

資料 1

調査団員・氏名

資料1 調査団員・氏名

現地調査の団員は下記のとおり。

No.	氏 名	担 当	所 属	期 間
1	長 英一郎	総 括	国際協力事業団 無償資金協力部 業務第一課	11月6日～11月16日
2	青木 英剛	計画管理	〃	11月6日～11月16日
3	森尾 宗俊	業務主任 給水計画	日本技術開発㈱ 海外事業部	11月6日～12月20日
4	保坂 正利	運営維持管理計画	〃 東京支社	11月6日～12月15日
5	松田 和美	水道施設設計 1	〃 海外事業部	11月6日～12月20日
6	三宅 昭博	水道施設設計 2	〃 海外事業部	11月6日～12月15日
7	内藤 久稔	土木計画	日本工営㈱ コンサルタント国際事業部	11月6日～12月15日
8	俵谷 道彦	積算/調査計画	日本技術開発㈱ 海外事業部	11月16日～12月20日

基本設計概要書の現地説明の団員は下記のとおり。

No.	氏 名	担 当	所 属	期 間
1	長 英一郎	総 括	国際協力事業団 無償資金協力部 業務第一課	7月29日～8月5日
2	森尾 宗俊	業務主任 給水計画	日本技術開発㈱ 海外事業部	7月29日～8月9日
3	松田 和美	水道施設設計 1	〃	7月29日～8月9日
4	俵谷 道彦	積算/調査計画	〃	7月29日～8月9日

資 料 2

調査行程

資料2 調査行程

現地調査：平成12年11月6日～12月20日（45日間）

	月日	(曜日)	行程	内容
1	11/6	(月)	成田 バンコク (TG641) (俵谷団員を除く)	
2	7	(火)	バンコク カトマンズ (TG319)	JICA事務所打ち合わせ 日本大使館表敬
3	8	(水)	サイト視察	マノハラ計画関連既存施設 バンスバリ浄水場他
4	9	(木)	都市計画公共事業省、 ネパール水道公社表敬	
5	10	(金)	水道公社と協議	
6	11	(土)	サイト視察	シャイブー計画関連既存施設 マハンカルチュール浄水場他
7	12	(日)	団内打ち合わせ	
8	13	(月)	水道公社とミニッツ協議	サイト調査等 (コンサル) 既存井戸調査
9	14	(火)	ミニッツ署名	日本大使館、JICA事務所報告
10	15	(水)	カトマンズ バンコク (TG320) (官団員のみ)	サイト調査等 (コンサル) バクタプール浄水施設
11	16	(木)	バンコク 成田 (官団員のみ) 成田 バンコク (TG641) (俵谷団員)	サイト調査 (コンサル) ・需要量、給水量、水使用量、 ・既存の取水・井戸施設、浄水施設、配水施設の能力 ・維持管理状況 ・既存配水管の状況 ・NWS Cの財政、実施体制 ・メラムチ計画、世銀計画の状況 ・計画施設への電力施設 ・建設事情、資機材、労働力、労務単価 ・仮設用地、仮設電力 ・建設関係法令、環境法令 ・現地再委託 (測量、地質、水質)
12 ～ 38	17 ～ 12/13	(金) (水)	バンコク カトマンズ (TG319) (俵谷団員)	
39	14	(木)	カトマンズ バンコク (TG320) (保坂、三宅、内藤団員)	
40	15	(金)	バンコク 成田 (TG640) (同上団員)	
41 ～ 42	16 ～ 17	(土) (日)	資料整理、 報告書作成	
43	18	(月)	水道公社最終報告 日本大使館最終報告 JICA事務所最終報告 (森尾、松田、俵谷団員)	
44	19	(火)	カトマンズ バンコク (TG320)	
45	20	(水)	バンコク 成田 (TG640)	

基本設計概要の現地説明：平成13年 7 月29日～ 8 月 9 日（12日間）

	月日	(曜日)	行程	内容
1	7/29	(日)	成田 バンコク (TG641)	
2	30	(月)	バンコク カトマンズ (TG319)	JICA事務所打ち合わせ
3	31	(火)	都市計画公共事業省表敬、 ネパール水道公社表敬、基本設計概要書説明	
4	8/1	(水)	メラムチボード訪問、 水道公社と協議	
5	2	(木)	水道公社と協議 水道公社とミニッツ案協議	
6	3	(金)	水道公社とミニッツ案協議 ミニッツ署名	JICA事務所報告
7	4	(土)	カトマンズ バンコク (TG320) (官団員のみ) サイト調査 (以下コンサル団員のみ)	マノハラ計画関連既存施設
8	5	(日)	団内打ち合わせ	
9	6	(月)	水道公社と協議 JICA事務所最終報告	
10	7	(火)	水道公社最終報告 日本大使館最終報告	
11	8	(水)	カトマンズ バンコク (TG320)	
12	9	(木)	バンコク 成田 (TG640)	

資 料 3

関係者(面会者)リスト

資料3 関係者(面会者)リスト

【現地調査時】

1) 在ネパール日本大使館

豊口 佳之 二等書記官

2) JICAネパール事務所

長谷川 建 所長
矢部 哲雄 次長
新井 和久 担当

3) Ministry of Physical Planning and Works (MPPW)

Mr.Hiranya Lal Regmi Secretary
Mr.Dhruva Bd. Shrestha Joint Secretary

4) Nepal Water Supply Corporation (NWSC)

Mr.Kaushal Nath Bhattarai General Manager
Mr.N.M.Pradhan Senior Deputy General Manager
Mr.Noor Kumar Tamrakar Deputy General Manager
Mr.Tilak Mohan Bhandri Assistant Manager
Mr.Sumil Dhoj Joshi Deputy Manager

5) Nepal Electricity Authority (NEA) Thimi Branch

Mr.Laxmi Bhakta Silpakar Chief Engineer
Mr.Jagadish Sharma Poudel Assistant Engineer

6) Nippon Koei Co.,Ltd.

Mr.Yoshihiro Nabeta Team Leader

【基本設計概要の現地説明時】

1) 在ネパール日本大使館

豊口 佳之 二等書記官

2) JICAネパール事務所

三苫 英太郎 所長
矢部 哲雄 次長
宮田 克二 担当

Mr.Sourab Bickram Rana 現地スタッフ

3) Ministry of Physical Planning and Works (MPPW)

Mr.Dinesh C. Pyakural	Secretary
Mr.Shree Ram Shrestha	Joint Secretary
Mr.Sohan Sundar Shrestha	Joint Secretary

4) Nepal Water Supply Corporation (NWSC)

Mr.Kaushal Nath Bhattarai	General Manager
Mr.Narendra Man Pradhan	Senior Deputy General Manager
Mr.Mukunda Nanda Baidya	Deputy General Manager
Mr.Madan Shankar Shrestha	Manager
Mr.Madav Narayan Shrestha	Assistant Manager
Mr.Tilak Mohan Bhandari	Assistant Manager
Mr.Sunil Dhoj Joshi	Deputy Manager
Mr.Suriya Bhakta Shrestha	Deputy Manager

資料 4

当該国の社会経済状況

資料4 当該国の社会経済状況

国名	ネパール王国
	Kingdom of Nepal

(1/2)

一般指標																
政体	立憲君主制						*1		首都	カトマンズ (Kathmandu)					*2	
元首	国王 / ビレンドラ・ビール・ ビクラム・シャー・デーヴ						*1、3		主要都市名	ピラトナガル、パタン、ポカラ					*3	
									雇用総数	10,512 千人 (1998 年)					*6	
独立年月日	1976 年 (全国統一)						*3、4		義務教育年数	5 年間 (年)					*13	
人種 (部族) 構成	リッ、ライ、タマン、ネワール、マグル族等						*1、3		初等教育就学率	113.0% (1997 年)					*6	
主用言語	ネパール語						*1、3		中等教育就学率	42.3% (1997 年)					*6	
宗教	ヒンズー教 (国教)						*1、3		成人非識字率	58.6% (2000 年)					*13	
国連加盟年	1955 年 12 月 14 日						*12		人口密度	159.80 人 / k m ²					*6	
世銀加盟年	1961 年 9 月 6 日						*7		人口増加率	2.5%(1980 年)					*6	
I M F 加盟年	1961 年 9 月 6 日						*7		平均寿命	平均 57.80 男 58.10 女 57.60					*10	
国土面積	147.00 千 k m ²						*1、6		5 歳児未満死亡率	107 / 1,000 (1998 年)					*6	
総人口	22,851 千人 (1998 年)						*6		カロリー供給率	2,366 カロリー/日/人 (1997 年)					*10	
経済指標																
通貨単位	ネパール・ルピー (Rupee)						*3		貿易量	(1999 年)						
為替レート	1 US\$=74.53 (2001 年 3 月)						*8		商品輸出	708.8 百万ドル					*15	
会計年度	Jun. 14						*6		商品輸入	-1,589.5 百万ドル					*15	
国家予算	(1999 年度)								輸入カバー率	5.8 (月) (1998 年)					*14	
歳入総額	34,812 百万ルピー						*9		主要輸出品目	金、既製服、カーペット、皮革 及び皮製品					*1	
歳出総額	58,391 百万ルピー						*9									
総合収支	130.2 百万ドル (1999 年)						*15		主要輸入品目	石油製品、機械機器及び部品					*1	
ODA 受取額	404.3 百万ドル (1998 年)						*18		日本への輸出	5.2 百万ドル (1999 年)					*16	
国内総生産 (GNP)	4,783.02 百万ドル (1998 年)						*6		日本からの輸出	26.1 百万ドル (1999 年)					*16	
一人当り GNP	210.0 ドル (1998 年)						*6		粗外貨準備額	800.3 百万ドル (1998 年)					*6	
GDP 産業別構成	農業		40.5% (1998 年)				*6		対外債務残高	2,645.7 百万ドル (1998 年)					*6	
	鉱工業		22.2% (1998 年)				*6		対外債務返済率 (DSR)	7.0% (1998 年)					*6	
	サービス業		37.3% (1998 年)				*6									
産業別雇用	農業		男 % 女 %		(1992 年)		*6		インフレ率(消費者 価格物価上昇率)	9.3% (1990 ~ 98 年)					*6	
	鉱工業		% %		(1992 年)		*6									
	サービス業		% %		(1992 年)		*6									
実質 GDP 成長率	5.0% (1990 年)						*6		国家開発計画						*11	
気象 (1951 ~ 1960 年平均) 観測地 : カトマンズ (北緯 27 度 42 分、東経 85 度 22 分、標高 1,337 m)														*4、5		
月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	平均 / 計			
降水量	14.4	10.3	36.2	34.1	100.9	205.9	389.2	344	182.8	38.0	4.1	1.0	1,361.0 mm			
平均気温	9.7	12.8	16.6	20.4	23.1	24.0	23.9	24.0	23.2	19.9	15.0	11.2	18.6			

*1 各国概況 (外務省)

*2 世界の国々一覧表 (外務省)

*3 世界年間 2000 (共同通信社)

*4 最新世界各国要覧 10 訂版 (東京書籍)

*5 理科年表 2000 (国立天文台編)

*6 World Development Indicators 2000

*7 The World Bank Public Information Center,
International Financial Statistics Yearbook 1998

*8 Universal Currency Converter

*9 Government Finances Statistics Yearbook 1999 (IMF)

*10 Human Development Report 2000 (UNDP)

*11 Country Profile (EIU)、外務省資料等

*12 United Nations Member States

*13 Statistical Yearbook 1999 (UNESCO)

*14 Global Development Finance 2000 (WB)

*15 International Finance Statistics 2000 (IMF)

*16 世界各国経済情報ファイル 2000 (日本貿易振興会)

注: 商品輸入については複式簿記の計上方式を採用しているため
支払い額はマイナス表記になる

国名	ネパール王国
	Kingdom of Nepal

(2/2)

我が国における ODA の実績 (資金協力は約束額ベース、単位：百万ドル) *17					
年度 項目	1995	1996	1997	1998	1999
技術協力	25.91	27.92	23.43	23.18	
無償資金協力	57.43	63.44	62.82	52.02	
有償資金協力	0.00	204.00	0.00	0.00	
総額	83.34	295.36	86.25	75.20	

当該国に対する我が国 ODA の実績 (支出総額、単位：百万円) *17					
年度 項目	1995	1996	1997	1998	1999
技術協力	29.42	30.21	23.00	21.49	
無償資金協力	95.38	64.36	59.11	35.79	
有償資金協力	2.80	-5.78	4.05	-0.40	
総額	127.60	88.79	86.15	56.88	

OECD 諸国の経済協力実績 (支出総額、単位：百万ドル円) *18					
	贈与 (無償資金 協力・技術協力) (1)	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)	213.4	-0.7	212.7	0.4	213.1
1. Japan	57.3	-0.4	56.9	0.0	56.9
2. United Kingdom	28.0	0.0	28.0	-2.0	26.0
3. Germany	24.5	0.0	24.5	1.9	26.4
4. Denmark	22.9	0.0	22.9	0.0	22.9
多国間援助 (主要援助機関)	40.5	148.8	189.3	34.8	224.1
1. AsDB			93.1	15.0	108.1
2. IDA			51.9	0.0	51.9
その他	0.0	2.3	2.3	0.0	2.3
合 計	253.9	150.4	404.3	35.2	439.5

援助受入窓口機関	*19
技術協力： 大蔵省対外援助調整局	
無 償： 大蔵省対外援助調整局	
協 力 隊： 大蔵省対外援助調整局	

*17 我が国の政府開発援助 1999 (国際協力推進協会)

*18 International Development Statistics (CD-ROM) 2000 OECD

*19 JICA 資料

資料 5

討議議事録(M/D)

MINUTES OF DISCUSSIONS
THE BASIC DESIGN STUDY
ON
THE PROJECT
FOR
IMPROVEMENT OF KATHMANDU WATER SUPPLY FACILITIES
IN
THE KINGDOM OF NEPAL

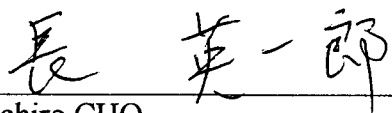
Based on the results of the Preparatory Study, the Government of Japan decided to conduct a Basic Design Study on the Project for Improvement of Kathmandu Water Supply Facilities (hereinafter referred to as "the Project") and entrusted the study to Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA").

