

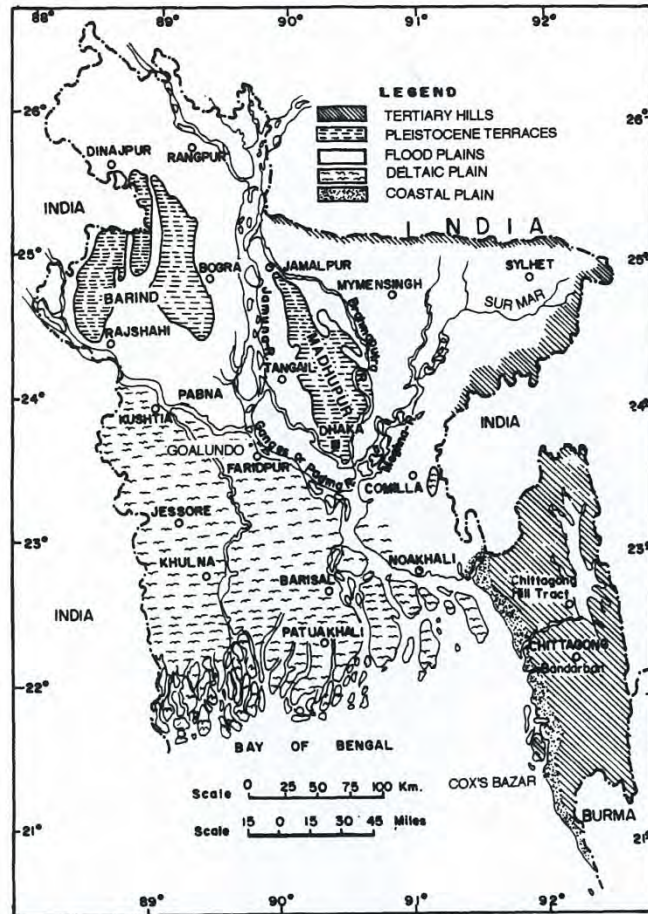
4. 自然条件

4.1 地形

「バ」国の地形は際立った二つの特徴を持つ。つまり、広いデルタ平野と勢いよく流れる河川に浸食される狭い丘陵地帯である。

「バ」国の国土のおよそ 80%は、バングラデシュ平野と呼ばれる肥沃な沖積低地が占めている。バングラデシュ平野は、より広範囲を占めるベンガル平野、時として下部ヒンドスタン平野とも呼ばれるガンジス川が作り上げた広大な平野の一部である。平野の標高はおおむね低く、北部では標高 105m に達するものの、ほとんどは海拔 10m 以下である。南部沿岸地帯の標高はさらに低くなり、海岸に近づくにつれて徐々に海面と変わらなくなる。低い標高とおびただしい数の河川、それに付随した洪水はこの地域の主要な地形的特徴である。「バ」国の国土の内、約 1 万 km²は河川、湖沼等で常時水に覆われており、それよりもさらに広い範囲がモンスーンの洪水によって季節的に水没する。

低地の多い「バ」国にとって、南東部のチッタゴン丘陵、北東部シレット付近の低い丘陵、及び北部と北西部に分布する高地は例外的な存在である。チッタゴン丘陵は同国では唯一の主要丘陵であり、ビルマと東部インドを南北に貫く山脈の西縁を画している。「バ」国の最高峰は同丘陵の南部の Keokradong 山（標高 1,046m）である。丘陵の尾根筋の間には、丘陵と同じく南北に伸びる肥沃な谷が広がっている。



出典:Encyclopaedia of European and Asian Regional Geology

図 4.1.1 バングラデシュの地形区分

図 4.1.1 は「バ」国の地形区分を示す。地形分類上、「バ」国の国土は 5 つの主要な地形区分に分けることができる。

- 第三系の地質が分布する丘陵地：

チッタゴン丘陵とシレット近傍の丘陵地が該当し、強風化したラテライト質の赤色土が特徴的に分布する。

- 更新統の段丘：

ラッシャヒ地区のバーリンド、ダッカ・タンガリ地区のマドゥプール、コミラ地区のラルミ、及びシレット地区の丘陵が含まれ、ラテライト質土が分布する。

- 洪水平野：

パドマ川の北部及び東部を占める広大な地域であり、シレット盆地、ファリドプール地溝、及び北ベンガルの山麓沖積平野を含む。弱風化を帯びた灰色のシルトと粘土が分布し、局所的に地表近くにピートが分布する。

- デルタ平野：

ガンジス・パドマ川とベンガル湾に挟まれた低地であり、クルナとパツアカリ地域の潮汐低地であるサンダーバンに向けて広がっている。

- 南部沿岸平野：

南東部、ノアカリらコックス・バザールの南部にかけて伸びる海岸低地。

図 4.1.2 は「バ」国の主要水系を示す。「バ」国の国土のほとんどを沖積低地が占めていることから、これら主要河川は沖積低地を覆う沖積統を堆積させ、あるいは浸食させ、さらには再堆積させる重要な営力として作用している。「バ」国の国土には 4 つの主要な河川が流れている。ガンジス、ブラマプトラ、スルマ、及びカルナプリー川である。

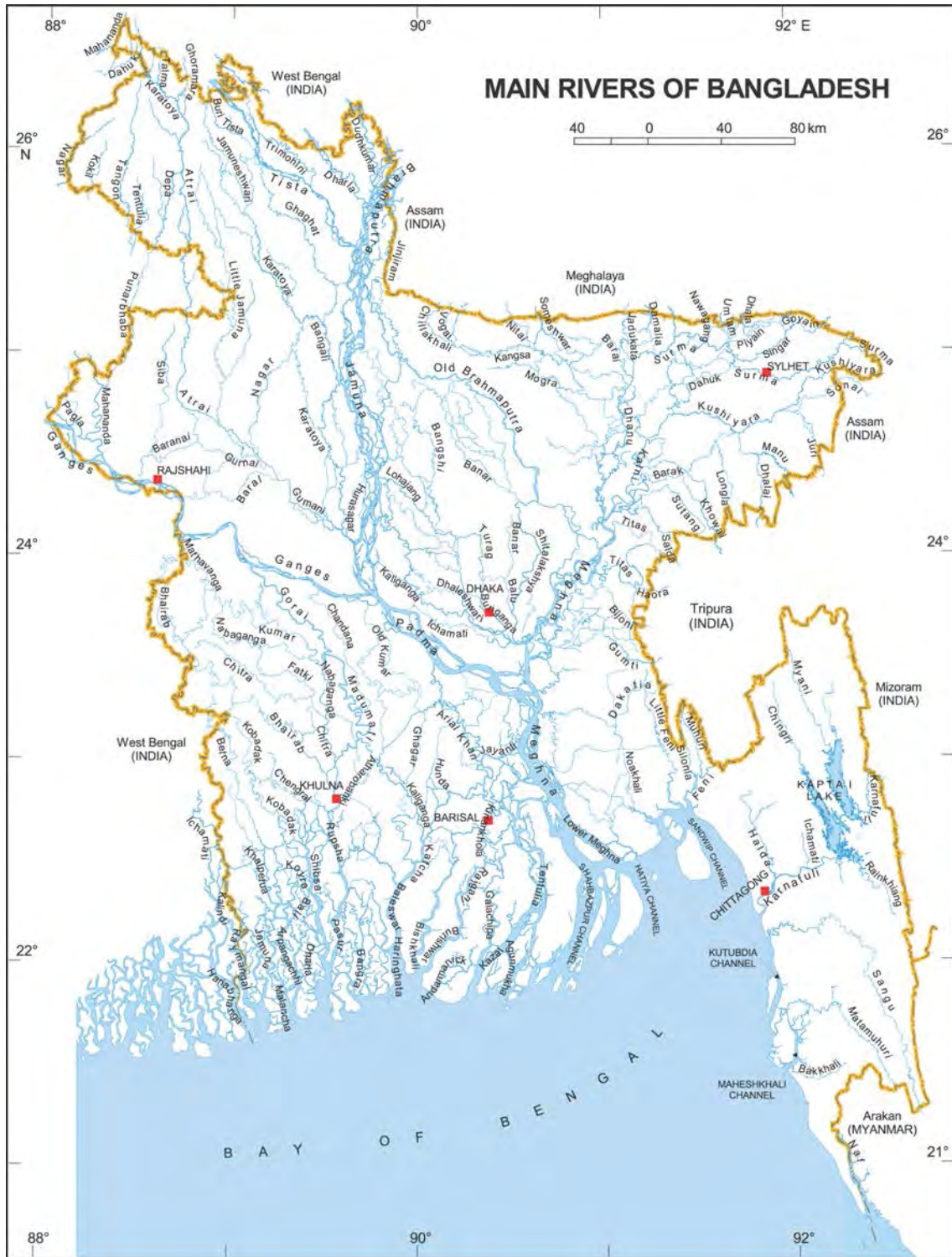
ガンジス川下流（ガンジス川及びパドマ川）の主要流路は、下流に行くに従い徐々に流速を減じつつ、ベンガル湾の北東部、ボリシャルとノアカリ間でベンガル湾の浅海に注ぎ込む。河口域におけるガンジス・パドマ川の流路は徐々に東方にシフトしており、旧河道の支流の多くは一部で閉塞されるか、干上がっている。

ブラマプトラ川はチベットに源を發し、当初は東に、ついで南西に流れ、先行河川としてヒマラヤ山脈を浸食している。インド・アッサム州を流下した後、「バ」国北西部に流入した後、同じくヒマラヤに源流をもつティスタ川と合流する。「バ」国では、ブラマプトラ川はジャムナ川として知られる北から南流する流路を取りゴアルンド付近でガンジス川と合流する。しかし過去においては、ブラマプトラ川はマドゥプール・ジャングルの東を流れていた。記録が残る歴史時代を通じて、ブラマプトラ川はその網状河川を呈する流路を徐々に西に移動させ、ゴアルンド近傍の現在の合流点を形成したのは、僅かに 19 世紀になってからの事である。

スルマ川はインド・マニプール州近くの山脈に源を發し、「バ」国北東部を流れる。スルマ川は、ダッカの北西約 60km のバイラブ・バザールで、今はメグナ川と呼ばれているブラマプトラ川の旧流路と合流する。

「バ」国南東部、チッタゴン丘陵の主要河川はカルナプリー川である。カルナプリー川はインドのルシ丘陵に源流を持ちチッタゴン市の近傍でベンガル湾に流れ込む。

これらの主要四河川は「バ」国の水系分布に大きな役割を果たしている。「バ」国の水系分布は、格子状が主体となる南東部を除き、主に樹枝状を呈している。



出典:Geology of Bangladesh, University Press Limited, Dhaka, 1991

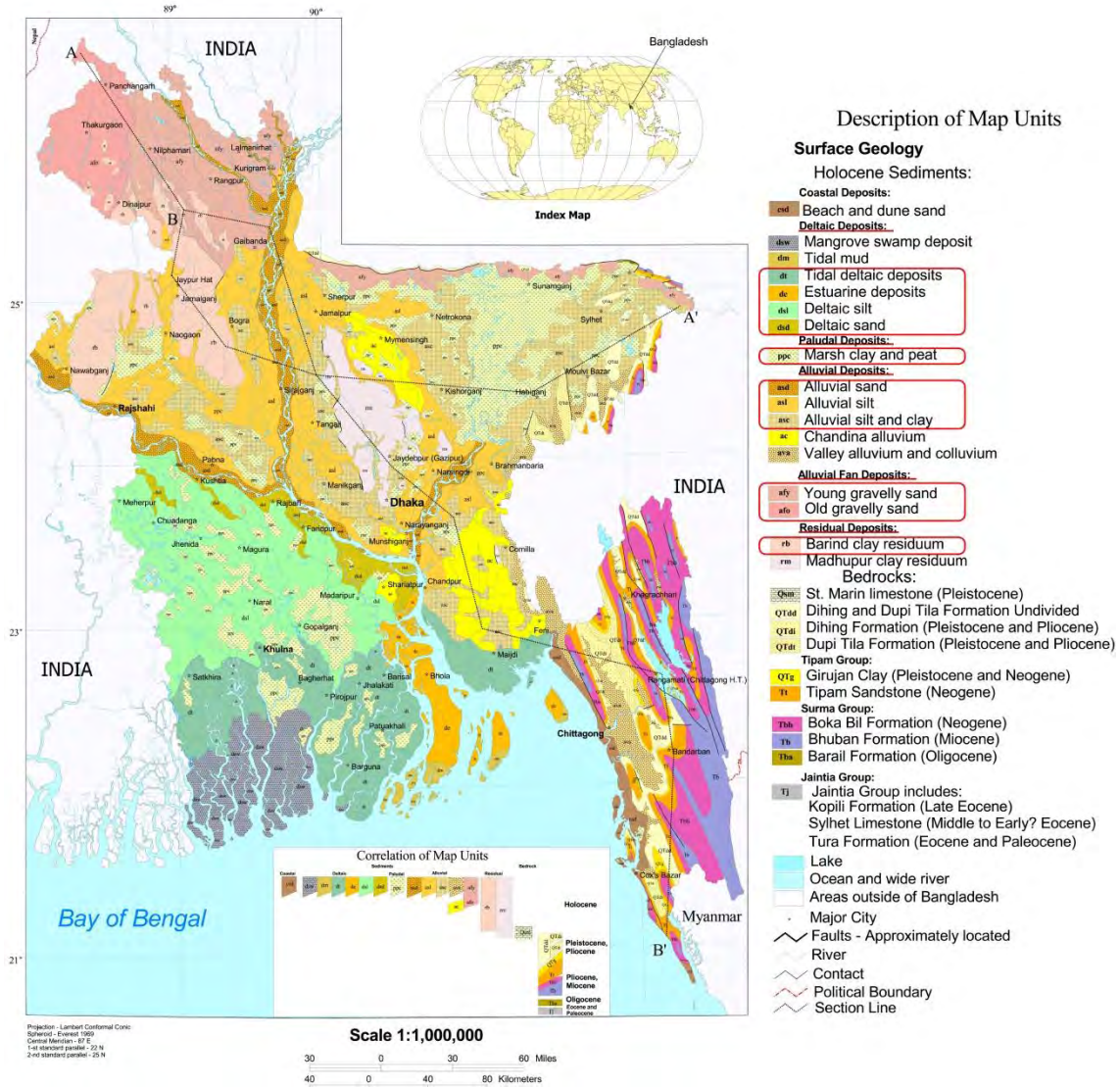
図 4.1.2 バングラデシュの主要水系

4.2 地質

図 4.2.1 には「バ」国の地質図を示す。橋梁架け替え候補地点は「バ」国西部に散在しているが、そこでは様々な種類の完新世堆積物が低地を覆っている。図 4.2.1 によると、ガンジス・パドマ川の北岸と南岸には明瞭な差異が認められる。調査地域の北部、つまりロングプール、ラッシャヒ地区には沖積堆積物、沖積扇状地堆積物が分布する他、残積土の分布が認められる。一方、調査地域の南部、つまりクルナ、ゴバルゴンジ、ボリシャル地区にはデルタ堆積物が分布している。沼沢地の粘土や湿地性ピートは、ロングプール地区を除くガンジス・パドマ川の両岸地域で認められるが、主として南部地域に分布しており、デルタ性シルトや潮汐デルタ性堆積物の分布域の中に認められる。

調査地域では、デルタ堆積物は主としてデルタ性シルトと潮汐デルタ性堆積物からなる。デルタ性砂質土はガンジス・パドマ川に沿って分布しており、一方で河口性堆積物はパドマ川河口のバリアー島を形成している。潮汐デルタ堆積物が分布するクルナのルプシャ橋の建設記録によると、海拔 -60 m までは柔らかいシルトが厚く堆積し、その下位にシルト質細砂層が続いている。このシルト質細砂層は雲母を多く含み、ある特別な状況下では、拘束圧の増加にも拘らずせん断強度が低下するという挙動を示す。

沖積堆積物は砂とシルトからなり、沖積扇状地堆積物は礫混じり砂からなり、「バ」国北西部の国境に近いロングプール地区に分布する。残積土は更新統の分布するバーリンズの段丘で認められ、完新世堆積物の粘土よりも固いと想定される。



出典:バングラデシュ地質調査所

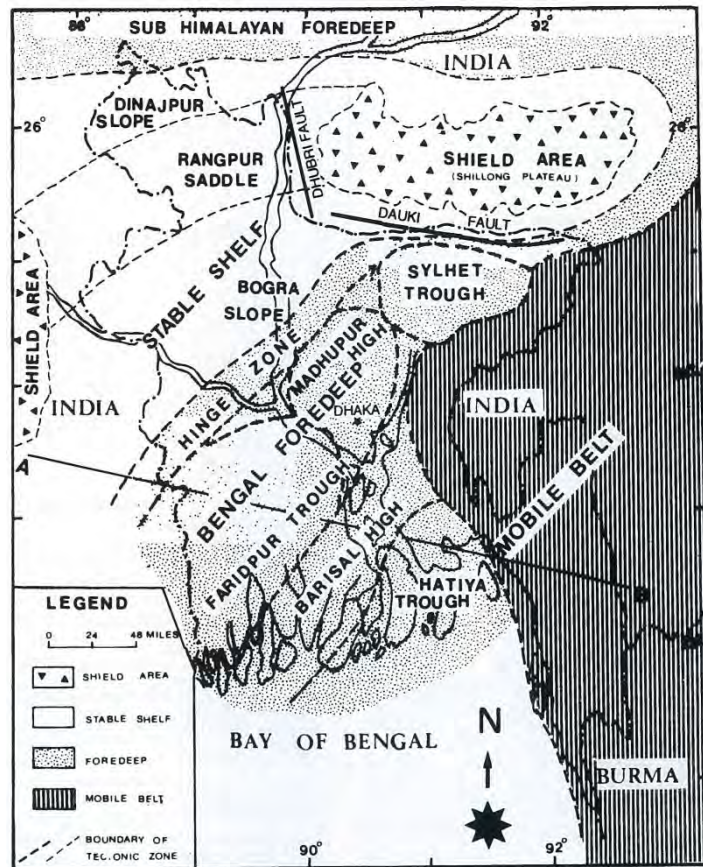
図 4.2.1 バングラデシュ地質図

図 4.2.2 はベンガル堆積盆の構造図と断面図を示す。現在のベンガル・デルタと海底扇状地の複合体は、ガンジス川、ブラマプトラ川、メグナ川との共同作用で世界でも稀に見る大規模な堆積システムを形成している。

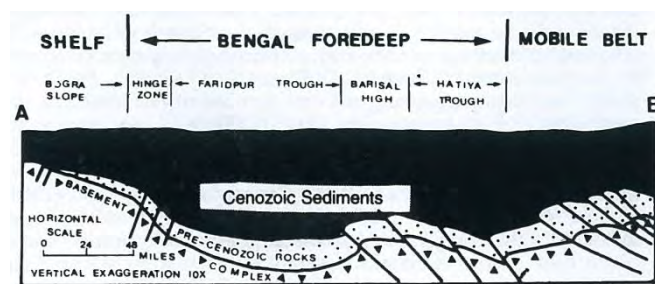
ベンガル堆積盆は沈降と堆積の長い歴史を持っている。ベンガル堆積盆での堆積は古生代ペルム紀の2億9千万年前に始まったとされる。それ以来、幾度も繰り返された海進と海退を通じて、ベンガル堆積盆では堆積が進行し、厚い堆積物層が形成された。

ヒマラヤ山脈の隆起は新第三紀中新世に始まり、新第三紀、第四紀を通じて現在まで続いている。ヒマラヤの隆起は、多量の降雨と流れの強い河川をもたらし、主要河川を通じてベンガル堆積盆に供給される碎屑物を増加させ、堆積盆での堆積層の発達を促進した。

ベンガル堆積盆の沈降に伴い、流量の豊富な河川によって膨大な量の碎屑物がヒマラヤ山脈から供給され、通常の堆積盆よりもずっと厚い完新世堆積物をベンガル堆積盆に形成した。その層厚は、堆積盆の中心で500mを超えると考えられている。



堆積盆の構造図



堆積盆の東西断面

出典: Encyclopaedia of European and Asian Regional Geology

図 4.2.2 ベンガル堆積盆の構造図

4.2.1 ボーリング調査

ボーリング調査は「3. 対象橋梁の選定」において選定された106橋で実施した。ボーリング調査では深さ1.0mごとに標準貫入試験(SPT)を実施した。標準貫入試験はASTM D 1586に準拠

し、N 値 50 以上を最低でも 5m 確認するまでボーリングを実施した。地盤の不均一性に対処するため、一部のボーリングでは、より深い深度まで掘削した。

標準貫入試験で得た乱した資料を用いて、より確かな土質分類を実施するために以下の室内試験を実施した。

- 土粒子の密度 (ASTM D 854)
- 含水比 (ASTM D 2216)
- 液性・塑性限界 (ASTM D 4318)
- 粒度 (ASTM D 422)

