

第3章 プロジェクトの内容

第3章 プロジェクトの内容

3-1 プロジェクトの概要

(1) プロジェクト目標

「ブ」国は国土の大部分が険しい山岳地帯であり、道路・橋梁による交通が唯一の交通・輸送手段である。しかし「ブ」国道路の整備状況と絶対的な不足は、特に農村地域発展の阻害要因となっている。そのため、効率的で安全な道路網及び橋梁整備がブータン国の社会・経済の発展に不可欠となっている。

上記のような課題に対し、「ブ」国政府は、国家開発大綱である「ブータン 2020」（1999 年制定）においては、幹線道路の改修および全国民が半日で幹線道路にアクセスできるようフィーダーロード（幹線道路につながる支線道路）の整備を目標としている。また「道路セクターマスタープラン（2007-2027）」においても、市町村レベルのフィーダーロード建設が掲げられている。さらには「第 10 次五カ年計画（2008 年～2013 年）」においても、「幹線道路へのアクセスを 2 時間以内とする」（開発の急速な進展に伴い、ブータン 2020 を上方修正）と掲げ、そのために幹線道路の改修整備とフィーダーロードの充実、既存道路・橋梁の維持・補修、架け替え等を目標としている。

この中で本プロジェクトは、サイクロンにより破壊された橋梁の復旧による地域住民のアクセス改善および今後のサイクロン襲来に備えたアクセスの確保を解決することを目標とするものである。

(2) プロジェクト概要

本プロジェクトは、上記目標を達成するために国道 5 号線上にある 2 橋について、仮設橋から永久橋へ架け替えを行う。また、国道 4 号線に繋がる農道上の 3 橋については、仮設橋を架設するにあたり、下部工を施工する。

- ・ 国道 5 号線上の 2 橋は、①ドルコラ橋 ②ジグミリング橋
- ・ 国道 4 号線に繋がる農道上の 3 橋は、①マンデチュ（レオタラ）橋 ②ケラ橋 ③ジャンビ橋

(3) 調査対象橋梁形式

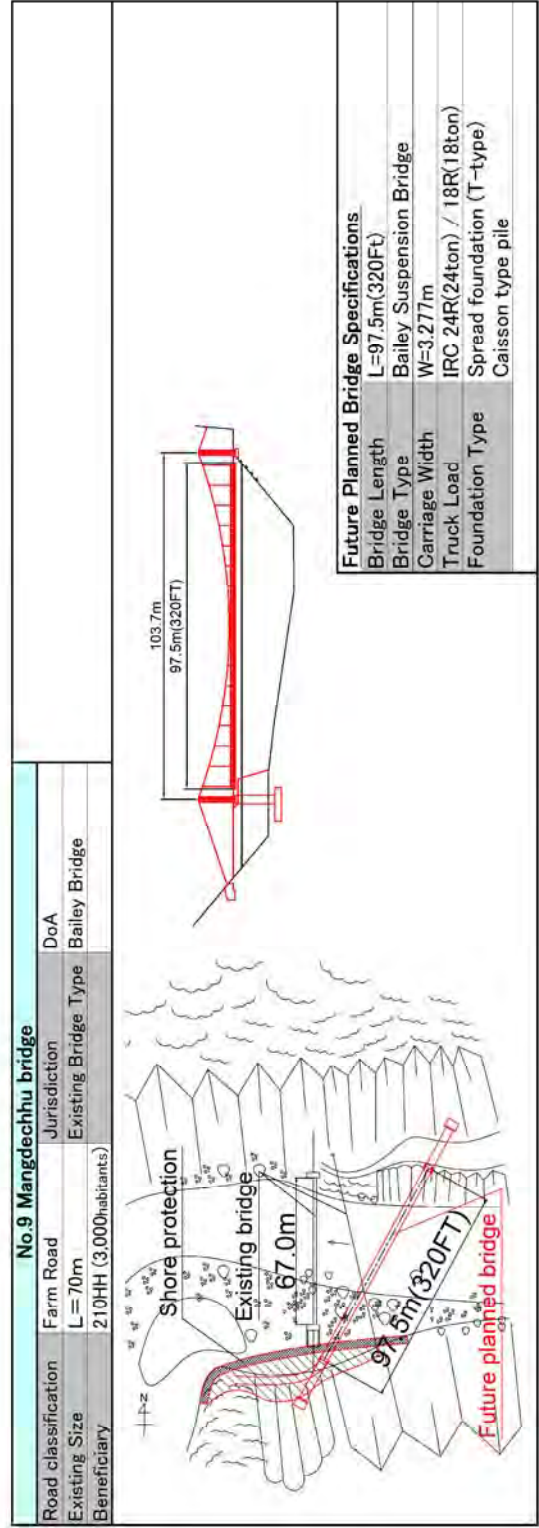
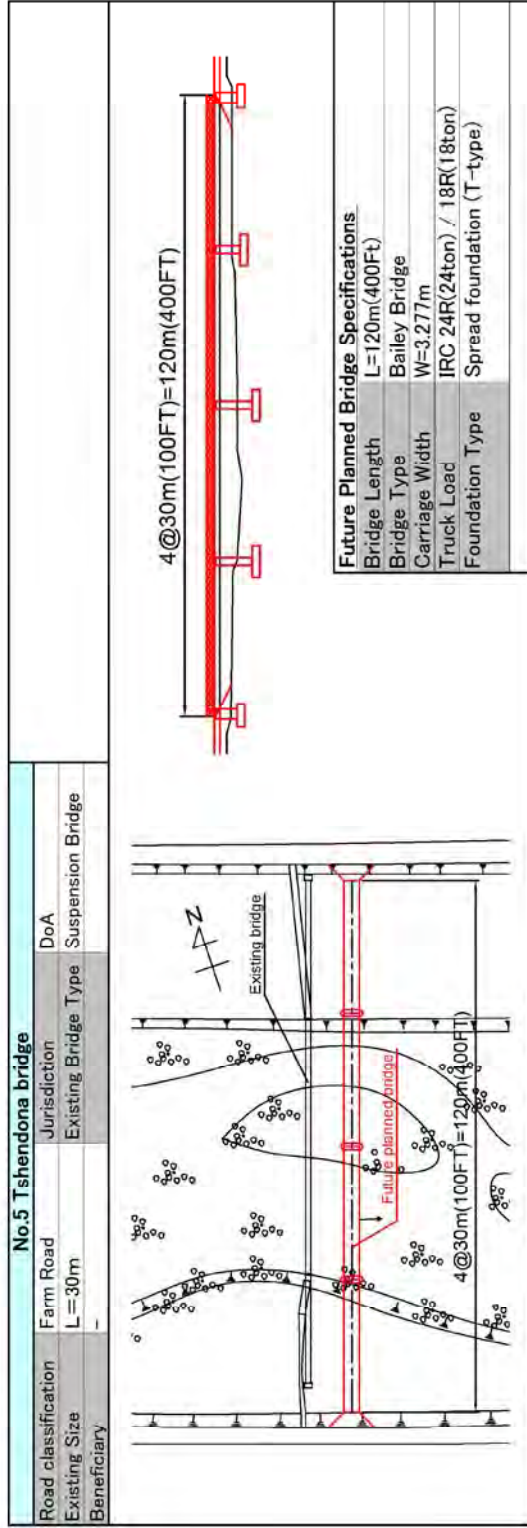
調査対象橋梁形式及び最終的な協力対象橋梁を以下に示す。

表 3-1 橋梁形式

橋梁名	協力対象	橋梁形式	備考
No. 5 ツェンドナ橋	—	ベイリー橋(4径間) L=120m	下流の道路橋と径間長以上のスパンを確保し、30m スパンの橋梁とする。
No. 9 マンデチュ (レオタラ) 橋	○	ベイリー吊橋 L=97.5m	洪水時の流量が著しく大きく、橋脚の設置は再度流失の可能性が高いことから、橋脚を設置せず渡河可能な形式としてベイリー吊橋を選定する。
No. 16 ゾンカチュラム橋	—	ランガー橋 L=70m	落石影響範囲を避け、道路線形を考慮した場合の架橋位置、スパンよりランガー橋を選定する。
No. 17 ドルコラ橋	○	PC 橋 (2 径間) L=70m	河川幅、必要な径間長を確保し、スパン 35m 程度で経済性に優れる PC 橋を選定する。
No. 18 ジグミリング橋	○	PC 橋 (2 径間) L=70m	
No. 19 ケラ橋	○	ベイリー橋 L=48m	河川幅より橋長 48m のベイリー橋を選定する。
No. 20 ジャンビ橋	○	ベイリー橋) L=48m	

次ページ以降に各橋梁の概略図を示す。

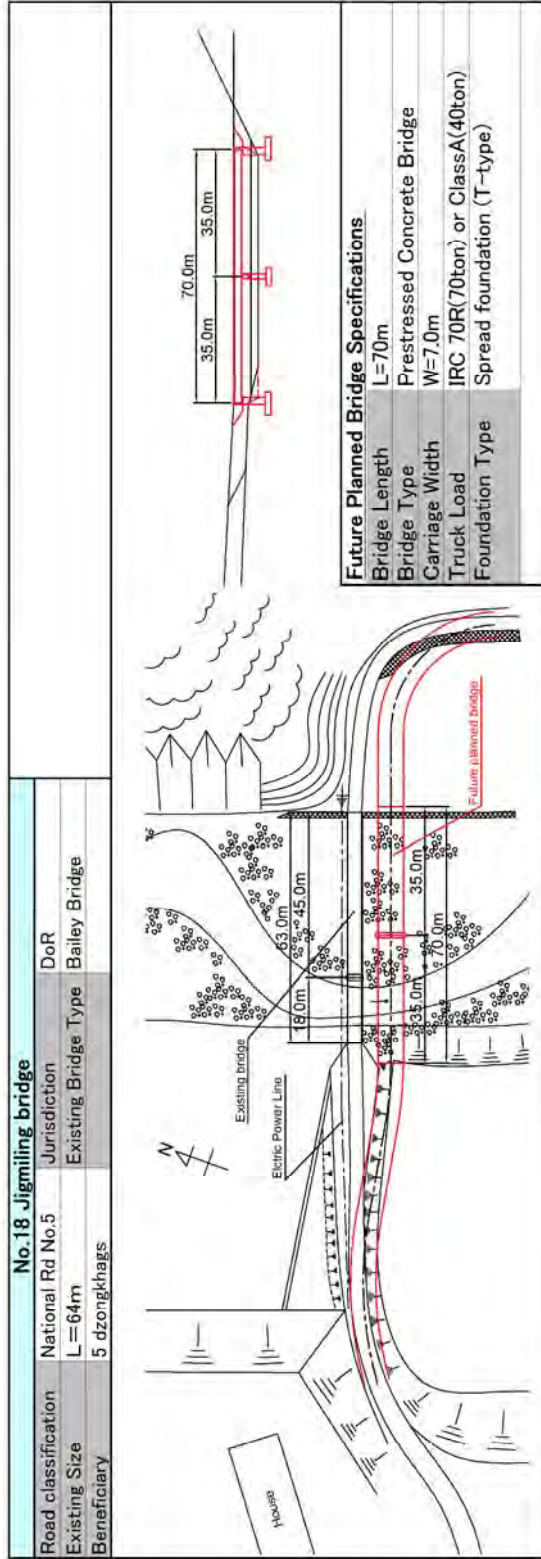
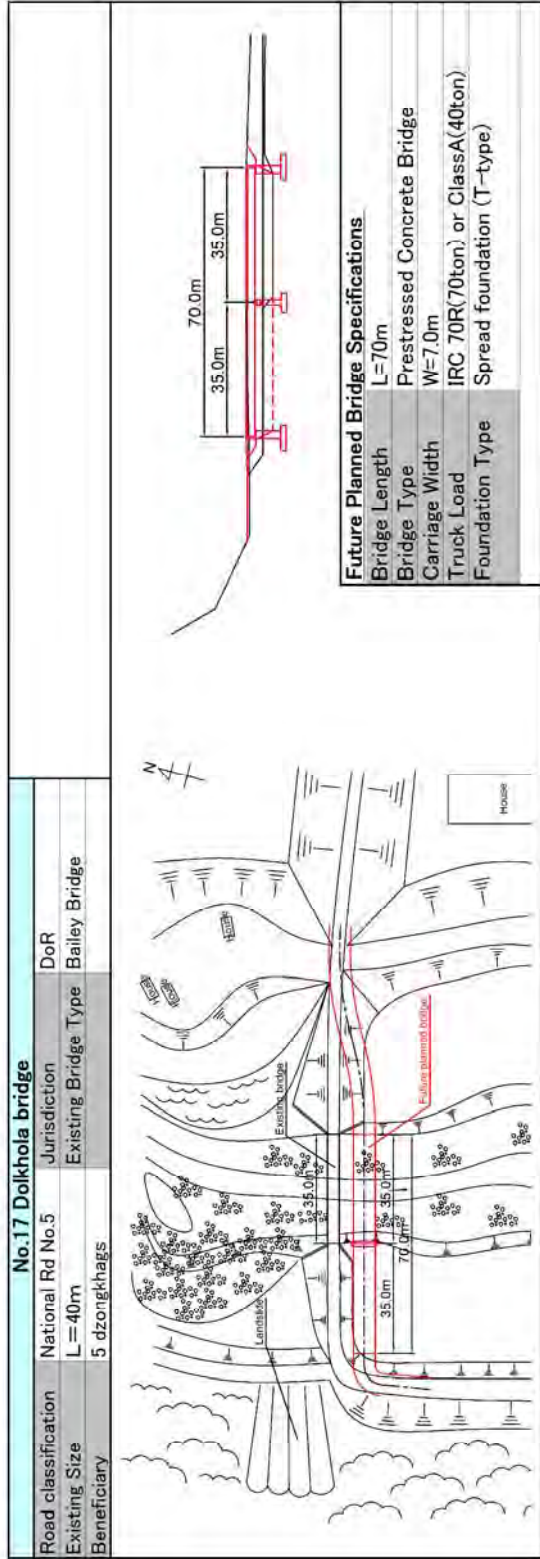
Basic Design Concept (1/4)



Basic Design Concept (2/4)

No.16 Dzongkhachulum bridge														
Road classification	National Rd No.4	Jurisdiction												
Existing Size	L=23m	Existing Bridge Type												
Beneficiary	3 dzongkhags	DoR												
		Truss Bridge												
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Future Planned Bridge Specifications</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Bridge Length</td> <td>L=70m</td> </tr> <tr> <td>Bridge Type</td> <td>Langer arch Bridge</td> </tr> <tr> <td>Carriage Width</td> <td>W=7.0m</td> </tr> <tr> <td>Truck Load</td> <td>IRC 70R(70ton) or ClassA(40ton)</td> </tr> <tr> <td>Foundation Type</td> <td>Spread foundation (T-type)</td> </tr> </tbody> </table>			Future Planned Bridge Specifications		Bridge Length	L=70m	Bridge Type	Langer arch Bridge	Carriage Width	W=7.0m	Truck Load	IRC 70R(70ton) or ClassA(40ton)	Foundation Type	Spread foundation (T-type)
Future Planned Bridge Specifications														
Bridge Length	L=70m													
Bridge Type	Langer arch Bridge													
Carriage Width	W=7.0m													
Truck Load	IRC 70R(70ton) or ClassA(40ton)													
Foundation Type	Spread foundation (T-type)													

Basic Design Concept (3/4)



Basic Design Concept (4/4)

No.19 Kela bridge			
Road classification	Farm Road	Jurisdiction	DoA
Existing Size	L=45m	Existing Bridge Type	Suspension Bridge
Beneficiary	2villages.57HH		

48m (160Ft)

Future Planned Bridge Specifications	
Bridge Length	L=48m(160Ft)
Bridge Type	BaileyBridge
Carriage Width	W=3.277m
Truck Load	IRC 24R(24ton) / 18R(18ton)
Foundation Type	Spread foundation (T-type)

No.20 Jangbi bridge			
Road classification	Farm Road	Jurisdiction	DoA
Existing Size	L=53m	Existing Bridge Type	Suspension Bridge
Beneficiary	5villages.64HH		

48m (160Ft)

Future Planned Bridge Specifications	
Bridge Length	L=48m(160Ft)
Bridge Type	Bailey Bridge
Carriage Width	W=3.277m
Truck Load	IRC 24R(24ton) / 18R(18ton)
Foundation Type	Spread foundation (T-type)

3-2 協力対象事業の概略設計

3-2-1 設計方針

3-2-1-1 基本方針

(1) 国道5号線上の橋梁

本調査の対象橋梁が位置する国道5号線は、南部平野部の開発地域を通過する重要なルートである。国道5号線上では、現在までに我が国の無償資金協力（第二次橋梁架け替え計画）で「ワクリタル橋」が仮設橋であったベイリー橋から永久橋に架け替えられた。また、現在実施中の第三次橋梁架け替え計画では、「ラワカ橋、バソチュ橋、ブリチュ橋、ナラチュ橋、チェンチーエイ橋、ローリン橋」が工事实施中である。さらに「ブ」国側の負担で、同ルート上で橋長30m以下の5橋について、架け替えが実施されている。しかし、同ルートの南部ゲレフからサルパン間に位置するドルコラ橋、ジグミリング橋については、依然ベイリー橋のままである。これらは再度サイクロン・アイラと同程度の災害が発生した場合に、橋梁が流出する可能性が高く、予防的観点から協力の重要性が高い。この2橋は調査の結果、制限荷重は18t、幅員が3.27mであり、たわみなどによる損傷、部材の摩耗、腐食などの老朽化がみられるため、車両が安全で円滑に走行できる状況ではない。また橋台の基礎部分に浸食された跡が見受けられる。

これら2橋は、南部地域の開発計画が進むに伴い、交通量、特に大型車両の増加が今後予測され、安定した人・物資の輸送に対して、既設橋梁がボトルネックになる可能性がある。

国道5号線の円滑で安全な交通を確保するために、既設橋梁の架け替えの意義は大きい。

設計の基本方針を以下のとおりとした。

- 対象橋梁である2橋は、現地調査の結果、橋長が30mを超えるため、「ブ」国の実績、地形条件、調達事情などの観点から「ブ」国による実施は困難である。我が国の無償資金協力による架け替えを行う。
- 「ブ」国の道路基準である「Road Survey & Design Manual」によると国道5号線の幅員は、7.0mであることから、走行性、安全性、連続性を考え有効幅員は7.0mを確保する。
- 国道5号線は水力発電事業（プナチャンチュ発電事業）への資機材輸送のための大型車両の通行が想定されることから、「ブ」国としても従来の「The Indian Roads Congress (IRC 基準)」で定められているClass Aに加え、新たに大型車両の通行を考慮した70R (wheeled)を国道上の橋梁設計における活荷重強度として規定している。
したがって、橋梁設計においては、「Class A 活荷重」および「70R (wheeled)」を用いる。
- 必要最小限のコストで最大の効果を発揮できるよう設計、施工計画等について検討を行う。

(2) 国道4号線沿いの農道上にある橋梁

本調査の対象橋梁が位置する国道4号線沿いの農道上にある3橋のうち、マンデチュ（レオタラ）橋については、サイクロン・アイラによって、橋梁が流失し、人道吊り橋が架設されている。ケラ橋およびジャンビ橋の2橋ともに人道吊り橋であり、現状で車両が通過することはできない。マンデチュ（レオタラ）橋、ケラ橋、ジャンビ橋、3橋共に、対岸の農村と幹線道路・市場を結ぶ唯一のルート機能を担っており、橋梁整備による住民生活（生活物資の入手、農産品の搬出等）の復興・改善に大きく資するものである。また、「ブ」国第10次5カ年計画で目標とされている「幹線道路へのアクセスを2時間以内とする」ことに、大きく貢献できる。

設計の基本方針を以下のとおりとした。

- 対象橋梁である3橋の上部工については、橋長を考慮しケラ橋・ジャンビ橋はベイリー橋とし、マンデチュ（レオタラ）橋はベイリー吊り橋とする。これまでの同国の実績から「ブ」国業者のベイリー橋及びベイリー吊り橋の施工実績・施工能力は十分である。上部工は「ブ」国側負担事項とした。
- 対象サイトには崩壊した橋台や橋脚が残されていたが、これらを確認する限り、「ブ」国施工業者による下部工（コンクリート工事）施工の品質が非常に悪いことが判明した。よって、対象橋梁の下部工は、日本側負担とした。
- 「ブ」国のベイリー橋の設計基準によると、幅員は、3.277mであり、設計荷重はR24であり、本計画においてもこれらの基準を用いることとする。なお、現在使用されているベイリー橋の材料を転用する場合は、許容荷重はR18とする。
- サイクロン・アイラ等による洪水被害を考慮して、適切な桁下余裕高の設定を行った。また、橋台を保護するため護岸工の設計を行った。なお、マンデチュ（レオタラ）橋の下流側で合流するワンディガン川の橋梁新設については、マンデチュ（レオタラ）橋の設計を十分考慮に入れるよう「ブ」国側に申し入れた。