JICA sent to the Kingdom of Nepal (hereinafter referred to as "Nepal") the Basic Design Study Team (hereinafter referred to as "the Team"), which is headed by Mr. Eiichiro Cho, Deputy Director, Grant Aid Management Department, JICA, and is scheduled to stay in the country from November 7, 2000 to December 19, 2000.

The Team held discussions with the officials concerned of the Government of Nepal and conducted a field survey at the study area.

In the course of discussions and field survey, both parties confirmed the main items described on the attached sheets. The Team will proceed to further study and prepare the Basic Design Study Report.

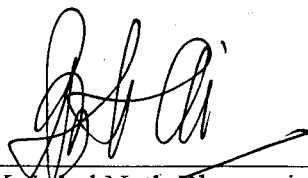
Kathmandu, 14th November 2000



Eiichiro CHO
Leader
Basic Design Study Team
Japan International Cooperation Agency



Dhruva Bd. Shrestha
Joint Secretary
Water Supply and Sanitation Division
Ministry of Physical Planning and
Works



Kaushal Nath Bhattarai
General Manager
Nepal Water Supply Corporation

ATTACHMENT

1. Objective of the Project

The objective of the Project is to improve water supply situation in Kathmandu, Lalitpur and Bhaktapur municipalities in order to promote public health and to secure a stable living of inhabitants through the implementation of the Project.

2. Project Site

The sites of the Project are Manohara and Shaibhu areas in the Kathmandu valley (see map in Annex-I).

3. Responsible and Implementation Agency

The Responsible Agency is the Ministry of Physical Planning and Works (MPPW) and the Implementation Agency is Nepal Water Supply Corporation (NWSC).

4. Items Requested by the Government of Nepal

After discussions with the Team, the sites and the components described in Annex-II were finally requested by the Nepalese side. However, both sides agreed that the final components of the Project will be determined by the Japanese side after further studies in Nepal and Japan.

5. Japan's Grant Aid System

The Nepalese side understands the Japan's Grant Aid Scheme and the necessary measures to be taken by the Government of Nepal as explained by the Team and described in Annex-III and Annex-IV.

6. Schedule of the Study

- 1) The consultants will proceed to further studies in Nepal until December 19, 2000.
- 2) JICA will prepare the draft final report in English and dispatch a mission in order to explain its contents in February 2001.
- 3) In case that the contents of the report are accepted in principle by the Government of Nepal, JICA will complete the final report and send it to the Government of Nepal by May 2001.

7. Other Relevant Issues

- 1) The Nepalese side strongly requested the Team early implementation of the Project.
- 2) Both sides confirmed again that Melamchi project took into consideration of additional water supply capacity by the implementation of the Project. It was also felt that the project would greatly relieve the acute shortage of water to be increasingly faced during the 6 years implementation period of Melamchi project.
- 3) Both sides agreed that the target year will be around 2005, a few years after the completion of the Project. However, the exact target year will be determined accordingly after detailed study in Japan.
- 4) The Nepalese side understood that the components, sizes, dimensions and locations of the requested facilities will be reviewed based on the field survey in Nepal and further study in Japan with aim to achieve maximum output with available resources.


The specific points are as follows;

- a) the alternative locations for both project sites,
 - b) the type of chemical dosing and disinfection system,
 - c) the size of facilities after estimation of water demand.
- 5) The Team explained that problems on operation and maintenance of the existing facilities constructed by Japanese Grant Aid shall be reflected in the design for the Project so that the situation does not occur again.
 - 6) Both sides agreed that the areas which will be directly benefited are southeast of Kathmandu, Madhyapur and the west of Bhaktapur by Manohara project, and Lalitpur by Shaibhu project. And the other water supply service area of NWSC will be indirectly benefited, where water supply of the existing system will be more effective by the implementation of the Project.
 - 7) The water quality standard of the Project will be as per the WHO guideline.
 - 8) The Nepalese side explained the progress of the Melamchi project as follows;

The Government Mission has already dispatched to Manila for loan negotiation with ADB Headquarter from November 13, 2000.

According to the tentative schedule, full operation of Melamchi project is scheduled to start in the middle of 2006.

- 9) The Nepalese side explained the progress of the Management Contract for water supply facilities in Kathmandu assisted by the World Bank as follows; Private Operator is scheduled to start in September 2001.
After the completion of the Project, Private Operator shall operate and maintain the facilities in Manohara and Shaibhu as well as the existing facilities in Bansbari and Mahankal Chaur.
But, Private Operator ~~does~~ not aim at full privatization and it will be regulated by an independent body of the government.
Management policy shall be decided by the operator but ownership of the facilities shall remain to NWSC as per the Nepalese law.
- 10) The Nepalese side will be responsible to coordinate the Project and the Melamchi project for their consistency between the respective project.
- 11) The Team will show the map of the Project sites for land acquisition needed for the implementation of the Project in February 2001. In accordance with the map, the Government of Nepal will complete land acquisition and compensation for property before the commencement of the Project.

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'S. N. Shrestha', with a stylized flourish below it.



Annex-II

Items Requested by the Nepalese side

1. Manohara project

- a) Construction of an infiltration gallery type water intake on the Manohara river.
- b) Construction of a raw water conveyance facility from the water intake to the water treatment plant with a capacity of 23,000m³/day.
- c) Construction of a water treatment plant with a treatment capacity of 23,000m³/day.
 - Bio-filter: Capacity 8,000m³/day
 - Flocculation basin: Vertical-baffling type
 - Sedimentation basin: Latitudinal-flow type
 - Sludge removal facilities: Hopper type
 - Rapid sand filter: Self-washing type
 - Chemical feeding equipment: Coagulant (alum), Alkali (lime)
 - Disinfection equipment: Bleaching powder, Sodium hypochlorite
- d) Construction of a service reservoir with a capacity of 3,000m³.
- e) Installation of a new distribution main with a diameter of 350mm and a length of 7,500m from the new reservoir to Kathmandu city.

2. Shaibhu project

- a) Construction of a new service reservoir with a capacity of 4,500m³.
- b) Installation of a new distribution main with a diameter of 350mm and a length of 3,500m from the new reservoir to Lalitpur city.
- c) Provision of disinfection equipment for bleaching powder and sodium hypochlorite.
- d) Provision of equipment and instruments for monitoring water quality.



Annex-III

Japan's Grant Aid Scheme

1. Grant Aid Procedures

(1) Japan's Grant Aid Program is executed through the following procedures.

Application	(Request made by a recipient country)
Study	(Basic Design Study conducted by JICA)
Appraisal & Approval	(Appraisal by the Government of Japan and Approval by Cabinet)
Determination of Implementation	(The Notes exchanged between the Governments of Japan and the recipient country)

(2) Firstly, the application or request for a Grant Aid project submitted by a recipient country is examined by the Government of Japan (the Ministry of Foreign Affairs) to determine whether or not it is eligible for Grant Aid. If the request is deemed appropriate, the Government of Japan assigns JICA (Japan International Cooperation Agency) to conduct a study on the request.

Secondly, JICA conducts the study (Basic Design Study), using (a) Japanese consulting firm(s).

Thirdly, the Government of Japan appraises the project to see whether or not it is suitable for Japan's Grant Aid Program, based on the Basic Design Study report prepared by JICA, and the results are then submitted to the Cabinet for approval.

Fourthly, the project, once approved by the Cabinet, becomes official with the Exchange of Notes signed by the Governments of Japan and the recipient country.

Finally, for the implementation of the project, JICA assists the recipient country in such matters as preparing tenders, contracts and so on.



2. Basic Design Study

(1) Contents of the Study

The aim of the Basic Design Study (hereinafter referred to as “the Study”), conducted by JICA on a requested project (hereinafter referred to as “the Project”) is to provide a basic document necessary for the appraisal of the Project by the Japanese Government. The contents of the Study are as follows:

- 1) Confirmation of the background, objectives, and benefits of the requested project and also institutional capacity of agencies concerned of the recipient country necessary for the Project’s implementation.
- 2) Evaluation of the appropriateness of the Project to be implemented under the Grant Aid Scheme from a technical, social and economic point of view.
- 3) Confirmation of items agreed on by both parties concerning the basic concept of the Project.
- 4) Preparation of a basic design of the Project.
- 5) Estimation of costs of the Project.

The contents of the original request are not necessarily approved in their initial form as the contents of the Grant Aid project. The Basic Design of the Project is confirmed considering the guidelines of Japan’s Grant Aid Scheme.

The Government of Japan requests the Government of the recipient country to take whatever measures are necessary to ensure its self-reliance in the implementation of the Project. Such measures must be guaranteed even though they may fall outside of the jurisdiction of the organization in the recipient country actually implementing the Project. Therefore, the implementation of the Project is confirmed by all relevant organizations of the recipient country through the Minutes of Discussions.

(2) Selection of Consultants

For smooth implementation of the Study, JICA uses (a) registered consultant firm(s). JICA selects (a) firm(s) based on proposals submitted by interested



firms. The firm(s) selected carry(ies) out a Basic Design Study and write(s) a report, based upon terms of reference set by JICA.

The consulting firm(s) used for the Study is (are) recommended by JICA to the recipient country to also work in the Project's implementation after the Exchange of Notes, in order to maintain technical consistency.

3. Japan's Grant Aid Scheme

(1) Grant Aid

The Grant Aid Program provides a recipient country with non-reimbursable funds to procure facilities, equipment and services (engineering services and transportation of the products, etc.) for economic and social development of the country under principles in accordance with the relevant laws and regulations of Japan. Grant Aid is not supplied through the donation of materials as such.

(2) Exchange of Notes (E/N)

Japan's Grant Aid is extended in accordance with the Notes exchanged by the Governments concerned, in which the objectives of the Project, period of execution, conditions and amount of the Grant Aid, etc. are confirmed.

- (3) "The period of the Grant Aid" means the one fiscal year which the Cabinet approves the Project for. Within the fiscal year, all procedures such as exchanging of the Notes, concluding contracts with (a) consultant firm(s) and (a) contractor(s) and a final payment to them must be completed.

However in case of delays in delivery, installation or construction due to unforeseen factors such as weather, the period of the Grant Aid can be further extended for a maximum of one fiscal year by mutual agreement between the two Governments.

- (4) Under the Grant Aid, in principle, Japanese products and services including transport or those of the recipient country are to be purchased.

When the two Governments deem it necessary, the Grant Aid may be used for

the purchase of the products or services of a third country.

However the prime contractors, namely, consulting, contracting and procurement firms, are limited to "Japanese nationals". (The term "Japanese nationals" means persons of Japanese nationality or Japanese corporations controlled by persons of Japanese nationality.)

(5) Necessity of "Verification"

The Government of recipient country or its designated authority will conclude contracts denominated in Japanese yen with Japanese nationals. Those contracts shall be verified by the Government of Japan. This "Verification" is deemed necessary to secure accountability to Japanese taxpayers.

(6) Undertakings required of the Government of the Recipient Country

In the implementation of the Grant Aid project, the recipient country is required to undertake such necessary measures as the following:

- 1) To secure land necessary for the sites of the Project, and to clear, level and reclaim the land prior to commencement of the construction.
- 2) To provide facilities for the distribution of electricity, water supply and drainage and other incidental facilities in and around the sites.
- 3) To secure buildings prior to the procurement in case the installation of the equipment.
- 4) To ensure all the expenses and prompt execution for unloading, customs clearance at the port of disembarkation and internal transportation of the products purchased under the Grant Aid.
- 5) To exempt Japanese nationals from customs duties, internal taxes and other fiscal levies which will be imposed in the recipient country with respect to the supply of the products and services under the Verified Contracts.
- 6) To accord Japanese nationals whose services may be required in connection with the supply of the products and services under the Verified Contracts, such facilities as may be necessary for their entry into the recipient country and stay therein for the performance of their work.

7) Proper Use

The recipient country is required to maintain and use the facilities constructed and equipment purchased under the Grant Aid properly and effectively and to assign staff necessary for this operation and maintenance as well as to bear all the expenses other than those covered by the Grant Aid.

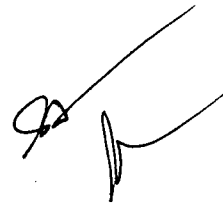
8) Re-export

The products purchased under the Grant Aid should not be re-exported from the recipient country.

9) Banking Arrangement (B/A)

(a) The Government of the recipient country or its designated authority should open an account in the name of the Government of the recipient country in a bank in Japan (hereinafter referred to as "the Bank"). The Government of Japan will execute the Grant Aid by making payments in Japanese yen to cover the obligations incurred by the Government of the recipient country or its designated authority under the verified contracts.

(b) The payments will be made when payment requests are presented by the Bank to the Government of Japan under an authorization to pay issued by the Government of the recipient country or its designated authority.



Annex-IV

Major Undertaking to be taken by Each Government

No.	Items	To be covered by Grant Aid	To be covered by Recipient Side
1	To secure land		●
2	To clear, level and reclaim the site when needed		●
3	To construct gates and fences in and around the site		●
4	To bear the following commissions to a bank of Japan for the banking services based upon the B/A		
	1) Advising commission of A/P		●
	2) Payment commission		●
5	To ensure prompt unloading and customs clearance at port of disembarkation in recipient country		
	1) Marine (Air) transportation of the products from Japan to the recipient country	●	
	2) Tax exemption and custom clearance of the products at the port of disembarkation		●
	3) Internal transportation from the port of disembarkation to the project site	●	
6	To accord Japanese nationals whose services may be required in connection with the supply of the products and the services under the verified contact such facilities as may be necessary for their entry into the recipient country and stay therein for the performance of their work		●
7	To exempt Japanese nationals from customs duties, internal taxes and other fiscal levies which may be imposed in the recipient country with respect to the supply of the products and services under the verified contact		●
8	To maintain and use properly and effectively the facilities constructed and equipment provided under the Grant Aid		●
9	To bear all the expenses, other than those to be borne by the Grant Aid, necessary for construction of the facilities		●

MINUTES OF DISCUSSIONS
ON
THE BASIC DESIGN STUDY
ON
THE PROJECT
FOR
IMPROVEMENT OF KATHMANDU WATER SUPPLY FACILITIES
IN
THE KINGDOM OF NEPAL
(EXPLANATION ON DRAFT FINAL REPORT)


In November 2000, the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as JICA) dispatched a Basic Design Study Team on the Project for the Improvement of Kathmandu Water Supply Facilities (hereinafter referred to as the Project) to the Kingdom of Nepal (hereinafter referred to as Nepal), and through discussion, field survey, and technical examination of the results in Japan, JICA prepared a draft report of the study.


