

パキスタン・イスラム共和国  
ファイサラバード上下水道公社

パキスタン・イスラム共和国  
ファイサラバード市送水施設  
改善計画

準備調査報告書

2015年6月

独立行政法人 国際協力機構 (JICA)  
国際航業株式会社

環境
CR (2)
14-135

## 要 約

### 1. 国の概要

#### (1) 国土・自然

パキスタン・イスラム共和国（以下「パ」国）の国土面積は 79.6 万 km<sup>2</sup> と日本の約 2 倍程度である。世界第 6 位の人口 1 億 7,920 万人（2012 年、世界銀行）を抱え、宗教はイスラム教徒が 96.28% と大多数を占める。気候は、中南部が砂漠気候（BW）、北部がステップ気候（BS）、北部山岳地帯が温帯夏雨気候（Cw）となっており、地域により自然条件が多様でそれぞれの地域で特性が異なる。年間降水量は南部地域では 200mm、中部地域では 500mm、北部地域では 1200mm と地域によって異なり、6～9 月頃に月間最大雨量を観測している。気温は、5 月から 9 月にかけて高温となり、中部・北部地域では 12 月から 2 月にかけて最低気温が 10℃を下回る。

#### (2) 国家経済

国民一人当たりの GNI は US1,260 ドル（2012 年、世界銀行）に留まり、産業別労働人口（2012 / 2013 年度）は、第一次産業：45%、第二次産業：21%、第三次産業：34%であるが、GDP 内訳（2012 / 2013 年度）は、第三次産業（57.7%）が高い割合を示し、第一次産業（21.4%）、第二次産業（20.9%）となる。

「パ」国は、1947 年 8 月にイギリス領インド帝国から独立したが、独立後は、軍事クーデターによる政権交代が繰り返されてきた。しかし、2013 年 5 月に文民政権が初めて任期を満了し、選挙による政権交代が実現した。この結果、2013 年 6 月に第三次シャリフ政権が発足し、政権発足後の 2013 / 1014 年度予算案では、所得税の増税や補助金の削減などの一定の負担を国民に強いる一方、インフラ整備への支出の拡大や法人税の減税、国営企業の民営化推進など、民間主導の成長を目指す方針を打ち出している。

2008 / 2009 年度の「パ」国経済は、2008 年秋以降の世界金融危機による影響を受け、第二次産業が大きく落ち込み、全体ではマイナスとはならなかったものの、0.4%の低成長率に終わった。現在も世界金融危機以前の経済状況（成長率 5.0%）には回復していないものの、2012 / 2013 年度の成長率は 3.6%まで回復している。多くの国民が未だ貧困下にある状況ではあるが、人口増加率が高いことから若年層も多く、今後の経済発展に期待されている。

### 2. プロジェクトの背景、経緯及び概要

「パ」国における上水道普及率は、国全体で 65%（パキスタン中期開発フレームワーク、2005 年）、都市部で 85%（同）及び村落部で 55%（同）である。当国第 3 の都市であるファイサラバード市は、都市部人口約 310 万人（2013 年）を抱えるパンジャブ州第 2 の都市であり、繊維産業を中心とした工業の新興により同人口増加率は 1990 年から 2013 年までの平均で約 3.2%と国全体の平均を上回っている。同市においては、水源の約 98%を地下水に依存してファイサラバード上

下水道公社（以下、FWASA）が上水道事業を担っている。これまでFWASAは、主に1992年にADBの支援によりチェナブ水源地系の井戸群、2012年に我が国の無償資金協力「ファイサラバード上水道整備計画」及び「ファイサラバード上水道拡充計画」によりジャン用水路沿いの井戸群を水源とする上水道施設整備、さらに、フランス政府の融資（2010-2015年）で浄水場と井戸群の建設計画を進める等、ドナーの支援を受けて水源開発を進めてきている。しかしながら、高い人口増加率から2013年における給水人口は都市部人口約50%（FWASA資料）にあたる約155万人に留まっている。FWASAは新規水源開発を検討しているが、地下水源開発は井戸周辺の地下水位低下や地域農業社会へのインパクトが懸念されること、表流水源開発は水利権の調整が必要であることから際立った進捗が見られていない。

一方、ファイサラバード市に供給される水源水量の約55%を依存するチェナブ水源地系の基幹水道施設は、既に整備後20年が経過していることから、老朽化等により中継ポンプ場の増圧ポンプは水源井戸群の揚水量全量を送水できておらず、最終配水池の配水ポンプも故障発生頻度が高くなり、給水サービスの安定性が低下しているばかりでなく、いずれのポンプでも送配水にかかるエネルギー効率が悪化しており、これらのポンプを稼働させることによりエネルギー消費に伴うコストが増大している。また近年では、経済成長と人口増に伴う電力不足による電力料金の上昇が、運営コストの約45%しか上下水道料金等で賄っていないFWASAの財政状況をさらに悪化させており、2012年には動力費は同コストの約39%に達している。このような状況から、これらのポンプ設備の更新を行い、老朽化の解消による現有施設の運転を安定化するとともに、エネルギー消費の効率化による送水コストの削減を行い、経営状況を改善することが緊急の課題となっている。

さらに、チェナブ水源地系の最終配水池においては、配水池低水位よりも配水ポンプ設置位置が高いことから吸込み揚程が大きくなり、配水池下半分の貯留分を送水しようとするときキャビテーションが発生するという設計上の問題があることから、実質配水池容量の半量の活用に留まり、1日のピーク時の給水に対応できていない。加えて、老朽化等に伴う最終配水池壁面からの漏水により、約600m<sup>3</sup>/日の貯留水の損失が発生している。

このような状況を踏まえ、独立行政法人国際協力機構（Japan International Cooperation Agency、以下「JICA」）は、2013年8月～10月、「パ」国の上水道セクターに係る国家計画、FWASAの上水道施設の現状、施設の運営維持管理体制に係る能力等の基礎情報を収集し、FWASAの上水道施設能力強化へのニーズ確認を行い、我が国支援の可能性を検討することを目的として、協力準備調査を実施した。協力準備調査において、FWASAは398,250m<sup>3</sup>/日の配水能力を有する上水道施設（2013年9月現在）が、2017年までに765,000m<sup>3</sup>/日に増強する必要があるとしていることを明らかにした。また施設能力を強化するため、67,500m<sup>3</sup>/日の上水道施設の整備がフランス政府の支援により計画・実行されているものの、依然として上水道施設の水供給能力が不足していることを確認した。

---

### 3. 調査結果の概要とプロジェクトの内容

協力準備調査では、中継ポンプ場の増圧ポンプ及び最終配水場の配水ポンプの更新、並びに既存最終配水池の漏水対策が必要であると判断された。また、最終配水場の配水ポンプの更新に際し、施工性・安全性、工事による既存配水ポンプの停止期間等の観点から比較を行った結果、新規に配水ポンプ棟を建設することが望ましいと判断された。一方、先方からは、停電時に中継ポンプ場の増圧ポンプ、及び最終配水場の配水ポンプを稼働させるための発電機の設置が要請されていたが、変電所から独立した配電線により電力が供給されていることから事業実施の対象にはならなかった。

上記を踏まえた最終的な協力対象事業は以下のとおりである。施設建設について、中継ポンプ場についてはチェナブ水源地からの水源水量を最終配水場へ送水する増圧ポンプを更新し、最終配水場については配水ポンプ棟の新設、及び配水ポンプの更新、また最終配水池の漏水対策を施すこととした。またソフトコンポーネントについては、最終配水場において配水ポンプからの配水後の水圧低減のためのバルブ操作等について技術指導を行うこととした。

表1 協力対象事業

協力対象項目	内容
1) 施設建設	中継ポンプ場の増圧ポンプの更新
	最終配水場の配水ポンプ棟の建設
	配水ポンプ場の配水ポンプの更新
	最終配水池の漏水対策
2) ソフトコンポーネント	配水ポンプ以降のバルブ操作による水圧低減

施設計画、技術指導（ソフトコンポーネント）計画の妥当性について検証を行い、計画内容を策定したのち、2014年4月9日から2014年4月19日まで概略設計案の現地説明を行った。施設計画、ソフトコンポーネント計画の概略は以下のとおりである。

表 2 施設計画の概要

チェナブ系井戸群	計画取水量: 204,780 m <sup>3</sup> /日
中継ポンプ場 (チェナブ系)	計画送水量: 204,780 m <sup>3</sup> /日
	時間当計画送水量: 10,239 m <sup>3</sup> /時間
	大ポンプ 48.8 m <sup>3</sup> /min × 4 台 (3 台 + 1 台予備)
	小ポンプ 24.4 m <sup>3</sup> /min × 2 台 (1 台 + 1 台予備)
	附帯設備 (場内配管、操作パネル、流量計等)
最終配水場 (チェナブ系)	計画配水量: 204,000 m <sup>3</sup> /日
	時間当計画配水量: 17,000 m <sup>3</sup> /時間
	ポンプ運転時間 : 12 時間
	ポンプ棟新設 (RC 造)
	チェナブ系最終配水池漏水補修
	大ポンプ 63.0 m <sup>3</sup> /min × 4 台 (3 台 + 1 台予備)
	小ポンプ 31.5 m <sup>3</sup> /min × 2 台 (1 台 + 1 台予備)
	附帯設備 (場内配管、操作パネル、流量計等)

表 3 ソフトコンポーネント計画の概要

成果	達成度の確認項目	確認方法
ポンプ配水後の二次側の水圧低減が適切に実施される。	配水量と水圧の関係を理解できるか	理解度試験を実施
	配水量に応じた減圧のためのバルブ操作ができるか	配水流量と水圧の実測により評価

## 4. プロジェクトの工期及び概略事業費

### (1) プロジェクトの工期

本プロジェクトの実施設計、施設建設工事に係る実施工程は次表のとおりである。

表4 事業実施工程表

月数		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
実 施 設 計	現地調査	■											
	国内解析・詳細設計	□	□	□	□								
	入札図書作成				□	□	□	□					
	入札図書承認					■							
	図渡し・現説						■						
	入札								▲				
	入札評価								■				
	業務契約								▲				

(計7ヵ月)

月数		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
建築工事			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
土木工事			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	中継ポンプ場											■	■
	最終配水場										■	■	■
	配水池漏水補修											■	■
機械電気設備工事													
	機械製作図書作成・承認	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
	機械製作・検査		□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
	機械輸送												■
	機械設置												■
	試運転												■
竣工検査													■

月数		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
建築工事		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
土木工事		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	中継ポンプ場	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	最終配水場	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	配水池漏水補修	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
機械電気設備工事													
	機械製作図書作成・承認	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
	機械製作・検査		□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
	機械輸送	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	機械設置	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	試運転												■
竣工検査													■

(計22ヵ月)

■ 現地作業  
□ 国内作業

### (2) 概略事業費

本プロジェクトを実施する場合に必要な事業費総額は、14.57 億円(日本側 14.45 億円、「パ」国側 0.12 億円)となる。

## 5. プロジェクトの評価

### (1) 妥当性

「パ」国は、2009 年に国家飲料水政策を策定し、2025 年までに全国民に安全な飲料水を提供することを目標に掲げている。これを受けた「パンジャブ州飲料水政策(2010年)」では水資源の飲料水供給への優先配分及び水質汚染からの水源の保護、制度面ではパンジャブ州にある5都市のWASAが組織及び経営面で独立した機関となるべく組織改革に取り組むことを目標に掲げている。しかしながら電力料金の高騰による運営コスト、特に動力費の増大はこれら政策実施の足かせとなっている。本事業は、電力消費効率が低下した給水設備の更新によって給水にかかるエネルギーの効率化を図ることで、FWASAの運営コスト削減を目指すものであり、安定した給水サ

ービスの持続的な提供のために必要性は高い。

本プロジェクトは中継ポンプ場及び最終配水場のポンプ設備の更新を協力対象とするが、更新予定の現在使用しているポンプは日本製であり、更新後のポンプについても今後の長期間に亘るオペレーションに支障が出ないように、故障頻度が少なく、エネルギー効率に優れ、製品の出荷前検査なども高水準で品質が安定した製品の採用を考慮し、日本製を導入することを考える。よって、プロジェクトを実施するにあたっては、我が国の技術を用いる必要性・優位性がある。なお、協力対象とする施設において、ポンプ棟の建設は過度に高度な技術を必要とせず、ポンプ設備も基本的な送配水システムはこれまでと同じであり、運転に支障はない。また環境社会面の負の影響等、実施に際して特段支障となる課題がないことから、本プロジェクトは我が国の無償資金協力制度により特段の困難無く実施することが可能である。また、プロジェクト完了後においては、「パ」国の独自の資金・人材による運営維持管理が可能である。

我が国は、対パキスタン国別援助方針（2012年4月）の重点分野として、「人間の安全保障の確保と社会基盤の改善」を掲げており、本事業は同方針の開発課題である「衛生・環境改善」の下、「水と衛生の確保プログラム」に位置づけられる。本プログラムのもと安全な水へのアクセス向上・衛生環境の改善を目的とし、上下水道施設整備、及び、組織経営改善、財政健全性の確保、運営・維持管理能力の向上、計画立案能力の強化等を支援している。援助実績としては、円借款案件として「首都圏給水事業」、「カラチ上水道改善事業」、一般プロジェクト無償案件として「ファイサラバード上水道整備計画」、「ファイサラバード上水道拡充計画」、技術協力案件として「カラチ上下水道整備計画調査」、「ファイサラバード上下水道公社組織改善アドバイザー派遣」が実施されており、今後「パンジャブ州上下水道管理能力強化プロジェクト」の実施が予定されている。

このように、本プロジェクトはパキスタンの開発ニーズや開発政策、及び我が国の援助方針と合致していることから、本事業の実施にかかる妥当性は高いと判断される。

## (2) 有効性

### 1) 定量的効果

プロジェクトの実施により、以下のような定量的効果が期待できる。

表5 プロジェクトの定量的効果

指標名	基準値 (2013年)	目標値 (2020年【事業完成3年後】)
増圧・配水ポンプの電力消費量 (kW/m <sup>3</sup> )	0.259	0.232
時間最大配水量(m <sup>3</sup> /時)	8,418	13,230
日最大配水量(m <sup>3</sup> /日)	149,508	161,880

---

## 2) 定性的効果

定性的効果としては、電力消費量の削減による FWASA の財政状況改善、ポンプ設備の更新による設備の安定した運転と維持管理費の削減、出水不良地域の削減、気候変動の緩和などが期待される。以上のような定量的効果、及び定性的効果が期待できることから、プロジェクトの有効性が高いと考えられる。

以上の内容により、本プロジェクトの妥当性は高く、また有効性が見込まれると判断される。

## 和文報告書目次

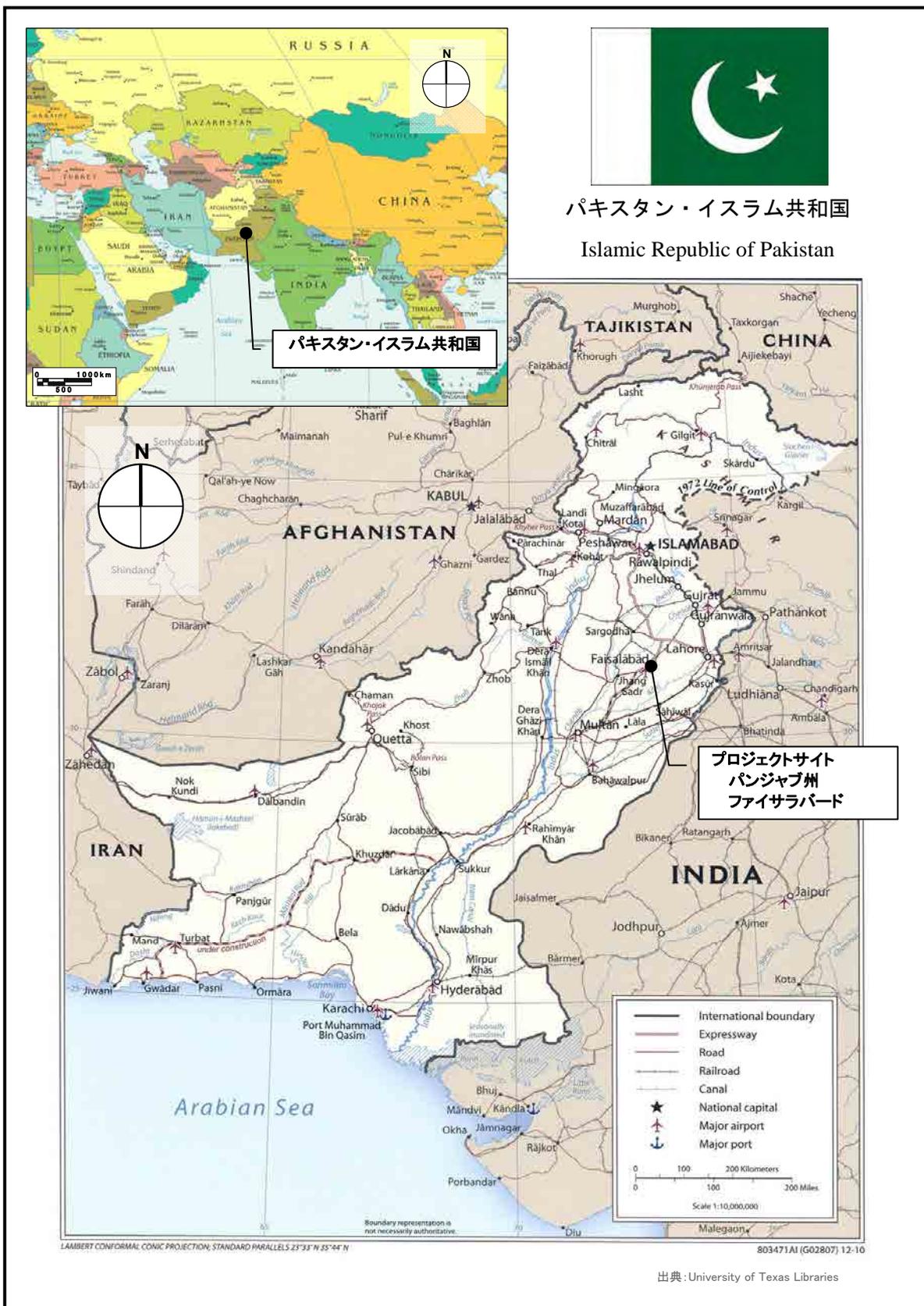
要 約  
 位 置 図  
 完 成 予 想 図  
 写 真  
 図 表 リ ス ト  
 略 語 集

<b>第1章</b>	<b>プロジェクトの背景・経緯</b>	<b>1-1</b>
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	1-1
1-1-3	社会経済状況	1-2
1-2	無償資金協力の背景・経緯及び概要	1-3
1-2-1	協力準備調査実施の背景、経緯	1-3
1-2-2	現地調査	1-4
1-3	我が国の援助動向	1-5
1-4	他ドナーの援助動向	1-6
<b>第2章</b>	<b>プロジェクトを取り巻く状況</b>	<b>2-1</b>
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	2-1
2-1-3	技術水準	2-3
2-1-4	既存施設・機材	2-3
2-1-5	建設事情	2-6
2-2	プロジェクトサイト及び周辺状況	2-6
2-2-1	関連インフラの整備状況	2-6
2-2-2	自然条件	2-8
2-2-3	環境社会配慮	2-14
2-3	プロジェクトサイトの現状	2-15
2-3-1	現状の水需給バランスと将来目標	2-15
2-3-2	チェナブ水源地井戸群の現状	2-15
2-3-3	チェナブ水源地およびジャン用水路沿い各井戸群から最終配水池への送水量	2-17
2-3-4	最終配水場の配水ポンプ等の稼働状況	2-17
2-3-4-1	最終配水場のポンプ稼働状況の概要	2-18

2-3-4-2	給水時間（配水ポンプ運転時間）	2-19
2-3-4-3	配水量実績	2-19
2-3-4-4	配水池の貯水量と連絡管	2-20
2-3-4-5	ポンプ配水量と運転台数	2-21
2-3-4-6	最終配水池からの配水圧力	2-23
2-3-5	最終配水池の漏水状況	2-24
<b>第3章</b>	<b>プロジェクトの内容</b>	<b>3-1</b>
3-1	プロジェクトの概要	3-1
3-2	協力対象事業の概略設計	3-2
3-2-1	設計方針	3-2
3-2-1-1	基本方針	3-2
3-2-1-2	自然環境に対する方針	3-5
3-2-1-3	社会経済条件に対する方針	3-6
3-2-1-4	建設事情／調達事情若しくは業界の特殊事情／商習慣に対する方針	3-6
3-2-1-5	現地業者の活用に係る方針	3-7
3-2-1-6	運営・維持管理に対する方針	3-7
3-2-1-7	施設・機材等のグレードの設定に係る方針	3-7
3-2-1-8	工法／調達方法、工期に係る方針	3-8
3-2-2	基本計画（施設計画）	3-エラー! ブックマークが定義されていません。
3-2-2-1	チェナブ系井戸群の適正揚水量と計画取水量の設定	3-8
3-2-2-2	本プロジェクト実施における給水サービスの目標設定	3-15
3-2-2-3	中継ポンプ場の増圧ポンプ仕様	3-16
3-2-2-4	最終配水場のポンプ棟計画	3-17
3-2-2-5	最終配水場のチェナブ系配水ポンプの仕様検討	3-24
3-2-2-6	最終配水池の漏水対策	3-28
3-2-2-7	最終配水場からの配水計画とフランス融資事業の関連性	3-29
3-2-3	概略設計図	3-30
3-2-4	施工計画	3-43
3-2-4-1	施工方針	3-43
3-2-4-2	施工上の留意事項	3-46
3-2-4-3	施工区分	3-47
3-2-4-4	施工監理計画	3-48
3-2-4-5	品質管理計画	3-51
3-2-4-6	資機材等調達計画	3-52
3-2-4-7	初期操作指導・運用指導等計画	3-53
3-2-4-8	ソフトコンポーネント計画	3-54
3-2-4-9	実施工程	3-58
3-3	相手国側分担事業の概要	3-59
3-4	プロジェクトの運営・維持管理計画	3-61

3-5	プロジェクトの概略事業費 .....	3-63
3-5-1	協力対象事業の概略事業費 .....	3-63
3-5-2	運営・維持管理費 .....	3-64
3-5-2-1	本プロジェクトによる電力消費量削減効果と経営への効果・影響 .....	3-64
3-5-2-2	本プロジェクト実施による全体支出に対する削減効果 .....	3-65
3-6	協力対象事業実施にあたっての留意事項 .....	3-68
<b>第4章</b>	<b>プロジェクトの評価 .....</b>	<b>4-1</b>
4-1	プロジェクトの前提条件 .....	4-1
4-1-1	事業実施のための前提条件 .....	4-1
4-1-2	プロジェクト全体計画達成のための前提条件・外部条件 .....	4-1
4-1-2-1	前提条件 .....	4-1
4-1-2-2	外部条件 .....	4-1
4-2	プロジェクトの評価 .....	4-2
4-2-1	妥当性 .....	4-2
4-2-2	有効性 .....	4-3
4-2-3	結論 .....	4-3
<b>資料</b>		
A 1.	調査団員・氏名 .....	A-1
A 2.	調査行程 .....	A-3
A 3.	関係者（面会者）リスト .....	A-5
A 4.	討議議事録（M/D） .....	A-7
A 5.	ソフトコンポーネント計画書 .....	A-33
A 6.	参考資料 .....	A-39
A 7.	その他の資料・情報 .....	A-41

位置図



ファイサラバード市送水施設改善計画準備調査 調査対象位置図



完成予想図

## 写 真



写真-1 ポンプ室

シニョット市郊外に位置するチェナブ水源地のポンプ室。近くを流れるチェナブ川の伏流水を水源としており、ここで取水した水をファイサラバード市内へ送水している。



写真-2 取水ポンプ

チェナブ水源地にある既存の取水ポンプ。1991年にADBにより設置された堅型タービンポンプは経年により取水能力が低下している。



写真-3 中継ポンプ場

チェナブ水源地近くにある中継ポンプ場の外観。1991年にADBにより建設された建物はレンガ積み構造で老朽化が目立つ。



写真-4 増圧ポンプ

中継ポンプ場屋内。日本製の増圧ポンプが7台設置されている。ポンプは、老朽化に加え、維持管理の不徹底のため故障や不具合が見られる。



写真-5 最終配水場配水池

ファイサラバード市郊外に位置する最終配水場の配水池（容量46,000m<sup>3</sup>）。1991年にADBにより建設された。



写真-6 配水池目地部

配水池は、建設後20年以上が経過し、止水材の劣化により目地部から漏水が発生している。



**写真-7 最終配水場ポンプ棟**  
最終配水池に隣接して建設されているポンプ棟。1991年にADBにより建設された建物で、壁はレンガ積み構造、屋根はアスベスト形成板が採用されている。施設全体の老朽化が目立つ。



**写真-8 最終配水場ポンプ棟**  
ポンプ棟は、建設後20年以上が経過し、屋根材であるアスベスト形成板が剥落している状況である。



**写真-9 配水ポンプ**  
最終配水場ポンプ棟内。日本製の配水ポンプが10台設置されており、本施設を介して市街地への給水を行う。配水ポンプは20年以上使用されており、故障や不具合が見られる。



**写真-10 配水ポンプ**  
配水ポンプが配水池(写真左)の低水位より高く設置されているため、配水池容量の半量が有効利用できない状況にある。



**写真-11 最終配水場既存施設**  
日本の無償資金協力により2012年6月に完成した配水池及びポンプ棟。本プロジェクトの対象箇所である最終配水場内に位置する。



**写真-12 ポンプ棟建設予定地**  
新ポンプ棟の建設予定地となった最終配水場内の空地。既存ポンプ棟(写真奥)と隣接するため、両施設間の移動、管理が容易になる。

## 図表リスト

表 1.1	当初要請及び最終要請項目比較表.....	1-5
表 1.2	我が国の有償・無償資金協力、技術協力の実績（上水道分野）.....	1-6
表 2.1	過去2年度の事業収支結果および新年度計画.....	2-2
表 2.2	既存及び進行中のプロジェクトに係る水道施設.....	2-4
表 2.3	日平均降水量.....	2-8
表 2.4	「パ」国で観測された地震の震度別発生回数（1900年～2013年）.....	2-13
表 2.6	水需要と供給量.....	2-15
表 2.7	井戸の取水停止の原因と現時点での対応.....	2-16
表 2.8	各水源から最終配水池への送水量.....	2-17
表 2.9	チェナブ系配水池、JBC系配水池からの配水量実績.....	2-18
表 2.10	チェナブ系ポンプおよびチェナブ系配水池の計画仕様と現状.....	2-18
表 2.11	JBC系ポンプおよびJBC系配水池の計画仕様と現状.....	2-19
表 2.12	チェナブ系配水池、JBC系配水池からの配水量実績.....	2-20
表 2.13	チェナブ系およびJBC系ポンプの配水量と運転台数の実測値.....	2-21
表 2.14	チェナブ系ポンプの配水量の推計値.....	2-22
表 2.15	JBC系ポンプの時間平均配水量の推計値.....	2-23
表 2.16	最終配水池からの時間平均ポンプ配水量の推計値.....	2-23
表 2.17	チェナブ系配水池漏水記録.....	2-25
表 3.1	施設計画概要.....	3-2
表 3.2	許容できる上部ケーシングの底からの長さ.....	3-9
表 3.3	井戸の許容動水位.....	3-9
表 3.4	各井戸からの揚水可能量.....	3-13
表 3.5	導水管における水理計算.....	3-14
表 3.6	最終配水池からの配水量.....	3-15
表 3.7	増圧ポンプの計画送水量と仕様、台数.....	3-16
表 3.8	増圧ポンプの全揚程の設定.....	3-17
表 3.9	既存ポンプ棟の掘り下げと新ポンプ棟の建設の比較表.....	3-18
表 3.10	建設箇所の比較表.....	3-20
表 3.11	計画施設概要.....	3-21
表 3.12	材料・工法比較表.....	3-23
表 3.13	計画施設の外部仕上表.....	3-23
表 3.14	チェナブ系配水ポンプの施設能力（現状）.....	3-24
表 3.15	計画配水量の設定.....	3-25
表 3.16	チェナブ系配水ポンプ台数と仕様の設定.....	3-26
表 3.17	現在（2013年）の施設能力に基づく送・配水状況.....	3-27
表 3.18	竣工より3年後（2020年）の施設運転目標に基づく送・配水状況.....	3-27
表 3.19	図面リスト.....	3-30
表 3.20	本プロジェクトのコンポーネント.....	3-44
表 3.21	施工区分.....	3-48
表 3.22	コンサルタントの派遣内容.....	3-49
表 3.23	契約業者の派遣内容.....	3-50
表 3.24	主要工種の品質管理項目と方法.....	3-52
表 3.25	建設用資機材の調達先.....	3-53
表 3.26	成果達成度の確認方法.....	3-55
表 3.27	ソフトコンポーネント活動内容.....	3-56
表 3.28	ソフトコンポーネント実施工程.....	3-57
表 3.29	ソフトコンポーネント成果品（案）.....	3-57
表 3.30	事業実施工程表.....	3-59

表 3.3 1	過去2年度の事業収支結果および新年度計画	3-61
表 3.3 2	概算「パ」国側負担経費	3-63
表 3.3 3	各ケースの電力消費量と電力料金	3-64
表 4.1	事業実施のための前提条件	4-1
表 4.2	プロジェクト実施により期待される定量的効果	4-3
図 2.1	FWASA 組織図	2-1
図 2.2	既存及び進行中の水道施設配置図	2-5
図 2.3	プロジェクトサイト及び周辺の概略図	2-7
図 2.4	月間降水量	2-9
図 2.5	年間降水量	2-9
図 2.6	日平均最高、最低気温	2-10
図 2.7	平均風速	2-10
図 2.8	平均湿度	2-11
図 2.9	「パ」国及び近郊において発生した地震（1900年～2010年）	2-12
図 2.10	各配水池の活用されている貯水容量	2-21
図 2.11	連絡管に設けられた通気管	2-21
図 2.12	配水池からの配水圧力と制御弁による圧力制御	2-24
図 3.1	基本計画の検討方針（検討フロー）	3-4
図 3.2	井戸の配置と導水管路図	3-12
図 3.3	連絡管の開閉による配水池水位の時間変化	3-18
図 3.4	新ポンプ棟建設の候補地	3-20
図 3.5	チェナブ系中継ポンプ場施設平面図	3-31
図 3.6	チェナブ系中継ポンプ場単線結線図	3-32
図 3.7	チェナブ系中継ポンプ場制御盤配置図	3-33
図 3.8	チェナブ系最終配水場ポンプ棟配置図	3-34
図 3.9	チェナブ系最終配水場ポンプ棟立面図	3-35
図 3.10	チェナブ系最終配水場ポンプ棟平面図（地下1階）	3-36
図 3.11	チェナブ系最終配水場ポンプ棟平面図（地上1階）	3-37
図 3.12	チェナブ系最終配水場ポンプ棟断面図1	3-38
図 3.13	チェナブ系最終配水場ポンプ棟断面図2	3-39
図 3.14	チェナブ系最終配水場施設平面図	3-40
図 3.15	チェナブ系最終配水場単線結線図	3-41
図 3.16	チェナブ系最終配水場制御盤配置図	3-42
図 3.17	プロジェクトの実施体制	3-44
図 3.18	本プロジェクト実施による全体支出に対する削減効果	3-65
図 3.19	経営基盤の改善・強化へ向けての対応と本プロジェクトの位置	3-66

## 略語集

略称	英語名	日本語名
ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
A/P	Authorization to Pay	支払い授權書
B/A	Banking Arrangement	銀行取極め
BCP	Building Code of Pakistan	パキスタン建築基準
BIS	Bureau of Indian Standards	インド品質規格局
BS	British Standards	英国工業規格
DfID	Department for International Development	英国国際開発省
DIN	Deutsche Industrie Normen	独国工業規格
ECNEC	Executive Committee of National Economic Council	国家経済評議会執行委員会
E/N	Exchange of Notes	交換公文
FDA	Faisalabad Development Authority	ファイサラバード開発庁
FWASA	Faisalabad Water And Sanitation Agency	ファイサラバード 上下水道公社
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
GL	Ground Level	地盤高
GNI	Gross National Income	国民総所得
HUD&PHED	Housing, Urban Development and Public Health Engineering Department	住宅・都市開発・公衆衛生局
HWL	High Water Level	高水位
IEC	International Electrotechnical Commission	国際電気技術委員会
ISO	International Organization for Standardization	国際標準化機構
JBC	Jhang Branch Canal	ジャン・ブランチ運河
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
JIS	Japanese Industrial Standards	日本工業規格
LCC	Lower Chenab Canal	下チェナブ幹線水路
LWL	Low Water Level	低水位
PC-1	Planning Commission Document-1	プロジェクト概要書
P&D	Planning & Development Department, Government of the Punjab	パンジャブ州計画・開発局
PKR	Pakistan Rupees	パキスタン・ルピー
T/R	Terminal Reservoir	最終配水場
USGS	United States Geological Survey	アメリカ地質調査所
WAPDA	Water and Power Development Authority	水電力公社
WASA	Water and Sanitation Agency	上下水道公社
WHO	World Health Organization	世界保健機構

## 第1章 プロジェクトの背景・経緯

### 1-1 当該セクターの現状と課題

#### 1-1-1 現状と課題

パキスタン・イスラム共和国（以下、「パ」国）の上水道セクターは教育や保健と並び、貧困削減に資する重要な開発分野として位置づけられている。「パ」国政府は、中期開発フレームワーク 2005 年–2010 年において、2010 年までに上水道普及率を 65%から 76%に向上させるとしている。「パ」国環境省が 2005 年に策定した National Environment Policy では、より長期的な視点から、2015 年までに上水道普及率を 90%にする目標を掲げている。

パンジャブ州はパキスタン全人口 1 億 7,920 万人のうち約 9800 万人の人口を抱えるパキスタン最大の州であり、うち約 33%の人口が都市中心部に暮らしているとされる。都市部における人口増加が進む中で、上水道サービスの質・量の拡大が求められている。

パンジャブ州の中核 5 都市（ラホール、ファイサラバード、ムルタン、ラウルピンディ、グジュランワラ）では、各都市の上下水道公社（Water and Sanitation Agency : WASA）が担当地域内の上下水道サービス提供を一手に担っている。しかしながら、総じてその技術・経営能力は十分ではなく、定期的な水質検査や欠陥・老朽化した水道管設備点検等の維持管理能力不足、不適切な料金設定と脆弱な料金徴収体制による赤字経営等課題を抱えている。

#### 1-1-2 開発計画

##### （1）国家飲料水政策（National Drinking Water Policy, 2009）

パキスタン国（以下、「パ」国）環境省（Ministry of Environment）では、2006 年の国家サニテーション政策（National Sanitation Policy, 2006）に引き続き、2025 年までに「パ」国のすべての人が安全で持続可能な飲料水にアクセスできることを目標とした、国家飲料水政策（National Drinking Water Policy）を 2009 年に制定している。

国家飲料水政策は 6 項から成っており、目標達成に必要な新しい上水道施設の整備やリハビリのための連邦政府、州政府、地方政府の財源確保の責務、水源保全、現地に適応した持続可能な技術と維持管理体制の導入、コミュニティの参画と権限委譲、住民への啓蒙活動（節水・衛生教育）、水道事業体の運営管理能力強化、官民連携（Public Private Partnership : PPP）の促進等の施策が盛り込まれているが、具体的な Action Plan の策定と年次目標の設定までには至っていない。

##### （2）国家サニテーション政策（National Sanitation Policy, 2006）

国家サニテーション政策は、国民の生活の質を高め健康な生活に必要な環境施設を整備するため十分なサニテーションを普及させることを目的として、2006 年に環境省によって制定されている。同政策では、2015 年までに未普及の衛生施設を半減させ、2025 年までに 100 パーセントの普及とすることを政策目標としている。

(3) パンジャブ州都市上水道・サニテーション政策 (Punjab Urban Water Supply and Sanitation Policy, 2007)

パンジャブ州都市上水道・サニテーション政策は、前述の国家飲料水政策並びに国家サニテーション政策に準ずるもので、2007年にパンジャブ州の政策としてパンジャブ州政府によって制定されたもので、都市の上水道とサニテーション（下水道・衛生施設）について政策目標と施策を掲げている。

上水道政策では、「安全な水の供給、並びに人類の財産である環境と水を保全して、適切な取水を考慮した持続可能な発展」を達成するための施策の実施を掲げているが、国家飲料水政策と同様に、具体的な Action Plan の策定と年次目標の設定までには至っていない。また、同政策の中で、パンジャブ州の都市上水道の現状を以下のように分析している。

人口 8,600 万人のうち 2,700 万人が都市域に居住し、地下水を主要な水源としているが、過剰な取水によって水位が急速に低下している。地下水に関する権利と規制が不十分である。ラホール、グジュランワラ、ムルタンでは地下水は豊富であるが、ファイサラバード市や多くの市では不足し、塩水化が進み、灌漑用水路からの浸透水を水源としている。

(4) 開発計画と本プロジェクトとの関連

本プロジェクトは上水道施設の整備を行うものであり、上述の開発計画に則したものである。

1-1-3 社会経済状況

「パ」国の国土面積は 79.6 万 km<sup>2</sup> と日本の約 2 倍程度であり、世界で 6 位の人口（1 億 7920 万人（2012 年、世界銀行））を抱えている。宗教はイスラム教を国教とし、イスラム教徒が多数を占め（イスラム教（96.28%）、ヒンドゥー教（1.6%）、キリスト教（1.59%）なども僅かながら存在する。

GDP は約 2,251 億ドル（2012 年、世界銀行）となっており、GNI は 1,260 ドル（2012 年、世界銀行）に留まる。総人口の約 4 分の 1 が貧困と言われる開発途上国であり、開発需要は大きいものの、外国援助・投資、国外からの郷里送金に大きく依存した経済構造となっている。経済においては、第一次産業が GDP の 21.4%（第二次産業：20.9%、第三次産業：57.7%、2012/2013 年度、パキスタン経済白書）であり、就労人口の 45% を占める主要産業であるが（第二次産業：21%、第三次産業：34%、2012/2013 年度、パキスタン経済白書）、天候により収入が左右されやすいという脆弱性を有している。

「パ」国は、1947 年 8 月にイギリス領インド帝国から独立したが、独立後は、軍事クーデターによる政権交代が繰り返されてきた。しかし、2013 年 5 月に文民政権が初めて任期を満了し、選挙による政権交代が実現した。この結果、2013 年 6 月に第三次シャリフ政権が発足し、政権発足後の 2013/1014 年度予算案では、所得税の増税や補助金の削減などの一定の負担を国民に強いる一方、インフラ整備への支出の拡大や法人税の減税、国営企業の民営化推進など、民間主導の成長を目指す方針を打ち出している。

2008/2009年度の「パ」国経済は、2008年秋以降の世界金融危機による影響を受け、第二次産業が大きく落ち込み、全体ではマイナスとはならなかったものの、0.4%の低成長率に終わった。現在も世界金融危機以前の経済状況（成長率 5.0%）には回復していないものの、2012/2013年度の成長率は3.6%まで回復している。多くの国民が未だ貧困下にある状況ではあるが、人口増加率が高いことから若年層も多く、今後の経済発展が期待されている。

## 1-2 無償資金協力の背景・経緯及び概要

### 1-2-1 協力準備調査実施の背景、経緯

「パ」国における上水道普及率は、国全体で65%（パキスタン中期開発フレームワーク、2005年）、都市部で85%（同）及び村落部で55%（同）である。当国第3の都市であるファイサラバード市は、都市部人口約310万人（2013年）を抱えるパンジャブ州第2の都市であり、繊維産業を中心とした工業の新興により同人口増加率は1990年から2013年までの平均で約3.2%と国全体の平均を上回っている。同市においては、水源の約98%を地下水に依存してファイサラバード上下水道公社（以下、FWASA）が上水道事業を担っている。これまでFWASAは、主に1992年にADBの支援によりチェナブ水源地系（以下、チェナブ系）の井戸群、2012年に日本の無償資金協力「ファイサラバード上水道整備計画」及び「ファイサラバード上水道拡充計画」によりジャン用水路沿いのJBC水源地系（以下、JBC系）井戸群を水源とする上水道施設整備、さらに、フランス政府の融資（2010-2015年）で浄水場と井戸群の建設計画を進める等、ドナーの支援を受けて水源開発を進めてきている。しかしながら、高い人口増加率から2013年における給水人口は都市部人口約50%（FWASA資料）にあたる約155万人に留まっている。FWASAは新規水源開発を検討しているが、地下水源開発は井戸周辺の地下水位低下や地域農業社会へのインパクトが懸念されること、表流水源開発は水利権の調整が必要であることから際立った進捗が見られていない。

一方、ファイサラバード市に供給される水源水量の約55%を依存するチェナブ系の基幹水道施設は、既に整備後20年が経過していることから、老朽化等により中継ポンプ場の増圧ポンプは水源井戸群の揚水量全量を送水できておらず、最終配水池の配水ポンプも故障発生頻度が高くなり、給水サービスの安定性が低下しているばかりでなく、いずれのポンプでも送配水にかかるエネルギー効率が悪化しており、これらのポンプを稼働させることによりエネルギー消費に伴うコストが増大している。また近年では、経済成長と人口増に伴う電力不足による電力料金の上昇が、運営コストの約45%しか上下水道料金等で賄えていないFWASAの財政状況をさらに悪化させており、2012年には動力費は同コストの約39%に達している。このような状況から、これらのポンプ設備の更新を行い、老朽化の解消による現有施設の運転を安定化するとともに、エネルギー消費の効率化による送水コストの削減を行い、経営状況を改善することが緊急の課題となっている。

さらに、チェナブ系の最終配水池においては、配水池低水位よりも送水ポンプ設置位置が高いことから吸込み揚程が大きくなり、配水池下半分の貯留分を送水しようとするときキャピテーショ

ンが発生するという設計上の問題があることから、実質配水池容量の半量の活用に留まり、1日のピーク時の給水に対応できていない。加えて、老朽化等に伴う最終配水池壁面からの漏水により、約 600 m<sup>3</sup>/日の貯留水の損失が発生している。

このような状況を踏まえ、独立行政法人国際協力機構（Japan International Cooperation Agency、以下「JICA」）は、2013年8月～10月、「パ」国の上水道セクターに係る国家計画、FWASAの上水道施設の現状、施設の運営維持管理体制に係る能力等の基礎情報を収集し、FWASAの上水道施設能力強化へのニーズ確認を行い、我が国支援の可能性を検討することを目的として、協力準備調査を実施した。協力準備調査において、FWASAは398,250 m<sup>3</sup>/日の配水能力を有する上水道施設（2013年9月現在）が、2017年までに765,000 m<sup>3</sup>/日に増強する必要があるとしていることを明らかにした。また施設能力を強化するため、67,500 m<sup>3</sup>/日の上水道施設の整備がフランス政府の支援により計画・実行されているものの、依然として上水道施設の水供給能力が不足していることを確認した。

### 1-2-2 現地調査

2013年8月～10月に実施した本調査の現地調査において、本プロジェクトの目標は、ファイサラバード市においてチェナブ系井戸群を水源とした水道施設の中継ポンプ場及び最終配水場のポンプを更新し、施設運転の安定化及びエネルギー消費の効率化・送水コストの削減を図り、持続的で安定した給水サービスの実現に寄与することであることを再確認した。現地調査において確認した「パ」国側の要望は次表のとおりである。

当初要請内容において最終配水場に設置予定の発電機（1000kVA, 3.3kV）が4台とされていたが、先方からの要請書を確認の上、ミニッツにて発電機の台数を5台とすることを確認した。

技術指導としては、施設・設備の初期操作指導、及び運営管理に関するソフトコンポーネントが要望された。

表 1.1 当初要請及び最終要請項目比較表

当初要請内容	最終要請内容	備考
1) 施設建設		
<中継ポンプ場>		
増圧ポンプ (27.2m <sup>3</sup> /minx3 台, 51.0m <sup>3</sup> /minx4 台)	同左	
発電機 (700kVA、3.3kVx3 台)	同左	
附帯工事 (場内配管、操作パネル、流量計など)	同左	
<最終配水場>		
配水ポンプ (27.2m <sup>3</sup> /minx3 台、37.7m <sup>3</sup> /minx7 台)	同左	
発電機 (1000kVA、3.3kVx4 台)	発電機 (1000kVA、3.3kVx5 台)	
附帯工事 (場内配管、操作パネル、流量計、 配水池及びポンプ棟の改修など)	同左	
場内伐開・除根		「パ」国側負担とする
2) 設計監理		
詳細設計	同左	
入札準備	同左	
施工監理	同左	
ソフトコンポーネント	同左	

### 1-3 我が国の援助動向

我が国は 1988 年以降、技術協力、有償資金協力・無償資金協力により、上水道分野に関して次表のプロジェクトを実施してきた。

表 1.2 我が国の有償・無償資金協力、技術協力の実績（上水道分野）

(単位:億円)

協力内容	実施年度	案件名	貸付(供与)限度額	概要
有償資金協力	1988～1995	首都圏給水事業(シムリ)	57.50	イスラマバード及びラウルピンディの上水道施設の整備
	1988～2000	首都圏給水事業(カンプール1)	125.18	イスラマバード及びラウルピンディの上水道施設の整備
	1994～2006	カラチ上水道改善事業	103.00	カラチの上水道施設の整備
無償資金協力	1991	イスラマバード浄水処理施設改善計画(1/2期)	11.62	イスラマバード浄水場処理の施設改善のための整備
	1992	イスラマバード浄水処理施設改善計画(2/2期)	11.45	同上
	2010	アボタバード市上水道整備計画(詳細設計)	0.53	アボタバード市及び周辺地域の地下水利用施設及び河川水利用施設の整備
	2010	アボタバード市上水道整備計画	36.44	同上
	2010	ファイサラバード上水道拡充計画	7.99	ファイサラバード市及び周辺地域の水源施設や取水施設の整備
	2012	ファイサラバード上水道整備計画	44.42	ファイサラバード市及び周辺地域の取水井、導・送水管、配水場等の建設及び市内配水管の整備
技術協力	2012～2015	パンジャブ州上下水道管理能力強化プロジェクト	---	5都市の上水・下水道のサービス改善を目的とした技術協力プロジェクト
基礎情報収集・確認調査	2012	主要都市上水道セクター情報収集・確認調査	---	5都市の支援ニーズの把握、及び上水道施設改善に関する支援アプローチの検討を目的とした調査
専門家派遣	2012～2013	ファイサラバード上下水道公社組織改善アドバイザー業務	---	ファイサラバード WASA の組織経営改善を目的として「ラホール WASA/JICA 経営改善モデル」をファイサラバード WASA へ導入するための専門家派遣

1-4 他ドナーの援助動向

他ドナー国・機関の援助によりこれまで実施された案件、及び実施中の案件は次表のとおりである。

表 1.3 他のドナー国・国際機関の援助実績（上水道分野）

(単位:千 US\$)

実施年	機関名	案件名	金額	援助形態	概要
2002	ADB	パンジャブ州地村落給水衛生プロジェクト	50,000	有償	パンジャブ州の村落における給水、排水、衛生設備の整備
2003	ADB	パンジャブ州南部地域都市基礎インフラプロジェクト	45,000	有償	パンジャブ州南部地域の6つの District において上下水道、廃棄物、及び道路の整備
2005	ADB	ラウルピンディ州環境改善計画	40,000	有償	21の地方都市部を対象に給水、衛生、廃棄物、道路等の基礎インフラの整備
2010	フランス政府	ファイサラバード市水資源拡張計画	5,133 百万ルピー(フランス負担)、30 百万ルピー(現地負担)	有償	ファイサラバード市及び周辺地域の上水道施設の整備

## 第2章 プロジェクトを取り巻く状況

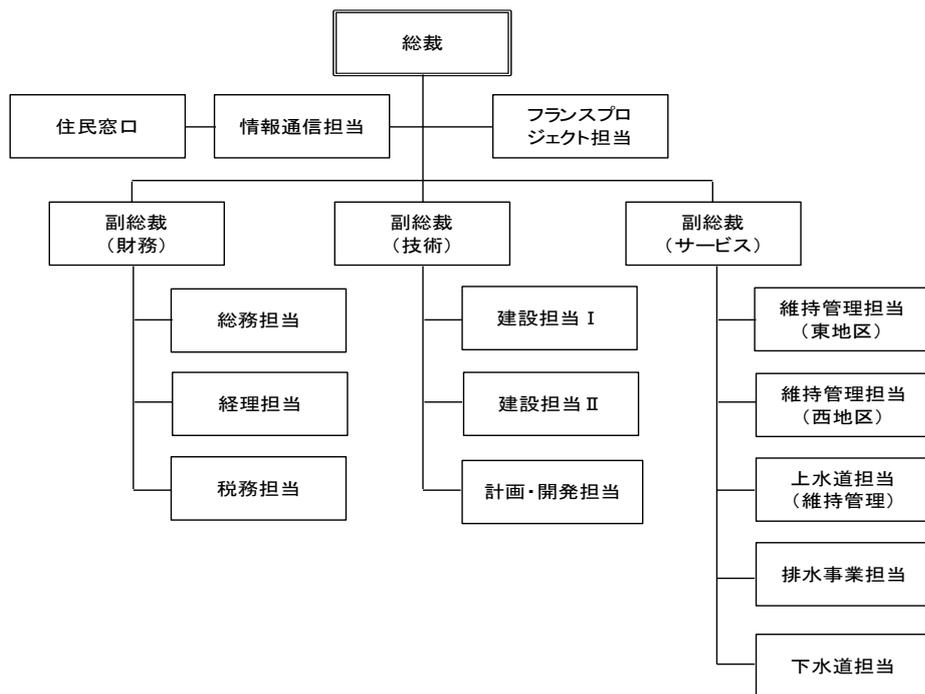
### 2-1 プロジェクトの実施体制

#### 2-1-1 組織・人員

パンジャブ州の上水道セクターは、パンジャブ州住宅都市開発局（HUD&PHED）が管轄しており、パンジャブ州計画・開発局（P&D）の下部組織のアーバン・ユニット（UU）が都市部の上下水道を含むインフラ整備に係る計画・政策立案を行っている。

一方、実際の上下水道事業の運営維持管理は、パンジャブ州の各自治体が行っており、大都市であるラホール、ファイサラバード、ラワルピンディ、ムルタン、グジュランワラの5つの District では、各開発局（Development Authority）の下に上下水道公社（WASA）が設立されている。

本プロジェクトの実施機関である FWASA の組織図は以下のとおりである。総裁の下に3人の副総裁が配置され、それぞれ、財務、技術、サービスを統括している。会計上雇用が認められている職員数は総数 2,632 名であるが、現状は 2,397 名体制となっている。そのうち、正規職員は 1,570 名、残りの 837 名は契約職員あるいは業務ごとに雇われる作業員である。現時点で本プロジェクトの専任担当者は配置されておらず、総裁が実務の監督を行っている。



(出典：FWASA)

図 2.1 FWASA 組織図

#### 2-1-2 財政・予算

「パ」国の社会開発事業は、小規模な地域開発を除き、中央政府の国家開発計画に基づく年次計画書である公共セクター開発計画（Public Sector Development Programme：PSDP）により、中央政府予算または州政府予算により実施される。

PSDP の対象となるプロジェクトは、プロジェクト概要書（PC-1）の中央政府承認が前提であり、30 億 Rs.までのプロジェクトは中央開発部会（Central Development Working Party : CDWP）、30 億 Rs.を超えるプロジェクトについては国家経済評議会執行委員会（Executive Committee of National Economic Council : ECNEC）により PC-1 が承認される必要がある。

中央政府予算は、原則的に道路、水資源計画等、全国的規模のプロジェクトに優先的に支出され、本プロジェクトのように裨益対象が地域限定となる水道整備計画は PSDP の州予算から支出されることになる。州政府の開発事業予算としては、別に年次開発計画（Annual Development Programme : ADP）が策定される。本計画に対するパ側負担事業費は、このように中央政府からの予算および州政府の ADP から捻出される。

FWASA は本来独立採算制を基本とする運営機関であるが、開発費はすべて州政府に依存し、規模が大きい整備計画は外国の支援に依存しなければならない状況にある。この要因としては、水消費量ではなく、土地の面積で決まった額しか料金収入が得られない定額料金制度や水道料金徴収率が低いことにより、料金収入でのコスト回収が困難であることがあげられる。固定料金であると消費量に関係なく月額が一定であるため、条件に恵まれた給水区域の一部消費者の水浪費傾向を助長し、消費者間の給水量配分が不均等になる。そのため、市民の間に不公平感が増大し、料金支払い意欲を低下させる結果となる。また、給水量を増加してもそれに比例する料金収入の増大につながらないことも、料金収入によるコスト回収が困難であることの原因である。

州政府からの補助金は年度により一定ではなく、市政当局との交渉により変化するものの、料金収入を合わせた全収入のうち、およそ 21%～24%を占める。

過去の FWASA の財務状況を次表に示す。

表 2.1 過去 2 年度の事業収支結果および新年度計画

単位:百万 Rs

	2011-2012	2012-2013	2013-2014 (計画)
<b>1. 収入</b>			
上下水道料金収入	431	543	630
UIP Tax	140	224	300
パンジャブ州からの補助金	179	262	262
世界銀行からの補助金	—	—	292
その他収入	83	70	83
計	833	1099	1567
<b>2. 支出</b>			
人件費	420	543	587
電気料金	319	470	510
運営維持管理費（電気料金を除く）	170	190	220
計	909	1203	1317
収支	-76	-104	250

### 2-1-3 技術水準

FWASA の職員数の内、半数近くは上水道、下水道の現場業務を行う職員である。FWASA の上水道事業は様々な課題を抱えての運営であるが、下水道事業も、末端までは整備されておらず、また市街地の下水工事は難度が高く、整備の進捗が遅れていることもあり、過去においては下水による飲料水汚染事故も発生し、市民が飲料水の汚染を懸念している状況である。

FWASA の技術者はこれまで施設整備の計画立案、建設事業に参画し、建設後の運営・維持管理を担当してきている。また現在の FWASA の主要スタッフは、現在稼働中の水道システムの細部まで精通した技術者であり、本計画では最終配水場において新たにポンプ棟が建設されるが、基本は既存施設の更新であるため、FWASA 職員がこれまで蓄積してきた技術と経験を本計画実施後の施設に対しても活用できる。

FWASA が管理する既存施設は、自動運転制御する最新鋭の施設ではないが、水源井戸、配管、配水池、ポンプ機器はそれぞれ規模が大きく、システム全体および各施設について基本的・専門的知識と熟練した技術がないと効果的・効率的な運営が困難である。現在の FWASA 職員は技術者、現場業務を行う職員ともに、10 年以上継続的に施設の運営・維持管理に従事しており、本計画で建設する新規施設に対しても、現状の職員で対応が可能である。

### 2-1-4 既存施設・機材

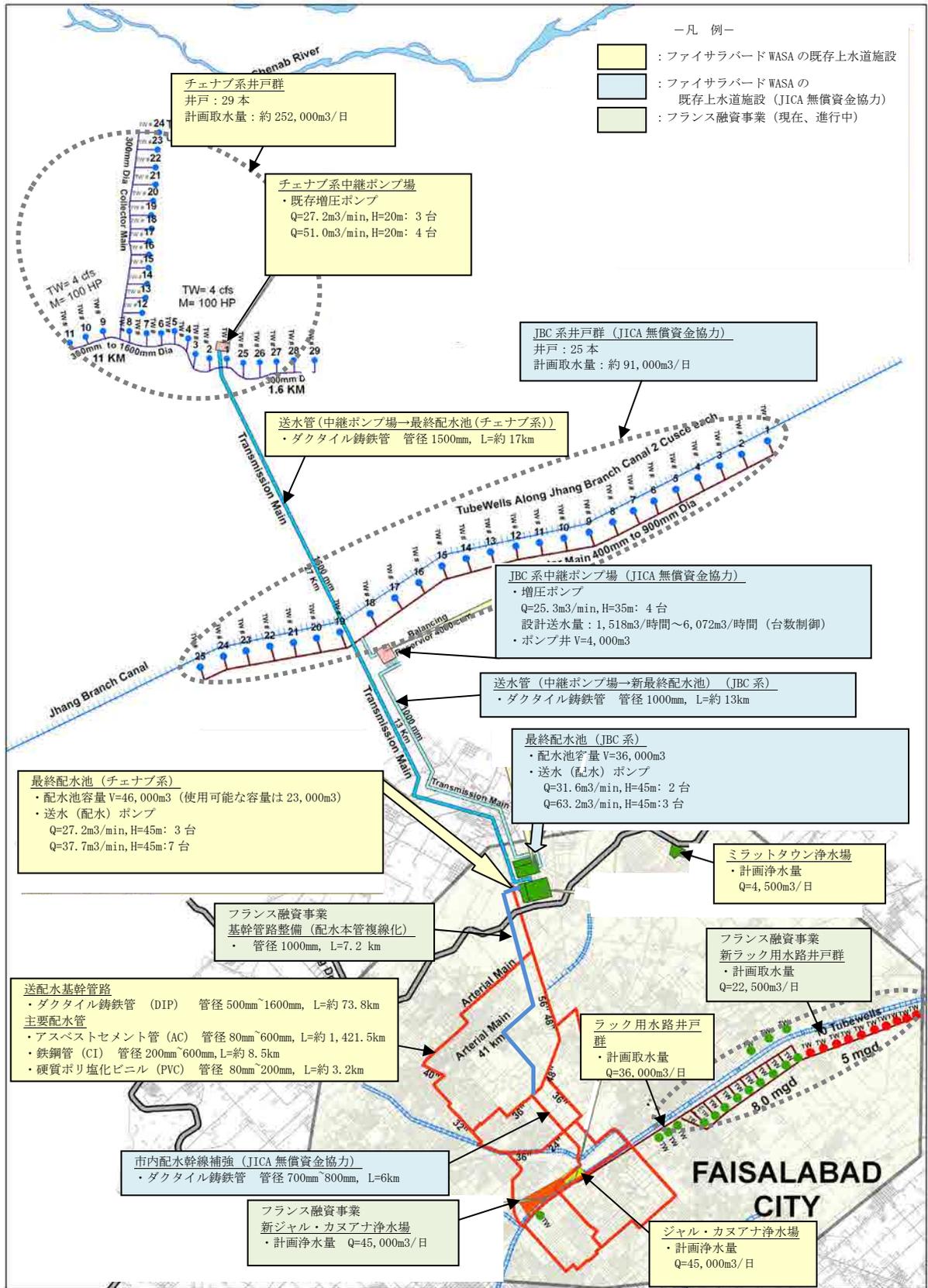
現在、ファイサラバード市の上水道施設としては、1992 年に ADB 事業により整備された本プロジェクト対象のチェナブ系水道施設、2012 年に日本の無償資金協力で整備された JBC 系水道施設を含め、水源・浄水方法の異なる各種施設が存在する。

既存施設の問題点として、市内の配水管の大部分を占める石綿セメント管により、配水管からの漏水が多いことが挙げられる。このため、最終配水場からのポンプ配水において、既存配水ポンプの揚程が 45m であるが、バルブ操作による減圧により、最終配水場の出口で約 20m まで水頭を落として市内に配水している現状がある。

以下に主要な既存及び進行中の水道施設及び位置図を示す。

表 2.2 既存及び進行中のプロジェクトに係る水道施設

施設名	内容
1 既存水道施設	
チェナブ系水道施設	チェナブ系井戸群(井戸、ポンプ場×29ヶ所、計画取水量252,000m <sup>3</sup> /日)を水源とする、中継ポンプ場から最終配水場までの一連の施設である。中継ポンプ場、最終配水場には増圧ポンプ、配水ポンプがそれぞれ7基、10基設置され、今回の更新の対象施設である。
JBC系水道施設	JBC系井戸群(井戸、ポンプ場×25ヶ所、計画取水量91,000m <sup>3</sup> /日)を水源とする、中継ポンプ場から最終配水場までの一連の施設である。中継ポンプ場、最終配水場には増圧ポンプ、配水ポンプがそれぞれ4基、5基設置され、最終配水場はチェナブ系最終配水場と同じ敷地内である。
ラック用水路井戸群	1992年にチェナブ系水道施設が供用開始するまでの主力施設であった。深井戸が18か所であり、取水能力は約36,000m <sup>3</sup> /日である。
ミラットタウン浄水場	市内北部でジャン用水路分水路を水源とする緩速ろ過処理施設である。浄水能力は約4,500m <sup>3</sup> /日である。
ジャル・カヌアナ浄水場	市内を流れるラック用水路を水源とする緩速施設である。計画浄水量は約16,000m <sup>3</sup> /日である。
配水本管、配水支管	配水本管はダクタイル鋳鉄管を使用しているものの、配水支線となる口径600mm以下の管種はほとんどが石綿セメント管であり、漏水の原因となっている。
2 進行中のプロジェクトに係る水道施設	
配水本管 (フランス融資事業)	最終配水場からの既存の1600mmの配水本管に加え、1000mmの配水本管を布設し複線化とすることで、ファイサラバード市内に配水状況を改善することを目的としている。
ジャル・カヌアナ浄水場建設 (フランス融資事業)	既存のジャル・カヌアナ浄水場に隣接する敷地内に新たな浄水場を建設する計画である。計画浄水量は約45,000m <sup>3</sup> /日である。
ラック用水路井戸群 (フランス融資事業)	既存のラック用水路井戸群の東部に新たに10本の井戸を建設する計画である。計画取水量は22,500m <sup>3</sup> /日である。



出典 : FWASA から入手した資料に基づき、調査団作成

図 2.2 既存及び進行中の水道施設配置図

## 2-1-5 建設事情

### (1) 建設事情

「パ」国の首都イスラマバード、パンジャブ州の州都ラホールは、市内に10階建てを越える高層建築物が林立し、また市街地ではハイウェイが山間地の高架橋と共に整備されている。これら構造物から判断すれば、施工能力の比較的高い施工業者が存在していると考えられる。しかしながら、これらの大型構造物や建造物を施工できる建設会社は一部に限られており、多くの建設会社は、人力が主体で機械化施工を導入していない小規模の会社である。建設事情としては、一部の会社が突出した施工能力を有しているが、全体的に施工技術が高いとは言えない状況である。現地業者を活用して施工を実施する際には、技術レベルの確認を行うことが求められる。

### (2) 建設資材

「パ」国内では、主要な建設資材であるセメント、鉄筋、パイプ類（PVC、鋼管）等は自国産の製品が流通している。また鉄骨、屋根材等の建設資材は、近隣のインド、タイ等から輸入され、一般に市場に流通している。プロジェクトサイトは2河川に挟まれた沖積平野であり、良質の骨材を確保することが可能である。

「パ」国内で流通している資材は、メートル単位のものではなく、インチ単位の規格が大半であり、設計図もインチ、フィート表示が多い。

### (3) 国内輸送

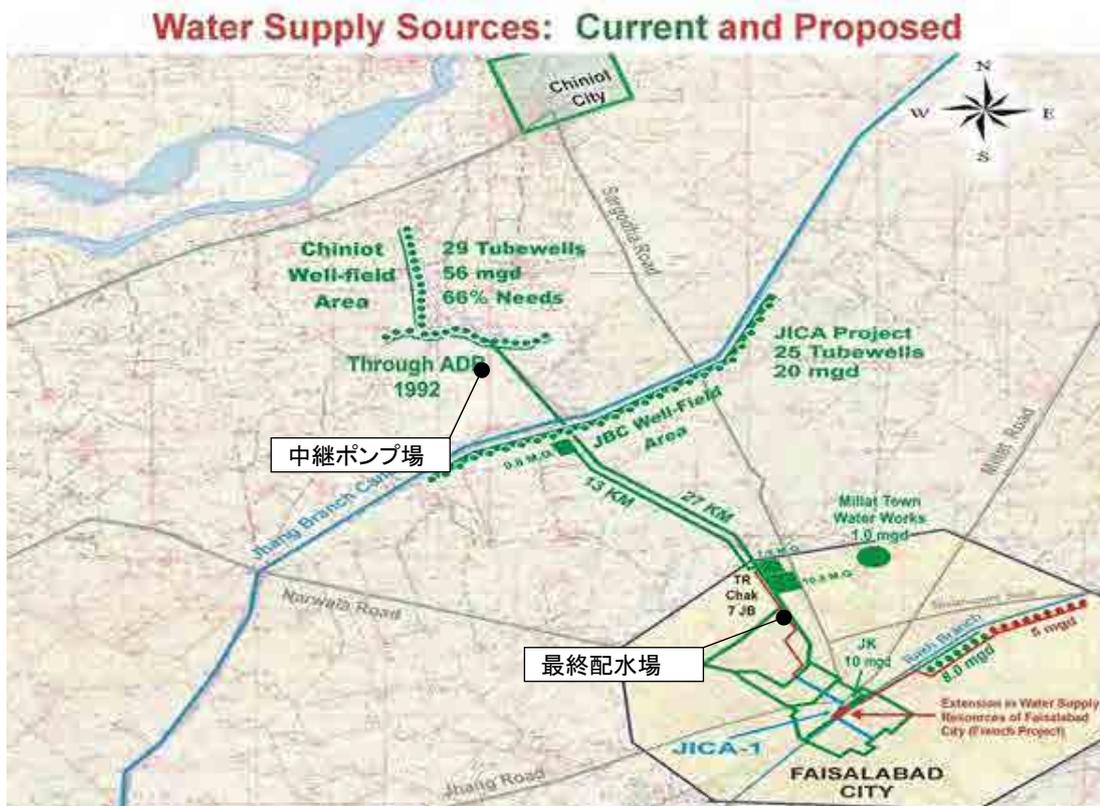
海上輸送にて海外から資機材を調達した場合、「パ」国の2箇所の国際港（カラチ、ビン・カシム）に荷揚げされる。両港には荷揚げ用設備も整備されており、大型もしくは重量物の荷揚げにも支障はない。ここから目的地への輸送手段は、トラックによる道路輸送、鉄道による鉄道輸送の二つの選択肢があるものの、荷揚港からファイサラバード、またパンジャブ州の州都ラホールまでの貨物輸送は行われておらず、トラックによる道路輸送が主な輸送手段となる。

## 2-2 プロジェクトサイト及び周辺状況

### 2-2-1 関連インフラの整備状況

#### (1) プロジェクトサイトの位置

プロジェクトサイトは、パンジャブ州ファイサラバード市にある。パンジャブ州の州都であるラホール市から約120km西方に位置している。



出典：FWASA

図 2.3 プロジェクトサイト及び周辺の概略図

### (2) アクセス道路

プロジェクトサイトの内、中継ポンプ場は、ファイサラバード市と北部のチニオト市を結ぶ幹線道路から分岐した、未舗装の道路沿いに位置する。未舗装道路ではあるが、平野であることから道路の起伏がほとんどなく、道路幅も確保されており、トラックによるアクセスが可能である。また最終配水場についても、上記幹線道路沿いに位置し、アスファルト舗装がされているため、最終配水場の正面ゲートを経て、サイト内へのトラックによるアクセスが可能である。

### (3) 電力設備

中継ポンプ場、最終配水場とも、電力会社（FESCO：Faisalabad Electric Supply Company）により、それぞれ別の変電所から 11KV でプロジェクトサイト内に独自に引込まれている。受変電設備として、真空遮断器、及び変圧器が設置されており、変圧後に各ポンプ施設に埋設配管を通じて送電されている。なお、プロジェクトサイト周囲には、低圧電力が架空にて配電されている。本プロジェクトの実施にあたっては、既存の電力を使用して施設計画をすることになる。

### (4) 給水設備

中継ポンプ場、最終配水場共に場内に引き込まれている導水管、送水管より給水が行われている。管理事務所の屋上にタンクが設置され、タンクを経由して給水されている。

(5) 排水設備

雨水排水は排水溝が場内に設置されており、敷地内の集水桝に集められた後、公共下水道に接続され、排水されている。

(6) 通信設備

中継ポンプ場、最終配水場共に、それぞれ電話線が引込まれている。内線電話用の電話交換機は設置されていない。職員は、個人所有の携帯電話を業務用に使用することが多い。

2-2-2 自然条件

(1) 気象

「パ」国は、北側がヒマラヤ山脈、南側がアラビア海に面し、気候は、中南部が砂漠気候（BW）、北部がステップ気候（BS）、北部山岳地帯が温帯夏雨気候（Cw）となっており、地域により自然条件が多様でそれぞれの地域で特性が異なる。大きな特徴としては、ヒマラヤを源流とするインダス川が国土のほぼ中央部を流れ、「パ」国の自然・社会・経済条件に支配的な影響を及ぼしている。

1) 降水量

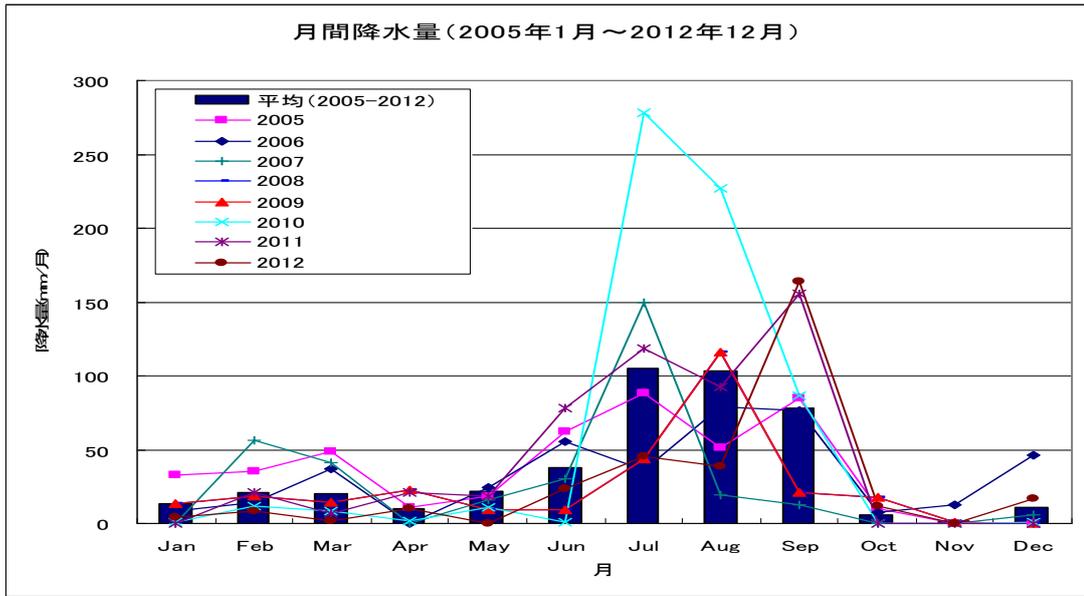
「パ」国は、一般にモンスーンアジアの国々に比べると、全国的に降雨量は少なく、対象地域では年500mm以下であり、雨季（6月～9月）と乾季（10月～5月）に分かれている。以下に、プロジェクトサイト近傍のファイサラバード大学測候所における降水データを示す。

表 2.3 日平均降水量

単位: mm

Month \ Day	Day																															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
Average (2005-2012)	Jan	2.5	1.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.4	0.9	3.4	0.0	0.0	0.1	0.0	0.6	0.4	1.7	0.3	0.0	0.0	0.6	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.9	0.0	0.0	0.0	
	Feb	0.0	0.0	0.7	0.0	0.3	0.0	2.6	0.3	1.2	2.3	4.3	0.3	0.5	2.3	0.6	1.7	0.0	0.0	0.3	0.2	0.6	0.0	0.7	0.0	0.0	1.6	1.1	0.1	0.0		
	Mar	0.5	0.0	0.3	0.7	0.2	0.3	0.2	0.1	0.0	0.9	0.0	1.4	1.6	0.7	0.4	0.3	0.3	2.0	0.0	2.5	0.6	2.5	0.0	0.0	0.6	1.4	0.0	2.0	0.5	0.0	0.0
	Apr	0.0	0.0	0.7	0.0	0.2	0.6	0.4	1.7	0.3	0.0	0.3	0.2	0.0	0.6	0.2	3.0	0.3	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.8	0.6	0.0	0.0	0.2	
	May	0.1	0.0	0.0	2.9	0.1	1.5	0.2	2.3	0.3	0.0	0.2	0.0	0.0	1.4	0.0	0.0	2.4	0.0	0.0	0.0	0.0	3.2	0.0	0.0	1.6	4.4	0.0	1.0	0.0	0.0	
	Jun	3.0	0.0	1.5	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.6	1.6	0.0	1.1	0.6	0.0	1.9	0.3	2.1	2.2	1.9	1.1	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.7	8.8	6.1	
	Jul	4.4	3.7	0.9	3.8	0.1	0.0	0.6	3.9	10.5	0.0	0.0	8.5	20.2	4.3	5.4	1.0	0.0	0.2	0.0	1.5	9.7	14.2	0.2	0.6	0.9	0.0	0.1	3.9	4.4	0.3	2.0
	Aug	8.6	3.3	0.1	0.1	3.9	7.7	0.0	14.1	1.7	0.9	1.3	14.1	1.4	0.6	2.3	5.6	3.7	0.4	3.1	0.0	7.9	3.9	0.6	5.0	0.8	3.6	0.6	0.4	2.0	2.6	3.4
	Sep	0.0	6.2	1.4	2.8	5.0	2.1	0.8	6.7	7.0	5.0	1.0	0.0	0.0	3.8	1.0	14.9	5.8	5.7	0.1	0.0	0.0	1.2	8.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	Oct	0.0	0.0	0.0	0.8	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0	0.6	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.1	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Nov	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Dec	0.0	0.0	0.0	0.0	5.4	0.0	0.0	0.0	0.4	0.1	0.6	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.2	0.0	0.1	0.0
Total																																

出典：ファイサラバード大学測候所



出典：ファイサラバード大学測候所

図 2.4 月間降水量

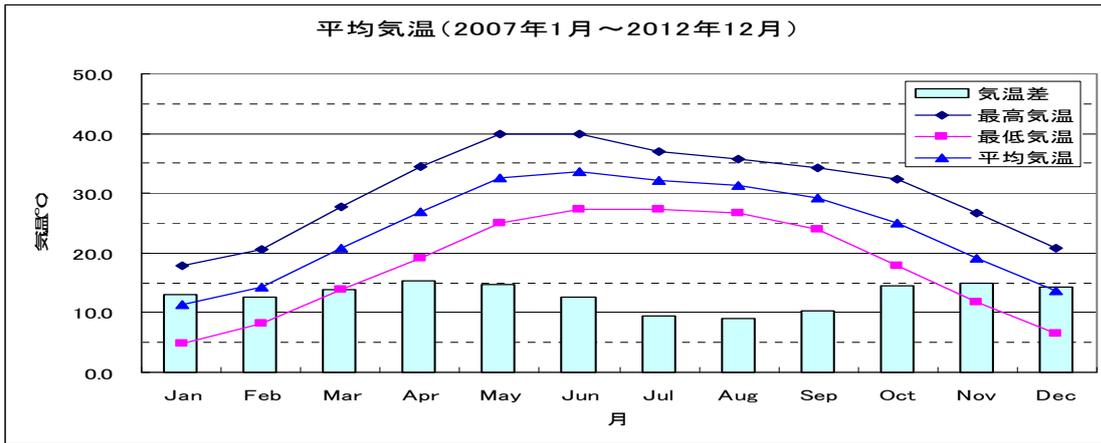


出典：ファイサラバード大学測候所

図 2.5 年間降水量

## 2) 気温

気温は年較差、日較差が大きい。4～10月頃にかけて30度を越し、特に5～6月には最高気温が40度を越える日が続く。一方、12～2月頃にかけては最低気温が10度を下回り、年間を通じて気温が大きく変動する。以下に、ファイサラバード大学測候所における気温データを示す。

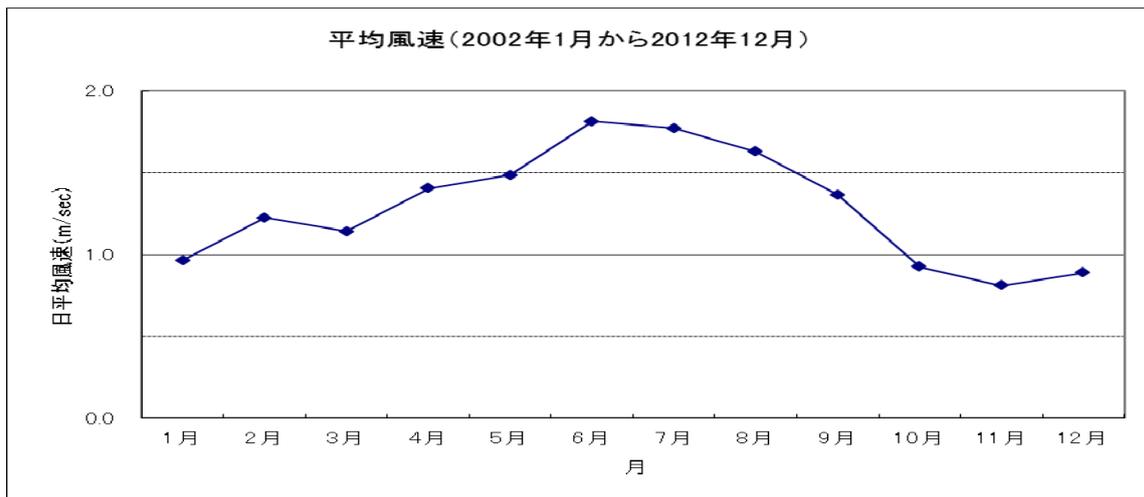


出典：ファイサラバード大学測候所

図 2.6 日平均最高、最低気温

### 3) 風速

プロジェクトサイト周辺では雨季である 6~9 月にかけて平均風速が大きくなるものの秒速 2m 以下であり、1 年を通じて風は穏やかである。

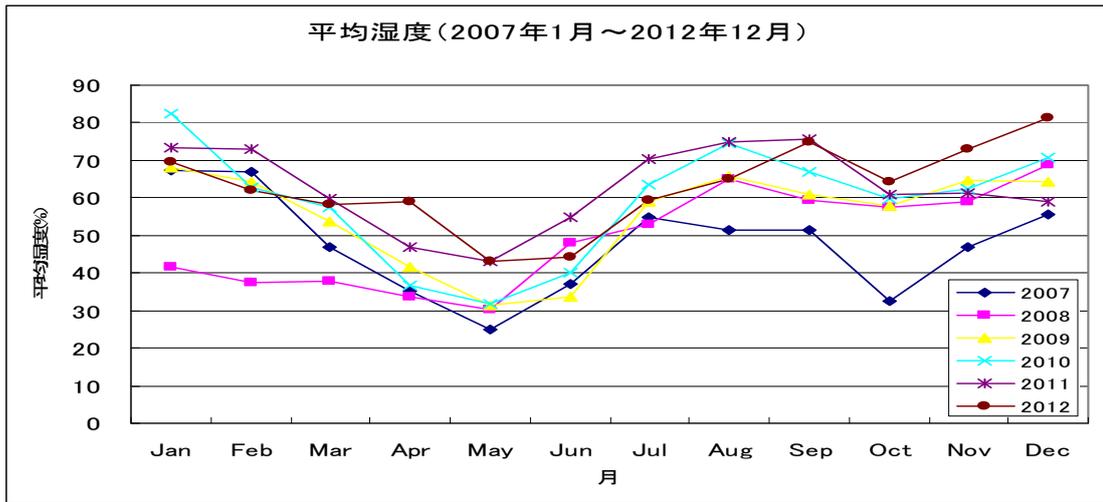


出典：ファイサラバード大学測候所

図 2.7 平均風速

### 4) 湿度

プロジェクトサイト近郊ファイサラバード大学測候所の平均湿度の推移を下図に示す。湿度は季節により変化があり、降水量の変化に合わせて湿度も変化する。一般に雨季は多湿であり、乾季は乾燥している。



出典：ファイサラバード大学測候所

図 2.8 平均湿度

## (2) 自然災害

### 1) サイクロン

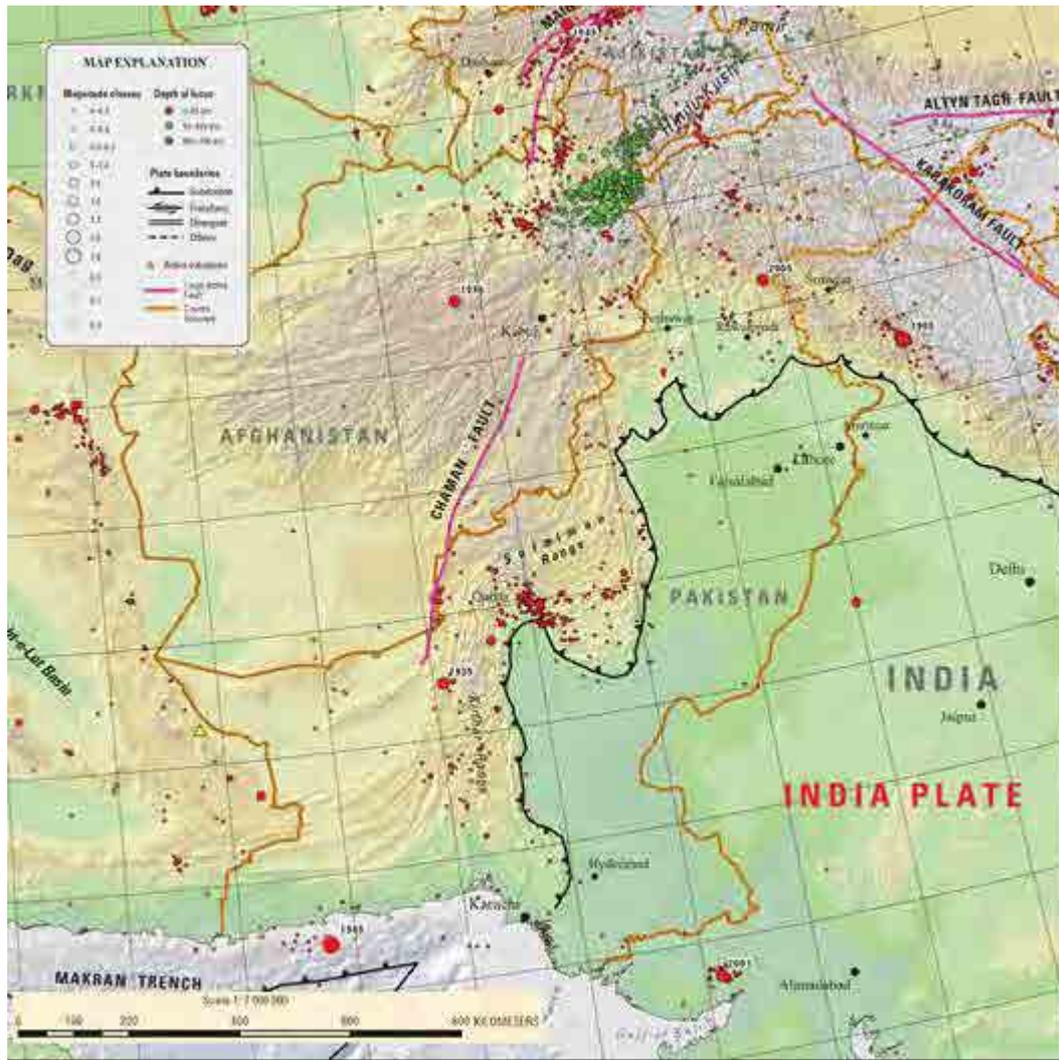
「パ」国では、度々サイクロンによる災害に見舞われているが、サイクロンの発生する地域はバルチスタン州、シンド州を含むアラビア海沿岸部に限定され、通常はサイクロンが海岸部に到達した時点で勢力が弱まり、サイクロンによるファイサラバード市での影響はほとんどない。