3-2-1-2 自然条件に係わる方針

(1) 地形及び地質

国道5号線上に位置する対象2橋（ドルコラ橋、ジグミリング橋）は南部の平野部を通過する路線上に位置している。河川幅は広く、河岸には砂利、砂、玉石、巨石が堆積している。地質調査の結果、支持地盤の地耐力は十分であり、橋台及び橋脚は直接基礎を採用する。施工時においては湧水が予見される。このため止水及び水替工等十分留意した施工計画を検討する。

国道4号線沿いの農道上に位置する対象3橋（マンデチュ（レオタラ）橋、ケラ橋、ジャンビ橋）は、急峻な地形上に位置している。地表より2～3mの掘削で支持地盤に到する。このため橋台は重力式直接基礎を採用する。橋梁架設位置は、雨季には相当の河川流速と水位上昇が予見される。水難事故等が発生しない様、十分な対策が必要となる。

(2) 気候

「ブ」国の気候は「2-2-3 自然条件」で述べたような特性を持っている。

これらの特性から雨期における施工の可能性など、設計・施工計画・工程計画に反映させる方針とした。

(3) 地震

「ブ」国内では、構造物設計の地震条件区分に明確な基準が整備されていない。設計は隣国インド IRC 基準区分の中で、地理的にブータン国に隣接したインド・アッサム地方の地震条件(地震の影響が大きい「ゾーンV」)を適用することが現実的であるため、この条件を採用するものとする。

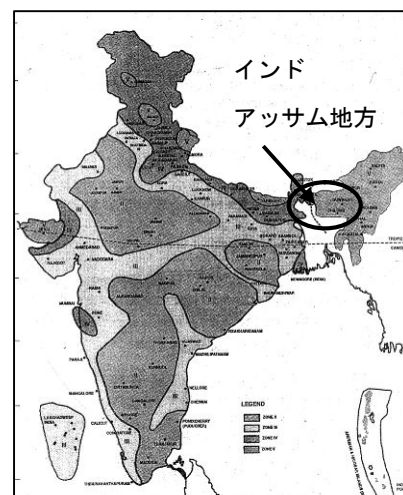


図 3-1 インド・アッサム地方の地震条件
(出典:IRC より)

3-2-1-3 社会経済条件に係わる方針

国道5号線は対象地域の幹線道路であり、首都であるティンブーへのアクセスや地域内の主要都市であるワンディポダン、ダンプー、サルパン、ゲレフへの移動にも利用される路線である。トラック、バスなどの物流及び人流において重要な路線である。

国道5号線沿線地域の主な産業は、森林地帯が多い北部は林業、南部の平野部では農業である。国道5号線は、これらの生産物をティンブー、ワンディポダン等へ輸送する路線である。

国道 5 号線に沿ったプナチャンチュ川は流量が多く、地形が急峻なことから水力発電所に適した地形である。既にバソチュ水力発電所が稼働しており、現在ワンディポダン近郊にプナチャンチュ水力発電所の建設が進められている。

南部の平野部では、ジグミリン工業団地建設計画、グリーンフィールド国際空港建設計画があり、将来、計画の実施に際しては国道 5 号線が資機材の主な輸送路となる。

国道 4 号線にアクセスする農道沿線地域の主な産業は、北部で林業、南部では農業であり、特に果樹園栽培が盛んである。これらの農道は、切り出した木材の運搬、農業資材・農産物の搬出入に供され、農業生産地と市場を結んでいる。

以上のような状況から、安全で円滑な交通が確保できる橋梁及び取付道路の設計を検討する必要がある。特に地域経済の発展による物資輸送の増加や大型車両の増加が予見されるため、これらに配慮した幅員や設計荷重の設定を行う。

3-2-1-4 建設事情に係わる方針

(1) 建設事情

建設関連部門の GDP に占める割合は、電力部門や農業部門に次ぐ第 3 位の 11.4%(2009 年年次報告書)であり、建設関連部門の就業人口割合は 4.5%(2009 年年次報告書)である。「ブ」国の建設関連部門は、輸出品目第 1 位の電力を生産する水力発電所の建設に寄与するだけでなく、山岳国のライフラインである道路、橋梁整備等に貢献する重要な部門である。道路整備の主な内容は、新設道路建設、道路改良である。橋梁整備は規模の小さい仮設橋等の建設である。このような状況の中、現地建設業界は以下の問題等を持ち合わせているため、これらに留意した事業計画を立案した。

① 材料管理

現地調査で目視確認した結果、以下写真に示すような建設材料の管理が不十分である建設現場が見受けられた。

② 建設作業員及び土木技術者の不足

「ブ」国の建設工事は年々増加傾向であるが、建設就労者育成がその増加に追従しておらず建設作業員の慢性的な不足状況である。また、若年層の作業員を指導・管理する経験豊富な熟練土木技術者が不足しており、現場管理が良好でなく、品質低下や工期の遅れを招いている。

③ 施工方法の不備

被災した橋梁の破損状況調査から、橋台が打ち継ぎ部の施工不良で破損したことを確認した。



写真-骨材保管状況 整理がされていない



写真-機材保管状況 清掃がされていない



写真-埋戻状況 転圧不備(監理不足)



写真-打ち継ぎ部分から破損した構造物

3-2-2 基本計画

3-2-2-1 適用基準

(1) 適用基準

① 道路設計

道路設計は、ブータン国内の道路・橋梁の設計基準である「Royal Government of Bhutan, Ministry of Works & Human Settlement, Standards & Quality Control Authority, Specifications For Building & Road Work (2009)」、「Royal Government of Bhutan, Department of Agriculture, Ministry of Agriculture, Technical Guidelines for the construction of Farm Road (May 2009)」、「Royal Government of Bhutan, Department of Agriculture, Ministry of Agriculture, Technical Specification & Standard Drawings for the construction of Farm Road (May 2009)」を使用する。

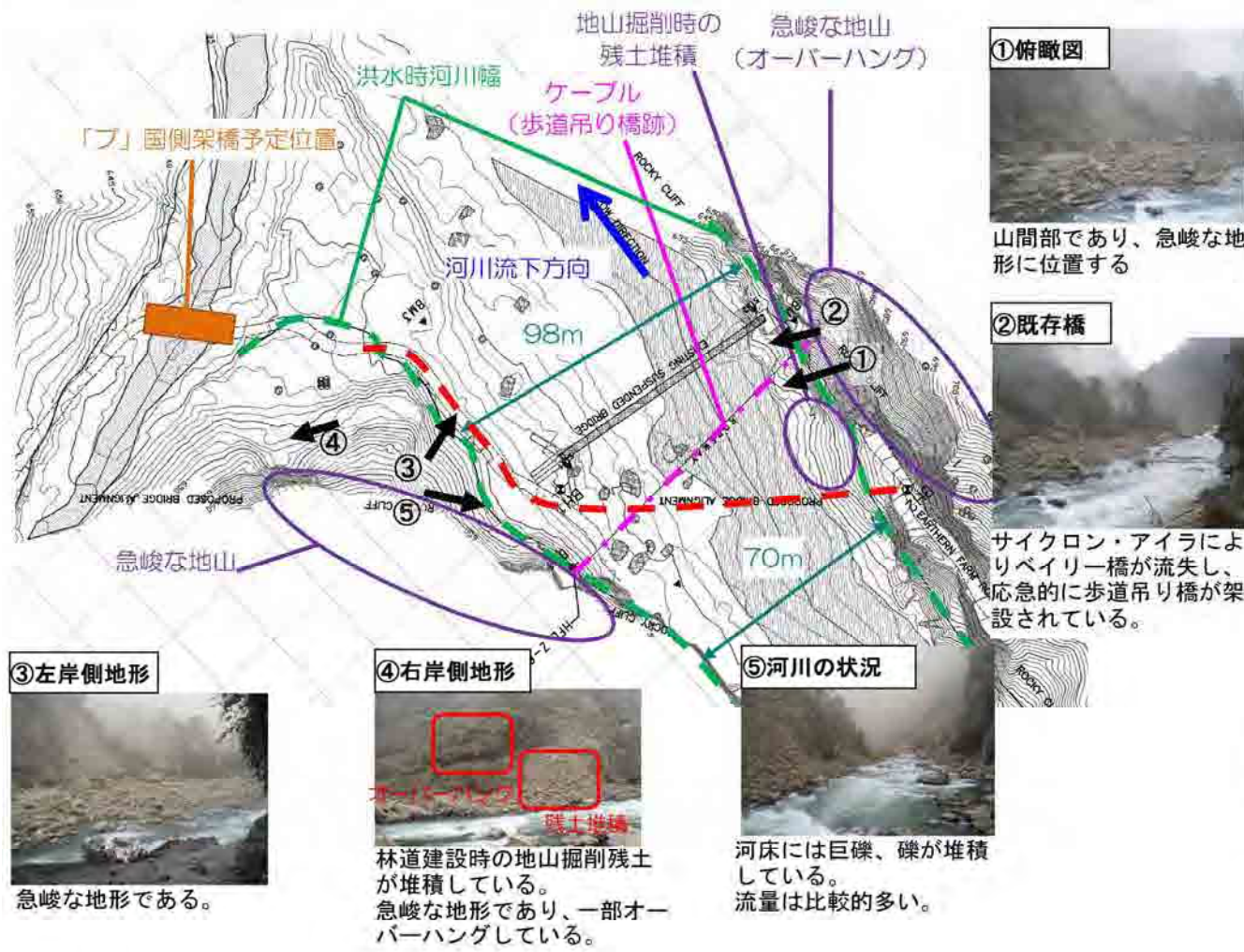
② 橋梁設計

橋梁設計には「Standard Specification and Code of Practice for Road Bridge, The Indian Roads Congress (IRC 基準)」を基本とするが、部材の耐荷力算出方法など上記基準に明確に示されていない部分などについては、我国の道路橋示方書の規定を用いるものとする。

3-2-2-2 橋梁形式

次ページ以降に各橋梁形式を示す。

No.9 Mangdechhu (Reotala) Bridge



(1) 現地概要

1) 地形・地質概要

山間部の急峻な地形に位置し、河床は巨礫～礫が堆積する。斜面は非常に急峻で岩盤が露頭する。河床には礫が堆積し、平均N値は50を超える。

2) 河川概要

洪水痕跡から河川幅は70m～98m程度であり、洪水時の流量は10000 m³/sを超える。

(2) ルート設定

既存橋の上流側で、既存橋に干渉せず、右岸側の Farm Road の比較的幅員の広い位置に接続するルートとする。

(3) 主塔間隔・支間割の設定

既存橋の上部工、橋脚がサイクロン・アイラによって流失しており、河川内に橋脚を設置した場合、同様の被害に合う可能性が高い。したがって、**新橋は1スパンで渡河する構造とする。**

後述のとおり、上部工形式はベイリー吊橋となることから、主塔間隔及び支間長はカタログ値より当該地形に当てはまるタイプを選定する。

以上より、主塔間隔は103.7m、支間長は97.6m (320FTタイプ) となる。

(4) 下部工・基礎工形式の設定

躯体高が10mであることから、下部工形式は、**橋台を逆T式橋台とする。**
また、平均N値50以上の層が地表より5m以浅で確認されることから、**基礎工形式は直接基礎とする。**

(5) 上部工形式の設定

1) 基本条件

- ・河川幅90mを1スパンで渡河可能な形式とする。
- ・Farm Road上の橋梁である
- ・「プ」国側で上部工を架設する。

2) 上部工形式の設定

- 1) 基本条件より、上部工形式は320FTタイプのベイリー吊橋とする。

(6) 道路路面高の設定

ベイリー吊橋の路面勾配は水平とし、右岸側の Farm Road に取付けることが基本条件となる。
以上より、道路路面高は651.500mとする。

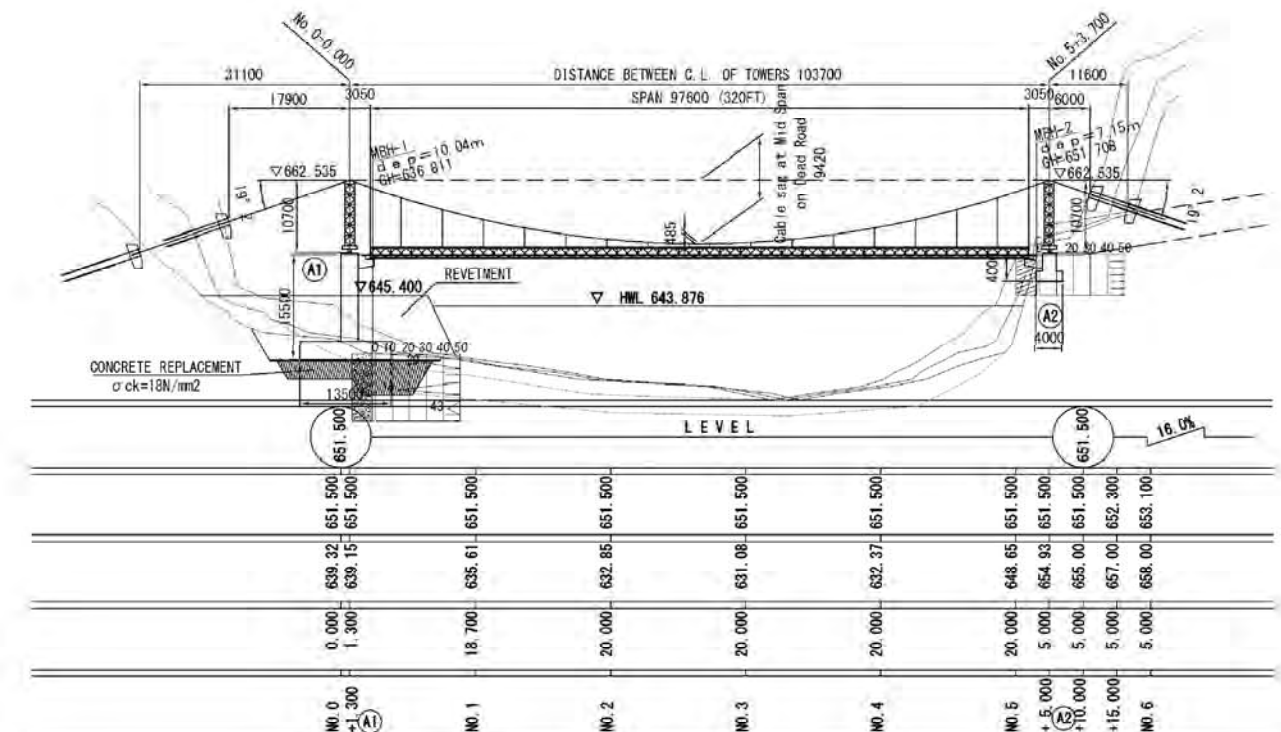
(7) 桁下余裕高の照査

以下に示すように必要な桁下余裕高は確保されている。

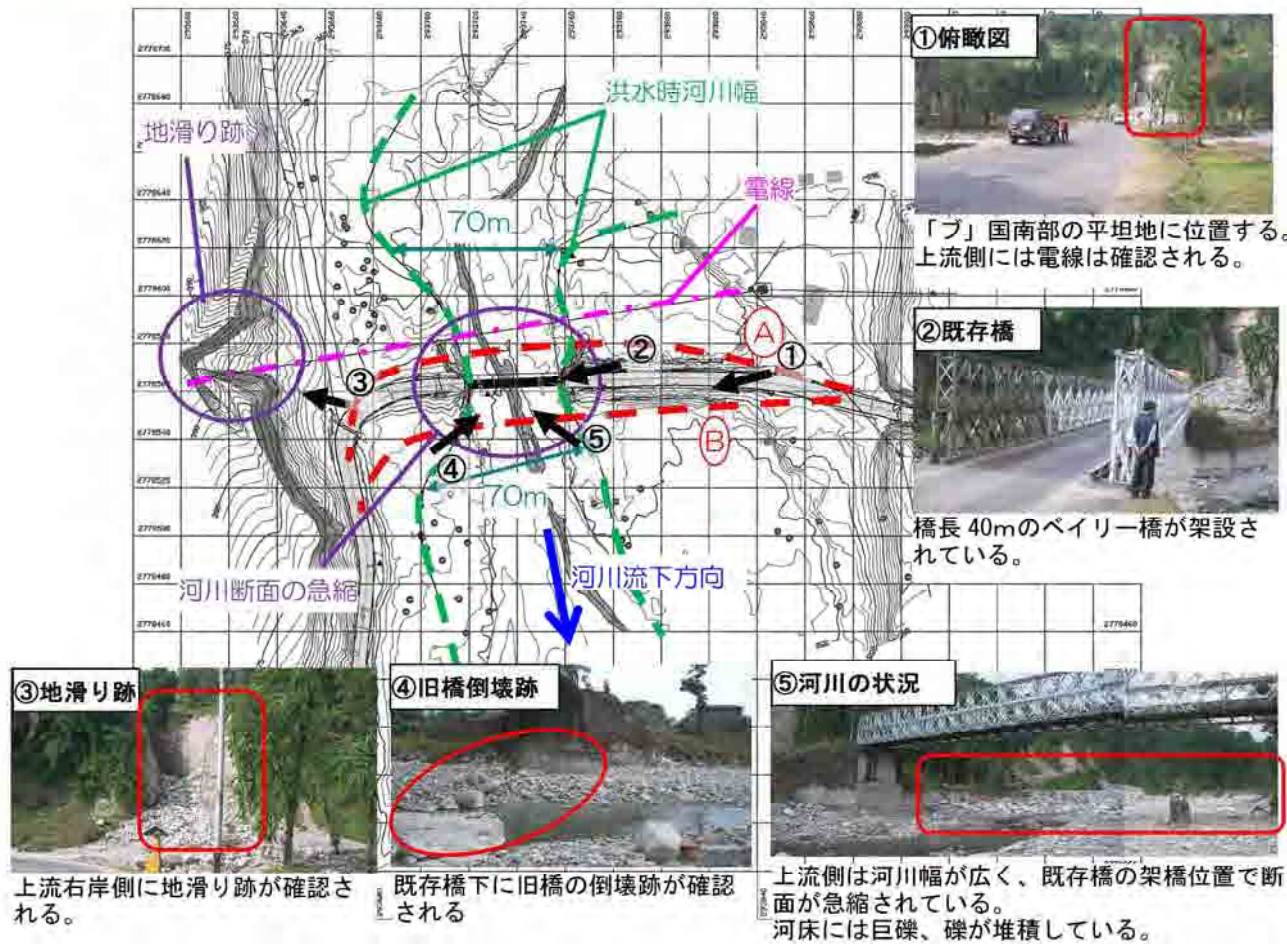
桁下高 650.880m

桁下余裕高 桁下高 650.880 - H.W.L 643.876 = 7.004m > 1.5m ∴ OK

※桁下余裕高の制限値は洪水痕跡水位からの逆算流量 9860 m³/s より 1.5mとする。(河川構造令)



No.17 Dolkhola Bridge



(3) 橋長・支間割の設定

洪水痕跡から、洪水時の流量を逆算した結果、流量は920m³/sとなり、上下流では河川幅が70m程度であると考えられる。したがって、**新橋の橋長は70mとする。**

洪水時流量Q=920m³/sであり、基準径間長は20+0.005Q=20+0.005*920=24.6mとなる。また、河積阻害率を5%とした場合、総橋脚幅は3.5mとなり、最低橋脚幅2.0m/基より、河川内に橋脚を2基設置することはできないこと(2基設置の場合、橋脚柱幅2.0m×2/河川幅70m=河積阻害率5.7%>5%∴NG)から、**橋脚は1基とし、支間割は2@35mとする。**

(4) 下部工・基礎工形式の設定

躯体高が10mであることから、下部工形式は、**橋台を逆T式橋台、橋脚を壁式橋脚とする。**
また、平均N値50以上の層が地表より5m以浅で確認されることから、**基礎工形式は直接基礎とする。**

