

国際協力事業団

タイ王国
農業協同組合省
王立灌漑局

バンパコン川防潮水門建設計画調査 ベーシックデザインレポート

主報告書

平成5年2月

株式会社 三祐コンサルタンツ

表紙裏
CR(3)
93-23

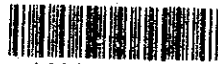
国際協力事業団

タイ王国
農業協同組合省
王立灌漑局

バンパコン川防潮水門建設計画調査
ベーシックデザインレポート

主報告書

JICA LIBRARY



1105428151

25076

1993年2月

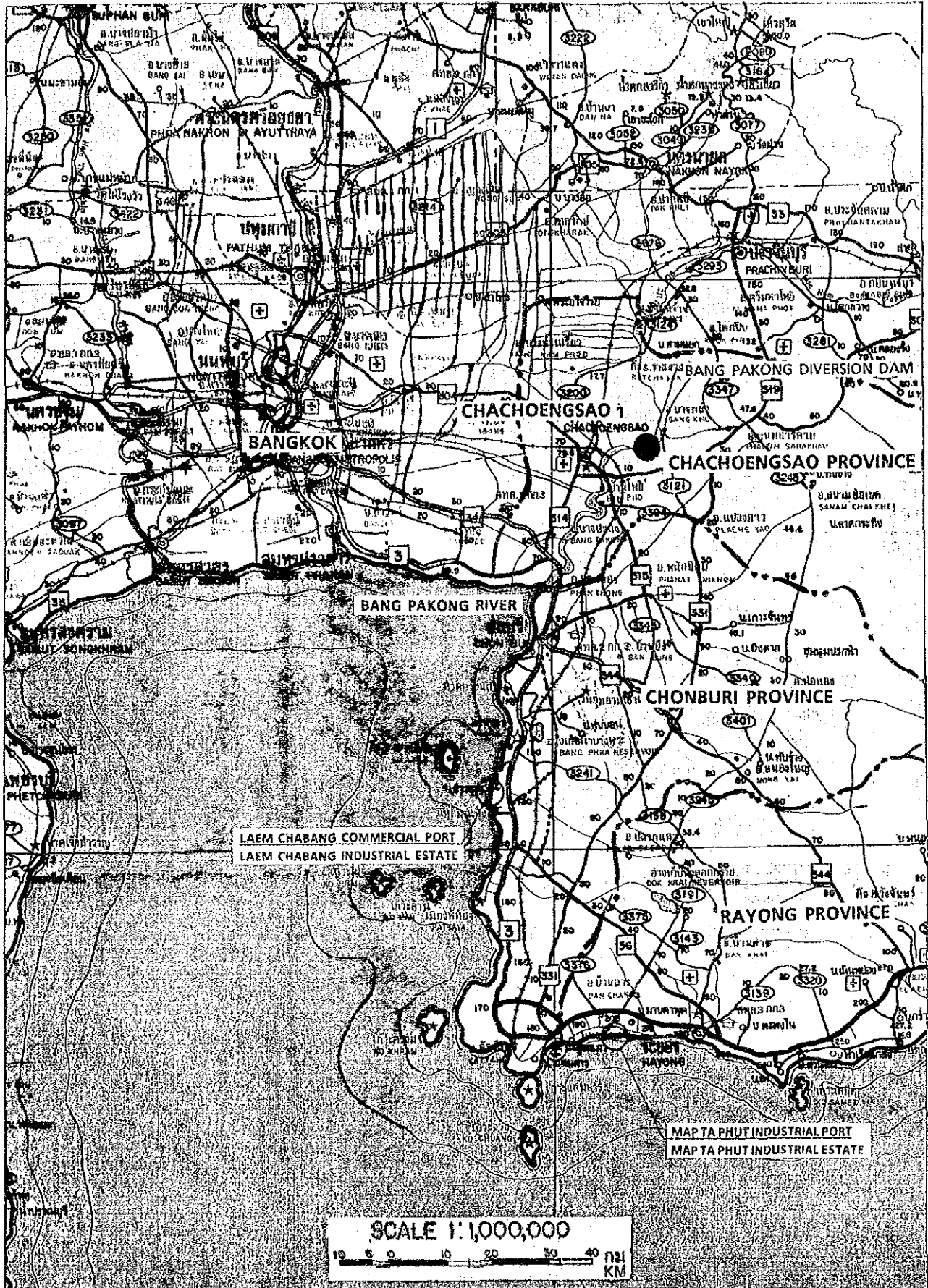
株式会社 三祐コンサルタンツ

国際協力事業団

25076

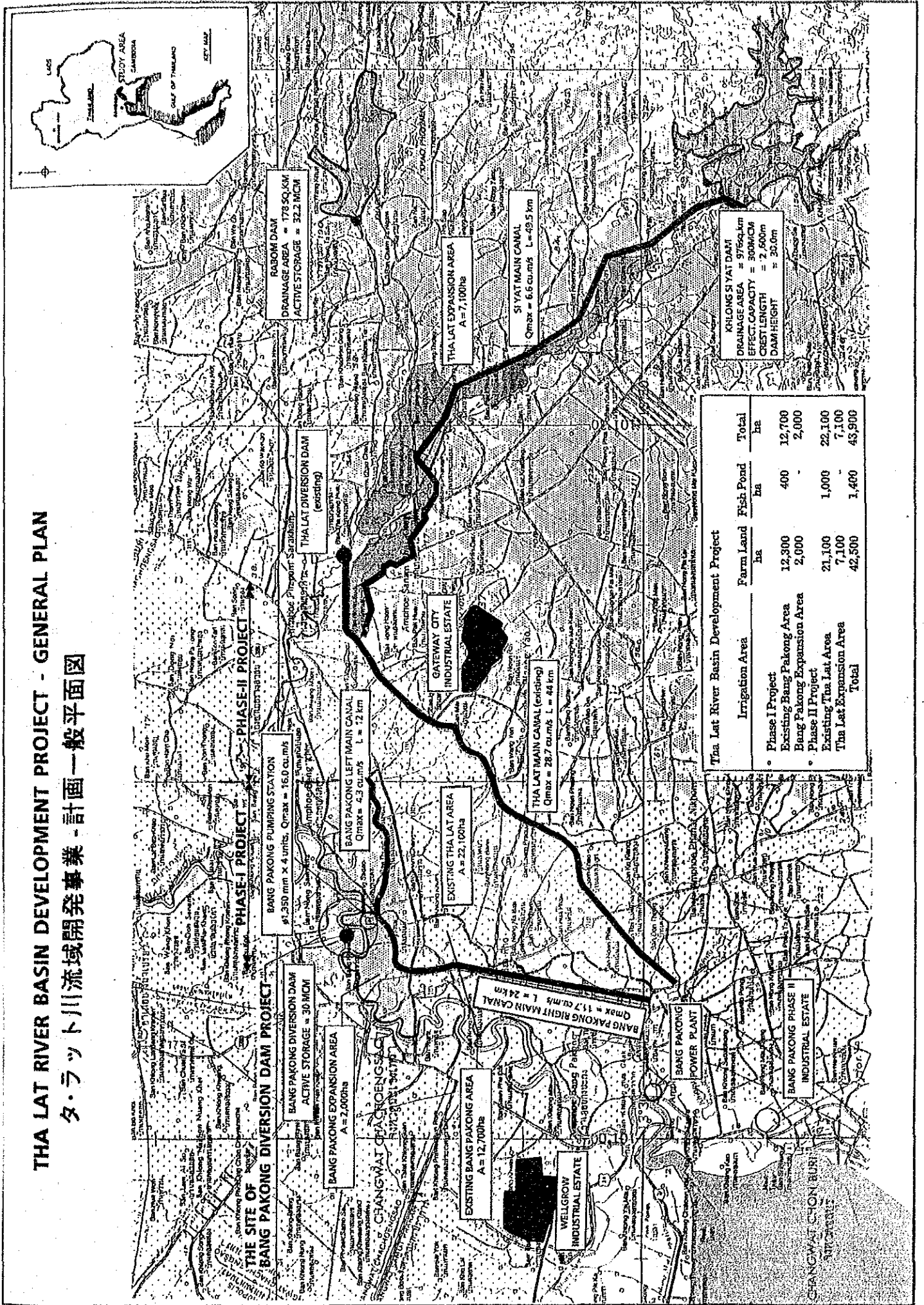
位置图

LOCATION MAP

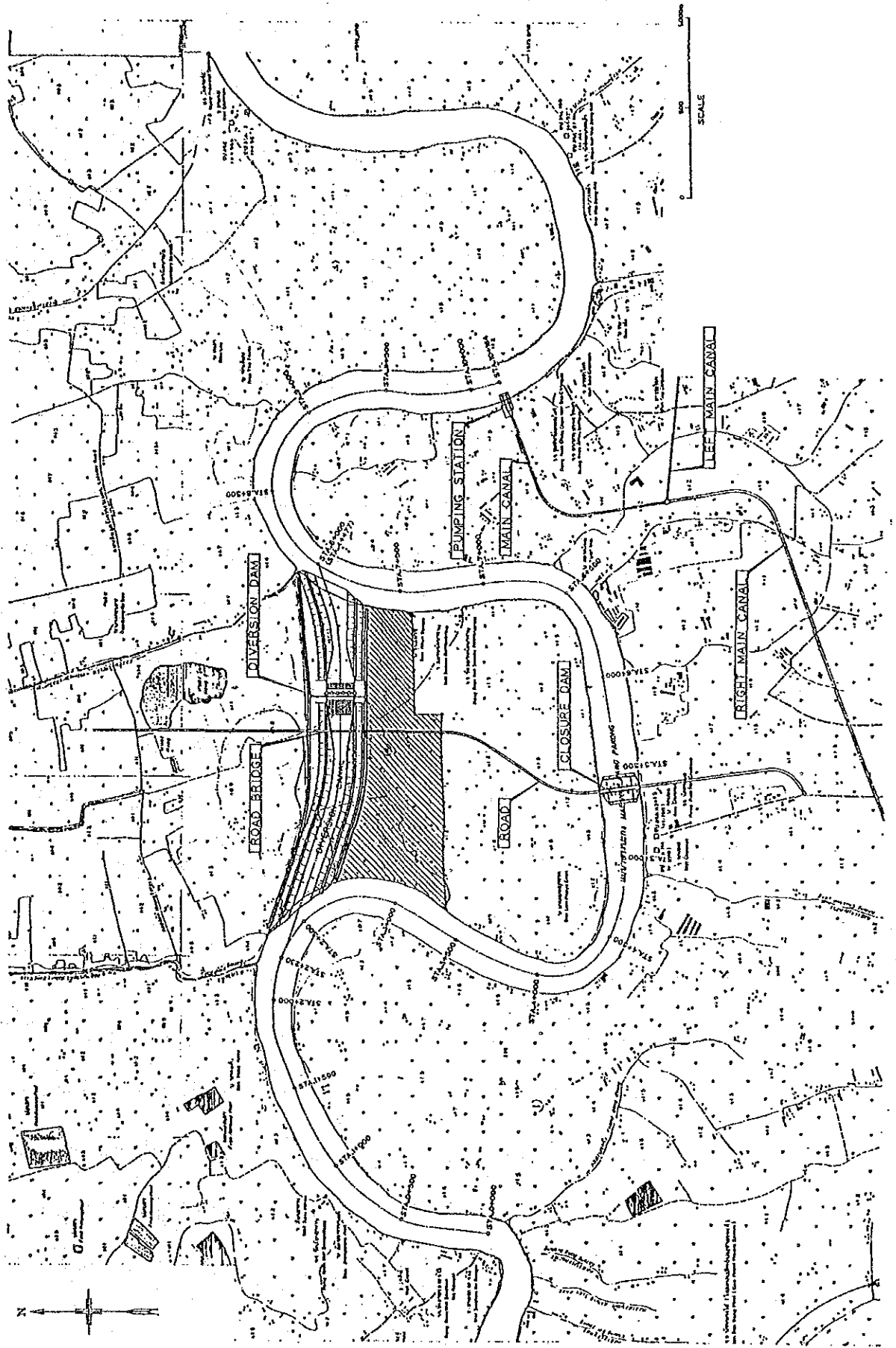


THA LAT RIVER BASIN DEVELOPMENT PROJECT - GENERAL PLAN

タ・ラット川流域開発事業 - 計画一般平面図



バンバン川防潮水門建設事業 - 計画一般平面図



目 次

	頁
位置図	
タ・ラット川流域開発事業 - 計画一般平面図	
バンパコン川防潮水門建設事業 - 計画一般平面図	
表の目次	vii
図の目次	ix
略語及び頭字語	xi
タイ国会計年度	xii
タイ国水文年度	xii

第1編 序 論

第1章 調査の背景	1-1
第2章 調査の目的	1-3
第3章 報告書の構成	1-3
第4章 作業監理委員、調査団員及びカウンターパート	1-4

第2編 タ・ラット川流域開発事業フェーズI事業

第1章 事業の概要	2-1
1.1 事業目的	2-1
1.2 事業施設及び建設工事	2-1
第2章 事業地区の概要	2-3
2.1 位 置	2-3
2.2 気 候	2-3
2.3 水資源	2-3
2.4 社会経済現況	2-3
第3章 開発計画	2-6
3.1 農業開発計画	2-6
3.2 上工水開発計画	2-7
3.3 水源開発計画	2-7
3.4 事業評価	2-12

第3編 バンパコン川防潮水門建設事業

第1章 事業施設概要	3-1
第2章 地形及び地質	3-4
2.1 地形	3-4
2.2 地質	3-4
2.3 沖積層の土質工学的性質	3-5
第3章 設計基準	3-16
3.1 概要	3-16
3.2 一般設計条件	3-16
3.3 防潮水門の設計条件	3-18
3.4 揚水機場の設計条件	3-18
3.5 道路及び道路橋の設計条件	3-19
3.6 建築の設計条件	3-19
第4章 水文・水理解析	3-20
4.1 計画規模	3-20
4.2 設計洪水位及び設計洪水量	3-20
4.2.1 降雨解析	3-20
4.2.2 流出解析	3-21
4.2.3 洪水時の水理解析	3-22
4.3 乾期水位の検討	3-24
4.4 防潮水門ゲートの操作規定	3-30
第5章 取付水路の基本設計	3-35
5.1 取付水路の位置及び平面形状	3-35
5.2 水理設計	3-37
5.2.1 設計条件	3-37
5.2.2 水理計算	3-38
5.3 法面工の設計	3-39
5.3.1 掘削法面	3-39
5.3.2 盛土法面	3-39
第6章 防潮水門の基本設計	3-40
6.1 防潮水門の位置	3-40
6.2 ゲート敷高等主要部標高	3-40
6.2.1 ゲート敷高	3-40
6.2.2 ゲートてんば標高	3-40

6.2.3	堰柱の高さ	3-41
6.2.4	擁壁工てんば標高	3-41
6.3	ゲートスパン割	3-42
6.3.1	洪水流下断面	3-42
6.3.2	ゲートスパン割	3-42
6.4	堰柱	3-42
6.4.1	堰柱の長さ	3-42
6.4.2	堰柱の厚さ	3-42
6.5	水叩き及び護床工	3-44
6.5.1	下流側	3-44
6.5.2	上流側	3-47
6.6	擁壁	3-49
6.6.1	擁壁の高さ	3-49
6.6.2	擁壁の型式	3-49
6.7	ゲート	3-49
6.7.1	ゲート型式	3-49
6.7.2	ゲート設計仕様	3-50
6.8	ゲート操作室	3-52
6.8.1	ゲート操作室の規模	3-52
6.8.2	ゲート操作室の構造	3-52
6.9	管理橋	3-53
6.9.1	幅員	3-53
6.9.2	径間長	3-53
6.9.3	橋の型式	3-53
6.9.4	桁下高	3-53
第7章 河川締切堤の基本設計		3-55
7.1	地質状況	3-55
7.2	河川締切堤の基本諸元及びゾーン区分	3-55
7.3	築堤材料	3-56
第8章 道路及び道路橋の基本設計		3-59
8.1	道路	3-59
8.1.1	平面線形	3-59
8.1.2	縦断線形	3-60
8.1.3	横断線形	3-60
8.1.4	舗装工	3-61
8.2	道路橋	3-63
8.2.1	基本設計条件	3-63
8.2.2	線形計画	3-65
8.2.3	橋長	3-65
8.2.4	上部工型式及び径間割	3-66
8.2.5	下部工型式	3-66

8.2.6	基礎構造型式	3-66
第9章	揚水機場の基本設計	3-69
9.1	機場位置の選定	3-69
9.2	ポンプの設計	3-71
9.3	原動機の設計	3-77
9.4	取水路及び取水口の設計	3-80
9.5	吸水槽の設計	3-82
9.6	上屋の設計	3-85
9.7	吐水槽の設計	3-88
9.8	機場の基礎工	3-89
第10章	管理施設の基本設計	3-90
10.1	目的	3-90
10.2	管理の範囲と管理レベル	3-90
10.2.1	管理の範囲	3-90
10.2.2	管理レベル	3-92
10.3	管理システムの概要	3-93
10.3.1	中央管理室の位置と機能	3-93
10.3.2	構成	3-95
10.3.3	情報伝送方式及び伝送路	3-95
10.3.4	中央管理システムの概要	3-96
10.3.5	ゲート制御	3-99
10.4	機器構成	3-101
10.4.1	水位計	3-101
10.4.2	塩分濃度計	3-102
10.4.3	ITV装置	3-102
10.4.4	テレメータリング、テレコントロール及びグラフィックパネル	3-103
10.4.5	無線設備と制御装置	3-103
第11章	電気施設の基本設計	3-105
11.1	引込線	3-105
11.2	受変電所	3-107
11.3	事業施設への配電線	3-110
11.4	保護装置	3-110
11.5	非常用ディーゼル発電機	3-112
第12章	施工計画	3-113
12.1	建設資機材	3-113
12.2	仮設備計画	3-114
12.3	取付水路及び防潮水門の施工	3-116
12.4	河川締切堤の施工	3-117

12.5	揚水機場の施工	3-118
12.6	工事工程計画	3-118
第13章 工事費の積算		3-120
13.1	基本単価	3-120
13.2	工事費	3-121

第4編 環境配慮

「カセサート大学作成の環境影響とその保全対策のレビュー」

第1章 環境影響の考察とその保全策		4-1
1.1	物理的資源	4-1
1.1.1	表流水の水文	4-1
1.1.2	表流水の水質	4-1
1.1.3	土壌の性質	4-7
1.1.4	地下水の水文・水質	4-7
1.1.5	侵蝕と堆積	4-7
1.2	生物学的資源	4-10
1.2.1	水棲生態、漁業と養殖	4-10
1.2.2	林業	4-11
1.2.3	野生生物	4-12
1.3	人類の利用価値	4-12
1.3.1	給水	4-12
1.3.2	陸上、水上交通	4-14
1.3.3	畜産と工業	4-14
1.3.4	土地利用と農業	4-18
1.4	生活価値の良否	4-19
1.4.1	社会経済	4-19
1.4.2	土地買収・補償	4-24
1.4.3	立退きと移転	4-26
1.4.4	公衆衛生と栄養	4-27
1.4.5	レクリエーションと観光	4-29
第2章 環境監視計画の考察		4-30
2.1	表面水の水質の監視	4-30
2.1.1	工事期間中	4-30
2.1.2	防潮水門の操作期間中	4-30
2.2	侵蝕と堆積	4-32
2.2.1	浮遊土砂(SS)の監視	4-32

