

5-5 施工計画

5-5-1 施工方針

(1) 事業実施体制

本計画の実施主体はNWSCである。NWSCは制度上は政府組織から独立した機関であり、MHPPの監督指導のもとに、大都市上水道事業の計画から維持管理までの全てを担当している。このため実施設計調査時のネパール国側カウンターパートはNWSCの設計部門のスタッフであり、工事監理及び資機材調達にネパール側責任者はNWSCの建設部門のスタッフが担当することになる。

実施設計（設計図書作成、入札業務の代行）及び工事期間中の施工監理は日本国籍のコンサルタントが担当する。無償資金協力についての交換公文が署名された後にNWSCは上記コンサルタントサービスにつき、コンサルタントと契約を締結する。

資機材の調達及び建設工事は、日本の請負業者によって行われる。NWSCはコンサルタントサービスのもとで入札を実施し、請負業者を選定する。

以上の事業実施体制を図示すれば図-5.5.1のとおりである。

(2) 分担範囲

本計画は下記分担により実施する。

ネパール国側の分担範囲は次のとおりである。

- 1) 浄水施設のための用地買収。
- 2) 維持管理施設費。
- 3) 建設工事に必要な資機材の輸入に対する税金及び通関手数料等の免除措置。
- 4) 本工事にたずさわる日本人スタッフの免税措置及びその他便宜供与。
- 5) 施設建設後の永続的な使用と適切で効果的な維持管理の実施。

日本国側の分担範囲は次のとおりである。

- 1) 本計画に含まれる浄水施設（取水施設、導水施設を含む）の建設工事。
- 2) 日本から輸入する資機材の海上輸送費及び保険に要する費用。
- 3) 荷おろし港からカトマンズまでの内陸輸送費。
- 4) コンサルタントサービス。
- 5) 建設工事の施工監理。

(3) 施工上の留意点

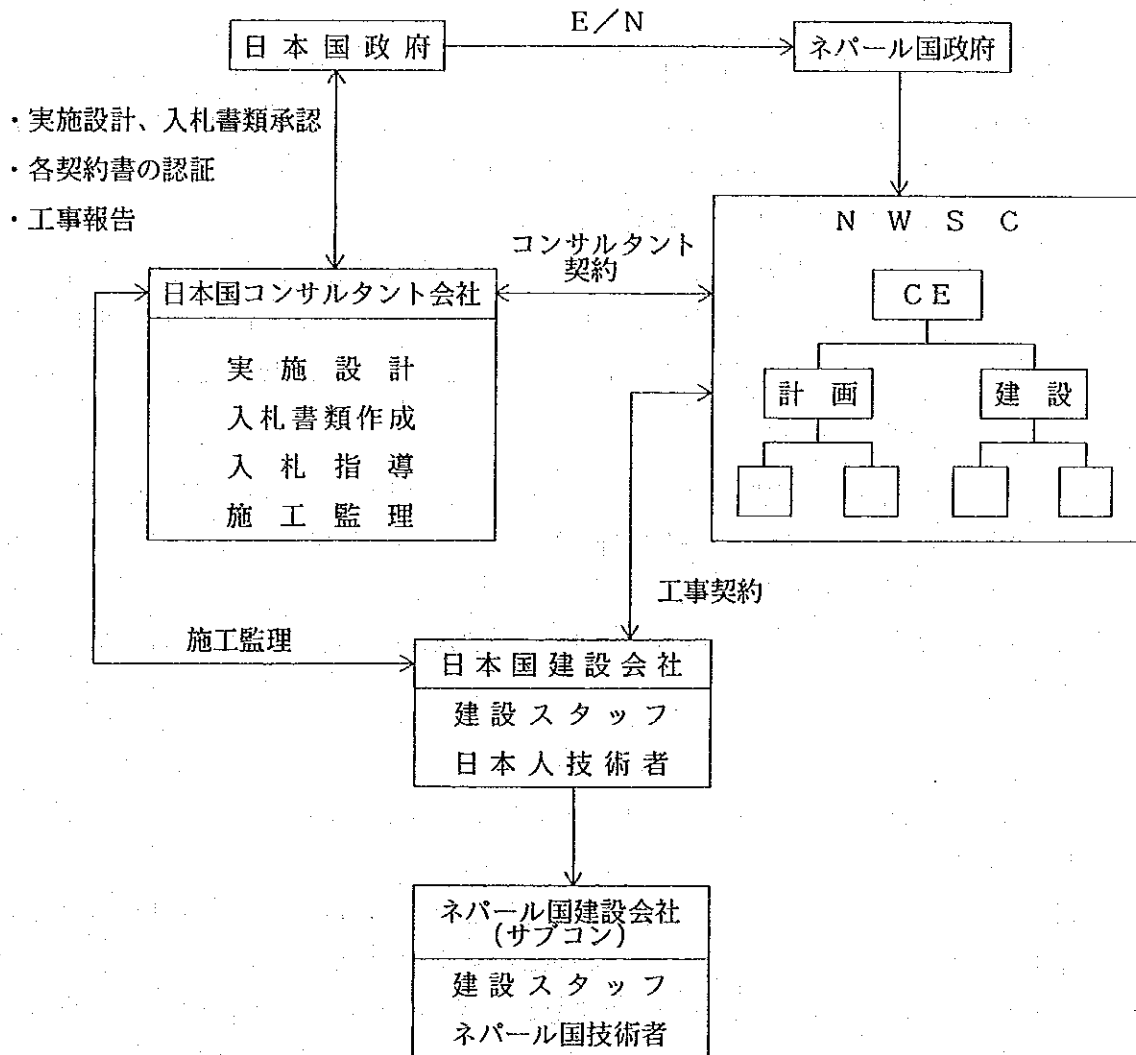
本工事はセメント、砂利、砂、木材、レンガ等の基礎資材及び軽機類は現地調達し、現地労務者を使用して実施する。従って、現地事情及び労務雇用に精通している地元コントラクターをサブコントラクターとして活用する。サブコントラクターは類似工事の経験もあり、日本側コントラクターの適切な監督・指導があれば、十分な工事遂行能力を有している。

建設現場であるカトマンズ盆地内は、雨期（5月～9月）に年間雨量の約90%が集中し、土工事が困難な状況にある。従って、この時期に土工事は行わない工程が望ましいが、工程上やむを得ない場合でも十分な余裕を見込んでおくことが必要である。

機械及び電気設備は性能の優れている日本製を輸入するものとし、現地据付は日本人技術者の指導のもとに、現地コントラクターが行う。

外国調達資機材の陸揚げはインドの港となるので、これらの通関とインド国内陸送の期間を輸送全期間に十分に見込んだ工程としておく必要がある。

図-5.5.1 事業実施組織



5-5-2 施工計画

本工事で施工される施設は土木構造物、機械・電気設備及び配管に大別される。工程毎に概略施工法を述べると次のとおりである。

(1) 土木工事（生物ろ過池、凝集沈澱池、排水・排泥池、管理室・電気室）

掘削、埋戻しは人力で行うものとする。但し、埋戻し時の転圧はタンバを使用して行い、十分緊密な状態とする。軟弱土の置換及び過掘り部の埋戻しは良質な搬入土を使用する。

基礎杭は鉄筋コンクリート製とし、現場で作製しディーゼルハンマーを使用して打設する。

構造物は鉄筋コンクリート製とし、水密性で高い精度の仕上げを必要とするので、足場材、支保材、型枠材及び鉄筋は日本から調達し、日本側コントラクターの十分な管理のもとに製作・組立を行う。コンクリートはコンクリートミキサーを使用し、現場で練り上げて打設する。

(2) 設備機器・電気設備工事

設備機器・電気設備は日本国内で製作され、工場検査、海上輸送及び陸上輸送を経て工事着工から、設備機器は約8カ月後に、電気設備は約11カ月後に現場に搬入する。これら設備の現場据付はトラックレーンを使用して行う。

据付終了後、設備検査、各種性能試験、操作チェック及び試運転・調整を経て立会い検査で工事終了となる。

(3) 配管工事

管布設のための掘削は施工延長が相当に長いので、バックホウを使用して行い、床止めは人力とし過掘りを極力防止する。

埋設管は施工性の優れている硬質塩化ビニール管を使用し、河川及び溪流等の横断部にはダクタイル鋳鉄管を使用する。管材（ $\phi 200 \sim \phi 500 \text{mm}$ ）は全て日本で調達する。

配管工事は輸入資材の現地到着時の工事着工後約5カ月目から開始する。水圧テストは各区間の管布設終了後順次実施し、設備機器・電気設備の試験運転・調整前に終了する。

5-5-3 施工監理計画

コンサルタントは、交換公文署名後のコンサルタント契約を経て、実施設計、入札書類の作成、入札及び契約業務の代行及び業者契約締結後の施工監理を行う。

(1) 実施設計及び入札図書の作成

基本設計時の測量図、地質調査結果及び実施設計のためのより詳細な現地調査に基づいて実施設計図書を作成すると共に、入札業務に必要な書類を作成する。また、その内容についてネパール国政府と協議して承認を得る。

(2) 入札及び契約業務の代行

入札広告、入札参加要請書の受理、入札説明会の開催、入札書類等の発行、その他の入札書の受理及びその審査業務をネパール国政府を代行して実施し、ネパール国政府による工事契約が締結される。

(3) 施工監理

契約締結完了後は施工監理の段階に入る。

日本国内にあっては、コントラクターより提出される承認図書類等の承認業務及び日本国内調達資機材の仕様承認・工場立会い検査等の業務を行う。

現地においては着工前打合せ、資機材の現地輸送、工事及び据付調整、試運転、完成試験等についてコントラクターへの指導、監督を行うとともに、工程管理、品質管理、原価管理を実施する。

コンサルタントは、工事着手時、工事資材（建設機械を含む）到着後の浄水施設工事・配管工事、機械設備据付開始時及び工事終了後のテスト、試験運転・調整期間に各専門担当員を現地に派遣し、スポット管理を行い、交換公文に定められている期間内に業務を確実に完了させるものとする。

(4) 要員計画

本計画を担当する要員は、実施設計時には業務主任のもとに地質、土木、浄水施設、配管、電気設備、積算及び入札図書作成等の専門技術者を配置する。また、現地施工監理には浄水、土木、配管、機械設備及び電気設備の専門技術者を必要とする。このように多岐に亘る業務をとりまとめる必要上、業務主任には2級要員をあてるものとし、その他の専門分野にはその重要度に応じて3～4級の要員をあてるものとする。

5-5-4 資機材調達計画

ネパール国の市場調査の結果、砂、砂利、レンガ、セメント、木材等は現地調達が可能である。その他の資機材は輸入によらざるを得ない。本計画の資機材の調達において、日本からの輸入によるか、第3国からの輸入によるかはネパール国の財政事情、市場性、経済性、品質等を比較勘案して決定する。

(1) セメント、レンガ、砂利、砂、木材

現地生産され、比較的容易に且つ安価に入手可能であるので現地調達する。

(2) ガソリン、軽油

ガソリン、軽油はインドで精製輸入されており、現在国内で品不足の状況は認められないので、現地調達する。

(3) 鉄筋

鉄筋はインドから輸入されているが、品質が悪い上に流通経路が未整備のため大量入手が困難である。本工事は水密性で薄壁の大規模重要構造物を建造するため、高品質の異形鉄筋が大量に必要となるので、日本国内で調達する。

(4) 型枠、足場、支保工

型枠合板はネパール国内で生産されているが品質が悪く、使用回数が日本製より少なくなり、かえって割高となる。従って、日本国内で調達する。型枠、足場、支保工の支保材、組立部品は第3国調達が困難であるので日本国内で調達する。

(5) 硬質塩化ビニール管

導水管路には施工性の良い硬質塩化ビニール管を使用するが、第3国調達で品質の揃った硬質塩化ビニール管を予定された時期に大量に入手することは困難であるため、日本国内で調達する。