(5) 上部工形式の設定

1) 基本条件

- ・橋長70m、支間長35mに**適応可能な形式とする。**
- ・維持管理性、走行性に優れる**連続構造とする。**
- ・河川幅の比較的広い位置に架設される橋梁であるため、異常出水等に対する施工時安全性を考慮し、**固定支保工形式は選定しない。**

2) 比較案の選定

1) 基本条件および下記橋種選定表より**第1案：鋼連続非合成板桁橋、第2案：PC連続(連結)ポストテンションT桁橋**が選定される。

(1) 現地概要

1) 地形・地質概要

「ブ」国南部の平地部に位置し、河床は巨礫～礫が堆積する。深度10m付近まで礫が堆積し、平均N値は50を超える。

2) 河川概要

平地部であり、河床勾配が緩く、河川幅は山間部に比べ広い。洪水痕跡から既存橋の上下流では河川断面が広く(河川幅70m)、既存橋の橋台が競り出していることにより、河川断面が急縮している(河川幅40m)。

(2) ルート設定

以下の2ルートが考えられ、比較検討の結果、優位となるBルートを採用する。

ルート	概要	評価
A	既存橋の上流側に新橋を架設する案。 地滑り跡に近接することに加え、電線が施工時の支障となることから不可。	×
B	既存橋の下流側に新橋を架設する案。 支障物件がなく、Aルートに比べ平面曲線も緩やかであり、優位である。	○

支間長 35m

橋梁形式	支間長(m)										特徴			選定							
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	架設工法	狭隙地での施工	施工の難易度	急峻地形での施工	選定	非選定理由
鋼橋	単純非合成板桁橋															クレーン、送り出し	やや難	易	普通	×	単純桁形式であるため
	単純合成板桁橋															クレーン、送り出し	やや難	易	普通	×	〃
	単純非合成箱桁橋															クレーン、送り出し	やや難	易	普通	×	〃
	単純合成箱桁橋															クレーン、送り出し	やや難	易	普通	×	〃
	連続非合成板桁橋															クレーン、送り出し	やや難	易	普通	○	
	連続非合成箱桁橋															クレーン、送り出し	やや難	易	普通	×	経済支間長から外れるため
	方柱ラーメン橋															ケーブルエレクション(斜吊)	易	易	易	×	地形的に適さない
	単純トラス橋															張出し、送り出し、ケーブルエレクション(直吊)	易	易	易	×	経済的な支間長から外れるため
	ランガー橋															ケーブルエレクション(直吊)	易	易	易	×	〃
	ローゼ橋															ケーブルエレクション(直吊)	易	易	易	×	〃
コンクリート橋	RC 単純床版橋															固定支保工	易	易	難	×	単純桁形式、固定支保工架設であるため
	RC 単純中空床版橋															固定支保工	易	易	難	×	〃
	PC 単純ポストテンションT桁															クレーン、架設桁	難	難	普通	×	単純桁形式であるため
	PC 単純箱桁															固定支保工	易	難	難	×	単純桁形式、固定支保工架設であるため
	PC 連続ポストテンションT桁															クレーン、架設桁	難	難	普通	○	
PC 連続ポストテンション箱桁															張出し、固定支保工	易	難	普通	×	経済的な支間長から外れるため	

3) 形式比較

下比較表に示すように、**経済性、施工性に優れた第2案：PC連結ポストテンションT桁橋**を選定する。

比較案	第1案 鋼単純非合成桁橋	第2案 PC連結ポストテンションT桁橋	
材質	鋼橋	コンクリート橋	
概要図			
経済性	5.5億円 (1.50)	3.6億円 (1.00)	
施工性	全工期	22ヵ月	18ヵ月
	架設方法	送り出し架設	架設桁架設
	概要	クレーン架設の場合、架設用の大型クレーンの調達・搬入が難しく、また、河川内に架設のためのペントを設ける必要があるが、巨礫の堆積する河床にペント基礎を打設することが困難であること不経済となる。したがって“送り出し架設工法”を選定する。	この橋梁形式で一般的であり、かつ、雨季の施工が可能な“架設桁架設工法”を選定する。
留意点	ペント設置が必須であるため雨季の施工ができない。	雨季の施工が可能	
評価	× 経済性に劣り、施工性に劣る	○ 経済性、施工性に優れる	

(6) 計画路面高の設定

1) 基本条件

- ・HWLに対する桁下余裕高（高水流量 $Q=920\text{m}^3/\text{s}$ より1.0m）を確保する。
- ・現況路面高以上とする。

2) 計画路面高の設定

右図に示すように、測点No.1（橋梁手前）において現況路面高385.00を確保し、橋梁区間の縦断勾配を排水勾配の最低値0.300%として路面高を設定する。

3) 桁下余裕高の照査

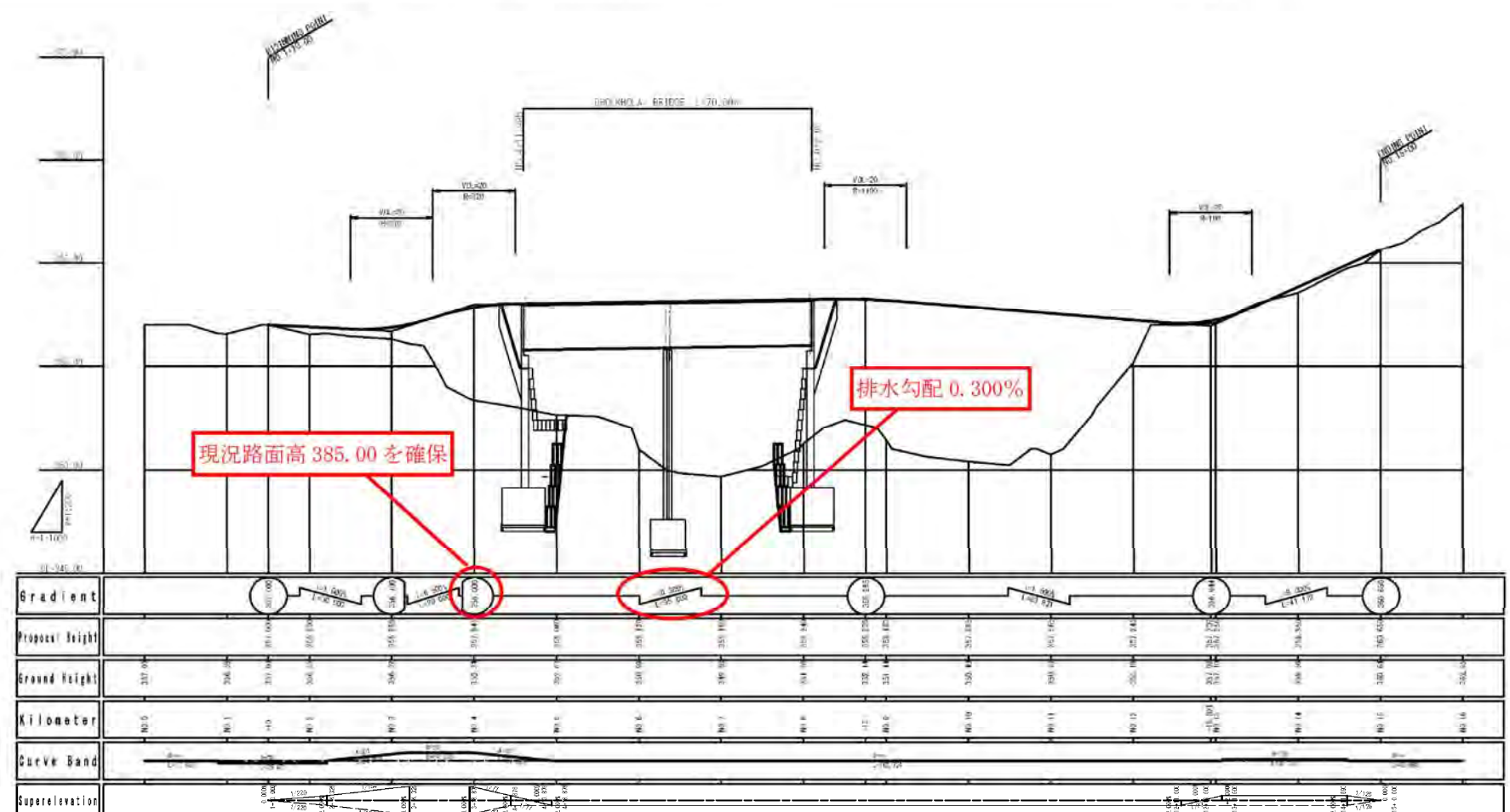
以下に示すように必要な桁下余裕高は確保されている。

A1 橋台位置路面高	358.036m
横断勾配による差分	0.070m (3.5m × 2%)
上部工構造高	2.300m
桁下高	355.666m

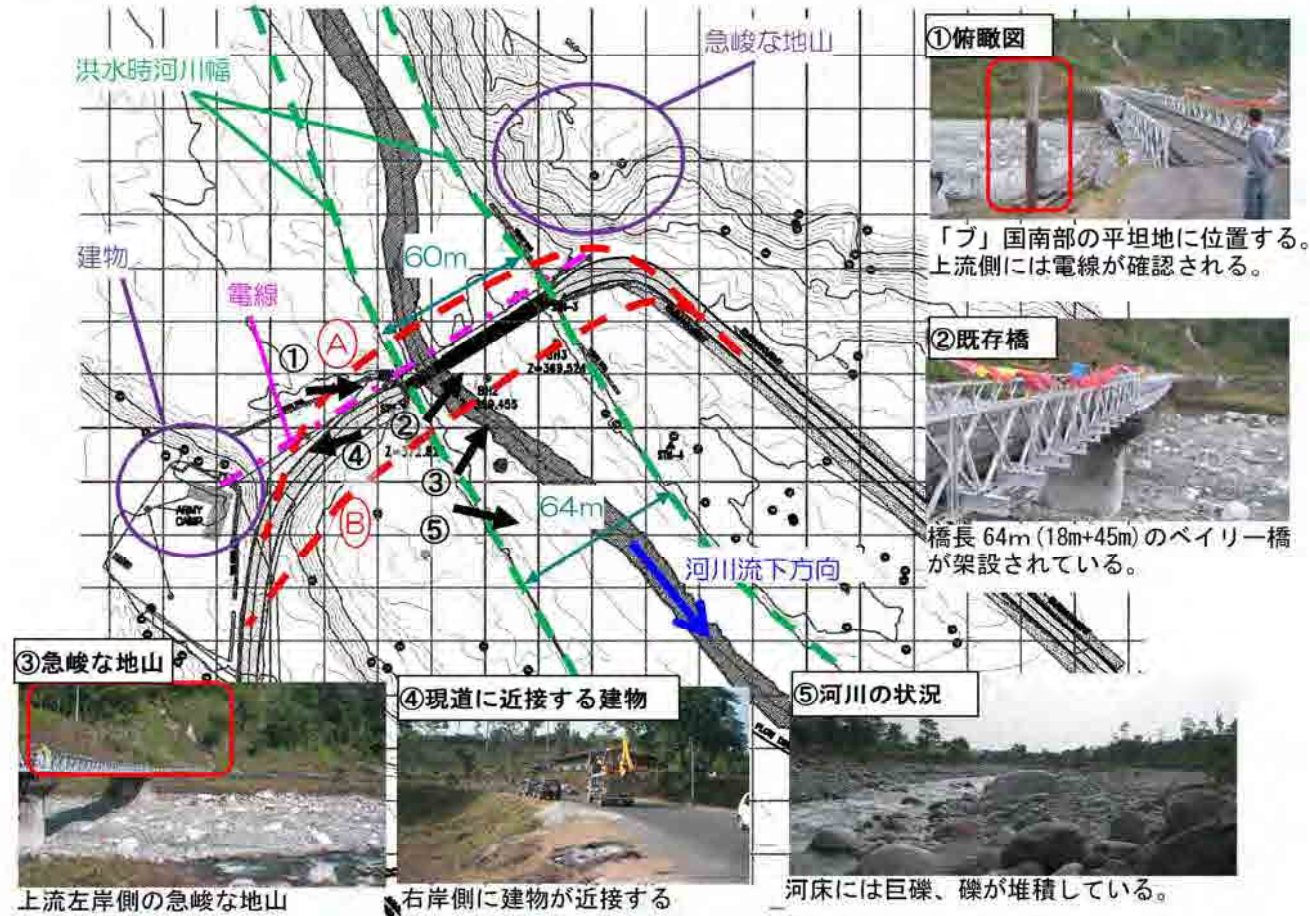
桁下余裕高 桁下高 355.666 - HWL 353.893 = 1.733m > 1.0m ∴ OK

※桁下余裕高の制限値は洪水痕跡水位から逆算流量 920 m^3/s より 1.0m とする。

(河川構造令)



No.18 Jigmiling Bridge



(1) 現地概要

1) 地形・地質概要

「ブ」国南部の平地部に位置し、河床は巨礫～礫が堆積する。深度 10m 付近まで礫が堆積し、平均N値は 50 を超える。

2) 河川概要

平地部であり、河床勾配が緩く、河川幅は山間部に比べ広い。洪水痕跡から河川幅は 60m～64m 程度である。

(2) ルート設定

以下の 2 ルートが考えられ、比較検討の結果、優位となる B ルートを採用する。

ルート	概要	評価
A	既存橋の上流側に新橋を架設する案。 急峻な地山に近接するため、大規模切土法面が発生することに加え、電線が施工時の支障となる。また、建物の移転も必要となることから不可。	×
B	既存橋の下流側に新橋を架設する案。 支障物件がなく、Aルートに比べ平面曲線も緩やかであり、優位である。	○

(3) 橋長・支間割の設定

洪水痕跡から、上下流では河川幅が最大で 64m 程度である。したがって、**新橋の橋長は 70m とする。**

洪水時流量 $Q=1930\text{m}^3/\text{s}$ であり、基準径間長は $20+0.005Q=20+0.005*1930=29.6\text{m}$ となる。また、河積阻害率を 5% とした場合、総橋脚幅は 3.5m となり、最低橋脚幅 2.0m/基より、河川内に橋脚を 2 基設置することはできないこと (2 基設置の場合、橋脚柱幅 $2.0\text{m} \times 2 / \text{河川幅 } 70\text{m} = \text{河積阻害率 } 5.7\% > 5\% \therefore \text{NG}$) から、**橋脚は 1 基とし、支間割は 2@35m とする。**

(4) 下部工・基礎工形式の設定

躯体高が 10m であることから、下部工形式は、**橋台を逆 T 式橋台、橋脚を壁式橋脚とする。**

また、平均 N 値 50 以上の層が地表より 5m 未満で確認されることから、**基礎工形式は直接基礎とする。**

(5) 上部工形式の設定

1) 基本条件

- ・橋長 70m、支間長 35m に適応可能な形式とする。
- ・維持管理性、走行性に優れる **連続構造** とする。
- ・河川幅の比較的広い位置に架設される橋梁であるため、異常出水等に対する施工時安全性を考慮し、**固定支保工形式は選定しない。**

2) 比較案の選定

1) 基本条件および下記橋種選定表より **第 1 案：鋼連続非合成鋼桁橋、第 2 案：PC 連続（連結）ポストテンション T 桁橋** が選定される。

橋梁形式	支間長 (m)		特徴				選定	
	10	30	建設工法	険地での施工	急峻地形での施工	選定	非選定理由	
鋼橋	単純非合成鋼桁橋	20	クレーン、送り出し	やや難	易	普通	×	単純桁形式であるため
	単純合成鋼桁橋	40	クレーン、送り出し	やや難	易	普通	×	〃
	単純非合成箱桁橋	60	クレーン、送り出し	やや難	易	普通	×	〃
	単純合成箱桁橋	80	クレーン、送り出し	やや難	易	普通	×	〃
	連続非合成鋼桁橋	100	クレーン、送り出し	やや難	易	普通	○	
	連続合成鋼桁橋	120	クレーン、送り出し	やや難	易	普通	×	経済支間長から外れるため
	方杖ラーメン橋	140	ケーブルエレクション(斜吊)	易	易	難	×	地形的に適さない
	単純トラス橋	150	張出し、送り出し、ケーブルエレクション(直吊)	易	易	易	×	経済的な支間長から外れるため
	ランガー橋		ケーブルエレクション(直吊)	易	易	難	×	〃
	ローゼ橋		ケーブルエレクション(直吊)	易	易	易	×	〃
コンクリート橋	RC 単純床版橋		固定支保工	易	易	難	×	単純桁形式、固定支保工架設であるため
	RC 単純中空床版橋		固定支保工	易	易	難	×	〃
	PC 単純ポストテンション T 桁		クレーン、架設桁	難	難	普通	×	単純桁形式であるため
	PC 単純箱桁		固定支保工	易	難	難	×	単純桁形式、固定支保工架設であるため
	PC 連続ポストテンション T 桁		クレーン、架設桁	難	難	普通	○	
PC 連続ポストテンション箱桁		張出し、固定支保工	易	難	普通	×	経済的な支間長から外れるため	

3) 形式比較

下比較表に示すように、**経済性、施工性に優れた第2案：PC連結ポストテンションT桁橋**を選定する。

比較案	第1案 鋼単純非合成鉄桁橋	第2案 PC連結ポストテンションT桁橋
材質	鋼橋	コンクリート橋
概要図		
経済性	5.5億円 (1.50)	3.6億円 (1.00)
施工性	全体工期	22ヵ月
	架設方法	送り出し架設
	概要	クレーン架設の場合、架設用の大型クレーンの調達・搬入が難しく、また、河川内に架設のためのペントを設ける必要があるが、巨礫の堆積する河床にペント基礎を打設することが困難であること不経済となる。したがって“送り出し架設工法”を選定する。
留意点	ペント設置が必須であるため雨季の施工ができない。	雨季の施工が可能
評価	× 経済性に劣り、施工性に劣る	○ 経済性、施工性に優れる

(6) 計画路面高の設定

1) 基本条件

- ・ HWLに対する桁下余裕高（高水流量 $Q=920\text{m}^3/\text{s}$ より1.0m）を確保する。
- ・ 現況路面高以上とする。

2) 計画路面高の設定

右図に示すように、測点No.1（橋梁手前）において現況路面高376.00に0.500mを加えた376.500を確保し、橋梁区間の縦断勾配を排水勾配の最低値0.300%として路面高を設定する。