土質分類は ASTM D 2487 及び ASTM D 2488 に準拠した。

ボーリング調査結果と室内土質試験結果は柱状図にまとめ、付録 1.4 の内に示した。

4.2.2 支持層

ボーリング調査、標準貫入試験、室内試験結果から、各橋梁地点で想定されうる支持層を提案し、表 4.2.1 にまとめた。

Barisal 地区の 2 橋梁、R890_16a と R890_28a では、測定された N 値が低いため、適当な支持層を提案できなかった。

Khulna 地区の 1 橋梁、N7_248c と Rajshahi 地区の 1 橋梁、N5_176a では、雲母質砂の出現が確認され、適当な支持層を提案できなかった。

雲母質砂は通常の砂よりも多くの雲母を含み、土粒子の密度も軽いのが特徴である。本事業で確認した内では、雲母質砂における土粒子の密度の最大値は 2.57g/cm^3 であったが、殆どの試料では概ね $2.4\sim 2.5\text{g/cm}^3$ の値を示した。雲母は薄くて壊れやすい構造と、すべりやすい表面を持つ、光沢を有する鉱物であり、バングラデシュの平地に分布する堆積物中には、ごく普通に認められる。しかし、滑りやすく、壊れやすい雲母を多く含む雲母質砂は、N 値や締まり具合から通常想定されうる支持力も周面摩擦力も期待できず、バングラデシュにおける杭基礎の施工において、これまで多くの問題を起こしてきた。これらの経験より、雲母質砂では支持力も周面摩擦力も期待せずに、支持層として想定しないことが、現時点では妥当である。

表 4.2.1 地区対象橋梁所在地の支持層

SN	Bridge Data				Bearing Layer			
	Bridge ID	Zone	Division	Sub-Division	Depth (GL-m)	Soil Type	SPT N Value	Remarks
1	N8_178a	Barisal	Barisal	Barisal	46	Silty Sand w Gravel, SM	50<	
2	N509_19a	Rangpur	Lalmonirhat	Lalmonirhat	23	Poorly Graded Sand w Gravel, SP	50 <	
3	N5_119a	Rajshahi	Pabna	Pabna-1	29	Poorly Graded Silty Sand w Gravel, SP-SM	50<	
4	N5_127a	Rajshahi	Pabna	Ullahpara	28	Silty Sand w Gravel, SM	50 <	
5	N5_176a	Rajshahi	Serajganj	Serajganj-2	No	Micaceous Silty Sand w Gravel, SP-SM	50 < (28m~)	Micaceous sand shall not be used as a bearing layer.
6	N5_235a	Rangpur	Bogra	Bogra	25	Silty Sand w Gravel, SM	50 <	
7	N5_120a	Rajshahi	Pabna	Pabna-1	27	Poorly Graded Silty Sand w Gravel, SP-SM	50 <	
8	N5_128a	Rajshahi	Serajganj	Ullahpara	31	Poorly Graded Silty Sand w Gravel, SP-SM	50 <	
9	N5_158a	Rajshahi	Serajganj	Ullahpara	24	Silty Sand w Gravel, SM	50 <	
10	N5_265a	Rangpur	Gaibanda	Palashbari	22	Poorly Graded Sand w Gravel, SP	50 <	
11	N5_350b	Rangpur	Rangpur	Rangpur	22	Silty Sand w Gravel, SM	50 <	
12	N8_182a	Barisal	Barisal	Barisal	40	Silty Sand w Gravel, SM	30<	
13	N7_025a	Gopalganj	Faridpur	Faridpur-2	38	Silty Sand w Gravel, SM	50<	
14	N7_039a	Gopalganj	Faridpur	Faridpur-1	45	Silty Sand w Gravel, SM	50<	
15	N7_049a	Gopalganj	Faridpur	Faridpur-1	33	Poorly Graded Sand w Gravel, SP	50<	
16	N5_134a	Rajshahi	Serajganj	Ullahpara	29	Poorly Graded Sand w Gravel, SP	50 <	
17	N6_97a	Rajshahi	Natore	Natore-2	27	Poorly Graded Sand w Gravel, SP	50 <	Thickness shall be confirmed during D/D.
18	R681_10a	Rajshahi	Rajshahi	Rajshahi-1	29	Silty Sand w Gravel, SM	50 <	Thickness shall be confirmed during D/D.
19	N5_140a	Rajshahi	Serajganj	Ullahpara	23	Poorly Graded Sand w Gravel, SP	50 <	
20	N5_118a	Rajshahi	Pabna	Pabna-1	25	Silty Sand w Gravel, SM	50<	
21	N704_43a	Khulna	Kushtia	Kushtia	30	Silty Sand w Gravel, SM	50<	
22	N7_248c	Khulna	Bagerhat	Bagerhat-2	No	Micaceous Silty Sand w Gravel, SP-SM	50 < (51m~)	Micaceous sand shall not be used as a bearing layer.

SN	Bridge Data				Bearing Layer			
	Bridge ID	Zone	Division	Sub-Division	Depth (GL-m)	Soil Type	SPT N Value	Remarks
23	N7_054a	Gopalganj	Faridpur	Faridpur-1	52	Silty Sand w Gravel, SM	50<	
24	N5_356a	Rangpur	Rangpur	Rangpur	24	Silty Sand w Gravel, SM	50 <	
25	N7_246a	Khulna	Bagerhat	Bagerhat-2	54	Poorly Graded Silty Sand w Gravel, SP-SM	50<	
26	N8_095a	Gopalganj	Madaripur	Madaripur	36	Poorly Graded Silty Sand w Gravel, SP-SM	50<	
27	N505_2a	Rajshahi	Pabna	Pabna-1	29	Silty Sand w Gravel, SM	50 <	
28	R548_28b	Rajshahi	Naogaon	Naogaon	28	Silty Sand w Gravel, SM	50 <	Thickness shall be confirmed during D/D.
29	N7_036c	Gopalganj	Faridpur	Faridpur-1	33	Silty Sand w Gravel, SM	50<	
30	N7_048a	Gopalganj	Faridpur	Faridpur-1	34	Poorly Graded Sand w Gravel, SP	50<	
31	N5_378a	Rangpur	Dinajpur	Dinajpur	25	Silty Sand w Gravel, SM	50 <	
32	N7_047a	Gopalganj	Faridpur	Faridpur-1	36	Poorly Graded Silty Sand w Gravel, SP-SM	50<	
33	N5_156a	Rajshahi	Serajganj	Ullahpara	28	Silty Sand w Gravel, SP-SM	50 <	
34	N5_172a	Rajshahi	Serajganj	Serajganj-2	32	Silty Sand w Gravel, SM	50 <	
35	N5_179a	Rajshahi	Serajganj	Serajganj-2	25	Silty Sand w Gravel, SM	50 <	
36	N5_188a	Rangpur	Bogra	Sherpur	21	Silty Sand w Gravel, SM	50 <	
37	N5_126a	Rajshahi	Pabna	Pabna-1	24	Poorly Graded Sand w Gravel, SP	50 <	
38	N518_4a	Rangpur	Nilphamari	Nilphamari	31	Fine Sand, SM	50 <	
39	N7_141b	Khulna	Jessore	Jessore-1	38	Silty Sand w Gravel, SM	50<	
40	R720_44a	Khulna	Narail	Narail	48	Poorly Graded Silty Sand w Gravel, SP-SM	50<	
41	N703_Sd	Khulna	Jhenaidah	Jhenaidah	30	Poorly Graded Silty Sand w Gravel, SP-SM	50<	
42	R890_45a	Barisal	Bhola	Bhola	45	Silty Sand w Gravel, SM	50<	
43	N704_14a	Khulna	Jhenaidah	Jhenaidah	31	Poorly Graded Silty Sand w Gravel, SP-SM	50<	
44	N704_33b	Khulna	Kushtia	Kushtia	27	Silty Sand w Gravel, SM	50<	
45	N5_344c	Rangpur	Rangpur	Rangpur	26	Silty Sand w Gravel, SM	50 <	

SN	Bridge Data				Bearing Layer			
	Bridge ID	Zone	Division	Sub-Division	Depth (GL-m)	Soil Type	SPT N Value	Remarks
46	N5_382a	Rangpur	Dinajpur	Dinajpur	38	Silty Sand w Gravel, SM	50 <	
47	N5_360a	Rangpur	Rangpur	Rangpur	28	Silty Sand w Gravel, SM	50 <	
48	Z5025_55a	Rangpur	Dinajpur	Dinajpur	23	Poorly Graded Silty Sand w Gravel, SP-SM	50 <	
49	Z5025_64a	Rangpur	Dinajpur	Dinajpur	22	Silty Sand w Gravel, SM	50 <	
50	Z5401_45a	Rangpur	Bogra	Sherpur	24	Silty Sand w Gravel, SM	50 <	
51	Z5072_14a	Rangpur	Bogra	Sherpur	23	Silty Sand w Gravel, SM, Shale	50 <	
52	Z5025_60a	Rangpur	Dinajpur	Dinajpur	50	Clay w Sand, CL or CH	20<	
53	Z5472_6a	Rangpur	Bogra	Bogra	19	Poorly Graded Silty Sand w Gravel, SP-SM	50 <	
54	N5xx_Sa	Rajshahi	Serajganj	Ullahpara	18	Silty Sand w Gravel, SP-SM	50 <	
55	Z5552_10a	Rangpur	Gaibanda	Gaibandha	21	Poorly Graded Silty Sand w Gravel, SP-SM	50 <	
56	N8_152c	Barisal	Barisal	Barisal1	39	Silty Sand w Gravel, SM	50<	
57	N8_127b	Barisal	Barisal	Barisal1	59	Silt w Sand, ML	50<	
58	Z8052_009d	Barisal	Patuakhali	Patuakhali	53	Silty Sand w Gravel, SM	50<	
59	Z5015_22a	Rangpur	Nilphamari	Nilphamari	23	Poorly Graded Sand w Gravel, SP	50 <	
60	Z5701_1a	Rangpur	Nilphamari	Nilphamari	26	Silty Sand w Gravel, SM	50 <	
61	Z5701_9a	Rangpur	Nilphamari	Nilphamari	18	Poorly Graded Sand w Gravel, SP	50<	
62	R545_115c	Rangpur	Joypurhat	Joypurhat	21	Poorly Graded Sand w Gravel, SP	50 <	
63	R760_049c	Khulna	Satkhira	Satkhira-1	66	Fine Sand, SM	50<	
64	N8_123a	Barisal	Barisal	Barisal1	44	Silty Sand w Gravel, SM	50<	
65	Z8701_3d	Barisal	Pirojpur	Kawkhali	37	Silty Sand w Gravel, SM	50<	
66	N5_260b	Rangpur	Gaibanda	Palashbari	28	Silty Sand w Gravel, SM	50 <	
67	N704_27b	Khulna	Kushtia	Kushtia	24	Silty Sand w Gravel, SM	50<	
68	R750_22c	Khulna	Narail	Narail	45	Poorly Graded Silty Sand w Gravel, SP-SM	50<	

SN	Bridge Data				Bearing Layer			
	Bridge ID	Zone	Division	Sub-Division	Depth (GL-m)	Soil Type	SPT N Value	Remarks
69	N8_129a	Barisal	Barisal	Barisal1	44	Low Plasticity Clay w Sand, CL	30<	
70	R890_16a	Barisal	Bhola	Bhola	No			No appropriate bearing layer was found.
71	R890_21a	Barisal	Bhola	Bhola	50	Silty Sand w Gravel, SM	50<	
72	R890_28a	Barisal	Bhola	Bhola	No			No appropriate bearing layer was found.
73	R548_40a	Rajshahi	Natore	Natore-1	24	Silty Sand w Gravel, SM	50 <	
74	R451_1a	Rajshahi	Seraiganj	Sirajganj-2	33	Silty Sand w Gravel, SM	50 <	
75	R451_7a	Rajshahi	Seraiganj	Sirajganj-2	43	Sand w Gravel, SP	50 <	
76	R550_28b	Rangpur	Joypurhat	Joypurhat	12	Silty Sand w Gravel, SM	50 <	
77	R860_31a	Gopalganj	Shariatpur	Shariatpur	41	Silty Sand w Gravel, SM	50<	
78	Z8708_1c	Barisal	Jhalokati	Jhalokati	37	Silty Sand w Gravel, SM	50<	
79	N5_458a	Rangpur	Panchagarh	Panchagarh	17	Poorly Graded Silty Sand w Gravel, SP-SM	50 <	
80	N5_488a	Rangpur	Panchagarh	Panchagarh	14	Poorly Graded Silty Sand w Gravel, SP-SM	50 <	
81	Z8708_12b	Barisal	Jhalokati	Jhalokati	36	Fine Sand, SM	50<	
82	Z8033_017a	Barisal	Barisal	Barisal1	49	Silty Sand w Gravel, SM	50<	
83	R860_34a	Gopalganj	Shariatpur	Shariatpur	31	Silty Sand w Gravel, SM	50<	
84	R860_44c	Gopalganj	Shariatpur	Shariatpur	48	Silty Sand w Gravel, SM	50<	
85	R860_53d	Gopalganj	Shariatpur	Shariatpur	38	Poorly Graded Sand w Gravel, SP	50<	
86	N8_69a	Gopalganj	Madaripur	Bhanga	41	Poorly Graded Silty Sand w Gravel, SP-SM	50<	
87	Z6010_12b	Rajshahi	Rajshahi	Rajshahi-2	26	Silty Sand w Gravel, SM	50 <	Thickness shall be confirmed during D/D.
88	Z5008_1a	Rangpur	Dinajpur	Dinajpur	18	Silty Sand w Gravel, SM	50 <	
89	Z5024_5c	Rangpur	Rangpur	Rangpur-1	25	Silty Sand w Gravel, SP-SM	50 <	
90	Z5025_46a	Rangpur	Dinajpur	Dinajpur	34	Fine Sand, SM	50 <	
91	Z5040_4a	Rangpur	Bogra	Sherpur	25	Sand w Gravel, SP	50 <	

SN	Bridge Data				Bearing Layer			
	Bridge ID	Zone	Division	Sub-Division	Depth (GL-m)	Soil Type	SPT N Value	Remarks
92	Z8810_13a	Barisal	Barisal	Barisal1	57	Silty Sand w Gravel, SM	30<	
93	R585_80a	Rangpur	Dinajpur	Fulbari	24	Silty Sand w Gravel, SM	50 <	
94	Z8033_008a	Barisal	Barisal	Barisal1	51	Silty Sand w Gravel, SM	50<	
95	Z8033_019a	Barisal	Barisal	Barisal1	45	Low Plasticity Clay w Sand, CL	20<	
96	Z8034_011a	Barisal	Barisal	Barisal1	38	Silty Sand w Gravel, SM	50<	
97	Z8044_004a	Barisal	Barisal	Barisal2	39	Silty Sand w Gravel, SM	50<	
98	R760_003a	Khulna	Khulna	Khulna-2	50	Silty Sand w Gravel, SM	50<	
99	R860_35a	Gopalganj	Shariatpur	Shariatpur	34	Poorly Graded Silty Sand w Gravel, SP-SM	50<	
100	Z5041_2a	Rajshahi	Serajganj	Sirajganj-2	30	Silty Sand w Gravel, SM	50 <	
I	N706_14b	Khulna	Jessore	Jessore-1	39	Silty Sand w Gravel, SM	50<	
II	N5_435a	Rangpur	Thakurgaon	Thakurgaon	18	Poorly Graded Silty Sand w Gravel, SP-SM	50 <	
III	N704_12c	Khulna	Jhenaidah	Jhenaidah	37	Silty Sand w Gravel, SM	50<	
IV	N805_24a	Gopalganj	Gopalganj	Bhatiapara	34	Silty Sand w Gravel, SM	50<	
V	R750_25a	Khulna	Narail	Narail	37	Silty Sand w Gravel, SM	50<	
VI	Z7503_5a	Khulna	Narail	Narail	44	Silty Sand w Gravel, SM	50<	

*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

4.3 気象・水文

4.3.1 概要

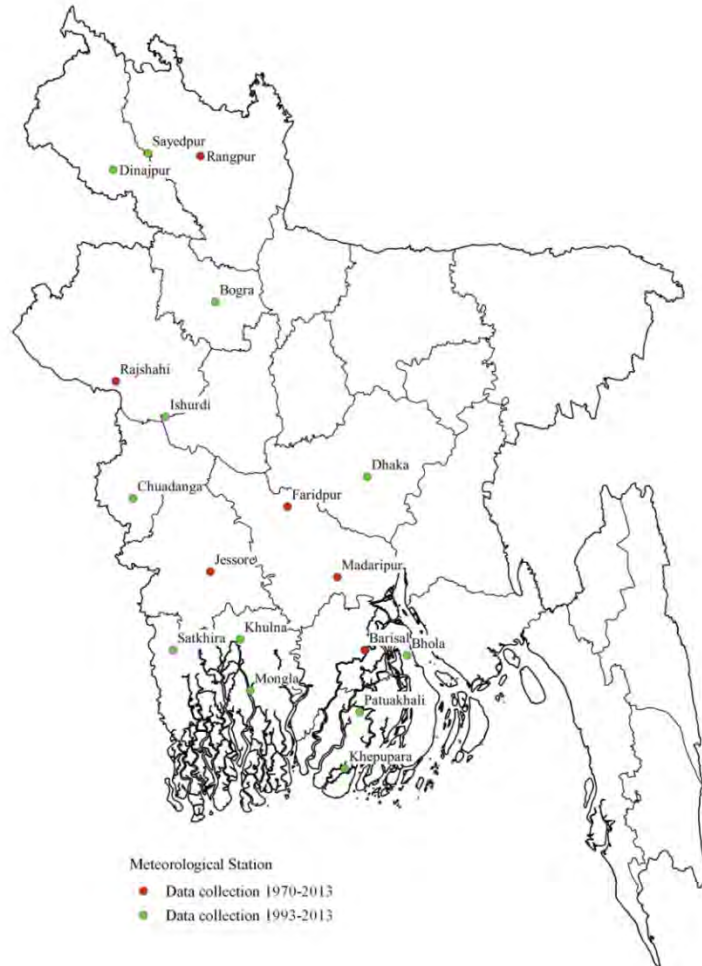
「バ」国は熱帯モンスーン地域に位置し、対象区域の気候は、高温、豪雨、しばし過湿となり、かなり顕著な季節変動により特徴づけられる。その気候の最も顕著な特徴としては、南アジア亜大陸の循環システムで欠くことのできない部分である夏季と冬季の循環風の反転である。「バ」国の気候上の観点からは、11月から2月までの寒乾季、3月から5月までのモンスーン前の暑季、6月から10月まで続く雨のモンスーン季の3つの異なった季節が認識される。

「バ」国は、国自体の 12 倍の面積からの雨水を排出しなければならない。文献によれば、国外から「バ」国に到達する雨水の量は、「バ」国の大きさに換算して 10.3m の深さの湖を形成する。平坦で低地であるその地形が、最も特徴のある地形学的特徴である：国の 60%は海拔 6m 以下にある。そのため、「バ」国では洪水が頻繁に発生して、「バ」国の平均 20%が毎年氾濫する。図 4.3.1 に示すとおり、「バ」国には、およそ 24,140km の総延長をもち、支川を含み、およそ 700 の河川の総数をもつ水系がある。これらの水系の中で、「バ」国には、その影響においてとても大きな (1) Brahmaputra-Jamuna, (2) Ganges-パドマ, (3) Surma-Meghna 河川システムの 3 つの主要河川システムがある。これらの 3 河川は国際及び越境河川で、「バ」国には総流域面積の 8%があり、残り 62%はインド、中国に 8%、ブータンに 4%ある。

「バ」国の水文についてのデータに関して、気象データは MoD(防衛省)傘下の BMD(バングラデシュ気象局)、水位、流出量及び土砂量等の水文データは MoWR(水資源省)傘下の BWDB(バングラデシュ水開発局)にて運営管理されている。

「バ」国の BMD には 35 の気象データの総観観測ステーションがあり、これらのうち、図 4.3.2 と表 4.3.1 に示す 18 の観測所の気象データを収集する。

そして、BWDB のおよそ 500 の水文観測所の中で、図 4.3.3 に示す 86 観測所の水位データを収集する。(同様に、流出量に関して、5 観測所のデータを収集する。)



