

## 7. 概略設計

### 7.1 道路設計基準

#### 7.1.1 設計基準

道路設計基準は、表 7.1.1 に示す基準に準拠するものとし、原則として「Geometric Design Standards for RHD」（以下、RHD 基準）に基づいて幾何構造設計を行うものとする。RHD 基準に記述が無い場合に限り、AASHTO（アメリカ合衆国政府道路交通運輸担当協会）基準（以下、AASHTO）を参考にすることとする。

舗装設計基準に関しても、原則として「Pavement Design Guide for RHD」に準拠するものとし、AASHTO を参考基準として使用する。

表 7.1.1 道路設計基準

項 目	名 称
幾何構造基準	基準：Geometric Design Standards for RHD (2000) 参考基準：AASHTO Standard
舗装設計基準	基準：Pavement Design Guide for RHD (2005) 参考基準：AASHTO Standard

出典：JICA 調査団

#### 7.1.2 「バ」国の道路基準

「バ」国の道路は、RHD によって種別ごとに規定されており、以下に内容を示す。

##### (1) 道路種別

「バ」国の道路は、以下の 3 種類に分類されている。

表 7.1.2 道路種別

分類	名称	機 能
N	国道	主要都市を結ぶ全国的な道路網の骨格となる道路
R	主要地方道	国道を補完し、地域間を結ぶ道路
Z	県道	日常生活圏内で幹線道路を補完する道路

出典：RMMS Database, RHD

(2) 設計区分

設計区分を以下に示す。

表 7.1.3 設計区分

設計区分	計画交通量 [PCU/h] ピーク 時	設計速度 (km/h)			道路種別		
		平地部	丘陵地	山地部	N	R	Z
1	4500 - 8500	80-100	80	-	√		
2	2100 - 4500	80-100	80	-	√	√	
3	1600 - 2100	80	65	50	√	√	
4	800 - 1600	65	50	40	√	√	√
5	400 - 800	50	40	30		√	√
6	< 400	50	40	30			√

出典: Road Geometric Design standard by RHD

(3) 幾何構造基準

1) 国道

国道の幾何構造基準を表 7.1.4 に示す。

表 7.1.4 幾何構造基準 (国道)

項目	単位	幾何構造基準値			備考
設計速度	Km/h	100	80	65	
<u>平面線形</u>					
最小曲線半径 (6.2m and 7.3m Carriageway)	m	1,000	500	250	
片勾配打ち切り最小曲線半径	m	4,000	2,000	1,000	
<u>縦断線形</u>					
最急縦断勾配*	%	3.0	3.0	3.0	Plain
最小縦断曲線半径 K 値	m	70	35	18	
建築限界	m	5.7	5.7	5.7	
<u>横断面構成</u>					
最小横断勾配 (道路)	%	3.0	3.0	3.0	
最小横断勾配 (橋梁)	%	2.0	2.0	2.0	
<u>視距 (2車線道路)</u>					
停止視距 (SSD)	m	180	120	90	
中間視距 (ISD)	m	360	250	180	
追越し視距 (OSD)	m	720	500	360	

\*最急縦断勾配は平地部を対象とした数値である為、適用箇所によって適宜判断が必要。

出典: JICA 調査団

2) 主要地方道

主要地方道の幾何構造基準を表 7.1.5 に示す。

表 7.1.5 幾何構造基準（主要地方道）

項目	単位	幾何構造基準値			備考
設計速度	Km/h	80	65	50	
<u>平面線形</u>					
最小曲線半径 (6.2m and 7.3m Carriageway)	m	500	250	120	
片勾配打ち切り最小曲線半径	m	2,000	1,000	500	
<u>縦断線形</u>					
最急縦断勾配*	%	3.0	3.0	3.0	Plain
最小縦断曲線半径 K 値	m	35	18	9	
建築限界	m	5.7	5.7	5.7	
<u>横断面構成</u>					
最小横断勾配 (道路)	%	3.0	3.0	3.0	
最小横断勾配 (橋梁)	%	2.0	2.0	2.0	
<u>視距 (2車線道路)</u>					
停止視距 (SSD)	m	120	90	60	
中間視距 (ISD)	m	250	180	120	
追越し視距 (OSD)	m	500	360	250	

\*最急縦断勾配は平地部を対象とした数値である為、適用箇所によって適宜判断が必要。

出典：JICA 調査団

### 3) 県道

県道の幾何構造基準を表 7.1.6 に示す。

表 7.1.6 幾何構造基準（県道）

項目	単位	幾何構造基準値			備考
設計速度	Km/h	65	50		
<u>平面線形</u>					
最小曲線半径 (6.2m and 7.3m Carriageway)	m	250	120		
片勾配打ち切り最小曲線半径	m	1,000	500		
<u>縦断線形</u>					
最急縦断勾配*	%	3.0	3.0		Plain
最小縦断曲線半径 K 値	m	18	9		
建築限界	m	5.7	5.7		
<u>横断面構成</u>					
最小横断勾配 (道路)	%	3.0	3.0		
最小横断勾配 (橋梁)	%	2.0	2.0		
<u>視距 (2車線道路)</u>					
停止視距 (SSD)	m	90	60		
中間視距 (ISD)	m	180	120		
追越し視距 (OSD)	m	360	250		

\*最急縦断勾配は平地部を対象とした数値である為、適用箇所によって適宜判断が必要。

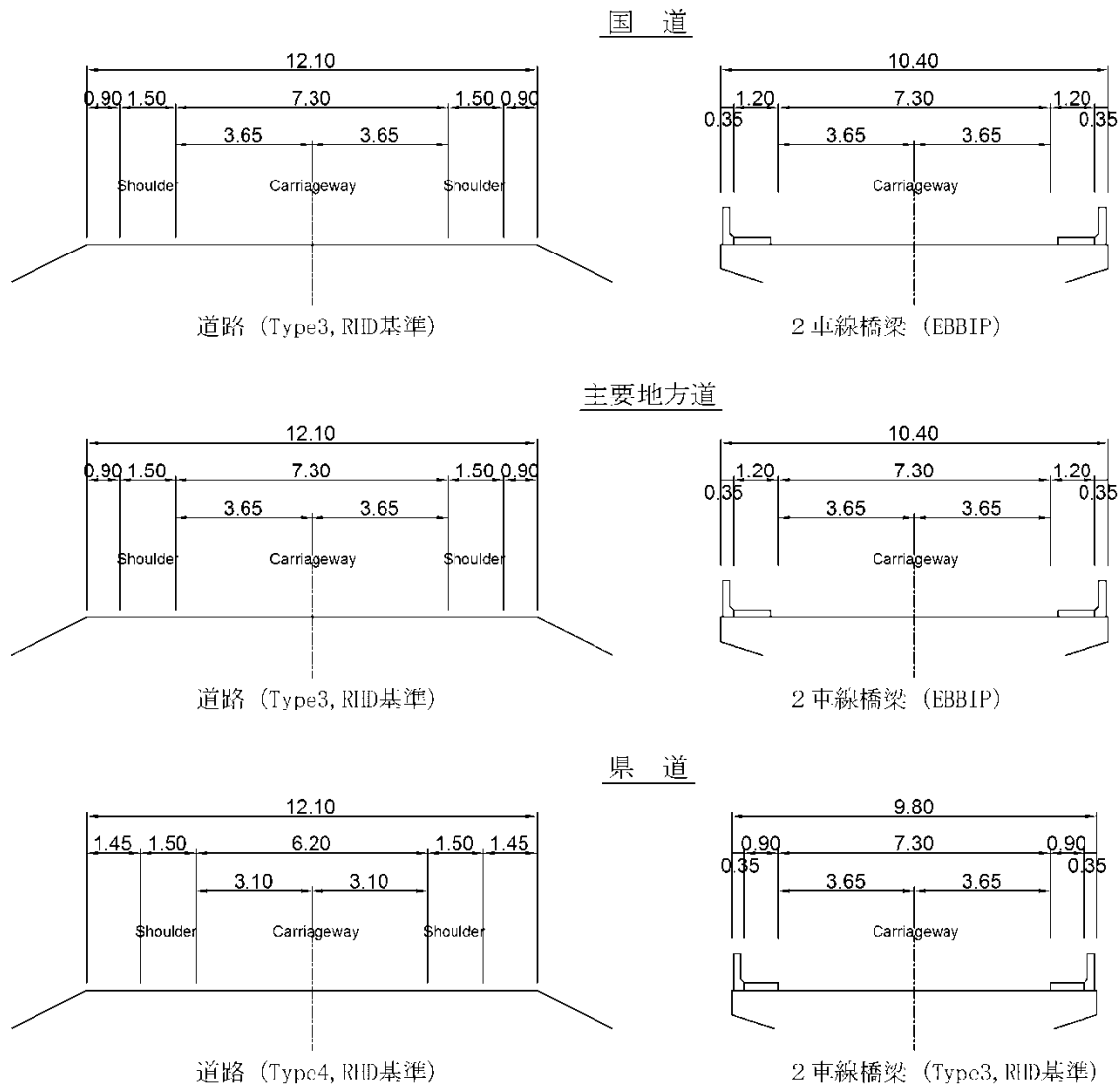
出典：JICA 調査団

### 7.1.3 標準横断構成

一般的に車線数は交通需要予測の結果に基づいて決定するが、4車線以上必要となる場合に於いても以下の理由から2車線で整備することとする。

- 限られた予算の中で可能な限り多くの橋梁を建設する必要がある。
- 土工部が 2 車線しかないため、橋梁部のみ 4 車線ないし 6 車線で施工しても、2 車線分しか使用されない。
- 供用後、未使用であっても、橋梁の劣化は進む。

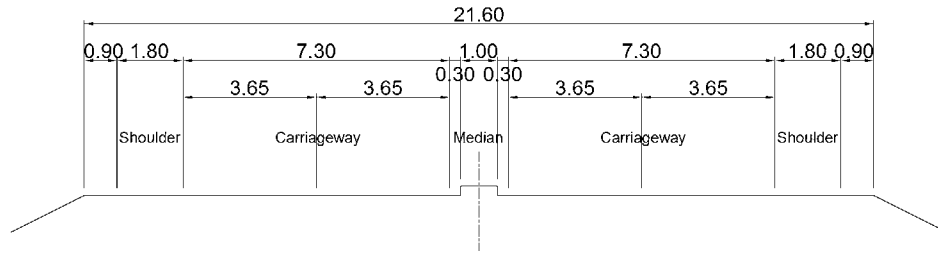
国道、主要地方道及び県道の標準横断図を図 7.1.1 に示す。



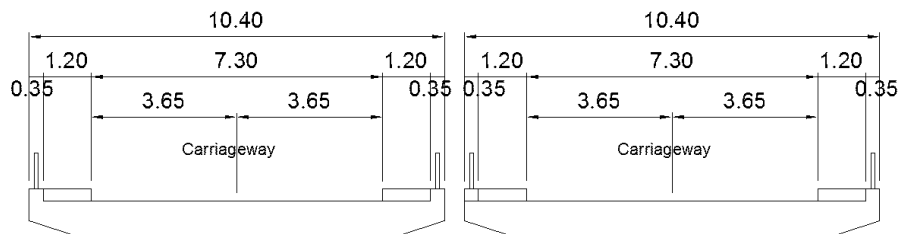
出典：JICA 調査団

図 7.1.1 標準横断図 (国道・主要地方道・県道)

AH1 (アジア・ハイウェイ 1 号線) の標準横断図を図 7.1.2 に示す。AH1 の橋梁に関しては、道路種別に関わらず 4 車線整備を行うことを前提とする。



道路 (Type2、RHD 基準)



4 車線橋梁

出典：JICA 調査団

図 7.1.2 標準横断面図 (アジア・ハイウェイ 1 号線)

#### 7.1.4 新設橋梁の架橋位置

新設橋梁の架橋位置は、住宅・店への影響、コスト等を考慮して決定しなければならない。加えて、国道の新設橋梁は、将来拡幅計画も考慮する必要がある。

比較検討の結果、主要地方道、県道は「代替案 3」を、国道は「代替案 4」を最適案とした。  
(表 7.1.7 参照)

表 7.1.7 新設橋梁の架橋位置

項目	代替案 1	代替案 2	代替案 3	代替案 4
概略図				
概要	先行して、既設橋の隣接に新設橋を建設し、完成後、既設橋と同位置に新設橋を建設する。	既設橋の隣接に新設橋を建設する。完成後、既設橋と同位置に下部工のみ建設する。	既設橋の隣接に新設橋を建設する。	既設橋と同位置に新設橋を建設する。
仮設橋	不要 ◎	不要 ◎	不要 ◎	必要（工事中） △
経済性	各案中、建設費が最も高い。 △	代替案 3、4 と比較して、建設費が高い。 △	代替案 4 と比較して建設費が高い。 ◎	各案中、建設費が最も高い。 △
交通容量	新設橋付近の交通容量は大きくなるが、単路部は建設前と変わらない。 ◎	建設前と変わらない。 ○	建設前と変わらない。 ○	建設前と変わらない。 ○
安全性	分合流地点で交通流が煩雑となることが懸念される。 △	建設前と変わらない。 ○	建設前と変わらない。 ○	建設前と変わらない。 ○
評価			最適案（国道） ・将来拡幅時の施工性に優れる	最適案（主要地方道、県道） ・初期投資を低く抑えることが可能

出典：JICA 調査団

## 7.2 橋梁設計基準

### 7.2.1 バングラデシュで適用される基準類

本事業の橋梁設計に適用される基準類は、「バ」国だけでなく、AASHTO、インド及び日本の基準類を参考にし、以下の通りとする。

- RHD 橋梁設計基準 2004 年

- バングラデシュ建造物基準 (BNBC) 1993 年－2006 年改定
- RHD 道路幾何構造基準 2001 年
- RHD 入札図書標準第 7 節技術仕様 2011 年
- AASHTO LRFD 橋梁設計基準 2010 年第 5 版
- AASHTO LRFD 橋梁耐震設計指針 2011 年第 2 版
- インド道路会議 (IRC) 道路橋梁標準示方書 : II 2010 年
- 道路橋示方書 (JRA 日本道路協会)

### 7.2.2 航路限界及び設計高水位

航路限界は、内陸水運局 (BIWTA, Bangladesh Inland Water Transport Authority) によって定められた航路、及び、その規格により、表 7.2.1 のように分類され、その航路限界を確保する必要がある。本事業の架橋位置に関連する航路限界は、Atrai 川の Atrai 橋の Class- IV が該当する。この航路限界を確保する時の基準水位は、内陸水運局により SHWL (Standard High Water Level, Fortnightly Mean Water Levels with 5% exceedance) として定義されている。正式航路でない水路については、1.1 年確率高水位に対して、表 7.2.2 の値を確保する。

架橋位置の設計高水位は、県道は 20 年確率、それ以外は 50 年確率高水位として求め、橋梁桁下との余裕は、表 7.2.2 の要件を満足する値を確保する。

表 7.2.1 航路限界

航路区分	最小航路高	最小航路幅	摘 要
Class- I	18.30m	76.22m	
Class- II	12.20m	76.22m	
Class- III	7.62m	30.48m	
Class- IV	5.00m	20.00m	Atrai 橋 (R548_28B, Atrai 川, SHWL=6.37m AMSL)

出典 : BIWTA (1991)

表 7.2.2 設計高水位と桁下高

架橋位置	県道		国道、主要地方道	
橋梁種別	コンクリート橋	耐候性鋼橋	コンクリート橋	耐候性鋼橋
設計高水位	20年確率高水位		50年確率高水位	
桁下高の考え方 (右記の最大の高さ)	20年確率高水位 + 0.30m		50年確率高水位 + 0.30m	
	10年確率高水位 + 0.50m		10年確率高水位 + 0.70m (地方道) + 0.90 m (国道, AH)	
	インタビューによる既往最高水位 + 0.30m		同左	
	既存橋梁桁下高		同左	
	1.1年確率高水位 + 1.2m	1.1年確率高水位 + 3.0m	1.1年確率高水位 + 1.2m	1.1年確率高水位 + 3.0m
	正式航路がある場合は、SHWL + 必要航路高			

出典：JICA 調査団

### 7.2.3 設計荷重

本調査における橋梁の設計には、以下の設計荷重を考慮する。

#### (1) 死荷重

死荷重強度は、AASHTO による下表の単位重量を原則とする。

表 7.2.3 死荷重強度算定に用いる単位重量

材料	単位重量 (kN/m <sup>3</sup> )
鋼材	77.0
無筋コンクリート	23
鉄筋コンクリート	24.5
プレストレス・コンクリート	24.5
アスファルト材	22.5

出典：JICA 調査団



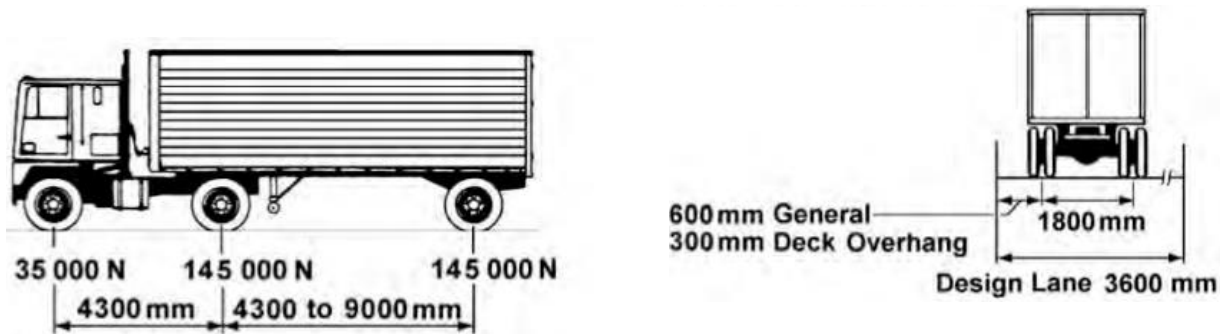
## (2) 活荷重

主桁及び下部工の設計に用いる活荷重は、AASHTO LRFD 橋梁設計基準（2010 年版）に規定する HS20-44 荷重により以下の 2 種類とする。

- 設計トラック荷重
- 設計レーン荷重

### 1) 設計トラック荷重

トラック荷重は AASHTO (HS20-44) に従い総重量 325 kN とし、軸重及び軸重配置を図 7.2.1 に示す。



出典：JICA 調査団

図 7.2.1 設計トラック荷重 (HS20-44)

### 2) 設計レーン荷重

主桁及び下部工の設計に用いるレーン荷重を、トラック荷重とともに表 7.2.4 にまとめる。橋軸方向に等分布荷重 9.3kN/m の強度とし幅員方向は 3m 幅に等分布すると仮定する。また衝撃係数はレーン荷重には考慮せず、トラック荷重のみ 33%を乗じる。レーン荷重は（トラック荷重と重なっても）連続して載荷するのを原則とするが、設計断面力や反力が大きくなる場合にはレーン荷重を非連続として載荷する。

表 7.2.4 主桁及び下部工設計用活荷重

項目	トラック荷重 (集中荷重)	レーン荷重 (3m 幅で等分布)	4 車線橋梁に乗ず る係数	衝撃係数 (トラック荷重の み)
AASHTO (HS20-44)	325 kN	9.3 kN/m	65 %	33 %

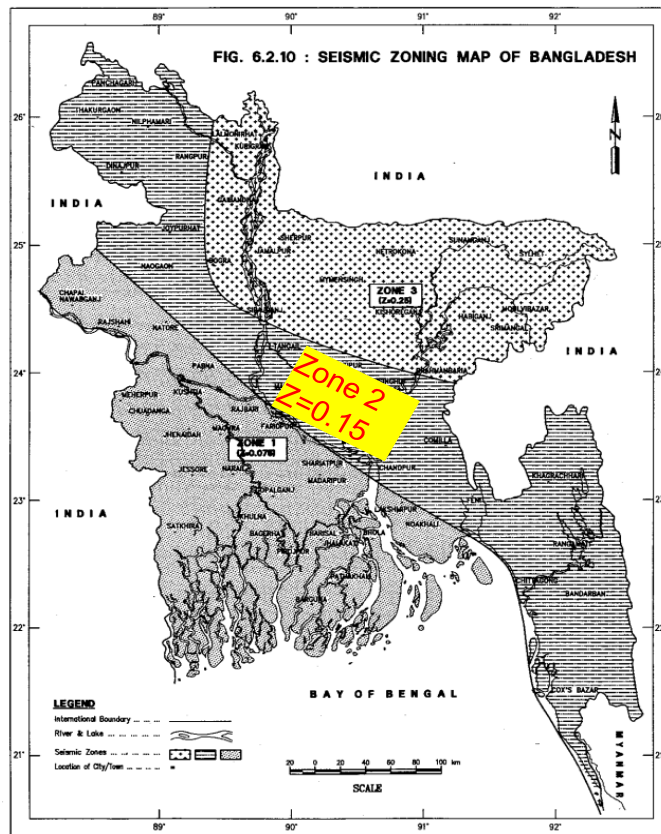
出典：JICA 調査団

## (3) 地震荷重

地震荷重の算定においては、地域係数・地盤係数・設計応答スペクトルを考慮する。なお、BNBC (2006) のデータをバングラデシュにおける設計応答スペクトルの標準とする。

### 1) 地域係数

バングラデシュにおいては、地震強度と地盤応答に準じ図 7.2.2 に示すように 3 種類の地域に分類され、それぞれの地域分類に応じて地域係数が与えられている（表 7.2.5）。



20

出典：JICA 調査団

図 7.2.2 地震地域分類図 (BNBC)

表 7.2.5 地域係数(BNBC)

地域分類	地域係数
1	0.075
2	0.15
3	0.25

出典：JICA 調査団

### 2) 地盤係数

地盤係数は架橋地点の地盤の特色を考慮して設定され、BNBC により地盤の層厚・せん断波伝播速度・地盤種別から表 7.2.6 に示す 4 種類に分類され (S1, S2, S3, S4)、各地盤種別に準じて地盤係数が与えられる。

表 7.2.6 地盤係数 S (BNBC)

地盤の特色		係数 S
S1	A soil profile with either: A rock like material characterized by shear wave velocity greater than 762 m/s or by other suitable means of classification or, stiff or dense soil condition where the soil depth is less than 61 m.	1.0
S2	A soil profile with dense or stiff soil conditions, where the soil depth exceeds 61m.	1.2
S3	A soil profile 21 m or more in depth and containing more than 60 m of soft to medium stiff clay but not more than 12 m of soft clay.	1.5
S4	A soil profile containing more than 12 m of soft clay characterized by shear wave velocity less than 152 m/s.	2.0

出典：JICA 調査団

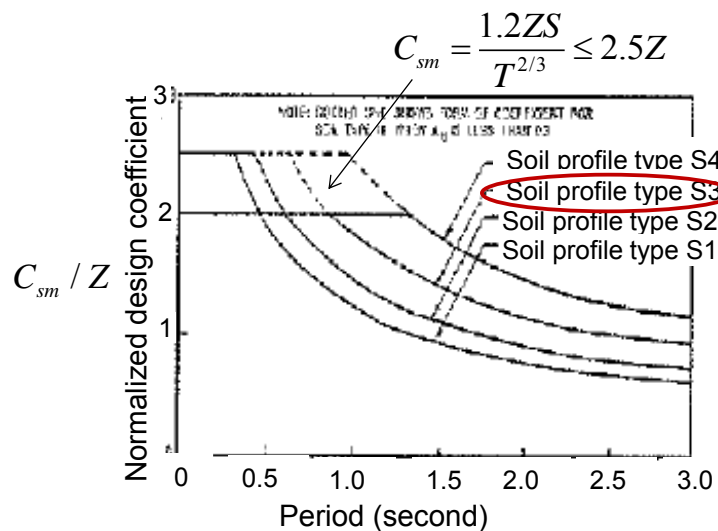
### 3) 設計応答スペクトル (RS)

設計応答スペクトルは架橋地点の地盤特性に応じて設定されるが、BNBC では設計応答スペクトルを、AASHTO (2007) に準じた強度で設定している。設計用の地震強度は下記の式によって計算され、設計応答スペクトルは図 7.2.3 に示される。なお図 7.2.3 に示される設計応答スペクトルは、AASHTO と同じ再現確率 457 年による。

$$C_{sm} = \frac{1.2ZS}{T_m^{2/3}} \leq 2.5Z$$

$C_{sm}$  : 地震時荷重係数

$T_m$  : 振動モード  $m$  次における固有周期 (秒)



出典：JICA 調査団

図 7.2.3 設計応答スペクトル

## 7.2.4 材料基準

### (1) コンクリート

RHD 管轄の橋梁に要求されるコンクリート圧縮強度は、材齢 28 日シリンダー強度で、鉄筋コンクリートで 25MPa、プレストレス・コンクリートで 40MPa とする（表 7.2.7）。

表 7.2.7 コンクリートの圧縮強度

橋梁構造物	材齢 28 日圧縮シリンダー強度 $\sigma_{ck}$ (MPa)
プレストレス・コンクリート (主桁)	40
鉄筋コンクリート	25

出典：JICA 調査団

### (2) 鉄筋

鉄筋コンクリートに使用する鉄筋は異径鉄筋を基本とし、バングラデシュでは Grade-40 及び Grade-60 の 2 種類を基本的に使用する。これら 2 種類の異径鉄筋強度は AASHTO に従い、表 7.2.8 に示す値とする。

表 7.2.8 異径鉄筋の降伏点及び引張強度

規格	公称降伏点 $\sigma_y$ (MPa)	公称引張強度 $\sigma_u$ (MPa)
Grade-40	280	420
Grade-60	420	620

出典：JICA 調査団

### (3) 緊張用 PC 鋼材

プレストレス・コンクリートの緊張用 PC 鋼材としては、鋼線（7 本より）と鋼棒が使用され、それらの強度は JIS により表 7.2.9 にて規定される。

表 7.2.9 PC 鋼材の降伏点及び引張強度

PC 鋼材	規格	公称降伏点 $\sigma_y$ (MPa)	公称引張強度 $\sigma_u$ (MPa)
鋼線 (7 本)	SWPR7BL	1583	1860
鋼棒	SBPR930	930	1180

出典：JICA 調査団

#### (4) 耐候性鋼材

耐候性鋼材として、JIS 規格で規定される SMA400A/SMA400B あるいは SMA490A/SMA490B を使用し、その強度は表 7.2.10 に示される。

表 7.2.10 耐候性鋼材の降伏点及び引張強度

規格 ( $16 < t \leq 40$ mm)	公称降伏点 $\sigma_y$ (MPa)	公称引張強度 $\sigma_u$ (MPa)
SMA400A/SMA400B	235	400 to 510
SMA490A/SMA490B	315	490 to 610

出典：JICA 調査団

### 7.3 道路設計

#### 7.3.1 設計速度

設計速度は、RHD 基準に準拠するものとし、沿道条件、地形条件等を考慮して決定するものとする。国道、主要地方道及び県道の設計速度を表 7.3.1 に示す。

表 7.3.1 設計速度

道路種別	設計速度
国道	V=80 km/h
主要地方道	V=65 km/h
県道	V=50 km/h

出典：JICA 調査団

#### 7.3.2 平面線形

平面線形は RHD 基準に準拠して計画されるが、既存道路の曲線半径が規定値よりも小さく、規定される平面曲線を挿入すると周辺環境への影響が大きくなる場合は、設計速度を下げた計画する等の配慮が必要である。

以下に、最小曲線半径及び最小緩和曲線長を示す。

##### (1) 最小曲線半径

表 7.3.2 最小曲線半径

設計速度 ( km/h )	RHD 基準 ( m )	採用値 ( m )
50	120	120
65	250	250
80	500	500

\*採用値は、周辺環境への影響が大きくなることを回避するため、設計速度を下げた計画を行った等、特例値を除く数値である。

出典：JICA 調査団

(2) 最小緩和曲線長

表 7.3.3 最小緩和曲線長

設計速度 ( km/h )	緩和曲線長 (m)			直線長 (m)
	片勾配			
	7%	5%	3%	
50	45	25	15	15
65	55	35	20	20
80	65	45	25	25

出典：JICA 調査団

7.3.3 縦断線形

(1) 基本方針

縦断線形は、以下の方針に基づいて計画を行うものとする。

- 路面排水が適切に処理されることを考慮して、最小勾配を 0.3% とする。
- RHD 基準に準拠し、縦断勾配の最急勾配を 3.0% とする。

(2) 縦断曲線

縦断曲線半径は、設計速度に応じ、表 7.3.4 に掲げる値以上とする。

表 7.3.4 最小縦断曲線半径

設計速度 ( km/h )	RHD 基準	採用値
50	9	24
65	18	35
80	35	35

出典：JICA 調査団

7.3.4 横断勾配

路面の横断勾配は、RHD 基準に準拠し、以下の表 7.3.5 に掲げるとおりとする。

表 7.3.5 横断勾配

道路	橋梁
3.0 %	2.0 %

出典：JICA 調査団

7.3.5 片勾配

片勾配は、設計速度及び曲線半径に応じ、表 7.3.6 に示す値により片勾配を附することとする。

表 7.3.6 曲線半径と片勾配の値

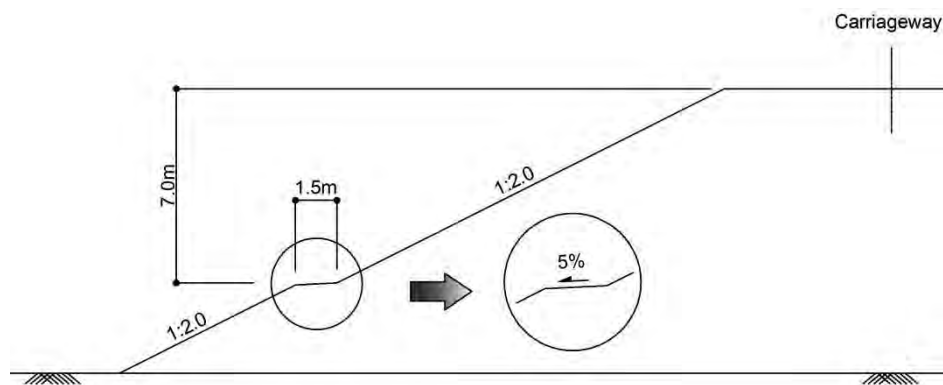
Design Speed ( km/h )	曲線半径 ( m )					
	65	120	250	500	1000	2000
50	7 %	5 %	3 %	-	-	-
65	-	7 %	5 %	3 %	-	-
80	-	-	7 %	5 %	3 %	-

出典：JICA 調査団

### 7.3.6 盛土法面

#### (1) 盛土高

盛土法面勾配は、RHD 基準に基づいて 1:2.0 とし、雨水による法面の浸食を防止する為、垂直高 7m 下がるごとに小段を設置し、幅は 1.5m とする。小段設置高さに関しては、詳細設計時に再度見直すこととする。

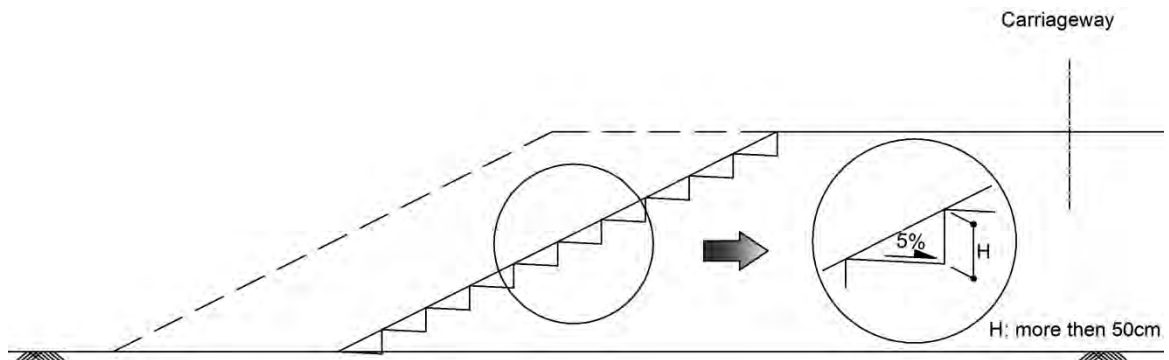


出典：JICA 調査団

図 7.3.1 盛土法面

#### (2) 段切り

盛土と現地盤（地山）の境界付近は、盛土の滑動及び沈下の原因となりやすいので、段切りを行う。



出典：JICA 調査団

図 7.3.2 段切り詳細図

### 7.3.7 舗装設計

#### (1) はじめに

舗装構造は、「Pavement Design Guide for Roads & Highways Department (April, 2005)」(以下、RHD 舗装設計基準)及び「AASHTO Guide for Design of Pavement Structures」(以下、AASHTO 舗装設計基準)に基づいて設計を行うものとする。

AASHTO 舗装設計基準においては、舗装構造に対する設計用構造指数 (SN) を定めた後、その設計 SN に対応する耐荷能力を有する舗装各層の厚さを求める。

設計用構造指数 (SN) は、以下の式により求められる。

$$\log_{10}(W18) = Z_R \times S_0 + 9.36 \times \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \times \log_{10}(M_R) - 8.07$$

ここで、

*W18*: 18kip 等価単軸荷重の予測載荷数

*Z<sub>R</sub>*: 標準偏差

*S<sub>0</sub>*: 設計交通量予測及び設計終局供用性指数における交通量予測の際の全標準誤差

*ΔPSI*: 初期設計供用指数 *P<sub>0</sub>* 及び設計終局供用性指数 *P<sub>t</sub>* との差

*M<sub>R</sub>*: レジリエント係数 (*psi*)

*SN*: 設計用構造指数

#### (2) 設計条件

##### 1) 18kip 等価単軸荷重の予測載荷数 (W18)

18kip 等価単軸荷重の予測載荷数 (W18) は、2021 年～2030 年の 10 年間を設計期間とした交通量に基づき算出される。

設計期間については、以下の理由から 10 年間とした。

- 設計交通量は、国道、主要地方道及び県道の各種道路における最も交通量の多い箇所を対象としており、20 年間では過大となるうえ、初期費用が高くなるため。
- プロジェクト対象地域は地方部であり、供用後、舗装補修工事による交通への影響が少ないと予測されるため。
- 本プロジェクトは橋梁改修を目的としており、各路線を部分的に設計期間 20 年で舗装設計



することの優位性が低いため。

表 7.3.7 等価単軸荷重係数

車両タイプ	総重量 (ton)	軸-1			軸-2			軸-3			等価単軸荷 重係数			
		タイプ	重量 (ton)	重量 (kips)	一軸あたりの 等価単軸荷重 係数	タイプ	重量 (ton)	重量 (kips)	一軸あたりの 等価単軸荷重 係数	タイプ		重量 (ton)	重量 (kips)	一軸あたりの 等価単軸荷重 係数
乗用車	2.0	Sin	1.0	2.2	0.0004	Sin	1.0	2.2	0.0004					0.0008
トラック	9.5	Sin	1.9	4.2	0.0028	Sin	7.6	16.8	0.7738					0.7766
トレーラー	36.0	Sin	4.4	9.7	0.0529	Tan	15.8	34.8	1.2080	Tan	15.8	34.8	1.2080	2.4649
バス	10.0	Sin	5.0	11.0	0.1385	Sin	5.0	11.0	0.1385					0.2770

出典：JICA 調査団

事業における 18kip 等価単軸荷重の予測載荷数 (W18) を示す。

表 7.3.8 「国道」18kip 等価単軸荷重の予測載荷数 (W18)

車両タイプ	設計交通量 (2021-2030)	ESAL 係数	設計 ESAL	18kip の等価 単軸荷重の予 測載荷数 (W18)
乗用車	73,562,465	0.0008	58,850	20,597
トラック	42,093,260	0.7766	32,689,626	11,441,369
トレーラー	803,365	2.4649	1,980,214	693,075
バス	39,456,135	0.2770	10,929,349	3,825,272
Total				15,980,314

出典：JICA 調査団

表 7.3.9 「主要地方道」18kip 等価単軸荷重の予測載荷数 (W18)

車両タイプ	設計交通量 (2021-2030)	ESAL 係数	設計 ESAL	18kip の等価 単軸荷重の予 測載荷数 (W18)
乗用車	38,927,615	0.0008	31,142	10,900
トラック	13,450,980	0.7766	10,446,031	3,656,111
バス	33,269,020	0.2770	9,215,519	3,225,431
Total				6,892,442

出典：JICA 調査団

表 7.3.10 「県道」18kip 等価単軸荷重の予測載荷数 (W18)

車両タイプ	設計交通量 (2021-2030)	ESAL 係数	設計 ESAL	18kip の等価 単軸荷重の予 測載荷数 (W18)
乗用車	61,594,115	0.0008	49,275	17,246
トラック	16,460,040	0.7766	12,782,867	4,474,003
バス	24,599,540	0.2770	6,814,073	2,384,925
Total				6,876,175

出典：JICA 調査団

2) 標準偏差 ( $Z_R$ )

標準偏差 ( $Z_R$ ) を以下の表 7.3.11 に示す。

表 7.3.11 標準偏差 ( $Z_R$ )

	国道	主要地方道	県道
信頼性, R (%)	90	85	85
標準偏差, $Z_R$	-1.282	-1.037	-1.037

出典：AASHTO 舗装設計基準

3) 設計交通量予測及び設計終局供用性指数における交通量予測の際の全標準偏差 ( $S_0$ )

アスファルト舗装における設計交通量予測及び設計終局供用性指数における交通量予測の際の全標準偏差 ( $S_0$ ) は 0.45 とする。

4) 初期設計供用性指  $P_0$  及び設計終局供用性指数  $P_t$  との差 ( $\Delta PSI$ )

初期設計供用性指  $P_0$  及び設計終局供用性指数  $P_t$  との差 ( $\Delta PSI$ ) を表 7.3.12 に示す。

表 7.3.12 初期設計供用性指  $P_0$  及び設計終局供用性指数  $P_t$  との差 ( $\Delta PSI$ )

$P_0$	4.2
$P_t$	2.5
$\Delta PSI$	1.7

出典：AASHTO 舗装設計基準

5) レジリエント係数 ( $\psi$ ) ( $M_R$ )

レジリエント係数 ( $\psi$ ) ( $M_R$ ) は、以下の式により求められる。ここで、路床土の CBR 値は、RHD 舗装設計基準に基づき 5 とする。

$$\text{レジリエント係数}(\psi)(M_R) = 1500 \times \text{CBR} = 1500 \times 5 = 7500$$

6) 設計用構造指数 (SN)

設計用構造指数 (SN) は、前述した計算式及び設計条件に基づき算出され、結果を表 7.3.13 に示す。

表 7.3.13 設計用構造指数 (SN)

道路種別	SN
国道	5.3
主要地方道	4.5
県道	4.5

出典：JICA 調査団

(3) 舗装構成

舗装構成は、以下の式により算出される。

$$SN = a_1D_1 + a_2D_2m_2 + a_3D_3m_3$$

ここで、

$a_1, a_2, a_3$ : 表層、路盤、下層路盤各層を代表する層係数

$D_1, D_2, D_3$  : 表層、路盤、下層路盤各層の実際の厚さ (in)

$m_2, m_3$  : 路盤、下層路盤各層の排水係数

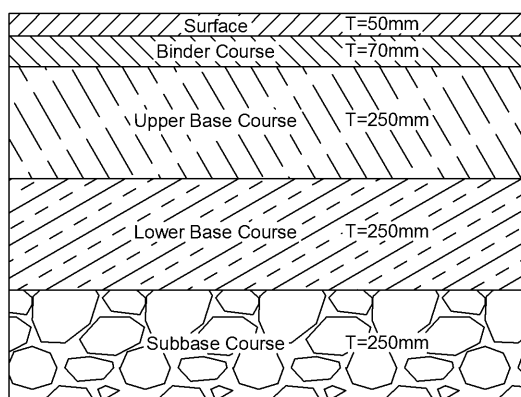
計算結果及び概略図を以下に示す。

表 7.3.14 舗装構成 (国道)

名称	材料	a	m	D		SN
				cm	inch	
表層	アスファルト混合物	0.42		5	1.969	5.5
基層	アスファルト混合物	0.42		7	2.756	
上層路盤	粒度調整碎石	0.14	1.00	25	9.843	
上層路盤	粒状路盤	0.11	1.00	25	9.843	
下層路盤	粒状路盤	0.11	1.00	25	9.843	

5.3  
OK

出典：JICA 調査団



出典：JICA 調査団

図 7.3.3 舗装構造概略図 (国道)

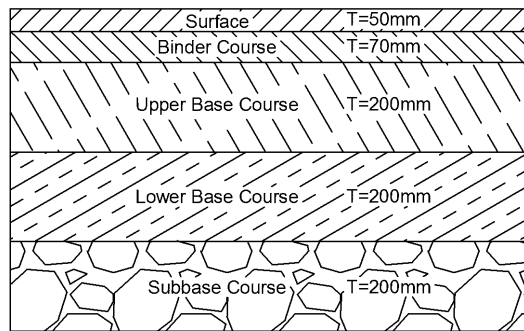
計算の結果、舗装構成は EBBIP (East Bangladesh Bridge Improvement Project) と同様の構成となった。

表 7.3.15 舗装構成 (主要地方道)

名称	材料	a	m	D		SN
				cm	inch	
表層	アスファルト混合物	0.42		5	1.969	4.8
基層	アスファルト混合物	0.42		7	2.756	
上層路盤	粒度調整碎石	0.14	1.00	20	7.874	
上層路盤	粒状路盤	0.11	1.00	20	7.874	
下層路盤	粒状路盤	0.11	1.00	20	7.874	

4.5  
OK

出典：JICA 調査団



出典：JICA 調査団

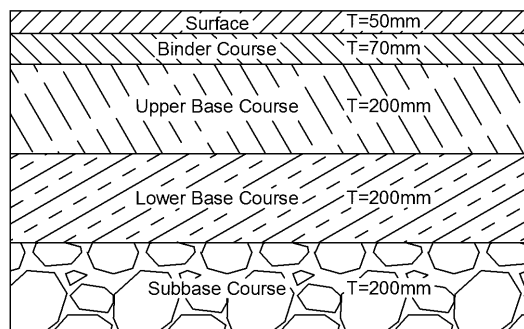
図 7.3.4 舗装構造概略図（主要地方道）

表 7.3.16 舗装構成（県道）

名称	材料	a	m	D		SN
				cm	inch	
表層	アスファルト混合物	0.42		5	1.969	4.8
基層	アスファルト混合物	0.42		7	2.756	
上層路盤	粒度調整碎石	0.14	1.00	20	7.874	
上層路盤	粒状路盤	0.11	1.00	20	7.874	
下層路盤	粒状路盤	0.11	1.00	20	7.874	

4.5  
OK

出典：JICA 調査団



出典：JICA 調査団

図 7.3.5 舗装構造概略図（県道）

## 7.4 橋梁設計

### 7.4.1 上部工

#### (1) 橋梁タイプと標準スパン

「6 橋長形式選定」で述べたように、橋梁（上部工）のタイプは下記のように決定された。

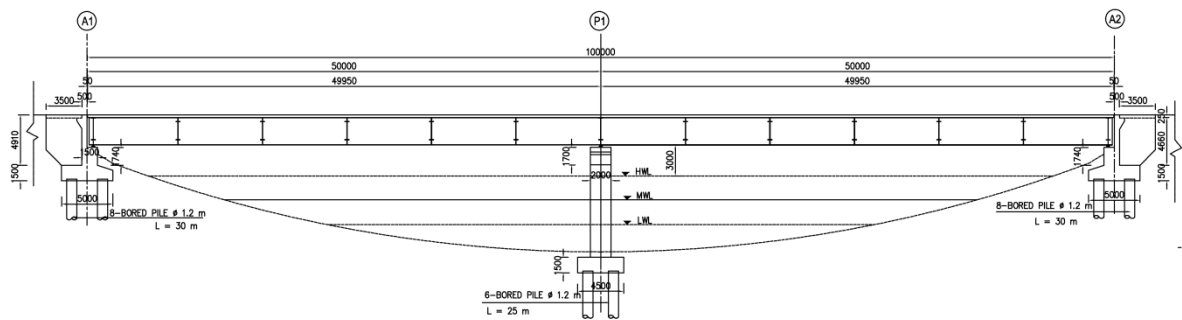
北部ゾーン (55 橋)	: 38 橋が PC-I 橋 (小規模橋梁)
	17 橋が耐候性鋼桁橋 (中規模橋梁)
南部ゾーン (50 橋)	: 全 50 橋が PC-I 橋 (小規模橋梁)

橋梁スパンは 105 橋に容易に適用できるように下記に示す数種類の標準スパンに分類し予備設計を実施する。

PC-I 橋 : 標準スパン 25, 30, 35, 40 m

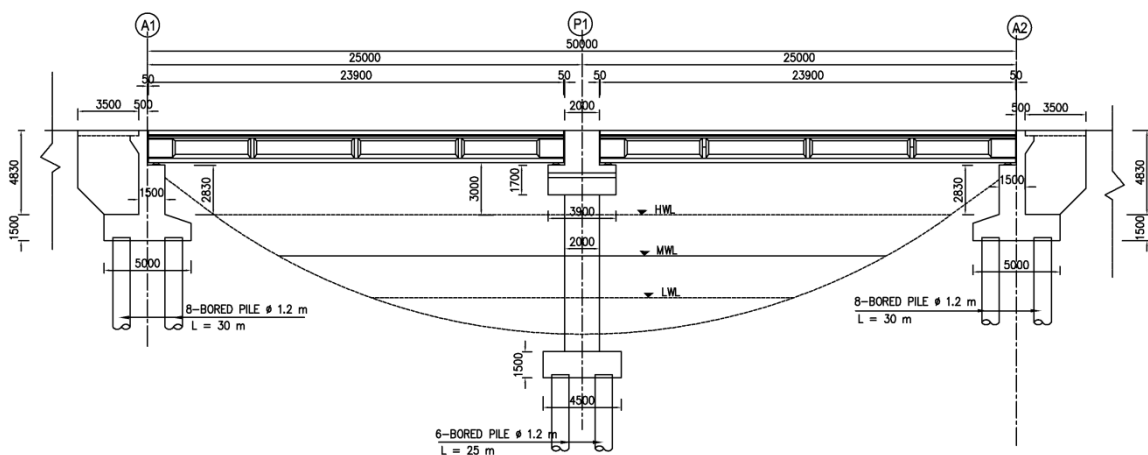
耐候性鋼桁橋 : 標準スパン 40, 50, 60 m

また、地震時の落橋防止対策として、橋脚上において桁タイプを採用する。すなわち鋼桁橋では図 7.4.1 に示す連続桁とし、PC-I 橋では図 7.4.2 に示す腰掛け桁タイプとし橋脚上部の地震時の動きを両側の単純桁で制限して落橋防止とする。



出典：JICA 調査団

図 7.4.1 鋼桁橋 (連続桁)

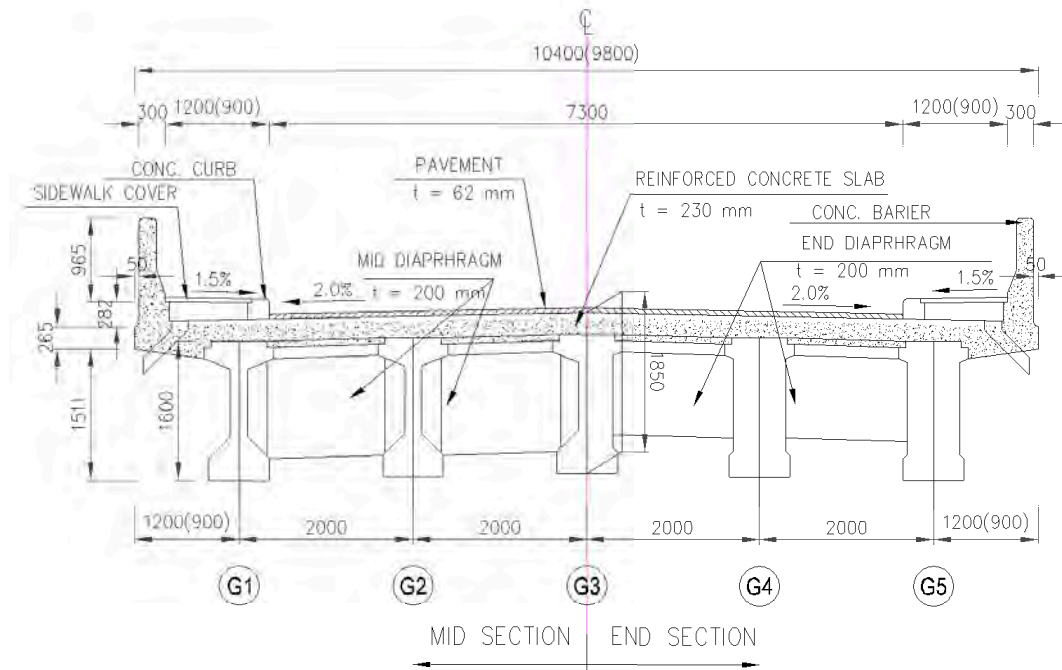


出典：JICA 調査団

図 7.4.2 PC-I 橋 (腰掛け桁)

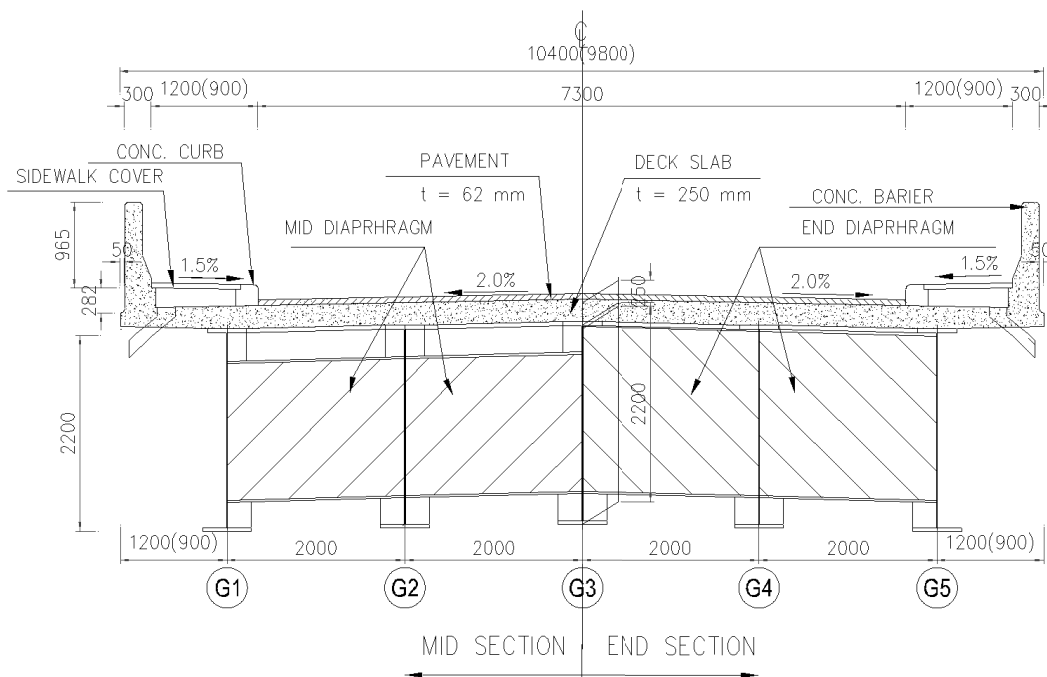
(2) 標準断面

PC-I 橋及び鋼桁橋の標準断面を図 7.4.3 及び 7.4.4 に示す。両者で桁本数と桁配置は同じであるが、床版厚はPC-I 橋で 23cm、鋼桁橋では鋼桁のたわみ易さを考慮し 25cm とする。



出典：JICA 調査団

図 7.4.3 PC-I 橋の標準断面



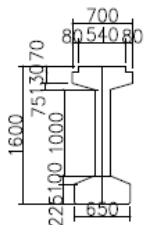
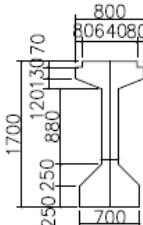
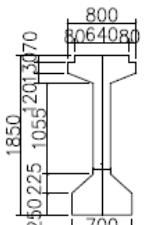
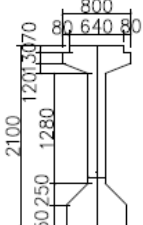
出典：JICA 調査団

図 7.4.4 鋼桁橋の標準断面

(3) 上部工の予備設計の結果

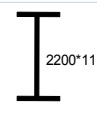

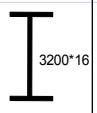
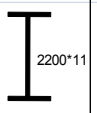
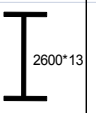
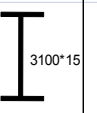
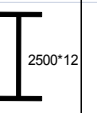
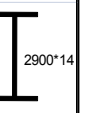
「7.2 橋梁設計基準」に従い、PC-I 橋及び鋼桁橋の各標準スパンにおける予備設計を実施し、その結果を表 7.4.1 及び 表 7.4.2. にまとめる。

表 7.4.1 PC-I 橋の予備設計の結果

Length	25	30	35	40
Span	25	30	35	40
Width	10.4	10.4	10.4	10.4
Concrete Strength	Class A1 (40 Mpa)	Class A1 (40 Mpa)	Class A1 (40 Mpa)	Class A1 (40 Mpa)
Cross Section				
Section Area ( m2 )	0.5290	0.6723	0.6960	0.7523
Unit weight (tm)	1.323	1.661	1.740	1.881

出典：JICA 調査団

表 7.4.2 鋼桁橋の予備設計の結果

Length	40	50	60	80	100	120	150	180
Span	40	50	60	40+40	50+50	60+60	50+50+50	60+60+60
Width	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4
Cross Section								
Material	SMA490W	SMA490W	SMA490W	SMA490W	SMA490W	SMA490W	SMA490W	SMA490W
Weight (ton)	SMA490W/400W	97.5	158.9	262.1	174.1	288.7	467.7	623.3
	SM400, etc.	4.8	7.1	8.7	8.5	13.6	19.6	20.8
	HTB	2.2	3.5	8.4	3.9	6.5	10.3	19.9
	Sum	104.5	169.4	279.2	186.5	308.7	497.6	664.0
Unit weight (t/m2)	0.251	0.326	0.447	0.224	0.297	0.399	0.274	0.355

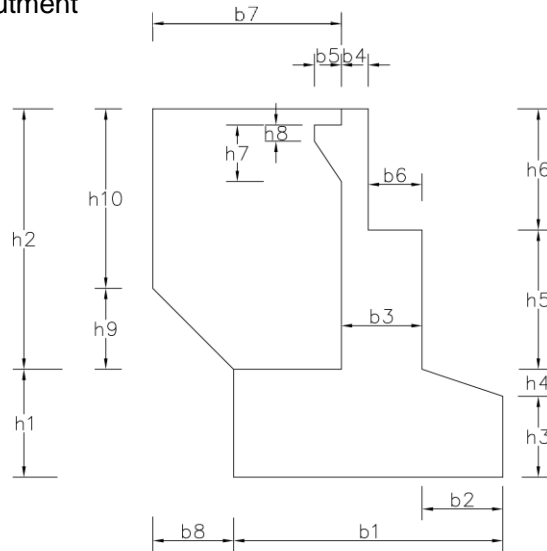
出典：JICA 調査団

## 7.4.2 下部工

### (1) 橋台及び橋脚

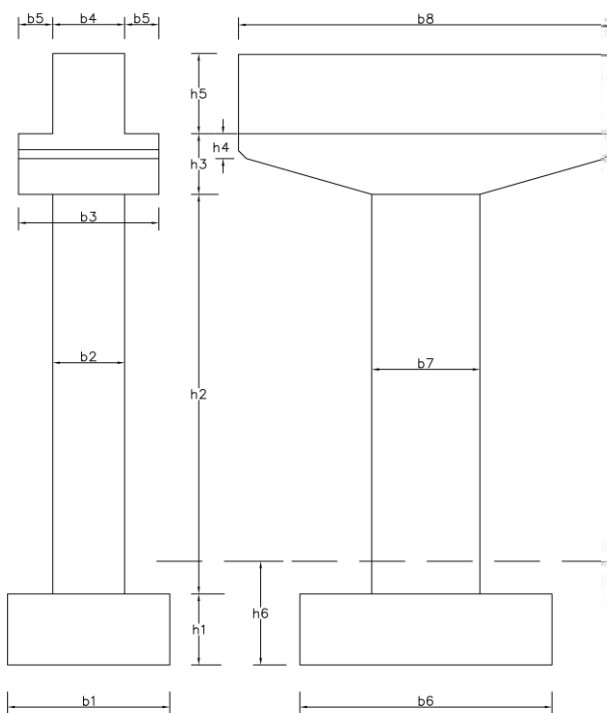
上部工と同様、予備設計ベースでは下部工（橋台、橋脚）も図 7.4.5 に示すように標準化して図面化し設計数量の計算を行った。

Abutment



$h1 =$	1.50 m	$b1 =$	5.00 m
$h2 =$	5.83 m	$b2 =$	1.50 m
$h3 =$	1.00 m	$b3 =$	1.50 m
$h4 =$	0.50 m	$b4 =$	0.50 m
$h5 =$	3.58 m	$b5 =$	0.50 m
$h6 =$	2.25 m	$b6 =$	1.00 m
$h7 =$	1.05 m	$b7 =$	3.50 m
$h8 =$	0.30 m	$b8 =$	1.50 m
$h9 =$	1.50 m		
$h10 =$	4.33 m		
Excavation Height1	= 4.8 m		
Excavation Height2	= 5.65 m		
Volume Abutment	= 145.16 Cu.m		
Volume Wingwall	= 9.64 Cu.m		
Total	= 154.8 Cu.m		
Reinforced bar	= 28.638 ton		

Pier



$h1 =$	2.00 m	$b1 =$	4.50 m
$h2 =$	11.21 m	$b2 =$	2.00 m
$h3 =$	1.70 m	$b3 =$	3.90 m
$h4 =$	0.70 m	$b4 =$	2.00 m
$h5 =$	2.25 m	$b5 =$	0.95 m
$h6a =$	3.90 m	$b6 =$	7.00 m
$h6b =$	3.30 m	$b7 =$	3.00 m
		$b8 =$	10.40 m

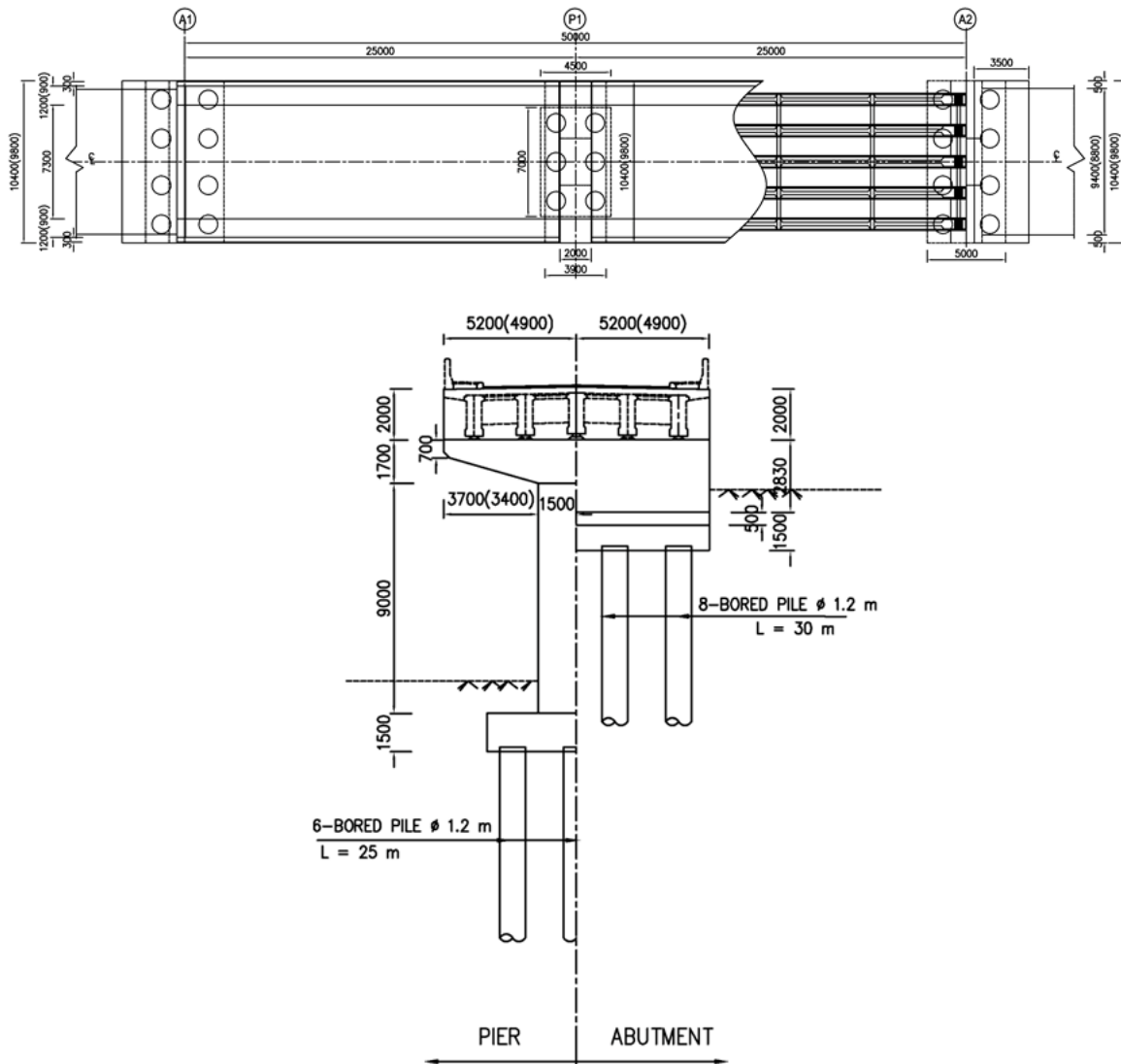
※図中の寸法、数量は標準化した断面に基づく参考値である。  
出典：JICA 調査団

図 7.4.5 橋台及び橋脚の標準形状



(2) 杭

「バ」国の他の橋梁実績から、材料入手と施工の容易さの面で当プロジェクトにおいてもコンクリート場所打ち杭を採用する。予備設計ベースとして図 7.4.6 に示すように、橋台には 1.2m 径で 8 本、橋脚には 1.2m 径で 6 本のコンクリート場所打ち杭を配置し、杭長さは各橋梁位置における土質調査にて決定する。



出典：JICA 調査団

図 7.4.6 杭配置

7.4.3 予備設計のまとめ

105 橋の上部工及び下部工の予備設計の結果を表 7.4.3 及び表 7.4.4 に、及び既設橋と新設橋の比較を表 7.4.5 に示す。

表 7.4.3 予備設計の結果 (105 橋) (1)

SN	Zone	Bridge Name	Road Type	Bridge Type	Width (m)	No of Spans	Span Arrangement (m)	Total Length	Bridge Area (m <sup>2</sup> )	Abutment Pile	Pier Pile Length	Left Approach	Right Approach
1	Barisal	Boalia Bazar Bridge	N	PC-I	10.4	1	40	40	416	44.9	0	7,593	10,247
2	Rangpur	Sharamoti Bridge	N	PC-I	10.4	2	35+35	70	728	20.6	17.6	10,570	14,939
3	Rajshahi	Chanda Bridge	N	PC-I	10.4	2	35+25	60	624	29.5	24.2	5,518	2,840
4	Rajshahi	Palgari Bridge	N	PC-I	10.4	2	35+25	60	624	33.4	27.1	19,386	13,062
5	Rajshahi	Bhuyagati Bridge	N	PC-I	10.4	3	25+30+25	80	832	26.9	20.8	18,607	8,467
6	Rangpur	Mohosthan Bridge	N	Steel-I	10.4	3	40+40+40	120	1,248	30.0	25.8	6,849	9,983
7	Rajshahi	Chanda Bridge	N	PC-I	10.4	2	35+25	60	624	26.7	21.4	3,411	4,422
8	Rajshahi	Goilhar Bridge	N	PC-I	10.4	2	35+25	60	624	33.8	29.0	12,980	14,262
9	Rajshahi	Purbodalua Bridge	N	PC-I	10.4	3	25+30+25	80	832	25.4	19.1	3,335	9,571
10	Rangpur	Bupinath Bridge	N	PC-I	10.4	2	35+25	60	624	23.8	19.0	6,838	6,266
11	Rangpur	Barati Bridge	N	Steel-I	10.4	4	40+40+40+40	160	1,664	22.9	15.6	4,414	5,635
12	Barisal	Bakerganj Steel Bridge	N	PC-I	10.4	1	35	35	364	37.3	0	6,627	7,893
13	Gopalganj	Jhuldibazar Bridge	N	PC-I	10.4	1	30	30	312	38.0	0	8,722	8,290
14	Gopalganj	Karimpur Bridge	N	PC-I	10.4	2	40+25	65	676	48.9	42.3	9,505	7,450
15	Gopalganj	Porkitpur Bridge	N	PC-I	10.4	1	30	30	312	31.1	0	7,713	7,602
16	Rajshahi	Nukali Bridge	N	Steel-I	10.4	1	50.0	50	520	33.8	0	14,352	12,053
17	Rajshahi	Dattapara Bridge	N	PC-I	10.4	1	40.0	40	416	22.6	0	4,059	3,201
18	Rajshahi	Horisonkorpor Bridge	R	PC-I	10.4	2	25+25	50	520	20.6	16.6	1,406	1,195
19	Rajshahi	Jugnidaha Bridge	N	PC-I	10.4	2	40+25	65	676	24.7	20.8	15,410	8,290
20	Rajshahi	Punduria Bridge	N	Steel-I	10.4	3	40+50+40	130	1,352	22.7	17.6	14,261	11,922
21	Khulna	G.K. Bridge	N	PC-I	10.4	2	30+25	55	572	26.1	23.7	289	1,742
22	Khulna	Gora bridge	N	PC-I	10.4	1	30	30	312	49.2	0	3,614	3,172
23	Gopalganj	Barashia Bridge	N	PC-I	10.4	3	25+40+25	90	936	52.7	44.8	5,142	4,502
24	Rangpur	-	N	PC-I	10.4	1	30.0	30	312	22.8	0	4,724	6,496
25	Khulna	Balai bridge.	N	PC-I	10.4	2	25+35	60	624	53.6	51.1	3,015	3,976
26	Gopalganj	Amgram bridge	N	PC-I	10.4	1	40	40	416	34.8	0	10,140	8,739
27	Rajshahi	Kazir Hat Bridge	N	Steel-I	10.4	4	40+40+40+40	160	1,664	26.3	20.5	6,224	8,197
28	Rajshahi	Atrai Bridge	R	Steel-I	10.4	3	50+50+60	160	1,664	25.0	14.0	18,058	23,488
29	Gopalganj	Kanaipur Bridge	N	PC-I	10.4	1	40	40	416	35.2	0	4,301	1,860
30	Gopalganj	Brahmonkanda Bridge	N	PC-I	10.4	1	30	30	312	33.2	0	9,010	16,707
31	Rangpur	Gaudangi Bridge	N	PC-I	10.4	2	40+25	65	676	24.7	23.7	9,337	9,735
32	Gopalganj	Birmankanda bridge	N	PC-I	10.4	2	35+25	60	624	35.6	29.8	14,034	10,903
33	Rajshahi	Chowkidhoh Bridge	N	PC-I	10.4	2	35+25	60	624	30.6	24.5	9,183	8,661
34	Rajshahi	Notun Dhoh Bridge	N	PC-I	10.4	2	35+25	60	624	35.1	29.7	8,167	11,170
35	Rajshahi	Dhatia Bridge	N	PC-I	10.4	2	40+25	65	676	24.7	21.8	10,971	10,151
36	Rangpur	Ghoga Bridge	N	PC-I	10.4	2	35+25	60	624	19.9	17.2	8,650	9,961
37	Rajshahi	Vitapara Bridge	N	Steel-I	10.4	2	60+40	100	1,040	31.1	24.4	29,320	19,825
38	Rangpur	Khorkhori bridge	N	PC-I	10.4	2	35+25	60	624	24.7	19.5	5,201	6,866
39	Khulna	Buri Bhairab Bridge	N	PC-I	10.4	1	35	35	364	36.6	0	3,898	871
40	Khulna	Gurakhali Bridge	R	PC-I	10.4	2	30+25	55	572	46.3	41	5,997	5,827
41	Khulna	Dhopa Ghata Bridge	N	PC-I	10.4	5	25+30+40+30+25	150	1,560	29.9	25.5	2,971	2,459
42	Barisal	Dawrey Bridge	R	PC-I	10.4	2	30+35	65	676	43.6	41.0	5,720	4,128
43	Khulna	Barda Bridge	N	PC-I	10.4	3	40+40+25	105	1,092	29.9	22.6	973	2,759
44	Khulna	Balipara Bridge	N	PC-I	10.4	1	40	40	416	25.1	0	6,329	4,733
45	Rangpur	Kharua Vanga Bridge	N	Steel-I	10.4	1	40.0	40	416	26.6	0	5,759	6,259
46	Rangpur	Ichamoti Bridge	N	PC-I	10.4	2	40+25	65	676	36.3	33.9	5,038	2,944
47	Rangpur	Chikli Bridge	N	PC-I	10.4	2	35+25	60	624	26.2	22.1	2,426	1,645
48	Rangpur	Kakra Bridge	Z	Steel-I	9.8	3	60+60+50	170	1,666	23.4	17.0	6,204	7,949
49	Rangpur	Gabura Bridge.	Z	PC-I	9.8	3	30+30+30	90	882	21.5	17.2	1,537	634
50	Rangpur	Mathpara Bridge	Z	Steel-I	9.8	2	40+40	80	784	22.8	15.2	4,515	6,475
51	Rangpur	Bombgara Bridge	Z	PC-I	9.8	2	30+30	60	588	24.0	19.4	5,173	4,265
52	Rangpur	Madarganj Bridge	Z	PC-I	9.8	3	25+30+40	95	931	49.4	44.2	5,910	5,735
53	Rangpur	Raktodaho Bridge	Z	PC-I	9.8	3	25+25+25	75	735	16.1	14.8	9,882	8,233

注) SN(シリアルナンバー)は事業対象候補橋梁 106 橋選定時のランクである。

出典: JICA 調査団

表 7.4.4 予備設計の結果 (105 橋) (2)