(6) 浄水設備

浄水設備は本計画の機能を左右するものであるので、本施設を永続的に効率良く運用、維持していくために高効率で耐久性の優れている日本製設備とする。

(7) 建設機材

ネパール国内では建設機械はそのリース体制が整備されておらず、現地業者の保有する一部の建設機械を余裕のあるときにリースが可能な程度であり、必要な時に所要の建設機械をネパール国内で調達することは困難な状況にある。従って、本工事では請負業者が建設機械を日本国内で調達し、リースベースで使用する。

5-5-5 事業実施工程

本計画ではマハンカルチュラル・プロジェクトを第1期、バンスバリ・プロジェクトを第2期として段階的に工事を実施する。

建設工事期間は第1期で資機材調達、輸送等に要する期間を含めて16カ月を要する。交換公文(E/N)の署名後の詳細設計及び入札業務の期間を含めると22カ月となる。第2期の建設工事期間は第1期と同様に16カ月、交換公文署名後からであれば22カ月を要する。

本計画の実施工程表を表-5.5.1に示す。

表-5.5.1 事業実施工程表

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
1 期 △ ハン カル ユ ール プ ロ ジ ェ ク ト	実施設計	■	現地調査															
			■			実施設計・入札図書作成												
	調達		■		資材調達													
			■		■		設備製造・調達											
施工	■	■		■		■		■		■		■		■		■		
		■		■		■		■		■		■		■		■		
	■		■		■		■		■		■		■		■			
	■		■		■		■		■		■		■		■			
																躯体工事 設備据付工事 電気設備工事 配管工事 竣工 (計12ヵ月)		
2 期 △ ンス バ リ プ ロ ジ ェ ク ト	実施設計	■	現地調査															
			■			実施設計・入札図書作成												
	調達		■		■		■		■		■		■		■		■	
			■		■		■		■		■		■		■		■	
施工	■	■		■		■		■		■		■		■		■		
		■		■		■		■		■		■		■		■		
	■		■		■		■		■		■		■		■			
	■		■		■		■		■		■		■		■			
																躯体工事 設備据付工事 電気設備工事 配管工事 竣工 (計12ヵ月)		

5-5-6 概算事業費

本計画を日本の無償資金協力により実施する場合に必要な事業費総額は約36.58億円となり、先に述べた日本国とネパール国との負担区分に基づく双方の事業費内訳は下記に示す積算条件によれば次のとおりと見積られる。

(1) 日本国側負担事業費

(単位：億円)

事業費区分	1期	2期	計
a) 建設費	20.79	12.45	33.24
- 直接工事費	14.08	8.39	22.47
- 共通仮設費	0.46	0.34	0.80
- 現場管理費	1.29	1.05	2.34
- 梱包輸送費	3.56	1.83	5.39
- 一般管理費	1.40	0.84	2.24
b) 設計・監理費	1.28	1.24	2.52
合計	22.07	13.69	35.76

(2) ネパール国側負担事業費

土地取得・補償費	1,803万ルピー (79.9百万円)
管理用施設費	56万ルピー (2.5百万円)
計	1,859万ルピー (82.4百万円)

(3) 積算条件

- 1) 積算時点 平成3年3月
- 2) 為替変換レート 1 USドル = 133.31円
1 ルピー = 4.43円
- 3) 施行期間 2期分けによる工事とし、各期に要する詳細設計、工事の期間は、実施工程表に示したとおり。
- 4) その他 本計画は、日本国政府の無償資金協力の制度に従い実施されるものとする。

第6章 事業の効果と結論

第6章 事業の効果と結論

6-1 事業実施の効果

ネパール国政府は、経済基盤の整備及び国民の生活水準の向上を目指した国家開発計画において、最も重要な開発目標の一つで、国民の基本的ニーズ充足の優先施策として、全国民に安全で清潔な生活用水を等しく供給することを掲げている。

この基本施策に基づいて、NWSCがグレーター・カトマンズを含む大都市、DWSSが地方都市及び主要村落、MLDが辺地村落の水道整備と給水を推進している。NWSCは、世銀/UNDPの援助のもとに上下水道整備を実施してきており、現在も15YCDPの第1次5カ年計画の中で世銀/UNDPの6,600万ドルの援助により配水施設及び給水装置の改善を中心とした施設整備計画(UWSSRP)を推進中である。しかしながら、この計画はグレーター・カトマンズの水道にとって緊要な給水量の増量と水質改善に係る対策について全く考慮されていない。

このような状況のもとで、今回、我が国の無償資金協力によって本計画が実施されれば、次のような効果が期待できる。

(1) 給水量

1989年の最大給水量は62,800m³/日であった。この内、地下水による給水量は22,500m³/日で35.8%を占めている。JICAマスタープラン調査により、既存地下水源を恒久的に利用するためには、地下水の年間揚水量を日量で15,600m³/日に制限すべきであると提言されている。これは、給水量ベースでは14,500m³/日となる。従って、1989年の給水状況においても、この提言どおりに地下水揚水量を制限すると最大供給能力は54,800m³/日となり、約8,000m³/日の給水量不足を生じることになる。今後、新たな水源開発が行われなければ、本計画の完成目標である1995年には30,900m³/日、2001年には71,400m³/日の給水量の不足を生じる。

1989年における給水能力は、マハンガルチュール・システム9,500m³/日、バシスバリ・システム13,600m³/日の計23,100m³/日であるが、本計画の実施により給水能力は各々26,500m³/日、22,100m³/日の計48,600m³/日となる。これに既存給水システムのスندگانリヤル、バラジュ及びシャイプーの給水能力40,700m³/日を合わせると、グレーター・カトマンズの給水能力は89,300m³/日となり、本計画の完成目標年次である1995年の水需要に対応できる。また、本計画による給水量、裨益人口は次のとおりであり、カトマンズ市民の72.4%が本計画の裨益を受けることになる。

	1995年			2001年		
	マハカルチュール	パンスハリ	計	マハカルチュール	パンスハリ	計
年間給水量 (千 m^3)	7,667	6,243	13,910	8,136	6,405	14,541
平均給水量 (千 m^3 /日)	21.0	17.1	38.1	22.3	17.5	39.8
有効水量 (千 m^3)	5,597	4,557	10,154	6,102	4,804	10,906
裨益人口 (千人)	182.3	148.5	330.8	191.7	150.5	342.2
(各戸給水)	(172.3)	(140.3)	(312.6)	(184.8)	(145.1)	(329.9)
(共同水栓)	(10.0)	(8.2)	(18.2)	(6.9)	(5.4)	(12.3)

(2) 給水水質

1989年の給水実績によれば、盆地北部の地下水が関係する給水量は 32,300 m^3 /日で全給水量の51.4%を占めている。等しく水道料金を払っているにもかかわらず、清潔で安全な生活用水の供給を受けられない半数以上の市民は水系疾病の罹病率がその他の市民のそれに較べて 2.1倍以上である。また濁りや着色障害の苦情も多発している。

本計画の実施により、本計画の給水量は全給水量の52.5%となり、市民の半数以上が本計画の水質改善の裨益を受けることになる。

(3) 保健衛生

現在水系疾病発生率（病院で治療を受けたもので、その多くはコレラ様症状を呈している）はカトマンズ市で人口10,000人当たり平均77人、ラリトプール市で47人である。

給水水質の良いラリトプール市に比較して給水水質が悪いカトマンズ市は平均で 1.6倍以上の発生率であり、特に地下水が無処理のまま給水されている本計画に係る配水区域についてはその発生率は人口10,000人当たり100~340人に達している。

本計画の実施により安全で清潔な飲料水が供給されれば、衛生環境の向上に大きく寄与することになり、これらの水系疾病の発生が大幅に改善されると共に、住民の生活の安定にも大きな効果が期待できる。

なお、広島市と甲府市の水道建設前後の水系伝染病の発生率（人口10,000人当たり）は次のようであり、安全で清潔な飲料水の供給は衛生環境を大幅に改善することを示している。

	水道敷設前	水道敷設後
広島市	54 人	16 人
甲府市	21.5人	14.4人

(4) 水道事業の運営

本計画の総事業費は825.8百万ルピーである。その内訳は、日本国側負担分として水道施設改善工事費及び実施設計・施工管理費の807.2百万ルピー(35.76億円)、ネパール国政府負担分は土地取得補償費、維持管理施設費の18.6百万ルピーである。

年間ランニングコストは22.2百万ルピー(1995年)、22.8百万ルピー(2001年)である。

年間運営費用(1995年)は、償還年利率0.75%、償還年数30年としたとき52.1百万ルピーであり、水価は3.75ルピー/m³である。

また、日本国側負担分を除いた年間運営費用(ネパール政府負担分償還費+ランニングコスト)は22.9百万ルピーであり、その水価は1.65ルピー/m³である。

一方、年間料金収入は各戸給水の水道料金を4ルピー/m³、有収率を55%とし、共同水栓の料金を6.2ルピー/m³とすると次のようになる。

(単位：千ルピー)

	1995年			2001年		
	マハカルチュール	バンスバリ	計	マハカルチュール	バンスバリ	計
料金収入	17,332	14,114	31,446	18,288	14,350	32,638
(各戸給水)	(16,611)	(13,527)	(30,138)	(17,725)	(13,909)	(31,634)
(共同水栓)	(721)	(587)	(1,308)	(563)	(441)	(1,004)

この料金収入は年間運営費用の60%であるが、日本国側負担分を除けば年間費用の1.43倍となり、日本国側負担分を除く年間費用を料金収入で賄うことができる。

また、マハカルチュール及びバンスバリ・システムに係る給配水施設や既存井戸の改善整備、料金徴収システムの整備、運営管理要員のトレーニング、需要者への啓蒙等により有収率の改善が図られれば、その既存井戸や給配水施設の改善整備費に充当できる。

このマハカルチュール、バンスバリ・システムの分担する改善整備費は307.8百万ルピー(表-4.3.3参照)と見積もられ、年間費用は11.3百万ルピーとなる。これらの費用も有収率が60%に改善されれば、水道事業の収支がバランスできることになる。

6-2 結論

グレーター・カトマンズの水道は、水質の悪い地下水を無処理のまま給水していること、施設の老朽化、給水量の絶対量の不足及び無計画な配水設備の拡張工事が行われてきたことにより、量的にも質的にも十分な給水が行えない状況にある。

しかし、本計画の実施により

- 1) 無処理のまま給水されている地下水の水質改善。
- 2) 地下水を補完的に使用する新規表流水源の開発と、その水質の改善によって最大給水能力 48.600m³/日の確保。

が達成され、世銀/UNDPの援助によるUWSSRPの実施と相まって約34.2万人の市民に安全で清潔な飲料水を安定的に供給できることになる。

今後、施設の改善が期待されている既存施設の給水量を含めて、1995年の水需要に対応できることになる。これはグレーター・カトマンズの住民の保健衛生環境の向上と経済の活性化、ひいては生活の向上に大きく寄与することになる。

このように、基礎生活分野の向上に著しく貢献することから、本計画に対する日本の無償資金協力は有意義かつ妥当性をもつものと判断される。

6-3 提言

本計画の効果が十分発揮されるためには、下記の事項についての十分な配慮が必要である。

(1) 施設の適切な運営管理

1) 浄水薬品の調達

PAC、消石灰、苛性ソーダ、岩塩、さらし粉等の浄水処理に欠かせない薬品を適切に調達する必要がある。特に、日本から調達する必要のあるPACについては適切な対応が望まれる。

2) 有収率の改善

施設の運営管理費は主として料金収入で賄われる。水道料金は最近 1.2ルピー/m³から 4ルピー/m³ に値上げされ、市民の生活水準から負担の限界にきており、料金収入増は有収率の改善によって成しうるべきものである。

現在の有収率は35%であるが、給配水施設の整備、料金徴収システムの整備、要員のトレーニング、市民の啓蒙などによって有収率を改善し、運営管理費を確保する必要がある。