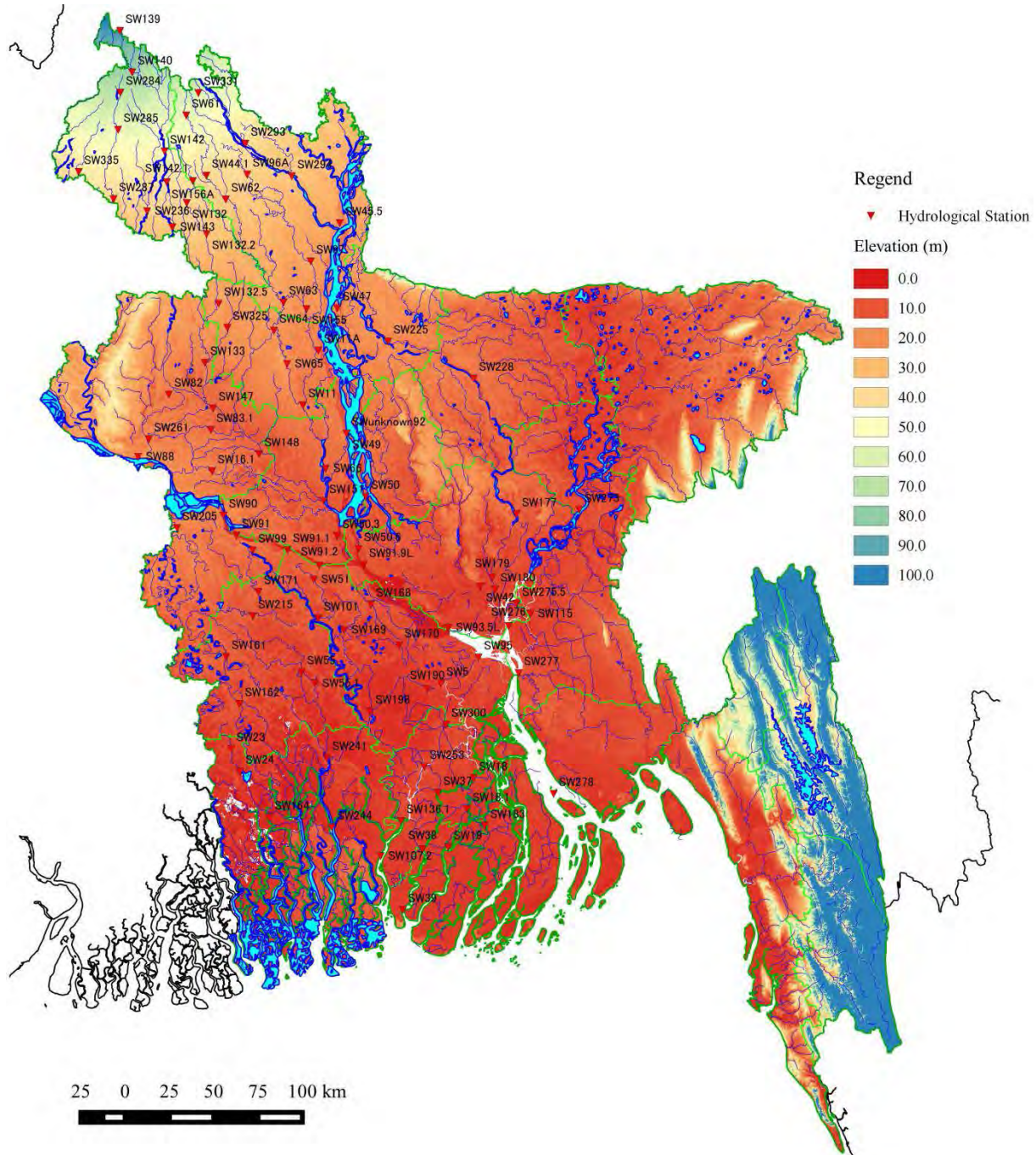
出典：JICA 調査団, BMD

図 4.3.2 データ収集した気象観測所の位置

表 4.3.1 データ収集した気象観測所の一覧

No.	Name	Station ID (WMO)	Year of Establishment	Elevation (m)	Latitude	Longitude	Period of Record					Remarks
							Temperature	Humidity	Wind	Sunshine Hrs.	Rainfall	
1	Barisal	41950	1883	2.10	22.71667	90.36667	1970-2013	1969-2012	2003-2013	1970-2013	1970-2013	
2	Faridpur	41929	1883	8.10	23.60000	89.85000	1970-2013	1969-2012	2003-2013	1985-2013	1970-2013	
3	Jessore	41936	1867	6.10	23.20000	89.33333	1970-2013	1969-2012	2003-2013	1970-2013	1970-2013	
4	Madaripur	41939	1976	7.00	23.16667	90.18333	1977-2013	1977-2013	2003-2013	1985-2013	1977-2013	
5	Rajshahi	41895	1883	19.50	24.36667	88.70000	1971-2013	1969-2013	2003-2013	1979-2013	1971-2013	
6	Rangpur	41859	1883	32.61	25.73333	89.26667	1970-2013	1969-2013	2003-2013	1979-2013	1970-2013	
7	Dhaka	41923	1949	8.45	23.78333	90.38333	2003-2013	2003-2013	2003-2013	2003-2013	1993-2013	
8	Ishwardi(Ishrdi)	41907	1963	12.90	24.15000	89.03333	2003-2013	2003-2013	2003-2013	2003-2013	1993-2013	
9	Bogra	41883	1884	17.90	24.85000	89.36667	2003-2013	2003-2013	2003-2013	2003-2013	1993-2013	
10	Dinajpur	41863	1883	37.58	25.65000	88.68333	2003-2013	2003-2013	2003-2013	2003-2013	1993-2013	
11	Sayedpur(Sydpur)	41858	1980	39.60	25.75000	88.91667	2003-2013	2003-2013	2003-2013	2003-2013	1993-2013	
12	Khulna	41947	1921	2.10	22.78333	89.53333	2003-2013	2003-2013	2003-2013	2003-2013	1993-2013	
13	Mongla	41958	1988	1.80	22.46667	89.60000	2003-2013	2003-2013	2003-2013	2003-2013	1993-2013	
14	Satkhira	41946	1877	3.96	22.71667	89.08333	2003-2013	2003-2013	2003-2013	2003-2013	1993-2013	
15	Chuadanga	41926	1986	11.58	23.65000	88.81667	2003-2013	2003-2013	2003-2013	2003-2013	1993-2013	
16	Patuakhali	41906	1973	1.50	22.33333	90.33333	2003-2013	2003-2013	2003-2013	2003-2013	1993-2013	
17	Khepupara	41984	1973	1.83	21.98333	90.23333	2003-2013	2003-2013	2003-2013	2003-2013	1993-2013	
18	Bhola	41951	1965	4.30	22.68333	90.65000	2003-2013	2006-2010	2003-2013	2003-2013	1993-2013	

出典：JICA 調査団, BMD



出典：JICA 調査団，BWDB

図 4.3.3 データ収集した水文観測所の位置

4.3.2 気象概況

(1) 一般気象概況

1) 温度

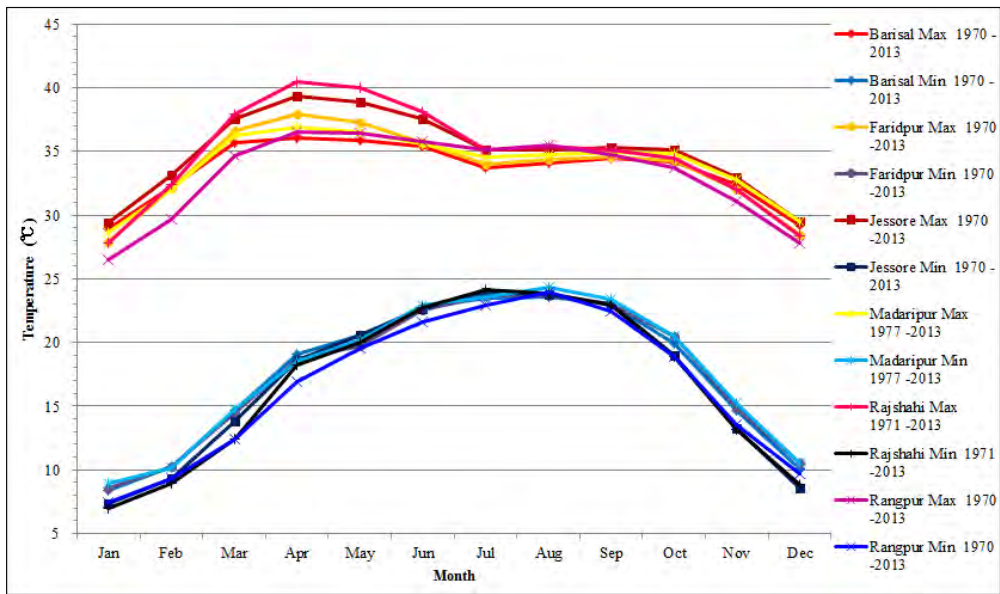
6 観測所での平均の月間最大、最低気温を図 4.3.4 に示す、18 観測所での月間平均気温を図 4.3.5 に示す。（また、データを表 4.3.2 に示す。）

表 4.3.2 月間最大、平均、最低気温

Station	Item	Period of Record	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Average	Remarks
Barisal	Maximum	1970 -2013	28.9	32.2	35.7	36.0	35.8	35.4	33.8	34.1	34.5	34.2	32.4	29.2	33.5	
	Average	1970 -2013	18.4	21.6	26.1	28.5	28.9	28.7	28.2	28.3	28.3	27.5	24.0	19.7	25.7	
	Minimum	1970 -2013	8.4	10.3	14.6	19.1	20.6	22.7	23.5	23.6	23.0	19.9	14.6	10.0	17.5	
Faridpur	Maximum	1970 -2013	27.9	32.1	36.6	38.0	37.3	35.7	34.0	34.4	34.6	34.2	32.0	28.5	33.8	
	Average	1970 -2013	18.0	21.2	26.0	28.6	28.8	28.9	28.6	28.8	28.7	27.6	23.9	19.5	25.7	
	Minimum	1970 -2013	8.5	10.3	14.4	18.7	19.8	22.6	23.7	23.6	23.0	20.5	14.8	10.5	17.5	
Jessore	Maximum	1970 -2013	29.4	33.2	37.5	39.3	38.9	37.5	35.1	35.1	35.3	35.1	33.0	29.5	34.9	
	Average	1970 -2013	18.1	21.4	26.4	29.6	30.0	29.6	29.0	29.0	28.9	27.6	23.7	19.2	26.1	gap 1978
	Minimum	1970 -2013	7.4	9.3	13.8	18.6	20.5	22.6	24.0	23.7	23.1	19.0	13.3	8.6	17.0	gap 1978
Madaripur	Maximum	1977 -2013	28.6	32.0	36.2	36.9	36.5	35.6	34.6	34.8	34.9	34.8	32.8	29.5	33.9	gap 1979
	Average	1977 -2013	18.7	21.5	26.1	28.5	28.9	29.1	28.8	29.0	29.0	27.9	24.6	20.3	26.0	gap 1979
	Minimum	1977 -2013	8.9	10.2	14.8	18.5	20.2	22.9	23.6	24.3	23.4	20.5	15.2	10.6	17.8	gap 1979
Rajshahi	Maximum	1971 -2013	27.8	32.4	38.0	40.4	40.0	38.2	35.1	35.4	35.1	34.5	32.0	28.4	34.8	
	Average	1971 -2013	17.2	20.4	25.4	29.5	29.6	29.7	29.0	29.2	28.8	27.2	23.2	18.9	25.7	gap 1977_1981-1982
	Minimum	1971 -2013	6.9	8.9	12.4	18.2	20.0	22.7	24.2	23.8	22.9	18.9	13.2	8.9	16.8	gap 1977_1981-1982
Rangpur	Maximum	1970 -2013	26.5	29.7	34.6	36.5	36.5	35.8	35.1	35.5	34.7	33.7	31.1	27.8	33.1	gap 1973-1977
	Average	1970 -2013	16.7	19.5	23.6	26.4	27.5	28.5	28.7	29.1	28.3	26.5	22.8	18.8	24.7	gap 1973-1977
	Minimum	1970 -2013	7.5	9.4	12.5	16.9	19.5	21.6	22.9	23.9	22.5	18.9	13.5	9.7	16.6	gap 1973-1977
Dhaka	Maximum	2003 -2013	28.3	32.3	36.0	36.9	36.8	36.0	34.8	35.0	35.1	34.9	32.3	29.2	34.0	
	Average	2003 -2013	18.2	22.5	26.7	28.8	29.3	29.2	29.0	29.0	28.7	27.6	24.0	20.1	26.1	
	Minimum	2003 -2013	9.8	12.6	16.5	19.5	20.7	22.6	24.1	24.2	24.1	20.9	15.6	11.7	18.5	
Ishwardi (Ishrdi)	Maximum	2003 -2013	27.5	32.7	37.7	39.7	39.5	38.2	35.6	36.0	35.6	34.8	32.1	28.9	34.9	
	Average	2003 -2013	15.7	20.1	25.3	28.8	29.3	29.4	28.9	29.0	28.5	26.5	22.2	17.9	25.1	
	Minimum	2003 -2013	6.3	9.4	12.7	18.7	20.6	22.8	24.5	24.9	23.9	19.0	12.6	8.1	17.0	
Bogra	Maximum	2003 -2013	27.8	31.7	35.5	37.2	38.4	37.1	35.5	36.0	36.1	35.1	32.6	29.8	34.4	
	Average	2003 -2013	16.4	20.8	25.3	27.8	28.8	29.1	29.2	29.3	28.8	27.1	23.2	18.9	25.4	
	Minimum	2003 -2013	7.4	10.6	14.6	19.4	20.7	22.8	24.7	24.6	24.0	19.9	13.9	9.9	17.7	
Dinajpur	Maximum	2003 -2013	26.9	30.7	35.4	37.2	38.1	37.4	35.4	35.8	35.4	33.9	31.5	28.1	33.8	
	Average	2003 -2013	15.3	19.8	24.2	26.7	28.2	28.9	29.1	29.3	28.7	26.4	22.1	17.8	24.7	
	Minimum	2003 -2013	6.8	9.3	13.5	18.0	20.1	22.0	24.3	24.8	23.6	18.5	12.5	8.8	16.9	
Sayedpur (Sydpur)	Maximum	2003 -2013	27.0	30.9	35.2	36.5	37.7	37.0	35.6	36.3	35.7	34.4	31.4	28.5	33.9	
	Average	2003 -2013	15.8	20.2	24.3	26.6	28.0	28.9	29.1	29.4	28.7	26.5	22.3	18.3	24.8	
	Minimum	2003 -2013	6.8	10.0	13.7	17.8	19.7	21.4	23.9	24.4	23.3	18.6	12.8	9.0	16.8	
Khulna	Maximum	2003 -2013	28.9	33.1	36.6	38.2	38.0	37.3	35.1	35.2	35.3	35.1	32.3	29.2	34.5	
	Average	2003 -2013	18.1	22.3	26.8	29.6	30.1	29.9	29.0	29.1	28.9	27.6	24.0	19.6	26.2	
	Minimum	2003 -2013	9.4	12.0	15.7	20.1	21.4	23.1	24.6	24.5	24.3	20.4	15.3	10.9	18.5	
Mongla	Maximum	2003 -2013	29.3	33.6	37.0	38.2	38.5	37.0	34.8	35.0	35.3	35.1	32.5	29.4	34.6	
	Average	2003 -2013	18.6	22.6	27.0	29.5	30.0	29.6	28.7	28.7	28.6	27.6	24.2	20.1	26.3	
	Minimum	2003 -2013	9.9	12.8	16.9	20.6	21.5	23.5	24.5	24.6	24.5	21.3	16.0	11.8	19.0	
Satkhira	Maximum	2003 -2013	28.7	33.0	36.5	38.0	38.2	37.4	34.8	35.0	34.9	34.5	32.0	28.8	34.3	
	Average	2003 -2013	17.7	21.9	26.5	29.4	30.2	30.0	29.0	29.0	28.7	27.2	23.3	19.0	26.0	
	Minimum	2003 -2013	8.5	11.3	15.0	19.9	21.3	23.2	24.4	24.6	24.2	20.0	14.1	9.3	18.0	
Chuadanga	Maximum	2003 -2013	28.2	33.5	38.1	40.1	39.8	38.9	35.7	36.0	35.7	35.1	32.3	28.8	35.2	
	Average	2003 -2013	15.9	20.4	25.5	28.9	29.7	29.4	28.5	28.6	28.2	26.4	22.2	17.7	25.1	
	Minimum	2003 -2013	6.6	9.6	12.8	19.4	20.8	22.8	24.6	24.7	23.8	18.9	12.7	7.9	17.0	
Patuakhali	Maximum	2003 -2013	29.5	33.3	36.3	37.0	37.0	35.9	34.0	34.9	35.0	35.2	32.6	30.2	34.2	
	Average	2003 -2013	18.3	22.2	26.5	28.8	29.5	29.2	28.5	28.6	28.4	27.5	23.9	19.8	25.9	
	Minimum	2003 -2013	9.7	11.9	15.9	20.2	21.5	23.3	24.5	24.5	24.1	20.9	15.3	10.9	18.6	
Khepupara	Maximum	2003 -2013	29.6	32.8	35.5	36.2	35.8	35.3	33.7	33.9	34.4	34.7	32.3	30.0	33.7	
	Average	2003 -2013	18.6	22.4	26.6	29.0	29.8	29.4	28.6	28.6	28.5	27.5	24.0	19.9	26.1	
	Minimum	2003 -2013	9.7	11.8	15.9	20.4	21.7	23.6	24.0	24.4	24.0	20.8	15.1	10.6	18.5	
Bhola	Maximum	2003 -2013	29.0	32.2	35.4	35.6	35.9	35.4	33.7	34.2	34.3	34.5	32.2	29.4	33.5	
	Average	2003 -2013	17.7	21.7	26.0	28.4	29.1	28.9	28.3	28.5	28.2	27.4	23.7	19.4	25.6	
	Minimum	2003 -2013	9.1	11.5	15.5	20.0	21.6	23.4	24.5	24.4	24.2	21.1	15.1	10.8	18.4	

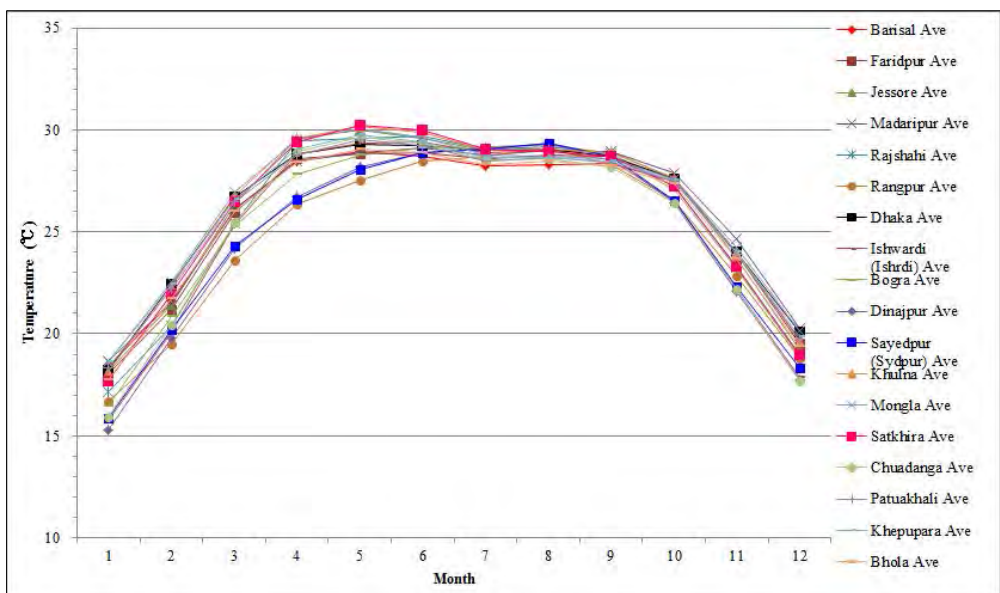
出典：JICA 調査団, BMD

18(6)観測所の温度データは、ほぼ同様の傾向を示す。対象地域では1月がもっとも寒い月である。しかし、最大気温のピークは4月に観測され、最低気温のピークは7-8月である。平均気温のピークは北西部の4都市(Rangpur, Dinajpur, Sayedpur, Bogra)では8月、その他の地域は5月か6月に観測される。「バ」国西部地域の月間平均気温は、おおよそ17°Cから29°Cまでの幅をもつ。