SN	Zone	Bridge Name	Road Type	Bridge Type	Width (m)	No of Spans	Span Arrangement (m)	Total Length	Bridge Area (m2)	Abutment Pile	Pier Pile Length	Left Approach	Right Approach
54	Rajshahi	Pura Mukto Monch Bridge	N	PC-I	10.4	2	25+25	50	520	16.3	13.7	3,755	3,439
55	Rangpur	Barodia Khali Bridge	Z	Steel-I	9.8	1	60.0	60	588	23.4	0.0	12,763	12,740
56	Barisal	Rahamatpur bridge	N	PC-I	10.4	2	30+30	60	624	38.2	33.4	8,132	5,386
57	Barisal	gounagata bridge	N	PC-I	10.4	1	35	35	364	58.4	0	4,694	7,086
58	Barisal	Gabtala Steel Bridge	Z	PC-I	9.8	1	30	30	294	55.9	0	3,167	2,841
59	Rangpur	Bahagili Bridge	Z	Steel-I	9.8	4	50+50+50+50	200	1,960	20.9	18.5	5,082	6,090
60	Rangpur	Anandababur Pool	Z	PC-I	9.8	1	35.0	35	343	24.1	0	2,157	1,534
61	Rangpur	Duhuli Bridge	Z	PC-I	9.8	1	25+25	50	490	19.0	0	3,117	751
62	Rangpur	Mongle bari kuthibari Bridge	R	Steel-I	10.4	2	40+50	90	936	19.7	15.1	4,288	8,973
63	Khulna	Shakdaha bridge	R	PC-I	10.4	1	25+25	50	520	64.1	0	8,304	8,176
64	Barisal	Souderkhal bridge	N	PC-I	10.4	1	35	35	364	41.2	0	8,197	4,838
65	Barisal	Bottala Bridge	Z	PC-I	9.8	1	35	35	343	33.9	0	3,410	3,050
66	Rangpur	Katakhal Bridge	N	Steel-I	10.4	3	60+60+60	170	1,768	26.5	20.0	14,180	9,144
67	Khulna	Bittipara Bridge	N	PC-I	10.4	1	35	35	364	19.4	0	6,134	5,220
68	Khulna	Bhangura Bridge	R	PC-I	20.8	1	35	35	728	43.7	0	11,933	9,323
69	Barisal	Asokoti bridge	N	PC-I	10.4	1	30	30	312	39.8	0	3,475	5,170
70	Barisal	Banglabazar Bridge	R	PC-I	10.4	1	25+25	50	520	51.5	0	1,571	1,817
71	Barisal	Box-a-ali Bridge	R	PC-I	10.4	1	30	30	312	45.4	0	4,795	4,217
72	Barisal	Borhanuddin Bridge	R	PC-I	10.4	1	40	40	416	45.7	0	5,028	5,305
73	Rajshahi	Mohis Mari Bndge	R	PC-I	10.4	1	25+25	50	520	18.1	0	7,506	8,287
74	Rajshahi	Naiori Bridge	R	PC-I	10.4	2	30+30	60	624	32.1	28.4	5,400	4,169
75	Rajshahi	Chondi Das Bridge	R	Steel-I	10.4	2	40+40	80	832	41.9	34	6,466	6,750
76	Rangpur	Bottoli Bridge	R	Steel-I	10.4	2	40+40	80	832	12.1	6.5	5,700	4,785
77	Gopalganj	Papraii Bailey Bridge	R	PC-I	10.4	1	40	40	416	24.0	0	7,041	5,467
78	Barisal	Afalbarir Khal Bridge	Z	PC-I	9.8	1	40	40	392	32.1	0	3,554	4,368
79	Rangpur	-	N	PC-I	10.4	1	35.0	35	364	17.5	0	2,139	2,457
80	Rangpur	Chawai Bridge	N	PC-I	10.4	2	35+35	70	728	13.8	10.9	5,684	9,654
81	Barisal	Boda Bridge	Z	PC-I	9.8	2	30+30	60	588	34.8	26.4	3,657	3,921
82	Barisal	Raiyer hat bridge	Z	PC-I	9.8	2	25+25	50	490	46.8	41.0	3,419	4,424
83	Gopalganj	Jajihar Bndge	R	PC-I	10.4	2	25+25	50	520	31.6	27	5,172	4,949
84	Gopalganj	Gazipur Bridge	R	PC-I	10.4	4	30+35+35+30	130	1,352	50.7	41.7	21,989	21,301
85	Gopalganj	Balar Bazar Bridge	R	PC-I	10.4	3	30+40+30	100	1,040	38.9	34.6	5,342	3,388
86	Gopalganj	Kumar Bridge	N	PC-I	10.4	3	40+40+40	120	1,248	43.9	33.9	25,352	32,373
87	Rajshahi	Faliarbil Bridge	Z	PC-I	9.8	1	35.0	35	343	19.5	0	5,744	4,911
88	Rangpur	Choto Dhepa bridge.	Z	PC-I	9.8	2	30+25	55	539	18.2	12.9	4,096	5,435
89	Rangpur	Shampur Bridge.	Z	PC-I	9.8	1	35.0	35	343	21.8	0	4,878	4,949
90	Rangpur	Bondorer pool Bridge	Z	PC-I	9.8	2	30+30	60	588	34.6	30.7	4,070	2,401
91	Rangpur	Khottapara Bridge	Z	PC-I	9.8	1	40.0	40	392	24.8	0	3,112	4,642
92	Barisal	Banogram Bridge	Z	PC-I	9.8	2	30+30	60	588	64.5	57.6	6,317	6,050
93	Rangpur	Bhela Bridge	R	PC-I	10.4	1	40.0	40	416	19.1	0	504	646
94	Barisal	Kaljira bridge	Z	PC-I	9.8	3	40+35+40	115	1,127	50.8	45.4	11,463	9,344
95	Barisal	Masrong bridge	Z	PC-I	9.8	1	40	40	392	62.8	0	3,787	2,856
96	Barisal	Padarhat bridge	Z	PC-I	9.8	2	25+25	50	490	34.3	33	1,304	2,139
97	Barisal	Talukdarhat Bailey Bridge	Z	PC-I	9.8	1	40	40	392	36.7	0	4,658	3,387
98	Khulna	Gollamari bridge	R		10.4								
99	Gopalganj	Shajonpur Bailey Bridge	R	PC-I	10.4	1	35	35	364	32.1	0	8,208	9,384
100	Rajshahi	Debokbazar Bridge	Z	Steel-I	9.8	2	40+40	80	784	31.9	24.7	6,909	12,306
I	Khulna	Jhikorgacha Bridge	N	PC-I	20.8	3	35+35+35	105	2,184	38.9	34.5	3,977	920
II	Rangpur	-	N	PC-I	10.4	1	40	40	416	17.5	0	3,248	3,025
III	Khulna	Chandi Pur Bridge	N	PC-I	10.4	1	30	30	312	31.2	0	4,627	3,796
IV	Gopalganj	Garakola Bridge	N	PC-I	20.8	3	35+40+35	110	2,288	37.8	28.5	9,418	8,510
V	Khulna	Tularampur Bndge	R	PC-I	20.8	3	30+35+30	95	1,976	35.5	27.1	1,742	3,138
VI	Khulna	Hawai khali Bridge	Z	PC-I	20.8	1	30	30	624	40.6	0	13,613	15,006

注) SN(シリアルナンバー)は事業対象候補橋梁 106 橋選定時のランクである。

出典: JICA 調査団

表 7.4.5 既設橋及び新設橋の比較

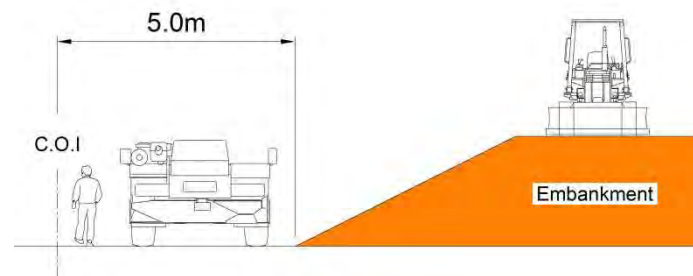
		Bri.No	Ave.Width(m)	Ave.Length(m)	Total Length (m)
Exsting Bridge		105	6.16	54.1	5,682
New Bridge	PC-I	88	10.85	56.88	5,005
	Steel-I	17	10.22	113.53	1,930
	Total	105	10.75	66.05	6,935
Ratio New total/ Existing		-	1.75	1.22	1.22

出典: JICA 調査団

## 7.5 用地取得

調査団は、既存道路用地（ROW:Right of Way）が橋梁ごとに設定されているため、それぞれ調査を行った。その調査結果を踏まえて、本プロジェクト実施に当たり、用地取得が必要な場合は、図 7.5.1 に示すように、法尻から 5m 離隔をとった位置を工事影響範囲（COI:Corridor of Impact）として、用地取得を行うものとする。

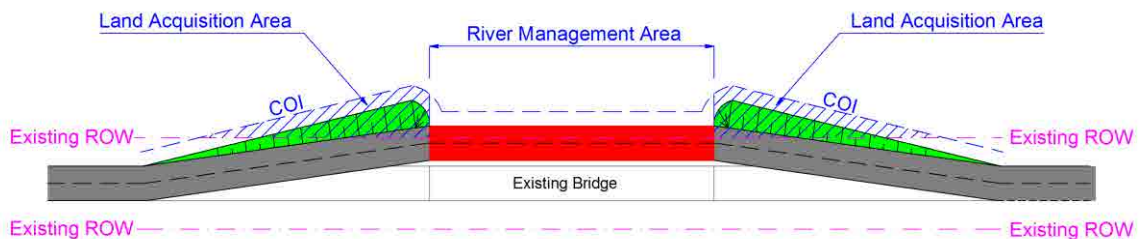
工事影響範囲は、施工に最低限必要な範囲であり、住民移転及び用地補償費を最小に抑えることを考慮して設定された。



出典：JICA 調査団

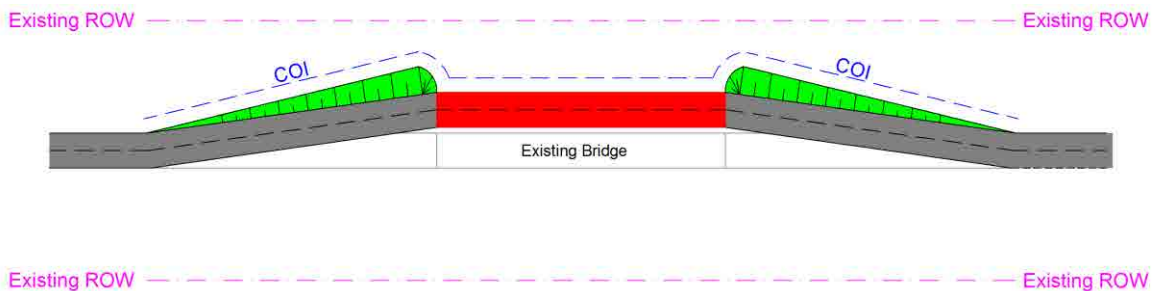
図 7.5.1 工事影響範囲（COI）

以下の図 7.5.2 及び図 7.5.3 に示す様に、橋梁ごとに ROW が設定されているため、各箇所での用地取得範囲が異なる。



出典：JICA 調査団

図 7.5.2 用地取得を必要とするケース



出典：JICA 調査団

図 7.5.3 用地取得を必要としないケース

## 8. 最新技術の適用

### 8.1 はじめに

中規模橋梁において一般的に採用されてきた PC 箱桁橋と比べ、耐候性鋼材を使用した鋼橋には以下に示すような利点があるため、本事業においては、いくつかの橋梁について、耐候性鋼材橋を採用する。

- 現地施工性：PC 箱桁橋は完成するまでに架設サイトにおいて長い期間を要する。これに対し、耐候性鋼材を使用した鋼橋は、プレハブ化された形式であるため短い期間で済む。このことは、地域経済の負担をより軽くさせる。
- 維持管理性：橋梁の耐久性を確保するため、PC 箱桁橋は定期的に表面処理剤の塗布、あるいは塗装を施す必要がある。しかし、耐候性鋼を使用した鋼橋では、そのような表面処理や塗装を必要としないために維持管理費を抑えることができる。
- 構造的性：耐候性鋼材を使用した鋼橋は、PC 箱桁橋と比べ自重が小さいため、より高い対戦性を持つ。ゾーンⅡ（中位）およびゾーンⅢ（上位）の地震強度分類を持つ北部ゾーンにおいて PC 箱桁橋の耐震性を高めるためには、橋梁はより重くまた高価となる。
- 技術移転：バングラデシュ国は、PC 箱桁橋の建設における経験を持つ。しかし、耐候性鋼材の使用の経験とその技術は皆無である。耐候性鋼材を使用した鋼橋を採用することにより、多くの経験と技術を持つ日本からの技術移転が可能となる。この耐候性鋼材に関する技術は、バングラデシュ国の今後の橋梁建設には欠くことのできないものであろう。本調査においては、「バ」国において耐候性鋼材の橋梁への適用が可能であるかを確認するために鋼板の暴露試験と飛来塩分量の調査を実施する。

本調査においては、「バ」国において耐候性鋼材の橋梁への適用が可能であるかを確認するために鋼板の暴露試験と飛来塩分量の調査を実施する。

### 8.2 耐候性鋼材

耐候性鋼材は、普通鋼材に比べて腐食が少ない鋼材である。耐候性鋼材の含有成分による保護性のさび層が鋼材の表面に形成されて、水分や空気等の侵入を防ぎ腐食の進行を抑えている。（図 8.2.1、図 8.2.2 参照）

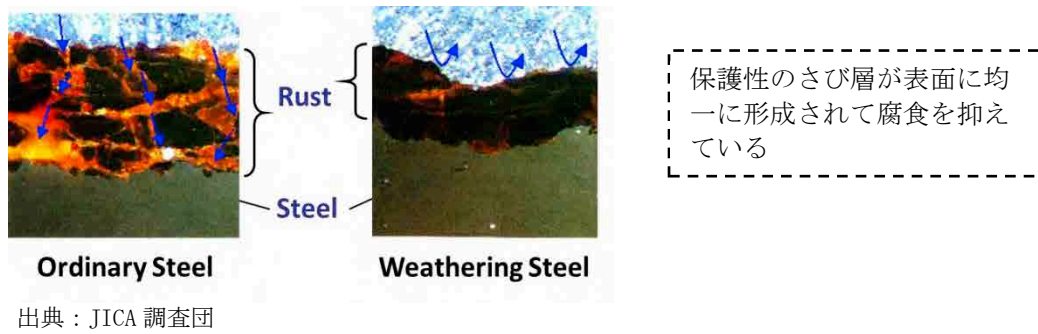


図 8.2.1 耐候性鋼材の腐食抑制のメカニズム

(mass%)

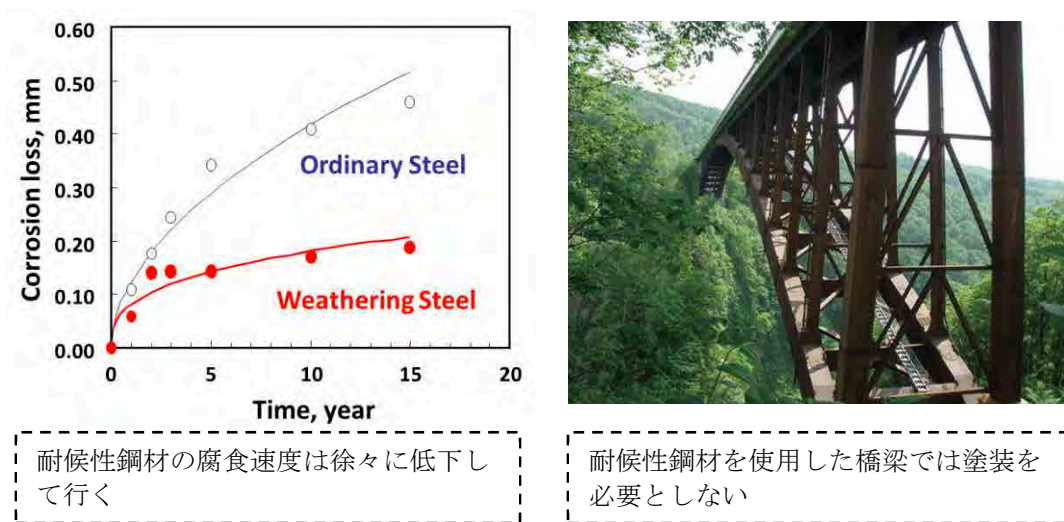
C	Si	Mn	Cu	Ni	Cr
0.12	0.40	0.90	0.35	0.20	0.50

Cu, Cr and Ni 等の腐食抑制合金元素を微量に含有させた低合金鋼である。

出典：JICA 調査団

図 8.2.2 耐候性鋼材の化学成分

耐候性鋼材の腐食量は少なく、この鋼材を使用した橋梁では塗装を施さなくてもよい。そのため、長期的には一般的な補修だけで済み経済的に非常に有利となる。



出典：JICA 調査団

図 8.2.3 耐候性鋼材の腐食量

耐候性鋼材の特性を簡単に言えば、さびはするものの保護性のさびが形成されて長期的な腐食量は非常に小さいということである。



## 8.3 耐候性鋼材の適用に関する試験・調査

### 8.3.1 試験基準・調査

#### (1) 採用試験・調査基準

日本における耐候性鋼材の適用に関する試験・調査基準は、道路橋示方書（日本道路協会）に示されており、以下のとおりである。

- 飛来塩分量調査： 年間平均飛来塩分量 < 0.05 mdd

本基準は、日本において唯一の承認された基準であり、よって、本事業においても、主に本基準を採用する。

また、上記に加え、以下の基準も参考基準として使用する。

- 耐候性鋼材の暴露試験： 1年目の腐食量 < 0.03 mm

日本において本基準は簡易的な試験として取り扱われる。飛来塩分量調査は、1年間の毎月12回、現地調査および室内試験が必要なのに対し、耐候性鋼材の暴露試験は、1年間に1度の試験で良い。

本事業においては、バングラデシュ国北部および南部から、様々なデータを取得することを目的として、上記2つの試験を行う。

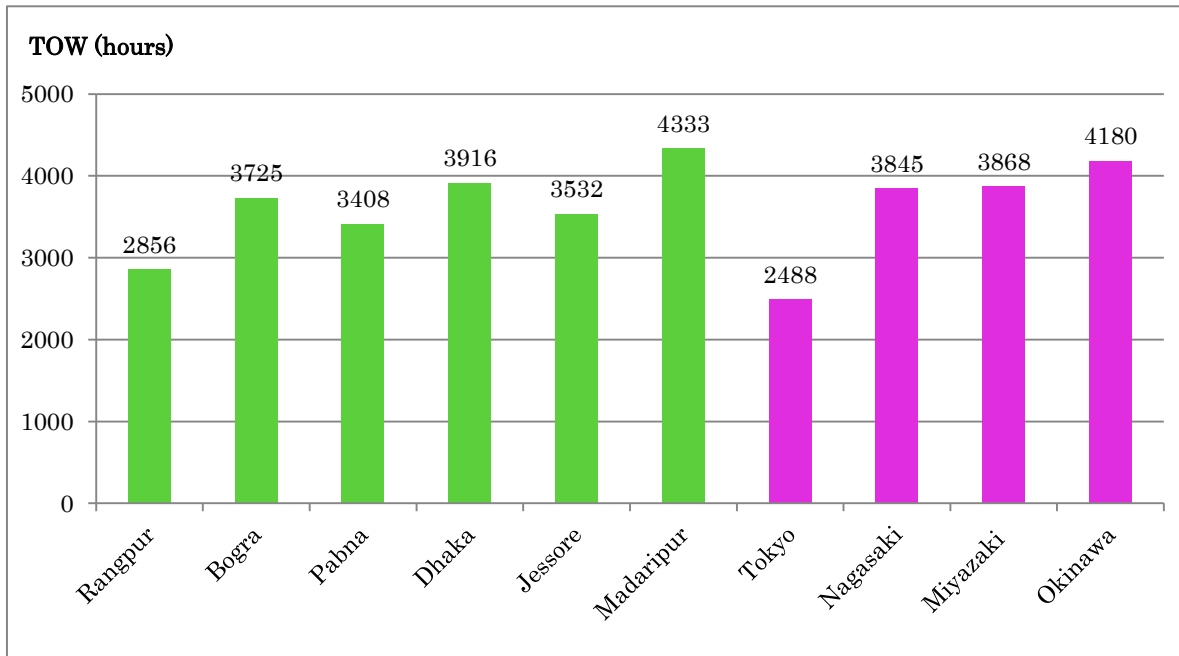
#### (2) バングラデシュ国における日本基準の採用の適否

鋼材に錆を発生させる主な要因は、飛来塩分量、気温、および湿度である。気温および湿度は、ぬれ時間（Time of Wetness : TOW）\*に換算できる。

バングラデシュ国および日本の各地域におけるぬれ時間を図8.3.1に示す。

バングラデシュ国のぬれ時間は東京に比べ高い。しかしながら、九州地方や沖縄県の値とほぼ同等である。九州地方や沖縄県においても、飛来塩分量が0.05mdd以下であれば、耐候性鋼材は使用可能である。

よって、バングラデシュ国においても、九州地方や沖縄県同様、日本基準を採用することは可能であるといえる。



\*日本における TOW は日本ウェザリングセンターにより提案されている推定式より算出

\*「バ」国における TOW は本調査における観測結果をもとに算出

出典：JICA 調査団

図 8.3.1 バングラデシュ国と日本におけるぬれ時間 (TOW)

\* ぬれ時間 (TOW)

ぬれ時間 (TOW) は 1 年間における鋼材表面のぬれている時間と定義される。

ぬれ時間 (TOW) は ISO9223 で規定され、広く普及している。

### 8.3.2 試験・調査位置

飛来塩分量調査は、RHD の地区事務所の屋上および料金所事務所の屋上で実施された。本調査の目的は、ある地域における飛来塩分量を計測するものであり、既存橋梁等限定された地点の飛来塩分量を計測するものではない。RHD の地区事務所の屋上および料金所事務所の屋上付近は、ベンガル湾から風に乗って運ばれる飛来塩分を妨げるビルや木が少ないため、ある地域の飛来塩分量を計測するにあたって、最適な場所であるといえる。なお、飛来塩分の起源が河川でないことは、河川の塩分測定により確認された。

耐候性鋼材の暴露試験も RHD の地区事務所の屋上および料金所事務所の屋上で実施された。また、橋梁における錆の状況を確認するために、既存橋梁においても併せて実施された。

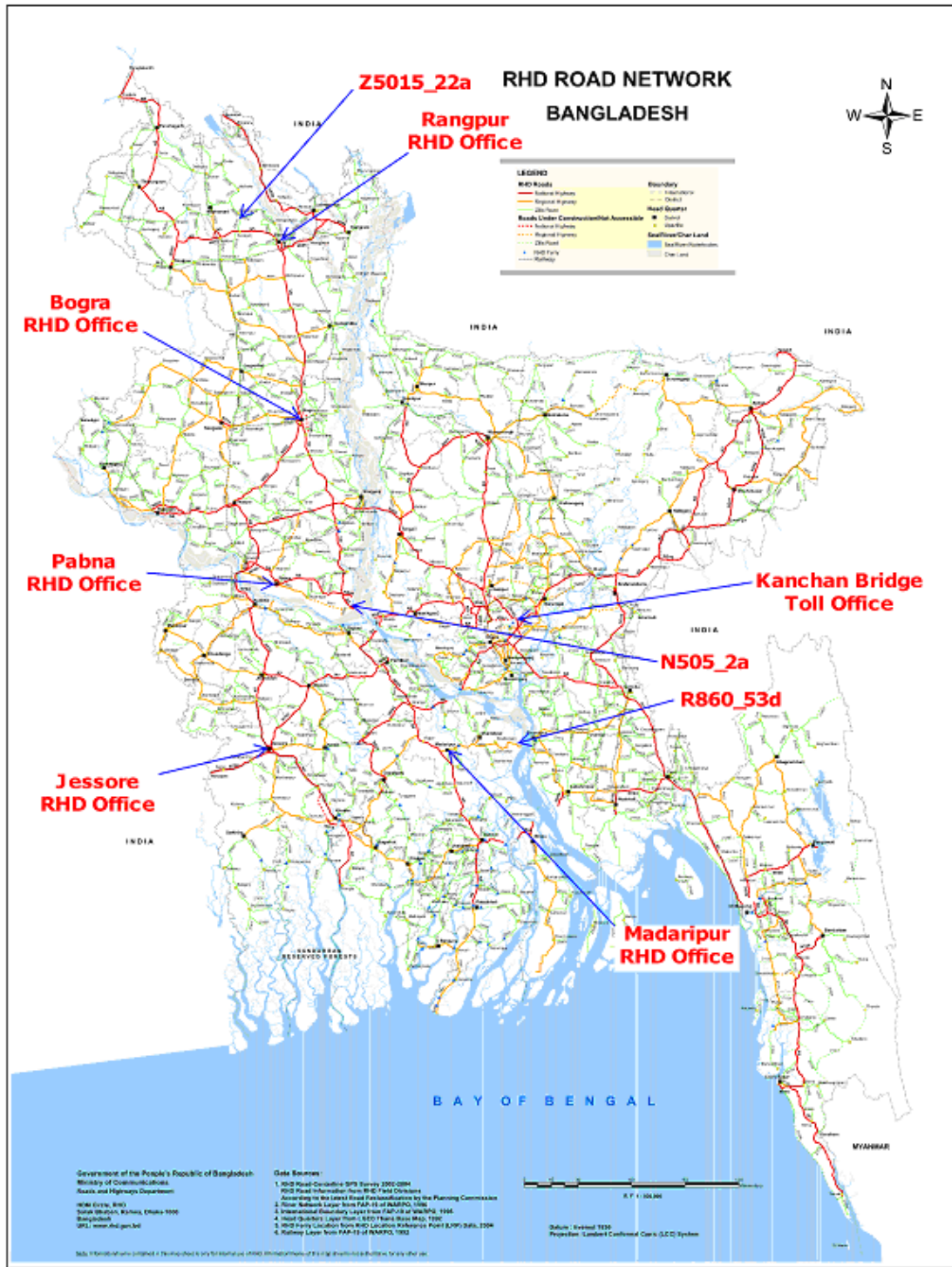
飛来塩分量調査および耐候性鋼材の暴露試験実施位置を、表 8.3.1 および図 8.3.2 に示す。



表 8.3.1 暴露試験片と飛来塩分量計測器の設置場所

Zone	Location	Exposure Test	Airborne Salt Test
Dhaka	Kanchan Bridge Tall Office	✓	✓
Rangpur	Rangpur RHD Office	✓	✓
Bogra	Bogra RHD Office	✓	✓
Pabna	Pabna RHD Office	✓	✓
Jessore	Jessore RHD Office	✓	✓
Madaripur	Madaripur RHD Office	✓	✓
Rangpur	Z5015_22a (Existing Br.)	✓	
Pabna	ZN505_2a (Existing Br.)	✓	
Madaripur	R860_53d (Existing Br.)	✓	

出典：JICA 調査団



出典：JICA 調査団

図 8.3.2 暴露試験片と飛来塩分量計測器の設置場所

## 8.4 試験方法及びスケジュール

### 8.4.1 飛来塩分量調査

飛来塩分量の計測は、5ヶ所の RHD の地区事務所の屋上、および 1ヶ所の料金所事務所の屋上で実施した。図 8.4.1 に示すガーゼ枠を RHD 事務所および料金所事務所の屋上に設置した計測小屋に取り付けた。



出典：JICA 調査団

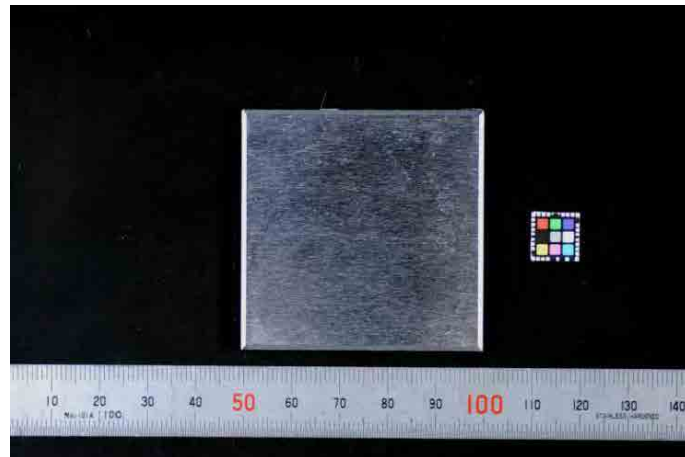
図 8.4.1 飛来塩分量計測器（ガーゼ枠）

飛来塩分量の計測期間は 12 ヶ月であり、ガーゼ枠を毎月回収し新しいガーゼ枠と交換する。ガーゼ枠は日本に送られて塩分量分析をする。

### 8.4.2 耐候性鋼材の暴露試験

耐候性鋼材の暴露試験は、5ヶ所の RHD の地区事務所の屋上、1ヶ所の料金所事務所の屋上、および 3ヶ所の既存橋梁で実施した。

耐候性鋼材試験片を、図 8.4.2 に示す。



出典：JICA 調査団

図 8.4.2 耐候性鋼材の暴露試験片

この試験片の暴露期間は試験片を設置してから 12 ヶ月（1 年間）である。5 ヶ所の RHD の地区事務所の屋上および 1 ヶ所の料金所事務所の屋上に 2 セットの試験片を設置し、3 ヶ所の既存橋梁に 1 セットの試験片を設置した。

5 ヶ所の RHD の地区事務所の屋上および 1 ヶ所の料金所事務所の屋上に設置した 2 セットの試験片のうち、1 セットを 6 ヶ月後に回収して日本で分析を行った。5 ヶ所の RHD の地区事務所の屋上、1 ヶ所の料金所事務所の屋上、および 1 ヶ所の既存橋梁に設置した残り 1 セットは、12 ヶ月後に、回収・分析を行った。

#### 8.4.3 試験片と計測器の設置

耐候性鋼材試験片と飛来塩分量計測器の設置は、2014 年 1 月 30 日から 2014 年 2 月 12 日までの間で行われた。RHD および料金所の屋上に木製の小屋を作り、そこに試験片と計測器を設置した。図 8.4.3 に、試験片と計測器の設置状況を示す。



出典：JICA 調査団

図 8.4.3 RHD 事務所屋上および料金所屋上の小屋と試験片及び計測器の設置状況

また、耐候性鋼材試験片の実橋梁への設置も、2014年1月30日から2014年2月12日までの間で行われた。設置の状況を、図 8.4.4 に示す。





出典：JICA 調査団

図 8.4.4 実橋梁への試験片の設置状況

## 8.5 試験・調査結果

### 8.5.1 飛来塩分量調査結果

6ヶ所の飛来塩分量調査結果を、表 8.5.1 および図 8.5.1 に示す。

各調査地点での年間平均飛来塩分量は、0.008～0.011mdd である。また、それぞれの調査地点での値に大きな差が見られず、今回調査した範囲では、海岸からの距離に相関はみられない。この結果から、調査対象地域はすべて沖積平地に位置していることから、海岸からの飛来塩分は、山をはじめとした障害物の影響を受けずに飛来する傾向にあるということが考察される。

一方、月別の飛来塩分量には明確な差が見られ、3月から7月の間が大きな値を示している。図 8.5.2 は Jessore の月別の卓越風を示したものである。風速が強い時期とほぼ一致していることから、この南風が飛来塩分を運んできたことにより、飛来塩分量が増加したと考えられる。

表 8.5.1 飛来塩分量調査結果

Table 8.5.1 Airborne Salt

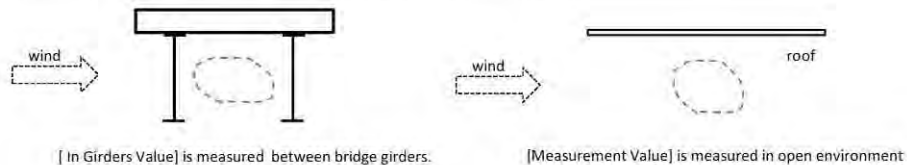
mdd=mg/decim<sup>2</sup>/day

Month	Salt Amount (mdd)	Rangour		Bogra		Pabna		Dhaka(Kanchan)		Jessore		Madaripur		Ave of 6 locations
		S	E	S	E	S	E	S	E	S	E			
2014 Feb.	Measurement Value (mdd)	0.013	0.019	0.011	0.012	0.0094	0.014	0.016	0.011	0.01	0.011	0.018	0.016	0.008
	Term(days)	36		34		32		37		31		32		
	Max Value M (mdd) *	0.019		0.012		0.014		0.016		0.011		0.018		
	In Girders Value C (mdd) **	0.010		0.006		0.007		0.008		0.006		0.009		
Mar.	Measurement Value (mdd)	0.042	0.046	0.059	0.044	0.019	0.023	0.043	0.028	0.029	0.028	0.042	0.034	0.021
	Term(days)	21		21		21		21		20		19		
	Max Value M (mdd) *	0.046		0.059		0.023		0.043		0.029		0.042		
	In Girders Value C (mdd) **	0.023		0.030		0.012		0.022		0.015		0.021		
Apr.	Measurement Value (mdd)	0.03	0.022	0.038	0.02	0.016	0.012	0.015	0.015	0.052	0.05	0.036	0.038	0.016
	Term(days)	35		35		35		35		35		35		
	Max Value M (mdd) *	0.03		0.038		0.016		0.015		0.052		0.038		
	In Girders Value C (mdd) **	0.015		0.019		0.008		0.008		0.026		0.019		
May.	Measurement Value (mdd)	0.011	0.0068	0.029	0.03	0.032	0.018	0.034	0.051	0.013	0.011	0.012	0.016	0.013
	Term(days)	28		28		28		28		28		28		
	Max Value M (mdd) *	0.011		0.03		0.032		0.051		0.013		0.016		
	In Girders Value C (mdd) **	0.006		0.015		0.016		0.026		0.007		0.008		
Jun.	Measurement Value (mdd)	0.017	0.014	0.0061	0.0077	0.0041	0.0033	0.01	0.008	0.016	0.011	0.023	0.01	0.007
	Term(days)	35		35		35		31		35		35		
	Max Value M (mdd) *	0.017		0.0077		0.0041		0.01		0.016		0.023		
	In Girders Value C (mdd) **	0.009		0.004		0.002		0.005		0.008		0.012		
Jul.	Measurement Value (mdd)	0.016	0.021	0.017	0.017	0.013	0.015	0.016	0.018	0.023	0.031	0.014	0.017	0.010
	Term(days)	33		33		33		37		34		34		
	Max Value M (mdd) *	0.021		0.017		0.015		0.018		0.031		0.017		
	In Girders Value C (mdd) **	0.011		0.009		0.008		0.009		0.016		0.009		
Aug.	Measurement Value (mdd)	0.013	0.013	0.024	0.017	0.0082	0.011	0.0078	0.0052	0.014	0.011	0.0068	0.0073	0.007
	Term(days)	31		31		31		31		30		31		
	Max Value M (mdd) *	0.013		0.024		0.011		0.0078		0.014		0.0073		
	In Girders Value C (mdd) **	0.007		0.012		0.006		0.004		0.007		0.004		
Sep.	Measurement Value (mdd)	0.0069	0.0056	0.012	0.0058	0.0074	0.0069	0.0071	0.0067	0.0067	0.0086	0.019	0.0045	0.005
	Term(days)	35		35		34		35		35		35		
	Max Value M (mdd) *	0.0069		0.012		0.0074		0.0071		0.0086		0.019		
	In Girders Value C (mdd) **	0.003		0.006		0.004		0.004		0.004		0.010		
Oct.	Measurement Value (mdd)	0.011	0.013	0.023	0.021	0.012	0.016	0.01	0.0075	0.009	0.0094	0.014	0.013	0.007
	Term(days)	28		28		29		28		28		28		
	Max Value M (mdd) *	0.013		0.023		0.016		0.01		0.0094		0.014		
	In Girders Value C (mdd) **	0.007		0.012		0.008		0.005		0.005		0.007		
Nov.	Measurement Value (mdd)	0.01	0.0087	0.014	0.0089	0.0056	0.014	0.009	0.0067	0.012	0.012	0.0019	0.0029	0.005
	Term(days)	27		27		27		27		27		26		
	Max Value M (mdd) *	0.01		0.014		0.014		0.009		0.012		0.0029		
	In Girders Value C (mdd) **	0.005		0.007		0.007		0.005		0.006		0.001		
Dec.***	Measurement Value (mdd)	0.0038	0.0046	0.0120	0.0110	0.0130	0.0180	0.0032	0.0025	0.0089	0.0096	0.0110	0.0094	0.005
	Term(days)	28		95		95		28		88		87		
	Max Value M (mdd) *	0.0046		0.0120		0.0160		0.0032		0.0096		0.0110		
	In Girders Value C (mdd) **	0.002		0.006		0.008		0.002		0.005		0.006		
2015 Jan.***	Measurement Value (mdd)	0.0190	0.0220	0.0120	0.0110	0.0130	0.0180	0.0100	0.0084	0.0089	0.0096	0.0110	0.0094	0.007
	Term(days)	67		95		95		61		88		87		
	Max Value M (mdd) *	0.0220		0.0120		0.0160		0.0100		0.0096		0.0110		
	In Girders Value C (mdd) **	0.011		0.006		0.008		0.005		0.005		0.006		
Ave. of 12 months (mdd)		0.009		0.011		0.008		0.009		0.009		0.009		0.009

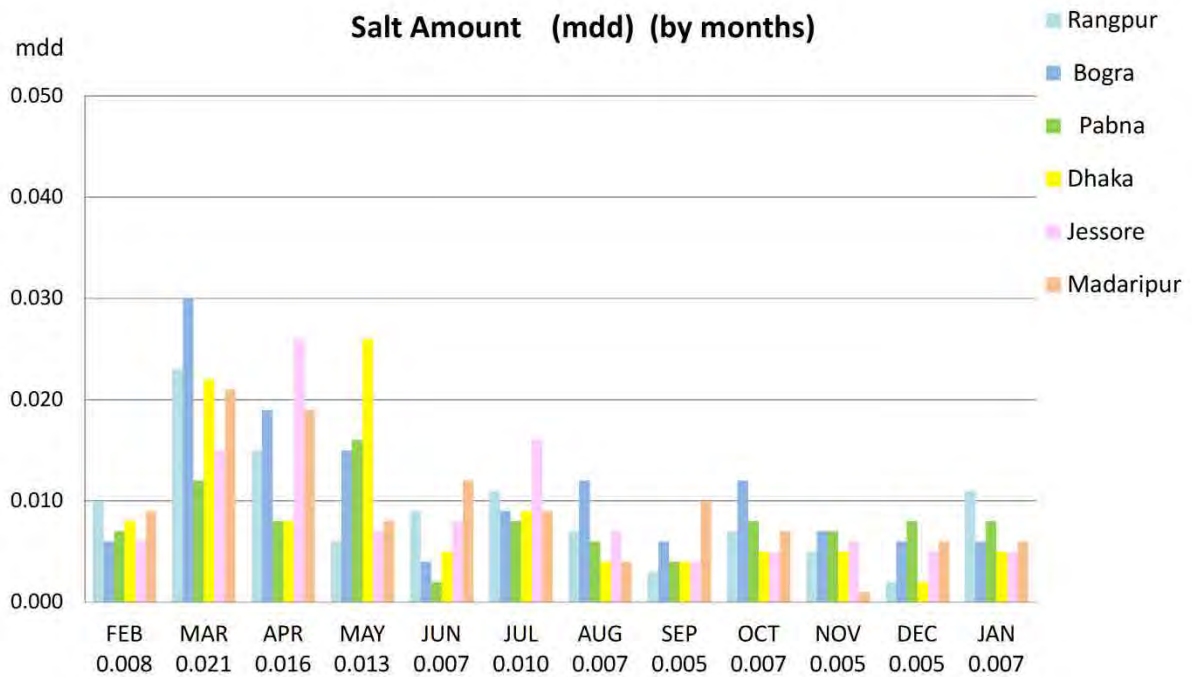
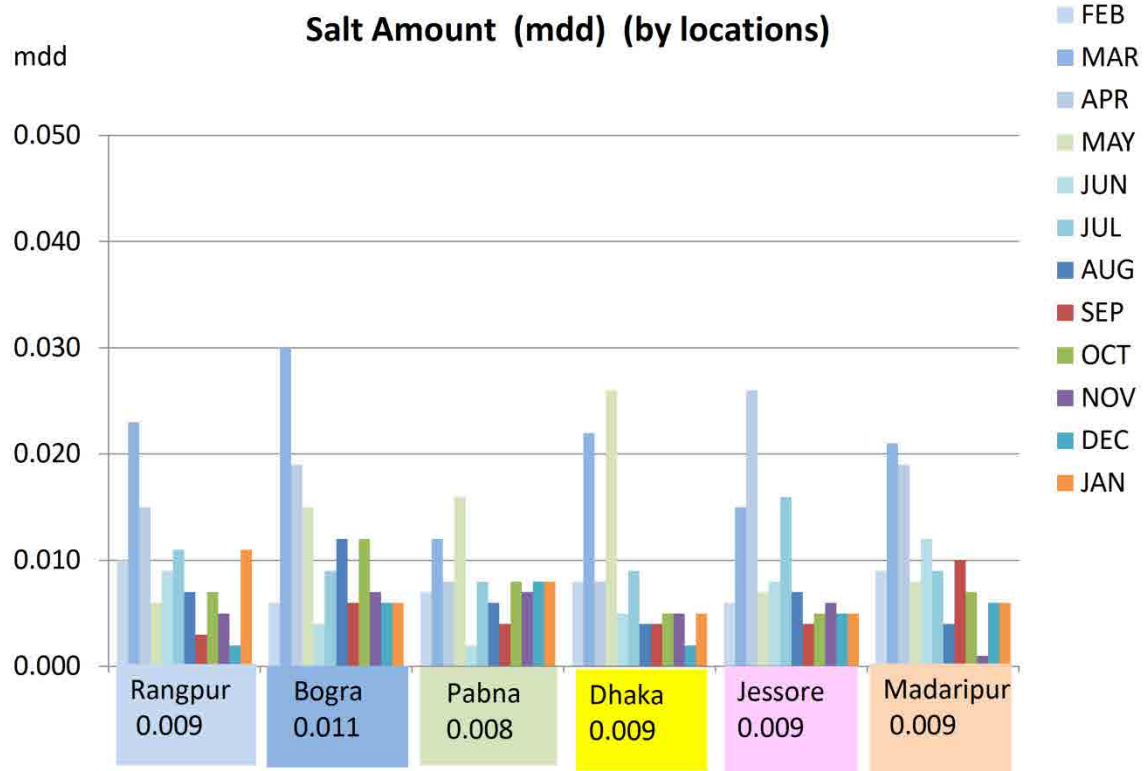
\* Max Value M =Maximum (meas.S , meas.E )

\*\* In Girders Value C =Max Value M × K  
[Measurement Value] is measured in open environment. [ In Girders Value ] is measured between bridge girders.  
In Japanese standard, [ In Girders Value ] is used as the criteria.  
K is the conversion rate, 0.50

\*\*\* 3 months(2014Dec,2015Jan,2015Feb) Average was devoted to Dec. and Jan. equally.



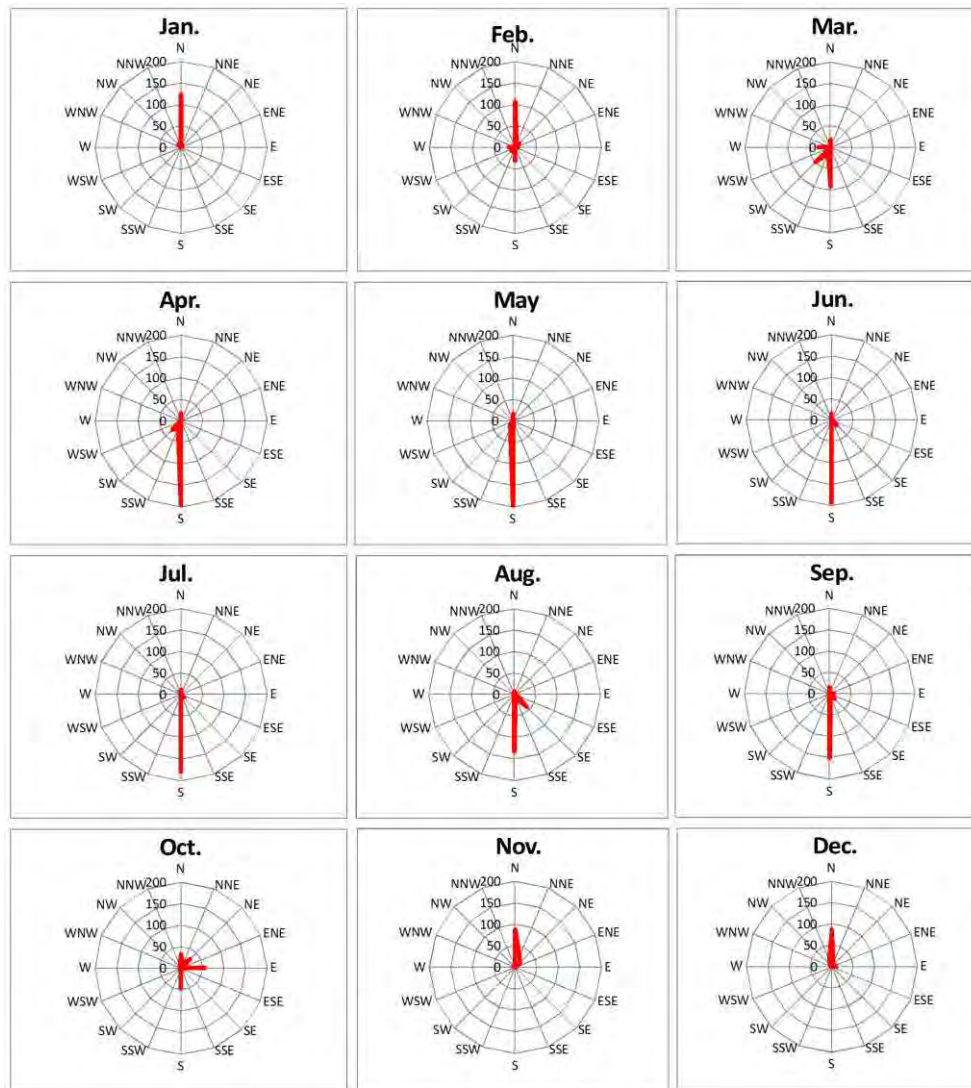
出典：JICA 調査団



出典：JICA 調査団

図 8.5.1 飛来塩分量調査結果





出典：Bangladesh Meteorological Department

図 8.5.2 Jessore の卓越風 (30 年間の月別卓越風速を累積したもの)

### 8.5.2 耐候性鋼材の暴露試験結果

6 か月間および 1 年間における RHD 事務所 6 ヶ所の耐候性鋼材の暴露試験結果を、表 8.5.2、表 8.5.3 及び図 8.5.3 に示す。

1 年間における各調査地点での暴露試験結果は、0.015～0.022mm である。試験開始からの半年間（2 月から 7 月）の腐食量は 0.014～0.019 mm であることに對し、後の半年間（8 月から 1 月）の腐食量は 0.001～0.003 mm である。8 月から 1 月の腐食量が低下したのは、保護性のさび層が安定してきたこと及び飛来塩分量が少ない期間であったことが理由と考えられる。それぞれの調査地点における値には大きな差がなく、今回調査した範囲の中では、海岸からの距離との相関は見られなかった。

表 8.5.2 6ヵ月後における耐候性鋼材の暴露試験結果

Zone	setting surface	exposed period	TP weight (g)			loss per m <sup>2</sup>		thickness reduction 13 months		evaluation value (inside ave)/12 months
			initial	13 months	loss	(g/m <sup>2</sup> )	ave	mm	ave	
Rangpur	outside upper	13 months	49.0909	48.2921	0.7992	265.03	253.17	0.0337	0.0322	mm 0.0148
			49.1066	48.3795	0.7275	241.32		0.0307		
	inside upper		49.0416	48.6012	0.4408	146.39	145.43	0.0186	0.0185	
			49.0594	48.6245	0.4353	144.47		0.0184		
	inside lower		49.1659	48.8261	0.3402	112.82	106.93	0.0144	0.0136	
49.1670		48.8628	0.3046	101.04	0.0129					
Bogra	outside upper	13 months	48.9820	47.9581	1.0243	339.80	313.24	0.0432	0.0399	mm 0.0216
			49.0219	48.1573	0.8650	286.68		0.0365		
	inside upper		48.9562	48.3425	0.6141	203.80	212.56	0.0259	0.0270	
			48.9364	48.2697	0.6671	221.32		0.0282		
	inside lower		49.0298	48.5583	0.4719	156.54	155.79	0.0199	0.0198	
49.0468		48.5798	0.4674	155.04	0.0197					
Pabna	outside upper	13 months	48.9474	48.2874	0.6604	219.07	246.89	0.0279	0.0314	mm 0.0161
			48.9438	48.1159	0.8283	274.70		0.0349		
	inside upper		48.8729	48.3129	0.5604	185.96	168.84	0.0237	0.0215	
			48.8820	48.4250	0.4574	151.72		0.0193		
	inside lower		48.8341	48.5146	0.3199	106.24	105.49	0.0135	0.0134	
48.8686		48.5533	0.3157	104.74	0.0133					
Dhaka	outside upper	13 months	48.8492	47.5529	1.2967	430.33	374.40	0.0547	0.0476	mm 0.0221
			48.8530	47.8939	0.9595	318.47		0.0405		
	inside upper		48.7422	48.1061	0.6365	211.34	209.35	0.0269	0.0266	
			48.8439	48.2193	0.6250	207.35		0.0264		
	inside lower		48.8222	48.3033	0.5193	172.37	166.88	0.0219	0.0212	
48.8199		48.3342	0.4861	161.39	0.0205					
Jessore	outside upper	13 months	49.1534	48.5092	0.6446	213.67	246.57	0.0272	0.0314	mm 0.0150
			49.2179	48.3756	0.8427	279.47		0.0356		
	inside upper		49.1851	48.7759	0.4096	135.78	129.20	0.0173	0.0164	
			49.1104	48.7412	0.3696	122.62		0.0156		
	inside lower		49.0886	48.7105	0.3785	125.48	127.02	0.0160	0.0162	
49.0650		48.6776	0.3878	128.56	0.0164					
Madaripur	outside upper	13 months	49.0036	48.1630	0.8410	278.91	259.62	0.0355	0.0330	mm 0.0188
			49.2238	48.4989	0.7253	240.33		0.0306		
	inside upper		49.2452	48.6428	0.6028	199.79	194.22	0.0254	0.0247	
			49.2395	48.6707	0.5692	188.66		0.0240		
	inside lower		49.2378	48.8624	0.3758	124.58	126.01	0.0158	0.0160	
49.1739		48.7899	0.3844	127.43	0.0162					

\* Evaluation Value=(inside upper surface loss + inside lower surface loss)/2

\* 治安の関係で試験片回収が遅れたため、暴露試験は実際には13か月行われた。

出典：JICA 調査団

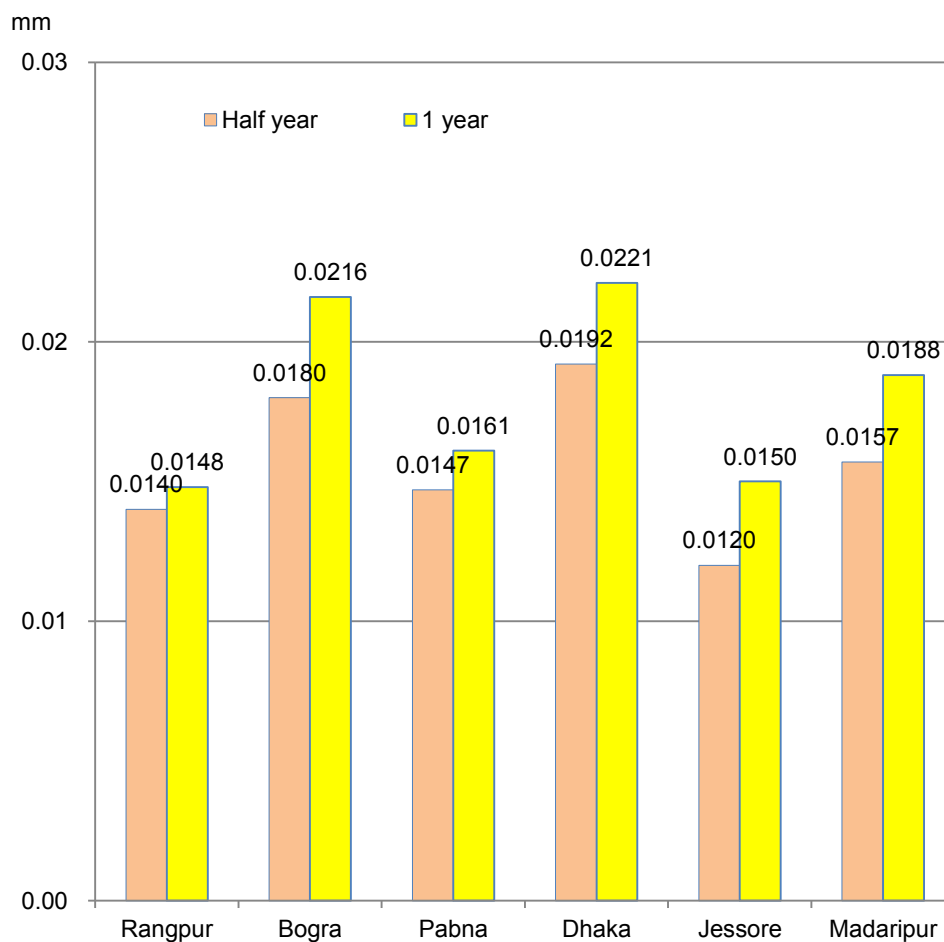
表 8.5.3 12 ヶ月後における耐候性鋼材の暴露試験結果

Corrosion Loss and Evaluation Value period: 13 months (Feb 2014–Feb 2015)

Zone	setting surface	exposed period	TP weight (g)			loss per m <sup>2</sup>		thickness reduction 13 months		evaluation value (inside ave)/12 months	
			initial	13 months	loss	(g/m <sup>2</sup> )	ave	mm	ave		
Rangpur	outside upper	13 months	49.0909	48.2921	0.7992	265.03	253.17	0.0337	0.0322	mm	
			49.1066	48.3795	0.7275	241.32		0.0307			
	inside upper		49.0416	48.6012	0.4408	146.39	145.43	0.0186			0.0185
			49.0594	48.6245	0.4353	144.47		0.0184			
	inside lower		49.1659	48.8261	0.3402	112.82	106.93	0.0144			0.0136
			49.1670	48.8628	0.3046	101.04		0.0129			
Bogra	outside upper	13 months	48.9820	47.9581	1.0243	339.80	313.24	0.0432	0.0399	mm	
			49.0219	48.1573	0.8650	286.68		0.0365			
	inside upper		48.9562	48.3425	0.6141	203.80	212.56	0.0259			0.0270
			48.9364	48.2697	0.6671	221.32		0.0282			
	inside lower		49.0298	48.5583	0.4719	156.54	155.79	0.0199			0.0198
			49.0468	48.5798	0.4674	155.04		0.0197			
Pabna	outside upper	13 months	48.9474	48.2874	0.6604	219.07	246.89	0.0279	0.0314	mm	
			48.9438	48.1159	0.8283	274.70		0.0349			
	inside upper		48.8729	48.3129	0.5604	185.96	168.84	0.0237			0.0215
			48.8820	48.4250	0.4574	151.72		0.0193			
	inside lower		48.8341	48.5146	0.3199	106.24	105.49	0.0135			0.0134
			48.8686	48.5533	0.3157	104.74		0.0133			
Dhaka	outside upper	13 months	48.8492	47.5529	1.2967	430.33	374.40	0.0547	0.0476	mm	
			48.8530	47.8939	0.9595	318.47		0.0405			
	inside upper		48.7422	48.1061	0.6365	211.34	209.35	0.0269			0.0266
			48.8439	48.2193	0.6250	207.35		0.0264			
	inside lower		48.8222	48.3033	0.5193	172.37	166.88	0.0219			0.0212
			48.8199	48.3342	0.4861	161.39		0.0205			
Jessore	outside upper	13 months	49.1534	48.5092	0.6446	213.67	246.57	0.0272	0.0314	mm	
			49.2179	48.3756	0.8427	279.47		0.0356			
	inside upper		49.1851	48.7759	0.4096	135.78	129.20	0.0173			0.0164
			49.1104	48.7412	0.3696	122.62		0.0156			
	inside lower		49.0886	48.7105	0.3785	125.48	127.02	0.0160			0.0162
			49.0650	48.6776	0.3878	128.56		0.0164			
Madaripur	outside upper	13 months	49.0036	48.1630	0.8410	278.91	259.62	0.0355	0.0330	mm	
			49.2238	48.4989	0.7253	240.33		0.0306			
	inside upper		49.2452	48.6428	0.6028	199.79	194.22	0.0254			0.0247
			49.2395	48.6707	0.5692	188.66		0.0240			
	inside lower		49.2378	48.8624	0.3758	124.58	126.01	0.0158			0.0160
			49.1739	48.7899	0.3844	127.43		0.0162			

\* Evaluation Value=(inside upper surface loss + inside lower surface loss)/2

出典：JICA 調査団



出典：JICA 調査団

図 8.5.3 耐候性鋼材の暴露試験結果

実橋梁に設置した耐候性鋼材の暴露試験結果を、表 8.5.4 に示す。腐食量は、0.022～0.034 mm であり、RHD 事務所に設置した試験片に比べ、腐食量が大きくなった。いくつかの試験片は、床板からの滞水、漏水の影響を受けており、それにより腐食量が大きくなったと考えられる。実施・供用時には、滞水を起こしづらい細部構造にするおおよび適切に維持管理を実施するなどの配慮が必要である。

表 8.5.4 実橋梁での耐候性鋼材の暴露試験結果

Corrosion Loss of Existing Bridges exposed period: 13 months (Feb 2014-Feb 2015)

Zone	Bridge	setting surface	TP weight (g)			loss per m <sup>2</sup>	thickness reduction 13 months	thickness reduction 12 months		
			initial	13 months	loss	(g/m <sup>2</sup> )	mm	mm	ave	ave
Rangpur	Z5015-22a	Upper	49.0890	48.2228	0.8666	287.52	0.0366	0.0338	0.0345	0.0316
			49.1434	48.1543	0.9895	328.13	0.0417	0.0385		
			48.9603	48.0969	0.8638	286.52	0.0365	0.0336		
			48.9934	48.1722	0.8216	272.24	0.0346	0.0320		
		Lower	49.0875	48.4990	0.5889	195.15	0.0248	0.0229	0.0288	
			49.0863	48.3794	0.7073	234.59	0.0298	0.0275		
			49.1119	48.0931	1.0192	337.89	0.0430	0.0397		
			49.0441	48.4049	0.6396	212.22	0.0270	0.0249		
Pabna	N505-2a	Upper	49.0635	48.3073	0.7566	250.91	0.0319	0.0295	0.0493	0.0339
			49.0856	48.2722	0.8138	269.97	0.0343	0.0317		
			49.1308	48.1076	1.0236	339.48	0.0432	0.0399		
			49.0771	46.6052	2.4723	819.73	0.1043	0.0963		
		Lower	48.9156	48.2870	0.6290	208.66	0.0265	0.0245	0.0184	
			49.1487	48.7125	0.4366	144.87	0.0184	0.0170		
			49.0536	48.6421	0.4119	136.68	0.0174	0.0161		
			49.1443	48.7317	0.4130	136.92	0.0174	0.0161		
Madaripur	R860-53d	Upper	49.0771	48.4656	0.6119	203.01	0.0258	0.0238	0.0189	0.0223
			49.1394	48.6186	0.5212	172.82	0.0220	0.0203		
			49.1545	48.7135	0.4414	146.35	0.0186	0.0172		
			49.1275	48.7598	0.3681	122.08	0.0155	0.0143		
		Lower	49.1338	48.4442	0.6900	228.87	0.0291	0.0269	0.0256	
			49.1140	48.4162	0.6982	231.54	0.0295	0.0272		
			49.1385	48.4940	0.6449	213.86	0.0272	0.0251		
			49.0878	48.4934	0.5948	197.31	0.0251	0.0232		

## 8.6 評価および結論

### 8.6.1 評価

飛来塩分量調査および耐候性鋼材の暴露試験結果の概要を表 8.6.1 に示す。なお、既設橋に設置した暴露試験片は漏水の影響を受けていることから、判断材料として適切でないため、評価対象から除外した。



表 8.6.1 飛来塩分量調査および耐候性鋼材の暴露試験結果の概要

Evaluation Item		Criteria	Annual Test Results					
			Rangpur	Bogra	Pabna	Dhaka	Jessore	Madaripur
Main Item	Airborne Salt Amount (mdd)	Less than 0.05mdd (annual average)	0.009	0.011	0.008	0.009	0.009	0.009
Sub Item	Corrosion Loss (Thickness Reduction) (mm)	Less than 0.03mm (annual)	0.0148	0.0216	0.0161	0.0221	0.0150	0.0188

出典：JICA 調査団

各調査地点の年間平均飛来塩分量は、適用可能基準値の 0.05mdd に比べはるかに低く、これによって耐候性鋼材の適用は可能であると判断できる。一方、補助的な判断資料である耐候性鋼材の暴露試験結果では、0.015mm～0.022mm 程度であり目安とする基準値 0.03mm 以下であった。暴露試験結果からも適用は可能であると判断できる。

また、本調査結果により、耐候性鋼材は、バングラデシュ国の南部ゾーンである Jessor および Madaripur（海岸から約 150 km）においても適用可能であることが確認できた。ただし、本事業において、南部地域に中規模橋梁が建設される予定はない。

道路橋示方書によると、各地域における海岸からの距離に応じて、飛来塩分量調査を実施しなくとも、簡便的に耐候性鋼材の適用を決定することができる（図 8.6.2）。これは、耐候性鋼材の適用を検討するに当たり、海岸からの距離が重要な要素であることを意味する。



地域区分		飛来塩分量の測定を省略してよい地域
日本海沿岸部	I	海岸線から 20km 超える地域
	II	海岸線から 5km を超える地域
太平洋沿岸部		海岸線から 2km を超える地域
瀬戸内海沿岸部		海岸線から 1km を超える地域
沖縄		なし

出典：道路橋示方書

図 8.6.1 飛来塩分量調査を実施する必要がない地域

本事業は、バングラデシュ国において、耐候性鋼材（4,100 トン）を用いた橋梁を建設する最初の事業である。よって、まずは海岸からの距離があり、リスクの小さい北部 2 ゾーンより建設を始め、徐々に他の地域にも拡大していくことを推奨する。



知多 2 号橋、愛知県半田市

図 8.6.2 日本における最初の耐候性鋼材橋

日本において、最初の耐候性鋼材橋は 1967 年に建設された（図 8.6.3）。その後、徐々に範囲が拡大され、条件の厳しい地域も含む全土に広がった（図 8.6.4）。1999 年のピークには、400 を超える耐候性鋼材橋（120,000 トン）が建設された。全鋼橋における耐候性鋼材橋のシェアは増え続け、2012 年には 25%程度に達している（図 8.7.5）。



図 8.6.3 日本における耐候性鋼材橋の分布

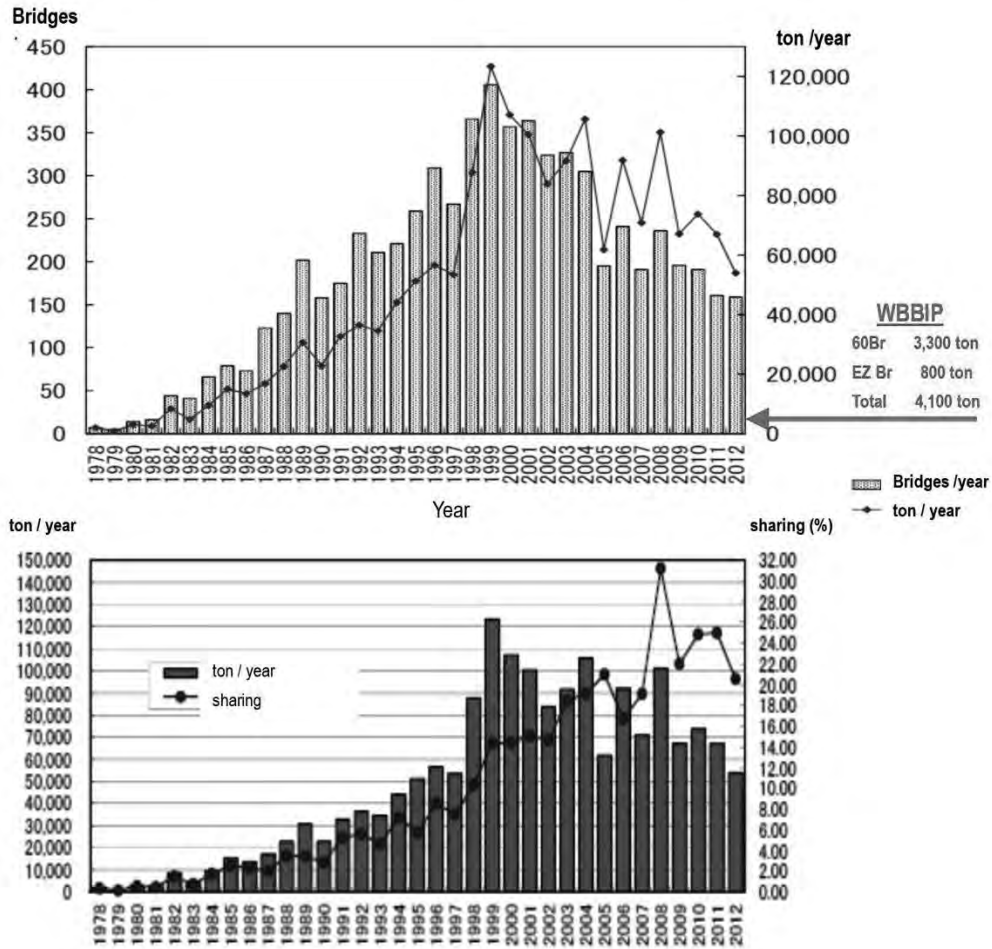


図 8.6.4 日本における耐候性鋼材橋のシェア

## 8.6.2 結論

飛来塩分量調査結果および耐候性鋼材の暴露試験結果により、バングラデシュ国の北部ゾーンにおいて、中規模橋梁に耐候性鋼材橋を採用することは可能である。



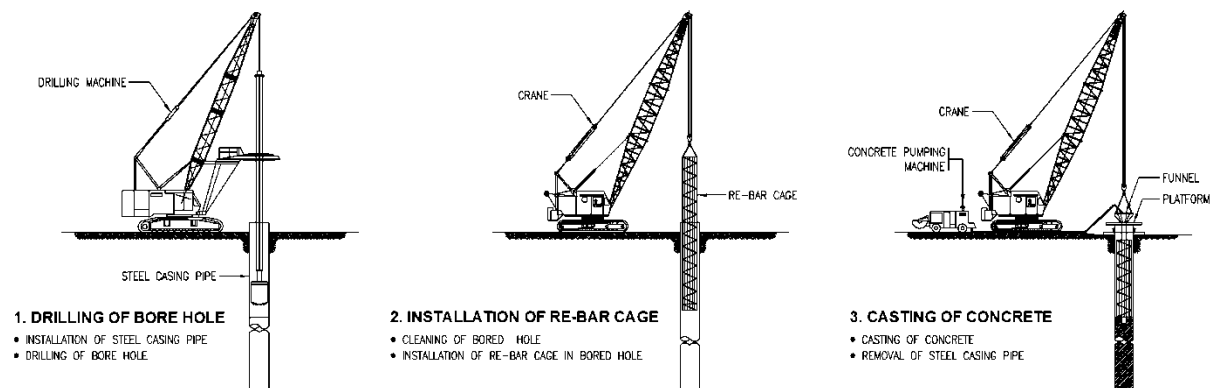
## 9. 施工計画

### 9.1 はじめに

当該プロジェクト橋梁は、周辺家屋や店舗への影響、工事費等を考慮し、既存橋と同位置に架橋することを原則とする。しかし、国道に架かる橋梁に関しては、将来拡幅時の施工性を考慮して、既存橋脇に架橋するものとする。よって、工事による交通規制（路肩規制を除く）を必要としない。

### 9.2 場所打ち杭

ケーシングチューブを揺動または回転させながら土中に圧入し、チューブ内の土を、ハンマーグラブによってつかみ上げ地上に排出する。掘削完了後、ハンマーグラブや沈殿バケットで一次孔底処理を行い鉄筋かごとトレミーを建込む。この時、スライムが堆積している場合は二次孔底処理を行い、その後に生コンクリートを打込む。コンクリートの打ち上がりに伴い、ケーシングチューブを順次引抜き、杭を築造する。



出典：JICA 調査団

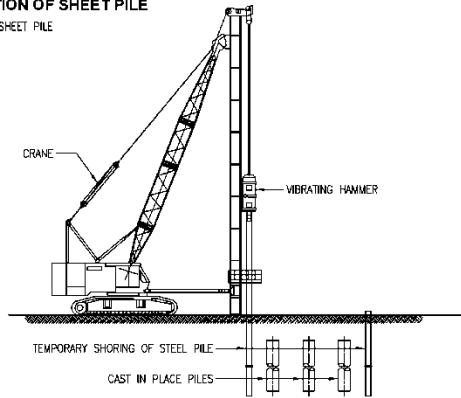
図 9.2.1 場所打ち杭の施工方法

### 9.3 基礎工

鋼矢板打設後、計画高さまで掘削を行う。掘削後、均しコンクリートを打設し、型枠、鉄筋を設置し、基礎を構築する。鋼矢板の使用に関しては、詳細設計時にレビューし、掘削場所に適した工法を採用することが望ましい。

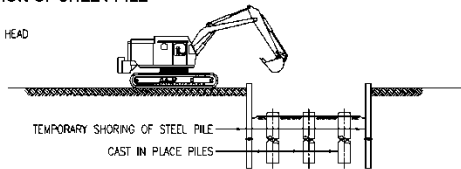
**1. INSTALLATION OF SHEET PILE**

- INSTALLATION OF SHEET PILE



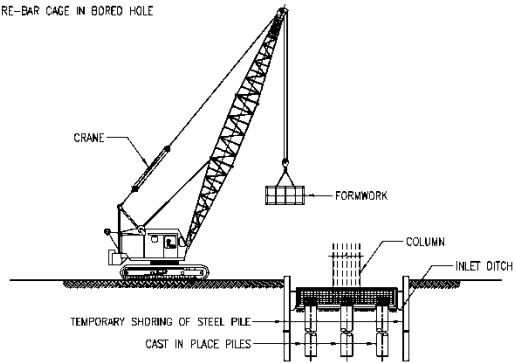
**2. INSTALLATION OF SHEET PILE**

- EXCAVATION
- CUT OFF OF PILE HEAD



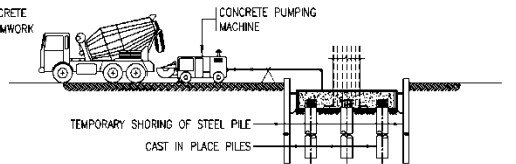
**3. INSTALLATION OF FORMWORK & REINFORCEMENT OF PILE CAP**

- INSTALLATION OF SHEET PILE
- INSTALLATION OF RE-BAR CAGE IN BORED HOLE



**4. CASTING OF CONCRETE**

- CASTING OF CONCRETE
- REMOVAL OF FORMWORK
- BACKFILLING



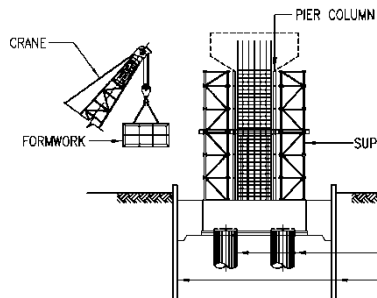
出典：JICA 調査団

図 9.3.1 基礎工の施工方法

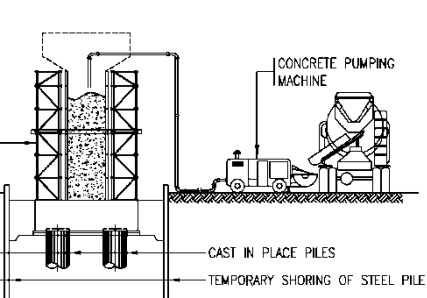
**9.4 橋脚**

鉄筋組立後、型枠が設置され、コンクリートが打設される。橋桁は地上からの工事となり、橋脚同様に型枠設置後、コンクリートが打設される。

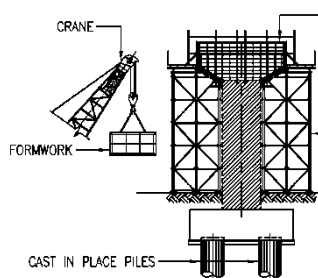
**1. INSTALL OF FORMWORK & REINFORCEMENT OF PIER COLUMN**



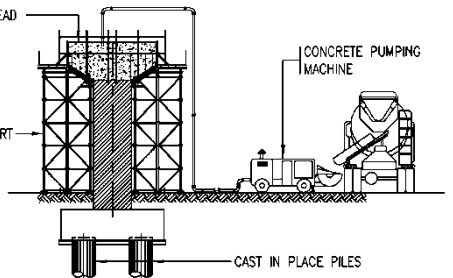
**2. CASTING OF CONCRETE OF PIER COLUMN**