2.2.2	河川堤防沿いの土砂堆積の監視	4-33
2.2.3	河川堤防侵蝕の監視	4-33
2.3	水棲生物と漁業	4-33
2.3.1	プランクトンと底生生物	4-33
2.3.2	水棲植物	4-33
2.4	漁業	4-35
<hr/>		
第3章	環境保全対策	4-37
3.1	EIAによる提言	4-37
3.2	JICA調査団の提言	4-38
第4章	環境監視計画及びその実施	4-40
第5章	工事に係わる環境配慮	4-44

表の目次

頁

第1編 序 論

表 1-1	フェーズI事業の事業施設	1-2
-------	--------------------	-----

第2編 タ・ラット川流域開発フェーズI事業

表 1-1	タ・ラット川流域開発事業の事業目的	2-1
表 1-2	タ・ラット川流域開発事業の事業施設概要	2-2
表 1-3	RIDの事業施設の建設工事計画	2-2
表 2-1	社会経済現況	2-6
表 3-1	作物別作付面積と生産高	2-6
表 3-2	灌漑必要水量	2-7
表 3-3	漁業用水必要水量	2-7
表 3-4	開発必要水量総計	2-8
表 3-5	水不足状況	2-8
表 3-6	年度別事業費支出計画表	2-12
表 3-7	年維持管理費用	2-12
表 3-8	更新費用	2-13
表 3-9	増加便益	2-13

第3編 バンパコン川防潮水門建設事業

表 1-1	事業施設概要	3-1
表 2-1	乱した試料(ボーリング・コア)による土質試験結果一覧表	3-8
表 2-2	乱した試料(テスト・ピット)による土質試験結果一覧表	3-9
表 2-3	乱さない試料による土質試験結果一覧表	3-10
表 6-1	ゲートスパン割比較表	3-43
表 6-2	管理橋型式比較表	3-54
表 8-1	曲線諸元表	3-59
表 8-2	設計舗装厚さ比較表	3-62
表 8-3	上部工型式及びスパン割比較検討表	3-67
表 9-1	雨期水稻期における期別必要水量	3-72
表 9-2	ポンプ台数案の比較表	3-76
表 9-3	ポンプ形式と全揚程	3-77

表 9-4	原動機の組合せパターン	3-78
表 9-5	各ポンプの年間運転時間	3-79
表 9-6	原動機の組合せによる経済比較	3-79
表 10-1	管理対象施設一覧表	3-92
表 11-1	防潮水門ゲートの出力と運転基準	3-107
表 11-2	揚水機場ポンプの出力と運転基準	3-107
表 11-3	基準 KVA と設備 KVA	3-108
表 12-1	主要建設機械一覧表	3-114
表 13-1	工事費一覧表	3-122

第4編 環境配慮

表 1	1990年のいろいろな産業活動のための年間給水需要と 将来年に対する増加需要予測	4-13
表 2	チャチョンサオの工業のタイプと工場数	4-18
表 3	調査地域の労働力分布	4-20
表 4	バンパコン川防潮水門建設に対する住民の態度についての 調査結果	4-21
表 5	バンパコン川防潮水門建設による影響に対する態度	4-22
表 6	用地買収・補償に協力することの賛否に対する態度	4-23
表 7	RIDの研究実験部に必要な水質分析設備一覧表	4-41
表 8	JICA調査団の提案する環境監視計画の骨子	4-42

図の目次

	頁
第1編 序 論	
第2編 タ・ラット川流域開発フェーズI事業	
図 2-1	タ・ラット川流域開発フェーズI事業-計画一般平面図 2-4
図 2-2	チャチョンサオにおける気象状況 2-5
図 2-3	バンパコン川月平均流出量 2-5
図 3-1	水収支計算結果(フェーズI事業完成後、余裕水量 6 千万 m^3) 2-9
図 3-2	水収支計算結果(フェーズI事業完成後、余裕水量 2 千万 m^3) 2-10
図 3-3	水収支計算結果(フェーズI 及びII事業完成後、余裕水量9 千万 m^3) ..2-11
第3編 バンパコン川防潮水門建設事業	
図 1-1	主要事業施設図 3-3
図 2-1	比重と深度の関係図(乱した試料による) 3-11
図 2-2	土質の物理的性質と深度の関係図(乱した試料による) 3-12
図 2-3	塑性図 3-13
図 2-4	塑性指数、コンシステンシー指数、液性指数と深度の関係図 3-14
図 2-5	せん断強度(粘着力)と深度の関係図 3-15
図 2-6	圧密降伏応力と深度の関係図 3-15
図 4-1	バンパコン川河川分割図 3-25
図 4-2	1983 年 10 月洪水の水理解析結果(水位縦断面) 3-26
図 4-3	1983 年 10 月洪水の水理解析結果(地点水位の時間的变化) 3-27
図 4-4	50 年 確率洪水時の河川水位(堤防築造前) 3-28
図 4-5	50 年 確率洪水時の河川水位(堤防築造後) 3-29
図 4-6	防潮水門建設前後の乾期河川水位の変化 3-31
図 5-1	取付水路平面図 3-36
図 5-2	取付水路標準断面図 3-38
図 7-1	河川締切堤標準断面図 3-58
図 8-1	道路標準断面図 3-62
図 8-2	河川計画横断面図 3-64
図 8-3	道路橋標準断面図 3-65
図 8-4	道路橋側面図 3-68
図 9-1	揚水機場の位置 3-70

図 9-2	期別必要水量	3-73
図 9-3	水位関連図	3-74
図 9-4	台数案と期別計画送水量	3-75
図 9-5	取水路の断面形状	3-80
図 9-6	取水路の縦断形状	3-81
図 9-7	吸水槽の水深	3-82
図 9-8	吸水槽の形状	3-83
図 9-9	ポンプコラム長さ	3-84
図 9-10	吸水槽の床面高さ	3-85
図 9-11	ポンプ室の長さ	3-86
図 9-12	ポンプ室の全幅	3-87
図 9-13	ポンプ室の高さ	3-88
図 9-14	吐水槽の水深	3-89
図 10-1	管理システムの概要	3-91
図 10-2	制御監視システムの概要	3-94
図 10-3	管理システム構成図	3-98
図 10-4	中央管理室機器配置図	3-100
図 11-1	配電線位置図	3-106
図 11-2	単線結線図	3-111
図 12-1	建設現場周辺の道路の状況	3-115
図 12-2	取付水路及び防潮水門部の掘削説明平面図	3-115
図 12-3	工事工程表	3-119

第4編 環境配慮

図 1	1991年、EIA調査団による5採水地点(バンパコン川とその支流) ...	4-2
図 2	1991-1992年RIDによる6採水地点(ナコン・ナヨック川、 プラチン川、バンパコン本流とその支流)	4-5
図 3	バンパコン川防潮水門建設事業のための表流水の水質監視地点	4-31
図 4	浮遊固形物質(SS)の監視地点	4-34
図 5	バンパコン川左岸支流詳細図	4-36

略語及び頭字語

THAI GOVERNMENT

DOH	:	Department of Highway, MOC
DTEC	:	Department of Technical and Economic Cooperative
HD	:	Harbor Department, MOC
LDD	:	Livestock Development Department, MOAC
MD	:	Meteorological Department, MOC
MOAC	:	Ministry of Agriculture and Cooperatives
MOC	:	Ministry of Communications
MOI	:	Ministry of Industry
MOSTE	:	Ministry of Science, Technology and Environment
NEB	:	National Environment Board
NESDB	:	Office of National Economic and Social Development Board, Office of the Prime Minister
OEPP	:	Office of Environmental Policy and Planning
ONEB	:	Office of National Environment Board
PEA	:	Provincial Electricity Authority, Ministry of Interior
PWA	:	Provincial Waterworks Authority, Ministry of Interior
RID	:	Royal Irrigation Department, MOAC
RTSD	:	Royal Thai Survey Department
TOT	:	Telephone Organization of Thailand

GENERAL

B	:	Baht
BM	:	Bench Mark
EIRR	:	Economic Internal Rate of Return
EL	:	Elevation above Mean Sea Level
JICA	:	Japan International Cooperation Agency
M.	:	Million
W. L	:	Water Level
cu.m, m ³	:	Cubic meters
MCM	:	Million cubic meters
kw	:	Kilowatt
kwh	:	Kilowatt hour
l	:	Liter
ha	:	Hectare
m	:	Meter
kg	:	Kilograms
km	:	Kilometer
sq.km, km ²	:	Square kilometers
sq.m, m ²	:	Square meters
ton	:	Metric ton

p. a.	:	per annum
Yr.	:	Year
hr	:	Hour
min	:	Minute
sec	:	Second
°C	:	Degree Centigrade
HP	:	Horsepower
PS	:	French Horsepower
ppt	:	part per thousand
P. C.	:	Prestressed Concrete
R. C.	:	Reinforced Concrete
ITV	:	Industrial Television System

GLOSSARY

Changwat	:	Province
Ampoe	:	District
Tambon	:	Sub-District
Muban	:	Village
Mae Nam	:	A large river
Sungai	:	A medium-sized river
Khlong	:	A tributary of the large river

タイ国会計年度

October 1 to September 30, next year

タイ国水文年度

April 1 to March 31, next year

第1編 序 論

第1編 序論

第1章 調査の背景

バンパコン川は流域面積 17,660 km²、年平均流出量 79 億 m³ の大河川であり、その下流部は東部臨海開発地域の北部に位置するチャチョンサオ県を流下し、西部をバンコク首都圏に接している。バンコク首都圏並びに東部臨海開発地域からチャチョンサオ県を除いたチョンブリ県とライヨン県では新規に大規模な水資源開発を行い得る余地は殆どないが、バンパコン川は流域内の水資源が未開発のまま残っており、タイ国の産業経済の中心地域であるバンコク首都圏から東部臨海開発地域にかけての地域において将来大規模な水資源開発が可能な唯一の河川である。但し、バンパコン川は感潮河川であり河川流量の少ない乾期には潮が河口より 120 km の地点まで遡上していることから、河川水を効率的に利用するためには潮の遡上を防止する防潮水門の建設が必要不可欠である。

現在、バンパコン川が感潮河川であることに加えて流域内には貯水ダムが殆ど建設されていないことから乾期の灌漑用水を確保することができず、従って、流域内の農業は乾期には何も栽培されず雨期の水稻栽培に限られているがそれもしばしば旱害を被っており、農家の農業所得は低い水準にある。また、バンパコン川最下流域はバンコク首都圏やレムチャバン商業港から 40～50 km の近距離にあり立地条件が良いこと、当地域は投資奨励地域の第二地域の優遇措置を受けることができること等から工場や工場団地の建設が盛んであり、その総面積は既に東部臨海開発地域における代表的な工業団地であるマブタプット工業団地やレムチャバン工業団地を凌いでいるが、それらが必要とする上工水は最末端部の灌漑水路に依存しているところが多く、非常に不安定な供給状況にある。このようなバンパコン川流域内の農業の状況及び流域最下流域の地域開発の状況やその上工水の需給状況を考慮すると、流域内農家の所得水準の向上を図るための農地への灌漑の強化と流域最下流域の上工水の確保を目的としたバンパコン川流域水資源開発事業はタイ国にとって重要度及び緊急度ともに高い事業であり、最優先国家開発事業として推進すべく検討されてきた事業である。

このような状況のもと、1988 年、タイ国政府はバンパコン川流域の水資源の開発を意図し「バンパコン流域農業水利開発計画」にかかるマスタープランの作成と最も優先度の高い事業計画に対するフィージビリティ調査を日本国政府に要請した。日本国政府はこの要請を受けて、開発調査を行うことを決定し、1989 年から 1990 年にかけて国際協力事業団 (JICA) がこの調査を実施し、1990 年 10 月、最終報告書がタイ国政府に提出された。

この報告書によると、流域全体の開発計画は、約 41 万 ha の農地への灌漑の強化と 3 億 2 千万 m³ の上工水及び 2 千万 m³ の漁業用水の確保を骨子としている。灌漑用水量 36 億 1 千万 m³ を含め、水資源開発量は 39 億 5 千万 m³ であり、この開発水量を確保するために、有効貯水量 4 千万 m³ を有する既存のラボンダムの有効利用及び 22 億 6 千万 m³ の総有効貯水量を

有する 12 の貯水ダムとバンパコン川防潮水門の建設が提案されている。流域全体の開発計画のなかで事業実施の優先度が最も高いと評価されフェーズ I 調査 (F/S) が実施された事業計画は、バンパコン川下流域の 42,500 ha の農地への灌漑の強化と漁業用水及び需要の多い上工水の確保を目的とした「タ・ラット川流域開発事業」である。

タ・ラット川流域開発事業の事業地区は、事業地区へ給水する主水源の違いによりクロン・シ・ヤットダム給水地区とバンパコン川防潮水門給水地区の 2 地区に分類され、事業の実施に当たっては、事業地区の状況から緊急度が高いと判断されるバンパコン川防潮水門給水地区をフェーズ I 事業として先に建設工事に着手し、引続いてクロン・シ・ヤットダム給水地区をフェーズ II 事業として建設する計画である。

このフェーズ I 事業計画を満足するために必要な事業施設は下表の通りである。

表 1-1 フェーズ I 事業の事業施設

施設名	施設の規模		事業主体
① バンパコン川防潮水門	堰長	約 166 m	RID
② 付帯施設			RID
(a) 取付水路	延長	2,200 m	
(b) 河川締切堤	延長	250 m	
(c) 道路	延長	2,600 m	
(d) 道路橋	延長	250 m	
(e) 管理棟	敷地面積	約 60ha	
③ 灌漑施設			RID
(a) 揚水機場	240 m ³ /min × 4		
(b) 幹線用水路	延長	約 36 km	
(c) 排水路	延長	約 30 km	
④ 上工水の浄水、送配水施設	年間純給水量	6,650 万 m ³	地方水道公社 (PWA)

表 1-1 に示した施設の内、王立灌漑局 (RID) が事業主体となる施設のなかで、高度な設計技術を必要とする「バンパコン川防潮水門」、「② 付帯施設」及び「③ 灌漑施設」のなかの「揚水機場」の実施設計調査について、タイ国政府は日本国政府に対して 1991 年 6 月技術協力の要請を行った。

加えて、タイ国政府は第三者機関であるカセサート大学に事業地区の環境影響評価の実施を委託した。調査は 1991 年 1 月から実施され、1992 年 3 月にバンパコン川防潮水門建設事業に係わる環境影響評価報告書 (要約版) が提出された。

この結果を踏まえて、1992年4月、日本国政府はバンパコン川防潮水門建設事業の実施設計調査に係わる事前調査団を派遣した。同調査団はカセサート大学が実施した環境影響評価の内容及び結果に対するタイ国政府の見解を確認するとともに実施設計調査に向けてタイ国政府と協議を行った。その後、実施設計調査に関する実施細則についてRIDとの間で合意を得、1992年7月、RIDとJICAタイ事務所との間で調印が行われた。この実施細則に基づき、JICAは調査団を編成し、1992年10月、実施設計調査を開始するためタイ国に派遣した。

第2章 調査の目的

本調査の目的は、タイ国政府の要請に基づき、JICAが1989年9月から1990年10月まで実施した「バンパコン流域農業水利開発計画調査」に引続き、同調査で計画されたバンパコン川防潮水門及び揚水機場の実施設計を実施することである。調査はフェーズI調査とフェーズII調査に分け、2年次にわたって実施される。フェーズI調査の主要な作業内容は、バンパコン川防潮水門建設事業のベーシックデザインレポート並びに入札資格審査書の作成であり、フェーズII調査のそれは、ディテイルドデザインレポート並びに入札図書の作成である。

また、本調査の期間中、調査に参画するタイ国カウンターパートに対し調査業務を通じて技術移転を行う。

第3章 報告書の構成

フェーズI調査の結果は下記の報告書に記載されている。

- ベーシックデザインレポート (主報告書)
- " (図 面)
- " (附属書)
- 入札資格審査書
- 入札資格審査の評価基準

第4章 作業監理委員、調査団員及びカウンターパート

JICA は本調査の遂行のために調査団を組織し、RID は調査の円滑な進行を意図して Advisory Committee 及び Working Group を組織した。

1) JICA 調査団員 (フェーズ I 調査)

団長・総括	北村 純一
水文・水理解析 (1)	庄司 論
水文・水理解析 (2)	竹田 徳明
地質・土質	大沢 和美
環境 (1)	松並 壯
環境 (2)	Mrs. Vipa Punpraw
土木設計 (1) / 副団長	森山 浩
土木設計 (2)	林 静敬
土木設計 (3)	駒田 文彦
土木設計 (4)	黒見 太
土木設計 (5)	足立 英二
機械・電気設計 (1)	西谷 晴光
機械・電気設計 (2)	小泉 秀雄
建築設計 (1)	千住 正雄
建築設計 (2)	Mr. Alongkorn Trachoo
コントロールシステム設計	樋渡 常右
施工計画	田中 悦次
積算	勝 隆
入札書類	臼杵 啓示
業務調整員	及川 幸枝

2) RID Advisory Committee

Name	Section
Chairman	
1) Mr. Chamroon Chindasanguan	Deputy Director General for Engineering
Committee	
2) Mr. Sawet Yasaravana	Director of Design Division
3) Mr. Narong Sopak	Director of Topographical Survey Division
4) Mr. Chaiwat Prechawit	Director of Geotechnical Division
5) Mr. Prasert Milintangul	Director of Hydrology Division
Committee and Secretary	
2) Mr. Sanan Sirion	Director of Bang Pakong River Basin Development Project Office

3) RID Working Group

Name	Section
Chairman	
1) Mr. Montri Onvimol	Bang Pakong River Basin Development Project Office
Staff	
2) Mr. Vorapote Nandhanapote	Hydrology Division
3) Mr. Wichit Udomrattanasiri	Design Division
4) Mr. Rang Champanoi	Topographical Survey Division
5) Mr. Rungroj Chumthong	Geotechnical Division
6) Mr. Suwit Thanopanuwat	Project Planning Division
7) Mr. Phitak Paksanond	Foreign Finance Project Administration Division
8) Mr. Manop Boonyaprasit	Bang Pakong River Basin Development Project Office
Staff and Secretary	
9) Mrs. Neowarat Damrongsak	Bang Pakong River Basin Development Project Office

第2編 タ・ラット川流域開発フェーズI事業

第2編 タ・ラット川流域開発フェーズI事業

第1章 事業の概要

1.1 事業目的

タ・ラット川流域開発事業は、下表に示すように、灌漑用水、上水道用水、工業用水及び漁業用水の供給を目的とし、フェーズI事業とフェーズII事業に分けて実施される。

表 1-1 タ・ラット川流域開発事業の事業目的

事業目的	フェーズI	フェーズI+II
(1) 灌漑		
a) 灌漑面積		
既存バンパコン地区	12,300 ha	12,300 ha
拡張バンパコン地区	2,000 ha	2,000 ha
既存タ・ラット地区	-	21,100 ha
拡張タ・ラット地区	-	7,100 ha
合計	14,300 ha	42,500 ha
b) 作付率	150%	150%
(2) 上水道用水の供給	年間 18.9 MCM	年間 32.3 MCM
(3) 工業用水の供給	年間 69.7 MCM	年間 89.7 MCM
(4) 漁業用水の供給		
a) 淡水魚養殖漁業	400 ha	1,400 ha
b) エビ養殖漁業	980 ha	980 ha
(5) バンパコン川右岸地区農業用水補償	-	年間 104.4 MCM
(6) 余裕水量	年間 60 MCM	年間 90 MCM