出典：JICA 調査団，BMD

図 4.3.4 6 観測所での月間最大、最低気温



出典：JICA 調査団，BMD

図 4.3.5 18 観測所での月間平均気温

2) 相対湿度

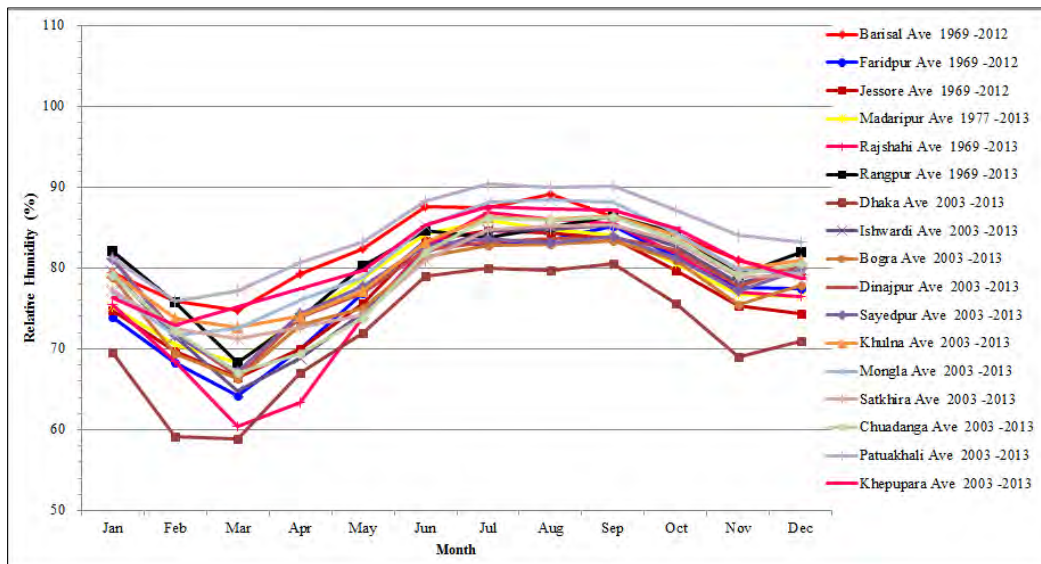
17 観測所での月間平均相対湿度を図 4.3.6 と表 4.3.3 に示す。

最も低い平均相対湿度は 2 月-3 月に記録され、最も高い湿度は雨季の間にある。しかし、相対湿度は、年間を通して総じて高く、しばしば過度の湿気をもつ。

表 4.3.3 17 観測所での月間平均相対湿度

Station	Item	Period of Record	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Average	Remarks
Barisal	Average	1969 -2012	79.5	75.9	74.8	79.3	82.3	87.6	87.4	89.1	86.3	84.2	81.0	79.2	82.2	Gap 2002
Faridpur	Average	1969 -2012	74.0	68.4	64.2	70.0	76.8	83.4	82.8	83.5	85.2	81.4	77.6	77.5	77.1	Gap 2002
Jessore	Average	1969 -2012	74.8	69.7	66.5	70.0	75.6	83.4	84.6	84.3	83.6	79.7	75.3	74.3	76.8	Gap 1978 2002
Madaripur	Average	1977 -2013	75.1	70.6	68.2	74.0	78.7	84.2	85.8	84.7	84.1	80.6	76.7	76.5	78.3	Gap 1979 2002
Rajshahi	Average	1969 -2013	75.4	68.4	60.4	63.4	73.9	82.7	86.8	86.0	85.4	81.8	77.0	76.4	76.5	Gap 2002
Rangpur	Average	1969 -2013	82.1	75.7	68.3	73.7	80.2	84.6	83.8	85.0	86.4	84.4	79.1	81.9	80.4	Gap 2002
Dhaka	Average	2003 -2013	69.5	59.2	58.8	67.0	71.9	79.0	80.0	79.6	80.5	75.6	69.0	71.0	71.8	
Ishwardi	Average	2003 -2013	79.5	71.5	64.8	68.8	74.5	81.9	84.6	84.7	85.3	82.7	78.1	79.8	78.0	
Bogra	Average	2003 -2013	78.8	69.4	66.4	72.9	75.0	81.4	82.7	83.0	83.3	81.0	75.5	77.9	77.3	
Dinajpur	Average	2003 -2013	81.3	71.9	66.5	73.9	76.9	82.3	83.2	83.6	83.7	82.3	77.7	80.2	78.6	
Sayedpur	Average	2003 -2013	81.1	71.7	67.2	74.4	77.7	82.7	83.6	83.1	83.9	81.3	77.1	79.8	78.6	
Khulna	Average	2003 -2013	79.4	73.7	72.6	74.0	77.1	83.3	86.3	86.0	86.5	84.0	79.9	80.9	80.3	
Mongla	Average	2003 -2013	77.0	71.7	72.5	76.1	78.8	85.2	88.1	88.4	88.2	84.3	79.9	79.3	80.8	
Satkira	Average	2003 -2013	77.3	72.5	71.3	72.7	74.3	80.9	84.7	85.2	85.3	83.2	78.9	79.1	78.8	
Chuadanga	Average	2003 -2013	79.1	72.2	67.0	69.5	73.8	81.9	86.2	85.9	86.3	83.5	79.1	80.6	78.8	
Patuakhali	Average	2003 -2013	81.3	75.9	77.1	80.6	83.3	88.3	90.5	89.9	90.1	87.1	84.1	83.2	84.3	
Khepupara	Average	2003 -2013	76.3	72.9	75.2	77.4	79.7	85.3	87.6	87.3	87.1	84.9	80.9	78.7	81.1	
Bhola	Average	2006 -2010	86.0	99.0	93.5	83.5	101.5	90.0	89.0	103.0	90.5	89.0	98.0	94.5	93.1	
Bangaldesh	Average		78.2	72.8	69.7	73.4	78.5	83.8	85.4	86.2	85.7	82.8	79.2	79.5	79.6	

出典：JICA 調査団, BMD



出典：JICA 調査団, BMD

図 4.3.6 17 観測所での月間平均相対湿度

3) 風速及び風向

17(18)観測所での月間最大及び平均風速を図 4.3.7、図 4.3.8、表 4.3.4 と表 4.3.5 に示す。

「バ」国での風向は夏季と冬季の季節風の反転に特徴づけられる。冬季の間、高気圧の中心はインド北西部にある。寒気の流れは、この高気圧から東方に流れ、右回り、ほぼ直角にその経路を変えることにより北東方面より「バ」国に入る。この風は南アジア亜大陸の冬季モンスーンの循環の一環である。この季節の間は、「バ」国の中の風は一般に北からの成分をもつ。一方、夏季の間、低気圧の中心は、激しい地表熱によりインドの中西部で発達する。結果として、ベンガル湾から暖気と湿り空気が、「バ」国の中を通過して、上記の低気圧に向かって流れる。この風は、亜大陸の夏季のモンスーンの循環の一環である。そのため、夏季の間の「バ」国の卓越風の風向は一般に南からの成分をもつ。

平均風速は Jessore を除き、おおよそ 1-3m/s の範囲内にある。最大風速は、「バ」国南部でサイクロンの影響を受け、その値は 2007 年 Barisal で 40m/s を記録した。

表 4.3.4 17 観測所での月間最大風速

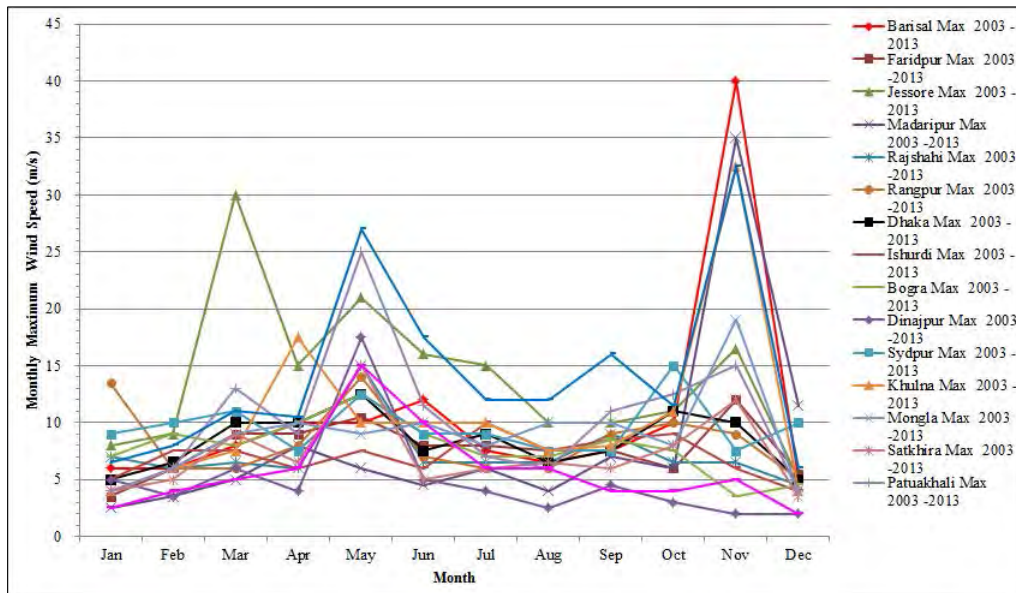
Station	Item	Period of Record	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Max	Remarks
Dhaka	Maximum	2003 -2013	5.0	6.5	10.0	10.0	12.5	7.5	9.0	6.5	7.5	11.0	10.0	5.0	12.5	
Faridpur	Maximum	2003 -2013	3.5	6.0	9.0	9.0	10.5	8.0	8.0	7.5	7.5	6.0	12.0	5.5	12.0	
Madaripur	Maximum	2003 -2013	2.5	3.5	5.0	8.0	6.0	4.5	6.0	4.0	7.0	6.0	35.0	11.5	35.0	
Rajshahi	Maximum	2003 -2013	7.0	6.0	6.5	6.0	15.0	6.5	6.5	6.5	9.0	6.5	6.5	4.5	15.0	
Ishurdi	Maximum	2003 -2013	5.0	7.5	7.5	6.0	7.5	6.0	10.0	7.5	8.5	9.0	6.0	4.0	10.0	
Bogra	Maximum	2003 -2013	7.0	9.0	8.0	10.0	12.5	9.0	7.0	7.0	8.5	7.5	3.5	4.5	12.5	
Rangpur	Maximum	2003 -2013	13.5	6.0	6.0	8.0	14.0	7.0	6.0	6.0	9.0	10.0	9.0	5.0	14.0	
Dinajpur	Maximum	2003 -2013	5.0	3.5	6.0	4.0	17.5	5.0	4.0	2.5	4.5	3.0	2.0	2.0	17.5	
Sydpur	Maximum	2003 -2013	9.0	10.0	11.0	7.5	12.5	9.0	9.0	7.5	7.5	15.0	7.5	10.0	15.0	
Khulna	Maximum	2003 -2013	4.0	6.0	7.5	17.5	10.0	10.0	10.0	7.5	8.0	11.0	32.5	4.0	32.5	
Mongla	Maximum	2003 -2013	4.0	6.0	9.0	10.0	9.0	10.0	8.0	10.0	10.0	8.0	19.0	4.0	19.0	
Satkhira	Maximum	2003 -2013	4.0	5.0	9.0	6.5	15.0	5.0	6.0	6.5	6.0	8.0	12.0	3.5	15.0	
Jessore	Maximum	2003 -2013	8.0	9.0	30.0	15.0	21.0	16.0	15.0	10.0	10.0	11.0	16.5	5.0	30.0	
Barisal	Maximum	2003 -2013	6.0	6.0	8.0	10.0	10.0	12.0	7.5	6.5	7.5	10.0	40.0	5.0	40.0	
Patuakhali	Maximum	2003 -2013	4.0	6.0	13.0	9.0	25.0	11.5	7.0	6.0	11.0	12.5	15.0	4.0	25.0	
Khepupara	Maximum	2003 -2013	6.5	8.0	11.0	10.5	27.0	17.5	12.0	12.0	16.0	11.5	32.5	6.0	32.5	
Bhola	Maximum	2003 -2013	2.5	4.0	5.0	6.0	15.0	10.0	6.0	6.0	4.0	4.0	5.0	2.0	15.0	
Bangladesh	Maximum	2003 -2013	13.5	10.0	30.0	17.5	27.0	17.5	15.0	12.0	16.0	15.0	40.0	11.5	40.0	

出典：BMD

表 4.3.5 18 観測所での月間平均風速

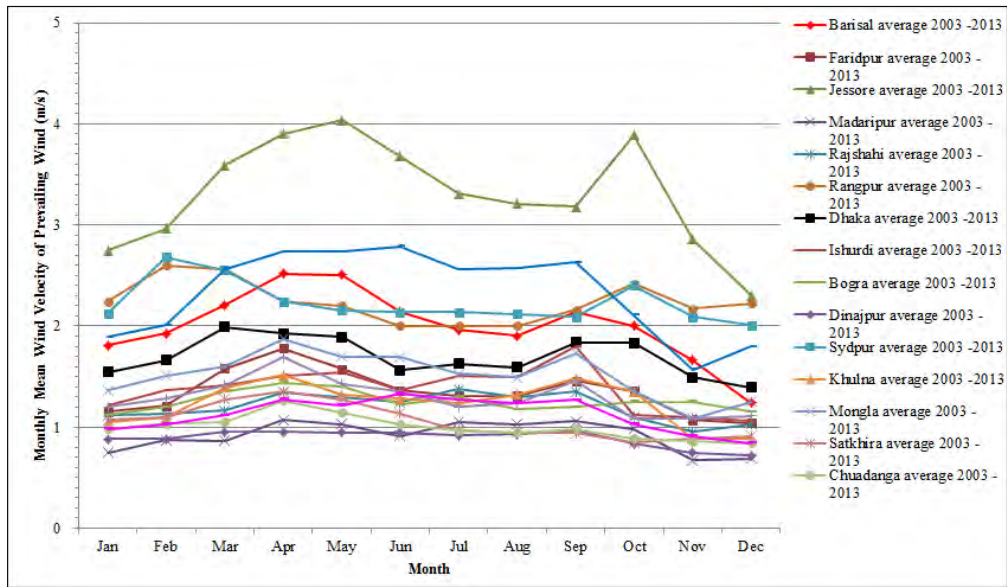
Station	Item	Period of Record	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Average	Remarks
Dhaka	Average	2003 -2013	1.55	1.66	1.99	1.93	1.89	1.56	1.63	1.59	1.84	1.83	1.49	1.39	2.0	
Faridpur	Average	2003 -2013	1.15	1.21	1.58	1.78	1.57	1.36	1.31	1.31	1.46	1.36	1.07	1.04	1.8	
Madaripur	Average	2003 -2013	0.75	0.87	0.86	1.07	1.03	0.91	1.05	1.03	1.06	0.98	0.67	0.69	1.1	
Rajshahi	Average	2003 -2013	1.12	1.13	1.16	1.35	1.29	1.25	1.37	1.29	1.35	1.10	0.95	1.03	1.4	
Ishurdi	Average	2003 -2013	1.22	1.36	1.42	1.51	1.54	1.36	1.51	1.50	1.80	1.12	1.10	1.06	1.8	
Bogra	Average	2003 -2013	1.12	1.20	1.36	1.44	1.40	1.22	1.30	2.18	1.20	1.25	1.25	1.15	1.4	
Rangpur	Average	2003 -2013	2.24	2.60	2.56	2.24	2.20	2.00	2.00	2.00	2.16	2.42	2.18	2.23	2.6	
Dinajpur	Average	2003 -2013	0.88	0.88	0.95	0.95	0.95	0.95	0.92	0.93	0.97	0.84	0.75	0.72	1.0	
Sydpur	Average	2003 -2013	2.13	2.68	2.55	2.25	2.15	2.14	2.14	2.12	2.09	2.40	2.09	2.01	2.7	
Khulna	Average	2003 -2013	1.05	1.10	1.39	1.52	1.32	1.28	1.24	1.32	1.48	1.35	0.89	0.88	1.5	
Mongla	Average	2003 -2013	1.36	1.51	1.60	1.87	1.70	1.69	1.53	1.49	1.73	1.36	1.09	1.25	1.9	
Satkhira	Average	2003 -2013	1.07	1.09	1.27	1.35	1.27	1.14	0.97	0.95	0.94	0.85	0.88	0.91	1.4	
Jessore	Average	2003 -2013	2.75	2.96	3.59	3.90	4.04	3.68	3.31	3.21	3.18	3.89	2.86	2.30	4.0	
Chuadanga	Average	2003 -2013	0.98	1.04	1.05	1.26	1.15	1.03	0.96	0.95	0.98	0.89	0.86	0.84	1.3	
Barisal	Average	2003 -2013	1.81	1.93	2.21	2.52	2.51	2.15	1.96	1.90	2.14	2.00	1.66	1.24	2.5	
Patuakhali	Average	2003 -2013	1.20	1.28	1.42	1.69	1.43	1.35	1.20	1.24	1.46	1.08	1.09	1.11	1.7	
Khepupara	Average	2003 -2013	1.89	2.01	2.56	2.74	2.74	2.79	2.56	2.57	2.63	2.11	1.57	1.80	2.8	
Bhola	Average	2003 -2013	0.98	1.03	1.12	1.27	1.22	1.34	1.27	1.24	1.27	1.03	0.91	0.84	1.3	
Bangladesh	Average	2003 -2013	1.40	1.53	1.70	1.81	1.74	1.62	1.57	1.54	1.65	1.55	1.30	1.25	1.8	

出典：BMD



出典：BMD

図 4.3.7 18 観測所での月間最大風速



出典：BMD

図 4.3.8 18 観測所での月間平均風速

4) 日照時間

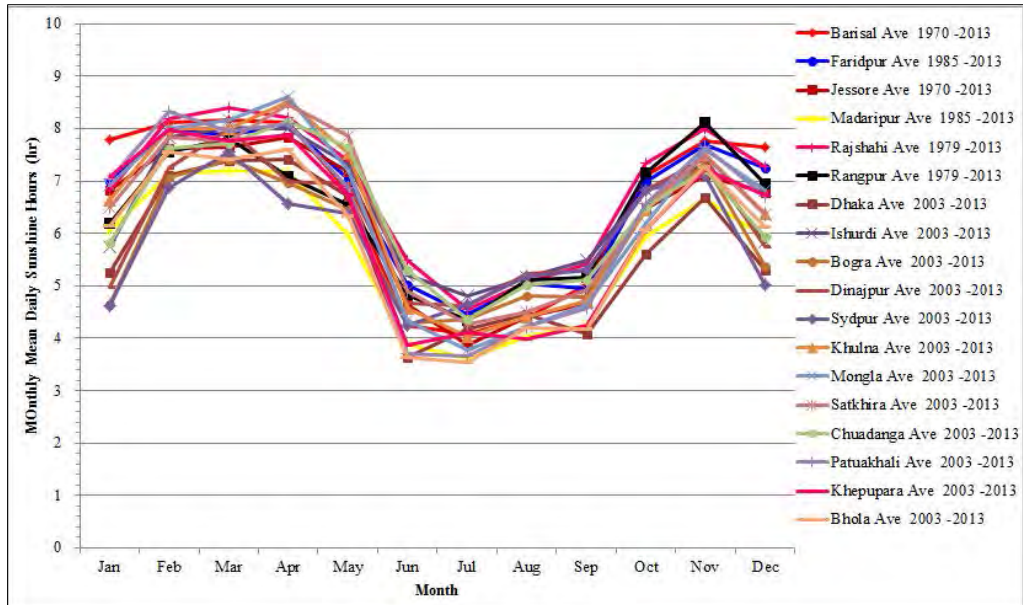
18 観測所での月間平均日照時間を図 4.3.9 と表 4.3.6 に示す。

日照時間は冬季モンスーンと夏季モンスーンに一致して、2 つの相反する季節パターンを示す。雨季の進行と共に、雲量が増加し、日照時間は減少する。

表 4.3.6 18 観測所での月間平均日照時間

Station	Item	Period of Record	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Average	Remarks
Barisal	Average	1970 -2013	7.8	8.1	8.2	8.1	6.8	4.2	4.1	4.4	5.0	7.1	7.8	7.7	6.6	Gap 1978
Faridpur	Average	1985 -2013	7.0	8.0	7.9	8.1	7.0	5.0	4.5	5.0	5.0	7.0	7.7	7.2	6.6	
Jessore	Average	1970 -2013	6.8	7.6	7.6	7.8	7.2	4.7	3.9	4.4	4.7	6.5	7.1	6.8	6.3	Gap 1971
Madaripur	Average	1985 -2013	6.1	7.1	7.2	7.2	6.0	3.9	3.6	4.0	4.3	5.9	6.7	5.9	5.7	Gap 1985-1986_1989
Rajshahi	Average	1979 -2013	6.8	8.2	8.4	8.2	7.4	5.5	4.6	5.1	5.4	7.3	8.0	7.3	6.8	Gap 1980_2007
Rangpur	Average	1979 -2013	6.2	7.5	7.8	7.1	6.5	4.8	4.3	5.1	5.2	7.2	8.1	6.9	6.4	
Dhaka	Average	2003 -2013	5.3	7.1	7.4	7.4	6.7	3.6	4.2	4.5	4.1	5.6	6.7	5.3	5.7	
Ishurdi	Average	2003 -2013	5.7	7.8	8.0	8.0	7.3	5.2	4.8	5.2	5.5	6.8	7.3	5.8	6.5	
Bogra	Average	2003 -2013	4.6	7.1	7.4	7.0	6.5	4.3	4.4	4.8	4.8	6.5	7.3	5.4	5.8	
Dinajpur	Average	2003 -2013	5.0	7.2	8.0	7.0	6.9	4.7	4.6	5.2	5.3	6.8	7.4	5.8	6.2	
Sydpur	Average	2003 -2013	4.6	6.9	7.6	6.6	6.4	4.3	4.7	5.2	5.3	6.8	7.1	5.0	5.9	
Khulna	Average	2003 -2013	6.6	8.0	8.0	8.5	7.5	4.6	4.0	4.4	4.7	6.5	7.5	6.4	6.4	
Mongla	Average	2003 -2013	6.9	8.0	8.2	8.6	7.2	4.3	3.8	4.2	4.6	6.2	7.6	6.8	6.4	
Satkhira	Average	2003 -2013	6.5	7.8	7.8	8.5	7.8	4.9	4.3	4.5	4.9	6.5	7.5	6.4	6.4	
Chuadanga	Average	2003 -2013	5.8	7.6	7.7	8.1	7.6	5.3	4.4	5.0	5.1	6.5	7.2	5.9	6.4	
Patuakhali	Average	2003 -2013	7.0	8.3	8.0	8.1	6.9	3.7	3.7	4.2	4.6	6.6	7.6	6.7	6.3	
Khepupara	Average	2003 -2013	7.1	8.0	7.8	7.9	6.7	3.9	4.1	4.0	4.2	6.1	7.2	6.7	6.1	
Bhola	Average	2003 -2013	6.1	7.6	7.4	7.6	6.3	3.6	3.6	4.2	4.2	6.1	7.3	6.1	5.8	
Bangladesh	Average		6.2	7.7	7.8	7.8	6.9	4.5	4.2	4.6	4.8	6.6	7.4	6.3	6.2	