3) 技術協力

適正な運営管理を行うためには、管理組織の拡充と管理要員の養成とトレーニングが必要である。国際協力事業団の研修コース（上水道部門）への参加もさることながら、日本人専門家を派遣して、実際の施設によって具体的に管理要員の養成とレベルアップを図る必要がある。

(2) UWSSRPの早期実施

UWSSRPと本計画の基になっているJICA水道整備計画とは、メラムチ計画実現が予定されている2001年を目標年次とする水道整備目標において競合・重複している。

従って、UWSSRPの整備分担やスケジュールを明確にし、その実施のテンポを早め、浄水施設整備を主とした本計画と給配水施設整備を主としたUWSSRPとの整合により、水道整備効果を部分的であっても出来るだけ早く顕示することが必要である。

これは、上記(1)の有収率の改善により、必要な運営管理を確保するためにも必要である。

(3) 長期水道整備目標におけるメラムチ計画との整合

限られた資金を活用して、グレーター・カトマンズの長期水道整備に最大限の効果をもたらすためには、メラムチ計画はその実現後も本計画及びUWSSRPの整備内容を十分に活用して、それまでの投資との重複を極力さけた計画とする必要がある。

(4) 地下水源の適正揚水管理

地下水は有限であるが、グレーター・カトマンズの水道にとっては貴重な水源である。この地下水源は、適正な揚水管理を行えば恒久的な活用が可能であり、最大 35,100m³/日の給水能力が確保されることになる。また、メラムチ計画の実現を約5年間遅らすことができる効果を持っている。

従って、井戸の適切な改善や維持管理と共に、適正な揚水管理によって地下水源の保全に努め、恒久的利用を可能にする必要がある。

付 属 資 料

1. 調 査 団 氏 名
2. 調 査 日 程
3. 相 手 国 関 係 者 リ ス ト
4. 討 議 議 事 録
5. JICA水 道 整 備 計 画 の 概 要
6. 地 下 水 の 水 質 改 善 の 検 討
7. 維 持 管 理 費 内 訳
8. ネ パ ー ル 国 負 担 事 業 費

付属資料－1 調査団氏名

1. 基本設計調査団の構成は以下のとおりである。

細野 豊	総括 国際協力事業団無償資金協力調査部
高梨 哲彦	水道計画 仙台市水道局建設部建設課
丸尾 祐治	水道計画 国際協力事業団国際協力専門員
鈴木 規子	計画管理 国際協力事業団無償資金協力調査部
森尾 宗俊	給水計画 日本技術開発株式会社
松田 和美	施設設計 日本技術開発株式会社
角谷 晃	機械設備 日本技術開発株式会社
保坂 正利	電気設備 日本技術開発株式会社
乃美 慕義	積算 日本技術開発株式会社

2. ドラフト・ファイナルレポート説明調査団の構成は以下のとおりである。

穴戸 健一	団長 国際協力事業団無償資金協力調査部
森尾 宗俊	給水計画 日本技術開発株式会社
松田 和美	施設設計 日本技術開発株式会社

付属資料 - 2 調査日程

1. 基本設計調査団

日順	月 日	曜 日	行 程	調 査 内 容
1	2. 12	火	東京 → ハンク	
2	13	水	ハンク → カトマンズ	JICA事務所打合せ
3	14	木	カトマンズ	住宅・都市計画省、NWSC、大使館表敬・打合せ、現地踏査 (Mahankal Chaur, Bansbari)
4	15	金	〃	現地踏査 (Sundarijal, Shivapuri, Balaju, Sundarighat, Shaibhu)
5	16	(土)	〃	団内討議
6	17	日	〃	NWSC協議 (インベリションレポート提出・説明)
7	18	月	〃	世銀表敬・協議、住宅・都市計画省大臣表敬 JICA事務所打合せ、市内採水
8	19	[火]	〃	団内討議
9	20	水	〃	NWSC協議
10	21	木	〃	現地踏査、団内討議
11	22	金	〃	協議議事録署名、大使館、JICA事務所報告、 浄水実験装置設置
12	23	(土)	〃 細野団長、高梨、 丸尾、鈴木団員： カトマンズ → ハンク	団内討議
13	24	日	カトマンズ 細野団長、高梨、 丸尾、鈴木団員： ハンク → 東京	NWSC協議 (今後の調査内容説明、質問書の内容説明・ 協力依頼)
14	25	月	カトマンズ	Mahankal Chaur, Bansbari地質調査 Nakhu Khola現地踏査
15	26	火	〃	計画取水地点地質調査 電力省協議・資料収集
16	27	水	〃	測量監理 計画取水地点 (Sundarijal, Dhobi Khola, Bisnumati) 現地踏査
17	28	[木]	〃	団内討議

日順	月 日	曜 日	行 程	調 査 内 容
18	3. 1	金	カトマンズ	NWSC協議
19	2	(土)	〃	団内討議
20	3	日	〃	Dhobi Khola井戸群流量観測
21	4	月	〃	Sundarijal発電所・浄水場流量観測
22	5	火	〃	測量監理、NWSC協議
23	6	水	〃	Bansbari井戸群流量観測
24	7	木	〃	NWSC協議、Bansbari井戸群流量観測
25	8	金	〃	測量監理、 大使館・JICA事務所報告
26	9	(土)	〃 ----- 保坂団員： カトマンズ → ハンコク	Manohara, Gokarna井戸群流量観測
27	10	日	カトマンズ ----- 保坂団員： ハンコク → 東京	NWSC協議 Dhobi Khola井戸群流量観測
28	11	月	カトマンズ	GWE (UWSSRPコンサルタント) 協議 SMEC (メラムチ計画コンサルタント) 協議 Bagmati, Dhobi Khola, Bisnumati流量観測
29	12	火	〃	既存湧泉 (Shivapuri) 流量観測、資料収集
30	13	水	〃	大使館報告・打合せ
31	14	木	〃	NWSC協議、 NWSC、世銀、SMEC、大使館協議
32	15	金	〃	SMEC協議、既存湧泉 (Bisnumati) 流量観測
33	16	(土)	〃	団内討議、資料整理
34	17	日	〃	資料収集
35	18	月	〃	資料収集、計画取水地点現地踏査
36	19	火	〃	NWSC・世銀協議、大使館報告
37	20	水	森尾、松田、角谷 団員： カトマンズ → ハンコク	JICA事務所報告
38	21	木	森尾、松田、角谷 団員： ハンコク → 東京	

2. ドラフト・ファイナルレポート説明調査団

日順	月 日	曜 日	行 程	調 査 内 容
1	7. 10	水	東京 → バンコク	
2	11	木	バンコク → カトマンズ	
3	12	金	カトマンズ	JICA事務所打合せ 住宅・都市計画省、大使館表敬
4	13	(土)	〃	現地踏査 (Sundarijal, Mahankal Chaur, Shivapuri, Bansbari)
5	14	日	〃	NWSC協議
6	15	月	〃	世銀、SMEC協議 NWSC協議
7	16	火	〃	住宅・都市計画省、NWSC協議 協議議事録署名 大使館、JICA事務所報告
8	17	水	カトマンズ → バンコク	
9	18	木	バンコク → 東京	

曜日欄の () は通常の休日、[] は祝祭日を示す。

付属資料 - 3 相手国関係者リスト

1. ネパール国政府側

1) Ministry of Housing and Physical Planning (MHPP)

Mr. Achyut Raj REGMI Minister

Mr. Sant Bahadur RAI Secretary

2) Nepal Water Supply Corporation (NWSC)

Mr. G.R.Sharma KHAREL General Manager

Mr. Dhurba Raj SHARMA Senior Manager,
Planning and Management

Mr. Narendra Man PRADHAN Senior Manager,
Operation and Maintenance

Mr. Gautam B. AMATYA Project Manager,
Urban Water Supply and Sanitation
Rehabilitation Project (UWSSRP)

Mr. Madan S. SHRESTHA Project Manager,
Greater Kathmandu Water Supply Project
(Melamch Project)

Mr. Noor Kumar TAMRAKAR Manager,
Greater Kathmandu Service Department

Mr. Kaushal Nath BHATTARAI Chief,
Finance Department

Mr. Binod S. PALIKHE Senior Divisional Engineer,
Mechanical Branch

Mr. Himesh A. BAIDYA Assistant Engineer

2. 日本国側関係者

1) 在ネパール日本国大使館

特命全権大使

伊藤 忠一

参事官

西名 孝雄

二等書記官

廣木 謙三

三等書記官

石渡 幹夫

2) J I C A ネパール事務所

所 長

熊 野 秀 一

次 長

永 友 政 敏

所 員

大 山 雅 民

所 員

山 中 隆

3. 関連プロジェクト関係者

1) World Bank

Mr. Nigel ROBERTS

Resident Representative in Nepal

Mr. Tashi TENZING

National Country Officer,
Water Supply and Sanitation Sector
Development Team in Asia

2) Snowy Mountains Engineering Corporation Limited (SMEC)

Mr. Simon J. ALLEN

Project Manager,
Greater Kathmandu Water Supply Project
(Melamch Project)

Mr. Les FABIAN

Technical Manager,
Greater Kathmandu Water Supply Project
(Melamch Project)

3) German Water Engineering GmbH (GWE)

Mr. Kurt RIPPINGER

Project Manager,
Urban Water Supply and Sanitation
Rehabilitation Project (UWSSRP)


MINUTES OF DISCUSSIONS

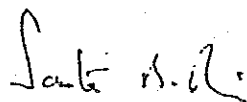
THE BASIC DESIGN STUDY
ON
THE KATHMANDU WATER SUPPLY FACILITY IMPROVEMENT PROJECT
IN
THE KINGDOM OF NEPAL

In response to the request of His Majesty's Government of the Kingdom of Nepal, the Government of Japan decided to conduct a Basic Design Study on the Kathmandu Water Supply Facility Improvement Project (hereinafter referred to as "the Project"), and the Japan International Cooperation Agency (JICA) sent the study team, headed by Mr. Yutaka Hosono, Managing Director, Grant Aid Study and Design Department, JICA, from February 12th to 24th, 1991. The team had a series of discussions with the authorities concerned of the Government of Nepal and conducted a field survey in the Project areas.

As a result of the discussions and field survey, both parties confirmed the main items described on the attached sheets. The team will proceed to the works and prepare the Basic Design Study Report.

Kathmandu, February 22nd, 1991


Mr. Yutaka HOSONO
Leader
Basic Design Study Team
JICA


Mr. Sant Bahadur RAI
Chairman
Nepal Water Supply Corporation

ATTACHMENT

1. Objective

The objective of the Project is to improve water supply situation at Kathmandu city in order to promote public health and to upgrade living standards of inhabitant, through improvement and construction of Mahankal Chaur and Bansbari water supply systems.

2. Project sites

The Project sites are located at Mahankal Chaur, Bansbari and related areas in the Kathmandu valley.

3. Executing agency

Nepal Water Supply Corporation (NWSC) is responsible for the administration and execution of the Project.

4. The Project requested by the Government of Nepal

The Project requested by the Government of Nepal includes the following items.

(1) Mahankal Chaur System

- a) Construction of a treatment plant, including a biological filtration facility for groundwater (excluding rehabilitation of existing wells)
- b) Construction of a run-of-river intake and a conveyance system in the Dhobi Khola
- c) Construction of a new intake in the penstock line of the Sundarijal power plant
- d) Construction of a conveyance system between the intake in Sundarijal and the treatment plant
- e) Installation of booster pump for transmission of treated water into the reservoir
- f) Provision of instruments and equipment necessary for water quality monitoring

(2) Bansbari System

- a) Construction of a treatment plant, including a biological

filtration facility for groundwater (excluding rehabilitation of existing wells)

- b) Construction of a run-of-river intake and a conveyance system in the Bisnumati Khola
- c) Expansion of a conveyance system from Shivapuri
- d) Installation of booster pump for transmission of treated water into the reservoir
- e) Reconstruction of Maharajganj reservoir
- f) Provision of instruments and equipment necessary for water quality monitoring

However, the final components of the Project may differ from the above items, if it is considered necessary after further studies in Japan.