In order to explain and to consult Nepal on the components of the draft report, JICA sent to Nepal the Draft Final Report Explanation Team (hereinafter referred to as the Team), which is headed by Eiichiro CHO, Deputy director, Grant Aid Management Department, JICA, from July 30 to August 8, 2001.

As a result of discussions, both parties confirmed the main items described on the attached sheets.

Kathmandu, August 3, 2001


Eiichiro CHO
Leader
Basic Design Study Team
Japan International Cooperation Agency
(JICA)


Shree Ram Shrestha
Joint Secretary
Ministry of Physical Planning and
Works
(MPPW)


Kaushal Nath Bhattarai
General Manager
Nepal Water Supply Corporation
(NWSC)

ATTACHMENT

1. Components of the Draft Final Report

The Nepalese side agreed and accepted in principle the components of the Draft Final Report explained by the Team. After discussions with the Team, both sides have confirmed the sites and components which will be constructed or procured under the Japanese Grant Aid listed in Annex-I.

2. Japan's Grant Aid Scheme

The Nepalese side understands the Japan's Grant Aid Scheme and the necessary measures to be taken by the Government of Nepal as explained by the Team and described in Annex-III and Annex-IV of the Minutes of Discussions signed by both parties on November 14, 2000.

3. Schedule of the Study

JICA will complete the final report in accordance with the confirmed items and send it to Nepal by November 2001.

4. Other Relevant Issues

(1) Responsible and Implementing Organization

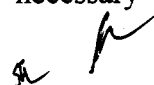
The Responsible organization of the Project is the Ministry of Physical Planning and Works (MPPW) and the Implementing Agency is the Nepal Water Supply Corporation (NWSC).

(2) Operation and Maintenance of Facilities

The Nepalese side should be responsible for operation and maintenance of facilities to be constructed under the Project. Each system at the Project site should raise enough funds to cover the costs for the proper operation and maintenance of the facilities.

(3) Implementation of EIA

The Team requested the Nepalese side to implement EIA (Environment Impact Assessment) in accordance with "Environmental Protection Act, 1997". The Nepalese side answered that MPPW and NWSC will take necessary procedures in consultation with the Ministry of Population and Environment including countermeasures, which are necessary to mitigate



negative impact, if necessary. The Team requested the Nepalese side to submit the document on EIA through JICA Nepal office to JICA Headquarter within three (3) months after the signing of Exchange of Notes for the Project. The Nepalese side agreed on it.

(4) Guarantee Letter for Land Acquisition

The Team requested the Nepalese side to submit the document, which guarantees the usage of necessary land for the Project within three (3) months after the signing of Exchange of Notes for the Project through JICA Nepal office to JICA Headquarter. The Nepalese side agreed on it.

(5) Power Supply

The Team requested the Nepalese side to install an electric line (11KV overhead feeder) between Thimi service station and the water intake site (required capacity of 300 KVA) and the water treatment plant site (required capacity of 750 KVA) of the Project. The Nepalese side requested the Team to provide generators for water intake and water treatment facilities. For this, the Team requested the Nepalese side to seek an assurance from NEA not to stop power supply to the facilities of the Project during load shedding at the Project sites. The Nepalese side agreed on the above-mentioned matters.

(6) Temporary Stock Yard

The Team requested the Nepalese side to provide temporary yard, which is necessary to stock construction materials during the construction period of the Project. The Nepalese side agreed on it.

(7) Sterilising Agent

The Nepalese side requested the Team to adopt sodium hypochlorite as sterilising agent. The Team answered it is difficult to be included into the Project because constant usage of repaired sodium hypochlorite generator at Mahankal Chaur, which has been out of use for about three (3) years, should be confirmed.

(8) Bio-filter

Regarding Manohara system, the Nepalese side requested the Team to construct a bio-filter. The Team answered it is difficult because groundwater would not be used as water source in Manohara system.



(9) Installation of Transmission Pipe

The Nepalese side requested the Team to install a transmission pipe between Bode reservoir and Katunje reservoir of approx. 600m in length. The Team answered it is difficult because it is out of scope of the Project. The Team asked the Nepalese side to install the pipe by their own expense.

(10) Design of Elevated Tanks

The Nepalese side requested the Team to make better design on out looking of elevated tanks. The Team answered to consider the request.

(11) Progress of Private Operator



The Nepalese side explained that re-invitation for letter of interest from private operators has been published because of withdrawal by two (2) companies out of three (3) which were short-listed earlier. Tentative schedule of the commencement of Private Operator will be February 2003.

(12) Request for Technical Cooperation

The Nepalese side requested the Team to include technical cooperation into the Project for the proper management and operation of the facilities. The Team answered to convey the request to related organizations in TOKYO and asked to submit necessary documents to the Japanese Embassy in Kathmandu.

(13) Keeping Documents Confidential

The Team handed six (6) copies of the draft reports and three (3) copies of drawings to the Nepalese side. Both sides agreed that these documents are confidential and should not be duplicated or released to any outside parties except for MPPW and NWSC.



THE PROJECT SITES AND COMPONENTS

(1) Manohara Project

1) Intake Facilities

- Planned intake amount: 21,700 m³/day
- Shallow wells: 8 nos. (diameter: 4 m, depth: 6.4 m)
- Intake pumps: 8 nos.
- Electrical equipment: Transformer 300KVA × 1 no.

2) Raw Water Conveyance Pipe

- Conveyance pipe: PVC ϕ 125 - 400 mm × 1,796 m

3) Water Treatment Plant

(a) Facility capacity

- Planned treatment amount: 21,700 m³/day (Planned supply amount × 1.05)
- Planned supply amount: 20,700 m³/day

(b) Receiving well and mixing basin

- Capacity: 83.5 m³ × 1 basin
- Mixing method: gravity fall

(c) Flocculation basin

- Capacity: 454 m³ (18 basins)
- Type of flocculation: vertical baffling

(d) Sedimentation basin

- Capacity: 920 m³ × 3 basins
- Sludge removal equipment: hopper type

(e) Rapid sand filtration basin

- Filtration area of basin: 22.68 m² × 8 basins
- Replenishment pump: 1 unit
- Surface washing pump: 2 units

(f) Clear water reservoir

- Capacity: 561 m³ × 2 basins

(g) Chemical dissolution and feeding equipment

- Coagulant (PAC): 1 Ls.
- Sodium hydroxide: 1 Ls.
- Bleaching powder: 1 Ls.

(h) Sludge and drainage basin

- Capacity: 202 m³ × 2 basins
- Supernatant water return pump: 2 units
- Drainage pump: 2 units

(i) Sludge drying bed

- Capacity: 280 m³ × 4 beds

- (j) Sampling equipment
 - Sampling pump: 2 units
 - Residual chlorine meter 1 no.
- (k) Internal water supply unit
 - Supply pump: 2 units
- (l) Water Quality Monitoring Equipment
 - Equipment for laboratory: 1 Ls.
- (m) Electrical Equipment
 - Transformer: 750KVA \times 1 no.
 - Distribution panel: 1 Ls.

4) Transmission Facilities

- (a) Bhaktapur West and Madhyapur service area
 - Transmission pump: 3 units
 - Transmission main: DCIP ϕ 250 mm \times 382 m
- (b) Kathmandu Southeast service area
 - Transmission pump: 5 units
 - Transmission main: PVC ϕ 350 mm \times 8,251 m
DCIP ϕ 350 mm \times 172 m

5) Elevated Tanks

- (a) Min Bhawan elevated tank
 - Capacity: 3,080 m³ \times 1 no.
- (b) Singha Durbar elevated tank
 - Capacity: 2,700 m³ \times 1 no.

(2) Shaibhu Project

1) Distribution facilities

- Distribution reservoir: 2,700 m³ \times 1 reservoir
- Sterilisation equipment: 1 Ls. (bleaching powder)
- Electrical equipment: 1 Ls.
- Water quality monitoring equipment: 1 Ls. (potable type)

2) Distribution main

New reservoir to North-east Lalitpur service area

- Distribution main: PVC ϕ 300 mm \times 3,454 m
DCIP ϕ 300 mm \times 46 m
PVC ϕ 350 mm \times 1,263 m

資料 6

事前評価表

資料6 事前評価表

1. 対象事業名
ネパール王国 カトマンズ上水施設改善計画
2. 我が国が援助することの必要性・妥当性
<p>(1) ネパールは南西アジアの中で最も所得水準の低い後発開発途上国である。同国の経済は農業部門にGDPの約4割、就業人口の約8割を依存しており、毎年のGDP成長率はその年の農作物の収穫に左右される。国家財政は慢性的な赤字構造にあり、開発支出を維持していくためには外国援助が不可欠である。</p> <p>(2) 本プロジェクトは、現在、劣悪な衛生環境と不自由な生活を強いられているカトマンズ盆地の都市部の住民を対象に、給水状況を緊急に改善する計画である。本プロジェクトが実施されると、貧困層を含む住民約100万人が裨益し、公衆衛生の改善と生活の安定に寄与する。</p> <p>(3) 本プロジェクトの計画施設は、カトマンズ盆地の長期水道計画であるメラムチ計画が実現した後も、カトマンズの長期的な水需要を満たすために重要な役割を分担する給水施設として、有効且つ持続的に活用される。</p>
3. 事業の目的等
<p>本プロジェクトは、ネパール政府から要請のあったカトマンズ盆地の上水施設改善に係る3計画のうち、マノハラ計画とシャイブー計画の計画施設を建設して、対象地域の給水状況を改善することを目的とする。本プロジェクトの上位目標及びプロジェクト目標は以下のように整理される。</p> <p>上位目標： カトマンズ盆地内のNWS C給水区域（対象地域）の給水サービスが改善され、住民の生活が改善される。</p> <p>プロジェクト目標： 対象地域の給水量（使用水量）不足が解消される。 対象地域の給水水質が改善される。</p>
4. 事業の内容
<p>(1) 対象地域</p> <p>本プロジェクトは、カトマンズ都市部全体の給水状況の改善を目標とするが、本プロジェクトで実施する2計画で直接裨益する地域及び人口は以下のとおりである。</p> <p>マノハラ計画： カトマンズ東南部（222.4千人）、マディアプール（19.7千人）及びバクタプール西部（24.4千人）</p> <p>シャイブー計画： ラリトプール（160.1千人）</p> <p>(2) アウトプット（各目標値の根拠については5.を参照）</p> <p>対象地域における給水能力の増強 （給水能力133.7千m³/日为目标）</p> <p>対象地域における漏水率の改善 （漏水率32.8%为目标）</p> <p>対象地域における給水原単位の増加 （家庭用原単位65.5リットル/人/日为目标）</p> <p>対象地域における水質障害の解消 （水質被害者4.5万人に対する改善为目标）</p>

(3) インプット

マノハラ計画

対象地域に河川水（伏流水）を水源とする給水施設を新設する。

- ・取水施設（浅井戸 8 井）
- ・導水施設（導水管 1.5 km）
- ・浄水施設（給水能力 20,700m³/日）
- ・送水施設（送水管 8.8 km）
- ・給水塔（3,080m³ × 1 基、2,700m³ × 1 基）

シャイブー計画

対象地域の既存配水場内に配水池を増設するとともに配水管を新設する。

- ・配水池（容量 2,700m³）
- ・配水管（延長 4.8 km）

(4) 総事業費

概算事業費 20.54 億円（日本側 19.19 億円、ネパール側 1.35 億円）

(5) スケジュール

2001 年度及び 2002 年度の 2 期に分けて実施。第 1 期 9.5 ヶ月、第 2 期 12 ヶ月の工期を予定。

(6) 実施体制

ネパール王国都市計画・公共事業省の監督の下、ネパール水道公社が担当する。施設完成後の運営も同公社が実施する。維持管理費は水道料金によって賄われる。

5. プロジェクトの成果

本プロジェクトの実施により、以下のような効果が期待される。

指標	カトマンズ		バクタプール		ラリトプール		合計（全域）	
	実施前 (2000 年)	実施後 (2006 年)	実施前 (2000 年)	実施後 (2006 年)	実施前 (2000 年)	実施後 (2006 年)	実施前 (2000 年)	実施後 (2006 年)
給水能力 (千 m ³ /日)	74.0	90.8	11.1 ¹	12.8	28.0	30.1	113.1	133.7
漏水率 (%)	39.7	28.9	43.2	36.7	53.6	42.9	43.5	32.8
家庭用原単位 (リットル/人/日)	45.4	65.7	50.7	65.2	49.1	64.9	46.6	65.5
水質被害者数 (万人)	0	0	4.5 ²	0	0	0	4.5	0

注) 1: 現在の給水能力の内、4.2 千 m³/日は水質の悪い地下水による。

2: 上記の地下水が無処理で給水されているマディアプール及びバクタプール西部の住民。

6. 外部要因リスク

(1) 浄水薬品・スเปアパーツ等の調達

本プロジェクトの施設で使用する水処理用の薬品類や機器・設備等のスぺアパーツは、インドや日本等、外国からの調達となる。何らかの理由でこれらの薬品やスぺアパーツが調達できない事態が発生した場合には、施設の正常な機能が発揮できず、成果指標に影響が及ぶ可能性がある。

(2) 既存給水施設による給水の継続

本プロジェクト実施後の給水能力は、既存の給水施設が運転を継続することを前提としている。このため、重大な事故や故障等により既存施設が長期に亘って給水を休止する場合には、成果指標に影響が及ぶ可能性がある。

(3) 旱魃などの天候不順

カトマンズ盆地内の給水施設は河川水を主要な水源としている。このため、旱魃等の発生により、長期に亘って異常渇水が継続する場合には、成果指標に影響が及ぶ可能性がある。

7. 今後の評価計画

(1) 事後評価に用いる成果指標

対象地域における給水能力（ $\text{m}^3/\text{日}$ ）
対象地域における漏水率（％）
対象地域における家庭用原単位（リットル/人/日）
対象地域における水質障害解消人口（人）

