

パキスタン・イスラム共和国
アボタバット上水道改善計画基本設計調査
基本設計調査報告書

平成 16 年 7 月

独立行政法人国際協力機構
株式会社 日水コン
日本テクノ株式会社

無償

JR

04-151

パキスタン・イスラム共和国

アボタバット上水道改善計画

基本設計調査報告書

平成 16 年 7 月

独立行政法人国際協力機構
株式会社 日水コン
日本テクノ株式会社

序文

日本国政府は、パキスタン国政府の要請に基づき、同国のアボタバット上水道改善計画にかかる基本設計調査を行うことを決定し、独立行政法人 国際協力機構がこの調査を実施しました。

当機構は、平成 15 年 7 月 13 日から 9 月 22 日及び平成 16 年 1 月 25 日から 2 月 23 日まで基本設計調査団を現地に派遣しました。

調査団は、パキスタン政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施しました。帰国後の国内作業の後、平成 16 年 5 月 23 日から 6 月 6 日まで実施された基本設計概要書案の現地説明を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

最後に、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成 16 年 7 月

独立行政法人 国際協力機構

理事 松井 靖夫

伝達状

今般、パキスタン国におけるアボタバット上水道改善計画基本設計調査が終了いたしましたので、ここに最終報告書を提出いたします。

本調査は、貴機構との契約に基づき弊社が、平成 15 年 7 月より平成 16 年 7 月までの 12.5 カ月にわたり実施いたしてまいりました。今回の調査に際しましては、パキスタンの現状を十分に踏まえ、本計画の妥当性を検証するとともに、日本の無償資金協力の枠組みに最も適した計画の策定に努めてまいりました。

つきましては、本計画の推進に向けて、本報告書が活用されることを切望いたします。

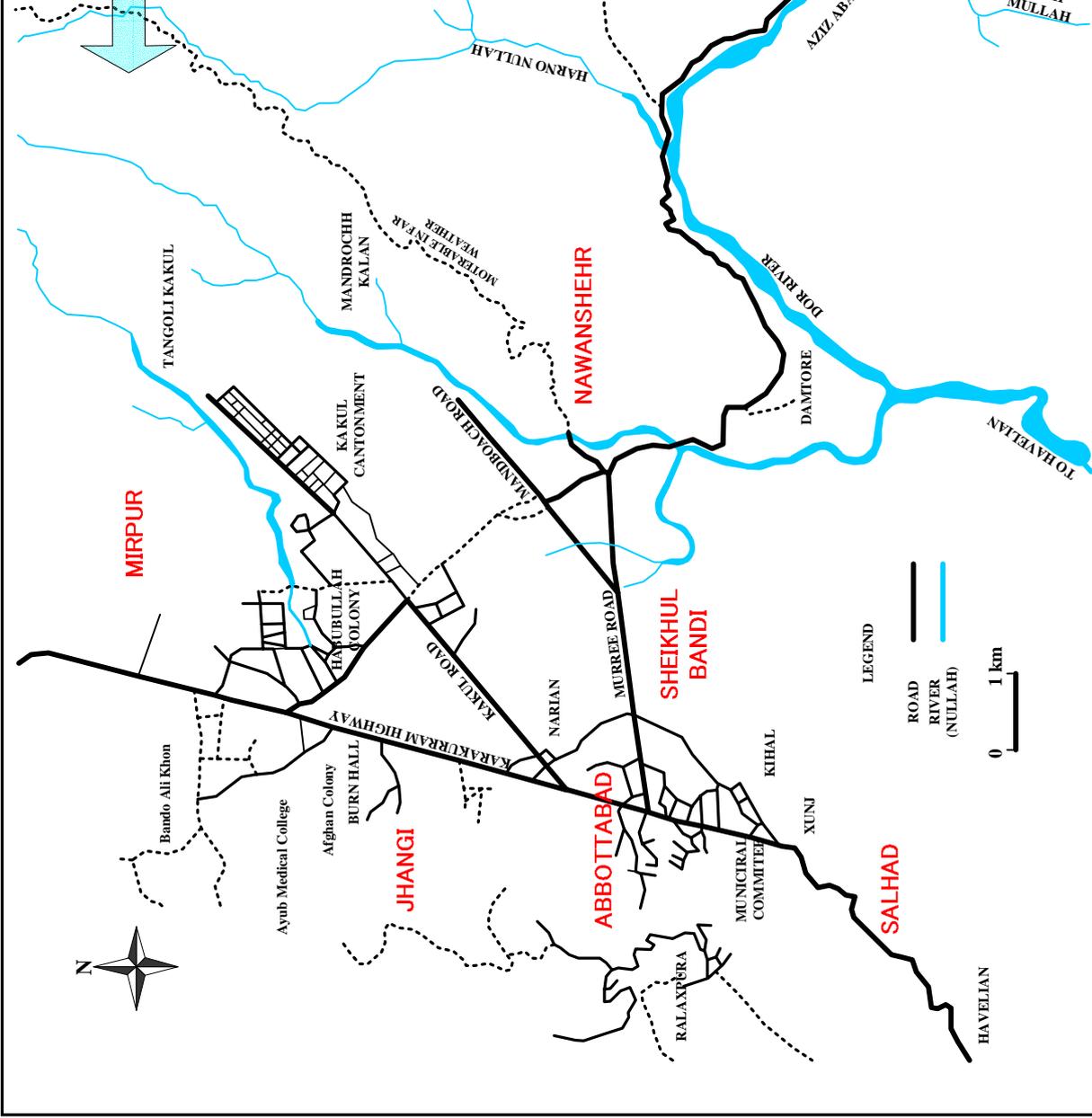
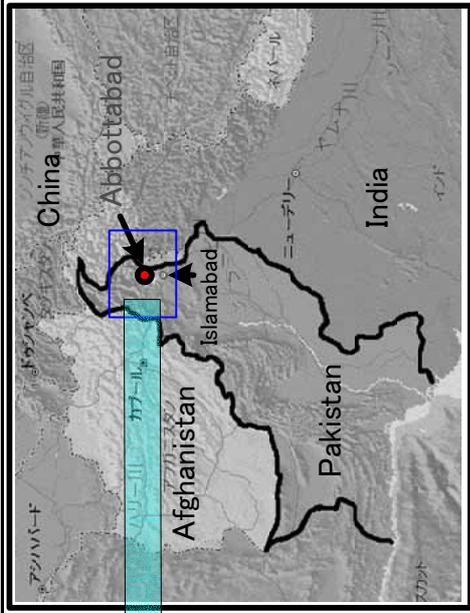
平成 16 年 7 月

共同企業体
株式会社 日水コン
日本テクノ 株式会社

パキスタン国
アボタバット上水道改善計画基本設計調査団

業務主任 酒井武司

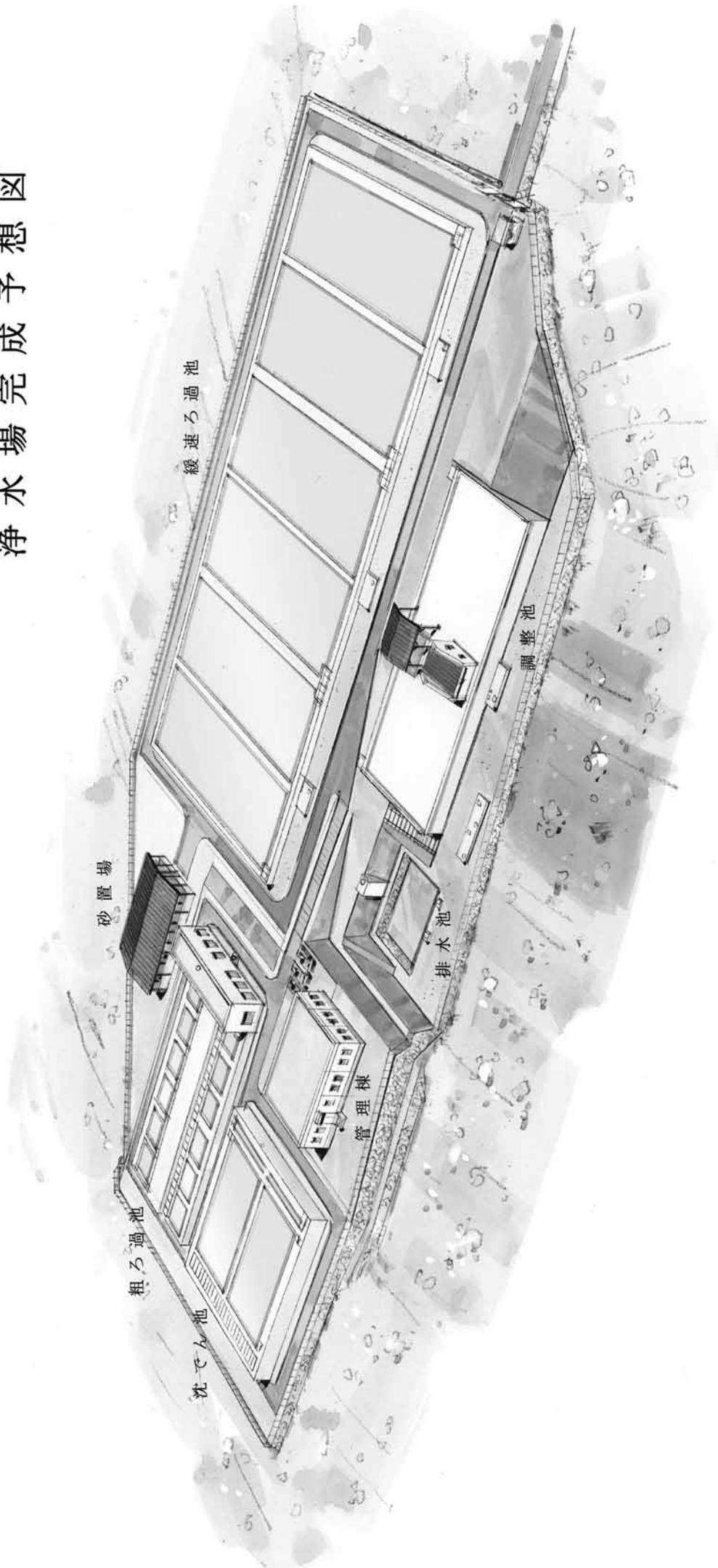
位置図



調査対象地域位置図

浄水場完成予想図

浄水場完成予想図



写真



GAYA 川取水点付近(下流側を撮影)



BAGH 川取水点(上流側を撮影)



Namly Maira 取水点



導水管布設ルート



導水管布設ルート



導水管布設ルート



浄水場建設予定地点遠景



浄水場建設予定地点



Nawansher の配水池 (KfW の支援プロジェクト)



表流水源下流側 Dor 川から Murree 道路 (導水管ルート) を撮影



Nawansher の湧水用ポンプ(1999 年 KfW による)



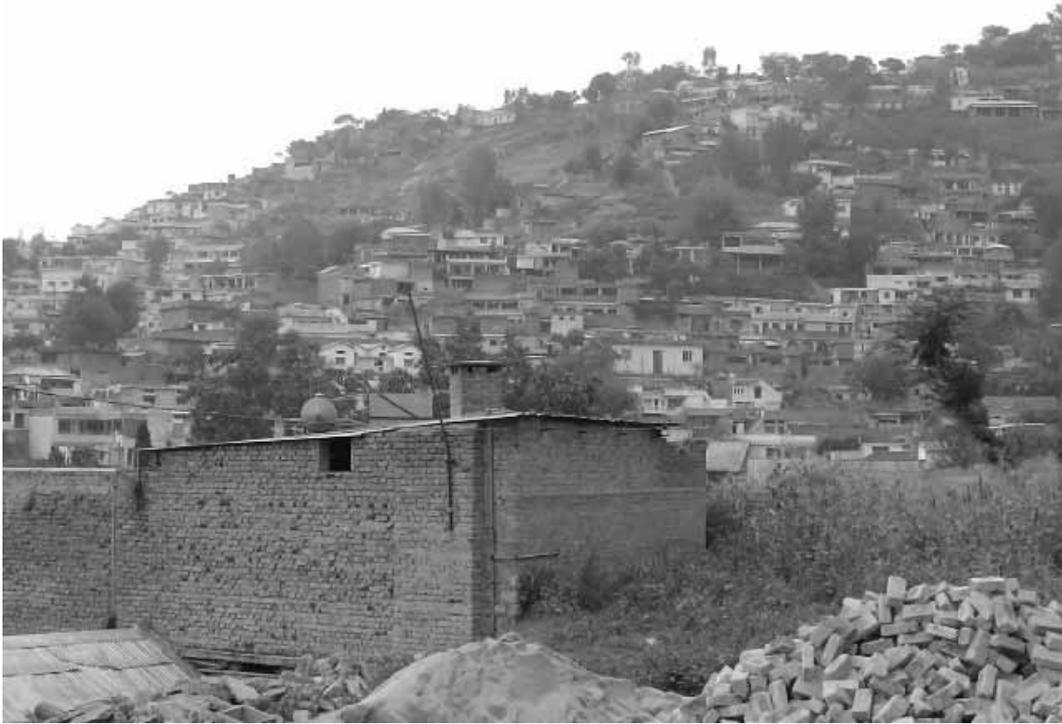
アボタバット市の Khola Kehal 配水池(100,000 GLS)



送水管敷設ルート(PMA 道路)



送水管敷設ルート(カラコルム・ハイウェイ)



アボタバット市の盆地斜面の住宅群



配水池建設予定サイト(デラワンダ地区)

図表リスト

図表リスト

表 1 - 1	SUDP で実施された上水道施設整備の内容.....	1 - 6
表 1 - 2	GAWS の将来人口推計と水需要量	1 - 7
表 1 - 3	GAWS の将来水供給計画と事業費（1997 年当時）	1 - 7
表 1 - 4	アボタバット地区の社会経済状況.....	1 - 9
表 1 - 5	先方要請案、予備調査結果と本件事業の実施内容	1 - 10
表 1 - 6	分野別・地域別の無償資金協力実績(E/N)(1991 年度-2001 年度).....	1 - 11
表 2 - 1	アボタバット市水道課の組織.....	2 - 2
表 2 - 2	過去 3 年間の県事業・サービス部の予算.....	2 - 3
表 2 - 3	アボタバット市財務状況（収入）	2 - 5
表 2 - 4	アボタバット市財務状況（支出）	2 - 6
表 2 - 5	ナワンシェール市予算（収入）	2 - 7
表 2 - 6	ナワンシェール市予算（支出）	2 - 7
表 2 - 7	WSU の財務状況、Nawansher(2002/7-2003/6).....	2 - 4
表 2 - 8	既存井戸の状況.....	2 - 15
表 2 - 9	バグ川、ガヤ川、ナムリマイラ川の流量観測結果.....	2 - 20
表 2 - 10	地下水涵養量と水需要量のバランス.....	2 - 21
表 2 - 11	ドール川流量と本プロジェクトの取水量.....	2 - 25
表 3 - 1	給水区域の 2003 年の人口と将来予測人口.....	3 - 3
表 3 - 2	2010 年における水需要予測.....	3 - 5
表 3 - 3	既存井の評価結果.....	3 - 6
表 3 - 4	バグ川、ガヤ川、ナムリマイラ川の取水量配分	3 - 7
表 3 - 5	給水区域別水需要量と既存水源水量および新規開発水源水量の配分計画	3 - 8
表 3 - 6	Bagh 川、Gaya 川、Namly Maira 川の取水地点標高.....	3 - 11
表 3 - 7	導水管の口径、管種と布設延長.....	3 - 12
表 3 - 8	浄水場施設緒元.....	3 - 16
表 3 - 9	各給水区域への送水量.....	3 - 17
表 3 - 10	送水管の口径と敷設延長.....	3 - 19
表 3 - 11	水位調整弁が必要となる配水池.....	3 - 20
表 3 - 12	更新すべき井戸ポンプのリスト.....	3 - 21
表 3 - 13	地下水システムの新設送水管のリスト	3 - 22
表 3 - 14	新設すべき配水池のリスト.....	3 - 23
表 3 - 15	井戸施設新設および井戸ポンプ更新に関する日本側とパ国側の施工区分	3 - 57
表 3 - 16	取水施設に関する日本側とパ国側の施工区分.....	3 - 57
表 3 - 17	導・送水施設に関する日本側とパ国側の施工区分.....	3 - 57

表 3 - 18	浄水場建設に関する日本側とパ国側の施工区分	3 - 58
表 3 - 19	配水池建設に関する日本側とパ国側の施工区分	3 - 58
表 3 - 20	主要品質管理項目と管理方法	3 - 60
表 3 - 21	資材調達区分	3 - 61
表 3 - 22	内陸輸送ルート	3 - 62
表 3 - 23	アボタバット市の水道料金体系	3 - 76
表 3 - 24	現状の料金収入と運転維持管理費の収支	3 - 76
表 3 - 25	事業実施後の表流水自然流化システムの 運営維持管理費と各事業体の運転維持管理費の推移	3 - 78
表 3 - 26	各三事業体における年間の運転維持管理費と水道料金収入の収支の推移	3 - 79
表 3 - 27	2012 年における各事業体の水道料金の水準	3 - 80
表 4 - 1	地域毎の給水状況	4 - 1

図 2 - 1	アボタバット県政府の組織図.....	2 - 1
図 2 - 2	村落水道の管理組織.....	2 - 2
図 2 - 3	アボタバット市及びナワンシェール市水道関連組織図.....	2 - 3
図 2 - 4	アボタバット市の既存の送配水システム概念図.....	2 - 11
図 2 - 5	ナワンシェール市の既存の送配水システム概念図.....	2 - 12
図 2 - 6	周辺自治区井戸給水システム概念図.....	2 - 13
図 2 - 7	既存井戸の位置図.....	2 - 16
図 2 - 8	プロジェクトサイト概念図.....	2 - 18
図 2 - 9	アボタバット地区水系図.....	2 - 23
図 2 - 10	ドール川水系概要図.....	2 - 27
図 3 - 1	プロジェクトの給水対象区域.....	3 - 2
図 3 - 2	取水地点、導水管布設ルート、圧力調整槽、浄水場の位置関係.....	3 - 13
図 3 - 3	送水管ルートと新設配水池および新設井戸の位置図.....	3 - 18
図 3 - 4	アボタバット市 Kehal 系統送水改善概念図.....	3 - 24
図 3 - 5	アボタバット市 Kunj 系統送水改善概念図.....	3 - 24
図 3 - 6	アボタバット市 Jinnah-Jail 系統送水改善概念図.....	3 - 25
図 3 - 7	ナワンシェール市の送水システム改善図.....	3 - 26
図 3 - 8	シュクルバンディの送水システム改善案.....	3 - 27
図 3 - 9	サルハドの送水システム改善案.....	3 - 27
図 3 - 10	ミルプールの送水システム改善案.....	3 - 28
図 3 - 11	デラワンダの送水システム改善案.....	3 - 28
図 3 - 12	ジャンギ（ラマ・マイラ、ジャンギ、 バンダ・ガザン、バンダ・ディラザック）の送水改善案.....	3 - 29
図 3 - 13	バンダ・プグワリアンの送水システム改善案.....	3 - 30
図 3 - 14	ドバタールの送水システム改善案.....	3 - 30
図 3 - 15	事業実施体制の概念図.....	3 - 55
図 3 - 16	実施工程表.....	3 - 65
図 3 - 17	各水道システムにおける表流水システム 利用および地下水システムのおよその依存割合.....	3 - 68
図 3 - 18	現状の各事業体における水道事業運営維持管理体制.....	3 - 69
図 3 - 19	表流水供給体制の概念図.....	3 - 70
図 3 - 20	表流水システムの運営維持管理組織図.....	3 - 71
図 3 - 21	事業実施後の運転維持管理費と料金収入のバランス.....	3 - 80
図 4 - 1	新設事業体の設立および水道料金改訂のアクションプログラム(案).....	4 - 6

略語集

略語集

略語

ADB:	Asian Development Bank (アジア開発銀行)
BHN:	Basic Human Needs (基本的人間要請)
BOD:	Biochemical Oxygen Demand (生物的酸素要求量)
DIP:	Ductile Iron Pipe (ダクタイル鋳鉄管)
EIA:	Environmental Impact Assessment (環境影響評価)
EPA:	Environmental Protection Agency (環境保全庁)
GAWS:	Greater Abbottabad Gravity Water Supply Scheme (アボタバット市および周辺地区上水道計画)
IEE:	Initial Environmental Examination (初期環響調査)
KfW:	The German Development Bank (ドイツ復興金融公庫)
MES:	Military Engineering Services (軍技術部)
NTU:	Nephelometric Turbidity Unit (濁度)
NWFP:	North West Frontier Province (北西辺境州)
PAHO:	Pan American Health Organization (米州保健機構)
PHED:	Public Health Engineering Department (公衆衛生工事局)
PMA:	Pakistan Military Academy (パキスタン陸軍学校)
PMU:	Project Management Unit (プロジェクト管理組織)
SP:	Steel Pipe (鋼管)
SUDP:	Second Urban Development Project (第二次都市開発プロジェクト)
TMA:	Town Municipal Administration (都市地区行政組織)
UFW:	Unaccounted for Water (無収水)
WASA:	Water and Sanitation Agency (上下水道庁)
WAPDA:	Water and Power Development Authority (水電力公社)
WHO:	World Health Organization (世界保健機構)
WSU:	Water & Sanitation Unit (水衛生部)

単位

cm:	centimeter (センチメートル)
kg/m ³ :	kilogram per cubic meter (キログラム/立方メートル)
km:	kilometer (キロメートル)
km ² :	square kilometer (平方キロメートル)
kW:	kilowatt (キロワット)
m:	meter (メートル)
mm:	millimeter (ミリメートル)
m ³ :	cubic meter (立方メートル)
m ³ /d:	cubic meter per day (立方メートル/日)
l/s:	liter per second (リッター/秒)
lpcd:	liter per capita per day (リッター/人・日)
N/mm ² :	Newton per square millimeter (ニュートン/平方ミリメートル)
ppm:	parts per million (百万分の一)
Rs.:	Pakistan Rupee (パキスタンルピー)
Rs./m ³ :	Rupees per cubic meter (ルピー/立方メートル)
US\$:	United States Dollar (米ドル)

要約

要 約

パキスタン・イスラム共和国は中央アジア、西アジアの玄関口に位置し、東はインド、西はイランおよびアフガニスタン、北は中国そして南はアラビア海に接しており、国土面積 79 万 6090km² (日本の約 2.1 倍)、人口 138 百万人 (2000 年) を有し、一人当たり GNP は 440 ドルである。地形は北西部から南東部に向かってしだいに高度がさがる地形で、北部にはヒマラヤ、カラコルム、ヒンズークシ山脈が東西に走り、カシミール地方には K2、ナンガパルパットなど 8000m 級の高峰がそびえている。西部にはスレイマン山脈、南西部にはバルチスタン高原がある。東部のインド国境にはタール砂漠が横たわっている。国土のほぼ中央をインダス川が貫流し、大平原を形成している。国土の大部分は亜熱帯の乾燥気候で、北部は山岳気候、南部の平野では温帯モンスーン気候を示す。

パキスタン経済は、農業セクターと繊維産業によって代表される経済であり、国内総生産の 26% (2000 年) を占める農業セクターの安定的成長が経済成長を支える鍵となっている。パキスタンでは恒常的に貿易赤字が続いており、2000 年における外貨準備高は 24.6 億ドル、対外債務残高は 321 億ドルであった。しかしながら近年では降雨に恵まれたことによる農業生産の増加、繊維製品を中心とした輸出増、企業の設備投資の伸び等により、またパリクラブでの 120 億ドルを対象とした公的債務の繰り延べなどにより、外貨準備高は 2003 年末には年間の輸入額に相当する 120 億ドルを超える水準に達し、為替レートも安定している。

パキスタン国政府は世銀の指導の下、社会開発の遅れを改善すべく社会行動計画 (SAP) を実施してきている。重点分野の一つとして上水道整備等のインフラストラクチャーの整備が大きな課題となっている。現在の水道普及率は都市部で 77%、地方部で 16%、全国平均で約 50%と見られ、特に地方部での整備の遅れが顕著である。このような状況に対処すべくパキスタン政府は、国家計画を策定し、給水事情の改善を進めている。2001 年にパキスタン政府は「National Water Sources Development Programme (2001～2010) 10 ヶ年開発計画」を策定し、その中で上水道整備計画として、より現実的な目標として飲料水普及率を 10 年間で現在の全国平均 63%から 84%に引き上げる政策を掲げている。本案件は地方都市およびその周辺村落における上水道整備に係るものであり、北西辺境州アボタバット地区のアボタバット、ナワンシェール 2 市および周辺の 4 自治区 (12 村落) の水道改善計画である。

当該地区の水道は長年地下水にのみに依存して水道水の供給を行なってきた。近年の市域の拡大と人口増加、それに加えて既存井戸の揚水量の低下により、給水能力の増強が急務となっている。また、地下水を汲み上げ、高所に位置する配水池に揚水する現在のシステムは高い電力費により水道経営を圧迫している。このため、アボタバット県 Public Health Engineering Department (PHED) により長期的に安定した水道水源として、同地区の地下水に加えアボタバット市東部の渓谷から表流水を取水して、自然流下による給水計画 (Greater Abbottabad Gravity Water Supply Scheme) が 1990 年に策定された。この計画に基づき、1994 年に ADB 融資によりフィージビリティ調査が実施され、さらに 1997 年に PHED により追加調査「Addendum to Feasibility Study」が行われた。しかしながら、この計画の実施は ADB の融資を得ることができず、2000 年 12 月に我が国政府に対する無償資金協力を要請するに至った。要請の内容は 2020 年を目標年度とし、アボタバット市東部に位置するベランガリ川を水源とし、自然流下により

水道水を供給する計画であった。給水対象区域はアボタバット市、カントンメントボード、ナワンシェール市およびシェイクルバンデイ・サルハドの2自治区であり、計画給水量は毎秒 200 リッターである。

その要請に対し、我が国政府は予備調査を行なうこととし、国際協力事業団（現独立法人 国際協力機構；JICA）は 2002 年 12 月から 2003 年 1 月にかけて予備調査団を派遣した。予備調査団による要請内容の検討結果、事業スコープの見直しが行なわれた。パキスタン政府の要請内容と予備調査による検討結果を下表に示す

項 目	先方要請案	予備調査結果
給水対象地区	アボタバット市、カントンメントボード、ナワンシェール市、サルハドおよびシェイクルバンデイ自治区	アボタバット市、ナワンシェール市、サルハド、シェイクルバンデイ、ジャンギ、ミルプール自治区
目標年次	2020 年	2010 年
表流水水源	ベランガリ川： 200 l/秒	ガヤ川、バグ川： 150 l/秒
井戸水源	なし	新設 97l/秒、既存 58l/秒
取水施設	記述なし	集水埋渠方式、2ヶ所
導水管	主要導水管口径・延長 φ 450mm x 23 km	φ 400mm x 8 km
浄水施設	急速ろ過方式	粗ろ過
井戸新設	なし	24ヶ所
送水管	導水管路に含む	φ 400mm x 9 km 既設送水ポンプの更新

上記予備調査の結果、我が国政府は基本設計調査の実施を決定し、JICA は平成 15 年 7 月 13 日から同年 9 月 22 日にかけて基本設計調査団を現地に派遣し、パキスタン政府関係者と協議を行なうとともに、協力要請サイトにおける現地調査および資料の収集等を実施した。また、この現地調査に基づき、長距離導水管を必要とする自然流下システムが提案された。一方で、浄水場近くを流下するドール川本流からのポンプ取水案と上記自然流下案との比較検討し、無償資金協力としての妥当性を検証するため、2004 年 1 月 25 日から 2 月 23 日にかけて第 2 次現地調査が行なわれた。帰国後の国内作業により両案を比較検討した結果、自然流下システム案の妥当性が検証され、平成 16 年 5 月 23 日から同年 6 月 6 日まで基本設計概要書案の現地説明が行われた。

上表に示すように、事前調査結果では水道水源として 2 つの河川、バグ川とガヤ川（ドール川支流の溪流）から表流水を取水すると共に、アボタバット盆地内に 24 本の井戸を掘削し水源とするものであった。これらの水源を検証した結果、同地域の地下水の涵養量は増大する水需要を賄うに十分ではなく、むしろ現在の地下水利用量は既に限界に近いとの結論に至った。一方、給水対象地域の水需要についての調査により、目標年度の 2010 年の水需要として日最大需要量 26,500m³/日（306 l/秒）が予測された。また、既存水源の評価が行なわれ、その結果、必要な新規水源の開発量は 18,400m³/日（213 l/秒）と結論された。同時に、プロジェクト対象区域の水需要に対処すべく利用可能な表流水についての調査が行われ、その結果ドール川の支流の一つであるナムリマイラ川の利用の可能性が検討された。その検討の結果、前出の 2 河川に加え、ナムリマイラ川からの取水を合わせ、毎秒 200 リッターの表流水の取水が可能と結論された。

上記水源調査、水需要予測、各地区の給水状況・既施設内容、運営・維持管理状況等の調査に基づき、本計画の基本的な設計方針が以下のように策定された。

協力対象範囲： 給水対象区域はアボタバット・ナワンシェール 2 市およびシェイクルバンデイ・サルハド・ミルプール・ジャンギの 4 自治区とし、現在の水道施設現在の給水区域を大きく逸脱しない範囲とする。すなわち各行政区域内にあっても現在の給水区域から遠隔地にある区域は除くものとする。また、プロジェクトの目標年度は 2010 年とし、給水人口・計画給水量は以下の設定値とする。

給水人口		188,720 人
計画給水量	表流水システム	198 l/秒 (17,100m ³ /日)
	地下水システム	108 l/秒 (9,400m ³ /日)

なお、協力対象の施設は各給水区域に設けられる配水池までとし、配水池以降の配水管施設は含まない。

施設内容・規模：協力対象の水道施設は表流水および地下水システムとし、各施設の規模・容量は以下の通りとする。

表流水システム

容量	200 l/秒
施設	取水施設（ガヤ川、バグ川、ナムリマイラ川）、 導水管施設、浄水場施設、送水管施設、配水池

地下水システム

容量	15 l/秒（新設井戸 4 ヶ所の合計容量）
施設	井戸施設（ナリアン地区 4 井）、既存井戸ポンプ更新（12 ヶ所）、 送水管施設、配水池

上記方針に基づき、本計画において予定される基本設計内容が以下に策定された。

施設	表流水システム	地下水システム
取水施設	取水堰 バースクリーン方式 4ヶ所	井戸 φ250mm x 100m 4ヶ所 既存井戸ポンプの更新 12ヶ所
導水管施設	φ500mm x 4.7 km (DIP) φ450mm x 6.1 km (DIP) φ350mm x 1.8 km (DIP) φ250mm x 4.5 km (SP) φ200mm x 1.4 km (SP) φ150mm x 2.0 km (SP)	—
浄水場施設	沈殿池 2池、粗ろ過池 12池、 緩速ろ過池 6池、調整池 2池 塩素滅菌設備 1式	—
送水管施設	φ500mm x 2.4 km (DIP) φ400mm x 2.1 km (DIP) φ300mm x 1.4 km (DIP) φ250mm x 6.1 km (SP) φ200mm x 1.1 km (SP) φ150mm x 11.0 km (SP) φ100mm x 0.2 km (SP)	φ150mm x 2.3 km (SP) φ100mm x 3.9 km (SP)
配水池	Sheikhul Bandi 130m ³ Salhad 180m ³ Nawanshehr 340m ³ Mirpur 620m ³ Derawanda 220m ³ Banda Ghazan 530m ³	Banda Phugwarian 120m ³ Dobathar 300m ³ Lama Maira 110m ³

注> DIP ; Ductile Iron Pipe (ダクタイル鋳鉄管)、 SP ; Steel Pipe (鋼管)

本プロジェクトの実施機関はアボタバット県政府であり、県政府の下、Project Management Unit (PMU) が設置され、プロジェクト実施を担当することになる。プロジェクト完了後は既存の県、アボタバット市およびナワンシェール市の水道事業体への用水供給事業運営のため、県政府下に新組織（仮称：Gravity Water Supply Unit）が設置される。この用水供給事業体は県、上記3水道事業体の代表者からなる Water Committee により監督を受けることとする。給水区域内の消費者への給水は、上記用水供給事業体から給水を受け、地下水とともに今まで通り各既存の水道事業体により行なわれる。

本プロジェクトを日本の無償資金協力によって実施する場合、工期は二期分けて実施される。実施設計期間 7.5 ヶ月を含み、全体の工程は 31.5 ヶ月となる。本計画の実施にかかる総事業費は、29.70 億円（日本側 23.25 億円、パキスタン国側 6.45 億円）と見積もられる。プロジェクトの実施にあたり、パキスタン側の分担事項には、取水施設・浄水場・配水池・新設井戸等の用地取得、浄水場および新設井戸への電力引き込み、導水管・送水管ルートの占有許可の取得、各戸水道メータの調達と設置、配水管網の強化と拡張、その他免税等の各種手続などが含まれる。

本プロジェクトの実施にあたり、プロジェクト効果を実現するため以下の重要項目について技術面および

運営面の支援が行なわれる。

- ① 緩速ろ過池浄水場の運転維持管理面の知識・技術をもった人材の育成。
- ② 井戸管理およびポンプ運転維持管理のためのトレーニング。
- ③ 表流水システムの運営組織設立のための支援。
- ④ 水道料金徴収の改善のための支援。

本プロジェクトにより期待される効果として下記の項目が挙げられる。

直接効果

- ① プロジェクトの実施により現在1日当たり1時間以下の給水時間が24時間給水に延長されることにより給水状況が改善される。目標年度2010年における給水人口はおよそ18万8千人と予測され、給水人口の増加はおよそ67,000人と見積もられる。下表に日平均給水量、給水人口、普及率を指標として現状とプロジェクト実施後に改善される程度を比較して示す。

対象区域	効果指標	プロジェクト 実施前（2003年）	プロジェクト 実施後（2010年）
アボタバット市	一日平均給水量	6,273 m ³ /日	8,068 m ³ /日
	給水人口	42,140 人	62,540 人
	給水普及率	79 %	100 %
ナワンシェール市	一日平均給水量	2,619 m ³ /日	3,945 m ³ /日
	給水人口	29,060 人	33,150
	給水普及率	100 %	100 %
周辺自治区	一日平均給水量	4,274 m ³ /日	11,072 m ³ /日
	給水人口	50,160 人	93,030 人
	給水普及率	57 %	85 %
プロジェクト地域全体	一日平均給水量	13,166 m ³ /日	23,085 m ³ /日
	給水人口	121,360 人	188,720 人
	給水普及率	71 %	92 %

間接効果

- ① 地下水取水から表流水の自然流下方式に切り替わることで、および既存井のポンプ設備の更新により適正な仕様によるポンプ運転により、井戸ポンプ揚水にかかる電気代が大きく削減される。特にアボタバット市では、給水の全量が表流水に切り替えられるため、電気代は大幅に削減される。また、新設される浄水場の運転も自然流下とマニュアル運転が基本であり、電気消費量が少ないので、アボタバット市では、プロジェクト実施後の2007年においても、電気代と用水供給にかかる運転維持管理費用はプロジェクト実施前の半分程度に抑えられる。
- ② 適正揚水量を超えていると見られる既存井戸の多くにケービングと呼ばれる井戸空洞化現象が認められ、数年で井戸が使用不能となるケースもある。これは井戸施工時の不良、特にグラベルパッキングの不足なども原因ではあるが、過大な井戸集水速度もこの現象を増長している。今回のポンプ更新工事にあたって、単位時間あたりの揚水量を見直すことで、シルトや粘土の流出を抑え、その結果、井

戸寿命が短くなるこのような現象を防ぎ、井戸寿命を延ばすことが期待される。

- ③ アボタバット市の水系感染症の症例数統計は得られていないが、周辺のナワンシェール市と周辺自治区の 2002 年の医療機関で治療を受けた水系感染症患者数（下痢症と赤痢）は、1,000 人当たり 9 人で、うち 3 人は赤痢と報告されている。未だ、重篤な下痢症である赤痢が発生しており、給水量および普及率の向上と給水時間の延伸という改善により、水系感染症患者数の減少に寄与するものと期待される。

本計画は、前述のように多大な効果が期待されると同時に、低所得層を含み広く住民の BHN の向上に寄与するものであることから、我が国の無償資金協力を実施する妥当性が確認される。

また、プロジェクトの効果をもたらすために、パキスタン国側に以下の提言をしている。

- ① 本計画はドール川支流の 3 河川から 200 l/秒の取水を行なう計画であり、北西辺境州並びに関係諸機関と協議を行った結果、本計画に係る PC-1 の北西辺境州政府内承認がなされた。この PC-1 承認により州政府内による水利権は承認されたとの説明がパキスタン側よりなされたが、水利権問題については特に重要な事項であるため、下流で影響を受けるハリプール県とアボタバット県の間で行なわれるドール川の水利用について、州政府は今後とも注視する必要がある。
- ② 本計画が実施されるためには、パキスタン国側の負担事項を担保する Project Commission- 1 (PC-1) の承認が速やかに得られる必要がある。
- ③ 本計画は水道用水を既存の 3 つの水道事業体に供給するものであり、用水供給事業の運営、維持管理のため新たに用水供給事業体（仮称：Gravity Water Supply Unit）を事業開始前にアクションプランに従って設立し、新設の給水施設が適正に運営されなければならない。
- ④ ナワンシェール市を除く 2 事業体は定額制の水道料金体制をとっている。また、3 事業体とも運転・維持管理費を水道料金収入により賄うことが出来ていない。一方、上記用水供給事業は既存の水道事業体からの用水供給料金により、その運営・維持管理がなされる。既存の水道事業体は、料金体系を従量制に移行し、その持続的運営・維持管理のため適正な料金水準を設定すると共に、料金徴収体制の整備が望まれる。そのため計画されている水道メータの設置を早急に行なう必要がある。
- ⑤ 新設の用水供給事業体の設立および水道料金の適正な水準への改正にあたって、本プロジェクトの実施機関である県政府はアボタバット市及びナワンシェール市とともに提案されたアクションプログラムについて十分な検討を加え、着実に実施されることが肝要である。
- ⑥ プロジェクト地域の地下水水源は依然水道用水として貴重な水資源であり、その保全のため地下水位・揚水量の監視を含む地下水モニターが不可欠である。関係機関と協議のうえ、地下水モニターおよび必要な地下水利用の規制のためのアクションを早急にとる必要がある。

- ⑦ 本プロジェクトは水道用水を既存事業体に供給するものであり、送水された水道用水は適切に各給水区域に配水されて効果が発現される。従って、必要な既設管網の改修を含み、管網の整備・拡張を実施する必要がある。

- ⑧ 給水量の増加に伴う汚水の増量に対処すべく、排水および下水施設の整備が望まれる。

パキスタン国アボタバット上水道改善計画 基本設計調査報告書

目 次

序文

伝達状

位置図 / 浄水場完成予想図 / 写真

図表リスト / 略語集

要約

第1章 プロジェクトの背景・経緯 ----- 1 - 1

1-1 当該セクターの現状と課題-----	1 - 1
1-1-1 現状と課題-----	1 - 1
1-1-2 開発計画-----	1 - 5
1-1-3 社会経済状況-----	1 - 7
1-2 要請の背景・経緯 -----	1 - 10
1-2-1 要請の背景・経緯 -----	1 - 10
1-2-2 要請の概要-----	1 - 10
1-3 我が国の援助動向 -----	1 - 11
1-3-1 技術協力および無償資金協力-----	1 - 11
1-3-2 有償資金協力-----	1 - 12
1-4 他ドナーの援助動向 -----	1 - 12
1-4-1 全パキスタンについて -----	1 - 12
1-4-2 アボタバット地区の水道セクター -----	1 - 13

第2章 プロジェクトを取り巻く状況 ----- 2 - 1

2-1 プロジェクトの実施体制-----	2 - 1
2-1-1 組織・人員-----	2 - 1
2-1-2 財政・予算-----	2 - 3
2-1-3 技術水準-----	2 - 8
2-1-4 既存施設・機材 -----	2 - 9
2-1-4-1 既存の水道システムの状況 -----	2 - 9
2-1-4-2 既存の井戸施設-----	2 - 14
2-2 プロジェクトサイト及び周辺の状況 -----	2 - 17
2-2-1 関連インフラの整備状況 -----	2 - 17
2-2-2 自然条件-----	2 - 17

2-2-2-1	プロジェクトサイト周辺の気象条件等	2 - 17
2-2-2-2	水源水量の状況	2 - 19
2-2-2-3	水源水質の状況	2 - 24
2-2-3	その他	2 - 24
2-2-3-1	環境影響	2 - 24
3-2-3-2	水利権	2 - 24

第3章 プロジェクトの内容 3 - 1

3-1	プロジェクトの概要	3 - 1
3-1-1	上位目標とプロジェクト目標	3 - 1
3-1-2	プロジェクトの基本構想	3 - 1
3-1-2-1	計画年次	3 - 1
3-1-2-2	給水対象区域と給水対象区域人口の予測	3 - 1
3-1-2-3	給水普及率の設定	3 - 3
3-1-2-4	給水原単位の設定	3 - 3
3-1-2-5	水需要予測	3 - 4
3-1-2-6	水源計画	3 - 5
3-1-2-7	表流水システムと地下水システムの基本計画	3 - 8
3-2	協力対象事業の基本設計	3 - 9
3-2-1	設計方針	3 - 9
3-2-2	基本計画	3 - 10
3-2-2-1	表流水システム	3 - 10
3-2-2-2	地下水システム	3 - 20
3-2-2-3	配水池計画	3 - 23
3-2-3	基本設計図	3 - 31
3-2-4	施工計画 / 調達計画	3 - 55
3-2-4-1	施工方針 / 調達方針	3 - 55
3-2-4-2	施工上 / 調達上の留意事項	3 - 56
3-2-4-3	施工区分 / 調達・据付区分	3 - 56
3-2-4-4	施工監理計画 / 調達監理計画	3 - 58
3-2-4-5	品質管理計画	3 - 59
3-2-4-6	資機材調達計画	3 - 61
3-2-4-7	ソフトコンポーネント計画	3 - 62
3-2-4-8	実施工程	3 - 64
3-3	相手国側分担事業の概要	3 - 66
3-3-1	用地取得	3 - 66
3-3-2	浄水場および新設井戸への電力引き込みと電話線引込み	3 - 66
3-3-3	新設配水池と既存配水池に関する先方負担事項	3 - 66

3-3-4	導水管ルートおよび送水管ルートの通行権の取得	3 - 67
3-3-5	各戸水道メータの調達と設置	3 - 67
3-3-6	PC - 1の承認取得	3 - 67
3-3-7	その他	3 - 67
3-4	プロジェクトの運営・維持管理計画	3 - 68
3-4-1	協力対象事業実施後の運営・維持管理体制	3 - 68
3-4-1-1	表流水システムの運営維持管理	3 - 69
3-4-1-2	地下水システムの運営維持管理	3 - 71
3-4-1-3	各事業体における料金徴収体制の強化	3 - 72
3-4-2	表流水システムの運転維持管理体制	3 - 72
3-4-2-1	浄水場施設の運転維持管理体制	3 - 72
3-4-2-2	取水および導・送水管路の維持管理体制	3 - 72
3-5	プロジェクトの概算事業費	3 - 74
3-5-1	協力対象事業の概算事業費	3 - 74
3-5-2	運営・維持管理費	3 - 75
3-5-2-1	水道料金	3 - 75
3-5-2-2	維持管理費と料金徴収額	3 - 76
3-6	協力対象事業実施に当たっての留意事項	3 - 82

第4章 プロジェクトの妥当性の検証

4-1	プロジェクトの効果	4 - 1
4-1-1	直接効果	4 - 1
4-1-2	その他の効果	4 - 2
4-2	課題・提言	4 - 3
4-2-1	用水供給事業体の設立	4 - 3
4-2-2	既存水道事業体の料金体系・料金改正	4 - 3
4-2-3	新事業体設立および水道料金改正アクションプログラム(案)	4 - 3
4-2-4	地下水水源の保全と地下水利用の規制	4 - 4
4-2-5	配水管網の整備	4 - 4
4-2-6	その他	4 - 4
4-3	プロジェクトの妥当性	4 - 5
4-4	結論	4 - 5

[資料A] 添付資料

1. 調査団員・氏名
2. 調査行程
3. 関係者(面会者)リスト
4. 当該国の社会経済状況(国別基本情報抜粋)

5. 討議議事録
6. 基本設計概要表
7. 参考資料 / 入手資料リスト
8. その他の資料・情報
 - 8-1 第2次調査結果報告書（ポンプ取水案と自然流下導水案の比較検討）
 - 8-2 給水区域の人口予測
 - 8-3 水質試験結果
 - 8-4 雨量データ
 - 8-5 水源河川流量測定結果
 - 8-6 水文地質と地下水涵養量の検討
 - 8-7 既存井戸評価と新設井戸の検討
 - 8-8 導送水管推理計算書

[資料B] ソフトコンポーネント提案書

第1章 プロジェクトの背景・経緯

第1章 プロジェクトの背景・経緯

第1章 プロジェクトの背景・経緯

パキスタン・イスラム共和国(以下「パ」国)の国土面積は、79 万 6090km²(日本の約 2.1 倍)であり、地形は北西部から南東部に向かって次第に高度が下がる地形である。北部にはヒマラヤ、カラコルム、ヒンズークシ山脈が東西に走り、カシミール地方にはK2、ナンガパルパットなど8000m級の高峰がそびえている。西部にはスレイマン山脈、南西部にはバルチスタン高原がある。東部のインド国境にはタール砂漠が横たわっている。国土のほぼ中央をインダス川が貫流し、大平原を形成している。国土の大部分は亜熱帯の乾燥気候で、北部は山岳気候、南部の平野では温帯モンスーン気候を示している。概して、降雨は夏季に集中し、冬季はほとんど降らない。

パキスタン国家経済は、農業・繊維産業に代表され、農業セクターが国内総生産の26%、雇用の48%を占めている。連邦予算の68%が軍事費および債務の支払に充てられている。史上最悪の旱魃の影響により産業・経済に多大な損失をうけながらも、疲弊した経済の再生に取り組み、IMF 主導の緊縮財政を履行中であり、国際金融機関やドナーの信頼を取り戻すことに成功している。2001年12月には、約13億ドルのIMF融資の承認を受け、パリクラブで約120億ドルを対象債権とした公的債務の繰り延べが合意されている。2000年には10億ドル以下の水準に落ち込んでいた外貨準備高は、2003年末には1年分の輸入額に相当する120億ドルを超える水準に達し、為替レートも安定している。昨会計年度(2002年7月～2003年6月)は、降雨に恵まれたことによる農業生産の増加、繊維製品を中心とした輸出の増加、企業の設備投資の伸び等により5.1%の経済成長を達成し、今会計年度も5%を超える成長率が見込まれている。

1-1 当該セクターの現状と課題

「パ」国における水道セクターの現状と課題および対象地域であるアボタバッド市および周辺地区の水道事業の現状と課題について示す。

1-1-1 現状と課題

1) パキスタン国における水道セクターの現状と課題

「パ」国の第7次国家5ヵ年計画(1988/89年～1992/93年)において、上水道普及率の向上が生活水準向上のための重点項目に挙げられている。同計画では全国の上水道普及率を82%(都市部95%、地方75%)とすること、さらにイスラマバード、カラチ、ラホール等の大都市では普及率を100%とすることを目標としている。第8次5ヵ年計画(1993/94年～1997/98年)でも「全国民に対する衛生的な飲料水を供給すること」並びに、「下水道・衛生施設普及を都市部で100%、地方部で75%へ改善すること」を掲げている。第9次5ヵ年計画(1998/99年～2002/03年)でも、このコンセプトは継承されるとしている。

その後、パキスタン政府は2001年に国家水資源開発戦略である「National Water Sources Development Programme (2001 - 2010): 10ヵ年開発計画」を策定し、下記のような開発プログラムを掲げて実施してきたが、現実には遅々として進んでいない。現在の水道普及率は都市部で約77%、地方部約16%、国全体で約50%と見られ、特に地方部では整備の遅れが顕著になっている。

一般に水道セクターの問題点には、低い普及率、信頼性の低い給水、水質汚染がある。組織制度面の問題がその要因となっており、他のセクターとの利水の競合、資金不足、低レベルの水道料金などがあげられる。普及率の向上は特に農村部において大きな課題であり、都市部においては、信頼性の低い供給が問題となっている。多くの都市において、給水時間は1時間程度であり、カラチ等大都市の一部において深刻な水不足が生じている。大部分の都市における水道給水は、塩素注入量の不足、水道管の劣化、汚水の流入などによ

り、WHO 基準を満たしていないケースが多く見られる。

現在の水利用は灌漑用水中心となっており、異なるセクターとの調整はほとんど行なわれていない。今後の都市化の進展に伴い、より効率的なセクター間の調整が重要な課題となろう。

水道水供給が個人へのサービス提供であるにもかかわらず、受益者から水道料金を十分に徴収できていない問題がある。また、水道料金水準が低く抑えられる傾向にあり、大部分の都市で維持管理費が水道料金で賄えていない。

National Water Sources Development Programme の骨子

飲料水給水普及率を 10 年間で 63% から 84% に上げる。新たに 5,500 万人に飲料水を供給する（都市部：2,700 万人、地方都市：2,800 万人）

衛生設備（下水道）の普及率を 10 年間で 39% から 63% に引き上げる。5,400 万人に新たに衛生設備（下水道）を普及する（都市部 2,800 万人、地方都市：2,600 万人）

いくつかの都市、特にカラチとクエッタ市の切実な飲料水の不足を解決する。

環境改善のために、主要都市に下水処理場等を整備する。

経営・維持管理改善のために、カラチ、ラホール、イスラマバードの水道システムに民間セクターの参加を促進する。

給水ロス低減のために、配管網の更新と水使用の管理を行う。

水道メータの設置を実施する。

地方給水を確固たるものにするために、受益者の水道経営参加を継続する。

関連部局や受益地の関連業務実施のための制度を改善することが大きな鍵となっている。

2) アボタバッド地区における水道の現状と課題

北西辺境州アボタバット地区（Abbottabad District）は首都イスラマバードの北約 120km に位置し、人口は約 88 万 1 千人（1998 年センサス）である。このうち本調査の対象地区は、2 市（アボタバット市、ナワンシェール市）及び周辺 12 町村を含み、人口は約 15 万 5 千人（1998 年）であり、上水の給水は基本的に井戸を水源とする 12 の独立した上水道により行われている。

当該地域では 1980 年代後半に人口増加や井戸の老朽化等により深刻な給水不足に陥ったため、ADB（アジア開発銀行）の協力によって 2015 年を計画年次とする給水マスタープランが策定され、1999 年までに ADB の融資によりその一部である地下水を水源とした上水道整備が実施されてきた。

現在の給水方法は、地下水をポンプにて汲み上げ、一旦高所の配水池に送水後自然流下により給水区域に配水する方式である。従って、ポンプ揚水のための電気代が嵩み、高い維持管理費は水道経営を大きく圧迫している。給水区域の地形は起伏に富んでいるため、給水区域は小さな区域に細分されており、この区域の分割に従い小容量の配水池が多数設けられている。ちなみに、プロジェクト区域には 45 ヶ所の配水池が配置されている。ナワンシェール（Nawanshehr）市およびミルプール（Mirpur）自治区では、地下水に加え湧水を水源としているが、乾季には湧水量が極端に減少するため、安定した水源とはなっていない。現在稼働中の水源井はアボタバット市で 9 井、ナワンシェール市で 4 井そして周辺自治区（10 システム）で 15 井であり、揚水量については計量施設がないため正確な値は不明であるが、ポンプ容量と運転時間からそれぞれ 6,273m³/日、2,189m³/日および 3,703m³/日と推定される。また、後述するさまざまな原因により改修・

廃棄の迫っている井戸も多数あることから、早急な対処が必要となっている。この地下水水源に湧水量を加え、現在の給水量は約 13,170m³ / 日と推定される。

対象地域における具体的な給水状況や課題については、本調査において実施した社会経済調査の主な結果を以下にまとめる。

水道料金については平均で 66Rs. / 月であり、給水原価の 1/6 程度を支払っているに過ぎない。この値は、家計収入の 0.7%、電力料金の 1/5 程度と非常に低くなっている。PAHO (Pan American Health Organization) の標準とする上水道料金の 3.5% より大幅に低く、このため、現行料金が高いと感じているのは 10~30% 弱であり、サービス向上時の値上を認めないとしているのは 10% 以下と低い。

水道使用量関係については、1 日当りの給水時間は、ナワンシェールで 6.1 時間であるものの、アボタバッドでは 0.56 時間、村落では 0.61 時間と 1 時間を切っている。このため、水道水給水量はナワンシェールの 70lpcd に比べそれぞれ 50、60lpcd と少なくなっている。また、このためほぼ全員が供給された水を貯留して利用しており、水道の利便性を十分利用するまでは到達していない。