5. Other important issues related to the Project

- (1) Nepalese side explained the outline of related projects financed by the World Bank/UNDP as follows;
 - a) Urban Water Supply and Sanitation Rehabilitation Project including Management Support to NWSC
 - b) Water Supply for Kathmandu-Lalitpur from Outside the ValleyNepalese side promised that all facilities covered by the Project would be utilized effectively after completion of the above-mentioned World Bank/UNDP projects.
- (2) Nepalese side will improve the distribution systems related to the Project at the first priority with the assistance of the World Bank.
- (3) Nepalese side requested the Japanese side to improve and/or construct the remaining four water supply systems namely Shaibhu, Balaju, Sundarikal and Chapagaun by Japanese Grant Aid. The team answered that the above-mentioned requests would be carefully examined without any actual commitments for this matter.
- (4) Nepalese side assured that the costs of operation and maintenance concerning the Project would be preferentially covered from their revenue.

[Handwritten signature]

- (5) Nepalese side will be responsible to coordinate the consultants from the World Bank/UNDP and the consultant from Japan for the purpose of maintaining consistency between the respective project.

6. Grant Aid system extended by the Government of Japan

- (1) Nepalese side has understood the system of Japanese Grant Aid explained by the team.
- (2) Nepalese side will take necessary measures, described in Annex-1 for smooth implementation of the Project, on condition that the Grant Aid Assistance by the Government of Japan will be extended to the Project.

7. Schedule of the Study

- (1) JICA will prepare the draft report in English and dispatch a mission in order to explain to the Nepalese side its contents around June 1991.
- (2) In case that the contents of the report is accepted in principle by the Nepalese side, JICA will complete the final report and send it to the Government of Nepal by July 1991.

8. Technical cooperation

Nepalese side strongly requested for the dispatch of Japanese expert to train local staffs for operating and maintaining treatment plants. Similarly NWSC staffs of different level shall be trained in Japan for the same purpose.

The team pointed out that new official requests through proper channel was necessary.

P.L.

ANNEX-1

The following measures are requested to be taken by the Government of Nepal.

- (1) To secure necessary lands for the Project, and to clear, fill and level the sites as needed before the start of the works.
- (2) To provide facilities for distribution of electricity, and other incidental facilities outside of the site if necessary.
- (3) To construct access roads to the sites when necessary.
- (4) To provide respective data and information to the Japanese consultant and the contractor necessary for the detailed engineering services and construction.
- (5) To ensure prompt unloading, tax payment, customs clearance, and prompt internal transportation therein of the products purchased under the grant.
- (6) To exempt Japanese nationals from custom duties, internal taxes and other fiscal levies which may be imposed in Nepal with respect to the supply of the products and services under the verified contracts of the Project.
- (7) To provide and accord necessary permissions, licences and other authorization required for execution of the Project.
- (8) To maintain and use properly and effectively the facilities constructed under the grant, and to arrange the budget for maintenance and operation.
- (9) To bear all the expenses, other than those to be borne by the grant, necessary for the Project.
- (10) To have discussion among NWSC, Ministry of Agriculture and Ministry of Water Resources on the problems such as water contamination, water rights, etc., which will be expected through execution of the Project.



MINUTES OF DISCUSSIONS
THE BASIC DESIGN STUDY
ON THE KATHMANDU WATER SUPPLY FACILITY
IMPROVEMENT PROJECT
IN THE KINGDOM OF NEPAL
(CONSULTATION ON DRAFT REPORT)

In February 1991, the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as JICA) dispatched the Basic Design Study Team on the Kathmandu Water Supply Facility Improvement Project in the Kingdom of Nepal (hereinafter referred to as the Project), and through a series of discussions, field survey in the Project area, and technical examination of the results in Japan, has designed the appropriate plan for the Project and prepared the Draft Report of the Basic Design Study.

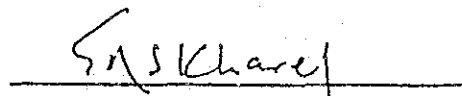
In order to explain and to consult on the components of the Draft Report, JICA sent a team, headed by Mr. Ken-ichi Shishido, Project Officer, First Basic Design Study Div., Grant Aid Study and Design Dept., JICA from July 10th to 18th, 1991.

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

Kathmandu, July 16th, 1991



Mr. Ken-ichi Shishido
Leader,
Draft Report Explanation Team,
JICA



Mr. G. R. Sharma Kharel
General Manager,
Nepal Water Supply Corporation

ATTACHMENT

1. Components of Draft Report

The Nepalese side has agreed and accepted in principle the components of the Draft Report proposed by the team, while the following comments have been made by the Nepalese side;

- a) the Nepalese side has requested that the power lead-in work should be covered under the Japan's grant aid assistance,
- b) the Nepalese side has requested that the drainage pipe-lines for the sludge removal to the nearest disposal point not causing environmental pollution should be designed and also be covered under the Japan's grant aid assistance.

However, the team has explained that the final scope to be covered under the Japan's grant aid assistance would be shown in the Final Report.

2. Land Aquisition

The Nepalese side has explained that Ministry of Housing and Physical Planning will bear all responsibility for the land aquisition, which is being processed. The team has pointed out that Nepalese side should report its progress to Japanese side because the land aquisition is an indispensable work for the implementation of the Project. This work should be completed before Exchange of Notes(E/N).

3. Japan's Grant Aid System

- (1) The Nepalese side has understood the system of Japan's Grant Aid explained by the team.
- (2) The Nepalese side will take the necessary measures, described in Annex-1 of Minutes of Discussions signed on February 22nd, 1991 for smooth implementation of the Project on condition that the Grant Aid assistance by the Government of Japan is extended to the Project.

4. Other important issue related to the Project

Both sides have reconfirmed Item-5. of Minutes of Discussions signed on February 22nd, 1991. Furthermore, Nepalese side requested for grant aid of other remaining treatment plants at Shaibhu, Balaju, Lambagar, Sundarijal, Manohara, Bulkhu, as mentioned in the JICA Water Supply Development Plan.

(Handwritten mark)

5/11

5. Further schedule

JICA will complete the Final Report in accordance with the confirmed items, and send it to His Majesty's Government of Nepal by September, 1991.

6. Technical Cooperation

The Nepal side has requested for the Japanese expert who will be assigned in NWSC to facilitate NWSC's activities and coordination activities between agencies concerned. As for the dispatch of Japanese expert, the team has suggested that the Nepalese side should submit an official request (form A-1) as soon as possible for its realization.

(F.S)

LS

1. 最適水管理計画

1) 計画の前提条件

計画目標年次2001年までの生活用水の水管理計画の前提条件は次のとおりである。

- a) 上水道施設の開発計画は水量の確保のための水源開発と、水質の向上のための施設建設または改良の両方について行う。
- b) 2001年には盆地外からの導水が完成して、流域外からの追加の水が使えるようになるものとする。
- c) 地下水取水は地下水資源の保護のために、現在より少なくする。シミュレーションで求めた限界地下水位を越えないように取水する。
- d) 2001年までに発生する需要増は盆地内の水資源で対応する。地下水による給水能力の増加は期待出来ないため盆地内の表流水開発に頼る。
- e) 盆地内の表流水開発計画は考え得るすべての取水可能な案を検討して、その中から選ぶものとする。
- f) 主水源は表流水とする。表流水は月毎の量的変化が大きいため、給水施設は計画月別給水量を十分考慮して調和を保つ。
- g) 地下水は生物ろ過によりアンモニアや鉄を除去する。
- h) 表流水と地下水とを問わず全ての処理水は配水前に減菌を行う。このため浄水場には減菌施設を完備する。
- i) 開発順位の決定は水需要の増加に応え、かつ水質の向上のための施設建設または改良の実施の両方から比較検討して決めるものとする。

2) 主要滞水槽のシミュレーション

主要滞水層を対象とした有限要素法を用いた地下水シミュレーションにより、以下のことが明らかになった。

- a) 主要滞水層の涵養は上層難透水層からの漏水（または絞り出し）である。
- b) 現在の地下水揚水量はシミュレーションで求めた限界揚水量（15,000m³）の2倍以上に相当している。
- c) 地下水の汲み揚げによって強制的な上層難透水層からの漏水または絞り出しが生じる。しかし、この汲み揚げが上述のおよそ15,000m³を越える場合は揚水効果が大幅に低下し、また地盤沈下などの社会問題の発生につながる。

3) 最適揚水計画

修正シンプレックス法による最適揚水計画による各井戸群の揚水量および寄与率は、井戸損失を50%と仮定して、以下のとおり算定された。

バンスバリ井戸群	6,936m ³ /日	(44%)
バラジュー井戸群	1,000m ³ /日	(6%)
マノハラ・ゴカルナ井戸群	6,093m ³ /日	(39%)
ファーピング井戸群	1,600m ³ /日	(10%)
合計	15,629m ³ /日	(100%)

(≒15,000m³/日)

4) 配水必要量

2001年までの需要予測を基本とし、これを下回る事のないように表流水開発を行う。このためにすべての可能性を検討した。検討した表流水開発案を以下個々に説明する。表流水開発の現状は、盆地内に政府と農民によって作られた約60の取水堰とNWS Cが管理運営している9つの既存取水堰があり、乾期には表流水の大部分が利用されている。従って検討した表流水開発案は、これら既存の施設の取水を妨げないように考慮した。

5) 河川利用計画

既存施設の余剰水を2001年までに有効に利用すべく、次の6河川に流れ込み式の取水施設を検討した。このうち地形、地質、施設の容易な運営、管理を勘案して床土工取水施設をマノハラ川、ドビ川、ランバガール川に設ける。またコンクリート堰の取水施設をバルクー川、ビスヌマティ川に設ける。さらにバグマティ川では既設のスングリジャル発電所の上池施設を兼用して取水する。新規の開発地点では取水可能水量は季節的に変動する。特に、乾期には僅かになってしまうため、施設の計画取水量は月別に異なるが、月間取水量は80%の利水安全度を保たせることとし、最大0.15m³/sまでの取水ができる施設とする。

6) ダム貯水計画

ダム貯水計画を選定し提案する。バルク・ダム案はキルティプール町の西側に位置し、ダムの貯水効率がよく最大開発流量は0.8m³/sである。経済性で優れているが、池敷きの中のビシュヌー・デビ寺が水没する。この寺には現地の宗教上重要なもので、この問題が解決しない限り計画の実施は難しい。コドック・ダム案(バレガウ地点、ナクー・コーラからの導水計画を含む)とナクー・ダム案(テイカバイラウ地点)は最大開発流量が夫々0.3m³/sと0.6m³/sであり、経済的に優れ、現時点では大きな技術的規約も見られないが、水没地の農地の補償を伴う。

