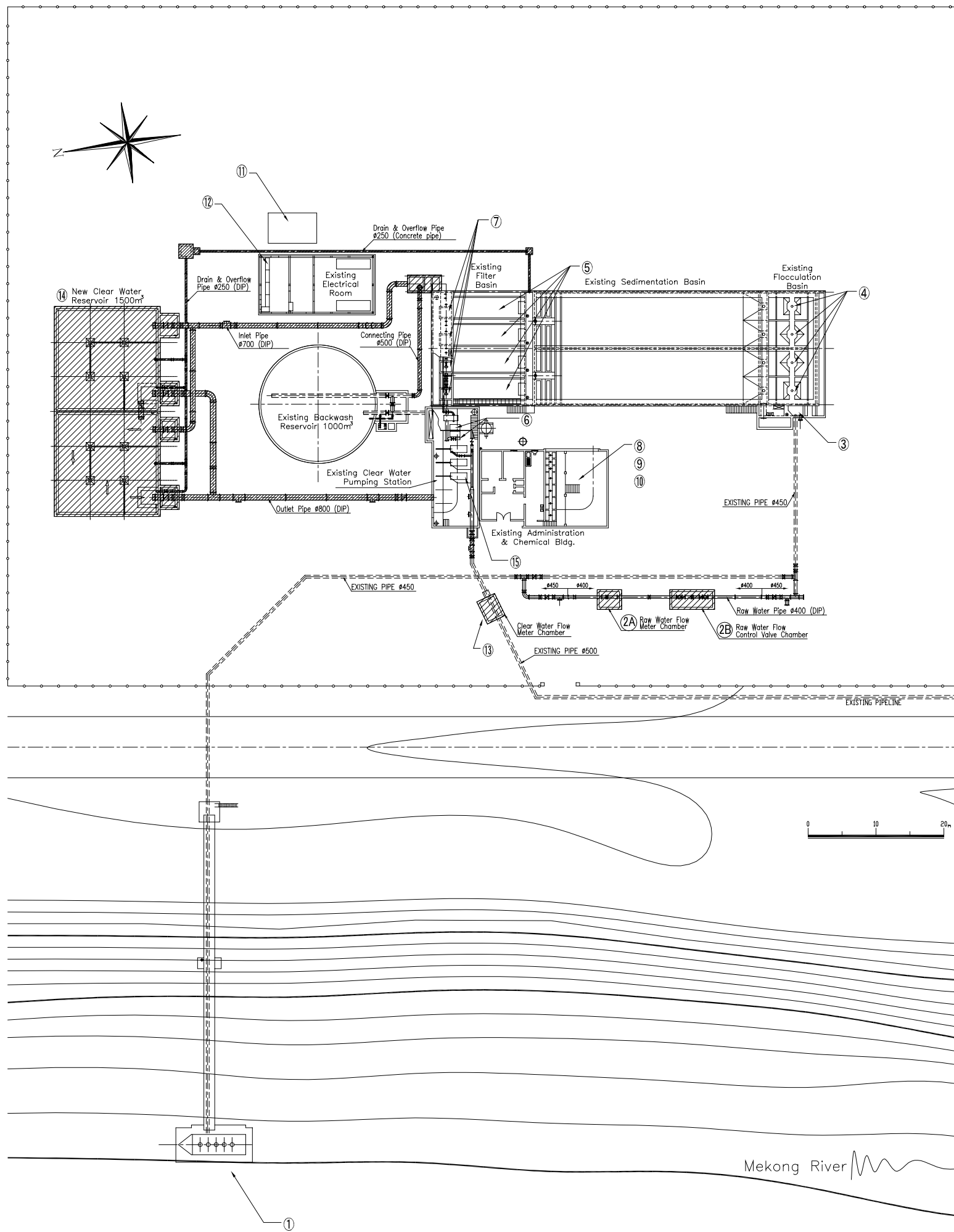


添付図面集

添付図面目録

添付図

図番号	項目
添付図 - 1	ナケ浄水場全体平面図
添付図 - 2	ナケ浄水場フロー
添付図 - 3	水位高低図
添付図 - 4	既設取水塔及び水管橋
添付図 - 5	取水塔及び水管橋詳細図
添付図 - 6	既設浄水施設 全体平面図
添付図 - 7	既設浄水施設 断面図
添付図 - 8	既設ろ過池
添付図 - 9	接合井
添付図 - 10	既設ポンプ室、管理室、薬品室
添付図 - 11	送水流量計室
添付図 - 12	取水流量制御弁室及び取水流量計室
添付図 - 13	場内配管図
添付図 - 14	新設配水池
添付図 - 15	既設電気室



Basic Design for proposed Facilities and Equipment

Item No.	Facility/Equipment Name	Basic Design	Item No.	Facility/Equipment Name	Basic Design	
①	Intake Pump	Type: Submersible pump Units: 3units (2 for operation, 1 stand-by use) Capacity: 5.5m ³ /min (= 330m ³ /hr) x 23.5m x 3.7kW	⑩	Disinfectant dosing facility	Hypo chlorite solution tank Type: RC Square tank (existing) Capacity & unit no.: 1.5m ³ x 2units Associated facilities: (per tank) : Chemical feeding hopper (SUS304), Agitator/Mixer, 1.55kW, Axle holder: SUS304	
②B	Raw water flow control devices	Flow Control Valve Type: Vertical Butterfly Valve (with toothed-vane disk) Dia.: 400mm Unit no.: 2 units			<u>Manual measuring unit</u> Type: Triangle weir tank Unit no.: 2units (pre and post chlori-nation one each) <u>Solution injector</u> Type: pressure type suction injector Unit no.: 2units (pre and post chlori-nation one each)	
③	Rapid mixer	Type: Vertical turbine Unit no.: 1unit Mixing intensity: G = 500sec-1 Motor power: 2.2kW				
④	Flocculator	Type: Vertical axial, hold lower part Unit no.: 4units Motor power: 3.7kW				
⑤	Under drain system	Type: porous concrete under drain Unit no.: 4filter beds	⑪	High Voltage Power Receiving Facility	<u>Power receiving transformer</u> Type : outdoor, oil immersed, self cooling Capacity : 550KVA Voltage : 22kV/380V, 3-phase Unit : 1unit <u>High voltage switch gear</u> Type : outdoor, manual cut-out, fuse-included Voltage : 600V, 3-phase Unit : 1unit	
⑥	Back-wash pump	Type: Horizontal single suction volute pump Unit no.: 2units (1 normal operation, 1 stand-by) Capacity: 9.5m ³ /min x 8m x 30kW				
⑦	Filter outlet control devices	New flow control devices Unit no.: 4 units				
⑧	Dosing facilities	<u>Alum-sulfate Solution Tank</u> Type: RC Square tank Capacity & unit no.: 3.5m ³ x 2units Associated facilities: (per tank) Chemical feeding hopper (SUS316), Agitator/Mixer, 0.75kW, Axle holder: SUS316 <u>Alum-sulfate feeding pump</u> Type: Diaphragm measuring pump Unit no.: 3units (2 normal operation, 1 stand-by) Capacity: 8.5L/min x 1.5kW	⑫	Power Control Panels	<u>Power control panel</u> Type : Outdoor-type, metal-enclosed, self-standing Voltage : 600V, 3-phase Unit : 1unit <u>Local switch box</u> Type : Indoor-type, metal-enclosed, stand type Voltage : 600V, 3-phase Unit : 1unit	
⑨	Alkali dosing facility	<u>Lime slurry solution tank</u> Type: RC Square tank (existing) Capacity & unit no.: 1.5m ³ x 2units Associated facilities: (per tank) Chemical feeding hopper (SUS304), Agitator/Mixer, 1.55kW, Axle holder: SUS304 <u>Manual measuring unit</u> Type: Triangle weir tank Unit no.: 2units (pre and post Alkali one each) <u>Lime Slurry Injector</u> Type: pressure type suction injector Unit no.: 2units (pre and post Alkali one each)	⑬	Instrumentation/ Equipment for raw water intake and water treatment system	<u>Level gauge</u> Type : Ultra-super sonic type Unit nos.: 1unit <u>Flow meter</u> Type : Ultra-super sonic type, out-door type Unit nos.: 1unit (include trans-mitter) <u>Instrument panel</u> Type : Wall-type, Metal enclosed Unit nos.: 1 panel	
			⑭	Instrumentation equipment For distribution system	<u>Flow meter</u> Type : Ultra-super sonic type, out-door type Unit nos.: 1unit (include trans-mitter)	
			⑮	Clear water reservoir and distribution reservoir	Nos. : 1 basin Capacity : 1,500m ³ Dimension: W 15.0m x L 15.0m x D 3.5m x 2units	
				⑯	Distribution pumps	Type : Single suction volute pump Unit no.: 3units (2 normal operation, 1 stand-by) Specs : 6.0m ³ /min (= 360m ³ /h) x 45m x 75kW

The Lao People's Democratic Republic
Ministry of Communication, transport, Post and Construction

The Basic Design Study on
The Project for Rehabilitation of
Water Supply Facilities in Savannakhet Area

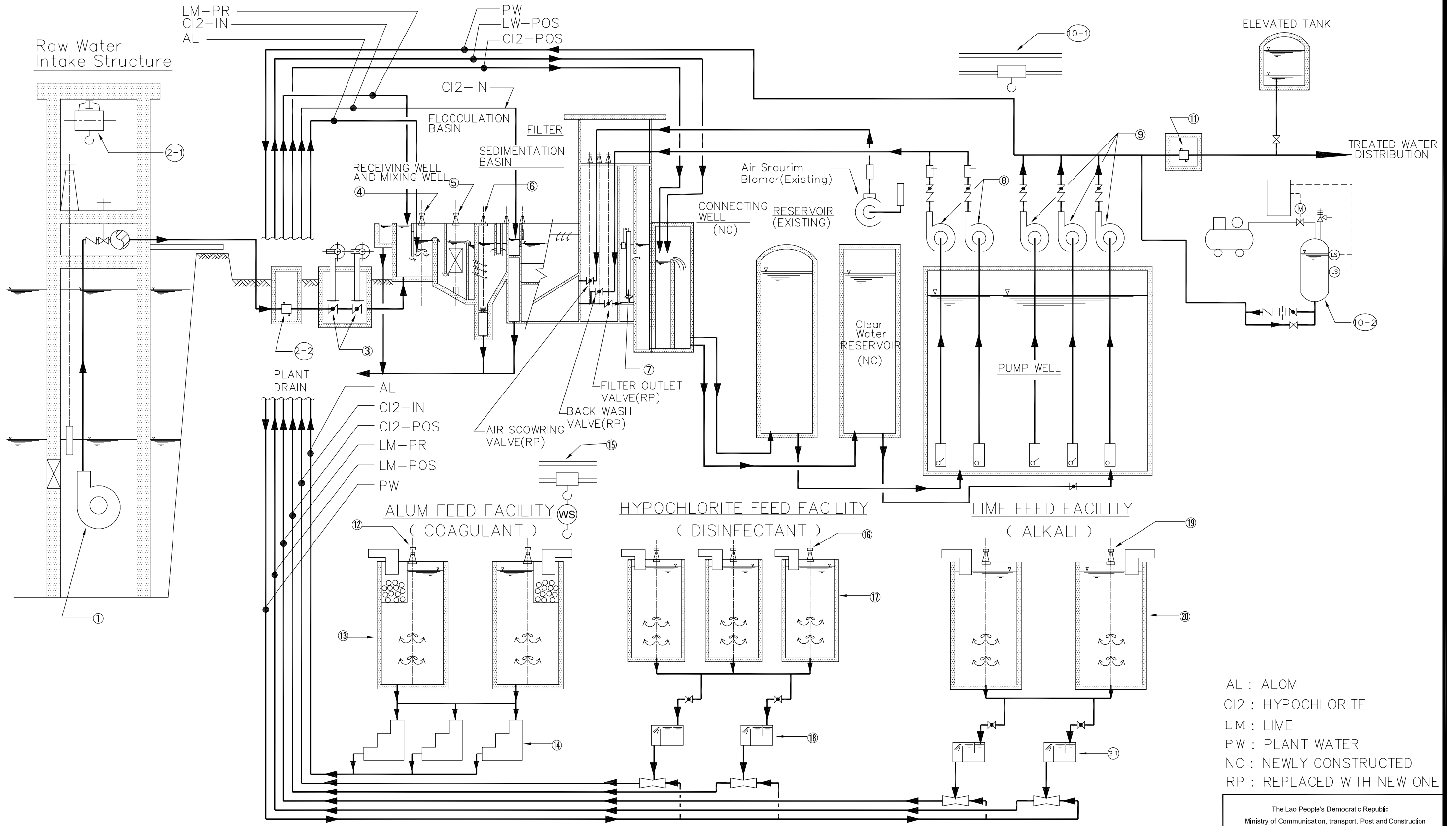
TITLE
General Plan of Nake Water Treatment Plant
(ナケ浄水場全体平面図)

SCALE
DRAWING NO.
添付図-1

Approved By _____ Date _____
Designed By _____ Date _____

INSC
NIHON SUIDO
CONSULTANTS CO., LTD.
TOKYO, JAPAN

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



AL : ALUM
 CI2 : HYPOCHLORITE
 LM : LIME
 PW : PLANT WATER
 NC : NEWLY CONSTRUCTED
 RP : REPLACED WITH NEW ONE

1	Intake Pumps 5m ³ /min x 23.5m x 37kw x 3units	8	Backwash Pumps, 9.5m ³ /min x 8m x 30kw x 2units	15	Motorized Chain Hoist, 500kg x 1 unit
2-1	Motorized Chain Hoist, 3ton x 1	9	Distribution Pumps, 6m ³ /min x 45m x 75kw x 3units	16	Mixer for Hypochlorite, 0.4kw x 3units
2-2	Flow Meter, Ultrasonis Type450mm x 1unit	10-1	Manual Chain Hoist, 1.5ton x 1unit	17	Hypochlorite Solution Tanks x 3units
3	Flow Control Valves (Manual) x 2units	10-2	Air Chamber, 7.5m ³ x 1unit	18	Manual Measuring Devices x 2units
4	Rapid Mixer, 2.2kw x 1unit	11	Flow Meter, Ultrasonic 500mm x 1unit	19	Mixer for Lime Milk, 1.5kw x 2units
5	Flocculators, 3.7kw x 4units	12	Mixers for Alum, 0.75kw x 2units	20	Lime Slurry Tanks x 2units
6	Sludge Extraction Valves, 350mm x 4units	13	Alum Solution Tanks x 2units	21	Manual Measuring Devices x 2units
7	Filter Outlet Control Devices x 4units	14	Alum Feeding Pumps, 8.5L/min x 3units		

The Lao People's Democratic Republic
 Ministry of Communication, transport, Post and Construction

The Basic Design Study on
 The Project for Rehabilitation of
 Water Supply Facilities in Savannakhet Area

TITLE
 FLOW DIAGRAM OF RAW WATER
 TREATMENT PLANT
 (ナグ浄水場フロー)

SCALE
 Non-Scale

DRAWING NO.
 添付図-2

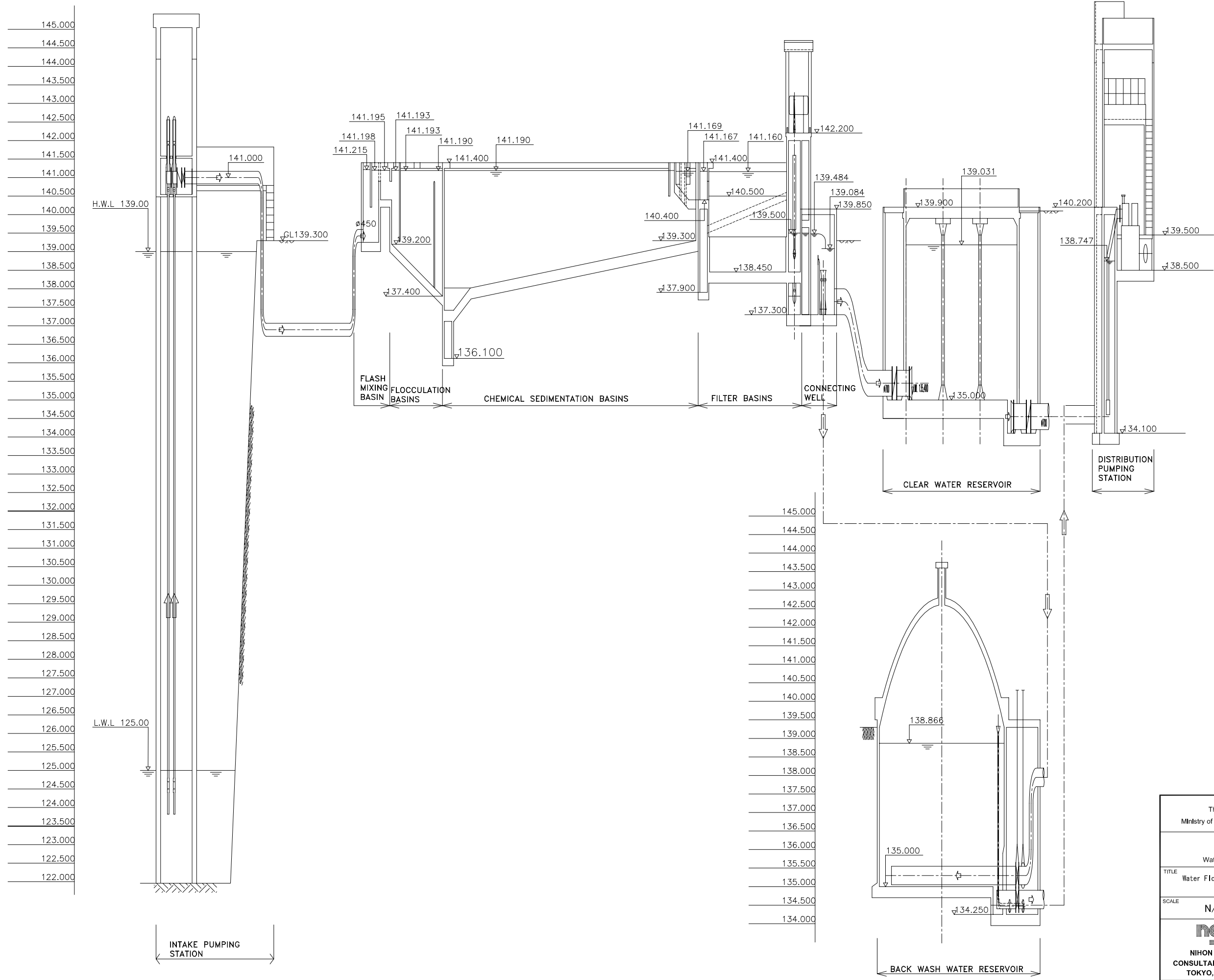
Approved By _____ Date _____

DESIGNED BY

 NIHON SUIDO
 CONSULTANTS CO., LTD.
 TOKYO, JAPAN

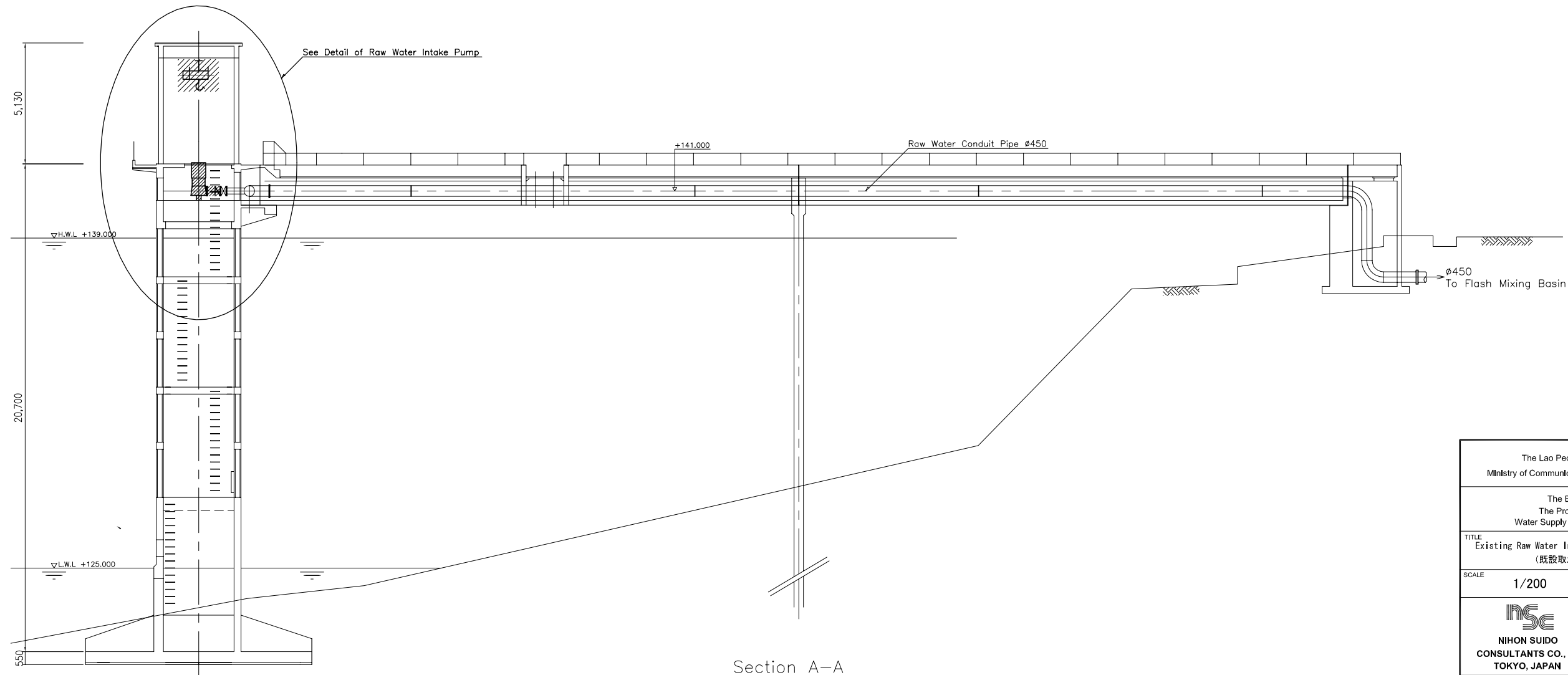
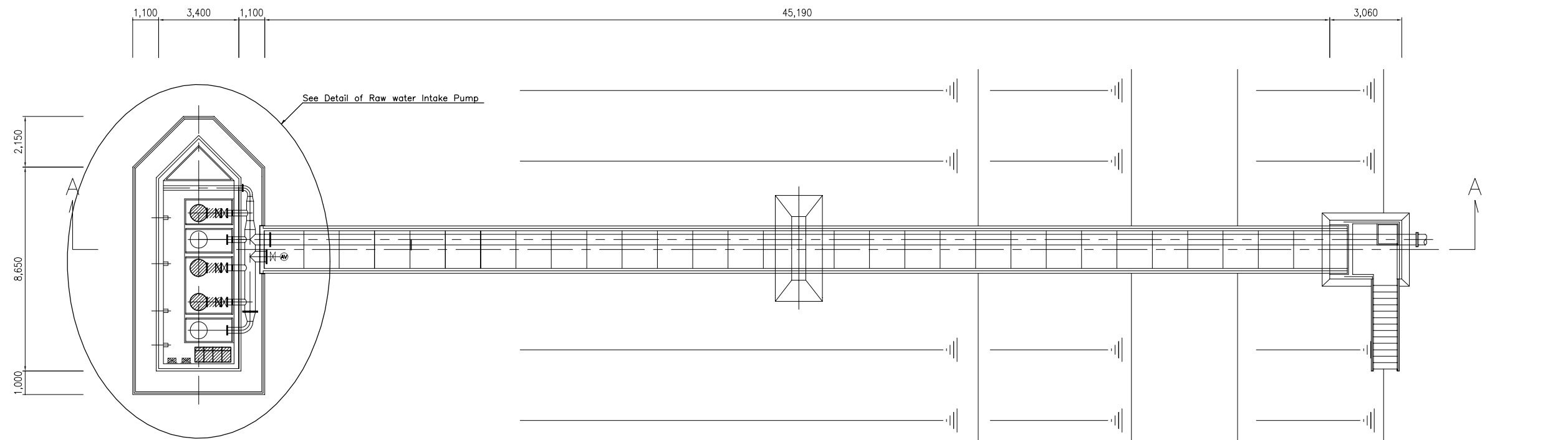
Designed By _____ Date _____

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



The Lao People's Democratic Republic Ministry of Communication, transport, Post and Construction	
The Basic Design Study on The Project for Rehabilitation of Water Supply Facilities in Savannakhet Area	
TITLE Water Flow Diagram (水位高低图)	
SCALE N/A	DRAWING NO. 添付図-3
 NIHON SUIDO CONSULTANTS CO., LTD. TOKYO, JAPAN	
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY	

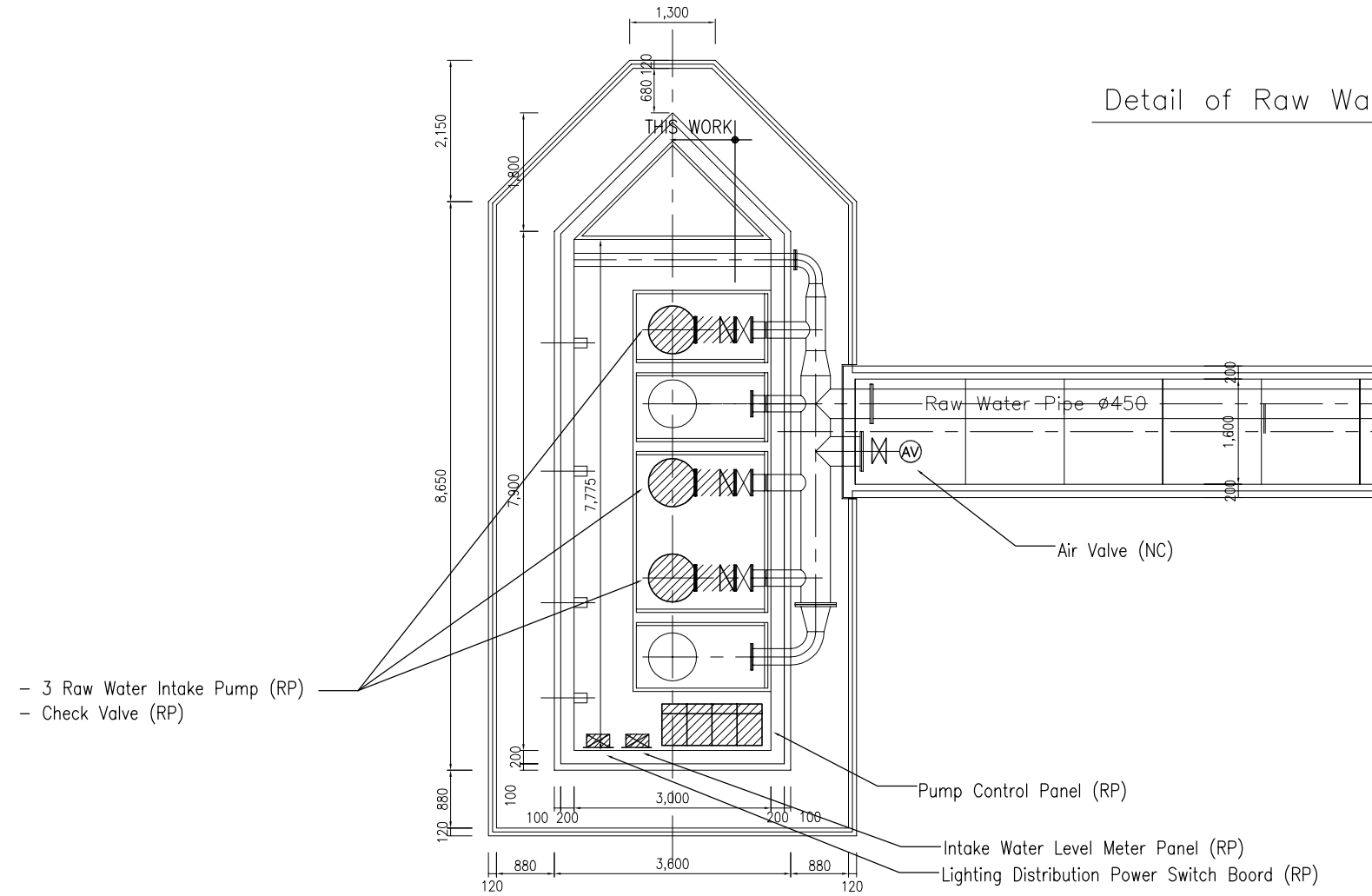
Plan of Existing Raw Water Intake Tower & Raw Water Pipe Bridge



Section A-A

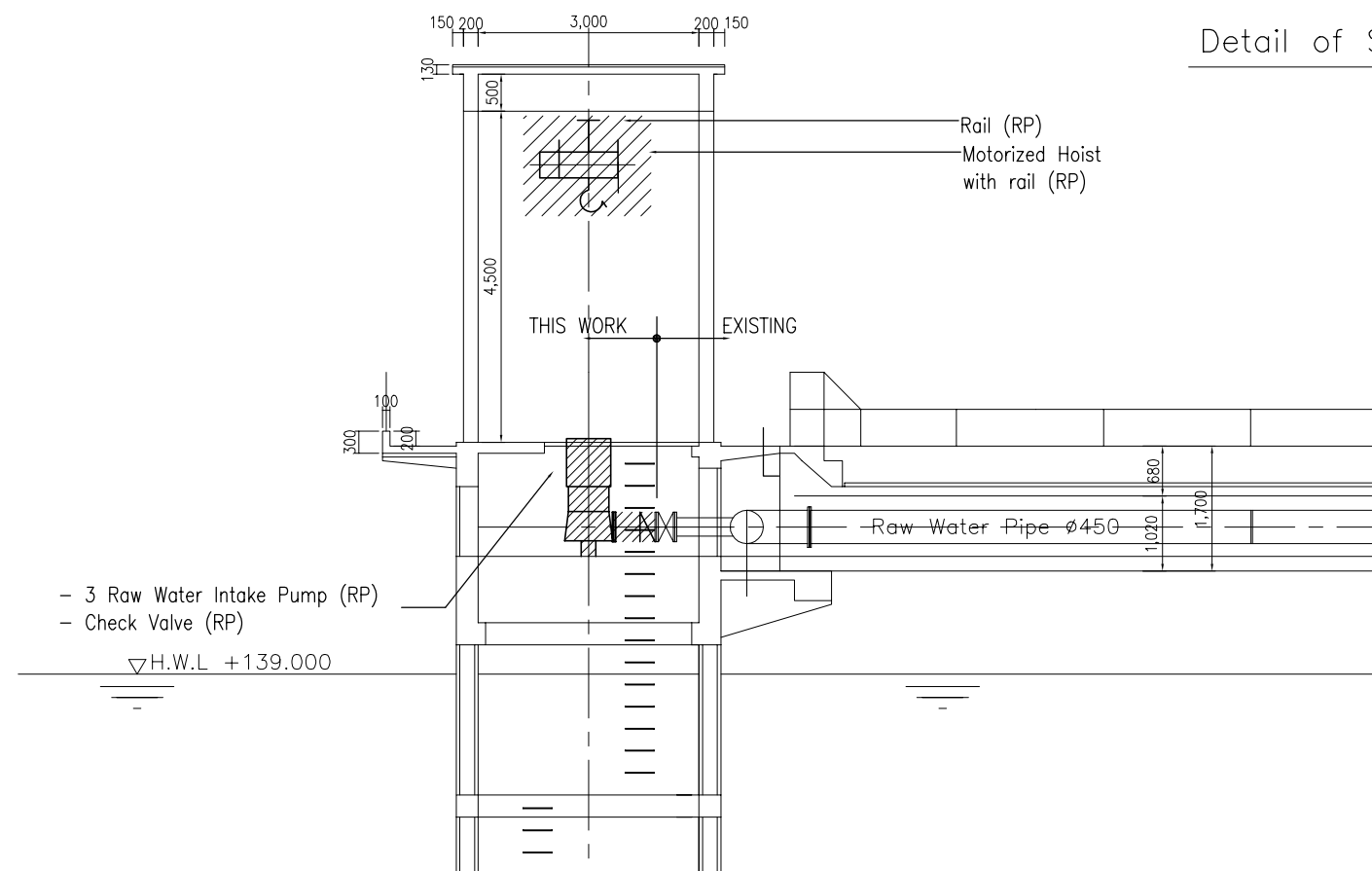
The Lao People's Democratic Republic Ministry of Communication, transport, Post and Construction	
The Basic Design Study on The Project for Rehabilitation of Water Supply Facilities in Savannakhet Area	
TITLE Existing Raw Water Intake Tower & Raw Water Pipe Bridge (既設取水塔及び水管橋)	
SCALE 1/200	DRAWING NO. 添付図-4
 NIHON SUIDO CONSULTANTS CO., LTD. TOKYO, JAPAN	
Approved By	Date
Designed By	Date
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY	

Detail of Raw Water Intake Pump






- 3 Raw Water Intake Pump (RP)
- Check Valve (RP)

Detail of Section A-A

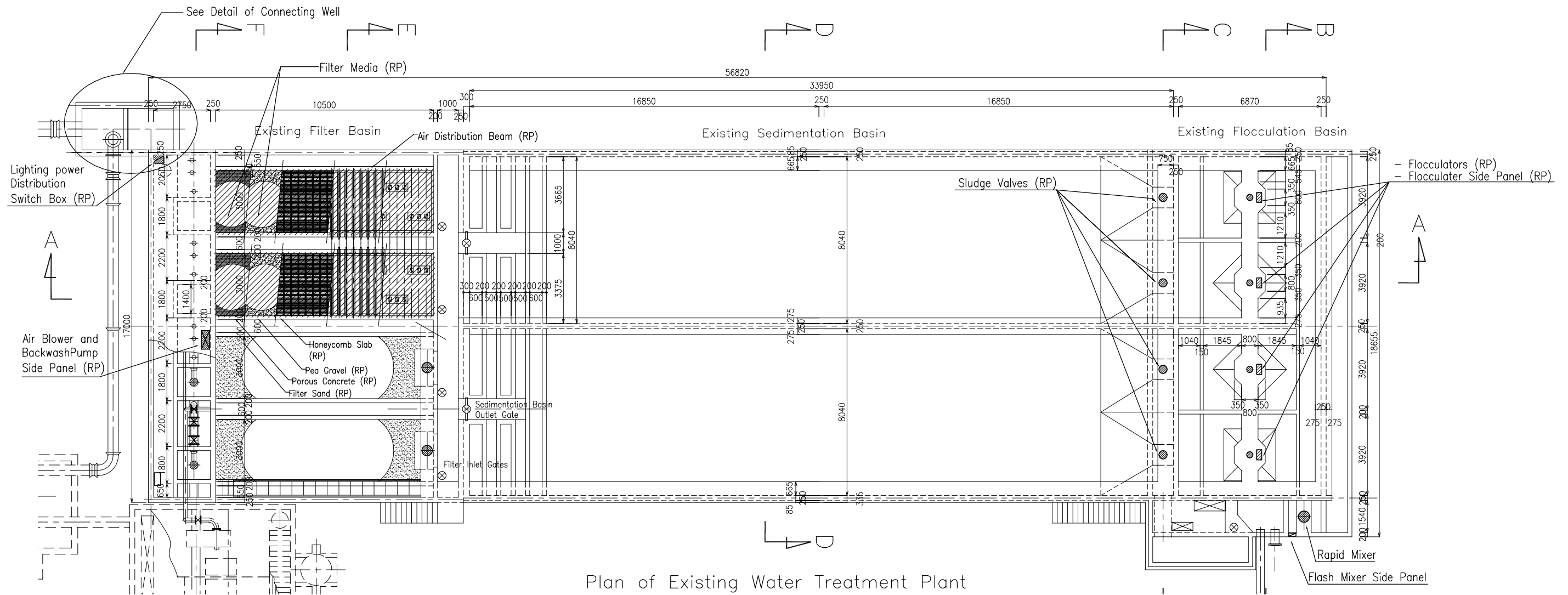


- 3 Raw Water Intake Pump (RP)
- Check Valve (RP)

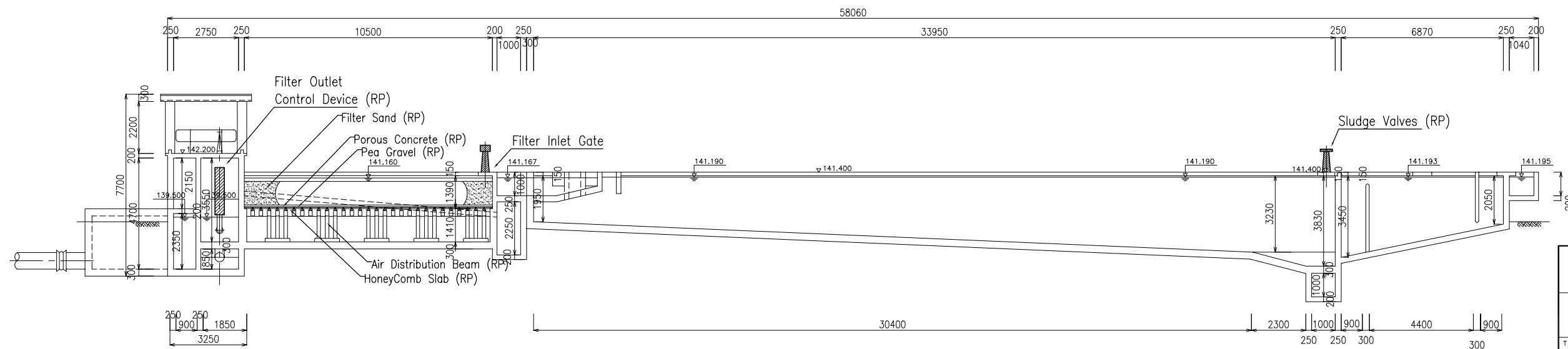
Legend

-  (NC) : Newly Installation & Construction
-  (RP) : Replace with New Equipment
-  (CL) : Clearance

The Lao People's Democratic Republic Ministry of Communication, transport, Post and Construction	
The Basic Design Study on The Project for Rehabilitation of Water Supply Facilities in Savannakhet Area	
TITLE Detail of Raw Water Intake Pump (取水塔及び水管橋 詳細図)	
SCALE 1/100	DRAWING NO. 添付図-5
 NIHON SUIDO CONSULTANTS CO., LTD. TOKYO, JAPAN	
Approved By _____ Date _____ Designed By _____ Date _____	
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY	



Plan of Existing Water Treatment Plant

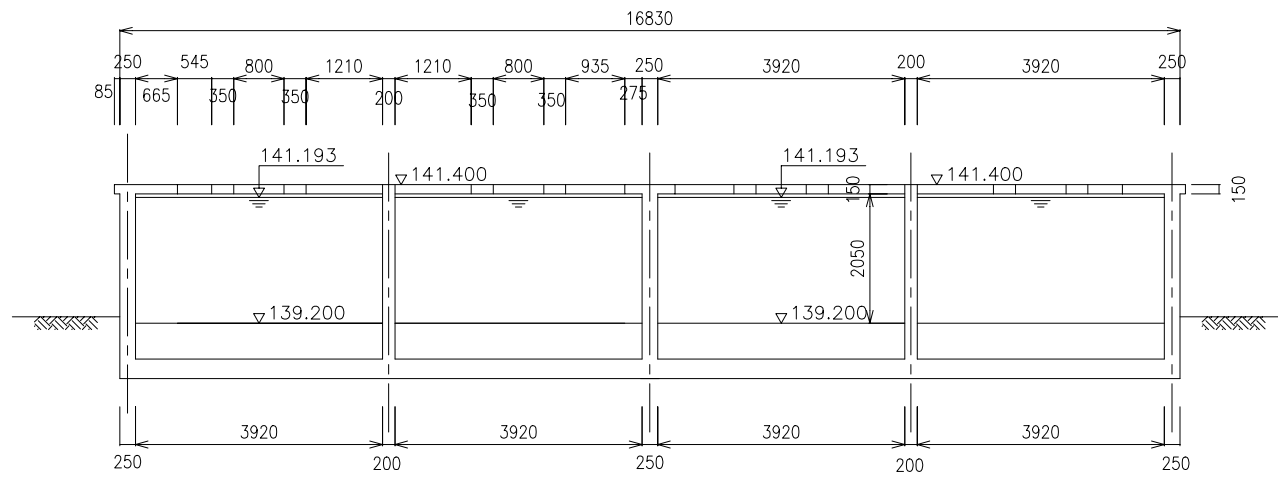


Section A-A

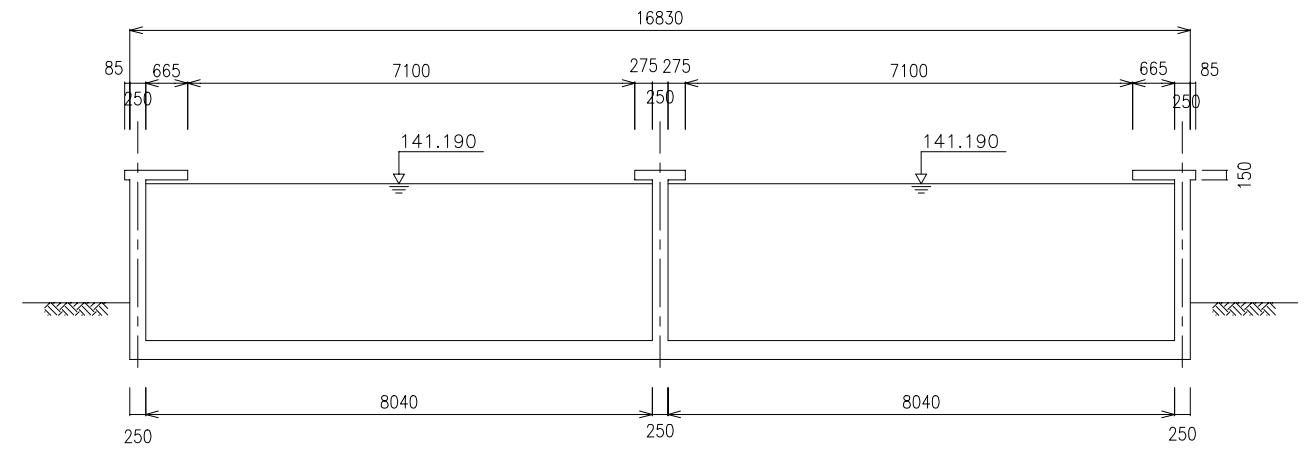
Legend

- (NC) : Newly Installation & Construction
- (RP) : Replace with New Equipment
- (CL) : Clearance

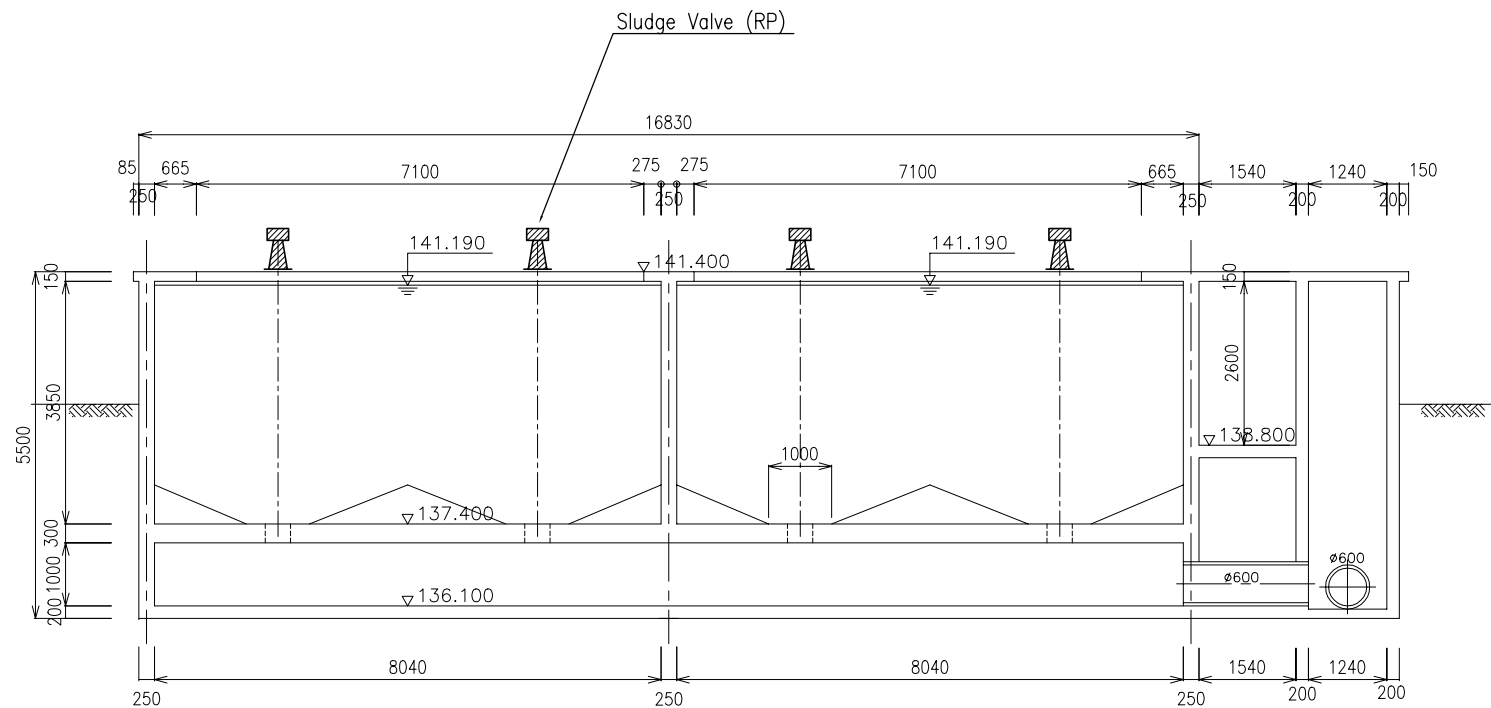
The Lao People's Democratic Republic Ministry of Communication, transport, Post and Construction	
The Basic Design Study on The Project for Rehabilitation of Water Supply Facilities in Savannakhet Area	
TITLE Plan of Existing Water Treatment Plant (既設浄水施設 全体平面図)	
SCALE 1/200	DRAWING NO. 添付図-6
 NIHON SUIDO CONSULTANTS CO., LTD. TOKYO, JAPAN	Approved By _____ Date _____
	Designed By _____ Date _____
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY	



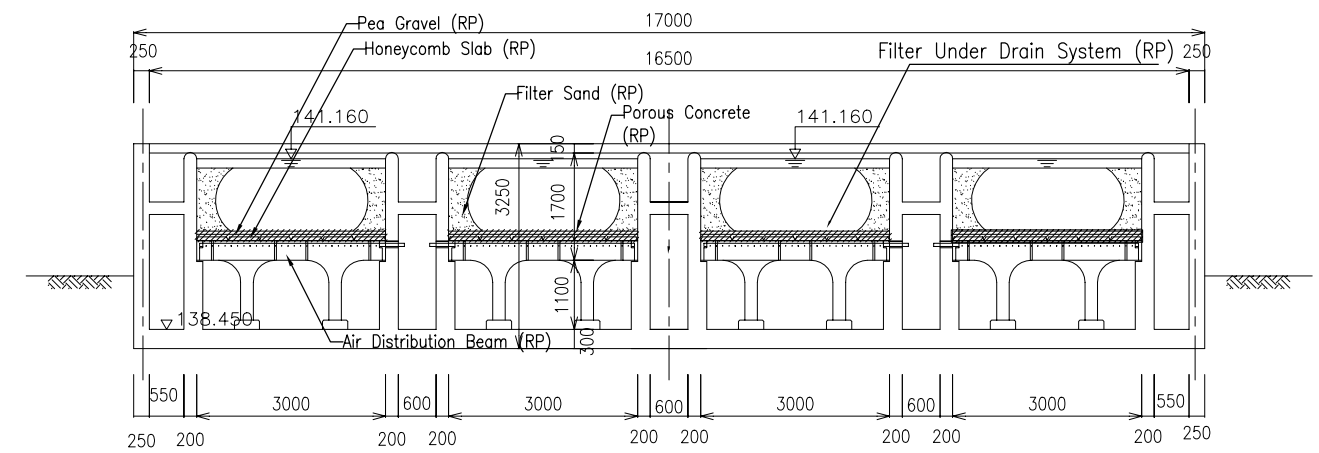
Section B-B
Section of Existing Flocculation Basin