給水の満足度について、量的には 1 日 6 時間給水しているナワンシェールで半分以上の住民が満足しているのに比べ、アボタバッドおよび村落では不満足と答えたものが約 7 割と大半を数える。1 時間未満の給水時間が影響しており、この 2 地区では給水延長を要望するものが 80~90% とほぼ全員である。水質については、アボタバッドで不満足が多いが、水停止中の汚水の侵入等が理由と考えられ、連続給水になれば解消するものと思われる。

メータ設置については、ナワンシェールがほぼ 100%、他の 2 地区はほぼゼロであり、ナワンシェールの「なし」はメータが設置されて入るが、破損または故障しており計量できなくなっているものと思われる。アボタバッド及び村落にメータの設置が、ナワンシェールの破損 / 故障メータの取替えが必要と考える。

水道サービス (事業者) の評価については、約 7 割の住民が水道管轄機関を理解しており、中でもナワンシェールについては専任の水道組織である水衛生ユニットが設置、活動していることより 82% とほとんどの住民が理解している。住民への PR については、悪いという答えが村落で 30% あるものの、2 市ではおおむね良好な住民関係を築いているものと考えられる。

公衆衛生面では、水道整備後に減少したと答えたものが 30~70% あり、本プロジェクトにより安全な水質の上水を連続給水することにより、さらに、この割合が増加するものと思われる。

本プロジェクトにおける社会経済調査の主要結果 (2003 年 8 月)

1) 家計収支について

家計収入	アボタバッド	ナワンシェール	村落	平均	サンプル数
Rupees / 月	8,985	11,519	6,740	9,629	219

家計支出	アボタバッド	ナワンシェール	村落	平均	サンプル数
Rupees / 月	7,952	9,235	6,390	8,185	219

2) 電力料金 / 月について

電力料金	アボタバッド	ナワンシェール	村落	平均	サンプル数
Rupees / 月	402	432	359	406	219

料金の評価	アボタバッド	ナワンシェール	村落	平均	サンプル数
高い	63.4	59.5	68.0		
普通	33.8	49.5	28.0		
安い	2.8	1.0	4.0		222

3) 水道料金 / 月について

水道料金	アボタバッド	ナワンシェール	村落	平均	サンプル数
Rupees / 月	60.6	77.0	47.9	65.6	222

料金の評価	アボタバッド	ナワンシェール	村落	平均	サンプル数
高い	11.3	26.8	16.0		
普通	83.1	70.3	76.0		
安い	5.6	3.0	8.0		222

水準向上と値上	アボタバッド	ナワンシェール	村落	平均	サンプル数
値上容認	53.5	16.8	46.0		
現状で満足	38.0	75.2	52.0		
値上認めず	8.4	7.9	2.0		222

4) 水道使用について

1人使用量	アボタバッド	ナワンシェール	村落	平均	サンプル数
L/c/d	47.6	68.5	36.2	54.9	222

注)：ナワンシェールの連続給水区域では1人当り水使用量は80.2 l/c/dである。

給水時間 / 日	アボタバッド	ナワンシェール	村落	平均	サンプル数
時間 / 日	0.56	6.1	0.61		222

水道水の貯留	アボタバッド	ナワンシェール	村落	平均	サンプル数
あり	98.6	99.0	98.0	98.6	
なし	1.4	1.0	2.0	1.4	222

5) 水の満足度 (%)

給水量満足度	アボタバッド	ナワンシェール	村落	平均	サンプル数
満足	31	55	24		
不満足	69	45	76		222

時間延長要望	アボタバッド	ナワンシェール	村落	平均	サンプル数
あり	90.1	25.7	82.0		
なし	5.6	49.5	18.0		
無回答	4.2	24.8	0.0		222

水質の満足度	アボタバッド	ナワンシェール	村落	平均	サンプル数
満足	46	68	80		
不満足	54	32	20		222

6) メーター設置率

地区名	アボタバッド	ナワンシェール	村落	平均	サンプル数
あり	1.4	61.4	10.0		
なし	98.6	38.6	90.0		222

注：故障や破壊したメーターは、YES に含まない。

7) 水道サービスの評価

管轄機関の理解	アボタバッド	ナワンシェール	村落	平均	サンプル数
知っている	71.8	82.2	68.0	75.7	
知らない	28.2	17.8	32.0	24.3	222

住民関係(PR)	アボタバッド	ナワンシェール	村落	平均	サンプル数
良い	47.9	17.8	46.0		
普通	35.2	78.2	22.0		
悪い	16.9	3.0	32.0		221

8) 下痢症の減少

下痢症減少 (%)	アボタバッド	ナワンシェール	村落	平均	サンプル数
減少した	59.2	30.7	70.0		
減少しない	8.5	11.9	20.0		
変わらず	32.4	57.4	10.0		222

1-1-2 開発計画

北西辺境州 (NWFP) の7つの都市を対象として、1988年からADBの融資により、上水道整備を含む「第二次都市開発プロジェクト (SUDP: Second Urban Development Project)」が実施され、その中でアボタバッド市および周辺地区の上水道整備マスタープランが策定された。

上記マスタープランでは、2003年を目標年次とした「Interim Relief Plan (中期救済計画)」が策定され、その後計画に基づいて、13本 (Phase-I で5本、Phase-II で8本) の井戸の掘削、貯水タンク、ポンプ施設、送配水管等の上水道施設整備が1997年まで行われた。SUDPで実施された上水道施設整備の内容は表1-1に示すとおり。

一方、当時上水道施設整備の実施機関であった州政府のPublic Health Engineering Department (PHED) は、長期的な安定した水道水源として、地下及び湧水に加えて、アボタバッド市東部の溪谷から取水して、自然流下方式で水供給を行う「Greater Abbottabad Gravity Water Supply Scheme (GAWS)」を立案し、1990年に取水地点及び送水管ルート(ベランガリ (Beran Gali) 溪谷及びガヤ (Gaya) 溪谷～アボタバッド市)の地形測量を行って基本設計を実施している。

PHEDでは、上記計画 (GAWS) の技術的、経済的妥当性を検討すべく、ADB融資によるSUDPのプログラムの中で、「フィージビリティ調査 (Feasibility Study)」の実施を要請し、1994年に調査が実施された。上記のフィージビリティ調査では、自然流下方式による表流水の利用は、代替水源として初期投資コストの面から評価が得られなかったため、PHEDでは更に1997年に「追加調査 (Addendum to Feasibility Study)」を実施し、その妥当性の検証を行った。しかしながら、最終的に計画の実施についてADBの融資を得ることができず、2000年12月に日本国政府に対し無償資金協力の要請をするに至った。

表 1-1 SUDP で実施された上水道施設整備の内容

No.	契約番号	施設整備内容	金額 (千 Rs.)
SUDP Phase-I			
1.	ABB/WS-02A	5本の井戸掘削及びポンプ施設	5,996
2.	ABB/WS-02B	送配水管網	32,140
3.	ABB/WS-02C	10万ガロンの貯水タンクと加圧ポンプ	3,840
4.	ABB/EQ-01	ポンプモーターのスペアパーツ及び管材料の調達	580
小計			42,556
SUDP Phase-II			
1.	ABB/WS-03AI	Narrian の 2 本の井戸掘削	3,750
2.	ABB/WS-03AII	Stoney Jheel の 2 本の井戸掘削	4,460
3.	ABB/WS-03AIII	Nawansher の 2 本の井戸掘削	6,200
4.	ABB/EQ-03AIV	Nawansher の 2 本の井戸掘削	6,200
5.	ABB/WS-03BI	送水管 1)Narrian~Jinnah Bagh tank 2)Kunj ground~Banda Sappan tank 3)Jail ground~Shimla Hill tank	12,810
6.	ABB/WS-03BII	送水管 1)Nawansher~Lower Khola Kehal 2)Kunj ground~Kunj Qadeem	12,250
7.	ABB/WS-03BIII	配水管 Kunj, Kehal, Banda Sappan, Karim Pura 他	16,000
8.	ABB/WS-03BIV	配水管 Malik Pura, Nulla Mohallah, Moti Masjid, Dhakki Mohallah 他	18,000
9.	ABB/WS-03CI	5万ガロンの貯水タンク 2基(Banda Sappan & Shimla Hill)	2,800
10.	ABB/WS03CII	10万ガロンの貯水タンクと加圧ポンプ (Jail tank)	5,500
11.	ABB/WS-03CIII	10万ガロンの貯水タンク (Lower Khola Kehal Ward No.14)	2,690
12.	ABB/WS-03CIV	5万ガロンの貯水タンク (Kunj Jadeed) 5万ガロンの貯水タンクと加圧ポンプ (Lower Khola Kehal)	4,485
13.	ABB/EQ-03II	ポンプ機材、管材料等の調達	11,299
小計			106,444
合計			149,000

無償資金協力の要請の基礎となった、1997年当時の「Greater Abbottabad Gravity Water Supply Scheme (GAWS)」の計画内容は以下のとおりである。

給水対象地域

給水対象地域は、アボタバット市およびカントンメンエリアを含む周辺地区の5自治体(Abbottabad TMA, Cantonment Board, Nawanshehr TMA, Salhad, Sheikhul Bandi)。

計画目標年次

計画目標年次は2020年。但し、将来人口推計と水需要量予測は2020年まで行っているが、具体的な水供給計画は2010年までしか策定されていない。

将来人口推計と水需要量

GAWSの将来人口推計と水需要量予測は表1-2に示すとおりである。

表 1-2 GAWS の将来人口推計と水需要量

年	項目	Abbottabad TMA	Cantonment Board	Nawanshehr TMA	Salhad	Sheikhul Band	合計
2010	人口	52,153	124,925	38,916	29,382	23,082	268,404
	水需要量 (l/s)	121	290	91	69	54	625
2020	人口	61,595	187,274	54,694	41,294	32,364	377,221
	水需要量 (l/s)	143	434	127	96	75	875

注)・給水原単位 200 l/人日=0.002315 l/s

・人口増加率 Abbottabad TMA 1.678%, Cantonment Board 3.462%, Nawanshehr 3.462%, Salhad 2.247%, Sheikhul Bandi 2.247%

将来の水供給計画と事業費

GAWS の将来の水供給計画と 1997 年当時の事業費は表 1-3 に示すとおりである。

表 1-3 GAWS の将来の水供給計画と事業費 (1997 年当時)

水源	水供給システム	水供給量 (l/s)	事業費 (百万 Rs.)	備考 (本予備調査で得られた現状所見)
地下水	a. 1993 年以前に建設された井戸	85	-	稼動が確認された井戸からの水供給量は約 120l/s で、1997 年当時の計画から約 1/3 に減少している。原因については実際の施設整備が計画どおりに実施されなかったのか、計画通りに実施された後に能力が減少したのか不明である。
	b. SUDP Phase-I で建設された井戸 (5 本)	105	-	
	c. SUDP Phase-II で建設された井戸 (8 本) と州の予算で建設された井戸 (2 本)	200	-	
	小計	390	-	
表流水	d. Beran Gali 自然流下システムの建設	200	480	2000 年 12 月に日本国政府に無償資金協力を要請。
	e. Dhudial 湧水のリハビリ	30	3	稼動が確認された水供給量は 5-10l/s。
	f. Ilyasi Mosque 湧水のリハビリ	70	9	1999 年頃に洩れている。
	(用地買収費)	-	12	
	小計	300	504	
合計		690 ^{*1)}	504	

注: *1) 2010 年の水需要量 625l/s に対応

1-1-3 社会経済状況

アボタバット地区の社会経済に関する最新データ集は 1999 年 8 月パキスタン国政府統計部の Population Census Organization が刊行した「District Census Report of Abbottabad 1998」である。以下の記述はこの資料、予備調査報告書(パキスタン国アボタバット上水道改善予備調査報告書)及び本調査において実施した社会経済調査の結果に基づいている。

1) 調査対象地域の社会経済状況

アボタバット県の人口の伸びは全体として減少傾向が見られる。1981 年～1989 の 17 年間の年平均増加率は 1.82%であった。一方、プロジェクト区域の人口の増加率は県全体の平均に比べ 2.7%と大きな値を示し

ている。

就業人口は人口の約 20%であり、その内 98%が男性により占められている。残りの 80%は非経済活動人口であり、28%が 10 歳以下の子供、37%は女性、11%が学生、その他が 4%となっている。雇用人口の 28%が単純労働、18%が農林水産業、14%が商業、9%が教師等の専門職、9%がプラントおよび工業、その他 22%となっている。業種別雇用人口をみると、政府・自治・個人サービス業 30%、農林水産業が 19%、建設業 14%、飲食・サービス業 14%、運輸・通信業 10%となっている。このことから一次産業の従事者が少なく、むしろサービス業など三次産業が多くなっていることが把握される。

家庭収入についてはのデータはセンサスからは選られないが、「Preparation of Master Plan of Sewerage & Drainage Abbottabad (June, 1985)」によれば、平均月収は 2,000Rs. ~3,000Rs.としている。これはほぼ同時期の全国平均 1,725Rs. (Source; Adams, Jr. R.H. "Non-Farm Income and Inequality in Rural Pakistan: A Decomposition Analysis" The Journal of Development Studies) に比べ高い値を示している。一方 8 年後の本調査による社会経済調査によれば、ナワンシェール市の平均月収は約 11,520Rs. であり、ついでアボタバット市の 8,990Rs. となり、周辺自治区の平均月収は 6,740Rs. である。これはナワンシェール市の約 60%と地区による差が見られる。

アボタバット地区の社会経済状況について、1998 年の District Census Report of Abbottabad からと予備調査報告書での調査内容を表 1-4 に整理して示す。

表 1-4 アボタバッド地区の社会経済状況(1998 District Census Report of Abbottabad より)

人口	人口	1951年	319,000人
		1961年	354,000人
		1972年	525,000人
		1981年	648,000人
		1998年	881,000人
	人口年平均増加率	1981～1998年	1.82%
	人口密度		447.7人/Km ²
	一戸当たり家族数	1981年	6.2人
		1998年	6.4人
	都市部と農村部	都市部	158,000人(18%)
		農村部	723,000人(82%)
性別割合	女性:男性	100:100.2	
年齢構成	5歳未満人口	13%	
	15歳以下人口	43%	
	15～64歳労働人口	54%	
宗教	イスラム教	99.7%	
言語	ヒンディ語	94%	
	その他(ウルドゥ、バロチー、シンデー、サライク)		
教育	識字率(10年間以上教育を受けた者)	全体	56%
		女性	39%
		1998年	74.5%
	就学率	全体	48%
		1998年	40%
	10年以上教育を受けた者の学歴	女性	40%
		男性	56%
初等教育		31.6%	
保健	2002年における5歳以下の総患者数 45,619人の種別別患者数	中等教育	19.4%
		高等教育(大学)	3.2%
		下痢	7,579人(16.6%)
		赤痢	3,421人(7.5%)
経済	1998年種痘接種率(10歳以下)	呼吸器感染	14,469人(31.8%)
		マラリア熱	5,092人(11.2%)
		その他	15,038人(33.0%)
		1998年種痘接種率(10歳以下)	77%
		経済活動人口	地区就業人口
失業率	全体	31%	
	農村部	30%	
	都市部	34%	
業種別雇用人口	単純労働者	28%	
	農林水産業	18%	
	商業	14%	
	教師等専門職	9%	
	プラント及び機械工	9%	
	その他	22%	
	一家族当たりの収入 ^{※1}	1985/87年～88/89年の一人当たり全国平均年収	3,271Rp(約6,500円)
一家族あたり全国平均月収		1,745Rp(約3,500円)	
アボタバッド地区平均月収		2,000～3,000 Rp(4,000円～6,000円)	
住環境等	家屋部屋数	一部屋	27%
		二部屋	39%
	一世帯あたり家族人数	全体	6.4人
		農村部	6.3人
		都市部	6.6人
	電気普及率	都市部	96%
農村部		75%	

※1: 予備調査報告より抜粋

1-2 要請の背景・経緯及び概要

1-2-1 要請の背景・経緯

本調査対象地区では、前述の通り、地下水を水源とした上水道整備が整備されているが、多くの地区で1日1時間足らずの給水しかなく、現在も一人一日あたりの給水量は同地域目標値の140リットルの半分以下であり、また、さまざまな原因により改修・廃棄の迫っている井戸も多数あることから、早急な対処が必要となっている。

一方、「パ」国政府としては更なる地下水開発は水資源枯渇を招く懸念があると考え、長期的に安定した、また、維持管理費の安価な給水を確保するためには、ADBの協力により策定された給水マスタープランで、上記の地下水とは別個に提案されている表流水を利用した自然流下式上水道の建設を不可欠としていた。しかし、そのためには大規模な投資が必要であり、自己資金での実施が困難なことから、「パ」国政府は我が国に無償資金協力を要請してきた。

同要請を受けて予備調査が2002年12月～2003年1月にかけて実施され、2003年の7月より本調査であるパキスタン国アボタバッド上水道改善計画基本設計調査が始められた。

1-2-2 要請の概要

上述した背景の中、2000年12月に日本国政府に対する無償資金協力の要請が挙げられた。その要請の概要は表1-5の通りである。その要請に対し、日本国政府は予備調査団を派遣し、その内容を検討した結果、同表の予備調査結果に示すように事業スコープの見直しが行われた。本調査においては、さらにこの予備調査結果に検討を加え、本事業の計画内容を策定したものである。

表 1-5 先方要請案、予備調査結果と本件事業の実施内容

比較事項	先方要請案	予備調査結果	本件事業の実施内容
	表流水自然流下システム	表流水自然流下システム + 地下水	表流水自然流下システム + 地下水
給水対象地区	アボタバット市、カント ンメントボード、ナワ ンシェール市、サルハド 及びシェイクルバンディ自 治区	アボタバット市、ナワ ンシェール市、サルハド、 シェイクルバンディ、ジ ヤンギ自治区	アボタバット市、ナワンシェ ール市、サルハド、シェイク ルバンディ、ジャンギ自治 区
目標年次	2020年	2010年	2010年
表流水水源	Beran Gali 川 : 200 Ips	Gaya 川、Bagh 川 : 150 Ips	Gaya 川、Bagh 川、Namly Maira 川 : 200 Ips
井戸水源	なし	新規 97 Ips、 既存 58 Ips	新規 14.8 Ips、 既存 88.5 Ips
取水施設	記述なし	集水埋渠式 2ヶ所	バースクリーン式 : 4ヶ所
導水管	主要導送水管総延長 : 450mm 23km	400mm 8km (一部 150 ~ 250)	450、500mm : 11km 150 ~ 300mm : 10km
浄水場	急速ろ過法	粗ろ過	緩速ろ過法
井戸新設	なし	24ヶ所	4ヶ所
送水管	(導水管の欄に記載。)	送水管 : 400mm : 9km 既存送水ポンプ場のポン プ更新3ヶ所	送水管 : 400-500mm : 4.5km 100-300mm : 26 km

1-3 我が国の援助動向

1-3-1 技術協力および無償資金協力

パキスタン国に対する技術協力および無償資金協力の実績について示す。技術協力は2001年度までに279億円となっており、内訳は右のとおり的人数となっている。1996年がピークであり、2001年には約半分の8.7億円と落ち込んでいる。

技術協力	279 億円	研修員受入	3,646 名
		専門家派遣	783 名
		調査団派遣	2,437 名
		協力隊派遣	64 名

開発調査については、2001年までに31件が終了している。これらのうち、農業セクターは12件(39%)、運輸分野9件(29%)であった。開発調査の活用状況と

しては、およそ3/4の案件が計画の一部事業化や融資申請を含めて何らかの形で活用されているが、1/4は計画が中止あるいは遅延・中断となっている。

表1-6は無償資金協力の実績(E/N額)をセクター別、地域別で示している。セクター別では農水案件が33%(150億円)に上水道、保健、道路、教育の各分野が続く。地域別では安全管理の面も影響してか、シンド州が2%と極端に少ない。

投入E/N額で比較すると、パンジャブ州(24%)に対して、バロチスタン州(12%)は半分である。しかし、人口比を考慮すると、パンジャブ州に対して、バロチスタンが5.5倍、北西辺境州が4.7倍になる。無償資金協力はパキスタン国内で開発が遅れているバロチスタン州と北西辺境州に対するBHN支援を多く行ってきたといえる。

表 1-6 分野別・地域別の無償資金協力実績(E/N) (1991年度 - 2001年度)

セクター別実績			地域別実績		
分野	E/N 額 (百万)	比率 (%)	分野	E/N 額 (百万)	比率 (%)
保健・医療	6,121	13	イスラマバード市	9,086	20
上水道	6,905	15	パンジャブ州	10,940	24
都市衛生	2,342	5	シンド州	1,001	2
教育	5,416	12	北西辺境州	9,426	21
放送	2,099	5	バロチスタン州	5,350	12
道路	5,936	13	全国	9,845	21
農水	14,942	33	合計	45,648	100
その他	1,887	4			
合計	45,648	100			

なお、1991年-2001年度において水道セクターにおける我が国の無償資金協力として実施されたのは、次の1件である。

案件名	実施年度	供与限度額	概要
イスラマバード浄水処理施設改善計画	1991～1992年	23.08億円	イスラマバード水道の浄水処理施設改善のため、8箇所の浄水場を対象に改修整備を行った。

1-3-2 有償資金協力

パキスタン向けの円借款は、これまで、電力・運輸セクターにおけるインフラ整備を中心にプロジェクト型 52 件、国際収支支援を目的とした商品借款・構造調整型 18 件、総計で貸付承諾総額 6,518 億円の支援を行ってきている。支援対象分野は国際収支支援を目的とする商品借款に始まり、発電所、通信、鉄道、道路等の基幹インフラの支援から、水道、教育等の社会セクター支援までと、多岐にわたっている。上水分野の比率は全体の 4 % である。

以下に主な有償資金協力プロジェクトを示す。

案件名	実施年度	供与限度額 (百万円)	概要
首都圏給水事業(カンプール I)	1989 年	12,518	イスラバード及びワルハネイの水道整備事業
首都圏給水事業(シムリ)	1989 年	5,750	イスラバード及びワルハネイの水道整備事業
カラチ上水道改善事業	1994 年	10,300	カラチの上水道整備事業

1-4 他ドナーの援助動向

1-4-1 全パキスタンについて

パキスタン国への援助については、資金面では、ADB、世銀、日本が主要ドナーであり、国連児童基金(UNICEF)、国連開発計画(UNDP)が意識向上・キャパシティー向上等の活動を行っている他、オランダも活動的なドナーである。従来の援助では、世銀・ADB・ヨーロッパ連合・英国・オランダの支援により 1992 年に開始された社会行動計画(Social Action Plan: SAP)が最も知られている事業であり、教育・保険・人口問題とともに、農村における上下水道セクターを含んでいた。

世界銀行の都市上下水道における支援について、カラチの上下水道に 1990 年代まで深く関与していたが、政府により民営化が撤回されて以来、支援を停止している。農村上下水道については、農村インフラの一部として支援しており、NGO による事業、地域住民主導の事業に対するプログラム型借款を供与している。ADB は、北西辺境州の都市上下水道、パンジャブ州の農村上下水道について、最近借款を供与した。

以下に世銀と ADB の上水道セクターに係る主なプロジェクトを示す。

(世銀)

案件名	承認年度	供与限度額 (百万 US\$)	概要
第二次カラチ水道事業 2nd Karachi Water Supply	1993 年	125	カラチにおける水供給・衛生改善のための上下水道整備事業並びにカラチ上下水道公社への技術協力
カラチ水供給・衛生改善事業 Karachi Water Supply & Sanitation Project	1989 年	91.9	カラチにおける水供給・衛生改善のための上下水道整備事業並びにカラチ上下水道公社への技術協力

(ADB)

案件名	承認年度	供与限度額 (百万 US\$)	概要
パンジャブ州村落給水衛生セクタープロジェクト Punjab Community Water Supply and Sanitation Sector Project	2002 年	50	パンジャブ州の村落における給水、排水、衛生設備の整備
南パンジャブ州都市部基礎インフラプロジェクト Southern Punjab Basic Urban Services Project	2003 年	90	21 の地方都市部を対象に、水供給・衛生・廃棄物・道路といった基礎インフラの改善

1-4-2 アボタバッド地区の水道セクター

本調査対象のアボタバッド地区の水道セクターに対する他ドナーの援助について示す。

(1) 第二次都市開発プロジェクト

北西辺境州 (NWFP) の 7 つの都市を対象として、1988 年から ADB の融資により、上水道整備を含む「第二次都市開発プロジェクト (SUDP: Second Urban Development Project)」が実施され、その中でアボタバット市および周辺地区の上水道整備マスタープランが策定された。

上水道整備マスタープランでは、2003 年を目標年次とした「Interim Relief Plan (中期救済計画)」が策定され、その後計画に基づいて、13 本 (Phase-I で 5 本、Phase-II で 8 本) の井戸の掘削、貯水タンク、ポンプ施設、送配水管等の上水道施設整備が 1997 年まで行われた。

(2) フィージビリティ調査

当時、上水道整備の実施機関であった州政府の PHED (Public Health Engineering Department) は長期安定水源を目指し、本プロジェクトの原型となる表流水の自然流下水道システムの「フィージビリティ調査 (Feasibility Study)」の実施を ADB に要請し、ADB 融資により 1994 年に調査が実施された。残念ながら調査結果は、コスト面からの評価が得られず、融資を獲得するに至らなかった。

(3) 都市開発セクタープロジェクト

北西辺境州では、SUDP に続く都市開発プロジェクトとして、ADB の融資による「都市開発セクタープロジェクト (NWFP Urban Development Sector Project)」が州内の 24 カ所の都市センターを対象に、2001 年から実施されている。総事業費は 3,000 万ドルで、その内 2,080 万ドルが ADB の融資によるもので、2007 年 12 月を完了予定としている。アボタバット市及び周辺地区の上水道改善に必要な表流水源の自然流下方式による水供給システムは、上述のように初期投資額が大きいため、この ADB 融資プロジェクトには含まれておらず、日本国政府の無償資金協力による実施が要請された。

(4) ナワンシェール市上水道改善事業

1998年にドイツのKfWの援助で、ナワンシェール市の上水道改善事業が行われ、井戸の掘削、高架タンクの建設、市内の全家庭3,100戸への水道メーターの設置、水道料金徴収のコンピュータシステムの供与等がなされている。

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

2-1 プロジェクトの実施体制

2000年12月の要請時点では、北西辺境州(NWFP)政府のPHED(Public Health Engineering Department)が実施機関で、アボタバッド市がカウンターパート機関となっていたが、2001年8月の地方分権化による行政組織の改編により、州内に設立された26個の県(District)が、都市部及び周辺部を含めて管理することとなった。これを受けて本プロジェクトの実施機関はアボタバッド県(Abbottabad District Office)と変更になった。

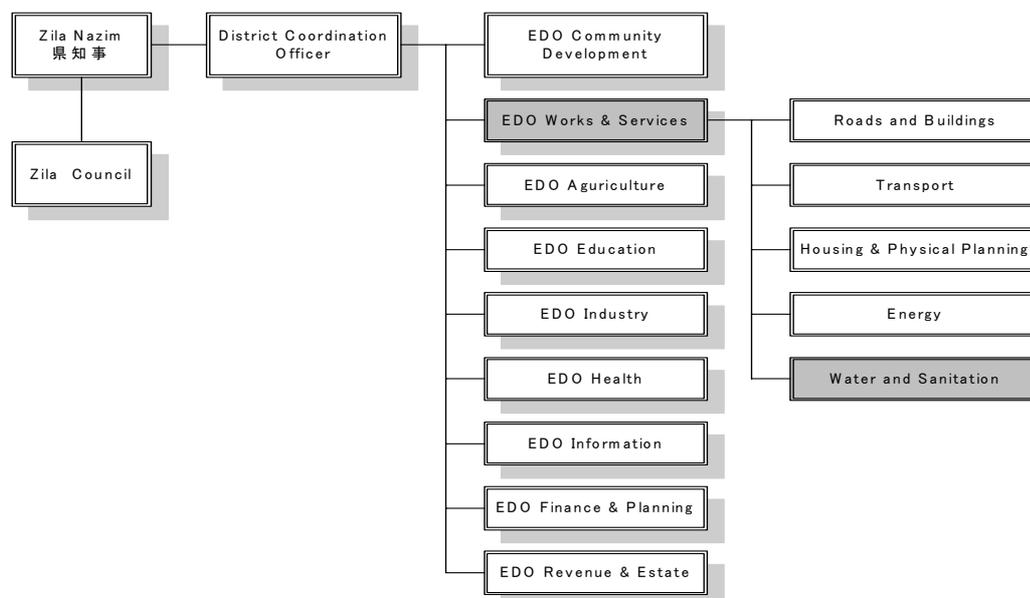
一方、対象地域の上水道事業の運営・維持管理は、2つの都市部はそれぞれアボタバッド市とナワンシユール市が、周辺地区の12村落部はアボタバッド県の事業・サービス部(Works & Services Department)が行っている。また、上水道施設の計画・建設は、アボタバッド県の事業・サービス部が一括して行っている。本プロジェクトを実施する場合は、アボタバッド県が実施機関となり、関連機関との意見調整、とりまとめを行うこととなる。

2-1-1 組織・人員

1) アボタバッド県

アボタバッド県の組織は図2-1に示す通りであり、水と衛生に関しては事業・サービス部(Works & Services Department)が行っている。事業・サービス部には5つの部署があり、水と衛生担当はそのうちのひとつである。

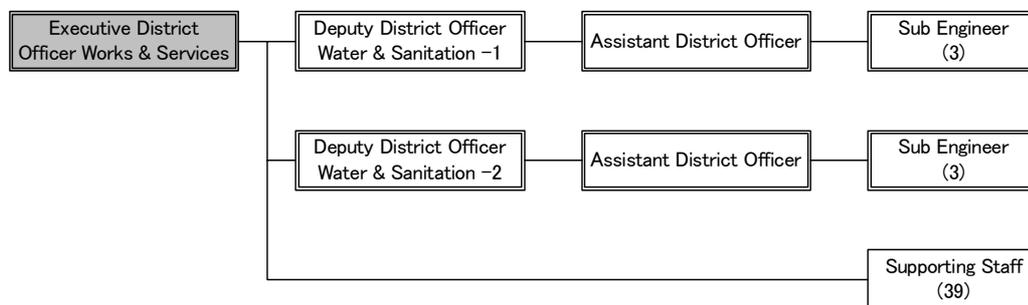
図2-1 アボタバッド県政府の組織図



事業・サービス部の管轄下にある水と衛生担当は2部署に分かれ、District内の219ヶ所の村落水道を全て管理している。本調査対象の12村落10水道事業はこのうちの一方のWater & Sanitationが管理しており、Deputy District OfficerのもとAssistant District Officerと3名のSub Engineerが中心となっ

ている。日常の作業は 39 名の在籍する Supporting Staff が行っている。

図 2-2 村落水道の管理組織



2) アボタバッド市

水道施設の運転管理に関しては市役所(Town Municipal Administration, TMA)のインフラ施設部の下に水道課(Water Supply Branch)が置かれ、47 人の職員が勤務している(図 2-3)。しかし、水道料金の賦課・徴収については水道課とは別に、市の税徴収の一環として規制監督部の下に非正規職員が 6 人(集金員 5 人と内務者 1 人)配置されている。

水道事業は一人の管理者の下に単独の組織として全ての仕事が統一的に処理される体制になっていない。料金の請求と徴収には職員が全顧客を定期的に訪問することから、その接触を通して顧客の苦情や要望を聞くことができ、その情報が直ちに施設部門に伝えられることにより、経営の改善に繋がり、結果的に良好な顧客関係が築かれ水道事業の信頼性が高まるという利点がある。しかし、現在の組織はそのようになっていない。

表 2-1 アボタバッド市水道課の組織

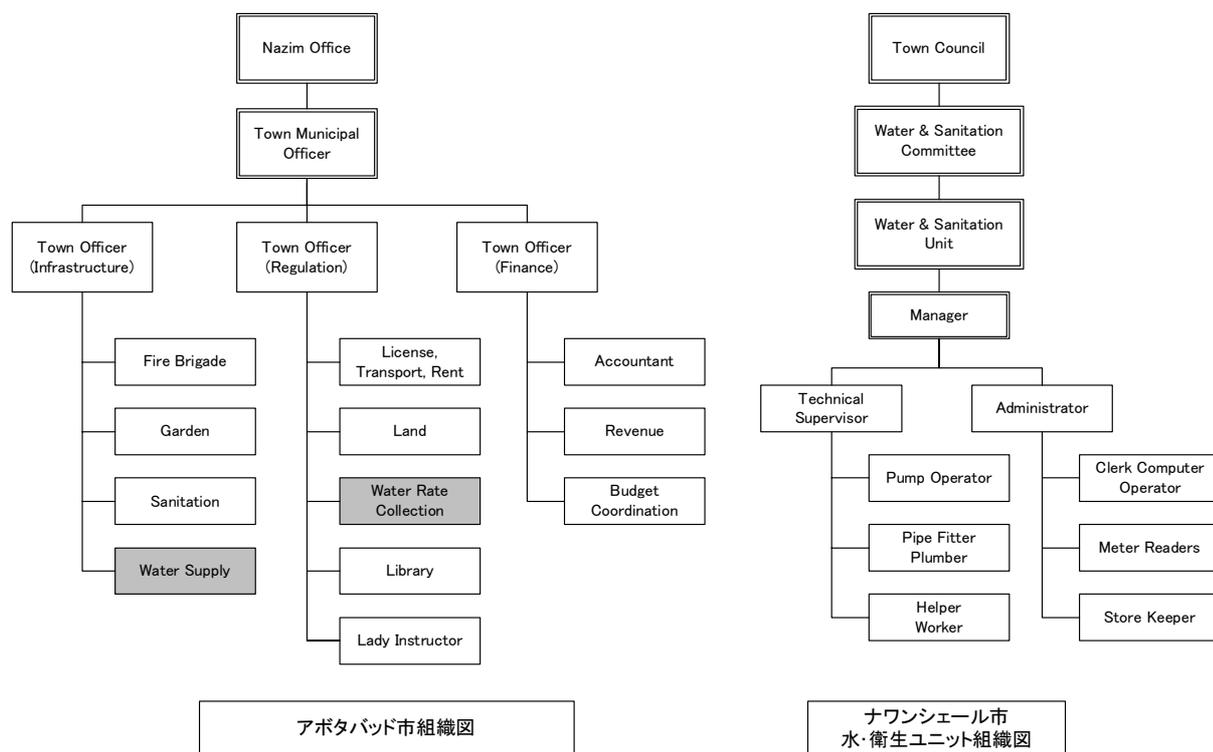
副技師	技工	監視補助	ポンプ運転	配管工	Wallman
2	1	1	19	2	7
作業員	使用人		料金徴収	合計	内 6 人は別組織に属する
3	12		6	53	

3) ナワンシェール市水と衛生ユニット

ナワンシェール市の水道事業は、従来はアボタバッド同様に市の行政の一環として行われていたが、1998 年に市の行政から切り離され、自主・自立的な NPO 組織である水・衛生ユニット(Water & Sanitation Unit: WSU)として設立された(図 2-3)。市議会に議長を長とする水道委員会が設置され、WSUはこの委員会の監督の下に給水事業を行う。WSUはマネジャー、Technical Supervisor 以下 20 名の職員により構成されている。

また、WSUは行政組織から切り離されただけでなく、新しい経営原則である受益者負担、費用回収原則(独立採算)などの革新的な経営原則を受け入れた。しかし、現状では、まだ、この目標をまだ、完全に達成するに至っていない。

図 2-3 アボタバッド市及びナワンシェール市水道関連組織図



2-1-2 財政・予算

1) 県事業・サービス部の予算

本プロジェクトに関連するアボタバッド県事業・サービス部の予算・実績を表 2-2 に示す。事業・サービス部では、州の拠出金により水道施設の建設を実施し、建設終了後、アボタバット、ナワンシェール両市に施設を移管し、施設の運転管理は市により行なわれている。一方、周辺村落部の水道施設の運転・維持管理は県の事業・サービス部自身が実施している。また、表示のように必要経費は水道料金収入では賅えておらず、不足分は州政府から補填されているのが現状である。

表 2-2 過去 3 年間の県事業・サービス部（水道部門）の予算

単位：Rs.

項目	2001/2002	2002/2003	2003/2004
支出			
人件費	11, 181, 599	12, 763, 245	16, 126, 910
旅費・交通費	50, 688	59, 895	70, 000
施設維持監理・修繕費	1, 444, 631	1, 917, 000	3, 541, 000
事務所維持費・家賃	391, 506	369, 246	4, 900, 000
燃料費	15, 804, 165	13, 628, 000	14, 540, 000
雑費	21, 907	108, 600	75, 000
合計	28, 894, 496	28, 845, 986	39, 252, 910
収入			
料金徴収	4, 005, 089	3, 676, 770	4, 020, 172
州政府拠出筋	24, 889, 407	25, 169, 216	35, 232, 738
合計	28, 894, 496	28, 845, 986	39, 252, 910

注：① 会計年度は 7 月～ 6 月、② 2001/02 および 2002/03 は実績を示す、③ 2003/04 は予算、④ 2003/04 の料金収入は予測値

2) アボタバッド市の予算

アボタバッド市の最近3年間の財務状況を表2-3および2-4に示す。表2-3には収入を、表2-4には支出を示してあり、2001～02年は実績、その他は予算を表している。市の財政規模は繰越金を除き約Rs. 50百万であり、表中のNo. 8、21、22、27が水道関連の収入である。一方、支出は2001～02年のRs. 27百万から大幅な増加を見せている。これは2002年より道路整備を行っていることが大きく影響している。支出のNo. 9は水道事業に対する支出であり、収入より金額が大きく赤字である。しかも、水道事業支出の中には電力費が含まれておらず、これには州からの補助金が充当されている。

3) ナワンシェール市の予算

ナワンシェール市の予算規模は表2-5及び表2-6に示すが、アボタバッドの1/5程度である。しかもアボタバッド市同様に2002年から急増している。理由は、これもアボタバッド市同様に、Building and Works Development Programmeに投資しているからである。水道事業は独立した事業体であるWSUが実施しているが、独立採算とはまだなっておらず、水道の未収入額が市の予算に計上されている。

ナワンシェールの水道ユニットWSUの最近の財務状況を表2-7に示す。3百万Rs. 弱の補助金が収支バランスのために含まれている。また、支出の中にはごみ収集・道路清掃人件費が約百万Rs. 含まれている。料金収入は、支出の30%弱であり、料金の低さを示している。

Income		Expenditure	
Description	Amount	Description	Amount
Opening Balance	834,381	General Department	652,800
Water Connection Fee	35,000	H. Department	988,020
Arrears	260,000	Water supply staff	1,436,600
Water Rate	1,600,000	Electricity Bill	460,000
		Outstanding	1,120,000
Grants	2,894,838	R&M/Motors	250,000
		Computer Software	35,000
		Contingency	181,800
Total	5,624,220	Total	5,624,220

以上の如く、県および市の財務状況によれば本プロジェクトの実施に伴う経費の支出は困難である。本プロジェクトの実施のため、PC-1 (Project Commission - 1) の申請中であり、必要な経費は中央政府および州政府からの拠出金により賄われることとなる。

プロジェクト完了後は後述する如く、アボタバット県政府の下に新設される用水供給事業体により施設の運転管理が行なわれるが、この運転維持管理費用は既存の3水道事業体、すなわちアボタバット市、ナワンシェール市および県の事業・サービス部による用水供給料金により賄われることになる。このため、既存の水道事業体は水道料金を適正なレベルとし、現在の財務体質を改善する必要がある。新事業体の設立および既存水道事業体の水道料金改正について、ソフトコンポーネントによる支援が計画されている。

表 2-3 アボタバット市財務状況 (収入)

No.	Head of Account	Budget	Revised	Sanction	Actual
		2003-04	2002-03	2002-03	2001-02
1	Octroi Share due to off set of Octroi/Zilla Tax	10,266,000	5,986,691	11,401,172	21,093,637
2	Urban Immovable Property Tax	6,500,000	2,055,513	5,900,000	
3	Taxon Transfer Immovable Property	8,000,000	10,627,810	5,500,000	7,750,110
4	Development Tax	2,000,000	1,789,014	1,000,000	422,172
5	Adda Fee	5,080,000	5,268,685	5,045,000	4,438,252
6	Tax on Cinema	10,000	9,600	9,600	7,840
7	Hawker Tax	153,000	116,800	15,000	108,575
8	Water Rate	3,300,000	3,181,460	3,000,000	3,131,000
9	Concervancy Tax	105,000	3,600	2,000	1,200
10	Public Latrine	1,188,000	1,080,000	1,060,000	544,868
11	Licence Fee (Food & Drink/Dangerous Trade)	651,000	572,510	1,000,000	139,065
12	Slaughter House Fee	275,000	269,300	260,000	177,790
13	Slaughter House Blood	80,000	123,700	72,000	50,610
14	Copping Fee	5,000	4,170	6,500	6,100
15	Registration Fee	300,000	277,000	200,000	146,986
16	Composition Fee	60,000	56,078	100,000	38,595
17	Transfer Fee of MC Property	350,000	321,500	400,000	348,500
18	Rent of MC Property	5,200,000	6,507,154	4,800,000	4,193,417
19	19 Ground Rent	238,000	221,102	16,000	733,765
20	Sale of Stock and Store	150,000	116,490	50,000	52,237
21	Sale of Water	40,000	11,550	40,000	36,680
22	Water Connection Fee	20,000	16,800	35,000	25,900
23	Material Cost Fee	5,000	4,025	15,000	14,800
24	Cattle Fair	187,000	205,200	107,500	94,579
25	Profit on PLS Account	500,000	1,824,064	500,000	1,028,837
26	Premium of Shops	512,000	606,592	350,000	764,000
27	Collection Charges/Water Rate			100,000	27,984
28	Zilla Tax 2002-03		2,837,013	6,304,464	
29	Zilla Tax 2001-02			525,372	
30	Octori Share 2001-02			1,392,231	
31	Tax on Sigh Board	255,500	220,560	100,000	
32	Income from Road Roller	100,000		100,000	
33	Donation		100,000		
34	Misc. UC Receipt	500,000			
35	Suspense Account	1,000,000	341,278	500,000	192,330
	Total	47,030,500	44,755,259	49,906,839	45,569,829
36	Gov't Grant*	3,850,000			
	Total	50,880,500	44,755,259	49,906,839	45,569,829
	Opening Balance	15,443,566			
	Grand Total	66,324,066			

*Share of 30% out of District Gov't Development Fund

表 2-4 アボタバット市財務状況（支出）

No	Head of Account	Proposed 2003-2004	Sanctioned 2002-2003	Revised 2002-2003	Actual of the preceding year 2001-2002
1	General Department	1,919,436	1,727,329	1,313,112	1,785,980
	<i>A. Town Municipal Secretariat</i>	1,131,884	999,421	992,401	-
	<i>B. Local Council</i>	787,552	727,908	320,711	1,785,980
2	Finance Department	4,336,412	3,783,693	3,486,223	1,456,809
	<i>A. Charge Expenditure</i>	3,736,412	3,743,693	3,459,670	1,361,808
	<i>D. Reserve</i>	600,000	40,000	26,553	95,001
3	Taxation Department	4,230,026	5,880,812	4,654,688	2,737,349
	<i>A. Octroi</i>	2,232,196	4,361,296	3,464,172	1,736,449
	<i>B. Other Taxes</i>	1,997,830	1,519,516	1,190,516	1,000,900
4	Education Department	300,000	100,000	321,760	110,400
	<i>A. Education Misc.</i>	300,000	100,000	321,760	110,400
5	Social Welfare Department	2,272,318	1,865,396	2,082,013	1,034,336
	<i>A. Social Welfare</i>	1,200,000	1,260,000	956,543	534,925
	<i>B. Information</i>	600,000	48,000	658,418	163,049
	<i>D. Famines/Flood & Commu</i>	40,000	-	37,829	11,000
	<i>E. Libraries</i>	422,318	457,396	425,638	325,362
	<i>F. Sports</i>	10,000	100,000	3,585	-
6	Health Department	8,582,596	6,286,564	6,637,256	5,719,034
	<i>A. Sanitation</i>	8,582,596	6,286,564	6,637,256	5,719,034
9	Water Supply Department	9,023,136	8,955,060	6,473,361	5,717,626
	<i>A. Municipal Water Works</i>	9,023,136	8,955,060	6,473,361	5,717,626
10	Building/Works Department	21,397,273	29,276,324	23,033,322	3,711,477
	<i>A. Road</i>	17,789,666	28,004,044	21,209,897	2,989,311
	<i>D. Garden & Road Site</i>	1,111,024	468,952	890,871	221,308
	<i>F. Fire Fighting</i>	849,628	503,328	600,328	403,300
	<i>E. Street Light</i>	1,646,955	300,000	332,226	97,558
11	Others	8,400,000	18,038,997	10,180,459	5,153,140
12	Gov't Grant	3,850,000			
	Grand Total	64,311,197	75,914,175	58,182,194	27,426,151

表 2-5 ナワンシェール市予算 (収入)

No.	Head of Account	Budget	Revised	Sanction	Actual
		2003-04	2002-03	2002-03	2001-02
1	Octori Share 2003-04	856,800	856,800	952,000	555,286
2	Octori Share 2001-02 TMA Atd			476,000	
3	Immovable Property Tax	3,764,000	3,000,000	4,100,000	785,506
4	Tax on Building/House Tax	30,000	30,000	30,000	9,827
5	Tax Presiding on Building Application	300,000	300,000	300,000	140,796
6	Water Rate I/C arrears	1,380,000	500,000	1,400,000	43,425
7	License Fee/Professional Tax	280,000	180,000	50,000	11,690
8	Slaughter House Fee	20,000	20,000	16,000	7,108
9	Cattle Fair (Hurmo)	67,000	36,000	36,000	
10	Tax on Birth & Marriage				3,810
11	Rent of Property I/C Arrears	170,000	120,000	110,000	98,522
12	Misc.	80,000	80,000	80,000	54,957
13	Copying Fee	10,000	10,000	10,000	8,889
14	Bank Profit	10,000	10,000	15,000	8,028
15	Suspense	400,000	400,000	100,000	
16	Town Library Income	10,000	10,000	20,000	
17	Income from Sigh Boards	100,000	16,000		
18	Development Fund DLF			4,200,000	
19	Cash Balance TMA Atd	1,300,000	500,000		
20	Grant in Aid Town Library				300,000
21	Tax on Profession			5,000	4,200
22	Income from new Taxes			500,000	
	Total	8,777,800	6,068,800	12,400,000	2,032,044

表 2-6 ナワンシェール市予算 (支出)

No.	Head of Account	Budget	Revised	Sanction	Actual
		2003-04	2002-03	2002-03	2001-02
1	Town Nazim Sect.204000		187,000	194,200	
2	Green Deppt	633,602	352,000	690,957	310,392
3	Finance Dett Charged Exp.	458,000	197,000	272,000	74,320
4	D-Reserve for unforeseen Charges	121,000	75,000	210,000	46,836
5	regulation Department	496,764	353,000	446,964	350,207
6	Other Taxes	85,160	70,140	87,140	55,239
7	Education Department	2,000	5,000	20,000	
8	Social Aelfare Department	147,248	133,940	160,000	51,147
9	E. Library	62,000	58,000	81,000	499,173
10	Sport, Civil Defence	40,000	15,000	40,000	
11	Health Department, Sanitation	185,000	165,000	200,000	77,602
12	Medical Department, Hospital	30,000	5,000	30,000	
13	Infrastructure Department	111,326	101,320	105,339	
14	Street Light Department	615,000	155,000	830,000	17,011
15	Suspense Account	400,000	400,000	400,000	
16	House Building Advance			30,000	
17	10% District Gov't Share			95,000	
18	Fiscal Transfer to Pension Account	200,000	55,000	200,000	800,000
19	Entertainment Charges	7,000	7,000	25,000	
20	Charcol Charges	6,000	6,000	15,000	
21	TA/DA Charges	20,000	10,000	20,000	
22	New Post Expenditure	60,000			
23	Building & Works Development Programme	5,409,000	3,800,000	8,527,800	
	Total	9,089,100	6,150,400	12,680,400	2,281,927

2-1-3 技術水準

既存の水道システムは、先の三つの事業体に分かれており、技術系職員のバックグラウンドもこれらの三事業体により異なっている。

北西辺境州アボタバット県事業・サービス部の技術者は、Assistant Director（技士）レベル以上は大卒者が占め、その下の Sub-Engineer（副技士）は技術専門高校・短大に相当する学校の修了者である。これらの技士、副技士は、北西辺境州の管轄内の水道事業の建設と運転維持管理を所管しており、数年間の勤務の後、転勤を命ぜられることが多い。オペレータおよびその他のテクニシャンは、中学校卒業者で訓練を受け特定の技能を備えた者あるいは一定期間実務に携わった経験者となっている。各村落の水道施設の図面や諸元についての情報は、十分とはいえないものの管理され存在する。日常の運転維持管理および施設建設の工事管理等は、少数の技術者が多数のテクニシャンを指示しながらを行っている。しかし、設計基準・指針等もなく井戸運転管理のマニュアル類もないため、日常の井戸の運転維持管理実務はテクニシャンの経験や勘に任されているのが実状である。

アボタバット市では、技術系大学修了者である Technical Officer of Infrastructure（技士）を長として、その下に2名の Sub-Engineer（副技士）がいる。これらの技士は、水道以外に市の排水、道路、ごみ処分等についての維持管理を行っており特に水道専門の技術者ではない。水道施設については、小さな配水池や給配水管工事は、市が自前で行っている。既存施設の図面類は、紛失しているものが多く、既存水道施設情報については、古くからのテクニシャンの記憶に依るところが大きい。日常の井戸の運転維持管理実務はオペレータの経験や勘に任されているのが実状である。

ナワラシエール市の水道施設の管理は、KfW の支援による施設拡張整備が実施された際に設立された Water & Sanitation Unit により行われている。KfW では、専門のコンサルタントをおよそ2年間派遣し、この Unit のスタッフの公募・採用から業務訓練を行いユニットの立ち上げたとのことであり、採用された Manager と Administrator は大卒者で、マニュアルにしたがい顧客管理および会計のシステムを運用している。技術系のスタッフは Supervisor1 名の下井戸施設のオペレータの他に配管工がいるのみで小規模な漏水修理等を行っている。

県の事業・サービス部から選抜された5名の技術者を核とした PMU（Project Management Unit）によりプロジェクトの管理が行なわれることになる。県の事業・サービス部の長である EDO（Executive District Officer）が PMU のダイレクターとして指名を受けている。小規模ではあるが同部は多数の水道事業実施の経験をもっていることから、プロジェクトの実施には支障がないものといえる。

2-1-4 既存の施設・機材

対象地域の既存水道施設は、アボタバッド市システム、ナワンシェール市システムおよび周辺自治区の10システムより構成されている。水道水源はすべて地下水源である。

2-1-4-1 既存の水道システムの状況

以下にアボタバット市、ナワンシェール市および周辺自治区のそれぞれの水道システムの概要を示す。

1) アボタバット市水道システム

アボタバット市の水道システムは、3つの井戸群（Stoney Jheel, Nawansher, Narrian）を水源として、アボタバット市政府により運営されている。井戸から市内3箇所の増圧ポンプ場の地上タンクに揚水した後、さらに増圧ポンプにより盆地斜面の高い位置に設置された配水池に送水される。市内への配水は、基本的にこれらの配水池に送水後、自然流下にて給水している。図2-4に、アボタバット市の送配水システム概略図を示す。送配水系統は、Kehal (Aram Bagh)、Kunj、Jinnahシステムの3系統に分けられる。Kehal (Aram Bagh)、Kunj、Jinnahのそれぞれの増圧ポンプ場は、およそ+1,200m程度の標高に位置し、そこから標高およそ+1,300m前後の配水池までポンプアップされている。アボタバット市の住民の多くは盆地斜面に居住しており、これらの標高の高い配水池から配水されている。一部はさらに高い位置の配水池に再度ポンプアップされ、高い地区に住む住民への給水を行っている。

Kehal (Aram Bagh) 系統

ナワンシェール (Nawanshehr) 井戸群からアラムバグ (Aram Bagh) 増圧ポンプ場で受水後、コラケハル (Kholā Kehal) 配水池にポンプアップされる。そこから、自然流下で4つの配水池に分配され配水される。また、一部はさらにそこからポンプアップされ、さらに高い地区の給水に供される。

Kunj 系統

Nawanshehr 井戸群およびナリアン (Narrian) 井戸群から、クンジ (Kunj) 増圧ポンプ場で受水後、クンジ カデーム (Kunj Qadeem) 配水池にポンプ圧送により送水される。Kunj 増圧ポンプ場には、仕様の異なるポンプが2台使用されており、1台はKunj Qadeem 配水池への送水用で、もう1台は、一部市内の低区への直接ポンプ圧送とバンダ サパン (Banda Sapan) 地区の配水池への送水に用いられている。Kunj Qadeem 配水池からは、さらに高区に位置する配水池にポンプアップされている。

