

ネパール国ネパール地震復旧・復興 プロジェクト

無償資金協力概要書

2016年2月

株式会社オリエンタルコンサルタンツグローバル
パシフィックコンサルタンツ株式会社
株式会社毛利建築設計事務所
株式会社建設技研インターナショナル
株式会社パスコ

目次

目次

プロジェクト対象位置図

| | | |
|-----------|-------------------------------------|-----------|
| 1章 | プロジェクトの背景・経緯 | 1 |
| 2章 | パロパカール産婦人科病院及びビル病院再建計画 | 2 |
| 2.1 | 設計条件／自然条件 | 2 |
| 2.1.1 | 対象施設の概況 | 2 |
| 2.1.2 | 自然条件調査 | 3 |
| 2.2 | 建築計画 | 4 |
| 2.2.1 | 施設整備方針 | 4 |
| 2.2.2 | 概略設計 | 5 |
| 2.2.3 | 計画地概要 | 6 |
| 2.2.4 | 建築概要 | 6 |
| 2.2.5 | 仕上げ概要 | 7 |
| 2.2.6 | 構造概要 | 8 |
| 2.2.7 | 設備計画 | 8 |
| 2.2.8 | 機材計画 | 12 |
| 2.3 | 施工計画／調達計画 | 13 |
| 2.3.1 | 施工方針／調達方針 | 13 |
| 2.3.2 | 施工区分／調達・据付区分 | 14 |
| 2.3.3 | 施工監理計画／調達監理計画 | 15 |
| 3章 | バラキロ - バルパック道路橋梁建設計画 | 18 |
| 3.1 | 設計条件／自然条件 | 18 |
| 3.1.1 | 気象条件 | 18 |
| 3.1.2 | 地形条件 | 28 |
| 3.1.3 | 地質条件 | 34 |
| 3.1.4 | 河川条件 | 39 |
| 3.1.5 | 設計条件 | 58 |
| 3.2 | 概略設計 | 62 |
| 3.2.1 | 対象橋梁 | 62 |
| 3.2.2 | 標準横断図 | 64 |
| 3.2.3 | 道路概略設計 | 65 |
| 3.2.4 | 橋梁概略設計 | 68 |

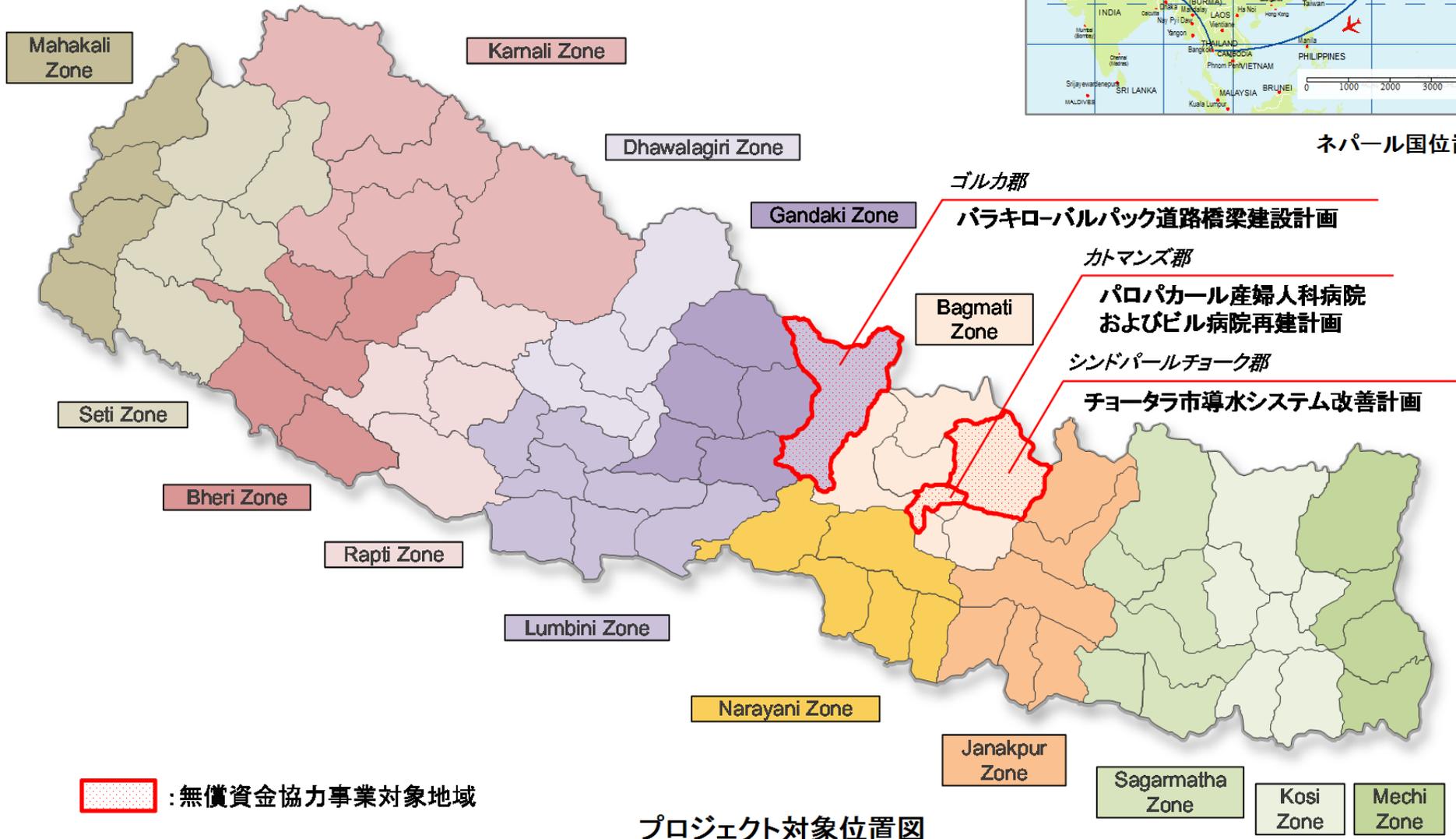
| | | |
|-----------|------------------------------|-----------|
| 3.2.5 | 概略設計結果..... | 69 |
| 3.2.6 | 護岸概略設計..... | 70 |
| 3.3 | 施工計画／調達計画..... | 75 |
| 3.3.1 | 施工方針..... | 75 |
| 3.3.2 | 直接工事..... | 75 |
| 3.3.3 | 施工監理計画..... | 77 |
| 3.3.4 | 実施工程..... | 80 |
| 4章 | チョータラ市導水システム改善計画..... | 81 |
| 4.1 | 設計条件／自然条件..... | 81 |
| 4.1.1 | 対象施設の概況..... | 81 |
| 4.1.2 | 基本方針..... | 84 |
| 4.1.3 | 現在の水源水量と導水システム..... | 84 |
| 4.1.4 | 計画導水シナリオ..... | 86 |
| 4.1.5 | 附帯設備..... | 87 |
| 4.1.6 | 自然条件に対する方針..... | 88 |
| 4.1.7 | 社会経済条件に対する方針..... | 89 |
| 4.1.8 | 法律・制度・基準に関する方針..... | 89 |
| 4.1.9 | 実施機関の運営・維持管理能力に対する方針..... | 89 |
| 4.1.10 | 施設・機材等のグレード設定に関する方針..... | 89 |
| 4.1.11 | 施設建設の工法、調達方法、工期に関する方針..... | 90 |
| 4.1.12 | 土砂災害区間の施工に対する方針..... | 90 |
| 4.2 | 概略設計..... | 90 |
| 4.3 | 施工計画／調達計画..... | 95 |
| 4.3.1 | 施工方針..... | 95 |
| 4.3.2 | 直接工事..... | 95 |
| 4.3.3 | 施工監理計画..... | 97 |
| 4.3.4 | 実施工程..... | 99 |

添付資料

1. 完成予想図および概略設計図（パロパカール産婦人科病院およびビル病院再建計画）
2. 概略設計図（バラキロ - バルパック道路橋梁建設計画）
3. 概略設計図（チョータラ市導水システム改善計画）



ネパール国位置図



プロジェクト対象位置図

1章 プロジェクトの背景・経緯

1章 プロジェクトの背景・経緯

2015年4月25日に発生したネパール地震に対して、2015年7月から「ネパール国ネパール地震復旧・復興プロジェクト（RRNE）」の調査を実施し、プログラム無償については9月に独立行政法人国際協力機構（以下、JICA）とネパール国（以下、「ネ」国）政府との間でMDを締結した。さらに、9月～11月にかけて現地追加調査を行うとともに、12月に調査結果をもとに概略設計および概略積算をまとめた。

追加調査では、自然条件調査および現地調査の結果を踏まえて概略設計および概略積算の精度を上げ、プロジェクトコンポーネントの内容、工期、費用等について検討の上、「ネ」国政府側とも十分に協議を行った。

本プログラム無償にて実施することとなったコンポーネントは、次の通りである。

< 建築 >

- パロパカール産婦人科病院（Paropakar Maternity and Women's Hospital : PMWH）の再建計画（含む機材整備）
- ビル病院（Bir Hospital : BH）の再建計画（含む機材整備）

< 土木 >

- バラキローバルパック道路橋梁建設計画
- チョータラ市導水システム改善計画

以下、上記のコンポーネントの概略について述べる。

2章 パロパークール産婦人科病院 およびビル病院再建計画

2章 パロパカール産婦人科病院及びビル病院再建計画

2.1 設計条件／自然条件

2.1.1 対象施設の概況

(1) パロパカール産婦人科病院

パロパカール産婦人科病院はカトマンズムニシパリティの南部、バクマティ川沿いにある1959年設立の「ネ」国唯一の公立産婦人科専門病院である。複数の建物から構成される病院のメイン棟の被害が大きく DUDBC の診断により使用禁止措置がとられている。

本病院は全国から妊婦および患者を受け入れているトップレファラル施設であり、医学教育機関である National Academy of Medical Science の産婦人科学の教育病院として医師、看護師の教育および修士学位認定機関として指定されている。

提供している医療サービスは、産婦人科外来、分娩サービスをはじめ、外科手術、超音波検査、病理検査、生理機能検査、緊急外来検査の他、妊娠中絶のケア、不妊治療を提供している。

病床数は地震前 415 床（産科 241 床、婦人科 61 床、新生児 34 床、その他サービス床 79 床）であったが、メイン棟が震災で使用できなくなり、元々あった機能を他の建物へ移設したため、これまでの病床を確保できておらず、現在では約 360 床で活動している。

出産は毎年 20 万件を越す出産件数を推移してきたが、ここ 2 年間は減少傾向にある。しかし 1 日当たり約 50 件の分娩となっており、特に帝王切開のケースが非常に多く、出産件数全体の 25%以上となっている。なお、出産時妊婦死亡率が、10 年前にくらべ半分に、新生児死亡率も年々減少傾向にある。

なお、本プロジェクトにおいて、パロパカール産婦人科病院は、MOH（保健省）の監督、および協力のもと実施機関として進めることになる。

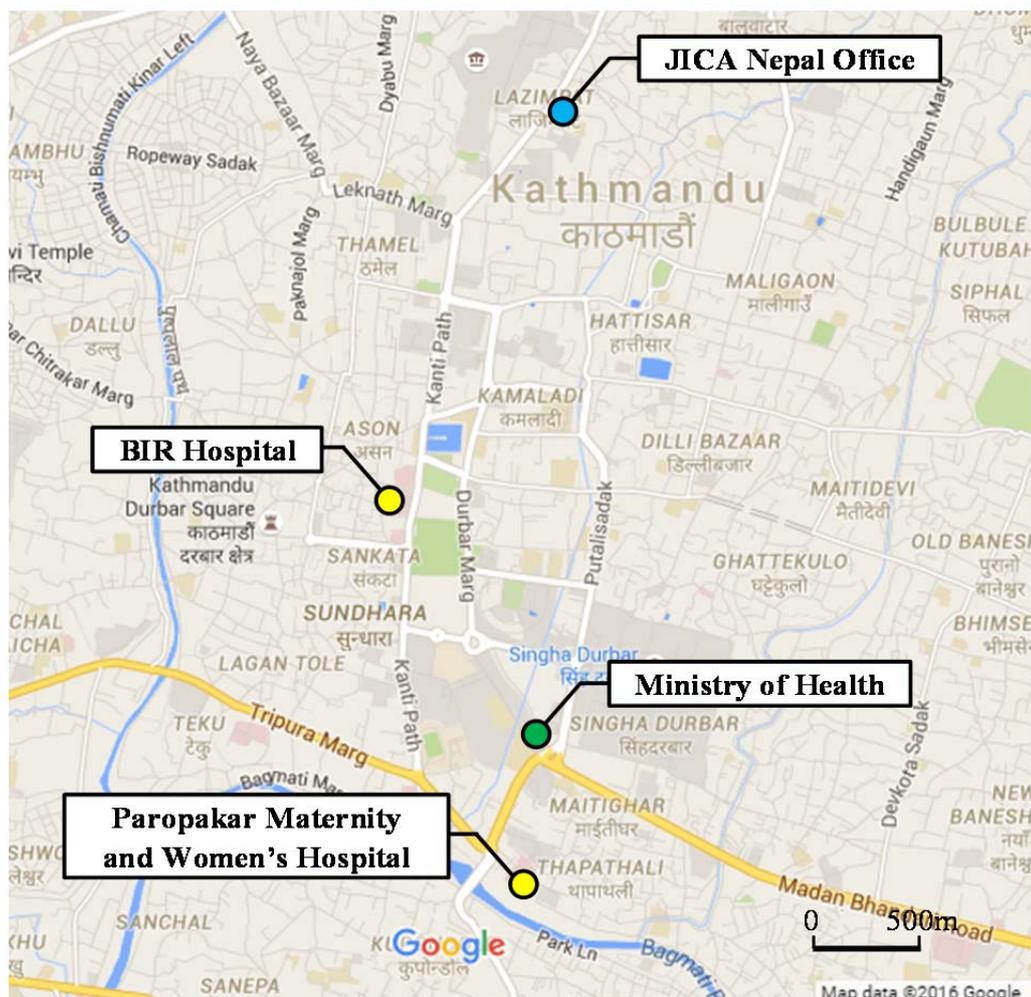
(2) ビル病院-p

ビル病院はカトマンズムニシパリティの中心部、ラトナ公園前にある 1889 年設立の「ネ」国で最も古い公立総合病院である。複数の建物から構成される病院のがん・ICU 病棟の被害が大きく DUDBC の診断により使用禁止措置がとられている。

本病院は、国立のトップレファラル病院だけでなく、National Academy of Medical Science の傘下の病院として、医学教育機関として医師、看護師の教育および修士学位認定機関となっている。病床数は 535 床で 16 の診療科、外科は更に専門科に分かれており、皮膚移植、腎臓移植を実施している。また当院には人工透析器センター12床があり、無料で透析治療を実施している。本計画において対象となる診療科は、心臓科（ICU 病棟）、消化器内視鏡科（検査室）、人工透析器室である。

なお、本プロジェクトにおいて、ビル病院は、MOH の監督、および協力のもと実施機関として進めることになる。

パロパカール産婦人科病院およびビル病院の位置図を以下に示す。



出典：調査団

図 2-1 対象病院位置図

2.1.2 自然条件調査

(1) 地形測量

両病院の敷地において、敷地境界塀位置、現状地盤レベルおよび既存建物施設位置情報を含む地形測量を実施した。測量に当たっては、仮設のベンチマークを複数個設置し、測量点間の位置およびレベルの相対関係を明確にして、施設計画および施工に資するよう配慮した。

(2) 地質調査

両病院の敷地において、地盤と液状化の確認のため、地質調査（含むボーリング調査、標準貫入試験及びラボテスト）を行った。

ボーリング調査は深さ 30m まで行い、その N 値は PMWH で平均 6~9、BH で平均 7~10 であった。これらのことから、両病院とも再建建物を支持する地盤としては緩いものの、杭を打つ必要はない程度と判断された。

また、標準貫入試験結果から、両病院とも液状化の可能性は全くないとは言えないものの、総合すると、液状化の恐れはないと判断された。

(3) 平板載荷試験

地表面近くの地盤が直接基礎にて再建建物を支持することができるか確認するため、平板載荷試験を実施した。

現状地盤面から深さ 2m において調査した結果は以下の通りである。

表 2-1 平板載荷試験結果

| | |
|------|----------------------------------|
| PMWH | 長期許容地耐力度 = 106 kN/m ² |
| BH | 長期許容地耐力度 = 94 kN/m ² |

出典：調査団

(4) 水質試験

両病院の敷地内において使用されている既存井戸の水質について試験を行った。結果は両病院とも同様であり、以下の通りであった。

成分分析結果：高い色度および濁度、浮遊物質、アンモニア、マンガン、鉄、細菌

加圧濾過および殺菌処理は、活性炭フィルター、色度除去フィルター、アンモニア除去フィルターが適用される。

2.2 建築計画

2.2.1 施設整備方針

以下の基本方針に基づき、関係機関との協議・現地調査を踏まえて、下表に示す施設の設計を行うこととする。

方針 1： 以下の主要な規約、基準、ガイドライン等に従って設計する。

- 建築基準法令：National Building Code (NBC)※
- 建築基準細則：Bylaws2064 of Kathmandu valley

- インド国建築基準 (IS)
- その他：日本国内建築基準

※ NBCに準拠を原則とするが、円借款の学校の基準と整合性をとりつつ、病院の重要性を考慮した数値を設定する

方針2： 地震に対する耐力性能が高い建物で、災害時にも稼働し続けられるよう非常用発電機や無停電電源装置、貯水タンクを装備した病院のモデルタイプになりうるものとする。

方針3： Build Back Better の理念に基づき、工法や使用材料は今後「ネ」国政府が独自に展開するときに適用可能なモデルとなりうるものとする。

2.2.2 概略設計

(1) パロパカール産婦人科病院

被災建物は震災前、産科と婦人科、低リスク分娩室や新生児集中治療室が混在した施設であり、さらに高リスク分娩室や手術室が別棟に分散する施設構成となっていた。計画建物は、産科救急外来や手術室・分娩室、産前病棟・集中治療室等の一部の産後病棟を除いた産科部門と教育部門に機能集約を行い、産科と教育機能に特化した機能的な建物とする。

以下に再建建物に入る主要施設を示す。

表 2-2 施設内容 (パロパカール産婦人科病院)

| 階 | 主要施設 |
|---------|---|
| 1階 (GF) | 産前病棟、救急部門、緊急分娩室、手術部門、設備機械室 |
| 2階 (1F) | 分娩センター、手術後病棟、褥婦集中治療室 (MICU)、血液銀行、緊急検査室、薬局、診療材料保管庫、教育施設 (共用会議室)、副院長室 |
| 3階 (2F) | 産後病棟、新生児室、新生児集中治療室 (NICU)、新生児特別治療室 (SBCU) 教育施設 (教室、教員室) |
| 塔屋 (RF) | 電気室、エレベーター機械室 |

出典：調査団

既存施設にあった教育機能の多くは震災後、被災建物からの機能移転の受け皿となり教育機能の一部が使用できない状況となっているため本計画建物を教育機能を盛り込むものとし、今後起こり得る災害時に一時的な機能移転のスペースにもなり得る。なお、計画建物が竣工した後、旧棟は解体し、災害時の一時避難場所やトリアージスペースとして利用する構想である。

(2) ビル病院

本病院は震災前より施設リニューアルのマスタープランが作成されていた。

本病院は、道路を挟んだ3街区にまたがり、マスタープランでは北側街区に救急外来や手術室、外科系集中治療室等が入る外科系コンプレックスが計画され本年度分の予算措置も取られたことから本年中に着工する予定である。(マスタープラン：Phase1、2)

計画建物のある街区は南北3街区の中間に位置する街区で、当該街区は外来機能と内科系コンプレックスに充てられる。(マスタープラン：Phase3、4)

本計画は、マスタープランのPhase3の内科系コンプレックスの一部を担うもので、各階ごとに検査・処置機能等と病棟が一体となった臓器別センター化された建物とし機能的で効率的な計画とする。以下に再建建物に入る主要施設を示す。

表 2-3 施設内容 (ビル病院)

| 階 | 主要施設 |
|---------|----------------------|
| 1階 (GF) | 腎臓科病棟、人工透析室 |
| 2階 (1F) | 消化器科病棟、内視鏡室、共用会議室 |
| 3階 (2F) | 循環器科病棟、血管造影治療室 |
| 塔屋 (RF) | 電気室、エレベーター機械室、吸引ポンプ室 |
| 設備棟 | 水処理室、受水槽、医療ガス室、発電機室 |

出典：調査団

なお、南側街区は既存のトラウマセンターであり、リニューアルマスタープランには含まれていない。

2.2.3 計画地概要

計画地の概要を以下に示す。

表 2-4 計画地概要

| 施設名 | 所在地 | 敷地面積 |
|--|----------------------|------------------------|
| 和名：パロパカール産婦人科病院 英名：Paropakar Maternity and Women's Hospital | Thapathai, Kathmandu | 約 3,810 m ² |
| 和名：ビル病院 英名：Bir Hospital | Kantipath, Kathmandu | 約 2,850 m ² |

出典：調査団

2.2.4 建築概要

両病院との協議により決定した建築概要は以下のとおりである。

(1) パロパカール産婦人科病院

表 2-5 建築概要 (パロパカール産婦人科病院)

| 建物名 (仮称) | 病床数 | 構造 | 階数 | 床面積 [m ²] | |
|----------|-------|----|----|-----------------------|-------|
| | | | | 階 | 面積 |
| 再建建物 | 192 床 | RC | 3 | 1階 (GF) | 1,799 |
| | | | | 2階 (1F) | 1,700 |
| | | | | 3階 (2F) | 1,700 |
| | | | | 塔屋 (RF) | 207 |
| | | | | 合計 | 5,406 |

出典：調査団

(2) ビル病院

表 2-6 建築概要 (ビル病院)

| 建物名 (仮称) | 病床数 | 構造 | 階数 | 床面積 [m ²] | |
|----------|------|----|----|-----------------------|-------|
| 再建建物 | 94 床 | RC | 3 | 1 階 (GF) | 959 |
| | | | | 2 階 (1F) | 917 |
| | | | | 3 階 (2F) | 917 |
| | | | | 塔屋 (RF) | 152 |
| | | | | 合計 | 2,945 |
| 設備棟 | | RC | 1 | 1 階 (GF) | 174 |
| | | | | 合計 | 174 |
| 出典：調査団 | | | | 総合計 | 3,119 |

2.2.5 仕上げ概要

現地での調達が可能であり、現地の技術で維持管理が容易な仕上げ材として以下の内容で計画する。

(1) パロパカール産婦人科病院

表 2-7 外装 (主要部)

| 床 | 壁 | 屋根 |
|----------------------------|--------------------------|--------------------------|
| アスファルト舗装/ インターロッキングブロック | レンガタイル張り/ モルタル・複層塗材塗り | 保護コンクリートを有するアス ファルト防水 |

出典：調査団

表 2-8 内装 (主要部)

| 室名 | 床 | 壁 | 天井 |
|------|-------------|-------------|-------------|
| 病室 | 強化セラミックタイル | 塗装 | 岩綿吸音板 |
| 分娩室 | ノンワックス塩ビシート | 塗装 | 岩綿吸音板 |
| 手術室 | ノンワックス塩ビシート | 化粧ケイ酸カルシウム板 | 化粧ケイ酸カルシウム板 |
| 教育施設 | タイルカーペット | 塗装 | 岩綿吸音板 |

出典：調査団

(2) ビル病院

表 2-9 外装 (主要部)

| 床 | 壁 | 屋根 |
|---------------|--------------------------|--------------------------|
| インターロッキングブロック | レンガタイル張り/ モルタル・複層塗材塗り | 保護コンクリートを有するアス ファルト防水 |

出典：調査団

表 2-10 内装 (主要部)

| 室名 | 床 | 壁 | 天井 |
|------|-------------|---------------|-------------|
| 病室 | 強化セラミックタイル | 塗装 | 岩綿吸音板 |
| 放射線室 | ノンワックス塩ビシート | 塗装 (コンクリート遮蔽) | 岩綿吸音板 |
| 内視鏡室 | 強化セラミックタイル | 化粧ケイ酸カルシウム板 | 化粧ケイ酸カルシウム板 |

出典：調査団

2.2.6 構造概要

構造設計方針を以下に示す。

設計基準と耐震目標

設計基準は、「ネ」国建築基準（NBC）とインド国建築基準（IS）の両方を満足するよう計画する。また、両病院とも「ネ」国におけるトップレファレル病院であり、災害時の拠点病院でもあることから、建物用途に対する重要度係数は $I=2.0$ とする。

基礎方式

標準貫入試験及び平板載荷試験の結果から、経済的で工期短縮に有効な直接基礎とする。

構造フレーム方式

靱性及び十分な強度を有する耐震壁を配したラーメン架構形式とする。

使用材料

現地調達可能な以下の材料とする。

- コンクリート設計基準強度 : @28days $f_c=25(\text{N}/\text{mm}^2)$
- 鉄筋 : Fe500 ($\sigma_y=510\text{N}/\text{mm}^2$ 級)

2.2.7 設備計画

(1) インフラへの接続

(i) PMWH における電気および通信

再建建物には、構内既存受電設備から 250KVA、単相 230V、三相 400V を供給する。

配電盤は既存の特別外来棟の電気室に設置され、境界塀に沿って架空にてケーブルを回し接続する。電話およびインターネットについては、既存の受付・管理部門の電話交換器から架空にてケーブル接続を行う。テレビ用配線についても同様である。

(ii) BH における電気および通信

2016 年 4 月に 500KVA の構内サブステーションが設置され、架空および地中埋設方式にて再建建物に配線する。電話およびインターネット配線は、既存電話交換器から南側敷地境界に沿って架空にて設置する。テレビ用配線についても同様である。

(2) 給排水

両病院ともに、RRNE にて新規に井戸を掘削して再建建物に供給する。排水については、基準水質に処理したうえで構内下水道に接続し、公共下水道へ排水する。

(3) 設備設計の概要

(i) 電力設備

低圧商用電源（400V/230V）を構内サブステーションから供給する。頻繁に起こる停電に備えてディーゼル発電機を設置する。また無停電電源装置は透析室、CCU、血管造影治療室、NICU、MICU、手術室に設置する。

表 2-11 設計容量

| 設備項目 | PMWH | BH |
|--------|---------|---------|
| 想定需要電力 | 250 kVA | 200 kVA |
| 発電機容量 | 250 kVA | 200 kVA |
| UPS 容量 | 15 kVA | 15 kVA |

出典：調査団

(ii) 通信設備

内線電話については、既存電話交換器を使用して再建建物に設置する。テレビ受信も既存設備を利用して再建建物に設置する。LAN はナースステーションおよびスタッフルームに配線する。監視カメラは防犯、業務管理および教育を目的として設置する。火災報知設備は現地法規に準拠して設置する。

(4) 給水

給水方式は受水槽＋高置水槽方式とし、衛生器具および医療機器へ給水する。水源は井水とし、維持管理を考慮した井水処理設備を設置する。受水槽容量は一日使用水量の 50% とする。必要給水量の算出は現地法規（NBC 206: 2015）に準拠する。

表 2-12 1 日使用水量および受水槽容量

| 病院名 | 病床数 | 病床あたり使用水量 (NBC206:2015) | 1 日使用水量 | 受水槽容量 |
|------|-------|----------------------------|---------|------------------|
| PMWH | 192 床 | 450L/床 | 86,400L | 44m ³ |
| BH | 94 床 | 450L/床 | 42,300L | 22m ³ |

出典：調査団

BH の透析室については、井戸設備の故障に備え専用の高置水槽および単独配管を設置する。

温水の主な供給箇所は、スタッフ用流し台、手術用手洗器、シャワー、沐浴槽とし、太陽熱集熱器によるセントラル給湯と電気温水器による局所給湯方式の併用とする。

(5) 排水

両病院の再建建物には浄化槽を設置して処理水は公共下水道に放流する。処理水質は現地法規（Environmental Protection Act- 2054）に準拠する。

表 2-13 許容放流水質

| 分類 | 許容放流水質 |
|------------|-------------------------------------|
| 公共下水道放流の場合 | BOD400mg/L, COD1,000mg/L, SS600mg/L |

出典：調査団

(6) 空調設備

両病院ともに電気式マルチパッケージヒートポンプを採用する。空調箇所は下記の通りである。中央制御システムは過剰利用を防止するため用いない。

空調を設けない居室については天井扇を設置する。

表 2-14 空調対象室

| | |
|------|--|
| PMWH | 救急部門、緊急分娩室、手術部門、分娩センター、薬局、血液銀行、緊急検査室、MICU、NICU、新生児室、新生児特別治療室 |
| BH | 人工透析室、内視鏡室、CCU、血管造影治療室、共用会議室 |

出典：調査団

設計用温度は下記の通りである。カトマンズにおける月ごとの気象データより 30 年平均最高気温および最低気温を採用し、空調能力を算定した。

表 2-15 設計用外気温度

| | |
|-----------|----------------|
| Summer 夏季 | 乾球温度：29.1℃（6月） |
| Winter 冬季 | 乾球温度：2.4℃（1月） |

出典：調査団

表 2-16 設計用室内温湿度条件（目標値）

| 一般室 | | 新生児室 | | 手術室 | |
|-----|-------|-------|-----|------|-----|
| 温度 | | 温度 | 湿度 | 温度 | 湿度 |
| 夏季 | 26.0℃ | 26.0℃ | 55% | 25.0 | 55% |
| 冬季 | 22.0℃ | 25.0℃ | 55% | 25.0 | 55% |

出典：調査団

(7) 医療ガス設備

供給ガスは酸素（O）と吸引（V）とする。酸素はマニフォールドを設置しセントラルパイピング方式とする。吸引は吸引ポンプを設置しセントラルパイピング方式とする。

医療ガスアウトレットの設置室、個数は下表による。

表 2-17 部門別医療ガスアウトレット設置基準（パロパカール産婦人科病院）

| 部 門 | 種類・設置数 |
|---------------|---|
| 救急部門 | 特別処置室に O, V を設置 各診察ベッドに O, V を設置 観察 6 ベッドに対して O, V を設置 |
| 緊急分娩室 | 分娩 3 ベッドに対して O, V を設置 新生児処置コーナーに O, V を設置 |
| 手術部門 | 各手術室に 3 セットの O, V を設置 各術前・術後ベッドに O, V を設置 新生児処置コーナーに O, V を設置 |
| 産前病棟 | 3 ベッドに対して O, V を設置 |
| 分娩センター | 各分娩ベッドに O, V を設置 新生児処置コーナーに O, V を設置 |
| 産後病棟 | 病棟に 1 か所 O, V を設置 |
| 手術後病棟 | 5 ベッドに対して O, V を設置 |
| 新生児部門 | 新生児室／新生児特別治療室（SBCU）に 30 セットの O, V 設置 NICU に 10 セットの O, V を設置 カンガルーケア 2 ベッドに対して O, V を設置 |
| 褥婦集中治療室（MICU） | 各ベッドに O, V を設置 |

出典：調査団

表 2-18 部門別医療ガスアウトレット設置基準（ビル病院）

| 部 門 | 種類・設置数 |
|----------------|---|
| 人工透析 | 各ベッドに O, V を設置 |
| 内視鏡 | 各内視鏡室に O, V を設置 ERCP（胆膵内視鏡）室に O, V を設置 |
| CCU | 各ベッドに 2 個の O, V を設置 |
| 一般病棟 (各科共通) | 各重症者用ベッドに O, V を設置（全体の 40%） その他 2 ベッドに対して O, V 設置（全体の 60%） |

出典：調査団

2.2.8 機材計画

計画機材は、新棟の建築方針により計画された診療部門と病院側が作成した新産科棟設立に必要な機材リストをもとに以下の方針に基づき適正機材、数量を選定する。

- 新設の産科病院が適正に機能する機材
- 新棟の人員計画、技術レベルと整合のとれた数量、仕様
- 維持管理の面で病院全体の予算規模の過度の負担とならないことを配慮
- 現有機材数量を考慮
- 被災時においても当院のサービスが適正に機能できる機材の配置を考慮する

表 2-19 主な調達機材（パロパカール産婦人科病院）

| 部 門 | 主な医療機材 | 主仕様 |
|-------------------|--|--|
| 産科救急部 | - インファントウォーマー - 患者モニター - ドップラ胎児検出器 - 超音波診断装置 - その他機材 | - 開放式 - ECG、呼吸数、SpO2、体温、 - 携帯式 - 2プローブ、携帯式 - 吸引器 |
| 分娩センター | - 分娩台 - 患者モニター - ドップラ胎児検出器 - 超音波診断装置 - その他機材 | - ステンレス製 - ECG、呼吸数、SpO2、体温 - 携帯式 - 携帯式-2プローブ、腹部用 吸引器 |
| 分娩室 | - 分娩台 - 患者モニター - ドップラ胎児検出器 - その他機材 | - ステンレス製 - ECG、呼吸数、SpO2、体温 - 携帯式 吸引器 |
| 手術室／滅菌室 | - 无影灯 - 手術台 - 滅菌器 - 患者モニター - 滅菌器 - その他機材 | - LED 式 - 電動コントロール式 - 流量計 3 種、気化器 2 種、電気駆動 人工呼吸器 - ECG、SpO2、呼吸ガス濃度、血圧、 体温 - 高圧蒸気滅菌器、蒸気発生器付き - 電気メス、除細動器、輸液ポンプ |
| 集中治療室 新生児集中治療室 | - 患者中央監視システム- 人工呼吸器 - 血液ガス分析器 - その他機材 | - ECG、SpO2、呼吸ガス濃度、血圧、体温 - 呼吸モード；SIMV、Assist / CMV、CPAP / PSV、PEEP 呼気量 2000ml、電気駆動人工呼吸器 - pH、pCO2、pO2 - 輸液ポンプ、パルスオキシメーター、吸引器、 |
| 病棟 | 診察灯 - その他機材 | -- LED 電球 - 輸液ポンプ |
| 産科検査室 | - 生化学分析器 - 化学発光免疫測定装置 - その他機材 | - オープン試薬、半自動 - 自動式、甲状腺、ホルモン、腫瘍マーカー、TORCH - 顕微鏡 |
| 血液銀行 | - 遠心分離器 - 冷凍機 - その他機材 | - 血漿分離 - 庫内温度 -40℃ 献血椅子 |

出典：調査団

表 2-20 主な調達機材（ビル病院）

| 部 門 | 主な医療機材 | 主仕様 |
|---------|---|--|
| 集中治療室 | - 患者中央監視システム - 人工呼吸器 - 血液ガス分析器 - その他機材 | ECG、SpO ₂ 、呼気ガス濃度、血圧、体温 - 呼気モード；SIMV, Assist / CMV、CPAP / PSV, PEEP 呼気量. 2000ml、電気駆動人工呼吸器 - pH、pCO ₂ 、pO ₂ - 輸液ポンプ |
| 心臓科病棟 | - 心電計 | - 12 リード、液晶モニタ |
| 内視鏡ユニット | - ビデオ内視鏡 | - 視野角 100 度以上、視野長 50mm 以上、キセノン光源、ビデオプロセッサ、電気メス装置、吸引器、ラック装備 |
| 人口透析室 | - 人工透析器 | - 個人用、使用水処理装置装備 |

出典：調査団

2.3 施工計画／調達計画

2.3.1 施工方針／調達方針

(1) 基本事項

- (i) 本プロジェクトは、日本国政府により閣議承認された後、「ネ」国政府と日本国政府の間で交換公文 (E/N) が署名され、引き続き「ネ」国政府と JICA の間で贈与契約 (G/A) が締結されることにより正式に実施に移される。
- (ii) G/A 締結後は本邦法人であるコンサルタントと「ネ」国政府との間で実施設計、及び監理契約を結び、直ちに詳細設計作業に入る。

(2) 入札

- (i) 入札は、JICA の無償資金協力に係る調達ガイドラインに沿って実施される。
- (ii) 入札の形態は施設建設および機材調達を合せた単独型、もしくは施設と機材を分けた分離型の二通りの方法が考えられるが、施設と機材双方の工事上での技術的取り合いの調整を図るうえで利点のある単独型が望ましいと考える。
- (iii) 入札執行者は実施主体であるが、JICA の指導を受けながらコンサルタントが入札執行に関し十分協力することとする。

(3) 建設及び機材調達・据付

- (i) 現地調査の結果から、現地での建設資機材のうち一部の仕上げ材（手術室用塩ビシート等）や建具（X 線防禦ガラス等）の現地調達は困難であるため、日本からの輸入品が主流となる。また、隣国であるインドを経由して流通している資機材も多い。したがって、輸送ルート、及び輸送方法による建設コストへの影響については慎重に検討する必要がある。

- (ii) 前項に示す通り仕上げ工事の一部について現地調達が困難な工種については熟練工が現地にいないため、日本、或いは第三国からの指導技術者派遣が必要になると考えられ、建設及び機材据付労務計画ではその点を慎重に検討する必要がある。一方、一般労務者については現地にて確保することが可能である。
- (iii) 施設建設と機材納入・据付の両工事が円滑に進むように密実な工程管理技術が求められる。施設建設工程に合わせてタイムリーに機材の搬入が可能となるように輸送計画についても十分検討する必要がある。
- (iv) 施工に先立って、既存建物の解体撤去が「ネ」国側にて行われる。安全で適切な撤去工事实施のため、RRNEにて技術アドバイザーを派遣してこれを支援する。
- (v) 既存建物撤去後に、RRNEにて井戸を掘削する。井水は再建建物の給水に用いる。掘削後に保護を行い、施工業者に工事エリアを引き渡すものとする。掘削位置については病院設計・施工監理コンサルタントおよび「ネ」国側と十分すり合わせを行う。

(4) 実施体制

本無償資金協力事業の実施体制は以下の通りである。

- (i) 「ネ」国側の主管官庁は MOH である。
- (ii) 本プロジェクトの実施機関は PMWH および BH である。

2.3.2 施工区分／調達・据付区分

全体事業のうち日本側が負担する範囲と「ネ」国政府側が負担する範囲をまとめると以下の通りとなる。

表 2-21 負担範囲

| 日本国側負担分 | 「ネ」国側負担分 |
|--|--|
| <p>1. 施設</p> <p>(1) 建築工事 構造躯体、建築仕上げ、家具等</p> <p>(2) 電気設備工事 受変電設備、動力・幹線設備、非常用発電機設備、電灯・コンセント設備、エリア内外灯、通信設備、放送設備、電話設備、雷保護設備、太陽光発電設備等</p> <p>(3) 機械設備工事 (ア) 給排水衛生設備工事 1) 給水工事 井水処理設備、受水槽、高置水槽、衛生設備、太陽熱温水・電気温水設備等 2) 排水工事 浄化槽 3) 消火設備 4) 敷地内外灯 (イ) 空調・換気設備工事 冷房設備、ヒーター、換気設備、天井扇等</p> <p>(4) 外構工事 構内道路、通路、排水設備、植込</p> <p>(5) 工事用水、電力の提供</p> <p>2. 機材</p> <p>(1) 医療機材一式</p> | <p>(1) 敷地準備 a) 事前準備 b) 工事用地の確保 c) 既存建物撤去および敷地準備工事 d) アクセス道路の確保 e) 既設物等の移動</p> <p>(2) 基幹工事 a) 電力引込関連工事 b) 電話引込関連工事</p> <p>(3) 建築計画通知申請手続き、各設備接続申請手続き</p> <p>(4) 関税・通関手続き、及び免税措置等の措置</p> <p>(5) 銀行取決め B/A (Banking Arrangement)に基づく支払い授權書 A/P (Authorization to Pay) の発行</p> <p>(6) 維持管理に要する費用</p> <p>(7) 本病院施設内の什器、備品等の調達・設置</p> <p>(8) 日本人技術者及び第三人技術者の「ネ」国出入国、及び滞在に必要な便宜供与</p> <p>(9) 備品（カーテン、ブラインド等</p> <p>(10) 外構工事のうち植樹、植栽</p> |