**3. INSTALLATION OF FORMWORK & REINFORCEMENT OF PIER HEAD**



**4. CASTING OF CONCRETE OF PIER HEAD**



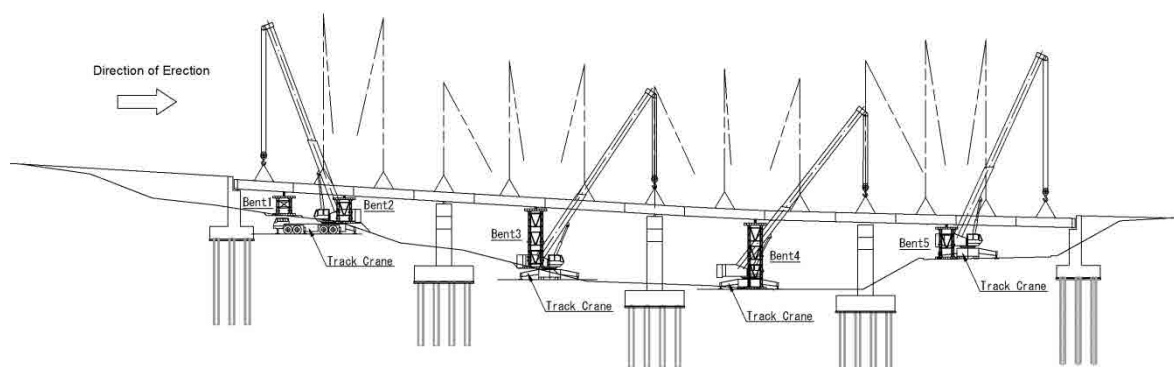
出典：JICA 調査団

図 9.4.1 橋脚の施工方法

## 9.5 上部工（鋼 I 桁橋）

当該プロジェクトサイトは、渇水期における河川及び池の水量が少ないことから、トラッククレーンの進入が可能である。よって、トラッククレーン・ベント工法（図 9.5.1）を採用するものとし、周囲の用地に余裕があれば、主桁を地組立して架設し、ベントの数を減らすことも考慮する必要がある。渇水期に水量が多く、トラッククレーンの進入が困難な場合は、下部工工事で設置される栈橋を利用するか、河川を切り回し、トラッククレーンで架設することとする。

鋼 I 桁は、基礎、橋脚施工中に工場で作製され、橋脚の建設及びベント設置後、建設サイトに運ばれる。最初のブロックはクレーンで橋脚に固定され、1 スパン完成まで他のブロックがボルトで順次連結される。

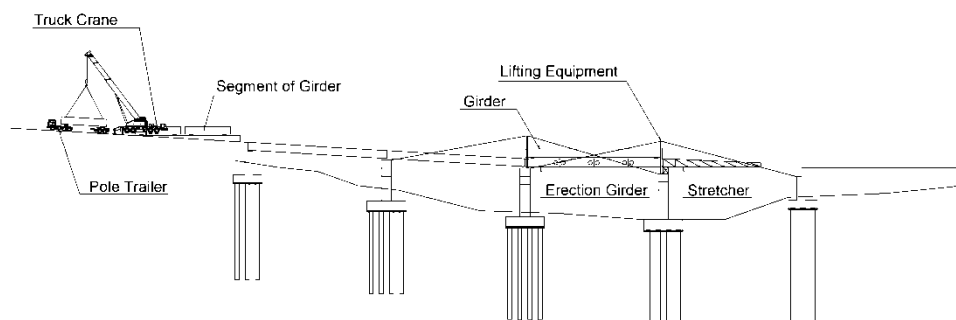


出典：JICA 調査団

図 9.5.1 トラッククレーン・ベント工法

トラッククレーンにより架設できない場合は、「仮設桁による架設」が一般的である。詳細設計時に於いて、本工法の採用が妥当だと判断される場合は、以下の工法で架設を行うことを推奨する。

本工法は、図 9.5.2 に示すように架設桁及び門型架設機を架設対象径間に設置し、自走式台車等により、仮設桁上に引き出された PC 桁を桁吊装置にて吊り、横移動を行い、所定の位置に据え付ける工法である。



出典：JICA 調査団

図 9.5.2 架設桁架設工法

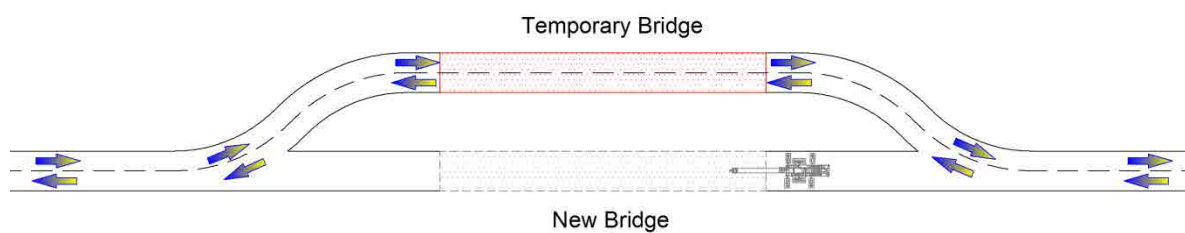
## 9.6 上部工 (PC - I 桁橋)

PC-I 桁は、下部工工事中に現場付近の施工ヤードで製作され、橋脚の完成後、鋼 I 桁同様、トラッククレーンにより架設するものとする。

トラッククレーンにより架設できない場合は、鋼-I 桁同様に、詳細設計時に「架設桁架設」の採用を検討する。

## 9.7 建設中の交通規制

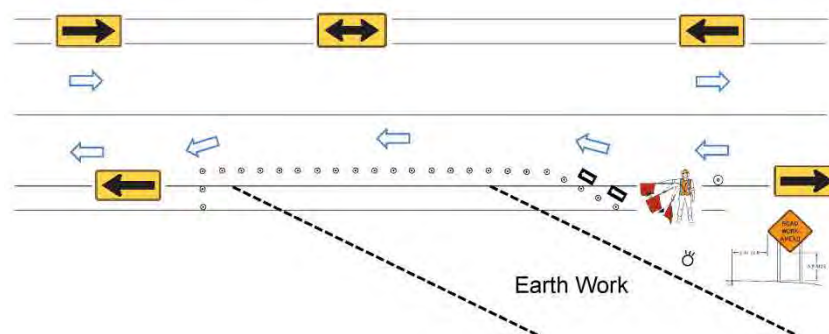
前述した様に、当該プロジェクトは既存橋の架け替えとなるため、工事中は仮設橋を設置し、既存交通を安全に迂回させる必要がある。



出典：JICA 調査団

図 9.7.1 工事中の迂回計画

国道に架かる橋梁は、既存橋に隣接して建設されるため、架設橋や既存交通の迂回を必要としないが、新設道路との接続箇所は、路肩規制を伴う工事となる。（図 9.7.2 参照）



出典：JICA 調査団

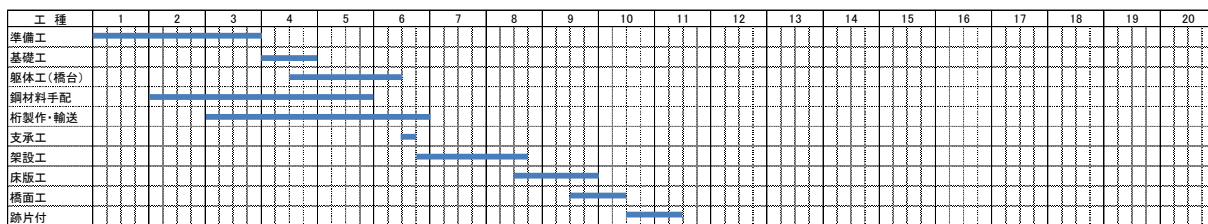
図 9.7.2 工事中の迂回計画

## 9.8 工事工程

代表的な鋼橋、PC 橋の工事工程を以下に示す。

### 9.8.1 鋼橋（鋼 I 桁）

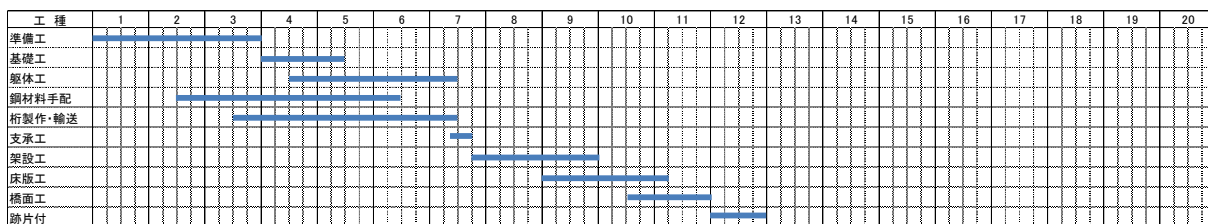
#### (1) ケース 1：鋼 I 桁橋 L=60m



出典：JICA 調査団

図 9.8.1 工事工程【鋼 I 桁橋 L=60m】

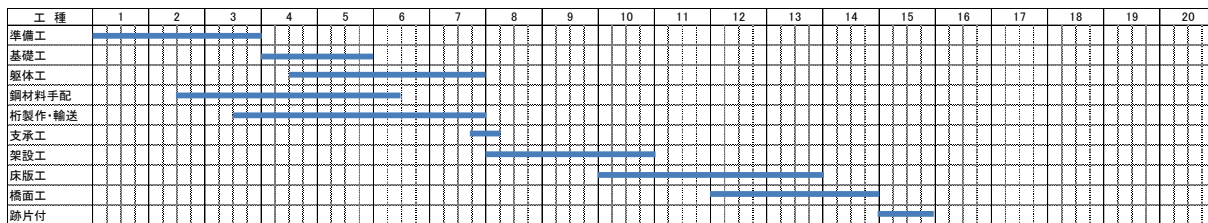
#### (2) ケース 2：鋼 I 桁橋 L=100m (60m+40m)



出典：JICA 調査団

図 9.8.2 工事工程【鋼 I 桁橋 L=100m(60m+40m)】

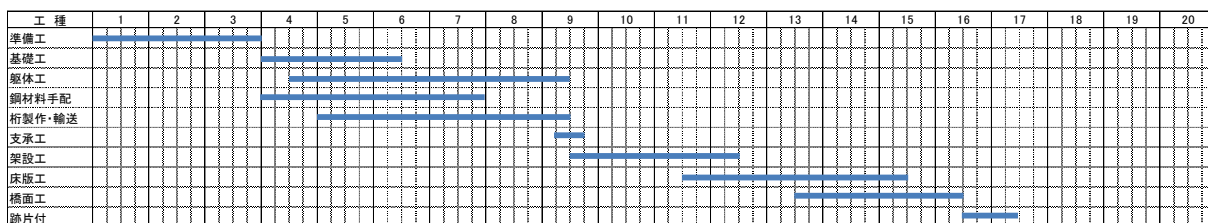
#### (3) ケース 3：鋼 I 桁橋 L=180m (60mx3)



出典：JICA 調査団

図 9.8.3 工事工程【鋼 I 桁橋 L=180m(60mx3)】

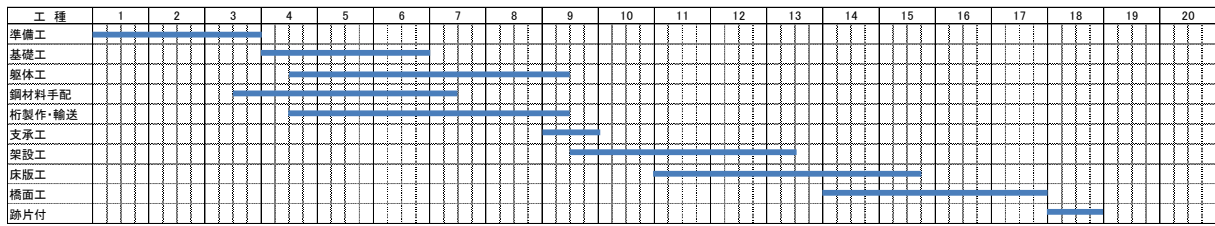
#### (4) ケース 4：鋼 I 桁橋 L=160m (40mx4)



出典：JICA 調査団

図 9.8.4 工事工程【鋼 I 桁橋 L=160m(40mx4)】

(5) ケース5：鋼 I 桁橋 L=200m (40mx5)

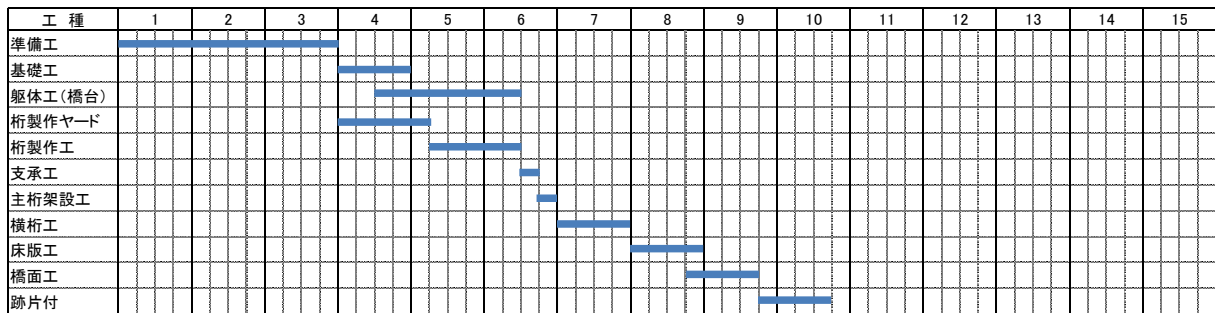


出典：JICA 調査団

図 9.8.5 工事工程【鋼 I 桁橋 L=160m(40mx4)】

9.8.2 コンクリート橋 (PC-I 桁)

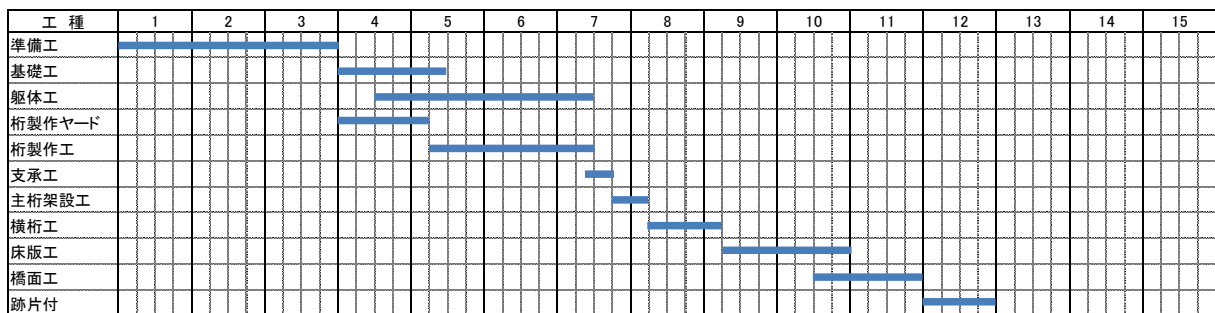
(1) ケース1：PC-I 桁橋 L=40m



出典：JICA 調査団

図 9.8.6 工事工程【PC-I 桁橋 L=40m】

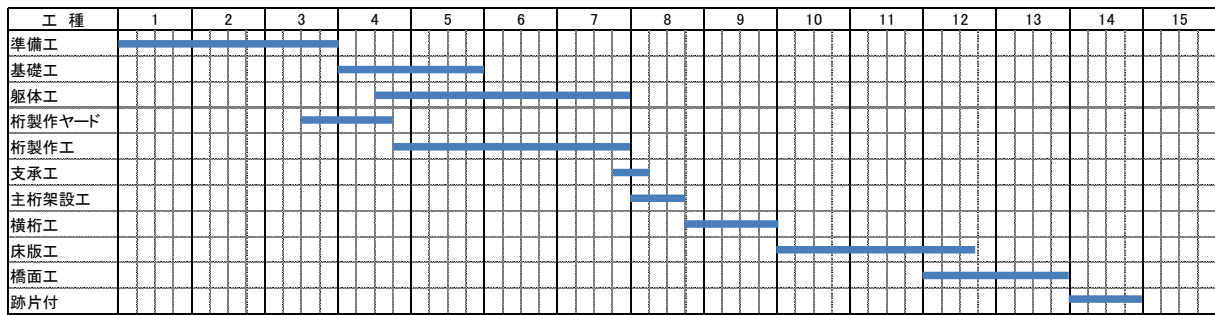
(2) ケース2：PC-I 桁橋 L=80m (40mx2)



出典：JICA 調査団

図 9.8.7 工事工程【PC-I 桁橋 L=80m(40mx2)】

(3) ケース3 : PC-I 桁橋 L=120m (40mx3)



出典：JICA 調査団

図 9.8.8 工事工程【PC-I 桁橋 L=80m(40mx2)】

## 10. 維持管理・運営計画

---

### 10.1 維持管理・運営計画

#### 10.1.1 はじめに

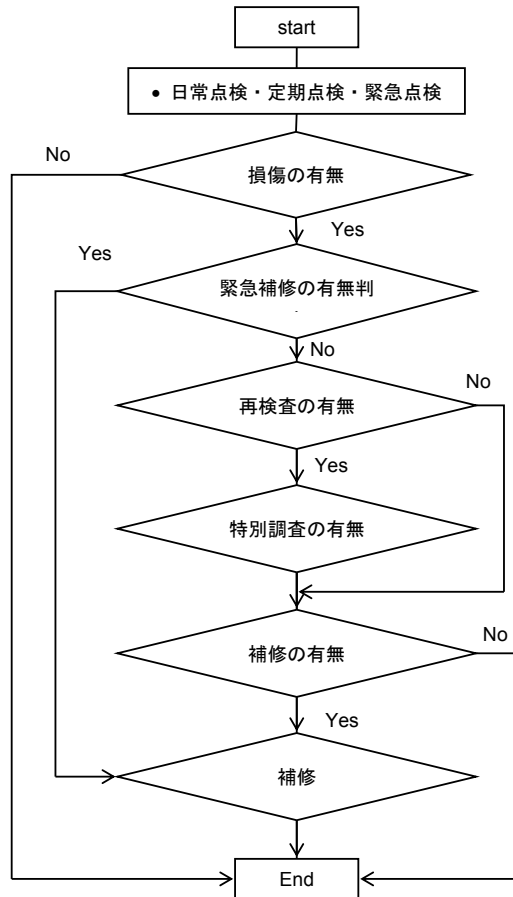
事業対象橋梁が供用後、良好な状態を維持し快適な走行環境を提供する為には適切な維持管理を行うことが必要不可欠である。一般に道路・橋梁を適切な状態で維持するためには維持管理・運営システムを構築する必要がある。維持管理・運営システムとは主に

- 橋梁台帳の保存
- 定期的な調査活動及びその結果の管理
- 調査結果を基にした効率的な補修作業計画の作成

等の機能を持つ。またその他の記録も時に有益な情報となりうるので適宜管理していく必要がある。

図 10.1.1 において調査・維持管理・修繕の一連の手順を示す。





出典：JICA 調査団

図 10.1.1 点検・維持管理の手順

## 10.1.2 点検

### (1) 点検の目的

- 道路/橋梁の損傷の特定
- 損傷の個所、程度の把握、早急な補修の要否の判断

### (2) 点検方法

適切な運営を行う上で必要な点検方法の種類を下記に示す。

表 10.1.1 点検方法の種類

点検種類			対象	目的	方法
日常点検	毎日	1、2回	路面	安全性の確認	車両からの目視による点検
定期点検	毎年		構造物全体	損傷度、安全性の確認	主に近接目視、必要に応じてひび割れ測定定規、ハンドテープ等の器具を使った点検
緊急時特別点検	大規模な自然災害及び事故の発生等の突発的な事象の発生時		損傷が疑われる箇所	損傷度、安全性の確認	目視及び器具を用いた検査

出典：JICA 調査団

### 1) 日常点検

安全な走行環境が確保されているか確認するために行う。左車線または路肩を走行中の車両から目視による点検を行う。よって確認事項は走行中の車両から目視で確認できる項目にのみ留めることとする。確認事項を以下に示す。

舗装の状態、排水施設の湛水の有無、盛土・切土の状態、付帯物の異常（ガードレール、道路灯、交通情報表示システム）

### 2) 定期点検

定期点検は日常点検では確認することができない橋梁及び道路の状態を把握するため、主に近接目視、必要があれば器具を用いて確認を行う。また、必要な場合は交通規制を伴う調査を行う。

### 3) 緊急時特別点検

事故や自然災害等によって構造物が深刻なダメージを受けた可能性がある場合に行う。場合によっては道路及び橋梁の機能を維持できないような深刻な損傷を抱えている可能性があり、それが疑われる場合、詳細な点検を行う必要がある。基本的には近接からの目視によって行う。さらに目視のみでは十分でない場合、機器等を用いたより詳細な調査を実施する必要がある。

## 10.1.3 維持管理

### (1) 維持管理作業の分類

一般的に維持管理作業は下記3つの種類に分けられる。

#### 1) 日常メンテナンス

#### 2) 定期メンテナンス

#### 3) 緊急時特別メンテナンス

### 1) 日常メンテナンス

日常メンテナンスは路上にあるゴミ、土、石等の走行に支障をきたすものの除去、植栽の整備、排水施設の清掃等を実施する。頻度は必要に応じて決定する。また、パッチング等に対応可能なポットホール、クラックの補修、排水施設の整形等、簡易に補修することが可能な損傷を見つけた際は、補修作業を実施する。

### 2) 定期メンテナンス

定期メンテナンスの特徴は比較的大規模工事であり、中長期の期間において実施される、またその実施間隔は交通量（特に大型車）に影響されることである。

プロジェクト橋梁供用後、下記の損傷が将来的に発生すると想定される。

- 舗装のたわみ、ひび割れ、陥没
- 床板、桁、パイルキャップのひび割れ
- 伸縮継手の損傷
- 支承の損傷

これらの損傷を発見した場合、損傷の程度等を見極めて計画的に補修を実施していくべきである。

### 3) 緊急時特別メンテナンス

緊急時特別メンテナンスは交通事故や自然災害等の突発的な事象によって、構造的損傷を受けた場合に実施される。突発的な事象による損傷なので発生時期、頻度または損傷の個所、程度を推定することは極めて困難であるため、状況に応じた対応が求められる。

大規模な損傷を受けた場合、中長期に及ぶ補修作業が必要になる可能性がある。このような場合、交通流への影響を軽減する為に、短期間で実施可能な一時的な補修を行い、その後、構造性能を回復させるための大規模補修を実施すべきである。

## 10.1.4 耐候性鋼材の維持管理

「8. 最新技術の適用」で述べたように、一般的に耐候性鋼材を使用した橋梁は表層の再塗装等の手間や予算がかかる維持管理作業を必要としない。しかしながら、保護性のさびの安定した形成に影響を及ぼす湿気や塩分には注意を払う必要がある。例えば、表層に堆積した土、ほこり、鳥の糞が雨等によって湿気を吸収すると保護性のさび層の形成に悪影響を及ぼす場合がある。このため、堆積物は低圧の水等によって洗い落とす必要がある。またその際、表層のさび層をはがさないように注意する必要がある。さらに植物の除去、排水施設の清掃はこまめに行うべきである。また漏水があった場合、損傷個所を発見し、漏水対策を施す必要がある。

上記の日常点検に加え、保護性のさび層の腐食量が適正にであるかを確認するため、下記の調査を実施すべきである。

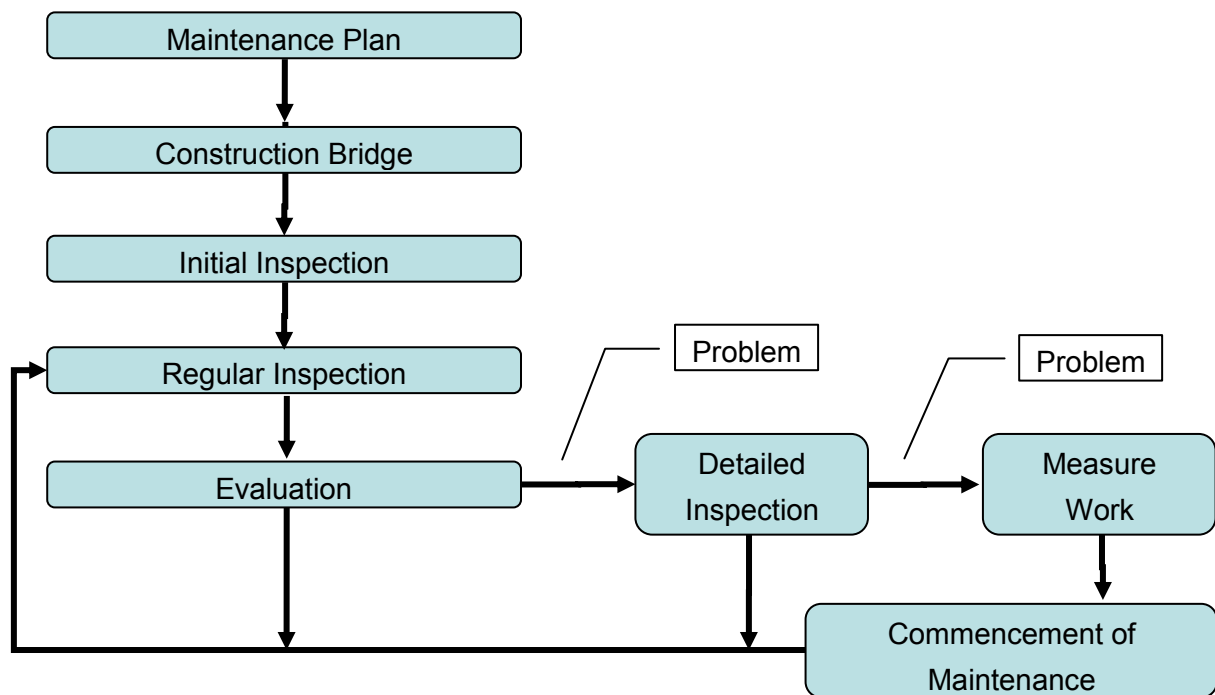
(1) 目視による調査（最低限二年に一回実施）

保護性のさび層の腐食量が適正な状態であるか否かの確認を行う為目視による調査を行う。腐食量が適正量を超えている場合、表層のさびの剥離等異常なさびが発生する。異常さびが発生した場合、時には対策を講じる必要があるため腐食が必要以上に進んでいる橋梁は要観察である。

(2) 機器を用いたモニタリング（6年ごと）

保護性のさび層の腐食率を把握する為6年ごとにさび厚の観測を行う必要がある。また、観測箇所は竣工図や維持管理マニュアルによって指定される。点検結果より得られた腐食率と計画時に想定した腐食率とを比較し、許容範囲内であるか検討を行う。なお、施工終了時のさび層の厚さを記録しておく必要がある。

耐候性鋼材の調査の手順を図 10. 1. 2 に示す。



出典：JICA 調査団

図 10. 1. 2 耐候性鋼材の維持管理の手順

10.2 組織

10.2.1 道路交通・橋梁省 (Ministry Road Transport and Bridges, MORTB)

(1) MORTB の概要

MORTB は交通インフラ関わる開発、運営を担う省であり、道路局と橋梁局の二つの局によって構成されている。橋梁局は橋長 1500m以上の長大橋の開発・運営を行い、道路局は「バ」国全域の主要な道路及びその道路構造物（国道・主要地方道・県道）の開発・運営を行う。MORTB はイ

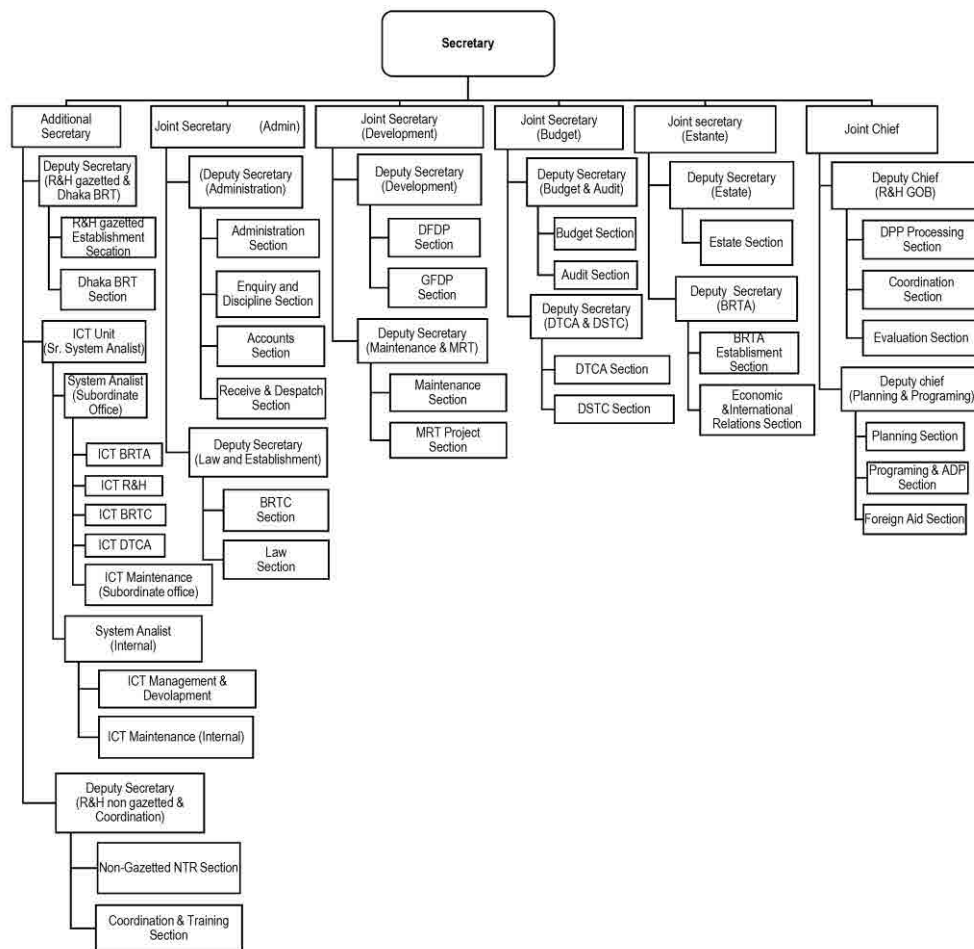
ンフラ開発に関連する組織の構築、管理することで「バ」国の社会経済活動を活性化させるべく、業務を遂行している。なお、下記の下部組織を有する。

- 道路部 (RHD)
- バングラデシュ道路交通機構 (BRTA)
- バングラデシュ道路交通公社 (BRTC)
- ダッカ都市交通部 (DTCB)
- バングラデシュ橋梁局 (BBA)

MORTB が最重要とするモットーは「人や環境に優しい道路開発・運営を行うことはもとより、道路に関するポリシーの形成によって国家経済の発展に寄与する」こととしている。

## (2) MORTB 道路局の組織体制

MORTB 道路局の組織体制及び人員体制を下記に示す。2014 年時点で道路局の職員は 191 人いる。



出典: MORTB Web Site: <http://www.rthd.gov.bd/>

2014 年時点

図 10.2.1 MORTB 道路局の組織図

表 10.2.1 MORTB 道路局の人員体制

Name of Position	Number
Secretary	1
Additional Secretary	1
Joint Secretary /Joint Chief	5
Deputy Secretary/Deputy Chief	12
Senior System Analyst	1
Sr Asset Secretary/Asst. Secretary	19
Sr. Asst. Chief/ Asst. Chief	6
Private Secretary of Secretary	1
Asst.Programmer/Asst. Maint. Engineer	12
Accounting Officer	1
Total of Class I Engineer	59
Total of Class II Engineer	39
Total of Class III Engineer	47
Total of Class IV Engineer	46
Total(All classes)	191

出典: MORTB Web Site 2013年時点  
http://www.rthd.gov.bd/:

## 10.2.2 道路部 (RHD)

### (1) 概要

道路部 (Roads and Highways Department、RHD)は MORTB 道路局の下部組織として 1962 年に創設された。道路部は「バ」国の主要な道路ネットワークの開発、維持管理を担っている。

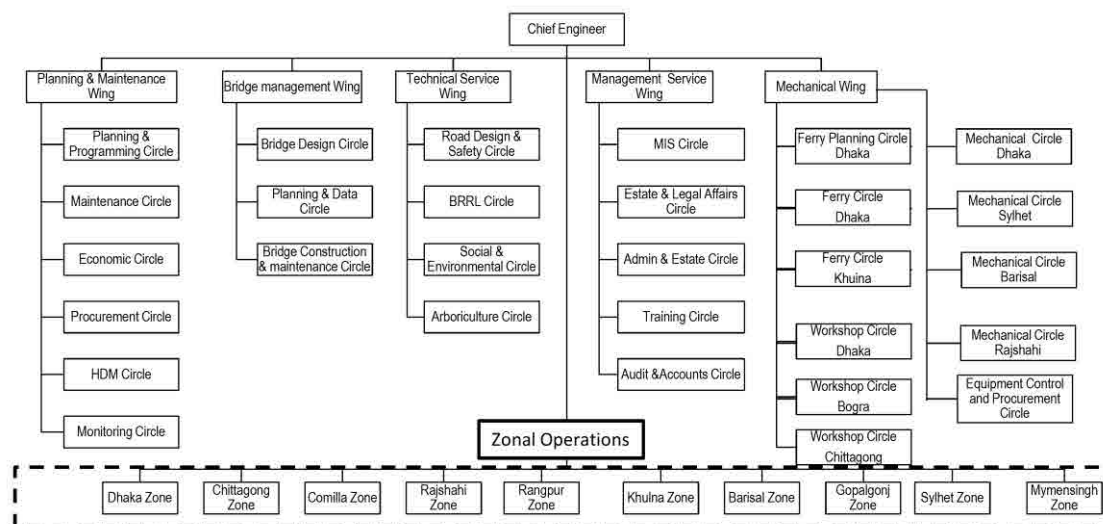
RHD の政策は下記のようにになっている。

「RHD は「バ」国の主要な道路及びその道路構造物に関する開発・運営を計画的に実施すること、またその説明責任を果たすことである」

道路 21,590 kmの道路及び 16,985 の道路構造物をはじめとする RHD の資産は少なくとも BDT4 千 6 百億の価値があると見込まれている。この額は「バ」国の組織の中で最も資産を有した組織であることを示している。「バ」国の物流を支えていくうえでこれを維持していくことは非常に重要である。

### (2) RHD の組織

現在、RHD の組織体制は長である Chief Engineer のもとに 5 つの課と 10 の地方事務所が置かれている。これらの課及び各事務所は Chief Enginnerni 直属の Additional Chief Enginne によって管理されている。また、それらに加え、Chief Engineer の下には外国資本による開発援助プロジェクトのマネジメントのため 8 人の Additional Chief Enginner が置かれている。



出典: RHD Web site

図 10.2.2 RHD の組織図

現在、RHD には 2,143 人の正規雇用職員がいる（クラス1 445 人、クラス2 521 人、クラス3 788 人、クラス4 389 人）。しかしながら 9376 のポストの内、不在となっているポストが 7,233 ある。

表 10.2.2 RHD の職員数

Name of Post	Number
Chief Engineer	1
Additional Chief Engineer	15
Additional Chief Engineer(Reserved)	1
Superintending Engineer	43
Chief Transport Economist	1
Chief Arboriculturist	1
Director(Audit & Accounts)	1
Executive Engineer	102
Executive Transport Economist	1
Executive Arboriculturist	1
Computer System Analyst	1
Deputy Director	1
Reserved - Executive Engineer	9
Sub Division Engineer	120
Sub Division Engineer (Reserved)	10
Sub-Divisional Arboriculturist	1
Assistant Director(Security)	1
Assistant Engineer	125
Account Officer	2
Assistant Arboriculturist	2
Assistant Programmer	1
Statistician	1
Assistant Engineer(Reserved)	4
<b>Total of Class I</b>	<b>445</b>
<b>Total of Class II</b>	<b>521</b>
<b>Total of Class III</b>	<b>788</b>
<b>Total of Class IV</b>	<b>389</b>
<b>Total(All classes)</b>	<b>2,143</b>

出典: RHD Web site (2014 年 10 月 31 日時点)

### 10.2.3 橋梁維持管理に関連する部署

#### (1) 橋梁管理課 (Bridge Management Wing)

橋梁管理課は橋梁の点検、建設、維持管理及びそれらに関わる情報収集等、橋梁に関わるすべての業務を担当している。事業計画段階から施工、維持管理に至るすべての段階で実施面、財務面ともに効率よくマネジメントするために関連部署と連携して業務を実施している。

橋梁管理部は3つの係によって構成されており、係長は Superintending Engineer が務めている。なお、この課の予定人員総数は277人である。

この課の業務は主に下記のような業務がある。

- 橋梁の設計、施工、維持管理に関するマニュアルの発行
- RHDの管理する橋梁に関するデータの収集、管理
- 橋梁維持管理システムの確立
- 橋梁の設計、施工、維持管理に係る調査の実施またそれに関わる委託業社の選定
- 経済分析等の橋梁建設に関わる情報の収集
- 橋梁に関わる事業提案のレビュー
- コンサルタントの選定及びその監督
- 橋梁の開発、管理に関する年間計画、長期計画の策定
- 橋梁事業に関わる事業構想、事業形成、提案書の作成
- 予算の調達
- 橋梁建設、補修に係る事業における施工業者の選定
- 長期的な道路維持管理予算の調達
- 橋梁に関わる月次/年次報告書の作成

#### (2) 計画・維持管理課 (Planning and Maintenance Wing)

計画・維持管理課はRHD管理下の道路、橋梁に関する事業計画立案、調達、維持管理及びモニタリングを実施している。

この課はRHD管轄下の道路の資産価値を維持するため、また予算の有効活用のために道路/橋梁マネジメントシステムを用いて、年間維持管理計画を策定している。

橋梁管理部は6つの係によって構成されており、係長は Superintending Engineer が務めている。なお、この課の予定人員総数は344人である。

この課の役割は下記のようになっている。



- RHD 管轄下の道路及びその道路構造物に関する情報収集、考察、モニタリング
- 事業計画立案時における追加情報の収集
- 予算及び資産活用を最適化する道路開発・維持管理計画分析システムの開発
- 道路開発・維持管理の年間/長期計画の検討
- 投資計画の検討及び上位機関への提案
- 道路ネットワーク開発計画のレビュー
- 分析システムによる分析結果を踏まえた事業構想、事業形成、提案書の作成
- 事業予算の管理
- 大規模な定期維持管理の実施（パッケージ分け、コンサルタントの選定、管理等）
- 他事業部の調達活動の補助
- 財務の中間審査、報告
- 長期的な道路維持管理予算の調達

### (3) 地方事務所 (Zonal Offices)

RHD は全国の道路ネットワークを効率よく管理・運営する為に「バ」国を 9 つの地域に区分し、地方事務所を設置している。施工、点検、維持管理等の実地業務は各地方事務所が主体となって行われている。

地方事務所の役割は下記のようになっている。

- フィールドワークの取りまとめ、報告
- 日常/定期メンテナンスの実施
- 開発事業の実施
- 外国資本の開発援助プログラムの監督
- 橋梁管理課、計画・維持管理課による道路/橋梁調査の支援
- プラント、機材、フェリーの管理・運営
- 自然災害・事故等に対する緊急対策
- 財務及び予算の調達

## 10.3 道路・橋梁維持管理に関する財務状況

### 10.3.1 国家予算

過去7年間の国家予算の収支を表10.3.1に示す。

表 10.3.1 国家予算の収支

Heads	2005-06	2006-07	2007-08	2008-09	2009-10	2010-11	2011-12
<b>Revenue and Receipts</b>	<b>448,680</b>	<b>494,720</b>	<b>605,390</b>	<b>691,800</b>	<b>794,840</b>	<b>951,877</b>	<b>1,183,850</b>
(a) Tax	361,750	392,470	480,120	555,256	639,560	790,524	957,850
(b) Non-tax	86,930	102,250	125,270	136,544	155,280	161,353	226,000
<b>Development Receipts</b>	<b>222,320</b>	<b>212,290</b>	<b>373,350</b>	<b>293,420</b>	<b>355,590</b>	<b>399,610</b>	<b>508,310</b>
(a)Project	74,750	85,290	94,990	111,900	124,800	134,300	207,200
(b)Food and Commodities	39,570	26,690	79,130	39,540	57,540	17,140	29,030
(c)Internal Resources	108,000	100,310	199,230	141,980	173,250	248,170	272,080
<b>Total Receipts</b>	<b>671,000</b>	<b>707,010</b>	<b>978,740</b>	<b>985,220</b>	<b>1,150,430</b>	<b>1,351,487</b>	<b>1,692,160</b>
<b>Revenue Expenditure(gross)</b>	<b>351,544</b>	<b>413,551</b>	<b>521,923</b>	<b>626,760</b>	<b>687,110</b>	<b>771,030</b>	<b>1,029,030</b>
(a)Wage and Salaries	109,965	141,186	155,330	151,060	170,470	204,790	225,350
(b)Commodities and Services	51,525	54,183	82,400	91,640	96,930	169,430	122,220
(c)Transfer	174,369	201,190	265,686	258,890	279,320	322,600	346,420
(d)Other Services	15,685	16,992	18,507	125,170	140,390	134,210	335,040
<b>Development Expenditure</b>	<b>194,720</b>	<b>179,280</b>	<b>185,060</b>	<b>197,000</b>	<b>259,170</b>	<b>328,550</b>	<b>348,500</b>
(a)Agriculture, Flood Control, Water Resource and Rural institutions	40,981	38,022	39,245	53,174	63,424	77,221	75,336
(b)Industry	5,004	4,579	4,725	4,125	4,428	3,518	4,471
(c)Transport and communication	43,157	39,687	40,963	21,811	39,073	41,089	60,096
(d)Other Service	105,578	96,992	100,127	117,890	152,245	206,722	208,597
<b>Total Expenditure</b>	<b>546,264</b>	<b>592,831</b>	<b>706,983</b>	<b>823,760</b>	<b>946,280</b>	<b>1,099,580</b>	<b>1,377,530</b>
Real Public Expenditure	374,058	380,147	416,719	455,827	491,788	531,429	-
Population of Mid Financial Year	138.80	140.60	142.40	144.20	146.20	149.70	-
<b>Per capita Expenditure</b>							
(a)Constant Prices(deflated)	<b>2,695</b>	<b>2,704</b>	<b>2,926</b>	<b>3,161</b>	<b>3,364</b>	<b>3,593</b>	-
(b)Current Prices	3,936	4,216	4,965	5,713	6,473	7,435	-
Total Public Expenditure as % GDP <b>at current market price</b>	13.14	12.55	12.95	13.40	13.63	13.80	-

出典:Statistical YearBook of Bangladesh 2012

単位:百万BDT

表 10.3.1 を見ると過去7年間で国家予算は年々増加していることが見てとれる。その平均増加率は17.7%である。なおそのうち国家開発に配分される予算は全体額の約3分の1である。

### 10.3.2 RHDの道路橋梁維持管理に関する予算

RHDの過去10年の年間予算及びその開発、維持管理別内訳を表10.3.2に示す。2013年度において全予算の内、維持管理にあてられた額は26%であった。

表 10.3.2 過去の RHD の予算及びその内訳

非公表
-----

出典：RHD

RHD が維持管理のために要求した予算と配当された予算の関係表 10.3.3 に示す。要求と配当には大きな剥離がある。

表 10.3.3 維持管理に関する要求額と配当額

非公表
-----

出典：RHD

## 10.4 橋梁維持管理・運営に関する問題点

### 10.4.1 維持管理予算の欠如

「10.3.2 RHD の道路橋梁維持管理に関する予算の推移」で述べたように、RHD が維持管理のために必要としている額と実際の配当には大きな剥離がある。現状の予算では十分な維持管理を実施することは難しく、十分な予算の確保及び効率的な使用を検討する必要がある。

### 10.4.2 不適切な維持管理の実施

「2.5.2 橋梁の損傷状況」で述べたように、「バ」国には床板がひどく損傷している橋梁が多数存在している。床板の補修・補強は簡単で基本的な工法で行えるにもかかわらず、実施されおらず、補修・補強で対策を講じることができない状態まで損傷が進行している。RHD 職員へのヒアリングの結果では、維持管理の予算のほとんどが舗装の補修に使われているという。損傷が

進行するほど、補修費用が高くなり橋梁の供用寿命が短くなることは周知の事実である。よって維持管理予算削減及び橋梁の延命のためには早期補修が重要だといえる。

現状 RHD の予算は十分とは言えない中で、このような維持管理の実施状況は財務状況をさらに圧迫しかねない。よって効率的な維持管理体制の確立が求められる。

### 10.4.3 有効活用されていない BMMS

一般的に途上国の国家財務は限られており、道路維持管理に割り当てられる予算も十分に与えられない。「バ」国も同様の状況であり、限られた予算と人材の中で維持管理業務実施しなければならない。このような状況の中、作業に優先順位をつけることで計画的に作業の実施し、予算の有効活用することが求められる。その過程で BMMS は大きな一助となりうる。

しかしながら現在、適切に活用されているとはいいがたい状態である。

### 10.4.4 過積載車両

過積載車両は橋梁、特に床板に大きな悪影響を与える。前述した床板の損傷の主要原因の一つとも考えられる。道路及び橋梁への悪影響を軽減し、供用寿命を延命する為に、過積載車両を厳格に取り締まる必要がある。なお、その重要性は道路マスタープラン(2009 年)でも説かれている。

## 10.5 効率的な橋梁維持管理に向けた提案

### 10.5.1 安定した道路維持管理予算の確保

上記で記したように、道路・橋梁維持管理の予算は十分に割り当てられているとは言い難く、安定した財源の確保が求められている。道路マスタープラン(2009 年)には安定した維持管理財源確保のための取り組みとして下記のようなことが提案されている。

#### 17.4.1. 道路基金

安定した維持管理財源の確保のために道路維持管理基金の設立が有効であり、その規定の検討する必要がある。期金が設立されるまでの間、「バ」国政府予算より維持管理予算を確保する。

### 10.5.2 計画的な維持管理体制の構築

EBBIP の維持管理能力向上支援によって、下記の成果が見込まれる。

- 橋梁維持管理マニュアルの供与
- 橋梁台帳の更新
- RHD スタッフの教育

このプロジェクトによって「調査」、「損傷の評価」、「維持管理、補修作業の計画」等の技術が向上したことが期待される。これに続き、海外からの技術橋梁支援や海外研修等、実施機関の維持管理能力向上のためにプロジェクトを実施していくべきである。

### 10.5.3 過積載車の規制

過積載車による橋梁の損傷を防ぐため、下記の施策を行うことを提案する。

- 車両総重量 6 トン以上の二軸トラックの輸入禁止
- 過積載取締員の配置
- 定期的な取締りの実施
- 過積載車への罰金

## 10.6 本邦支援の提案

### 10.6.1 橋梁維持管理に係る技術協力プロジェクト

本邦支援として、橋梁維持管理に係る技術協力プロジェクトを実施することを提案する。技術協力プロジェクトの概要を以下に示す。

#### (1) プロジェクトの目的

- RHD の橋梁維持管理能力が向上する。

#### (2) プロジェクトの成果

- 成果 1 : RHD の橋梁維持管理体制が構築される。
- 成果 2 : 橋梁点検・診断マニュアル、橋梁補修・補強マニュアルが整備される。
- 成果 3 : 橋梁マネジメントシステムが構築される。
- 成果 4 : OJT やセミナーを通じて、RHD 職員が 橋梁維持管理業務に必要な知識を高める。

#### (3) プロジェクトの活動

##### 1) 成果 1 : RHD の橋梁維持管理体制が構築される。

- 橋梁維持管理業務の実態を把握し、整理する。
- 橋梁維持管理サイクルの課題を抽出・整理する。
- 橋梁維持管理業務実施体制を検討する。
- 橋梁維持管理サイクルに基づく業務、必要な組織を体系的に整理し、とりまとめる。

2) 成果 2 : 橋梁点検・診断マニュアル、橋梁補修・補強マニュアルが整備される。

- 既存の橋梁維持管理関連マニュアルをレビューし、課題を整理する。
- 橋梁点検・診断マニュアル案をする。
- 橋梁補修・補強マニュアル案を作成する。
- RHD マスタートレーナーが RHD 職員に橋梁維持管理関連マニュアルに関する説明を行う。

3) 成果 3 : 橋梁マネジメントシステムが構築される。

- 既存 BMMS をレビューし、分析する。
- BMS の利用方法を RHD と検討する。
- BMS の機能を定義し、構築する。
- RHD が既存 BMMS の登録データを BMS に移行する。
- BMS マニュアル（管理者編・利用者編）案を作成する。
- RHD の BMS 管理者が RHD 職員に BMS マニュアルの説明を行う。

4) 成果 4 : OJT やセミナーを通じて、RHD 職員が 橋梁維持管理業務に必要な知識を高める。

- 橋梁点検・診断マニュアルを用いて橋梁点検・診断に関する OJT をモデル地区で行う。
- モデル地区の補修対象橋梁の優先度判定を BMS 利用して OJT で行う。
- 橋梁補修・補強マニュアルを用いて橋梁補修・補強工法選定及び費用算出に関する OJT をモデル地区で行う。
- RHD が実施する橋梁補修・補強工事の施工管理に対して専門家が助言を行う。
- 人材育成計画を作成する。

(4) 日本人専門家の投入

- 総括／橋梁維持管理計画
  - 橋梁点検
  - 橋梁健全度評価
  - 橋梁補修・補強
  - 橋梁マネジメントシステム
  - コスト積算
  - 業務調整
-

(5) プロジェクト期間

- 30 ヶ月

10.6.2 耐候性鋼材に係る本邦研修

上記、技術協力プロジェクトに加え、本事業の詳細設計および建設期間に、耐候性鋼材に係る本邦研修を実施することを提案する。本邦研修のプログラム（案）を表 10.6.1 に示す。

表 10.6.1 耐候性鋼材に係る本邦研修プログラム（案）

日		プログラム	滞在
1日目	日	ダッカから東京への渡航	東京
2日目	月	コンサルタントによるプログラムの説明	東京
3日目	火	東京アクアライン、レインボーブリッジ、東京ゲートブリッジ、東京道路ネットワークの視察	東京
4日目	水	コンサルタントによる耐候性鋼材橋の抗議	東京
5日目	木	(AM) 長崎県への移動 (PM) 長崎県における耐候性鋼材橋の視察	長崎
6日目	金	耐候性鋼材橋の設計、建設、維持管理について、運営維持管理機関との協議	長崎
7日目	土	自由時間	長崎
8日目	日	(AM) 新幹線により兵庫県へ移動 (PM) 明石異教大橋の視察	兵庫
9日目	月	(AM) 長大橋の設計、建設、維持管理について、本州四国連絡高速道路株式会社との協議 (PM) 新幹線により東京へ移動	東京
10日目	火	橋梁の設計、建設、維持管理について、国土交通省との協議	東京
11日目	水	(AM) JICA本部においてラップアップミーティング (PM) 自由時間	東京
12日目	木	東京からダッカへの渡航	-

出典：JICA 調査団

10.7 将来の維持管理・運営費

事業対象橋梁及びそのアプローチ道路の供与後に見込まれる維持管理費を表 10.7.1 及び 10.7.2 に示す。舗装のオーバーレイを約 10 年に一度、PC-I 桁橋は 40 年に一度表層の中性化処理を行う必要がある。

表 10.7.1 維持管理・運営費(1)

Bridge Data					O&M Cost		
SN	Bridge ID	Zone	Bridge Name	New Bridge Type	Routine/Periodic maintenance (TAKA/Per Year)	Resurface of Pavement (TAKA/Every 10years)	Concrete Surface Treatment (TAKA/Every 40years)
1	N8_178a	Barisal	Boalia Bazar Bridge	PC-I	1,819,767	6,008,267	4,852,711
2	N509_19a	Rangpur	Sharmamoti Bridge	PC-I	1,223,733	5,393,896	3,263,288
3	N5_119a	Rajshahi	Chanda Bridge	PC-I	1,282,381	8,980,462	3,419,682
4	N5_127a	Rajshahi	Palgari Bridge	PC-I	2,031,720	7,158,819	5,417,920
5	N5_178a	Rajshahi	Bhuyagati Bridge	PC-I	1,604,339	6,667,814	4,278,236
6	N5_235a	Rangpur	Mohosthan Bridge	Steel-I	4,788,497	5,725,054	-
7	N5_120a	Rajshahi	Chanda Bridge	PC-I	1,535,273	3,794,898	4,094,061
8	N5_128a	Rajshahi	Goiihar Bridge	PC-I	1,357,796	7,159,435	3,620,788
9	N5_158a	Rajshahi	Purbodalu Bridge	PC-I	1,570,003	6,491,576	4,186,674
10	N5_265a	Rangpur	Bupinath Bridge	PC-I	1,187,790	5,188,643	3,167,439
11	N5_350b	Rangpur	Barati Bridge	Steel-I	6,043,652	6,020,581	-
12	N8_182a	Barisal	Bakerganj Steel Bridge	PC-I	952,055	5,170,173	2,538,812
13	N7_025a	Gopalganj	Jhuldibazar Bridge	PC-I	919,362	5,419,523	2,451,633
14	N7_039a	Gopalganj	Karimpur Bridge	PC-I	2,645,239	4,870,029	7,053,971
15	N7_049a	Gopalganj	Porkitpur Bridge	PC-I	1,038,449	5,464,160	2,769,198
16	N5_134a	Rajshahi	Nukali Bridge	Steel-I	2,193,765	4,973,925	-
17	N6_97a	Rajshahi	Dattapara Bridge	PC-I	810,802	4,925,440	2,162,137
18	R681_10a	Rajshahi	Horisonkorpur Bridge	PC-I	1,403,340	1,252,396	3,742,240
19	N5_140a	Rajshahi	Jugnidaha Bridge	PC-I	1,247,353	6,661,658	3,326,274
20	N5_118a	Rajshahi	Punduria Bridge	Steel-I	5,761,439	5,768,152	-
21	N704_43a	Khulna	G.K. Bridge	PC-I	1,196,629	6,532,365	3,191,012
22	N7_248c	Khulna	Gora bridge	PC-I	1,057,845	6,608,555	2,820,920
23	N7_054a	Gopalganj	Barashia Bridge	PC-I	2,529,473	6,768,632	6,745,262
24	N5_356a	Rangpur	-	PC-I	731,667	6,226,834	1,951,113
25	N7_246a	Khulna	Balai bridge.	PC-I	1,705,931	7,094,173	4,549,148
26	N8_095a	Gopalganj	Amgram bridge	PC-I	1,220,760	6,275,318	3,255,361
27	N505_2a	Rajshahi	Kazir Hat Bridge	Steel-I	6,151,397	6,302,254	-
28	R548_28b	Rajshahi	Atrai Bridge	Steel-I	7,020,618	2,322,140	-
29	N7_036c	Gopalganj	Kanaipur Bridge	PC-I	1,837,216	6,273,779	4,899,242
30	N7_048a	Gopalganj	Brahmonkanda Bridge	PC-I	1,212,945	7,138,040	3,234,521
31	N5_378a	Rangpur	Gaudangi Bridge	PC-I	1,260,922	5,884,362	3,362,460
32	N7_047a	Gopalganj	Bimankanda bridge	PC-I	3,353,747	11,219,998	8,943,325
33	N5_156a	Rajshahi	Chowkidhoh Bridge	PC-I	1,296,868	6,492,346	3,458,315
34	N5_172a	Rajshahi	Notun Dhoh Bridge	PC-I	1,786,281	5,611,154	4,763,416
35	N5_179a	Rajshahi	Dhatia Bridge	PC-I	1,953,554	5,577,291	5,209,477
36	N5_188a	Rangpur	Ghoga Bridge	PC-I	1,346,313	6,231,451	3,590,167
37	N5_126a	Rajshahi	Vitapara Bridge	Steel-I	3,956,776	6,598,550	-
38	N518_4a	Rangpur	Khorkhori bridge	PC-I	1,201,687	5,078,590	3,204,498
39	N7_141b	Khulna	Buri Bhairab Bridge	PC-I	942,631	6,418,464	2,513,682
40	R720_44a	Khulna	Gurakhali Bridge	PC-I	1,908,299	1,193,393	5,088,797
41	N703_5d	Khulna	Dhopa Ghata Bridge	PC-I	2,716,264	6,661,658	7,243,372
42	R890_45a	Barisal	Dawrey Bridge	PC-I	2,028,806	1,404,777	5,410,150
43	N704_14a	Khulna	Barda Bridge	PC-I	1,863,547	5,696,579	4,969,459
44	N704_33b	Khulna	Balipara Bridge	PC-I	841,062	5,083,208	2,242,831
45	N5_344c	Rangpur	Kharua Vanga Bridge	Steel-I	2,128,858	5,124,766	-
46	N5_382a	Rangpur	Ichamoti Bridge	PC-I	1,452,968	5,688,114	3,874,582
47	N5_360a	Rangpur	Chikii Bridge	PC-I	1,231,886	5,348,720	3,285,029
48	Z5025_55a	Rangpur	Kakra Bridge	Steel-I	7,104,563	2,184,061	-
49	Z5025_64a	Rangpur	Gabura Bridge.	PC-I	2,171,000	1,045,255	5,789,334
50	Z5401_45a	Rangpur	Mathpara Bridge	Steel-I	3,580,421	1,315,855	-
51	Z5072_14a	Rangpur	Bombgara Bridge	PC-I	1,581,142	1,400,361	4,216,380
52	Z5025_60a	Rangpur	Madarganj Bridge	PC-I	2,840,610	1,377,525	7,574,960
53	Z5472_6a	Rangpur	Raktodaho Bridge	PC-I	1,861,403	1,570,300	4,963,741

注) SN(シリアルナンバー)は事業対象候補橋梁 106 橋選定時のランクである。

出典: JICA 調査団



表 10.7.2 維持管理・運営費(2)

Bridge Data					O&M Cost		
SN	Bridge ID	Zone	Bridge Name	New Bridge Type	Routine/Periodic maintenance (TAKA/Per Year)	Resurface of Pavement (TAKA/Every 10years)	Concrete Surface Treatment (TAKA/Every 40years)
54	N5xx_Sa	Rajshahi	Pura Mukto Monch Bridge	PC-I	1,236,551	4,671,472	3,297,471
55	Z5552_10a	Rangpur	Barodia Khali Bridge	Steel-I	2,695,981	1,098,449	-
56	N8_152c	Barisal	Rahamatpur bridge	PC-I	1,432,676	5,681,957	3,820,470
57	N8_127b	Barisal	gounagata bridge	PC-I	1,212,973	4,873,107	3,234,595
58	Z8052_009d	Barisal	Gabtala Steel Bridge	PC-I	1,335,994	1,011,937	3,562,652
59	Z5015_22a	Rangpur	Bahagili Bridge	Steel-I	8,368,083	2,242,802	-
60	Z5701_1a	Rangpur	Anandababur Pool	PC-I	1,015,672	933,816	2,708,458
61	Z5701_9a	Rangpur	Duhuli Bridge	PC-I	1,173,331	971,832	3,128,882
62	R545_115c	Rangpur	Mongle bari kuthibari Bridge	Steel-I	4,083,107	1,583,837	-
63	R760_049c	Khulna	Shakdaha bridge	PC-I	1,754,843	1,689,272	4,679,582
64	N8_123a	Barisal	Souderkhal bridge	PC-I	999,976	4,731,501	2,666,602
65	Z8701_3d	Barisal	Bottala Bridge	PC-I	1,137,004	1,065,077	3,032,011
66	N5_260b	Rangpur	Katakhal Bridge	Steel-I	6,299,360	6,109,854	-
67	N704_27b	Khulna	Bittipara Bridge	PC-I	917,072	6,433,856	2,445,526
68	R750_22c	Khulna	Bhangura Bridge	PC-I	1,933,230	538,720	5,155,281
69	N8_129a	Barisal	Asokoti bridge	PC-I	1,660,726	4,335,157	4,428,603
70	R890_16a	Barisal	Banglabazar Bridge	PC-I	1,598,916	1,096,680	4,263,777
71	R890_21a	Barisal	Box-a-ali Bridge	PC-I	1,220,177	1,160,748	3,253,805
72	R890_28a	Barisal	Borhanuddin Bridge	PC-I	1,374,905	1,119,703	3,666,413
73	R548_40a	Rajshahi	Mohis Mari Bridge	PC-I	1,184,982	1,358,485	3,159,952
74	R451_1a	Rajshahi	Naiori Bridge	PC-I	1,752,092	1,525,347	4,672,244
75	R451_7a	Rajshahi	Chondi Das Bridge	Steel-I	4,046,820	1,602,307	-
76	R550_28b	Rangpur	Bottoli Bridge	Steel-I	3,560,256	1,294,269	-
77	R860_31a	Gopalganj	Paprail Bailey Bridge	PC-I	1,106,709	1,077,440	2,951,225
78	Z8708_1c	Barisal	Afalbarir Khal Bridge	PC-I	1,188,143	936,475	3,168,382
79	N5_458a	Rangpur	-	PC-I	706,562	4,392,107	1,884,166
80	N5_468a	Rangpur	Chawai Bridge	PC-I	1,107,950	5,381,043	2,954,533
81	Z8708_12b	Barisal	Boda Bridge	PC-I	1,747,867	1,287,955	4,660,980
82	Z8033_017a	Barisal	Rayer hat bridge	PC-I	1,817,411	1,005,852	4,846,428
83	R860_34a	Gopalganj	Jajihar Bridge	PC-I	1,587,496	1,195,431	4,233,322
84	R860_44c	Gopalganj	Gazipur Bridge	PC-I	3,712,042	1,624,626	9,898,779
85	R860_53d	Gopalganj	Balar Bazar Bridge	PC-I	2,741,954	1,720,313	7,311,878
86	N8_69a	Gopalganj	Kumar Bridge	PC-I	2,701,180	7,124,957	7,203,146
87	Z6010_12b	Rajshahi	Fallarbil Bridge	PC-I	958,657	1,009,173	2,556,418
88	Z5008_1a	Rangpur	Choto Dhepa bridge.	PC-I	1,406,197	1,191,020	3,749,859
89	Z5024_5c	Rangpur	Shampur Bridge.	PC-I	987,144	920,762	2,632,384
90	Z5025_46a	Rangpur	Bondorer pool Bridge	PC-I	1,765,398	1,064,994	4,707,727
91	Z5040_4a	Rangpur	Khottapara Bridge	PC-I	1,097,748	869,305	2,927,329
92	Z8810_13a	Barisal	Banogram Bridge	PC-I	2,260,519	1,080,306	6,028,050
93	R585_80a	Rangpur	Bhela Bridge	PC-I	1,046,119	1,153,476	2,789,650
94	Z8033_008a	Barisal	Kaljira bridge	PC-I	3,162,779	1,404,712	8,434,079
95	Z8033_019a	Barisal	Masrong bridge	PC-I	1,568,311	885,227	4,182,164
96	Z8034_011a	Barisal	Padarhat bridge	PC-I	1,624,430	864,197	4,331,813
97	Z8044_004a	Barisal	Talukdarhat Bailey Bridge	PC-I	1,245,055	871,207	3,320,145
99	R860_35a	Gopalganj	Shajonpur Bailey Bridge	PC-I	1,130,973	1,077,440	3,015,927
100	Z5041_2a	Rajshahi	Debokbazar Bridge	Steel-I	3,734,209	1,294,240	-
I	N706_14b	Khulna	Jhikorgacha Bridge	PC-I	3,677,161	28,385,926	9,805,761
II	N5_435a	Rangpur	-	PC-I	747,507	10,551,216	1,993,352
III	N704_12c	Khulna	Chandi Pur Bridge	PC-I	835,223	10,612,784	2,227,262
IV	N805_24a	Gopalganj	Garakola Bridge	PC-I	3,724,477	28,502,906	9,931,938
V	R750_25a	Khulna	Tularampur Bridge	PC-I	3,332,813	2,924,480	8,887,501
VI	Z7503_5a	Khulna	Hawai khali Bridge	PC-I	1,406,285	923,520	3,750,093

注) SN(シリアルナンバー)は事業対象候補橋梁 106 橋選定時のランクである。

出典: JICA 調査団

## 11. 概算事業費

---

### 11.1 はじめに

本章においては、予備設計を実施した 105 橋<sup>3</sup>のプロジェクトコストを計算する。

コスト計算の基本条件、ローン及び相手政府分担のコスト構成、コスト計算方法を以下にまとめる。

### 11.2 計算条件

#### (1) コスト計算の時期設定

本コスト計算における主要支払い項目の単価設定は、2014 年 12 月時点での単価とする。

#### (2) 為替レート

本コスト計算で採用される為替レートは、以下のとおりである。

US\$ 1 = Yen 119

US\$ 1 = BDT 77.5

BDT 1 = Yen 1.54

#### (3) ローンでカバーする費用項目

##### 1) 建設工事費

建設工事費は設計数量にそれぞれの単価を乗じる方式で計算する。各橋梁部材の設計数量は橋梁架設地点毎の予備設計、及び数橋の標準橋梁の構造計算により算出する。

##### 2) エンジニアリング費

エンジニアリング費は、エンジニアリング・サービスの TOR に従い外国人及びローカルコンサルタントの MM により計算する。MM はエンジニアリング・サービスのステージ（詳細設計、入札補助、施工管理）ごとに算出する。

---

<sup>3</sup> 第 3 章において、106 橋が選定された。しかしながら、106 橋のうち 1 橋が、他のプロジェクトで建設中であることが確認されたため、105 橋について予備設計を行った。

---

### 3) 予備費

予備費は建設工事費の 10.0 %、及びエンジニアリング費の 5.0 % を考える。

### 4) 物価上昇費

物価上昇率は JICA ガイドラインの既定により、「バ」国における他の ODA 案件を参考にして現地通貨に対して 4.9 %、及び外貨 に対して 2.0 % と設定する。

### 5) 建中金利

プロジェクト実施中に課金される利子は、JICA ローンで負担する。

## (4) 相手国政府の負担費用

### 1) 用地取得及び住民移転関係費

工事開始前に必要な下記費用は、相手国政府負担である。

- 建物移転費
- ユーティリティ移設費
- 用地取得費

### 2) 事務経費

実施機関が本プロジェクトの管理組織を設立運営する費用は相手国政府負担であり、建設費及びエンジニアリング費の合計の 10 %と仮定する。

### 3) 物品税 VAT (Value Added tax)

VAT を規定する法律や SRO booklet (2011 年)により契約金額の 15%が課税されるので、建設費とエンジニアリング費に 15%を上乗せする。

### 4) 輸入関税

品目別に 3%から 25%の税率が課される。本事業において輸入すべき主要な橋梁部材に課税される税率を下表に示す。

表 11.2.1 主要部材の輸入関税率

item	Procured country (generally)	Rate of import tax
Weathering steel girder	Japan	12%
Weathering H.T. bolt	Japan	12%
Elastomeric bearing for STG	Japan	12%
Elastomeric bearing for PCG	China/India	12%

### 5) 法人所得税 (IT)

法人所得税として IT 10.0% が、建設業者及びコンサルタント会社に課税される。

## 11.3 建設工事費

### 11.3.1 主要支払い項目の単価設定

本事業の単価を設定するため、類似プロジェクトで現在実施中である EBBIP の単価を解析検討して設定した。つまり本事業労務・資材・建設機械他の単価は、基本的に EBBIP の 10%増しとした。これは、EBBIP がほぼ 2012 年に入札・工事契約され、その後の物価上昇率を表 11.3.1 に示すよう年率 5%と設定したことによる。

いくつかの単価においては、EBBIP の 10%増しをベースに、現在のマーケットプライスも反映した。また、新しく導入する鋼橋の単価においては、調査団による市場調査に基づき単価を設定した。

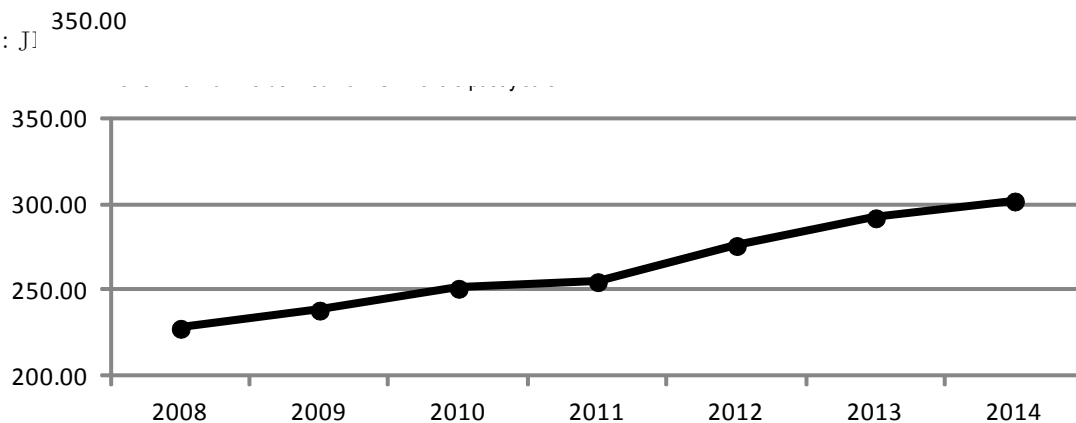
それぞれの単価は外貨 (USD) と内貨 (BDT) で構成され、両通貨の換算合計値に対する外貨比率も算出する。これらの設定された単価を表 11.3.2 にまとめる。

#### 11.3.1 消費者物価指数 (CPI)

Year	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
CPI	228.18	238.73	251.43	255.33	276.34	292.45	302.24
increase		4.6%	5.3%	1.6%	8.2%	5.8%	3.3%
note	from 2012 to 2014						9.4%

- 1 CPI of "Transport & Communication of National" from statistic book Bangladesh
- 2 Base CPI of 1996 as 100
- 3 CPI of 2014 is derived from CPI of the past years

出典：JICA



出典：JICA 調査団

図 11.3.1 消費者物価指数 (CPI)

表 11.3.2 主要支払い項目に対する単価

単価：USD 1.0=BDT 77.5

非公表

### 11.3.2 標準橋梁（18種類）のコスト試算

コスト計算を105橋全て個別に実施することは時間的に無理であるので、表11.3.3に示す18種類の標準的な橋梁につき概略計算により設計数量を算出し、主要橋梁部材ごとの単価を設定した。さらに建設工事費を構成する主要橋梁部材を下記の7種類に分類し、それぞれの単価を設定した。

- I. 上部工
- II. アバットメント
- III. ピアー
- IV. 杭
- V. アプローチ道路
- VI. 応急橋梁架設及び既設橋梁の撤去
- VII. 軟弱地盤対策工

表 11.3.3 概略計算を行う標準橋梁（18種類）

PC-I Girder			Steel-I Girder		
No	Length/Span(m)	Width(m)	No	Length/Span(m)	Width(m)
1	30	9.8	1	40	9.8
2	35	9.8	2	50	9.8
3	40	9.8	3	60	9.8
4	25+25=50	9.8	4	40+40=80	9.8
5	30+30=60	9.8	5	50+50=100	9.8
6	25+25+25=75	9.8	6	60+60=120	9.8
7	30+30+30=90	9.8	7	50+50+50=150	9.8
8	35+35+35=105	9.8	8	60+60+60=180	9.8

出典：JICA 調査団

### 11.3.3 橋梁構成部材の単価

標準18橋梁の概略計算により、7種類の主要橋梁部材の単価が橋梁タイプ（PC-I、鋼橋）別に内貨及び外貨ごとに設定され表11.3.4に示す。さらに建設業者のオーバーヘッドが加算される。

表 11.3.4 主要橋梁部材の単価

非公表

出典：JICA 調査団

#### 11.3.4 105 橋の工事コストの計算

設定された 7 種類の主要橋梁部材の単価と各橋梁の予備設計から算出される設計数量から、全 105 橋の建設工事費を表 11.3.5 及び表 11.3.6 にまとめる。