出典：JICA 調査団, BMD



出典：JICA 調査団，BMD

図 4.3.9 18 観測所での月間平均日照時間

(2) 降雨量

1) 月間及び年間平均降雨量

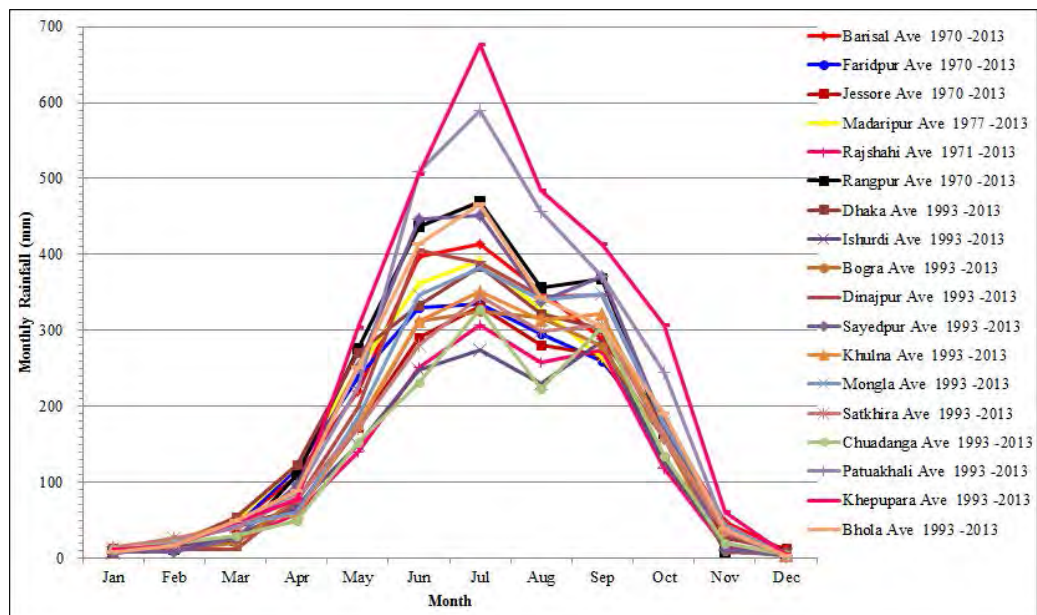
18 観測所での月間平均降雨量を図 4.3.10 と 表 4.3.7 に示す。

「バ」国は熱帯モンスーン地域にあり、降雨量は非常に高い。そして、降雨量の年間サイクルには、気温の年間サイクルよりさらに顕著で、はっきりと区別できる季節パターンがある。冬の季節は総年間降雨量の 2%から 4%のみに過ぎない。雨季の降雨はベンガル湾から「バ」国に入る熱帯低気圧により引き起こされる。例えば、図 4.3.11 に示すとおり、2013 年 7 月の降雨量は中西部の Rajshahi の 101mm から南東部の Cox' s Bazar での 1000mm 以上まで変化しており、その変動幅は急激である。「バ」国西部地域での年間平均降雨量の地理的分布は、中西部の Ishurdi の 1456mm から南部の Khepupara の 2910mm までの変動を示す。

表 4.3.7 18 観測所での月間平均降雨量

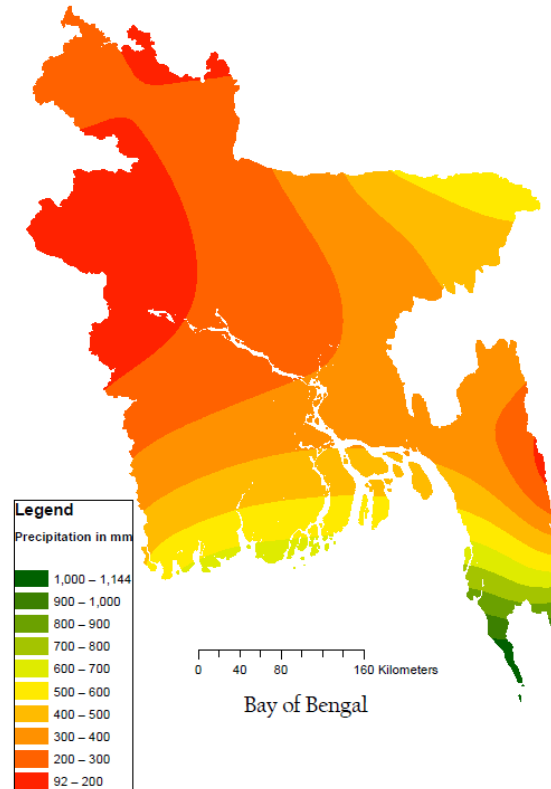
Station	Item	Period of Record	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total	Remarks
Barisal	Average	1970 -2013	8	22	45	108	220	398	415	351	289	178	48	11	2085	
Faridpur	Average	1970 -2013	7	25	43	117	237	329	335	296	260	161	33	11	1854	
Jessore	Average	1970 -2013	13	22	42	66	173	291	332	281	267	132	27	13	1654	
Madaripur	Average	1977 -2013	8	22	49	124	249	361	392	328	264	161	34	4	1981	
Rajshahi	Average	1971 -2013	9	14	23	58	139	251	308	258	274	119	15	9	1473	
Rangpur	Average	1970 -2013	8	11	23	110	275	437	470	356	367	164	8	7	2237	
Dhaka	Average	1993 -2013	7	19	54	122	271	333	384	322	301	175	28	8	2024	
Ishurdi	Average	1993 -2013	7	15	28	69	150	247	274	230	286	126	18	5	1456	
Bogra	Average	1993 -2013	9	12	20	79	175	313	325	317	279	158	10	3	1700	
Dinajpur	Average	1993 -2013	9	11	12	76	198	405	388	345	346	178	9	4	1980	
Sayedpur	Average	1993 -2013	9	8	26	97	252	447	451	338	371	176	11	4	2189	
Khulna	Average	1993 -2013	15	24	46	57	177	312	352	314	321	161	38	3	1821	
Mongla	Average	1993 -2013	10	20	43	60	186	346	382	341	349	177	44	3	1960	
Satkhira	Average	1993 -2013	14	26	40	80	170	281	344	299	306	158	35	4	1757	
Chuadanga	Average	1993 -2013	12	19	29	49	152	232	328	223	304	134	20	5	1507	
Patuakhali	Average	1993 -2013	8	20	43	87	224	509	589	457	371	244	39	1	2593	
Khepupara	Average	1993 -2013	11	16	47	77	303	506	677	485	414	307	62	5	2910	
Bhola	Average	1993 -2013	8	16	49	88	251	414	466	343	306	191	38	4	2173	
Bangladesh	Average		9	18	37	85	211	356	401	327	315	172	29	6	1964	

出典： JICA 調査団, BMD



出典： JICA 調査団, BMD

図 4.3.10 18 観測所での月間平均降雨量



出典：BMD

図 4.3.11 2013 年 7 月の月間降雨量の等雨量線図

2) 年間降雨量の長期変動

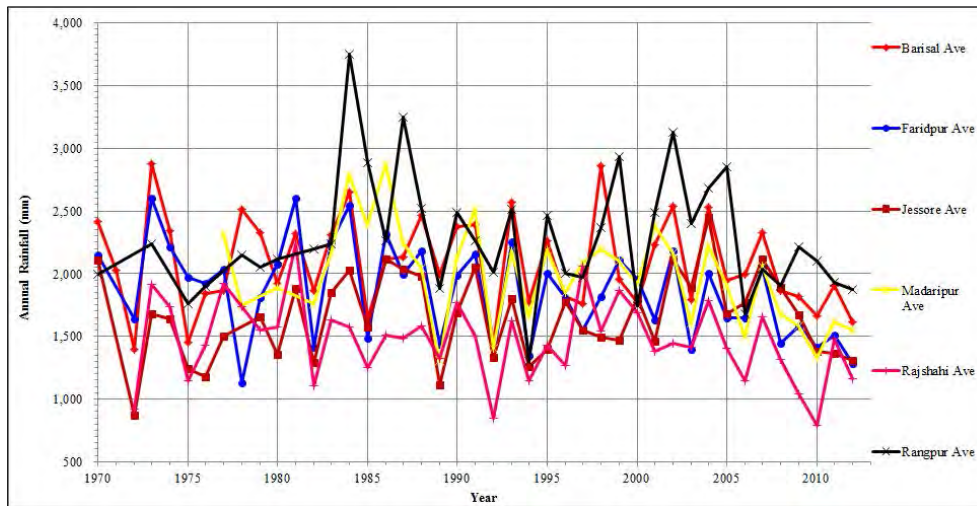
6 観測所での年間降雨量の長期変動を図 4.3.12 と表 4.3.8 に示す。

6 観測所で年間降雨量の長期の変動がある。各観測所で変動の範囲は 1500mm から 2400mm の幅にある。例として、図 4.3.13 に Jessore と Rangpur での 5 年間の「移動平均」を用いた年間降雨量の長期変動を示すが、この図によれば、豊水期と乾期のサイクルははっきりとはしないが、この図によれば豊水期と乾期の存在は明確である。（しかしながら、この図から最近の年間降水量の上昇傾向が継続していることは認識できない。）

表 4.3.8 6 観測所での年間降雨量の長期変動

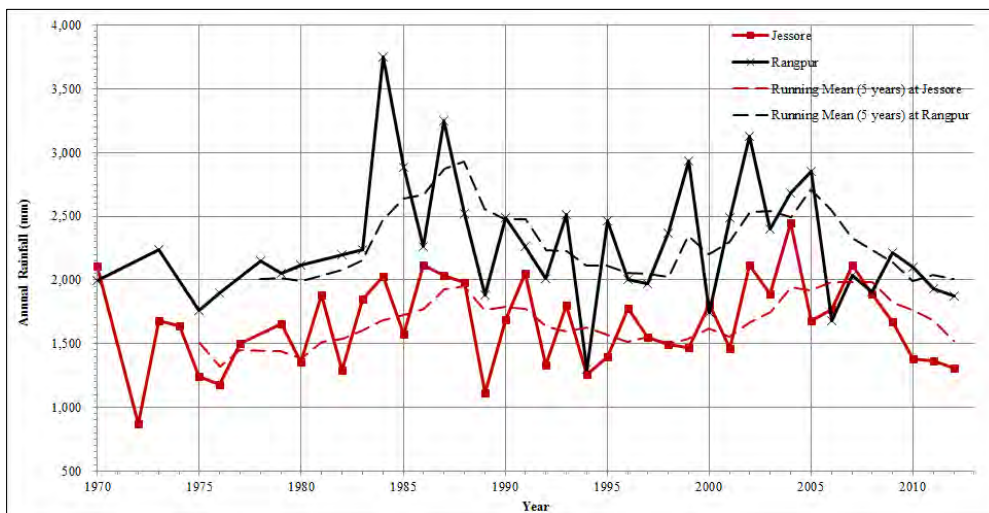
Station	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
Barisal	2413	2025	1396	2877	2346	1450	1845	1862	2516	2325	1919	2322	1868	2312	2649	1645	2119	2129	2464	1994	2378	2392	1439	2566	1777
Faridpur	2152	****	1642	2599	2211	1969	1924	2039	1130	1809	2072	2599	1410	2251	2544	1482	2319	1993	2183	1438	1985	2156	1336	2256	1344
Jessore	2108	****	870	1678	1640	1243	1179	1500	****	1651	1358	1879	1295	1848	2031	1576	2118	2039	1976	1117	1686	2052	1333	1802	1260
Madaripur	-	-	-	-	-	-	-	2321	1748	****	1892	****	1758	2164	2790	2390	2865	2246	2041	1304	2127	2511	1407	2184	1663
Rajshahi	-	****	921	1914	1736	1144	1427	1918	1734	1548	1576	2241	1103	1629	1575	1252	1510	1487	1584	1325	1767	1498	843	1623	1142
Rangpur	1997	****	****	2237	****	1763	1895	****	2145	2048	2120	****	2201	2238	3748	2882	2264	3247	2524	1878	2487	2263	2007	2510	1301
Station	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Remarks					
Barisal	2258	1819	1758	2858	1955	1770	2228	2537	1795	2529	1943	1998	2328	1864	1820	1662	1909	1617	****	Gap 2013					
Faridpur	2006	1810	1548	1818	2105	1952	1634	2179	1400	2001	1650	1649	2040	1443	1584	1409	1509	1279	****	Gap 1971_2013					
Jessore	1397	1775	1553	1490	1467	1811	1457	2120	1892	2444	1678	1769	2119	1888	1668	1380	1361	1305	****	Gap 1971_1978_2013					
Madaripur	2189	1847	2087	2200	2099	1917	2379	2165	1608	2221	1905	1503	2061	1679	1580	1330	1613	1546	****	Gap 1979_1981_2013					
Rajshahi	1432	1269	2062	1540	1862	1690	1382	1445	1412	1786	1405	1145	1658	1315	1043	792	1475	1164	****	Gap 1971_2013					
Rangpur	2461	2004	1971	2365	2931	1745	2492	3127	2402	2680	2853	1682	2037	1907	2217	2102	1932	1877	****	Gap 1971-1972_1974_1977_1981_2013					

出典：JICA 調査団, BMD



出典：JICA 調査団, BMD

図 4.3.12 6 観測所での年間降雨量の長期変動



出典：JICA 調査団

図 4.3.13 Jessore と Rangpur での年間降雨量と 5 年間移動平均降雨量

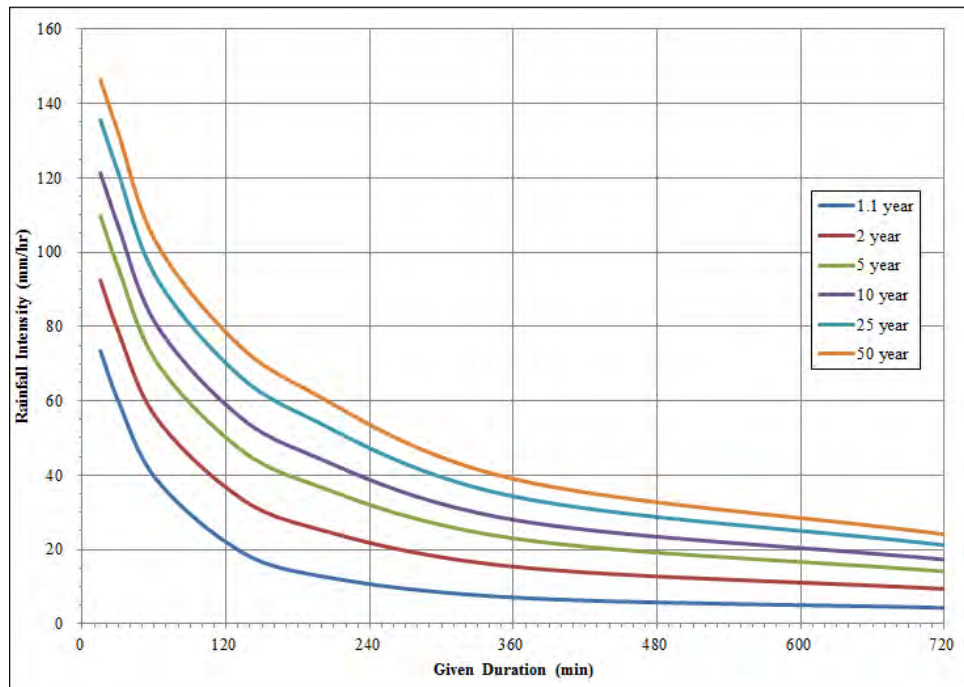
3) 降雨の超過確率と強度曲線

図 4.3.14、表 4.3.9 と 表 4.3.10 に示すとおり、ダッカでの降雨の超過確率と降雨強度曲線は地方行政技術局 (LGED) の「都市排水マニュアル」により示されている。設計降雨強度はダッカでの値に各地区の換算率を乗じることによって計算される。

表 4.3.9 ダッカでの確率年別降雨強度

Return Period (years)	Rainfall Intensity (mm/hr) in given duration							Remarks
	15minutes	30minutes	60minutes	120minutes	180minutes	360minutes	720minutes	
	0.25 hours	0.50 hours	1 hours	2 hours	3 hours	6 hours	12 hours	
1.1	73.5	59.9	39.6	22.0	14.0	7.1	4.3	
2	92.4	78.6	56.2	36.7	27.0	15.4	9.4	
5	109.7	95.7	71.4	50.1	39.0	23.0	14.1	
10	121.3	107.0	81.4	58.9	46.9	28.0	17.3	
25	135.6	121.3	94.1	70.1	56.9	34.3	21.2	
50	146.3	132.0	103.5	78.4	64.3	39.0	24.1	

出典：都市排水マニュアル(1998)，LGED



出典：都市排水マニュアル(1998)，LGED

図 4.3.14 ダッカでの確率年別降雨強度曲線

表 4.3.10 ダッカでの降雨強度式

Return Period (years)	a	b	c
1.1	72	1.29	0.81
2	110.6	1.02	0.95
5	153.8	0.95	1.12
10	186.8	0.93	1.25

$$i = \frac{a}{T^{b+c}} * m$$

i: Rainfall Intensity (mm/hr)
T: Given Duration (hr)
a, b, c: Constants
m: Conversion Factor each District (0.84~1.79)

出典：都市排水マニュアル(1998)，LGED

4.3.3 水文概況

(1) 情報収集

バングラデシュ水開発局 (BWDB) は「バ」国の大河川の水位観測所の記録を保持している。

対象区域の水文状況を検討するため、86 観測所の年間の高/低水位、及び、6 観測所の年間最大/最小流出量の観測値を収集する

(2) 確率水位の推定

1) 設計高水位 (HFL)

一般に設計高水位 (設計洪水位, HFL) の推算のために 2 つの異なる手法を用いる。一つは (a) 対数ピアソンⅢ型、もう一つは (b) グンベル極値分布 I 型の手法である。この DHWL の計算は、バングラデシュで最も一般的に用いられている (b) の手法を使用することによって行う。(グンベル分布の手法を以下に示す。)

Computation for Probable Flood Level (Gumbel's Extreme Value Type-1 distribution method)

$$K_T = \frac{\sqrt{6}}{\pi} \left[0.5772 + \ln \left\{ \ln \left(\frac{T}{T-1} \right) \right\} \right]$$

And the Extreme Value within that distribution is given by:

$$X_T = \bar{X} + K_T \times \sigma_{n-1}$$

where $X_T = \text{Extreme Value}$

$T = \text{return period in years.}$

$$\bar{X} = \text{Mean} = \frac{\sum x_i}{n}$$

$x_i = \text{annual high flood level (HFL)}$

$n = \text{numbers pf years of records available}$

$\sigma_{n-1} = \text{Standard Deviation}$

86 観測所での確率高水位の結果を表 4.3.11 および表 4.3.12、図 4.3.15 に示す。グンベル分布による計算確率年は、1.1、5、10、20、25、50、100 年確率とする。また、13 観測所の HFL の計算結果も 1999 年の国家水管理計画より追加収集する。