1.2 事業施設及び建設工事

タ・ラット川流域開発事業の事業施設は表 1-2 に示す通りである。フェーズI事業の事業施設の内、水源施設と灌漑施設は王立灌漑局 (RID) が事業主体となって建設され、上工水施設は地方水道公社 (PWA) が事業主体となって建設される。フェーズII事業の事業施設は全て RID が事業主体となって建設される。

タ・ラット川流域開発事業の事業施設のうち RID が事業主体となって建設される事業施設は表 1-3 に示すように4建設事業に分割して建設される予定である。

表 1-2 タ・ラット川流域開発事業の事業施設概要

1. フェーズ I 事業	
1) 水源施設 (事業主体: RID)	
a) ラボンダム (既設)	貯水ダム、有効貯水量 3,220万 m ³
b) バンパコン川防潮水門及び付帯施設	
- バンパコン川防潮水門	有効貯水量 3千万 m ³ , 幅 30 m × 5 スパン
- 取付水路	延長約 2.2 km
- 河川締切堤	堤頂長約 250 m
- 道路及び道路橋	道路延長約 2.6 km、道路橋延長 250 m
- 管理用建物群	敷地面積約 60 ha
2) 灌漑施設 (事業主体: RID)	
- 揚水機場	揚水量 16.00 m ³ /s (960.00 m ³ /min) φ1,350 mm 立軸斜流ポンプ × 4 台
- 幹線用水路	延長 36 km
- 排水路	延長 30 km
3) 上工水施設 (事業主体: PWA)	
- 年間純給水量	6,650 万 m ³ (8,860 万 m ³ × 0.75)
2. フェーズ II 事業	
1) 水源施設 (事業主体: RID)	
a) クロン・シ・ヤットダム	貯水ダム、有効貯水量 3億 m ³
b) タ・ラット堰	既存施設の改修
2) 灌漑施設 (事業主体: RID)	
- 幹線用水路	改修 44 km、新設 50 km

注: 上表には圃場施設は記載されていない。

表 1-3 RIDの事業施設の建設工事計画

建設事業の名称	工事の内容
<u>フェーズ I 事業</u>	
① バンパコン川防潮水門建設事業	バンパコン川防潮水門、付帯施設及び揚水機場の建設
② フェーズ I 用排水路建設事業	既存及び拡張バンパコン地区の用排水路の建設
<u>フェーズ II 事業</u>	
③ クロン・シ・ヤットダム建設事業	クロン・シ・ヤットダムの建設
④ フェーズ II 用水路建設事業	既存タ・ラット堰の改修、既存及び拡張タ・ラット地区の用水路の改修、建設

第2章 事業地区の概要

2.1 位置

図2-1に示すように、タ・ラット川流域開発フェーズI事業の灌漑受益地区は、バンパコン川下流域の左岸側の14,300haであり、上水道用水及び工業用水のサービス地域は、バンパコン川下流域の幹線道路304号、314号及び34号沿の地区である。この事業地区は、一部はチョンブリ県に属するが大部分はチャチョンサオ県に属している。チャチョンサオ県は東部臨海開発地域の北部に位置し、西部をバンコク首都圏に接している。事業地区はバンパコン川の沖積地であり、標高EL. 0.8 m ~ 1.5 mの平坦地である。

2.2 気候

バンパコン川下流域の気候は熱帯性モンスーン気候である。11月から4月までは北東モンスーンの吹く乾期、5月から10月は南西モンスーンが卓越する雨期である。

過去20年の記録によると、年間降雨量は1979年の880 mmから1983年の1,660 mmと年による変化が大きく、平均は1,240 mmである。通常、雨期のピークは9月である。気温は年間を通じて変化が少なく、4月が最高で29.8°C、12月が最低で26.2°Cである。相対湿度は10月が最大で81%、12月が最小で68%である。チャチョンサオ市における主要な気象状況は図2-2の通りである。

2.3 水資源

タ・ラット川流域開発フェーズI事業の主水源はバンパコン川である。バンパコン川は流域面積17,660 km²を有し、年平均流出量は79億 m³である。図2-3に示すように、月平均流出量の最大は9月の14億6千万 m³ (560 m³/s)、最低は1月の3,200万 m³ (12 m³/s)である。

2.4 社会経済現況

事業地区は、チャチョンサオ県とチョンブリ県の一部であるが、それらの県の総生産額は次の通りである。

図 2-1 タ・ラット川流域開発フェーズI事業-計画一般平面図

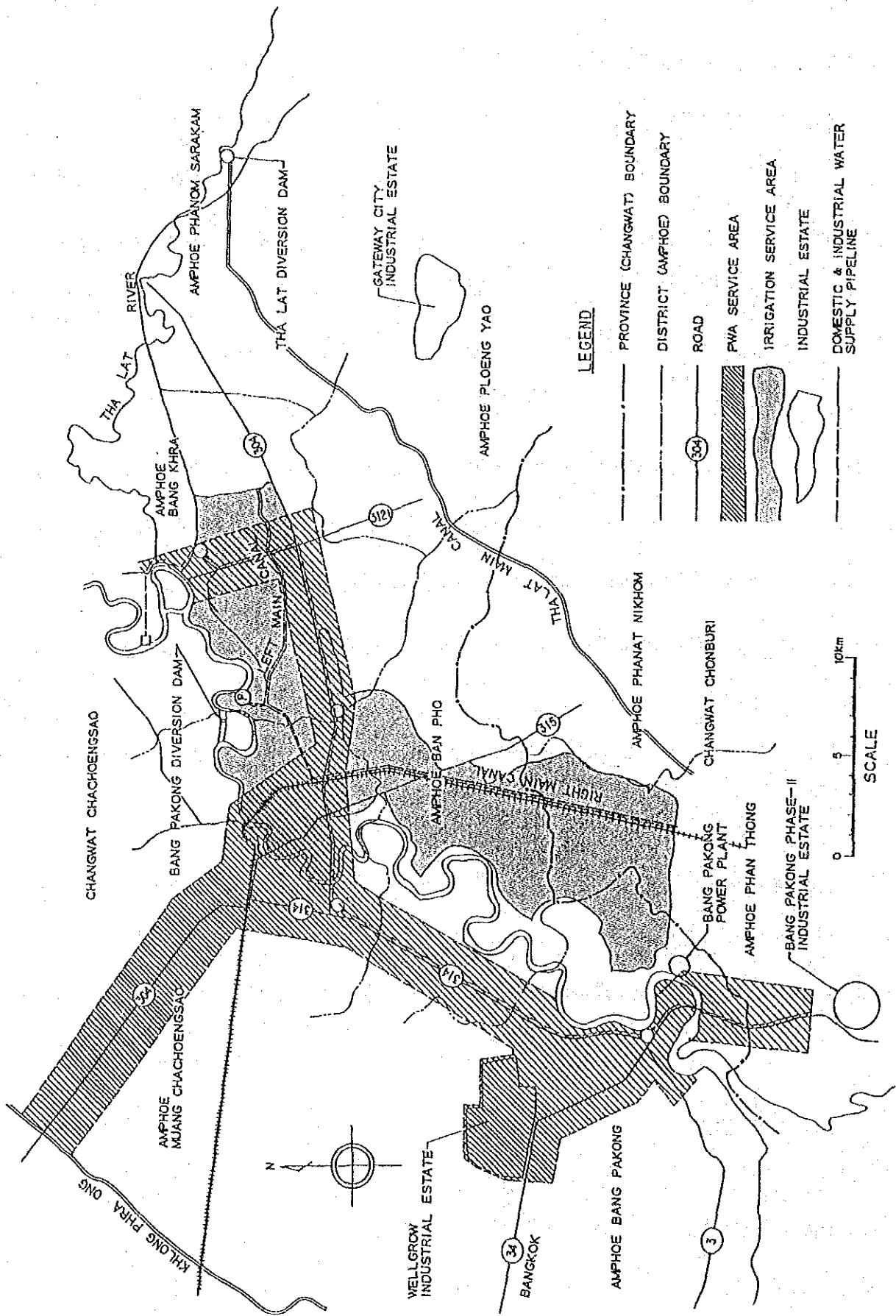


図 2-2 チャチヨンサオにおける気象状況

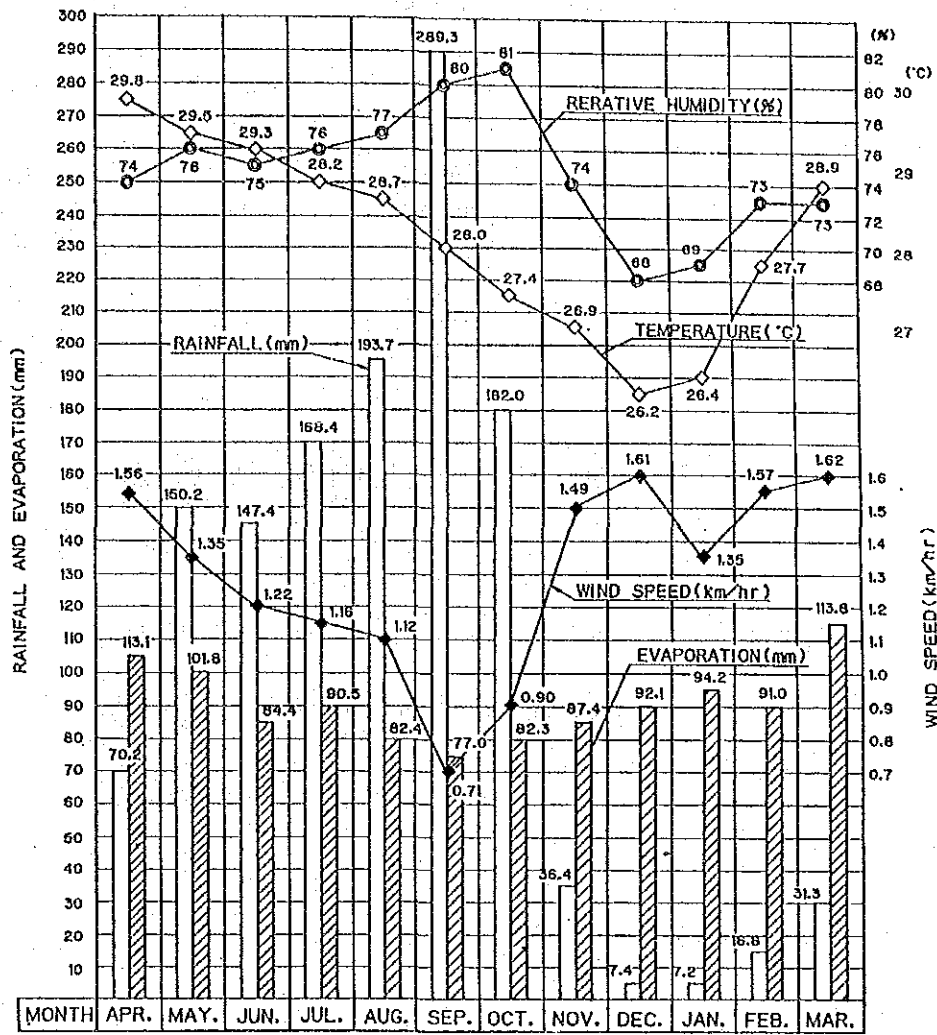


図 2-3 バンパコン川月平均流出量

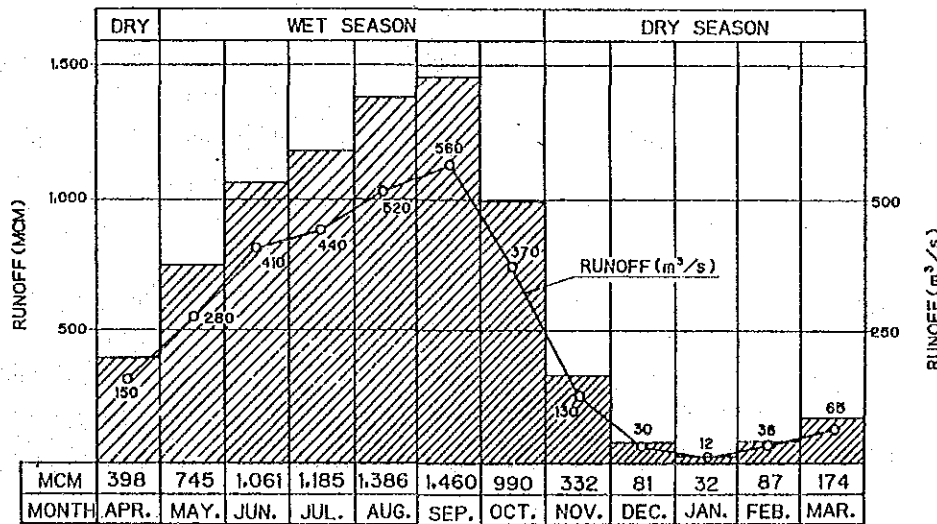


表 2-1 社会経済現況

種 別	全 国	チャチョンサオ	チョンブリ
1) 生産額(百万バーツ)			
- 農 業	198,300	3,470	3,530
- その他	1,035,700	12,650	44,160
計	1,234,000	16,120	47,690
2) 人口(1,000人)	53,600	511	760
3) 一人当たり(バーツ)	23,000	31,500	60,400

本事業の灌漑受益地は14,300 haであり、水田 10,000 ha、果樹園 4,060 ha、畑地 240 ha であり、現況作付率は100%である。

第3章 開発計画

3.1 農業開発計画

1) 土地利用計画

作物別作付面積と生産高は下表の通りである。

表 3-1 作物別作付面積と生産高

作 物	雨期作 (ha)	乾期作 (ha)	計 (ha)	生産高(トン)
水 稻	9,900	1,980	11,880	48,510
大 豆		280	280	420
落花生		920	920	1,380
緑 豆		1,780	1,780	1,958
野 菜	240	2,140	2,380	34,034
マンゴ	4,160	(4,160)	4,160	57,408
計	14,300	7,100	21,400	143,710

注：作付率は150%である。

2) 灌漑必要水量

雨期作 14,300 ha、乾期作 7,100 ha の灌漑必要水量を、1968年から1987年までの20年間について計算した結果は次表のように要約される。

表 3-2 灌漑必要水量

期 別	(単位: MCM)		
	最 大	最 小	平 均
雨 期	84.0 (1979)	40.8 (1983)	58.6
乾 期	100.4 (1986)	79.1 (1987)	91.9
年 間	182.1 (1979)	130.0 (1983)	150.5

3) 漁業用水

漁業用水として 980 ha のエビ養殖漁業と 400 ha の淡水魚養殖漁業への淡水補給を行う計画であり、その必要水量は下表の通りである。

表 3-3 漁業用水必要水量

期 別	(単位: MCM)		
	最 大	最 小	平 均
雨 期	4.7 (1979)	4.1 (1983)	4.4
乾 期	12.3 (1986)	10.5 (1987)	12.1
年 間	17.1 (1979)	14.9 (1987)	16.5

3.2 上水開発計画

1) 上水道及び工業用水

2005年における上水道用水及び工業用水の需要量は、PWAの概略推計によると下記の通りである。

- 上水道用水 1,890 万 m³
- 工業用水 6,970 万 m³

3.3 水源開発計画

1) 必要水量総計

本事業の必要水量に年間 6 千万 m³ の余裕水量を含めた必要水量は次表の通りである。

表 3-4 開発必要水量総計

期 別	(単位: MCM)		
	最 大	最 小	平 均
雨 期	166.6 (1979)	122.8 (1983)	140.9
乾 期	190.4 (1986)	141.6 (1987)	180.5
年 間	355.1 (1979)	289.4 (1987)	321.4

2) 水収支計算

1968年から1987年までの20年間の水収支計算の結果は図3-1の通りである。下表に示すように水不足は3回生じている。

表 3-5 水不足状況

水不足発生年(水年)	不足水量
1978年	18.0 MCM
1979年	38.7 MCM
1983年	11.8 MCM

余裕水量を20 MCMにすると、図3-2に示すように1983年には水不足は生じない。

なお、フェーズII事業が実施され、クロン・シ・ヤットダムが完成すると、フェーズI事業地区では水不足は生じなくなると共に、余裕水量も60 MCMから90 MCMに増大する。フェーズII事業完成後の水収支計算の結果は図3-3の通りである。

図 3-1 水収支計算結果(フェーズI事業完成後、余裕水量 6 千万 m³)

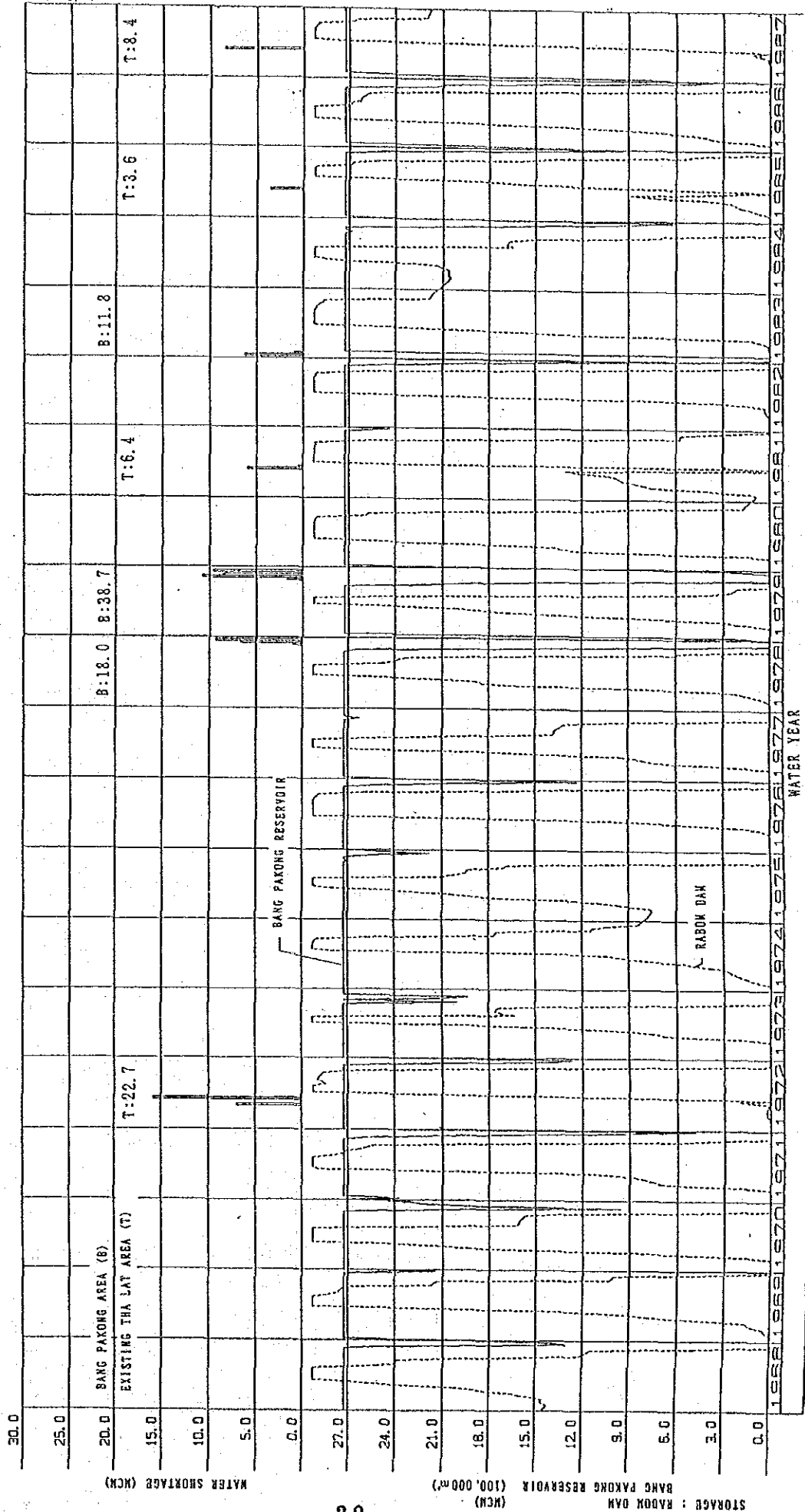


図 3-2 水収支計算結果 (フェーズ I 事業完成後、余裕水量 2 千万 m³)