また、建設工事費の詳細を、表 11.3.7 および表 11.3.8 に示す。

表 11.3.5 建設工事費のまとめ（主要部材別）

非公表

出典：JICA 調査団

表 11.3.6 建設工事費のまとめ (橋梁単価)

非公表

出典：JICA 調査団



表 11.3.7 建設工事費 (105 橋) (1)

非公表

注) SN(シリアルナンバー)は事業対象候補橋梁 106 橋選定時のランクである。

出典: JICA 調査団

表 11.3.8 建設工事費 (105 橋) (2)

非公表

注) SN(シリアルナンバー)は事業対象候補橋梁 106 橋選定時のランクである。

出典：JICA 調査団

## 12. 事業効果

### 12.1 運用効果指標

#### 12.1.1 はじめに

JICA は 2000 年から事業の事業効果を確認・評価するための業績指標として以下二つの指標を導入している。

- 運用指標：事業の運営状況を定量的に測る指標
- 効果指標：事業の効果発現状況を定量的に測る指標

両指標は世界銀行の定義する業績指標の中ではアウトカム指標に相当し、円借款事業においても、運用・効果指標はアウトカム指標としてみなされる。本項では、事業実施による事業効果の計測を念頭に、設定した運用・効果指標について取りまとめをおこなった。

#### 12.1.2 運用効果指標の選定

運用・効果指標は、審査時の実績値（ベースライン）および事業完工の 2 年後を想定し、正当性、信頼性を考慮したうえで、入手可能な情報データから運用・効果指標を設定した。設定した運用・効果指標は下表に示すとおりである。

なお、本指標以外にも橋梁整備後の交通事故件数の減少なども効果指標として考えられるが、「バ」国では橋梁における過年度の事故データが整理されておらず、統計データを用いた定量的な評価が困難であったため除外している。また、本対象橋梁は、橋梁とアクセス道路の車線数が同じであるため、橋梁が走行速度の低下の要因になっていない。そのため、走行速度の改善効果は効果指標に含めていない。

表 12.1.1 運用・効果指標の選定

指標		ベース ライン	事業完工の 2 年後
運用指標	貨物車交通量 (pcu/日)	2014 年	2023 年
	乗用車類交通量 (pcu/日)		
効果指標	橋梁損壊時の迂回に伴う走行経費 (千 taka/年)		
	橋梁冠水時の迂回日数の短縮 (日)		
	交通障害発生確立 (%)		

出典：JICA 調査団

#### (1) 貨物車および乗用車交通量

運用指標として、ベースラインと事業完工 2 年後の貨物車および乗用車交通量を用いた。なお、ベースラインの断面交通量は本調査で実施した交通量調査結果、事業完工 2 年後の交通量は“5 交通需要予測”で示す道路種別別の伸び率を基に算出した。

#### (2) 橋梁損壊時の迂回に伴う走行経費

本対象橋梁は、損傷が大きい橋梁のため経年的な劣化や過積載車両の通行などによる落橋や通行不能となる可能性が高い橋梁である。そのため、1 つ目の効果指標として、落橋および通行不能リスクの解消による「橋梁損壊時の迂回距離」に伴う損失時間・価格（人・物の移動）の解消を効果指標の候補に加えた。

具体的には、現在の橋梁が落橋または通行不能となった場合を想定し、橋梁手前の主要交差点から橋梁通過後の主要な交差点までに要する迂回時と通常時の走行経費の差を、橋梁損壊時の迂回に伴う走行経費と定義して算定を行った。なお、迂回車両が通行できる道路条件を確保するために、県道以上の道路から迂回路を選定した。

#### (3) 橋梁冠水時の迂回日数の短縮（通年通行可能橋梁）

「バ」国は、国土全体の 9 割が海拔 10m 以下の平坦な地形で水はけが悪く、降雨量が多い時には橋梁が冠水して通行不能となることも多い。そのため、2 つ目の効果指標として、50 年確率雨量時の水位を基準として、冠水が想定される橋梁を抽出し、冠水時の通行不能期間を 60 日として橋梁冠水時の迂回日数の短縮を効果指標の候補に加えた。

#### (4) 交通障害発生確立

本対象橋梁は、損傷が大きく落橋等交通障害が発生する確率が非常に高い橋梁が選定されている。そのため、3 つ目の効果指標として交通障害発生確率を加えた。橋齢から交通障害が発生する確率を算出した。

### 12.1.3 運用・効果指標の設定（提案）

ベースライン値および事業完工後の 2 年後の運用・効果指標を下表に示す。

表 12.1.2 運用・効果指標 (提案) (1)

橋梁 No	Division	Bridge ID	Road No	Name of Bridge	道路種別	運用指標 (交通量) 単位PCU/日				橋梁損壊時の迂回に伴う走行経費 (千taka/年)		橋梁冠水時の迂回日数の短縮 (日)		交通障害発生確立 (%)	
						2014		2023		2014	2023	2014	2023	2014	2023
						貨物車	乗用車類	貨物車	乗用車類	2014	2023	2014	2023	2014	2023
2	Rangpur	N509_18a	N509	Shamsati Bridge	National Road	883	2,720	1,059	4,158	N/A	0	60.0	0	58%	0
6		N5_235a	N5	Woksthae Bridge		14,400	20,162	22,017	30,825	31,976	0	0.0	0	66%	0
10		N5_265a	N5	Bupinath Bridge		7,824	11,328	12,054	17,319	60,352	0	60.0	0	58%	0
11		N5_350b	N5	Barati Bridge		2,873	5,334	4,086	3,157	47,334	0	0.0	0	5%	0
24		N5_358a	N5	Shambhu Barati Bridge		2,873	5,334	4,086	3,157	121,459	0	0.0	0	5%	0
31		N5_378a	N5	Gaudanci Bridge		2,481	4,472	3,792	6,834	74,191	0	60.0	0	20%	0
36		N5_188a	N5	Ghogar Bridge		18,549	23,858	28,359	36,173	349,629	0	60.0	0	8%	0
38		N518_4a	N518	Shobdari Bridge		2,481	4,472	3,792	6,834	13,721	0	60.0	0	10%	0
45		N5_344c	N5	Kharobaj Bridge		2,873	5,334	4,086	3,157	47,334	0	0.0	0	5%	0
46		N5_382a	N5	Ichamoti Bridge		2,481	4,472	3,792	6,834	74,191	0	0.0	0	13%	0
47	N5_360a	N5	Chikli Bridge	2,873	5,334	4,086	3,157	121,459	0	60.0	0	5%	0		
66	N5_260b	N5	Establi Bridge	7,824	11,328	12,054	17,319	60,352	0	0.0	0	32%	0		
79	N5_458a	N5	Pathoraj Bridge	1,869	5,947	2,856	9,092	100,668	0	60.0	0	43%	0		
80	N5_488a	N5	Chawai Bridge	4,350	5,549	6,651	3,483	0	0	0.0	0	4%	0		
102	N5_435a	N5	Sattapir Bridge	3,219	6,636	4,923	10,145	97,177	0	0.0	0	10%	0		
82	R545_115c	R545	Shadool Sattapir Bridge	2,250	7,353	3,300	10,780	114,428	0	0.0	0	58%	0		
76	R550_28b	R550	Bottoli Bridge	2,831	5,405	4,296	7,924	3,374	0	0.0	0	14%	0		
93	R585_30a	R585	Bhela Bridge	4,116	5,559	6,036	3,152	33,128	0	60.0	0	8%	0		
48	Z5025_55a	Z5025	Kakra Bridge	1,317	3,480	1,872	4,947	36,428	0	60.0	0	5%	0		
49	Z5025_64a	Z5025	Gabura Bridge	1,317	3,480	1,872	4,947	36,428	0	0.0	0	7%	0		
50	Z5401_45a	Z5401	Matpara Bridge	2,643	6,637	3,756	9,431	130,987	0	60.0	0	5%	0		
51	Z5072_14a	Z5072	Bonjara Bridge	1,119	1,830	1,590	2,598	N/A	0	60.0	0	2%	0		
52	Z5025_60a	Z5025	Madaraj Bridge	1,317	3,480	1,872	4,947	36,428	0	60.0	0	6%	0		
53	Z5472_6a	Z5472	Sakata Doo Bridge	0	184	0	262	N/A	0	60.0	0	1%	0		
55	Z5552_10a	Z5552	Becodia Khali Bridge	872	3,597	954	5,112	13,579	0	60.0	0	0%	0		
58	Z5015_22a	Z5015	Bahagili Bridge	231	1,191	327	1,694	9,955	0	0.0	0	6%	0		
60	Z5701_1a	Z5701	Anandababur Pool	561	3,157	798	4,485	60,520	0	0.0	0	5%	0		
61	Z5701_9a	Z5701	Duhuli Bridge	238	2,227	408	3,166	49,854	0	60.0	0	6%	0		
88	Z5008_1a	Z5008	Shoto Dama Bridge	642	3,813	912	5,419	66,346	0	60.0	0	68%	0		
89	Z5024_5c	Z5024	Shampur Bridge	872	943	954	1,339	N/A	0	0.0	0	20%	0		
90	Z5025_48a	Z5025	Bondocool Bridge	1,374	3,056	1,953	4,342	66,869	0	60.0	0	38%	0		
91	Z5040_4a	Z5040	Shottanara Bridge	1,338	2,287	1,902	3,224	17,120	0	0.0	0	41%	0		
3	Rajshahi	N5_118a	N5	Chanda Bridge	National Road	3,996	7,780	6,108	11,895	85,318	0	0.0	0	52%	0
4		N5_127a	N5	Palgar i Bridge		3,996	7,780	6,108	11,895	400,388	0	60.0	0	41%	0
5		N5_178a	N5	Bhuzanti Bridge		15,087	17,169	23,067	26,249	295,513	0	0.0	0	26%	0
7		N5_120a	N5	Chanda Bridge		3,996	7,780	6,108	11,895	85,318	0	0.0	0	52%	0
8		N5_128a	N5	Golihar Bridge		4,374	6,193	6,687	9,468	359,750	0	60.0	0	41%	0
9		N5_158a	N5	Purbalua Bridge		6,234	9,267	9,531	14,170	123,589	0	0.0	0	48%	0
16		N5_134a	N5	Nukali Bridge		4,374	6,193	6,687	9,468	207,666	0	60.0	0	50%	0
17		N6_97a	N6	Duttaara Bridge		10,221	9,697	15,627	14,827	98,334	0	0.0	0	41%	0
19		N5_140a	N5	Jumidaha Bridge		4,374	6,193	6,687	9,468	161,773	0	0.0	0	26%	0
20		N5_118a	N5	Punduria Bridge		3,996	7,780	6,108	11,895	85,318	0	60.0	0	52%	0
27	N505_2a	N505	Kazir Hat Bridge	243	797	372	1,221	N/A	0	0.0	0	0%	0		
33	N5_158a	N5	Chokidaha Bridge	6,234	9,267	9,531	14,170	123,589	0	60.0	0	50%	0		
34	N5_172a	N5	Motua Dook Bridge	15,087	17,169	23,067	26,249	295,513	0	0.0	0	32%	0		
35	N5_178a	N5	Dhatia Bridge	18,549	23,858	28,359	36,173	349,629	0	60.0	0	26%	0		
37	N5_128a	N5	Vitapara Bridge	3,996	7,780	6,108	11,895	400,388	0	0.0	0	48%	0		
54	N5xx_3a	N5xx	Pura Mado Mado Bridge	6,234	9,267	9,531	14,170	0	0	0.0	0	57%	0		
18	R681_10a	R681	Neelambarpur Bridge	501	953	735	1,398	0	0	0.0	0	NA	0		
28	R548_28b	R548	Atrai Bridge	657	2,414	963	3,537	17,517	0	0.0	0	4%	0		
73	R548_40a	R548	Makis Bari Bridge	570	2,735	837	4,007	41,162	0	60.0	0	1%	0		
74	R451_1a	R451	Naiori Bridge	4,530	12,061	6,642	17,886	60,741	0	60.0	0	17%	0		
75	R451_7a	R451	Choudi Das Bridge	4,530	12,061	6,642	17,886	60,741	0	60.0	0	10%	0		

注 1) 橋梁損壊時の迂回に伴う走行経費は、迂回距離が短縮されない場合を0、島しょ部など迂回路が無い場合・迂回距離が非常に大きく非現実的な場合をNAとした。

2) 交通障害発生確率は、橋齢が不明な場合をNAとした。

3) SN(シリアルナンバー)は事業対象候補橋梁106橋選定時のランクである。

表 12.1.3 運用・効果指標（提案）（2）

橋梁 No	Division	Bridge ID	Road No	Name of Bridge	道路種別	運用指標（交通量）単位PCU/日				橋梁損壊時の迂回に伴う走行経費（千 taka/年）		橋梁冠水時の迂回日数の短縮（日）		交通障害発生確立（％）	
						2014		2023		2014	2023	2014	2023	2014	2023
						貨物車	乗用車類	貨物車	乗用車類						
87	Rajshahi	Z8010_12b	Z8010	Faliabill Bridge	Zilla Road	555	988	789	1,405	9,846	0	60.0	0	10%	0
100		Z5041_2a	Z5041	Dobdibazar Bridge		1,086	2,301	1,542	3,269	24,374	0	60.0	0	10%	0
1		N8_178a	N8	Doolia Bazar Bridge	National Road	4,668	14,486	7,137	22,146	243,013	0	0.0	0	6%	0
12		N8_182a	N8	Emarwal Steel Bridge		4,668	14,486	7,137	22,146	N/A	0	0.0	0	6%	0
26		N8_095a	N8	Amgram bridge		2,895	6,915	4,425	10,571	199,008	0	0.0	0	32%	0
56		N8_152c	N8	Rabatatour bridge		3,102	9,257	4,743	14,153	77,838	0	0.0	0	5%	0
57		N8_127b	N8	zoussata bridge		2,388	7,554	3,851	11,551	32,414	0	0.0	0	3%	0
64		N8_123a	N8	Soudhthal bridge		2,388	7,554	3,851	11,551	32,414	0	60.0	0	5%	0
69		N8_129a	N8	Asokoti bridge		2,388	7,554	3,851	11,551	25,328	0	0.0	0	12%	0
86		N8_89a	N8	Kumar Bridge		5,049	13,224	7,719	20,216	184,918	0	0.0	0	6%	0
104		N805_24a	N805	Sarakola Bridge		7,005	12,596	16,113	49,498	489,556	0	0.0	0	1%	0
42		R890_45a	R890	Dowry Bridge		4,788	11,765	7,020	17,251	76,159	0	0.0	0	8%	0
70		R890_18a	R890	Bazala Bazar Bridge	1,485	3,342	2,178	4,902	17,625	0	0.0	0	7%	0	
71	Barisal	R890_21a	R890	Bokshali Bridge	1,485	3,342	2,178	4,902	4,637	0	60.0	0	8%	0	
72		R890_28a	R890	Shanti Bazar Bridge	1,485	3,342	2,178	4,902	N/A	0	60.0	0	3%	0	
77		R860_31a	R860	Parisi Bazar Bridge	1,494	2,758	2,190	4,044	17,094	0	0.0	0	5%	0	
83		R860_34a	R860	Jajihar Bridge	1,494	2,758	2,190	4,044	17,094	0	60.0	0	6%	0	
84		R860_44c	R860	Gazipur Bridge	1,494	2,758	2,190	4,044	N/A	0	0.0	0	1%	0	
85		R860_53d	R860	Balar Bazar Bridge	1,494	2,758	2,190	4,044	N/A	0	0.0	0	7%	0	
99		R860_35a	R860	Shikona Bazar Bridge	1,494	2,758	2,190	4,044	17,094	0	0.0	0	7%	0	
58		Z8052_009d	Z8052	Debiola Steel Bridge	465	3,407	860	4,843	N/A	0	60.0	0	9%	0	
65		Z8701_3d	Z8701	Bottala Bridge	690	2,870	981	4,081	17,194	0	60.0	0	10%	0	
78		Z8708_1c	Z8708	Algy Bridge	9	1,131	12	1,607	11,065	0	0.0	0	6%	0	
81		Z8708_12b	Z8708	Satani Bridge	705	2,347	1,002	3,335	26,704	0	0.0	0	3%	0	
82		Z8033_017a	Z8033	Malya hat bridge	507	5,203	720	7,392	10,572	0	0.0	0	15%	0	
92		Z8810_13a	Z8810	Mohabhalli bridge	465	3,407	860	4,843	17,711	0	0.0	0	2%	0	
94		Z8033_008a	Z8033	Kalijira bridge	336	3,157	477	4,484	44,056	0	0.0	0	2%	0	
95	Barisal	Z8033_019a	Z8033	Mbarong bridge	1,053	6,438	1,497	9,150	58,381	0	0.0	0	3%	0	
96		Z8034_011a	Z8034	Padarhat bridge	135	2,740	192	3,892	N/A	0	0.0	0	3%	0	
97		Z8044_004a	Z8044	Shakona Bazar Bridge	951	4,175	1,350	5,933	N/A	0	0.0	0	8%	0	
13		N7_025a	N7	Mauldibazar Bridge	8,397	7,623	12,837	11,654	85,444	0	0.0	0	6%	0	
14		N7_039a	N7	Karimpur Bridge	5,826	7,248	8,907	11,082	248,136	0	0.0	0	20%	0	
15		N7_049a	N7	Ponbitour Bridge	5,952	7,148	9,099	10,929	59,049	0	60.0	0	17%	0	
21		N704_43a	N704	Shakona Bazar Bridge	19,731	21,347	30,188	32,636	418,980	0	0.0	0	8%	0	
22		N7_243c	N7	Gora bridge	3,966	3,400	6,083	5,197	N/A	0	0.0	0	13%	0	
23		N7_054a	N7	Barashia Bridge	5,952	7,148	9,099	10,929	21,387	0	0.0	0	14%	0	
25		N7_248a	N7	Balail bridge	3,966	3,400	6,083	5,197	N/A	0	0.0	0	NA	0	
29		N7_036c	N7	Kanapur Bridge	5,826	7,248	8,907	11,082	248,136	0	0.0	0	14%	0	
30		N7_043a	N7	Shakona Bazar Bridge	5,952	7,148	9,099	10,929	59,049	0	60.0	0	14%	0	
32		N7_047a	N7	Shakona Bazar Bridge	5,952	7,148	9,099	10,929	59,049	0	0.0	0	10%	0	
39		N7_141b	N7	Buzi Bazar Bridge	8,391	5,482	12,828	3,384	130,487	0	0.0	0	24%	0	
41	Khulna	N703_3d	N703	Deos Hata Bridge	4,118	15,002	6,294	22,937	8,196	0	60.0	0	20%	0	
43		N704_14a	N704	Barda Bridge	13,029	12,815	19,920	19,596	90,670	0	60.0	0	20%	0	
44		N704_33b	N704	Balipara Bridge	11,283	8,614	17,250	13,169	256,449	0	60.0	0	20%	0	
67		N704_27b	N704	Bittiana Bridge	11,283	8,614	17,250	13,169	378,885	0	60.0	0	20%	0	
101		N706_14b	N706	Milonraha Bridge	12,960	16,324	25,218	55,199	511,050	0	60.0	0	41%	0	
103		N704_12c	N704	Chandi Pur Bridge	13,029	12,815	19,920	19,596	208,814	0	0.0	0	5%	0	
40		R720_44a	R720	Gudhali Bridge	492	1,539	860	2,352	8,104	0	60.0	0	4%	0	
63		R760_049c	R760	Shakdaha bridge	3,438	5,037	5,040	7,388	178,223	0	60.0	0	41%	0	
68		R750_22c	R750	Bhangura Bridge	1,980	4,556	8,430	37,206	126,894	0	60.0	0	41%	0	
105		R750_25a	R750	Tularanua Bridge	1,980	4,556	8,430	37,206	126,894	0	0.0	0	50%	0	
106		Z7503_5a	Z7503	Kasai Bhalli Bridge	3,102	7,575	10,146	41,822	N/A	0	0.0	0	24%	0	

注 1) 橋梁損壊時の迂回に伴う走行経費は、迂回距離が短縮されない場合を0、島しょ部など迂回路が無い場合・迂回距離が非常に大きく非現実的な場合をNAとした。

2) 交通障害発生確率は、橋齢が不明な場合をNAとした。

3) SN(シリアルナンバー)は事業対象候補橋梁 106 橋選定時のランクである。

## 12.2 経済評価

### 12.2.1 概説

本節では、提案された橋梁改修事業の経済的なフィージビリティの評価を実施する。第3章においては、106橋が対象橋梁として選定された。しかしながら、106橋のうち1橋が、他のプロジェクトで建設中であることが確認されたため、当該1橋は除外し、105橋を対象橋梁として経済評価を行う。これらの橋梁の経済評価の方法と結果を以下に述べる。

橋梁整備事業の経済評価は、当該橋梁が改良された場合（with project）と改良されない場合（without project）に伴う経済費用と経済便益の比較によってなされる。

経済評価のインプットとなる各橋梁の交通需要予測は第5章、費用積算は第11章でなされており、これらのデータに基づいて、各橋梁の経済評価を行う。経済評価のインプットとなる各橋梁の交通需要予測は第5章、費用積算は第11章でなされており、これらのデータに基づいて、各橋梁の経済評価を行う。

本調査で採用する経済評価の方法を決定するために、バングラデシュにおける類似事業である東部バングラデシュ橋梁整備事業<sup>4</sup>で採択された方法等をレビューした結果、両調査で採用されて方法論を基本的に採用することとした。

### 12.2.2 経済評価のコンセプトと前提

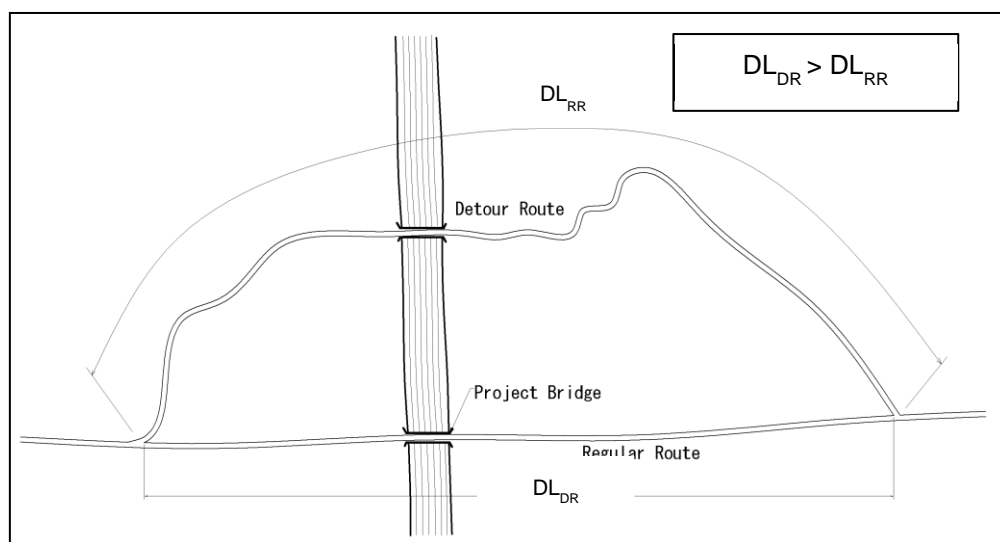
#### (1) アプローチ及び方法論

第3章において西部バングラデシュにある200橋梁を技術的観点等からスクリーニングされた結果、架替が必要な橋梁約100橋（実際は105橋）を選定した。本節では105橋の架替が経済的観点から必要であることを評価することにする。

本節の経済評価の基本的な考え方としては、これら選定された橋梁は現存するわけであるが、これらの橋梁がいつ交通障害を発生するかを、確率モデルに基づき当該橋梁の交通障害発生確率として表し、この確率を踏まえて当該橋梁を建設した場合に経済的にフィージブルかどうかを評価する方法を採用する。

主要な便益は、当該橋梁が交通障害を発生した場合、橋梁利用者は通常利用する橋梁が使えなくなり、その代わりに迂回道路を利用する事を余儀なくされる（without project）ケースと、当該橋梁を架替に事により、通常利用する橋梁のルートを利用出来る（with project）ケースとの、自動車走行費用（VOC）と走行時間費用（TTC）の差から算定される（図12.2.1参照）。この迂回ルートは通常ルートに比べて、当然のことながら利用延長が長く、道路条件等が悪いことにより、走行費用が高く、走行時間が長いと考えられることから、VOC及びTTCの便益が発生し、この便益と積算された建設費から経済費用を算定し、経済評価を行う

<sup>4</sup> “Eastern Bangladesh Bridge Improvement Project” Dec. 2007, JICA (JBIC)



出典: JICA 調査団

図 12.2.1 通常ルートと迂回ルートの走行距離

## (2) 事業実施スケジュール

第 15 章でも述べられている通り、事業実施スケジュールは次の通りである、

- 2015 - 2016 詳細設計
- 2017 コントラクターの調達
- 2018 - 2020 橋梁の建設
- 2021 供用開始

## (3) 評価年次

橋梁の耐用年数は 50 年とそうていしているが、プロジェクトの評価年次を 25 年と仮定した。即ち、2021 年から 2045 年までである。25 年間の評価年次の間に橋梁の経済的なフィージビリティが確かめる必要がある。

## (4) 割引率

バングラデシュの資本機会費用を勘案して、割引率を 12%と設定した。インフラストラクチャープロジェクトで一般的に使われている率である。

## 12.2.3 経済費用の算定

プロジェクトの経済費用は財務費用から次のような要因を勘案して算定された。



- エスカレーション率：プライスインフレーションは建設費及び維持管理費とも考慮していない。
- 事務手数料，VAT 及び輸入税：プロジェクト実施に係る事務手数料、VAT 及び輸入税は除外している。
- 標準変換係数<sup>5</sup>：非交易物及びサービスに係る標準変換係数を 0.80 とした。
- 用地取得・補償費：簡易 RAP における用地取得・補償費用は経済分析において考慮した。
- 建設費及び維持管理費：事業実施スケジュールに従って算定した。

表 12.2.1 経済費用

<h1>非公表</h1>
--------------

出典：JICA 調査団

単位：百万 BDT

## 12.2.4 便益の算定

### (1) 便益の種類

道路・橋梁プロジェクトから派生する便益として、次の項目を取り上げた。

- 自動車走行費用（VOC）の短縮
- 自動車走行時間（TTC）の短縮
- 維持管理費の節約

橋梁の種類により、次のように分類した。

- 永久橋の改築

<sup>5</sup> Standard Conversion Factor (SCF) in Bangladesh was used to 0.80 for road development projects in Bangladesh from 'Shadow Exchange Rates for Project Economic Analysis: Toward Improving Practice', Feb. 2004, ADB

- 簡易橋の改築
- 永久橋の新設

(2) 道路利用者費用 (RUC)

1) 自動車走行費用 (VOC)

VOC の算定にあたっては、「RHD Road User Cost Annual Report for 2004」に基づき、2004 年から 2014 年の IMF データによる消費者物価指数 (CPI) によって補正した。VOC は道路ラフネス指数 (IRI) により変化することから表 12.2.2 に示す VOC を使用した。

表 12.2.2 道路ラフネス別道路走行費用(2014 価格)

	Good	Fair	Bad	V. Bad
IRI	4	6	8	10
Car	19.57	20.75	21.92	23.33
Utility	19.45	21.10	23.48	26.80
Microbus	23.86	25.77	28.03	31.00
Minibus	23.94	25.20	26.42	27.82
Large Bus	28.81	31.33	34.08	37.90
Small Truck	22.66	24.82	27.01	29.40
Medium Truck	27.09	29.36	31.77	34.40
Heavy Truck	29.88	32.38	37.17	40.25
Auto Rickshaw	4.87	5.12	5.42	5.75
Motor Cycle	2.73	2.81	2.86	2.88

出典：“RHD Road User Cost Annual Report by FY 2004/05” and CPI between 2004 and 2014 を基に算出

道路ラフネス (IRI) は道路の表層の種類と状況により変化するため、下表の通り設定した。

表 12.2.3 道路条件別ラフネス

Condition	IRI
Good	4
Fair	6
Bad	8
Very bad	10

出典：JICA 調査団

表 12.2.4 消費者物価指数と物価上昇率

	2004/05	2014/15	Growth Index 2014/2004
CPI	93.423	196.187	2.10

出典：IMF World Economic Outlook, 2014

## 2) 走行時間費用 (TTC)

走行時間費用 (TTC) は道路利用費用 (RUC) の重要な構成要素である。旅行時間費用は、旅行時間の節約が代替社会・経済活動の機会費用に充当されるとの根拠に基づいている。もし、代替活動が貨幣価値を持つものであれば、これは経済評価における道路利用費用 (RUC) に充当することが出来る。表 12.2.5 に車種別走行時間費用を示す。

表 12.2.5 車種別走行費用 (2014 価格)

Vehicle Category	TTC per passenger	Average Occupancy	TTC per Vehicle
	(BDT/hr)	(Person / Veh)	(BDT/hr)
Car	64.9	3.2	207.1
Utility	64.9	3.2	207.1
Microbus	22.9	10.1	231.2
Mini Bus	37.0	32.0	1,182.7
Large Buses	37.0	44.0	1,626.2
Light Truck	-	-	200.0
Medium Truck	-	-	220.2
Heavy Truck	-	-	220.2
Auto Rickshaw	34.4	3.7	128.5
Motor Cycle	48.1	1.1	50.6

出典: “RHD Road User Cost Annual Report by FY 2004/05” and CPI between 2004 and 2014 を基に算出

## (3) 永久橋の便益の算定

通常、ベイリー橋等の簡易橋を除く永久橋を新しく建設した場合の耐用年数は 40 年から 80 年と言われている。橋梁の寿命に関する事例がバングラデシュでは存在しないために、日本の調査事例を準用する。飯塚氏による橋梁寿命の統計的解析によれば、コンクリート橋では平均 50 年、分散 16.7 年の正規分布を持つものと結論されているので、本調査では橋梁の耐用年数を図 12.2.2 に示す正規分布を仮定した。

橋梁の交通障害期間を数量化するために、前出の橋梁寿命の統計分析に基づき、橋梁の交通障害発生確率モデルが確立されている。本調査においても、橋梁の同モデルを適用して、交通障害の便益を算定するために確率モデルを導入することとした。

### 1) 橋梁の交通障害発生確率分布モデル

信頼性理論に基づき、信頼性関数を  $R(t)$  とすると、不信頼性関数  $F(t)$  は次のように表すことが出来る。

$$F(t) = 1 - R(t)$$

従って、交通障害発生確率密度関数  $f(t)$  は次のように表すことが出来る。

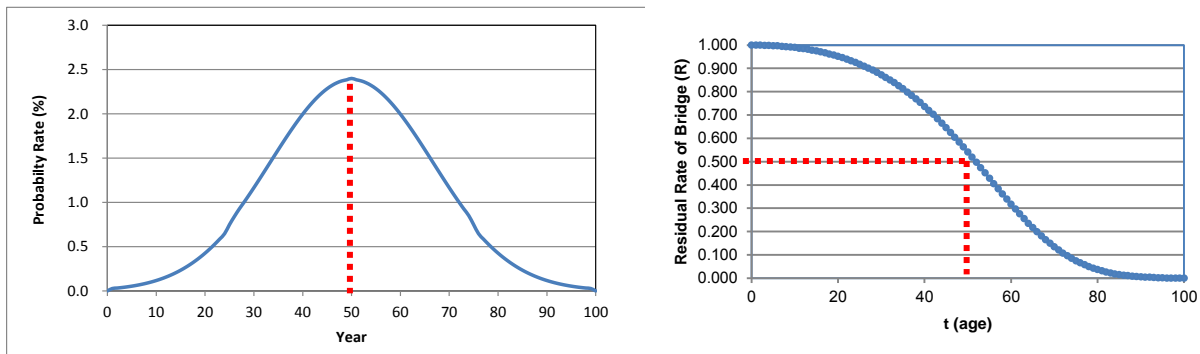
$$f(t) = dF(t)/dt = 1 - dR(t)/dt$$

図 12.2.2 に示される橋梁の信頼性関数  $R(t)$  から  $f(t)$  が算定される。図 12.2.2 に示すように、交通障害発生確率密度関数  $f(t)$  は平均値 50 年、標準偏差 16.7 年の正規分布で近似できる。従って、本調査では平均寿命 50 年と仮定し、新設橋梁の交通障害発生確率関数を次式に示す。

$$f(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\delta} e^{-(t-m)^2/2\delta} = IN [m, \delta^2] = IN [50, 16.7^2]$$

新設橋梁の不信頼性関数  $F(t)$  は、交通障害発生確率密度の累積確率として、次のように表すことができる。

$$F(t) = \int f(t)dt$$

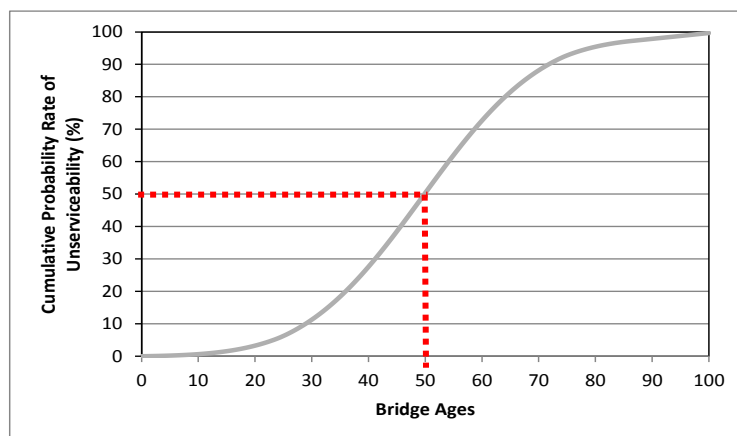


(a) 既設橋梁の交通障害の発生確率密度  
( $R(t)$ )

(b) 交通障害の残存確率密度

出典: Eastern Bangladesh Bridge Improvement Project Dec. 2007, JICA (JBIC)

図 12.2.2 橋梁の交通障害発生確率密度 ( $R(t)$ ) と交通障害の残存確率密度



出典: Eastern Bangladesh Bridge Improvement Project Dec. 2007, JICA (JBIC)

図 12.2.3 橋梁の交通障害発生確率密度の累積分布

図 12.2.3 より橋梁の交通障害発生確率密度の累積確率は劇的に増加する。元の橋梁、橋齢 50 年の橋梁、新設橋梁の交通障害及び簡易橋の交通障害発生確率密度を表 12.2.6 に示す

表 12.2.6 橋齢 50 年、新設橋梁の交通障害発生確率

Year	Original Probability Density (%)	New Bridge (with project) (%)	Bridge age 50 (without project) (%)
51	2.3846	0.0270	4.8862
52	2.3718	0.0323	4.8599
53	2.3506	0.0384	4.8166
54	2.3213	0.0455	4.7565
55	2.2842	0.0538	4.6804
56	2.2396	0.0633	4.5890
57	2.1880	0.0743	4.4833
58	2.1299	0.0868	4.3643
59	2.0660	0.1011	4.2333
60	1.9968	0.1173	4.0915
61	1.9230	0.1356	3.9403
62	1.8453	0.1563	3.7812
63	1.7644	0.1794	3.6154
64	1.6811	0.2052	3.4446
65	1.5959	0.2339	3.2701
66	1.5096	0.2657	3.0933
67	1.4229	0.3007	2.9156
68	1.3364	0.3391	2.7383
69	1.2506	0.3810	2.5625
70	1.1661	0.4265	2.3895
71	1.0835	0.4758	2.2201
72	1.0031	0.5289	2.0554
73	0.9254	0.5858	1.8961
74	0.8506	0.6465	1.7429
75	0.7790	0.7110	1.5962
Total	42.4697	6.2112	87.0225

注：1) ‘Original Probability Density’ の値は図 12.2.2(a)の橋齢による交通障害発生確率

2) ‘New Bridge’ の交通障害発生確率は図 12.2.2(a)の橋齢 1 年からの交通障害発生確率

3) ‘橋齢 50 年 (W/O Project) の交通障害発生確率は図 12.2.2(b)の橋齢 51 年目の交通障害発生確率

出典：Eastern Bangladesh Bridge Improvement Project” Dec. 2007, JICA (JBIC)

## 2) 橋梁の交通障害発生日数

橋梁の交通障害発生期間を算定するために、橋梁建設の所要時間を前出の東部バングラデシュ橋梁整備事業と同様に、次のように仮定した。

$$\text{Log}(M) = 0.5721 \log(L) + 0.043$$

ここに

$M$  : 標準的な橋梁建設所要月数

$L$  : 橋長(m)

従って、橋梁の交通障害発生日数は次の通りとなる。

$$d = f_x M_x (365/12)$$

ここに

$F$  : 橋梁の交通障害発生確率

$D$  : 橋梁の交通障害発生日数

この調査の全ての橋は2年の間に建設されると仮定している。

### 3) 便益の算定式

永久橋の架換によるVOCとTTCの節約便益は次のような式で計算される。

$$B_{xc} = \sum_i [f_0(x) - f_w(x)] \times d \times AADT \times (DL_o \times VOC_{oi} - DL_w \times VOC_{wi})$$

$$B_{xt} = \sum_i [f_0(x) - f_w(x)] \times d \times AADT_{xi} \times \left( \frac{DL_o}{V_{oi}} - DL_w - \frac{DL_w}{V_{wi}} \right) \times TTC_i$$

ここに

$B_{xc}$  : X年のVOCの節約

$B_{xt}$  : X年のTTCの節約

$f_0(x)$  : X年のプロジェクトが実施されない場合の交通障害発生確率

$f_w(x)$  : X年のプロジェクトが実施された場合の交通障害発生確率

$d$  : 橋梁の架替に必要な日数

$AADT_{xi}$  : 車種iのX年の年平均日交通量

$DL_o$  : 迂回路長(km)

$DL_w$  : 通常常時延長(km)

$VOC_{oi}$  : 迂回路長による車種iのVOC(Taka/km)

$VOC_{wi}$  : 通常道路長による車種iのVOC(Taka/km)

$TTC_i$  : 車種iのTTC(Taka/h)

$C$  : 橋梁架換建設費用

$V_{oi}$  : 迂回路の車種iの自動車走行速度(km/h)

$V_{wi}$  : 通常時の車種iの自動車走行速度(km/h)

(4) 簡易橋の架替の便益

1) 簡易橋梁の寿命と交通障害発生確率

永久橋に比べて簡易橋の寿命は短く、交通障害が発生することが想定される。従って、永久橋のように正規分布ではなく、寿命を7年の交通障害発生確率は線形確率とした。短期の物理的な寿命は部材の早期の破損や雨期における橋梁の洗掘等の性質を有している。従って、交通発生確率は等分布で分布するものと仮定した。

簡易橋の橋齢は不明のものが多いために、現在の簡易橋は平均して3年経過しているものと考えた。表 12.2.7 は簡易橋の交通障害発生確率を示したものである。

表 12.2.7 永久橋と簡易橋の交通障害発生確率

Year	New Permanent Bridge (with project) (%)	temporary Bridge (without project) (%)
1	0.0270	25.0000
2	0.0323	25.0000
3	0.0384	25.0000
4	0.0455	25.0000
5	0.0538	14.2857
6	0.0633	14.2857
7	0.0743	14.2857
8	0.0868	14.2857
9	0.1011	14.2857
10	0.1173	14.2857
11	0.1356	14.2857
12	0.1563	14.2857
13	0.1794	14.2857
14	0.2052	14.2857
15	0.2339	14.2857
16	0.2657	14.2857
17	0.3007	14.2857
18	0.3391	14.2857
19	0.3810	14.2857
20	0.4265	14.2857
21	0.4758	14.2857
22	0.5289	14.2857
23	0.5858	14.2857
24	0.6465	14.2857
25	0.7110	14.2857
<b>Total</b>	<b>6.2113</b>	<b>399.9997</b>

出典: Eastern Bangladesh Bridge Improvement Project” Dec. 2007, JICA (JBIC)

簡易橋の再建の期間を次のとおりと仮定した。

表 12.2.8 簡易橋の再建期間

Bridge Length (m)	Period of Restoration (days)
5 - 20	10
20 - 30	20
30 - 50	30
50 - 100	40
100 - 150	50
150 - 200	60
200 - 250	65
250 - 300	70
300 - 350	75
350 -	80

出典: Eastern Bangladesh Bridge Improvement Project” Dec. 2007, JICA (JBIC)

## 2) 簡易橋の架換による便益の計算

永久橋の架換による VOC と TTC の節約便益は次のような式で計算される。

$$B_{xc} = \sum_i [f_0(x) - f_w(x)] \times d \times AADT_{xi} \times \left( \frac{OL_0}{V_{oi}} - DL_w - \frac{DL_w}{V_{wi}} \right) \times TTC_i$$

$$B_{xt} = \sum_i [f_0(x) - f_w(x)] \times d \times AADT_{xi} \times \left( \frac{OL_0}{V_{oi}} - DL_w - \frac{DL_w}{V_{wi}} \right) \times TTC_i$$

ここに

$B_{xc}$  : X 年の VOC の節約

$B_{xt}$  : X 年の TTC の節約

$f_0(x)$  : X 年のプロジェクトが実施されない場合の交通障害発生確率

$f_w(x)$  : X 年のプロジェクトが実施された場合の交通障害発生確率

$d$  : 橋梁の架替に必要な日数

$AADT_{xi}$  : 車種 i の X 年の年平均日交通量

$DL_0$  : 迂回路長(km)

$DL_w$  : 通常時延長(km)

$VOC_{oi}$  : 迂回路長による車種 i の VOC (Taka/km)

$VOC_{wi}$  : 通常道路長による車種 i の VOC (Taka/km)

$TTC_i$  : 車種 i の TTC (Taka/h)

$V_{oi}$  : 回路の車種 i の自動車走行速度(km/h)



$V_w$  : 通常時の車種  $i$  の自動車走行速度(km/h)

### 3) 橋梁拡幅による増加自動車走行費用 (VOC) 及び旅行時間費用 (TTC) の節約

1 車線の橋梁では橋梁の手前で自動車の待機が余儀なくされる。総交通費用は基本的な交通費用と減速、加速、橋梁の手前における待ち時間等から構成される費用から計算することができる。

このような交通費用は次式から計算される。

増加自動車走行費用：

$$VOC = 6.14^{1)} \times 365 (A \cdot 2 \cdot B + C \cdot (D - 2 \cdot B) + E \cdot F)$$

増加旅行時間費用：

$$TTC = 0.0002778^{2)} \times 365 (D \cdot G + 2 \cdot B \cdot H + I \cdot (D - 2 \cdot B) + 2 \cdot B \cdot J)$$

ここに

$VOC$  : 増加自動車走行費用

$TTC$  : 増加旅行時間費用

$A$  : 自動車の遭遇台数

$B$  : 1 日当たりの遭遇台数

$C$  : 遭遇しない台数

$D$  : 平均日交通量

$E$  : 待ち台数

$F$  : 一日当たりの待ち台数

$G$  : 橋梁走行時間

$H$  : 遭遇車両による減速・加速時間 (秒)

$I$  : 遭遇しない車両による減速・加速時間 (秒)

$J$  : 待ち時間 (秒)

上記の式を使用して増加自動車走行費用及び旅行時間便益を算出し、簡易橋架け換えの便益に加える。

### 4) 維持管理費用の節約

簡易橋の維持管理費は日常維持費と定期維持費を含む。簡易橋はトラックの重量や災害等に対して耐久性が欠け、しばしば損傷が発生している。永久橋の建設により維持管理費がほとんどかからないことから、この差額を便益とみなすことが出来る。

#### a) 日常維持費用の節約

日常維持費は簡易橋の床版、手すり、プレート等の清掃、補修、ペンキ塗り等が含まれる。これらのコストは、2007年調査では下記のように積算された。この積算値を基に、2007年から2014年の消費者文化指数 (CPI) により調整すると表 12.2.9 の通りとなる。

1) Basic representative VOC (Taka/km)

2) Basic representative TTC (Taka/sec)

表 12.2.9 必要維持管理費

Type of Bridge	Maintenance Cost (2007)	Maintenance Cost (2014)
1. Bailey	7,269	15,265
2. Concrete	727	1,527
3. Steel	2,544	5,342

出典: Eastern Bangladesh Bridge Improvement Project

b) 定期維持管理費

定期維持管理費は橋台、橋脚、床版等の交換・取り替え等が含まれる。定期維持管理費はコンクリート橋やスチール橋では概ね無視できると仮定した。

各橋梁タイプの維持管理費は次のように表すことができる。

表 12.2.10 簡易橋定期管理費用

単位: 1,000TAKA

Bridge Elements	Replacement Frequency (Years)	Bridge Length (m)							
		30	40	50	80	100	150	200	250
Abutments	15	600	600	600	600	600	600	600	600
Piers	10,20	190	380	570	953	1144	1716	2282	3035
Deck	5,10,15,20,25	1730	2271	2953	4697	5729	8651	11593	14144

出典: Eastern Bangladesh Bridge Improvement Project

12.2.5 経済評価の結果

105 橋の経済評価の結果を表 12.2.12 から 12.2.14 に示す。表 12.2.11 は北と南の橋梁のパッケージ及び全 105 橋の経済評価を示したものである。この結果を見る限り、すべて 105 橋のプロジェクト、北部及び南部、全 105 橋は提案されたスケジュールに従って事業実施すべきであると結論される。

表 12.2.11 パッケージ・全橋梁の経済評価の結果

Region	No. of Bridges	EIRR (%)	BCR	NPV (Million BDT)
Northern Package	55	26.54%	3.23	302.97
Southern Package	50	26.81%	3.19	288.90
Average	105	26.67%	3.22	298.09

出典: JICA 調査団

表 12. 2. 12 橋梁別経済評価結果(1)

SN	Bri_ID	Zone	Existing Bridge data				AADT in 2021	New Bridge data			EIRR	BCR	NPV
			Structure Name	Bridge Type	Total length (m)	Width (m)		Bridge type	Total length (m)	Width (m)			
1	N8_178a	Bansal	Boalia Bazar Bridge	Bailey with Steel Deck,	39.7	4	43,628	Steel-I	120	10.4	24.4%	2.4	176.4
2	N509_19a	Rangpur	Shamamoti Bridge	RCC Girder Bridge, Bailey with Steel Deck	56.2	6	8,418	Steel-I	50	10.4	27.9%	3.0	229.0
3	N5_119a	Rajshahi	Chanda Bridge	RCC Girder	43.3	7.1	26,223	Steel-I	160	10.4	35.0%	3.99	268.0
4	N5_127a	Rajshahi	Palganj Bridge	RCC Girder	43.2	6.9	26,223	Steel-I	90	10.4	50.4%	7.8	1,138.9
5	N5_176a	Rajshahi	Bhuyagati Bridge	RCC Girder	72.8	7.2	59,956	PC-I	70	10.4	50.9%	7.96	965.6
6	N5_235a	Rangpur	Mohoshian Bridge	RCC Girder	77.3	7.2	65,103	PC-I	80	10.4	18.8%	1.7	206.4
7	N5_120a	Rajshahi	Chanda Bridge	RCC Girder	41.4	7.1	26,223	PC-I	60	10.4	31.7%	3.46	243.1
8	N5_128a	Rajshahi	Golihar Bridge	RCC Girder	43.7	7	27,019	PC-I	65	10.4	54.0%	8.9	998.1
9	N5_158a	Rajshahi	Purbotalua Bridge	RCC Girder	70	7	33,864	PC-I	40	10.4	37.5%	4.6	474.0
10	N5_265a	Rangpur	Bupinath Bridge	RCC Girder	42.2	7.1	36,623	PC-I	65	10.4	18.6%	1.6	59.9
11	N5_350b	Rangpur	Barati Bridge	RCC Girder	135.4	7.2	16,319	PC-I	30	10.4	13.2%	1.1	39.0
12	N8_182a	Bansal	Bakerganj Steel Bridge	Bailey with Steel Deck,	33.6	4	43,628	PC-I	65	10.4	13.7%	1.2	17.0
13	N7_025a	Gopalganj	Jhulibazar Bridge	RCC Girder	27.4	7.2	28,937	PC-I	35	10.4	36.3%	4.37	283.4
14	N7_039a	Gopalganj	Karimpur Bridge	RCC Girder	51.65	7	23,956	Steel-I	130	10.4	55.0%	9.14	1,367.9
15	N7_049a	Gopalganj	Porkipur Bridge	RCC Girder	24.7	7	24,398	Steel-I	100	10.4	36.5%	4.06	296.6
16	N5_134a	Rajshahi	Nukali Bridge	RCC Girder	44.8	7.3	27,019	Steel-I	40	10.4	39.5%	5.07	688.8
17	N6_97a	Rajshahi	Dattapara Bridge	RCC Girder	30	6.9	39,380	Steel-I	170	10.4	37.4%	4.65	375.1
18	R681_10a	Rajshahi	Horisonkorpor Bridge	Bailey with Steel Deck,	39.3	3.4	6,360	Steel-I	160	10.4	17.5%	1.65	67.6
19	N5_140a	Rajshahi	Jugdindha Bridge	RCC Girder	53	8.6	27,019	Steel-I	80	10.4	55.6%	9.5	987.1
20	N5_118a	Rajshahi	Purduna Bridge	RCC Girder	82	7	26,223	Steel-I	80	10.4	22.2%	2.07	401.4
21	N704_43a	Khulna	-	RCC Girder	31.5	7.15	87,639	PC-I	60	10.4	31.6%	3.6	293.3
22	N7_240c	Khulna	Gora bridge	RCC Girder	25.7	9.4	16,875	PC-I	30	10.4	41.2%	4.83	272.2
23	N7_054a	Gopalganj	Barashia Bridge	RCC Girder	82.6	7.8	24,398	PC-I	40	10.4	40.8%	4.76	282.3
24	N5_356a	Rangpur	-	RCC Girder	20.7	7.2	16,319	PC-I	150	10.4	23.1%	2.2	75.5
25	N7_246a	Khulna	Bala bridge	RCC Girder	56	9.54	16,875	PC-I	40	10.4	30.5%	3.06	231.3
26	N8_095a	Gopalganj	Amgram bridge	RCC Girder	37	7	20,924	PC-I	60	10.4	42.7%	5.7	493.7
27	N505_2a	Rajshahi	Kazir Hat Bridge	Truss with Steel Deck,	135.2	4.3	6,552	PC-I	80	10.4	12.5%	1.05	18.7
28	R548_28b	Rajshahi	Atra Bridge	Truss with Steel Deck,	140.08	4	13,712	PC-I	90	10.4	12.5%	1.06	29.2
29	N7_036c	Gopalganj	Kanapur Bridge	RCC Girder	27.5	7.1	23,956	PC-I	105	10.4	39.7%	4.72	401.5
30	N7_040a	Gopalganj	Brahmonkanda Bridge	RCC Girder	24.9	7	24,398	PC-I	40	10.4	23.6%	2.17	131.6
31	N5_378a	Rangpur	Gaudangi Bridge	RCC Girder	53.9	7.2	15,777	PC-I	30	10.4	21.8%	2.0	106.9
32	N7_047a	Gopalganj	Bimankanda bridge	RCC Girder	50	7	24,398	PC-I	55	10.4	24.7%	2.37	299.0
33	N5_156a	Rajshahi	Chowkidhoh Bridge	RCC Girder	43	7.5	33,864	PC-I	60	10.4	50.3%	7.7	730.3
34	N5_172a	Rajshahi	Notun Dikh Bridge	RCC Girder	43.3	7.6	59,956	PC-I	60	10.4	51.7%	8.2	936.5
35	N5_179a	Rajshahi	Dikata Bridge	RCC Girder	54.1	7.5	75,808	PC-I	55	9.8	47.6%	7.0	852.2
36	N5_188a	Rangpur	-	RCC Girder	52	7	75,808	PC-I	60	9.8	52.0%	8.23	779.8
37	N5_126a	Rajshahi	Vitapara Bridge	RCC Girder	59.1	7.1	26,223	PC-I	40	9.8	40.5%	5.3	1,350.5
38	N518_4a	Rangpur	Khorkhon bridge	RCC Girder	49.5	5.2	15,777	PC-I	65	10.4	15.7%	1.3	36.2
39	N7_141b	Khulna	Bun Bharab Bridge	RCC Girder	30.9	8.7	27,408	PC-I	50	10.4	56.1%	8.52	516.3
40	R720_44a	Khulna	Gurakhali Bridge	RCC Girder	33	4.8	6,296	PC-I	55	10.4	29.5%	3.82	414.6
41	N703_Sd	Khulna	Ditopa Ghata Bridge	RCC Girder	134.5	6.1	48,166	PC-I	60	10.4	13.4%	1.1	18.8
42	R890_45a	Bansal	-	Bailey with Steel Deck,	62.3	5.03	35,725	PC-I	35	10.4	30.2%	3.78	345.4
43	N704_14a	Khulna	Barda Bridge	RCC Girder	97.9	7.2	51,144	PC-I	35	10.4	32.5%	3.6	290.0
44	N704_33b	Khulna	Balipara Bridge	RCC Girder	26	7.2	38,806	PC-I	30	10.4	51.4%	8.1	480.3
45	N5_344c	Rangpur	-	RCC Girder	26.2	7.1	16,319	PC-I	30	10.4	15.1%	1.3	41.1
46	N5_362a	Rangpur	Ichamoti Bridge	RCC Girder	55	7.8	15,777	PC-I	60	10.4	23.9%	2.27	119.5
47	N5_360a	Rangpur	Chikli Bridge	RCC Girder	49.2	7.1	16,319	PC-I	60	10.4	26.0%	2.60	175.8
48	Z5025_55a	Rangpur	Kakra Bridge	Bailey with Steel Deck,	153.9	4.3	12,147	PC-I	65	10.4	13.6%	1.17	72.7
49	Z5025_64a	Rangpur	Gabura Bridge	Bailey with Steel Deck,	73.6	4.2	12,147	PC-I	60	10.4	16.7%	1.46	59.9
50	Z5401_45a	Rangpur	-	Bailey with Steel Deck,	61.8	4.3	26,517	PC-I	35	10.4	18.6%	1.69	170.3
51	Z5072_14a	Rangpur	Bombgara Bridge	Bailey with Steel Deck,	57.8	5	8,022	PC-I	35	10.4	19.1%	1.83	87.0
52	Z5025_60a	Rangpur	Madanganj Bridge	Truss with Steel Deck, Bailey with Steel Deck,	87	4.2	12,147	PC-I	30	10.4	59.3%	10.14	1,553.4
53	Z5472_9a	Rangpur	-	Bailey with Steel Deck,	60.9	4.9	536	PC-I	70	10.4	12.3%	1.03	4.3

注)SN(シリアルナンバー)は事業対象候補橋梁 106 橋選定時のランクである。  
出典: JICA 調査団

表 12. 2. 13 橋梁別経済評価結果(2)

SN	Bri_ID	Zone	Existing Bridge data				AADT in 2021	New Bridge data			EIRR	BCR	NPV
			Structure Name	Bridge Type	Total length (m)	Width (m)		Bridge type	Total length (m)	Width (m)			
54	N5cc_5a	Rajshahi	Pura Mukto Monch Bridge	Steel Beam & RCC Slab,	39.1	5.6	33,864	PC-I	35	9.8	15.1%	1.28	27.0
55	Z552_10a	Rangpur	Barodia Khali Bridge	Bailey with Steel Deck,	52.5	4	11,071	PC-I	50	9.8	14.6%	1.28	53.6
56	N8_152c	Bansal	Rahamatpur bridge	PC Girder	56.9	7.1	26,885	PC-I	35	9.8	29.7%	3.1	235.9
57	N8_127b	Bansal	gounagata bridge	RCC Girder	33.7	7.2	21,888	PC-I	35	9.8	14.0%	1.2	20.1
58	Z8052_009a	Bansal	Gabala Steel Bridge	Bailey with Steel Deck,	22.8	3.9	13,148	PC-I	90	9.8	23.3%	2.33	122.1
59	Z5015_22a	Rangpur	-	Bailey with Steel Deck,	189	5.3	5,079	PC-I	95	9.8	13.4%	1.14	70.1
60	Z5701_1a	Rangpur	Anandababur Pool	Bailey with Steel Deck,	24.39	4.04	9,398	PC-I	40	9.8	18.5%	1.78	104.4
61	Z5701_9a	Rangpur	Duhuli Bridge	Bailey with Steel Deck,	37.37	4.52	6,468	PC-I	35	9.8	25.7%	2.88	160.3
62	R545_113c	Rangpur	Mongle Bari kuhiban Bridge	RCC Girder	78.8	7.1	25,859	PC-I	60	9.8	21.2%	2.17	291.3
63	R760_049c	Khulna	Shakdaha bridge	RCC Girder	36.1	7.1	19,857	PC-I	75	9.8	39.8%	6.16	629.0
64	N8_123a	Bansal	Soudenkhal bridge	RCC Girder	30.8	8.6	21,888	PC-I	50	10.4	13.6%	1.1	11.3
65	Z8701_3d	Bansal	Botola Bridge	Bailey with Steel Deck,	22	4.01	8,871	PC-I	50	10.4	26.5%	2.10	156.3
66	N5_260b	Rangpur	Katakhal Bridge	RCC Girder	158.6	7.3	36,623	PC-I	60	10.4	13.5%	1.1	52.8
67	N704_27b	Khulna	Bitpara Bridge	RCC Girder	33.5	7.3	38,806	PC-I	40	10.4	22.9%	2.2	86.8
68	R750_22c	Khulna	Bhangura Bridge	RCC Girder	31.2	4.3	11,344	PC-I	130	10.4	53.3%	10.74	1,345.6
69	N8_129a	Bansal	Asokot bridge	RCC Girder	27.4	7.2	21,888	PC-I	40	10.4	12.6%	1.1	6.3
70	R890_16a	Bansal	-	Bailey with Steel Deck,	37.7	4.1	10,557	PC-I	60	10.4	14.3%	1.23	22.3
71	R890_21a	Bansal	-	Bailey with Steel Deck,	24.55	4.15	10,557	PC-I	40	10.4	16.9%	1.56	50.4
72	R890_28a	Bansal	-	Bailey with Steel Deck,	30.85	4.22	10,557	PC-I	50	10.4	14.4%	1.25	22.3
73	R548_40a	Rajshahi	Mohis Mani Bridge	Bailey with Steel Deck,	33	4.1	9,118	PC-I	35	10.4	25.7%	2.92	178.2
74	R451_1a	Rajshahi	Naiori Bridge	Bailey with Steel Deck,	50	8.2	33,811	PC-I	30	9.8	25.5%	2.87	206.2
75	R451_7a	Rajshahi	Chondi Das Bridge	Bailey with Steel Deck,	50.2	8.3	33,811	PC-I	50	9.8	17.3%	1.82	152.7
76	R550_28b	Rangpur	Botola Bridge	RCC Girder	65.4	6.9	18,585	PC-I	40	9.8	15.9%	1.44	97.9
77	R860_21a	Gopalganj	Paprali Bailey Bridge	Bailey with Steel Deck,	28.89	4.8	9,924	PC-I	50	10.4	12.4%	1.04	3.7
78	Z8708_1c	Bansal	-	Bailey with Steel Deck,	26	4	3,381	PC-I	35	20.8	15.3%	1.35	33.0
79	N5_458a	Rangpur	-	Steel Beam & RCC Slab,	28.5	7.1	18,700	PC-I	40	10.4	13.5%	1.1	15.9
80	N5_488a	Rangpur	Chawai Bridge	RCC Girder	49.3	7.1	21,549	PC-I	65	10.4	21.4%	2.0	86.2
81	Z8708_12b	Bansal	-	Bailey with Steel Deck,	51	3.8	9,423	PC-I	30	10.4	13.4%	1.15	24.4
82	Z8033_017a	Bansal	Raiyer hat bridge	RCC Girder	42.4	4.3	14,378	PC-I	50	10.4	12.4%	1.04	6.0
83	R860_34a	Gopalganj	Jajihar Bridge	Bailey with Steel Deck,	33.5	4.8	9,924	PC-I	100	10.4	13.8%	1.17	18.6
84	R860_44c	Gopalganj	Gazipur Bridge	Bailey with Steel Deck,	111.2	5	9,924	PC-I	35	10.4	17.1%	1.52	138.1
85	R860_53d	Gopalganj	Balar Bazar Bridge	Bailey with Steel Deck,	93	4	9,924	PC-I	60	10.4	18.0%	1.62	111.7
86	N8_69a	Gopalganj	Kumar Bridge	RCC Girder	110	8.9	38,602	PC-I	120	10.4	33.4%	3.83	698.6
87	Z8010_12b	Rajshahi	Falarihi Bridge	RCC Girder	21.7	4.7	4,739	PC-I	60	9.8	18.1%	1.66	54.9
88	Z5008_1a	Rangpur	Choto Dhepa bridge.	Steel Beam & RCC Slab,	42.2	4.05	14,589	PC-I	60	9.8	21.6%	2.0	93.3
89	Z5024_5c	Rangpur	Shampur Bridge.	RCC Girder	22.3	4	4,255	PC-I	115	9.8	21.1%	1.98	70.1
90	Z5025_46a	Rangpur	Bondorer pool Bridge	RCC Girder	45.7	3.7	10,980	PC-I	50	9.8	24.0%	2.58	165.2
91	Z5040_4a	Rangpur	-	RCC Girder	26.9	4.8	8,563	PC-I	40	9.8	15.6%	1.35	32.1
92	Z8810_13a	Bansal	Madhabkhal bridge	Bailey with Steel Deck,	50	4.25	13,148	Steel-I	160	10.4	14.6%	1.27	42.1
93	R585_80a	Rangpur	Binela Bridge	Bailey with Steel Deck,	24.9	8.4	21,016	PC-I	60	10.4	42.9%	6.90	339.2
94	Z8033_008a	Bansal	Kalipa bridge	Bailey with Steel Deck,	105.4	5	9,558	PC-I	60	10.4	14.2%	1.21	48.1
95	Z8033_019a	Bansal	Masrong bridge	Bailey with Steel Deck,	31.3	3.9	15,790	Steel-I	80	9.8	13.9%	1.18	17.5
96	Z8034_011a	Bansal	Padarhat bridge	Bailey with Steel Deck,	33.7	4.5	12,683	Steel-I	80	9.8	14.9%	1.29	31.2
97	Z8044_004a	Bansal	Talukdarhat Bailey Bridge	Bailey with Steel Deck,	30.7	4.1	13,755	Steel-I	170	9.8	19.0%	1.75	66.7
99	R860_35a	Gopalganj	Shajonpur Bailey Bridge	Bailey with Steel Deck,	30.6	5.1	9,924	Steel-I	60	9.8	12.2%	1.02	3.4
100	Z5041_2a	Rajshahi	Debokibazar Bridge	Bailey with Steel Deck,	60	4.2	9,425	Steel-I	200	9.8	12.3%	1.03	6.8
I	N706_14b	Khulna	Jhikorgacha Bridge	RCC Girder	118.67	7.3	50,364	PC-I	105	20.8	32.4%	3.65	1,083.3
II	N5_435a	Rangpur	-	RCC Girder	38.3	7.8	22,216	PC-I	40	10.4	20.0%	1.78	63.5
III	N704_12c	Khulna	Chandi Pur Bridge	RCC Girder	24.2	7.5	51,144	PC-I	30	10.4	45.3%	5.73	372.3
IV	N805_24a	Gopalganj	Garakola Bridge	PC Girder	105.05	10	33,111	PC-I	110	20.8	45.7%	6.37	1,289.0
V	R750_25a	Khulna	Tularampur Bridge	RCC Girder	91.5	8.23	11,344	PC-I	95	20.8	42.1%	6.74	1,120.4
VI	Z7503_5a	Khulna	Hawai khali Bridge	RCC Girder	26.1	7.9	19,184	PC-I	30	20.8	16.7%	1.46	57.2

注)SN(シリアルナンバー)は事業対象候補橋梁 106 橋選定時のランクである。

出典: JICA 調査団

## 13. 環境社会配慮

---

### 13.1 環境社会配慮

#### 13.1.1 環境社会配慮に影響を与える事業コンポーネントの概要

西部 5 地域（ロングプール、ラッシャヒ、ゴパルゴンジ、クルナ、ボリシャル）を対象に、構造上に大きな損傷を有しており利用者の安全に影響を及ぼす 105 橋が改修候補として選定された。本事業は、これらを改修し、安全性の向上と交通渋滞の緩和を図ることを目的に実施されるものである。

#### 13.1.2 ベースとなる環境及び社会の状況

##### (1) 気候・気温

「バ」国では、地域により多少の差はあるもののほぼ同じ気候である。北東地域は北西地域より降水量が多い。気温もまた、北東地域から南西地域では多少違う。沿岸部の南東地域においては、夜間、雷雨に見舞われることもある。

最高気温は 5 月から 10 月にかけては 31～34℃となり、最低気温は 11 月から 2 月にかけて 11～16℃となる。冬季（11 月～1 月）は寒くて乾燥した日々が続き、春季（2 月～3 月）は過ごしやすく、夏季（3 月～5 月）は乾燥した暑さとなり、モンスーンの時期（6 月～9 月）は湿度の高い気候となる。4 月から 5 月にかけては、最高気温が 40℃まで上昇する地域もある。クルナ、ラッシャヒ、及びボリシャルの観測地点で計測された記録を表 13.1.1 に示す。

表 13.1.1 クルナ、ラッシャヒ、ボリシャル地域の月間降水量と気温

月	クルナ		ラッシャヒ		ボリシャル	
	気温 ℃	降水量 (mm)	気温 ℃	降水量 (mm)	気温 ℃	降水量 (mm)
1月	25.7	12	24.5	11	25.6	8
2月	28.4	40	27.7	17	28.2	27
3月	33.1	57	33.3	24	32.2	56
4月	34.7	85	36.3	63	33.3	128
5月	34.2	192	35.0	137	33.0	230
6月	32.8	335	33.5	257	31.7	409
7月	31.8	349	32.1	327	30.9	408
8月	31.7	336	32.3	268	30.9	370
9月	32.0	269	32.2	297	31.5	268
10月	32.0	136	31.7	113	31.5	162
11月	29.9	33	29.3	17	29.6	53
12月	26.6	5	25.8	12	26.6	15
年平均	31.2	1,849	31.2	1,543	30.4	2,134

出典：Bangladesh Bureau of Statistics (BBS) 2012: Average of 2006 and 2007

## (2) 地形・地質

「バ」国の西部地域はメグナ、ティスタ、ジャムナ、ガンジス河の氾濫原にあり凸状の背と凹状の盆地で構成されている。中央北地域のボグラ、北西地域のラッシャヒ、ロングプール、ディナジプールは平坦、又は緩やかな段丘で構成されている。

かつてロングプール、ディナジプール、ラッシャヒ県の緩やかな段丘には、落葉性の沙羅の木が生い茂り、「バ」国森林局 (BFD) によって管理されていた。現在、この森は雨水の利用、及び灌漑水を利用した水田開発のため激減した。沙羅の木の森の面影は、ロングプール県のバリンド地方、ロングプールとラッシャヒ県に散在するだけになった。

## (3) 大気質

105 の対象橋梁地点で実施した計測結果によれば、主な汚染物質は吸引性の浮遊粉塵、ガス状の一酸化炭素、二酸化炭素、窒素酸化物、二酸化硫黄である。表 13.1.2 に環境基準値を示す。

表 13.1.2 「バ」国大気質環境基準値

No.	地域別	浮遊粒状物質 PM <sub>10</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	二酸化硫黄		一酸化炭素		窒素化合物	
			$\mu\text{g}/\text{m}^3$	ppm	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	ppm	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	ppm
1	工場を主とする地域	500	120	0.045	5,000	4.36	100	0.053
2	商業を主とする地域	400	100	0.038	5,000	4.36	100	0.053
3	住宅地域、郊外	200	80	0.030	2,000	1.75	80	0.043
4	特別な配慮を必要とする地域	100	30	0.011	1,000	0.87	30	0.016

. 出典: Environment Conservation Rules, 1997

PM<sub>10</sub> の環境基準値は工場を主とする地域では 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、特別な配慮を必要とする地域では 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ とされている。今回計測した 48 地点（計測地点の 45.3%）では基準値の下限 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  以下で 7 地点だけが上限値の 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  を超えている。最も高かったのは Dattapara 橋（Rank 17）と Harishankar Pur 橋（Rank 18）で 1,000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  を超えている。この二地点では交通量が多く、計測時はよく晴れており日中の平均気温が 37°Cであった。最も低いのは Rayerhat 橋で（Rank 82）試料採取中の降雨のため、汚染濃度が低下したためと思われる。浮遊物量と PM<sub>10</sub> の平均値は約 3.5 であった。

二酸化硫黄、一酸化炭素、窒素化合物の上限値はそれぞれ 0.045ppm、4.36ppm および 0.053ppm である。ほとんどの地点で、これらガス状の物質による汚染は基準値を下回っており、三地点だけで計測結果が基準値を上回っていた。計測された一酸化炭素濃度の平均値は約 480ppm である。約 5%の計測点で一酸化炭素濃度が比較的高かった。これらの地点では交通量が多い、工場地帯またはレンガ工場が存在している。窒素酸化物と二酸化硫黄による汚染は微量、または検出可能値以下であった。

#### (4) 水質

環境保全規則 1997 に基づく内陸表面水の基準値を表 13.1.3 に示す。同規則では、摘要する目的によって更に 6 種の基準値が示されている。表 13.1.4 に飲料水用の測定項目と基準値を示す。

表 13.1.3 内陸表面水の基準値

使用目的ごとの推薦値	項目			
	pH	生物化学的酸素要求量 (mg/L)	溶存酸素 (mg/L)	大腸菌群 (number/100ml)
a. 滅菌処理後の飲料用水 :	6.5-8.5	2 or less	6 or above	50 or less
b. レクリエーション活動用水 :	6.5-8.5	3 or less	5 or more	200 or less
c. 通常処理後の飲料用水 :	6.5-8.5	6 or less	6 or more	5000 or less
d. 漁業用	6.5-8.5	6 or less	5 or more	-
e. 多目的用水及び冷却用水 :	6.5-8.5	10 or less	5 or more	5000 or less
f. 灌漑用水 :	6.5-8.5	10 or less	5 or more	1000 or less

出典: Environment Conservation Rules, 1997

表 13.1.4 飲料水の基準値

項目	単位	基準値
20° Cにおける5日間の生物化学的酸素要求量	mg/L	0.2
溶存酸素	mg/L	6
pH	-	6.5-8.5
懸濁物質	mg/L	10
全溶存物質質量	mg/L	1000
水温	° C	20-30
濁度	NTU	10

出典: Environment Conservation Rules, 1997

西部バングラデシュの105橋地点の表面水、地下水の試料を採水して試験を行った。多少の例外は除き、ほとんどの地点で水質は環境保全規則が定める基準値内にある。表面水のpHは6.5~8.5で、試料の3.8%が9以上で10以上が一箇所あった。地下水のpHはすべて基準値内にある。表面水の温度はほとんど20°C~30°Cであったが、採水時が夏季の炎天下であったため、30°C以上を示した試料も多数ある。同じ地点の地下水温は表面水温に比べ低く、地下水温が30°C以上であった地点は希であった。

環境保全規則、並びに他の国際基準では溶存酸素は5mg/L以上とされている。38.6%の地点の表面水で5mg/L以下であり、5.6%の地点で3.5mg/Lと非常に低い値を示している。これら低い値を



示す地点は無機・有機物による汚染が考えられる。加えて、試料は夏に採水されており外気温が高く、これによって水中の酸素量が減少している。地下水の溶存酸素は低く、多くの地点で 1mg/L 以下であった。

表面水の濁度は 3~750 と非常に分散している。これは、各種の沈殿物質の拡散による影響、人々の生活に伴い排出される非溶解物質による影響が考えられる。調査地点の南部（特に Barishal と Patuakhali）は海水の塩分によって測定値が高い傾向にあると説明できる。地下水の濁度は重要でないと判断され、本調査では測定を行っていない。地下水の伝導度は重要で 87% の箇所では 1 mS/s 以下を示し、残る 13%では鉄分等の影響によると思われる少し高い伝導度を示している。