Jinnah 系統

ストーニー ジール (Stoney Jheel) 井戸群からジナ (Jinnah) 増圧ポンプ場で受水後、ジェイル (Jail) 配水池にポンプ圧送により送水される。Jail 配水池からは、自然流下により地盤の比較的低い地域に配水されるとともにポンプ圧送により、さらに高い地区の給水のためチャリー (Charri) 配水池と二つのシムラ (Shimla) 配水池へ送水されている。

2) ナワンシェール市水道システム

ナワンシェール市の水道システムは、4つの井戸と一箇所の湧水を水源とし、配水系統は5つに分かれている。図2-5に、ナワンシェール市の送配水システム概略図を示す。1999年にKfWの援助により、3ヶ所

の井戸と高架水槽が設置され、この系統により市のおよそ半数の家庭が給水を受けており、24時間給水を基本に運転されている。その他の地区は、市内の地盤が高い地域であるマイラ（Maira）地区、旧市街区、グジャーラ バンデイ（Gujar Bandi）地区、ドディアル（Dhodial）地区であり、これらの地区へは、4つの独立した配水系統により給水されている。

Maira 地区では、1984年設置の1箇所古い井戸から Maira 配水池へ送水され、そこから自然流下にて給水している。一方、旧市街区、Gujar Bandi 地区、Dhodial 地区は、湧水システム（Dhodial 湧水）により給水されている。Dhodial 湧水から、それぞれ Bazar 高架水槽、Gujar Bandi 配水池、Dhodial 配水池に一旦ポンプアップされ、そこから自然流下により各地区に給水されている。また、一部湧水は、Maira 配水池にも送水されている。

(3) 周辺自治区給水システム

給水対象とする4つの周辺自治区は12の小地区に分けられるが、給水施設としては、10システムによりなっている。ジャンギ自治区内にあるラママイラ（Lama Maira）地区のシステムだけは配水池がなく、井戸から揚水後、直接給水するシステムとなっている。他の9システムは、図2-6 周辺自治区井戸給水システム概略図に示すように、一旦、配水池に送水後、自然流下で各家庭に給水する方式となっている。井戸ポンプの運転時間は、各システムによりまちまちであるが、基本的に配水池を満水にした後、給水を開始し、夜間は運転を停止している。

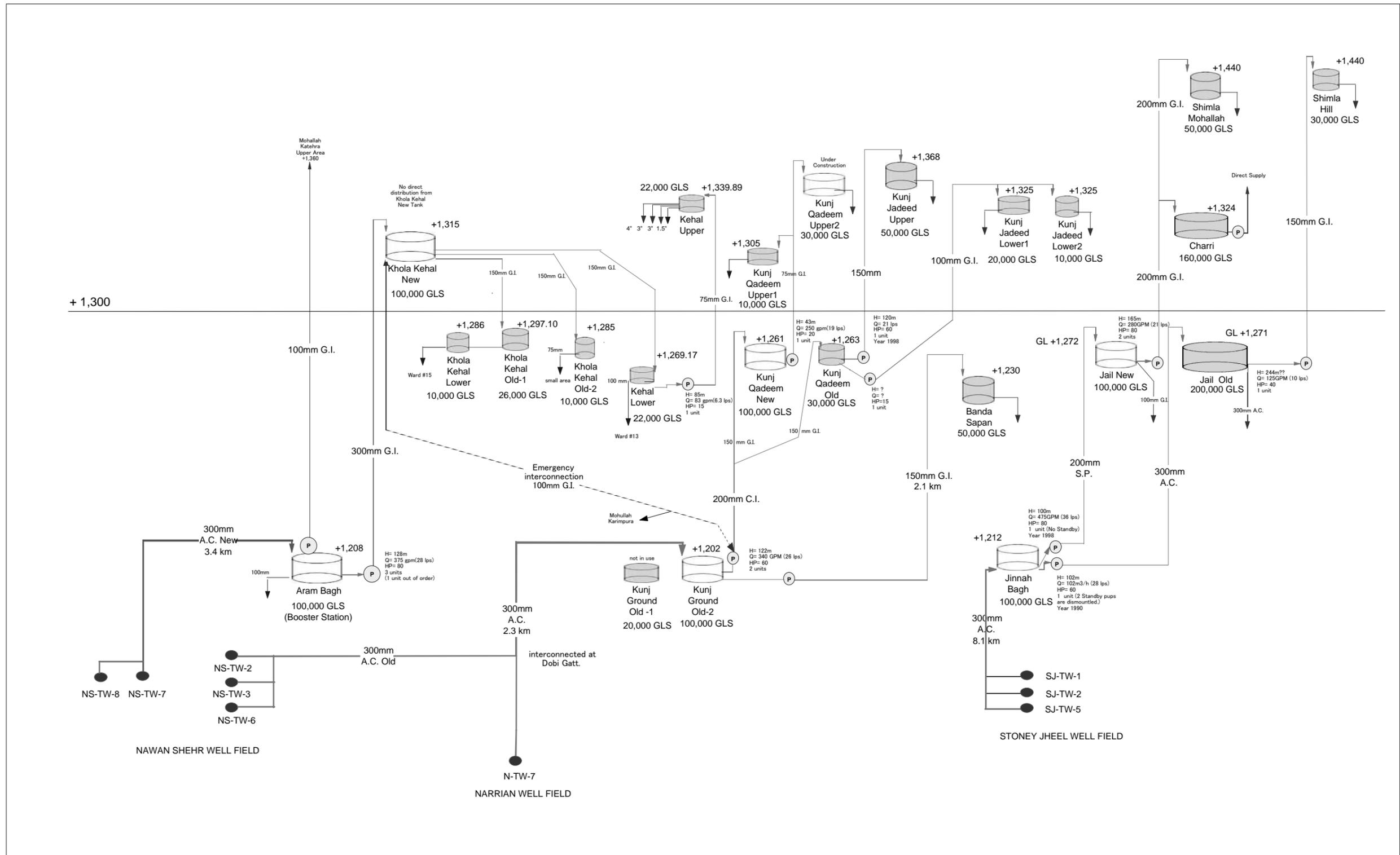


图 2-4 アボタバット市の既存の送配水システム概念図

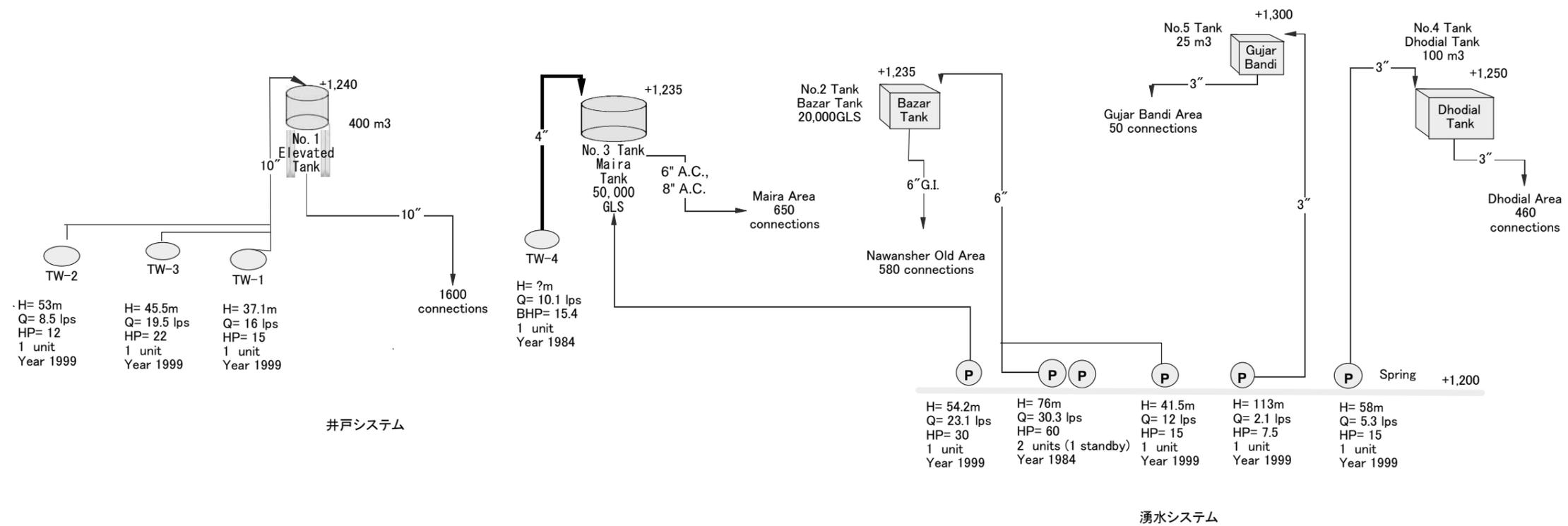


図 2-5 ナワンシェール市の既存の送配水システム概念図

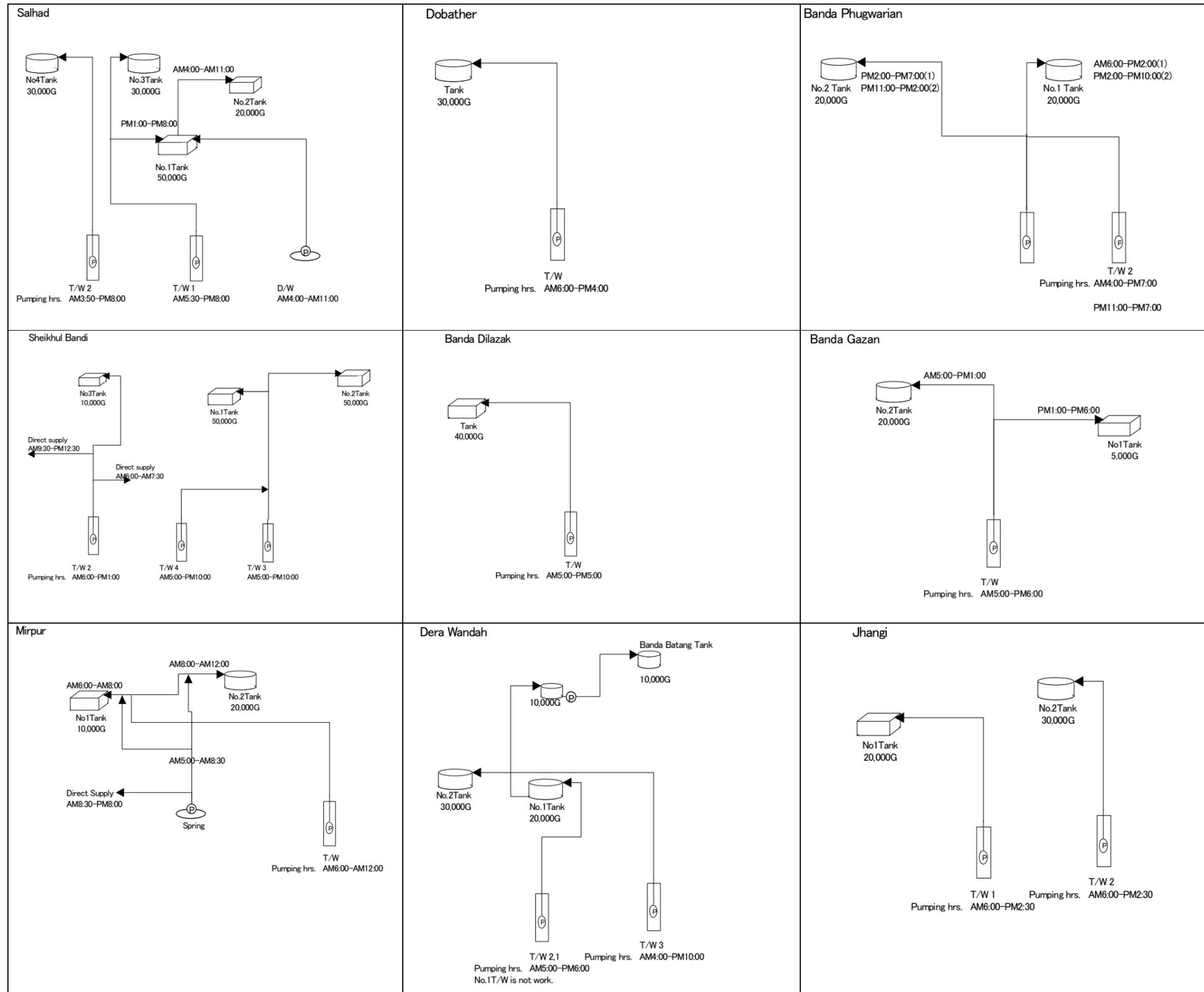


图 2-6 周边自治区井戸给水システム概念図

2-1-4-2 既存の井戸施設

対象地域の既存井戸の施設状況および運転状況としては、以下の点が特徴として挙げられ、施設の改善に当たって留意する必要がある。

- 井戸寿命が短く、10年間その寿命を維持できないものが多く、20年以上の使用は稀である。その原因の多くはケーシングと呼ばれている現象により井戸が使用不能になっている。ケーシングとは、揚水時に地下水に砂・シルト分が混入し、本来グラベルパック（充填砂利）や井戸スクリーンで止められるべきものが、そのまま井戸内あるいは地上まで運び出され、徐々に井戸スクリーン周辺に空洞ができ、この空洞部が崩壊することにより井戸を使用不能になる状態をいう。このような状況になると、スクリーンやケーシングが破損したり、最もひどくなると井戸が台座ごと陥没したり、ポンプハウス自体が陥没する現象が起きる。この現象の原因として次のようなことがあげられる。
 - 集水流速が過大である。（過剰揚水）
 - ポンプの機動停止が頻繁に行われる。
 - グラベルパックが施工されていない。
 - グラベルサイズやスロットサイズが適切でない。
 - 掘削工法と技量が適切でない。
- 給水対象地域の既存井46本のうち、12本がケーシングによりすでに廃井され、現在5本の井戸がケーシングを起こしつつある。
- 井戸ポンプの故障が多い。その故障の原因は、不安定な電圧や頻繁な停電などによるモータの焼き付けなどである。また、井戸建設時に揚水試験を実施しておらず、不適切な井戸ポンプの仕様や水位低下等の監視を行っていないがために過度の運転を強いる状況などが考えられる。

表 2-8 に既存の井戸状況を整理し、図 2-7 に既存井戸の位置図を示す。

表 2-8 既存井戸の状況

地区名	T/W No.	SWL	P.W.L	運転時間	揚水量 (l/sec)	日揚水量 (m ³ /d)	状況	ポンプ規格		井戸標高 (m)	井戸完成 年	ポンプ製 造年	現状	対策	
								タイプ	揚水量 (l/sec)						
1 Derawandah	No.1	17.9	20.25		6.35	297.18	0	B	122	1226	1985	1984	予算が無くポンプ修理ができている。	No.2井戸に近接しているため廃棄。	
	No.2		19.3	13	6.35	297.18	0	B	192.1	7.6	1997	1984	ポンプ定格容量の71%で運転。	ポンプを更新し継続運転可能。	
	No.3		46.3	18	5.53	358.344	0	S	122	8.8	1995	1996	運転水位が低下しており、井戸能力以上の揚水量で運転、揚程不足。	ポンプを更新し、揚水量を減し継続揚水。	
2 Jhangji	No.1	9.6	24.3	8.5	7.08	216.648	0	S	152.5	12.6	1979	1974	地下水位の低下は認められるが安定した運転を継続中、ポンプ老朽化。	ポンプを更新し継続運転可能。	
	No.2			8.5	4.35	133.11	0	B	289.7	7.6	1992	1993	地下水位の低下は認められるが安定した運転を継続中。	継続運転可能。	
3 Lama Maira				10	6.5	234	0	B	122	12.6	1982	1982	ポンプの老朽化。	ポンプを更新し継続運転可能。	
4 Banda Phugwarian	No.2A	3.1	7.5	18	2.8	181.44	0	S	274.5	7.6	1998	1992	ポンプ定格容量の36%で運転、水位の低い低下は認められない、滞在中ポンプ故障修理完了。	ポンプを更新し継続運転可能。	
	No.3						未使用				2003		電気設備、ポンプ設備が未整備のため未使用。	電気・ポンプ設備を補修し使用、ただし既存井戸が近接しているため揚水量に注意。	
5 Dobathar			18.86	10	5.82	209.52	0	S	305	9.5	1986	1986	ポンプ定格容量の81%で運転、水位の低下。	ポンプを更新し継続運転可能。	
			26.6	12.5	7.21	324.45	0	S	189.1	7.6	1988	1988	ポンプ定格容量の95%で運転、水位の低下。	ポンプを更新し継続運転可能。	
7 Banda Ghazan		20.9	3.14	11.5	5.61	232.254	0	S	289.7	12.6	1988	1988	ポンプ定格容量の44%で運転、水位の低下、滞在中ポンプ故障修理完了。	ポンプを更新し継続運転可能。	
							未使用								
8 Salhad	No.1			14.5	5.4	281.88	0	S	192.1	5.3	1986	1989	水位低下の傾向にある。	継続運転可能。	
	No.2		26.4	14.5	10.82	564.804	0	S	201.3	10.1	1996	?	将来ケベックの傾向にある。	継続運転可能。	
	No.3(D/W)			7			0	S				?	将来ケベックの傾向にある。	汚染の可能性があるので廃棄。	
	No.4			13	5.26	321.912	0	S	91.5	10.1	1995	?	水位の低下傾向にあるが、ポンプ・井戸ともに問題なく運転。	継続運転可能。	
10 Mirpur	Spring						0	S	106.7	11.4	1998	1998	新しい井戸のため、問題なく運転。	継続運転可能。	
	No.1			6	6.31	136.296	0	S	179.9	7.6	2002	2002	水位の測定はできないが、揚水量と運転時間から今のところ問題なし。	継続運転可能。	
11 Nawar Shahr	No.1			21	17.46	1319.976	0	S	37.1	16	1998	1999	水位の測定はできないが、揚水量と運転時間から今のところ問題なし。	継続運転可能。	
	No.2			21	8.81	665.036	0	S	53	8.5	1997	1998	滞在中ポンプ故障修理完了	継続運転可能。	
	No.3						0	S	45.5	19.5	1997	1999	現在問題なし。	継続運転可能。	
	No.4			7.5	7.5	202.5	0	S	76.25	10.1	?	?	現在問題なし。	継続運転可能。	
12 Abbottabad	Stoney Jheel	No.1		14	23.6	1189.44	0	B	36.6	31.6	1964	1971	井戸が近接して運転されているが、予想以上に水位低下が進んでいない。	周りにMES、PMA、カンテンメンボードの井戸が11本有り、将来相互干渉問題が発生するので廃棄。	
		No.2	6			0	B	93.3	22	1209	1997	1997	井戸が近接して運転されているが、予想以上に水位低下が進んでいない。	将来ケベックの可能性があるので廃棄。	
	Nawan Shahr	No.3		6.1	14	15.9	801.36	0	B	93.3	22	1997	1997	井戸が近接して運転されているが、予想以上に水位低下が進んでいない。	将来ケベックの可能性があるので廃棄。
		No.4	4.7			10		0	B	70.15	30	1997	1994	滞在中ポンプ故障修理中	
		No.1			14	10.7	539.28	0	B	76.2	14.4	1997	1994	将来ケベックの可能性あり。	
	No.3	No.1			14	10.6	534.24	0	B	76.2	14	1997	1998	将来ケベックの可能性あり。	
		No.4			14	26	1310.4	0	B	76.2	22	1997	1997	将来ケベックの可能性あり。	
		No.5			14	17	856.8	0	B	73.2	22.7	1997	1994	揚水量を減して運転すれば継続使用可。	
		No.6		11.2	14	5.3	267.12	0	B	76.2	7	1997	1997	継続使用可。	
No.7		2.8	14	7.8	393.12	0	S	103.7	11	1997	?	継続使用可。			
No.8	+0					未使用	B			1997	1997	井戸は運転できる状態にあるが、住民と土地問題で係争中。			
No.9	+0					未使用	B			1997	1997	井戸は運転できる状態にあるが、住民と土地問題で係争中。			
Narrian	No.6			14	7.6	383.04	0	B	51.8	22.7	1995	1993	近い将来ケベックの可能性あり。	将来ケベックの可能性があるので廃棄。	
	New No.1	+0					未使用	S	61	14	1997	1997	井戸は運転できる状態にあるが、住民と土地問題で係争中。		
New No.2	+0					未使用	B	61	21	1999	1997	井戸は運転できる状態にあるが、住民と土地問題で係争中。			

S:水中モーターポンプ B:アアホールポンプ

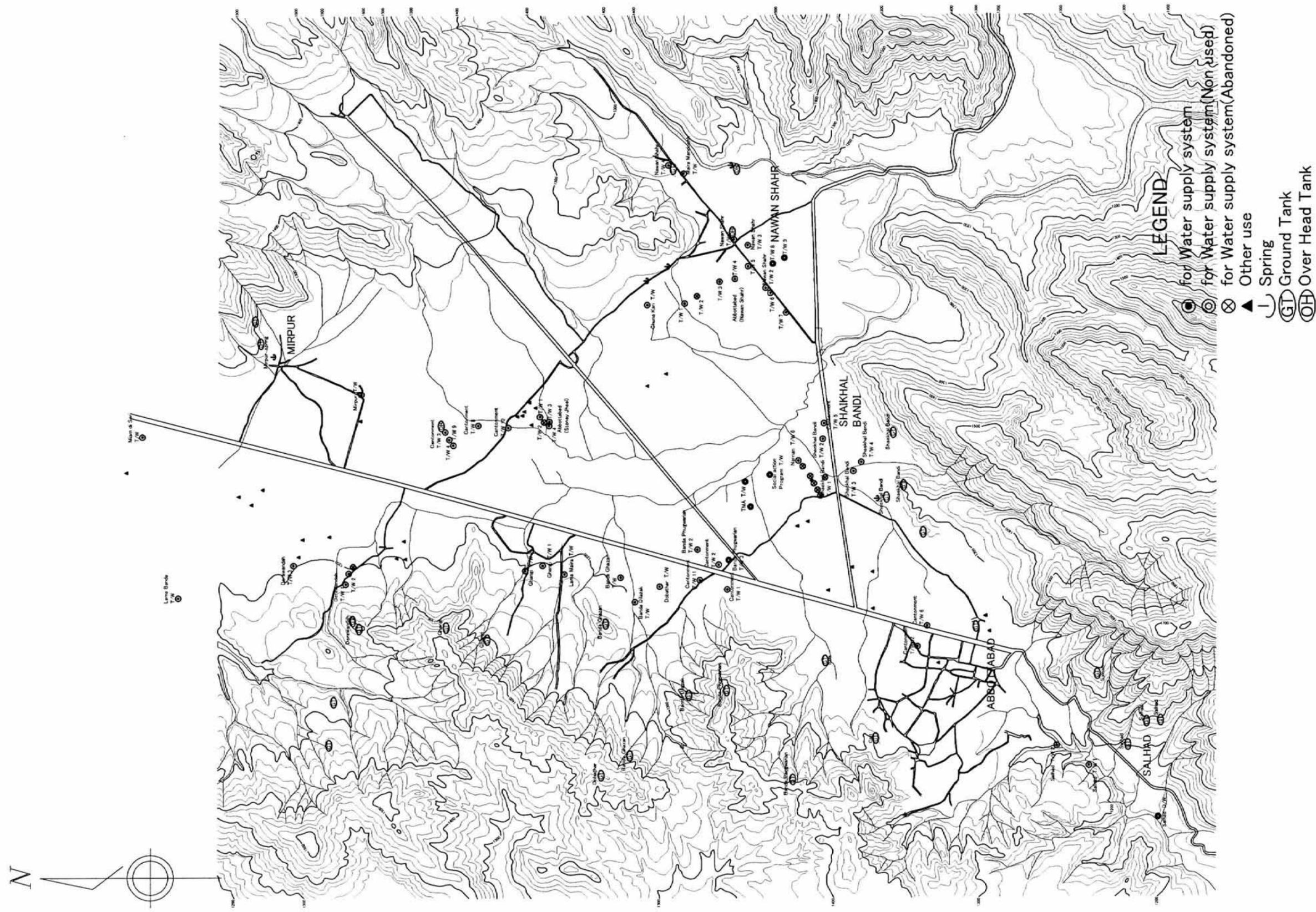


图 2-7 既存井戸の位置図

2-2 プロジェクトサイト及び周辺の状況

プロジェクトサイトの概況を示す概念図を図 2-8 に示す。

2-2-1 関連インフラの整備状況

本プロジェクトサイトであるアボタバット地区は、中国へと通ずるカラコルム・ハイウェイ（国道）が南北に通じ、東方面にはマリー（Murree）方面に通ずるマリー道路（州道）が整備されており、北西辺境州の要衝となっている。

アボタバット地区平野部の大部分は、カントンメント・エリアに指定され、軍関連施設で占められてはいるものの、一般住民も居住する混在地域となっている。カントンメント・エリアの給水事業については、市および県の給水システムとは分離して、軍施設に対しては MES (Military Engineering Services) と PMA (Pakistan Military Academy) が、エリア内の民生用の給水事業についてはカントンメント・ボードが行っている。

また、カラコルム・ハイウェイに沿って、天然ガスのパイプラインが敷設されており、同地域では家庭用燃料としてガス管網によるガス供給の普及率は非常に高く、また料金徴収はメータ制により行われている。

電力供給事業については、WAPDA により整備され、電気はほとんどすべての家庭に普及している。社会調査によると水道接続家庭の 80% が電気洗濯機を所有している。WAPDA の情報によると、停電は平均して、日当たり 4 時間程度である。

下水道については、1985 年に「Preparation of Master Plan of Sewerage and Drainage Abbottabad」で、下水道計画が策定されたが、資金等の不足で実施にいたっておらず、整備されていない。したがって、アボタバット市の生活排水の多くは未処理でドール川等の支流に排出されている。各家庭の衛生施設の統計値はないが、社会調査の聞き取りで得られた結果では、水道接続家庭のおよそ 8 割が浸透槽を使用しているとの結果がある。しかし、実態として多くのし尿が生活排水と混在して道路側溝に放流されドール川支流等に流出しておりこれらがよく機能しているかの確証はない。たとえば、アボタバット市およびナワンシェール市からの排水の集まるドール川支流では、BOD 520mg/l という非常に高い有機汚濁程度（通常 200mg/l 程度の日本の下水処理場流入 BOD 以上）を示す水質となっている。水使用量が少ない国においては、し尿が希釈されずこのような高い BOD となることもあり、現在の給水量不足もこの一因とも考えられる。

2-2-2 自然条件

2-2-2-1 プロジェクトサイト周辺の地勢・気象等の状況

1) 位置

北西辺境州アボタバット地区は首都イスラマバードの北 50km、ハザラ山地の中にある山間盆地から形成されており、北緯 34° 8'、東経 73° 12' に位置している。

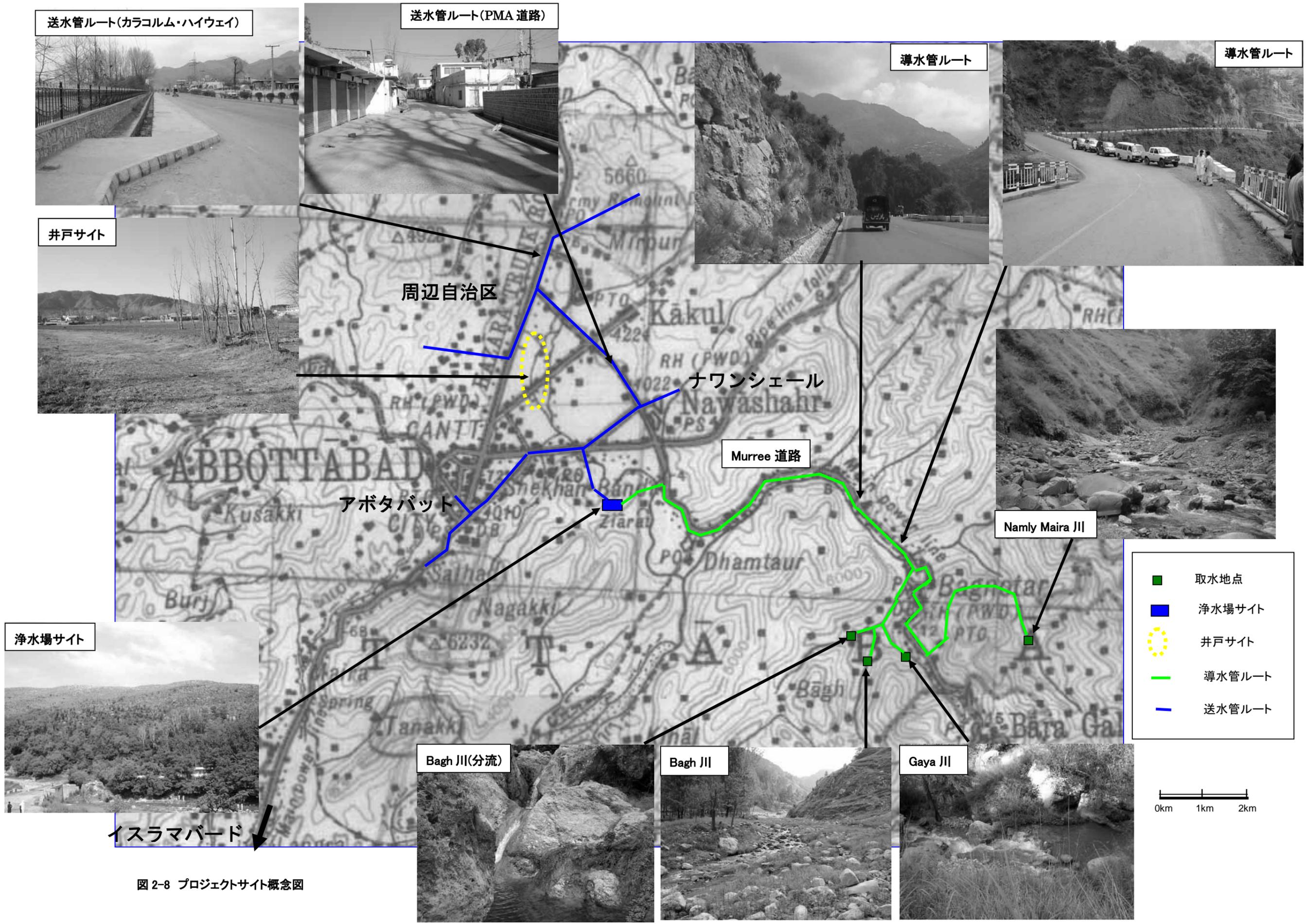


図 2-8 プロジェクトサイト概念図

2) 地勢

アボタバットはハザラ山地の中に形成された山間盆地に位置し、盆地の流域面積は約54 k m²、盆地平野部の面積は約20～25k m²と推定され、盆地中心部の標高は約+1,200mとなっている。盆地には、周辺山地から小河川が流入し、これらが盆地内で合流しマンドルチャカタ (Mandrochha Katha) 川となって流下し、盆地の東側を南流するドール (Dor) 川と合流している。本調査で対象となるバグ (Bagh) 川およびガヤ (Gaya) 川は、盆地東側に流下しドール川の支流となっており、この他、ナムリマイラ (Namli Maira) 川、ベランガリ (Beran Gali) 川も Dor 川の支流となっている。

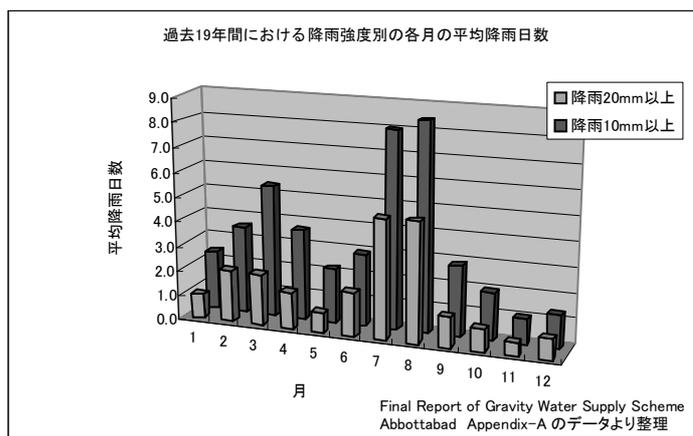
調査対象地域の地質は、新生代古第三紀、中生代、古生代及び先カンブリア紀の頁岩、砂岩、石灰岩からなっており、盆地には未固結の粘土層や砂層等からなる第四紀層が厚さ100m以上にわたって堆積している。浄水場予定地や配水池予定地点となりうる標高の高い丘や山頂部では石灰岩が露頭している所がほとんどである。

3) 気候

アボタバット地区は高度が高いこともあり、夏は温暖、冬は寒冷な湿潤気候という特徴を有している。冬には降雪も見られ、月平均最低気温は1月に1.8℃、7月には20.1℃、月平均最高気温は1月に12.6℃、6月には32.4℃となっている。

【資料8-4 降雨量データ】に1961年～2002年までの降水量を示す。年変動があるが、過去を平均すると最大月降水量は8月(259mm)に、最低月降水量は11月

(30mm)に記録されている。平均年間降水量は1,300～1,400mmであるが、ここ数年は1,000mm前後の傾向がある。過去19年間における降雨状況をその強度から比較・整理したものを右図に示す。降雨強度と本調査で対象とする河川の濁度の状況は関連すると考えられる。平均すると、日に20mm以上の降雨が7月、8月においては8日前後あることがわかる。



2-2-2-2 水源水量の状況

1) 表流水水源水量

表流水の取水候補河川は、アボタバット地区東部に位置するドール川支流のガヤ川、バグ川及びナムリマイラ川の3河川である。当地域では、通常7～8月が豊水期であり、5～6月が渇水期に当たる。現地調査期間は7月後半から9月にかけての豊水期に実施されたため、渇水量を直接計測することはできなかったが、渇水期の取水可能量を検討するため、上記3河川の流量を実測し、ドール川下流のラジョイア (Rajoia) 地点での流量データから渇水期と豊水期の基底流量

を比べることとした。

本調査により計測された河川流量は3河川合わせて約500 l/秒であった。各河川の流量観測結果を表2-9に示す。

表 2-9 バグ川、ガヤ川、ナムリマイラ川の流量観測結果

l/秒

観測日	バグ川上流	バグ川下流	ガヤ川	ナムリマイラ川
2003/08/06	206	—	127	148
2003/08/10	131	—	128	123
2003/08/13	148	256	123	124
平均	139	256	126	132

注> - 2003/08/06 バグ川上流及びナムリマイラ川の観測値は平均値から除く。

- バグ川下流地点の流量はバグ及びガヤ川合流地点直上流地点での観測、この約300m上流にガヤ川の支流が流れ込んでいる。上記合流地点の標高は約1350mと低く、この地点からの取水はできない。

上記観測結果から、豊水期の基底流量は①ガヤ川及びバグ川で約380 lit/sec、②ナムリマイラ川で約130 l/秒と推定される。

また、ドール川ラジオイア地点の流量観測データから、5月と7月の基底流量（最小流量）の比は1：1.95と計算される。この基底流量の比は直接取水地点での比とはならないが、安全側の数値と思量される。この比を採用し、取水予定河川の渇水期における基底流量は約250（510÷2）l/秒と推定される。

2) 地下水涵養量と地下水開発可能量

本プロジェクトの井戸建設地域のオラッシュ(Orush)平原はドール川水系とマンガイ(Mangai)川水系の分水嶺に位置しミルプール(Mirpur)およびデラワンダ(Derawanda)の給水地域の水源井はMangai川水系に含まれる。本プロジェクトに関連する主要な集水地域の面積は76km²で、Orush平原から取水されている井戸の90%以上がこの地域に依存している。

Orush集水流域は地域特性・地質特性により図2-9に示すように、4つの地域①カクール地域(40.4km²)、②西地域(8.3km²)、③シェイクルバンデイ(Sheikhul Bandi)地域(8.2km²)及び④オラッシュ平原(19.1km²)に分けられる。その他に、マンガイ川水系に属するミルプール、デラワンダ集水域、ドール川水系のサルハド(Salhad)集水域がある。

カクール地域から涵養されている被圧帯水層がオラッシュ平原の主要な帯水層をなし、大多数の井戸がこの地域に設けられている。それらの井戸の比湧出量は100~300m³/日/mであり、中下流部では自噴井の形態をとっている。西地域から涵養を受けている帯水層は比湧出量50~100m³/日/mと低く、近年水位低下の傾向にある。

上記集水流域について地下水涵養量を推定するに当たり、以下の条件を設定する。

- 年間平均降水量 カクール測候所 1,349.5mm (平年)
- ベラガリ (Bara Gali) 測候所 3,335mm (平年)

- 雨水浸透率 15 %
- 湧水からの流出量 125 l/秒
- 涵養された地下水は地域外に流出しないものとする

過去 30 年でのカクール測候所の雨量観測データによれば、降水量は、①最渇水年（2001 年）939.7mm、②第 2 位渇水年（2002 年）1,046.4mm、③第 3 位渇水年（1993）1,098.5mm となっており、地下水涵養量は以下のように推定される。

平年	15.8 百万 m ³ /年
第 1 渇水年	11.3 百万 m ³ /年
第 2 渇水年	12.5 百万 m ³ /年
第 3 渇水年	13.2 百万 m ³ /年

本プロジェクト地域での地下水及び湧水の利用は、①アボタバット市及び周辺の水道用水、②カントンメント・ボードでの水道用水、③軍施設関連の水使用、④その他民間使用となっており、現在の地下水揚水量及び湧水使用量は 11.6 百万 m³/年と推定される。一方、プロジェクト目標年度の 2010 年における水需要量は 17.7 百万 m³/年と推定される。

以上の検討結果より、地下水の涵養量と水需要量のバランスを求めると表 2-10 の通りである。

表 2-10 地下水涵養量と水需要量のバランス

単位:千 m³

項目	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
水需要量								
水道用水	3,980	4,512	5,043	5,575	6,107	6,639	7,170	7,702
カントンメント・ボード	1,388	1,699	2,009	2,320	2,630	2,941	3,251	3,562
軍関連	1,648	1,648	1,648	1,648	1,648	1,648	1,648	1,648
その他	872	872	872	872	872	872	872	872
計	7,838	8,731	9,572	10,415	11,257	12,100	12,941	13,784
湧水流出量	3,942	3,942	3,942	3,942	3,942	3,942	3,942	3,942
流出量計	11,780	12,673	13,514	14,537	15,199	16,042	16,833	17,726
地下水涵養量								
平年	15,801	15,801	15,801	15,801	15,801	15,801	15,801	15,801
第 3 位渇水年	13,187	13,187	13,187	13,187	13,187	13,187	13,187	13,187
第 2 位渇水年	12,476	12,476	12,476	12,476	12,476	12,476	12,476	12,476
第 1 位渇水年	11,281	11,281	11,281	11,281	11,281	11,281	11,281	11,281
バランス								
平年	4,021	3,128	2,287	1,264	602	- 241	-1,082	-1,924
第 3 位渇水年	1,407	514	- 327	-1,350	-2,012	-2,855	-3,696	-4,539
第 2 位渇水年	698	- 197	-1,038	-2,061	-2,723	-3,566	-4,407	-5,250
第 1 位渇水年	- 499	-1,392	-2,233	-3,256	-3,918	-4,761	-5,602	-6,445

表 2-10 に示すように、当地域で水需要増に対応するため地下水の利用を継続的に増やして行くなれば、たとえ平年時の降水量においても 2007 年には地下水涵養量が必要揚水量を下回る結果となる。さらに、この試算は地下に浸透した地下水が地区外に流出せず、全量井戸で揚水されるとの前提で行なったものであり、現在の揚水量は既に限界にあるものと考えの方が妥当である。

当地域での地下水開発の限界を考える一つの指標として 1998 年以降のイラヤシ (Iliyashi) モスクの泉の枯渇現象が挙げられる。オラッシュ平原北東部にあるこの泉が枯渇するということは、平原内の被圧地下水の圧力低下を意味し、地下水位の低下、ひいては地盤の圧密沈下を促進する結果を暗示する。

現在、既に地下水の利用が限界に近いと考えられ、今後当地域での地下水揚水量の監視・抑制を行なっていく必要がある、そのためのアクションを早急に取り組む必要がある。

アボタバット地区での地下水使用の大部分はカントンメント・ボードを含む水道用水であり、貴重な地下水保全を考慮したとき、本プロジェクトとしては、新規井戸建設による地下水の揚水量はできるだけ少なくし、少なくとも表流水により取って代わられた現在の地下水揚水量以下とすべきと結論される。

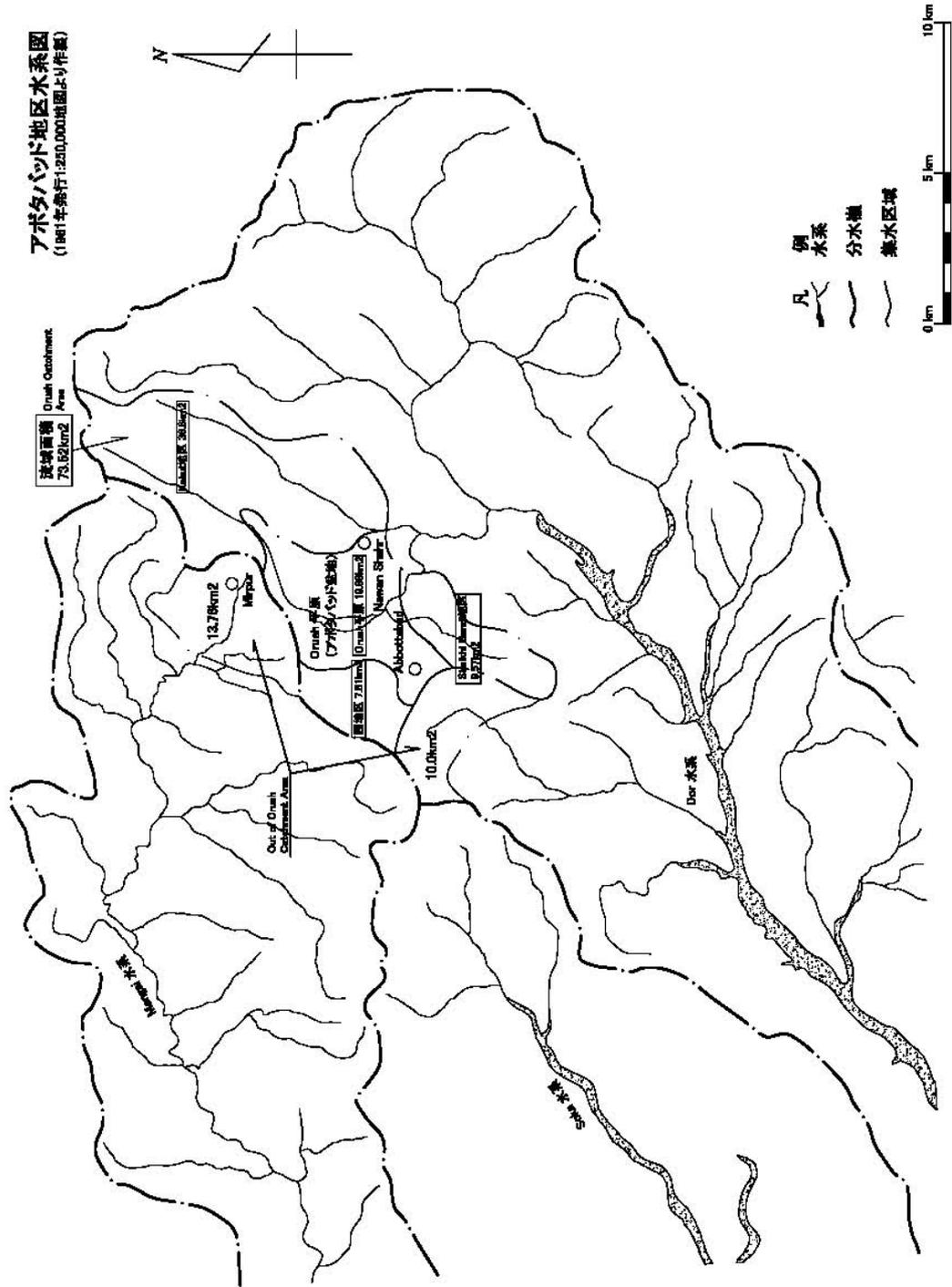


図 2-9 アボタハット地区水系図

2-2-2-3 水源水質の状況

1) 表流水水源水質

水源候補のギャ川、バグ川及びナムリマイラ川の3河川について、取水地点付近での原水水質試験結果は【資料8-3】に示されるように、水道水の水源として一般的な水処理で処理できる原水で、水道用に適したものである。特徴として、河川水の濁度が通常は、低濁度で安定しているが、降雨後に一時的に濁度が急上昇する現象が見られる。現地調査中、山岳部特有の集中豪雨の際に、非常に高い濁度が観測されている。降雨期における河川水濁度の変化を観測するため、8月に20日間の24時間連続濁度観測を実施した結果を同じく【資料8-3】に示す。この結果によれば、1000NTUを越す高濁度が1回観測されている。また、他の降雨時に、最高270NTUの濁度上昇を観測しているが、4時間後には10NTU以下に低下している。

また、これらの河川の取水地点付近での原水の細菌学的性状は、採取されたサンプルによればいずれも糞便性大腸菌が検出されている。取水点は山間部ではあるが上流に小集落が点在しているためと考えられる。

2) 地下水水源水質

既存井戸10ヶ所の水質試験結果を【資料8-3】に示す。石灰岩質の地層の影響で硬度はある程度高いが、水道水源水質として適するものであり、他に問題となる水質項目はない。10井戸のうち、2井において、大腸菌群が試験結果で認められているが、調査団の再検査では陰性と判断されている。

2-2-3 その他

2-2-3-1 環境影響

環境影響については、アボタバット県事業・サービス部により「IEE for Gravity Flow Water Supply Scheme ABBOTTABAD」が作成され、本プロジェクトは、プロジェクトの性格から、後述する水利権の問題も含め、与える影響の規模が問題になるものではないとして、EIAによる詳細な調査を行なう必要はないものと結論している。むしろ、対象地域の水不足を解消し、水位低下を見せている地下水を保全し、水道事業者が支払いに窮している高価な電力費を軽減するといった利点が大きいとしている。この報告を受け、州のEPAは本プロジェクトの実施に対しNon-Objection Certificateを発行している。

プロジェクト対象地域においては、【2-2-1 関連インフラの整備状況】において説明したとおり、同地域では下水道が普及していない。家庭雑排水のほとんどは、し尿を混入した状態で、側溝等から支流河川へあるいは地下浸透しドール河に還流されることになる。プロジェクトの実施による給水量の増加に対処すべく、まず排水施設の整備が必要である。また、下流水域の水質への影響を最小限にすべく下水施設の整備もまた必要となろう。

2-2-3-2 水利権

パキスタン国では、水利権の概念およびその権利が確立しておらず、県内、あるいは州内で水利調整することとなっている。本件実施にあたり、県内における利害関係者間の水利権調整は、県知事の下、調整が行われる。

取水河川であるバグ川、ガヤ川、ナムリマイラ川からの新規の取水に関して、アボタバット県内で直接的に関連する事項としては、ガヤ川取水予定地点におけるダムトール村の既存取水施設による取水への影響の有無が挙げられる。ダムトール村の既存施設の取水水量は 10 l/秒である。一方、ダムトール村の取水点下流でのガヤ川流量の測定結果では、渇水時においても 63 l/秒の水量が見込まれている（表 2-9：測定水量 126 l/秒の 50%）。このことから、新規に 50 l/秒の取水が行われても既存のダムトール村の取水に影響を及ぼすことはない。

上記 3 河川から合計して 200 l/秒の表流水が取水されるが、アボタバット県の下流に位置するハリプール(Haripur)県への影響について以下の通り検討した。

アボタバット地区、カクール測候所による過去 42 年間（1961－2002）の雨量観測によれば、年平均降雨量は 1349mm であり、2001 年の最渇水年での降雨量は 940mm であった。なお、第 2 および第 3 渇水年はそれぞれ 2002 年および 1993 年に起きており、それらの年の降雨量は 1046mm および 1099mm であった。カクールにおける雨量観測データを【資料 8-4 (1)】に示す。ドール川はアボタバット地区を源流としてハリプール県に向け流下し、その流域面積 608km²、河川延長は 70km である。ドール川ラジオイア地点（流域面積 292km²）には北西辺境州水文灌漑部による流量観測所があり、毎日の流量が観測されている。最渇水年および第 2 渇水年を含むラジオイア地点における最近 3 年間（2000－2002 年）の流量観測結果を【資料 8-5 (1)】に示す。

最近 3 年間の流量観測結果によれば、過去 40 に一度の渇水年における最小流量として 2001 年 5 月に 623 l/秒の河川流量が記録されている。また、1988 年に実施された JICA による「首都圏水資源開発基本計画調査」によれば、ドール川ラジオイア地点における渇水量を 650 l/秒と推定している。最近 3 年間のラジオイア地点での河川流量と本プロジェクトによる取水流量の割合を表 2-11 示す。また、上記「首都圏水資源開発基本計画調査」によれば、ハリプールにおけるドール川の流域面積はラジオイア地点の約 1.8 倍、518km² であり、必ずしも流域面積に比例しないが、ラジオイア地点の約 1.8 倍としたときのハリプールでの推定河川流量と本プロジェクトによる取水量の割合も合わせて表 2-11 に示す。また、図 2-10 にドール川水系の概要を示す。

表 2-11 ドール川流量と本プロジェクトによる取水量

年	降水状況	ラジオイア地点／ハリプール地点ドール川流量（l/秒）					
		渇水量（355 日）		低水量（275 日）		常日水量（185 日）	
		ラジオイア	ハリプール	ラジオイア	ハリプール	ラジオイア	ハリプール
2001	最渇水年 (940mm)	623	1,120	1,112	2,000	1,667	3,000
		32%	18%	18%	10%	12%	7%
2002	第 2 渇水年 (1046mm)	856	1,540	1,096	1,970	1,649	2,970
		23%	13%	18%	10%	12%	7%
2000	平年 (1142mm)	1,073	1,930	2,467	4,410	2,999	5,390
		19%	10%	8%	5%	7%	4%

なお、1988 年の上記「首都圏水資源開発基本設計調査」後、関連するプロジェクトの実施はなく、従ってドール川流域を含む調査地域の状況に大きな変化はないものと思われる。

上表に示す如く、本プロジェクトによる取水量はラジオイア地点における 40 年に一度の渇水量に対して約 32%であり、低水量に対しては約 18%である。これを、平年時に近い 2000 年のデータによる

と、渇水量に対し約 19%、低水に対しては 8%となる。一方、ハリプールにおける河川流量に対しては、最渇水年で渇水量および低水量のそれぞれ 18%および 10%、また、平年時においては渇水量の 10%、低水量の 5%と推定される。上記「首都圏水資源開発基本設計調査」は、ハリプールでの年平均流出量を 155 百万 m³ と推定しており、本件による年間の取水量約 6 百万 m³ は上記年平均流出量の約 4%にあたる。以上より、本プロジェクトによるドール川上流での 200 l/秒の取水による下流への影響は大きくないものと言える。

一方、北西辺境州の灌漑部によれば、下流のハリプール県ではドール川の水を広く灌漑用水に利用しており、計画水量約 5.6m³/秒の既設灌漑システム（2 システム）がある。これら 2 システムはハリプール市の約 4km 上流で共通の取水施設により取水されている。上述したドール川流量、特に渇水期の流量データからみると、5.6m³/秒という計画水量は、過大ではないかと思われる。2004 年 5 月 31 日の渇水時期の河川流量は取水地点で約 0.83m³/秒であり、これは設計水量の 15%にすぎない。すなわち、本プロジェクトによるドール川上流での取水の如何に関わらず、渇水時における灌漑用水量は不足していることを示している。また、同日のラジョイア地点の下流ハベリアン（流域面積 415km²）における河川流量は約 1.36m³/秒であり、上記灌漑施設の取水地点では 0.5m³/秒以上の河川流量の減少がみられる。この区間でのドール川利水については明らかではないが、私設の灌漑等による利水が想定される。

北西辺境州政府は灌漑部並びに関係諸機関と協議を行った結果、本プロジェクトの実施を決定している。同時に、北西辺境州政府は、灌漑用水の利用状況の把握や、季節的需要水量の変動、既存灌漑ネットワークの実態調査を通じて、水資源の有効利用に配慮する必要がある。

なお、本計画に係る PC-1 の北西辺境州政府による承認により、水利権の承認がなされたとの説明がパキスタン側よりおこなわれたが、水利権問題については特に重要な事項であるため、下流で影響を受けるハリプール県とアボタバット県との間で行なわれるドール川の水利用の調整について、州政府は今後とも注視する必要がある。