Section D-D
Section of Existing Sedimentation Basin 2



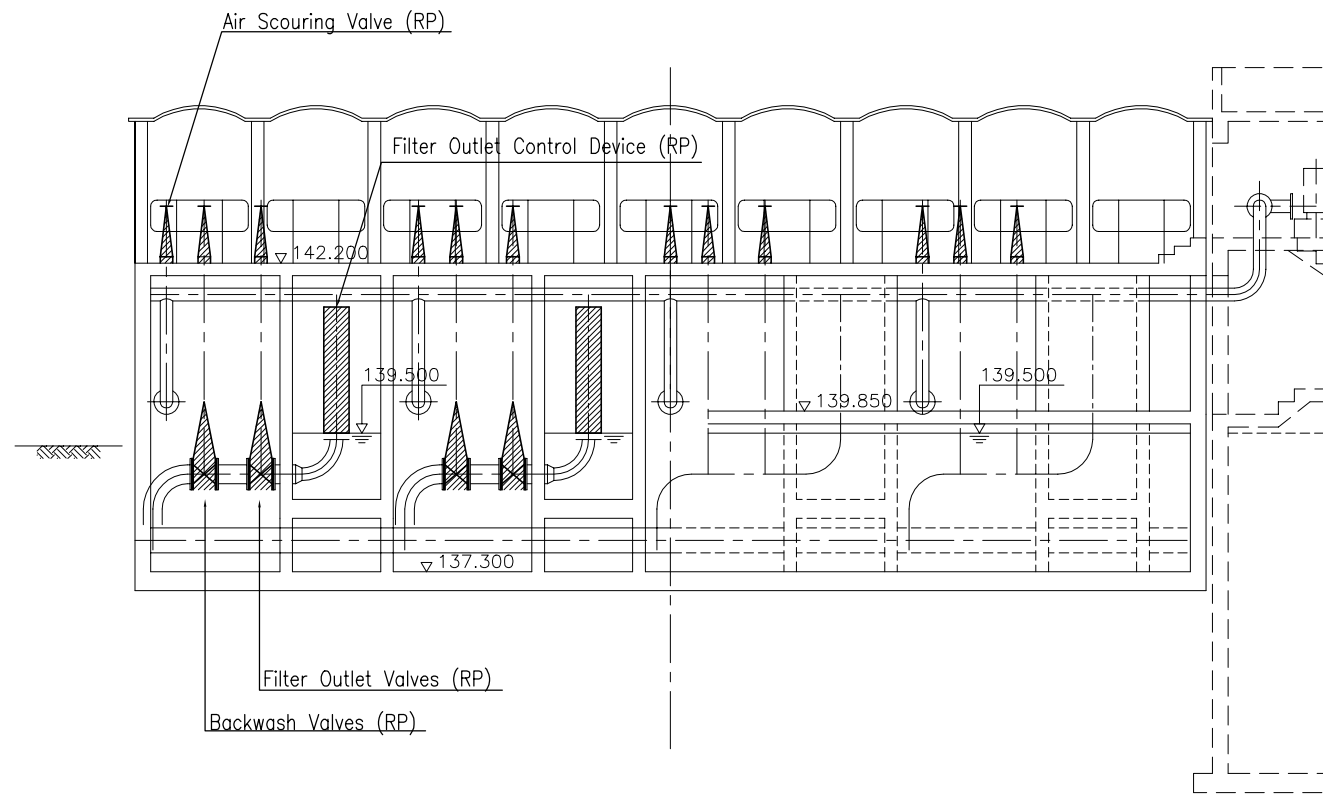
Section C-C
Section of Existing Sedimentation Basin 1



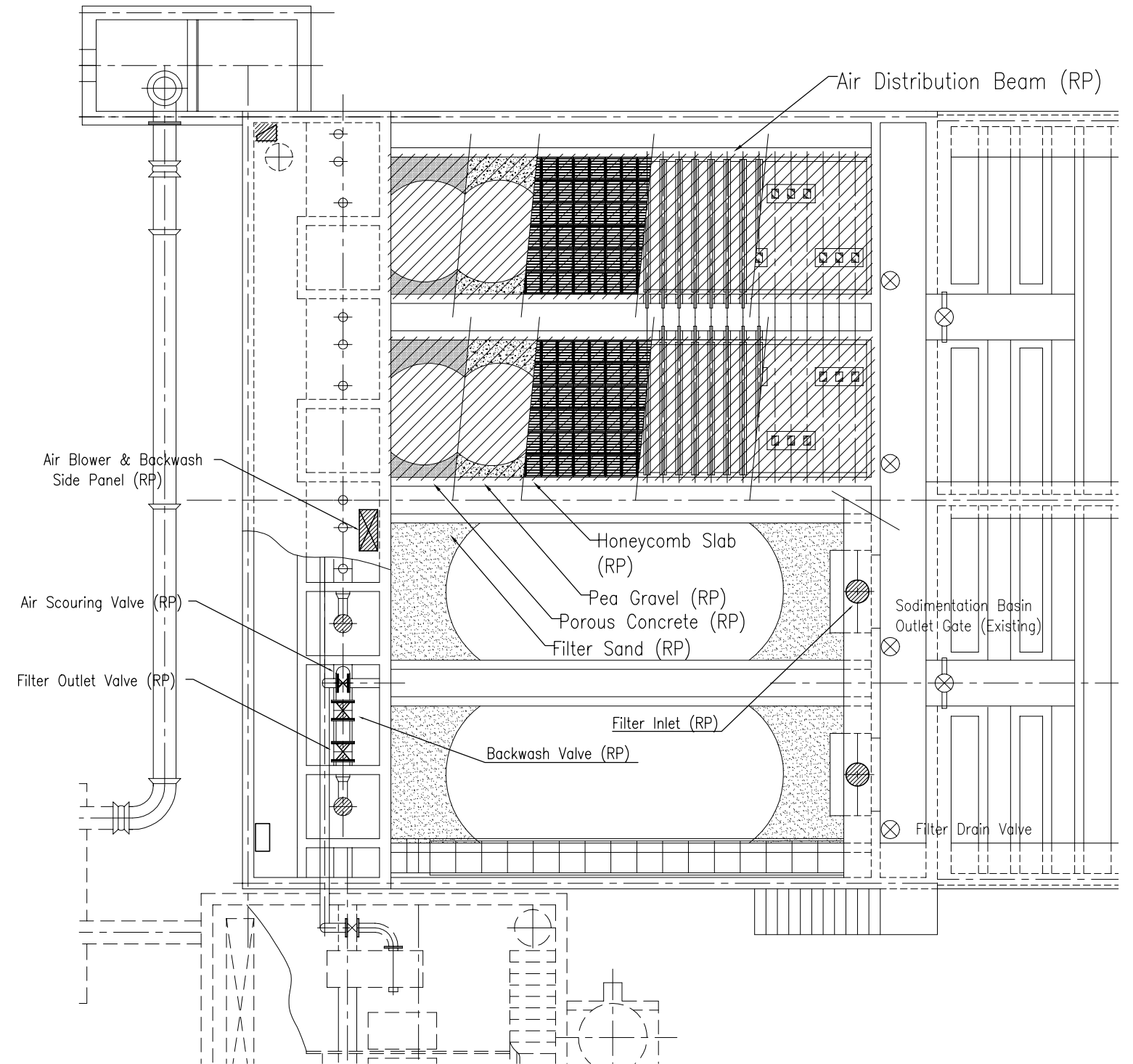
Section E-E
Section of Existing Filter Basin

- Legend**
- (NC) : Newly Installation & Construction
 - (RP) : Replace with New Equipment
 - (CL) : Clearance

The Lao People's Democratic Republic Ministry of Communication, transport, Post and Construction	
The Basic Design Study on The Project for Rehabilitation of Water Supply Facilities in Savannakhet Area	
TITLE Section of Existing Water Treatment Plant (既設浄水施設 断面図)	
SCALE 1/200	DRAWING NO. 添付図-7
 NIHON SUIDO CONSULTANTS CO., LTD. TOKYO, JAPAN	
Approved By _____ Date _____ Designed By _____ Date _____	
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY	



Section F-F
Section of Existing Filtered Water Control Room

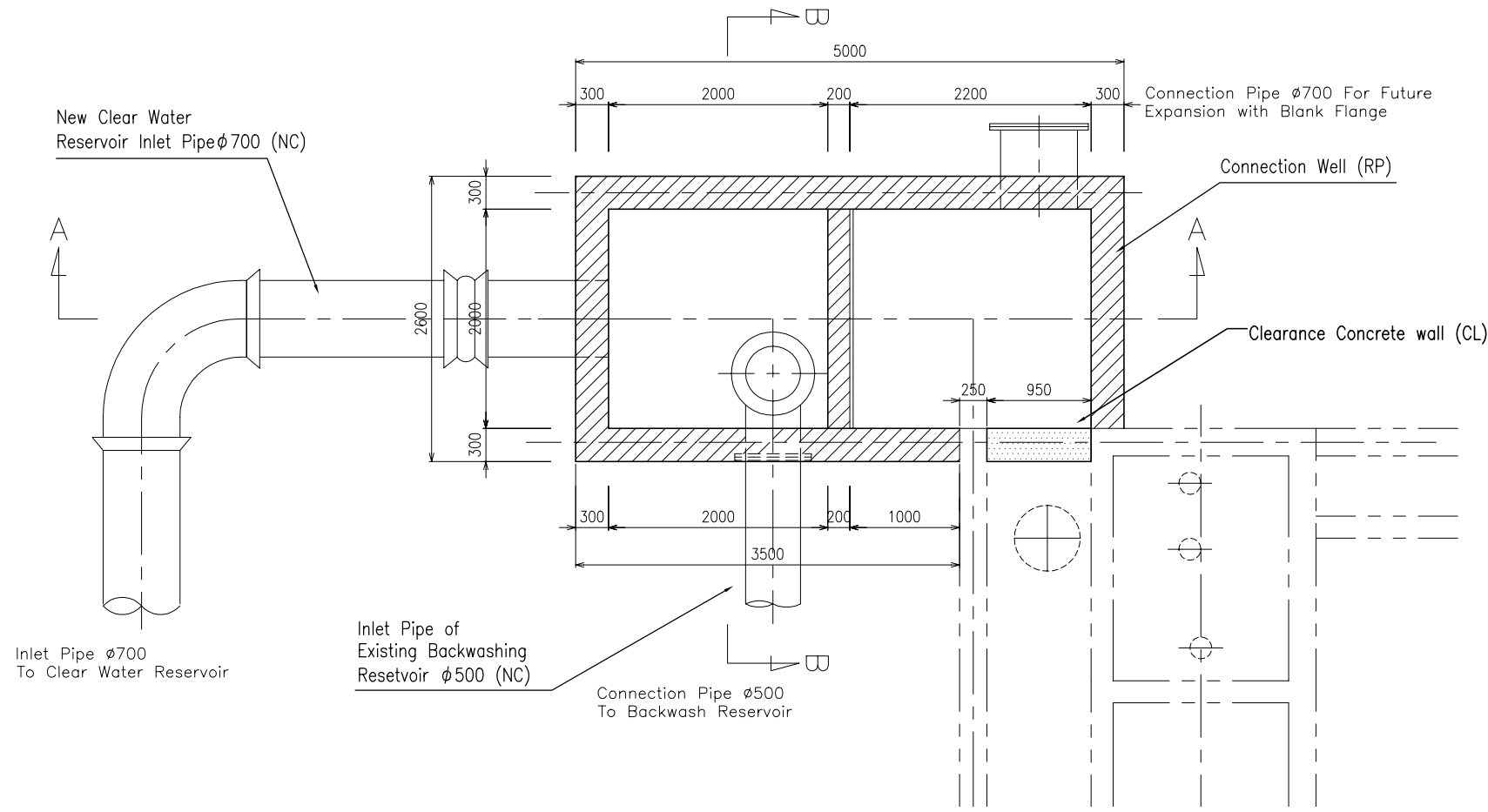


Detail of Existing Filter Basin




- Legend**
- (NC) : Newly Installation & Construction
 - (RP) : Replace with New Equipment
 - (CL) : Clearance

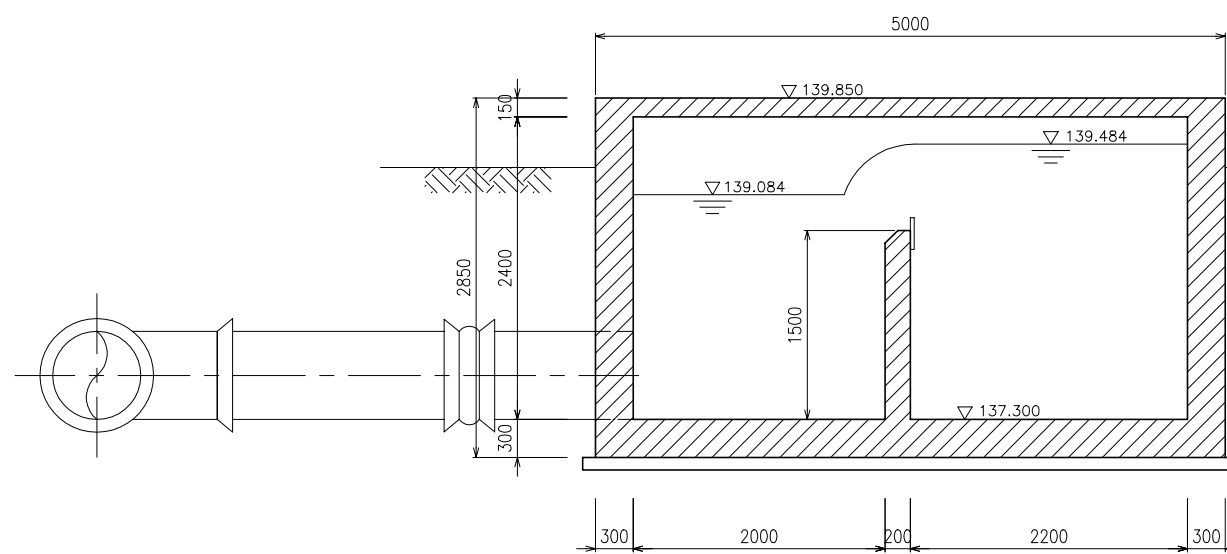
The Lao People's Democratic Republic Ministry of Communication, transport, Post and Construction	
The Basic Design Study on The Project for Rehabilitation of Water Supply Facilities in Savannakhet Area	
TITLE	Existing Filter Basin (既設ろ過池)
SCALE	1/100
DRAWING NO.	添付図-8
Approved By	Date
Designed By	Date
 NIHON SUIDO CONSULTANTS CO., LTD. TOKYO, JAPAN	
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY	

Detail of Connection Well

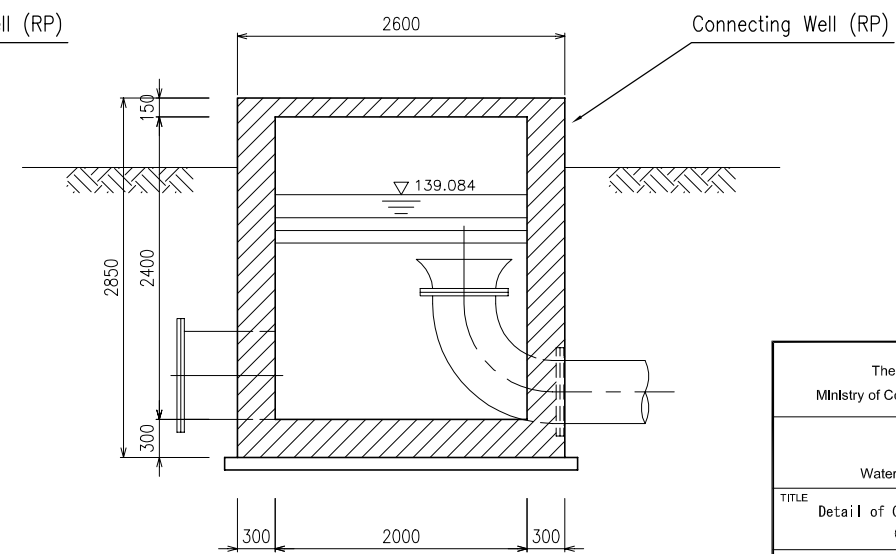


Legend

-  (NC) : Newly Installation & Construction
-  (RP) : Replace with New Equipment
-  (CL) : Clearance



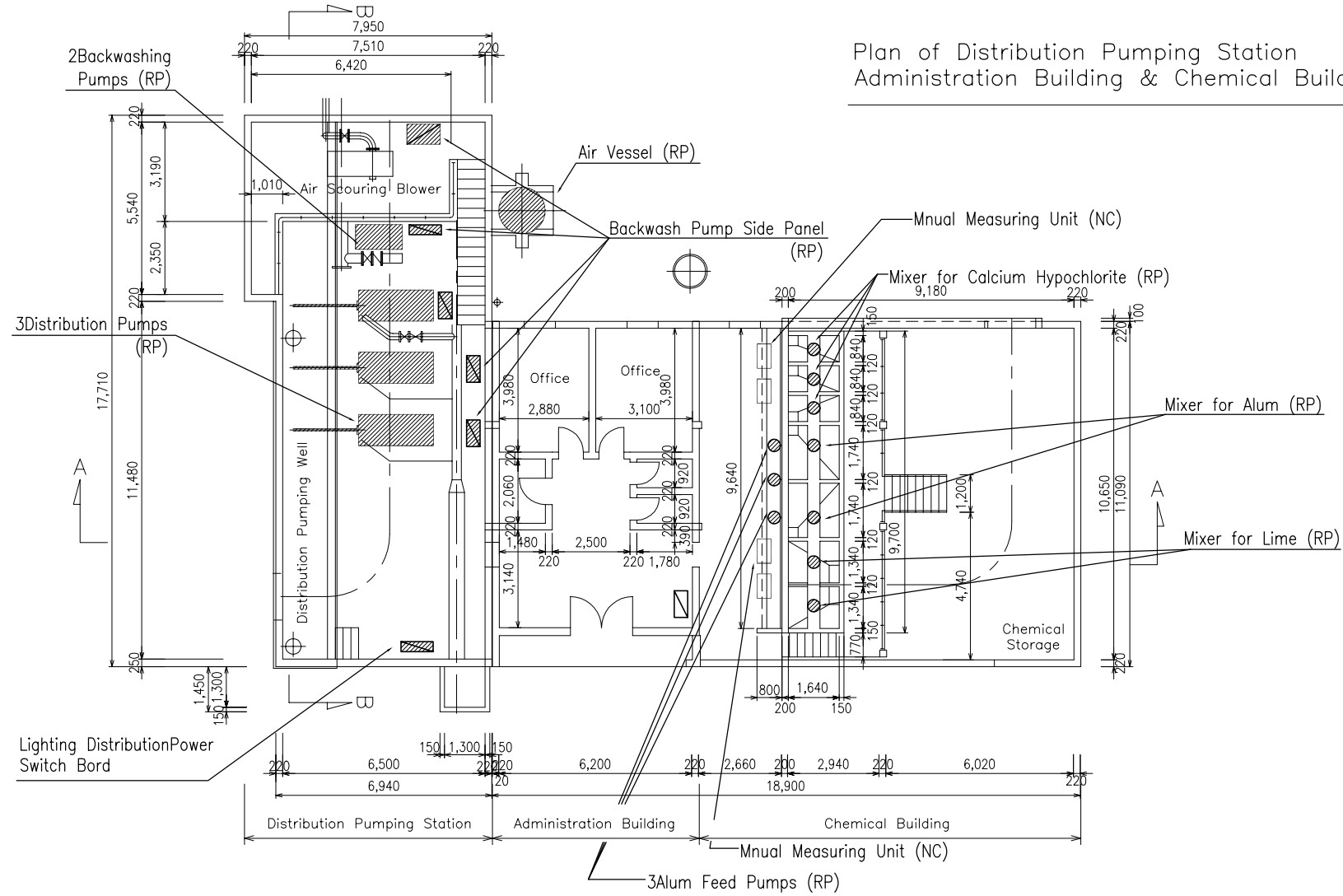
Section A-A



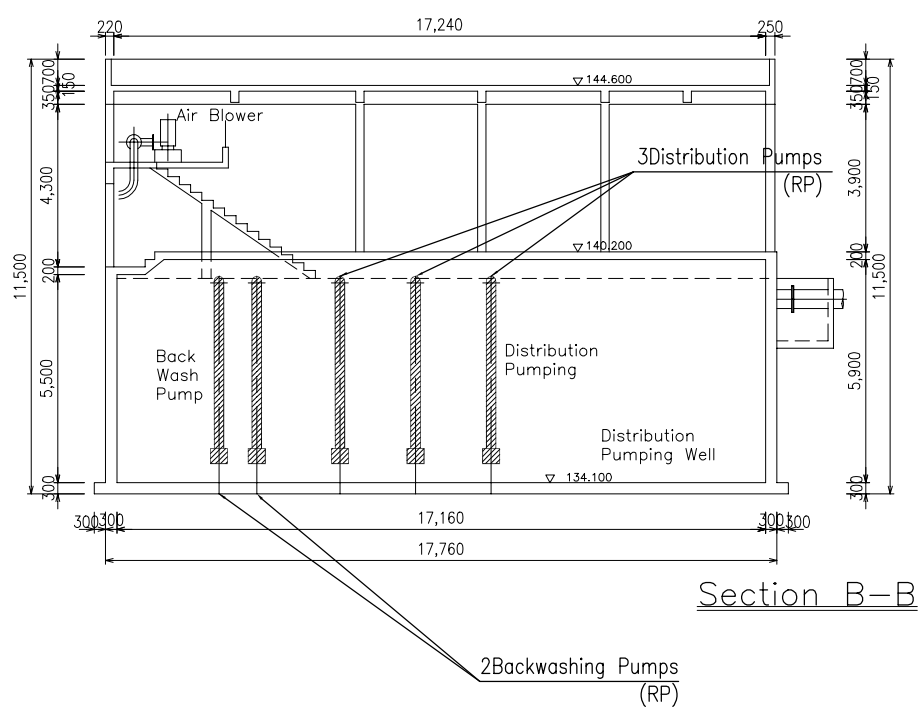
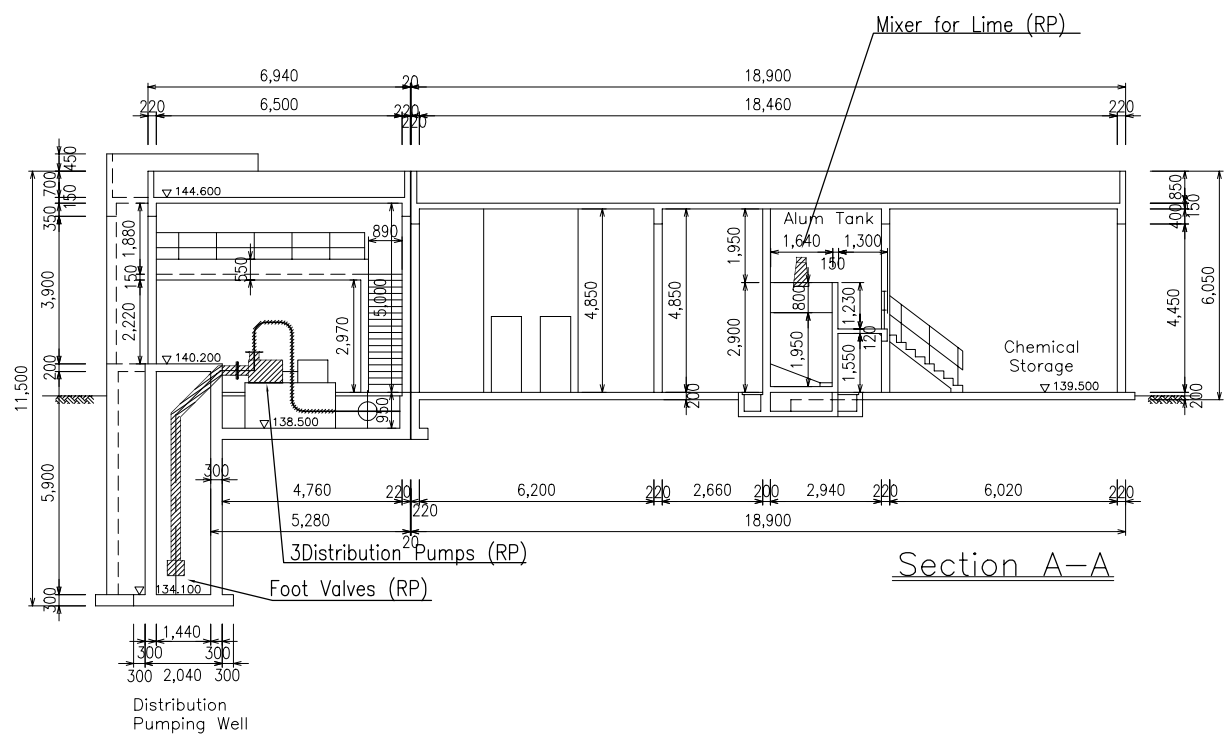
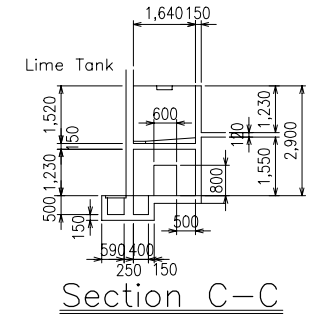
Section B-B

The Lao People's Democratic Republic Ministry of Communication, transport, Post and Construction	
The Basic Design Study on The Project for Rehabilitation of Water Supply Facilities in Savannakhet Area	
TITLE Detail of Connection Well (接合井)	
SCALE 1/50	DRAWING NO. 添付図-9
 NIHON SUIDO CONSULTANTS CO., LTD. TOKYO, JAPAN	
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY	

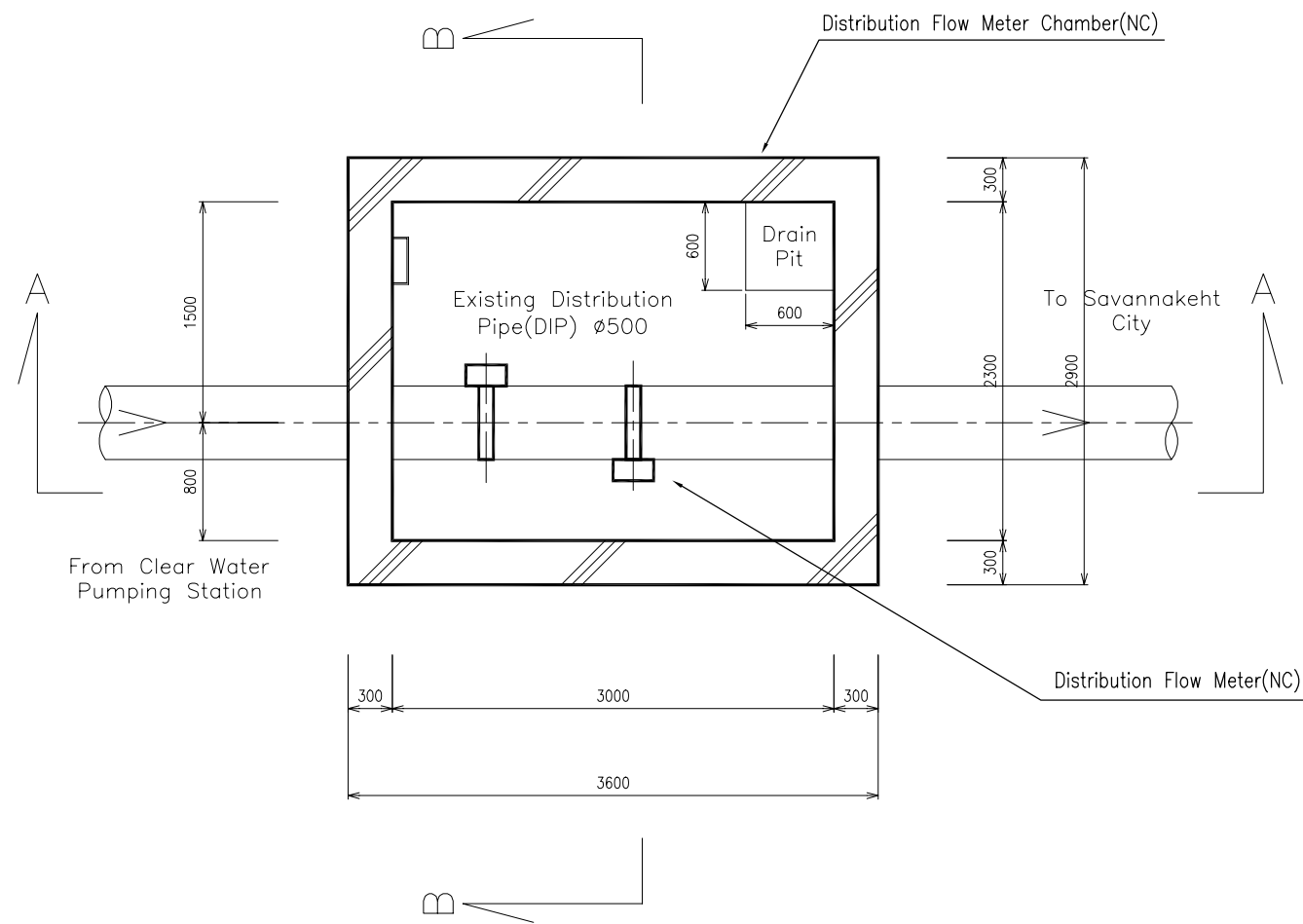
Plan of Distribution Pumping Station
Administration Building & Chemical Building



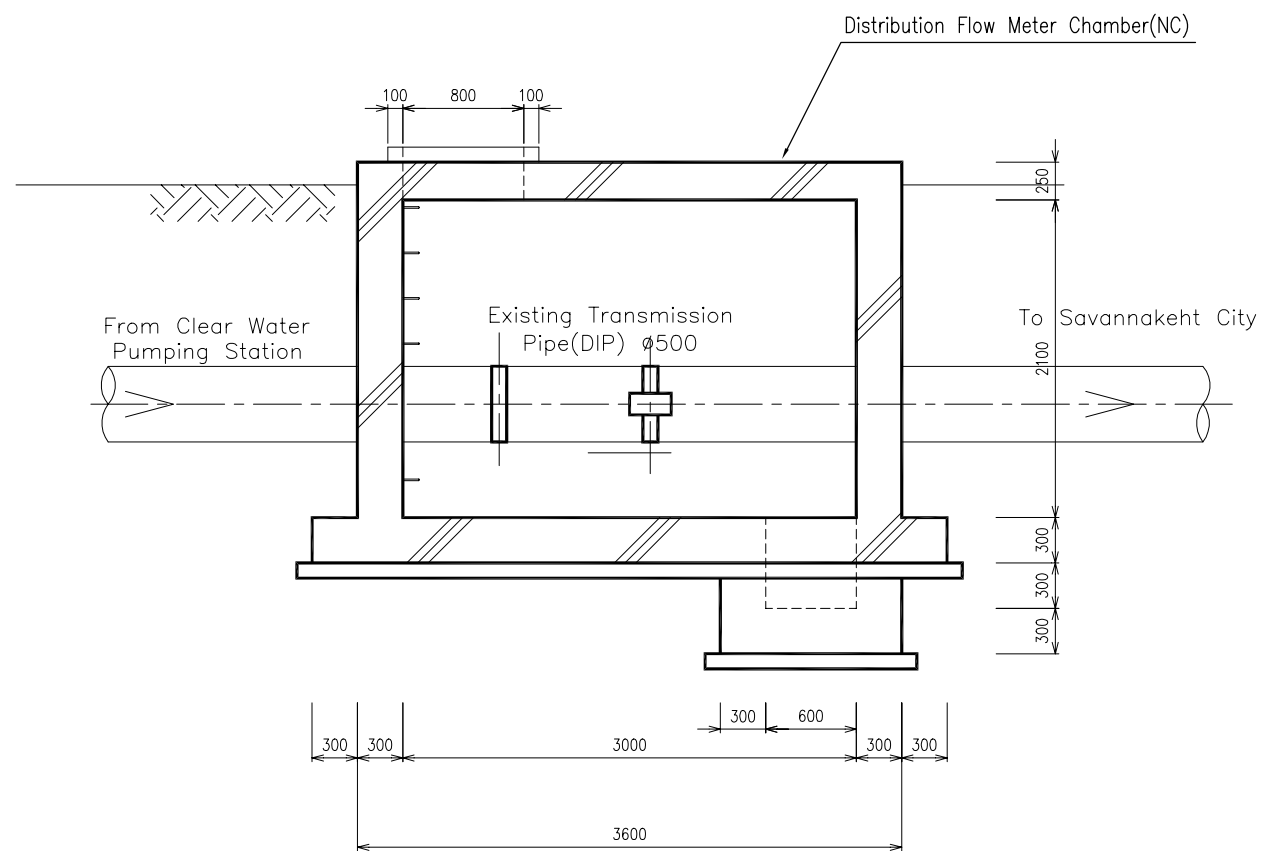
- Legend
- (NC) : Newly Installation & Construction
 - (RP) : Replace with New Equipment
 - (CL) : Clearance



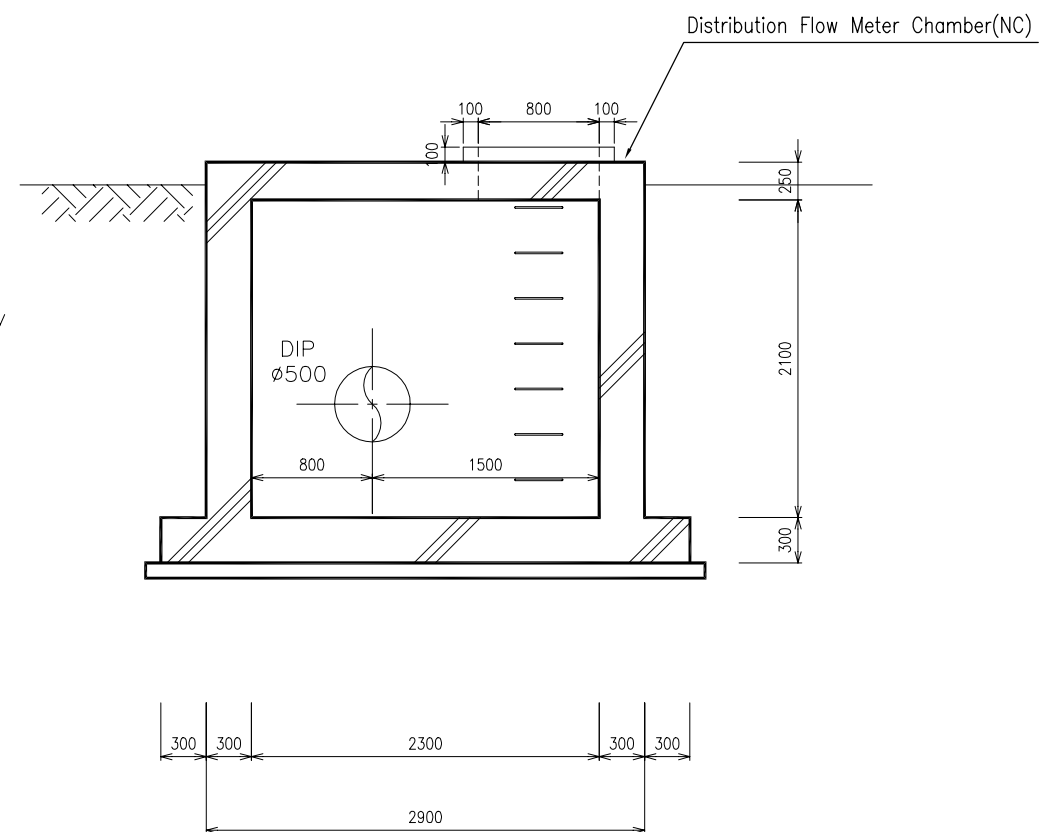
The Lao People's Democratic Republic Ministry of Communication, transport, Post and Construction	
The Basic Design Study on The Project for Rehabilitation of Water Supply Facilities in Savannakhet Area	
TITLE Existing Pumping Station, Administration Bldg. & Chemical Bldg. (既設ポンプ室、管理室、薬品室)	
SCALE 1/200	DRAWING NO. 添付図-10
 NIHON SUIDO CONSULTANTS CO., LTD. TOKYO, JAPAN	
Approved By	Date
Designed By	Date
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY	



Plan of Clear Water Flow Meter Chamber



Section A-A

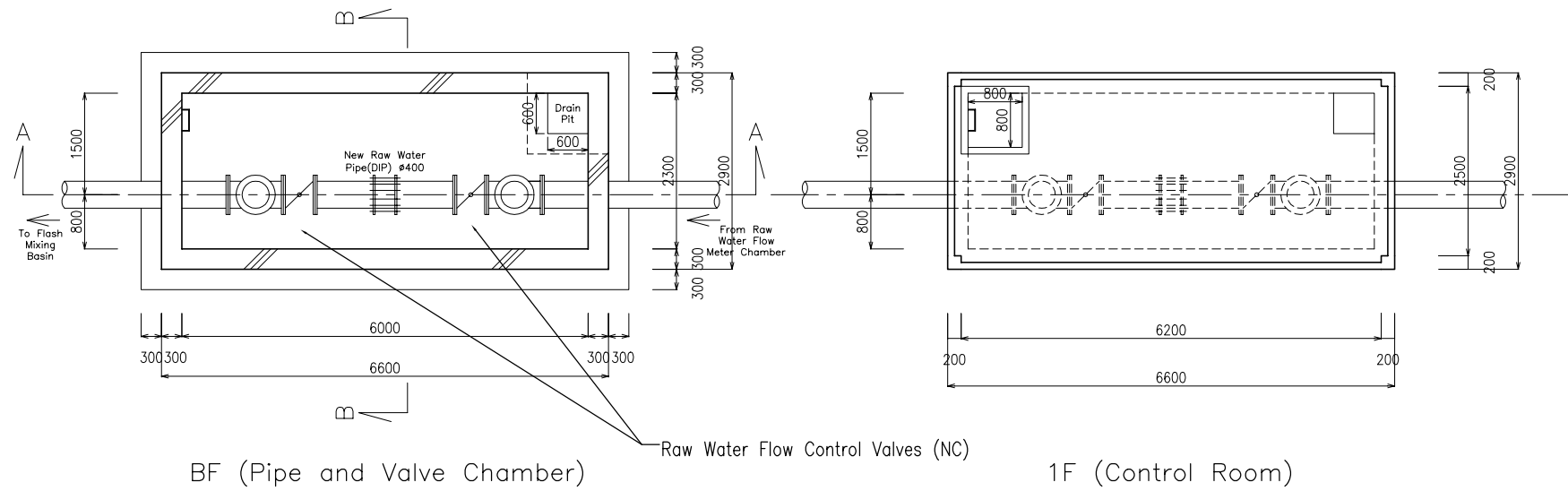


Section B-B

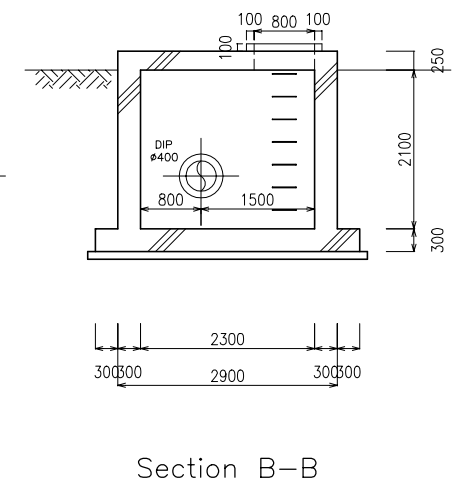
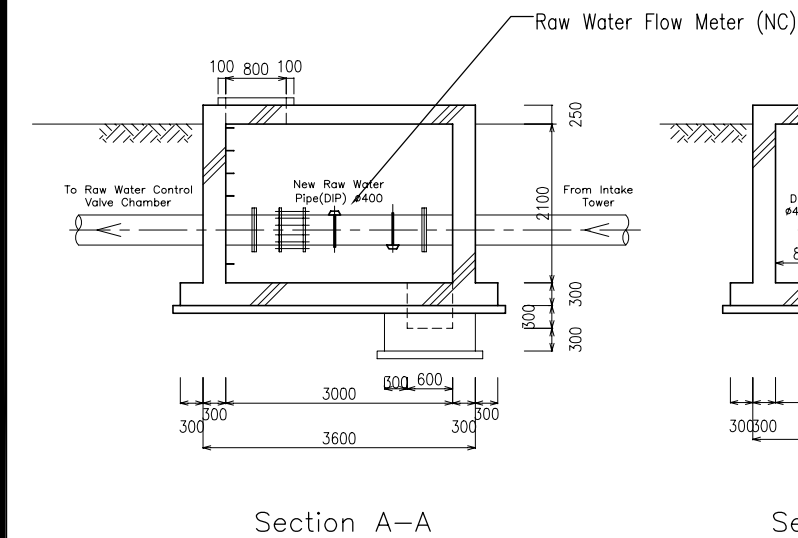
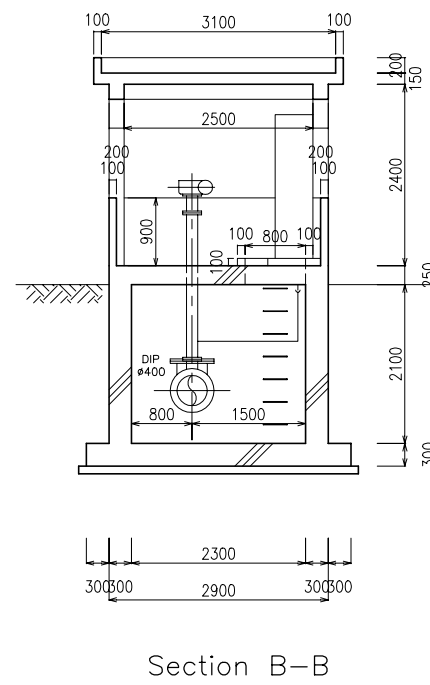
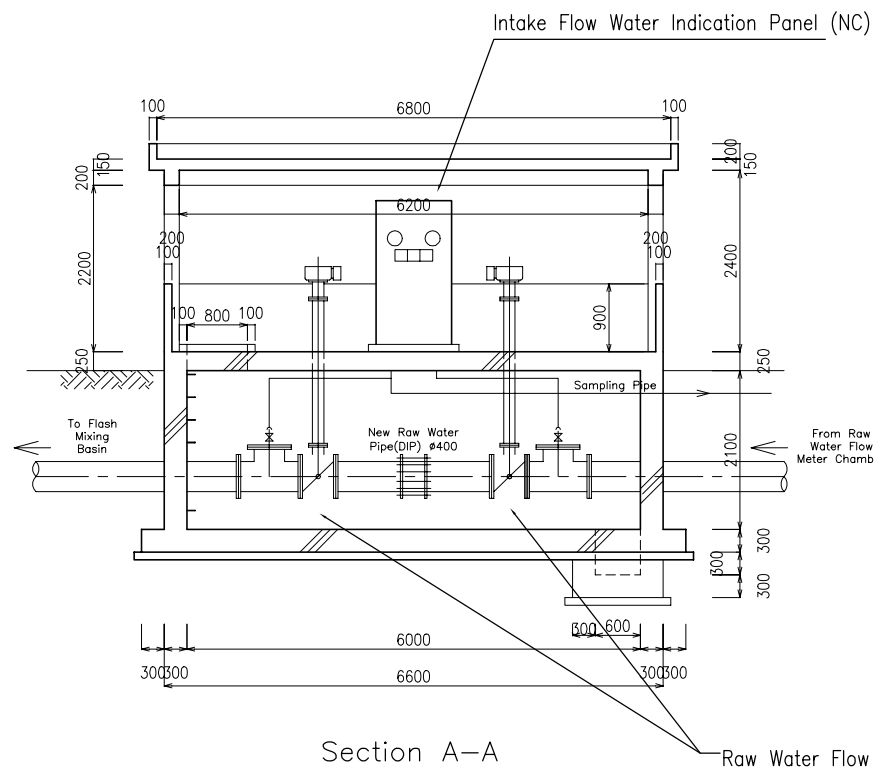
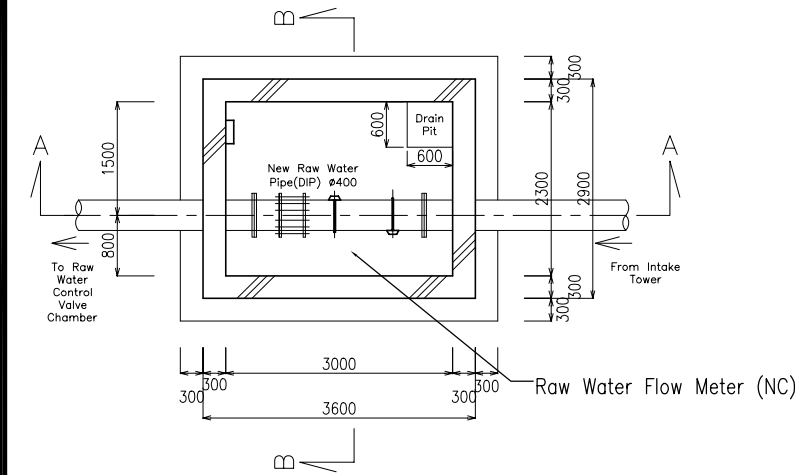
- Legend**
- (NC) : Newly Installation & Construction
 - (RP) : Replace with New Equipment
 - (CL) : Clearance

The Lao People's Democratic Republic Ministry of Communication, transport, Post and Construction	
The Basic Design Study on The Project for Rehabilitation of Water Supply Facilities in Savannakhet Area	
TITLE Distribution Flow Meter Chamber (送水流量計室)	
SCALE 1/50	DRAWING NO. 添付図-11
 NIHON SUIDO CONSULTANTS CO., LTD. TOKYO, JAPAN	
Approved By _____ Date _____ Designed By _____ Date _____	
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY	

Plan of Raw Water Flow Control Chamber



Plan of Raw Water Flow Meter Chamber



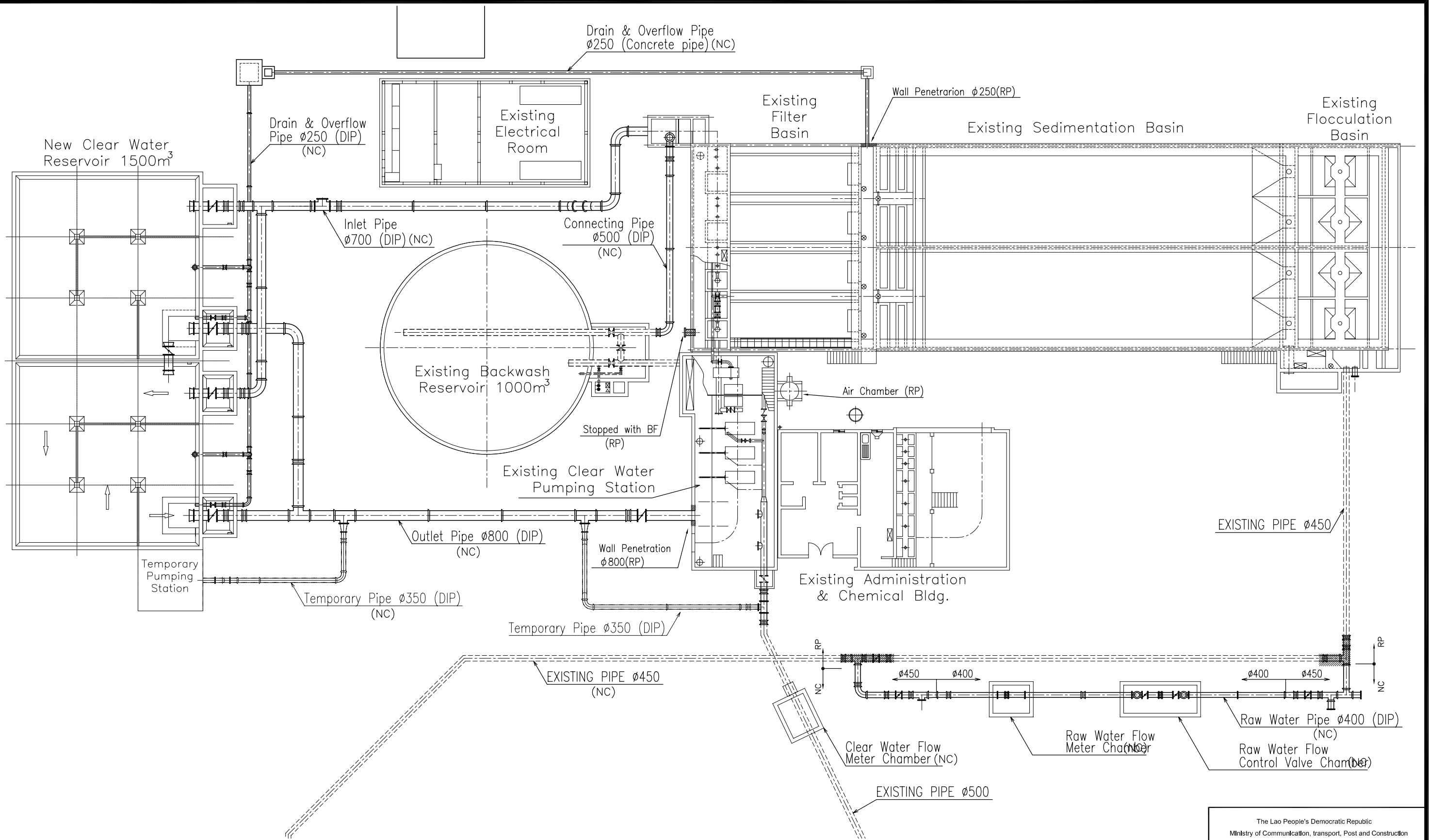
Section A-A

Section B-B

Legend

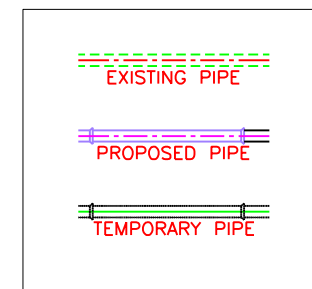
- (NC) : Newly Installation & Construction
- (RP) : Replace with New Equipment
- (CL) : Clearance