### 2) 洪水

対象サイトであるチェナブ系中継ポンプ場及び最終配水場に関し、これまで洪水による浸水の被害はないとの情報を FWASA のスタッフにより確認している。

### 3) 地震

「パ」国は地震の発生頻度が高く、北部から西部にかけての山岳地帯を中心に大規模な地震が発生し、過去においては甚大な被害を出している。しかし、対象地域であるファイサラバード市は、そのような「パ」国において地震の発生頻度が非常に少なく、また地震の規模も小さいため、地震による大きな被害は、ほとんど記録されていない。



出典：アメリカ地質調査所（以下、USGS）

図 2.9 「パ」国及び近郊において発生した地震（1900年～2010年）

表 2.4 「パ」国で観測された地震の震度別発生回数（1900年～2013年）

年	震度(マグニチュード)								合計	最大震度
	不明	3.0以下	3.0～3.9	4.0～4.9	5.0～5.9	6.0～6.9	7.0～7.9	8.0以上		
1909							1		1	7.0
1928						1			1	6.6
1931						1	1		2	7.1
1935								1	1	8.1
1945								1	1	8.0
1947						1			1	6.9
1966					2	2			4	6.8
1972					3				3	5.9
1973				12	8				20	5.6
1974				8	5	2			15	6.2
1975				11	5				16	5.5
1976				4	1				5	5.3
1977				7	4				11	5.5
1978			1	9	5				15	5.5
1979				10					10	4.8
1980				12	3				15	5.4
1981				14	3				17	5.4
1982				8	4				12	5.2
1983			1	11					12	4.8
1984			1	18	7				26	5.6
1985				15	5				20	5.7
1986			1	12	2				15	5.3
1987			2	13	1				16	5.0
1988				17	2				19	5.5
1989				15					15	4.7
1990				27	8	1			36	6.0
1991			1	24	3				28	5.6
1992			10	29	10				49	5.9
1993			1	11	5				17	5.6
1994				8	2				10	5.5
1995			4	14	1				19	5.6
1996			7	17	3				27	5.2
1997			81	126	9	1	1		218	7.1
1998			8	29	3				40	5.4
1999			3	15	6				24	5.7
2000			4	14	1	1			20	6.0
2001			2	16	3				21	5.2
2002			6	26	1				33	5.8
2003			1	14	1				16	5.0
2004			3	21	5				29	5.5
2005		1	288	287	46	1	1		624	7.6
2006			77	47	3				127	5.2
2007			22	33	4				59	5.5
2008			87	80	7	2			176	6.4
2009			1	15	6				22	5.5
2010				19	8				27	5.4
2011				25	3		1		29	7.2
2012				28	3				31	5.4
2013			1	50	7	1	1		60	7.7
合計	0	1	613	1171	208	14	6	2	2015	-

出典：USGS

### (3) 地形

ファイサラバード市は、インダス川と4本の支流が構成する広大なインダス平野のほぼ中央部に位置する。その中でファイサラバード市は、西をチェナブ川、東をラビ川に挟まれた「レチャナ・ドアブ」と呼ばれる、2河川間平野（「ドアブ（=2つの川）」と呼ばれる）に区分される。

インダス川水系はこれまで大規模な氾濫を繰り返し、中流から下流に広大で平坦なインダス平野を作り出した。平野部はパンジャブ州から南のシンド州まで続き、パンジャブ州総面積20万km<sup>2</sup>強の大半を占める。レチャナ・ドアブの中央に位置するファイサラバード市は、東西両端の河川寄り地域より地質年代が古い段丘上にあり、周囲よりやや小高くなっているため、地形は同市から極めて緩やかな傾斜で東西の両河川に向かって下降する。このため、チェナブ川、ラビ川

の2河川に挟まれた地形であるが、過去においてファイサラバード市及び本プロジェクトの対象施設が洪水による被害に合ったことはない。

#### (4) 地質

レチャナ・ドアブ全域は東西の両河川がヒマラヤ山地から運搬した堆砂に厚く覆われている。その地質基盤は、チェナブ川右岸に露頭する先カンブリア時代の変成岩や第三紀の固結した岩盤で、その上に第四紀更新統・完新統の砂、砂礫、粘土、シルト等の未固結の沖積層が堆積している。

地域一帯では、1960年代に「パキスタン水電力公社」により水理地質調査が実施され、同調査における掘削調査の結果によると、基盤上の沖積層の厚さは、地域により異なるが、計画対象地域とその周辺では180m程度である。これら沖積層の構成は、砂層が圧倒的に優勢で、特に中粒以下の細かい砂が卓越しており、地下水は主としてそれら砂層に分布することが確認されている。また、ファイサラバード市の上水道水源を確保するために、当該地域で水理地質調査が次々に実施され、この水理地質特性が再確認されている。これらの調査を通じて、この沖積層には不透水層としての粘土層が水平・垂直いずれの方向にも発達しておらず、部分的にレンズ状としてしか存在しないことも明らかになっている。また世銀マスタープランでは、沖積層に顕著な不透水層が存在しない事実から、平野部は深度200mまで一体の巨大な不圧帯水層を形成していると評価している。

### 2-2-3 環境社会配慮

#### (1) 環境面への配慮

本プロジェクトの計画は既存施設の更新であり、新たな水源の確保および水源水量の増加はなく、施設の完成に伴う環境への新たな影響はない。従って、本プロジェクトの実施による環境影響は、非常に小さいと判断されるものの、本計画による水道施設の改修工事には「パ」国負担による初期環境調査(IEE)が必要となる。

#### (2) 社会面への配慮

調査対象サイトであるチェナブ系中継ポンプ場については、既存増圧ポンプの更新を既存中継ポンプ棟内で行うため、施設更新に伴う用地取得にかかる負の影響はない。同様に最終配水場については新たなポンプ棟を建設する計画であるが、既存最終配水場敷地内での建設であり、用地についてはFWASAが所有しているため、用地取得にかかる負の影響はない。

また、本プロジェクトは、既存のチェナブ系井戸群を利用し、施設計画を実施する。揚水試験による地下水位低下量および周辺の農業用井戸に与える影響を考慮して井戸群からの取水可能量を算出し計画取水量とするため、地下水資源にかかる負の影響は非常に小さい。

## 2-3 プロジェクトサイトの現状

### 2-3-1 現状の水需給バランスと将来目標

#### (1) 現状の供給量

以下に現状の FWASA の上水道施設に係る施設の一覧を示す。2012 年現在において、供給量は 88.5MGD であり、フランス融資事業等の実施によって、供給量は 103.5MGD に増加する予定である。

表 2.5 FWASA 上水道施設と供給量

1 現在供給量	計画水量		割合
チェナブ系井戸群 (Tube-wells Well-field Area)	252,000 m <sup>3</sup> /日	(56 MDG)	63 %
JBC 系井戸群 (日本の無償資金協力)	91,000 m <sup>3</sup> /日	(20 MDG)	23 %
ラック用水路井戸群 (Tube-wells along RB Canal)	36,000 m <sup>3</sup> /日	(8 MDG)	9 %
ミラッタウン浄水場 (Millat Town Water Works)	4,500 m <sup>3</sup> /日	(1 MDG)	1 %
ジャル・カヌアナ浄水場 (Jhal Khanuana)	15,750 m <sup>3</sup> /日	(3.5 MDG)	4 %
小計	398,250 m <sup>3</sup> /日	(88.5 MDG)	100 %
2 進行中のプロジェクトによる供給量			
フランス融資事業 (French Project)			
ジャル・カヌアナ浄水場建設	45,000 m <sup>3</sup> /日	(10 MDG)	
ラック用水路井戸群	22,500 m <sup>3</sup> /日	(5 MDG)	
小計	67,500 m <sup>3</sup> /日	(15 MDG)	
3. 合計 (現在+進行中)	465,750 m <sup>3</sup> /日	(103.5 MDG)	

#### (2) FWASA の将来的な給水目標

ファイラサバード市の上下水道施設におけるマスタープランは ADB が 1993 年 11 月に策定して以降、作成されていない。現在以降におけるマスタープランに基づく明確な将来における水需要予測値は存在していないが、FWASA は現時点において、次表のような値を設定している。増え続ける人口とそれに伴う水需要増加に対し、2017 年に供給量が水需要と同じとなる給水目標を設定している。

表 2.6 水需要と供給量

	2012 年	2017 年
水需要	652,500m <sup>3</sup> /日 (145 MGD)	765,000m <sup>3</sup> /日 (170 MGD)
供給量	398,250m <sup>3</sup> /日 (88.5 MGD)	765,000m <sup>3</sup> /日 (170 MGD)

### 2-3-2 チェナブ水源地井戸群の現状

チェナブ水源地では 1988 年に 25 本の水源井戸を掘削し、その後、同じ地域に 4 本の井戸を追加掘削し、2001 年から 29 本の井戸により取水を行っている。ポンプの老朽化のため井戸からの揚水能力が減少したことにより、2009 年に当初の 25 本の井戸に対してリハビリテーションが実施され、揚水管とポンプが交換され、現在に至っている。

しかし、調査時において、29 本の井戸のうち 5 本が以下の原因により取水を停止していること

が確認された。

表 2.7 井戸の取水停止の原因と現時点での対応

井戸 No.	発生日時	井戸停止の原因	調査時点での対応
No.9	2013年7月28日	トランスの焼損	修理待ち
No.11	2012年5月16日	井戸内に砂が混入し閉塞	新規に井戸を掘削
No.26	2013年9月5日	モーター不良	修理待ち
No.27	2011年	井戸内に砂が混入し閉塞	新規に井戸を掘削
No.29	2013年7月11日	揚水管落下	対応未定

取水停止の原因は、

1. 機械・電気設備の不良 (No.9、No.26)
2. 補修・修繕時の作業ミス (No.29)
3. 井戸の破損 (No.11、No.27)

の3つに大別される。機器の不具合については、井戸を含めた施設全体が設置後20年以上を経過していることから、随時補修を行い井戸の運転をしている状況である。しかし、No.11及びNo.27の井戸については、井戸本体が使用不能となる事態であり、井戸の補修・改修では対応出来ず、新たに井戸を掘削することでしか対応出来ない。この2井については、井戸が閉塞してから1年～2年が経過していたが、既存井の傍に新規井戸を含めた井戸施設を建設し、現地調査期間終盤に新設ポンプの搬入が行われているところであった。井戸内への砂混入の原因としては、井戸内のスクリーンが破損した結果、井戸を閉塞させたのではないかとのことであったが、スクリーン破損の原因については確認できなかった。ただし、井戸の材質がケーシング（鋼管）とスクリーン（ステンレス）で異なることから、異種金属の接触によりマイクロセル現象が発生し、管の腐食を起し、スクリーンが破損、砂の混入を招いている可能性がある。

FWASA から入手できた井戸掘削当時の記録は29井戸のうち5井戸のみであった。また、1992年以降の各井戸の水位（静水位、動水位）及び揚水量の記録がFWASAには残されていない。2004年「ファイサラバード上水道整備計画基本設計調査報告書」には、1992年～2002年の各井戸の水位変化の記録による将来の水位低下予測がされているが、当時記録されたデータについても現在は存在しないとのことであった。現地調査において、FWASAより2003年～2012年までの井戸水位のデータを入手したが、資料を確認すると実測ではなく、29本の井戸に対して一律に同じ水位低下を推定により与えており、本調査では活用できないデータであった。更に2009年に実施された井戸ポンプのリハビリテーションにより、揚水管とポンプが更新されたが、揚水管をフランジ接合としたことで、現在は井戸内への水位計の挿入が出来ない構造となり、各井戸の水位を直接確認することは出来ない状況である。

各井戸施設には流量計が設置されているが、大半が故障により作動しておらず、各井戸からの揚水量を直接確認することも非常に困難な状況である。

### 2-3-3 チェナブ水源地およびジャン用水路沿い各井戸群から最終配水池への送水量

次表に、チェナブ系井戸群から最終配水池への送水量に加え、JBC系井戸群から最終配水池への送水量についても併せて示す。

チェナブ系からの送水量は、最大日で約 207,000m<sup>3</sup>/日（2013年8月9日）の送水量となっている。JBC系からの送水量は過去8ヵ月において、最大日で 92,424m<sup>3</sup>/日の送水量となっており、一日平均送水量は約 52,000m<sup>3</sup>/日である。

表 2.8 各水源から最終配水池への送水量

	JBC水源系からの送水量(m <sup>3</sup> /日)		チェナブ水源系からの送水量(m <sup>3</sup> /日)			
	一日最大	一日平均	一日最大	一日平均	一日最大	一日平均
			漏水見込まず		漏水10%見込む	
2013年1月	58,520	44,480	138,773	124,289	154,192	138,099
2013年2月	68,256	42,534	170,321	131,452	189,246	146,058
2013年3月	64,940	49,451	157,467	133,045	174,963	147,828
2013年4月	70,976	55,937	153,064	131,507	170,071	146,119
2013年5月	92,424	54,928	175,164	131,489	194,627	146,099
2013年6月	84,856	56,468	175,230	142,903	194,700	158,781
2013年7月	74,120	62,517	167,302	147,533	185,891	163,926
2013年8月	63,841	49,588	186,394	150,397	207,104	167,108
一日平均	—	51,988	—	—	—	151,752

出典：FWASA 運転管理記録を基に調査団作成

注) チェナブ系井戸群およびチェナブ系中継ポンプ場では、水量メータが存在せず、メータ計測による取水量および送水量の把握が不可能である。JBC系中継ポンプ場では水量メータが設置されており、また、最終配水池からの配水管に水量メータが設置されていることから、逆算して（配水量から既知の送水量を引くことによって）、チェナブ系からの送水量を算定した。現在、最終配水池では漏水がみられることから、10%の漏水が発生していると仮定して、最終配水池での漏水を見込んだ送水量も併せて算定した。

### 2-3-4 最終配水場の配水ポンプ等の稼働状況

最終配水場には、ADBが支援した最終配水池（以下、チェナブ系配水池）およびポンプ棟（以下、チェナブ系ポンプ棟）、日本が支援した最終配水池（以下、JBC系配水池）およびJBC系ポンプ棟が存在する。「ファイサラバード上水道拡充計画」は2012年6月に完工しており、本調査時期は水需要が増加する夏期にあたることから、施設稼働後初めて全てのポンプが稼働していることが想定されていた。そのため、チェナブ系ポンプ棟及びJBC系ポンプ棟において計画通り1日12時間の時間給水を行うための送水が行なわれているか等稼働状況の確認を行った。また、ポンプの運転状況、及び両配水池から送水するための流量制御が適切に行われているかを確認し、給水時間、配水池の貯水量、流量制御にかかる情報等を収集した。以下、その概要について記載する。

2-3-4-1 最終配水場のポンプ稼働状況の概要

以下に最終配水池からの配水実績の概要、チェナブ系配水池からの配水実績の概要、JBC 系配水池からの配水実績の概要を示す。実績期間は、2012年9月から2013年8月までである。

表 2.9 チェナブ系配水池、JBC 系配水池からの配水量実績

	チェナブ系ポンプ	JBC 系ポンプ	最終配水池 <sup>注2</sup>
1日最大配水量	187,342 m <sup>3</sup> /日	87,930 m <sup>3</sup> /日	228,954 m <sup>3</sup> /日
1日平均配水量	140,018 m <sup>3</sup> /日	42,873 m <sup>3</sup> /日	183,037 m <sup>3</sup> /日
時間最大配水量 <sup>注1</sup>	約 13,000 m <sup>3</sup> /時間	約 9,100 m <sup>3</sup> /時間	約 21,000 m <sup>3</sup> /時間

出典：FWASA 運転管理記録を基に調査団作成

注1 時間最大配水量はFWASA 運転管理記録に基づいた調査団による推計値である。

注2 チェナブ系ポンプの1日最大配水量とJBC系ポンプの1日最大配水量の合計は、最終配水池(チェナブ系配水池とJBC系配水池の合計)からの配水量とは一致しない。これは、チェナブ系ポンプとJBC系ポンプそれぞれで運転台数を調整しているためである。

表 2.10 チェナブ系ポンプおよびチェナブ系配水池の計画仕様と現状

	計 画	現 状
ポンプ仕様と台数	Q=37.7m <sup>3</sup> /min、H=45m(大ポンプ7台) Q=27.2m <sup>3</sup> /min、H=45m(小ポンプ3台)	同左
稼働可能ポンプ台数	大ポンプ7台、小ポンプ3台	大ポンプ4台、小ポンプ2台 (大ポンプ No.1、No.5、No.7 小ポンプ No.10 は故障中)
ポンプ運転による 給水時間	不明	1日6時間 (残り18時間は自然流下)
1日最大配水量 (自然流下配水含む)	252,000 m <sup>3</sup> /日 (現在の計画取水量)	187,342m <sup>3</sup> /日 (2012年10月3日)
1日最大配水量 (ポンプ配水のみ)	不明	約 78,000m <sup>3</sup> /日(運転管理記録より算定)
1日平均配水量	不明	140,018m <sup>3</sup> /日
水源から最終配水池へ の1日最大送水量	252,000 m <sup>3</sup> /日 (現在の計画取水量)	約 207,000m <sup>3</sup> /日(運転管理記録より算定) (2013年8月9日)
同上1日平均送水量		約 152,000m <sup>3</sup> /日(運転管理記録より算定)
配水池の活用状況	V=46,000 m <sup>3</sup>	V=24,500 m <sup>3</sup> (有効容量の約50%)
配水時における ポンプ運転台数	大ポンプ5台 小ポンプ1台	大ポンプ3台と小ポンプ1台 (最大運転時)
時間最大配水量	約 13,752 m <sup>3</sup> /時間 (上記ポンプ運転台数として)	約 13,000 m <sup>3</sup> /時間(運転管理記録より算定) 約 11,000 m <sup>3</sup> /時間(本現地調査期間での実 測値)
配水圧力	45m (ポンプの設定吐出し量に対する揚程)	ポンプ吐出し圧:30~40m程度 配水圧:吐出し弁開度操作等により、最終的 に配水圧は20m程度

出典：FWASA 運転管理記録、現地調査を基に調査団作成

表 2.1.1 JBC 系ポンプおよび JBC 系配水池の計画仕様と現状

	計 画	現 状
ポンプ仕様と台数	Q=63.2m <sup>3</sup> /min、H=45m(大ポンプ 3 台) Q=31.6m <sup>3</sup> /min、H=45m(小ポンプ 2 台)	同左
稼働可能ポンプ台数	大ポンプ 3 台、小ポンプ 2 台	同左
ポンプ運転による 給水時間	1 日 12 時間	1 日 6 時間 (自然流下なし)
1 日最大配水量 (自然流下配水はなし)	91,000 m <sup>3</sup> /日 (水源計画取水量)	87,930 m <sup>3</sup> /日 (2013 年 4 月 30 日)
1 日平均配水量		約 43,000 m <sup>3</sup> /日
水源から最終配水池へ の 1 日最大送水量	91,000 m <sup>3</sup> /日 (水源計画取水量)	92,424 m <sup>3</sup> /日 (2013 年 5 月 1 日)
同上 1 日平均送水量		約 52,000 m <sup>3</sup> /日
配水池の活用状況	V=36,000 m <sup>3</sup>	V=36,000 m <sup>3</sup> (上記時間帯以外)
配水時における ポンプ運転台数	大ポンプ 2 台と小ポンプ 1 台 (各ポンプ 1 台予備として)	同左(時間最大時)
時間最大配水量	9,480 m <sup>3</sup> /時間(上記運転台数として)	約 9,100 m <sup>3</sup> /時間(運転管理記録より算定) 約 9,000 m <sup>3</sup> /時間 (本現地調査期間での実測値)
配水圧力	45m (ポンプの設定吐出し量に対する揚程)	ポンプ吐出し圧: 50m 程度 配水圧: 吐出し弁開度操作等により、最終的に配水圧は 20m 程度

出典：FWASA 運転管理記録、現地調査を基に調査団作成

#### 2-3-4-2 給水時間（配水ポンプ運転時間）

現地調査において、チェナブ系ポンプ、JBC 系ポンプともに 1 日 6 時間のポンプ運転（およそ AM4:00～AM6:00、AM10:00～AM12:00、PM4:00～6:00 の合計 6 時間）が実施されていることが確認された。このポンプ運転の時間以外は、チェナブ系配水池に設けられた自然流下管から、常時 5,500m<sup>3</sup>/時間（調査期間中の実測値）程度の水量が市街地へ自然流下によって配水されている。

当初計画であったポンプの 12 時間運転が 1 日あたり 6 時間に抑えられている最大の要因としては、電気料金の上昇があげられる。我が国の無償資金協力により JBC 系配水池、ポンプ棟が建設され、施設が稼働した後、FWASA は施設の 9 時間運転を試みたが、ポンプ運転時間が長くなった結果、電力消費量が増え支払うべき電力料金が増加した。しかし、現状（ポンプ 6 時間運転）においても、多額の電気料金の支払いが経営負担となっている現状から、元の 6 時間運転に戻している。

#### 2-3-4-3 配水量実績

次表に、2012 年 9 月から 2013 年 8 月までの配水量実績を示す。

表 2.12 チェナブ系配水池、JBC 系配水池からの配水量実績

	チェナブ系配水池からの配水量(m <sup>3</sup> /日)			JBC系配水池からの配水量(m <sup>3</sup> /日)			最終配水池からの配水量(m <sup>3</sup> /日)		
	1日最大	1日最小	1日平均	1日最大	1日最小	1日平均	1日最大	1日最小	1日平均
2012年9月	155,786	87,105	127,064	58,480	26,020	45,594	200,126	138,515	172,658
2012年10月	187,342	62,494	128,518	87,730	34,820	46,274	191,201	135,365	174,792
2012年11月	140,280	24,951	124,559	55,400	6,879	47,251	190,290	31,830	171,809
2012年12月	134,756	41,660	115,630	85,617	10,178	50,932	181,067	83,256	166,562
2013年1月	138,773	40,082	124,189	50,730	23,420	44,580	181,127	71,702	168,769
2013年2月	170,569	56,084	131,752	68,251	19,875	42,234	209,565	90,715	173,987
2013年3月	173,280	28,710	150,416	67,661	20,066	32,079	203,307	28,710	182,495
2013年4月	183,950	59,710	146,408	87,930	14,984	41,036	204,242	130,522	187,445
2013年5月	179,560	47,660	146,141	66,439	8,694	40,276	228,954	87,107	186,417
2013年6月	181,610	103,050	159,439	66,290	13,214	39,932	221,103	157,214	199,371
2013年7月	177,720	154,000	168,577	54,725	27,755	41,473	224,298	195,205	210,050
2013年8月	168,200	142,450	157,526	51,634	29,729	42,459	217,564	175,749	199,985
過去1年	187,342	24,951	140,018	87,930	6,879	42,843	228,954	28,710	182,862

出典：FWASA 運転管理記録を基に調査団作成

注1) チェナブ系配水池からの配水量には、自然流下配水量も含む。

注2) 1日の配水量が0m<sup>3</sup>/日であった日は1日最小配水量の値として計上せず。

水需要が増加する夏期の2013年7月には、最終配水池から1日平均で20万m<sup>3</sup>/日以上が配水されており、2013年5月20日には、1日最大配水量228,954m<sup>3</sup>/日を記録している。

チェナブ系配水池からの配水量は、最大日で約187,000m<sup>3</sup>/日となっている。また、JBC系配水池からの配水量は、最大日でJBC系井戸群の計画取水量とほぼ同量の約88,000m<sup>3</sup>/日であるが、年間を通して各月の1日平均配水量は約32,000~51,000m<sup>3</sup>/日であり、過去1年での1日平均配水量は約43,000m<sup>3</sup>/日（計画取水量の約47%）である。

#### 2-3-4-4 配水池の貯水量と連絡管

最終配水場に存在するチェナブ系配水池とJBC系配水池は連絡管で接続されている。この連絡管には仕切弁および通気管が設置され、AM9:00~PM5:00の間は仕切弁が開かれ、連絡管を通してチェナブ系配水池とJBC系配水池の水は融通されている。JBC系井戸群からの送水とチェナブ系井戸群からの送水はJBC系配水池とチェナブ系配水池へ別々に流入しているが、連絡管の仕切弁が開となっているため、両配水池は同水位で変動している。

連絡管のチェナブ系配水池側の接続高さは、管頂でEL+184.30m程度であり、連絡管内のエア抜きを目的とした通気管が設置されていることから、水深がH.W.Lの+188.20mから連絡管の管頂までの深さであれば、両配水池の水を融通して利用することが可能である。

チェナブ系配水池の運転状況を確認すると、ポンプの運転時間が長くなると、配水池の水位が低下しキャビテーションが発生する水位以下になるため、ポンプ運転を停止する必要があるが、現在の1日当り6時間のポンプ運転では、キャビテーションが発生する水位まで配水池水位が低下せず、H.W.Lの+188.20mから+185.00m程度までの容量で配水池が活用されている。配水池の有効容量はチェナブ系配水池でV=46,000m<sup>3</sup>、JBC配水池でV=36,000m<sup>3</sup>であるが、ポンプ運転時以外は自然流下によってチェナブ系配水池から市街地へ送水されるため、チェナブ系配水池の水位が低下しないよう、連絡管を通じて水が相互に融通されている。その結果、JBC配水池におい

ても、運転水位 185.00m の制約から  $V=19,200\text{m}^3$  のみの貯水量が活用されているに留まっている。

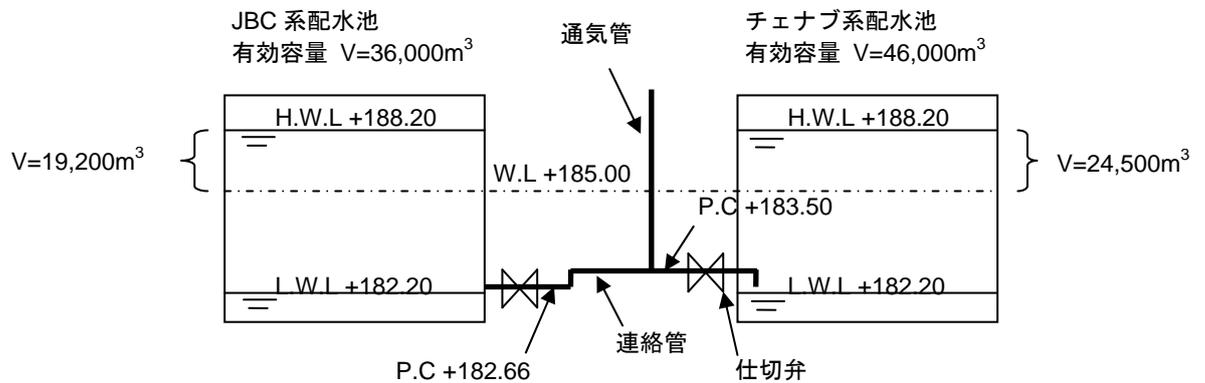


図 2.10 各配水池の活用されている貯水容量



図 2.11 連絡管に設けられた通気管

#### 2-3-4-5 ポンプ配水量と運転台数

##### (1) 実測に基づくポンプ配水量と運転台数

JBC 系ポンプ棟にあるコントロールパネル表示の読み取りにより確認した最終配水池からのポンプ配水量と運転台数は次表のとおりである。チェナブ系ポンプと JBC 系ポンプの配水量を合計したポンプ配水量は、最大で約  $18,500\text{m}^3/\text{時間}$  であった。

表 2.13 チェナブ系および JBC 系ポンプの配水量と運転台数の実測値

	チェナブ系ポンプ	JBC 系ポンプ
ポンプ配水量 (運転台数)	約 $8,000\text{m}^3/\text{時間}$ (大ポンプ 3 台) ～約 $11,000\text{m}^3/\text{時間}$ (大ポンプ 3 台と小ポンプ 1 台)	約 $7,000\text{m}^3/\text{時間}$ (大ポンプ 2 台) ～約 $9,000\text{m}^3/\text{時間}$ (大ポンプ 2 台と小ポンプ 1 台)
ポンプ配水量合計	約 $15,400\text{m}^3/\text{時間}$ ～約 $18,500\text{m}^3/\text{時間}$ (チェナブ系ポンプおよび JBC ポンプからの配水量合計)	

(2) 運転記録に基づく推計されるポンプ配水量

1日平均配水量が最も多かった2013年7月において、その月において最大配水量となった7月29日の前後の10日間におけるポンプ配水量と運転台数を、運転記録に基づいて推計する（コントロールパネルには時間配水量が常にデジタル表示されているが、記録は取られていない）。

次表に、当該期間での運転記録に基づいて推計したチェナブ系ポンプ配水量を示す。次表より、時間平均ポンプ配水量は約9,000～13,000m<sup>3</sup>/時間である。当該期間におけるポンプ運転台数は大ポンプ3台、大ポンプ3台と小ポンプ1台、大ポンプ2台と小ポンプ2台といったポンプ台数の組み合わせで、各時間帯のポンプ運転を行っている。

表 2.14 チェナブ系ポンプの配水量の推計値

日付	チェナブ系配水池からの配水量実績 (m <sup>3</sup> /日)	自然流下配水量 <sup>注1</sup> (m <sup>3</sup> /日)	1日当りポンプ配水量 (m <sup>3</sup> /日)	時間平均ポンプ配水量 <sup>注2</sup> (m <sup>3</sup> /時間)
2013年7月21日	168,350	99,000	69,350	11,558
2013年7月22日	174,140	99,000	75,140	12,523
2013年7月23日	174,455	99,000	75,455	12,576
2013年7月24日	154,000	99,000	55,000	9,167
2013年7月25日	167,450	99,000	68,450	11,408
2013年7月26日	173,130	99,000	74,130	12,355
2013年7月27日	167,670	99,000	68,670	11,445
2013年7月28日	164,750	99,000	65,750	10,958
2013年7月29日	177,350	99,000	78,350	13,058
2013年7月30日	160,200	99,000	61,200	10,200
2013年7月31日	162,600	99,000	63,600	10,600

出典：FWASA 運転管理記録を基に当社作成

成

注 1) 自然流下配水量は現地調査での実測を基に 5,500m<sup>3</sup>/時間と設定し、1日当り 18 時間の配水量である。

注 2) 時間平均ポンプ配水量は、1日当りポンプ配水量を 6 時間で除して算定した

次表に、上表と同じ期間での運転記録に基づいて推計した JBC 系ポンプ配水量を示す。次表より、ポンプ配水量は約 4,600～9,100m<sup>3</sup>/時間である。

表 2.15 JBC 系ポンプの時間平均配水量の推計値

日付	JBC配水池 からの配水量 (m <sup>3</sup> /日)	時間平均 ポンプ配水量 (m <sup>3</sup> /時間)
2013年7月21日	38,575	6,429
2013年7月22日	39,935	6,656
2013年7月23日	42,643	7,107
2013年7月24日	41,827	6,971
2013年7月25日	27,755	4,626
2013年7月26日	35,996	5,999
2013年7月27日	54,725	9,121
2013年7月28日	40,942	6,824
2013年7月29日	46,948	7,825
2013年7月30日	45,193	7,532
2013年7月31日	46,177	7,696

出典：FWASA 運転管理記録を基に調査団作成

以上、チェナブ系ポンプ配水量と JBC ポンプ配水量の推計に基づき、最終配水池からのポンプ時間平均配水量は次表のように推計され、配水の最も多い日で、約 16,000m<sup>3</sup>/時間～約 21,000m<sup>3</sup>/時間の幅の範囲であると考えられる。

表 2.16 最終配水池からの時間平均ポンプ配水量の推計値

日付	チェナブ系ポンプ (m <sup>3</sup> /時間)	JBC系ポンプ (m <sup>3</sup> /時間)	合計(チェナブ系+JBC系) (m <sup>3</sup> /時間)
2013年7月21日	11,558	6,429	17,987
2013年7月22日	12,523	6,656	19,179
2013年7月23日	12,576	7,107	19,683
2013年7月24日	9,167	6,971	16,138
2013年7月25日	11,408	4,626	16,034
2013年7月26日	12,355	5,999	18,354
2013年7月27日	11,445	9,121	20,566
2013年7月28日	10,958	6,824	17,782
2013年7月29日	13,058	7,825	20,883
2013年7月30日	10,200	7,532	17,732
2013年7月31日	10,600	7,696	18,296

出典：調査団作成

#### 2-3-4-6 最終配水池からの配水圧力

チェナブ系ポンプおよび JBC 系ポンプともに、ポンプ仕様の設定吐出し量における全揚程は 45m であるが、ポンプ吐出し後のバルブ開度操作等によって、20m 程度までに調整されて市街地へ配水されている。

JBC 系ポンプはポンプ直後の吐出し圧は約 50m である。ポンプ後に設置されている①コーン弁の開度は 52% に設定されており、このコーンバルブ直後の②圧力ゲージでは約 30m となっていることから、コーン弁によって約 20m 減圧されていると考える。なお、コーン弁の開度に基づき損

失水頭を試算した結果は21.7mと算定され、理論値と現状がほぼ一致する（次表参照）。その後、③バタフライ弁の開度は60%となっており、最終的に市街地への配水圧は約20m（チェナブ系配水池からの配水管と合流後の⑦圧力ゲージ読み取り）まで減圧されている。

チェナブ系ポンプはポンプ直後の吐出し圧は約30~40mであり、その後の④制御弁の開度等によって、最終的にJBCポンプからの配水管との合流後においては約20mまで減圧されて配水されている。

配水圧力がポンプ仕様の揚程45mから20m程度までに減圧して配水されている理由の一つとして、市街地に布設されている老朽管等からの漏水抑制が考えられる。FWASAによると、過去に①コーン弁の開度を60%程度までに調整して配水した際、市民から漏水発生による苦情が寄せられたとのコメントがあった。開度60%の場合、理論値では配水圧は約35m（現状約20m）となる。

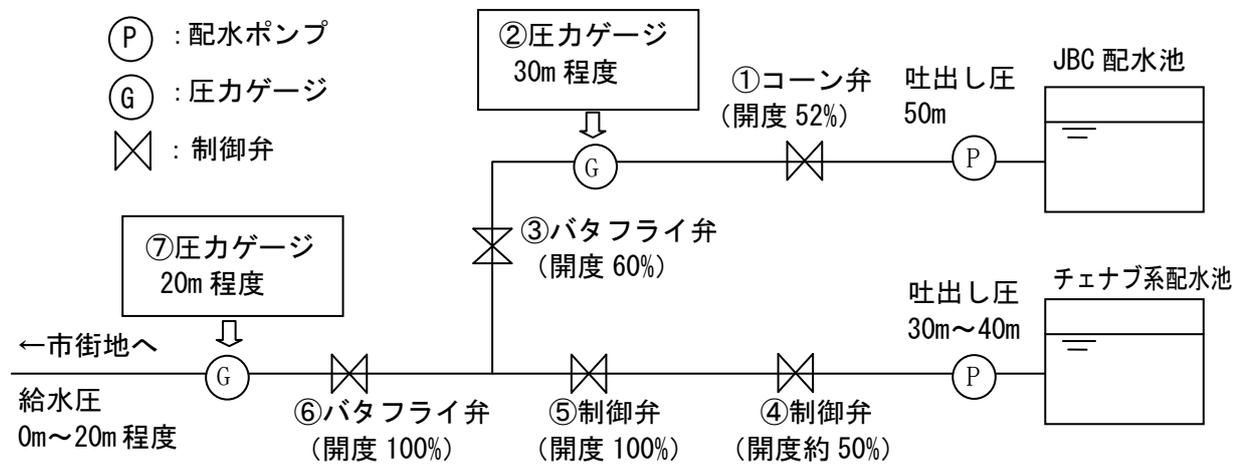


図 2.12 配水池からの配水圧力と制御弁による圧力制御

### 2-3-5 最終配水池の漏水状況

チェナブ系配水池については、施設の老朽化により絶えず漏水が発生しており、事前の報告では100m<sup>3</sup>/日の漏水量とあったが、本調査により、測定可能な漏水量として600~900 m<sup>3</sup>/日の漏水が確認された。この漏水は最終配水場内の排水溝により測定されたもので、排水溝より深い地下の漏水については確認できていないが、相当量の漏水が発生していると考えられる。チェナブ系配水池の漏水対策として、FWASAは2010年に配水池の内面の防水処理を実施しているが、内面の防水状況を確認したところ、防水塗膜が配水池表面より剥離しており、防水効果を発揮している状況は確認できなかった。

次表は調査期間中の漏水の実測値である。9月16日以降は配水池内確認のために奥の配水池（No.2）を空にしたことにより、漏水量が減少している。1池を空にすることで、通常は漏水量が半分になると推察されるが、漏水量の実測値が半分以下になっていることから、No.2の配水池からの漏水が多いと推測する。

チェナブ系配水池の外壁の目視により、漏水発生箇所の大部分はコンクリートの目地部からの漏水である。建設後 20 年以上が経過し、目地に設置された止水板が経年変化により劣化・破損し、漏水を発生させていると考えられる。

表 2.17 チェナブ系配水池漏水記録

Record of Leakage Water from ADB Reservoir Tank

Date	Hour	Trench Condition			Water Leakage		WL of TR (m)		Remark
		Width (m)	Water Depth (m)	Velocity (m/s)	(m <sup>3</sup> /h)	(m <sup>3</sup> /day)	No.1	No.2	
2013/09/02	14:00	1.000	0.037	0.299	<b>39.80</b>	955.2	—	—	
2013/09/10	15:30	1.000	0.038	0.270	<b>36.94</b>	886.6	—	—	
2013/09/11	10:00	1.000	0.040	0.224	<b>32.20</b>	772.8	—	—	
2013/09/12	9:00	1.000	0.040	0.236	<b>33.98</b>	815.5	4.76	4.76	
2013/09/12	11:00	1.000	0.040	0.223	<b>32.09</b>	770.2	4.27	4.27	
2013/09/12	13:10	1.000	0.040	0.234	<b>33.67</b>	808.0	4.36	4.36	
2013/09/13	9:30	1.000	0.040	0.188	<b>27.06</b>	649.4	5.15	5.15	
2013/09/13	11:00	1.000	0.039	0.227	<b>31.81</b>	763.5	4.45	4.45	
2013/09/13	13:00	1.000	0.040	0.213	<b>30.60</b>	734.4	4.15	4.15	
2013/09/14	9:00	1.000	0.039	0.288	<b>40.47</b>	971.2	4.69	4.69	
2013/09/14	11:00	1.000	0.040	0.278	<b>40.05</b>	961.2	4.24	4.24	
2013/09/14	13:00	1.000	0.039	0.268	<b>37.67</b>	904.0	4.12	4.12	
2013/09/16	10:45	—	—	—	<b>3.44</b>	82.6	3.28	1.80	No.2排水 容器にて計測
2013/09/16	14:00	—	—	—	<b>6.19</b>	148.6	4.02	1.70	No.2排水 容器にて計測
2013/09/17	9:15	—	—	—	<b>10.40</b>	249.7	4.88	1.45	No.2排水 容器にて計測
2013/09/17	13:00	—	—	—	<b>9.53</b>	228.8	4.10	1.40	No.2排水 容器にて計測
2013/09/18	9:10	—	—	—	<b>10.40</b>	249.7	4.88	1.30	No.2排水 容器にて計測
2013/09/18	10:50	—	—	—	<b>9.41</b>	225.8	3.66	1.30	No.2排水 容器にて計測
2013/09/18	13:00	—	—	—	<b>7.56</b>	181.5	5.03	1.25	No.2排水 容器にて計測
2013/09/19	10:00	1.000	0.012	0.202	<b>8.71</b>	209.1	5.12	1.20	No.2排水
2013/09/19	11:50	1.000	0.011	0.194	<b>7.67</b>	184.0	3.81	1.20	No.2排水
2013/09/20	9:30	—	—	—	<b>2.01</b>	48.3	4.88	1.05	No.2排水 容器にて計測
2013/09/20	11:00	—	—	—	<b>4.26</b>	102.1	4.24	1.05	No.2排水 容器にて計測
2013/09/20	15:00	—	—	—	<b>4.35</b>	104.4	4.57	1.05	No.2排水 容器にて計測

出典：調査団作成

## 第3章 プロジェクトの内容

### 3-1 プロジェクトの概要

#### (1) プロジェクト目標

本プロジェクトは、ファイサラバード市においてチェナブ系井戸群を水源とした水道施設の中継ポンプ場及び最終配水場のポンプを更新することにより、施設運転の安定化及びエネルギー消費の効率化・送水コストの削減を図り、もって持続的で安定した給水サービスの実現に寄与することを目的とする。

#### (2) プロジェクトの概要

ファイサラバード市は「パ」国第3の都市（人口約3.1百万人）であるものの、354千 $\text{m}^3$ /日の配水量により同市人口の約50%にあたる1.55百万人にしか給水できていない。同市においては、FWASAが水源の約98%を地下水に依存して水道事業の運営を担っており、本調査対象のチェナブ系水道施設、2012年に完成したJBC系水道施設、現在建設計画が進行中のフランス政府の融資による浄水場増設及びラック用水路系井戸群等、FWASA独自の増強事業に加え、各ドナーの支援を受けて水源開発を進めてきている。しかし、2017年の水需要予測に対する水源水量は約60%に留まり、高い人口増加率（1990年から2013年までの平均で約3.2%）と相まって2013年における給水人口は都市部人口約50%にあたる約1.55百万人に留まっている。このような状況の中、FWASAは新規水源開発を検討しているが、地下水源開発は井戸周辺の地下水位低下や地域農業社会へのインパクトが懸念されること、表流水源開発は水利権の調整が必要であることから際立った進捗が見られていない。

一方、ファイサラバード市に供給される水源水量の約55%を依存するチェナブ系の基幹水道施設は、既に整備後20年が経過していることから、老朽化等により中継ポンプ場の増圧ポンプと最終配水池のポンプの故障発生頻度が高くなり給水サービスの安定性が低下しているばかりでなく、ポンプの送配水にかかるエネルギー効率が悪化しており、これらのポンプを稼働させることによりエネルギー消費に伴うコストが増大している。また近年では、経済成長と人口増に伴う電力不足による電力料金の上昇は、運営コストの約45%しか上下水道料金等で賄っていないファイサラバードWASAの財政状況をさらに悪化させており、2012年には動力費は同コストの約39%に達している。このような状況からこれらのポンプ設備の更新を行い、老朽化の解消による現有施設の運転を安定化し、エネルギー消費の効率化による送水コストの削減を行い、経営状況を改善することが緊急の課題となっている。

さらに、チェナブ系の最終配水池においては、配水池低水位よりも送水ポンプ設置位置が高いことから吸込み揚程が大きくなり、最終配水池下半分の貯留分を送水しようとするときキャビテーションが発生するという設計上の問題があることから、実質最終配水池容量の半量の活用に留まり、1日のピーク時の給水に対応できていない。

このような状況の中で、本プロジェクトは、上記プロジェクト目標を達成するために、チェナブ系の中継ポンプ場、最終配水場のポンプ更新、最終配水場のポンプ棟の建設、最終配水池の漏水補修を実施するとともに、配水本管の配水圧を管理するための指導をソフトコンポーネントにおいて実施するものである。これにより、ファイサラバード市内へ安全な水を持続的に供給することが可能となり、水道施設の運営・維持管理能力も向上することが期待される。

本プロジェクトで計画する施設概要は次表の通りである。

表 3.1 施設計画概要

チェナブ系井戸群	計画取水量: 204,780 m <sup>3</sup> /日
中継ポンプ場 (チェナブ系)	計画送水量: 204,780 m <sup>3</sup> /日
	時間当計画送水量: 10,239 m <sup>3</sup> /時間
	大ポンプ 48.8 m <sup>3</sup> /min × 4 台 (3 台 + 1 台 予備)
	小ポンプ 24.4 m <sup>3</sup> /min × 2 台 (1 台 + 1 台 予備)
	附帯設備 (場内配管、操作パネル、流量計等)
最終配水場 (チェナブ系)	計画配水量: 204,000 m <sup>3</sup> /日
	時間当計画配水量: 17,000 m <sup>3</sup> /時間
	ポンプ運転時間 : 12 時間
	ポンプ棟新設 (RC 造)
	チェナブ系最終配水池漏水補修
	大ポンプ 63.0 m <sup>3</sup> /min × 4 台 (3 台 + 1 台 予備)
	小ポンプ 31.5 m <sup>3</sup> /min × 2 台 (1 台 + 1 台 予備)
	附帯設備 (場内配管、操作パネル、流量計等)

### 3-2 協力対象事業の概略設計

#### 3-2-1 設計方針

##### 3-2-1-1 基本方針

###### (1) 協力の内容

###### 1) 協力対象範囲

本プロジェクトは、1992年の施設完成より20年以上が経過したチェナブ系中継ポンプ場及び最終配水場において、ポンプ設備を主とした施設を更新することにより、上水道施設を整備するものである。調査の結果、老朽化したポンプ設備をはじめ、水源水量の全量をファイサラバード市内に配水し、時間当たりの配水量と配水時間の増加により、市内の給水状況を改善するための機能を具備しうるよう、両施設における増圧ポンプ・配水ポンプ設備を更新し、最終配水場における漏水対策を実施する。具体的には、本プロジェクトにより以下の機能の実現を図る。

- 老朽化した中継ポンプ場の増圧ポンプ設備を更新することで、水源水量の全量を安定して最終配水場まで送水する機能を確保する。

- 老朽化した最終配水場の配水ポンプ設備の更新と配水ポンプの設置位置を下げたポンプ棟を新たに建設することで、キャビテーションの発生によりチェナブ系配水池の半分の容量しか利用できていない状況を改善し、中継ポンプ場からの送水量の全量を、ポンプ運転によって市内に配水する機能を確保する。
- チェナブ系配水池の漏水対策を施すことで、更新される増圧ポンプ、配水ポンプの運転により、水が無駄なく市内に配水される機能を確保する。

本プロジェクトでは、チェナブ系井戸群からの水源水量の全量を、市内に配水するための施設の建設を主な対象とする。中継ポンプ場の増圧ポンプの運転時間は、チェナブ系井戸群の運転時間に合わせて 20 時間とし、既存の中継ポンプ棟を利用し、ポンプ設備を主とする機械・電気設備の更新のみを行う。最終配水場においては、既存の配水ポンプ棟を利用するためにポンプの設置位置を下げるの必要があり、施工性・安全性、施工時の配水停止期間に市内の配水に与える影響を考慮して、ポンプ棟を新設することで対応する。配水ポンプについては水源水量の全量を、将来の 12 時間のポンプ運転にて配水が可能な仕様を設定する。

## 2) プロジェクトサイトの選定

プロジェクトサイトは、ファイサラバード市北部に位置するチェナブ水源系中継ポンプ場、および最終配水場とする。中継ポンプ場については、一部既設場内配管との接続のために中継ポンプ棟外での管路工事が発生するものの、主としてポンプ棟内での工事であり、用地上特に問題はない。最終配水場については、敷地面積は約 44,000 m<sup>2</sup>という広大な面積を有しているものの、既存の配水池およびポンプ棟が設置されており、新たなポンプ棟の建設位置は限られている。

ポンプ棟の位置については、外部からのアクセスと資器材の搬入は容易であること、施設完成後に既存 JBC 系ポンプ棟との連携がとりやすく、建設時において管路の切替え時に一時的に配水を停止する必要があるものの、既存施設の運転に支障を与えない、最終配水場入口付近の広場が最も適切な建設予定位置と判断された。

### (2) 基本計画の検討方針（検討フロー）

次図に本プロジェクトにおける基本計画の検討方針（検討フロー）を示す。基本計画は、現地調査結果等に基づく現状把握、設計方針の明確化に続き、次図に示すフローで検討する。

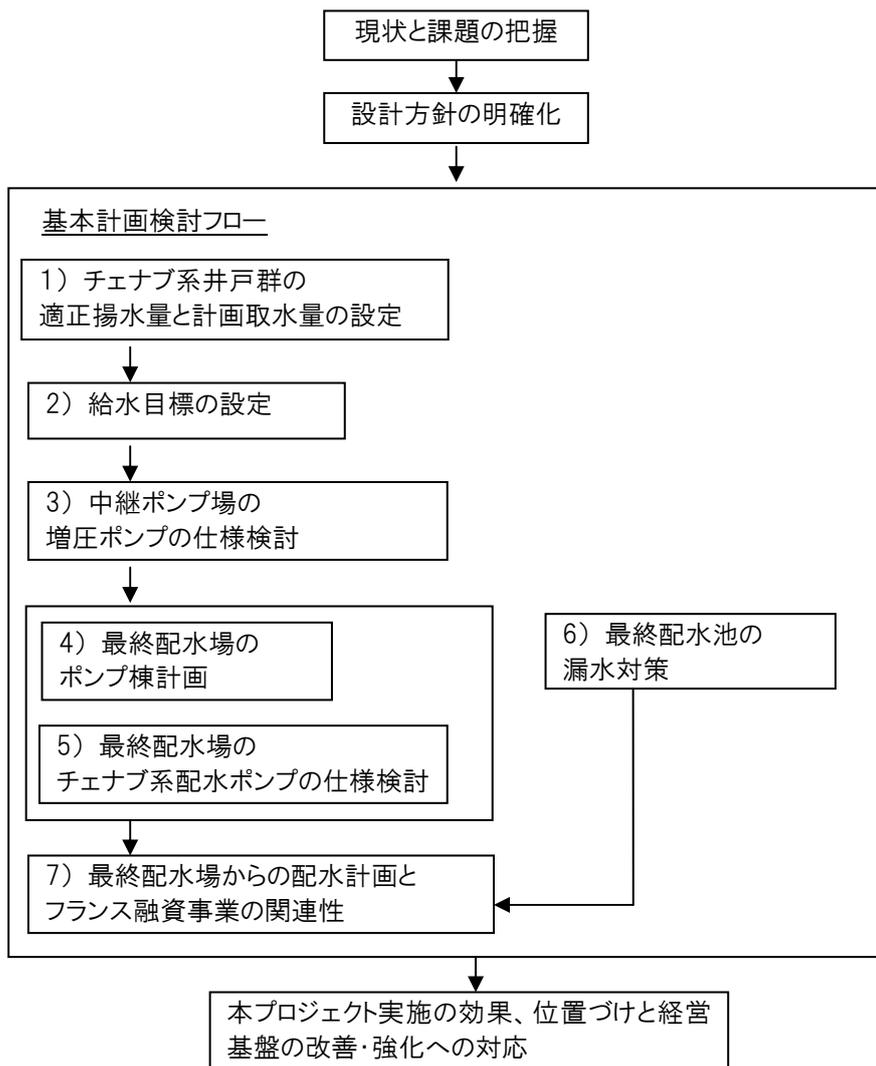


図 3.1 基本計画の検討方針（検討フロー）

### 1) チェナブ系井戸群の適正揚水量と計画取水量の設定

水源は既存のチェナブ系井戸群である。本計画において井戸群の更新はないため、現状の井戸群の施設状況に基づき計画取水量を設定する。設定方法としては、揚水試験結果等に基づくチェナブ系井戸群の適正揚水量を求めると共に、周辺の灌漑揚水井への影響を考慮する。更に既存の導水施設によって制約される中継ポンプ場まで導水可能な水量を算出し、適正揚水量の範囲内で計画取水量を設定する。この計画取水量が、以降の増圧ポンプおよび配水ポンプの仕様検討の基本的な数値となる。

### 2) 給水目標の設定

計画取水量および全体の水需要や将来計画を踏まえ、どの程度の給水サービス向上を目指していくのかを明確化し、本プロジェクトにおける給水目標を設定する。

### 3) 中継ポンプ場の増圧ポンプの仕様検討

計画取水量およびチェナブ系井戸群からの導水後における、中継ポンプ場内配管の流入側の動水位、井戸群の運転時間等に基づき、増圧ポンプの仕様と更新後のポンプ台数を計画する。ファイサラバード市の水需要に対する供給量は約 61% (2012 年) と絶対的に不足しており、よって中継ポンプ場から最終配水場への送水量は、計画取水量の全量と設定する。

### 4) 最終配水場のポンプ棟計画

計画取水量および設定した給水目標を踏まえ、最終配水場のポンプ棟の改修および新ポンプ棟の建設について比較検討し、検討結果に基づいてポンプ棟計画を設定する。

### 5) 最終配水場のチェナブ系配水ポンプの仕様検討

設定した給水目標に基づき、新たな配水ポンプ仕様と交換台数について計画する。

### 6) 最終配水池の漏水対策

既存チェナブ系最終配水池の漏水状況を確認し、漏水を軽減する対策について計画する。

### 7) 最終配水場からの配水計画とフランス融資事業の関連性

計画された配水ポンプ仕様等に基づき、プロジェクト実施後の配水計画を検討するとともに、フランス政府の融資による上水道施設整備プロジェクト（以下、フランス融資事業）との配水（特に新規に建設される配水本管）における関連性を明確にする。

#### 3-2-1-2 自然環境に対する方針

プロジェクトサイトの気候は、夏場は日中の気温が 40℃を越え高温・多湿となるが、冬場は気温が下がり、最低気温が 10℃以下となる日が続くなど、季節による気候の変化が大きい。年間降水量は 500mm 前後と少なく、7 月～9 月にかけて 100mm/月程度のまとまった雨が降るものの、作業に大きな影響を与えるほどの雨量ではない。

このような気候条件の中で、チェナブ水源地からファイサラバード市を含む一帯は、西をチェナブ川、東をラビ川に挟まれたレチャナ・ドアブと呼ばれる 2 河川間平野に属し、両河川がヒマラヤ山地から運搬した堆砂に厚く覆われている。広く平坦な地形が続き、上記 2 河川に囲まれた平野であることと、人工的に建設された農業用水路からの浸透により、常時地下への水補給を受けて地下水源が形成されている。本計画では既存のチェナブ系井戸群を水源とするが、計画取水量については周辺の灌漑用水井を利用している農村地域への配慮として地下水位の低下を最小限に留めるため、灌漑用水井からの揚水が可能な地下水位を設定する方針とする。

対象地域は、上記の通り二河川に挟まれた平野であるが、これまで最終配水場、またファイサラバード市内において洪水の発生記録はないため、洪水への影響を考慮した施設の設計方針とはしない。また、地震に関して、ファイサラバード市は「パ」国内の中でも地震の少ない地域であるが、「パ」国では地震を考慮した建設基準が定められている。本プロジェクトで建設される最終配水場のポンプ棟が、ファイサラバード市の上水道施設の基幹施設であることを考慮し、「パ」

国の建設基準に従って設計震度を設定し設計をする。

### 3-2-1-3 社会経済条件に対する方針

「パ」国では、恒常的に電力の供給力が不足し、ファイサラバード市内では1日10時間の計画停電が実施されている。停電時は市内の主だった施設において発電機を稼働させてオフィス内の電力を賄っている状況である。

しかし水道施設に関しては、施設の重要性により変電所から一般電力線とは別の専用電力線により電力が供給されており、突発的な停電は月に数度発生するものの、計画停電は実施されていない。本調査期間においても、最終配水場において一度停電が発生したが、事故により電力線が切断されたもので、施設運転に必要な電力は突発的な事情による停電以外、常時供給されている。

本プロジェクトにおいては、中継ポンプ場及び最終配水場内へのポンプ運転のための発電機設置を要請されているが、発電機の必要性については、電力事情が市内と異なり原則として水道施設に対する電力が常時供給されていることを考慮した上で、本計画での発電機の設置の必要性を検討する。

### 3-2-1-4 建設事情／調達事情若しくは業界の特殊事情／商習慣に対する方針

#### (1) 事業実施に関わる許認可制度、関連法規

事業実施に際しては、プロジェクト予算計画書(PC-I)の承認手続きを通して「パ」国側の開発プロジェクト事前審査を受ける必要がある。

建設許可については、FWASAを通じて契約業者が建築申請書類(配置図、平面図、立面図を含む)をファイサラバード市に提出する。

#### (2) 設計に際して準拠する規格、工法

「パ」国では、施設建設のためにパキスタン建設基準(Building Code of Pakistan)が制定されており、原則として同基準に準じた施設設計を行う。また、上水道設計における日本の水道施設設計指針も参考にする。

資材については、英国工業規格(British Standard)、インド品質規格(Bureau of Indian Standard)に則した規格の資材が普及しているため、これらを採用する。

#### (3) 建設資機材、機材の調達方法

主要な建設資材であるセメント、骨材、鉄筋、電線ケーブル、管類等は「パ」国内で流通しており、現地調達の方針とする。ポンプ設備については故障頻度が少なく、エネルギー効率、製品品質に優れた日本製を採用する方針とする。これら日本からの調達資機材については、「パ」国の国際港であるカラチ港に荷揚げ、トラックによる道路輸送、または鉄道による鉄道輸送を前提とする。

### 3-2-1-5 現地業者の活用に係る方針

「パ」国内の建設業者は、パキスタン技術評議会（Pakistan Engineering Council）が認定するカテゴリーにより分類されている。最上位のC-A からC-B、C-1、C-2、・・・と分類され、C-A は全ての公共工事の入札への参加が可能、C-B は20億PKR以下の公共工事の入札への参加が可能、C-1 は10億PKR以下の公共工事への入札に参加が可能等となっている。「パ」国の建設業者は近年の高速道路の建設など国内市場で技術力をつけており、現地の一般的な工法による建設であれば、C-A からC-2 ランク程度の建設業者は、日本国法人建設業者のもとで、下請け業務が出来る技術力、建設機械を有していると考えられる。

「パ」国ではこれまでも無償資金協力におけるプロジェクトが実施されており、FWASA についても、これまで「ファイサラバード上水道整備計画」「ファイサラバード上水道拡充計画」によるプロジェクトが実施されてきたこともあり、日本の無償資金協力システムに従い現地業者、現地作業員を活用して工事を実施することは可能である。従って、本プロジェクトにおいても上記カテゴリーによる分類を考慮しながら、現地業者を積極的に採用する方針とする。

但し、現地では一般的な建築・土木工事を実施できる建設会社や工事管理ができる技術者は存在するが、本計画で設置するようなポンプの据付けやそれに伴う機械・電気設備工事を実施できる技術者はいない。これらのポンプ設備工事の施工管理技術者に関しては、日本から派遣する方針とする。

### 3-2-1-6 運営・維持管理に対する方針

実施機関であるFWASAは、1992年に稼動を開始したチェナブ系配水施設および2012年に稼動を開始したJBC系配水施設をこれまで運営し、ファイサラバード市内への給水サービスに従事してきた。本プロジェクトは、既存チェナブ系水道施設である、中継ポンプ場及び最終配水場の既存施設の更新事業であり、基本的な配水システムに変更はない。従って、本プロジェクト完成後においても、これまでのFWASAの経験や知識を有効に活用でき、基本的な施設の運営・維持管理は可能と考えられる。

一方、本プロジェクトの実施により最終配水場からの時間当たりのポンプ配水量が増加することから、完成後の施設について、配水量に応じたポンプ運転台数の制御方法にかかる技術移転を施設設置後の試運転・初期操作指導にてFWASAに対して行うこととする。

また、ポンプ配水量の増加、および配水本管が既存の配水本管とフランス支援による配水本管の2系統となることから、配水流量に応じて変化する配水本管の水圧を制御する必要がある。このため、上記初期操作指導と共に、ソフトコンポーネントにて水圧低減技術について指導を実施する方針とする。

### 3-2-1-7 施設・機材等のグレードの設定に係る方針

自立発展性および継続性を確保するため、施設の運転・維持管理が容易であることを優先する。

また、ポンプ設備およびその関連資機材については、本計画がすべて既存施設におけるポンプ設備の更新であるため、既存資機材の仕様を参考に選定する。特に、最終配水場においては、JBC系最終配水池・ポンプ棟が2012年に竣工しているが、本計画における最終配水場ポンプ棟の更新に際しては、基本的な構造はJBC系ポンプ棟、ポンプ設備共にJBC系ポンプを参考に決定する。

### 3-2-1-8 工法／調達方法、工期に係る方針

協力対象とする施設の建築工事に際し、特に特殊な工法はない。ファイサラバード市の気候は雨季と乾季が分かれているものの、年間を通じて少雨であり、さほど工程に影響を与えることはない。しかし、夏季の高温時における作業効率の低下やコンクリートに与える影響など、工事品質を確保するためには、適切な工期の設定と遵守が必要とされ、日本企業による施工時の細やかな品質管理が期待される。

プロジェクトサイトは中継ポンプ場、最終配水場の2箇所にもたがるが、協力対象となる施設は個別に機能するものではなく、全ての施設が稼働して初めて市街地へ配水が可能となる一連の施設である。このように施設全体で一体の機能を発揮する施設を建設する場合には、責任の所在を明らかにするため、ロット分割することは不適切である。従って、本プロジェクトにおいては、ロットに分割することなく工期を設定するものとする。

### 3-2-2 基本計画（施設計画）

#### 3-2-2-1 チェナブ系井戸群の適正揚水量と計画取水量の設定

##### （1）限界揚水量の設定

本調査で入手した、井戸建設当時の揚水試験の結果を確認すると、段階揚水試験で $600\text{m}^3/\text{時間}$ 以上の揚水を実施しているが、揚水量の増加に伴う地下水位の急激な変化は見られず、限界揚水量は確認出来ていない。このことは、限界揚水量が $600\text{m}^3/\text{時間}$ 以上であったということを示す。また、2009年に実施された井戸のリハビリテーション実施時の、揚水量と地下水位のデータを確認すると、帯水層損失係数が井戸建設当時と近似しており、揚水量に対する地下水位低下がほぼ等しいことから、2009年時においても井戸建設当時とほぼ同等の限界揚水量であったと判断出来る。

今回実施した揚水試験の結果に基づいて、同様に帯水層損失係数を算出すると、井戸群建設当時及びリハビリテーション時、いずれの帯水層損失係数よりも小さな値となり、現時点においても限界揚水量は変わらないと推定出来る。従って、本計画における限界揚水量としては、 $600\text{m}^3/\text{時間}$ を設定し、以降の検討を進める。

##### （2）適正揚水量の設定

チェナブ系井戸群の限界揚水量が $600\text{m}^3/\text{時間}$ 以上であると推定することで、求められる適正揚水量は、限界揚水量の70%として $420\text{m}^3/\text{時間}$ となる。これは現在のチェナブ井戸群の地下水ポテンシャルから算出した数値であるが、チェナブ水源系井戸群が $400\text{m}^3/\text{時間}$ で施設計画されている

---

ことから、 $400\text{m}^3/\text{時間}$ を適正揚水量の最大値とする。また、灌漑用水井からの揚水が可能な地下水位から求まるチェナブ系井戸群からの揚水量、チェナブ系井戸群の井戸および導水管の構造から求まる揚水量、これらを考慮して本計画における適正揚水量を算出する。

### 1) 目標年次

本件が実施された場合には、対象となる中継ポンプ場のポンプが 2017 年に更新されることになる。既存の中継ポンプ場が供用開始後、約 20 年で更新時期を迎えているのと同様に、今回更新する施設についても 2017 年から 20 年後の 2037 年頃に更新時期を迎えることになると想定する。また、井戸の寿命は 30～50 年程度と言われているが、1992 年から稼働を開始している既存井戸は、2037 年には 40 年以上経過することになり、今回更新するポンプ設備と井戸の更新時期がほぼ重なる。このことは、次回の大規模な施設更新は 20 年後に実施される可能性を示し、それまでは今回更新した施設が今後 20 年に亘って使用されることを意味する。従って、2037 年を以降の適正揚水量計算の目標年次として検討を行う。

### 2) 許容できる動水位の範囲

既存井戸に設置されているポンプは KSB 社製のタービンポンプである。このポンプの許容できる動水位は上部ケーシングの下端から以下の水位を確保する必要がある。

表 3.2 許容できる上部ケーシングの底からの長さ

ポンプの第 1 ポンプから水面までの最低必要高さ	450 mm
ポンプ吸込み口部分の高さ	365 mm
ポンプ吸込み口の底から上部ケーシング底までのクリアランス	200 mm
計	1,015 mm

29 箇所の井戸の内、FWASA から入手できた井戸建設時の工事記録に示す 5 箇所の井戸の許容動水位は表に示すとおりである。なお、2009 年に実施した TW11 及び TW26～TW29 を除くポンプのリハビリテーション時のデータによれば、動水位は、22.8m～31.7mの範囲にある。

表 3.3 井戸の許容動水位

井戸番号	井戸深さ (m)	上部ケーシングの設置深さ(m)	許容動水位 (m)
TW2	114.17	46.52	45.505
TW7	105.48	34.48	33.465
TW12	124.00	46.53	45.515
TW13	122.75	44.13	43.115
TW22	135.31	47.57	46.559

上記 5 箇所の井戸の内、許容動水位が最も浅いのは TW7 の 33.47m である。他の 25 井戸

については動水位のデータが存在せず、井戸内の水位測定が出来なかったため、TW7を基準として検討を行う。

### 3) 許容できる動水位の範囲

クーパー・ヤコブ式によりチェナブ水源地の29箇所のチェナブ井戸群の干渉を考慮した地下水水位低下の長期予測を行う。予測に必要なパラメータは、以下のとおりである。

#### a) 揚水量

当初の計画取水量は1井戸当たり $400\text{m}^3/\text{時}$ 、運転時間20時間/日、 $8,000\text{m}^3/\text{日}$ であるが、運転記録を見る限り、全ての井戸が1日20時間以上運転していることは少ない。

「ファイサラバード市上水道整備計画基本設計調査報告書(2004年)」の資料8-12によれば、1日当たり平均揚水量は2001年12月の $158,946\text{m}^3/\text{日}$ 、2002年6月では $162,916\text{m}^3/\text{日}$ であり、およそ $160,000\text{m}^3/\text{日}$ の揚水量で今日まで施設が運営されてきたと推測できる。

FWASAに過去の揚水量の記録がなく、井戸に設置されている流量計も多くが故障、またはキャリブレーションされていないため、各井戸における正しい揚水量の把握は困難であるが、本調査で最終配水池からの配水量を基に漏水を考慮して想定した1日当たり取水量は $130,000\sim 170,000\text{m}^3$ である。これはチェナブ系井戸群の地下水水位の低下も原因であると思われるが、最終配水場からのポンプ配水が6時間/日であることから、その場合に必要水量のみを揚水していたことも原因であると考えられる。以上より、過去の井戸一か所当たり1日の揚水量を $6,000\text{m}^3$ と想定する。

また、将来の取水量は、 $400\text{m}^3/\text{時間}$ を上限として、2037年においてTW7の動水位が許容動水位を下回らない場合の揚水量を試算により設定する。この値が本計画における適正揚水量となる。

一方、今回の揚水試験では、井戸内への水位計の挿入が出来ず、井戸の水位を直接計測することが出来なかったため、観測井による水位を計測したが、観測井の水位は推定される井戸内に比べ $8\text{m}\sim 14\text{m}$ 程度地下水水位が浅く、観測井での静水位の実測値としては約 $14\text{m}\sim 19\text{m}$ の範囲に落ち着いている。また、今後の水位低下については、推計値として水位が約 $2.0\text{m}$ 下がるが、その結果一部の灌漑用水井において、灌漑用ポンプの稼動に必要な地下水水位GL-21mを越える井戸の有無を考慮する必要がある。灌漑用水井を継続的に使用するためには、地下水水位をGL-21m以内に抑える必要があり、その場合に可能な揚水量とTW7における適正揚水量を比較し、値の小さい揚水量を本計画における最終的な適正揚水量とする。

#### b) 透水量係数、貯留係数

透水量係数、貯留係数は、連続揚水試験及び回復試験の結果から求められる数値であり、地中の地下水によって飽和している帯水層の性状を表す数値である。今回の揚水試験によって得られた両係数をクーパー・ヤコブ式に用いて、29本のチェナブ系井戸群から一定量の揚

水を一定期間実施した場合の各井戸の地下水位低下量を算出する。揚水試験により得られた透水量係数、貯留係数は以下のとおりである。

透水量係数：21,164m<sup>2</sup>/日

貯留係数：0.00151

#### 4) 計算結果

計算の結果、2037年においてTW7の動水位が許容動水位を下回らない揚水量の最大値は7,700m<sup>3</sup>/日となる。チェナブ系井戸群の1日当りのポンプ運転時間が20時間であることから、時間当たりの揚水量は385m<sup>3</sup>/時間となる。また、農村地域への配慮として、灌漑用水井からの揚水を継続するために必要な地下水位を基に、チェナブ系井戸群からの揚水可能量を求めると、揚水量の最大値は、1井戸当り7,200m<sup>3</sup>/日となり、時間当たりの揚水量は360m<sup>3</sup>/時間である。従って本計画においては適正揚水量を7,200m<sup>3</sup>/日として計画する。29本の井戸群全体からの揚水量の総計は208,800m<sup>3</sup>/日となる。

#### (3) 計画取水量の設定

前項より、各井戸からの揚水量は360m<sup>3</sup>/時間、井戸群全体としては208,800m<sup>3</sup>/日の取水が可能であるが、一方でチェナブ系井戸群の地下水位は建設当時に比べて低下しており、地下水位の低下に伴って、ポンプから揚水可能な水量は限定される。

井戸群に設置されている既存井戸ポンプの仕様と各井戸の水位、各井戸から中継ポンプ場までの導水管の仕様に基づき、現在の施設構造から求まる取水量、導水管内の水の流動を水理計算により求めると以下の通りとなる。

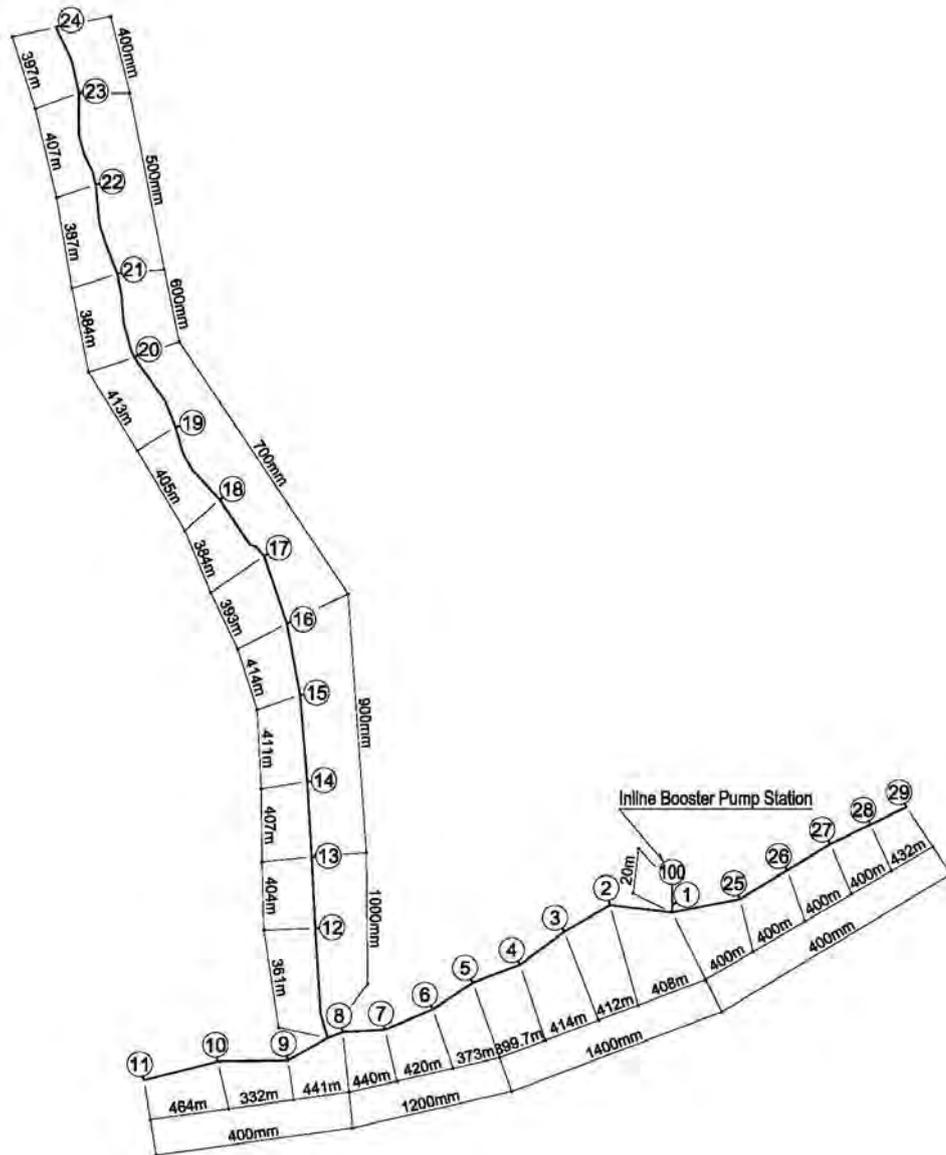


図 3.2 井戸の配置と導水管路図

表 3.4 各井戸からの揚水可能量

節点 番号	揚水量		揚程 (m)	動水位 (m)	①吐出口水頭 (m)	②必要水頭 (m)	①-② (m)
	(m <sup>3</sup> /h)	(m <sup>3</sup> /s)					
1	464	0.13	33.27	-27.84	5.09	5.06	0.03
2	458	0.13	34.31	-27.97	6.01	5.86	0.15
3	458	0.13	34.31	-27.36	6.62	6.60	0.02
4	450	0.13	35.64	-28.00	7.32	7.25	0.07
5	444	0.12	36.57	-28.43	7.83	7.82	0.01
6	438	0.12	37.50	-28.27	8.92	8.82	0.11
7	431	0.12	38.54	-28.36	9.88	9.80	0.08
8	419	0.12	40.29	-29.20	10.81	10.70	0.11
9	369	0.10	46.28	-27.28	18.78	18.68	0.10
10	348	0.10	47.54	-25.99	21.35	21.31	0.03
11	309	0.09	48.25	-25.84	22.24	22.23	0.02
12	407	0.11	42.00	-29.90	11.84	11.75	0.09
13	396	0.11	43.46	-30.47	12.74	12.72	0.01
14	391	0.11	44.08	-29.68	14.16	14.06	0.09
15	383	0.11	44.97	-29.51	15.22	15.15	0.07
16	376	0.10	45.66	-29.38	16.05	16.00	0.05
17	356	0.10	47.15	-28.85	18.09	18.08	0.01
18	336	0.09	47.91	-28.12	19.60	19.57	0.04
19	302	0.08	48.29	-27.42	20.71	20.67	0.04
20	284	0.08	48.41	-26.83	21.44	21.44	0.00
21	264	0.07	48.73	-26.20	22.41	22.40	0.01
22	253	0.07	49.04	-25.14	23.79	23.76	0.03
23	253	0.07	49.04	-24.45	24.48	24.44	0.04
24	255	0.07	48.98	-23.82	25.04	24.98	0.06
25	393	0.11	43.83	-24.59	18.99	18.85	0.14
26	316	0.09	48.20	-22.22	25.81	25.78	0.03
27	242	0.07	49.52	-20.15	29.26	29.22	0.05
28	224	0.06	50.58	-19.68	30.81	30.75	0.05
29	220	0.06	50.84	-19.58	31.18	31.17	0.01
100	中継ポンプ場					5.00	0.00

揚水量計： 10239 (m<sup>3</sup>/h)、204780(m<sup>3</sup>/day:1日20時間運転)

上表は、中継ポンプ場の流入側における水頭は約 5m であることから、これを基にチェナブ系井戸群の各井戸からの揚水量を、各井戸から布設されている導水管の仕様に基づき算出したものである。計算に際して各井戸番号と節点番号を同一とし、中継ポンプ場の節点番号を 100 としている。

各井戸からの揚水量が 400m<sup>3</sup>/時間で計画されているチェナブ系井戸群であるが、現状では地下水位の低下と導水管の損失水頭により、井戸毎の揚水量にばらつきが生じている。この計算結果により、各井戸からの揚水量の合計は 204,780m<sup>3</sup>/日となる。

表 3.5 導水管における水理計算

路線 番号	節点番号		管口径 (m)	路線延長 (m)	流量 (m <sup>3</sup> /s)	流速 (m/s)	流速係数 C	動水勾配 (%)	損失水頭 (m)
	始点	終点							
1	24	23	0.4	397.0	0.07	0.56	100	1.377	0.55
2	23	22	0.5	407.0	0.14	0.72	100	1.662	0.68
3	22	21	0.5	387.0	0.21	1.08	100	3.511	1.36
4	21	20	0.6	384.0	0.28	1.01	100	2.507	0.96
5	20	19	0.7	413.0	0.36	0.94	100	1.860	0.77
6	19	18	0.7	405.0	0.45	1.16	100	2.731	1.11
7	18	17	0.7	384.0	0.54	1.41	100	3.877	1.49
8	17	16	0.7	393.0	0.64	1.66	100	5.290	2.08
9	16	15	0.9	414.0	0.74	1.17	100	2.058	0.85
10	15	14	0.9	411.0	0.85	1.34	100	2.635	1.08
11	14	13	0.9	407.0	0.96	1.51	100	3.291	1.34
12	13	12	1.0	404.0	1.07	1.36	100	2.408	0.97
13	12	8	1.0	361.0	1.18	1.51	100	2.901	1.05
14	11	10	0.4	464.0	0.09	0.68	100	1.964	0.91
15	10	9	0.4	332.0	0.18	1.45	100	7.931	2.63
16	9	8	0.4	441.0	0.29	2.27	100	18.090	7.98
17	8	7	1.2	440.0	1.58	1.40	100	2.050	0.90
18	7	6	1.2	420.0	1.70	1.51	100	2.346	0.99
19	6	5	1.2	373.0	1.83	1.61	100	2.665	0.99
20	5	4	1.4	399.7	1.95	1.27	100	1.420	0.57
21	4	3	1.4	414.0	2.07	1.35	100	1.593	0.66
22	3	2	1.4	412.0	2.20	1.43	100	1.778	0.73
23	2	1	1.4	408.0	2.33	1.51	100	1.973	0.81
24	29	28	0.4	400.0	0.06	0.49	100	1.048	0.42
25	28	27	0.4	400.0	0.12	0.98	100	3.841	1.54
26	27	26	0.4	400.0	0.19	1.52	100	8.590	3.44
27	26	25	0.4	400.0	0.28	2.21	100	17.315	6.93
28	25	1	0.4	432.0	0.39	3.08	100	31.935	13.80
29	1	100	1.4	20.0	2.84	1.85	100	2.859	0.06

上表は、チェナブ系井戸群の各井戸から中継ポンプまでの導水管の仕様と、各井戸からの揚水量を基に各導水管の流量・流速、動水勾配・損失水頭を算出したものである。各井戸からの揚水量のばらつきが各路線の損失水頭に影響を与えているが、動水勾配が 5%を越える区間については路線の損失水頭が 2 m を超え、これがチェナブ系井戸群から揚水される水量が制限される原因となっている。

解析は、本プロジェクトで施設が供用開始される 2017 年の水位を基に行っている。チェナブ系井戸群の供用開始当初（1992 年）に比べて現在の地下水位が下がっていることから、ポンプ吐出口における残存水頭が減少していることと、中継ポンプ場までの導水管の口径が 2017 年における残存水頭に対して小さいことから、井戸の適正揚水量は 360m<sup>3</sup>/時間であるものの、取水ポンプ全台を運転した場合に、ポンプからの揚水量が 360m<sup>3</sup>/時間に満たない井戸が発生し、施設全体として適正揚水量である 208,800m<sup>3</sup>/日の揚水が可能な構造とはなっていない。

適正揚水量である 208,800m<sup>3</sup>/日を揚水するためには、取水ポンプを揚程の大きなポンプに更新する、あるいは口径の大きな導水管に更新する必要があるが、現時点で FWASA にこれらの施設

更新の計画はなく、本計画における計画取水量としては適正揚水量である 208,800m<sup>3</sup>/日ではなく、施設構造から求まる 204,780m<sup>3</sup>/日を計画取水量として計画することが妥当である。

従って、本計画においては 204,780m<sup>3</sup>/日を計画取水量として、以降の施設計画を進める。

### 3-2-2-2 本プロジェクト実施における給水サービスの目標設定

ファイサラバード市の水需要は増加傾向であるが、一方で供給量が不足していることから、少なくともチェナブ系井戸群からの計画取水量分が確実に市街地へ配水される必要がある。しかし、配水基幹施設である最終配水池において、既存チェナブ系ポンプ棟に設置された配水ポンプはその現在の設置高さからキャビテーションが最終配水池の水位状況によって発生しており、このキャビテーション発生の制約等から、チェナブ系最終配水池はその容量の半分程度しか活用できていない。最終配水池有効容量を十分に活用できない場合、時間配水量が少ない場合は長時間のポンプ運転により水圧を確保した計画取水量全量の配水は可能であるが、ピークの需要量に応じた配水はできない。また、ピークの需要量に合わせてポンプからの配水量を増加させると、ポンプの運転時間が制約を受け、自然流下による配水は可能だが、水圧が確保された 1 日に配水できる水量が限定されることになる。現在においては電気料金の上昇と FWASA の財政事情により 1 日 6 時間のポンプ運転により市内に配水されているが、現状の配水ポンプ運転での最終配水池からの配水量と配水池の水位等を整理すると、次表により水位は配水池の約半分の水位、計画取水量に対して約 21%の水量が配水できていない。