3) 桁下余裕高の照査

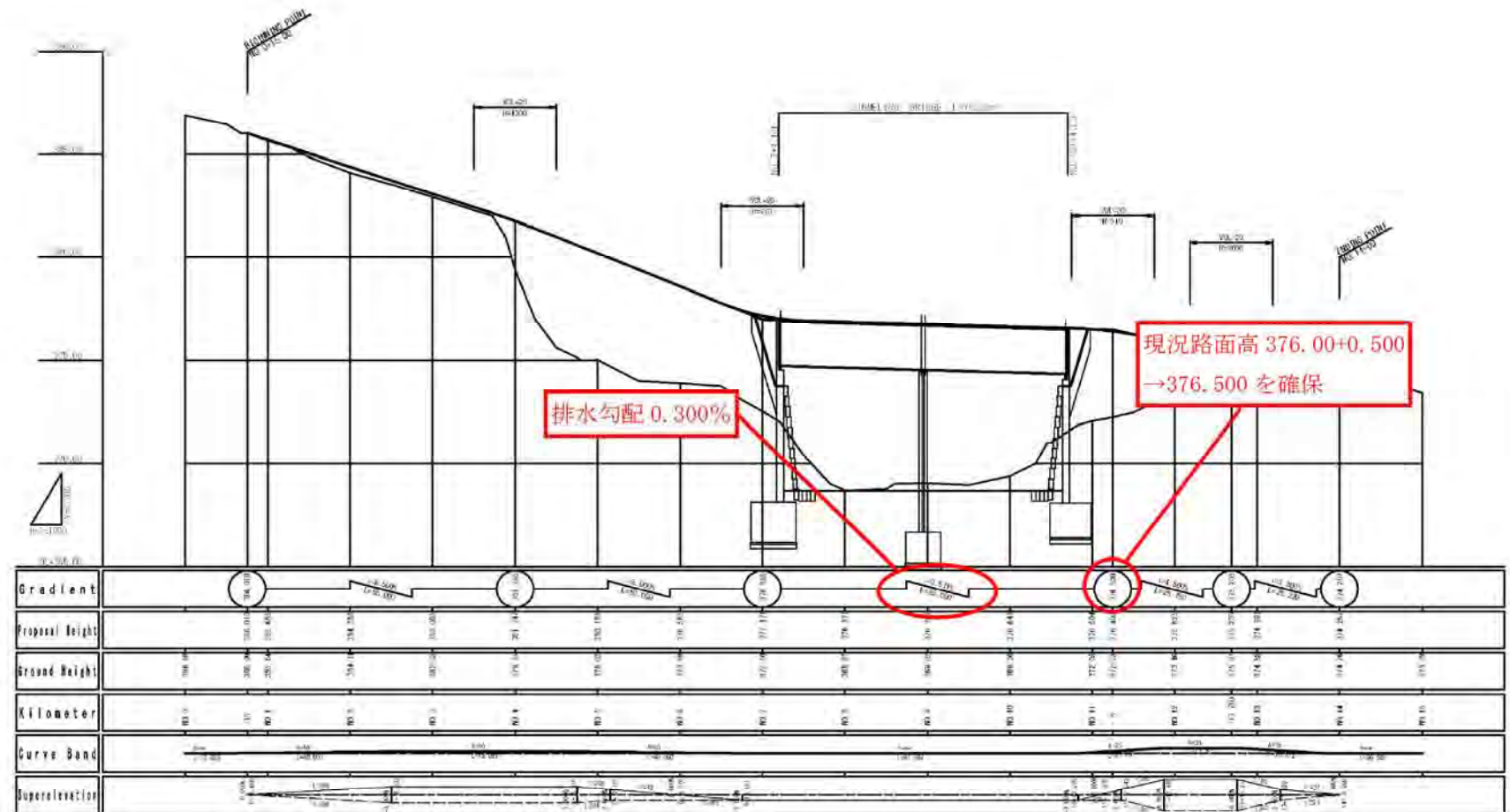
以下に示すように必要な桁下余裕高は確保されている。

A1 橋台位置路面高	376.254m
横断勾配による差分	0.070m (3.5m × 2%)
上部工構造高	2.300m
桁下高	373.884m

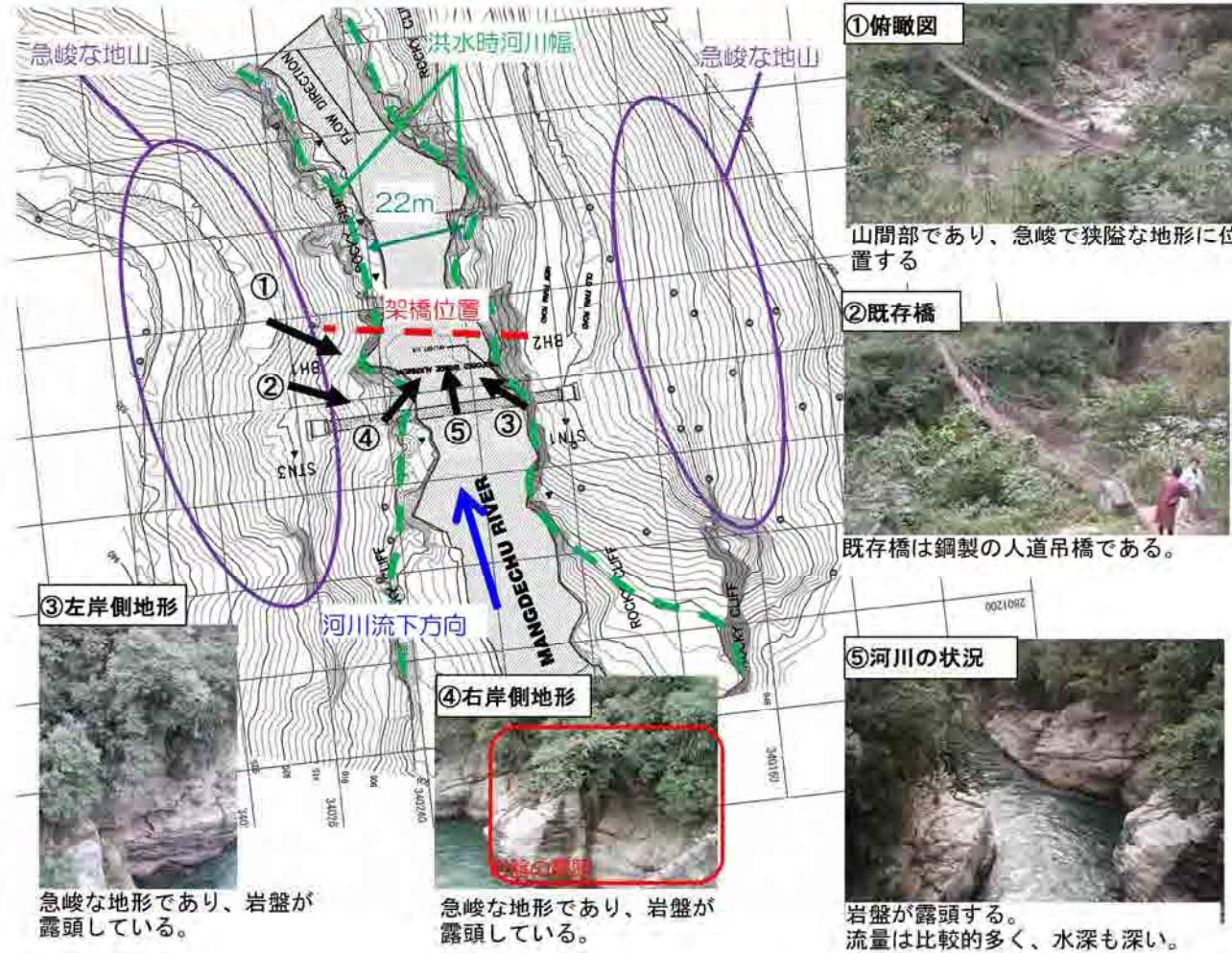
桁下余裕高 桁下高 373.884 - HWL 372.739 = 1.145m > 1.0m ∴ OK

※桁下余裕高の制限値は洪水痕跡水位から逆算流量 $1930\text{ m}^3/\text{s}$ より1.0mとする。

(河川構造令)



No.20 Jangbi Bridge



(1) 現地概要

1) 地形・地質概要

山間部の急峻な地形に位置し、斜面は非常に急峻で岩盤が露頭する。兩岸の地盤は岩盤であり、平均N値は50を超える。

2) 河川概要

河川の流量は比較的多いが、洪水痕跡から既存橋の桁下には十分な余裕（桁下高8.8m）がある。

(2) ルート設定

ルートは、既存橋の上流側で、既存橋に干渉せず最短で渡河可能な位置とする。

(3) 橋長・支間割の設定

河川幅が22mであり、基準径間長を20m以上確保する必要があることから、河川内に橋脚を設置することが出来ないため、新橋は1スパンで渡河する構造とする。

後述のとおり、上部工形式はベイリー橋となることから、支間長はカタログ値より当該地形に当てはまるタイプを選定することとし、160FTタイプ（支間長48m）となる。

(4) 下部工・基礎工形式の設定

躯体高が3m程度（5m以下）であり、非常に急峻な地形で資材の運搬を最小限とする必要があるため、下部工形式は、重力式橋台とする。

また、平均N値50以上の層が地表より5m以浅で確認されることから、基礎工形式は直接基礎とする。

(5) 上部工形式の設定

1) 基本条件

- ・支間48mを1スパンで渡河可能な形式とする。
- ・Farm Road上の橋梁である
- ・「プ」国側で上部工を架設する。

2) 上部工形式の設定

- 1) 基本条件より、上部工形式は160FTタイプのベイリー橋とする。

(6) 道路路面高の設定

ベイリー橋の路面勾配は水平とし、右岸側のFarm Roadに取付けることが基本条件となる。

以上より、道路路面高は915.000mとする。

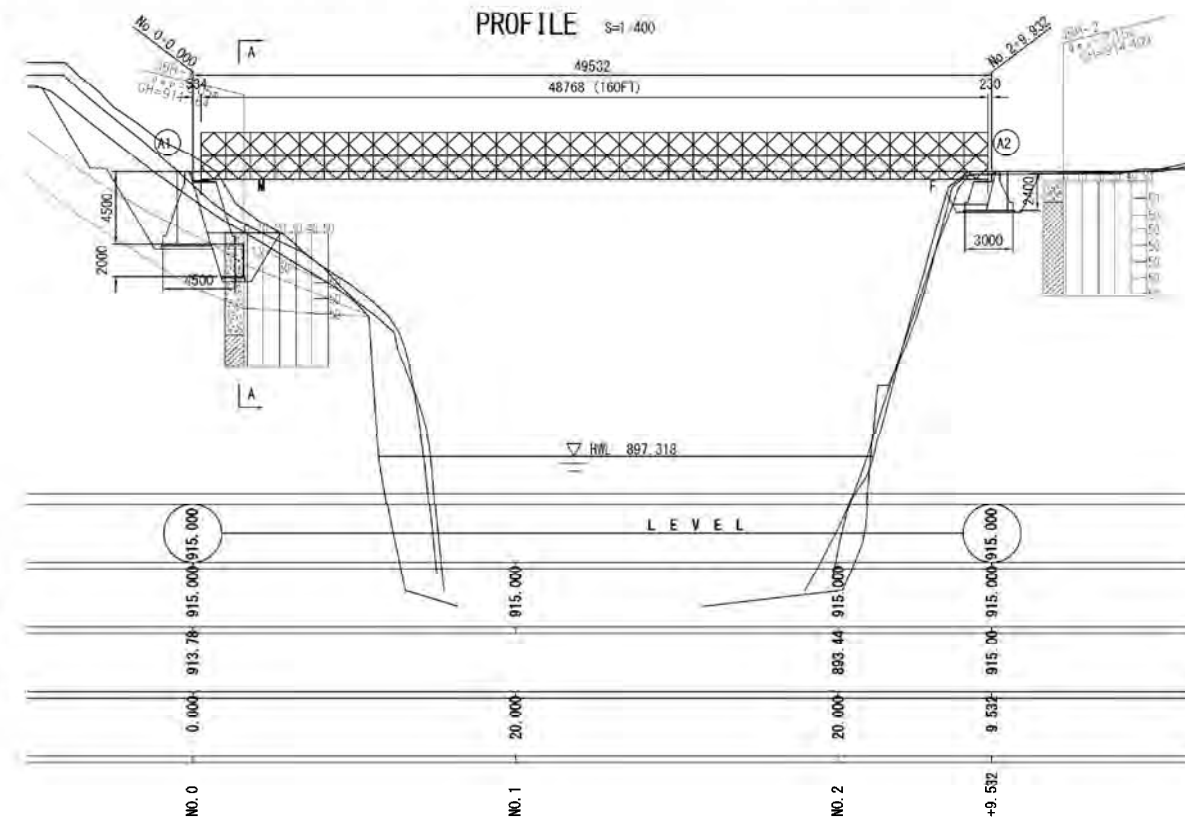
(7) 桁下余裕高の照査

以下に示すように必要な桁下余裕高は確保されている。

桁下高 914.525m

桁下余裕高 桁下高914.525- HWL897.318=17.207m>1.0m ∴OK

※桁下余裕高の制限値は計画流量709 m³/sより1.0mとする。（河川構造令）



No.19 Kela Bridge



(1) 現地概要

1) 地形・地質概要

山間部の急峻な地形に位置し、河床は巨礫～礫が堆積する。斜面は非常に急峻で岩盤が露頭する。兩岸の地盤は岩盤であり、平均N値は50を超える。

2) 河川概要

河川の流量は比較的多いが、洪水痕跡から既存橋の桁下には十分な余裕（桁下高7m）がある。

(2) ルート設定

ルートは、既存橋の上流側で、既存橋に干渉せず最短で渡河可能な位置とする。

(3) 橋長・支間割の設定

河川幅が35mであり、基準径間長を20m以上確保する必要があることから、河川内に橋脚を設置することが出来ないため、新橋は1スパンで渡河する構造とする。

後述のとおり、上部工形式はベイリー橋となることから、支間長はカタログ値より当該地形に当てはまるタイプを選定することとし、160FTタイプ（支間長48m）となる。

(4) 下部工・基礎工形式の設定

躯体高が3m程度（5m以下）であり、非常に急峻な地形で資材の運搬を最小限とする必要があるため、下部工形式は、**重力式橋台とする。**

また、平均N値50以上の層が地表より5m以内で確認されることから、**基礎工形式は直接基礎とする。**

(5) 上部工形式の設定

1) 基本条件

- ・支間48mを1スパンで渡河可能な形式とする。
- ・Farm Road上の橋梁である
- ・「ブ」国側で上部工を架設する。

2) 上部工形式の設定

- 1) 基本条件より、上部工形式は160FTタイプのベイリー橋とする。

(6) 道路路面高の設定

ベイリー橋の路面勾配は水平とし、右岸側のFarm Roadに取付けることが基本条件となる。以上より、道路路面高は1146.000mとする。

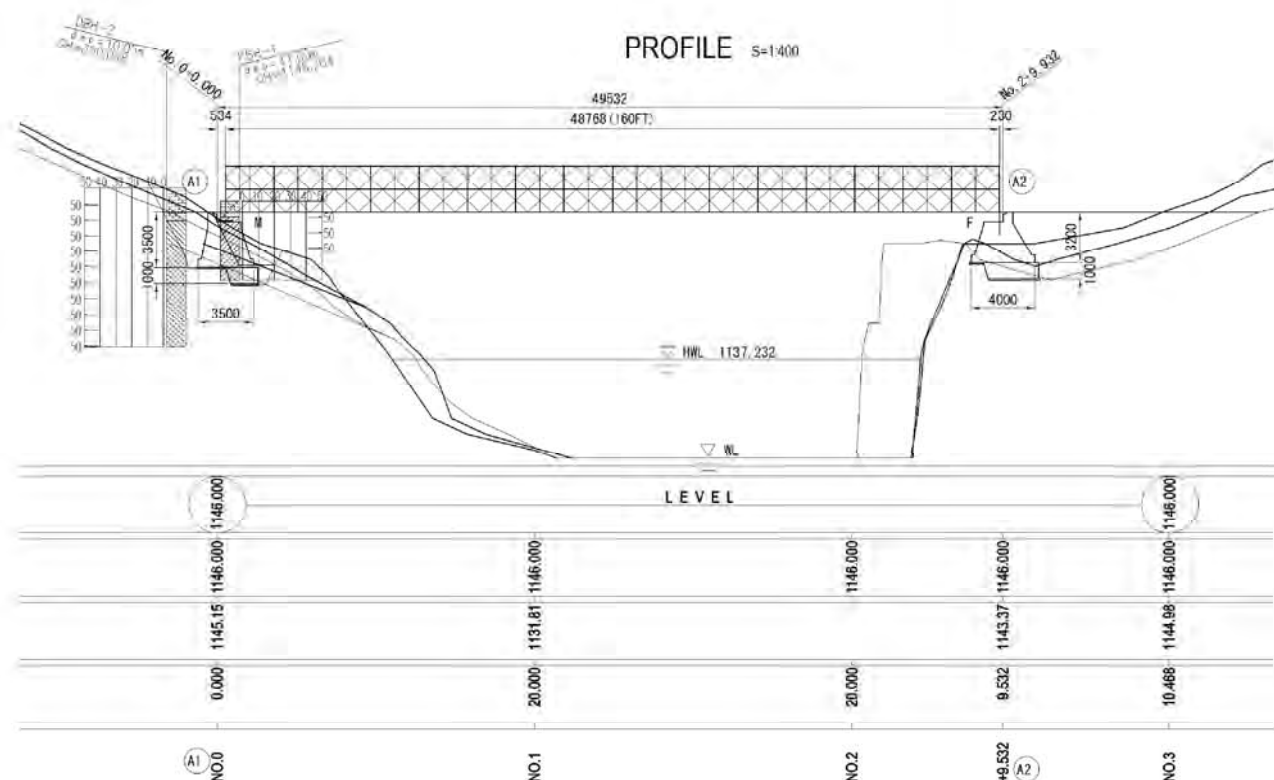
(7) 桁下余裕高の照査

以下に示すように必要な桁下余裕高は確保されている。

桁下高 1145.525m

桁下余裕高 桁下高1145.525- HWL1137.232=8.293m>1.0m ∴OK

※桁下余裕高の制限値は計画流量860 m³/sより1.0mとする。（河川構造令）



3-2-2-3 設計仕様の概要

(1) 道路計画仕様（幹線国道）

道路仕様は以下の通りとする。

表 3-2 道路計画仕様(幹線国道)

項目			備考
設計速度	取付道路	20km/hr	
	本線	60km/hr	
最小曲線半径	取付道路	15m	
	本線	120m	
車道幅員		7m	Primary National Highway (PNH)に準拠
標準横断勾配		2%	
最大縦断勾配	20km/hr	8%	
	60km/hr	7%	

(2) 橋梁計画仕様

(2)-1 幹線国道 National Highway

幹線国道の橋梁計画仕様は以下の通りとする。

表 3-3 橋梁計画仕様(幹線国道)

項目			備考
設計基準		Standard Specification and Code of Practice for Road Bridges, The Indian Road Congress (IRC), 道路橋示方書	
道路区分		National Highway	
設計活荷重		Single lane IRC 70R (wheeled) と Double lane IRC Class A のクリティカルとなる荷重を用いる	
設計水平震度		Kh=0.22 Kv=0.0	Zone V(インド国アッサム州に準拠)
コンクリート強度	下部工	21N/mm ²	
	上部工	30N/mm ²	ポストテンション方式 PC 桁
	間詰コンクリート	30N/mm ²	
舗装	アスファルト舗装	t=60mm	

(2)-2 農道

農道の橋梁計画仕様は以下の通りとする。

表 3-4 橋梁計画仕様(農道)

項目			備考
設計基準	下部工	Standard Specification of Bhutan 道路橋示方書	
	上部工	Standard Specification of Bailey Bridge	
道路区分		農道	
道路幅員		3.277m	
設計活荷重		IRC 24R	24t (18t ; 既存のベイリー橋を再利用する場合は、活荷重は 18t に制限される。)
設計水平震度		Kh=0.22 Kv=0.0	Zone V(インド国アッサム州に準拠)
コンクリート強度	下部工	RC 構造 : 21N/mm ² 無筋構造 : 18N/mm ²	

注記: 農道の建設は「ブ」国サイドで実施するものとする。

3-2-2-4 道路設計

(1) 道路規格

(1)-1 幹線国道

DoR は幹線国道の 2 車線化工事を進めている。日本による無償資金協力の第三次橋梁架け替え計画の対象橋の他、「ブ」国が実施する残り 5 橋の架け替えにおいてもすべて 2 車線を基本に計画されている。このことから本調査における国道橋についても 2 車線を基本とする。

- 道路基準 : Class A or 70R(Single lane)
- 道路規格 : National Highway (Double Lane)
- 設計速度 : 60km/hr

(1)-2 農道

「ブ」国における農道の橋梁は、1 車線を基本として計画されている。このことから本調査における農道上の橋梁も 1 車線を基本とする。

- 道路基準 : 24R(Single lane)

※既存橋の転用を考慮する場合は、活荷重は 18R に制限される。

- 道路規格：農道 (Single Lane)

(2) 設計速度の緩和

国道 5 号線の設計速度は前項に示すように 60km/hr であるが、橋梁の背後に規定の設計速度の線形確保が困難な急崖などがある箇所では、当面交通機能の著しい低下を招く恐れがないこと等から、取り付け道路の設計速度を 20km/hr とする。

(3) 道路幅員

「ブ」国では、道路規格に応じた幅員を標準として定めている。国道 4 号、5 号は、SLNo.2 Primary National Highway (PNH) に該当することから道路幅員は、7m とする。

表 3-5 道路規格と幅員

Standard Specification for permanent bridges on various roads					
SL No.	Road Classification	Carriage width (m)	Loading capacity	Footpath	Remarks
1	Asian Highway (AH-48)	7.50	Single lane IRC 70R (Wheeled) OR Double lane IRC class A (whichever is critical)	Optional	
2	Primary National Highway (PNH)	7.00	Single lane IRC 70R (Wheeled) OR Double lane IRC class A (whichever is critical)	Optional	
3	Secondary National Highway (SNH)	5.50	IRC Class A (double lane)	Optional	
4	Dzongkhag Road	3.50	IRC class A (Single lane)	Optional	
5	Farm road	3.50	IRC class A (Single lane)		
6	Thromde road	Varies from 7.50 to 15.00	Single lane IRC 70R (Wheeled) OR Double lane IRC class A (whichever is critical)	Both side 1.50m wide	

Note : Bridges shall be designed for IRC class 70R (wheeled) loading and atleast 5.5m carriage width irrespective of the load classification, if the road has potential of catering traffic to planned or existing Hydro Power Plants or Projects.