The Lao People's Democratic Republic Ministry of Communication, transport, Post and Construction	
The Basic Design Study on The Project for Rehabilitation of Water Supply Facilities in Savannakhet Area	
TITLE Inlet Water Flow Control Valve Chamber & Raw Water Flow Meter Chamber (取水流量制御弁室及び取水流量計室)	
SCALE 1/100	DRAWING NO. 添付図-12
 NIHON SUIDO CONSULTANTS CO., LTD. TOKYO, JAPAN	
Approved By _____ Date _____	
Designed By _____ Date _____	
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY	

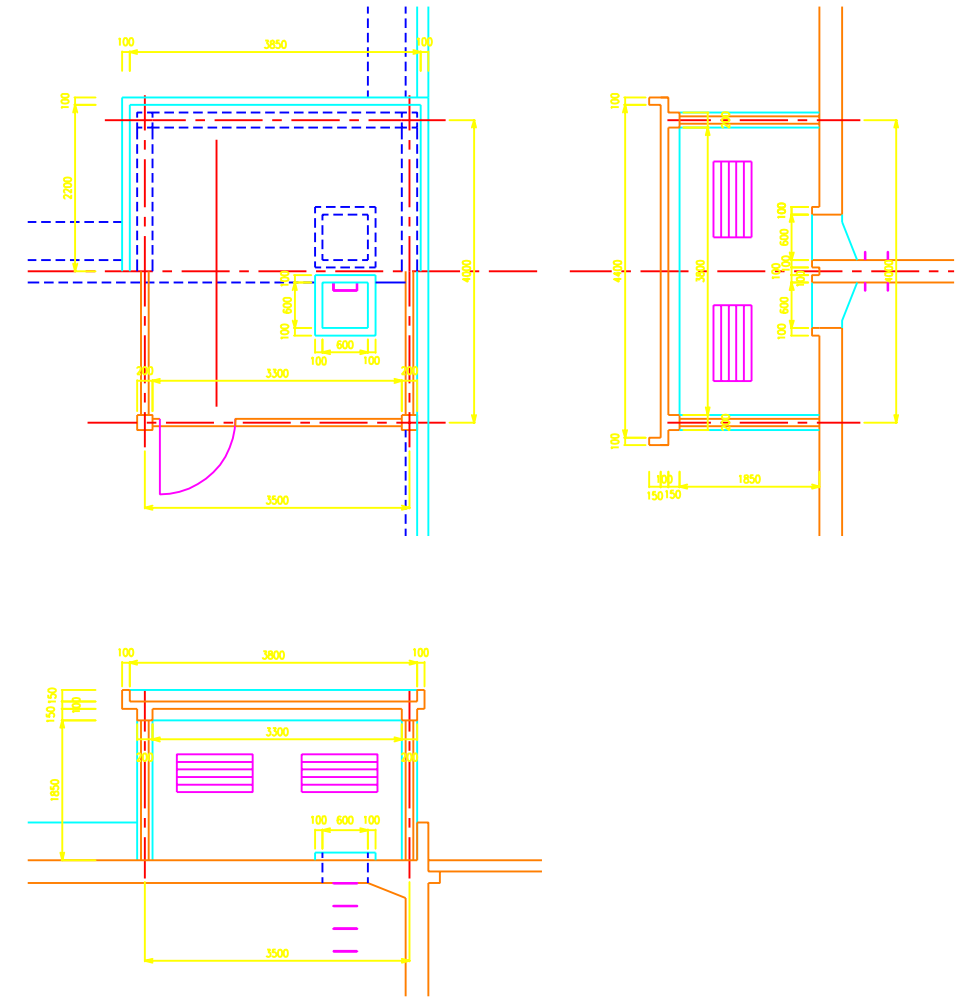
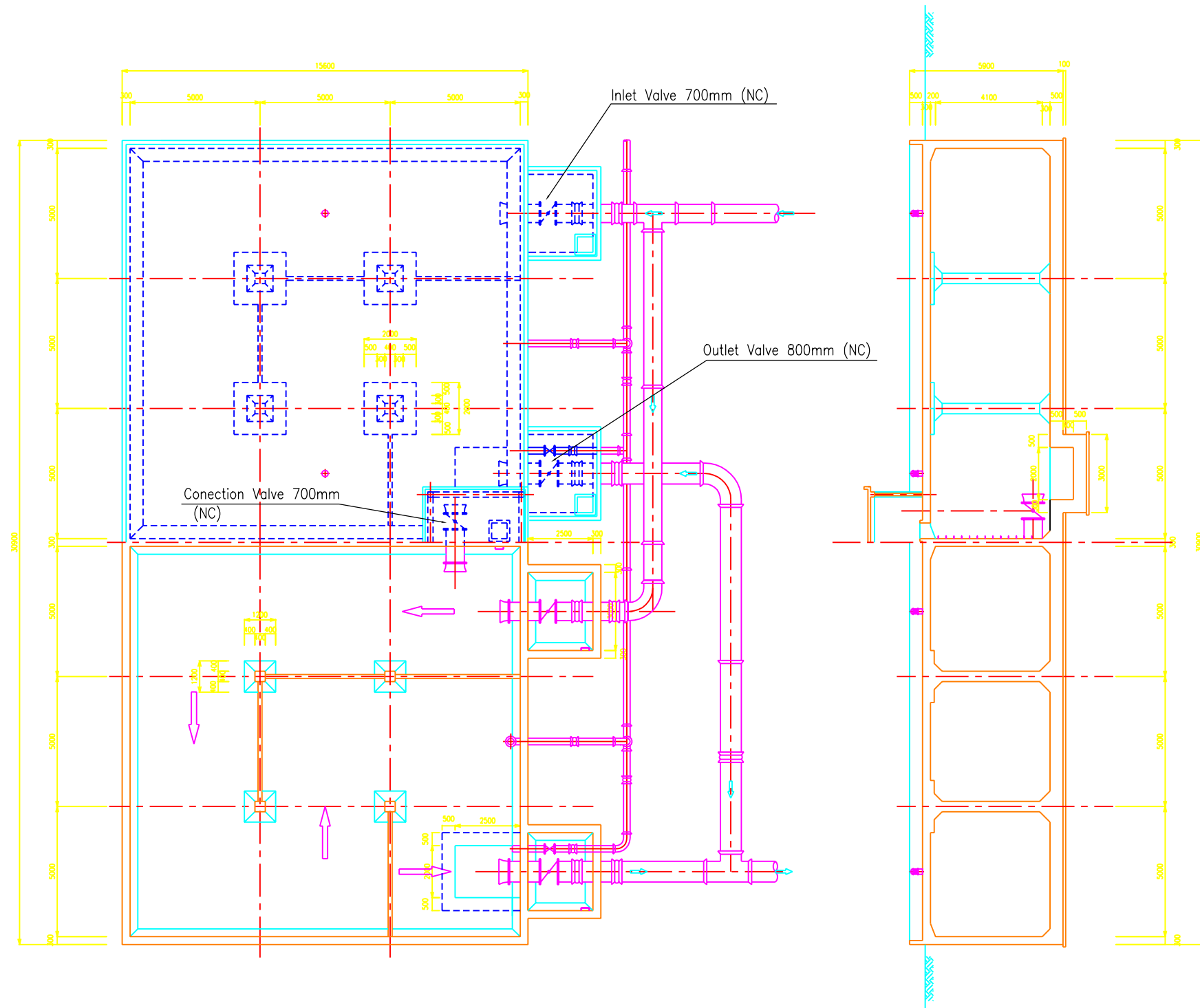


Legend

- (NC) : Newly Installation & Construction
- (RP) : Replace with New Equipment
- (CL) : Clearance

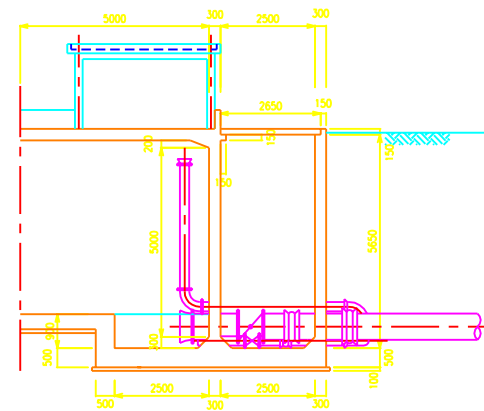
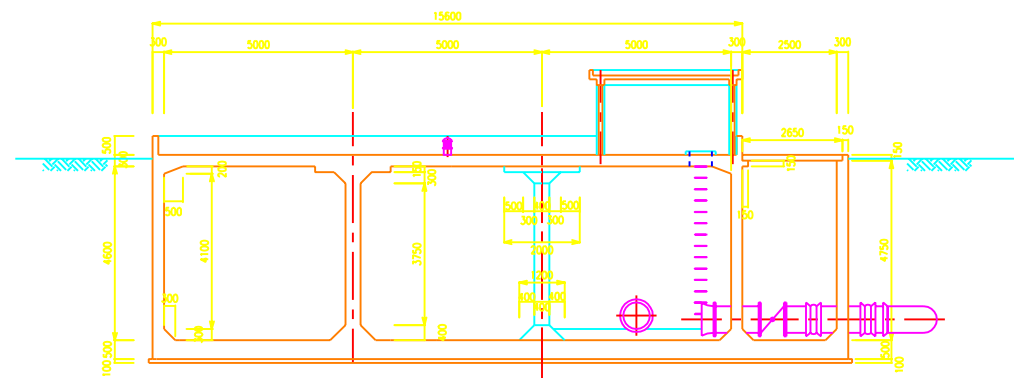


The Lao People's Democratic Republic Ministry of Communication, transport, Post and Construction	
The Basic Design Study on The Project for Rehabilitation of Water Supply Facilities in Savannakhet Area	
TITLE New Pipe Line of Water Treatment Plant (場内配管図)	
SCALE 1/300	DRAWING NO. 添付図-13
 NIHON SUIDO CONSULTANTS CO., LTD. TOKYO, JAPAN	
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY	

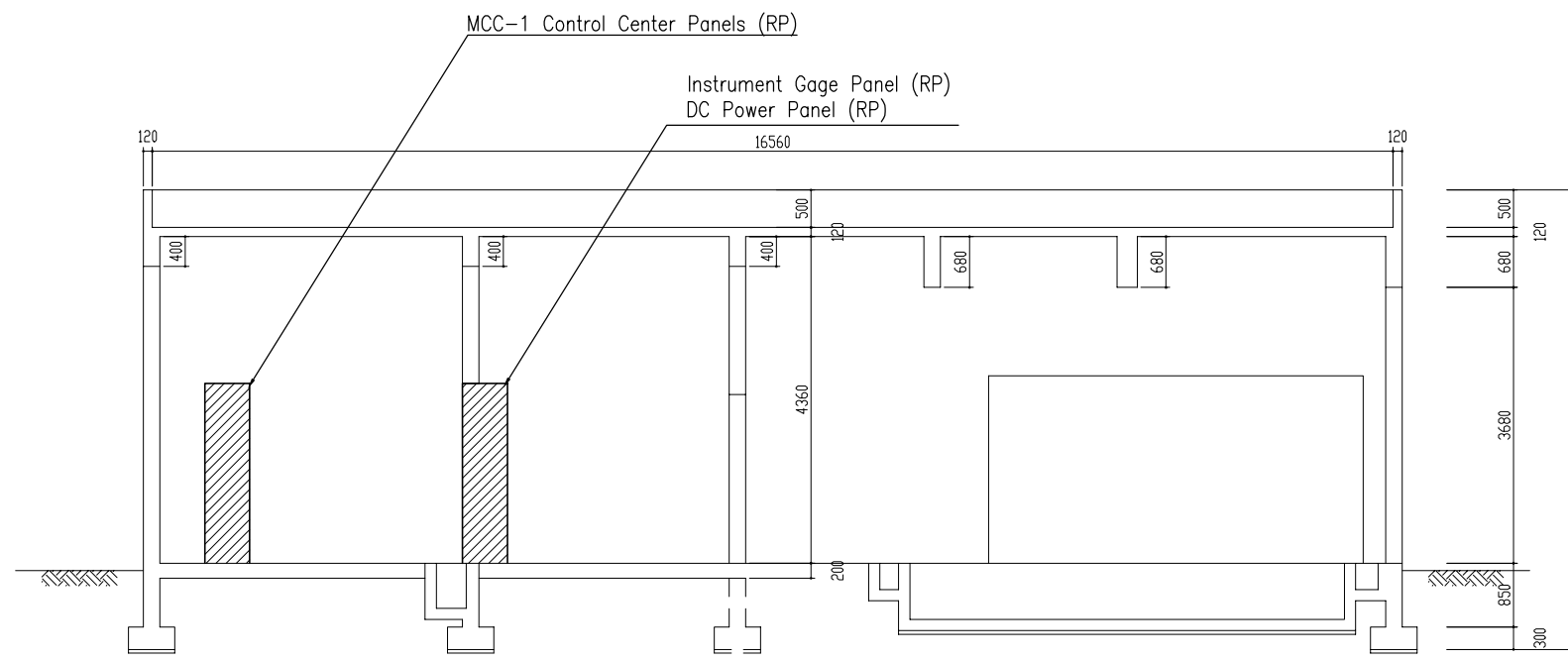


Legend

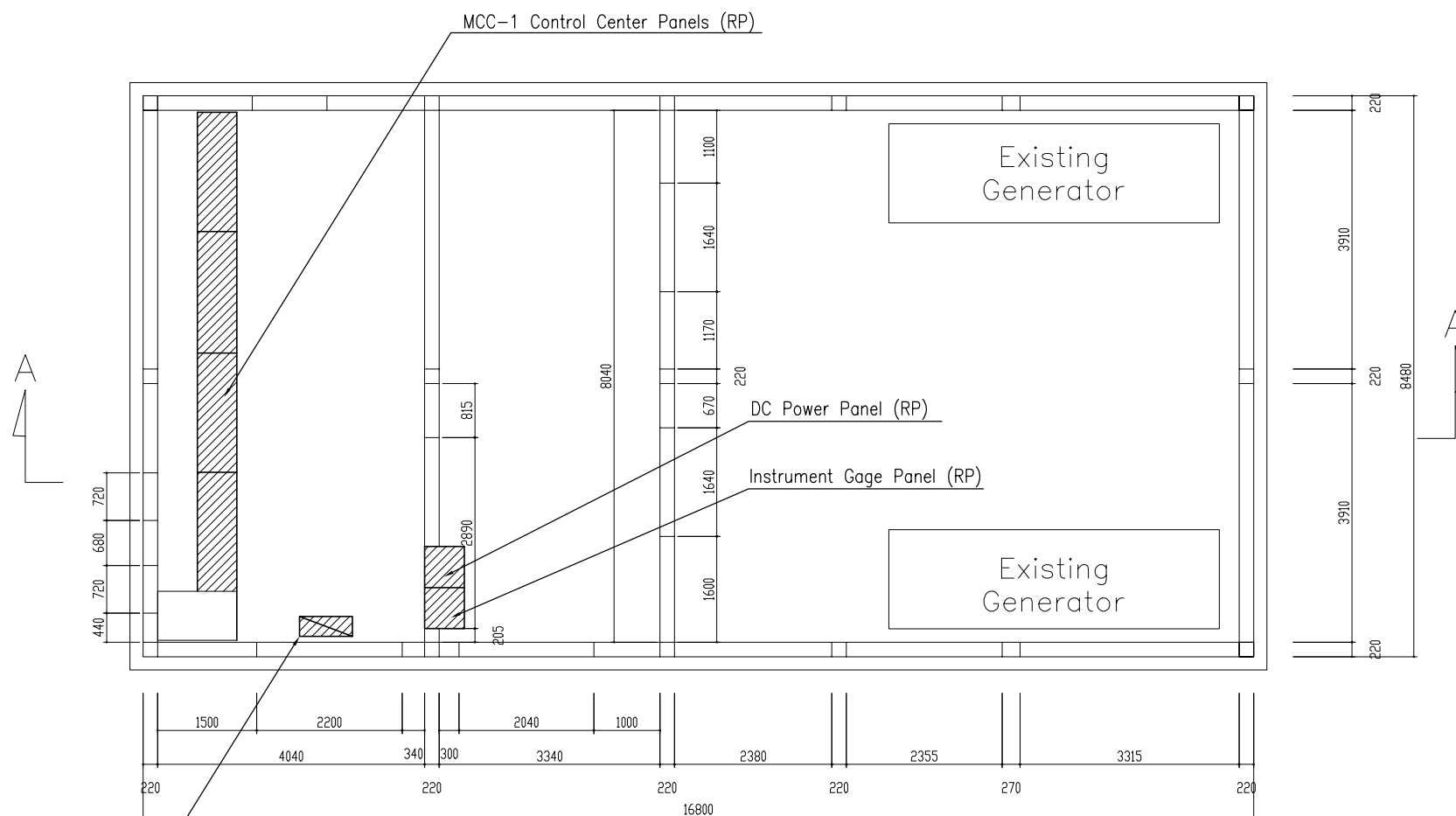
- (NC) : Newly Installation & Construction
- (RP) : Replace with New Equipment
- (CL) : Clearance



The Lao People's Democratic Republic Ministry of Communication, transport, Post and Construction	
The Basic Design Study on The Project for Rehabilitation of Water Supply Facilities in Savannakhet Area	
TITLE New Clear Water Reservoir (新設配水池)	
SCALE 1/200	DRAWING NO. 添付図-14
 NIHON SUIDO CONSULTANTS CO., LTD. TOKYO, JAPAN	
Approved By	Date
Designed By	Date
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY	



Section A-A



Lighting Power Switch Box (RP)

Plan of Existing Electrical Room

Legend

- (NC) : Newly Installation & Construction
- (RP) : Replace with New Equipment
- (CL) : Clearance

The Lao People's Democratic Republic Ministry of Communication, transport, Post and Construction	
The Basic Design Study on The Project for Rehabilitation of Water Supply Facilities in Savannakhet Area	
TITLE Existing Electrical Room (既設電気室)	
SCALE 1/100	DRAWING NO. 添付図-15
 NIHON SUIDO CONSULTANTS CO., LTD. TOKYO, JAPAN	
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY	

[資料 A] 添付資料

資料 1 . 査団員氏名、所属

資料 2 . 調査日程

資料 3 . 相手国関係者リスト

資料 4 . 当該国の社会・経済事情

資料 5 . その他のデ - タ

資料 6 . 事前評価表

資料 1 . 査団員氏名、所属

資料 1 . 調査団員・氏名

- 1 . 総括 : 青木 真
Leader : Mr. Makoto AOKI
JICA ラオス事務所長
Leader of the Survey Team
- 2 . 計画管理 : 三宅 繁輝
Planning and Management : Mr. Shigeki MIYAKE
JICA 無償資金協力部業務第 1 課
Leader of the Survey Team
- 2 . アドバイザ - : 秋葉道宏
Adviser : Mr. Michihiro AKIBA
厚生省国立衛生院主任研究官
Leader of the Survey Team
- 3 . コ - ディネ - タ - : 渡邊 真樹子
Project Coordinator : Ms. Makiko WATANABE
JICA 無償資金協力部業務第 1 課
Leader of the Survey Team
- 4 . 業務主任 / 給水計画 : 町田 専
Chief Engineer : Hiroshi Mr. MACHIDA
株式会社日水コン
Nihon Suido Consultants Co., Ltd
- 5 . 運営維持管理計画 : 中隣 環
Management and Operation Expert : Mr. Tamaki NAKADONARI
株式会社日水コン
Nihon Suido Consultants Co., Ltd
- 6 . 施設計画 1 : 大山 好永
System Design Engineer : Mr. Yoshinori OHYAMA
株式会社日水コン
Nihon Suido Consultants Co., Ltd
- 7 . 施設計画 2 : 石井 栄一
System Design Engineer : Mr. Eiichi ISII
株式会社日水コン
Nihon Suido Consultants Co., Ltd
- 8 . 機材計画 : 小原 幸三
Facility Design Engineer : Mr. Kozo OBARA
株式会社日水コン
Nihon Suido Consultants Co., Ltd

9.積算 / 調達計画 : 木村 永信

Cost Estimation and Material Purchasing Expert:Mr.Naganobu KIMURA

株式会社日水コン

Nihon Suido Consultants Co.,Ltd

資料 2 . 調査日程

資料 2 調査日程

本調査団の現地調査日程は次表の通りである。

調査工程 1 (現地調査)

Date	Movement	Stay	Activities
Oct 01 (Sun)	Arrive at Bangkok	Bangkok	Consultants Study Team of 5 members, Mr. Machida, Mr. Nakadonari, Mr. Ishii, Mr. Ohyama, and Mr. Obara
Oct 02 (Mon)	Arrive at Vientiane	Vientiane	Courtesy call to JICA, MCTPC and WASA Arrangement of Counterparts
Oct 03 (Tue)		- do -	Investigation of Chinaimo Treatment Plant Discussion with MCTPC and WASA
Oct 04 (Wed)	Move to Savannakhet	Savannakhet	Courtesy call on DCTPC, Nampapa Savannakhet (NPS) Nake Treatment Plant and existing pipelines
Oct 05 (Thu)			Discussion with DCTPC and NPS Site investigation
Oct 06 (Fri)			Consul. Study Team Discussion with DCTPC, NPS Site Survey
Oct 07 (Sat)	Official Study Team Arrive at Bangkok	Bangkok	Site investigation Nake Treatment Plant survey
Oct 08 (Sun)	Official Study Team Arrive at Vientiane	Vientiane	Consul. 2 members To Vientiane Internal Meeting (Official Study Team and Consul. Team)
Oct 09 (Mon)	Move to Savannakhet	Savannakhet	Courtesy call to the Vice-Governor at Savannakhet Provincial Office & persons concerned Courtesy call to NPS office
Oct 10 (Tue)		Savannakhet	Discussion with DCTPC, NPS Investigation of Nake Treatment Plant
Oct 11 (Wed)	Move to Vientiane	Vientiane	Courtesy call to MCTPC and WASA Courtesy call to Embassy of Japan
Oct 12 (Thu)		Vientiane	Discussion with MCTPC, WASA, DCTPC, NPS Sign on the Minutes of Discussion
Oct 13 (Fri)	(Buddhist Lent Day)	Vientiane	Official Study Team ... Investigation of Chinaimo Treatment Plant Consul. Team Data collection in Vientiane
Oct 14 (Sat)	Depart to Bangkok Official Study Team	Bangkok (Official) Savannakhet (Consul.)	Move to Savannakhet (Consultant Team)

Date	Movement	Stay	Activities
Oct 15 (Sun)	Arrive at Narita..... Official Study Team	Savannakhet	Consul. Internal Meeting Site survey and investigation
Oct 16 (Mon)			Field investigation and Site survey
Oct 17 (Tue)	Arrive at Bangkok (Mr. Kimura)		Field investigation, and Site survey, Data collection and analysis Consul. Study member Mr. Kimura, arrival at BKK
Oct 18 (Wed)	Arrive at Vientiane (Mr. Kimura)		Field investigation, and Site survey, Data collection and analysis Courtesy call on JICA, MCTPC, WASA
Oct 19 (Thu)	Arrive at Savannakhet.		Field investigation, and Site survey, Data collection and analysis Move to Savannakhet (Mr. Kimura)
Oct 20 (Fri)			Field investigation, and Site survey, Data collection and analysis Courtesy call on DCTPC, NPS by Mr. Kimura
Oct 21 (Sat)			Field investigation, and Site survey, Data collection and analysis Questionnaire survey and analysis
Oct 22 (Sun)			Data processing, Internal meeting Information analysis
Oct 23 (Mon)			Field investigation, and Site survey, Data collection and analysis Questionnaire survey and analysis
Oct 24 (Tue)			Field investigation, and Site survey Data collection and analysis
Oct 25 (Wed)			Field investigation, and Site survey, Data collection and analysis Questionnaire survey and analysis
Oct 26 (Thu)			Field investigation, and Site survey, Data collection and analysis Questionnaire survey and analysis
Oct 27 (Fri)			Field investigation, and Site survey, Data collection and analysis Questionnaire survey and analysis
Oct 28 (Sat)	Travel to Vientiane (Mr. Obara)		Field investigation, and Site survey, Data collection and analysis (Mr. Obara, travel to Vientiane)
Oct 29 (Sun)	Travel to Bangkok (Mr. Obara)		Field investigation, and Site survey, Data collection and analysis (Mr. Obara, travel to BKK)
Oct 30 (Mon)	Arrive at Japan (Mr. Obara)		Field investigation, and Site survey, Data collection and analysis (Mr. Obara, travel to Japan)
Oct 31 (Tue)			Field investigation, and Site survey, Data collection and analysis Field survey investigation

Date	Movement	Stay	Activities
Nov 01 (Wed)			Field investigation, and Site survey, Data collection and analysis Field survey investigation
Nov 02 (Thu)			Field investigation, and Site survey, Data collection and analysis
Nov 02 (Thu)			Field survey investigation
Nov 03 (Fri)			Field investigation, and Site survey, Data collection and analysis Discussion with DCTPC, NPS
Nov 04 (Sat)			Field investigation, and Site survey, Data collection and analysis Discussion with DCTPC, NPS, and Office Arrangement
Nov 05 (Sun)	Move to Vientiane	Vientiane	Arrival at Vientiane (Consul. Study Team); Mr. Machida, Mr. Nakadonari, Mr. Ishii, Mr. Ohyama, And Mr. Kimura
Nov 06 (Mon)		Vientiane	Prepare the Report, Report to MCTPC, WASA,
Nov 07 (Tue)		Vientiane	Report to JICA, and Embassy of Japan (11 am)
Nov 08 (Wed)	Arrive at Bangkok	Bangkok	Leaving Vientiane to Bangkok
Nov 09 (Thu)	Arrive at Narita		

調査工程 2 (ドラフト説明)

Date	Movement	Stay	Activities
Mar 18 (Sun)	Arrive in Bangkok	Bangkok	
Mar 19 (Mon)	Arrive in Vientiane	Vientiane	Courtesy call and meeting with JICA, Embassy of Japan, MCTPC and WASA
Mar 20 (Tue)		Savannakhet	Courtesy call to Savannakhet Provincial Office Courtesy call and meeting with DCTPC and NPS
Mar 21 (Wed)		Vientiane	Site survey at Nake Treatment Plant
Mar 22 (Thu)		- do -	Meeting on M/D at MCTPC Meeting at JICA Office
Mar 23 (Fri)		- do -	Signing of M/D at Novotel Hotel Report to JICA Office and Embassy of Japan
Mar 24 (Sat)	Arrive in Bangkok Depart to Tokyo		Travel from Vientiane to Bangkok Leaving for Bangkok
Mar 25 (Sun)	Arrive in Tokyo		

資料 3 . 相手国関係者リスト

資料 3 相手国関係者リスト

当調査における相手国の関係者を以下に一覧に示す。

通信 運輸 郵政 建設省 (Ministry of Communication, Transport, Post and Construction)

Housing & Urban Planning Department

Director General	Bounleuan SISOULATH
Head of Division	Khanthone VORACHITH

Water Supply Authority

Director	Somphone DETHOUDOM
----------	--------------------

Nam Papa Vientiane

General Manager	Daophet BOUAPHA
Vice Manager	Somlith SILAPHET
Deputy Manager	Sisamone KONGMANY

サバナケット県 (Savannakhet Province)

Vice-Governor	Soukaseum BODHISANE
Deputy Director	Bouakkham SISOULATH

通信 運輸 郵政 建設局 (Department of CTPC)

Director General	Vamhkham INTCHACK
Deputy Director	Sythonh NANTHARAT
Deputy Director	Sinouane SIHARATH
Deputy Director	Xayarath BAPHANITH

サバナケット水道公社 (Savannakhet Water Supply Company)

Director	Somsy KONGDALA
Deputy Director	Xone SISOMBATH
Chief of Planning Section	Momboune HUANGSAVANH
Chief of Treatment Plant	Phandola KHUANMUANGCHANCH
Prospective Program Officer	Sirixai PHANTHAVONGS

資料4 . 当該国の社会・経済事情

資料 4 当該国の社会・経済事情

一般指標			
政体	人民民主共和制	首都	ピエンチャン (Vientiane)
元首	大統領/加タイ シーハントーン	主要都市名	ヴィンサット、パト、ルアノラバン
独立年月日	1953年10月22日	雇用総数	千人(1998年)
主要民族/部族名	タイ族(タイ系)約60%、他60種族	義務教育年数	5年間()年)
主要言語	タイ語	初等教育就学率	111.9%(1997年)
宗教	仏教	中等教育就学率	28.5%(1997年)
国連加盟年	1955年12月14日	成人非識字率	38.2%(2000年)
世銀加盟年	1961年7月	人口密度	21.55人/km ² (1998年)
IMF加盟年		人口増加率	2.4%(1980年)
国土面積	236.80千km ²	平均寿命	平均53.20 男52.00 女54.50
総人口	4,974千人(1998年)	5歳児未満死亡率	/1000(1998年)
		加子供給量	2,143 cal/日/人(1996年)

経済指標			
通貨単位	キップ (Kip)	貿易量	(1998年)
為替レート	1US\$ = 7,562.00(2000年12月)	商品輸出	342.1百万ドル
会計年度	Dec. 31	商品輸入	-506.8百万ドル
国家予算	()年)	輸入カバー率	2.4(月)(1997年)
歳入総額		主要輸出品目	電力、木材、縫製品、コーヒー
歳出総額		主要輸入品目	石油製品、機械、食料
総合収支	-254.2百万ドル(1998年)	日本への輸出	百万ドル()年)
ODA受取額	281.4百万ドル(1998年)	日本からの輸入	百万ドル()年)
国内総生産(GDP)	1,260.94百万ドル(1998年)		
一人当たりGNP	320.0ドル(1998年)	粗外貨準備額	0.0百万ドル(1998年)
GDP産業別構成	農業 52.6%(1998)	対外債務残高	2,436.7百万ドル(1998年)
	鉱工業 22.0%(1998)	対外債務返済率	6.3%(1998年)
	サービス業 25.4%(1998)	インフレ率	17.2%(1990—98)
産業別雇用	農業 男 % 女 % (1992)	(消費者価格物価)	
	鉱工業 % % (1992)		
	サービス業 % % (1992)	国家開発計画	
実質GDP成長率	6.6%(1990)		

気象(1961年~1990年平均)観測地:ピエンチャン(北緯17度57分、東経102度34分、標高171m)													
月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	平均/計
降水量	7.0	15.9	35.7	84.5	254.2	243.7	248.6	340.3	299.8	96.3	24.8	22.6	1635.3mm
平均気温	22.1	24.1	27.0	28.7	28.5	28.2	28.0	27.5	27.4	26.8	24.8	22.6	26.3 C ⁰

我が国における ODA の実績					(単位：億円)
項目	1995	1996	1997	1998	1999
技術協力	19.65	16.21	18.27	29.84	
無償資金協力	56.88	54.47	91.24	74.77	
有償資金協力	0.00	39.03	0.00	0.00	
総額	97.58	57.41	78.59	85.57	

当該国に対する我が国における ODA の実績					(単位：百万ドル)
項目	1995	1996	1997	1998	1999
技術協力	22.31	20.43	18.83	20.90	
無償資金協力	78.79	39.31	59.45	61.61	
有償資金協力	-3.52	-2.33	0.32	3.06	
総額	97.58	57.41	78.59	85.57	

OECD 諸国の経済協力実績						(単位：百万ドル)
	贈与(1) (無償資金協力 技術協力)	有償資金協力 (2)	政府開発援助 (ODA) (1)+(2)=(3)	その他政府資金 及び民間資金(4)	経済協力総額 (3)+(4)	
二国間援助 (主要供与国)	163.0	2.7	165.7	4.4	170.1	
1. Japan	82.5	3.1	85.6	-2.4	83.2	
2. Germany	18.4	0.0	18.4	0.0	18.4	
3. Sweden	12.0	0.0	12.0	0.2	12.2	
4. France	12.0	-0.3	11.7	3.0	14.7	
多国間援助 (主要援助機関)	23.0	92.7	115.7	1.1	116.8	
1. AsDB			63.5	0.0	63.5	
2. IDA			23.7	0.0	23.7	
その他						
合計	186.0	95.4	281.4	5.5	286.9	

援助受入窓口機関
技術協力：首相府投資協力委員会 (CIC)
無償：首相府投資協力委員会 (CIC)
協力隊：首相府投資協力委員会 (CIC)

(出典) JICA 提供資料 提供年月日：2001年2月15日

資料 5 その他のデータ

資料 5 . 1	取水ポンプの形式と検討	A - 5 - 1
資料 5 . 2	原水流量調節	A - 5 - 4
資料 5 . 3	浄水場水理計算	A - 5 - 13
資料 5 . 4	原水・配水水質及び薬品注入計画	A - 5 - 27
資料 5 . 5	配水状況	A - 5 - 51
資料 5 . 6	新設配水池容量の決定	A - 5 - 53
資料 5 . 7	サージプロテクション	A - 5 - 57
資料 5 . 8	漏水調査	A - 5 - 61
資料 5 . 9	工事計画	A - 5 - 77
資料 5 . 1 0	既存設備の状況（写真）	

資料 5.1 取水ポンプの形式と検討

(1) 取水ポンプの現況

取水塔には、取水ポンプとして3台の縦軸ボアホールポンプ(斜流羽根)が据え付けられている。ポンプ銘板より読み取れた主な仕様は次の通りである。

資表 5-1 既設取水ポンプの仕様

取水ポンプ		電動機	
ポンプ型式	: 3508940	定格出力	: 37 kW
定格水量	: 330 m ³ /hr	定格電源	: 380 V 50 Hz
定格全揚程	: 23.5 m	定格回転数	: 960 rpm
定格回転数	: 950 rpm	定格力率	: 0.86

当初設計では、2台常用・1台予備となっていた。しかし、運転日誌によると、乾季である3月から6月の間の昼間時には、頻繁に3台同時運転して給水区域の需要に対応している状況にある。ポンプ1台当りの吐出量が減少している恐れがある。

本調査において、(原水)導水管に超音波流量計を設置し吐出量測定を実施した。その測定結果は、推定吐出量の83 - 86%で測定時の計器誤差および推定値の算出誤差を考慮しても既存ポンプの吐出量はかなり低下(約85%)している判断された。この吐出量低下は20年間以上シルトを多量に含む原水揚水のためのインペラーの摩耗が主因であると思われる。

資表 5-2 取水ポンプ能力低下の推定

流量測定結果 m ³ /分	取水位 (+m)	ポンプ 運転台数	測定吐出量 / 台 m ³ /分	推定定格吐出量 / 台 m ³ /分
19.10	133.4	3	6.36	7.40
13.43	133.4	2	6.72	8.13

(2) 改修計画

1) 改修の基本

前出、現況で述べた通り、ポンプの維持管理に問題があるばかりでなく、ポンプ本体の能力低下がみられるため設置されている3台を全て新しいポンプに取り替える。ポンプ仕様は既存のポンプのそれと同様とし、計画取水量を2台のポンプでまかなえる容

量を持つポンプと交換する。

2) ポンプ形式

既存の取水塔にポンプを据え付けることが条件となるためポンプ形式は既存と同様の形式、立て軸斜流ポンプと水中モーターポンプ(斜流羽根)の2種の形式が選択可能でありこの2種の比較を行った。その結果、ポンプ形式は保守管理が容易で安価であり実績のある水中モーターポンプを採用する事とした。

資表 5-3 ポンプ形式の比較

	立て軸斜流ポンプ	水中モーターポンプ（斜流羽根）
1. 形式と構造上の特長	<p>ポンプケーシング（羽根車含む）と吐出曲管を中間揚水管（保護管付き中間軸と軸受け）で接続し必要長さに製作。電動機は吐出曲管上部架台に取り付け、同曲管を貫通している軸と接続しポンプを駆動する。ポンプはこの吐出曲管により据え付け台に固定。電動機は水上部にあり、また軸長が本計画の場合約 16mと長くなり、3m毎に中間軸受けを取り付けたとすると5ヶ所必要となる。</p>	<p>ポンプ羽根車と水中モーターを一体接続し吐出ケーシング内に収めたもので本計画の場合水は水中モーターの外側水路を通り揚水される。モーター部は完全に密封され、軸長は立て軸斜流ポンプに比べ1/10程度で軸受けは2ヶ所で済む。ポンプは揚水管により吊り下げられ、吐出曲管（架台付き）により据え付け台に固定。</p>
2. 運転保守管理	<p>運転管理：容易 羽根車は水中に没しているため呼び水が不要で運転管理は容易。 保守管理：煩雑で組み立て技術が必要。 保守点検に際し、モーターを吐出曲管よりはずし、吐出曲管を吊り上げ、中間軸受け毎に分解し、ポンプケーシング部の保守点検を行う。点検後は逆に中間軸受け毎に芯出し組み立て、吐出曲管据え付け後電動機を取り付け。ポンプ軸との芯出し接続後保守点検が完了。</p>	<p>運転管理：容易 羽根車は水中に没しているため呼び水が不要で運転管理は容易。 保守管理：容易 保守点検に際し、吐出曲管を吊り上げ、揚水管フランジを外し、ポンプ吐出フランジを外しポンプ本体の点検を行う。点検後はポンプフランジ、および揚水管のフランジを接続し吐出曲管を固定し完了。フランジ接続の作業だけが必要で特に芯出し等の技術は必要としない。</p>
3. 結論	<p>中間軸が長く軸受けの保守管理が煩雑で、組み立てに相当レベルの技術力が必要。 組み立て時に芯出しが適切に行なわれないと軸振れが発生し軸受けの寿命が短くなる。 採用しない。</p>	<p>保守管理が容易であり、立て軸斜流ポンプ比べ安価である。 ラオス国ヴィエンチャン市チナイモ浄水場で同種のポンプが取水ポンプとし据え付け運転されている実績がある。 採用</p>

3) ポンプ仕様

今回、既設と交換し設置する取水ポンプの仕様は次の通りとする。

ポンプ形式 : 水中モーターポンプ
 台数 : 3台
 定格水量 : 5.5 m³/min(330 m³/hr)
 定格全揚程 : 23.5 m
 電動機出力 : 37 kW

資料 5 . 2 原水流量調節

1) 現況

取水水位がポンプの計画吸い込み最低水位より高い場合ポンプの実揚程が減りその分ポンプ吐出量が増加し最適浄水場運転管理が出来なくなるばかりでなくポンプ駆動用電動機が過負荷運転となり同電動機の故障また寿命短縮の原因ともなる。そこでポンプ吐出量（取水流量）を制御し浄水場最適運転を行う為には、原水流量調節が必要である。

2) 改修計画

ポンプ吐出量の制御にはポンプの回転数を変動させポンプの吐出量と揚程を変化させる方法とポンプ吐出量側に流量制御弁を設置しこれを絞り人為的抵抗を作り吐出量と揚程を変化させる方法があるが、設備が簡素で保守管理の容易でかつ設備費の安価な流量制御弁を用いる方法を採用する。運転員は流量計からの流量指示を見ながら手動で流量制御弁を操作し流量を任意に設定出来る流量調節設備とする。

a. 設計条件

取水水位が最高のおときが最もポンプ揚程が低く、吐出量が大きく過負荷になる。この時の流量調節を検討する。その際の設計条件を以下に示す。

資表 5-4 流量調節設備の設計条件

取り扱い流体	原水（最大濁度：6,000 度）			
取水最高水位	+139.25 m			
計画最大流量	15,840 m ³ /日			
項 目	単 位	ケース 1	ケース 2	ケース 3
流量	m ³ /分	5.5	8.0	11.0
ポンプ運転台数	台	1	2	2
ポンプ揚程	m	23.5	26.5	23.5
ポンプ実揚程	m	1.94	1.94	1.94
管路損失水頭	m	0.45	0.95	1.79
弁 2 次側水頭	m	4.59	4.59	4.59
減衰水頭 Ha	m	Ha0 = 21.11	Ha1 = 23.61	Ha2 = 19.77

ポンプ運転台数については、1 台運転時の最大限界吐出流量を 8 m³/分と想定し、それ未満のときは 1 台運転、それ以上の水量を取水する場合は 2 台運転と計画する。流量 8 m³/分を 2 台のポンプで揚水しているため、1 台当たりの揚水量は 4 m³/分となりこ

れは定格吐出流量の72%である。本ポンプの揚水量 - 揚程の特性より吐出流量が定格吐出流量の72%場合の揚程は定格揚程の約113%($= 23.5 \times 1.13 = 26.5\text{m}$)となる。

最低の実揚程は、着水井水位、+141.19 - 取水最高水位+139.25 = 1.94mである。また、管路損失水頭はポンプ定格揚程 23.5m - 最大実揚程(着水井水位、+141.19 - 取水最低水位+124.85 = 16.34m) = 7.16mであり、この時の流量は計画最大取水量($5.5\text{m}^3/\text{分} \times 4\text{台} = 22\text{m}^3/\text{分}$)である。そこで管路損失水頭(LH)は流量の2乗の関数として考えられるので $LH = K \times Q^2$ と表わし、 $7.16\text{m} = K \times 22.0^2$ より $K = 0.0148$ を求める。今流量を $5.5\text{m}^3/\text{分}$ とすると LH は、 $LH = 0.0148 \times 5.5^2 = 0.45\text{m}$ となる。

ポンプ実揚程に管路損失水頭を加えたものが必要ポンプ揚程である。この必要ポンプ揚程がポンプ全揚程より少ない場合この差を人為的損失水頭で補う必要がありこれが減衰(すべき)水頭 H_a となる。また、着水井の水位が+141.19 で弁の中心レベルは原水導水管の中心レベルの+136.60 であり、 $141.19 - 136.60 = 4.59\text{m}$ がこの弁2次側水頭となる。

b . 流量制御弁の技術比較

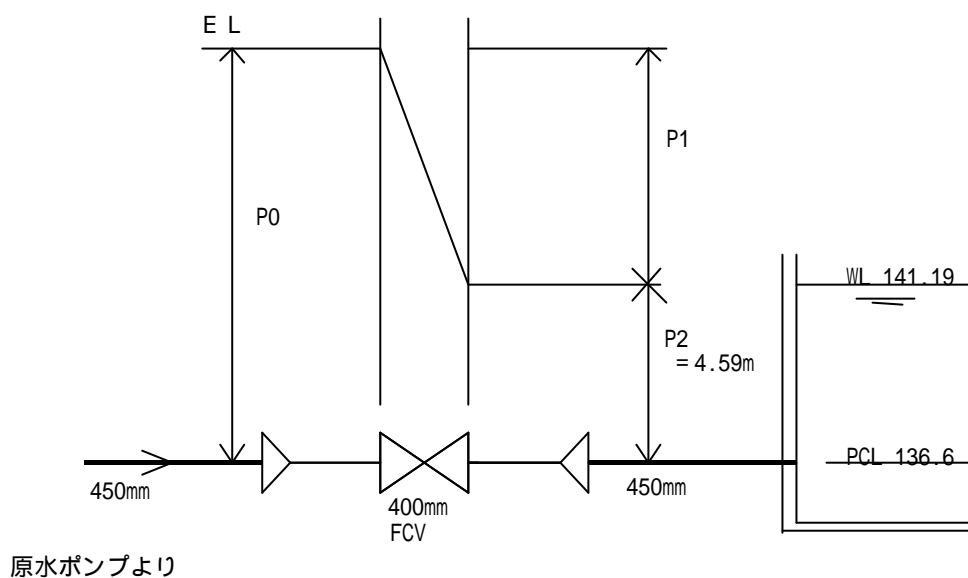
流量制御弁には多くの種類があるが、本原水の流量制御用にはバタフライ弁、くし歯弁体形バタフライ弁、コーン弁(ロート弁)の3種が考えられ、これらの弁の技術比較と上記設計条件での水理的検討を以下に行い流量制御弁の選定を行う。

c . 水理的検討

上記設計条件の中で減衰水頭が最大の条件、 $H_a = 23.61\text{m}$ を始めに検討する。水理的検討に当たり、最適な流速を得ることと経済性を考慮して弁の口径は原水導水管の口径 450mm より 1 サイズ下げ 400mm として以下(次ページ)に検討する。

ア) ケース 1 (減衰水頭、 $H_{a1} = 23.61\text{m}$ を 1 台の流量制御弁で制御)
 検討条件次のとおりとする。また、水位高低条件は次図の通りである。

流量制御弁 (FCV) : 1 台
 流量 : $8\text{m}^3/\text{分} = 0.1333\text{m}^3/\text{秒}$ (ポンプ 2 台運転)
 流速 V (口径 400mm) : 1.06 m/秒
 速度水頭 $V^2/2g$: 0.057 m
 減衰水頭 : $P1 = H_{a1} = 23.61\text{m}$
 弁 2 次側水頭 : $P2 = 4.59\text{m}$



資図 5-1 ケース 1 の水位高低条件

今減衰水頭、 H_a は次の式で表すことができる。

$$H_a = P1 = f \times V^2 / 2g \quad f : \text{弁の損失係数}$$

$$f = P1 \times 1 / (V^2 / 2g)$$

$$= 23.61\text{m} \times 1 / 0.057\text{m} = 414.2$$

またキャピテーション係数、 Ca は次のようになる。

$$Ca = (10\text{m} + P2) / P1$$

$$= (10\text{m} + 4.59\text{m}) / 23.61\text{m}$$

$$= 0.618$$

上記の弁の損失係数、 $f=414.2$ を満足する弁開度及びこの弁開度におけるキャビテーション係数（要求）とキャビテーション係数（有効）を以下の資表 5-5 にまとめる。

資表 5-5 ケース 1 の水理検討のまとめ

形式	弁開度 %	キャビ係数 (要求)Ca re.	キャビ係数 (有効)Ca av.	評価基準 Ca re. < Ca av.
バタフライ 弁	16.0	2.8	0.618	Ca re. > Ca av. のため空 洞化現象が発生。
くし歯弁体 バタフライ 弁	14.3	0.9	0.618	同上。
コーン弁（口 ート弁）	20.5	1.0	0.618	同上。

上記検討よりケース 1 の場合、上記 3 種の弁はいずれの場合もキャビテーション係数（要求）> キャビテーション係数（有効）となり空洞化現象が発生することが考えられる。そこで流量制御弁を直列に 2 台配置し減衰水頭、23.61m を分割制御できないか以下に検討する。

イ) ケース 2（減衰水頭、 $H_a = 23.61\text{m}$ を流量制御弁 2 台で制御）

検討条件：

流量制御弁 : 2 台（FCV1 と FCV2）

流量 : $8\text{m}^3/\text{分} = 0.1333\text{m}^3/\text{秒}$ （ポンプ 2 台運転）

流速 V （口径 400mm） : 1.06 m/秒

速度水頭 $V^2/2g$: 0.057 m

減衰水頭 : $H_{a1} = 23.61\text{m} = P1 + P3$

流量制御弁、FCV1 が減衰すべき水頭、 $P1 = 11.61\text{m}$

流量制御弁、FCV2 が減衰すべき水頭、 $P3 = 12\text{m}$

弁 2 次側水頭 : $P4 = 4.59\text{m}$

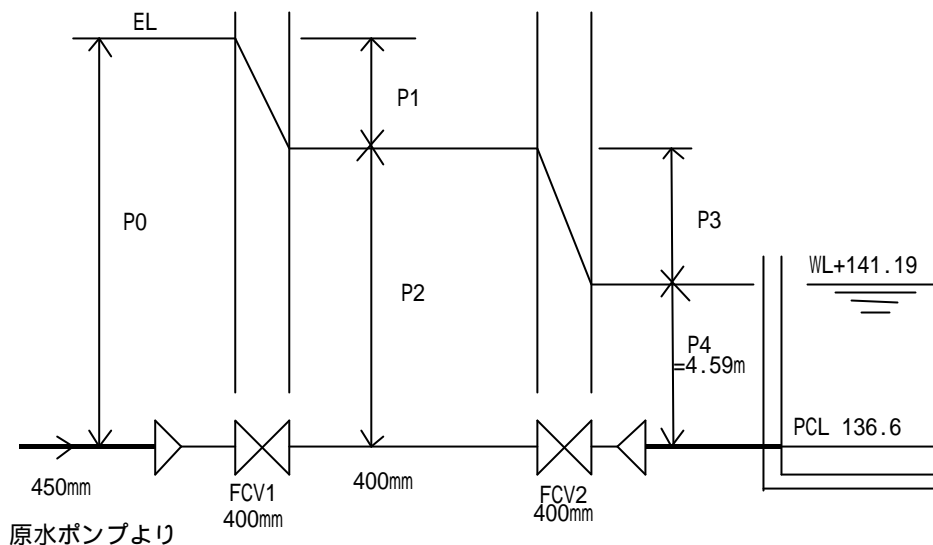
流量制御弁、FCV2 が減衰すべき減衰水頭、 $P3$ は次の式で表すことができる。

$$P3 = f \cdot 2 \times V^2 / 2g \quad f : \text{弁の損失係数}$$

$$f \cdot 2 = P3 \times 1 / (V^2 / 2g)$$

$$= 12\text{m} \times 1 / 0.057\text{m} = 210.5$$

また、水位高低図は次の通りである。



資図 5-2 ケース 2 の水位高低条件

またキャビテーション係数、Ca は次のように計算される。

$$\begin{aligned} Ca &= (10\text{m} + P4) / P3 \\ &= (10\text{m} + 4.59\text{m}) / 12\text{m} \\ &= 1.22 \end{aligned}$$