出典：調査団

2.3.3 施工監理計画／調達監理計画

工事期間中におけるコンサルタントの具体的な業務内容は次の通りである。

(1) 施工計画、安全計画、施工図の承認

施工業者より提出される施工計画書、工程表、施工図が契約書、図面、仕様書に適合しているかを審査し、承認を与える。

(2) 安全管理

両病院の施工時の安全管理にあたっては「ODA 建設工事安全管理ガイドライン」に従う。施工業者は、全体計画としての「安全対策プラン」および施工段階ごとの「安全施工プラン」を提出し、コンサルタントは無償実施機関とレビューを行う。

- 両病院ともに稼働中の病院コンプレックスにおける一部再建であるため、利用者を含め、工事中の安全管理については最優先とする。

- 工事車両や重機は、病院敷地への工事車両進入ゲートを入ってのちに工事エリア内に入場することになるため、病院敷地内の事故防止については細心の注意をもって管理を行う。工事車両用の病院ゲートは1か所とし、可能な限り利用者の動線とは分離を図る。また常時複数の監視員を配置して、車両案内時にも利用者監視・保護を切れ目なく行える体制とする。
- 工事エリアは仮囲いをして工事関係者以外の誤進入を防ぐとともに、場外への接触や飛来事故等を防ぐ。
- 24時間稼働中の病院であり、入院患者もいることから、騒音、振動および粉じん等の害がないように配慮し、夜間の工事も原則的に行わない（内装工事等は検討することができる）。

(3) 工程管理

施工業者より提出された全体工程表をベースに、毎月の進捗状況を月報として報告を受ける。工事進捗報告書は予想出来高曲線に月末の実施工程を反映させ、その比較から遅れや進み具合が数字で見えるようにモニターする。計画工程から深刻な遅れが発生した場合は、その原因を追究・把握してその対処・キャッチアップに向けて適切な指示指針を与える。

(4) 工程表

表 2-22 工程表（実施設計および入札）

| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
|------|------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|--|
| 実施設計 | 現地調査 | ■ | | | | | | | | | | | | |
| | 詳細設計 | | ■ | | | | | | | | | | | |
| | 入札図書承認 | | | | | | | | | ■ | | | | |
| | PQ/入札/業者契約 | | | | | | | | | | ■ | | | |

出典：調査団

表 2-23 工程表（PMWHの施工）

| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
|------|--------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 建設 | 準備工事 | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 土工事/基礎/躯体工事 | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 仕上げ工事 | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | |
| | 造作家具・調達家具 | | | | | | | | | | | | | | ■ | | | | |
| | 検査/引き渡し | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 機材調達 | 製作/調達/据付 | | | | | | | | | | ■ | | | | | | | | |
| | 操作指導/検査/引き渡し | | | | | | | | | | | | | | | | | | ■ |

出典：調査団

表 2-24 工程表 (BH の施工)

| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
|------|--------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 建設 | 準備工事 | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 土工事／基礎／躯体工事 | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | |
| | 仕上げ工事 | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | |
| | 造作家具・調達家具 | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | | | |
| | 検査／引き渡し | | | | | | | | | | | | | | | ■ | | | |
| 機材調達 | 製作／調達／据付 | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | |
| | 操作指導／検査／引き渡し | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | | | |

出典：調査団

(5) その他

「ネ」国の制度に従い、PMWH では EIA が、BH では IEE が、それぞれ「ネ」国側によって実施されることが MD に明記されている。また、手続きが長期に及び許可申請や入札の実施時期等に影響することのないよう、保健省は関係省庁と連携して実施を促進することを調査団との協議において確認した。

3章 バラキロ-バルパック道路橋梁建設計画

3章 バラキロ - バルパック道路橋梁建設計画

3.1 設計条件／自然条件

3.1.1 気象条件

(1) 概要

ケッペンの気候区分システムによれば、5 橋梁の調査地域は、「温帯冬季乾燥暖夏気候」(「Cwb」)に分類される。(下流の Rampur 観測所は「温帯冬季乾燥暑夏気候; Cwa」である。)

「ネ」国の気候は海洋性と大陸性の要因による影響を受け、四季をもつ。春は3月から5月まで続き、驟雨があって暖かい。6月から8月までの夏は、丘陵地は緑豊かな色に変わりモンスーンの季節となる。9月から11月までの秋は、晴れ渡った空で涼しい。12月から2月までの冬は、時折、零度を下回る気温となり夜間は寒い。しかしながら、最高気温はなお20℃まで達する。そして、山岳地は、一部の高い丘陵地を含め雪で覆われる。

「ネ」国は、洪水、土石流、土砂崩れ等の自然災害に起因する異常気象などの影響を受けている。「ネ」国の脆弱な地質条件、地形学上の極端さ、気候の極端さや地震活動は、森林伐採と非科学的な農業、非科学的な土地利用変化、および、道路、灌漑システム、水力発電の建設などの開発行為と相俟って、さまざまな自然災害による被害を受け易くしている。

モンスーン時期の異常な降雨事象は、「ネ」国によく見られる。過去数年間での異常暴風雨は、「ネ」国の低気圧に関連する場合はベンガル湾から発生するモンスーン性低気圧の経路の異常な動きによって導かれている。

本稿では、計画橋梁の調査地域の気象学、水文学、超過洪水事象、およびその洪水に対する防護対策の概要を述べるものとする。

(2) データ収集項目

図に示すとおり、調査対象地域とその周辺流域に、気象観測所および水文観測所が位置する。科学技術環境省の下部組織である水文気象局(DHM)は、気象観測や河川流量の測定を行っている。雨量計のみ設けられている観測所がある一方、一部の観測所では、温度計、湿度計、風速計と蒸発計も設置されている。表中の気象・水文観測所の中で、Rampur 観測所のみ全ての項目が測定されており、他の観測所はただ降雨量のみが測定されている。

調査地域と周辺流域での関連する気象/水文観測所でのデータ収集の項目と期間を表 3-1 と表 3-2 に示す。

表 3-1 各気象観測所での収集データ

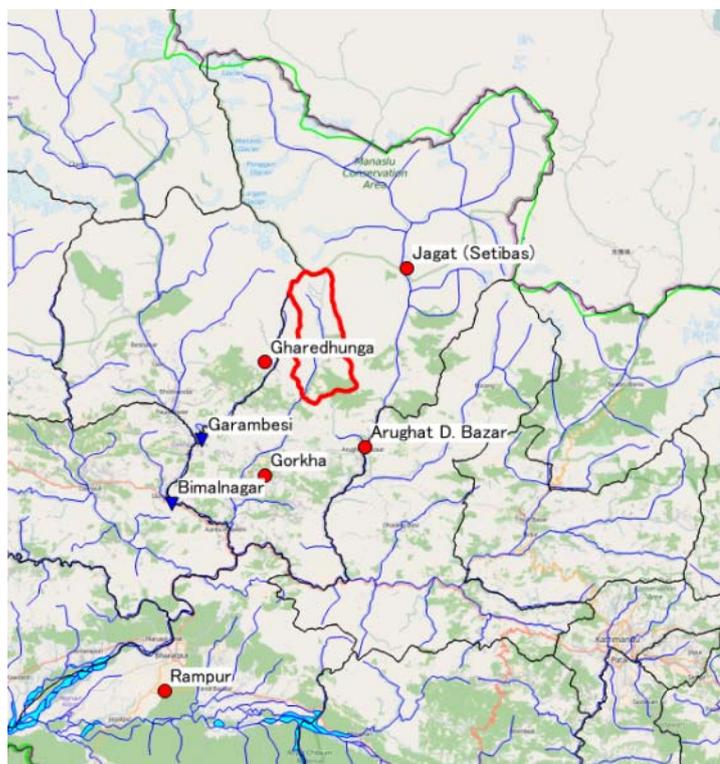
| S.N. | Station Name | District | Log. (X) | Lat. (Y) | Elevation (m) | Established Date | Collected Items | | | | | | | Remarks |
|------|------------------|----------|----------|----------|---------------|------------------|---------------------|---------------------------|--------------------|---------------------|-------------------|----------------|-------------------------------|---------|
| | | | | | | | Monthly Temperature | Monthly Relative Humidity | Monthly Wind Speed | Monthly Evaporation | Monthly Rainfall | Daily Rainfall | Annual Maximum Daily Rainfall | |
| 118 | Jagat (Setibas) | Gorkha | 84.90000 | 28.36667 | 1334 | Jul-57 | - | - | - | - | 1985-2014 | 1995-2014 | 1990-2014 | |
| 125 | Gorkha | Gorkha | 84.61667 | 28.00000 | 1097 | Jun-56 | - | - | - | - | 1985-2014 | 1995-2014 | 1990-2014 | |
| 136 | Gharedhunga | Lamjung | 84.61667 | 28.20000 | 1120 | Jul-76 | - | - | - | - | 1985-2010, 12, 14 | 1993-2014 | 1990-2010, 12, 14 | |
| 167 | Arughat D. Bazar | Dhading | 84.81667 | 28.05000 | 518 | Jun-57 | - | - | - | - | 1985-2008 | 1991-2008 | 1990-2008 | |
| 146 | Rampur | Chitawan | 84.41667 | 27.61667 | 256 | Jan-67 | 1985-2014 | 1985-2014 | 1968-2012 | 2001-2010 | 1985-2014 | 1995-2014 | 1990-2014 | |

出典: DHM

表 3-2 各水文観測所での収集データ

| S.N. | Station No. | River Name | Station Name | Log. (X) | Lat. (Y) | Elevation (m) | Established Date | Instruments | Collected Items | | | Remarks |
|------|-------------|----------------|--------------|----------|----------|---------------|------------------|-------------|---|-----------------|------------------------------------|---------|
| | | | | | | | | | Monthly Discharge (Minimum, Average, Maximum) | Daily Discharge | Annual Maximum Discharge (Extreme) | |
| 17 | 439 | Marsandi River | Bimalnagar | 84.43000 | 27.95000 | 354 | Mar-87 | Cable Way | 1987-2010 | 1988-2010 | 1988-2010 | |
| 18 | 440 | Chepe Khola | Garambesi | 84.48972 | 28.06139 | 442 | Nov-63 | Cable Way | 1964-2010 | 1964-2010 | 1964-2010 | |

出典: DHM



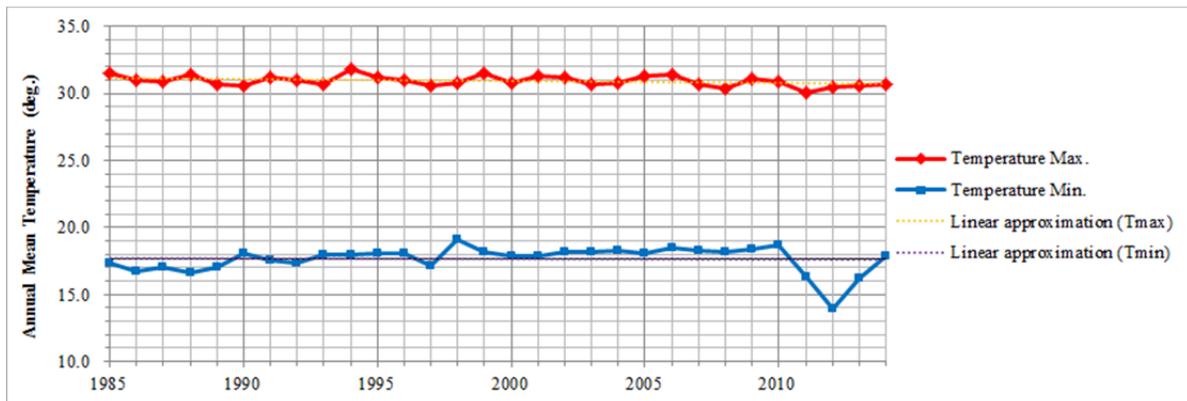
出典: 調査団

図 3-1 気象および水文観測所の位置

(3) 一般気象条件

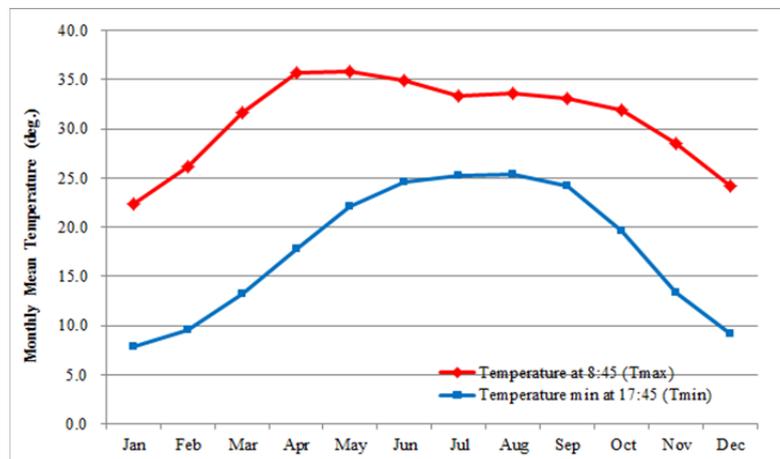
(i) 気温

1985年から2014年の月平均最高/最低気温を図3-2に示す。最高気温は22度から36度に変化し、そのピークは4月から6月に発生する。一方、最低気温は、8度から25度まで変化しており、そのピークは6月から8月にある。年平均気温の長期変動を図3-3に示すが、地球温暖化を示す兆候は特に見られない。



出典: DHM

図3-2 Rampur 観測所での年間平均気温の長期変動

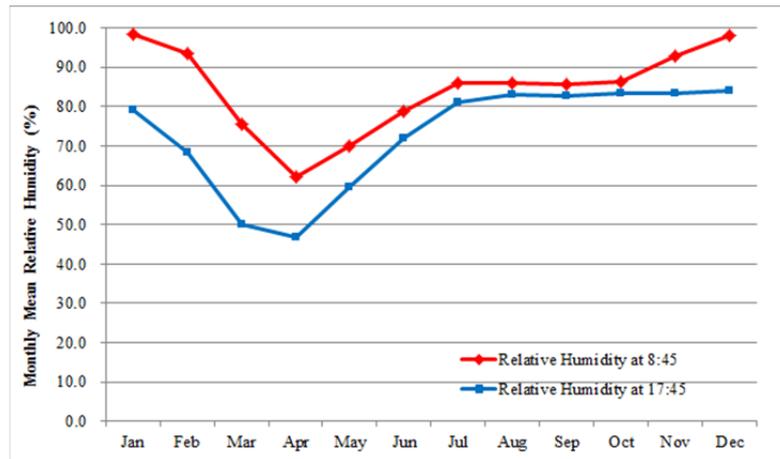


出典: DHM

図3-3 Rampur 観測所での月間平均気温

(ii) 相対湿度

1985年から2014年の午前8時45分と午後05時45時での月平均相対湿度を図3-4に示す。相対湿度のパターンとして、湿度の高い時期が、春季(3月-5月)を除いて継続し、そのピークは12月から1月に発生する。

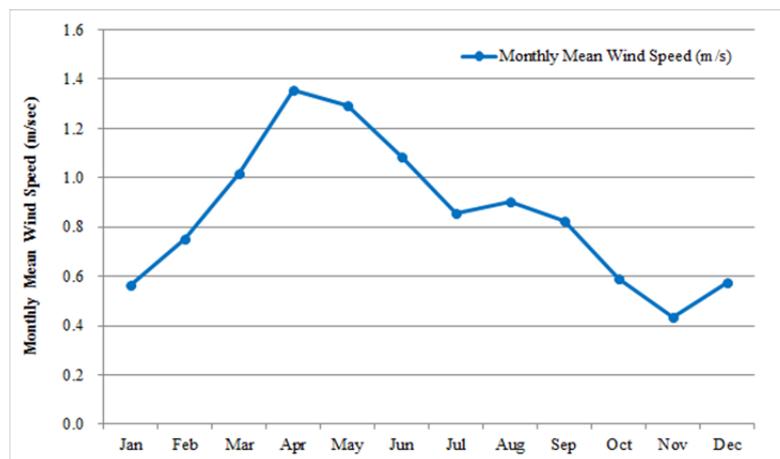


出典: DHM

図 3-4 Rampur 観測所での月間平均相対湿度

(iii) 風速

1968 年から 2012 年の月平均風速を図 3-5 に示す。月平均風速は 0.4 m/秒から 1.4 m/s まで変化し、そのピークは春季（3 月-6 月）に発生する。



出典: DHM

図 3-5 観測所での月間平均風速 (m/sec)

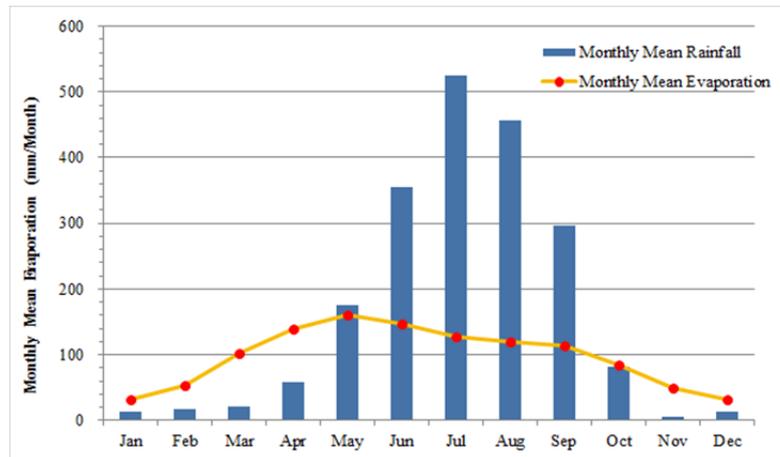
(iv) 蒸発散

2001 年から 2010 年の月平均蒸発散量を表 3-3 と図 3-6 に示す。月平均蒸発散量は 32 mm から 160 mm まで変化し、降水量のピークは 6 月から 9 月までに発生するが、蒸発散のピークは 5 月から 7 月に発生する。蒸発散量と降水量の比率の観点から 4 月から 10 月までの季節は乾燥していることがわかる。

表 3-3 Rampur 観測所での月間平均蒸発散量 (2001-2010)

| Year | Jan | Feb | Mar | Apr | May | Jun | Jul | Aug | Sep | Oct | Nov | Dec | Annual Evaporation (mm) | Annual Rainfall (mm) | Remarks (Evapo./Rain.) |
|--------------------------|--------|--------|--------|--------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------|--------|--------|--------|-------------------------|----------------------|------------------------|
| 2001 | (gap) | (gap) | (gap) | (gap) | (gap) | 171.0 | 127.1 | 102.3 | 96.0 | 74.4 | 45.0 | 27.9 | (643.7) | 2340.1 | - |
| 2002 | 37.2 | 61.6 | 102.3 | 129.0 | 127.1 | 123.0 | 120.9 | 133.3 | 111.0 | 86.8 | 51.0 | 37.2 | 1120.4 | 2643.9 | 42.4% |
| 2003 | 31.0 | 53.2 | 86.8 | 129.0 | 148.8 | 114.0 | 117.8 | 99.2 | 81.0 | 77.5 | 45.0 | 34.1 | 1017.4 | 2693.5 | 37.8% |
| 2004 | 31.0 | 52.2 | 93.0 | 117.0 | 173.6 | 111.0 | 55.8 | 120.9 | 87.0 | 71.3 | 42.0 | 31.0 | 985.8 | 2042.0 | 48.3% |
| 2005 | 31.0 | 50.4 | 114.7 | 150.0 | 186.0 | 150.0 | 111.6 | 89.9 | 99.0 | 71.3 | 42.0 | 37.2 | 1133.1 | 1732.0 | 65.4% |
| 2006 | 31.0 | 53.2 | 114.7 | 135.0 | 151.9 | 144.0 | 139.5 | 124.0 | 129.0 | 96.1 | 51.0 | 27.9 | 1197.3 | 1997.2 | 59.9% |
| 2007 | 27.9 | 47.6 | 96.1 | 144.0 | 145.7 | 198.0 | 155.0 | 124.0 | 150.0 | 102.3 | 63.0 | 34.1 | 1287.7 | 2742.6 | 47.0% |
| 2008 | 43.4 | 58.0 | 114.7 | 150.0 | 186.0 | 171.0 | 198.4 | 161.2 | 138.0 | 96.1 | 60.0 | 49.6 | 1426.4 | 1786.0 | 79.9% |
| 2010 | 24.8 | 50.4 | 99.2 | 159.0 | 164.3 | 135.0 | 117.8 | 127.1 | 132.0 | 86.8 | 39.0 | 15.5 | 1150.9 | 2399.5 | 48.0% |
| Monthly Mean Evaporation | 32.2 | 53.3 | 102.7 | 139.1 | 160.4 | 146.3 | 127.1 | 120.2 | 113.7 | 84.7 | 48.7 | 32.7 | 1161.2 | 2023.6 | 57.4% |
| Monthly Mean Rainfall | 14.1 | 18.0 | 21.3 | 59.2 | 176.4 | 355.0 | 525.4 | 457.0 | 295.9 | 81.6 | 5.7 | 14.0 | - | 2023.6 | 1985-2014 |
| Evaporation / Rainfall | 228.8% | 295.9% | 482.0% | 235.1% | 91.0% | 41.2% | 24.2% | 26.3% | 38.4% | 103.8% | 850.3% | 234.1% | - | - | |

出典: DHM のデータ、調査団



出典: DHM

図 3-6 Rampur 観測所での月間平均蒸発散量 (mm)

(4) 降雨

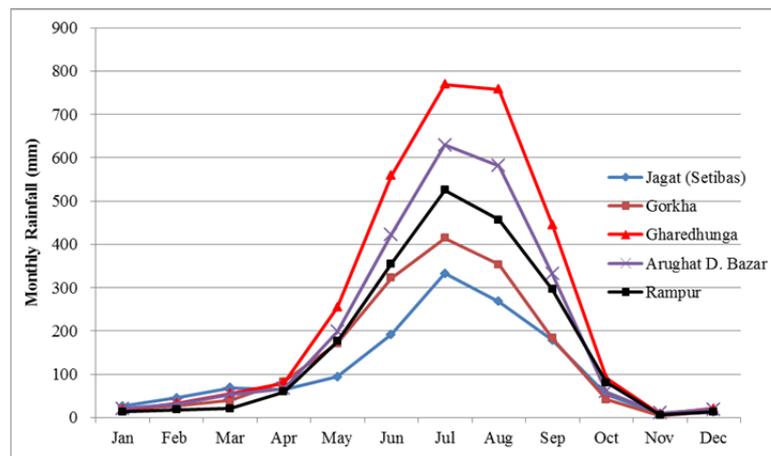
(i) 日・月間、年間降水量

対象 5 観測所での月平均降水量を表 3-4 と図 3-7 に示す。月平均降水量は 5 mm から 769 mm/月まで変化し、そのピークは 6 月から 9 月に発生する。5 観測所での年平均降水量は Jagat Setibas の 1347 mm から Gharedhunga 観測所の 3096 mm まで変化する。

表 3-4 周辺 5 観測所の月間平均降水量

| Station Name | Observed Year | Jan | Feb | Mar | Apr | May | Jun | Jul | Aug | Sep | Oct | Nov | Dec | Annual |
|------------------|-----------------------|------|------|------|------|-------|-------|--------------|-------|-------|------|------|------|--------|
| Jagat (Setibas) | 1985-2014 | 26.9 | 45.4 | 68.9 | 65.5 | 93.9 | 191.7 | 333.2 | 268.0 | 178.8 | 53.8 | 7.6 | 12.9 | 1347 |
| Gorkha | 1985-2014 | 20.3 | 26.6 | 40.1 | 83.2 | 171.1 | 322.2 | 414.5 | 353.5 | 183.4 | 41.6 | 5.3 | 13.9 | 1676 |
| Gharedhunga | 1985-2010, 2012, 2014 | 18.7 | 32.9 | 55.8 | 80.0 | 254.9 | 559.4 | 769.2 | 758.1 | 445.6 | 92.0 | 9.0 | 21.0 | 3096 |
| Arughat D. Bazar | 1985-2008 | 20.7 | 31.0 | 53.7 | 67.6 | 198.1 | 422.7 | 629.6 | 581.3 | 332.1 | 59.6 | 10.7 | 19.2 | 2426 |
| Rampur | 1985-2014 | 14.1 | 18.0 | 21.3 | 59.2 | 176.4 | 355.0 | 525.4 | 457.0 | 295.9 | 81.6 | 5.7 | 14.0 | 2024 |
| Average | | 20.1 | 30.8 | 48.0 | 71.1 | 178.9 | 370.2 | 534.3 | 483.6 | 287.2 | 65.7 | 7.7 | 16.2 | 2114 |

出典: DHM のデータ、調査団



出典: DHM

図 3-7 5 観測所での月間平均降水量分布

施工計画上の参考資料として、不稼働日が 10 mm 以上の日降水量となる年間の総日数に基づき求められる。5 観測所での過去の日降水量から求めた推定結果を表 3-5 に示す。

表 3-5 5 観測所での 10mm/日以上の降雨日数

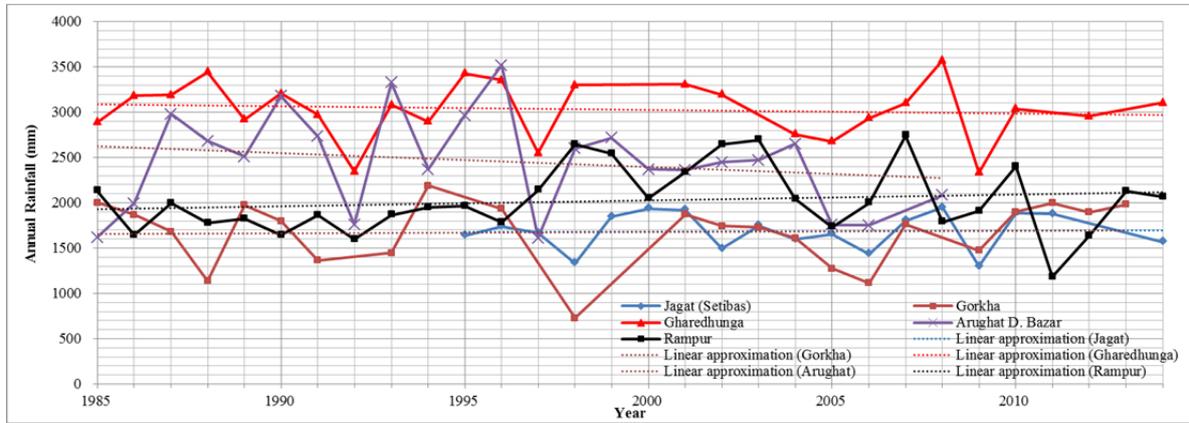
| Station Name | Collected Records | Rainy days more than 10mm/day | Rate of Rainy Days | Remarks |
|------------------|-------------------|-------------------------------|--------------------|---------|
| | | a | b=a/365 | |
| Jagat (Setibas) | 1995-2014 | 65.5 | 0.179 | |
| Gorkha | 1995-2014 | 51.4 | 0.141 | |
| Gharedhunga | 1993-2014 | 82.5 | 0.226 | |
| Arughat D. Bazar | 1991-2008 | 72.7 | 0.199 | |
| Rampur | 1995-2014 | 55.2 | 0.151 | |

Note. Unworkable days assume that daily rainfall is higher than 10mm.

出典: DHM のデータ、調査団

(ii) 年間降水量の長期変動

5 観測所での年間降水量の長期変動を図 3-8 に示す。5 観測所での年間降水量は 728 mm から 3573 mm まで変化する。このことから、地球温暖化を示唆する増加の兆候は特に見られない。



出典: DHM

図 3-8 5 観測所での年間降水量の長期変動

(iii) 観測所での降雨超過確率および強度曲線

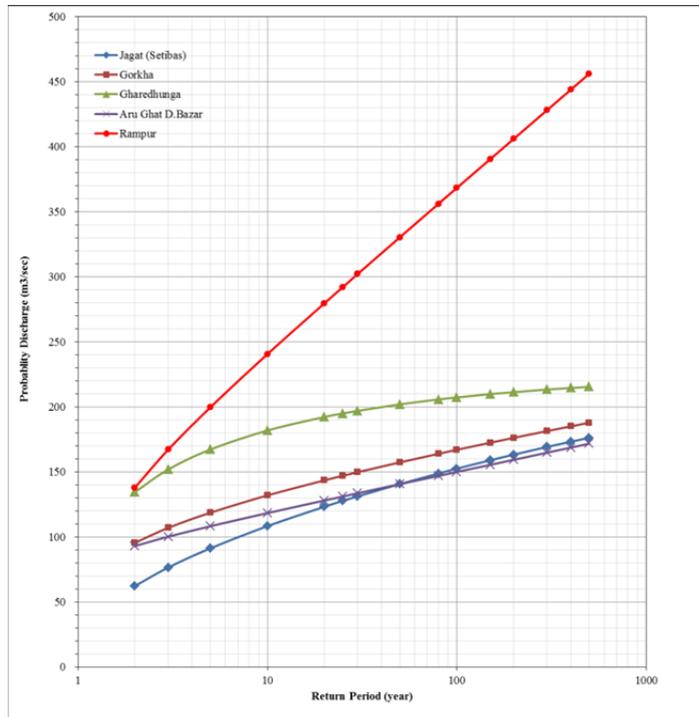
表 3-6 と図 3-9 に示すとおり、5 観測所での確率降雨量は、収集された過去の年間最大降水量（極値）から計算される。確率降雨量は、以下に従って計算される：

- 各種手法から確率分布に適したモデル - 指数分布, グンベル分布, 平方根指数型最大値分布, 一般化極値分布, 対数ピアソンⅢ型分布（実数空間法や対数空間法）、岩井法, 石原・高瀬法, 対数正規分布 3 母数クォンタイル法や Slade II 法）など
- SLSC（標準最小二乗規準）値または確率値などの妥当性を参照することによって選択された分布モデル（0.04 以下の SLSC が望まれる。）
- 2, 3, 5, 10, 20, 25, 30, 50, 80, 100, 150, 200, 300, 400 年および 500 年確率の計算

表 3-6 5 観測所での確率日降水量

| Station Name | Jagat (Setibas) | Gorkha | Gharedhunga | Aru Ghat D.Bazar | Rampur | Remarks | |
|----------------------------------|--|---------------|---|---------------------|---------------------|---------|-------|
| River Name | Buri Gandaki | Daraudi | Chepe | Buri Gandaki | Narayani | | |
| Station S.N. | 118 | 125 | 136 | 167 | 146 | | |
| Long. (X) of Location | 84.9000 | 84.6167 | 84.6167 | 84.8167 | 84.4167 | | |
| Lat. (Y) of Location | 28.3667 | 28.0000 | 28.2000 | 28.0500 | 27.6167 | | |
| Elevation of Station (m) | 1,334 | 1,097 | 1,120 | 518 | 256 | | |
| Data No. of Extreme Value | 25 | 25 | 23 | 19 | 25 | | |
| Probable Daily Rainfall (mm/day) | (Year) | (%) | | | | | |
| | 2 | 50% | 62.4 | 95.6 | 134.6 | 93.1 | 138.1 |
| | 3 | 33.3% | 76.6 | 107.1 | 152.0 | 100.3 | 167.3 |
| | 5 | 20% | 91.3 | 118.7 | 167.3 | 108.3 | 199.7 |
| | 10 | 10% | 108.4 | 132.0 | 181.9 | 118.4 | 240.6 |
| | 20 | 5.0% | 123.3 | 143.6 | 192.3 | 128.1 | 279.7 |
| | 25 | 4.0% | 127.8 | 147.1 | 195.0 | 131.2 | 292.1 |
| | 30 | 3.33% | 131.3 | 149.9 | 197.0 | 133.7 | 302.3 |
| | 50 | 2.0% | 140.7 | 157.4 | 202.0 | 140.7 | 330.4 |
| | 80 | 1.25% | 148.9 | 164.0 | 205.8 | 147.0 | 356.2 |
| | 100 | 1.0% | 152.6 | 167.1 | 207.3 | 150.1 | 368.4 |
| | 150 | 0.667% | 159.0 | 172.5 | 209.9 | 155.5 | 390.5 |
| | 200 | 0.5% | 163.4 | 176.3 | 211.4 | 159.4 | 406.2 |
| | 300 | 0.333% | 169.3 | 181.5 | 213.4 | 164.9 | 428.3 |
| | 400 | 0.25% | 173.3 | 185.1 | 214.6 | 168.8 | 444.0 |
| 500 | 0.2% | 176.3 | 187.9 | 215.5 | 171.8 | 456.2 | |
| X-COR(99%) | 0.981 | 0.993 | 0.976 | 0.945 | 0.984 | | |
| P-COR(99%) | 0.983 | 0.997 | 0.319 | 0.961 | 0.990 | | |
| SLSC(99%) | 0.040 | 0.024 | 0.039 | 0.069 | 0.035 | | |
| Probabilistic Distributed model | Generalized extreme value distribution | Iwai's method | Log Pearson type III distribution (Real space method) | Gumbel distribution | Gumbel distribution | | |

出典: DHM のデータ、調査団

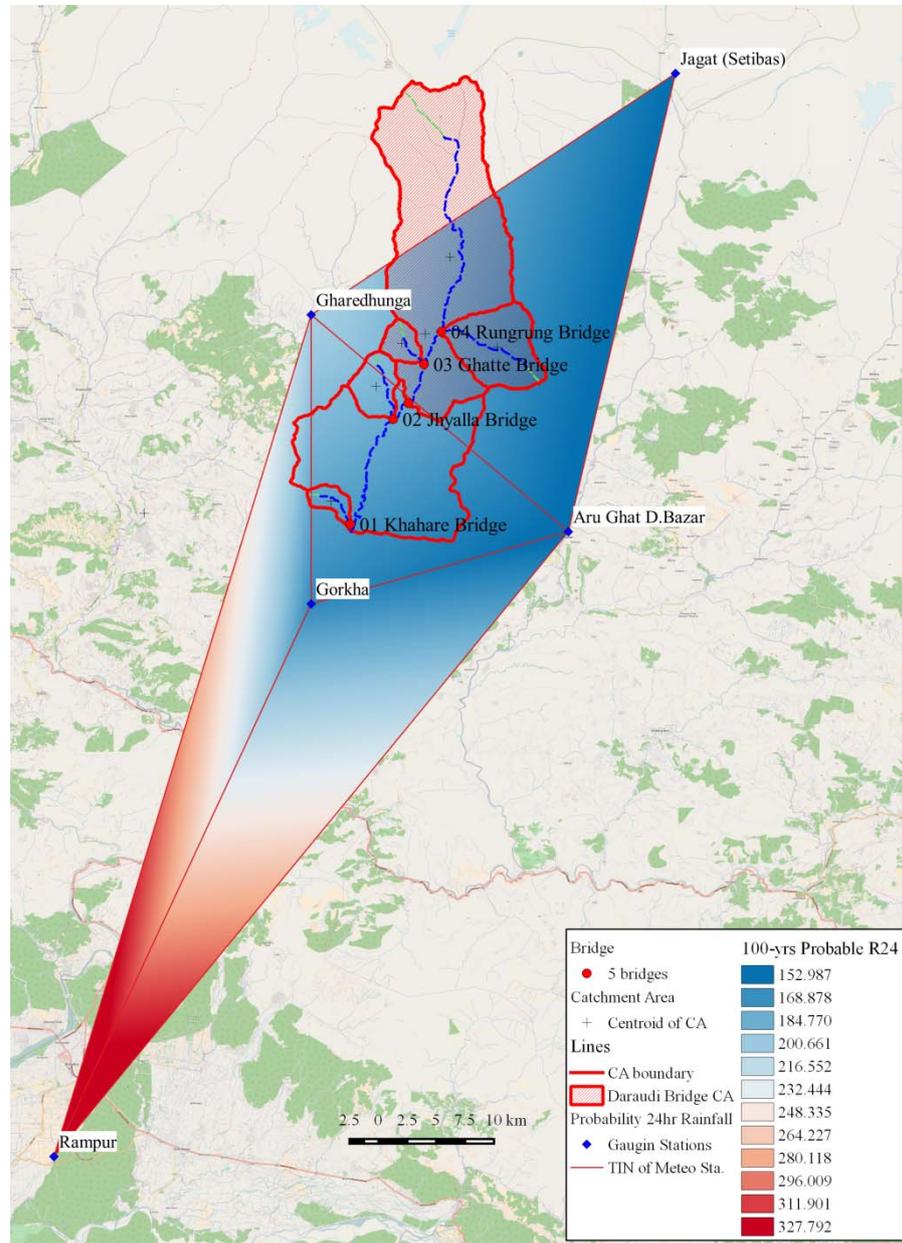


出典: DHM

図 3-9 5 観測所での確率日降水量

(iv) 橋梁位置での降雨超過確率および強度曲線

一例として、表 3-6 の 100 年確率降雨量の空間分布を図 3-10 に示す。各橋梁の 2 年から 100 年確率降雨量は、GIS ソフトウェアの TIN（不規則三角形網）上の各流域面積の重心位置での確率値を読み取ることにより推定する。



出典: 調査団

図 3-10 確率降水量の空間分布(100 年確率洪水のケース)

それから、短時間降雨継続時間の降雨強度と 24 時間確率降雨量との相関を見出すために物部式を、適用する。(この式は、「ネ」国でもよく使用される。)

各計画橋梁位置での確率降雨強度を表 3-7 に示す。全流域の IDF 曲線を図 3-11 に示す。

表 3-7 計画橋梁位置での確率降雨強度

100-yrs Probability Rainfall Intensity

| Bridge No. | Chainage | Bridge (River) Name | Catchment Area (km ²) | 100-yrs Probable Dairy Rainfall: R ₂₄ (mm/day) | 100-years Probable Rainfall Intensity each rainfall duration (mm/hr): It = R ₂₄ /24*(24/t) ^m , m=2/3 | | | | | | | | | | | | | Remarks |
|------------|----------|---------------------|-----------------------------------|---|--|-------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-----------|---------|
| | | | | | 24 hour | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | 1,440 min. | 1,440 | 720 | 480 | 360 | 180 | 120 | 90 | 60 | 45 | 30 | 0.333 | 0.167 | |
| 1 | km16 | Khahare Khola | 5.72 | 178.94 | 7.5 | 11.8 | 15.5 | 18.8 | 29.8 | 39.1 | 47.3 | 62.0 | 75.2 | 98.5 | 129.0 | 204.8 | A= 62.035 | |
| 2 | km27 | Jhayalla Khola | 13.94 | 190.17 | 7.9 | 12.6 | 16.5 | 20.0 | 31.7 | 41.5 | 50.3 | 65.9 | 79.9 | 104.7 | 137.1 | 217.7 | A= 65.927 | |
| 3 | km31 | Ghatte Khola | 7.43 | 188.86 | 7.9 | 12.5 | 16.4 | 19.8 | 31.5 | 41.2 | 50.0 | 65.5 | 79.3 | 103.9 | 136.2 | 216.2 | A= 65.474 | |
| 4 | km37 | Rungrung Khola | 34.43 | 171.27 | 7.1 | 11.3 | 14.8 | 18.0 | 28.5 | 37.4 | 45.3 | 59.4 | 71.9 | 94.3 | 123.5 | 196.1 | A= 59.377 | |
| 5 | km29 | Daraudi Khola | 214.5 | 184.26 | 7.7 | 12.2 | 16.0 | 19.3 | 30.7 | 40.2 | 48.7 | 63.9 | 77.4 | 101.4 | 132.9 | 210.9 | A= 63.880 | |
| - | km16 | Daraudi Khola | 347.9 | 185.09 | 7.7 | 12.2 | 16.0 | 19.4 | 30.8 | 40.4 | 49.0 | 64.2 | 77.7 | 101.9 | 133.5 | 211.9 | A= 64.167 | |