(2) 評価のタイミング

事業終了時
計画目標年次 2006 年を目処に関連計画（メラムチ計画）の供用開始前に再度事後評価を実施

資 料 7

漏水量の改善に係る検討

資料7 漏水量の改善に係る検討

1. はじめに

本プロジェクトの計画目標年次 2006 年における需要水量は、101.4 千 m^3 /日（有効給水量ベース）と推定され、現状の 63.9 千 m^3 /日から 37.5 千 m^3 /日増加する。一方、本プロジェクトによる給水能力の拡張は、20.6 千 m^3 /日に留まるため、単に給水能力を増加させるだけでは、この水需要を満たせない。

このため、本プロジェクトでは、本文の図-3.2.2 に示す現況の給水区域を既存給水施設及び計画施設の給水施設の能力と水需要の分布に一致して、図-3.2.3 のように給水区域を細分化し、給水圧の均等化と平均給水圧の低減を図ることで、現在の高い漏水率（43.5%）を改善する。以下に、本プロジェクトの計画に基づいて給水施設の建設と給水区域の細分化を実施した場合の漏水量の推定を行なった。

2. 漏水量の推定手法

給水区域の細分化による漏水量の改善に関する推定手法は、給水区域の変更・分割に伴う給水面積の変化と、給水塔や配水管の新設に伴う給水圧（計画実施前後の給水区域の平均標高と配水池等との標高差）の変化を変数とする以下の手法を採用した。

計画実施後の漏水量の推定式

$$\begin{aligned} L &= \sum_{i=1}^n Q \times \left(\frac{A}{A_0} \right) \times \frac{A_i}{A} \times \left(\frac{P_i}{P_0} \right) \\ &= \sum_{i=1}^n Q \times \left(\frac{A_i}{A_0} \right) \times \left(\frac{P_i}{P_0} \right) \\ A &= \sum_{i=1}^n A_i \end{aligned}$$

ここに、

L : 給水区域分割後の漏水量（千 m^3 /日）

Q : 当該給水区の計画給水量（千 m^3 /日）

: 分割前の当該給水区の漏水率

A₀ : 分割前の当該給水区の面積（ km^2 ）

A_i : 分割された給水区内の各地区の面積（ km^2 ）

A : 分割後の当該給水区の面積（ km^2 ）

P₀ : 分割前の当該給水区の平均給水圧（ kgf/cm^2 ）

P_i : 分割された各地区の平均給水圧（ kgf/cm^2 ）

: 指数（=1.15）：「実務者のための漏水調査 - 計画から実施まで -

（H7年3月）」（財）水道管路技術センター

3. 効果の推定

現況及び本プロジェクト実施後における各給水区の面積、平均標高、各給水区に配水する配水池・給水塔の標高と給水量等、上記推定式の各諸元と計算結果を表-A.1にとりまとめた。また、同表の推定結果に基づく本プロジェクトの効果は、下表のとおりである。

本プロジェクトによる効果

	カトマンズ		バクタプール		ラリトプール		合計（全域）	
	実施前 (2000年)	実施後 (2006年)	実施前 (2000年)	実施後 (2006年)	実施前 (2000年)	実施後 (2006年)	実施前 (2000年)	実施後 (2006年)
給水能力 (千 m^3 /日)	74.0	90.8	11.1	12.8	28.0	30.1	113.1	133.7
漏水量 (千 m^3 /日)	29.4	26.3	4.8	4.7	15.0	12.9	49.2	43.9
漏水率 (%)	39.7	28.9	43.2	36.7	53.6	42.9	43.5	32.8
有効給水量 (千 m^3 /日)	44.6	64.5	6.3	8.1	13.0	17.7	63.9	89.8
家庭用原単位 (リットル/人/日)	45.4	65.7 (88.8%)	50.7	65.2 (88.0%)	49.1	64.9 (87.8%)	46.6	65.5 (88.6%)

注：計画目標年次2006年の家庭用原単位の目標は74.0リットル/人/日。

表中（ ）内は、上記の家庭用原単位の目標に対する充足度。

表-A.1 現況と本プロジェクト実施後の給水状況

カトマンズ給水区

給水区名		給水区面積 (km^2)	給水区標高 (m)	配水池/給水塔		給水圧 (kgf/cm^2)	給水量 ($\text{千m}^3/\text{日}$)	漏水率 (%)	漏水量 ($\text{千m}^3/\text{日}$)	有効水量 ($\text{千m}^3/\text{日}$)	備考
				名称	標高(m)						
現況	1. マハンカルチュール	26.26	1,305.1	マハンカルチュール	1,335.9	3.08	39.8	32.2	12.8	27.0	
	2. バンスバリ										
	バンスバリ上流	10.44	1,315.7	バンスバリ	1,368.1	5.24	20.8	48.6	10.1	10.7	
	バンスバリ下流	3.74	1,302.1	バンスバリ	1,368.1	6.60					
	3. パラジュ	6.83	1,300.1	パラジュ	1,353.3	5.32	7.5	42.7	3.2	4.3	
	4. スンダリガット	3.40	1,297.7	スンダリガット	1,358.4	6.07	5.9	55.9	3.3	2.6	
合計		50.67					74.0	39.7	29.4	44.6	
計画	1. マハンカルチュール										
	マハンカルチュール	12.93	1,314.6	マハンカルチュール	1,335.9	2.13	56.6	23.0	13.0	43.6	マハラ計画から14.8 $\text{km}^3/\text{日}$ シャブー-計画から2.0 $\text{km}^3/\text{日}$
	ミンパワン	9.60	1,299.0	ミンパワン	1,319.6	2.06					
	シンハダールパール	4.19	1,294.1	シンハダールパール	1,313.9	1.98					
	新給水区	1.73	1,289.7	新シャブー	1,320.0	3.03					
	2. バンスバリ										
	バンスバリ上流	9.17	1,317.5	バンスバリ	1,368.1	5.06	20.8	34.9	7.3	13.6	
	バンスバリ下流	3.74	1,302.1	マハラジガンジ	1,329.6	2.75					
	3. パラジュ	5.91	1,301.1	パラジュ	1,353.3	5.22	7.5	36.1	2.7	4.8	
	4. スンダリガット	3.40	1,297.7	スンダリガット	1,358.4	6.07	5.9	55.9	3.3	2.6	
合計		50.67					90.8	28.9	26.3	64.5	

注) 「バンスバリ下流」は本プロジェクト実施後、マハラジガンジ配水池から配水する。

バクタプール給水区

給水区名		給水区面積 (km^2)	給水区標高 (m)	配水池/給水塔		給水圧 (kgf/cm^2)	給水量 ($\text{千m}^3/\text{日}$)	漏水率 (%)	漏水量 ($\text{千m}^3/\text{日}$)	有効水量 ($\text{千m}^3/\text{日}$)	備考
				名称	標高(m)						
現況	1. バクタプール東部	4.15	1,321.0	バンスバリ	1,360.8	3.98	6.9	43.2	3.0	3.9	
	2. マディアプール	10.16	1,308.4	ボデー	1,360.0	5.16	4.2	43.2	1.8	2.4	
	合計	14.31					11.1	43.2	4.8	6.3	
計画	1. バクタプール東部	3.02	1,320.7	バンスバリ	1,360.8	4.01	6.9	31.7	2.2	4.7	
	2. マディアプール										
	バクタプール西部	3.41	1,313.6	カトゥンジェ	1,347.4	3.38	5.9	42.5	2.5	3.4	マハラ計画から5.9 $\text{km}^3/\text{日}$
	マディアプール	7.88	1,308.3	ボデー	1,360.0	5.17					
	合計	14.31					12.8	36.7	4.7	8.1	

注) 「バクタプール西部」は本プロジェクト実施後、カトゥンジェ配水池から配水する。

表-A.1 現況と本プロジェクト実施後の給水状況

ラリトプール給水区

給水区名		給水区面積 (km^2)	給水区標高 (m)	配水池/給水塔		給水圧 (kgf/cm^2)	給水量 ($\text{千m}^3/\text{日}$)	漏水率 (%)	漏水量 ($\text{千m}^3/\text{日}$)	有効水量 ($\text{千m}^3/\text{日}$)	備考
				名称	標高(m)						
現況	1. シャイブー	12.34	1,301.6	シャイブー	1,340.0	3.84	20.4	53.6	12.6	7.8	
	2. タハケルVDC	3.27	1,321.2	タハケル	1,360.0	3.88	7.6	53.6	2.4	5.2	
	合計	15.61					28.0	53.6	15.0	13.0	
計画	1. シャイブー										
	シャイブーVDC	1.66	1,283.7	シャイブー	1,320.0	3.63	22.5	39.2	8.8	13.7	シャイブー計画から $2.1\text{千m}^3/\text{日}$
	シャイブー西部	2.94	1,298.6	シャイブー	1,340.0	4.14					
	シャイブー東南部	4.03	1,313.8	シャイブー	1,340.0	2.62					
	シャイブー東北部	3.71	1,298.8	新シャイブー	1,320.0	2.12					
	2. タハケルVDC	3.27	1,321.2	タハケル	1,360.0	3.88	7.6	53.6	4.1	3.5	
	合計	15.61					30.1	42.9	12.9	17.2	

注) シャイブー配水池及びタハケル配水池の標高は各々、1374.8m、1497.4mであるが、配水管の上流部は満流となっていないため、現地調査時の水圧測定の結果に基づいて標高を設定した。
シャイブー計画の実施により、分割される各地区は個別の配水管での配水が可能となるため、給水区の標高に応じた適正な配水圧に調整する。

資 料 8

取水施設の選定に係る検討

資料8 取水施設の選定に係る検討

1. 計画取水量

マノハラ計画の水源として計画されているマノハラ川及び既存地下水の取水量は、既存水利を勘案して検討された、JICA マスタープラン調査の取水可能水量（表-A.1）に基づくものとする。

表-A.1 マノハラ計画の取水可能水量

（単位：千m³/日）

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
地下水	-	8.4	8.4	8.4	8.4	-	-	-	-	-	-	-
河川水	44.0	26.7	13.8	13.8	18.1	32.8	508	770	481	146	92.4	54.4
合 計	44.0	35.1	22.2	22.2	26.5	32.8	508	770	481	146	92.4	54.4

出典：JICA マスタープラン調査（1990 年）

ここで、既存深井戸から生産される地下水は水質が悪く、水道水源として利用する場合には、適正な前処理が必要となる。また、河川流量の減少する時期の補完水源として利用する期間も2ヵ月と短期間であるため、地下水を水源とする場合、河川水に比べて約8倍のコストが必要となる。

このため、既存地下水は、マノハラ計画の実施後、かんがい用に転換し、この代替として、地下水の生産量と同量をマノハラ計画の水源としてマノハラ川から取水する。マノハラ計画の取水計画は、上記の水源量と水需要の季節変動を考慮して表-A.2のとおりとする。

表-A.2 マノハラ計画の取水計画

（単位：千m³/日）

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
計画取水量	18.5	18.3	18.0	18.1	17.9	20.1	21.5	21.7	21.4	20.9	20.0	17.9
地下水代替分	-	-	4.2	4.3	-	-	-	-	-	-	-	-
河川水	18.5	18.3	13.8	13.8	17.9	20.1	21.5	21.7	21.4	20.9	20.0	17.9