流量制御弁、FCV 1 が減衰すべき減衰水頭、P 1 は次の式で表すことができる。

$$\begin{aligned} P1 &= f1 \times V^2 / 2g & f : \text{弁の損失係数} \\ f1 &= P1 \times 1 / (V^2 / 2g) \\ &= 11.61\text{m} \times 1 / 0.057\text{m} = 203.7 \end{aligned}$$

またキャビテーション係数、Ca は次のように計算される。

$$\begin{aligned} Ca &= (10\text{m} + P4 + P3) / P1 \\ &= (10\text{m} + P2\text{m}) / 11.61\text{m} \\ &= (10\text{m} + 16.59\text{m}) / 11.61\text{m} \\ &= 2.29 \end{aligned}$$

上記 3 種の弁が流量制御弁 F C V 1 と F C V 2 として使用された場合の損失係数 (f 1 = 203.7 および f 2 = 210.5) を満足する弁開度及びこの弁開度におけるキャビテーション係数 (要求) とキャビテーション係数 (有効) を以下の表にまとめる。

資表 5-6 ケース 2 - 1、流量制御弁 F C V 2 の水理的検討のまとめ

形式	弁開度 %	キャピ係数 (要求)Ca re.	キャピ係数 (有効)Ca av.	評価基準 Ca re. < Ca av.
バタフライ 弁	20.5	3.0	1.216	Ca re. > Ca av.のため、空 洞化現象が発生。
くし歯弁体 バタフライ 弁	18.7	1.0	1.216	Ca re. < Ca av.のため、空 洞化現象が発生しない。
コーン弁(口 ート弁)	27	1.05	1.216	同上。

資表 5-7 ケース 2 - 2、流量制御弁 F C V 1 の水理的検討のまとめ

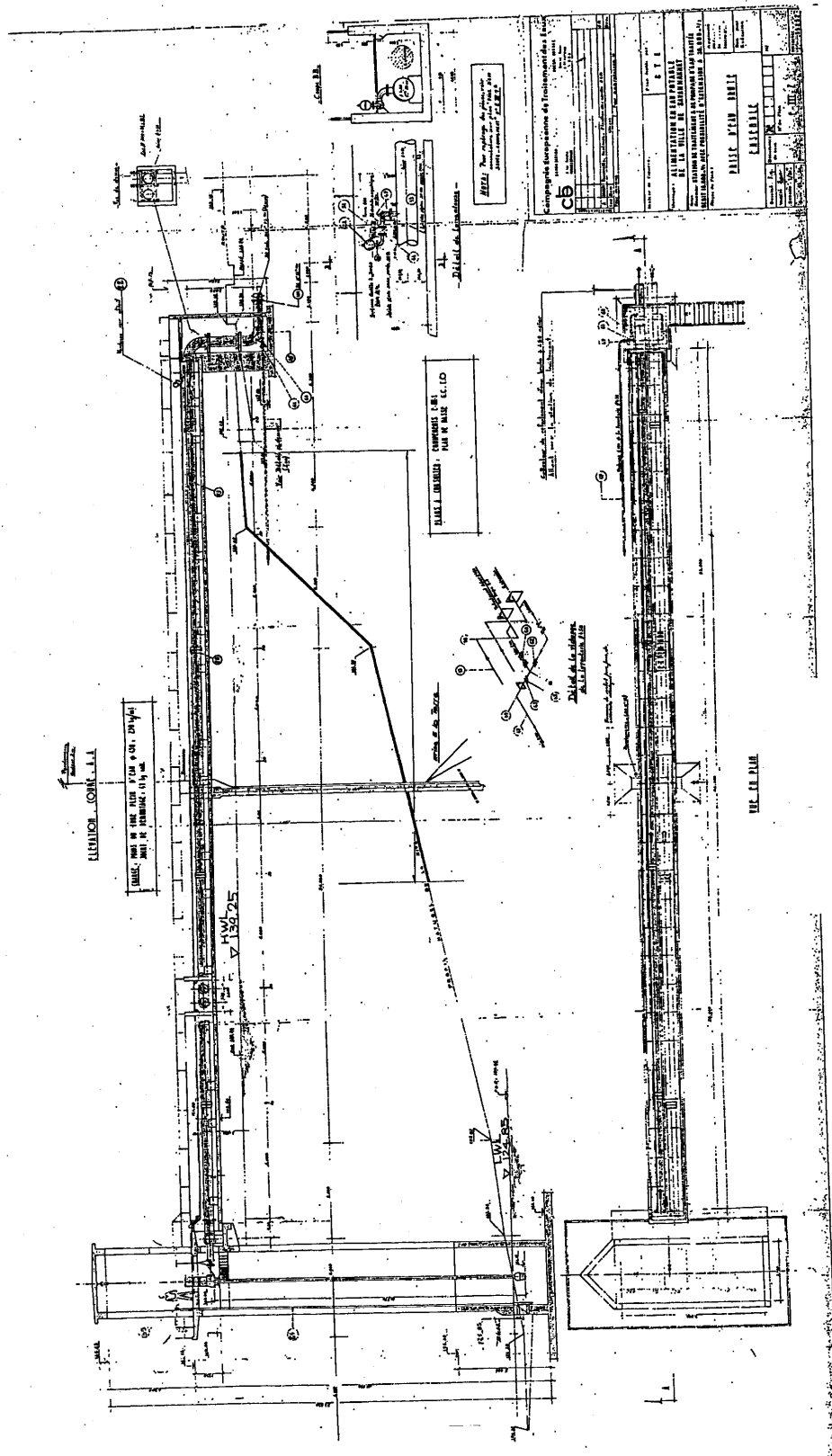
弁形式	弁開度 %	キャピ係数 (要求)Ca re.	キャピ係数 (有効)Ca av.	評価基準 Ca re. < Ca av.
バタフライ 弁	20.5	3.0	2.29	Ca re. > Ca av.のため、空 洞化現象が発生。
くし歯弁体 バタフライ 弁	18.7	1.0	2.29	Ca re. < Ca av.のため、空 洞化現象が発生しない。
コーン弁(口 ート弁)	27	1.05	2.29	同上。

ケース 2 では、バタフライ弁を使用した場合は、流量制御弁、F C V 1 および F C V 2、いずれも場合も空洞化現象が発生することが考えらる。

くし歯弁体バタフライ弁とコーン弁どちらの場合も流量制御弁、F C V 1 および F C V 2 として使用した場合、空洞化現象が発生せず、採用可能となるが、くし歯弁体バタフライ弁の価格がコーン弁の約 7 分の 1 と安価であることを考慮してくし歯弁体バタフライ弁を採用する。

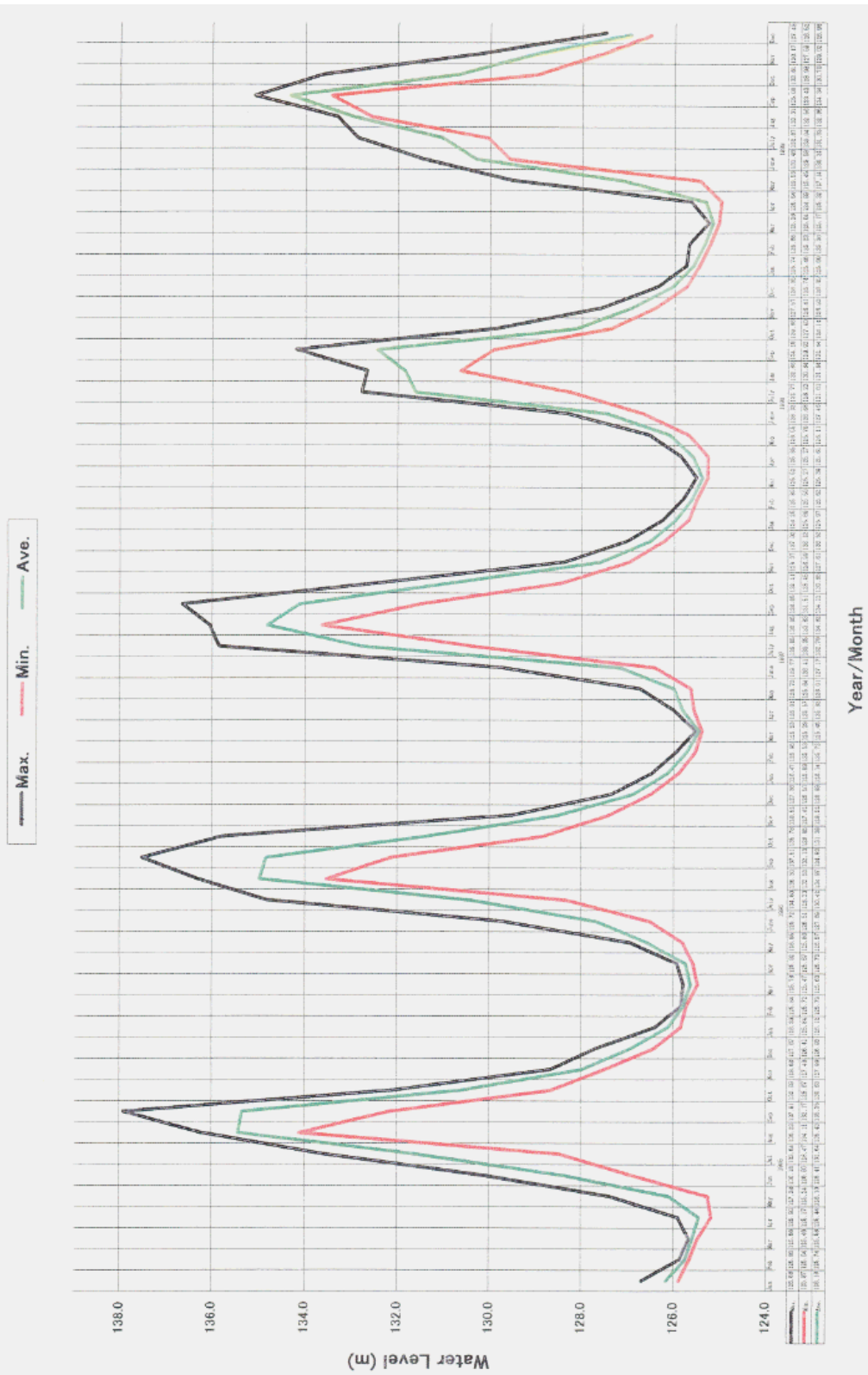
資表 5-8 弁の技術的比較検討

	バタフライ弁	くし歯弁体形バタフライ弁	コーン弁（ロート弁）
1. 構造	弁箱に円盤状の弁体が収められ、この弁体が弁棒を軸として約 90 度回転し開閉を行う。仕切弁は開位置において弁体が流路断面を遮らないが本弁は弁体が弁箱内で回転するため全開時でも流路断面を一部遮る、そのため仕切弁に比べると流路断面は小さくそれにより圧力損失がやや大きい。金属弁体とゴム弁座の接触で止水を行う。	基本的にはバタフライ弁と同じであるが、キャピテーション（空洞化現象）特性を改善するために水流を細かく分散するためのくし歯状の突起が弁体に付いている構造。このくし歯状の突起のため全開時でも流路断面がバタフライ弁に比べるとさらに小さくそのため圧力損失はバタフライ弁より大きい。	弁箱に円錐台（ロート状）で円筒形の流路を持つ弁体がおさめられ、弁棒を軸に回転し開閉する構造。金属弁座の接触で止水を行い、独特の弁開閉機構を持ち、全閉より開に向かう時弁体弁座が弁箱弁座より離れその後回転を始める。 そのため全閉時のみ弁体が着座し、それ以外は金属弁座同士は接触しない構造。流路が円筒形のため圧力損失は非常に小さい。
2. 制御性	弁体の開度と流量係数（弁前後の圧力差でどれだけの流量を流すことができるか）の関係はほぼ直線特性で開度が 20% 増えると流量係数が 20% 増える、つまり流量が 20% 増える。このため制御性は良いが開度 20% 前後より小さい場合開度変化に対する流量係数が直線的であるため通過流量の変化が大きく制御しにくい。実用的制御範囲は 30 - 70%。	基本的にはバタフライ弁と同様。バタフライ弁では開度が 20% より小さい場合制御しにくいが開度 10% までは制御性がよい。実用制御範囲は 15 - 70%。	弁体の開度と流量係数の関係は開度が小さい時にはその流量変化も小さくまた開度が大きい時にはその流量変化も大きい、開度が 20% から 40% になると流量係数は 5% から 18% になり 13% 流量係数が増えるのに対して開度が 80% から 90% になると流量係数は 58% から 78% になり 20% 流量係数が増える。このため制御性が大変良い。実用制御範囲は 15 - 80%
3. 空洞化特性	空洞化特性を一般的にキャピテーション係数(要求)として表わし、実用キャピテーション係数(有効)との比較で要求係数より有効係数が大きければ空洞化現象は発生しない。この逆の場合は空洞化現象が発生し弁内面が侵食を受ける。有効係数は(10m + 2 次側圧力) / 減衰水頭mとして表す。 弁開度と要求係数の関係は： 開度（%）係数（要求） 15 2.8 20 3.05 25 3.35 30 3.85 35 4.3 40 4.8	同左 弁開度と要求係数の関係は： 開度（%）係数（要求） 15 0.95 20 1.07 25 1.25 30 1.5 35 1.7 40 1.95	同左 弁開度と要求係数の関係は： 開度（%）係数（要求） 15 1.0 20 1.0 25 1.0 2 30 1.06 35 1.15 40 1.25
価格	1 0 0 %	1 3 0 %	7 0 0 %



資圖 5-3 取水施設断面図

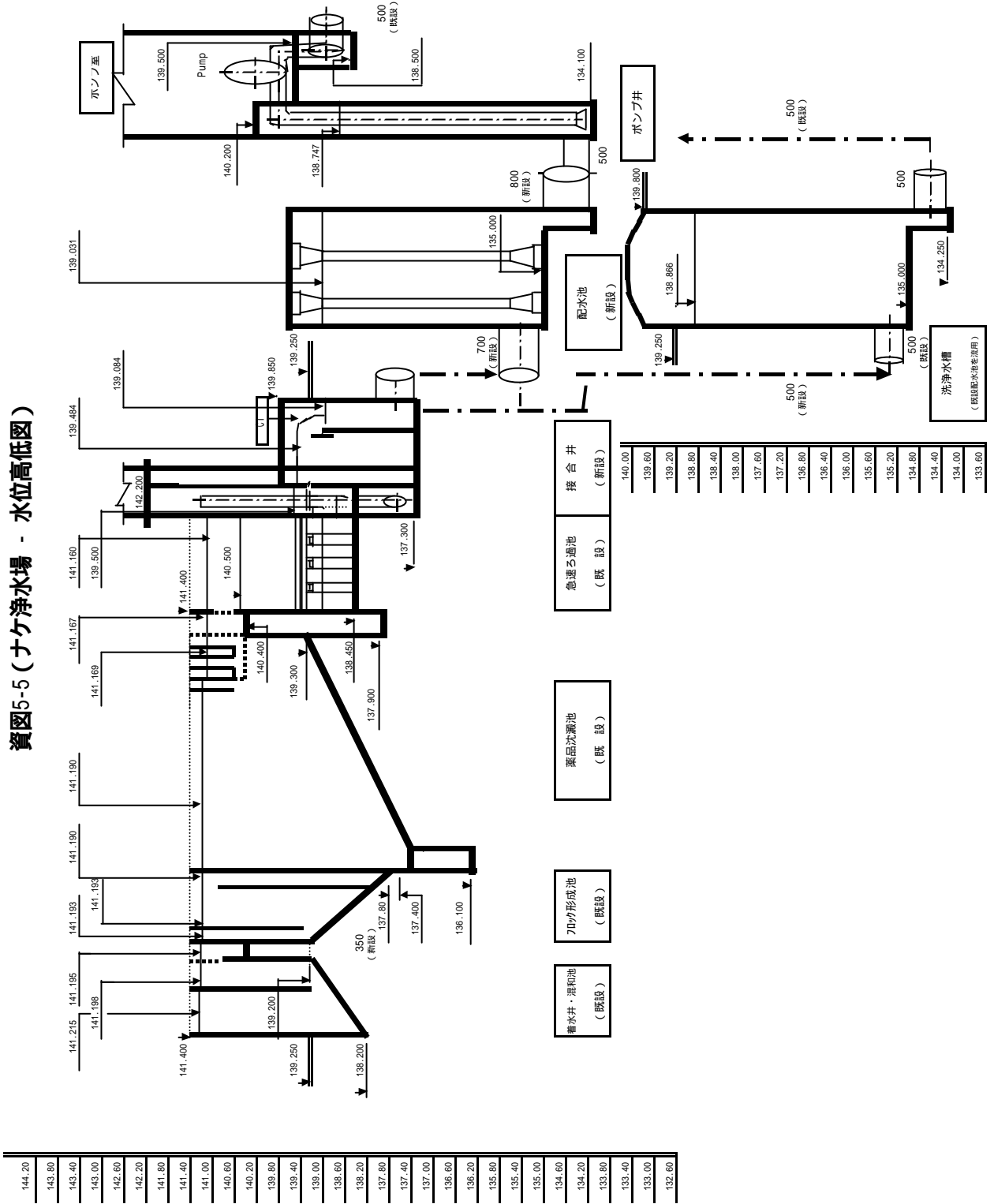
資圖 5-4 Fluctuation of Water Level in Mekong River



資圖 5-4 Fluctuation of Water Level in Mekong River

資料 5.3 浄水場水理計算

資図5-5 (ナケ浄水場 - 水位高低図)



水理計算（損失水頭計算）

* 取水塔

a) ゲートの流入流速 (V_1) through 4-Gates at LWL

$$V_1 = Q / A$$

where, Q; Planed Maximum Intake Capacity

A; Section Area of 4-Gates

$$V_1 = \boxed{0.18} \text{ m}^3/\text{sec} / 1/4 \quad \boxed{0.40}^2 * \boxed{4}^{\text{Places}} = \boxed{0.365} \text{ m/sec}$$

b) ゲートによる損失水頭 (H_{ig}) at LWL

$$H_{ig} = 1 / C^2 * (V_1^2 / 2 * g)$$

where, C; Coefficient of Orifice =

V_1 ; Inlet Velocity through Gates (m/sec) =

g; Acceleration of Gravity (m/sec²) =

$$H_{ig} = 1 / (\boxed{0.6})^2 * (\boxed{0.365})^2 / (\boxed{2} * \boxed{9.81}) = \boxed{0.0189} \text{ m}$$

* 原水導水管（既設管）

a) 原水導水管の損失水頭 (H_{fr})

* 摩擦損失水頭

Hazen & William's Formula

$$H_{fr} = 10.666 * C^{-1.85} * D^{-4.87} * Q^{1.85} * L$$

where, C; Friction Coefficiency =

D; Pipe Diameter (m) =

Q; Flow Capacity (m³/sec) =

L; Pipe Length (m) =

$$H_{frs} = 10.666 * (\boxed{100})^{-1.85} * (\boxed{0.45})^{-4.87} * (\boxed{0.183})^{1.85} * \boxed{52.8} = \boxed{0.238} \text{ m}$$

$$H_{frd} = 10.666 * (\boxed{110})^{-1.85} * (\boxed{0.45})^{-4.87} * (\boxed{0.183})^{1.85} * \boxed{134.0} = \boxed{0.506} \text{ m}$$

$$H_{fr} = H_{frs} + H_{frd} = \boxed{0.7440} \text{ m}$$

b) 原水導水管の流速 (V_{fr})

$$V_{fr} = 0.84935 * C * (D / 4)^{0.63} * (H_{fr} / L)^{0.54}$$

where, C; Coefficiency of Velocity =

D; Pipe Diameter (m) =

H_{fr} ; ahead Loss of Pipeline (m) =

L; Pipe Length (m) =

$$V_{frs} = 0.84935 * \boxed{100} * (\boxed{0.45} / 4)^{0.63} * (\boxed{0.238} / \boxed{52.8})^{0.54} = \boxed{1.16} \text{ m/sec}$$

$$V_{frd} = 0.84935 * \boxed{110} * (\boxed{0.45} / 4)^{0.63} * (\boxed{0.5061} / \boxed{134.0})^{0.54} = \boxed{1.16} \text{ m/sec}$$

c) 着水井への流出による損失 (H_o)

$$H_o = f_o * V_o^2 / 2 * g$$

where, f_o ; Coefficient of Outlet Head Loss =

V_o ; Outlet Velocity through Pipe (m/sec) =

g; Acceleration of Gravity (m/sec²) =

$$H_o = f_o * V_o^2 / 2 * g = \boxed{0.0685} \text{ m}$$

d) 導水管の総損失水頭 (H)

$$H = H_{fr} + H_o = \boxed{0.8125} \text{ m}$$

水理計算（損失水頭・水位計算）

《着水井》

a) 混和池への流入開口部流入流速 (V_{iw})

$$V_{iw} = Q / A$$

where, Q; Design Maximum Flow Rate (m^3/sec) = 0.1833 m^3/sec

A; Sectional Area of Gate (m^2) = 0.5250 m^2

$$V_{iw} = \frac{0.1833 \text{ m}^3/sec}{0.5250 \text{ m}^2} = \frac{0.3490}{0.3490} \text{ m/sec}$$

b) 混和池への流入開口部による損失水頭 (H_{is})

$$H_{is} = 1 / C^2 * (V_{Ir}^2 / 2 * g)$$

where, C; Coefficient of Oriffice = 0.60

V_{Ir} ; Inlet Velocity at Gate (m/sec) = 0.3490 m/sec

g; Acceleration of Gravity (m/sec^2) = 9.81 m/sec^2

$$H_{is} = 1 / (0.60)^2 * (0.3490)^2 / (2 * 9.81) = 0.0172 \text{ m}$$

c) 混和池の水位

* 着水井水位を右記のように仮定すると、

$$141.215 \text{ m}$$

混和池の水位 ; 141.215 m - 0.017 m = 141.198 m

改修（沈澱池1系列及びろ過池1池休止）時の

着水井水位を右記のように仮定すると、

$$141.230 \text{ m}$$

混和池の水位 ; 141.230 m - 0.017 m = 141.213 m

《混和池》

a) 全幅潜り堰越流水深の計算

Ishihara & Ida's Formula

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

$$C = 1.785 + 0.00295 / h + 0.237 * (h / W) * (1 +)$$

where, Q; Flow Rate (m^3/sec) = 0.1833 m^3/sec

B; Width of Weir (m) = 1.5000 m (仮定: 損失水頭)

h; Overflw Height of Weir (m) = 0.1643 m 0.003286 m

C; Flow Coefficient ($m^{1/2}/sec$) = 1.8353 $m^{1/2}/sec$

W; Height from Bottom of Channel (m) = 1.600 m

; Coefficient for Correction, when $W > 1$, $= 0.55 * (W - 1) =$ 0.3300

$$Q = C * B * h^{3/2} = 0.1833$$

$$C = 1.785 + 0.00295 / h + 0.237 * (h / W) * (1 +) = 1.8353$$

b) フロック形成池流入渠の水位

フロック形成池流入渠の水位 ; 141.198 m - 0.0033 m = 141.195 m

(既設水位; 141.20m)

改修（沈澱池1系列及びろ過池1池休止）時の

フロック形成池流入渠の水位 ; 141.213 m - 0.0033 m = 141.210 m

水理計算（損失水頭・水位計算）

a) フロック形成池流入扉による損失水頭

*90° 曲りによる損失水頭

$$V_b = Q / A$$

where, Q; Flow Rate of Flocculation Basin (m³/sec) = 0.0458 m³/sec
 A; Sectional Area of Inlet Channel (m²) = 0.7945 m²
 $V_b = 0.0458 \text{ m}^3/\text{sec} / 0.7945 \text{ m}^2/\text{Gate} = 0.0580 \text{ m}/\text{sec}$

$$H_b = f_b * (V_b^2 / 2 * g)$$

where, f_b; Coefficient of 90° Bend = 4.00
 V_b; Velocity in Inlet Channel (m/sec) = 0.0580 m/sec
 g; Acceleration of Gravity (m/sec²) = 9.81 m/sec²
 $H_b = 4.00 * (0.0580)^2 / (2 * 9.81) = 0.0007 \text{ m}$

*急縮による損失水頭

$$V_c = Q / A$$

where, Q; Flow Rate of Flocculation Basin (m³/sec) = 0.0458 m³/sec
 A; Sectional Area of Inlet Gate (m²) = 0.4290 m²
 $V_c = 0.0458 \text{ m}^3/\text{sec} / 0.4290 \text{ m}^2/\text{Gate} = 0.1070 \text{ m}/\text{sec}$

$$H_c = f_c * (V_c^2 / 2 * g)$$

where, f_c; Coefficient of Orifice = 0.60
 V_c; Velocity in Gate (m/sec) = 0.1070 m/sec
 g; Acceleration of Gravity (m/sec²) = 9.81 m/sec²
 $H_c = 0.60 * (0.1070)^2 / (2 * 9.81) = 0.0004 \text{ m}$

従って、流入扉による損失水頭は、

$$H = H_b + H_c = 0.0011 \text{ m}$$

b) フロキュレーター帯への流入開口部の流速 (V_{if})

$$V_{if} = Q / A$$

where, Q; Design Maximum Flow Rate (m³/sec) = 0.0458 m³/sec
 A; Sectional Area of Opening (m²/cell) = 1.3330 m²
 $V_{if} = 0.0458 \text{ m}^3/\text{sec} / 1.3330 \text{ m}^2/\text{cell} = 0.0340 \text{ m}/\text{sec}$

c) フロキュレーター帯への流入開口部による損失水頭 (H_{sf})

$$H_{sf} = 1 / C^2 * (V_{if}^2 / 2 * g)$$

where, C; Coefficient of Orifice = 0.60
 V_{if}; Inlet Velocity in Opening (m/sec) = 0.0340 m/sec
 g; Acceleration of Gravity (m/sec²) = 9.81 m/sec²
 $H_{sf} = 1 / (0.6)^2 * (0.0340)^2 / (2 * 9.81) = 0.0002 \text{ m}$

d) 全幅越流水深の計算

Ishihara & Ida's Formula

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

$$C = 1.785 + 0.00295 / h + 0.237 * (h / W) * (1 +)$$

where, Q; Flow Rate (m³/sec) = 0.0458 m³/sec
 B; Width of Weir (m) = 3.920 m (仮定: 損失水頭)
 h; Water Depth of Weir (m) = 0.0338 m (0.003383)
 C; Flow Coefficient (m^{1/2}/sec) = 1.878 m^{1/2}/sec
 W; Height from Bottom of Channel (m) = 2.900 m
 ; Coefficient for Correction, when W > 1, = 0.55 * (W - 1) = 1.045

$$Q = C * B * h^{3/2} = 0.045804$$

$$C = 1.785 + 0.00295 / h + 0.237 * (h / W) * (1 +) = 1.877855$$

e) スプリットロールへの流入流速 (V_{io})

$$V_{io} = Q / A$$

where, Q; Design Maximum Flow Rate (m^3/sec)

A; Sectional Area of Opening (m^2)

$$V_{io} = \boxed{0.092} m^3/sec / \boxed{1.632} * \boxed{2}^{basins} = \boxed{0.0280} m/sec$$

f) スプリットロールによる損失水頭 (H_{io})

$$H_{io} = 1 / C^2 * (V_{io}^2 / 2 * g)$$

where, C; Coefficient of Orifice =

V_{io} ; Inlet Velocity in Opening (m/sec) =

g; Acceleration of Gravity (m/sec^2) =

$$H_{io} = 1 / (\boxed{0.6})^2 * (\boxed{0.028})^2 / (\boxed{2} * \boxed{9.81}) = \boxed{0.0001} m$$

g) フロック形成池の水位

* フロック形成池流入滞の水位 ;

$$\boxed{141.195} m - \boxed{0.0011} m = \boxed{141.193} m$$

* フロック形成池の水位 ;

$$\boxed{141.193} m - \boxed{0.0002} m = \boxed{141.193} m$$

* フロック形成池流出滞の水位 ;

$$\boxed{141.193} m - \boxed{0.0034} m = \boxed{141.190} m$$

* 沈澱池流入滞の水位 ;

$$\boxed{141.190} m - \boxed{0.0001} m = \boxed{141.190} m$$

水理計算（損失水頭・水位計算）

a) 集水トラフ損失水頭の計算

* 集水管（50mm）の流入流速 (V_{io})

$$V_{io} = Q / A$$

where, Q; Design Maximum Flow Rate (m^3/sec) =

$$0.0917 \text{ m}^3/sec$$

a; Sectional Area of Pipe (m^2) =

$$0.00196 \text{ m}^2/piece$$

A; Sectional Area of Collection Pipes (m^2) =

$$0.24151 \text{ m}^2$$

$$V_{io} = 0.092 \text{ m}^3/sec / 0.242 \text{ m}^2 = 0.3797 \text{ m/sec}$$

* 集水トラフによる損失水頭 (H_{io})

$$H_{io} = 1 / C^2 * (V_{io}^2 / 2 * g)$$

where, C; Coefficient of Orifice =

$$0.60$$

V_{io} ; Inlet Velocity of Orifice (m/sec) =

$$0.380 \text{ m/sec}$$

g; Acceleration of Gravity (m/sec^2) =

$$9.81 \text{ m/sec}^2$$

$$H_{io} = 1 / (0.6)^2 * (0.38)^2 / (2 * 9.81) = 0.0204 \text{ m}$$

b) 流出扉による損失水頭

$$V_c = Q / A$$

where, Q; Flow Rate of Sedimentation Basin (m^3/sec) =

$$0.0917 \text{ m}^3/sec$$

A; Sectional Area of Outlet Gate (m^2) =

$$0.7693 \text{ m}^2$$

$$V_c = 0.0917 \text{ m}^3/sec / 0.7693 \text{ m}^2/Gate = 0.1190 \text{ m/sec}$$

$$0.1190 \text{ m/sec}$$

$$H_c = f_c * (V_c^2 / 2 * g)$$

where, f_c ; Coefficient of Sudden Convergence =

$$3.60$$

V_c ; Velocity of Gate (m/sec) =

$$0.1190 \text{ m/sec}$$

g; Acceleration of Gravity (m/sec^2) =

$$9.81 \text{ m/sec}^2$$

$$H_c = 3.60 * (0.1190)^2 / (2 * 9.81) = 0.0026 \text{ m}$$

c) 沈澱池の水位

* 沈澱池地内水位;

$$141.190 \text{ m}$$

(既設水位: 141.187m)

* 集水トラフ内水位;

$$141.190 \text{ m} - 0.0204 \text{ m} =$$

$$141.169 \text{ m}$$

* ろ過池流入渠水位;

$$141.169 \text{ m} - 0.0026 \text{ m} =$$

$$141.167 \text{ m}$$

水理計算（損失水頭・水位計算） 《急速ろ過池》

a) 流入ゲートによる損失水頭 (H_{i0})

*ろ過池流入ゲートの流入流速 (V_i)

$$V_{i0} = Q / A$$

where, Q; Design Maximum Flow Rate (m³/sec) = $\frac{0.0458}{0.2132}$ m³/sec
 A; Sectional Area of Orifice Area (m²) = $\frac{0.2132}{0.2150}$ m²/basin
 $V_{i0} = \frac{0.0458}{0.2132}$ m³/sec / $\frac{0.2132}{0.2150}$ m²/basin = $\frac{0.0458}{0.2150}$ m/sec

*流入ゲートによる損失水頭 (H_{i0})

$$H_{i0} = 1 / C^2 * (V_{i0}^2 / 2 * g)$$

where, C; Coefficient of Orifice = $\frac{0.60}{0.215}$ m/sec
 V_{i0} ; Inlet Velocity of Orifice (m/sec) = $\frac{0.215}{9.81}$ m/sec²
 g; Acceleration of Gravity (m/sec²) = $\frac{9.81}{0.0065}$ m
 $H_{i0} = 1 / (\frac{0.6}{0.215})^2 * (\frac{0.215}{9.81})^2 / (\frac{2}{9.81}) = 0.0065$ m

b) ろ過池地内水位

*ろ過池流入渠水位;

$$141.167 \text{ m}$$

ろ過池地内水位; $141.167 \text{ m} - 0.0065 \text{ m} =$

$$141.160 \text{ m}$$

(既設水位; 141.16m)

c) ろ過池の総損失水頭

$H_f = 1.66 \text{ m}$: same as the present loss

従って、

ろ過流量調節弁後の水槽水位; $141.160 \text{ m} - 1.6600 \text{ m} = 139.500 \text{ m}$

d) 流出オリフィスによる損失水頭 (H_{o0})

*流出オリフィスの通過流速 (V_{o0})

$$V_{o0} = Q / A$$

where, Q; Design Maximum Maximum Flow Rate (m³/sec) = $\frac{0.0458}{0.1350}$ m³/sec
 A; Sectional Area of Orifice (m²) = $\frac{0.1350}{0.3390}$ m²/basin
 $V_{o0} = \frac{0.0458}{0.1350}$ m³/sec / $\frac{0.1350}{0.3390}$ m²/basin = $\frac{0.0458}{0.3390}$ m/sec

*流出オリフィスによる損失水頭 (H_{o0})

$$H_{o0} = 1 / C^2 * (V_{o0}^2 / 2 * g)$$

where, C; Coefficient of Orifice = $\frac{0.60}{0.3390}$ m/sec
 V_{o0} ; Inlet Velocity of Orifice (m/sec) = $\frac{0.3390}{9.81}$ m/sec²
 g; Acceleration of Gravity (m/sec²) = $\frac{9.81}{0.0163}$ m
 $H_{o0} = 1 / (\frac{0.6}{0.3390})^2 * (\frac{0.3390}{9.81})^2 / (\frac{2}{9.81}) = 0.0163$ m

従って、

ろ過池浄水渠の水位; $139.500 \text{ m} - 0.0163 \text{ m} = 139.484 \text{ m}$

《ろ過池接合井》

a) 全幅堰の越流水深の計算

* Ishihara & Ida's Formula

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

$$C = 1.785 + (0.00295 / h + 0.237 * (h / W)) (1 +)$$

where, Q; Overflow Rate (m³/sec) =

B; Width of Weir (m) =

h; Overflow Height of Weir (m) =

C; Flow Coefficient (m^{1/2}/sec) =

W; Height from Bottom of Receiving Well (m) =

; Coefficient of Correction, when W > 1, = 0.55*(W-1) =

0.183	m ³ /sec
2.000	m
0.135	m
1.845	m ^{1/2} /sec
2.184	m
0.651	

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

0.1833

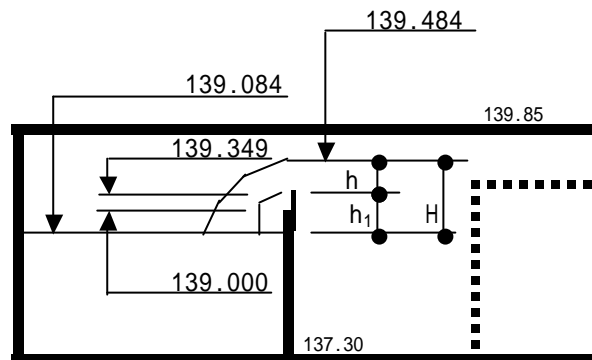
$$C = 1.785 + (0.00295 / h + 0.237 * (h / W)) (1 +) =$$

1.8453

従って、

総ろ過流量計水槽全幅堰越流後の水位；

$$139.484 \text{ m} - 0.400 \text{ m} = 139.084 \text{ m}$$



b) 総ろ過流量計水槽 G 値 (G-Value) の計算

: 一般的には G = 300 ~ 500 sec⁻¹ が標準

$$G = (P / \mu * V)^{1/2}$$

: 「オルガノ」よりの資料による式

where, G; Velocity Gradient (sec⁻¹)

P; Power (kgf · m/sec)

$$= * B * (2 * g)^{1/2} * (2 / 3 * h_1 * h^{3/2} + 2 / 5 * h^{5/2})$$

$$= 8,833 * (0.009 + 0.003) = 101.2 \text{ kgf} \cdot \text{m/sec}$$

; Specific Gravity of Water at 25 (kg/m³) =

B; Width of Weir (m) =

g; Acceleration of Gravity (m/sec²) =

h; Overflow Height of Weir (m) =

H; Head Loss (m) =

h₁; Above Figure = H - h =

μ; Dynamic Viscosity at 25 (kgf · sec/m²) =

V; Volume of unit (m³) =

$$G = (P / \mu * V)^{1/2} =$$

997.1	kg/m ³
2.000	m
9.81	m/sec ²
0.135	m
0.400	m
0.265	m
0.00009157	kgf · sec/m ²
7.10	m ³
394.5	sec ⁻¹

or

$$G = (* g * h / \mu * t)^{1/2}$$

: 一般的な式

where, G; Velocity Gradient (sec⁻¹)

; Specific Gravity of Water at 25 (kg/m³) =

g; Acceleration of Gravity (m/sec²) =

H; Head Loss (m) =

μ; Dynamic Viscosity at 25 (kg/m · sec) =

t; Detention Time (sec) =

$$G = (* g * h / \mu * t)^{1/2} =$$

997.1	kg/m ³
9.81	m/sec ²
0.400	m
0.000898	kg/m · sec
38.7	sec
335.4	sec ⁻¹

水理計算 (損失水頭・水位計算)

浄水連絡管 - 1 (新設配水池へ) : 新設

a) 流入による損失水頭 (H_i)

* 流入流速 (V_i) ; 700mm

$$V_i = Q / A$$

where, Q; Design Maximum Flow Rate (m^3/sec) =
 D; Diameter of Connection Pipe (m) =
 A; Sectional Area of C.W. Pipe-1 (m^2) =

$$V_i = 0.1833 \text{ m}^3/\text{sec} / 0.3848 \text{ m}^2 =$$

0.1833	m^3/sec
0.700	m
0.3848	m^2
0.4763	m/sec

$$H_i = f_i * (V_i^2 / 2 * g)$$

where, f_i ; Coefficient of Inlet =

V_i ; Inlet Velocity of Pipe (m/sec) =

g; Acceleration of Gravity (m/sec^2) =

$$H_i = 0.50 * (0.4763)^2 / (2 * 9.81) =$$

0.50	
0.4763	m/sec
9.81	m/sec^2
0.0058	m

b) 曲がりによる損失水頭 (H_{b1}) ; 700×90° ~6 places

* 間がり部の流速 (V_{b1}) ; 700mm

$$H_{b1} = f_{b1} * (V_{b1}^2 / 2 * g) * n$$

where, f_{b1} ; Coefficient of Bend =

V_{b1} ; Velocity (m/sec) =

g; Acceleration of Gravity (m/sec^2) =

n; Places =

$$H_{b1} = 0.20 * (0.4763)^2 / (2 * 9.81) * 6 =$$

0.20	
0.4763	m/sec
9.81	m/sec^2
6	Places
0.0139	m

c) バタフライ弁による損失水頭 (H_{v1})

$$H_{v1} = f_{v1} * (V_{v1}^2 / 2 * g)$$

where, f_{v1} ; Coefficient of Butterfly Valve =

V_{v1} ; Inlet Velocity of Valve (m/sec) =

g; Acceleration of Gravity (m/sec^2) =

$$H_{v1} = 0.25 * (0.4763)^2 / (2 * 9.81) =$$

0.25	
0.4763	m/sec
9.81	m/sec^2
0.0029	m

d) 摩擦損失水頭 (H_{fr})

Hazen & William's Formula

$$H_{fr} = 10.666 * C^{-1.85} * D^{-4.87} * Q^{1.85}$$

where, C; Friction Coefficient =

D; Pipe Diameter (m) =

Q; Flow Rate (m^3/sec) =

L; Pipe Length (m) =

$$H_{fr} = 10.666 * (130)^{-1.85} * (0.700)^{-4.87} * (0.183)^{1.85} * 59.0 = 0.0190 \text{ m}$$

130	
0.700	m
0.1833	m^3/sec
59.00	m

e) 配水池への流出による損失水頭 (H_o)

$$H_o = f_o * V_o^2 / 2 * g$$

where, f_o ; Coefficient of Outlet Head Loss =

V_o ; Outlet Velocity of Pipe (m/sec) =

g; Acceleration of Gravity (m/sec^2) =

$$H_o = f_o * V_o^2 / 2 * g =$$

1.00	
0.4763	m/sec
9.81	m/sec^2
0.0116	m

f) 連絡管 - 1の総損失水頭 (H)

$$H = H_i + H_{b1} + H_{v1} + H_{fr} + H_o =$$

0.0532	m
--------	---

従って、

$$\text{配水池の水位;} \quad 139.084 \text{ m} - 0.0532 \text{ m} =$$

139.031	m
---------	---

浄水連絡管 - 2 (洗浄水槽へ) : 既設及び新設

a) 流入による損失水頭 (H_i)

*流入流速 (V_i) ; 500mm

$$V_i = Q / A$$

where, Q; Design Maximum Flow Rate (m³/sec) =

0.1890

 m³/sec

A; Sectional Area of Pipe (m²) =

0.1963

 m²

$$V_i = \frac{0.1890 \text{ m}^3/\text{sec}}{0.1963 \text{ m}^2} = 0.9628 \text{ m/sec}$$

$$H_i = f_i * V_i^2 / 2 * g$$

where, f_i; Coefficient of Inlet =

0.50

V_i; Inlet Velocity of Pipe (m/sec) =

0.9628

 m/sec

g; Acceleration of Gravity (m/sec²) =

9.81

 m/sec²

$$H_i = 0.50 * (0.9628)^2 / (2 * 9.81) = 0.0236 \text{ m}$$

b) 仕切弁による損失水頭 (H_{sv})

$$H_{sv} = f_{sv} * V_i^2 / 2 * g * n$$

where, f_{sv}; Coefficient of Sluice Valve =

0.10

V_i; Inlet Velocity of Valve (m/sec) =

0.9628

 m/sec

g; Acceleration of Gravity (m/sec²) =

9.81

 m/sec²

n; Number of Sluice Valve =

1

 set

$$H_{sv} = 0.10 * (0.9628)^2 / (2 * 9.81) * 1 = 0.0047 \text{ m}$$

c) 曲による損失水頭 (H_{b1}) ; 90° * 4-Bend

$$H_{b1} = f_{b1} * f_{b2} * V_i^2 / 2 * g * n$$

where, f_{b1}; Coefficient-1 of 90° Bend =

0.25

f_{b2}; Coefficient-2 of 90° Bend =

1.00

V_i; Velocity of Bend (m/sec) =

0.9628

 m/sec

g; Acceleration of Gravity (m/sec²) =

9.81

 m/sec²

n; Number of Bend =

4

 set

$$H_{b1} = 0.25 * 1.00 * (0.9628)^2 / (2 * 9.81) * 4 = 0.0472 \text{ m}$$

d) 曲による損失水頭 (H_{b2}) ; 45° * 2-Bend

$$H_{b2} = f_{b1} * f_{b2} * V_i^2 / 2 * g * n$$

where, f_{b1}; Coefficient-1 of 45° Bend =

0.25

f_{b2}; Coefficient-2 of 45° Bend =

0.70

V_i; Velocity of Bend (m/sec) =

0.9628

 m/sec

g; Acceleration of Gravity (m/sec²) =

9.81

 m/sec²

n; Number of Bend =

2

 set

$$H_{b2} = 0.25 * 0.70 * (0.9628)^2 / (2 * 9.81) * 2 = 0.0165 \text{ m}$$

e) 摩擦損失水頭 (H_{fc})

Hazen & William's Formula

$$H_{fc} = 10.666 * C^{-1.85} * D^{-4.87} * Q^{1.85} * L$$

where, C; Friction Coefficient =

D; Pipe Diameter (m) =

Q; Flow Rate (m³/sec) =

L; Pipe Length (m) =

Exist. SP; New DIP;

110	130
-----	-----

0.500	0.500
-------	-------

 m

0.1890	0.1890
--------	--------

 m³/sec

22.00	15.00
-------	-------

 m

$$H_{fcs} = 10.666 * (110)^{-1.85} * (0.500)^{-4.87} * (0.189)^{1.85} * 22.00 = 0.0526 \text{ m}$$

$$H_{fcd} = 10.666 * (130)^{-1.85} * (0.500)^{-4.87} * (0.189)^{1.85} * 15.00 = 0.0263 \text{ m}$$

$$H_{fr} = H_{frs} + H_{frd} = 0.0789 \text{ m}$$

f) 洗浄水槽への流出による損失水頭 (H_o)

$$H_o = f_o * V_o^2 / 2 * g$$

where, f_o ; Coefficient of Outlet =

1.00

V_o ; Velocity of Pipe (m/sec) =

0.9628 m/sec

g ; Acceleration of Gravity (m/sec²) =

9.81 m/sec²

$$H_o = f_o * V_o^2 / 2 * g =$$

0.0472 m

g) 連絡管 - 2の総損失水頭 (H)

$$H = H_i + H_{sv} + H_{b1} + H_{b2} + H_{fc} + H_o =$$

0.2181 m

従って、

洗浄水槽の水位；

$$139.084 \text{ m} - 0.2181 \text{ m} = 138.866 \text{ m}$$

浄水連絡管 - 3 (既設ポンプ井へ) : 既設

a) 流入による損失水頭 (H_i)

* 流入流速 (V_i) ; 500mm

$$V_i = Q / A$$

where, Q; Design Maximum Flow Rate (m^3/sec) = 0.1890 m^3/sec

A; Section Area of Pipe (m^2) = $1/4 * (\text{0.500})^2 =$ 0.1963 m^2

$$V_i = \frac{\text{0.1890 } m^3/sec}{\text{0.1963 } m^2} = \text{0.9628 } m/sec$$

$$H_i = f_i * V_i^2 / 2 * g$$

where, f_i ; Coefficient of Inlet = 1.00

V_i ; Inlet Velocity of Pipe (m/sec) = 0.9628 m/sec

g ; Acceleration of Gravity (m/sec^2) = 9.81 m/sec^2

$$H_i = f_i * V_i^2 / 2 * g = \text{0.0472 } m$$

b) 仕切弁による損失水頭 (H_{sv})

$$H_{sv} = f_{sv} * V_i^2 / 2 * g$$

where, f_{sv} ; Coefficient of Sluice Valve = 0.10

V_i ; Inlet Velocity of Valve (m/sec) = 0.9628 m/sec

g ; Acceleration of Gravity (m/sec^2) = 9.81 m/sec^2

n ; Number of Sluice Valve = 1 set

$$H_{sv} = f_{sv} * V_i^2 / 2 * g * n = \text{0.0047 } m$$

c) 摩擦損失水頭 (H_{fc})

Hazen & William's Formula

$$H_{fc} = 10.666 * C^{-1.85} * D^{-4.87} * Q^{1.85} * L$$

where, C; Friction Coefficient = 110

D; Pipe Diameter (m) = 0.500 m

Q; Flow Rate (m^3/sec) = 0.1890 m^3/sec

L; Pipe Length (m) = 8.300 m

$$H_{fc} = 10.666 * (\text{110})^{-1.85} * (\text{0.5})^{-4.87} * (\text{0.189})^{1.85} * \text{8.300} = \text{0.0199 } m$$

d) ポンプ井への流出による損失水頭 (H_o)

$$H_o = f_o * V_o^2 / 2 * g$$

where, f_o ; Coefficient of Outlet = 1.00

V_o ; Outlet Velocity of Pipe (m/sec) = 0.9628 m/sec

g ; Acceleration of Gravity (m/sec^2) = 9.81 m/sec^2

$$H_o = f_o * V_o^2 / 2 * g = \text{0.0472 } m$$

e) 連絡管 - 3の総損失水頭 (H)

$$H = H_i + H_{sv} + H_{fc} + H_o =$$

$$\text{0.1190 } m$$

f) ポンプ井の水位

* 洗浄水槽の水位;

$$\text{138.866 } m$$

従って、

ポンプ井の水位;

$$\text{138.866 } m - \text{0.1190 } m =$$

$$\text{138.747 } m$$

浄水連絡管 - 4 (既設ポンプ井へ) : 新設

a) 流入による損失水頭 (H_i)