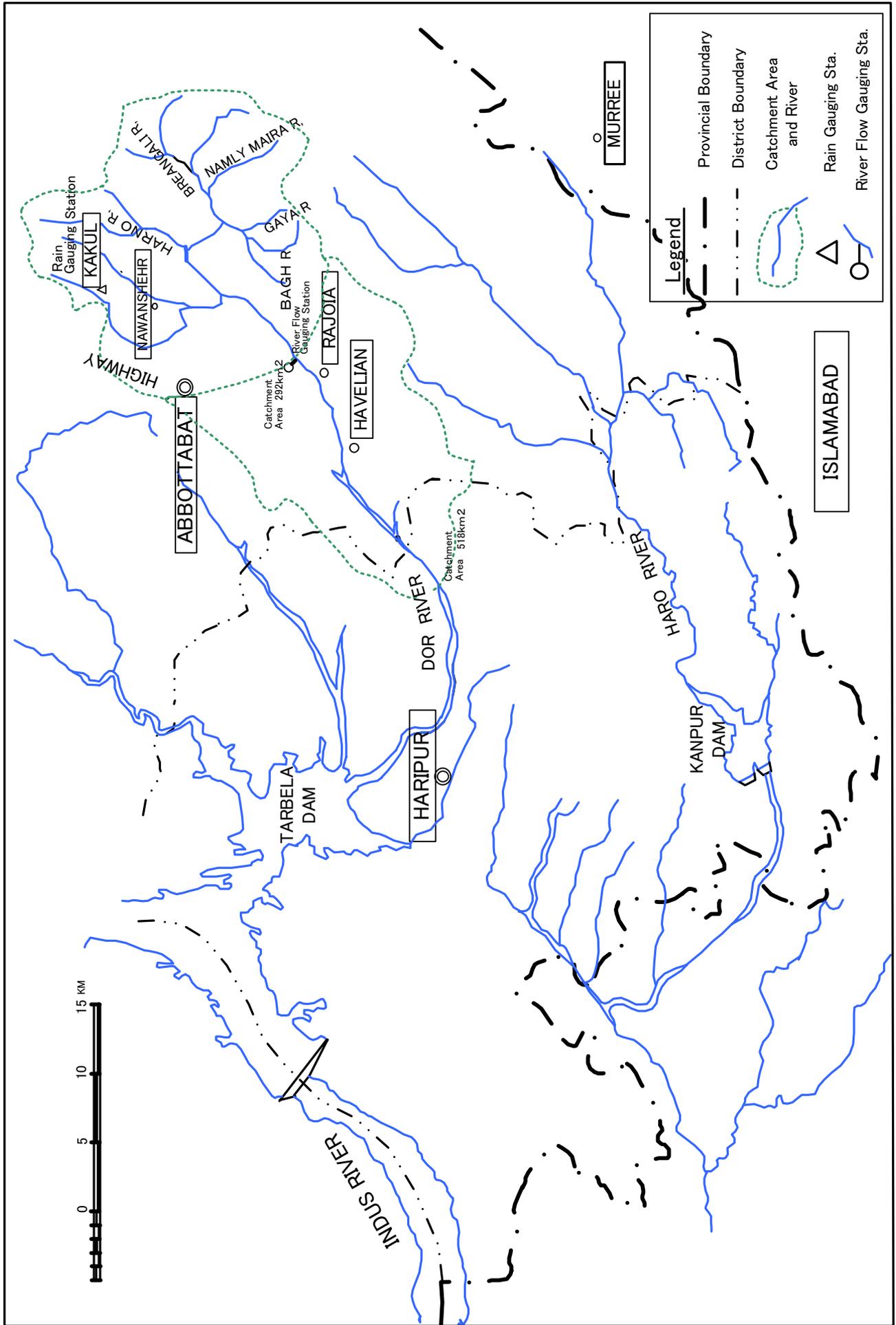


図2-10 ドーフル川水系概要図

第3章 プロジェクトの内容

第3章 プロジェクトの内容

3-1 プロジェクトの概要

3-1-1 上位目標とプロジェクト目標

パキスタン政府は、世銀の指導の下、社会開発の遅れを改善すべく社会行動計画（SAP）を実施してきている。その重点分野にはプライマリー・ヘルス及び農村の水供給と公衆衛生の改善が含まれており、上水道施設などのインフラストラクチャーの整備に取り組んできている。第8次5ヶ年計画（1993/94年～1997/98年）では「全国民に対する衛生的な飲料水を供給すること」を目標としてきた。しかし、その後の2001年に、パキスタン政府は「National Water Sources Development Programme（2001～2010）10ヶ年開発計画」を策定し、その中で上水道整備計画として、より現実的な目標として飲料水普及率を10年間で63%から84%に引き上げるため、新たに5,500万人に飲料水を供給する（都市部：2,700万人、地方都市部：2,800万人）政策を掲げている。

本プロジェクトは、以上の目的の下、アボタバット地区における給水能力向上と安定な給水の確保のため、地下水資源の開発可能量の評価を踏まえた上で、新たに表流水水源を開発し自然流下により導水し、2010年における水需要を満たすための施設整備を行うものである。

3-1-2 プロジェクトの基本構想

事前調査の結果を有効に活用しつつ新たな現地調査結果の検討を踏まえて、先方政府との協議に基づき策定された本計画の基本構想を以下に示す。

3-1-2-1 計画年次

本計画の計画年次は2010年とする。先方政府は当初2015年を目標年次として要請したが、無償資金協力事業として緊急性と規模という観点から2010年とすることが妥当とされ、先方と合意された。

3-1-2-2 給水対象区域と給水対象区域人口の予測

プロジェクト対象地域は、アボタバット市、ナワンシェール市、およびその周辺村落の3地域とする。現在、これらの地域の水道施設は、それぞれ、アボタバット市、ナワンシェール市、アボタバット県により運営されている。周辺村落についてはシェイクル・バンディ自治区、サルハド自治区、ミルプール自治区、ジャンギ（Jhungi）自治区の4自治区に分けられる。このうちジャンギ自治区については、さらにデラワнда、ジャンギ、ラマ・マイラ、バンダ・ガザン（Banda Ghazan）、バンダ・ディラザック（Banda Dilazak）、バンダ・プグワリアン（Banda Phugwarian）、ドバタール（Dobathar）の7村落に分けられている。これらの水道システムは、各村落毎に基本的に独立しており、周辺自治区は10の水道システムからなっている。図3-1に本プロジェクトの各給水対象区域の位置図を示す。また、本計画においては、カントンメントエリアおよび軍施設は給水対象から除外されている。

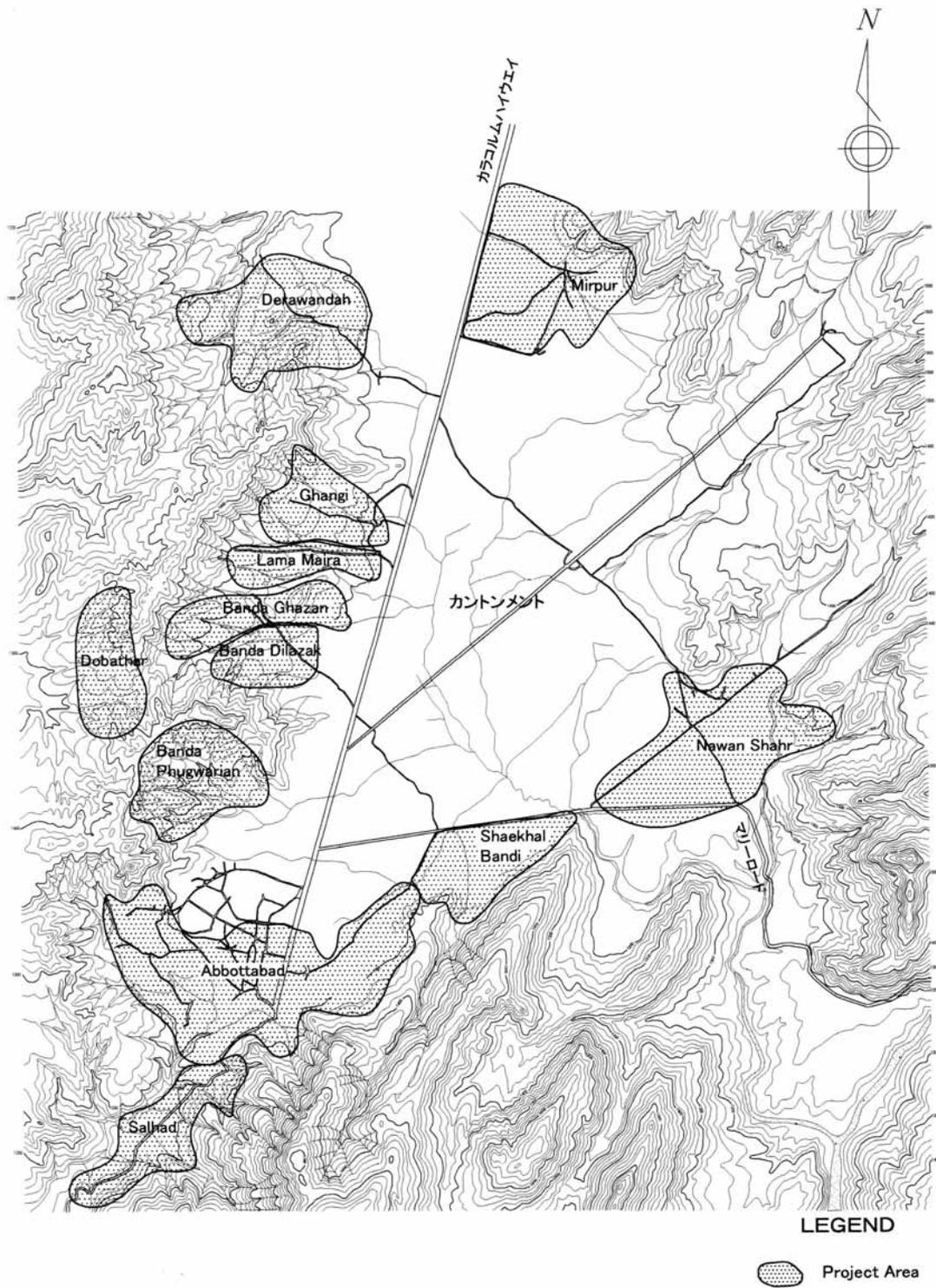


図 3-1 プロジェクトの給水対象区域

給水区域の人口予測については、基本的には利用できる過去の 1981 年及び 1999 年のセンサスデータと自治区については 2003 年 8 月に実施した家屋数の実際のカウントに基づき、計画目標年度である 2010 年にお

ける人口を表 3-1 の通り予測した。【資料 8-2】により詳細な予測データを示す。

表 3-1 給水区域の 2003 年の人口と将来予測人口

給水区域		1998 年 センサス 人口 (人)	2003 年 人口予測			2010 年 給水区域内 人口予測 (人)
			給水区域内人口 (人)	給水人口 (人)	給水普及率 (%)	
1	アボタバット市	47,609	53,340	42,140	79	62,540
2	ナワンシェール市	19,871	29,060	29,060	100	33,150
3	シェイクル・バン デイ自治区	18,193	10,780	7,570	70	13,350
4	サルハド 自治区	21,211	16,180	7,480	46	19,360
5	ミルプール 自治区	18,765	14,710	6,590	45	19,230
6	ジャンギ自治区	26,226	45,810	28,520	62	57,490
6-1	デラワンダ地区	—	9,630	7,660	79	12,090
6-2	ジャンギ地区 * 1	—	21,220	13,620	64	26,630
6-3	バンダ・ブグワリ アン地区	—	6,050	3,930	65	7,590
6-4	ドバタール地区	—	8,910	3,310	37	11,180
合 計		151,875	169,880	121,360	71	205,120

注)1 現在ジャンギ自治区には7つの給水システムがあるが、その内4つのシステム(ジャンギ、ラマ・マイラ、バンダ・ガザン、バンダ・デラザック)を統合する。

注)2 サルハドおよびミルプールの現在人口(2003)は給水区域内の人口で給水区域外の遠隔地の人口は含まれていない。

3-1-2-3 給水普及率の設定

給水対象地域の人口は 2003 年において 169,880 人と推定され、市部と町村部の人口比はほぼ半々となっている。給水普及率については、前出表 3-1 に示されるように、ナワンシェール市が 100%、アボタバット市が 79%、周辺自治区では平均 57%と推定され、給水契約世帯数から 2003 年における給水人口は 121,360 人と推定される。しかし、アボタバット市の住民で水道に未接続の家庭では、他に代替となる水源はなく、実際には、隣家等から水を貰い受けている。これらの家庭も水道給水に依存しているものと考えれば、実態としての普及率はほぼ 100%に近いものと考えられる。この事実を踏まえ、本計画では、給水普及率の向上目標としてアボタバット市、ナワンシェール市については 100%、周辺自治区については国家目標値に準じ 85%と設定する。

3-1-2-4 給水原単位の設定

ナワンシェール市では 24 時間給水を行っており、また、水道料金は水道メータの読みにより徴収されている。一方、他の市町村は定額制をとっている。従ってナワンシェール市の実際の検針による水使用量の記録を顧客台帳から調べ、これに基づき単位給水量を求めることとする。2002 年の家庭用水及び非家庭用水の水使用量は以下の通りである。

家庭水使用量:

サンプル数	334
年間水使用量	15,406 m ³
1給水栓当たり日平均水使用量	23.06 m ³
1栓当たり人口	8.7人(社会経済調査より)
一人一日当り水使用量	87 リッター

非家庭水使用量:

非家庭給水栓/家庭給水栓	2.5 %
非家庭水使用量/家庭水使用量	約2倍(1栓当り)
非家庭水使用量	家庭水使用量の約5 %

日最大給水量: 水使用量の季節変動から日最大給水量は以下のように日平均給水量の 117%と計算される。

月	7-8月	9-10月	11-12月	1-2月	3-4月	5-6月	平均
水使用量	17,986	14,031	16,087	12,591	15,179	16,563	15,406
平均との比較	1.17	0.91	1.04	0.82	0.99	1.08	1.00

水使用量は1~2月の冬期に最小となり、夏期の7~8月に最大値を示している。

以上の調査結果より、目標年度の水使用量は現在のナワンシェール市水使用量レベルと同等なものとして、以下に単位給水量を予測する。

ナワンシェール市及び周辺自治体単位給水量:

家庭水使用量	90 lpcd
非家庭水使用量	5 lpcd(家庭水使用量の5%)
無収水量(損失)	24 lpcd(UFW 20 %)
日平均給水量	119 lpcd

アボタバット市単位給水量:

家庭水使用量	90 lpcd
非家庭水使用量	13 lpcd(家庭水使用量の15%)
無収水量(損失)	26 lpcd(UFW 20 %)
日平均給水量	129 lpcd

日最大係数: 1.15

上記給水原単位は、他都市(ファイザラバード: 155 lpcd、カラチ: 157 lpcd、WASA 大都市低所得層水量: 135 lpcd)と比べ、若干低めに設定されているが、当該地区の逼迫した水資源状況を鑑み先方実施機関との間で合意されたものである。

3-1-2-5 水需要

先に述べた人口予測と給水原単位の設定に従い、目標年度(2010年)の水需要量予測結果を表3-2に示す。

表 3-2 2010 年における水需要予測

給 水 区 域	人 口 (2010 年)	給水人口		需要水量		
		普及率 (%)	給水人口	単位 給水量 (lpcd)	日平均 需要水量 (m3/d)	日最大 需要水量 (lit/sec)
アボタバット市	62,540	100	62,540	129	8,068	107
ナワンシェール市	33,150	100	33,150	119	3,945	52
シェイクル・バンデイ自治区	13,350	85	11,350	119	1,351	18
サルハド自治区	19,360	85	16,460	119	1,959	26
ミルプール自治区	19,230	85	16,350	119	1,946	26
ジャンギ自治区	57,490	85	48,870	119	5,816	77
デルワンダ地区	12,090	85	10,280	119	1,223	16
ジャンギ地区	26,630	85	22,640	119	2,694	36
バンダ・プグワァ リアン地区	7,590	85	6,450	119	768	10
ドバタール地区	11,180	85	9,500	119	1,131	15
合 計	205,120		188,720		23,085	306

3-1-2-6 水源計画

1) 既存井戸の評価

既存水源井を現在の運転状況、周辺水理地質状況、ポンプオペレーターからの聞き取り調査等の情報を基に、既存井戸の今後の継続運転に関する評価結果を表 3-3 にまとめる。

継続使用が可能かの判断条件として以下の 3 項目を考慮に入れ評価する。

- ① 原則として、現在の揚水量の 80~100%の揚水量に抑え、運転時間を現在より長い 18 時間/日程度として、帯水槽の負担を軽減する。すなわち、単位時間当たりの揚水量を減じることにより、井戸への流入流速を軽減さ、シルトや粘土の流入を抑えるとともにインクラステーションを軽減させ井戸の寿命を延ばすこととする。
- ② 過剰揚水あるいは過剰揚水気味と判断される井戸は、その揚水量を 50~70%に減じる。
- ③ 他方、井戸の産出能力が現在のポンプ能力を上回ると判断される井戸については、その送水量を適正値に増やすこととする。

表 3-3 既存井の評価結果

地区名	T/W No.	現況	対 策	揚水量 (l/sec)	運転 時間	日揚水量 (m3/d)	平均揚水量 (l/sec)
1 Derawandah	No.1	ポンプ故障中	No.2井戸に近接していること、建設年代が古いため廃棄。	0	0	0.0	
	No.2	運転中	ポンプを更新し継続運転可能。	5	18	324.0	
	No.3	運転中	ポンプを更新し、揚水量を減じ継続揚水。	3	18	194.4	
	計					518.4	6.0
2 Jhangi	No.1	運転中	ポンプ更新	5.5	18	356.4	
	No.2	運転中	ポンプ更新	4	18	259.2	
	計					615.6	7.1
3 Lama Maira		運転中	ポンプ更新	5.5	18	356.4	
	計					356.4	4.1
4 Banda Phugwarian	No.2	運転中	ポンプを更新し継続運転可能。	5	18	324.0	
	No.3	未使用	電気・ポンプ設備を施し使用、ただし既存井が近接のため揚水量に注意。	4	18	259.2	
	計					583.2	6.8
5 Dobathar		運転中	ポンプを更新し継続運転可能。	4.5	18	291.6	
	計					291.6	3.4
6 Banda Dilazak		運転中	ポンプを更新し継続運転可能。	5.7	18	369.4	
	計					369.4	4.3
7 Banda Ghazan		運転中	ポンプを更新し継続運転可能。	4.5	18	291.6	
	計					291.6	3.4
8 Salhad	No.1	運転中	ポンプを更新し継続運転可能。	6.5	18	421.2	
	No.2	運転中	ポンプを更新し継続運転可能。	5.5	18	356.4	
	No.3(D/W)	運転中	将来アポッタバドの生活排水で汚染の可能性有り。	0	0	0.0	
	計					777.6	9.0
9 Shaekhal Bandi	No.2	運転中	継続使用可。	6.2	18	401.8	
	No.3	運転中	継続使用可。	5.2	18	337.0	
	No.4	運転中	継続使用可。	5.2	18	337.0	
	計					1,075.8	12.5
10 Mirpur	Spring	運転中	新設井を複数周辺に掘削すると枯れる可能性があるため、使用停止。	0	0	0.0	
	No.1	運転中	継続使用可。	6	18	388.8	
	計					388.8	4.5
11 Nawan Shahr	No.1	運転中	継続使用可。	13	18	842.4	
	No.2	運転中	継続使用可。	7	18	453.6	
	No.3	運転中	継続使用可。	11	18	712.8	
	No.4	運転中	ポンプを更新し継続運転可能。	5.5	18	356.4	
	計					2,365.2	27.4
12 Abbottabad	Stoney Jheel	No.1	運転中		0	0	0.0
		No.2	ポンプ故障中	周辺にMES、PMA、カントンメンボードの井戸が11本有り、将来相互干渉問題が発生するので廃棄。	0	0	0.0
		No.3	運転中		0	0	0.0
		No.4	ポンプ故障中		0	0	0.0
	Nawan Shahr	No.1	運転中	将来ケービングの可能性があるので廃棄。	0	0	0.0
		No.3	運転中	将来ケービングの可能性があるので廃棄。	0	0	0.0
		No.4	運転中	将来ケービングの可能性があるので廃棄。	0	0	0.0
		No.5	運転中	揚水量を減じて継続使用可。	10	0	0.0
		No.6	運転中	揚水量を減じて継続使用可。	5	0	0.0
		No.7	運転中	揚水量を減じて継続使用可。	7	0	0.0
		No.8	未使用	土地問題が解決すれば使用可能。			0.0
	Narrian	No.9	未使用	土地問題が解決すれば使用可能。			0.0
		No.6	運転中	将来ケービングの可能性があるので廃棄。	0	0	0.0
		New No.1	未使用	土地問題が解決すれば使用可能。			0.0
		New No.2	未使用	土地問題が解決すれば使用可能。			0.0
計					0.0	0.0	
合計							88.5

この条件に基づき既存井 21 井（アボタバットの 9 井を除く）の内、20 井が継続使用可能と判断された。アボタバット市が使用している井戸については、ケービングが多数生じており、3 箇所の井戸（これらも揚水量を減じる必要がある）を除いて既に廃棄されたり、今後の継続使用についていずれも危惧がある井戸となっている。したがって、既存井の継続利用による揚水は、ナワンシェール市と周辺自治区用のみとし、その揚水量は約 88.5 l/秒(7,700 m³/日)と計画される。これは、現在の揚水量の約 57%に相当する。

2) 表流水水源と地下水水源の最適な開発割合と配分

【2-2-2-2 水源水量の状況】で示した当該対象地域における地下水開発可能水量と表流水取水可能量の評価に基づき、計画年次における最適な表流水水源開発必要水量と地下水利用可能水量を以下に設定する。

表流水取水可能量の評価結果から、各河川の取水量の配分は、流量観測結果に基づき表 3-4 の通りとする。また、地下水開発可能水量の評価および上述の既存井戸評価結果に基づき、計画年次における最適な表流システムによる給水量と地下水システムによる給水量の最適な配分を【3-1-2-5 水需要】で求めた給水区域別の水需要量予測結果を基に決定する。

表 3-4 バグ川、ガヤ川、ナムリマイラ川の取水量配分

(l/秒)

	バグ川上流	バグ川支流	ガヤ川	ナムリマイラ川	合計
取水可能量	70	58	63	66	257
取水量	54	45	49	52	200
余剰	16	13	14	14	57

給水区域内人口：	205,120 人
水道普及率：	85% ~ 100%
給水人口：	188,720 人
水需要：	306 l/秒
既施設容量：	93.5 l/秒
計画給水量：	表流水システム 200 l/秒（内、新規開発水量 200 l/秒）
	地下水システム 108.3 l/秒（内、新規開発水量 15 l/秒）

この結果、表流水システムの導入により、アボタバット市は、全量、表流水システムによる給水に切替えられ、ナワンシェール市と周辺自治区においては、バンダ・プグワリアンとドバタールを除いて、表流水システムと地下水システムが混在する給水となる。表 3-5 に、地下水システムと表流システムの水源水量の配分計画を示す。

表 3-5 給水区域別水需要量と既存水源水量および新規開発水源水量の配分計画

給水区域	2010年 水需要量 (lit/sec)	将来継続利用可能な地下水システム			不足水量 (lit/sec)	新規開発水源水量		
		地下水	湧水	合計 (lit/sec)		地下水	表流水	合計 (lit/sec)
1 アボタバット市	107	0	0	0	107	0	107.0	107
2 ナワンシェール市	52	27.4	5.0	32.4	19.6	0	19.6	19.6
3 シェイクル・バンディ自治区	18	12.5	0	12.5	5.5	0	5.5	5.5
4 サルハド自治区	26	9.0	0	9.0	17	0	17.0	17.0
5 ミルブール自治区	26	4.5	0	4.5	21.5	0	21.5	21.5
6 ジャンギ自治区								
1) デルワンダ地区	16	6.0	0	6.0	10.0	0	10.0	10.0
2) ジャンギ地区	9	7.1	0	7.1	1.9	0	1.9	1.9
3) ラマ・マイラ地区	8	4.1	0	4.1	3.9	0	3.9	3.9
4) バンダ・ガザン地区	10	3.4	0	3.4	6.6	0	6.6	6.6
5) バンダ・ディラザック地区	9	4.3	0	4.3	4.7	0	4.7	4.7
小計(2-5)	36	18.9	0	18.9	17.1	0	17.1	17.1
6) バンダ・ブグワリアン地区	10	6.8	0	6.8	3.2	3.2	0.0	3.2
7) ドパタール地区	15	3.4	0	3.4	11.6	11.6	0.0	11.6
ジャンギ自治区計	77	35.1	0	35.1	41.9	14.8	27.1	59.0
合計	306	88.5	5.0	93.5	212.5	14.8	197.7	212.5

3-1-2-7 表流水システムと地下水システムの基本計画

1) 表流水システム

表流水水源の取水および導水方式について、当初の先方要請の通り自然流下システムを採用することは、結果として、給水対象区域の遠方に位置する河川上流から自然流下により浄水場まで取水・導水する方式となる。したがって、導水管延長が約 23km とかなり長くなり建設費が過大な計画となる可能性もある。そのため、代替案として、給水対象区域近傍の河川（ドール川）からポンプ取水・導水する代替方式と比較し、建設費、維持管理性、経済性等費用対効果等の面から検討を行なった。ポンプ取水地点の選定に当たり、①浄水場予定地点から近距離にある、②取水地点へのアクセスが容易である、の 2 つの条件からダムツール（Damtor）およびハルノイ（Harnoi）の 2 地点を選定した。上記 2 地点について取水量の確保、工事の難易等を比較検討し、代替え案としてダムツール地点を選定した。自然流下案およびダムツール地点でのポンプ取水案を比較した結果は以下の通り。

- ① 建設については自然流下案がやや高いが際立った違いはない。
- ② 維持管理費については電力費が大きいポンプ案が際立って高い。
- ③ 運転・維持管理の難易については両者とも同程度と判断される。

以上、総合的に評価した結果、最適な取水・導水方式として上流の表流水水源からの自然流下方式を採用することとなった。この比較検討内容の詳細については、【資料 8-1】で述べる。

2) 地下水システム

上述した地下水開発可能量の評価と既存井戸の評価に基づき、地下水システムの計画を策定する。

3-2 協力対象事業の基本設計

3-2-1 設計方針

1) 自然条件に対する方針

- 表流水システムの取水地点および導水ルートの一部は山間部に位置するため、地すべりや落石などの自然災害による被害を避けるべく、施設の構造、管材および管防護および維持管理用アクセス等について十分考慮する。
- 表流水システムは、自然流下システムを採用しており取水地点と浄水場での着水点の高低差を利用するシステムである。そのため、途中の導水ルートの標高によっては静水圧が高くなる地点もあることから、その圧力に耐えうる弁・管材を選定するとともに、途中、圧力を開放させる等の対策を設計上で十分考慮する。
- 雨期においては、取水河川の流量が増大するとともに原水濁度が非常に高くなることから、浄水施設でこうした水質変動に対応できるよう考慮する。

2) 社会経済条件に対する方針

- 導水管ルートは、アボタバットとマーリー間を結ぶ州道である Murree 道路沿いが主になる。この Murree 道路は、ドール河沿いの急峻な斜面を切り開いて建設されたもので、アボタバットとマーリー間を結ぶ重要な道路で、他の代替ルートがない。導水管布設工事期間中の車両通行の維持と通行の安全確保について十分考慮する必要がある。
- 事業実施後の運営面の改善のため、現在かなり低く設定されている水道料金の値上げを検討する必要がある。その際、住民の所得レベル、住民負担能力や政府補助金レベル等について先方実施機関と十分協議し適正かつ実現可能なレベルの設定を提言する必要がある。

3) 建設事情/調達事情に対する方針

- 本プロジェクトで多く使用される管材のうち、小口径管（ ϕ 250mm 以下）については、現地で広く利用されている現地製の鋼管（SP）とする。また、ダクティル鋳鉄管（DIP）については現地で生産されておらず、中口径（ ϕ 300mm 以上）については、強度、耐圧性、施工性などを考慮し、第三国調達の DIP の採用を検討する。

4) 現地業者の活用に係る方針

- 井戸建設については、アボタバット県あるいはペシャワール州内の業者がすでにアボタバットにおいて多くの実績もあり活用できる。また、井戸ポンプについては、現地工場で作成されておりこれを活用する。
- 浄水場、取水施設、導水管、送水管、配水池建設については、パ国内の大手建設会社の参加を検討する。

5) 実施機関の運営・維持管理能力に対する対応方針

- 新設される表流水システムを運営管理するための新たな体制が必要である。現在各水道システムを運営管理しているアボタバット市、ナワンシェール市、県（事業・サービス部）の三事業体について

て、プロジェクト実施後の役割・責任を明確とするとともに、現実的で実現可能な組織体制を検討する。また、その組織化に当たってはソフトコンポーネント等の導入による支援を検討する。

- 本プロジェクトで導入される浄水場の運転に関し、同地域でははじめての浄水施設であることから、施設の運転維持管理体制を確立するため、ソフトコンポーネントによる支援を検討する。

6) 施設、機材等のグレードの設定に係る方針

協力対象事業の主な施設計画の内容としては、表流水システムは、取水施設、導水施設、浄水場、送水施設、配水池からなり、地下水システムの施設計画内容は、井戸施設、送水施設、配水池である。

- 起伏に富む上流の Namly Maira 川、Bagh 川、Gaya 川沿いの導水管の布設に関しては、埋設を基本とするが、必ずしも埋設とせず、露出、懸架方式など現場の周辺状況に応じた布設方法を取ることをとする。
- 導水管施設は、表流水システムの最も重要な施設であるが、高低差が大きく自然流下導水のため途中地盤の低い箇所では静水圧が高くなる。そのため、管材、弁類については高圧を十分考慮した材質とし、また、途中、圧力開放槽を設置して、管内圧力を最大 25kg/cm² として設計する。
- 浄水施設は、処理水水質が WHO 飲料水水質ガイドライン値を満足できる処理方式を選定する。また、施設は運転維持管理が容易な方式とし、自動制御は極力使用せず、マニュアル操作を基本とする。
- 既存井戸に見られる過剰揚水やケービング現象などを避けるため、新設あるいは改修が必要な井戸について適正揚水量を設定するとともに、運転管理と監視に最小限必要な設備を追加する。

7) 工法/調達方法、工期に係る方針

- 山岳部の急峻地域への車両によるアクセスは困難であり、また、工事現場によっては既設道路の拡幅が必要となる。建設機械や運搬用トラックが侵入できない工事現場では、仮設道路建設後トラクターの使用や人力による資機材の搬入が必要となる。
- 浄水場本体工事は、建設サイトの地盤が岩質のところが多く、ジャイアント・ブレーカー、バックホー、発破を用いる必要がある。浄水場建設サイトでは、岩掘削量が多く、このために必要な工期を十分見込んでおく必要がある。
- 管布設の工事量が多く工期が限られているため、複数区間を同時進行で工事を行う必要がある。そのため、工事体制はもちろんのこと、施工監理体制もこれらに十分対応できるよう要員配備を検討する必要がある。

3-2-2 基本計画

本事業により、現在、もっぱら井戸水源による既存水道システムに、新たに表流水水源を取水する表流水システムが加わることとなる。以下では、表流水システムと地下水システムに分けてその計画を述べる。

3-2-2-1 表流水システム

1) 取水施設

取水水量と取水位置

各河川からの取水量を確保し、取水地点から自然流下方式により浄水場（標高 1,360m）までの導水を可能とするには、各取水地点において表 3-6 に示す標高（取水施設の最低水位）が必要となる。

表 3-6 バグ川、ガヤ川、ナムリマイラ川の取水地点標高

取水河川	バグ川上流	バグ川支流	ガヤ川	ナムリマイラ川
取水量	54 l/秒	45 l/秒	49 l/秒	52 l/秒
取水地点標高	+1429 m	+1428 m	+1422 m	+1626 m

なお、ナムリマイラ川取水地点の標高は、導水管路線上に最高標高+1600m の地点があることから+1625m に設定された。

取水方式

取水量の規模及び取水地点の特徴より、岩石などの流下による損壊の危険がなく、安定した取水が期待できるバースクリーンによる取水方式、すなわち取水口前面にスクリーンを配置し石礫や流下浮遊物の流入を阻止する方式を採用することとする。

バースクリーン方式には後方取水方式と底部取水方式とがある。後方取水方式の構造は底部方式に比べやや複雑となるが、コスト的には大差はなく、取水の確実性と構造的安定性を評価し、後方取水方式を採用することとする。

2) 導水管施設

表流水システムによる給水量を 198 lit/s、浄水処理工程でのロス及び場内給水などを 1.0%と見込み導水流量を 200 l/秒とする。

導水管布設ルート

導水管布設ルートの位置関係（区間）は、図 3-2 に示す通りである。各ルートの状況は以下のとおりであり、その状況により管布設方法の検討が必要である。

- ④ 河川沿いの急傾斜地（それぞれ Bagh 川、Gaya 川及び Namly Maira 川沿い）
【区間】：1～2、4～6、5-1～5、5-2～5、5～6
- ⑤ バグ川及びガヤ川合流地点から州道マリ一道路までの車輛の通れないルート
【区間】：6～7
- ⑥ ナムリマイラ川から州道マリ一道路間の曲がりくねった幅員（約 4m 程度）の狭い道路
【区間】：2～3
- ⑦ 州道マリ一道路沿いの急傾斜で曲がりくねったルート（管布設地盤は大部分が岩質である。）
【区間】：3～7
- ⑤ 州道マリ一道路沿いに浄水場サイト下までの区間（路肩部分の管布設スペースが非常に狭い、管布設地盤のかなりの部分が岩質である。） 【区間】：7～7b
- ⑥ 浄水場へのアクセスで急傾斜部分 【区間】：7b～8

布設する導水管施設は表 3-7 の通りである。

表 3-7 導水管の口径、管種と布設延長

施設名	サイト	参考図面 位置番号	導水流量 (l/s)	口径・仕様等	数量
導水管	Namly Maira取水点～県道(Namly Maira橋地点)まで	1～2	52	φ250、SP	1570 m
	県道(Namly Maira橋地点)～州道Murree道路合流点まで	2～2a	52	φ250、SP	1460 m
		2a～3	52	φ200、SP	670 m
	Murree道路合流点～Bagh/Gayaからの導水管との合流点	3～7	52	φ150、SP	1800 m
	Gaya川取水点～Bagh川との合流点まで	4～6	49	φ200、SP	720 m
	Bagh川本流取水点～Bagh川支流との合流点まで	5-1～5	54	φ250、SP	930 m
	Bagh川支流流取水点～Bagh川本流との合流点まで	5-2～5	45	φ150、SP	240 m
	Bagh川本流支流合流点～Gaya川との合流点まで	5～6	99	φ250、SP	500 m
	Bagh川とGaya川の合流点～Namly Mairaからの導水管との合流点まで	6～7	148	φ350、DIP	1750 m
	Bagh/Gaya導水管とNamly Maira導水管の合流点～浄水場まで (州道Murree道路沿い)	7～7a	200	φ450、DIP	6140 m
7a～8		200	φ500、DIP	4710 m	
圧力開放槽		①②③		RC造	3箇所

ナムリマイラ川取水地点の標高は、+1626mと非常に高く、導水管の静水圧を抑制する必要がある。そのため、図 3-2 に示す①、②、③の地点に圧力開放槽を設けることとする。これらの圧力開放槽の標高は、それぞれ、+1550m、+1400m、+1370m、である。これらの地点に自由水面を設けることで、管内圧力を最大 25kg/cm² として設計する。

管種の選定

地形的な特徴である高低差のある導水管ルートやルート周辺の自然状況から、主要ルートである州道マリ一道路沿いに布設する中口径（φ350mm 以上）の管材としては、安全性確保の点から管材としては耐管内水圧、耐外圧性に富む材質とする必要がある。よって、ダクタイル鋳鉄管あるいは鋼管が有利であるが、施工性という点で比較すると、鋼管は、管接合に高度な技能が必要とされる溶接作業と、その作業のための継手掘り、溶接後の検査、溶接箇所の防食処理等が必要となり、布設・検査に比較的長い時間を要する。施工性の点からダクタイル鋳鉄管を選定する。

取水施設からの小口径管（φ250mm 以下）については、管内水圧は特に高くなく現地で生産されている鋼管を使用する。

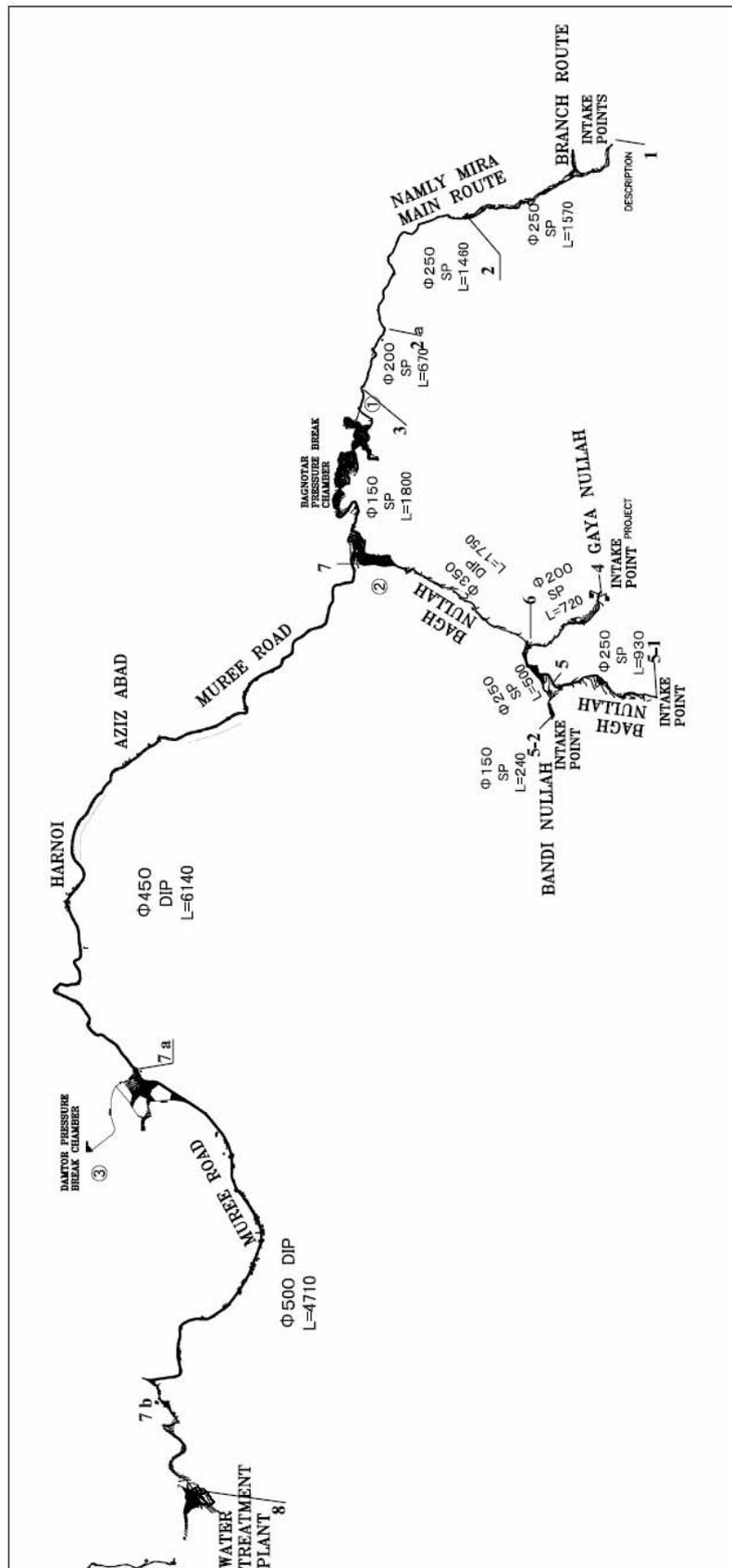


図 3-2 取水地点、導水管布設ルート、圧力調整槽、浄水場の位置関係

(3) 浄水場施設

【2-2-2-3 水源水質の状況】で述べたとおり、河川水の水質は通常良好であるが、降雨後一時的に濁度が上昇する傾向がある。他の水質項目については、大腸菌群を除き、WHO ガイドライン値を満足している。

これらの水質試験結果及び連続濁度観測結果より、以下の浄水処理工程を計画する。

- ① 沈殿池／原水調整池 → ② 粗ろ過池 → ③ 緩速ろ過池 → ④ 浄水池／送水調整池 → ⑤ 塩素殺菌（高度サラシ粉）

沈殿池

非常な高濁度時は年間を通して3～4回程度と推定される。このような高濁度時は取水を停止することとなるが、沈殿池／原水調整池を設けることによって、運転管理において処理不能な高濁度原水の発生から取水停止に至る時間を調整し、高濁度原水の処理工程への侵入を防ぐこととする。濁度チェックから取水停止までの時間を考慮し、沈殿池の滞留時間を2時間と設定する。沈澱汚泥の排泥は、池を空にして人力によるものとする。

粗ろ過池

緩速ろ過池の運転管理においては、降雨による濁度上昇はろ過継続時間を極端に短縮することとなる。粗ろ過により、およそ50%の濁度低下が見込まれ、緩速ろ過池への濁度の過負荷が低減される。粗ろ過池には水平流式、重力式及び上向流式があり、水平流式は構造が簡単であるが、ろ過速度を低く抑える必要がある。上向流式はろ過速度を速めに設定でき、重力式はその中間のろ過速度で設計される。本計画では、ろ過速度を速めに設定できる利点と洗浄が比較的容易である上向流式粗ろ過池を採用することとし、ろ過速度を1.5 m/時間（36m/日）に設定する。

緩速ろ過池

緩速ろ過池は通常4～5m/日のろ過速度で設計される。原水濁度が非常に良好な場合8m/日の高速で計画されることもあるが、粗ろ過を必要とする原水水質を考慮し、ろ過速度は5 m/日と設定する。ろ材の砂と砂利は現地にて入手できるものとする。

浄水池（調整池）

浄水池は、各給水区域への送水を連続して行なうためと、取水停止により浄水処理が出来ない時間帯にもできるだけ送水を継続するために設ける。流量観測時のデータによれば、河川水濁度上昇により取水を停止すべきと思われる時間帯は約6時間であった。取水停止すべき状況は前述したように、降雨期の年3～4回程度と推定されるため、浄水池に6時間分の容量を持たせる必要は無いものと思われる。本設計では、浄水池の容量は3時間分とする。

殺菌設備

現在は、水源として地下水を利用しているため塩素殺菌は行われていないが、表流水を水源とするにあたっては、処理水の細菌学的安全性を確保するため塩素殺菌を実施する必要がある。浄水量が比較的小水量であること、また、これまで塩素殺菌の実績が無いこと等を考慮して、殺菌剤として維持管理を厳密に行なわ

なければならぬ塩素ガスによらず、高度サラン粉または次亜塩素酸カルシウムを使用した自然流下方式による塩素殺菌設備を採用することとする。塩素の注入率は長距離の送水管及び受水先での配水池の容量を考慮して最大2 ppm とする。

その他の設備

浄水場の給水及び薬品（高度サラン粉）溶解のため場内に給水設備を設置する。浄水場の運転・維持管理のため管理棟を建設する。管理棟には所長室、事務所、会議室、水質試験室、倉庫・資料室、湯沸・便所等を設ける。

浄水場管理道路

浄水場の運転上、さらし粉の搬入やろ過砂搬入が定期的に必要なとなる。また、弁類や管材等の浄水場設備の万一の修復時には、重量トラック等の進入が必要となる。このような目的のため公道から浄水場までの区間を浄水場管理道路として5m幅、舗装道路にて整備する。

浄水場施設の諸元を表3-8に示す。

表 3-8 浄水場施設諸元

1 処理水量	Q = 17,300 m ³ /日 (200 lit/s) 処理工程のロス及び場内給水等を1%見込む
2 沈殿池	矩形水平流自然沈殿池
形式	矩形水平流自然沈殿池
池数	N = 2 池
滞留時間	T = 2 時間
容量	V = 1,460 m ³
形状寸法	幅 12m x 長 24m x 有効水深 2.5m x 2 池
付帯施設	流入角落し 4 基/池 流入・流出整流壁 1 式 流出堰 1 式 排泥ハルブ (φ150mm) 1 基/池 排泥管 (φ200mm) 1 式 池内洗浄用ポンプ/配管 1 式
3 粗ろ過池	上向流式
形式	上向流式
池数	N = 12 池
ろ過速度	V = 36 m ³ /日 (1.5 m ³ /時間)
形状寸法	幅 6.6m x 長 6.1m x 水深 1.3m x 12 池
ろ過砂利	3 層 φ 24 ~ 50mm x 50 cm φ 12 ~ 18mm x 30 cm φ 8 ~ 12mm x 20 cm
集水装置	多孔版 (鉄筋コンクリート造)
洗浄排水	洗浄速度 60 cm/分
配管	流入 本管 φ350 mm 支管 φ150 mm 流出 本管 φ300 mm 支管 φ150 mm 洗浄排水 本管 φ600 mm 支管 φ400 mm
付帯施設	流出堰 2ヶ所 洗浄排水堰 1ヶ所 洗浄タンク 150 m ³
4 緩速ろ過池	流入側水位調整 (角落とし)
形式	流入側水位調整 (角落とし)
池数	N = 6 池 (内1池予備)
ろ過速度	V = 5 m ³ /日 (0.2 m ³ /時間)
形状寸法	幅 16m x 長 43.5m x 水深 2.35m x 6 池
ろ過砂	有効径 φ0.4 mm 均等係数 2.0 以下 砂層厚 90 cm
ろ過砂利	4 層 φ 60 mm x 15 cm φ 20 ~ 30mm x 10 cm φ 10 ~ 20mm x 10 cm φ 3 ~ 4mm x 10 cm
集水装置	集水本管 幅0.6 x 高0.3 コンクリートブロック 集水支管 φ100mm有孔管 (PVC)
配管	流入管 φ200 mm 流出管 φ350 mm 逆送管 φ150 mm 排水管 (流出渠) φ100 mm
付帯施設	流入堰 1 式 流出堰 1 式 洗砂装置 1 式

5 浄水池	池数 N = 2 池 滞留時間 T = 3 時間 容量 V = 2,148 m ³ 形状寸法 幅 16.5m x 長 21.7m x 有効水深 3m x 2 池 配管 流入管 φ350 mm 流出管 φ350 mm 越流管 φ300 mm 排水管 φ150 mm
6 塩素殺菌施設	薬品 高度サリ粉 注入量 最大 2 ppm 平均 1 ppm
注入方式	自然流下式
注入点	浄水池流入部
溶解タンク	タンク数 2 基 (内1基予備) 容量 3 m ³
注入機	2 基 (内1台予備)
7 管理棟	構造 RC 造り 幅 12m x 長 18m 玄関ホール 18 m ² 所長室 18 m ² 事務室 56 m ² 会議室 30 m ² 水質試験室 9 m ² 倉庫・資料室 22 m ² 湯沸・便所・廊下等 63 m ²
8 給排水設備	給水タンク FRP 造り 1 m ³ 給水ポンプ 75 lit/min 2 台 (内1台予備) 浄化槽 20人槽 1 基
9 場内配管	原水流入管 φ500 mm 原水流量計 (ウォルマウントイフ) φ400 mm 沈殿池 - 粗ろ過池連絡管 φ400~350 mm 粗ろ過池 - 緩速ろ過池連絡管 φ450~200 mm 緩速ろ過池 - 配水池連絡管 φ350 mm 送水管 φ500 mm 送水流量計 (ウォルマウントイフ) φ400 mm
10 場内整備	場内道路 1600 m ² 石積み 530 m フェンス h = 1.0~5.0m 475 m

4) 送水管施設(表流水システム)

水需要予測結果に基づき、送水量を 198 l/秒として計画する。各給水区域への送水量は表 3-9 の通りである。

表 3-9 各給水区域への送水量

給水区域	送水量 (lit/s)	送水先
アボタバット市*1	107	
Aram Bagh System	53.5	既 Khola Kehal タンクへの既送水管に接続
Kunj System	32.1	既 Kunj Gadeem タンクへの既送水管に接続
Jinnah System	21.4	既 Jail タンクへの既送水管に接続
ナワンシェール市	19.6	新設地上配水池へ送水
シェイクル・バンデイ自治区	5.5	既配水池に隣接した新設配水池に送水
サルハド自治区	17.0	新設地上配水池へ送水
ミルプール自治区	21.5	既配水池に隣接した新設配水池に送水
ジャンギ自治区	26.2	
デルワンダ地区	10.0	既配水池に隣接した新設配水池に送水
ジャンギ地区*2	17.1	既配水池に隣接した新設配水池に送水
合 計	198	

注: *1 アボタバット市3システムへの送水量の配分は既設配水池容量の比とする。
*2 ジャンギ地区は4つの既システム(ジャンギ、ラマ・マイラ、バンダ・ガザン、バンダ・デルザック)を含む。

送水管ルート

送水管ルートは図 3-3 に示す通り、以下のように大きく二つのルートからなる。

① アボタバット・サルハドルート

浄水場より急斜面に布設後、州道マリー道路沿いを(西方向) 経て、シナルリンク道路(Shinar/Link Road) 沿いにアボタバット市アラムバグ 及びクンジ増圧ポンプ場で既設送水管に接続される。途中、マリー道路からシェイクル・バンデイ新設配水池に分水。その後国道カラコルムハイウェイに達し、カラコルムハイウェイからジナ 増圧ポンプ場及びサルハド新設配水池に分岐する。サルハド配水池には国道カラコルムハイウェイ沿いに配管する。

② ナワンシェール・ミルプールのルート

州道マリー道路沿い(東方向) に布設後、ナワンシェール市を経て国道カラコルムハイウェイに達する。その後、このハイウェイ沿いにミルプール、ジャンギ方面に分水、それぞれミルプール、デルワンダ及びバンダ・ガザンの新設配水池に送水する。