表 3.6 最終配水池からの配水量

	現状の配水運転
給水時間(ポンプ運転時間)	6 時間
ポンプ配水量(時間当り)	10,422m <sup>3</sup> /時間
ポンプ運転台数	大ポンプ 3 台、小ポンプ 1 台
自然流下配水時間	18 時間
ポンプ配水量(日当り)	62,532 m <sup>3</sup> /日
自然流下配水量(日当り)	99,000 m <sup>3</sup> /日
配水量合計(日当り)	161,532 m <sup>3</sup> /日
計画取水量(日当り)	204,780 m <sup>3</sup> /日
送水量に対する配水量の割合	約 79%
最も浅くなる配水池 W.L	GL+185.60m

この対策として、最終配水池容量を最大限活用して、水源からチェナブ系最終配水池へ送水される水を全量、チェナブ系最終配水池からポンプ配水することで、配水ポンプによる配水時間の拡大と水圧が確保されたポンプ圧送時間配水量の増大といった給水サービスの向上を現状に対して図ることが可能となる。

したがって、本プロジェクトでの給水目標として、竣工から 3 年後における「チェナブ系配水

ポンプの時間当たり配水量の増加と JBC 系配水ポンプの 6 時間から 9 時間への運転時間の拡大」および将来における「チェナブ系配水ポンプの 6 時間から 12 時間への運転時間の拡大」により、ポンプ運転時間の拡大とポンプによる配水量の増大を図るという技術面での給水サービスの向上を設定する。この場合、既存チェナブ系ポンプ棟の床レベルでポンプ更新を実施すると、ポンプ運転におけるキャビテーション発生を回避することができない。そのため、最終配水池有効容量を最大限活用するには（本プロジェクトの実施による給水目標の達成には）、既存ポンプ棟の床レベルの掘り下げ、またはキャビテーション発生が回避できるポンプ棟設置高さを確保できる新ポンプ棟の建設が必要となる。

### 3-2-2-3 中継ポンプ場の増圧ポンプ仕様

#### (1) ポンプ台数と吐出量の設定

増圧ポンプ仕様決定にあたっての計画送水量は、計画取水量と同じく 204,780m<sup>3</sup>/日とする。

既存増圧ポンプは 7 台であるが、本プロジェクトでは設定する計画送水量及び増圧ポンプ 1 台当りの吐出量を考慮して増圧ポンプの仕様を設定する。吐出量においては、1 日当りポンプ運転時間を長くすれば時間送水量が抑えられ、その結果損失水頭が小さくなりポンプ揚程が抑えられる。本プロジェクトではチェナブ系井戸群及び中継ポンプ場の運転状況も踏まえ、現状と同じ 1 日 20 時間のポンプ運転を設定し計画する。このとき、計画時間送水量は 10,239 m<sup>3</sup>/時間となる。増圧ポンプ 1 台当りの吐出量については、送水量の時間変動に適合する設定とするに当たり、これまで運転されてきた既存増圧ポンプの吐出量を適性と判断し、大ポンプの吐出量を既存の増圧ポンプと同程度とする。小ポンプについては、吐出量を大ポンプの半分とし、小ポンプの台数を 1 台（予備を含め 2 台）とする。この結果、大小各増圧ポンプの台数は、大ポンプ 4 台、小ポンプ 2 台の合計 6 台となり、吐出量はそれぞれ 48.8 m<sup>3</sup>/min、24.4 m<sup>3</sup>/min となる。次表に増圧ポンプの仕様を示す。なお、既存中継ポンプ場には、ポンプ拡張スペースが設けられており、将来の拡張にも問題なく対応できる。

表 3.7 増圧ポンプの計画送水量と仕様、台数

既存増圧ポンプ仕様	更新増圧ポンプ仕様
大ポンプ 51.0 m <sup>3</sup> /min × 4 台 (3 台+1 台予備)	大ポンプ 48.8 m <sup>3</sup> /min × 4 台 (3 台+1 台予備)
小ポンプ 27.2 m <sup>3</sup> /min × 3 台 (2 台+1 台予備)	小ポンプ 24.4 m <sup>3</sup> /min × 2 台 (1 台+1 台予備)
揚程:仕様では 20m 計画時間送水量:12,444 m <sup>3</sup> / 時間	計画送水量:204,780 m <sup>3</sup> /日 計画時間送水量:10,239 m <sup>3</sup> /時間

#### (2) ポンプ台数と吐出量の設定

増圧ポンプの全揚程は次表により、H=34m とする。

表 3.8 増圧ポンプの全揚程の設定

	仕様	備考
計画時間送水量	10,239 m <sup>3</sup> /h	
① 実揚程	8.79 m	最終配水池の H.W.L (188.2m) -増圧ポンプ高さ(179.41m)
② 送水管損失水頭	29.0 m	送水管延長 17,100m、 口径 φ 1500mm
③ ポンプ廻り損失水頭	1.21 m	
④ 吸込残存水頭	5.0 m	増圧ポンプ一次側(流入側) 残存水頭
全揚程	34.0 m	①+②+③-④

### (3) ポンプ台数と吐出量の設定

現在、中継ポンプ場には流量計が施設の流入側、流出側いずれにも設置されていない。チェナブ系井戸群には各井戸に流量計は設置されているものの、ほとんどが故障により作動せず、水源からの導水量及び中継ポンプ場から最終配水場への送水量が直接確認できない状況である。このため、本プロジェクトにおいて、中継ポンプ場の流出側に新たに流量計を設置し、最終配水場への送水量を直接確認できるシステムとする。

### (4) 発電機設置にかかる検討

本プロジェクトの要請において、中継ポンプ場に対して増圧ポンプ運転のための発電機の設置が要請されている。ファイサラバード市内は1日10時間の計画停電が実施されているものの、チェナブ系井戸群および中継ポンプ場については、変電所より独立した送電線が敷設されており、計画停電は実施されておらず、月に数度の突発的な停電以外、原則として常時電力が供給されている状況である。このような状況の中、本プロジェクトにおいて発電機設置の必要性は低いと判断し、発電機については今回の施設更新の対象とはしない。

#### 3-2-2-4 最終配水場のポンプ棟計画

現在の最終配水場の配水ポンプの稼動時間は1日当たり6時間であるが、計画取水量を全量市内に配水するためには、1日12時間のポンプ運転とすると時間当たり配水量が17,000m<sup>3</sup>/時間となる。このとき、チェナブ系最終配水池の水位としてはGL+182.90(連絡管を閉じた場合)、GL+184.00(連絡管を開けJBC系最終配水池と融通させた場合)となり(次図)、いずれも現状の運転水位(キャビテーションの発生水位)よりも低くなるため、更新する配水ポンプの設置位置は現状より低くしなければいけない。配水ポンプの設置位置を下げるためには、以降の通り、既存ポンプの床を掘り下げる方法と床面を下げた新たなポンプ棟の建設、の2案が考えられる。以下、この2案について比較検討し、本プロジェクトにおけるポンプ棟を計画する。

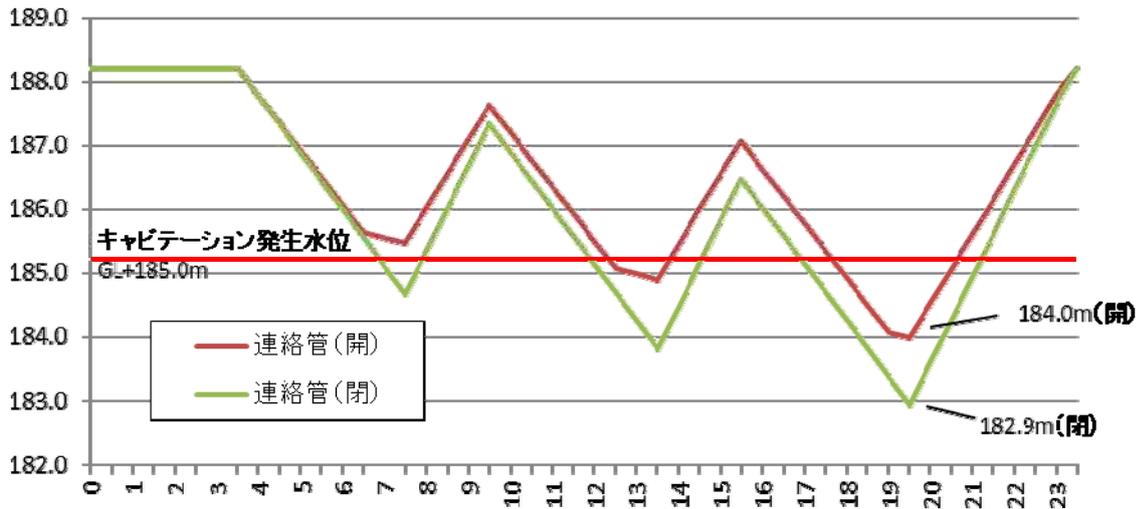


図 3.3 連絡管の開閉による配水池水位の時間変化

(1) 配水ポンプ設置位置変更に伴う工法の比較

配水ポンプの設置位置を下げるためには、既存ポンプ棟の床を掘り下げる方法と予め床の高さを下げた新ポンプ棟を建設する方法がある。既存ポンプ棟を掘り下げる場合は、現地調査で確認された既存構造物の施工品質の低さや老朽化が懸念されるほか、ポンプ設備交換時の給水停止期間の長さについても検討する必要がある。次に既存ポンプ棟の掘り下げと新ポンプ棟の建設について、施工性・安全性、経済性及び給水停止期間の長さの3項目で比較検討する。

表 3.9 既存ポンプ棟の掘り下げと新ポンプ棟の建設の比較表

	既存ポンプ棟の掘り下げ	新ポンプ棟の建設
施工性・安全性	×	○
	老朽化した施設 狭隘箇所での工事 煩雑な仮設工事	一般的な建設工事
建設費	○	×
	約1億円	約1.3億円
配水停止期間	×	○
	約6ヵ月	約1ヵ月

上表の通り、経済性を除いては新ポンプ棟の建設が優位となる。既存ポンプ棟の掘り下げを考慮した場合、施工性・安全性、経済性、配水停止期間における具体的な問題点として以下のことが言える。

- 既存ポンプ棟が20年以上経過した構造物であり、施工時のコンクリート取壊し、床面掘削時における振動が構造物に与える影響が懸念される。特に既存ポンプ棟の壁面がレンガで構成されていることから、振動による壁面の崩壊の可能性が否定できない。

- 既存ポンプ棟の掘り下げに伴いポンプ1台ずつの掘り下げ・ポンプ更新とすると、限られた空間の中で土木工事によるポンプ棟床面を掘削する必要があり、その場合の仮設が設置されているポンプへの影響を考慮したものとなり、非常に煩雑となる。従って、掘り下げによる対応に対しては、既存ポンプを全台撤去してからの掘り下げ作業が適しているが、その場合、チェナブ系配水ポンプから配水されている水量を別に確保する必要がある。
- 既存ポンプ棟の掘り下げに要する費用（約1億円）に対して、新たにポンプ棟を建設した場合の建設費用は約1.3倍高くなる（約1.3億円）。経済性に関して、建設にかかる費用は新ポンプ棟の建設の方が大きくなるものの、既存ポンプ棟が施設完成後20年以上経過していることから、掘り下げによる対応とした場合、既存ポンプ棟の老朽化により、レンガ積み壁面や屋根の定期的な修繕が必要になると想定される。建設費による経済性比較では既存ポンプ棟の掘り下げが有利ではあるが、将来に亘る躯体の維持管理費までを考慮した場合、経済性においても既存ポンプ棟の掘り下げが有利になるとは一概には言えない。
- 既存ポンプの運転停止から、ポンプ全台の撤去、ポンプ棟床面を掘り下げた後に新たにポンプを設置するまでの期間は約6か月である。この期間はJBC系配水ポンプのみの稼働となり、予備のポンプを使用しても配水量が15,168m<sup>3</sup>/時間しか確保出来ず、過去の実績である時間最大流量約16,000m<sup>3</sup>/時間～約21,000m<sup>3</sup>/時間の配水量を確保できず、仮設のポンプを設置する必要がある。
- 施工期間中の配水量を確保するため、JBC系ポンプ棟内に追加のポンプを設置、あるいは屋外に仮設のポンプを設置する必要があるが、仮設ポンプの調達および仮設ポンプの設置工事には、上記配水停止期間の6か月に加え、更に半年程度の期間を要し、本工事開始が遅れ、全体の工期に与える影響が大きい。

既存ポンプ棟の掘り下げは老朽化施設の改修に伴う潜在的なリスクが高いことから、リスク回避のために仮設工事費や現場管理費を増加させた場合、施工時における経済性についてもその優位性が縮小される。以上から、新ポンプ棟の建設により配水ポンプ位置の改善を図るものとする。

## （2）敷地・施設配置計画

新ポンプ棟の建設箇所について、候補地として、①場内入口付近のオープンスペース、②既存ポンプ棟に隣接する空き地、③場内南側空き地、の3箇所について検討する。



図 3.4 新ポンプ棟建設の候補地

以下に3候補地における比較表を示す。

表 3.10 建設箇所の比較表

	① 場内入口付近のオープンスペース	② 既存ポンプ棟に隣接する空き地	③ 場内南側空き地
動線	○	×	×
	場内入口から近い JBC系ポンプ棟から近い	場内入口から遠い JBC系ポンプ棟から離れている	場内入口から遠い JBC系ポンプ棟から離れている
施工性	○	×	×
	周囲に構造物が少なく資機材の搬入が容易 重機のアクセスが良い	施工箇所が狭隘であることから土留工等の仮設工事の規模が大きくなる 重機のアクセスが良くない	施工箇所が狭隘であることから土留工等の仮設工事の規模が大きくなる 重機のアクセスが良くない
その他 懸念事項	△	△	×
	集水管延長のため既存ポンプ棟の一部を取り壊す必要がある 自然流下管や導水管などの既存管の撤去、布設替えが発生する	連絡管の布設替えが発生する	連絡管の布設替えが発生する 外周塀を挟んで民家群と隣接することから警備上の懸念がある(外部からのアクセスが容易になる)

場内入口付近のオープンスペースにポンプ棟を建設した場合、JBC系ポンプ棟と近接することから維持管理における両施設間の移動が容易となる。一方、既存ポンプ棟に隣接する空き地、及び場内南側空き地にポンプ棟を建設する場合は、動線が悪く維持管理の観点からは望ましくない。また、最終配水場における既存埋設物の調査は、JBC系配水施設が建設された当時の竣工図面の

確認、および FWASA スタッフへの聞き取りにより確認をし、いずれの案も既存施設の撤去、布設替は発生することになり、それらの工事規模は同程度である。以上を総合的に判断した結果、新ポンプ棟の位置は、場内入口付近のオープンスペースとして計画する。

(3) 建築計画

1) 平面計画

限られた予算で必要な施設能力を発揮するため、協力対象施設を最低限必要な諸室のみで構成する。具体的には、ポンプ室（地階）、プラットフォーム（地上1階）、電気室（地上1階）で構成する。

更新する配水ポンプの設置位置を、既設チェナブ系最終配水池からの配水流出管と同じ高さに合わせる必要から、ポンプ室は地下構造として計画する。このとき、配水流出管の中心高が配水ポンプの管中心高と同じになるよう計画する。

配水ポンプの搬入時及び故障・修理に伴う配水ポンプの搬出・搬入のためのプラットフォームを設置する。ホイストクレーンにて配水ポンプを吊り上げた後、ポンプ棟内に乗り入れた車両に配水ポンプを積載し、ポンプの搬出・搬入が可能な構造とするため、ポンプ棟内に張り出しを設けて計画する。

配水ポンプの運転制御を行うポンプ操作盤を設置するために電気室を計画する。配水ポンプは日々運転され、電気室への出入りは頻繁であることから、電気室の配置は地上1階とする。このとき、ポンプ操作盤から配水ポンプの視認が可能となるよう、壁面部はガラス窓を設置し、電気室から直接配水ポンプの状況が確認できるよう計画する。

表 3.1.1 計画施設概要

室名		内容	床面積(m <sup>2</sup> )
ポンプ棟 (地階)	ポンプ室	配水ポンプ及び棟内配管を格納する形式とする。	622.5
	小計		622.5
ポンプ棟 (1階)	プラットフォーム	配水ポンプの搬入のための車両の乗り入れが可能な形式とする。	75.0
	電気室	受電設備、配水ポンプを稼働させるための制御盤を格納する形式とする。	156.0
	小計		231.0
ポンプ棟合計			853.5

2) 断面計画

断面計画においては自然通風、自然採光の確保、雨水の侵入防止に配慮する。自然通風と配水ポンプの吊上げ・移動に要する空間を確保するため、十分な天井高を確保する。

地階のポンプ室へは、プラットフォームに鋼製階段を設置することを計画する。また、ポンプ室内には、各ポンプからの配管が敷設されており、地階床面での移動が困難であること

から、鋼製階段に接続する鋼製の歩廊を設置し、各配水ポンプへの移動が容易な構造とする。

### 3) 構造計画

協力対象施設の架構形式を、現地で一般的な鉄筋コンクリートラーメン構造とする。屋根は、現地で一般的な鉄筋コンクリート造とする。建設候補地の地盤はシルトを含む砂質土であり、地耐力は十分にあるため、基礎の構造を「パ」国で一般的な工法である直接基礎として計画する。

地震、風力に対しては「パ」国の建設基準に基づき係数を設定し、我が国の構造計算方式に従い構造計画を策定する。

### 4) 設備計画

#### a) 吊上げ設備

更新される配水ポンプは重量機械であり、また地階に設置されることから、吊上げ機械による配水ポンプの搬出・搬入を考慮する必要がある。そのため、ポンプ棟内にホイストクレーン（トラベリング・クレーン）の設置を計画する。クレーン高さはフック部で床面から約3.5mとする。

#### b) 電力設備

現在、チェナブ系中継ポンプ場、および最終配水場には、ポンプ運転のために、それぞれ11kVの電力が敷地内に引き込まれており、本プロジェクトによる施設の更新後においても引き続き既存電力線からの電力供給が可能であるため、新たな電力の引き込みは発生しない。よって、本プロジェクトにおいては既存の電力線によって電力供給を行うこととする。

#### c) 証明設備

照明設備は、ポンプ室については内空高が高いことから、既存のポンプ棟に合わせて水銀灯設置し光量を確保する。電気室については蛍光灯を設置する。

#### d) 給水設備

給水栓をポンプ棟前に設置し、ポンプ棟内の給水設備を整備する。

#### e) 排水設備

ポンプ棟内の排水のため、ポンプ棟横に集水枡を設け、最終配水場内の既存の側溝に接続して排水する。

#### f) 換気設備

ポンプ棟内の通風を確保するため、壁面上部にガラリを設け、自然通風による換気が可能な構造とする。

### 5) 建築資材計画

ファイサラバード市の気候、風土、建設事情、工期、建設費、FWASAの維持管理体制等

---

を考慮し、設計方針に基づき以下の方針とする。

- 可能な限り現地製資材を使用し、建設費の低減と工期の短縮を図る。
- 現地の気候・風土に適合し、耐久性、耐候性に優れ、維持・管理が容易な材料を選択し、維持管理費の低減を図る。

#### 屋根材

既存のポンプ棟は屋根材にアスベストが使用されているが、健康に与える影響が大きいため、耐候性に優れた鉄筋コンクリートとする。鉄筋コンクリート製屋根は現地で一般的な工法であり、施工に対する支障はない。

#### 外壁材

外壁の構造体としては鉄筋コンクリートを採用し、外部仕上げとして、既存のポンプ棟に合わせてレンガ仕上げとする。

#### 内壁材

鉄筋コンクリートとする。

#### 建具

外壁に採光、通風のために窓を設ける。また、配水ポンプ制御時に配水ポンプの状況をポンプ室から確認できるよう、ポンプ室と電気室を隔てる内壁に窓を設ける。窓、扉等の建具については「パ」国で一般的に入手可能な鋼製を採用する。

表 3.12 材料・工法比較表

部材名	類似施設の採用例	計画案	採用理由
屋根材	コンクリート	コンクリート	断熱、防音、耐候性の面で優位性がある。
	波型スレート		
	金属板		
外壁材	コンクリート	コンクリート	耐震性、耐久性の面で優位性がある。
	レンガ		
内壁材	コンクリート	コンクリート	耐震性、耐久性の面で優位性がある。
	レンガ		
建具	鋼製建具	鋼製建具	耐久性、対候性の面で優位性がある。
	木製建具		

表 3.13 計画施設の外部仕上表

棟名	部材	仕上
ポンプ棟	屋根	鉄筋コンクリートスラブ
	外壁	鉄筋コンクリート・レンガ貼
	内壁	鉄筋コンクリート
	建具	鋼製枠(窓)、鋼製扉

3-2-2-5 最終配水場のチェナブ系配水ポンプの仕様検討

(1) 既存チェナブ系配水ポンプの施設能力

建設当時は大ポンプ7台、小ポンプ3台にて計画されたチェナブ系配水ポンプであるが、稼働後20年以上が経過し、ポンプの更新時期を過ぎた現状におけるチェナブ系配水ポンプの施設能力は以下の通りである。

表 3.14 チェナブ系配水ポンプの施設能力 (現状)

	計 画	現 状
ポンプ仕様と台数	Q=37.7m <sup>3</sup> /min、H=45m(大ポンプ7台) Q=27.2m <sup>3</sup> /min、H=45m(小ポンプ3台)	同左
稼働可能ポンプ台数	大ポンプ7台(5台+2台予備) 小ポンプ3台(2台+1台予備)	大ポンプ4台(3台+1台予備) 小ポンプ2台(1台+1台予備) (大ポンプ3台、小ポンプ1台は故障中)
ポンプ運転による配水能力	14,574 m <sup>3</sup> /時間	8,418 m <sup>3</sup> /時間

現状においては10台の配水ポンプの内、4台の配水ポンプが故障により停止しており、稼働可能な配水ポンプから算出される現時点でのチェナブ系配水ポンプの施設能力は8,418 m<sup>3</sup>/時間である。但し、稼働している配水ポンプについても、通常の機械設備の耐用年数は15年~20年程度(日本の地方公営企業法施行規則ではポンプ設備:15年)であり、耐用年数から計算される残存価値はほぼ無い。

(2) ポンプ運転時間に基づく計画配水量の設定

現時点において、既存チェナブ系配水ポンプ、JBC系配水ポンプの運転時間は1日当たり6時間である。JBC系配水ポンプについては、1日当たり12時間の運転時間を目標として計画されているが、FWASAの事業経営において、電気料金の高騰による多額の支払いが経営負担となり、1日当たり12時間のポンプ運転が実施されていない状況である。電気料金の支払い額については、2011年度に319百万Rsであったものが、2012年度においては470百万Rsとおおよそ1.5倍となっている。また、水道料金についてはFWASAがパンジャブ州に対して水道料金の値上げを申請したものの認められず、据え置かれている状態であり、このことにより、FWASAの事業収支は2011年度、2012年度共にマイナスとなっている(2011年度は76百万Rs、2012年度は104百万Rsのマイナス)。

一方、FWASAが管理する全水道施設の給水量がファイサラバード市の水需要に対して約61%と絶対的に不足している中で、チェナブ系水道施設は取水量の約55%を賄っている。FWASAにとっては事業経営の改善は重要な課題であるが、市内への給水サービス向上のために水源水量を確保し、無駄なく市内へ適切に配水することも同時に重要な課題である。

このことから、本プロジェクトにおいては、中継ポンプ場からの送水量を全量市内に配水する

計画とし、これを計画配水量とする。また、現状ではポンプの運転時間が1日当り6時間であり、それ以外は最終配水池からの自然流下により市内に配水されているものの、市内の東部をはじめとして、配水圧は非常に低く、十分な水圧が確保できない状況である。

この状況を改善するため、本プロジェクトの将来における配水計画として、チェナブ系配水ポンプの運転時間を1日当り12時間とした場合に、計画配水量を配水する能力を持ったポンプの更新を考える。

ただし、事業収支がマイナスである現在のFWASAの事業経営状況では、直ちに1日12時間のポンプ運転により市内へ配水することは難しい。このため、本プロジェクトの施設計画としては12時間のポンプ運転による配水を考慮するものの、このポンプ運転の実現に向けて、事業経営の改善と共に段階的に市内へのポンプ運転による配水量、配水時間を増加させることを念頭に置き、配水計画を立てる。

ポンプ運転時間を最終的に12時間に拡大し、最終配水池有効容量を最大限に活用した場合、1日最大配水量はほぼ計画取水量と同等となり、計画取水量をポンプ配水によりほぼ100%市街地へ配水できる。この時、最も浅くなる最終配水池の水位は182.9mとなり、これは最終配水池有効容量の88%が活用されることになり、現状（約50%）に対して、大きく改善することができる。しかしながら、上述の通り、現状では計画取水量の全量をポンプ配水のみで市内に配水することは非常に困難である。従って、本プロジェクトではチェナブ系最終配水池からの計画配水量を以下の通りとする。

表 3.15 計画配水量の設定

計画取水量	204,780 m <sup>3</sup> /日
計画配水量	
ポンプ配水	13,230 m <sup>3</sup> /時間
自然流下	5,500 m <sup>3</sup> /時間
ポンプ運転時間	6 時間
自然流下時間	15 時間
1日最大配水量	計 161,880 m <sup>3</sup> /日
ポンプ配水	79,380 m <sup>3</sup> /日
自然流下	82,500 m <sup>3</sup> /日

連絡管の高さは管頂でGL+184.30mである。時間当たりの配水量が増加した場合、最終配水池水位は連絡管高さより低くなるために、既存の通気管が設置されている状態では、通気管から空気が連絡管に混入し、両最終配水池の水を融通しながらの配水運転ができなくなる。したがって、通気管にバルブを本プロジェクトで新たに設置し、空気が通気管から連絡管に混入しないような対応を行う。また、連絡管内で空気がたまっただけには、通気管に設けたバルブを開けることにより空気を排出することができ、これまで通り空気抜きとしての通気管としての機能が確保できる。

(3) ポンプ運転時間に基づく計画配水量の設定

ポンプ台数においては、1 台当りの配水量を大きく設定すると必要なポンプ台数は少なくなり必要とされるポンプ敷地面積は小さく収まるが、配水量の時間変動に対する調整が困難となる。一方で、1 台当りの配水量を小さくすると必要なポンプ台数が多くなり配水量の変動に対する微調整がポンプ運転台数の調整によって容易となるが、必要なポンプ敷地面積が大きくなり、ポンプ運転管理も煩雑となる。これら状況を踏まえ、また JBC 系ポンプ仕様も参考にしたうえで、次表に示すチェナブ系ポンプ仕様と台数を本プロジェクトでの仕様と台数とする。なお、ポンプの全揚程は既存チェナブ系配水ポンプ、JBC 系配水ポンプと同じ 45m とするが、現時点で最終配水場の二次側圧力水頭を 20m まで減圧して市内へ配水していることから、減圧によるエネルギーロスを減らす目的で、配水ポンプの全揚程を 45m 以下にて運転できる配水ポンプの構造とする。具体的には、揚程が 35m 程度となるインペラに交換することで対応する。

表 3.16 チェナブ系配水ポンプ台数と仕様の設定

	仕 様	備 考
大ポンプ	63.0 m <sup>3</sup> /min × 4 台	3 台運転(1 台予備)
小ポンプ	31.5 m <sup>3</sup> /min × 2 台	1 台運転(1 台予備)
ポンプ拡張用	大ポンプ 1 台分	将来拡張用
計画配水量	13,230 m <sup>3</sup> /時間	大ポンプ 3 台、小ポンプ 1 台運転時

将来的に FWASA の経営基盤が強化され、計画配水量を配水できるようになった際には、大ポンプは予備ポンプなしで運転されることになる。この際に、FWASA 側で予備の大ポンプが設置できるよう、本プロジェクトでは将来拡張用のポンプ設置スペースを設けることとする。

(4) 送・配水計画

将来のポンプ運転時間として 12 時間を目指すものの、FWASA の現在の経営状況からは、直ぐにこのポンプ運転を実施するのは難しい。このため、段階的にポンプによる配水量、配水時間を増加させていくことを考える。

以下の表は、①現在(2013年)の施設能力に基づく送・配水状況、②本計画完成より3年後(2020年)の施設運転目標に基づく送・配水計画である。

チェナブ系、JBC 系各井戸群の計画取水量全量をファイサラバード市内に配水しても、水需要を満たせない状況の中で、既存ポンプの故障による稼働可能台数の制限、電気料金が確保できない等、ポンプ運転時間の制約(現状での6時間/日運転)などの条件が更に加わり、現時点では計画取水量の約73%しか利用できていない状況である(次表)。

表 3.17 現在（2013年）の施設能力に基づく送・配水状況

送水施設運転状況

	時間送水量 (m <sup>3</sup> /h)	運転時間 (h/日)	1日送水量 (m <sup>3</sup> /日)
チェナブ系	8,076	20	161,520
JBC系(運転記録による)			51,988
計			213,508

配水施設運転状況

	時間送水量(m <sup>3</sup> /h)		運転時間 (h/日)	1日送水量(m <sup>3</sup> /日)	
	配水ポンプ	自然流下		配水ポンプ	自然流下
チェナブ系	8,418		6	50,508	
		5,500	18		99,000
JBC系	9,480		6	56,880	
計	17,898	5,500		107,388	99,000
1日配水量(総計)				206,388	
1日送水量(チェナブ系総計)				149,508	
1日送水量(JBC系総計)				56,880	

現状を改善し水源水量を有効に利用するため、本計画にて施設整備を行った後、竣工後3年（2020年）における配水計画を立てる。配水計画としては、現状の6時間運転をベースとしながら、チェナブ系配水ポンプからの時間当たり配水量を4,812m<sup>3</sup>増加させ（8,418m<sup>3</sup>/時間→13,230m<sup>3</sup>/時間）、ポンプ配水による時間配水量を約27%増加させると共に、12時間運転にて計画されているJBC系配水ポンプが6時間しか稼働していない状況を改善し、ポンプ配水時間を増加させるために、JBC系配水ポンプの運転時間を延長し（6時間/日→9時間/日）、1日当りの総配水量の増加を目指す（下表）。

表 3.18 竣工より3年後（2020年）の施設運転目標に基づく送・配水状況

送水施設運転状況

	時間送水量 (m <sup>3</sup> /h)	運転時間 (h/日)	1日送水量 (m <sup>3</sup> /日)
チェナブ系	10,239	20	204,780
JBC系(計画取水量)			51,988
計			256,768

配水施設運転状況

	時間送水量(m <sup>3</sup> /h)		運転時間 (h/日)	1日送水量(m <sup>3</sup> /日)	
	配水ポンプ	自然流下		配水ポンプ	自然流下
チェナブ系	13,230		6	79,380	
		5,500	15		82,500
JBC系	9,480		9	85,320	
計	22,710	5,500		164,700	82,500
1日配水量(総計)				247,200	
1日送水量(チェナブ系総計)				161,880	
1日送水量(JBC系総計)				85,320	

また将来にあつては、配水管路の漏水補修、水道メータの設置などの施設整備、パンジャブ州政府および世界銀行からのローンによる財政改善、水道料金の改定や料金徴収率の向上等により

水道施設運営を徐々に改善するのに合わせて、水道施設の運転時間を徐々に増加させ、最終的には計画取水量全量の市内への配水が実施されることになる。

#### (5) 発電機設置にかかる検討

中継ポンプ場における発電機の設置と同様に、最終配水場においても配水ポンプ運転のための発電機の設置が要請されている。最終配水場についても、変電所より独立した送電線が敷設されており、計画停電は実施されておらず、原則として常時電力が供給されている状況である。また最終配水場についてはポンプが停止している時間も自然流下により市内へ配水されている状況である。以上のことから、最終配水場においても発電機設置の必要性は低いと判断し、発電機については今回の施設更新の対象とはしない。

### 3-2-2-6 最終配水池の漏水対策

#### (1) 漏水対策の必要性

現在、チェナブ系最終配水池において確認できる水量だけで1日に600～900m<sup>3</sup>程度の漏水が発生している。この漏水はコンクリート壁の目地部で発生しているものであり、目地材及び内面防水塗膜の劣化・剥離が漏水の主な原因であると考えられる。

600～900m<sup>3</sup>/日の漏水量は、施設の計画給水量からみれば少ない量ではあるが、実績ベースでの水使用量原単位である112L/人/日（主要都市上水道セクター情報収集・確認調査報告書：2012年8月、以下、情報収集・確認調査報告書：2012）を基に最終配水池からの漏水量を、これによって賄える給水人口に換算すると、約5300人～8000人に相当する。また、漏水量に相当する電力消費量は、年間23MWh～35MWhになる。漏水は最終配水池からだけではなく、ファイサラバード市内の配水管においても発生しており、管路も含めた全水道施設からすると最終配水池の補修による漏水改善の貢献度は決して大きくない。しかし、本プロジェクトで既存ポンプの更新およびポンプ棟を新設し、配水池の有効容量を最大限に活用するために施設整備をするにも関わらず、発生している漏水を放置することは、電力消費量の低減を図ることを目的としている本プロジェクトによる開発効果を減じることになる。特定された漏水箇所を修繕することで水資源の有効活用および電力消費量の低減が実現することを考慮すれば、本プロジェクトにおいて最終配水池の漏水対策を実施することは必要である。従って本プロジェクトにおいてチェナブ系最終配水池の漏水補修を実施する。

#### (2) 漏水箇所の止水方法

目視による漏水調査により、主な漏水の発生箇所は目地部であることから、内面の目地部に特化して補修を行うことで全体の漏水量の減少を図る。補修方法は1池ずつ行い、補修を行う最終配水池の一方を空にした後（他方の池で給水を継続する）、最終配水池内壁の目地に沿って2010年に施工された防水塗膜及び防水目地材を1m程度の幅で撤去し、コンクリート表面、目地部を洗浄する。その後、施工箇所を乾燥させた状態で目地部をシリコン等で充填し、コンクリート面

と同一の面とした後に防水塗膜を施工する。一方の最終配水池の補修を終えた後、他方の最終配水池でも同様に実施する。補修期間中は、チェナブ系最終配水池の2池のうち1池を空にすることから給水量を制限する必要がある。したがって、他工種の都合で給水を停止する場合は、その工種と補修工事の時期を合わせて、給水の停止または制限を行う期間を短縮するよう工程計画を策定する。

### 3-2-2-7 最終配水場からの配水計画とフランス融資事業の関連性

#### (1) フランス融資事業の概要

現在、フランス政府の融資による、ファイサラバード市の水道施設改善にかかる FWASA への支援プロジェクトが実施中である。このフランス融資事業では、新たな浄水場の建設、井戸の増設に加え、最終配水場から市内へ配水している 1600mm の配水本管に加え、新たに 1000mm の配水本管を布設する計画も含まれている。このフランス融資事業による配水本管は、JBC 系ポンプ棟からの配管に接続され、既存の配水本管と別系統で市内へ配水される。このため、JBC ポンプ棟建設時に、複線化を想定した T 字型の配管部材（本管 1500mm×分岐管 1200mm）が設置されており、分岐管にフランス融資事業による配水本管を接続することで、既存の配水本管は市内の西側、フランス融資事業による配水本管は市内の東側に送水され、これまで水圧が低く十分な給水ができていなかった東側にまで給水する計画となっている。チェナブ系、JBC 系の2系統の水道施設が稼働する中、既存の 1600mm の配水本管のみでは計画配水量を市内に配水することが出来ないため、配水本管を複線化とすることで、ファイサラバード市内に配水状況を改善することが可能となる。本調査で確認したところ、1000mm の配水本管の施工が当初の予定より遅れており、工事着工は 2015 年 2 月になる見通しである。

以下にフランス融資事業の概要を示す。

- 浄水場建設（10MGD）：Jhal Khanuana 浄水場増設
- 配水本管建設（φ1,000mm、L=7.2km）：JBC 系ポンプ棟に接続
- 水源井戸建設（10 箇所、5MGD）：Rakh Branch Canal 取水施設（井戸増設）
- 送水管建設（φ300~600mm、L=13km）：Rakh Branch Canal 送水施設（送水管布設）
- 圧送ポンプ（市街地に存在する高架タンクへの送水ポンプ）の更新（12 基）
- 漏水箇所調査（L=1,056km）
- リモート監視用バルク水道メータの調達（51 個）
- 商業用/各戸水道メーター（1~3 インチ）の調達（585 個）
- 各戸水道メーター（1/2 インチ）の調達（20,000 個）

フランス融資事業においては、上記各施設の建設に加え、漏水個所の調査および水道メータの調達（施工は FWASA）も計画されており、財務分析を担当するスタッフにより、水道メータの導入および水道料金徴収能力の改善効果を把握することも計画されている。

(2) 市内配水管の水理状況

市内配水管の水理状況に関して、最終配水場の配水ポンプ揚程を 45m として計算すると、最終配水場との標高差から、市内の静水頭は最大 48.4m となる。また、動水頭としては最終配水場の出口付近では約 45m であるものの、市内においては最大で約 36m、市内の大部分の動水頭は 20m 以下で分布している。市内の配水管は、主に鋳鉄管、石綿管が使用されており、配水ポンプの運転・停止に伴う水撃圧として一般に約 45m～55m 見込まれる。鋳鉄管については静水頭と水撃圧を加えた約 100m の水圧でも管の破裂を引き起こす影響はほぼないと推測するが、石綿管については、管路の老朽化および現時点で漏水が発生していることを考慮すると、現状の市内配管状況で水圧を上げた場合、今以上の漏水、管の破損が発生する恐れがある。したがって現時点では、現状で配水されている約 20m の最終配水場からの吐出水圧を維持するが、石綿管を中心とした配水管を今後更新するのに伴い、徐々に水圧を上げ、最終的に市内の配水管の負圧を解消していく必要がある。

3-2-3 概略設計図

協力対象施設の概略設計図について、次頁以下に示す。

表 3.19 図面リスト

NO.	図面名称
1	チェナブ系中継ポンプ場施設平面図
2	チェナブ系中継ポンプ場単線結線図
3	チェナブ系中継ポンプ場制御盤配置図
4	チェナブ系最終配水場ポンプ棟配置図
5	チェナブ系最終配水場ポンプ棟立面図
6	チェナブ系最終配水場ポンプ棟平面図(地下1階)
7	チェナブ系最終配水場ポンプ棟平面図(地上1階)
8	チェナブ系最終配水場ポンプ棟断面図 1
9	チェナブ系最終配水場ポンプ棟断面図 2
10	チェナブ系最終配水場施設平面図
11	チェナブ系最終配水場単線結線図
12	チェナブ系最終配水場制御盤配置図



3.3kV INCOMING PANEL , MAIN PUMP PANEL  
AUX. TRANSFORMER PANEL , LOW VOLTAGE PANEL

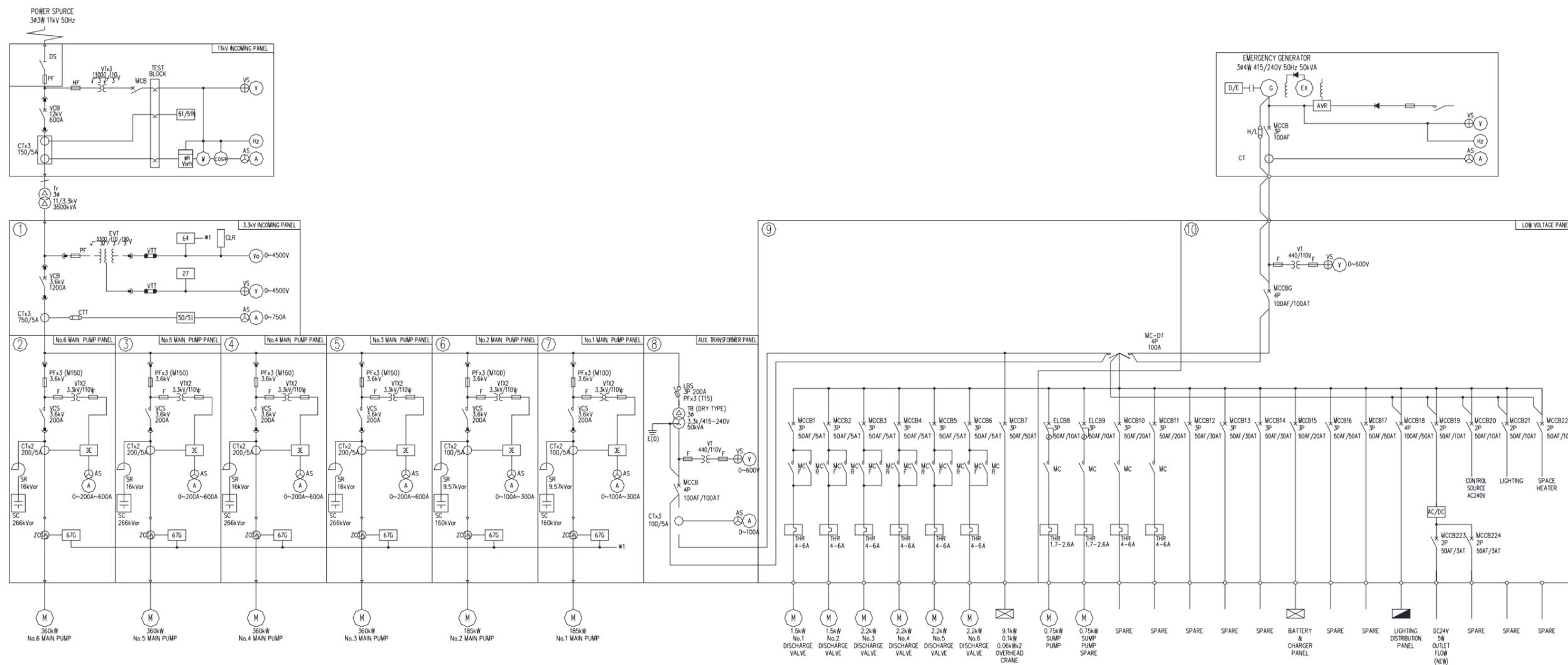


図 3.6 チェナブ系中継ポンプ場単線結線図

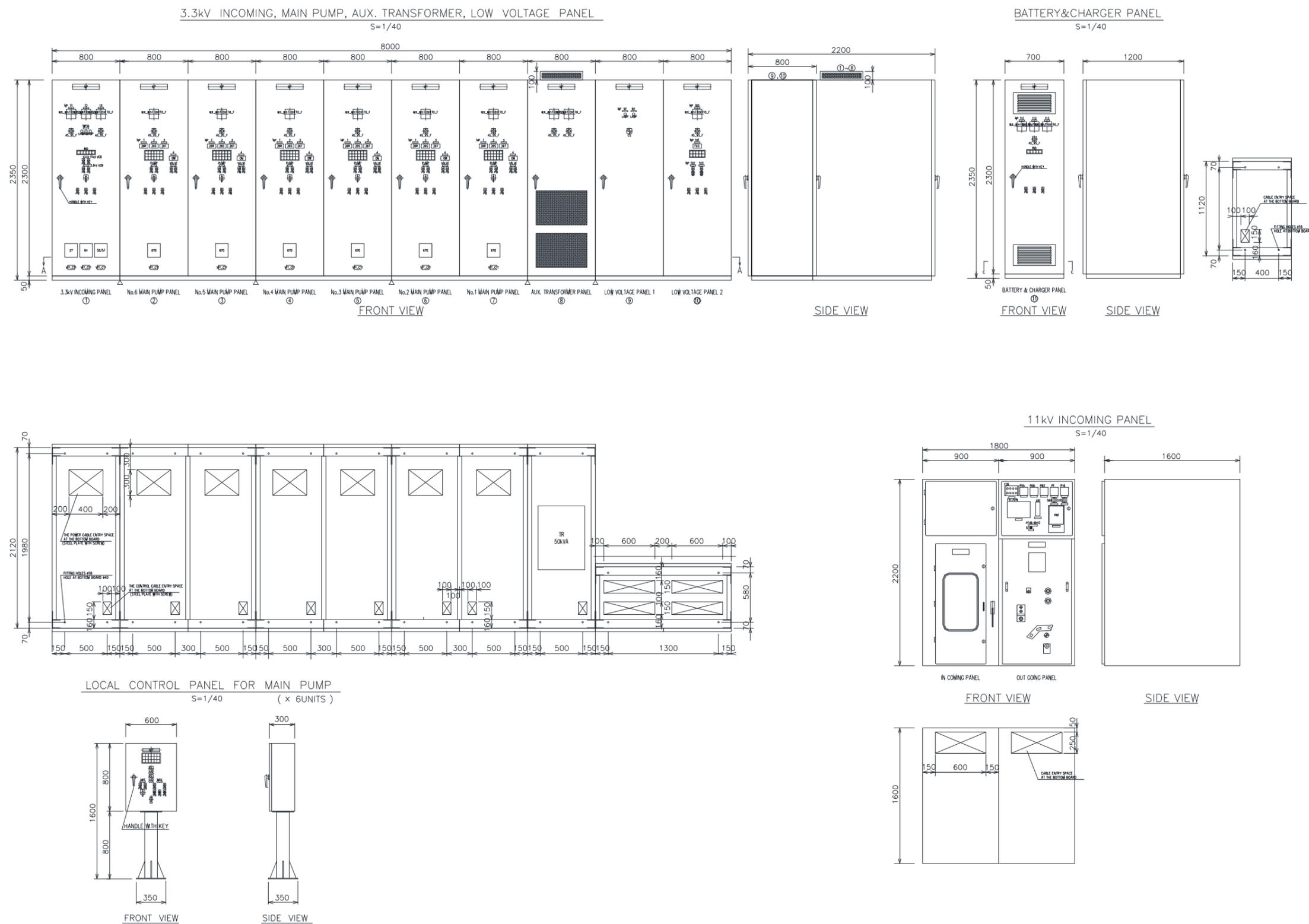


図 3.7 チェナブ系中継ポンプ場制御盤配置図





図 3.9 チェナブ系最終配水場ポンプ棟立面図

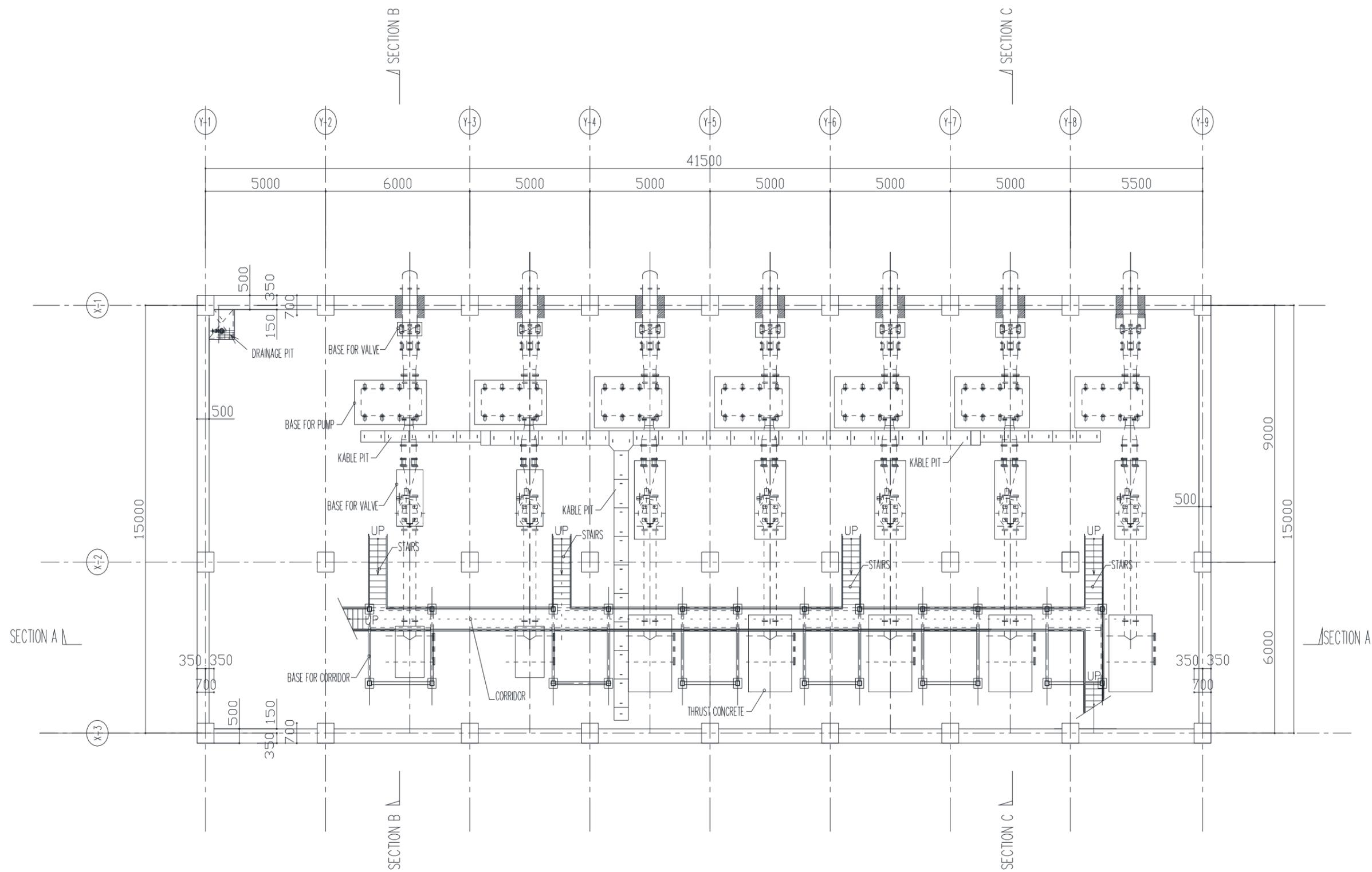


図 3.10 チェナブ系最終配水場ポンプ棟平面図(地下1階)

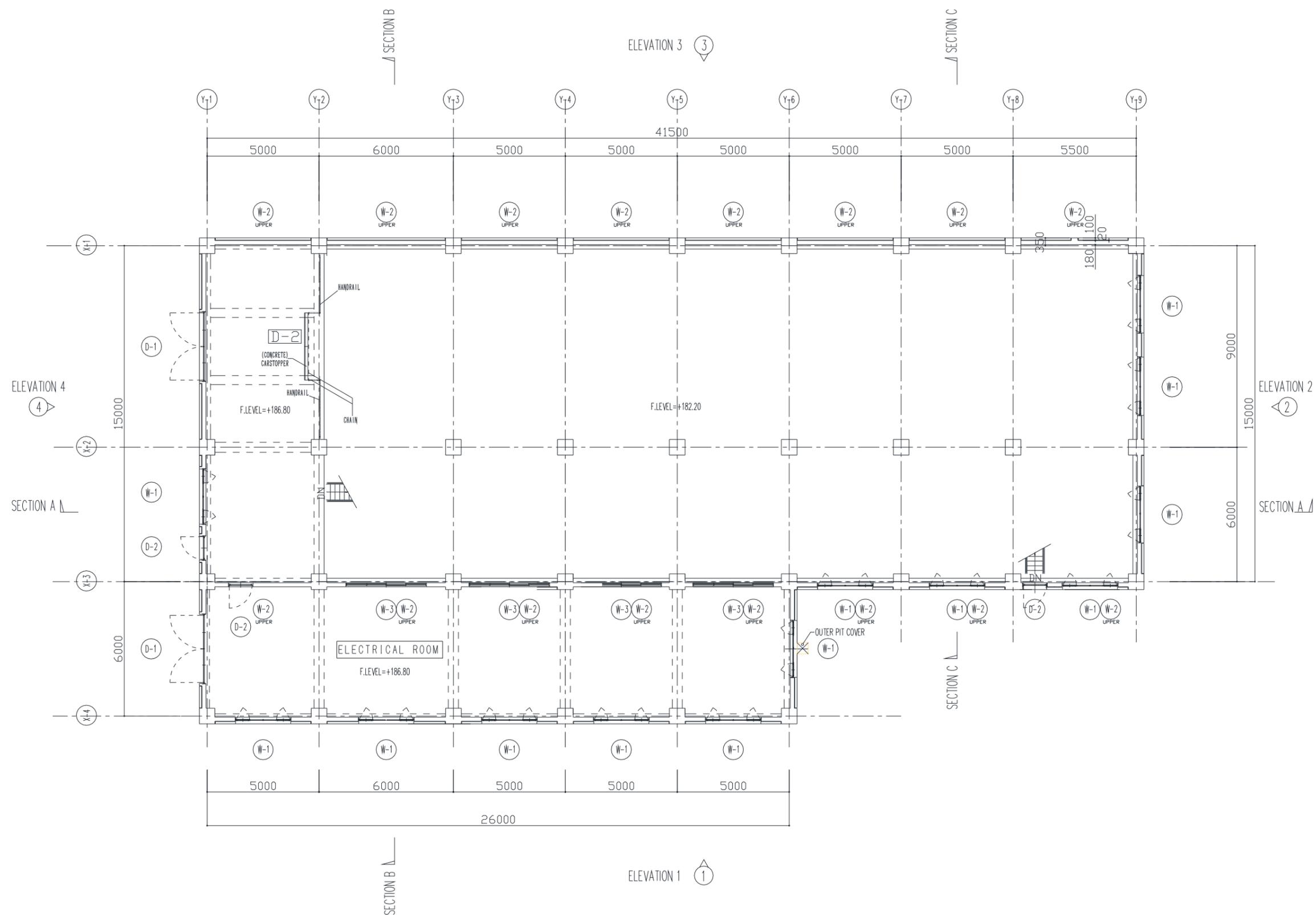


図 3.11 チェナブ系最終配水場ポンプ棟平面図(地上1階)

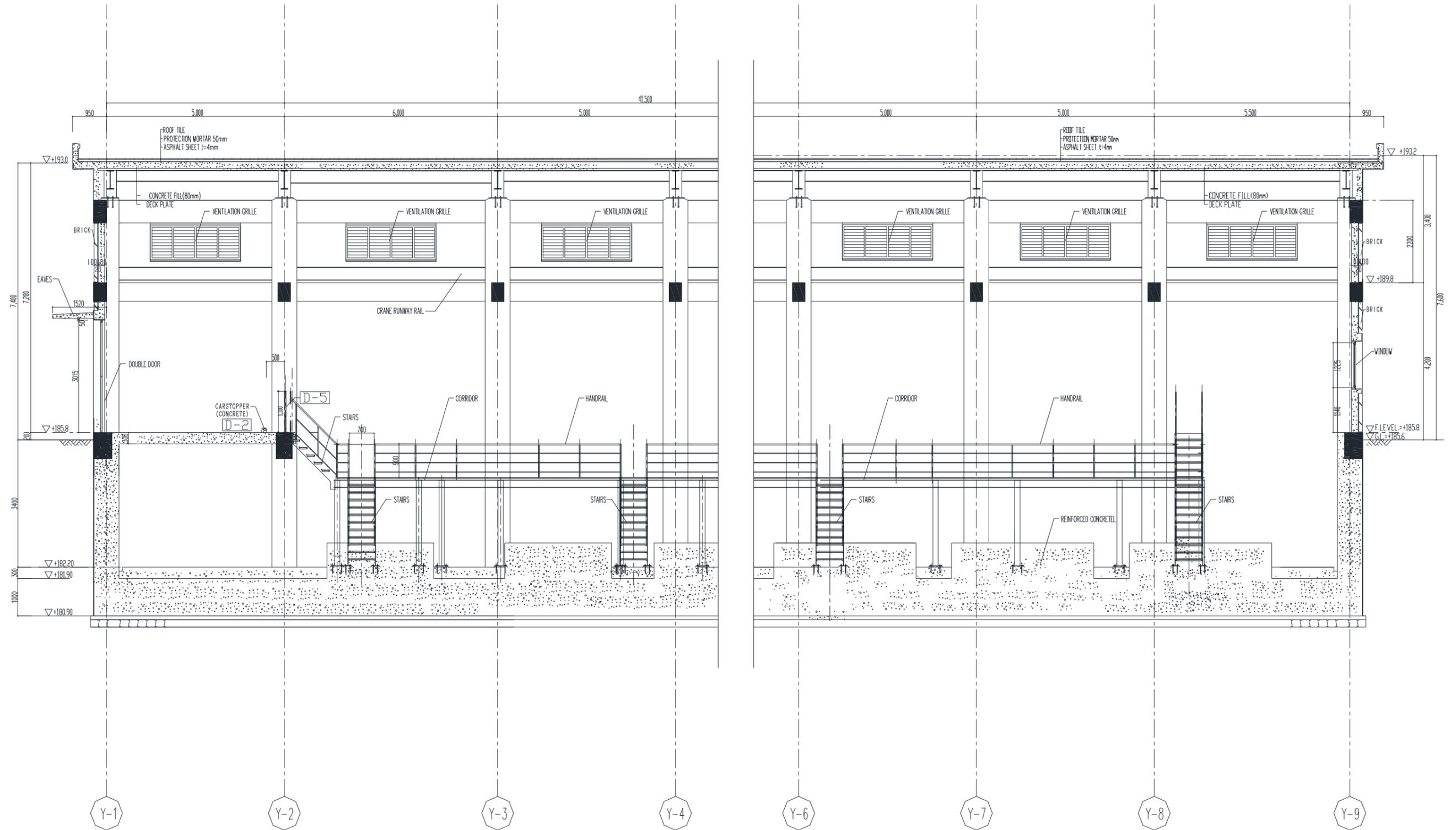


図 3.12 チェナブ系最終配水場ポンプ棟断面図 1

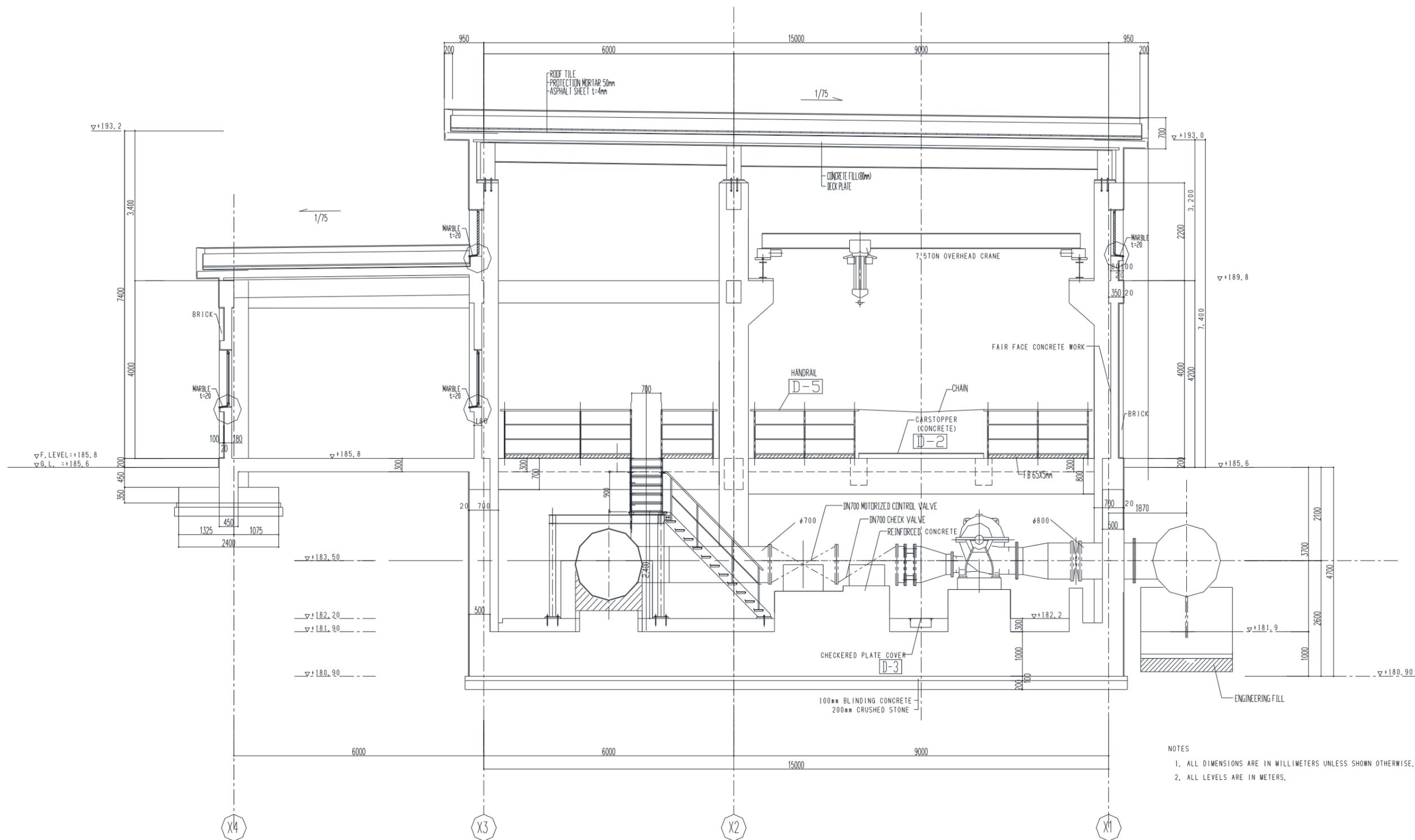


図 3.13 チェナブ系最終配水場ポンプ棟断面図2

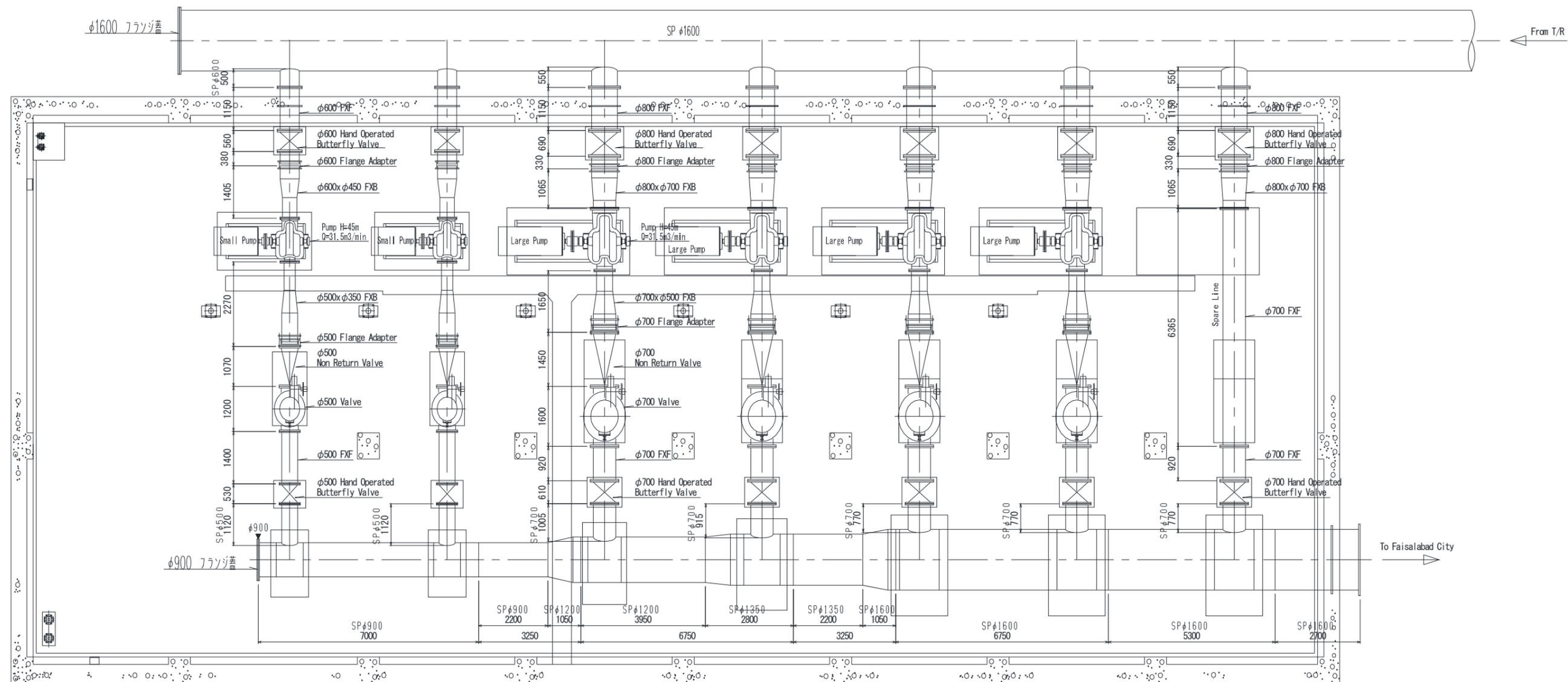


図 3.14 チェナブ系最終配水場施設平面図

3.3kV INCOMING PANEL , MAIN PUMP PANEL  
AUX. TRANSFORMER PANEL , LOW VOLTAGE PANEL

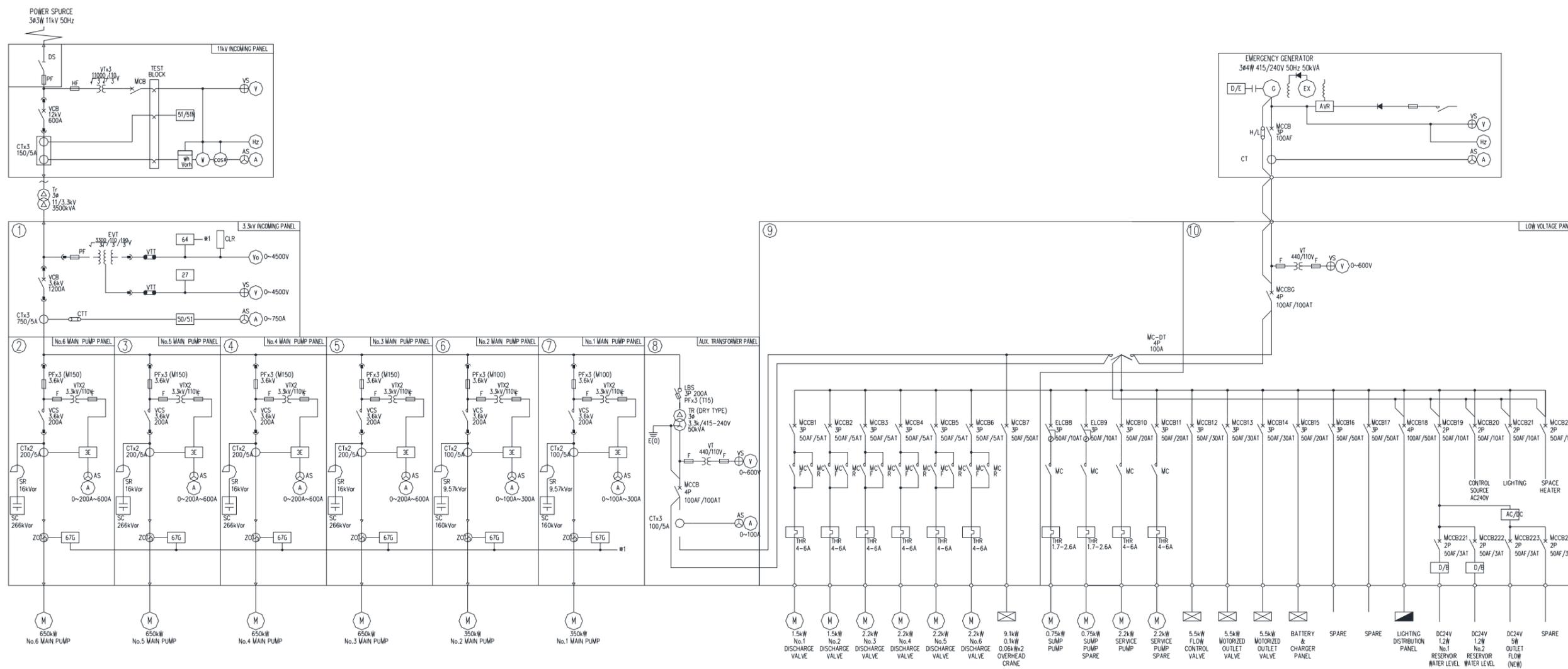


図 3.15 チェナブ系最終配水場単線結線図

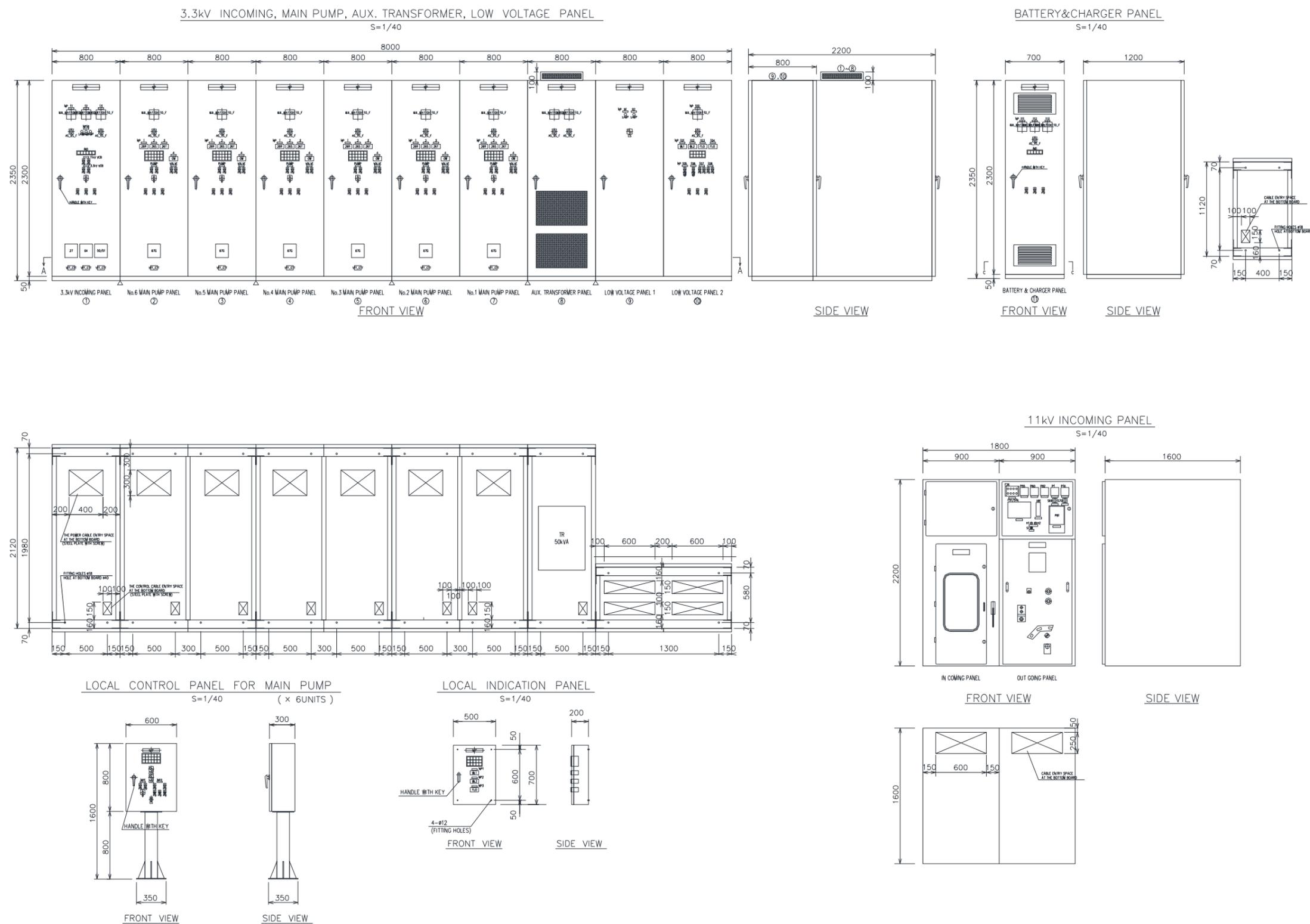


図 3.16 チェナブ系最終配水場制御盤配置図

### 3-2-4 施工計画

#### 3-2-4-1 施工方針

##### (1) 基本事項

本プロジェクトは、一般無償資金協力のスキームに則って実施される。日本国政府と被援助国政府との間で、交換公文（Exchange of Notes、以下「E/N」）で合意された開発プロジェクト（以下「プロジェクト」）のために、生産物及び役務を日本の贈与（以下、「贈与」）を使用して調達する。贈与によって資金を受ける特定のプロジェクトへの適用は、JICA と被援助国との間で署名される贈与契約（Grant Agreement、以下「G/A」）の中で規定される。被援助国とプロジェクトのために生産物及び役務を提供する者の権利及び義務は、入札図書と被援助国が生産物及び役務を提供する者と締結する契約によって定められる。プロジェクト関係者の役割は、以下のとおりである。

- 日本国政府は、日本国の法令に従い、被援助国に贈与を供与することを決定する。
- JICA は、日本国の法令に従い、E/N の範囲内で、プロジェクトのための贈与の適正、かつ効果的な使用にかかる説明責任を確保すべく、真剣な注意を払い、贈与を被援助国に供与する。
- 被援助国は贈与の受取者であり、プロジェクトの実施に責任を有する。施主もしくは買主として被援助国は、JICA から供与される贈与を使用してプロジェクト実施に必要な生産物及び役務を調達する。
- コンサルタントは、プロジェクトの設計、積算、入札、調達及び施工の監理に関連して、被援助国との契約に則り、被援助国に役務を提供する企業である。
- 契約業者は、被援助国との契約に則りプロジェクトに必要な生産物及び役務を供給する企業である。

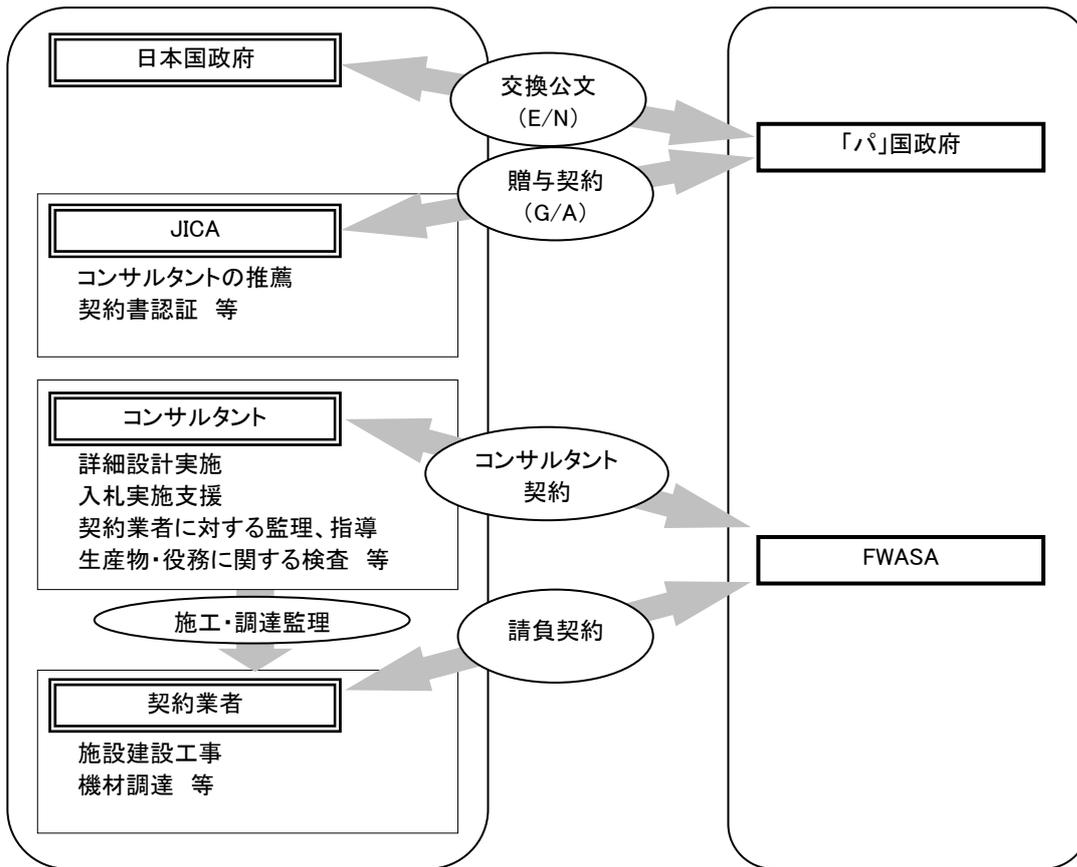


図 3.17 プロジェクトの実施体制

本プロジェクトは、上水道工事が主となる土木建設と最終配水場ポンプ棟の建築建設で構成される複合案件となる。主なコンポーネントを下表に示す。

表 3.20 本プロジェクトのコンポーネント

施設分類	施設名	仕様
中継ポンプ場	中継ポンプ及び付帯設備の更新 6 台	48.8m <sup>3</sup> /min × 4 台 24.4m <sup>3</sup> /min × 2 台
	場内配管工事 1 式	口径 500~1600mm
最終配水場	配水ポンプ及び付帯設備の新設 6 台	63.0m <sup>3</sup> /min × 4 台 31.5m <sup>3</sup> /min × 2 台
	場内配管工事 1 式	口径 350~1600mm
	ポンプ棟建設 1 棟	RC 造、870.81m <sup>2</sup>
	配水池漏水補修 1 式	目地補修 102m
設計監理	実施設計 1 式	土木、建築
	施工監理 1 式	土木、建築
	ソフトコンポーネント 1 式	機械設備操作指導

工期は 22 ヶ月を計画しており（国内準備期間 1 ヶ月を含む）、そのクリティカルパスはポンプ及び付帯設備の製作から据付けに要する期間となる。

## (2) 「パ」国側実施体制

「パ」国側の本プロジェクトに係る責任機関はパンジャブ州住宅都市開発局（Housing Urban Development and Public Health Engineering Department, Government of Punjab）、実施機関はFWASAである。プロジェクトを円滑に進めるため、FWASAは日本のコンサルタント及び契約業者と密接な連絡及び協議を行い、本プロジェクトを担当する責任者を選任する必要がある。選任された責任者は、本プロジェクトで建設される上水道施設の役割を理解し、建設予定地の伐採・除根等、「パ」国側の負担事項を遅滞なく実施する必要がある。

## (3) コンサルタント

本プロジェクトの施設建設を実施するため、日本のコンサルタントがFWASAと設計（詳細設計、積算等を含む）、及び施工監理業務契約（入札段階における業務等を含む）を締結する。我が国の無償資金協力制度に基づき、コンサルタントは概略設計の趣旨を踏まえ、詳細設計・施工監理業務について一貫したチームを編成し、円滑な業務実施を図る。各段階での主要な業務内容は以下のとおりである。

### 1) 入札開始前における業務

コンサルタントは、本調査において実施した業務と調査結果についてレビューを行い、業務の一貫性を保障し、詳細設計・積算等を実施する。

### 2) 入札段階における業務

コンサルタントは、入札の実施段階において、次の業務を担当する。

- 入札図書の編纂
- 入札会の開催補助
- 質問回答・アmend案の準備
- 技術評価の実施及び評価表・評価レポートの作成
- 価格評価の実施、評価表・評価レポートの作成、契約交渉の補助

### 3) 施工監理段階における業務

施工の品質を確保するためには、本邦技術者を配置する必要がある。本邦コンサルタントを常駐配置し、「パ」国側関係者や施工業者等関係者間の調整、施工監理を実施する計画とする。

コンサルタントは、施設建設に係る業務が適正、かつ円滑に履行されるよう、契約業者の業務を監理する。施工監理の目的は、施設建設工事が契約書で規定される仕様書、設計図等に則って所定の品質を確保しながら正しく施工されることを監理することであり、品質・規格・出来形等が契約書に規定されているものと相違ないかを確認するものである。また品質管理データ・写真等の工事記録に係る書類が適切に整理・保管されているか等について監理する。またコンサルタントは必要に応じて製造・製作・生産・調達される資機材の立会検査

を実施し、資機材のサイト搬入後のトラブル発生を未然に防ぐように監理を行う。

#### (4) 契約業者

我が国の無償資金協力の枠組みに従って、公開入札により選定された日本国法人の契約業者が、本プロジェクトに必要な資機材、設備及び役務を提供し、施設建設を実施する。

契約業者は本プロジェクトの施設完成から1年後に実施される瑕疵検査までの期間において、引続き建設施設の瑕疵に伴う施設の補修・修理時の対応等が必要と考えられるため、当該施設の引渡し後の連絡及び調整についても十分に配慮する必要がある。

##### 1) 技術者派遣の必要性

長期にわたり実施される本プロジェクトの施設建設は、資機材調達、国内輸送、現場施工等からなる工事であり、関係者間の調整のとれた管理が必要である。また工程、品質、出来形及び安全管理のため、工事全体を一貫して管理・指導出来る現場主任を日本から派遣することが不可欠である。本プロジェクトにおいては施設建設の際、現地の施工業者・労務を効果的・効率的に活用する方針であるため、工法・工事内容の調整や確実な工程の管理は重要であり、日本人技術者の派遣が必要である。

##### 2) 施設施工方針

現地の材料、工法を効果的・効率的に用い、スムーズな施工とコスト縮減に努めることが求められる。また、ファイサラバード市内、州都ラホール、またイスラマバード・ラワルピンディ首都圏には大型建設工事に従事する専門企業が存在する。プロジェクトの実施にあたり、契約業者である日本企業はこれらの有力企業と契約を結び、これら「パ」国の建設業者の技術力を積極的に活用し、円滑かつ迅速な施工を計画することが推奨される。

#### 3-2-4-2 施工上の留意事項

##### (1) 施工に関する一般事情

多くの建設資機材が現地で調達可能であるが、コンクリートについてはプラントが無いため現場練により調達を行う必要がある。またセメント、骨材、鉄筋等については使用量が多く、施工に遅延が生じないように、調達においては入念な事前準備が必要である。

資機材調達の遅れを避けるためには、着工初期段階で発注を行える体制を整えることが望ましい。よって使用材料の準備期間を考慮した上で、コンサルタントは契約業者に対して資機材の調達に向けた事前準備を促すことが重要である。

##### (2) 安全対策

建設工事現場において、作業員に対する安全確保が必要である。本プロジェクトの施設建設では、屋根工事等の高所作業があり、転落・墜落等の事故も考えられる。上下作業の禁止、安全手すり・安全ネットの設置、安全帯の着用による施工、足場の確保、ヘルメットや安全靴の着用等、

安全を確保した上で作業を実施するよう指導・教育し、安全対策を万全にする必要がある。

### 3-2-4-3 施工区分

#### (1) 敷地

プロジェクトサイトは FWASA の所有地であり、利用に関しては支障がない。ただし、最終配水場敷地内において新たにポンプ棟を建設する計画であり、ポンプ棟建設予定地周囲および建設予定地中央部には樹木が存在しているため、「パ」国側で撤去する必要がある。