*流入流速 (V_i) ; 800mm

$$V_i = Q / A$$

where, Q; Design Maximum Flow Rate (m^3/sec) = 0.1944 m^3/sec

A; Section Area of Pipe (m^2) $/4 * (0.800)^2 =$ 0.5027 m^2

$$V_i = \frac{0.1944 \text{ m}^3/sec}{0.5027 \text{ m}^2} = \frac{0.1944 \text{ m}^3/sec}{0.3867 \text{ m}^2}$$

$$H_i = f_i * V_i^2 / 2 * g$$

where, f_i ; Coefficient of Inlet = 1.00

V_i ; Inlet Velocity of Pipe (m/sec) = 0.3867 m/sec

g ; Acceleration of Gravity (m/sec^2) = 9.81 m/sec^2

$$H_i = f_i * V_i^2 / 2 * g = \frac{1.00 * (0.3867)^2}{2 * 9.81} = 0.0076 \text{ m}$$

b) 曲がりによる損失水頭 (H_{b1}) ; 800x90° ~2 places

$$H_{b1} = f_{b1} * (V_{b1}^2 / 2 * g) * n$$

where, f_{b1} ; Coefficient of 90° Bend = 0.20

V_{b1} ; Flow Velocity (m/sec) = 0.3867 m/sec

g ; Acceleration of Gravity (m/sec^2) = 9.81 m/sec^2

n ; Places = 2 Places

$$H_{b1} = 0.20 * (0.3867)^2 / (2 * 9.81) * 2 = 0.0030 \text{ m}$$

c) 曲がりによる損失水頭 (H_{b2}) ; 500x90° ~1 place

*流入流速 (V_i) ; 500mm

$$V_i = Q / A$$

where, Q; Design Maximum Flow Rate (m^3/sec) = 0.1944 m^3/sec

A; Sectional Area of Pipe (m^2) $/4 * (0.500)^2 =$ 0.1963 m^2

$$V_i = \frac{0.1944 \text{ m}^3/sec}{0.1963 \text{ m}^2} = \frac{0.1944 \text{ m}^3/sec}{0.9903 \text{ m}^2}$$

$$H_{b2} = f_{b1} * f_{b2} * V_i^2 / 2 * g * n$$

where, f_{b1} ; Coefficient-1 of 90° Bend = 0.25

f_{b2} ; Coefficient-2 of 90° Bend = 1.00

V_i ; Inlet Velocity of Pipe (m/sec) = 0.9903 m/sec

g ; Acceleration of Gravity (m/sec^2) = 9.81 m/sec^2

n ; Number of Bend = 1 set

$$H_{b2} = f_{b1} * f_{b2} * V_i^2 / 2 * g * n = \frac{0.25 * 1.00 * (0.9903)^2}{2 * 9.81} * 1 = 0.0125 \text{ m}$$

d) バタフライ弁による損失水頭 (H_{v1})

*バタフライ弁 ; 800mm

$$H_{v1} = f_{v1} * V_i^2 / 2 * g * n$$

where, f_{v1} ; Coefficient of Sluice Valve = 0.25

V_i ; Inlet Velocity of Valve (m/sec) = 0.3867 m/sec

g ; Acceleration of Gravity (m/sec^2) = 9.81 m/sec^2

n ; Number of Sluice Valve = 1 set

$$H_{v1} = f_{v1} * V_i^2 / 2 * g * n = \frac{0.25 * (0.3867)^2}{2 * 9.81} * 1 = 0.0019 \text{ m}$$

e) バタフライ弁による損失水頭 (H_{v2})

*バタフライ弁 ; 500mm

$$H_{v2} = f_{v2} * V_i^2 / 2 * g * n$$

where, f_{v2} ; Coefficient of Butterfly Valve = 0.25

V_i ; Inlet Velocity through Pipe (m/sec) = 0.9903 m/sec

g ; Acceleration of Gravity (m/sec^2) = 9.81 m/sec^2

n ; Number of Butterfly Valve = 1 set

$$H_{v2} = f_{v2} * V_i^2 / 2 * g * n = \frac{0.25 * (0.9903)^2}{2 * 9.81} * 1 = 0.0125 \text{ m}$$

f) 摩擦損失水頭 (H_{fc})

Hazen & William's Formula

$$H_{fc} = 10.666 * C^{-1.85} * D^{-4.87} * Q^{1.85} * L$$

where, C; Friction Coefficient =

D; Pipe Diameter (m) =

Q; Flow Rate (m³/sec) =

L; Pipe Length (m) =

New New

DIP; DIP;

130	130
-----	-----

0.800	0.500
-------	-------

 m

0.1944	0.1944
--------	--------

 m³/sec

53.000	12.500
--------	--------

 m

$$H_{fc1} = 10.666 * (130)^{-1.85} * (0.800)^{-4.87} * (0.194)^{1.85} * 53.00 = 0.0099 \text{ m}$$

$$H_{fc2} = 10.666 * (130)^{-1.85} * (0.500)^{-4.87} * (0.194)^{1.85} * 12.50 = 0.0231 \text{ m}$$

$$H_{fc} = H_{fc1} + H_{fc2} = 0.0330 \text{ m}$$

g) ポンプ井への流出による損失水頭 (H_o)

$$H_o = f_o * V_o^2 / 2 * g$$

where, f_o; Coefficient of Outlet =

V_o; Outlet Velocity of Pipe (m/sec) =

g; Acceleration of Gravity (m/sec²) =

1.00

0.3867

 m/sec

9.81

 m/sec²

$$H_o = f_o * V_o^2 / 2 * g = 0.0076 \text{ m}$$

h) 連絡管 - 4の総損失水頭 (H)

$$H = H_i + H_{b1} + H_{b1} + H_{v1} + H_{v2} + H_{fc} + H_o = 0.0781 \text{ m}$$

l) ポンプ井の水位

*配水池の水位;

139.031

 m

従って、

ポンプ井の水位;

$$139.031 \text{ m} - 0.0781 \text{ m} =$$

従って、

138.953

 m

138.747

 m

資料 5.4 原水・配水水質及び薬品注入計画

1. 原水・配水水質

一方、ナケ浄水場におけるメコン河原水の水質に関しては、2000年3月以後の分析結果しか記録は入手できなかったが、その内の濁度最高は630 NTU という結果になっている。

資表 5-9 水道公社による水質試験結果

ITEMS	Unit	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Date		15/8/ 2000	18/8/ 2000	19/8/ 2000	21/8/ 2000	24/8/ 2000	30/8/ 2000	1/9/ 2000	4/9/ 2000	8/9/ 2000	11/9/ 2000	14/9/ 2000	17/9/ 2000
Water Temp.		30	30		34	25	29	28	27	28	28	28	27
Turbidity	NTU												
Raw Water		300	300	300	252	270	270	250	260	252	630		540
Settled W.		5.5	4.2	4.1	3.8	4.6	4.5	10.3	5.6	7.4	8.5		8.5
Filtered W.		3.4	3.0	3.2	2.8	2.0	3.2	3.5	3.2	5.7	4.6		3.5
Alum Dosage	mg/l	26.9	26.9	26.9	26.9								
Polymer Dos	mg/l	61.5	61.5	46.1	46.1								
pH													
Raw Water			6.6	6.6	6.9	6.9	6.8	6.9	6.8	6.8	7.6	6.6	6.8
Settled W.			6.5	6.5	6.7	6.5	6.6	6.7	6.7	6.6	6.6	6.5	6.6
Filtered W.		6.5	6.5	6.5	6.6	6.3	6.7	6.8	6.5	6.5	6.5	6.4	6.5
Alkalinity	mg/l												

また、今回調査団が2回水質試験を行った結果では、濁度については247及び193NTUという値を得ており、その他の試験項目のうち鉄(Fe)が若干大きい値を示している以外問題となる項目はない(資表 5-10)。地図上で見る限り上流からの污染源となりうる都市排水や工場排水の流入は見あたらないため、将来水質の大きな変化/悪化は、今のところないものと考えられる。

浄水処理に関しては、サバナケット水道公社の一定の努力の跡が認められる。調査団が市内各所40数カ所の蛇口での簡易水質試験を行った結果、濁度は90%以上が0~2 mg/l以下、残留塩素は全ヶ所で痕跡程度(0 mg/l)という結果が得られた

その後ナケ浄水場にて測定された濁度の最高は630 NTUという結果になっている(前出、資表 5-9 参照)。また、今回調査時にて2回水質試験を行った結果では、濁度については247NTU及び193NTUという値を得ている。その他の試験項目のうちでは、鉄(Fe)が若干大きい値(これは前塩素注入をすることにより凝集沈澱処理をすることで問題ない)を示している以外問題となる項目はない(資表 5-10 参照)。また、地図上から見る限り上流からの污染源となりうる都市排水や工場排水の流入は見あたらない

ただし、一般細菌は3ヶ所、大腸菌は9ヶ所で検出されている。これは財政難から消毒剤である次亜塩素酸ソーダの注入量を浄水場でかなり減らしているためと思われ、適切な注入管理が望まれる(資表 5-11)。

資表 5-10 (1/2) Water Quality Report

Ministry of CTPC
Lao Water Supply Authority (Nam PaPa Lao)
Chinaimo Water Treatment Plant Laboratory

Sampling Nam Savannakhet

Analysis Date: 26th Oct. '00

Sampling Date: 18th Oct. '00

	Description of Analysis	units	Mekong	Plant	Tap Water		Standard
			Intake	Pump Well	Naseng	Km7	
	Temp. Atmosphere	°C	28	27	28	27	
1	pH (T. Water °C)	mg/l	7.9 (26.0)	7.2 (27.0)	7.2 (28.0)	7.2 (27.5)	5.8~8.6
2	Turbidity	NTU	247	4.8	0.7	2.6	5
3	Color		6	2	2	3	5
4	Odor and Taste	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
5	M. Alkalinity (CaCO ₃)	mg/l	99	72	78	78	300
6	P. Alkalinity (CaCO ₃)	mg/l	2	6	4	4	
7	Ammonia Nitrogen (NH ₄ -N)	mg/l	N.D<0.01	0.05	0.03	N.D<0.01	0.5
8	Nitrite-Nitrogen (NO ₂ -N)	mg/l	N.D<0.1	N.D<0.1	N.D<0.1	N.D<0.1	1.0
9	Nitrate-Nitrogen (NO ₃ -N)	mg/l	1.22	1.1	1.29	0.91	10
10	Chloride ion (Cl ⁻)	mg/l	7.4	5.1	5.8	6.6	250
11	Sulfate ion (SO ₄ ²⁻)	mg/l	N.D<2	14.3	14.4	14.5	250
12	KMnO ₄ consumed	mg/l	9.2	1.8	2.4	2.2	10
13	Iron (Fe)	mg/l	2.5	0.04	0.09	0.1	0.3
14	Manganese (Mn)	mg/l	0.04	N.D<0.01	N.D<0.01	N.D<0.01	0.1
15	Total Hardness (CaCO ₃)	mg/l	63	54	56	56	500
16	Cadmium (Cd)	mg/l	N.D<0.001	N.D<0.001	N.D<0.001	N.D<0.001	0.01
17	Copper (Cu)	mg/l	N.D<0.1	N.D<0.1	N.D<0.1	N.D<0.1	1.0
18	Lead (Pb)	mg/l	0.03	0.07	0.01	0.02	0.05
19	Electric Conductivity μs/cm	mg/l	177	179	194	189	
20	Aluminium (Al)	mg/l	N.D<0.001	0.01	0.05	0.06	
21	Chromium (Cr ⁶⁺)	mg/l	N.D<0.001	N.D<0.001	N.D<0.001	N.D<0.001	0.05
22	Cyanide (CN ⁻)	mg/l	N.D<0.001	N.D<0.001	N.D<0.001	N.D<0.001	0.01
23	Zinc (Zn)	mg/l	0.5	0.5	0.5	0.5	1.0
24	Fluoride (F ⁻)	mg/l	N.D<0.1	0.5	N.D<0.1	N.D<0.1	1.5
25	Sodium (Na ₂)	mg/l	7.1	5.3	4.9	4.7	
26	Sulfide (H ₂ S)	mg/l	0.07	0.08	0.09	0.04	
27	Total Chromium (Cr)	mg/l	0.006	N.D<0.001	N.D<0.001	N.D<0.001	
28	Arsenic (As)	mg/l	N.D<0.001	N.D<0.001	N.D<0.001	N.D<0.001	0.01
29	Mercury (Hg)	mg/l	N.D<0.0001	N.D<0.0001	N.D<0.0001	N.D<0.0001	0.001
30	Total Phosphorus (T-P)	mg/l	0.1	N.D<0.01	N.D<0.01	N.D<0.01	
31	Total Residue	mg/l	370	170	170	150	500
32	Residual Chloride (Cl ₂)	mg/l	NONE	NONE	NONE	NONE	
33	Coliform Group	0/ml	5/5	0/100	0/100	0/100	N.D
34	Total Colony l/ml	/ml	800	400	137	93	100

Water Analysis Report on Sampling Site

Sampling Date: 18th Oct. '00

	Description of Analysis	units	Mekong	Plant	Tap Water		Standard
			Intake	Pump Well	Naseng	Km7	
	Weather		Cloud	Cloud	Cloud	Fine	
	Sampling Time		14:50	15:05	15:40	17:20	
	Temp. Atmosphere	°C	28	28	28	27	
	Temp. Water	°C	26	27	28	27.5	
1	pH (T. Water °C)	mg/l	8.2 (26.0)	7.5 (27.0)	7.6 (28.0)	7.5 (27.5)	5.8~8.6
2	Residual Chloride (Cl ₂)	mg/l	NONE	NONE	NONE	NONE	

資表 5-10(2/2) Water Quality Report

Ministry of CTPC
Lao Water Supply Authority (Nam PaPa Lao)
Chinaimo Water Treatment Plant Laboratory

Sampling Nam Savannakhet
Analysis Date: 20th Nov. '00
Sampling Date: 03rd Nov. '00

	Description of Analysis	units	Mekong	Plant	Tap Water		Standard
			Intake	Tap Water	Naseng	Km7	
	Temp. Atmosphere	°C	27	27	27	27	
1	pH (T. Water °C)	mg/l	7.9 (18.0)	7.2 (19.8)	7.2 (18.3)	7.2 (20.3)	5.8~8.6
2	Turbidity	NTU	193	3.0	2.4	0.1	5
3	Color		5	NONE	NONE	2	5
4	Odor and Taste	Nomal	NOMAL	NOMAL	NOMAL	NOMAL	NOMAL
5	M. Alkalinity (CaCO ₃)	mg/l	107	93	97	95	300
6	P. Alkalinity (CaCO ₃)	mg/l	2	6	6	8	
7	Ammonia Nitrogen (NH ₄ -N)	mg/l	0.1	0.04	0.01	0.01	0.5
8	Nitrite-Nitrogen (NO ₂ -N)	mg/l	NONE	NONE	NONE	NONE	1.0
9	Nitrate-Nitrogen (NO ₃ -N)	mg/l	0.91	0.60	0.35	0.51	10
10	Chloride ion (Cl ⁻)	mg/l	11.0	7.3	8.1	8.1	250
11	Sulfate ion (SO ₄ ²⁻)	mg/l	NONE	NONE	NONE	2.0	250
12	KMnO ₄ consumed	mg/l	9.1	1.5	1.2	3.0	10
13	Iron (Fe)	mg/l	0.63	0.09	0.05	0.06	0.3
14	Manganese (Mn)	mg/l	0.01	N.D<0.01	N.D<0.01	N.D<0.01	0.1
15	Total Hardness (CaCO ₃)	mg/l	92	94	90	92	500
16	Cadmium (Cd)	mg/l	N.D<0.001	N.D<0.001	N.D<0.001	N.D<0.001	0.01
17	Copper (Cu)	mg/l	N.D<0.01	N.D<0.01	N.D<0.01	N.D<0.01	1.0
18	Lead (Pb)	mg/l	0.03	0.04	0.03	0.03	0.05
19	Electric Conductivity μs/cm	mg/l	196	198	192	190	
20	Aluminium (Al)	mg/l	N.D<0.01	0.02	0.03	0.02	
21	Chromium (Cr ⁶⁺)	mg/l	N.D<0.01	N.D<0.01	N.D<0.01	N.D<0.01	0.05
22	Cyanide (CN ⁻)	mg/l	N.D<0.001	N.D<0.001	N.D<0.001	N.D<0.001	0.01
23	Zinc (Zn)	mg/l	1.0	0.8	0.8	0.6	1.0
24	Fluoride (F ⁻)	mg/l	N.D<0.1	N.D<0.1	N.D<0.1	N.D<0.1	1.5
25	Sodium (Na ₂)	mg/l	0.7	0.6	0.5	0.6	
26	Sulfide (H ₂ S)	mg/l	N.D<0.01	N.D<0.01	0.02	N.D<0.01	
27	Total Chromium (Cr)	mg/l	0.007	0.008	0.008	0.008	
28	Arsenic (As)	mg/l	N.D<0.001	N.D<0.001	N.D<0.001	N.D<0.001	0.01
29	Mercury (Hg)	mg/l	N.D<0.0001	N.D<0.0001	N.D<0.0001	N.D<0.0001	0.001
30	Total Phosphorus (T-P)	mg/l	0.5	0.1	0.1	0.2	
31	Total Residue	mg/l	319	128	133	121	500
32	Residual Chloride (Cl ₂)	mg/l	0	NONE	NONE	NONE	
33	Coliform Group	0/ml	5/5	0/5	0/100	0/100	N.D
34	Total Colony /ml	/ml	100	20	15	11	100

資表 5-11(1/3) Site Survey on Water Quality and Pressure Test of Tap (1)

No.	Date	Time	Weather	Location/Address	Press. of Tap MPa	Water Quality of Tap							
	Day/Mon.	Hr./Min.				Temperature		Turbid. mg/l	Color unit	Residual Chlorine mgcl/l	pH	Coliform Bacteria cfu/ml	Faecal Coliform cfu/ml
						Atmos. °C	Water °C						
9	23 th Oct.	9:35	Cloud	R'd No.9 Phone Savangtay	0.35	29.0	27.0	1.0	2.0	0	7.5	None	None
11	23 th Oct.	10:20	Cloud	R'd. Santiphap, Nalao	0.34	29.0	28.0	2.0	4.0	0	7.0	ditto	ditto
10	23 th Oct.	10:30	Sunshine	R'd. Makasavanh, Phoxay	0.35	30.0	30.0	1.0	4.0	0	7.5	ditto	ditto
12	23 th Oct.	10:55	Sun	R'd. Makasavanh, Chomkeo	0.35	32.0	27.0	1.0	0.0	0	7.5	ditto	ditto
17	23 th Oct.	11:08	Sun	R'd. Oudomsive, Tha Meang	3.50	32.0	29.0	1.0	0.0	0	7.5	ditto	ditto
24	23 th Oct.	11:20	Sun	R'd. Phayapu, Xaya Phome	0.30	31.0	29.0	1.0	1.0	0	7.0	ditto	ditto
18	23 th Oct.	11:30	Sun	R'd. Lusavong Seak, Latanalansy	0.20	33.0	28.0	1.5	3.0	0	7.5	ditto	ditto
7	23 th Oct.	11:05	Sun	Phonsavang	0.25	31.0	28.0	1.0	3.0	0	7.5	ditto	ditto
8	23 th Oct.	11:20	Sun	Phonsavang	0.14	30.0	29.0	1.0	3.0	0	7.5	ditto	ditto
14	23 th Oct.	14:35	Sun	Sanam Xay	0.20	30.0	28.0	1.0	2.0	0	7.5	ditto	ditto
15	23 th Oct.	14:45	Sun	Sanam Xay	0.20	30.0	28.0	0.5	2.0	0	7.5	ditto	ditto
23	24 th Oct.	9:00	Sun	Xayamoungkune	0.25	29.0	27.0	3.0	10.0	0	7.5	Many	5
22	24 th Oct.	9:08	Sun	Xay Oudom	0.28	29.0	27.0	3.0	5.0	0	7.5	None	None
21	24 th Oct.	9:19	Sun	Lasavang Say	0.25	30.0	28.0	0.5	2.0	0	7.5	ditto	ditto
20	24 th Oct.	9:27	Sun	Lasavang Say	0.25	29.0	28.0	0.0	2.0	0	7.5	Many	ditto
19	24 th Oct.	9:40	Cloud	Lasavang Say	0.10	29.0	26.0	1.0	2.0	0	7.5	4	ditto
30	24 th Oct.	9:50	Sun	None Savath	0.05	30.0	29.0	0.0	2.0	0	7.5	None	ditto
29	24 th Oct.	10:00	Sun	None Savath	0.05	30.0	29.0	0.0	0.0	0	7.5	ditto	ditto
33	24 th Oct.	10:05	Sun	Naseng	0.05	30.0	29.0	0.5	4.0	0	7.0	ditto	ditto
31	24 th Oct.	10:15	Sun	Naseng	0.12	30.0	29.0	1.0	3.0	0	7.5	ditto	ditto

資表 5-11(2/3) Site Survey on Water Quality and Pressure Test of Tap (2)

No.	Date	Time	Weather	Location/Address	Press. of Tap MPa	Water Quality of Tap							
	Day/Mon.	Hr./Min.				Temperature		Turbid.	Color	Residual Chlorine mgcl/l	pH	Coliform Bacteria cfu/ml	Faecal Coliforms cfu/ml
						Atmos. °C	Water °C						
32	24 th Oct.	10:23	Cloud	Naseng	0.10	30.0	29.0	1.0	5.0	0	7.5	None	None
34	24 th Oct.	10:35	Cloud	Phone Xay	0.20	31.0	29.0	1.0	5.0	0	7.0	ditto	ditto
26	24 th Oct.	14:10	Sun	Xay Oudom	0.21	33.0	28.0	1.5	10.0	0	7.5	ditto	ditto
27	24 th Oct.	14:23	Sun	Saphane Nea	0.25	33.0	29.0	0.5	2.0	0	7.5	ditto	ditto
28	24 th Oct.	14:34	Sun	Dong Dam Douane	0.09	32.0	29.0	0.0	2.0	0	7.5	ditto	ditto
39	24 th Oct.	15:00	Sun	Phone Savanh	0.20	33.0	29.0	0.0	2.0	0	7.5	ditto	ditto
38	24 th Oct.	15:17	Sun	Tha He	0.20	32.0	31.0	0.0	2.0	0	7.5	ditto	ditto
19	25 th Oct.	9:12	Sun	Rasavong Xay	0.13	30.0	26.0	0.0	2.0	0	7.5	Many	ditto
29	25 th Oct.	9:44	Sun	Nonesa At	0.15	30.0	29.0	3.0	20.0	0	7.5	None	ditto
13	25 th Oct.	10:05	Sun	R'd. Rasadanay, Xayamoogkune	0.36	31.0	28.0	0.5	2.0	0	7.5	ditto	1
40	25 th Oct.	10:50	Sun	Phonesa Varh	0.05	33.0	29.0	0.5	2.0	0	7.5	ditto	None
6	25 th Oct.	14:35	Sun	Oudom Vilay	0.10	31.0	29.0	0.0	2.0	0	7.5	ditto	1
1	25 th Oct.	14:42	Sun	Oudom Vilay	0.05	31.0	28.0	0.5	2.0	0	7.5	3	None
3	25 th Oct.	15:00	Sun	Phone Savang Nea	0.05	33.0	31.0	0.5	2.0	0	7.5	None	ditto
4	25 th Oct.	15:12	Sun	Houa Meang	0.05	32.0	29.0	1.0	2.0	0	7.5	4	ditto
2	25 th Oct.	15:40	Sun	Pak Bo	0.08	33.0	33.0	1.0	2.0	0	7.5	None	ditto
5	25 th Oct.	16:00	Sun	Nake	0.35	32.0	30.0	3.0	4.0	0	7.5	ditto	ditto
25	26 th Oct.	9:32	Sun	Xay Oudom	0.30	31.0	29.0	0.5	5.0	0	7.5	ditto	ditto
35	26 th Oct.	9:45	Sun	Sone Xay	0.25	32.0	29.0	0.5	2.0	0	7.5	ditto	ditto
37	26 th Oct.	10:00	Sun	Phon Saat	0.10	31.0	29.0	0.0	2.0	0	7.5	Many	ditto

資表 5-11(3/3) Site Survey on Water Quality and Pressure Test of Tap(3)

No.	Date		Time		Weather	Location/Address	Press. of Tap MPa	Water Quality of Tap						
	Day/Mon.	Hr./Min.	Temperature					Turbid.	Color	Residual Chlorine	pH	Coliform Bacteria	Faecal Coliforms	
			Atmos. °C	Water °C										mg/l
36	26 th Oct.	10:21	Sun		Doneseng	0.00	32.0	28.0	1.0	10.0	0	7.5	None	None
41	26 th Oct.	10:53	Sun		R'd. Souththanou, Latanalansy	0.15	32.0	30.0	0.5	2.0	0	7.5	Many	ditto
42	26 th Oct.	10:57	Sun		R'd. Souththanou, Latanalansy	0.20	32.0	29.0	0.5	4.0	0	7.5	None	ditto
43	26 th Oct.	11:00	Sun		R'd. Souththanou, Latanalansy	0.18	31.0	29.0	0.5	2.0	0	7.5	7	ditto
6	26 th Oct.	11:07	Sun		Oudom Sine	0.25	31.0	29.0	1.0	4.0	0	7.5	None	ditto
13	26 th Oct.	11:15	Sun		Tameang	0.30	31.0	29.0	1.0	4.0	0	7.5	—	ditto

2. 薬品注入計画

2.1 原水水質の特徴

ナケ浄水場（サバナケット）における原水水質についてはデータが少なく、2回しか数値が得られていない。一方、チナイモ浄水場（ビエンチャン）はナケ浄水場よりも470 km上流に位置するが、水質資料は数多く揃っている。そこで、ナケ浄水場で得られている2回の測定結果と同時期のチナイモ浄水場の水質を比較し、ナケ浄水場の原水水質を評価する。

（1）調査団による測定結果

ナケ浄水場原水の水質測定は2000年10月18日と11月3日に行われており、資表5-12、資表5-13に示す通りである。濁度は247度、193度と高く、pHは7.9、アルカリ度は99、107mg/lと高い値を示している。アンモニア性窒素は0~0.1mg/l、硝酸性窒素は0.9~1.2mg/l含まれており、一般細菌も含まれている。

資表 5-12 両浄水場水質の比較(2000/10)：水質検査項目 15 項目

項目	チナイモ浄水場			ナケ浄水場			比率	
	原水	浄水	給水栓	原水	浄水	給水栓	サバナケット	丹任
1 Temperature atmosphere	29	29	29	28	27	28	0.97	1
2 Temperature water	26.7	26.4	26.7					1
3 Turbidity	272	3.7	0.1	247	4.8	0.7	0.91	1
4 Color	0	0	0	6	2	2		
6 PH	7.8	7.2	7.2	7.9	7.2	7.2	1.01	1
7 M-Alkalinity	88	71	70	99	72	78	1.13	1
8 Ammonia Nitrogen	0.05	0	0	0	0.05	0.03	0.00	1
10 Nitrate Nitrogen	0.2	0.1	0	1.22	1.1	1.29	6.10	1
11 Chlorine Cl	8	5.7	5	7.4	5.1	5.8	0.93	1
12 KMn O4 Consumed	6	3.2	1.8	9.2	1.8	2.4	1.53	1
13 Total Hardness	100	78	75	63	54	56	0.63	1
16 Total Colony	320	150	2	800	400	137	2.50	1
18 Iron (Fe)	2			2.5	0.04	0.09	1.25	1
19 Manganese(Mn)	0.04			0.04	0	0	1.00	1
21 Total Residue				370	170	170		

資表 5-13 両浄水場水質の比較(2000/11)：水質検査項目 14 項目

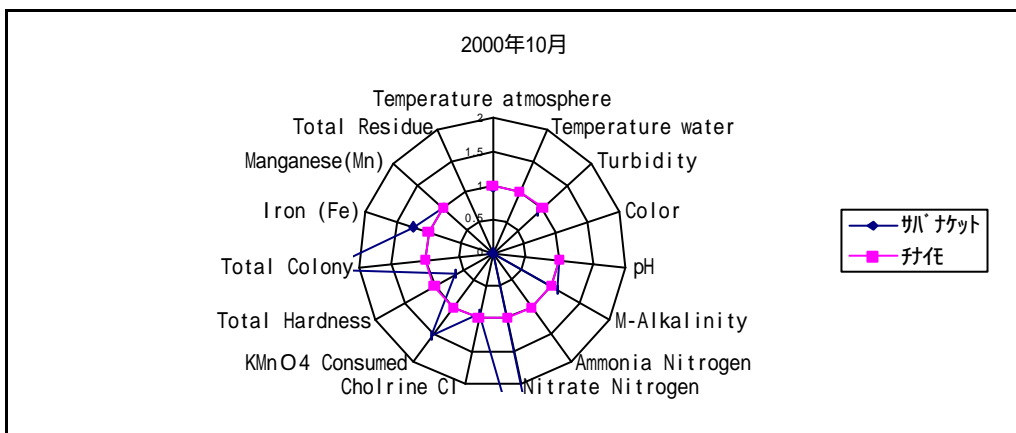
項目	チナイモ浄水場			ナケ浄水場			比率	
	原水	浄水	給水栓	原水	浄水	給水栓	サバナケット	丹任
1 Temperature atmosphere	26	26	26	27	27	27	1.04	1
2 Temperature water	24.3	25	24.8					1
3 Turbidity	222	4	0.1	193	3	2.4	0.87	1
4 Color	6	4	N-D					
6 PH	7.8	7.3	7.2	7.9	7.2	7.2	1.01	1
7 M-Alkalinity	100	94	90	107	93	97	1.07	1
8 Ammonia Nitrogen	N-D	N-D	N-D	0.1	0.04	0.01		
10 Nitrate Nitrogen	0.2	0.1	N-D	0.91	0.6	0.35	4.55	1
11 Chlorine Cl	8.4	7.3	6	11.0	7.3	8.1	1.31	1
12 KMn O4 Consumed	16	4.7	2.8	9.1	1.5	1.2	0.57	1
13 Total Hardness	98	96	91	92	94	90	0.94	1
16 Total Colony	315	150	2	100	20	15	0.32	1
18 Iron (Fe)	0.4	0.2	0.01	0.63	0.09	0.05	1.58	1
19 Manganese(Mn)	N-D	N-D	N-D	0.01	N-D	N-D		

(2) 上流チナイモ浄水場との比較

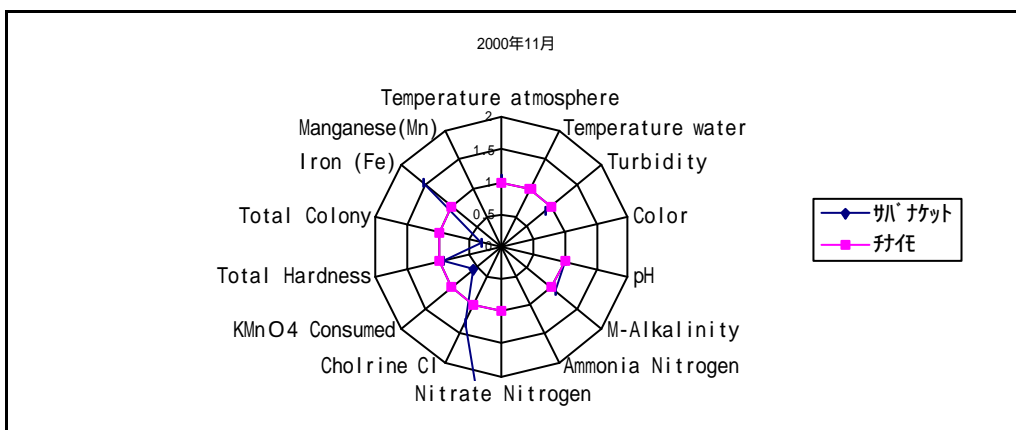
上流のチナイモ浄水場で2000年10月26日および11月26日に行われた測定結果は資表5-12、資表5-13の通りであり、主な項目について、チナイモ浄水場を1.0としてナケ浄水場の比率を示すと資図5.6(10月)と5.6(11月)の通りとなり、凝集性に影響する濁度やpH、アルカリ度は両原水ともほとんど同じである。

汚濁を示す一般細菌や硝酸性窒素、過マンガン酸カリウム消費量を2000年10月のデータで比較すると、下流のナケ浄水場が高くなっている。アンモニア性窒素についてはナケ浄水場で含まれていないが、上流のチナイモ浄水場でも0.05mg/lしか含まれていない。ナケ浄水場の浄水には0.05mg/l含まれていることから、実質的な差はないものと判断される。2000年11月のデータで比較すると、過マンガン酸カリウム消費量についてはむしろナケ浄水場の方が濃度が低くなっている。

したがって、凝集性については両原水が概ね同じであり、汚染物質についても両地点で大差はないと判断することができる。



資図 5.6(1/2) 両原水水質の比較(10月)



資図 5.6(2/2) 両原水水質の比較(11月)

(3) チナイモ浄水場水質の特徴

チナイモ浄水場の 1999 年の水質測定結果は資表 5-14～資表 5-16 及び資図 5-7～資図 5-13 に示す通りである。

それらのデータから、チナイモ浄水場の水質年間変動を見ると 8、9月に高濁度が発生し、最大では 1996 年に 6,030 度が発生している。pH は濁度が高くなる季節には低下するが、それでも 8.0 に近く、アルカリ度も 80mg/l 以上が含まれている。濁度が低い 12～4月については pH が 8.3 に達し、アルカリ度は 120mg/l 近くまで上昇するが、pH、アルカリ度共に年間変動は比較的少ない。

原水濁度と過マンガン酸カリウム消費量の関係を見ると資図 5-11 の通りであり、過マンガン酸カリウム消費量が高いのは濁質に由来するものが大部分を占めることが分かる。浄水水質の測定結果でも分かるように、濁度を除去すれば過マンガン酸カリウム消費量は 3mg/l 程度まで低下している。

アンモニア性窒素については平均 0.14mg/l 含まれており、最大は濁度が高い時に 0.36mg/l となっている。原水濁度とアルカリ度の関係は資図 5-12、浄水のアルカリ度と pH の関係は資図 5-13 の通りである。

資表 5-14 Mekong River (チナイモ浄水場)

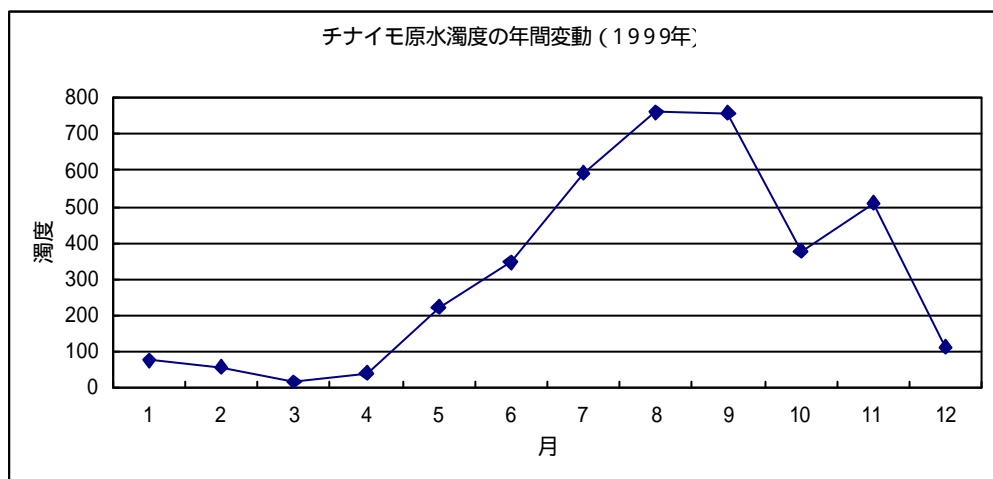
1999 年	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	平均
濁度	77	59	18	41	224	347	592	760	757	377	509	113	323
pH	8.2	8.2	8.3	8.3	8.1	7.9	7.9	8.0	7.9	8.0	8.0	8.2	8.1
アルカリ度	114	111	119	112	101	84	96	86	84	84	85	93	97
アンモニア性窒素	0.09	0.09	0.07	0.15	0.16	0.14	0.10	0.36	0.17		0.18	0.17	0.15
過マンガン酸カリウム消費量	8.3	3.8	8.0	8.9	11.5	13.6	11.4	32.6	16.7	19.7	20	9.5	13.7
硬度	137	138	134	127	131	108	107	108	94	0.9	101	113	108
溶解性鉄	0.29	0.32	0.50	2.00	0.10	0.36	0.09	0.30	0.20	0.08	0.20	0.04	0.37
マンガン	0.05	0.09	0.10	-	N.D.	0.06	0.03	0.08	0.05	0.03	0.08	N.D.	0.06

資表 5-15 Filtered Water Quality

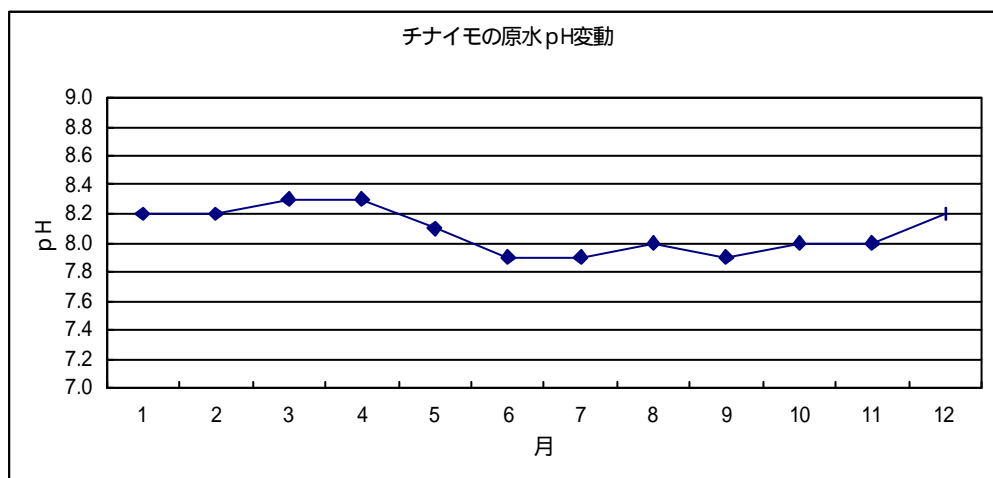
1999 年	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	平均
濁度	2.0	2.6	2.2	2.6	3.9	4.3	4.7	5.2	5.3	4.0	4.9	6.2	4.0
pH	7.8	7.7	7.9	7.8	7.4	7.2	7.5	7.3	7.2	7.4	7.4	7.7	7.5
アルカリ度	99	100	107	102	85	72	83	70	64	75	74	87	85
アンモニア性窒素	N.D.	0.00	0.10	0.10	0.10	N.D.	N.D.	N.D.	0.03	N.D.	0.05	N.D.	0.06
過マンガン酸カリウム消費量	3.3	3.4	2	3.7	3.9	4.3	2.8	3.1	3.1	3.1	4.4	1.8	3.2
硬度	119	137	141	125	132	104	107	100	90	93	92	111	113
溶解性鉄	0.15	N.D.	0.08	0.09	N.D.	0.1	0.05	0.08	0.03	N.D.	N.D.	0.12	0.09
マンガン	N.D.	0.05	0.08	-	N.D.	0.01	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.05

資表5-16 Finished Water Quality

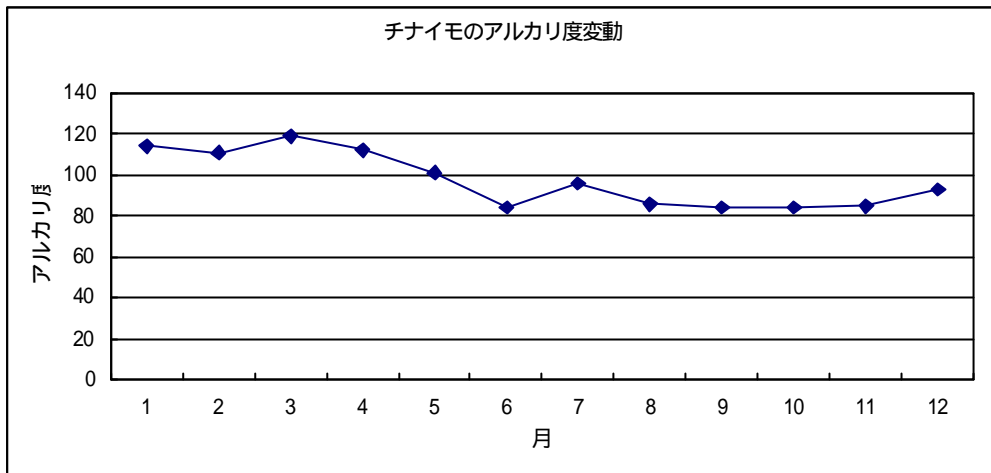
1999年	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	平均
濁度	0.2	0.2	0.3	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.4	0.4	0.5	0.7	0.3
pH	7.8	7.7	7.9	7.7	7.5	7.2	7.5	7.3	7.3	7.4	7.4	7.7	7.5
アルカリ度	100	99	106	101	86	70	83	68	65	73	73	87	84
アンモニア性窒素	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
過マンガン酸カリ消費量	1.6	1.9	0.9	0.5	2.2	1.8	1.4	1.3	1.1	1.4	0.7	1.6	1.4
硬度	106	129	142	116	126	94	101	101	90	91	92	108	108
溶解性鉄	0.10	N.D.	0.06	0.03	-	N.D.	0.02	0.00	0.03	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
マンガン	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.



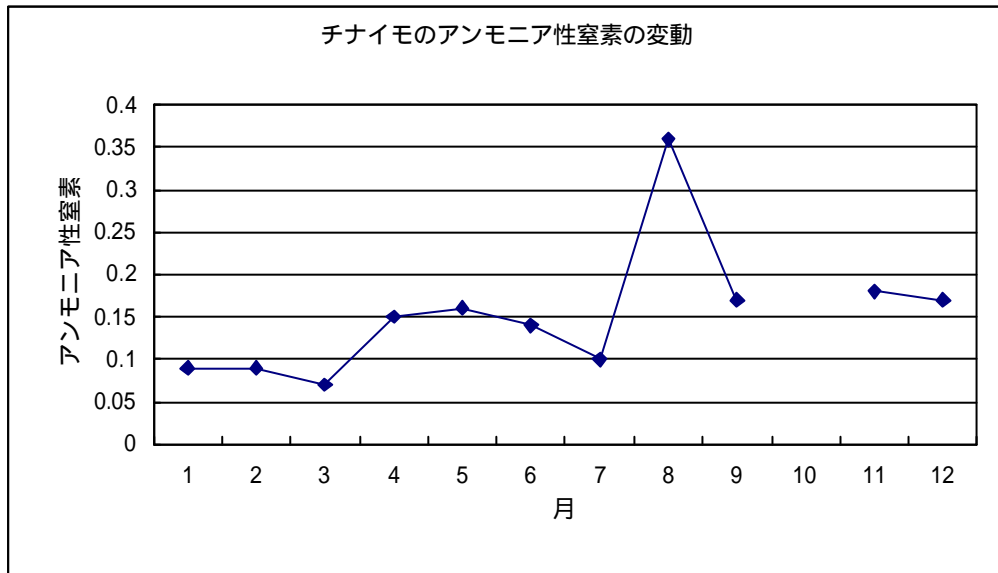
資図5-7 チナイモ浄水場原水濁度の年間変動 (1999年)



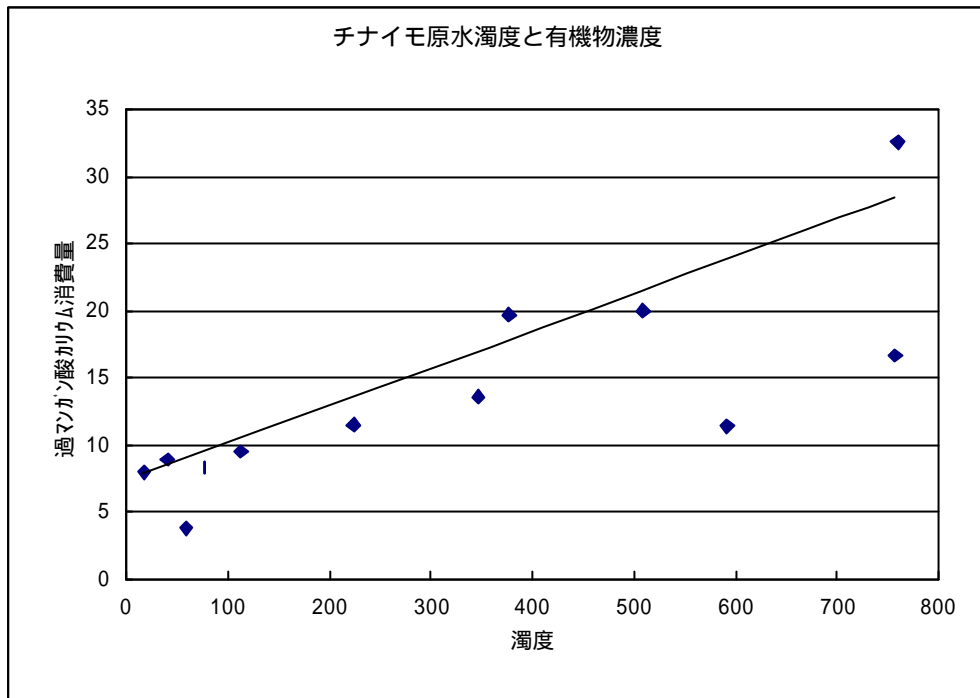
資図5-8 チナイモ浄水場原水 pH の年間変動 (1999年)



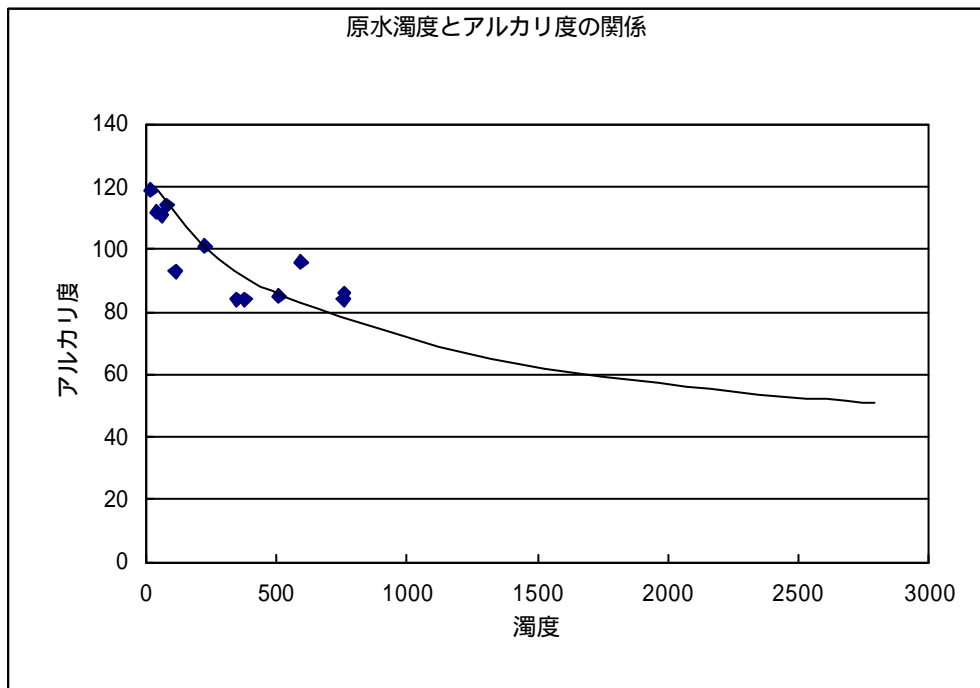
資図 5-9 チナイモ浄水場原水アルカリ度の年間変動 (1999年)



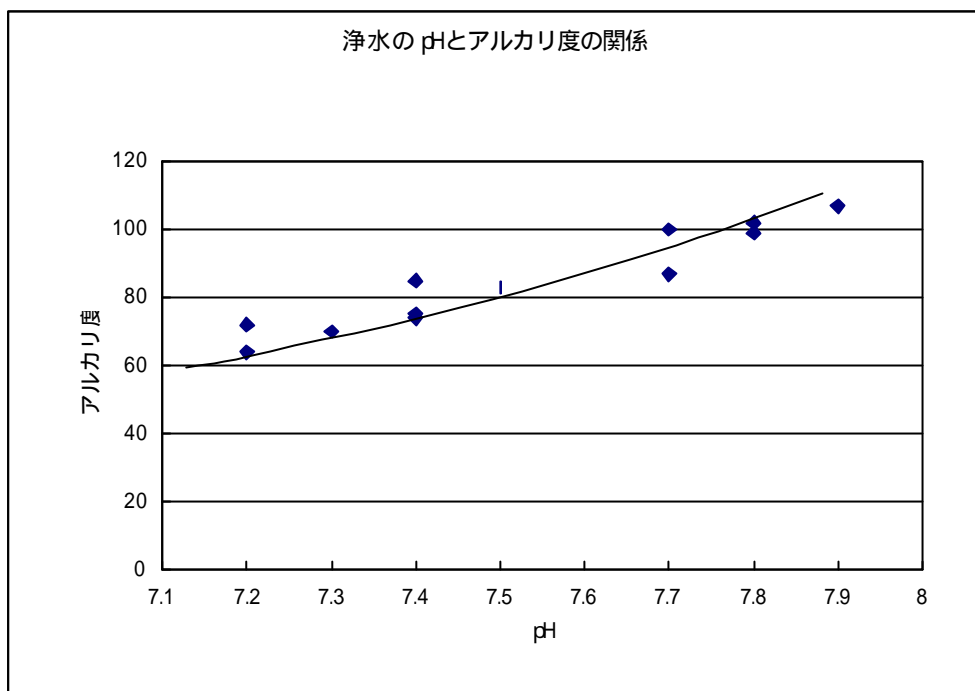
資図 5-10 チナイモ浄水場原水アンモニア性窒素の年間変動 (1999年)