表面水は大気にさらされているため、懸濁物質を多く含む。今回の調査では 85%の箇所では総懸濁物質量が 0.2g/L でわずかに 4.7%が 0.4g/L より高い値を示している。これは雨、風、人口密集、その他多数の要因に起因する。「バ」国環境保全規則に基準値が示されておらず、得られた値を基準値に照らし合わせることはできない。

生物化学的酸素要求量は水質の判定に重要な項目である。ECR では BOD5 は表面水で 6mg/L、殺菌処理後の飲料水で 0.2mg/L と定めている。76.5%の試料が基準値内にあるが、残る 23.5%の BOD5 が 6mg/L 以上である。これは水源が、都市、家庭、農業から排出される各種有機物質に汚染されているためと考えられる。わずか 1.8%の試料が 9mg/L と基準値を多少上回っており、この地域の水質は比較的よいことを示している。地下水の汚染度は低いと考えられ、試料の分析結果も想定と同じ結果となった。46%の試料で BOD5 が 3mg/L 以上で有機物質の混入があることを示している。井戸は、洪水期には水面より低くなるため地中を通して有機物質が混入することが希ではない。多くの地域で微生物による地下水汚染があるため BOD5 の値が高めとなっている。このことは他の大腸菌試験の結果から判明している。地下水の BOD5 は飲料水基準値の 0.2mg/L (ECL 97) を超えているが、「バ」国では、まだ地下水の水質に関する基準値が設定されていない。

「バ」国では地下水は不衛生なトイレ施設からの浸透、化学肥料の浸潤によって広範囲に汚染されている。改修橋梁の近辺でもコンクリート打設に伴う汚染が懸念されるが、改修後は仮設宿舍等は撤去されて影響は改善される。

#### (5) 騒音・振動

「バ」国では土地利用目的ごとに基準値が定められている。表 13.1.5 に用途ごとの基準を示す。病院、学校、特別な施設の周辺は半径 100m の範囲が特別な配慮が必要な地区と定められている。

表 13.1.5 土地利用目的ごとの騒音基準値

No.	土地利用目的	日中の基準値 (6 AM to 9PM) dB	夜間の基準値 (9 PM to 6 AM) dB
1	特別な配慮を必要とする地区	45	40
2	住宅地区	50	40
3	住宅/商業地区	60	50
4	商業地区	70	60
5	工業地区	75	70

出典: Environment Conservation Rules, 1997

#### (6) 地盤沈下

「バ」国は地震発生地域に位置しており、過去二年間に 200 回の地震が発生している。しかし、氾濫原とその他の地域で、地震による地盤沈下は発生していない。マグニチュード 7.0 以上の大規模地震はチャカール（1869 年）、ベンガル（1885 年）、アッサム（1897 年）、スリマンガル（1918 年）、ディブルガー（1930 年）がある。これら大地震の震源地は、「バ」国の境界から離れた場所であった。アッサム地震はアッサム地方に大きな被害をもたらしたが、「バ」国内では、地震による地盤沈下は発生しなかった。（「バ」国建築基準 1993）

#### (7) 底質

「バ」国の国土は蛇行する大河川、潮の満ち干、河口の形状等の条件による堆積作用によって形成された。この堆積物の縦断面は整合構造となっており、堆積物の底面は粗粒子で構成され、下に向かうほど粒子は更に大きくなる。この粗粒構造は、氾濫原及び平坦な段丘のある地域では 100m 下まで存在する。これは深井戸の掘削時の記録、個々の地質調査、ボーリング調査の結果から確認されている。

#### (8) 生態系

「バ」国の動植物の多様性をもたらす生息地は丘に繁る森、内地/高地の森、牧場、湿原、沿岸のマングローブ林、農地等によってもたらされていた。しかし、これらの生態系は過去数十年間の不適切な管理、人口増加の影響、自然災害、陳腐化した法律・規則等によって生息が侵された。このため、生態系及び動植物数は減少している。その結果、多数の野生種の影響が及び、既に 50 種が絶滅の危機に瀕している。資源及び天然資源保護国際連合（IUCN）によれば、「バ」国では哺乳類の 10%、鳥類の 3%、爬虫類の 4%が絶滅してしまった。IUCN の絶滅危惧種に掲載されている脊椎動物の現状を表 13.1.6 に示す。

表 13.1.6 「バ」国内の脊椎動物に関する現状

分類	総生息種	絶滅	絶滅危惧種			非絶滅危惧種
			絶滅危惧類	準絶滅危惧	軽度懸念	
魚類	266	0	12	28	14	146
両生類	22	0	0	3	5	7
爬虫類	109	1	12	24	22	12
鳥類	388	2	19	18	4	189
哺乳類	110	10	21	13	6	17

出典：IUCN Red Book (2000)

### (9) 水利用

「バ」国全土で河川、水路は広く物流、漁業、農業、工業用に使用されている。水辺に住む人々は水汲み、水浴、洗濯、家畜洗いに利用している。ほとんどの地方では自宅・農地に浅井戸、深井戸を設けて飲料用に汲み上げている。川沿いに居住する漁師・船舶関連業の村では河川に関わる職業を生業としている。現在、多くの工場が川沿いあって河川水を工場の操業に使用している。残念なことに、これら多数の工場から工業廃棄物・排水もまた、河川に排出されている。工場、都市/地方の家庭からも固形廃棄物が無処理のまま廃棄され、水質汚染を引き起こしている。

### (10) 保護区

環境森林省が“「バ」国野生動物（保護）規則及び関連修正案”に基づき 34 保護区を指定している。これに加え、2010 年から 2011 年にかけてクワカタ、ナワブガンジ、カディガルーの国立公園と、バルグナのテングラギリ自然保護区も保護区と指定された。また、ブハワル国立公園とマドハブクンダ エコ公園も保護区の指定を受けた。

### (11) 土壌、土地利用

バリンド地方の土壌は脆弱な構造で、粘土質基盤の上に様々な厚さの酸性粘土層が堆積している。数千年前はこの地に草・スゲが植生していたと想像される。先住者たちは、これらの草・スゲを撤去して農地を開拓した。彼らは定住農業を営むため、水不足を引き起こしがちな排水の良い高地を避けた。一方で、サンタル、コールその他少数民族たちは、起伏に富んだ高地に定住して焼畑農業を営んでいる。

かつて氾濫原を覆っていた葦、スゲ等は開墾のため取り除かれ、肥料に使用するため持ち運ばれてしまった。

### (12) 文化財

特筆すべき文化財には、過去二千年にわたり、その時代ごとの統治者によって建設された遺跡建築物が多い。最も古い文化財は、仏教時代からヒンドゥー時代にかけて建造された。ヒンドゥー時代の後は、モスリムとムガル時代へと変遷した。英国植民地時代の建造された総合大学、ダッカ大学、高等裁判所、地方裁判所、鉄道等は近代発展の核となった。

### (13) 先住民族、少数民族

「バ」国では、19 部族がチッタゴン及びチッタゴン丘陵地域にチャクマ、カーミ、クキ、ボウム、バンジョギ、キーアン、ルシャイ、マルマ、ムロー、パンコー、ラカイン、タンチュンガ、ティパ、キーアンとチャクが住んでいる。カーイシア、モンジプリ、キーアンはシレット・ハビジガンジ・モウルビバザールに、そしてガロ、ハジョン、サンタール、クール、コチの部族はマドフプールはとバリンド地方に住んでいる。（バングラデシュ統計局 2007、2012）これら先住民族の総数は約百万人で、70 万人が東部及び南東部の丘陵地に、そして 30 万人がその他の地方に住んでいる。サンタール、サカー、ハジョン、オラオ、コチ、コール族はラッシャヒ県に、ハリジャンとラジバングシ族は湿地帯に、3 万人のラカイン族はパトゥアカリ県に住んでいる。多くの少数民族、特に、パトゥアカリとハジシャヒ県では、ほぼ、一般文化と融合している。この先住民族と一般の人々との融合の現象は、過去数十年、国内交通の発達に伴う労働力の移動によって促進された。

### (14) 医療施設

医療サービスは政府、NGO、私立医院、個人の開業医によって提供されている。加えて、ホメオパシー医療・伝統医療も都市部・地方で低価格で提供されている。「バ」国の医療施設の状況を表 13.1.7 に示す。

表 13.1.7 「バ」国の医療施設の状況

医療施設総数	調査年			
	2003	2004	2005	2006
病院数（総数）	1,384	1,676	1,676	1,683
公立系病院	672	672	672	678
公立系診療所	1,297	1,397	1,397	1,397
ベッド数（総数）	46,125	50,655	50,827	51,044
登録済み看護師（総数）	19,500	20,000	20,097	20,129
登録済み助産婦（総数）	17,622	18,037	18,937	19,911
登録済み医師（総数）	36,576	40,210	41,933	44,632
公立医科大学（総数）	13	13	13	13

出典：BBS 2007

### (15) 教育施設

現在、識字率は男性が 49.6%、女性が 40.8%、全体で 45.3%である。この率は県、地域によって異なる。識字率の低い地域はシェルプール県とジャマルプール県の 31%で、高いのはダッカ県の 64.3%である。ガジプール県の識字率は 56.4%である。「バ」国の教育施設（公立系、私立系）を以下の表 13.1.8 に示す。

表 13.1.8 「バ」国の教育施設の総数

施設のタイプ	調査年			
	2001	2002	2003	2004
小学校	63,255	63,545	86,373	-
中学校	15,837	15,806	17,386	-
単科大学	2,551	2,870	2,577	-
イスラム神学校	7,277	7,373	7,920	-
公立系総合大学	17	17	22	-
私立系総合大学	24	41	53	-

出典：BBS 2012

#### (16) HIV/AIDS

近年の調査によれば、特に地方の HIV/AIDS 罹患はごくわずかである。しかし、時折、マンガラ港とチッタゴン港の性風俗従事者で罹患者が発見されることは深刻な問題である。政府は、感染の拡大を防止するための予防方法と、罹患者を社会の中でどう取り扱うかについて電波、印刷のメディアを通じた広報活動を行っている。

#### (17) ジェンダー

雇傭、給与、施設における男女への公平性は「バ」国の規則で、また援助機関からも配慮は必須と求められている。女性の宿舎は、男性の宿舎から離れた場所に設置しなければならない。プライバシーの確保を考慮してトイレ・洗濯場を別々に設置しなければならない。

#### (18) 子どもの権利

子供の労働、特に健康に影響を与える職種に従事することは禁止されている。「バ」国では6歳から10歳までは義務教育期間にあたり、教育費は無償で提供される。しかし、労働に従事している子供、障害を抱える子供、先住民族の子供等への機会はほとんどなく、教育を受ける権利が認められていないと判断される。

#### (19) 気候変動

南部を通過する道路を含む沿岸部では、海面が過去40年間に18cm上昇しており、今後40年間、更に、この上昇は加速されると予測される。もし海面が上昇すれば、「バ」国沿岸地域の平野へ重大な影響をおよぼすと懸念される。しかしながら、人的資源・財政資金が十分でないため、この状況への対応が限定されている。海面上昇は地球規模の問題であり、「バ」国はこの問題に宿命的にさらされており、今後の海面上昇によって危機的状況に陥ることを世界へ発信している。

#### (20) 漁村

漁業関係者は海水域・淡水域での漁業に専業、またはパートタイムで従事している。漁村はいま、突然起きた淡水魚の漁獲量の減少、生活費の上昇、湿地帯の縮小、新しく開発権を得た事業者との紛争によって厳しい状況に置かれている。淡水魚住む開水域は、工場・都市部からの廃棄物と汚染によって影響を受けている。

## (21) 景観

「バ」国の国土総面積は 147,470 km<sup>2</sup>、その 79.1%は洪水地域、12.6%を占める北部・北東及び南東地域の中新鮮世の丘陵、そして 8.3%は北の中央部と北西部地域の鮮世・更新世の段丘によって構成されている。

## (22) 交通事故

狭い既設橋梁幅、脆弱な構造、維持管理不足、未設置の歩道、交通規則への認識、そして未整備のままの法律・規則等が相まって、歩行者及び乗客は死亡・重症を負う交通事故が発生している。

「バ」国では、年間に 1,000 登録済み車両当たり 10 件の交通事故が発生している。事故車の補修のために輸入するスペアパーツは年間 35 万ドルにおよぶ。

### 13.1.3 「バ」国の EIA 制度

「バ」国では、事業者には環境保全法 (Environmental Conservation Act, 1995) に基づき、環境保全規則 (Environmental Conservation Rules, 1997) 則る環境アセスメントの実施が義務付けられている。

環境森林省 (Ministry of Environment and Forest) 傘下の環境局 (Department of Environment: DoE) が上記法及び規則の執行機関である。各事業者は環境影響評価 (EIA) を作成・提出し、DoE はその EIA を検討した後、環境応諾書 (Environmental Clearance Certificate: ECC) を発給する権限を有する。

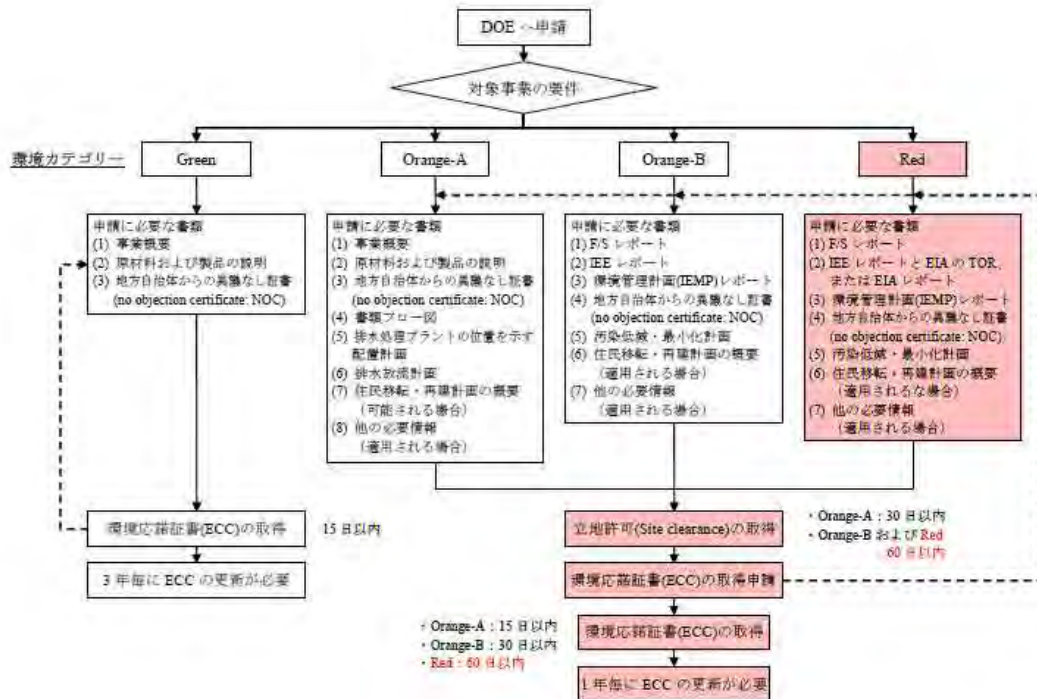
環境保全規則の付属表-1 により、本事業の改修候補橋梁は以下の定義に基づき“オレンジ B カテゴリ”及び“レッドカテゴリ”に分類される。

オレンジ B カテゴリ：橋長 100m を超えるの建設・再建及び延長に係る事業

レッドカテゴリ：橋長 100m 未満の建設・再建及び延長に係る事業

2013 年 11 月、調査団は RHD の社会・環境部局の立会いの下、「バ」国環境保全規則に基づく本調査のカテゴリ取扱いに係る協議を DOE と行い、本事業に関しては“レッドカテゴリ”を適用することとなった。なお、ECC の発給に先立ち、RHD には立地許可書 (Land Clearance Certificate) の取得が求められる。

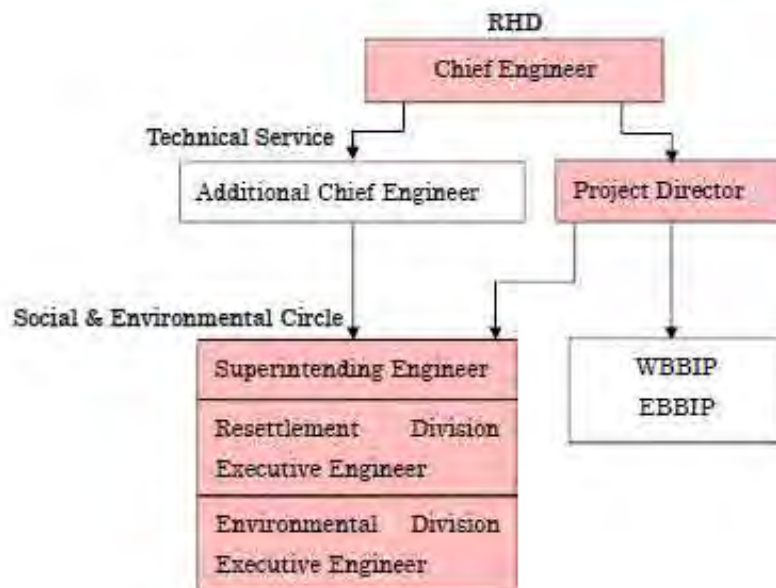
DoE から ECC 取得に伴い必要となる EIA 報告書等の提出書類、及び審査に必要とされる期間を次図 13.1.1 に示す。



出典：JICA 調査団

図 13.1.1 ECC 取得手続きのフロー

ECC は 2015 年 1 月 1 日に発給された。なお、ECC は一年ごとの更新が必要である。図 13.1.2 に RHD の本事業の環境社会配慮に係る体制を示す。



出典：JICA 調査団

図 13.1.2 RHD の環境社会配慮体制

### 13.1.4 代替案の比較検討

#### (1) 代替の線形

新設橋梁の架橋位置は、住宅・店への影響、コスト等を考慮して決定しなければならない。加えて、国道の新設橋梁は、将来拡幅計画も考慮する必要がある。

比較検討の結果、主要地方道、県道は「代替案3」を、国道は「代替案4」を最適案とした。

表 13.1.9 新設橋梁の架橋位置

項目	代替案1	代替案2	代替案3	代替案4
概略図				
概要	先行して、既設橋の隣接に新設橋を建設し、完成後、既設橋と同位置に新設橋を建設する。	既設橋の隣接に新設橋を建設する。完成後、既設橋と同位置に下部工のみ建設する。	既設橋の隣接に新設橋を建設する。	既設橋と同位置に新設橋を建設する。
仮設橋	不要 ◎	不要 ◎	不要 ◎	必要（工事中） △
経済性	各案中、建設費が最も高い。 △	代替案3、4と比較して、建設費が高い。 △	代替案4と比較して建設費が高い。 ◎	各案中、建設費が最も高い。 △
交通容量	新設橋付近の交通容量は大きくなるが、単路部は建設前と変わらない。 ◎	建設前と変わらない。 ○	建設前と変わらない。 ○	建設前と変わらない。 ○
安全性	分合流地点で交通流が煩雑となる懸念がある。 △	建設前と変わらない。 ○	建設前と変わらない。 ○	建設前と変わらない。 ○
評価			最適案（国道） ・将来拡幅時の施工性に優れる	最適案（主要地方道、県道） ・初期投資を低く抑えることが可能

出典：JICA 調査団



(2) 事業を実施しない場合

105 の新設橋梁は国道、主要地方道、県道の老朽化・損傷の著しい既設橋梁の架け替えを目的とする。これら既設橋梁の状況から事業を実施しないことは賢策ではない。

13.1.5 スコーピング及びEIA 調査 ToR

現地踏査を実施してプロジェクト予定地の自然環境と社会環境を勘案して、汚染対策・自然環境・社会環境・その他の観点から表 13.1.10 にスコーピングの結果を、表 13.1.11 に EIA 調査の ToR を示す。

表 13.1.10 スコーピングマトリックス

汚染対策				
No.	影響項目	評価		評価の理由
		工事前 工事中	供用時	
1	大気汚染	B-	D	工事中：建設機械の稼動による影響が想定される。 供用時：発生する影響は極めて小さいと想定される。
2	水質汚濁	B-	D	工事中：工事現場からの排水による影響が想定される。 供用時：影響は起きない想定される。
3	土壌汚染	B-	D	工事中：燃料・油脂漏れによる影響が想定される。 供用時：影響は起きないと想定される。
4	廃棄物	B-	D	工事中：残土および建設廃材の発生による影響が想定される。 供用時：影響は起きないと想定される。
5	騒音・振動	B-	D	工事中：建設機械の稼動時に伴い、騒音・振動が発生する 供用時：改修後に伴い、車両の橋梁継手部上の通行は円滑になり、車両通過によって発生する騒音・振動は小さくなる。
6	地盤沈下	D	D	工事中：本事業はトンネル建設、大規模な地下水の汲み上げを含むものではなく、地盤沈下は発生しない。 供用時：同上。
7	悪臭	D	D	工事中：悪臭の発生する作業はないと想定される。 供用時：同上。
8	地球温暖化	D	D	工事中：工事中の限定的期間に発生する。 供用時：本事業に伴う温暖化ガスの発生は極めて小さいと想定される。
自然環境				
9	地形・地質	D	D	工事中：本事業は既設橋梁の改修工事であり、現存する地形・地質に影響を及ぼすものではない。 供用時：同上。
10	底質	D	D	工事中：有害物質の発生を含め底質に与

				える影響は極めて小さい。 供用時：影響が起きることはない。
11	生態系	C	C	工事中：影響について現時点では不明である。 供用時：同上。
12	水象	B-	C	工事中：橋脚建設用に設置する仮設足場に伴う影響が想定されるが影響は小さいと想定される。 供用時：橋脚建設による影響について現時点では不明である。
13	水利用	C	C	工事中：影響について現時点では不明である。 供用時：同上。
14	保護区	D	D	工事中：保護区に接近する改修候補橋梁はなく、影響は発生しない。 供用時：同上
社会環境				
15	非自発的住民移転	A-	D	工事前：本事業によって住居の移転が必要となる場合に影響が発生する。 供用時：建設工事開始前までに工事影響範囲内の用地取得は完了しており、影響はない。
16	雇用や生計手段等の地域経済	B-/B+	C	工事中：住民移転が移転が発生する場合に影響が発生することが想定されるが、他方、工事に伴い地元民の雇用機会も増える。 供用時：影響について現時点では不明である。
17	土地利用や地域資源活用	D	D	工事中：本事業に必要とされる用地取得面積は小さく影響は極わずかと考えられる。 供用時：同上。
18	社会関係資本や地域意思決定機関等の社会組織 既存のインフラおよびサービス	C	B+	工事中：影響について現時点では不明である。 供用時：橋梁改修によって通行の安全性、快適性が向上し、車両の損耗を減らして移動時間が短縮される効果が想定される。
19	貧困層	A-	A-	工事前/工事中：貧困層が移転対象となった場合の影響が想定される。 供用時：貧困層に対する生計回復手段が取られなかった場合はさらに貧困が深刻化する。
20	先住民・少数民族	C	C	工事前/工事中：対象橋梁近辺に住む先住民・少数民族の存在は現時点では不明である。 供用時：同上。
21	被害と便益の偏在	D	D	工事中：改修は既設橋梁に隣接し架橋されるので、影響はほとんど発生しないと想定される。 供用時：同上。
22	地域内の利害対立	D	D	工事中：新橋は既設橋梁に隣接し架橋されるので、影響はほとんど発生しないと想定される。 供用時：同上。

23	ジェンダー	A-	A-	工事前/工事中：女性の社会参加が進んでいない想定されるので、その影響が懸念される。 供用時：上述した状況が事態が続くと想定される。
24	子どもの権利	C	C	工事中：通学路等への影響について現時点では不明である。 供用時：同上。
25	文化遺産	C	C	工事前/工事中：特に埋設文化財についての存在について正確な情報がなく現時点では不明である。 供用時：同上。
26	HIV/AIDS等の感染症へのリスク	B-	D	工事中：本事業に伴い、規模は小さいながらも外部からの作業員による感染が懸念される。 供用時：新規流入者数は少なく影響はほとんど発生しないと想定される。
27	景観	D	D	工事中：橋梁改修による影響は発生しないと想定される。 供用時：同上。
28	労働環境	B-	D	工事中：建設業者が、労務者のための適切な安全対策を取らなかった場合に発生する。 供用時：供用時には事故が発生する作業は行っておらず影響は発生しないと想定される。
29	社会的合意	A-	D	工事前/工事中：広く現地ステークホルダーとの合意/理解を得ることが円滑な事業実施の要件である。 供用時：影響は発生しないと想定される。
その他				
30	事故	B-	D	工事中：橋梁建設に伴う事故が想定される。 供用時：老朽化した橋梁を掛け替えることは、交通事故防止に寄与する。

出典：JICA 調査団

注： A+/-：大きな効果/負の影響が想定される

B+/-：ある程度の効果/負の影響が想定される

C：影響の程度は未定で更なる調査が必要である

D：影響の程度は軽微、もしくは全くないと考えられ今後の調査は不要である

表 13.1.11 EIA 調査の ToR

環境項目	調査項目	調査手法
大気汚染	① 「バ」国の環境基準 ② 現在の汚染レベル ③ 対象橋梁付近の住居、学校、病院の位置 ④ 工事中の影響	① 既存資料調査 ② 試料採取、分析 ③ 地形測量に基づき作成された平面図 ④ 現地調査結果に基づく評価
水質汚濁	① 「バ」国の環境基準 ② 現在の水質レベル ③ 工事中の影響	① 既存資料調査 ② 試料採取、分析 ③ 現地調査結果に基づく評価
土壌汚染	① 工事中の燃料油脂流出防止策	① 工事内容、工法、期間、建設機械の

		種類、稼動・保管方法
廃棄物	① 建設廃棄物の処理方法	① 類似事例調査
騒音	① 「バ」国の環境基準 ② 発生源から住居、病院、学校までの距離 ③ 工事中の影響	① 既存資料調査 ② 地形測量に基づき作成された平面図
生態系	① 対象橋梁近辺の生息種	① 現地調査
水象	① 水流、河床の現況	① 現地調査
水利用	① 水利用状況	① 現地調査
保護区	① 保護区的位置	① 既存資料調査 ② 現地調査
非自発的住民移転	① 対象橋梁ごとの移転数 ② RAP 又は簡易 RAP の作成	① 関連法制度 ② センサス、社会経済調査 ③ JICA 環境社会配慮ガイドラインに基づく RAP または簡易 RAP の作成
雇用や生計手段等の地域経済	① PAPs の経済状況、生計手段	① 社会経済調査
既存のインフラおよびサービス	① 既存インフラ ② 工事中の影響	① 現地調査
貧困層	① PAPs の収入	① 社会経済調査
少数民族・先住民族	① 対象橋梁の位置 ② 対象橋梁から少数民族・先住民族部落までの距離	① 現地調査
ジェンダー	① 寡婦の SHM への参加 ② 女性グループの SHM への参加	① 現地 SHM ② センサス
子どもの権利	① 対象橋梁から学校までの距離 ② 工事中の迂回路	① 地形測量に基づき作成された平面図 ② 施工計画書
文化遺産	① 文化遺産の位置 ② 対象橋梁からの距離	① 既存資料 ② 現地聞き取り調査
労働環境	① 工事中の安全対策	① 施工計画書
事故	① 工事中の事故防止用の施設・用具	① 施工計画書

出典：JICA 調査団

### 13.1.6 EIA 調査

スコーピングに基づき実施した環境社会配慮調査の結果を表 13.1.12 に記載する。

表 13.1.12 EIA 調査結果

汚染対策		
No.	影響項目	調査結果の概要
1	大気汚染	105 の対象橋梁地点で計測を行った。PM <sub>10</sub> は、今回計測した 48 地点（計測地点の 45.3%）では「バ」国環境基準値の下限 100 μg/m <sup>3</sup> 以下で 7 地点だけが上限値の 500μg/m <sup>3</sup> を超えている。二酸化硫黄、一酸化炭素、窒素化合物の「バ」国環境基準の上限値はそれぞれ 0.045ppm、4.36ppm および 0.053ppm である。ほとんどの地点で、これらガス状の物質による汚染は基準値を下回っている。 工事期間中を除き、大気汚染への影響は非常に小さい。
2	水質汚濁	表面水の BOD <sub>5</sub> は 76.5% の試料が「バ」国環境基準値内の 6mg/L にあるが、

		残る 23.5%は 6mg/L 以上である。これは水源が、都市、家庭、農業から排出される各種有機物質に汚染されているためと考えられる。 工事期間中を除き、水質汚濁への影響は非常に小さい。
3	土壌汚染	工事中の建設機器への給油時の油漏れによる土壌汚染が考えられる。 供用時の影響は発生しない。
4	廃棄物	工事中の作業現場からの廃棄物、工事用事務所、労働者用宿舎からゴミの排出が考えられる。 供用時の影響は発生しない。
5	騒音・振動	各橋梁で騒音の計測を行った、その結果、大半は 80 dB 以内であるが、市場、交通量が多い場所では 80dB を超えている。これは、騒音の「バ」国環境基準値（工場地域）が定める 75db を上回る値である。 工事期間中、および供用時に騒音レベルが上昇すると予測される。
6	地盤沈下	「バ」国は地震発生地域に位置しており、過去二年間に 200 回の地震が発生している。しかし、氾濫原とその他の地域で、地震による地盤沈下は発生していない。 工事および供用に伴う地盤沈下は発生しない。
7	悪臭	悪臭が発生することは皆無と考えられる。
8	地球温暖化	南部を通過する道路を含む沿岸部では、海面が過去 40 年間に 18cm 上昇しており、今後 40 年間、更に、この上昇は加速されると予測される。もし海面が上昇すれば、「バ」国沿岸地域の平野へ重大な影響をおよぼすと懸念される。しかしながら、人的資源・財政資金が十分でないため、この状況への対応が限定されている。 本事業による影響はほとんどないと考えられる。
自然環境		
9	地形・地質	「バ」国の西部地域はメグナ、ティスタ、ジャムナ、ガンジス河の氾濫原にあり凸状の背と凹状の盆地で構成されている。中央北地域のボグラ、北西地域のラッシャヒ、ロングプール、ディナジプールは平坦、又は緩やかな段丘で構成されている。 本事業による影響はないと考えられる。
10	底質	「バ」国の国土は蛇行する大河川、潮の満ち干、河口の形状等の条件による堆積作用によって形成された。この堆積物の縦断面は整合構造となっており、堆積物の底面は粗粒子で構成され、下に向かうほど粒子は更に大きくなる。この粗粒構造は、氾濫原及び平坦な段丘のある地域では 100m 下まで存在する。 本事業による影響はないと考えられる。
11	生態系	「バ」国の動植物の多様性をもたらす生息地は丘に繁る森、内地/高地の森、牧場、湿原、沿岸のマングローブ林、農地等によってもたらされていた。しかし、これらの生態系は過去数十年間の不適切な管理、人口増加の影響、自然災害、実情にそぐわない法律・規則等によって生息が侵された。このため生態系及び動植物数は減少している。 本事業予定地の植物種はアメリカ合衆国の木、マンゴー等である。動物種はネズミ類、カエル、ガマガエル等生息している。鳥類はカノコバト、ドバト等である。架橋地における貴重種は確認されておらず、本事業による影響はないと考えられる。
12	水象	水象に影響する事項は皆無である。
13	水利用	「バ」国全土で河川、水路は広く物流、漁業、農業、工業用に使用されている。水辺に住む人々は水汲み、水浴、洗濯、家畜洗いに利用している。ほとんどの地方では自宅・農地に浅井戸、深井戸を設けて飲料用に汲み上げている。現在、多くの工場が川沿いあって河川水を工場の操業に使用している。これら多数の工場から工業廃棄物・排水もまた、河川に排出されている。工場、都市/地方の家庭からも固形廃棄物が無処理のまま廃棄され、水質汚染を引き起こしている。 本事業による影響はないと考えられる。
14	保護区	環境森林省が“「バ」国野生動物（保護）規則及び関連修正案”に基づき 34 保護区を指定している。これに加え、2010 年から 2011 年にかけてクワ

		カタ、ナワブガンジ、カディガルーの国立公園と、バルグナのテングラギリ自然保護区も保護区と指定された。また、ブハワル国立公園とマドハブクンダ エコ公園も保護区の指定を受けた。 本事業区域内に保護区はなく、影響は発生しない。
社会環境		
15	非自発的住民移転*	プロジェクトの実施に伴い、ロングプール地域では 10.51ha、ラッシャヒ地域では 6.40ha、ゴパルゴンジ地域では 0.90ha、クルナ地域では 1.67ha、ボリシャル地域では 1.50ha、計 20.99ha の用地取得が必要となり、その結果、346 世帯、1,628 人の住民移転が発生するが、供用に伴う影響はない。
16	雇用や生計手段等の地域経済	事業の実施に伴い、3,002 人の雇用が損失すると想定される。影響が大きいに地域はロングプール、クルナ、ゴパルゴンジの順となり、ラッシャヒが最も小さい。 商業は 13 種、合わせて 2,513 が影響を被る。 多少の影響が発生することが考えられるが、供用に伴う影響はない。
17	土地利用や地域資源活用	バリンド地方の土壌は脆弱な構造で、粘土質基盤の上に様々な厚さの酸性粘土層が堆積している。数千年前はこの地に草・スゲが植生していたと想像される。先住者たちは、これらの草・スゲを撤去して現在の農地を開拓した。彼らは定住農業を営むため、水不足を引き起こしがちな排水の良い高地を避けた。一方で、サンタル、コールその他少数民族たちは、起伏に富んだ高地に定住して焼畑農業を営んでいる。 本事業による影響はないと考えられる。
18	社会関係資本や地域意思決定機関等の社会組織 既存のインフラおよびサービス	事業の実施に伴い、ロングプールで 43、ラッシャヒで 7、ゴパルゴンジで 8、クルナで 19 そしてボリシャルで 21 の施設が影響を被る。これら施設は政府関係、学校、イスラム寺院、地域の集会所等である。 工事期間中に多少の影響が発生することが考えられるが、供用に伴う影響はない。
19	貧困層	「バ」国では貧困層とは一日のカロリー摂取量が 2,122kcal 以下と定義されており、更に 1,305kcal 以下は再貧困層とされている。2010 年の統計によれば、一世帯あたりの平均家族数は 4.5 人でその 40.95%が年収 60,000 タカ以下である。本センサス、社会経済調査（2014 年 4 月～6 月）にこの基準を適用した場合、年収 60,000 タカ以下の世帯は全世帯数の 6.27%である。 本事業に伴い多少の影響が発生することが考えられるが、供用に伴う影響はない。
20	先住民族・少数民族	「バ」国では、19 部族がチッタゴン及びチッタゴン丘陵地域にチャクマ、カーミ、クキ、ボウム、バンジョギ、キーアン、ルシャイ、マルマ、ムロー、パンコー、ラカイン、タンチュンガ、ティバ、キーアンとチャクが住んでいる。カーイシア、モンジプリ、キーアンはシレット・ハビジガンジ・モウルピバザールに、そしてガロ、ハジョン、サンタル、クール、コチの部族はマドプールはとバリンド地方に住んでいる。 本事業予定地に先住民族は確認されておらず、影響はない。
21	被害と便益の偏在	現地ステークホルダー協議の結果より、影響を引き起こす事項は皆無と考えられる。
22	地域内の利害対立	現地ステークホルダー協議の結果より、影響を引き起こす事項は皆無と考えられる。
23	ジェンダー	雇傭、給与、施設における男女への公平性は「バ」国の規則で、また援助機関からも配慮は必須と求められている。女性の宿舎は、男性の宿舎から離れた場所に設置しなければならない。プライバシーの確保を考慮してトイレ・洗濯場を別々に設置しなければならない。 本事業による影響は非常に小さいと考えられる。
24	子どもの権利	子供の労働、特に健康に影響を与える職種に従事することは禁止されている。「バ」国では 6 歳から 10 歳までは義務教育期間にあたり、教育費は無償で提供される。 本事業による通学距離の変更等の影響はないと考えられる。

25	文化遺産	特筆すべき文化財には、過去二千年にわたり、その時代ごとの統治者によって建設された遺跡建築物が多い。最も古い文化財は、仏教時代からヒンドゥー時代にかけて建造された。ヒンドゥー時代の後は、モスリムとムガル時代へと変遷した。 本事業予定地付近にこれらの文化遺産はなく、影響はない。
26	HIV/AIDS 等の感染症へのリスク	近年の調査によれば、特に地方の HIV/AIDS 罹患はごくわずかである。しかし、時折、マンガラ港とチッタゴン港の性風俗従事者で罹患者が発見されることは深刻な問題である。 本事業実施に伴う工事関係者の流入による工事期間中の影響が想定されるが、供用時の影響はない。
27	景観	「バ」国の国土総面積は 147,470 km <sup>2</sup> 、その 79.1%は洪水地域、12.6%を占める北部・北東及び南東地域の中新鮮世の丘陵、そして 8.3%は北の中央部と北西部地域の鮮世・更新世の段丘によって構成されている。 本事業は既存の景観を損なうものではなく、影響はないと考えられる。
28	労働環境	工事期間中の労働者・通行者・通行車両の安全確保が必要である。
29	社会的合意	各橋梁ごとに、現地ステークホルダー協議が二段階で行われた。第一段階では事業の目的、全体のコンポーネント、橋梁の暫定位置、また一部の区域で用地取得が発生すること等を説明した。住民からの意見は本事業、橋梁位置の決定に反映され、第二段階の現地ステークホルダー協議が実施され、ARP に基づき補償の受給要件等を説明して協議が行われた。 供用時の影響はないと考えられる。
その他		
30	事故	狭い既設橋梁幅、脆弱な構造、維持管理不足、未設置の歩道、交通規則への認識、そして未整備のままの法律・規則等が相まって、歩行者及び乗客は死亡・重症を負う交通事故が発生している。「バ」国では、年間に 1,000 登録済み車両当たり 10 件の交通事故が発生している。事故は、工事期間中、および供用時にある程度の増加が想定される。

※行中の数字は 15 章にて選定される事業対象橋梁 60 橋の総計である。

出典：JICA 調査団

### 13.1.7 影響評価

橋梁建設に伴う一般的な影響評価を表 13.1.13 に工事前・工事中、供用時ごとに示す。なお、これは個々の橋梁ごとの影響を示すものではない。

表 13.1.13 影響評価

汚染対策						
No.	影響項目	EIA 調査前の予測		EIA 調査後		評価の理由
		工事前 工事中	供用時	工事前 工事中	供用時	
1	大気汚染	B-	D	B-	D	工事中における建設機械の稼働、およびホコリによる影響が想定される。
2	水質汚濁	B-	D	B-	D	工事中における工事現場からの排水による影響が想定される。
3	土壌汚染	B-	D	B-	D	工事中における燃料・油脂漏れによる影響が想定される。
4	廃棄物	B-	D	B-	D	工事中における宿舎、及び建設廃材の発生による影響

						が想定される。
5	騒音・振動	B-	D	B-	B-	工事中、供用時とも騒音レベルの上昇が予想される。
6	地盤沈下	D	D	D	D	本事業はトンネル建設、大規模な地下水の汲み上げを含むものではなく、地盤沈下は発生しない。
7	悪臭	D	D	D	D	工事中、供用時とも悪臭の発生はないと想定される。
8	地球温暖化	D	D	D	D	工事中の影響は限定的で、供用時の影響は極めて小さいと想定される。
自然環境						
9	地形・地質	D	D	D	D	本事業は既設橋梁の改修工事であり、現存する地形・地質に影響を及ぼすものではない。
10	底質	D	D	D	D	工事中に有害物質の発生を含め底質に与える影響は極めて小さい。 供用時に影響が発生することはない。
11	生態系	C	C	D	D	事業地には貴重種は確認されておらず、生態系への影響は軽微と考えられる。
12	水象	B-	C	D	D	本事業は既設橋梁の改修を目的としており、水象への影響は発生しない。
13	水利用	C	C	D	D	既設橋梁の改修により、現在の水利用が影響を受けることはほとんどない。
14	保護区	D	D	D	D	保護区に接近する改修候補橋梁はなく、影響は発生しない。
社会環境						
15	非自発的住民移転	A-	D	B-	D	本事業によって住居の移転が必要となり、ある程度の影響が発生する。 供用時にはすべての移転が完了しており影響は極めて限定的である。
16	雇用や生計手段等の地域経済	B-/B+	C	B-	D	いくつかの橋梁では工事中の影響が想定されるが、供用時の影響は限定的である。
17	土地利用や地域資源活用	D	D	D	D	いくつかの橋梁で影響が想定されるが、極めて限定的であると考えられる。
18	社会関係資本や地域意思決定機関等の社会組織 既存のインフラ及びサービス	C	B+	B-	D	建設に伴い移転が発生する橋梁が想定される。



19	貧困層	A-	A-	B-	D	工事前は、RHD の所有する土地へ住む貧困者への影響が想定されるが、供用時の影響はごく僅かであると想定される。
20	先住民族・少数民族	C	C	D	D	対象橋梁近辺に住む先住民族・少数民族はいない。
21	被害と便益の偏在	D	D	D	D	改修は既設橋梁に隣接し架橋されるので、影響はほとんど発生しないと想定される。
22	地域内の利害対立	D	D	D	D	改修は既設橋梁に隣接し架橋されるので、影響はほとんど発生しないと想定される。
23	ジェンダー	A-	A-	D	D	SHM には女性も参加しており、影響はごく僅かであると想定される。
24	子どもの権利	C	C	D	D	通学経路等への変更はなく、影響は想定されない。
25	文化遺産	C	C	D	D	橋梁建設地の付近には文化的・歴史的遺跡はなく影響は想定されない。
26	HIV/AIDS 等の感染症へのリスク	B-	D	B-	D	工事中は、規模は小さいながらも外部からの作業員による感染が懸念される。供用時は、新規流入者数は少なく影響はほとんど発生しないと想定される。
27	景観	D	D	D	D	橋梁改修による影響は発生しないと想定される。
28	労働環境	B-	D	B-	D	工事中の発生が想定される。
29	社会的合意	A-	D	B-	D	工事中に 広く現地ステークホルダーとの合意/理解が得られなかった場合の影響が想定される。供用時の影響は発生しないと想定される。
その他						
30	事故	B-	D	B-	B-	工事中は橋梁建設に伴う事故、供用後は交通量の増加に伴う事故が想定される。

出典：JICA 調査団

注： A+/-： 大きな効果/負の影響が想定される

B+/-： ある程度の効果/負の影響が想定される

C： 影響の程度は未定で更なる調査が必要である

D： 影響の程度は軽微、もしくは全くないと考えられ今後の調査は不要である

### 13.1.8 緩和策及び緩和策実施のための費用

改修対象橋梁周辺的环境、および自然条件は非常に近似している。したがって、全橋梁を考慮して表 13.1.14 に工事前・工事中、表 13.1.15 に供用後の低減策を示す。

表 13.1.14 工事前・工事中の低減策

影響項目	低減策	実施機関	責任機関
大気汚染	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 施工業者は建設機器が最高の状態で稼働できるよう日常点検とチェックを行う。</li> <li>- 機器の日常点検は定められた方法に則り行う。</li> <li>- サイトのホコリ防止のため、定期的な散水を行う。</li> </ul>	施工業者	事業実施局 (PIU)
水質汚濁	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 仮堰堤を設けて濁水を沈殿させ、工事に伴う排水が直接河川に流出しないよう防止する。</li> <li>- 施工業者は仮設トイレ、ゴミ箱を設置して工事関係者に起因する水質汚濁を防止する。</li> </ul>	施工業者	PIU
土壌汚染	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 重機の運転手は給油時に燃料漏れが起きないように配慮を払う。</li> <li>- 施工業者、および監理コンサルタントはその実施状況を管理する。</li> </ul>	施工業者	PIU
廃棄物	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 施工業者は工事に伴い発生する建設廃棄物の処理計画を作成し、廃棄物管理を行う。</li> <li>- 監理コンサルタントはその実施状況を管理する。</li> </ul>	施工業者	PIU
騒音・振動	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 建設機器に起因する騒音が基準値以内に収まるよう、騒音防止マフラー付きの機器を使用し維持管理を行う。</li> <li>- 施工業者は状況に応じ、低騒音型の機器を建設現場で使用する。</li> </ul>	施工業者	PIU
非自発的住民移転	<ul style="list-style-type: none"> <li>- センサス調査、および現地ステークホルダー協議を必ず行う。</li> <li>- 以下の事項を含む簡易移転計画書を作成する。 <ul style="list-style-type: none"> <li>● 補償の受給要件</li> <li>● センサス時に PAPs に非正規居住者が含まれているかどうかを確認し、含まれる場合は彼らへの補償。支援方策</li> <li>● 他ドナーが過去に実施した・現在実施中の事業を参考にして社会的弱者に対する支援方策</li> <li>● 必要に応じて移転地の用意</li> </ul> </li> <li>- 内部モニタリング等による簡易住民移転計画書実施の確認を行う。 <ul style="list-style-type: none"> <li>● 苦情処理委員会の設立</li> </ul> </li> <li>- 第三者による外部モニタリングを行う。</li> </ul>	PIU	RHD
雇用や生計手段等の地域経済	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 以下の事項を含む簡易移転計画書を作成する。 <ul style="list-style-type: none"> <li>● PAPs の生計回復のための手段</li> </ul> </li> </ul>	PIU	RHD
社会関係資本や地域意思決定機関等の社会組織既存のインフラ及びサービス	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 電力、水道、電話等の社会インフラは工事が開始する前に移転させる。</li> </ul>	PIU	RHD
貧困層	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 農作業への影響を低減するため、工事の予定はできるだけ早く PAPs へ告知する。</li> <li>- PAPs へは適切な補償を支払う。</li> </ul>	PIU	RHD
HIV/AIDS 等の感染症へのリスク	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 施工業者は、工事関係者へ適切な教育を定期的に行う。</li> </ul>	施工業者	PIU

労働環境	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 施工業者は工事関係者へヘルメット、安全ベルト等を支給する。</li> <li>- 施工業者は足場、山留め等施工中の作業員の安全を確保するために必要な手段を講じる。</li> </ul>	施工業者	PIU
社会的合意	<ul style="list-style-type: none"> <li>- RHD は、現地ステークホルダー協議を行い住民に工事に関する情報を公開する。</li> </ul>	PIU	RHD
事故	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 現地 RHD は、工事中の交通誘導計画、交通切り回し計画の適切性を確認して計画を承認する。</li> <li>- 重機が公道の近辺で作業する場合は交通誘導員等を配置する。</li> </ul>	施工業者	PIU

出典：JICA 調査団

表 13.1.15 供用後の低減策

影響項目	低減策	実施機関	責任機関
騒音・振動	<ul style="list-style-type: none"> <li>- RHD は騒音計測とレビューを行う。</li> <li>- 基準値を上回る場所にはハンプ・植樹帯を設置して騒音の低減を図る。</li> </ul>	現地 RHD	RHD
事故	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 学校、病院、市場の近くにハンプを設置する。</li> </ul>	現地 RHD	RHD

出典：JICA 調査団

### 13.1.9 環境管理計画 (EMP)

#### (1) 組織の概要

環境管理、およびモニタリングを行う体制を図 13.1.3 に示す。



グと(ii)工事中・工事中に影響を及ぼす作業項目のモニタリングである。次表は工事中、維持管理期間に行うモニタリングを示し、モニタリング表を付録 2.5 に添付する。

表 13.1.16 環境モニタリング計画（工事中）

No.	環境影響項目	指標/単位	モニタリング方法	頻度	実施機関	責任機関
01	大気質	建設機器からの排気ガスの色	目視点検	毎日	施工業者	PIU: 監理コンサルタント
02	水質	濁度、油膜	目視点検	毎日	施工業者	PIU: 監理コンサルタント
03	土壌汚染	給油場所での油の臭	点検	毎日	施工業者	PIU: 監理コンサルタント
04	ホコリ	散水車の稼働状況	目視点検	毎日	施工業者	PIU: 監理コンサルタント
05	廃棄物	工事用事務所、労務者宿舎のゴミ、トイレ	目視点検	毎日	施工業者	PIU: 監理コンサルタント
06	騒音	建設機器稼働時の騒音計測 (db)	騒音計測計	毎日	施工業者	PIU: 監理コンサルタント
07	労働環境、事故	仮設設備、安全用具、安全設備、	目視点検	毎日	施工業者	PIU: 監理コンサルタント

出典：JICA 調査団

表 13.1.17 環境モニタリング計画（供用時）

No.	環境影響項目	指標/単位	モニタリング方法	頻度	実施機関	責任機関
01	騒音	通行車両によって発生する騒音計測 (db)	騒音計測計	年に一回	地方の RHD	RHD
02	事故	通行車両に起因する事故件数	目視点検	月に一度	地方の RHD	RHD

出典：JICA 調査団

影響低減の方策：法面緑化、大気質/水質/土壌汚染等は環境管理に係る費用に含まれる。本費用の見積もりを表 13.1.18、表 13.1.19 に示す。

表 13.1.18 施工業者が行う環境モニタリング費用の見積もり

<h1>非公表</h1>
--------------

注：上記費用は施工業者の負担とする。

表 13.1.19 RHD が行う環境モニタリング費用の見積もり

<h1>非公表</h1>
--------------

注：I+II は用地取得、および移転に係る費用である。

## 13.2 用地取得・住民移転

### 13.2.1 用地取得・住民移転の必要性

新設橋の架橋位置は国道においては既設橋梁に並列して下流側、もしくは上流側に架け替えられ、主要地方道、県道においては既設橋梁を取り壊したのち、現道位置に架け替えられる。

本事業は既設橋梁の改修であり、移転に伴うにある程度の規模の影響住民（200名以内）が発生すると想定される。世界銀行 OP 4.12 が示す“移転住民数が少ない、もしくは各橋の移転住民数が200名以下”に従って、本事業では簡易 PAP を作成した。

### 13.2.2 用地取得・住民移転に係る法的枠組み

現在、「バ」国における用地取得の法令は1982年に制定され、1993年－1994年に改定された不動産取得収用法（Acquisition and Requisition of Immovable Property Ordinance）により規

定されている。同法によれば補償は、(i) 土地及び資産の恒久的収用（植物、農作物、漁業、樹木、家屋）：(ii) その他収用の伴う損失に対して支払われる。県副行政官（Deputy Commissioner）が、用地取得事務官（Land Acquisition Officer）が査定した市場価格に 50%が上積みされた補償額を決めるが、これは実際の再取得価格を満たしていない。1994 年の改訂で小作人にも農作物補償が支払われることになった。しかし、同法では権利書の非所有者、証明記録の非所有者、非正規居住者・占有者、不法耕作者・賃借者等の被影響住民の損失補償は行われぬ。同法には、非正規居住者に対する移転支援、生計回復のための移行期間中の支援に関する条項もない。本プロジェクトは同法に必要な修正を加えて適用することとする。

本法の下、副行政官は法的所有者が有する用地取得に伴う補償金を支払う。土地省（Ministry of Land）には副行政官をとおして用地取得に関する権限が付託される。Khas（政府所有地）と民有地双方の取得が必要な場合は Khas を先に取得する。Khas の取得のみが必要な場合、副行政官/土地省に提出する取得申入れ書を基に、省庁間会議を経て所有が移転される。

土地所有者は、本法による受給資格を得るためには権利記録を立証して所有権を確定させる。権利記録は公用取得及び所有法 1950（1994 年改定）の 143 項、又は 144 項に示されているが以前から更新されておらず、持ち主が所有権を証明するにあたり非常な困難を伴う結果となっている。また、影響住民には賃貸領収書、又は宅地開発税の領収書が求められるが 25 bighas（3.37 ha）以下の賃貸の場合は受給対象外とされている。

「バ」国政府は ADB の支援を受け、移転を余儀なくされる人々の尊厳が保たれ、所有証明・民族・ジェンダーに関わらず福祉と生活の保護が受けられるよう支援され、開発プロジェクトで損失を被る人々の権利が尊重されることとした政府総合政策と一致する非自発的住民移転に係る国家方針（案）を策定したが未だ制定には至っていない。

本案は 2007 年 11 月に政府へ提出された。2008 年 1 月 1 日に土地省によって承認され、同年 2 月後半に内閣に上程されている。閣議承認後、政府には法に基づき、移転に係る保護が執行されるよう更なる取組みに着手することが求められる。

### 13.2.3 JICA ガイドラインと「バ」国関連法令との乖離

JICA ガイドラインと「バ」国関連法令の比較、ギャップ、及びギャップを埋めるための方策を以下に示す。

表 13.2.1 ギャップとギャップを埋めるための方策

No.	JICA ガイドライン (2010)	「バ」国不動産取得収用法 (1982)	JICA ガイドラインと「バ」国法令との乖離	乖離を埋めるための方策
1	非自発的住民移転及び生計手段の喪失は、あらゆる方法を検討して回避に努めねばならない	該当する条項はない	JICA ガイドラインと比較して 1982 の条令には影響の回避/最小化は示されていない	他ドナーの支援によるプロジェクトと同様に、既に「バ」国では事業実施前に影響の回避/最小化の方策が取られている。今後、設計・実施段階でこれら方策を実施させる。
2	このような検討を経	非正規居住者は該当し	JICA ガイドラインでは	非正規居住者にも以下の補償

No.	JICA ガイドライン (2010)	「バ」国不動産取得取用法 (1982)	JICA ガイドラインと「バ」国法令との乖離	乖離を埋めるための方策
	でも回避が可能でない場合には、影響を最小化し、損失を補償するために、実効性ある対策が講じられなければならない	ないとされている	正規・非正規居住を問わず受給要件を満たせば補償を行うとなっているが、「バ」国の条令では非正規居住者は受給対象外となっている	を行う： - 影響を受ける建造物、樹木 - 建造物移転支援 - 建造物再建支援 - 自宅所有者への住居移転支援 - 賃貸者への移転支援
3	移転住民には、移転前の生活水準や収入機会、生産水準において改善又は少なくとも回復できるような補償・支援を提供する	移転前の生活水準を保つとする条項はない	移転前の生活水準回復に関して JICA ガイドラインでは補償・支援を提供するとなっているが、「バ」国の条令には該当する条項がない	以下の支援を提案する： - 営業損失の伴う金銭支援 - 工場及び魚倉庫への損失補償 - 労働の損失に伴う賃金支援 - 住宅賃貸者の移転に伴う賃貸支援 - 賃貸業者への支援 - マイクロクレジットの紹介 - 職業訓練機会の提供 - 優先雇傭等。
4	補償は可能な限り再取得費用に基づかなければならない	補償額は政府価格とされており、通常、市場価格と比べかなり低い	JICA ガイドラインでは市場価格による再取得価格と示されているが、「バ」国の場合は該当する条項がない	ARP にこれら問題に対応し、市場価格の決定権を有する独立した評価者（委員会）が価格を決定するメカニズムを明記する。 再取得費用での補償について実施機関と合意する。
5	（補償やその他の支援は、物理的移転の前に提供されなければならない）	支払いは工事開始前、後に関係なく所定の期日に実施される	JICA ガイドラインでは、移転前に補償支払いを完了するとされている	ARP にこれら問題に対応し、用地取得/移転前に支払いが実施されるメカニズムを規定する
6	大規模非自発的住民移転が発生するプロジェクトの場合には、住民移転計画が、作成、公開されていなければならない。住民移転計画には、世界銀行のセーフガードポリシーの OP4.12 Annex A に規定される内容が含まれることが望ましい	ARP の作成、公聴会の開催に関する条項はない。県次長が取得担当者を通して土地所有者に連絡を入れ、所有者に異存がなければ補償額・その他の手続きを進められる	「バ」国には移転に必要な方策の骨子、情報公開を示す RAP の作成を義務付ける条項はない	本プロジェクトの ARP には、移転に必要な骨子と情報公開が不可欠であることを示した。これは今後の設計・事業実施段階で実行される
7	住民移転計画の作成に当たり、事前に十分な情報が公開された上で、これに基づく影響を受ける人々やコミュニティとの協議が行われていなければならない。	1982 年の法令では、取得対象者のみに通知される	法令に該当する条項はなく、県及び中央レベルの土地配分委員会で開催される	ARP/移転計画は現地ステークホルダー（非影響住民、政府関係機関、地方機関、NGO 等）との協議を通して作成され、その協議はプロジェクトの計画、事業化調査、設計、実施、モニタリングを含む実施後等、あらゆる段階に行う



No.	JICA ガイドライン (2010)	「バ」国不動産取得取 用法 (1982)	JICA ガイドラインと 「バ」国法令との乖離	乖離を埋めるための方策
8	協議に際しては、影響を受ける人々が理解できる言語と様式による説明が行われていなければならない	該当する条項はない	「バ」国には該当する条項がない	移転計画をすべのステークホルダーと現地で使用されている言語で ARP についての説明・質問形式でプロジェクトの計画、事業化調査、設計、実施、モニタリングを含む実施後等、あらゆる段階に行なう
9	非自発的住民移転及び生計手段の喪失にかかる対策の立案、実施、モニタリングには、影響を受ける人々やコミュニティの適切な参加が促進されていなければならない	影響を受ける人々の参加のモニタリングに関する該当する条項はない	「バ」国には該当する条項がない	移転計画をすべのステークホルダーと現地で使用されている言語で ARP についての説明・質問形式でプロジェクトの計画、事業化調査、設計、実施、モニタリングを含む実施後等、あらゆる段階に行なう
10	影響を受ける人々やコミュニティからの苦情に対する処理メカニズムが整備されていない	影響を受ける人が補償額に納得できない場合には調停者に仲裁を依頼し、調停者の決定に不服がある場合は裁判所に訴えて結審を仰ぐとされている	JICA ガイドラインは法律に基づく対決を最小化して問題の円満解決を図るための苦情処理機関の設置を奨めているが、「バ」国では調停者への仲裁と裁判所による結審しかない	本プロジェクトの移転計画は、正規・非正規を問わず、すべての PAPs のための苦情処理メカニズムに関する条項を設けた
11	被影響住民は、補償や支援の受給権を確立するため、初期ベースライン調査(人口センサス、資産・財産調査、社会経済調査を含む)を通じて特定・記録される。これは、補償や支援等の利益を求めて不当に人々が流入することを防ぐため、可能な限り事業の初期段階で行われることが望ましい	このような作業に係る条項はない	「バ」国には該当する条項がない	本 ARP は、移転対象住民へのセンサス、社会・経済調査を行い、喪失する資産の財産調査を基に作成された。また、影響を受ける資産をビデオで記録した。
12	補償や支援の受給権者は、土地に対する法的権利を有するもの、土地に対する法的権利を有していないが、権利を請求すれば、当該国の法制度に基づき権利が認められるもの、占有している土地の法的権利及び請求権を確認できないものとする	該当する条項はない	「バ」国には該当する条項がない	移転計画は、正規・非正規を問わず物的又は経済的置換が発生した場合には、その影響を被るすべての人が支援と補償を受ける権利を有することを示した
13	移転住民の生計が土地に根差している場	該当する条項はない	「バ」国には該当する条項がない	本提案は政府所有地が少なく、また民有地の取得が難し

No.	JICA ガイドライン (2010)	「バ」国不動産取得取 用法 (1982)	JICA ガイドラインと 「バ」国法令との乖離	乖離を埋めるための方策
	合は、土地に基づく 移転戦略を優先させ る			いことも相まって移転計画で は可能であれば代替土地によ る補償を優先するとした。 ホストコミュニティの同意と 土地価格を調査の上、代替地 による補償が可能であればそ の方向で補償を行う
14	移行期間の支援を提 供する	移行期間の支援に係る 条項はない	「バ」国には該当する 条項がない	ARP に以下を示す: - 自宅所有者への移転支援 - 借家人への移転支援
15	移転住民のうち社会 的な弱者、得に貧困 層や土地なし住民、 老人、女性、子ど も、先住民族、少数 民族については、特 段の配慮を行う	社会的弱者への配慮に 関する条項はない	「バ」国には該当する 条項がない	寡婦、高齢者、障害及び貧困 世帯等社会的弱者への特別な 支援を行う
16	200 人未満の住民移転 または用地取得を伴 う案件については、 移転計画(ARP)を作成 する	該当する条項はない	「バ」国には該当する 条項がない	本 ARP は、各橋梁における PAPs 数が 200 名以下であるこ とにより作成された

出典：JICA 調査団

### 13.2.4 センサス及び社会経済調査

#### (1) 調査方法

調査方法は現地コンサルタントを選定して 105 橋の事業対象候補橋梁の COI 内に位置する全ての世帯から情報収集を行い、その後、簡易 RAP の作成を行なった。現在、センサス/社会経済調査、現地ステークホルダー協議、市場価格に基づく土地・家屋・樹木その他の資産を調査し、これらのデータを簡易 RAP の作成に反映させた。情報収集は JICA 調査団が選定した対象橋梁建設に伴う直接的・間接的な影響と、影響を被る人々とその資産、その他影響の対象となる施設に対して行った。収集したデータには写真も含まれており、移転及び事業の実施にあたり使用できる。

#### (2) 事業実施予定地

事業対象橋梁はロングプール、ラッシャヒ、ゴバルゴンジ、クルナとボリシャルの5地域にある。ロングプール地域には32の対象橋梁（ボグラ、ディナジプール、ガイバンダー、ジョイプーラット、ラルモニーラット、ニルパーマリ、パンチャグラ、ロングプールとタクルガオン県）があり、ラッシャヒ地域には23橋（ナオガオン、ナトレ、パプナ、ラッシャヒとセラジガンジ県）が、ゴバルゴンジ地域には15橋（ファリドプール、ゴバルゴンジ、マダリプールとシャリアテーブル県）、クルナ地域には15橋（バゲルハット、ジェソーレ、ジェナイダー、クスティア、ナライルとサトゥキーラ）、そして20橋がボリシャル地域（ボリシャル、ボーラ、ジャロカティ、パトゥアカリとピロジプール県）にある。各地域の橋梁数と影響を受ける物件数を表13.2.2に 住居移転が必要となる世帯数を橋梁ごとに表 13.2.3に示す。

表 13.2.2 地域ごとの橋梁数と影響を受ける物件数

地域	県名	調査対象橋梁数	影響構造物 (PAUs)			
			世帯数 (土地・住居・樹木付き、住居のみ、賃貸住居、樹木、その他池・魚他)	商店数 (土地・建物・樹木付き、建物のみ、賃貸物件)	公共施設	計
ロングプール	ボグラ	06	30	16	02	48
	ディナジプール	08	68	228	15	311
	ガイバンダー	03	12	80	00	92
	ジョイプーラット	02	17	73	01	91
	ラルモニーラット	01	10	00	00	10
	ニルパーマリ	04	34	115	10	159
	パンチャグラ	02	12	93	05	110
	ロングプール	05	23	114	07	144
	タクルガオン	01	01	46	03	50
	<b>小計</b>	<b>32</b>	<b>207</b>	<b>765</b>	<b>43</b>	<b>1,015</b>
ラッシャヒ	ナオガオン	01	10	94	01	105
	ナトレ	02	26	26	02	54
	パブナ	06	44	41	00	85
	ラッシャヒ	02	33	07	01	41
	セラジガンジ	12	77	150	03	230
	<b>小計</b>	<b>23</b>	<b>190</b>	<b>318</b>	<b>07</b>	<b>515</b>
ゴパルゴンジ	ファリドゥプール	07	29	85	01	115
	ゴパルゴンジ	01	06	00	00	06
	マダリプール	02	06	111	03	120
	シャリアタプール	05	13	68	04	85
	<b>小計</b>	<b>15</b>	<b>54</b>	<b>264</b>	<b>08</b>	<b>326</b>
クルナ	バゲルハット	02	22	45	00	67
	ジェソーレ	02	43	208	10	261
	ジェナイダー	03	38	70	02	110
	クスティア	03	35	62	03	100
	ナライル	04	33	85	04	122
	サトゥキーラ	01	00	00	00	01
	<b>小計</b>	<b>15</b>	<b>171</b>	<b>470</b>	<b>19</b>	<b>660</b>
ボリシャル	ボリシャル	12	116	462	15	593
	ボーラ	04	18	44	04	66
	ジャロカティ	02	14	39	01	54
	バトゥアカリ	01	09	04	01	14
	ピロジプール	01	09	01	00	10
	<b>小計</b>	<b>20</b>	<b>166</b>	<b>550</b>	<b>21</b>	<b>737</b>
<b>総計</b>		<b>105</b>	<b>788</b>	<b>2,367</b>	<b>98</b>	<b>3,253</b>

出典: Census & Socioeconomic survey, June 2014

表 13.2.3 各橋梁の住居移転世帯数

Serial No.	橋梁 ID	移転世帯数	移転者数	Serial No.	橋梁 ID	移転世帯数	移転者数
ロングプール地域				ラッシャヒ地域			
2	N509_19a	4	12	3	N5_119a	0	0

西部バングラデシュ橋梁改修事業準備調査  
準備調査報告書

6	N5_235a	1	5	4	N5_127a	8	32
10	N5_265a	1	4	5	N5_176a	3	19
11	N5_350b	1	6	7	N5_120a	0	0
24	N5_356a	1	3	8	N5_128a	0	0
31	N5_378a	0	0	9	N5_158a	6	32
36	N5_188a	2	9	16	N5_134a	2	11
38	N518_4a	2	9	17	N6_97a	26	101
45	N5_344c	2	9	18	R681_10a	31	152
46	N5_382a	19	92	19	N5_140a	8	43
47	N5_360a	9	52	20	N5_118a	21	87
48	Z5025_55a	14	53	27	N505_2a	4	15
49	Z5025_64a	2	8	28	R548_28b	9	40
50	Z5401_45a	5	26	33	N5_156a	4	11
51	Z5072_14a	0	0	34	N5_172a	3	11
52	Z5025_60a	1	2	35	N5_179a	2	7
53	Z5472_6a	0	0	37	N5_126a	4	22
55	Z5552_10a	5	28	54	N5xx_Sa	1	6
59	Z5015_22a	0	0	73	R548_40a	0	0
60	Z5701_1a	12	60	74	R451_1a	1	4
61	Z5701_9a	11	59	75	R451_7a	0	0
62	R545_115c	15	76	87	Z6010_12b	0	0
66	N5_260b	5	17	100	Z5041_2a	3	10
76	R550_28b	0	0	クルナ地域			
79	N5_458a	9	51	21	N704_43a	14	63
80	N5_488a	0	0	22	N7_248c	5	19
88	Z5008_1a	9	44	25	N7_246a	13	56
89	Z5024_5c	1	2	39	N7_141b	7	37
90	Z5025_46a	3	16	40	R720_44a	16	86
91	Z5040_4a	7	37	41	N703_Sd	15	58
93	R585_80a	2	10	43	N704_14a	3	12
II	N5_435a	1	7	44	N704_33b	1	5
ゴパルゴンジ地域				63	R760_049c	0	0
13	N7_025a	1	5	67	N704_27b	2	9
14	N7_039a	3	15	68	R750_22c	0	0
15	N7_049a	1	7	98	R760_003a	-	-
23	N7_054a	12	54	I	N706_14b	28	147
26	N8_095a	1	6	III	N704_12c	3	10
29	N7_036c	3	30	V	R750_25a	5	14
30	N7_048a	0	0	VI	Z7503_5a	0	0
32	N7_047a	0	0	ボリシャル地域			
77	R860_31a	1	7	1	N8_178a	9	51
83	R860_34a	1	6	12	N8_182a	5	45
84	R860_44c	0	0	42	R890_45a	1	9
85	R860_53d	2	8	56	N8_152c	4	15
86	N8_69a	3	11	57	N8_127b	12	54
99	R860_35a	3	21	58	Z8052_009d	5	22
IV	N805_24a	6	36	64	N8_123a	6	32
				65	Z8701_3d	1	4
				69	N8_129a	6	40
				70	R890_16a	5	17
				71	R890_21a	0	0
				72	R890_28a	0	0
				78	Z8708_1c	4	19
				81	Z8708_12b	6	37
				82	Z8033_017a	15	77
				92	Z8810_13a	8	40
				94	Z8033_008a	4	31
				95	Z8033_019a	3	18
				96	Z8034_011a	5	15
				97	Z8044_004a	1	5
				71	R890_21a	0	0

注：SN(シリアルナンバー)は事業対象候補橋梁 106 橋選定時のランクである。

出典：JICA 調査団

橋梁建設に伴い特定された COI 内の移転総数 3,253 軒には、商店が 2,367 軒、住居が 788 世帯、公共施設が 98 軒である。住居の 788 世帯の内訳は 529 世帯が住居の損失、185 世帯が樹木の損失、74 世帯が池・その他の損失を被る。RHD の所有する公有地内には多数の家屋、商店、公共施設があり、一部には私有地の存在も確認される。公共施設の多くは RHD の所有する土地内にある。多種多様な建物、計 109,538 平米が、橋梁建設によって移設が必要となる。表 13.2.4 に地域ごとの移転対象物件を示す。

表 13.2.4 地域ごとの移転対象物件

No.	損失の種類	地域名					計
		ロング プール	ラッシ ヤヒ	ゴパル ゴンジ	クルナ	ポリシ ヤル	
1	総橋梁数	32	23	15	15	20	105
2	土地総面積 (ha)	18.50	8.41	5.51	2.70	4.85	39.97
2a	住宅/商業地面積 (ha)	3.87	2.43	1.49	1.12	2.13	11.05
2b	農地/その他面積 (ha)	14.63	5.97	4.02	1.58	2.72	28.92
3	建物総数 (PAUs)	1,015	515	326	660	737	3,253
4	住居総世帯数 (土地・住居・樹木付き、住居のみ、賃貸住居、樹木、その他池・魚他)	207	190	54	171	166	788
5	商店総数 (土地・建物・樹木付き、建物のみ、賃貸物件)	765	318	264	470	550	2,367
6	公共施設総数	43	07	08	21	19	98
7	影響を受ける物件総数	1,030	494	349	724	766	3,363
7a	総面積 (sqm)	37,445	12,931	13,589	21,687	23,886	109,538
7.b	総住居面積 (sqm)	10,778	5,902	2,437	7,674	6,417	33,208
7.c	総商店面積 (sqm)	24,161	6,796	10,270	12,954	15,423	69,604
7d	総公共施設面積 (sqm)	2,506	233	882	1,059	2,046	6,726
8	総トイレ数	14	40	14	05	38	111
9	総井戸数	38	41	12	20	31	142
10	私有地の樹木総数	15,825	8,692	3,830	7,081	9,350	44,778
11	公用地の樹木総数	2,500	2,502	1,852	818	1,776	9,448

出典: Census & Socioeconomic survey, June 2014

### (3) 被影響世帯の概要

影響を被る 3,155 世帯の人口は 8,378 人 (52.68%) が男性、7,525 人 (47.32%) で構成されている。この中には 336 人が老人・病人で 47 人が身体に障害をかかえている。

表 13.2.5 地域ごとの男女数

地域名	総世帯数	人口				人口計
		男性	比率 (%)	女性	比率 (%)	
ロングプール	972	2,591	53.07	2,291	46.93	4,882
ラッシャヒ	508	1,324	52.69	1,189	47.31	2,513
ゴパールゴンジ	318	833	54.09	707	45.91	1,540
クルナ	641	1,738	51.77	1,619	48.27	3,357
ポリシャル	716	1,892	52.40	1,719	47.60	3,611
計	3,155	8,378	52.68	7,525	47.32	15,903

出典: Census & Socioeconomic survey, June 2014

影響を被る 3,074 世帯の世帯主は男性で、女性が世帯主となっているのは 81 世帯（全体の 3%以下）である。

表 13.2.6 地域別、男女別の世帯数

性別	地域別の世帯主数						比率 (%)
	ロングプール	ラッシャヒ	ゴパールゴンジ	クルナ	ポリシャル	計	
男性	941 (96.8%)	490 (96.5%)	313 (98.4%)	625 (97.5%)	705 (98.5%)	3,074	97.43
女性	31 (3.2%)	18 (3.5%)	05 (1.6%)	16 (2.5%)	11 (1.5%)	81	2.57
計	972 (100%)	508 (100%)	318 (100%)	641 (100%)	716 (100%)	3,155	100.00