50-yrs Probability Rainfall Intensity

| Bridge No. | Chainage | Bridge (River) Name | Catchment Area (km ²) | 50-yrs Probable Dairy Rainfall: R ₂₄ (mm/day) | 50-years Probable Rainfall Intensity each rainfall duration (mm/hr): It = R ₂₄ /24*(24/t) ^m , m=2/3 | | | | | | | | | | | | | Remarks |
|------------|----------|---------------------|-----------------------------------|--|---|-------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-----------|---------|
| | | | | | 24 hour | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | 1,440 min. | 1,440 | 720 | 480 | 360 | 180 | 120 | 90 | 60 | 45 | 30 | 0.333 | 0.167 | |
| 1 | km16 | Khahare Khola | 5.72 | 170.73 | 7.1 | 11.3 | 14.8 | 17.9 | 28.5 | 37.3 | 45.2 | 59.2 | 71.7 | 94.0 | 123.1 | 195.4 | A= 59.188 | |
| 2 | km27 | Jhayalla Khola | 13.94 | 183.56 | 7.6 | 12.1 | 15.9 | 19.3 | 30.6 | 40.1 | 48.6 | 63.6 | 77.1 | 101.0 | 132.4 | 210.1 | A= 63.637 | |
| 3 | km31 | Ghatte Khola | 7.43 | 181.99 | 7.6 | 12.0 | 15.8 | 19.1 | 30.3 | 39.7 | 48.1 | 63.1 | 76.4 | 100.2 | 131.2 | 208.3 | A= 63.094 | |
| 4 | km37 | Rungrung Khola | 34.43 | 162.77 | 6.8 | 10.8 | 14.1 | 17.1 | 27.1 | 35.5 | 43.1 | 56.4 | 68.4 | 89.6 | 117.4 | 186.3 | A= 56.430 | |
| 5 | km29 | Daraudi Khola | 214.5 | 176.45 | 7.4 | 11.7 | 15.3 | 18.5 | 29.4 | 38.5 | 46.7 | 61.2 | 74.1 | 97.1 | 127.2 | 202.0 | A= 61.170 | |
| - | km16 | Daraudi Khola | 347.9 | 177.81 | 7.4 | 11.8 | 15.4 | 18.7 | 29.6 | 38.8 | 47.0 | 61.6 | 74.7 | 97.9 | 128.2 | 203.5 | A= 61.644 | |

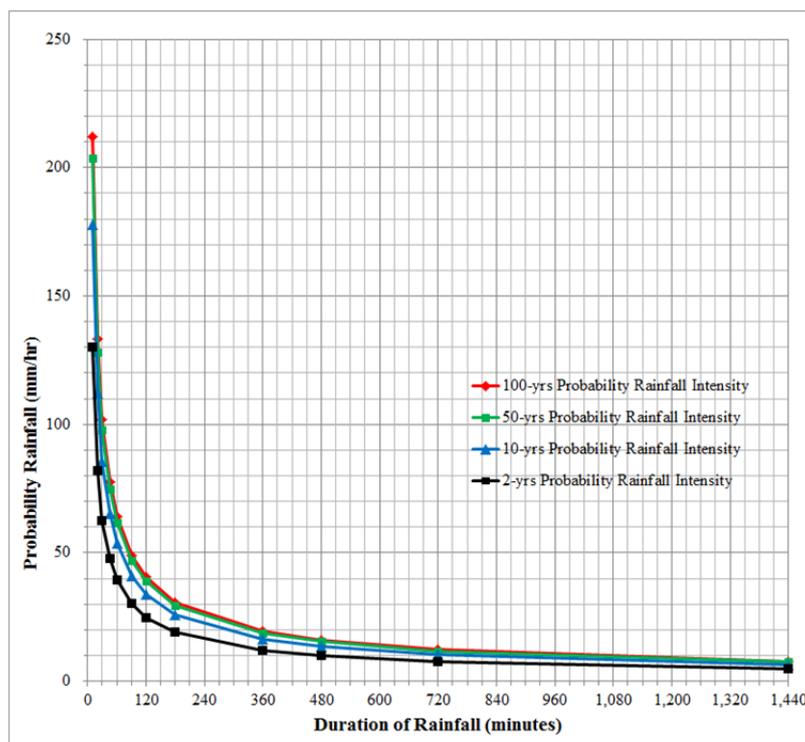
10-yrs Probability Rainfall Intensity

| Bridge No. | Chainage | Bridge (River) Name | Catchment Area (km ²) | 10-yrs Probable Dairy Rainfall: R ₂₄ (mm/day) | 10-years Probable Rainfall Intensity each rainfall duration (mm/hr): It = R ₂₄ /24*(24/t) ^m , m=2/3 | | | | | | | | | | | | | Remarks |
|------------|----------|---------------------|-----------------------------------|--|---|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-----------|---------|
| | | | | | 24 hour | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | 1,440 min. | 1,440 | 720 | 480 | 360 | 180 | 120 | 90 | 60 | 45 | 30 | 0.333 | 0.167 | |
| 1 | km16 | Khahare Khola | 5.72 | 147.36 | 6.1 | 9.7 | 12.8 | 15.5 | 24.6 | 32.2 | 39.0 | 51.1 | 61.9 | 81.1 | 106.3 | 168.7 | A= 51.088 | |
| 2 | km27 | Jhayalla Khola | 13.94 | 162.61 | 6.8 | 10.8 | 14.1 | 17.1 | 27.1 | 35.5 | 43.0 | 56.4 | 68.3 | 89.5 | 117.3 | 186.1 | A= 56.374 | |
| 3 | km31 | Ghatte Khola | 7.43 | 160.27 | 6.7 | 10.6 | 13.9 | 16.8 | 26.7 | 35.0 | 42.4 | 55.6 | 67.3 | 88.2 | 115.6 | 183.5 | A= 55.561 | |
| 4 | km37 | Rungrung Khola | 34.43 | 138.95 | 5.8 | 9.2 | 12.0 | 14.6 | 23.2 | 30.3 | 36.8 | 48.2 | 58.4 | 76.5 | 100.2 | 159.1 | A= 48.172 | |
| 5 | km29 | Daraudi Khola | 214.5 | 152.20 | 6.3 | 10.1 | 13.2 | 16.0 | 25.4 | 33.2 | 40.3 | 52.8 | 63.9 | 83.8 | 109.8 | 174.2 | A= 52.766 | |
| - | km16 | Daraudi Khola | 347.9 | 155.40 | 6.5 | 10.3 | 13.5 | 16.3 | 25.9 | 33.9 | 41.1 | 53.9 | 65.3 | 85.5 | 112.1 | 177.9 | A= 53.874 | |

2-yrs Probability Rainfall Intensity

| Bridge No. | Chainage | Bridge (River) Name | Catchment Area (km ²) | 2-yrs Probable Dairy Rainfall: R ₂₄ (mm/day) | 2-years Probable Rainfall Intensity each rainfall duration (mm/hr): It = R ₂₄ /24*(24/t) ^m , m=2/3 | | | | | | | | | | | | | Remarks |
|------------|----------|---------------------|-----------------------------------|---|--|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-----------|---------|
| | | | | | 24 hour | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | 1,440 min. | 1,440 | 720 | 480 | 360 | 180 | 120 | 90 | 60 | 45 | 30 | 0.333 | 0.167 | |
| 1 | km16 | Khahare Khola | 5.72 | 108.33 | 4.5 | 7.2 | 9.4 | 11.4 | 18.1 | 23.7 | 28.7 | 37.6 | 45.5 | 59.6 | 78.1 | 124.0 | A= 37.555 | |
| 2 | km27 | Jhayalla Khola | 13.94 | 121.67 | 5.1 | 8.0 | 10.5 | 12.8 | 20.3 | 26.6 | 32.2 | 42.2 | 51.1 | 67.0 | 87.7 | 139.3 | A= 42.180 | |
| 3 | km31 | Ghatte Khola | 7.43 | 118.26 | 4.9 | 7.8 | 10.2 | 12.4 | 19.7 | 25.8 | 31.3 | 41.0 | 49.7 | 65.1 | 85.3 | 135.4 | A= 41.000 | |
| 4 | km37 | Rungrung Khola | 34.43 | 100.94 | 4.2 | 6.7 | 8.7 | 10.6 | 16.8 | 22.0 | 26.7 | 35.0 | 42.4 | 55.6 | 72.8 | 115.6 | A= 34.995 | |
| 5 | km29 | Daraudi Khola | 214.5 | 107.39 | 4.5 | 7.1 | 9.3 | 11.3 | 17.9 | 23.5 | 28.4 | 37.2 | 45.1 | 59.1 | 77.4 | 122.9 | A= 37.232 | |
| - | km16 | Daraudi Khola | 347.9 | 113.79 | 4.7 | 7.5 | 9.9 | 11.9 | 19.0 | 24.9 | 30.1 | 39.4 | 47.8 | 62.6 | 82.1 | 130.3 | A= 39.449 | |

出典: DHM のデータ、調査団



出典: 調査団

図 3-11 対象全流域の IDF (降雨強度-継続時間-頻度) 曲線

3.1.2 地形条件

架橋予定箇所における地形条件把握のため、地形測量を現地再委託にて実施した。本結果を用いて、概略設計の実施を行う。

地形測量は、以下に占める 5 橋梁において、実施された。

- カーレ河橋
- ジャヤラ河橋
- ガッテ河橋
- ラングルン河橋
- ダラウディ河橋

対象 5 橋梁に関する、地形測量内容の概要と平面測量結果について、それぞれ、表 3-8～表 3-12、及び図 3-12～図 3-16 に示す。

表 3-8 カーレ河橋地形測量概要

| 項目 | 概要 | 単位 | 数量 |
|------|---|----------------|---------|
| 地形測量 | 対象範囲は、架橋予定地点より 500m 上流から 200m 下流まで、また河川兩岸からそれぞれ 200m 離れた地点とする。 | m ² | 274,040 |
| 河川測量 | - 横断測量 (架橋地点より、500m 上流から 200m 下流まで、また河川兩岸からそれぞれ 200m 離れた地点で実施。なお、測量ピッチは、50m とする。) | m | 5,325 |
| | - 中心測量 (架橋地点より、500m 上流から 200m 下流までの区間で実施) | m | 750 |
| 路線測量 | - 中心線測量 (起点および終点をそれぞれ 100m 延長した区間で実施) | m | 477 |
| | - 横断測量 (上記の路線沿いに 20m ピッチで実施。なお、幅は、中心線よりそれぞれ 15m 幅を考慮) | m | 715 |

出典：調査団



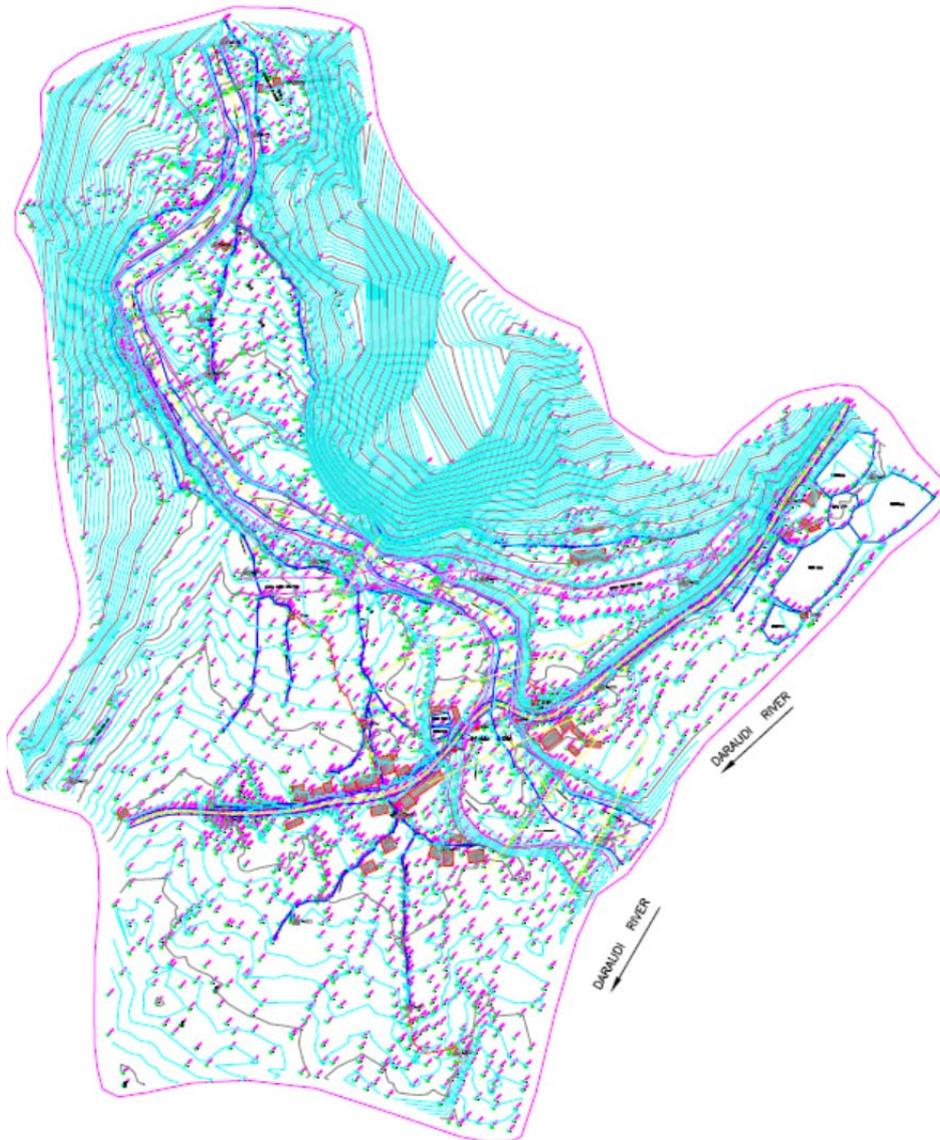
出典：調査団

図 3-12 カーレ河橋平面測量結果

表 3-9 ジャヤラ河橋地形測量概要

| 項目 | 概要 | 単位 | 数量 |
|------|---|----------------|---------|
| 地形測量 | 対象範囲は、架橋予定地点より 500m 上流から 200m 下流まで、また河川両岸からそれぞれ 200m 離れた地点とする。 | m ² | 253,450 |
| 河川測量 | - 横断測量 (架橋地点より、500m 上流から 200m 下流まで、また河川両岸からそれぞれ 200m 離れた地点で実施。なお、測量ピッチは、50m とする。) | m | 4,940 |
| | - 中心測量 (架橋地点より、500m 上流から 200m 下流までの区間で実施) | m | 685 |
| 路線測量 | - 中心線測量 (起点および終点をそれぞれ 100m 延長した区間で実施) | m | 542 |
| | - 横断測量 (上記の路線沿いに 20m ピッチで実施。なお、幅は、中心線よりそれぞれ 15m 幅を考慮) | m | 813 |

出典：調査団



出典：調査団

図 3-13 ジャヤラ河橋平面測量結果

表 3-10 ガッテ河橋地形測量概要

| 項目 | 概要 | 単位 | 数量 |
|------|--|----------------|---------|
| 地形測量 | 対象範囲は、架橋予定地点より 500m 上流から 200m 下流まで、また河川両岸からそれぞれ 200m 離れた地点とする。 | m ² | 210,880 |
| 河川測量 | - 横断測量（架橋地点より、500m 上流から 200m 下流まで、また河川両岸からそれぞれ 200m 離れた地点で実施。なお、測量ピッチは、50m とする。） | m | 5,600 |
| | - 中心測量（架橋地点より、500m 上流から 200m 下流までの区間で実施） | m | 695 |
| 路線測量 | - 中心線測量（起点および終点をそれぞれ 100m 延長した区間で実施） | m | 659 |
| | - 横断測量（上記の路線沿いに 20m ピッチで実施。なお、幅は、中心線よりそれぞれ 15m 幅を考慮） | m | 989 |

出典：調査団



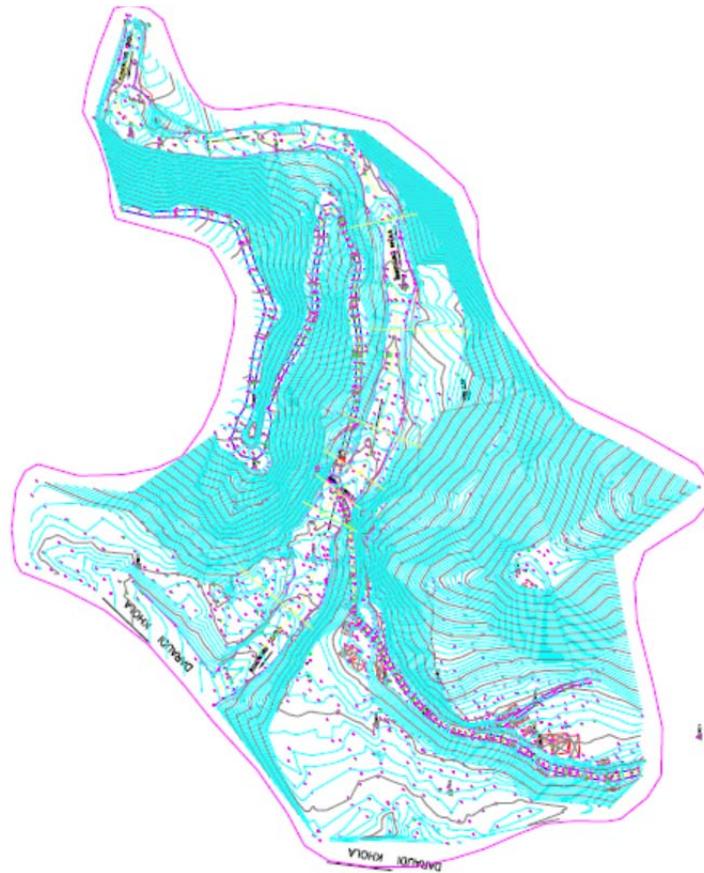
出典：調査団

図 3-14 ガッテ河橋平面測量結果

表 3-11 ラングルン河橋地形測量概要

| 項目 | 概要 | 単位 | 数量 |
|------|---|----------------|---------|
| 地形測量 | 対象範囲は、架橋予定地点より 500m 上流から 200m 下流まで、また河川両岸からそれぞれ 200m 離れた地点とする。 | m ² | 195,000 |
| 河川測量 | - 横断測量 (架橋地点より、500m 上流から 200m 下流まで、また河川両岸からそれぞれ 200m 離れた地点で実施。なお、測量ピッチは、50m とする。) | m | 5,625 |
| | - 中心測量 (架橋地点より、500m 上流から 200m 下流までの区間で実施) | m | 660 |
| 路線測量 | - 中心線測量 (起点および終点をそれぞれ 100m 延長した区間で実施) | m | 1,492 |
| | - 横断測量 (上記の路線沿いに 20m ピッチで実施。なお、幅は、中心線よりそれぞれ 15m 幅を考慮) | m | 995 |

出典：調査団



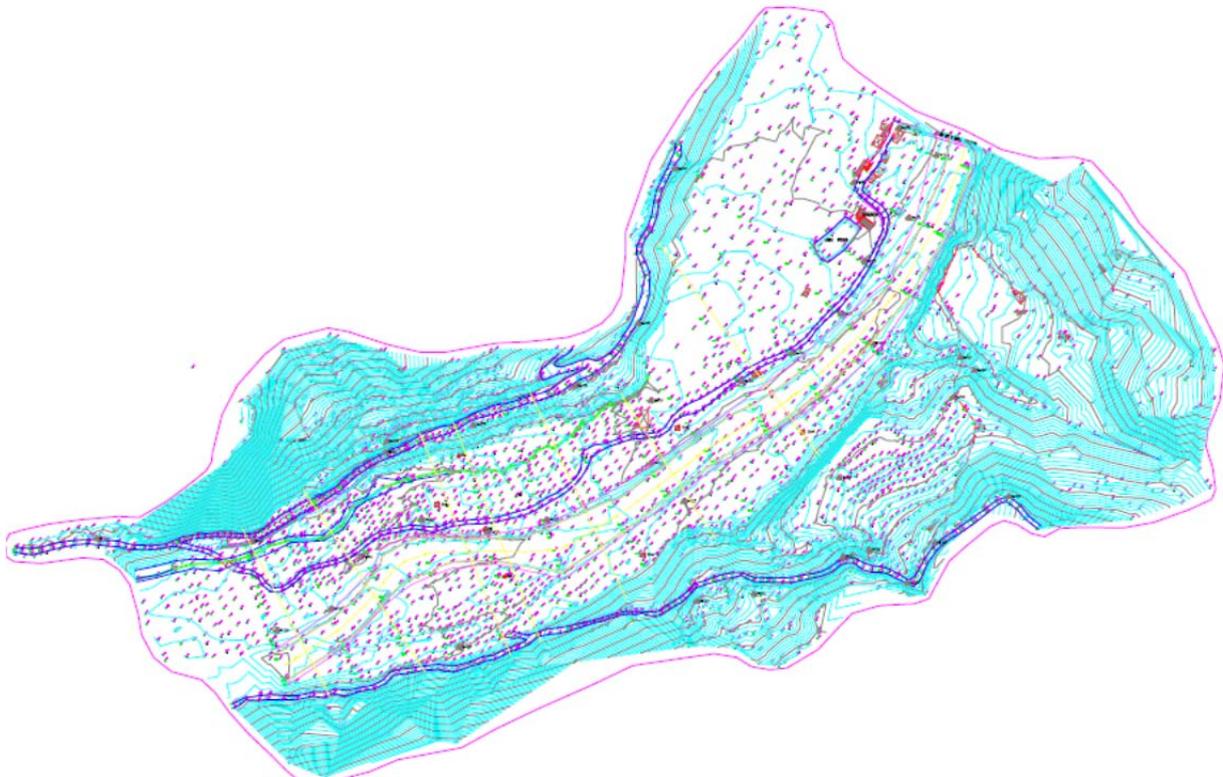
出典：調査団

図 3-15 ラングルン河橋平面測量結果

表 3-12 ダラウディ河橋地形測量概要

| 項目 | 概要 | 単位 | 数量 |
|------|---|----------------|---------|
| 地形測量 | 対象範囲は、架橋予定地点より 500m 上流から 200m 下流まで、また河川両岸からそれぞれ 200m 離れた地点とする。 | m ² | 331,850 |
| 河川測量 | - 横断測量 (架橋地点より、500m 上流から 200m 下流まで、また河川両岸からそれぞれ 200m 離れた地点で実施。なお、測量ピッチは、50m とする。) | m | 5,850 |
| | - 中心測量 (架橋地点より、500m 上流から 200m 下流までの区間で実施) | m | 786 |
| 路線測量 | - 中心線測量 (起点および終点をそれぞれ 100m 延長した区間で実施) | m | 2,700 |
| | - 横断測量 (上記の路線沿いに 20m ピッチで実施。なお、幅は、中心線よりそれぞれ 15m 幅を考慮) | m | 4,051 |

出典：調査団



出典：調査団

図 3-16 ラングルン河橋平面測量結果

3.1.3 地質条件

(1) 概要

橋梁架橋地点における地質構成や支持層深度測定のため、地質試験を現地再委託にて実施した。調査箇所は、想定橋台や橋脚位置において実施し、5橋梁全体で、15か所のボーリング試験を実施した。

表 3-13 カーレ河橋地質調査結果概要

| 項目 | 概要 | 数量 |
|-----------|-----|-------------------|
| ボーリング調査 | 右岸側 | 表層土：1m 礫質土：15m |
| | 左岸側 | 礫質土：10m |
| 標準貫入試験 | 右岸側 | 6か所 |
| | 左岸側 | 9か所 |
| 室内試験(土) | 右岸側 | 1供試体 |
| | 左岸側 | 1供試体 |
| 室内試験(礫・岩) | 右岸側 | 2供試体 |
| | 左岸側 | 2供試体 |

出典：調査団

表 3-14 ジャヤラ河橋地質調査結果概要

| 項目 | 概要 | 数量 |
|-----------|-----------------|------------------------------|
| ボーリング調査 | 右岸側 (河川より離れた地点) | 表層土：1m 礫質土：4.5m 岩：9.5m |
| | 右岸側 (河川内) | 礫質土：7.5m 岩：9.5m |
| | 左岸側 | 表層土：1m 礫質土：7m 岩：7m |
| 標準貫入試験 | 右岸側 (河川より離れた地点) | 5か所 |
| | 右岸側 (河川内) | 8か所 |
| | 左岸側 | 8か所 |
| 室内試験(土) | 右岸側 (河川より離れた地点) | 1供試体 |
| | 右岸側 (河川内) | 2供試体 |
| | 左岸側 | 2供試体 |
| 室内試験(礫・岩) | 右岸側 (河川より離れた地点) | 1供試体 |
| | 右岸側 (河川内) | - |
| | 左岸側 | 2供試体 |

出典：調査団

表 3-15 ガッテ河橋地質調査結果概要

| 項目 | 概要 | 数量 |
|-----------|-------------------|-------------------------------|
| ボーリング調査 | 右岸側 河川内 左岸側 | 礫質土：15m 礫質土：15m 礫質土：15m |
| 標準貫入試験 | 右岸側 河川内 左岸側 | 11 か所 11 か所 11 か所 |
| 室内試験(土) | 右岸側 河川内 左岸側 | 1 供試体 2 供試体 - |
| 室内試験(礫・岩) | 右岸側 河川内 左岸側 | - 2 供試体 - |

出典：調査団

表 3-16 ラングルン河橋地質調査結果概要

| 項目 | 概要 | 数量 |
|-----------|----------------------|------------------------------|
| ボーリング調査 | 左岸側 | 表層土：1m 礫質土：5m 岩：9m |
| | 左岸側河川内 | 表層土：1m 礫質土：7.5m 岩：6.5m |
| | 右岸側 | 礫質土：15m |
| 標準貫入試験 | 左岸側 左岸側河川内 右岸側 | 11 か所 11 か所 11 か所 |
| 室内試験(土) | 左岸側 左岸側河川内 右岸側 | 1 供試体 - 1 供試体 |
| 室内試験(礫・岩) | 左岸側 左岸側河川内 右岸側 | 1 供試体 2 供試体 1 供試体 |

出典：調査団

表3-17 グラウディ河橋地質調査結果概要

| 項目 | 概要 | 数量 |
|-----------|--------------------------------------|---------------------------------|
| ボーリング調査 | 右岸側丘陵部 | 表層土：1.5m 礫質土：13.5m |
| | 右岸側河川内 | 礫質土：15m |
| | 左岸側河川内 | 礫質土 15m |
| | 左岸側丘陵部 | 礫質土：9.5m 岩：5.5m |
| 標準貫入試験 | 右岸側丘陵部 右岸側河川内 左岸側河川内 左岸側丘陵部 | 9 か所 11 か所 11 か所 11 か所 |
| 室内試験(土) | 右岸側丘陵部 右岸側河川内 左岸側河川内 左岸側丘陵部 | - - 1 供試体 - |
| 室内試験(礫・岩) | 右岸側丘陵部 右岸側河川内 左岸側河川内 左岸側丘陵部 | 1 供試体 1 供試体 - - |

出典：調査団

(2) 現地写真

地質調査時の現地写真を以下に示す。また、次ページ以降に、地質調査時に得られたコアサンプルの写真も示す。



| | | |
|---|--|---|
| KLBH-1 | KLBH 2 | JBH 1 |
|  |  |  |
| JBH 1 | JBH 2 (1/2) | JBH 2 (2/2) |
|  |  |  |
| JBH 3 (1/2) | JBH 3 (2/2) | DBH 1 (1/2) |
|  |  |  |

| | | |
|---|---|---|
| DHB 1 (2/2) | DBH 2 (1/2) | DBH (2/2) |
|  |  |  |
| DBH 3 (1/2) | DBH 3 (2/2) | DBH 4 (1/2) |
|  |  |  |
| DBH 4 (2/2) | GBH 1 (1/2) | GBH 1 (2/2) |
|  |  |  |
| GBH 2 (1/2) | GBH 2 (2/2) | GBH 3 (1/2) |
|  |  |  |

| | | |
|---|---|---|
| GBH 3 (2/2) | RBH 1 (1/2) | RBH 1 (2/2) |
|  |  |  |
| RBH 2 (1/2) | RBH 2 (2/2) | RBH 3 (1/2) |
|  |  |  |
| RBH 3 (2/2) | | |
|  | | |

3.1.4 河川条件

(1) 水理設計基準

(i) 設計確率年

「ネパールの橋梁設計基準-2067」では、恒久橋梁の全てに 100 年確率流出量にて設計されるべきであると記載されている。よって、本検討においては 100 年確率を採用する。

(ii) 設計上の余裕高およびクリアランス

上記と同様に、「ネ」国基準より、橋梁上部工底部との設計最小余裕高が規定される（表 3-18 を参照）。

表 3-18 橋梁の設計最小余裕高

| Discharge m ³ /sec | Minimum Free board, mm |
|----------------------------------|--|
| Less than 200 | 1000 |
| 201-500 | 1200 |
| 501-2000 | 1500 |
| 2001-5000 | 2000 |
| 5000 and above | More than 2000 (depending on the reliability of the available data for the calculation of discharge) |

出典: ネパール橋梁基準-2067 (国土開発省, ネパール)

(iii) 橋梁水理の設計基準

洪水に対する開口部の大きさは、設計流出量の規模に応じて決定する。橋梁水路の開口を設計するために、下記の水理設計基準が求められる。

- 橋梁上流の物的資産に対し、背水による洪水被害を大幅に増加させない。
- 橋梁の通過流速が、道路施設に損傷を与えない、または、下流の物的資産へ損害を与えない。
- 既設の流量配分は実用上の範囲内に保持されている。
- 橋脚や橋台は流れの阻害を最小化している。
- 起こり得る局所洗掘は許容範囲内である。
- 構造物のクリアランスは予想される如何なる流送物を安全に流下させるのに十分に確保されている。

本検討において、設計基準は、世界的に良く利用される基準である FHWA（米国連邦高速道路局）の HEC（水理工学サーキュラー）に基づくものとする。

(2) 河川および河川流量特性

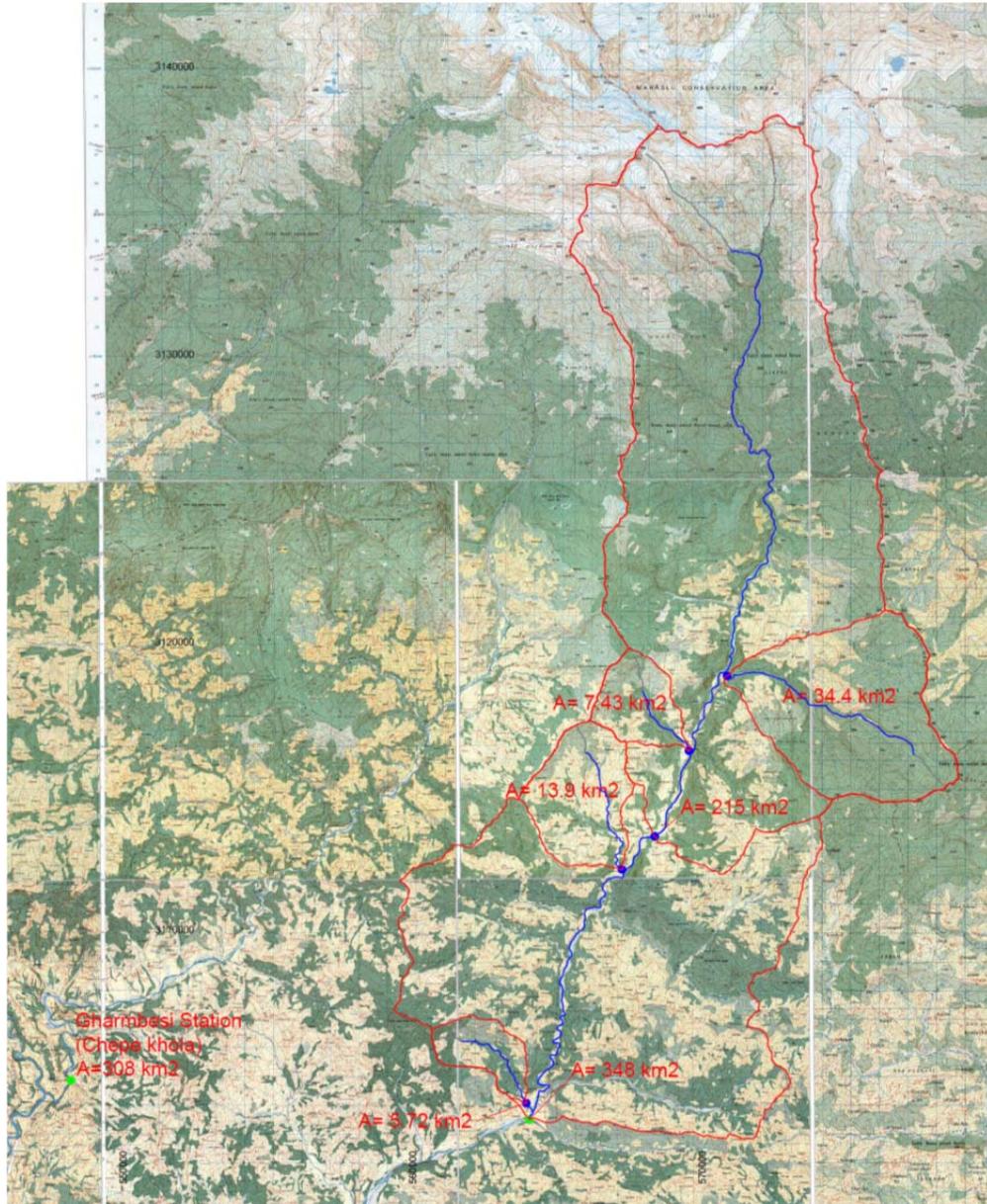
(i) 対象河川

調査地域の計画 5 橋梁は、Daraudi 川とその支川に計画されている。

Daraudi 川 (Khola) 流域は、(インドでは Gandaki 川としても知られる) Narayani 川水系支流であり、「ネ」国の西部開発区域に位置し、ガンダキ県を通過する。Daraudi 川は、マナスル山塊の南方に源を発し、Daraudi 渓谷を南下し、Trishuli 川との合流部から 8km 上流にある Marsyangdi 川の下流域に合流する。河川の全長は約 60 km で、その流域は Budhigandaki 川の東、および Marsyangdi 川の別の支流である Chepe 川の西に隣接している。

計画 5 橋梁に関連する流域を図 3-17 に示す、Khahare 橋梁 (No.1 橋梁) のすぐ下流の Daraudi 川本川流域としては 347.9 km² となる。この Daraudi 流域には水文観測所はないが、隣の Chepe 川流域の Garambesi 観測所 (ID 440) にて、1964 年より DHM が観測業務を行っている。

Chepe 川は、同じ Marsyangdi 川の支川であり、マナスル山の南方に源流があり、河川は南の方向に流れている。Chepe 川流域の殆どは 3000 m 以下にあり、その総流域面積は 308 km² で、源流から Garambesi の水位観測所までの河川の全長は 32 km である。この水位観測所では、水位を観測しており流出量も定期的に測定し、それ故、日流量のみではなく月平均流量データも利用可能である。Garambesi 観測所の水文データは、Daraudi 川との流量特性を比較検証するために収集される。



出典: 調査団

図 3-17 対象河川の流域図

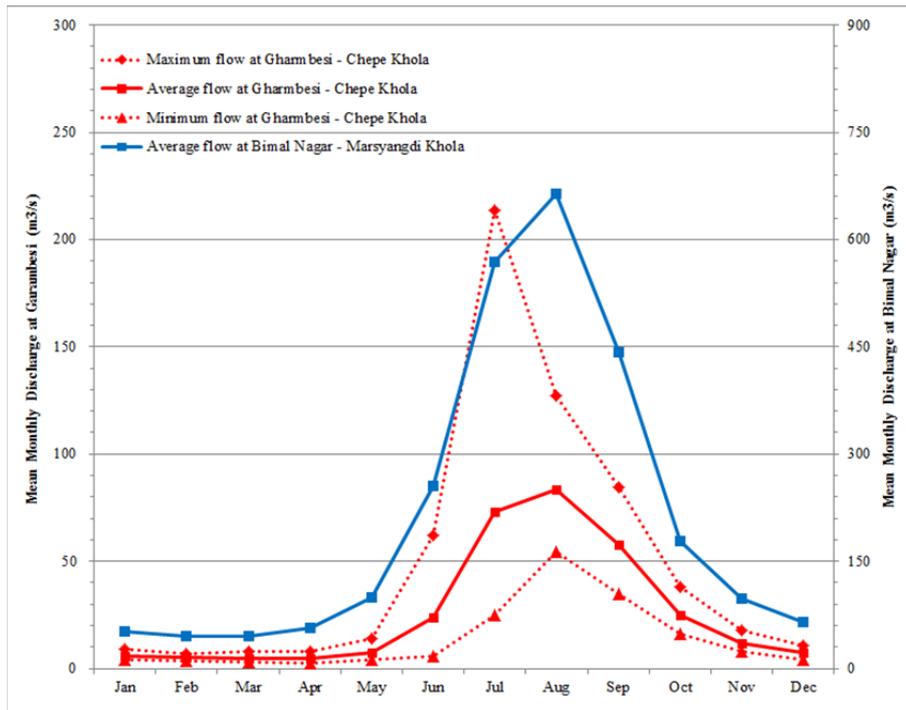
(ii) 河川特性

a) Chepe 川流量特性

- 月間/日流量パターン

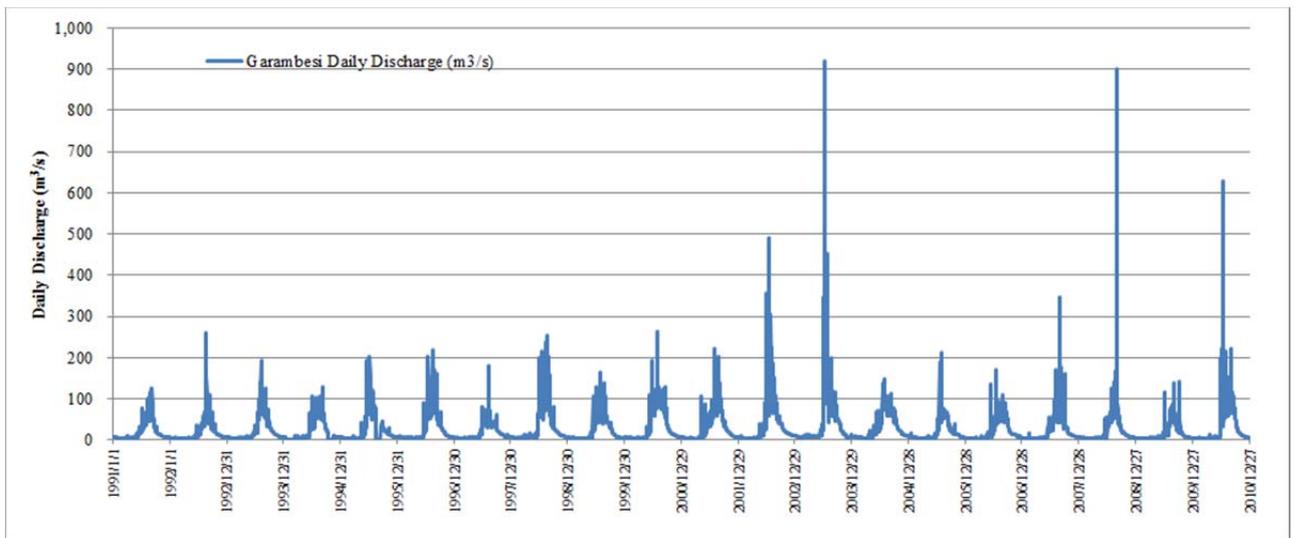
Garambesi と Bimalnagar 水位観測所での近年の 20 か年のデータより求めた月平均流量パターンを図 3-18 に示す。また、観測所での日流量の長期変動を図 3-19 と図 3-20 に示す。

