = 0.901$$

$$\sigma_c = \frac{2 \times 17200}{0.298 \times 0.901 \times 100 \times 15^2} = 5.6 \text{ kg/cm}^2 < 70 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_s = \frac{17200}{0.00423 \times 0.901 \times 100 \times 15^2} = 201 \text{ kg/cm}^2 < 1,800 \text{ kg/cm}^2$$

$$\tau_c = \frac{430}{100 \times 0.901 \times 15} = 0.34 \text{ kg/cm}^2 < 19 \text{ kg/cm}^2$$

2) 底版



底版反力 W_r

$$W_r = \frac{1.00 \times 0.20 \times 2.4 \times 2}{240} = 0.20 \times 2.4 = 0.88 \text{ t/m}^2$$

曲げモーメント

底版端部

$$M_e = -\frac{0.88 \times 2.2^2}{12} - 0.172 = -0.527 \text{ t} \cdot \text{m}$$

$$M_c = \frac{0.88 \times 2.2^2}{24} - 0.172 = -0.005 \text{ t} \cdot \text{m}$$

$$S_c = \frac{0.88 \times 2.2}{2} = 0.97 \text{ t/m}$$

所要断面厚(d) と鉄筋量 (As)

$$d = 0.297 \sqrt{52700/100} = 6.8 \text{ cm} < 15 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{52700}{1800 \times 7/8 \times 15} = 2.23 \text{cm}^2$$

D13 @200 とすれば6.35cm²

応力度計算

$$P = \frac{6.35}{100 \times 15} = 0.00423$$

$$K = 0.298$$

$$j = 0.901$$

$$\sigma_c = \frac{2 \times 52700}{0.298 \times 0.901 \times 100 \times 15^2} = 17.4 \text{kg/cm}^2 < 70 \text{kg/cm}^2$$

$$\sigma_s = \frac{52700}{0.00423 \times 0.901 \times 100 \times 15^2} = 615 \text{kg/cm}^2 < 1,800 \text{kg/cm}^2$$

$$\tau_c = \frac{970}{100 \times 0.901 \times 15} = 0.7 \text{kg/cm}^2 < 19 \text{kg/cm}^2$$

5-8 野菜温室計画

4-2の計画内容に述べる如く、日本的な恒久温室とは異なり、屋根部はビニールで被覆し毎年交換する形態となる。

5-8-1 温室の分類と構造

中国では構造上から次のように分類する。

a. 温室

北側にレンガ造りの壁を設け、屋根の一部 1.0~1.5 mをコンクリート板、或いは板等で造り、他はビニールシート($t=0.15\text{mm}$)で地面迄被覆する。

ビニールシートの支保工は鋼管、丸鋼、軽量形鋼等、種々の組み合わせで、メーカーにより材料の寸法は異なる。夏期の強い日光を遮光するためのカーテン付きもある。

標準的な規模は幅7m、長さ50mである。

本計画では2種類のタイプとし、夫々4棟ずつ建造する。

Aタイプ

規模は幅7.1mで長さは50mとする。

仕様は北側の壁はレンガ積とし、北側屋根はコンクリート板と保温板により、支柱は鋼管(3吋)を用いる。上部及び北側部はビニールシートで覆う。カーテン付とする。

Bタイプ

規模は幅7.1mで、長さは90mとする。

仕様は北側の壁はAタイプと同様にレンガ積とし、北側屋根は、桁、梁、野地板とも木製で、壁土で覆い、支柱はコンクリート(四角)である。

その他はA型とほぼ同じ形態であるが、材質は劣る。カーテンは無し

b. ビニールハウス

骨組みは、カマボコ型をなし、鋼管、軽量形鋼、丸鋼等で造られ、その上をビニールシートで全面被覆している。出入口の扉も枠は鋼製でビニール張りである。保温性は温室よりは劣る。

本計画の規模は、幅12m(標準的)で長さ56mとし、4棟建造する。

5-8-2 材料の強度

各棟共、270kgの載荷重に耐えられ、風速22~27m/sの風圧31kg/m²、積雪23.8kg/m²に対しても安全な強度を有するものとする。

5-8-3 施設計画

温室は、温室（A）、温室（B）、ビニールハウスの3タイプで各4棟ずつを計画する。詳細の構造は設計図を参照し、メーカーに施工図を作成させる。

野菜温室工 内訳

工 種	数 量	内 容
1. 温室（A）	4棟 建坪 355㎡ 7.1m×50m	北側壁：レンガ積 基礎：コンクリート板、保温板 支柱、梁：鋼材 屋根：ビニールシート（0.15mm） 同支保：鋼材 カーテン付
2. 温室（B）	4棟 建坪 639㎡ 7.1m×90m	北側壁：レンガ積 北側屋根：木材、壁土 同梁、桁：木材 支柱：コンクリート 屋根：ビニールシート（0.15mm） 同支保：鋼材
3. ビニールハウス	4棟 建坪 672㎡ 12m×56m	屋根：鍍ビニールシート（0.15mm） 同支保：鋼材