資図 5-11 チナイモ浄水場濁度及び有機物の相関関係



資図 5-12 チナイモ浄水場濁度とアルカリリ度の相関関係



資図 5-13 チナイモ浄水場 pH とアルカリ度の相関関係

2.2 薬品注入計画

原水水質はチナイモ浄水場と大差ないことが分かったので、チナイモ浄水場の実績を参考に薬品注入計画を検討する。

(1) 薬品注入実績

チナイモ浄水場では凝集剤としてバンドを使用し、高濁度時にはポリマーを併用している。1996年の実績から、原水濁度とバンド注入率の関係を示すと資図 5-14～資図 5-16 に示す通りである。すなわち、原水濁度が 100～150 度になるとポリマーを併用すること多い。

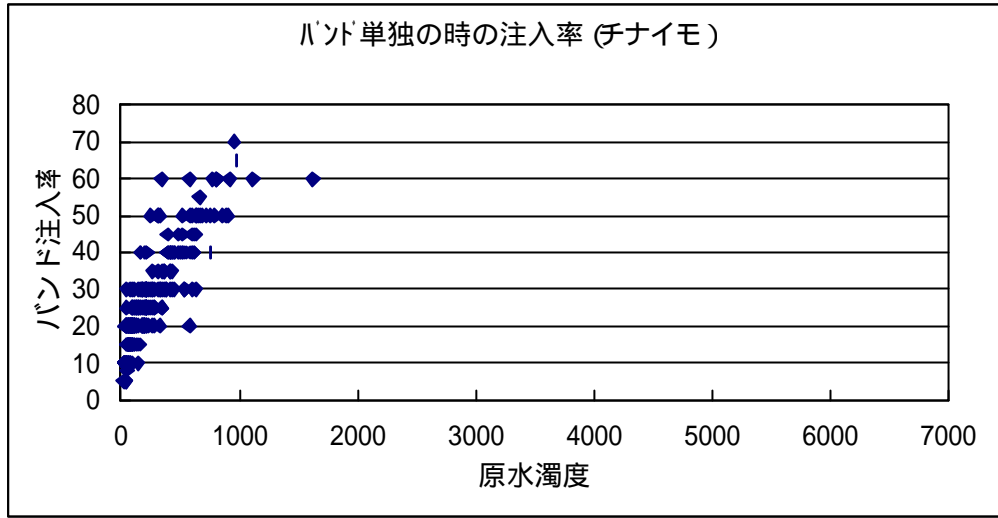
バンド単独で処理している場合には資図 5-14 の通りである。日本の施設設計指針に示されている例（液体バンド、酸化アルミニウム 8%）は資図 5-17 の通りであり、固形バンド（酸化アルミニウム 15%）に換算するとほぼ同じ注入率となっている。ポリマーは濁度が高くなるにつれて使用量が多くなり、最大では 0.5mg/l の注入が行われている。

(2) バンド注入率

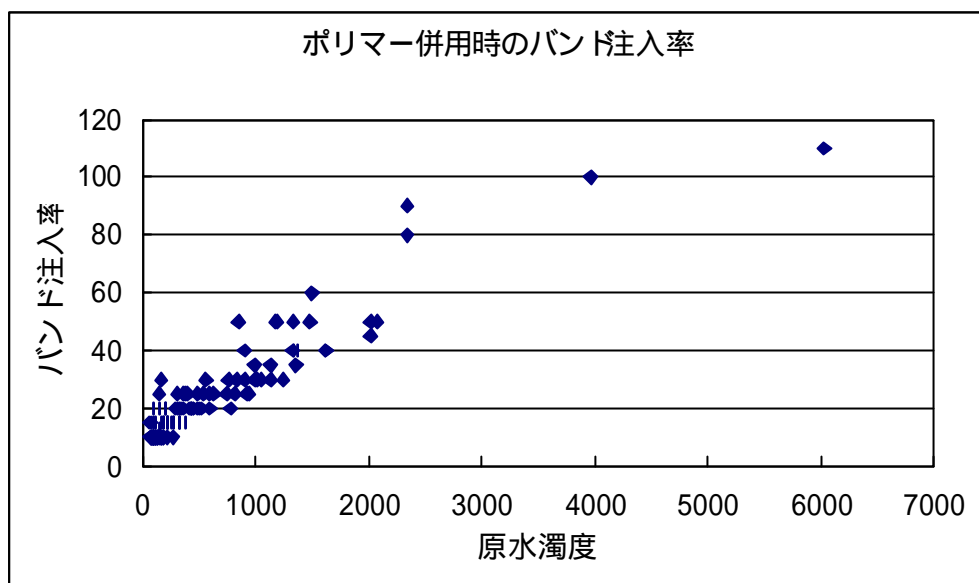
本プロジェクトにおいては、有機ポリマーはモノマーの毒性を考慮して使用しないこととし、バンド単独とする。注入率は注入実績の資図 5-17 を参考に、以下の通りとする。

資表 5-17 計画バンド注入率

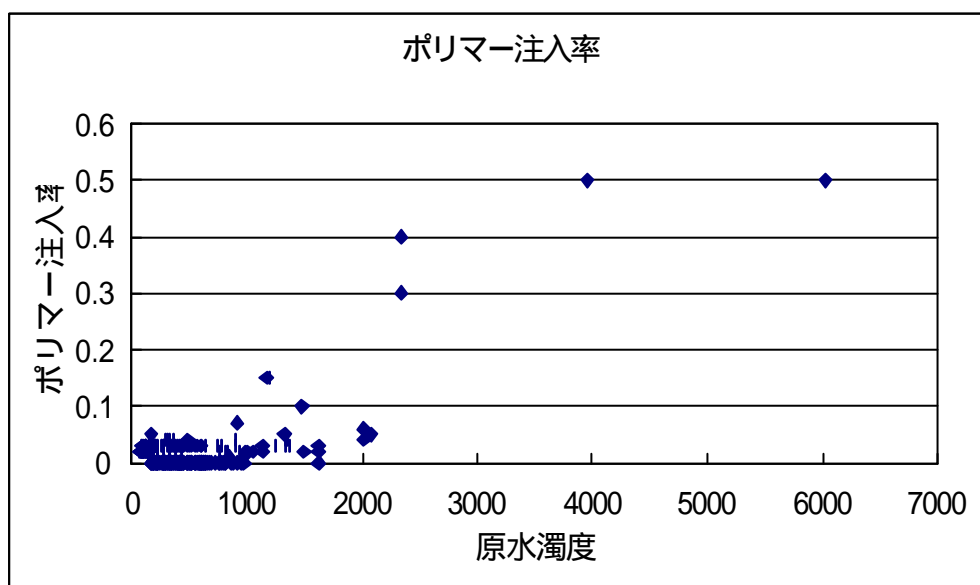
処理対象濁度		バンド注入率（資図 5-17 より設定）	
最大	6 0 0 0 度	最大	1 5 0 mg/l 6 0 0 0 度対応
平均	3 0 0 0 度	平均	5 0 mg/l 3 0 0 0 度対応
		最小	1 0 mg/l



資図 5-14 チナイモ浄水場の凝集剤注入実績



資図 5-15 チナイモ浄水場の凝集剤（バンド）注入実績



資図 5-16 チナイモ浄水場の凝集剤（ポリマ）注入実績

(3) アルカリ剤

現在のチナイモ浄水場では高濁度時にポリマーを併用しているために、アルカリ剤はほとんど使用されていない。しかしながら、今回の計画ではバンドですべて処理を行うので、前アルカリの必要性を検討する。浄水のpHとアルカリ度との関係は前出の資図5-13の通りである。凝集に適したpHについては6.8～7.5程度と判断されるので、浄水に残留させるべきアルカリ度は最低で約50mg/lとなる。

原水濁度が高い時には資図 5-12 に示すようにアルカリ度が低下する。最高 6000 度の時については実測値はないが、資図 5-12 から推定して原水のアルカリ度は概ね 50mg/l 程度まで低下すると思われる。

一方、原水濁度が 6000 度の時のバンド注入率は最大 150mg/l を見込むので、アルカリ度の消費は 68mg/l である。したがって、残留アルカリ度を 50mg/l に保つには 68mg/l の前アルカリを注入する必要がある。アルカリ剤として消石灰を使用する場合には 50mg/l の注入率となる。

処理対象原水	最高濁度	6 0 0 0 度
	最低アルカリ度	5 0 mg/l
バンド注入率		150mg/l
バンドによるアルカリ度消費		0.45mg/l (バンド 1 mg/l 当たり)
バンドによるアルカリ度消費		150*0.45=68 mg/l
浄水残留アルカリ度		5 0 mg/l
必要アルカリ度補給		6 8 mg/l
消石灰によるアルカリ度補給		1.35 mg/l (消石灰 1 mg/l 当たり)
必要消石灰注入率		68/1.35=50 mg/l (最大注入率)

同様に、必要薬品注入率を試算すると資図 5-18 の通りとなり、原水濁度が 800 以下になると前アルカリは不必要となる。アルカリ剤は前アルカリとして注入し、原則として後アルカリは必要ない。しかしながら、バンドを過剰に注入した場合には pH が 7.0 を下回り、腐食性の問題が発生するので、注入できるように計画することが望ましい。

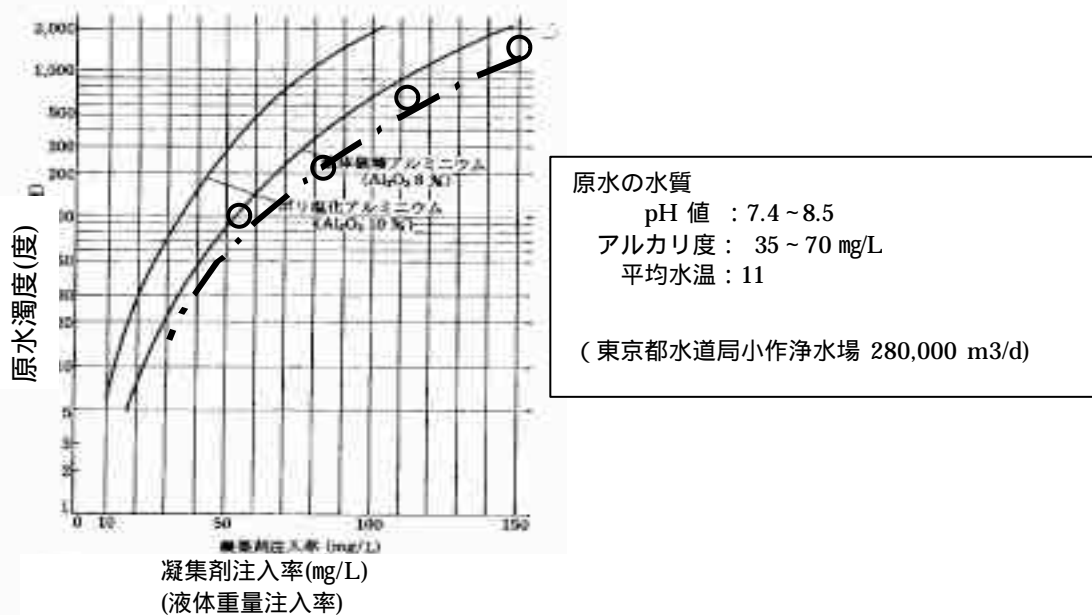
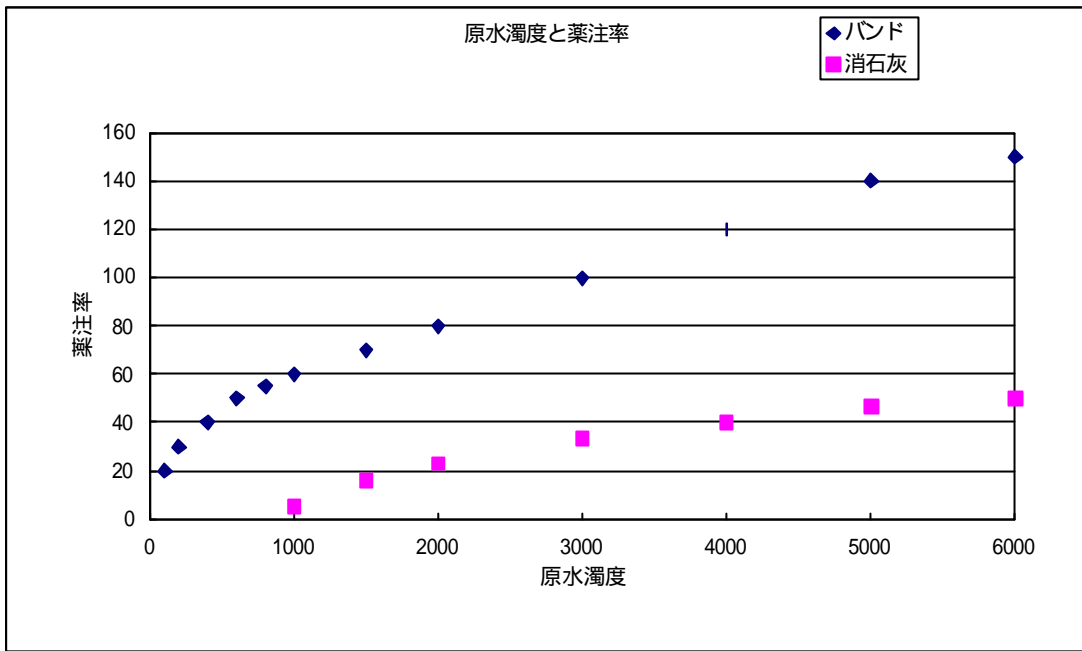


図 5-17 原水濁度と凝集剤注入率の例

— . . . 近似曲線

印 : チナイモ浄水場

(固形バンドを液体バンド注入率に換算)



資図 5-18 原水濁度と薬品注入率想定値 (バンドおよび前アルカリ:消石灰)

(4) 塩素剤

塩素注入率は主にアンモニア性窒素濃度によって決定される。チナイモ浄水場では平均 0.14mg/l のアンモニア性窒素が検出されているが、アンモニア性窒素は流下する間に硝酸に変化するものであり、上流のチナイモ浄水場の値が必ずしも参考とならない。問題はナケ浄水場の上流側で新たな汚染があるか否かである。チナイモ浄水場とナケ浄水場を比べると、人為的な汚染の状況は大差がないことが推定されたので、ここでは上流のチナイモ浄水場と同程度の濃度であると判断することとする。

濁度が高いために、前塩素として注入すると塩素の消費が多くなり、不経済となるので、中塩素処理を基本とし、後塩素は消毒を確実にを行うために注入するものとする。

塩素注入地点	中塩素	後塩素
中塩素注入率		
最大注入率	5 mg/l	
最小注入率	1 mg/l	
平均	2 mg/l	
後塩素		
最大注入率		2 mg/l
最小注入率		0.5 mg/l
平均		1 mg/l

(5) 薬品の注入率と注入量

前出の「薬品注入計画」より水処処理のための薬品注入量を以下に設定する。

資表 5-18 薬品注入計画

	最小	平均	最大	注入率基準薬品濃度
凝集剤	10	50	150	固形硫酸バンド
前アルカリ	2	25	50	消石灰100%
後アルカリ	1	5	10	消石灰100%
中塩素	1	2	5	Cl ₂ 100%
後塩素	0.5	1	2	Cl ₂ 100%

注入率の単位は mg/l〔水1リッターに対して薬品を重量 mg として注入〕

1) 凝集剤(硫酸バンド)注入量

凝集剤（固形硫酸バンド）の必要注入量（重量）を以下の資表にまとめる。また、硫酸バンド溶液（重量比 10%の固形硫酸バンド溶液）の注入量を資表の右欄にまとめる。

資表 5-19 凝集剤注入計画

	注入量（重量）		注入量（溶液）	
	最小水量 7,920 m ³ /日	最大水量 15,840 m ³ /日	最小水量 7,920 m ³ /日	最大水量 15,840 m ³ /日
最小注入率 10 mg/l	79.2 kg/日	158.4 kg/日	792 l/日 0.55 l/分	1,584 l/日 1.1 l/分
平均注入率 50 mg/l	396 kg/日	792 kg/日	3960 l/日 2.75 l/分	7920 l/日 5.5 l/分
最大注入率 150 mg/l	1,180 kg/日	2,376 kg/日	11,800 l/日 8.2 l/分	23,760 l/日 16.5 l/分

2) アルカリ剤(前アルカリ)注入量

前アルカリ処理に必要なアルカリ剤（消石灰）の注入量（重量）を以下の資表にまとめる。また、消石灰乳（重量比 10%消石灰スラリー）としての注入量を下資表の右欄にまとめる。

資表 5-20 前アルカリ剤注入計画

	注入量 (重量)		注入量 (消石灰乳)	
	最小水量 7,920 m ³ /日	最大水量 15,840 m ³ /日	最小水量 7,920 m ³ /日	最大水量 15,840 m ³ /日
最小注入率 2mg/l	15.84 kg/日	31.68 kg/日	158.4 l/日 0.11 l/分	316.8 l/日 0.22 l/分
平均注入率 25mg/l	198 kg/日	396 kg/日	1980 l/日 1.38 l/分	3960 l/日 2.75 l/分
最大注入率 50mg/l	396 kg/日	792 kg/日	3960 l/日 2.75 l/分	7920 l/日 5.5 l/分

3) アルカリ剤(後アルカリ)注入量

後アルカリ処理に必要なアルカリ剤 (消石灰) の注入量 (重量) を以下の資表にまとめる。

消石灰乳 (重量比 10%消石灰スラリー) としての注入量を以下の資表にまとめる。

資表 5-21 後アルカリ剤注入計画

	注入量 (重量)		注入量 (消石灰乳)	
	最小水量 7,920 m ³ /日	最大水量 15,840 m ³ /日	最小水量 7,920 m ³ /日	最大水量 15,840 m ³ /日
最小注入率 1mg/l	7.92 kg/日	15.84 kg/日	79.2 l/日 0.055 l/分	158.4 l/日 0.11 l/分
平均注入率 5mg/l	39.6 kg/日	79.2 kg/日	396 l/日 0.28 l/分	792 l/日 0.55 l/分
最大注入率 10mg/l	79.2 kg/日	158.4 kg/日	792 l/日 0.55 l/分	1584 l/日 1.1 l/分

4) 塩素剤(中塩素)注入量

中塩素処理に必要な次亜塩素酸カルシウム (有効塩素濃度 65%) の注入量 (重量) を以下の資表にまとめる。次亜塩素酸カルシウム溶液 (重量比 5%溶液) としての注入量を以下の資表にまとめる。

資表 5-22 中塩素剤注入計画

	注入量 (重量)		注入量 (溶液)	
	最小水量 7,920 m ³ /日	最大水量 15,840 m ³ /日	最小水量 7,920 m ³ /日	最大水量 15,840 m ³ /日
最小注入率 1mg/l	12.18 kg/日	24.37 kg/日	243.6 l/日 0.17 l/分	487.4 l/日 0.34 l/分
平均注入率 2mg/l	24.37 kg/日	48.74 kg/日	487 l/日 0.34 l/分	974.8 l/日 0.68 l/分
最大注入率 5mg/l	60.92 kg/日	121.85 kg/日	1218.4 l/日 0.85 l/分	2,437 l/日 1.69 l/分

5) 塩素剤(後塩素)注入量

後塩素処理に必要な次亜塩素酸カルシウム（有効塩素濃度65%）の注入量（重量）を以下の資表にまとめる。次亜塩素酸カルシウム溶液（重量比5%溶液）としての注入量を以下の資表にまとめる。

資表 5-23 後塩素剤注入計画

	注入量（重量）		注入量（溶液）	
	最小水量 7,920 m ³ /日	最大水量 15,840 m ³ /日	最小水量 7,920 m ³ /日	最大水量 15,840 m ³ /日
最小注入率 0.5mg/l	6.09 kg/日	12.18 kg/日	121.8 l/日 0.08 l/分	243.6 l/日 0.17 l/分
平均注入率 1mg/l	12.18 kg/日	24.37 kg/日	243.6 l/日 0.17 l/分	487.4 l/日 0.34 l/分
最大注入率 2mg/l	24.37 kg/日	48.74 kg/日	487.4 l/日 0.34 l/分	974.8 l/日 0.68 l/分

(6) 注入方式の検討

既存の注入方式は溶液を機械式手動計量器により計量後、圧力水によりインジェクターに発生した負圧を利用し、溶液を吸引希釈し希釈圧送注入する方式であり、機械式手動計量器が正常に作動しないため、精度の高い計量が行われていない。改修計画に当たり、注入方式を薬品毎に比較し最適注入方式を選定する。

ナケ浄水場に適切と思われる注入方式は、凝集剤、アルカリ剤、塩素剤とも資表 5-24において、検討、選定した。その結果、

- ・凝集剤 : ダイヤフラム式計量ポンプ
 - ・アルカリ剤 : インジェクター吸引方式
 - ・塩素剤 : インジェクター吸引方式
- が選定された。

資表 5-24 薬品注入方式の検討

	凝集剤 硫酸バンド	アルカリ剤 消石灰	塩素剤(次亜塩素酸カルシウム)
浄水処理 に対する 重要度	最も重要 硫酸バンドの注入が止まるともはや凝集沈でん処理は出来ないまた注入量が正確に制御できないと同じく凝集沈でん処理は出来ない。	普通 原水水質、特に濁度が800度以上の時のみ注入が必要。	重要 注入が止まると消毒処理が出来なくなり、消毒処理できていない水を配水することになる。
注入の頻度	連続	年間7、8、9月の3ヶ月の高濁時のみ。	連続
注入精度	高い精度が要求される	それほどの精度は要求されない。	同左
薬品の特性より考慮すべき点	固形硫酸バンドの溶解性は良く重量比50%までは常温で析出しない。 特に溶液に対する考慮すべき点は見当たらない。	溶解度が0.15%と低く通常溶液でなくスラリー(10%重量比)として取り扱う。炭酸ガスと反応し炭酸カルシウムのスケールを形成し、配管の閉塞問題を起こす。 溶液でなくスラリーなので配管内で流速が遅い場合消石灰が沈でんし配管閉塞をおこす。	溶解性は良いが配管内で気泡が発生することがあり、配管の閉塞問題を起こす。
注入設備の基本方針	注入精度を確保し且つ単純な注入方式。	単純な方式	単純な方式
注入方式	既存の方式は手動計量しインジェクター吸引方式で溶解槽よりの引き抜き量は槽の水位低下に伴い減り、またインジェクター吸引のため圧力水が必要となる。計量が正確に行なわれてもこの圧力水が止まれば注入は出来ず、他設備の不具合が注入に直接影響する。このため改修計画ではこの既存方式は推薦しない。 改修計画では他の設備の影響を受けず単独で運転管理出来且つ高い精度を保つことが出来る方式、ダイヤフラム往復計量ポンプを使用し溶液を正確に計量注入する方式を推奨する。	注入精度はそれほど必要なく既存の方式と同様の方式、手動計量インジェクター吸引方式を推奨。	同左

(7) 改修計画

1) 凝集剤注入設備

浄水処理において最も重要な薬品は凝集剤（硫酸バンド）であり高い注入精度が必要である。注入頻度は連続で重要度の高い設備と位置付けられる。そこで溶解槽は既存のRC製2槽の内外面を改修、特に内面は防食FRPライニングを施し溶解槽として改修。注入方式は、精度を保ち且つ単純な方式であるダイヤフラム式往復計量ポンプによる注入方式とする。主な改修項目は次の通りである。

資表 5-25 主な改修項目

硫酸バンド溶解槽	硫酸バンド注入ポンプ
形式：RC角形溶解槽（既存） 容量：3.5m ³ 槽数：2槽 付属品（各槽） ：薬品投入ホッパ（SUS316） 溶解用攪拌機 0.75kW、軸及び羽根SUS316	形式：ダイヤフラム式計量ポンプ 容量：8.5 l/min x 1.5kW 台数：3台（2台常用一台予備）

2) アルカリ剤注入設備

アルカリ剤（消石灰）の注入は原水濁度が800度以上となる時に必要で原水水質変動記録より年間、7,8,9月の3ヶ月間注入が必要となりまたそれほど高い注入精度は必要としない。そこで薬品溶解槽は既存のRC槽2槽の内外面を改修し消石灰スラリー槽として活用する。注入方式は既存方式であるスラリー循環ポンプによるスラリー循環、手動計量器によるスラリー計量、水圧式インジェクターによる吸引注入方式を基本的には採用するが、設備の簡素化を図るため、循環ポンプを省略し、スラリー槽より自然流下よりスラリーを手動計量器に送る方式とする。主な改修項目は次の通りである。

資表 5-26 主な改修項目

消石灰スラリー槽	手動計量器
形式：RC角形溶解槽（既存） 容量：3.0m ³ 槽数：2槽 付属品（各槽） ：薬品投入ホッパー（SUS304） 溶解用攪拌機 1.5kW、軸及び攪拌羽根SUS304	形式：3角堰式計量タンク 台数：2台（前、後アルカリ用各1台）
	消石灰スラリー吸引インジェクタ 形式：水圧吸引式インジェクター 台数：2台（前、後アルカリ用各1台）

3) 塩素剤注入設備

塩素剤（次亜塩素酸カルシウム）の注入がとまると酸化塩素処理が止まり、塩素処理をしていない水を配水することになるため重要な設備である。また注入の頻度は連続である

が、高い精度は必要しない。そこで薬品溶解槽は既存の RC 槽 3 槽（2 槽は次亜塩素酸カルシウム用もう 1 槽はフッ素剤用）の内外面を改修し、特に内面は防食 FRP ライニングを施し、溶解槽として活用また注入方式は既存方式である手動計量器による溶液計量、水圧式インジェクターによる吸引注入方式を採用する。主な改修項目は次の通りである。

資表 5-27 主な改修項目

次亜塩素酸カルシウム溶解槽	手動計量器
形式：RC 角形溶解槽（既存） 容量：1.5 m ³ 槽数：3 槽 付属品（各槽） ：薬品投入ホッパー（鋼板製ゴムライニング） 溶解用攪拌機 0.4 kW、軸及び攪拌羽根鋼材ゴムライニング	形式：3 角堰式計量タンク 台数：2 台（前及び中用、後塩素用各 1 台）

資料 5.5 配水状況

(1) 配水現況

配水状況については、資図 5-19 の水圧等高線に示されるように調査区域内では、大半が 20m 以上の水頭を示し、区域端部でも 10m が確保されている良好な状況にある。その他の市街地以外の区域は配水管が細い、地区の標高が高い等で水圧が低く 10m を切り、出水不良となっているところも見受けられる。

市街地外側の給水区域において、水圧不足が見られ配水の改善が必要となっている。給水区域の南部にある高架水槽は、夜間に水を溜め昼間に流出させているが、市街地から外れるため配水圧が低く、空になる時間帯が多くなっている(資図 5-19)。

(2) 配水施設

配水はナケ浄水場に設置された配水ポンプで大半の給水区域を直接配水している。配水施設のフローは、大半の区域が、配水池 配水ポンプ 配水幹線 給水であり、南部の一部地域で高架水槽を経由した配水が行われている。

配水池は(公称)1.6 時間分の容量であるが、ろ過池の洗浄池にもなっているため実質は 0.6 時間しかなく、容量不足となっている。ろ過池洗浄時に急激な水位変動が起るし、容量不足のため配水量の増減に応じて取水ポンプ運転台数も変動する場合がある。

配水ポンプは 2 台常用、1 台予備で(公称)配水能力は $700\text{m}^3/\text{時}(=16,800\text{ m}^3/\text{日})$ であるが、老朽化により 20%程度能力が低下し、需要水量増大の側面もあり、頻繁に 3 台運転をしている。過負荷や故障による停止も少なくない。その他、様々な故障が次々と起こるが、スペアパーツが無く、修理に苦慮している状況にある。

配水管路は 500~40mm まで 83km が敷設されている。現地調査によれば腐食等も見られず管路の状態は良いと思われる。ただし、給水区域の境界近くでは管路容量不足のための水圧低下が見られることや、配水幹線がメコン川沿いの 1 条(500~400mm)のみであり、将来の給水安定や非常時対策のため内陸部の区域東側にもう 1 条の幹線がほしいところである。

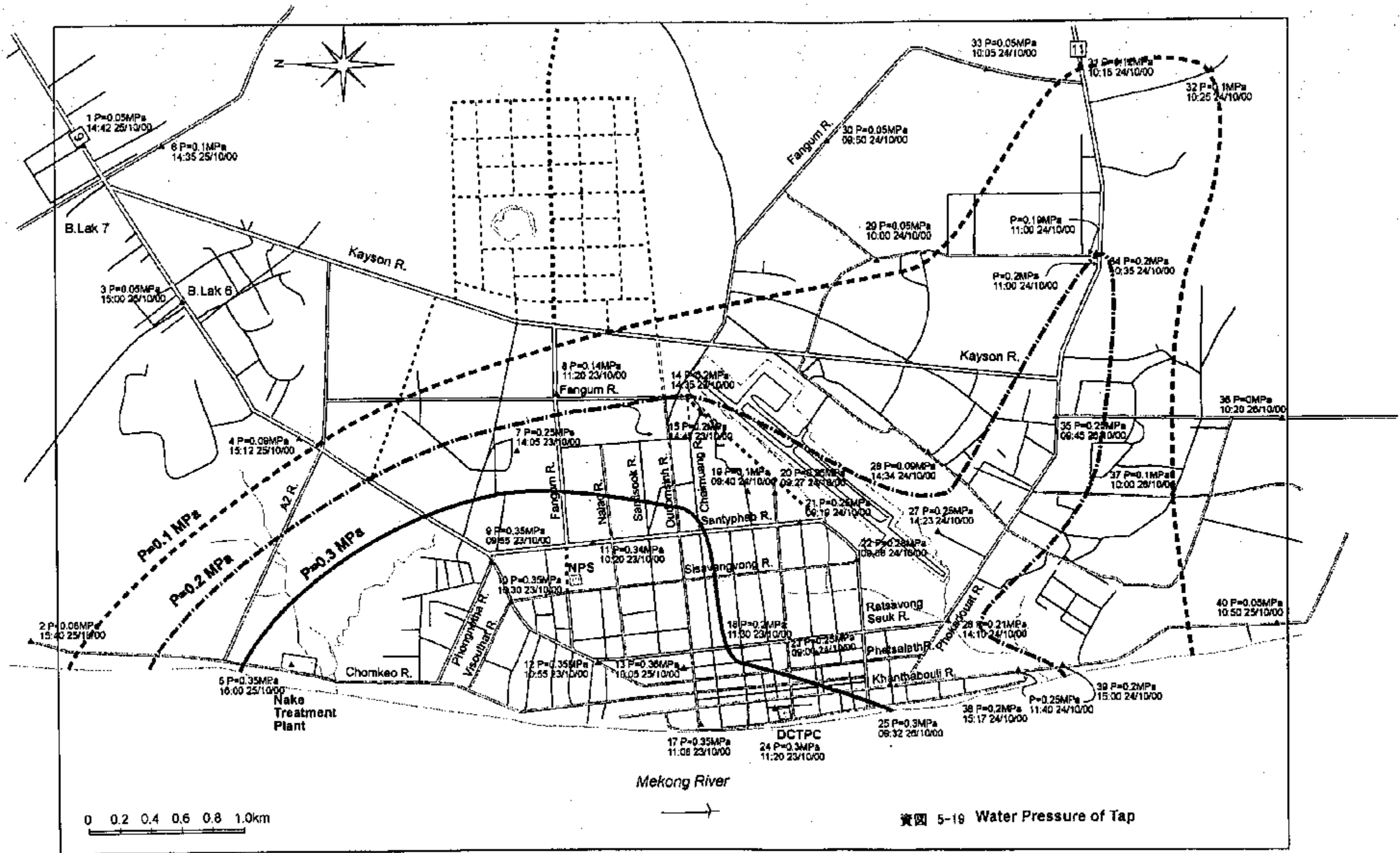


圖 5-19 Water Pressure of Tap

資料 5.6 新設配水池容量の決定

1. 配水池兼浄水池の現況

既設配水池はナケ浄水場内にあり、その諸元は以下のとおりである。

- ・半地上式円形水槽
- ・径 16.8m、水深 4.5m、容量 1000m³、1 池
- ・HWL:+144.50 , LWL:+140.00

配水池の容量は 1,000m³ であるが、浄水池を兼用し急速ろ過池の洗浄水量等を含むから、配水池としての有効容量は小さく、洗浄水量だけを除いても $1000 - 400 = 600\text{m}^3$ となる。すると、配水池としての貯留時間は日最大浄水量 15,000m³ に対し、約 1 時間分 $\{ =600\text{m}^3 / (15,000\text{m}^3 / 24\text{hr}) = 0.96\text{hr} \}$ しかないことになり、配水量の時間変動に対応できなくなっている。

即ち、浄水池が配水池と兼用になっているため、洗浄開始と同時に配水池内水位（ポンプ井水位も同様）が一気に低下し、送・配水ポンプや洗浄ポンプの揚程や吐出量を変動させるという悪影響を与え、運転管理上好ましくない状況になっている。このため、本来ろ過池の洗浄は、最大間隔 48 時間以内に行う（2 池 / 日洗浄）ことが必要なのに、現状では 1 日 1 池しか洗浄できない結果になっている。

2. 増強計画

配水池(浄水池兼用)の増強計画として必要容量の算定を行う。まず、役割としては、浄水池としては、ろ過池洗浄、薬注希釈水、場内給水等による浄水場内での不均一な水(作業用水)使用の吸収を行い、配水池としては、時間的に変動する配水量の吸収 + 非常時対応を行うことにある。これらの役割を考えて浄水池分と配水池分の容量を求める。

浄水池容量としては、日本の指針では 1 時間分以上とされている。ナケ浄水場はろ過池等の施設数が少ないため変動が大きいので、容量としては少なくとも 1 時間は見込むべきと考える。一方、配水池については、調査団の 2 回にわたる流量測定結果によるマスカーブの利用より求める。算定カーブは資図 5-20 及び資図 5-21 を参照のこと。

2000 年 10 月 10/11 日計測 $(1,090 / 14,225) \times 24 = 1.84\text{hr}$

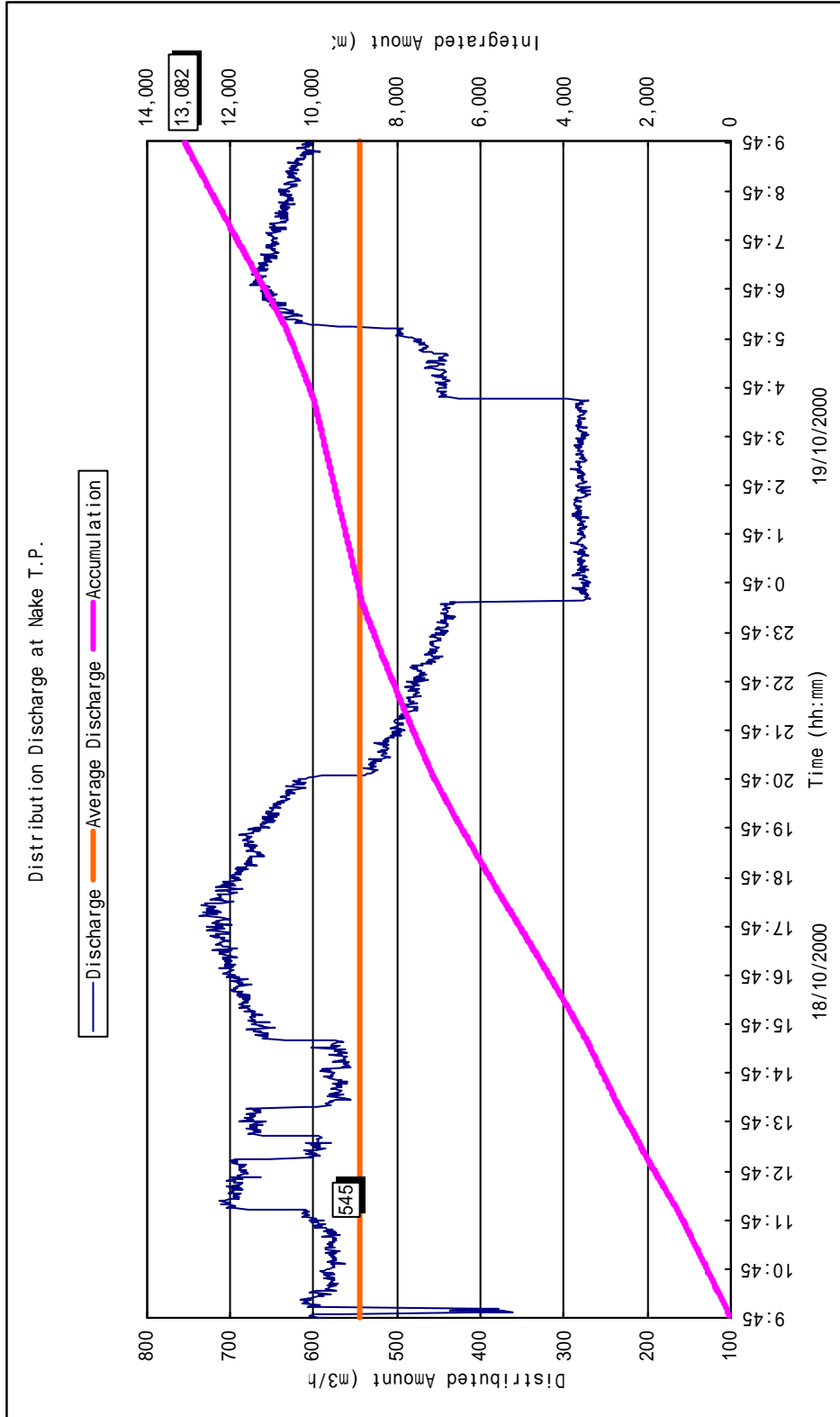
2000 年 10 月 18/19 日計測 $(1,470 / 13,082) \times 24 = 2.70\text{hr}$

このうち、の計測には 1 時間の断水が含まれ、は 24 時間連続計測の値である。乾季を外れた 10 月の測定なので、この値は 1 日最大配水量より小さいと思われる。そこで最大値は 10% 増程度と想定し、配水池の必要容量として $2.70 \times 1.10 = 3.0\text{hr}$ 分と設定する。

これらより、浄水池兼配水池の容量を、 $1.0 + 3.0 = 4.0$ hr 分と設定する。従って、増設浄水池兼配水池容量は、 $15,000 \times 4.0 / 24 - \text{既設 } 1,000 = 2,500\text{m}^3 - 1,000 \text{ m}^3 = 1,500 \text{ m}^3$ となる。この容量でも我が国の基準である 12 時間より大幅に少ないため、新旧 2 つの配水池が、あたかも 1 つのように、共通して平行して利用できなければならない。このため両者の連絡管路については管径を大きく損失水頭を極力低くする配慮が必要である。

この浄水池兼配水池増設による利点としては、

- ・池容量が不足のため過池洗浄のたびに洗浄水量や配水量が変動していたのが緩和される、
 - ・時間最大で配水しても配水池でカバーできるため、取水ポンプ 3 台運転は不用になる、
 - ・リハビリに先立って建設すれば、工事中の断水が軽減される(満杯にしておけば配水ポンプ 1 台運転で 8 時間の運転が可能である)、
- 等が実現できる。



資圖 5-20 Distribution Discharge at Nake Treatment Plant on 18 - 19/10/2000

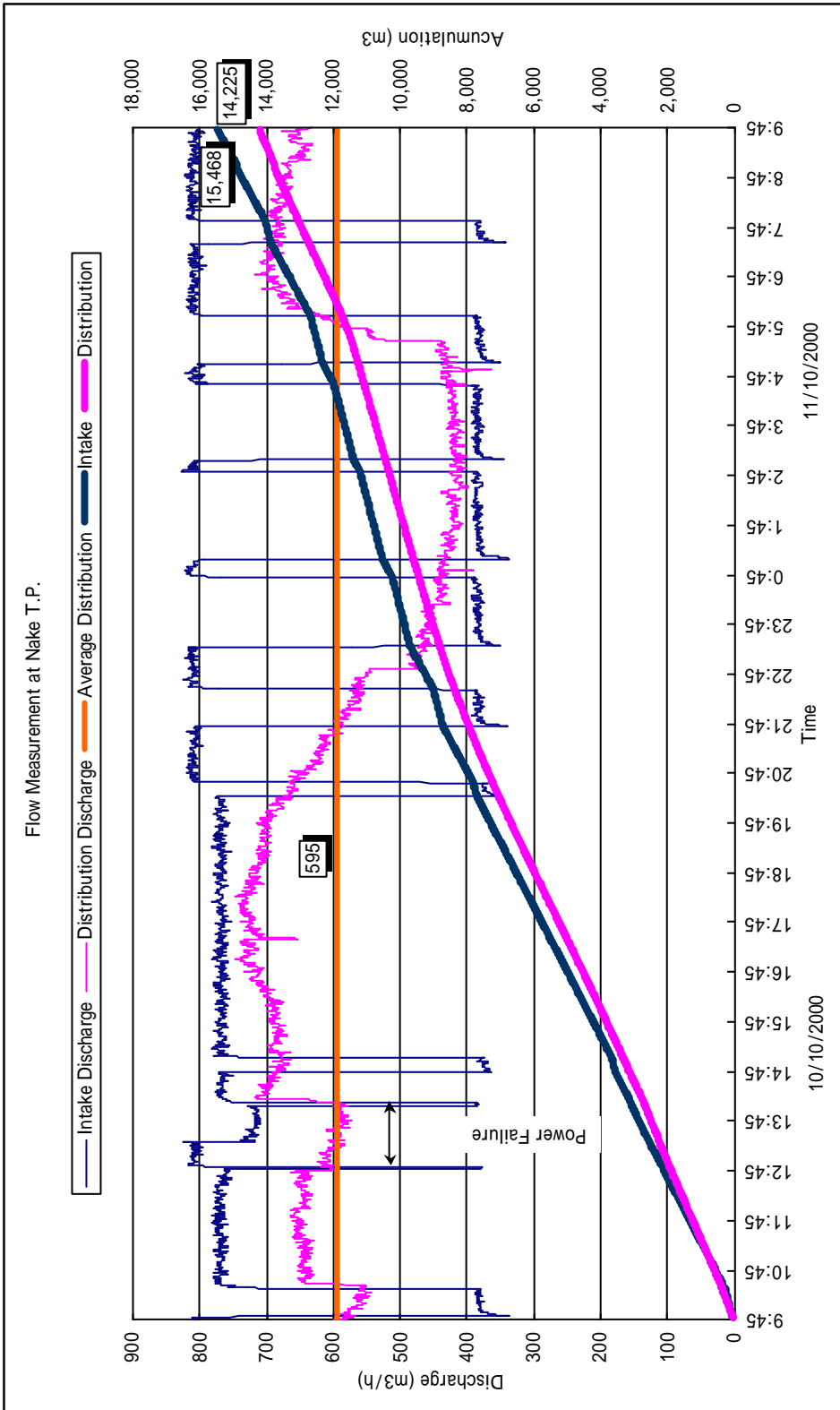


圖 5-21 Intake and Distribution Discharge at Nake Treatment Plant

資料 5.7 サージプロテクション

1. 現況

ポンプが停電等により緊急停止した場合に管路に発生する圧力サージを緩和する目的でエア－チャンバー（容量約7m³）が設置されている。エア－チャンバーの付属設備としてエア－チャンバー内の水に空気圧力を掛け、また空気圧力によりチャンバー内の水位を一定に保つための空気圧縮機が設備されていたがこの空気圧縮機が故障しているためエア－チャンバーは機能停止している。

エア－チャンバーは外見上より判断するかぎりには問題がなさそうだが、このチャンバーは圧力容器であり20年以上前に製作されたもので、腐食も進み胴部の強度及び鏡板溶接部の強度が今後の使用に耐えられるか問題である。

2) サージ対策の必要性

停電時等による配水ポンプ緊急停止により配水管路に発生する圧力サージの解析を以下に行い対策の必要性を検討する。

a. 圧力サージとウォーターハンマの発生

管路中を流れている水の速度がポンプ緊急停止、弁急閉等により急激に変化すると管内の圧力が変化する。この変動を圧力サージと呼び、激しい圧力サージが起こり管内の圧力が約マイナス10mまで下がると管内の水に空洞部が発生し水柱分離が起こる。この水柱分離発生後、ある時間が経過すると水柱分離部の上流側と下流側の水がぶつかり水柱が再結合する時異常に高い衝撃圧を生じる。この高い衝撃圧をウォーターハンマと呼ぶ。この高い衝撃圧を発生させないためには激しい圧力サージの発生が起こらない様にする必要があり、この激しい圧力サージ発生は管内の流速の急激な変化によるものでありこの急激な流速変化を起こさないようにすることができればウォーターハンマの発生を防止できる。

b. 解析条件

浄水場よりの配水管は南側と北側給水地域に大きく二つに分かれ、配水管のため管網途中より水が引き抜かれ直接配水している。そこで解析を簡易に行うために配水量の97%を占める南側の配水区域に給水するケースを解析することとし給水地域の中心に高架水槽があるものと仮定しその高架水槽にポンプで送水する条件で解析を行う。