#### (2) 関連インフラ

##### 1) 電力

現在敷地内に引き込まれている 11 KV の電力を引き続き使用する。ただし、電力会社が管理する受電盤が既存ポンプ棟内に設置されており、この受電盤を電力会社が新ポンプ棟に移設する必要性から、必要な経費を「パ」国側にて負担することとする。なお、この電力会社が管理する受電盤以降の受変電施設の整備、施設内への配電、施設内配線工事は協力対象に含める。

##### 2) 給水

配水ポンプ棟内の給水設備を整備する。配水本管からの管路引込みから給水栓の設置までを協力対象に含める。

##### 3) 排水

ポンプ棟からの排水は、排水ポンプを通じて敷地内の既存側溝に接続する。接続までを協力対象に含める。

#### (3) 許認可手続き

##### 1) 建築確認申請

申請に必要な図面を日本側で準備し、「パ」国側で申請を行う。

##### 2) PC-1

本計画の実施に際しては、中央政府計画・開発省による中央開発部会 (CDWP) により PC-1 の承認を得る必要がある。申請については「パ」国側で実施する。

#### (4) 区分表

次表に、日本・「パ」国の施工区分表を示す。

表 3.2 1 施工区分

業務内容	日本国側	「パ」国側
1. 敷地の確保、既存施設・樹木撤去、整地		○
2. 施設建設		
(1) 中継ポンプ場(増圧ポンプ設備)	○	
(2) 最終配水場(ポンプ棟)	○	
(3) 最終配水場(配水ポンプ設備)	○	
(4) 最終配水場(管路設備)	○	
(4) 最終配水場(最終配水池漏水対策)	○	
3. インフラストラクチャー		
(1) 電力		
1) 回路遮断器、変圧器の設置、敷地内配線	○	
(2) 給水		
1) 給水設備(ポンプ棟内)	○	
(3) 排水		
1) 排水設備(ポンプ棟排水)	○	
(4) 家具、備品		○
4. 輸送・通関手続き		
(1) 海上輸送	○	
(2) 荷揚港における通関業務、免税措置		○
(3) 荷揚港からプロジェクトサイトまでの輸送	○	
5. 免税手続き(関税、付加価値税等)		○
6. 本業務関係者の出入国・滞在に必要な許認可・手続き及びその諸費用		○
7. プロジェクト実施のための施設・機材の適性利用		○
8. 無償資金協力に含まれない関連業務にかかる費用の負担		○
9. 銀行取極めに基づく手数料		
(1) 支払授權書(A/P)の発行		○
(2) 上記銀行手続きに係る諸費用		○
10. 環境社会配慮上の手続き		○

### 3-2-4-4 施工監理計画

#### (1) 基本方針

本プロジェクトは施設建設、ソフトコンポーネントを含んだプロジェクトであるため、全体工程を遵守するためには、各々のコンポーネントの工程計画に沿って、所定の期間内に施工を完了させることが重要である。また全体工程の円滑な進行のために不可欠な「パ」国側の負担事項の進捗についても随時把握することが重要である。工事監理内容は、資機材調達、仮設工事、基礎工事、躯体工事、設備工事、内装工事及び外構と多岐に亘る。そのため、コンサルタントは相手国側実施機関、建築・設備・インフラ関係諸官庁、周辺住民等及び施工業者との連携・協力によって、工事監理を円滑に実施する。

## (2) 施工監理計画

### 1) コンサルタントの派遣

監理については、海外における建設工事監理の経験を有する建築技術者が担当する。本プロジェクトの施設建設工事の規模・内容等に応じて、次表に示すコンサルタント技術者の現場監理者を適宜派遣するものとする。

表 3.2.2 コンサルタントの派遣内容

要員	業務内容	派遣時期(期間)
施工監理技術者	プロジェクト全般の管理、着工時立会、竣工検査等	適宜(計 1.0M/M)
常駐監理者	施設建設工事全般の監理、関係機関との折衝・協議、設計意図・仕様の確認	工事期間中(計 21.0M/M)
機械設備技術者	送配水設備に係る施工監理	適宜(計 2.0M/M)
建築技術者	建築躯体、仕上げ等の施工監理	適宜(計 1.0M/M)
建築設備技術者	建築設備の施工監理	適宜(計 1.0M/M)
完成検査者	竣工後の完成検査	適宜(計 0.23M/M)

施工監理は、上水道工事に精通し、また建築工事、機械・電気設備工事の指導能力を有する施工監理技術者のもと、土木工事、機械・電気設備工事、及び建築工事にかかる技術者を現地に派遣する計画とする。本工事は、上水道工事をはじめとする土木関連工事が主となることから、土木技術者を工事期間全般に亘って現地に配置する。また、建築工事及び機械・電気設備工事に精通した技術者を関係工事の要所においてスポットで派遣し施工監理を実施する。

### 2) 契約業者の施工管理計画

限られた工期内に、求められる建物の品質を確保するため、日本人が持つきめ細かな管理が必要である。そのため、十分経験のある日本人技術者を着手時から完了まで派遣することが望ましい。また設備担当技術者等を工程に応じて現地に派遣することが望ましい。

また多くの工種の熟練作業員や材料を現地で調達する必要があるため、工事期間を通じ現地技術者への工事管理に関する技術移転を図ることが望ましい。

本プロジェクトにおける施設建設工事の規模及び内容から、契約業者としては最低限以下に示す技術者等の派遣を行うことが望ましい。

表 3.23 契約業者の派遣内容

要員	業務内容	派遣時期(期間)
所長	工事全般及び建築工事の管理、承認取得、 資材・備品調達管理、労務管理、経理事務	工事期間中(計 21.0M/M)
建築技師	建築工事施工管理	適宜(13.0M/M)
建築設備技師	建築設備工事施工管理	適宜(計 1.0M/M)
土木技師 1	上水道工事施工管理(中継ポンプ場)	適宜(計 4.8M/M)
土木技師 2	上水道工事施工管理(最終配水場)	適宜(計 10.9M/M)
機械技師	機械設備据付け工事の施工管理	適宜(計 7.0M/M)
電気技師	電気設備据付け工事の施工管理	適宜(計 7.0M/M)
事務管理者	経理総務、資機材調達管理	工事期間中(計 21.0M/M)

### 3) 工程監理

契約業者が契約書に示された納期を守るために、契約時に計画した実施工程と実際の進捗状況との比較を各月に行うものとする。工程遅延が予測されるときは、契約業者に対し注意を促すと共にその対策案の提出と実施を求め、契約工期内に工事及び資機材の納入が完了できるように指導を行う。計画した実施工程と進捗状況との比較は主として以下の項目による。

- 工事出来高確認 (建設資材調達状況及び工事進捗状況)
- 資機材搬入実績確認 (建設資機材及び備品)
- 仮設工事及び建設機械準備状況の確認 (必要に応じて)
- 技術者、技能工、労務者等の歩掛と実数の確認

### 4) 品質・出来型管理

建設された施設及び製作・納入された建設資材が、契約図書で要求されている施設及び資機材の品質、出来形を満足しているかどうか監理を行う。確認及び照査の結果、品質や出来形の確保が危ぶまれる時は、直ちに契約業者に訂正、変更、修正を求める。主として以下の項目による管理を行う。

- 建設工事施工図及び使用資材仕様書の照査
- 備品・建具の製作図及び仕様書の照査
- 資機材の製造・生産現場への立会い又は検査結果の照査
- 資機材の据付施工図及び据付要領書の照査
- 出来形・仕上り状況の監理・確認

### 5) 安全管理

契約業者の安全管理責任者と協議・協力し、建設期間中の現場での労働災害、及び第三者に対する傷害、及び事故を未然に防止するための監理を行う。現場での安全管理に関する留

意点は以下の通りである。

- 安全管理規定の制定と管理者の選任
- 建設機械類の定期点検の実施による災害の防止
- 工事用車両、運搬機械等の運行ルート策定と安全走行の徹底
- 安全施設設置及び定期的な点検
- 労働者に対する福利厚生対策と休日取得の励行

#### 3-2-4-5 品質管理計画

本プロジェクトにおいては、建設工事用資材の多くが現地調達可能である。ただし、様々な資材が周辺国から輸入されており、仕様、製作・製造段階での品質管理も多様であるため、材料承認段階での入念な性能及び仕様確認は不可欠である。なお、現場において加工・施工される鉄筋・コンクリート・モルタル等の品質管理については、施工計画の策定段階において施工管理基準に倣った規定を設け、品質管理の指針とする。

コンクリート温度が高い場合には、スランプ低下、表面水分の急激な蒸発によるひび割れ発生等の危険性が増すため、コンクリートの温度が高くならないよう、コンクリートの練り上がりから打設までの時間を迅速にし気温の影響を防ぐ、コンクリート打設後の発熱による温度上昇を防ぐために1回当りの打設量を調整する、また養生時の散水によってコンクリートを湿潤状態に保つ等の対策を施す。

コンクリートの品質に関し、コンクリート圧縮試験については、公的機関による試験を行う。また鉄筋については、ミルシートの確認による品質管理を行う。鉄筋引張試験については、公的機関による試験を行う。

施工品質を確保するため、主要工種については以下の品質管理を行う。

表 3.24 主要工種の品質管理項目と方法

工種	品質管理項目	品質管理方法
仮設工事	建設物、仮設物の位置等	縄張り検査、ベンチマーク確認
土工事	根切り	支持地盤の確認
鉄筋工事	鉄筋材料	引張試験、ミルシート確認
	配筋	径、本数、結束等の確認
コンクリート工事	フレッシュ・コンクリート	スランプ、空気量、温度等の確認
	コンクリート打設	打設状況の確認
	型枠	組立の目視検査
	コンクリート強度	圧縮強度試験結果の確認
屋根工事	取り合い、漏水の有無	目視検査、散水検査
左官工事	平坦さ、むらの有無	仕上げの目視検査
建具工事	取付状況	目視検査
塗装工事	表面仕上がり、色	目視検査
受変電設備工事	性能、動作	工場検査結果確認、動作テスト
配管工事	漏水	目視検査、通水試験
配線工事	損傷	抵抗測定、目視検査
照明工事	性能、動作	目視検査

### 3-2-4-6 資機材等調達計画

#### (1) 調達方法

本プロジェクトの建設に必要なとなる建設資機材の大半は、現地において調達可能である。ただし、中継ポンプ場の増圧ポンプ設備、最終配水場の配水ポンプ設備については、現地での調達が不可能なことから、製品の品質を確保する必要性から日本調達とする。

主要資材のセメント、骨材、鉄筋、型枠材等はすべてパキスタン国内調達とする。セメントは、現場におけるコンクリート品質試験を通じ、セメント品質を確認しながら採用することが必要となる。ファイサラバードは工業都市として、資材流通は常時安定しているため、調達面での問題は特にない。

骨材は、市域から 30km 地点のチェナブ河畔、チニオト橋梁下が川砂の一大採取場となっており、市内および周辺に骨材専門業者が存在し、良質の材料の必要数量を確保することが可能である。

鉄筋は、原材料は輸入であるが、国内加工により需要に対応している。本プロジェクトでもこの国産材料を利用する計画とする。型枠についても現地での調達が容易であり、使用に問題はない。

「パ」国での建設事情として、近年の大規模な土木・建築工事の実施により、本プロジェクトの建設工事に必要とされる建設機械類の種類・調達は「パ」国内で十分に対応できる。また、トラックや乗用車については日本メーカーが現地で生産していることもあり、調達について特に問

題はない。従って、バックホウやクレーン、バッチャープラントなどの建設機械については、基本的にリースとして現地調達により施工する方針とする。

表 3.25 建設用資機材の調達先

調達予定資機材	調達先			調達理由
	「パ」国	日本国	第三国	
セメント	○			
細骨材	○			
粗骨材	○			
鋼材	○			
型枠	○			
木材	○			
管類	○		○	
弁類	○		○	
ポンプ設備		○		
制御盤		○		

## (2) 輸送計画

日本から調達する資機材について、輸送方法としては海上輸送および空輸がある。ただし、本プロジェクトにおける調達資機材がポンプ設備と大型であることから、本プロジェクトでは海上輸送を考える。調達を計画する資機材の調達時期は、日本国内での製造を経て建設工程の後半となる。日本から「パ」国まで船便を利用する場合には、日本出港から到着まで約8週間を要する。通関手続きは、荷揚げ港となるカラチで行う。カラチからプロジェクトサイトであるファイサラバードまでの内陸輸送は、調達資機材の数量が多いことと、ポンプが大型の機械であり、ポンプ制御盤については精密機械であるため輸送に細心の注意を払う必要があること、また、カラチからファイサラバードまでの距離が約1200kmと長く、通関手続き・陸揚げ・内陸輸送に約4週間を要する。よって輸送計画としては約3ヶ月を見込む。

### 3-2-4-7 初期操作指導・運用指導等計画

本プロジェクトは既存施設であるチェナブ系中継ポンプ場、最終配水場のポンプ設備の更新であることから、基本的な施設システムは既存施設と変わらない。これまでもFWASAのスタッフが既存施設の運転を実施していることから、更新後の基本的な施設操作については現在のFWASAスタッフの技術レベルで対応できると考える。しかし、本プロジェクトにおいては、最終配水場からのポンプ配水による配水量を増加させることを予定しており、配水量に応じたポンプの運転台数および配水流量の制御が必要となる。このため、契約業者による試運転時に、初期操作指導としてポンプの運転台数の変化による配水流量の制御のための操作指導を実施する。

また、本プロジェクトでは、通常のインペラに加え低揚程のインペラを導入する予定であるが、

このためにポンプを分解しインペラを交換する必要がある。FWASA はこれまでも配水ポンプの故障時にポンプの修繕をしており、ポンプの分解を含めた修繕技術・知識を持っている。インペラの交換については現在の FWASA の技術で対応が可能であるが、これまでの実績がないため、契約業者の指導により対応する。

### 3-2-4-8 ソフトコンポーネント計画

#### (1) ソフトコンポーネントを計画する背景

「パキスタン国ファイサラバード市送水施設改善計画」は、「パ」国の第三の都市である、パンジャブ州ファイサラバード市において、チェナブ井戸群を水源とした水道施設の中継ポンプ場及び最終配水池のポンプを更新することにより、施設運転の安定化及び、エネルギー消費の効率化により送配水コストを削減することを目的とするものである。協力対象事業は、チェナブ水源系中継ポンプ場のポンプ設備更新、最終配水場のポンプ設備更新及びこれに伴うポンプ棟建設、既存最終配水池の漏水補修工事である。

##### 1) 現状

本件の対象となるチェナブ水源系の上水道施設は、チェナブ井戸群より揚水され中継ポンプ場を介して最終配水場まで送水し、その後最終配水場ポンプ棟より市内へ配水する上水道施設である。最終配水場には、チェナブ水源系に加え、ジャン・ブランチ・カナル沿いの井戸群を水源とする最終配水池、ポンプ設備等の施設（JBC 系）も併設されている。チェナブ系、JBC 系双方からの配水量を現在は1本の配水本管にて市内に配水しているが、現在進行中のフランス融資事業の完成に伴って、将来は最終配水場から2本の配水本管により市内に配水される計画となっている。

現在、チェナブ系中継ポンプ場及び最終配水場ポンプ棟に設置されているポンプは、設置後20年以上が経過しポンプの更新時期を過ぎており、一部のポンプが故障により停止している。また中継ポンプ場の増圧ポンプは、ポンプ効率の低下によりチェナブ井戸群の取水可能量全量を送水できておらず、最終配水場においては配水ポンプの故障発生頻度が高くなり給水サービスの安定性が低下している。最終配水場においては配水ポンプの設置位置が原因となるキャビテーションの発生により、複数のポンプが停止しており、時間最大需要に対応できていない状況である。

##### 2) ソフトコンポーネントの必要性

本プロジェクトの実施により、チェナブ系水源における取水可能量全量をポンプ配水により市内に配水することが可能となり、水供給環境が改善される。この場合、時間当たりのポンプ配水量、ポンプの運転台数が現在の運転状況と異なることから、完成後の施設について FWASA のスタッフに対してポンプ維持管理、配水量に応じたポンプ運転台数の制御方法を施設設置後の試運転・初期操作時に指導する。

一方、現在は市内の漏水を少なくするためにポンプ運転時に揚程（45m）に対して20m程度に

減圧した上で市内へ配水しているが、本プロジェクトにより市内へのポンプ配水量が増加することで、バルブによる減圧の制御を適宜変更させる必要がある。また、現在チェナブ系配水本管のみで配水している配水量が、現配水本管とフランス融資事業による配水本管とに分割されるため、配水本管内の流量が現在と変わり、配水量に応じた配水圧のコントロールが必要となる。現在、チェナブ系、JBC 系の最終配水場のポンプ設備それぞれの運転が実施されているものの、配水圧コントロールを念頭に置いた並列運転や2系統化に伴う配水圧調整を行うには技術水準が十分であるとは言えない。適正配水圧にて市内に配水するためには、上述の初期操作指導と共に、チェナブ系、JBC 系水道施設の並列運転、配水本管の2系統化と配水圧コントロールを指導することによる施設運転の円滑な立ち上がりを支援することが不可欠である。よって、協力対象事業の一部として、ソフトコンポーネントの実施を計画する。ソフトコンポーネントは、「ポンプ配水後の二次側の水圧低減技術の向上」について実施するものとする。

#### (2) ソフトコンポーネントの目標

本プロジェクトの終了後、相手国実施機関の継続的な活動により、配水量に応じた水圧管理に基づく、市内への配水が可能になる。よって、「配水量に応じた配水圧コントロールを支援すること」をソフトコンポーネントの目標とする。

#### (3) ソフトコンポーネントの成果

上記の目標を実現するために、ソフトコンポーネントを実施した結果として達成されるべき成果は、「ポンプ配水後の二次側の水圧低減が適切に実施される。」ことである。

#### (4) 成果達成度の確認方法

上記の成果の達成度を確認する項目、及び確認方法を以下のとおりとする。

表 3.26 成果達成度の確認方法

成果	達成度の確認項目	確認方法
ポンプ配水後の二次側の水圧低減が適切に実施される。	配水量と水圧の関係を理解できるか	理解度試験を実施
	配水量に応じた減圧のためのバルブ操作ができるか	配水流量と水圧の実測により評価

#### (5) ソフトコンポーネントの活動（投入計画）

##### 1) 基本方針

ポンプ運転に係るソフトコンポーネント業務担当者は、JBC系配水ポンプの運転と組み合わせで配水圧をコントロールするためのソフトコンポーネントを実施する。その後、ソフトコンポーネントに関する成果の達成度を把握し、その結果を取りまとめた後、把握された結果を確認し、ソフトコンポーネント完了報告書を相手国側主管官庁及び実施機関、ならびに日本側に提示する。

2) 概要

ソフトコンポーネントにより、現地における OJT にて、配水量に基づくバルブの操作、バルブの開度設定の実習を実施する。以下に投入計画及び活動内容を示す。

表 3.27 ソフトコンポーネント活動内容

成果:ポンプ配水後の二次側の水圧低減が適切に実施される		
実施年度:国債第3年度(最終年度)		
日本側の必要な技術・業種	配水計画、水圧管理経験者	
相手国側の現況の技術水準と必要とされる技術水準	現状ではバルブの開度を固定した状態で市内への配水を行っている。求める技術水準としては、バルブの操作経験があり、バルブの開閉と水圧の関係についての知識があることが必要である	
対象者	運転部門(バルブ操作計画担当者(1名)、バルブ操作担当者(2名))	
実施方法	現地 OJT	
活動内容	資料準備	ソフトコンポーネント計画書の作成 ・FWASA へのソフトコンポーネントの説明 ・現地施設確認、JBC系配水ポンプの運転マニュアルの見直し ・計画書作成、FWASA の承認 アンケート、理解度試験の作成
	序論	配水計画・水圧管理に係る理論の講義 ・本計画の施設概要・施設能力の説明 ・施設(チェナブ系・JBC 系)の配水計画の説明 ・配水計画における流量と水圧に係る説明 ・配水流量に応じた水圧の低減方法の説明 担当者の役割、責任範囲の明確化 アンケート、理解度試験の実施
	水圧管理方法の立案・作成	バルブ操作マニュアルの立案(バルブ操作計画担当者) ・既存バルブ状態確認 ・バルブ操作計画の策定 ・操作マニュアル作成 バルブ操作記録簿の立案及び作成
	バルブ操作指導	バルブ操作に係る実践による指導(バルブ操作担当者を中心) ・配水量に応じたバルブの開度操作 ・バルブ操作に伴う水圧管理 ・バルブ操作記録簿の記入
	実施・モニタリング	FWASA 担当者による運用 ・配水量に応じたバルブの開度操作 ・バルブ操作に伴う水圧管理 ・バルブ操作記録簿の記入 バルブ操作マニュアルの策定
	成果の確認と実施機関への提言	バルブ操作記録簿のレビュー バルブ操作の実施による確認 理解度試験の実施 実施機関への提言
実施リソース	担当者	日本人コンサルタント(1名)
	期間	現地: 1.00 M/M
成果品の種類	バルブ操作マニュアル、実施機関職員へのアンケート結果、Final report (ソフトコンポーネント完了報告書 英語版)、ソフトコンポーネント完了報告書 日本語版、活動の実施状況が確認できる資料(現地の写真等含む)、	

(6) ソフトコンポーネントの実施リソースの調達方法

将来に亘る配水計画に対応するには、配水量に応じたバルブコントロールにより配水圧を適切

に管理する必要がある。配水圧管理におけるバルブコントロールは、既存の施設に合わせて設定する必要があり、施設状況・配水量に応じた配水圧の設定には、高度な知識と技術を必要とすることから、ソフトコンポーネントの実施は日本人コンサルタントが行うこととする。FWASA の運営体制は、各人材の職責、職階、専門分野に応じて、明確に担当分野が区分されるため、ソフトコンポーネントの対象者を定めて実施する必要がある。本邦コンサルタントは1名とし、水圧低減技術担当として配置する。

(7) ソフトコンポーネントの実施工程

施設建設終了後、ポンプ設備の試運転時にソフトコンポーネントを実施する（国債第3年9月の1か月間を予定）。実施工程の概略は以下の通りである。

表 3.28 ソフトコンポーネント実施工程

成果	ソフコン内容	活動	月																															備考			
			日	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		31		
成果1 ポンプ配水後の水圧低減技術	資料準備	現地業務		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31			
		・ソフトコンポーネント計画書の作成		1																																	
		・アンケート、理解度試験の作成		1																																	
	序論	・アンケート、理解度試験の実施																																			
		・配水計画・水圧管理に係る理論の講義																																			
	水圧管理方法の立案・作成	・バルブ操作マニュアル、バルブ操作記録簿の作成																																			
	バルブ操作指導	・バルブ操作に係る実践による指導																																			
	実施・モニタリング	・FWASA担当者による運用																																			
	成果の確認と先方への提案	・バルブ操作記録簿のレビュー																																			
		・バルブ操作の実施による確認																																			
・報告書作成、先方への提案																																					

(8) ソフトコンポーネントの成果品

ソフトコンポーネントの成果品は、以下のとおりである。

表 3.29 ソフトコンポーネント成果品（案）

成果品名	提出先	備考
Final report(ソフトコンポーネント完了報告書 英語版)	施主、JICA	
ソフトコンポーネント完了報告書 日本語版	JICA	
活動の実施状況が確認できる資料(現地の写真等含む)	JICA	
実施機関職員へのアンケート結果	JICA	
バルブ操作マニュアル	施主、JICA	別紙参照

なお、水圧管理等を行うために必要なマニュアルは、ソフトコンポーネントにおいて基本的な知識・技術を習得するために有効な資料である。これらは英語で作成すると共に、ウルドゥー語にても準備し、ソフトコンポーネントに活用する。

#### (9) 相手国側の責務

ソフトコンポーネントの目標を達成するために、以下について継続的な「パ」国側による実施が必要である。

- ソフトコンポーネントに必要な人員、講習施設を確保する。
- ソフトコンポーネントで研修を受けたスタッフを、同施設で継続的に業務に従事させる。
- バルブ操作マニュアルに則った配水圧低減方法を遵守する。

### 3-2-4-9 実施工程

本計画が日本国政府の無償資金協力によって実施される場合、本計画の工事着工までの実施工程は以下の手順となる。

- 両国政府間で E/N、「パ」国政府と国際協力機構の間で G/A が締結される。
- 国際協力機構により日本国法人コンサルタントが推薦される。
- 「パ」国と推薦を受けたコンサルタントとの間で詳細設計・監理契約が結ばれる。
- 詳細設計入札図書の作成、入札支援業務、建設会社との契約を経て建設工事に至る。

#### (1) 詳細設計

協力準備調査をもとに詳細設計図書と入札図書を作成する。その内容は、詳細設計図面、仕様書、入札要項等で構成される。コンサルタントは詳細設計の初期、最終の各段階に「パ」国と綿密な打ち合わせを行い、最終成果品を提出し、その同意を得て詳細設計業務が終了する。

#### (2) 入札・施工段階

詳細設計終了後、日本国において建設工事入札について参加資格審査（Prequalification：P/Q）を公示する。審査結果に基づき、実施機関である「パ」国が入札参加を希望する建設工事会社を招聘する。関係者立ち会いの下に入札を実施し、最低価格を提示した入札者が、その入札内容が適正であると判断された場合、落札者となり「パ」国と建設工事契約を結ぶ。

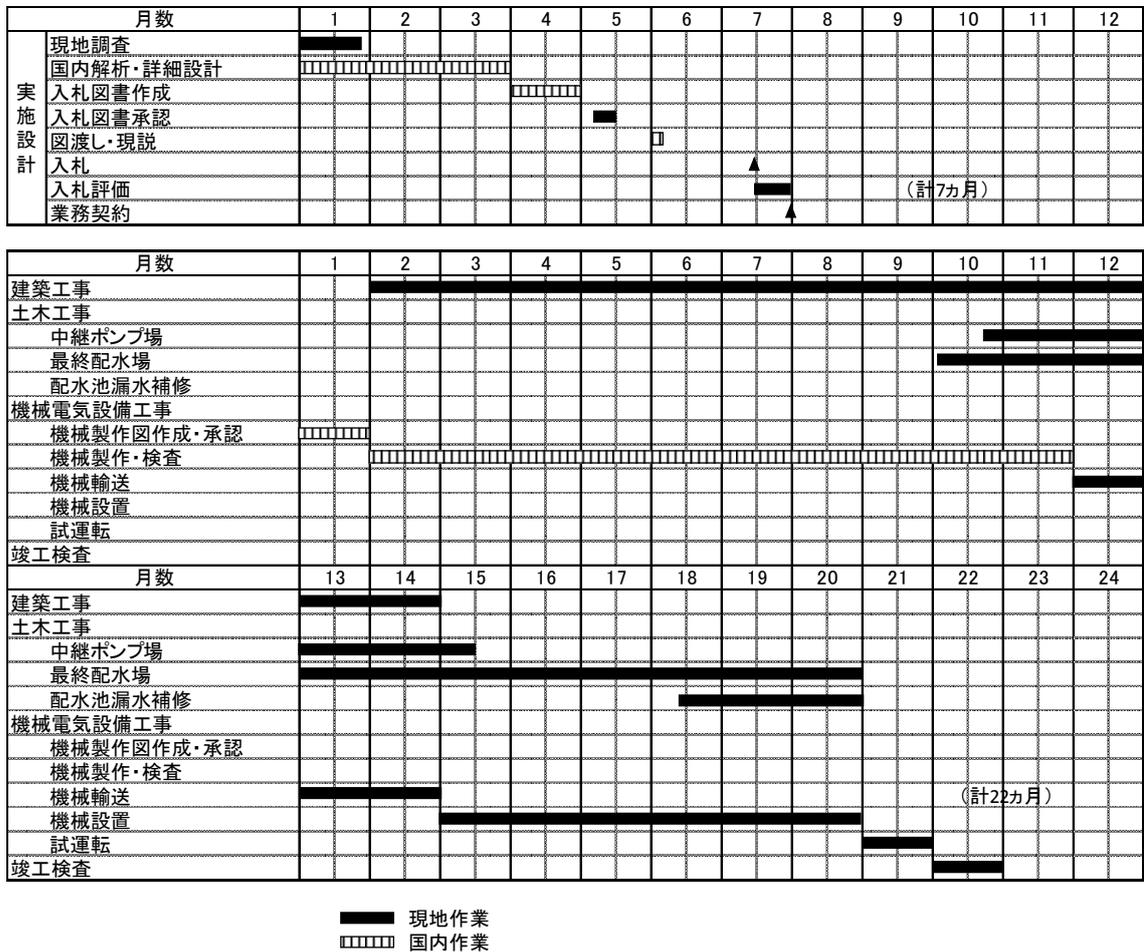
#### (3) 建設工事

契約書に署名後、JICA の認証を得て、建設工事会社は施設建設工事に着手する。この際、順調な資機材の調達と、「パ」国側の迅速な諸手続きや審査、「パ」国側負担事項の実施が前提となる。

事業実施工程について以下に示す。現地調査を始めとした、詳細設計から入札・業者契約までに7か月、業者契約後の建設工事について22か月を見込む。建設工事については、増圧ポンプ、配水ポンプの製作、輸送に約14か月を要し、全工程の中でクリティカルとなる。このため、各

ンプが現地に到着後、迅速に設置出来るよう、ポンプ棟の建設、場内の配管工事の大部分を終える必要がある。

表 3.30 事業実施工程表



### 3-3 相手国側分担事業の概要

#### (1) プロジェクト固有の項目

本無償資金協力事業の実施にあたり、「パ」国側に求められる本プロジェクト固有の項目は、以下のとおりである。

- 1) 施設建設のための建設許可、国内法規上必要な許可・承認の取得
- 2) 初期環境調査 (IEE) の実施
- 3) 建設予定地の樹木の伐採・抜根
- 4) 最終配水場における電力会社が管理する受電盤の移設
- 5) 協力対象施設の運営維持管理に対する人員の確保
- 6) 一般家具類の調達と設置
- 7) 協力対象施設の運営維持管理に対する予算の確保
- 8) 施設建設立ち上げ時、中間時、竣工時等の検査立会

9) 施工業者への事務所用地及び資機材保管用地の無償提供

(2) 一般事項

本プロジェクトを実施するにあたり、「パ」国側が実施・負担する一般的な事項は以下のとおりである。これらが実施されて初めて本プロジェクトの成果の発現が期待できる。

- 1) 本プロジェクトに直接・間接的に関わる関係所管への概要説明と連絡をすること。
- 2) 本プロジェクトに必要なデータ・資料の提供と日本への持ち出しを許可すること。
- 3) 贈与に基づいて購入される生産物の荷揚げ港における陸揚げ、通関、国内輸送に必要な手続きを速やかに実施すること。
- 4) 生産物及び役務に関し、当該国において日本国民に課せられる関税、内国税、及びその他の財政課徴金を免除すること。
- 5) 生産物及び役務の供与に関連する業務を遂行するため、日本国民に対して入国及び滞在に必要な便宜を与えること。
- 6) 対象地域の治安状況を考慮し、日本国民の安全確保を目的とする警備体制を整え、特に治安が悪い地域では、全面警備を行うこと。
- 7) 無償資金協力により建設される施設及び購入される機材が、当該計画の実施のために適正、かつ効果的に維持され使用されること、並びに、そのために必要な保管場所及び要員等の確保を行うこと。
- 8) 無償資金協力によって負担される経費を除き、計画の実施のために必要なすべての経費を負担すること。
- 9) 贈与に基づいて購入される生産物および資機材を、「パ」国から他国へ再輸出しないこと。
- 10) 銀行取極め、支払い授權書に係る諸手続き及び手数料を負担すること。

(3) 相手国側分担事業の実施可能性・妥当性

本プロジェクトは人間の安全保障に資するものであり、「パ」国政府の中で優先度の高いプロジェクトと位置づけられている。プロジェクト実施に係る予算については、PC-1のCDWPによる承認により確保されることになる。PC-1案についてはFWASAが作成することになるが、本プロジェクトの先に実施された「ファイサラバード上水道拡充計画」においてもFWASAがPC-1を作成後、承認を受けて実施されており、上水道施設整備に係るPC-1が、これまで特段の支障なく承認されている経緯に鑑み、本プロジェクトについても、PC-1が承認され、予算が確保される可能性は高いと考えられる。なお、これらの分担事業は我が国の無償資金協力の制度に則ったものであり、妥当であると考えられる。

本事業実施についての日本側体制としては、毎年4月に行われる案件の閣議承認までに「パ」

国の国内承認を必要とするため、2014年4月の本調査概要報告において、プロジェクト実施の前提条件として、「パ」国側に2014年9月までにPC-1承認を取り付けることを要請し、「パ」国はこれを了承した。

### 3-4 プロジェクトの運営・維持管理計画

#### (1) 体制・人員

本プロジェクトは、既存チェナブ系配水施設である、中継ポンプ場及び最終配水場の既存施設の更新事業であるため、基本的な配水システムに変更はない。従って、本プロジェクト完成後の施設における施設運営・維持管理は、これまでと同様の体制・人員を活用できる。

#### (2) 予算

現状において、FWASAの上下水道施設運営における事業支出は、人件費（職員への給与の支払い）と電気料金が大部分を占めており、主な収入源となる上下水道料金収入は、支出の人件費程度分しか補えていない。事業収支の不足分については、パンジャブ州からの補助金として得ているが、それでも収支はマイナスとなっている状況である。

表 3.3 1 過去2年度の事業収支結果および新年度計画

単位:百万 Rs

	2011-2012	2012-2013	2013-2014 (計画)
<b>1. 収入</b>			
上下水道料金収入	431	543	630
UIP Tax	140	224	300
パンジャブ州からの補助金	179	262	262
世界銀行からの補助金	—	—	292
その他収入	83	70	83
計	833	1099	1567
<b>2. 支出</b>			
人件費	420	543	587
電気料金	319	470	510
運営維持管理費(電気料金を除く)	170	190	220
計	909	1203	1317
収支	-76	-104	250

上表は2011年度および2012年度における事業収支結果および2013年度における事業収支計画である。2011年度、2012年度では収入としてPunjab州から179百万Rs、262百万Rsを補助金として得ているが、それでも収支はマイナスとなっている。2013年度においては、引き続きパンジャブ州からの補助金に加え、新たに世界銀行からのローン<sup>1</sup>が得られることになっており、収支の

<sup>1</sup> パンジャブ州政府は、世界銀行からの資金支援を受けて、「パンジャブ州都市ガバナンス改善プロジェクト」

上ではプラスに転じる見込みとなっている。

本プロジェクトの実施によって、消費電力量削減により電気料金削減へ寄与できるが、その寄与度は FWASA の全体的な電気料金からみれば大きくはない。パンジャブ州、世界銀行からの補助金により、事業収支の上ではプラスになるものの、FWASA の経営基盤の改善・強化には、ハード面である施設整備とソフト面である運営・維持管理体制の両軸での対応が不可欠であり、そのソフト面の対策として、上下水道料金収入の増加を目指した対策の実施が必要である。

### (3) 水道料金徴収

現在の FWASA による水道料金の料金徴収率は約 40%である (FWASA : 2012/2013)。この料金徴収率の低さの原因としては、違法接続と正規に接続している顧客の水道料金未払いが考えられる。顧客に対しては2 カ月ごとに請求書が届けられ、支払いの遅れには延滞料金をかけているが、滞納が続いても FWASA が給水を停止するまでには至らず、料金未納のまま水利用が可能な状況である。また、水道料金の支払体系が、一部の工場などで従量制による水道料金徴収が実施されているものの、ほとんどが敷地面積に応じた定額料金制となっているため、必要以上に水を使用しても料金に反映されない状況であると同時に、市内への給水量が水需要を満たしていない中で、更に配水管の水圧が低いために十分に水を利用出来ないにも関わらず、定額の水道料金を請求されるなど、給水状況と水道料金徴収システムに対する不公平感も料金の未払いにつながっていると推測される。

水道料金徴収の改善のためには、①水道料金の改定、②料金徴収率を上げる、③水道メータの導入と従量制への移行、により料金収入を増加させるとともに、現時点ではパンジャブ州を含め他の機関からの補助金により事業収支の不足分を補う必要がある。補助金に関しては、現在パンジャブ州および世界銀行からの補助金を受けて施設経営がなされており、事業収支上はマイナスとはなっていない。しかしながら、世界銀行からの補助金は5年の期限付きであり、いずれは FWASA が自立した施設経営を実施出来るよう、水道料金による収入を増加させていく必要がある。水道料金の改定には、パンジャブ州の許可が必要であるが、これまでの FWASA の水道料金の値上げ申請に対して、電気料金、ガス料金が値上げされているにも関わらず、水道料金の値上げは却下されてきた経緯がある。水道料金の改定が難しい状況の中で、水道事業の事業収支を健全なものとするためには、料金徴収率の向上による料金収入の増加が必須である。料金徴収率の増加には、実際の水使用量に応じた適切な料金設定と料金徴収を行うことが必要であり、そのためには料金の従量制への移行が求められ、現在、フランス融資事業により一部地域での水道メータ (約 20000 戸) の設置が計画されている。当面は補助金による事業費補填が必要となるが、更なる水道メータの設置と従量制への早期移行、それに伴う料金徴収率の向上により、自立した水

---

(Punjab Cities Governance Improvement Project : PCGIP) を実施している。プロジェクトは、州内の5大都市においてサービス提供のためのシステムとガバナンスの改善と強化を目指し、プロジェクトの総支出額は、5年間で約1億5,000万米ドルである。

---

道事業の運営が可能となるよう、必要な措置を行うことが求められる。

(4) 技術レベル

本プロジェクトの実施機関である FWASA は、1992 年に稼動を開始したチェナブ系配水施設および 2012 年に稼動を開始した JBC 系配水施設をこれまで運営し、ファイサラバード市内への給水サービスに従事していることもあり、施設の運営・維持管理における一定以上の技術レベルは持っていると考えられる。しかし、今後は本計画により配水流量の増加、配水本管の 2 系統化による配水本管の水圧管理への対応など、新たな運転技術も要求される。これらについては、施設完成後の試運転時における初期操作指導での配水流量制御およびソフトコンポーネントの実施により十分な当面の技術レベルが確保され、以降の施設の運営・維持管理が可能となる。但し、プロジェクトの持続性・自立発展性を確保するため、運営・維持管理体制を長期にわたり維持し、かつ技術を継承して行くことが今後必要となる。

3-5 プロジェクトの概略事業費

3-5-1 協力対象事業の概略事業費

(1) 日本側負担経費

施工・調達業者契約認証まで非公表

(2) 「パ」国側負担経費

「パ」国側による負担経費は、以下のとおり見積られる。

表 3.3 2 概算「パ」国側負担経費

「パ」国側負担経費: 10,600,000Rs (約 12 百万円)

負担事項・内容	金額 (Rs)
一次電力工事	1,600,000
整地・敷均し	3,000,000
環境アセスメント費	1,000,000
外貨支払銀行手数料	5,000,000
合計	10,600,000

(3) 積算条件

1) 積算時点

積算時点は、現地調査が終了した平成 25 年 9 月とする。

2) 為替交換レート

為替交換レートは、以下のとおりであり、事業費概算は平成 25 年 8 月 31 日を起算日とした過去 3 ヶ月間の平均為替レートに基づく。

1 USD=99.38 円  
 1 Rs=0.05 USD  
 1 Rs=1.13 円

3) 施工期間

詳細設計、施設建設工事の期間は施工工程に示したとおりである。

4) その他

概算事業費積算は、日本政府の無償資金協力の制度を踏まえて行うこととする。

3-5-2 運営・維持管理費

3-5-2-1 本プロジェクトによる電力消費量削減効果と経営への効果・影響

本プロジェクトが対象とする施設の電力消費量と電気料金において、本プロジェクト実施前の現状運転（ケース1）、本プロジェクト実施後も現状運転を実施した場合（ケース2）、本計画の竣工後3年（2020年）の、給水時間の拡大と計画配水量を配水した場合（ケース3）の試算結果を次表に示す。また、参考として、チェナブ系配水ポンプを12時間稼働させた場合（ケース4）の試算結果を合わせて示す。ケース1とケース2の比較において、本プロジェクト実施により節電効果をみることができ、今後、給水時間の拡大や計画配水量を配水する場合には、その分の電力消費量が増大することとなり、結果としては電力料金の増加は避けることができない（ケース3）。

表 3.3.3 各ケースの電力消費量と電力料金

ポンプ運転		ケース1	ケース2	ケース3	ケース4
		現状	本プロジェクト実施後		参考 チェナブ系配水ポンプ 12時間運転
現状運転	計画配水量 運転				
配水条件	チェナブ系増圧ポンプ	7588m <sup>3</sup> /時間 20時間/日 0.101kWh/m <sup>3</sup>	7588m <sup>3</sup> /時間 20時間/日 0.109kWh/m <sup>3</sup>	10239m <sup>3</sup> /時間 20時間/日 0.109kWh/m <sup>3</sup>	10239m <sup>3</sup> /時間 20時間/日 0.109kWh/m <sup>3</sup>
	チェナブ系配水ポンプ	8418m <sup>3</sup> /時間 6時間/日 0.158kWh/m <sup>3</sup>	8418m <sup>3</sup> /時間 6時間/日 0.123kWh/m <sup>3</sup>	13230m <sup>3</sup> /時間 6時間/日 0.123kWh/m <sup>3</sup>	13230m <sup>3</sup> /時間 12時間/日 0.123kWh/m <sup>3</sup>
	JBC系配水ポンプ	7140m <sup>3</sup> /時間 6時間/日 0.170kWh/m <sup>3</sup>	7140m <sup>3</sup> /時間 6時間/日 0.170kWh/m <sup>3</sup>	9480m <sup>3</sup> /時間 9時間/日 0.170kWh/m <sup>3</sup>	9480m <sup>3</sup> /時間 9時間/日 0.170kWh/m <sup>3</sup>
ポンプ効率		77.4%	85.0%	85.0%	85.0%
電力消費量 (千 kWh)	チェナブ系増圧ポンプ	2,615	2,810	3,792	3,792
	チェナブ系配水ポンプ	2,667	2,079	3,267	6,535
	JBC系配水ポンプ	2,182	2,182	3,273	3,273
	計	7,464	7,070	10,332	13,600
電力料金(百万 Rs)		97.0	91.9	134.3	176.8
単位電力料金(Rs/m <sup>3</sup> )		2.85	2.70	2.23	1.98

出典:FWASA 運転管理記録を基に作成

注1) 電気料金単価は 13Rs/kWhとして電気料金は試算した。

2012年度の支出額と内訳をもとに、現状（ケース1）、本プロジェクト実施後のケース2およびケース3の電気料金が全体支出額のどの程度を占め、全体的な支出削減にどのような効果があるのかをみるために次図のように整理した。次図から、本プロジェクトが対象とする施設の電気料金は、全体的な支出の中では8%程度（97百万Rs÷1203百万Rs）であり、本プロジェクト実施による節電効果（ケース2）も、全体支出額からすれば小さく、現状の経営そのものを改善できるほどの大きな効果（全体支出の大きな削減効果）ではない。しかし、エネルギーの効率化を図ることで、FWASAの運営コストの削減に寄与することは確かであり、安定した給水サービスの持続的な提供のために、本プロジェクトにおいて施設を更新する必要性は高い。また、将来において、給水時間の拡大や時間配水量の増大を目指していく場合（ケース3）、電気料金の支出は増大するものの、水道料金収入においても、配水量の増加により料金収入は約25%の増加となり、計算上は人件費と本プロジェクトにおける電気料金を賄うことが可能となる。ただし、この前提としては、現在の定額料金制から従量制への移行により、水の使用量に応じた料金徴収を行っていくことが必要であるが、現在、フランス融資事業により、一部地域への水道メータの設置が計画されていることもあり、早期の従量制への移行が強く求められる。さらに、水道メータの設置により料金徴収率を向上させることが可能になれば、今後は上下水道料金収入で支出の半分程度しか補えていない現状の改善が期待される。このことは、参考として示したケース4（チェナブ系配水ポンプの稼働時間：12時間）において、ポンプ配水による配水量の増加に伴い電気料金の増加分以上の料金収入が見込まれることから理解できる。このようにして、今後は給水サービスの向上と共に抜本的な経営基盤の改善・強化を図っていくことが必要となる。

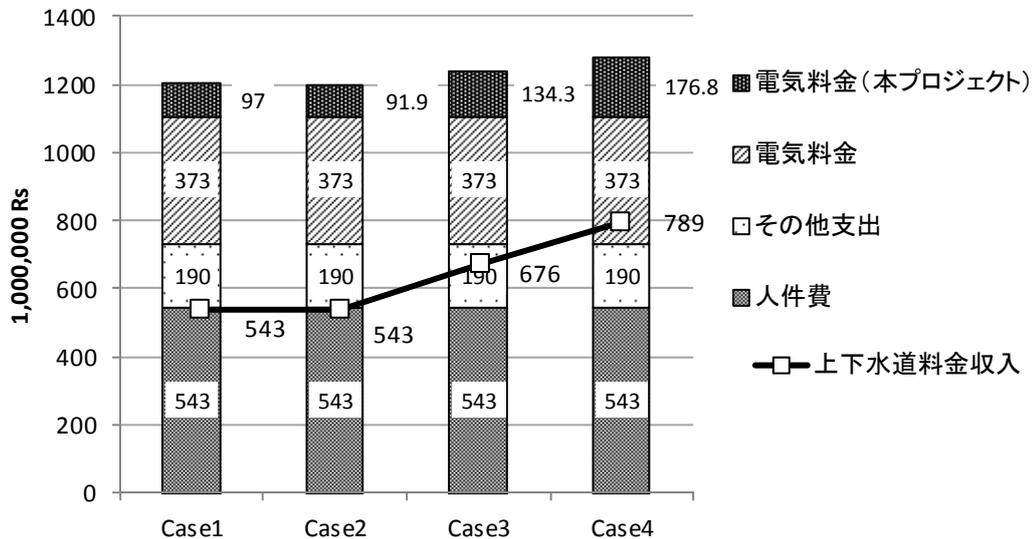


図 3.18 本プロジェクト実施による全体支出に対する削減効果

### 3-5-2-2 本プロジェクト実施による全体支出に対する削減効果

前述のとおり、現時点では補助金により事業費の補填を受けて水道事業経営を維持している中、自立した経営基盤のための改善・強化を図っていくには、上下水道料金収入額をもっと増大させ、

かつ可能な限りの支出の削減を図っていく必要がある。現在、FWASA の水道料金は住宅の敷地面積に応じた定額料金制となっているが、水道料金請求件数に対する徴収率は約 40%に留まっている (FWASA:2012/2013)。また無収水率は約 38%と高い値となっている (FWASA:2012/2013)。水道料金収入の増大において、単純に水道料金徴収率を現在の約 40%から 100%までに近い値に改善できれば、水道料金収入は大きく増加するようになると思われる。しかしながら、実際には FWASA 上水道施設は水需要に対して供給能力が十分でなく、利用者に十分な給水量と給水圧で供給されているとは言えない。このような状況で、利用者からすれば、水栓から水が十分に出不いにも関わらず定額料金制にて水道料金を請求されても、一般的には払いたいと思わないのが現状である。給水サービス (水量や水圧) の向上を図っていかない限り、利用者が提供される水道に満足して水道料金を支払うといった、徴収率の改善は望めないと考える。また定額料金制は、使用した水量に関わらず定額の水道料金が請求される。この場合も、配水拠点に近い箇所では水圧と水量の関係から多くの水量を得ることが可能であるが、末端では水量水圧とも不足して、ほとんど水道を利用できない状況となり、同じ給水区域においても、こういった偏りがある中で、定額料金制を採用することは後者の利用者にとって、大きな不平等につながっており、これも徴収率が低い原因であると推察する。

このようなことから、経営基盤の改善・強化を図っていくには、ソフト面において、例えば水道料金体制の従量制への移行や違法接続への対応に伴う料金徴収率の向上、ポンプ配水による配水時間の増加、それに伴う配水流量の増加と配水水圧の確保といった給水サービスの向上を目指す必要がある、これらを例えば、水道メータの導入や老朽化した施設の更新や漏水個所の修繕といったハード面と共に推進していく必要がある (次図参照)。

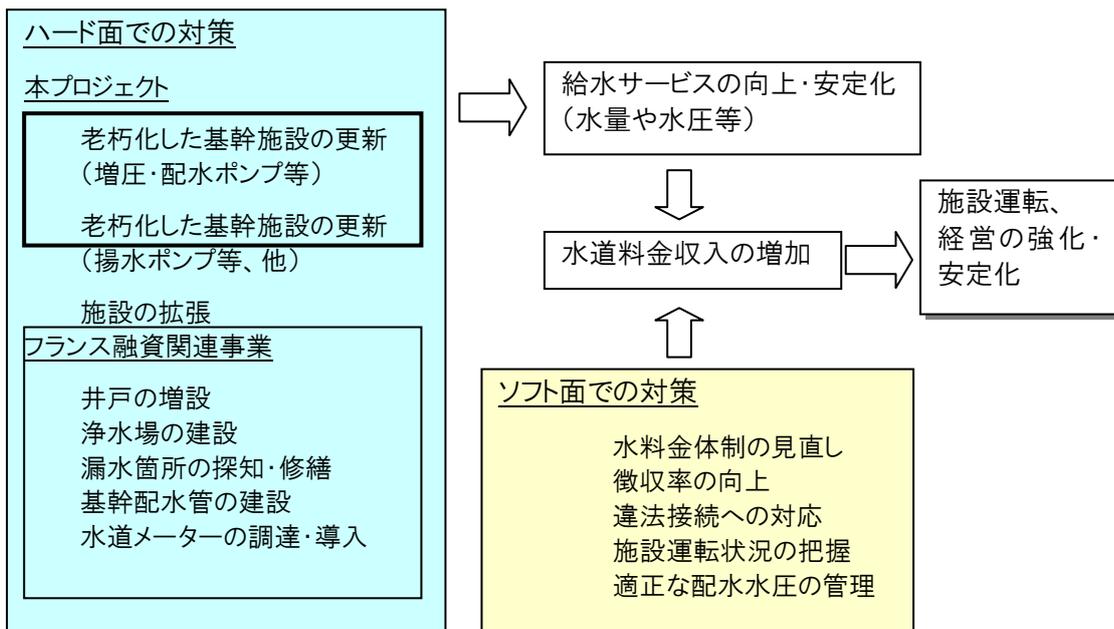


図 3.19 経営基盤の改善・強化へ向けての対応と本プロジェクトの位置

このような状況の中、JICA は FWASA の組織改善アドバイザーとして専門家を派遣し、FWASA の水道事業経営の強化を目指した業務を2年計画（1年次：計画、2年次：実施）で実施している。現在、1年次の業務が終了したところであり、組織経営体制の整備、財務体質の改善、顧客対応の強化に関する現状の把握と課題を明確化し、中期・年度経営計画の策定、財務状況分析、水道料金改定のロードマップの作成、顧客対応センターの設立など実施している。今後は策定された計画に基づき、FWASA の事業経営、財務体質の改善に向けた具体的な活動が実施され、ソフト面における経営基盤の改善・強化が図られることになる。

ハード面の実施は、施設規模が大きく、そのコストも高い。現在、FWASA の経営状況は補助金により不足分を補っている状況であり、基幹施設の更新費用も確保できていない状況である。特に、本プロジェクトの目的が、更新対象施設が建設当初持っていた施設能力を回復し、現在の給水人口に対して給水サービスを向上させるための基幹施設の改良である中で、更新対象となる施設、なかでもポンプ等の機械設備は老朽化しており、ただちに更新が必要とされている。これら施設は全体供給量の約86%を占めており、このまま更新できず基幹施設が給水停止する場合、ファイサラバード市の市民およびFWASA にとって大きな損害をもたらす事態となる。

今後の安定給水の確保、さらには経営基盤の強化を図るべくハード面の対策の実施として、FWASA 自身において経営が不安定中で対応できない現状においては、本プロジェクトの実施は必要不可欠である。またフランス融資事業においても、ラック・ブランチ・カナルにおける井戸の増設やジャル・カヌアナ浄水場の建設、最終配水場からの新たな配水本管の建設や水道メータの調達、漏水箇所調査（修繕はFWASA が実施責任）等といったハード面が実施される。このように本プロジェクトだけではなく、他のプロジェクトにおいてもFWASA 水道施設のハード面が強化されていく中、今後、ハード面での実施による給水サービスの向上が図られていくとともに、ソフト面での対応をFWASA 自身が必ず実施していくことが求められる。フランス融資事業は有償であり返済が求められることもあり、特に上下水道料金収入を確実に増加させて償還に対応できるようにする必要がある。

これまで、パンジャブ州からの補助金により施設経営の不足分を補ってきたFWASA であるが、2013年度より世界銀行によるローンが5年計画で得られることが決定している。これらの補助金を施設の運転維持管理に要する費用に充当することで、FWASA の当面の財政改善を目指すことが可能となる。また、本プロジェクト、フランス融資事業による既存水道施設の更新、施設改良を行い基幹水道施設の整備を実施し、それら水道施設を適切に運転することで、ポンプ運転時間、1日当りの配水量を増加させ、水源水量を確実に市内に配水することで給水サービスを向上させることが可能となる。こうしてハード面、ソフト面における現状が改善された後、改めて水道料金の見直しや市内配水管の漏水対策を実施して料金徴収率を改善し、その結果得られる事業収入の増加により、更なる経営基盤の改善・強化と更なる給水サービスの向上が図られ、本プロジェクトの最終の目標である計画配水量全量のポンプ配水とポンプ稼働時間の延長により、配水量、

配水圧共に十分なサービスを市民に提供することが、将来に亘って可能となる。

### 3-6 協力対象事業実施にあたっての留意事項

本プロジェクトの円滑な実施に直接的な影響を与えると考えられる留意事項としては、以下が考えられる。

#### (1) 通関及び免税に係る手続きの速やかな実施

本プロジェクトで建設される施設、及び調達される機材は緊急性が高いものである。建設・調達工程に遅延が生じないよう、「パ」国政府の通関や免税手続きが円滑、かつ速やかに実施されるよう留意する必要がある。

#### (2) プロジェクトサイトの確保

建設工事を円滑に施工するためには、「パ」国側は、工事着工前に建設予定地の既存樹木等の撤去を実施する必要がある

#### (3) 施設建設現場の安全確保

本プロジェクトは、既存の施設が存在する敷地内で施設建設工事を行うこととなる。協力対象施設の建設現場における安全確保とあわせ、既存施設に対する安全確保に留意する必要がある。

## 第4章 プロジェクトの評価

### 4-1 プロジェクトの前提条件

#### 4-1-1 事業実施のための前提条件

本プロジェクトの円滑な事業実施にあたり、「パ」国が考慮すべき事項として以下が考えられる。これらは適切なタイミングで確実に実施されることが必要である。

表 4.1 事業実施のための前提条件

項目	実施時期
施設建設のための建設許可、 国内法規上必要な許可・承認の取得	施設建設工事開始まで
建設予定地の樹木の伐採・抜根	施設建設工事開始まで
協力対象施設の運営維持管理に対する人員の確保	ソフトコンポーネント実施まで
一般家具類の調達と設置	施設建設完了まで
協力対象施設・機材の運営維持管理に対する予算の確保	施設建設完了まで
施設建設立ち上げ時、中間時、竣工時等の検査立会	適宜

#### 4-1-2 プロジェクト全体計画達成のための前提条件・外部条件

##### 4-1-2-1 前提条件

プロジェクトの効果を発現し、かつ持続するための前提条件として、「パ」国側で取り組むべき課題は以下のとおりである。

##### (1) 運営・維持管理体制の整備

本プロジェクトの実施により、老朽化した上水道施設が整備されることとなる。プロジェクト完了後の適切、かつ持続的な運営・維持管理が可能になるよう、体制を整備する必要がある。

##### (2) 水圧低減技術の確立

フランス融資事業による最終配水場からの2本の配水本管による市内への配水と、本プロジェクトによるポンプ設備の更新により、ポンプ配水量が増加することで、バルブによる減圧の制御を適宜変更させる必要がある。ソフトコンポーネントにより、施設完成後の技術指導を行うが、プロジェクト完了後の運営・維持管理経験を通じて、配水量に応じた適切な水圧低減技術を独自に確立していくことが望まれる。

##### 4-1-2-2 外部条件

プロジェクトの効果を発現し、かつ持続するための外部条件としては、以下のことがあげられる。

##### (1) 事業実施の前提条件

パキスタン政府内における本事業予算確保のための手続き（PC-I）が、円滑に進むこと。

## (2) プロジェクト全体計画達成のための外部条件

治安・政情が極端に悪化しないこと。電力不足や極端な電力料金の上昇が発生した場合に、現在と同様に優先的に電力供給がなされ、州政府等による電力料金支払いがなされる等、給水サービスが継続されること。

### 4-2 プロジェクトの評価

#### 4-2-1 妥当性

「パ」国は、2009年に国家飲料水政策を策定し、2025年までに全国民に安全な飲料水を提供することを目標に掲げている。これを受けた「パンジャブ州飲料水政策（2010年）」では水資源の飲料水供給への優先配分及び水質汚染からの水源の保護、制度面ではパンジャブ州にある5都市のWASAが組織及び経営面で独立した機関となるべく組織改革に取り組むことを目標に掲げている。しかしながら電力料金の高騰による運営コスト、特に動力費の増大はこれら政策実施の足かせとなっている。本事業は、電力消費効率が低下した給水設備の更新によって給水にかかるエネルギーの効率化を図ることで、ファイサラバード WASA の運営コスト削減を目指すものであり、安定した給水サービスの持続的な提供のために必要性は高い。

本プロジェクトは中継ポンプ場及び最終配水場のポンプ設備の更新を協力対象とするが、更新予定の現在使用しているポンプは日本製であり、更新後のポンプについても今後の長期間に亘るオペレーションに支障が出ないように、故障頻度が少なく、エネルギー効率に優れ、製品の出荷前検査なども高水準で品質が安定した製品の採用を考慮し、日本製を導入することを考える。よって、プロジェクトを実施するにあたっては、我が国の技術を用いる必要性・優位性がある。なお、協力対象とする施設において、ポンプ棟の建設は過度に高度な技術を必要とせず、ポンプ設備も基本的な送配水システムはこれまでと同じであり、運転に支障はない。また環境社会面の負の影響等、実施に際して特段支障となる課題がないことから、本プロジェクトは我が国の無償資金協力制度により特段の困難無く実施することが可能である。また、プロジェクト完了後においては、「パ」国の独自の資金・人材による運営維持管理が可能である。

我が国は、対パキスタン国別援助方針（2012年4月）の重点分野として、「人間の安全保障の確保と社会基盤の改善」を掲げており、本事業は同方針の開発課題である「衛生・環境改善」の下、「水と衛生の確保プログラム」に位置づけられる。本プログラムのもと安全な水へのアクセス向上・衛生環境の改善を目的とし、上下水道施設整備、及び、組織経営改善、財政健全性の確保、運営・維持管理能力の向上、計画立案能力の強化等を支援している。援助実績としては、円借款案件として「首都圏給水事業」、「カラチ上水道改善事業」、一般プロジェクト無償案件として「ファイサラバード上水道整備計画」、「ファイサラバード上水道拡充計画」、技術協力案件として「カラチ上下水道整備計画調査」、「ファイサラバード上下水道公社組織改善アドバイザー派遣」が実施されており、今後「パンジャブ州上下水道管理能力強化プロジェクト」の実施

が予定されている。また、本プロジェクトを実施することで、以下の効果が期待できる。

(1) ポンプの老朽化に伴う故障により直ちに給水の大部分が停止する事態を回避できる。

通常の機械設備の耐用年数は15年～20年程度であり、本プロジェクトの対象施設は1992年の竣工から20年以上が経過しており、施設更新の時期は既に過ぎている。また、中継ポンプ場、最終配水場いずれのポンプも、これまでの故障に基づく修理・補修がなされており、特に最終配水場のチェナブ系ポンプについては、これまでのキャビテーションの影響によりポンプ本体が割裂し、当て金にて裂損部分を補修し使用している状態である。これらのポンプは何時故障によって停止しても不思議ではない状況である。

(2) 将来的な経営改善、漏水対策による給水能力の拡大に対応できる送配水ポンプが整備される。

現在、具体的な FWASA の施設改善に係る計画は確認できなかったものの、それまで放置されていた市内の配管の補修、修繕に取り組んでいることを確認している。今後も引き続きこのような既存施設の改修が実施されれば、今回整備する施設も十分にその機能を果たすことが可能となる。

このように、本プロジェクトはパキスタンの開発ニーズや開発政策、及び我が国の援助方針と合致していることから、本事業の実施にかかる妥当性は高いと判断される。

#### 4-2-2 有効性

本協力対象施設は、上記の方針に則り、「パ」国の人間の安全保障に資するものと期待される。プロジェクトの実施により、以下のような定量的効果が期待できる。

表 4.2 プロジェクト実施により期待される定量的効果

指標名	基準値 (2013年)	目標値 (2020年【事業完成3年後】)
増圧・配水ポンプの電力消費量 (kW/m <sup>3</sup> )	0.259	0.232
時間最大配水量(m <sup>3</sup> /時)	8,418	13,230
日最大配水量(m <sup>3</sup> /日)	149,508	161,880

また定性的な効果としては、電力消費量の削減による FWASA の財政状況改善、ポンプ設備の更新による設備の安定した運転と維持管理費の削減、出水不良地域の削減、気候変動の緩和などが期待される。

以上のような定量的効果、及び定性的効果が期待できることから、プロジェクトの有効性が高いと考えられる。

#### 4-2-3 結論

以上の内容により、本プロジェクトの妥当性は高く、また有効性が見込まれると判断される。

---

## 資料

A 1. 調査団員・氏名 .....	1
A 2. 調査行程 .....	3
A 3. 関係者（面会者）リスト .....	5
A 4. 討議議事録（M/D） .....	7
A 5. ソフトコンポーネント計画書 .....	33
A 6. 参考資料 .....	39
A 7. その他の資料・情報 .....	41

## A 1. 調査団員・氏名

## (1) 現地調査 (2013年8月21日～2013年10月13日)

	氏名	担当	所属
1	大村 良樹	総括	国際協力機構 国際協力専門員
2	青木 英剛	計画管理	国際協力機構 地球環境部/ 水資源・防災グループ/水資源第1課
3	篠田 健司	業務主任/上水道計画/運営維持管理	国際航業株式会社
4	阿部 武司	副業務主任/施工・調達計画/積算	国際航業株式会社
5	石井 完	機械設備/電機設備	株式会社オギノ建工
6	坂本 大祐	施設計画・設計1/仮設計画	国際航業株式会社
7	石田 智	施設計画・設計2/地下水管理	国際航業株式会社

## (2) 概略設計概要説明 (2014年4月9日～2014年4月19日)

	氏名	担当	所属
1	青木 英剛	総括	国際協力機構 地球環境部/ 水資源・防災グループ/水資源第1課
2	篠田 健司	業務主任/上水道計画/運営維持管理	国際航業株式会社
3	阿部 武司	副業務主任/施工・調達計画/積算	国際航業株式会社

## A2. 調査行程

## (1) 現地調査 (2013年8月21日～2013年10月13日)

日 順	日付	官側		コンサルタント団員					
		総括	計画管理	業務主任/ 上水道計画/ 運営維持管理	副業務主任/ 施工・調達計画/ 積算	機械設備/ 電機設備	施設計画・設計1/ 仮設計画	施設計画・設計2/ 地下水管理	
1	8月21日	成田発、ラホール着							
2	8月22日	HUD&PHED、P&D、Lahore WASA、Faisalabad WASAを表敬・協議、Faisalabadへ移動							
3	8月23日	Faisalabad WASAを表敬、協議							
4	8月24日	サイト視察(Chenab水源地、中継ポンプ場、最終配水池、既存無償施設)							
5	8月25日	団内打合せ							
6	8月26日	Faisalabad WASAと協議、Lahoreへ移動				Faisalabad WASA と協議	Faisalabad WASAと協議、Lahoreへ移動		
7	8月27日	HUD&PHEDと協議、M/D署名				既存施設調査	現地再委託準備		
8	8月28日	Islamabadへ移動、EADとM/D署名、 大使館報告、ADB協議、JICA事務所報告、 Islamabad発	Islamabadへ移動、EADとM/D署名、 大使館報告、ADB協議、JICA事務所報告	既存施設調査	既存施設調査	現地再委託準備、Faisalabadへ移動			
9	8月29日	成田着							
10	8月30日	既存施設調査	既存施設調査	既存施設調査	既存施設調査	資料収集	資料収集		
11	8月31日	既存施設調査	既存施設調査	既存施設調査	既存施設調査	既存施設調査	既存施設調査		
12	9月1日	団内打合せ、資料整理							
13	9月2日	既存施設調査	既存施設調査	既存施設調査	既存施設調査	Lahoreへ移動、 現地再委託準備	既存施設調査		
14	9月3日	既存施設調査	既存施設調査	既存施設調査	既存施設調査	現地再委託準備・ 契約	既存施設調査		
15	9月4日	既存施設調査	既存施設調査	既存施設調査	既存施設調査	Faisalabadへ移動	既存施設調査		
16	9月5日	他ドナー案件の現状 調査	既存施設調査	既存施設調査	既存施設調査	他ドナー案件の現状 調査	Lahoreへ移動、現地再 委託準備		
17	9月6日	運営維持管理体制調査	現地再委託管理	既存施設調査	既存施設調査	既存施設調査	現地再委託契約		
18	9月7日	運営維持管理体制調査	現地再委託管理	既存施設調査	既存施設調査	既存施設調査	Faisalabadへ移動		
19	9月8日	団内打合せ、資料整理							
20	9月9日	水源地踏査	現地再委託管理	既存施設調査	既存施設調査	水源地踏査	水源地踏査		
21	9月10日	水源地踏査	現地再委託管理	既存施設調査	既存施設調査	水源地踏査	水源地踏査		
22	9月11日	水源地踏査	現地再委託管理	既存施設調査	既存施設調査	水源地踏査	水源地踏査		
23	9月12日	既存施設調査	Lahoreへ移動、 市場調査	既存施設調査	既存施設調査	現地再委託管理	現地再委託管理		
24	9月13日	既存施設調査	市場調査	既存施設調査	既存施設調査	現地再委託管理	Lahoreへ移動、 現地再委託管理		
25	9月14日	Lahoreへ移動、 現地再委託管理	市場調査	既存施設調査	既存施設調査	現地再委託管理	現地再委託管理、 Faisalabadへ移動		
26	9月15日	現地再委託管理、 Faisalabadへ移動	Islamabadへ移動、 市場調査	団内打合せ、資料整理			資料整理		
27	9月16日	既存施設調査	市場調査	既存施設調査	既存施設調査	既存施設調査	既存施設調査		
28	9月17日	既存施設調査	市場調査、 Faisalabadへ移動	既存施設調査	既存施設調査	既存施設調査	既存施設調査		
29	9月18日	既存施設調査	調達事情調査	既存施設調査	既存施設調査	他ドナー案件の現状調査	既存施設調査		
30	9月19日	既存施設調査	調達事情調査	既存施設調査	既存施設調査	既存施設調査	既存施設調査		
31	9月20日	相手国側負担事項 の整理	相手国側負担事項 の整理	既存施設調査	既存施設調査	既存施設調査	既存施設調査		
32	9月21日	相手国側負担事項 の整理	相手国側負担事項 の整理	既存施設調査	既存施設調査	既存施設調査	施工計画調査		
33	9月22日	団内打合せ、資料整理							
34	9月23日	協力内容に関する 調査	施工計画調査	設備、機材計画調査	設備、機材計画調査	施設、設備、機材 計画調査	現地再委託準備		
35	9月24日	協力内容に関する 調査	施工計画調査	設備、機材計画調査	設備、機材計画調査	施設、設備、機材 計画調査	現地再委託準備		
36	9月25日	現地再委託契約	施工計画調査	設備、機材計画調査	設備、機材計画調査	施設、設備、機材 計画調査	現地再委託契約		
37	9月26日	協力内容に関する 調査	施工計画調査	設備、機材計画調査	設備、機材計画調査	施設、設備、機材 計画調査	水源地踏査		
38	9月27日	協力内容に関する 調査	Islamabadへ移動、 JICA事務所報告	資料整理	資料整理	資料整理	水源地踏査		
39	9月28日	協力内容に関する 調査	市場調査、 Islamabad発	Lahoreへ移動、Lahore発			水源地踏査		
40	9月29日	資料整理	成田着	成田着	成田着	成田着	資料整理		
41	9月30日	資料整理						現地再委託管理	
42	10月1日	資料整理						現地再委託管理	
43	10月2日	現地再委託管理						現地再委託管理	
44	10月3日	現地再委託管理						現地再委託管理	
45	10月4日	Islamabadへ移動 JICA事務所報告、 Islamabad発						現地再委託管理	
46	10月5日	成田着						現地再委託管理	
47	10月6日							現地再委託管理	
48	10月7日							現地再委託管理	
49	10月8日							現地再委託管理	
50	10月9日							現地再委託管理	
51	10月10日							現地再委託管理	
52	10月11日							現地再委託管理	
53	10月12日							Lahoreへ移動 Lahore発	
54	10月13日							成田着	

## (2) 概略設計概要説明 (2014年4月9日～2014年4月19日)

日 順	日付	官側	コンサルタント団員	
		総括	業務主任/ 上水道計画/ 運営維持管理	副業務主任/ 施工・調達計画/ 積算
1	4月9日		成田発、ラホール着	
2	4月10日		Faisalabadへ移動、Faisalabad WASAを表敬、協議、FDAを表敬	
3	4月11日		Faisalabad WASA協議	
4	4月12日		Faisalabad WASA協議	
5	4月13日		Lahoreへ移動	
6	4月14日	成田発、ラホール着	HUD&PHEDを表敬、協議	
7	4月15日	HUD&PHED、Faisalabad WASAを表敬、協議		
8	4月16日	Faisalabadへ移動、Faisalabad WASAと協議、FDAを表敬、Lahoreへ移動		
9	4月17日	P&D、HUD&PHED、Faisalabad WASAと協議、M/D署名、Islamabadへ移動		
10	4月18日	EADを表敬、協議、JICA事務所報告、大使館報告、Islamabad発		
11	4月19日	成田着		

## A3. 関係者（面会者）リスト

- (1) Faisalabad Water and Sanitation Agency (Faisalabad WASA)
- |                         |  |
|-------------------------|--|
| Mr. Syed Zahid Aziz     | Managing Director                      |
| Dr. Ijaz Ahmad Randhawa | Project Director (JICA)                |
| Mr. Muhammad Aslam      | Deputy Managing Director (Engineering) |
| Mr. Waseem Ahmad Hashmi | Deputy Managing Director (Service)     |
| Mr. Muhammad Shoukat    | Deputy Managing Director (Service)     |
| Mr. Pervaiz Iqbal       | Director, Planning & Design            |
| Mr. Muhammad Ashraf     | Director, Water Resources              |
| Mr. Noor Muhammad       | Director, Water Resources              |
| Mr. Usman Latif         | Deputy Director, Water Resources       |
| Mr. Asghar Ali          | Director, Construction II              |
| Mr. Faqir Muhammad Ch.  | Project Director (French)              |
| Mr. Muhammad Adnan      | Assistant Director (JICA)              |
- (2) Faisalabad Development Authority (FDA)
- |                         |                  |
|-------------------------|------------------|
| Mr. Noor ul Amin Mengal | District General |
|-------------------------|------------------|
- (3) Lahore Water and Sanitation Agency (Lahore WASA)
- |                            |  |
|----------------------------|--|
| Dr. Javed Iqbal            | Managing Director                      |
| Mr. Aftab Ahmad            | Deputy Managing Director (Engineering) |
| Mr. Shakeel Ahmed Kashmiri | Director (P&E)                         |
- (4) Housing Urban Development and Public Health Engineering Department (HUD&PHED), Government of Punjab
- |                         |                            |
|-------------------------|----------------------------|
| Mr. Waseem Mukhtar      | Secretary                  |
| Mr. Liaqat Ali Khalique | Additional Secretary (A&H) |
| Mr. Muazzam Jamil       | Deputy Secretary (UD)      |
- (5) Planning and Development Department (P&D), Government of Punjab
- |                           |                                |
|---------------------------|--------------------------------|
| Mr. Afir Anwar Baloch     | Secretary                      |
| Ms. Bushra Aman           | Member (Social Infrastructure) |
| Mr. Sohail Akhtar Shahzad | Senior Chief (UD)              |
| Mr. Khalid Sultan         | Chief (ECA)                    |
| Ms. Aatqa Mahmood         | Assistant Chief (ECA)          |
| Mr. Amjad Duraiz          | Assistant Chief (ECA)          |
- (6) The Urban Unit, Planning and Development (UU), Government of Punjab
- |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|
| Dr. Kiran Farhan      | Senior SWM Specialist |
| Mr. Farhat Saeed      | Senior GIS Specialist |
| Dr. M. Tahseen Duraiz | Senior WS Specialist  |
- (7) Economic Affairs Division (EAD), Government of Pakistan
- |                          |                  |
|--------------------------|------------------|
| Mr. Iftikhar Amijad      | Deputy Secretary |
| Mr. Qumar Sarwar Abbsasi | Joint Secretary  |
| Mr. Asghar Ali           | Section Officer  |
- (8) Asian Development Bank
- |                   |   |
|-------------------|---|
| Mr. Mian S. Shafi | Unit Head, Urban, Water, and Emergency Assistance Pakistan Resident Mission |
|-------------------|---|
- (9) Faisalabad Electric Supply Company (FESCO)
- |                         |                   |
|-------------------------|-------------------|
| Mr. Pervaiz Akhtar Shah | Managing Director |
|-------------------------|-------------------|

- |   |  |
|---|--|
| Mr. Muddassan Sahail                                | Director (Grid Station)                        |
| (10) University of Agriculture, Faisalabad-Pakistan |  |
| Dr. Muhammad Arshad Mirza                           | Professor, Department of Irrigation & Drainage |
| (11) 在パキスタン日本大使館                                    |  |
| Mr. Akira Kono                                      | Minister DCM                                   |
| Mr. Yuichi Kuroda                                   | First Secretary                                |
| Mr. Naoki Kamoshida                                 | Counselor (Economic & Development)             |
| (12) 独立行政法人国際協力機構パキスタン事務所                           |  |
| Mr. Mitsuyoshi Kawasaki                             | Chief Representative                           |
| Mr. Ken Kato  | Senior Representative                          |
| Mr. Tomohiro Azegami                                | Representative                                 |
| Mr. Satoshi Hamano                                  | Representative                                 |
| (13) 国際協力機構専門家 (Institutional Improvement)          |  |
| Mr. Kunimasa Nishigaya                              | JICA Expert                                    |
| Mr. Yurai Sato                                      | JICA Expert                                    |

A 4. 討議議事録 (M/D)

(1) 署名済み討議議事録 (現地調査)

MINUTES OF DISCUSSIONS  
ON THE PREPARATORY SURVEY (OUTLINE DESIGN SURVEY)  
ON THE PROJECT FOR REPLACEMENT OF PUMPING MACHINERY  
AT INLINE BOOSTER PUMPING STATION & TERMINAL RESERVOIR  
IN FAISALABAD  
IN THE ISLAMIC REPUBLIC OF PAKISTAN

Lahore, August 27, 2013



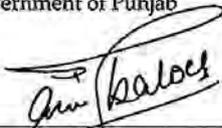
Mr. Syed Zahid Aziz  
Managing Director  
Water and Sanitation Agency  
Faisalabad Development Authority



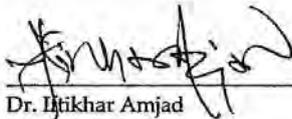
Mr. Yoshiki Omura  
Leader,  
Preparatory Survey (Outline Design Survey)  
Team,  
Japan International Cooperation Agency



Mr. Waseem Mukhtar  
Secretary  
Housing Urban Development and Public  
Health Engineering Department,  
Government of Punjab



Mr. Arij Anwar Baloch  
Secretary  
Planning and Development Department,  
Government of Punjab



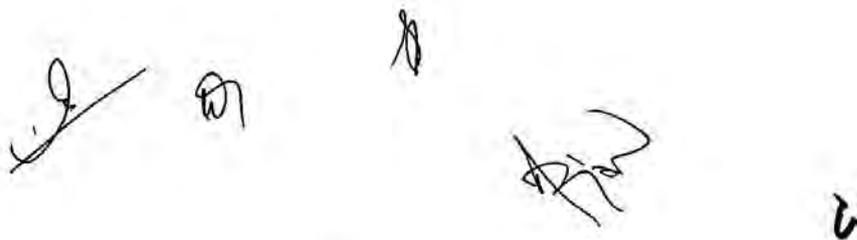
Dr. Itikhar Amjad  
Deputy Secretary  
Economic Affairs Division,  
Government of Pakistan

In response to a request from the Government of the Islamic Republic of Pakistan (hereinafter referred to as "Pakistan") for the Project for Replacement of Pumping Machinery at Inline Booster Pumping Station & Terminal Reservoir in Faisalabad (hereinafter referred to as "the Project"), the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA") sent the Preparatory Survey Team (hereinafter referred to as "the Team") for the Outline Design Survey on the Project to Pakistan from August 21 to September 29, 2013.

The Team held a series of discussions with relevant organizations on the Inception Report of the study and conducted field visits to develop scope and implementing arrangements of a further survey. In the course of discussions, the Pakistani side agreed the contents of the Inception Report in principle and both sides confirmed the items described on the main points discussed in the Appendix 1. The tentative schedule of the Preparatory Survey is attached in the Appendix 3. The Japan's Grant Aid Scheme is described in the Appendix 4.

It should be noted that implementation of the Outline Design Survey does not imply any decision or commitment by JICA to extend its grant for the Project at this stage.

- Appendix 1: Main Points Discussed
- Appendix 2: Attendant list
- Appendix 3: Tentative schedule
- Appendix 4: Japan's Grant Aid Scheme

Handwritten signatures and initials in black ink, including a large signature on the left, a small 'M' in the center, a stylized signature on the right, and a small mark on the far right.

## Appendix 1

## MAIN POINTS DISCUSSED

## 1. Objectives of the Project

The Pakistani side understood that the Project is an emergency measure against a decrease in production of water due to aging, outdated and inefficiency of existing pumps so that the objectives of the Project are to restore capacity of pumps of the main water supply system and to improve energy efficiency for reduction of operation and maintenance cost.

## 2. Request for the Grant Aid Project

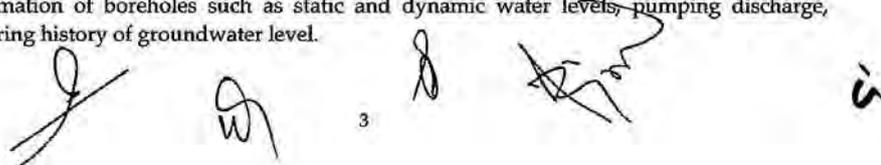
Both sides confirmed the request for the Japan's Grant Aid Project as follows:

- (i) Project Site  
Within the service area of Faisalabad WASA, in Faisalabad, Punjab
- (ii) Civil / Mechanical works  
Water Facilities, Equipment:  
  - Inline Booster Pumping Station:  
Booster Pumps (27.2 m<sup>3</sup> / min×3 nos., 51.0 m<sup>3</sup> / min×4 nos.)
  - Terminal Reservoir Pumping station:  
Distribution Pumps (27.2 m<sup>3</sup> / min×3 nos., 37.7 m<sup>3</sup> / min×7 nos.)
  - Generator:  
700 kVA, 3.3 kV×3 nos.; 1,000 kVA, 3.3 kV×5 nos.
  - Miscellaneous Work:  
Yard piping, panels, water flow meters, rehabilitation of reservoir leakage and pump house, etc.
- (iii) Consulting Services
  - Detailed design
  - Assistance for tendering
  - Construction supervision
  - Technical assistance (soft component)

The Pakistani side understands to be responsible for improvement of distribution networks, functionalization of the existing overhead reservoirs in particular.

## 3. Specification of Inline Booster Pumps and Distribution Pumps

The Team mentioned that a well production study would be conducted during the survey. According to the existing pumping data, groundwater abstraction has been decreased due to lowering of groundwater level, deterioration of pumps, curtailing operational hours to save energy cost and to lessen influence to farming shallow wells. Therefore both sides agreed that specification of inline booster pumps depends on the results of the above study and may not be determined to restore the initial well capacity in order to operate Chenab water supply system sustainably. The Team requested that the Pakistani side provide information of boreholes such as static and dynamic water levels, pumping discharge, lowering history of groundwater level.



The Pakistani side explained that WASA was distributing water from the terminal reservoir for less than 12 hours to optimize operational cost, so the Team requested WASA to provide the operating record and a future plan of operational hours of distribution pumps. Both sides agreed that distribution pumps with appropriate capacity would be selected in sufficient quantity so as to make their operation sustainable and achieve high efficiency of energy consumption, although 10 pumps were officially requested.

The Pakistani side also explained that the major purpose of operating generators would be maintaining a minimum water supply during power shutdowns.

Both sides agreed that specification and number of pumps and generators would be determined based on the results of the pumping test, operation plan and efficiency of operation.

**4. Natural condition survey**

The Team explained that the Team would conduct soil investigation in the terminal reservoir premises, pumping test some of the production wells and topographical survey in the inline booster pumping station and terminal reservoir premises. Both sides agreed to the methodology, number of samples and duration of each study.

**5. Design of the terminal reservoir pumping station**

The Team explained that a design of the terminal reservoir pumping station (ADB component) would be determined upon such factors as the result of soil investigation, availability of space to accommodate pumps, efficiency of daily operation, durability of the existing building, and cost.

Both sides agreed that the Project works require suspension of pumping for a certain period. To this regard, the Pakistani side requested the Team to propose some alternative methods to make suspension time as short as practical, and to program the suspension period in winter season.

**6. Management improvement with the Japanese technical cooperation**

The Team referred to THE PUNJAB DRINKING WATER POLICY that the government of Punjab was conducting Institutional Reform Program in the Urban Water Service Providing Government Agencies not only for improving service delivery but also addressing multi issues such as rationalization of tariff, improvement in management of organization and introduction of performance monitoring systems so as to ensure that the WASAs are transformed into progressive, accountable and financially viable institutions by the year 2016.

The Team explained that the Project would contribute to cost cut by a technical approach for reduction of energy consumption by replacement of pumps, but it was still necessary for WASA to make efforts to reduce operational expenditure and rationalize water tariff to improve the financial status. The Pakistani side promised to make efforts regarding the above issues cooperating with the activities of the Institutional Reform Advisor and the Project for Improving the Capacity of WASAs in Punjab Province of the Japanese technical cooperation.