最大瞬時流出量は 6 月から 9 月に発生し、その中の既往最大流出量は、Garambesi 観測所で $1040 \text{ m}^3/\text{s}$ (2008 年 8 月)、Bimalnagar 観測所で $2520 \text{ m}^3/\text{s}$ (2000 年 6 月) と観測されている。



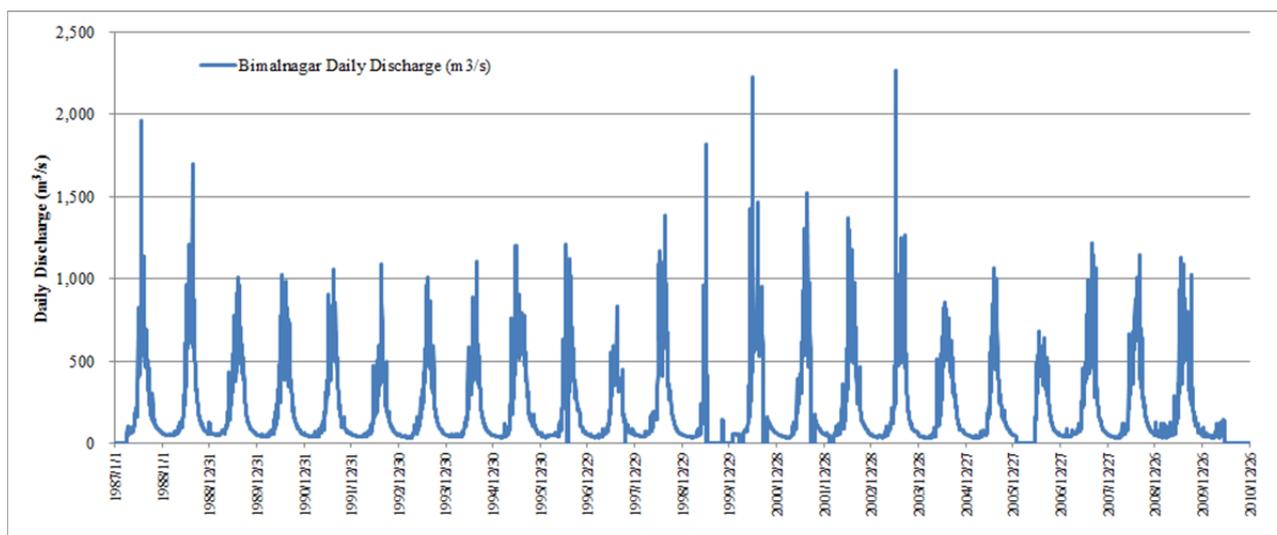
出典: 調査団 by using DHM data

図 3-18 1991-2010 年の Garambesi および Bimalnagar 観測所での月間平均流量分布



出典: 調査団 by using DHM data

図 3-19 1991-2010 年の Garambesi 観測所での日平均流量の長期変動



出典: 調査団 by using DHM data

図 3-20 1987-2010 年の Bimalnagar 観測所での日平均流量の長期変動

- 流況

流況曲線（豊平低渇流量曲線）は 1 年を通じた河川のポテンシャル表流水特性を把握するのに検討される。流動様式（流況）は、各水位観測所での日流量を利用した年間流動状態を示し、日流量と超過日数で示される。年間の流況は下記のように定義される；

- 豊水量（年間最大より 95 番目の流量）
- 平水量（年間最大より 185 番目の流量）
- 低水量（年間最大より 275 番目の流量）
- 渇水量（年間最大より 355 番目の流量）

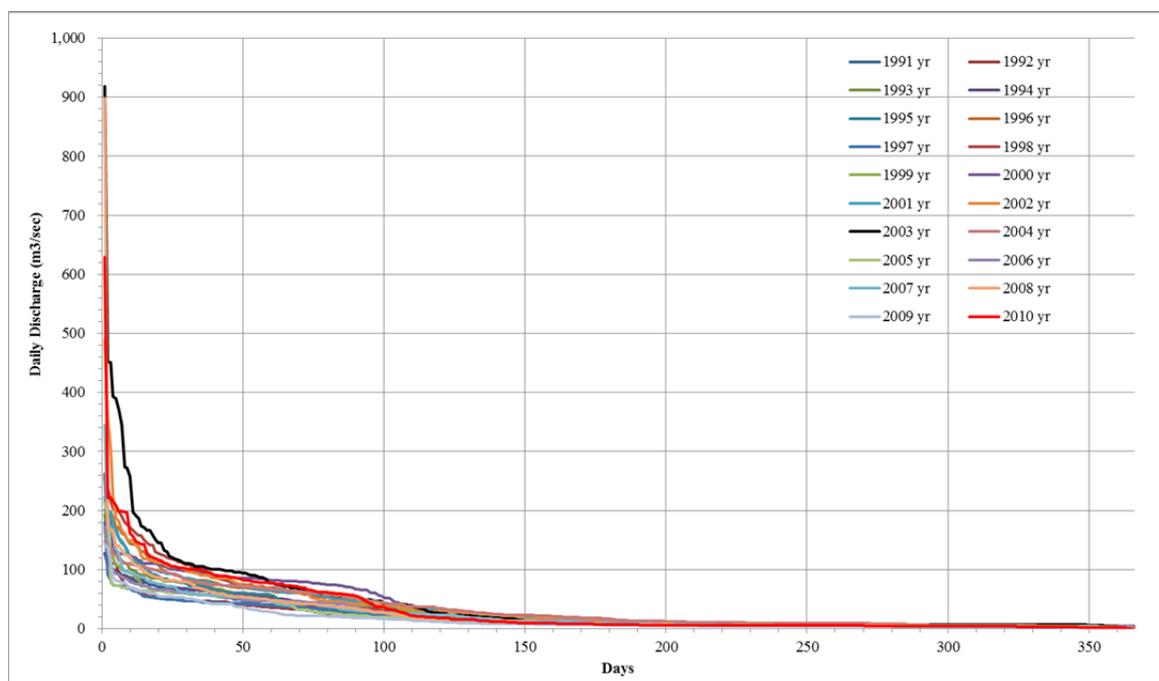
河状係数は、河川の任意の点での最小流量と最大流量の比であり、河川流量の定量的な安定性を示す。河状係数の大きさは、流量変動が大きいことを示し、それが大きい場合には、通年の取水が困難であり、洪水被害が発生しやすいことを示す。

20 年間の Garambesi (Chepe 川) と Bimalnagar (Marsandi 川) 観測所での流況計算をとりまとめると、表 3-19 から表 3-20、および、図 3-21 から図 3-22 のとおりである。Chepe 川は Daraudi 川と同様、急流河川で、河状係数は高い。一方で、Marsandi 川の中流部である Bimalnagar 観測所の係数は、Chepe 川の Garambesi 観測所に比べて、低くなる。

表 3-19 Garambesi 観測所での各種流出量(Chepe 川)

| Year | Annual Maximum Discharge | Plentiful Discharge | Ordinary Discharge | Low Discharge | Drought Discharge | Annual Minimum Discharge | Coefficient of River Rregime | Remarks |
|---------|--------------------------|---------------------|--------------------|---------------|-------------------|--------------------------|------------------------------|----------------|
| | 1-day | 95-day | 185-day | 275-day | 355-day | 365-day | Max/Min | |
| 1991 | 127.00 | 24.20 | 7.06 | 5.06 | 4.06 | 3.80 | 33.42 | |
| 1992 | 260.00 | 20.90 | 7.40 | 4.06 | 2.55 | 2.22 | 117.12 | |
| 1993 | 194.00 | 25.00 | 8.40 | 4.81 | 3.80 | 3.30 | 58.79 | |
| 1994 | 128.00 | 30.30 | 7.06 | 4.81 | - | - | - | 89days missing |
| 1995 | 201.00 | 24.20 | 7.73 | 4.56 | - | - | - | 31days missing |
| 1996 | 217.00 | 41.00 | 7.74 | 5.67 | 4.36 | 4.14 | 52.42 | |
| 1997 | 180.00 | 27.90 | 8.60 | 4.90 | 3.59 | 3.15 | 57.14 | |
| 1998 | 255.00 | 35.00 | 9.04 | 6.21 | 4.57 | 4.25 | 60.00 | |
| 1999 | 164.00 | 39.40 | 6.87 | 4.57 | 3.37 | 3.15 | 52.06 | |
| 2000 | 263.00 | 62.00 | 10.80 | 5.56 | 4.57 | 4.57 | 57.55 | |
| 2001 | 223.00 | 40.70 | 10.80 | 5.56 | 1.37 | 1.37 | 162.77 | |
| 2002 | 490.00 | 41.30 | 12.80 | 5.23 | 3.44 | 2.26 | 216.81 | |
| 2003 | 919.00 | 48.80 | 9.47 | 7.40 | 5.23 | 3.06 | 300.33 | |
| 2004 | 148.00 | 47.30 | 14.40 | 8.52 | 2.79 | 2.79 | 53.05 | |
| 2005 | 213.00 | 20.50 | 8.14 | 5.16 | 3.84 | 3.06 | 69.61 | |
| 2006 | 172.00 | 28.90 | 9.13 | 4.37 | 1.87 | 1.87 | 91.98 | |
| 2007 | 345.00 | 29.20 | 8.38 | 4.20 | 3.51 | 3.28 | 105.18 | |
| 2008 | 899.00 | 30.10 | 7.54 | 5.14 | 3.08 | 2.57 | 349.81 | 1day missing |
| 2009 | 143.00 | 17.90 | 5.92 | 4.10 | 2.74 | 2.40 | 59.58 | |
| 2010 | 629.00 | 43.20 | 6.63 | 4.79 | 1.84 | 1.28 | 491.41 | |
| Average | 308.50 | 33.89 | 8.70 | 5.23 | 3.37 | 2.92 | 105.73 | |
| Maximum | 919.00 | 62.00 | 14.40 | 8.52 | 5.23 | 4.57 | 491.41 | |
| Minimum | 127.00 | 17.90 | 5.92 | 4.06 | 1.37 | 1.28 | 33.42 | |

出典: DHM のデータ、調査団



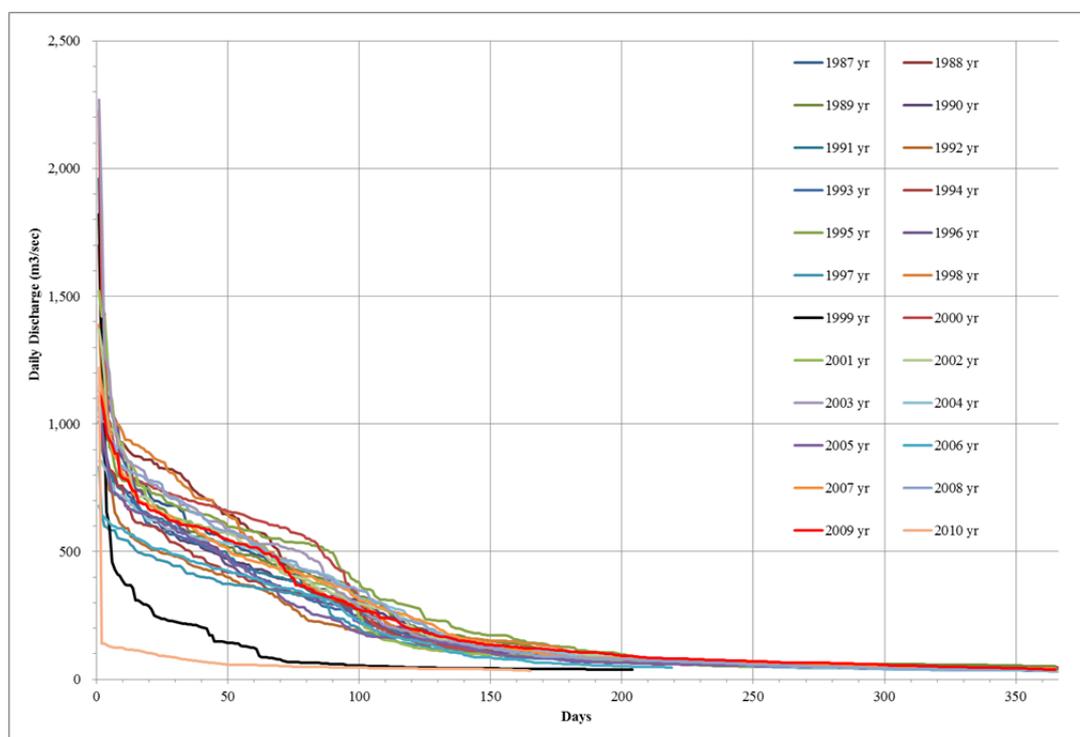
出典: DHM のデータ、調査団

図 3-21 Garambesi 観測所での流況曲線(Chepe 川)

表 3-20 Bimalnagar 観測所での各種流出量(Marshyangdi 川)

| Year | Annual Maximum Discharge | Plentiful Discharge | Ordinary Discharge | Low Discharge | Drought Discharge | Annual Minimum Discharge | Coefficient of River Rregime | Remarks |
|---------|--------------------------|---------------------|--------------------|---------------|-------------------|--------------------------|------------------------------|-----------------|
| | 1-day | 95-day | 185-day | 275-day | 355-day | 365-day | Max/Min | |
| 1987 | 1960.00 | 280.00 | 96.00 | 51.70 | - | - | - | 89days missing |
| 1988 | 1700.00 | 302.00 | 93.70 | 62.00 | 47.90 | 46.30 | 36.72 | |
| 1989 | 1010.00 | 367.00 | 102.00 | 62.00 | 51.70 | 50.20 | 20.12 | |
| 1990 | 1030.00 | 320.00 | 96.00 | 52.60 | 41.20 | 39.00 | 26.41 | |
| 1991 | 1060.00 | 288.00 | 87.90 | 50.90 | 40.50 | 39.70 | 26.70 | |
| 1992 | 1090.00 | 197.00 | 74.40 | 50.70 | 42.60 | 40.70 | 26.78 | |
| 1993 | 1010.00 | 269.00 | 86.90 | 47.90 | 36.30 | 34.40 | 29.36 | |
| 1994 | 1110.00 | 291.00 | 73.40 | 47.90 | 39.00 | 38.30 | 28.98 | |
| 1995 | 1200.00 | 419.00 | 114.00 | 47.90 | 38.30 | 36.90 | 32.52 | |
| 1996 | 1210.00 | 272.00 | 68.90 | 49.90 | - | - | - | 13days missing |
| 1997 | 832.00 | 226.00 | 73.00 | 47.20 | 38.30 | - | - | 4days missing |
| 1998 | 1390.00 | 307.00 | 99.80 | 55.60 | 43.30 | 42.10 | 33.02 | |
| 1999 | 1820.00 | 57.90 | 39.70 | - | - | - | - | 161days missing |
| 2000 | 2230.00 | 380.00 | 76.60 | 52.40 | - | - | - | 88days missing |
| 2001 | 1520.00 | 316.00 | 78.70 | 44.30 | - | - | - | 30days missing |
| 2002 | 1370.00 | 314.00 | 99.30 | 56.10 | - | - | - | 30days missing |
| 2003 | 2270.00 | 325.00 | 90.40 | 49.60 | 40.00 | 37.50 | 60.53 | |
| 2004 | 855.00 | 364.00 | 89.80 | 44.10 | 33.70 | 30.40 | 28.13 | |
| 2005 | 1070.00 | 207.00 | 71.70 | 49.00 | 35.90 | 34.90 | 30.66 | |
| 2006 | 679.00 | 261.00 | 56.60 | - | - | - | - | 146days missing |
| 2007 | 1220.00 | 352.00 | 85.20 | 56.90 | 42.30 | 39.20 | 31.12 | |
| 2008 | 1150.00 | 361.00 | 83.60 | 48.90 | 37.00 | 35.30 | 32.58 | |
| 2009 | 1130.00 | 305.00 | 106.00 | 63.80 | 42.00 | 37.30 | 30.29 | |
| 2010 | 1220.00 | 46.10 | - | - | - | - | - | 200days missing |
| Average | 1297.33 | 284.46 | 84.50 | 51.97 | 40.63 | 38.81 | 31.59 | |
| Maximum | 2270.00 | 419.00 | 114.00 | 63.80 | 51.70 | 50.20 | 60.53 | |
| Minimum | 679.00 | 46.10 | 39.70 | 44.10 | 33.70 | 30.40 | 20.12 | |

出典: DHM のデータ、調査団

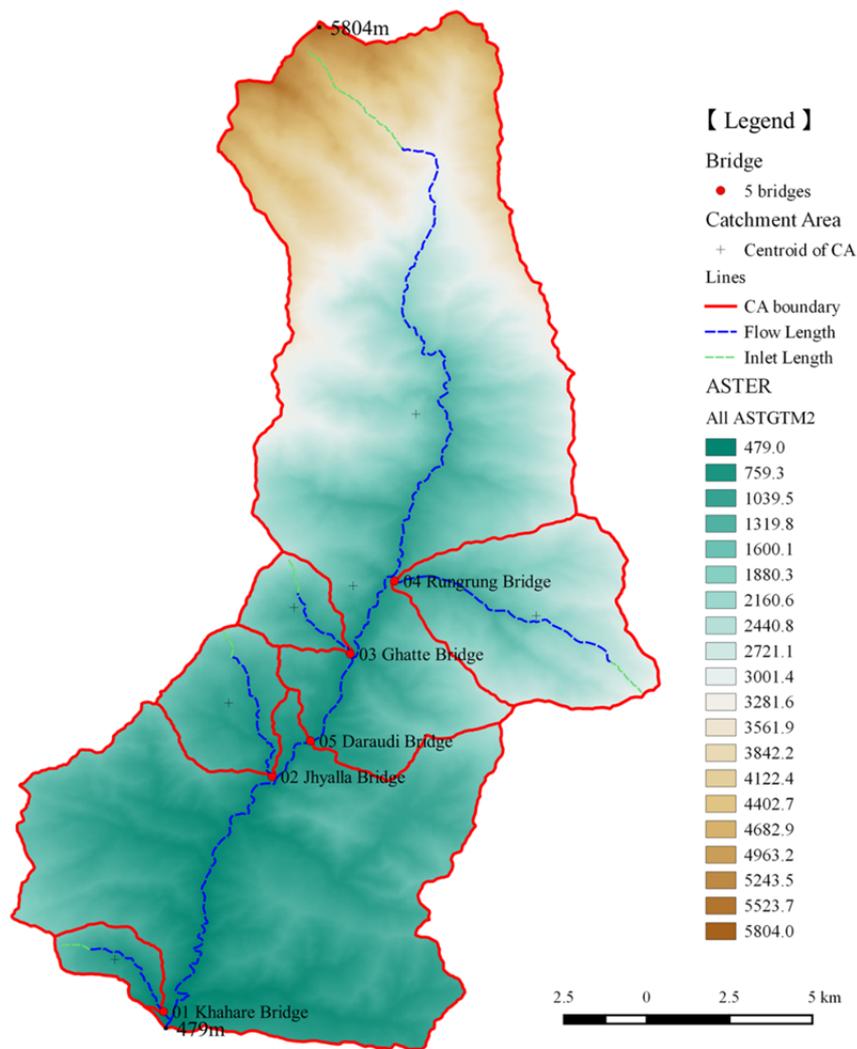


出典: DHM のデータ、調査団

図 3-22 Bimalnagar 観測所での流況曲線(Marshyangdi 川)

b) Daraudi 川の河道特性

Daraudi 川の検討区域の標高分布図を図3-23に示す。対象となる Daraudi 川は、マナスル山の南方の 5804 m の標高に源を発し、川の流れは南方の 479 m の地点に流下する。流域面積は、土地被覆区分の観点から、耕作地 30%、草地 22% および森林 48%に分けられる。（表 3-21 および図 3-25 を参照。これらのパーセンテージは、合理式の流出係数を推定するのに利用される。）

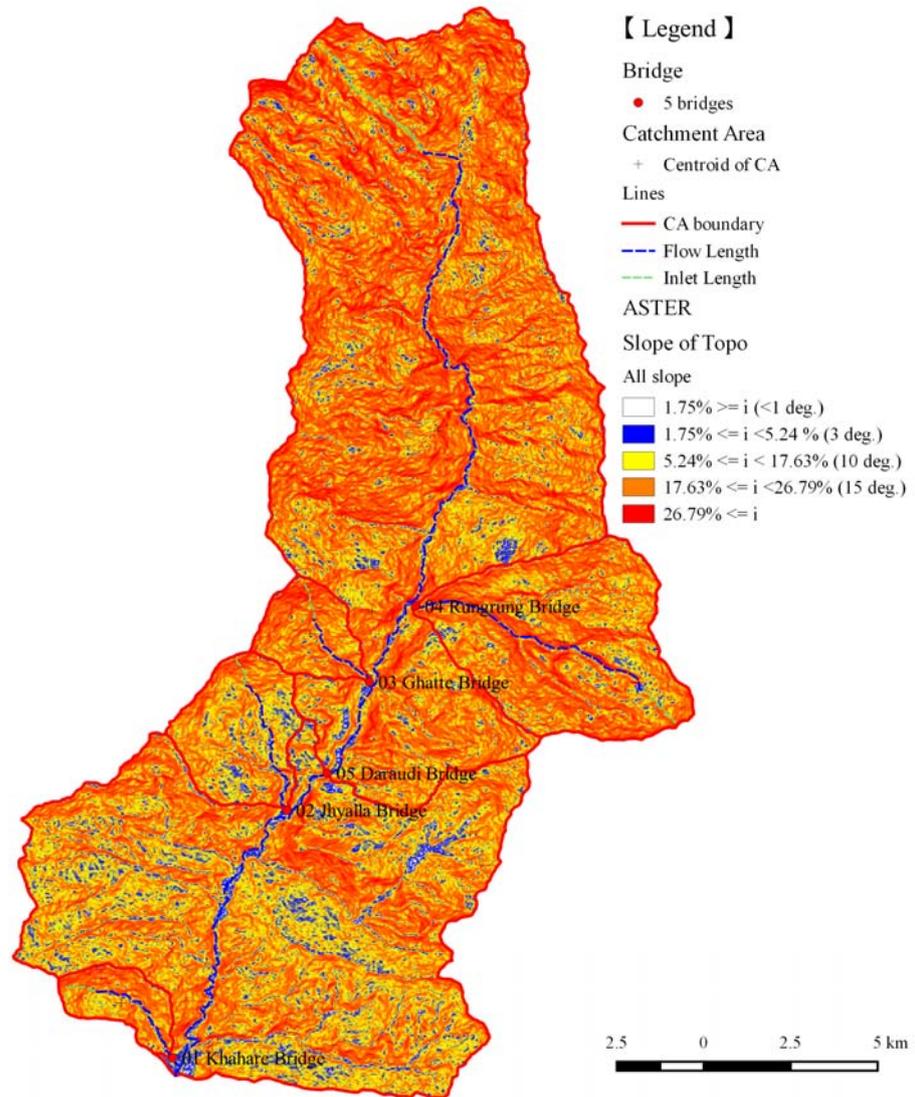


出典: ASTER GDEM データ(衛星搭載型地球観測光学センサ - 全球三次元地形データ, 日本の経済産業省および米国航空宇宙局)、調査団

図 3-23 Daraudi 流域の標高の空間分布図

流域面積の大部分は、傾斜地であり、その勾配は非常に大きい。各勾配の面積の割合は 1 度以下が 0.1%、1 度から 3 度が 1.1%、3 度から 10 度が 17%、10 度から 15 度が 29% および 15 度以上が 53% を占める（図 3-24 参照）。日本の土石流対策指針によれば、15 度以上の勾配の場所で発生し、おおむね 10 度で堆積を開始し、3 度までに停止すると記載されている。土石流は、発生場の条件や、その成因などにより、それぞれ異なった発生形態をとるのが一般的

である。土石流の発生を成因別にみた場合に、土石流は、大きく「河床堆積物の移動型」、「斜面崩壊/地すべり型」、「自然ダム決壊型」および「火山活動型」に分類される。（天然ダム決壊型を除き、残り全ての土石流は、短時間降雨強度が主として関係する。）これらの指針にあるように、本検討区域の土石流の発生リスクは高く、高速流やその侵食作用により河川の河床低下や河道変遷の恐れがある。さらに、Daraudi 川を除く計画橋梁では、河床勾配が3度より急峻で、土石流の通過の恐れが高いと推定できる。



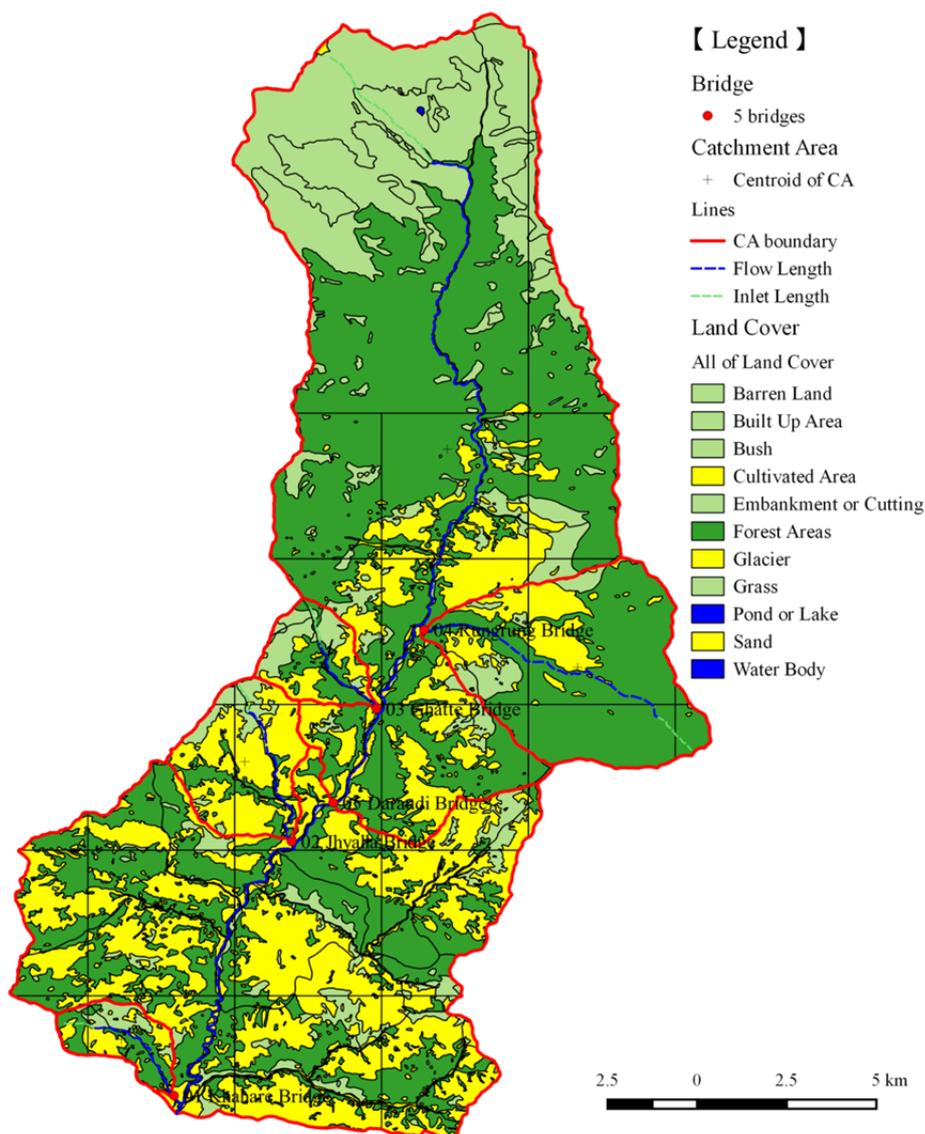
出典: 調査団

図 3-24 Daraudi 流域の斜面勾配の空間分布図

表 3-21 各計画橋梁位置での流域の土地被覆分類

| Land Cover Classification | | No.1 Khahare Khola | | | No.2 Jhayalla Khola | | | No.3 Ghatte Khola | | | No.4 Rungrung Khola | | | No.5 Daraudi Khola | | | Low Point of Daraudi Khola | | | Remarks |
|---------------------------|-----------------------|-------------------------|------|--------|-------------------------|-------|--------|-------------------------|------|--------|-------------------------|-------|--------|-------------------------|--------|--------|----------------------------|--------|--------|---------|
| | | Area (km ²) | | (%) | Area (km ²) | | (%) | Area (km ²) | | (%) | Area (km ²) | | (%) | Area (km ²) | | (%) | Area (km ²) | | (%) | |
| Cultivation | Cultivated Area | 1.90 | | | 9.38 | | | 2.22 | | | 6.72 | | | 31.46 | | | 98.79 | | | |
| | Glacier | 0.00 | 1.92 | 33.62% | 0.00 | 9.49 | 68.07% | 0.00 | 2.30 | 31.03% | 0.00 | 6.80 | 19.76% | 0.09 | 32.86 | 15.32% | 0.09 | 102.17 | 29.37% | |
| | Sand | 0.02 | | | 0.11 | | | 0.08 | | | 0.08 | | | 1.31 | | | 3.30 | | | |
| Grass, Barren | Barren Land | 0.00 | | | 0.00 | | | 0.00 | | | 0.03 | | | 21.89 | | | 21.90 | | | |
| | Built Up Area | 0.00 | | | 0.00 | | | 0.00 | | | 0.00 | | | 0.00 | | | 0.00 | | | |
| | Bush | 1.30 | 1.32 | 23.01% | 2.25 | 2.28 | 16.33% | 1.80 | 2.71 | 36.44% | 2.52 | 2.69 | 7.82% | 9.74 | 65.09 | 30.35% | 22.05 | 78.13 | 22.46% | |
| | Embankment or Cutting | 0.00 | | | 0.00 | | | 0.01 | | | 0.00 | | | 0.54 | | | 0.64 | | | |
| | Grass | 0.01 | | | 0.03 | | | 0.89 | | | 0.15 | | | 32.92 | | | 33.54 | | | |
| Forest | Forest Areas | 2.48 | 2.48 | 43.37% | 2.18 | 2.18 | 15.60% | 2.42 | 2.42 | 32.53% | 24.94 | 24.94 | 72.42% | 116.24 | 116.24 | 54.20% | 166.79 | 166.79 | 47.94% | |
| Water | Pond or Lake | 0.00 | 0.00 | 0.00% | 0.00 | 0.00 | 0.00% | 0.00 | 0.00 | 0.00% | 0.00 | 0.00 | 0.00% | 0.04 | 0.27 | 0.13% | 0.06 | 0.80 | 0.23% | |
| | Water Body | 0.00 | | | 0.00 | | | 0.00 | | | 0.00 | | | 0.23 | | | 0.74 | | | |
| Total Area (km2) | | 5.72 | 5.72 | 100.0% | 13.94 | 13.94 | 100.0% | 7.43 | 7.43 | 100.0% | 34.43 | 34.43 | 100.0% | 214.5 | 214.5 | 100.0% | 347.9 | 347.9 | 100.0% | |

出典: GIS データ、調査団



出典: GIS データ、調査団

図 3-25 Daraudi 流域の土地被覆の空間分布

(3) 確率洪水量の推定

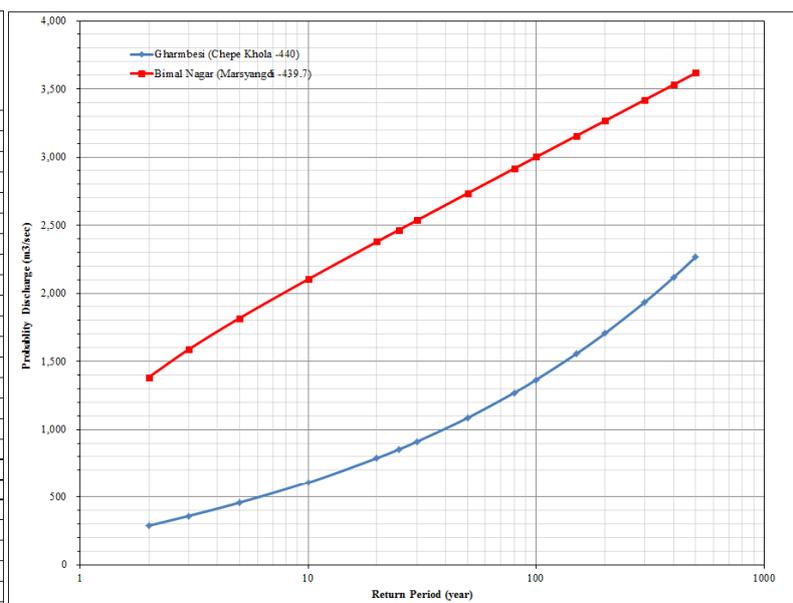
一般的に、洪水予測に関して、多くの手法と手段がある。その多くの手法に対する理論は、様々な機関で開発され、観測データ（統計）か決定論的原理の何れかに基づくか、経験則による。統計的手法を除いて、これらの手法は、特定の地域や洪水事象のために、「キャリブレーション」され、適用可能な流域面積の大きさによって制限される。本検討区域の場合、山岳地帯であり、洪水予測は、一般的洪水予測式の他に、「ネ」国などの山岳地域に適用される独自の式を考慮すべきである。

(i) 統計データに基づく観測所での確率洪水量

時系列の最大流出量が利用可能な場合（観測所のある流域）、統計頻度解析が設計ピーク洪水量を計算する場合に選択される。検討区域には水文観測所が存在しないが、検討区域の Daraudi 川の隣に位置する Chepe 川流域に観測所（Garambesi, ID 440）がある。2つの河川の流域面積はおおむね同じであり、同じマナスル山系に源流域をもち、両方の洪水特性は相対的に似通っていると推察できる。

確率降雨量の計算で用いた同様の手順で、観測所位置での確率流出量が、年間最大流出量（極値）より計算される。Bimal-Nagar 観測所の結果と共に、Garambesi 観測所での計算結果を、図 3-26 に示す。（Bimal-Nagar 観測所の結果は参考までに算出する。）

| Station Name | Gharmbesi | Bimal Nagar | Remarks | |
|--|--|---------------------|---------|------|
| River Name | Chepe Khola | Marsyangdi | | |
| Station ID | 440 | 439.7 | | |
| Long. (X) | 84.4897 | 84.4300 | | |
| Lat. (Y) | 28.0614 | 27.9500 | | |
| Catchment Area (km ²) | 308 | N/A | | |
| Data No. of Extreme Value | 47 | 23 | | |
| Probable Discharge (m ³ /s) | (Year) | (%) | | |
| | 2 | 50% | 287 | 1384 |
| | 3 | 33.3% | 359 | 1589 |
| | 5 | 20% | 457 | 1817 |
| | 10 | 10% | 608 | 2103 |
| | 20 | 5.0% | 789 | 2378 |
| | 25 | 4.0% | 854 | 2465 |
| | 30 | 3.33% | 911 | 2536 |
| | 50 | 2.0% | 1085 | 2734 |
| | 80 | 1.25% | 1269 | 2915 |
| | 100 | 1.0% | 1365 | 3001 |
| | 150 | 0.667% | 1556 | 3156 |
| | 200 | 0.5% | 1705 | 3266 |
| | 300 | 0.333% | 1936 | 3421 |
| | 400 | 0.25% | 2116 | 3531 |
| 500 | 0.2% | 2266 | 3617 | |
| Unit Probable Discharge (m ³ /s/km ²) | (Year) | (%) | | |
| | 2 | 50% | 0.9318 | - |
| | 3 | 33.3% | 1.1656 | - |
| | 5 | 20% | 1.4838 | - |
| | 10 | 10% | 1.9740 | - |
| | 20 | 5.0% | 2.5617 | - |
| | 25 | 4.0% | 2.7727 | - |
| | 30 | 3.33% | 2.9578 | - |
| | 50 | 2.0% | 3.5227 | - |
| | 80 | 1.25% | 4.1201 | - |
| | 100 | 1.0% | 4.4318 | - |
| | 150 | 0.667% | 5.0519 | - |
| | 200 | 0.5% | 5.5357 | - |
| | 300 | 0.333% | 6.2857 | - |
| | 400 | 0.25% | 6.8701 | - |
| 500 | 0.2% | 7.3571 | - | |
| X-COR(99%) | 0.973 | 0.984 | | |
| P-COR(99%) | 0.993 | 0.988 | | |
| SLSC(99%) | 0.032 | 0.035 | | |
| Probabilistic Distributed model | Log Pearson type III distribution (Logarithmic space method) | Gumbel distribution | | |



出典: 調査団

図 3-26 水文観測所での確率洪水量の計算結果

(ii) 計画橋梁の設計流量(確率洪水量)

上述の統計データによる頻度解析に加えて、「ネ」国の観測所がない流域で良く使用される他の経験式を以下に示す。本検討においては、これらの中の代表的な 3 つの予測式を使用する。

- 合理式
- WECS(ネパール水エネルギー委員会事務局)/DHM (水文気象局) 法
- 修正 Dicken 法
- (PCJ : Prem Chandra Jha 法)
- (Sharma、Adhikari 法)など

3.1.4 (2) に示すとおり、Daraudi 橋梁 (No.5) を除き、排水流域内には多くの急斜面地があるために、土石流が発生するリスクは高い。したがって、上記式に加えて、4 橋梁に対しては、土石流の流量を日本の基準を準用し推定するものとする。

各予測式の確率洪水量の計算を表 3-23 に示し、各橋梁の設計流出量を表 3-22 にまとめる。（平水量／低水量／濁水量は、Garambesi 観測所の過去の流況曲線より、単位面積当たり流量より計算する。）

表 3-22 計画橋梁毎の各種確率洪水量

| Bridge No. | Chainage | Bridge (River) Name | Drainage Area (km ²) | Design Discharge | | | | | | | | | Remarks |
|---------------------------|----------|---------------------|----------------------------------|------------------|--------------|--------|--------|--------|---------------|-----------|--------------|-----------|-------------|
| | | | | Debris 100yrs | 100yrs | 50yrs | 10yrs | 2yrs | Ordinary Dis. | Low Dis. | Drought Dis. | | |
| Barakilo - Barpak Road | | | | | | | | | | 0.0282321 | 0.0169935 | 0.0109271 | Chepe Khola |
| 1 | km16 | Khahare Khola | 5.72 | 98.81 | 52.66 | 47.14 | 40.69 | 29.91 | 0.162 | 0.097 | 0.063 | | |
| 2 | km27 | Jhayalla Khola | 13.94 | 186.61 | 101.26 | 90.06 | 79.78 | 59.70 | 0.394 | 0.237 | 0.152 | | |
| 3 | km31 | Ghatte Khola | 7.43 | 170.42 | 85.21 | 82.11 | 72.31 | 53.36 | 0.210 | 0.126 | 0.081 | | |
| 4 | km37 | Rungrung Khola | 34.43 | 356.45 | 195.30 | 169.38 | 144.59 | 105.04 | 0.972 | 0.585 | 0.376 | | |
| District Road to Saurpani | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | km29 | Daraudi Khola | 214.5 | 1,764.4 | 950.5 | 844.8 | 728.7 | 514.2 | 6.055 | 3.644 | 2.343 | | |
| - | km29 | Daraudi Khola | 347.9 | 2,007.5 | 1,541.8 | 964.3 | 842.7 | 617.1 | 9.822 | 5.912 | 3.801 | | |

Note. Numerical values listed in boldface shows the design discharge.