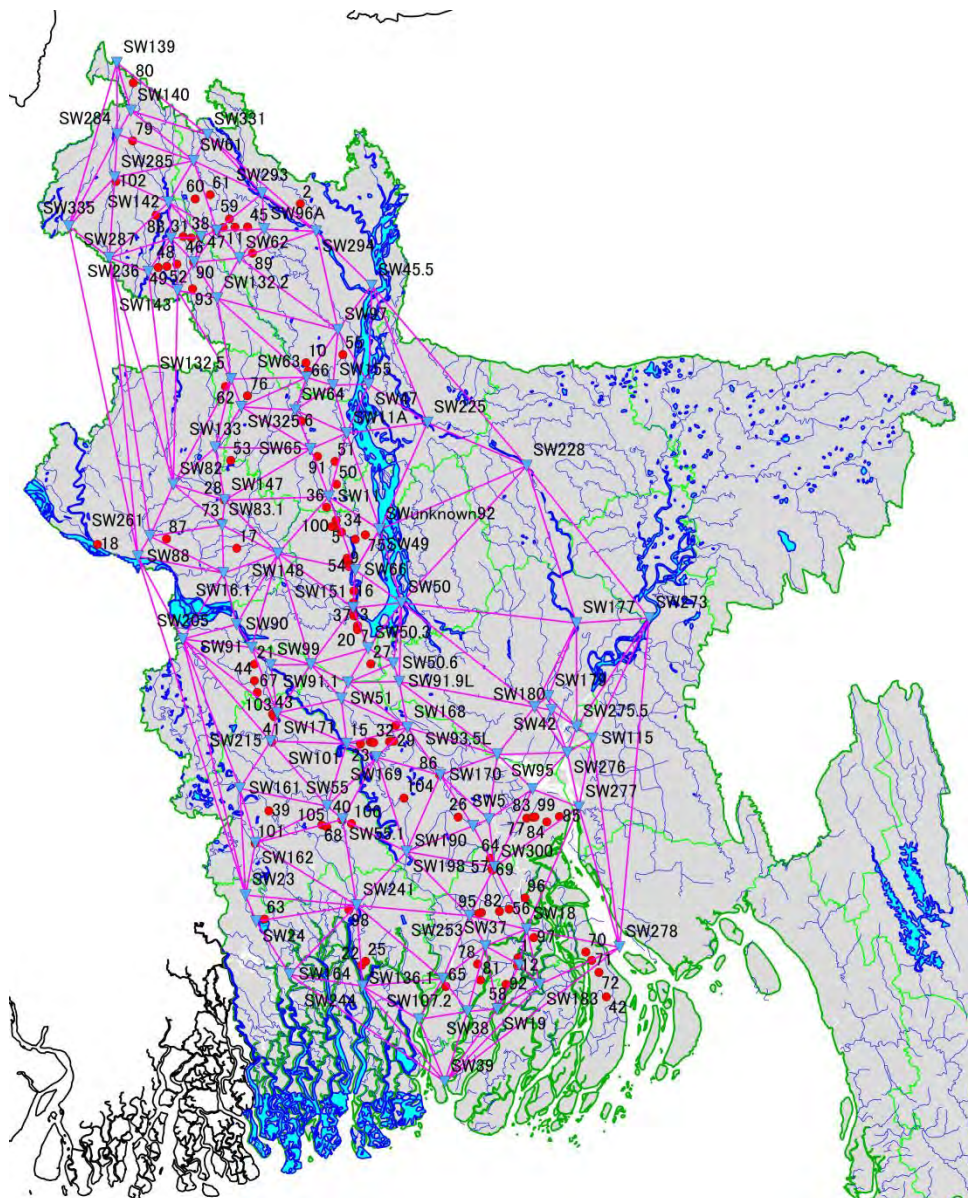
計画橋梁地点での設計高水位は、以下の要領により計算する。



上記要領に基づく計算の後に、各橋梁の確率高水位は、インタビュー調査による過去の水位、地形条件や水理計算等を照査することにより再検討される。

各計画橋梁の分類別の HFL の計画基準は、RHD 基準に準じることで、県道が「20 年確率洪水」、その他高規格道路が「50 年確率洪水」とする。各橋梁の橋桁とのクリアランスのためのフリーボードは少なくとも 30cm 以上を確保する。鋼桁橋の場合は、1.1 年確率洪水に 3.0m のクリアランスをとる。また、橋梁下部が正式の航路の場合（セクション 4.3.4 参照）、SHWL に対して所定のクリアランスが確保される。

各橋梁の設計高水位を表 4.3.13 及び表 4.3.14 に示す。



出典： JICA 調査団

図 4.3.15 TIN 内挿法による HWL の補間

表 4.3.13 計画橋梁地点別の設計 HWL (1)

SN	Bridge ID	Zone	Division	Latitude	Longitude	Bridge Name	Water Level (m, MSL)										Vertical Clearance (m, MSL)					
							1.1 yr (NHWL)	10 yr	20 yr (Design HWL)	50 yr (Design HWL)	100 yr	Applied Calculation High Water Level	Historical WL (by Interview)	Applied Design High Water Level	Bottom of Existing Ret. Cldr.	Necessary Elevation	Design Bottom Level	Free-board				
1	N8_178a	Bansal	Barisal	22.57523	90.33666	Goalia Bazar Bridge	1.61	2.36	2.54	2.76	2.93	2.76	50yr	32.91	1988	2.78	2.78	4.767	1	3.08	4.77	1.99
2	N509_19a	Rangpur	Lalmonirhat	25.90944	89.36611	Shamama Bridge	33.52	34.66	34.92	35.26	35.52	35.26	50yr	32.91	1988	35.26	50yr	34.352	3	35.56	35.56	0.30
3	N5_119a	Rajshahi	Pabna	24.04596	89.60433	Chanda Bridge	10.92	11.25	11.64	12.14	12.51	12.14	50yr	10.21	1988	12.14	50yr	12.547	3	12.44	12.56	0.40
4	N5_127a	Rajshahi	Pabna	24.10685	89.58131	Paigan Bridge	9.59	11.52	11.95	12.51	12.92	12.51	50yr	10.70	1988	12.51	50yr	11.918	3	12.81	12.81	0.30
5	N5_176a	Rajshahi	Seraiganj	24.49098	89.50970	Bhuyagati Bridge	11.03	13.80	14.44	15.26	15.88	15.26	50yr	12.43	1988	15.26	50yr	16.592	3	15.56	16.59	1.33
6	N5_235a	Rangpur	Bogra	24.95429	89.35218	Mohoshian Bridge	15.77	17.64	18.06	18.58	19.00	18.58	50yr	18.13	1988	18.58	50yr	19.504	4	18.88	19.50	0.92
7	N5_120a	Rajshahi	Pabna	24.05006	89.60539	Chanda Bridge	9.56	11.30	11.59	12.14	12.51	12.14	50yr	10.29	1988	12.14	50yr	12.803	3	12.44	12.80	0.66
8	N5_128a	Rajshahi	Seraiganj	24.10884	89.58032	Goihar Bridge	9.59	11.52	11.95	12.51	12.92	12.51	50yr	10.51	1988	12.51	50yr	12.424	3	12.81	12.81	0.30
9	N5_158a	Rajshahi	Seraiganj	24.34696	89.56022	Purbodulia Bridge	10.43	12.80	13.35	14.09	14.63	14.09	50yr	11.93	1988	14.09	50yr	14.192	3	14.39	14.39	0.30
10	N5_265a	Rangpur	Gaibanda	25.20998	89.37933	Supinath Bridge	20.02	21.87	22.36	22.90	23.58	22.90	50yr	20.00	1988	22.90	50yr	22.030	3	23.20	23.20	0.30
11	N5_350b	Rangpur	Rangpur	25.81133	89.04645	Barati Bridge	34.71	36.82	37.37	37.59	38.03	37.59	50yr	37.61	1988	37.61	Interview	38.652	1	37.91	38.65	1.04
12	N8_182a	Bansal	Bansal	22.54080	90.33333	Bakerganj Steel Bridge	1.60	2.41	2.59	2.84	3.02	2.84	50yr	2.57	2007	2.84	50yr	4.249	2	3.14	4.25	1.41
13	N7_025a	Gopalganj	Fandpur	23.60797	89.77770	Jhulibazar Bridge	4.45	7.29	7.89	8.75	9.39	8.75	50yr	7.62	1988	8.75	50yr	8.956	2	9.05	9.05	0.30
14	N7_039a	Gopalganj	Fandpur	23.53718	89.74696	Karimpur Bridge	3.39	6.25	6.96	7.97	8.64	7.97	50yr	6.34	1988	7.97	50yr	10.140	3	8.27	10.14	2.17
15	N7_049a	Gopalganj	Fandpur	23.53743	89.65488	Poikpur Bridge	5.27	7.26	7.84	8.45	9.16	8.45	50yr	7.81	1988	8.45	50yr	7.878	2	8.75	8.75	0.30
16	N5_134a	Rajshahi	Seraiganj	24.15113	89.58649	Nukali Bridge	9.74	11.70	12.15	12.73	13.17	12.73	50yr	10.86	1988	12.73	50yr	12.314	4	13.03	13.03	0.30
17	N6_97a	Rajshahi	Natore	24.39912	89.03121	Dattapara Bridge	11.21	13.44	13.96	14.65	15.15	14.65	50yr	14.29	1988	14.65	50yr	15.380	2	14.95	15.38	0.73
18	R681_10a	Rajshahi	Rajshahi	24.42377	88.36178	Horsonkorpur Bridge	16.95	18.79	19.22	19.77	20.18	19.77	50yr	21.61	1998	21.61	Interview	21.072	1	21.91	21.91	0.30
19	N5_140a	Rajshahi	Seraiganj	24.20225	89.58975	Jugdaha Bridge	9.91	12.05	12.53	13.09	13.57	13.09	50yr	11.45	1988	13.09	50yr	13.330	3	13.39	13.39	0.30
20	N5_118a	Rajshahi	Pabna	24.03262	89.60422	Fundaria Bridge	9.59	11.21	11.58	12.06	12.47	12.06	50yr	10.36	1988	12.06	50yr	12.028	4	12.59	12.59	0.53
21	N704_43a	Khulna	Kushita	23.88814	89.10800	G.K. Bridge	10.57	12.24	12.62	13.05	13.45	13.05	50yr	14.11	1988	14.11	Interview	13.615	1	14.41	14.41	0.30
22	N7_248c	Khulna	Bagerhat	22.55598	89.59497	Gora bridge	2.17	3.01	3.20	3.44	3.64	3.44	50yr	5.36	1988	5.36	Interview	4.547	1	5.66	5.66	0.30
23	N7_054a	Gopalganj	Fandpur	23.52929	89.60843	Barashia Bridge	5.86	7.80	8.22	8.72	9.14	8.72	50yr	8.77	1988	8.77	Interview	9.886	1	9.07	9.89	1.12
24	N5_356a	Rangpur	Rangpur	25.81108	88.98938		35.34	37.58	38.03	38.37	38.82	38.37	50yr	38.19	1988	38.37	50yr	39.267	2	38.67	39.27	0.89
25	N7_246a	Khulna	Bagerhat	22.57306	89.61417	Batali bridge	2.19	2.97	3.16	3.36	3.54	3.36	50yr	4.75	1988	4.75	Interview	7.342	1	5.05	7.34	2.59
26	N8_095a	Gopalganj	Madaripur	23.19906	90.06697	Angram bridge	2.93	4.47	4.82	5.29	5.63	5.29	50yr	7.05	1988	7.05	Interview	7.465	1	7.35	7.47	0.42
27	N505_2a	Rajshahi	Pabna	23.88051	89.66450	Kazir Hat Bridge	8.65	10.18	10.54	11.03	11.38	11.03	50yr	11.72	1988	11.72	Interview	11.778	1	12.02	12.02	0.30
28	R548_28a	Rajshahi	Naogaon	24.61256	88.97474	Alrai Bridge	12.58	13.85	14.14	14.52	14.81	14.52	50yr	14.00	1988	14.52	50yr	17.890	4	18.84	18.84	4.32
29	N7_036c	Gopalganj	Fandpur	23.53911	89.76787	Kanaipur Bridge	3.11	6.18	7.11	7.88	8.57	7.88	50yr	6.81	1988	7.88	50yr	8.761	2	8.18	8.76	0.89
30	N7_048a	Gopalganj	Fandpur	23.53526	89.66586	Brahmankanda Bridge	5.12	7.22	7.75	8.44	8.99	8.44	50yr	7.69	1988	8.44	50yr	8.017	2	8.74	8.74	0.30
31	N5_378a	Rangpur	Dinapur	25.76659	88.83291	Saidangi Bridge	37.95	39.77	40.16	40.54	40.92	40.54	50yr	39.85	1988	40.54	50yr	40.393	3	40.84	40.84	0.30
32	N7_047a	Gopalganj	Fandpur	23.53437	89.67187	Bimankanda Bridge	4.94	7.12	7.67	8.48	8.99	8.48	50yr	7.68	1988	8.48	50yr	10.092	3	8.78	10.09	1.61
33	N5_156a	Rajshahi	Seraiganj	24.33330	89.56192	Chowkidhoh Bridge	10.36	12.69	13.23	14.01	14.45	14.01	50yr	11.01	1988	14.01	50yr	13.822	3	14.31	14.31	0.30
34	N5_172a	Rajshahi	Seraiganj	24.46282	89.53583	Noun Dhoah Bridge	10.89	13.67	14.28	15.12	15.74	15.12	50yr	13.38	1988	15.12	50yr	15.577	3	15.42	15.58	0.45
35	N5_179a	Rajshahi	Seraiganj	24.51525	89.51174	Dhalia Bridge	11.13	13.93	14.61	15.43	16.22	15.43	50yr	13.51	1988	15.43	50yr	14.367	3	15.73	15.73	0.30
36	N5_188a	Rangpur	Bogra	24.57326	89.46623	Ghoga Bridge	11.34	14.26	14.93	15.82	16.47	15.82	50yr	13.08	1988	15.82	50yr	15.625	3	16.12	16.12	0.30
37	N5_126a	Rajshahi	Pabna	24.05295	89.58880	Vitapara Bridge	9.64	11.43	11.89	12.38	12.83	12.38	50yr	10.68	1988	12.38	50yr	12.784	4	12.68	12.78	0.40
38	N518_4a	Rangpur	Mphamasi	25.77357	88.87754	Khorkhon bridge	37.99	39.50	40.02	40.45	41.25	40.45	50yr	39.83	1988	40.45	50yr	39.771	3	40.75	40.75	0.30
39	N7_141b	Khulna	Jessore	23.24180	89.16656	Bun Bhaerab Bridge	2.89	5.00	5.49	6.11	6.58	6.11	50yr	5.43	1988	6.11	50yr	6.595	2	6.41	6.60	0.48
40	R720_44a	Khulna	Narail	23.19756	89.51320	Gurakhali Bridge	2.41	4.21	4.63	5.14	5.54	5.14	50yr	6.16	1971	6.16	Interview	5.106	1	6.46	6.46	0.30
41	N703_Sd	Khulna	Jhenaidah	23.54434	89.18502	Dhopa Ghata Bridge	5.03	7.04	7.50	8.04	8.53	8.04	50yr	4.28	1972	8.04	50yr	7.721	3	8.34	8.34	0.30
42	R880_45a	Bansal	Bhola	22.39444	90.75028	Dawrey Bridge	2.74	3.50	3.68	3.87	4.04	3.87	50yr	3.39	2007	3.87	50yr	4.334	3	4.17	4.33	0.46
43	N704_14a	Khulna	Jhenaidah	23.66693	89.19069	Barda Bridge	5.61	8.11	8.68	9.42	9.98	9.42	50yr	6.93	2004	9.42	50yr	9.344	3	9.72	9.72	0.30
44	N704_33a	Khulna	Kushita	23.81508	89.10669	Balipara Bridge	9.59	10.59	11.67	11.76	12.43	11.76	50yr	11.13	1988	11.76	50yr	11.019	2	12.06	12.06	0.30
45	N5_344c	Rangpur	Rangpur	25.81161	89.10748		33.87	36.06	36.49	36.81	37.24	36.81	50yr	37.55	1988	37.55	Interview	38.710	1	37.85	38.71	1.16
46	N5_382a	Rangpur	Dinapur	25.77362	88.79370	Izharoli Bridge	38.51	39.96	40.32	40.95	41.31	40.95	50yr	41.61	1988	41.61	Interview	42.006	1	41.91	42.01	0.40
47	N5_350a	Rangpur	Rangpur	25.79629	88.95549	Chikli Bridge	35.48	37.31	37.84	38.40	39.24	38.40	50yr	37.89	1988	38.40	50yr	37.143	3	38.70	38.70	0.30
48	Z5025_55a	Rangpur	Dinapur	25.65236	88.76100	Kakra Bridge	34.35	35.95	36.35	36.88	37.26	36.35	20yr	35.72	1988	36.35	20yr	36.024	4	37.35	37.35	0.99
49	Z5025_84a	Rangpur	Dinapur	25.63913	88.67052	Gabura Bridge	33.05	34.52	34.88	35.38	35.72	34.88	20yr	35.16	1988	35.16	Interview	35.912	1	35.46	35.91	0.75
50	Z54																					

表 4.3.14 計画橋梁地点別の設計 HWL (2)