Handwritten signatures and initials of the participants in the meeting, including a large signature on the left, several smaller initials in the middle, and a signature on the right.

**7. The French government funded project**

The Pakistani side explained about the project financed by the French government that an additional clear water new transmission pipeline of 1,000 mm and 6.5 km proposed to connect the new terminal reservoir (Japanese Grant) and distribution network at the beginning of 800 mm dia. reinforcement pipeline to improve service pressure in town, particularly the Eastern area.

**8. Possibility of procurement from the third countries**

The Pakistani side agreed that there would be a possibility of procurement from other than Japan or Pakistan due to such reasons as availability of products, easiness and cost in both countries, and some other reasons. The Team explained that it is clearly mentioned in the relevant paragraph of Grant Agreement which would be signed by both sides after an approval of the Project by the Japanese government as quoted below and also in the item 3. Japan's Grant Aid Scheme (3) of Appendix 4 of this Minutes of Discussions.

**Grant Agreement**

**Article 3 Use of the Grant**

(1) The Grant shall be used by the Government of the Islamic Republic of Pakistan properly and exclusively for the purchase of such products of Japan or the Islamic Republic of Pakistan and such services of Japanese or Pakistani nationals necessary for the implementation of the Project as listed below (The term "nationals" whenever used in the G/A means Japanese physical persons or Japanese juridical persons controlled by Japanese physical persons in the case of Japanese nationals and Pakistani physical or juridical persons controlled by Pakistani physical persons in the case of Pakistani nationals.):

(a) equipment and services necessary for the procurement and the installation thereof;

(b) services necessary for the transportation of the products referred to in (a) above to ports in the Islamic Republic of Pakistan and those for internal transportation therein; and

(c) services necessary for the training in operating the equipment referred to in (a) above and the guidance in managing the equipment referred to in (a) above.

(2) Notwithstanding the provisions of sub-paragraph (1) above, when JICA and the Authority deem it necessary, the Grant may be used for the purchase of the products of the kind referred to in (a) of sub-paragraph (1) above, which are products of countries other than Japan or the Islamic Republic of Pakistan and the services of the kind referred to in (a), (b) and (c) of sub-paragraph (1) above, which are services of nationals of countries other than Japan or the Islamic Republic of Pakistan.

**9. Undertakings to be taken by the Pakistani side for the project implementation**

**(i) Procedure of PC-1 approval**

The Pakistani side agreed to coordinate the procedure for PC-1 immediately after the explanation of a draft final report of Outline Survey, so that the Japanese government could proceed with an approval process of the Project. The Pakistani side explained a procedure of approval by the Central Development Working Party / the Executive Committee of National Economic Council (CDWP / ECNEC).

(ii) Coordination for Environmental and social issues

The Pakistani side agreed to undertake necessary procedures with Department of Environment / Environmental Protection Agency of Punjab (EPA) to implement the Project especially an approval of reconstruction of the pumping station of the terminal reservoir.

(iii) Clearance and permission for the natural condition survey

The Pakistani side agreed to undertake necessary procedures for clearance and permission for the natural condition survey.

(iv) Land acquisition (land use agreement / temporary construction permission)

The Pakistani side agreed to obtain the relevant approval documents on land use agreement and temporary construction permission from respective government department in a timely manner, if land acquisition is to be necessary in the further survey.

(v) Tax exemption arrangement

The Pakistani side agreed to undertake necessary procedures for tax exemption and customs clearance of the products at the port of disembarkation.

10. Consultation

JICA and Faisalabad WASA will consult with each other in respect of any matter that may arise from or in connection with the Preparatory Survey (Outline Design Survey).



Handwritten signatures and initials, including a large signature on the left, several smaller initials, and a signature on the right.

## Appendix 2

## ATTENDANT LIST

## &lt;Pakistani Side&gt;

**Faisalabad Water and Sanitation Agency (WASA Faisalabad, FDA)**

Mr. Syed Zahid Aziz	Managing Director
Dr. Ijaz Ahmad Randhawa	Deputy Managing Director (Finance)
Mr. Muhammad Aslam	Deputy Managing Director (Engineering)
Mr. Waseem Ahmad Hashmi	Deputy Managing Director (Services)
Mr. Pervaiz Iqbal	Director, Planning & Design
Mr. Muhammad Ashraf	Director, Water Resources
Mr. Asghar Ali	Director, Construction II
Mr. Faqir Muhammad Ch.	Project Director (French)

**Housing Urban Development and Public Health Engineering Department (HUD&PHED), Government of Punjab**

Mr. Liaqat Ali Khaliq	Additional Secretary (A &H)
Mr. Muazzam Jamil	Deputy Secretary (UD)

**Planning and Development Department (P&D), Government of Punjab**

Mr. Arif Anwar Baloch	Secretary
Ms. Bushra Aman	Member (Social Infrastructure)
Mr. Sohail Akhtar Shahzad	Senior Chief (UD)
Mr. Khalid Sultan	Chief (ECA)
Ms. Aatqa Mahmood	Asstt. Chief (ECA)
Mr. Amjad Duraiz	Asstt. Chief (ECA)

**The Urban Unit, Planning and Development Department (P&D), Government of Punjab**

Dr. Kiran Farhan	Senior SWM Specialist
Mr. Farhat Saeed	Senior GIS specialist
Dr. M. Tahseen Aslam	Senior WS specialist

## &lt;Japanese Side&gt;

Mr. Yoshiki Omura	Leader of the Preparatory Survey Team / Senior Advisor of JICA
Mr. Hidetake Aoki	Planning Management / Staff of JICA Headquarter
Mr. Kenji Shinoda	Chief Consultant / WS Planner / O&M Planner
Mr. Takeshi Abe	Deputy Chief Consultant / Construction and Procurement Planner / Cost Estimator
Mr. Tamotsu Ishii	Machinery and Electric Planner
Mr. Daisuke Sakamoto	Facility Planner & Designer
Mr. Satoshi Ishida	Facility Planner & Designer / Groundwater Management Specialist

Appendix 3

TENTATIVE SCHEDULE

Year	2013						2014							
Month	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8
Preparation in Japan		□												
Work in Pakistan			■	■										
Work in Japan				□										
Explanation of the draft of Outline Design Survey report							■							
Preparation of the Outline Design Survey report													□	
Report	*1)						*2)							*3)

\*1) IC/R: Inception Report

\*2) DOD/R: Draft of Outline Design Report

\*3) F/R: Final Report

Handwritten signatures and initials, including a large signature on the left, several smaller initials in the middle, a signature on the right, and a small mark on the far right.

## Appendix 4

## JAPAN'S GRANT AID SCHEME

The Government of Japan (hereinafter referred to as "the GOJ") is implementing the organizational reforms to improve the quality of ODA operations, and as a part of this realignment, a new JICA law was entered into effect on October 1, 2008. Based on the law and the decision of the Government of Japan (hereinafter referred to as "the GOJ"), JICA has become the executing agency of the Grant Aid for General Projects, for Fisheries and for Cultural Cooperation, etc.

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

## 1. Grant Aid Procedures

The Japanese Grant Aid is conducted as follows-

- Preparatory Survey (hereinafter referred to as "the Survey")
  - The Survey conducted by JICA
- Appraisal & Approval
  - Appraisal by the GOJ and JICA, and Approval by the Japanese Cabinet
- Determination of Implementation
  - The Notes exchanged between the GOJ and a recipient country
- Grant Agreement (hereinafter referred to as "the G/A")
  - Agreement concluded between JICA and a recipient country
- Implementation
  - Implementation of the Project on the basis of the G/A

## 2. Preparatory Survey

## (1) Contents of the Survey

The aim of the Survey is to provide a basic document necessary for the appraisal of the Project by JICA and the GOJ. The contents of the Survey are as follows:

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

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

JICA requests the Government of the recipient country to take whatever measures are

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

(2) Selection of Consultants

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

(3) Result of the Survey

The Report on the Survey is reviewed by JICA, and after the appropriateness of the Project is confirmed, JICA recommends the GOJ to appraise the implementation of the Project.

**3. Japan's Grant Aid Scheme**

(1) The E/N and the G/A

After the Project is approved by the Cabinet of Japan, the Exchange of Notes (hereinafter referred to as "the E/N") will be signed between the GOJ and the Government of the recipient country to make a plea for assistance, which is followed by the conclusion of the G/A between JICA and the Government of the recipient country to define the necessary articles to implement the Project, such as payment conditions, responsibilities of the Government of the recipient country, and procurement conditions.

(2) Selection of Consultants

The consultant firm(s) used for the Survey will be recommended by JICA to the recipient country to also work on the Project's implementation after the E/N and the G/A, in order to maintain technical consistency.

(3) Eligible source country

Under the Japanese Grant Aid, in principle, Japanese products and services including transport or those of the recipient country are to be purchased. When JICA and the Government of the recipient country or its designated authority deem it necessary, the Grant Aid may be used for the purchase of the products or services of a third country. However, the prime contractors, namely, constructing and procurement firms, and the prime consulting firm are limited to "Japanese nationals".

(4) Necessity of "Verification"

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

(5) Major undertakings to be taken by the Government of the Recipient Country

In the implementation of the Grant Aid Project, the recipient country is required to undertake such necessary measures as Annex.

(6) "Proper Use"

The Government of the recipient country is required to maintain and use the facilities constructed and the equipment purchased under the Grant Aid properly and effectively and

Handwritten signatures and initials in black ink, including a large signature on the left, a smaller one in the middle, and a stylized mark on the right.

to assign staff necessary for this operation and maintenance as well as to bear all the expenses other than those covered by the Grant Aid.

- (7) "Export and Re-export"  
The products purchased under the Grant Aid should not be exported or re-exported from the recipient country.
- (8) Banking Arrangements (B/A)
- a) The Government of the recipient country or its designated authority should open an account in the name of the Government of the recipient country in a bank of Japan (hereinafter referred to as "the Bank"). JICA will execute the Grant Aid by making payments in Japanese yen to cover the obligations incurred by the Government of the recipient country or its designated authority under the Verified Contracts.
- b) The payments will be made when payment requests are presented by the Bank to JICA under an Authorization to Pay (A/P) issued by the Government of the recipient country or its designated authority.
- (9) Authorization to Pay (A/P)  
The Government of the recipient country should bear an advising commission of an Authorization to Pay and payment commissions to the Bank.
- (10) Social and Environmental Considerations  
A recipient country must ensure the social and environmental considerations for the Project and must follow the environmental regulation of the recipient country and JICA socio-environmental guidelines.

(End)

Handwritten signatures and initials in black ink, including a large signature on the left, a smaller one in the middle, and a stylized mark on the right.

Annex

Major Undertakings to be taken by Each Government

NO	Items	To be covered by the Grant	To be covered by Recipient side
1	To secure land		●
2	To clear, level and reclaim the site when needed		●
3	To construct gates and fences in and around the site		●
4	To construct the parking lot		●
5	To construct roads		
	1) Within the site	●	
	2) Outside the site		●
6	To construct the building	●	
7	To provide facilities for the distribution of electricity, water supply, drainage and other incidental facilities		
	1)Electricity		
	a.The distributing line to the site		●
	b.The drop wiring and internal wiring within the site	●	
	c.The main circuit breaker and transformer	●	
	2)Water Supply		
	a.The city water distribution main to the site		●
	b.The supply system within the site ( receiving and/or elevated tanks )	●	
	3)Drainage		
	a.The city drainage main ( for storm, sewer and others ) to the site		●
	b.The drainage system ( for toilet sewer, ordinary waste, storm drainage and others ) within the site	●	
	4)Gas Supply		
	a.The city gas main to the site		●
	b.The gas supply system within the site	●	
	5)Telephone System		
	a.The telephone trunk line to the main distribution frame / panel (MDF) of the building		●
	b.The MDF and the extension after the frame / panel	●	
	6)Furniture and Equipment		
	a.General furniture		●
	b.Project equipment	●	
8	To bear the following commissions to a bank of Japan for the banking services based upon the B/A		
	1) Advising commission of A/P		●
	2) Payment commission		●
9	To ensure prompt unloading and customs clearance at the port of disembarkation in recipient country		
	1) Marine(Air) transportation of the products from Japan to the recipient country	●	
	2) Tax exemption and customs clearance of the products at the port of disembarkation		●
	3) Internal transportation from the port of disembarkation to the project site	(●)	(●)
10	To accord Japanese nationals whose services may be required in connection with the supply of the products and the services under the verified contract such facilities as may be necessary for their entry into the recipient country and stay therein for the performance of their work		●
11	To exempt Japanese nationals from customs duties, internal taxes and other fiscal levies which may be imposed in the recipient country with respect to the supply of the products and services under the verified contract		●
12	To maintain and use properly and effectively the facilities constructed and equipment provided under the Grant Aid		●
13	To bear all the expenses, other than those to be borne by the Grant Aid, necessary for construction of the facilities as well as for the transportation and installation of the equipment		●

B/A: Banking Arrangement, A/P: Authorization to pay

(2) 署名済み討議議事録 (概要説明)

MINUTES OF DISCUSSIONS  
ON THE PREPARATORY SURVEY (THE OUTLINE DESIGN)  
ON THE PROJECT FOR REPLACEMENT OF PUMPING MACHINERY  
AT INLINE BOOSTER PUMPING STATION & TERMINAL RESERVOIR  
IN FAISALABAD  
IN THE ISLAMIC REPUBLIC OF PAKISTAN  
(EXPLANATION OF THE DRAFT REPORT)

Lahore, April 17, 2014



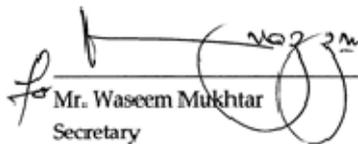
Mr. Syed Zahid Aziz  
Managing Director  
Water and Sanitation Agency  
Faisalabad Development Authority



Mr. Hidetake Aoki  
Leader,  
Preparatory Survey Team for Outline Design Study,  
Japan International Cooperation Agency



Mr. Noor ul Amin Mengal  
Director General  
Faisalabad Development Authority



Mr. Waseem Mukhtar  
Secretary  
Housing, Urban Development and Public  
Health Engineering Department,  
Government of Punjab



Mr. Arif Anwar Baloch  
Secretary  
Planning and Development Department,  
Government of Punjab



Mr. Shahid Ahmed Wakil  
Deputy Secretary  
Economic Affairs Division,  
Government of Pakistan

The Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA") has conducted the Preparatory Survey (the Outline Design) on THE PROJECT FOR REPLACEMENT OF PUMPING MACHINERY AT INLINE BOOSTER PUMPING STATION & TERMINAL RESERVOIR IN FAISALABAD (hereinafter referred to as "the Project"). Through discussions, field surveys, and technical examination of the study results in Japan, JICA prepared a draft final report of the survey.

In order to explain and to consult with the Government of the Islamic Republic of Pakistan (hereinafter referred to as "Pakistan") on the components of the draft final report, JICA dispatched to Pakistan the Draft Final Report Explanation Team (hereinafter referred to as "the Team"), headed by Mr. Hidetake Aoki, Deputy Director, Water Resources Management Division 1, Global Environment Department, JICA from the 10th to the 18th of April 2014.

As a result of discussions, both sides confirmed the main items described in the attached sheet.



Mr.



## ATTACHMENT

**1. Components of the Draft Final Report**

The Pakistani side agreed and accepted in principle the components of the draft final report explained by the Team. The project sites map and components are shown in Annex-1 and Annex-2.

**2. Responsible and implementation agency**

2-1). The Responsible Agency is the Housing Urban Development and Public Health Engineering Department, Government of Punjab (hereinafter referred to as "HUD&PHED").

2-2). The Implementing Agency is the Water and Sanitation Agency, Faisalabad Development Authority (hereinafter referred to as "Faisalabad WASA").

**3. Submission of the Final Report**

JICA will complete the final report in accordance with the confirmed items and send it to the Government of Pakistan in August 2014.

**4. Japan's Grant Aid Scheme**

4-1). The Pakistani side understood the Japan's Grant Aid Scheme explained by the Team, as described in Attachment 1 for Annex-5.

4-2). The Pakistani side will take the necessary measures, as described in Attachment 2 for Annex-5, for smooth implementation of the Project, as a condition for the Japanese Grant Aid to be implemented.

**5. Other Relevant Issues****5-1) Design of Pumping operation hours**

Pumping operation hours at present are 6 hours per day each for the terminal reservoir pumping stations of both the Chenab and the Jhang Branch Canal water supply systems. Based on the discussions, it is proposed in the preparatory survey that operating hours of both pumping stations be 6 and 9 hours per day respectively for 2020 due to affordability of bearing cost for additional operation hour and little revenue rise with extension of operation hour under the fixed billing system. First of all, the Team proposed that they should be 9 and 12 hours per day after the completion of the Project for the Chenab system and as designed in "THE PROJECT FOR THE EXPANSION OF WATER SUPPLY SYSTEM IN FAISALABAD IN ISLAMIC REPUBLIC OF PAKISTAN" for the Jhang Branch Canal system. The Pakistani side explained that introduction of metered billing system would be partially in progress with deployment of meters by the project financed by the French government and others. Faisalabad WASA is meeting with the water demand in principle in the current water service area and cannot expect a rise of revenue with

increase of water production under the current fixed billing system. By serving more areas as well as by installation of meters the revenue may increase. Furthermore, Faisalabad WASA and Government of the Punjab are striving to use water more efficiently and enhancing the coverage through this project by the French government. Faisalabad WASA promised to improve its management by raising the revenue and extend pumping operation hours of the terminal reservoir stations as designed, so that both facilities with cooperation of the Project and the above project would be appropriately utilized and water supply service would be improved.

**5-2) Project cost estimation and fairness**

The Team explained to the Pakistani side the estimated project cost as attached in Annex-3. Both sides confirmed that this cost estimation is provisional and would be examined further by the Government of Japan for its final approval. Furthermore, both sides confirmed that this project cost estimation is CONFIDENTIAL, and should not be duplicated in any forms or released to any other parties until the relevant contracts are awarded, in order to secure fairness of tender procedure.

**5-3) Necessary budget to be covered by the Pakistani side**

The Japanese side explained necessary project cost to be covered by the Pakistani side as attached in Annex-3. The Pakistani side agreed to secure necessary budget in order to bear necessary annual operation and maintenance cost.

**5-4) Tax Exemption**

The both sides confirmed that the tax exemption including Value Added Tax (VAT), customs duty, and any other taxes and fiscal levies in Pakistan, which is to be imposed in relation to the Project activities, will be ensured by the Pakistani side. Faisalabad WASA will take any necessary procedures for tax exemption, and in case that tax exemption is not secured, the cost of tax will be borne by Faisalabad WASA. The Pakistani side agreed to undertake necessary procedures for tax exemption and customs clearance of the products at the port of disembarkation.

**5-5) Undertakings of the Pakistani side**

The Team explained to the Pakistani side its undertakings as listed in Attachment 2 for Annex-5 and the Pakistani side understood and agreed to execute them. The following items are to be emphasized:

**1) Approval procedure of Planning Commission - I (PC-I) for the Project**

The Pakistani side explained that Faisalabad WASA would prepare and submit a PC-I document to HUD&PHED/P&D Board, Government of the Punjab and PC-I needed to be approved by the CDWP / Executive Committee of National Economic Council (ECNEC), the Government of Pakistan by the end of September 2014. The Pakistani side agreed to take necessary procedures to secure its approval.

**2) Procedure of Initial Environmental Examination (IEE)**

The Pakistani side agreed to complete necessary procedure of IEE with Department of Environment / Environmental Protection Agency of Punjab (EPA) by the end of January 2015 in

accordance with “the Environmental Protection Act 2012” of the Punjab province.

### 3) Technical assistance (“Soft Component”) of the Project

Both sides confirmed that the technical assistance (“Soft Component”) on the distribution pump operation for water pressure control in the distribution network was designed under the Project. To secure the effectiveness of the soft component, Faisalabad WASA agreed to assign competent and appropriate staff who can acquire the necessary skills and knowledge to apply to their job.

### 4) Relocation of incoming panel

The team explained that it is necessary to relocate the incoming panel at Terminal Reservoir which is managed by Faisalabad Electric Supply Company (FESCO). The Pakistani side agreed to it.

### 5) Secure the budget for operation and maintenance

The team explained that in order to operate the facilities that would have been developed by the Project effectively, it is necessary to secure the budget.

### 5-6) Specification of Inline Booster Pump and Distribution Pump

The team explained that the specification of Inline Booster Pumps was designed by consideration of designed intake flow and twenty-hour operation in a day. The team also explained that the specification of the Distribution Pumps was designed to distribute the whole of water volume from the Chenab well field by the pumps.

### 5-7) Design of Terminal Reservoir Pump Station

The Pakistani side had originally requested the rehabilitation of existing pump station to replace the distribution pumps. The team explained that a new pump station would be constructed near the entrance of the compound of Terminal Reservoir Pump station instead of rehabilitation of the existing pump station because of construction safety and minimum water supply outage.

### 5-8) Possibility of procurement from the third countries

The Pakistani side agreed that there would be a possibility of procurement from other than Japan or Pakistan due to such reasons as availability of products, easiness and cost in both countries, and others. The Team explained that it is clearly mentioned in the relevant paragraph of Grant Agreement which would be signed by both sides after an approval of the Project by the Japanese government as quoted below and also in the item 3. Japan’s Grant Aid Scheme (3) of Appendix 5 of this Minutes of Discussions.

#### Grant Agreement

#### Article 3 Use of the Grant

(1) The Grant shall be used by the Government of the Islamic Republic of Pakistan properly and exclusively for the purchase of such products of Japan or the Islamic Republic of Pakistan and such services of Japanese or Pakistani nationals necessary for the implementation of the Project as listed below (The term “nationals” whenever used in the

G/A means Japanese physical persons or Japanese juridical persons controlled by Japanese physical persons in the case of Japanese nationals and Pakistani physical or juridical persons controlled by Pakistani physical persons in the case of Pakistani nationals.):

- (a)equipment and services necessary for the procurement and the installation thereof;
- (b)services necessary for the transportation of the products referred to in (a) above to ports in the Islamic Republic of Pakistan and those for internal transportation therein; and
- (c)services necessary for the training in operating the equipment referred to in (a) above and the guidance in managing the equipment referred to in (a) above .

(2) Notwithstanding the provisions of sub-paragraph (1) above, when JICA and the Authority deem it necessary, the Grant may be used for the purchase of the products of the kind referred to in (a) of sub-paragraph (1) above, which are products of countries other than Japan or the Islamic Republic of Pakistan and the services of the kind referred to in (a),(b) and (c) of sub-paragraph (1) above, which are services of nationals of countries other than Japan or the Islamic Republic of Pakistan.

**5-9) Distribution pump operation for water pressure control in the distribution network**

The Pakistani side understood that increase of capacity of distribution pumps would improve distribution amount and pressure during peak time in a day. On the other hand, the distribution network facilities had been updated partially under the French project for leakage reduction and control and would need to be improved so that Faisalabad WASA could distribute more water with higher pressure. The Team explained that Faisalabad WASA needed to execute a water pressure management plan to operate the pumps appropriately in order to avoid an increase of water leakage and burst of distribution pipes based on the Technical assistance ("Soft Component") of the Project. Both sides agreed with it.

**5-10) Asset management in the distribution network**

As discussed above, Faisalabad WASA explained to execute asset management and proper investment in the distribution network to reduce leakage and distribute more water with higher pressure in order to improve water supply service quality so that the revenue with water supply would rise.

**5-11) Management improvement**

The Team mentioned referring THE PUNJAB DRINKING WATER POLICY that the government of Punjab was conducting Institutional Reform Program in the Urban Water Service Providing Government Agencies in order to not only improve service delivery but also address allied issues such as introduction of metered rate system, rationalization of tariff, improvement of tariff collection rate, improvement in management of organization and introduction of performance monitoring systems so as to ensure that the WASAs are transformed into a progressive; accountable and financially viable institution by the year 2016.

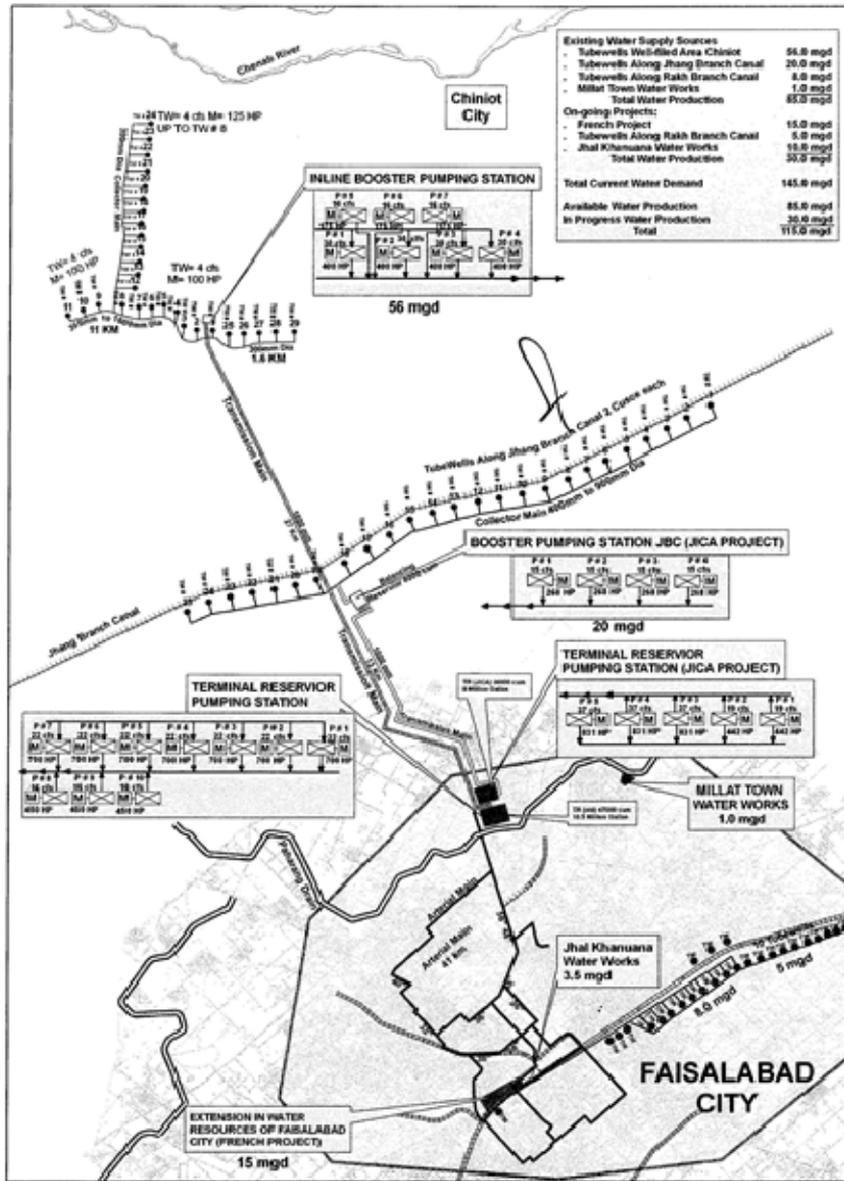
The Team pointed out that the operational loss had recently been increasing as the total operational expenditure had grown as shown in Annex-4. The Team explained that the Project would contribute to cost reduction by a technical approach for reduction of energy consumption

by replacement of pumps, but it was still necessary for Faisalabad WASA. to make efforts to reduce operational expenditure and for the Government of Punjab to rationalize water tariff or continue to provide subsidy to improve the financial status.

- Annex-1 Project Sites map
- Annex-2 Components of the Project and designed pump operation hours
- Annex-3 Project cost to be borne by each government
- Annex-4 Financial status of Faisalabad WASA
- Annex-5 Japan's Grant Aid Scheme



PROJECT SITES MAP



*J.P.M.*

*R*

## Annex- 2

## COMPONENTS OF THE PROJECT AND DESIGNED PUMP OPERATION HOURS

## 1. COMPONENTS OF THE PROJECT

## (i) Project Site

Within the service area for Faisalabad WASA, in Faisalabad, Punjab

## (ii) Civil/Mechanical works

Water Facilities, Equipment:

Inline Booster Pump station:

Booster Pumps (48.8 m<sup>3</sup>/min ×4 nos., 24.4 m<sup>3</sup>/min ×2 nos.)

Miscellaneous Works:

Yard Piping, Transformer, Panels, Flow meter, and Hoist crane, etc.

Terminal Reservoir Pump station:

Distribution Pumps (63.0 m<sup>3</sup>/min ×4 nos., 31.5 m<sup>3</sup>/min ×2 nos.)

Pump station (included the pump room and electrical room)

Miscellaneous Works:

Yard Piping, Transformer, Panels, Flow meter, Hoist crane, and Rehabilitation of Reservoir leakage, etc.

## (iii) Consulting Services

- Detailed design
- Assistance for tendering
- Construction supervision
- Technical assistance (soft component)

## 2. DESIGNED PUMPING OPERATION HOURS FOR THE TERMINAL RESERVOIRS

Chenab water supply system: 6 hours per day

Jhang Branch Canal water supply system: 9 hours per day

**Confidential**

**PROJECT COST TO BE BORNE BY EACH GOVERNMENT**

1. Project Cost by the Japanese Grant Aid

Total Project Cost to be borne by Japan Grant Aid: Approximately   
Constructions and Procurement of equipment   
Soft Component   
Detailed Design and Construction Supervision 

2. Project Cost by the Pakistani Government

Total Project Cost to be borne by the Pakistani Government: Approximately JPY12.0 Million.  
(equivalent to approx. PKR 10.6 Million).  
Banking arrangement  
Relocating the incoming panel at Terminal Reservoir  
Public awareness campaign for water conservation



(Applied conversion rate: PKR1 = JPY 1.13)



Annex- 4

## FINANCIAL STATUS OF FAISALABAD WASA

Million Rs.

	2011-2012	2012-2013	2013-2014 (Plan)
<b>1. Income</b>			
Water and sewerage charges	431	543	630
UIP Tax	140	224	300
Subsidy from the Punjab government	179	262	262
Subsidy from World Bank	—	—	292
Other revenue	83	70	83
Total	833	1099	1567
<b>2. Expenditure</b>			
Personnel cost	420	543	587
Electricity charge	319	470	510
Operation and maintenance expense	170	190	220
Total	909	1203	1317
Balance	-76	-104	250

## JAPAN'S GRANT AID SCHEME

The Government of Japan (hereinafter referred to as "the GOJ") is implementing the organizational reforms to improve the quality of ODA operations, and as part of this realignment, JICA was re-organized on October 1, 2008. After the re-organization of JICA, following the decision of the GOJ, Grant Aid for General Project is extended by JICA.

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

## 1. Grant Aid Procedures (Attachment 1)

Japanese Grant Aid is conducted as follows:

- Preparatory Survey (hereinafter referred to as "the Survey")
  - The Survey conducted by JICA
- Appraisal & Approval
  - Appraisal by the GOJ and JICA, and Approval by the Japanese Cabinet
- Determination of Implementation
  - The Notes exchanged between the GOJ and a recipient country
- Grant Agreement (hereinafter referred to as "the G/A")
  - Agreement concluded between JICA and a recipient country
- Implementation
  - Implementation of the Project on the basis of the G/A

## 2. Preparatory Survey

## (1) Contents of the Survey

The aim of the Survey is to provide a basic document necessary for the appraisal of the Project by JICA and the GOJ. The contents of the Survey are as follows:

- Confirmation of the background, objectives, and benefits of the Project and also institutional capacity of agencies concerned of the recipient country necessary for the implementation of the Project.
- Evaluation of the appropriateness of the Project to be implemented under the Grant Aid Scheme from a technical, financial, social and economic point of view.
- Confirmation of items agreed on by both parties concerning the basic concept of the Project.
- Preparation of an outline design of the Project.
- Estimation of costs of the Project.

The contents of the original request by the recipient country are not necessarily approved in their initial form as the contents of the Grant Aid project. The Outline Design of the Project is confirmed considering the guidelines of the Japan's Grant Aid scheme.

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

(2) Selection of Consultants

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

(3) Result of the Survey

The Report on the Survey is reviewed by JICA, and after the appropriateness of the Project is confirmed, JICA recommends the GOJ to appraise the implementation of the Project.

3. Japan's Grant Aid Scheme

(1) The E/N and the G/A

After the Project is approved by the Cabinet of Japan, the E/N will be signed between the GOJ and the Government of the recipient country to make a plea for assistance, which is followed by the conclusion of the G/A between JICA and the Government of the recipient country to define the necessary articles to implement the Project, such as payment conditions, responsibilities of the Government of the recipient country, and procurement conditions.

(2) Selection of Consultants

The consultant firm(s) used for the Survey will be recommended by JICA to the recipient country to also work on the Project's implementation after the E/N and the G/A, in order to maintain technical consistency.

(3) Eligible source country

Under the Japanese Grant Aid, in principle, Japanese products and services including transport or those of the recipient country are to be purchased. When JICA and the Government of the recipient country or its designated authority deem it necessary, the Grant Aid may be used for the purchase of the products or services of a third country. However, the prime contractors, namely, constructing and procurement firms, and the prime consulting firm are limited to "Japanese nationals". (The term "Japanese nationals" means persons of Japanese nationality or Japanese corporations controlled by persons of Japanese nationality.)

(4) Necessity of "Verification"

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

(5) Major undertakings to be taken by the Government of the Recipient Country

In the implementation of the Grant Aid Project, the recipient country is required to undertake such necessary measures as Attachment 2

(6) Proper Use

The Government of recipient country is required to maintain and use the facilities

constructed and the equipment purchased under the Grant Aid properly and effectively and to assign staff necessary for this operation and maintenance as well as to bear all the expenses other than those covered by the Grant Aid.

(7) Export and Re-export

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

(8) Banking Arrangements (B/A)

- a) The Government of the recipient country or its designated authority should open an account in the name of the Government of the recipient country in a bank in Japan (hereinafter referred to as "the Bank"). JICA will execute the Grant Aid by making payments in Japanese yen to cover the obligations incurred by the Government of the recipient country or its designated authority under the Verified Contracts.
- b) The payments will be made when payment requests are presented by the Bank to JICA under an Authorization to Pay (A/P) issued by the Government of the recipient country or its designated authority.

(9) Authorization to Pay (A/P)

The Government of the recipient country should bear an advising commission of an Authorization to Pay and payment commissions to the Bank.

(10) Social and Environmental Considerations

A recipient country must ensure the social and environmental considerations for the Project and must follow the environmental regulation of the recipient country and JICA socio-environmental guideline.

Handwritten signatures and initials in black ink, including a large signature on the left and several smaller initials on the right.

## A5. ソフトコンポーネント計画書

### 1. ソフトコンポーネントを計画する背景

「パキスタン国ファイサラバード市送水施設改善計画」は、「パ」国の第三の都市である、パンジャブ州ファイサラバード市において、チェナブ井戸群を水源とした水道施設の中継ポンプ場及び最終配水池のポンプを更新することにより、施設運転の安定化及び、エネルギー消費の効率化により送配水コストを削減することを目的とするものである。協力対象事業は、チェナブ水源系中継ポンプ場のポンプ設備更新、最終配水場のポンプ設備更新及びこれに伴うポンプ棟建設、既存最終配水池の漏水補修工事である。

#### 1) 現状

本件の対象となるチェナブ水源系の上水道施設は、チェナブ井戸群より揚水され中継ポンプ場を介して最終配水場まで送水し、その後最終配水場ポンプ棟より市内へ配水する上水道施設である。最終配水場には、チェナブ水源系に加え、ジャン・ブランチ・カナル沿いの井戸群を水源とする最終配水池、ポンプ設備等の施設（JBC系）も併設されている。チェナブ系、JBC系双方からの配水量を現在は1本の配水本管にて市内に配水しているが、現在進行中のフランス融資事業の完成に伴って、将来は最終配水場から2本の配水本管により市内に配水される計画となっている。

現在、チェナブ系中継ポンプ場及び最終配水場ポンプ棟に設置されているポンプは、設置後20年以上が経過しポンプの更新時期を過ぎており、一部のポンプが故障により停止している。また中継ポンプ場の増圧ポンプは、ポンプ効率の低下によりチェナブ井戸群の取水可能量全量を送水できておらず、最終配水場においては配水ポンプの故障発生頻度が高くなり給水サービスの安定性が低下している。最終配水場においては配水ポンプの設置位置が原因となるキャビテーションの発生により、複数のポンプが停止しており、時間最大需要に対応できていない状況である。

#### 2) ソフトコンポーネントの必要性

本プロジェクトの実施により、チェナブ系水源における取水可能量全量をポンプ配水により市内に配水することが可能となり、水供給環境が改善される。この場合、時間当たりのポンプ配水量、ポンプの運転台数が現在の運転状況と異なることから、完成後の施設について FWASA のスタッフに対してポンプ維持管理、配水量に応じたポンプ運転台数の制御方法を施設設置後の試運転・初期操作時に指導する。

一方、現在は市内の漏水を少なくするためにポンプ運転時に揚程（45m）に対して20m程度に減圧した上で市内へ配水しているが、本プロジェクトにより市内へのポンプ配水量が増加することで、バルブによる減圧の制御を適宜変更させる必要がある。また、現在チェナブ系配水本管のみで配水している配水量が、現配水本管とフランス融資事業による配水本管とに分割されるため、配水本管内の流量が現在と変わり、配水量に応じた配水圧のコントロールが必要となる。現在、チェナブ系、JBC系の最終配水場のポンプ設備それぞれの運転が実施されているものの、配水圧

コントロールを念頭に置いた並列運転や 2 系統化に伴う配水圧調整を行うには技術水準が十分であるとは言えない。適正配水圧にて市内に配水するためには、上述の初期操作指導と共に、チェナブ系、JBC 系水道施設の並列運転、配水本管の 2 系統化と配水圧コントロールを指導することによる施設運転の円滑な立ち上がりを支援することが不可欠である。よって、協力対象事業の一部として、ソフトコンポーネントの実施を計画する。ソフトコンポーネントは、「ポンプ配水後の二次側の水圧低減技術の向上」について実施するものとする。

## 2. ソフトコンポーネントの目標

本プロジェクトの終了後、相手国実施機関の継続的な活動により、配水量に応じた水圧管理に基づく、市内への配水が可能になる。よって、「配水量に応じた配水圧コントロールを支援すること」をソフトコンポーネントの目標とする。

## 3. ソフトコンポーネントの成果

上記の目標を実現するために、ソフトコンポーネントを実施した結果として達成されるべき成果は、「ポンプ配水後の二次側の水圧低減が適切に実施される。」ことである。

## 4. 成果達成度の確認方法

上記の成果の達成度を確認する項目、及び確認方法を以下のとおりとする。

表1 成果達成度の確認方法

成果	達成度の確認項目	確認方法
ポンプ配水後の二次側の水圧低減が適切に実施される。	配水量と水圧の関係を理解できるか	理解度試験を実施
	配水量に応じた減圧のためのバルブ操作ができるか	配水流量と水圧の実測により評価

## 5. ソフトコンポーネントの活動（投入計画）

### （1）基本方針

ポンプ運転に係るソフトコンポーネント業務担当者は、JBC系配水ポンプの運転と組み合わせて配水圧をコントロールするためのソフトコンポーネントを実施する。その後、ソフトコンポーネントに関する成果の達成度を把握し、その結果を取りまとめた後、把握された結果を確認し、ソフトコンポーネント完了報告書を相手国側主管官庁及び実施機関、ならびに日本側に提示する。

## (2) 概要

ソフトコンポーネントにより、現地における OJT にて、配水量に基づくバルブの操作、バルブの開度設定の実習を実施する。以下に投入計画及び活動内容を示す。

表2 ソフトコンポーネント活動内容

成果:ポンプ配水後の二次側の水圧低減が適切に実施される		
実施年度:国債第3年度(最終年度)		
日本側の必要な技術・業種	配水計画、水圧管理経験者	
相手国側の現況の技術水準 と必要とされる技術水準	現状ではバルブの開度を固定した状態で市内への配水を行っている。求める技術水準としては、バルブの操作経験があり、バルブの開閉と水圧の関係についての知識があることが必要である	
対象者	運転部門(バルブ操作計画担当者(1名)、バルブ操作担当者(2名))	
実施方法	現地 OJT	
活動内容	資料準備	ソフトコンポーネント計画書の作成 ・FWASA へのソフトコンポーネントの説明 ・現地施設確認、JBC系配水ポンプの運転マニュアルの見直し ・計画書作成、FWASA の承認 アンケート、理解度試験の作成
	序論	配水計画・水圧管理に係る理論の講義 ・本計画の施設概要・施設能力の説明 ・施設(チェナブ系・JBC系)の配水計画の説明 ・配水計画における流量と水圧に係る説明 ・配水流量に応じた水圧の低減方法の説明 担当者の役割、責任範囲の明確化 アンケート、理解度試験の実施
	水圧管理方法 の立案・作成	バルブ操作マニュアルの立案(バルブ操作計画担当者) ・既存バルブ状態確認 ・バルブ操作計画の策定 ・操作マニュアル作成 バルブ操作記録簿の立案及び作成
	バルブ操作指 導	バルブ操作に係る実践による指導(バルブ操作担当者を中心) ・配水量に応じたバルブの開度操作 ・バルブ操作に伴う水圧管理 ・バルブ操作記録簿の記入
	実施・モニタリ ング	FWASA 担当者による運用 ・配水量に応じたバルブの開度操作 ・バルブ操作に伴う水圧管理 ・バルブ操作記録簿の記入 バルブ操作マニュアルの策定
	成果の確認と実 施機関への提 言	バルブ操作記録簿のレビュー バルブ操作の実施による確認 理解度試験の実施 実施機関への提言
	実施 リソース	担当者 日本人コンサルタント(1名) 期間 現地: 1.00 M/M



## 8. ソフトコンポーネントの成果品

ソフトコンポーネントの成果品は、以下のとおりである。

表4 ソフトコンポーネント成果品(案)

成果品名	提出先	備考
Final report(ソフトコンポーネント完了報告書 英語版)	施主、JICA	
ソフトコンポーネント完了報告書 日本語版	JICA	
活動の実施状況が確認できる資料(現地の写真等含む)	JICA	
実施機関職員へのアンケート結果	JICA	
バルブ操作マニュアル	施主、JICA	別紙参照

なお、水圧管理等を行うために必要なマニュアルは、ソフトコンポーネントにおいて基本的な知識・技術を習得するために有効な資料である。これらは英語で作成すると共に、ウルドゥー語にても準備し、ソフトコンポーネントに活用する。

## 9. ソフトコンポーネントの概略事業費

ソフトコンポーネントの概略事業費は、以下のとおりである。

表5 ソフトコンポーネントの概略事業費(単位:千円)

項目	金額	備考
直接人件費	778	
直接経費	937	現地再委託費の該当なし
間接費	995	
合計	2,710	

## 10. 相手国側の責務

ソフトコンポーネントの目標を達成するために、以下について継続的な「パ」国側による実施が必要である。

- ・ ソフトコンポーネントに必要な人員、講習施設を確保する。
- ・ ソフトコンポーネントで研修を受けたスタッフを、同施設で継続的に業務に従事させる。
- ・ バルブ操作マニュアルに則った配水圧低減方法を遵守する。

## 別紙1 バルブ操作マニュアル（案）

バルブ操作マニュアルは、以下の項目を含む計画とする。

## バルブ操作マニュアル（案）

項目	概要
バルブ操作管理体制	バルブ操作責任者、バルブ操作担当者の選任 担当者の責務 バルブ操作全体の監督・運転・指導・報告 バルブの操作、労働災害防止、現場作業員の指導・研修 バルブ操作記録簿作成
バルブ操作の計画	需要の短期変動、季節変動に伴う水圧管理方法及びバルブ操作方法
バルブ操作管理の実施	バルブ操作時の確認（操作日、バルブ No、配水量、配水圧など）
緊急時の対策	連絡体制、要因別対応
書類・帳簿の整備	バルブ操作記録簿の記録

## A 6. 参考資料

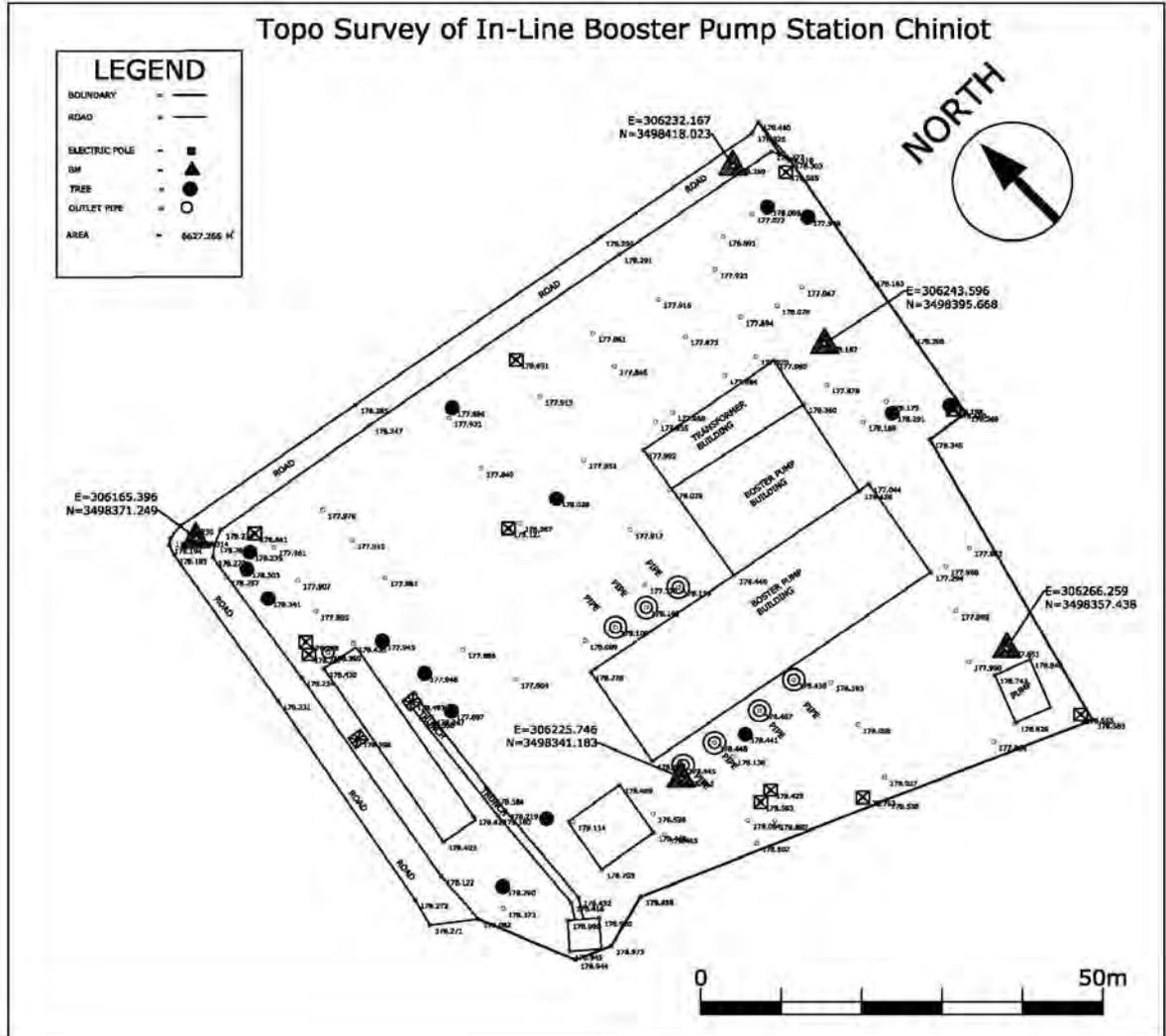
No	名称	形態 図書・ビデオ・ 写真等	オリジナル /コピー	発行機関	発行年
1	Presentation on WASA(FDA) Faisalabad	図書	コピー	Water and Sanitation Agency, FDA, Faisalabad	2013
2	Presentation on Project for Extension of Water Resources for Faisalabad City Phase-I (French Funded Project)	図書	コピー	Water and Sanitation Agency, FDA, Faisalabad	2013. 1
3	Presentation on Project for Extension of Water Resources for Faisalabad City Phase-I (French Funded Project)	図書	コピー	Water and Sanitation Agency, FDA, Faisalabad	2013. 7
4	Artenal Main Additional Calculation Note	図書	コピー	Water and Sanitation Agency, FDA, Faisalabad	2013
5	Extension of Water Resources for Faisalabad City Phase-I, Modified PC-I	図書	コピー	Water and Sanitation Agency, FDA, Faisalabad	2009
6	Plan of Arterial Main	図書	コピー	Water and Sanitation Agency, FDA, Faisalabad	2013
7	Pakistan Economic Survey 2012-13	図書	コピー	Ministry of Finance	2013
8	Faisalabad Environmental Infrastructure Master Plan Study Final Report	図書	コピー	Water and Sanitation Agency, FDA, Faisalabad	1993
9	Contract 12W-A, Chlorination Facilities	図書	コピー	Water and Sanitation Agency, FDA, Faisalabad	2011
10	Contract 12W-B, Inline Booster Pump Station	図書	コピー	Water and Sanitation Agency, FDA, Faisalabad	2011
11	Contract 16W, Terminal Reservoir Pump Station	図書	コピー	Water and Sanitation Agency, FDA, Faisalabad	2011
12	Electric Bill for JBC Booster Pump Station and TW	図書	コピー	Water and Sanitation Agency, FDA, Faisalabad	2013
13	Electric Bill for ADB Booster Pump Station and TW	図書	コピー	Water and Sanitation Agency, FDA, Faisalabad	2013
14	Electric Bill for TR (ADB and JBC)	図書	コピー	Water and Sanitation Agency, FDA, Faisalabad	2013
15	Executive Summary of Annual Plan_2012-2013	図書	コピー	Government of Pakistan	2012
16	Punjab Drinking Water Policy	図書	コピー	Government of Punjab	2010
17	Monthly Progress Report	図書	コピー	Water and Sanitation Agency, FDA, Faisalabad	2013
18	Summary of Development Budget	図書	コピー	Water and Sanitation Agency, FDA, Faisalabad	2012
19	Water Supply Sources, Current and Proposed	図書	コピー	Water and Sanitation Agency, FDA, Faisalabad	2013

No	名称	形態 図書・ビデオ・ 写真等	オリジナル /コピー	発行機関	発行年
20	Connection Details Domestic, Commercial and Industrial	図書	コピー	Water and Sanitation Agency, FDA, Faisalabad	2013
21	Tariff for Water supply	図書	コピー	Water and Sanitation Agency, FDA, Faisalabad	2013
22	Non-Development Budget	図書	コピー	Water and Sanitation Agency, FDA, Faisalabad	2013
23	Operational Receipts	図書	コピー	Water and Sanitation Agency, FDA, Faisalabad	2012
24	Abstract of Posts Budget	図書	コピー	Water and Sanitation Agency, FDA, Faisalabad	2012
25	Budget Targets and Operating Expenditures	図書	コピー	Water and Sanitation Agency, FDA, Faisalabad	2012
26	Concept Clearance Paper for the project	図書	コピー	Water and Sanitation Agency, FDA, Faisalabad	2012
27	Proposed Tariff	図書	コピー	Water and Sanitation Agency, FDA, Faisalabad	2013
28	Summary of Non Development Budget	図書	コピー	Water and Sanitation Agency, FDA, Faisalabad	2012
29	Pump Operation Record of Chenab TW	図書	コピー	Water and Sanitation Agency, FDA, Faisalabad	2013
30	Pump Operation Record of Chenab Inline Booster Pump Station	図書	コピー	Water and Sanitation Agency, FDA, Faisalabad	2013
31	Pump Operation Record of JBC Inline Booster Pump Station	図書	コピー	Water and Sanitation Agency, FDA, Faisalabad	2013
32	Pump Operation Record of Terminal Reservoir	図書	コピー	Water and Sanitation Agency, FDA, Faisalabad	2013
33	Location Map of Collector Main	図書	コピー	Water and Sanitation Agency, FDA, Faisalabad	2013
34	Location Map of Transmmission Main	図書	コピー	Water and Sanitation Agency, FDA, Faisalabad	2013
35	Building Code of Pakistan Seismic Provision - 2007	図書	コピー	Ministry of Housing and Works, Government of Pakistan	2007

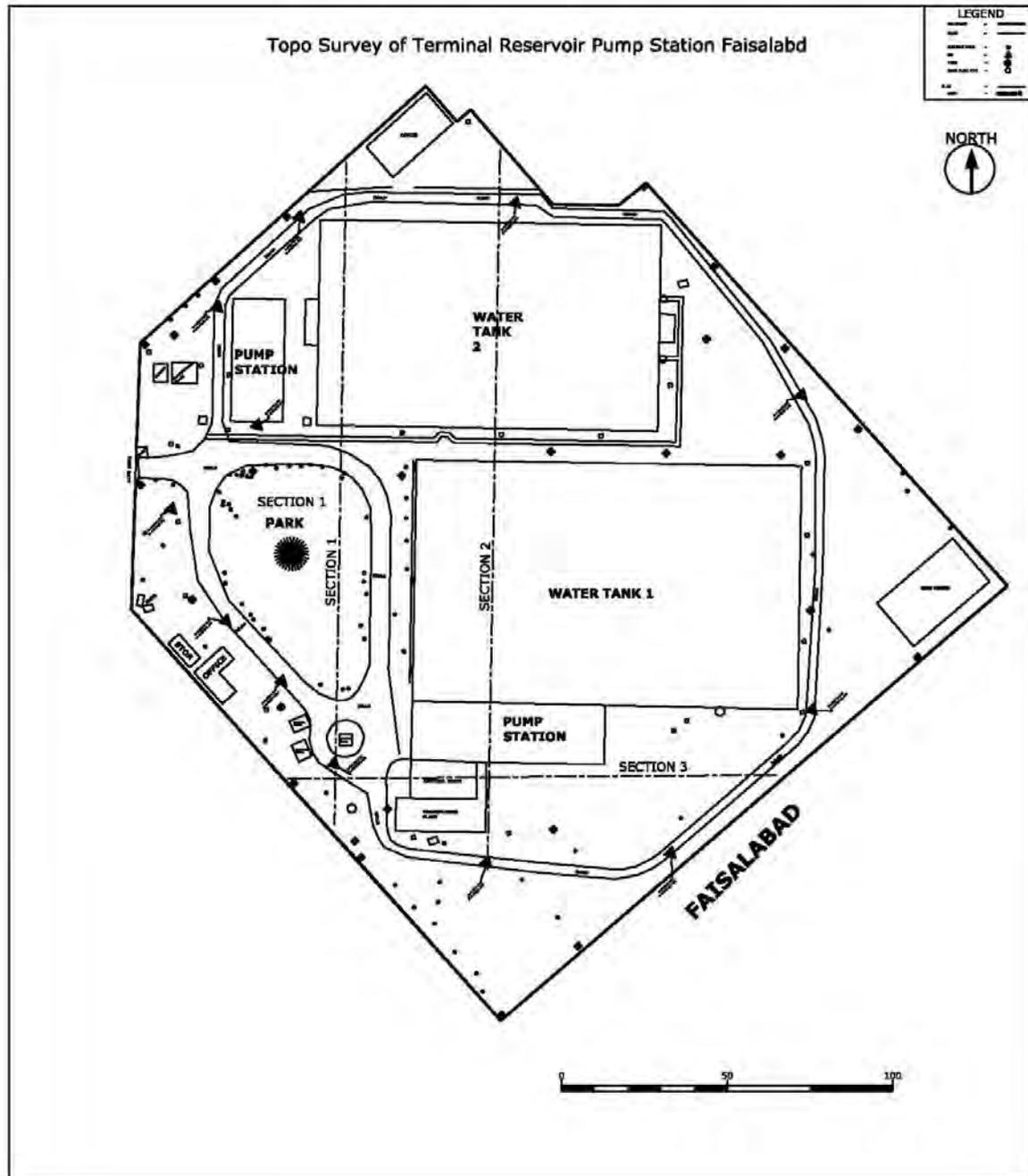
A7. その他の資料・情報

(1) 地形測量結果

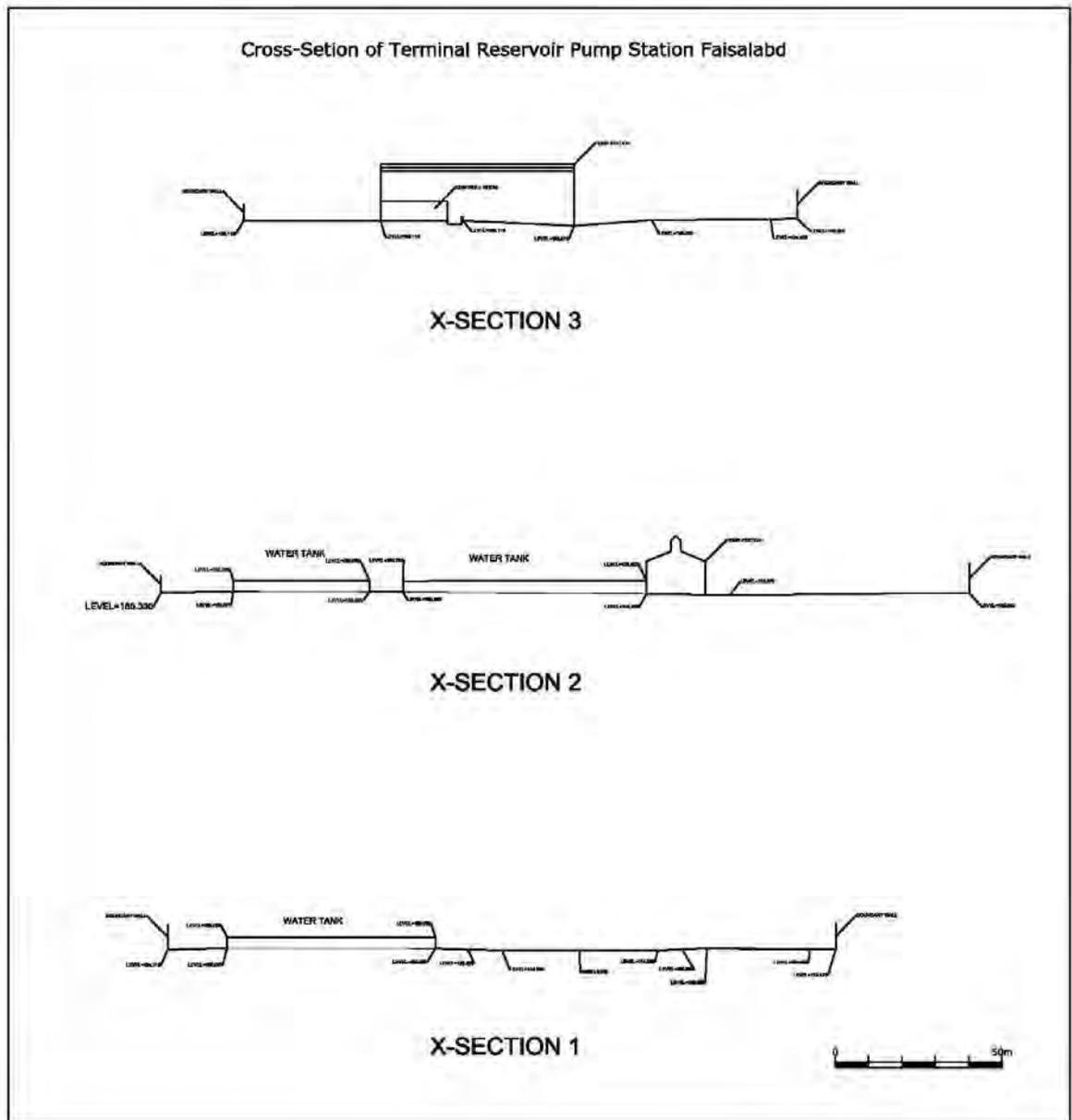
1) チェナブ系中継ポンプ場平面図



2) 最終配水場平面図



3) 最終配水場横断面図



Design Study - Replacement of Pumping Machinery Faisalabad

SUBSURFACE EXPLORATION SURVEY REPORT  
FOR  
THE OUTLINE DESIGN STUDY ON THE  
PROJECT FOR REPLACEMENT OF  
PUMPING MACHINERY AT INLINE BOOSTER  
PUMPING STATION & TERMINAL RESERVOIR  
IN FAISALABAD IN THE  
ISLAMIC REPUBLIC OF PAKISTAN

*Consultant*

M/s Kokusai Kogyo Co., Ltd.  
Tokyo Japan

SEPTEMBER 2013

**NOON GEO TECH**

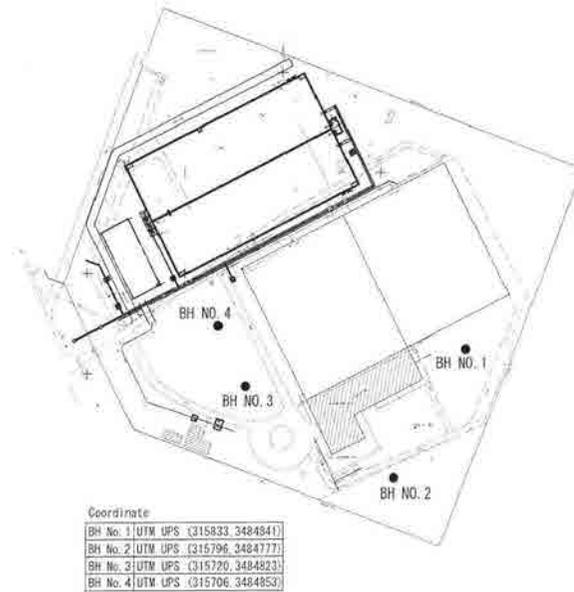
Soil & Foundation Engineers

61-A, Public Health Engineering Society, LDA Avenue-I, Raiwind Road Lahore  
Tel: (042) 35029651, 0300-4237551, e-mail: noongeotech@hotmail.com

*Table of Contents*

LOCATION OF BOREHOLE POINTS	1
A. INTRODUCTION	2
B. SITE VISIT	2
C. SCHEDULE OF FIELD WORK	3
D. SCOPE OF WORK	3
E. FIELD INVESTIGATIONS	4
E-1 DRILLING.....	4
F. STANDARD PENETRATION TEST	4
F-1 METHODOLOGY.....	4
F-2 OBJECTIVE.....	4
G. BULK DENSITY, FIELD M.C. %AGE	7
H. WATER TABLE	7
I. BEARING CAPACITY ANALYSIS	7
J. PRECAUTION	8
ANNEXURE-1	
BORE LOG - BORE HOLE NO.1	10
BORE LOG - BORE HOLE NO.2	11
BORE LOG - BORE HOLE NO.3	12
BORE LOG - BORE HOLE NO.4	13
ANNEXURE-2	
PICTURES - BORE HOLE NO.1	14
PICTURES - BORE HOLE NO.2	16
PICTURES - BORE HOLE NO.3	18
PICTURES - BORE HOLE NO.4	20

LOCATION OF BOREHOLE POINTS



SUBSURFACE EXPLORATION SURVEY

FOR

THE OUTLINE DESIGN STUDY ON THE PROJECT FOR REPLACEMENT OF PUMPING MACHINERY AT INLINE BOOSTER PUMPING STATION & TERMINAL RESERVOIR IN FAISALABAD IN THE ISLAMIC REPUBLIC OF PAKISTAN

A. INTRODUCTION

M/s Kokusal Kogyo Co., Ltd., Tokyo, Japan have desired a design study on the project for *Replacement of Pumping Machinery at Inline Booster Pumping Station & Terminal Reservoir in Faisalabad in the Islamic Republic of Pakistan*, to improve the facility of drinking water for the inhabitants of Faisalabad City. The site is located at Chak 7 in Faisalabad city.

Therefore, the services of *M/s Noon Geo Tech*, Lahore had been hired for the performance of in-situ test i.e. Standard Penetration Test for N-Value. The field work was carried out during the month of September 2013.

B. SITE VISIT

The site was visited on 06.09.2013. The locations for test were marked by the consultant's representative Mr. Daisuke Sakamoto Professional Engineer, in

the presence of M/s Kenji Shinoda Civil Engineer and Takeshi Abe Civil Engineer from M/s Kokusai Kogyo Co., Ltd., Tokyo, Japan.

Engr. Muhammad Adnan, Assistant Director WASA and representative of M/s Noon Geo Tech were also present during site visit and it was decided that the site would be explored on 07.09.2013 and 08.09.2013.

### C. SCHEDULE OF FIELD WORK

Two boring points for SPT (Point No.1 & 2) were drilled on 07.09.2013 and the other two boring points were explored on the next day i.e. 08.09.2013.

### D. SCOPE OF WORK

As per TOR for Subsurface Exploration Survey at site, following scope of work was given by the Consultant:

1. Execution of four (4) boreholes up to maximum depth of 10-meter depth in overburden soil by hand auger drilling method including backfilling of boreholes to their original position.
2. To perform SPT's at 1-meter interval up to the drilled depth.
3. To perform density test.
4. To log soil strata of boreholes as per ASTM D-2488.
5. To locate water table.
6. Preparation of Final Report.

### E. FIELD INVESTIGATIONS

The field investigation was carried out on 07.09.2013 and 08.09.2013, under the supervision of Mr. Takeshi Abe Civil Engineer on both days.

#### E-1 DRILLING

As per recommended practice of ASTM D-420, the site was explored with percussion method. The holes were advanced by chopping the subsoil and then cleaning it by bailing out the soil with the bailer attached with the percussion string



### F. STANDARD PENETRATION TEST

#### F-1 METHODOLOGY

Standard Penetration Tests (SPTs) were performed in the boreholes in accordance with ASTM D1586.

The exploratory borings were drilled using hand auger drilling method.

#### F-2 OBJECTIVE

The objective of this test is to ascertain the resistance afforded to the penetration apparatus in order to obtain an estimate of the in-situ properties. The test gives valuable information about the degree of compactness of the soil. As per TOR, this test was performed up to maximum 10-meter depth at

an interval of 1-meter. The N-values of strata are given below as well as on logs (Annexure-1).

**BORE HOLE - 1**

Depth (meter)	SPT N-Value	Compactness	Consistency
1	4+5+5=10	-	Stiff
2	2+3+3=6	-	Firm
3	3+4+5=9	-	Stiff
4	3+4+6=10	-	Stiff
5	7+9+10=19	Medium Dense	-
6	7+8+10=18	Medium Dense	-
7	8+9+11=20	Medium Dense	-
8	9+9+10=19	Medium Dense	-
9	9+11+12=23	Medium Dense	-
10	9+11+13=24	Medium Dense	-

**BORE HOLE - 2**

Depth (meter)	SPT N-Value	Compactness	Consistency
1	3+4+5=9	-	Stiff
2	3+3+5=8	-	Stiff
3	3+4+6=10	-	Stiff
4	3+4+5=9	-	Stiff
5	5+7+8=15	-	Stiff
6	4+5+7=12	-	Stiff
7	7+8+10=19	Medium Dense	-
8	6+7+9=16	Medium Dense	-
9	6+8+10=18	Medium Dense	-
10	8+10+12=22	Medium Dense	-

**BORE HOLE - 3**

Depth (meter)	SPT N-Value	Compactness	Consistency
1	2+3+3=6	-	Firm
2	4+5+6=11	-	Stiff
3	3+5+6=11	-	Stiff
4	3+5+7=12	-	Stiff
5	7+10+11=21	Medium Dense	-
6	7+9+11=20	Medium Dense	-
7	8+10+11=21	Medium Dense	-
8	9+11+12=23	Medium Dense	-
9	10+12+13=25	Medium Dense	-
10	10+11+13=24	Medium Dense	-

**BORE HOLE - 4**

Depth (meter)	SPT N-Value	Compactness	Consistency
1	3+4+5=9	-	Stiff
2	3+5+6=11	-	Stiff
3	4+5+6=11	Medium Dense	-
4	5+7+7=14	Medium Dense	-
5	5+8+9=17	Medium Dense	-
6	6+10+11=21	Medium Dense	-
7	7+9+11=20	Medium Dense	-
8	8+11+12=23	Medium Dense	-
9	9+11+13=24	Medium Dense	-
10	10+11+13=24	Medium Dense	-

**G. BULK DENSITY, FIELD M.C. %AGE**

The samples collected from boreholes have been subjected for determination of their bulk density and field moisture content. The values are given below:

Sr. No.	Bore Hole No.	Depth (meter)	Bulk density (g/cc)	Moisture Content (%)
1	1	5.5	1.534	1.87
2	2	5.5	1.957	8.32
3	3	4.5	1.611	2.14
4	3	5.5	1.525	2.03
5	4	5.5	1.593	1.94

**H. WATER TABLE**

The water table at proposed site was not encountered up to drilled depth from the existing ground level during September 2013.

**I. BEARING CAPACITY ANALYSIS**

The consultant has desired to calculate allowable bearing capacity at 5-meter depth. Taking into consideration the width/depth (B/D) ratio, it is assumed that the foundation will be moderately deep where strip or column footing may become uneconomical for load spreading. Further it has been desired to calculate footing on the basis of N-Value. The formula taken from "Bow" Book "Foundation Analysis & Design" (5<sup>th</sup> Edition) for 25mm, 40mm, 50mm & 60mm settlement. The following relation has been adopted to calculate allowable load for Raft footing.

$$q_a = N_{cs}/0.08 (\Delta H_o/25) kd \text{ (kpa)}$$

- Where
- q<sub>a</sub> = Allowable bearing load (kN/m<sup>2</sup>) TSF
  - N<sub>cs</sub> = Corrected average SPT N-value = 13
  - ΔH<sub>o</sub> = Desired settlement
  - kd = 1 + 0.33 D/B ≤ 1.33
  - D = Depth of footing = 5m = 16.4 feet from EGL
  - B = Width of footing
  - = 20 feet (minimum dimension assumed)
  - R<sub>w</sub>' = Water table correction = R<sub>w</sub>'

Depth of footing (D)	Corrected average N-value	kd	Allowable load at (q <sub>a</sub> ) Settlement (TSF)			
			25mm	40mm	50mm	60mm
5 meter (16.4-ft) below from EGL for BH-1, BH-3 & BH-4	14	1.4	2.28	3.64	4.56	5.47
5 meter (16.4-ft) below from EGL for BH-2	12	1.4	2.10	3.36	4.20	5.04

1 TSF = 107.2512 kN/m<sup>2</sup>

Note: *In case water table is close or within the foundation influence zone or there is excessive seepage of water through footing, the allowable load must be considered half of the calculated.*

**J. PRECAUTION**

Following safety measures be taken:

- 1) The compaction of foundation trenches must be ensured to a minimum level of 95% modified proctor in accordance with ASTM/AASHTO Standards prior to the placement of foundation.

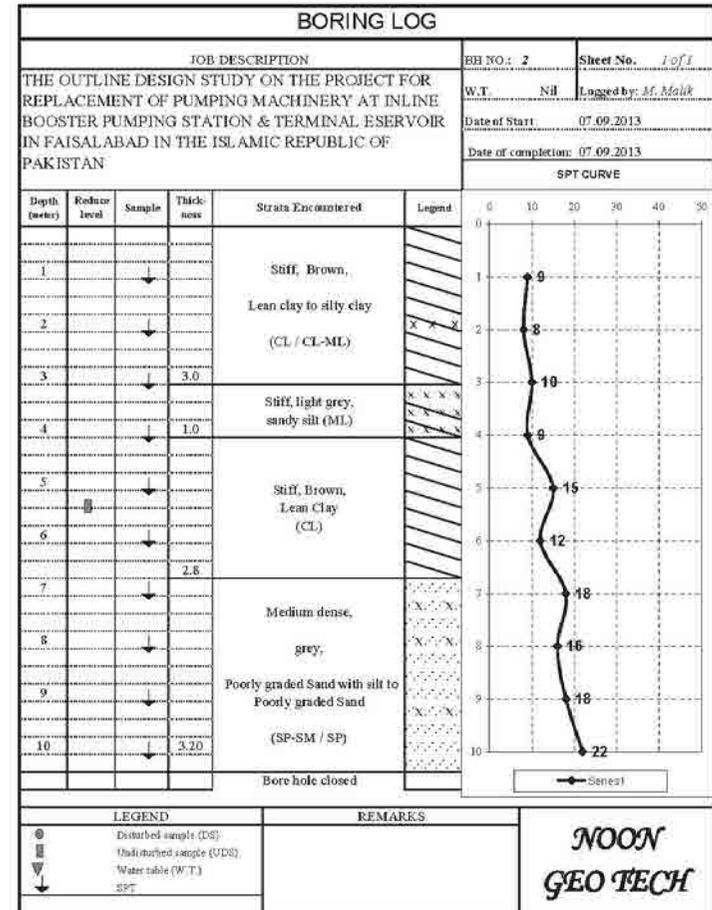
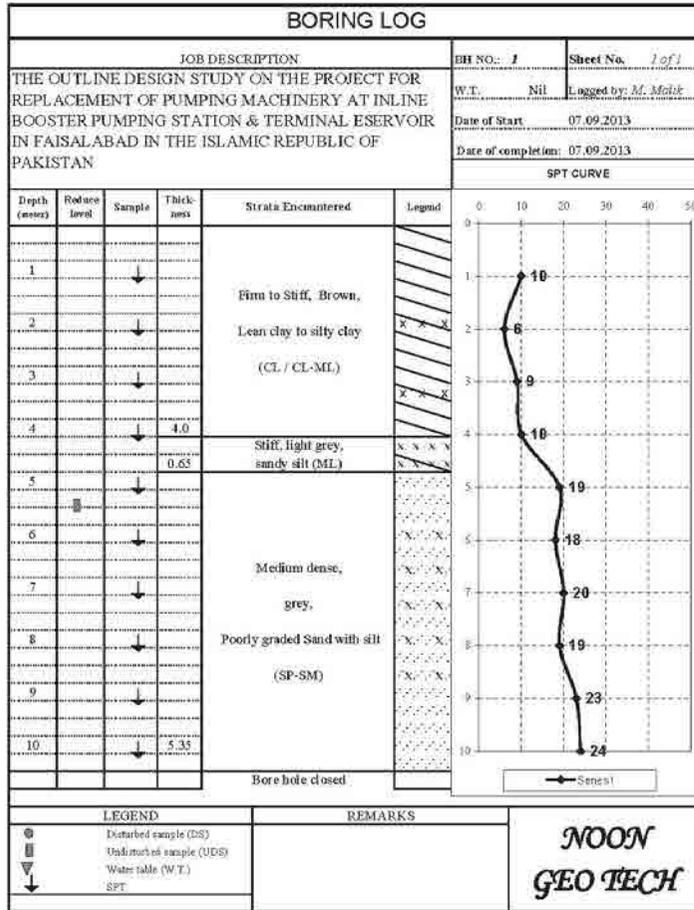
Design Study - Replacement of Pumping Machinery Faisalabad

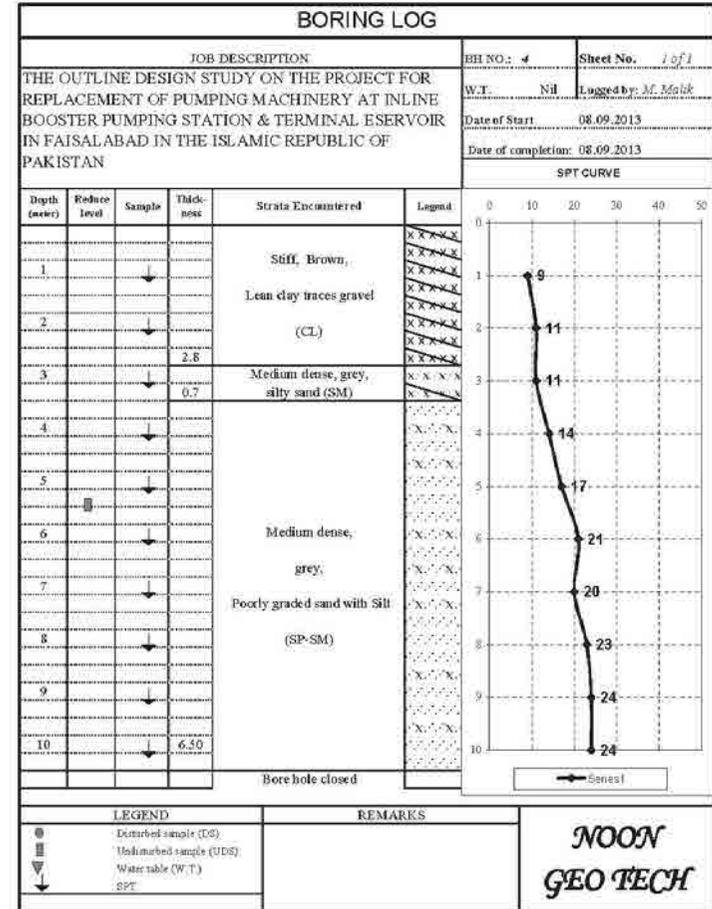
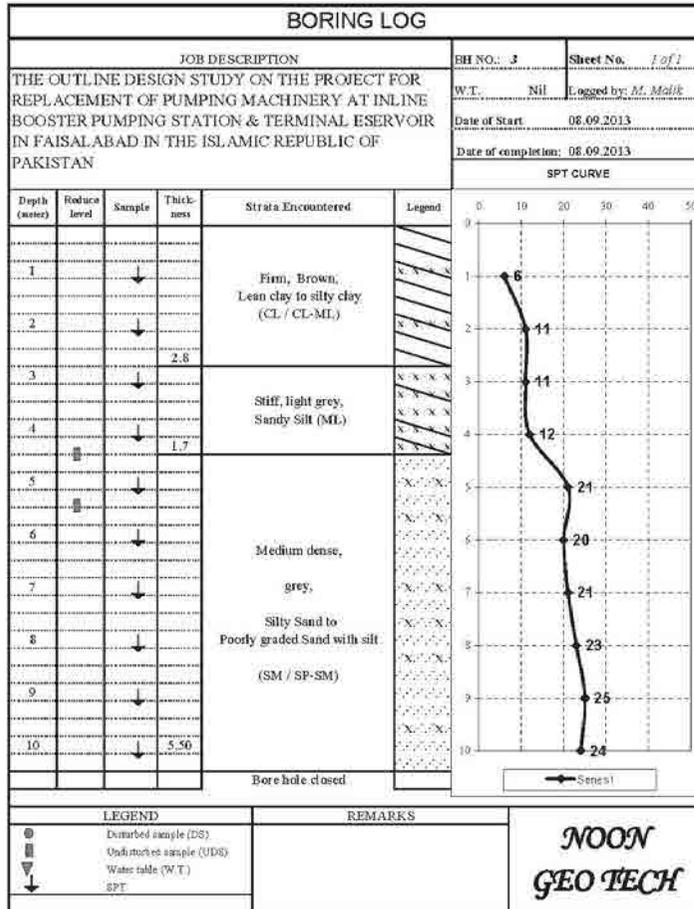
- 2) The area around the building should be suitably drained. Ingress of moisture from any source will be harmful to the foundation. There should be no leakage of water and sewerage lines. These lines should be sufficiently away from the foundations.
- 3) The foundations should not be laid on any loose pocket or filling.

DIRECTOR  
for NOON GEO TECH

ANNEXURE-1

## BORING LOGS





# PICTORIAL VIEW

## ANNEXURE-II

Design Study - Replacement of Pumping Machinery Faisalabad

BORE HOLE POINT NO.1



Design Study - Replacement of Pumping Machinery Faisalabad



Design Study - Replacement of Pumping Machinery Faisalabad

BORE HOLE POINT NO.2



Design Study - Replacement of Pumping Machinery Faisalabad



Design Study - Replacement of Pumping Machinery Faisalabad

**BORE HOLE POINT NO.3**

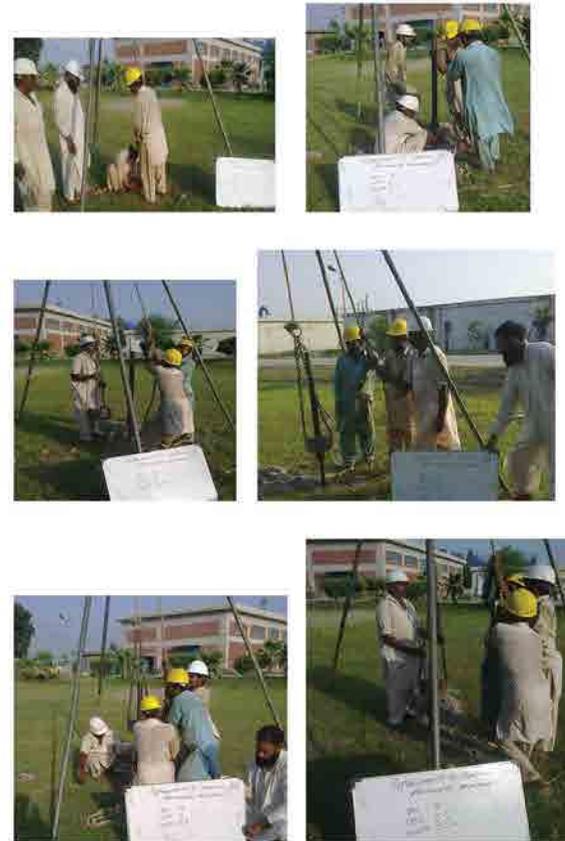


Basin Study - Replacement of Pumping Machinery Faisalabad



Basin Study - Replacement of Pumping Machinery Faisalabad

**BORE HOLE POINT NO.4**



Design Study - Replacement of Pumping Machinery Faisalabad



**PUMP OUT TEST ANALYSIS REPORT FOR TUBEWELLS  
IN FAISALABAD WELL FIELD**

**1. INTRODUCTION**

Pump out tests were carried out on four existing tube-wells, 2, 8, 13 and 23 of Faisalabad water supply well-field. The tests are:

- i) Constant discharge test for a period of 4 hours. Water levels during the test were observed in a single observation well located at a distance of 4.0 meters.
- ii) After four hour pumping, recovery phase started and during this phase water levels were observed in the observation well.
- iii) A step test was also carried on the same well. Duration of each step was one hour. Water levels could not be measured within the tube-well. However, water levels, during the test, were observed in the observation well.
- iv) During pumping phase of all the tube-well, water levels were also observed in a nearby tube-well to estimate the interference effect.

Objectives of the tests were to estimate:

- Transmissibility of the aquifer;
- Hydraulic conductivity of the aquifer material;
- Storage coefficient;
- Radius of influence.