7) 水質改善計画

盆地内の地下水は非常に高いアンモニア、鉄及びマンガンを含有し無処理のままでは水道用水源として不適當である。これらの物質は人体に直接有害であるというわけではないが、これらの物質は、滅菌のために投入される塩素を極めて多量に消費するため、配水システム内で水系の疾病を防止するのに十分な残留塩素を保持できなくなるという問題を生じる。鉄とマンガンは通常の処理方法で処理できる程度であるが、アンモニアの含有量は他に例を見ない程度に高いものである。アンモニアの処理方法は幾つかあるが、有害なトリハロメタン（発癌性物質）を発生したり、非常にコスト高だったりする。そこでこれらの欠点はないが、余り実例のない生物濾過法を現地で実験し、好結果を得た。そこで本計画においてもこの方法を用いることを提案する。全体として生物ろ過、凝集沈澱、除鉄急速ろ過による処理システムを基本として水質改善計画を策定した。各システムごとの水質改善計画を以下に述べる。

a) バラジャー・システムの改修計画案

本システムの水源は、表流水源（ $8,700\text{m}^3/\text{日}$ ）とバラジャー井戸群の地下水源（ $600\text{m}^3/\text{日}$ ）である。既存の浄水場は老朽化してほとんど機能を果たしていない。これを再建して処理能力 $9,300\text{m}^3/\text{日}$ の浄水場とする。既存の配水池（ $3,700\text{m}^3/\text{日}$ ）は漏水が激しいので改修する。処理水はこの配水池に貯水された後、自然流下で給水（ $9,000\text{m}^3/\text{日}$ ）される。またこの配水池にはランバガール浄水場からの $4,300\text{m}^3/\text{日}$ の処理水が送水されて本システムに供給される。

b) ランバガール・システムの改修計画案

本システムの水源はランバガール川の取水堰（取水能力 $14,300\text{m}^3/\text{日}$ ）からの表流水である。通常の浄水場（ $13,000\text{m}^3/\text{日}$ ）を新設する。処理水の一部（ $4,300\text{m}^3/\text{日}$ ）はバラジャー・システムに送水し、残りの $8,300\text{m}^3/\text{日}$ は新設の送水管で新設の配水池（ $2,400\text{m}^3/\text{日}$ ）に送られ加圧または自然流下で給水される。

c) バンスバリ・システムの改修計画案

水源はマハラジガンジ浄水場の既存表水源（ $2,100\text{m}^3/\text{日}$ ）、ビスヌマティ川の新設取水堰（取水能力 $14,300\text{m}^3/\text{日}$ ）からの表流水、およびバンスバリ井戸群からの地下水である。地下水処理用に生物ろ過装置を設けて前処理し、表流水と合わせて新設の通常の浄水場（ $21,500\text{m}^3/\text{日}$ ）で処理する。処理水のうち $6,900\text{m}^3/\text{日}$ は既存のバンスバリ貯水池（ $2,000\text{m}^3/\text{日}$ ）から自然流下でカトマンズ市北部に給水し、残りの $13,900\text{m}^3/\text{日}$ はマハラジガンジ・システムに送水する。

d) マハラジガンジ・システムの改修計画案

既存の浄水場は破棄し、既存の配水地 (3,750m³/日) を再建する。バンスバリ浄水場からの新設送水管で受水し、自然流下で給水 (13,900m³/日) とする。

e) マハンカル・チョール・システムの改修計画案

水源はドビコラ、マノハラおよびゴカルナの各井戸群の地下水、スングリジャル発電所からのバグマティ川の表流水とドビ川の新設取水堰からの表流水である。地下水を生物ろ過 (処理能力18,000m³/日) で前処理した後、表流水とあわせて新設の通常の浄水場 (処理能力32,900m³/日) で処理する。処理水は既存の配水地 (9,000m³/日) に圧送されて、カトマンズ市中央部に給水する。

f) スングリジャル・システムの改修計画案

既存の浄水場の処理水は現在マハンカルチュール配水池に送られているが新システムではスングリジャル・システムに転換する。既存のスングリジャル浄水場を処理能力20,600m³/日の浄水場に再建する。処理水はカトマンズ市東部の給水区域に3つの配水池 (容量1,850m³, 1,850m³, 1,550m³) を新設し、既設と新設の送水管で送水する。各配水池から夫々6,400m³/日、6,400m³/日、5,200m³/日が給水される。

g) シャイプー・システムの改修計画案

水源は湧泉とファーピング井戸群の地下水で、給水区域はラリットプール市である。24,500m³を朝夕各5時間づつ的確に給水できるよう、既存の配水池 (2,700m³) と配水管に追加して4,500m³の配水地と配水管を新設する。また減菌設備を新設する。

h) マノハラ・システムの新設計画案

給水区域はカトマンズ市東南部である。マノハラ川に取水堰を新設して水源とし、通常の浄水場を新設する。処理水は給水区域内に新設する2つの配水場 (各1,805m³) に送水され、各々6,300m³/日を加圧給水する。

i) バルクー・システムの新設計画案

給水区域はカトマンズ市南西部である。バルク川に取水堰を新設して水源とし、通常の浄水場を新設する。処理水は給水区域内に新設する2つの配水場 (各1,850m³) に送水される。1つの配水池からは6,300m³/日が自然流下で給水され、もう1つの配水池からは6,300m³/日を加圧給水する。

8) 段階開発計画の条件

以上に考え得る計画のすべてを述べた。次に2001年までの需要増加に応え、かつ水質改善に万全を期するため、各々の開発計画案を優先順位を付けて選び出すことになる。この前提条件は次のとおりである。

- a) 実施によって生じた給水量が、需要想定とバランスするようにする。
- b) 実施しても既存の給水能力に支障を来すことのないようにする。
- c) 水質水量ともに障害になっている地下水を水源としているシステムを最優先とする。
このなかには、該当のシステムと共にあわせて開発すべき表流水を水源とする拡張をも含める。
- d) 老朽化しすでに浄水機能がなくなっている既存浄水場を含むシステムは、早急に実施するものとする。該当のシステム共にあわせて開発すべき表流水を水源とする拡張をも含める。
- e) 次に全くの新規の表流水を水源とする新システムを実施する。
- f) 以上には施工性、経済性についても十分考慮する。
- g) 先に検討した計画のなかで、ダムは2001年まででは不要となる。従ってダム案は今回は取り上げず、2001年以後の将来の計画を行うときの参考に資するものとする。

9) 段階開発計画

以上の条件を満たしつつ、各計画を次々に実施するための各計画の組み合わせ、およびその優先順位を各種作って比較検討した。その結果下に示す8つに区分した計画を、表中に示される優先順位順で実施するのが望ましいとの結果を得た。

計画名	主な施設
マハンカルチュール計画	地下水水質改善施設の新設、浄水場の新設、表流水源開発
バンスバリ/ マハラジガンジ計画	地下水水質改善施設の新設、浄水場の新設、表流水源開発 バンスバリは加えて配水池改修
シャイプー計画	送水管と配水池の拡張
バラジュー計画	既設浄水場と配水池の改修
ランバガール計画	表流水源開発、配水池と浄水設備と配水管の新設
スندگانリヤル計画	既設浄水設備の改修、配水池の建設、送水設備の新設
マノハラ計画	表流水源開発、浄水場の新設、送水管の新設
バルクー計画	表流水源開発、浄水場の新設、送水管の新設

2. 地下水管理計画

1) 地下水管理計画の前提条件

- a) 地下水資源を枯渇させないことを大前提とする。
- b) 最適化シミュレーションにより限界揚水量を求め、これを越えない範囲で地下水汲み上げを行う。
- c) 乾期には盆地内の表流水は需要を満足させないので、地下水管理は表流水との併用運転を考慮する。
- d) 地下水管理のために地下水モニタリングと地盤沈下観測を行う。

2) 地下水管理計画

カトマンズ盆地の地下水管理のための、NWS Cの既設井戸（バクタプール井戸群を除く）の揚水可能量は、地下水評価手法によって、選定された標準生産井戸だけを使って約15,000 m³/日と見積もられる。これにより過剰な水位降下を防ぐために揚水量を制限しなくてはならない。

3) 井戸の運転

乾期には盆地内の表流水は水需要を満足させないので、地下水管理は表流水との併用運転を考慮した標準井戸による井戸運転の組み合わせによって行う。しかしながら、標準井戸の全揚水量は乾期（4月～5月）におけるピークの需要を満足させられないので、乾期における追加の地下水揚水量は、標準井戸のみならず予備井戸でも行う必要を生じる。

併用運転を行うために既設のNWS Cの井戸（バクタプール井戸群を除く）を3つに区分する。すなわち標準井戸、予備井戸、観測井戸の3つの区分である。12本の生産井戸が最適地下水管理のための標準井戸として選定し、他の井戸は、全てのNWS Cの井戸（バクタプール井戸群を除く）における年間揚水量が年平均で15,000m³/日を越えないという条件で、乾期の表流水の不足を補うための予備井戸とする。雨期には標準生産井戸による標準運転が行われる。1994年以後の乾期には観測井戸を除く全井戸でピーク運転が行われるが、あくまでピーク運転は例外であって、通常の運転ではない。従って滞水層を保全するために、より注意深い地下水管理が必要である。地下水位を観測するためにNWS Cの3本の井戸と、4本のJICAの観測井戸を各井戸群における観測井戸とする。

4) 地下水モニタリング

地下水資源を枯渇から守るために、地下水の観測が必要である。観測は地下水位のみならず揚水量、水質、地盤沈下の観測も必要である。これらの観測結果から、滞水層が渴れる前に将来の計画を変更することができる。また地盤沈下の観測はカトマンズ盆地の地盤を保守するのに重要なものである。

3. プロジェクトのコストと評価

1) プロジェクト・コスト

先述の8つのプロジェクトのコストについては、各プロジェクトの比較と優先順位検討のため、およびプロジェクトの概略評価のために、概略のコストの見積もりを行なった。その結果の一覧は次のとおりである。

(単位：千USドル)

計 画	外貨分	国内通貨分	計
1 マハンカルチュール計画	14,030	4,300	18,330
2 バンスバリ/ マハラジガンジ計画	11,599	3,816	15,415
3 シャイプー計画	3,579	1,346	4,925
4 バラジュー計画	4,271	973	5,244
5 ランバガール計画	8,201	3,052	11,253
6 スンダリジャル計画	11,118	4,452	15,570
7 マノハラ計画	12,746	5,988	18,734
8 バルク計画	11,230	5,790	17,020
合 計	76,774	29,717	106,491

2) プロジェクトの評価、経済分析

プロジェクトとして先述の8つの計画（プロジェクト）の全てを実施して、一括して経済分析を行うものとする。計量できる便益は（1）給水量の増加による便益と（2）水質改善による疾病の減少による便益の二つによってである。便益は完成の翌年から逐次発生し、全システムの完成の翌年、すなわち2001年に4,115百万ドル相当額のフル便益に達する。このフル便益は2023年まで毎年発生し、その後プロジェクトのライフが過ぎた施設から逐次消滅し、2031年には全ての便益の発生が終了する。この便益とプロジェクト・コスト（建設費と運転維持修理（OMR）コスト）を比較して経済的内部収益率（EIRR）は3.4%と推定される。

3) プロジェクトの評価、財務分析

建設費は全額借款として次のモデルを仮定する。

（1）利率年：1%、（2）据え置き期間：10年間、（3）返済期間：据え置き期間を含めて30年間。収益としては、家庭収入の1.5%、および現行の水道料金の約4倍の、2つのモデルを仮定する。この2つの財務的モデルのいずれの場合も、財務的内部収益率（FIRR）は2%以下の低い率になる。しかし30年のプロジェクトのライフの期間（2030年まで）

にはすべての借款を返済し、収益はこれらのプロジェクトにかかわる経常費を上回るものと推定される。

4) 判 定

以上のように上水道プロジェクトは普通は低い内部収益率（IRR）を示す。それにもかかわらずこの計画の実施は、ベーシック・ヒューマン・ニーズ・プロジェクトとして、飲料用の安全かつ適正な水を地域住民に提供する。さらにネパールは世界各国の中で最低の一人当たりの国内総生産（GDP）の国であることを考慮して、これらプロジェクトが実施可能（viable）であると判断される。

4. 結論と勧告

1) 結論

現在は地下水を汲み上げ過ぎている。現在の汲み上げ量は管理して一定限界内まで減らさなくてはならない。表流水の新規水源は、流れ込み式によって最大 $0.15\text{m}^3/\text{s}$ ($12,600\text{m}^3/\text{日}$)の取水が可能である。初期には表流水の取水設備が完成するまで、一時的に水不足が生ずる。

新規開発は今回提案する8つのプロジェクトを、提案した順位で次々に実施し、2001年までに完成する必要がある。水道の本来の目的は必要で十分な量の上水道水を供給すると同時に、この水は安全で衛生的なもの（必要で十分な量の残留塩素を含んだもの）でなくてはならない。カトマンズ盆地の地下水を使い続けるかぎり、この後者の障害となるものは高い含有量のアンモニアである。浄水時にはアンモニアは同量の鉄、マンガンの約10倍の塩素を消費する。また身体に有害な物質を発生する可能性がある。従って除アンモニア設備は絶対に不可欠である。また除アンモニア処理をした後の水と表流水は、除鉄・マンガン処理と通常の減菌処理を行わなくてはならない。量だけ送ってもこれらの処理を行わなければ、上水道本来の目的は達成できない。今回新規プロジェクトとして提案した8つのプロジェクトは全て必要であり、技術的に可能であり、経済的かつ財務的に実施可能である。よって8つのプロジェクトは全て実現に値する。