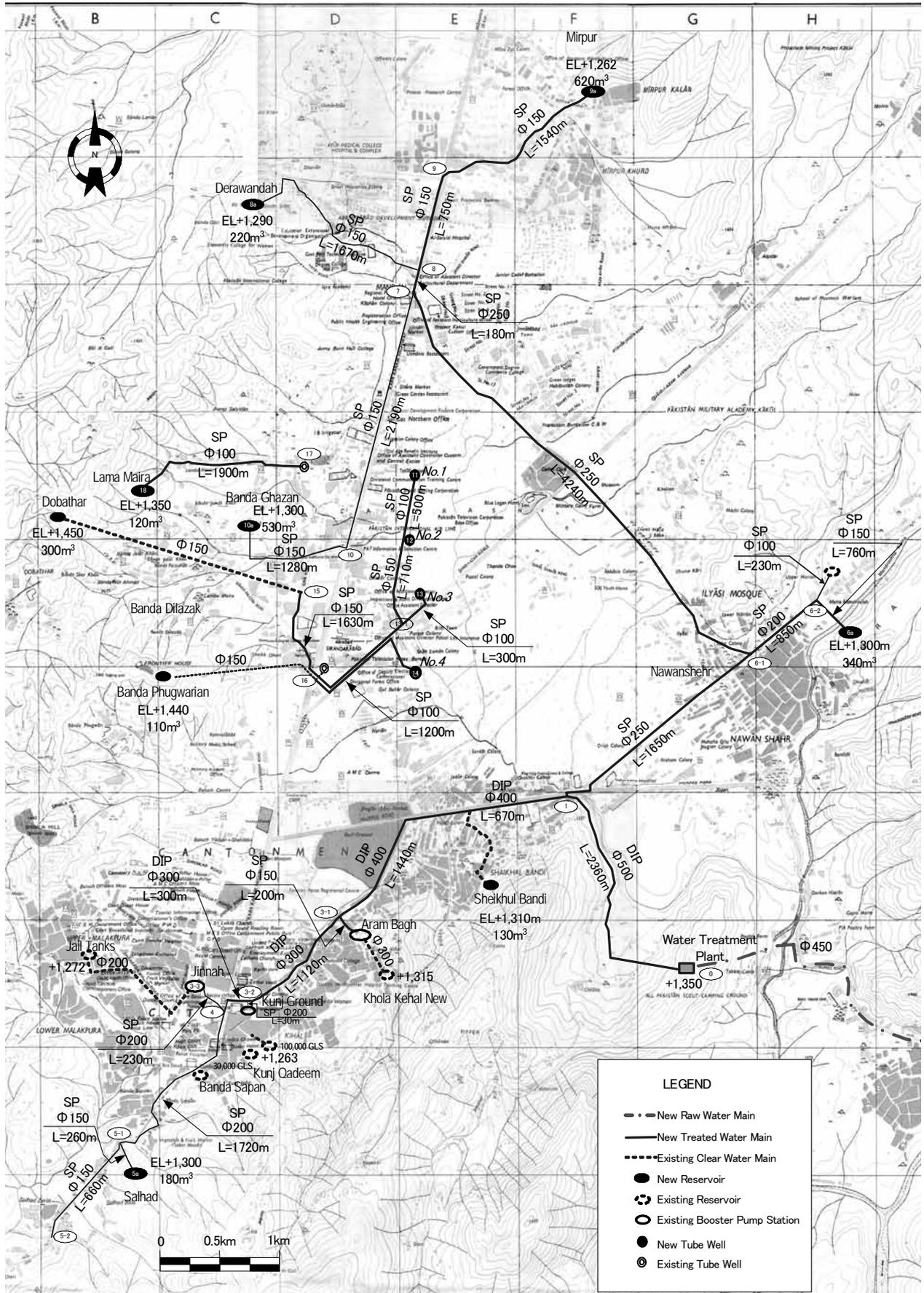


図 3-3 送水管ルートと新設配水池および新設井戸の位置図

送水管の口径、管種と布設延長

送水管の口径、管種及び布設延長は表 3-10 の通りである。

表 3-10 送水管の口径と布設延長

施設名	サイト	参考図面 位置番号	送水流量 (l/s)	口径・管材	数量
送水管 1	表流水システム				
	Salhad方面				
	浄水場～Murree道路合流まで	0～1	197.7	φ 500、DIP	2360 m
	上記Murree道路合流～Sheikhul Bandi配水池への分岐点まで	1～3-0	129.5	φ 400、DIP	670 m
	Sheikhul Bandi配水池への分岐点～Aram Baghポンプ場への分岐点まで	3-0～3-1	124.0	φ 400、DIP	1440 m
	Aram Baghポンプ場への分岐点～Aram Baghポンプ場まで	3-1～3a	21.4	φ 150、SP	200 m
	Aram Baghポンプ場への分岐点～Kunjポンプ場への分岐点まで	3-1～3-2	102.6	φ 300、DIP	1120 m
	Kunjポンプ場への分岐点～Kunjポンプ場まで	3-2～3b	32.1	φ 200、DIP	30 m
	Kunjポンプ場への分岐点～カラコルムハイウェイとの合流点まで	3-2～4	70.5	φ 300、DIP	300 m
	上記カラコルムハイウェイとの合流点～Jinnahポンプ場まで	4～3-3	53.5	φ 200、SP	230 m
	上記カラコルムハイウェイとの合流点～Salhad新設配水池への分岐点まで	4～5-1	17.0	φ 150、SP	1720 m
	Salhad新設配水池への分岐～Salhad新設配水池まで	5-1～5a	6.0	φ 150、SP	260 m
Salhad新設配水池への分岐～既設管接続まで	5-1～5-2	11.0	φ 150、SP	660 m	
2	Nawansher方面				
	浄水場からの送水管とMurree道路合流点～PMA道路との交差点まで	1～6-1	68.2	φ 250、SP	1650 m
	PMA道路との交差点～新設Nawansher配水池への分岐点まで	6-1～6-2	19.6	φ 200、SP	850 m
	新設Nawansher配水池への分岐点～同配水池まで	6-2～6a	11.6	φ 150、SP	760 m
	新設Nawansher配水池への分岐点～既存Maira配水池まで	6-2～6b	6.3	φ 100、SP	230 m
3	Mirpur／Derawanda方面				
	PMA道路との交差点～カラコルムハイウェイとの合流点まで	6-1～7	48.6	φ 250、SP	4240 m
	カラコルムハイウェイとの合流点～Derawanda配水池への分岐点まで	7～8	31.5	φ 250、SP	180 m
	Derawanda配水池への分岐点～Derawanda配水池まで	8～8a	10.0	φ 150、SP	1670 m
	Derawanda配水池への分岐点～Mirpur配水池分岐点まで	8～9	21.5	φ 150、SP	750 m
	Mirpur配水池分岐点～Mirpur配水池まで	9～9a	21.5	φ 150、SP	1540 m
4	Banda Gazan方面				
	上記カラコルムハイウェイとの合流点～Banda Gazan配水池への分岐点まで	7～10	17.1	φ 150、SP	2190 m
	Banda Gazan配水池への分岐点～Banda Gazan配水池まで	10～10a	17.1	φ 150、SP	1280 m

新設送水管は既設の配水池に送水する場合は、既存の送水管に接続する。また、新設配水池に送水する場合は、その配水池まで新たな送水管を布設する。

送水コントロール

各配水池への流入コントロールは、各配水池の流入管に水位調整弁を設置し、これにより制御する。水位調整弁の設置が必要となる配水池は、表 3-11 の通りである。

表 3-11 水位調整弁が必要となる配水池

給水系統	配水池名	既設／新設	容量	流入管口径 (mm)
Kehal System	Khola Kehal New	既設	100,000GLS	300
Kunj System	Kunj Qadeem New	既設	100,000GLS	150
	Kunj Qadeem Old	既設	30,000GLS	150
	Banda Sapan	既設	50,000GLS	150
Jinnah-Jail System	Jail Old	既設	200,000GLS	200
	Jail New	既設	100,000GLS	200
Nawansher	Maira	既設	50,000GLS	100
	New	新設	340m ³	150
Salhad	Tank No.1	既設	50,000GLS	150
	New	新設	180m ³	150
Mirpur	New	新設	620m ³	150
Sheikhul Bandi	New	新設	130m ³	100
Derawanda	New	新設	220m ³	150
Banda Gazan	New	新設	530m ³	150

3-2-2-2 地下水システム

1) 既設井戸ポンプの更新

既存井のポンプの更新は、①ポンプの使用年数と老朽度、②ポンプ定格に対する現在のポンプ運転状況、すなわちポンプの運転状況が定格通りでないことは、井戸運転水位の変化等計画されたポンプ揚程が実状に合っていないか、ポンプインペラの摩耗等ポンプの能力が計画時と異なっているなどが考えられる、③井戸の適性揚水量を含むポンプ定格の適正さ、すなわちポンプの定格が井戸の能力を超える場合は過剰揚水となり、反対に井戸能力以下のポンプ定格は非効率な運転を強いられる結果となる、を考慮して決定された。

現在運転中の既存井 21 井（アボタバットの 9 井を除く）の内、表 3-12 に示す 12 井のポンプ更新を計画する。更新にあたっては、井戸洗浄と所要揚水量での運転水位が把握できる程度の簡易な揚水試験を実施し、最適なポンプ仕様を決定する必要がある。

また、ポンプの更新の際、井戸施設管理のため、以下に示す最小限の基本的機能を追加する。

- ① 井戸水位の定期的観測を行なうために、水位計を挿入できるガイドパイプを井戸ケーシング内に設置する。
- ② ポンプ保護のため、井戸水位の異常低下時にポンプ自動停止せしめるための水位計とリレーを設置する。
- ③ ポンプの適正揚水量をモニターすべく流量計を設置する。

流量計に関し、ポンプ揚程高いことから高圧仕様の特殊な流量計が必要なため、超音波式の流量計とする。

表 3-12 更新すべき井戸ポンプのリスト

地区名	T/W No.	既存ポンプ規格			井戸完成年	ポンプ製造年	現状
		タイプ	揚程(m)	揚水量(l/sec)			
1 Derawandah	No.2	B	192.1	7.6	1997	1984	ポンプ定格容量の71%で運転。
	No.3	S	122	8.8	1995	1996	運転水位が低下しており、井戸能力以上の揚水量で運転、ポンプ揚程不足。
2 Jhangi	No.1	S	152.5	12.6	1979	1974	地下水位の低下は認められるが安定した運転を継続中。ポンプ老朽化。
	No.2	B	289.7	7.6	1992	1993	地下水位の低下。
3 Lama Maira		B	122	12.6	1982	1982	ポンプの老朽化。
4 Banda Phugwarian	No.2A	S	274.5	7.6	1998	1992	ポンプ定格容量の36%で運転、水位の著しい低下は認められない。
5 Dobathar		S	305	9.5	1986	1986	ポンプ定格容量の61%で運転、水位の低下。
6 Banda Dilazak		S	189.1	7.6	1988	1988	ポンプ定格容量の95%で運転、水位の低下。
7 Banda Ghazan		S	289.7	12.6	1988	1988	ポンプ定格容量の44%で運転、水位の低下。
8 Salhad	No.1	S	192.1	5.3	1995	不明	水位低下の傾向にある。
	No.2	S	201.3	10.1	1996	不明	
9 Nawan Shahr	No.4	S	76.25	10.1	1984	1984	ポンプ老朽化。

S:水中モーターポンプ B:ポアホールポンプ

2) 新設井戸の計画

新設する井戸は、標高が高く表流水システムでの給水が困難な給水地区であるバンダプグワリアン地区およびドバタール地区の水需要を満たすために必要となる。両地区の追加の地下水需要量は 14.8 lit/s と予測される。新設井の位置については、以下に基づき検討された。

- ① 給水区域にできるだけ近いこと、
- ② 地下水揚水量は充分確保できる地域、
- ③ 井戸掘削が可能な地区/場所（井戸間隔が 500m程度確保できること）

その結果、井戸掘削地区はカラコルムハイウェイ東側のナリアン地区と計画された。井戸位置は、図 3-3 に示す。新設井はアボタバット盆地谷部の自噴地帯に位置し、比湧出量 100~300m³/日/mと比較的大きな揚水量を期待できる地区に建設される。これら高い比湧出量が期待できる地区での既存井の揚水量は 10~20 l/秒と高いが、一方、井戸スクリーン周辺に空洞が出来、この空洞部分の崩壊に至るケーシングを起すリスクも大きい。したがって、新設井の揚水量は 6 l/秒程度に抑え、持続性の高い井戸として計画する。

地下水需要量と 1 井当たり揚水量から、必要な新設井は 4 井（バンダプグワリアン地区給水用 1 井、ドバタール地区給水用 3 井）と計画する。

3) 送水管施設(地下水システム)

新設井戸 4 井からの揚水は、表流水の自然流下給水が届かない標高の高い位置の配水池へ送水される。この新設井戸に伴い、表 3-13 に示す送水管の増強が必要となる。また、ラマ・マイラシステムについては、現在、配水池がないため、既存井戸から新しい送水管を布設し給水区域の高所に給水のために、新たに建設される配水池に送水するようシステムが変更される。各井戸からの揚水量は、一日に必要な給水量を 18 時間運転で送水できる容量に設定し、管口径もその送水量により計画する。

表 3-13 地下水システムの新設送水管のリスト

施設名	サイト	参考図面 位置番号	送水量 (l/s)	口径・管材	数量
送水管	地下水システム				
1	Dobatarシステム				
	新設井戸No.1～新設井戸No.2	11～12	5.2	φ100、SP	500 m
	新設井戸No.2～新設井戸No.3からの送水管との合流点まで	12～13-1	10.3	φ150、SP	710 m
	新設井戸No.3～新設井戸No.2からの送水管との合流点まで	13～13-1	5.2	φ100、SP	300 m
	新設井戸No.2と新設井戸No.3の送水管の合流点～既存管との接合点まで	13-1～15	15.5	φ150、SP	1630 m
2	Banda Pugwarianシステム				
	新設井戸No.4～既設管との接合点まで	14～16	4.3	φ100、SP	1200 m
3	Lama Mairaシステム				
	既存井戸～新設Lama Maira配水池まで	17～18	5.5	φ100、SP	1900 m

3-2-2-3 配水池計画

各給水区域における新設配水池の必要性を以下の条件の下に評価し、2010年における水需要に対して配水池容量が不足する区域には必要な容量の配水池を設計する。

- 配水池の容量は日平均給水量の8時間分とする。
- 各システム毎、既存タンク容量から現在の配水量の分配を推定し、将来ともその配分は変わらないものとする。
- 既存タンクへの既存水源からの送水量（適正井戸揚水量など）を確認する。
- 各システムの将来の水需要量および上記配水量の分配率から、各タンクからの配水量を求める。
- 既存タンク、既水源を最大限有効に使用するものとする。
- 以上より、新設タンクの容量と位置を決定するが、需給バランスを満たせない場合は、必要に応じて表流水システムからの送水を既存タンクにも出来るような対処を行なう。

これらの条件に基づき、必要となる配水池のリストを表3-14に示す。なお、配水池はすべてRC造である。

表 3-14 新設すべき配水池のリスト

建設サイト	表流水・地下水系統の 区別	容量 (m3)
シェイクルバンディ	表流水	130
サルハド	表流水	180
ナワンシェール	表流水	340
ミルプール	表流水	620
デラワнда	表流水	220
バンダ・ガザン	表流水	530
ラマ・マイラ	地下水	110
バンダプグワリアン	地下水	120
ドバタール	地下水	300

また、アボタバット市の既設配水池容量については、上記条件で計画配水量に対し十分な容量を持つ。

以下に各システムの送配水の改善方法について図3-4から図3-14に図解するとともに、配水池の位置については前出の図3-3に示す。

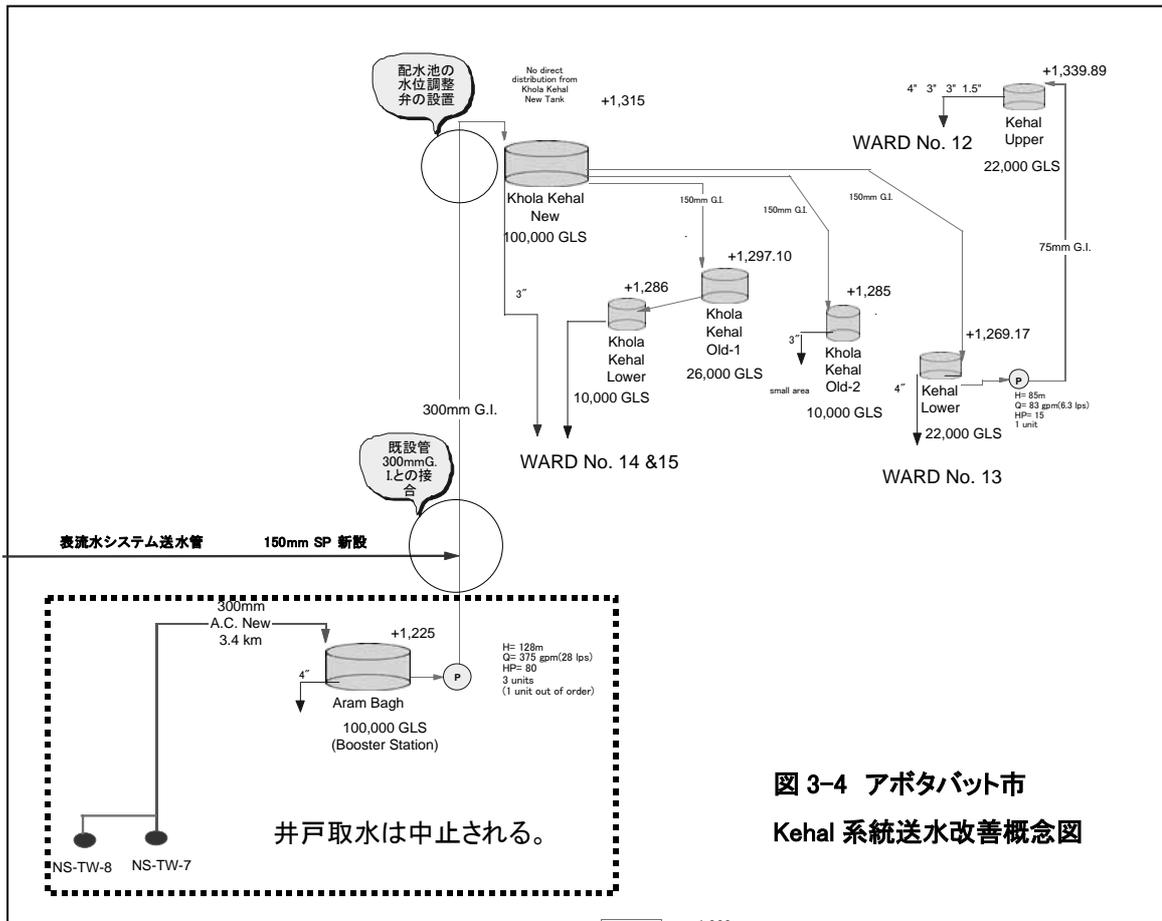


図 3-4 アボタバット市
Kehal 系統送水改善概念図

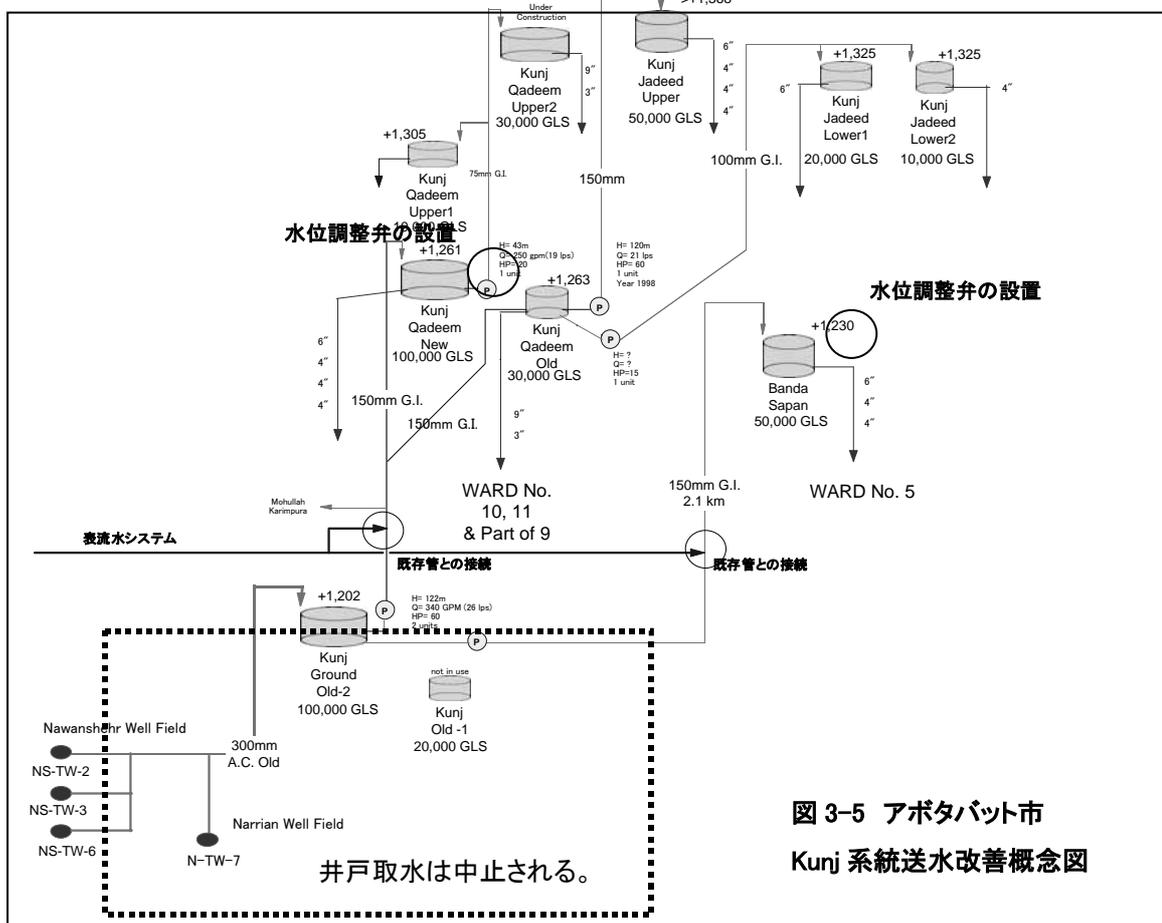


図 3-5 アボタバット市
Kunj 系統送水改善概念図

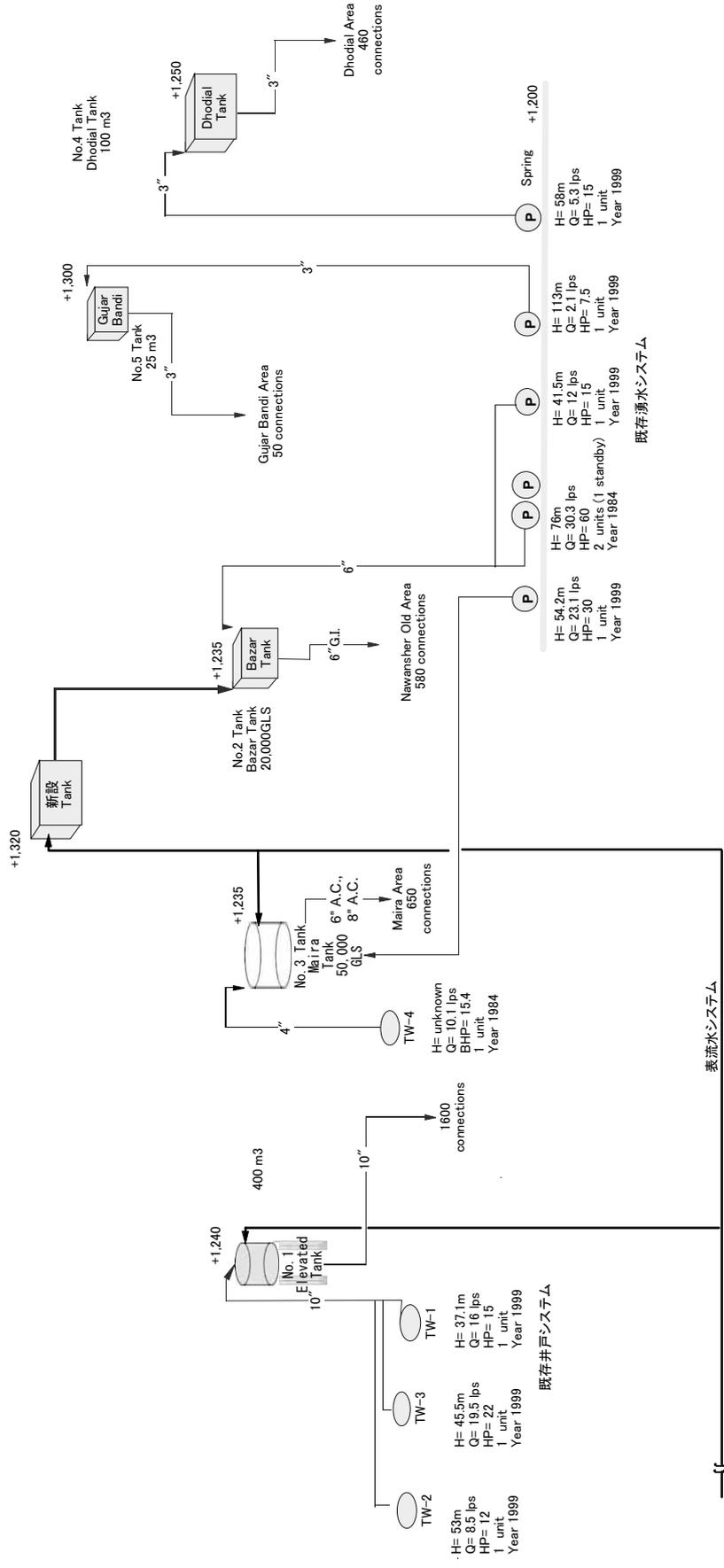


図 3-7 ナreshniher市の送水システム改善図

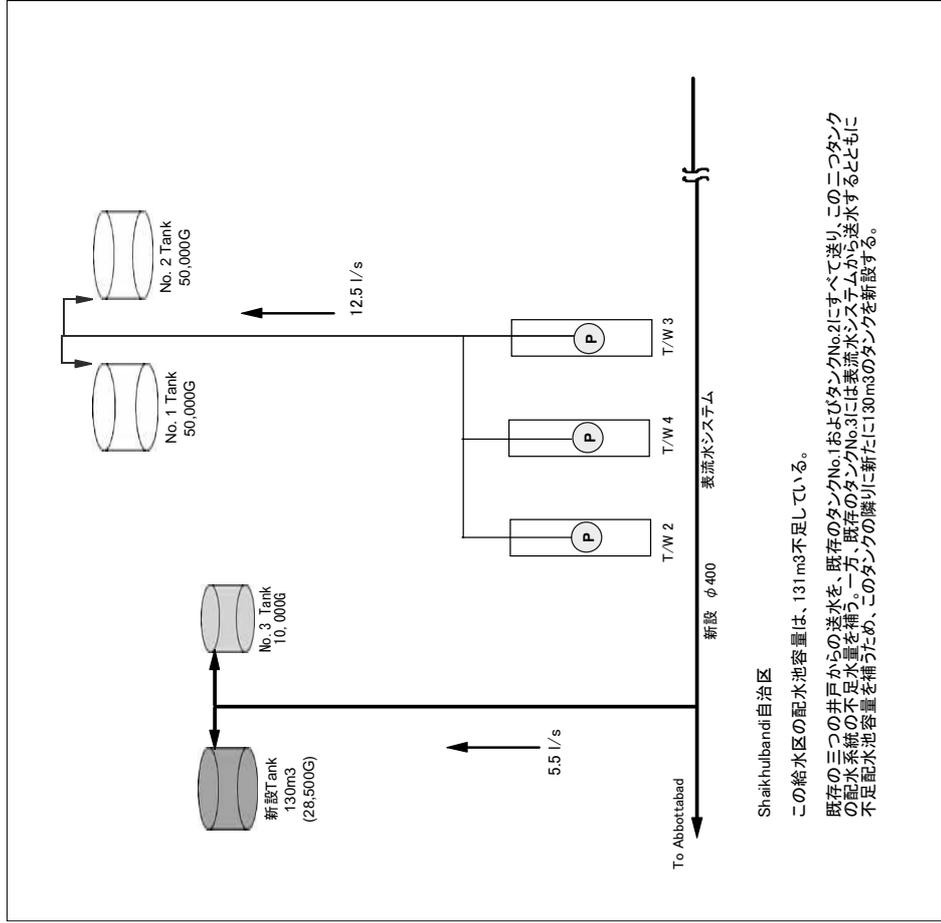


図 3-8 シェクルバンディの送水システム改善案

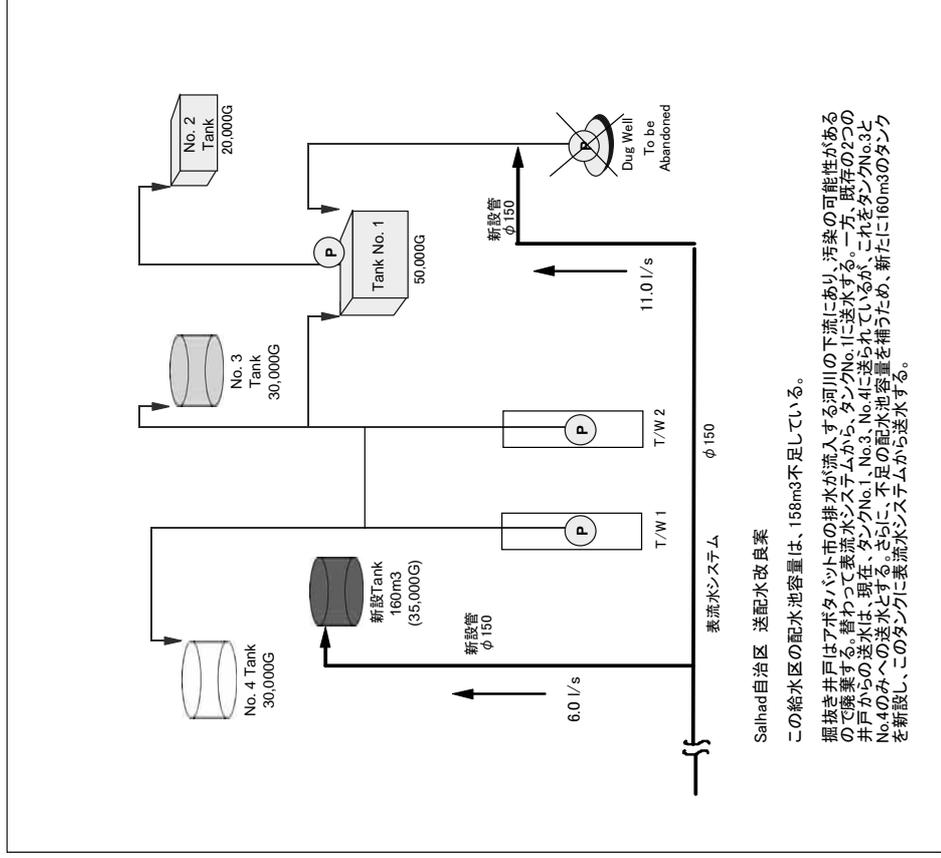


図 3-9 サルハドの送水システム改善案

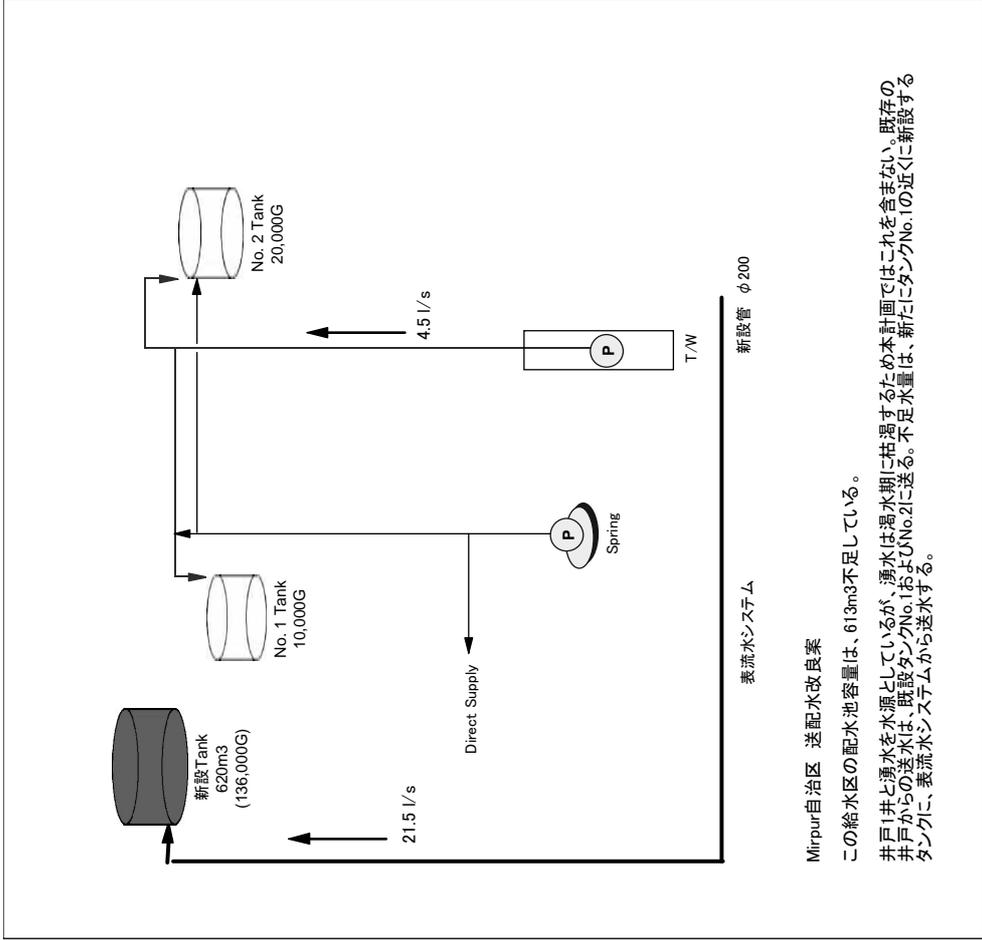


図 3-10 ミルプールの送水システム改善案

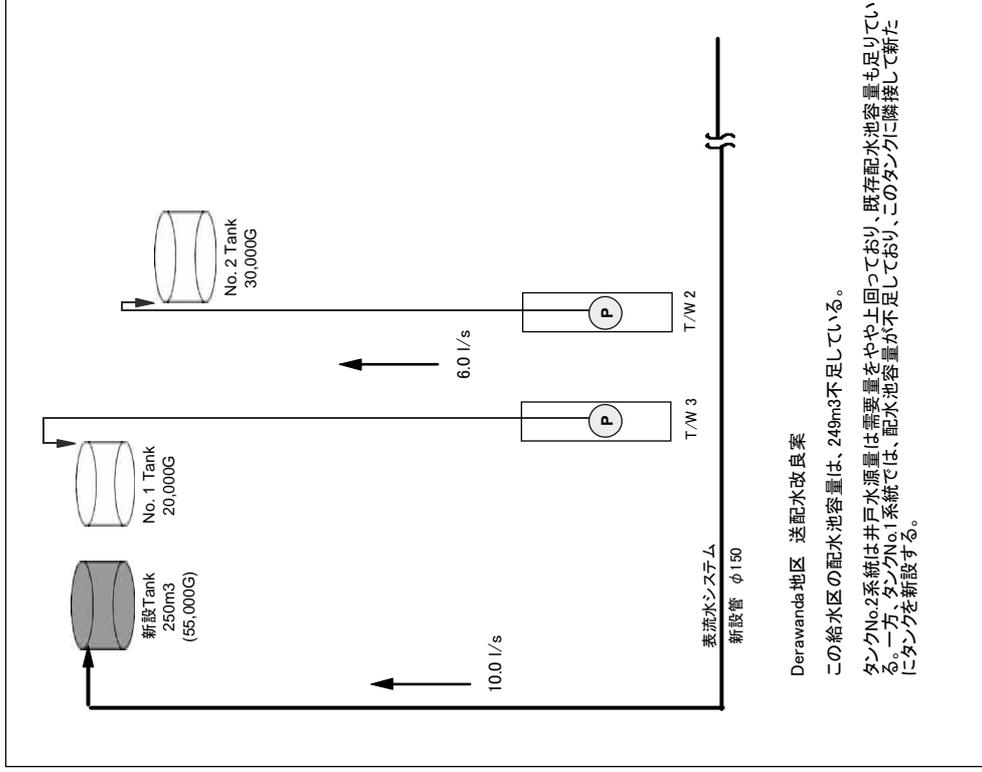
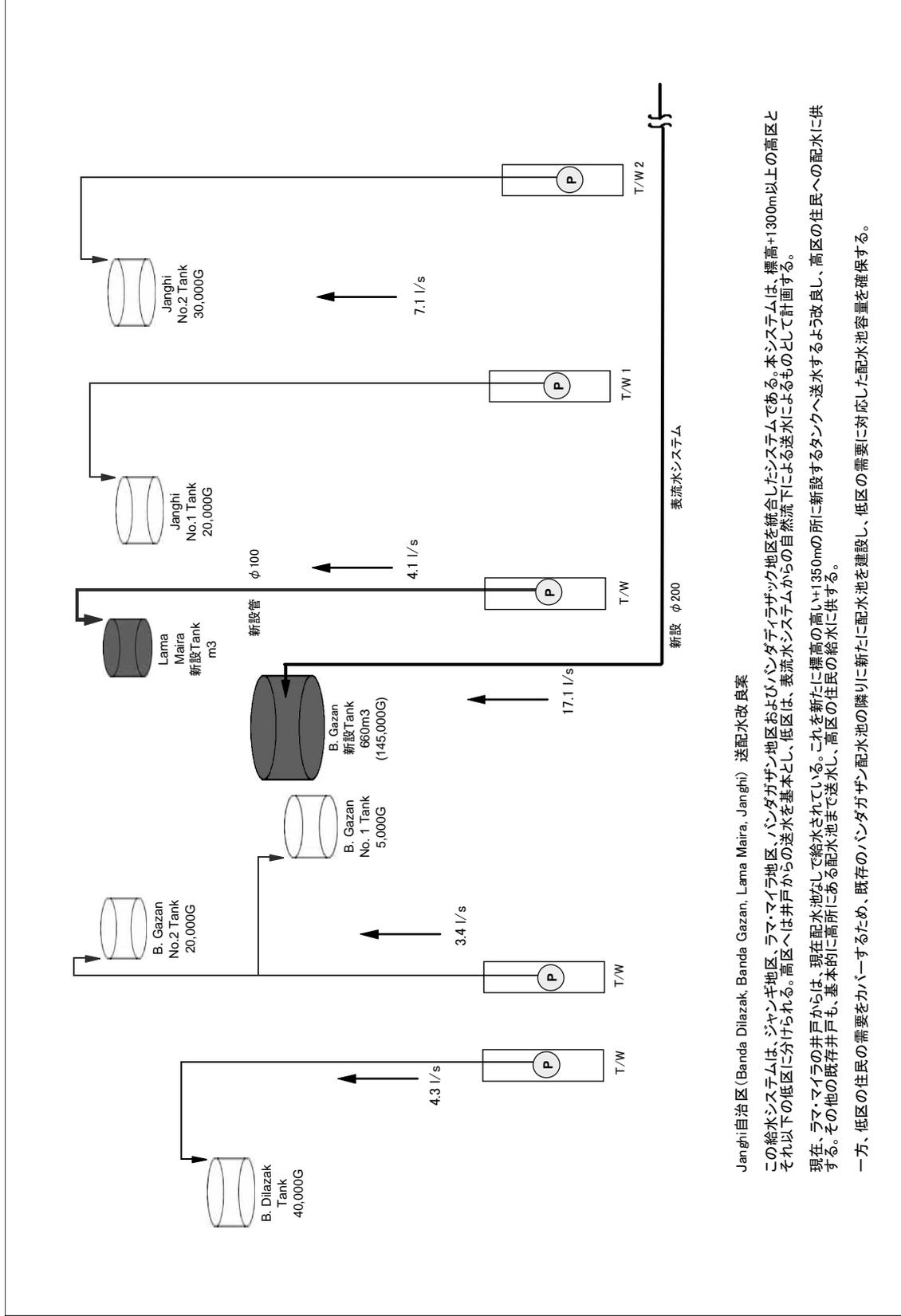


図 3-11 デラワンダの送水システム改善案



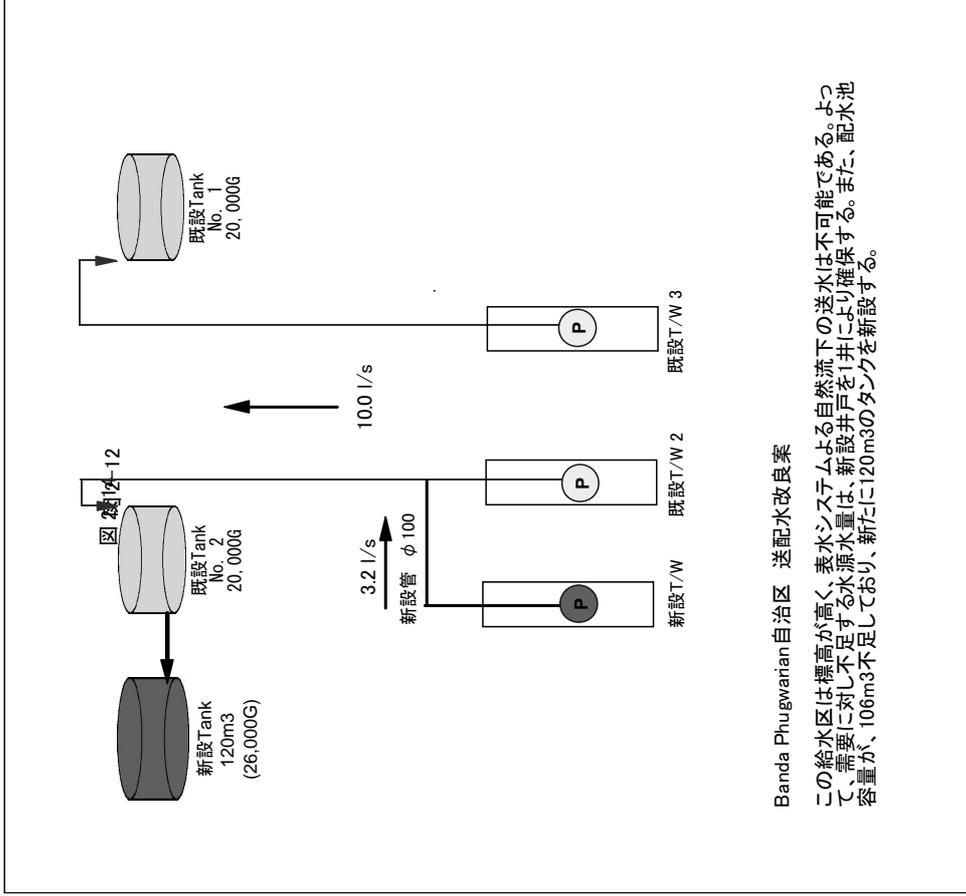
Janghi自治区 (Banda Dilazak, Banda Gazan, Lama Maira, Janghi) 送配水改良案

この給水システムは、ジャンギ地区、ラマ・マイラ地区、バンダガザン地区およびバンダドライザック地区を統合したシステムである。本システムは、標高+1300m以上の高区とそれ以下の低区に分けられる。高区へは井戸からの送水を基本とし、低区は、表流水システムからの自然流下による送水によるものとして計画する。

現在、ラマ・マイラの井戸からは、現在配水池なしで給水されている。これを新たに標高の高い+1350mの所に新設するタンクへ送水するよう改良し、高区の住民への配水に供する。その他の既存井戸も、基本的に高所にある配水池まで送水し、高区の住民の給水に供する。

一方、低区の住民の需要をカバーするため、既存のバンダガザン配水池の隣りに新たに配水池を建設し、低区の需要に対応した配水池容量を確保する。

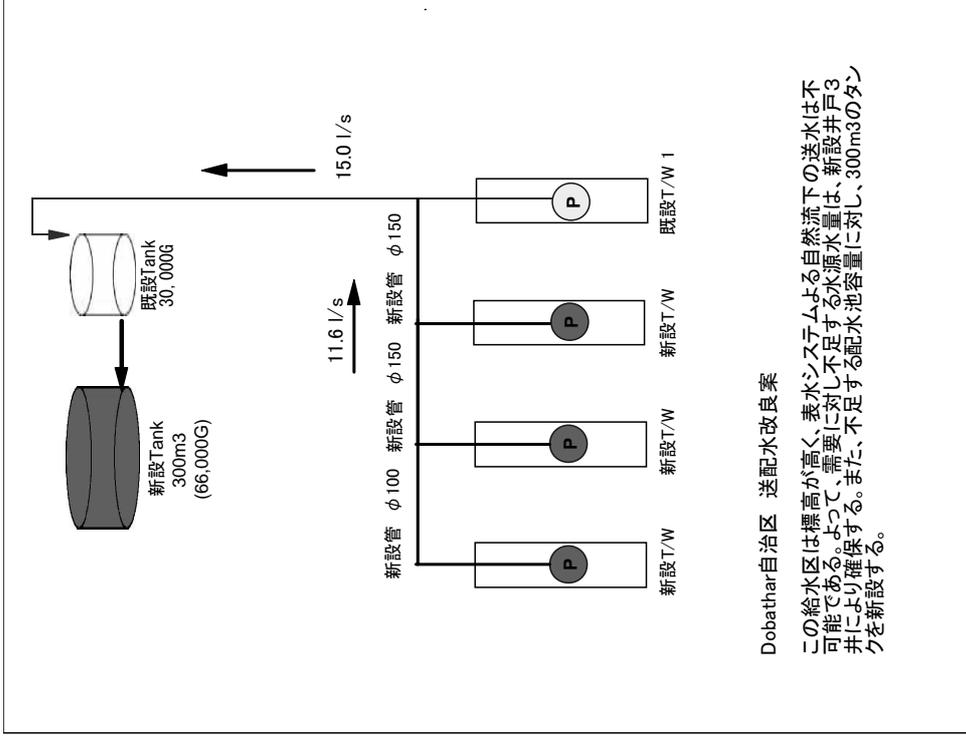
図 3-12 ジャンギ(ラマ・マイラ、ジャンギ、バンダ・ガザン、バンダ・ドライザック)の送水改善案



Banda Phugwarian 自治区 送配水改良案

この給水区は標高が高く、表水システムによる自然流下の送水は不可能である。よって、需要に対し不足する水源水量は、新設井戸を1井により確保する。また、配水池容量が、106m³不足しており、新たに120m³のタンクを新設する。

図 3-13 バンダ・フグワリアンの送水システム改善案



Dobathar 自治区 送配水改良案

この給水区は標高が高く、表水システムによる自然流下の送水は不可能である。よって、需要に対し不足する水源水量は、新設井戸3井により確保する。また、不足する配水池容量に対し、300m³のタンクを新設する。

図 3-14 ドバタールの送水システム改善案

3-2-3 基本設計図

施設計画内容を基に作成した基本設計図を次項以降に示す。図面リストは以下の通りである。

第1期工事（地下水システム）

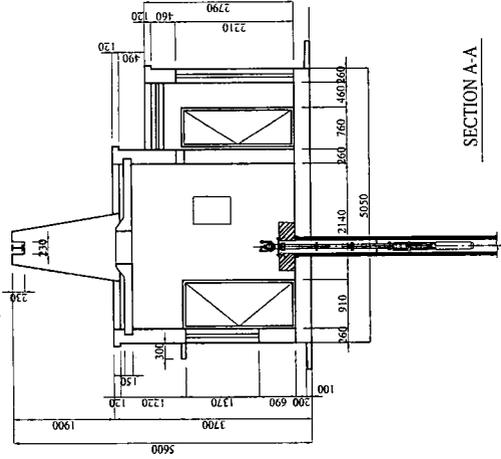
図番号		縮尺
1	井戸ポンプ一般平面図	: 1/100
2	井戸ポンプ配管図	: 1/100
3	井戸ポンプ配管図	: 1/100
4	バンダブグリアン配水池平面図	: 1/100
5	トバタル配水池平面図	: 1/100
6	ラマヤ配水池平面図	: 1/100

第2期工事（表流水システム）

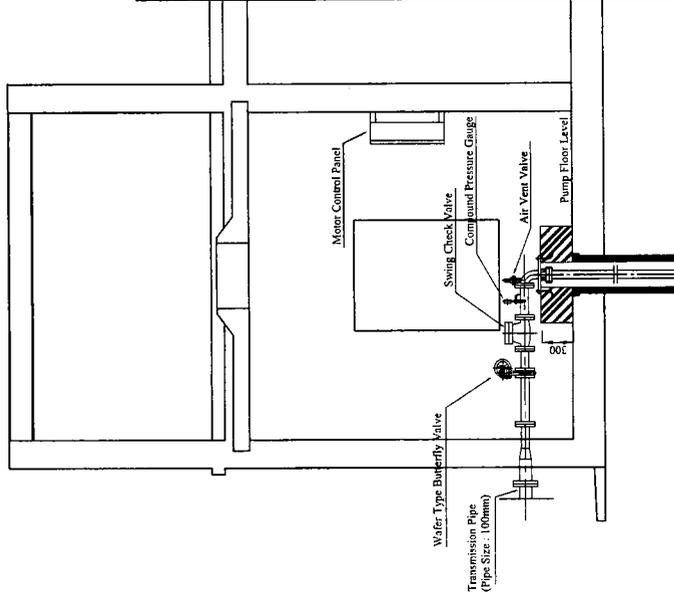
図番号	縮尺	
1	ナムライ川取水施設平面図	: 1/100
2	ガヤ川取水施設平面図	: 1/100
3	バグ川取水施設平面図	: 1/100
4	バグ川（支流）取水施設平面図	: 1/100
5	取水施設一般図	: 1/100
6	取水施設構造及び配管図	: 1/100
7	浄水場システムフロー図	: H:1/750, V:1/150
8	浄水場一般平面図	: 1/500
9	シェイクルバンティ配水池平面図	: 1/100
10	サルハト配水池平面図	: 1/100
11	ナワンシェール配水池平面図	: 1/100
12	テラワンタ配水池平面図	: 1/100
13	ミルポール配水池平面図	: 1/100
14	バンダカサン配水池平面図	: 1/100
15	配水池構造図	: 1/100

注) 上記に示した縮尺は A3 サイズの値である。

第一期工事図面集

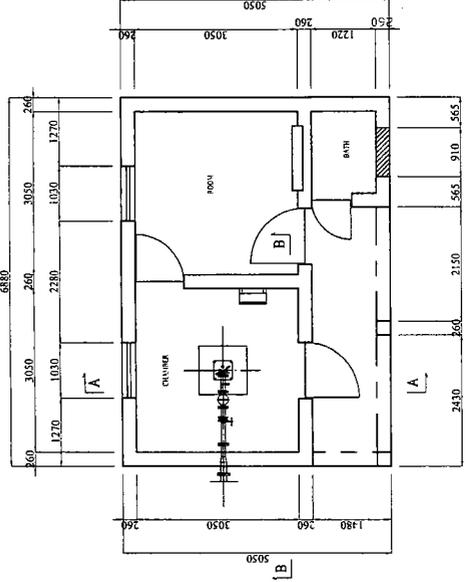


SECTION A-A

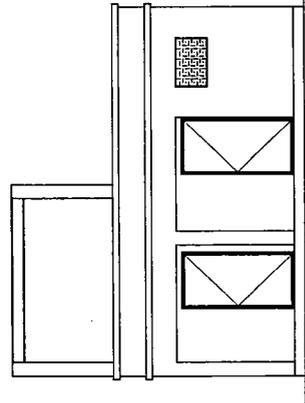


SECTION B-B

(S=1:30)



PLAN



FRONT ELEVATION

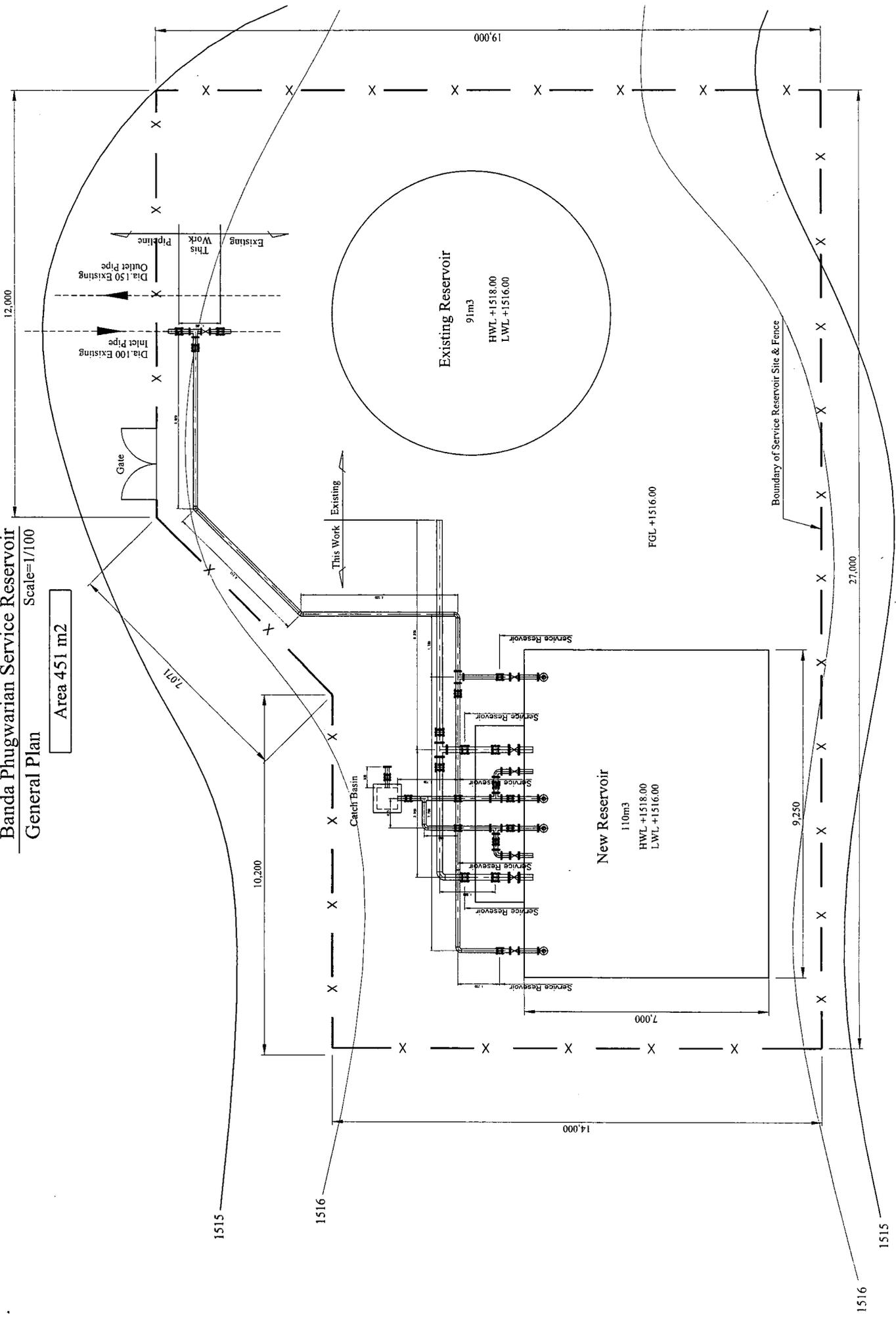
Tube Well Pumps Newly Replaced

No.	Facility Name	Equipment Name	Pipe Size (mm)	Flange Rating
1	Tube Well Pump Station for Dera Ismaeel Khan Area	Tube Well Pump No.2	65	PN16
2	Tube Well Pump Station for Dera Ismaeel Khan Area	Tube Well Pump No.3	65	PN16
3	Tube Well Pump Station for Rampur Area	Tube Well Pump No.1	65	PN25
4	Tube Well Pump Station for Rampur Area	Tube Well Pump No.2	65	PN16
5	Tube Well Pump Station for Lera Mera Area	Tube Well Pump No.1	65	PN25
6	Tube Well Pump Station for Pindi Ghan Area	Tube Well Pump No.1	65	PN25
7	Tube Well Pump Station for Pindi Ghan Area	Tube Well Pump No.1	65	PN16
8	Tube Well Pump Station for Pindi Ghan Area	Tube Well Pump No.2	65	PN40
9	Tube Well Pump Station for Pindi Ghan Area	Tube Well Pump No.3	65	PN25
10	Tube Well Pump Station for Dabheri Area	Tube Well Pump No.1	65	PN40
11	Tube Well Pump Station for Sahid Area	Tube Well Pump No.1	65	PN25
12	Tube Well Pump Station for Sahid Area	Tube Well Pump No.2	65	PN25