However, the width of the temporary bridges (Bailey bridges) for single lane is 3.27m wide with 24R loading commonly used in farm roads and Double lane bailey bridge of 7.50m wide can be used in the PNH and SNH for temporary measures.

出典：DOR 「Guidelines on Use of Standard Work Items for Common Road Works」 (Aug. 2010)

(4) 最小平面曲線半径

幹線国道上で地形状況、架橋位置より取付道路位置が限定される場合の最小平面曲線半径は、第三次橋梁架け替え計画においても採用している規定通りの最小曲線半径 (15m) を採用する。

取付道路の位置に制約がない場合は本線の基準と同様の 120m を採用する。

3-2-2-5 橋梁設計

(1) 主要設計荷重

(1)-1 活荷重

「ブ」国では、下表に示す活荷重を仕様として定めている。国道4号、5号は、シングルレーン No. 2 Primary National Highway (PNH) に該当することから、設計活荷重は、IRC 基準のシングルレーン 70R とダブルレーン Class A 活荷重のうちクリティカルとなる荷重を用いることとする。

また、農道についてはベイリー橋を用いることから、IRC 基準のシングルレーン 24R を用いることとする。

表 3-6「ブ」国における活荷重の基準

Standard Specification for permanent bridges on various roads					
SL No.	Road Classification	Carriage width (m)	Loading capacity	Footpath	Remarks
1	Asian Highway (AH-48)	7.50	Single lane IRC 70R (Wheeled) OR Double lane IRC class A (whichever is critical)	Optional	
2	Primary National Highway (PNH)	7.00	Single lane IRC 70R (Wheeled) OR Double lane IRC class A (whichever is critical)	Optional	
3	Secondary National Highway (SNH)	5.50	IRC Class A (double lane)	Optional	
4	Dzongkhag Road	3.50	IRC class A (Single lane)	Optional	
5	Farm road	3.50	IRC class A (Single lane)		
6	Thromde road	Varies from 7.50 to 15.00	Single lane IRC 70R (Wheeled) OR Double lane IRC class A (whichever is critical)	Both side 1.50m wide	

Note : Bridges shall be designed for IRC class 70R (wheeled) loading and atleast 5.5m carriage width irrespective of the load classification, if the road has potential of catering traffic to planned or existing Hydro Power Plants or Projects.

However, the width of the temporary bridges (Bailey bridges) for single lane is 3.27m wide with 24R loading commonly used in farm roads and Double lane bailey bridge of 7.50m wide can be used in the PNH and SNH for temporary measures.

出典 : DOR 「Guidelines on Use of Standard Work Items for Common Road Works」 (Aug. 2010)

(1)-2 設計水平震度

IRC 基準の地震区域区分図には「ブ」国は表記されていないが、同図によると「ブ」国の南部および東部に接するインドのアッサム地方は最も地震の影響が大きい「ゾーンV」に属している。従って、「ブ」国全域にも「ゾーンV」を採用するのが妥当と考える。このことから、設計水平震度 (Kh) は、IRC 基準 222.5 に示される計算式から kh=0.22 を採用する。なお、鉛直震度 (Kv) は考慮しないこととする。

$$K_h = (Z/2) \times (S_a/g) / (R/I) \times \alpha = 0.216$$

ここで、Z : Zone factor (V) = 0.36

S_a/g : 2.5 (T < 0.5sec : h=0.05)

R : Response reduction factor (=2.5)

I : Importance factor (=1.5 Importance Bridge)

α : 減衰定数の違いによる補正係数 (=0.8)

(1)-3 その他の荷重

死荷重、土圧などの荷重は一般的な算出式を用いて算出する。

(1)-4 コンクリート設計基準強度

①下部構造

下部構造に用いるコンクリートの設計基準強度は RC 構造の最低設計基準強度である $\sigma_{ck}=21\text{N/mm}^2$ (CYLINDER) とする。なお、無筋構造は $\sigma_{ck}=18\text{N/mm}^2$ (CYLINDER) とする。

②上部構造

a) プレストレス・コンクリート桁

本邦 ODA の第三次橋梁架け替え計画（現在工事中）においては、 30N/mm^2 のコンクリートを用いている。我が国の道路橋示方書では、ポストテンション方式の最低設計基準強度は、 30N/mm^2 である。従って、コンクリートの設計基準強度を $\sigma_{ck}=30\text{N/mm}^2$ (CYLINDER) とする。

b) 床版間詰コンクリート

床版間詰コンクリートの設計基準強度を $\sigma_{ck}=30\text{N/mm}^2$ (CYLINDER) とする。

c) 橋梁部舗装

「ブ」国でしばしば用いられているセメントコンクリート舗装は防水層を設けることが出来ないため、舗装コンクリートのひび割れを通じて床版への浸水が懸念され、床版の耐久性を低下させる可能性がある。従って、本計画には、アスファルト舗装（60mm）を採用する。

d) 道路付帯構造物設計基準

擁壁、排水側溝、橋梁周辺の付帯構造物については、現地労働力および資材調達の面から可能な限り「ブ」国で用いられている方式を採用し、設計についても IRC 基準を基本的に用いるが、規定されていない条項については、「道路土工設計要覧」（社団法人日本道路協会）による。

3-2-3 概略設計図

3-2-3-1 設計概要

架け替え後の橋梁の概要を下表に示す。

- 国道5号線上の対象2橋について

表 3-7 架け替え後の橋梁の概要-1

橋梁名	ドルコラ橋	ジグミリング橋
橋梁形式	PC2 径間連結 T 桁橋	PC2 径間連結 T 桁橋
橋長	70.0m(230FT)	70.0m(230FT)
支間長	35.0m(115FT)	35.0m(115FT)
桁高さ	2.1m×4 主桁	2.1m×4 主桁
幅員	7.0m (2 車線)	7.0m (2 車線)
基礎形式	直接式基礎(A1、A2 橋台、P1 橋脚)	直接式基礎(A1、A2 橋台、P1 橋脚)
主要材料	PC 主桁コンクリート ($\sigma_{ck}=30\text{N/mm}^2$) RC コンクリート ($\sigma_{ck}=21\text{N/mm}^2$)	PC 主桁コンクリート ($\sigma_{ck}=30\text{N/mm}^2$) RC コンクリート ($\sigma_{ck}=21\text{N/mm}^2$)
上部工架設工法	架設桁架設工法	架設桁架設工法
特記事項	「ブ」国側負担事項 撤去 ・ 橋梁上部工 ・ 両岸橋台 ・ 右岸現況護岸 ・ 右岸取付道路盛土	「ブ」国側負担事項 撤去 ・ 橋梁上部工 ・ 右岸橋台 ・ 橋脚撤去

- 国道4号線沿い農道上の対象3橋について

表 3-8 架け替え後の橋梁の概要-2

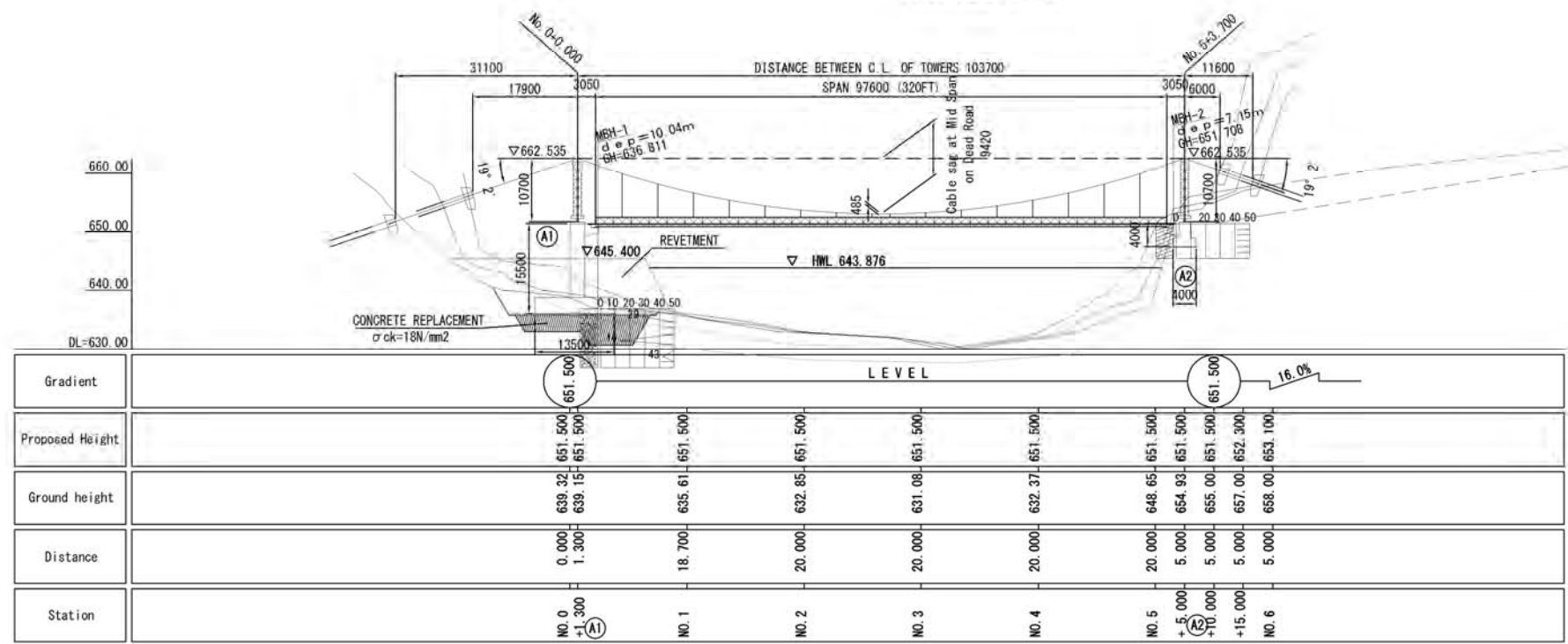
橋梁名	マンデチュ (レオタラ) 橋	ケラ橋	ジャンビ橋
橋梁形式	ベイリー吊橋	ベイリー橋	ベイリー橋
橋長	103.7m(340FT)	49.532m(163FT)	49.532m(163FT)
支間長	97.6m(320FT)	48.768m (160FT)	48.768m(160FT)
幅員	3.277m(1車線)	3.277m(1車線)	3.277m(1車線)
基礎形式	直接式基礎(A1、A2橋台)	直接式基礎(A1、A2橋台)	直接式基礎(A1、A2橋台)
主要材料	ベイリー橋梁鋼材 コンクリート ($\sigma_{ck}=21\text{N/mm}^2$ (橋台))	ベイリー橋梁鋼材 コンクリート ($\sigma_{ck}=18\text{N/mm}^2$ (橋台))	ベイリー橋梁鋼材 コンクリート ($\sigma_{ck}=18\text{N/mm}^2$ (橋台))
上部工架設工法	ケーブルエレクション+直吊り工法	中間に支柱を用いた送り出し工法	中間に支柱を用いた送り出し工法
特記事項	日本側施工範囲である下部工と護岸工施工後、「ブ」国側に引き渡す。 上部工の材料調達、架設は「ブ」国側で行う。	日本側施工範囲である下部工施工後、「ブ」国側に引き渡す。 上部工の材料調達、架設は「ブ」国側で行う。	日本側施工範囲である下部工施工後、「ブ」国側に引き渡す。 上部工の材料調達、架設は「ブ」国側で行う。

3-2-3-2 基本設計図

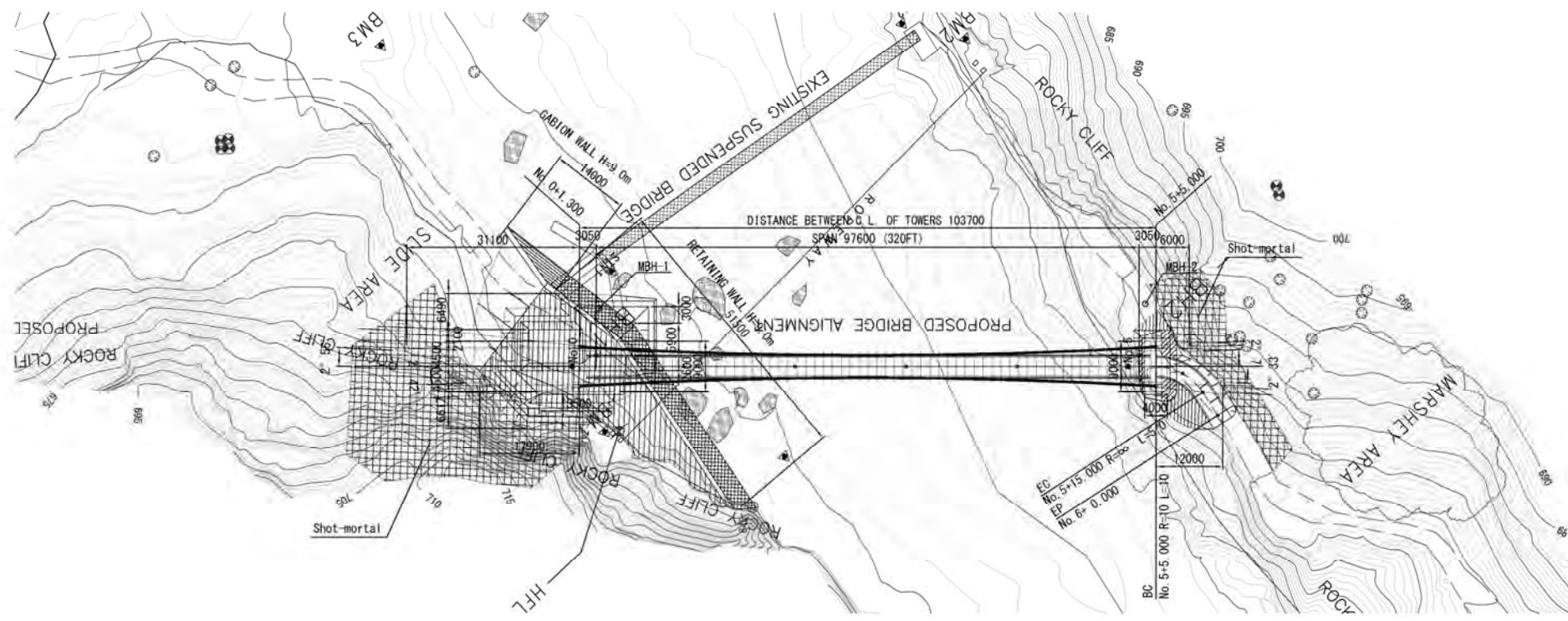
基本設計図として、各橋梁の一般図を次ページ以降に示す。

GENERAL DRAWING (No. 9 Mangdechhu (Reotala) Bridge)

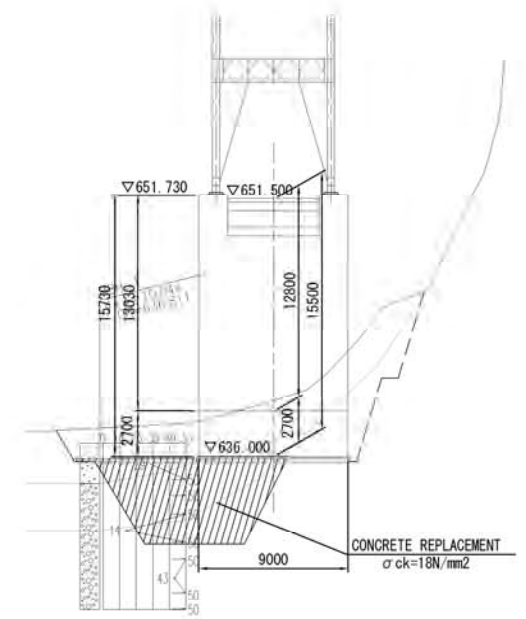
PROFILE S=1:1000



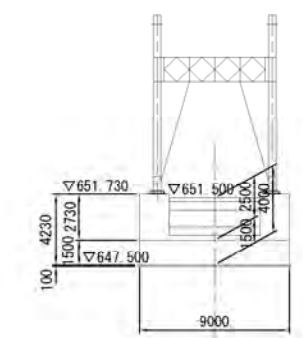
PLAN S=1:1000



A1-ABUT S=1:400



A2-ABUT S=1:400



The Terms Of Design

Bridge Length	103,700m
Span Length	97,600m (320FT)
Road Width	3,277m
Live Load	IRC 24R
Design Seismic Scale	KH=0.22 KV=0.00
Super structure	Form: Bailey Suspension Bridge
Sub structure	Form: Inverted T-Type Abutment
	Foundation: Spread Foundation
	Material strength: Concrete: $\sigma_{ck}=21$ N/mm ²
Reinforcing Bar	S0295 Equivalent

MINISTRY OF WORKS AND HUMAN SETTLEMENT
DEPARTMENT OF ROADS

RESTORATION AND IMPROVEMENT OF VITAL INFRASTRUCTURES
FOR CYCLONE DISASTER
IN THE KINGDOM OF BHUTAN

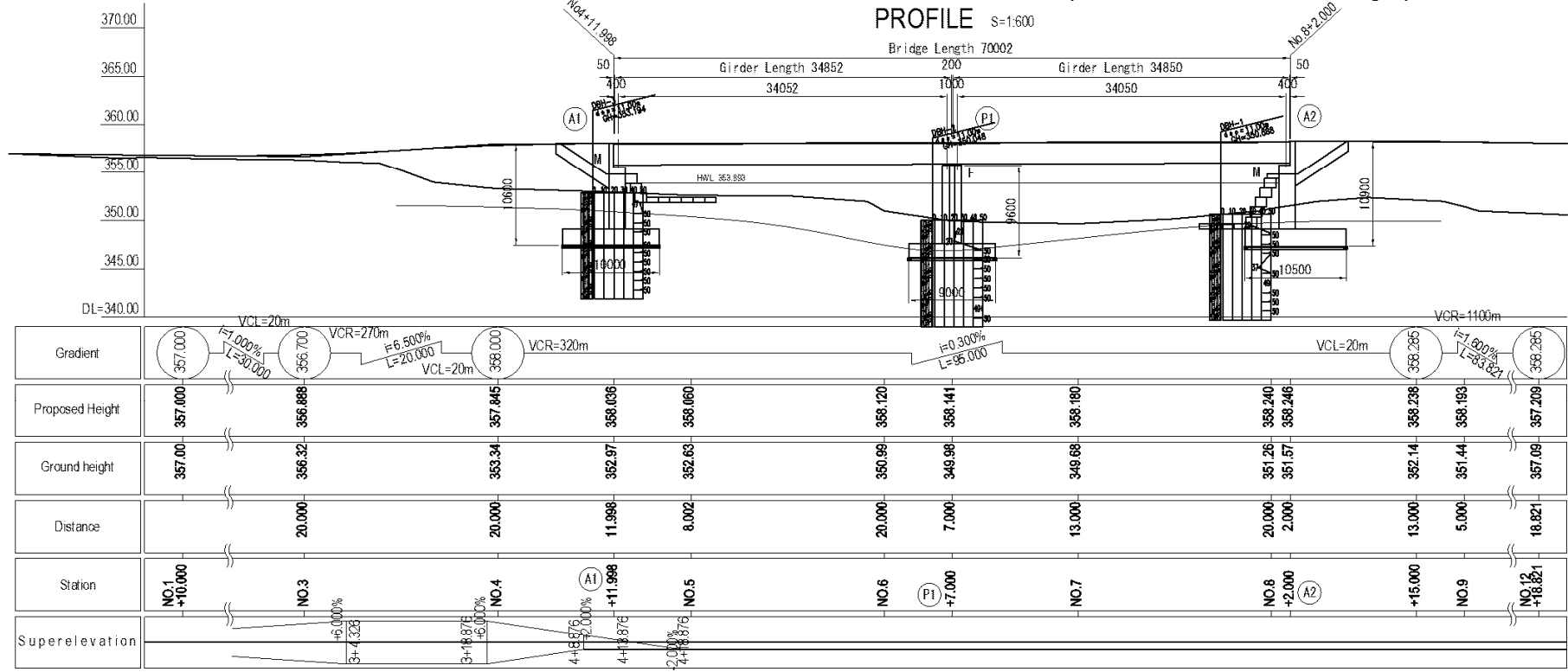
JAPAN INTERNATIONAL
COOPERATION AGENCY (JICA)

TITLE
GENERAL DRAWING (No. 9 Mangdechhu (Reotala) Bridge)

SCALE DATE DRAWING NO.