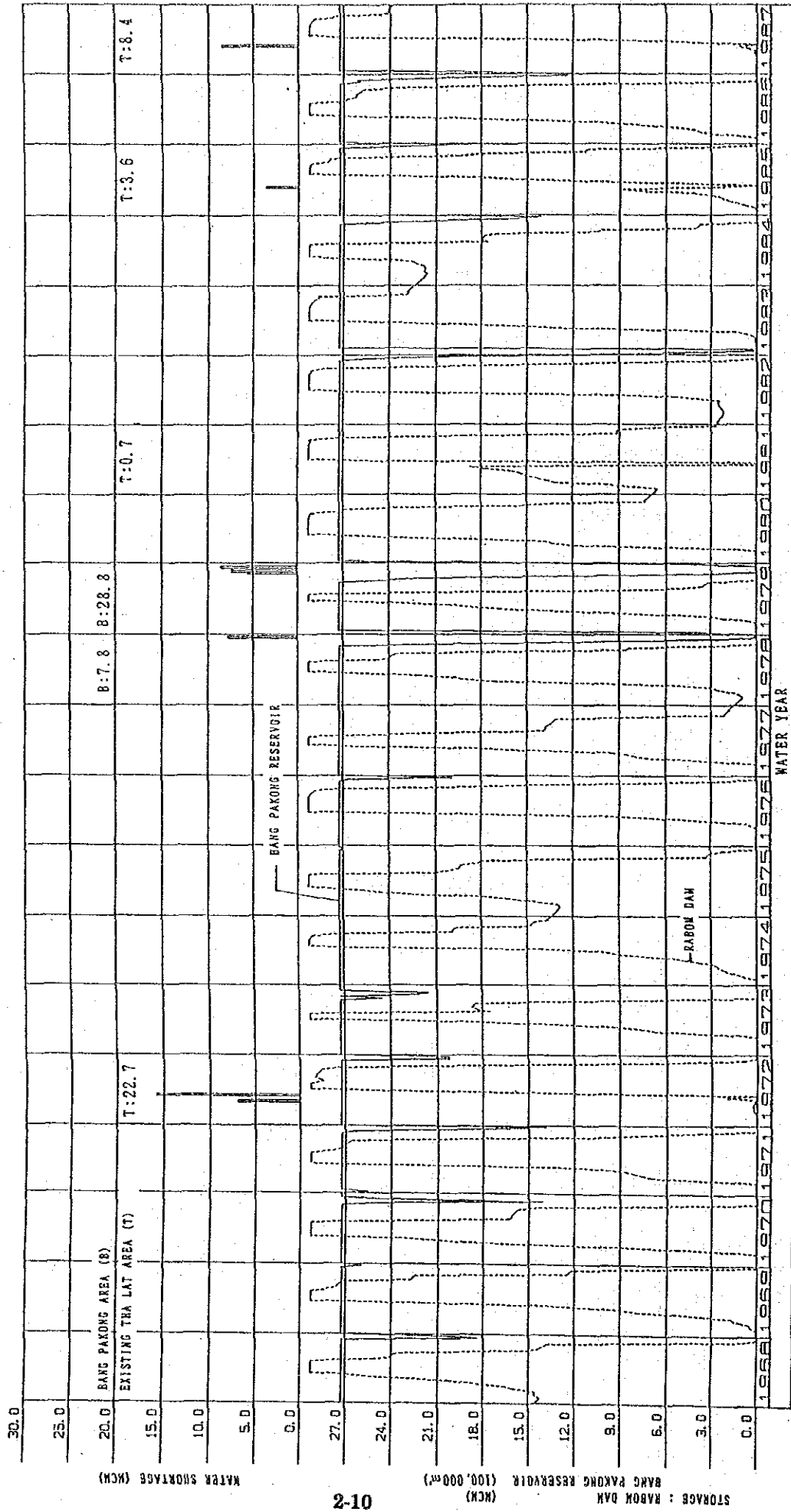
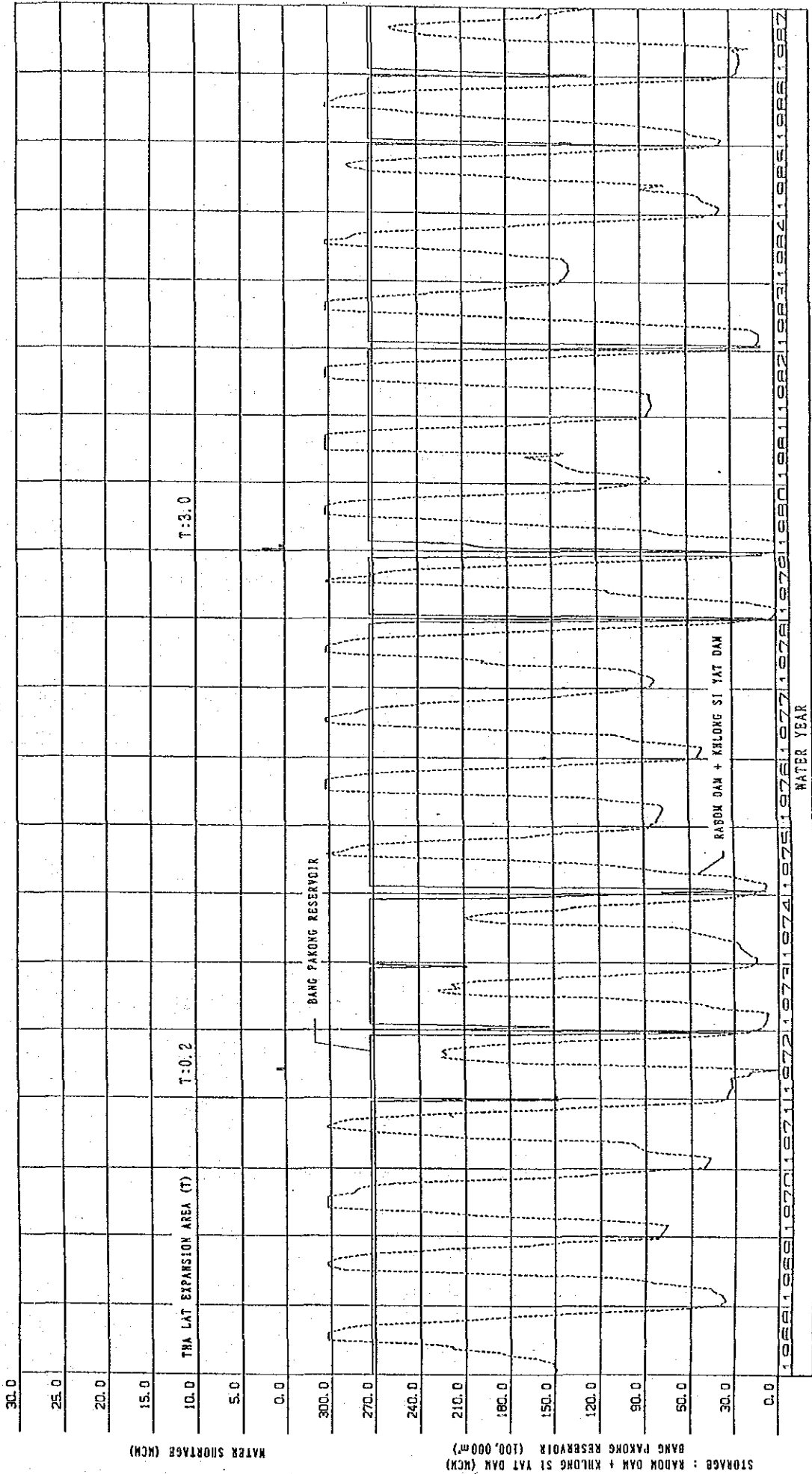


図 3-3 水収支計算結果 (フェーズ I 及び II 事業完成後、余裕水量 9 千万 m³)



3.4 事業評価

1) 経済分析

a) 事業費

タ・ラット川流域開発フェーズI事業の年度別事業費は表3-6の通りである。

表3-6 年度別事業費支出計画表

(単位: 百パーツ)

年	財務価格			経済価格
	RID実施分 (防潮水門+灌漑施設)	PWA実施分 (上工水施設)	合計	財務価格×0.9
1992	179 ¹⁾	157	336	302.4
1993	219	471	690	621.0
1994	496	785	1,281	1,151.9
1995	1,058	942	2,000	1,800.0
1996	1,279	785	2,064	1,857.6
1997	873	-	873	785.7
1998	254	-	254	228.6
合計	4,358	3,140	7,498	6,748.2

注: 1) ラボンダムの事業費120百万パーツを含む。

b) 年維持管理費用

年維持管理費用は表3-7の通りである。

表3-7 年維持管理費用

(単位: 百パーツ)

施設	財務価格	経済価格
RID施設分	17.0	15.3
PWA施設分	94.2 ¹⁾	84.8
合計	111.2	100.1

注: 1) PWA実施分の年維持管理費用は事業費の3%を計上。

c) 更新費用

RID実施分の灌漑用ポンプ及びPWA実施分の浄水施設その他は20年に一度更新される。この更新費用は表3-8の通りである。

表 3-8 更新費用

施 設	(単位: 百パーツ)	
	財務価格	経済価格
RID 施設分 (ポンプ)	170.0	153.0
PWA 施設分 (浄水施設その他)	628.0 1)	565.2

注: 1) PWA 実施分の年維持管理費用は事業費の 20%を計上。

d) 増加便益

フェーズ I 事業の増加便益は表 3-9 の通りである。

表 3-9 増加便益

		(単位: 百パーツ)
農業部門(農業: 440.6 + 漁業: 5.3)		= 445.9
上工水部門		
- PWA 給水分	$6,650 \text{ 万 m}^3 \times 10 \text{ パーツ/m}^3$	= 665.0
- 新規需要分 (余裕水量分)	$6,000 \text{ 万 m}^3 \times 0.75 \times 3 \text{ パーツ/m}^3$	= 135.0
合 計		1,245.9

e) 経済的内部収益率 (EIRR)

フェーズ I 事業の経済的内部収益率は 11.0% である。感度分析の結果は次の通りである。

ケース 1: 余裕水量を 20 MCM とした場合	10.7%
ケース 2: 事業費が 10% 上昇した場合	10.2%
ケース 3: 事業費が 10% 減少した場合	10.0%

2) 事業評価

タ・ラット川流域開発フェーズ I 事業は次のように評価できる。

- a) タ・ラット川流域開発フェーズ I 事業はタイ国にとって需要度及び緊急度ともに高い事業であり、経済的内部収益率も 11.0% と妥当な値であることから、国家経済の上から有益な事業といえる。

- b) 灌漑受益地区内の農家人口は約3万人、農家戸数は5,700戸であり、農家1戸当たりの年間所得は、農業純所得が26,800バーツ、農外所得59,000バーツ、合計85,800バーツである。当事業の実施により、農業純所得が現在の約3倍に相当する81,600バーツになると推定されており、地区内農家の生活の安定と生活水準の向上を期待することができる。
- c) フェーズI事業を実施することにより、新規に約25万人への上水の供給が可能となり、地区住民の衛生状態及び生活環境の改善に寄与することができる。
- d) 東部臨海開発地域の北部地区に位置する事業地区内の工場及び工場団地への上工水の供給は不安定な状態にある。フェーズI事業の実施により安定した上工水の供給が可能となり操業が安定することから、現在建設中の工場団地への工場の誘致が促進され新規の雇用機会が創出される。
- e) フェーズI事業を実施することにより、灌漑用水、漁業用水及び上工水の計画水量を供給したのち、更に年間6,000万m³の上工水を供給できるようになる。事業地区はバンコク首都圏やレムチャバン商業港に近く立地条件に恵まれており、また道路、電力、通信、鉄道等のインフラも整備されている。従って、安定した上工水の供給が可能になれば、工場団地の誘致は容易であろう。例えば、ここにレムチャバン工業団地と同じように労働集約型の軽工業地域を建設し、新規の雇用機会を創出することにより、バンコク首都圏への経済活動及び人口の新たな集中を抑制することができる。

第3編 バンパコン川防潮水門建設事業

第3編 バンパコン川防潮水門建設事業

第1章 事業施設概要

バンパコン川防潮水門建設事業の事業施設は表1-1及び図1-1に示す通りであるが、このうち、管理用建物群の実施設計はRIDが実施し、その他の施設はJICA調査団が実施設計を行う。

表1-1 事業施設概要

1) JICA調査団実施設計施設

① バンパコン川防潮水門

設計洪水量	:	1,600 m ³ /sec
堰長	:	166 m
防潮水門ゲート		
調節ゲート	:	二段式ローラーゲート、30 m スパン×2門 上段ゲート高3.1 m、下段ゲート高6.9 m
制水ゲート	:	一段ゲート、30 m スパン×3門、ゲート高10 m
堰柱	:	高さ26.5 m、幅19.0 m、厚さ4.0 m
管理橋	:	幅員5 m、PCホロー桁橋、スパン長33.15 m×5スパン
基礎の形式	:	PC杭基礎
コンクリート量	:	約38,000 m ³

② 取水水路

底幅	:	80 m
法面勾配	:	1:7.5
掘削深	:	約11 m
水路延長	:	約2.2 km(防潮水門部を含む)
掘削量	:	約3,500,000 m ³ (防潮水門部の掘削量を含む)

③ 河川締切堤

堤頂長	:	約250 m
堤高	:	15.9 m(余盛を含まず)
てんば幅	:	12 m
法面勾配	:	1:5.0(上下流法面とも)
築堤量	:	約310,000 m ³ (ロック材60,000 m ³ 、粗粒土250,000 m ³)

④ 道路

道路幅	:	全幅9 m、アスファルト舗装幅6 m
延長	:	約2.6 km

⑤ 道路橋

橋 格 : 一等橋
幅 員 : 9m
形 式 : PCホロー桁橋
橋 長 : スパン長 30.6m × 8スパン

⑥ 揚水機場

揚水量 : 16 m³/sec (960 m³/min)
実揚程 : 5.4 m
ポンプ : 立軸斜流ポンプ、φ1,350 mm × 4台
原動機 : 電動機 350 kw × 3台
 ディーゼル機関 500 PS × 1台
上 屋 : RC造り、延床面積 約 500 m²
コンクリート量 : 約 3,000 m³

⑦ 管理施設及び電気施設

管理用施設 : ゲート及びポンプの遠方操作設備、ITV監視設備、河川
 水位観測所2ヵ所等
電気施設 : 引込線、受変電所、配電線等

2) RID実施設計施設

⑧ 管理用建物群 : 敷地面積 約 60 ha、管理棟、訓練センター、住居等

第2章 地形及び地質

2.1 地形

バンパコン川防潮水門建設予定地は河口より約76km上流に位置し、その付近は地盤標高0.8~1.3mの平坦な地形を呈している。地目は、大部分がマンゴー、バナナ、ココナッツ等の果樹園であるが、取付水路の北側には低位部に水田が存在し、エビ養殖池が点在している。バンパコン川は防潮水門建設予定地付近では、東から西に向かって蛇行して流下しており、その平均川幅は230m、水深は約11m、蛇行部の波長は平均2.7km、振幅は平均約1.2kmである。

2.2 地質

防潮水門及び取付水路の建設予定地はバンパコン川の運搬推積作用により形成された沖積層の分布域に位置する。この沖積層はシルト、粘土等の細粒分を主体とした氾濫原堆積土により構成されており、典型的な軟弱地盤となっている。

ボーリング調査結果から、本地区の地質状況は下記の4層に区分され、各層はほぼ水平構造をなして分布存在していることが判明している。

第1層	： 茶色の粘土層(表土相当層)	層厚 1 ~ 2 m
第2層	： 黒灰 ~ 茶色の粘土、シルト層	層厚 17 ~ 19 m
第3層	： 黄褐色の細~粗粒砂層	層厚 1 ~ 2 m
第4層	： 黄褐色~赤褐色のシルト質粘土、細粒砂層	層厚 10 m 以上

各層の地質性状は次の通りである。

第1層は幾分締まったシルト質粘土層よりなり、表土層に該当する。(N値2~5をなす)

第2層の粘土、シルト層は細粒分に富み、CL、ML(土質統一分類による)に区分される。本層の上半部はN値4以下(大半がN値0~1をなす)の極軟質層(一軸圧縮強度0.3~1.1kg/cm²)よりなり、その層厚は防潮水門カ所で深度7~8.5m、取付水路部で深度8~10.5m、河川締切堤右岸取付部で深度13mに達する。本層の下半部はN値10~30、一軸圧縮強度は1.2~4.8kg/cm²を示し、上半部に比べ締まった様相をなす。しかし、N値の分布状況(深度とN値の関係)は不規則であり、深度16m以深といえどもN値10~15の箇所が散見される状況からみて安定した支持層とみなすことはできない。

第3層の細～粗粒砂層はSC～SMに区分され、地区全体ではほぼ水平の分布状況をなし、連続性は良好である。本層はN値24～50を示し、部分的に良く締まり、十分支持層と判断される箇所も認められる。

第4層のシルト質粘土、細粒砂層はN値40以上を示す。細粒砂層は粘土層中にレンズ状に狭在されており、その連続性は不明瞭である。シルト質粘土層は全体によく固結し、かつ堅固であり、安定した分布状況をなしており良好かつ十分な支持層と判断される。

2.3 沖積層の土質工学的性質

防潮水門建設予定地の沖積層を対象とした土質試験は、ボーリング孔及びテストピットから採取した試料を用いて実施され、その物理、力学特性の概要が明らかになった。土質試験の結果は表2-1～2-3に示す通りであり、沖積層の物理、力学特性の概要は以下の通りである。

1) 物理特性

a) 比重

深度毎の比重の分布状況は、図2-1に示す通りである(試験値はボーリングコアによる乱した試料の値である)。試験値は2.60～2.84の間に分散して分布し、深度との間に明瞭な相関は認められない。試験値は類似した沖積層と比べ、不自然な値ではない。

b) 自然含水比

深度毎の自然含水比の分布状況は図2-2に示されている。自然含水比は、20～100%の範囲の値を示すが、深度約8mを境として高含水比を示す上層部と低含水比の下層部とに明瞭に区分される。上層部の自然含水比は、深度が増すにつれ急激に減少し深度8mで約50%となる。一方、下層部では深度による含水比の減少割合は緩慢で、深度22mで約20%となる。

c) 液性及び塑性限界

深度毎の液性限界及び塑性限界の分布状況は図2-2に示されている。この図に示されているように、液性限界は35～55%、塑性限界は20～40%の範囲にあり、ともに深度が増すにつれて値を減ずる傾向が認められる。

d) 塑性図

液性限界と塑性指数の関係は図 2-3 の塑性図に示す通りである。試験値の大部分は A 線に沿ってその上部に分布し、統一土質分類では CL (一部は ML、OL 及び MH、OH) に属している。CL は低塑性、粘りの少ない無機質粘土に該当する。

e) 塑性指数

深度毎の塑性指数 ($PI = LL - PL$) の分布状況は図 2-4 に示す通りである。塑性指数は深度に関係なく、大部分が 10 ~ 20 % の範囲にある。

f) コンシステンシー指数

深度毎のコンシステンシー指数 ($I_c = LL - W_f/PI$) の分布状況は図 2-4 に示す通り、深度約 8 m を境としてその上下層で性状を異にする。上層はコンシステンシー指数 0 以下を示し、自然含水比が液性限界を越えており、仮に練り返しや、乱された状態になった場合は著しく不安定化する危険性を有している。一方、下層はコンシステンシー指数 0.5 ~ 1.5 を示し、比較的安定した土層と判断される。

g) 液性指数

液性指数 ($I_L = W_f - PL/PI$) の深度毎の分布状況は図 2-4 に示す通りであり、コンシステンシー指数の場合と同様に上下 2 層で性状を異にしている。深度 8 m までの上層は液性指数 3 以上を示し、極めて鋭敏な軟弱層であり、下層は液性指数 1 以下を示し、比較的安定した土層と判断される。