Flange Standard: ISO 7005-1

Banda Phugvarian Service Reservoir
General Plan
 Scale=1/100

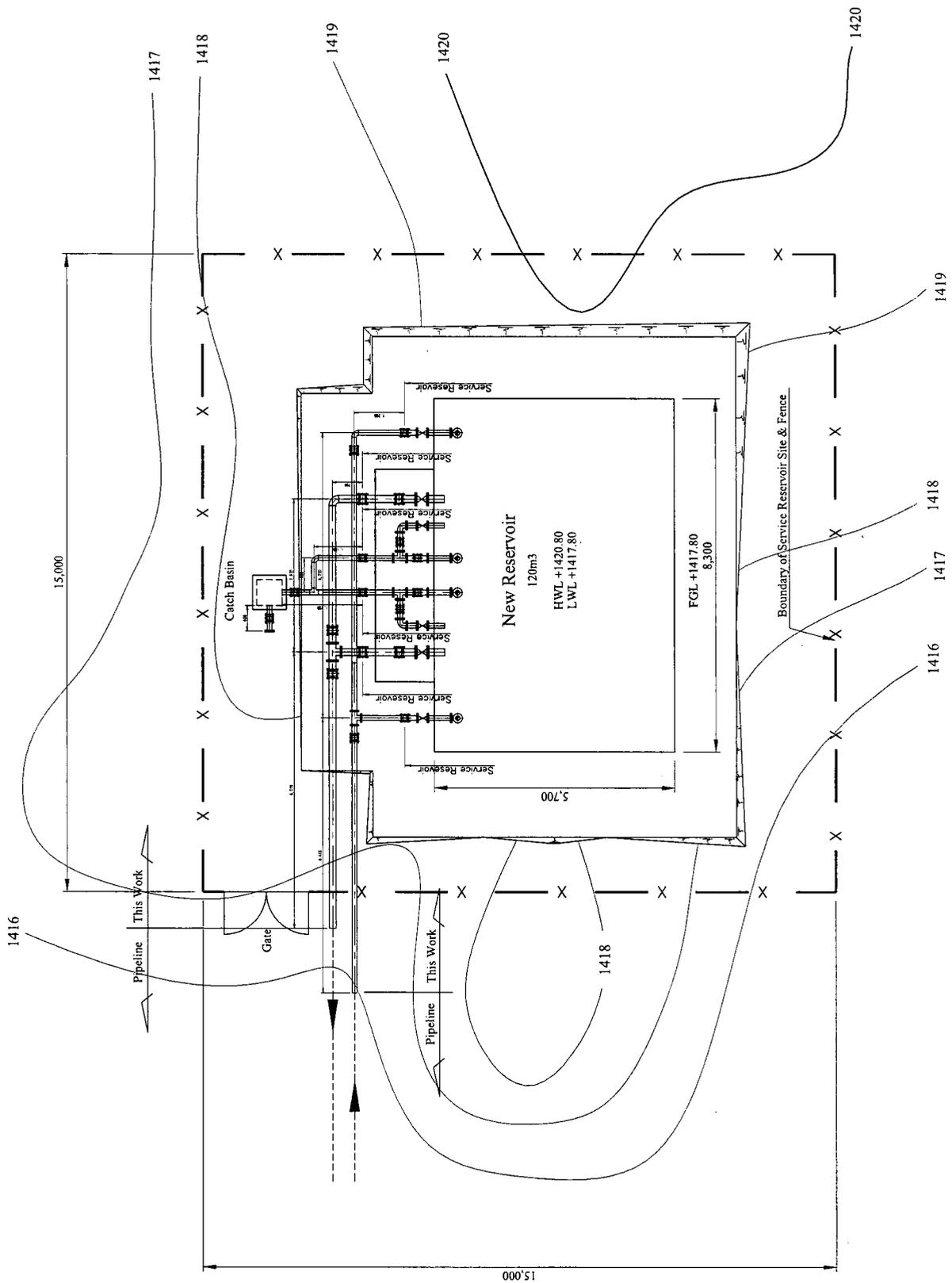
Area 451 m²



PROJECT	BASIC DESIGN STUDY ON THE PROJECT FOR THE IMPROVEMENT OF THE WATER SUPPLY IN ABBOTTABAD IN THE ISLAMIC REPUBLIC OF PAKISTAN
CLIENT	JICA JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
DESIGNER	Nihon Suido Consultants Co., Ltd Japan Techno Co., Ltd
SCALE	1:100

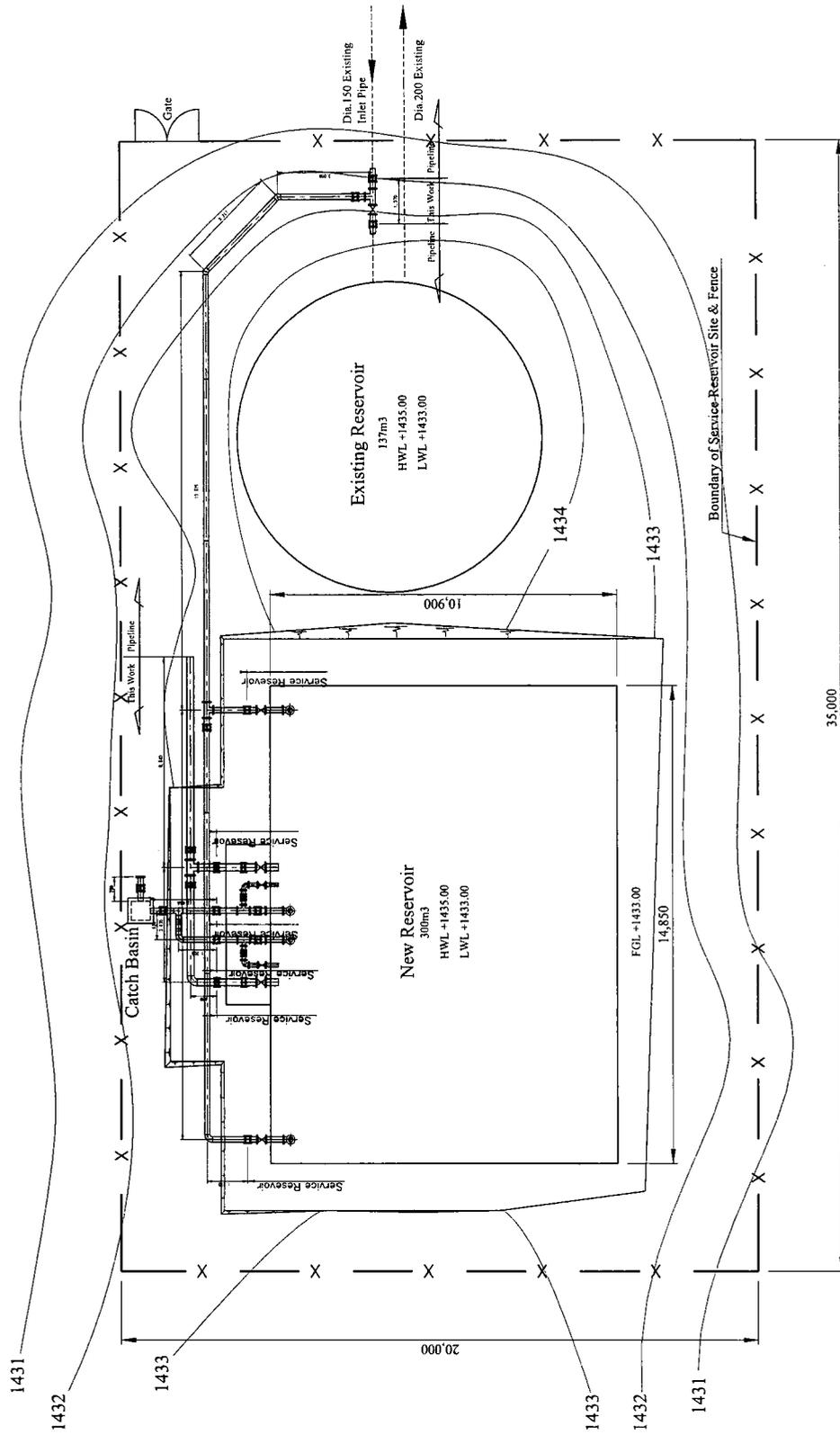
Lama Maira Service Reservoir
General Plan
Scale=1/100

Area 225 m²



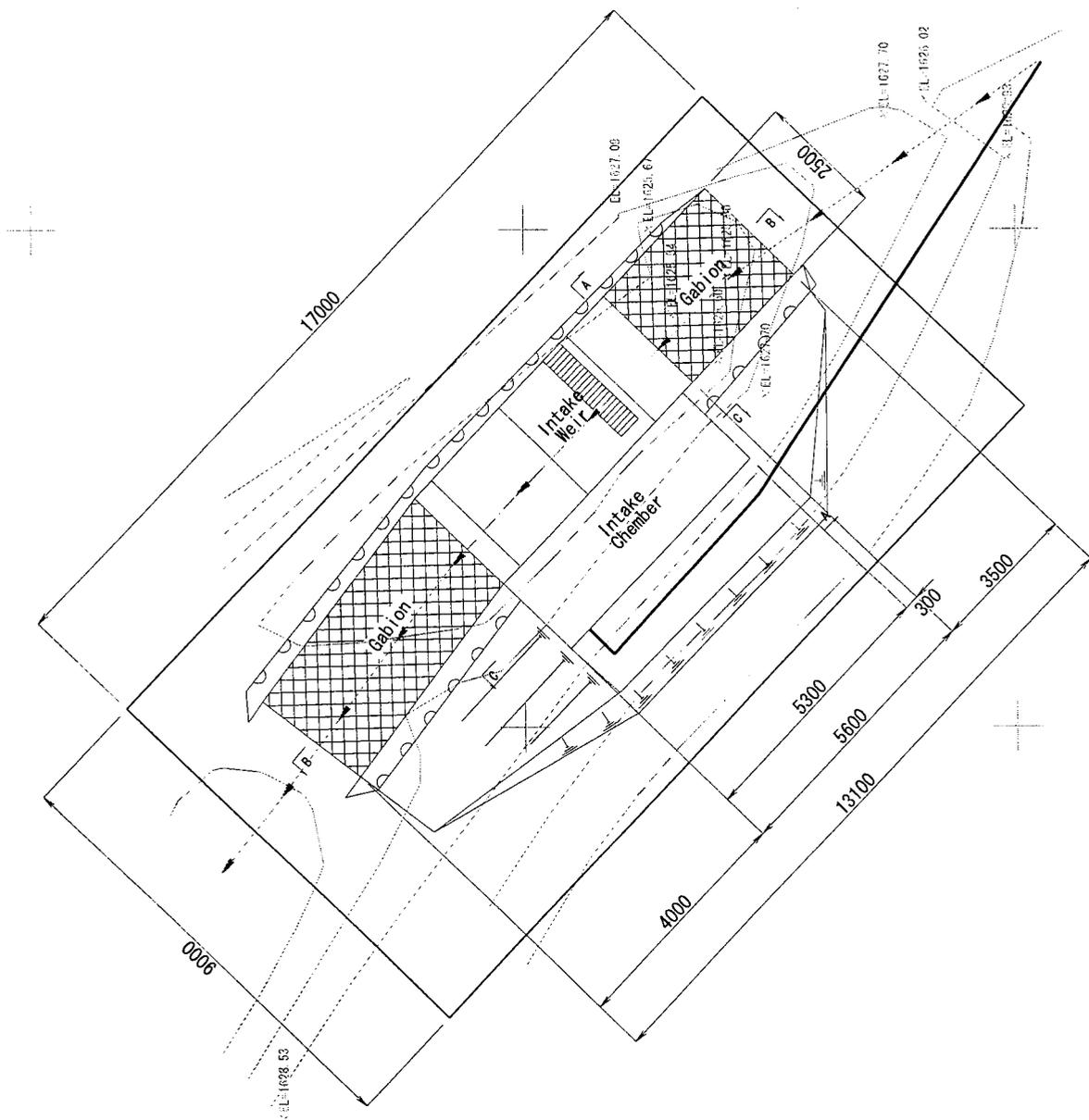
Dobathar Service Reservoir
General Plan Scale=1/150

Area 700 m²

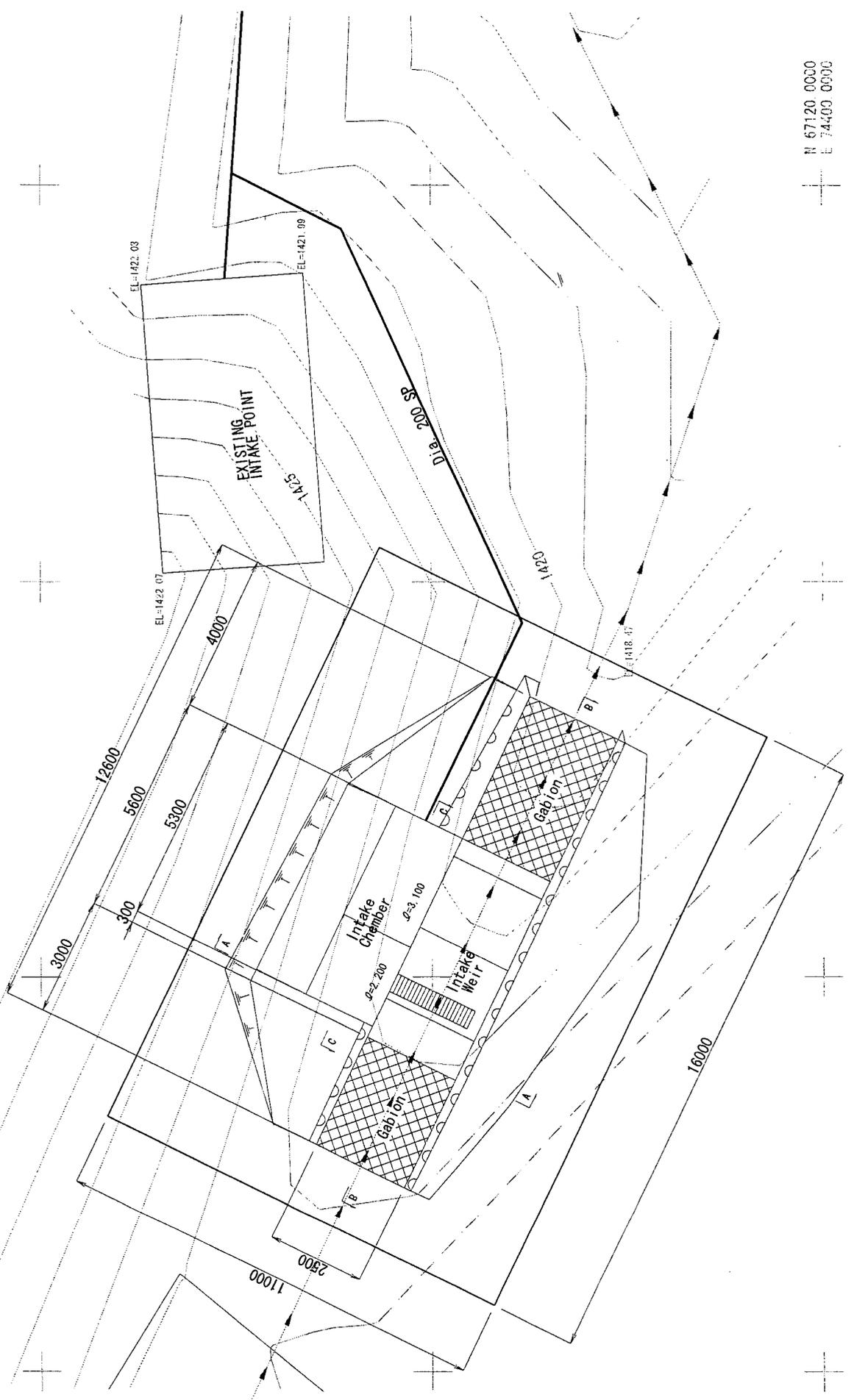


第二期工事図面集

NAMLY MAIRA Intake Plan



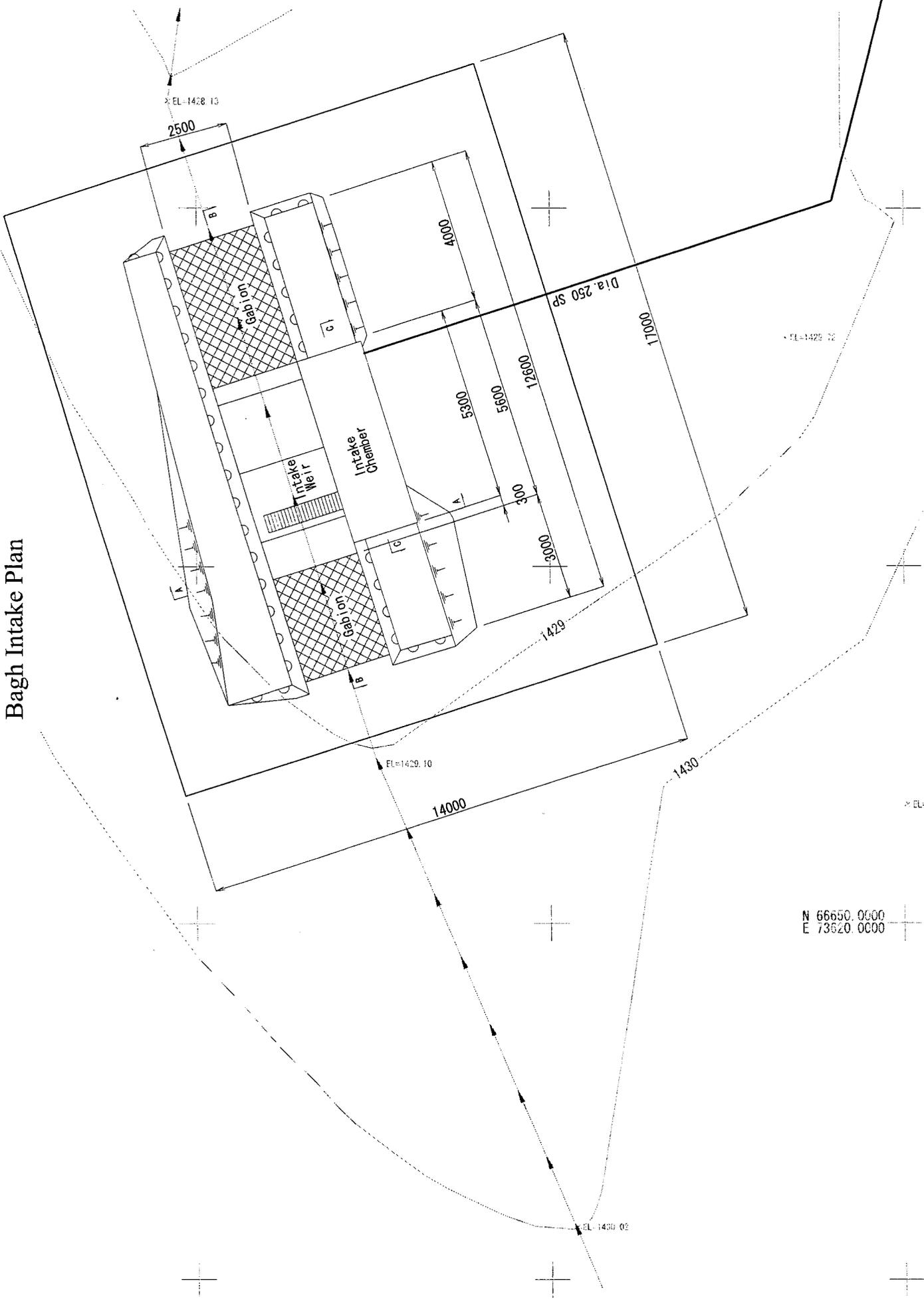
Gaya Intake Plan



N 67120 0000
E 14400 0000

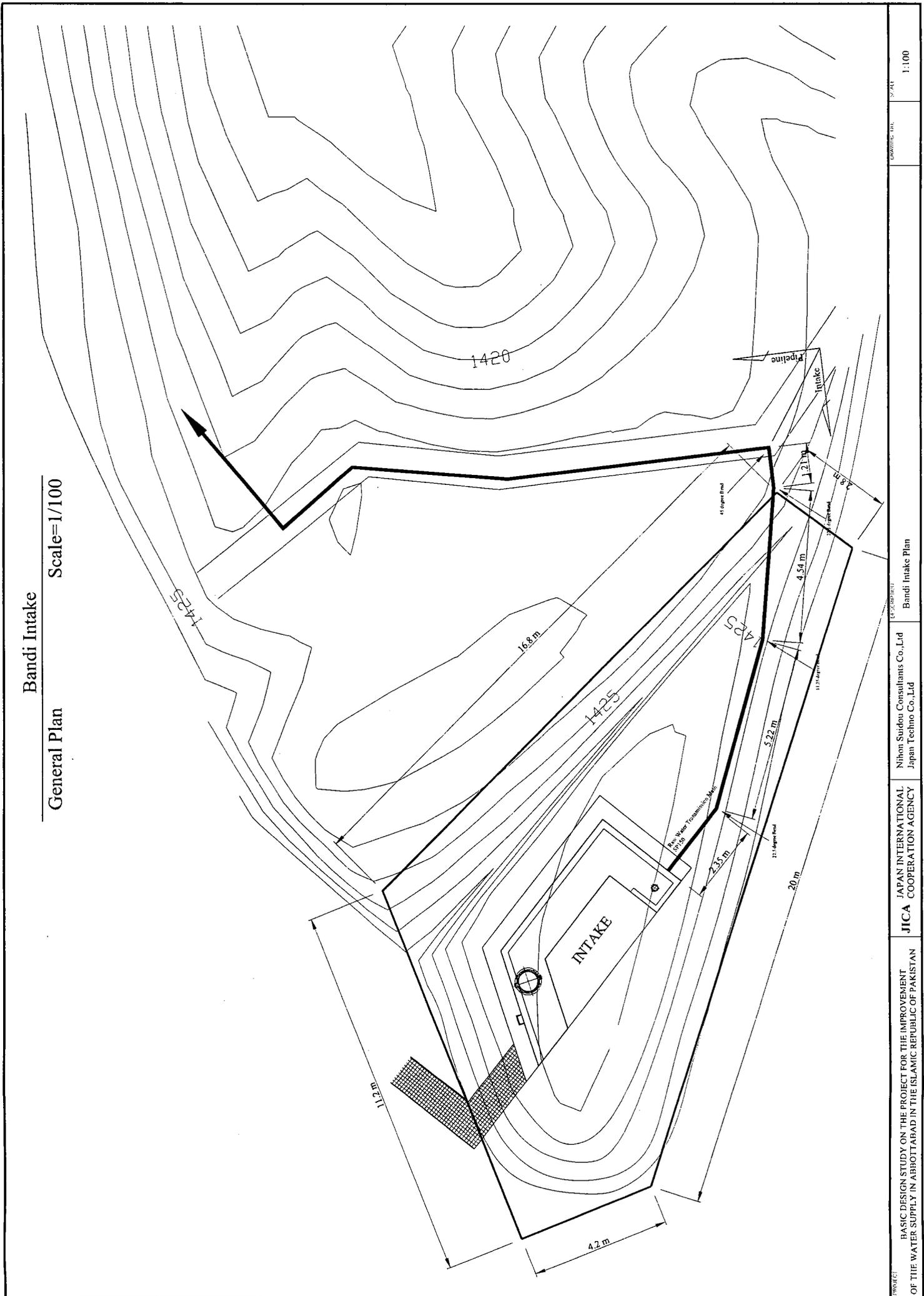
PROJECT	BASIC DESIGN STUDY ON THE PROJECT FOR THE IMPROVEMENT OF THE WATER SUPPLY IN ABBOTTABAD IN THE ISLAMIC REPUBLIC OF PAKISTAN
DESCRIPTION	JICA COOPERATION AGENCY
DESIGNER	Nihon Suido Consultants Co., Ltd Japan Techno Co., Ltd
SCALE	1:100

Bagh Intake Plan



PROJECT	BASIC DESIGN STUDY ON THE PROJECT FOR THE IMPROVEMENT OF THE WATER SUPPLY IN ABBOTTABAD IN THE ISLAMIC REPUBLIC OF PAKISTAN	JICA	JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY	DESCRIPTION	Bagh Intake Plan	SCALE	1:100
					DESIGNER		Nihon Suido Consultants Co., Ltd Japan Techno Co., Ltd

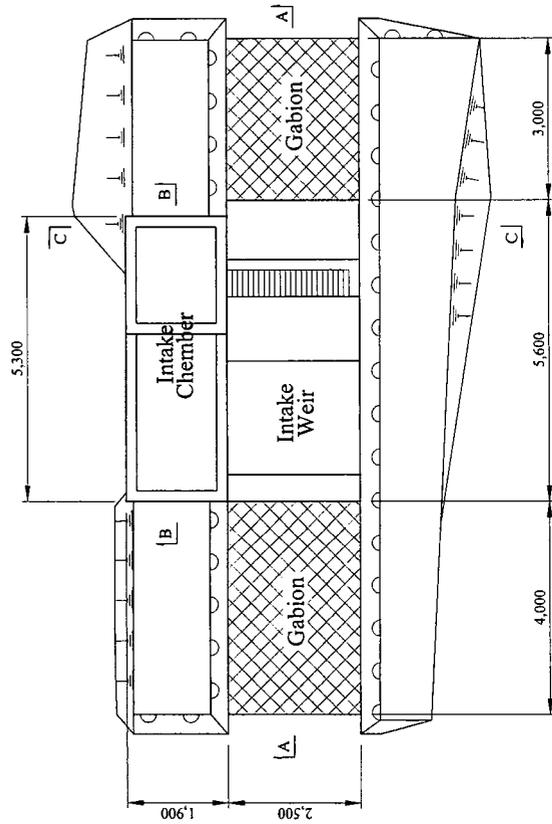
General Plan
 Bandi Intake
 Scale=1/100



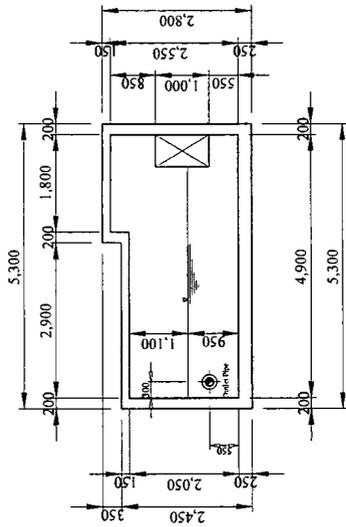
General Drawing of Intake Structure

Scale=1/100

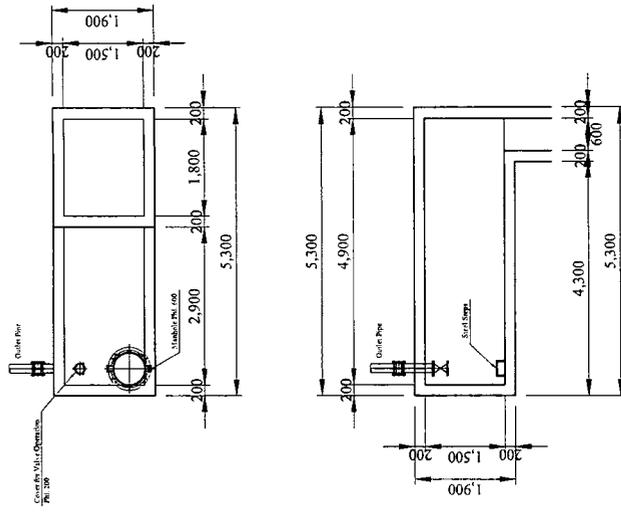
Plan



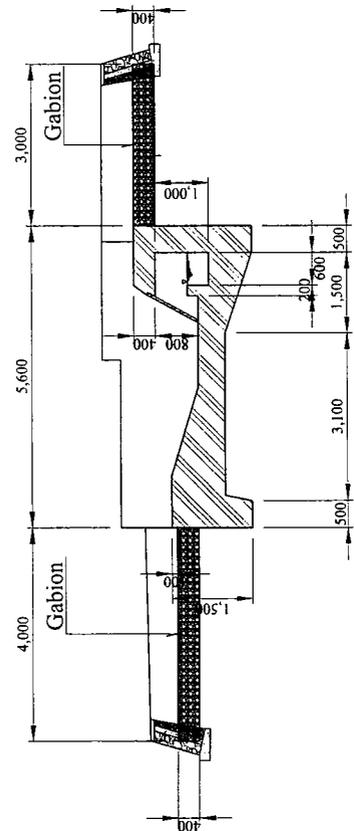
B-B Section



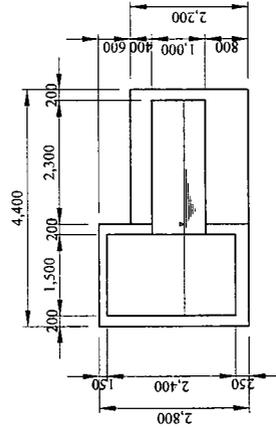
Intake Chamber Plan



A-A Section



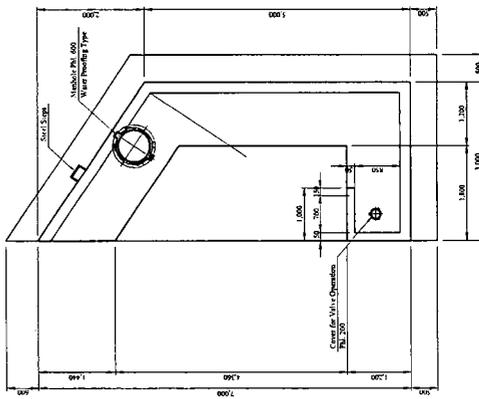
C-C Section



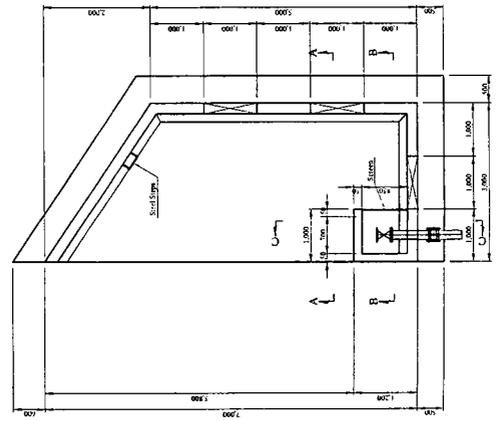
Bandi Intake

Structure and Piping Scale=1/100

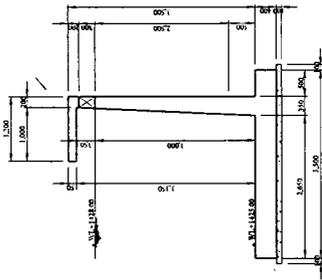
Top Plan



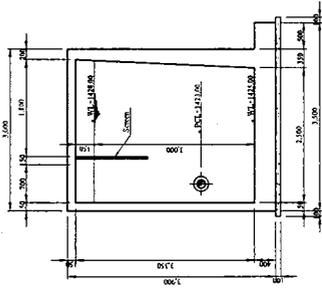
Plan



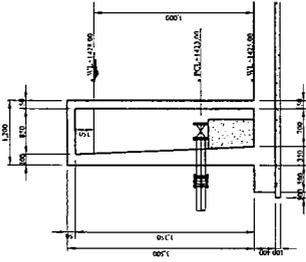
A-A Section



B-B Section

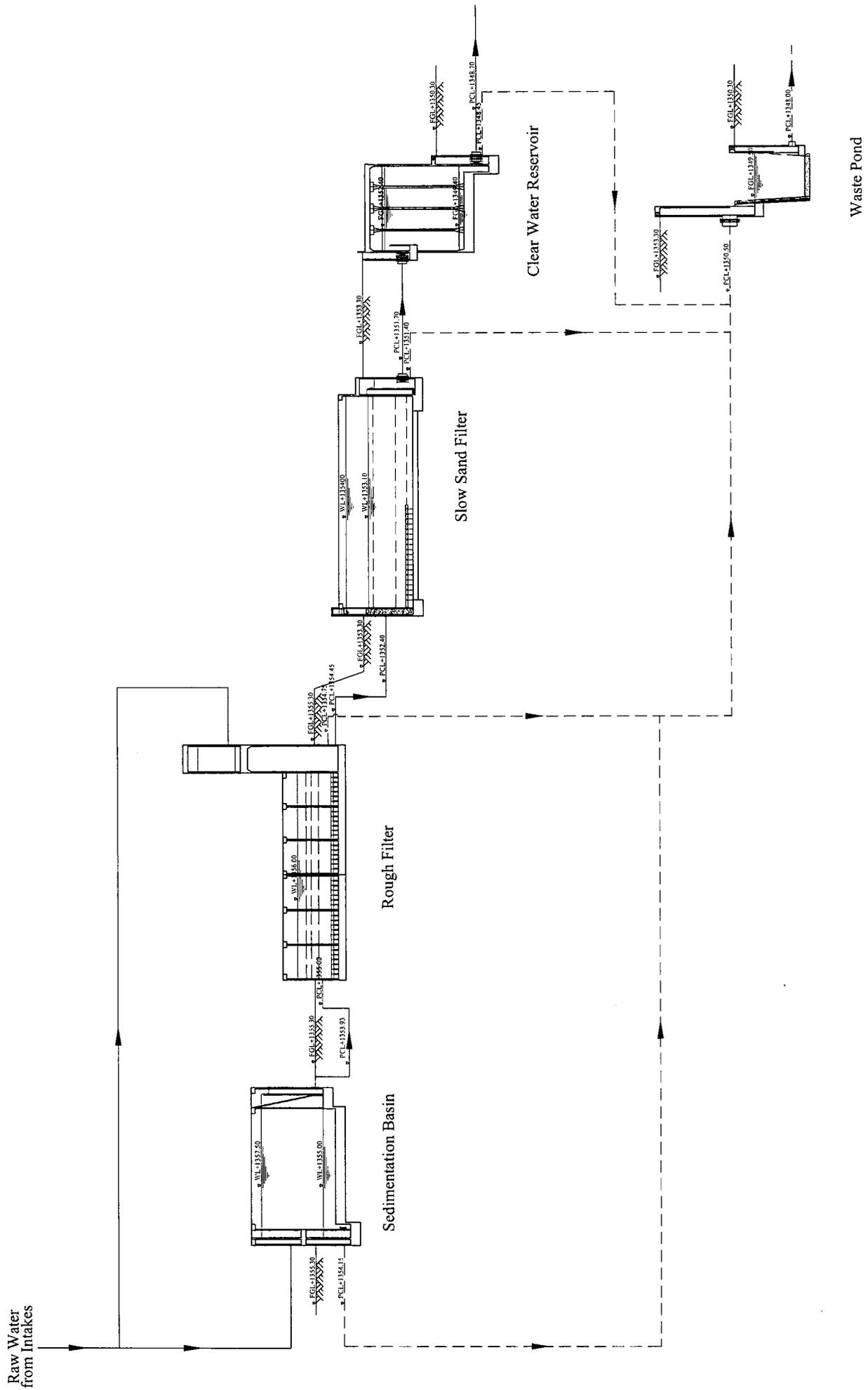


C-C Section

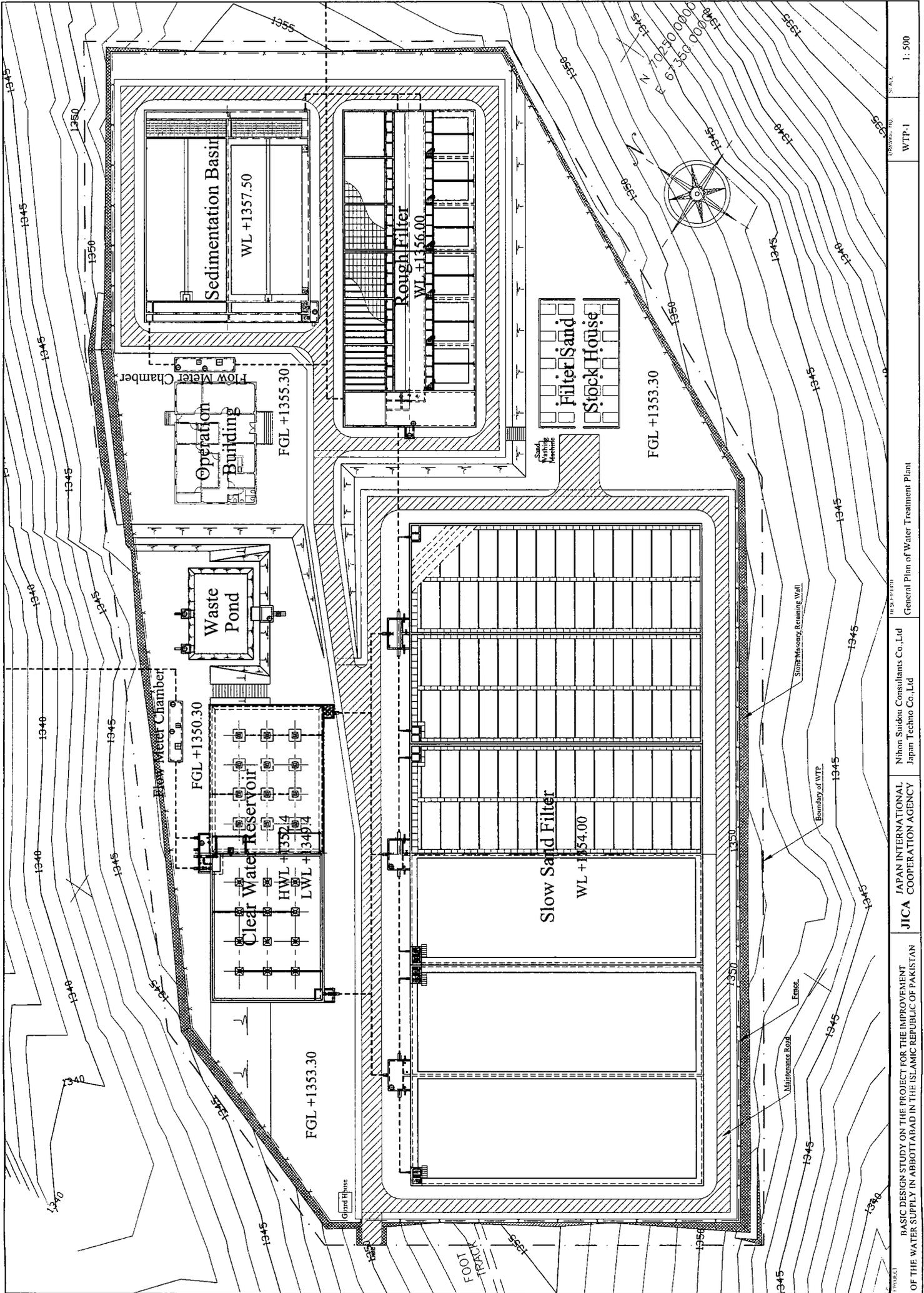


Water Treatment Plant System Flow

Scale=H=1:750, V=1:150



PROJECT	BASIC DESIGN STUDY ON THE PROJECT FOR THE IMPROVEMENT OF THE WATER SUPPLY IN ABBOTTABAD IN THE ISLAMIC REPUBLIC OF PAKISTAN
DESCRIPTION	Water Treatment Plant System Flow
DRAWING NO.	WATER TREATMENT PLANT SYSTEM FLOW
SCALE	H=1:750 V=1:150



Sheikhul Bandi Service Reservoir
 Scale=1/100
 General Plan

Area 448 m²

1234

1235

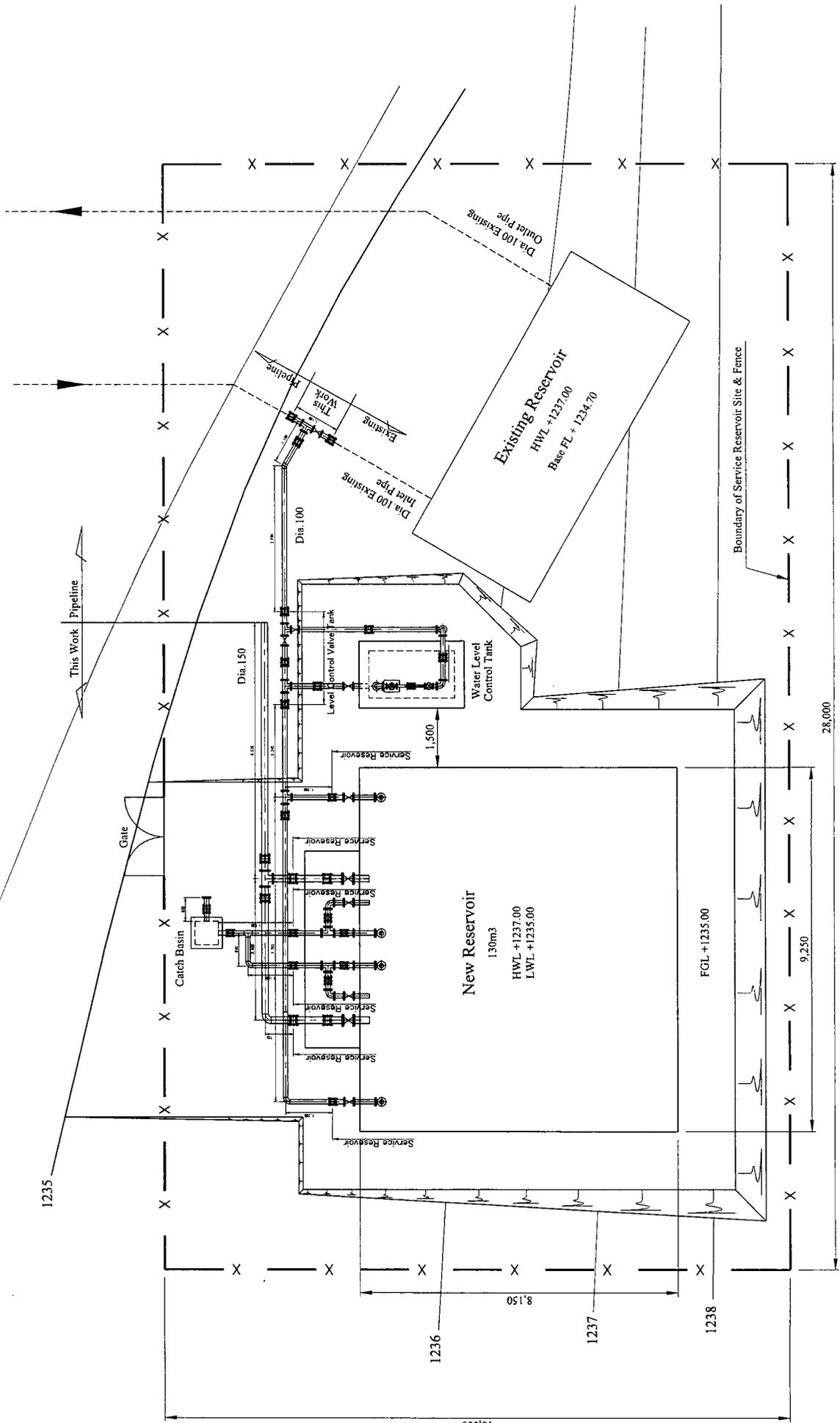
1236

8,150

1237

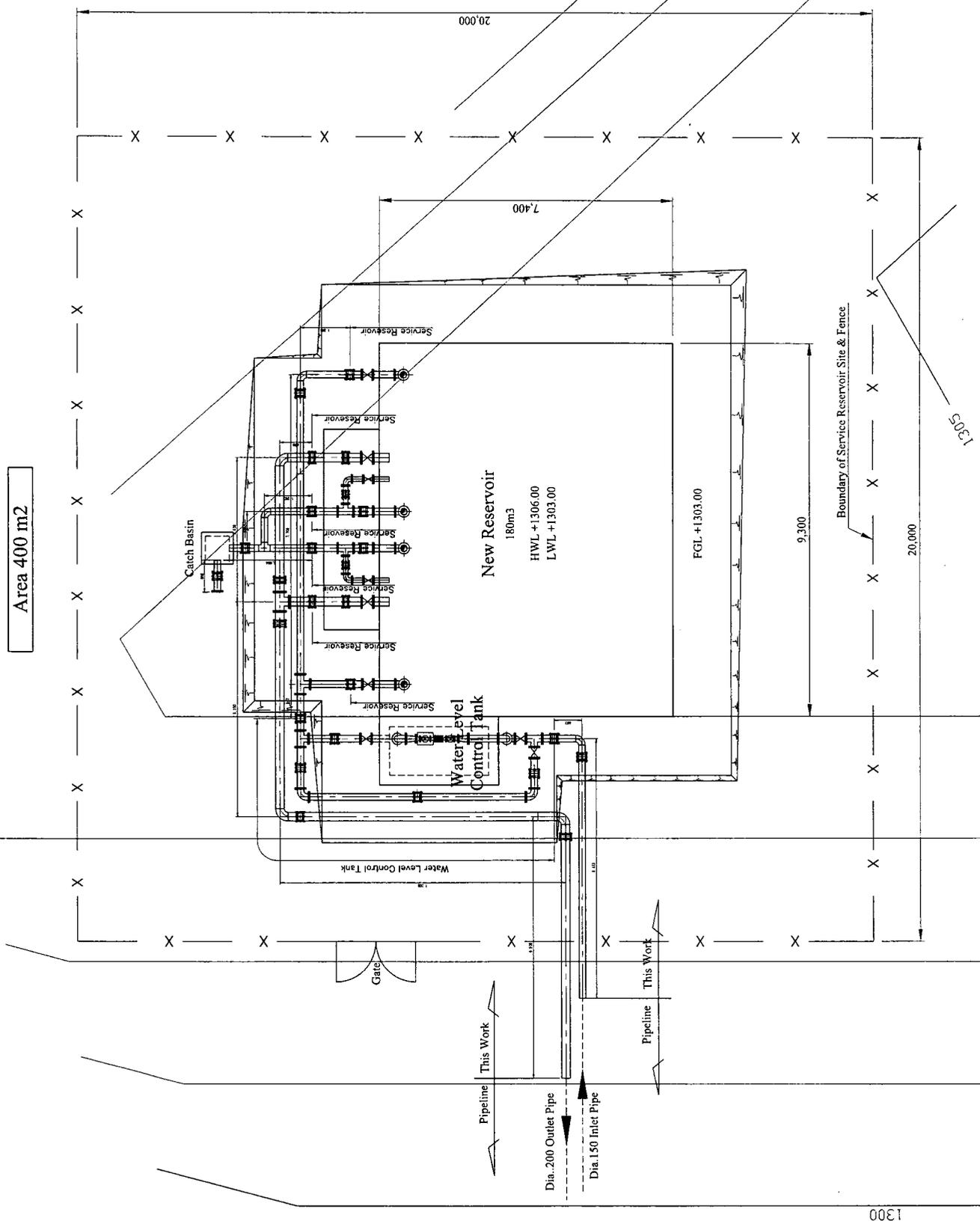
1238

00091



Salhad Service Reservoir
General Plan Scale=1/100

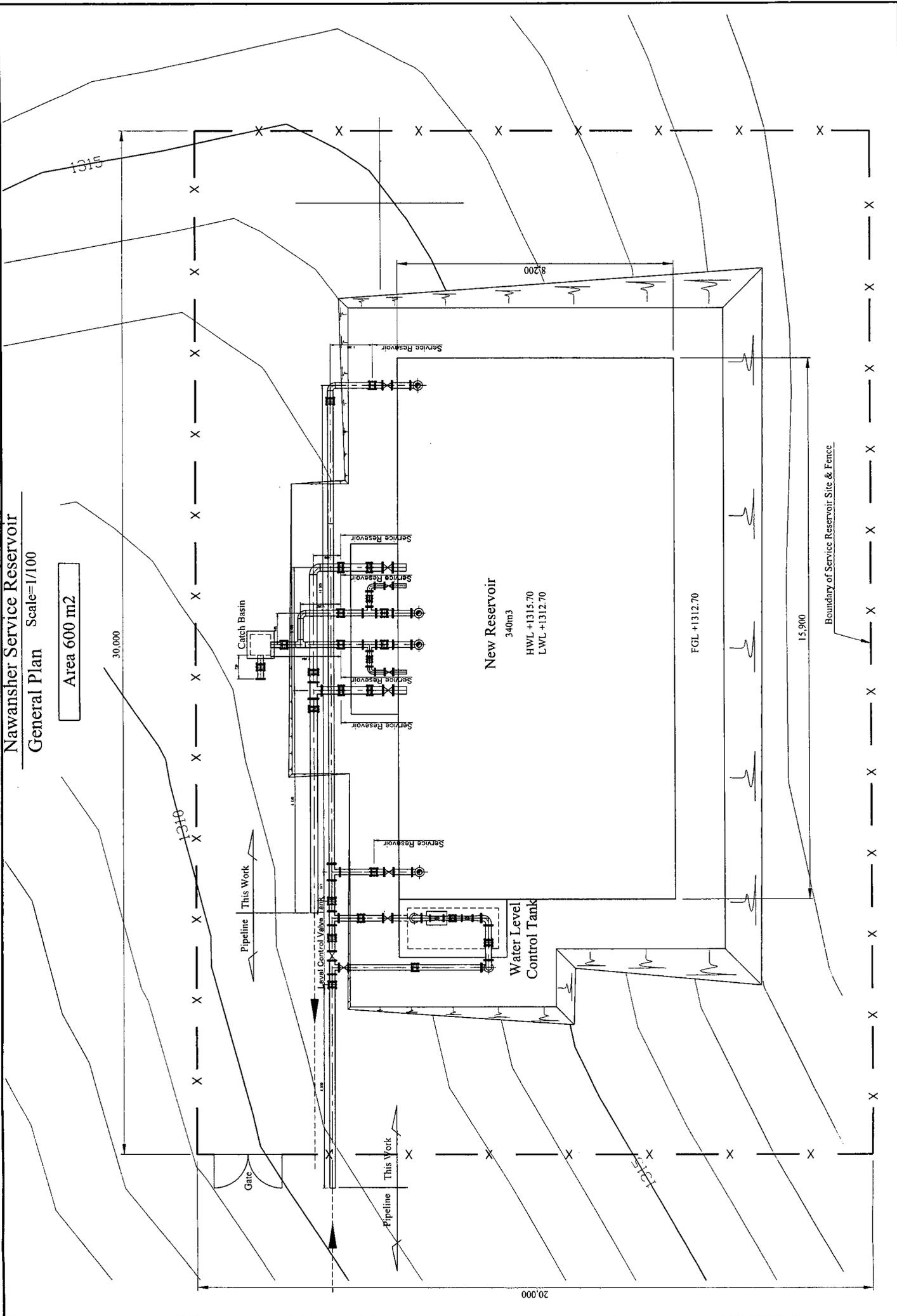
Area 400 m²



PROJECT	BASIC DESIGN STUDY ON THE PROJECT FOR THE IMPROVEMENT OF THE WATER SUPPLY IN ABBOTTABAD IN THE ISLAMIC REPUBLIC OF PAKISTAN
CLIENT	JICA JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
CONSULTANTS	Nihon Suido Consultants Co., Ltd Japan Techno Co., Ltd
DESCRIPTION	General Plan of Salhad Service Reservoir
DRAWING NO.	S-043
SCALE	1:100