**2. PREVIOUS STUDY**

During the well construction period, pump out test data of Well-2 was analyzed. Results of the analysis are given below:

i)	Well Number:	Well-02	Well-13	
ii)	Date:	Mar-10-1988	Jun-06-1988	
iii)	Depth of Well:	118.9	124.9	m
iv)	Design discharge:	408	408	m <sup>3</sup> /hr
v)	Screen length:	49.5	49.4	m
vi)	Screen diameter:	200	200	mm
vii)	Screen material:	SS Steel	SS Steel	
viii)	Static water level:	2.54	4.93	m

Date: 10-10-2013

ix)	Test discharge:	510	510	m <sup>3</sup> /hr
x)	Pumping water level after two hours:	8.25	10.11	m
xi)	Drawdown after two hours:	5.71	5.19	m
xii)	Specific capacity:	89.2	98.43	m <sup>3</sup> /hr.m
xiii)	Transmissibility:	14,694	17,653	m <sup>2</sup> /day
xiv)	Hydraulic conductivity:	0.00339	0.00413	m/sec.
xv)	Hydraulic conductivity:	293	357	m/day

**3. TUBEWELL DATA**

Detailed pump out test data for the tested wells is attached as Appendix-A. Salient features of the tests are given below:

- i) Salient features of the constant pumping test are given in Table-1.
- ii) Salient features of the step-test are given in Table-2.
- iii) Water level observation data for the constant discharge tests is given in Table-3.
- iv) Water level observation data for step tests is given in Table-4.
- v) Water level observation data, during recovery phase, is given in Table-5.

**4. PUMP OUT TEST ANALYSIS**

The pump test data given above was analyzed by the following methods:

- i) Constant discharge test (Pumping Phase): This curve-matching method and Cooper-Jacob straight line method.
- ii) Constant discharge test (Recovery Phase): Straight line method.
- iii) Step test (Step-1 only): This curve-matching method and Cooper-Jacob straight line method.

**4.1 Theis Curve-Matching Method**

Drawdown in a single full penetrating well, for steady flow in confined and unconfined aquifers that are homogeneous, isotropic and infinite in the horizontal extend, is given by the following relationship developed by Theis (1935):

Confined Case:

$$(H-h_w) = \frac{Q}{4\pi T} W(u) \quad \text{(Eq-1)}$$

Date: 10-10-2013

Where:

$(H-h_w)$  = drawdown ( $s_w$ ) in the well

$Q$  = Discharge of well

$u$  =  $r^2S/4\pi Tt$

$T$  = transmissibility of the aquifer

$t$  =time of pumping

$W(u)$  = Theis well function and is expressed by the following series:

$$W(u) = -0.5772 - \ln(u) + u - u^2/(2 \cdot 2!) + u^3/(3 \cdot 3!) - u^4/(4 \cdot 4!) + \dots \quad (\text{Eq.2})$$

Relationship for drawdown in an observation well at a distance "r" from the pumped well is:

$$s = Q/(4\pi T) \cdot W(u) \quad (\text{Eq.3})$$

After rearranging:

$$T = Q/(4\pi s) \cdot W(u) \quad (\text{Eq.4})$$

Relationship for storage coefficient "S" is:

$$S = 4Ttu/r^2 \quad (\text{Eq.5})$$

Analysis of the constant pumping test data, by using Theis method, is given in Graphs 1 to 4. Similarly, analysis of the step pumping test data, by using Theis method, is given in Graphs 5 to 8.

#### 4.2 Cooper-Jacob Straight Line Method

The value of  $W(u)$  is the sum of an infinite series. When the value of "u" is small, less than 0.01, the higher order terms of infinite series are negligible and can be ignored. With the Cooper-Jacob assumption, drawdown is:

$$(H-h_w) = Q/4\pi T \{-0.5772 - \ln(u)\} \quad (\text{Eq.6})$$

$$(H-h_w) = Q/4\pi T \cdot \ln(2.25Tt/r^2S) \quad (\text{Eq.7})$$

The result of this simplification is that the integral expression of the Theis equation is replaced by a much simple function. The other benefit of this simplification is that the plot of time on x-axis as a logarithmic scale and drawdown on the y-axis as a linear scale give straight line which is easy to analyze.

For the estimation of transmissibility, the following relationship is used:

$$T = 2.3Q/(4\pi \Delta s) \quad (\text{Eq.8})$$

Date: 30-10-2013

3

Where:

$\Delta s$  is drawdown per log cycles of plot

For storage coefficient:

$$S = 2.25Tt_0/r^2 \quad (\text{Eq.9})$$

Where:

" $t_0$ " is time for zero drawdown in the observation well

"r" is the distance of observation well from the pumped well.

Analysis of the constant pumping test data, by using Cooper-Jacob method, is given in Graphs 9 to 12. Similarly, analysis of the step pumping test data, by using Cooper-Jacob method, is given in Graphs 13 to 16.

#### 4.3 Theis Method Using Recovery Data

Transmissibility can be estimated from the following relationship by using recovery data:

$$T = 2.3Q/4\pi s' \log(t/t') \quad (\text{Eq.10})$$

Where:

$Q$  is the discharge of well during pumping phase

$t$  is time since pumping starts

$t'$  is time since pumping stops

$s'$  is the residual drawdown

Analysis of the constant pumping test by using recovery data is given in Graphs 17 to 20.

#### 5. PUMP OUT TEST RESULTS

Aquifer parameters estimated through the above stated methods are given in Table-6. Summary of the results is:

**Well Number 2:** Transmissibility values range from 16394 to 50420  $m^2/day$ . Hydraulic conductivity is worked out after dividing transmissibility values by aquifer thickness which is assumed to be 50 meters. The hydraulic conductivity values range from 328 to 1008  $m/day$ . Values of estimated storage coefficient range from 8.75E-09 to 1.34E-03.

**Well Number 8:** Transmissibility values range from 18123 to 33824  $m^2/day$ . The hydraulic conductivity values range from 362 to 676  $m/day$ . Values of estimated storage coefficient range from 5.80E-10 to 5.84E-05.

Data collected during constant pumping is not reliable as there is too much fluctuation of drawdown.

Date: 30-10-2013

4

**Well Number 13:** Transmissibility values range from 19411 to 25783 m<sup>2</sup>/day. The hydraulic conductivity values range from 388 to 516 m/day. Values of estimated storage coefficient range from 4.48E-10 to 6.23E-07.

**Well Number 23:** Transmissibility values range from 32415 to 63749 m<sup>2</sup>/day. The hydraulic conductivity values range from 648 to 1275 m/day. Values of estimated storage coefficient range from 9.98E-11 to 1.02E-08.

Data collected during step test shows a decreasing drawdown as the pumping time increases.

#### 6. RADIUS OF INFLUENCE

To check the radius of influence of the pumping wells, water levels in two observation points at various distances, was observed while pumping was performed in the well. Observations do not indicate any interference effect at a distance of 500 and 1000 meters.

#### 7. CONCLUSIONS

Conclusions derived from the pump out test analysis are:

**Transmissibility:** It ranges from 16394 to 63749m<sup>2</sup>/day with a median value of 24919 m<sup>2</sup>/day.

**Hydraulic Conductivity:** Transmissibility divided by aquifer thickness (assumed equal to well screen length, 50 meters) comes out to be 328 to 1275 m/day with a median value of 498m/day, which in FPS units is 0.0189ft/sec. Hydrogeological investigations were carried out by WAPDA, in Punjab Region, with the help of US Geological Survey. Forty nine pump-out tests were carried out during nineteen sixties. Hydraulic conductivity values estimated in Rechna Doab area ranged from 0.0009 to 0.101ft/sec with an average value of 0.0056 ft/sec. The hydraulic conductivity values estimated during the current tests are outside of the range estimated by WAPDA.

**Storage Coefficient:** This parameter ranges from 9.98E-11 to 6.29E-03, which indicates confined aquifer conditions. During hydrogeological investigations carried out by WAPDA, in Punjab Region, it was observed that Punjab aquifers behave as confined aquifers during early time of pumping. But after three to four days of pumping, these aquifers behave as unconfined aquifers and their specific yield of Rechna Doab aquifer varies from 0.01 to 0.33 with an average value of 0.13.

Specific Yield is the ratio of the volume of water a rock or soil will yield by gravity drainage to the volume of the rock or soil.

Storage Coefficient or Storativity is the volume of water an aquifer releases from or takes into storage per unit surface area of the aquifer per unit change in head. In an unconfined aquifer, the storage coefficient is equal to the specific yield.

**Interference Between Wells:** To check the radius of influence of the pumping wells, water levels in two observation points at various distances, was observed while pumping was performed in a the well. Observed data indicates that there is no interference between wells.

**Well Losses and Well Efficiency:** Water levels could not be measured within the tubewells. Therefore, well losses and well efficiency cannot be estimated.

**Radius of Influence:** The radius of influence of a pumping well can be estimated if drawdown data for three or more than three observation wells, located at different distances, is available. But in current tests drawdown is available in only one observation well. Therefore, radius of influence cannot be worked out from this data.

However, by the use of Sichardt equation some estimate can be made. The equation is:

$$R = 3000 * DD * (K)^{0.5} \quad \text{(Eq.11)}$$

Where:

R is radius of influence in meters.

DD is drawdown in the well in meters.

K is the hydraulic conductivity in m/sec

Assuming that drawdown within the well ranges between 1.0 to 2.0 meters. By applying Sichardt equation, values of estimated radii of influence are:

Serial Number	K (m/day)	K (m/sec)	DD (m)	R (m)	R (ft)
1	353	0.0041	0.50	96	315
2	353	0.0041	1.00	192	629
3	353	0.0041	1.50	288	944
4	353	0.0041	2.00	384	1258
5	498	0.0058	0.50	114	374
6	498	0.0058	1.00	228	747
7	498	0.0058	1.50	342	1121
8	498	0.0058	2.00	456	1494

#### B. FINAL REMARKS

- During pump out tests, drawdown was observed in an observation well located at a distance of 4.0 meters.
- Drawdown within the well could not be observed as there was no space available to lower the measuring device.
- Drawdowns observed seem to be on lower side with the result, the estimated values of transmissibility and hydraulic conductivity are too high.
- If, this data is to be used for future design, then it is suggested that the minimum values of transmissibility and hydraulic conductivity estimated herein, be used.

v) During the construction of these tubewells, pump out tests were carried out on Well-02 and Well-13. The results of these tests are more realistic and are close to the minimum values estimated during the current tests. Therefore, these results can also be adopted for future application. For comparison of previous and recent results are given below:

Well Number:	Well-02	Well-13	
Transmissibility (1988)	14,694	17,633	m <sup>2</sup> /day
Transmissibility (minimum for 2013)	16,394	19,411	m <sup>2</sup> /day

Date: 30-10-2013

7

TABLE-1: CONSTANT DISCHARGE TEST DATA

Well Number:	2	8	13	23
Test Date:	Oct-04-2013	Oct-6-2013	Oct-08-2013	Oct-10-2013
Design Discharge:	cusec	4.0	4.0	4.0
Test Discharge (Q):	m <sup>3</sup> /hour	330	253	349
Thickness of Aquifer:	m	50	50	50
Length of Well Screen (Ls):	m	48.8	48.8	48.8
Static Water Level:	m	13.92	16.62	18.83
Pumping Water Level:	m	14.28	16.95	19.53
Maximum Drawdown:	m	0.36	0.33	0.70
Test Duration:	minutes	240	240	240

TABLE-2: STEP DISCHARGE TEST DATA

Well Number:	2	8	13	23
Test Date:	Oct-04-2013	Oct-6-2013	Oct-08-2013	Oct-10-2013
Design Discharge:	cusec	4.0	4.0	4.0
Test Discharge (Q):	m <sup>3</sup> /hour	209	152	152
Thickness of Aquifer:	m	50	50	50
Length of Well Screen (Ls):	m	48.8	48.8	48.8
Static Water Level:	m	13.86	16.57	18.78
Pumping Water Level:	m	14.07	16.79	19.07
Maximum Drawdown:	m	0.21	0.22	0.29
Test Duration:	minutes	60	60	60

Date: 30-10-2013

8

TABLE-3: WATER LEVEL DATA FOR CONSTANT PUMPING TESTS

Elapsed Time (min)	Drawdown (meters)			
	TW-2	TW-8	TW-13	TW-23
0	0.000	0.000	0.000	0.000
1	0.180	0.270	0.540	0.280
2	0.220	0.290	0.560	0.285
3	0.236	0.310	0.570	0.280
4	0.236	0.310	0.580	0.280
5	0.260	0.310	0.590	0.285
6	0.280	0.310	0.590	0.285
7	0.270	0.310	0.590	0.285
8	0.276	0.320	0.600	0.290
9	0.276	0.320	0.610	0.290
10	0.280	0.320	0.610	0.285
12	0.280	0.320	0.620	0.290
14	0.286	0.320	0.620	0.290
16	0.286	0.330	0.620	0.300
18	0.290	0.330	0.630	0.300
20	0.296	0.330	0.630	0.300
26	0.300	0.330	0.630	0.300
30	0.306	0.330	0.630	0.305
36	0.310	0.330	0.640	0.310
40	0.316	0.320	0.640	0.315
45	0.320	0.330	0.650	0.310
50	0.296	0.310	0.650	0.310
55	0.296	0.370	0.660	0.310
60	0.296	0.350	0.660	0.310
70	0.300	0.370	0.670	0.310
80	0.300	0.380	0.670	0.315
90	0.330	0.370	0.670	0.320
100	0.330	0.325	0.680	0.320
110	0.330	0.325	0.680	0.320
120	0.310	0.330	0.690	0.320
120	0.310	0.330	0.690	0.320
140	0.316	0.330	0.690	0.325
160	0.320	0.330	0.700	0.325
180	0.320	0.330	0.700	0.325
200	0.320	0.330	0.700	0.335
220	0.330	0.330	0.700	0.335
240	0.330	0.330	0.700	0.340

Date: 30-10-2013

9

TABLE-4: WATER LEVEL DATA FOR STEP PUMPING TESTS

Elapsed Time (min)	Drawdown (meters)			
	TW-2	TW-8	TW-13	TW-23
0	0.000	0.000	0.000	0.000
1	0.160	0.190	0.270	0.080
2	0.160	0.190	0.270	0.210
3	0.160	0.190	0.260	0.160
4	0.160	0.190	0.260	0.140
5	0.165	0.190	0.260	0.120
6	0.165	0.190	0.270	0.110
7	0.170	0.190	0.270	0.110
8	0.170	0.190	0.270	0.110
9	0.170	0.190	0.270	0.110
10	0.170	0.200	0.270	0.110
12	0.170	0.210	0.270	0.110
14	0.175	0.210	0.275	0.100
16	0.175	0.210	0.275	0.100
18	0.190	0.220	0.275	0.105
20	0.190	0.220	0.280	0.110
26	0.190	0.220	0.280	0.100
30	0.195	0.220	0.290	0.100
36	0.200	0.225	0.290	0.100
40	0.200	0.225	0.290	0.100
46	0.200	0.225	0.290	0.100
50	0.205	0.230	0.290	0.100
56	0.210	0.230	0.290	0.100
60	0.210	0.220	0.290	0.100

Date: 30-10-2013

10

TABLE-5: WATER LEVEL DATA DURING RECOVERY TESTS

Elapsed Time (min)	Residual Drawdown			
	TW-2	TW-8	TW-13	TW-23
0	0.360	0.330	0.700	0.340
1	0.295	0.160	0.160	0.110
2	0.160	0.110	0.130	0.090
3	0.130	0.090	0.120	0.070
4	0.115	0.080	0.110	0.070
6	0.110	0.070	0.120	0.060
6	0.100	0.165	0.090	0.060
7	0.095	0.060	0.090	0.060
8	0.090	0.060	0.090	0.060
9	0.085	0.050	0.080	0.050
10	0.080	0.050	0.080	0.050
12	0.075	0.050	0.070	0.050
14	0.070	0.050	0.060	0.040
16	0.065	0.040	0.060	0.040
18	0.065	0.040	0.050	0.040
20	0.060	0.040	0.050	0.040
25	0.050	0.030	0.050	0.030
30	0.045	0.030	0.050	0.030
35	0.040	0.030	0.040	0.020
40	0.035	0.020	0.040	0.020
45	0.030	0.020	0.030	0.020
50	0.025	0.010	0.030	0.020
55	0.020	0.010	0.030	0.010
60	0.020	0.000	0.030	0.010

Date: 10-19-2013

11

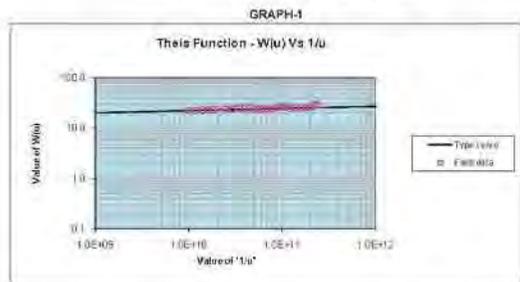
TABLE-6: PUMP OUT TEST RESULTS

Well Number	Method Used	Transmissibility (m <sup>2</sup> /day)	Hydraulic Conductivity (m/day)	Storage Coefficient
Well-2	Constant discharge-Theis	50,420	1008	8.75E-09
Well-2	Constant discharge-Cooper-Jacob	18,408	368	6.29E-03
Well-2	Constant discharge-Recovery	16,394	328	4.65E-06
Well-2	Step test-Theis	25,147	503	4.37E-04
Well-2	Step test-Cooper-Jacob	22,028	441	1.34E-03
<b>Mean</b>		<b>22,028</b>	<b>441</b>	
Well-8	Constant discharge-Theis	33,824	676	5.87E-09
Well-8	Constant discharge-Cooper-Jacob	26,814	536	4.89E-07
Well-8	Constant discharge-Recovery	18,213	364	1.44E-09
Well-8	Step test-Theis	33,384	668	5.80E-10
Well-8	Step test-Cooper-Jacob	18,123	362	5.84E-05
<b>Mean</b>		<b>33,384</b>	<b>668</b>	
Well-13	Constant discharge-Theis	23,995	480	4.17E-09
Well-13	Constant discharge-Cooper-Jacob	22,193	444	4.84E-08
Well-13	Constant discharge-Recovery	19,411	388	6.23E-07
Well-13	Step test-Theis	25,783	516	4.48E-10
Well-13	Step test-Cooper-Jacob	24,690	494	1.60E-09
<b>Mean</b>		<b>23,995</b>	<b>480</b>	
Well-23	Constant discharge-Theis	58,971	1179	1.02E-08
Well-23	Constant discharge-Cooper-Jacob	63,749	1275	1.81E-09
Well-23	Constant discharge-Recovery	32,415	648	9.98E-11
Well-23	Step test-Theis	-	-	-
Well-23	Step test-Cooper-Jacob	-	-	-
<b>Mean</b>		<b>58,971</b>	<b>1179</b>	

Date: 10-19-2013

12

FAISALABAD PUMP TEST  
THEIS METHOD FOR CONSTANT PUMPING TEST



**DATA**

Well Number	2
Test Date	06-04-2013
Design Discharge	4.0 cusec
Test Discharge (Q)	330 m <sup>3</sup> /hr
Thickness of Aquifer	150 m
Length of Well Screen (L <sub>s</sub> )	50 m
Static Water Level	13.92 m
Pumping Water Level	14.28 m
Maximum Drawdown	0.36 m
Test Duration	340 minutes

**RESULTS**

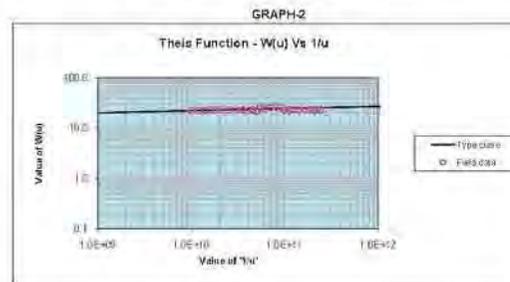
**Match Point**

1/u	1.0E+10
W(1/u)	22.4486
Time	10.0 min
Time	1.67E-01 hr
Drawdown (s)	0.281 m

**Transmissibility**

Distance of Piezometer	4.0 m
Transmissibility	2101 m <sup>2</sup> /hr
Transmissibility	50,420 m <sup>2</sup> /day
Hydraulic Conductivity	1,008 m/d
Storage Coefficient	4.7E-03

FAISALABAD PUMP TEST  
THEIS METHOD FOR CONSTANT PUMPING TEST



**DATA**

Well Number	8
Test Date	06-08-2013
Design Discharge	4.0 cusec
Test Discharge (Q)	253 m <sup>3</sup> /hr
Thickness of Aquifer	150 m
Length of Well Screen (L <sub>s</sub> )	50 m
Static Water Level	16.62 m
Pumping Water Level	16.95 m
Maximum Drawdown	0.33 m
Test Duration	240 minutes

**RESULTS**

**Match Point**

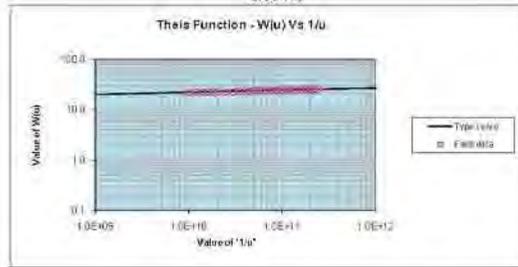
1/u	1.0E+10
W(1/u)	22.4486
Time	10.0 min
Time	1.67E-01 hr
Drawdown (s)	0.329 m

**Transmissibility**

Distance of Piezometer	4.0 m
Transmissibility	1409 m <sup>2</sup> /hr
Transmissibility	33,824 m <sup>2</sup> /day
Hydraulic Conductivity	676 m/d
Storage Coefficient	4.7E-03

FAISALABAD PUMP TEST  
THEIS METHOD FOR CONSTANT PUMPING TEST

GRAPH-3



DATA

Well Number	13
Test Date	06-08-2013
Design Discharge	4.0 cusec
Test Discharge (Q)	348 m <sup>3</sup> /hr
Thickness of Aquifer	150 m
Length of Well Screen (L <sub>s</sub> )	50 m
Static Water Level	16.83 m
Pumping Water Level	19.53 m
Maximum Drawdown	0.70 m
Test Duration	240 minutes

RESULTS

Match Point

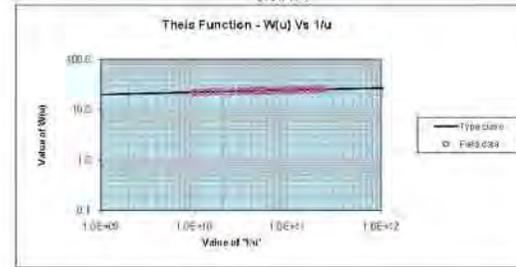
1/u	1.0E+10
W(1/u)	22.4486
Time	10.0 min
Time	1.67E-01 hr
Drawdown (s)	0.624 m

Transmissibility

Distance of Piezometer	4.0 m
Transmissibility	=Q/(4s)*W(1/u)
Transmissibility	1000 m <sup>2</sup> /hr
Transmissibility	23,996 m <sup>2</sup> /day
Hydraulic Conductivity	480 m/d
Storage Coefficient	=4T(u) <sup>2</sup>
Storage Coefficient	4.17E-09

FAISALABAD PUMP TEST  
THEIS METHOD FOR CONSTANT PUMPING TEST

GRAPH-4



DATA

Well Number	23
Test Date	06-10-2013
Design Discharge	4.0 cusec
Test Discharge (Q)	401 m <sup>3</sup> /hr
Thickness of Aquifer	150 m
Length of Well Screen (L <sub>s</sub> )	50 m
Static Water Level	16.16 m
Pumping Water Level	16.52 m
Maximum Drawdown	0.34 m
Test Duration	240 minutes

RESULTS

Match Point

1/u	1.0E+10
W(1/u)	22.4486
Time	10.0 min
Time	1.67E-01 hr
Drawdown (s)	0.290 m

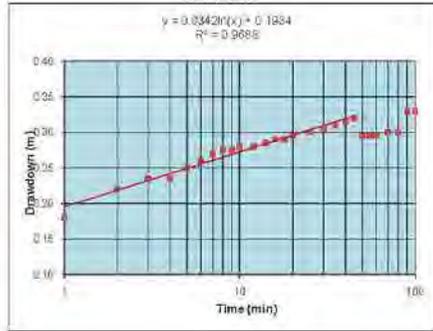
Transmissibility

Distance of Piezometer	4.0 m
Transmissibility	2457 m <sup>2</sup> /hr
Transmissibility	68,971 m <sup>2</sup> /day
Hydraulic Conductivity	1,179 m/d
Storage Coefficient	=4T(u) <sup>2</sup>
Storage Coefficient	1.02E-08

**FAISALABAD PUMP OUT TEST DATA  
CONSTANT DISCHARGE TEST  
COOPER-JACOB METHOD**

DATA	
Well Number:	12
Test Date:	Oct-04-2013
Design Discharge:	4 cusec
Test Discharge (Q):	330 m <sup>3</sup> /hour
Thickness of Aquifer:	150 m
Length of Well Screen (Ls):	50 m
Static Water Level:	13.92 m
Pumping Water Level:	14.28 m
Maximum Drawdown:	0.36 m
Test Duration:	240 minutes
RESULTS	
Delta S (ds):	0.079 m
Transmissibility (T):	m <sup>2</sup> /hr
T=2.303*Q/(4*Pi*Gs)	
Transmissibility (T):	787 m <sup>2</sup> /hr
Transmissibility (T):	18,409 m <sup>2</sup> /day
Hydraulic Conductivity:	388 m/day
Distance of Observation well:	4.0 m
Time for 0 drawdown:	3.50E-03 min
Time for 0 drawdown:	5.63E-05 hr
Specific yield (Sy):	=2.25T/r <sub>w</sub> <sup>2</sup>
Specific yield (Sy):	0.29E-03

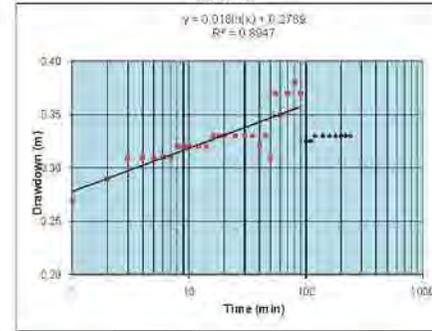
**GRAPH-5**



**FAISALABAD PUMP OUT TEST DATA  
CONSTANT DISCHARGE TEST  
COOPER-JACOB METHOD**

DATA	
Well Number:	8
Test Date:	Oct-05-2013
Design Discharge:	4.0 cusec
Test Discharge (Q):	258 m <sup>3</sup> /hour
Thickness of Aquifer:	150 m
Length of Well Screen (Ls):	50 m
Static Water Level:	16.62 m
Pumping Water Level:	16.95 m
Maximum Drawdown:	0.33 m
Test Duration:	240 minutes
RESULTS	
Delta S (ds):	0.041 m
Transmissibility (T):	m <sup>2</sup> /hr
T=2.303*Q/(4*Pi*Gs)	
Transmissibility (T):	1117 m <sup>2</sup> /hr
Transmissibility (T):	26,814 m <sup>2</sup> /day
Hydraulic Conductivity:	538 m/day
Distance of Observation well:	4.0 m
Time for 0 drawdown:	1.67E-07 min
Time for 0 drawdown:	3.11E-09 hr
Specific yield (Sy):	=2.25T/r <sub>w</sub> <sup>2</sup>
Specific yield (Sy):	4.89E-07

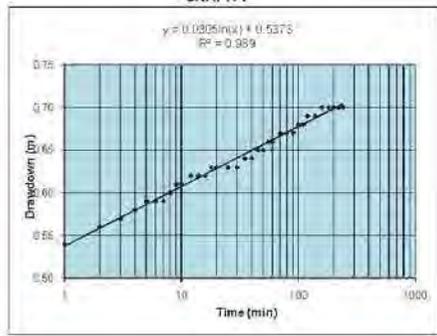
**GRAPH-6**



**FAISALABAD PUMP OUT TEST DATA  
CONSTANT DISCHARGE TEST  
COOPER-JACOB METHOD**

<b>DATA</b>	
Well Number	13
Test Date	09-10-2013
Design Discharge	4.0 cusec
Test Discharge (Q)	349 m <sup>3</sup> /hour
Thickness of Aquifer	150 m
Length of Well Screen (Ls)	50 m
Static Water Level	18.53 m
Pumping Water Level	19.53 m
Maximum Drawdown	0.70 m
Test Duration	240 minutes
<b>RESULTS</b>	
Delta S (ds)	0.089 m
Transmissibility (T)	m <sup>2</sup> /hr
T=2.303*Q/(4T <sup>2</sup> *Δs)	
Transmissibility (T)	305 m <sup>2</sup> /hr
Transmissibility (T)	22,193 m <sup>2</sup> /day
Hydraulic Conductivity	444 m/day
Distance of Observation well	4.0 m
Time for 0 drawdown	2.24E-06 min
Time for 0 drawdown	3.73E-10 hr
Specific yield (S)	=2.25T/K <sub>v</sub> <sup>2</sup>
Specific yield (S)	4.64E-08

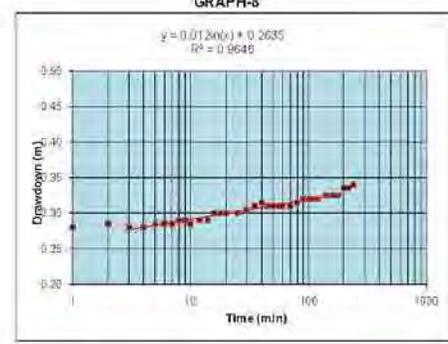
**GRAPH-7**



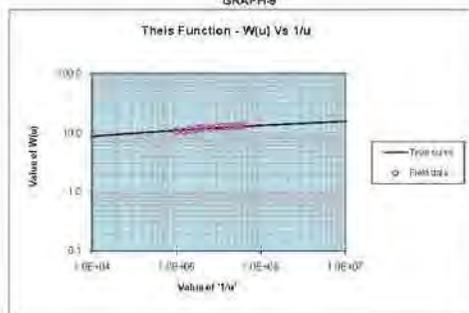
**FAISALABAD PUMP OUT TEST DATA  
CONSTANT DISCHARGE TEST  
COOPER-JACOB METHOD**

<b>DATA</b>	
Well Number	23
Test Date	09-10-2013
Design Discharge	4.0 cusec
Test Discharge (Q)	461 m <sup>3</sup> /hour
Thickness of Aquifer	150 m
Length of Well Screen (Ls)	50 m
Static Water Level	16.18 m
Pumping Water Level	16.52 m
Maximum Drawdown	0.34 m
Test Duration	240 minutes
<b>RESULTS</b>	
Delta S (ds)	0.028 m
Transmissibility (T)	m <sup>2</sup> /hr
T=2.303*Q/(4T <sup>2</sup> *Δs)	
Transmissibility (T)	2658 m <sup>2</sup> /hr
Transmissibility (T)	63,749 m <sup>2</sup> /day
Hydraulic Conductivity	1,275 m/day
Distance of Observation well	4.0 m
Time for 0 drawdown	2.01E-10 min
Time for 0 drawdown	4.66E-12 hr
Specific yield (S)	=2.25T/K <sub>v</sub> <sup>2</sup>
Specific yield (S)	1.91E-09

**GRAPH-8**



FAISALABAD PUMP TEST  
STEP TEST  
THEIS METHOD  
GRAPH-9



**DATA**

Well Number	3
Test Date	Oct-04-2013
Design Discharge	4 cusec
Test Discharge (Q)	309 m <sup>3</sup> /hour
Thickness of Aquifer	150 m
Length of Well Screen (Ls)	50 m
Static Water Level	13.89 m
Pumping Water Level	14.07 m
Maximum Drawdown	0.25 m
Test Duration	60 minutes

**RESULTS**

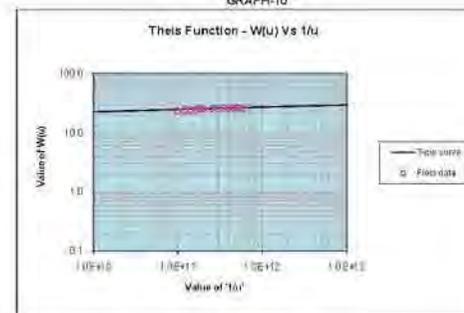
**Match Point**

1/u	1.0E+05
W(1/u)	10.9357
Time	10.0 min
Time	1.67E-01 hr
Drawdown (s)	0.174 m

**Transmissibility**

Distance of Piezometer	4.0 m
Transmissibility	=Q/(4s)*W(1/u)
Transmissibility	1649 m <sup>2</sup> /hr
Transmissibility	25.147 m <sup>2</sup> /day
Hydraulic Conductivity	503 m/d
Storage Coefficient	=4Tut/r <sup>2</sup>
Storage Coefficient	4.37E-04

FAISALABAD PUMP TEST  
STEP TEST  
THEIS METHOD  
GRAPH-10



**DATA**

Well Number	8
Test Date	Oct-06-2013
Design Discharge	4.0 cusec
Test Discharge (Q)	152 m <sup>3</sup> /hour
Thickness of Aquifer	150 m
Length of Well Screen (Ls)	50 m
Static Water Level	16.57 m
Pumping Water Level	16.78 m
Maximum Drawdown	0.22 m
Test Duration	60 minutes

**RESULTS**

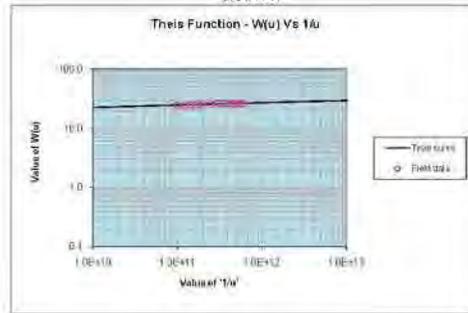
**Match Point**

1/u	1.0E+11
W(1/u)	24.7512
Time	10.0 min
Time	1.67E-01 hr
Drawdown (s)	0.215 m

**Transmissibility**

Distance of Piezometer	4.0 m
Transmissibility	=Q/(4s)*W(1/u)
Transmissibility	1391 m <sup>2</sup> /hr
Transmissibility	33.384 m <sup>2</sup> /day
Hydraulic Conductivity	589 m/d
Storage Coefficient	=4Tut/r <sup>2</sup>
Storage Coefficient	5.80E-04

FAISALABAD PUMP TEST  
STEP TEST  
THEIS METHOD  
GRAPH-11



**DATA**

Well Number	12	
Test Date	Oct-08-2013	
Design Discharge	4.0	cusec
Test Discharge (Q)	150	m <sup>3</sup> /hour
Thickness of Aquifer	150	m
Length of Well Screen (L.S)	50	m
Static Water Level	18.78	m
Pumping Water Level	19.07	m
Maximum Drawdown	0.29	m
Test Duration	60	minutes

**RESULTS**

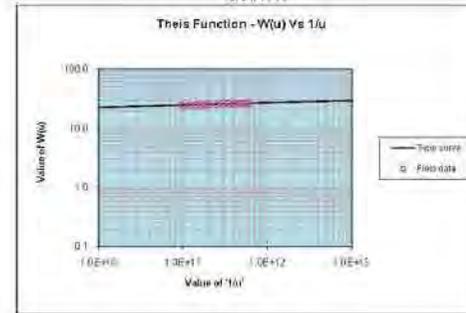
**Match Point**

1/u	1.0E+11	
W(1/u)	24.7512	
Time	10.0	min
Time	1.67E-01	hr
Drawdown (s)	0.275	m

**Transmissibility**

Distance of Piezometer	4.0	m
Transmissibility	=Q/(4s)*W(1/u)	
Transmissibility	<b>1074</b>	m <sup>2</sup> /hr
Transmissibility	<b>25.783</b>	m <sup>2</sup> /day
Hydraulic Conductivity	<b>516</b>	m/d
Storage Coefficient	<b>=411u/r<sup>2</sup></b>	
Storage Coefficient	<b>4.48E-10</b>	

FAISALABAD PUMP TEST  
STEP TEST  
THEIS METHOD  
GRAPH-11



**DATA**

Well Number	13	
Test Date	Oct-08-2013	
Design Discharge	4.0	cusec
Test Discharge (Q)	150	m <sup>3</sup> /hour
Thickness of Aquifer	150	m
Length of Well Screen (L.S)	50	m
Static Water Level	18.78	m
Pumping Water Level	19.07	m
Maximum Drawdown	0.29	m
Test Duration	60	minutes

**RESULTS**

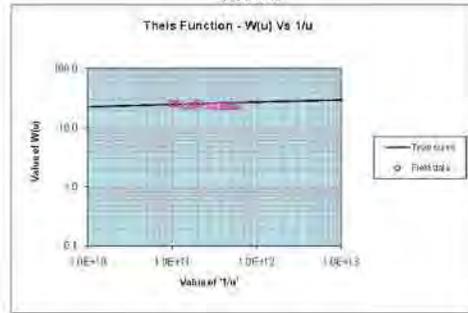
**Match Point**

1/u	1.0E+11	
W(1/u)	24.7512	
Time	10.0	min
Time	1.67E-01	hr
Drawdown (s)	0.275	m

**Transmissibility**

Distance of Piezometer	4.0	m
Transmissibility	=Q/(4s)*W(1/u)	
Transmissibility	<b>1074</b>	m <sup>2</sup> /hr
Transmissibility	<b>25.783</b>	m <sup>2</sup> /day
Hydraulic Conductivity	<b>516</b>	m/d
Storage Coefficient	<b>=411u/r<sup>2</sup></b>	
Storage Coefficient	<b>4.48E-10</b>	

FAISALABAD PUMP TEST  
STEP TEST  
THEIS METHOD  
GRAPH-12



**DATA**

Well Number:	23
Test Date:	Oct-04-2013
Design Discharge:	4.0 cusec
Test Discharge (Q):	152 m <sup>3</sup> /hour
Thickness of Aquifer:	150 m
Length of Well Screen (Ls):	50 m
Static Water Level:	16.18 m
Pumping Water Level:	16.28 m
Maximum Drawdown:	0.10 m
Test Duration:	60 minutes

**RESULTS**

**Match Point**

1/u	1.0E+11
W(1/u)	24.7512
Time	10.0 min
Time	1.67E-01 hr
Drawdown (s)	0.108 m

**Transmissibility**

Distance of Piezometer	4.0 m
Transmissibility	=0.443*(M <sup>2</sup> /1u)
Transmissibility	2792 m <sup>2</sup> /hr
Transmissibility	66.789 m <sup>2</sup> /day
Hydraulic Conductivity	1.335 m/d
Storage Coefficient	=4Tb <sup>2</sup> /r <sup>2</sup>
Storage Coefficient	1.16E-08

FAISALABAD PUMP OUT TEST DATA  
STEP TEST  
COOPER-JACOB METHOD

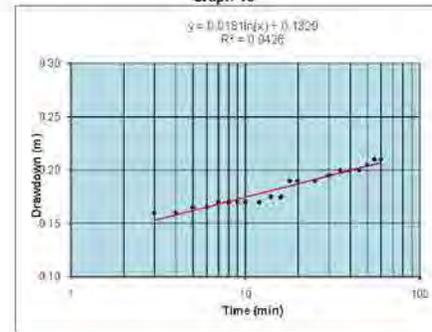
**DATA**

Well Number:	2
Test Date:	Oct-04-2013
Design Discharge:	4 cusec
Test Discharge (Q):	209 m <sup>3</sup> /hour
Thickness of Aquifer:	150 m
Length of Well Screen (Ls):	50 m
Static Water Level:	13.86 m
Pumping Water Level:	14.07 m
Maximum Drawdown:	0.21 m
Test Duration:	60 minutes

**RESULTS**

Delta S (dv)	0.042 m
Transmissibility (T)	
T=2.303*Q/(4*Pi*ds)	
Transmissibility (T)	916 m <sup>2</sup> /hr
Transmissibility (T)	22.026 m <sup>2</sup> /day
Hydraulic Conductivity	441 m/day
Distance of P1	4.0 m
Time for 0 drawdown	6.22E-04 min
Time for 0 drawdown	1.04E-05 hr
Specific yield (S)	=2.25Tb <sup>2</sup> /r <sup>2</sup>
Specific yield (S)	1.34E-05

Graph-13

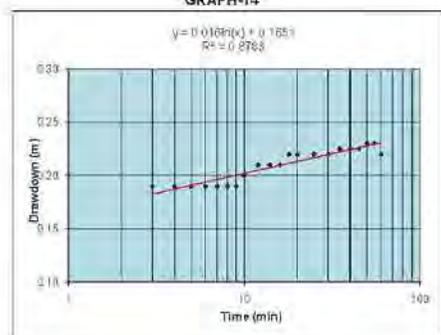


**FAISALABAD PUMP OUT TEST DATA  
STEP TEST  
COOPER-JACOB METHOD**

<b>DATA</b>	
Well Number	8
Test Date	Oct-06-2013
Design Discharge	4.0 cusec
Test Discharge (Q)	150 m <sup>3</sup> /hour
Thickness of Aquifer	150 m
Length of Well Screen (Ls)	50 m
Static Water Level	18.57 m
Pumping Water Level	18.79 m
Maximum Drawdown	0.22 m
Test Duration	60 minutes

<b>RESULTS</b>	
Delta S (ds)	0.037 m
Transmissibility (T)	
T=2.303*Q/(4*Pi*As)	
Transmissibility (T)	795 m <sup>2</sup> /hr
Transmissibility (T)	18.732 m <sup>2</sup> /day
Hydraulic Conductivity	362 m/day
Distance of P1	4.0 m
Time for 0 drawdown	8.30E-05 min
Time for 0 drawdown	5.50E-07 hr
Specific yield (S)	=0.251M <sub>0</sub> <sup>2</sup>
Specific yield (S)	5.84E-05

**GRAPH-14**

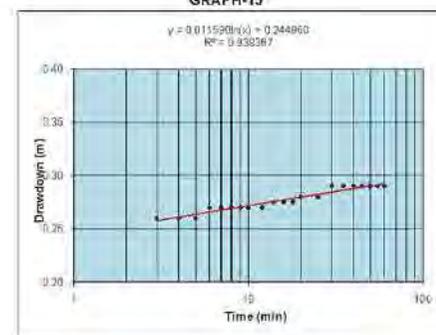


**FAISALABAD PUMP OUT TEST DATA  
STEP TEST  
COOPER-JACOB METHOD**

<b>DATA</b>	
Well Number	13
Test Date	Oct-08-2013
Design Discharge	4.0 cusec
Test Discharge (Q)	150 m <sup>3</sup> /hour
Thickness of Aquifer	150 m
Length of Well Screen (Ls)	50 m
Static Water Level	18.78 m
Pumping Water Level	19.07 m
Maximum Drawdown	0.29 m
Test Duration	60 minutes

<b>RESULTS</b>	
Delta S (ds)	0.027 m
Transmissibility (T)	
T=2.303*Q/(4*Pi*As)	
Transmissibility (T)	1029 m <sup>2</sup> /hr
Transmissibility (T)	24.890 m <sup>2</sup> /day
Hydraulic Conductivity	494 m/day
Distance of P1	4.0 m
Time for 0 drawdown	6.62E-05 min
Time for 0 drawdown	7.10E-07 hr
Specific yield (S)	=0.251M <sub>0</sub> <sup>2</sup>
Specific yield (S)	1.00E-09

**GRAPH-15**

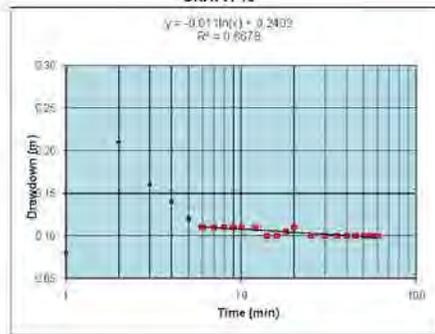


FAISALABAD PUMP OUT TEST DATA  
STEP TEST  
COOPER-JACOB METHOD

DATA	
Well Number	23
Test Date	Oct-10-2013
Design Discharge	4.0 cusec
Test Discharge (Q)	152 m <sup>3</sup> /hour
Thickness of Aquifer	150 m
Length of Well Screen (Ls)	50 m
Static Water Level	16.16 m
Pumping Water Level	16.28 m
Maximum Drawdown	0.10 m
Test Duration	80 minutes

RESULTS	
Delta S (ds)	-0.025 m
Transmissibility (T)	
$T = 2.303^2 Q / (4\pi^2 \Delta s)$	
Transmissibility (T)	-1.098 m <sup>2</sup> /hr
Transmissibility (T)	-26.381 m <sup>2</sup> /day
Hydraulic Conductivity	-527 m/day
Distance of P1	4.0 m
Time for 0 drawdown	4.23E-10 min
Time for 0 drawdown	5.38E-12 hr
Specific yield (Sy)	=2.251br <sup>2</sup>
Specific yield (Sy)	=8.31E-10

GRAPH-16

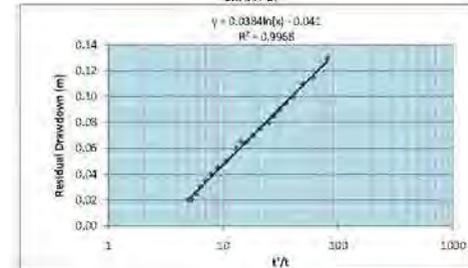


FAISALABAD PUMP OUT TEST DATA  
CONSTANT DISCHARGE TEST  
RECOVERY METHOD

DATA	
Well Number	2
Test Date	Oct-10-2013
Design Discharge	4.0 cusec
Test Discharge (Q)	330 m <sup>3</sup> /hour
Thickness of Aquifer	150 m
Length of Well Screen (Ls)	50 m
Static Water Level	13.92 m
Pumping Water Level	14.28 m
Maximum Drawdown	0.36 m
Distance of observation well	4.00 m
Pumping Duration / Duration	240 minutes
Recovery Duration	60.0 minutes

RESULTS	
Drawdown over log Cycle	0.088 m
Test Discharge (Q)	330 m <sup>3</sup> /hr
Test Discharge (Q)	7920 m <sup>3</sup> /day
Transmissibility (T)	=2.3Q/4πΔs
Transmissibility (T)	16394 m <sup>2</sup> /day
Hydraulic Conductivity (K)	328 m/day
Time when pumping was stopped	240 minutes
Drawdown when pumping was stopped	0.70 m
Storage coefficient	$-(2.25T)(p/h^2) \times 10^{-4} \text{ (after } 0.35)$
Storage coefficient	4.65E-06

GRAPH-17



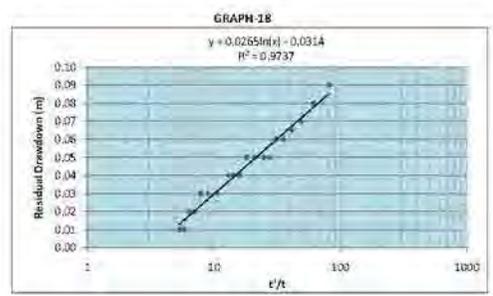
**FAISALABAD PUMP OUT TEST DATA  
CONSTANT DISCHARGE TEST  
RECOVERY METHOD**

**DATA**

Well Number:	8
Test Date:	Oct-06-2013
Design Discharge:	4.0 cusec
Test Discharge (Q):	253 m <sup>3</sup> /hour
Thickness of Aquifer:	150 m
Length of Well Screen (Ls):	50 m
Static Water Level:	16.62 m
Pumping Water Level:	16.95 m
Maximum Drawdown:	0.33 m
Distance of observation well:	4.00 m
Pumping Duration: Duration:	240 minutes
Recovery Duration:	60.0 minutes

**RESULTS**

Drawdown over log Cycle:	0.061 m
Test Discharge (Q):	253 m <sup>3</sup> /hr
Test Discharge (Q):	8072 m <sup>3</sup> /day
Transmissibility (T):	$=2.3Q/4\pi\Delta s^2$
Transmissibility (T):	18213 m <sup>2</sup> /day
Hydraulic Conductivity (K):	364 m/day
Time when pumping was stopped:	240 minutes
Drawdown when pumping was stopped:	0.70 m
Storage coefficient:	$=(2.25Tsp/r^2) \times 10^{-4} \text{ (Area 0.30)}$
Storage coefficient:	1.44E-09



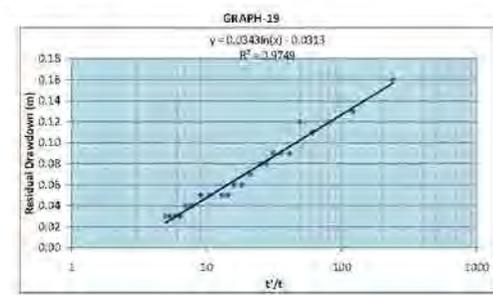
**FAISALABAD PUMP OUT TEST DATA  
CONSTANT DISCHARGE TEST  
RECOVERY METHOD**

**DATA**

Well Number:	13
Test Date:	Oct-08-2013
Design Discharge:	4.0 cusec
Test Discharge (Q):	349 m <sup>3</sup> /hour
Thickness of Aquifer:	150 m
Length of Well Screen (Ls):	50 m
Static Water Level:	18.83 m
Pumping Water Level:	19.53 m
Maximum Drawdown:	0.70 m
Distance of observation well:	4.00 m
Pumping Duration: Duration:	240 minutes
Recovery Duration:	60.0 minutes

**RESULTS**

Drawdown over log Cycle:	0.079 m
Test Discharge (Q):	349 m <sup>3</sup> /hr
Test Discharge (Q):	8376 m <sup>3</sup> /day
Transmissibility (T):	$=2.3Q/4\pi\Delta s^2$
Transmissibility (T):	19411 m <sup>2</sup> /day
Hydraulic Conductivity (K):	389 m/day
Time when pumping was stopped:	240 minutes
Drawdown when pumping was stopped:	0.70 m
Storage coefficient:	$=(2.25Tsp/r^2) \times 10^{-4} \text{ (Area 0.30)}$
Storage coefficient:	6.23E-07



FAISALABAD PUMP OUT TEST DATA  
CONSTANT DISCHARGE TEST  
RECOVERY METHOD

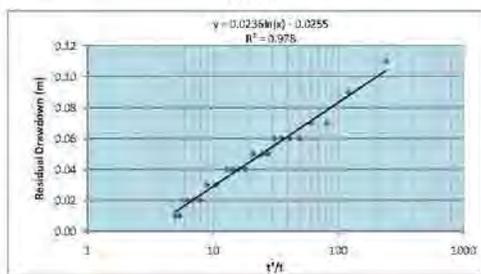
**DATA**

Well Number:	23	
Test Date:	Oct-10-2013	
Design Discharge:	4.0	cusec
Test Discharge (Q):	401	m <sup>3</sup> /hour
Thickness of Aquifer:	150	m
Length of Well Screen (Ls):	50	m
Static Water Level:	16.19	m
Pumping Water Level:	16.52	m
Maximum Drawdown:	0.34	m
Distance of observation well:	4.00	m
Pumping Duration (Duration):	240	minutes
Recovery Duration:	60.0	minutes

**RESULTS**

Drawdown over log Cycle:	0.054	m
Test Discharge (Q):	349	m <sup>3</sup> /hr
Test Discharge (Q):	9624	m <sup>3</sup> /day
Transmissibility (T):	$=2.3074 \text{ m}^2/\text{day}$	
Transmissibility (T):	32415	m <sup>2</sup> /day
Hydraulic Conductivity (K):	648	m/day
Time when pumping was stopped:	240	minutes
Drawdown when pumping was stopped:	0.70	m
Storage coefficient:	$= (2.25 \text{ T} / (K^2 \cdot t)) \cdot 10^{-4} \text{ (m}^2/\text{day)}$	
Storage coefficient:	5.98E-11	

GRAPH-20



**APPENDIX-A**

**TEST DATA**

Date: 4-Oct-13

**Step Drawdown Test Record**

Site Name: Chenab Well Field Area, WASA Faisalabad	Well No.: TW #2
Static Water Level: 13.86 m	

1st Step		Discharge Rate (Q) 200 m <sup>3</sup> /hour						
Date	Time	Elapsed time (min)	Time of each step (min)	Pumping rate (m <sup>3</sup> /hour)	Water level s (m)	Drawdown Δs (m)	TW #3	
							Water level s (m)	Drawdown Δs (m)
4-Oct-13	6:00	0	0	0.0	13.96	0.00	14.39	0.00
		1	1	206.1	14.02	0.16	14.39	0.00
		2	2	199.4	14.02	0.16	14.39	0.00
		3	3	202.4	14.02	0.16	14.39	0.00
		4	4	204.1	14.02	0.16	14.39	0.00
		5	5	198.6	14.03	0.17	14.39	0.00
		6	6	200.5	14.03	0.17	14.39	0.00
		7	7	199.8	14.03	0.17	14.39	0.00
		8	8	201.8	14.03	0.17	14.39	0.00
		9	9	203.6	14.03	0.17	14.39	0.00
		10	10	199.7	14.03	0.17	14.39	0.00
		12	12	201.6	14.03	0.17	14.39	0.00
		14	14	201.9	14.04	0.18	14.39	0.00
		16	16	206.9	14.04	0.18	14.39	0.00
		18	18	209.9	14.05	0.19	14.39	0.00
		20	20	208.7	14.05	0.19	14.39	0.00
		25	25	210.6	14.05	0.19	14.39	0.00
		30	30	215.5	14.06	0.20	14.39	0.00
		35	35	215.3	14.08	0.20	14.39	0.00
		40	40	220.8	14.08	0.20	14.39	0.00
		45	45	217.6	14.08	0.20	14.39	0.00
		50	50	226.4	14.07	0.21	14.39	0.00
		55	55	227.3	14.07	0.21	14.39	0.00
	7:00	60	60	226.0	14.07	0.21	14.39	0.00

Date: 4-Oct-13

**Step Drawdown Test Record**

Site Name: Chenab Well Field Area, WASA Faisalabad	Well No.: TW #2
Static Water Level: 13.86 m	

2nd Step		Discharge Rate (Q) 250 m <sup>3</sup> /hour						
Date	Time	Elapsed time (min)	Time of each step (min)	Pumping rate (m <sup>3</sup> /hour)	Water level s (m)	Drawdown Δs (m)	TW #3	
							Water level s (m)	Drawdown Δs (m)
4-Oct-13	7:00	60	0	226.0	14.07	0.21	14.39	0.00
		61	1	248.1	14.05	0.22	14.39	0.00
		62	2	247.3	14.08	0.22	14.39	0.00
		63	3	248.5	14.08	0.22	14.39	0.00
		64	4	247.2	14.05	0.22	14.39	0.00
		65	5	252.1	14.09	0.23	14.39	0.00
		66	6	250.6	14.09	0.23	14.39	0.00
		67	7	250.7	14.09	0.23	14.39	0.00
		68	8	251.3	14.09	0.23	14.39	0.00
		69	9	248.6	14.09	0.23	14.39	0.00
		70	10	252.9	14.09	0.23	14.39	0.00
		72	12	249.8	14.09	0.23	14.39	0.00
		74	14	253.1	14.10	0.24	14.39	0.00
		76	16	255.1	14.10	0.24	14.39	0.00
		78	18	253.3	14.10	0.24	14.39	0.00
		80	20	254.0	14.10	0.24	14.39	0.00
		85	25	249.4	14.10	0.24	14.39	0.00
		90	30	252.1	14.10	0.24	14.39	0.00
		95	35	251.3	14.10	0.24	14.39	0.00
		100	40	250.7	14.10	0.24	14.39	0.00
		105	45	250.2	14.11	0.25	14.39	0.00
		110	50	251.6	14.11	0.25	14.39	0.00
		115	55	251.9	14.11	0.25	14.39	0.00
	7:00	120	60	254.0	14.11	0.25	14.39	0.00

Date: 4-Oct-13

**Step Drawdown Test Record**

Site Name: Chenab Wat Field Area, WASA Faisalabad	Well No.: TW #2
Static Water Level: 13.86 m	

3rd Step		Discharge Rate (Q) 300 m <sup>3</sup> /hour						
Date	Time	Elapsed time (min)	Time of each step (min)	Pumping rate (m <sup>3</sup> /hour)	Water level s (m)	Drawdown Δs (m)	(TW #3)	
							Water level s (m)	Drawdown Δs (m)
4-Oct-13	8:00	120	0	254.6	14.11	0.25	14.39	0.00
		121	1	301.2	14.13	0.27	14.39	0.00
		122	2	301.6	14.14	0.28	14.39	0.00
		123	3	300.6	14.14	0.28	14.39	0.00
		124	4	302.4	14.15	0.29	14.39	0.00
		125	5	304.4	14.15	0.29	14.39	0.00
		126	6	301.7	14.15	0.29	14.39	0.00
		127	7	306.6	14.15	0.29	14.39	0.00
		128	8	303.1	14.15	0.29	14.39	0.00
		129	9	299.8	14.15	0.29	14.39	0.00
		130	10	302.2	14.15	0.29	14.39	0.00
		132	12	298.7	14.15	0.29	14.39	0.00
		134	14	302.2	14.15	0.29	14.39	0.00
		136	16	296.7	14.15	0.29	14.39	0.00
		138	18	300.2	14.15	0.29	14.39	0.00
		140	20	304.6	14.15	0.29	14.39	0.00
		145	25	303.9	14.16	0.30	14.39	0.00
		150	30	304.1	14.16	0.30	14.39	0.00
		155	35	307.8	14.16	0.30	14.39	0.00
		160	40	306.5	14.16	0.30	14.39	0.00
		165	45	307.6	14.17	0.31	14.39	0.00
		170	50	308.2	14.17	0.31	14.39	0.00
		175	55	308.1	14.17	0.31	14.39	0.00
	9:00	180	60	305.5	14.17	0.31	14.39	0.00

Date: 4-Oct-13

**Step Drawdown Test Record**

Site Name: Chenab Wat Field Area, WASA Faisalabad	Well No.: TW #2
Static Water Level: 13.86 m	

4th Step		Discharge Rate (Q) 350 m <sup>3</sup> /hour						
Date	Time	Elapsed time (min)	Time of each step (min)	Pumping rate (m <sup>3</sup> /hour)	Water level s (m)	Drawdown Δs (m)	(TW #3)	
							Water level s (m)	Drawdown Δs (m)
4-Oct-13	9:00	180	0	305.5	14.17	0.31	14.39	0.00
		181	1	348.0	14.16	0.32	14.39	-0.01
		182	2	348.2	14.19	0.33	14.39	-0.01
		183	3	350.4	14.19	0.33	14.39	-0.01
		184	4	345.4	14.19	0.33	14.39	-0.01
		185	5	349.8	14.20	0.34	14.39	-0.01
		186	6	352.9	14.20	0.34	14.39	-0.01
		187	7	352.3	14.20	0.34	14.39	-0.01
		188	8	351.1	14.20	0.34	14.39	-0.01
		189	9	352.3	14.20	0.34	14.39	-0.01
		190	10	350.0	14.20	0.34	14.39	-0.01
		192	12	347.2	14.20	0.34	14.39	-0.01
		194	14	353.6	14.20	0.34	14.39	-0.01
		196	16	353.7	14.20	0.34	14.39	-0.01
		198	18	349.9	14.20	0.34	14.39	-0.01
		200	20	350.5	14.20	0.34	14.39	-0.01
		205	25	348.8	14.21	0.35	14.39	-0.01
		210	30	352.1	14.21	0.35	14.39	-0.01
		215	35	348.3	14.21	0.35	14.39	-0.01
		220	40	350.0	14.22	0.36	14.39	-0.01
		225	45	351.1	14.22	0.36	14.39	-0.01
		230	50	308.8	14.22	0.36	14.39	-0.01
		235	55	348.0	14.23	0.37	14.39	-0.01
	10:00	240	60	351.7	14.24	0.38	14.39	-0.01

Date: 4-Oct-13

**Step Drawdown Test Record**

Site Name: Chenab Well Field Area, WASA Faisalabad	Well No.: TW #2
Static Water Level: 13.86	m

5th Step		Discharge Rate (Q)		Maximum (Valve Full Opened)				
Date	Time	Elapsed time (min)	Time of each step (min)	Pumping rate (m <sup>3</sup> /hour)	Water level s (m)	Drawdown Δs (m)	TW #3	
							Water level s (m)	Drawdown Δs (m)
4-Oct-13	10:00	240	0	251.7	14.24	0.38	14.38	-0.01
		241	1	352.5	14.25	0.39	14.38	-0.01
		242	2	363.1	14.25	0.39	14.38	-0.01
		243	3	356.4	14.25	0.39	14.38	-0.01
		244	4	359.7	14.25	0.39	14.38	-0.01
		245	5	361.1	14.25	0.39	14.38	-0.01
		246	6	356.6	14.25	0.39	14.38	-0.01
		247	7	357.6	14.25	0.39	14.38	-0.01
		248	8	356.9	14.25	0.39	14.38	-0.01
		249	9	359.0	14.25	0.39	14.38	-0.01
		250	10	357.7	14.25	0.39	14.38	-0.02
		252	12	361.1	14.28	0.40	14.38	-0.02
		254	14	353.3	14.26	0.40	14.38	-0.02
		256	16	362.1	14.26	0.40	14.38	-0.02
		258	18	366.6	14.26	0.40	14.37	-0.02
		260	20	353.0	14.26	0.40	14.37	-0.02
		265	25	356.8	14.26	0.40	14.37	-0.02
		270	30	353.4	14.26	0.40	14.37	-0.02
		275	35	351.2	14.28	0.40	14.37	-0.02
		280	40	333.4	14.26	0.40	14.37	-0.02
		285	45	340.2	14.26	0.40	14.37	-0.02
		290	50	354.2	14.26	0.40	14.37	-0.02
		295	55	343.7	14.27	0.41	14.37	-0.02
	11:00	300	60	348.2	14.27	0.41	14.37	-0.02

Date: 4-Oct-13

**Continuous Test Record**

Site Name: Chenab Well Field Area, WASA Faisalabad	Well No.: TW #2
Static Water Level: 13.92	m

Discharge Rate (Q)		Maximum (Valve Full Opened)						
Date	Time	Elapsed time (min)	Time of each step (min)	Pumping rate (m <sup>3</sup> /hour)	Water level s (m)	Drawdown Δs (m)	TW #3	
							Water level s (m)	Drawdown Δs (m)
4-Oct-13	12:00	0	0	0.0	13.92	0.00	14.37	0.00
		1	1	325.6	14.10	0.18	14.36	-0.01
		2	2	345.2	14.14	0.22	14.36	-0.01
		3	3	330.9	14.16	0.23	14.36	-0.01
		4	4	352.1	14.16	0.23	14.36	-0.01
		5	5	325.9	14.17	0.25	14.36	-0.01
		6	6	349.4	14.18	0.26	14.36	-0.01
		7	7	334.3	14.19	0.27	14.36	-0.01
		8	8	350.7	14.20	0.28	14.36	-0.01
		9	9	329.3	14.20	0.28	14.36	-0.01
		10	10	347.6	14.20	0.28	14.36	-0.01
		12	12	347.0	14.20	0.28	14.36	-0.01
		14	14	344.0	14.21	0.29	14.36	-0.01
		16	16	347.9	14.21	0.29	14.36	-0.01
		18	18	343.3	14.21	0.29	14.36	-0.01
		20	20	344.4	14.22	0.30	14.36	-0.01
		25	25	328.3	14.22	0.30	14.36	-0.01
		30	30	344.3	14.23	0.31	14.36	-0.01
		35	35	326.9	14.23	0.31	14.36	-0.01
		40	40	346.3	14.24	0.32	14.36	-0.01
		45	45	328.4	14.24	0.32	14.36	-0.01
		50	50	307.9	14.22	0.30	14.36	-0.01
		55	55	311.0	14.22	0.30	14.36	-0.01
	13:00	60	60	304.9	14.22	0.30	14.36	-0.01
		70	70	306.7	14.22	0.30	14.36	-0.01
		80	80	300.8	14.22	0.30	14.36	-0.01
		90	90	313.1	14.25	0.33	14.36	-0.01
		100	100	315.1	14.25	0.33	14.36	-0.01
		110	110	300.2	14.25	0.33	14.36	-0.01
	14:00	120	120	317.1	14.23	0.31	14.35	-0.02

**Continuous Test Record**

Date: 4-Oct-13

Site Name: Chenab Well Field Area, WASA Faisalabad	Well No.: TW #2
Static Water Level: 13.92 m	

Date	Time	Elapsed time (min)	Time w/ each step (min)	Pumping rate (m <sup>3</sup> /hour)	Water level s (m)	Drawdown Δs (m)	[TW#3]	
							Water level s (m)	Drawdown Δs (m)
		120	120	317.1	14.23	0.31	14.35	-0.02
		140	140	309.3	14.24	0.32	14.35	-0.02
		160	160	319.6	14.24	0.32	14.35	-0.02
	15:00	180	180	328.0	14.24	0.32	14.35	-0.02
		200	200	311.8	14.24	0.32	14.35	-0.02
		220	220	357.4	14.28	0.36	14.35	-0.02
	16:00	240	240	377.6	14.28	0.36	14.35	-0.02

**Recovery Test Record**

Date: 4-Oct-13

Site Name: Chenab Well Field Area, WASA Faisalabad	Well No.: TW #2
Static Water Level: 13.92 m	

Date	Time	Elapsed time (min) ↑	Recovery time for each step (min) ↑	dt'	Water level s (m)	Residual Drawdown s' (m)	[TW#3]	
							Water level s (m)	Residual Drawdown s' (m)
4-Oct-13	16:00	240	0		14.28	0.36	14.35	-0.02
		241	1	241	14.13	0.21	14.35	-0.02
		242	2	121	14.08	0.16	14.35	-0.02
		243	3	81	14.05	0.13	14.35	-0.02
		244	4	61	14.04	0.12	14.35	-0.02
		245	5	49	14.03	0.11	14.35	-0.02
		246	6	41	14.02	0.10	14.35	-0.02
		247	7	35	14.02	0.10	14.35	-0.02
		248	8	31	14.01	0.09	14.35	-0.02
		249	9	28	14.01	0.09	14.35	-0.02
		250	10	25	14.00	0.08	14.35	-0.02
		252	12	21	14.00	0.07	14.35	-0.02
		254	14	18	13.99	0.07	14.35	-0.02
		256	16	16	13.99	0.06	14.35	-0.02
		258	18	14	13.99	0.06	14.35	-0.02
		260	20	13	13.98	0.06	14.35	-0.02
		265	25	11	13.97	0.05	14.35	-0.02
		270	30	9	13.97	0.04	14.35	-0.02
		275	35	8	13.96	0.04	14.35	-0.02
		280	40	7	13.95	0.04	14.35	-0.02
		285	45	6	13.95	0.03	14.35	-0.02
		290	50	6	13.95	0.03	14.35	-0.02
		295	55	5	13.94	0.02	14.35	-0.02
	17:00	300	60	5	13.94	0.02	14.35	-0.02

Date: 5-Oct-13

**Well Interference Test Record**

Site Name: Chenab Well Field Area, WASA Faisalabad	Well No.: TW#2
Static Water Level TW #2: 13.81 m	Static Water Level TW #3: 14.35 m

Pattern 2										
Date	Time	Elapsed time (min)	Time of each step (min)	TW #2			TW #3			TW #4
				Pumping rate (m <sup>3</sup> /hour)	Pumping water level s (m)	Drawdown Δs (m)	Pumping rate (m <sup>3</sup> /hour)	Pumping water level s (m)	Drawdown Δs (m)	
5-Oct-13	6:00	0	0	0.0	13.81	0.00	0.0	14.35	0.00	0.0
		1	1	0.0	13.81	0.00	0.0	14.35	0.00	350.6
		2	2	0.0	13.81	0.00	0.0	14.35	0.00	365.3
		3	3	0.0	13.81	0.00	0.0	14.35	0.00	352.0
		4	4	0.0	13.81	0.00	0.0	14.35	0.00	354.8
		5	5	0.0	13.81	0.00	0.0	14.35	0.00	357.9
		6	6	0.0	13.81	0.00	0.0	14.35	0.00	391.4
		7	7	0.0	13.81	0.00	0.0	14.35	0.00	378.8
		8	8	0.0	13.81	0.00	0.0	14.35	0.00	377.0
		9	9	0.0	13.81	0.00	0.0	14.35	0.00	381.6
		10	10	0.0	13.81	0.00	0.0	14.35	0.00	377.2
		12	12	0.0	13.81	0.00	0.0	14.35	0.00	380.1
		14	14	0.0	13.81	0.00	0.0	14.35	0.00	376.1
		16	16	0.0	13.81	0.00	0.0	14.35	0.00	378.9
		18	18	0.0	13.81	0.00	0.0	14.35	0.00	366.7
		20	20	0.0	13.81	0.00	0.0	14.35	0.00	374.6
		25	25	0.0	13.81	0.00	0.0	14.35	0.00	375.9
		30	30	0.0	13.80	-0.01	0.0	14.35	0.00	374.9
		35	35	0.0	13.80	-0.01	0.0	14.35	0.00	376.8
		40	40	0.0	13.80	-0.01	0.0	14.35	0.00	379.4
		45	45	0.0	13.80	-0.01	0.0	14.35	0.00	375.6
		50	50	0.0	13.80	-0.01	0.0	14.34	-0.01	374.2
		55	55	0.0	13.80	-0.01	0.0	14.34	-0.01	370.2
	7:00	60	60	0.0	13.80	-0.01	0.0	14.34	-0.01	366.8

Date: 5-Oct-13

**Well Interference Test Record**

Site Name: Chenab Well Field Area, WASA Faisalabad	Well No.: TW #2
Static Water Level TW #2: 13.81 m	Static Water Level TW #3: 14.35 m

Recovery										
Date	Time	Elapsed time (min)	Time of each step (min)	TW #2			TW #3			TW #4
				Pumping rate (m <sup>3</sup> /hour)	Pumping water level s (m)	Drawdown Δs (m)	Pumping rate (m <sup>3</sup> /hour)	Pumping water level s (m)	Drawdown Δs (m)	
5-Oct-13	7:00	60	0	0.0	13.80	-0.01	0.0	14.34	-0.01	0.0
		61	1	0.0	13.80	-0.01	0.0	14.34	-0.01	0.0
		62	2	0.0	13.80	-0.01	0.0	14.34	-0.01	0.0
		63	3	0.0	13.80	-0.01	0.0	14.34	-0.01	0.0
		64	4	0.0	13.80	-0.01	0.0	14.34	-0.01	0.0
		65	5	0.0	13.80	-0.01	0.0	14.34	-0.01	0.0
		66	6	0.0	13.80	-0.01	0.0	14.34	-0.01	0.0
		67	7	0.0	13.80	-0.01	0.0	14.34	-0.01	0.0
		68	8	0.0	13.80	-0.01	0.0	14.34	-0.01	0.0
		69	9	0.0	13.80	-0.01	0.0	14.34	-0.01	0.0
		70	10	0.0	13.80	-0.01	0.0	14.34	-0.01	0.0
		72	12	0.0	13.80	-0.01	0.0	14.34	-0.01	0.0
		74	14	0.0	13.80	-0.01	0.0	14.34	-0.01	0.0
		76	16	0.0	13.80	-0.01	0.0	14.34	-0.01	0.0
		78	18	0.0	13.80	-0.01	0.0	14.34	-0.01	0.0
		80	20	0.0	13.80	-0.01	0.0	14.34	-0.01	0.0
		85	25	0.0	13.80	-0.01	0.0	14.34	-0.01	0.0
		90	30	0.0	13.80	-0.01	0.0	14.34	-0.01	0.0
		95	35	0.0	13.80	-0.01	0.0	14.34	-0.01	0.0
		100	40	0.0	13.80	-0.01	0.0	14.34	-0.01	0.0
		105	45	0.0	13.80	-0.01	0.0	14.34	-0.01	0.0
		110	50	0.0	13.80	-0.01	0.0	14.34	-0.01	0.0
		115	55	0.0	13.80	-0.01	0.0	14.34	-0.01	0.0
	8:00	120	60	0.0	13.80	-0.01	0.0	14.34	-0.01	0.0

**Well Interference Test Record**

Date: 5-Oct-13

Site Name: Chenab Well Field Area, WASA Faisalabad	Well No.: TW#2
Static Water Level TW#2: 13.81 m	Static Water Level TW#3: 14.35 m

Pattern 3										
Date	Time	Elapsed time (min)	Time of each step (min)	TW#2			TW#3			TW#4
				Pumping rate (m <sup>3</sup> /hour)	Pumping water level s (m)	Drawdown Δs (m)	Pumping rate (m <sup>3</sup> /hour)	Pumping water level s (m)	Drawdown Δs (m)	
5-Oct-13	8:00	120	0	0.0	13.80	-0.01	0.0	14.34	-0.01	0.0
		121	1	0.0	13.80	-0.01	257.8	14.41	0.06	0.0
		122	2	0.0	13.80	-0.01	255.1	14.44	0.09	0.0
		123	3	0.0	13.80	-0.01	258.0	14.45	0.10	0.0
		124	4	0.0	13.80	-0.01	258.3	14.46	0.11	0.0
		125	5	0.0	13.80	-0.01	260.3	14.47	0.12	0.0
		126	6	0.0	13.80	-0.01	259.5	14.48	0.13	0.0
		127	7	0.0	13.80	-0.01	255.8	14.48	0.13	0.0
		128	8	0.0	13.80	-0.01	251.4	14.48	0.13	0.0
		129	9	0.0	13.80	-0.01	243.9	14.49	0.14	0.0
		130	10	0.0	13.80	-0.01	246.6	14.49	0.14	0.0
		132	12	0.0	13.80	-0.01	240.1	14.49	0.14	0.0
		134	14	0.0	13.80	-0.01	244.8	14.49	0.14	0.0
		136	16	0.0	13.80	-0.01	242.2	14.49	0.14	0.0
		138	18	0.0	13.80	-0.01	238.4	14.49	0.14	0.0
		140	20	0.0	13.80	-0.01	238.1	14.49	0.14	0.0
		145	25	0.0	13.80	-0.01	237.1	14.49	0.14	0.0
		150	30	0.0	13.80	-0.01	242.4	14.49	0.14	0.0
		155	35	0.0	13.80	-0.01	250.6	14.50	0.15	0.0
		160	40	0.0	13.80	-0.01	246.8	14.50	0.15	0.0
		165	45	0.0	13.80	-0.01	243.8	14.51	0.16	0.0
		170	50	0.0	13.80	-0.01	248.6	14.51	0.16	0.0
		175	55	0.0	13.80	-0.01	237.8	14.51	0.16	0.0
	9:00	180	60	0.0	13.80	-0.01	256.1	14.51	0.16	0.0

**Well Interference Test Record**

Date: 5-Oct-13

Site Name: Chenab Well Field Area, WASA Faisalabad	Well No.: TW#2
Static Water Level TW#2: 13.81 m	Static Water Level TW#3: 14.35 m

Pattern 4										
Date	Time	Elapsed time (min)	Time of each step (min)	TW#2			TW#3			TW#4
				Pumping rate (m <sup>3</sup> /hour)	Pumping water level s (m)	Drawdown Δs (m)	Pumping rate (m <sup>3</sup> /hour)	Pumping water level s (m)	Drawdown Δs (m)	
5-Oct-13	9:00	180	0	0.0	13.80	-0.01	250.1	14.51	0.16	0.0
		181	1	442.1	13.99	0.18	232.9	14.51	0.16	0.0
		182	2	378.9	14.01	0.20	238.2	14.51	0.16	0.0
		183	3	378.9	14.03	0.22	238.5	14.51	0.16	0.0
		184	4	442.1	14.04	0.23	235.2	14.51	0.16	0.0
		185	5	378.9	14.05	0.24	250.0	14.51	0.16	0.0
		186	6	442.1	14.05	0.24	218.8	14.51	0.16	0.0
		187	7	378.9	14.06	0.25	234.4	14.51	0.16	0.0
		188	8	442.1	14.07	0.26	239.4	14.51	0.16	0.0
		189	9	378.9	14.07	0.26	235.2	14.51	0.16	0.0
		190	10	442.1	14.07	0.26	224.1	14.50	0.15	0.0
		192	12	378.9	14.07	0.26	204.6	14.50	0.15	0.0
		194	14	410.5	14.08	0.27	255.7	14.50	0.15	0.0
		196	16	410.5	14.09	0.28	259.3	14.50	0.15	0.0
		198	18	442.1	14.10	0.29	259.7	14.52	0.17	0.0
		200	20	410.5	14.10	0.29	252.9	14.52	0.17	0.0
		205	25	416.8	14.11	0.30	248.8	14.53	0.18	0.0
		210	30	429.5	14.12	0.31	254.8	14.53	0.18	0.0
		215	35	429.5	14.13	0.32	252.1	14.53	0.18	0.0
		220	40	416.8	14.14	0.33	269.4	14.53	0.18	0.0
		225	45	429.5	14.15	0.34	252.7	14.53	0.18	0.0
		230	50	429.5	14.15	0.34	251.2	14.53	0.18	0.0
		235	55	429.5	14.15	0.34	274.6	14.53	0.18	0.0
	10:00	240	60	429.5	14.16	0.35	270.7	14.54	0.19	0.0

Date: 5-Oct-13

**Well Interference Test Record**

Site Name: Chenab Well Field Area, WASA Faisalabad	Well No.: TW #2
Static Water Level TW #2: 13.81 m	Static Water Level TW #3: 14.35 m

Pattern 5											
Date	Time	Elapsed time (min)	Time of each step (min)	TW #2			TW #3			TW #4	
				Pumping rate (m <sup>3</sup> /hour)	Pumping water level s (m)	Drawdown Δs (m)	Pumping rate (m <sup>3</sup> /hour)	Pumping water level s (m)	Drawdown Δs (m)		Pumping rate (m <sup>3</sup> /hour)
5-Oct-13	10:00	240	0	429.5	14.16	0.35	270.7	14.54	0.19	335.5	
		241	1	442.1	14.16	0.35	265.7	14.54	0.19	329.8	
		242	2	378.9	14.16	0.35	250.7	14.54	0.19	351.7	
		243	3	442.1	14.16	0.35	249.8	14.54	0.19	349.0	
		244	4	442.1	14.16	0.35	248.8	14.54	0.19	332.7	
		245	5	378.9	14.16	0.35	266.7	14.54	0.19	348.2	
		246	6	442.1	14.16	0.35	252.5	14.54	0.19	358.0	
		247	7	442.1	14.16	0.35	266.7	14.54	0.19	351.1	
		248	8	378.9	14.16	0.35	248.7	14.54	0.19	339.6	
		249	9	442.1	14.16	0.35	262.8	14.54	0.19	332.7	
		250	10	442.1	14.17	0.36	250.8	14.54	0.19	343.2	
		252	12	410.5	14.17	0.36	246.5	14.54	0.19	319.5	
		254	14	410.5	14.17	0.36	253.3	14.54	0.19	342.4	
		256	16	442.1	14.17	0.36	258.1	14.54	0.19	337.0	
		258	18	410.5	14.17	0.36	254.7	14.54	0.19	344.3	
		260	20	442.1	14.17	0.36	249.2	14.53	0.18	338.5	
		265	25	416.8	14.16	0.35	258.0	14.53	0.18	300.9	
		270	30	378.9	14.15	0.34	261.3	14.52	0.17	289.7	
		275	35	416.8	14.18	0.37	257.5	14.54	0.19	348.1	
		280	40	416.8	14.18	0.37	251.8	14.54	0.19	336.2	
		285	45	429.5	14.19	0.38	249.6	14.55	0.20	358.5	
		290	50	429.5	14.19	0.38	255.9	14.55	0.20	351.4	
		295	55	416.8	14.19	0.38	261.6	14.55	0.20	340.0	
	11:00	360	60	429.5	14.19	0.38	257.9	14.55	0.20	338.9	

Date: 6-Oct-13

**Step Drawdown Test Record**

Site Name: Chenab Well Field Area, WASA Faisalabad	Well No.: TW #8
Static Water Level: 16.57 m	

1st Step	Date	Time	Discharge Rate (Q)		Pumping rate (m <sup>3</sup> /hour)	Water level s (m)	Drawdown Δs (m)	(TW #9)	
			Elapsed time (min)	Time of each step (min)				Water level s (m)	Drawdown Δs (m)
6-Oct-13	6:00	0	0	0	0.0	16.57	0.00	16.43	0.00
		1	1	1	152.0	16.75	0.19	16.43	0.00
		2	2	2	148.1	16.76	0.19	16.43	0.00
		3	3	3	156.9	16.76	0.19	16.43	0.00
		4	4	4	150.7	16.76	0.19	16.43	0.00
		5	5	5	156.2	16.76	0.19	16.43	0.00
		6	6	6	146.7	16.76	0.19	16.43	0.00
		7	7	7	142.8	16.76	0.19	16.43	0.00
		8	8	8	146.0	16.76	0.19	16.43	0.00
		9	9	9	148.0	16.76	0.19	16.43	0.00
		10	10	10	152.0	16.77	0.20	16.43	0.00
		12	12	12	154.0	16.78	0.21	16.43	0.00
		14	14	14	152.0	16.78	0.21	16.43	0.00
		16	16	16	156.0	16.78	0.21	16.43	0.00
		18	18	18	152.0	16.79	0.22	16.43	0.00
		20	20	20	152.0	16.79	0.22	16.43	0.00
		25	25	25	154.4	16.79	0.22	16.43	0.00
		30	30	30	151.4	16.79	0.22	16.43	0.00
		35	35	35	154.5	16.80	0.23	16.43	0.00
		40	40	40	152.2	16.80	0.23	16.43	0.00
		45	45	45	150.3	16.80	0.23	16.43	0.00
		50	50	50	148.1	16.80	0.23	16.43	0.00
		55	55	55	156.4	16.80	0.23	16.43	0.00
	7:00	60	60	60	159.1	16.79	0.22	16.43	0.00

Date: 6-Oct-13

**Step Drawdown Test Record**

Site Name: Chenab Wat Field Area, WASA Faisalabad	Well No.: TW #8
Static Water Level: 16.57 m	