2) 勧告

勧告1：地下水管理を徹底的に行う事を勧告する。これを行わなければ、かけがえのない滞水層を枯渇せしめ、またこれによって地盤沈下という社会障害を生ずることを忘れてはならない。

- a) 既存の井戸から12本の標準井戸と3本の観測井戸を選び、他は予備井戸とする。
- b) 通常は標準井戸からだけしか揚水しない。
- c) 乾期の末、特に4、5月は表流水が減って水が不足するときがある。そのときは臨時に予備井戸を運転する。しかし全揚水量は一年を平均して $15,000\text{m}^3/\text{日}$ を越えないようにしなければならない。
- d) 盆地外からの水が使えるようになったら、地下水保全のために予備井戸に代わる水源を確保する。
- e) 地下水保全と地盤沈下防止のための地下水モニタリングを行う。
- f) 近い将来、カトマンズ盆地内の地下水の法的性格を公水として位置づけ、その考え方に立脚した地下水採取の規制を含めた地下水の管理、保全等に関する総合的な法制度を確立する必要がある。

勧告2：今回提案した8つのプロジェクト、すなわち

- a) マハンカル・チョール計画
- b) バンスバリ、マハラジガンジ計画
- c) シャイプー計画
- d) バラジュー計画
- e) ランバガール計画
- f) スンダリジャル計画
- g) マノハラ計画
- h) バルク計画

は、速やかに実現せしめるべく、必要な手段を講じ始めることを勧告する。実施の順位は技術的見地からここに示す順位が最良の組み合わせである。よってこの順位に従って実施に取り掛かることを勧告する。

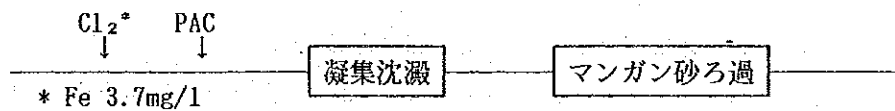
勧告3：2001年以後、盆地外からの導水が行われても、4月や5月の最乾期に盆地内の表流水が減水し、ピーク流量の維持に困難を感じることもあるかもしれない。このために盆地内のダム貯水計画は検討に値する。

1. 水質改善案1

1) 水質改善目標

- 遊離塩素 : なし
- 鉄 : 除去
- マンガン : 無処理
- アンモニア性窒素 : 無処理

2) 処理フローと処理効果・問題点等



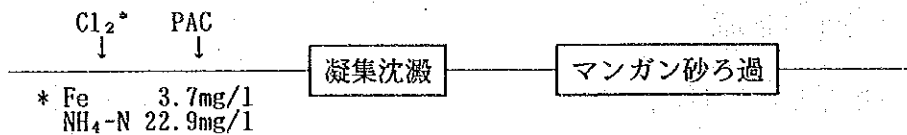
- a) マンガンは酸化されにくく、遊離塩素による酸化で、かつ遊離塩素の残留している状態でマンガン砂ろ過をする以外には除去できない。この処理法では、マンガンは除去されないままで給水されることになる。この場合でもそれ以後、遊離塩素との反応がなければ、マンガンによる障害はない。
- b) アンモニア性窒素についてもこの処理方法では処理できない。この場合、残留塩素のない配水管内では、アンモニア性窒素にかかわるバクテリアの増殖及び死滅等によって管内に有機物質が沈積し、直接的には濁色質の増加等、水質の悪化につながる。
- c) pH値、アルカリ度が低く、溶存物質の多い処理水は腐食性が高い上に、管内でのバクテリアの増殖や死滅によって溶解物質が増加することにより腐食性が一層増し、配水管の腐食を早め、配水管の老朽化を早めることになる。さらに、管の腐食による鉄さびによる障害が生じ、赤水などの原因となる。
- d) 浄水過程及び原水での病原菌を含む細菌類は滅菌されず、むしろ増殖されて配水管内に送られることになる。また、さらに配水管内で増殖することになる。
- e) 配水管内での万一の病原菌、その他の細菌類を滅菌することができない。

2. 水質改善案 2

1) 水質改善目標

遊離塩素 : なし
鉄 : 除去
マンガン : 無処理
アンモニア性窒素 : クロラミン

2) 処理フローと処理効果・問題点等



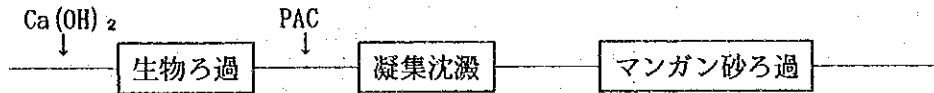
- a) マンガンについては、改善案1と同様の問題点がある。
- b) アンモニア性窒素は、モノクラミン (NH₂Cl) または、ジクロラミン (NHCl₂) となる。これらは、遊離塩素の約 1/25 の殺菌力を有しており、配水管内での所要の殺菌能力は確保できる。しかし、これらの物質は以下のような問題点がある。
- ジクロラミンは異臭味を生じる。
 - 原水のアンモニア性窒素の濃度に対応して、B.P. 程度の塩素の注入が要求されるが、濃度の変化があったとき、その濃度の測定とそれに応じた塩素の注入制御が必要となる。この技術レベルは非常に高く、適正注入管理は難しい。
 - 塩素が過剰になった場合は、マンガンが酸化されて着色障害となったり、管内でそれが沈積して、流速の変化によって黒水として流出する。塩素が不足の場合は改善案1と同様な問題がある。
- c) 病原菌等の細菌については改善案1と同じ。
- d) 配水管内での滅菌能力は改善案1と同じ。

3. 水質改善案3

1) 水質改善目標

遊離塩素 : なし
鉄 : 除去
マンガン : 無処理
アンモニア性窒素 : 硝化

2) 処理フローと処理効果・問題点等



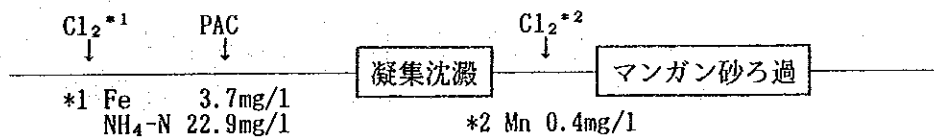
- a) マンガンについては、改善案1と同様の問題点がある。
- b) アンモニア性窒素は硝化される。アンモニア性窒素の処理の際のアルカリ剤の注入によって処理水はアルカリ度、pH値とも高くなり、腐食性が改善されて配水管内での水質悪化は改善される。
- c) 病原菌等の細菌については改善案1と同じ。
- d) 配水管内での滅菌能力は改善案1と同じ。

4. 水質改善案4

1) 水質改善目標

遊離塩素 : なし
鉄 : 除去
マンガン : 除去
アンモニア性窒素 : クロラミン

2) 処理フローと処理効果・問題点等



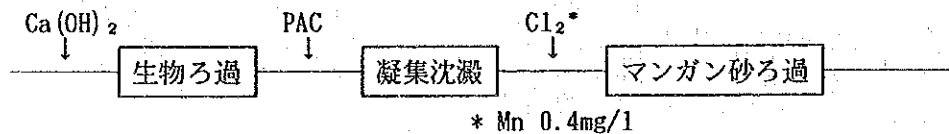
- a) マンガンは遊離塩素によって酸化されて、マンガン砂ろ過によって除去される。
- b) アンモニア性窒素のクロラミンのための過剰塩素、遊離塩素の存在する他の給水系統との接続についてもマンガンによる障害はなくなる。
- c) アンモニア性窒素については、改善案2と同じ。

5. 水質改善案5

1) 水質改善目標

遊離塩素 : なし
 鉄 : 除去
 マンガン : 無処理
 アンモニア性窒素 : 硝化

2) 処理フローと処理効果・問題点等



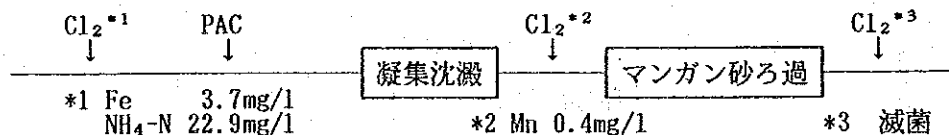
- マンガンは、アンモニア性窒素の硝化物及び鉄の酸化物の凝集沈澱処理によって負荷を少なくした後、遊離塩素によって酸化し、マンガン砂ろ過によって除去する。
- アンモニア性窒素は改善案3と同様に生物ろ過により硝化される。
- 処理水は滅菌される。
- 配水管内での滅菌能力は改善案1と同じ。

6. 水質改善案6

1) 水質改善目標

遊離塩素 : あり
 鉄 : 除去
 マンガン : 除去
 アンモニア性窒素 : クロラミン

2) 処理フローと処理効果・問題点等



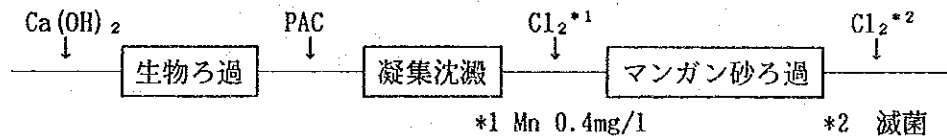
- マンガンは改善案4と同じ。
- アンモニア性窒素は改善案2と同じ。
- 処理水の病原菌等の細菌は滅菌される。
- 配水管内での滅菌能力あり。

7. 水質改善案7

1) 水質改善目標

遊離塩素 : あり
鉄 : 除去
マンガン : 除去
アンモニア性窒素 : 硝化

2) 処理フローと処理効果・問題点等



- マンガンは改善案5と同じ。
- アンモニア性窒素は改善案3と同じ。
- 処理水の病原菌等の細菌は滅菌される。
- 配水管内での滅菌能力あり。

付属資料-7 維持管理費内訳

1. 人件費

(1) マハンカルチュール・プロジェクト

浄水場長	1 人	× 3,500 NRs/人	=	3,500 NRs/月
副場長	1	× 3,000	=	3,000
Section Chief	4	× 2,750	=	11,000
Asst. Chief	9	× 2,250	=	20,250
Engineer/Officer	21	× 1,750	=	36,750
Technician	76	× 1,350	=	102,600
Asst. Officer	2	× 1,350	=	2,700
雑役	5	× 750	=	3,750
Watchman	23	× 1,000	=	23,000
	142人			206,550 × 12 = 2,478,600 NRs/年

(2) バンスバリ・プロジェクト

浄水場長	1 人	× 3,500 NRs/人	=	3,500 NRs/月
副場長	1	× 3,000	=	3,000
Section Chief	4	× 2,750	=	11,000
Asst. Chief	10	× 2,250	=	22,500
Engineer/Officer	21	× 1,750	=	36,750
Technician	61	× 1,350	=	82,350
Asst. Officer	2	× 1,350	=	2,700
雑役	5	× 750	=	3,750
Watchman	20	× 1,000	=	20,000
	125人			185,550 × 12 = 2,226,600 NRs/年