Nawansher Service Reservoir
General Plan Scale=1/100

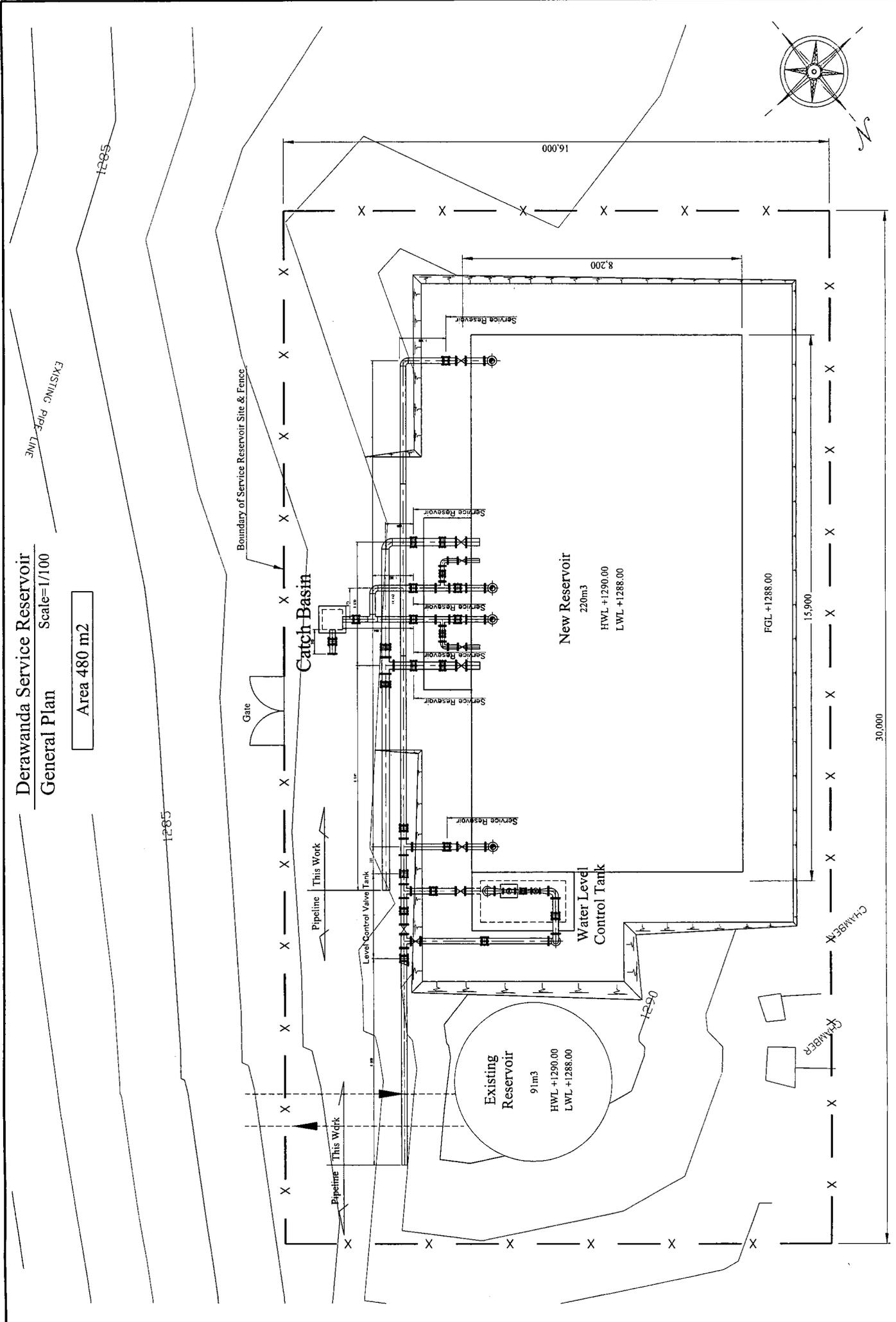
Area 600 m²



Derawanda Service Reservoir
General Plan

Scale=1/100

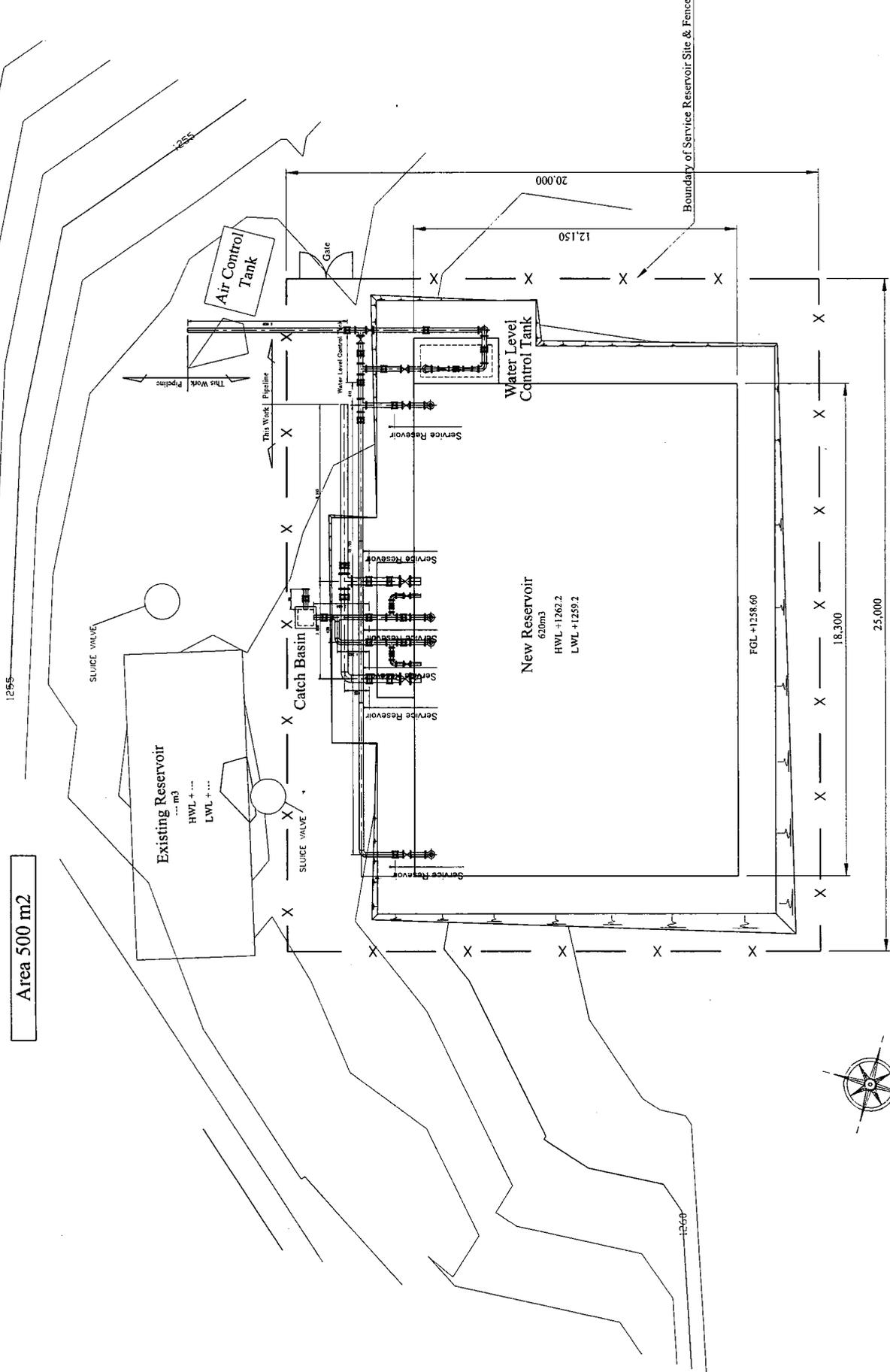
Area 480 m²



Mirpur Service Reservoir

General Plan
Scale=1/150

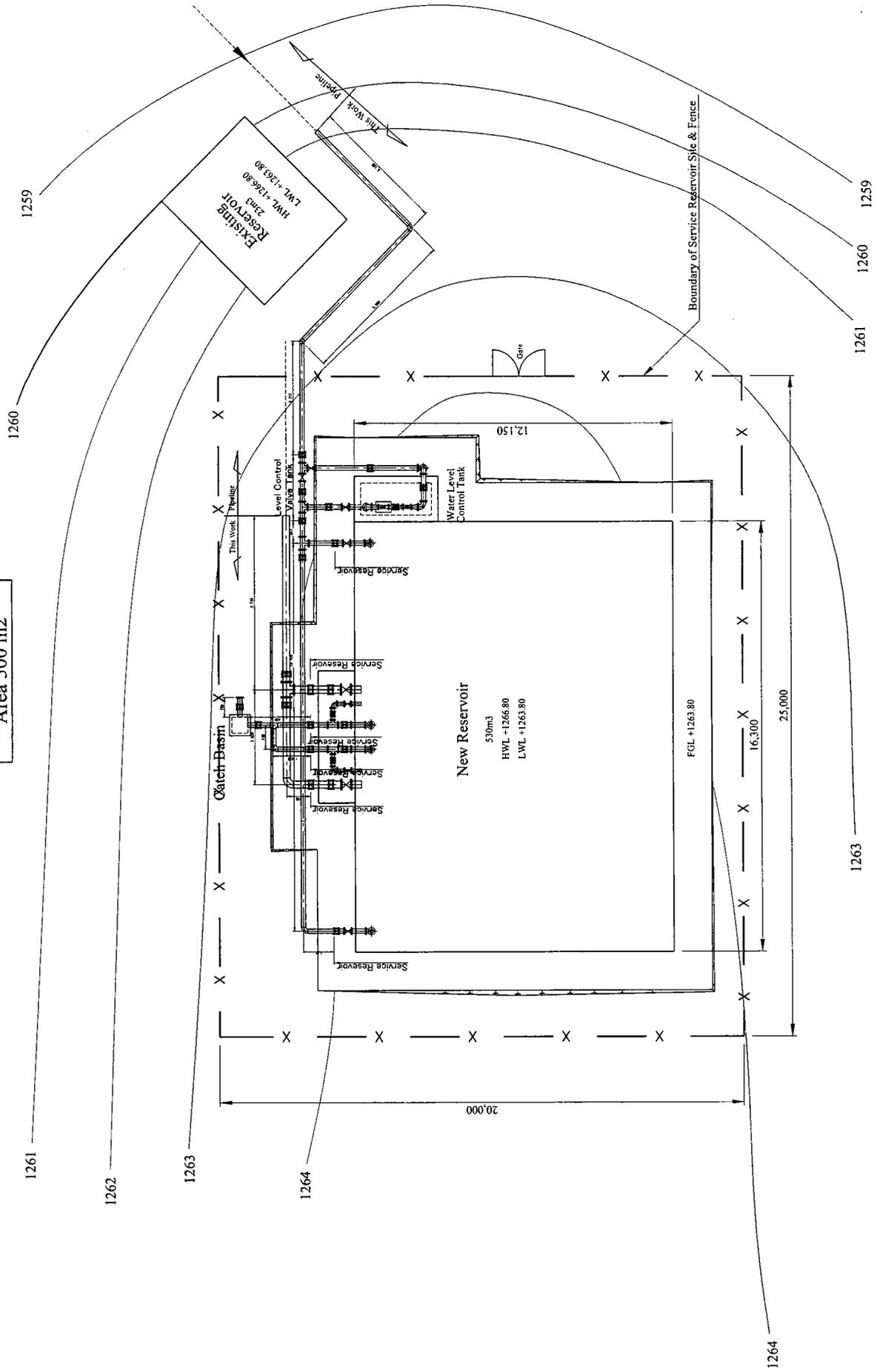
Area 500 m²



Banda Ghazan Service Reservoir
General Plan

Scale=1/150

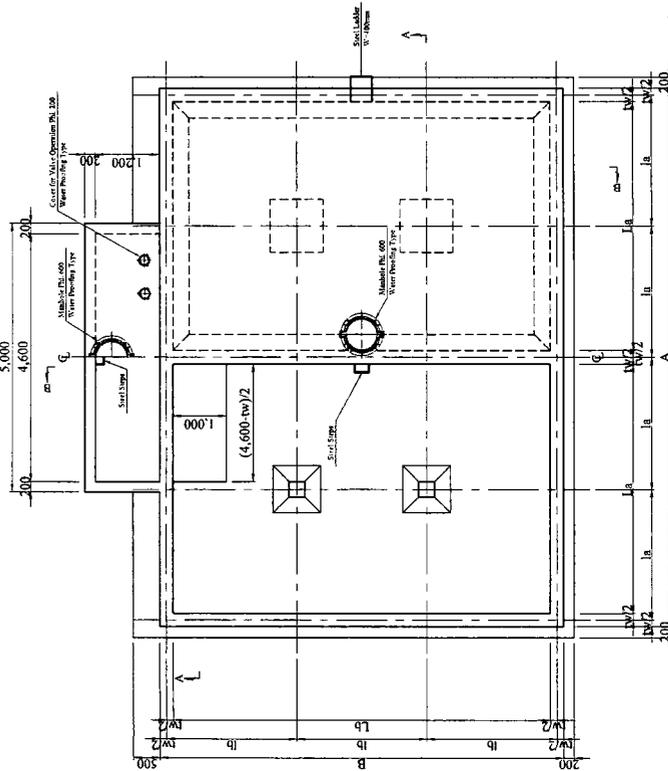
Area 500 m²



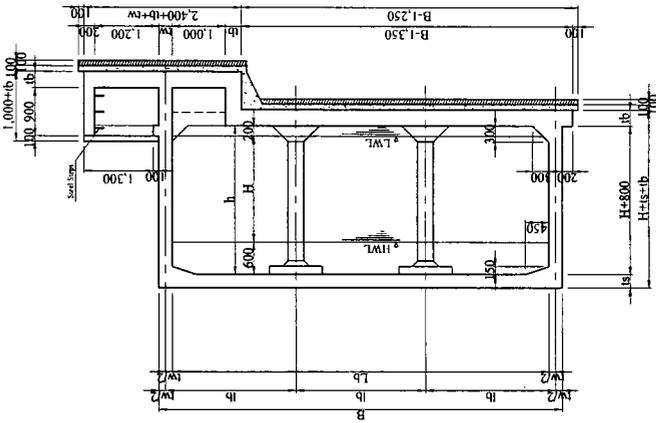
General Drawing of Service Reservoir Structure

Scale=1/100

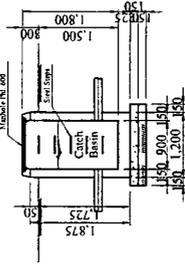
Plan



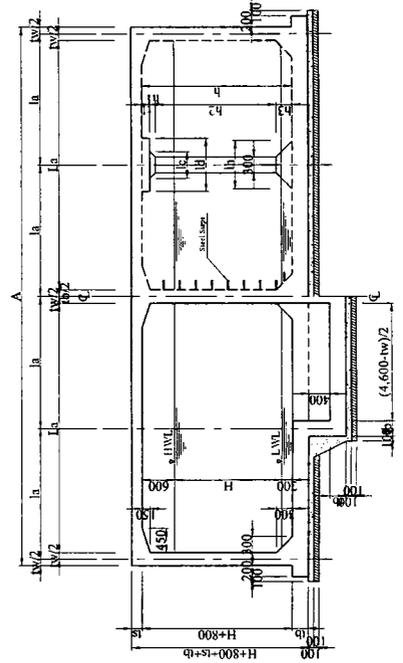
B-B Section



Catch Basin



A-A Section



Service Reservoir	Capacity (m ³)	Dimension (m)												
		tb	tw	ts	lh	ls	lb	la	La	A	lb	(s.lh)	lh	B
1. Sheikhu Bandi	130	0.30	0.25	0.20	4.500	1	4.25	9.25	3.950	2	7.65	8.15		
2. Sahlad	180	0.40	0.30	0.20	4.500	1	4.20	9.30	3.550	2	6.80	7.40		
3. Nawanshehr	340	0.40	0.30	0.20	3.900	2	7.50	15.90	3.950	2	7.60	8.20		
4. Mipur	620	0.40	0.30	0.20	4.500	2	8.70	18.30	3.950	3	11.55	12.15		
5. Derawanda	220	0.30	0.25	0.20	3.950	2	7.45	15.65	3.850	2	7.45	7.95		
6. Banda Ghazan	530	0.40	0.30	0.20	4.000	2	7.70	16.30	3.950	2	7.45	7.95		
7. Lama Maica	120	0.40	0.30	0.20	4.000	1	3.70	8.30	2.700	2	5.10	5.70		
8. Banda Phugwarian	110	0.30	0.25	0.20	3.900	1	4.25	9.25	3.375	2	6.50	7.00		
9. Dohthar	300	0.30	0.25	0.20	3.650	2	7.05	14.85	3.550	3	10.40	10.90		

Service Reservoir	Capacity (m ³)	Dimension (m)											
		kc	ld	lh	tc	tl	h1	b2	h3	h	H	H	H
1. Sheikhu Bandi	130	0.85	1.70	0.90	0.30	0.15	0.23	2.125	0.300	2.80	2.00		
2. Sahlad	180	0.85	1.70	0.90	0.30	0.15	0.25	3.125	0.300	3.80	3.00		
3. Nawanshehr	340	0.80	1.60	0.90	0.30	0.15	0.20	3.150	0.300	3.80	3.00		
4. Mipur	620	0.80	1.60	0.90	0.30	0.15	0.20	3.150	0.300	3.80	3.00		
5. Derawanda	220	0.80	1.60	0.90	0.30	0.15	0.20	3.150	0.300	3.80	3.00		
6. Banda Ghazan	530	0.80	1.60	0.90	0.30	0.15	0.20	3.150	0.300	3.80	3.00		
7. Lama Maica	120	0.70	1.40	0.90	0.30	0.15	0.15	3.200	0.300	3.80	3.00		
8. Banda Phugwarian	110	0.80	1.60	0.90	0.30	0.15	0.30	2.150	0.300	2.80	2.00		
9. Dohthar	300	0.75	1.50	0.90	0.30	0.15	0.18	2.175	0.300	2.80	2.00		

3-2-4 施工計画／調達計画

3-2-4-1 施工方針／調達方針

(1) 事業実施体制

本事業は、日本国政府無償資金協力のスキームに基づいて実施され、プロジェクトの実施決定後、「パ」国政府は日本国法人の建設コンサルタントおよび施工業者を選定し事業を実施する。図 3-15 に事業実施体制の概念図を示す。

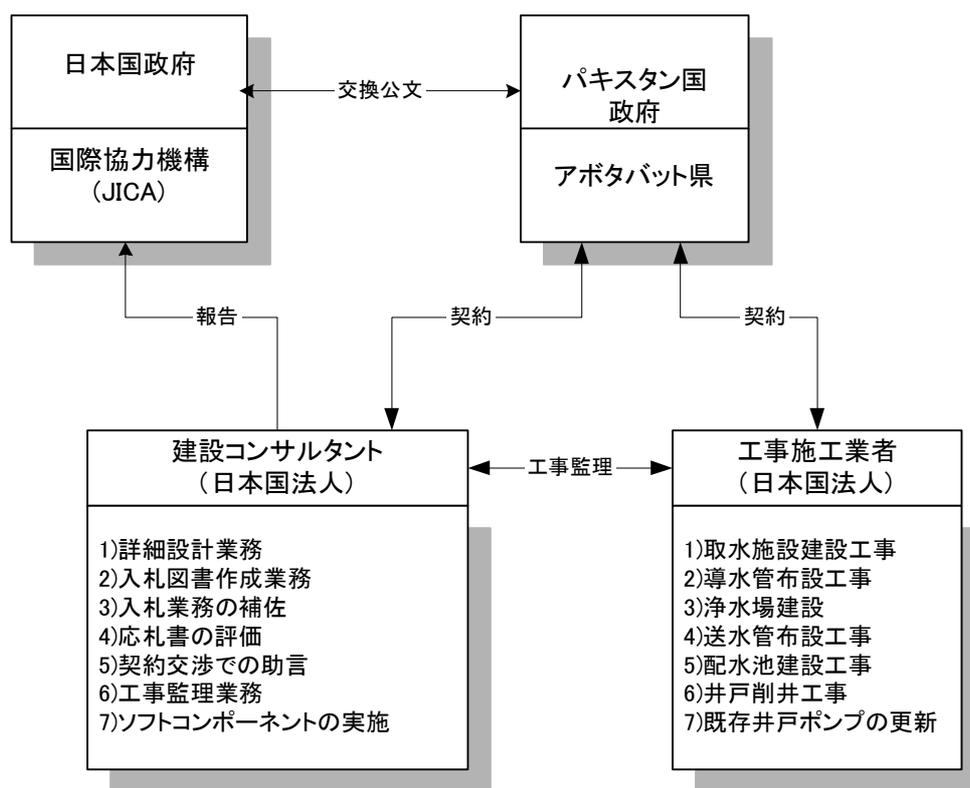


図 3-15 事業実施体制の概念図

① 事業実施機関

本事業の実施機関は、アボタバット県である。

事業・サービス部（Works & Services Department）を中心とし同県の関係各部および関連する州・中央政府機関とも連携・協力し事業実施を円滑に進める。

② 建設コンサルタント

日本国側負担の工事に関する実施設計・工事監理は、日本国法人で水道施設の設計監理に精通し経験のある建設コンサルタントを選定し実施する必要がある。

③ 工事施工業者

日本国側負担の建設工事は、日本国法人である施工業者によって行われる。本工事は「パ」国の北西辺

境州のアボタバット地区で盆地と起伏に富み岩質の多い山間部が建設サイトとなっている。また、取水・導水・浄水・送水・配水施設の建設を含む本格的な水道工事である。施工業者は、上記工事に必要な技術者の派遣、工事に必要な資機材調達を円滑に行い建設工事を実施のできる十分に経験のある施工業者を選定する必要がある。

(3) 現地建設業者等の活用

本計画の工事实施にあたっては、現地法人で経験豊かな現地建設業者を活用する。建設業者登録許可申請基準は施工業者を A~D の 4 ランクに分けている。A ランクが最高で、大卒/有資格技術者、工事用トラック・トレーラ等を保有し、最低工事出来高が Rs.90,000,000 以上等が規定されている。アボタバット地区においても A クラスの建設業者は多数存在しており、これらを活用することができる。

工事	現地業者の活用範囲	活用すべき現地業者のランク
井戸建設工事	現地の井戸建設業者	A
導・送水管工事	現地の土木建設業者	A
浄水場工事	現地の土木建設業者	A
配水池工事	現地の土木建設業者	A

3-2-4-2 施工上の留意事項

今回の施工地区は、全般的に地盤が岩質であり、岩掘削には発破作業を伴うため、周辺に対し事前の十分な安全対策を講じる必要がある。また、導水管布設ルートの特に山間部の布設箇所では、雨期においては落石や斜面崩落等の予期せぬ災害が発生する可能性もあるので、工事現場での安全対策を事前に講じる必要がある。また、導水管の主な布設ルートである県道のマリー道路は、路肩部分が狭く片側は絶壁、もう一方は崖になっている箇所がかなり多く、通行車両の安全には十分留意する必要がある。

また、山間部の施工にあたってはアクセスの確保が容易でない箇所があり、建設機械や運搬用トラックが進入できないところもある。よって、人力やトラクターによる資機材の搬入が必要となる。

その他、労務管理に関しては、パキスタンはイスラム教国であり、日々の礼拝やラマダン（断食月）などの宗教事情にも十分考慮した労務管理が必要である。

3-2-4-3 施工区分／調達・据付区分

日本国側及び「パ」国側施工区分／調達・据付区分は表 3-15～表 3-19 に示すとおりである。

表 3-15 井戸施設新設および井戸ポンプ更新に関する日本側とパ国側の施工区分

項目	日本側	「パ」国側
新設井戸用地買収と整地		○
新設井戸取り付け道路の建設		○
新設井戸掘削	○	
新設井戸用機材の供給	○	
電線の引込みおよび変電設備		○
低圧側受電設備および現場操作盤	○	
新設井戸ポンプ供給と設置	○	
既存井戸ポンプ取り外しおよび交換用ポンプ供給と設置	○	
既存井戸設備取り外し後の各資機材の運搬、撤去		○
新設井戸から既存送水管への接続	○	
新設井戸建屋の建設	○	
配水管布設工事		○

注：新設井戸 4 ヶ所、既存井戸ポンプ交換 12 ヶ所

表 3-16 取水施設に関する日本側とパ国側の施工区分

項目	日本側	「パ」国側
取水施設用地買収と整地		○
取水施設建設	○	

表 3-17 導・送水施設に関する日本側とパ国側の施工区分

項目	日本側	「パ」国側
導・送水管布設許可の取得		○
導水管布設	○	
送水管布設	○	
既存送水管との接続	○	
既存送水管の更新・補修あるいは増強		○
既存配水池の水位調整弁と流量計の設置	○	

表 3-18 浄水場建設に関する日本側とパ国側の施工区分

項目	日本側	「パ」国側
浄水場および浄水場管理道路建設用地買収と整地		○
浄水場管理道路の建設	○	
浄水場建設工事	○	
電線の引込みおよび変電設備		○
低圧側受電設備および現場操作盤	○	
浄水場敷地から排水先までの場外排水管の設置	○	

表 3-19 配水池建設に関する日本側とパ国側の施工区分

項目	日本側	「パ」国側
配水池建設用地買収と整地（9ヶ所）		○
配水池アクセス道路の建設		○
配水池建設工事	○	
配水池から既存配水管までの配水管布設（既存配水池に隣接して配水池を建設する場合のみ）		○
配水池からの配水管の布設		○
配水池から排水先までの場外排水管およびオーバーフロー管の設置（マンホールまで）		○

3-2-4-4 施工監理計画／調達監理計画

(1) 施工監理計画

建設コンサルタントによる施工監理では主に次のような業務を実施する。

- 1) 建設業者が作成する製作図面のチェック、承認
- 2) 主要資機材の出荷前の検査
- 3) 施工工程の管理
- 4) 工事完了後の検査
- 5) 施設試運転検査
- 6) 調達資機材の検査
- 7) 日本国および「パ」国側への工事進捗状況の報告
- 8) 「パ」国側負担工事分に対する技術指導
- 9) 施設運転・維持管理のための技術移転
- 10) 無償資金協力業務において「パ」国側が行う業務上必要な手続きの補佐

本事業は、表流水システムについては、取水施設工事、導水管布設工事、浄水場建設工事、送水管布設工事、配水池築造工事等からなる本格的な上水道施設建設工事である。地下水システムについては、井戸建設

と既存井戸ポンプの更新工事、井戸から配水池までの送水管布設工事を含む。施工期間中、一貫した施工監理を行うため、工事着工から試運転・竣工まで専任の常駐監理者を 1 名配置すると共に、各種分野の工事内容に対応するため下記に示すような専門分野の技術者を派遣する。

業務主任：	施工開始業務、中間検査業務および竣工時業務
常駐監理：	施工監理全般および対外交渉等
井戸施設：	井戸掘削監理、井戸ポンプ更新工事監理
取水・浄水場・配水池建設（土木）：	取水施設および浄水場建設工事監理
管路布設（土木）：	導水管路および送水管路布設工事の監理

また、工事サイトは広範囲に及びかつ同時に進行するサイトが多いことから、以下の現地人技術者を活用し、それぞれのサイトでの施工検査や安全管理の徹底を図ることが必要である。

土木技術者（取水施設）1名、土木技術者（浄水場）1名、土木技術者（配水池）1名、管路技術者（導水管）2名、管路技術者（送水管）2名、井戸技術者1名

3-2-4-5 品質管理計画

品質管理にあたっては、品質管理計画表として取りまとめる管理項目、内容、方法、適用規格等について、仕様書と照らし合わせ実施することとする。原則として品質規格は JIS あるいは国際規格を適用することを前提とする。表 3-20 に本工事の主な工事に関する主な管理項目を示す。

表 3-20 主要品質管理項目と管理方法

区分	管理項目	管理内容	管理方法	標準品質規格	測定頻度	結果の整理方法	備考
ポンプ設備	ポンプ	仕様書に適合していること	観察 承認図 試験成績表	JIS B 8301 JIS B 8302	搬入時適宜 工場検査	搬入記録 試験成績表 承認図	コンサルタント立会い コンサルタント立会い
配管材料	ダクタイル鋳鉄管	規格に適合していること	承認図	JIS G 5526 JIS G 5527	配管系統毎	承認図	
		種類	観察				
配管工	配管継手	継手の状況	観察	—	管工事時	報告書	コンサルタント立会い
			水圧漏水試験	漏水の観測がない	配管系統毎	試験結果表	コンサルタント立会い
			超音波試験		10口に1ヶ所	試験結果表	
コンクリート材料	鉄筋	鉄筋の種類(異型、丸鋼)	観察	JIS G 3112 JIS G 3117	種別毎、搬入の都度	搬入記録	コンサルタント立会い
		規格に適合していること	試験成績表			試験成績表	
	セメント	セメントの種類	観察	JIS R 5210	搬入の都度	搬入記録	コンサルタント立会い
		規格に適合していること	試験成績表			試験成績表	
	水	水道水使用あるいは清浄な河川水等 水質(水道水以外)	観察	—	配合時	配合表に記載	コンサルタント立会い
			水質試験	JIS A 5308 付属書9	配合設計前	試験結果表	
	骨材	粗骨材の最大寸法	観察	鉄筋コンクリート:25mm	搬入時適宜	搬入記録	コンサルタント立会い
			粒度	JIS A 1102	JIS A 5005	配合設計前	試験結果表
	コンクリート用混和材料	規格に適合していること	試験成績表	JIS A 6201-6207	搬入の都度	試験成績表	必要に応じて
材料の保管	保管場所、状態	観察	—	適宜	報告書(仮設計画)	コンサルタント立会い	
コンクリート工	コンクリート示方配合(主要構造物)	試験練り	品質の確認	28日強度: 21N/mm ² スランプ:10.0±2.5cm 空気量:±1.5% W/C比:65%以下(水密コンクリート:55%以下) セメント:270kg/m ³ 以上	施工前1回	試験成績表	コンサルタント立会い
	コンクリート現場配合	細骨材の表面水量	JIS A 1111,1125	—	練混ぜ毎	試験結果表	コンサルタント立会い
		骨材の粒度	JIS A 1102	JIS A 5005	材料搬入時	試験結果表	
		水及び骨材の温度	温度測定	—	練混ぜ毎	試験結果表	コンサルタント立会い
		水、セメント		誤差1%未満			
	スランプ	仕様書に適合していること	JIS A 1101	10.0±2.5cm	打設毎適宜	試験結果表	コンサルタント立会い
	空気量	仕様書に適合していること	JIS A 1128	±1.5%	打設毎適宜	試験結果表	コンサルタント立会い
	圧縮強度試験	試験機関	—	コンサルタントの承認	試験実施前	—	
		サンプリング	JIS A 1132	7日強度:3ヶ 28日強度:3ヶ	50m ³ 毎 or 1回/日 1回/工種	—	コンサルタント立会い
		規格に適合していること	JIS A 1108	設計基準強度=21 N/mm ²	50m ³ 毎 or 1回/日 1回/工種	試験結果表	
	漏水試験(配水池等)	仕様書に適合していること	水位測定 観察	24時間以上の間水位低下が認められないこと	施工後	試験結果表	コンサルタント立会い

3-2-4-6 資機材等調達計画

資機材の調達は原則として、現地調達もしくは日本調達あるいは第三国調達とする。資機材調達先に関しては以下の事項を考慮して決定した。表 3-21 に主な資材の調達区分を示す。

表 3-21 資材調達区分

	現地	第三国	日本
建設用一般資機材			
建設用一般資材	○		
仮設用資材	○		
建設用機械	○		
導水・送水管設備			
MS 鋼管・亜鉛めっき鋼管	○		
ダクタイル鋳鉄管		○	
異型管・弁類		○	○
浄水場設備			
場内配管		○	○
ろ過砂	○		
洗砂設備			○
殺菌設備			○
水質試験設備			○
井戸			
削井用機材	○		
井戸ポンプ	○		
電気設備	○		

1) 現地調達

施設完成後の維持管理を容易に行うため、使用する工事事資機材は可能な限り現地調達する。この場合、供給量を十分把握した上で発注し、工事工程に影響を及ぼさないよう配慮する必要がある。「パ」国において、本プロジェクトに必要とされる工事事資材（セメント、骨材、鉄筋、型枠、足場、支保、鋼材等）はすべて調達可能であり、その品質は必要なレベルにある。したがって、工事事資材については現地調達とする。

また、工事事機械についても「パ」国内で調達可能であるため、「パ」国内での建設機械リース会社あるいは建設業者より工事期間中リースすることを原則とする。

2) 輸入調達

配管材料については、亜鉛めっき鋼管、MS 鋼管等小口径の管は現地で入手が可能であり、品質、供給量共に問題なく、価格も安価であり現地での実績もあることから現地調達とする。ただし、導水管路および送水管路用の中口径の管材であるダクタイル鋳鉄管については、現地で生産されていないため第三国調達とする。また、井戸ポンプ設備については、現地調達とする。

3) 輸送計画

1. 日本調達の輸送は、横浜港よりカラチ港まで海上輸送され、通関後、建設予定基地である各サイトまで陸上輸送される。

2. 第三国調達品は、第三国よりカラチ港まで海上輸送され、通関後、建設基地予定地である各サイトまで陸上輸送される。
3. 内陸輸送ルートは表 3-22 の通りである。

表 3-22 内陸輸送ルート

ルート	輸送資機材	道路状況	距離	時間
カラチーアボタバット	管材	アスファルト舗装の国道	1200km	21 時間
イスラマバッドーアボタバット	建設機械／管材	アスファルト舗装の国道	180km	3 時間
ラホールーアボタバット	建設機械	アスファルト舗装の国道	280km	4.6 時間
アボタバット市内ー各サイト	すべての資機材	アスファルト舗装の国道・県道その他、幅員が狭く高低差大。	5 ～ 20km 程度	30 分～1 時間程度

3-2-4-7 ソフトコンポーネント

1) 目的

本プロジェクトにおけるソフトコンポーネント業務の目的は大きく以下の四項目に分けられる。

① 緩速ろ過池浄水場の運転維持管理面の知識・技術を持った人材の育成。

プロジェクトの実施機関であるアボタバット県政府は、県内 200 箇所以上の給水システムを所管し水道建設の経験を持つが浄水場の運転維持管理の経験はない。したがって、緩速ろ過システムによる表流水の適切な浄水処理と運転維持管理について、建設後にそのノウハウを表流水供給ユニットの技術者および浄水場運転員に技術移転することが必要であり、これらの職員に対し十分な技術研修が必要となる。

② 井戸管理およびポンプ運転維持管理のトレーニング

新設および更新される井戸施設の井戸管理とポンプの適切な運転維持管理のためにオペレータへのトレーニングを実施する。

③ 表流水システムの運営組織設立のための支援

表流水システムは先の説明のように、異なる三つの事業体に給水を行うための新たな独立した組織を立ち上げ運営することとなる。そのため、三事業体および関連機関との協議および準備・調整のための支援を行い、表流水システム供給ユニット（仮称）の設立とその運営体制の確立を側面支援する。

④ 水道料金徴収の改善のための支援

アボタバット市および周辺自治区で現在適用されている定額制の水道料金を改め、水道メータ導入による従量制水道料金とし、料金徴収を改善するとともに住民の節水意識の向上にも寄与すべく、現行の料金制度改定、水道メータ導入、徴収体制改善のための支援を行う。

2) 期待される効果

上述した目標に沿ってソフトコンポーネントが実施された場合、期待される直接的な効果は下記の通りである。

- 適正な浄水場運転管理のノウハウの技術移転により本事業が目的とする処理水量・水質の確保とその持続的な達成
- 井戸施設の適切な運転による井戸施設寿命の延伸
- 表流水システムの運営のための新組織が設立される
- 水道事業健全化のための水道料金改正とメータ設置の実現化のための体制整備
- 住民の節水意識の向上

3) 導入方法

本プロジェクトは二期分けで実施される計画となっており、第1期には地下水システムの工事、第2期には表流水システムの工事を行うことになっている。この計画に従い、ソフトコンポーネント業務の具体的導入方法は次のとおりである。また、その実施に当たって、以下に示す日本人専門家と現地専門家を導入する。

① 第1期

- 日本人井戸専門家により、井戸管理のための維持管理マニュアルが作成され、それを基にオペレータおよび管理技士にトレーニングを行う。特にポンプ運転記録の徹底を図る。
- 現地カウンターパート機関と協議の上、日本人教育啓蒙専門家、現地人専門家（啓蒙教育）により教育啓蒙と水道メータ設置のためのアクションプランが策定される。そして、現地人専門家（啓蒙教育）が中心となり、料金徴収とメータ設置に関する啓蒙・教育を住民に対して訪問説明・公聴会等を通して行う。

日本人専門家

井戸専門家： 井戸の運転管理方法の技術移転
教育啓蒙専門家： 水使用および料金徴収等改善計画および住民教育計画等の策定・実施支援

現地人専門家

啓蒙教育： 日本人専門家の策定した住民教育実施推進のための支援

成果品： 井戸施設維持管理マニュアル、啓蒙教育のためのアクションプラン

② 第2期

- 日本人専門家（運転維持管理専門家）により表流水システムの取水・導水・浄水場・送水施設の運転維持管理マニュアルが作成され、エンジニアクラスに十分トレーニングした後、オペレータにトレーニングを行う。また、同時に緩速ろ過池の運転管理について、エンジニアクラスの日本での研修を行う。施設が整った日本での緩速ろ過システムでの実地研修を事前に行うことで、効果的な技術移転を図る。
- 日本人専門家（制度・組織専門家）は表流水システム運営のための新たな組織作りについて、関連機関と十分協議し、体制の確立のための助言・支援を行い、施設完成の数ヶ月前までに組織を立ち上げることができるよう指導する。
- 日本人専門家（料金政策）は料金徴収改善計画を策定し、料金設定、料金徴収、財務管理、顧客管理についてアボタバット市、ナワンシェール市および県政府と十分協議し、水道事業経営体制の改善のための助言を行う。
- 現地人専門家（水道料金）は、上記料金徴収改善計画に従い各事業体が水道料金改定と料金徴収改善を実施する上での必要な助言をする。

日本人専門家

運転維持管理専門家：	浄水場運転および管路維持管理方法の技術移転
制度・組織専門家：	表流水システム運営のための体制作りの支援と
料金政策専門家：	料金政策策定のための支援と料金徴収改善計画の策定と実施支援

現地人専門家

水道料金：	料金徴収改善に関する助言
-------	--------------

成果品：表流水システム運転管理マニュアル、料金徴収改善計画

3-2-4-8 実施工程

本プロジェクトの実施工程は工期の関係から2期分けとする。

実施設計業務の現地調査は、第2期に必要な施工期間を確保するため、第1期および第2期工事分をあわせて、第1期において2.0ヶ月の工期で行い、実施設計業務は計5.5ヶ月の工期で行う。

第1期工事は、地下水システムの工事を行う。調達および施工で9.0ヶ月、試運転・施工検査で1.0ヶ月（1ヶ月間施工期間と重複）を要し、実施設計を含む合計の工期は14.5ヶ月となる。（なお、入札期間は除く）

第2期は、表流水システムの関連工事を実施する。実施設計は2.0ヶ月、調達および施工で15.0ヶ月、試運転・検査で2.0ヶ月（うち2.0ヶ月は施工期間と重複）を要し、合計15ヶ月の工期となる。これに実施設計を加えると17.0ヶ月となる（なお、入札期間は除く）。したがって1期および2期を合わせた全工期は31.5ヶ月となる。

実施工程は図3-16に示すとおりである。

期分	区分	作業項目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		
第 I 期	実施設計	現地作業																		
		国内作業																		
		現地確認																		
	施工・調達	第 I 期全体	工事準備																	
		地下水システム	井戸建設工事																	
			揚水ポンプ設備工事																	
			既設井戸ポンプ更新																	
			配水池建設工事																	
			送水管布設工事																	
			製造・調達																	
	ソフト ポネ ント	日本人専門家 井戸管理																		
		日本人専門家 教育啓蒙																		
		現地人専門家 教育啓蒙																		
	第 II 期	実施設計	現地作業																	
国内作業																				
現地確認																				
施工・調達		第 II 期全体	(工事準備)																	
		表流水システム	取水工事																	
			導水管布設工事																	
			送水管布設工事																	
			浄水場建設工事																	
			配水池建設工事																	
			製造・調達																	
ソフト ポネ ント		日本人専門家 表流水システム 運転維持管理																		
		日本人専門家 制度・組織																		
		日本人専門家 料金政策																		
		現地人専門家	水道料金																	

図 3-16 実施工程表

3-3 相手国側分担事業の概要

3-3-1 用地取得

取水施設、浄水場、配水池、井戸、圧力開放池の建設サイトの用地取得は先方負担である。

取水施設：	4ヶ所	
	ナムリマイラ	153 m ²
	ガヤ	176 m ²
	バグ本流	238 m ²
	バグ分流	150 m ²
浄水場：		
	浄水場サイト	15,650 m ²
	工事・管理道路	7,700 m ²
配水池：	9ヶ所	
	シェイクルバンディ	448 m ²
	サルハド	400 m ²
	ナワンシェール	600 m ²
	ミルプール	500 m ²
	デルワンダ	480 m ²
	バンダガザン	500 m ²
	バンダ・プグワリアン	451 m ²
	ラマ・マイラ	225 m ²
	ドバタール	700 m ²
井戸：	4ヶ所	300 m ² x 4ヶ所
圧力開放槽：	3ヶ所	No.1 50m ² 、No.2 50m ² 、 No.3 100 m ²

3-3-2 浄水場および新設井戸への電力引込みと電話線の引込み

新設される浄水場および新設井戸サイト4ヶ所への電力の引込みと浄水場サイトへの電話線の引込みと設置はパ国側負担である。設備動力の合計は、浄水場：15KVA、井戸1ヶ所当たり：30KVAと見積られる。

3-3-3 新設配水池と既存配水池に関する先方負担事項

日本側の協力対象事業による新設配水池の建設には、配水池流入までの送水管と水位調整弁設置を含む。また、オーバーフロー（越流）管とドレイン（排水）管の設置についてはマンホールまでとし、それ以降は先方の負担とする。

新設配水池からの配水管については、流出制御弁の設置までを日本側とし、それ以降の配水管網の拡張および更新等については先方負担とする。

既設配水池への送水については、配水池流入までの送水管の設置と水位調整弁の設置を日本側負担とし、既設配水池からの配水管、オーバーフロー管、ドレイン管については、改修あるいは拡張が必要な場合はパ国側の負担とする。

3-3-4 導水管ルートおよび送水管ルートの占有許可の取得

実施機関は、私有地に導水管あるいは送水管を敷設する場合は、当該所有者からの管敷設工事の許可・承諾を事前に取得しなければならない。また、国道、州道、県道、市道についても、その舗装下、路肩、歩道、側溝下などの管敷設については、関連する道路管理機関から Non-Objection Certificate (NOC) を取得しなければならない。この取得にあたっては、舗装復旧費の支払いが必要でありこの費用は日本側で負担されるが、道路使用に係るリース代は先方負担となる。

3-3-5 各戸水道メータの調達と設置

本プロジェクトの実施に伴い、アボタバット市および周辺自治区の水道利用者に対して、各戸水道メータの設置することを先方機関は予定しており、必要となる水道メータの調達および取り付け工事は先方負担とする。

3-3-6 PC-1 の承認取得

本計画の実施に当たっては、パキスタン国側の負担事項を担保する PC-1 (Project Commission-1) の承認が州および中央政府によりなされなければならない。現在進行中の承認手続きは早急に行われ、速やかな承認取得が必要である。

3-3-7 その他

上述した相手国側負担事項の他に、下記に列挙するような一般的な事項がパキスタン国側で実施される必要がある。

- 工事に必要な電力、給水、排水施設の整備
- 工事中の住民への影響についての説明と広報
- 本事業に関係する資機材のパ国内への搬入に係る関税及び国内税の免税措置
- 日本の外国為替取扱銀行へ銀行間協定に基づく銀行業務に対する手数料の支払い
 - 支払い授權書 (A/P) に関する手数料
 - 支払い手数料
- パキスタン国の外国為替取扱銀行への支払い手数料等の支払い
- 荷揚げ港に運搬された本計画用資機材に課せられる税金の免除および通関手続きに必要な措置
- 実施機関との契約に基づき機材およびサービスの供給のため、パ国に滞在する日本国民に対し、パ国の国内税およびその他の課徴金の免除
- 本事業に関係する日本人に対するパ国への出入国及び滞在中の便宜供与
- 本事業により設置、建設、供与された設備・施設・機材の適正かつ効果的な利用及び維持管理
- 無償資金協力に含まれないその他全ての建設および設備、機材の運搬および設置に関する必要経費の支払い

3-4 プロジェクトの運営・維持管理計画

3-4-1 協力対象事業実施後の運営・維持管理体制

事業実施後は、給水対象地域の水道システムは従来の井戸運転による地下水給水だけでなく、表流水自然流下供給システムによる給水が新たに加わることになる。図 3-17 にそれぞれの水道システムにおける表流水システムと地下水システムとのおよその依存割合を示す。アボタバット市では、給水は 100%表流水に切替えられ、周辺自治区のうち、バンダプグワリアンとドバタールではこれまで通り 100%地下水に依存することになる。その他の地区では、表流水システムからの供給と従来の井戸からの給水が併用されることになる。

井戸については、本計画により、ナワンシェール市では 1 箇所の井戸ポンプ更新が行われ、周辺自治区においては、4 箇所の新設井戸と 11 箇所の井戸ポンプ更新が行われる。これらの井戸の運転維持管理については、これまで通り、管轄するナワンシェール市 Water & Sanitation Unit およびアボタバット県事業・サービス部がそれぞれ継続して行うことになる。一方、表流水システムについては、アボタバット市、ナワンシェール市、アボタバット県事業・サービス部の三つの異なる事業体が所管する水道システムに跨って給水事業を行うことになるため、それぞれの責任範囲を明確にするとともに、表流水システムの管理主体として、新たな体制を整備することを検討する。

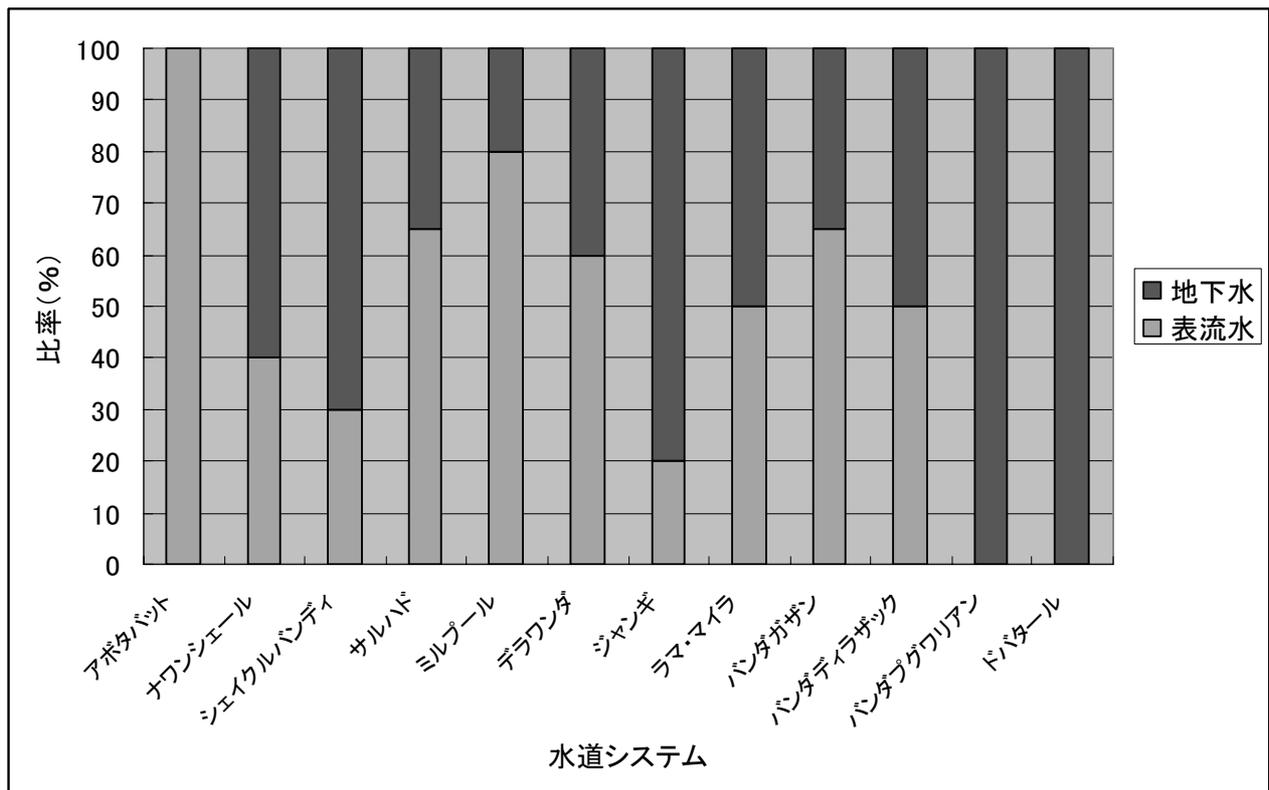


図 3-17 各水道システムにおける表流水システム利用および地下水システムのおよその依存割合

3-4-1-1 表流水システムの運営維持管理

本件事業実施により新たに建設される自然流下表流水供給システムは、アボタバット市、ナワンシェール市、周辺自治区の現在別々に水道運営をしている三つの事業体に送水を行うことになる。それぞれの事業体の現在の水道事業運営は、図 3-18 に示すようにスタッフ数や組織構成からみて、建設後の表流水供給システムについて運営維持管理を行えるだけの人員を有していない。この新しいシステムを運営管理するための新たな人員の確保と独立した組織を確立する必要がある。

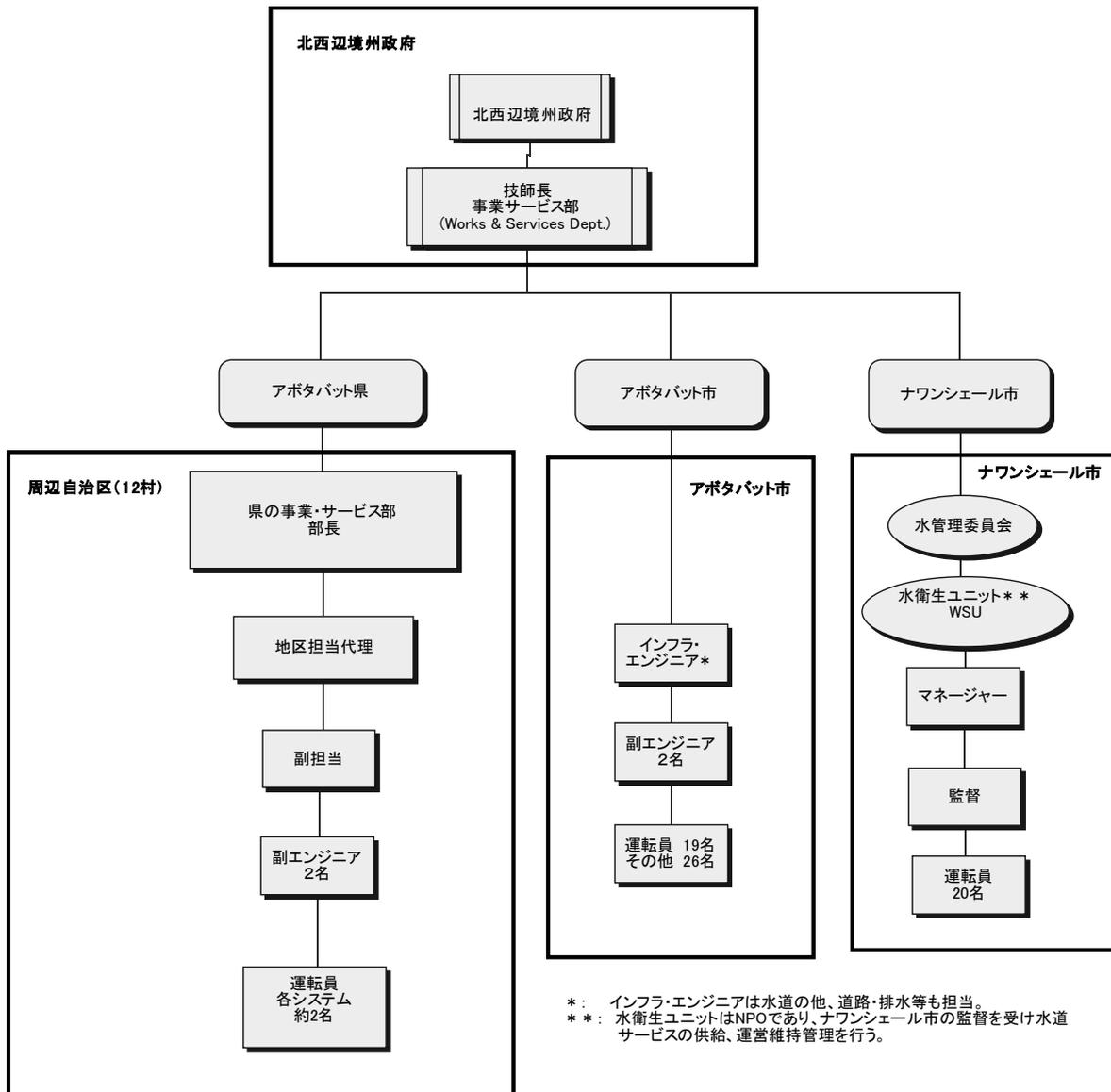


図 3-18 現状の各事業体における水道事業運営維持管理体制

図 3-19 に示す案は、自然流下表流水供給システムの運営維持管理にあたる新たな独立した運営組織（仮称：表流水供給ユニット：Gravity Water Supply Unit）を組織することを提案するものである。この表流水供給ユニットは、独立採算の運営とし、自然流下式表流水供給システムの取水・導水・浄水・送水施設までを一括維持管理する。一方、アボタバット市、ナワンシェール市およびアボタバット県は、この表流