2nd Step		Discharge Rate (Q) 200 m <sup>3</sup> /hour						
Date	Time	Elapsed time (min)	Time of each step (min)	Pumping rate (m <sup>3</sup> /hour)	Water level s (m)	Drawdown Δs (m)	[TW #8]	
							Water level s (m)	Drawdown Δs (m)
6-Oct-13	7:00	50	0	158.1	16.79	0.22	16.43	0.00
		51	1	204.0	16.84	0.27	16.43	0.00
		52	2	202.0	16.85	0.28	16.43	0.00
		53	3	199.0	16.85	0.28	16.43	0.00
		54	4	199.0	16.88	0.29	16.43	0.00
		55	5	202.6	16.86	0.29	16.43	0.00
		56	6	198.4	16.86	0.29	16.43	0.00
		57	7	203.3	16.87	0.29	16.43	0.00
		58	8	197.0	16.87	0.29	16.43	0.00
		59	9	199.3	16.87	0.30	16.43	0.00
		70	10	200.6	16.87	0.30	16.43	0.00
		72	12	202.0	16.88	0.31	16.43	0.00
		74	14	202.0	16.88	0.31	16.43	0.00
		76	16	203.0	16.88	0.31	16.43	0.00
		78	18	204.0	16.88	0.31	16.44	0.00
		80	20	200.0	16.88	0.31	16.44	0.00
		85	25	206.0	16.90	0.33	16.44	0.00
		90	30	203.1	16.90	0.33	16.44	0.00
		95	35	205.0	16.90	0.33	16.43	0.00
		100	40	204.0	16.90	0.33	16.43	0.00
		105	45	206.1	16.90	0.33	16.43	0.00
		110	50	207.3	16.90	0.33	16.43	0.00
		115	55	200.0	16.90	0.33	16.43	0.00
	7:00	120	60	199.9	16.91	0.34	16.43	0.00

Date: 6-Oct-13

**Step Drawdown Test Record**

Site Name: Chenab Wat Field Area, WASA Faisalabad	Well No.: TW #8
Static Water Level: 16.57 m	

3rd Step		Discharge Rate (Q) 250 m <sup>3</sup> /hour						
Date	Time	Elapsed time (min)	Time of each step (min)	Pumping rate (m <sup>3</sup> /hour)	Water level s (m)	Drawdown Δs (m)	[TW #8]	
							Water level s (m)	Drawdown Δs (m)
6-Oct-13	8:00	120	0	199.9	16.91	0.34	16.43	0.00
		121	1	251.0	16.95	0.38	16.43	0.00
		122	2	252.0	16.96	0.39	16.43	0.00
		123	3	254.0	16.97	0.40	16.43	0.00
		124	4	251.0	16.98	0.41	16.43	0.00
		125	5	249.0	16.98	0.41	16.43	0.00
		126	6	248.0	16.99	0.42	16.43	0.00
		127	7	254.0	16.99	0.42	16.43	0.00
		128	8	253.0	16.99	0.42	16.43	0.00
		129	9	257.0	16.99	0.42	16.43	0.00
		130	10	251.0	16.99	0.42	16.43	0.00
		132	12	253.0	17.00	0.43	16.43	0.00
		134	14	249.0	17.00	0.43	16.43	0.00
		136	16	252.0	17.00	0.43	16.43	0.00
		138	18	248.0	17.00	0.43	16.43	0.00
		140	20	254.0	16.99	0.42	16.43	0.00
		145	25	248.0	17.00	0.43	16.43	0.00
		150	30	248.0	17.00	0.43	16.43	0.00
		155	35	251.0	17.00	0.43	16.43	0.00
		160	40	249.0	17.00	0.43	16.43	0.00
		165	45	248.0	17.01	0.44	16.43	0.00
		170	50	250.0	17.02	0.45	16.43	0.00
		175	55	249.0	17.01	0.44	16.43	0.00
	9:00	180	60	249.9	17.02	0.45	16.43	0.00

Date: 6-Oct-13

**Step Drawdown Test Record**

Site Name: Chenab Well Field Area, WASA Faisalabad	Well No.: TW #8
Static Water Level: 16.57 m	

4th Step		Discharge Rate (Q) 300 m <sup>3</sup> /hour						
Date	Time	Elapsed time (min)	Time of each step (min)	Pumping rate (m <sup>3</sup> /hour)	Water level s (m)	Drawdown Δs (m)	[TW #8]	
							Water level s (m)	Drawdown Δs (m)
6-Oct-13	9:00	180	0	249.9	17.02	0.45	16.43	0.00
		181	1	258.9	17.03	0.46	16.43	0.00
		182	2	267.2	17.04	0.47	16.43	0.00
		183	3	266.0	17.04	0.47	16.43	0.00
		184	4	270.0	17.04	0.47	16.43	0.00
		185	5	267.3	17.04	0.47	16.43	0.00
		186	6	268.0	17.04	0.47	16.43	0.00
		187	7	268.5	17.05	0.48	16.43	0.00
		188	8				16.43	0.00
		189	9	Generator Breakdown			16.43	0.00
		190	10	280.0	17.02	0.45	16.43	0.00
		192	12	291.5	17.04	0.47	16.43	0.00
		194	14	291.0	17.05	0.48	16.43	0.00
		196	16	293.0	17.05	0.48	16.43	0.00
		198	18	289.5	17.05	0.48	16.43	0.00
		200	20	291.5	17.05	0.48	16.43	0.00
		205	25	290.3	17.05	0.48	16.43	0.00
		210	30	291.2	17.05	0.48	16.43	0.00
		215	35	297.2	17.05	0.48	16.43	0.00
		220	40	297.2	17.06	0.49	16.43	0.00
		225	45	301.3	17.06	0.48	16.43	0.00
		230	50	299.0	17.06	0.49	16.43	0.00
		235	55	293.0	17.06	0.49	16.43	0.00
	10:00	240	60	287.0	17.06	0.49	16.43	0.00

Date: 6-Oct-13

**Step Drawdown Test Record**

Site Name: Chenab Well Field Area, WASA Faisalabad	Well No.: TW #8
Static Water Level: 16.57 m	

5th Step		Discharge Rate (Q) 250 m <sup>3</sup> /hour						
Date	Time	Elapsed time (min)	Time of each step (min)	Pumping rate (m <sup>3</sup> /hour)	Water level s (m)	Drawdown Δs (m)	[TW #9]	
							Water level s (m)	Drawdown Δs (m)
6-Oct-13	10:00	240	0	287.0	17.06	0.49	16.43	0.00
		241	1	295.0	17.03	0.46	16.43	0.00
		242	2	298.0	17.03	0.46	16.43	0.00
		243	3	260.0	17.02	0.45	16.43	0.00
		244	4	254.0	17.02	0.45	16.43	0.00
		245	5	252.0	17.02	0.45	16.43	0.00
		246	6	252.0	17.02	0.45	16.43	0.00
		247	7	253.0	17.02	0.45	16.43	0.00
		248	8	295.0	17.02	0.45	16.43	0.00
		249	9	249.0	17.01	0.44	16.43	0.00
		250	10	250.0	17.01	0.44	16.43	0.00
		252	12	252.0	17.01	0.44	16.43	0.00
		254	14	254.0	17.02	0.45	16.43	0.00
		256	16	252.0	17.02	0.45	16.43	0.00
		258	18	253.0	17.02	0.45	16.43	0.00
		260	20	252.0	17.02	0.45	16.43	0.00
		265	25	253.0	17.02	0.45	16.43	0.00
		270	30	253.0	17.02	0.45	16.43	0.00
		275	35	252.0	17.02	0.45	16.43	0.00
		280	40	252.0	17.02	0.45	16.43	0.00
		285	45	253.0	17.02	0.45	16.43	0.00
		290	50	253.0	17.02	0.45	16.43	0.00
		295	55	253.0	17.02	0.45	16.43	0.00
	11:00	300	60	253.0	17.03	0.45	16.43	0.00

**Continuous Test Record**

Date: 6-Oct-13

Site Name: Chenab Wat Field Area, WASA Faisalabad	Well No.: TW #8
Static Water Level: 16.62 m	

Discharge Rate (Q)		250		m <sup>3</sup> /hour					
Date	Time	Elapsed time (min)	Time of each step (min)	Pumping rate (m <sup>3</sup> /hour)	Water level s (m)	Drawdown Δs (m)	(TW #8)		
							Water level s (m)	Drawdown Δs (m)	
6-Oct-13	12:00	0	0	0.0	16.62	0.00	16.42	0.00	
		1	1	247.0	16.89	0.27	16.42	0.00	
		2	2	251.2	16.91	0.29	16.42	0.00	
		3	3	252.0	16.93	0.31	16.42	0.00	
		4	4	252.0	16.93	0.31	16.42	0.00	
		5	5	253.0	16.93	0.31	16.42	0.00	
		6	6	251.0	16.93	0.31	16.42	0.00	
		7	7	256.0	16.93	0.31	16.42	0.00	
		8	8	253.0	16.94	0.32	16.42	0.00	
		9	9	253.0	16.94	0.32	16.42	0.00	
		10	10	253.0	16.94	0.32	16.42	0.00	
		12	12	253.0	16.94	0.32	16.42	0.00	
		14	14	253.0	16.94	0.32	16.42	0.00	
		16	16	253.0	16.95	0.33	16.42	0.00	
		18	18	253.0	16.95	0.33	16.42	0.00	
		20	20	253.0	16.95	0.33	16.42	0.00	
		25	25	252.0	16.95	0.33	16.42	0.00	
		30	30	253.0	16.95	0.33	16.42	0.00	
		35	35	254.0	16.95	0.33	16.42	0.00	
		40	40	246.0	16.94	0.32	16.42	0.00	
		45	45	247.0	16.95	0.33	16.42	0.00	
		50	50	247.5	16.93	0.31	16.42	0.00	
		55	55	259.0	16.99	0.37	16.42	0.00	
	13:00	60	60	256.0	16.97	0.35	16.42	0.00	
		70	70	257.0	16.99	0.37	16.42	0.00	
		80	80	252.2	17.00	0.38	16.42	-0.01	
		90	90	258.0	16.99	0.37	16.42	-0.01	
		100	100	258.0	16.95	0.20	16.42	0.00	
		110	110	253.0	16.95	0.32	16.42	0.00	
	14:00	120	120	255.0	16.95	0.33	16.42	0.00	

**Continuous Test Record**

Date: 6-Oct-13

Site Name: Chenab Wat Field Area, WASA Faisalabad	Well No.: TW #8
Static Water Level: 16.62 m	

Discharge Rate (Q)		250		m <sup>3</sup> /hour					
Date	Time	Elapsed time (min)	Time of each step (min)	Pumping rate (m <sup>3</sup> /hour)	Water level s (m)	Drawdown Δs (m)	(TW #8)		
							Water level s (m)	Drawdown Δs (m)	
		120	120	255.0	16.95	0.33	16.42	0.00	
		140	140	250.0	16.95	0.33	16.42	-0.01	
		150	150	252.0	16.95	0.33	16.42	-0.01	
	15:00	180	180	258.0	16.95	0.33	16.42	-0.01	
		200	200	256.0	16.95	0.33	16.42	-0.01	
		220	220	259.7	16.95	0.33	16.42	0.00	
	16:00	240	240	254.0	16.95	0.33	16.42	0.00	

**Recovery Test Record**

Date: 6-Oct-13

Site Name: Chenab Well Field Area, WASA Faisalabad	Well No.: TW #8
Static Water Level: 16.62 m	

Date	Time	Elapsed time (min) t	Recovery time for each step (min) t'	M'	Water level s (m)	Residual Drawdown s' (m)	(TW#9)	
							Water level s (m)	Residual Drawdown s' (m)
6-Oct-13	16:00	240	0		16.95	0.33	16.42	0.00
		241	1	241	16.78	-0.16	16.42	0.00
		242	2	121	16.73	0.11	16.42	0.00
		243	3	81	16.71	0.09	16.42	0.00
		244	4	61	16.70	0.08	16.42	0.00
		245	5	49	16.69	0.07	16.42	0.00
		246	6	41	16.79	0.16	16.42	0.00
		247	7	35	16.68	0.06	16.42	0.00
		248	8	31	16.66	0.06	16.42	0.00
		249	9	28	16.67	0.05	16.42	0.00
		250	10	25	16.67	0.05	16.42	0.00
		252	12	21	16.67	0.05	16.42	0.00
		254	14	18	16.67	0.05	16.42	0.00
		256	16	16	16.66	0.04	16.42	0.00
		258	18	14	16.66	0.04	16.42	0.00
		260	20	13	16.66	0.04	16.42	0.00
		265	25	11	16.65	0.03	16.42	0.00
		270	30	9	16.65	0.03	16.42	0.00
		275	35	8	16.65	0.03	16.42	0.00
		280	40	7	16.64	0.02	16.42	0.00
		285	45	6	16.64	0.02	16.42	0.00
		290	50	6	16.63	0.01	16.42	0.00
		295	55	5	16.63	0.01	16.42	0.00
	17:00	300	60	5	16.62	0.00	16.42	0.00

**Well interference Test Record**

Date: 7-Oct-13

Site Name: Chenab Well Field Area, WASA Faisalabad	Well No.: TW #8
Static Water Level TW #8: 16.50 m	Static Water Level TW #9: 16.41 m

Pattern 2											
Date	Time	Elapsed time (min)	Time of each step (min)	TW #8			TW #9			TW #10	
				Pumping rate (m <sup>3</sup> /hour)	Pumping water level s (m)	Drawdown Δs (m)	Pumping rate (m <sup>3</sup> /hour)	Pumping water level s (m)	Drawdown Δs (m)		
7-Oct-13	6:00	0	0	0.0	16.50	0.00	0.0	16.41	0.00	0.0	
		1	1	0.0	16.50	0.00	0.0	16.41	0.00	424.8	
		2	2	0.0	16.49	-0.01	0.0	16.41	0.00	424.8	
		3	3	0.0	16.49	-0.01	0.0	16.41	0.00	371.7	
		4	4	0.0	16.49	-0.01	0.0	16.41	0.00	371.7	
		5	5	0.0	16.49	-0.01	0.0	16.41	0.00	371.7	
		6	6	0.0	16.49	-0.01	0.0	16.41	0.00	424.8	
		7	7	0.0	16.49	-0.01	0.0	16.41	0.00	371.7	
		8	8	0.0	16.49	-0.01	0.0	16.41	0.00	424.8	
		9	9	0.0	16.49	-0.01	0.0	16.41	0.00	371.7	
		10	10	0.0	16.49	-0.01	0.0	16.41	0.00	371.7	
		12	12	0.0	16.49	-0.01	0.0	16.41	0.00	398.2	
		14	14	0.0	16.49	-0.01	0.0	16.41	0.00	371.7	
		16	16	0.0	16.49	-0.01	0.0	16.41	0.00	371.7	
		18	18	0.0	16.49	-0.01	0.0	16.41	0.00	371.7	
		20	20	0.0	16.49	-0.01	0.0	16.41	0.00	371.7	
		25	25	0.0	16.49	-0.01	0.0	16.41	0.00	371.7	
		30	30	0.0	16.49	-0.01	0.0	16.41	0.00	382.3	
		35	35	0.0	16.49	-0.01	0.0	16.41	0.00	371.7	
		40	40	0.0	16.49	-0.01	0.0	16.41	0.00	382.3	
		45	45	0.0	16.49	-0.01	0.0	16.41	0.00	371.7	
		50	50	0.0	16.49	-0.01	0.0	16.41	0.00	371.7	
		55	55	0.0	16.49	-0.01	0.0	16.41	0.00	271.7	
	7:00	60	60	0.0	16.49	-0.01	0.0	16.41	0.00	382.3	

Date: 7-Oct-13

**Well Interference Test Record**

Site Name: Chenab Well Field Area, WASA Faisalabad	Well No.: TW#8
Static Water Level TW #8: 16.50 m	Static Water Level TW #9: 16.41 m

Recovery										
Date	Time	Elapsed time (min)	Time of each step (min)	TW #8			TW #9			TW #10
				Pumping rate (m <sup>3</sup> /hour)	Pumping water level s (m)	Drawdown Δs (m)	Pumping rate (m <sup>3</sup> /hour)	Pumping water level s (m)	Drawdown Δs (m)	Pumping rate (m <sup>3</sup> /hour)
7-Oct-13	7:00	60	0	0.0	16.49	-0.01	0.0	16.41	0.00	0.0
		61	1	0.0	16.49	-0.01	0.0	16.41	0.00	0.0
		62	2	0.0	16.49	-0.01	0.0	16.41	0.00	0.0
		63	3	0.0	16.49	-0.01	0.0	16.41	0.00	0.0
		64	4	0.0	16.49	-0.01	0.0	16.41	0.00	0.0
		65	5	0.0	16.49	-0.01	0.0	16.41	0.00	0.0
		66	6	0.0	16.49	-0.01	0.0	16.41	0.00	0.0
		67	7	0.0	16.49	-0.01	0.0	16.41	0.00	0.0
		68	8	0.0	16.49	-0.01	0.0	16.41	0.00	0.0
		69	9	0.0	16.49	-0.01	0.0	16.41	0.00	0.0
		70	10	0.0	16.49	-0.01	0.0	16.41	0.00	0.0
		72	12	0.0	16.49	-0.01	0.0	16.41	0.00	0.0
		74	14	0.0	16.49	-0.01	0.0	16.41	0.00	0.0
		76	16	0.0	16.49	-0.01	0.0	16.41	0.00	0.0
		78	18	0.0	16.49	-0.01	0.0	16.41	0.00	0.0
		80	20	0.0	16.49	-0.01	0.0	16.41	0.00	0.0
		85	25	0.0	16.49	-0.01	0.0	16.41	0.00	0.0
		90	30	0.0	16.49	-0.01	0.0	16.41	0.00	0.0
		95	35	0.0	16.49	-0.01	0.0	16.41	0.00	0.0
		100	40	0.0	16.49	-0.01	0.0	16.41	0.00	0.0
		105	45	0.0	16.49	-0.01	0.0	16.41	0.00	0.0
		110	50	0.0	16.49	-0.01	0.0	16.41	0.00	0.0
		115	55	0.0	16.49	-0.01	0.0	16.41	0.00	0.0
	8:00	120	60	0.0	16.49	-0.01	0.0	16.41	0.00	0.0

Date: 7-Oct-13

**Well Interference Test Record**

Site Name: Chenab Well Field Area, WASA Faisalabad	Well No.: TW#8
Static Water Level TW #8: 16.50 m	Static Water Level TW #9: 16.41 m

Pattern 3										
Date	Time	Elapsed time (min)	Time of each step (min)	TW #8			TW #9			TW #10
				Pumping rate (m <sup>3</sup> /hour)	Pumping water level s (m)	Drawdown Δs (m)	Pumping rate (m <sup>3</sup> /hour)	Pumping water level s (m)	Drawdown Δs (m)	Pumping rate (m <sup>3</sup> /hour)
7-Oct-13	8:00	120	0	0.0	16.49	-0.01	0.0	16.41	0.00	0.0
		121	1	0.0	16.49	-0.01	279.1	16.57	0.16	0.0
		122	2	0.0	16.49	-0.01	325.6	16.63	0.22	0.0
		123	3	0.0	16.49	-0.01	279.1	16.65	0.24	0.0
		124	4	0.0	16.49	-0.02	279.1	16.66	0.25	0.0
		125	5	0.0	16.49	-0.01	279.1	16.67	0.26	0.0
		126	6	0.0	16.49	-0.01	279.1	16.69	0.27	0.0
		127	7	0.0	16.49	-0.01	325.6	16.69	0.27	0.0
		128	8	0.0	16.49	-0.01	279.1	16.69	0.27	0.0
		129	9	0.0	16.49	-0.01	279.1	16.69	0.28	0.0
		130	10	0.0	16.49	-0.01	279.1	16.69	0.28	0.0
		132	12	0.0	16.49	-0.01	279.1	16.70	0.29	0.0
		134	14	0.0	16.49	-0.01	279.1	16.70	0.29	0.0
		136	16	0.0	16.49	-0.01	302.3	16.70	0.29	0.0
		138	18	0.0	16.49	-0.01	279.1	16.71	0.29	0.0
		140	20	0.0	16.49	-0.01	279.1	16.71	0.30	0.0
		145	25	0.0	16.49	-0.01	288.4	16.72	0.31	0.0
		150	30	0.0	16.49	-0.01	288.4	16.72	0.31	0.0
		155	35	0.0	16.48	-0.02	288.4	16.73	0.32	0.0
		160	40	0.0	16.48	-0.02	279.1	16.73	0.32	0.0
		165	45	0.0	16.48	-0.02	288.4	16.73	0.32	0.0
		170	50	0.0	16.48	-0.02	279.1	16.73	0.32	0.0
		175	55	0.0	16.48	-0.02	288.4	16.74	0.33	0.0
	9:00	180	60	0.0	16.66	0.16	288.4	16.75	0.34	0.0

Date: 7-Oct-13

**Well Interference Test Record**

Site Name: Chenab Well Field Area, WASA Faisalabad	Well No.: TW#8
Static Water Level TW #8: 16.50 m	Static Water Level TW #9: 16.41 m

Pattern 4											
Date	Time	Elapsed time (min)	Time of each step (min)	TW#8			TW#9			TW#10	
				Pumping rate (m <sup>3</sup> /hour)	Pumping water level s (m)	Drawdown Δs (m)	Pumping rate (m <sup>3</sup> /hour)	Pumping water level s (m)	Drawdown Δs (m)		
7-Oct-13	9:00	180	0	0.0	16.66	0.16	288.4	16.75	0.34	0.0	
		181	1		277.0	16.75	0.25	278.1	16.75	0.34	0.0
		182	2		273.0	16.78	0.28	279.1	16.75	0.34	0.0
		183	3		273.0	16.81	0.31	279.1	16.75	0.34	0.0
		184	4		210.0	16.78	0.28	279.1	16.73	0.32	0.0
		185	5		220.0	16.77	0.27	232.6	16.72	0.31	0.0
		186	6		211.0	16.77	0.27	232.6	16.73	0.32	0.0
		187	7		213.0	16.78	0.28	279.1	16.72	0.31	0.0
		188	8		287.0	16.84	0.34	232.6	16.75	0.34	0.0
		189	9		288.0	16.85	0.35	325.6	16.75	0.34	0.0
		190	10		290.0	16.87	0.37	279.1	16.78	0.35	0.0
		192	12		291.0	16.88	0.38	302.3	16.77	0.36	0.0
		194	14		287.0	16.89	0.39	302.3	16.77	0.36	0.0
		198	18		292.0	16.89	0.39	302.3	16.77	0.36	0.0
		199	19		287.0	16.89	0.39	279.1	16.77	0.36	0.0
		200	20		288.0	16.90	0.40	279.1	16.77	0.36	0.0
		205	25		288.0	16.90	0.40	297.7	16.77	0.36	0.0
		210	30		290.0	16.90	0.40	297.7	16.78	0.36	0.0
		215	35		293.0	16.92	0.42	297.7	16.78	0.37	0.0
		220	40		290.0	16.92	0.42	296.1	16.78	0.37	0.0
		225	45		287.0	16.93	0.42	288.4	16.78	0.37	0.0
		230	50		293.0	16.93	0.43	297.7	16.78	0.38	0.0
		235	55		290.0	16.93	0.43	288.4	16.79	0.38	0.0
	10:00	249	60		288.5	16.93	0.43	288.4	16.79	0.38	0.0

Date: 7-Oct-13

**Well Interference Test Record**

Site Name: Chenab Well Field Area, WASA Faisalabad	Well No.: TW#8
Static Water Level TW #8: 16.50 m	Static Water Level TW #9: 16.41 m

Pattern 5											
Date	Time	Elapsed time (min)	Time of each step (min)	TW#8			TW#9			TW#10	
				Pumping rate (m <sup>3</sup> /hour)	Pumping water level s (m)	Drawdown Δs (m)	Pumping rate (m <sup>3</sup> /hour)	Pumping water level s (m)	Drawdown Δs (m)		
7-Oct-13	10:00	240	0		288.5	16.93	0.43	288.4	16.79	0.38	0.0
		241	1		276.0	16.93	0.43	279.1	16.78	0.37	318.6
		242	2		282.0	16.93	0.43	279.1	16.78	0.36	371.7
		243	3		284.0	16.93	0.43	279.1	16.78	0.36	371.7
		244	4		281.0	16.93	0.43	279.1	16.78	0.36	318.6
		245	5		280.0	16.93	0.43	279.1	16.78	0.36	371.7
		246	6		282.0	16.92	0.42	279.1	16.78	0.37	371.7
		247	7		275.0	16.92	0.42	279.1	16.78	0.37	371.7
		248	8		276.0	16.92	0.42	279.1	16.78	0.37	424.8
		249	9		270.0	16.92	0.42	279.1	16.78	0.37	371.7
		250	10		275.0	16.92	0.42	279.1	16.78	0.37	371.7
		252	12		270.0	16.92	0.42	279.1	16.78	0.37	345.1
		254	14		278.0	16.92	0.42	279.1	16.78	0.37	371.7
		258	16		275.3	16.93	0.43	279.1	16.78	0.37	371.7
		259	18		278.0	16.93	0.43	279.1	16.78	0.37	345.1
		260	20		275.4	16.93	0.43	279.1	16.79	0.38	371.7
		265	25		275.0	16.93	0.43	279.1	16.78	0.36	361.1
		270	30		278.4	16.94	0.44	279.1	16.78	0.37	361.1
		275	35		277.4	16.94	0.44	279.1	16.78	0.37	361.1
		280	40		275.0	16.94	0.44	279.1	16.78	0.37	361.1
		285	45		278.4	16.94	0.44	279.1	16.78	0.37	361.1
		290	50		281.4	16.95	0.45	279.1	16.78	0.37	361.1
		295	55		275.0	16.95	0.45	279.1	16.79	0.38	261.1
	11:00	300	60		289.0	16.95	0.45	279.1	16.79	0.38	361.1

Date: 8-Oct-13

**Step Drawdown Test Record**

Site Name: Chenab Well Field Area, WASA Faisalabad	Well No.: TW#13
Static Water Level: 18.76 m	

1st Step		Discharge Rate (Q) 150 m <sup>3</sup> /hour						
Date	Time	Elapsed time (min)	Time of each step (min)	Pumping rate (m <sup>3</sup> /hour)	Water level s (m)	Drawdown Δs (m)	(TW #14)	
							Water level s (m)	Drawdown Δs (m)
8-Oct-13	6:00	0	0	0.0	18.78	0.00	18.90	0.00
		1	1	154.0	19.05	0.27	18.90	0.00
		2	2	150.0	19.05	0.27	18.90	0.00
		3	3	150.0	19.04	0.26	18.90	0.00
		4	4	150.0	19.04	0.26	18.90	0.00
		5	5	149.0	19.04	0.26	18.90	0.00
		6	6	148.0	19.05	0.27	18.90	0.00
		7	7	150.0	19.05	0.27	18.90	0.00
		8	8	150.0	19.05	0.27	18.90	0.00
		9	9	151.0	19.05	0.27	18.90	0.00
		10	10	151.0	19.05	0.27	18.90	0.00
		12	12	150.0	19.05	0.27	18.90	0.00
		14	14	149.0	19.06	0.27	18.90	0.00
		16	16	150.0	19.06	0.27	18.90	0.00
		18	18	146.0	19.06	0.27	18.90	0.00
		20	20	145.0	19.06	0.28	18.90	0.00
		25	25	153.0	19.06	0.28	18.90	0.00
		30	30	147.0	19.07	0.29	18.90	0.00
		35	35	153.0	19.07	0.29	18.90	0.00
		40	40	146.0	19.07	0.29	18.90	0.00
		45	45	146.0	19.07	0.29	18.90	0.00
		50	50	153.0	19.07	0.29	18.89	-0.01
		55	55	148.0	19.07	0.29	18.89	-0.01
	7:00	60	60	151.0	19.07	0.29	18.89	-0.01

Date: 8-Oct-13

**Step Drawdown Test Record**

Site Name: Chenab Well Field Area, WASA Faisalabad	Well No.: TW#13
Static Water Level: 18.78 m	

2nd Step		Discharge Rate (Q) 200 m <sup>3</sup> /hour						
Date	Time	Elapsed time (min)	Time of each step (min)	Pumping rate (m <sup>3</sup> /hour)	Water level s (m)	Drawdown Δs (m)	(TW #14)	
							Water level s (m)	Drawdown Δs (m)
8-Oct-13	7:00	60	0	151.0	19.07	0.29	18.89	-0.01
		61	1	202.0	19.16	0.38	18.89	-0.01
		62	2	201.0	19.16	0.38	18.89	-0.01
		63	3	200.0	19.16	0.38	18.89	-0.01
		64	4	203.0	19.17	0.38	18.89	-0.01
		65	5	204.0	19.17	0.38	18.89	-0.01
		66	6	202.0	19.17	0.38	18.89	-0.01
		67	7	199.0	19.17	0.39	18.89	-0.01
		68	8	200.0	19.17	0.39	18.89	-0.01
		69	9	200.0	19.17	0.39	18.89	-0.01
		70	10	204.0	19.17	0.39	18.89	-0.01
		72	12	198.0	19.17	0.39	18.88	-0.02
		74	14	201.0	19.17	0.39	18.88	-0.02
		76	16	199.0	19.17	0.39	18.88	-0.02
		78	18	204.0	19.18	0.40	18.88	-0.02
		80	20	198.0	19.18	0.40	18.88	-0.02
		85	25	200.0	19.18	0.40	18.88	-0.02
		90	30	199.0	19.18	0.40	18.88	-0.02
		95	35	198.0	19.18	0.40	18.88	-0.02
		100	40	202.0	19.19	0.40	18.88	-0.02
		105	45	202.0	19.19	0.41	18.88	-0.02
		110	50	202.0	19.19	0.41	18.88	-0.02
		115	55	204.0	19.19	0.41	18.88	-0.02
	7:00	120	60	200.0	19.19	0.41	18.88	-0.02

Date: 8-Oct-13

**Step Drawdown Test Record**

Site Name: Chenab Well Field Area, WASA Faisalabad	Well No.: TW #13
Static Water Level: 18.78	m

3rd Step		Discharge Rate (Q) 250 m <sup>3</sup> /hour						
Date	Time	Elapsed time (min)	Time of each step (min)	Pumping rate (m <sup>3</sup> /hour)	Water level s (m)	Drawdown Δs (m)	(TW #14)	
							Water level s (m)	Drawdown Δs (m)
8-Oct-13	8:00	120	0	200.0	19.19	0.41	18.88	-0.02
		121	1	246.0	19.25	0.47	18.88	-0.02
		122	2	253.0	19.27	0.49	18.88	-0.02
		123	3	253.0	19.27	0.49	18.88	-0.02
		124	4	253.0	19.27	0.49	18.88	-0.02
		125	5	250.0	19.27	0.49	18.88	-0.02
		126	6	252.0	19.27	0.49	18.88	-0.02
		127	7	252.0	19.27	0.49	18.88	-0.02
		128	8	252.0	19.27	0.49	18.88	-0.02
		129	9	252.0	19.27	0.49	18.88	-0.02
		130	10	252.0	19.28	0.50	18.88	-0.02
		132	12	252.0	19.28	0.50	18.88	-0.02
		134	14	253.0	19.28	0.50	18.88	-0.02
		136	16	253.0	19.28	0.50	18.88	-0.02
		138	18	254.0	19.29	0.51	18.88	-0.02
		140	20	254.0	19.29	0.51	18.88	-0.02
		145	25	254.0	19.29	0.51	18.88	-0.02
		150	30	254.0	19.29	0.51	18.88	-0.02
		155	35	255.0	19.29	0.51	18.88	-0.02
		160	40	253.0	19.30	0.52	18.88	-0.02
		165	45	254.0	19.30	0.52	18.88	-0.02
		170	50	251.0	19.29	0.51	18.87	-0.03
		175	55	251.0	19.29	0.51	18.87	-0.03
	9:00	180	60	251.0	19.30	0.52	18.87	-0.03

Date: 8-Oct-13

**Step Drawdown Test Record**

Site Name: Chenab Well Field Area, WASA Faisalabad	Well No.: TW #13
Static Water Level: 18.78	m

4th Step		Discharge Rate (Q) 300 m <sup>3</sup> /hour						
Date	Time	Elapsed time (min)	Time of each step (min)	Pumping rate (m <sup>3</sup> /hour)	Water level s (m)	Drawdown Δs (m)	(TW #14)	
							Water level s (m)	Drawdown Δs (m)
8-Oct-13	9:00	180	0	251.0	19.30	0.52	18.87	-0.03
		181	1	310.0	19.37	0.59	18.87	-0.03
		182	2	303.0	19.38	0.60	18.87	-0.03
		183	3	300.0	19.38	0.60	18.87	-0.03
		184	4	305.0	19.38	0.60	18.87	-0.03
		185	5	300.0	19.38	0.60	18.87	-0.03
		186	6	310.0	19.39	0.61	18.87	-0.03
		187	7	301.0	19.39	0.61	18.87	-0.03
		188	8	298.0	19.39	0.61	18.87	-0.03
		189	9	304.0	19.39	0.61	18.87	-0.03
		190	10	302.0	19.39	0.61	18.87	-0.03
		192	12	297.0	19.39	0.61	18.87	-0.03
		194	14	300.0	19.39	0.61	18.87	-0.03
		196	16	304.0	19.39	0.61	18.87	-0.03
		198	18	299.0	19.39	0.61	18.87	-0.03
		200	20	295.0	19.39	0.61	18.87	-0.03
		205	25	309.0	19.39	0.61	18.87	-0.03
		210	30	299.0	19.39	0.61	18.87	-0.03
		215	35	310.0	19.39	0.61	18.87	-0.04
		220	40	310.0	19.40	0.62	18.87	-0.04
		225	45	305.0	19.40	0.62	18.87	-0.03
		230	50	306.0	19.40	0.62	18.87	-0.03
		235	55	310.0	19.40	0.62	18.87	-0.03
	10:00	240	60	298.0	19.40	0.62	18.87	-0.03

**Step Drawdown Test Record**

Date: 8-Oct-13

Site Name: Chenab Well Field Area, WASA Faisalabad	Well No.: TW#13
Static Water Level: 19.76 m	

5th Step	Date	Time	Discharge Rate (Q): Maximum (Valve Full Opened)					(TW #14)	
			Elapsed time (min)	Time of each step (min)	Pumping rate (m <sup>3</sup> /hour)	Water level s (m)	Drawdown Δs (m)	Water level s (m)	Drawdown Δs (m)
8-Oct-13	10:00	240	0	298.0	19.40	0.62	18.87	-0.03	
		241	1	378.0	19.53	0.75	18.87	-0.03	
		242	2	352.0	19.53	0.75	18.87	-0.03	
		243	3	363.0	19.53	0.75	18.87	-0.03	
		244	4	375.0	19.54	0.76	18.87	-0.03	
		245	5	369.0	19.54	0.76	18.87	-0.03	
		246	6	375.0	19.54	0.76	18.87	-0.03	
		247	7	360.0	19.54	0.76	18.87	-0.04	
		248	8	373.0	19.54	0.76	18.87	-0.04	
		249	9	369.0	19.54	0.76	18.87	-0.04	
		250	10	374.0	19.54	0.76	18.87	-0.04	
		252	12	372.0	19.54	0.76	18.87	-0.04	
		254	14	372.0	19.54	0.76	18.87	-0.04	
		256	16	373.0	19.55	0.77	18.87	-0.04	
		258	18	374.0	19.55	0.77	18.87	-0.04	
		260	20	374.0	19.55	0.77	18.87	-0.04	
		265	25	384.0	19.55	0.77	18.87	-0.04	
		270	30	392.0	19.55	0.77	18.87	-0.04	
		275	35	376.0	19.55	0.77	18.86	-0.04	
		280	40	389.0	19.56	0.78	18.86	-0.04	
		285	45	391.0	19.56	0.78	18.86	-0.04	
		290	50	374.0	19.56	0.78	18.86	-0.04	
		295	55	390.0	19.56	0.78	18.86	-0.04	
	11:00	300	60	392.0	19.57	0.79	18.86	-0.04	

**Continuous Test Record**

Date: 8-Oct-13

Site Name: Chenab Well Field Area, WASA Faisalabad	Well No.: TW#13
Static Water Level: 18.83 m	

Date	Time	Discharge Rate (Q): 350 m <sup>3</sup> /hour					(TW #14)	
		Elapsed time (min)	Time of each step (min)	Pumping rate (m <sup>3</sup> /hour)	Water level s (m)	Drawdown Δs (m)	Water level s (m)	Drawdown Δs (m)
8-Oct-13	12:00	0	0	0.0	19.83	0.00	18.85	0.00
		1	1	365.0	19.37	0.54	18.85	0.00
		2	2	348.0	19.39	0.56	18.85	0.00
		3	3	343.0	19.40	0.57	18.85	0.00
		4	4	350.0	19.41	0.58	18.85	0.00
		5	5	352.0	19.42	0.59	18.85	0.00
		6	6	352.0	19.42	0.59	18.85	0.00
		7	7	342.0	19.42	0.59	18.85	0.00
		8	8	349.0	19.43	0.60	18.85	0.00
		9	9	349.0	19.44	0.61	18.85	0.00
		10	10	350.0	19.44	0.61	18.85	-0.01
		12	12	347.0	19.45	0.62	18.85	-0.01
		14	14	359.0	19.45	0.62	18.85	-0.01
		16	16	344.0	19.45	0.62	18.85	-0.01
		18	18	348.0	19.46	0.63	18.85	-0.01
		20	20	355.0	19.46	0.63	18.85	-0.01
		25	25	356.0	19.46	0.63	18.85	-0.01
		30	30	358.0	19.46	0.63	18.84	-0.01
		35	35	349.0	19.47	0.64	18.84	-0.01
		40	40	345.0	19.47	0.64	18.84	-0.01
		45	45	346.0	19.48	0.65	18.84	-0.01
		50	50	348.0	19.48	0.65	18.84	-0.01
		55	55	349.0	19.49	0.66	18.84	-0.01
	13:00	60	60	345.0	19.49	0.66	18.84	-0.01
		70	70	347.0	19.50	0.67	18.84	-0.01
		80	80	348.0	19.50	0.67	18.84	-0.01
		90	90	347.0	19.50	0.67	18.84	-0.01
		100	100	348.0	19.51	0.68	18.84	-0.01
		110	110	347.0	19.51	0.68	18.84	-0.01
	14:00	120	120	348.0	19.52	0.69	18.84	-0.01

**Continuous Test Record**

Date: 8-Oct-13

Site Name: Chenab Well Field Area, WASA Faisalabad	Well No.: TW#13
Static Water Level: 18.83 m	

Date	Time	Elapsed time (min)	Time of each step (min)	Pumping rate (m <sup>3</sup> /hour)	Water level s (m)	Drawdown Δs (m)	(TW #14)	
							Water level s (m)	Drawdown Δs (m)
		120	120	348.0	19.52	0.69	18.84	-0.01
		140	140	348.0	19.52	0.69	18.84	-0.02
		160	160	355.0	19.53	0.70	18.83	-0.02
	15:00	180	180	351.0	19.53	0.70	18.83	-0.02
		200	200	350.0	19.53	0.70	18.83	-0.02
		220	220	327.0	19.53	0.70	18.83	-0.02
	16:00	240	240	332.0	19.53	0.70	18.83	-0.03

**Recovery Test Record**

Date: 8-Oct-13

Site Name: Chenab Well Field Area, WASA Faisalabad	Well No.: TW#13
Static Water Level: 18.83 m	

Date	Time	Elapsed time (min) T	Recovery time for each step (min) T'	dt'	Water level s (m)	Residual Drawdown s' (m)	(TW #14)	
							Water level s (m)	Residual Drawdown s' (m)
8-Oct-13	16:00	240	0		19.53	0.70	18.83	-0.03
		241	1	241	18.89	0.16	18.83	-0.03
		242	2	121	18.96	0.13	18.83	-0.03
		243	3	81	18.95	0.12	18.83	-0.03
		244	4	61	18.94	0.11	18.83	-0.03
		245	5	49	18.95	0.12	18.83	-0.03
		246	6	41	18.92	0.09	18.83	-0.03
		247	7	25	18.92	0.09	18.83	-0.03
		248	8	31	18.92	0.09	18.82	-0.03
		249	9	28	18.91	0.08	18.82	-0.03
		250	10	25	18.91	0.08	18.82	-0.03
		252	12	21	18.90	0.07	18.82	-0.03
		254	14	18	18.89	0.06	18.82	-0.03
		256	16	16	18.89	0.06	18.82	-0.03
		258	18	14	18.88	0.05	18.82	-0.03
		260	20	13	18.88	0.05	18.82	-0.03
		265	25	11	18.88	0.05	18.82	-0.03
		270	30	9	18.88	0.05	18.82	-0.03
		275	35	8	18.87	0.04	18.82	-0.03
		280	40	7	18.87	0.04	18.82	-0.03
		285	45	6	18.86	0.03	18.82	-0.03
		290	50	6	18.86	0.03	18.82	-0.03
		295	55	5	18.86	0.03	18.82	-0.03
	17:00	300	60	5	18.86	0.03	18.82	-0.03

Date: 9-Oct-13

## Well Interference Test Record

Site Name: Chenab Well Field Area, WASA Faisalabad	Well No.: TW#13
Static Water Level TW#13: 18.72 m	Static Water Level TW#14: 18.82 m

Pattern 2										
Date	Time	Elapsed time (min)	Time of each step (min)	TW#13			TW#14			TW#15
				Pumping rate (m <sup>3</sup> /hour)	Pumping water level s (m)	Drawdown Δs (m)	Pumping rate (m <sup>3</sup> /hour)	Pumping water level s (m)	Drawdown Δs (m)	
9-Oct-13	6:00	0	0	0.0	18.72	0.00	0.0	18.82	0.00	397.0
		1	1	0.0	18.72	0.00	0.0	18.82	0.00	373.0
		2	2	0.0	18.72	0.00	0.0	18.82	0.00	376.0
		3	3	0.0	18.72	0.00	0.0	18.82	0.00	381.0
		4	4	0.0	18.72	0.01	0.0	18.82	0.00	382.0
		5	5	0.0	18.72	0.01	0.0	18.82	0.00	372.0
		6	6	0.0	18.72	0.00	0.0	18.82	0.00	370.0
		7	7	0.0	18.72	0.00	0.0	18.82	0.00	433.0
		8	8	0.0	18.72	0.00	0.0	18.82	0.00	433.0
		9	9	0.0	18.72	0.00	0.0	18.82	0.00	440.0
		10	10	0.0	18.72	0.00	0.0	18.82	0.00	433.0
		12	12	0.0	18.72	0.00	0.0	18.82	0.00	444.0
		14	14	0.0	18.72	0.00	0.0	18.82	0.00	440.0
		16	16	0.0	18.72	0.00	0.0	18.82	0.00	448.0
		18	18	0.0	18.72	0.00	0.0	18.82	0.00	443.0
		20	20	0.0	18.72	0.00	0.0	18.82	0.00	433.0
		25	25	0.0	18.72	0.00	0.0	18.82	0.00	395.0
		30	30	0.0	18.72	0.00	0.0	18.82	0.00	375.0
		35	35	0.0	18.72	0.00	0.0	18.82	0.00	375.0
		40	40	0.0	18.72	0.00	0.0	18.82	0.00	375.0
		45	45	0.0	18.72	0.00	0.0	18.82	0.00	375.0
		50	50	0.0	18.72	0.00	0.0	18.82	0.00	375.0
		55	55	0.0	18.72	0.00	0.0	18.82	0.00	409.0
	7:00	60	60	0.0	18.72	0.00	0.0	18.82	0.00	417.0

Date: 9-Oct-13

## Well Interference Test Record

Site Name: Chenab Well Field Area, WASA Faisalabad	Well No.: TW#13
Static Water Level TW#13: 18.72 m	Static Water Level TW#14: 18.82 m

Recovery										
Date	Time	Elapsed time (min)	Time of each step (min)	TW#13			TW#14			TW#15
				Pumping rate (m <sup>3</sup> /hour)	Pumping water level s (m)	Drawdown Δs (m)	Pumping rate (m <sup>3</sup> /hour)	Pumping water level s (m)	Drawdown Δs (m)	
9-Oct-13	7:00	60	0	0.0	18.72	0.00	0.0	18.82	0.00	0.0
		61	1	0.0	18.72	0.00	0.0	18.82	0.00	0.0
		62	2	0.0	18.72	0.00	0.0	18.82	0.00	0.0
		63	3	0.0	18.72	0.00	0.0	18.81	-0.01	0.0
		64	4	0.0	18.72	0.00	0.0	18.81	-0.01	0.0
		65	5	0.0	18.72	0.00	0.0	18.81	-0.01	0.0
		66	6	0.0	18.72	0.00	0.0	18.81	-0.01	0.0
		67	7	0.0	18.72	0.00	0.0	18.81	-0.01	0.0
		68	8	0.0	18.72	0.00	0.0	18.81	-0.01	0.0
		69	9	0.0	18.72	0.00	0.0	18.81	-0.01	0.0
		70	10	0.0	18.72	0.00	0.0	18.81	-0.01	0.0
		72	12	0.0	18.72	0.00	0.0	18.81	-0.01	0.0
		74	14	0.0	18.72	0.00	0.0	18.81	-0.01	0.0
		76	16	0.0	18.72	0.00	0.0	18.81	-0.01	0.0
		78	18	0.0	18.72	0.00	0.0	18.81	-0.01	0.0
		80	20	0.0	18.72	0.00	0.0	18.81	-0.01	0.0
		85	25	0.0	18.72	0.00	0.0	18.81	-0.01	0.0
		90	30	0.0	18.72	0.00	0.0	18.81	-0.01	0.0
		95	35	0.0	18.72	0.00	0.0	18.81	-0.01	0.0
		100	40	0.0	18.72	0.00	0.0	18.81	-0.01	0.0
		105	45	0.0	18.72	0.00	0.0	18.81	-0.01	0.0
		110	50	0.0	18.72	0.00	0.0	18.81	-0.01	0.0
		115	55	0.0	18.72	0.00	0.0	18.81	-0.01	0.0
	8:00	120	60	0.0	18.72	-0.01	0.0	18.81	-0.01	0.0

Date: 9-Oct-13

**Well Interference Test Record**

Site Name: Chenab Well Field Area, WASA Faisalabad			Well No.: TW #13		
Static Water Level TW #13		18.72 m	Static Water Level TW #14		18.82 m

Pattern 3										
Date	Time	Elapsed time (min)	Time of each step (min)	TW #13			TW #14			TW #15
				Pumping rate (m <sup>3</sup> /hour)	Pumping water level (s (m))	Drawdown (Δs (m))	Pumping rate (m <sup>3</sup> /hour)	Pumping water level (s (m))	Drawdown (Δs (m))	
9-Oct-13	8:00	120	0	0.0	18.71	-0.01	0.0	18.81	-0.01	0.0
		121	1	0.0	18.71	-0.01	336.0	19.14	0.32	0.0
		122	2	0.0	18.71	-0.01	337.0	19.15	0.33	0.0
		123	3	0.0	18.71	-0.01	341.0	19.18	0.36	0.0
		124	4	0.0	18.71	-0.01	342.0	19.19	0.37	0.0
		125	5	0.0	18.71	-0.01	332.0	19.20	0.38	0.0
		126	6	0.0	18.71	-0.01	329.0	19.20	0.38	0.0
		127	7	0.0	18.71	-0.01	326.0	19.20	0.38	0.0
		128	8	0.0	18.71	-0.01	327.0	19.21	0.39	0.0
		129	9	0.0	18.71	-0.01	327.0	19.21	0.39	0.0
		130	10	0.0	18.71	-0.01	328.0	19.21	0.39	0.0
		132	12	0.0	18.71	-0.01	340.0	19.23	0.41	0.0
		134	14	0.0	18.71	-0.01	341.0	19.24	0.42	0.0
		136	16	0.0	18.72	0.00	334.0	19.23	0.41	0.0
		138	18	0.0	18.72	0.00	332.0	19.23	0.41	0.0
		140	20	0.0	18.72	0.00	333.0	19.23	0.41	0.0
		145	25	0.0	18.72	0.00	328.0	19.24	0.42	0.0
		150	30	0.0	18.72	0.00	332.0	19.25	0.43	0.0
		155	35	0.0	18.72	0.00	335.0	19.26	0.44	0.0
		160	40	0.0	18.72	0.00	327.0	19.26	0.44	0.0
		165	45	0.0	18.72	0.00	336.0	19.26	0.44	0.0
		170	50	0.0	18.72	0.00	324.0	19.26	0.44	0.0
		175	55	0.0	18.72	0.00	331.0	19.27	0.45	0.0
	9:00	180	60	0.0	18.72	0.00	331.0	19.27	0.45	0.0

Date: 9-Oct-13

**Well Interference Test Record**

Site Name: Chenab Well Field Area, WASA Faisalabad			Well No.: TW #13		
Static Water Level TW #13		18.72 m	Static Water Level TW #14		18.82 m

Pattern 4										
Date	Time	Elapsed time (min)	Time of each step (min)	TW #13			TW #14			TW #15
				Pumping rate (m <sup>3</sup> /hour)	Pumping water level (s (m))	Drawdown (Δs (m))	Pumping rate (m <sup>3</sup> /hour)	Pumping water level (s (m))	Drawdown (Δs (m))	
9-Oct-13	9:00	180	0	0.0	18.72	0.00	331.0	19.27	0.45	0.0
		181	1	352.9	19.22	0.50	317.0	19.27	0.45	0.0
		182	2	352.9	19.25	0.53	321.0	19.28	0.44	0.0
		183	3	352.9	19.29	0.57	327.0	19.27	0.45	0.0
		184	4	352.9	19.31	0.59	313.0	19.28	0.44	0.0
		185	5	352.9	19.32	0.60	312.0	19.28	0.44	0.0
		186	6	352.9	19.33	0.61	328.0	19.27	0.45	0.0
		187	7	352.9	19.33	0.61	317.0	19.27	0.45	0.0
		188	8	411.8	19.34	0.62	324.0	19.27	0.45	0.0
		189	9	352.9	19.35	0.63	308.0	19.28	0.44	0.0
		190	10	352.9	19.35	0.63	313.0	19.28	0.44	0.0
		192	12	352.9	19.35	0.63	307.0	19.28	0.43	0.0
		194	14	382.4	19.36	0.64	308.0	19.28	0.44	0.0
		196	16	352.9	19.36	0.64	308.0	19.28	0.44	0.0
		198	18	382.4	19.37	0.65	308.0	19.28	0.44	0.0
		200	20	352.9	19.37	0.65	308.0	19.28	0.43	0.0
		205	25	376.5	19.37	0.65	318.0	19.27	0.45	0.0
		210	30	384.7	19.38	0.66	314.0	19.27	0.45	0.0
		215	35	376.5	19.39	0.67	314.0	19.28	0.46	0.0
		220	40	376.5	19.40	0.68	309.0	19.27	0.45	0.0
		225	45	341.2	19.40	0.68	308.0	19.27	0.45	0.0
		230	50	384.7	19.40	0.68	311.0	19.28	0.46	0.0
		235	55	384.7	19.41	0.69	312.0	19.28	0.46	0.0
	10:00	240	60	352.9	19.41	0.69	300.0	19.27	0.45	0.0

**Well Interference Test Record**

Date: 9-Oct-13

Site Name: Chenab Well Field Area, WASA Faisalabad	Well No.: TW #13
Static Water Level TW #13: 18.72 m	Static Water Level TW #14: 18.82 m

Pattern 5										
Date	Time	Elapsed time (min)	Time of each step (min)	TW #13			TW #14			TW #15
				Pumping rate (m <sup>3</sup> /hour)	Pumping water level s (m)	Drawdown Δs (m)	Pumping rate (m <sup>3</sup> /hour)	Pumping water level s (m)	Drawdown Δs (m)	Pumping rate (m <sup>3</sup> /hour)
9-Oct-13	19:00	240	0	352.9	19.41	0.69	300.0	19.27	0.45	332.0
		241	1	352.9	19.40	0.68	292.0	19.26	0.44	335.0
		242	2	352.9	19.40	0.68	283.0	19.26	0.44	341.0
		243	3	352.9	19.39	0.67	294.0	19.26	0.44	336.0
		244	4	352.9	19.40	0.68	293.0	19.26	0.44	336.0
		245	5	352.9	19.40	0.68	292.0	19.26	0.44	342.0
		246	6	352.9	19.40	0.68	293.0	19.26	0.44	345.0
		247	7	352.9	19.41	0.69	294.0	19.26	0.44	341.0
		248	8	352.9	19.41	0.69	295.0	19.26	0.44	338.0
		249	9	352.9	19.41	0.69	292.0	19.26	0.44	339.0
		250	10	352.9	19.40	0.68	292.0	19.26	0.44	335.0
		252	12	382.4	19.40	0.68	293.0	19.26	0.44	334.0
		254	14	323.5	19.41	0.69	292.0	19.26	0.44	330.0
		256	16	382.4	19.41	0.69	295.0	19.26	0.44	333.0
		258	18	352.9	19.41	0.69	293.0	19.26	0.44	336.0
		260	20	352.9	19.41	0.69	293.0	19.26	0.44	334.0
		265	25	352.9	19.41	0.69	294.0	19.26	0.44	338.0
		270	30	352.9	19.41	0.69	293.0	19.27	0.45	330.0
		275	35	352.9	19.41	0.69	293.0	19.27	0.45	346.0
		280	40	352.9	19.41	0.69	292.0	19.27	0.45	332.0
		285	45	352.9	19.42	0.70	292.0	19.27	0.45	331.0
		290	50	352.9	19.42	0.70	293.0	19.27	0.45	345.0
		295	55	352.9	19.43	0.71	293.0	19.27	0.45	330.0
	11:00	300	60	352.9	19.43	0.71	295.0	19.27	0.45	335.0

**Step Drawdown Test Record**

Date: 10-Oct-13

Site Name: Chenab Well Field Area, WASA Faisalabad	Well No.: TW #23
Static Water Level: 16.16 m	

Date	Time	Elapsed time (min)	Time of each step (min)	Discharge Rate (Q)		Water level s (m)	Drawdown Δs (m)	(TW #22)	
				150 m <sup>3</sup> /hour	150 m <sup>3</sup> /hour			Water level s (m)	Drawdown Δs (m)
10-Oct-13	6:00	0	0	0.0	0.0	16.16	0.00	16.85	0.00
		1	1	154.0	154.0	16.26	0.08	16.86	0.00
		2	2	157.0	157.0	16.39	0.21	16.86	0.00
		3	3	155.0	155.0	16.34	0.16	16.86	0.00
		4	4	153.0	153.0	16.32	0.14	16.86	0.00
		5	5	150.0	150.0	16.30	0.12	16.86	0.00
		6	6	155.0	155.0	16.29	0.11	16.86	0.00
		7	7	152.0	152.0	16.29	0.11	16.86	0.00
		8	8	151.0	151.0	16.29	0.11	16.86	0.00
		9	9	152.0	152.0	16.29	0.11	16.86	0.00
		10	10	152.0	152.0	16.29	0.11	16.86	0.00
		12	12	148.0	148.0	16.29	0.11	16.86	0.00
		14	14	150.0	150.0	16.29	0.10	16.86	0.00
		16	16	151.0	151.0	16.28	0.10	16.86	0.00
		18	18	152.0	152.0	16.29	0.11	16.86	0.00
		20	20	149.0	149.0	16.29	0.11	16.85	-0.01
		25	25	152.0	152.0	16.28	0.10	16.85	-0.01
		30	30	151.0	151.0	16.29	0.10	16.85	-0.01
		35	35	150.0	150.0	16.28	0.10	16.85	-0.01
		40	40	152.0	152.0	16.28	0.10	16.85	-0.01
		45	45	154.0	154.0	16.28	0.10	16.85	-0.01
		50	50	150.0	150.0	16.28	0.10	16.85	-0.01
		55	55	153.0	153.0	16.28	0.10	16.85	-0.01
	7:00	60	60	149.0	149.0	16.28	0.10	16.85	-0.01

Date: 10-Oct-13

**Step Drawdown Test Record**

Site Name: Chenab Well Field Area, WASA Faisalabad	Well No.: TW #23
Static Water Level: 16.18 m	

2nd Step		Discharge Rate (Q) 200 m <sup>3</sup> /hour						
Date	Time	Elapsed time (min)	Time of each step (min)	Pumping rate (m <sup>3</sup> /hour)	Water level s (m)	Drawdown Δs (m)	(TW #22)	
							Water level s (m)	Drawdown Δs (m)
10-Oct-13	7:00	00	0	149.0	16.28	0.10	16.85	-0.01
		01	1	202.0	16.28	0.10	16.85	-0.01
		02	2	201.0	16.30	0.12	16.85	-0.01
		03	3	203.0	16.31	0.13	16.85	-0.01
		04	4	201.0	16.31	0.13	16.85	-0.01
		05	5	200.0	16.31	0.13	16.85	-0.01
		06	6	205.0	16.32	0.14	16.85	-0.01
		07	7	204.0	16.32	0.14	16.85	-0.01
		08	8	202.0	16.32	0.14	16.85	-0.01
		09	9	201.0	16.32	0.14	16.85	-0.01
		10	10	204.0	16.32	0.14	16.85	-0.01
		12	12	210.0	16.32	0.14	16.85	-0.01
		14	14	198.0	16.32	0.14	16.85	-0.01
		16	16	198.0	16.32	0.14	16.85	-0.01
		18	18	199.0	16.32	0.14	16.85	-0.01
		20	20	198.0	16.32	0.14	16.85	-0.01
		25	25	196.0	16.31	0.13	16.85	-0.01
		30	30	196.0	16.31	0.13	16.85	-0.01
		35	35	197.0	16.31	0.13	16.85	-0.01
		40	40	198.0	16.32	0.14	16.85	-0.01
		45	45	197.0	16.31	0.13	16.85	-0.01
		50	50	197.0	16.31	0.13	16.85	-0.01
		55	55	188.0	16.31	0.13	16.85	-0.01
	7:00	120	60	197.0	16.32	0.14	16.85	-0.01

Date: 10-Oct-13

**Step Drawdown Test Record**

Site Name: Chenab Well Field Area, WASA Faisalabad	Well No.: TW #23
Static Water Level: 16.18 m	

3rd Step		Discharge Rate (Q) 250 m <sup>3</sup> /hour						
Date	Time	Elapsed time (min)	Time of each step (min)	Pumping rate (m <sup>3</sup> /hour)	Water level s (m)	Drawdown Δs (m)	(TW #22)	
							Water level s (m)	Drawdown Δs (m)
10-Oct-13	8:00	120	0	197.0	16.32	0.14	16.85	-0.01
		121	1	248.0	16.34	0.16	16.85	-0.01
		122	2	251.0	16.35	0.17	16.85	-0.01
		123	3	249.0	16.35	0.17	16.85	-0.01
		124	4	251.0	16.35	0.17	16.85	-0.01
		125	5	251.0	16.35	0.17	16.85	-0.01
		126	6	252.0	16.35	0.17	16.85	-0.01
		127	7	252.0	16.35	0.17	16.85	-0.01
		128	8	251.0	16.35	0.17	16.85	-0.01
		129	9	252.0	16.35	0.17	16.85	-0.01
		130	10	256.0	16.36	0.18	16.85	-0.01
		132	12	255.0	16.36	0.18	16.85	-0.01
		134	14	250.0	16.36	0.18	16.85	-0.01
		136	16	251.0	16.36	0.18	16.85	-0.01
		138	18	250.0	16.36	0.18	16.85	-0.01
		140	20	253.0	16.36	0.18	16.85	-0.01
		145	25	250.0	16.36	0.18	16.85	-0.01
		150	30	253.0	16.36	0.18	16.85	-0.01
		155	35	256.0	16.36	0.18	16.85	-0.01
		160	40	252.0	16.36	0.18	16.86	0.00
		165	45	251.0	16.36	0.18	16.86	0.00
		170	50	251.0	16.36	0.18	16.86	0.00
		175	55	249.0	16.36	0.18	16.86	0.00
	9:00	180	60	253.0	16.36	0.18	16.84	-0.02

Date: 10-Oct-13

**Step Drawdown Test Record**

Site Name: Chenab Well Field Area, WASA Faisalabad	Well No.: TW #23
Static Water Level: 16.16 m	

4th Step		Discharge Rate (Q) 300 m <sup>3</sup> /hour						
Date	Time	Elapsed time (min)	Time of each step (min)	Pumping rate (m <sup>3</sup> /hour)	Water level s (m)	Drawdown Δs (m)	(TW #22)	
							Water level s (m)	Drawdown Δs (m)
10-Oct-13	9:00	180	0	253.0	16.36	0.19	16.84	-0.02
		181	1	309.0	16.38	0.20	16.84	-0.02
		182	2	301.0	16.39	0.21	16.84	-0.02
		183	3	303.0	16.39	0.21	16.84	-0.02
		184	4	304.0	16.40	0.22	16.84	-0.02
		185	5	302.0	16.40	0.22	16.84	-0.02
		186	6	302.0	16.40	0.22	16.84	-0.02
		187	7	301.0	16.40	0.22	16.84	-0.02
		188	8	301.0	16.40	0.22	16.84	-0.02
		189	9	302.0	16.40	0.22	16.84	-0.02
		190	10	303.0	16.40	0.22	16.84	-0.02
		192	12	299.0	16.40	0.22	16.84	-0.02
		194	14	303.0	16.40	0.22	16.84	-0.02
		196	16	302.0	16.40	0.22	16.84	-0.02
		198	18	304.0	16.40	0.22	16.84	-0.02
		200	20	303.0	16.40	0.22	16.84	-0.02
		205	25	302.0	16.40	0.22	16.84	-0.02
		210	30	302.0	16.40	0.22	16.84	-0.02
		215	35	304.0	16.40	0.22	16.84	-0.02
		220	40	302.0	16.40	0.22	16.84	-0.02
		225	45	304.0	16.41	0.23	16.84	-0.02
		230	50	302.0	16.41	0.23	16.84	-0.02
		235	55	301.0	16.41	0.23	16.84	-0.02
	10:00	240	60	301.0	16.41	0.23	16.84	-0.02

Date: 10-Oct-13

**Step Drawdown Test Record**

Site Name: Chenab Well Field Area, WASA Faisalabad	Well No.: TW #23
Static Water Level: 16.16 m	

5th Step		Discharge Rate (Q) Maximum (Valve Full Opened)						
Date	Time	Elapsed time (min)	Time of each step (min)	Pumping rate (m <sup>3</sup> /hour)	Water level s (m)	Drawdown Δs (m)	(TW #22)	
							Water level s (m)	Drawdown Δs (m)
10-Oct-13	10:00	240	0	301.0	16.41	0.23	16.84	-0.02
		241	1	480.0	16.51	0.33	16.84	-0.02
		242	2	482.0	16.53	0.34	16.84	-0.02
		243	3	482.0	16.54	0.36	16.84	-0.02
		244	4	482.0	16.54	0.36	16.84	-0.02
		245	5	482.0	16.54	0.36	16.84	-0.02
		246	6	482.0	16.54	0.36	16.84	-0.02
		247	7	482.0	16.55	0.37	16.84	-0.02
		248	8	482.0	16.55	0.37	16.84	-0.02
		249	9	482.0	16.55	0.37	16.84	-0.02
		250	10	482.0	16.55	0.37	16.84	-0.02
		252	12	482.0	16.55	0.37	16.84	-0.02
		254	14	482.0	16.55	0.37	16.84	-0.02
		256	16	482.0	16.55	0.37	16.84	-0.02
		258	18	482.0	16.55	0.37	16.84	-0.02
		260	20	482.0	16.55	0.37	16.84	-0.02
		265	25	482.0	16.56	0.38	16.84	-0.02
		270	30	440.0	16.53	0.35	16.84	-0.02
		275	35	482.0	16.56	0.38	16.83	-0.03
		280	40	482.0	16.56	0.38	16.83	-0.03
		285	45	484.0	16.56	0.38	16.83	-0.03
		290	50	485.0	16.57	0.39	16.83	-0.03
		295	55	483.0	16.57	0.39	16.83	-0.03
	11:00	300	60	480.0	16.57	0.39	16.83	-0.03

Date: 10-Oct-13

**Continuous Test Record**

Site Name: Chenab Well Field Area, WASA Faisalabad	Well No.: TW #23
Static Water Level: 16.18 m	

Discharge Rate (Q)		400		m <sup>3</sup> /hour		(TW #22)			
Date	Time	Elapsed time (min)	Time of each step (min)	Pumping rate (m <sup>3</sup> /hour)	Water level s (m)	Drawdown Δs (m)	Water level s (m)	Drawdown Δs (m)	
10-Oct-13	12:00	0	0	0.0	16.18	0.00	16.83	0.00	
		1	1	406.0	16.46	0.28	16.83	0.00	
		2	2	408.0	16.47	0.29	16.83	0.00	
		3	3	396.0	16.46	0.28	16.83	0.00	
		4	4	400.0	16.46	0.28	16.83	0.00	
		5	5	398.0	16.47	0.29	16.83	0.00	
		6	6	400.0	16.47	0.29	16.83	0.00	
		7	7	400.0	16.47	0.29	16.83	0.00	
		8	8	400.0	16.47	0.29	16.83	0.00	
		9	9	398.0	16.47	0.29	16.83	0.00	
		10	10	380.0	16.47	0.29	16.83	0.00	
		12	12	401.0	16.47	0.29	16.83	0.00	
		14	14	397.0	16.47	0.29	16.83	0.00	
		16	16	412.0	16.48	0.30	16.83	0.00	
		18	18	406.0	16.48	0.30	16.83	0.00	
		20	20	400.0	16.48	0.30	16.83	0.00	
		25	25	402.0	16.48	0.30	16.83	0.00	
		30	30	402.0	16.49	0.31	16.82	-0.01	
		35	35	412.0	16.49	0.31	16.82	-0.01	
		40	40	408.0	16.50	0.32	16.82	-0.01	
		45	45	397.0	16.49	0.31	16.82	-0.01	
		50	50	400.0	16.49	0.31	16.82	-0.01	
		55	55	403.0	16.49	0.31	16.82	-0.01	
	13:00	60	60	400.0	16.49	0.31	16.82	-0.01	
		70	70	400.0	16.49	0.31	16.82	-0.01	
		80	80	397.0	16.50	0.32	16.82	-0.01	
		90	90	402.0	16.50	0.32	16.82	-0.01	
		100	100	401.0	16.50	0.32	16.82	-0.01	
		110	110	401.0	16.50	0.32	16.82	-0.01	
	14:00	120	120	396.0	16.50	0.32	16.82	-0.01	

Date: 10-Oct-13

**Continuous Test Record**

Site Name: Chenab Well Field Area, WASA Faisalabad	Well No.: TW #23
Static Water Level: 16.18 m	

Discharge Rate (Q)		400		m <sup>3</sup> /hour		(TW #22)			
Date	Time	Elapsed time (min)	Time of each step (min)	Pumping rate (m <sup>3</sup> /hour)	Water level s (m)	Drawdown Δs (m)	Water level s (m)	Drawdown Δs (m)	
		120	120	398.0	16.50	0.32	16.82	-0.01	
		140	140	400.0	16.51	0.32	16.82	-0.01	
		160	160	398.0	16.51	0.32	16.82	-0.01	
	15:00	180	180	397.0	16.51	0.32	16.82	-0.01	
		200	200	401.0	16.52	0.34	16.82	-0.01	
		220	220	402.0	16.52	0.34	16.81	-0.02	
	16:00	240	240	400.0	16.52	0.34	16.81	-0.02	

**Recovery Test Record**

Date: 10-Oct-13

Site Name: Chanab Well Field Area, WASA Faisalabad	Well No.: TW#23
Static Water Level: 16.18 m	

Date	Time	Elapsed time (min) t	Recovery time for each step (min) t'	M'	Water level s (m)	Residual Drawdown s' (m)	(TW #22)	
							Water level s (m)	Residual Drawdown s' (m)
10-Oct-13	16:00	240	0		16.52	0.34	16.81	-0.02
		241	1	241	16.29	0.11	16.81	-0.02
		242	2	121	16.27	0.09	16.81	-0.02
		243	3	81	16.25	0.07	16.81	-0.02
		244	4	61	16.25	0.07	16.81	-0.02
		245	5	49	16.24	0.06	16.81	-0.02
		246	6	41	16.24	0.06	16.81	-0.02
		247	7	35	16.24	0.06	16.81	-0.02
		248	8	31	16.24	0.06	16.81	-0.02
		249	9	28	16.23	0.05	16.81	-0.02
		250	10	25	16.23	0.05	16.81	-0.02
		252	12	21	16.23	0.05	16.81	-0.02
		254	14	18	16.22	0.04	16.81	-0.02
		256	16	16	16.22	0.04	16.81	-0.02
		258	18	14	16.22	0.04	16.81	-0.02
		260	20	13	16.22	0.04	16.81	-0.02
		265	25	11	16.21	0.03	16.81	-0.02
		270	30	9	16.21	0.03	16.81	-0.02
		275	35	8	16.20	0.02	16.81	-0.02
		280	40	7	16.20	0.02	16.81	-0.02
		285	45	6	16.20	0.02	16.81	-0.02
		290	50	6	16.20	0.02	16.81	-0.02
		295	55	5	16.19	0.01	16.81	-0.02
	17:00	300	60	5	16.19	0.01	16.81	-0.02

**Well Interference Test Record**

Date: 11-Oct-13

Site Name: Chanab Well Field Area, WASA Faisalabad	Well No.: TW #23	Well No.: TW#22
Static Water Level TW#23: 16.12 m	Static Water Level TW#22: 16.80 m	

Pattern 2:										
Date	Time	Elapsed time (min)	Time of each step (min)	TW #23			TW #22			TW #21
				Pumping rate (m <sup>3</sup> /hour)	Pumping water level s (m)	Drawdown Δs (m)	Pumping rate (m <sup>3</sup> /hour)	Pumping water level s (m)	Drawdown Δs (m)	Pumping rate (m <sup>3</sup> /hour)
11-Oct-13	6:00	0	0	0.0	16.12	0.00	0.0	16.80	0.00	0.0
		1	1	0.0	16.12	0.00	0.0	16.80	0.00	370.0
		2	2	0.0	16.12	0.00	0.0	16.80	0.00	403.0
		3	3	0.0	16.12	0.00	0.0	16.80	0.00	405.0
		4	4	0.0	16.12	0.00	0.0	16.80	0.00	403.0
		5	5	0.0	16.12	0.00	0.0	16.80	0.00	403.0
		6	6	0.0	16.12	0.00	0.0	16.80	0.00	405.0
		7	7	0.0	16.12	0.00	0.0	16.80	0.00	405.0
		8	8	0.0	16.12	0.00	0.0	16.80	0.00	408.0
		9	9	0.0	16.12	0.00	0.0	16.80	0.00	399.0
		10	10	0.0	16.12	0.00	0.0	16.80	0.00	417.0
		12	12	0.0	16.12	0.00	0.0	16.80	0.00	418.0
		14	14	0.0	16.12	0.00	0.0	16.80	0.00	418.0
		16	16	0.0	16.12	0.00	0.0	16.80	0.00	418.0
		18	18	0.0	16.12	0.00	0.0	16.80	0.00	397.0
		20	20	0.0	16.12	0.00	0.0	16.80	0.00	397.0
		25	25	0.0	16.12	0.00	0.0	16.80	0.00	415.0
		30	30	0.0	16.12	0.00	0.0	16.80	0.00	417.0
		35	35	0.0	16.12	0.00	0.0	16.80	0.00	416.0
		40	40	0.0	16.12	0.00	0.0	16.80	0.00	416.0
		45	45	0.0	16.12	0.00	0.0	16.80	0.00	416.0
		50	50	0.0	16.12	0.00	0.0	16.80	0.00	419.0
		55	55	0.0	16.12	0.00	0.0	16.80	0.00	402.0
	7:00	60	60	0.0	16.12	0.00	0.0	16.80	0.00	399.0

Date: 11-Oct-13

**Well Interference Test Record**

Site Name: Chenab Well Field Area, WASA Faisalabad			Well No.: TW #23				
Static Water Level TW #23		16.12	m	Static Water Level TW #22		16.90	m

Recovery										
Date	Time	Elapsed time (min)	Time of each step (min)	TW #23			TW #22			TW #21
				Pumping rate (m <sup>3</sup> /hour)	Pumping water level s (m)	Drawdown Δs (m)	Pumping rate (m <sup>3</sup> /hour)	Pumping water level s (m)	Drawdown Δs (m)	Pumping rate (m <sup>3</sup> /hour)
11-Oct-13	7:00	00	0	0.0	16.12	0.00	0.0	16.90	0.00	0.0
		01	1	0.0	16.12	0.00	0.0	16.90	0.00	0.0
		02	2	0.0	16.12	0.00	0.0	16.90	0.00	0.0
		03	3	0.0	16.12	0.00	0.0	16.90	0.00	0.0
		04	4	0.0	16.12	0.00	0.0	16.90	0.00	0.0
		05	5	0.0	16.12	0.00	0.0	16.90	0.00	0.0
		06	6	0.0	16.12	0.00	0.0	16.90	0.00	0.0
		07	7	0.0	16.12	0.00	0.0	16.90	0.00	0.0
		08	8	0.0	16.12	0.00	0.0	16.90	0.00	0.0
		09	9	0.0	16.12	0.00	0.0	16.90	0.00	0.0
		10	10	0.0	16.12	0.00	0.0	16.90	0.00	0.0
		11	11	0.0	16.12	0.00	0.0	16.90	0.00	0.0
		12	12	0.0	16.12	0.00	0.0	16.90	0.00	0.0
		13	13	0.0	16.12	0.00	0.0	16.90	0.00	0.0
		14	14	0.0	16.12	0.00	0.0	16.90	0.00	0.0
		15	15	0.0	16.12	0.00	0.0	16.90	0.00	0.0
		16	16	0.0	16.12	0.00	0.0	16.90	0.00	0.0
		17	17	0.0	16.12	0.00	0.0	16.90	0.00	0.0
		18	18	0.0	16.12	0.00	0.0	16.90	0.00	0.0
		19	19	0.0	16.12	0.00	0.0	16.90	0.00	0.0
		20	20	0.0	16.12	0.00	0.0	16.90	0.00	0.0
		25	25	0.0	16.12	0.00	0.0	16.90	0.00	0.0
		30	30	0.0	16.12	0.00	0.0	16.90	0.00	0.0
		35	35	0.0	16.12	0.00	0.0	16.90	0.00	0.0
		40	40	0.0	16.12	0.00	0.0	16.90	0.00	0.0
		45	45	0.0	16.12	0.00	0.0	16.90	0.00	0.0
		50	50	0.0	16.12	0.00	0.0	16.90	0.00	0.0
		55	55	0.0	16.12	0.00	0.0	16.90	0.00	0.0
	8:00	120	60	0.0	16.12	0.00	0.0	16.90	0.00	0.0

Date: 11-Oct-13

**Well Interference Test Record**

Site Name: Chenab Well Field Area, WASA Faisalabad			Well No.: TW #23				
Static Water Level TW #23		16.12	m	Static Water Level TW #22		16.90	m

Pattern 3										
Date	Time	Elapsed time (min)	Time of each step (min)	TW #23			TW #22			TW #21
				Pumping rate (m <sup>3</sup> /hour)	Pumping water level s (m)	Drawdown Δs (m)	Pumping rate (m <sup>3</sup> /hour)	Pumping water level s (m)	Drawdown Δs (m)	Pumping rate (m <sup>3</sup> /hour)
11-Oct-13	8:00	120	0	0.0	16.12	0.00	0.0	16.90	0.00	0.0
		121	1	0.0	16.12	0.00	426.0	16.90	0.16	0.0
		122	2	0.0	16.12	0.00	420.0	16.90	0.18	0.0
		123	3	0.0	16.12	0.00	418.0	17.00	0.20	0.0
		124	4	0.0	16.12	0.00	415.0	17.02	0.22	0.0
		125	5	0.0	16.12	0.00	412.0	17.03	0.23	0.0
		126	6	0.0	16.12	0.00	410.0	17.03	0.23	0.0
		127	7	0.0	16.12	0.00	407.0	17.03	0.23	0.0
		128	8	0.0	16.12	0.00	407.0	17.03	0.23	0.0
		129	9	0.0	16.12	0.00	410.0	17.03	0.23	0.0
		130	10	0.0	16.12	0.00	409.0	17.03	0.23	0.0
		132	12	0.0	16.12	0.00	410.0	17.04	0.24	0.0
		134	14	0.0	16.12	0.00	407.0	17.04	0.24	0.0
		136	16	0.0	16.12	0.00	408.0	17.04	0.24	0.0
		138	18	0.0	16.11	-0.01	418.0	17.04	0.24	0.0
		140	20	0.0	16.11	-0.01	418.0	17.04	0.24	0.0
		145	25	0.0	16.11	-0.01	414.0	17.05	0.25	0.0
		150	30	0.0	16.11	-0.01	418.0	17.05	0.25	0.0
		155	35	0.0	16.11	-0.01	415.0	17.05	0.25	0.0
		160	40	0.0	16.11	-0.01	412.0	17.05	0.25	0.0
		165	45	0.0	16.12	-0.01	413.0	17.09	0.26	0.0
		170	50	0.0	16.12	-0.01	410.0	17.09	0.26	0.0
		175	55	0.0	16.12	-0.01	411.0	17.09	0.26	0.0
	9:00	180	60	0.0	16.12	-0.01	412.0	17.09	0.26	0.0

Date: 11-Oct-13

**Well Interference Test Record**

Site Name: Chenab Well Field Area, WASA Faisalabad	Well No.: TW #23
Static Water Level TW #23: 16.12 m	Static Water Level TW #22: 16.60 m

Pattern 4										
Date	Time	Elapsed time (min)	Time of each step (min)	TW #23			TW #22			TW #21
				Pumping rate (m <sup>3</sup> /hour)	Pumping water level s (m)	Drawdown Δs (m)	Pumping rate (m <sup>3</sup> /hour)	Pumping water level s (m)	Drawdown Δs (m)	
11-Oct-13	9:00	180	0	0.0	16.12	-0.01	412.0	17.06	0.26	0.0
		181	1	0.0	16.12	-0.01	413.0	17.06	0.26	0.0
		182	2	0.0	16.12	-0.01	418.0	17.06	0.26	0.0
		183	3	0.0	16.12	-0.01	417.0	17.07	0.27	0.0
		184	4	309.3	16.34	0.22	374.0	17.05	0.25	0.0
		185	5	433.0	16.40	0.28	365.0	17.08	0.25	0.0
		186	6	433.0	16.41	0.29	387.0	17.05	0.25	0.0
		187	7	433.0	16.41	0.29	387.0	17.05	0.25	0.0
		188	8	433.0	16.42	0.30	387.0	17.05	0.25	0.0
		189	9	433.0	16.43	0.31	385.0	17.05	0.25	0.0
		190	10	433.0	16.43	0.31	381.0	17.05	0.25	0.0
		192	12	433.0	16.44	0.32	382.0	17.05	0.25	0.0
		194	14	433.0	16.44	0.32	377.0	17.05	0.25	0.0
		198	16	433.0	16.44	0.32	394.0	17.05	0.25	0.0
		198	16	433.0	16.44	0.32	382.0	17.05	0.25	0.0
		200	20	433.0	16.45	0.32	382.0	17.05	0.25	0.0
		205	25	408.2	16.46	0.33	380.0	17.05	0.25	0.0
		210	30	445.4	16.46	0.34	375.0	17.05	0.25	0.0
		215	35	420.6	16.46	0.34	380.0	17.05	0.25	0.0
		220	40	420.6	16.46	0.34	382.0	17.05	0.25	0.0
		225	45	457.7	16.46	0.34	377.0	17.05	0.25	0.0
		230	50	408.2	16.47	0.35	381.0	17.05	0.25	0.0
		235	55	420.6	16.47	0.35	381.0	17.05	0.25	0.0
	10:00	240	60	433.0	16.47	0.35	381.0	17.05	0.25	0.0

Date: 11-Oct-13

**Well Interference Test Record**

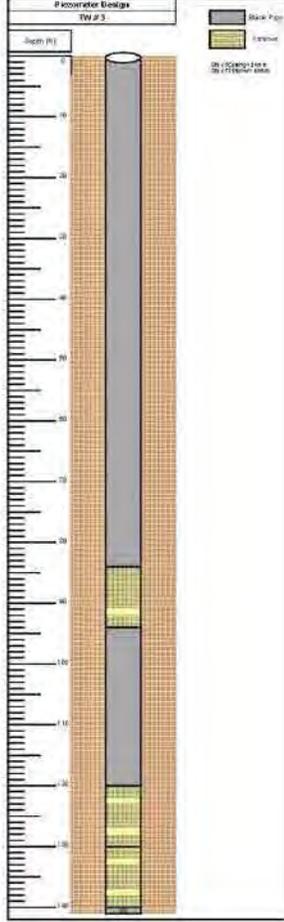
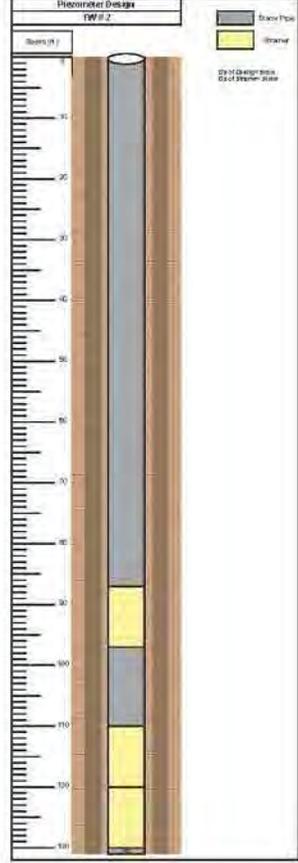
Site Name: Chenab Well Field Area, WASA Faisalabad	Well No.: TW #23
Static Water Level TW #23: 16.12 m	Static Water Level TW #22: 16.60 m

Pattern 5										
Date	Time	Elapsed time (min)	Time of each step (min)	TW #23			TW #22			TW #21
				Pumping rate (m <sup>3</sup> /hour)	Pumping water level s (m)	Drawdown Δs (m)	Pumping rate (m <sup>3</sup> /hour)	Pumping water level s (m)	Drawdown Δs (m)	
11-Oct-13	10:00	240	0	433.0	16.47	0.35	381.0	17.05	0.25	387.0
		241	1	433.0	16.47	0.35	381.0	17.05	0.26	383.0
		242	2	433.0	16.47	0.35	381.0	17.06	0.26	391.0
		243	3	494.8	16.47	0.35	384.0	17.06	0.26	392.0
		244	4	433.0	16.47	0.35	381.0	17.05	0.26	395.0
		245	5	371.1	16.47	0.35	379.0	17.05	0.26	397.0
		246	6	433.0	16.48	0.36	375.0	17.05	0.26	391.0
		247	7	433.0	16.47	0.34	329.0	17.04	0.24	394.0
		248	8	433.0	16.46	0.34	339.0	17.04	0.24	394.0
		249	9	371.1	16.46	0.34	346.0	17.04	0.24	390.0
		250	10	433.0	16.46	0.34	350.0	17.04	0.24	392.0
		252	12	402.1	16.46	0.34	348.0	17.04	0.24	391.0
		254	14	402.1	16.46	0.34	345.0	17.04	0.24	392.0
		256	16	402.1	16.46	0.34	355.0	17.04	0.24	394.0
		256	16	433.0	16.46	0.34	359.0	17.04	0.24	393.0
		260	20	402.1	16.47	0.34	367.0	17.04	0.24	395.0
		265	25	408.2	16.47	0.35	371.0	17.04	0.24	393.0
		270	30	408.2	16.47	0.35	369.0	17.04	0.24	394.0
		275	35	420.6	16.47	0.35	374.0	17.04	0.24	394.0
		280	40	408.2	16.47	0.35	369.0	17.05	0.25	397.0
		285	45	408.2	16.48	0.36	362.0	17.05	0.25	395.0
		290	50	420.6	16.48	0.36	365.0	17.05	0.25	391.0
		295	55	408.2	16.48	0.36	370.0	17.04	0.24	392.0
	11:00	300	60	420.6	16.48	0.36	366.0	17.04	0.24	391.0

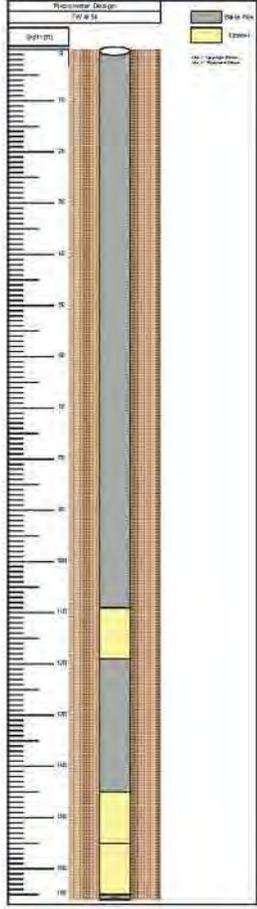
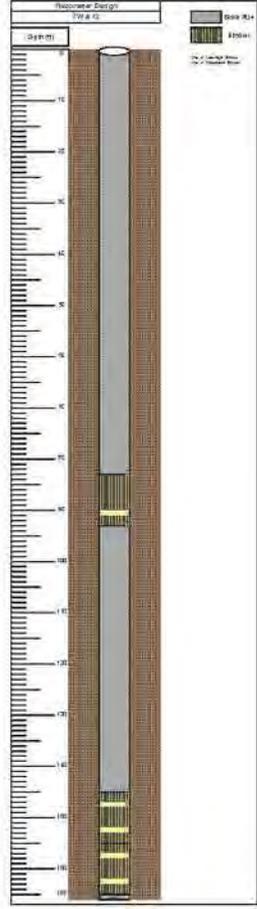
**APPENDIX-B**  
**DESIGN & INSTALLATION OF**  
**PIEZOMETER**

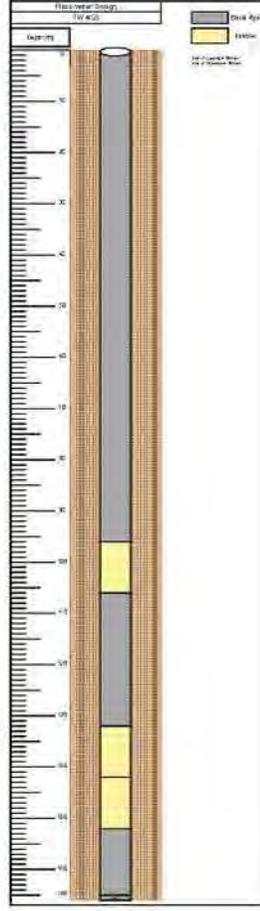
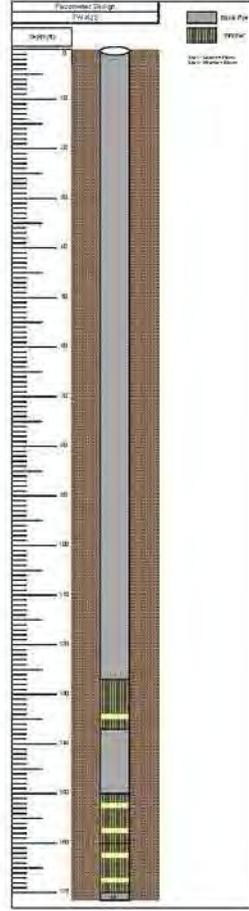
**DESIGN & INSTALLATION OF PIEZOMETER**

KSB installed each one (1) Piezometer at TW#2, TW#3, TW#8, TW#9, TW#13, TW#14, TW#22 and TW#23 as per required specifications in order to measure water level during pumping test.