2. 燃料費

(1) マハンカルチュラル・プロジェクト

管理用車両 300 1/月 × 12 カ月 × 10 NRs/1 = 36,000 NRs/年

(2) バンスバリ・プロジェクト

管理用車両 300 1/月 × 12 カ月 × 10 NRs/1 = 36,000

輸 送 用 200 1/月 × 12 × 10 NRs/1 = 24,000

計 60,000 NRs/年

3. 機器点検整備費

(1) 点検整備計画

1) 汎用ポンプ・プロアー

2.5年点検 シール・パッキン類交換

5年点検 軸スリーブ、ベアリング交換

2) 薬注ポンプ、攪拌機

2.5年点検 シール、パッキン交換

5年点検 ダイアフラム交換

3) 軟水装置

2.5年点検 樹脂交換

4) 水質計器

1年点検 電池、ランプ交換

5) 井戸ポンプ

5年点検 軸受、羽根車、スリーブ、リング、ブッシュ

7.5年点検 水中モーター

(2) 機器リスト

1) マハンカルチュラル

(a) ポンプ・プロアー

プロアー(3) 表洗ポンプ(3) 補給水ポンプ(2) 送水ポンプ(3) 排水ポンプ(2)

(b) 薬注ポンプ 攪拌機

攪拌機(10) 移送ポンプ(8) 薬注ポンプ(18) その他ポンプ(4)

(c) 軟水装置

軟水装置(1)

(d) 水質計器

pH計(3) 濁時計(3) 残塩計(1)

(e) 井戸ポンプ (14)

2) バンスバリ

(a) ポンプ・ブローア

ブローア(3) 表洗ポンプ(3) 補給水ポンプ(2) 送水ポンプ(4) 排水ポンプ(2)

(b) 薬注ポンプ 攪拌機

攪拌機(10) 移送ポンプ(8) 薬注ポンプ(18) その他ポンプ(4)

(c) 水質計器

pH計(3) 濁時計(3) 残塩計(1)

(d) 井戸ポンプ (8)

(3) 点検整備費

1) マハンカルチュール・システム

(a) ポンプブローア

2.5年点検	ブローア	20,300 NRs/台/回	× 2回	= 40,600 NRs
	表洗ポンプ	33,900	× 2/3	= 22,600
	補給水ポンプ	24,800	× 1	= 24,800
	送水ポンプ	33,900	× 3	= 101,700
	排水ポンプ	27,000	× 2/3	= 18,000
				= 207,700 NRs

5年点検	ブローア	97,000 NRs/台/回	× 2回	= 194,000 NRs
	表洗ポンプ	174,000	× 2/3	= 116,000
	補給水ポンプ	151,000	× 1	= 151,000
	送水ポンプ	174,000	× 3	= 522,000
	排水ポンプ	78,000	× 2/3	= 52,000
				= 1,035,000 NRs

$$207,700 + 1,035,000 = 1,242,700 \div 5 = 249 \times 10^3 \text{ NRs/年}$$

(b) 薬注ポンプ、攪拌機

2.5年点検	攪拌機	11,200 NRs/台/回	× 5回	= 56,000 NRs
	移送ポンプ	4,500	× 4	= 18,000
	薬注ポンプ	4,500	× 7	= 31,500
	その他ポンプ	4,500	× 2	= 9,000
				小計 114,500

5年点検	攪拌機	22,600 NRs/台/回	×	5回	=	113,000 NRs
	移送ポンプ	33,800	×	4	=	135,200
	薬注ポンプ	11,200	×	7	=	78,400
	その他ポンプ	11,200	×	2	=	22,400
					小計	349,000

$$114,500 + 349,000 = 463,500 \div 5 = 93 \times 10^3 \text{ NRs/年}$$

(c) 軟水装置

2.5年点検

$$60,000 \text{ NRs/台/回} \times 1 \text{ 回} = 60,000 \text{ NRs}$$

$$60,000 \div 2.5 = 24 \times 10^3 \text{ NRs/年}$$

(d) 水質計器

pH計	2,200 NRs/台/回	×	3回	=	6,600 NRs
濁時計	500	×	3	=	1,500
残塩計	10,800	×	1	=	10,800

小計 18,900

$$= 19 \times 10^3 \text{ NRs/年}$$

(e) 井戸ポンプ

$$5 \text{ 年点検 } 52,000 \text{ NRs/台/回} \times 7 \text{ 回} = 364,000 \text{ NRs}$$

$$364,000 \div 5 = 72,800 \text{ NRs/年}$$

$$7.5 \text{ 年点検 } 248,300 \text{ NRs/台/回} \times 7 \text{ 回} = 1,738,100 \text{ NRs}$$

$$1,738,100 \div 7.5 = 231,700 \text{ NRs/年}$$

$$\text{計 } 305 \times 10^3 \text{ NRs/年}$$

$$\text{合計 } 690 \times 10^3 \text{ NRs/年}$$

2) バンスバリーシステム

(a) ポンプ・ブローアー

2.5年点検	ブローアー	20,300 NRs/台/回	×	2回	=	40,600
	表洗ポンプ	33,900	〃	×	2/3	= 22,600
	補給水ポンプ	24,800	〃	×	1	= 24,800
	送水ポンプ	33,900	〃	×	2	= 144,000
	排水ポンプ	27,000	〃	×	2/3	= 18,000
						250,000 NRs

5年点検	ブローアー	97,000 NRs/台/回	×	2回	=	194,000
	表洗ポンプ	174,000	〃	×	2/3	= 116,000
	補給水ポンプ	151,000	〃	×	1	= 151,000
	送水ポンプ	113,000	〃	×	2	= 226,000
	排水ポンプ	78,000	〃	×	2/3	= 52,000
						739,000 NRs

$$(250 + 739) \times 10^3 \div 5 = 198 \times 10^3 \text{ NRs/年}$$

(b) 薬注ポンプ、攪拌機

2.5年点検	攪拌機	11,200 NRs/台/回	×	5回	=	56,000 NRs
	移送ポンプ	4,500	×	4	=	18,000
	薬注ポンプ	4,500	×	7	=	31,500
	その他ポンプ	4,500	×	2	=	9,000
						小計 114,500

5年点検	攪拌機	22,600 NRs/台/回	×	5回	=	113,000 NRs
	移送ポンプ	33,800	×	4	=	135,200
	薬注ポンプ	11,200	×	7	=	78,400
	その他ポンプ	11,200	×	2	=	22,400
						小計 349,000

$$114,500 + 349,000 = 463,500 \div 5 = 93 \times 10^3 \text{ NRs/年}$$

(c) 水質計器

pH計	2,200 NRs/台/回	×	3回	=	6,600 NRs
濁時計	500	×	3	=	1,500
残塩計	10,800	×	1	=	10,800
				小計	18,900
					= 19×10^3 NRs/年

(d) 井戸ポンプ

5年点検 52,000 NRs/台/回 × 4回 = 208,000 NRs

$208,000 \div 5 = 41,600$ NRs/年

7.5年点検 248,300 NRs/台/回 × 4回 = 993,200 NRs

$993,200 \div 7.5 = 132,400$ NRs/年

計 174×10^3 NRs/年

合計 484×10^3 NRs/年

4. 浄水薬品費

(1) 処理水量

1) マハンカルチュラル・プロジェクト

1995年			
	生物ろ過	浄水	給水
地下水	1,425,321	1,378,140	1,338,000
表流水 (豊)	—	3,679,160	3,572,000
〃 (渴)	—	2,839,401	2,756,700
	1,425,000 m ³	7,897,000 m ³	7,667,000 m ³
2001年			
地下水	1,879,750	1,839,477	1,785,900
表流水 (豊)	—	3,700,893	3,593,100
〃 (渴)	—	2,839,401	2,756,700
	1,880,000 m ³	8,380,000 m ³	8,136,000 m ³

2) バンスバリー・プロジェクト

1995年			
	生物ろ過	浄水	給水
地下水	1,985,600	1,929,808	1,873,600
表流水 (豊)	—	2,847,744	2,764,800
〃 (渴)	—	1,652,841	1,604,700
	1,986,000 m ³	6,430,000 m ³	6,243,000 m ³
2001年			
地下水	2,120,650	2,075,038	2,014,600
表流水 (豊)	—	2,866,387	2,782,900
〃 (渴)	—	1,655,931	1,607,700
	2,121,000 m ³	6,597,000 m ³	6,405,000 m ³

(2) 浄水薬品費 (1995年内訳)

1) マハンカルチュール・プロジェクト

PAC

表流水 (豊) $3.7 \times 10^{-6} \times 3,679 \times 10^3 = 13.6$ t/年

// (渴) $2.6 \times 10^{-6} \times 2,839 \times 10^3 = 7.4$

地下水 $2.6 \times 10^{-6} \times 1,378 \times 10^3 = 3.6$

24.6 t/年

$24.6 \text{ t/年} \times 74,200 \text{ NRs/t} \div 1,825 \times 10^3 \text{ NRs/年}$

NaOH

地下水 $10 \times 10^{-6} \times 1,425 \times 10^3 = 14.3$ t/年

$14.3 \text{ t/年} \times 22,200 \text{ NRs/t} \div 317 \times 10^3 \text{ NRs/年}$

Ca(OH)₂

表流水 (豊) $\frac{16}{0.8} \times 10^{-6} \times 3,679 \times 10^3 = 73.6$ t/年

// (渴) $\frac{4}{0.8} \times 10^{-6} \times 2,839 \times 10^3 = 14.2$

87.8 t/年

$87.8 \text{ t/年} \times 2,000 \text{ NRs/t} = 176 \times 10^3 \text{ NRs/年}$

原塩

表流水 (豊) $2.5 \times 10^{-6} \times 2.6 \times 3,679 \times 10^3 = 23.9$ t/年

// (渴) $1.5 \times 10^{-6} \times 2.6 \times 2,839 \times 10^3 = 11.1$

地下水 $1.8 \times 10^{-6} \times 2.6 \times 1,378 \times 10^3 = 6.4$

41.4

$41.4 \text{ t/年} \times 1,650 \text{ NRs/t} = 68 \times 10^3 \text{ NRs/年}$

薬品費計 $2.386 \times 10^3 \text{ NRs/年}$

2) バンスバリ・プロジェクト

PAC

表流水 (豊) $3.7 \times 10^{-6} \times 2,848 \times 10^3 = 10.5$ t/年

// (渴) $2.6 \times 10^{-6} \times 1,653 \times 10^3 = 4.3$

地下水 $2.6 \times 10^{-6} \times 1,930 \times 10^3 = 5.0$

計 19.8 t/年

$19.8 \text{ t/年} \times 74,200 \text{ NRs/t} = 1,469 \times 10^3 \text{ NRs/年}$

苛性ソーダ

$$\begin{aligned} \text{地下水} & 10 \times 10^{-6} \times 1,986 \times 10^3 = 19.9 \text{ t/年} \\ & 19.9 \text{ t/年} \times 22,200 \text{ NRs/t} = 442 \times 10^3 \text{ NRs/年} \end{aligned}$$

消石灰

$$\begin{aligned} \text{表流水 (豊)} & \frac{16}{0.8} \times 10^{-6} \times 2,848 \times 10^3 = 57.0 \text{ t/年} \\ \text{(渴)} & \frac{4}{0.8} \times 10^{-6} \times 1,653 \times 10^3 = 8.3 \\ & \underline{\hspace{10em}} \\ & 65.3 \end{aligned}$$
$$65.3 \text{ t/年} \times 2,000 \text{ NRs/t} = 131 \times 10^3 \text{ NRs/年}$$

原塩

$$\begin{aligned} \text{表流水 (豊)} & 2.5 \times 10^{-6} \times 2.6 \times 2,848 \times 10^3 = 18.5 \text{ t/年} \\ \text{// (渴)} & 1.5 \times 10^{-6} \times 2.6 \times 1,653 \times 10^3 = 6.4 \\ \text{地下水} & 1.8 \times 10^{-6} \times 2.6 \times 1,930 \times 10^3 = 9.1 \\ & \underline{\hspace{10em}} \\ & 34.0 \end{aligned}$$
$$34.0 \text{ t/年} \times 1,650 \text{ NRs/t} = 56 \times 10^3 \text{ NRs/年}$$

$$\text{薬品集計 } 2,098 \times 10^3 \text{ NRs/年}$$

(3) 浄水薬品費 (2001年内訳)