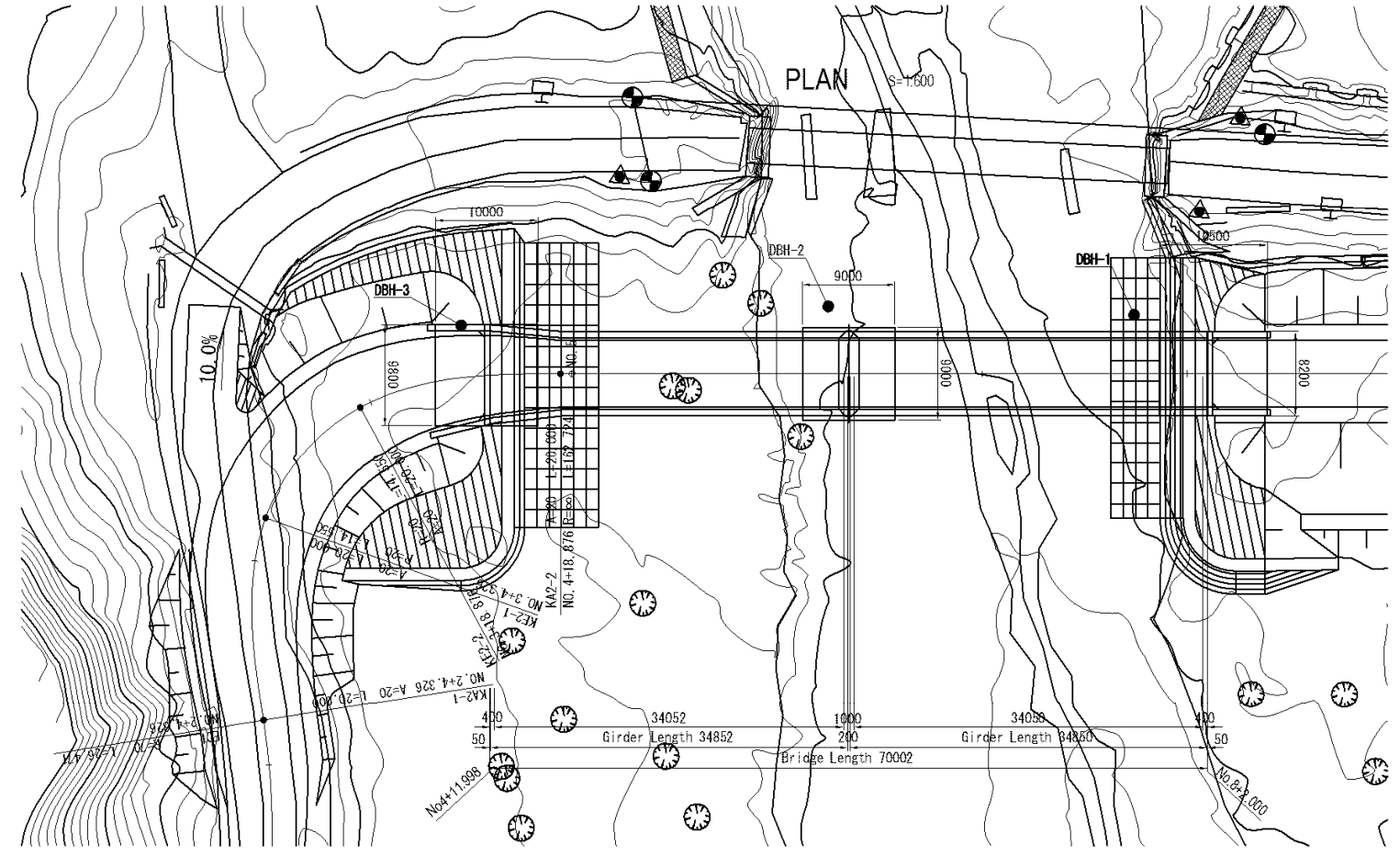
Ma 3

GENERAL DRAWING (No.17 Dolkhola Bridge)

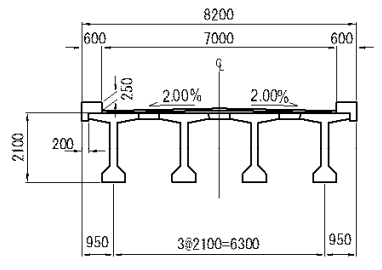


The Terms Of Design

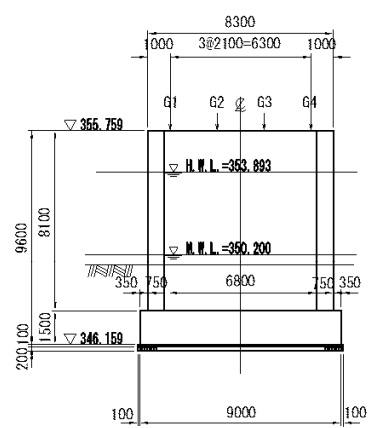
Bridge Length	70.000m	
Span Length	34.045m	
Road Width	7.000m	
Live Load	Single lane IRC 70R(wheeled) or Double lane IRC Class A	
Design Seismic Scale	KH=0.22 KV=0.00	
Super structure	Form	PC T-Shape Girder
	Material strength	Concrete Reinforcig Bar Tendon
		crk=30 N/mm ² SD295 12S12.7mm
Sub structure	Form	Inverted T-Type Abutment Wall Type Pier
	Foundation	Spread Foundation
Material strength	Concrete	crk=21 N/mm ²
	Reinforcig Bar	SD295 Equivalent



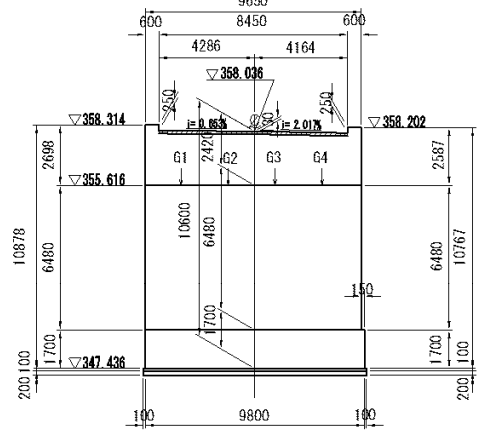
CROSS SECTION S=1:200



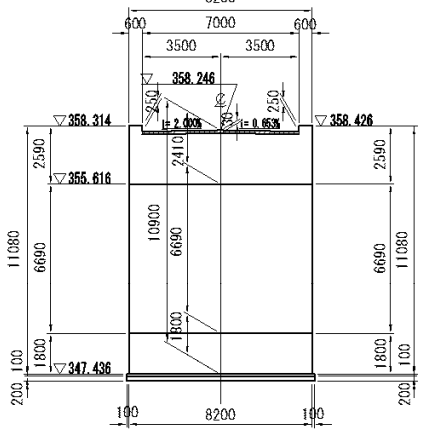
P1-PIER S=1:300



A1-ABUT S=1:300

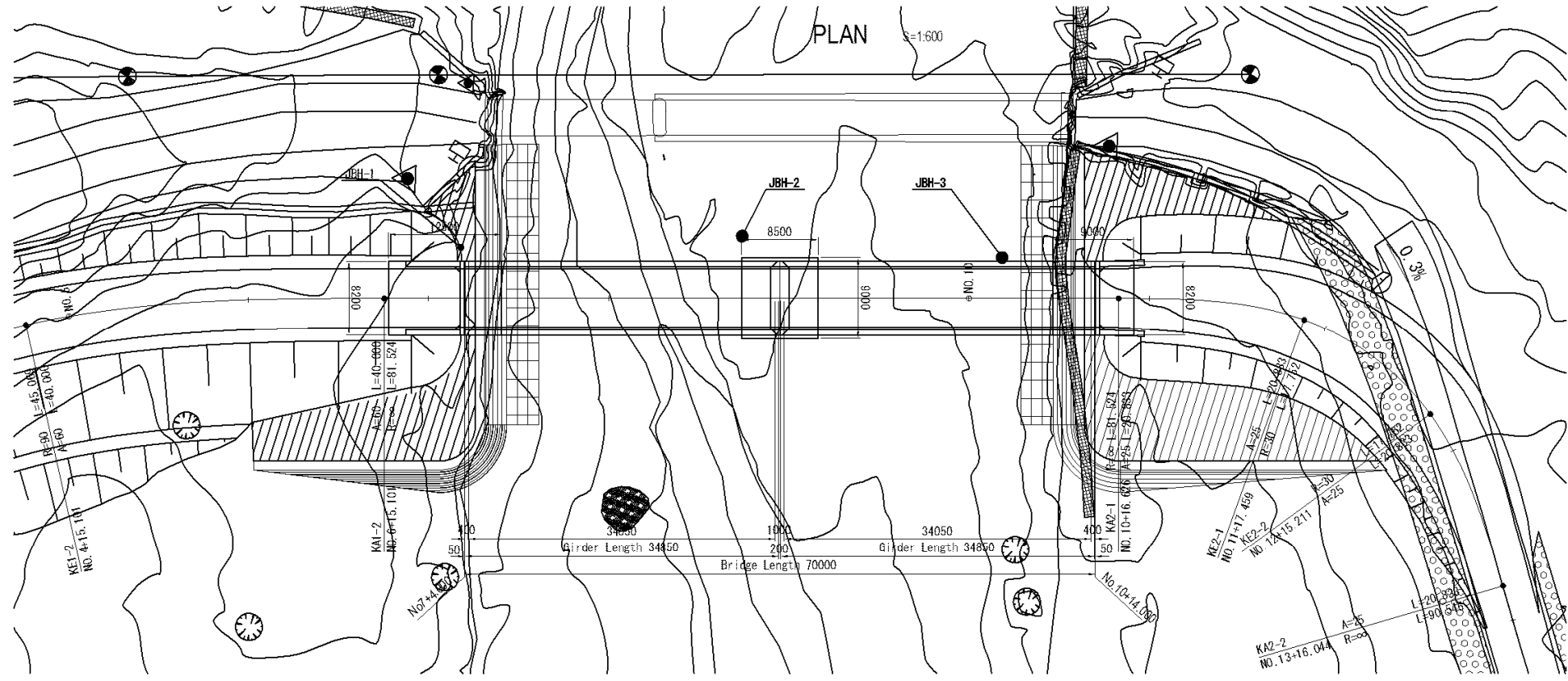
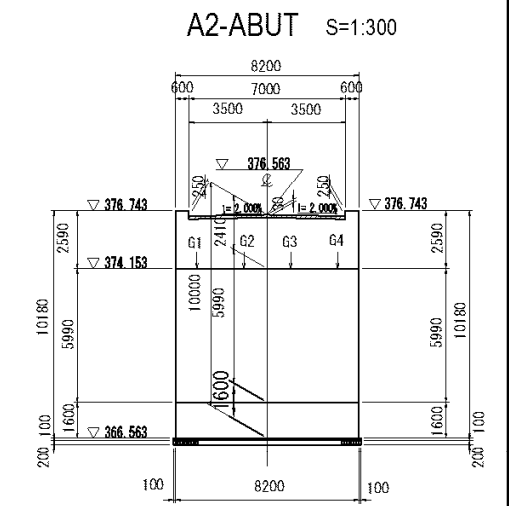
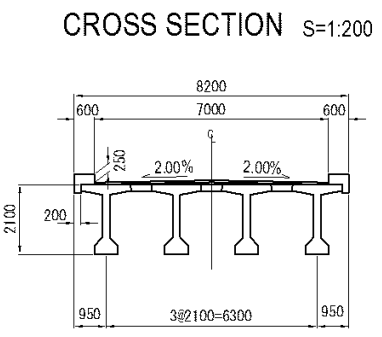
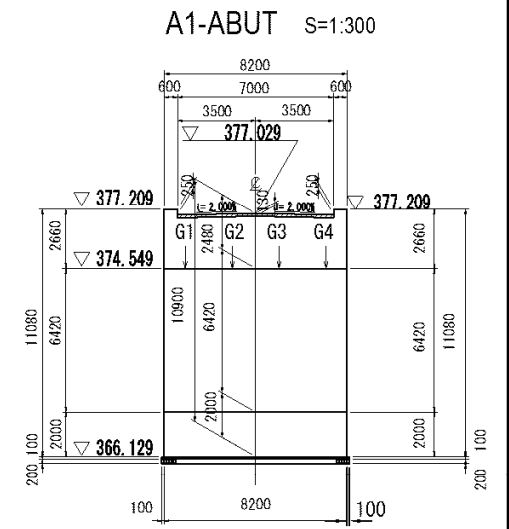
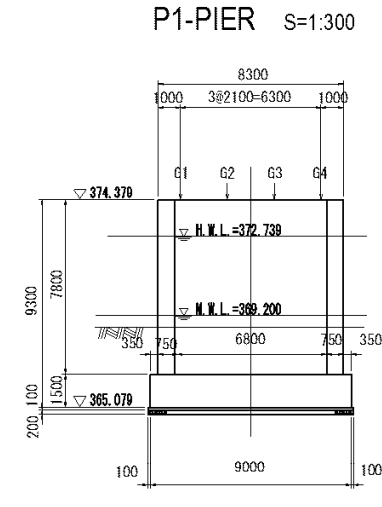
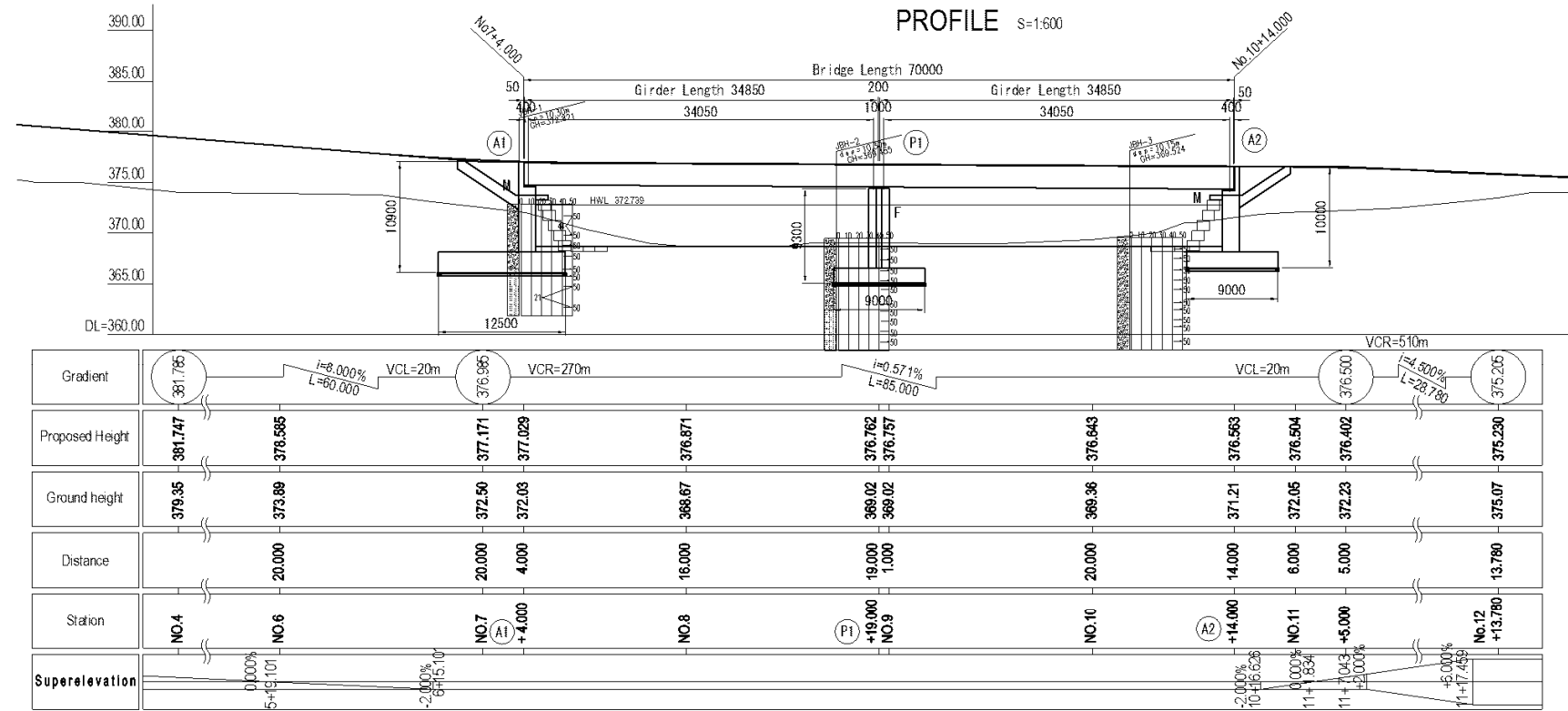


A2-ABUT S=1:300



MINISTRY OF WORKS AND HUMAN SETTLEMENT DEPARTMENT OF ROADS	RESTORATION AND IMPROVEMENT OF VITAL INFRASTRUCTURES FOR CYCLONE DISASTER IN THE KINGDOM OF BHUTAN	JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)	TITLE	SCALE	DATE	DRAWING NO.
			GENERAL DRAWING (No.17 Dolkhola Bridge)			Do 3

GENERAL DRAWING (No.18 Jigmiling Bridge)

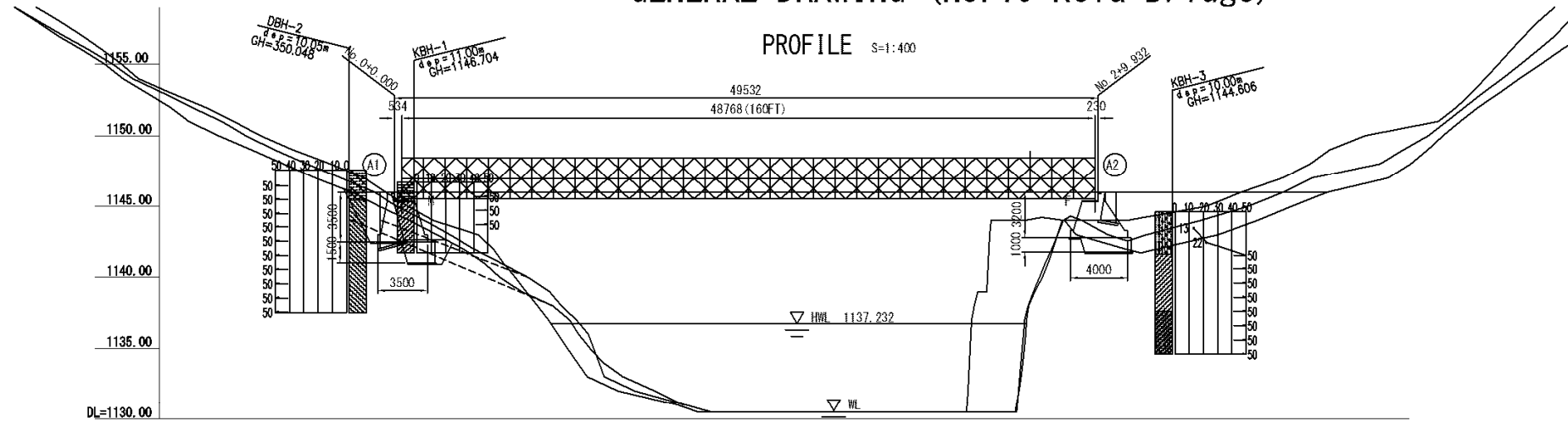


The Terms Of Design

Bridge Length	70.000m	
Span Length	34.045m	
Road Width	7.000m	
Live Load	Single lane IRC 70R(wheeled) or Double lane IRC Class A	
Design Seismic Scale	KH=0.22 KV=0.00	
Super structure	Form	PC T-Shape Girder
	Material strength	Concrete $\sigma_{ck}=30\text{ N/mm}^2$ Reinforcig Bar SD295 Equivalent Tendon 12S12.7mm
Sub structure	Form	Inverted T-Type Abutment Wall Type Pier
	Material strength	Foundation Spread Foundation Concrete $\sigma_{ck}=21\text{ N/mm}^2$ Reinforcig Bar SD295 Equivalent

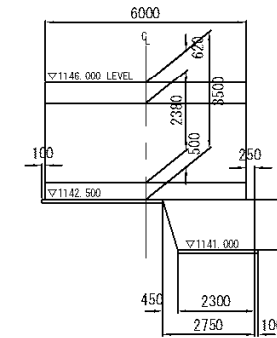
GENERAL DRAWING (No. 19 Kela Bridge)