計画最大配水量 : 16,214 m³ / 日 = 11.26 m³ / 分
ポンプ井水位 : +136

高架水槽水位 : + 172
管路条件 : 500 mm × 955m、450 mm × 1,478 mm

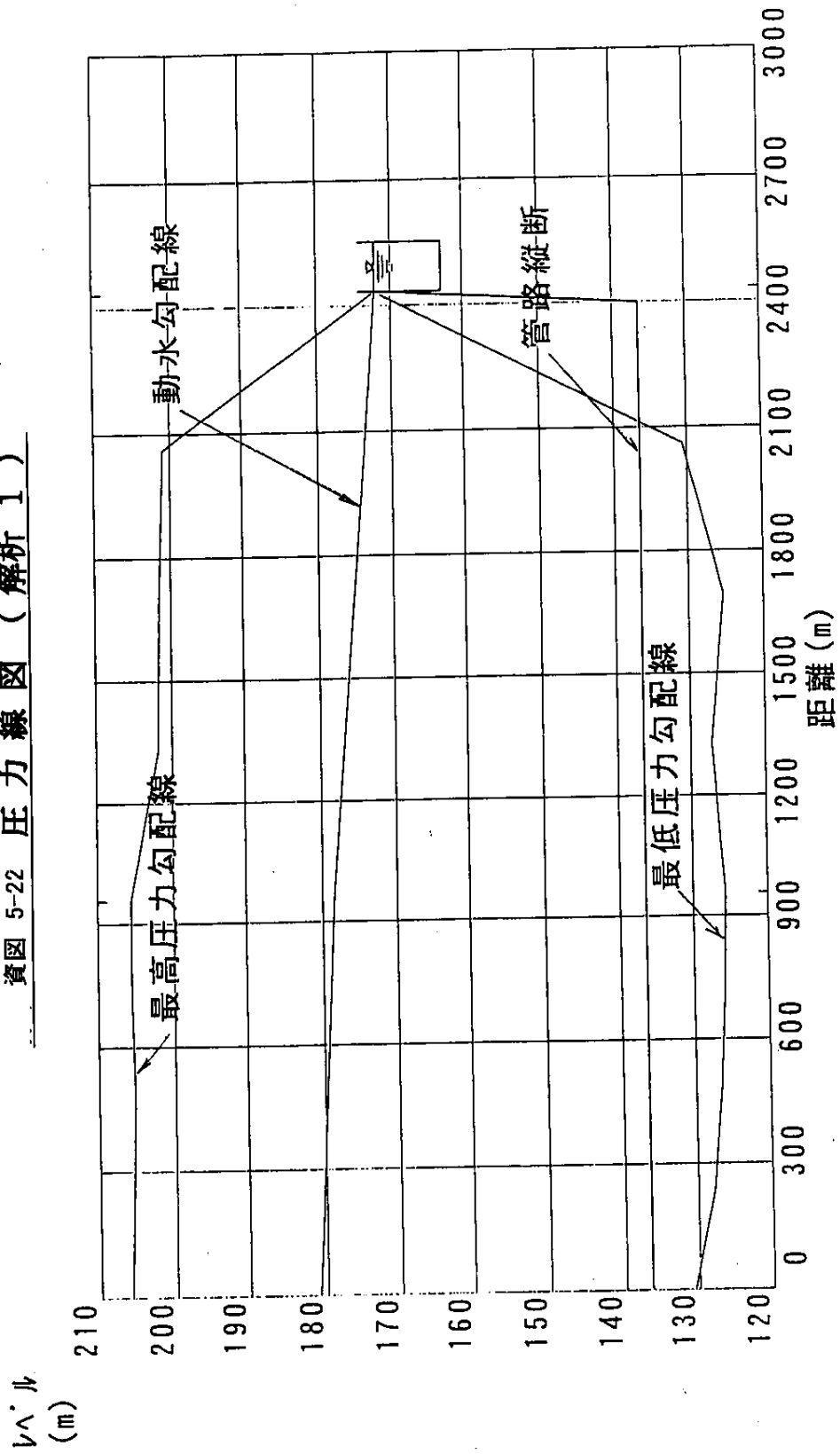
c . 解析 1

圧力サージの対策を何も行わない条件でポンプが停電等で緊急停止した場合の解析を解析 1 とし解析結果を図 5-22 に示す。この図に示す最低圧力勾配線を見るとポンプ場より 100m 付近の地点より 1,200m 地点までの管路で負圧が発生し、特にポンプ場より約 900m 付近の地点と 1,700m 付近では負圧はマイナス 10m 以上に達する。従って、水柱分離発生の可能性が高くウォーターハンマの発生が考えられる。何らかの対策が必要であることが把握された。

d . 解析 2

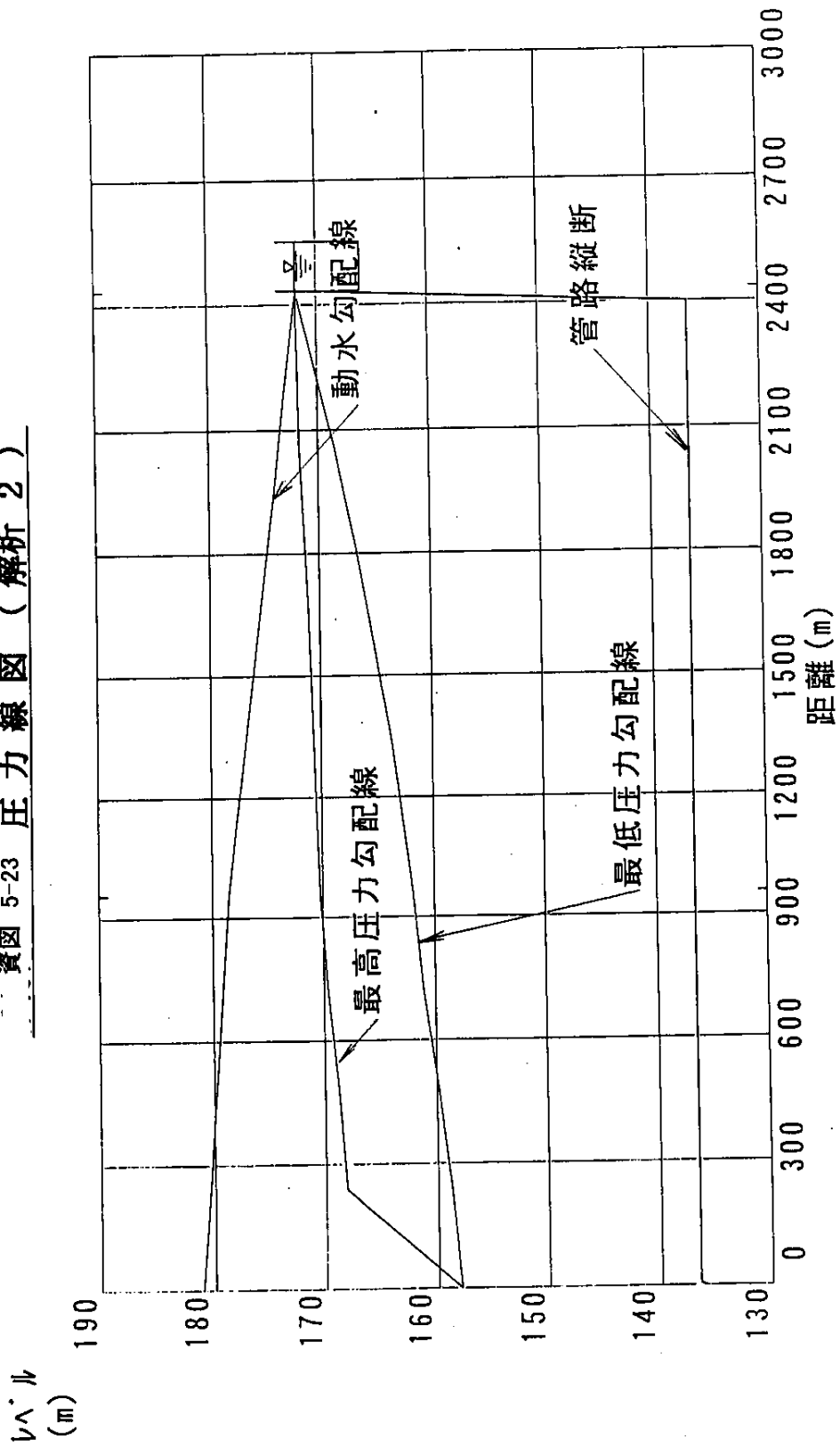
圧力サージ対策として、既存の施設で採用され、使用されていたエアチャンバー方式（チャンバーの容積を今 6.0m^3 と仮定）を採用し、ポンプ緊急停止時管内流速が短い時間にゼロにならない様にチャンバー内に貯留された水を圧縮空気により管内に注入する対策を講じる。この解析を解析 2 とし解析結果を図 5-23 に示す。この図より管路のすべての地点で負圧の発生はなくエアチャンバーは有効に機能することが分かる。

資圖 5-22 压力線図 (解析 1)



基準レベル 136

資圖 5-23 压力線図 (解析 2)



基準レベル 136

資料 5.8 漏水調査

1. 有収水量と漏水について

漏水を含む有収率を減少させることは、水道事業にとって施設の拡張と同様に重要な事業項目の一つである。なぜなら、貴重な水資源の無駄使いを軽減できるし、電力費や薬品費の無駄使いを軽減できるからである。しかしながら、我国でさえ有収率を 84.8%(1988年)～88.1%(1998年)と 3.3%向上させるのに 10 年も要している(H10 水道統計 日本水道協会)ことや、いくつもの開発途上国大都市の有収率がいつまでたっても 50%を下回らないという現実が、有収率向上の難しさを物語っている。

サバナケット地区上水道では、有収率の実績値の信頼性やその内の漏水量の特定に問題があるため、本調査において現地調査を実施した。

(1) 有収率

1) 公社の統計値

「サ」市水道の有収率は、資表 5-28 の給水実績表に示されるが、そのまま受け入れるわけにはいかない。11.7～22.6%という表中の無収水率は実際よりも小さすぎると思われる。

資表 5-28 「サ」市水道事業の給水実績(サバナケット水道公社資料)

Year	Production	Water Sale	Water Loss		Connec-tion	Population Served	Person/Connection	lcd	Remarks
	(m ³)		(m ³)	(m ³)					
1985	1,981,705	1,749,991	231,714	11.7	2,807	31,963	11.4	150.0	
1986	2,134,169	1,712,698	421,471	19.7	3,064	32,280	10.5	145.4	
1987	2,363,336	2,086,375	276,961	11.7	3,362	38,107	11.3	150.0	
1988	2,720,257	2,401,118	319,139	11.7	3,859	43,856	11.4	150.0	
1989	2,756,160	2,434,539	321,621	11.7	4,274	44,466	10.4	150.0	
1990	2,972,232	2,571,473	400,759	13.5	4,654	46,968	10.1	150.0	
1991	3,420,359	2,858,442	561,917	16.4	5,149	47,507	9.2	164.8	
1992	3,461,125	2,807,048	654,077	18.9	5,668	48,065	8.5	160.0	
1993	3,455,061	2,780,977	674,084	19.5	6,158	48,794	7.9	156.1	
1994	3,502,379	2,711,491	790,888	22.6	6,692	49,525	7.4	150.0	
1995	3,586,340	2,905,411	680,929	19.0	7,158	53,067	7.4	150.0	
1996	3,559,643	2,996,458	563,185	15.8	7,570	53,730	7.1	152.8	
1997	3,593,534	2,974,986	618,548	17.2	7,946	54,338	6.8	150.0	
1998	4,136,274	3,386,456	749,818	18.1	8,257	59,858	7.2	155.0	
1999	4,377,880	3,404,638	973,242	22.2	8,776	60,179	6.9	155.0	

注：1982 以後は流量計が故障しており Production(年間給水量)は推定値とのことである。

資表 5-29 に示す他都市の実績を見ても香港やバンコックという中心都市といえる地域

でさえ 30～40%、いわゆる開発途上国の大都市であるジャカルタやハノイでは 50%を超える無収水量となっており、これらから見ても「サ」市の有収率の値は過小と思われる。

資表 5-29 無収水量、施設規模と給水人口

	Unaccounted for Water	Daily Production	Population Served	lcd
	(%)	(m ³ /day)	(Capita)	(liter/capita/day)
Singapore	6	1,375,156	3,000,000	458
Shanghai	14	4,728,000	8,197,000	577
Hong Kong	36	2,518,000	6,270,000	402
Bangkok	38	3,849,863	5,986,000	643
Dhaka	51	781,540	3,780,000	207
Jakarta	53	972,086	2,461,320	395
Phnom Penh	61	103,096	684,171	151
Hanoi	63	360,000	1,257,105	286

(出典) Second Water Utilities Data Book; Oct 1997, ADB

サバナケット水道公社職員の情報では、「有収率 = 有収水量 / 年間給水量」の分母にも分子にも問題がありそうである。分母の年間給水量あるいは 1 日平均給水量は、流量計が故障しているためにポンプ定格容量 × 運転時間で算出しているが、要求される揚程やポンプ老朽度により吐出量の変動するため誤差が大きい。一方、分子の有収水量あるいは使用水量自体も各戸メータの故障しているものが少なくなく一定量の徴収をしているとの情報であり、やはり、誤差が少なくない。

2) 現地調査結果

上記 1) において有収水量は各個メータの積上げであるため、平均給水量よりも精度が高いと思われる。最近 2 年間の有収水量は資表 5-28 より 9,278 ~ 9,328m³ / 日とほぼ同一の値であり、2000 年の有収水量もこれらと大差ないと想定される。そこで 2000 年の有収水量を 9,328m³ / 日と設定する。

一方、配水量については、年間気温の平均に近く、従って、平均的な水使用 (= 1 日平均給水量) と考えられる 10 月に 2 度にわたり配水量を実測した。測定結果は次に示すように 1,000 m³ / 日程度の差で求められた。中でも、10 月 10 日の配水量は最大値に近いと見られるので、有収率としては 70% 程度であると考えられる。

資表 5-30 有収率の概算

測定日	配水量実測値	有収水量	有収率
10 月 10 ~ 11 日	14,200 m ³ / 日	9,328m ³ / 日	65.7%
10 月 18 ~ 19 日	13,100 m ³ / 日	9,328m ³ / 日	71.2%

(2) 漏水量(率)

ここでは、上記(1)で調査した無収水の大半を占めるであろう漏水の調査結果について検討する。

1) 給水状況からの推定

「サ」市水道の漏水は、他の途上国大都市と比べ多くはないと想定される。現地踏査を含む調査より次の4点が把握され、これらより漏水については、それ程大規模でなく、深刻な状況となっていないと推察された。

上記(1)の調査で「サ」市水道の有収率は70%程度とすると、当然ではあるが漏水率は30%未満となる。

有効水頭で20mを越える大きな水圧のかかる配水管が多い割に、現地調査中に小規模な地上漏水が2~3度観察された程度なので、漏水量は大きくない。

地上露出管路や流量/漏水調査地点での埋設管路の状態を観察したが、いずれも良好で漏水はなく、老朽化がほとんど認められなかった。

ただし、給水管(20mm中心)については月間約40件という修理記録があり、漏水ヶ所の多いことが見られるが、個々の漏水量の小さいこと及び早めの修理により漏水量の増加を食止めている。

資表 5-31 配水管漏水修理記録

年月	個所数	管径 (mm)	年月	個所数	管径 (mm)
1999/1-6	278	15-20	1999/9-10	35	20-50
1999/7	35	15-20	1999/11	42	20-50
1999/8	66	15-20-50			
			計	456	

2) 漏水調査結果

本調査における現地調査(2000/9/11~2000/10/11の40日間)の実質半分程の10日間を費やして漏水調査を実施した。実施に当っては、次のような困難な事項と対面しながら進めることとなった。

管路は道路下等に埋設されており管体の状況・管路接続状況・弁類の存在/開閉状況等が見えないための確な区画割が困難である、

「サ」市水道では管路台帳が整備されておらずを図書で確認することができない、
「サ」市の配水管路における仕切り弁の多くは近年の舗装工事により埋没し、開閉作業が困難になっている、

「サ」市の配水管路には空気弁が少ないため管路内に空気溜りが多く計測が困難になる、

配水管路の末端ではピーク時に水の届かない区間があり計測不能となる。

以上の前提で、現地において漏水調査を行った。実施ヶ所やその他詳細については、第 8 章に示してある。調査は 5ヶ所で実施したが、やはり困難さは予想した以上であり、完全に計測値の得られたのは 1ヶ所のみ、他の 1ヶ所では数値は得られたものの説明できない結果になり、他の 3ヶ所は夜間流量しか計測できなかった。

しかし、その夜間流量や給水栓数から漏水のレベルは想定することができ、これらを検討することにより、漏水調査の結果をまとめた。その結果を資表 5-32 に示す。

資表 5-32 漏水調査の結果

実施時期	計測地区	栓数	漏水(率)	夜間流量	備 考
10月20 ～21日	Lak 6	-	と同 レベル	5 m ³ /時	配水管路内に気泡が残留し連続測定できず。栓数と夜間流量より、と同レベルと考える
10月23 ～24日	Nonsa- Bath1・2	75	漏水小 と評価	0.6m ³ /時	ピーク時に管路内が空で連続測定できず。栓数と夜間流量より漏水小と考える
10月25 ～26日	Nonsa- Bath 1	40	漏水小 と評価	0.6m ³ /時	配水管路内に気泡が残留し連続測定できず。栓数と夜間流量より漏水小と考える
10月26 ～27日	Ratsavong Seuk Road	115	65%	8 m ³ /時	
10月27 ～28日	Nonsa- Bath 2	45	ゼロと 評価	夜間水量 はゼロ	測定配水量より設定使用量のが大きく、となったため漏水は発生していないと評価

(3) 有収率と漏水の評価

1) 評価

まず、有収率の検討より他の途上国大都市より有収率が高く、漏水を含む無収水(率)の低減を推進することが第 1 の優先順位とは考えにくいことが把握された。

次に、漏水量についても有収率の値からはそれ程多くないと把握された。漏水調査結果からも評価を行うが、漏水調査には次の側面があり、結果の評価が非常に難しいことを予め理解しておく必要があると考える。

漏水は面的に決して一様でなく区画によっては、全く漏水がなかったり、非常に多かったりする、

区画により漏水率が異なるので、「サ」市水道全体としての漏水量(率)は、測定結果の平均値とは必ずしもならない。

本漏水調査の結果からも、最大の確認事項は漏水調査はやはり容易でないことであるが、最大の漏水率が65%でそれに匹敵するヶ所が1ヶ所、そして、漏水ゼロが1ヶ所でそれに匹敵する漏水の少ないヶ所が2ヶ所ということから見て、やはり「サ」市水道の漏水はそれ程多くないものとする。大胆ではあるが、 $65\% \times 1 \text{ヶ所} + 50\%(\text{とする}) \times 1 \text{ヶ所} + 10\%(\text{とする}) \times 2 \text{ヶ所} + 0\% \times 1 \text{ヶ所}$ とすると、平均値は27%ということになる。

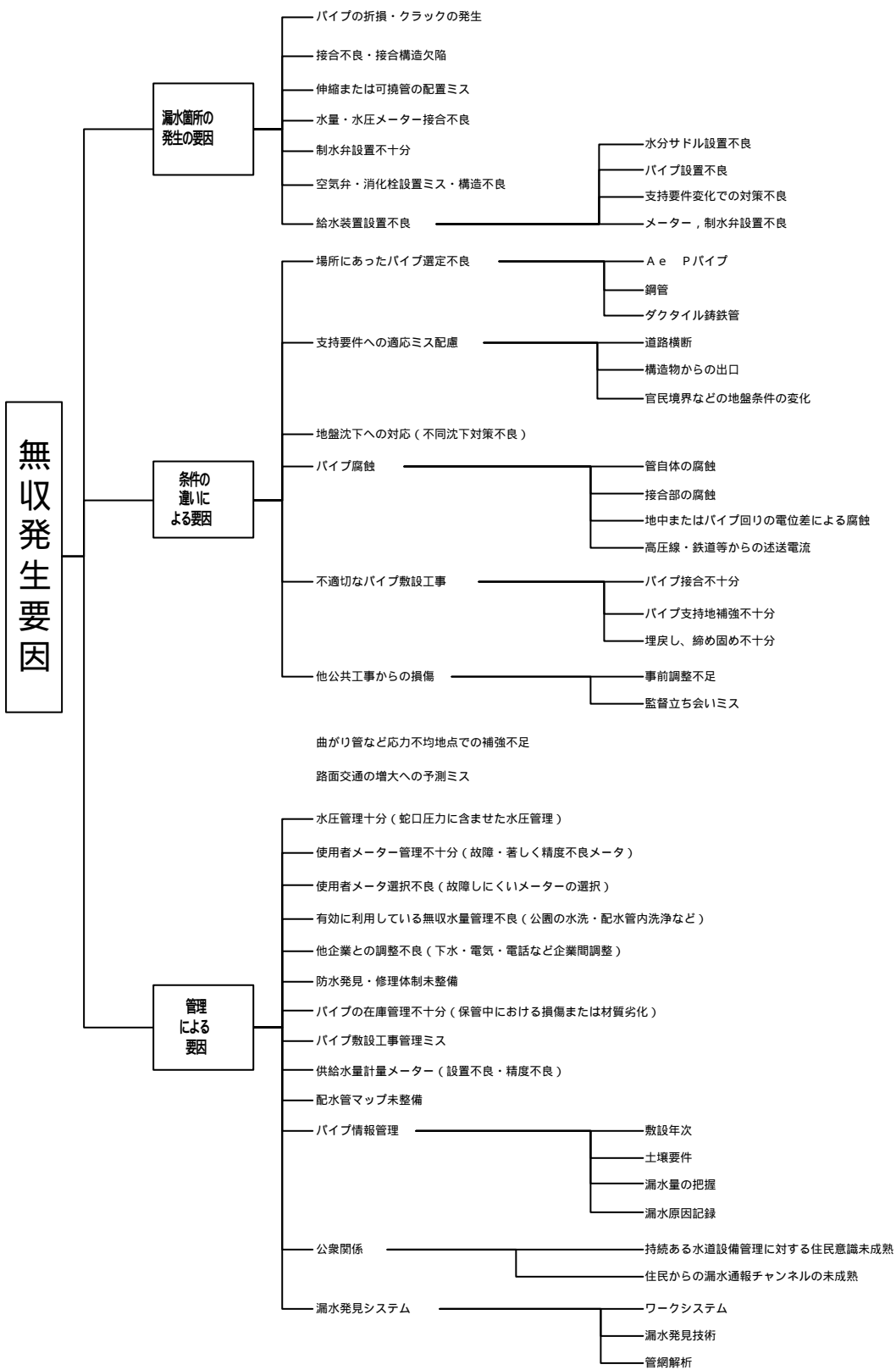
2) 今後の対策

水道事業の効率化のため漏水を含む有収率の向上は重要である。しかし、「サ」市水道における有収率は比較的高い水準にあること、及び、漏水対策や有収率向上策実施には準備不足であることより、「サ」市水道の配水施設については、管路を中心とした施設の増強をまず優先し、その後に効率化を実現すべきと考える。

長期間を要するため、上記と同時に、効率化のための準備を開始する必要がある。弁類操作の適正化、管路台帳の作成、管路上の空気弁の設置、流量計の設置、給水メータの更新等である。

(4) 無収水原因のまとめ

無収水の原因を体系化して資図 5-24 にしめす。図に示す項目を参考に1つ1つ地道に無収水の原因を特定しその低減を図ることが重要である。



資図 5-24 無収水発生要因体系図

2. 漏水調査

(1) 調査の概要

無収水量は、漏水や公共施設による利用等で料金の徴収が免除されている、あるいは、料金化されない給水量の合計である。従って、無収水量は全給水量から生活・商業・工場・官公庁用水量等の量水器を通過した水量を差し引いた水量とすることができる。現地における調査に際して、無収水量や漏水の現状を確認するために、次の計測機器を搬入して実測を行った。

超音波流量計（株式会社トキメック製 UFP-10 型）	2 台
可搬式水圧計（ASK 株式会社製 WPN 型）	5 台

また、無収水量、漏水量を計算するため以下の 2 種類の方法を適用した。

方法 1：配水本管に流量計を設置し、総配水量を計測して水道局の集計している有収水量との差から無収水量を計算する。

方法 2：小管網ブロックを抽出し、流量計を管網の上流側と下流側に設置して双方の読みの差と、契約給水栓数から推定した給水人口と 1 人 1 日平均使用水量の積から漏水量を推定する。

漏水調査は既設の配管図から調査に適していると考えられる地区を選定し、資図 5-25 に示す小管網ブロックを水道公社側に提案した。しかし、バルブ類が 1997～98 年の道路建設によって舗装面に埋没していて弁類の操作が不可能になっていること、また、市街地内の主要道路の掘削が認められないことから資表 5-33 及び資図 5-26 に示すブロックで観測することになった。

資表 5-33 漏水 / 配水の観測日

漏水・配水を観測した期日と個所
10 月 20-21 日：Ban Lak 6（漏水量の観測、管内残留の気泡のため観測できず）
10 月 23-24 日：Ban Nonsavath 1&2（漏水量の観測）
10 月 25-26 日：Ban Nonsavath 1（漏水量の観測、管内の気泡のため観測できず）
10 月 26-27 日：Ratsavong Seuk Road（漏水量の観測）
10 月 27-28 日：Ban Nonsavath 2（漏水量の観測）

計測機器による観測は、観測地点の協議決定後、現地調査の終了時期まで実施し、より多くの実測資料収集に努めたが、空気弁が除去されていて管内の気泡による影響で流速が検知できない個所が数箇所あり、これらの個所では観測が不可能となった。

漏水調査のための流量観測は上、下流の2観測点で同時に実施した。1観測点につき現地観測員3名の補助により24時間観測した。調査団員は各補助員と協力して、2観測点を適宜、指導しデータの収集を監督した。

(2) 調査の実施

1) 現地漏水調査

市街地内の Ratsavong Seuk Road 及び給水区域末端の Ban Nonsavath 2 の小管網ブロックで24時間流量測定を実施した。漏水量は以下の式で推定した。

$$\text{漏水量} = \text{上流側観測流量} - \text{契約給水栓数} \times 6.9 \text{ 人} \times 1 \text{ 人} \text{ 1 日平均使用水量} \\ - \text{下流側観測流量}$$

水道公社には漏水調査の一環として下記の方策を実施するよう提案した。

- 1) 流量観測と同時に観測区域内の契約給水栓の量水器を定時記録して漏水量を算出する方法

$$\text{漏水量} = \text{上流側観測流量} - \text{使用水量 (量水器記録)} - \text{下流側観測流量}$$

- 2) 流量観測と同時に契約給水栓の量水器を閉じて(数時間断水を数日実施)漏水量を算出する方法

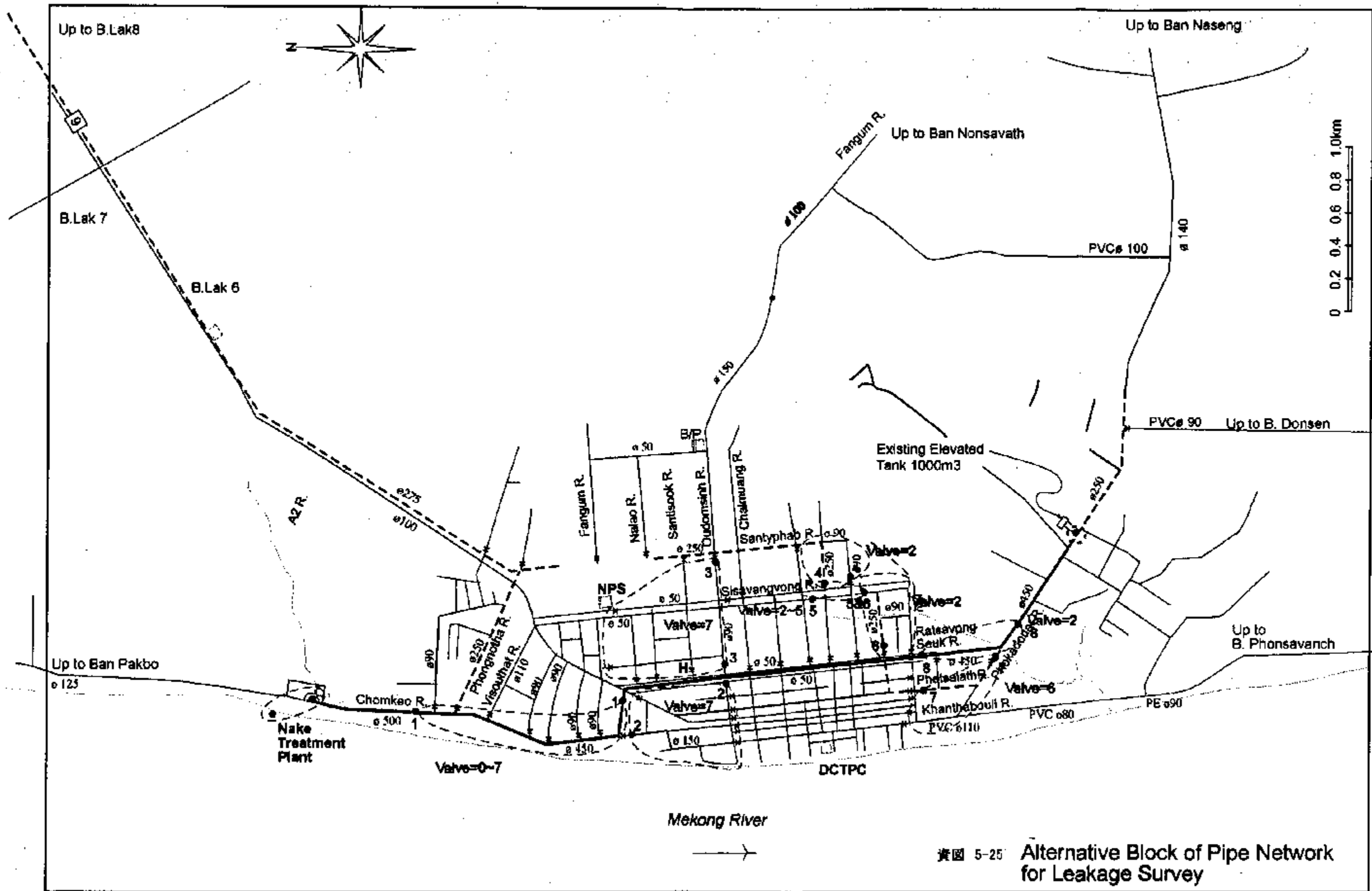
$$\text{漏水量} = \text{上流側観測流量} - \text{下流側観測流量}$$

水道公社と協議の結果、上記の方法1)は量水器の計測員を多数臨時雇用するのが困難であること、また、方法2)は住民の同意を得るのが困難であることから、次善の策として、1人1日平均使用水量と平均世帯人口から漏水量を計算する方法を採用した。

資表 5-34 漏水調査の結果

No	現地調査結果
1	10月20-21日に実施した Ban Lak 6 における調査 9号線沿いの Ban Lak 6 で観測を実施したが、上流側観測点に選定した水管橋(2箇所)の露出管の空気弁が除去されており、管内の気泡が影響して超音波流速計が流速を検知できず、漏水量調査は不可能となった。下流側観測点の観測結果を資図 5-27 に示す。夜間流量として約 5m ³ /時が観測された。
2	10月23-26日に実施した Ban Nonsavath 1 における調査 現況給水管網の東側末端に近い場所で観測を実施したが、下流側観測点で給水のピーク時に水圧不足のため管内の水が全く無くなり、空管になっていることが判明した。上流側の観測点の観測結果を資図 5-28 及び 5-29 に示す。10月24日及び25日の夜間流量として約 0.6m ³ /時が観測された。

3	<p>10月26-27日に実施した Ratsavong Seuk Road における調査 市街地に位置する Ratsavong Seuk Road 下の主配水管(450mmダクタイル管)から給水されている小管網ブロックで観測を実施した。観測結果は資図5-30に示すとおりで、1日当りの給水量348m³が観測された。当管網ブロックの契約給水栓数は水道公社によれば、115栓であるので漏水量は以下のように計算される。</p> <p style="text-align: center;">漏水量 = 348m³ - 115 × 6.9人 × 155lcd = 225 m³</p> <p>すなわち、漏水率は65%となり参考にできる計算結果は得られなかった。夜間流量として、約8m³/時観測された。</p>
4	<p>10月27-28日に実施した Ban Nonsavath 2 における調査 Kayson Road の東南部に位置する Ban Nonsavath 2 で観測を実施した。観測結果は添付資図5-31に示すとおりで、一日給水量30m³が観測された。Ban Nonsavath 2 の契約給水栓数は45であるので漏水量は以下のように計算される。</p> <p style="text-align: center;">漏水量 = 30m³ - 45 × 6.9人 × 155lcd = -18 m³</p> <p>漏水量は負となり、参考にできる計算結果は得られなかった。これらの原因は給水栓数が不確実な上に、実際の管網構成に信憑性が薄いためと思われる。当管網ブロックでは夜間流量が0であった。</p>



資圖 5-25 Alternative Block of Pipe Network for Leakage Survey

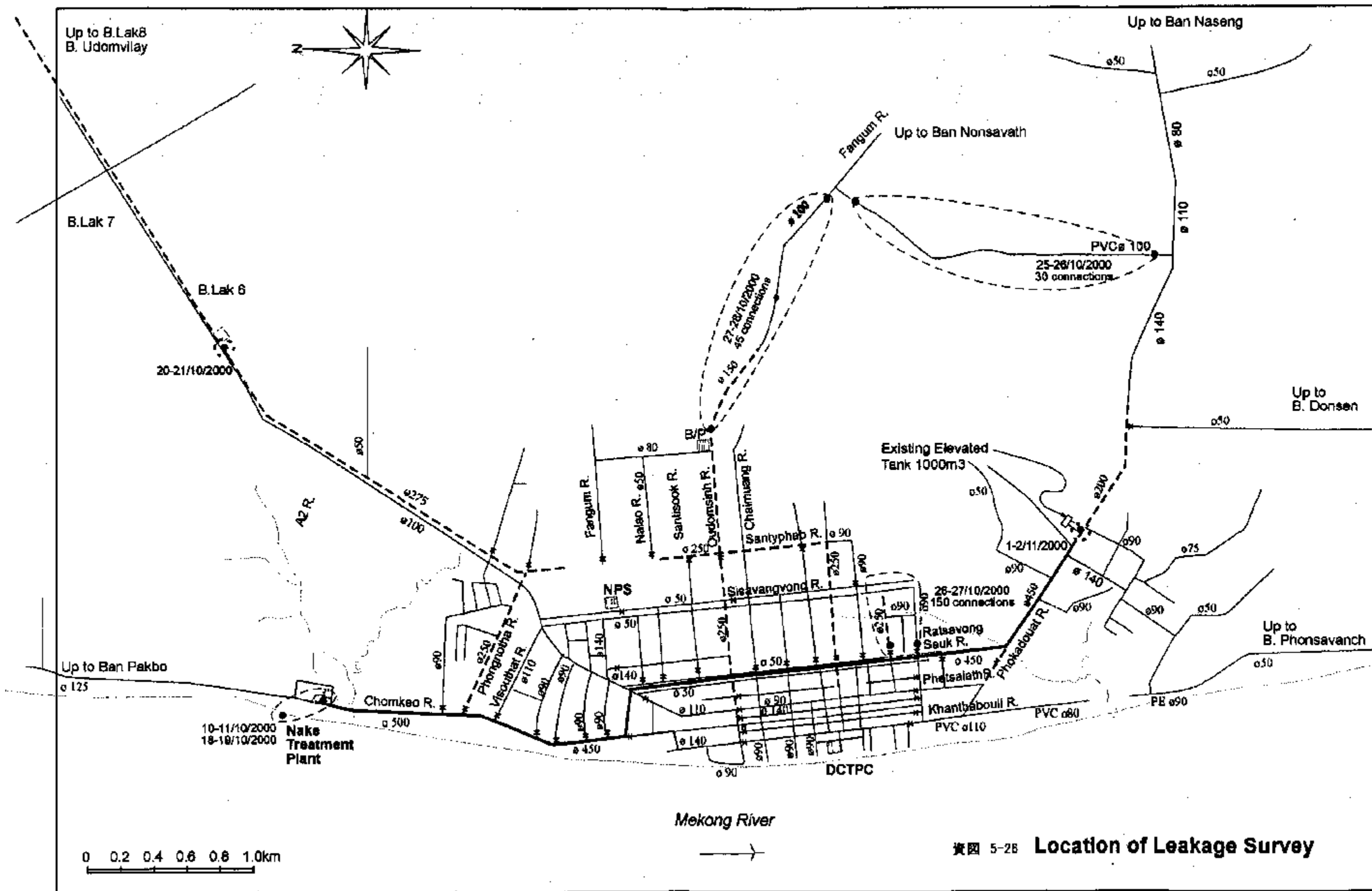
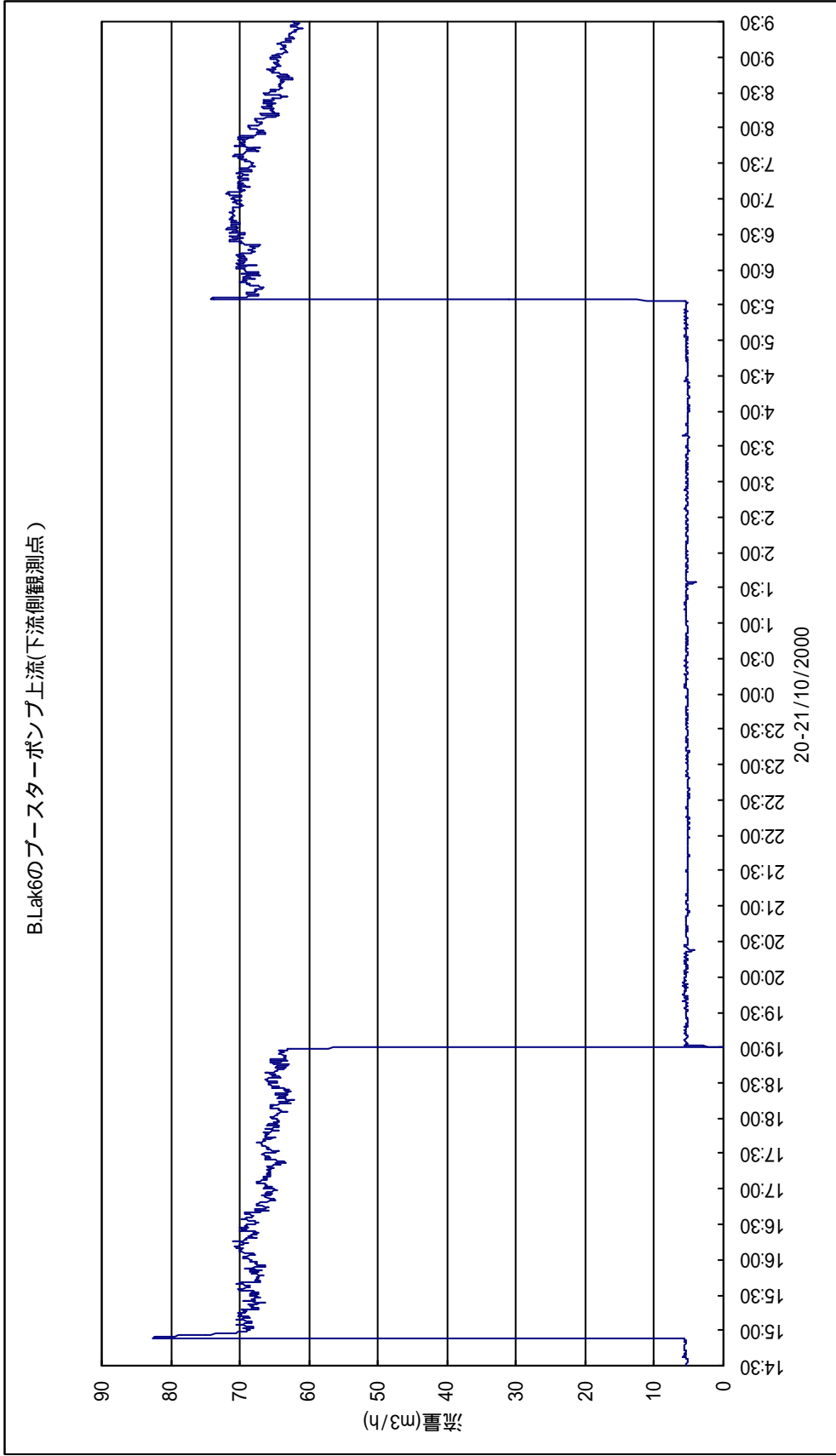
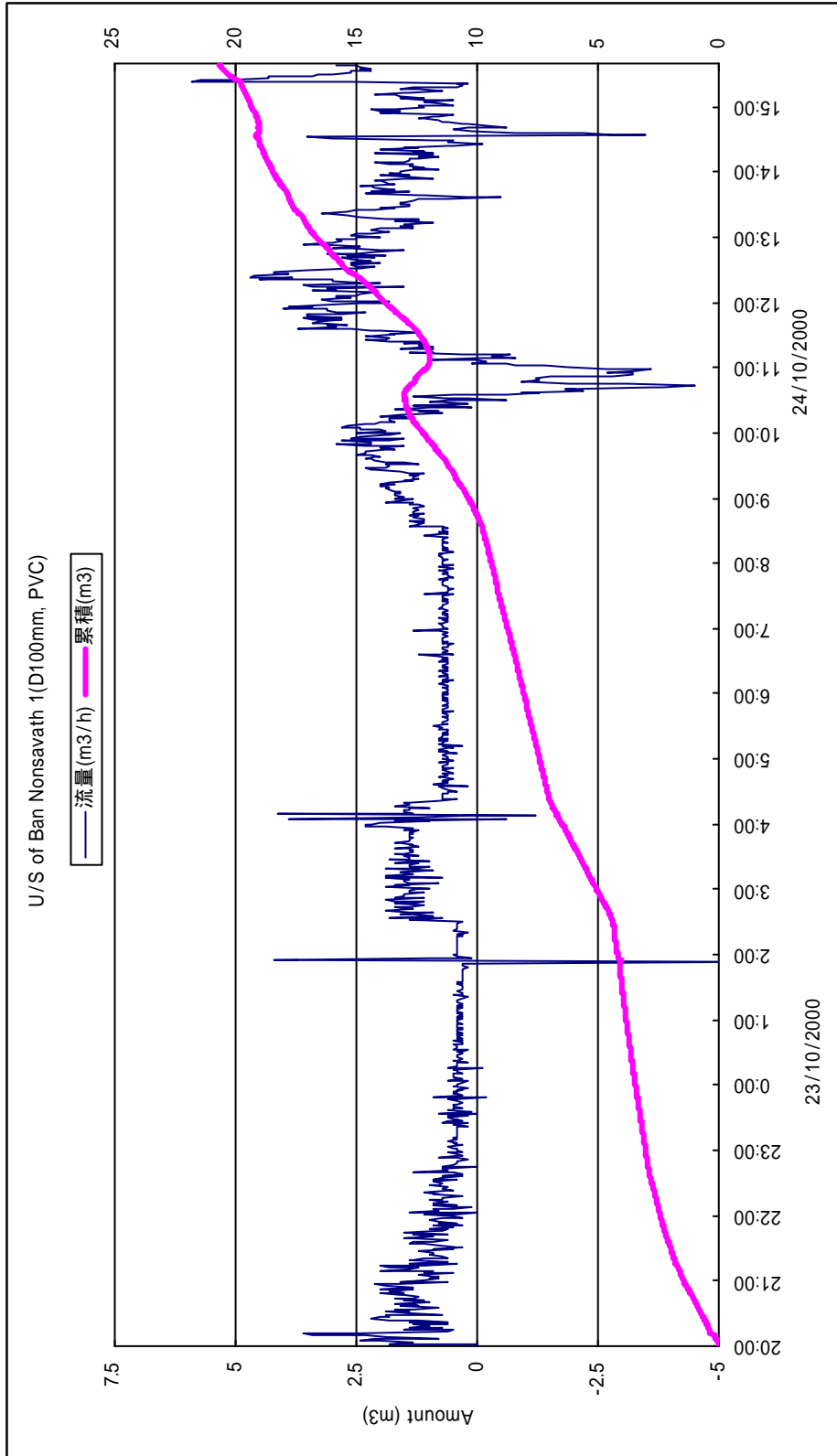


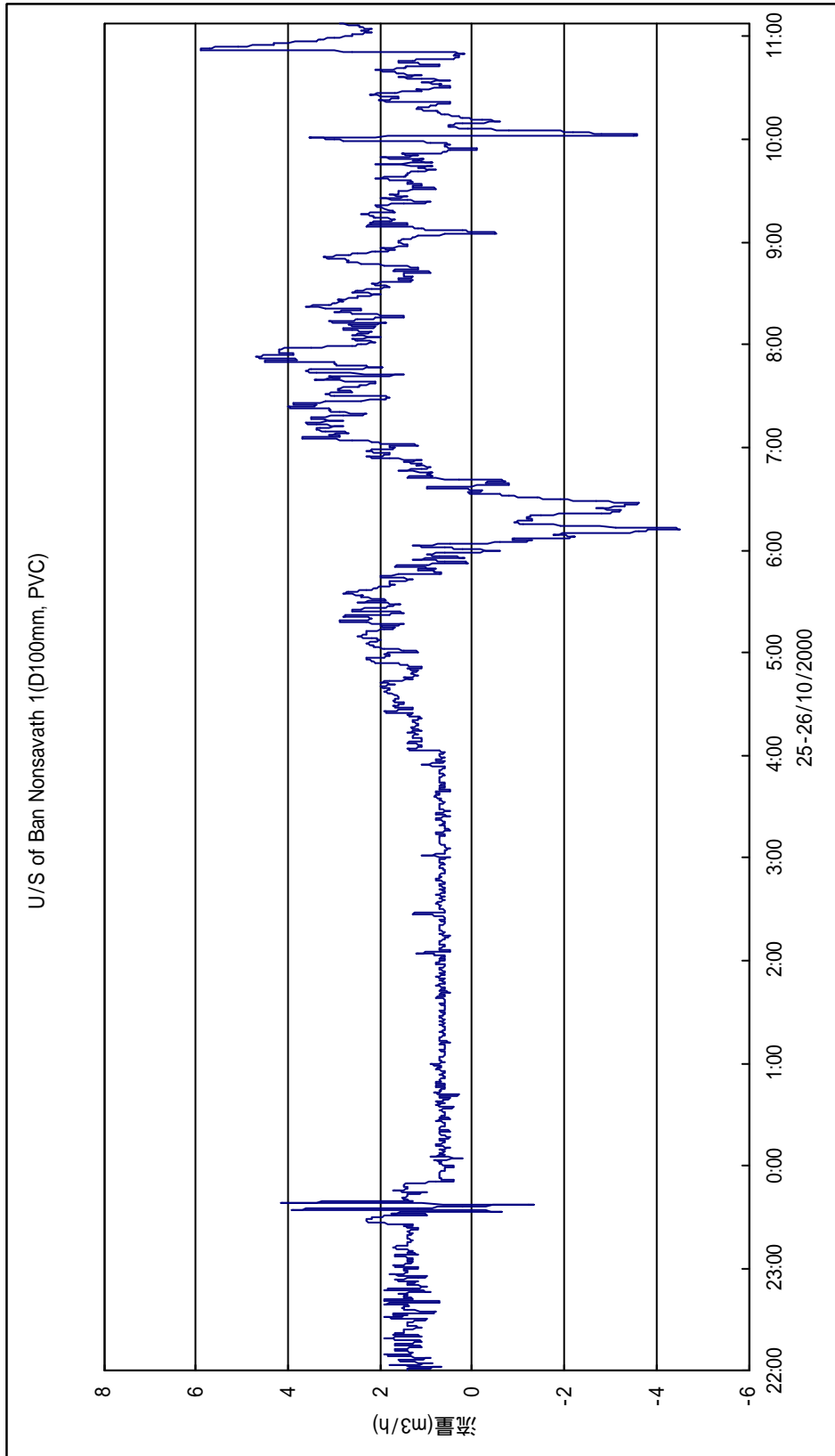
Figure 5-28 Location of Leakage Survey



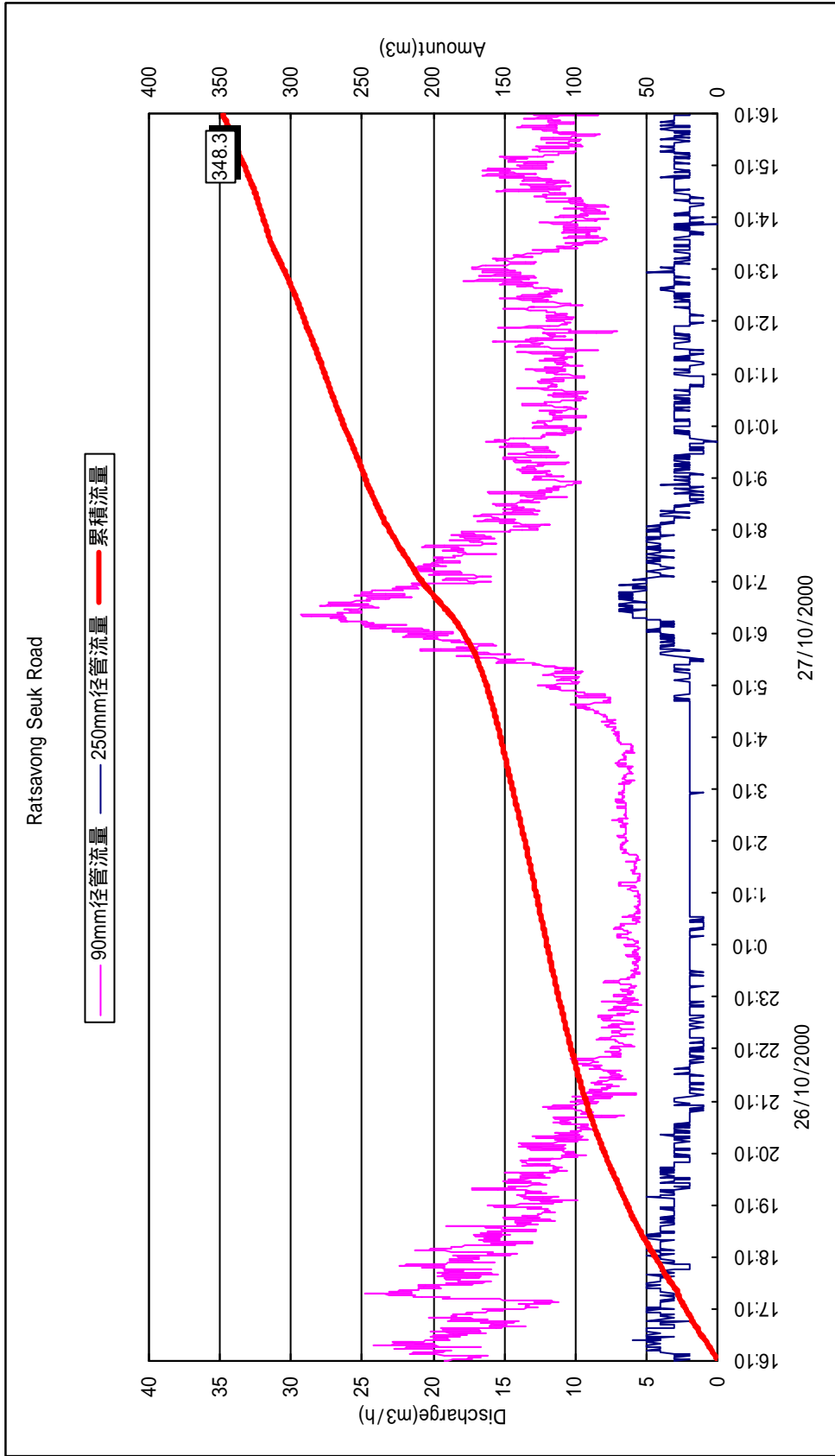
資圖 5-27 Distribution Discharge at Ban Lak 6 (下流側観測点) on 20 - 21/10/2000