SN	Bridge ID	Zone	Division	Latitude	Longitude	Bridge Name	Water Level (m, MSL)										Vertical Clearance (m, MSL)					
							1.1 yr (NHWL)	10 yr	20 yr (Design HWL)	50 yr (Design HWL)	100 yr	Applied Calculation High Water Level	Historical WL (by Interview)	Applied Design High Water Level	Bottom of Existing Rd. Center	Necessary Freeboard	Design Bottom Level	Free-board				
54	N500_5a	Rajshahi	Seraganj	24.31051	89.56874	Pura Mukto Monch Bridge	10.29	12.80	13.13	13.80	14.32	13.80	50yr	13.08	1988	13.80	50yr	14.133	2	14.10	14.13	0.33
55	Z592_10a	Rangpur	Gaibanda	25.24301	89.55842	Sardoa Khali Bdgoe	19.03	21.57	22.14	22.82	23.38	22.14	20yr	19.00	1988	22.14	20yr	21.566	4	22.44	22.44	0.30
56	N8_152c	Bansal	Bansal	22.78977	90.29965	Rahamatpur Bdgoe	1.74	2.64	2.84	3.11	3.26	3.11	50yr	3.42	2007	3.42	Interview	6.004	1	3.72	6.00	2.58
57	N8_127b	Bansal	Bansal	22.97476	90.22222	Gouragata Bdgoe	1.73	3.49	3.89	4.41	4.83	4.41	50yr	3.47	2007	4.41	50yr	5.776	2	4.71	5.78	1.36
58	Z052_003a	Bansal	Patuakhali	22.36149	90.23581	Gabkila Steel Bdgoe	2.02	2.88	3.07	3.33	3.52	3.07	20yr	2.93	2007	3.07	20yr	2.534	2	3.37	3.37	0.30
59	Z5015_22a	Rangpur	Niphaman	25.84820	89.01941	Bahaghi Bridge	36.90	38.42	38.84	39.63	40.03	38.84	20yr	39.64	1988	39.64	Interview	39.453	1	39.94	39.94	0.30
60	Z5701_1a	Rangpur	Niphaman	25.93820	88.89461	Anandababur Pool	42.68	45.00	45.54	46.23	47.75	45.54	20yr	46.67	1988	46.67	Interview	47.561	1	46.97	47.56	0.89
61	Z5701_3a	Rangpur	Niphaman	25.95859	88.92791	Duhuli Bridge	43.13	44.85	45.25	45.76	46.15	45.25	20yr	44.50	1988	45.25	20yr	45.089	2	45.55	45.55	0.30
62	RS45_151c	Rangpur	Joyuphat	25.11106	88.98848	Mongle ban Kuthan Bdgoe	18.17	20.70	21.29	22.04	22.61	22.04	50yr	21.82	1985	22.04	50yr	22.542	4	22.34	22.54	0.60
63	R760_04c	Khulna	Sakhira	22.76601	89.13783	Shakdaha Bdgoe	2.48	3.48	3.71	4.00	4.22	4.00	50yr	2.18	2004	4.00	50yr	1.748	2	4.30	4.30	0.30
64	N8_123a	Bansal	Bansal	23.01499	90.21573	Souderkhali Bdgoe	1.95	3.68	4.07	4.57	4.94	4.57	50yr	4.11	1988	4.57	50yr	4.554	2	4.87	4.87	0.30
65	Z9701_3d	Bansal	Procpur	22.45557	89.99217	Bottala Bridge	2.05	2.47	2.58	2.67	2.77	2.58	20yr	3.02	2007	3.02	Interview	2.378	1	3.32	3.32	0.30
66	N5_260b	Rangpur	Gaibanda	25.17302	89.38917	Kasakhali Bridge	19.47	21.27	21.69	22.29	22.70	22.29	50yr	21.86	1988	22.29	50yr	22.587	4	22.59	22.59	0.30
67	N704_27b	Khulna	Kushia	23.76316	89.11935	Bilpara Bridge	8.72	9.60	10.87	10.90	11.62	10.90	50yr	9.12	2007	10.90	50yr	9.522	2	11.20	11.20	0.30
68	R750_22c	Khulna	Naral	23.17611	89.41748	Bhangura Bdgoe	2.17	3.58	3.90	4.32	4.63	4.32	50yr	3.16	1988	4.32	50yr	4.144	2	4.62	4.62	0.30
69	N8_129a	Bansal	Bansal	22.96278	90.22483	Asokot bridge	1.72	3.40	3.79	4.29	4.67	4.29	50yr	3.51	1988	4.29	50yr	4.676	2	4.59	4.68	0.39
70	R690_16a	Bansal	Dhola	22.59354	90.65823	Banglabazar Bdgoe	2.64	3.38	3.65	3.77	3.93	3.77	50yr	3.56	1988	3.77	50yr	4.294	2	4.07	4.29	0.53
71	R890_21a	Bansal	Dhola	22.56847	90.68513	Box a al Bdgoe	2.74	3.50	3.68	3.87	4.04	3.87	50yr	1.98	1988	3.87	50yr	3.789	2	4.17	4.17	0.30
72	R890_28a	Bansal	Dhola	22.50263	90.71806	Borhanuddin Bdgoe	2.74	3.50	3.68	3.87	4.04	3.87	50yr	3.09	1988	3.87	50yr	3.780	2	4.17	4.17	0.30
73	R540_40a	Rajshahi	Natore	24.51393	88.95990	Mohs Man Bdgoe	11.67	13.68	14.27	14.85	15.41	14.85	50yr	12.94	1988	14.85	50yr	13.417	2	15.15	15.15	0.30
74	R451_1a	Rajshahi	Seraganj	24.42591	89.60143	Naon Bridge	11.34	13.50	13.92	14.46	14.87	14.46	50yr	12.81	1988	14.46	50yr	13.155	3	14.76	14.76	0.30
75	R451_7a	Rajshahi	Seraganj	24.44847	89.65048	Chondi Das Bdgoe	12.01	13.84	14.32	14.81	15.32	14.81	50yr	13.91	1988	14.81	50yr	14.041	4	15.11	15.11	0.30
76	R560_28a	Rangpur	Joyuphat	25.06914	89.09408	Botali Bridge	16.65	18.59	19.06	19.81	20.28	19.81	50yr	19.31	1988	19.81	50yr	20.041	4	20.11	20.11	0.30
77	R860_31a	Gopalganj	Shanapur	23.18750	90.39278	Papral Baley Bdgoe	3.05	4.52	4.86	5.29	5.61	5.29	50yr	4.81	1988	5.29	50yr	5.479	2	5.59	5.59	0.30
78	Z5706_1c	Bansal	Jhalokati	22.55173	90.14478	Khalaimr Khali Bdgoe	1.75	2.31	2.44	2.64	2.77	2.44	20yr	2.96	2007	2.96	Interview	3.028	1	3.26	3.26	0.30
79	N5_458a	Rangpur	Panchagarh	26.19750	88.55333		56.81	61.30	62.84	64.37	66.93	64.37	50yr	63.41	1988	64.37	50yr	63.910	2	64.67	64.67	0.30
80	N5_488a	Rangpur	Panchagarh	26.45259	88.56027	Chawai Bridge	77.43	79.45	79.91	80.52	80.97	80.52	50yr	80.86	1988	80.86	Interview	81.710	1	81.16	81.71	0.85
81	Z8708_12b	Bansal	Jhalokati	22.48093	90.15808	Boda Bridge	1.85	2.53	2.68	2.89	3.04	2.68	20yr	2.70	2007	2.70	Interview	3.846	1	3.00	3.85	1.15
82	Z8003_07a	Bansal	Bansal	22.77733	90.16790	Nayer hat Bdgoe	1.68	2.36	2.52	2.67	2.88	2.52	20yr	2.81	1988	2.81	Interview	4.179	1	3.11	4.18	1.37
83	R860_34a	Gopalganj	Shanapur	23.19173	90.42214	Jajhar Bdgoe	3.16	4.52	4.84	5.28	5.60	5.28	50yr	4.24	1988	5.28	50yr	5.187	2	5.58	5.58	0.30
84	R860_44c	Gopalganj	Shanapur	23.16974	90.48852	Gazipur Bdgoe	3.22	4.43	4.71	5.05	5.31	5.05	50yr	4.88	1988	5.05	50yr	11.061	3	5.35	11.06	6.02
85	R860_53a	Gopalganj	Shanapur	23.19181	90.54877	Balar Bazar Bdgoe	3.50	4.50	4.74	5.09	5.32	5.09	50yr	5.51	1988	5.51	Interview	6.604	1	5.81	6.60	1.10
86	N8_69a	Gopalganj	Madanpur	23.38619	89.98333	Kumer Bdgoe	3.25	5.22	5.68	6.28	6.72	6.28	50yr	6.39	1988	6.39	Interview	12.157	1	6.69	12.16	5.77
87	Z5010_12b	Rajshahi	Rajshahi	24.44441	88.69412	Falairbi Bridge	12.94	14.87	15.31	15.92	16.37	15.31	20yr	13.84	1998	15.31	20yr	15.080	2	15.61	15.61	0.30
88	Z5008_1a	Rangpur	Dinapur	25.86823	88.66274	Choto Dhepa Bdgoe	40.50	43.50	44.20	45.09	45.76	44.20	20yr	42.99	1988	44.20	20yr	43.085	3	44.50	44.50	0.30
89	Z5024_5c	Rangpur	Rangpur	25.69610	89.12868	Shampur Bdgoe	30.10	32.09	32.56	33.20	33.65	32.56	20yr	33.09	1988	33.09	Interview	33.577	1	33.39	33.58	0.49
90	Z5625_46a	Rangpur	Dinapur	25.66036	89.84278	Bondorer pool Bdgoe	34.60	37.00	37.53	38.05	38.68	37.53	20yr	36.56	1988	37.53	20yr	36.837	3	37.83	37.83	0.30
91	Z5040_4a	Rangpur	Biogra	24.79717	89.42718	Khotapara Bdgoe	13.49	15.79	16.32	17.01	17.52	16.32	20yr	15.73	1988	16.32	20yr	16.555	2	16.62	16.62	0.30
92	Z8810_13a	Bansal	Bansal	22.45972	90.27722	Banagram Bdgoe	1.79	2.60	2.79	3.04	3.23	2.79	20yr	3.25	2007	3.25	Interview	5.787	1	3.55	5.79	2.53
93	R565_80a	Rangpur	Dinapur	25.54303	88.83669	Bhela Bridge	29.80	32.03	32.52	32.96	33.48	32.96	50yr	32.36	1988	32.96	50yr	32.310	2	33.26	33.26	0.30
94	Z8033_208a	Bansal	Bansal	22.78109	90.25389	Kajira Bridge	1.72	2.49	2.67	2.90	3.08	2.67	20yr	4.44	2007	4.44	Interview	6.409	1	4.74	6.41	1.97
95	Z8033_219a	Bansal	Bansal	22.77402	90.15490	Masrong bridge	1.67	2.33	2.49	2.69	2.76	2.49	20yr	2.80	2007	2.80	Interview	2.687	1	3.10	3.10	0.30
96	Z8034_011a	Bansal	Bansal	22.83763	90.37638	Padarhat bridge	2.03	2.90	3.10	3.36	3.56	3.10	20yr	3.30	1988	3.30	Interview	3.883	1	3.60	3.88	0.59
97	Z0044_004a	Bansal	Bansal	22.66268	90.41371	Talukdarhat Baley Bdgoe	1.88	2.37	2.52	2.67	2.73	2.52	20yr	2.19	1988	2.52	20yr	3.602	2	2.82	3.60	1.08
98	R860_36a	Gopalganj	Shanapur	23.19230	90.43252	Shanapur Bdgoe	3.20	4.51	4.82	5.26	5.57	5.26	50yr	4.77	1988	5.26	50yr	6.327	2	5.55	6.33	1.06
99	Z5041_2a	Rajshahi	Seraganj	24.48767	89.48966	Bokobazar Bdgoe	10.99	13.76	14.39	15.11	15.71	14.39	20yr	14.63	1988	14.63	Interview	14.259	1	14.93	14.93	0.30
100	N706_14b	Khulna	Jessore	23.10002	89.09856	Jhikorgacha Bdgoe	2.65	4.68	5.16	5.77	6.23	5.77	50yr	3.77	2000	5.77	50yr	4.790	3	6.07	6.07	0.30
101	N5_435a	Rangpur	Thakurgaon	26.01972	88.46917		48.28	49.59	49.90	50.07	50.58	50.07	50yr	52.76	1988	52.76	Interview	52.497	1	53.06	53.06	0.30
102	N704_12c	Khulna	Jhenaidah	23.65560	89.19861	Chandi Pur Bdgoe	5.19	7.76	8.36	9.21	9.80	9.21	50yr	6.93	?	9.21	50yr	9.834	2	9.51	9.83	0.62
103	N80																					

2) 基準高水位 (SHWL)

基準高水位 (SHWL) は滅多に超えることのない頭上のクリアランスとして知られている。計画橋梁付近の関連する観測所の SHWL は BIWTA (バングラデシュ内陸水上公社, 1991 年) により決められている。関連観測所の計画橋梁での SHWL を下表に示す。

表 4.3.15 計画橋梁位置での基準高水位 (m, MSL)

No	Bridge name	River Name	Downstream Station Name	Distance from DownStream Stion(km)	SHWL	
					(m,PWD)	(m,MSL)
1	Atrai rly	Atrai	Atarai rly Bridge	0.0	14.3	13.84

出典: JICA 調査団

表 4.3.16 関連観測所での基準高水位 (m, PWD)

SL No.	Station Name	River Name	Longitude (X)	Latitude (Y)	Station Number	SLWL (m)	SHWL (m)	Observed Years	Remarks
8	Atrai rly. Bridge	Atrai	88.9770	24.6110	147	7.83	14.30	4	

注: 基準高水位 (SHWL) は 5%超過確率の半月週平均水位 (FML) で、基準低水位 (SLWL) は 95%超過確率 FML を示す。MSL と PWD 基準面標高の差異は 46cm である。

出典: JICA 調査団

(3) 最大流出量の推定

最大確率流出量の推定は HFL と同様、観測所での年間最大データを用いてグンベル法により算出する。極値 (年間最大流出量) は 6 つの観測所を収集する。各観測所の確率流出量の結果を表 4.3.17、洪水確率年と最大流出量の相関を図 4.3.16 に示す。この図の相関より、低平地にもかかわらず、各観測所での「比流量」 (流域面積に対する流量の比) の差は大きい。

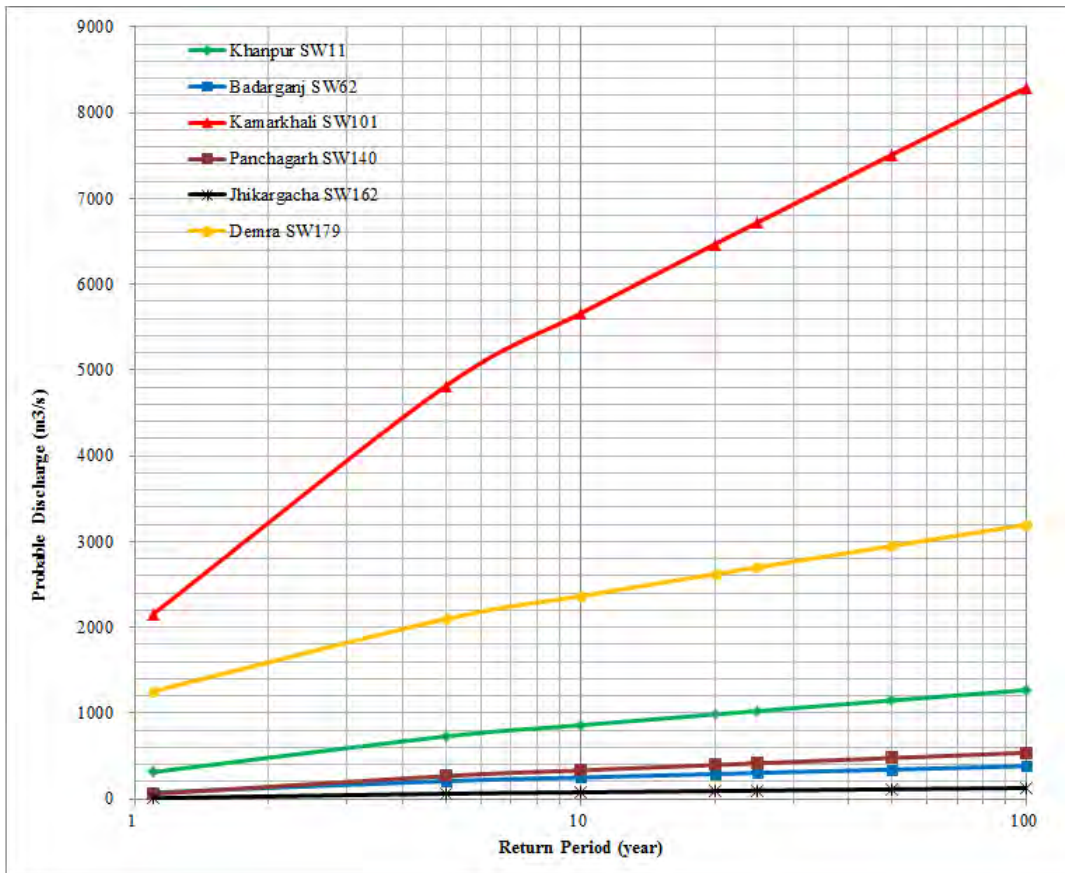
今回の検討では、最大流出量の推定は、下記理由より、あくまで参考として用いるものとする。

「バ」国の河川には多くの支川及び分流路がある。実際の流域境界とそのシステムは複雑であり、流出量の算出には更なる詳細な検討を要する。よって計画橋梁地点の最大流出量の算定は多大の時間を要し、その算定は難しい。

表 4.3.17 各観測所での確率最大流出量の算定

River / Station Name, Station No.	Longitude (X)	Latitude (Y)	Catchment Area (km ²)	No. in sample	Collected year	Mean	Std. Deviation σ_{n-1}	Discharge each Return Period (year) (m ³ /s)						
								1.1	5	10	20	25	50	100
								K_T						
								-1.132	0.719	1.305	1.866	2.044	2.592	3.137
<Discharge >														
Bangali Khanpur SW11	89.4781	24.6197	1,100	26	1985-2011	567.676	224.040	314.1	728.9	860.0	985.7	1025.6	1148.5	1270.4
DCJ Karatoa Badarganj SW62	89.0653	25.6749	750	14	1998-2012	156.011	72.155	74.3	207.9	250.1	290.6	303.5	343.1	382.3
Gorai-Madhumoti Kamarkhali SW101	89.5427	23.5315	4,568	25	1983-2012	3782.338	1438.417	2154.1	4817.2	5658.8	6466.2	6722.2	7511.1	8294.2
Karatoa-Atrai-GGH Panchagarh SW140	88.547	26.3295	1,267	31	1982-2012	186.219	112.302	59.1	267.0	332.7	395.8	415.7	477.3	538.5
Kobadak Jhikargacha SW162	89.0994	23.1011	800	19	1982-2011	40.704	27.706	9.3	60.6	76.8	92.4	97.3	112.5	127.6
Lakhya Demra SW179	90.5101	23.7217	1,500	33	1973-2011	1771.851	454.634	1257.2	2098.9	2364.9	2620.1	2701.1	2950.4	3197.9
								1257.2	(2197.0)	(2350.0)	(2456.0)	(2484.0)	(2553.0)	(2605.0)

出典: JICA 調査団



出典: JICA 調査団

図 4.3.16 各観測所での洪水の確率年と最大流出量の相関

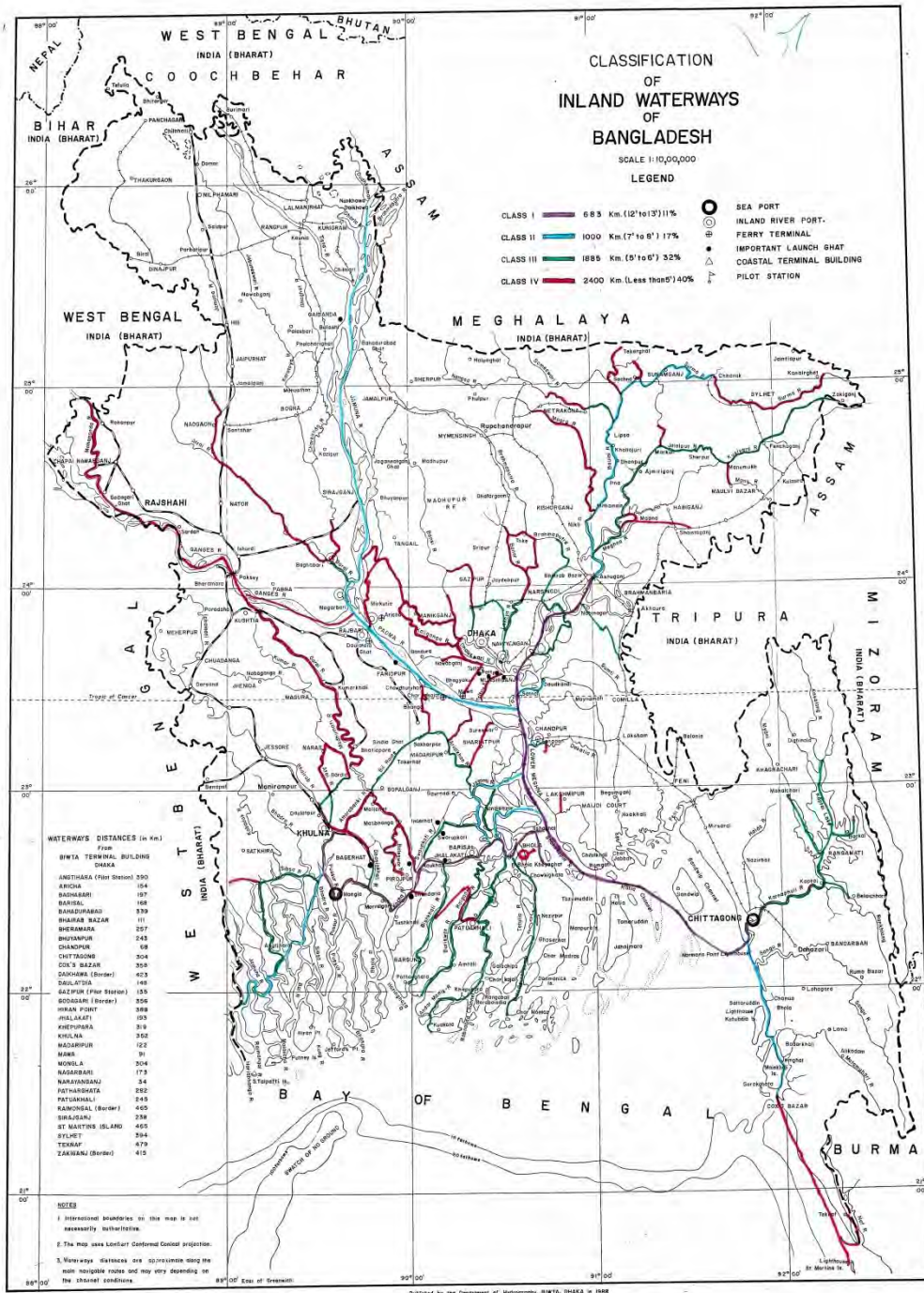
4.3.4 航路のクリアランス

BIWTA は下記に示されるクラス I から IV に分類した航路タイプを考慮し、航行の自由のために最小の水平及び高さ方向のクリアランスを明示している。BIWTA の分類によれば、Atrai (R548_28b)の橋梁がクラス IV に分類される。

表 4.3.18 「バ」国の航路限界

Classification of Waerways	Minimum Vertical Clearance	Minimum Horizontal Clearance	Remarks
Class-I	18.30m	76.22m	
Class-II	12.20m	76.22m	
Class-III	7.62m	30.48m	
Class-IV Including seasonal rivers	5.00m	20.00m	Atrai River (Atrai bridge)

出典: BIWTA, 1991



出典: BIWTA

図 4.3.17 「バ」 国の (公式) 航路

4.4 気候変動

4.4.1 はじめに

「バ」国は、ガンジス（パドマ）川、ブラマピュトラ（ジャムナ）川、メグナ川とそれら支流で形成される南アジアの低地国（GBM 流域）である。「バ」国は洪水、サイクロン、高潮、潮津波、堰堤の浸食、塩分の侵入及び旱魃等、種々の巨大な自然災害を経験している。「バ」国は、このように地球物理学的背景から気候変動に対して非常に脆弱といえる。したがって、モンスーン時の洪水は降雨の増加と海面上昇によって、さらに破壊力を増すことが予想される。（出典、モンスーン時洪水に与える気候変動と海面上昇に影響評価、2008年11月、気候変動検討部会、バングラデシュ）