2) 力学的性質

a) セン断強度

現場セン断試験、三軸圧縮試験、一軸圧縮試験結果から得られたセン断強度 (粘着力) と深度との関係を図 2-5 に示す。セン断強度の試験値は $0.1 \sim 2.5 \text{ kg/cm}^2$ の範囲にあるが、物理的性質と同様に深度約 8 m を境として上下 2 層に分けて整理することが可能である。上層は $0.1 \sim 0.5 \text{ kgf/cm}^2$ (大部分は $0.2 \sim 0.4 \text{ kgf/cm}^2$) を示し、深度との関係は不明瞭である。一方、下層は $0.5 \sim 2.5 \text{ kgf/cm}^2$ を示し、かつ深度が増すにつれ漸次、強度が増加する傾向が認められる。

b) 先行圧密圧力

沖積層の先行圧密圧力について、図 2-6 は深度と圧密降伏応力、上載荷重の関係を示す。深度との関係において圧密降伏応力は上載荷重と比較的よく一致しており、沖積層は正規圧密粘土層に該当すると判断される。

表 2-1 乱した試料(ボーリング・コア)による土質試験結果一覧表

No. of Hole	Depth (m)	Unified, Soil Classification System	Field Moisture Content, Wf (%)	Specific Gravity, Gs	Gradation Distribution (%)			Liquid Limit LL (%)	Plastic Limit PL (%)	Plastic Index, PI	Consistency Index, IC	Liquidity Index, IL	N-Value
					Sand	Silt	Clay						
BC-2	1.00 ~ 4.45	ML, OL	77.1	2.77	4.2	95.6	42.5	29.2	13.3	-2.60	3.60	1	
	5.00 ~ 7.45	CL	40.0	2.71	14.8	85.2	46.0	26.6	19.4	0.31	0.69	1 ~ 2	
	9.00 ~ 15.45	CL	30.5	2.70	9.6	90.4	37.7	24.3	13.4	0.54	0.46	12 ~ 23	
	19.00 ~ 23.45	CL	15.3	2.80	20.6	79.4	35.9	18.7	17.2	1.20	-0.20	24 ~ 50	
	24.00 ~ 27.45	SC	12.9	2.72	59.5	40.5	28.0	16.6	11.4	1.32	-0.32	30 ~ 50 <	
BU-1	0.00 ~ 6.45	ML, OL	72.3	2.70	6.6	93.4	41.3	29.5	11.8	-2.63	3.63	1	
	8.00 ~ 11.45	CL	35.3	2.77	13.2	86.8	41.0	23.5	17.5	0.33	0.67	5 ~ 14	
BU-2	2.00 ~ 4.45	CL	70.6	2.74	7.4	92.6	41.5	24.7	16.3	-1.73	2.73	1 ~ 2	
	5.00 ~ 9.45	CL	26.2	2.69	10.6	89.4	32.0	19.2	12.3	0.45	0.55	1 ~ 5	
BD-1	0.00 ~ 6.45	CL	66.9	2.76	5.5	71.1	24.4	22.2	12.7	-2.52	3.52	1 ~ 3	
	8.00 ~ 8.45	CH	30.4	2.77	0.9	31.8	67.3	28.5	35.0	0.95	0.05	14	
BD-2	0.00 ~ 6.45	ML, OL	90.2	2.64	2.7	58.5	38.8	32.5	14.2	-3.06	4.06	0 ~ 1	
	8.00 ~ 11.45	CL	19.4	2.65	11.0	41.1	47.9	19.0	16.0	0.98	0.03	2 ~ 16	
BD-3	1.00 ~ 6.45	MH, OH	95.1	2.74	1.4	53.5	45.1	32.5	20.4	-2.07	3.07	0	
	8.00 ~ 11.45	CL	25.0	2.76	7.0	35.5	57.5	22.0	20.5	0.85	0.15	0 ~ 10	
BCD-2	1.00 ~ 6.45	MH, OH	31.9	2.69	0.3	52.3	47.4	40.3	15.5	1.54	-0.54	1	
	14.00 ~ 20.45	CL	20.0	2.80	16.0	34.1	49.9	22.3	20.3	1.11	-0.11	13 ~ 45	
BPS-1	11.00 ~ 16.45	CL	25.9	2.73	8.9	31.2	59.9	23.1	22.3	0.87	0.13	14 ~ 38	
	19.00 ~ 23.45	CL	23.6	2.79	13.4	29.8	56.8	43.1	21.3	0.89	0.11	32 ~ 50 <	
BPS-2	26.00 ~ 27.30	SC	12.5	2.70	69.9	12.8	17.3	26.5	9.4	1.49	-0.49	23	
	1.00 ~ 7.45	ML, OL	70.6	2.69	7.6	50.4	42.0	30.1	10.9	-2.72	3.72	1	
BD-1R	10.00 ~ 15.45	CL	29.2	2.74	11.2	30.6	58.2	41.3	18.7	0.65	0.35	1 ~ 21	
	17.00 ~ 22.40	CL	-	2.84	13.7	31.5	54.8	41.2	20.1	-	-	33 ~ 50 <	
BD-1R	2.00 ~ 6.45	ML, OL	95.3	2.60	0.9	40.1	59.0	49.2	12.0	-3.84	4.84	0 ~ 2	
	11.00 ~ 18.45	CL	21.5	2.67	7.5	29.1	63.4	24.1	17.9	1.15	-0.15	10 ~ 27	

Note ; consistency Index IC = (LL-Wf)/(LL-PL) = (LL-Wf)/PI
 Liquidity Index IL = (Wf-PL)/(LL-PL) = (Wf-PL)/PI

表 2-2 乱した試料(テスト・ピット)による土質試験結果一覧表

1. Physical Tests

No. of Hole	Depth (m)	Unified, Soil Classification System	Field Moisture Content, Wf (%)	Specific Gravity, Gs	Gradation Distribution (%)			Liquid Limit LL (%)	Plastic Limit PL (%)	Plastic Index, PI
					Sand	Silt	Clay			
SM-1	1.70 ~ 0.20	ML, OL	3.6	2.64	2.2	66.1	31.7	34.3	24.4	9.9
	0.20 ~ -0.08	ML, OL	57.6	2.67	6.2	50.3	43.5	40.4	26.1	14.3
SM-3	1.50 ~ 0.00	ML, OL	4.8	2.61	1.9	46.7	51.4	33.7	25.7	8.0
	0.00 ~ -1.00	MH, OH	91.1	2.61	0.1	63.7	36.2	55.9	34.2	21.7
SM-4	1.32 ~ 0.20	ML, OL	4.0	2.61	3.4	46.2	50.4	32.1	23.1	9.0
	0.20 ~ -1.00	MH, OH	66.8	2.61	0.5	59.5	40.0	51.8	33.9	17.9

2. Mechanical Tests

No. of Hole	Depth (m)	Compaction Test			Gradation Test			Triaxial Compression Test						Coefficient of Permeability K _v (cm/sec)	
		max-γ _d (grf/cm ³)	W _{opt} (%)	Ranging of Void-ratio (%)	C _v (cm ² /sec)	Compression Index, C _c	U-U Condition		C-U Condition		C-U Condition				
							C (kgf/cm ²)	φ (°)	C (kgf/cm ²)	φ (°)	C (kgf/cm ²)	φ (°)			
SM-1	1.70 ~ 0.20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	0.20 ~ -0.08	1.513	22.7	0.92 ~ 0.58	5.2 ~ 1.4 × 10 ⁻⁴	0.30	0.64	13.4	0.06	18.1	0.12	29.6	1.13 × 10 ⁻³		
SM-3	1.50 ~ 0.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	0.00 ~ -1.00	1.394	28.0	0.99 ~ 0.65	9.9 ~ 1.7 × 10 ⁻⁴	0.32	0.58	14.1	0	21.4	0.10	32.8	2.82 × 10 ⁻³		
SM-	1.32 ~ 0.20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	0.20 ~ -1.00	1.486	26.1	0.90 ~ 0.52	8.4 × 10 ⁻⁴ ~ 9.3 × 10 ⁻⁵	0.31	0.68	11.7	0.16	16.3	0.17	24.4	1.58 × 10 ⁻³		

Note : The consolidation, triaxial compression and permeability tests have been carried out at 95% of the maximum dry density condition with 2% wet side of the optimum moisture content.

1/ maximum dry density, 2/ optimum moisture content, 3/ coefficient of consolidation, 4/ unconsolidated-undrained condition under the total stress method, 5/ cohesion, 6/ internal friction angle, 7/ consolidated-undrained condition under the total stress method, 8/ consolidated-undrained condition under the effective stress method.

表 2-3 乱さない試料による土質試験結果一覽表

1. Physical Tests

No. of Hole	Depth (m)	Unified, Soil Classification System	Field Moisture Content, Wf (%)	Gradation Distribution (%)			Liquid Limit LL (%)	Plastic Limit PL (%)	Plastic Index, PI	Shrinkage Limit SL (%)
				Sand	Silt	Clay				
SR	1.70 ~ 0.20	-	42.1	29.8	51.4	18.8	-	-	-	-
	0.20 ~ 0.08	CL	21.3	5.2	47.6	47.2	35.0	20.4	14.6	13.2
SL	1.50 ~ 0.00	CL	89.3	1.8	70.8	27.4	46.3	31.7	14.6	13.6
	0.00 ~ 1.00	CH	25.5	13.9	36.3	49.8	63.6	30.9	32.7	19.3
	1.32 ~ 0.20	CL	21.0	7.7	54.6	37.7	30.7	21.1	9.6	11.7
	0.20 ~ 1.00	CL-ML	13.6	45.8	22.8	31.4	21.8	15.3	6.5	9.8

2. Mechanical Tests

No. of Hole	Depth (m)	Unconfined Compression Test					Consolidation Test					Triaxial Compression Test						
		Wf (%)	Unit Weight γ_t (gf/cm ³)	qu (kgf/cm ²)	Cu (kgf/cm ²)	Depth (m)	Ranging of void-ratio (%)	Pc (kgf/cm ²)	Cv (cm ² /sec)	Cc	Mv (cm ³ /kgf)	Depth (m)	U-U Condition # C (kgf/cm ²)	U-U Condition # ϕ (°)	C-U Condition # C (kgf/cm ²)	C-U Condition # ϕ (°)	C-U Condition # C (kgf/cm ²)	C-U Condition # ϕ (°)
SR	2.0 ~ 3.0	44.9	1.752	0.851	0.43													
	3.0 ~ 4.0	47.0	1.727	0.903	0.45													
	4.5 ~ 5.5	50.0	1.452	0.461	0.23													
	6.0 ~ 7.0	55.2	1.641	0.747	0.37	4.5 ~ 5.5	1.40 ~ 0.78	0.83	1.1 × 10 ⁻³ ~ 3.5 × 10 ⁻⁴	0.39	1.1 × 10 ⁻¹ ~ 9.8 × 10 ⁻³	4.5 ~ 5.5	0.39	7.9	0.10	12.5	0.08	28.5
	9.0 ~ 9.6	36.2	1.906	0.917	0.46													
	10.5 ~ 11.2	27.8	1.887	0.924	0.46													
	12.5 ~ 13.0	26.5	2.008	1.460	0.73													
	14.0 ~ 14.5	18.7	2.116	1.500	0.75													
	15.0 ~ 15.5	21.7	2.059	4.067	2.03													
	17.0 ~ 17.5	17.7	2.087	8.562	4.28													
	1.0 ~ 2.0	-	1.740	1.065	0.53													
	2.0 ~ 3.0	105.2	1.438	0.480	0.23	1.0 ~ 2.8	1.31 ~ 0.78	0.98	2.0 ~ 1.2 × 10 ⁻⁴	0.44	5.1 ~ 1.2 × 10 ⁻²	1.0 ~ 2.8	0.43	1.7	0.43	8.9	0.32	18.6
	3.0 ~ 4.0	98.0	1.442	0.281	0.14													
	4.5 ~ 5.0	95.4	1.462	0.377	0.19	4.5 ~ 5.0	2.49 ~ 0.95	0.80	2.7 × 10 ⁻³ ~ 7.3 × 10 ⁻⁴	1.11	1.7 × 10 ⁻¹ ~ 1.9 × 10 ⁻²	4.5 ~ 5.0	0.27	3.7	0.06	9.9	0.15	15.5
	6.0 ~ 7.0	79.1	1.477	0.363	0.18													
7.5 ~ 8.0	85.2	1.487	0.367	0.18														
9.0 ~ 9.5	33.2	1.940	1.196	0.60	7.5 ~ 8.0	0.88 ~ 0.64	1.30	9.7 ~ 6.2 × 10 ⁻⁴	0.22	2.3 × 10 ⁻² ~ 3.3 × 10 ⁻³	7.5 ~ 8.0			0.26	18.4	0.20	28.2	
11.0 ~ 11.5	21.8	1.700	3.112	1.56														
12.5 ~ 13.0	19.4	2.113	4.563	2.28														
14.0 ~ 14.5	18.6	2.164	1.546	0.77														
15.0 ~ 15.5	20.6	2.107	2.043	1.02														

Note : 1/ field moisture content, 2/ unconfined compressive strength, 3/ strength constants Cu = 1/2 qu, 4/ reconsolidation stress, 5/ coefficient of consolidation, 6/ compression index, 7/ coefficient of volume compressibility, 8/ unconsolidated-undrained condition under the total stress method, 9/ cohesion, 10/ internal friction angle, 11/ consolidated-undrained condition under the total stress method, 12/ consolidated-undrained condition under the effective stress method

図 2-1 比重と深度の関係図 (乱した試料による)

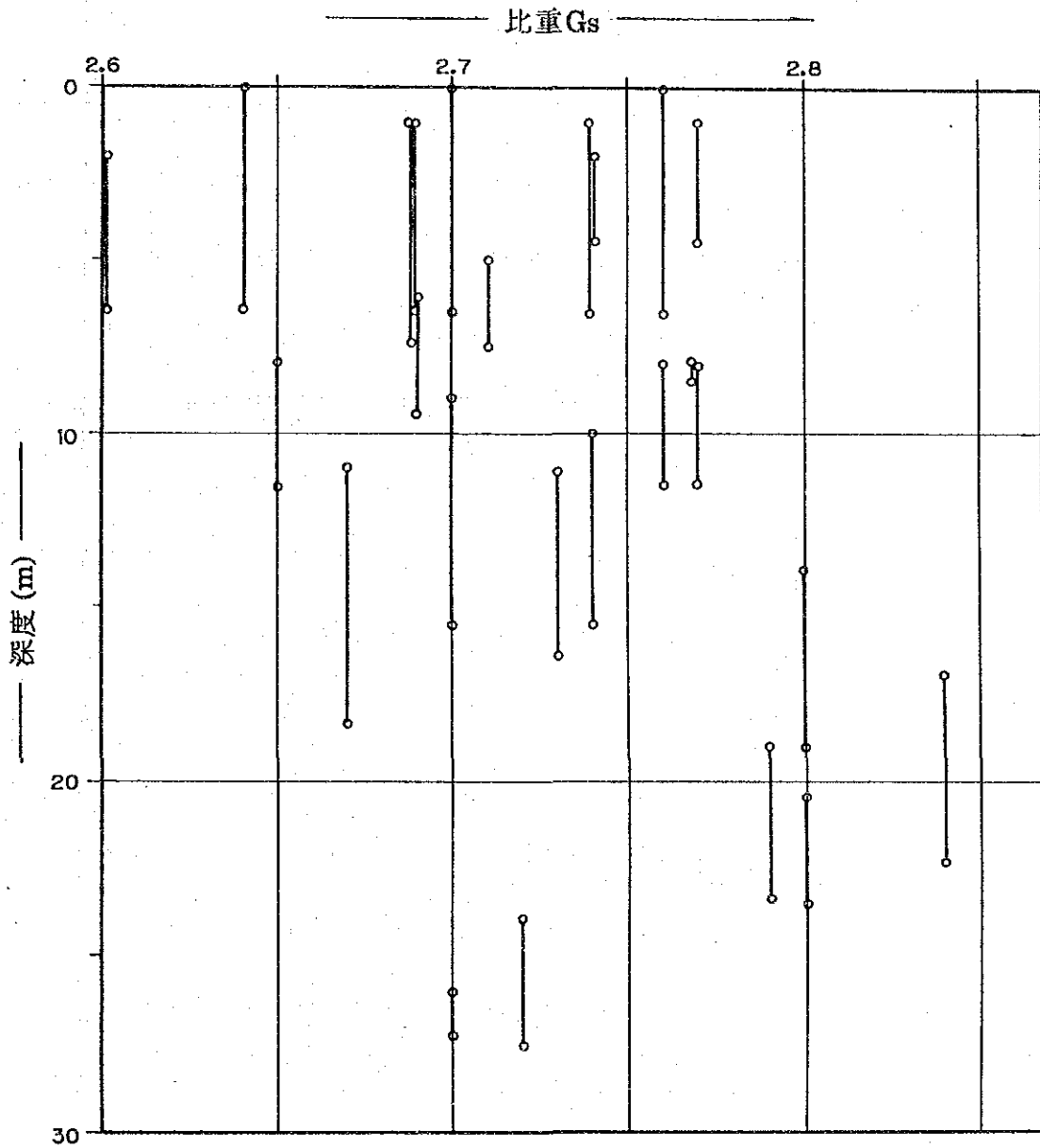


図 2-2 土質の物理的性質と深度の関係図 (乱した試料による)