2. 既存取水井

1) 運転状況

マノハラ計画の計画取水地点の近傍には、NWS Cが建設した伏流水の取水井がある。同取水井の配置及び構造を各々、図-A.1、図-A.2に示す。

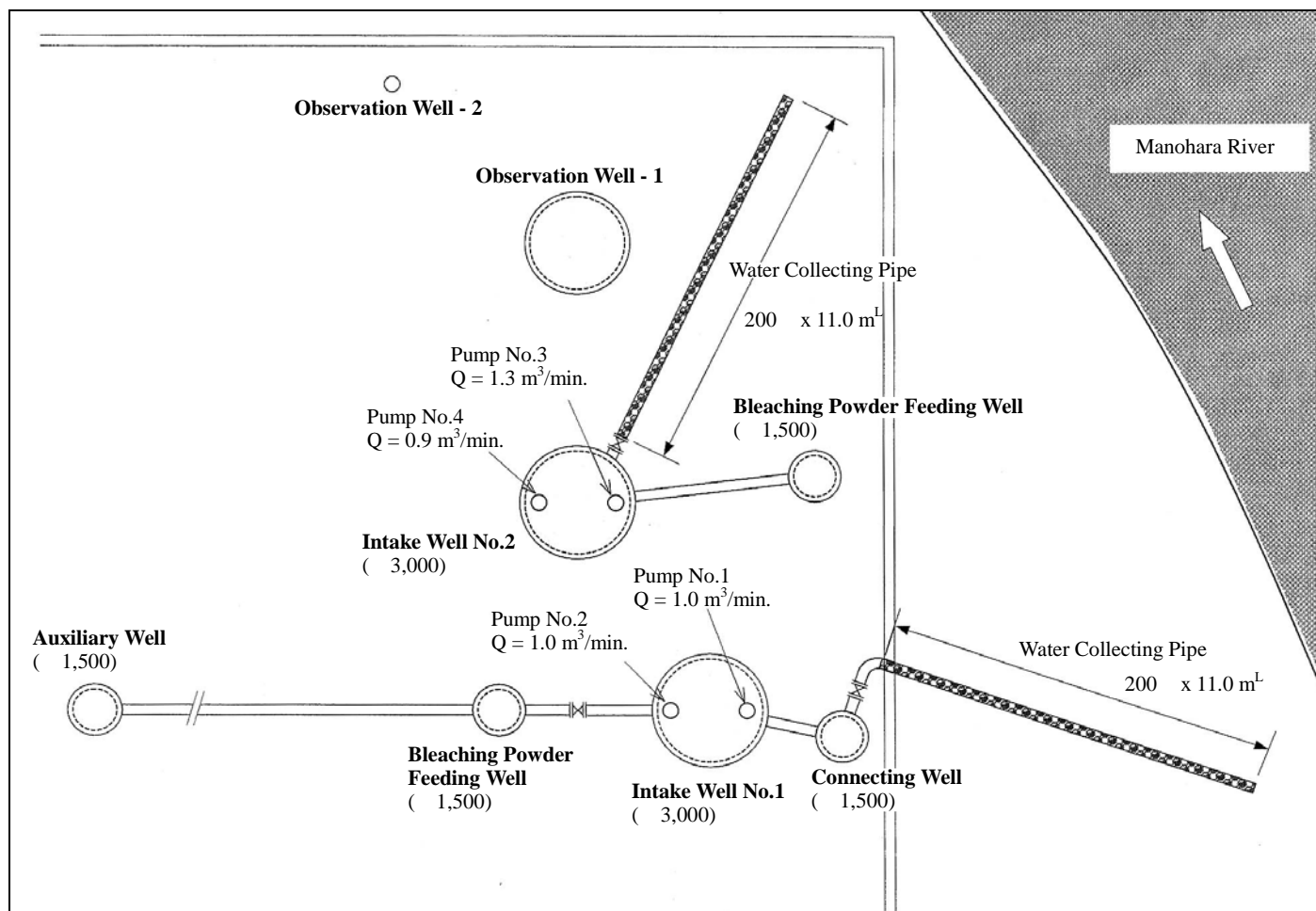


図-A.1 既存取水井の施設レイアウト

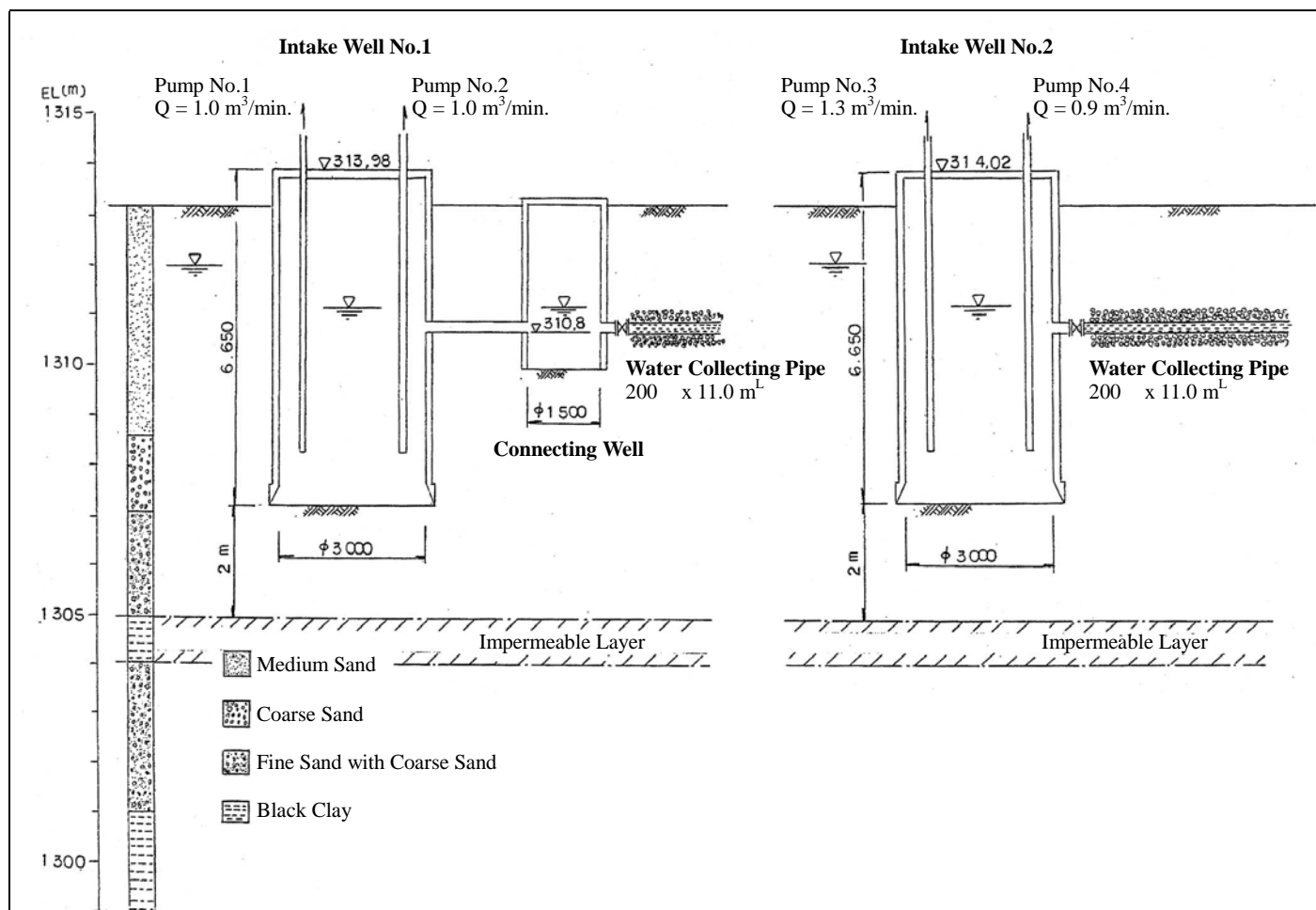


図-A.2 既存取水井の構造

既存取水井の構造は、前図-に示すとおり、直径 3 m、深さ 6 m の浅井戸に、取水量の増加を図るため、マノハラ川の方に長さ 11m の有孔集水管（口径 200mm）が設置されている。

取水井 No.1 には、揚水能力 $1.0\text{m}^3/\text{分}$ のポンプ 2 台が、取水井 No.2 には、揚水能力 $1.3\text{m}^3/\text{分}$ と $0.9\text{m}^3/\text{分}$ のポンプが設置されており、1998 年 12 月の供用開始以来、安定的に伏流水の取水が行われている。同取水井の運転実績を表-A.3 に示す。

表-A.3 既存井戸の揚水量

（単位： $\text{m}^3/\text{日}$ ）

年	月	取水井 No.1		取水井 No.2		合 計
		ポンプ No.1	ポンプ No.2	ポンプ No.3	ポンプ No.4	
1998	12	747	385	1,486		2,618
1999	1		490	1,507		1,997
	2		870	1,577		2,447
	3	537	861	1,422		2,820
	4	657	768	1,768		3,193
	5	1,053	1,198	1,759		4,010
	6		1,378	2,058		3,436
	7		1,426	1,908		3,334
	8		1,372	1,784		3,156
	9	485	1,064	1,817		3,366
	10	79	1,105	1,769		2,953
	11		1,358	1,763		3,121
	12		1,365	1,713		3,078
2000	1		1,173	1,615	122	2,910
	2		1,506	1,538	19	3,063
	3		1,343	1,595		2,938
	4		1,466	1,929		3,395
	5		1,421	1,794		3,215
	6		1,472	1,911		3,383
	7		1,366	1,741		3,107
	8		666	1,698		2,364
	9		1,426	1,846		3,272
	10		1,366	1,736		3,102

最大 4,010
 最低 1,997
 平均 3,056
 標準偏差 417
 平均 - 2 2,222

上表より、1998 年 12 月の供用開始から 2000 年 10 月までの取水実績の平均は、 $3,056\text{m}^3/\text{日}$ （標準偏差 $= 417\text{m}^3/\text{日}$ ）である。取水量のばらつきを考慮すると、既存取水井から安定的に取水できる水量は、 $2,222\text{m}^3/\text{日}$ （平均 - 2）と推定される。

2) 取水井の揚水試験

既存取水井 No.1 及び観測孔を用いて、以下の手順で揚水試験を行った（有孔集水管の流入バルブは閉めた状態で実施）。

- ・ステップ 1： ポンプ 2 台（No.1、No.2）の通常運転における水位測定
- ・ステップ 2： ポンプ停止の水位回復試験
- ・ステップ 3： ポンプ No 1（揚水量：1.0m³/分）の運転時の水位降下測定
- ・ステップ 4： ポンプ No.1 及び No.2（揚水量：1.0m³/分）の同時運転時の水位降下測定

試験結果を図-A.3 及び図-A.4 に示す。

既存取水井を定常な井戸とすると、次の水理式が成立する。

$$Q = 4 \cdot k \cdot r_0 \cdot (H - h_0)$$

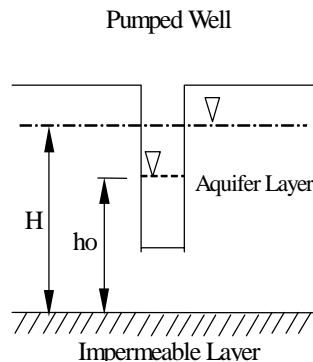
ここに、Q：揚水量（m³/sec）

k：透水係数（m/sec）

r₀：井戸の半径（m）

H：原地下水位から不透水層までの深さ（m）

h₀：井戸内の水位から不透水層までの深さ（m）



この式を基に、ステップ 3 の揚水試験の水位観測値を定常状態とすると、浅井戸周囲の砂層地盤の透水係数 k は下式のように計算される。

$$\begin{aligned} k &= Q \div \{ 4 \cdot r_0 \cdot (H - h_0) \} \\ &= 0.01667 \div \{ 4 \times 1.5 \times 0.96 \} \\ &= 2.9 \times 10^{-1} \text{ (cm/sec)} \end{aligned}$$