(4) 気象・自然災害調査結果

4) 気温

a) 日最高気温 (単位: °C)

Yr/mth	Day	Day																															Average	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
2007	Jan	22.0	21.5	21.0	19.0	20.0	19.5	20.0	20.0	20.0	20.5	17.5	20.0	20.0	19.5	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0	20.0	20.0	21.0	21.0	20.0	24.5	24.0	25.0	26.0	26.0	20.7	
	Feb	25.5	25.0	26.0	25.0	25.0	22.0	20.0	23.0	22.5	19.0	18.5	19.0	15.0	16.5	17.0	18.0	18.0	19.0	20.0	18.0	20.0	20.5	22.0	22.0	23.0	23.0	22.0	17.0				20.8	
	Mar	19.0	20.0	23.0	23.0	24.0	22.0	25.5	27.0	29.0	20.0	22.0	17.5	18.0	20.5	21.0	22.5	23.5	26.0	27.0	27.0	26.0	23.0	27.0	29.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.5	33.0	34.5	35.0	25.3
	Apr	32.5	31.5	30.0	29.5	32.5	32.5	33.5	34.0	35.0	36.5	37.5	39.5	40.5	40.5	41.5	42.0	39.5	37.5	38.0	38.0	38.5	39.0	40.0	39.0	39.0	41.0	41.5	43.0	44.0			37.5	
	May	45.0	45.0	44.0	37.5	38.0	40.5	41.0	41.5	39.5	37.0	40.5	39.0	40.0	41.5	45.0	42.0	41.5	42.0	41.0	40.0	40.0	39.0	41.0	39.5	39.0	36.5	37.0	36.0	39.5	38.0	39.5	40.2	
	Jun	40.5	43.0	43.0	41.0	40.0	41.5	40.5	42.5	45.5	48.5	48.5	45.5	43.0	43.0	43.0	42.0	35.0	31.0	35.0	34.5	37.0	39.0	38.5	37.5	39.0	40.0	36.0	37.0	39.0	32.5		39.8	
	Jul	40.5	36.0	36.0	35.5	35.5	40.0	37.5	34.5	33.0	35.5	38.0	38.5	40.0	35.0	36.0	32.0	35.5	36.5	37.0	37.0	36.0	36.0	34.0	34.0	33.5	38.0	37.0	38.0	37.5	37.5	36.5	36.4	
	Aug	39.0	39.0	36.5	36.5	37.0	35.0	33.0	36.0	37.5	36.0	38.0	38.5	38.0	37.5	37.0	36.0	38.5	37.5	38.0	38.5	34.5	38.0	37.5	36.5	37.5	37.5	38.0	37.5	39.0	36.5	37.2	37.2	
	Sep	37.0	35.5	36.0	36.5	39.0	34.0	31.0	34.0	35.0	36.5	36.5	32.5	34.5	34.5	35.0	35.5	35.5	36.5	37.0	37.0	37.0	36.5	28.0	30.0	34.5	34.0	36.0	36.0	33.5	34.5		35.0	
	Oct	34.0	35.0	34.5	34.5	24.5	34.5	34.5	34.0	34.0	34.0	34.5	33.0	34.0	33.0	34.0	33.0	34.0	32.5	32.0	32.0	31.5	31.0	30.5	32.0	32.5	33.0	32.5	33.0	32.5	33.0	31.5	31.5	32.8
	Nov	31.0	30.5	31.5	31.5	30.0	29.0	30.0	29.5	30.0	29.0	27.0	28.0	27.0	26.5	26.5	26.0	26.5	26.5	26.0	26.0	25.0	26.5	26.5	26.5	26.0	26.0	25.0	24.5	26.0	23.5		27.4	
	Dec	21.5	22.0	22.0	22.5	23.0	21.5	20.5	20.5	20.0	19.0	19.0	17.0	17.0	19.0	19.0	20.5	20.0	21.5	18.5	19.0	21.5	22.5	23.0	24.0	24.5	24.0	25.0	24.0	20.0	19.0		20.7	

Yr/mth	Day	Day																															Average		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31			
2008	Jan	19.0	19.5	18.5	18.0	19.0	15.0	18.5	18.5	14.0	17.0	16.0	16.0	18.0	18.5	19.0	21.5	17.0	13.0	16.0	17.5	16.5	15.0	15.0	14.5	17.0	14.5	15.5	16.0	17.0	19.0	19.0	17.0		
	Feb	18.5	19.0	16.0	13.5	14.5	16.0	16.0	11.5	14.5	16.0	19.0	19.5	19.0	19.5	22.5	24.0	23.5	23.0	24.0	26.0	27.0	21.0	20.5	22.0	23.5	23.0	25.5	28.0	29.5			20.5		
	Mar	29.5	28.0	28.5	29.0	28.0	30.0	30.0	28.0	27.5	29.0	29.5	29.0	30.0	30.0	30.0	31.0	33.0	33.5	33.0	33.0	31.5	30.5	31.0	32.0	33.0	33.0	32.5	34.0	32.5	34.0	35.0	30.9		
	Apr	30.0	32.0	31.5	22.5	26.0	25.0	25.0	29.0	32.5	31.5	31.5	32.0	33.5	31.5	31.5	31.5	28.5	31.0	34.0	36.5	36.5	37.5	40.0	37.5	40.0	39.5	38.5	41.0	41.5		33.3			
	May	43.0	42.0	43.0	44.0	42.5	41.0	38.5	40.5	36.0	33.5	37.0	39.0	40.0	38.0	37.0	40.0	42.0	43.0	42.0	38.5	36.0	36.5	33.5	36.5	30.0	33.0	33.5	32.0	35.5	39.0	40.0	38.4		
	Jun	41.0	39.0	36.5	40.5	41.5	41.0	40.0	40.0	40.5	37.5	36.0	38.5	39.5	39.5	40.5	38.5	34.5	40.0	36.0	37.0	31.5	39.0	35.0	38.0	38.5	40.0	42.0	39.0	37.0	34.5		38.4		
	Jul	36.5	37.0	40.0	41.0	39.0	39.0	37.5	35.5	36.0	34.0	37.0	37.5	31.5	34.5	35.0	38.5	39.0	38.0	38.5	39.0	37.0	34.5	36.0	38.0	38.5	38.5	39.0	40.5	37.0	39.0	40.0	37.5		
	Aug	36.0	29.0	34.5	34.5	33.5	29.5	33.5	36.0	35.5	34.0	35.0	35.0	30.0	32.0	33.5	33.0	33.5	33.5	37.0	36.0	36.5	37.0	38.0	38.0	38.0	40.0	39.5	39.0	37.0	36.0	34.0	35.1		
	Sep	32.5	34.0	36.5	36.5	37.0	37.5	30.0	30.0	33.5	35.0	36.0	36.0	37.0	37.0	38.0	36.0	37.0	37.5	38.0	36.0	37.0	33.0	34.0	34.0	33.0	34.0	33.0	30.0	31.5	33.5	34.5	34.0	31.0	34.4
	Oct	36.0	36.5	37.5	36.5	36.0	36.0	33.5	34.5	34.0	34.0	35.0	35.0	36.0	36.0	34.0	28.0	29.5	30.5	32.5	30.5	32.0	32.0	32.0	32.5	32.5	32.0	32.0	31.5	29.5	31.5	30.0	29.5	33.1	
	Nov	30.0	32.0	32.5	32.0	32.0	31.5	31.5	31.0	30.5	31.0	29.5	30.0	28.0	26.0	23.0	23.0	23.5	24.0	24.0	24.0	25.5	21.5	24.0	24.5	24.5	25.0	25.0	24.5	26.0	27.0		27.3		
	Dec	27.0	26.0	24.5	24.0	25.0	19.0	25.0	24.0	21.0	22.0	22.0	23.0	21.5	22.5	22.0	21.5	20.0	24.0	27.5	20.0	20.0	21.0	21.0	21.5	22.0	21.5	20.5	19.0	19.0	15.0	18.0	21.9		

Yr/mth	Day	Day																															Average	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
2009	Jan	21.0	22.0	22.0	18.0	17.5	18.0	18.0	17.5	18.0	17.0	20.5	20.0	20.0	20.5	22.0	20.0	15.0	19.5	17.5	18.0	19.5	21.0	22.0	22.0	23.0	19.5	16.5	19.5	21.0	22.0	21.0	19.6	
	Feb	23.0	23.0	22.0	23.0	23.5	19.5	20.0	20.5	22.5	20.0	18.5	20.0	21.0	22.0	21.0	20.5	21.5	22.5	23.0	20.0	22.0	25.0	22.0	26.0	24.0	24.5	24.0	25.0			22.1		
	Mar	25.0	27.0	27.5	26.0	28.0	27.5	29.0	26.0	28.0	25.0	27.0	27.5	28.5	31.0	30.0	29.5	31.0	29.5	31.0	30.0	29.0	28.0	28.0	29.0	24.5	24.5	27.0	22.5	21.0	27.0	27.5	27.5	
	Apr	29.5	34.0	30.5	31.5	30.5	30.0	25.0	29.5	23.5	26.0	30.0	33.5	35.0	35.0	37.0	32.0	33.0	34.0	36.0	39.0	37.5	34.5	35.0	35.0	36.0	39.0	37.5	38.5	38.5	39.5		36.5	
	May	40.5	41.5	40.5	39.0	32.0	31.0	32.5	36.0	37.0	40.0	37.0	37.5	39.0	42.0	43.0	41.0	42.0	43.0	44.0	45.0	41.5	44.0	43.0	42.0	42.0	37.0	40.0	43.0	43.0	43.0	40.0	40.1	
	Jun	39.0	38.5	40.5	40.0	42.0	41.0	38.0	40.5	41.5	41.5	42.5	42.0	41.0	41.5	37.0	35.0	34.0	36.0	39.5	40.5	41.5	42.0	45.0	45.0	43.0	37.0	43.5	45.0	43.0	43.0		40.7	
	Jul	37.0	35.0	36.0	34.0	37.0	39.5	42.0	43.0	43.5	40.0	38.0	38.0	40.0	39.5	32.0	39.0	39.0	41.0	38.0	39.0	40.0	40.0	38.0	31.0	37.0	39.5	39.5	38.0	35.5	32.5	36.0	38.0	
	Aug	38.5	39.0	39.5	39.5	39.0	39.5	38.5	37.5	40.0	39.0	40.0	40.0	41.0	39.0	37.0	37.0	36.0	33.5	33.0	32.0	36.0	26.5	34.0	33.5	34.0	38.0	39.0	34.0	35.0	39.0	36.5	36.6	
	Sep	30.0	34.5	34.5	34.5	31.5	34.0	34.0	35.5	35.0	35.0	36.0	33.0	34.0	37.0	36.0	36.0	37.0	38.5	40.0	38.5	38.5	38.5	38.5	41.5	41.0	38.0	35.0	37.0	36.0	39.0		36.3	
	Oct	38.0	37.0	36.0	37.0	28.5	31.0	32.0	32.0	35.0	33.0	34.0	34.0	34.5	34.5	35.0	34.0	34.0	32.0	32.0	32.0	32.5	32.0	30.0	30.5	31.0	31.0	31.0	30.0	31.0	30.0	30.0	32.7	
	Nov	32.0	31.0	30.0	29.0	29.0	28.0	29.0	29.0	28.0	23.0	24.0	25.0	26.5	23.5	25.5	25.0	25.5	25.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.5	24.5	24.0	24.5		25.7
	Dec	25.5	23.0	25.0	26.5	26.0	22.5	22.5	23.0	25.5	24.0	21.0	22.0	20.5	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	20.5	21.5	21.5	22.5	21.5	21.5	20.0	20.0	18.0	18.0	19.5	22.1	

Yr/mth	Day	Day																															Average
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
2010	Jan	21.0	21.0	20.5	17.0	17.5	15.0	11.5	11.5	14.0	14.0	13.5	12.5	10.0	18.0	16.5	18.0	19.0	14.5														

b) 日最低气温 (単位: °C)

Yr/mth	Day																															Average		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31			
2007	Jan	5.0	4.0	1.5	2.0	2.0	1.0	1.0	0.8	0.5	1.5	3.0	4.0	3.0	3.0	5.0	3.5	3.0	3.0	4.0	6.0	6.0	5.0	4.0	5.0	8.0	10.0	7.0	9.5	10.5	8.0	4.3		
	Feb	8.0	9.5	10.0	9.5	10.0	11.0	10.0	11.0	14.0	14.0	12.0	12.0	11.0	10.5	9.0	8.0	8.5	8.5	8.0	8.0	9.0	8.0	10.0	11.0	11.0	14.0	13.0				10.2		
	Mar	12.0	10.0	12.0	12.0	11.5	11.0	11.0	10.5	15.0	11.0	13.5	13.5	10.0	9.5	9.5	10.0	14.5	14.0	11.0	15.0	16.0	12.0	14.5	16.0	14.0	15.0	16.0	18.0	20.0	22.0	13.4		
	Apr	20.0	24.0	14.0	16.0	17.0	17.5	18.0	19.5	20.0	20.0	20.0	20.5	20.5	20.0	20.0	23.0	22.5	25.0	22.5	21.5	23.0	23.5	22.0	22.0	20.0	21.0	21.0	22.0	24.0	24.5	20.8		
	May	24.0	24.0	26.0	22.5	25.0	26.0	25.5	27.0	25.0	24.0	21.5	23.0	26.0	27.0	28.0	28.5	28.5	30.0	26.0	25.0	23.0	25.0	27.0	23.0	26.0	24.0	24.0	22.5	23.5	24.0	26.0	25.2	
	Jun	26.0	27.0	24.0	29.0	27.0	28.5	28.0	31.5	32.0	33.0	33.0	32.0	31.0	33.0	28.0	23.0	23.0	24.0	25.0	27.0	26.0	29.0	29.0	23.0	31.0	30.0	29.0	30.0	25.0	25.5	28.1		
	Jul	27.0	28.0	28.0	28.0	28.5	30.0	31.0	25.0	26.5	27.5	30.0	29.5	23.0	21.5	24.5	27.0	29.0	29.5	29.0	30.0	26.0	25.0	29.0	26.5	30.0	27.0	28.0	27.0	28.5	27.0	29.5	28.0	27.4
	Aug	31.0	30.0	27.0	28.0	26.0	28.0	25.5	29.0	30.0	29.0	30.5	30.0	26.0	28.5	28.0	29.0	27.0	31.0	31.0	28.0	28.0	27.0	28.0	26.5	27.5	28.0	27.5	28.0	22.0	24.5	28.0	28.1	
	Sep	28.5	28.5	28.0	29.0	30.0	26.0	22.5	25.0	25.5	26.0	22.0	23.5	24.0	26.0	26.0	27.0	28.0	27.0	26.5	28.0	26.0	21.0	24.5	23.0	23.0	24.0	22.0	22.0	29.0	23.0	25.4		
	Oct	21.0	20.0	21.0	21.0	19.0	18.0	18.0	17.0	17.0	15.0	16.0	16.0	17.0	16.0	15.0	15.5	17.0	16.0	18.5	16.0	18.0	16.0	16.0	16.0	17.0	17.0	16.0	14.0	13.0	16.9			
	Nov	13.0	13.0	14.5	13.0	14.5	14.0	18.0	17.0	15.0	14.0	14.5	14.0	14.0	14.5	14.5	13.5	12.0	12.5	12.0	12.5	11.0	11.5	11.0	12.0	11.5	12.0	13.0	12.0	15.0	14.0	13.3		
	Dec	12.0	12.0	11.5	8.5	8.0	7.5	8.0	6.5	9.0	13.0	8.0	9.5	7.0	7.0	7.0	6.0	5.5	7.0	4.5	6.0	6.5	6.0	5.5	6.5	6.0	5.0	5.5	5.0	4.0	4.0	3.0	7.1	

Yr/mth	Day																															Average	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
2008	Jan	3.0	3.0	2.5	3.0	7.0	5.5	8.0	10.0	11.0	10.5	5.0	6.0	4.0	6.0	4.0	9.0	11.0	7.5	0.0	0.0	(0.5)	(1.0)	(0.5)	(2.0)	(1.5)	(3.0)	0.0	4.0	2.0	1.0	0.5	3.7
	Feb	0.0	3.5	5.0	7.0	2.0	5.0	9.0	7.5	2.0	3.0	0.5	1.5	2.5	3.5	4.5	7.0	8.0	8.0	6.0	8.0	9.5	8.0	8.5	7.5	6.5	8.0	7.5	8.0	9.5		5.7	
	Mar	11.5	12.5	13.5	14.0	12.5	12.0	14.5	12.0	12.5	12.5	13.0	14.0	13.5	15.0	14.0	17.0	18.0	14.5	14.5	14.5	13.5	14.0	16.0	16.0	16.0	17.0	18.0	15.5	15.5	18.0	14.5	
	Apr	17.0	19.0	15.0	13.5	14.5	13.0	16.0	20.0	18.0	19.5	19.0	19.0	20.0	20.0	20.0	15.5	15.0	16.0	18.0	20.0	20.0	27.5	21.0	21.5	20.5	22.0	20.0	19.5	21.5	21.5	18.8	
	May	23.0	25.0	23.0	25.0	27.0	24.5	24.0	26.0	21.0	22.0	22.0	24.0	26.0	28.0	25.0	25.0	25.0	25.5	28.0	27.0	25.0	21.0	24.5	23.0	22.0	19.0	24.5	21.0	23.0	25.0	23.9	
	Jun	28.0	28.0	26.5	28.0	30.0	32.0	30.0	29.5	28.5	27.5	23.0	28.0	29.0	29.0	25.0	28.5	27.0	27.0	28.0	23.0	24.0	23.5	24.0	28.0	28.5	29.5	30.5	32.0	28.0	27.0	21.5	27.4
	Jul	27.0	29.0	31.0	31.5	30.5	28.5	28.0	29.5	26.0	27.0	28.5	23.0	23.0	24.0	27.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.5	24.5	24.0	28.5	29.0	30.0	28.0	30.0	29.0	30.5	30.5	28.3	
	Aug	26.0	25.5	28.0	26.5	24.0	26.5	28.0	28.5	27.0	27.0	28.0	24.0	23.0	26.5	25.5	27.0	28.5	26.0	27.0	29.0	28.0	28.0	27.5	28.0	27.0	27.0	27.5	28.5	27.0	23.0	26.8	
	Sep	24.0	25.5	26.5	26.5	27.0	20.0	21.0	21.0	22.0	23.0	24.5	24.0	24.5	25.5	26.0	27.0	25.0	25.0	23.5	21.5	21.0	24.0	18.0	22.0	23.0	24.0	23.5	23.0	25.5	24.0	23.7	
	Oct	25.0	25.0	25.0	24.5	26.0	25.0	24.5	24.0	22.0	21.0	22.0	21.5	21.0	21.5	21.0	19.0	17.0	17.0	18.0	18.0	19.0	18.5	17.5	17.0	16.5	16.0	16.0	17.0	17.0	17.0	20.2	
	Nov	15.0	15.5	15.5	16.0	14.0	14.0	15.5	14.0	14.0	14.0	15.0	14.0	15.0	13.5	11.0	11.5	10.5	11.0	9.5	11.0	9.0	9.0	9.5	9.0	10.5	9.5	10.0	8.5	10.0	10.0	12.2	
	Dec	8.5	8.0	7.0	8.0	8.0	9.0	12.0	14.0	10.0	12.0	11.0	10.0	7.5	7.5	7.0	7.5	10.0	14.5	16.0	14.5	10.0	8.0	8.0	6.0	7.0	6.5	6.5	6.5	6.5	8.0	8.0	9.1

Yr/mth	Day																															Average	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
2009	Jan	7.0	4.0	8.0	9.5	6.0	5.0	4.0	3.5	4.0	3.5	6.0	6.0	6.5	8.5	12.0	10.5	11.0	9.5	6.5	5.5	5.5	5.5	7.5	11.0	11.0	11.0	8.5	9.5	9.0	10.0	7.3	
	Feb	8.5	8.0	9.0	11.5	12.5	9.5	7.0	6.0	9.5	9.0	9.5	9.0	11.0	7.5	8.0	8.5	10.0	10.5	11.0	12.5	12.0	7.0	14.0	12.0	12.5	11.0	11.0			9.9		
	Mar	12.0	12.5	15.5	13.0	13.0	13.0	16.0	13.5	8.0	12.0	10.0	11.5	12.0	14.0	15.0	14.5	15.0	15.5	17.0	16.0	14.5	15.0	15.0	18.5	14.5	13.5	16.5	14.5	14.0	16.5	14.0	
	Apr	17.5	18.0	18.0	18.0	20.0	17.0	16.0	15.5	15.0	14.5	14.5	19.5	21.0	23.5	20.5	18.0	17.0	18.0	20.0	20.0	23.5	23.5	20.0	18.0	17.5	17.5	19.0	19.0	23.0	25.0	24.0	19.1
	May	23.5	24.0	25.0	20.0	20.0	19.0	23.0	24.0	22.0	22.0	22.5	21.5	23.0	25.5	23.0	28.0	27.5	27.0	30.5	29.5	28.0	27.0	27.0	27.0	26.0	23.0	25.0	25.0	26.0	27.0	24.8	
	Jun	25.5	28.0	23.0	29.0	30.0	26.0	25.0	24.5	24.0	25.0	25.0	28.0	31.0	31.0	27.5	23.5	24.0	25.5	25.0	21.5	25.0	27.0	28.0	27.0	30.5	26.0	31.0	29.5	32.0	29.5	27.0	
	Jul	22.0	26.0	23.5	25.0	25.0	26.5	28.0	32.0	30.5	29.0	29.0	29.0	29.0	23.0	26.0	29.0	30.0	30.0	30.5	30.5	32.0	30.0	28.0	26.0	28.0	31.0	31.0	31.0	30.0	24.0	24.0	27.5
	Aug	29.5	28.5	30.0	30.5	30.5	30.0	30.0	27.0	29.5	30.0	30.0	31.0	30.0	30.0	31.0	28.0	28.0	27.5	23.0	25.0	21.0	21.5	26.5	23.0	26.0	27.5	25.0	27.0	28.0	28.0	25.0	27.6
	Sep	26.0	26.5	21.0	21.0	22.0	22.5	24.0	24.0	26.0	25.0	24.0	24.0	26.0	24.0	26.5	23.5	24.0	25.0	25.5	26.0	26.5	26.0	25.0	26.0	25.0	24.0	24.0	23.5	22.5	24.4		
	Oct	23.0	25.5	26.0	16.5	19.0	20.5	21.0	20.0	19.5	20.0	18.0	18.0	17.5	17.0	17.0	17.5	17.0	17.5	16.0	15.5	14.5	15.0	13.0	12.0	12.0	12.0	12.0	13.0	14.0	14.5	15.0	17.1
	Nov	14.0	15.0	15.0	16.0	15.0	15.0	14.0	12.0	11.0	11.5	9.0	7.0	12.0	15.0	12.0	7.5	12.0	10.5	9.5	7.0	8.0	8.0	9.0	8.0	11.0	10.0	6.0	7.5	7.5	6.5	10.8	
	Dec	8.5	8.0	7.5	8.5	9.0	6.0	5.0	8.0	10.5	8.0	8.0	9.0	8.0	9.5	7.0	6.5	6.0	7.0	5.5	6.0	7.0	5.5	6.0	6.5	5.5	6.0	6.0	6.0	5.0	5.5	7.0	5.9

Yr/mth	Day																															Average	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
2010	Jan	6.5	5.0	5.5	5.5	6.0	6.5	7.5	7.5	6.0	6.0	7.0	3.5	6.0	3.0	6.0	5.0	6.0	6.5	6.0	3.5	4.5	6.0	6.0	6.0	4.0	5.0	6.0	9.0	11.0	8.0	7.0	6.0
	Feb	6.5	6.5	7.0	8.0	9.0	10.5	13.0	13.0	10.0	5.0	7.0	6.0	8.0	10.0	7.0	8.0	10.0	7.0	8.5	6.0	8.0	8.0	12.5	11.5	13.5	12.5	13.0	14.0	15.0	15.0	9.5	
	Mar	15.5	16.0	16.0	14.5	13.0	14.0	12.0	13.0																								

5) 湿度 (日平均湿度、単位: %)

Day	Yr/mth																															Average	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
2007	Jan	70	70	71	75	73	75	72	78	72	68	72	70	75	70	73	75	70	68	65	61	57	55	50	56	55	52	60	70	72	71	67	67.4
	Feb	68	70	66	62	64	65	68	70	68	72	70	72	75	71	80	80	75	70	70	65	60	60	55	54	52	51	75	70			67.1	
	Mar	80	58	53	50	48	40	36	34	47	55	70	64	46	42	40	50	52	56	58	51	47	42	37	33	37	37	35	38	42	41	47.0	
	Apr	57	32	31	40	47	44	44	42	42	38	41	34	50	32	35	34	32	36	49	43	32	33	32	30	25	20	20	17	22		35.1	
	May	15	17	21	33	27	25	25	29	31	28	25	23	26	26	21	31	30	31	30	28	28	28	23	18	15	16	21	26	32	26	19	25.0
	Jun	20	19	22	26	27	27	26	25	19	23	29	31	38	37	28	40	38	43	54	45	47	41	46	45	43	45	53	57	58	57	37.0	
	Jul	56	59	60	54	53	47	53	60	58	56	47	49	49	57	56	50	65	52	49	48	47	65	75	62	64	48	53	54	53	49	54.9	
	Aug	46	45	53	55	61	58	59	53	56	58	51	53	50	51	53	56	44	51	47	50	49	43	59	52	51	50	40	47	41	53	54	51.3
	Sep	50	60	61	62	46	58	62	55	52	48	61	51	52	49	55	45	47	50	65	48	53	53	56	56	45	44	49	36	38	38		51.4
	Oct	41	33	30	31	36	26	29	29	20	21	26	21	34	34	32	36	37	42	32	34	35	40	35	36	32	34	33	32	34	37	39	32.6
	Nov	28	26	27	23	33	38	32	41	44	46	47	53	55	62	57	45	52	51	55	58	50	51	57	54	54	52	63	59	49	49		47.0
	Dec	57	51	51	33	33	49	44	46	51	50	50	59	61	48	39	50	47	56	54	70	63	60	62	70	66	56	67	68	85	64	62	55.5

Day	Yr/mth																															Average		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31			
2008	Jan	25	33	36	30	30	44	37	57	63	68	57	39	32	58	50	50	70	80	54	29	29	38	29	37	19	46	26	22	27	37	35	41.5	
	Feb	29	38	51	50	56	38	43	36	54	38	25	26	16	30	36	31	30	52	43	49	32	37	36	43	35	26	28	37	39		37.3		
	Mar	44	44	48	49	38	40	40	40	45	40	42	40	34	29	35	36	38	33	34	37	44	39	37	30	24	31	41	39	34	33	35	37.8	
	Apr	34	37	43	61	53	57	56	41	44	40	40	42	40	35	41	39	34	29	26	21	24	23	23	20	19	15	17	14	16		33.6		
	May	13	16	14	11	18	17	16	19	44	32	27	22	36	35	34	27	23	23	36	40	50	50	44	42	49	43	45	33	25	28	30.2		
	Jun	30	33	37	33	30	32	43	38	43	45	60	48	47	40	51	50	55	54	59	30	65	45	60	52	54	49	48	66	86	57	48.0		
	Jul	46	51	43	44	51	47	63	57	63	56	50	56	63	78	71	64	48	47	47	58	65	54	48	47	44	42	46	53	47	46	53.0		
	Aug	62	67	59	61	69	76	66	70	74	71	74	80	84	74	69	75	72	65	56	64	55	58	57	67	52	46	49	55	61	57	70	65.0	
	Sep	70	59	49	53	54	64	62	56	56	55	45	50	49	50	49	58	50	66	64	59	68	62	71	66	65	68	63	61	74	64		59.3	
	Oct	62	60	60	52	50	52	58	49	59	56	58	60	52	55	56	60	58	57	53	55	56	63	59	60	59	63	65	67	53	61		57.6	
	Nov	59	55	62	67	52	48	49	54	58	58	59	59	60	56	66	72	71	66	64	62	54	59	59	55	59	62	62	63	63	45	47	58.9	
	Dec	57	63	62	64	61	80	51	71	74	68	64	55	54	55	66	56	56	66	69	60	88	72	65	65	67	68	69	85	84	85	86	83	68.9

Day	Yr/mth																															Average	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
2009	Jan	81	63	60	68	69	65	60	66	68	70	66	64	61	60	54	69	93	74	83	64	64	76	65	65	55	75	81	72	70	66	62	68.0
	Feb	67	65	64	60	61	70	63	66	67	81	79	69	62	76	64	64	58	62	56	71	68	48	60	54	63	63	55	60			64.1	
	Mar	47	48	49	60	56	48	36	41	40	49	45	44	48	44	43	50	49	56	50	63	61	35	61	57	76	63	60	66	81	78	55	53.5
	Apr	57	54	57	49	49	55	66	61	70	71	51	43	42	39	42	46	34	31	32	27	28	34	25	25	29	27	26	26	25	29		41.7
	May	38	32	34	43	53	51	45	37	40	40	32	20	25	27	31	31	31	20	27	27	28	20	35	28	26	26	23	23	30	25	31.4	
	Jun	32	37	39	29	18	36	33	23	21	30	27	27	26	28	52	49	50	46	38	43	29	23	25	31	32	39	32	36	44		33.6	
	Jul	61	67	50	52	49	49	43	38	44	55	57	53	51	78	70	62	57	55	61	52	53	60	76	78	73	60	62	60	73	72	58	59.0
	Aug	58	56	58	59	59	59	57	61	57	51	56	54	57	56	50	68	89	69	79	78	75	82	72	86	78	72	82	69	66	59	67	65.8
	Sep	78	67	76	69	77	78	84	60	67	66	68	66	63	46	55	41	56	56	66	57	54	55	60	58	50	61	44	57	47	48		61.0
	Oct	47	58	62	70	68	64	62	37	58	46	58	56	57	54	61	54	61	56	60	59	67	58	58	58	55	58	60	55	54	56	57	57.9
	Nov	50	51	68	78	76	77	79	75	66	73	48	54	64	73	75	82	80	74	53	52	72	65	75	67	58	61	42	40	62	50		64.4
	Dec	61	67	67	65	67	65	62	57	61	58	67	61	60	61	65	66	66	54	54	70	67	55	61	69	69	65	62	69	65	78	79	64.7

Day	Yr/mth																															Average	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
2010	Jan	81	80	77	87	83	85	87	87	93	88	85	85	90	81	84	79	73	85	90	88	82	90	89	86	85	81	80	73	73	63	62	82.3
	Feb	62	68	67	69	65	60	72	85	66	67	65	54	64	62	67	59	55	49	54	47	48	60	58	65	68	66	64	69			62.7	
	Mar	72	69	59	86	81	69	82	63	58	35	54	55	56	52	53	47	59	62	59	54	58	51	50	57	61	45	42	50	51	46	48	57.5
	Apr	44	44	48	46	46	44	39	38	35	38	35	44	43	32	25	26	29	24	30	27	46	40	46	36	34	25	27	30	30	53		36.8
	May	36	33	26	28	28	57	50	42	39	38	42	28	24	28	24	22	28	38	30	26	27	29	22	20	23	25	34	45	38	30	31.7	
	Jun	31	25	33	37	54	41	52	51	41	45	39	36	36	35	48	38	36	35	34	32	28	30	45	46	52	44	38	40	45	54		40.0
	Jul	40	49	59	45	53	58	54	59	49	51	55	76	88	66	62	56	57	66	60	82	89	80	60	70	60	59	63	82	80	75	69	63.6
	Aug	63	68	74	67	67	84	79	84	70	71	79	84	80	79	80	90	87	72	71	76	77	77	64	75	79	84	76	69	61	62	65	74.6
	Sep	67	65	70	73	75	66	65	80	71	70	72	75	76	73	68	65	64	56	61	64	78	72	73	67	65	60	46	46	50		66.8	
	Oct	56	57	55	50	50	61	53	58	62	62	61	65	52	54	49	51	48	65	74	69	66	58	74	62	61	60	61	64	64	64	61	59.6
	Nov	62	59	55	52	55	61	61	60	59	57	65	68	65	63																		

6) 降水量 (ファイサラバード大学測候所、単位: mm)

Year	Month	Day																															Total
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
2005	Jan	20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.4	7.0	0.0	0.0	0.0	32.8
	Feb	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0	0.0	1.0	8.0	7.5	0.0	0.0	0.0	5.0	5.4	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	35.1
	Mar	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	2.2	15.6	0.0	0.2	2.6	20.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	48.6
	Apr	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.8
	May	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.4
	Jun	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	39.0	19.0	0.0	62.5
	Jul	18.2	0.0	5.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	42.0	16.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	88.0
	Aug	1.5	8.5	0.0	0.0	0.0	0.0	12.6	2.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	24.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	51.6
	Sep	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	40.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.6	0.0	16.0	0.0	0.0	0.0	0.0	22.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	84.6
	Oct	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0
	Nov	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Dec	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Total																																	442.4

Year	Month	Day																															Total
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
2006	Jan	0.0	8.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.2
	Feb	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.6
	Mar	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.2	3.2	0.4	0.0	0.0	0.0	4.2	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.2	0.0	12.0	0.0	0.0	37.0
	Apr	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	May	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	24.0
	Jun	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.8	0.0	2.4	0.0	11.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.2	0.0	28.4	0.0	55.6
	Jul	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	27.0	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.8	2.4	36.0	
	Aug	0.0	0.0	0.4	0.0	28.0	10.2	7.2	0.0	0.0	0.0	15.0	0.0	2.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.0	0.0	0.0	79.2	
	Sep	0.0	49.4	0.0	0.0	0.0	0.0	6.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	76.2	
	Oct	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.4
	Nov	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.6	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.8
	Dec	0.0	0.0	0.0	0.0	43.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	46.2
Total																																	397.2

Year	Month	Day																															Total
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
2007	Jan	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Feb	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	26.5	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.0	0.4	0.0	0.0	0.0	55.9
	Mar	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	11.4	12.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	41.3
	Apr	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	May	0.0	0.0	0.0	15.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.1
	Jun	0.0	0.0	7.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.5	2.5	0.0	5.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.5	1.5	0.3	29.9	
	Jul	0.0	5.0	0.3	0.0	0.0	0.0	1.5	7.0	0.0	0.0	0.0	7.0	4.6	38.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.5	1.3	0.0	7.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	149.7	
	Aug	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.5	0.0	19.5	
	Sep	0.0	0.0	0.0	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.2	
	Oct	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Nov	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Dec	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0
Total																																	330.6

Year	Month	Day																															Total
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
2008	Jan	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.8	6.8	27.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	11.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	46.6
	Feb	0.0	0.0	5.6	0.0	0.0	0.0	0.8	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.8
	Mar	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Apr	0.0	0.2	5.2	0.0	1.4	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	0.																				



7) 風速 (日平均風速、単位 : m/sec)

Month Yr/Day	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	
	2002	1	0.6	0.8	1.0	1.5	1.6	1.8	2.4	1.1	2.4	0.8	0.7
2		1.0	0.8	0.8	0.6	1.6	3.6	3.3	0.9	1.8	1.2	0.6	0.8
3		0.5	1.1	1.0	1.3	0.9	2.1	3.6	1.2	1.3	0.9	0.6	0.6
4		0.3	1.2	1.2	0.2	1.3	2.8	3.5	2.4	1.5	1.1	0.4	0.7
5		0.3	0.8	1.1	1.9	1.3	3.9	3.9	2.5	1.3	1.3	0.4	0.7
6		0.3	0.8	0.5	1.5	1.2	2.8	4.0	1.9	0.8	0.6	0.8	0.8
7		0.4	1.3	1.1	2.0	1.9	2.0	3.9	2.4	0.6	0.8	0.8	1.3
8		0.7	1.3	1.4	1.5	1.5	3.3	1.9	1.7	2.0	0.7	1.5	0.8
9		0.9	1.1	1.8	1.6	0.7	3.2	1.5	1.8	1.3	0.8	1.2	0.8
10		1.0	1.1	1.4	1.0	0.8	3.8	4.2	1.4	1.5	0.8	1.3	1.6
11		0.7	1.2	1.2	0.8	2.2	2.2	2.2	1.4	0.9	0.9	1.3	1.3
12		1.3	1.6	1.3	0.8	2.2	5.1	2.3	1.9	1.1	1.0	2.0	0.5
13		1.0	1.6	1.2	1.1	0.8	3.5	3.1	2.1	1.5	0.9	1.8	0.6
14		2.8	1.4	1.3	1.0	1.5	4.2	3.7	2.6	2.4	1.9	1.7	1.1
15		1.2	1.0	0.7	1.7	2.8	2.5	3.5	1.1	1.9	0.8	1.5	0.6
16		1.1	1.0	1.0	2.0	1.3	4.0	2.9	1.1	1.1	0.6	1.1	0.9
17		0.8	1.4	1.1	0.4	0.8	7.5	2.6	0.6	1.7	0.6	0.7	0.5
18		1.1	1.7	1.5	0.8	0.9	6.8	3.0	0.8	2.0	0.7	1.0	0.4
19		0.7	1.2	0.8	1.0	1.6	2.9	2.1	0.6	1.7	0.6	0.7	0.5
20		0.6	1.5	0.7	1.0	0.3	1.8	3.3	0.9	0.9	1.6	1.4	0.5
21		0.6	1.3	0.8	1.0	1.4	0.8	4.2	1.2	0.9	2.5	1.3	0.6
22		0.6	1.8	0.8	1.1	1.1	1.9	3.9	1.5	0.8	2.1	0.4	0.6
23		1.4	1.0	0.9	1.5	1.4	3.7	4.2	1.4	0.8	2.4	0.9	0.6
24		1.2	0.9	1.1	2.8	0.8	4.6	1.6	1.5	1.1	0.9	1.4	2.1
25		1.4	1.0	1.2	3.1	1.2	5.4	2.4	2.1	1.7	0.6	1.0	1.6
26		1.1	1.1	0.5	2.0	2.3	5.4	3.1	1.9	1.3	1.8	1.3	1.3
27		1.0	1.5	0.6	1.9	3.1	3.9	2.7	1.8	1.1	0.6	0.5	1.1
28		1.0	1.5	0.4	1.8	2.3	4.0	2.2	0.9	1.2	0.7	0.5	1.5
29		0.9		0.5	2.0	3.1	3.4	2.9	1.3	0.9	0.8	0.4	1.0
30		0.8		0.8	2.8	1.2	2.0	2.2	2.1	0.7	1.1	1.0	0.5
31		1.2		0.8		1.7		2.8	2.2		0.8		0.5

Month Yr/Day	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	
	2003	1	1.0	1.2	1.8	0.7	1.9	1.5	1.3	2.0	0.7	0.6	0.7
2		0.8	1.0	2.5	1.4	2.1	0.7	1.0	0.6	1.4	0.6	0.9	0.9
3		1.2	1.0	2.4	1.5	2.8	0.8	1.4	1.5	1.6	1.0	0.8	0.6
4		1.4	0.6	2.2	1.9	1.8	1.3	1.2	2.0	1.3	0.9	0.7	0.6
5		1.3	1.2	1.9	1.4	1.1	0.8	2.0	1.0	0.9	0.9	1.6	0.8
6		1.0	1.0	1.5	1.2	0.8	0.7	3.5	0.9	1.7	1.0	1.2	1.0
7		1.2	0.8	1.0	1.3	1.2	1.4	1.4	0.7	0.8	1.3	0.6	1.5
8		1.0	1.0	1.7	1.5	1.3	1.9	0.6	0.7	0.7	0.4	0.6	1.0
9		1.1	1.4	1.3	1.0	0.9	3.7	1.5	0.6	0.8	1.2	1.3	1.0
10		1.4	1.0	1.9	1.2	1.3	2.0	1.8	2.0	0.6	0.9	2.0	1.7
11		1.3	0.6	2.1	1.3	1.7	1.2	1.9	1.5	0.8	0.6	1.6	1.4
12		1.4	1.0	1.1	1.2	1.8	1.6	2.0	0.7	0.7	0.6	0.6	0.5
13		1.4	1.3	0.4	0.6	1.7	1.4	2.4	1.0	0.9	0.6	0.5	0.8
14		0.8	1.3	0.7	1.9	1.9	0.8	1.6	1.0	0.2	0.8	0.5	1.2
15		0.4	1.2	1.2	1.4	1.8	1.0	0.4	0.6	0.9	0.8	0.5	0.7
16		1.0	2.1	1.0	1.9	1.0	1.0	2.4	0.6	0.8	0.6	1.1	0.3
17		0.8	1.8	1.5	1.0	1.0	1.0	2.0	0.6	0.8	0.7	2.1	1.4
18		0.8	1.6	0.9	1.3	1.0	2.6	2.0	1.3	0.8	0.8	1.4	0.9
19		0.8	1.4	1.0	2.8	1.0	1.2	1.4	2.0	0.6	1.0	1.5	0.6
20		1.0	1.8	0.7	2.0	1.1	1.7	1.1	1.4	0.7	0.7	0.9	0.6
21		0.8	1.0	1.0	1.6	1.1	1.5	1.6	1.8	1.0	0.6	0.9	0.9
22		0.6	1.7	1.5	1.1	1.0	2.4	1.8	0.9	0.9	0.6	0.6	1.0
23		0.6	1.3	1.2	1.3	2.8	1.1	0.7	0.6	1.1	0.6	0.8	1.0
24		0.6	0.8	1.6	0.8	3.6	1.5	1.0	0.7	1.5	0.8	0.9	1.3
25		0.6	0.9	1.0	1.5	2.0	1.0	1.4	0.5	2.6	0.8	1.0	1.3
26		1.1	0.7	0.7	2.2	2.1	1.3	0.6	0.9	2.5	0.6	1.3	1.0
27		1.2	1.0	0.8	1.5	0.8	1.9	0.9	0.9	1.0	0.6	0.6	0.8
28		1.5	1.2	1.2	2.0	1.4	2.4	0.6	1.3	1.2	0.5	0.6	0.7
29		1.0		1.5	1.1	1.5	2.1	2.0	0.9	1.4	0.5	0.9	1.0
30		1.0		1.1	1.1	1.0	2.0	2.0	0.9	0.7	1.0	0.7	1.0
31		1.5		1.3		0.8		1.1	1.0		0.8		0.9

Month Yr/Day	2004											
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
1	1.1	0.8	1.0	1.0	1.5	1.1	1.5	1.9	1.2	0.8	0.8	1.0
2	1.0	1.6	1.2	1.2	1.5	2.9	1.5	1.2	1.2	1.1	1.1	1.2
3	1.0	2.1	1.1	1.2	0.8	1.5	1.1	1.4	1.2	0.8	1.0	0.6
4	0.6	1.7	1.0	0.9	1.0	1.1	1.6	0.9	1.3	0.8	0.8	0.6
5	0.7	0.9	2.0	0.9	1.0	1.0	2.0	0.8	1.0	1.0	0.5	1.5
6	0.6	1.3	1.0	0.4	0.6	1.9	1.6	1.2	1.2	0.6	0.6	1.5
7	0.6	1.8	2.0	1.3	0.7	2.2	1.0	1.7	1.3	0.6	0.6	1.0
8	1.0	0.9	1.3	1.6	1.9	1.3	0.9	2.0	0.9	1.1	0.6	0.7
9	1.8	2.0	1.8	1.2	1.9	1.5	1.9	1.8	1.0	2.2	0.4	0.7
10	1.6	1.7	1.6	1.4	1.8	0.9	1.5	0.9	0.9	2.4	0.6	1.5
11	0.6	1.6	1.0	0.8	1.9	1.5	1.3	1.3	0.8	1.9	0.7	0.6
12	1.0	1.4	0.8	0.8	0.7	0.7	2.1	1.2	1.0	1.7	0.8	0.6
13	1.4	1.3	1.0	1.1	1.0	1.4	2.0	0.5	1.0	0.8	0.7	0.4
14	0.8	0.7	1.0	1.0	1.5	1.9	2.1	0.9	1.2	1.1	0.5	1.5
15	0.8	1.6	0.8	0.6	1.5	2.0	1.6	1.3	1.5	1.0	1.2	1.4
16	0.8	1.5	0.9	0.6	1.5	1.4	2.5	1.0	2.6	0.5	0.7	1.4
17	1.9	1.1	0.6	1.4	1.4	2.6	1.7	1.9	1.2	0.8	0.5	1.0
18	1.0	1.6	0.8	1.4	1.3	2.9	1.6	2.0	0.6	0.7	0.3	0.6
19	1.3	1.0	1.0	0.7	1.4	2.8	1.6	0.9	0.6	1.3	0.5	1.2
20	0.6	0.7	1.0	1.5	1.3	2.0	2.2	1.1	0.6	1.3	0.7	2.0
21	0.8	1.0	1.0	1.4	1.0	2.2	2.1	1.1	1.9	1.0	0.8	0.8
22	0.8	1.3	1.3	1.8	0.9	1.9	0.8	1.0	1.6	1.1	0.6	0.8
23	1.0	1.8	1.5	1.9	2.4	1.7	1.0	1.5	0.6	1.0	0.6	0.7
24	1.0	1.5	1.5	1.3	2.5	1.5	0.8	0.7	0.6	0.7	0.8	0.6
25	1.2	1.1	1.0	1.5	1.1	1.2	1.1	1.0	0.6	0.5	0.7	0.7
26	1.0	0.9	0.7	2.1	1.8	1.2	1.3	1.0	0.5	0.9	0.7	1.0
27	1.0	2.0	0.7	1.6	2.5	1.1	1.6	1.0	0.9	1.0	0.8	2.2
28	1.1	0.9	0.6	1.9	1.1	1.2	1.8	1.3	0.8	0.7	0.8	0.7
29	1.4	1.2	0.8	0.7	1.0	1.0	1.3	0.6	1.4	2.0	1.1	0.7
30	1.0		0.7	2.2	1.2	0.8	2.3	0.8	1.5	0.7	1.3	0.4
31	1.0		0.7		1.1		2.4	1.3		0.8		1.3

Month Yr/Day	2005											
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
1	2.8	0.8	0.9	1.0	1.9	1.2	1.9	0.8	1.2	0.7	1.3	1.3
2	0.6	0.5	0.8	1.0	1.0	0.8	1.5	1.2	1.3	0.8	1.2	1.1
3	0.6	1.0	1.0	0.6	1.2	0.8	1.5	1.1	1.0	1.3	1.2	0.6
4	0.6	0.6	1.6	1.0	1.5	0.8	1.4	1.6	1.0	1.6	0.8	0.8
5	0.9	1.5	1.0	1.7	0.9	0.7	1.3	1.4	1.5	1.0	0.5	0.9
6	1.3	0.6	1.1	2.4	1.0	2.9	0.9	2.1	1.9	0.9	0.3	1.0
7	1.0	1.0	0.9	2.0	1.1	2.6	1.1	2.0	1.8	1.0	0.5	0.5
8	1.6	0.6	0.6	2.5	1.8	1.8	2.0	2.5	2.0	1.2	0.8	0.5
9	0.6	1.0	1.0	2.3	1.8	1.7	1.7	0.6	1.5	1.9	0.5	0.5
10	0.9	1.0	1.0	1.8	0.9	1.4	1.5	0.9	1.9	0.9	0.5	0.6
11	0.8	1.4	0.6	1.4	1.1	0.9	1.2	1.2	1.0	0.6	1.0	0.8
12	0.8	0.8	1.0	1.1	1.1	1.2	2.3	1.3	1.3	1.9	0.9	0.5
13	0.8	1.0	0.8	1.1	1.3	2.0	1.4	1.0	1.8	0.4	0.9	0.5
14	0.9	0.6	0.9	1.2	2.0	1.3	1.0	1.2	2.1	0.6	1.0	1.3
15	1.0	0.8	0.6	1.5	0.8	0.9	1.9	1.5	2.6	0.7	0.5	1.0
16	1.0	1.3	0.6	1.5	1.4	1.5	2.0	2.1	1.2	1.9	1.1	0.7
17	0.9	1.0	1.0	1.2	1.3	1.0	1.2	1.5	1.8	2.1	1.2	1.0
18	0.9	1.5	2.0	1.0	2.5	0.7	1.6	1.0	2.4	0.8	1.6	0.5
19	0.7	1.4	1.9	0.9	2.5	0.6	1.0	1.5	1.0	1.0	0.8	1.0
20	1.0	0.6	1.0	0.8	2.4	0.5	1.3	1.5	0.8	0.6	0.3	0.5
21	1.8	1.0	1.2	0.6	1.2	1.3	1.5	1.7	0.9	0.5	0.5	0.3
22	1.0	1.3	2.2	1.0	1.3	1.2	1.8	1.0	1.3	0.7	0.3	0.3
23	1.4	1.1	1.1	1.4	1.9	2.0	1.7	0.6	1.9	0.8	0.4	0.4
24	1.1	0.9	0.7	1.3	1.4	2.1	1.6	1.3	1.7	0.7	0.6	0.5
25	1.0	1.2	0.7	2.4	0.9	1.5	1.0	1.5	1.0	0.8	0.6	0.7
26	1.1	1.3	1.1	2.0	1.9	1.0	1.5	1.0	1.0	0.5	0.4	0.9
27	1.1	1.3	1.2	2.0	1.5	2.0	2.3	1.0	0.9	0.8	1.0	0.8
28	1.2	1.0	1.1	1.5	1.3	1.7	2.3	1.5	0.8	0.5	1.4	0.5
29	1.0		1.0	0.6	2.0	3.0	1.7	1.5	0.8	0.6	1.8	0.6
30	1.1		0.7	0.9	1.4	0.8	1.6	1.2	0.5	1.3	1.3	0.7
31	0.8		1.2		1.5		0.7	1.4		0.7		0.5

Month Yr/Day	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
	2006											
1	1.8	0.4	1.3	1.1	1.5	2.4	0.5	1.1	0.6	0.9	0.5	0.6
2	1.3	0.5	0.8	1.1	1.6	1.7	1.0	1.6	1.7	0.7	0.5	0.4
3	0.7	1.4	0.6	1.1	1.4	1.5	1.2	1.9	2.4	0.9	0.5	0.7
4	0.7	1.8	0.7	0.5	1.3	1.4	2.0	1.7	1.0	0.5	0.4	1.4
5	2.5	1.4	0.5	0.8	0.9	1.3	1.5	2.0	0.7	0.4	0.3	0.7
6	1.4	0.4	1.2	1.1	1.0	1.3	1.9	1.9	0.6	0.3	0.5	0.8
7	1.5	0.5	1.3	0.8	0.9	1.3	1.5	1.5	0.9	0.3	1.0	0.6
8	0.5	0.8	1.9	0.6	0.9	1.2	1.6	1.0	1.0	0.3	0.8	0.5
9	0.5	0.7	1.8	2.0	2.5	1.1	1.9	1.0	0.8	0.6	0.6	0.6
10	0.4	0.6	1.3	2.6	1.2	0.9	2.3	1.0	1.0	0.8	0.6	0.6
11	1.2	0.7	1.1	2.4	1.0	1.0	1.4	0.6	0.6	1.0	0.6	0.4
12	0.8	0.8	1.0	1.9	1.0	1.3	1.0	1.0	1.0	0.8	0.8	0.8
13	0.3	1.0	1.0	1.4	0.7	2.0	1.7	0.9	0.8	1.4	1.0	0.7
14	0.6	0.6	1.2	1.6	0.8	1.5	2.0	1.0	1.0	2.5	0.9	1.0
15	0.2	1.0	0.8	1.7	2.2	1.5	0.6	1.1	0.6	0.5	1.0	0.8
16	1.2	0.9	0.8	2.2	1.9	1.8	0.6	0.8	0.6	0.7	1.1	0.8
17	0.7	0.8	0.6	1.5	2.2	3.1	1.0	0.8	1.0	0.6	1.5	0.8
18	0.5	0.6	1.0	1.3	1.3	0.9	1.7	0.6	1.0	0.6	1.0	1.1
19	0.7	0.5	1.4	1.7	1.1	1.0	1.7	0.8	0.9	0.6	0.6	1.0
20	0.8	0.4	2.2	1.7	2.6	1.0	2.0	1.1	1.1	2.4	1.5	0.4
21	1.4	0.6	1.4	1.4	1.0	0.6	2.2	2.0	0.6	1.0	1.0	0.6
22	1.0	0.6	1.1	1.1	1.4	0.8	1.7	1.0	0.7	0.9	1.0	0.4
23	1.5	1.5	1.4	1.5	1.2	0.8	1.8	1.0	1.6	0.8	0.8	0.4
24	1.2	0.8	1.4	1.4	1.1	1.2	1.8	1.0	0.6	0.8	1.0	0.5
25	0.3	0.7	1.4	0.8	1.4	1.9	2.7	1.3	0.6	0.9	1.0	0.6
26	1.1	0.6	1.7	0.9	1.2	2.8	2.0	1.2	0.6	0.7	1.1	0.7
27	0.6	0.9	1.5	0.9	0.6	1.8	1.9	1.5	1.2	0.6	1.0	0.8
28	0.6	1.6	1.5	0.6	1.2	2.4	2.0	1.8	0.6	0.6	0.8	0.6
29	0.4		1.1	1.4	3.0	1.6	2.0	1.2	0.5	0.6	0.6	0.6
30	0.6		1.2	1.5	2.0	2.2	1.8	0.6	0.5	0.6	0.6	0.6
31	0.6		0.7		0.8		0.9	0.6		0.6		0.5

Month Yr/Day	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
	2007											
1	0.4	0.3	0.7	1.1	0.6	0.6	0.6	3.4	2.2	0.6	0.6	2.7
2	0.4	0.3	0.6	1.1	0.8	0.3	0.3	2.6	2.8	0.5	1.3	2.0
3	0.6	0.1	0.5	1.1	2.5	0.5	0.8	2.7	2.7	0.5	0.8	2.2
4	0.6	0.6	1.3	0.3	0.7	0.8	1.0	3.6	1.2	0.5	1.2	1.6
5	0.6	0.3	1.3	0.3	0.6	0.2	0.9	2.2	3.1	0.6	0.4	1.4
6	0.8	0.3	1.1	0.3	0.3	0.7	0.9	2.2	5.6	0.1	0.3	0.5
7	0.3	0.3	1.1	0.4	0.7	0.8	0.8	3.0	4.5	0.4	2.8	0.8
8	0.6	0.1	0.9	0.3	1.9	0.6	0.7	2.4	3.1	0.3	0.2	1.0
9	0.6	0.8	1.6	0.6	0.7	0.2	0.9	3.3	2.0	0.5	0.5	1.7
10	0.8	1.4	1.7	0.0	0.6	0.7	0.6	2.3	2.2	0.3	0.3	2.0
11	0.6	1.0	1.4	0.6	0.6	0.3	0.6	3.1	3.8	0.3	0.0	2.3
12	0.3	0.3	1.0	1.1	0.5	0.5	0.6	2.9	1.2	0.4	1.0	2.0
13	0.3	0.6	0.7	1.1	0.6	0.8	1.1	3.8	1.6	0.3	0.8	1.2
14	0.1	0.7	0.6	0.7	0.6	0.6	1.1	3.8	1.1	0.4	0.6	1.8
15	0.3	0.4	0.8	0.7	0.6	1.1	1.1	4.3	2.2	0.4	0.5	0.6
16	0.4	0.4	0.5	0.8	0.7	0.3	0.7	2.1	1.3	0.3	0.1	2.0
17	0.4	0.3	0.9	0.7	0.4	0.4	0.8	2.2	1.2	0.5	0.8	1.9
18	0.4	0.7	0.7	1.0	0.4	0.5	0.5	3.4	1.5	0.1	0.2	2.1
19	0.3	0.1	0.6	0.6	0.7	0.3	1.4	2.3	2.1	0.3	0.4	0.8
20	0.3	0.8	1.8	0.3	0.6	0.7	1.0	3.0	1.9	0.3	0.0	1.2
21	0.3	0.6	0.9	0.3	0.6	0.5	1.1	2.0	3.1	0.3	0.8	1.3
22	0.3	0.7	1.0	0.6	0.5	0.7	1.2	2.6	2.5	0.7	0.0	1.8
23	0.3	0.4	0.9	1.1	0.6	1.1	0.5	2.5	1.2	0.1	0.4	1.0
24	0.3	0.3	1.0	0.7	0.7	1.0	0.6	2.9	1.3	0.2	0.6	1.1
25	0.8	0.3	0.6	0.6	1.0	0.9	0.6	3.2	1.1	0.3	0.5	0.7
26	0.3	0.3	0.8	0.3	1.2	0.9	0.9	3.4	0.9	0.3	0.5	0.6
27	0.4	1.1	0.8	0.3	0.8	0.9	0.9	3.5	1.5	0.3	0.2	1.0
28	0.3	0.4	0.7	1.4	0.6	0.8	0.5	2.9	2.4	0.3	0.4	0.4
29	0.3		0.8	0.6	0.4	1.5	0.9	3.0	2.0	0.2	1.7	1.2
30	0.3		0.7	0.6	0.6	0.9	1.2	2.7	3.0	0.3	2.0	1.3
31	0.3		1.5		0.4		0.8	1.5		0.1		1.6

Month Yr/Day	Month												
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	
2008	1	2.4	1.5	1.7	2.0	1.2	2.0	1.9	3.0	1.8	1.1	0.7	0.2
	2	0.5	1.6	1.3	0.3	2.4	0.9	1.5	2.0	1.3	1.2	0.8	0.2
	3	1.3	1.8	1.6	1.5	1.2	2.8	2.1	1.7	1.9	1.5	0.7	0.2
	4	1.5	2.3	1.8	2.3	2.4	1.2	2.5	1.8	2.3	1.2	0.8	0.1
	5	1.0	2.2	1.9	2.0	2.1	2.7	3.0	1.6	1.6	2.4	1.6	0.1
	6	0.5	1.6	1.3	3.3	2.7	1.9	2.1	1.6	2.5	2.5	0.5	1.4
	7	0.5	2.5	1.0	1.3	2.8	1.0	1.8	1.1	2.5	2.2	0.1	1.2
	8	0.6	1.0	2.0	2.5	1.2	2.5	2.7	1.4	1.5	1.4	0.3	3.0
	9	1.1	2.8	1.5	1.7	4.0	3.6	2.0	4.1	1.4	1.3	0.5	1.2
	10	1.0	3.9	1.2	3.1	1.8	3.2	1.7	1.3	1.6	1.7	0.2	1.3
	11	1.5	2.8	0.8	2.2	2.1	1.0	1.0	1.2	0.7	1.0	0.4	1.1
	12	2.6	1.8	1.4	1.5	1.8	2.0	2.2	2.2	0.9	1.2	0.7	1.0
	13	1.3	2.4	1.5	1.5	2.0	1.7	1.0	2.1	1.1	1.0	2.2	0.7
	14	1.0	0.8	1.6	1.4	4.0	2.6	2.1	1.8	1.3	1.5	1.3	0.5
	15	0.0	1.8	1.4	2.4	1.8	2.1	2.0	1.3	1.0	3.5	1.0	0.3
	16	0.2	0.9	1.7	2.6	1.4	2.6	1.9	1.3	1.0	3.3	0.5	1.2
	17	0.9	1.9	0.8	2.3	1.9	1.8	1.3	1.7	1.3	1.2	0.6	1.1
	18	1.9	1.4	1.3	1.3	1.7	2.4	2.2	1.6	1.0	1.1	0.5	0.1
	19	0.7	0.6	1.3	0.4	2.0	2.8	1.5	2.2	3.0	1.2	0.1	1.0
	20	1.3	0.7	1.1	1.5	3.1	2.1	1.1	1.0	1.3	1.9	0.3	2.4
	21	0.9	1.4	1.4	1.7	2.7	1.7	1.8	1.8	1.9	1.5	1.3	0.7
	22	1.3	1.2	0.9	1.6	3.4	1.5	2.0	0.9	2.2	1.2	0.7	1.0
	23	2.2	2.3	1.0	1.8	1.2	2.0	1.3	1.5	3.0	0.5	0.3	0.9
	24	0.2	2.1	1.7	1.4	1.6	2.3	1.6	1.7	1.0	0.2	0.5	0.9
	25	0.6	1.4	1.5	1.3	2.3	1.5	1.8	0.9	1.4	0.5	0.2	0.9
	26	0.9	3.4	2.1	2.7	1.8	2.1	2.2	1.0	0.9	0.5	0.8	0.3
	27	2.1	2.6	1.4	1.4	1.0	1.8	1.9	1.4	0.5	0.7	0.1	1.0
	28	1.5	1.5	0.5	1.3	0.5	3.6	2.2	2.9	1.5	0.5	0.2	0.7
	29	1.2	0.7	2.0	1.4	0.6	3.4	2.3	1.6	2.1	2.5	1.1	0.5
	30	0.6		0.3	1.1	1.1	1.9	1.7	1.5	1.6	0.6	0.9	1.1
	31	1.6		2.0		1.5		2.6	1.6		0.7		0.7

Month Yr/Day	Month												
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	
2009	1	0.4	0.4	0.5	0.8	0.5	2.5	2.1	2.5	2.3	2.3	0.9	0.7
	2	0.7	0.3	0.3	0.7	1.3	0.1	1.5	1.9	0.6	0.9	0.5	0.9
	3	1.1	0.6	0.3	1.2	0.9	1.2	2.9	2.5	2.5	1.4	0.6	0.8
	4	0.5	1.4	0.2	1.0	1.9	0.9	2.0	3.1	2.4	0.7	0.4	0.8
	5	0.4	0.7	0.2	1.3	2.7	3.2	2.2	2.3	1.2	0.2	0.6	0.9
	6	0.1	1.2	0.4	2.3	1.1	2.6	2.0	2.7	3.5	0.1	0.6	1.4
	7	0.4	1.4	0.1	1.0	1.0	1.0	1.6	3.2	0.3	0.4	0.8	1.1
	8	0.4	1.3	0.1	2.9	0.9	0.9	2.4	1.8	0.8	0.7	1.1	0.7
	9	0.1	1.4	1.1	1.8	2.0	2.9	1.7	2.9	2.5	1.9	1.2	0.6
	10	0.1	1.3	0.1	0.4	1.3	0.9	2.5	2.0	1.0	2.2	1.3	0.7
	11	0.3	1.5	0.2	2.1	1.7	0.8	2.0	1.5	1.8	1.0	1.2	0.2
	12	0.9	1.3	0.1	0.9	1.3	1.3	1.9	1.8	1.4	0.9	1.1	0.2
	13	0.4	2.9	0.2	0.3	1.8	3.2	2.3	3.1	1.3	1.1	0.6	1.1
	14	0.8	3.5	0.2	1.1	1.2	2.2	2.9	2.6	1.5	0.9	0.8	0.9
	15	1.6	1.1	0.1	2.9	1.2	4.0	0.1	4.0	1.7	1.2	0.5	0.2
	16	0.1	1.2	0.2	1.5	1.3	2.2	1.8	2.3	2.8	0.8	1.1	0.2
	17	1.6	1.1	0.1	2.6	1.5	1.0	0.4	1.7	0.8	1.0	0.7	1.0
	18	0.6	0.1	0.5	1.4	1.5	0.7	1.5	2.3	2.0	1.4	1.1	0.9
	19	1.4	0.5	1.3	2.2	1.1	0.8	2.3	3.5	2.4	1.7	1.8	0.7
	20	2.5	0.3	0.5	0.4	1.3	2.5	2.9	2.1	1.6	1.0	1.3	0.6
	21	1.2	0.2	2.1	1.9	0.9	3.3	2.5	2.1	2.0	1.1	0.6	1.0
	22	1.4	0.6	0.5	1.2	2.9	3.9	3.0	3.3	1.1	0.8	0.7	2.5
	23	0.5	0.3	0.1	2.1	2.4	2.2	1.3	2.1	1.6	0.7	0.6	0.2
	24	0.7	1.3	1.2	1.2	1.7	2.8	1.6	1.1	1.5	1.3	1.1	1.0
	25	0.5	0.1	2.1	0.2	2.9	2.5	1.7	2.0	2.3	1.0	1.4	1.0
	26	0.5	0.4	0.2	0.5	2.0	2.0	1.8	1.5	1.4	0.6	1.4	0.5
	27	0.3	0.3	1.2	0.2	1.3	2.8	1.8	2.0	1.5	0.9	1.4	0.2
	28	0.3	0.4	1.7	0.5	0.4	2.5	2.9	1.4	0.3	0.9	0.4	1.0
	29	1.5		0.6	0.4	0.3	2.0	2.8	1.4	2.2	0.7	1.2	0.7
	30	1.5		0.9	0.8	2.3	1.8	2.8	1.4	2.2	1.1	0.9	0.3
	31	2.0		1.3		1.7		3.0	2.8		1.2		1.2

Month Yr/Day	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
	2010											
1	1.1	1.2	0.2	1.1	1.6	1.9	1.9	1.4	1.0	0.6	1.1	0.6
2	1.0	0.8	1.5	1.6	1.5	3.8	3.1	1.5	1.2	0.5	0.2	0.2
3	0.5	0.5	0.5	1.3	1.4	2.4	2.3	2.1	0.2	0.6	0.7	0.9
4	1.1	0.5	0.7	1.1	0.9	3.1	2.7	2.4	1.1	1.2	2.0	0.9
5	1.6	0.8	0.7	1.2	1.9	2.4	4.3	2.7	2.7	0.5	0.9	1.1
6	1.1	1.7	1.7	1.8	1.7	1.3	2.5	2.6	1.7	0.2	0.8	0.5
7	0.8	1.4	0.7	1.5	1.8	1.7	2.9	1.7	1.0	0.9	1.0	1.2
8	0.9	3.2	1.7	1.8	1.2	2.4	2.1	0.3	3.4	1.0	0.8	0.5
9	1.3	3.9	0.5	1.1	1.8	2.1	2.1	2.4	2.5	0.5	0.9	2.3
10	0.8	3.5	1.2	1.4	0.9	3.0	2.1	1.6	1.7	1.2	1.1	0.6
11	1.5	1.9	1.3	1.4	1.5	1.7	2.2	1.5	1.3	1.1	0.7	1.7
12	1.5	0.9	0.7	1.5	1.6	1.6	3.2	2.7	1.3	2.1	0.8	1.2
13	2.3	1.7	1.3	1.3	0.6	1.9	3.1	2.2	1.4	1.6	0.9	0.2
14	1.8	1.9	0.5	1.3	1.8	2.9	2.2	1.1	0.7	1.3	0.7	0.5
15	1.5	2.4	1.1	2.1	1.2	3.3	1.9	1.7	1.5	0.3	0.2	0.2
16	1.9	1.6	2.1	1.8	2.6	1.6	1.7	2.3	0.5	0.7	0.3	1.9
17	1.4	1.6	0.7	1.4	2.5	2.2	1.6	1.3	0.9	1.0	0.3	2.4
18	1.7	1.9	0.4	2.5	1.7	3.7	1.5	0.2	3.4	0.5	0.3	1.4
19	1.7	0.2	1.4	1.4	1.4	1.0	4.4	0.2	1.3	0.1	0.2	0.5
20	1.1	0.5	1.0	2.2	1.7	0.5	2.5	1.5	1.6	0.6	0.4	0.6
21	1.3	0.7	0.9	3.0	1.1	2.5	1.9	1.0	1.5	0.8	0.4	1.0
22	1.3	1.1	1.3	2.2	3.6	2.1	0.9	1.4	1.2	2.8	0.2	0.1
23	1.1	1.8	1.1	1.6	1.3	2.0	0.9	1.7	2.8	0.8	0.8	0.1
24	1.5	0.5	1.2	1.5	1.4	2.2	1.3	2.3	1.6	2.1	0.4	1.4
25	1.2	0.6	0.6	1.6	1.1	3.2	0.8	3.0	1.5	1.0	1.1	0.7
26	0.6	0.7	0.3	1.3	1.8	2.1	2.1	2.9	2.5	0.9	1.3	0.5
27	0.2	0.6	1.2	1.6	3.2	2.3	3.2	2.1	1.2	0.1	1.5	0.4
28	0.2	0.5	1.5	1.6	2.3	2.1	3.1	2.6	2.0	1.3	0.7	0.8
29	2.0		1.4	1.8	1.3	3.1	3.2	2.4	1.7	1.1	0.5	0.2
30	1.0		1.2	1.7	1.3	0.3	1.3	1.2	1.3	0.7	0.3	1.7
31	1.3		0.3		3.6		1.1	2.3		0.5		1.8

Month Yr/Day	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
	2011											
1	2.2	1.7	2.3	2.1	1.9	2.8	2.6	0.8	1.0	1.1	0.8	0.5
2	1.5	1.8	1.3	3.2	1.7	2.3	0.6	1.4	0.7	1.3	0.6	0.6
3	1.2	1.0	0.5	4.0	1.3	1.2	2.9	2.0	0.8	1.3	0.6	1.0
4	1.5	0.2	0.7	1.7	2.0	1.0	0.6	2.3	1.6	1.4	0.8	0.4
5	1.7	1.9	1.1	3.6	1.6	1.7	1.5	0.9	0.7	1.0	0.6	0.3
6	1.2	2.1	1.1	2.7	3.3	2.1	1.3	1.6	0.7	0.8	1.3	0.6
7	0.9	1.2	1.6	1.3	2.7	1.2	2.2	1.1	0.3	1.2	1.0	0.8
8	0.3	2.2	1.5	1.8	0.7	1.7	1.9	1.8	0.8	0.3	0.9	0.7
9	0.7	1.6	3.0	2.6	1.5	0.6	1.3	0.7	1.3	0.7	0.6	0.6
10	1.2	1.6	2.5	1.0	2.7	1.7	0.9	1.7	0.5	0.8	0.9	1.6
11	0.7	2.0	0.7	2.9	2.8	1.3	1.0	1.5	0.4	1.6	1.9	1.0
12	0.4	2.7	1.1	2.8	2.9	2.8	1.5	2.4	1.3	1.2	1.7	0.9
13	0.6	2.5	1.2	1.2	2.9	1.7	1.4	1.3	1.8	1.2	0.8	0.6
14	1.2	2.3	2.2	1.0	1.2	0.5	2.4	1.3	0.8	0.9	0.8	0.6
15	1.7	3.2	1.9	0.7	1.8	0.7	1.5	1.3	1.4	0.8	0.9	0.2
16	1.6	2.3	1.8	4.2	2.1	1.3	1.6	1.1	1.1	0.8	1.2	1.9
17	0.8	1.7	1.0	2.5	2.0	1.7	1.6	1.1	0.7	0.9	0.9	2.4
18	0.2	1.2	1.7	1.7	1.9	3.5	1.1	1.4	0.9	0.8	0.3	1.4
19	2.3	1.8	1.5	1.7	2.0	1.8	1.0	0.9	1.9	0.8	0.6	0.5
20	1.1	1.9	2.9	0.7	1.0	2.1	1.9	2.6	0.8	1.3	0.7	0.6
21	1.6	2.5	2.1	0.5	1.9	1.1	1.4	0.3	0.8	0.5	0.8	1.0
22	1.2	1.8	2.2	1.6	5.5	1.0	1.0	0.8	1.2	1.3	0.1	0.1
23	0.5	0.7	1.7	1.2	2.1	0.8	2.2	1.3	1.8	2.0	0.3	0.1
24	0.7	1.7	1.6	1.7	1.7	0.4	2.2	2.4	1.1	0.8	0.3	1.4
25	1.0	1.6	1.4	2.0	5.2	0.3	2.2	1.4	1.4	0.9	0.6	0.7
26	1.3	1.6	1.2	2.2	1.7	2.0	1.1	0.5	1.0	0.9	0.3	0.5
27	2.1	1.0	1.3	1.3	4.0	2.1	1.1	1.8	1.3	1.6	0.5	0.4
28	2.3	0.7	2.2	2.3	1.7	2.4	1.4	1.5	1.4	0.8	0.4	0.8
29	1.3		1.4	2.2	2.0	1.3	1.0	1.2	1.5	0.9	0.6	0.2
30	1.2		1.6	1.8	1.9	1.7	0.6	0.1	1.5	1.0	0.6	0.4
31	0.9		1.8		1.0		0.7	0.5		0.8		0.6

Month Yr/Day	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	
	2012	1	0.5	1.3	0.9	0.7	1.1	3.2	0.6	1.9	1.5	0.6	0.7
2		0.6	1.4	1.1	1.1	0.5	1.9	1.8	2.5	1.0	1.0	0.9	0.5
3		1.0	0.9	1.0	0.8	0.6	2.0	2.1	2.9	1.0	1.0	1.4	0.5
4		0.7	1.2	2.2	1.1	0.7	1.9	2.5	2.1	1.3	0.8	0.9	1.2
5		0.3	2.1	1.6	1.1	1.4	1.9	3.3	1.2	1.1	0.7	1.2	1.4
6		0.8	2.2	1.4	1.2	0.6	2.1	1.8	0.6	1.1	1.4	0.7	1.0
7		0.8	2.4	3.2	1.0	0.9	1.1	3.1	0.9	1.3	1.3	0.8	1.1
8		0.1	1.7	1.5	1.1	0.6	0.8	1.0	1.2	2.8	1.0	0.7	0.8
9		1.1	1.9	1.0	1.1	1.8	2.0	0.9	1.6	0.8	1.1	1.3	0.6
10		0.8	1.4	0.8	1.1	0.9	2.5	1.1	1.9	2.1	1.7	0.8	0.8
11		1.3	0.9	0.9	1.6	1.3	1.1	2.2	1.3	0.8	0.6	0.5	0.7
12		1.5	1.2	1.1	1.4	2.1	1.0	1.3	1.6	0.7	1.1	0.4	1.0
13		0.5	1.3	1.3	1.2	0.9	1.5	1.9	1.2	0.9	1.5	0.3	1.2
14		0.5	0.8	1.2	1.1	1.1	2.2	2.1	1.8	1.6	0.8	1.0	0.3
15		1.6	1.9	1.1	1.4	2.5	1.5	2.1	1.5	2.4	1.9	1.1	0.7
16		0.9	1.3	0.9	2.0	0.9	1.8	1.2	0.9	1.8	0.4	0.6	0.7
17		0.9	1.1	0.6	1.5	0.9	2.3	1.5	0.9	1.1	0.6	0.5	1.3
18		1.5	2.0	0.6	0.9	0.8	1.8	2.5	1.5	0.4	0.8	0.7	0.9
19		0.8	1.4	2.1	1.0	0.9	0.9	2.1	2.3	0.5	0.8	1.2	1.9
20		0.6	0.9	3.1	2.9	1.1	1.8	2.0	1.0	1.1	0.3	1.5	1.1
21		0.9	1.0	1.0	1.1	0.7	2.4	3.5	2.1	1.1	0.9	0.7	1.1
22		0.8	1.9	1.8	2.1	0.7	2.8	1.3	2.7	1.2	0.8	0.9	0.9
23		1.7	1.2	0.9	1.7	0.5	2.0	1.1	1.8	0.4	1.6	0.9	0.8
24		0.6	2.1	1.8	0.9	0.7	2.7	2.1	1.0	0.9	0.6	0.8	0.7
25		1.1	1.6	0.7	1.0	1.6	1.6	1.6	1.7	1.1	0.8	1.3	0.9
26		1.3	2.3	1.1	0.9	0.4	1.3	1.8	1.9	1.3	0.3	0.6	0.8
27		1.8	2.4	1.1	1.1	0.8	1.4	0.9	1.3	0.9	0.4	1.3	0.8
28		1.6	1.7	1.4	1.0	0.7	1.1	0.9	2.4	1.0	0.7	0.9	0.8
29		1.3	1.2	2.1	2.7	0.7	1.4	1.1	1.2	0.9	0.8	1.1	0.6
30		1.6		1.3	1.6	0.9	2.1	1.0	0.8	0.6	0.6	1.4	0.5
31		1.3		1.8		0.9		1.1	1.1		0.6		0.7

## 8) 自然災害

パキスタン国で観測された地震の震度別発生回数 (1900年～2013年)

年	震度(マグニチュード)								合計	最大震度
	不明	3.0以下	3.0～3.9	4.0～4.9	5.0～5.9	6.0～6.9	7.0～7.9	8.0以上		
1909							1		1	7.0
1928						1			1	6.6
1931						1	1		2	7.1
1935								1	1	8.1
1945								1	1	8.0
1947						1			1	6.9
1966					2	2			4	6.8
1972					3				3	5.9
1973				12	8				20	5.6
1974				8	5	2			15	6.2
1975				11	5				16	5.5
1976				4	1				5	5.3
1977				7	4				11	5.5
1978			1	9	5				15	5.5
1979				10					10	4.8
1980				12	3				15	5.4
1981				14	3				17	5.4
1982				8	4				12	5.2
1983			1	11					12	4.8
1984			1	18	7				26	5.6
1985				15	5				20	5.7
1986			1	12	2				15	5.3
1987			2	13	1				16	5.0
1988				17	2				19	5.5
1989				15					15	4.7
1990				27	8	1			36	6.0
1991			1	24	3				28	5.6
1992			10	29	10				49	5.9
1993			1	11	5				17	5.6
1994				8	2				10	5.5
1995			4	14	1				19	5.6
1996			7	17	3				27	5.2
1997			81	126	9	1	1		218	7.1
1998			8	29	3				40	5.4
1999			3	15	6				24	5.7
2000			4	14	1	1			20	6.0
2001			2	16	3				21	5.2
2002			6	26	1				33	5.8
2003			1	14	1				16	5.0
2004			3	21	5				29	5.5
2005		1	288	287	46	1	1		624	7.6
2006			77	47	3				127	5.2
2007			22	33	4				59	5.5
2008			87	80	7	2			176	6.4
2009			1	15	6				22	5.5
2010				19	8				27	5.4
2011				25	3		1		29	7.2
2012				28	3				31	5.4
2013			1	50	7	1	1		60	7.7
合計	0	1	613	1171	208	14	6	2	2015	-