出典: 調査団

表 3-23 各計画橋梁位置での確率洪水量と土石流の計算結果

| Bridge No. | Bridge Name | Drainage Area (km ²) | Design Scale | 1. Catchment Area Ratio Method (to 100-yr flood of Chape Khola) | | 2. Rational Formula | | | | | | | | | | 3. WECSDEM Method | | | | 4. Modified Dickens Method | | | | Design Discharge: 100-yr Q (m ³ /s) | Applied Estimation Method | Necessary Bridge Opening B (m) | Remarks | | |
|-------------------------|-------------|----------------------------------|--------------|---|--|-----------------------------|-----------------------------------|-------------------|------------|--|---|--|--|--------------------|--|--|---|--|--|-------------------------------------|-------------|---------------------------------------|--|--|---------------------------|--------------------------------|--|--------|---------------------------|
| | | | | 100-yr Unit Discharge (m ³ /km ²) | Peak Discharge: Q ₁₀₀ (m ³ /s) | Concentration Time: T (min) | Travel Time: T _T (min) | Travel Length (m) | Inlet Flow | Rainfall Intensity: I ₁ (mm/hr) | Rainfall Intensity: I ₅₀ (mm/hr) | Rainfall Intensity: I ₁₀₀ (mm/hr) | Rainfall Intensity: I ₁₀₀ (mm/hr) | Runoff Coefficient | Peak Discharge: Q ₁ (m ³ /s) | Peak Discharge: Q ₅ (m ³ /s) | Peak Discharge: Q ₁₀ (m ³ /s) | Drainage Area: A ₁₀₀ (km ²) | Peak Discharge: Q ₁₀₀ (m ³ /s) | Sum Over Area As (km ²) | % of Area P | Dicken's Coefficient: C ₁₀ | Peak Discharge: Q ₁₀₀ (m ³ /s) | | | | | | |
| Banshe - Baryak Road | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | km16 | Khakra Khola | 5.72 | 100 yrs | 4.4382 | 25.36 | 41.21 | 19.20 | 22.00 | 897 | 3.63 | 48.24 | 65.63 | 76.03 | 79.69 | 0.39 | 29.91 | 40.69 | 49.40 | 5.72 | 52.66 | 0.0 | 104.848 | 8.39 | 31.03 | 52.7 | WECSDEM Method | 34.5 | Minimum Freeboard is 1 m. |
| 2 | km27 | Jhuyula Khola | 13.94 | 100 yrs | 4.4382 | 61.00 | 49.17 | 18.61 | 30.57 | 971 | 4.83 | 48.16 | 64.37 | 72.66 | 75.28 | 0.32 | 39.70 | 79.78 | 95.30 | 13.94 | 102.26 | 0.0 | 43.000 | 10.00 | 72.13 | 103.3 | WECSDEM Method | 47.8 | Freeboard is 1 m |
| 3 | km31 | Ghante Khola | 7.43 | 100 yrs | 4.4382 | 32.92 | 37.36 | 20.58 | 16.78 | 1,300 | 2.94 | 56.23 | 76.20 | 86.53 | 89.79 | 0.46 | 53.36 | 72.31 | 85.21 | 7.43 | 63.77 | 0.0 | 80.785 | 8.86 | 39.85 | 85.2 | Rational Formula | 43.8 | Freeboard is 1 m |
| 4 | km37 | Rungrug Khola | 34.43 | 100 yrs | 4.4382 | 152.60 | 61.78 | 26.33 | 35.46 | 1,463 | 7.83 | 34.32 | 47.24 | 55.34 | 58.23 | 0.32 | 105.94 | 144.59 | 178.23 | 34.11 | 195.30 | 0.0 | 17.425 | 11.63 | 165.34 | 195.3 | WECSDEM Method | 66.4 | Freeboard is 1 m |
| Derauli Road to Saugani | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | km29 | Derauli Khola | 214.5 | 100 yrs | 4.4382 | 950.5 | 158.89 | 45.64 | 111.25 | 4,019 | 23.72 | 19.62 | 27.00 | 32.23 | 33.66 | 0.44 | 514.2 | 728.7 | 882.2 | 149.1 | 578.8 | 2.1 | 3.775 | 14.40 | 808.9 | 950 | Catchment Area Ratio Method (Specific Discharge) | 146.44 | Freeboard is 1.5 m |
| - | km29 | Derauli Khola | 347.9 | 100 yrs | 4.4382 | 1,541.8 | 224.38 | 45.64 | 178.74 | 4,619 | 38.924 | 16.57 | 22.26 | 25.59 | 26.63 | 0.39 | 607.1 | 842.7 | 1063.8 | 268.5 | 922.2 | 2.1 | 2.327 | 15.27 | 1,230.3 | 1,542 | Catchment Area Ratio Method (Specific Discharge) | - | - |

Note: 1. In the calculation of Catchment Area Ratio Method by using the statistical data of Ghumbei (Chape Khola) station, the extreme value prediction method is adopted the Log Pearson type III distribution (Logarithmic space method) from among several methods.
 2. In the calculation of Rational Formula, the time of concentration is calculated by Kirpich formula for travel time and Kirby formula for field time. The rainfall intensity formula use the Mononobe equation, the extreme value prediction method of daily rainfall is adopted a preferred method from among several distributions models.
 Also, the probable 24hr-rainfall amount of each site / station is adjusted by considering the spread distribution of them.
 3. Necessary Bridge Opening Width is calculated by Lacey's equation, in order to prevent contraction scour.

| No. | Target River Bridge | Cobbles Density | Water Density | Internal Friction Angle | Slope of Stream Bed | Slope of Down-Stream Bed | Capacity of Deposited Debris | | Capacity of Unit Weight of Deposited Debris | Discharge only Water flow | Discharge Debris | Remarks | | | |
|-----|---------------------|-----------------|---------------|-------------------------|---------------------|--------------------------|------------------------------|----------------|---|---------------------------|------------------|---------|------|------------------------------------|---------|
| | | | | | | | C ₁ | C ₂ | | | | | α | Q _p (m ³ /s) | |
| 1 | Khakra Khola | 2.40 | 1.2 | 30.0 | 0.0714 | 4.085 | 0.0701 | 4.011 | 0.121 | 0.300 | 0.6 | 2.18 | 2.00 | 49.494 | 98.808 |
| 2 | Jhuyula Khola | 2.40 | 1.2 | 30.0 | 0.0385 | 2.194 | 0.0843 | 3.710 | 0.061 | 0.300 | 0.6 | 2.18 | 2.00 | 93.394 | 186.608 |
| 3 | Ghante Khola | 2.40 | 1.2 | 30.0 | 0.0862 | 4.924 | 0.1185 | 6.759 | 0.150 | 0.300 | 0.6 | 2.18 | 2.00 | 83.211 | 176.423 |
| 4 | Rungrug Khola | 2.40 | 1.2 | 30.0 | 0.0669 | 3.827 | 0.1022 | 5.885 | 0.112 | 0.300 | 0.6 | 2.18 | 2.00 | 178.227 | 356.454 |
| 5 | Derauli Khola | 2.40 | 1.2 | 30.0 | 0.0140 | 0.808 | 0.0257 | 1.476 | 0.021 | 0.300 | 0.6 | 2.18 | 2.00 | 882.21 | 1764.41 |
| - | Derauli Khola | 2.40 | 1.2 | 30.0 | 0.0108 | 0.612 | 0.0198 | 0.617 | 0.016 | 0.300 | 0.6 | 2.18 | 2.00 | 1033.77 | 2067.53 |

出典: 調査団

(4) 計画橋梁位置での水理計算と設計洪水位

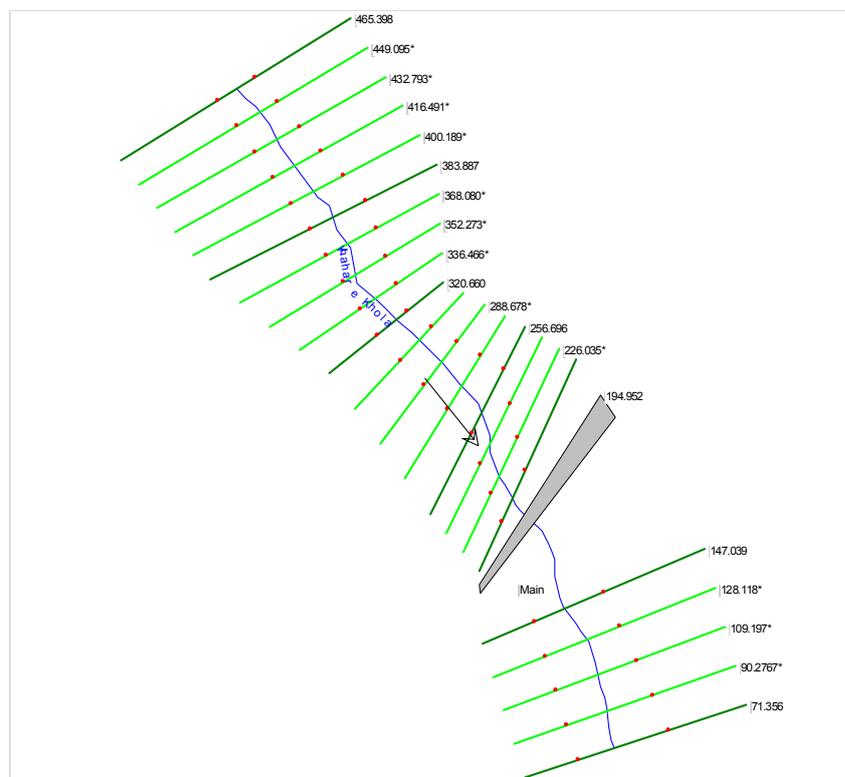
(i) 水理計算

検討区域の 5 橋梁位置にて、各種水理量と橋梁洗掘量を確認するために、平均流量条件下で、一次元水理解析を行う。一次元水理解析は、米軍陸軍工兵隊によって開発された HEC-RAS（水文技術センター河川解析システム）を使用する。

5 橋梁位置の水理計算モデルを図 3-27 から 図 3-31 に示す。水理計算用断面は地形測量結果を利用して計算する。

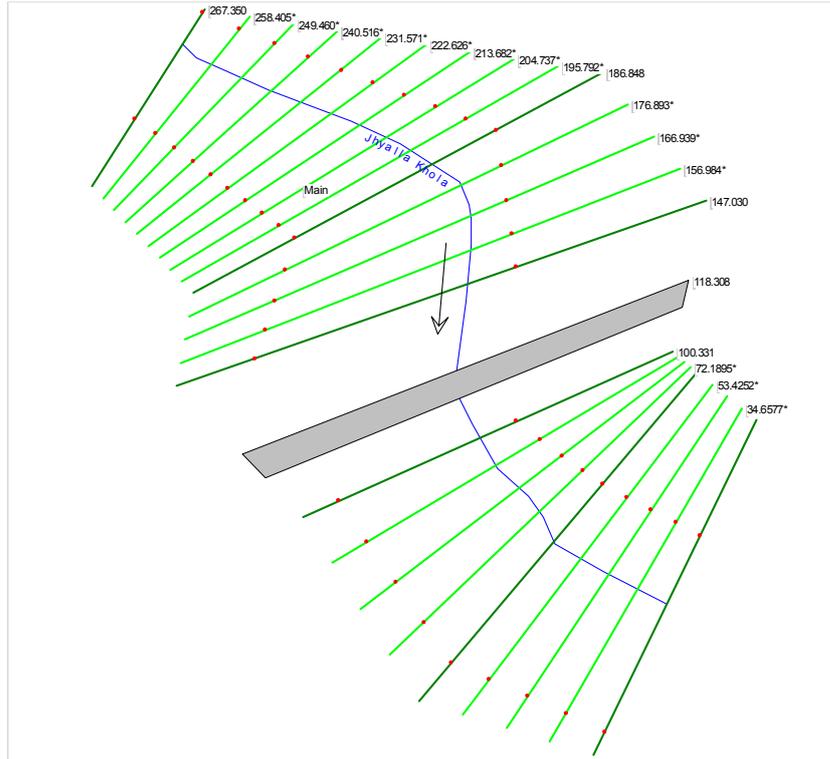
Hydraulic analysis is performed under the following conditions and the hydraulic profiles as its result are shown in 水理解析は下記条件にて行われ、計算結果としての水理縦断を図 3-32 から図 3-36 に示す。

- 計算ケース - 「橋梁無し」と「橋梁有り」の 2 ケース
- 流出量 - 渇水量, 低水量, 平水量, 2, 10, 50, 100 年確率洪水量および 100 年確率土石流量（設計規模は No.1 から No.4 橋梁には 100 年確率洪水の土石流量、Daraudi 本川の No.5 橋梁には通常の 100 年確率洪水量を適用する）



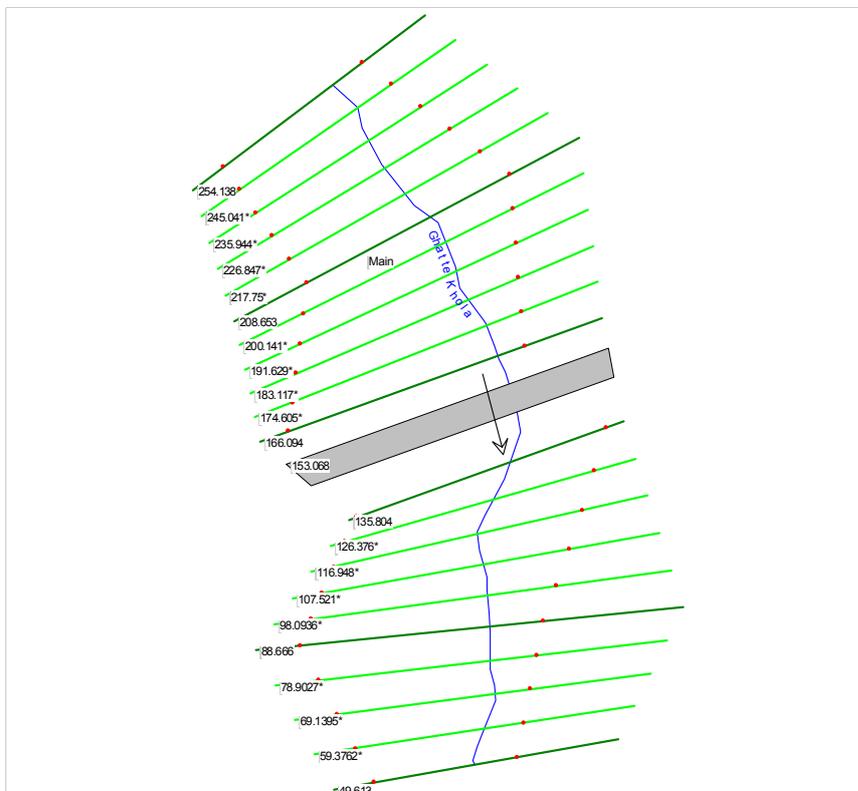
出典: 調査団

図 3-27 No.1 橋梁の水理計算モデル(Khahare 川)



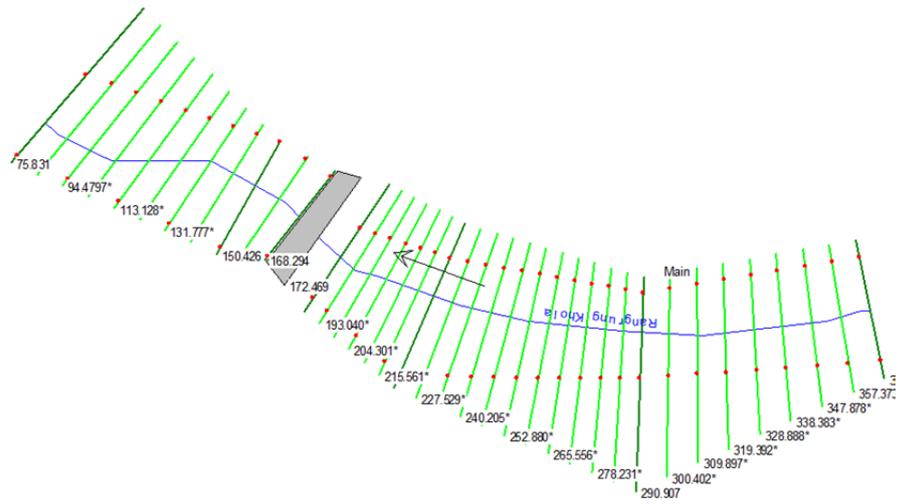
出典: 調査団

図 3-28 No.2 橋梁の水理計算モデル(Jhyalla 川)



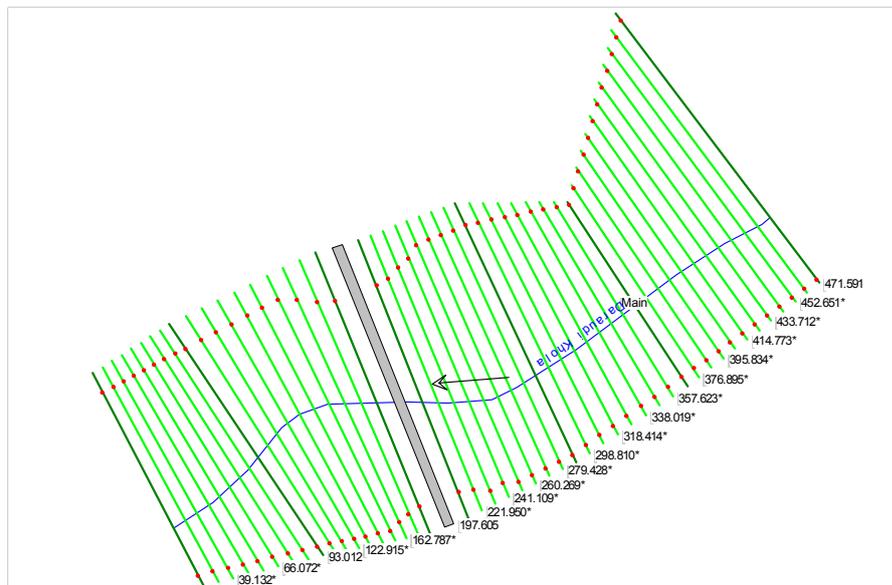
出典: 調査団

図 3-29 No.3 橋梁の水理計算モデル(Ghatte 川)



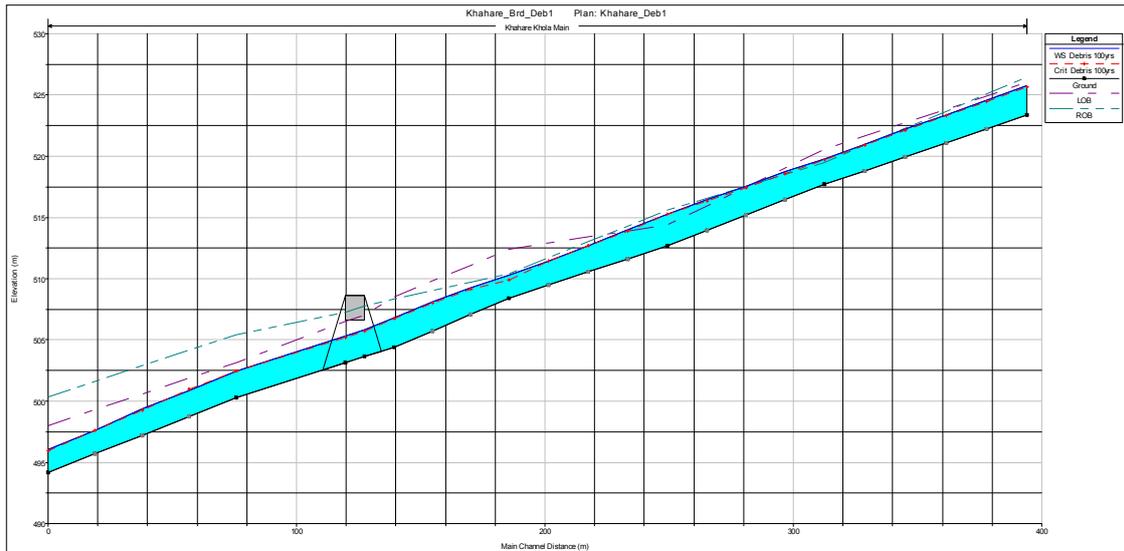
出典: 調査団

図 3-30 No.4 橋梁の水理計算モデル(Rangrung 川)



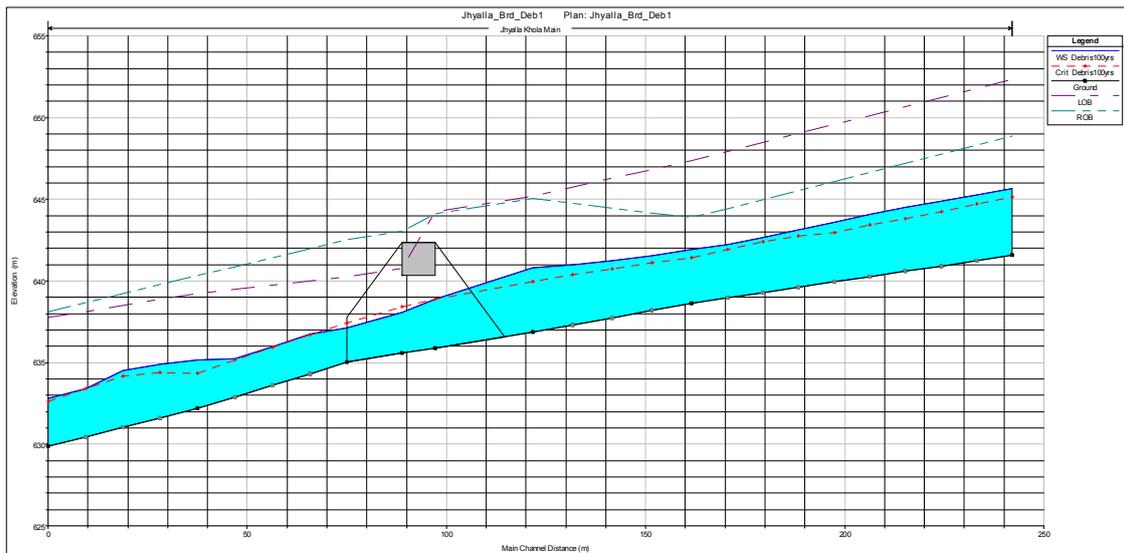
出典: 調査団

図 3-31 No.5 橋梁の水理計算モデル(Daraudi 川)



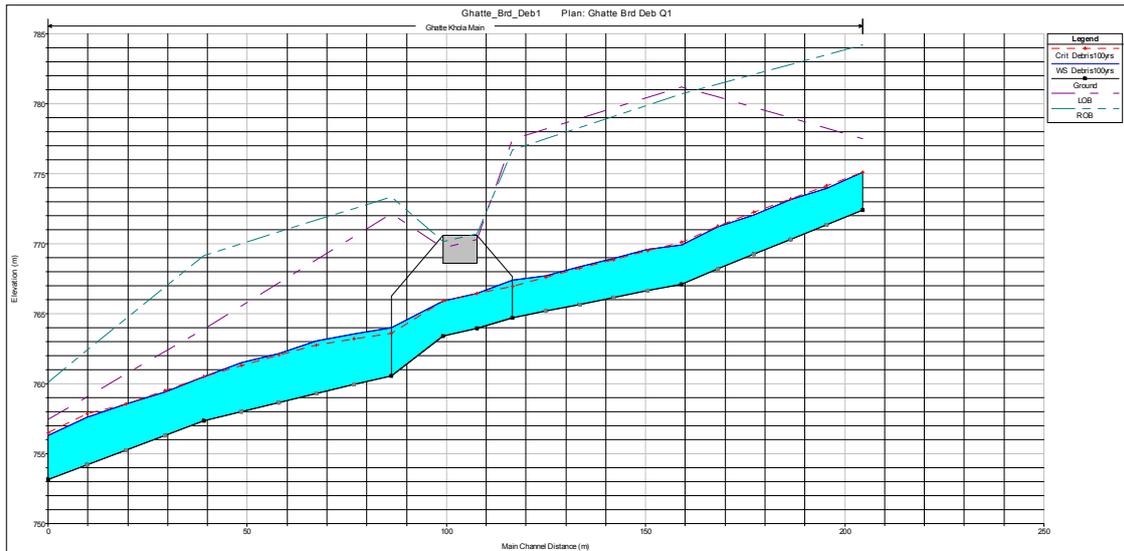
出典: 調査団

図 3-32 No.1 橋梁の水理計算結果 (水理縦断) (Khahare 川)



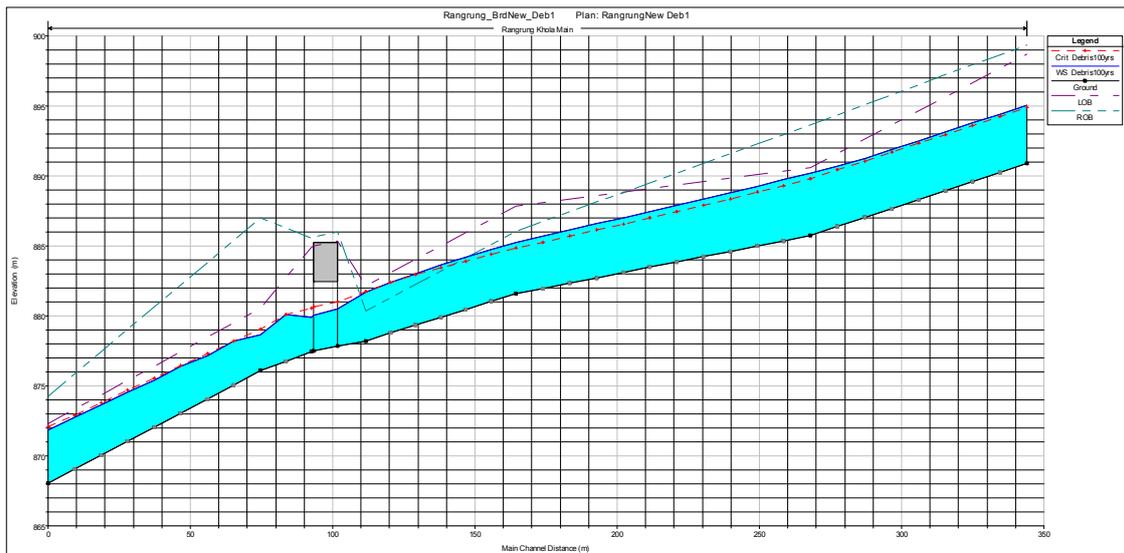
出典: 調査団

図 3-33 No.2 橋梁の水理計算結果 (水理縦断) (Jhyalla 川)



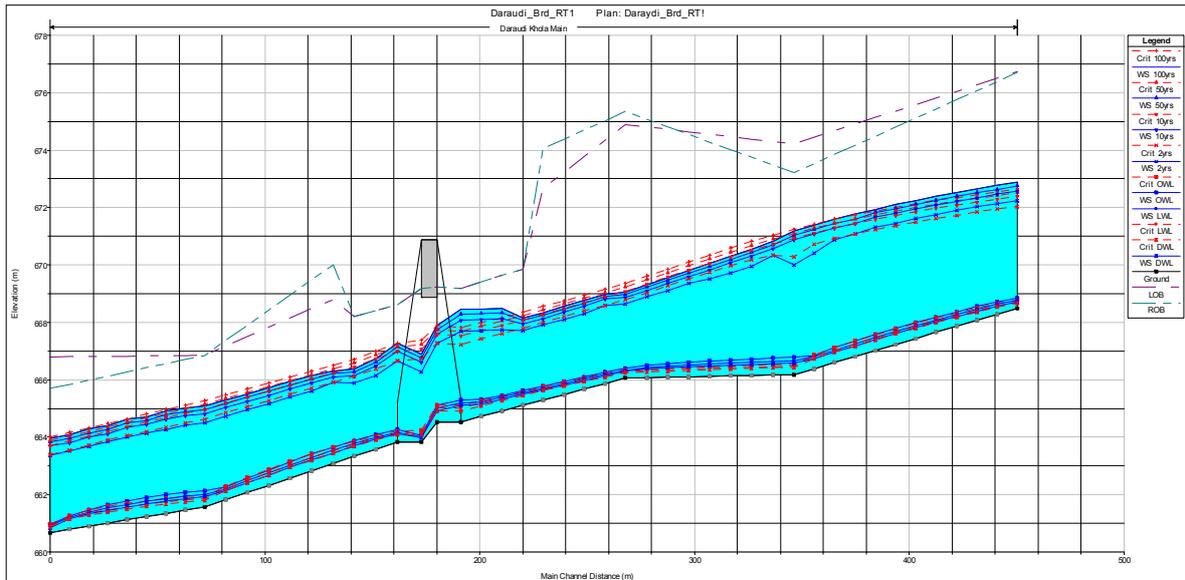
出典: 調査団

図 3-34 No.3 橋梁の水力計算結果 (水力縦断) (Ghatte 川)



出典: 調査団

図 3-35 No.4 橋梁の水力計算結果 (水力縦断) (Rangrung 川)



出典: 調査団

図 3-36 No.5 橋梁の水理計算結果 (水理縦断) (Daraudi 川)

(ii) 計画橋梁位置での設計洪水水位 (HFL)

各計画橋梁位置の設計洪水水位 (HFL) を表 3-24 に示す。設計確率年の規模は、4 橋梁には土石流を見込んだ 100 年確率洪水、Daraudi 川 (No.5) 橋梁には (土石流なしの) 100 年確率洪水を適用する。

表 3-24 各計画橋梁位置での設計洪水水位 (HFL)

| Bridge No. | Chainage | Bridge (River) Name | Bridge Width (m) | Bridge Up Chainage | Water Level with Bridge (existing) | | | | | | | |
|---------------------------|----------|---------------------|------------------|--------------------|------------------------------------|--------|--------|--------|--------|---------------|----------|--------------|
| | | | | | Debris 100yrs | 100yrs | 50yrs | 10yrs | 2yrs | Ordinary Dis. | Low Dis. | Drought Dis. |
| Barakilo - Barpak Road | | | | | | | | | | | | |
| 1 | km16 | Khahare Khola | 8.45 | 0+129.218 | 505.99 | 504.89 | 504.84 | 504.78 | 504.64 | 503.86 | 503.84 | 503.83 |
| 2 | km27 | Jhayalla Khola | 8.45 | 0+099.731 | 639.06 | 638.20 | 638.05 | 637.93 | 638.00 | 636.20 | 636.17 | 636.13 |
| 3 | km31 | Ghatte Khola | 8.45 | 0+108.095 | 766.49 | 765.47 | 765.45 | 765.41 | 765.29 | 764.15 | 764.12 | 764.10 |
| 4 | km37 | Rungrung Khola | 8.45 | 0+124.905 | 882.70 | 881.02 | 880.89 | 880.76 | 880.53 | 879.31 | 879.27 | 879.24 |
| District Road to Saurpani | | | | | | | | | | | | |
| 5 | km29 | Daraudi Khola | 7.20 | 0+180.033 | - | 667.89 | 667.75 | 667.59 | 667.28 | 665.11 | 665.01 | 664.92 |
| - | km29 | Daraudi Khola | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

出典: 調査団

3.1.5 設計条件

(1) 準拠指針

本計画においては、「ネ」国における以下の主要な規約、基準、ガイドラインを使用し設計条件を構成する。

- ネパール橋梁設計基準, 2010 : Nepal Bridge Standard – 2067 (DOR により 2010 年に制定)
- ネパール道路設計基準, 2013 (主要道路に関する基準・第 3 版): Nepal Road Standards

- 2070, Design Standards for Feeder Roads (Third Revision) (DOR により 2013 年に制定)
- ネパール地方道路設計基準 1998 (第 2 版 2014 年): Nepal Rural Road Standard (2055), 2nd Revision, 2071 (DOLIDAR により 2014 年に制定)
- その他: 日本国内土木設計基準

(2) 道路設計条件

(i) 道路種別

本プロジェクトは、DOR が管轄するバラキロ-バルパック道路 (以下、“本線”と称す) 沿いに建設される 4 か所の橋梁とダラウディ河を渡河する群道橋梁であるダラウディ橋で構成される。本線は、Feeder Road と規定されており計画交通量他より、Class III/IV となり、設計速度は 30km/時 (山地・急峻地形) を採用することとなる。また District Road に属する Daraudi 川渡河橋梁についても、新規に本線と接続することより、30km/時の設計速度を採用する。

表 3-25 道路種別

| 道路種別 | 概要 | 適用 |
|-----------------------|---|-------------------|
| 幹線道路 Feeder Road | 幹線道路は地方部における重要な道路である。これらは国道または他の幹線道路と地区中心地、主要な経済中心地や観光中心等のコミュニティとを接続する。 | ゴルカ・バルパック道路 |
| 地方道路 District Road | 地方道路は地域内の生産・市場地点を結び、地方道路相互や主要ハイウェイを接続する重要な路線である。 | スワラ・サウラパニ・バルパック道路 |

出典: 調査団

(ii) 道路規格と機能

本設計で採用する道路規格は、下表に基づきクラス III/IV とする。

表 3-26 道路規格

| 道路規格 | 概要 | 適用 |
|----------------------|---|-------------------|
| クラス III Class III | クラス III 道路は 20 年の推計期間で 2,000~5,000 PCU ※/日の交通量を有する。この規格の平地部に存する道路の標準となる適用設計速度は 80 ^{km} / _時 とする。 | ゴルカ・バルパック道路 |
| クラス IV Class IV | クラス IV の道路は 20 年の推計期間で 2,000PCU/日未満の交通量を有する。この規格の平地部に存する道路の標準となる適用設計速度は 60 ^{km} / _時 とする。 | スワラ・サウラパニ・バルパック道路 |

*PCU: Passenger Car Unit (乗用車換算台数)

出典: 調査団

(iii) 設計速度

本設計で採用する設計速度は、計画地点の地形と下表に基づき $V_s = 30\text{km/時}$ とする。

表 3-27 道路規格と設計速度

| 道路規格 | 平地 | 丘陵地 | 山地 | 急峻地 | 適用 |
|---------|-----|-----|----|-----|---|
| クラス I | 120 | 100 | 80 | 60 | ゴルカ・バルパック 道路およびスワラ・ サウラパニ・バルパ ック道路 |
| クラス II | 100 | 80 | 60 | 40 | |
| クラス III | 80 | 60 | 40 | 30 | |
| クラス IV | 60 | 40 | 30 | 20 | |

出典: 調査団

(iv) 最少曲線半径

本設計で採用する最少曲線半径は、下表に基づき $R_{min} = 30m$ とする。但しヘアピンカーブを採用する場合（ダラウディ橋梁部他）は、同基準に基づき、 $V_s = 20km/時$ の $R_{min} = 15m$ を最小値として用いることとする。

表 3-28 最小曲線半径規定

| 道路種別 | 設計速度 Km/時 | 最少曲線半径 m | | | 適用 |
|-------------------|--------------|-------------|---------|---------------------|---|
| | | 片勾配 2.5% | 片勾配 10% | 自動車運 走行性の最 大値 | |
| クラス III クラス IV | 80 | 440 | 210 | 190 | ゴルカ・バルパック 道路およびスワラ・ サウラパニ・バルパ ック道路 |
| | 60 | 200 | 110 | 190 | |
| | 40 | 70 | 40 | 90 | |
| | 30 | 30 | 20 | 50 | |
| | 20 | 20 | 10 | 30 | |

出典: 調査団

(v) 最急縦断勾配

本設計で採用する最急縦断勾配は、下表に基づき $i_{max} = 10\%$ とする。但し現況道路との接続部では、現道の引き出し勾配を用いることより、特例として規定値以上の値を採用する場合もある。

表 3-29 最急縦断勾配規定

| | | | | | | | |
|-----------|----|----|----|----|----|-----|-----|
| 設計速度 km/時 | 20 | 30 | 40 | 60 | 80 | 100 | 120 |
| 最急縦断勾配 % | 12 | 10 | 9 | 7 | 6 | 5 | 4 |

出典: 調査団

(vi) 車線幅員

本設計で採用する標準車線幅員は、下表に基づき 3.75m とする。

表 3-30 車道幅員規定

| 1 車線道路の車線幅員 m | 中位の道路の車線幅員 m | 多車線道路の車線の車線幅員 m |
|---------------|--------------|-----------------|
| 3.75 | 5.5 | 3.5 |

出典: 調査団

(vii) 路肩幅員

本設計で採用する標準路肩幅員は、現在、DOR により改良工事が実施されている本線の標準断面に基づき、それぞれ 1.875m とする。なお標準設計における標準幅員は、クラス III で 2.00m、クラス IV で 1.50m となっている。

(viii) 曲線部の拡幅

標準設計において曲線部の拡幅は、1 車線道路で $R=20-40m$ の場合、0.6m と規定している。一方、本設計では十分な路肩幅員を有することより、曲線部の拡幅は行わないものとする。

(3) 橋梁設計条件

上述した「ネ」国橋梁設計基準によると、橋梁に作用する荷重については、インドの IRC 基準に基づき設定するように求められている。そこで、本プロジェクトにおいても、移行に示すように、IRC 基準に基づいた条件設定を行っている。

(i) 活荷重

「Standard Specifications and Code of Practice for Road Bridges (IRC: 6-2014)」にて規定される Class 70R および Class A 荷重を適用する。

(ii) 地震荷重

同様に、「Standard Specifications and Code of Practice for Road Bridges (IRC: 6-2014)」に準拠し、以下に示すように設定する。

- 重要度係数 : 1.20
- 地域係数 : 0.36

(iii) 舗装荷重

「ネ」国においては、依然として、アスファルトコンクリートを使用した舗装の適用が一般的に行われていない。対象路線においても、一般土工部では、簡易舗装のみの適用であり、橋梁部においては、舗装がなされていない。そのため、本プロジェクトにおいても橋面舗装の適用は考慮しない。しかし、DOR によると、将来的には、アスファルトコンクリートを用いた舗装を全路線に適用する計画であるとの事である。そのため、将来的にアスファルトコンクリート舗装を敷設可能となるよう 75mm 厚の舗装荷重を考慮し橋梁設計を実施する。

(iv) 材料強度

本プロジェクトにおいて使用する各種材料の強度は下記の通りとする。

a) PC 上部工用コンクリートの設計基準強度

PC 上部工に用いるコンクリートの設計基準強度は、 $\sigma_{ck}=36N/mm^2$ とする。

b) 鉄筋コンクリートの設計基準強度

下部工、基礎工および地覆等鉄筋コンクリート部材に用いる鉄筋コンクリートの設計基準強度は、 $\sigma_{ck}=24\text{N/mm}^2$ とする。

c) 無筋コンクリートの設計基準強度

均しコンクリート及び歩道部間詰コンクリート等無筋コンクリート部材に用いるコンクリートの設計基準強度は、 $\sigma_{ck}=18\text{N/mm}^2$ とする。