帯水層の透水係数 k の設計値は、安全率を考慮して下記のように定める。

$$\text{透水係数 } k = 2.0 \times 10^{-1} \text{ (cm/sec)}$$

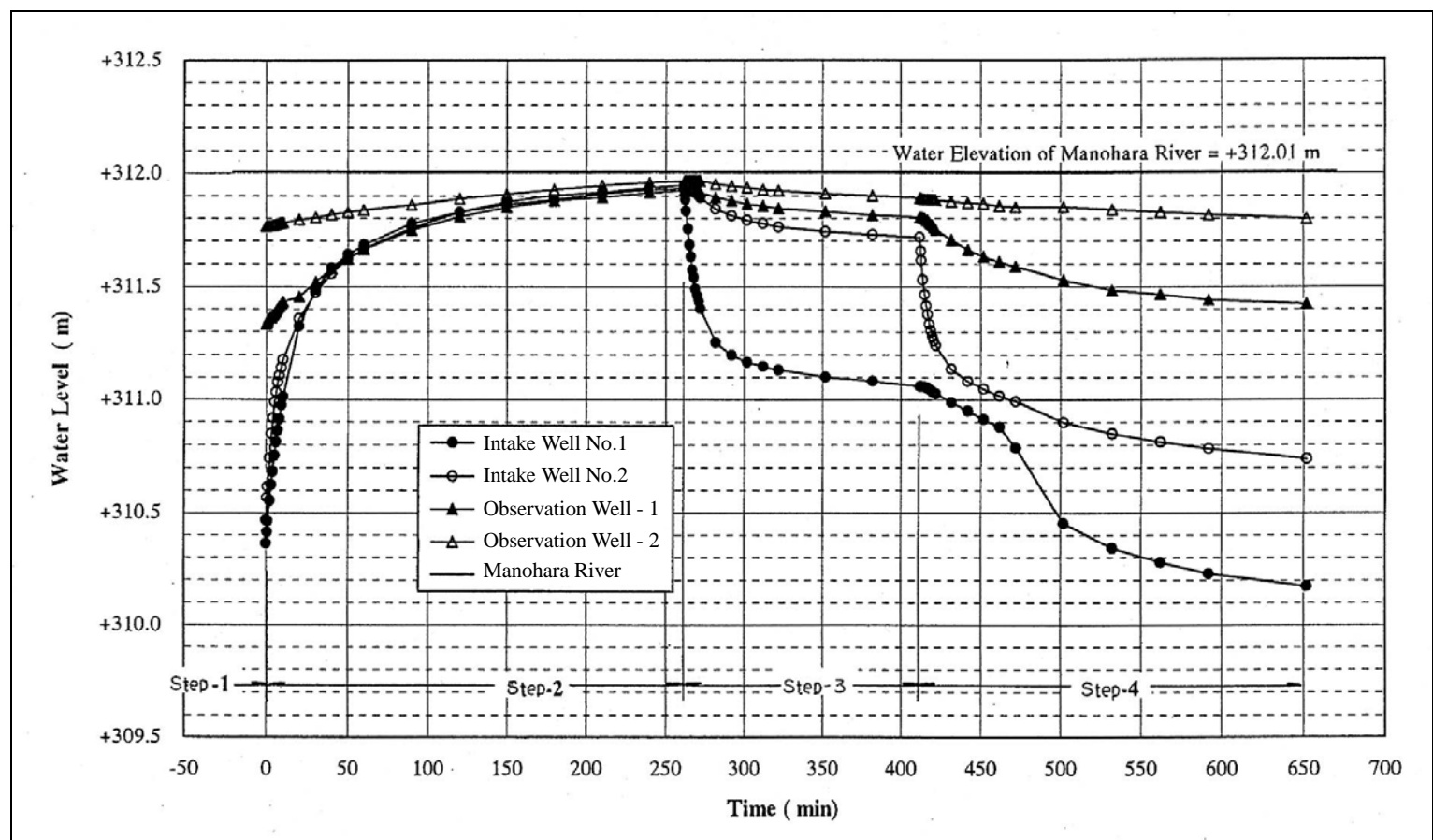


図-A.3 揚水試験における水位測定

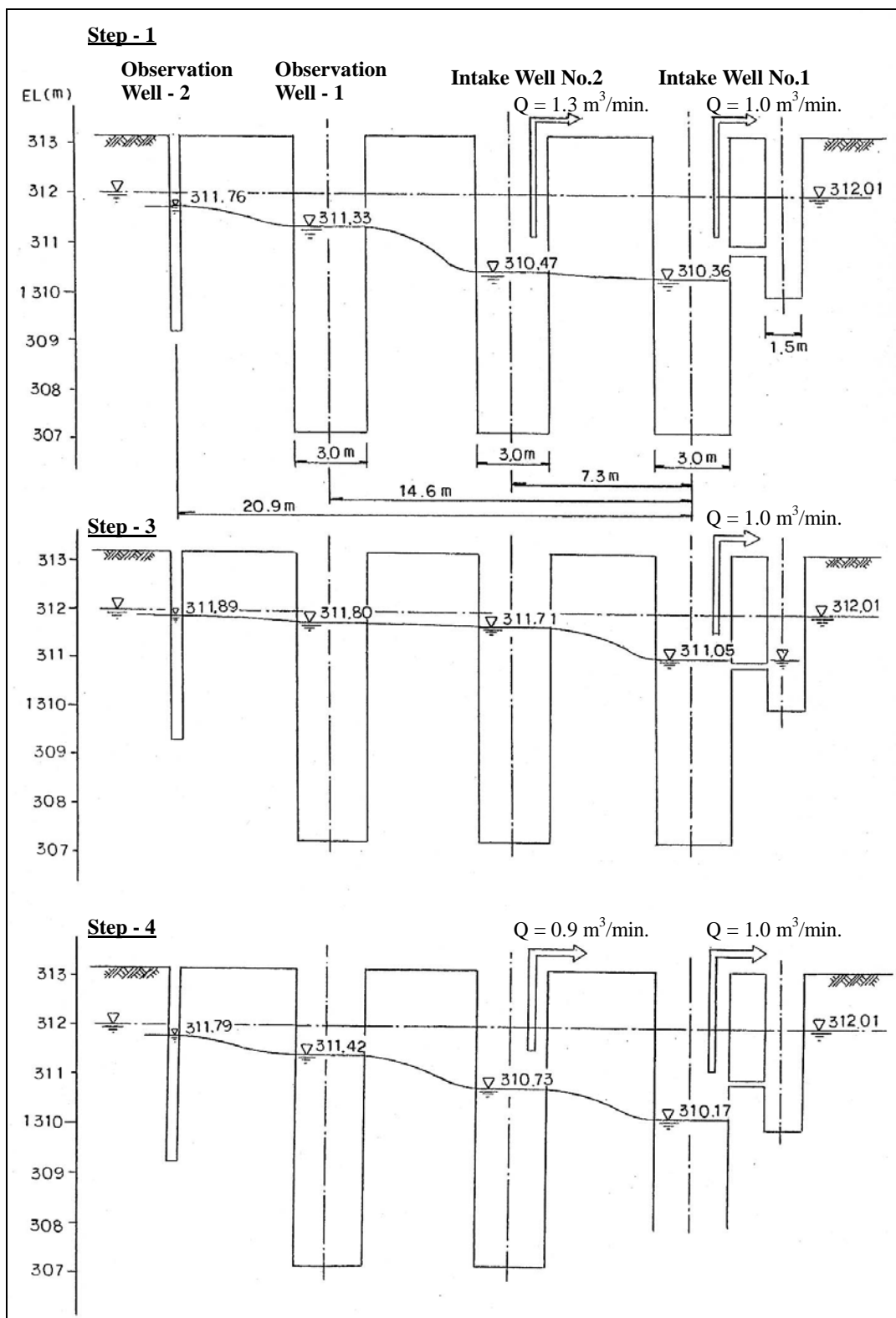


図-A.4 揚水試験における水位降下

3 . 新設取水施設の取水量

マノハラ計画の新設取水施設による取水量は、前述した同計画の計画取水量から既存取水井の取水量を差し引いた水量となる。ただし、施設規模の検討に当たっては、計画取水量に安全率 1.25 を見込んだ水量を使用する。

- ・ 豊水期： $21,700\text{m}^3/\text{日} \times 1.25 - 2,222\text{m}^3/\text{日} = 24,903\text{m}^3/\text{日}$
- ・ 渇水期： $17,900\text{m}^3/\text{日} \times 1.25 - 2,222\text{m}^3/\text{日} = 20,153\text{m}^3/\text{日}$
- ・ 平水期： $20,000\text{m}^3/\text{日} \times 1.25 - 2,222\text{m}^3/\text{日} = 22,778\text{m}^3/\text{日}$

4 . 取水方法の検討

現在、マノハラ計画の計画取水地点には人工的な護岸はなく、幅 500～600mの河川敷は農地として利用されている。このため、取水堰等を建設して堰上げ取水する取水方法を採用することは難しい。従って、以下では河川水を伏流水の形で取水する浅井戸及び集水埋渠による取水方法を検討した。

1) 浅井戸方式

前述した定常井戸の水理式及び既存取水井の揚水試験結果から得られた透水係数 $2 \times 10^{-3}\text{m}/\text{秒}$ を基に浅井戸方式による取水量を算出すると以下ようになる。

表- A . 4 浅井戸方式の取水量

井戸径	3.0m			4.0m			5.0m		
水位差 $H-h_o$ (m)	2.0	2.5	3.0	2.0	2.5	3.0	2.0	2.5	3.0
取水量 ($\text{m}^3/\text{日}$)	2,073	2,592	3,110	2,764	3,456	4,147	3,456	4,320	5,184

上表から、口径 5 m で 3.0m の井戸内外の水位差を確保できる深さの浅井戸で取水する場合、少なくとも 5 井が必要となる。本調査で実施した取水地点のボーリング調査及び電気探査の結果、N W S C の既存取水井の上流側で、マノハラ川左岸の東西 350m、南北 200m の範囲に深度 6 ～ 20m の良好な砂礫層が確認されているが、同範囲内に必要本数の井戸を影響圏外 ($R=100\text{m}$) に配置することは難しい。

2) 集水埋渠方式

自由水面を持つ地下水を集水埋渠方式で取水する場合に以下の式が成立する。

$$Q = \frac{kL(H^2 - h_o^2)}{R} \sqrt{\frac{t + 0.5r_o}{h_o}} \sqrt[4]{\frac{2h_o - t}{h_o}}$$

ここに、Q：揚水量 (m^3/sec)

k：透水係数 (m/sec) $k = 2.0 \times 10^{-3}$ (m/sec)

r_o ：埋渠の半径 (m)

L : 埋渠長 (m)
R : 影響半径 (m) : 100mとする
H : 原地下水位から不透水層までの深さ (m)
ho : 埋渠内の水位から不透水層までの深さ (m)
t : 埋渠内の水深 (m)

上記の式から集水埋渠方式の取水量を算出すると表-A.5のとおりとなる。

表-A.5 集水埋渠方式の取水量

埋渠の管径	300mm			400mm			500mm		
水位差 H-ho (m)	1.0	2.0	3.0	1.0	2.0	3.0	1.0	2.0	3.0
1 m当りの取水量 (m ³ /日/m)	7.6	15.2	23.2	8.8	17.6	26.6	9.8	19.6	29.8

上記のように、口径 500mmの集水管を使用し、2 mの管渠内水位と地下水位の水頭差を確保できる深さに管渠を埋設したとしても、約 1,270mもの埋設延長が必要となる。また、集水埋渠方式の場合、集水管の布設工事時に鋼製矢板の設置や水替え等、仮設工事に多額の費用を要することや、周辺農地への影響が大きいなどの問題がある。

3) 群井 (浅井戸) 方式

浅井戸方式は集水埋渠方式に比べて、工事が容易で工事費も安く、工事中の周辺環境への影響も小さいが、相互の井戸の位置を影響圏外に配置できない問題がある。このため、以下では1井当りの揚水量は減少するものの、本調査で確認された良好な帯水層の範囲内に、複数の井戸を配置 (50~85m程度の影響圏内に配置) して取水する群井方式について検討した。

[計算式]

取水量の計算には下記の直列等間隔配列の3井戸 (不圧地下水)の取水量の公式を採用する。

$$Q_1 = \frac{K (H^2 - h_0^2) \log_e (m / r_w)}{2 \log_e (R / m) \log_e (m / r_w) + \log_e (m / 2r_w) \log_e (R / r_w)}$$

$$Q_2 = \frac{K (H^2 - h_0^2) \log_e (m / 2r_w)}{2 \log_e (R / m) \log_e (m / r_w) + \log_e (m / 2r_w) \log_e (R / r_w)}$$

$$R = 1.5 \cdot (\quad \cdot t_0)$$

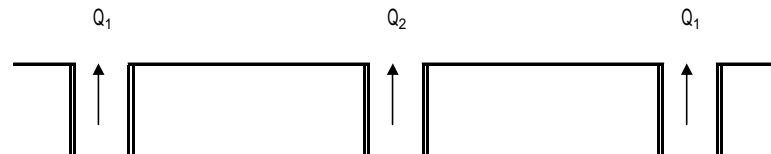
ここに、 K : 0.002 (m/sec) : 透水係数
 H : 6.5 (m) : 帯水層厚(豊水期)
 5.8 (m) : 帯水層厚(渇水期)
 6.0 (m) : 帯水層厚(平水期)
 h_0 : 3.3 (m) : 取水高さ
 m : 浅井戸の間隔 (m)
 r_w : 2.5 (m) : 井戸の半径 (井戸径は 5 m とする)
 R : 100 (m) : 影響圏半径で $[1.5 \times (\times t_0)]$ なる時間の関数と
 しているが、定常状態を想定し 100 m とする。

[中間井からの取水量]

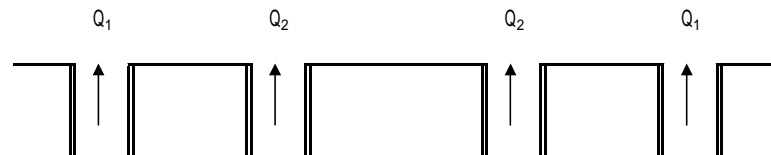
中間井(他の井戸に挟まれた位置にある井戸)は両側の取水井の影響を受け、取水量が少なくなる。この減少の割合は図-A.5 に示すように Q_2/Q_1 とする。

図-A.5 群井による取水量

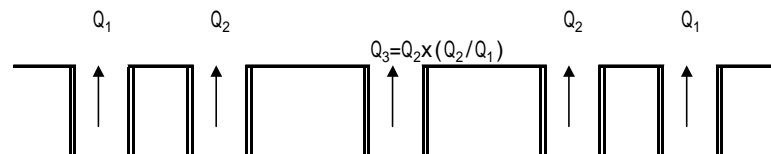
3井戸直列配置のときの取水量



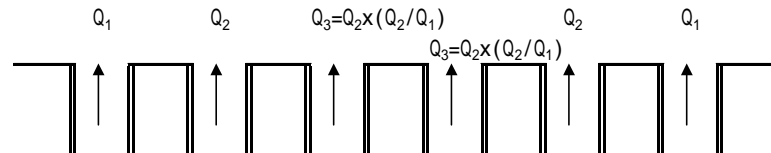
4井戸直列配置のときの取水量



5井戸直列配置のときの取水量



6井戸直列配置のときの取水量



前図を模式化すると以下ようになる。

	井戸別取水量	総取水量
3井戸 直列配置	Q_1 Q_2 Q_1	$2Q_1 + Q_2$
4井戸 直列配置	Q_1 Q_2 Q_2 Q_1	$2Q_1 + 2Q_2$
5井戸 直列配置	Q_1 Q_2 Q_3 Q_2 Q_1	$2Q_1 + 2Q_2 + Q_3$
6井戸 直列配置	Q_1 Q_2 Q_3 Q_3 Q_2 Q_1	$2Q_1 + 2Q_2 + 2Q_3$

$Q_3 = Q_2 \times (Q_2 / Q_1)$

[総取水量]

直列の3～6井の群井の場合の上記の条件に基づき、前記式により算出した総取水量は表-A.6のとおりである。

表-A.6 群井による総取水量

	井戸間隔	群井による総取水量 (m ³ /日)			
		3井	4井	5井	6井
豊水期 H=6.5m h ₀ =3.3m	50m	11,166	14,266	16,649	19,032
	60m	12,126	15,534	18,198	20,862
	75m	13,553	17,412	20,484	23,556
	85m	14,511	18,670	22,012	25,354
渇水期 H=5.8m h ₀ =3.3m	50m	8,099	10,348	12,077	13,806
	60m	8,796	11,268	13,201	15,134
	75m	9,832	12,632	14,862	17,092
	85m	10,527	13,544	15,968	18,392
平水期 H=6.0m h ₀ =3.3m	50m	8,940	11,422	13,330	15,238
	60m	9,709	12,438	14,572	16,706
	75m	10,852	13,942	16,402	18,862
	85m	11,620	14,950	17,625	20,300

注：Hは河川水位に連動して変動するものとして各期の地下水位を算定。

[群井の最適配置]

本調査で良好な帯水層が確認されている範囲を考慮して、マノハラ川左岸に150mの間隔を取って2直列の群井を配置する。マノハラ川沿いの列については、上記範囲の上下流方向の延長距離が160～170mしかないため、50m間隔で4井あるいは75m間隔で3本の井戸配置とし、内陸側の列については、各期の取水量を確保するために必要となる井戸本数と井戸間隔を検討した上で、各配列のケースについて概算工事費を比較した(表-A.7参照)。

表-A.7 井戸配列と概算工事費

井戸配列ケース	取水量 (m ³ /日)			井戸 本数	ポンプ台数			
	豊水期 (24,903)	渇水期 (20,153)	平水期 (22,778)		15 KW	18.5 KW	22 KW	30 KW
1. マノハラ川側 75m × 3井	13,553	9,832	10,852	3	-	-	1	2
内陸側 85m × 4井	18,670	13,544	14,950	4	-	-	2	2
総取水量 (m ³ /日)	32,223	23,376	25,802	7	-	-	3	4
井戸建設・ポンプ・導水管設備費				184.5 百万円				
2. マノハラ川側 50m × 4井	13,638	9,894	10,918	4	-	4	-	-
内陸側 85m × 4井	17,588	12,760	14,082	4	-	-	4	-
総取水量 (m ³ /日)	31,226	22,654	25,000	8	-	4	4	-
井戸建設・ポンプ・導水管設備費				169.9 百万円				
3. マノハラ川側 75m × 3井	12,232	8,722	9,685	3	-	1	2	-
内陸側 75m × 5井	18,602	13,266	14,730	5	-	3	2	-
総取水量 (m ³ /日)	30,834	21,988	24,415	8	-	4	4	-
井戸建設・ポンプ・導水管設備費				174.9 百万円				
4. マノハラ川側 50m × 4井	12,726	8,992	10,020	4	2	2	-	-
内陸側 75m × 5井	18,163	12,824	14,287	5	3	2	-	-
総取水量 (m ³ /日)	30,889	21,816	24,307	9	5	4	-	-
井戸建設・ポンプ・導水管設備費				174.1 百万円				

上表より、各期の必要水量が取水でき且つ最も経済的な群井の配列は、マノハラ川側に 50m 間隔及び内陸側に 85m 間隔で 4 井ずつの配置となる。

資 料 9

浄水システムの選定に係る検討

資料9 浄水システムの選定に係る検討

本プロジェクトで導入する浄水設備について、ユニットプロセス（単位操作）ごとの比較検討を行った。

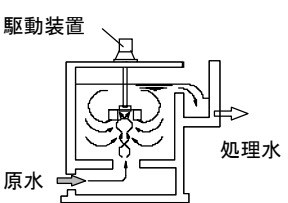
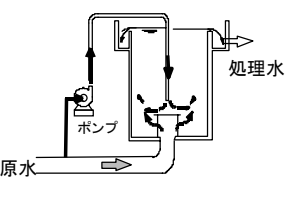
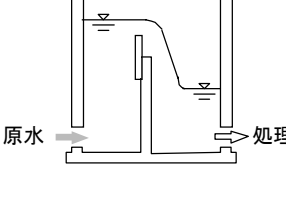
1. 混和凝集