1) マハンカルチュール・プロジェクト

PAC

$$\begin{aligned} \text{表流水 (豊)} & 3.7 \times 10^{-6} \times 3,701 \times 10^3 = 13.7 \text{ t/年} \\ \text{// (渴)} & 2.6 \times 10^{-6} \times 2,839 \times 10^3 = 7.4 \\ \text{地下水} & 2.6 \times 10^{-6} \times 1,839 \times 10^3 = 4.8 \\ & \underline{\hspace{10em}} \\ & 25.9 \text{ t/年} \end{aligned}$$
$$25.9 \text{ t/年} \times 74,200 \text{ NRs/t} = 1,922 \times 10^3 \text{ NRs/年}$$

苛性ソーダ

$$\begin{aligned} \text{地下水} & 10 \times 10^{-6} \times 2,121 \times 10^3 = 21.2 \text{ t/年} \\ & 21.2 \text{ t/年} \times 22,200 \text{ NRs/t} = 471 \times 10^3 \text{ NRs/年} \end{aligned}$$

消石灰

$$\begin{aligned} \text{表流水 (豊)} & 20 \times 10^{-6} \times 3,701 \times 10^3 = 74.0 \text{ t/年} \\ \text{// (渴)} & 5 \times 10^{-6} \times 2,839 \times 10^3 = 14.2 \\ & \underline{\hspace{10em}} \\ & 88.2 \text{ t/年} \end{aligned}$$

$$88.2 \text{ t/年} \times 2,000 \text{ NRs/t} = 176 \times 10^3 \text{ NRs/年}$$

原塩

$$\text{表流水 (豊)} \quad 2.5 \times 10^{-6} \times 2.6 \times 3,701 \times 10^3 = 24.1 \text{ t/年}$$

$$\text{// (渴)} \quad 1.5 \times 10^{-6} \times 2.6 \times 2,839 \times 10^3 = 11.1$$

$$\text{地下水} \quad 1.8 \times 10^{-6} \times 2.6 \times 1,839 \times 10^3 = 8.6$$

$$\underline{\hspace{10em}} \quad 43.8 \text{ t/年}$$

$$43.8 \text{ t/年} \times 1,650 \text{ NRs/t} = 72 \times 10^3 \text{ NRs/年}$$

$$\text{薬品費計} \quad 2,641 \times 10^3 \text{ NRs/年}$$

2) バンスバリ・プロジェクト

PAC

$$\text{表流水 (豊)} \quad 3.7 \times 10^{-6} \times 2,866 \times 10^3 = 10.6 \text{ t/年}$$

$$\text{// (渴)} \quad 2.6 \times 10^{-6} \times 1,656 \times 10^3 = 4.3$$

$$\text{地下水} \quad 2.6 \times 10^{-6} \times 2,075 \times 10^3 = 5.4$$

$$\underline{\hspace{10em}} \quad 20.3 \text{ t/年}$$

$$20.3 \text{ t/年} \times 74,200 \text{ NRs/t} = 1,506 \times 10^3 \text{ NRs/年}$$

苛性ソーダ

$$\text{地下水} \quad 10 \times 10^{-6} \times 2,121 \times 10^3 = 21.2 \text{ t/年}$$

$$21.2 \text{ t/年} \times 22,200 \text{ NRs/t} = 471 \times 10^3 \text{ NRs/年}$$

消石灰

$$\text{表流水 (豊)} \quad 20 \times 10^{-6} \times 2,866 \times 10^3 = 57.3 \text{ t/年}$$

$$\text{// (渴)} \quad 5 \times 10^{-6} \times 1,656 \times 10^3 = 8.3$$

$$\underline{\hspace{10em}} \quad 65.6 \text{ t/年}$$

$$65.6 \text{ t/年} \times 2,000 \text{ NRs/t} = 131 \times 10^3 \text{ NRs/年}$$

原塩

$$\text{表流水 (豊)} \quad 2.5 \times 10^{-6} \times 2.6 \times 2,866 \times 10^3 = 18.6 \text{ t/年}$$

$$\text{// (渴)} \quad 1.5 \times 10^{-6} \times 2.6 \times 1,656 \times 10^3 = 6.5$$

$$\text{地下水} \quad 1.8 \times 10^{-6} \times 2.6 \times 2,075 \times 10^3 = 9.7$$

$$\underline{\hspace{10em}} \quad 34.8 \text{ t/年}$$

$$34.8 \text{ t/年} \times 1,650 \text{ NRs/t} = 57 \times 10^3 \text{ NRs/年}$$

$$\text{薬品費計} \quad 2,165 \times 10^3 \text{ NRs/年}$$

5. 電力費

(1) マハンカルチュール・プロジェクト (1995年)

1) 深井戸ポンプ

基本料金	$32,561.25\text{NRs/月} \times 12\text{月}$	= 390,735
使用料金	$\frac{398,494}{0.8}\text{KWH/年} \times 0.75\text{NRs/KWH}$	= 373,588
	計	<u>764,323NRs/年</u>

2) 浄水場

基本料金	$284.35/0.8\text{KW/月} \times 50\text{NRs/KW} \times 12\text{月}$	= 213,264
使用料金	$\frac{415,964}{0.8}\text{KWH/年} \times 0.65\text{NRs/KWH}$	= 337,971
	計	<u>551,235NRs/年</u>
	合計	<u>1,315,558NRs/年</u>

(2) バンスバリ・プロジェクト (1995年)

1) 深井戸ポンプ

基本料金	$38,902.5\text{NRs/月} \times 12\text{月}$	= 466,830
使用料金	$\frac{997,100}{0.8}\text{KWH/年} \times 0.75\text{NRs/KWH}$	= 934,781
	計	<u>1,401,611NRs/年</u>

2) 浄水場

基本料金	$245.95/0.8\text{KW/月} \times 50\text{NRs/KW} \times 12\text{月}$	= 184,464
使用料金	$\frac{323,980}{0.8}\text{KWH/年} \times 0.65\text{NRs/KWH}$	= 263,234
	計	<u>447,700NRs/年</u>
	合計	<u>1,849,311NRs/年</u>

(3) マハンカルチュール・プロジェクト (2001年)

1) 深井戸ポンプ

基本料金	$32,561.25\text{NRs/月} \times 12\text{月}$	= 390,735
使用料金	$\frac{524,518}{0.8}\text{KWH/年} \times 0.75\text{NRs/KWH}$	= 491,735
	計	882,471NRs/年

2) 浄水場

基本料金	$284.35/0.8\text{KW/月} \times 50\text{NRs/KW} \times 12\text{月}$	= 213,264
使用料金	$\frac{471,811}{0.8}\text{KWH/年} \times 0.65\text{NRs/KWH}$	= 383,346
	計	596,610NRs/年

合計 1,479,081NRs/年

(4) バンスバリ・プロジェクト (2001年)

1) 深井戸ポンプ

基本料金	$38,902.5\text{NRs/月} \times 12\text{月}$	= 466,830
使用料金	$\frac{1,067,810}{0.8}\text{KWH/年} \times 0.75\text{NRs/KWH}$	= 1,001,072
	計	1,468,369NRs/年

2) 浄水場

基本料金	$245.95/0.8\text{KW/月} \times 50\text{NRs/KW} \times 12\text{月}$	= 184,464
使用料金	$\frac{337,249}{0.8}\text{KWH/年} \times 0.65\text{NRs/KWH}$	= 274,015
	計	458,479NRs/年

合計 1,926,848NRs/年

深井戸ポンプの動力と基本料金

マハンカルチュール井戸群

井戸名称	出力 KW	入力 (出力/0.8) KW	基本料金 (入力×57 KW/月)
GK 1	28	35	1,995
2	//	//	//
3	//	//	//
4	//	//	//
6 (ナシ)	//	//	//
MH 2	42	52.5	2,992.5
3	//	//	//
4	//	//	//
5	//	//	//
6 (ナシ)	//	//	//
7	//	//	//
DK 3	18	22.5	1,282.5
4	//	//	//
5	//	//	//
6	11 KW	13.75	783.75
計	457 KW	471.25	32,561.25 NRs/月

バンスバリ井戸群

井戸名称	出力 KW	入力 (出力/0.8) KW	基本料金 (入力×57 KW/月)
Balaju	11	13.75	783.75
BB 7	75	93.75	5,343.75
0	30	37.5	2,137.5
2	30	37.5	//
3	80	100	5,700
4	80	100	//
5	80	100	//
6	80	100	//
8	80	100	//
計	546 KW	682.5 KW	38,902.5 NRs /月

6. 次亜生成電極更新費

1995年

電極 $24,600,000$ 円/台 (130kg-Cl₂/日用) = 5.553×10^3 NRs

更新年 $\frac{25,000}{365 \times 24}$ 年 $\times \frac{130\text{kg} \times 2}{79.5\text{kg}}$ = 9.33年

年間更新費 $\frac{5.553 \times 10^3 \times 2}{9.33}$ = $1,190 \times 10^3$ NRs/年

マハンカルチュール $1,190 \times 10^3 \times 0.549$ = 653×10^3 NRs/年

バンスバリ $1,190 \times 10^3 \times 0.451$ = 537×10^3 NRs/年

2001年

更新年 $\frac{25,000}{365 \times 24}$ 年 $\times \frac{130\text{kg} \times 2}{82.8\text{kg}}$ = 9.0年

年間更新費 $\frac{5.553 \times 10^3 \times 2}{9}$ = $1,234 \times 10^3$ NRs/年

マハンカルチュール $1,234 \times 10^3 \times 0.557$ = 687×10^3 NRs/年

バンスバリ $1,234 \times 10^3 \times 0.443$ = 547×10^3 NRs/年

7. 配水費

Sweeper	1 人	×	750 NRs/人	=	750 NRs/月
Helper	2	×	1,000	=	2,000
Chief	1	×	2,750	=	2,750
Technician	2	×	1,350	=	2,700

Operation

Asst. Chief	5	×	2,250	=	11,250
Engineer	10	×	1,750	=	175,000
Technician	20	×	1,350	=	27,000

Maintenance

Asst. Chief	2	×	2,250	=	4,500
Engineer	5	×	1,750	=	8,750
Technician	10	×	1,350	=	13,500

$$248,200 \times 12 = 2,978,400 \text{ NRs/年}$$

$$\times 0.567$$

$$= 1,689,000$$

8. 料金徴収費

1 力所

Asst. Chief	1 人	×	750 NRs/人	=	750 NRs/月
Clerk	3	×	1,750	=	5,250
Asst. Clerk	3	×	1,350	=	4,050
Helper	3	×	1,000	=	3,000
Sweeper	1	×	750	=	750

$$15,300 \times 12 = 183,600 \text{ NRs/年}$$

$$\times 9 \text{ 力所}$$

$$= 1,652,400 \text{ NRs/年}$$

検針員

$$\text{Asst. Clerk } (9 \times 5) 45 \times 1,000 = 45,000 \times 12 = 540,000 \text{ NRs/年}$$

$$\underline{\text{計 } 2,192,400 \times 0.567 = 1,243,000 \text{ NRs/年}}$$

1. 土地取得費

1) マハンカルチュール浄水場

取得面積	8,048m ² (15 Ropanis 13 anna)
m ² 当り取得費	1,600ルピー
取得費	1,287.6万ルピー

2) バンスバリ浄水場

取得面積	4,294m ² (8 Ropanis 7 anna)
m ² 当り取得費	1,200ルピー
取得費	515.3万ルピー

土地取得費計 1,802.9万ルピー

2. 管理用施設費

マハンカルチュール浄水場

フェンス (レンガ造 高さ2m) 254m × 1,800ルピー/m = 457,200ルピー

バンスバリ浄水場

フェンス (レンガ造 高さ2m) 30m × 1,800ルピー/m = 54,000ルピー

フェンス (有刺鉄線) 75m × 510ルピー/m = 38,250ルピー

計 92,250ルピー

スندگانリジャル取水場

フェンス (有刺鉄線) 30m × 510ルピー/m = 15,300ルピー

管理用施設費計 564,750ルピー

JICA