出典: Census & Socioeconomic survey, June 2014

「バ」国の貧困の定義は、一人あたりの収入または直接摂取カロリーで定義されており、直接摂取カロリーが 2,122 kcal 以下は貧困状況にあり、1,805 kcal 以下は最貧困にあるとされている。今回実施した社会経済調査によれば、被影響世帯の 6.27%が年収 60,000 タカ以下であった。

表 13.2.7 地域ごとの世帯主の年収と貧困のレベル

地域	ロングプール		ラッシャヒ		ゴパールゴンジ		クルナ		ポリシャル		計	
	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
年収 (Tk)	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
<15000	04	0.41	02	0.39	01	0.31	00	0.00	01	0.14	08	0.25
15001-30,000	07	0.72	06	1.18	01	0.31	01	0.16	03	0.42	18	0.57
30,001-45,000	21	2.16	04	0.79	03	0.94	06	0.94	04	0.56	38	1.20
45,001-60,000	62	6.38	28	5.51	12	3.77	16	2.50	16	2.23	134	4.25
60,001-80,000	59	6.07	21	4.13	04	1.26	17	2.65	22	3.07	123	3.90
80,001-100,000	100	10.29	45	8.86	13	4.09	41	6.40	45	6.28	244	7.73
100,001-120,000	196	20.16	116	22.83	57	17.92	111	17.32	152	21.23	632	20.03
120,001-135,000	16	1.65	03	0.59	01	0.31	07	1.09	02	0.28	29	0.92
135,001-150,000	67	6.89	23	4.53	13	4.09	46	7.18	45	6.28	194	6.15
150,001-165,000	13	1.34	06	1.18	03	0.94	06	0.94	04	0.56	32	1.01
165,001-180,000	129	13.27	62	12.20	49	15.41	85	13.26	122	17.04	447	14.17
>=180,001	298	30.66	192	37.80	161	50.63	305	47.58	300	41.90	1,256	39.81
Total	972	100.00	508	100.00	318	100.00	641	100.00	716	100.00	3,155	100.00

出典: Census & Socioeconomic survey, June 2014

### 13.2.5 補償・支援の具体策及び受給要件

影響を被る全ての人々には、影響に対する補償と支援を受ける資格を有する。ただし、受給資格はカットオフデートの制限を受ける。「バ」国では、カットオフデートは法（1982 年布告 II、および 1994 年の改定）第 3 節に則り用地取得に必要な ROW を公示するか、共同立会い時に DC が宣言することとされている。本事業におけるカットオフデートは、ARP に基づき現地ステークホルダー協議で受給要件が公開された日でロングプールとラッシャヒ地域は 2014 年 8 月 5 日、ゴパルゴンジ、クルナおよびボリシャル地域は 8 月 20 日に宣言が行われた。これにより、非正規居住者であっても表 13.2.8 に示す補償の受給対象となる。

受給要件のマトリックス表は、2014 年 4 月 11 日から 6 月 30 日にかけて実施されたセンサス、社会経済調査の結果に基づき作成させた。本表には調査結果に基づく損失の種類の特定、各損失に対しての受給要件、補償受給の項目、および移転に係る手当が示されている。「バ」国補償金支払い法 (CCL) では土地、樹木、建物、その他建造物の損失に対しては、副行政官を通して市場価格による補償が行われるとされている。これら損失補償金額に関して CCL と市場価格に差が発生した場合は RHD が ARP 実施機関をとおしてその差額を支払う。

ARP の枠組みについては、プロジェクト実施橋梁の住民を対象に開催した第二回 SHM で伝えられ、住民からの賛同が得られている。ARP 案は MORTB の承認を求め、RHD を経由で同省に提出され、2014 年 12 月 29 日に承認された。

表 13.2.8 補償および受給要件のマトリックス

項目 No.	損失の種類	受給者	補償内容	実施に伴う摘要/ガイドライン
1	住居、商店、農地、池、用水路、果樹等	土地の正規所有者	i. 評価助言団 (PVAT) が決定する土地再取得価格 (RV) : 法に基づく補償金額 (CCL)、市場価格との差額、印紙代・登録費用として 10.5% ii. 移転手当 : 農地・養魚場・用水路は 1/100 エーカー当たり 100 タカ、住宅地・果樹園・商業地は 1/100 エーカーあたり 200 タカ iii. 実質所有者/耕作者への作物補償額は PVAT が定める金額	a. 土地面積、評価額は共同検証調査 (JVS) による b. 市場価格価格は土地市場価格調査 (LMS) による c. CCLに基づく評価 d. 正規所有者の情報更新 e. CCLに基づく支払い f. 影響を受ける人々への受給要件および支払い手順の通知 g. 副行政官 (DC) が決定する CCLで再取得価格に不足する金額への追加支払い。 h. 影響を受ける人が代替地購入のため必要な印紙代・登録費用として市場価格の 10.5% を支払う
2	耕作地 : 所有者/耕作者/賃貸人/小作人	賃貸人/小作人/正規所有者/栽培者/社会的に所有している者と認定される者/賃借人/非正規占有者	i. PVAT が決定する所有者/耕作者/小作人/賃貸人/賃借人への作物補償 ii. 所有者/栽培者は現在の作物を収穫する権利を有する。	a. 賃借人/小作人に関する認証は JVSが行う b. 作物補償は、正規所有者/社会的に所有していると認められる者には、用地取得後、彼らからの証明付き領収書をも

項目 No.	損失の種類	受給者	補償内容	実施に伴う摘要/ガイドライン
				<p>ってに現金が支払われる</p> <p>c. 所有者自身が耕作者である場合は、PVATが定めるところの市場価格価格との不足分を支払う</p> <p>d. 作物補償と作物は、土地所有者/社会的に所有しているとみなされる者と小作人との間で交わされた条件に基づき分配される</p> <p>e. 小作の取り決めが口頭であり係争が起きた場合は、選出された代表者の証明書が法的効力を有する</p>
3	樹木/ 多年草/ 漁業資源	1. 土地の正規所有者 2. 社会的に所有している求められた者/非正規占有者	i. 市場価格に基づく樹木/ 多年草/漁業資源への補償  ii. 果樹には樹木価格の 30%を一年間の収穫回数分の支払い  iii. 漁業資源の補償は PVAT が決定する  iv. 樹木の損失に各戸に苗木 5 本を無料配布する  v. 所有者は工事に遅延を及ぼさない限りにおいて、樹木/多年草/魚を無料で持ち去ることが許される	a. 市場価格による樹木の評価 b. CCLによる樹木への支払い c. 所有者への適切な補償金額の支払いと所有者が無料で樹木を持ち去る権利 d. 果樹に対しては小、中、大に応じた果物補償 e. 樹木を損失する世帯へ5本の苗木（2本の果実木、2本の用材木、1本の医薬木）の無料配布
4	住居・商店： 所有者/占有者	正規所有者/専有者	i. PVAT が決定する構築物の市場再取得価格に基づく  ii. 移転手当として、主要建造物再取得価格の 12.5%を支払う  iii. 再建手当として、主要建造物再取得価格の 12.5%を支払う  iv. 所有者無料で既設建造物材料を持ち去ることができる	a. CCLによる損失への支払い b. JVSおよび他の記録による検証 c. 影響を受ける人への受給情報と支援策の提供
5	住居/商店（賃貸またはリース）	賃貸人またはリース人の所有物	i. 一世帯または一法人へ代替住宅/施設費用として 3,000 タカを一回支払う  ii. 家族数に応じた移転手当の支払い：家族一人当たり 500 タカ、また最低 2,000 を支払う	a. JVSおよび他の記録による検証 b. 移転手当は当該サイトから移転する時に支払う



項目 No.	損失の種類	受給者	補償内容	実施に伴う摘要/ガイドライン
6	移転に伴う営業損失	共同検証調査 (JVS) に記録された商店主/運営者	i. 営業再建費用として 1 店舗あたり 10,000 タカを支払う	a. JVSによる登録 b. 支払いは用地取得手続き中に行う
7	移転に伴う労働日数の減少	共同検証団 (JVT) が雇用されていると認定した者	i. 影響を受ける従業員/日額労働者へ一日当たり 300 タカを 30 日分支払う ii. 希望があれば工事現場への雇傭 (可能な場合)	a. JVSによる登録 b. 支払いは用地取得手続き中に行う c. 在職者の工事現場への採用 d. 養蜂、家畜業、製陶、溶接、機械修理、植物栽培、社会林業等の所得創出機会の訓練
8	貧困層および社会的弱者	JVTが認定した貧困層および社会的弱者	i. 寡婦、社会的弱者へは 3,000 タカを給付する ii. 弱者への所得創出機会の訓練	a. 弱者の特定 b. 弱者への所得再建策I c. 所得創出のための訓練の提供
9	公共施設	モスク、学校、コミュニティー施設等	i. 公共施設への補償支払い、またはプロジェクトでこれらを一時的に新築する	a. 公共物を運営する団体の特定 b. 現金による損失補償 c. または、プロジェクトによる施設の新築
10	工事中に発生する影響	コミュニティー / 個人	i. 施工業者は、重機の稼働・移動によって発生した建造物・土地へ影響が確認された場合は補償しなければならない ii. 施工業者は、COI の外の用地を仮設工事に使用する場合は書面で所有者の承諾を得る iii. 借地は原形またはそれを上回る状態に復旧し所有者に返還する	a. 工事開始前に、当該地区の地区の住民へ大気汚染、騒音等の環境に影響を及ぼす事項を伝える場を設ける b. 施工業者は、工事期間中は労働者に感染症、安全な性交渉等の安全教育を行う。また、救急箱、コンドーム等を用意する。

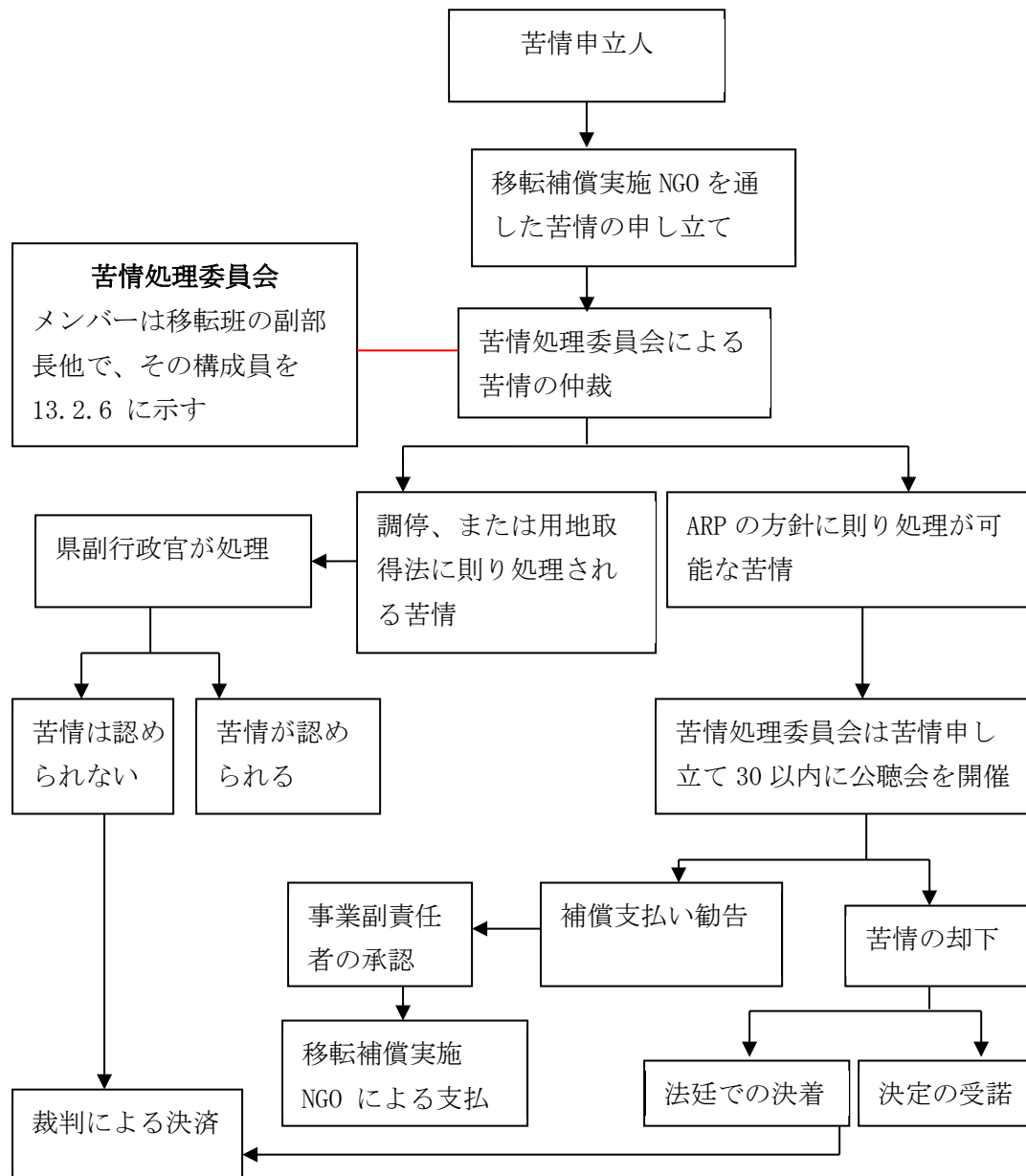
### 13.2.6 苦情処理委員会

「バ」国では、複雑な土地登記制度によって土地、建物、樹木、池等の所有権を巡る多数の係争が発生している。これによって、道路線形、土地評価価格、その他補償に関する苦情を引き起こす結果となっている。1982 年の用地取得令に苦情処理とその救済に関する手順が示されている。しかし、通常、法令に則る解決には複雑な手続きが伴い、貧しい人々たちは裁判費用の捻出や公平性を欠く取扱を受けたりして、解決に長い時間が費やされている。法廷に頼るのではなく、法に基づき公平に問題を解決して欲しいとの苦情が多く寄せられている。用地取得に伴い発生するこれらの問題解決として苦情処理委員会 (GRC) を共同体ごとに設置する。

GRC では移転費用、移転、及びその他支援に係る苦情を取り扱う。これには、MORTB が官報で GRC の構成と取り扱う内容を公示することが求められる。GRC の構成員は；

- RU の副部長、RHD 技術幹部：主催者
- 移転補償実施 NGO の地区担当マネージャー：書記、委員
- UP の議長：委員
- 移転者の代表一名：委員
- UP の女性一名：委員

図 13.2.1 に GRC の詳細を示す。



出典：JICA 調査団

図 13.2.1 苦情処理のメカニズム

### 13.2.7 実施体制

#### (1) 実施体制

RHD は、橋梁建設に伴い非自発的移転を強いられる人々にその責任を負う。RHD は事業実施に当たり、事業統括者（PD）、事業実施局（PIU）を事業事務所に配置する。PIU は技術部（ESU）、環境管理部（EMU）、移転管理部（ESU）で構成される PD には RHD からの代表として局長・副局長・部長級を配置する。事業は PD 及び RHD の監督の下でされ、移転班（Resettlement Unit）は事業の簡易 RAP に伴う移転の実施とその管理を総括する。

簡易 RAP 実施機関（IA）は PD、RHD、および監理コンサルタントと連携して現地レベルの作業を行う。主な作業内容は；

- 共同査察委員会（JVT）によって認定される正規・非正規居住にかかわらず、各被影響者に影響証明 ID を発行する。
- 補償対象物件の書類整備、および副行政官（DC）事務所から支払われる補償支払いに関して被影響住民を支援する。
- フォーカスグループディスカッションを立ち上げ、ARP が示す被影響住民の権利と受給要件を参加者に等しくかつ細かな説明会を定期的に行う。
- 事業対象地域全体を包括し、コミュニティと被影響住民を含む移転助言委員会（RAC）を立ち上げる。
- 支払証憑その他書類を整え、受給者に小切手を発行する。

図 13.2.2 に移転の実施に伴う組織・職位の階層を示す。



に分けて、これらを運営してゆく。実施 NGO は女性及び寡婦を対象とした面談を行い、その結果を移転・定住の計画に反映させる。移転対象となる女性には、建設工事への参加の機会を考慮する。

実施 NGO の女性スタッフは、簡易 RAP が示す収入の回復への方策、及び実施について女性グループのニーズを確認する。このようにして、移転に係るすべての過程における女性たちが相談できる機会を確保する。

### (3) 実施 NGO の選定

RHD は、通常の調達手続きに基づき経験が豊富な NGO を選定する。選定された NGO は付録 2.6 の TOR に基づき、DC、RHD 及び NRC と現地で調整を行いながら簡易 RAP を実施する。

### 13.2.8 実施スケジュール

非公表
-----

非公表

図 13.2.3 ARP 実施スケジュール

出典：JICA 調査団

### 13.2.9 費用と財源

15章において、105橋の事業対象候補橋梁から、346世帯、1,628人が影響を被る60橋の事業対象橋梁が選定された。

ARPでは、現在の市場価格と再取得価格に基づく土地、構築物、作物・樹木、特別手当を含む補償費用を算出した。移転・特別手当は移転補償方針に基づき算定した。その他情報公開、公聴会、フォーカスグループディスカッションの費用も“ARP実施機関の運営費用”の冒頭で考慮した。一方、所得創出機会のための訓練は生計回復プログラムで行われることを考慮して予備費の5%に含んでいる。

また、費用はARP実施機関の運営費用、プロジェクト実施機関（RHD）の能力向上に係る費用も考慮した。60橋のARPに係る総費用は、Cash Compensation Lawに基づきDCが決定する用地取得費、その他建造物等資産への補償を含め、非公表となる。この金額は参考金額であり、実施時には必要に応じて最新情報に変更することが求められる。土地、建造物、樹木その他影響を受ける項目の最終的な価格は評価助言団によって決定される。その価格、ARPが示す方針に基づく移転に係る最終費用を算出して、実施機関（RHD）の承認を得ることになる。これらの費用は「バ」国政府の財政計画に基づきRHDが支払いを行う。

### 13.2.10 モニタリングと評価

ARP実施のモニタリングは、RHDの移転班に内部モニタリングと外部モニタリングを行ってその意見を伝え、移転に係る効果を評価する。移転評価ではARPの実施期間中、およびその後に移転に係る目標は適切かつ即していたか、特に、生計・生活水準は回復・改善されたかを見直す。評価は、今後の移転計画作成のための移転の効率、効果、影響と持続可能性を検証する。

#### (1) 内部モニタリング

内部モニタリングは国際移転専門家、およびARP実施機関の支援を受け、移転班がRHDの各地域エンジニアを介して行う。ARP実施機関は、スケジュージュールに従い実施されるARP諸作業に伴う情報を収集する。RHDの移転班は四半期ごとにプログレスレポートを作成してARP実施状況を示す。本レポートには；(i)現在の進捗状況、(ii)期間中に達成、達成できなかった目的、(iii)問題への対応、および(iv)次の四半期の目標を含む。また、モニタリングは供用後、半年ごとに少なくとも二年間行う。表13.2.9に報告書に記載するモニタリング指標を示し、表13.2.10に移転班がARPの実施に伴い四半期ごとにするモニタリング表を示す。

表 13.2.9 ARP 実施に伴うモニタリングフォーム

項目	総数 (単位)	今期実施 数 (単位)	累計実施済み 数 (単位)	今期の進 捗 (%)		状況、及び備 考
				目 標 (%)	達 成 (%)	
<b>移転準備</b>						
パンフレットの配布						
影響を受ける AHs/CBEs の 特定						
ID cards の発行						
コンサルテーション						
PVAT/RAC/GRC の設立						
<b>補償支払い</b>						
土地補償						
樹木/作物/漁業補償						
住居/商店等の建造物 補償						
借家人への補償						
移転費用						
<b>社会開発</b>						
雇傭喪失補償						
営業損失補償						
営業回復補償						
間接的影響への補償						
生計回復手段						

出典：ARP 2014 年 9 月



表 13.2.10 モニタリング指標

モニタリング項目	モニタリング指標
費用と必要な期間	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 用地取得、および移転に関わるスタッフ全員が予定どおり任命され現地の作業に従事しているか?</li> <li>• 能力育成、およびその訓練は予定どおり完了しているのか?</li> <li>• 移転業務は承認された移転系計画どおりに進行しているのか?</li> <li>• 受給者に支給される費用は予定どおりに移転機関に配布されているか?</li> <li>• 移転事務所に予定通りに費用が配布されているか?</li> <li>• 費用は ARP に則り支払われているか?</li> <li>• 用地取得は工事が開始される前に終わっているか?</li> </ul>
受給要件の通知	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 被影響住民は受給要件マトリックスに示された項目、数量に基づく損失補償を受給できるようになっているか?</li> <li>• 土地権利を取得した被影響世帯数は何世帯か?</li> <li>• 移転し、新しく住居建設した被影響世帯数は何世帯か?</li> <li>• 収入・生計回復活動は予定に従って行われているのか?</li> <li>• 被影響商店は受給したのか?</li> <li>• 受食地を失う住民への補償は適切に支払われたのか?</li> <li>• プロジェクトにより立ち退く RHD、または政府の所有する土地の不法占拠者・侵入者に対する補償は行われたのか?</li> <li>• コミュニティの公共施設への補償が行われ、新たな場所に再建されたのか?</li> </ul>
協議、苦情、および留意の必要な事項	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 移転に関する小冊子・パンフレットは配布されているのか?</li> <li>• 協議、グループ・コミュニティ活動を含むコンサルテーションは行われたのか?</li> <li>• 苦情処理による救済を申し入れた住民はいるのか? その結果どうなったのか?</li> <li>• 係争は解決したのか?</li> </ul>
受益のモニタリング	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 工事前と比較して住民が従事する職業にどのような変化が起きたのか?</li> <li>• 工事前と比較して住民の収入・支出にどのような変化が起きたのか?</li> <li>• 住民の収入は変化に対して遅れをとっていないか?</li> <li>• 社会的弱者のグループにどのような変化が生じたのか?</li> </ul>

出典: ARP September, 2014

## (2) 外部モニタリング

RHD、は移転終了後 6 ヶ月以内に、個人または企業に依頼して、社会影響調査を実施する。実施方法は、住民の移転後の社会経済状況が、移転前に行った基礎情報と比較するにあたり妥当性があり・信ぴょう性があり・分析力に優れた手法を用いるものとする。

外部モニタリングでは、移転を JICA ガイドラインおよび「バ」国政府方針に沿って解決すべき予測される今後の問題、移転によって生計が苦しくなったと思う住民達への更なる低減策を示す。また、評価の実施によって今後、「バ」国の非自発的住民移転政策の改正に有益となる課題についても示す。

プロジェクト監理コンサルタントに配置される移転専門家は、移転実施段階では定期的に検討・監理の任にあたる。この定期的な任務に加えて、RHD は ARP 実施に係る包括的な中期検討を行う。ARP の終了後、RHD は PAPs が被る社会影響に基づき作成された生活再建策が適切であったか、計画案との差異はなかったについても評価する。外部モニタリングの TOR 付属資料の付録 2.7 に示す。

### 13.2.11 現地ステークホルダー協議

現地ステークホルダー協議は二段階に分けて実施された。第一段階では、各橋ごとにプロジェクトのゴール、目標、コンポーネント等の概要を述べ、改修橋梁の暫定的な設計に基づく情報を住民に公開した。また、当該地区で発生すると考えられる用地取得についても述べた。この協議結果は改修橋梁の最終位置決定に反映された。橋梁の位置決定後、第二段階のステークホルダー協議が開催された。その折、JICA ガイドライン及び「バ」国の方針に基づき ARP に考慮された被影響住民への受給要件を公開した。また、非正規居住者が補償受給者として認定されるカットオフデータは第二回の協議開始日である旨を宣言した。

#### (1) 第一段階の協議

協議は 2014 年の 4 月、各橋梁でコミュニティーの代表者、RHD、地方政府の代表者、連絡の取れた住民が参加して開催された。関係者には予め、携帯電話で開催時間と場所を通知した。その他の住民へは個人的な呼びかけ、ハンドマイクによる呼びかけにより通知が行われた。

協議の要約を表 13.2.11 に示す。

表 13.2.11 第一回協議の要約

No.	協議開催日	参加者、実施方法	協議事項	協議結果
1	ロングプール地域、ラッシュヤヒ地域：2014年4月12日～22日 ボリシャル、クルナ、ゴパルゴンジ地域：2014年5月7日～27日	105橋の改修対象候補橋梁ごとに105回開催 参加者：農業従事者、居住者、サービス関係者、商店主、コミュニティのリーダー、RHD、地方政府の代表者（議長）等とのコンサルテーション	住民のプロジェクトへの理解、態度、要望、熱意をもとに下記の事項に関する協議が行われた： - 住民のプロジェクトに関する知識 - 住民のプロジェクトに対する態度 - プロジェクトに起きる問題 - 問題の低減策 - 線形/橋梁位置の代替案 - プロジェクト実施による地域の利益 - 当該地区での橋梁改修の必要性 - 住宅その他建造物の移転 - JICAの環境社会配慮ガイドライン - ジェンダー、特にプロジェクト作業員として参加する場合の慣習/住民の反応	a. 頻発する事故を減らすためには既存橋梁を高品質の材料で掛け替えて拡幅する必要がある b. 商品輸送、連絡手段の確保には立派な橋梁が必要である c. 土地、作物、営業等への補償支払いが適切でなければならない d. 既設橋梁の土地を有効活用し、新橋建設に伴う用地取得面積を低減させる e. 工事には、ジェンダーに関わらず、地元住民を雇傭する f. 新橋を建設するのではなく、既設橋梁を両側に拡幅する g. 新橋の位置は反対側にする h. 新橋は私有地ではなく、RHDが所有する土地に建設する f. コミュニティーのため、既設の川利用施設使用への影響が起きないように配慮する

出典：ARP September, 2014

協議時の写真

			
Naori bridge, 74 Pool, 60 Sirajganj	Anandobabur Nilphamari	Kanaipur bridge, 29 br., 41 Faridpur	Dhopaghata Jhenaidah
			
Ichamoti bridge 46 Dinajpur	Mohishmari bridge, 73 Natore	Garakola bridge, 1 bri, 12 Gopalganj	Bakerganj Steel Barisal

## (2) 第二段階の協議

橋梁詳細設計に基づく架橋位置を決定した後、すべての改修対象橋梁で現地ステークホルダー協議が開催された。105 の開催地の内訳はポリシャル地域：20 箇所、クルナ地域：15 箇所、ロングプール地域：32 箇所、ラッシャヒ地域：23 箇所で、協議は 2014 年 8 月 5 日～30 日にかけて開催された。

ローカルコンサルタントは、受給の枠組みを説明して参加者もその内容に満足した。しかし、いくつかの対象橋梁で住民から架橋位置を変更しなければ事業に賛同しないとのコメントがあった。これを受け、調査団は JICA および RHD と対応を協議し、優先順位の高い橋梁について架橋位置を変更し、第三回の SHM を行うこととした。

協議の要約を表 13.2.12 に示す。

表 13.2.12 第二回協議の要約

No.	協議開催日	参加者、実施方法	協議事項	協議結果
1	ロングプール、ラッシュヤヒ地域： 2014年8月5日～16日 ポリシャル、クルナ、ゴパルゴンジ地域：2014年8月20日～30日	105橋の改修対象候補橋梁ごとに105回開催 参加者：農業従事者、居住者、サービス関係者、商店主、コミュニティのリーダー、RHD、地方政府の代表者（議長）等とのコンサルテーション	住民のプロジェクトへの理解、態度、要望、熱意をもとに下記の事項に関する協議が行われた： - プロジェクトによる正負の影響と負の影響への低減策 - 私有地、公用地の用地取得に伴う土地、作物、家屋・商店等への補償方針 - 種々の損失に対する補償の公開、社会的弱者への救済策等の協議 - 住民の望む補償金額支払い方法 - 家屋、その他建造物の移転 - JICA 環境社会配慮ガイドライン - カットオフデートは第二回の協議時とする（ロングプール・ラッシュヤヒ地域：2014年8月5日 - ポリシャル・クルナ・ゴパルゴンジ地域：2014年8月20日、権利書を有さない住民へ、土地の正規所有者はCCL第3節を適用する - 弱者にはその世帯主への職業訓練の機会提供と手当の支給等 - ジェンダー、特にプロジェクト作業員として参加する場合	a. 住民へ受給要件と調査済み損失物件へのカットオフデートの通知が行われた b. 土地は市場価格で補償し、移転に先立ち戸別に支払う c. 土地、作物、営業損失に対して適切に補償を支払う d. 住民は親族と協力して個別に移転を行う e. ジェンダーに関わらず、弱者は資格・能力に応じて建設工事現場へ優先雇傭される f. コミュニティーのため、既設の川利用施設使用への影響が起きないように配慮する g. 貧困者には収入機会創出の訓練を提供する h. 住民は第一回のステークホルダー協議等とおして彼らが有する権利と責任を自覚した

出典：ARP September, 2014

### (3) 第三段階の協議

第二段階時に架橋位置変更の要請があった8地点で第三回の協議が2014年9月23日～25日にかけて行われ、住民は変更された架橋位置を承認し、新橋建設に係る合意が成立した。

## 14. 経済特区（EZ）橋梁及び道路

### 14.1 はじめに

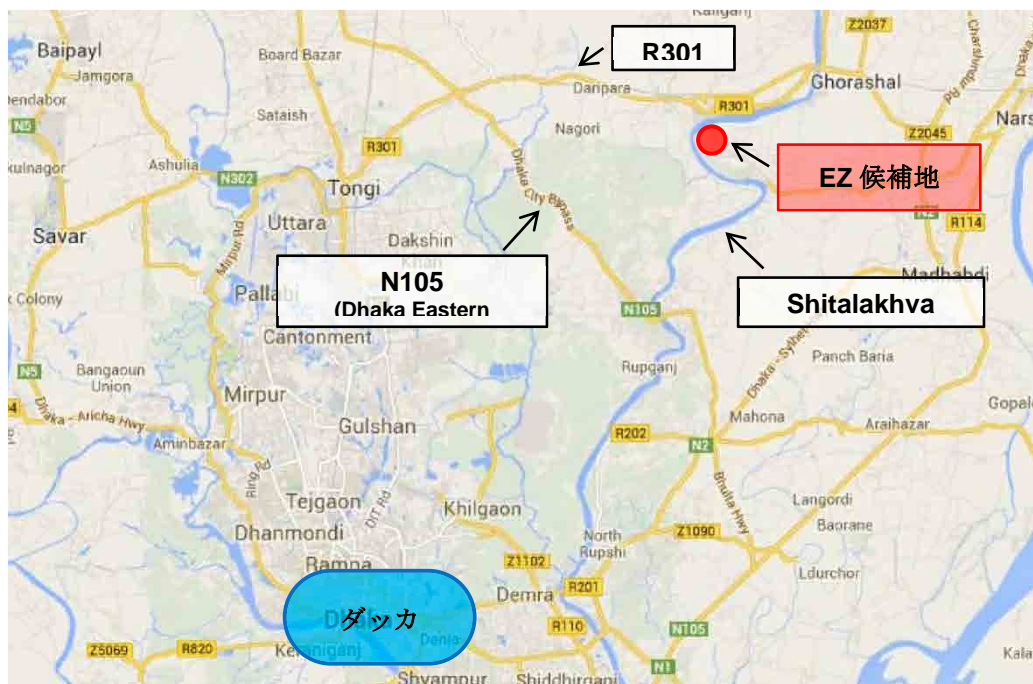
「バ」国においては、現在、経済区域に対する需要の高まりを受け、経済区域の容量不足が問題となっている。このような背景の下、増加する産業需要に応えるため、あるいは「バ」国に対する外国直接投資を推進するため、新たに経済特区を導入することが急務となっている。

また、経済特区の迅速な導入、あるいは経済特区の効果的な運用のため、経済特区と既存道路網を繋ぐ適切なアプローチ道路／橋梁を整備することが重要であると言える。

現在、ダッカ周辺には、いくつかの経済特区の候補地が存在する。

ここでは、その候補地の中で、Narsingdi に位置する経済特区の候補地を重要な経済特区の候補地の1つとして取り上げ、当該候補地に対するアプローチ道路／橋梁（以下、EZ 橋梁及び道路）にかかる調査及び概略設計を行う。

図 14.1.1 に、Narsingdi における EZ 橋梁及び道路の位置図を示す。



出典：JICA 調査団

図 14.1.1 Narsingdi における EZ 橋梁及び道路位置図

## 14.2 ルート代替案

EZ 橋梁及び道路について、以下に 8 案の路線代替案を示す。路線代替案平面図を図 14.2.1 に示す。

### Alt 1-1

- 1,050m の新橋が経済特区北端に建設される。
- 2,100m のアクセス道路が R302 (Kaliganj Bazar) の拡幅によって建設される。

### Alt 1-2

- 1,050m の新橋が経済特区北端に建設される。
- 2,100m の新規アクセス道路が建設され、R301 に接続される。

### Alt 2

- 835m の新橋が経済特区南端に建設される。
- 4,195m の新規アクセス道路が建設され、R301 に接続される。

### Alt 3-1

- 835m の新橋が経済特区南端に建設される。
- 6,900m の新規アクセス道路が建設され、N105 に接続される。

### Alt 3-2

- 835m の新橋が経済特区南端に建設される。
- 8,700m の新規アクセス道路が建設され、N105 に接続される。

### Alt 4

- 835m の新橋が経済特区南端に建設される。
- 12,800m のアクセス道路が Kaliganji Road の拡幅によって建設される。

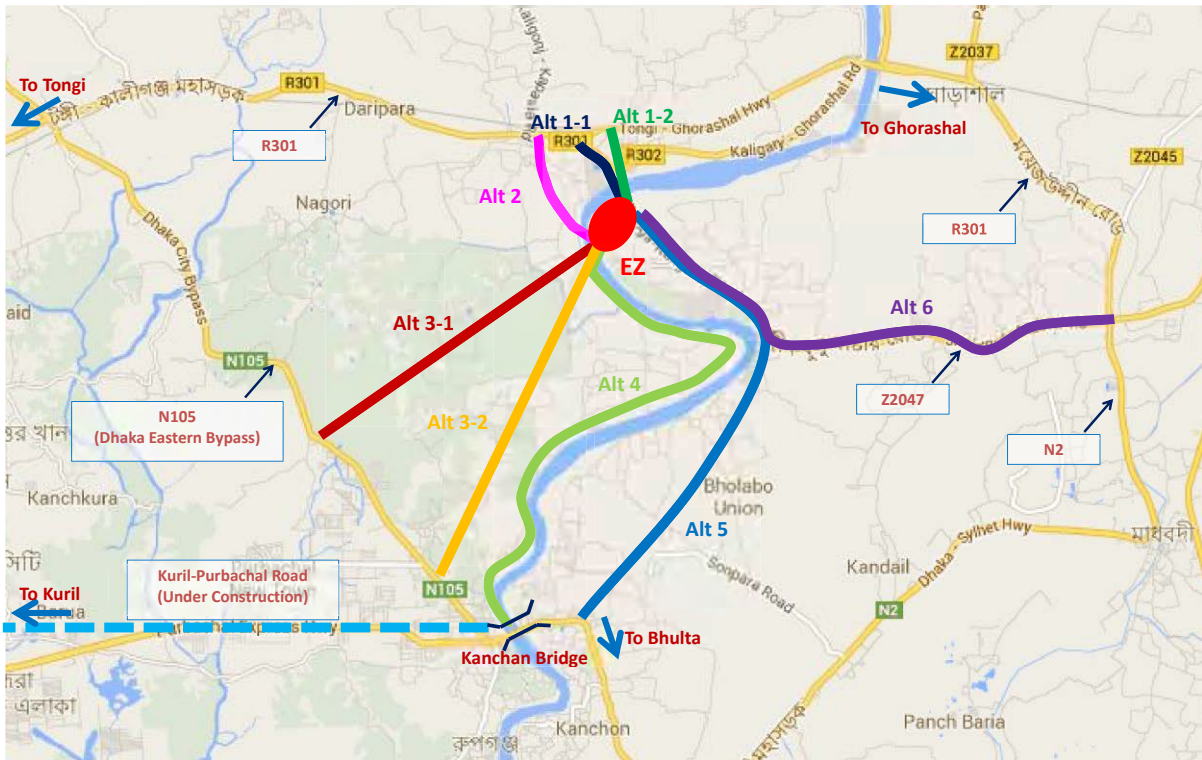
### Alt 5

- 橋梁は建設されない。
- 12,000m の新規アクセス道路が建設され、Kuril-Purbachal Road (建設中) に接続される。

### Alt 6

- 橋梁は建設されない。
- 11,500m のアクセス道路が Danga-Kaligonj Road の拡幅によって建設される。





出典：JICA 調査団

図 14.2.1 EZ 橋梁及び道路ルート代替案

### 14.3 ルート選定

表 14.3.1 に示す通り、8 つの路線代替案について比較検討を行った。評価の結果、“Alt 2” が以下に示す理由により、EZ 橋梁及び道路の最適路線案として選定された。

- 安価な建設費
- 安価な用地・補償費
- 少ない影響住民数（ビル、店舗、その他大規模施設への影響はなし）
- 現在アクセス性は良くないが、将来国道へ接続するための改修が可能で、必要に応じてアクセス性は改善できる。



表 14.3.1 EZ 橋梁及び道路ルート選定

非公表

非公表

出典：JTCA 調査団

#### 14.4 線形代替案及び選定

ルート選定の結果、Alt-2 が選定された。ここでは、Alt-2 について詳細な線形の検討を行う。

##### 代替案 A

- 起点部及び終点部において、既存道路に接続される。
- 経済特区上空を橋梁で通過する。
- 経済特区内、橋梁下において、十分な建築限界が確保される。

##### 代替案 B

- 起点部及び終点部において、既存道路に接続される。
- 経済特区は、橋梁及びアクセス道路によって南北に分断される。
- 経済特区内、橋梁下において、部分的に十分な建築限界が確保される。

##### 代替案 C

- 起点部は既存道路に、終点部は経済特区内に接続される。
- 経済特区は、橋梁及びアクセス道路によって南北に分断される。
- 経済特区内、橋梁下において、部分的に十分な建築限界が確保される。

##### 代替案 D

- 起点部は既存道路に、終点部は経済特区内に接続される。
- 経済特区は、コンテナターミナルの背後で、橋梁及びアクセス道路によって南北に分断される。
- 経済特区内、橋梁下において、部分的に十分な建築限界が確保される。

表 14.4.1 に示す通り、4 つの線形代替案について比較検討を行った。比較検討の結果、代替案 B が、以下の理由により最適案として選定された。

- 全ての評価項目において、問題となる評価がない。
- 代替案 A は、事業費が最も高い。
- 代替案 C は、橋梁及び道路の利便性が低い。
- 代替案 D は、経済特区への負の影響が大きい。

表 14.4.1 EZ 橋梁及び道路線形選定

非公表

出典：JICA 調査団

## 14.5 自然条件

### 14.5.1 地形

「図 4.1.1 バングラデシュの地形区分」によると橋梁候補地点は洪水平野に相当する。

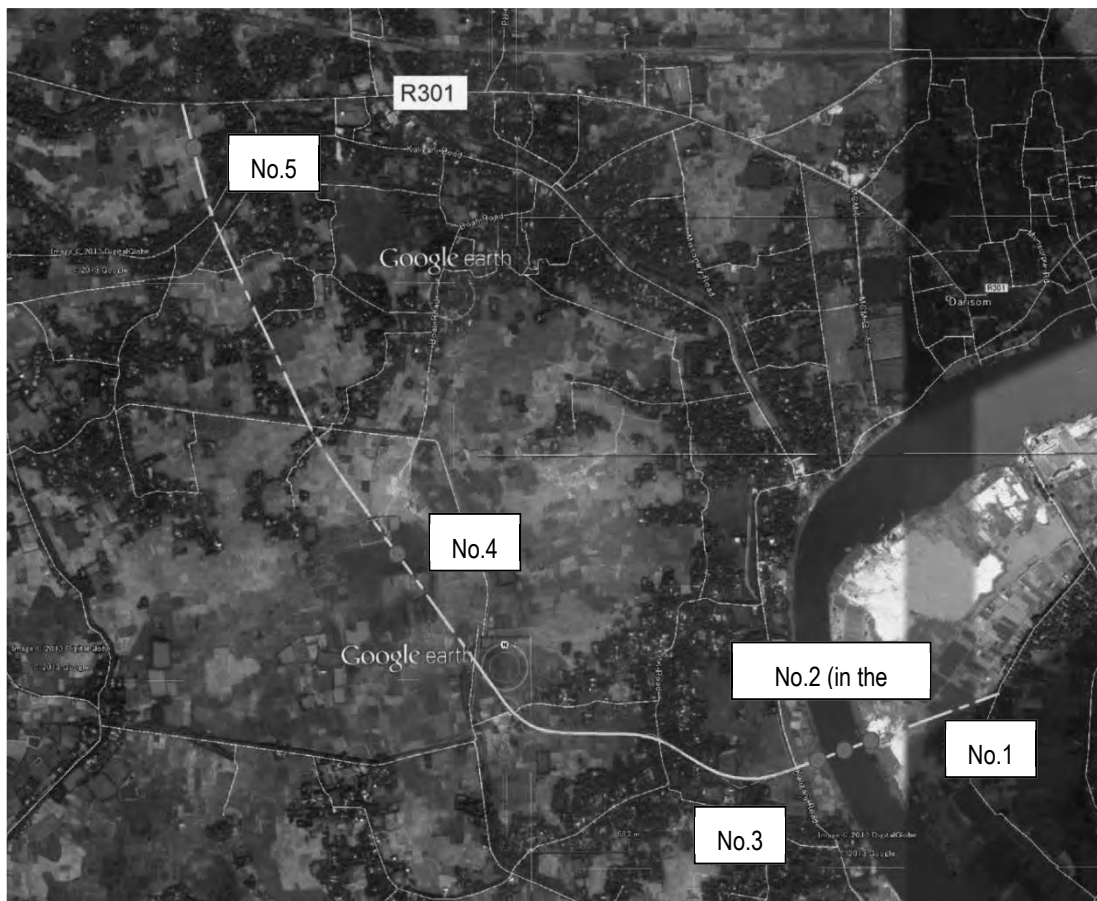
予定橋梁は Brahmaputra 川の分流である Shitalakshya 川に架けられる予定であり、架橋予定地点は現在 Tongi-Ghorashal Highway が Shitalakshya 川を越える橋の南側（下流側）に相当する。

19 世紀に生じた Brahmaputra 川の河道変遷の以前は、Shitalakshya 川の川幅は現在よりもずっと広く、より豊富な流量を誇っていたと考えられる。旧 Brahmaputra 川の豊富な水量によってもたらされた堆積物が、Shitalakshya 川沿いに厚く堆積し、軟弱な沖積層を形成していることは十分に考えられることである。

### 14.5.2 地質

図 4.2.1 バングラデシュ地質図によると架橋予定地の地質は沖積シルト層と考えられる。

ボーリング調査は川の両岸、川の中、及び取り付け道路沿いにおける 5 か所で実施された。図 14.5.1 にはボーリング調査地点を示す。



出典：JICA 調査団

図 14.5.1 Narsingdi でのボーリング調査位置

表 14.5.1 にボーリング調査結果を要約し、柱状図と室内試験結果は巻末資料として添付する。

川の兩岸及び川の中央の 3 か所のボーリング地点では、GL-70m 以浅における良好な支持層を確認できなかった。前章で述べたように、19 世紀における河道変遷前の旧 Brahmaputra 川はその豊富な水量で Shitalakshya 川沿いに軟弱な沖積堆積物を厚く堆積させたものと考えられ、そのため 70m 以浅では支持層を確認できなかったものと考えられる。

表 14.5.1 Narsingdi におけるボーリング調査結果

Bridge Data				Bearing Layer			
Boring	Zone	Division	Sub-Division	Depth (GL-m)	Soil Type	SPT N Value	Remarks
No.1	Dhaka	Narsingdi		No			No appropriate bearing layer was found.
No.2	Dhaka	Narsingdi		No			No appropriate bearing layer was found.
No.3	Dhaka	Narsingdi		No			No appropriate bearing layer was found.
No.4	Dhaka	Narsingdi		39	Clayey Sand , SC	50 <	
No.5	Dhaka	Narsingdi		41	Fine Sand, SM	50 <	

出典：JICA 調査団

後続する詳細設計では、70m 以深も対象としたボーリング調査を実施し、橋梁の支持層を確認する必要がある。したがって、70m 以深の掘削、すなわち 100m か 150m の掘削が可能なボーリング機械の手配等が必要となる。

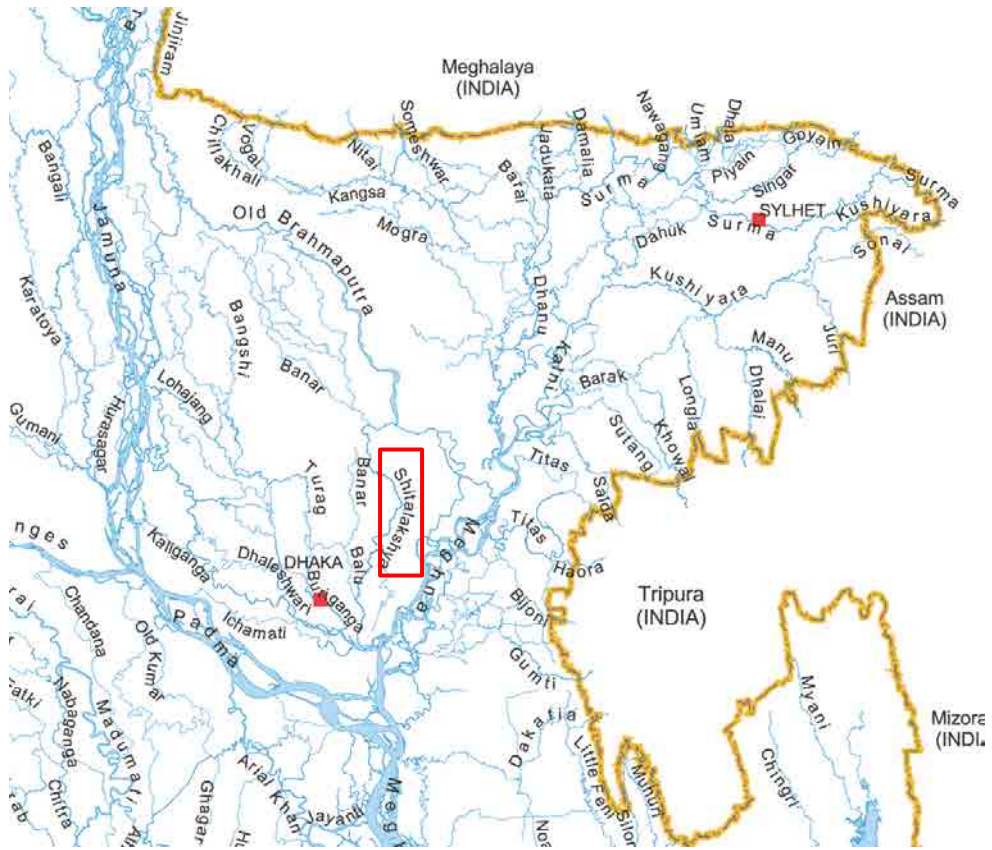
### 14.5.3 水文 / 水理状況

#### (1) 河川及び河川の特長

##### 1) Lakhya 川の概要

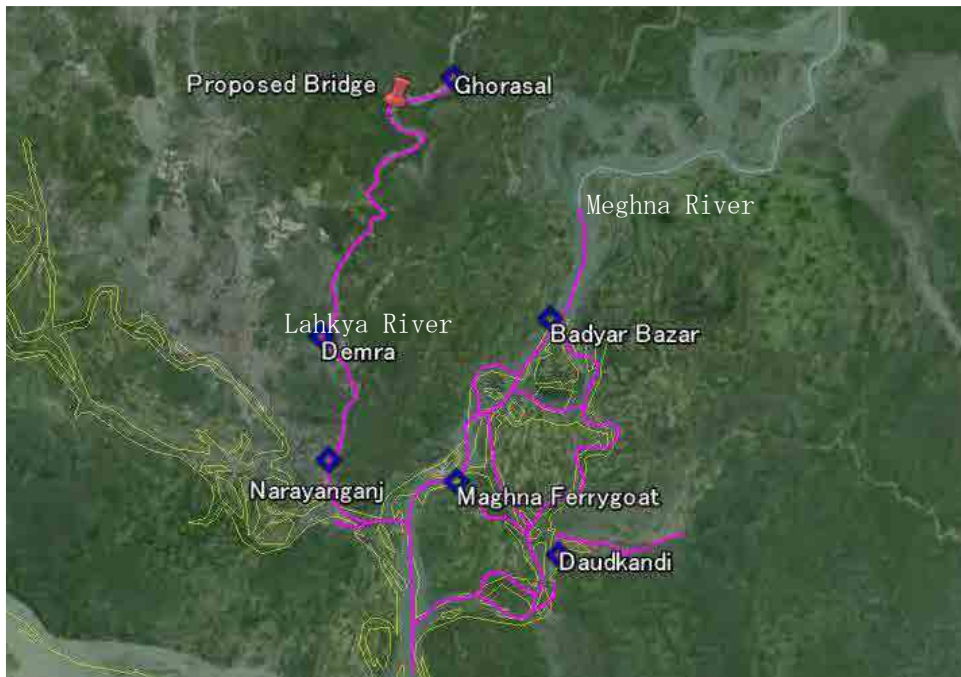
Lakhya 川は、Shitalakshya 川としても良く知られ、旧 Brahmaputra 河にその源を発して、旧 Bhahmmapura-Lakhya-Meghna 河水系の一部をなす。Lakhya 川は、南方へ流下して Munshiganj の近くで Daleswari 下流域に合流し、その両方を併せた流れは Gazaria の近くで Meghna 河に会合する。

Lakhya 川は川筋の明瞭な水路で、蛇行河川や網状河川の河川形態をもつことなく Madhupur 地帯の耐浸食性土壌の中を通過している。その最上流から Dhaleswari 川との合流点までの河川延長は約 112 km である。高い高水時の河川のピークの流出量は、Demra 観測所にて 660 から 2740 m<sup>3</sup>/sec に及ぶ。Demra で記録された最高水位は 1998 年の 7.11 m(PWD データム)で、原地盤よりおおよそ 1.0m であった。計画橋梁位置付近での河川の最大深さは既設の堤防レベルから 15m から 20m の範囲にある。Lakhya 川の既往の河道経路と計画橋梁の位置を図 14.5.2 と図 14.5.3 に示す。



出典：JICA 調査団

図 14.5.2 Lakhya 川と Meghna 河水系



出典：JICA 調査団

図 14.5.3 計画橋梁と水文観測所の位置

## 2) Lahkya 川の河川特性

河川特性を検証するため、水文記録と文書を BWDB と BIWTA より収集する。収集項目とその観測期間を表 14. 5. 2 に示す。

表 14. 5. 2 Lahkya 川の関連観測所での収集した水文データ

No.	Name	Station ID (WMO)	Latitude	Longitude	Distance from Proposed Bridge	Collected Item / Period of Record				SHWL SLWL (statistic)	Bathymetric Survey Drawings	Remarks
						Daily High/Low Tide	Annual Maximum Water Level	Daily Mean Discharge	Annual Maximum Discharge			
1	Narayanganj	SW180	90.5240	23.6602	28km to downstream	1971.4-2012.9	1981-2012	-	-	○	○	
2	Demra (Lahkya)	SW179	90.5101	23.7217	28km to downstream	1971.4-2012.9	1968-2012	(1997.6-2006.6)	1966-2012			Daily mean discharge has many missing data.
3	Demra (Balu)	SW7.5	90.5018	23.7232	28km to downstream	-	-	-	1994-2012			
4	Ghorasal	SW178	90.6199	23.9384	8.1km to upstream	-	-	-	-			
5	Lakhpur	SW177	90.6534	24.0397	37.2km to upstream	-	1983-2012	-	-			-

出典：BWDB, BIWTA

BWDB の水文観測所は、非潮汐及び潮汐観測所に分類される。表 14. 5. 2 に記載した水文観測所は全て潮汐観測所であり、Lahkya 川の計画橋梁までの河川区域は潮汐の影響を受ける。しかしながら、図 14. 5. 4 に示すとおり、その潮汐の変動幅は、外洋に比べて非常に小さく、Demra 観測所での低潮位（干潮）の下限は、外洋のほぼ高潮位にあたる。また、潮汐の影響は、ほぼ乾季に限定されており、河川水位は、雨季のほとんどの時期、上流域からの雨水の影響を受ける。



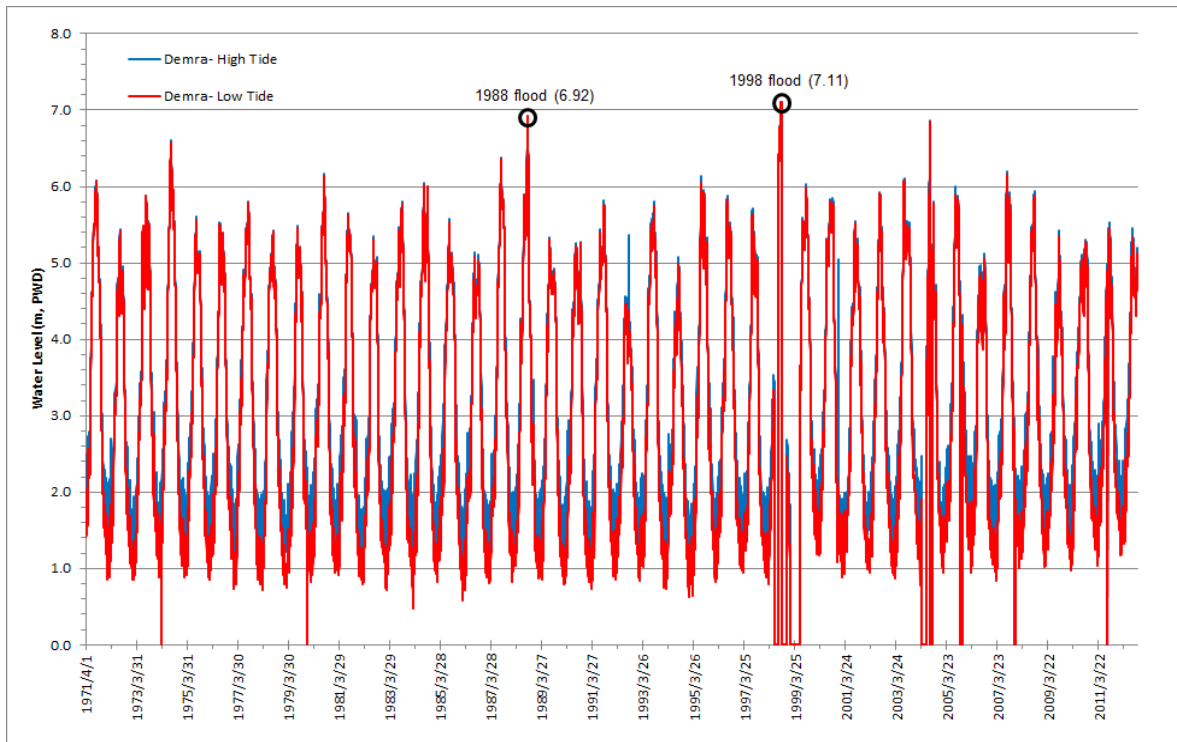


出典：BWDB, 地震研究所(東京大学, 日本)

図 14.5.4 2005 年の「外洋(Chittagong)での天文潮」と「関連観測所(Demra, Narayanganj)での日高潮位 / 低潮位」との関係

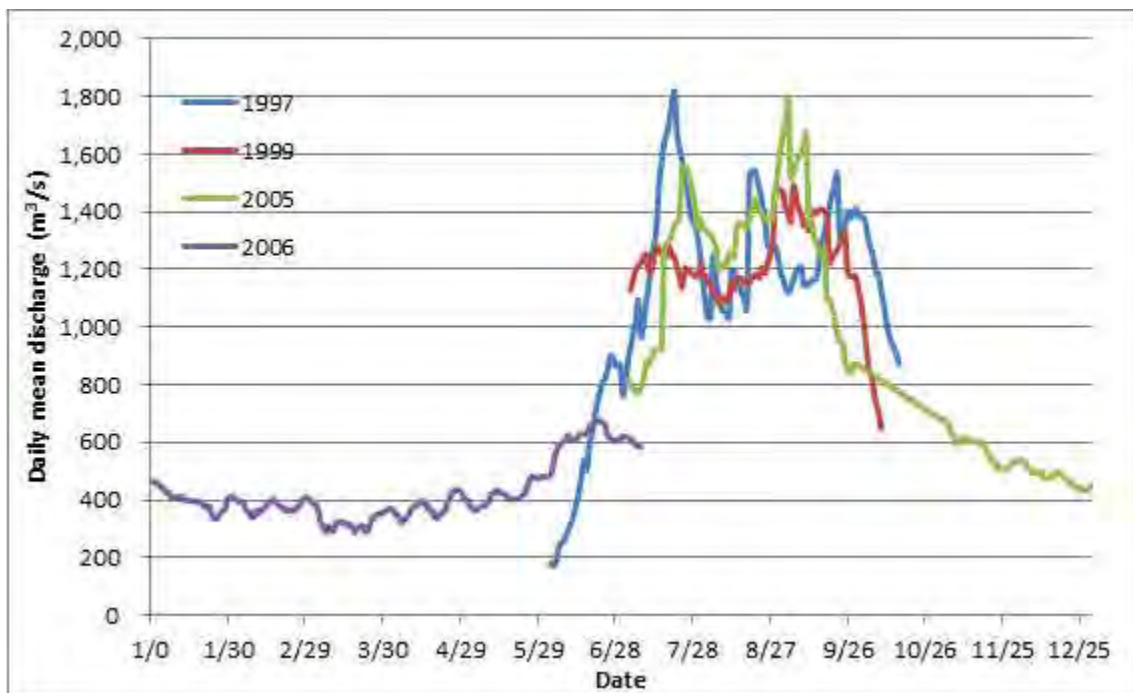
過去の年間最大高水位は雨季に発生しており、Demra での最大記録水位は、1998 年の洪水時の 7.11 m(PWD データム)であった。(図 14.5.5 参照。) 1988 年の洪水規模と被害が国レベルではより大きかったが、検討区域においては 1998 年の洪水がより高いレベルとして記録されている。

同様に、年間最大高水量も Demra で 1998 年に記録されている。流出量の季節変動に関しては、ほとんどの日(平均)流出量データが未整理であったが、その中での幾つかの収集データを図 14.5.6 に示す。日平均流出量のパターンとして、雨季の流出量は降雨流出による影響を受ける。乾季の流出量は潮汐の影響を受けるが、その季節変動は、降雨量の変動パターンのような極端な低下傾向は見せない。それは、半日周の潮汐変動、特に下げ潮による影響と推測される。



出典: BWDB

図 14.5.5 Demra 観測所での毎日の水位（高潮位 / 低潮位）（1971.4-2012.9）



出典: BWDB

図 14.5.6 Demara 観測所での季節(日)流量パターン

### 3) 河川の河床上昇と低下

収集した深淺測量データのリストを表 14.5.3 に示す。これらのデータより、関連河川の断面データを JICA 調査団により調製する。これらの断面データは、河川の河床上昇や河床低下と云った断面/縦断上の変化を確認、理解するのに有用である。

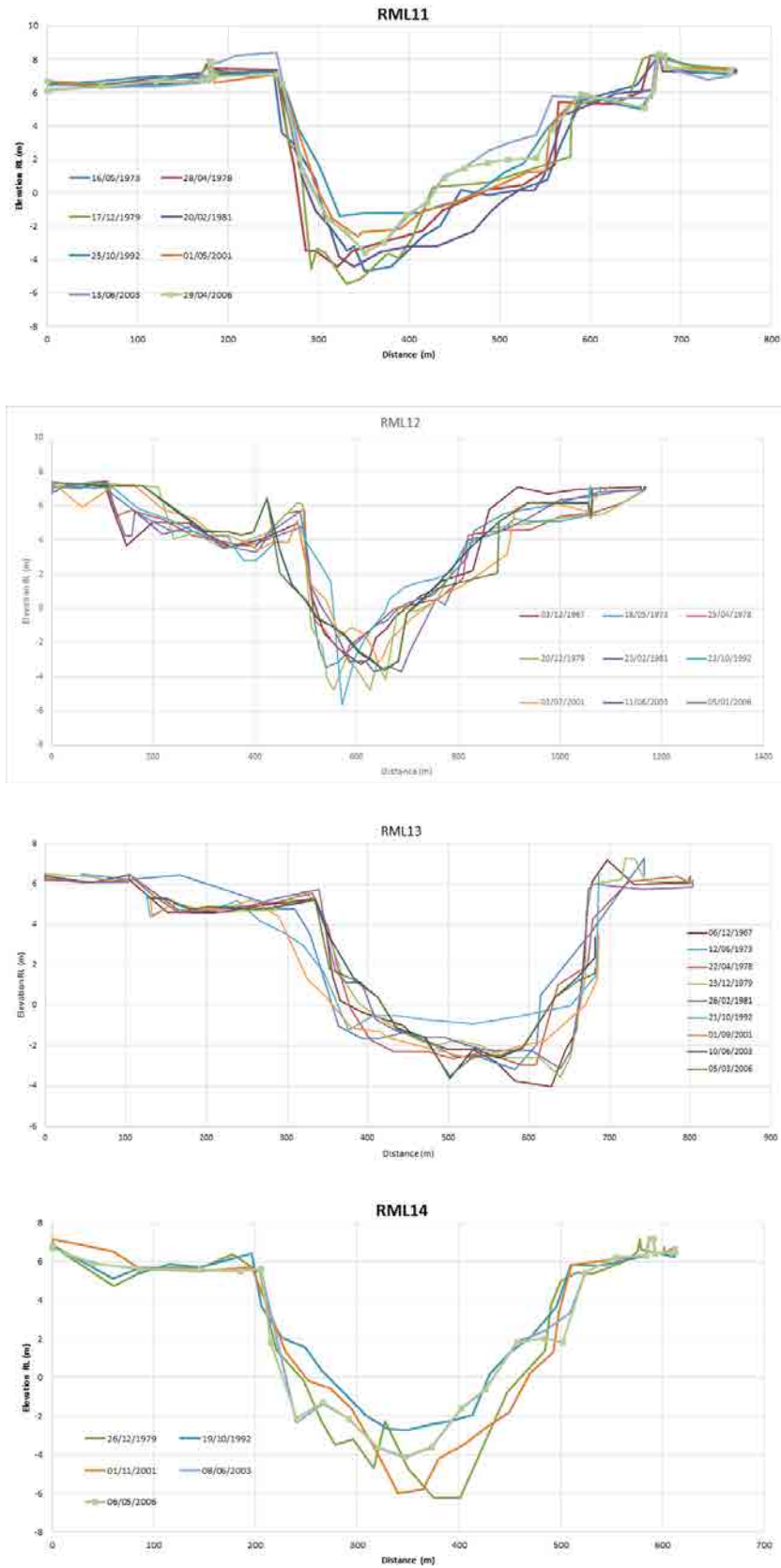
表 14.5.3 深淺測量データリスト

組織 / 内容	区間	測量年	摘要
BIWTA / 深淺測量平面図	Lahkya 川河口 - Ghorasal 観測所	2009-2014	
BWDB / 深淺測量断面データ	RML11 - RML19 (計画橋梁の 5km 下流 - Lahkya 川河口)	1967-2006	
	 <p>The map shows the Lahkya River section from RML11 to RML19. Key features include:         <ul style="list-style-type: none"> <li><b>計画橋梁 (Planned Bridge):</b> Indicated by a blue line at the top right.</li> <li><b>Balu 川との合流点 (Confluence with Balu River):</b> Indicated by a blue line on the left side.</li> <li><b>Kanchpur 橋 (Kanchpur Bridge):</b> Indicated by a blue line in the middle.</li> <li><b>Meghna 橋 (Meghna Bridge):</b> Indicated by a blue line at the bottom.</li> <li><b>Measurement Points:</b> L11, L12, L13, L14, L15, L16, L17, L18, L19 are marked along the river.</li> <li><b>Other Labels:</b> MB, and the name LAHKYA are also visible on the map.</li> </ul> </p>		

出典: BWDB, BIWTA

ここ数十年の BWDB による、Lahkya 川の RML11 (計画橋梁の 5 km 下流) より RML14 (Balu 支川の合流点) に至る、河川断面形状の変動を図 14.5.7 に示す。

河道経路にほぼ変化はなく、河道コースは比較的安定している。しかし、河床変動は、各断面で 2m から 4m の範囲にある。その傾向は一定ではなく、河床上昇と河床低下を繰り返していることを示している。幾つかの参考文献によれば、Lahkya 川の河床材料は 0.1~0.2 mm の非常に細かい砂であり、それは浮遊砂と掃流砂の両方の特性を併せ持つウォッシュロードに近い。したがって、Lahkya 川の河床変動は今後も続くと推測される。



出典： JICA 調査団にて BWDB データを編纂（標高は PWD データム。）

図 14.5.7 Lahkya 川の RML11-14 ポイントでの断面データの変化

(2) 確率洪水量と水位の推定

1) 確率洪水量

表 14.5.4 に示すとおり、設計流出量のために、2つの観測所（Lahkya 川と Balu 川の Demra 観測所）の過去の年間最大流出量を収集する。本検討では、計画橋梁の設計最大流出量（確率洪水量）は Lahkya 川の Demra 観測所での確率値をそのまま適用する。（Balu 川の Demra での確率値は、Lahkya 川の Demra 観測所の下流の流出量を計算するために利用される。）

計画橋梁の設計流出量の規模は 50 年確率洪水量を採用する。

**表 14.5.4 年間最大流出量の収集データリスト**

観測所名	河川名	観測期間	収集データ数	摘要
Demra	Lahkya	1966-2012	40	7 年間の欠測
Demra	Balu	1994-2012	16	2 年間の欠測

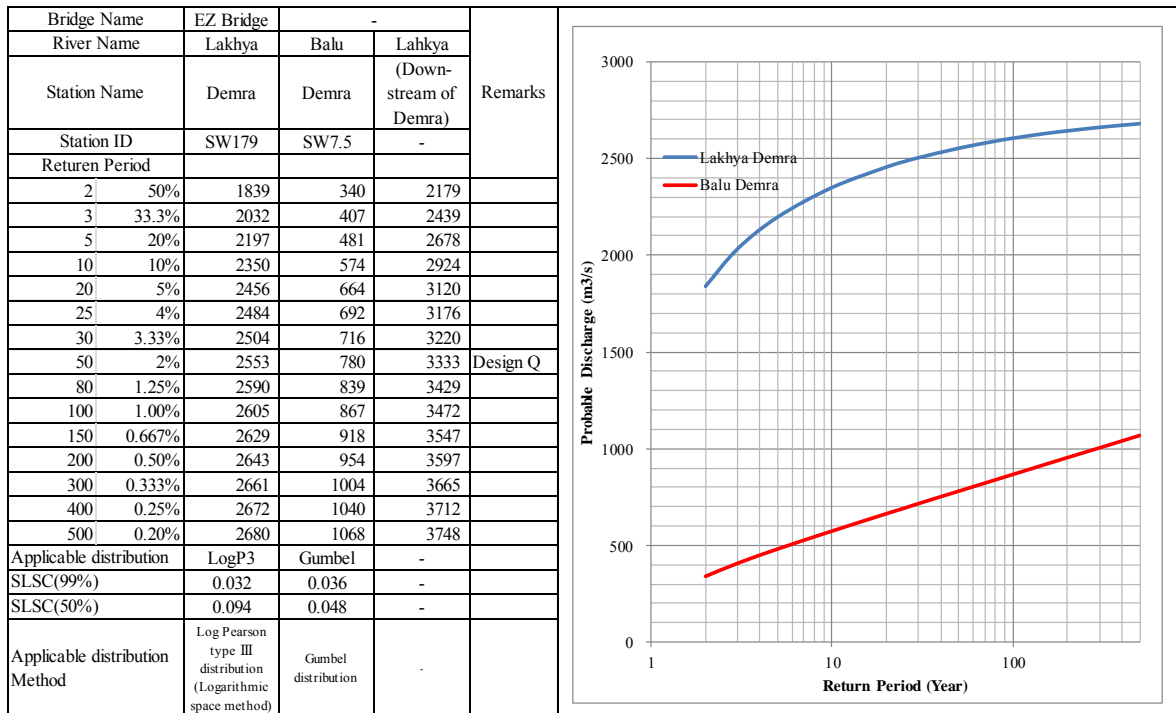
出典：BWDB

確率流出量は下記に準じて計算される；

- 幾つかの手法の中から適切なモデルを選択すること；最小の SLSC（標準最小二乗規準）となる分布式を採用することで、Lahkya 川の Demra 観測所では対数ピアソンⅢ型分布、Balu 川の Demra はグンベル分布を適用する。
- 計算確率年は、2, 3, 5, 10, 20, 25, 30, 50, 80, 100, 150, 200, 300, 400 及び 500 年確率とする。

2つの流量観測所（Lahkya と Balu 川の Demra）の確率流出量の結果を表 14.5.5 に示す。

表 14.5.5 2つの Demra 観測所での確率洪水量の計算



出典：BWDB データより JICA 調査団

## 2) 確率洪水位

設計高水位のために Demra 及び Lakhpur 観測所の年間最大高水位（極値）を収集し、確率値を計算する。（4.3 章を参照。）これらの値から、計画橋梁位置での確率洪水位を求め、表 14.5.6 に示す。

表 14.5.6 確率洪水位

River Name	Lakhya			Remarks
Station Name	Lakhpur	(EZ bridge location)	Demra	
Station ID	SW177	-	SW179	
Distance from Bridge	37km upstream	0km	28kmdownstream	
Return Period	m, MSL			
1.1	90.91%	5.34	5.04	4.80
5	20%	6.52	6.06	5.71
10	10%	6.89	6.38	6.00
20	5%	7.25	6.70	6.28
25	4%	7.36	6.79	6.37
50	2%	7.71	7.10	6.64
100	1%	8.06	7.40	6.90

出典：BWDB データより JICA 調査団

### 3) 水理計算

感潮河川では、河川の感潮区域での水理現象（河川自身の洪水量に加えて、上げ潮、下げ潮等）は感潮域の全てをシミュレーションする必要がある。しかし、上述のように、計画橋梁位置での潮汐変動(振幅)は小さい。よって、本検討では、河川の潮汐成分の影響は、水理計算上無視する。

#### a) 解析ソフトウェア

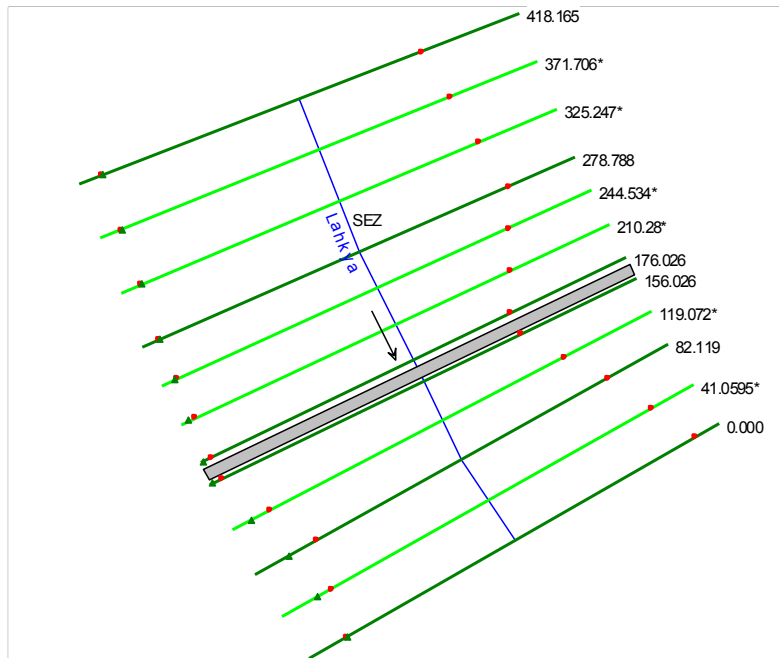
水理解析は、米国の米国陸軍工兵隊によって開発された HEC-RAS（水文エンジニアリングセンター - 河川解析システム）を使用して、水理現象をシミュレートするために行った。