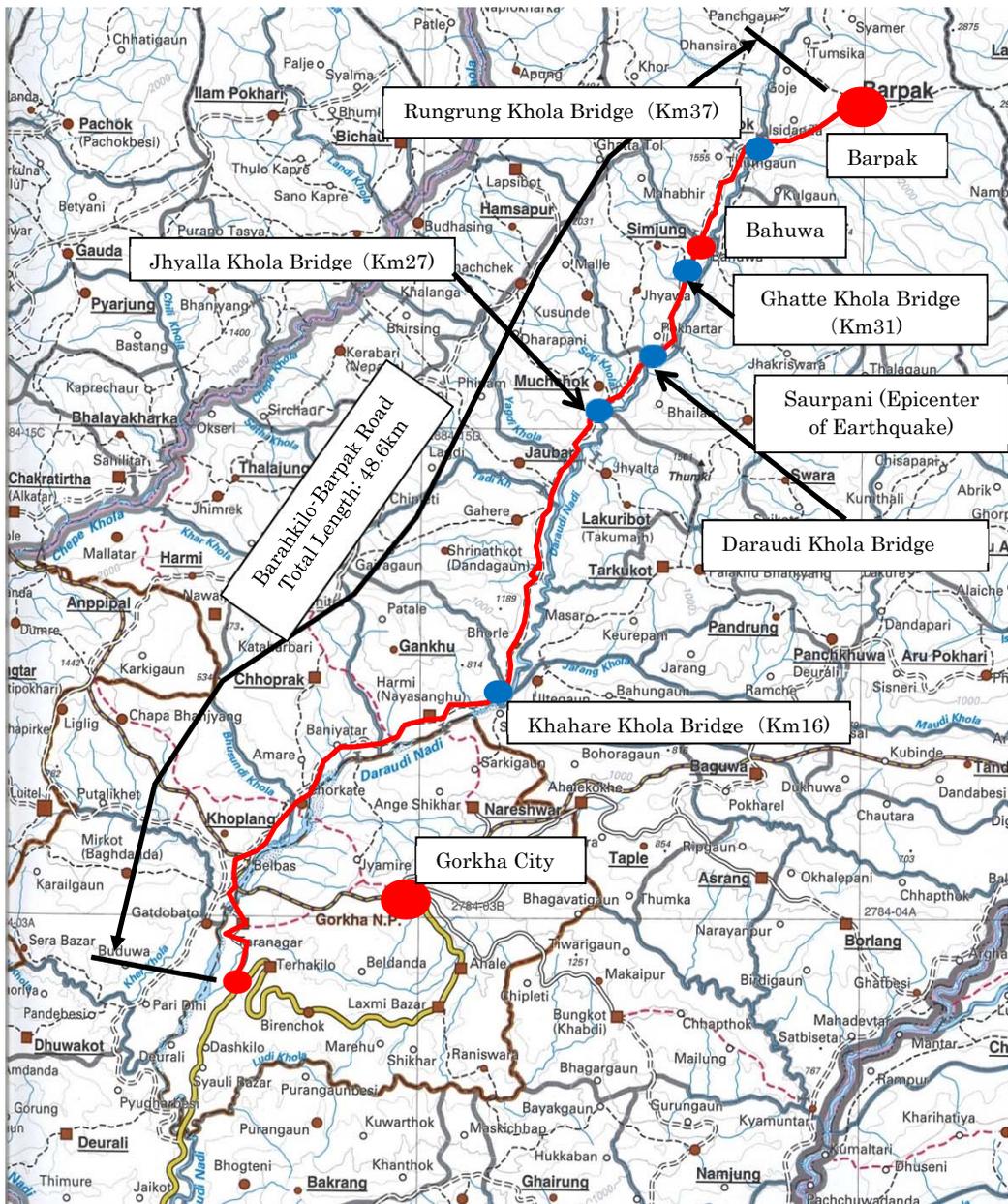
d) 鉄筋

「ネ」国における市場性を考慮し、インド基準である IS 1786:2008 に準拠した Grade 500 の鉄筋を使用する。

3.2 概略設計

3.2.1 対象橋梁

本プロジェクトでの対象となる 5 橋梁の位置について、図 3-37 の位置図に示す。また、各渡河地点における現況についても、以下に示す。



出典：調査団

図 3-37 対象橋梁位置図

(1) カーレ川渡河橋梁

カーレ川渡河橋梁計画はバラキローバルパック道路の Km16 地点に位置する。乾季では川の水量は僅かである一方、雨期には車両での渡河が難しい状況が多く見られる。現地状況は、現在の流速は約 3~4m/秒である。河床・河川敷では、数十 cm の大きさの岩礫が観察される。またカーレ川の左岸付近に 10 件程度の家屋、右岸では数百メートル離れた地点で 10 件程度の家屋が存する。

(2) ジャヤラ川渡河橋梁

ジャヤラ川渡河橋梁計画はバラキロ-バルパック道路の Km27 地点に位置する。川幅は約 10~15m、水深は 10 数 cm 程度、流速は約 2~3m/秒程度である。河床・河川敷では、数十 cm から 1m 程度の大きさの岩礫が観察される。またジャヤラ川の右岸付近に 10 件程度の家屋、渡河地点の上流の両岸で農地が存する。

(3) ガッテ川渡河橋梁

ガッテ川渡河橋梁計画はバラキロ-バルパック道路の Km31 地点に位置する。川幅は約 10~15m、水深は 10 数 cm 程度、速度は約 2~3m/秒である。河床・河川敷では、数十 cm から 1m 程度の大きさの岩礫が観察される。またガッテ川の右岸近傍に 100 件程度の村落があり、両岸付近には農地が広がっている。

(4) ラングルン川渡河橋梁

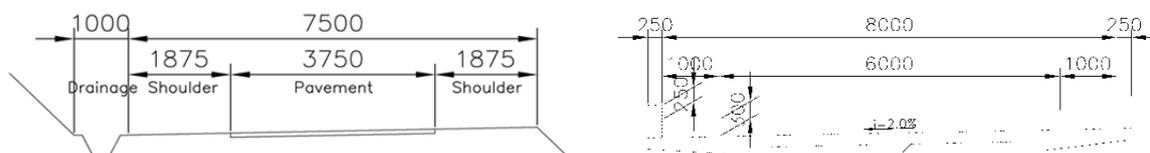
ラングルン川渡河橋梁計画はバラキロ-バルパック道路の Km37 地点に位置する。川幅は約 20m 程度、水深さは 10 数 cm 程度、流速は約 3m/秒である。河床・河川敷河では、数十 cm から 1m 程度の大きさの岩礫が観察される。またラングルン川付近は河川手前に民家が数件のみで、ほとんどは森林である。

(5) ダラウディ川渡河橋梁

ダラウディ川渡河橋梁計画はバラキロ-バルパック道路の Km29 地点、今回の地震の震源地であるサウラパニ村とバラキロ-バルパック道路とを結ぶ地点である。川幅は約 30m 程度、水深は 1~2m、流速は約 2~3m/秒である。計画地点付近には住宅は存してない。なお水力発電所の建設工事が、約 1km 下流で進行中である。

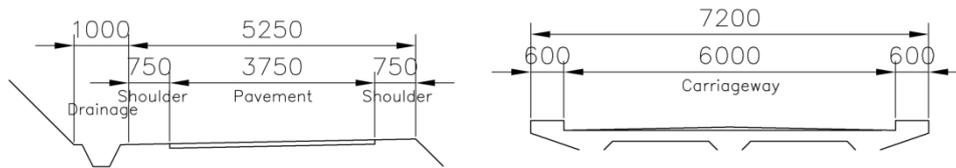
3.2.2 標準横断図

前項にて、整理した設計条件により、本プロジェクトに適用する標準横断図を下図に示す。



出典：調査団

図 3-38 本線部道路標準横断（土工部、橋梁部）



出典：調査団

図 3-39 郡道部道路標準横断（土工部、橋梁部）

3.2.3 道路概略設計

各道路・橋梁設計箇所における幾何構造採用値とコントロールポイントを以下に示す。本設計では、コントロールポイントとの調整や工事費の低減を念頭に設計を進めた。

(1) カーレ川渡河橋梁部平面縦断設計

| 道路種別 | 道路種別 | 設計速度 Km/時 | 最少曲線半径 m | | 最急縦断勾配 % | |
|---------------------|-------------|--------------|----------|---|----------|-------|
| | | | 規定最小値 | 採用値 | 規定最小値 | 採用値 |
| 幹線道路 Feeder Road | クラス III | 30 | 30 | 20 ヘアピンカーブ | 10 | 10.00 |
| コントロールポイント | | | | | | |
| 平面・縦断 | 測点 (Sta.) | コントロールポイント名称 | | 設計対応 | | |
| 平面 | 0+00 | 設計始点 | | 現道とセンターを合せるとともに 20m の距離で道路幅員、舗装を摺り付ける | | |
| | 0+30 - 0+55 | 橋梁部線形 | | 橋長を極力短くするためにヘアピンカーブ (R=20) を採用 | | |
| | 0+110 左右 | 民家 | | コントロールとして避ける | | |
| | 0+120 | 設計終点 | | 現道とセンターを合せるとともに 20m の距離で道路幅員、舗装を摺り付ける | | |
| 縦断 | 0+00 | 設計始点 | | 現道高さとも合わせる | | |
| | 0+30 - 0+55 | 橋梁部線形 | | HWL=505.80m の条件のもと、桁下余裕=1.0m、想定桁高=1.8m として、道路計画高 \geq 508.6m を条件に設計する | | |
| | 0+120 | 設計終点 | | 現道高さとも合わせる | | |

(2) ジャヤラ川渡河橋梁部平面縦断設計

| 道路種別 | 道路種別 | 設計速度 Km/時 | 最少曲線半径 m | | 最急縦断勾配 % | |
|---------------------|----------------|--------------|----------|--|----------|------|
| | | | 規定最小値 | 採用値 | 規定最小値 | 採用値 |
| 幹線道路 Feeder Road | クラス III | 30 | 30 | 60 | 10 | 5.25 |
| コントロールポイント | | | | | | |
| 平面・縦断 | 測点 (Sta.) | コントロールポイント名称 | | 設計対応 | | |
| 平面 | 0+00 | 設計始点 | | 現道とセンターを合せるとともに 20m の距離で道路幅員、舗装を摺り付ける | | |
| | 0+00 - 0+50 左右 | 始点側民家 | | コントロールとして避ける | | |
| | 0+70 左 | 養殖池 | | コントロールとして避けるとともに、ギャビオン工を設置し保護する | | |
| | 0+81 - 0+111 | 橋梁部線形 | | 橋長を極力短くするために河川と極力直行させる | | |
| | 0+140 右 | 民家 | | コントロールとして避ける | | |
| | 0+190 | 設計終点 | | 現道とセンターを合せるとともに 20m の距離で道路幅員、舗装を摺り付ける | | |
| 縦断 | 0+00 | 設計始点 | | 現道高さとも合わせる | | |
| | 0+81 - 0+111 | 橋梁部線形 | | HWL=638.84m の条件のもと、桁下余裕=1.0m、想定桁高=2.0m として、道路計画高 \geq 641.84m を条件に設計する | | |
| | 0+190 | 設計終点 | | 現道高さとも合わせる | | |

(3) ガッテ川渡河橋梁部平面縦断設計

| 道路種別 | 道路種別 | 設計速度 Km/時 | 最少曲線半径 m | | 最急縦断勾配 % | |
|---------------------|------------|--------------|----------|--|----------|------|
| | | | 規定最小値 | 採用値 | 規定最小値 | 採用値 |
| 幹線道路 Feeder Road | クラス III | 30 | 30 | 60 | 10 | 8.77 |
| コントロールポイント | | | | | | |
| 平面・縦断 | 測点 (Sta.) | コントロールポイント名称 | | 設計対応 | | |
| 平面 | 0+00 | 設計始点 | | 現道とセンターを合せるとともに 20m の距離で道路幅員、舗装を摺り付ける | | |
| | 0+00 右 | 始点側民家 | | コントロールとして避ける | | |
| | 0+39- 0+69 | 橋梁部線形 | | 橋長を極力短くするために河川と極力直行させる | | |
| | 0+106 右 | 民家 | | コントロールとして避ける | | |
| | 0+120 | 設計終点 | | 現道とセンターを合せるとともに 20m の距離で道路幅員、舗装を摺り付ける | | |
| 縦断 | 0+00 | 設計始点 | | 現道高さとも合わせる。現道勾配と合わせるため引き出し勾配が 20.73% と大きくなるが、縦断曲線長を長く(L=60m)し K 値を満足させる | | |
| | 0+39- 0+69 | 橋梁部線形 | | HWL=768.78m の条件のもと、桁下余裕=1.0m、想定桁高=2.0m として、道路計画高 \geq 768.78m を条件に設計する | | |
| | 0+120 | 設計終点 | | 現道高さとも合わせる | | |

(4) ラングルン川渡河橋梁部平面縦断設計

| 道路種別 | 道路種別 | 設計速度 Km/時 | 最少曲線半径 m | | 最急縦断勾配 % | |
|---------------------|-------------|--------------|----------|---|----------|------|
| | | | 規定最小値 | 採用値 | 規定最小値 | 採用値 |
| 幹線道路 Feeder Road | クラス III | 30 | 30 | 200 | 10 | 7.00 |
| コントロールポイント | | | | | | |
| 平面・縦断 | 測点 (Sta.) | コントロールポイント名称 | | 設計対応 | | |
| 平面 | 0+00 | 設計始点 | | 現道とセンターを合せるとともに20mの距離で道路幅員、舗装を摺り付ける。民家(納屋)を避けるため摺り付け部を折った線形とする | | |
| | 0-07 左 | 始点側民家 | | コントロールとして避ける | | |
| | 0+35-0+55 右 | 地山 | | 地山の切土を避ける | | |
| | 0+60- 0+110 | 橋梁部線形 | | 施工性を考慮し橋梁を大きな線形(R=200)内に配置する | | |
| | 0+110-0+130 | 地山 | | 地山の切土を避ける | | |
| | 0+150 | 設計終点 | | 現道とセンターを合せるとともに20mの距離で道路幅員、舗装を摺り付ける | | |
| 縦断 | 0+00 | 設計始点 | | 現道高さとも合わせる。現道勾配と合わせるため引き出し勾配が22.17%と大きくなるが、縦断曲線長を長く(L=60m)しK値を満足させる | | |
| | 0+60- 0+110 | 橋梁部線形 | | HWL=881.34mの条件のもと、桁下余裕=1.0m、想定桁高=2.8mとして、道路計画高 \geq 885.14mを条件に設計する | | |
| | 0+120 | 設計終点 | | 現道高さとも合わせる | | |

(5) ダラウディ川渡河橋梁部平面縦断設計

| 道路種別 | 道路種別 | 設計速度 Km/時 | 最少曲線半径 m | | 最急縦断勾配 % | |
|-----------------------|--------------|--------------|-------------------|---|----------|------|
| | | | 規定最小値 | 採用値 | 規定最小値 | 採用値 |
| 地方道路 District Road | クラス IV | 30 | 30 15(ヘアピンカーブ) | 200 15 | 10 | 7.65 |
| コントロールポイント | | | | | | |
| 平面・縦断 | 測点 (Sta.) | コントロールポイント名称 | | 設計対応 | | |
| 平面 | 0+00 | 設計始点 | | ゴルカ・バラキロ道路と三枝平面交差を形成する。交差点付近として車両の転回を考慮しR=15を採用する | | |
| | 0+140 付近 | A1 アバット付近 | | 橋梁が直橋となるようヘアピンカーブ(R=15)を採用 | | |
| | 0+156- 0+288 | 橋梁部線形 | | 施工性を考慮し橋梁を直橋とする | | |
| | 0+300 付近 | A2 アバット付近 | | 橋梁が直橋となるようヘアピンカーブ(R=15)を採用 | | |
| | 0+320 | 設計終点 | | 現道とセンターを合せるとともに20mの距離で道路幅員、舗装を摺り付ける。地山と整合させる | | |
| 縦断 | 0+00 | 設計始点 | | ゴルカ・バラキロ道路の高さに合わせる。交差点付近の緩勾配 $i \leq 2.5\%$ (採用値は $i=1.5\%$)を満足させる | | |
| | 0+00-0+150 | 橋梁アプローチ部 | | HWLを満足する線形とする | | |
| | 0+200.5 | 現道との交差 | | 現道の車両通行を考慮し、H=3mの桁下空間を確保する | | |
| | 0+156- 0+288 | 橋梁部線形 | | HWL=667.37mの条件のもと、桁下余裕=1.5m、想定桁高=2.0mとして、道路計画高 \geq 670.87mを条件に設計する | | |
| | 0+320 | 設計終点 | | 現道高さとも合わせる | | |

3.2.4 橋梁概略設計

(1) 橋梁計画の基本方針

以下に示す方針に基づき、橋梁計画を実施する。

- Build Back Better の理念に基づき、耐震性や耐久性に優れた工法や使用材料を選定する。
- ダラウディ河を除く 4 河川については、河床勾配も急峻であり、洪水時に流木や流石が生じる可能性が高い。そのため、単径間橋梁とし、流木や流石の影響を極力避けた計画とする。

(2) 上部工形式検討

(i) 橋梁 1 次形式検討

道路線形および河川条件の検討の結果、各橋梁における必要支間長を以下に示す。

- カーレ橋：25m
- ジャヤラ橋：30m
- ガッテ橋：30m
- ラングルン橋：50m

この支間長に対して適用が可能な橋梁形式を、表 3-31 に示す上部工形式と推奨適用支間長の関係より、求める。

表 3-31 上部工形式と適用支間表

| 上部工形式 | 適用支間長 [m] | | | 桁高・支間比 |
|-------|-----------|------|------|--------|
| | 50m | 100m | 150m | |
| 鋼桁橋 | 単純合成鈹桁 | ■ | | 1/18 |
| | 単純鈹桁 | ■ | | 1/17 |
| | 単純箱桁 | ■ | | 1/22 |
| | 単純トラス | | ■ | 1/9 |
| | 逆ランガー桁 | | ■ | 1/6.5 |
| | 逆ローゼ桁 | | ■ | 1/6.5 |
| | アーチ | | ■ | 1/6.5 |
| PC 橋 | プレテン桁 | ■ | | 1/22 |
| | 中空床版 | ■ | | 1/18 |
| | 2 主桁 | ■ | | 1/18 |
| | 単純 T 桁 | ■ | | 1/18 |
| | 単純箱桁 | ■ | | 1/18 |
| | π 形ラーメン | ■ | | 1/32 |

出典：調査団

上表より、支間長より定まる推奨上部工形式としては、以下の橋種が考えられる。

- 鋼桁橋(支間長：30m 及び 50m)：単純合成鈹桁、単純鈹桁、単純箱桁
- PC 橋(支間長：30m)：中空床版、2 主桁、T 桁、単純箱桁
- PC 橋(支間長：50m)：単純箱桁、π 形ラーメン

(ii) 橋梁 2 次形式検討

橋梁 1 次形式検討により選定された上部工形式について、比較検討をした結果を表 3-32 に示す。同表より、支間長 30m では、PC2 主桁橋、50m では、PC 箱桁橋が妥当であると考えらる。

表 3-32 橋梁 2 次形式比較検討表

| 上部工形式 | 評価 | 判定 |
|-----------------|--|----|
| 鋼桁橋 単純合成鉄桁 | - 主構造の多くが日本国内で生産されるため、海上輸送や内陸輸送が必要であり、PC 桁に比べ経済的に不利となる。 - 施工箇所が山間部の狭隘な場所に位置しており、部材の輸送に問題がある。 - 床版、鋼桁、支承等維持管理の煩雑な構造が多い。 | × |
| 鋼桁橋 単純鉄桁 | - 同上 | × |
| 鋼桁橋 単純箱桁 | - 同上 | × |
| PC 橋 中空床版 | - 現場打ちの工法であり、山間部の資材輸送に問題がない。 - 中空部材を輸入する必要がある。追加のコストが必要となる。 | × |
| PC 橋 2 主桁 | - 現場打ちの工法であり、山間部の資材輸送に問題がない。 | ○ |
| PC 橋 T 桁 | - 桁製作後、各橋梁施工箇所までの桁輸送に問題がある。ある。 - 「ネ」国内には、PC 桁を吊上げする設備がなく、必要資機材を輸入することになり、輸送費等、経済的に不利となる。 | × |
| PC 橋 箱桁 | - 現場打ちの工法であり、山間部の資材輸送に問題がない。 | ○ |
| PC 橋 π 形ラーメン | - 現場打ちの工法であり、山間部の資材輸送に問題がない。 - 斜材部が河川断面を侵さないよう縦断を上げる必要がある、経済的に不利となる。 | × |

出典：調査団

(3) 基礎工形式

プロジェクト対象地域は、地盤条件が良好であり、地表面以下 1~2m で、礫層が確認できる。そのため、本橋梁の基礎形式としては、直接基礎を適用する。

3.2.5 概略設計結果

概略設計結果を下表にまとめる。なお、概略設計図面については、添付資料-2 に添付する。

表 3-33 概略設計結果一覧

| 橋梁名称 | 橋長 [m] | 取付道路延長 [m] | 橋梁形式 |
|--------|--------------|------------------|---------|
| カーレ橋 | 25 | 始点側：30m 終点側：65m | PC2 主桁橋 |
| ジャヤラ橋 | 30 | 始点側：81m 終点側：79m | PC2 主桁橋 |
| ガッテ橋 | 30 | 始点側：39m 終点側：51m | PC2 主桁橋 |
| ラングルン橋 | 50 | 始点側：60m 終点側：40m | PC 箱桁橋 |
| ドラウディ橋 | 134 (4@32.5) | 始点側：154m 終点側：32m | PC2 主桁橋 |

出典：調査団

3.2.6 護岸概略設計

(1) 概要

護岸や堤防建設の主たる目的は、洪水状況から橋梁を守るためであり、より多くの河岸浸食を発生させないことを意図するものである。副次的効果としては既往の保全区域内の農地やインフラなどを守ることである。

計画 5 橋梁の場合、河床勾配が非常に急勾配であり、流速は非常に高速であるために、流況はほぼ射流の条件下で、侵食の危険性は高い。また、Daraudi 橋梁を除く 4 橋梁では土石流の危険性も高い。(25 年前に Khahare 橋の計画対象地域では、実際にあったこととして土石流が発生している。)

土石流の制御方法には、(i) 土石流の運動を開始させない、(ii) 運動を開始した土石流を成長させない、(iii) 土石流の勢力を減じ停止させる、という 3 つの方法が一般に考えられる。

それぞれの区域ごとの主たる土石流対策工をもとめると以下のとおりである。

- ✓ 発生域：土留め工、床固工、谷止工など
- ✓ 流下域：貯砂型砂防ダム工、透過型砂防ダム工、サンドポケットなど
- ✓ 堆積域：護岸工、導流工、流路工、ダム工など

砂防ダムは土石流対策の最も主要な手段であり、土石流を停止・堆積させるという貯留機能の他、流送土砂量調節機能、浸食防止機能、運搬形式変換機能、粒径分級機能がある。しかしながら、その対策工は大規模で且つ施工費用も膨大である。

本検討において、プロジェクトの主目的は地震に対する強度を有する橋梁の建設であり、土石流は橋梁開口部を通過させることを第一義的な目標として設定するものとする。(土石流を通過させる対策は、トータルの橋梁コストを低減させる。また、抜本的対策、つまり、構造物対策や土石流の警戒／避難体制の整備は別のプロジェクトとして考慮すべきである。) よって、土石流の通過機能のみを持つ護岸工を検討するものとする。

(2) 洗掘計算

橋梁の破損の最も一般的な原因は、橋梁基礎(橋台および橋脚)廻りの河床材料を侵食する洪水に因る場合が多い。よって、安全な橋梁設計としては橋梁の耐用年数の中で起こり得る洗掘状況を考慮すべきである。HEC-RAS の定常流解析による洗掘量の想定では、発生し得る最大流出量と高水位を用いて米国連邦道路庁(FHWA)の水理工学通達 No.18 (HEC-18)に基づいて行われる(図 3-40 参照)。

洗掘量の想定結果を表 3-34 に示す。Daraudi 橋梁においては、一部の流れを阻害する道路盛土建設による浸食や水理損失を軽減するために、河川工事(RTW)を実施する。よって、この表の結果には RTW 施工後の結果を示す。

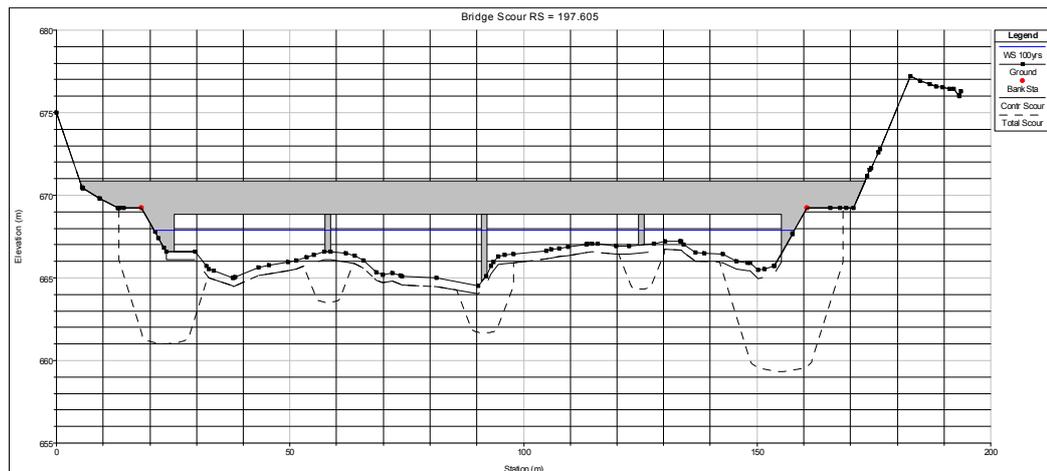
全ての橋梁にて、想定された橋梁洗掘深さは比較的大きく、各橋梁の河岸／河床は適切な防護工(布団籠や捨石等)により防護する必要がある。

表 3-34 橋梁洗掘量の演算結果

| Location | Scouring Items | No.1 | No.2 | No.3 | No.4 | No.5 |
|-------------------------------|-------------------|------------------|-------------------|-----------------|-------------------|------------------|
| | | Khahare Khola | Jhayalla Khola | Ghatte Khola | Rungrung Khola | Daraudi Khola |
| Abutment-1 (Left Bank) | Contraction Scour | 0.01 | 1.14 | 0.06 | 0.60 | 0.50 |
| | Local Scour | - | 1.55 | - | - | 5.07 |
| | Total Scour | 0.01 | 2.69 | 0.06 | 0.60 | 5.57 |
| Pier-1 | Contraction Scour | - | - | - | - | 0.50 |
| | Local Scour | - | - | - | - | 2.57 |
| | Total Scour | - | - | - | - | 3.07 |
| Pier-2 | Contraction Scour | - | - | - | - | 0.50 |
| | Local Scour | - | - | - | - | 2.84 |
| | Total Scour | - | - | - | - | 3.34 |
| Pier-3 | Contraction Scour | - | - | - | - | 0.50 |
| | Local Scour | - | - | - | - | 2.18 |
| | Total Scour | - | - | - | - | 2.68 |
| Abutment-2 (Right Bank) | Contraction Scour | 0.01 | 1.14 | 0.06 | 0.60 | 0.50 |
| | Local Scour | 4.87 | 5.31 | - | 6.96 | 6.61 |
| | Total Scour | 4.88 | 6.45 | 0.06 | 7.56 | 7.11 |
| Remarks | | | | | | with RTW |

Note. Flow condition is under 100-years flood with debris-flow for 4 bridges except Daraudi and 100-years flood for Daraudi Bridge.

出典: 調査団



出典: 調査団

図 3-40 Daraudi 橋梁洗掘の計算例

(3) 洗掘対策

河床の侵食および洗掘防護工としては、柔軟性のある護岸タイプが最も望ましいものであることから、捨石や布団籠タイプが選択肢として考慮される。しかしながら、捨石防護工を採用すると、その必要捨石サイズは非常に大きくなり、施工が難である。（例えば、捨石の平均粒径は、堤防と水平面との勾配を「1:2」と仮定すると 1.0 m から 3.2 m のサイズを必要とする。表 3-35 参照。）したがって、侵食に対する許容流速が比較的高い布団籠防護工を標準の護岸タイプとして採用される。布団籠の許容最大流速は、「砂利混り(小丸石)の河床材料の条件下で 6 m/s である。（亜鉛メッキかビニール被覆の鉄線が採用さ

れても、将来、劣化する恐れもあるし、個々の籠が下流へ動いたり、高速流の使用条件下で材料の籠が変形する恐れがある。よって、結果として信頼性が失われるため、定期的に布団籠のメンテナンスや交換を要する。) Rangrung 川橋梁についてのみ、その地盤は堅固な基礎であり、流速も最も速いことから、コンクリート護岸工を採用する。

護岸タイプは、設置される部位によって3タイプに分ける、護岸の標準横断を図3-41から図3-43に示す。

表 3-35 捨石の平均粒径(D50)の計算サイズ(参考)

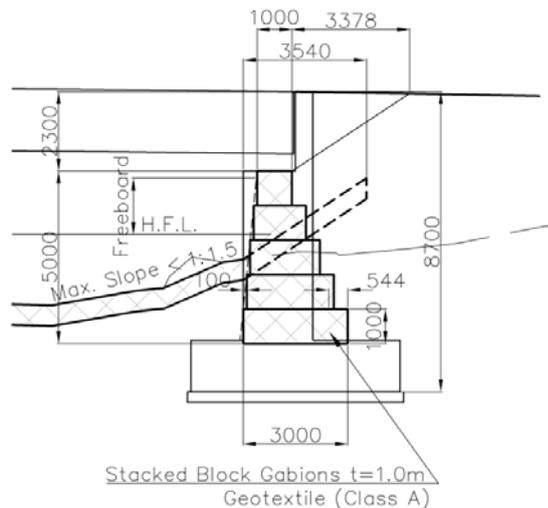
Installation slope of riprap = 1: 2

| No. | Location | | Slope of Stream Bed | | Velocity V (m/s) | Average Flow Depth d_{avg} (m) | Bank angle with horizontal θ (H: L) (1: m) | Riprap material's angle of repose ϕ (deg.) | Coefficient K_1 | Correction factor C | Median Riprap particle size D_{50} (m) | Remarks |
|---------------------------|----------------|-----------|-----------------------|-----------------------|------------------------|--|--|--|----------------------|---------------------------|--|---------|
| | | | Upstream 200m | Downstream 100m | | | | | | | | |
| | | | $\tan\theta$ (m/m) | $\tan\theta$ (m/m) | | | | | | | | |
| Barakilo - Barpak Road | | | | | | | | | | | | |
| 1 | Khahare Khola | 0+000.355 | 0.07142 | 0.07012 | 5.44 | 0.61 | 2.0 | 41.0 | 0.73 | 1.00 | 1.96 | |
| 2 | Jhayalla Khola | 0+000.866 | 0.03831 | 0.06485 | 5.03 | 1.41 | 2.0 | 41.0 | 0.73 | 1.00 | 1.02 | |
| 3 | Ghatte Khola | 0+000.461 | 0.08615 | 0.11851 | 4.90 | 0.69 | 2.0 | 41.0 | 0.73 | 1.00 | 1.34 | |
| 4 | Rungrung Khola | 0+002.138 | 0.06689 | 0.10219 | 7.04 | 1.06 | 2.0 | 41.0 | 0.73 | 1.00 | 3.22 | |
| District Road to Saurpani | | | | | | | | | | | | |
| 5 | Daraudi Khola | 0+013.313 | 0.01396 | 0.02565 | 5.76 | 1.31 | 2.0 | 41.0 | 0.73 | 1.00 | 1.58 | |

Installation slope of riprap = 1: 0 (0 deg.)

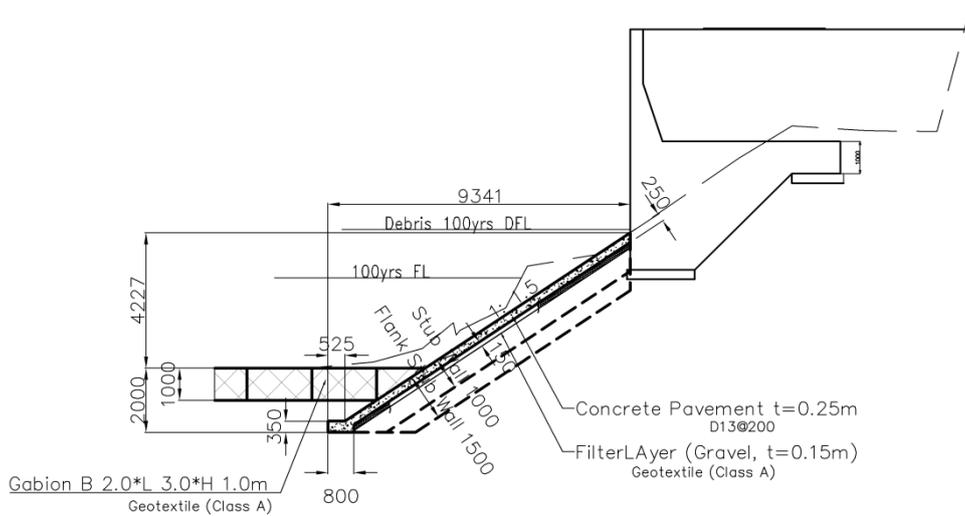
| No. | Location | | Slope of Stream Bed | | Velocity V (m/s) | Average Flow Depth d_{avg} (m) | Bank angle with horizontal θ (H: L) (1: m) | Riprap material's angle of repose ϕ (deg.) | Coefficient K_1 | Correction factor C | Median Riprap particle size D_{50} (m) | Remarks |
|---------------------------|----------------|-----------|-----------------------|-----------------------|------------------------|--|--|--|----------------------|---------------------------|--|---------|
| | | | Upstream 200m | Downstream 100m | | | | | | | | |
| | | | $\tan\theta$ (m/m) | $\tan\theta$ (m/m) | | | | | | | | |
| Barakilo - Barpak Road | | | | | | | | | | | | |
| 1 | Khahare Khola | 0+000.355 | 0.07142 | 0.07012 | 5.44 | 0.61 | 99999.0 | 41.0 | 1.00 | 1.00 | 1.22 | |
| 2 | Jhayalla Khola | 0+000.866 | 0.03831 | 0.06485 | 5.03 | 1.41 | 99999.0 | 41.0 | 1.00 | 1.00 | 0.64 | |
| 3 | Ghatte Khola | 0+000.461 | 0.08615 | 0.11851 | 4.90 | 0.69 | 99999.0 | 41.0 | 1.00 | 1.00 | 0.84 | |
| 4 | Rungrung Khola | 0+002.138 | 0.06689 | 0.10219 | 7.04 | 1.06 | 99999.0 | 41.0 | 1.00 | 1.00 | 2.01 | |
| District Road to Saurpani | | | | | | | | | | | | |
| 5 | Daraudi Khola | 0+013.313 | 0.01396 | 0.02565 | 5.76 | 1.31 | 99999.0 | 41.0 | 1.00 | 1.00 | 0.99 | |

出典: 調査団



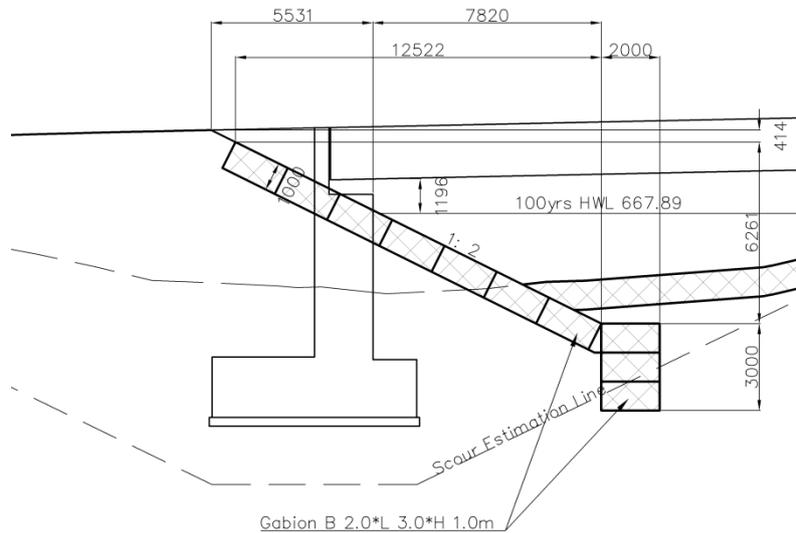
出典: 調査団

図 3-41 橋梁の積み布団籠護岸の標準断面



出典：調査団

図 3-42 Rangrung 橋梁のコンクリート護岸の標準断面



出典：調査団

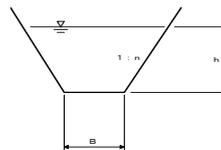
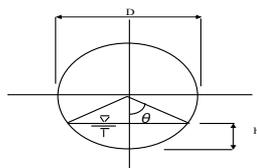
図 3-43 Daraudi 橋梁の布団籠護岸の標準断面

(4) 仮排水路工

各橋梁の施工期間には、その建設が開削工法によって行われるため、河川の本流は迂回させる。仮排水路工の規模は、一般に、施工期間中の統計上の最大流量を考慮することにより決定する。本検討では、Chepe 川の過去 20 年間の統計上の排水面積当たり流量の中で、年間最大流量から 125 番目の日流量（すなわち、年間最小値から 240 日目の流量）を施工期間の基準となる流量として採用する。各橋梁の仮排水路工の大きさ／寸法を表 3-36 に示す。