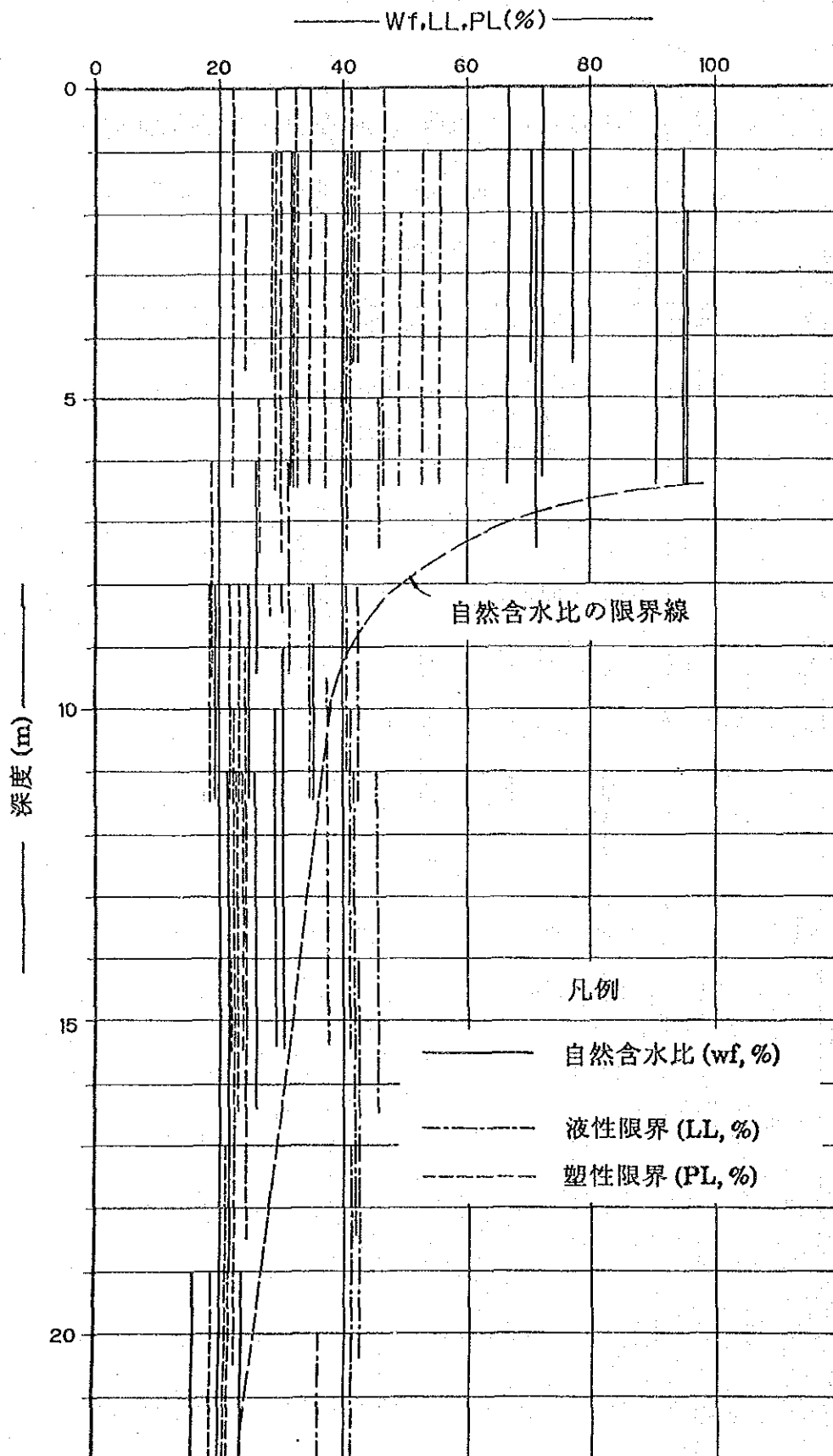


图 2-3 塑性图

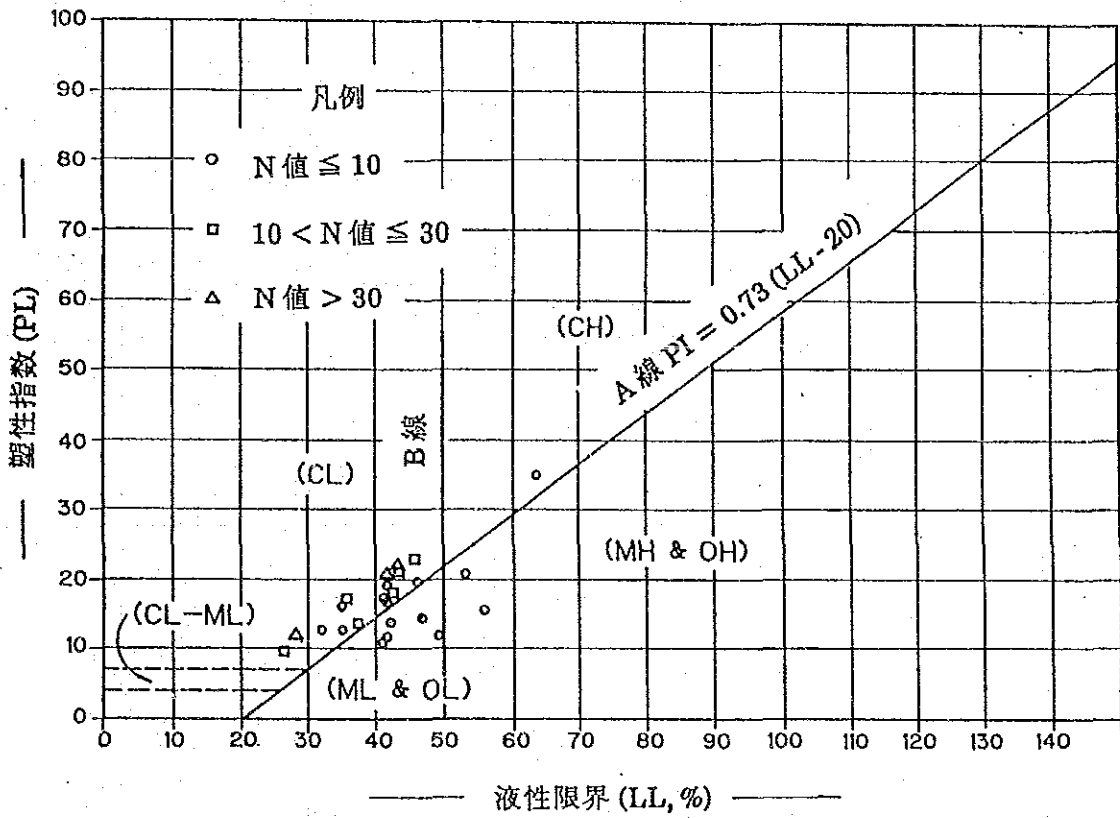


図 2-4 塑性指数、コンシステンシー指数、液性指数と深度の関係図

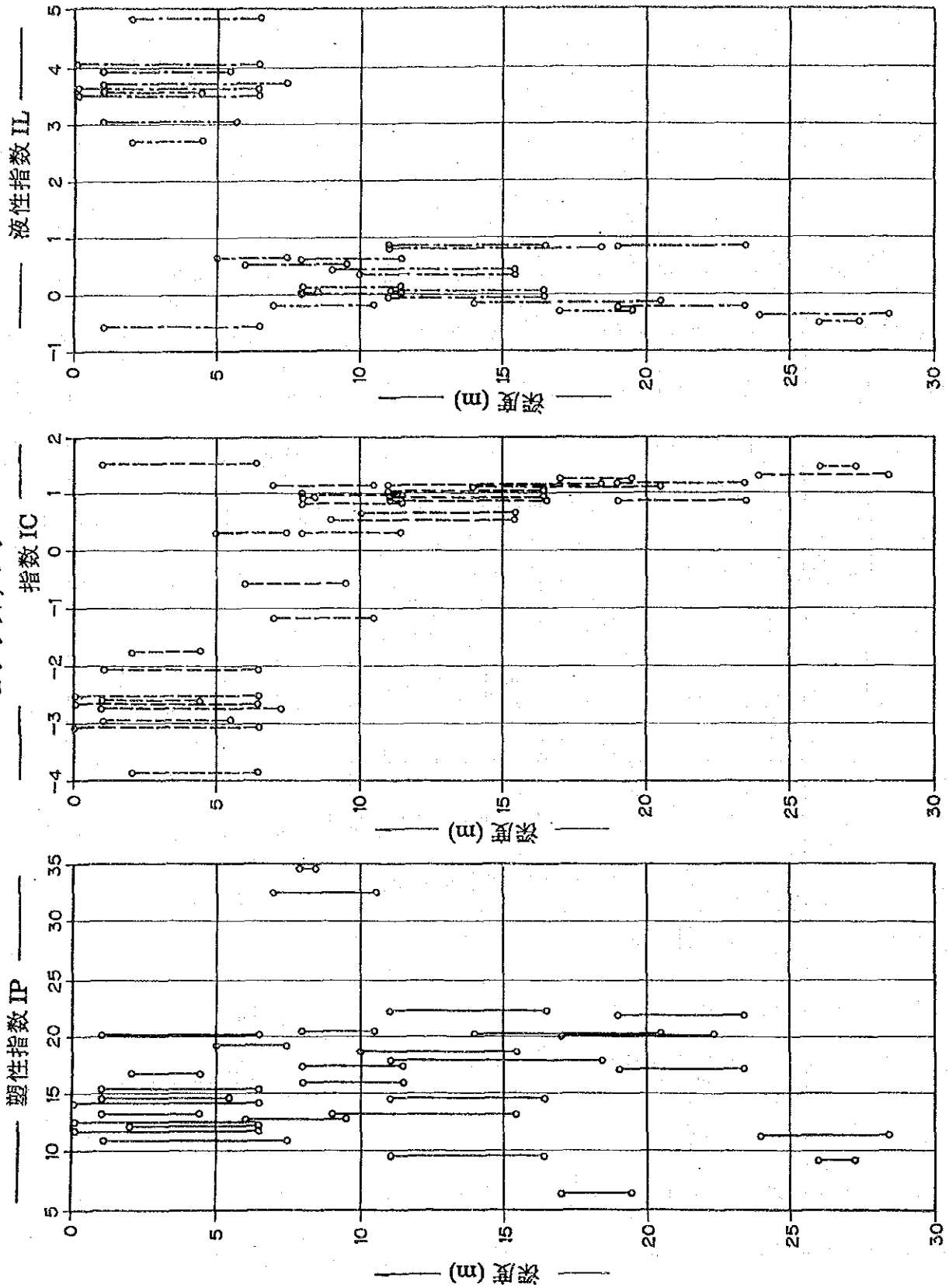


図 2-5 セン断強度 (粘着力) と深度の関係図

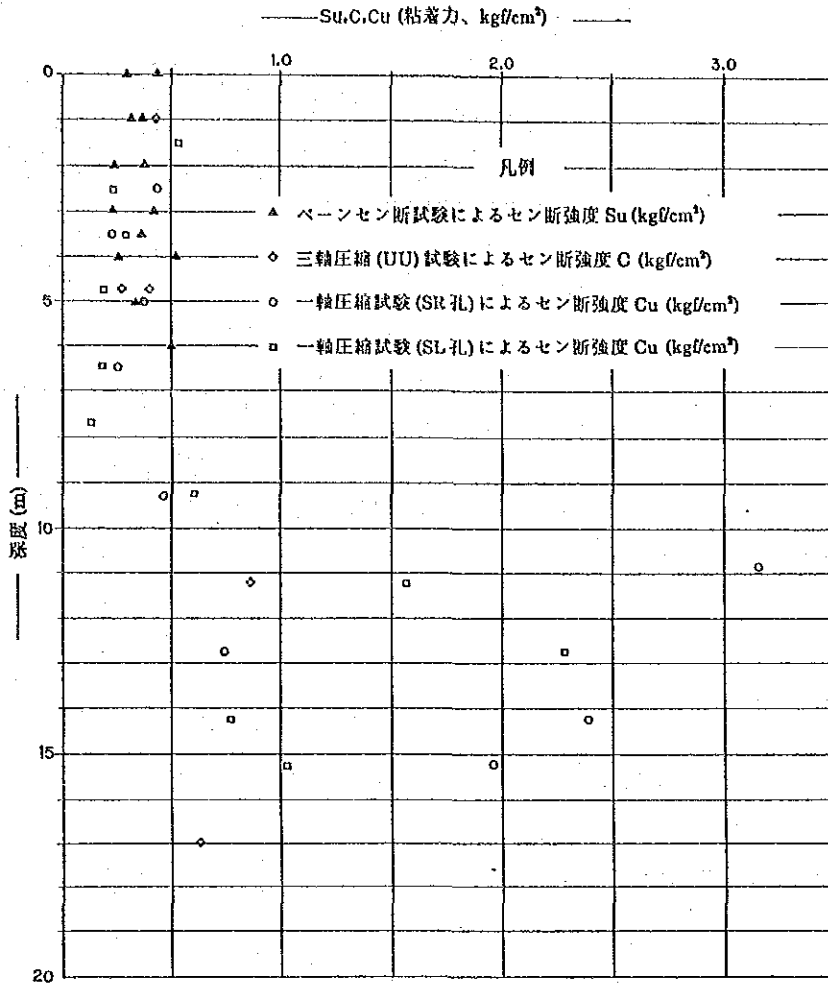
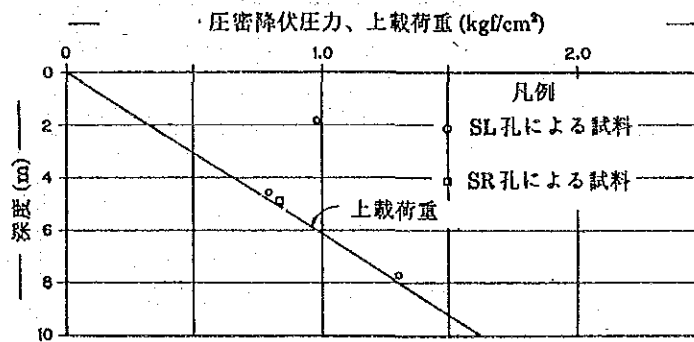


図 2-6 圧密降伏圧力と深度の関係図



第3章 設計基準

3.1 概要

バンパコン川防潮水門建設事業の事業施設は、この章に定めた設計条件に基づいて設計する。但し、この章に定めのない事項は、下記の設計基準に準拠することとする。

- 日本国農林水産省構造改善局制定の土地改良設計基準：頭首工編、フィルダム編、ポンプ設備編、水路工編
- 日本国の道路構造令、道路橋示方書
- タイ国高速道路局制定の道路設計基準及び道路構造物標準設計図集

これらの設計基準に準拠して事業施設の設計を行う場合は、タイ国の設計基準は日本国の設計基準に優先して適用するものとする。

3.2 一般設計条件

一般設計条件は下記の通りである。

1) 建設材料の許容応力度

a) 鉄筋コンクリートの許容応力度

許容応力度 (kg/cm ²)		28日設計基準強度 (kg/cm ²)		
		180	210	240
許容曲げ圧縮応力度		81	94.5	108
許容せん断応力度	梁の場合	4	4.2	4.5
	版の場合	8	8.5	9
許容付着応力度	普通丸鋼	7	7.5	8
	異形丸鋼	14	15	16
許容支圧応力度		54	63	72
適用構造物		その他	主要構造物のスラブ、ウォール、ピアー	橋梁のスラブ

鉄筋とコンクリートの弾性係数比は、 $n = 10$ とする。

b) 無筋コンクリートの許容応力度

許容応力度 (kg/cm ²)	28日設計基準強度 (kg/cm ²)	
	180	140
許容曲げ圧縮応力度	45	35
許容曲げ引張応力度	2.5	2
許容支圧応力度	54	42

c) 鋼材の許容引張応力度

- 異形丸鋼 (SD30) $o_s = 1,400 \text{ kg/cm}^2$
- 普通丸鋼 (SR24) $o_s = 1,200 \text{ kg/cm}^2$
- 構造用鋼材 (SS41) $o_s = 1,200 \text{ kg/cm}^2$
- 鋼矢板 (SY30) $o_s = 1,400 \text{ kg/cm}^2$

2) 荷重

a) 死荷重

死荷重は下記の通りとする。

- 鉄筋コンクリート $\gamma_c = 2.4 \text{ t/m}^3$
- 無筋コンクリート $\gamma_c = 2.2 \text{ t/m}^3$
- 水 $\gamma_w = 1.0 \text{ t/m}^3$
- 海水 $\gamma_w = 1.03 \text{ t/m}^3$
- 乾燥土 $\gamma_e = 1.6 \text{ t/m}^3$
- 湿潤土 $\gamma_e = 1.8 \text{ t/m}^3$
- 飽和土 $\gamma_e = 2.0 \text{ t/m}^3$
- 鋼材 $\gamma_s = 7.85 \text{ t/m}^3$

b) 活荷重

構造物の側を大型車が通過するところでは輪荷重を考慮して設計し、大型車が通過しないところでは、 300 kg/m^2 の活荷重を考慮して設計する。

c) 地震荷重

地震荷重は考慮しない。

3) バンパコン貯水池計画

設計洪水量 (1/50 確率)	:	1,600 m ³ /s
設計洪水位 (Max. W.L.)	:	EL. 2.40 m (防潮水門地点) EL. 2.50 m (揚水機場地点)
常時満水位 (N.W.L.)	:	EL. 0.70 m
最低水位 (Min. O.L.)	:	EL. -1.30 m
有効貯水量	:	3千万m ³

4) 潮位

朔望平均満潮位 (H.W.L.)	:	EL. 1.30 m
朔望平均干潮位 (L.W.L.)	:	EL. -1.00 m
既往最高潮位 (H.H.W.L.)	:	EL. 2.10 m
既往最低潮位 (L.L.W.L.)	:	EL. -1.70 m

3.3 防潮水門の設計条件

防潮水門の設計条件は次の通りである。

- a) 舟通しは設けず、ゲート巻上げ時も舟の通行を禁止する。河川締切堤の上、下流の左岸側に栈橋を設置する。
- b) 魚道は設置しない。但し、将来における魚道の設置を考慮して魚道の設置位置を概定し、概略設計図面を作成する。
- c) 防潮水門の上流側に網場を設置する。
- d) ゲートの補修、点検などのために、トラッククレーンが管理橋上を走行する。従って、管理橋は幅員5m以上とし、活荷重 TL-20t に耐える構造とする。
- e) 予備ゲートは防潮水門ゲート1門分を製作することとする。
- f) 停電時にもゲート操作ができるように非常用発電機を設置する。

3.4 揚水機場の設計条件

揚水機場の設計条件は次の通りである。

- a) F/S レポートに記載されている幹線水路始点計画水位 EL. 3.70 m に、水路延長の増加による損失水頭とトランシジョン部の水位差を加えて、計画吐水位は EL. 3.80 m とする。

$$\begin{aligned}
 \text{水路延長の増加による損失水頭} &= (\text{水路延長の増加分}) \times (\text{水路の底勾配}) \\
 &= 600 \text{ m} \times (1/12,000) = 0.05 \text{ m} \\
 \text{トランジション部の水位差} &= (1 + \text{漸縮による損失係数}) \times (\text{速度水頭}) \\
 &= 1.3 \times (0.815^2 / (2 \times 9.8)) = 0.05 \text{ m}
 \end{aligned}$$

- b) 取水路の前面に網場を設置し、取水路内にスクリーンを設置する。
- c) 揚水機場の上屋は、主ポンプ、受配電盤及び事務室の設置に必要なスペースに加えて、ポンプ設備の分解並びに補修のために必要なスペースを考慮して設計する。事務室は3人以上が勤務できる規模とし、寝室は設置しない。
- d) 主ポンプは停電時においても少なくとも1台は運転できるように計画する。
- e) 揚水機場の敷地は取水路、上屋及び吐水槽の敷地を含み、それらの構造物の配置に必要なスペース及び管理に必要なスペースを考慮して平面計画をたてることとする。

3.5 道路及び道路橋の設計条件

道路及び道路橋の設計条件は次の通りである。

- a) 道路は2車線とし、幅員は車道幅6m、路肩3m(1.5m×2)で全幅9mとする。道路橋の全幅は9mとする。
- b) 道路及び道路橋の設計速度は60～80km/hrとする。
- c) 路面の舗装はアスファルト塗装とし、道路の横断勾配は3.5%とする。
- d) 道路の排水溝は設置しない。
- e) 道路橋は活荷重TL-20tに耐える構造とする。
- f) 防潮水門及び道路橋部の舟の通行を禁止する。従って、水面から橋梁桁下までの余裕高の決定に際しては舟の通行は考慮しない。
- g) 道路及び道路橋には照明設備を設置する。