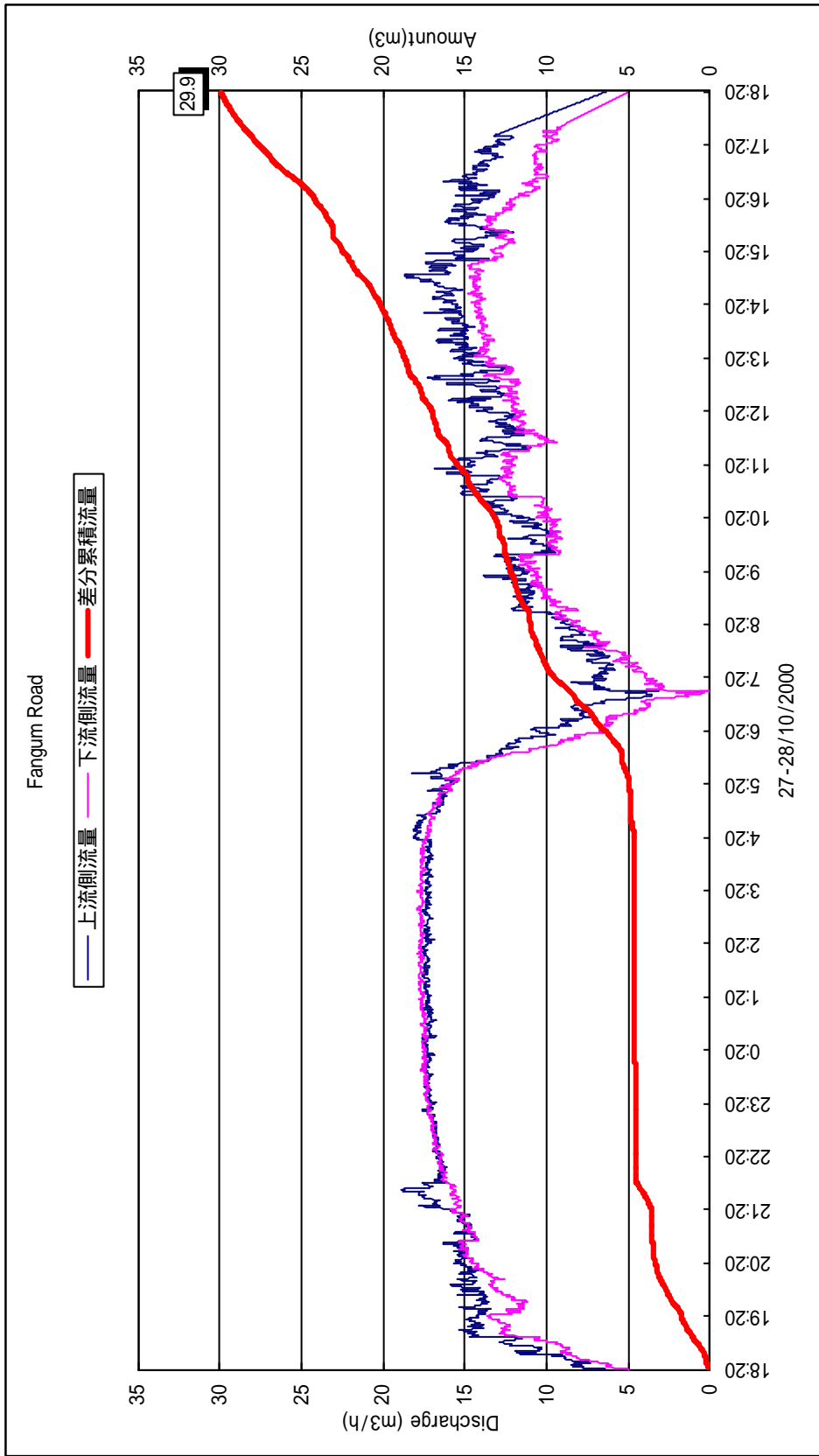
資圖 5-28 Distribution Discharge at Ban Nonsavath 1 (上流側觀測點) on 23 - 24/10/2000



資圖 5-29 Distribution Discharge at Ban Nonsavath 1 (上流側觀測點) on 25 - 26/10/2000



資圖 5-30 Distribution Discharge at Ratsavong Seuk Road on 26 - 27/10/2000



資圖 5-31 Distribution Discharge at Ban Nonsvath on 27 - 28/10/2000

資料 5.9 工事計画

本プロジェクトの主な工事内容は、機械・電気設備の改修と配水池(構造物)の増築である。これらの施工に当たっては既設のパイプの切断、既設構造物への開口や電源切替え等、浄水場の運転を中断して行う工事が必要になる。ところが、サバナケット市においては、水質の悪い地下水等のため代替水源がないので、水道の給水を止めることは大きな社会問題を引き起こす。

従って、この運転の中断時間を可能な限り短縮し、水需要者の不便を最小にしなければならない。止むを得ず浄水場の運転を中断しなければ作業ができない場合でも、仮設設備を予め設置して断水時間をできるだけ短くするようにする、あるいは、減断水は深夜に行い翌朝には配水が開始できるような計画を立案することとした。この場合、水道公社と事前に十分な協議を行うと共に給水需要者に減断水する旨を予め通知することが必要である。

ここでは、工事計画として減断水の最小化を実現するための工事手順や工事手法を検討し、工事計画としてまとめる。

1. 基本的対応

まず、基本的と思われる工事手順や減断水対策について示す。

(1) 基本的な工事手順

減断水時間を最小化するために必要な基本的な実施手順や減断水のレベルを、まず、検討・抽出した。以下の資表 5-35 のとおりである。

資表 5-35 基本的な工事手順

- | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none">・複数ある施設・設備は1池や1基ずつ改修を実施する(例えば、ろ過池は1池ずつ4回に分け改修する)・新規配水池をまず建設し、浄水場が止まっても、この貯留水で当面給水を継続できるようにする(配水ポンプ1台運転の場合には8時間の給水ができる)・各回路毎に新規機器や配線を設置してから既設を撤去する・減断水が避けられない場合には、減水レベルとし断水は極力避ける・やむを得ず減断水の発生をさせるときは夜間に発生させる |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

特に、配水ポンプの交換には取付部配管が複雑で作業時間がかかることが予測されるから、仮設の配水ポンプを配水池の近部に設置し、仮設配管を送水管に接続してポンプの

送水を続行させることを計画する。ポンプの交換工事が終了後、仮設のポンプと仮設配管は撤去する。また、老朽化している機械設備と電気設備の改修も、交換のための作業時間の短縮につとめる計画を立案し、必要であれば仮設の配管配線を行い、浄水場の運転の中断時間が最短になるように計画する。

一方、減断水が避けられない場合には、まず、減水(例：配水ポンプ1台運転)を実施する。減水であれば、「サ」市市内では個別の受水槽が普及しているため、それほど水利用者に不便をかけることがないと考えからである。

(2) 基本的な減断水対策

配水池、ポンプ井、ポンプ、電気等の改修のため減断水を全く避けることは不可能と考える。また、あまり、時間的制約の強い工事や夜間工事を多くすると工事の安全性や品質に問題が生じる。そこで、1種類だけ基本的な仮設工事を導入し、その他の工事による減断水を軽減する計画とした。採用する仮設工事は、配水ポンプと配水管路であり、これらを設置し別ルートで配水することにより、他の工事による減断水を軽減することとした。また、新規配水池の1,500m³の容量を十分に利用可能となる。

資図 5-32、5-33 にこの仮設工事を示すが、新規配水池にとりあえず新設の配水ポンプ2台を設置し、350mmの仮設管を既設配水本管(始点)に接続させることとした。

2. 具体的な減断水対策

ここでは、改修工事において運転停止や停電を伴う工事項目と大まかな停止時間を抽出する。もしも有効な対策がなければ、これらは、即、減水や断水を発生させることになる。しかし、上記(2)に示した基本的な対策や工事の組み合わせ、工事手順によっては防げる項目もあり、これらについても併せて検討する。これらを表 5-36 に示す。

なお、表中の工事項目は、土木・管路・機械・設備・電気という部門に便宜的に分類し、また、番号(No)は資図 5-32 と 5-33 における工事項目の番号と一致させてある。運転停止時間については調査団の現地調査・経験からの想定である。運転停止の数値の内、単位のないものは時間を示す。

(1) 工事項目と運転停止期間

工事順序については、仮設の配水経路の確保を初期段階に置き、減断水の機会を極力少

なくする順序を検討して同表に示した。但し、この手順は基本設計調査の段階での手順であり、実施に当たっては後述の表 5-38 を基にしながら必要な修正を加えたり、実施工程を作成することが必要である。

資表 5-36 運転停止を伴う工事項目

工 事 部 門	No	具体的工事項目		運転停止 (時・日)	工事順序(段階)				
		工事項目	工事細目		1	2	3	4	5
土木		ろ過池接合井接続工	接合工(開口工事)	8					
		配水ポンプ井仮締切	仮締切工(鋼製)	1日					
管路		導水流量調節装置	450~400mm 設置	5					
		ろ過池流出管	500mm 切回し	4					
		新規配水池流出管	ポンプ井接続(800)	14日					
		仮設配水管	350 仮設管の接続	8					
機械		取水ポンプ	ポンプ支台取付け	5					
		急速攪拌機		5					
		フロキュレーター		5x2					
	沈殿池排泥弁	500mm 平底弁	5x2						
	ろ過池	流出弁・逆洗弁・空気 洗浄弁・流入ゲート	8x2x2						
		ろ材・下部集水装置	14日						
設備		薬品注入設備	新旧切替え	1~3					
		配水ポンプ	1台当り1日	12x3					
		逆洗ポンプ	1台当り1日	12x2					
電気		受変電設備	既設・新設受電盤接続	5					
		MCC1 動力配電盤	新旧切替(浄水場用)	1					
		MCC2 動力配電盤	既設撤去後設置(取水)	5					
		配管・配線	新旧切替え	1~5					

断水が必要となる工事項目

(2) 工事手順の検討

後述の資表 5-37 に示す工事手順は以下の検討により求めた。減断水を極力少なくするという設計方針で検討するため、工事工程は、例えばろ過池集水装置を1池ずつ交換する等で、長めになることがあるが、全体の工事工程の中で実施時期を工夫する等により調整することとする。以下に、大まかな工事手順や工事項目の組み合わせを検討する。

資表 5-37 工事手順

新規配水池・ろ過池接合井の建設及び関連管路の敷設をまず実施する。このとき新規配水ポンプを仮設として新規配水池に設置しておく。

ろか池流出渠を開口し接合井と接続する。同時に 既設ろか池流出管を切断し接合井からの連絡管と接続する。接合井から既設配水池への新ルートが確保される。なお、ろか池側の切断された流出管はプラグ止めとする。8時間断水が必要。

新規配水池からの 仮設配水管を既設配水管に接続する。この時まで電源を用意しておく。これによりろか池 接合井 新規配水池 仮設配水ポンプ 配水管という臨時的配水経路が確保される。8時間断水が必要。

ろか池 2 池を洗浄後、既設浄水池を閉め 逆洗ポンプ 1 台(付帯管路含む)を交換する。同時に ポンプ井仮締切(鋼製)を設置する。工事可能時間は約時間以内である。既設配水池を開け通常使用する。2~3 日後に、同じ手順によりもう 1 台の 逆洗ポンプを交換する。臨時配水経路の確保により断水にはならない。

新規配水池の流出管を既設ポンプ井に接続する。コンクリートの養生が必要なので、臨時配水経路による配水を行い 2 週間程度ポンプ井を空にしておく。臨時配水経路の確保により断水にはならない。

最後に、配水ポンプの交換を行う。新規配水池に仮設した配水ポンプを本設位置に移設する。最後の 1 台の移設時に 12 時間程度の配水停止 = 断水が発生する。また、この終了時期に ポンプ井仮締切りを撤去する。

取水流量調節装置の既設導水管への取付けと 急速攪拌機の取付けは、共に運転停止を必要とするので、臨時配水経路確保の後、夜間工事にて実施する。これにより給水状況にほとんど不便を与えない。

ろ過池各弁類の交換は、8 時間 / 2 池毎 × 2 回の順で実施する。夜間であれば配水池容量と臨時配水経路の確保により断水にはならない。

ろ過池のろ材及び下部集水装置の取替えは、ろ過池弁類の交換後であれば、1 池づつ仕切れるので、集水装置コンクリートの養生を含めて時間をかけて行うことが可能である。減断水とならない。

フロキュレーター及び 沈殿池排泥弁の交換も 1 池づつ実施すれば減水のみで工事可能である。また、臨時配水経路確保の後で配水池を満杯にしてから工事開始すれば減水のレベルも低くて済み、あまり需要者に不便を与えない。

(3) その他の項目の工事方法

前項で検討した項目以外の薬品注入設備と電気設備について以下に示す。

1) 薬品注入設備改修工事

薬品注入設備改修工事は既存の施設を使用しながら行う事ができる。即ち、貯留槽等は1槽づつライニングし、配管類は新規配管を敷設してから新旧の切替えを行うこととする。これにより長時間の運転停止は必要ないが、切替え作業等で多少の停止時間を見込むべきと考え1~3時間の停止時間を考慮した。配水池内の水で給水を継続すれば、この工事による断水の心配はない。

2) 受変電設備工事

既設受変電設備と新設受変電設備の引込み電源の切替工事は電力会社(EDL)の施工になるので引込み碍子等資材を用意しておく。切替工事方法は、受電の停電を確認しアース金具を設置する。既設引込み碍子等を撤去し、新設受変電設備の電柱間に引き留め碍子用金物を取付け、引き留め碍子を取付ける。取り外しておいた引込み電線を新設引き留め碍子に接続する。電線は切断加工し長さを整える。また、この切替工事では同時に既設受電盤及び新設受電盤を接続する。この時の全停電時間は5時間が予定される。

3) MCC1 動力配電盤工事

MCC1 動力配電盤は本浄水場の全ての電源設備を賄う電源供給設備である。本設備は既設電気室内の北側に設置するので、新たに既設配電盤を設置するために停電させることはない。施工中は既設の配線等を確認しながら幹線を配線する。

4) MCC2 動力配電盤工事

MCC2 動力配電盤は取水ポンプ用の起動盤である。本起動盤は既設起動盤を撤去した跡に設置する為、施工上停電させる必要がある。また新たに幹線ケーブルも水管橋既設電気配管を再使用するため、ケーブル引換え工事を行なう。既設盤移設工事で3時間、水管橋電気配管配線取替えて4時間の取水ポンプの停電が必要になる。

3. 減断水への影響

以上の仮設置・工夫した工事方法と手順により直接市民の不便をかける断水時間は、資表5-37の工事順序欄の示した項目/時間と把握された。即ち、12時間の断水が1回、8時間が2回、1時間が1回と想定され、1回当たりの断水時間は最大12時間程度ということが把握された。この最大断水時間は夜間及び深夜作業で行う事の出来る時間と考えられ、需要者に大きな不便を感じさせる時間では無いと判断できる。ただし、工事による断水時間は、基本設計調査の段階での目安のため、工事実施に当たっては適切な工事計画とその厳格な管理が必要となる。

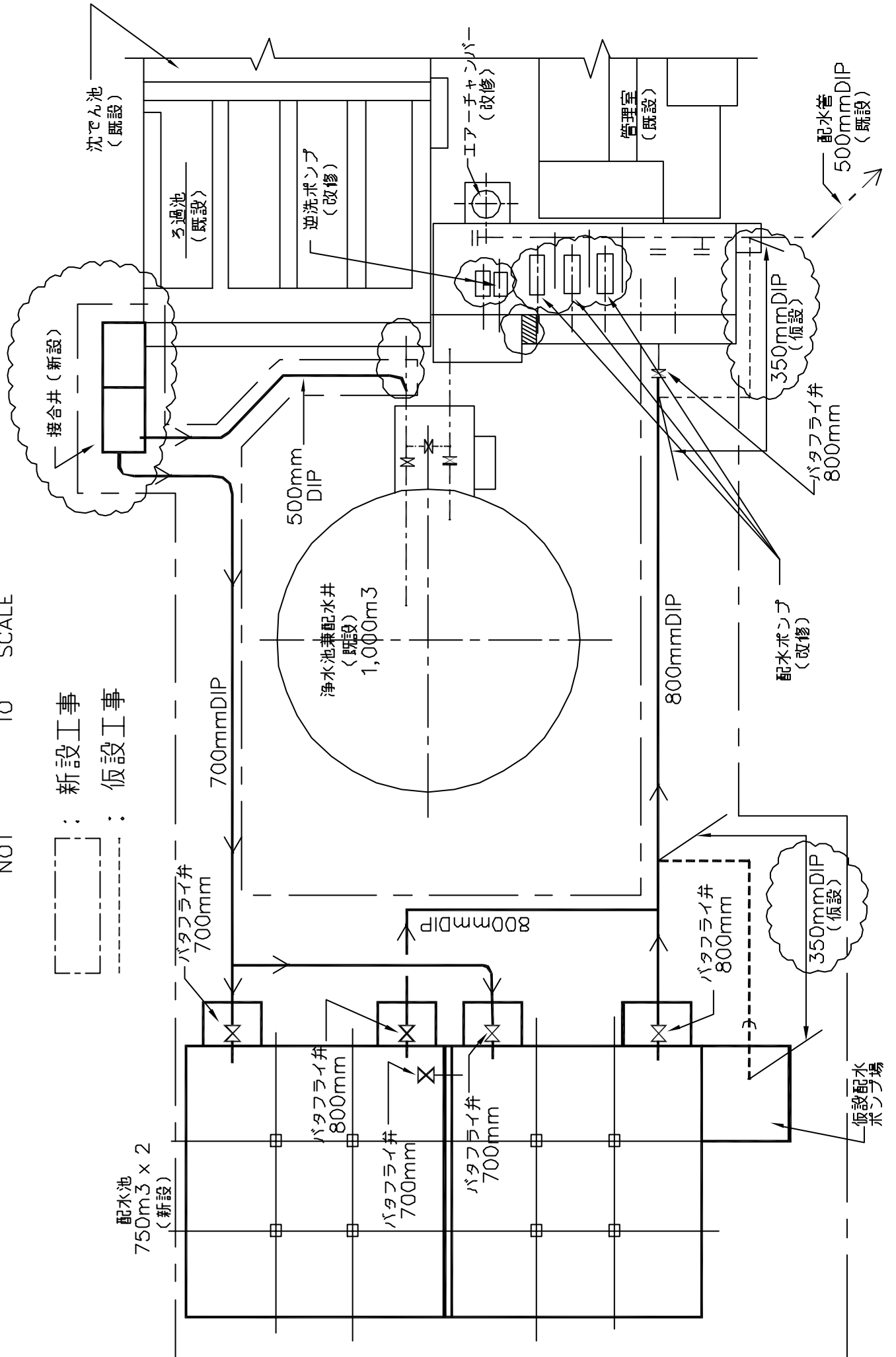
このように、本プロジェクトの工事は減断水対策のため工事の方法・手順に工夫を凝ら

す必要がある。このため通常より複雑な工事という位置付けになるが、安全対策にはより一層の配慮が必要となる。特に、夜間工事における安全対策や電気工事(停電及び電源切替えに当たっての感電等)における対策がある。さらに、作業中に不測の送電がなされないよう電力会社と十分な停電に対する協議を行い、作業の責任体制を明確にする必要がある。

資図 5-32 配水池流入・流出配管改修図

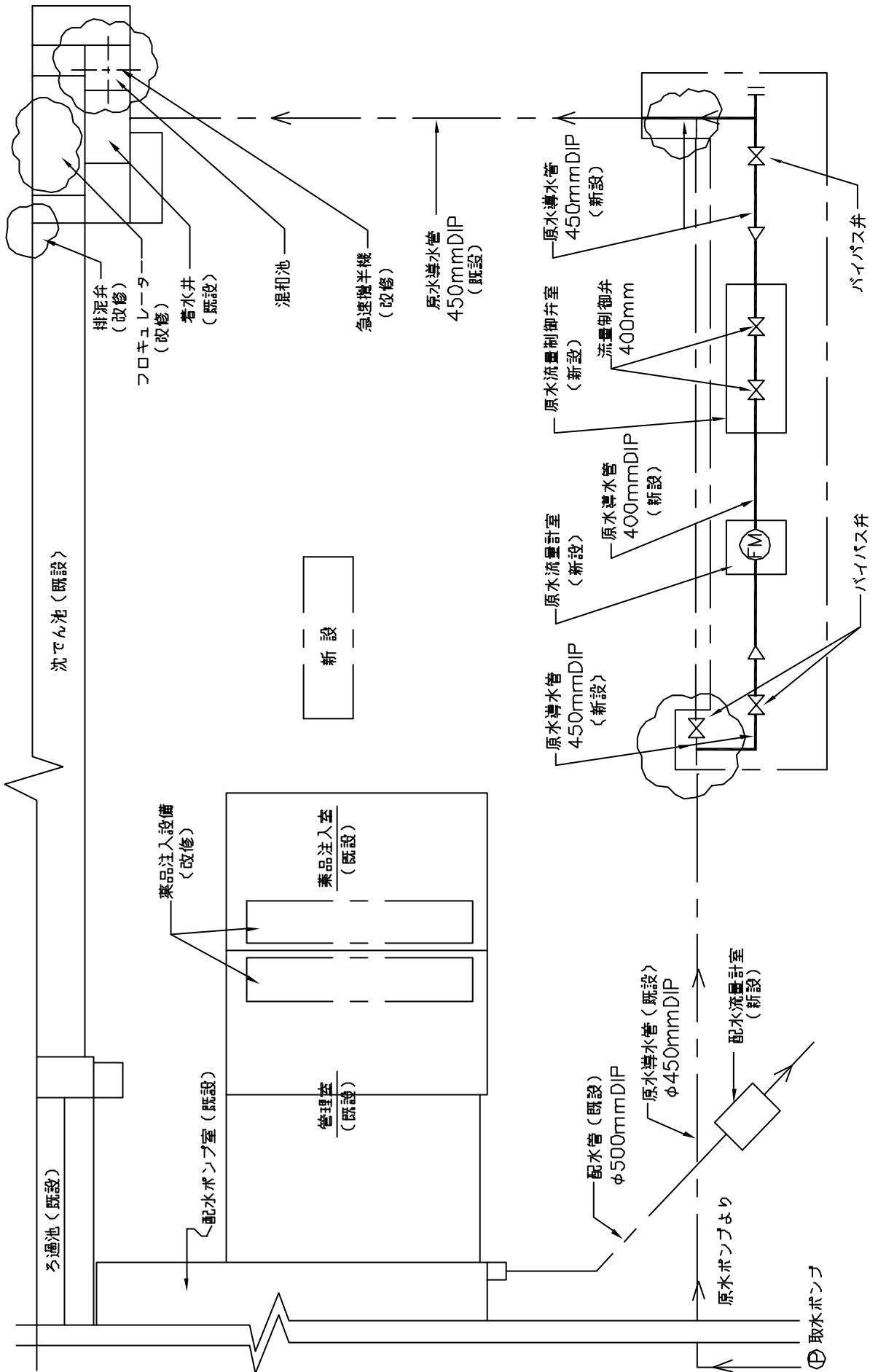
NOT TO SCALE

: 新設工事
 : 仮設工事



資図 5-33 原水導水管改修図

NOT TO SCALE



資料 5.10 既存設備の状況

(写真)

写真 No. 1



ナケ浄水場取水塔内 取水ポンプ及び配管 その1

写真 No. 2



ナケ浄水場取水塔内 取水ポンプ及び配管 その2

写真 No. 3



ナケ浄水場取水塔内 取水ポンプ、
電動機

写真 No. 4



ナケ浄水場取水塔内 グレーチング床、取水ポンプ

写真 No. 5



No.3取水ポンプの電動機のローター（回転子）
回転子が黒く焼けている。

写真 No. 6



調査中の10月24日にNo.3取水ポンプの電動機が
過負荷で故障

写真 No. 7



取水ポンプの中間軸受（NPSがベトナム業者に制作させたもの）

写真 No. 8



取水ポンプの中間軸受（オリジナルのもの）

写真 No. 9



取水ポンプの銘板

写真 No. 10



取水塔ポンプ室から導水管橋までのスパイラル溶接管と接続に使用されているドレッサータイプのフレキシブル・ジョイント

写真 No. 11



混和池に設置された急速攪拌機 その1
混和池に注入されるポリマー水溶液

写真 No. 12



フロック形成池に設置された緩速攪拌機 その2

写真 No. 13



フロック形成池に設置された緩速攪拌機 その3
Vベルトが切れかかっている

写真 No. 14



フロック形成池に設置された緩速攪拌機 その4

写真 No. 15



沈殿池洗浄ポンプ室内に設置されている
沈殿池洗浄ポンプ、急速攪拌機、緩速攪拌機
制御盤

写真 No. 16



沈殿池排泥弁 その1
2人掛かりで開けようとしたが、開けられなかった

写真 No. 17



沈殿池排泥弁 その2
水中にある弁軸は曲がり、錆びている

写真 No. 18



沈殿池排泥弁 その3
清掃後弁体をセットしているところ

写真 No. 19



沈殿池洗浄用配管
集水トラフ付近まで布設されている

写真 No. 20



ろ過池流入ゲート
全体的に錆が発生している

写真 No. 21



ろ過砂、ろ過砂利

写真 No. 22



ろ過池に生息する水生生物 -
昆虫のトビケラの幼虫

写真 No. 23



ろ過池 - 空気+水 洗浄中
手前側から空気が大量に吹き出しており、
集水装置が壊れていると思われる

写真 No. 24



ろ過池逆洗ポンプ - その1
吸込管にフート弁が付いている

写真 No. 25



ろ過池逆洗ポンプ - その2
呼び水が吸込管に吐出ヘッダー管と場内用水ポンプ圧力
タンクから常時循環されており、いつでも起動可能である

写真 No. 26



ろ過池逆洗ポンプ - その3
電動機が1台故障している

写真 No. 27



ろ過池逆洗ポンプ - その4
電動機が1台故障している

写真 No. 28



ろ過池空洗用プロワ

写真 No. 29



ろ過池流出弁、ろ過池逆洗弁及び配管
ピット内に水が溜まっているところもあり、
弁外面のほぼ全面に錆が発生している

写真 No. 30



ろ過流量調節装置 - その1
4台とも正常に機能している。

写真 No. 31



ろ過流量調節装置 - その2
てこの部分

写真 No. 32



ろ過流量調節装置 - その3
ろ過流量調節部
水中部のほぼ全面に錆が発生している

写真 No. 33



ろ過流量調節装置 - その4
ろ過流量調節用フロート
水中部のほぼ全面に錆が発生している

写真 No. 34



配水ポンプ - その1
吐出配管がサポートされておらず、振動している
吐出圧によるスラストが掛かるので、危険である

写真 No. 35



配水ポンプ - その2
たびたびの故障のため、塗装されずに錆びている

写真 No. 36



配水ポンプ - その3
浄水場内の配水管に取り付けられたオリフィス式流量計
壊れている

写真 No. 37



配水ポンプ - その4
シャフトカップリングのゴム材がよく壊れる

写真 No. 38



配水ポンプ - その5
グランド部は全面錆が発生している

写真 No. 39



天井クレーン
手動式ホイストクレーンである
壊れている

写真 No. 40



エアチャンバー
ウォーターハンマー対策として設置されている
外観は良好である

写真 No. 41



エアチャンバー用空気圧縮機
壊れたままになっている。

写真 No. 42



配水ポンプ制御盤 - その1

写真 No. 43



配水ポンプ制御盤 - その2

写真 No. 44



配水ポンプ制御盤 - その3
計器は老朽化している

写真 No. 45



配水ポンプ制御盤 - その4
盤内のスイッチギアレバーをドライバーで代用しており危険である

写真 No. 46



計量機
壊れたまま放置されている
1988年以降使用していない

写真 No. 47



天井クレーン
天井クレーン用レールはあるが、ホイスト本体がない

写真 No. 48



凝集剤注入設備 - その1
攪拌機はNo.1槽にはある

写真 No. 49



凝集剤注入設備 - その2

写真 No. 50



凝集剤注入設備 - その3
注入器は使用されている

写真 No. 51



凝集剤注入設備 - その4
注入器

写真 No. 52



凝集剤注入設備 - その5
希釈水が注入されずにいるため液位が下がり、
エジェクタが空気を吸い込む

写真 No. 53



アルカリ剤注入設備 - その1
2槽とも使用されていない
攪拌機も取り外してある
1984年に使用をやめた

写真 No. 54



アルカリ剤注入設備 - その2
2槽とも使用されていない
攪拌機も取り外してある

写真 No. 55



アルカリ剤注入設備 - その3
溶解用循環兼溶液ポンプが2台設置されている
現在使用されないまま放置されている

写真 No. 56



消毒剤注入設備 - その1

写真 No. 57



消毒剤注入設備 - その2
No.1槽のみ使用されている

写真 No. 58



消毒剤注入設備 - その3
溶解槽の内面は劣化している

写真 No. 59



消毒剤注入設備 - その4
注入器

写真 No. 60



消毒剤注入設備 - その5
エジェクタに空気が吸い込まれている

写真 No. 61



薬品注入設備制御盤 - その1

写真 No. 62



薬品注入設備制御盤 - その2

写真 No. 63



水質試験室 - その1

写真 No. 64



水質試験室 - その2

写真 No. 65



水質試験室 - その3
ジャーテスター

写真 No. 66



水質試験室 - その4
濁時計

写真 No. 67



受電設備 - その1
電気棟
受電設備と自家用発電機設備が設置されている

写真 No. 68



受電設備 - その2
壊れた変圧器はそのまま放置されている

写真 No. 69



受電設備 - その3
使用されていない受電盤

写真 No. 70



受電設備 - その4
現在使用されている

写真 No. 71



受電設備 - その5
現在使用されている

写真 No. 72



受電設備 - その6
現在使用されている

写真 No. 73



受電設備 - その7
現在使用されている

写真 No. 74



受電設備 - その8
現在使用されている
盤内のスイッチギアレバーをドライバーで代用して
おり危険である

写真 No. 75



受電設備 - その9
現在使用されている

写真 No. 76



自家用発電機設備 - その1
毎月の保守運転を実施している
調速装置の調整が必要であるが、状態はよい

写真 No. 77



自家用発電機設備 - その2
制御盤
2000年6月に外から雨が降り込んで、
盤内に水滴が入り、ショートしてしまった
2000年7月に新しいものと取り替えた

資料 6 . 事前評価表

事前評価表（無償資金協力）

1. 対象事業名	ラオス人民民主共和国 サバナケット地区上水道施設改善計画
2. 我が国が援助することの必要性 妥当性	<p>(1) ラオス国はインドシナ半島のほぼ中央に位置する内陸国で、その国土面積は 23 万 7,000 km² を有し人口は約 500 万人（1998 年）である。ラオス政府は第 4 次 5 ヶ年国家開発計画により優先プログラムとしてインフラ整備やサービス部門の拡大等を含むプログラムを推進している。しかし、道路、教育、医療等経済発展に不可欠な基本的インフラ整備の状況は世界的な水準からすると依然低水準となっている。主要産業の農業部門でも、灌漑等基盤整備が不十分のため食料の安定的自給自足はまだ達成されていない。</p> <p>(2) サバナケット市は 1974 年に 15,000 m³/日のナケ浄水場と配水管の建設を行い、サバナケット水道公社がこれらの施設の運営にあたってきている。しかし、建設以来 20 数年を経て施設の老朽化により施設の処理容量の低下をきたし、近年の増大する水需要に対応できなくなって来ている。また、計量設備が機能していないうえに水質モニタリングも定期的には行われておらず質的な管理も十分に施行されていない状況である。こうした状況下において、ラオス政府はサバナケット市の水需要の増加に対応し当地区の公衆衛生の改善を目的として、我が国に対して上記の浄水場の処理能力を 15,000 m³/日に復旧すること、既設の浄水場に隣接して新設浄水場を建設すると共に、配水管施設の増強を無償資金協力として要請してきた。</p> <p>(3) 当該国の社会 経済事情については別紙資料参照。</p>
3. 協力対象事業の目的（プロジェクト目標）	建設以来 20 数年を経て処理能力が低下しつつあるナケ浄水場の修復を行うことにより、対象地域の給水量を計画給水量に復旧させる。
4. 協力対象事業の内容	<p>(1) 対象地域：サバナケット県カンタナブリー郡サバナケット市</p> <p>(2) アウトプット * 既存浄水設備（ナケ浄水場）施設復旧・新設及び資機材の供与</p> <p>(3) インプット * ナケ浄水場の機械 電気施設の改修（15,000 m³/日容量） * 配水池容量の拡充（1,500 m³ 容量）と関連施設の改修、及び * ソフトウェアを導入し経営・料金徴収、運転 維持管理、水質管理の 3 分野を強化。</p> <p>(4) 総事業費 概算事業費 6.63 億円（日本側 6.39 億円、ラオス側 0.24 億円）</p> <p>(5) スケジュール 全工期 12 ヶ月</p> <p>(6) 実施体制 サバナケット県通信運輸郵政建設局、サバナケット水道公社</p>

5. プロジェクトの成果					
(1) プロジェクトにて裨益する対象の範囲及び規模 計画対象区域：Kaysone Road と A2 Road で挟まれた Khanthabouly District の中心街 計画対象区域内給水人口：40,800人（2000年時点）					
(2) 事業の目的（プロジェクトの目標）を示す指標					
項目	評価指標				
	指標	プロジェクト施行前	プロジェクト施行後	内容説明	
対象地域における水道事業の改善	給水人口	40,800人(2000年)	45,000人(2004年)		
	1日平均給水量	9,033 m ³ /日	9,968 m ³ /日		
	浄水能力	12,000 m ³ /日	15,000 m ³ /日		
	年間浄水能力	設計能力の70%	設計能力の100%	7年前から処理能力の低下がみられる年平均4~5%の低下	
その他プロジェクトの実施により以下の直接効果が期待できる。 <ul style="list-style-type: none"> ・ 浄水施設・設備の改修による安定給水（24時間）の確保 ・ 水質管理（塩素滅菌・水質モニタリングの強化）による衛生的な水道水の供給 ・ 給水量の増加による市中心部周辺を含む給水圧力の改善 					
6. 外部要因リスク					
外部要因リスクとしては、インフレによる電気代、薬品費の値上がりが考えられる。 National Statistical Center の統計資料による消費者物価指数とサバナケット市水道の生産量当りの電力費、薬品費（単位電力費、単位薬品費）は次表の通りである。					
	単位	1995	1997	1999	改修後
単位電力費	Kip/m ³	10	15	49	95
単位薬品費	Kip/m ³	17	17	75	117
消費者物価指数	%	19.4	19.3	134.0	
		(100)	(100)	(691)	
年々諸物価の高騰による電力費、薬品費の増加は上表に示す通りである。水道の生産費の増加は水道料金の改定によってカバーされているが、水道料金の改定は最終的には県知事の裁定事項の一つである。今後とも水道公社の申請した料金体系が承認される必要がある。					
7. 今後の評価計画					
(1) 事後評価に用いる成果指標 給水人口、日平均給水量、浄水能力、衛生的な水道水の供給（適正な残留塩素の確保）					
(2) 評価のタイミング プロジェクト終了時 プロジェクト終了後逐次（ラオス側が実施） プロジェクト終了後5年後					

[資料B] ソフトコンポ - ネット提案書

国際協力事業団

ラオス国サバナケット地区上水道施設改善計画基本設計調査

ソフト・コンポーネント提案書

2001 年 3 月

株式会社 日水コン

ラオス国サバナケット地区上水道施設改善計画基本設計調査

ソフト・コンポーネント提案書

目次

1 . 背景	B-1
2 . 目標	B-1
3 . 成果（直接的な効果）.....	B-2
4 . 活動	B-2
4 1 経営・財務に関する助言と指導	B-3
4 2 料金徴収体制に係る助言と指導	B-3
4 3 施設の運転・維持管理に係る助言と指導	B-4
5 . 各ターム毎の業務内容・成果	B-5
6 . 詳細投入計画	B-5
6 1 要員	B-5
6 2 実施工程	B-6
事業実施工程表.....	B-7

1. 背景

サバナケット市の水道施設は1977年にフランス政府の援助により15,000m³/日のナケ浄水場と配水管網により給水が開始された。しかし、建設後24年余を経た現在では施設の老朽化により処理能力は低下し、頻繁に運転が停止するなど、不安定な給水となっている。本プロジェクト（サバナケット地区上水道施設改善計画）は、こうした状況を改善するために既存施設の改修を行い、安全かつ安定した給水を住民に対して行なう事を目的としている。

本プロジェクトの効果の早期発現とその持続性を確保するためには、実施機関であるサバナケット市水道公社が我が国より供与された施設および機材を適切に運転し、維持管理をおこなうとともに、今後も独力で施設の補修、拡充を図るための事業体制を整える事が不可欠である。

特に、これまで計測機器等の故障により、水量の計量や水質検査が行われていなかったため、今後は記録制度を整えるとともに、データの計測に基づく、施設の運転維持管理を適切に行なっていく体制が必要である。また、水道事業に関する適正な経営分析、経営改善をはかれる体制を整え、料金徴収業務の改善をはかる事により、維持管理に係る修理補修、スペアパーツの購入に係る予算の作成と、適切な購入計画の実施も重要になってくる。

このような組織作り、制度作りを側面支援することで、本基本設計調査で計画されたプロジェクトの効果を最大限に引き出し、持続可能な水道事業を実現できると考え、水道経営、料金徴収体制に係るマネジメント支援および運転維持管理体制に係るエンジニアリング支援の両者を含むソフト・コンポーネントの導入を提案する事とする。

2. 目標

本ソフト・コンポーネントの導入は、サバナケット水道公社の事業体制の改善をはかることを目標にする。具体的には、流量測定や水質試験などの実測データに基づく施設の運転、維持管理の実施と、正確かつ効率的な料金徴収体制への改善を目指す事とする。また、この目標の達成により、本プロジェクトによって供与された施設・機材も有効に活用されることが期待できる。

さらに、将来的な目標として、給水状況を明確にした上で、今後さらなる需要が見込まれるサバナケット地区への給水を適切に実行できる将来計画の立案および健全な水道事業の運営を目指す事とする。

3. 成果（直接的な効果）

本ソフト・コンポーネント事業が実施された場合、期待される直接的な効果は下記の通りである。

- 施設の運転・維持管理コストを考慮した財務管理
- 料金請求・徴収業務の効率化
- メータ設置率の向上
- 水質管理の徹底
- 実績データの集積およびデータ整理・保管能力の向上
- 実測データに基づく適切な施設の運転・維持管理の実施

4. 活動

本ソフトコンポーネントでは、上述の目標を達成するために、経営・財務面、料金徴収面、運転・維持管理面の3つの柱を中心に活動を行なっていく事とする。なお、成果品については、日常操作手順書的なマニュアルや様式類等、専門家による指導記録も含め、全ての水道公社職員の日常業務に活用できるようにラオス語に翻訳することとする。

また、各活動の開始にあたり、各々の業務の担当責任者と職員を集めたワークショップ（1日程度）を開催する。ワークショップの目的は、対象となる職員を中心に、彼らが日常業務に関して抱えている問題点や課題についての討議を行い、共通の問題意識を共有することにある。また、可能であれば、それらの問題点についての解決方法や、業務改善の方法についても討議を行なうとともに、指摘された問題点で、本ソフトコンポーネントで対応可能なものについては、具体的な手段をそれぞれの業務の中で提案、指導していく事とする。ワークショップの手法については、PCMの問題分析/目的分析を用いて行い、参加した職員全員が発言し、本業務への参加を促すものとする。さらに、各活動の業務終了時にも、再度ワークショップを開催し、本業務でどのような成果を得る事ができ、最初のワークショップで指摘された問題の一部が改善されたか、また、今後の課題としては、どのようなものが考えられるかについての討議を行ない、職員の業務改善に対する意識を高め、自立発展の一助とする。

4-1 経営・財務面に関する助言と指導

経営・財務面に関する助言と指導に関しては、具体的に以下の活動を行なうことを予定している。

- 1) 水道事業全般に係る研修、指導
- 2) 水生産単価の考え方等水道事業運営に係るコスト計算の指導
- 3) 財務分析手法の指導
- 4) 水道料金設定に係る指導と助言
- 5) 会計台帳・機材在庫台帳等の整備に係る指導と助言
- 6) 施設引渡し後のフォローアップ

期待される直接的効果：

- NPS 職員が水道事業における経営・財務面の基礎的知識を理解する
- NPS 職員が水道事業にかかわるコストに対して認識を高める
- NPS 職員が財務分析手法を理解する
- NPS 職員が適切な水道料金の制度について理解する
- 台帳整理による会計システム、在庫管理システムの改善

成果品：会計台帳・機材在庫台帳（様式） NPS 職員に行なった研修 / 指導記録

4-2 料金徴収体制に係る助言と指導

料金徴収体制に係る助言と指導に関しては、具体的に以下の活動を行なうことを予定している。

- 1) コンピューター等による検針記録、料金徴収管理方法の指導
- 2) 請求台帳、入金台帳等の整備・管理に関する指導、助言
- 3) 検針員に対するメータロスの発見方法、1)に基づく料金徴収方法等の研修、指導
- 4) 故障メータの修理および交換計画等の指導
- 5) 検針・料金徴収マニュアルの作成

期待される直接的効果：

- 検針記録、料金徴収管理方法等定型業務の効率化が促進される
- 請求台帳、入金台帳等の整備による業務の効率化が促進される

- 検針員によるメータ故障の早期発見と的確なメータ修理・交換の実施による適正な料金徴収が実施される
- 検針員の業務の効率化が促進される

成果品：請求台帳・入金台帳・検針記録（様式）、検針・料金徴収マニュアル、NPS 職員に行なった研修 / 指導記録

4-3 施設の運転・維持管理に係る助言と指導

施設の運転・維持管理に係る助言と指導に関しては、具体的に以下の活動を行なうことを予定している。

- 1) 水道施設全体に関する技術面の研修、指導
- 2) 維持管理計画の策定に係る指導と助言
- 3) 施設の保守管理方法および部品調達等の指導、助言
- 4) 施設の日常保守管理マニュアルの作成
- 5) 水質管理（薬品注入量の決定等）に係るトレーニング（チナイモ浄水場での研修を含む）
- 6) 運転記録台帳の作成と記入方法についての指導
- 7) 施設試運転時における運転維持管理方法の指導
- 8) 施設引渡し後のフォローアップ

期待される直接的効果：

- NPS 職員の浄水処理技術、維持管理方法に関する知識が向上する
- NPS 職員の運転技術、施設に関する知識の向上および業務の効率化が促進される
- 維持管理計画および適切な保守管理方法により施設が管理される
- 適切な部品調達により施設の運転が安定する
- 浄水場における適切な水質管理（原水水質等の変化に基づく薬品注入が適切に実施されることを含む）、データの記録・保管が実施される
- 実測データに基づき事業報告が作成される

成果品：維持管理計画、運転記録台帳（様式）、施設の日常保守管理マニュアル、水質 / 水量などの実測データ記録の様式、NPS 職員に行なった研修 / 指導記録

5. 各ターム毎の業務内容・成果

本プロジェクトは基本設計調査の結果、単年度案件として実施される計画となっている。そのため、上述の4.活動で述べた業務内容および成果品の提出も、本プロジェクトの実施計画に基づき行われることとなる。なお、上記成果品と合わせ、業務終了後に、各コンポーネント毎に実施した活動の記録及び結果の評価およびワークショップでの討議内容等をまとめ報告書を作成する。

6. 詳細投入計画

6-1 要員

本ソフト・コンポーネント事業は、経営・料金徴集に係る日本人専門家と上水道施設の運転維持管理に係る日本人専門家、水質管理に係る専門家の3名によって実施される。各専門家の担当は次のようになる。

経営・料金徴集専門家：上記4.活動の4-1 経営・財務面に関する助言と指導および4-2 料金徴収体制に係る助言と指導を担当する。また、経営・財務面と料金徴収体制に係るワークショップの実施と取りまとめを行なう。

運転・維持管理専門家：上記4.活動の4-3 施設の運転・維持管理に係る助言と指導のうち、水質管理に係る項目以外を主に担当し、水質管理に係る活動は水質管理専門家と共同作業を行なう。また、運転・維持管理に係るワークショップの実施と取りまとめを行なう。

水質管理専門家：上記4.活動の4-3 施設の運転・維持管理に係る助言と指導のうち、水質管理に係る活動を主に担当し、薬品注入設備の維持管理等に関しては、運転・維持管理専門家と共同作業を行なう。

なお、本ソフトコンポーネントでは、現場で実務を行なっている職員を対象として実施するため、英語 ラオス語の通訳として、中央の Water Supply Authority やヴィエンチャン市水道公社の職員の参加協力を依頼する事とする。

6-2 実施工程

本プロジェクトの実施は、2001年7月に開始され、2003年1月に完成予定である。本ソフトコンポーネントの実施工程は、次ページの事業実施工程表に示す通り、本体水道施設の建設計画に応じて計画する。

添付書類

プロジェクトの要約 Narrative Summary	指標 Objectively Verifiable Indicators	指標データ入手手段 Means of Verification	外部条件 Important Assumptions
上位目標 Overall Goal 1. 健全な水道事業の運営 2. 水道事業の将来計画の立案準備が行われる	1-1 NPS の水道料金収入が安定する 1-2 運転維持管理に必要なコストが把握される 1-3 必要コストの確保により施設の故障等に対応できる 2. 将来の水需要の増大および給水地域の拡大に伴う上水道整備計画立案のための必要な基礎データが揃う	1. 事業運営報告書およびその裏付けとなるデータ（運転管理記録、料金徴収記録等および関係者からのヒアリング） 2. 事業運営報告書および NPS の上水道整備計画および関係者からのヒアリング	
プロジェクト目標 Project Purpose サバナケット水道公社の事業体制の改善	1. 実測データに基づく事業運営報告書が作成できる	1. 事業運営報告書およびその裏付けとなるデータ（運転管理記録、料金徴収記録等）	・実測データ記録が継続して行なわれる
成果 Output 1. 施設の運転・維持管理コストを考慮した財務管理 2. 料金請求・徴収業務の効率化 3. メータ設置率の向上 4. 水質管理の徹底 5. 実績データの集積およびデータ整理・保管能力の向上 6. 実測データに基づく適切な施設の運転・維持管理の実施	1-1 水生産単価の分析による適切なコストを検討できる 1-2 NPS 職員が財務分析手法や水道料金体制のあり方についての基礎知識を身につける 2-1 コンピュータ等により定型業務が効率的に実施される 3-1 メータの修理が定期的に行われる 4-1 給水水質がラオス国の水質基準を上回る 5-1 実績データの集積、保管が実施される 6-1 浄水場をはじめとする水道施設の運転、維持管理が、水量や水質などの実測データに基づき行なわれる 6-2 定型業務が効率的に実施される 6-3 スペアパーツ等の補充を含む施設の保守管理が適切に実施できる	1-1 NPS の財務諸表および関係者からのヒアリング 1-2 関係者からのヒアリング 2-1 検針記録、料金徴収管理に係る資料 3-1. メータの保守管理記録 4-1 水質検査記録 5-1 浄水場の運転記録、保管状況 6-1 浄水場の運転記録、保管状況、および関係者からのヒアリング 6-2 マニュアルに基づいて運転維持管理がなされているか等関係者からのヒアリング 6-3 スペアパーツの購入計画書、在庫管理表、保守点検記録等	・実測データ記録が継続して行なわれる ・指導を受けた職員が中心となって活動を継続する
活動 Activities 1-1 水道事業全般に係る研修、指導 1-2 水生産単価の考え方等水道事業運営に係るコスト計算の指導 1-3 財務分析手法の指導 1-4 水道料金設定に係る指導と助言 1-5 会計台帳・機材在庫台帳等の整備に関わる助言 1-6 施設引渡し2ヶ月後のフォローアップ 2-1 コンピューター等による検針記録、料金徴収管理方法の指導 2-2 請求台帳、入金台帳等の整備・管理に関する指導、助言 2-3 検針員に対するメータロスの発見方法、2-1に基づく料金徴収方法等の研修、指導 2-4 故障メータの修理および交換計画等の指導 2-5 検針・料金徴収マニュアルの作成 3-1 水道施設全体に関する技術面の研修、指導 3-2 維持管理計画の策定に係る指導と助言 3-3 施設の保守管理方法および部品調達等の指導、助言 3-4 施設の日常保守管理マニュアルの作成 3-5 水質管理に係るトレーニング（ヴィエンチャンでの研修を含む） 3-6 運転記録台帳の作成と記入方法についての指導 3-7 施設引渡し後のフォローアップ 3-8 施設試運転時における運転維持管理方法の指導 3-6 施設引渡し後のフォローアップ	<p style="text-align: center;">投入 Input</p> 日本 人材： コンサルタント 経営・料金徴収 3 MM 運転維持管理 3 MM 水質管理 1 MM プロジェクト外実施に係る諸経費（交通費等諸経費）	ラオス国 人材： C/P 経営・料金徴収に係る NPS 職員 運転維持管理に係る NPS 職員 水質分析トレーニング （水質検査に携わっているヴィエンチャン水道のチナイモ浄水場職員） 通訳 中央の Water Supply Authority または ヴィエンチャン市水道局の職員の参画	前提条件 Pre-conditions ・水道料金の値上げが承認される ・ヴィエンチャン市水道公社が水質検査の研修に協力をする MCTPC および DCTPC の支援が得られる