凝集沈殿は、混和凝集、フロック形成及び沈殿分離の三つのプロセスに分けられる。混和凝集は、凝集剤を添加後できるだけ急速に混和させ、水中の微細な浮遊物質やコロイド状物質を微細なフロックに凝集する操作であり、混和凝集方式としては下記のものがある。

- ・機械攪拌方式
- ・ポンプ攪拌方式
- ・堰方式

機械攪拌方式やポンプ攪拌方式はいずれも機器を使用するため維持管理が必要である。堰方式は機器が必要でなく、操作管理が不要である。この3方法についての比較検討結果を表-B.1に示す。これらの方法のうち、上記コンセプトに適合するものとして堰方式とする。

表-B.1 混和凝集方式比較表

	機械攪拌式	ポンプ攪拌式	堰 式
機器構成	<ul style="list-style-type: none"> ・駆動装置 ・操作架台 ・攪拌軸及び攪拌羽 ・電気設備 	<ul style="list-style-type: none"> ・噴射ポンプ ・ポンプ周り配管 ・攪拌機 ・電気設備 	<ul style="list-style-type: none"> ・堰板
原 理	・駆動装置に連結された垂直軸に攪拌用の回転羽を取付け混和する方式。	・原水の一部を取水し、ポンプ加圧して原水と衝突させて混和する方式。	・水路に堰板を設け原水を自由落下させ大きな乱流を起こし、混和する方式。
長 所	<ul style="list-style-type: none"> ・水量変動に対して対応可能。 ・水頭差は不要。 	<ul style="list-style-type: none"> ・水量変動に対して対応可能。 ・水頭差は不要。 	<ul style="list-style-type: none"> ・建設費が安い。 ・故障はない。 ・維持管理費は安い。 ・設置面積は少ない。
短 所	<ul style="list-style-type: none"> ・建設費が高い。 ・動力費が高い。 ・駆動部の機械音対策が必要。 ・定期的点検が必要 ・維持管理費が高い。 	<ul style="list-style-type: none"> ・建設費が高い。 ・動力費が高くなる。 ・設置面積が広がる。 ・定期的点検が必要。 ・維持管理費が高くなる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・水量変動に対する対策が必要。 ・水頭差が必要。
総合評価	<ul style="list-style-type: none"> ・建設費、動力費、維持管理費とも高い。 ・駆動部の機械音対策が必要。 ・運転管理に高度な技術力が必要。 	<ul style="list-style-type: none"> ・機械攪拌方式とほぼ同様であるが、ポンプの設置面積が必要となる。 ・運転管理において高度な技術力が必要である。 	<ul style="list-style-type: none"> ・水量変動対策として、十分に堰高を確保することで対応できる。 ・建設費は安く、動力費、維持管理費とも不要である。
構造図			

2. フロック形成設備

フロック形成設備は、混和凝集で微細なフロックを作った後、緩やかに攪拌することにより、微小フロックを大きく良好なフロックに成長させる操作である。フロック形成方式としては下記のものがある。

- ・機械攪拌方式
- ・迂流方式

機械攪拌方式は機器を使用するため維持管理が必要である。迂流方式は機器が必要でなく、操作管理が容易である。この2方法についての比較検討結果を表-B.2に示す。上記コンセプトに適合するものとして迂流式を採用する。

表-B.2 フロック形成池比較表

	機械攪拌式（フロキュレータ）	迂流式
機能説明	<ul style="list-style-type: none"> ・1列または数列に配置し、その間には隔壁を設けることもある。回転軸は水平式と垂直式がある。 ・低流量時も攪拌翼の回転数を調整することにより対応しうる攪拌強度（G値）が得られる。 ・水深は3～5m程度とする。 	<ul style="list-style-type: none"> ・上下迂流式と水平迂流式及び併用方式がある。水頭差を利用するため処理水量の変動に対して注意が必要で、高濁時のスラッジ堆積や、滞留時間が減少による凝集不良に留意する。 ・滞留時間、水深等は機械攪拌方式と同じである。
設備構成	<ul style="list-style-type: none"> ・駆動部（電動機・減速機） ・水中軸 ・攪拌翼 ・水中軸受 	<ul style="list-style-type: none"> ・迂流板
滞留時間	20～40分	20～40分
周辺速度	15～80cm/sec	
G 値	10～75 l/s	10～75 l/s
G T 値	23,000～210,000	23,000～210,000
維持管理	設備機器の維持管理が必要。	維持管理が容易。
長 所	<ul style="list-style-type: none"> ・水量・水質変動に応じた運転調整ができる。 ・水頭差は不要。 	<ul style="list-style-type: none"> ・建設費が安い。
短 所	<ul style="list-style-type: none"> ・建設費が高い。 ・保守点検を必要とする。 ・維持管理が高くなる。 ・効率が高くなる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・水頭差が必要である。 ・水量変動に対応しにくい。
構造図		
総合評価	建設費、動力費、維持管理が高くなり、高度の技術が必要となる。	建設費、維持管理費とも安く、優れた方法である。また、水量変動に対しては処理池数を区分することで、対応する。

3 . 沈殿池汚泥排出方法

沈殿池における堆積汚泥の排出は、維持管理費のかかる機械式を排除し、ホッパーによる重力式とする。以下、ホッパーの設置列数について検討する。

河川水を原水とする浄水場における、沈殿池の流下方向に対する沈殿汚泥量の分布に関して、国内のA浄水場の沈殿池を使用して調査した結果を以下に示す。

1) 沈殿池の仕様

- ・ 設計水量： 30,000m³/池・日
- ・ タイプ： 横流式傾斜板
- ・ 形状、寸法： 矩形、13m幅×27.3m長×4.0m深（1,420m³）
- ・ 排泥形式： 横断傾斜壁、底部多孔集排泥管（13列）

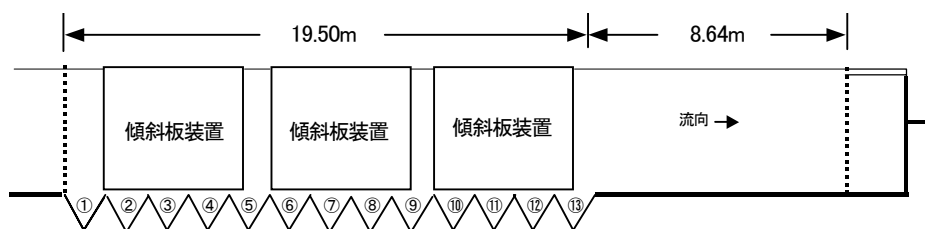


図-B . 1 沈殿池の側断面図

2) 調査の方法

調査開始にあたって、前日に全ての集排泥管を通じて排水して沈殿池の清掃を行った。

24時間の通常運転後に通水を停止して各集排泥管より順次沈殿泥を排出し、排水を15秒間隔で採取して濁度を測定し、SSに換算した。試料採取は目視により排出水の透明度が確認できる300秒を限度とした。

調査時の条件

- ・ 処理水量： 設計水量
- ・ 原水濁度： 30～46度
- ・ 排泥弁： 150mm全開

3) 調査の結果

上記の調査による沈殿池流下方向の排泥水濃度の分布を表-B . 3 に示す。なお、同表中の累加量は、各排出水管の流量が等しく、一定であると仮定した無次元量である。

表-B.3 沈殿池排泥水の濃度と沈殿汚泥量

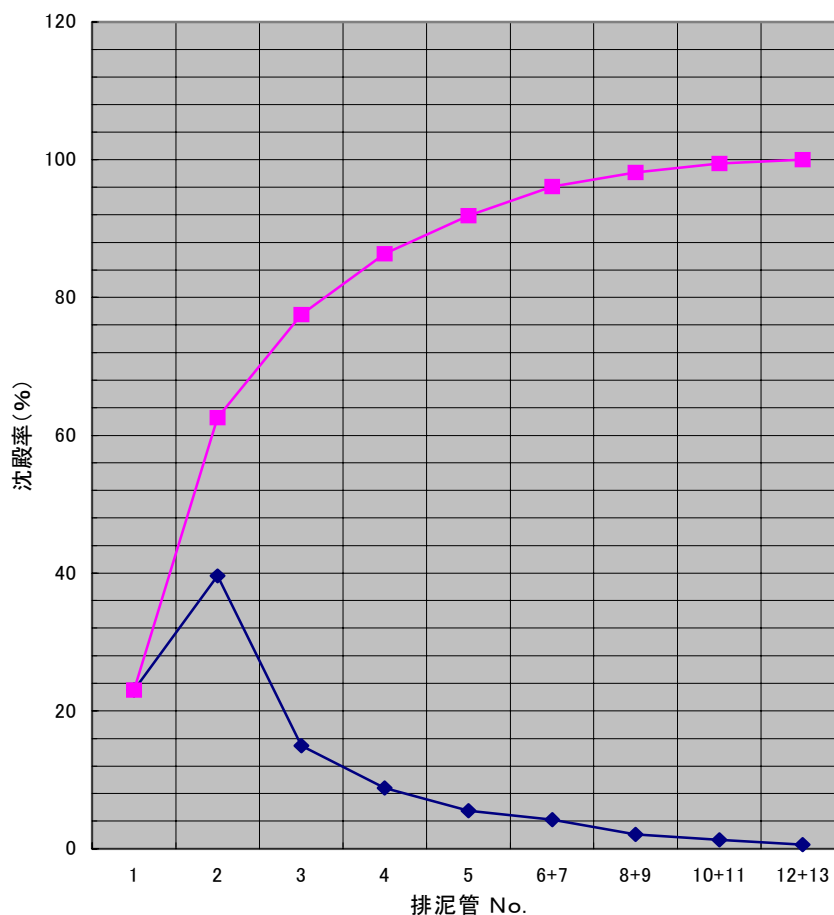
秒	排泥管 No.						+	+	+	+
排出濃度	0	290	440	230	310	110	140	160	60	35
	15	22,000	18,000	15,000	9,000	4,700	5,300	2,600	1,900	340
	30	14,000	23,000	13,000	7,300	3,600	2,900	1,200	600	830
	45	13,000	17,000	6,000	4,600	2,700	1,800	830	430	300
	60	6,100	17,000	2,600	1,400	1,900	700	460	280	170
	75	3,200	11,000	1,400	720	1,100	450	370	190	
	90	1,400	3,800	960	600	550	300	240	140	
	105	800	3,200	1,250	690	490	270	140		
	120	650	3,500	680	300	250	160			
	135	440	2,300	490	21	190				
	150	360	2,000	330	160					
	165	350	1,400	200						
	180	300	1,600							
	195	330	2,000							
	210	240	1,200							
	225	310	800							
	240	280	760							
	255	280	950							
	270	250	660							
	285	180	400							
	300	200	580							
累加量		64,670	111,150	41,910	24,791	15,480	11,880	5,840	3,540	1,640
沈殿率 (%)		23.0	39.6	14.9	8.8	5.5	4.2	2.1	1.3	0.6
累加沈殿率		23.0	62.6	77.5	86.3	91.8	96.1	98.2	99.4	100.0

この沈殿池では汚泥の排出が出来る部分(19.5m)に傾斜板が設置され、その後(8.64m)が普通横流式沈殿池となっている。

結果が示すとおり、排泥管からの排出量の累加値の割合は傾斜板装置の開始位置で極めて高く、ついで流入側整流壁で高く、最終排泥位置では全沈殿量の1%以下となっている。一般に、傾斜板式沈殿池では傾斜板の水面積が極めて大きく、沈殿装置後の汚泥沈殿量は極めて小さいことから、傾斜板装置の終点を沈殿池の終点と見なしても差し支えない。

沈殿量の流下方向に対する分布を図-B.2に示す。

図 - B.2 沈殿池の汚泥量



前述の沈殿池の全長を13(排泥管数)とすると、上流側から3番目のスリット(23%の位置)までに発生汚泥量の78%が、4番目(31%の位置)までに86%が沈殿し、その後の沈殿部には14%程度が沈殿するにすぎない。

マノハラ計画の原水の平均濁度を25度とすると、発生汚泥量は約 $22\text{m}^3/\text{日}$ (濃度2%として)と算出される。同計画の沈殿池のホッパー設置部分は、沈殿池全体の25%に相当するが、上記の発生汚泥量によるホッパーの平均堆泥高さは9cm/日となる。

堆泥高さは部分的には上記平均値の3～4倍にも達し、有効水深2.85mの内、1mまでの堆積(この時、池内平均流速が限界の0.4m/分となる)を許容したとしても、2～3日で沈殿池の清掃が必要となるので、マノハラ計画では沈殿池の全長に対して、30%位置までの排泥設備の設置は不可避である。

ホッパーの設置列数に関して、維持管理及び設備費の検討結果を以下に示す。

表-B.4 沈殿池ホッパーの列数に係る操作性と建設費等の比較

項目	全長の30%がホッパーの場合	上流側 1 列のみホッパーの場合
排泥	<p>(高濁度時)</p> <ul style="list-style-type: none">・ 1 日に 3 池の排泥弁開閉による、汚泥引き抜き作業を行う。・ 作業は上流側の排泥弁から行い、順次下流側の排泥弁を連続的に操作する。・ 排泥弁操作時間は、開閉時間を含めて約25秒程度とする。・ 24時間の滞留時間において、天日乾燥床に送泥する。 <p>(平均濁度時)</p> <ul style="list-style-type: none">・ 1 日に 1 池の汚泥引き抜き作業を行う。・ 作業は上流側の排泥弁から行い、順次下流側の排泥弁を連続的に操作する。・ 排泥弁操作時間は、開閉時間を含めて約25秒程度とする。・ 3 日間排泥引き抜き作業を行い、排泥池に貯留する。・ 24時間の滞留時間において (4 日目に) 天日乾燥床に送泥する。	<ul style="list-style-type: none">・ ホッパー以外の部分の排泥のためには、排水を基本とする排泥を行う必要があり、 1 週間に 1 ～ 2 回の頻度で行う。・ 排水、排泥及び充水に時間がかかるので、通常の処理を行うためには、少なくとも 1 池の予備池が必要となる。・ 沈殿池の排水の場合、排水の返送設備の能力アップも必要となる。・ 頻度は上記より少ないが、 1 週間に 1 度の排泥は必要。
清掃	<ul style="list-style-type: none">・ 原水水質が比較的良く、処理水量の少ない時期を選んで年 2 回程度実施する。	
施設概要	ホッパー 45カ所 (3 池 × 15カ所) 排泥弁 15個 (3 池 × 5 個) 排泥管 1 式	ホッパー 9カ所 (3 池 × 3カ所) 排泥弁 9 個 (3 池 × 3 個) 排泥管 1 式
建設費及びO/M費	施設償還費 997千円°-/年 維持管理費 (バルブ) 122千円°-/年 取水費損失分 - 清掃作業 77千円°-/年 充水作業 - 計 1,196千円°-/年	施設償還費 495千円°-/年 維持管理費 (バルブ) 61千円°-/年 取水費損失分 660千円°-/年 清掃作業 928千円°-/年 充水作業 41千円°-/年 計 2,185千円°-/年