3.6 建築の設計条件

- a) 建築材料の許容応力度は”3.2一般設計条件”の項に示した値とする。
- b) 風圧力は、建物の高さにより次の通りとする。

10m以下	50 kg/m ²
10～20m	80 “
20～40m	120 “
- c) 床荷重は次の通りとする。

車庫、機械庫	500 kg/m ²
--------	-----------------------

オフィスビル	300	ヶ
住宅	150	ヶ

- d) 消火器は床面積 100 m²につき 1 個以上準備することとする。床面積が 100 m²に満たない建物にも最低 1 個は準備するものとする。

第 4 章. 水文・水理解析

4.1 計画規模

本水系での大規模な治水施設の着工が未定であることから、ここでは基本高水 (= 現況) を計画高水と考える。施設の計画規模は、RID の基準から超過確率 1/50 年とする。

4.2 設計洪水位及び設計洪水量

4.2.1 降雨解析

1) 流域代表降雨

本流域内外には多数の降雨観測所がある。ここでは、F/S 時と同様、計算の煩雑さを避け、長期間の観測資料が整備され、ティーン分割した時の支配面積がほぼ同一となるような、降雨特性が比較的類似していると思われる 20 観測カ所を採用する。

2) 計画降雨継続時間

計画降雨の継続時間は、流域の約 45% を占める kgt.3 地点の既往主要 5 洪水に着目して決定する。

即ち、各洪水のピークを生ぜしめると考えられる 20 観測カ所の一連降雨を整理すると、降雨 1.0 mm/日以上継続時間 (7 日間) は 80%、また、5.0 mm/日以上では 95% のカバー率となる。これより、計画降雨の継続時間を 7 日間とする。

3) 計画降雨波形

20 観測カ所のうち時間記録があるのは 4 観測所のみで、これも全期間の時間記録は整理されていない。

従って、計画降雨波形は日降雨を用いて、主要洪水時の20観測カ所の降雨強度(継続時間7日間)が最大となる7日間の実降雨を引き伸ばし、各時間降雨波形は引き伸ばされた各日降雨を24時間で除して作成する。

4) 有効降雨

有効降雨は、F/S時と同様、主要流量観測地点で得られた実測流出高と主要洪水時の流域内降雨との関係で得られた、累加雨量～損失雨量の関係図により算定する。

4.2.2 流出解析

1) 流出解析手法

計画降雨の流量への変換には、単位図法、貯留関係法、特性曲線法等がある。

しかし、本流域は、比較的標高の低い起伏の少ないなだらかな斜面を持つ山地部と、バンパコン川下流部の地形勾配1/30,000～1/60,000程度の水田を主体とした低平地部からなることを考慮し、ここでは水田による貯留効果を加味した混成特性曲線法を採用する。

2) 流域分割と流出モデル定数の決定

流域分割は、バンパコン川水系内の水資源開発計画を考慮し、8水系54分割とした。

また、洪水流出モデルに使用するモデル定数は、1/50,000地形図を用いて土地利用分類を行って決定した。

3) 流出モデルの検証

バンパコン川流域内(C.A. = 17,660 km²)には多数の流量観測カ所がある。ここでは、全流域の約45%を占めるkgt. 3(C.A. = 7,502 km²)に着目して、流出モデルの検証を行う。

今、同地点における主要洪水時の出水状況を取りまとめると、次表の通りである。

kg. 3

No. 1	2,220.0 m ³ /s	6 Oct.	1990
No. 2	1,111.0 m ³ /s	23 Sep.	1969
No. 3	1,064.0 m ³ /s	20 Oct.	1983
No. 4	1,056.5 m ³ /s	3 Oct.	1978
No. 5	1,042.0 m ³ /s	31 Aug.	1942

注) 1. 1941~1990年

それによると、既往最大は1990年の2,220 m³/sであるが、超過確率評価は1/26,248年となり、異常出水である。

従って、流出モデルの検証は、最近の土地利用状況に近く、実測潮位記録のある1983年の出水で検証した。

4.2.3 洪水時の水理解析

1) 水理解析手法

前述したように、本流域は比較的標高の低い山地部とバンパコン川沿いの地形勾配の緩やかな低平地部とからなっており、低平地部では雨期の氾濫を利用した貯留灌漑が行われている。

ここでは、上記の土地利用の状況を踏まえ、河道部と高水敷や貯留灌漑地区の貯留域(死水域)からなる連続貯水池モデルを採用し、水門ゲート標高等の施設諸元の決定や湛水状況を把握した。

水理モデルは、前述のバンパコン川流域を54分割して得られる流出量を上流の境界条件とし、また、バンパコン川河口の時間潮位を下流の境界条件とした。更に、河道部は、フルード数が小さく河積の縦断方向変化の小さい河道、即ち、低平地河道に適応が良い不定流近似モデル(河道モデル)を採用し、これに高水敷等の貯留域を加味して作成した。

2) 水理解析条件

i) 流入量

防潮水門への流入量は、前記の洪水流出モデルにより算定する。

ii) 潮位

バンパコン川河口部では、1981年9月以降潮位が毎時観測されている。ここでは、1983年10月の実測潮位を用いて水理解析を行う。

なお、同地点の実測潮位を整理すると、次のようになる。

既往最高潮位	(+) 2.02 m (M.S.L)
朔望平均満潮位	(+) 1.27 m (ク)
上下弦平均満潮位	(+) 1.00 m (ク)
平均潮位	(+) 0.16 m (ク)
上下弦平均干潮位	(-) 0.82 m (ク)
朔望平均干潮位	(-) 0.95 m (ク)
既往最低潮位	(-) 1.67 m (ク)

注：1982～1991年

iii) 氾濫域の貯留量

バンパコン川高水敷の貯留量は河川横断図によって作成し、堤防築造後の堤内地の貯留量は縮尺 1/10,000 地形図をもとに算定した。

iv) 河道部

河道モデルの流水断面積や径深等の諸元は、RID 測量部が実施した河川横断図 (L=200 km、@2 km) を用いて算定した。また、河道の分割は、水理解析の精度の妨げとならないように、図 4-1 に示したナコンナヨック川との合流点までの 30 分割とした。そして粗度係数は、現地調査やチャオピア川の流況解析結果¹⁾を参考に、下流部で $n = 0.031$ 、上流部で $n = 0.023$ とし、計算キザミ Δt は 30 秒とした。

¹⁾ 「タイ・チャオピア河下流感潮域の流況解析」水と土 73 号 1988 年同報告書によると、RID 本部より下流で $n = 0.025 \sim 0.035$ 、上流域で $n = 0.022$ となっている。

3) 水理モデルの検証

前述の条件に基づき、水理モデルの検証を行う。検証対象洪水は、流出モデルと同様 1983 年 10 月の洪水とし、バンパコン川の洪水位をもって検証した。

図 4-2 はその解析結果であるが、実測値はバンパコン川沿いの主要樋門で得られた水位²⁾を示す。それによると、比較的計算水位が実測洪水位に近いのが分かる。

また、図 4-3 は河口からナコンナヨック川との合流点まで 30 分割した河川水位の時間変化を示す。

2/ カセサート大学による環境影響評価報告書 P3-90.

4) 設計洪水水位及び設計洪水量

検証された水理モデルを採用し、これに計画降雨 ($w = 1/50$) を適用して防潮水門地点の設計洪水水位及び設計洪水量を決定する。

ここでは、堤防等の築造に関して水系一貫した工事实施基本計画が無いことから、防潮水門上下流左岸部の堤防有無の場合の 2 ケースを検討する。また、堤防の路線は、Chachoengsao 灌漑事業地区の境界と既設の道路を考慮して決めた。

図 4-4 は、堤防の無い現況時の解析結果であり、図 4-5 は堤防築造後の解析結果である。これらは、図 4-3 と同様、30 分割されたそれぞれの地点の河川水位を示す。それによると、防潮水門地点の洪水水位と洪水量は、堤防築造前で (+) 2.36 m と 1,590.6 m³/s、堤防築造後で (+) 2.30 と 1,593.4 m³/s となる。従って、設計洪水水位は (+) 2.36 \approx (+) 2.40 m、設計洪水量は 1,593.4 \approx 1,600.0 m³/s とする。

また、防潮水門より上流 Khlong Tha Thong Long 付近の堤内地の湛水位は、堤防の築造によって (+) 2.60 m から (+) 2.25 m と約 0.35 cm 減少するが、自然排水の為に外水位の影響を受けて湛水時間には大差ない。

4.3 乾期水位の検討

1) 解析モデル及び解析条件

乾期には防潮水門ゲートを全閉するので、河道の従前機能が変化する。

ここでは、前述の河道モデルを用いて防潮水門設置前後の流況解析を行い、防潮水門設置に伴う影響を検討する。解析条件としては、乾期でかつゲートを全閉することから、横流入量を含めた河道への流入はなく、また、下流潮位は 1983 年の潮位を与える。

図4-1 パンパコン川河川分割図

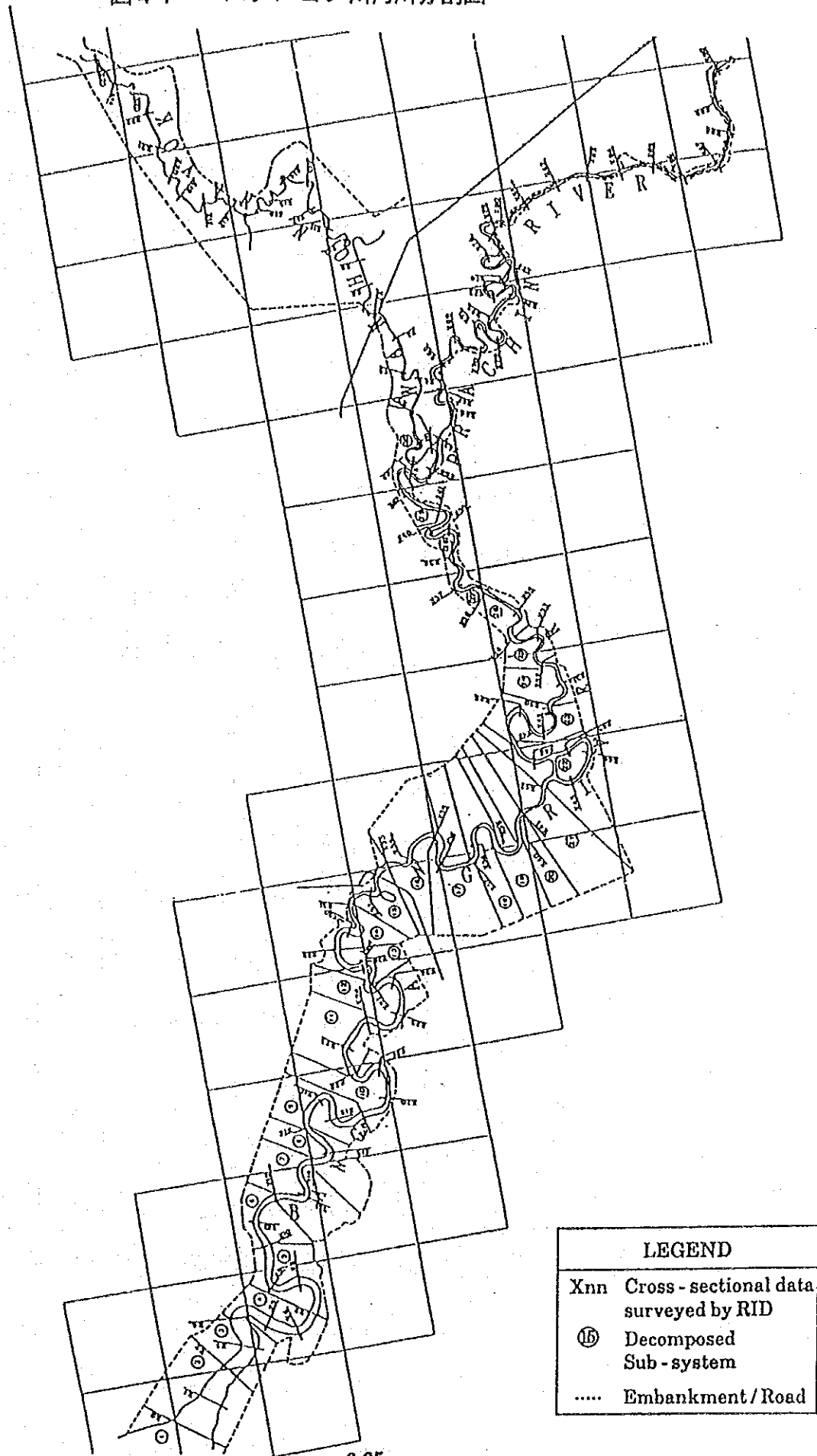


図 4-2 1983 年 10 月洪水の水理解析結果 (水位縦断面)

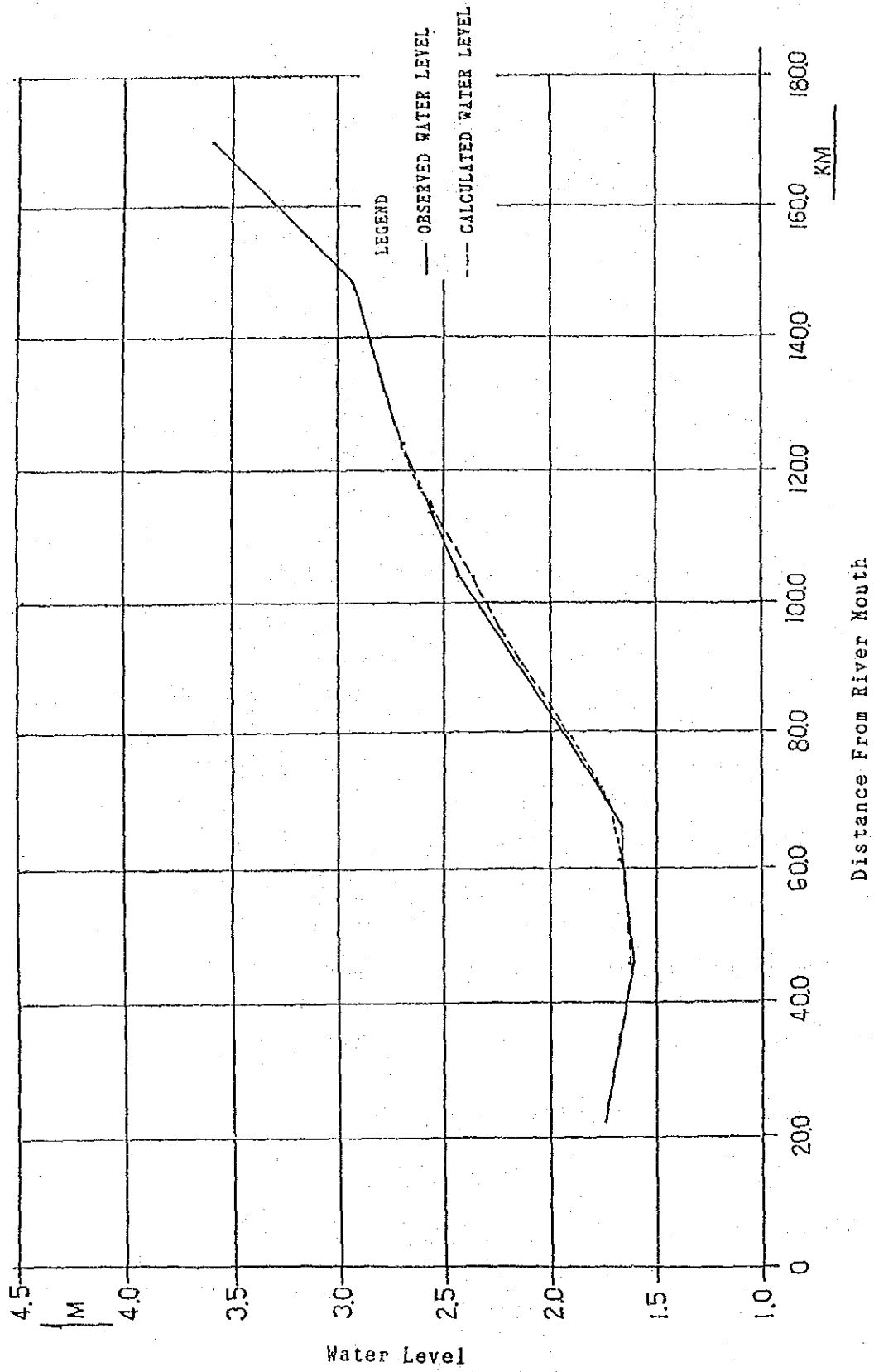


図 4-3 1983 年 10 月洪水の水理解析結果 (地点水位の時間的変化)

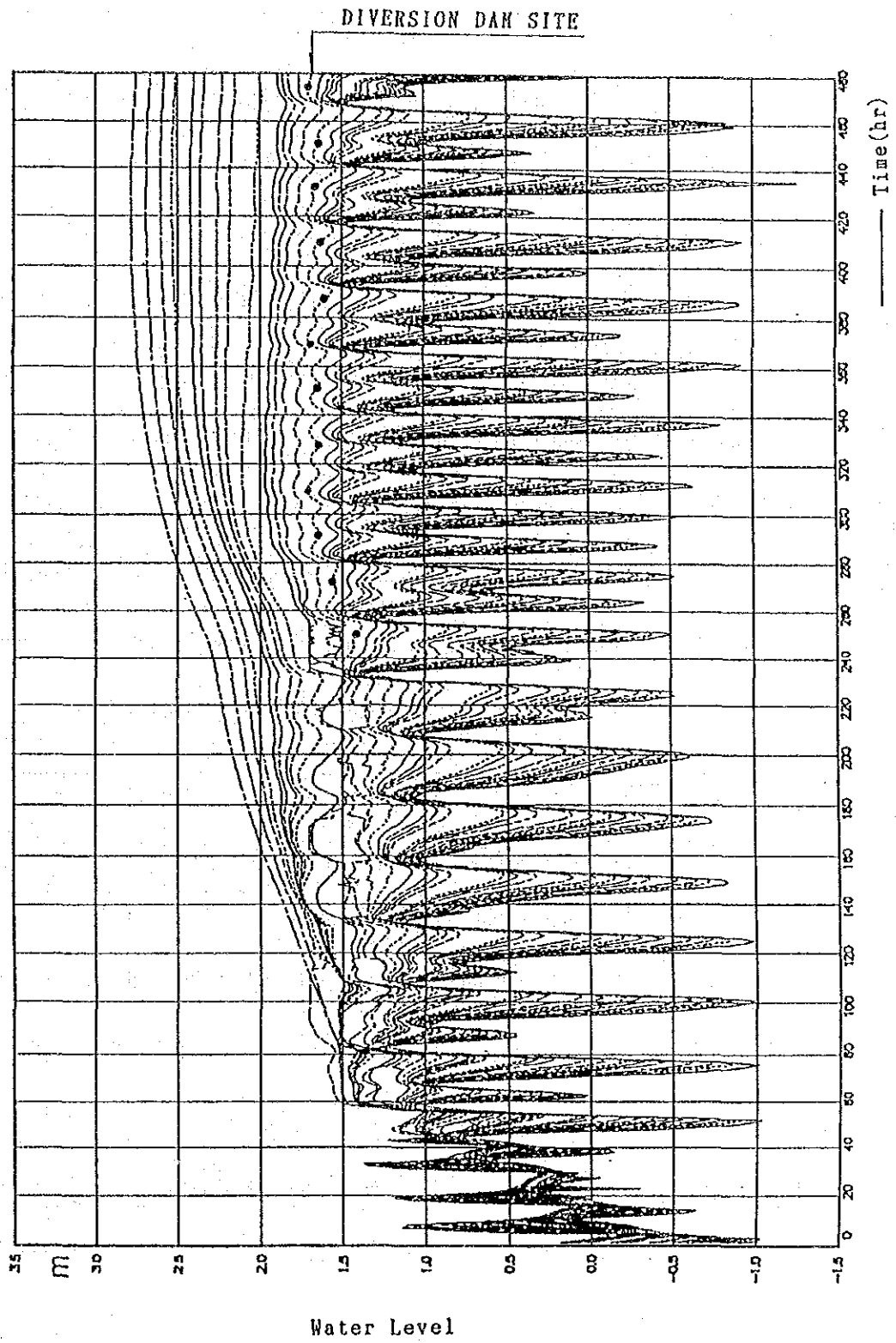


图 4-4 50 年確率洪水時の河川水位 (堤防築造前)