HEC-RAS は、定常流及び非定常流の両方に対して一次元水面形状を算出する機能を有している。常流、射流及び混合流の流況のプロファイルを算出することができる。

水面形状は、標準のステップの方法を用いてエネルギー方程式を解くことによって一つの断面から次へと計算される。エネルギー損失は摩擦（マニング式）と収縮/膨張係数によって評価される。HEC-RAS は上流の流出量の境界条件と下流の水位または既知のエネルギー勾配のどちらかの入力が必要とする。

#### b) 水理計算モデル

計画橋梁位置の水理計算モデルを図 14.5.8 に示す。水理計算用の河川断面は、深淺測量結果を利用して与えられる。



出典： JICA 調査団

図 14.5.8 計画橋梁地点の水理計算モデル



c) 水理解析とその結果

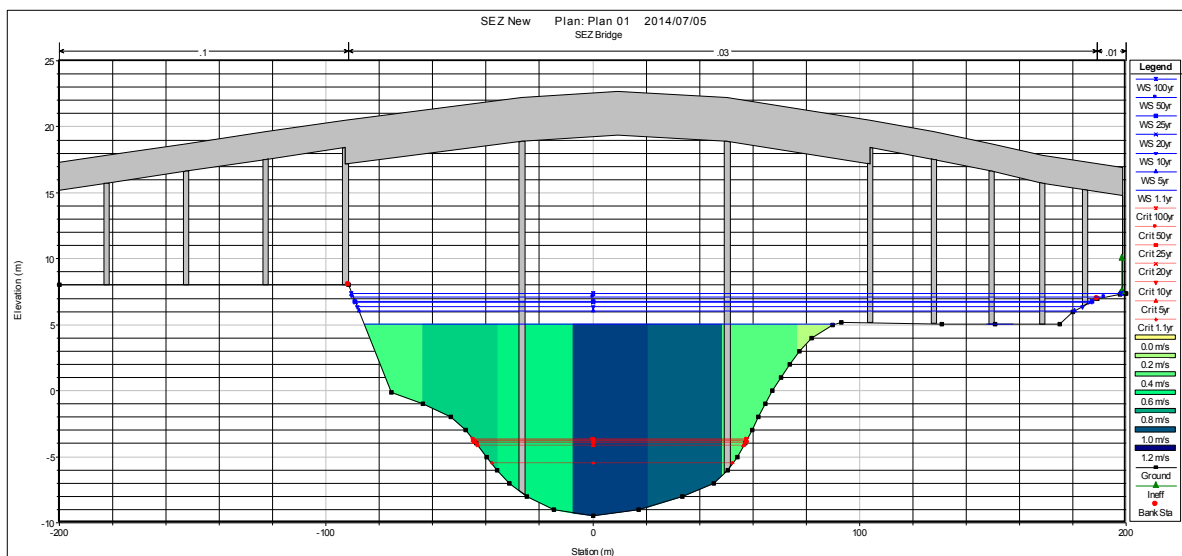
水理解析は、下記条件のもと行い、その結果を、表 14.5.7 と図 14.5.9 に示す。

- 流出量 - 1.1, 5, 10, 20, 25, 50 (設計規模) 及び 100 年確率
- 計算下流端水位 - 上記計算確率洪水位

表 14.5.7 水理解析の結果

Plan: Plan 01 Larkya SEZ RS. 100.020		Elevation: 50y1		
E.G. US. (m)	7.17	Element	Inside BR US	Inside BR DS
W.S. US. (m)	7.1	E.G. Elev (m)	7.17	7.17
Q Total (m3/s)	2553	W.S. Elev (m)	7.1	7.09
Q Bridge (m3/s)	2553	Crit W.S. (m)	-3.73	-3.73
Q Weir (m3/s)		Max Chl Dpth (m)	16.6	16.59
Weir Sta Lft (m)		Vel Total (m/s)	1.2	1.21
Weir Sta Rgt (m)		Flow Area (m2)	2118.76	2118.44
Weir Submerg		Froude # Chl	0.14	0.14
Weir Max Depth (m)		Specif Force (m3)	13362.17	13359.65
Min El Weir Flow (m)	10	Hydr Depth (m)	7.95	7.95
Min El Prs (m)	19.35	W.P. Total (m)	343.99	343.94
Delta EG (m)	0	Conv. Total (m3/s)	238464.4	238413.5
Delta WS (m)	0	Top Width (m)	266.62	266.59
BR Open Area (m2)	5961.69	Frctn Loss (m)	0	0
BR Open Vel (m/s)	1.21	C & E Loss (m)	0	0
Coef of Q		Shear Total (N/m2)	6.92	6.93
Br Sel Method	Energy only	Power Total (N/m s)	-9575.58	-9575.58

出典: JICA 調査団



出典: JICA 調査団

図 14.5.9 計画橋梁地点の水理断面プロファイル



### (3) 計画橋梁位置での水文水理上の評価

#### 1) 橋梁の水理設計クライテリア

橋梁の水路の開口を設計するために、以下の水理の設計クライテリアが要求される

- 背水が、橋梁の上流の資産へ洪水被害を大幅に増加させない。
- 橋梁を通過する流速が、道路施設に損傷を与えない、または、下流の資産への損害を与えない。
- 既設の流量配分は実的な範囲に保持されている。
- 橋脚や橋台は流れの阻害を最小化している。
- 可能性のあ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通過させるのに十分に設計されている。（橋梁桁下標高は”最高水位+航路高”よりも高くなっている。）

設計確率年、橋桁から高水位までのクリアランスは、関連機関に承認された基準に準拠すべきである。（4.3.4章、参照。）

本検討では、設計確率年は **50年確率**を採用する。また、設計基準は国際標準規格として良く利用されている FHWA<sup>6</sup>の HEC シリーズに基づく。

#### 2) 洗掘量の評価

##### a) 基本コンセプト

橋梁における洗掘は、河床及び堤防から河床材料が掘られたり、運び出されたりする、流水の浸食作用により発生する。洗掘のプロセスは、洗掘量の規模を決めるのを複雑にさせる自然の力で周期的である。洗掘は洪水のピーク付近で最も深くなる；しかしながら洗掘孔が洪水量の減少段階で土砂を埋め戻すため、ほとんどそれは見えない。一般には、橋梁通過部で典型的な流れの状況下で最大洗掘量に達するのに、幾つかの洪水が必要である。

##### b) 洗掘量の演算手順

橋梁下部構造物の設計では、現地固有の地下の情報を入念に検討しつつ、橋脚と橋脚の洗掘の可能性を評価するのはとても重要である。橋梁交差地点での全洗掘量は3つの成分で構成される。

- I. 長期の河床上昇と河床低下
- II. 収縮洗掘
- III. 局所洗掘

---

<sup>6</sup>水理工学サーキュラー、連邦道路管理局、米国

c) 河床上昇と河床低下

河床上昇と河床低下は、河床に影響を及ぼすことが可能な、自然の、または、人為的な原因による長期の河床の変化である。河床上昇は、橋梁の上流の流れや流域界からの浸食された材料の堆積を伴うもので、河床低下は、上流から供給される土砂の不足のために河床の低下を引き起こすものである。基本的には、水理モデルとは切り離して評価される。一般には、形状が長期的に変動しない場合は、安定している、並びに、土砂流送が平衡を保っているものと考えられる。

(今回の検討では、河床/河道変動解析は行っていない。詳細設計段階では、それらは解析されるべきであり、それらの結果が河川の現在及び過去の地形データを調査した後に検討されるであろう。)

d) 収縮洗掘

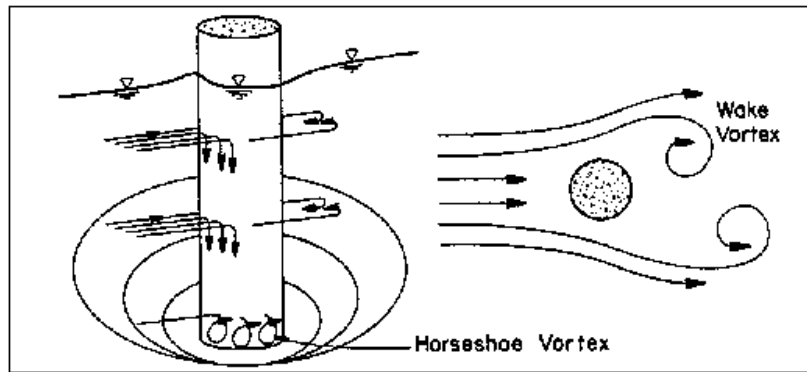
橋梁交差部での収縮洗掘は、流水面積の収縮と橋梁位置での流量増加の結果として、水路幅にわたり、河床と堤防より河床材料の除去を引き起こす。新設橋梁の建設の場合に、流れの収縮の一般的原因は、氾濫原上の道路盛土及び/または流れの一部を阻む河道や橋脚の中への収縮（浸食）である。その結果、流水面積は流速と河床せん断力の増加を引き起こして、減少する。したがって、より多くの河床材料が、区間の中へ移送されたものよりも収縮した区間から除去される。河床標高が下がり、流水面積が増加し、流速が減少して、相対的平衡状況に達する。

e) 局所洗掘

橋脚や橋台での局所洗掘は、その底面での馬蹄形渦と伴流渦として知られる渦の形成結果として河床材料が除去されるものである。馬蹄形渦は、障害物の上流面への衝突、及び、橋脚と橋台の突端周辺の流れのその後の加速に起因する。渦の作用は障害物底面周りの河床材料を除去する。橋脚底面周辺の馬蹄形渦に加えて、伴流渦と呼ばれる橋脚下流の鉛直渦がある。馬蹄形渦と伴流渦の両方が、橋脚底面付近から河床材料を除去する。伴流渦の強さは、橋脚下流の距離が増加するにつれ急速に減少する。その結果、すぐ下流の長い橋脚は河床材料の堆積がしばしばある。橋脚と橋台での局所洗掘深の大きさに影響を与える要因は下記のとおりである；

- 接近流速
- 水深
- 橋脚幅
- 橋台により妨げられる流出量と橋台で河道に戻される流出量
- 流れに対し斜めの場合橋脚の長さ
- 河床材料の粒径と分布
- 橋脚や橋台に対する接近流の突入角度
- 橋脚や橋台の形状
- 河床形状

- 氷層や妨害物及び流送物



出典：橋梁位置での洗掘の評価（2012 Fifth edition），水理工学サーキュ  
ラー No. 18 (HEC 18), FHWA, USA

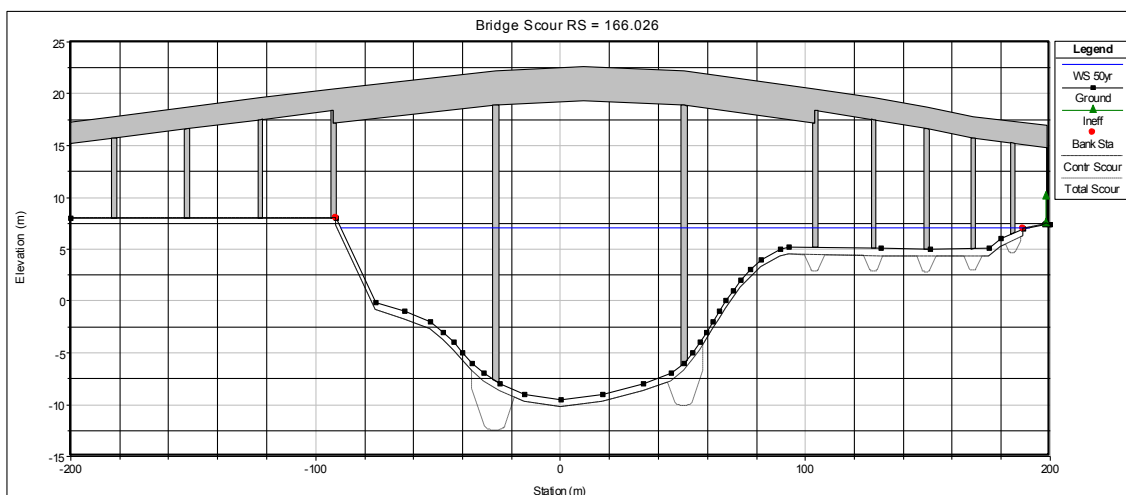
図 14.5.10 シリンダー形状の橋脚での洗掘の模式図

f) 洗掘量の推定

計画橋梁の配置によって阻害される全ての主要水路は、米国の水文エンジニアリングセンターで開発された HEC-RAS モデルによりモデル化された。モデル区間は橋梁位置の上流から下流までの十分な延長を対象とした。これらのモデルは、既存の条件（橋梁無し）と橋梁を組み込んだ中、50年確率流出量のシミュレーションを行った。幾何データは、図 14.5.11 に示す橋梁の概要のように橋梁床版/車道及び橋脚を含む全ての橋梁データを与えている。

確率高水量と確率高水位の値を用いることにより、米国の連邦道路管理局の水理工学サーキュラーNo. 18 (HEC-18)に基づき、HEC-RAS の定常流解析による洗掘の推定を実施する。

洗掘の推定結果を表 14.5.8 に示す。



出典：JICA 調査団

図 14.5.11 計画橋梁位置での洗掘量の演算結果

表 14.5.8 洗掘量の演算結果

Pier No.	Calculated Scour Depth (m)		
	Local Scour	Contraction Scour	Total Scour
Pier 19	-	-	-
Pier 18	-	-	-
Pier 17	-	-	-
Pier 16	-	-	-
Pier 15	4.8	0.76	4.05
Pier 14	4.13	0.76	3.37
Pier 13	2.33	0.76	1.58
Pier 12	2.25	0.76	1.49
Pier 11	2.27	0.76	1.52
Pier 10	2.13	0.76	1.38
Pier 9	1.92	0.76	1.17

出典：JICA 調査団

### 3) 水文水理上の提言

上記の洗掘量及び水理計算から、各橋脚における洗掘深さを推定した。計画橋梁地点の水理上の問題については、下記が今後の課題として残される。

- 橋梁の断面にわたって、0.76m の収縮洗掘が起こる。これは、河川断面の流水面積が小さいことを意味する。（しかし、収縮洗掘の値はそれほど大きくは無く、問題はないかもしれない。）
- 局所洗掘における計算結果として、橋脚-9 から橋脚 15 まで洗掘が起こる。橋梁は護床工によって橋脚付近の河床を防護していない。よって、詳細設計の段階で、適切な護床工と護岸工の検討が実施されるべきである。また、洗掘量の推定では HEC 式を含む他の予測式により、さらに検討する必要がある。
- 標高の精度を保証するために、「BWDB 観測所の PWD データム」と「地形測量データム」との差の照合を、詳細設計段階で実施されるべきである。

## 14.6 交通需要予測

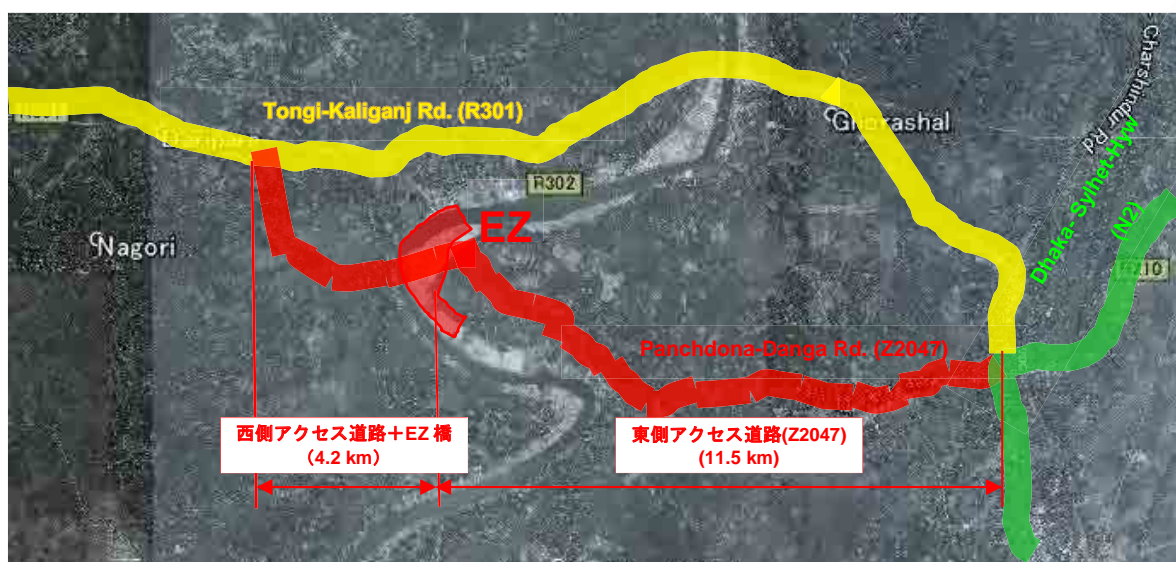
「バ」国ダッカ県では、近年の経済成長に伴う EPZ の容量不足や今後の更なる内需拡大に向けた施策として、2016 年から EZ の操業開始を予定している。現在は操業開始に向けた各種インフラ整備が進められており、EZ へのアクセス道路の整備もその一つである。EZ のアクセス道路は、Shitalakshya 川を跨いで EZ 西側に新設する案と東側の現道改良を行う案が検討されてきたが、EZ 西側に新設する案の方が都心へのアクセス性に優れていること、EZ 東側の現道改良は総道路延長が長くなり用地取得等で費用が高くなることから EZ の西側アクセス道路および EZ 橋梁の整備が期待されている。本項では EZ の西側アクセス道路および EZ 橋梁について、ルート選定と将来交通量に基づく車線数の検討を実施した。

なお、計画されている EZ の工場敷地面積および従業員数は以下の通りである。

表 14.6.1 EZ の工場敷地面積および従業員数（計画値）

(1)	EZ の総面積 (m <sup>2</sup> )	850,000 m <sup>2</sup>	-
(2)	コンテナターミナル面積 (m <sup>2</sup> )	242,800 m <sup>2</sup>	-
(3)	工場敷地面積 (m <sup>2</sup> )	388,970 m <sup>2</sup>	-
(4)	道路・公園・付帯施設等 (m <sup>2</sup> )	218,230 m <sup>2</sup>	(1)-(2)-(3)
(5)	従業員数 (人)	16,605 人	-

出典：Feasibility Study Report, the project of A. K. KHAN Container Terminal, 2013



出典：JICA 調査団

図 14.6.1 EZ の建設予定地およびアクセス道路（案）

### 14.6.1 将来交通需要予測の方法

現在、EZ 東側のアクセス道路である県道 Panchdona-Danga Road (Z2047) は道路幅員が 5m 程度と狭く、乗用車や貨物車のすれ違いが出来る道路幅員が確保されていないこと、最寄りの幹線道路 Dhaka-Sylhet-Hyw (N2) までの 11.5 km 区間の路面状況が非常に悪いため多くの所要時間を要する状況である。また、路線延長が長く、用地取得の費用が高いため道路改良の見通しがたっていない状況である。そのため、EZ 橋および西側アクセス道路が完成すると、Z2047 を利用する EZ に関連した”貨物トリップ”、“通勤トリップ”、“業務トリップ”は所要時間が短い、EZ 橋および西側アクセス道路に転換すると仮定した。また、所用時間が長くなるため、通過交通は利用しないものと仮定した。

そこで、本需要予測では、EZ 橋および西側アクセス道路が完成後は、EZ に関連するすべてのトリップが EZ 橋および西側アクセス道路を利用し、通過交通は考慮しないものとした。なお、需要予測の対象年次は、2021 年（EZ 橋梁の開通時）、2023 年（運用・効果指標の評価時）、2031 年（橋梁完成 10 年後）の 3 か年とした。

## (1) EZの貨物トリップ

### 1) 貨物需要

“Feasibility Study Report, the project of A.K.KHAN Container Terminal, 2013”によると、本EZは2021年に本格稼働すると仮定し494,231TEU/年の貨物需要を見込んでいる<sup>7</sup>。しかしながら、一般的にはEZが整備されてから企業が入居するまでに時間差があるため、本EZが本格稼働となるのは2021年以降と考えることが現実的である。特に、本EZは日本企業が入ることが期待されており、日本企業（外国企業）は社員の引っ越し等で現地企業がEZに入居する時と比較して時間を要することが多い。そのため、本需要予測ではF/Sで想定している本格稼働時の貨物取扱量（2021年）を2031年の取扱貨物量として仮定し、EZの操業からゆるやかに貨物量が増大すると仮定した。その結果、取扱貨物量および貨物需要の伸び率は表14.6.2のとおりとなった<sup>8</sup>。

表 14.6.2 EZの貨物需要

年次	貨物需要 (TEU)	
	TEU/年	TEU/日
2021年 (2021 - 2022)	349,936	1,215
2023年 (2023 - 2024)	374,935	1,302
2031年 (2031 - 2032)	494,231	1,716
伸び率	3.51 %/年	

注：1年間の工場稼働日を288日と仮定した。

出典：JICA調査団

### 2) 貨物車交通量

設定した将来の貨物需要を基に貨物車交通量の推計を行った。算出にあたり、本EZでは、Shitalakshya川を活用した水上交通で原材料を運び、EZ内の工場で加工されたのちに陸上交通で「ダ」国各地に輸送することを予定していることから、空荷の貨物車両がEZに荷積みに来て、製品の積載後に「ダ」国各地に配送すると仮定した。また、貨物車の車種別割合は、ダッカEPZに近い国道302号の貨物車の車種別割合を、バ国の一般的な貨物車割合と仮定して、本EZも同様の貨物車割合で貨物が運搬されるとした。

算出した1日当たりの貨物車交通量は下表のとおりである。

<sup>7</sup> 過大評価をさけるために、Low Senarioの貨物量を用いた。

<sup>8</sup> “港湾の施設の技術上の基準・同解説”に基づき発生集中量を検証した結果、従業員数や敷地面積から想定される発生集中量として概ね適正な範囲に収まっていることを確認した。

表 14.6.3 貨物車の断面交通量

		2021	2023	2031
貨物需要 (TEU/日)		1,215	1,302	1,716
貨物車の割合 (%)	大型トラック (20ft コンテナ車)	28%		
	中型トラック	38%		
	小型トラック	34%		
片側交通量 (台/片方向/日)	大型トラック (20ft コンテナ車)	761	816	1,075
	中型トラック	1,034	1,108	1,461
	小型トラック	938	1,006	1,325
	合計	2,733	2,930	3,861
PCU Factor		3.00		
片側交通量 (pcu /片方向/日)		8,199	8,790	11,583
断面交通量 (pcu /両方向/日)		16,398	17,580	23,166

注1：貨物車の割合は、2011年に実施されたRHDの交通量調査結果を基に、ダッカEPZに近い国道302号の貨物車の車種別割合を用いた。

注2：1TEUあたりの重量は、2010年のチッタゴンの実測値を基に10.61トンとした（出典：Chittagon Port Authority）。

注3：中型・小型トラックの積載率は80%として、中型トラックが3.2トン、小型トラックが1.6トンを運搬すると仮定した。

注4：Geometric Design of RHD Roads Ver.4

出典：JICA調査団

## (2) EZの通勤トリップ

### 1) 総通勤トリップ数

EZ橋と西側アクセス道路を利用する1日あたりの通勤トリップ数は、従業員の居住地、EZ進出企業の稼働日、出勤率など様々な要因によって決定される。しかしながら、本EZはまだ計画段階であり、進出予定企業もまだ未確定であることから、2014年4月に実施したEZ開発業者へのヒアリング結果と、類似した工業地域であるEPZの工場稼働日数等を参考として以下のとおり通勤トリップ数を算定した。

表 14.6.4 総通勤トリップ数（本格稼働時：2031年）

工場稼働日数	288 日 365 (日) / 7 (日) $\div$ 52 週 52 (週) * 6 (労働日) = 312 (日) 312 (日) 2 (312 (年間祝日数)) = 288 (日)
年次有給休暇 <sup>1</sup>	17 日
平均出勤率 <sup>2</sup>	94 % (288 (日) - 17 (年次有給休暇)) / 288 (日) = 94%
総従業員数	16,605 人
1日あたりの労働者数 (人)	15,609 人 16,605 (人) * 94 (%) = 15,609 人
通勤トリップ数 (往復)	31,218 (トリップ) 15,609 人 * 2 (往復) = 31,218 (切り上げ)

<sup>1</sup>: Doing Business 2014, World Bank, 2014

<sup>2</sup>: 有給取得率は100%と仮定した

なお、2021年と2023年の従業員数は貨物需要に合わせて増加すると仮定し、2031年の本格稼働時の通勤トリップ数から貨物需要の伸び率（年率 3.51%）で割り戻して算定した。その結果、2021年の1日当たりの従業員数は2,185人、総勤トリップ数は4,370トリップ（往復）、2023年の従業員数は4,309人、総勤トリップ数は8,618トリップ（往復）となった。

## 2) 交通手段別交通量

算定した通勤トリップ数と“Dhaka Urban Transport Network Development Study, JICA, 2010”における2009年と2025年から直線補完により作成した交通手段割合を基に、交通手段別の交通量を算定した。但し、本EZでは駐車場容量の問題でリキシャ通勤の禁止を検討しているため、リキシャによる通勤は無いものと仮定して、各年の交通手段割合を補正した。

算定した1日当たりの車種別交通量は下表のとおりである。



表 14.6.5 通勤トリップの車種別交通量

		徒歩・ 自転車	リキシャ	オートリ キシャ	乗用車	バス	計
通勤手段割合	2009*	19.7%	38.8%	6.5%	4.9%	30.1%	100%
	2021	16.4%	33.4%	9.4%	9.5%	31.5%	100%
	2023	15.9%	32.5%	9.8%	10.2%	31.7%	100%
	2025*	15.3%	31.6%	10.3%	11.0%	31.9%	100%
	2031	13.7%	28.9%	11.7%	13.3%	32.6%	100%
通勤手段割合 (リキシャの分担 率を配分)	2021	24.6%	-	14.1%	14.2%	47.2%	100%
	2023	23.5%		14.5%	15.1%	46.9%	100%
	2031	19.2%		16.4%	18.7%	45.7%	100%
交通手段別の 通勤トリップ数	2021	1,073	-	615	621	2,061	4,370
	2023	2,027		1,249	1,300	4,041	8,617
	2031	5,998		5,123	5,823	14,274	31,218
平均乗車人員 <sup>1</sup>		-		1.42	1.71	37.23	-
車種別交通量 (台/日)	2021	-		433	363	55	-
	2023			880	760	109	
	2031			3,608	3,405	383	
PCU Factor <sup>2</sup>		-		0.75	1.00	3.00	-
車種別交通量 (pcu / 日)	2021	-		325	363	165	853
	2023			660	760	327	1,747
	2031			2,706	3,405	1,149	7,260

<sup>1</sup>: Dhaka Urban Transport Network Development Study, JICA, 2010

<sup>2</sup>: Geometric Design of RHD Roads Ver.4

出典: JICA 調査団

### (3) EZの業務トリップ

1日当たりの業務トリップ数は、EZの1日あたりの労働者数にダッカ都市圏のNon-Home Based Business Tripのトリップレート乗じて以下のとおり仮定した。なお、業務トリップで使用される交通手段は一般的な乗用車とした。

表 14.6.6 業務トリップの交通量

	項目	2021	2023	2031	備考
(1)	1日あたりの労働者数(人)	2,185	4,309	15,609	
(2)	トリップレート <sup>1</sup>	0.25			
(3)	1日のトリップ数(両方向)	1,093	2,155	7,805	(1)*(2)*2
-	平均乗車人員 <sup>1</sup>	1.71			
-	交通量(台/日)	639	1,260	4,564	
-	PCU Factor <sup>2</sup>	1.00			
-	交通量(pcu/日)	639	1,260	4,564	

<sup>1</sup>: Dhaka Urban Transport Network Development Study, JICA, 2010

<sup>2</sup>: Geometric Design of RHD Roads Ver.4

## 14.6.2 将来交通量および必要車線数の決定

算定した2021年および2031年のピーク時間断面交通量を下表に示す。ピーク時間断面交通量は2021年に1,318(pcu/時間)、2023年に1,694(pcu/時間)、2031年に3,834(pcu/時間)となり、「5.4 車線数決定方法」に示すRHDの基準に準拠すると必要車線数は2車線となった。そのため、本EZ橋梁の車線数は2車線として建設することとした。

表 14.6.7 EZの西側アクセス道路およびEZ橋梁の将来交通量

	日交通量(pcu/日)			ピーク率 (%)	ピーク時間交通量(pcu/時間)		
	2021	2023	2031		2021	2023	2031
通勤トリップ	853	1,747	7,260	25.0% <sup>1</sup>	213	437	1,815
業務トリップ	639	1,260	4,564	12.5% <sup>2</sup>	80	158	571
貨物トリップ	16,398	17,580	23,166	6.3% <sup>3</sup>	1,025	1,099	1,448
合計	17,890	20,587	34,990	-	1,318	1,694	3,834

<sup>1</sup> EZ開発業者へのヒアリングを基に、EZは16時間操業、従業員は2シフトで勤務すると仮定した。

<sup>2</sup> 業務トリップは日中(午前9時~午後5時)に均等に分散すると仮定した。

<sup>3</sup> 貨物トリップは全操業時間に均等に分散すると仮定した。

出典: JICA調査団

## 14.7 概略設計

### 14.7.1 道路設計基準

#### (1) 設計基準

詳しくは、「7.1.1 設計基準」を参照されたい。

## (2) 「バ」国の道路基準

### 1) 道路種別

当該道路は、沿道条件及び道路の性格を考慮すると、主要地方道路に分類される。

詳しくは、「7.1.2 「バ」国の道路基準」を参照されたい。

### 2) 設計区分

設計区分は“4”、設計速度は“V=65km/h”とする。

詳しくは、表 7.1.3 を参照されたい。

### 3) 幾何構造基準

詳しくは、表 7.1.5 を参照されたい。

## (3) 標準横断構成

詳しくは、図 7.1.2 を参照されたい。

## 14.7.2 橋梁設計基準

### (1) 構造物（橋梁）設計基準

構造物（橋梁）の概略設計は以下の基準に準拠して実施する。

- Bridge Design Standards By Roads & Highways Department (2004)
- Bangladesh National Building Codes (BNBC)-1993 (Gadget 2006)
- Geometric Design Standards for Roads & Highways Department (2001)
- AASHTO LRFD Bridge Design Specifications (2010, 5th edition)
- AASHTO Guide Specifications for LRFD Seismic Bridge Design (2011, 2nd edition)
- Specifications for Highway Bridges-Japan Road Association (JRA) (2002)

活荷重については米国 ASSHTO 設計基準を適用し、設計震度、温度条件等についてはサイト近傍で得られる数値を適用する。提案する主な設計基準・条件を下表に示す。

表 14.7.1 主な適用設計基準・条件

項目	適用値	適用基準・条件
耐用年数	100 年	道路橋示方書準拠
車道幅員等	車道幅員：3.65 m 歩道幅員：1.20 m	EBBIP 及び WBBIP 準拠
活荷重	HL93	AASHTO
荷重組合せ	-	道路橋示方書準拠
風荷重	既往資料解析による	日本
温度変化	既往資料解析による	バングラデシュ
設計震度	既往資料解析による	バングラデシュ
耐震設計	変位法	道路橋示方書準拠
杭基礎設計	変位法	道路橋示方書準拠

出典：JICA 調査団

## (2) 航路条件

橋梁の設計については、河川を航行する船舶の航路幅と高さを考慮する必要がある。本橋が位置する河川はバングラデシュ内陸運輸局による分類においてクラス 2 に該当する。クラス 2 における航路条件は下表のとおりである。この航路条件は EZ コンテナターミナルが想定している規模の船舶(110TEU)の要求事項を満たしており、本橋と同一河川上に架かるカチプール橋とも同一である。

表 14.7.2 クラス 2 河川における考慮条件 (EZ 橋の航路条件)

水平方向	76.22m
垂直方向	12.2m

出典：バングラデシュ内陸運輸局

## 14.7.3 道路設計

### (1) 設計速度

前述したように、設計速度は“V=65km/h”とする。

### (2) 平面線形

詳しくは、「7.3.2」を参照されたい。

#### 1) 最小曲線半径

表 14.7.3 最小曲線半径

設計速度 ( km/h )	RHD 基準 ( m )	採用値 ( m )
65	250	250

出典：JICA 調査団

#### 2) 最小緩和曲線長

詳しくは、「表 7.3.3」を参照されたい。

(3) 縦断線形

1) 基本方針

詳しくは、「7.3.3 (1)」を参照されたい。

2) 縦断曲線

縦断曲線半径は、表 14.7.4 に掲げる値以上とする。

**表 14.7.4 最小曲線半径**

設計速度 ( km/h )	RHD 基準	採用値
65	18	18

出典：JICA 調査団

(4) 横断勾配

詳しくは、「7.3.4」を参照されたい。

(5) 片勾配

詳しくは、「7.3.5」を参照されたい。

(6) 盛土法面

詳しくは、「7.3.6」を参照されたい。

(7) 舗装設計

1) はじめに

詳しくは、「7.3.7 (1)」を参照されたい。

2) 設計条件

a) 18kip 等価単軸荷重の予測載荷数 (W18)

18kip 等価単軸荷重の予測載荷数 (W18) は、2022 年～2031 年の 10 年間を設計期間とした交通量に基づき算出される。

**表 14.7.5 等価単軸荷重係数**

車両タイプ	総重量 (ton)	軸-1				軸-2				軸-3				等価単軸荷 重係数	
		タイプ	重量 (ton)	重量 (kips)	一軸あたりの 等価単軸荷重 係数	タイプ	重量 (ton)	重量 (kips)	一軸あたりの 等価単軸荷重 係数	タイプ	重量 (ton)	重量 (kips)	一軸あたりの 等価単軸荷重 係数		
乗用車	2.0	Sin	1.0	2.2	0.0004	Sin	1.0	2.2	0.0004						<b>0.0008</b>
トラック	9.5	Sin	1.9	4.2	0.0028	Sin	7.6	16.8	0.7738						<b>0.7766</b>
トレーラー	36.0	Sin	4.4	9.7	0.0529	Tan	15.8	34.8	1.2060	Tan	15.8	34.8	1.2060		<b>2.4649</b>
バス	10.0	Sin	5.0	11.0	0.1385	Sin	5.0	11.0	0.1385						<b>0.2770</b>

出典：JICA 調査団

本事業における 18kip 等価単軸荷重の予測載荷数 (W18) を下表に示す。

表 14.7.6 18kip 等価単軸荷重の予測載荷数 (W18)

車両タイプ	設計交通量 (2021-2030)	ESAL 係数	設計 ESAL	18kip の等価 単軸荷重の予 測載荷数 (W18)
乗用車	16,958,630	0.0008	13,567	4,748
トラック	17,588,620	0.7766	13,659,322	4,780,763
トレーラー	6,787,905	2.4649	16,731,507	5,856,027
バス	838,405	0.2770	232,238	81,283
Total				<b>10,722,822</b>

出典：JICA 調査団

b) 標準偏差 ( $Z_R$ )

標準偏差 ( $Z_R$ ) を以下の表 14.7.7 に示す。

表 14.7.7 18kip 等価単軸荷重の予測載荷数 (W18)

信頼性, R (%)	85
標準偏差, $Z_R$	-1.037

出典：JICA 調査団

c) 設計交通量予測及び設計終局供用性指数における交通量予測の際の全標準偏差 ( $S_0$ )

詳しくは、「7.3.7 (1) 3)」を参照されたい。

d) 初期設計供用性指  $P_0$  及び設計終局供用性指数  $P_t$  との差 ( $\Delta PSI$ )

詳しくは、「7.3.7 (1) 4)」を参照されたい。

e) レジリエント係数 (psi) ( $M_R$ )

詳しくは、「7.3.7 (1) 5)」を参照されたい。

f) 設計用構造指数 (SN)

設計用構造指数 (SN) は、前述した計算式及び設計条件に基づき算出される。結果、SN は「4.1」と算出された。

3) 舗装構成

舗装構成決定に当たり、算出式等の詳細は「7.3.7 (5)」を参照されたい。

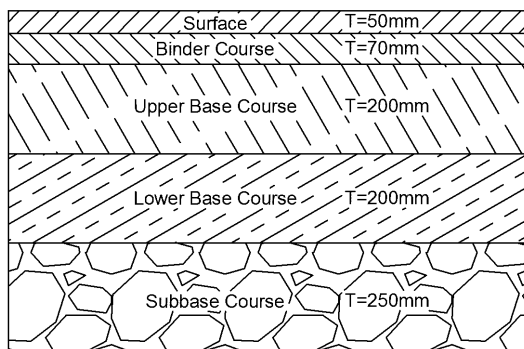
計算結果及び概略図を以下に示す。

表 14.7.8 舗装構成

名称	材料	a	m	D		SN
				cm	inch	
表層	アスファルト混合物	0.42		5	1.969	5.0
基層	アスファルト混合物	0.42		7	2.756	
上層路盤	粒度調整碎石	0.14	1.00	20	7.874	
上層路盤	粒状路盤	0.11	1.00	20	7.874	
下層路盤	粒状路盤	0.11	1.00	25	9.843	

4.8  
OK

出典：JICA 調査団



出典：JICA 調査団

図 14.7.1 舗装構造概略図

本プロジェクトに於いては、道路舗装として一般的であるアスファルト舗装を対象として舗装設計を行った。

詳細設計時に於いては、当該道路が経済特区を通過する路線であり、セミトレーラー等の大型車の通行が見込まれていることから、わだち掘れが生じやすい交差点付近へのコンクリート舗装や半たわみ性舗装の適用等、適用箇所に着目した舗装構造の検討を行うことが必要である。

1) 交差点の位置

表 14.7.9 に交差点の位置を示す。

表 14.7.9 交差点の位置

測点	交差点名	交差点形状	備考
0+00 (始点)	No. 1 交差点	T 字	R301 に接続
5+28 (終点)	No. 2 交差点	T 字	現道に接続

出典：JICA 調査団

2) 幾何構造

a) 設計車両

当該道路は、経済特区を通過する路線であり、セミトレーラー等の大型車の通行が見込まれていることから、設計対象車両を「セミトレーラー」とし、車両諸元を表 14.7.10 に示す。

表 14.7.10 設計車両諸元 (単位: m)

車両種類	長さ	幅	高さ	前方 オーバーハング	後方 オーバーハング	ホイールベース
セミトレーラー	16.50	2.50	4.00	1.30	2.20	4.00 / 9.00

出典: JICA 調査団

b) 本線シフト区間

本線シフト長は、以下の計算式によって求められる。

$$L(m) = V \times \Delta W / 2$$

ここに、

$V$ : 設計速度 (km/h)

$\Delta W$ : 横方向のシフト量 (m)

c) テーパー区間

テーパー長は、以下の計算式によって求められる。

$$L(m) = V \times \Delta W / 6$$

ここに、

$V$ : 設計速度 (km/h)

$\Delta W$ : 横方向のシフト量 (m)

d) 滞留車線

滞留長は、1 サイクル当りの平均右折車台数を確保出来る長さが望ましく、交差点解析に基づいて決定されるべきである。当該プロジェクトにおいては、トラック 1 台とセミトレーラー 1 台が滞留可能な長さである 30m として計画することとし、詳細設計時に交差点解析の結果に基づいて滞留長を決定することとする。

3) No. 1 交差点

a) 交差点計画

当該交差点は、ダッカ～EZ 間の主要輸送ルートとなることが予想されることから、R301 の通過交通への影響を避けるため、右折車線を設置する。

交差点計画の概要を図 14.7.2 に示す。

- 設計速度: ①アプローチ道路  $V=65\text{km/h}$  ②R301  $V=65\text{km/h}$
- 本線シフト長

$$L(m) = V \times 01 \quad V=6$$



$$= 65 \times 3.65 / 2$$

$$= 118.8.65 / 2$$

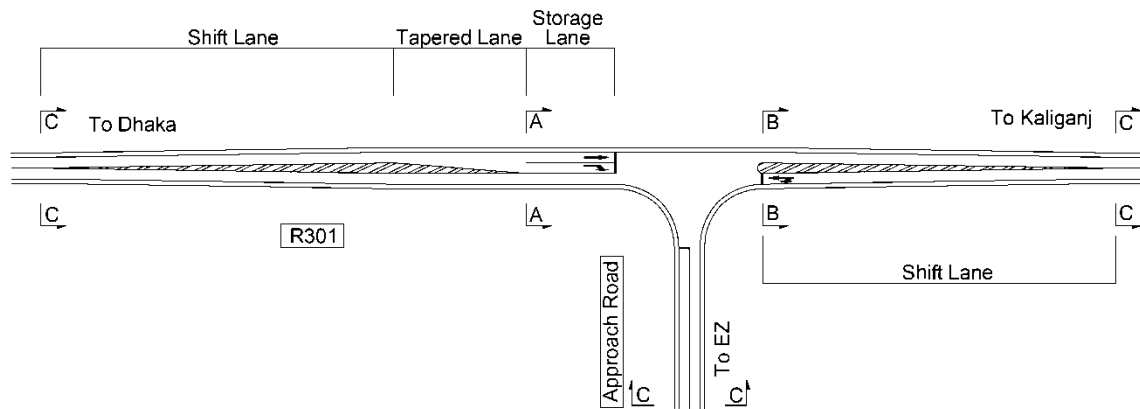
- テーパー長

$$L (m) = Vx / 2V = 6$$

$$= 65 \times 3.65 / 6$$

$$= 39.5 \times 3.65 /$$

- 滞留長  $L = 30m$



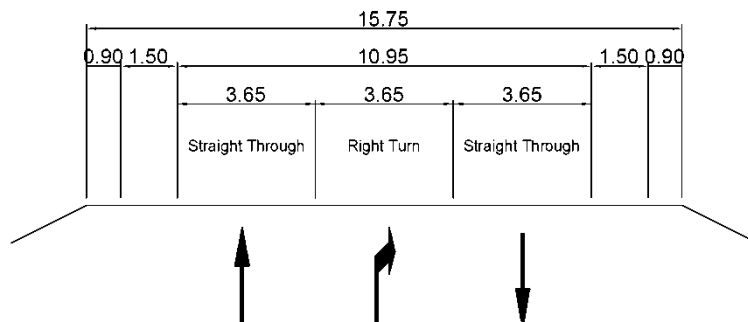
出典：JICA 調査団

図 14.7.2 No. 1 交差点概略図

平行区間の設置に関しては詳細設計時に協議することとし、本プロジェクトに於いては影響面積を極力少なくするため、設置しないこととする。

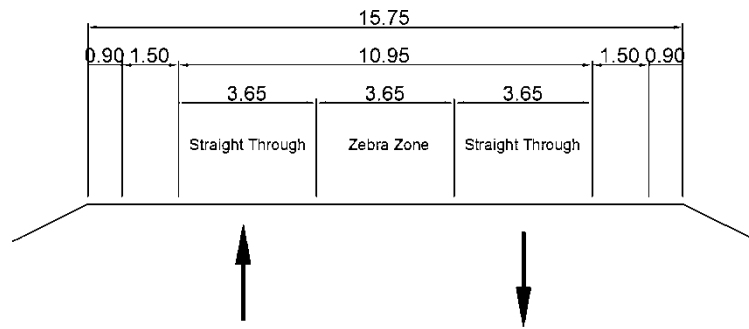
- b) 平面交差点付近の横断構成

図 14.7.2 に示した「A-A」、「B-B」、「C-C」断面を以下に示す。



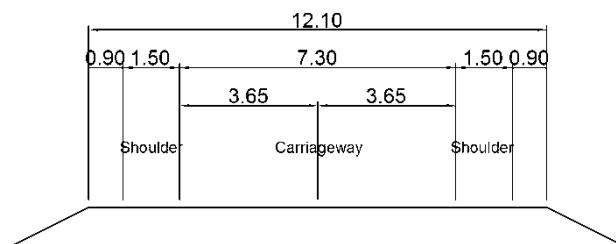
出典：JICA 調査団

図 14.7.3 A-A 断面



出典：JICA 調査団

図 14.7.4 B-B 断面

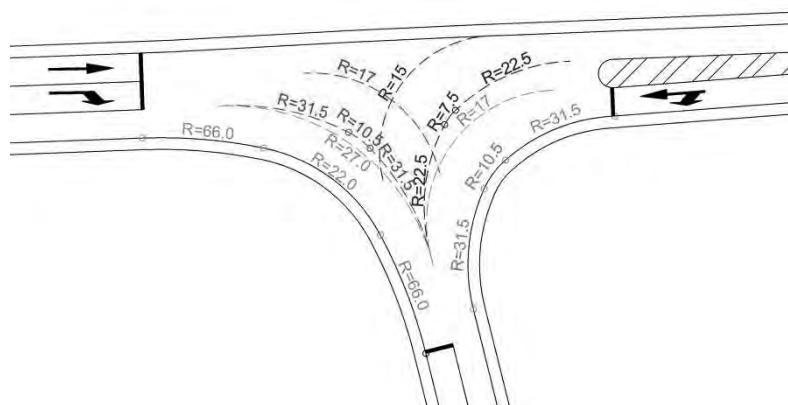


出典：JICA 調査団

図 14.7.5 C-C 断面

c) 導流路設計

導流路の設計は、設計対象車両が円滑に通行できるように設計すべきであるが、導流路の幅を広く取りすぎると選択の幅が広がり、交通流が乱れて制御が難しくなる。よって、規則正しく交通流を導くために、導流路を出来るだけ集約させ、かつ交差点がコンパクトになるような設計を行った。



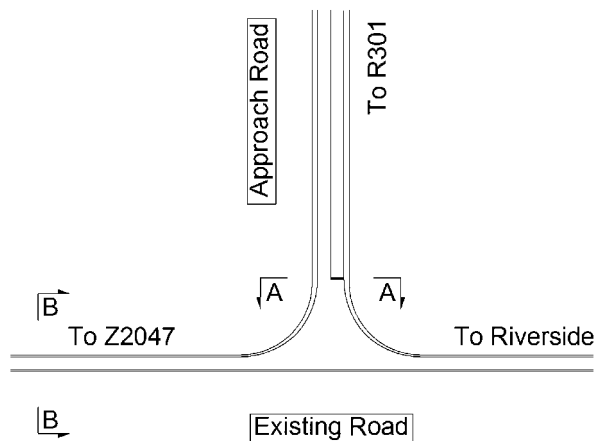
出典：JICA 調査団

図 14.7.6 導流路設計

4) No. 2 交差点

a) 交差点計画

当該交差点は、アプローチ道路と生活道路のT字交差点であり、アプローチ道路の終点に位置する。アプローチ道路とEZ完成後、EZからの輸送交通が多少通過することが予想される。前述した様に、No.1交差点を経由してダッカとEZを結ぶルートが主要となることが予想されるが、No.1同様に設計対象車両を「セミトレーラー」として計画を行う。但し、交通量が多く見込まれないため、右折車線の設置は行わないものとし、生活道路の改修についても当該プロジェクトに含めないものとする。

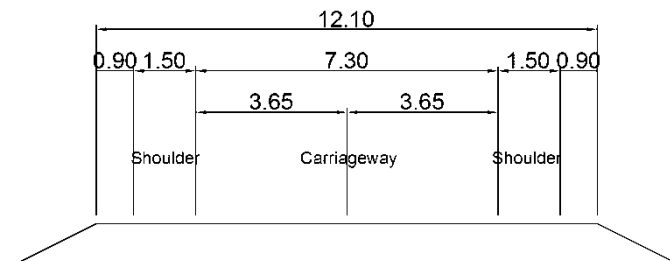


出典：JICA 調査団

図 14.7.7 No. 2 交差点概略図

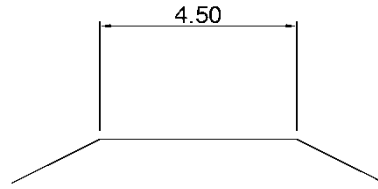
b) 平面交差点付近の横断構成

図 14.7.7 に示した「A-A」、「B-B」断面を以下に示す。



出典：JICA 調査団

図 14.7.8 A-A 断面

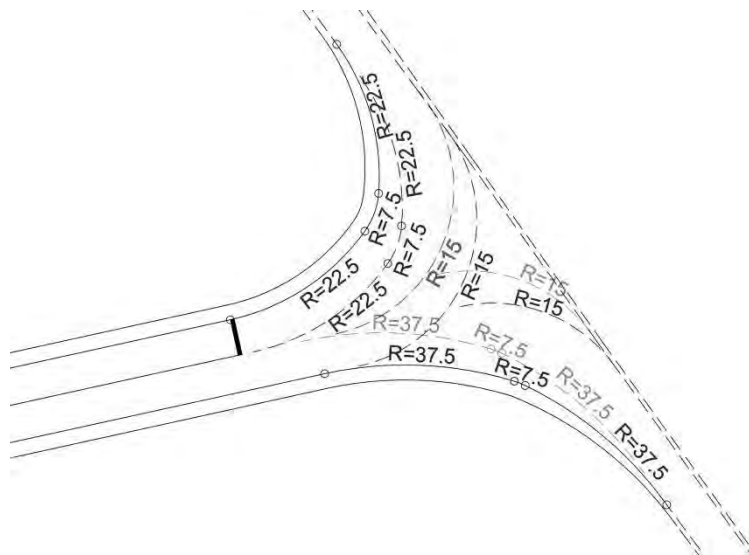


出典：JICA 調査団

図 14.7.9 B-B 断面

c) 導流路設計

前述した様に、生活道路の改修は当該プロジェクトで行わない為、現道に対する導流路設計を行った。設計方針は、No.1 交差点と同様とする。



出典：JICA 調査団

図 14.7.10 導流路設計

加えて、EZ の運用が開始されれば、港湾からアプローチ道路を通過する大型車が増加することが予想されるが、現在の生活道路の幅員では大型車相互の擦れ違いが困難な状況にある。よって、将来拡幅の必要性が高いことを考慮し、港湾側のみを拡幅した場合（ALT-1）、交差点区間を拡幅した場合（ALT-2）の2パターンについて導流路設計を行った。拡幅の幅員は、アプローチ道路幅員と同様とする。

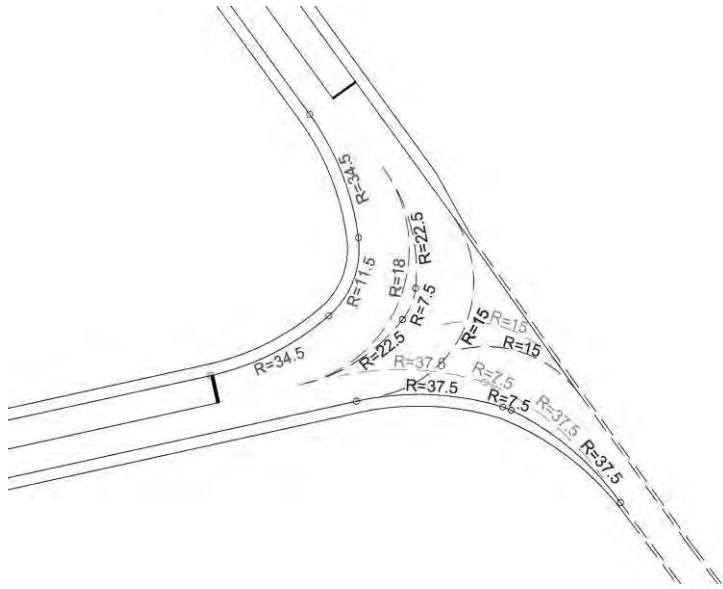


図 14.7.11 導流路設計 (ALT-1)

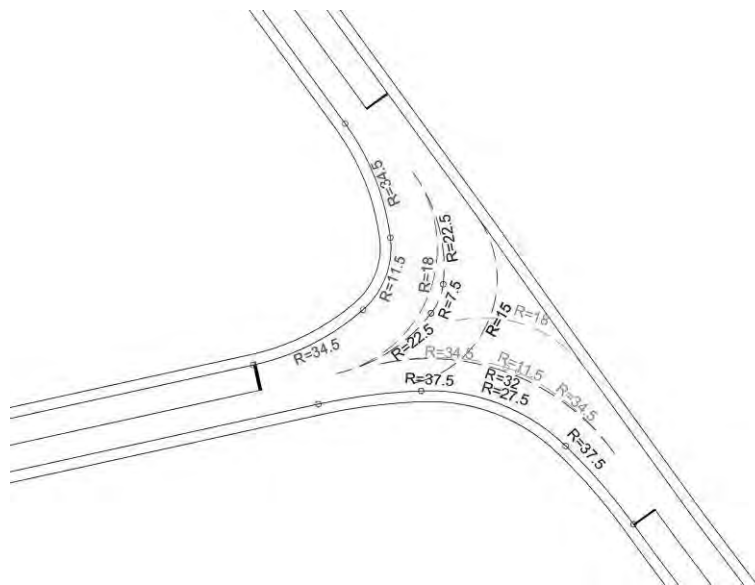


図 14.7.12 導流路設計 (ALT-2)

#### 14.7.4 橋梁設計

##### (1) 基礎形式検討

基礎形式は陸上部と河川部のそれぞれにおいて検討を行った。

##### 1) 河川部における基礎形式

基礎形式検討のための考慮すべき項目は以下の通りである。

- 基礎が設置される箇所の水深

- 洗掘の可能性
- 耐える鉛直荷重（上部工反力）
- 推定支持層の位置（深度）

河川内橋脚の基礎形式については、下表の基礎形式選定表を用いて選定する。

表 14.7.11 河川部橋梁基礎形式選定表

適用条件		基礎形式						
		コンクリート場所打ち杭	PHC杭 / SC杭	鋼管杭	地中連続壁基礎	鋼管矢板井筒基礎	ケーソン	
施工条件	水上施工（仮締切）	水深 < 5 m	△	○	○	×	○	△
		水深 > 5 m	△	△	○	×	○	△
	環境面	振動・騒音	○	×	×	○	△	○
		隣接する構造物に対する影響	○	×	△	○	△	△
	鉛直荷重（上部工反力）	普通	○	○	○	○	○	○
地盤条件	支持層の深度	5 m未満	△	×	×	×	×	×
		5 ~ 15 m	○	○	○	△	△	○
		15 ~ 25 m	○	○	○	○	○	○
		25 ~ 40 m	○	○	○	○	○	○
		40 ~ 60 m	○	△	○	○	○	○
		60 m以上	△	×	△	△	△	△
	N 値	粘性土 (20 =< N)	○	○	○	○	○	○
		砂質土/礫 (30 =< N)	○	○	○	○	○	○

注：○：適合性が良い、△：適合性がある、×：適合性が悪い  
出典：道路橋示方書

上表によれば、河川部の橋梁基礎としてコンクリート場所打ち杭、鋼管杭、鋼管矢板井筒基礎及びケーソンの4種の基礎形式が適用可能と判断される。

鋼管杭と鋼管矢板井筒基礎を比較した場合、鋼管杭施工には仮締切りが必要となるため、鋼管矢板井筒基礎の方が経済的に有利となる。ケーソンについては、施工設備が大きくなり他の基礎形式より一般的に経済性に劣る。場所打ち杭については、「バ」国の水深の深い河川橋梁においてはパイルベント方式が一般的であるが、パイルベント基礎は渦流による洗掘を発生しやすく、河川流下物も引っ掛かりやすい。また、パイルキャップを河床に入れこんだ場合よりも橋脚の安定性に劣ることより、日本では採用が禁止されている。このためコンクリート場所打ち杭はパイルキャップを河床に入れこんだ形式を抽出する。

以上より河川内橋梁基礎形式は、コンクリート場所打ち杭と鋼管矢板井筒基礎の比較を行った。

図 14.7.12 に P15 におけるコンクリート場所打ち杭と鋼管矢板井筒基礎の比較結果を示す。

本検討においては、河川内の橋脚 (P14 と P15) において場所打ち杭 (φ1500、L=54m、n=16 本) を推奨するが、次ステージ (詳細設計時) において、河川内の各橋脚位置における地質調査により明確な支持層を確認した上、再度基礎形式の比較検討を行って最終決定されたい

表 14.7.12 P15 における基礎形式比較

	第1案：場所打ち杭 (φ1500)	第2案：鋼管矢板井筒
橋脚及び基礎形状		
平面図	<p>φ1500-16、L=54.0m</p>	<p>φ1200-36、L=67.5m</p>
工期	<p><b>やや劣る</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>施工時の仮締切が必要となり、第2案より基礎の施工に若干時間を要するが、全体工事のクリティカルパスではない。(9/10)</li> </ul>	<p><b>やや優れる</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>仮締切り兼用のため第1案より基礎の施工は速くなるが、全体工事のクリティカルパスではない。(10/10)</li> </ul>
船舶衝突に対して	<p><b>やや劣る</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>施工時の(仮締切による)航路への干渉が第2案より多くなる。</li> <li>別途橋脚の上下流に防衝工を設置することにより船舶衝突に対して安全となる。(4/5)</li> </ul>	<p><b>やや優れる</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>施工時の航路への干渉が第1案より少なくなる。</li> <li>別途橋脚の上下流に防衝工を設置することにより船舶衝突に対して安全となる。(5/5)</li> </ul>
洗掘に対して	<p>同一</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>架橋位置は洗掘が少なく、基礎の土被り厚も確保されているため洗掘の影響は受けない。また、河積阻害率も同一である。(5/5)</li> </ul>	
施工性	<p><b>劣る</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>施工時の仮締切が必要となるため第2案に比べ若干安全性に劣る。</li> <li>第2案と比べ高度な品質管理が必要となる。(8/10)</li> </ul>	<p><b>優れる</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>仮締切が必要でないため第1案に比べ若干安全性に優れる。(10/10)</li> </ul>
工事費	<p><b>1.00</b> (15/15)</p>	<p><b>2.32</b> (7/15)</p>
技術移転	<ul style="list-style-type: none"> <li>既に「バ」国において多数の経験があり、新しい技術の移転は望めない。(3/5)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>新技術のため技術移転が図れる。(5/5)</li> </ul>
評価	<ul style="list-style-type: none"> <li>工期、施工性、船舶衝突に対して第2案より若干劣るものの、工事費が安価となる</li> </ul> <p><b>推奨形式</b> (44/50)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>工期、施工性、船舶衝突に対して第1案より若干勝るものの、工事費が高価となる</li> </ul> <p>(42/50)</p>

出典：JICA 調査団

2) 陸上部における基礎形式

陸上部における橋梁の基礎は、建設の容易性、建設資機材確保の容易性、及び「バ」国における多数の施工実績から、コンクリート場所打ち杭の採用が最適であると判断し、杭径についてはP17を用いて比較検討し決定した。比較の結果、経済性より場所打ち杭のφ1500を採用する。これは主橋梁の基礎（P14とP15）と同一の杭径である

表 14.7.13 P17におけるコンクリート場所打ち杭杭径比較

	場所打ち杭 (φ1200)	場所打ち杭 (φ1500)
橋脚及び基礎形状		
平面図		
工事費	1.02	1.00
評価	経済性に劣る	経済性に優れ、メイン橋と同一の杭径である <b>推奨形式</b>

出典：JICA 調査団

(2) 上部工形式検討

EZ 橋は下図に示すように河川を渡河する主橋梁と主橋梁に接続されるアプローチ橋梁に区分して比較を行った。

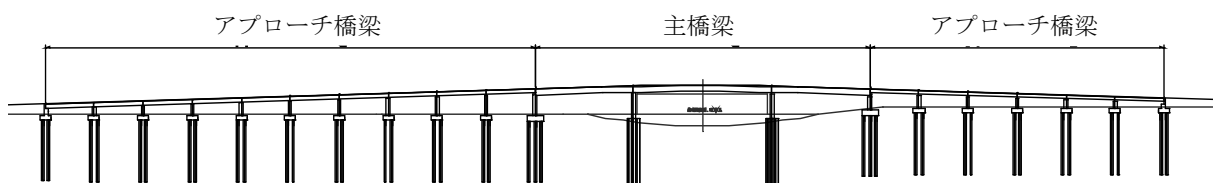


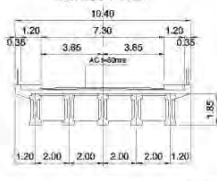
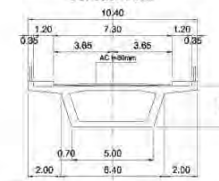
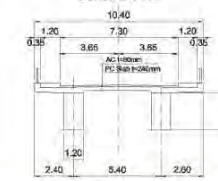
図 14.7.13 主橋梁とアプローチ橋梁



## 1) アプローチ橋梁形式

アプローチ橋梁の形式については、構造的、施工性、工事費、維持管理性、景観性、環境への影響を総合的に考慮して比較を行った。比較の結果、下表に示すように経済的に最も優れる第1案：PC-I 桁橋を採用する。

表 14.7.14 アプローチ橋梁における橋梁形式比較

項目		第1案 PC-I 桁	第2案 PC 箱桁	第3案 鋼箱桁 (耐候性鋼材)
支間長 / 上部工断面		支間長: 30m 	支間長: 50m 	支間長: 60m 
構造的	耐久性	PC床版のため耐久性に優れる ◎	PC構造のため耐久性に優れる ◎	PC床版のため耐久性に優れる ◎
	耐震性	死荷重 コンクリート桁のため死荷重が重く第3案より不利 ○	コンクリート桁のため死荷重が重く第3案より不利 ○	鋼桁のため死荷重が軽く他家より有利 ◎
施工性	施工の難易度	難しい ◎	難しい ◎	難しい ◎
	工期	第3案より長くなる ○	第3案より長くなる ○	最も短い ◎
コスト	初期コスト	1.00 ◎	1.12 ○	1.14 ○
	LCC (50年)	1.00 ◎	1.09 ○	1.12 ○
維持管理性	塗装塗替え	必要なし ◎	必要なし ◎	必要なし (耐候性鋼材) ◎
	ジョイントと沓の交換	20 - 30年に1度 ○	20 - 30年に1度 ○	20 - 30年に1度 ○
景観性		他家と同等である		
環境への影響		他家と同等である		
主橋梁(鋼箱桁橋)との連続性		第3案より劣る ○	第3案より劣る ○	他家より優れる ◎
評価		主橋梁との連続性に劣るが、LCCにおいて最も有利となる。 ◎		

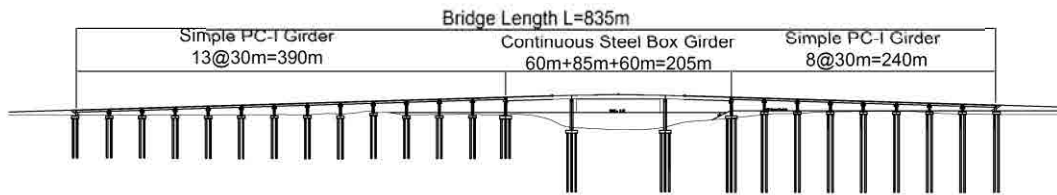
出典：JICA 調査団

## 2) 主橋梁形式

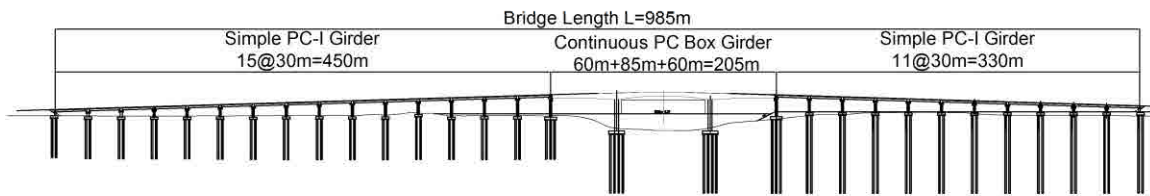
主橋梁の形式（構造高さ）如何で縦断線形、強いては全体の橋長が左右される。このため下図に示すようにアプローチ橋梁も含めた橋梁全体における比較を実施した。

- 第1案：PC 箱桁+PC-I 桁 15@30+60+85+60+11@30=985m
- 第2 & 3案：鋼箱桁+PC-I 桁 13@30+60+85+60+8@30=835m  
(第2案は一般鋼材、第3案は耐候性鋼材を使用)

第1案:PC箱桁+PC-I桁、15@30+60+85+60+11@30=985m



第2&3案:鋼箱桁+PC-I桁、13@30+60+85+60+8@30=835m



出典：JICA 調査団

図 14.7.14 橋梁代替え案

構造的、施工性、工事費、維持管理性、景観性、環境への影響を総合的に考慮して比較を行った。上図に示したように第1案は橋長が長くなり経済的に不利となる。結果、下表に示すように、コスト面(LCC)、工期、景観性に優れる第3案：鋼箱桁(耐候性鋼材)を採用する。

表 14.7.15 主橋梁における橋梁形式比較

項目		第1案 PC箱桁+PC-I桁	第2案 鋼箱桁+PC-I桁 (一般鋼材)	第3案 鋼箱桁+PC-I桁 (耐候性鋼材)
支間割 / 上部工断面		橋長: 15@30+60+85+60+11@30=985m 	橋長: 13@30+60+85+60+8@30=835m 	橋長: 13@30+60+85+60+8@30=835m 
構造的	耐久性	床版のため耐久性に優れる ◎	RC床版のため第1案より劣る ○	RC床版のため第1案より劣る ○
	耐震性	死荷重が重く他案より不利 ○	鋼桁のため死荷重が軽く他案より有利 ◎	鋼桁のため死荷重が軽く他案より有利 ◎
施工性	施工の難易度	易しい ◎	易しい ◎	易しい ◎
	工期	約3.5年 ○	約3.0年 ◎	約3.0年 ◎
コスト	初期コスト	1.20 ◎	1.00 ◎	1.02 ○
	LCC (50年)	1.13 ◎	1.02 ○	1.00 ◎
維持管理性	塗装塗替え	必要なし ◎	20-30年に1度塗替えが必要 △	必要なし(耐候性鋼材) ◎
	ジョイントと沓の交換	20-30年に1度 ○	20-30年に1度 ○	20-30年に1度 ○
景観性		桁高が高くなるため重量感がある △	桁高が低くなり第1案より勝る ○	桁高が低くなり第1案より勝る ○
環境	河川への影響	他案と同等である		
	騒音・振動	他案と同等である		
評価	塗装塗替え時の河川への影響	必要なし ◎	揮発性有機化合物が大気に放出される。また河川内に足場の設置が必要となるため他案より劣る。 △	必要なし ◎
	総合評価			工期が最も短くなり、耐震性に優れ、コスト面に優れるため本案を推奨する ◎

注：主橋梁の形式比較はアプローチ橋を含めた橋梁全体を考慮した

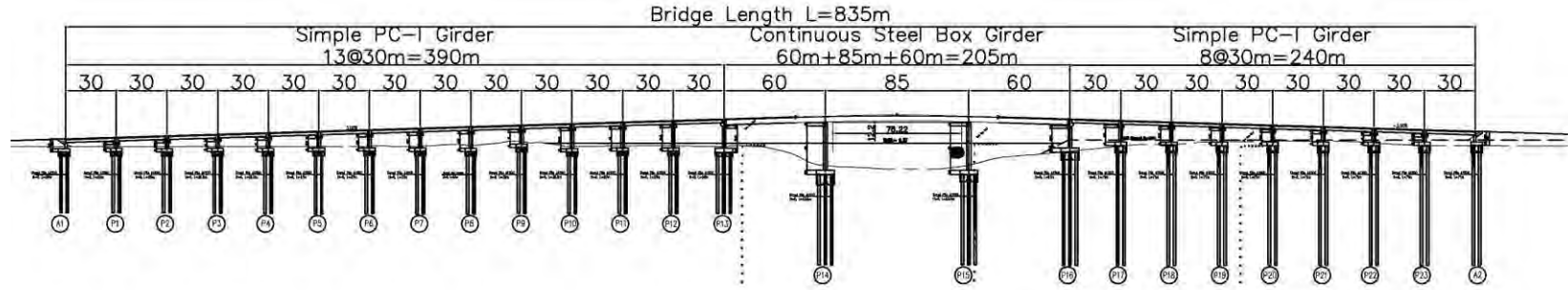
出典：JICA 調査団

### (3) 上部工概略設計

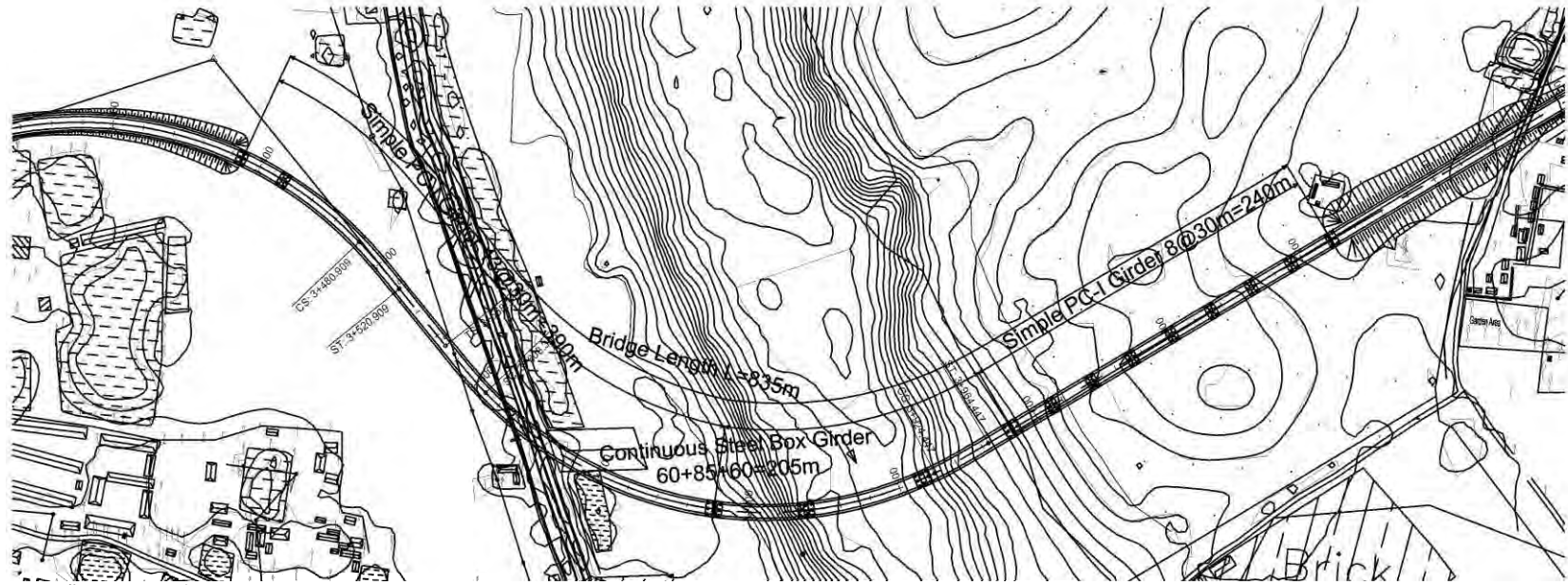
前節において決定された設計条件及び上部工形式（主橋梁：鋼箱桁、アプローチ橋梁：PC-I 桁）において概略設計を実施した。