上流側1列のみホッパーの場合、多数列ホッパーの施設と同程度の水処理を行うには上記の施設に追加して、以下の施設と費用が必要となる。

(1) 予備池	2,470千円°-/年	(施設償還費)
(2) 返送設備能力増強	286千円°-/年	(施設償還費)
計	2,756千円°-/年	

4 . 急速ろ過池設備

急速ろ過池設備は、沈殿池で沈でん除去されなかった微フロックを砂層等のろ材に通すことにより、フロックの中にとり込まれている配水管内で遊離塩素を消費し、外的汚染に無防備にしたり、流水管内で二次障害を引き起こす物質を除去し、水道本来の目的である安全で衛生的な生活用水を需要者に供給するために必要な水質に改善する仕上げのプロセスであり、ろ過設備としては下記の方式のものがある。

- ・ 標準型急速ろ過池
- ・ バルブ式自己水洗浄型急速ろ過池
- ・ サイホン式自己水洗浄型急速ろ過池

標準型急速ろ過池は、ろ過流量調節及び操作管理に高度な技術を必要とし、サイホン式自己水洗浄型急速ろ過池もバルブ式自己水洗浄型急速ろ過池に比べて使用機器が多いことから、維持管理、及び操作管理に高度な技術を必要とする。サイホン式自己水洗浄型急速ろ過池は操作が簡潔であり、洗浄装置も簡潔化されているため、操作管理が容易である。また、使用機器が少なく保守管理の頻度が少なくて済む。この3方法についての比較検討結果を表 - 5 に示す。これらの方法のうち、経済性や運転維持管理の簡易の点で自己水洗浄型急速ろ過池（バルブ式）を採用する。

比較検討の詳細を表-B . 5 に示す。

表-B.5 急速ろ過池比較表

		標準型	自己水洗浄型 (バルブ式)	自己水洗浄型 (サイホン式)
ろ過	原水流入	弁又は扉	分配堰 + 弁	サイホン + 調整堰
	ろ過調整	流量計と弁	可動調整堰	可動調整堰
	ろ過機構	・ろ過池の水位は一定である。 ・ろ層閉塞に対しては、流量計により弁を制御して、定速ろ過する方式	・ろ過閉塞とともにろ過池水位を上昇させて必要な過水頭を維持し、定速ろ過する方式。	・ろ過閉塞とともにろ過池水位を上昇させ必要な過水頭を維持し、定速ろ過する方式。
洗浄	洗浄排水	弁又は扉	弁又は扉	サイホン + 弁
	逆洗機構	・逆洗ポンプ又は高架水槽方式で、洗浄水は洗浄貯槽の水を使用する。	・ろ過閉塞とともに水位が上昇して上限に達すると原水弁、排水扉の操作で排水トラフまで水位を低下させることで、逆洗が行なわれる。 ・洗浄水は、他のろ過水とその水頭を利用する。	・ろ過閉塞とともに水位が上昇して上限に達すると、原水サイホンを破壊して原水流入を停止する。次いで排水サイホンを作動させて水位を排水トラフまで下げることで、自動的に逆洗が行なわれる。 ・洗浄水は他のろ過水とその水頭を利用する。
ろ過層		有効径：0.6～0.7m/m 均等係数：1.7以下 層厚：0.6～0.7m	有効径：0.6～0.7m/m 均等係数：1.7以下 層厚：0.6～0.7m	有効径：0.6～0.7m/m 均等係数：1.7以下 層厚：0.6～0.7m
集水装置		有孔ブロック、ストレーナー、多孔板	自動洗浄型有孔ブロック	自動洗浄型有孔ブロック
設備面積		・使用機器が大きく、かつ多いので配管廊及び監視廊が広がる。 ・設置面積が比較的广くなる。	・流入部、流出部とも管・扉方式であるため、スペースが狭い構造である。	・配管廊はサイホン用小配管用のみであるが原水サイホン、排水サイホンのスペースとサイホン作動用機器の設置スペースが必要となり、敷地が比較的广くなる。
建設費		・池自身の槽高は、4.5m以下であるが浄水渠等配管廊の面積が広いとともに、深い位置にあるので構造は複雑で割高である。又使用機器は大型でかつ種類が多く、その動力計装設備も高度である。	・槽高5.0mで構造は簡単で、ろ過池として最小限の構造であり割安である。又各池に操作弁3個（原水流入、排水、表洗）、表洗ポンプ、補給水ポンプの動力計装のみで簡潔であり、割安である。	・槽高はサイホン流入であるため、高く（5.5m）なり、構造が複雑となる。 又サイホン作動のための真空発生装置、コンプレッサー等の機器類の小配管が多数あるため、スペースが必要で比較的割高である。 ・使用機器は小型であるが、サイホン作動操作や真空発生装置自身の排水操作など、複雑な制御操作が必要で制御設備に費用がかかる。
建設コスト		1.0	0.85	0.9
維持管理コスト		1.0	0.8	0.9
総合評価		・ろ過流量調節に高度技術が必要である。 ・逆洗についても大規模ポンプと逆洗弁等が必要であり、建設費、維持費とも高い。 ・操作や維持管理に高度の技術力を要求され、その頻度が高い。	・流入弁、排水弁、表洗装置の3つのを操作するだけですみ、運転操作が簡単である。 ・標準型の複雑かつ高度な流出調整機構がなく、洗浄装置も簡潔化され、高度な技術力を必要としない。 ・建設費、ランニングコストも安く、操作や保守管理が容易である。 ・使用機器が少なく単純であるため、保守管理の頻度が少ない。	・流入機構と排水機構に複雑かつ不確実なサイホン式を採用しており、これらの操作管理は使用機器が多いことなど、標準式ろ過装置以上に技術力を要する。 ・流入機構からろ過池の深さがバルブ式より、30～50cm深くなる。 かつ、サイホン破壊時の騒音、小配管の凍結に対して対策が必要である。

５．凝集剤

凝集剤は、水中の懸濁粒子やコロイド状物質の荷電を中和する能力と、これを集塊してフロックを形成させる架橋能力を持った薬品をいう。本計画の浄水場で使用する凝集剤としては以下のものが考えられる。

- ・インド製固形硫酸ばん土
- ・日本製顆粒 P A C (Poly Aluminum Chloride)
- ・インド製顆粒 P A C

表- B . 6 凝集剤比較表

	インド製 固形ばん土 (有効 Al_2O_3 15%)	日本製 顆粒 P A C (有効 Al_2O_3 30%)	インド製 顆粒 P A C (有効 Al_2O_3 30%)
単 価	17,000 円° -/トン	176,700 円° -/トン	40,000 円° -/トン
注入率	表流水(豊) 18mg/l 表流水(渴) 13.8mg/l 地下水 50mg/l	表流水(豊) 5.4mg/l 表流水(渴) 4.2mg/l 地下水 12mg/l	表流水(豊) 6.8mg/l 表流水(渴) 5.2mg/l 地下水 15mg/l
年間使用量	150.2 トン	43.4 トン	54.3 トン
問題点等	<ul style="list-style-type: none"> ・溶解し難く、小さくクラッシュする必要がある。 ・溶解濃度が一定とならず、その都度注入率を決定のためのジャーテストを行って最適注入率を決める必要がある。 ・水温10 前後を境にフロックの形成が著しく悪くなる。 ・原水の pH 値が低く、腐食性が高い上に、ばん土の注入は、pH 値を更に低下させる。 ・従って、アルカリ剤の注入が不可欠である 	<ul style="list-style-type: none"> ・凝集領域が pH 6 ~ 9 と広く、低水温、低アルカリ度でも凝集効果の低下がほとんどない。 ・入手のための外貨手当てが不安。 ・溶解注入管理が容易で運転管理費も安い。 	<ul style="list-style-type: none"> ・凝集性能は日本製比べると 20 ~ 30 % 劣るが、注入率を高めて同様の凝集性能となる。 ・固形ばん土に比較して、溶解作業が容易で注入管理も容易である。 ・日本製に比較して単価も安く運転管理費も安い。
年間経費	2,553千円° -() 3,070千円° -(加イ) 合計5,623千円° -	7,669千円° -	2,172千円° -

注) 1ルピー = 1.5 円

浄水処理にあつて凝集剤の適切な注入管理は最も重要なポイントである。

これが適正に行なわれなくては、水は流れても、浄水の機能は果たせず、安全で衛生的な水の供給が出来ず水道本来の役割を果たすことは出来ない。

本計画の目的が達成されるか否かの要因は、浄水場が正常に運転され、その機能が発揮されるか否かにかかっている。中でも、凝集剤の適切な注入管理は最も重要なポイントである。従って、本計画では注入管理が確実・容易で、且つその性能においても比較的優れているインド製顆粒PACで計画する。

6．滅菌剤

凝集剤と同じく、安全で衛生的な水の供給という水道の役割を効率的に果たすためには、適正な滅菌処理は欠かすことが出来ない。

そのためには残留塩素が1.0程度に注入制御されることが求められ、取り扱いの安全性とともに注入制御の簡潔かつ確実性が求められる。

通常に浄水の滅菌に使用される塩素剤の種類には以下の3種類がある。

- ・塩素ガス
- ・次亜塩素酸ソーダ(溶液)
- ・さらし粉(粉末)

これらのうち塩素ガスは、ボンベで保管されるものであり、ネパールでは製造されておらず、インドで充填された高圧ガスボンベを運搬している。これらは取り扱い上の危険性もあり、本計画では検討対象から外することとした。

次亜塩素酸ソーダも製造工場がなく溶液をインドから運搬するか、または食塩水を電気分解する製造設備を導入する必要がある。マハカルチュール計画ではこの設備を導入した。この設備は電極の交換を含む設備維持費を確実に計上する必要がある。

現在使用されているさらし粉は品質が悪く、溶解ロスが多い上に一定濃度の溶液をつくることがむずかしいし、その濃度の把握とそれに基づく注入制御に高技術を必要とするために、現状の技術水準では適正注入制御はむずかしい。

さらし粉、生成次亜塩素酸ソーダ（生成次亜）の操作性、維持管理、経済性等について検討したものは表-B.7のとおりである。

この結果、注入制御の簡潔かつ確実な維持管理費が代替案のさらし粉の1/3である生成次亜塩素酸ソーダを使用するのが望ましい。課題の電極の更新が課題であり、更新のための技術指導や、更新部品の調達に不安があったが、本調査において、その更新部品の調達についてNWSCは、メーカーへの直接発注が可能で、その不安はないと約束した。このことが確認されない限り、注入制御が難しいがガスよりも安全性が高いさらし粉によらざるを得ないものとする。

表-B.7 滅菌剤比較表

		さらし粉	生成次亜塩素酸 ソーダ(新規)	生成次亜塩素酸 ソーダ(電極更新)
調達先		インド製	自家製	自家製
有効塩素量(%)		15%	1%	1%
単 価		15,000 円°-/ト	21,648 円°-/ト	21,648 円°-/ト
設備償還費		0.030	0.108	0.015
運 転 ・ 管 理 費	点検整備費	0.021	0.030	0.030
	薬品費	0.352	0.038	0.038
	溶解作業費	0.197		
	電極維持費		0.154	0.154
	運転管理費計	0.570	0.222	0.222
運営維持管理費 (円°-/m ³)		0.600	0.330	0.237
問題点		溶解しにくく溶解濃度が一定しない。 溶解作業に手間がかかり、注入操作も高度なものとなる。	注入操作も容易で運転・管理費も安い。 原料が塩であり、輸送時の危険性はない。 しかし、4～5年に一度、電極部更新のための外貨手当てが必要となる。	注入操作も容易で運転・管理費も安い。 原料が塩であり、輸送時の危険性はない。 しかし、4～5年に一度、電極部更新のための外貨手当てが必要となる。

7. 排水排泥システムの検討

浄水場から発生する排水及び汚泥は、沈殿池汚泥及び急速ろ過池洗浄排水である。これらの発生量は表-B.8に示すとおり、最大処理水量の3.8%に相当する。浄水場から発生するこれらの排水、汚泥は汚染物質の含有はなく、希釈放流による処分方式でも周辺の環境に与える影響は小さいものと考えられるが、この水量には取水コストがかかっているため、排水の相当量の上澄水を返送し原水として再利用することにより、取水コストの低減を図る。

沈積濃縮された汚泥は、維持管理の容易さ、経済性（無電力）の点から天日乾燥床によって搬出可能な含水率とし、処分する。

表-B.8 排泥量の検討

処理水量（日最大処理水量）		21,700 m ³ /日
排水量	沈殿池汚泥（1池/日）	90m ³ /日
	急速ろ過池洗浄排水（4池/日）	730m ³ /日
	計	820m ³ /日
乾燥汚泥量		0.68 DS-ton/日

再利用しない直接放流と再利用の場合の維持管理費は表-B.9のとおりである。

表-B.9 直接放流と再利用のコスト比較

（単位：百万ルピー/年）

	河川放流		再利用	
建設償還費	放流設備	0.20	上澄水返送設備	0.38
	排水排泥池(400m ³)	0.58	天日乾燥床	0.13
	排水貯留(430m ³)	(0.62)	送泥設備	0.13
			排水排泥池(400m ³)	0.58
維持管理費	放流水分の取水費	0.66	返送費	0.09
	放流費(電力費)	0.05	送泥費	0.01
			乾燥汚泥処分費	0.18
計		1.49 (2.11)		1.37

：河川の利用時間帯(昼間)を避けるための貯留に係る費用