表 3-36 仮排水路工の水理計算と断面

| Bridge Name / Items | 125th Average Q during 20 yrs records | 125th Average Q during 20 yrs records | 125th Maximum Q during 20 yrs records | 125th Maximum Q during 20 yrs records | Remarks |
|----------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|------------------------|
| No.1 Khahare Khola Bridge | | | | | |
| • Circular section item | | | | | |
| Total flow rate | Q= 0.355 | 0.355 | 0.591 | 0.591 | (m3/s) |
| Cell No. | N= 2 | 1 | 2 | 1 | |
| flow rate: | Q= 0.178 | 0.355 | 0.295 | 0.591 | (m3/s) |
| Diameter: | D= 0.60 | 0.60 | 0.60 | 0.60 | (m) |
| Roughness coefficient : | n= 0.024 | 0.024 | 0.024 | 0.024 | Coorrugated-metal pipe |
| Gradient of channel: | I= 70.12 | 70.12 | 70.12 | 70.12 | (%) Existing slope |
| • Calculation result | | | | | |
| neutral depth : | h= 0.183 30.5% | 0.265 44.2% | 0.239 39.9% | 0.360 59.9% | (m) |
| Area : | A= 0.073 | 0.121 | 0.105 | 0.177 | (m2) |
| hydraulic radius : | R= 0.104 | 0.138 | 0.128 | 0.166 | (m) |
| Water Velocity : | V= 2.437 | 2.948 | 2.807 | 3.339 | (m/s) |
| full bobbin flow rate | Qm= 0.881 | 0.881 | 0.881 | 0.881 | (m3/s) |
| Frude No.: | Fr= 2.144 | 2.094 | 2.118 | 1.945 | |
| surface width : | T= 0.552 | 0.596 | 0.588 | 0.588 | (m) |
| No.2 Jhayalla Khola Bridge | | | | | |
| • Circular section item | | | | | |
| Total flow rate | Q= 0.866 | 0.866 | 1.440 | 1.440 | (m3/s) |
| Cell No. | N= 2 | 1 | 2 | 1 | |
| flow rate: | Q= 0.433 | 0.866 | 0.720 | 1.440 | (m3/s) |
| Diameter: | D= 0.60 | 0.80 | 0.80 | 1.00 | (m) |
| Roughness coefficient : | n= 0.024 | 0.024 | 0.024 | 0.024 | Coorrugated-metal pipe |
| Gradient of channel: | I= 38.31 | 38.31 | 38.31 | 38.31 | (%) Existing slope |
| • Calculation result | | | | | |
| neutral depth : | h= 0.358 59.6% | 0.455 56.9% | 0.406 50.8% | 0.539 53.9% | (m) |
| Area : | A= 0.176 | 0.295 | 0.256 | 0.432 | (m2) |
| hydraulic radius : | R= 0.166 | 0.216 | 0.202 | 0.262 | (m) |
| Water Velocity : | V= 2.463 | 2.935 | 2.807 | 3.337 | (m/s) |
| full bobbin flow rate | Qm= 0.651 | 1.402 | 1.402 | 2.542 | (m3/s) |
| Frude No.: | Fr= 1.441 | 1.536 | 1.584 | 1.620 | |
| surface width : | T= 0.589 | 0.792 | 0.800 | 0.997 | (m) |
| No.3 Ghatte Khola Bridge | | | | | |
| • Circular section item | | | | | |
| Total flow rate | Q= 0.461 | 0.461 | 0.767 | 0.767 | (m3/s) |
| Cell No. | N= 2 | 1 | 2 | 1 | |
| flow rate: | Q= 0.231 | 0.461 | 0.383 | 0.767 | (m3/s) |
| Diameter: | D= 0.60 | 0.60 | 0.60 | 0.70 | (m) |
| Roughness coefficient : | n= 0.024 | 0.024 | 0.024 | 0.024 | Coorrugated-metal pipe |
| Gradient of channel: | I= 86.15 | 86.15 | 86.15 | 86.15 | (%) Existing slope |
| • Calculation result | | | | | |
| neutral depth : | h= 0.198 33.1% | 0.290 48.3% | 0.261 43.5% | 0.359 51.2% | (m) |
| Area : | A= 0.082 | 0.135 | 0.118 | 0.198 | (m2) |
| hydraulic radius : | R= 0.111 | 0.147 | 0.137 | 0.178 | (m) |
| Water Velocity : | V= 2.824 | 3.403 | 3.245 | 3.865 | (m/s) |
| full bobbin flow rate | Qm= 0.976 | 0.976 | 0.976 | 1.473 | (m3/s) |
| Frude No.: | Fr= 2.373 | 2.288 | 2.326 | 2.319 | |
| surface width : | T= 0.564 | 0.600 | 0.595 | 0.700 | (m) |
| No.4 Rangrung Khola Bridge | | | | | |
| • Circular section item | | | | | |
| Total flow rate | Q= 2.138 | 2.138 | 3.555 | 3.555 | (m3/s) |
| Cell No. | N= 2 | 1 | 2 | 1 | |
| flow rate: | Q= 1.069 | 2.138 | 1.778 | 3.555 | (m3/s) |
| Diameter: | D= 0.80 | 1.00 | 1.00 | 1.20 | (m) |
| Roughness coefficient : | n= 0.024 | 0.024 | 0.024 | 0.024 | Coorrugated-metal pipe |
| Gradient of channel: | I= 66.89 | 66.89 | 66.89 | 66.89 | (%) Existing slope |
| • Calculation result | | | | | |
| neutral depth : | h= 0.436 54.5% | 0.579 57.9% | 0.517 51.7% | 0.705 58.8% | (m) |
| Area : | A= 0.280 | 0.472 | 0.410 | 0.691 | (m2) |
| hydraulic radius : | R= 0.211 | 0.273 | 0.255 | 0.330 | (m) |
| Water Velocity : | V= 3.816 | 4.531 | 4.337 | 5.143 | (m/s) |
| full bobbin flow rate | Qm= 1.852 | 3.359 | 3.359 | 5.462 | (m3/s) |
| Frude No.: | Fr= 2.057 | 2.094 | 2.163 | 2.148 | |
| surface width : | T= 0.797 | 0.987 | 0.999 | 1.181 | (m) |
| No.5 Daraudi Khola Bridge | | | | | |
| • Trapezoid section item | | | | | |
| flow rate : | Q = 13.313 | 13.313 | 22.142 | 22.142 | (m3/s) |
| Bottom width : | B = 3 | 8 | 5 | 13 | (m) |
| Side gradient : | 1: n = 2.000 | 2.000 | 2.000 | 2.000 | |
| Roughness coefficient : | n = 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | Riprap |
| Gradient of channel : | I = 1.396 | 1.396 | 1.396 | 1.396 | (%) Existing Slope |
| channel height : | H = 1.60 | 1.20 | 1.60 | 1.20 | (m) |
| Upper width : | B2= 9.40 | 12.80 | 11.40 | 17.80 | (m) |
| • Calculation result | | | | | |
| neutral depth : | H = 0.938 58.6% | 0.583 48.6% | 0.991 61.9% | 0.597 49.8% | (m) |
| Area : | A = 4.574 | 5.344 | 6.919 | 8.474 | (m2) |
| hydraulic radius : | R = 0.636 | 0.504 | 0.734 | 0.541 | (m) |
| Water Velocity : | V = 2.911 | 2.493 | 3.203 | 2.614 | (m/s) |



出典：調査団

3.3 施工計画／調達計画

3.3.1 施工方針

(1) 基本事項

本プロジェクトの「ネ」国側実施機関は、「道路局(DOR)」となる予定であり、DOR の監督下で、現在、実施中のバラキローバルパック改良工事事務所が実際の工事監理に当たる。本プロジェクトの実施に係るコンサルタント契約や請負者契約は「ネ」国インフラ運輸省(MoPIT)の委任の下、DOR が行う。

日本国無償資金協力のスキームに従い、初めに事業実施に関する交換公文(E/N)が両国間で締結され、その後、JICA と「ネ」国政府との間で贈与契約(G/A)が締結される。

コンサルタントは、詳細設計、入札図書作成、入札業務代行、建設工事の施工監理を担当する。

請負業者は入札によって選定され、実施機関との契約締結後、建設資機材の調達、現地ベースヤードの設営を行い、資機材の到着後、施設建設を開始する。

「ネ」国側は E/N 締結後、直ちに銀行取極(B/A)を行い、支払授權書(A/P)の発行、資機材の輸入に係る免税措置に必要な手続きを財務省と協力して実施する。

(2) 施工方法

本プロジェクトの対象橋梁は、橋長が最も長いダラウディ河から、上流側に 2 橋梁、下流側に 2 橋梁が計画されている。そのため、ダラウディ橋、上流側(ラングルン橋、ガッテ橋)、下流側(カーレ橋、ジャヤラ橋)の 3 チームでの施工を考える。

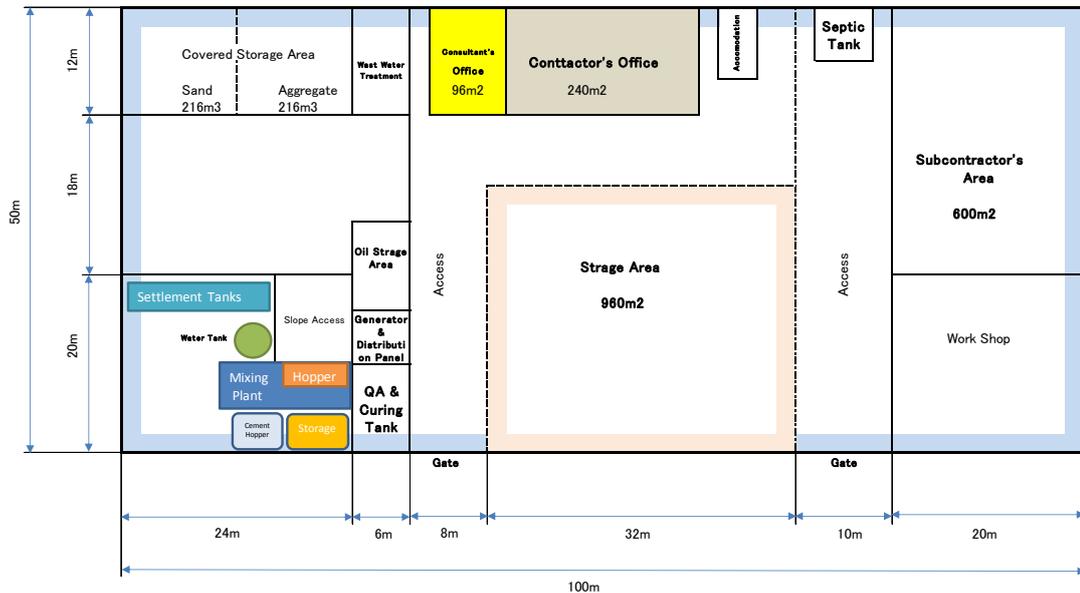
また、ダラウディ河付近に大きな施工ヤードが確保できるため、この地点にコントラクターおよびコンサルタントの現場事務所や資機材の集積地と考え、施工計画を立案する。

なお、本プロジェクトでは、「ネ」国では施工実績が少ないプレストレストコンクリート橋を適用するため、実施機関側の技術員に対してその施工手順や取扱い方法などを丁寧に伝え、技術移転が促進されるように配慮する。

3.3.2 直接工事

(1) 準備工

前項に示す通り、ダラウディ橋架橋地点に業者およびコンサルタントの現場事務所、および資機材集積地として、施工ヤードを設ける計画とする。



出典：調査団

図 3-44 施工ヤード平面図（案）

図広さは、下図に示す通り、100m×50m 程度とし、周囲を仮設フェンスで囲う。当該用地は、近隣に村があり、バラキローバルパック道路に沿った位置にあるため、不審者が侵入する危険が高い。そのため、盗難防止のため、警備員を常駐させる。

(2) 基礎工・下部工

(i) 構造物掘削

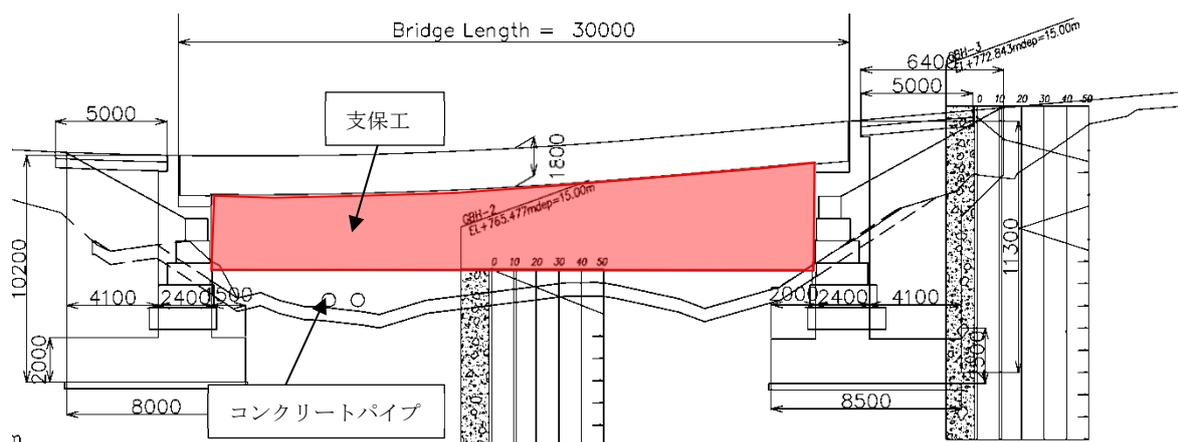
地表面から床付け面までの深さが、3～4m と深いため、構造物掘削は、鋼矢板を用いた締切を考える。しかし、現場の土質は、礫質土で非常に硬質であるため、本邦よりオーが付き鋼矢板圧入機を輸入し、これを用いて締切構築作業を実施する計画とする。

(ii) コンクリート製造

施工サイトは山岳部に位置するため、生コンの調達是不可能である。本プロジェクトは橋梁建設工事であり、十分に品質管理がなされたコンクリートの製造は不可欠である。そのため、コンクリートバッチングプラントを調達し、前述の施工ヤードに設置する。なお、施工ヤードから、各橋梁建設箇所へは、コンクリートミキサー車を用いて、生コンの運送を行う。

(3) 上部工

本プロジェクトで適用する橋梁形式は、PC2 主桁、および PC 箱桁で、いずれもオールステージング工法による現場打ちにより施工をする。上部工打設は、乾季での実施を基本とするが、河川の流量については、下図に示すようにコンクリートパイプを敷設し、その上に支保工を設置することで確保することとする。



出典：調査団

図 3-45 上部工施工模式図

3.3.3 施工監理計画

(1) コンサルタントの設計・施工監理計画

本プロジェクトを実施する上で、コンサルタントは以下の事項に留意する。

- ・ 「ネ」国と日本国政府間で締結される交換文書 (E/N) の内容を把握する。
- ・ 「ネ」国と JICA 間で締結される贈与契約 (G/A) の内容を把握する。
- ・ 「ネ」国政府側の負担事項の内容とその進捗を確認する。その内容が日本側工事着手前の完了が必要であれば、その完了の確認を行い、日本側工事の実施工程との調整を行う。
- ・ 機材の持込みに伴う通関、免税処置等の手続きを再確認し、工期に影響を及ぼさないよう、実施機関と協議する。

(2) 実施設計

実施設計では現地調査と国内作業を行う。実施設計に従事するコンサルタント業務担当者の要員を以下に示す。

(i) 現地調査

自然条件、地形・地質、建設資材の調達事情、労務調達事情、補足測量、施工方法等のデータの補完を行い、詳細設計に必要な諸条件を再確認する。また、先方実施機関負担事項に関する工程調整やそのための予算措置等について確認を行う。

(ii) 国内作業

現地調査結果をもとに、構造計算、構造物寸法の決定、詳細設計図の作成を行い、施工計画の立案と工事費積算を行うとともに、工事仕様書の作成を行う。また入札図書の作成も行う。

表 3-37 実施設計の要員計画

| 担 当 | 格付 | 業務内容 | 人月 | | 渡航 |
|-------------|----|------------------|-------|------|----|
| | | | 国内 | 現地 | 回数 |
| 業務主任 | 2 | プロジェクトの総括 | 0.23 | 0.23 | 1 |
| 橋梁計画 | 3 | 橋梁計画の策定 | 0.50 | - | - |
| 橋梁設計 1(上部工) | 4 | 橋梁上部工の詳細設計 | 3.00 | - | - |
| 橋梁設計 2(下部工) | 4 | 橋梁下部工の詳細設計 | 3.00 | - | - |
| 道路計画・設計 | 4 | 取付道路の計画および詳細設計 | 0.67 | - | - |
| 施工計画積算 | 4 | 詳細事業費の積算/施工計画の立案 | 3.50 | - | - |
| 入札図書作成 | 4 | 入札図書の作成 | 1.00 | - | - |
| 合 計 | | | 11.90 | 0.23 | 1 |

(3) 入札関連業務

入札関連業務は入札図書の作成、入札図書の承認・配布、入札結果評価、業者契約締結の補助入札業務を行う。入札関連業務の日本技術者要員を以下に示す。

表 3-38 入札関連業務 1 の要員計画

| 担 当 | 格付 | 業務内容 | 人月 | | 渡航 |
|--------|----|---------|----|------|----|
| | | | 国内 | 現地 | 回数 |
| 業務主任 | 2 | 入札図書の承認 | - | 0.33 | 1 |
| 橋梁計画 | 3 | 入札図書の承認 | - | 0.33 | 1 |
| 入札図書作成 | 4 | 入札図書の承認 | - | 0.33 | 1 |
| 合 計 | | | - | 0.99 | 3 |

※入札図書承認に係る現地調査は、現地 7 日+移動 3 日=10 日間(0.33M/M)と設定した。

表 3-39 入札関連業務 2 の要員計画

| 担 当 | 格付 | 業務内容 | 人月 | | 渡航 |
|--------|----|-------------|------|------|----|
| | | | 国内 | 現地 | 回数 |
| 業務主任 | 2 | 公示・図渡し・現地説明 | 0.23 | - | - |
| | | 入札・入札評価 | - | 0.33 | 1 |
| 橋梁計画 | 3 | 公示・図渡し・現地説明 | 0.23 | - | - |
| | | 入札・入札評価 | - | 0.33 | 1 |
| 入札図書作成 | 4 | 公示・図渡し・現地説明 | 0.23 | - | - |
| | | 入札・入札評価 | - | 0.33 | 1 |
| 合 計 | | | 0.69 | 0.99 | 3 |

(4) 施工監理

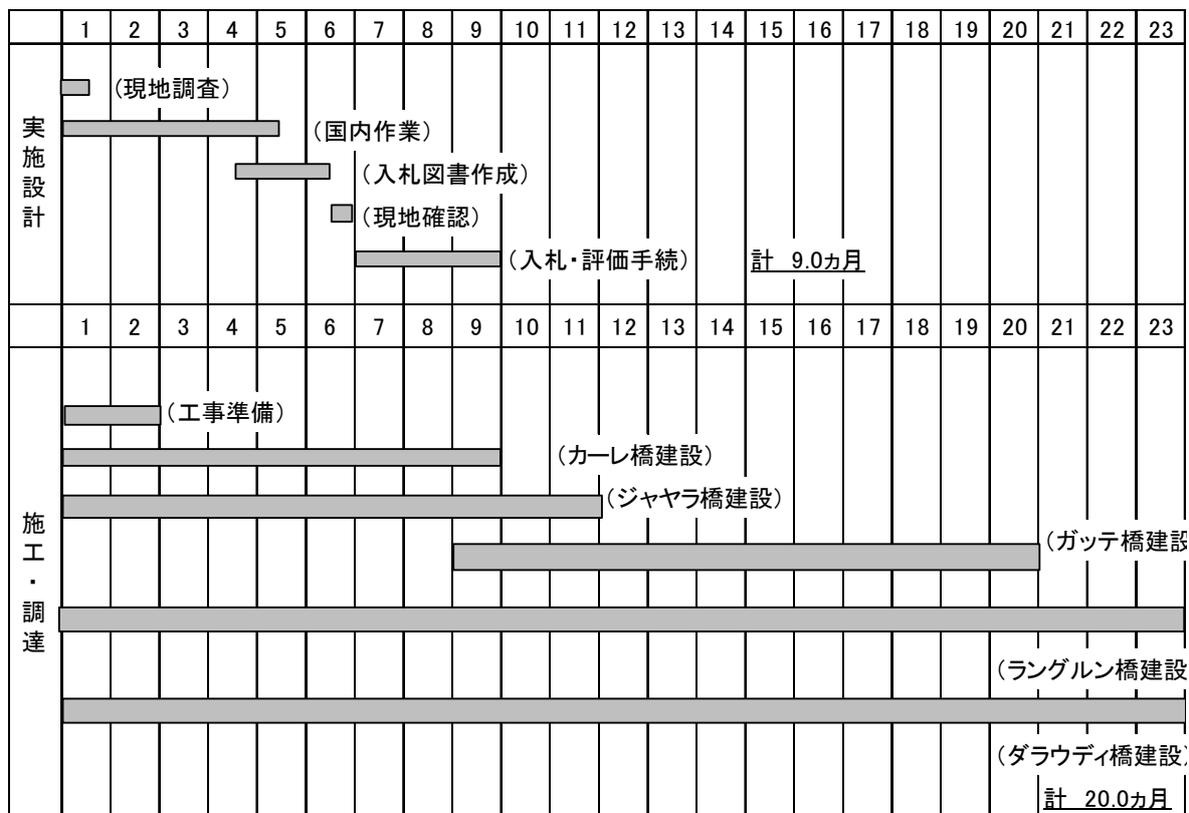
施工業者の現地入りに合わせて、コンサルタント側技術者が現地入りし、工事着工前のミーティング、サイト確認、関係機関との調整を行う。その後、常駐施工監理技術者による施工監理が工事完了まで続けられる。施工監理に従事するコンサルタント業務担当者の日本技術者要員と現地雇人要員計画を以下に示す。コンサルタントは以下の事項の監理を実施する。

表 3-40 施工管理の要員計画

| 担 当 | 格 付 | 業務内容 | 人月 | | 渡航回数 | |
|-------------|----------|------|------------------------|----|--------|----|
| | | | 国内 | 現地 | | |
| 施工監理業務 | | | | | | |
| 本邦技術者 | 業務主任 | 2 | 着工時協議、竣工時協議・調整、統括管理 | — | 1.50 | 3 |
| | 常駐管理者 1 | 3 | 工事監理現場責任者 | — | 20.00 | 3 |
| | 常駐管理者 2 | 4 | 工事管理現場責任補佐 | — | 7.00 | 1 |
| | 橋梁架設工管理者 | 3 | 橋梁上部工施工担当 | — | 3.00 | 1 |
| | 舗装工事管理者 | 4 | 道路舗装施工担当 | — | 2.00 | 1 |
| | 完成検査員 | 3 | 工事竣工時の完成検査 | — | 0.27 | 1 |
| 小計① | | | | — | 33.77 | 10 |
| 現地雇人 | 監理技術者 1 | - | カーレ橋及びジャヤラ橋施工監理に関する補助 | — | 11.00 | — |
| | 監理技術者 2 | - | ダラウディ橋施工監理に関する補助 | — | 20.00 | — |
| | 監理技術者 3 | - | ガッテ橋及びラングルン橋施工監理に関する補助 | — | 20.00 | — |
| | 事務員 | - | 事務補助全般 | — | 20.00 | — |
| 小計② | | | | — | 77.00 | — |
| 合計(小計①+小計②) | | | | — | 110.77 | 10 |

3.3.4 実施工程

表 3-41 事業実施工程



工期設定のための条件は以下のとおりである。

表 3-42 工期設定の前提条件

| 項目 | 時期 |
|------------|------------|
| 交換公文 (E/N) | 2015年12月下旬 |
| 贈与契約(G/A) | 2016年2月中旬 |
| コンサルタント契約 | 2016年3月上旬 |
| P/Q 公示 | 2016年8月上旬 |
| 施工業者契約 | 2016年10月下旬 |
| 工事着手 | 2016年11月上旬 |
| 工事竣工 | 2018年6月下旬 |

4章 チョータラ市導水システム改善計画

4章 チョータラ市導水システム改善計画

4.1 設計条件／自然条件

4.1.1 対象施設の概況

シンドパルチョーク郡の中心都市であるチョウタラ市は、2015年4月のネパール地震で甚大な被害を受けた都市の一つである。市内の公共施設や個人住宅の大部分は倒壊し、市民生活の回復には様々な支援が必要とされている。

市から北部へ10km以上離れた山間部には3つの水源地があり、導水管路は地震による土砂崩れや管路破断といった被害を受け、地震直後は大きく給水制限を余儀なくされた。その後、緊急的に軍の支援が入り、郡上下水道事務所(WSSDO)、水利用者委員会(WUSC: Water Users & Sanitation Committee)による努力もあって応急補修が施された。

しかしながら、導水管路は現在入手できる資材を用いて簡易に補修されただけであり、現在の敷設ルートは土砂崩れの影響を受けやすく、部分的に地表に露出しているところも多く、今後も地震や土砂崩れによる被災リスクは依然として高い。

本計画は、プログラム無償のスキームを活用して基幹施設である導水管を、耐震性を有するダクタイル鋳鉄管へ更新し、導水システムの能力強化、安定化、強靱化を図るものである。

現在の導水システム

本事業で復旧・復興に対象となる施設は、北部の水源地帯の集水チャンバー、市内へ導水する管路及び空気弁・排水弁等の附帯設備である。

(1) ホルチェ(Holche)導水系統

現在の導水系統のうち、ホルチェ(Holche)導水系統の更新は最も優先度が高い。

本導水系統は約40年前に建設された最も古い管路である。管路の大部分は鋳鉄管と亜鉛メッキ鋼管から構成されているが、現在の敷設ルートは土砂崩れの影響を受けやすく、部分的に地表に露出しているところも多くみられる。これまでに補修されたところではポリエチレン管による応急措置にとどまっており、土砂や岩石の落下や車両の通行により管路が損害を受ける可能性は極めて高い。

(2) マジュワ(Majuwa)及びタルカルカ(Thalkharka)導水系統

この2つの導水路線はホルチェ系統よりも後に整備された路線であり、建設後約25年が経過している。整備時期が異なるため、それぞれの水源から独立して管路が敷設されている。

それぞれの導水系統の置かれた劣悪な敷設状況や応急補修の程度に大きな差異はない。敷設ルートや水理条件はほとんど同じであるため、将来的に水量の大幅な拡大がない限り、現在2本ある管路を1本に集約することとする。

なお、チョウタラ市内まで達する間には複数の小村落への分水が行われているため、所定の箇所にはサドル式分水栓を設ける必要がある。

(3) 水源周辺地域

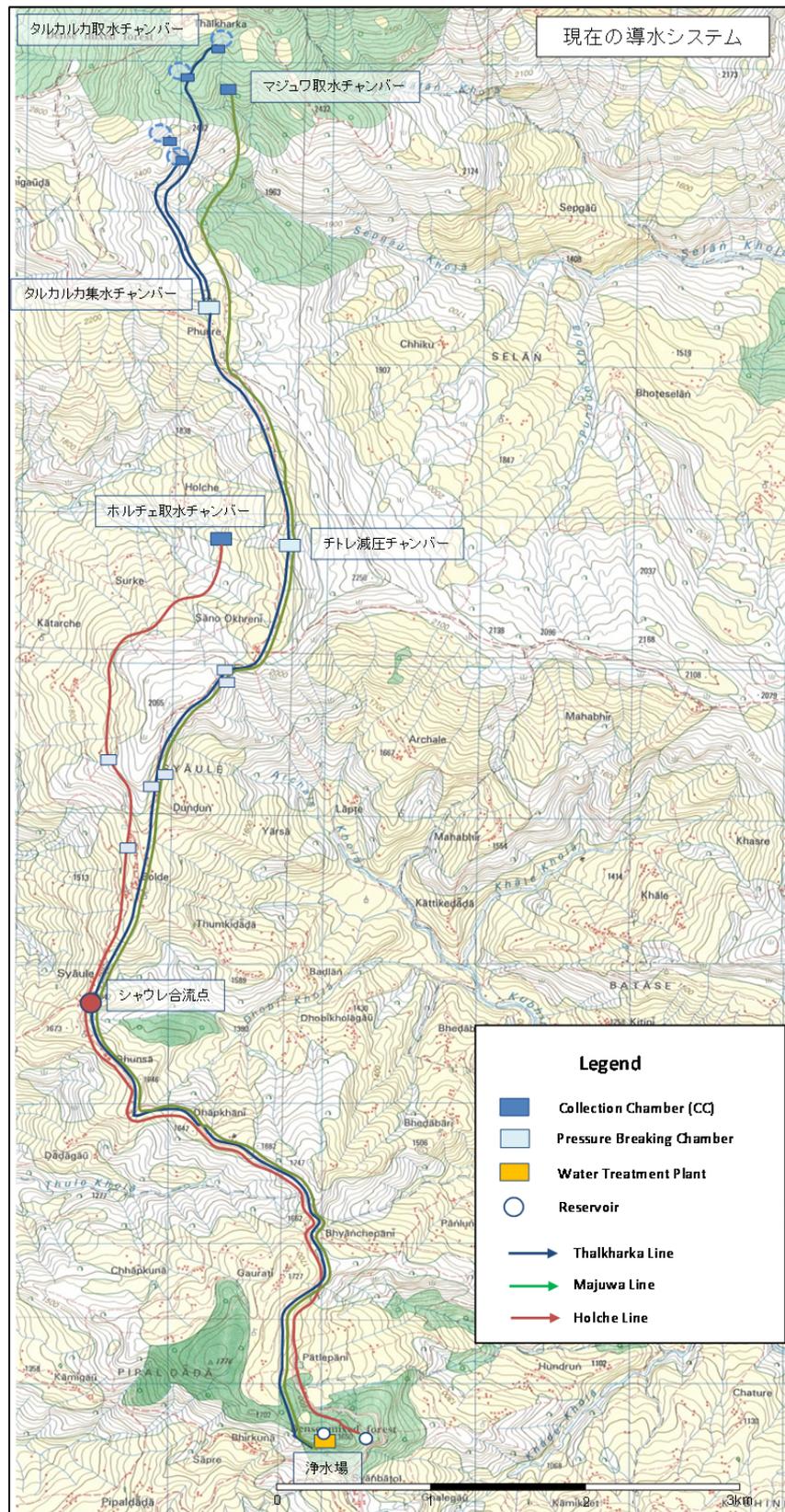
各導水系統の水源地域には、取水チャンバーがある。マジユワ水源では大きな損傷は見られないが、タルカルカの取水チャンバーは地震により被害を受け、壁からの漏水が見られる。ホルチェの取水チャンバーは底盤からの漏水があり、補修は不可能である。

タルカルカについては既存の石積みチャンバーの内部に鉄筋コンクリートの水槽を新たに設けて、湧水の集水状況を改善する。ホルチェの場合は取水チャンバーの再建設が必要である

タルカルカ水源地域の導水管は現在、2系統あり、地震により大きく被害を受けたが、現在は応急補修が完了している。しかし、管路は山間部の急峻な地形に敷設されており、斜面崩壊による損傷の危険性は依然として高い。

なお、検討の結果、タルカルカ取水点及びマジユワ取水点からの管路については、本プログラム無償の対象としないが、別途協力方法が検討される予定である。

導水システムの現況図を下記に示す。



出典：調査団

図 4-1 導水システムの現況図

4.1.2 基本方針

(1) 上位目標とプロジェクト目標

上位目標：チョウタラ市の給水状況が改善する。

プロジェクト目標：チョウタラ市及び導水管沿線の住民が安定した給水サービスを受ける。

(2) BBB コンセプト

地震発生直後の応急対応から復旧・復興に入るこの時期において、災害発生前よりも災害に強い社会を構築することが重要であり、「Build Back Better : BBB コンセプトを設計内容に反映させる。

(3) 計画年次

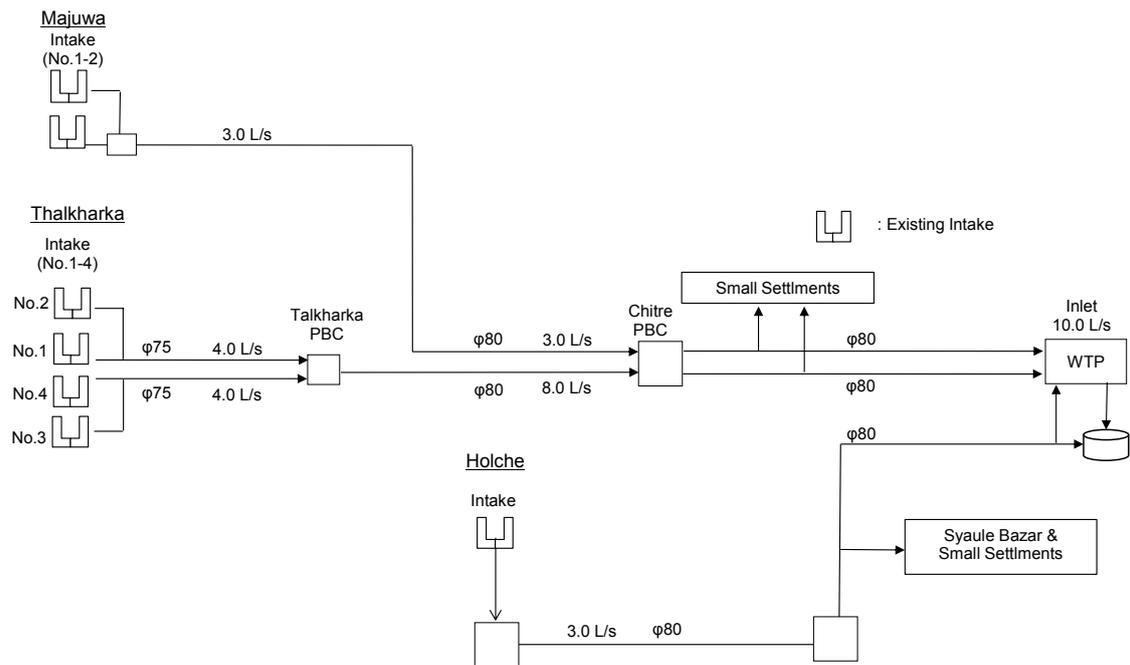
本プロジェクトは、地震による被害を受けた導水施設の改善を通じて、チョウタラ市の給水安定化をもたらし、今後の復興事業が円滑に進むための基礎インフラを提供するものである。

基本的に、被災施設の復旧に主眼を置いた支援である。対象地域では、家屋倒壊や居住者の移転など、震災直後の混乱が続いている状況にあるため、具体的な計画年次の設定は困難である。しかし、設計容量の設定では、現時点の取水量実績や既存浄水場の能力に加えて、新たな水源の能力も考慮しつつ、WSSDO が予定する水源拡張計画にも対応できるように配慮する。

4.1.3 現在の水源水量と導水システム

現在の水源の取水量とチョウタラ市への導水フローは以下のとおりである。3 つある水源(マジュワ、タルカルカ、ホルチェ)の集水チャンバーからは、口径 75mm/80mm の鋼管(一部はポリエチレン管)によって、市内へ導水されている。管路ルート上に位置する小規模な村落に対しては口径 20mm の給水管で分水されている。

チョウタラ市で導水量の測定はされておらず、建設当時の水源水量から現在の給水量が推定されている。測定の結果、既存管路の通水能力は以下のように確認された。



出典：調査団

図 4-2 調査時点の導水フロー

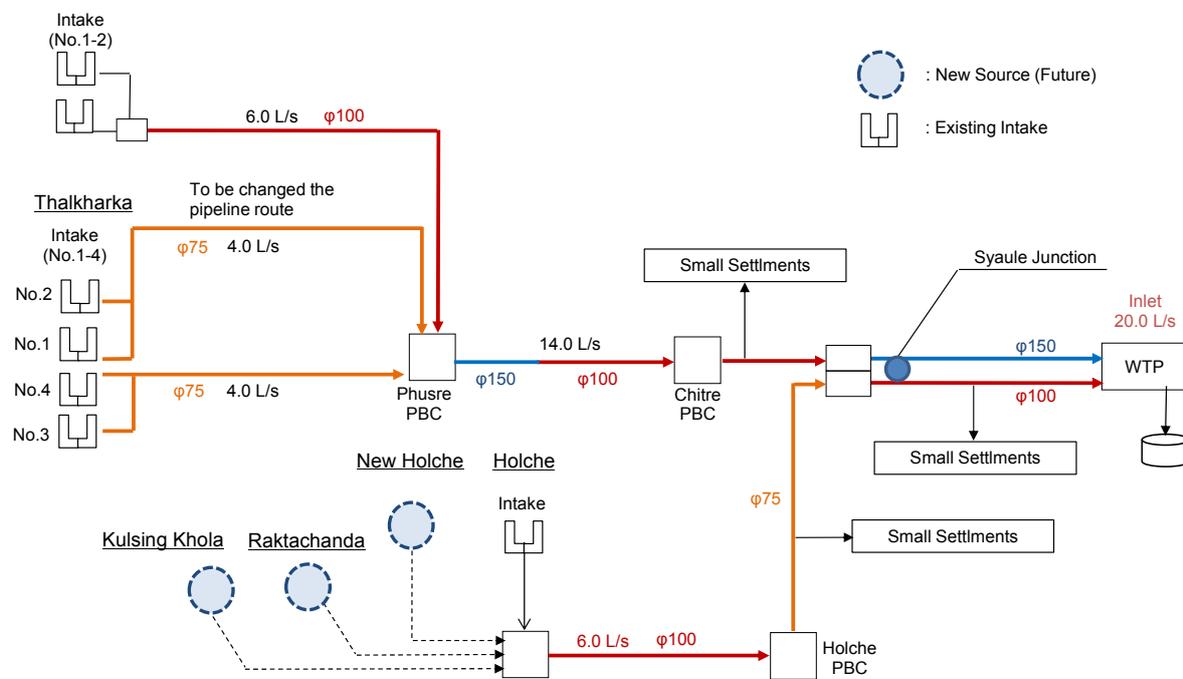
表 4-1 管路の能力評価

| 区 間 | | 管路の能力評価 |
|------------------|------------------|--|
| 起点 | 終点 | |
| マジュワ取水 チャンバー | チトレ減圧チ ャンバー | ルート上約 600m の区間は標高が高くなり、現在の管路の導水勾配では 3L/sec が限界水量である。 雨期は 2 本のうち 1 本の取水管しか使用せず、マジュワ取水チャンバーがオーバーフローするほどの水量がある。管路の口径を上げて、通水能力を向上することが望ましい。 |
| タルカルカ取 水チャンバー | タルカルカ減 圧チャンバー | 標高差が十分あり、現在の水量(4L/sec)であれば導水勾配に問題はない。 |
| タルカルカ減 圧チャンバー | チトレ減圧チ ャンバー | 標高差が十分あり、現在の管路の通水能力、導水勾配に問題はない。 |
| チトレ減圧チ ャンバー | 浄水場 | 地形の標高差が大きく、途中減圧用の接合井が設けられている。現在の水量であれば導水勾配に問題はない。 |
| ホルチェ集水 チャンバー | 浄水場 | 起点から 3km 区間までは標高差が小さく、現在の導水勾配では 3L/sec が限界水量と思われる。ホルチェには近隣に有望な水源が複数あるが、管路の通水能力に制約があるため取水量の増加に着手できない。3km 以降の区間は他の路線と同様、地形の標高差が大きく、途中に減圧用の接合井が設けられている。現在の水量(3L/sec)であれば導水勾配に問題はない。 |

出典：調査団

4.1.4 計画導水シナリオ

導水管の更新計画の策定では、既存管路の通水上の問題点を考慮し、以下のとおり将来シナリオを設定したうえで、管路口径を決定した。なお、流量については、「ネ」国側の要請、将来的な水源開発量、既存の浄水場の処理能力を勘案して設定され、導水管路のもつ最大能力の決定に使用する。



出典：調査団

図 4-3 計画導水シナリオ

【ホルチェ導水系統】

ホルチェ水源については、近隣の水源を含めた取水量を 6.0L/sec と設定する。計画水量に対する適切な導水勾配を確保するために、口径は 100mm を基本とする。一部急勾配の区間については 75mm として、導水量のバランスが取れるように配慮する。

【マジュワ水源導水系統】

マジュワ水源については、雨期にオーバーフローしている水量を導水量に含めることが可能と考えられ、取水量を約 6.0L/sec と設定する。新設するプシュレ減圧水槽へ接続するためには、一部布設ルートの変更と導水勾配を改善する必要があるため、口径 100mm とした。

【タルカルカ水源導水系統】

タルカルカ水源については、No.1～No.4 取水点からは、現在と同程度の水量(8.0L/sec)が将来的に見込まれる。ただし、No.1/No.2 取水地点からの導水管は、より安全なルートへ変更できる可能性があるため、新規ルートを提案した。

【タルカルカ/マジユワ共通系統】

プシュレ減圧チャンバーからチトレ減圧チャンバーまでは、適切な水理条件を確保するために上流区間は口径 150mm、その後 100mm の管路を計画する。

プシュレ減圧チャンバーからシャウレ合流点までは、高低差が大きく、十分な導水勾配が確保できるため、マジユワ導水路と統合する。プシュレ直下の区間は口径 150mm、その後口径 100mm の管路を計画する。

シャウレ合流点から浄水場までは比較的緩やかな勾配となるため、適切な導水勾配を確保するために管路口径は 150mm とする。

4.1.5 附帯設備

(1) 減圧チャンバー

現時点の地形情報を考慮して、ホルチェ系統には 2 箇所、タルカルカ/マジユワ系統には 5 箇所計画する。導水施設の建設用地はチョウタラ市給水委員会がコミュニティの了解の下で確保する。