橋梁全体一般図を次頁に示す。また主橋梁とアプローチ橋梁の上部工断面図を下図に示す。

# Profile



# Plan

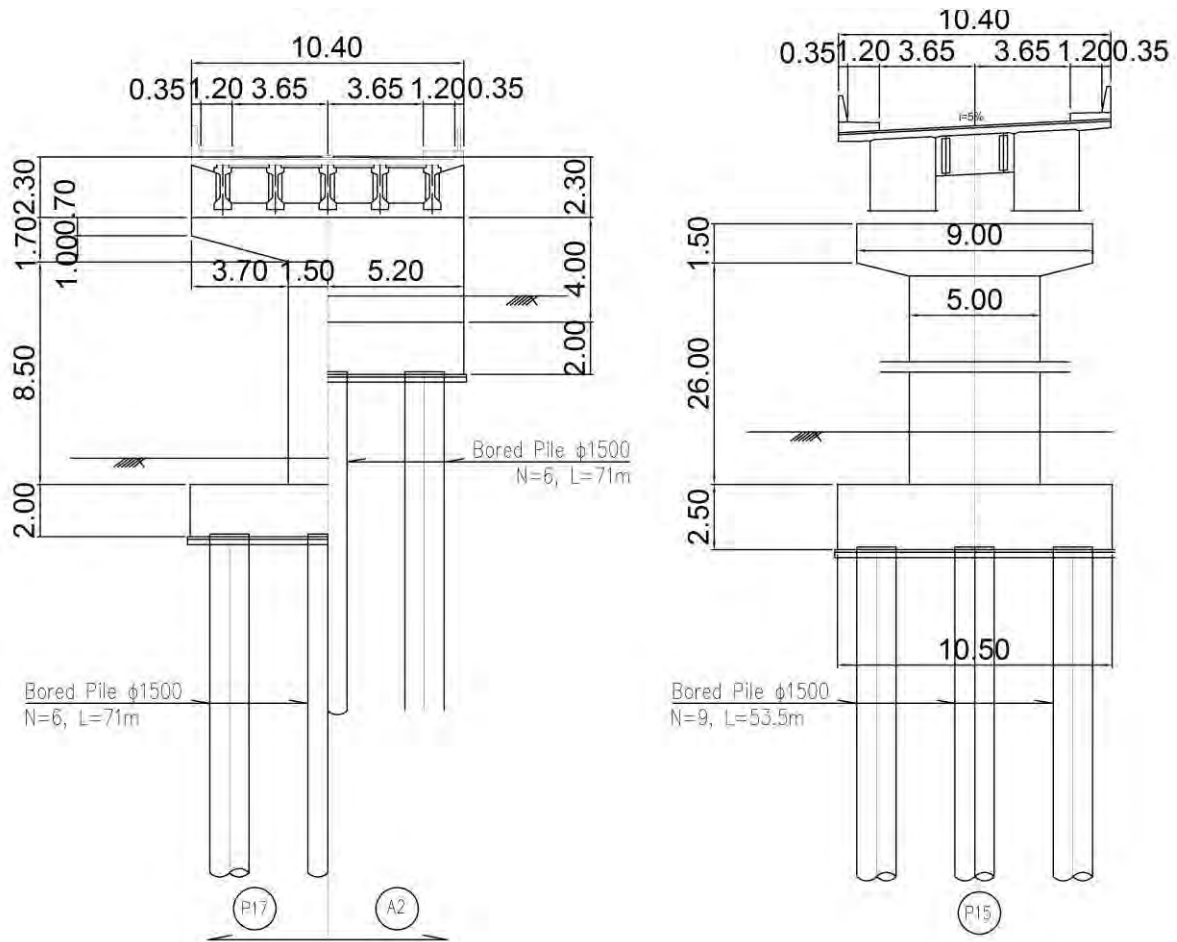


出典: JICA 調査団

図 14.7.15 EZ 橋梁全体一般図







出典：JICA 調査団

図 14.7.18 下部工断面図

### 14.7.5 用地取得

詳しくは、「7.5」を参照されたい。

但し、当該箇所は、農地や住宅地等への新規道路計画であるため、既存道路用地は存在しない。

### 14.8 施工計画

#### (1) 場所打ち杭

詳しくは、「9.2」を参照されたい。

#### (2) 基礎工

詳しくは、「9.3」を参照されたい。

#### (3) 橋脚

詳しくは、「9.4」を参照されたい。

(4) 上部工（鋼箱桁橋）

鋼箱桁橋の施工方法は「バ」国西部地区において計画されている鋼 I 桁橋と同様である。よって詳しくは、「9.5」を参照されたい。

(5) 上部工（PC-I 桁橋）

詳しくは、「9.6」を参照されたい。

(6) アプローチ道路

アプローチ道路の主な施工内容を以下に示す。

1) 伐除根

土工工事に先立ち、伐除根を行う。施工機械は、ブルドーザとバックホウの組合せによるものとする。

2) 盛土工

盛土路体部は、ダンプトラックによって運搬された盛土材をブルドーザにより「敷均し・締固め」し、タイヤローラにより締固め構築される。

3) 法面工

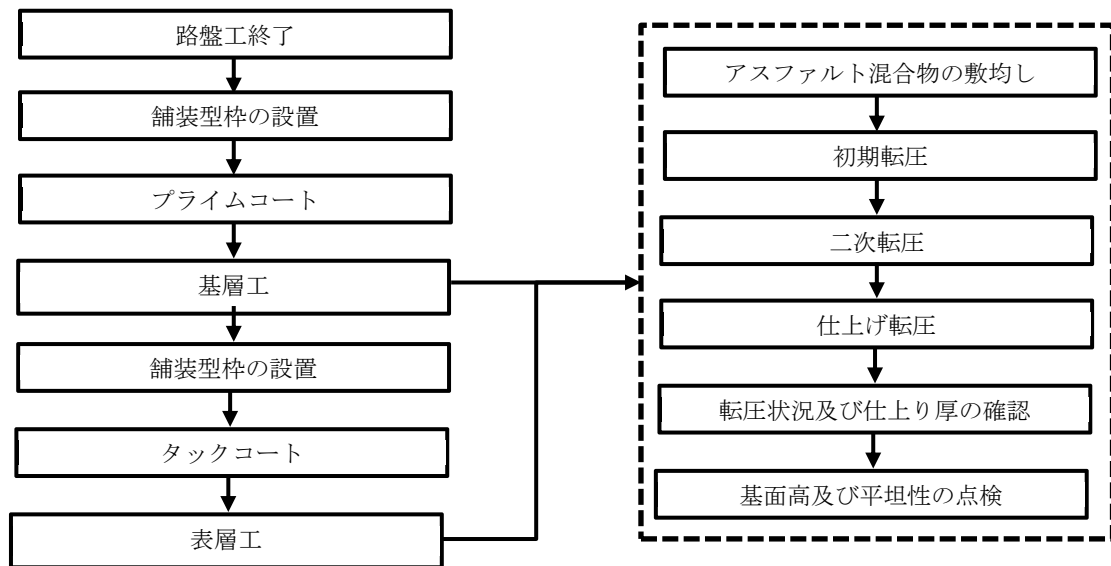
盛土法面は、ブルドーザで敷均し後、バックホウにて法面を整形し、のり面保護を目的として植生工等を行う。

4) 舗装工

路盤は、モーターグレーダで敷均し、ロードローラ及びタイヤローラで転圧し構築される。

表層及び基層は、アスファルトフィニッシャーでアスファルト混合物を敷均し、タイヤローラで転圧し構築される。

図 14.8.1 に舗装工事の手順を示す。



出典：JICA 調査団

図 14.8.1 舗装工事の手順

(7) 工事工程

建設期間は、図 14.8.2 に示すように、主橋梁及びアプローチ橋梁の工事工程より、36 ヶ月を必要とする。





## 14.9 維持管理・運営計画

### 14.9.1 EZ 橋梁の維持管理・運営計画

EZ 橋梁の橋種は耐候性鋼材を使用した鋼箱桁橋が採用される。この維持管理・運営計画は「バ」国西部地域に建設される鋼 I 桁橋と同様である。よって詳しくは、「10.1.1 事業対象橋梁の維持管理計画」を参照されたい。

### 14.9.2 維持管理・運営費

EZ 橋梁及びそのアプローチ道路の維持管理費を下表に示す。

表 14.9.1 EZ 橋梁の維持管理費

Routine/Periodic maintenance (Per Year/TAKA)	32,101,889
Corbonation (Every 40years/TAKA)	617,876
Resurface (Every 10years/TAKA)	38,695,488

出典：JICA 調査団

## 14.10 概算事業費

本章においては、経済特区（EZ）橋梁及び道路のプロジェクトコストを計算する。なおコスト計算の基本条件、ローン及び相手政府分担のコスト構成、コスト計算方法は 105 橋のプロジェクトコスト計算と同じである。

### (1) コスト計算の時期設定

本コスト計算における主要支払い項目の単価設定は、2014 年 12 月時点での単価とする。

### (2) 為替レート

本コスト計算で採用される為替レートは、以下のとおりである。

$$\text{US\$ } 1 = \text{Yen } 119$$

$$\text{US\$ } 1 = \text{BDT } 77.5$$

$$\text{BDT } 1 = \text{Yen } 1.54$$

### (3) ローンでカバーする費用項目

以下の項目のローンでカバーする費用は、105 橋のプロジェクトコスト計算で述べた項目と同じである。

#### I. 建設工事費

- II. エンジニアリング費
- III. 予備費
- IV. 物価上昇費
- V. 建中金利

**(4) 相手国政府の費用負担**

以下の項目の相手国政府が負担する費用は、105 橋のプロジェクトコスト計算で述べた項目と同じである。

- I. 用地取得及び住民移転関係費
- II. 事務経費
- III. 物品税 VAT (Value Added tax)
- IV. 輸入関税
- V. 法人所得税 (IT)

**(5) 建設工事費**

建設工事費の計算は、105 橋と同様に単価と数量を乗じる方法で行う（表 14.10.1 および表 14.10.2）。

表 14.10.1 工事費の総括表(工事コンポーネント別)

<p>非公表</p>
------------

出典：JICA 調査団

非公表

表 14.10.2 経済特区 (EZ) 橋梁及び道路の建設工事費

## 14.11 事業効果

### 14.11.1 運用・効果指標

#### (1) 運用・効果指標の選定

運用・効果指標は、2014 年の実績値（ベースライン）および事業供用の 2 年後を想定し、妥当性、信頼性を考慮したうえで、入手可能な情報データから運用・効果指標を設定した。設定した運用・効果指標は下表に示すとおりである。

なお、本指標以外にも橋梁整備後の交通事故件数の減少なども効果指標として考えられるが、「バ」国では橋梁における過年度の事故データが整理されておらず、統計データを用いた定量的な評価が困難であったため除外している。

表 14.11.1 運用・効果指標の選定

指標		ベースライン	事業供用の 2 年後
運用指標	貨物車交通量 (pcu/日)	2014 年	2023 年
	乗用車類交通量 (pcu/日)		
効果指標	走行経費の低減 (百万 Tk/年)		

出典：JICA 調査団

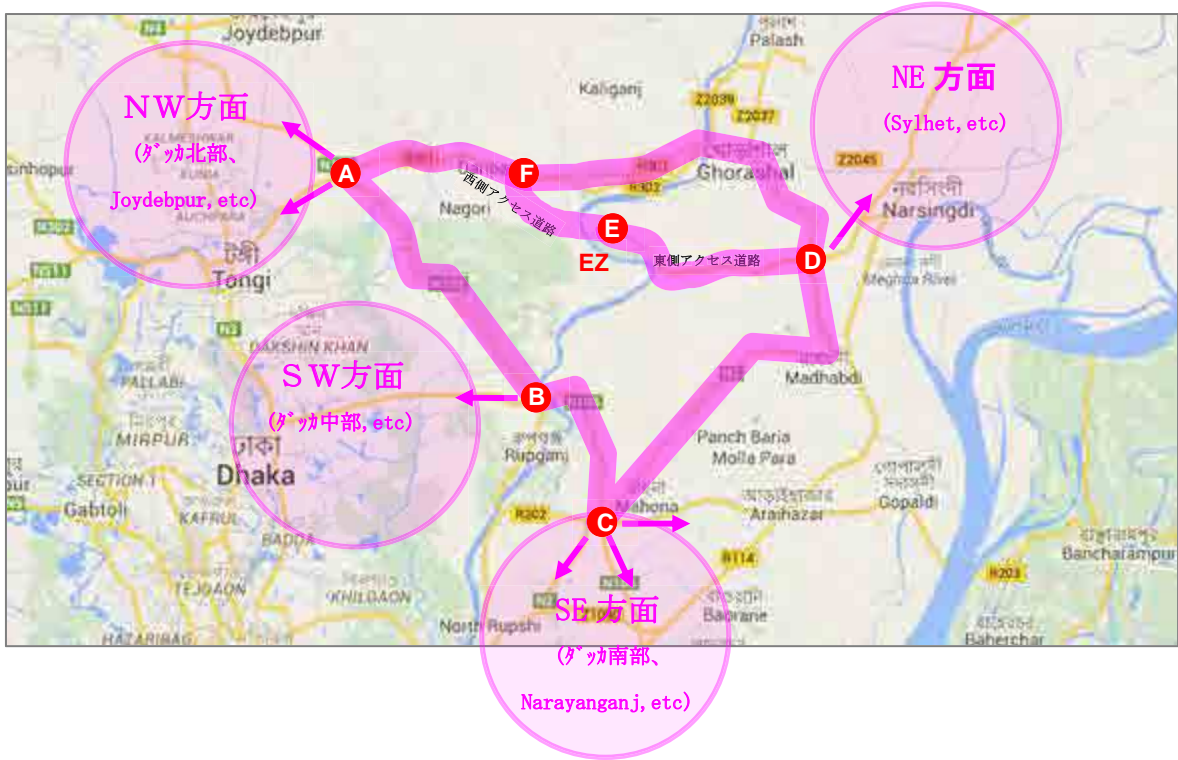
#### (2) 運用指標の設定

EZ 橋の運用指標は、ベースライン（2014 年）と事業供用 2 年後（2023 年）の貨物車および乗用車交通量を用いた。なお、EZ は建設途中であり、EZ 橋も新設となるためベースラインの交通量は存在しない。

#### (3) 効果指標の設定

EZ 橋の効果指標は、EZ 橋の建設による走行経費（人・物の移動）の低減を効果指標の候補とした。具体的には、EZ に関連するトリップは、大ダッカ地域（GDA）の 2011 年の人口分布に従うと仮定して、“14.5 交通需要予測”で推計した車種別交通量（表 14.11.2）を 4 方向に配分した（図 14.11.1）。設定した方面別の交通量は表 14.11.3 のとおりである。

EZ 橋の With-Without ルートの設定にあたっては、将来の道路混雑および道路改良を考慮した所要時間を比較して設定した（図 14.11.2）。走行経費の具体的な算出方法は”14.11.2 経済分析”のとおりである。



出典： JICA 調査団

図 14.11.1 EZ に関連するトリップの行き先の設定

表 14.11.2 2023 年の車種別交通量 (台/日)

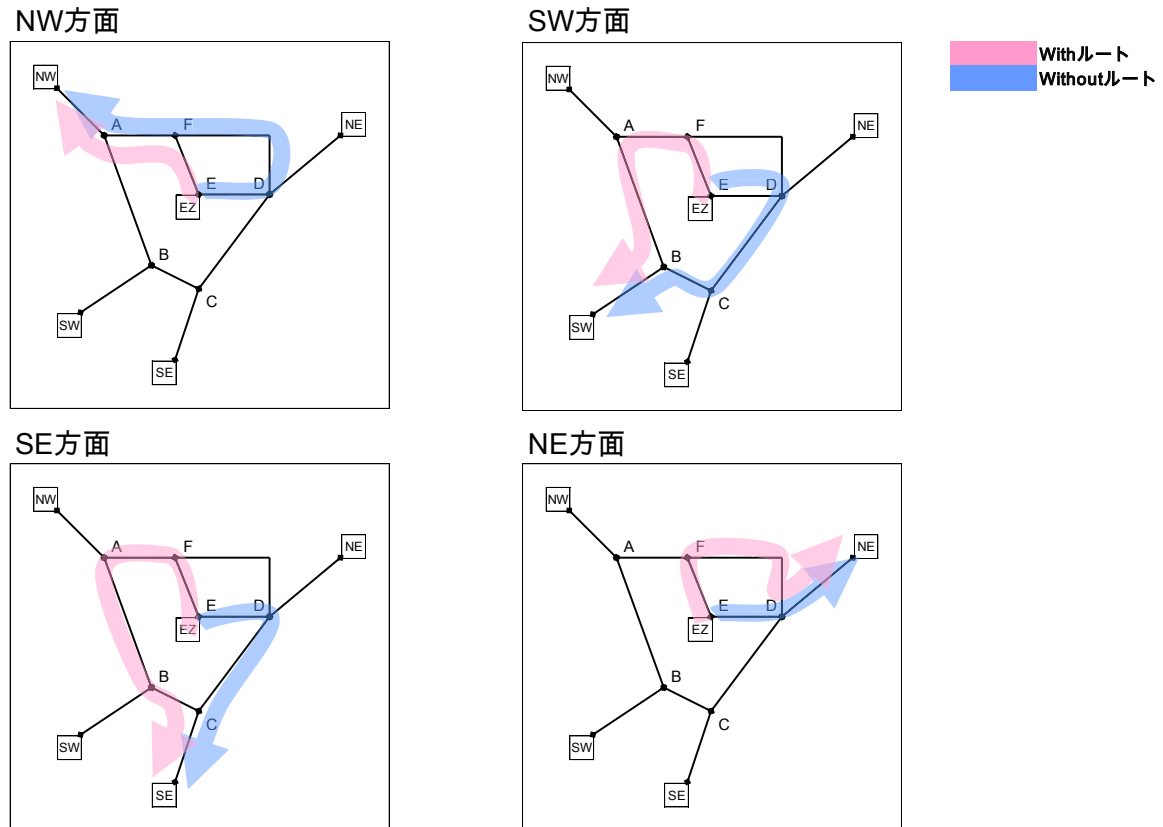
Auto rickshaw	Car	Bus	20ft Container	Medium Truck	Small Truck	Total
880	2,020	109	1,632	2,216	2,012	8,869

出典： JICA 調査団

表 14.11.3 2023 年の方面別交通量 (台/日)

方面	人口割合	車種別交通量 (台/日)						
		Auto rickshaw	Car	Bus	20ft Container	Medium Truck	Small Truck	Total
SE 方面	46%	405	929	50	751	1,019	925	4,079
NE 方面	9%	79	182	10	147	200	181	799
SW 方面	15%	132	303	16	245	332	302	1,330
NW 方面	30%	264	606	33	489	665	604	2,661
合計	100%	880	2,020	109	1,632	2,216	2,012	8,869

出典： JICA 調査団



注：AC間は4車線に拡幅されるものと仮定した。  
出典：JICA調査団

図 14.11.2 With-Without ルートの設定

(4) 運用・効果指標の設定 (提案)

ベースライン値および事業供用後の2年後の運用・効果指標を下表に示す。

表 14.11.4 運用・効果指標の選定

指標		対象区間 (地域)	ベース ライン (2014)	事業供用の2 年後 (2023)
運用指標	貨物車の断面交通量 (PCU/日)	EZ 橋断面	NA	17,580
	乗用車の断面交通量 (PCU/日)		NA	3,007
効果指標	走行経費の低減 (百万 Tk/年)	合計	0	

出典：JICA調査団

## 14. 11. 2 経済分析

### (1) 概説

経済特区(EZ)への橋梁とアプローチ道路建設の経済評価は、プロジェクトにより発生する経済費用と経済便益の比較によりなされた。

評価指標は次の3指標を採用した。

- 経済的内部収益率 (EIRR)
- 便益費用比率 (BCR)
- 純現在価値 (PNV)

事業実施スケジュールは、次のようなスケジュールに従って実施されるものとした。

- 2016 - 2017 詳細設計
- 2018 コントラクターの調達・選定
- 2019 - 2022 EZ 橋梁とアプローチ道路の建設
- 2023 供用開始

プロジェクトライフは、2021年～2047年の25年と仮定し、割引率はバングラデシュの資本の機会費用比率を考慮して、年率12%とした。

### (2) EZ 関連交通需要の予測

EZ 関連の交通需要予測は 14.5 節で予測されている。これを再掲すると表 14. 11. 5 の通りである。

表 14. 11. 5 EZ 関連交通量の予測 (単位: 台/日)

	Heavy Truck	Medium Truck	Light Truck	Bus	Car	Auto Rickshaw	Total
2021	1,522	2,068	1,876	55	1,002	433	6,956
2026	1,351	1,809	2,458	145	2,826	1,250	8,489
2031	2,150	2,922	2,650	383	7,969	3,608	19,682
2036	2,346	3,188	2,891	541	11,537	4,807	25,309
2041	2,559	3,479	3,154	763	16,703	6,403	33,061
2046	2,792	3,795	3,441	1,078	24,181	8,530	43,817

出典: JICA 調査団

### (3) 経済費用の積算

経済費用は次の示す要素を勘案して積算された。

- 経済費用及び経済便益のエスカレーションは考慮しない
- 事務手数費用、VAT 及び輸入関税は経済費用には含めない



- 通商可能な現地費用である物資及びサービスは標準変換係数（SFC） 0. 80 を掛け、国境価格に変換した
- 用地取得費及び移転・補償費用は経済費用として考慮した。

経済費用の積算結果を表 14. 11. 6 に示す。

表 14. 11. 6 財務費用と経済費用

<p>非公表</p>
------------

出典：JICA 調査団

(単位：百万 BDT、2014 年価格)

#### (4) 経済便益の計算

自動車走行費用（VOC）と旅行時間費用（TTC）の節約は、次に示す式により計算される。

$$B_{xc} = \sum A ADT_{xi} \times (DL_0 \times VOC_{woi} - DL_w \times VOC_{wi})$$

$$B_{xt} = \sum A ADT_{xi} \times (DL_{w0} \times V_{w0i} - DL_w \times V_{wi}) \times TTC_i$$

ここで

$B_{xc}$  : X 年の VOC の節約

$B_{xt}$  : X 年の TTC の節約

$AADT_{xi}$  : 車種 i の X 年の年平均日交通量

$DLwo$  : 現在 (プロジェクト不実施) の延長 (km)

$DLw$  : プロジェクト実施時の延長 (km)

$VOCwoi$  : プロジェクトが不実施の場合の車種  $i$  の VOC (Taka/km)

$VOCwi$  : プロジェクトが実施された場合の車種  $i$  の VOC (Taka/km)

$TTCi$  : 車種  $i$  の TTC (Taka/h)

$Vwoi$  : プロジェクトが不実施の場合の車種  $i$  の自動車走行速度 (km/h)

$Vwi$  : プロジェクトが実施された場合の車種  $i$  の自動車走行速度 (km/h)

#### (5) 道路利用者費用 (RUC)

道路利用者費用は既に 12 章で計算されているので、それらの費用を使用する、なお、参考までに同費用を再掲すると表 14. 11. 7 及び表 14. 11. 8 の通りである。

表 14. 11. 7 車種別旅行時間費用 (TTC) (2014 年価格)

Vehicle Category	TTC per passenger	Average Occupancy	TTC per Vehicle
	(BDT/hr)	(Person / Veh)	(BDT/hr)
Car	64.9	3.2	207.1
Utility	64.9	3.2	207.1
Microbus	22.9	10.1	231.2
Mini Bus	37.0	32.0	1,182.7
Large Buses	37.0	44.0	1,626.2
Light Truck	-	-	200.0
Medium Truck	-	-	220.2
Heavy Truck	-	-	220.2
Auto Rickshaw	34.4	3.7	128.5
Motor Cycle	48.1	1.1	50.6

出典: “RHD Road User Cost Annual Report by FY 2004/05” and CPI between 2004 and 2014 を基に算出

表 14. 11. 8 道路ラフネス別自動車走行費用 (2014 年価格)

	Good	Fair	Bad	V. Bad
IRI	4	6	8	10
Car	19.57	20.75	21.92	23.33
Utility	19.45	21.10	23.48	26.80
Microbus	23.86	25.77	28.03	31.00
Minibus	23.94	25.20	26.42	27.82
Large Bus	28.81	31.33	34.08	37.90
Small Truck	22.66	24.82	27.01	29.40
Medium Truck	27.09	29.36	31.77	34.40
Heavy Truck	29.88	32.38	37.17	40.25
Auto Rickshaw	4.87	5.12	5.42	5.75
Motor Cycle	2.73	2.81	2.86	2.88

出典：“RHD Road User Cost Annual Report by FY 2004/05” and  
CPI between 2004 and 2014 を基に算出

表 14.11.9 道路ラフネスと走行速度

Vehicle type	IRI	Travel Speed (km/h)
Good	4	60
Fair	6	40
Bad	8	30
V. Bad	10	20

出典：JICA 調査団

#### (6) 便益の算出

先に述べた算定式とインプットデータを使用して自動車走行経費と旅行時間費用の節約便益を算定すると表 14.11.10 の通りである。

表 14.11.10 EZ 橋梁とそのアクセス道路の経済便益の算定

単位: 百万 BDT

Year	VOC					TTC					Total
	Truck	Large Bus	Car	Baby-Taxi/CNG	Total	Truck	Large Bus	Car	Baby-Taxi/CNG	Total	
2021	692	124	1,357	144	2,318	230	75	203	54	561	2,880
2025	880	122	1,418	154	2,575	292	74	212	58	636	3,210
2030	1,188	120	1,498	168	2,974	394	72	224	63	753	3,727
2035	1,603	119	1,599	185	3,506	532	71	237	69	908	4,414
2040	2,164	117	1,671	198	4,149	717	70	250	74	1,112	5,261

出典：JICA 調査団

#### (7) 経済評価

経済コストと経済便益から、経済的なキャッシュフローの結果を 14.11.11 に示す。これらの経済指標から判断すると、EZ に架かる橋梁とそのアクセス道路の建設事業は、国民経済的にフィジブルであり、事業実施に十分に値する。

表 14.11.11 経済分析の結果

Economic Indicator	
EIRR (%)	28.20%
BCR	4.61
NPV(BDT million)	14,922.25

出典：JICA 調査団

表 14. 11. 12 経済価格のキャッシュフロー

非公表

(8) 感度分析

以下の条件を変化させて感度分析を行った。

- 事業費±10%
- 便益±10%

感度分析の結果を表 14. 11. 13 に示す。総事業費が 10%増加した場合でも、本事業は国民経済的にフィージブルである。

表 14. 11. 13 感度分析の結果

Factor	Economic Indicator	EIRR (%)
Project cost	Base Case	28.2%
	10% increase in every year	26.9%
	10% decrease in every year	29.6%
Benefit	Base Case	28.2%
	10% increase in every year	29.5%
	10% decrease in every year	26.8%

出典: JICA 調査団

## 14. 12 環境社会配慮

### 14. 12. 1 環境社会配慮

#### (1) 環境社会配慮に影響を与える事業コンポーネントの概要

詳しくは、14. 1 を参照されたい。

#### (2) ベースとなる環境及び社会の状況

##### 1) 気候・気温

詳しくは、4. 3. 2 を参照されたい。

##### 2) 地形・地質

詳しくは、4. 2 を参照されたい。

##### 3) 大気質

PM10 の環境基準値は工場を主とする地域では 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、特別な配慮を必要とする地域では 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  となっている。EZ 橋付近での測定値は工場を主とする地域、商業を主とする地域の基準値、また、住宅地および郊外に適用される基準値を下回っている。僅かに特別な配慮を必要とする地域の基準値を上回っている。「バ」国の二酸化硫黄の環境基準値は 0. 045ppm、一酸化炭素は 4. 36ppm、窒素化合物は 0. 053ppm と定められている。EZ 橋での計測値はこれらガス状物質の基準値以内であった。二酸化炭素濃度は付近にレンガ工場があるため 530ppm と基準値の 480ppm を多少上回っている。汚染濃度が高いのは混雑している地域、工場地域、レンガ工場の近くである。EZ 橋付近の窒素酸化物、二酸化硫黄の濃度は検出できる限界値、または検出不可可能な低レベルにある。

表 14.12.1 EZ 橋付近の大気質汚染濃度

試料採取日	場所	測定項目	測定値
25-08-14	Kaliganj	平均気温 (C°)	32.3
		PM <sub>10</sub> (Micro gm/m <sup>3</sup> )	122
		浮遊物質 (Micro gm/m <sup>3</sup> )	230
		窒素酸化物 (ppm)	0.020
		二酸化硫黄 (ppm)	0.066
		二酸化炭素 (ppm)	530
		一酸化炭素 (ppm)	1.000

出典: BUET 2014

#### 4) 水質

EZ 橋付近の水質、地下水を定められた方法によって採水・試験を行った。例外はあるが、ほとんどの試験結果は「バ」国環境保全規則が定める基準値以内にある。

表 14.12.2 EZ 橋付近の水質汚染濃度

採水日	測定項目	表面水	地下水	摘要
25-08-14	水温 (C°)	32.3	31.1	適用除外
	溶存酸素 (mg/L)	3.60	2.47	
	生物化学的酸素要求量 (mg/L)	2.70	0.92	
	懸濁物質 (mg/L)	0.194	N/A	
	濁度 (FAU)	173	NA	
	pH	7.2	6.8	
	伝導度 (mS/cm)	N/A	1.094	

出典: BUET 2014

#### 5) 騒音・振動

測定された騒音レベルを示す。すべて 80dB 以下である。

表 14. 12. 3 EZ 橋付近の騒音レベル

測定日	測定時間	平均騒音レベル t (dB)	通過車両台数 (10 分間)
25-08-14	9. 00 AM	63	7
	10. 00 AM	62	9
	11. 00 AM	62	6
	12. 00 PM	62	10
	1. 00 PM	63	9
	2. 00 PM	64	14
	3. 00 PM	66	12
	4. 00 PM	66	9

出典: BUET 2014

#### 6) 地盤沈下

詳しくは、13. 1. 2 を参照されたい。

#### 7) 底質

詳しくは、13. 1. 2 を参照されたい。

#### 8) 生態系

詳しくは、13. 1. 2 を参照されたい。

#### 9) 水利用

シタラクヤ川は居住者、航行、漁業、農業及び工業用に利用されている。岸部に住む人々は家事、沐浴、洗濯、家畜洗い用として利用している。本河川は IWTA では航路用と分類され多数の工場が岸部にあり、多数の漁業従事者の生計の源として、また、農業に使用されている。

#### 10) 保護区

詳しくは、13. 1. 2 を参照されたい。

#### 11) 土壌、土地利用

詳しくは、13. 1. 2 を参照されたい。

#### 12) 文化財

詳しくは、13. 1. 2 を参照されたい。

#### 13) 先住民族、少数民族

EZ 橋付近に先住民族はいない。

#### 14) 医療施設

詳しくは、13. 1. 2 を参照されたい。

15) 教育施設

詳しくは、13. 1. 2 を参照されたい。

16) HIV/AIDS

詳しくは、13. 1. 2 を参照されたい。

17) ジェンダー

詳しくは、13. 1. 2 を参照されたい。

18) 子どもの権利

詳しくは、13. 1. 2 を参照されたい。

19) 気候変動

詳しくは、4. 4 を参照されたい。

20) 漁村

詳しくは、13. 1. 2 を参照されたい。

21) 景観

詳しくは、13. 1. 2 を参照されたい。

22) 交通事故

詳しくは、13. 1. 2 を参照されたい。

(3) 「バ」国のEIA制度

詳しくは13. 1. 3 を参照されたい。

(4) 代替案の比較検討

詳しくは14. 2 を参照されたい。

(5) 影響評価

詳しくは、13. 1. 5 を参照されたい。

(6) 緩和策及び緩和策実施のための費用

詳しくは、13. 1. 6、および下表に示す。



表 14. 12. 4 施工業者が行う環境モニタリング費用の見積もり

<h1>非公表</h1>
--------------

注：上記費用は施工業者の負担とする。

表 14. 12. 5 RHD が行う環境モニタリング費用の見積もり

<h1>非公表</h1>
--------------

注：I+II は用地取得、および移転に係る費用である。

#### (7) モニタリング計画

詳しくは、13. 2. 9 を参照されたい。

### 14. 12. 2 用地取得・住民移転

#### (1) 用地取得・住民移転の必要性

本プロジェクトは新設橋梁の建設、及び既設道路（R301）から EZ までの取り付け道路の設置であり、実施に伴いある程度の規模の影響住民（200 名以内）が発生すると想定される。したがって、世界銀行 OP 4. 12 が示す“移転住民数が少ない、もしくは各橋の移転住民数が 200 名以下”に従って、本プロジェクトでは簡易 RAP を作成する。

#### (2) 用地取得・住民移転に係る法的枠組み

詳しくは、13. 2. 2 を参照されたい。

#### (3) JICA ガイドラインと「バ」国関連法令との乖離

詳しくは、13. 2. 3 を参照されたい。

(4) センサス及び社会経済調査

Upazila ごとの被影響世帯数を表 14.12.6 に示す。

表 14.12.6 Upazilla ごとの被影響世帯数

プロジェクト名	県名	Upazila	移転世帯数 (土地・建物・樹木共)	移転者数
EZ 橋	ガジプール	カリガンジ	20	104
	ラルシガンディ	ポラシ	19	86
	総数		39	190

出典: Census & Socioeconomic survey, July 2014

COI 内の 39 世帯が影響を受ける。これらの世帯は土地、建物 (3,709m<sup>2</sup>)、樹木の損失も被る。表 14.12.7 にその内訳を示す。

表 14.12.7 損失の内訳

No	損失の種類	数量
1	土地の損失総数 (ヘクタール)	12.49
2	被影響世帯総数 (土地と建物)	39
3	被影響建造物総数	81
4	被影響総面積 (Sqm)	3,709
5	影響を受けるトイレ総数	36
6	影響を受ける井戸総数	34
7	影響を受ける私有地内の樹木総数	12,259

出典: Census & Socioeconomic survey, July 2014

(5) 補償・支援の具体策及び受給要件

詳しくは、13.2.5 を参照されたい。

(6) 実施体制

詳しくは、13.2.6 を参照されたい。

(7) 実施スケジュール

詳しくは、13.2.7 を参照されたい。

(8) 費用と財源

非公表

非公表

非公表

出典: Census & Socioeconomic survey, July 2014

(9) モニタリングと評価

詳しくは、13.2.7を参照されたい。

(10) 現地ステークホルダー協議

1) 第一段階の協議

協議は2014年の7月9日、各橋梁でコミュニティーの代表者、RHD、地方政府の代表者、連絡の取れた住民が参加して開催された。協議の要約を表 14.12.9 に示す。

表 14.12.8 第一回協議の要約

協議開催日	参加者、実施方法	協議事項	協議結果
2014年7月9日	3箇所に分けて開催された。 参加者：農業従事者、居住者、サービス関係者、商店主、コミュニティーのリーダー、RHD、地方政府の代表者（議長）等とのコンサルテーション	住民のプロジェクトへの理解、態度、要望、熱意をもとに、下記の事項に関する協議が行われた： - 住民へのプロジェクトに関する情報提供 - 住民のプロジェクトに対する態度 - プロジェクトに伴い発生する主問題 - 問題の低減策 - 線形/橋梁位置の代替案 - プロジェクト実施による地域の利益 - 当該地区での橋梁の必要性 - 住宅その他建造物の移転 - JICAの環境社会配慮ガイドライン - ジェンダー、特にプロジェクト作業員として参加する場合の慣習/住民の反応	a. 新橋は提案された位置でなく下流のKanchan橋近辺に建設するか、またはKanchan橋を利用すべきだ b. 商品輸送、連絡手段の確保には広い四車線の橋梁が必要である c. 新橋は提案された位置に建設するとしても、既存の道路網を利用して橋梁取付道路に伴う用地取得面積を低減させるべきだ d. 土地、作物、漁業等への補償が適切に支払わなければならない。 e. 工事には、ジェンダーに関わらず、地元住民を雇傭すること f. 新橋および取付道路は私有地に建設するのではなく、政府が所有する土地に建設すべきだ g. コミュニティーのため、既設の川利用施設使用への影響が起きないように配慮すること

出典：ARP September, 2014

## 2) 第二段階の協議

橋梁詳細設計に基づく架橋位置を決定した後、2014年8月19日に現地ステークホルダー協議が Teury、Alua Bazar (Hannan Market) と Chowari Khola で開催された。しかし、住民から取付道路の用地取得に係る同意を得ることはできなかった。これを受け、調査団は JICA および RHD と対応を協議して、第三回の SHM を行うこととした。協議の要約を表 14.2.10 に示す。

表 14.12.9 第二回協議の要約

協議開催日	参加者、実施方法	協議事項	協議結果
2014年8月19日	3箇所に分けて開催された。 参加者：農業従事者、居住者、サービス関係者、商店主、コミュニティのリーダー、RHD、地方政府の代表者（議長）等とのコンサルテーション	住民のプロジェクトへの理解、態度、要望、熱意をもとに下記の事項に関する協議が行われた： - プロジェクトによる正負の影響と負の影響への低減策 - 私有地、公用地の用地取得に伴う土地、作物、家屋・商店等への補償方針 - 種々の損失に対する補償の公開、社会的弱者への救済策等の協議 - 住民の望む補償金額支払い方法 - 家屋、その他建造物の移転 - JICA 環境社会配慮ガイドライン - カットオフデートは第二回の協議時とする（2014年8月19日）、権利書を有さない住民へ、土地の正規所有者は CCL 第3節を適用する - 弱者にはその世帯主への職業訓練の機会提供と手当の支給等 - ジェンダー、特にプロジェクト作業員として参加する場合	a. 受給要件と調査済み損失物件へのカットオフデートの通知が行われた b. 土地は市場価格で補償し、移転に先立ち個別に支払う c. 土地、作物、樹木の損失に対して適切に補償を支払う d. 住民は親族と協力して個別に移転を行うこと e. 取付道路は新たに用地取得するのではなく、既設道路を拡幅して建設すべきだ f. 取付道路は私有地に建設するのではなく、政府が所有する河川沿いの土地に洪水対策工を施し盛土で建設すべきだ g. 古い墓地が移転対象になり、住民はその移転を望んでいない h. 用地取得の対象となる世帯主は金銭による補償より代替地の提供を望む。近隣には代替地の確保が難しく、また世帯主の購入能力を超えている i. ジェンダーに関わらず、弱者は資格・能力に応じて建設工事現場へ優先雇傭される j. コミュニティーのため、既設の川利用施設使用への影響が起きないように配慮する k. 貧困者には収入機会創出の訓練を提供する l. 住民には FGD、コンサルテーション、広報キャンペーンによって、彼らが有する権利と責任を示す

出典：ARP September, 2014

## 3) 第三段階の協議

住民側の要求は、第二回の協議と同様に、(a) 橋は建設して欲しい、(b) 既存道路を拡幅して新橋への取付道路を建設する、(c) 彼らの土地を収用し・資産へ影響を及ぼす取付道路計画には反対する、(d) 当局がこの要求を受け入れない場合は断固反対する。

協議の要約を表 14.2.11 に示す。

表 14. 12. 10 第三回協議の要約

協議開催日	参加者、実施方法	協議事項	協議結果
2014年11月24日	3箇所に分けて開催された。 参加者：農業従事者、居住者、サービス関係者、商店主、コミュニティーのリーダー、RHD、地方政府の代表者（議長）等とのコンサルテーション	- プロジェクトによる正負の影響と負の影響への低減策 - 私有地、公用地の収用に伴う土地、作物。家屋・商店等への補償方針 - 種々の損失に対する補償の公開、社会的弱者への救済策等の協議	a. 橋は建設して欲しい b. 代替案として既存道路を拡幅して新橋への取付道路とすることを提案する c. 住民の土地を収用し、資産へ影響を及ぼす取付道路の計画には断固反対する d. 当局が住民側の要求を受け入れない場合は計画への反対行動を取る

出典：ARP February, 2015

#### 4) 第四段階の協議

RHD は先の 11 月 24 日以後の住民の要求に変化が生じていないかを確認するため、第四回の協議を開催した。

本協議には「バ」国政府から女性児童省大臣の Meher Afroze Chumk 氏が参加し、会議の司会進行を行った。

その結果、「バ」国政府と住民間で EZ 橋および取付道路の補償は、(a) 市場価格に基づく再取得費用で行う、(b) 住民への支払いには仲介業者/機関を通さずに行う、(c) 土地取得に先立ち、補償内容を住民に公開する、(d) 立ち退きが必要な人には住居建設に必要な土地の手配を考慮することが合意された。

住民はこれら用地取得/移転のプロセスが適切に行われることを条件に、EZ 橋および取付道路建設に同意した。

協議の要約を表 14. 2. 12 に示す。

表 14. 12. 11 第四回協議の要約

協議開催日	参加者、実施方法	協議事項	協議結果
2015年2月6日	Tamulia Union にて開催 参加者：農業従事者、居住者、サービス関係者、商店主、コミュニティーのリーダー、女性児童省大臣 RHD、地方政府の代表者、ユニオンのメンバー等とのコンサルテーション	- 様々な損失に係る補償方針 - 生計回復手段 - 用地取得、移転に伴うモニタリング方法	a. 補償は市場価格に基づく再取得費用で行う b. 住民への補償金の支払いには仲介業者/機関を通さずに行う c. 土地取得に先立ち、補償内容を住民に公開する d. 立ち退きが必要な人には住居建設に必要な土地の手配を考慮する

出典：ARP February, 2015

## 15. 事業実施計画

---

### 15.1 はじめに

第3章において、事業対象候補橋梁（106橋）が選定された。対象候補橋梁105橋<sup>9</sup>について、予備設計、事業費、経済分析を行った結果、全ての対象候補橋梁について、フィージブルであることが確認された。

本章においては、106橋の事業対象候補橋梁より、事業対象橋梁の最終選定を行う。また、事業実施体制、事業実施スケジュール、事業パッケージについても提案を行う。

### 15.2 事業対象橋梁の選定

#### 15.2.1 事業対象橋梁選定基準

事業対象橋梁は、以下に示す評価基準を用いて行う。

##### 1. 損傷レベル及び建設年

限られた予算を有効に利用するため、大きく損傷した橋梁、あるいは老朽化した橋梁を優先的に改修すべきである。よって、ダメージレベルDと判定された橋梁及び建設後30年以上経過した橋梁に高い優先度を与える。

##### 2. 中規模橋梁

設計及び施工に高い技術が必要とされる中規模橋梁に高い優先度を与え、本事業を通して、技術移転を行う。

##### 3. 道路種別

将来の道路/橋梁拡幅は、将来交通量及び道路/橋梁の交通容量に従って実施される。よって、多くの交通量を有する道路（国道が最も交通量が多い）種別に高い優先度を与える。

##### 4. ステークホルダーの期待度

橋梁の建設に対して、ステークホルダーの期待が高い橋梁に、高い優先度を与える。

---

<sup>9</sup> 第3章において106橋が選定されたが、うち1橋は他プロジェクトで実施されることが確認されたため、105橋について予備設計を行った。

---



5. 施工性

特殊な軟弱地盤対策を必要とする橋梁等、施工性の低い橋梁は、建設費の高騰あるいは工期の遅れ等、建設時に大きな問題を引き起こす可能性が高い。よって、施工性の低い橋梁の優先度を低くする。

6. 経済分析

EIRR が 12% を下回る橋梁は、事業対象から除外する。

7. 他のプロジェクトによる実施

既に他のプロジェクトで改修等が実施されている橋梁、あるいは実施される予定の橋梁は、事業対象から除外する。

8. 施工の難易度

大規模擁壁を必要とする橋梁や、幅員の狭い県道（Zilla Road）で鋼桁の運搬を必要とする橋梁等、施工の難易度が極めて高い橋梁は、事業対象から除外する。

各評価項目の比重及びポイントを表 15.2.1 に示す。

表 15.2.1 事業対象橋梁選定基準

評価項目	比重	ポイント	評価基準
1. 損傷レベル及び建設年	7	4	ダメージレベル D かつ建設後 30 年以上を経過
		2	ダメージレベル D だが、建設後 30 年未満
		0	その他
2. 中規模橋梁	7	4	中規模橋梁
		0	小規模橋梁
3. 道路種別	5	4	国道に位置する橋梁
		2	主要地方道に位置する橋梁
		0	県道に位置する橋梁
4. ステークホルダーの期待度	3	4	ステークホルダーの高い期待度
		0	ステークホルダーの低い期待度
5. 施工性	3	4	特殊な軟弱地盤対策を必要としない
		0	特殊な軟弱地盤対策を必要とする
6. 経済分析		除外	EIRR が 12% 未満
7. 他のプロジェクトによる実施		除外	他のプロジェクトにより実施中または実施予定
8. 施工の難易度		除外	極めて難易度の高い施工
		合計=100	

出典：JICA 調査団

15.2.2 事業対象橋梁の選定

事業対象橋梁選定基準による評価により、対象橋梁として、上位 60 橋が選定された。しかしながら、表 15.2.2 に示す 2 橋梁が対象候補から除外された。

表 15.2.2 対象候補から除外された橋梁

ランク	SN	ゾーン	橋梁名	道路種別	橋梁種別	除外理由
2	16	Rajshahi	Nukali Bridge	N	鋼 I 桁	- 橋梁下の既存水路は既に使われておらず、橋梁は不要となった。
38	46	Rangpur	Ichamoti Bridge	N	PC-I 桁	- 橋梁建設に対する PAPs の合意を得ることができなかった。

注)SN(シリアルナンバー)は事業対象候補橋梁 106 橋選定時のランクである。

出典：JICA 調査団

上記 2 橋梁の代わりに、表 15.2.3 に示す 2 橋が対象候補に追加された。

表 15.2.3 対象候補に追加された橋梁

ランク	SN	ゾーン	橋梁名	道路種別	橋梁種別	追加理由
66	74	Rajshahi	Naiori Bridge	R	PC-I	- 主要地方道 - ステークホルダーの高い期待度 - 高い施工性 - Rajshahi 内の橋梁
73	79	Rangpur	-	N	PC-I	- 国道 - ステークホルダーの高い期待度 - 高い施工性 - Rangpur 内の橋梁

注)SN(シリアルナンバー)は事業対象候補橋梁 106 橋選定時のランクである。

出典：JICA 調査団

最終的に、バングラデシュ国西部地区の 60 橋梁および経済特区 (EZ) 橋梁からなる 61 橋梁が、事業対象橋梁として選定された。表 15.2.4 および図 15.2.1 に、最終事業対象橋梁を示す。

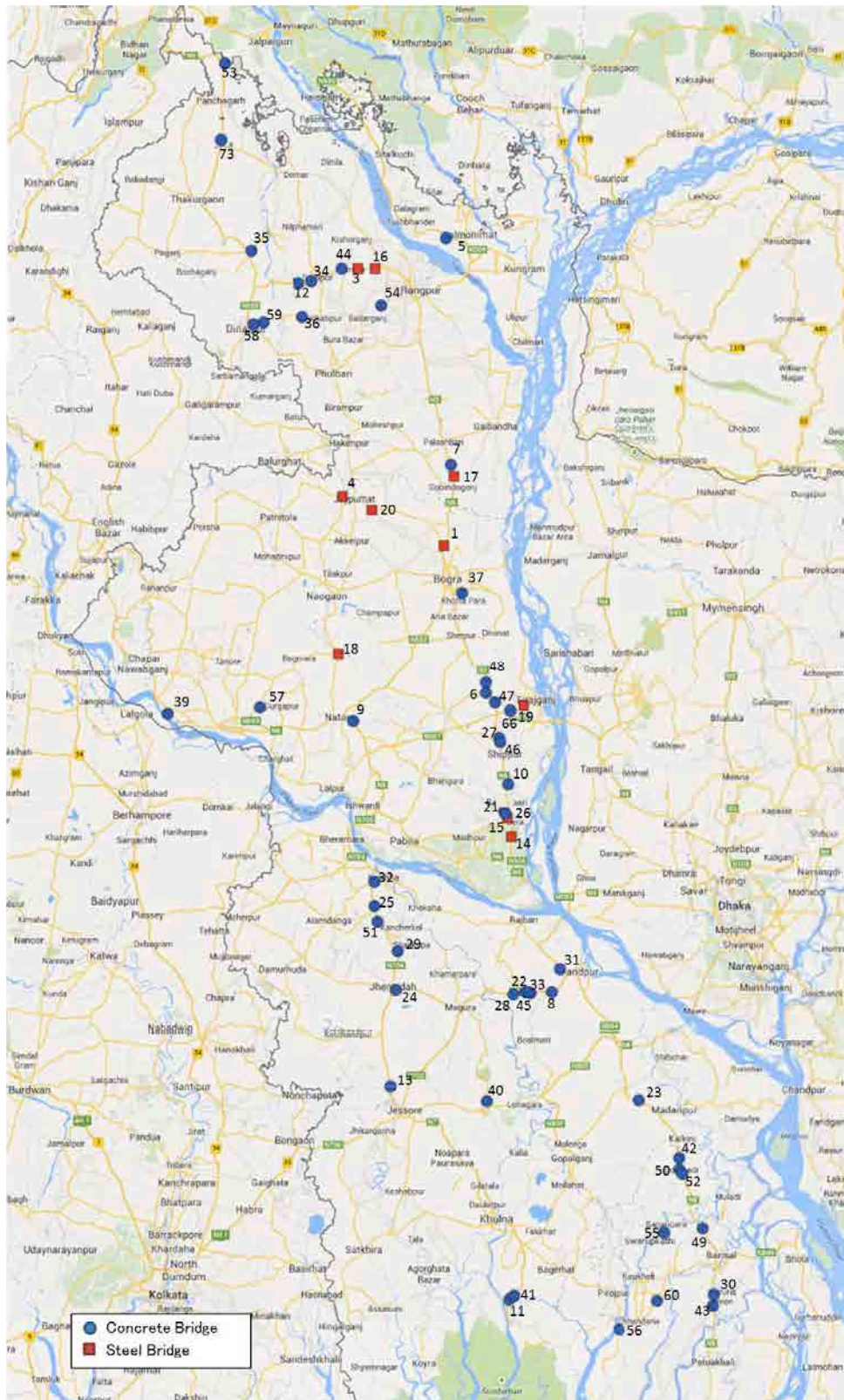
表 15.2.4 最終事業対象橋梁リスト

ランク	SN	ゾーン	District	橋梁名	道路種別	橋梁種別	支間割 (m)
1	6	Rangpur	Bogra	Mohosthan Bridge	N	Steel-I	40+40+40
3	11	Rangpur	Rangpur	Barati Bridge	N	Steel-I	40+40+40+40
4	62	Rangpur	Joypurhat	Mongle bari kuthibari Bridge	R	Steel-I	40+50
5	2	Rangpur	Lalmonirhat	Sharnamoti Bridge	N	PC-I	35+35
6	5	Rajshahi	Sirajganj	Bhuyagati Bridge	N	PC-I	25+30+25
7	10	Rangpur	Gaibanda	Bupinath Bridge	N	PC-I	35+25
8	14	Gopalganj	Faridpur	Karimpur Bridge	N	PC-I	40+25
9	17	Rajshahi	Natore	Dattapara Bridge	N	PC-I	40.0
10	19	Rajshahi	Sirajganj	Jugnidaha Bridge	N	PC-I	40+25
11	22	Khulna	Bagerhat	Gora bridge	N	PC-I	30
12	31	Rangpur	Dinajpur	Gaudangi Bridge	N	PC-I	40+25
13	39	Khulna	Jessore	Buri Bhairab Bridge	N	PC-I	35
14	20	Rajshahi	Pabna	Punduria Bridge	N	Steel-I	40+50+40
15	37	Rajshahi	Pabna	Vitapara Bridge	N	Steel-I	60+40
16	45	Rangpur	Rangpur	Kharua Vanga Bridge	N	Steel-I	40.0
17	66	Rangpur	Gaibanda	Katakhalai Bridge	N	Steel-I	60+60+50
18	28	Rajshahi	Naogaon	Atrai Bridge	R	Steel-I	50+50+60
19	75	Rajshahi	Sirajganj	Chondi Das Bridge	R	Steel-I	40+40
20	76	Rangpur	Joypurhat	Bottoli Bridge	R	Steel-I	40+40
21	8	Rajshahi	Pabna	Goilhar Bridge	N	PC-I	35+25
22	15	Gopalganj	Faridpur	Porkitpur Bridge	N	PC-I	30
23	26	Gopalganj	Madaripur	Amgram bridge	N	PC-I	40
24	41	Khulna	Jhenaidah	Dhopa Ghata Bridge	N	PC-I	25+30+40+30+25

ランク	SN	ゾーン	District	橋梁名	道路種別	橋梁種別	支間割 (m)
25	44	Khulna	Kushtia	Balipara Bridge	N	PC-I	40
26	4	Rajshahi	Pabna	Palgari Bridge	N	PC-I	35+25
27	9	Rajshahi	Sirajganj	Purbodalua Bridge	N	PC-I	25+30+25
28	23	Gopalganj	Faridpur	Barashia Bridge	N	PC-I	25+40+25
29	43	Khulna	Jhenaidah	Barda Bridge	N	PC-I	40+40+25
30	1	Barisal	Barisal	Boalia Bazar Bridge	N	PC-I	40
31	13	Gopalganj	Faridpur	Jhuldibazar Bridge	N	PC-I	30
32	21	Khulna	Kushtia	G. K. Bridge	N	PC-I	30+25
33	32	Gopalganj	Faridpur	Bimankanda bridge	N	PC-I	35+25
34	38	Rangpur	Nilphamari	Khorkhori bridge	N	PC-I	35+25
35	88	Rangpur	Dinajpur	Choto Dhepa bridge.	Z	PC-I	30+25
36	90	Rangpur	Dinajpur	Bondorer pool Bridge	Z	PC-I	30+30
37	91	Rangpur	Bogra	Khottapara Bridge	Z	PC-I	40.0
39	18	Rajshahi	Rajshahi	Horisonkorpor Bridge	R	PC-I	25+25
40	40	Khulna	Narail	Gurakhali Bridge	R	PC-I	30+25
41	25	Khulna	Bagerhat	Balai bridge.	N	PC-I	25+35
42	64	Barisal	Barisal	Souderkhal bridge	N	PC-I	35
43	12	Barisal	Barisal	Bakerganj Steel Bridge	N	PC-I	35
44	24	Rangpur	Rangpur	-	N	PC-I	30.0
45	30	Gopalganj	Faridpur	Brahmonkanda Bridge	N	PC-I	30
46	33	Rajshahi	Sirajganj	Chowkidhoh Bridge	N	PC-I	35+25
47	34	Rajshahi	Sirajganj	Notun Dhoh Bridge	N	PC-I	35+25
48	35	Rajshahi	Sirajganj	Dhatia Bridge	N	PC-I	40+25
49	56	Barisal	Barisal	Rahamatpur bridge	N	PC-I	30+30
50	57	Barisal	Barisal	gounagata bridge	N	PC-I	35
51	67	Khulna	Kushtia	Bittipara Bridge	N	PC-I	35
52	69	Barisal	Barisal	Asokoti bridge	N	PC-I	30
53	80	Rangpur	Panchagarh	Chawai Bridge	N	PC-I	35+35
54	89	Rangpur	Rangpur	Shampur Bridge.	Z	PC-I	35.0
55	82	Barisal	Barisal	Raiyer hat bridge	Z	PC-I	25+25
56	65	Barisal	Pirojpur	Bottala Bridge	Z	PC-I	35
57	87	Rajshahi	Rajshahi	Faliarbil Bridge	Z	PC-I	35.0
58	49	Rangpur	Dinajpur	Gabura Bridge.	Z	PC-I	30+30+30
59	52	Rangpur	Dinajpur	Madarganj Bridge	Z	PC-I	25+30+40
60	78	Barisal	Jhalokati	Afalbarir Khal Bridge	Z	PC-I	40
66	74	Rajshahi	Serajganj	Naiori Bridge	R	PC-I	30+30
73	79	Rangpur	Panchagarh	-	N	PC-I	35
EZ	-	Dhaka	District	EZ Bridge	-	Steel-Box, PC-I	13@30+60+85+60+8@30

注)SN(シリアルナンバー)は事業対象候補橋梁 106 橋選定時のランクである。

出典：JICA 調査団



※図中の数字は事業対象橋梁 61 橋選定時のランクである。  
出典：JICA 調査団

図 15. 2. 1 最終事業対象橋梁位置図

### 15.3 61橋の事業のパッケージ分け

非公表

非公表

非公表

## 15.4 61 橋の概算事業費

### 15.4.1 61 橋の建設費

#### (1) 西部地区 60 橋の建設費

表 15.4.1 にバングラデシュ国西部地区 60 橋の建設費を示す。



表 15.4.1 事業対象 60 橋の総事業費

非公表

注)SN(シリアルナンバー)は事業対象候補橋梁 106 橋選定時のランクである。  
出典：JICA 調査団

(2) 経済特区（EZ）橋および道路の建設費

「15.10」を参照されたい。

**15.4.2 61 橋の事業費**

表 15.4.2 に事業対象 61 橋の事業費を示す。

表 15.4.2 事業対象 61 橋の事業費

単価：百万円

<p>非公表</p>
------------

- 注 : 1. 為替レート: US\$ 1= Tk 77.5 = ¥119  
2. 物価上昇率: 外貨:年 2.0% 内貨:年 4.9%  
3. 予備費: エンジニアリング費:5% 建設費:年 10%  
4. 積算基準年: 2015 年 1 月

出典: JICA 調査団

## 15.5 61 橋の事業効果

バングラデシュ国西部地区 105 橋の経済分析は「12.2.5」に、経済特区（EZ）橋梁及び道路の経済分析は「14.11.2」に、それぞれ示した。

ここでは、事業対象 61 橋の経済分析結果を表 15.5.1 に示す。

表 15.5.1 事業対象 61 橋の事業効果

EIRR (%)	25.48%
BCR	2.72
NPV (BDT million)	161.03

出典：JICA 調査団

## 15.6 61 橋の用地取得及び移転

### (1) 西部地区 60 橋の用地取得及び移転

西部地区 60 橋の建設に伴う用地取得及び移転家屋数などを下表に示す。事業対象橋梁 60 橋に係る移転数は 346 世帯、1,628 人となる。表 13.2.4 に地域ごとの移転対象物件を示す

表 15.6.1 地域ごとの橋梁数と影響を受ける物件数

地域	県名	対象橋梁数	影響構造物 (PAUs)			
			世帯数 (土地・住居・樹木付き、住居のみ、賃貸住居、樹木、その他池・魚他)	商店数 (土地・建物・樹木付き、建物のみ、賃貸物件)	公共施設	計
ロングプール	ボグラ	2	15	13	1	31
	ディナジプール	5	24	84	2	115
	ガイバンダー	2	7	1	0	10
	ジョイプーラット	2	17	73	1	93
	ラルモニーラット	1	10	0	0	11
	ニルパーマリ	1	5	26	7	39
	パンチャグラ	2	12	93	5	112
	ロングプール	4	10	14	6	34
	<b>小計</b>	<b>19</b>	<b>100</b>	<b>304</b>	<b>22</b>	<b>426</b>
ラッシャヒ	ナオガオン	1	10	94	1	106
	ナトレ	1	26	26	2	55
	バブナ	3	39	16	0	58
	ラッシャヒ	2	33	7	1	43
	セラジガンジ	9	59	33	2	103

	小計	16	167	176	6	349
ゴパルゴンジ	ファリド ウプール	6	23	14	0	43
	マダリプ ール	1	2	6	0	9
	小計	7	25	20	0	45
クルナ	バゲルハ ット	2	22	45	0	69
	ジェソー レ	1	12	0	4	17
	ジェナイ ダー	2	29	23	1	55
	クステイ ア	3	35	62	3	103
	ナライル	1	23	26	0	50
	小計	9	121	156	8	285
ポリシャル	ポリシャ ル	7	75	361	9	452
	ジャロカ ティ	1	4	0	0	5
	ピロジプ ール	1	9	1	0	11
	小計	9	88	362	9	459
計		60	501	1018	45	1564

出典: Census & Socioeconomic survey, June 2014

表 15.6.2 橋梁ごとの移転数

ランク	Serial No.	橋梁 ID	移転世帯数	移転者数	ランク	Serial No.	橋梁 ID	移転世帯数	移転者数
ロングプール地域					ラッシュヤヒ地域				
1	6	N5_235a	1	5	6	5	N5_176a	3	19
3	11	N5_350b	1	6	9	17	N6_97a	26	101
4	62	R545_115c	15	76	10	19	N5_140a	8	43
5	2	N509_19a	4	12	14	20	N5_118a	21	87
7	10	N5_265a	1	4	15	37	N5_126a	4	22
12	31	N5_378a	0	0	18	28	R548_28b	9	40
16	45	N5_344c	2	9	19	75	R451_7a	0	0
17	66	N5_260b	5	17	21	8	N5_128a	0	0
20	76	R550_28b	0	0	26	4	N5_127a	8	32
34	38	N518_4a	2	9	27	9	N5_158a	6	32
35	88	Z5008_1a	9	44	39	18	R681_10a	31	152
36	90	Z5025_46a	3	16	46	33	N5_156a	4	11
37	91	Z5040_4a	7	37	47	34	N5_172a	3	11
44	24	N5_356a	1	3	48	35	N5_179a	2	7
53	80	N5_488a	0	0	57	87	Z6010_12b	0	0
54	89	Z5024_5c	1	2	66	74	R451_1a	1	4
58	49	Z5025_64a	2	8	クルナ地域				
59	52	Z5025_60a	1	2	11	22	N7_248c	5	19
73	79	N5_458a	9	51	13	39	N7_141b	7	37
ゴパルゴンジ地域					24	41	N703_Sd	15	58
8	14	N7_039a	3	15	25	44	N704_33b	1	5
22	15	N7_049a	1	7	29	43	N704_14a	3	12
23	26	N8_095a	1	6	32	21	N704_43a	14	63

28	23	N7_054a	12	51	40	40	R720_44a	16	86
31	13	N7_025a	1	5	41	25	N7_246a	13	56
33	32	N7_047a	0	0	51	67	N704_27b	2	9
45	30	N7_048a	0	0	ボリシャル地域				
					30	1	N8_178a	9	51
					42	64	N8_123a	6	32
					43	12	N8_182a	5	45
					49	56	N8_152c	4	15
					50	57	N8_127b	12	54
					52	69	N8_129a	6	40
					55	82	Z8033_017a	15	77
					56	65	Z8701_3d	1	4
					60	78	Z8708_1c	4	19

表 15.6.3 地域ごとの移転対象物件

No.	損失の種類	地域名					計
		ロングプ ール	ラッシ ャヒ	ゴバルゴ ンジ	クルナ	ボリシ ャル	
1	総橋梁数	19	16	7	9	9	60
2	土地総面積 (ha)	10.51	6.41	0.90	1.67	1.50	20.99
2a	住宅/商業地面積 (ha)	1.16	1.82	0.19	0.42	0.84	4.43
2b	農地/その他面積 (ha)	9.62	4.32	0.72	1.25	0.66	16.56
3	住居移転世帯数	64	126	76	62	18	346
4	住居移転者数	301	561	345	337	84	1,628
5	建物総数 (PAUs)	426	349	45	285	459	1,564
6	住居総世帯数 (土地・住居・樹木付き、 住居のみ、賃貸住居、樹木、その他池・ 魚他)	100	167	25	121	88	501
7	商店総数 (土地・建物・樹木付き、建物 のみ、賃貸物件)	304	176	20	156	362	1,018
8	公共施設総数	22	6	0	8	9	45
9	影響を受ける物件総数	10.7876	6.1337	0.9034	1.6661	1.4999	21
9.a	総面積 (sqm)	1	2	0	0	1	4
9.b	総住居面積 (sqm)	10	4	1	1	1	17
9.c	総商店面積 (sqm)	426	349	45	285	459	1,564
9.d	総公共施設面積 (sqm)	100	167	25	121	88	501
10	総トイレ数	304	176	20	156	362	1018
11	総井戸数	22	6	0	8	9	45
12	私有地の樹木総数	13,171	8,413	2,156	6,935	3,689	34,364
13	公用地の樹木総数	1,970	1,374	1,408	1,153	334	6,239

出典: Census & Socioeconomic survey, June 2014

## (2) 経済特区 (EZ) 橋の用地取得及び移転

EZ 橋の建設に伴う用地取得及び移転家屋数などを下表に示す。

表 15.6.4 Upazilla ごとの被影響世帯数

プロジェクト名	県名	Upazila	影響世帯数（土地・建物・樹木共）	計
EZ 橋	ガジプール	カリガンジ	20	20
	ラルシガンディ	ポラシ	19	19
		総数	39	39

出典：Census & Socioeconomic survey, July 2014

表 15.6.5 移転対象物件数

No	損失の種類	数量
1	土地の損失総数（ヘクタール）	12.49
2	被影響世帯総数（土地と建物）	39
3	住居移転世帯数	39
4	住居移転者数	190
5	被影響建造物総数	81
6	被影響総面積（Sqm）	3,709
7	影響を受けるトイレ総数	36
8	影響を受ける井戸総数	34
9	影響を受ける私有地内の樹木総数	12,259

出典：Census & Socioeconomic survey, July 2014

## 15.7 事業実施機関

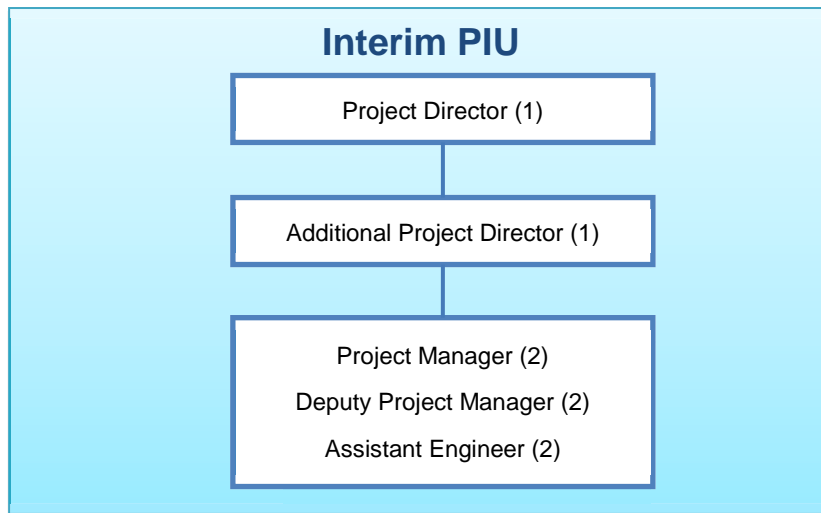
プロジェクトの円滑な実施を実現するために、本プロジェクトにおける事業実施機関を検討する。

本プロジェクトに対する、RHD 傘下の Project Implementation Unit (PIU) の設立を提案する。PIU は以下に示す通り 2 つのステージに分けられる。

- Interim PIU
- PIU

### (1) Interim PIU

Interim PIU は開発事業提案書（Development Project Proposal、以下 DPP）が承認されるまで或いは PIU が設立されるまでの期間、フィージビリティスタディのサポート及び DPP の作成、コンサルタント選定の支援等を実施することを目的に設立される。2014 年 11 月に実施された JICA と RHD の協議で Interim PIU 設立について合意がなされ、その後設立された。図 15.6.1 に、Interim PIU の組織図を示す。

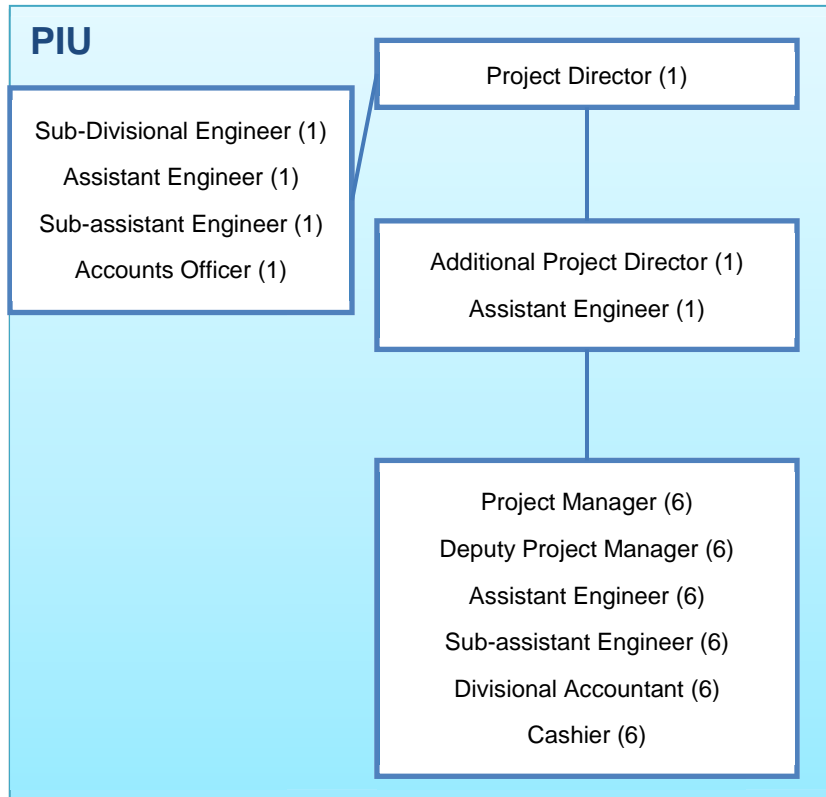


( ) : ポスト数  
出典：JICA 調査団

図 15.7.1 Interim PIU 組織図

(2) PIU

PIU は DPP (Development Project Proposal) の承認後設立される。図 15.6.2 に、PIU の組織図を示す。



( ) : ポスト数  
出典 : JICA 調査団

図 15.7.2 PIU 組織図

15.8 事業実施スケジュール





非公表



出典：JICA 調査団

図 15.8.1 事業実施スケジュール

## 16. 結論と提言

---

### 16.1 結論

本調査の結論を以下に示す。

- 本事業は、技術的および経済的観点からフィージブルであり、環境社会上の問題もない。
- よって、本事業の実施は、バングラデシュ国およびバングラデシュ国民に、利益をもたらすといえる。
- 事業は、バングラデシュ国西部地区の 60 橋梁、および経済特区（EZ）橋梁及び道路からなる。
- |     |
|-----|
| 非公表 |
|-----|
- 本事業においては、PC-I 桁橋、鋼 I 桁橋および鋼箱桁橋の 3 種類の橋梁が建設される。
- 本事業における鋼桁橋には、耐候性鋼材が適用される。

本事業の概要を、表 16.1.1 および図 16.1.1 に示す。

表 16. 1. 1 事業概要

<p>非公表</p>
------------

出典：JICA 調査団

非公表

## 16.2 提言

本調査における提言を以下に示す。

- 本調査における概略設計では、一般的な舗装種別として、アスファルト舗装を選定した。しかしながら、特に経済特区（EZ）橋梁及び道路では、多くの大型車の通行が予想されることから、詳細設計では、コンクリート舗装や SMA 等、より剛性の高い舗装の採用も検討する必要がある。
- 経済特区（EZ）橋梁及び道路は、既存の主要地方道（R301）に接続される計画となっている。しかしながら、R301 は幅員が狭く、破損した区間も多い。よって、詳細設計においては、経済特区（EZ）橋梁及び道路の建設による交通量の増加に応じて、R301 の補修計画も併せて検討することが望ましい。
- 経済特区（EZ）橋梁の河川内の橋脚（P14 と P15）において、本調査では場所打ち杭（φ1500、L=54m、n=16 本）を推奨しているが、詳細設計時において、河川内の各橋脚位置における地質調査により明確な支持層を確認した上で、再度基礎形式の比較検討を行うべきである。
- 本調査においては、バングラデシュ国西部地区において、60 の河川、水路等に、60 の橋梁を建設する計画とした。詳細設計においては、コスト縮減策の一環として、例えば水の流れがない池等には、ボックスカルバートを建設することも検討することが望ましい。
- 詳細設計においては、マーキング、道路ハンプ、ガードレールの設置等、安全対策を検討する必要がある。特に、EZ 橋の橋脚に対する船舶衝突対策は重要である。
- 詳細設計においては、水道、電話、電気等、地下埋設部の詳細調査を実施し、調査で得られる詳細な情報に基づき、設計を行う必要がある。
- RHD は、EIA および ARP に係る業務を事業期間を通して実施し、事業の円滑な運営を図る必要がある。