水供給ユニットが運営する自然流下送水管からバルク・サプライ(用水供給)により各事業体が管理する配水池に送水を受ける。配水池以降の配水・給水業務については従来通り、各事業体が維持管理を行う。したがって、使用者からの料金徴収は、これまで通り各事業体が行い、バルク・サプライによる水量に対して、各市とアボタアット県は各戸から徴収した水道料金の中から表流水供給ユニットに支払う方式とする。

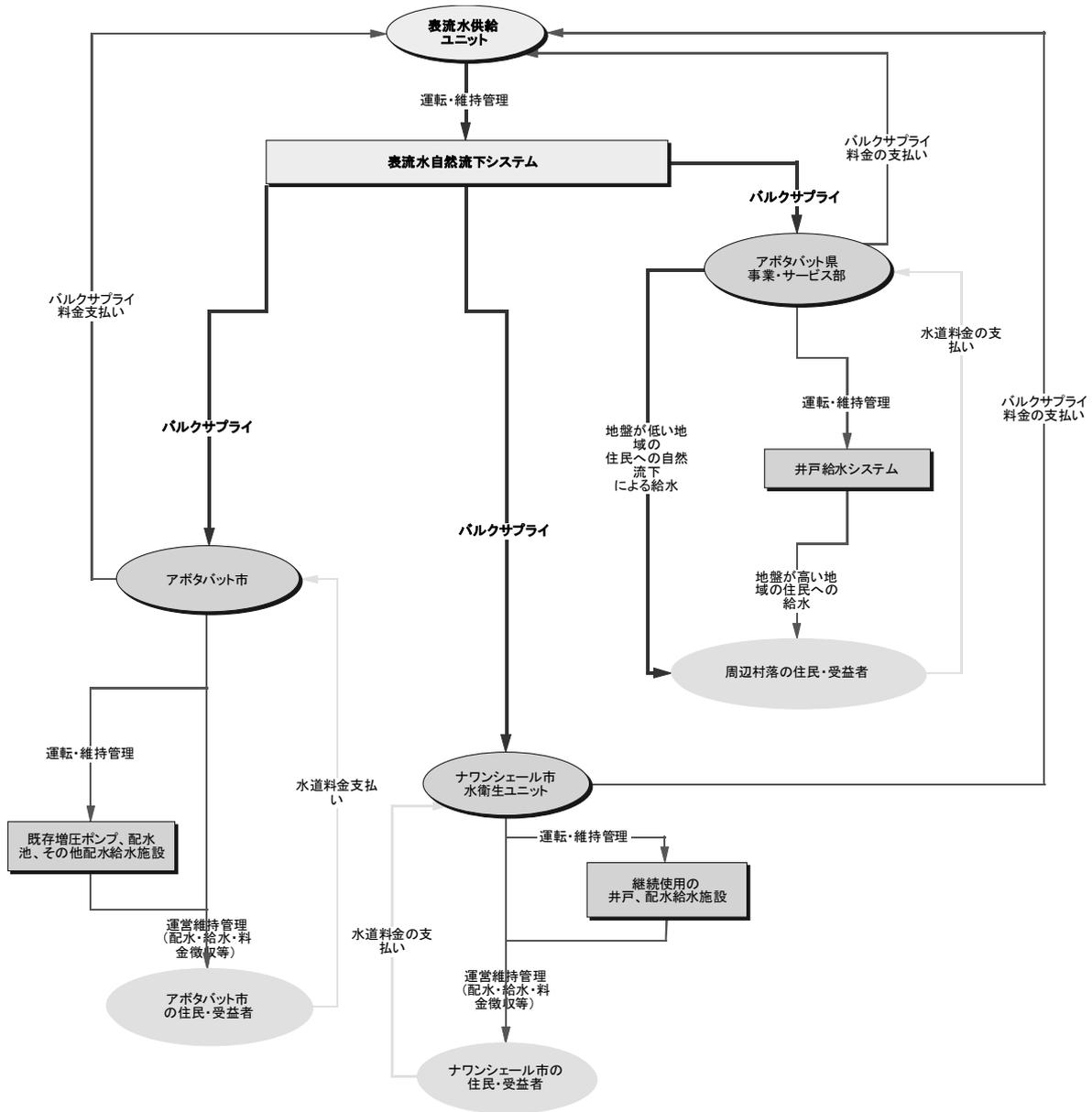


図 3-19 表流水供給体制の概念図

また、この独立した表流水供給ユニットの人員構成と各事業体との関係は、図 3-20 のように提言される。図 3-19 に示したように、表流水供給ユニットは、三つの事業体から独立した組織とするが、このユニットの上位機関として各事業体の代表による表流水供給コミッティーを組織し、三事業体間と表流水供給ユニットとの調整および必要な協力を行うものである。

施設の運転維持管理等、技術面に関しては、浄水場と管路の運転維持管理のためのエンジニアクラスの

職員の監督による専任のチームが必要である。また、各事業体からの料金徴収、維持管理費の管理を担当する財務担当が必要とされる。

表流水供給ユニットが運転維持管理する責任境界は、各配水池の流入側に設けられる水位調整弁までとする。すなわち、配水池（矩体、流出管、オーバフロー管、ドレイン管等）、配水管網、給水管、各戸水道メータについては、これまで通り各事業体が管理することになる。（アボタバット市と周辺自治区では水道メータの管理等は新たな業務となる。）

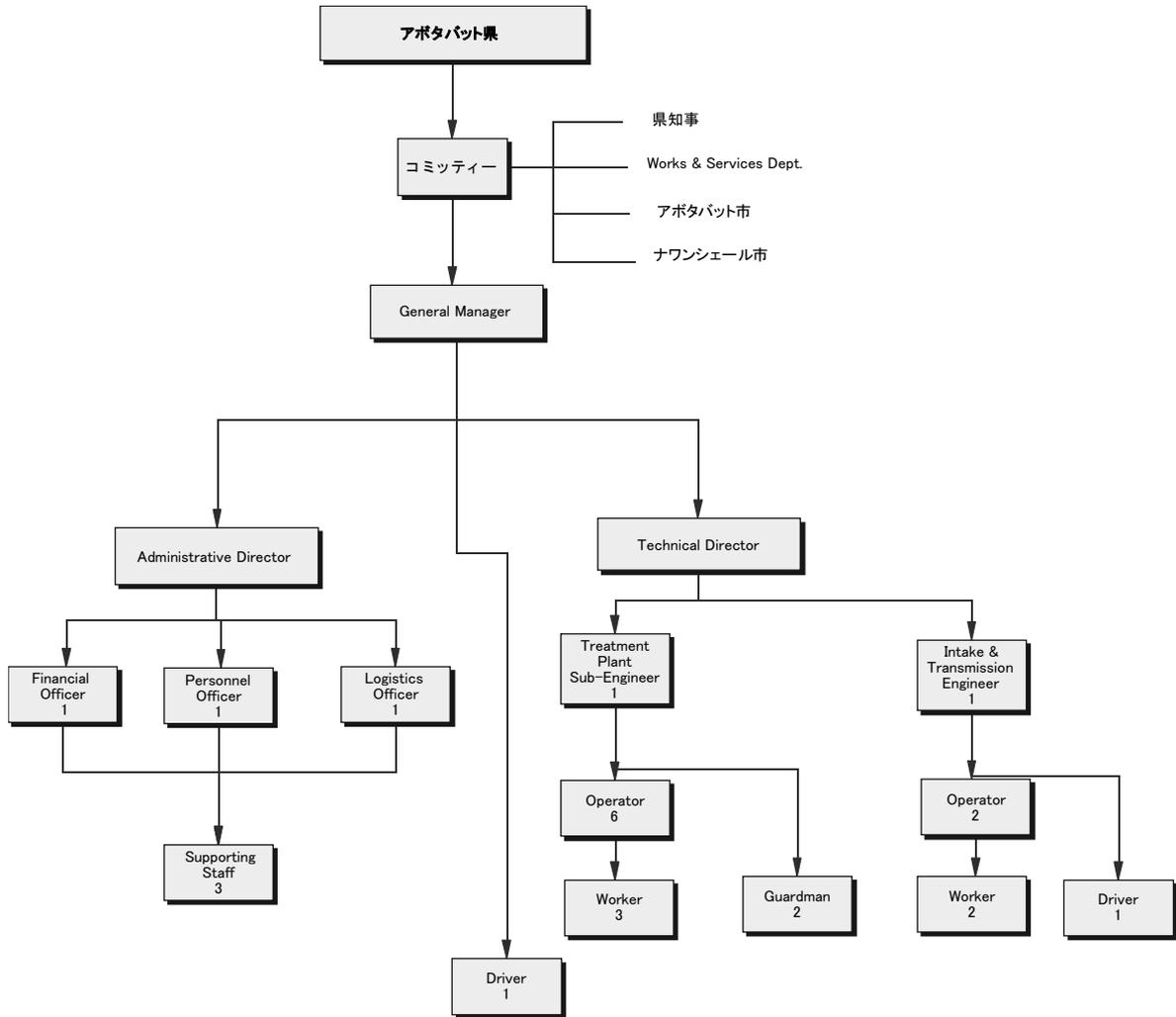


図 3-20 表流水システムの運営維持管理組織図

3-4-1-2 地下水システムの運営維持管理

周辺自治区およびナワンシェール市では、現在ある井戸を継続使用する。また、新しく 4 井が周辺自治区に追加される。これらの井戸の運転維持管理は従来通り、それぞれ、アボタバット県の事業・サービス部、ナワンシェールの Water & Sanitation Unit により行われる。ただし、揚水量に関して適正なコントロールが行えるよう、本事業では既存井戸ポンプの更新時に基礎的なモニタリング機能が追加される。新設される井戸は、周辺自治区の給水のための 4 井だけであり、現状の組織を大きく変える必要はないが、これまで井戸運転に関わってきたオペレータに対し、井戸管理およびポンプ運転維持管理について再教育する必要がある。

日々の運転記録として、ポンプ運転時間、水圧計・流量計による運転状況記録、定期的井戸の水位をオペレータに徹底する必要がある。

3-4-1-3 各事業体における料金徴収体制の強化

現在、アボタバット市と周辺自治区では、水道料金徴収は定額料金制となっているが、プロジェクト実施に伴い料金徴収を従量制に移行したいとの考えである。また、定額制の弊害である無駄な水使用が相当量にのぼると見られ、水資源が逼迫している同地域では、水資源保全の観点からもメータ設置の意義は高い。今後メータ設置を進める上で、具体的な体制の強化が必要となる。アボタバット市および周辺自治区では、水道メータの導入ははじめてであることから、水道メータ設置業務、さらに水道メータ設置後の様々な諸業務（メータ検針、顧客管理、料金請求業務）についての体制を整備する必要がある。

また、表流水供給ユニットが独立採算により表流水システムを持続的に運営できるよう、バルク・サブライ料金の徴収に関する取極め等について、アボタバット市、ナワンシェール市、アボタバット県（事業・サービス部）と十分調整・決定する必要がある。

こうした運営維持管理体制の確立のための支援と各戸メータによる料金徴収導入に向けての体制を整備し円滑な業務立ち上げのための支援をソフトコンポーネント等により実施する必要がある。

3-4-2 表流水システムの運転維持管理体制

3-4-2-1 浄水場施設の運転維持管理体制

浄水場運転維持管理については、図 3-20 に示すとおり管理技術者を配置し、オペレータを 3 交代制の 24 時間体制で運転管理する。日常の主な運転管理業務は以下の内容である。

- 原水水質のモニタリング：通常の水源水質は良好であるが、取水点上流の降雨により原水濁度が急変する可能性があることから、定期的に原水濁度を監視し、必要に応じ取水停止等の対応を取る。
- 沈澱・ろ過プロセス管理：沈殿池の洗浄時期、粗ろ過池、緩速ろ過池の閉塞状況等を把握し、沈殿池排泥・洗浄、粗ろ過池の逆流洗浄、緩速ろ過池のろ過砂の掻き取り作業等を実施する。
- 殺菌プロセス管理：ろ過水の殺菌処理のためのさらし粉溶液注入作業を行う。
- 管理記録業務：運転記録（処理水量、洗浄頻度、水質管理記録）などの各プロセスの点検記録を行う。

緩速ろ過池の運転や塩素殺菌処理についての経験がこれまでないことから、ソフトコンポーネントの導入により、こうした運転管理技術と維持管理作業についての教育指導が行われる。

3-4-2-2 取水および導・送水管路の維持管理体制

表流水システムの取水施設および導・送水管路を定期的にパトロールし、施設状況の確認、漏水等の早期発見と修理、取水地点・管路布設周辺状況の観察と異常の早期発見・修復に努める。また、自然流下による各配水池への送水コントロールは、各配水池に設置される水位調整弁により行われる。これらの弁の作動状況を確認するとともに必要なメンテナンスを行う。

また、表流水システムは、アボタバット市、ナワンシェール市および周辺自治区への用水供給であるので、各配水池への送水量について流量計の読取業務および送水量の記録管理を行い、所定の送水量の通水を確認するとともに流量計の保守点検を行う。

先の図 3-20 に示したようにエンジニアクラスの監督の下、2名のオペレータにより取水施設・導水管路、送水管路、配水池コントロール施設の管理を行う体制とする。

	水道、排水管、電話、事務所備品等	
4)	既存および新設配水池間、井戸との接続等：	Rs.18.00 百万
5)	周辺自治区の配水管網の更新と拡張：	Rs.80.00 百万
6)	水道メータの調達と設置：	Rs.75.00 百万
7)	PMU 設置・活動経費	Rs. 5.97 百万
8)	銀行手数料、税関手数料等：	Rs.28.45 百万
9)	予備費・その他：	Rs. 2.08 百万

(3) 積算条件

- | | | |
|----|---------|--|
| 1) | 積算時点 | 平成 16 年 3 月 |
| 2) | 為替交換レート | US\$1 = 108.21 円
Rs.1 = 2.15 円 |
| 3) | 施工期間 | 2 期分け
・第 1 期建設期間 9 ヶ月
・第 2 期建設期間 15 ヶ月 |
| 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。 |

3-5-2 運営・維持管理費

協力対象事業実施後の支出（電力費、薬品費、人件費等）と、収入（料金徴収）の収支バランスについて検討を行い、水道料金の値上げ幅、州政府等からの補助金の必要性の有無について検討を加える。

3-5-2-1 水道料金

現行の水道料金は、アボタバット市、ナワンシェール市、アボタバット県（アボタバット・ナワンシェール両市を除く周辺自治区）によりそれぞれ異なっている。

アボタバット市の水道料金は表 3-23 のごとく、消費水量に基づく計量制をとらず（メータなし）、料金体系は一律定額制となっている。そして、需要用途別（まず、家事用、商業用に二大別され、商業用はさらにホテル、理髪店、学校、ガソリンスタンド、映画館など 9 区分に分かれている）の料金制となっている。

表 3-23 アボタバット市の水道料金体系

Water Tariff (Monthly)
Abbotabad (2002-2003)

No	Type of connection	Rate	# Connection	Billing	%	Year
1	Domestic	Rs.60	4595	275700	85.3	3308400
Commercial connection						
2	Hotel (Class-A) *	Rs.500	14	7000	2.2	84000
3	Hotel (Class-B) **	Rs.300	8	2400	0.7	28800
4	Hotel (Class-C) ***	Rs.225	11	2475	0.8	29700
5	Hotel (Class-D) ****	Rs.150	127	19050	5.9	228600
6	Barbars Shop (Class-A) #	Rs.250	15	3750	1.2	45000
7	Café,Bakery,Doctor Clinic, Private Schd	Rs.200	41	8200	2.5	98400
8	Barbars Shop (Class-B)##	Rs.100	32	3200	1	38400
9	Petro Pump	Rs.400	2	800	0.2	9600
10	Cinema	Rs.500	1	500	0.2	6000
	Total		4846	323075	100	3876900

Note

* 10 or more guest rooms

** 6-9 guest rooms

*** 1-5 guest rooms

**** No guest rooms, only resaurant

3 or more bath rooms

1-2 bath rooms

ナワンシェール市の水道料金は、全戸計量制が採用されている。料金体系は家事用 (Rs.2.32/m3) と商業用 (Rs.3/m3) に分かれ、単純均一制 (消費量 m3×単価) をとっている。商業用用途は 85 件に過ぎず、その区分けは非家事用という基準で判断しているものの明確ではない。

県が所管する周辺自治区では、水道料金は定額制で、使用用途、使用量に関係なく一律 1 ヶ月 Rs.40 である。

これら 3 事業体に共通して言えることは、維持管理費が水道料金徴収額によって賄われておらず、各事業体とも水道事業は大きな赤字となっている。2001 年度における収支決算は、表 3-24 のごとく。また、水道料金は平均的家庭収入に比較し極めて低く設定されている。

表 3-24 現状の料金収入と運転維持管理費の収支

(単位: 千 Rs.)

給水システム	現在の維持管理費			料金収入	収支
	電気代	人件費・維持費	計		
アボタバット市	15,800	5,920	21,720	3,877	-17,843
ナワンシェール市	3,840	960	4,800	1,800	-3,000
周辺自治区	12,000	1,700	13,700	2,409	-11,291
全体	31,640	8,580	40,220	8,086	-32,134

3-5-2-2 維持管理費と料金徴収額

維持管理費の試算は以下の条件を前提とした。

- a. 人件費 : 現在の給与を採用して試算する。
- b. 薬品費 : 殺菌用高度さらし粉の価格はパキスタンでの実勢価格とする。

- c. 修繕費 : 年間の施設修繕費として、建設費の 0.2%を見込む。
- d. 電気代 : WAPDA の電気料金表 (2003 年 9 月改正) により、ポンプ運転に必要な消費電力を基に算定する。
- e. 水道料金 : 各サイトにおける各家庭毎の水道料金徴収額は、社会的に負担可能と言われている家庭収入の 4%以下を目処に毎年値上げするとして算出。

表流水システムを運営するに当たり必要となる年間の運営維持管理費の推移は、次の表 3-25 に示すとおりである。また、同表には、各三事業体の水道事業運営にかかる年間運営維持管理費の推移についても示している。

また、表 3-26 には、各三事業体の水道料金を現状より毎年 30%値上げすると仮定した場合の収支の推移を示す。アボタバット市およびナワンシェール市においては、2010 年において料金収入により維持管理費をすべて賄うことができる。その時の平均的家庭収入に占める水道料金の割合は、それぞれ、1.9%、1.5%と十分に低い。しかしながら、周辺自治区においては、2013 年まで毎年 30%の値上げを続けなければ収支がプラスとならない。さらに、この時点での周辺自治区の平均的家庭収入に占める水道料金の割合は 3.7%となるが、三事業体間での交差補助による料金設定により、周辺自治区住民の負担は軽減される。

三事業体全体としてみれば、2012 年には、ほぼ収支がバランスし、以降はプラスとなる。この不足分に対し、プロジェクト実施後の数年間は、州政府の補助金あるいは三事業体間での交差補助による料金設定により、全体の収支をバランスさせるなどの措置で、これを負担することが望ましい。

表 3-25 事業実施後の表流水自然流下システムの運転維持管理費と各事業体の運転維持管理費の推移

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Total Water Demand (Max.Day)m3/d	21,429	23,135	24,842	26,548	26,548	26,548	26,548	26,548	26,548	26,548
1 Bulk Water Supply System										
Water Production (Max.Day)	13,948	15,059	16,170	17,280	17,280	17,280	17,280	17,280	17,280	17,280
Annual Production	4,426,974	4,779,596	5,132,217	5,484,522	5,484,522	5,484,522	5,484,522	5,484,522	5,484,522	5,484,522
Personnel Cost	5,230	5,230	5,230	5,230	5,230	5,230	5,230	5,230	5,230	5,230
Power Cost	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86
Chemical Cost (Rs.0.32/m3)	1,417	1,529	1,642	1,755	1,755	1,755	1,755	1,755	1,755	1,755
Maintenance Cost	2,360	2,360	2,360	2,360	2,360	2,360	2,360	2,360	2,360	2,360
Total O & M Cost	9,093	9,205	9,318	9,431	9,431	9,431	9,431	9,431	9,431	9,431
2 Abbottabad TMA System										
Water Production (Max.Day)	7,990	8,419	8,849	9,278	9,278	9,278	9,278	9,278	9,278	9,278
Annual Production	2,535,957	2,672,117	2,808,596	2,944,757	2,944,757	2,944,757	2,944,757	2,944,757	2,944,757	2,944,757
Power Cost (Rs.1.57/m3)	3,981	4,195	4,409	4,623	4,623	4,623	4,623	4,623	4,623	4,623
Personnel /Maintenance Cost	4,539	4,783	5,027	5,271	5,271	5,271	5,271	5,271	5,271	5,271
Bulk Water Supply	4,910	4,971	5,032	5,093	5,093	5,093	5,093	5,093	5,093	5,093
Total O & M Cost	13,430	13,949	14,468	14,987	14,987	14,987	14,987	14,987	14,987	14,987
3 Nawanshehr TMSA System										
Water Production (Max.Day)	3,715	3,989	4,263	4,537	4,537	4,537	4,537	4,537	4,537	4,537
Annual Production	1,179,109	1,266,074	1,353,039	1,440,004	1,440,004	1,440,004	1,440,004	1,440,004	1,440,004	1,440,004
Power Cost (Rs.2.00/m3)	2,287	2,456	2,625	2,794	2,794	2,794	2,794	2,794	2,794	2,794
Personnel /Maintenance Cost	2,358	2,532	2,706	2,880	2,880	2,880	2,880	2,880	2,880	2,880
Bulk Water Supply	909	921	932	943	943	943	943	943	943	943
Total O & M Cost	5,554	5,909	6,263	6,617	6,617	6,617	6,617	6,617	6,617	6,617
4 Peripheral Union Council										
Water Production (Max.Day)	9,107	10,316	11,524	12,733	12,733	12,733	12,733	12,733	12,733	12,733
Annual Production	2,890,483	3,274,209	3,657,617	4,041,343	4,041,343	4,041,343	4,041,343	4,041,343	4,041,343	4,041,343
Power Cost (Rs.4.46/m3)	12,892	14,603	16,313	18,024	18,024	18,024	18,024	18,024	18,024	18,024
Personnel /Maintenance Cost	5,174	5,861	6,547	7,234	7,234	7,234	7,234	7,234	7,234	7,234
Bulk Water Supply	3,274	3,313	3,354	3,395	3,395	3,395	3,395	3,395	3,395	3,395
Total O & M Cost	21,340	23,777	26,214	28,653	28,653	28,653	28,653	28,653	28,653	28,653
Ground Total	40,324	43,635	46,945	50,257	50,257	50,257	50,257	50,257	50,257	50,257

表 3-26 各三事業体における年間の運転維持管理費と水道料金収入の収支の推移（収支がプラスになるまで水道料金を30%/年づつ値上げすると計算）

Items	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Water Tariff Increase: 30% per annum										
Abbottabad TMA System										
1 Water Sales	1,927,328	2,030,809	2,134,533	2,238,016	2,238,016	2,238,016	2,238,016	2,238,016	2,238,016	2,238,016
2 O & M Cost	13,430	13,949	14,468	14,987	14,987	14,987	14,987	14,987	14,987	14,987
3 Revenue	5,589	7,656	10,459	14,256	18,531	18,531	18,531	18,531	18,531	18,531
4 Balance	-7,841	-6,293	-4,009	-731	3,544	3,544	3,544	3,544	3,544	3,544
5 Water Tariff	78	101	132	171	223	223	223	223	223	223
6 Ratio to Income	0.88	1.13	1.48	1.92	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51
Nawanshehr										
1 Water Sales	896,123	962,216	1,028,309	1,094,403	1,094,403	1,094,403	1,094,403	1,094,403	1,094,403	1,094,403
2 O & M Cost	5,554	5,909	6,263	6,617	6,617	6,617	6,617	6,617	6,617	6,617
3 Revenue	2,832	3,955	5,491	7,595	7,595	7,595	7,595	7,595	7,595	7,595
4 Balance	-2,722	-1,954	-772	978	978	978	978	978	978	978
5 Water Tariff	78	102	132	172	172	172	172	172	172	172
6 Ratio to Income	0.68	0.89	1.16	1.51	1.51	1.51	1.51	1.51	1.51	1.51
Peripheral Unions										
1 Water Sales	2,196,767	2,488,399	2,779,789	3,071,420	3,071,420	3,071,420	3,071,420	3,071,420	3,071,420	3,071,420
2 O & M Cost	21,340	23,777	26,214	28,653	28,653	28,653	28,653	28,653	28,653	28,653
3 Revenue	4,591	6,768	9,840	14,129	18,367	23,865	31,021	31,021	31,021	31,021
4 Balance	-16,749	-17,009	-16,374	-14,524	-10,286	-4,788	2,368	2,368	2,368	2,368
5 Water Tariff	52	67	88	114	148	193	250	250	250	250
6 Ratio to Income	0.78	1.00	1.31	1.70	2.21	2.88	3.73	3.73	3.73	3.73
Total										
1 Water Sales	5,020,218	5,481,424	5,942,631	6,403,839	6,403,839	6,403,839	6,403,839	6,403,839	6,403,839	6,403,839
2 O & M Cost	40,324	43,635	46,945	50,257	50,257	50,257	50,257	50,257	50,257	50,257
3 Revenue	13,012	18,379	25,790	35,980	44,493	49,991	57,147	57,147	57,147	57,147
4 Balance	-27,312	-25,256	-21,155	-14,277	-5,764	-266	6,890	6,890	6,890	6,890
5 Water Tariff	67	86	111	144	178	200	227	227	227	227
6 Ratio to Income (Average8,300)	0.81	1.04	1.34	1.73	2.14	2.41	2.73	2.73	2.73	2.73

表 3-24 に示したように、現状における水道料金と運転維持管理費の収支をみると、三事業体全体の損益はおよそ年間 32 百万 Rs. に及んでいる。また、図 3-21 にプロジェクト完了後の運転維持管理費と料金収入の全体の比較結果を示す。この試算では、年 30% の料金値上げを仮定している。プロジェクト完了後の初年度においては、現状より少ない約 27 百万 Rs. の損益が発生する。2012 年においては、三事業体全体としてみれば、ほぼ収支がバランスする。一方、同年における各事業体別の収支で見ると、アボタバット市とナワンシェール市は収支がプラスであり、周辺自治区（県政府の運営）のみが収支マイナスとなっている。

三事業体全体としてほぼ収支のバランスがとれる 2012 年時点での各事業体の水道料金水準は、表 3-27 のようになる。

表 3-27 2012 年における各事業体の水道料金の水準

給水システム	現在の水道料金	三事業体全体としての収支がバランスする 2012 年の水道料金	値上げ倍率	家計に占める割合
	Rs./m3	Rs./m3		
アボタバット市	2.23	8.28	3.7	2.51
ナワンシェール市	2.43	6.94	2.9	1.51
周辺自治区	1.61	7.77	4.8	2.88
平均	2.09	7.81	3.7	2.41

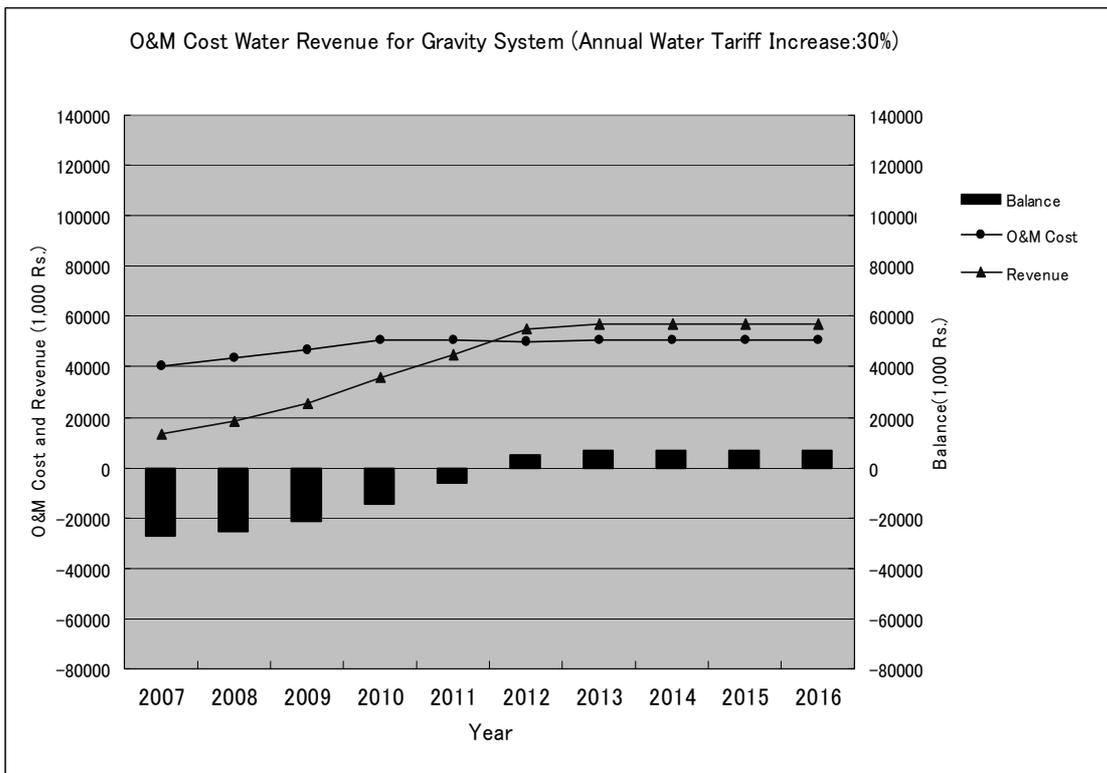


図 3-21 事業実施後の運転維持管理費と料金収入のバランス(料金値上げ 30%/年のケース)

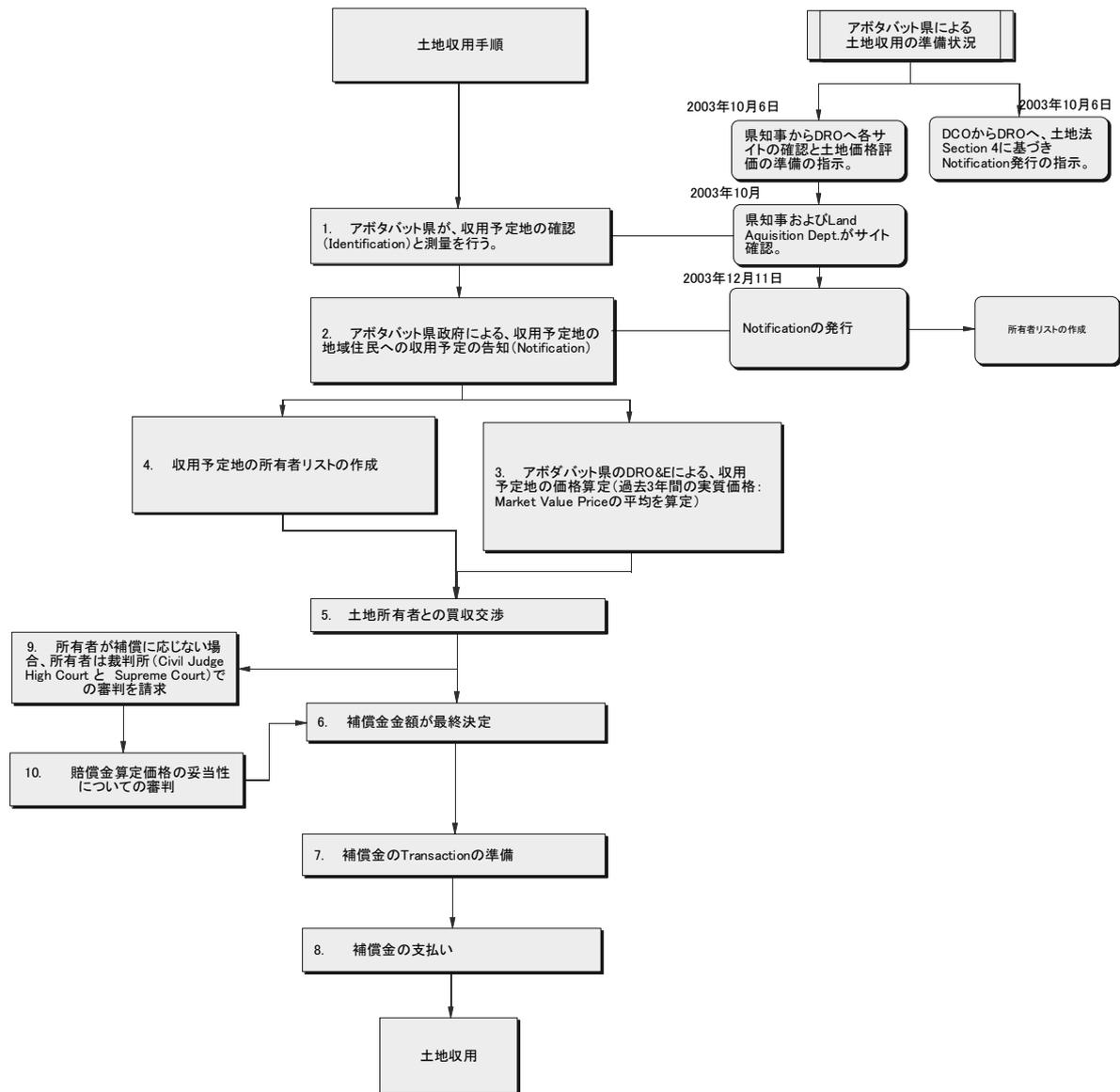
三事業体間での交差補助、つまりアボタバット市とナワンシェール市の利益分を周辺自治区の損失分に補填することができれば、全体としての収支はバランスする。

以上のことから、パ国側に対し、以下のような三事業体間の調整と州政府の支援が必要とされる。

- 2012年までに水道料金を現状から先の表に示したレベルに値上げする。(試算では毎年30%の値上げとしたが、実際には2012年までに2回程度の料金改定を行い実施するなどの料金値上げ政策をとる。)
- アボタバット市、ナワンシェール市、アボタバット県は、水道利用者から料金を徴収する。そして、徴収した額の中から表流水システムから受ける用水供給量(バルクサプライ)に対し、バルクサプライ料金を独立採算企業である表流水水供給ユニットに支払う。
- 2012年における三事業体の水道事業の全体としての収支は、ほぼバランスしている。しかし、各事業体毎にみるとアボタバット市とナワンシェール市についてはプラスだが、アボタバット県(周辺自治区水道)はマイナスである。水道料金設定に当たっては、三事業体間での調整および合意により、周辺自治区の経済状況に合わせた料金政策を策定することが望ましい。一つの案としては、将来的にはこの三つの水道事業運営を統合する考えに立ち、三事業体間での交差補助の考え方を導入して周辺自治区の維持管理費を賄うだけの料金設定を各事業体において実施するのも一案である。この場合の水道料金が家計収入に占める割合は、平均で2.4%程度である。
- 州政府は、プロジェクト実施後もこれまでとおり料金徴収が軌道に乗るまで赤字補填の補助金を供与する。補助金のレベルは、現状レベルから年々減少し、各事業体において料金値上げと料金徴収が適切に行われれば、2013年以降はゼロとなると試算される。

3-6 プロジェクト実施に当たっての留意事項

本事業において必要となる建設サイトの土地収用に關し、実施機関は既にその手続きを進めており、2003年12月で収用予定地の住民への告知が終わっている。土地収用の一般の手順は以下のようになっており、今後、所有者との買収交渉を引き続き遅滞なく進めてゆく必要がある。



第4章 プロジェクトの妥当性の検証

第4章 プロジェクトの妥当性の検証

4-1 プロジェクトの効果

プロジェクト対象地域であるアボタバット市、ナワンシェール市及び周辺の 12 村落では水道水源として地下水に依存している。給水対象区域の人口は 2003 年において 169,880 人、水使用量は 13,166 m³/日と推定される。給水普及率はアボタバット市で 79%、ナワンシェール市でほぼ 100% そして周辺自治区では 37~79%と推定される。本地域での地下水及び湧水の利用は、上記水道用水、カントンメント・ボードでの水道用水、軍施設関連の水使用及びその他民間使用となっている。

近年、市域の拡大と人口増加、それに加え既存井戸の揚水量の低下により給水能力の増強が急務となっている。一方、プロジェクト地域での地下水の涵養量と水需要量の検討によれば、当地域での地下水利用は現時点で既に限界にあるものと考えられる。すなわち、たとえ平年の降水量時でも 2007 年には地下水涵養量が需要量を下回るものと算定される。実際、近年の渇水時 1998 年から現在にいたる期間、今まで枯れたことのなかったイラヤシモスクスプリングの枯渇現象が現れてきている。

また、現在の水道システムは地下水を汲み上げ、高所に位置する配水池に送水後自然流下により給水区域に配水するシステムとなっている。そのため高揚程ポンプの使用による高い電力費は水道経営を大きく圧迫している。

上記の状況を踏まえ、プロジェクトの目的は北西辺境州アボタバット市、ナワンシェール市及びその周辺 4 自治区において、既存の地下水水源を有効に利用しつつ、長期的に安定した水道水源としてアボタバット市東部に位置する溪谷から表流水を取水し、自然流下により導水することにより、2010 年を目標年度とし、給水普及率の向上をはかり増加する水需要に対処するものである。

4-1-1 直接効果

1) 給水状況の改善

プロジェクトの実施により直接効果として 2007 年以降給水状況の改善が期待される。以下に地域毎の改善状況を示す。

表 4-1 地域毎の給水状況

対象地域	効果指標	プロジェクト 実施前(2003年)	プロジェクト 実施後(2010年)
アボタバット市	一日平均給水量	6,273 m ³ /日	8,068 m ³ /日
	給水人口	42,140 人	62,540 人
	給水普及率	79 %	100 %
ナワンシェール市	一日平均給水量	2,619 m ³ /日	3,945 m ³ /日
	給水人口	29,060 人	33,150 人
	給水普及率	100 %	100 %
周辺自治区	一日平均給水量	4,274m ³ /日	11,072 m ³ /日
	給水人口	50,160 人	93,030 人
	給水普及率	57 %	85 %
プロジェクト地域全体	一日平均給水量	13,166 m ³ /日	23,085 m ³ /日
	給水人口	121,360 人	188,720 人
	給水普及率	71 %	92 %

4-1-2 その他の効果

プロジェクトの間接効果として次の事項が挙げられる。

1) 電気代削減による運転維持管理費の低減

プロジェクト対象地区における各水道事業の支出のうち、井戸ポンプ等の運転にかかる電気代は、現在、およそ 80%を占めているが、これらは料金徴収で賄われておらず、水道事業経営は毎年、赤字となっている。

地下水取水から表流水の自然流下方式に切り替わることで、井戸ポンプ揚水にかかる電気代が大きく削減される。特にアボタバット市では、給水の全量が表流水に切り替えられるため、電気代は大幅に削減される。また、新設される浄水場の運転も自然流下とマニュアル運転が基本であり、電気消費量が少ないので、アボタバット市では、プロジェクト実施後の 2007 年においても、電気代と用水供給にかかる運転維持管理費用はプロジェクト実施前の半分程度に抑えられる。

2) 既存井戸の井戸ポンプ更新と適正な揚水量への変更による井戸寿命の延伸

適正揚水量を超えていると見られる既存井戸の多くにケービングと呼ばれる井戸空洞化現象が認められ、数年で井戸が使用不能となるケースもある。これは井戸施工時の不良、特にグラベルパッキングの不足なども原因ではあるが、過大な井戸集水速度もこの現象を増長している。今回のポンプ更新工事にあたって、単位時間あたりの揚水量を見直すことで、シルトや粘土の流出を抑え、その結果、井戸寿命が短くなるこのような現象を防ぎ、井戸寿命を延ばすことが期待される。

3) 水系感染症の患者数の減少

アボタバット市の水系感染症の症例数統計は得られていないが、周辺のナワンシェール市と周辺自治区の 2002 年の医療機関で治療を受けた水系感染症患者数（下痢症と赤痢）は、1,000 人当たり 9 人ので、うち 3 人は赤痢と報告されている。未だ、重篤な下痢症である赤痢が発生しており、給水量および普及率の向上と給水時間の延伸という改善により、水系感染症患者数の減少に寄与するものと期待される。

4-2 課題と提言

4-2-1 用水供給事業体の設立

本計画では独立した3つの水道事業体に水道用水を供給するものであり、既存の事業体とは別に新たに用水供給事業体の設立を提案している。この事業体は県の下に既存の部局と切り離して設立することとなる。用水事業の運営、施設の維持管理にとって適切な資格と能力を有する人材が新たに集められ、新事業体がプロジェクト完了前に設立される必要がある。

また、新事業体による各既存の事業体への用水供給配分、適正な用水供給料金の設定が不可欠であり、新事業体の活動に対する規制およびアドバイス、そして既存の事業体との調整のため県及びアボタバット市、ナワンシェール市の代表より構成される水管理委員会（仮称：Water Committee）の設立も併せて提案している。この水管理委員会の設立は関係機関の理解を得て、できるだけ早い時機に設置されることが望ましい。

水管理委員会設置及び用水供給事業体の設立にあたっては、ソフトコンポーネントによる支援が計画されている。

4-2-2 既存水道事業体の料金体系・料金の改正

現在の水道料金体系はナワンシェール市を除き定額制となっている。さらに、水道会計は他のインフラ施設と一緒にしており、水道の独立採算の原則に基づいたものとなっていない。また、現在の水道料金は維持管理費の1/5程度と低く設定されており、水道料金を適正なレベルに改正する必要がある。

本プロジェクトの実施に伴い、一日当たり1時間以下という現在の給水状況の改善が期待される中、受益者負担の原則に基づく水道料金の従量制への移行と適正な水道料金への改正が本計画の中で提言されている。そのため、水道メータによる消費水量の計量が不可欠である。PC-1に、メータ設置の費用が「パ」側の負担事項として計上されており、その早期実施が望まれる。

水使用量の計量、使用量に基づく適正な料金徴収は、これまでの定額制の下での使用者の水の浪費を防ぐと共に、配水管施設の効率化にもつながることが期待される。また、水の浪費の削減に伴い貴重な水資源の保全への効果も期待できる。

従量制への移行に伴い、料金徴収体制の整備が不可欠であり、各水道事業体は水道会計の分離・独立と共に体制整備を早急に進める必要がある。

これら、水道料金体系への移行・水道料金の改正・料金徴収体制の整備については、ソフトコンポーネントによる支援が計画されている。

4-2-3 新事業体の設立および水道料金改正アクションプログラム

上述した如く、本プロジェクトの完了前に用水供給事業体の設立および適正な水道料金改正を行ない、持続的水道事業の運営を行なう必要がある。そのためには、プロジェクト実施期間中、様々な検討および決定を行なうことになり、また、既存水道事業体を含む関係機関の同意を得る必要がある。これらは複雑で、時間を要する事柄であり、事前に詳細なアクションプログラムを作成し、プログラムに従った着実な実施が肝要である。

このことを踏まえ、図4-1に主要な行動計画と関係機関からの同意を得る時期等を示したアクションプログラム（案）を提示する。実施機関である県政府は、用水供給事業体の設立および水道料金改正の着実

な実施のため、このアクションプラン（案）についてアボタバット市およびナワンシェール市とともに充分検討を事前に加えることが望まれる。

4-2-4 地下水水源の保全と地下水利用の規制

本調査で指摘しているように、プロジェクト対象地域の地下水の涵養量には限りがあり、現在すでに地下水の利用は限界に近づいているものと判断される。過剰揚水により一旦井戸が枯渇する前に貴重な地下水水源の保全のため、地下水位や揚水量の監視を含む地下水のモニターは不可欠である。現在の水道水源である地下水の持続的利用を可能とするため、関係機関と協議のうえ地下水のモニターおよび地下水利用の規制のための早急なるアクションが必要である。

4-2-5 配水管網の整備

本プロジェクトは水道用水を配水池まで送水する計画であり、送水された水道用水は適切に給水区域に配水されることにより効果が発揮される。従って、必要な既設管の改修をふくみ、普及率の向上に伴う管網の拡張・整備が各水道事業体または県により実施されなければならない。PC-1には、配水管網の整備費が計上されており、本プロジェクトの実施とともに配水管網の整備を着実に実施することが肝要である。

4-2-6 その他

1) 水利権

本計画はドール川支流の3河川から200 l/秒の取水を行なう計画であるが、アボタバット県内における水利用に影響は少ないものと判断される。北西辺境州は、灌漑部並びに関係諸機関との協議の結果、本プロジェクトの実施を決定している。パキスタン側からは、州政府によるPC-1の承認により、水利権の承認がなされたとの説明があったが、水利権問題については特に重要な事項であるため、下流で影響を受けるハリプール県とアボタバット県との間で行なわれるドール川の水利用の調整について、州政府は今後とも注視する必要がある。

2) PC-1承認の取得

本計画が実施されるためには、パキスタン国側の負担事項を担保するPC-1の承認が必要である。州政府内によるPC-1の承認後、中央政府による承認が行なわれるが、その手続きが速やかに実施され、早期に承認がなされる必要がある。

3) 環境影響

アボタバット県によりIEEが実施され、本プロジェクトが与える環境への影響は軽微なものとして、EIAの実施を行なう必要がないものとして結論しておいた。また、州の環境保全庁(EPA)はその報告を得て、本プロジェクトの実施に対しNon-Objection Certificateを発行している。しかしながら、プロジェクトの実施にあたっては建設工事の影響を最小限にとどめることが肝要であり、PMUはプロジェクトの実施に当たり、環境影響についてのモニターおよび必要なアクションをとる必要がある。

4) 排水・下水施設の整備

本プロジェクトの実施による給水量の増加に対処するため、まず排水施設の整備が望まれる。また、汚水の増量に伴う下流流域への水質汚染を最小限とする下水施設の整備も必要となろう。

4-3 プロジェクトの妥当性

本プロジェクトは、北西辺境州アボタバット市およびナワンシェール市とその周辺 4 自治区において給水能力の不足を解消し、安定した給水を確保するとともに、給水普及率の向上により同地域住民の公衆衛生の向上に資するものである。プロジェクトの実施により、一日平均給水量は現在（2003 年）の 13,166m³／日から 175%の増量となる 23,087m³／日（2020 年）となり、給水人口の増加は約 6 万 7 千人と見積もられる。また、給水普及率は 71%から 92%へと向上することが予想される。これらの結果から判断して、協力対象事業は以下に示されるように我が国の無償資金協力として実施することが妥当であると評価される。

- ・ プロジェクトの裨益対象はアボタバット地区の 2 市および周辺自治区の 12 村落に居住する低所得層を含む一般住民であり、裨益人口は 18 万 9 千人である。
- ・ パキスタン国の上位計画に沿った目標達成に資するプロジェクトであり、地方住民の衛生環境と生活水準等の BHN の向上に資するものである。
- ・ 新設される施設は自然流下方式による導・送水システムと手動操作方式を基本とした浄水場であり、運転・維持管理に特段の技術は必要としない。浄水場の運転に要する技術の定着のための訓練は必要であるが、ソフトコンポーネントの実施と提案された維持管理体制によりアボタバット側で十分対応できるものである。
- ・ 本プロジェクトの実施により現在の極端に短い給水時間の延長を含む給水サービスが向上されることにより、住民の水道サービスへの信頼が生まれ、水道料金の徴収改善に水道運営が健全化されると期待される。

4-4 結論

本プロジェクトは、前述のように多大な効果が期待されると同時に、広く住民の BHN の向上に寄与するものであり、協力対象事業に対して、我が国の無償資金協力を実施する妥当性が確認される。PC-1 により相手側の負担事項に対する予算確保およびプロジェクト実施のための PMU の設置が計画されている。さらに、本プロジェクトにより建設される施設の運営・維持管理については、アボタバット県の一つの組織として、用水供給事業体を設立することについて県により確認されている。パキスタン国政府による PC-1 の承認を条件とし、無償資金協力を実施する妥当性があるものと結論される。

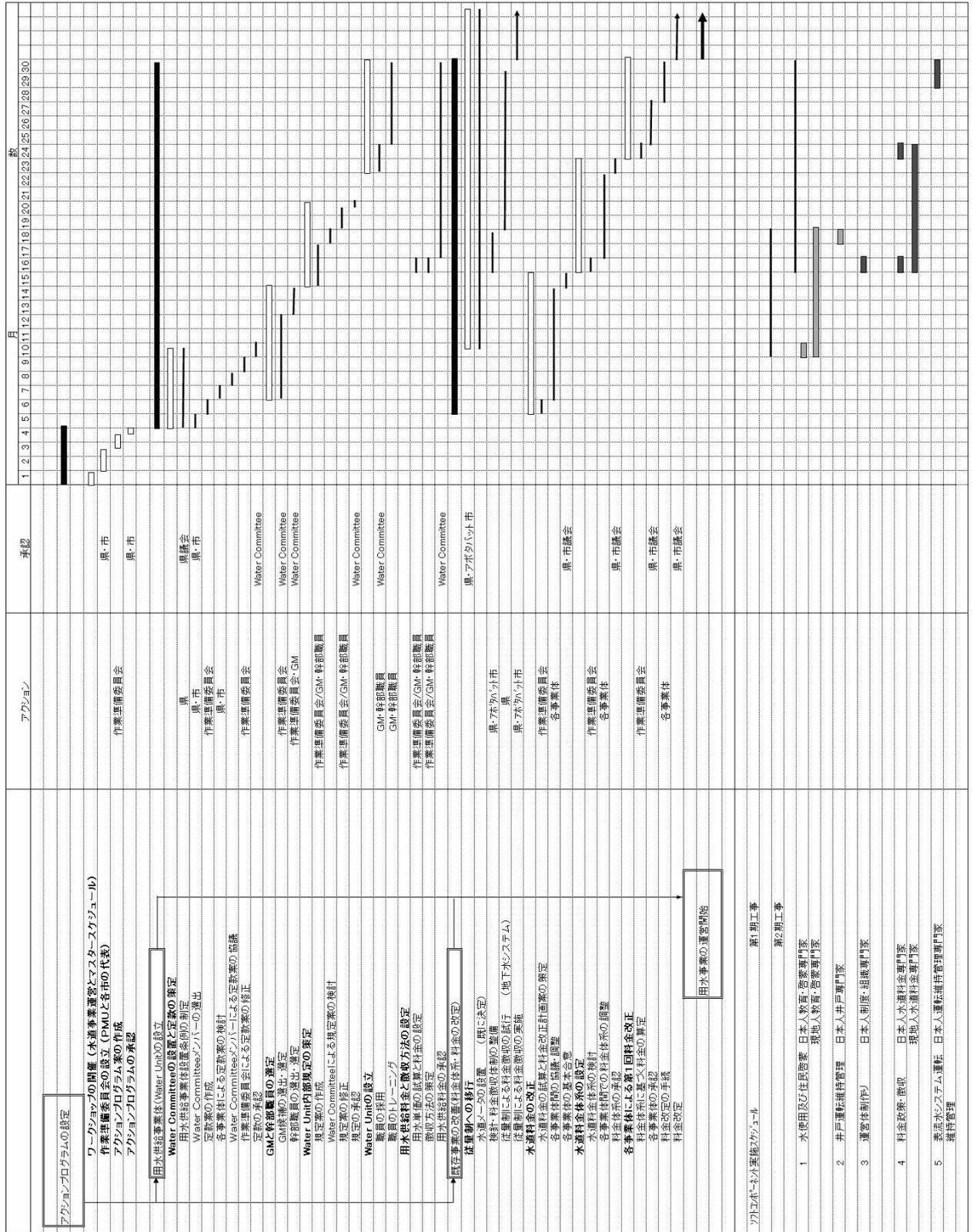


図 4-1 新事業体設立および水道料金改訂アクションプログラム(案)