(2) 既存浄水場の処理能力

チョウタラ市北部の浄水場は約 10 年前に建設されたもので、粗ろ過池(1 池)と緩速ろ過池(3 池)から構成されている。水源の水質は雨期でも非常に良好であり、濁度の上昇もほとんど見られないことから、緩速ろ過池の条件が整っている。

1 池当たりの寸法は 15.5m×8.2m であり、ろ過速度を 5m とすれば 2 池で約 15L/sec の処理が可能である。導水シナリオでは導水量の合計は 20L/sec としたが、途中の村落への分水などを考慮すれば、浄水場への導水量は処理可能な範囲内にある。

(3) 小規模村落への分水

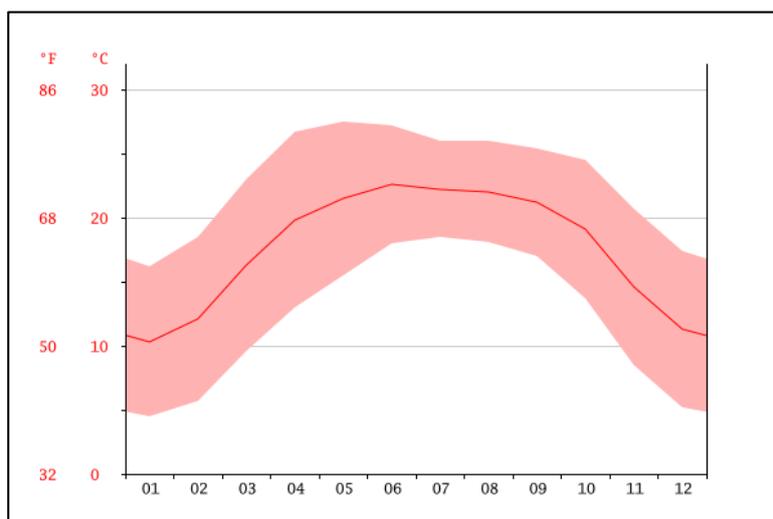
ホルチェ導水系統は途中でシャウレをはじめとする小規模集落へ分水を行っている。これらの村落は昔から水質の極めて良好なホルチェ水源の水を使っていたこともあり、異なる水源からの分水や、複数の水源水の混入は望んでいない。したがって、ホルチェ路線は今後も独立した管路として維持しなければならない。

また、マジユワ導水系統やタルカルカ導水系統においても、浄水場までの間に複数の小規模村落へ分水を行っているが、水源はほとんど同じ地域にあるため両水源水の混合に対する問題はない。

新設する管路にはサドル式分水栓を設置し、現状と変わらない状態で給水が可能となるように配慮する。

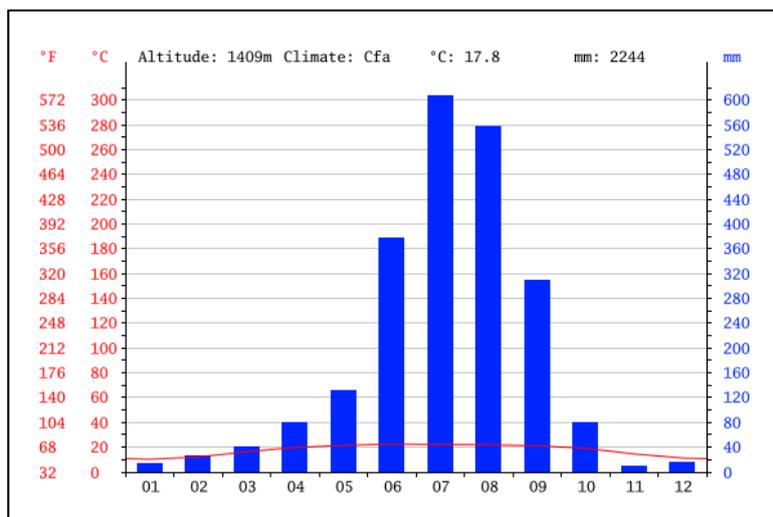
4.1.6 自然条件に対する方針

プロジェクト対象地域は、高温多湿な亜熱帯気候であり、雨期（6～9月）のモンスーン、乾期（10～5月）と明確に分かれている。年間降雨量は約2,200mmで、雨期にはその8割が集中する。特に導水管路線は、地震に伴う土砂崩れによって被害を受けている箇所が多く、急峻な山間地に敷設しなければならないため、施工条件は極めて悪い。資材運搬計画や施工計画には、こうした特殊な現地事情を反映させる。



出展: <http://en.climate-data.org>

図 4-4 チョウタラ市の平均気温



出展: <http://en.climate-data.org>

図 4-5 チョウタラ市の平均降水量

4.1.7 社会経済条件に対する方針

導水システムは自然流下によるものであり、復旧後の運転・維持管理に動力費は必要ない。管路の日常点検、分水施設の管理などの条件は従来から変わらない。

新設される導水管の沿線には、100世帯以下の小規模村落がいくつか存在し、新設管路からの分水(給水)は現在と同等の条件で実施する必要がある。従って、導水管の要所にはサドル式分水栓を設ける。

4.1.8 法律・制度・基準に関する方針

本プロジェクトは既存導水管の復旧・改善を協力対象としているため、法律、制度、基準について特に配慮する事項はない。なお、管路敷設ルート掘削による地形改変はあるものの、施工範囲の大部分は道路用地内、既存管路沿線であるため、環境面の負の影響はわずかである。

4.1.9 実施機関の運営・維持管理能力に対する方針

本プロジェクトで採用する資材は、カトマンズでも一般的に使われているものであり、特別な技術や運転管理の経験を要する施設は計画しない。導水管からの分水には、ダクタイル鋳鉄管に適した分水栓が必要となるため、施工を通じて分水作業を実施機関とともに行うことで維持管理上の留意点を指導する。

4.1.10 施設・機材等のグレード設定に関する方針

既存管路の大部分は亜鉛メッキ鋼管で、継手はネジ式カップリングを採用している。鋼管は軽量であるだけでなく、引張りや曲げ強度が高く、耐衝撃性も高いという利点があるが、可とう性や伸縮性がないため、今回の地震により多くの部分で被害を受けている。

一方、ダクタイル鋳鉄管は重量が大きいといった欠点はあるものの、強靱で地盤の変動に追従する可とう性が高いため、導・送管路などの基幹管路に広く用いられる。プッシュオン継手は施工が容易であり、日本製は地震時の離脱防止機構を有する特徴がある。また、掘削底部が平滑であれば、玉石やレキを除いた発生土を用いて埋め戻すことができる。

新設する導水施設には、今後の地震や自然災害によって生じる土砂崩れがもたらす被災リスクを最小限にとどめるべく、BBBコンセプトに基づき、ダクタイル鋳鉄管を採用する。このため、バルブや分岐部を除く継手には、施工性が良いプッシュオンタイプで、地震や地殻変動に伴う離脱を防止する機能を伴ったものを採用する。

4.1.11 施設建設の工法、調達方法、工期に関する方針

(1) 安全施工の確保

工事対象地域は、急峻な山間部に位置し、特に雨期のアクセスが困難である。

施工区間の大部分はクレーンやダンプトラックなどの大型機械が通行できず、山道区間では人力を主体とした掘削や管路敷設作業が必要となる。

また、施工現場までの山岳道路は狭く、運搬上の制約があるため、管材や土木資材の運搬時には、作業員に過大な負荷をかけないような配慮が必要である。

(2) 適正土被りの設定

既存の道路は未舗装の山岳道路であり、雨期の豪雨によって洗掘され、車両の通行によって管路が破損する事態が多く生じている。今後の豪雨による洗掘や道路損傷などにも十分耐えられるよう、最小土被りを道路下の埋設で 1.0m、山道では 0.6m とする。

(3) 地上配管

トレイルロード沿いの管路布設では、車両のアクセスが困難だけでなく、急傾斜区間や岩盤の露出区間が存在する。こうした区間ではコンクリート基礎の上に管を固定する地上配管を採用する。

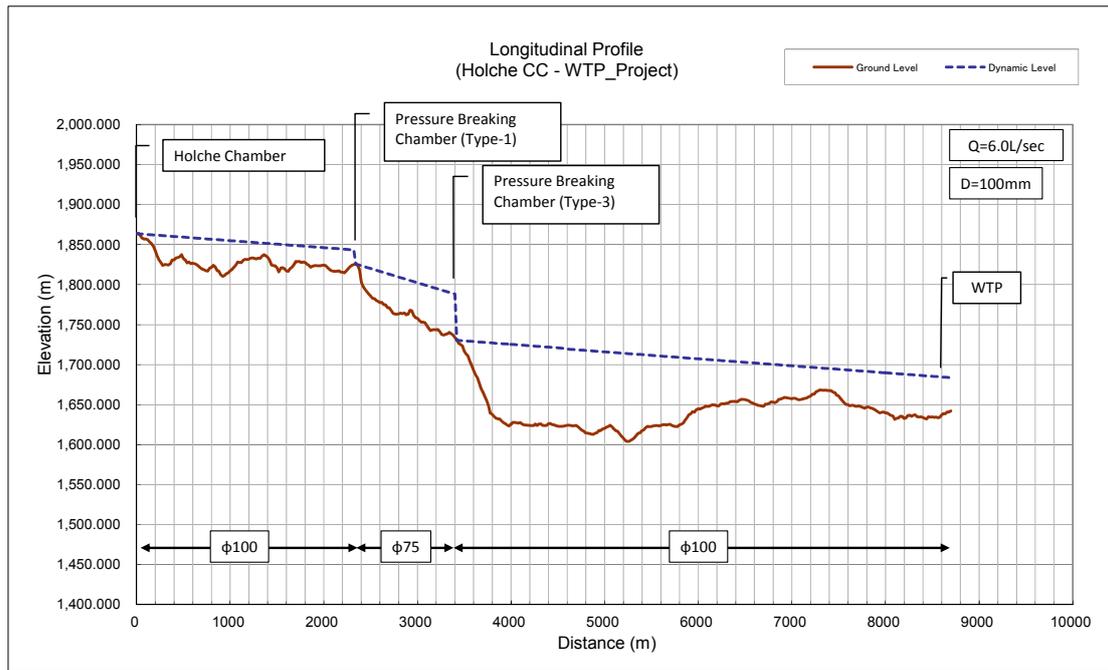
4.1.12 土砂災害区間の施工に対する方針

3 本ある導水管の中で、ホルチェ導水管の一部区間では、大規模な土砂崩れによる落石によって大きく損害を受けた。当該区間(約 150m)には巨大な岩石が無数に斜面に残っている状態であり、施工時の安全確保に十分配慮しなければならない。

詳細設計時点で安全な施工条件が確保できないと判断された場合、日本側の施工対象区域外として扱い、ポリエチレン管による仮設配管で対処する。なお、この場合でも将来的に「ネ」国側で施工ができるよう、当該区間のダクティル管調達は日本側の協力範囲に含める。

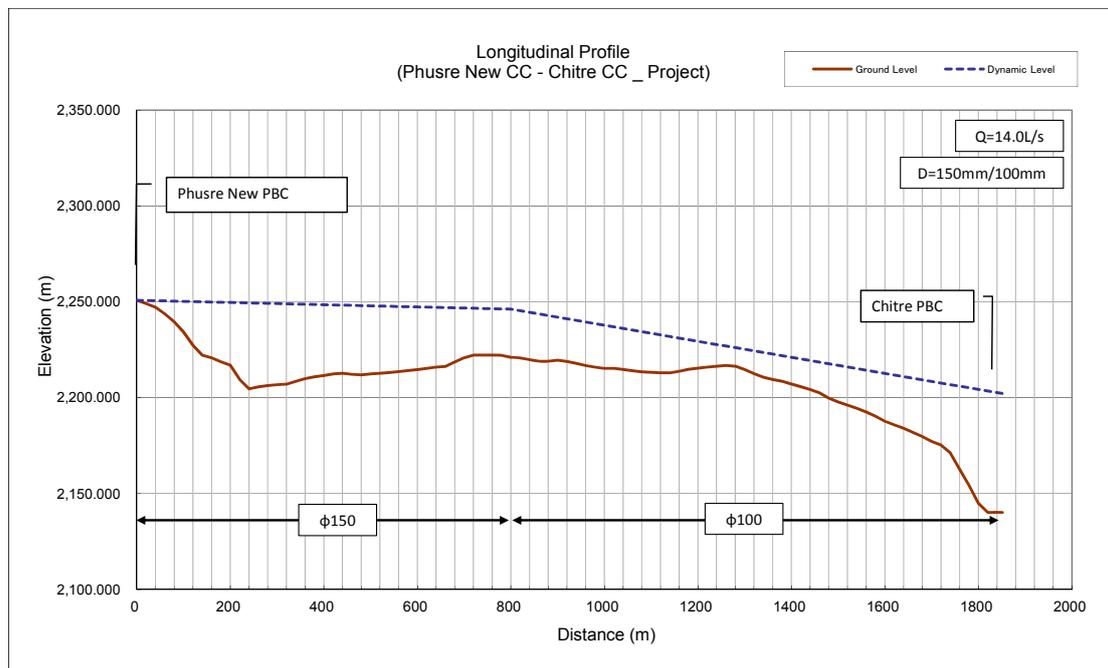
4.2 概略設計

概略設計図は添付資料に示す。また、2015 年 10～11 月に実施した管路ルート of 路線測量（縦断測量）の結果から水理条件を確認し、以下のような導水勾配が計画された。



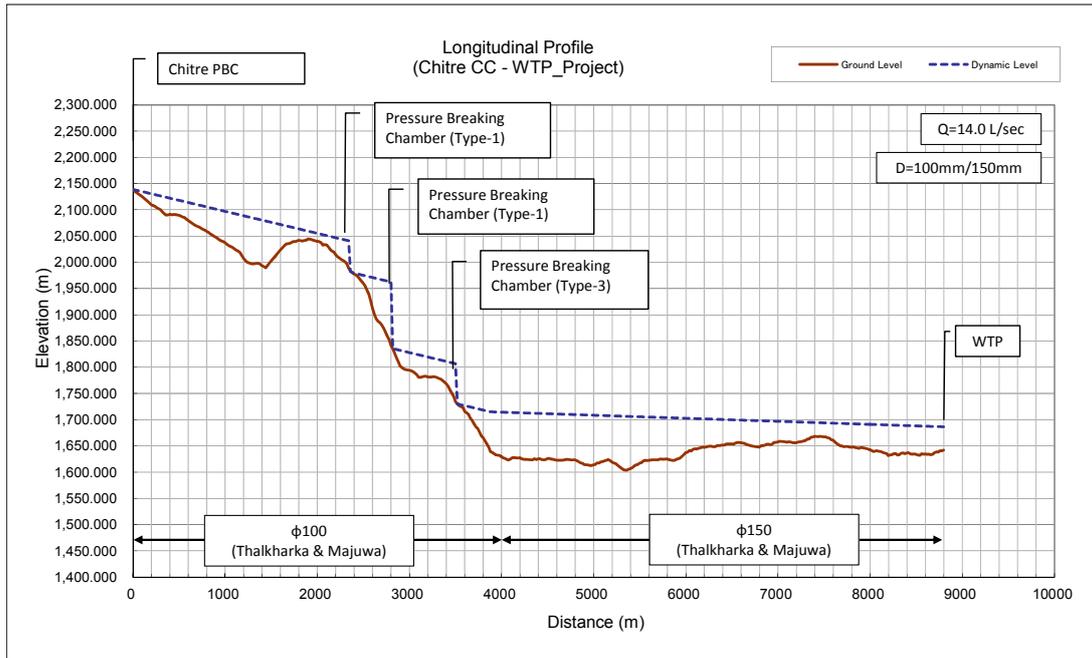
出典：調査団

図 4-6 導水勾配図 (C2-C1：ホルチェ集水チャンバー～浄水場)



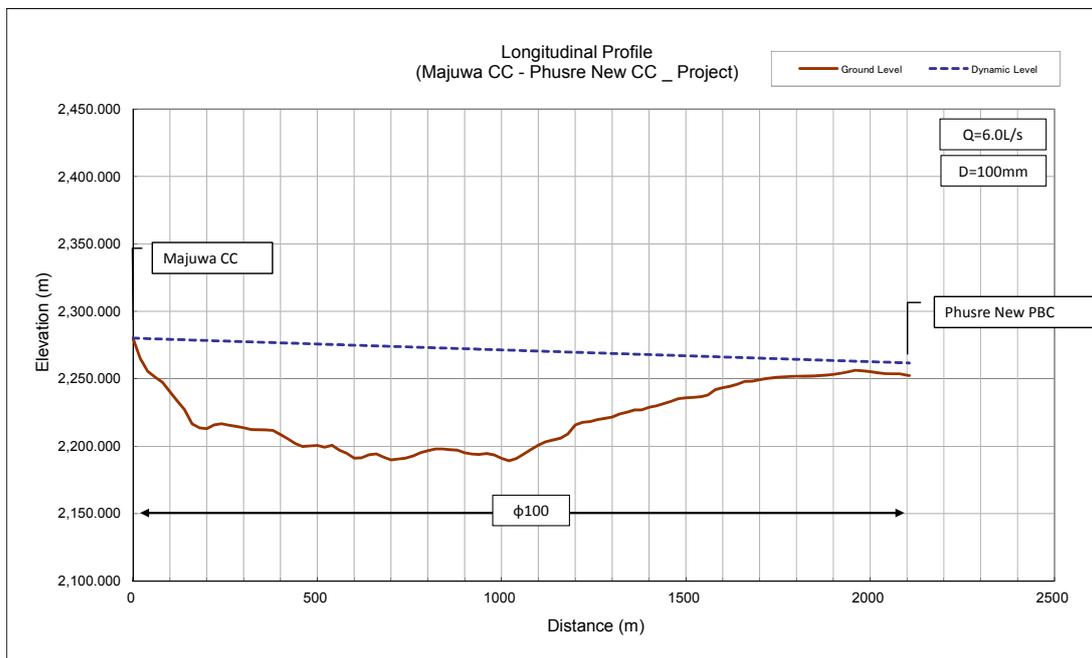
出典：調査団

図 4-7 導水勾配図 (C4：プシュレ減圧チャンバー～チトレ減圧チャンバー)



出典：調査団

図 4-8 導水勾配図(C3-C1：チトレ減圧チャンバー～浄水場)



出典：調査団

図 4-9 導水勾配図(マジュワ集水チャンバー～プシュレ減圧チャンバー)

表 4-2 導水管路線の施工数量

【C1 シャウレ合流点～浄水場】

| 測点 | 管路 | 布設条件 | 布設形態 | 空気弁 | 排水弁 | 減圧水槽 |
|---------------------------|---------------------|-------|------|-----|-----|------|
| 0+000～3+840 (L=3,840m) | φ 100(Holche 系統) | 未舗装車道 | 埋設 | 9 | 9 | - |
| | φ 150(Talkharka 系統) | 未舗装車道 | 埋設 | 9 | 9 | - |
| 3+840～4+080 (L=240m) | φ 100(Holche 系統) | 山道 | 埋設 | - | - | - |
| | φ 150(Talkharka 系統) | 山道 | 埋設 | - | - | - |
| 4+080～4+280 (L=200m) | φ 100(Holche 系統) | 山道 | 地表 | - | - | - |
| | φ 150(Talkharka 系統) | 山道 | 地表 | - | - | - |
| 4+280～4+730 (450m) | φ 100(Holche 系統) | 山道 | 埋設 | 2 | 3 | - |
| | φ 150(Talkharka 系統) | 山道 | 埋設 | 2 | 3 | - |
| 4+730～4+760 (30m) | φ 100(Holche 系統) | 山道 | 地表 | 1 | - | - |
| | φ 150(Talkharka 系統) | 山道 | 地表 | 1 | - | - |
| 4+760～4+918 (158m) | φ 100(Holche 系統) | 山道 | 埋設 | - | 1 | - |
| | φ 150(Talkharka 系統) | 山道 | 埋設 | - | 1 | - |
| L=4918m | | | 小計 | 24 | 26 | - |

※第1 荷卸場: 測点 3+840、第2 荷卸場: 測点 4+918(シャウレ)

出典: 調査団

【C2 ホルチェ取水チャンバー～シャウレ合流点】

| 測点 | 管口径 | 布設条件 | 布設形態 | 空気弁 | 排水弁 | 減圧水槽 |
|-------------------------|------------------|-------------|--------------|--------------------|-----|---------------|
| 0+000～0+130 (L=130m) | φ 100(Holche 系統) | 山道 | 埋設 | 1(チャンバー) | - | - |
| 0+130～0+400 (L=270m) | φ 100(Holche 系統) | 山道 | 地表 | - | 1 | - |
| 0+400～0+440 (L=40m) | φ 100(Holche 系統) | 山道 | 埋設 | - | - | - |
| 0+440～0+800 (L=360m) | φ 100(Holche 系統) | 山道 | 地表 | 2(管路) | 2 | - |
| 0+800～1+260 (L=460m) | φ 100(Holche 系統) | 山道 | 埋設 | 1(管路) | 1 | - |
| 1+260～1+400 (L=140m) | φ 100(Holche 系統) | 山道 | 地表 | 1(管路) | - | - |
| 1+400～2+350 (L=950m) | φ 100(Holche 系統) | 山道 | 埋設 | 3(管路) | 4 | 1 (Type-1) |
| 2+350～2+600 (L=250m) | φ 75(Holche 系統) | 山道 | 地表 | 1(チャンバー) | - | - |
| 2+600～3+420 (L=820m) | φ 75(Holche 系統) | 山道 | 埋設 | 3(管路) | 3 | 1 (Type-3) |
| 3+420～3+480 (L=60m) | φ 100(Holche 系統) | 山道 | 埋設 | 1(チャンバー) | - | - |
| 3+480～3+778 (L=298m) | φ 100(Holche 系統) | 山道 (急傾斜) | 埋設 (アンカー) | - | - | - |
| L=3778m | | | 小計 | 10(管路) 3(チャンバー) | 11 | 2 |

※第3 荷卸場: 測点 0+800、第2 荷卸場: 測点 3+778(シャウレ)

出典: 調査団

【C3 チトレ減圧チャンバー～シャウレ合流点】

| 測点 | 管口径 | 布設条件 | 布設形態 | 空気弁 | 排水弁 | 減圧水槽 |
|--------------------------|---------------------|-------------|--------------|--------------------------------------|-----|---------------|
| 0+000～1+445 (L=1445m) | φ 100(Talkharka 系統) | 未舗装車道 | 埋設 | 1 (チャンバ ^ろ ー) 1 (管路) | - | - |
| 1+445～2+040 (L=595m) | φ 100(Talkharka 系統) | 山道 | 埋設 | 2 (管路) | 2 | - |
| 2+040～2+240 (L=200m) | φ 100(Talkharka 系統) | 山道 | 地表 | - | - | - |
| 2+240～2+320 (L=80m) | φ 100(Talkharka 系統) | 山道 | 埋設 | - | - | - |
| 2+320～2+360 (L=40m) | φ 100(Talkharka 系統) | 山道 | 地表 | - | - | - |
| 2+360～2+500 (L=140m) | φ 100(Talkharka 系統) | 山道 | 埋設 | 1 (チャンバ ^ろ ー) | - | 1 (Type-1) |
| 2+500～2+900 (L=400m) | φ 100(Talkharka 系統) | 山道 (急傾斜) | 埋設 (アンカー) | 1 (チャンバ ^ろ ー) | - | 1 (Type-1) |
| 2+900～3+400 (L=500m) | φ 100(Talkharka 系統) | 山道 | 埋設 | 1 (管路) | 1 | - |
| 3+400～3+520 (L=120m) | φ 100(Talkharka 系統) | 山道 (急傾斜) | 埋設 (アンカー) | - | - | - |
| 3+520～3+877 (L=357m) | φ 100(Talkharka 系統) | 山道 | 埋設 | 1(チャンバ ^ろ ー) | - | 1 (Type-3) |
| L=3877m | | | 小計 | 4 (管路) 4(チャンバ ^ろ ー) | 3 | 3 |

※第4 荷卸場: 測点 1+445、第2 荷卸場: 測点 3+877(シャウレ)

出典: 調査団

【C4 プシュレ減圧チャンバー～チトレ減圧チャンバー】

| 測点 | 管口径 | 布設条件 | 布設形態 | 空気弁 | 排水弁 | 減圧水槽 |
|-------------------------|---------------------|-------------|--------------|--------------------------------------|-----|---------------|
| 0+000～0+200 (L=200m) | φ 150(Talkharka 系統) | 山道 | 埋設 | 1(チャンバ ^ろ ー) | - | - |
| 0+200～0+240 (L=40m) | φ 150(Talkharka 系統) | 山道 (急傾斜) | 埋設 (アンカー) | - | 1 | - |
| 0+240～0+800 (L=560m) | φ 150(Talkharka 系統) | 未舗装車道 | 埋設 | 1 (管路) | - | - |
| 0+800～1+740 (L=940m) | φ 100(Talkharka 系統) | 未舗装車道 | 埋設 | 1 (管路) | 1 | - |
| 1+740～1+800 (L=60m) | φ 100(Talkharka 系統) | 山道 (急傾斜) | 埋設 (アンカー) | - | - | - |
| 1+800～1+851 (L=51m) | φ 100(Talkharka 系統) | 山道 | 埋設 | - | 1 | 1 (Type-1) |
| L=1851m | | | 小計 | 2 (管路) 1 (チャンバ ^ろ ー) | 3 | 1 |

※第5 荷卸場: 測点 0+000(プシュレ)

出典: 調査団

4.3 施工計画／調達計画

4.3.1 施工方針

(1) 基本事項

本プロジェクトの「ネ」国側実施機関は、「上下水道局(DWSS)」となる予定であり、DWSSの監督下でチョウタラ市の郡上下水道事務所(WSSDO)が実際の工事監理に当たる。本プロジェクトの実施に係るコンサルタント契約や請負者契約は「ネ」国都市開発省(MoUD)の委任の下、DWSSが行う。

日本国無償資金協力のスキームに従い、初めに事業実施に関する交換公文(E/N)が両国間で締結され、その後、JICAと「ネ」国政府との間で贈与契約(G/A)が締結される。

コンサルタントは、詳細設計、入札図書作成、入札業務代行、建設工事の施工監理を担当する。

請負業者は入札によって選定され、実施機関との契約締結後、建設資機材の調達、現地ベースヤードの設営を行い、資機材の到着後、施設建設を開始する。

「ネ」国側は E/N 締結後、直ちに銀行取極(B/A)を行い、支払授權書(A/P)の発行、資機材の輸入に係る免税措置に必要な手続きを財務省と協力して実施する。

(2) 施工方法

本プロジェクトの施工サイトのうち、水源に近いところは雨期のアクセスが非常に困難である。こうした地域で予定されている管路布設や集水チャンバーの施工は、乾期に集中して実施する。

また、ダクタイル鋳鉄管の接合方式には耐震性の高い離脱防止機構のついたものを採用するため、実施機関側の技術員に対してその施工手順や取扱い方法などを丁寧に伝え、技術移転が促進されるように配慮する。

4.3.2 直接工事

(1) 準備工

(i) 資機材集積ヤード

ダクタイル鋳鉄管や付属品、建設機械類は本邦調達され、コンテナにより陸送される。

「ネ」国に到着した資機材は、カトマンズ盆地内のバクタプール市の資機材ヤードに集積され、そこから工事スケジュールに応じて施工サイトまで小口運搬される。

資機材ヤードとしては 50m×50m 程度を確保し、周囲を仮設フェンスで囲う。当該用地は幹線道路に面しており、不審者が侵入する危険が高いため、盗難防止のために警備員を常駐させる。

(ii) チョウタラ市サブヤード

工事工程に応じて小口運搬される資機材はチョウタラ市の仮置場を経由して、施工ルート沿線に運搬される。チョウタラ市の仮置場は、市内の公共用地の一部が貸与されることを想定し、20m×20m程度の範囲に仮囲いを設置する。

(2) 基礎・土工

(i) 導水管工事

土工はオープンカットで行い、車道の掘削に際してはバックホウ（0.10m³ 平積）を使用し、車両のアクセスができない山道では人力による掘削とする。山岳地帯の道路は未舗装であるが、玉石やレキが広範囲に混ざっているため、管頂部 10cm 程度まで購入土(砂又は良質土)で埋戻しを行う必要がある。砂の埋戻しの後、掘削土で道路表面までの埋戻しを行う。埋戻し時は、30cm 厚毎にタンパを用いて転圧締固めを行う。

(ii) チャンバー工事

チャンバーの施工場所は車両や重機でアクセスできないため、掘削・埋戻しはすべて人力によって行う。基盤面整形後、碎石（15cm 厚）を敷き均し、均しコンクリート（5cm 厚）を打設、その上に型枠、鉄筋を設置し、底版のコンクリートを打設する。

(3) コンクリート工

(i) 仮設工

ホルチェ取水チャンバー以外はいずれも小規模で壁高は 2m 以下であり、枠組足場は不要である。また、平均設置高 4m 未満の場合、頂版はパイプサポートにて型枠を支えて打設する。

(ii) コンクリート製造

施工サイトは山岳部に位置するため、生コンの調達是不可能である。本プロジェクトのコンクリート構造物は小規模であるため、ポットミキサーを用いてコンクリートを現場製造する。

コンクリートの打設は、底版、側壁、頂版の順序で実施し、打設と平行してバイブレーターによる締固めを十分に行う。底版と側壁の継ぎ目には塩化ビニル製の止水板を挿入し、止水効果を高める。気温が高い場合のコンクリートの養生については、常に湿潤状態が保たれるように散水などの対策を万全にする。

(4) 管路敷設

(i) 管路敷設手順

配管敷設はダクティル鉄管協会の推奨する手順に従う。配管布設前に床付面が平滑であること、玉石やレキのないことを確認の上、管の吊込み布設を行う。岩盤の露出な

どで部分的に平滑が確保できない場合には、購入砂を 10cm 厚程度敷き、管底部の損傷を防止する。

未舗装車道での施工では、配管材のストックヤードからクレーン付トラック(4t 積 2.9t 吊)で運搬し、同クレーンを用いて吊込みを行う。その他の山道での布設は人力により行う。

なお、山道や山林内の敷設ルートでは、地表部まで岩盤が露出している区間、急傾斜のため広範囲に掘削することが困難な区間が存在する。こうした場所では、配管底部にコンクリートの支持ブロックの上に配管する地表配管を採用する。また、20° を超える勾配が続く区間では、管の滑動を防ぐためのコンクリートブロックを地中に設ける。

(ii) 管路付帯設備

管路は山岳部の起伏に合わせて布設されるが、以下の付帯工事が発生する。

空気弁：縦断上の凸部の空気排除と水撃圧を防止するための吸排気弁

排水弁：縦断上の凹部にたまる砂分を定期的に排除するための分岐管及び仕切弁

減圧水槽：管内圧力を適正範囲に軽減するための水槽

4.3.3 施工監理計画

(1) コンサルタントの設計・施工監理計画

本プロジェクトを実施する上で、コンサルタントは以下の事項に留意する。

- 「ネ」国と日本国政府間で締結される交換文書 (E/N) の内容を把握する。
- 「ネ」国と JICA 間で締結される贈与契約 (G/A) の内容を把握する。
- 「ネ」国政府側の負担事項の内容とその進捗を確認する。その内容が日本側工事着手前の完了が必要であれば、その完了の確認を行い、日本側工事の実施工程との調整を行う。
- 機材の持込みに伴う通関、免税処置等の手続きを再確認し、工期に影響を及ぼさないよう、実施機関と協議する。

(2) 実施設計

実施設計では現地調査と国内作業を行う。実施設計に従事するコンサルタント業務担当者の要員を以下に示す。

(i) 現地調査

自然条件、地形・地質、建設資材の調達事情、労務調達事情、補足測量、管路埋設ルート、減圧チャンバーの用地確認、施工方法等のデータの補完を行い、詳細設計に必

要な諸条件を再確認する。また、先方実施機関負担事項に関する工程調整やそのための予算措置等について確認を行う。

(ii) 国内作業

現地調査結果をもとに、構造計算、構造物寸法の決定、詳細設計図の作成を行い、施工計画の立案と工事費積算を行うとともに、工事仕様書の作成を行う。また入札図書の作成も行う。

表 4-3 実施設計の要員計画

| 担 当 | 格付 | 業務内容 | 人月 | | 渡航 |
|------------|----|------------------|------|------|----|
| | | | 国内 | 現地 | 回数 |
| 業務主任 | 2 | プロジェクトの総括 | 0.25 | 0.23 | 1 |
| 導水管敷設計画・設計 | 4 | 管路全般に関する詳細設計 | 0.67 | - | - |
| 配水槽等構造設計 | 4 | チャンバー構造に関する詳細設計 | 3.00 | - | - |
| 施工計画・積算 | 4 | 詳細事業費の積算/施工計画の立案 | 3.00 | - | - |
| 入札図書作成 | 4 | 入札図書の作成 | 1.00 | - | - |
| 合 計 | | | 7.92 | 0.23 | 1 |

(3) 入札関連業務

入札関連業務は、入札図書の承認・配布、入札結果評価、業者契約締結の補助入札業務を行う。入札関連業務の日本技術者要員を以下に示す。

表 4-4 入札関連業務 1 の要員計画

| 担 当 | 格付 | 業務内容 | 人月 | | 渡航 |
|------------|----|---------|----|------|----|
| | | | 国内 | 現地 | 回数 |
| 業務主任 | 2 | 入札図書の承認 | - | 0.33 | 1 |
| 導水管敷設計画・設計 | 4 | 入札図書の承認 | - | 0.33 | 1 |
| 施工計画・積算 | 4 | 入札図書の承認 | - | 0.33 | 1 |
| 合 計 | | | - | 0.99 | 3 |

※入札図書承認に係る現地調査は、現地7日+移動3日=10日間(0.33M/M)と設定した。

表 4-5 入札関連業務 2 の要員計画

| 担 当 | 格付 | 業務内容 | 人月 | | 渡航 |
|------------|----|-------------|------|------|----|
| | | | 国内 | 現地 | 回数 |
| 業務主任 | 2 | 公示・図渡し・現地説明 | 0.23 | - | - |
| | | 入札・入札評価 | - | 0.33 | 1 |
| 導水管敷設計画・設計 | 4 | 公示・図渡し・現地説明 | 0.23 | - | - |
| | | 入札・入札評価 | - | 0.33 | 1 |
| 施工計画・積算 | 4 | 公示・図渡し・現地説明 | 0.23 | - | - |
| | | 入札・入札評価 | - | 0.33 | 1 |
| 合 計 | | | 0.69 | 0.99 | 3 |

(4) 施工監理

施工業者の現地入りに合わせて、コンサルタント側技術者が現地入りし、工事着工前のミーティング、サイト確認、関係機関との調整を行う。その後、常駐施工監理技術者による施工監理が工事完了まで続けられる。施工監理に従事するコンサルタント業務担当者の日本技術者要員と現地雇人要員計画を以下に示す。コンサルタントは以下の事項の監理を実施する。

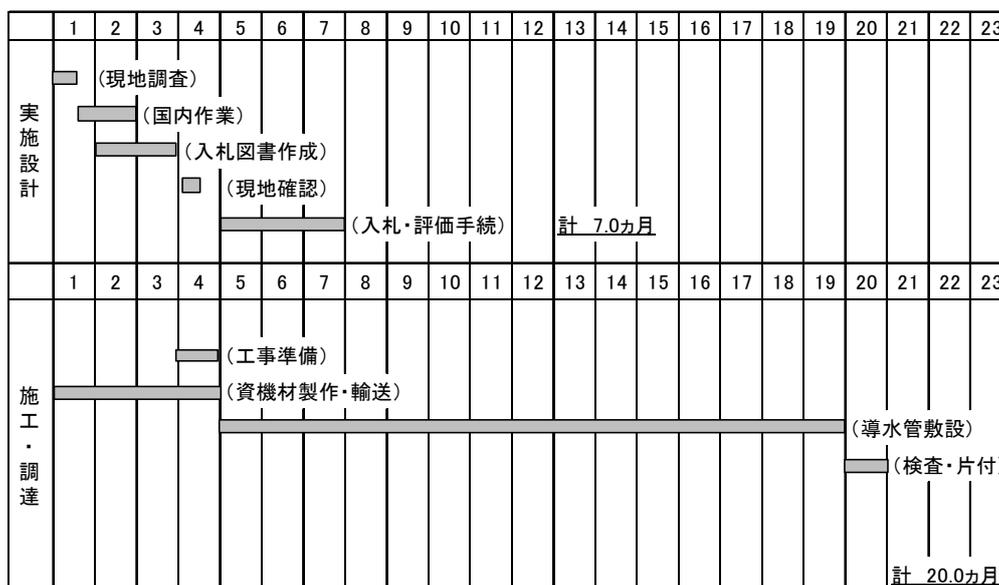
- 工事資機材の検査（日本及び「ネ」国）
- 日本側負担による施設建設の施工監理、現場における各種検査

表 4-6 施工管理の要員計画

| 担 当 | 格付 | 業務内容 | 人月 | | 渡航回数 | |
|-------------|-----------|------|---------------------|----|-------|---|
| | | | 国内 | 現地 | | |
| 施工監理業務 | | | | | | |
| 本邦技術者 | 業務主任 | 2 | 着工時協議、竣工時協議・調整、統括管理 | | 2.00 | 4 |
| | 常駐施工監理 | 3 | 工事監理現場責任者 | — | 16.00 | 3 |
| | 完成検査員 | 3 | 工事竣工時の完成検査 | — | 0.23 | 1 |
| 小計① | | | | — | 18.23 | 8 |
| 現地備人 | 施工監理技術者 1 | - | 施工監理全体に関する補助 | — | 16.00 | — |
| | 施工監理技術者 2 | - | 施工監理全体に関する補助 | — | 10.00 | — |
| | 事務員 | - | 事務補助全般 | — | 16.00 | — |
| 小計② | | | | — | 42.00 | — |
| 合計(小計①+小計②) | | | | — | 60.23 | 8 |

4.3.4 実施工程

表 4-7 事業実施工程



(1) 工事施工順序

「ネ」国の乾期が始まる段階で工事を開始し、まず雨期のアクセスが困難となる区間より管路敷設を開始する。未舗装車道では、バックホウとクレーン付きトラックを用いて2班体制で施工を行うが、アクセスの困難な水源に近い区間から順に市内に向かって敷設する。2017年の雨期に入る頃には、シャウレ合流点～浄水場の施工が予定されるが、ここは雨期でも比較的アクセスが容易な区間であり、大幅に工事が遅れるリスクは少ない。

車両のアクセスができない山道での布設では、異なる路線を同時に施工することで工事期間の短縮を図る必要があるが、品質管理が行き届くよう、各路線3班程度での施工にとどめる。

チャンバー工事は管路敷設と同時並行で実施するが、一定区間の管路敷設が完了するタイミングですぐに満水試験が迅速に行えるよう、両者工事の調整が必要である。水源地域の集水チャンバーの新設・補修工事は乾期に実施される。

導水管とチャンバー工事に要する施工期間を含めた事業実施工程表は表 4-7 に示す。

(2) 工期設定の条件

工期設定のための条件は以下のとおりである。

表 4-8 工期設定の前提条件

| 項目 | 時期 |
|------------|------------|
| 交換公文 (E/N) | 2015年12月下旬 |
| 贈与契約(G/A) | 2016年2月中旬 |
| コンサルタント契約 | 2016年3月上旬 |
| P/Q 公示 | 2016年6月上旬 |
| 施工業者契約 | 2016年8月下旬 |
| 工事着手 | 2016年10月上旬 |
| 工事竣工 | 2018年5月下旬 |