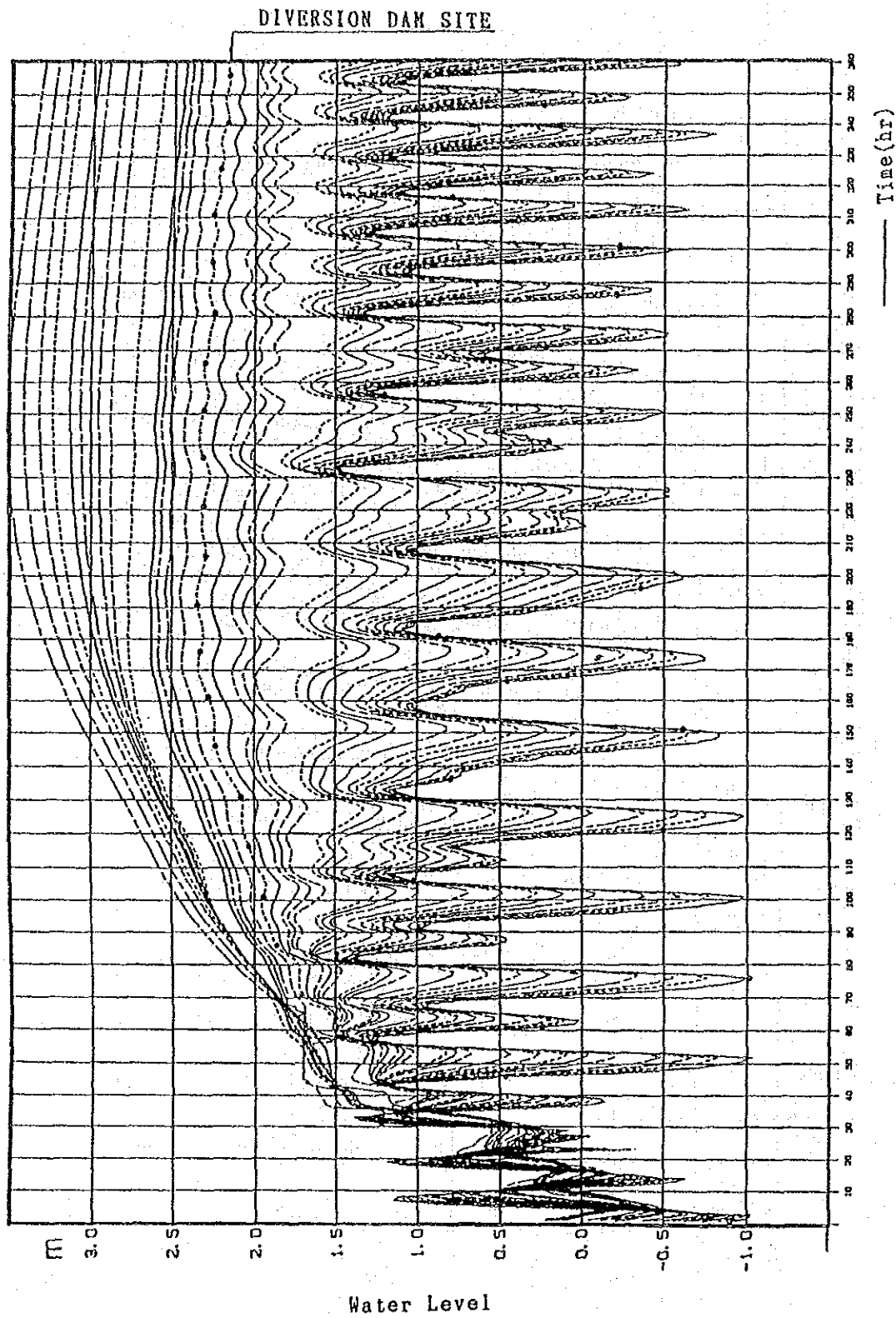
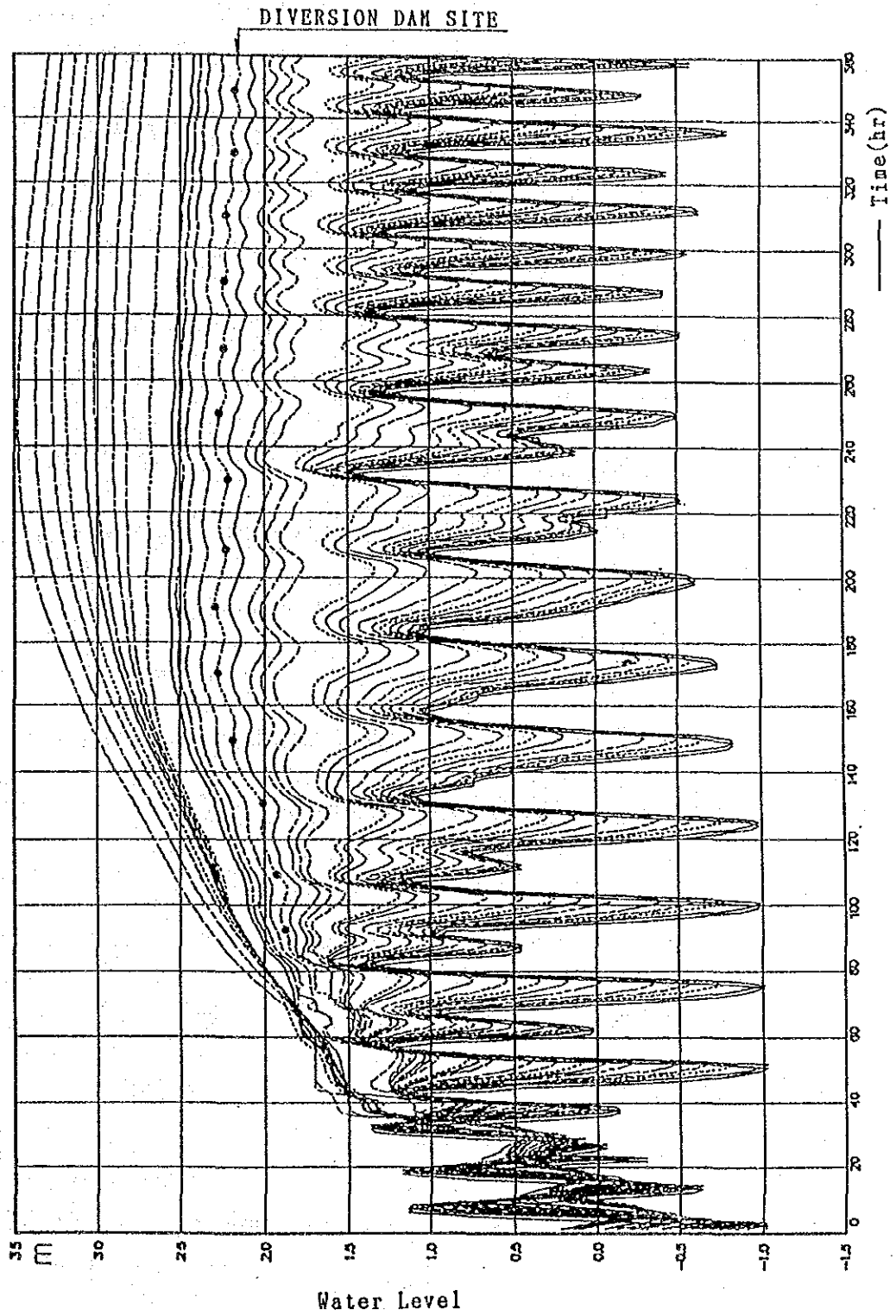


図 4-5 50 年確率洪水時の河川水位 (堤防築造後)



2) 解析結果

図 4-6 はその解析結果であるが、締切前後で防潮水門地点の水位が約 30 cm 上昇する。しかし、その水位は河口潮位より低く、また、低水護岸を越えることはない。

但し、下流部では潮位の影響もあり、一部低水護岸部を超える所もであるので、高水敷での土地利用を変えるか、低水護岸部の堤防を高くするかの対策が必要であろう。

4.4 防潮水門ゲートの操作規定

防潮水門は、塩の遡上防止機能、貯水機能及び揚水機場の取水機能を満足し、洪水時には治水上著しい支障を与えることなく、流水を安全に流下させる必要がある。そのためには、防潮水門ゲートを適切に操作する必要がある。

ここでは前述の水理モデルにゲート全閉時に生じると思われる超過確率 1/2 年の 3 日連続雨量を適用して操作方法を検討し、操作規定を作成する。

1) 全ゲートの開閉時期

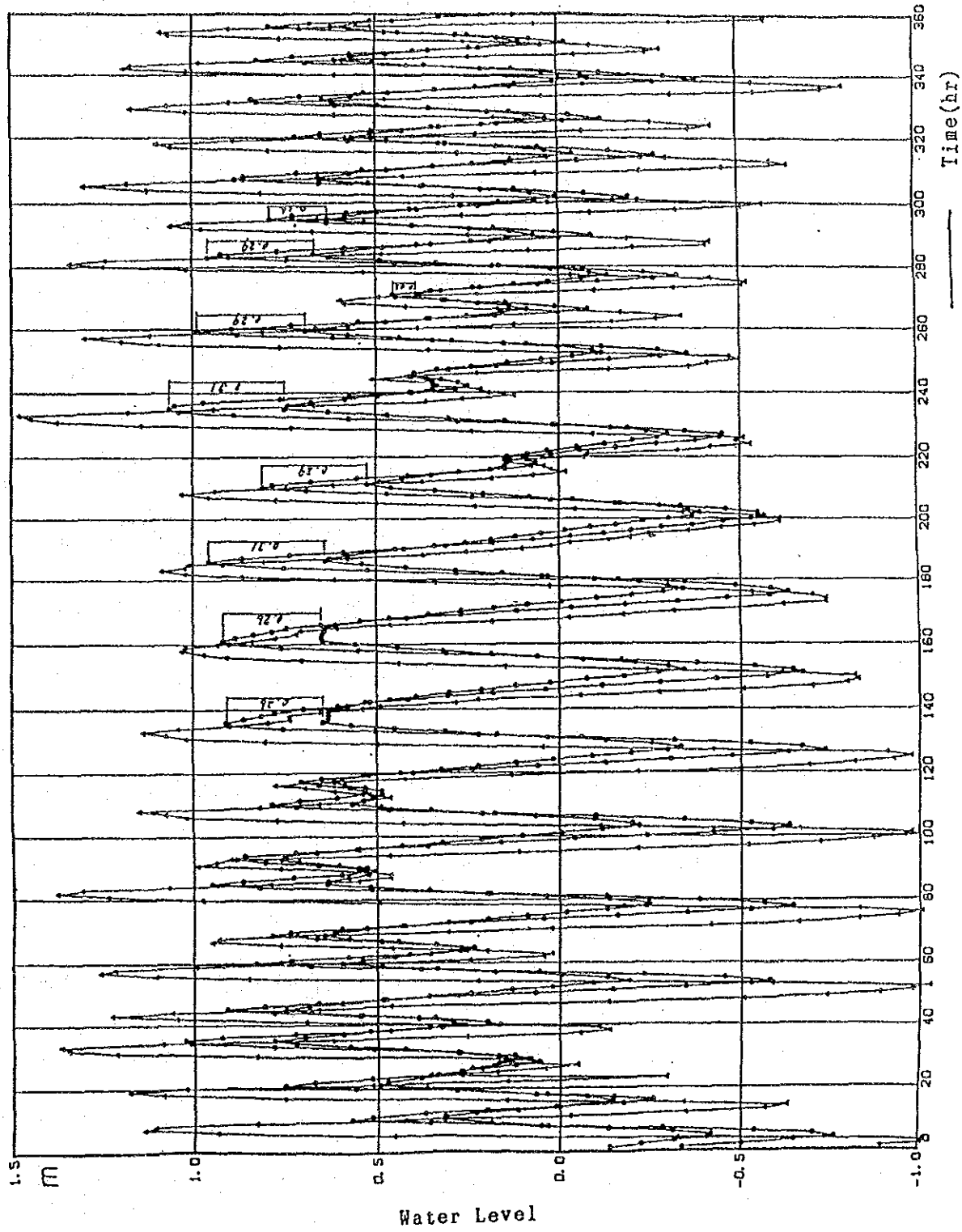
ゲートの開閉時期は、潮の遡上を防止する時期と必要貯水量を確保するために溜め込む時期の両者を満足する必要がある。潮の遡上防止は河川流量が $50 \text{ m}^3/\text{s}$ 程度あれば防止でき、また、水収支計算上から $30 \text{ m}^3/\text{s}$ 程度あれば不足を生じない。

従って、ゲートの全開は、防潮水門地点での流量が $80 \text{ m}^3/\text{s}$ 程度を越える 6 月頃となる。また、ゲートの全閉は、その時点ではゲートが全開されているので防潮水門地点での流量は把握出来ないので、上流の kgt.22 で代替し、kgt.22 地点の流量が $30 \text{ m}^3/\text{s}$ で防潮水門地点での塩分が許容水準以上の 11 月頃となる。

2) 管理水位と貯水量

防潮水門上流の地盤標高 (+) 1.20 m 前後を考えると、土地利用状況から最低 0.5 m 程度下げる必要がある。従って、管理水位の上限は、(+) 0.70 m 程度となる。また、計画貯水量 30 MCM は変更しないので、下限の管理水位もそれに合わせて下げ、(-) 1.30 m とする。

图 4-6 防潮水門建設前後の乾期河川水位の変化



3) 責任放流量及び計画取水量

責任放流量に関しては、RIDとの協議の結果、F/S時の値(0.1 m³/s 100 km²)を採用する。また、ポンプの計画取水量は、20年間の水収支計算から16 m³/sとする。

4) ゲートの操作方法

水門のゲートは30 m×5門で、うち2門は上・下2段式であり、上段ゲートを下げて越流させることも、また、洪水時には全門開放する操作も出来るように設計されている。

防潮水門のゲート操作は、下記の基本的な操作を踏まえて、適切な操作が望まれる。

a) 全閉操作

バンパコン貯水池の水位が外潮位より低い場合、逆流を防止するために水門は全閉する。

b) 全開操作

雨期の洪水時のように大量の水を流す必要がある場合は、ゲートを全開して速やかに洪水の排除を行う。また、雨期から乾期等の移行期も上流の水位テレメータに留意し、洪水の排除を適切に行う。

c) 越流操作

責任放流量や上限の管理水位を越える小洪水の排除のために、2門の調節ゲートを下げる越流操作が行われる。この時、上段ゲートの降下は適時行われる。

d) 潜流操作

バンパコン貯水池の水位と外潮位との差が比較的大きい場合、制水ゲートを引き上げる潜流操作が行われる。この操作により、貯水池内に残留する塩分の排除が可能となる。

防潮水門ゲートの操作規定

1) 防潮水門の諸元等

管理・操作すべき防潮水門の諸元は下記の通りである。

a) バンパコン川防潮水門

- ・ ゲートてんば標高 EL. (+) 1.80 m (M.S.L.)
- ・ ゲート下端標高 EL. (-) 8.20 m (〆)
- ・ 制水ゲート 高さ 10.00 m × 幅 30.00 m × 3 門
- ・ 調節ゲート上段扉 高さ 3.10 m × 幅 30.00 m × 2 門
- 下段扉 高さ 6.90 m × 幅 30.00 m × 2 門
- ・ 個々のゲート開閉速度 1 分につき 0.30 m

b) バンパコン貯水池

- ・ 有効貯水量 30 MCM
- ・ 上限管理水位 (+) 0.70 m (M.S.L.)
- ・ 下限管理水位 (-) 1.30 m (〆)
- ・ 責任放流量 2.49 m³/s

2) 貯水位の算定方法

貯水池の水位は、バンパコン川防潮水門直上流の水位計の読みに基づいて算定する。

3) 流入量の算定方法

制水ゲート締切時の流入量は、防潮水門地点の内外水位差とゲート開度によって算定する。

また、全ゲート開放時や全ゲート締切時で外潮位が高い場合の流入量は、kgt. 22 の水位・流量によって代替える。

4) ゲートの操作方法

a) ゲートの各称

防潮水門の個々のゲートは、右岸に近いものから左岸に向かって順次「1号制水ゲート」～「3号制水ゲート」、「1号調節ゲート」～「2号調節ゲート」とする。

b) ゲート全開操作

乾期から雨期への移行時でゲートを全開する場合は、「2号制水ゲート」、「1号制水ゲート」、「3号制水ゲート」の順に各々0.30mの範囲で開く。そして、上記3門の制水ゲートを全開した後に、調節ゲート上段扉を上端標高(+) 1.80m まで巻き上げ、その後に「1号調節ゲート下段扉」と「2号調節ゲート下段扉」を交互に0.30mの範囲で巻き上げる。調節ゲート上段扉は、しかる後に完全に巻き上げる。

c) ゲートの全閉操作

雨期から乾期への移行時にゲートを全閉する場合は、「1号調節ゲート下段扉」と「2号調節ゲート下段扉」を交互に0.30mの範囲で閉める。次に、「2号制水ゲート」、「1号制水ゲート」、「3号制水ゲート」の順に0.30mの範囲で閉める。しかる後に、「1号調節ゲート上段扉」と「2号調節ゲート上段扉」を0.30mの範囲で交互に閉める。

d) 調節ゲートの操作

制水ゲート全閉時に責任放流量を放流する時や、上限管理水位(+) 0.70m を維持するために、調整ゲート上段扉を適宜操作し、越流方式により放流する。

e) 除塩のための操作

貯水池内に残存する塩分の排除が必要な時は、貯水池内水位と外潮位との差が比較的大きい時期に「2号制水ゲート」を引き上げて排除する。

f) 小洪水の排除

ゲート全閉時の小洪水の排除に対しては、調節ゲート上段扉2門を最大限下段ゲートの天端標高まで引き下げて排除する。

但し、調節ゲート上段扉が完全に引き下げられた状態で、かつ上流の水位テレメータから貯水池内水位が(+) 1.30m を越えると判断される時は、「2号制水ゲート」、「1号制水ゲート」、「3号制水ゲート」の順に、毎分0.30mの範囲で引き上げて排除し、制限水位(+) 1.30m を越えないようにする。その時、過剰放流により上限管理水位(+) 0.70m を大幅に下回ることをないように、防潮水門地点と上流テレメータ地点の水位に留意する。