PROFILE S=1:400

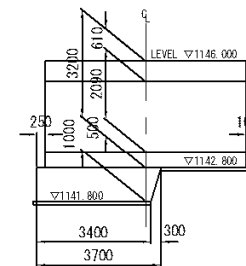


Gradient	LEVEL				
Proposed Height		1146.000	1146.000	1146.000	1146.000
Ground height	1145.15	1131.81	1143.37	1144.98	
Distance	0.000	20.000	20.000	9.532	10.468
Station	NO. 0	NO. 1	NO. 2	NO. 3	

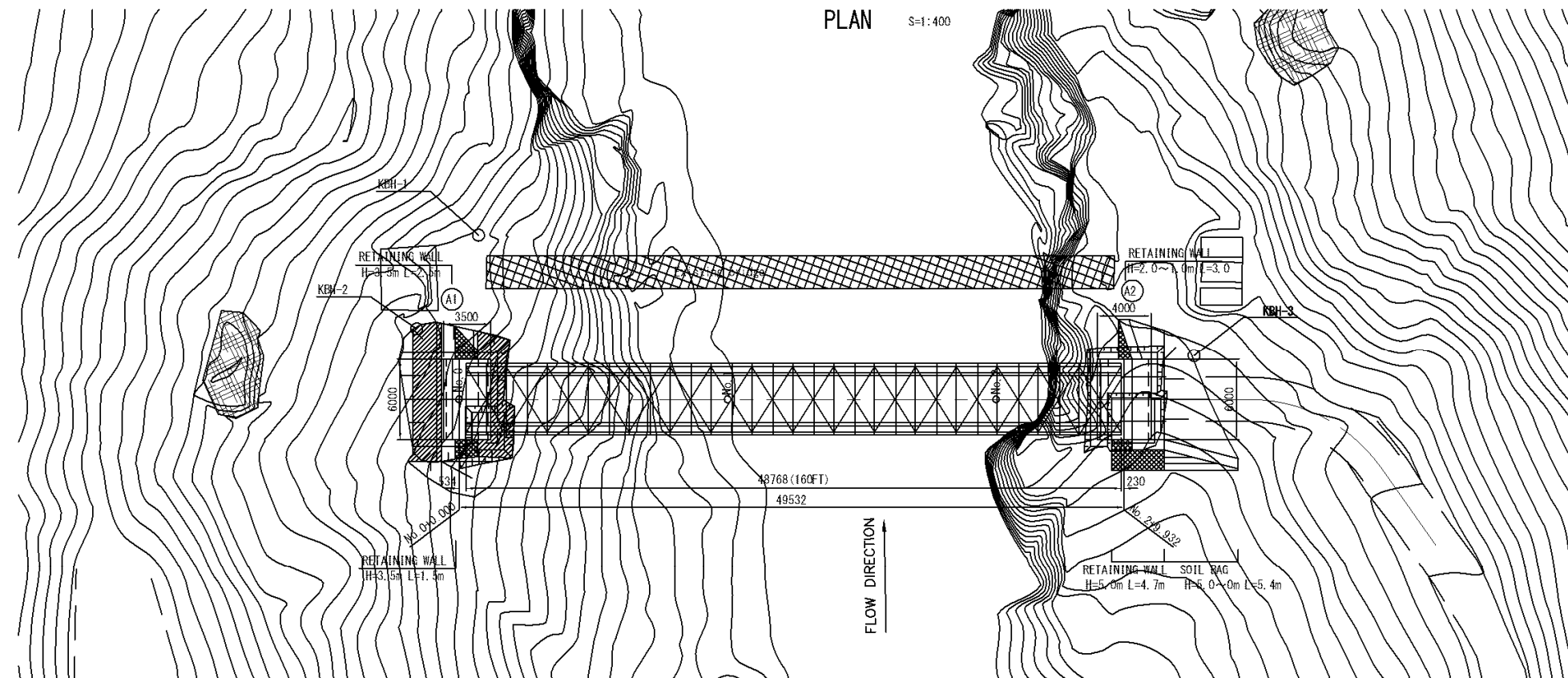
A1-ABUT S=1:200



A2-ABUT S=1:200



PLAN S=1:400



The Terms Of Design

Bridge Length	49.532m
Span Length	48.768m (160FT)
Road Width	3.277m
Live Load	IRC 24R
Design Seismic Scale	KI=0.22 KV=0.00
Super structure	Form Bailey Type Steel Truss Bridge (Double Double Reinforced)
Sub structure	Form Gravity Type Abutment
	Foundation Spread Foundation
	Material strength Concrete $\sigma_{ck}=18 \text{ N/mm}^2$
Reinforce Bar	SD295 Equivalent

MINISTRY OF WORKS AND HUMAN SETTLEMENT
DEPARTMENT OF ROADS

RESTORATION AND IMPROVEMENT OF VITAL INFRASTRUCTURES
FOR CYCLONE DISASTER
IN THE KINGDOM OF BHUTAN

JAPAN INTERNATIONAL
COOPERATION AGENCY (JICA)

TITLE
GENERAL DRAWING (No. 19 Kela Bridge)

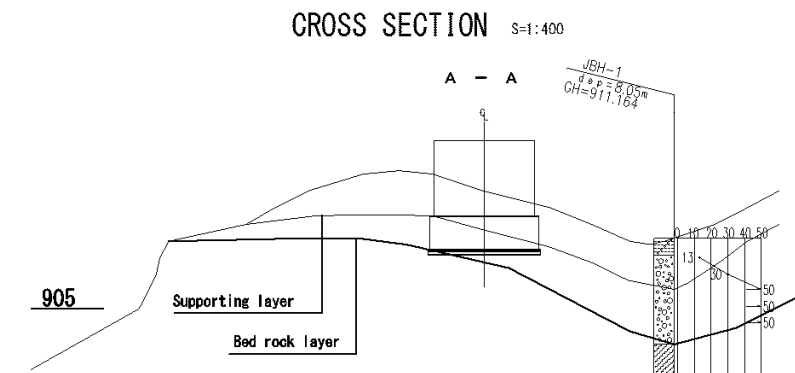
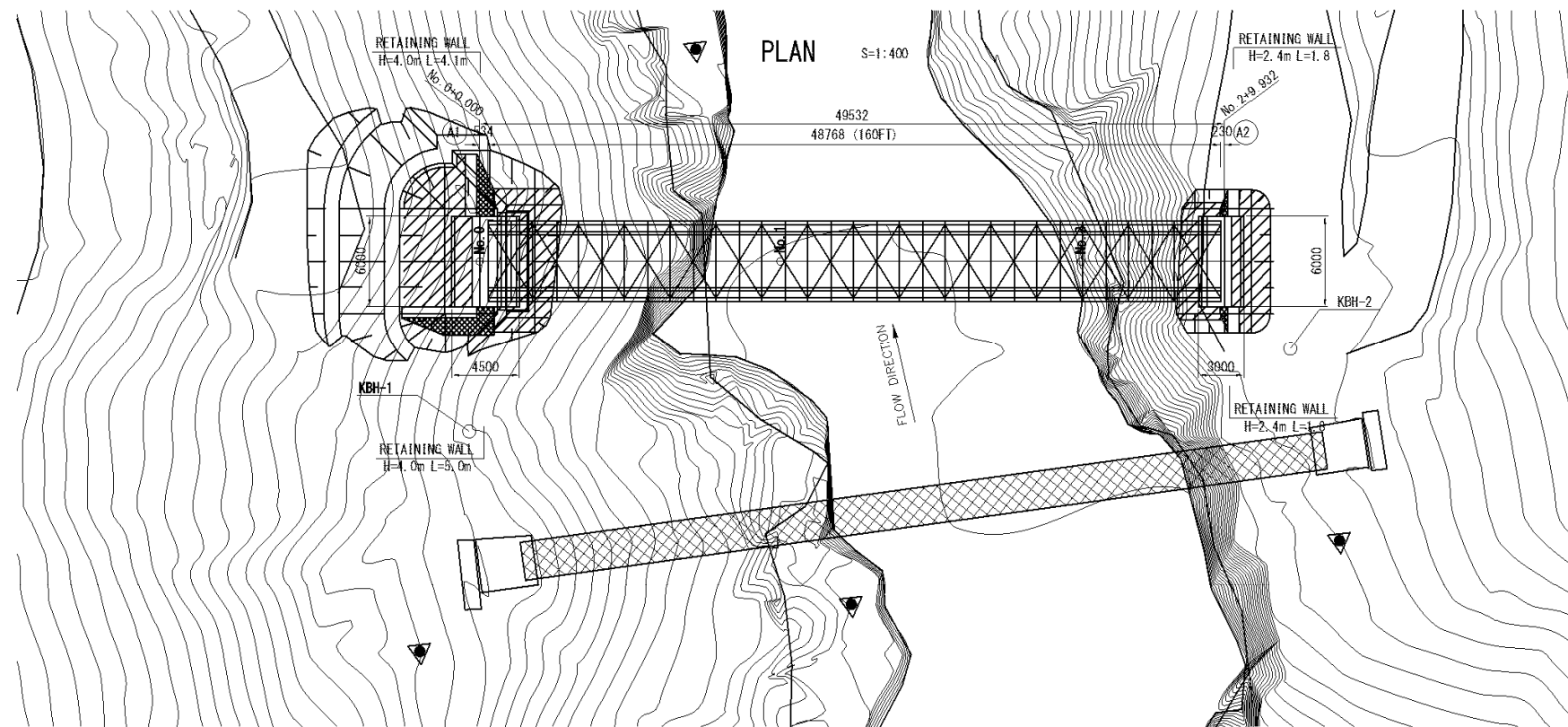
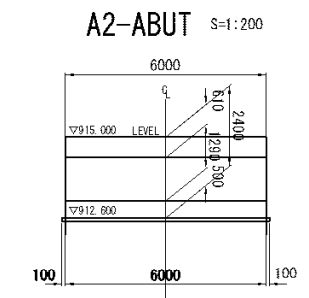
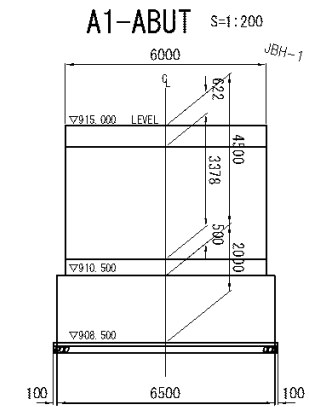
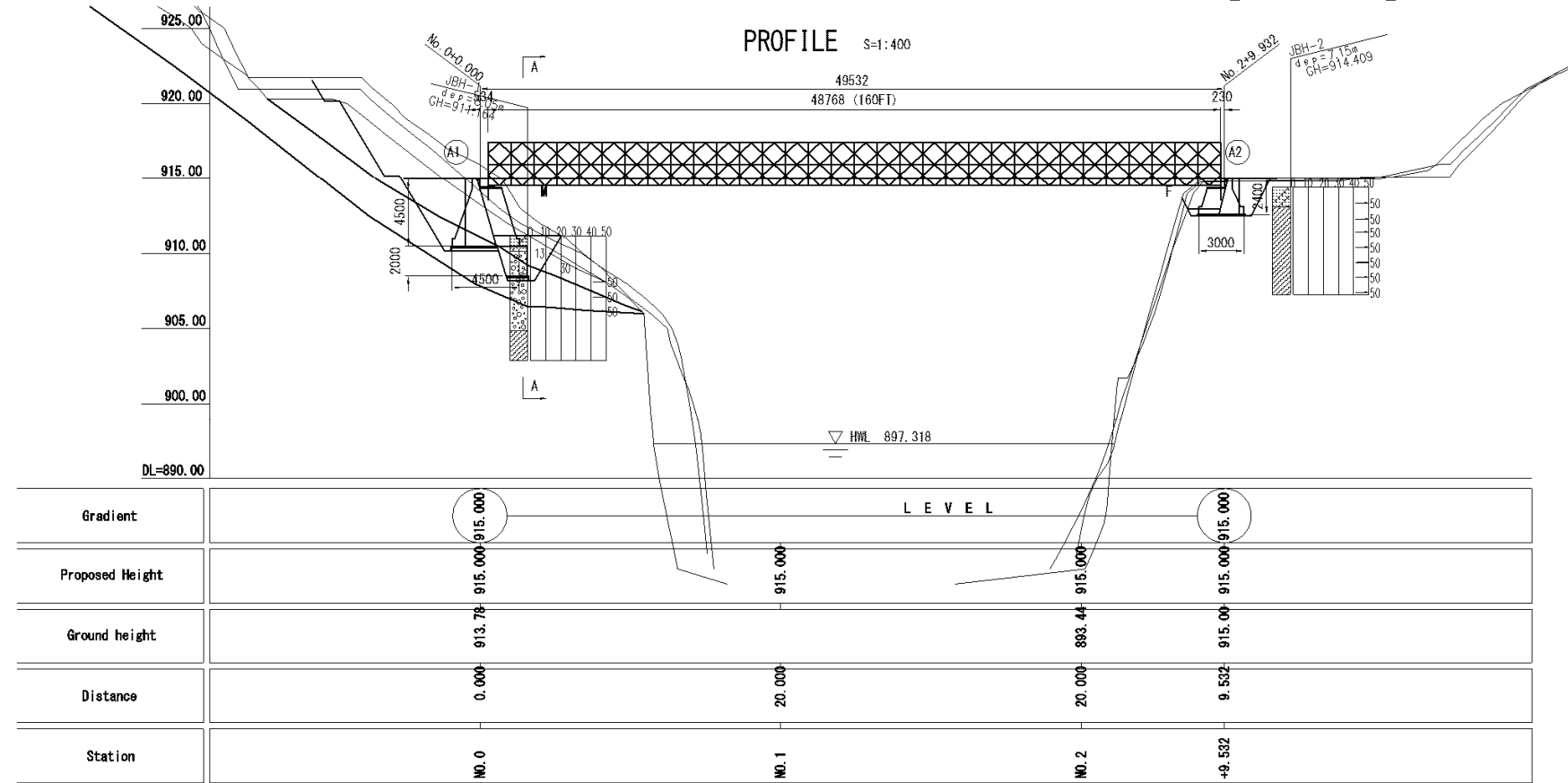
SCALE

DATE

DRAWING NO.

Ke 3

GENERAL DRAWING (No.20 Jangbi Bridge)



The Terms Of Design

Bridge Length	49.532m
Span Length	48.768m (160FT)
Road Width	3.277m
Live Load	IRC 24R
Design Seismic Scale	KH=0.22 KV=0.00
Super structure	Form Bailey Type Steel Truss Bridge (Double Double Reinforced)
Sub structure	Form Gravity Type Abutment
	Foundation Spread Foundation
	Material strength Concrete $\sigma_{ck}=18 \text{ N/mm}^2$ Reinforcing Bar SD295 Equivalent

MINISTRY OF WORKS AND HUMAN SETTLEMENT
DEPARTMENT OF ROADS

RESTORATION AND IMPROVEMENT OF VITAL INFRASTRUCTURES
FOR CYCLONE DISASTER
IN THE KINGDOM OF BHUTAN

JAPAN INTERNATIONAL
COOPERATION AGENCY (JICA)

TITLE
GENERAL DRAWING (No.20 Jangbi Bridge)

SCALE

DATE

DRAWING NO.

Ja 3

3-2-4 施工計画

3-2-4-1 施工方針

本プロジェクトを我が国無償資金協力として実施するに当たり、以下のことを考慮する。

- 雇用機会の創出、技術移転の促進、地域経済の活性化に資するため、現地の技術者、労務者、資機材を最大限に活用する。
- 本計画が円滑に実施されるように「ブ」国実施機関、コンサルタント、施工業者間に綿密な連絡体制を確立する。
- 基本的には河川水位が低い乾期（10月～5月）に下部工の施工を実施する計画を立案する。
- 降雨形態、資機材調達に必要な期間、適切な施工方法の採用等を考慮し現実的な施工計画を立案する。
- 現況交通を出来る限り阻害せず、不都合を生じさせない施工計画及び現場作業工程を立案する。

3-2-4-2 施工上の留意事項

計画実施に際して留意すべき事項を以下に示す。

(1) 労働基準の遵守

施工業者は、「ブ」国の現行建設関連法規を遵守し、雇用に伴う適切な労働条件や慣習を尊重し、労働者との紛争を防止する。

(2) 工事期間中の環境保全

工事開始前に「工事許可証」を受領する際、許可の前提となる環境面の遵守事項を配慮して工事の指導・監督に当たる。

特に、廃材処分、残土処理、盛土工事・舗装工事等により発生する粉塵・濁水、破碎材の使用に伴う騒音による動物への影響などに配慮する。

(3) 現地慣習の尊重

施工計画の立案に際し、ツェチュ祭や各県独自の宗教上の祝祭日など、現地の宗教および慣習に従った作業工程を考慮する。

(4) 交通安全の確保

本計画では、既存橋梁を一般車両及び歩行者の通行に解放しつつ施工するため、交通安全には十分配慮し、必要な場合には「ブ」国警察の指導を要請し、円滑な交通マネジメントとともに工程に遅滞の生じないように施工を行う。

(5) 工程調整

「ブ」国側の負担工事の作業進捗を十分に確認・調整する。

(6) 通関・道路事情

輸入・荷下ろし、通関手続きの所要日数および雨期・冬期の道路交通事情に対し施工計画を立案する。

3-2-4-3 施工区分

本計画を実施するにあたり、日本国および「ブ」国政府それぞれの負担事項の概要を以下に示す。

(1) 日本側の施工負担範囲

国道 5 号線上	：ドルコラ橋及びジグミリング橋の上部工、下部工及び付帯工
国道 4 号線に繋がる農道上	：マンデチュ（レオタラ）橋、ケラ橋及びジャンビ橋の下部工

① 施設の建設

- 施設の建設
- 上記の建設に関する付帯工事
- 仮設施設等（事務所、試験室等）の設営

② 資機材の調達

- 施設建設に必要な建設資機材の調達

③ 安全対策

- 工事実施にかかる安全管理

④ コンサルタント業務

- 実施設計、入札図書・契約書の作成、入札の補助および工事の施工監理

(2) 「ブ」国側の施工負担範囲

国道 5 号線上	<ul style="list-style-type: none">- ドルコラ橋の上部工、両岸橋台、右岸現況護岸、右岸取付道路盛土の撤去- ジグミリング橋の上部工、右岸橋台、橋脚の撤去
国道 4 号線に繋がる農道上	<ul style="list-style-type: none">- マンデチュ（レオタラ）橋、ケラ橋及びジャンビ橋の上下部工撤去、上部工架設

①工事許可証の発行

- 施工開始前、「ブ」国実施機関による本計画に関わる工事許可証の取得

②通関手続き、免税措置

- 工事資機材類の輸出入に対し「ブ」国の通関手続きの促進、免税措置に関する便宜供与

③用地確保

- 本計画対象橋梁建設に関わる土地収用ならびに「工事施工計画」で示された、事務所、試験室及びプラント等の一時的なヤードに必要な用地、建設に伴い発生する廃棄物・残土処理場などの確保

④支障物件の移設

- 必要に応じて、水道管、電力線など支障物件の移設

⑤その他

- 工事に必要な採石場、土取り場などの提供
- 本計画に従事する日本人及び第 3 国人の入国・滞在などに対する便宜供与
- 「ブ」国が課す関税、国内税など公租公課の免除
- カウンターパートの指名およびその要員の交通手段、経費の確保

3-2-4-4 施工監理計画

(1) コンサルタント業務の実施工程

本事業の実施にあたっては、先ず日本国及び「ブ」国の両国政府間で本事業の無償資金協力に関わる実施のための交換公文（E/N）の締結が行われることが前提となる。E/N の締結後、コンサルタントは JICA より発給される推薦状を基に、日本の無償資金協力の範囲および手順に従い、「ブ」国の実施機関の代表である公共事業定住省道路局（DoR）との間でコンサルタント契約を結ぶ。契約後、入札補助業務および施工監理を進めるに当たり、コンサルタント契約に含まれる主な業務内容を以下に示す。

(1)-1 入札段階

DoR はコンサルタントの補佐の下、一般競争入札により日本国籍の工事業者を選定する。この入札及び工事契約に参加する「ブ」国政府の代理人は、契約に関わる承認権を有するものと、技術分野の判断が可能なものとする。入札段階におけるコンサルタントの補佐業務を以下に示す。

- ・ P/Q 公示
- ・ 事前資格審査
- ・ 入札及び入札評価
- ・ 業者契約

(1)-2 施工監理段階

日本国政府による工事契約の認証を受け、コンサルタントは工事着工指示書を発行し、施工監理業務に着手する。施工監理業務では工事進捗状況を DoR に対し報告するとともに、施工業者には作業進捗、品質、安全、支払いに関わる業務、および工事に関する改善策、提案などを行う。また、施工監理の完了から 1 年後、瑕疵検査を行う。これをもってコンサルタント・サービスが完了する。

(2) 実施体制

工事入札及び施工監理の各段階でのコンサルタントの要員配置およびその責務は、以下のとおりである。

(2)-1 入札業務補助の実施体制

入札業務補助の実施体制として必要な要員とその役割を以下に示す。

業務主任	入札業務が円滑に遂行されるための調整業務、全ての事項に関する総括責任者
入札図書作成	入札図書の照査、入札工事、入札および入札評価に係わる業務

(2)-2 施工監理の実施体制

施工監理の実施体制として必要な技術者とその役割を以下に示す。

施工監理	着工時、中間・竣工および完成検査への現地立会の他、業務を円滑に遂行するための調整、常駐監理者の管理および施工監理業務の総括を行う。
常駐監理者	プロジェクトサイトに常駐し、安全管理、工程管理、出来高(形)、品質管理業務を行う。橋梁数が多く、それぞれのサイトが離れていることから、担当地域を南部・北部に 2 分して施工監理を行う。南部担当の常駐監理者は現地施工監理業務全体の責任者とし、同時に南部にあるドルコラ橋・ジグミリング橋を担当する。北部担当の常駐監理者（ローカル）はマンデチュ（レオタラ）橋・ケラ橋・ジャンビ橋を監理する。
上部工技術者	上部工は南部に 2 橋あり、PC 橋である。このため、上部工の施工期間は南部に 1 名の PC 橋技術者を配置する。
施工監理(舗装)	取付道路の舗装（路盤・アスファルト舗装）工事開始時点から試験施工が完了するまで現地に置いて、舗装に関する各種試験の立会、施工・工程を監理する。

3-2-4-5 品質管理計画

品質管理は、建設材料及び製品に対して材料の品質及び製作・架設精度を行う。下表に管理項目及び頻度を示す。

表 3-9 品質管理計画表

種別	項目	内容	頻度
材料検査	骨材	粒度、比重、硬さ、安定性	産地毎、250m ³ 毎
	セメント	粒度、比重、強度	メーカー毎
	鉄筋	強度、曲げ加工性	径毎、ロット毎
	PC 鋼材	強度	ロット毎
	アスファルト	粘度、針入度、軟化点	ロット毎
	盛土材	粒度、比重、含水比、塑性・液性、締固め、CBR	産地毎、500m ³ 毎
製品検査	生コンクリート	温度、スランプ、空気量	施工現場において 10m ³ 毎
	硬化コンクリート	強度、単位体積重量	30m ³ 毎 7/28 日強度供試体を作成
	アスファルト合材	温度、アスファルト量	施工現場において 30 トン毎
	盛土路盤	現場密度	各橋梁 2 箇所（取付道路毎）
	支持層	位置、支持力	位置に関しては全体対象、支持力については基礎毎に 1 箇所
	桁	寸法、直線性	全数
	基礎工・下部工	寸法、位置、高さ	全数
	上部工	寸法、位置、高さ	道路方向 5m 毎
アスファルト舗装	厚さ、平坦度、高さ	厚さは 100m ² 毎 平坦度及び高さ道路方向 5m 毎	

3-2-4-6 資機材等調達計画

(1) 建設資材

建設資材調達の基本方針は下記のとおりである。

- ①現地にて入手可能な材料は原則として現地調達とする。
- ②輸入品であっても、「ブ」国内市場で自由に入手できる材料は、現地調達とみなす。
- ③現地調達品について品質に問題のあるもの、あるいは流通量が十分でなく、一定期間内に入手し難いものについては、日本および第三国(インド)から調達することとする。

本工事に使用される主要資材の調達区分を下表に示す。

表 3-10 主要資材の調達区分

資 材 名	規 格	調 達 先			備 考
		「ブ」国	日本国	第三国	
盛土材		○			
アスファルト	現場混合用	○			インドからの輸入品
アスファルト乳剤		○			インドからの輸入品
路盤材	碎石	○			
セメント	普通ポルトランドセメント	○			
混和剤	減水剤		○		
細骨材	砂	○			
粗骨材	碎石	○			
雑割石	20～25cm	○			
鉄筋		○		インド	
PC 鋼線			○		
シーす			○		
高欄	鋼製		○		
支承	支承付属品付		○		
伸縮装置			○		
橋面雨水柵	縦排水管付		○		
蛇籠				インド	
型枠用合板				インド	
支保工材	H 鋼材、単管パイプ等			インド	
足場材	足場板、セパレーター等	○	○		セパレーター等は日本調達
木材	型枠用、仮設用他	○			
土嚢袋	仮設用	○			インドからの輸入品
燃料		○			インドからの輸入品

(2) 建設機材

建設機材の調達方針は下記のとおりである。

- ①汎用性のある機械は現地、またはインド調達とする。
- ②大型機械や特殊機械については、それらの故障または使用不可となった場合、工事や工程に与える影響が大きいため、これらは日本調達を基本とする。

現地調査の結果、工事に使用する主要建設機材の調達区分を下表のように計画する。

建設機械調達としては、2006年7月に道路局の機械課より民営化した大きな組織の企業である CDCL、および一般建設企業（大手建設企業（クラス A））が建設機材を保有している。なお、これらの機械の一般車両や小機材はインド製で、大部分の特殊車両は日本製である。現在考えられる主要建設機械の調達想定区分を次ページに示す。

表 3-11 主要建設機械の調達想定区分

資 材 名	規 格	調 達 先			備 考
		「ブ」国	日本国	第三国	
ブルドーザ	15, 21 ton	○			土工
バックホウ	0.8 m ³	○			土工
大型ブレーカ	1,300 kg 級	○			土工
ホイールローダー	1.4 m ³	○			資材運搬工
ダンプトラック	10 ton	○			土工
トラック	4~4.5 ton	○			資材運搬工
ラフタークレーン	16, 25 ton		○		下部工、上部工
グラウトミキサ			○		基礎工、上部工 (PC)
グラウトポンプ			○		仮設工 (アースアンカー)
ボーリングマシン	55 kW		○		仮設工 (アースアンカー)
モータグレーダ	3.1 m	○			舗装工
ロードローラ	10~12 ton	○			舗装工
タイヤローラー	8~20 ton	○			土工、舗装工
振動ローラ	0.8~1.1ton	○			土工、舗装工
タンパ	60~100kg	○			土工、舗装工
コンクリートミキサ	0.5 m ³	○			
空気圧縮機	5 m ³ /min		○		土工
空気圧縮機	18-19 m ³ /min		○		仮設工
発動発電機	75 kva 以下	○			
送出し資機材			○		上部工
PC 桁製作用機材			○		上部工
PC 桁架設用機材			○		上部工

(3) 建設資機材輸送

現地調達建設資機材の受渡し場所は材料生産地/資材倉庫/モタープール/PC 桁製作ヤードである。

以下に主として海外調達の建設資機材に関する輸送計画を示す。

(3)-1 税関手続

輸入先による税関手続所要日数は下記のとおりとする。

- インド：ブンチョリンにて 2 日（本通関）
- その他の海外：カルカッタ港にて 8 日（沖待ち、荷下ろし、仮通関）

およびブンチョリンにて 2 日（本通関）

(3)-2 カルカッタ～ブンチョリン間の輸送

インド以外からの海外調達建設資機材はカルカッタ港からプンチョリン（785km）まで、下表に示す輸送車両にて運ばれ、輸送日数は4～5日間である。

表 3-12 輸送車両(カルカッタ～プンチョリン)

車両タイプ	積載形状(m)			最大積載重量 (MT)
	長さ	幅	高さ	
トラック	5	2.1	2.1	13
トレーラ	12	2.4	2.4	24
低床式トレーラ	6	3	3	30
特殊低床式トレーラ	8	3.75	3.75	40

(3)-3 プンチョリン～各橋梁サイト間の輸送

インドとの国境にあるプンチョリンから各橋梁サイトまでの輸送に関する事項は下記のような。

①輸送車両・積載制限

- 最大長尺資材は9m
- 最大積載貨物重量は8トン

②輸送ルートと輸送期間

プンチョリンから各橋梁サイトへの輸送ルートは基本的にはブータン国内の道路を利用する。

上記の状況を考慮した各橋梁の輸送ルートと期間を下表に示す。

表 3-13 輸送ルート・輸送期間

橋名	輸送ルート	所要期間 (日)
ドルコラ橋	プンチョリン～国内～サイト	2
ジグミリング橋	プンチョリン～国内～サイト	2
マンデチュ (レオタラ) 橋	プンチョリン～国内～サイト	2
ケラ橋	プンチョリン～国内～サイト	2
ジャンビ橋	プンチョリン～国内～サイト	2

(3)-4 日本調達の輸送経路及び期間

日本側港からカルカッタ港へのコンテナ船は多数あるが、在来船は月 1 回程度である。日本側倉庫/工場から現場までの輸送日数は以下のとおりである。

倉庫/工場～日本側港	: 7 日間
出港～シンガポール港～チッタゴン港～カルカッタ港	: 30 日間
カルカッタでの沖待及び荷下ろし	: 5～7 日間
カルカッタでの仮通関	: 1～2 日間
カルカッタ～パンチョリンへの内陸輸送	: 5～7 日間
パンチョリンでの本通関	: 1～2 日間
パンチョリンでのブータントラックへの荷物積み替え	: 2～3 日間
パンチョリン～現場	: 3～7 日間
合 計	54～65 日間 = 2 ヶ月間

「ブ」国の通関はパンチュリン（「ブ」国南西に位置する国境都市）にあり、数社の運送会社が国際貨物の輸送に従事している。輸入手続書類を用意し、以下のような手続きが進められる。

- ・日本から : カルカッタ港*1 にて沖待ち、荷下ろし、仮通関
インド国内輸送後パンチュリン*2 にて本通関

注) *1 : 本計画では今まで通りにカルカッタ港を利用する。

*2 : パンチュリンはブータン国内における最大の国境交易地である。想定される建設資機材の大半は当該地経由となる。



写真-通関地状況-1



写真-通関地状況-2

3-3 相手国側分担事業の概要

3-3-1 我が国の無償資金協力事業における一般事項

「ブ」国側分担の一般事項について、協議議事録において確認された内容を以下に記述する。

- ①工事開始までに、事業の実施に要する用地を確保しておく。
- ②無償資金協力のもとに購入した製品の、受入港での荷下ろし、通関および内陸輸送の迅速な実施と費用の負担を確実に行う。
- ③認証された契約に基づく製品・サービスの供給に関して、受入国で生ずる関税、国内税およびその他の公課を免除する。
- ④認証された契約に基づく製品・サービスの供給に関して、事業実施のために受入国に入国し、または、滞在する日本国民に対し、それに必要な便宜を供与する。

3-3-2 本計画固有の事項

無償資金協力として求められる一般事項以外の本計画特有の相手方負担事項は以下のとおりである。

(1) 対象橋梁における既設橋の撤去

既設橋梁については、各橋梁の工事が完了しだい速やかに「ブ」国側が撤去する。

(2) 対象橋梁（マンデチュ（レオタラ）橋、ケラ橋、ジャンビ橋）の上部工の架設

マンデチュ（レオタラ）橋、ケラ橋、ジャンビ橋の上部工については、下部工が完工し、引渡し後3ヶ月以内に完工する。

(3) 対象橋梁への取り付け道路の施工

マンデチュ（レオタラ）橋、ケラ橋、ジャンビ橋については、適切な時期までに、取り付け道路を完工する。

表 3-15「ブ」国側で上部工を施工する3橋梁の概要

橋名	橋長 (m)	支間 (m)	有効幅員 (m)	耐荷力 (ton)
マンデチュ (レオタラ) 橋	103.7(340FT)	97.6(320FT)	3.277	24(18)
ケラ橋	49.532(163FT)	48.768(160FT)	3.277	24(18)
ジャンビ橋	49.532(163FT)	48.768(160FT)	3.277	24(18)

(4) 本計画に係る工事のための用地確保・既存占有物の撤去・移設

用地確保については、現時点では新規に用地を確保する必要はない。既設占有物の撤去・移設については下記について「ブ」国側が実施する。

- ・プロジェクトサイトにある既設ユーティリティ(電気・水道等)の移設

(5) 仮設ヤードの確保

施工業者のための仮設ヤード用地として、工事期間中、以下のヤードの確保が必要となる。

- ①ドルコラ橋脇(ゲレフ、サルパン両側)にある河川敷
- ②ジグミリング橋脇(ゲレフ、サルパン両側)にある河川敷
- ③マンデチュ(レオタラ)橋脇(左岸側)にある空き地
- ④ケラ橋道路脇(左岸側)にある空き地
- ⑤ジャンビ橋(左岸側)にある空き地

(6) 骨材に関する手配について

骨材は市場より購入を予定している。

3-4 プロジェクトの運営・維持管理計画

3-4-1 プロジェクトの運営

本事業の実施機関は「災害管理局(Department of Disaster Management、以下 DDM)」、「道路局(Department of Roads、以下 DoR)」、「農業局(Department of Agriculture、以下 DoA)」である。このうち DoR が実施機関 3 者を代表し、協力対象橋梁の運営を行うこととなる。

3-4-2 維持管理業務の内容

対象橋梁のドルコラ橋、ジグミリング橋の 2 橋の上部工は、PC 橋である。また、2 径間のため下部工はコンクリート製の橋台及び 1 橋脚である。

維持管理は管理項目によって毎年および 5 年毎に必要なである。橋梁の維持管理以外に、取付道路と護岸工の維持管理が必要となる。

表 3-16 維持管理の内容

項 目		内 容
毎年の 維持管理	①排水設備の点検・清掃	橋面の排水枡および、取付道路の側溝・配水管を点検し、堆積物があれば除去・清掃する。
	②伸縮装置の点検・清掃	橋台、橋脚上の伸縮装置は表面排水となっているが、遊間に溜まる泥や砂を点検し、必要に応じて除去・清掃する。
	③橋面の点検・補修	橋面舗装の状況を点検し、クラック等の補修を行う。
	④支承の点検・清掃	桁下の支承を点検し、堆積したゴミを清掃・除去する。
	⑤取付道路舗装の点検・補修	アスファルト舗装のポットホールなどの点検・補修を行う。
	⑥取付道路側溝の点検・清掃	側溝に堆積した泥の除去を行う。
5年毎の 維持管理	①鋼製高欄の補修	車輛の衝突による高欄の部分的な補修を行う。
	②護岸の補修	フトン籠を点検し、必要に応じて取り替える。
	③道路マーキングの塗り替え	アスファルト舗装部のマーキングの点検・塗り替えを行う。

なお、対象橋梁のマンデチュ（レオタラ）橋、ケラ橋、ジャンビ橋の上部工の維持管理については、「プ」国の管理基準で行われる。

3-4-3 維持管理上の留意点

事業効果を持続させるためには十分に維持管理を行い、常に良好な状態を保つとともに、施設の耐久性を向上させることが重要となることから、以下の事項に留意する必要がある。

- ①定期的に点検を行い、常に施設の状況を把握しておく。
- ②雨期の前には、特に排水施設の点検・清掃を行う。
- ③維持管理計画に基づく維持管理予算を確保する。

3-5 プロジェクトの概略事業費

施工・調達業者契約認証まで非公表。

3-6 協力対象事業実施にあたっての留意事項

協力対象事業を円滑に実施し、事業効果を十分に発揮させるために「ブ」国側が特に留意すべき事項は以下のとおりである。

- ① 工事期間中の交通渋滞軽減と住民とのトラブルを回避するため、DoR が主体となって道路利用者や住民に対する事前の通知を徹底する必要がある。
- ② DoR は ECoP に従って環境管理・モニタリングを実施する必要がある。

第4章 プロジェクトの評価

第4章 プロジェクトの評価

4-1 プロジェクトの前提条件

4-1-1 事業実施のための前提条件

本計画の実施に支障が生じないように、「ブ」国側により、本計画対象橋梁建設に係わる土地収用、事務所、プラント等の一時的なヤードに必要な用地、建設に伴い発生する廃棄物・残土処理場などの確保、支障物件などの移設、採石場・土取場の提供等、本プロジェクト実施に支障の無いように確実な実施が必須となる。

なお上記の先方負担事項の内容については、実施機関は十分に理解し承諾している。

4-1-2 プロジェクト全体計画達成のための外部条件

施設の機能を長期間発揮させるためには、定期的な補修等、適切な維持管理が重要である。竣工後の維持管理に関して、これまでの「ブ」国の実績を顧み、十分に対応可能と判断できる。

4-2 プロジェクトの評価

4-2-1 妥当性

本プロジェクトは、サイクロン・アイラによって被災した国道4号線に繋がる農道上の橋梁及び国道5号線上で物流・人流に対してボトルネックとなっている既存橋梁の架け替え計画である。我が国の支援と「ブ」国自身によるベイリー橋の上部工架設により、橋梁区間の走行性、安全性が向上し、人の移動、物資流通を活性化し、地域経済の向上に寄与するばかりでなく、「ブ」国第10次5カ年計画で目標とされている「幹線道路へのアクセスを2時間以内とする」ことに、大きく貢献できる。また南部地域の各種国家プロジェクト実施のための資機材輸送の支援につながる。

なお環境社会配慮に関しては工事中の適切なモニタリング実施と環境負荷軽減に配慮した施工を実施することで、社会的影響を最小限にすることは可能である。

協力対象橋梁の内、国道5号線上の2橋は、橋長、「ブ」国の実績、調達事情などの観点から「ブ」国による実施は困難である。また、農道上の3橋については、上部工は「ブ」国の実績、調達事情に問題がないため「ブ」国側負担とする。一方、下部工については、コンクリートの品質確保等が重要であるが、「ブ」国業者施工によるコンクリート構造物の目視調査の結果、この点に関し「ブ」国による実施は困難であると判断した。このため我が国の無償資金協力による下部工施工の実施が必要である。

4-2-2 有効性

(1) 国道 5 号線上の 2 橋（ドルコラ橋 ジグミリング橋）

① 定量的効果

国道 5 号線上の 2 橋（ドルコラ橋 ジグミリング橋）

通行車両の重量制限が 18 トンから 40 トンに緩和される。このため首都ティンブーから南部主要都市ゲレフへ通過する大型車は、従来の国道 2 号線を通過する約 380km から国道 1 号線、国道 5 号線を通過する約 260km のルートに転換され、約 4 時間（約 120km）の移動時間（距離）が短縮される。

国道 4 号線沿いの 3 橋（マンデチュ（レオタラ）橋、ケラ橋、ジャンビ橋）

橋梁架け替えにより、対岸の集落に居住する約 3500 人（3 橋合計）の人流・物流の活性化が可能となる。また農道整備と併せることで、「ブ」国第 10 次 5 カ年計画で目標とされている「幹線道路へのアクセスを 2 時間以内とすることに、大きく貢献できる。

② 定性的効果

国道 5 号線上の 2 橋（ドルコラ橋 ジグミリング橋）

橋梁の架け替えによる国道 5 号線の走行性向上は、人の移動、物資流通を活性化し、地域経済の向上に寄与する。サイクロン・アイラと同程度の災害時にも国道の円滑な通行が確保される。具体的には以下のとおり。

- ・通行車両の重量制限が大幅に緩和されることで、大型車交通の活性化が期待される。
- ・耐荷力の増加だけでなく幅員も広くなることにより、橋梁部の走行性、安全性が向上する。
- ・国道 5 号線沿線及び南部地域で進行中のプナサンチュ水力発電所建設計画、工業団地建設計画、新国際空港建設計画、第 2 東西道路建設計画における資機材輸送に貢献する。

国道 4 号線沿いの 3 橋（マンデチュ（レオタラ）橋、ケラ橋、ジャンビ橋）

橋梁の復旧・架け替えによる地域の交通利便性が格段に改善され対象地域の人の移動、物資流通を活性化し、地域生活の向上に寄与する。具体的には以下のとおり

- ・サイクロン・アイラによる被害が復旧される。
- ・ベイリー吊橋およびベイリー橋に架け替えられることから、車両の通行が可能となる。
- ・地域住民の行政サービス、医療、教育へのアクセス遮断が解消される。
- ・マーケットへのアクセスが向上する。