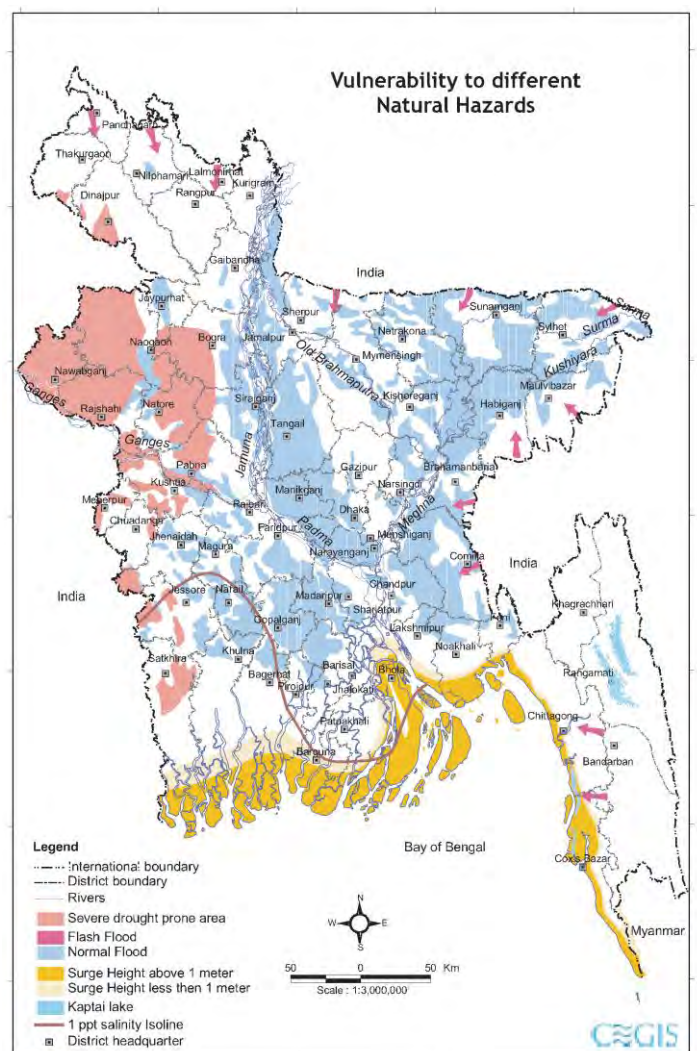
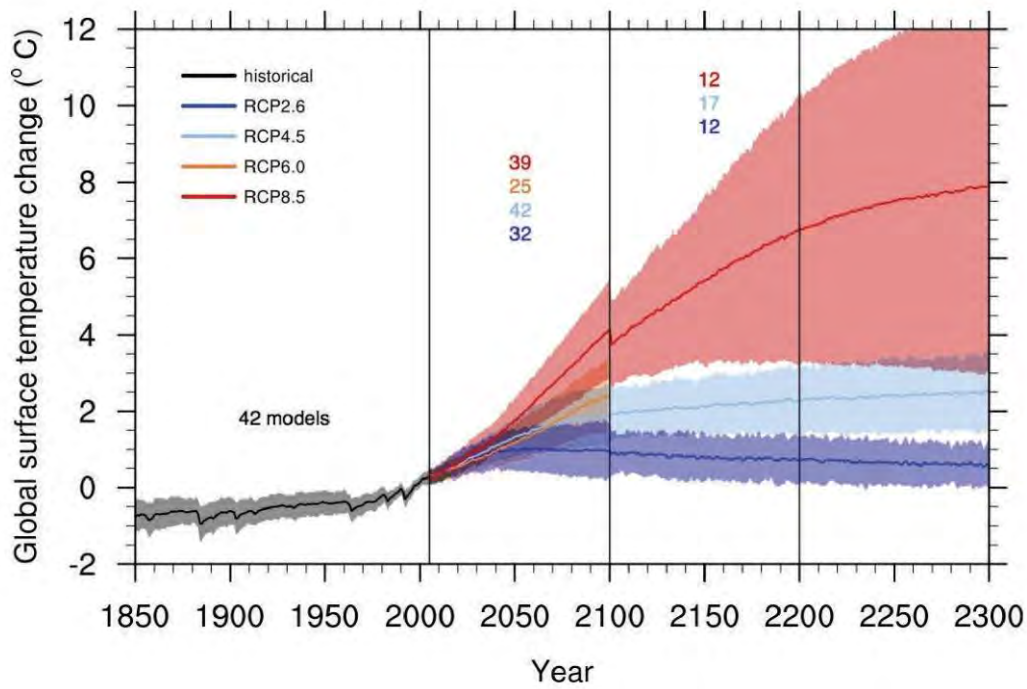


図 4.4.1 気候に関連する種々の災害の影響地域

図 4.4.1 は気候変動に関連する種々の災害による影響地域を示している。北西部に位置するロングプールやラッシュアヒは比較的洪水の影響は受けにくい。南西部地域は現在でも塩分の影響を受けている。（出典、CEGIS ダッカ、バングラデシュ気候変動への戦略と行動計画、2009年）

4.4.2 温度の変化

2013年6月7日 IPCC 第5次気候変動評価報告書の最終草稿では、温室ガスが現在のペース継続する場合 21世紀中も平均温度が上昇し続けることを報告している。図 4.4.2 は、種々の温室ガス排出条件での 2100 年における温度上昇を 0.3°C から 5.0°C と推定したものである。

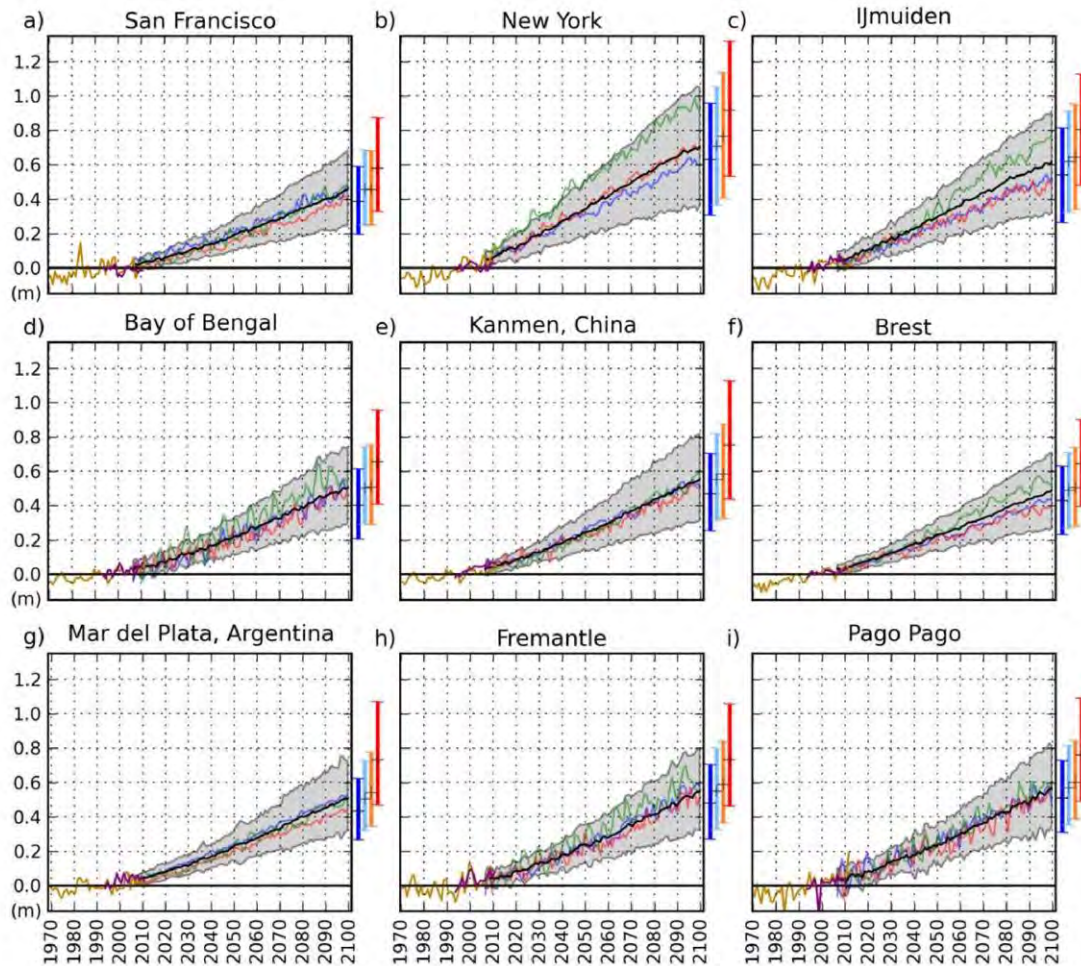


出典：IPCC WGI 5th Assessment Report

図 4.4.2 平均気温の観測値と将来予測値

4.4.3 海面レベルの変化

図 4.4.3 は、同じく IPCC 第5次気候変動評価報告書の最終草稿で、潮汐観測所のデータ、あるいは衛星記録が存在する世界の9カ所の代表的地域の潮位変動の観測値と将来の値を予測したものである。図右側の縦の線は温室ガス排出条件による 2100 年時点での海面上昇予測値の幅を示している。すなわち、RCPs2.6 は紺色、4.5 が青色、6.0 が黄色、そして 8.5 が赤色である。ベンガル湾での海面上昇は 2100 年時点で 0.2m から 0.98m と予測されている。



出典: IPCC WGI 5th Assessment Report

図 4.4.3 潮位変動の観測値と将来予測値

4.4.4 海面上昇による影響

(1) 河川水位と冠水

海面上昇による河川水位や冠水についての検討が、2005年 WARPO によって IACCCZB として、及び 2010 年にはパドマ橋プロジェクトにおいても行われた。IACCCZB の結果では、海面上昇が 0.88m とした場合のシャバズール流域沿いでの水位変化が図 4.4.4 のように推定された。

表 4.4.1 は海面上昇を 0.26m、0.60m、0.88m 及び 1.00m のシャバズール流域沿いで及びパドマ橋架橋位置での水位変化を内挿あるいは外挿して推算したものである。この推算から海面上昇を 0.98m とした場合、パドマ川とジャムナ川の合流地点で概ね 0.2m 程度の水位上昇、ジャムナ橋架橋位置では水位上昇はないのではと推測する。

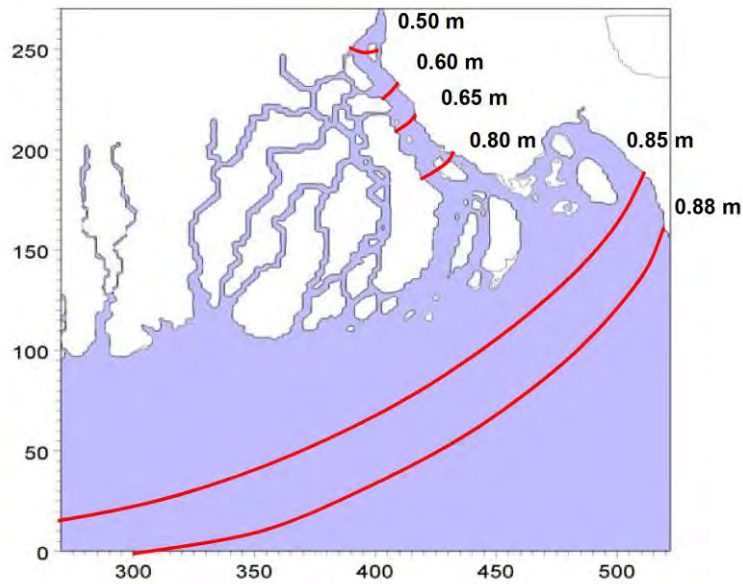


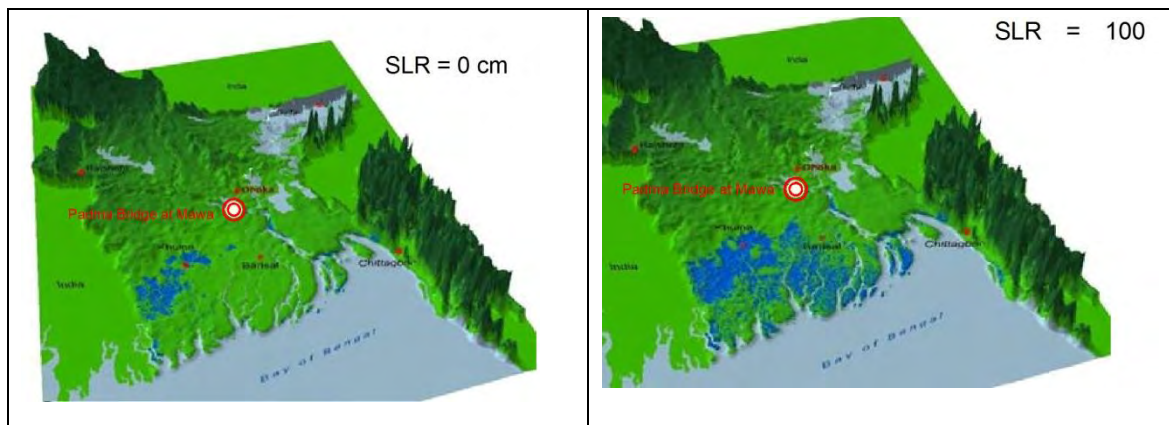
図 4.4.4 海面が 88 cm 上昇した場合のメグナ川河口での水位変化

表 4.4.1 海面上昇の影響によるシャバズール流域沿い及びパドマ橋架橋位置での水位変化

Distance from the outer most boundary of SLR in estuary (Km) ⁸	Sea Level Rise (SLR in m)			
	0.88	1.00	0.60	0.26
Rise in water level due to SLR (m, PWD)				
26 (Doulat khan)	0.85	0.96	0.55	0.19
105	0.80	0.90	0.52	0.18
131	0.65	0.73	0.42	0.15
149	0.60	0.68	0.39	0.14
168 (Chandpur)	0.50	0.56	0.33	0.11
240 (Padma Bridge)	0.42	0.47	0.27	0.09

出典：PMBDP

図 4.4.5 は、海面上昇が 1.00m あったとした場合の内陸への水位上昇のシミュレーション結果で、沿岸域で影響が広範囲に及ぶことが予測されている。

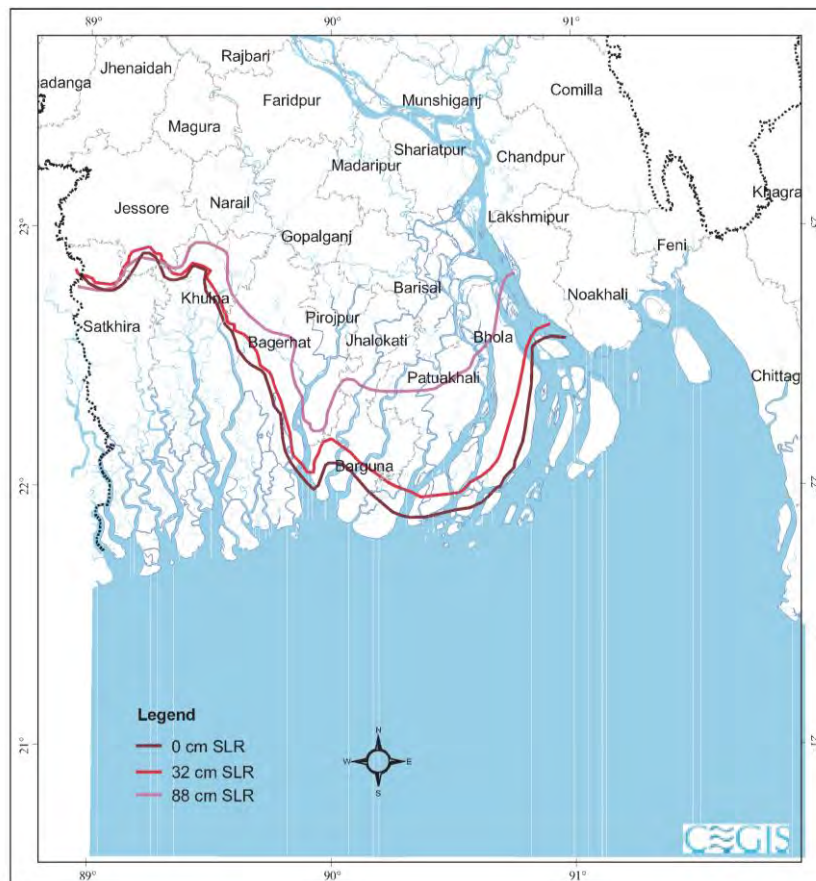


出典：PMBDP

図 4.4.5 水面上昇のシミュレーション結果

(2) 海水の侵入

海面上昇により沿岸河川沿いに海水が遡上する、図 4.4.6 は CEGIS が行った海面上昇レベルによる海水遡上の予測を示している。



出典：BCCSAP, CEGIS

図 4.4.6 海面上昇率による海水遡上値の予測

4.4.5 降水量の影響

第四次 IPCC レポートでの 2040 年における最悪ケース (A1F1) で降雨量が 13%増加した場合について、GBM 流域への流入量から洪水水位を IACCCSLRMF レポート (2008 年) で予測している。この試算では、ジャムナ川のバハヅラバッドでのピーク洪水水位の増加量が、中程度の洪水 (2004 年の洪水程度) に対して 37 cm、標準的洪水 (2005 年の洪水程度) に対して 27 cm増加すると予測した。

表 4.4.2 は第 5 次 IPCC 最終草稿の RCP4.5 の場合の南アジア地域における温度上昇と降雨量の変化を予測したもので、2065 年の JJA (6 月、7 月及び 8 月) には降雨量が最大 33%増加、2100 年には 37%と予測している。第四次 IPCC の予測結果に基づく上記洪水水位上昇予測結果に単純に比例計算すると、ジャムナ川のバハヅラバッドでのピーク洪水水位の増加量がそれぞれ中程度の洪水 (2004 年の洪水程度) に対して 94 cm と 105 cm となる。

表 4.4.2 CMIP5 グローバルモデルによる温度上昇と降雨量の将来予測

RCP4.5			Temperature (°C)					Precipitaion (%)				
REGION	MONTH ^a	Year	min	25%	50%	75%	max	min	25%	50%	75%	max
South Asia	DJF	2035	0.1	0.7	1.0	1.1	1.4	-18	-6	-1	4	8
		2065	0.6	1.6	1.8	2.3	2.6	-17	-3	4	7	13
		2100	1.4	2.0	2.3	3.0	3.7	-14	0	8	14	28
	JJA	2035	0.3	0.6	0.7	0.9	1.3	-3	2	3	6	9
		2065	0.9	1.1	1.3	1.7	2.6	-3	5	7	11	33
		2100	0.7	1.4	1.7	2.2	3.3	-7	8	10	13	37
	Annual	2035	0.2	0.7	0.8	1.0	1.3	-2	1	3	4	7
		2065	0.8	1.4	1.6	1.9	2.5	-2	3	7	9	26
		2100	1.3	1.7	2.1	2.7	3.5	-3	6	10	12	27

5. 交通需要予測

5.1 はじめに

本章では“3 対象橋梁の選定”で選定された 105 橋の将来交通量をとりまとめた¹。まず、将来交通量の予測にあたり、2005 年の道路マスタープラン(2009 年)策定時に作成された全国 OD やネットワークデータ等の利用可能性を検討した。その結果、当該プロジェクトは国レベルの流動を把握することに主眼が置かれていたこと、マスタープラン作成後にデータのアップデートが行われていないことから、本検討に必要な精度を有していないことが明らかとなった。そのため、交通指標の伸び率から将来交通量を予測し、その後、大規模開発計画の誘発交通需要を考慮することとした。以下では、将来交通量の予測に用いた交通指標、大規模開発計画、将来交通量(2031 年)の予測結果をとりまとめた。

5.2 交通需要予測の方法

5.2.1 現況交通量

(1) 対象橋梁の現況交通量

対象橋梁の現況交通量を把握するために、2014 年 2 月および 3 月に 24 時間の車種別の交通量観測調査を実施した。対象橋梁別の現況交通量を表 5.2.1、表 5.2.2 に示す。

¹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

表 5.2.1 交通量調査結果 (24 時間) (台/日) (1)

SN	Zone	Bridge ID	Name of Bridge	Road Class	Truck	Bus	Minibus	Utility	Car	Auto-Rickshaw	Motor Cycle	Total	
2	Rangpur	N509_19a	Sharnamoti Bridge	National Road	231	92	110	169	61	1,027	1,485	3,175	
6		N5_235a	Mohosthan Bridge		4,800	3,039	1,473	1,288	907	3,912	1,996	17,415	
10		N5_265a	Bupinath Bridge		2,628	1,863	727	555	568	1,541	1,705	9,587	
11		N5_350b	Barati Bridge		891	680	359	468	297	373	1,563	4,631	
24		N5_356a	Nangtichara (Taraganj) Bridge		891	680	359	468	297	373	1,563	4,631	
31		N5_378a	Gaudangi Bridge		827	449	398	422	307	1	1,601	4,005	
36		N5_188a	Ghogar Bridge		6,183	4,250	1,820	1,322	1,586	1,738	1,649	18,548	
38		N518_4a	Khorkhori bridge		827	449	398	422	307	1	1,601	4,005	
45		N5_344c	Kharobaj Bridge		891	680	359	468	297	373	1,563	4,631	
46		N5_382a	Ichamoti Bridge		827	449	398	422	307	1	1,601	4,005	
47		N5_360a	Chikli Bridge		891	680	359	468	297	373	1,563	4,631	
66		N5_260b	Katakhali Bridge		2,628	1,863	727	555	568	1,541	1,705	9,587	
79		N5_458a	Pathoraj Bridge		623	223	377	276	130	535	4,453	6,617	
80		N5_488a	Chawai Bridge		1,450	132	704	855	454	530	1,779	5,904	
102		N5_435a	Sattapir Bridge		1,073	396	470	418	188	306	4,270	7,121	
62		R545_115c	Mongle bari kuthibari Bridge	750	260	554	657	480	2,263	2,769	7,733		
76		R550_28b	Bottoli Bridge	977	256	622	298	224	718	2,281	5,376		
93		R585_80a	Bhela Bridge	1,372	293	685	311	251	169	2,582	5,663		
48		Z5025_55a	Kakra Bridge	439	126	277	271	132	33	2,458	3,736		
49		Z5025_64a	Gabura Bridge	439	126	277	271	132	33	2,458	3,736		
50		Z5401_45a	Matpara Bridge	881	458	328	319	264	2,720	2,208	7,178		
51		Z5072_14a	Bombgara Bridge	373	2	20	15	70	917	1,321	2,718		
52		Z5025_60a	Madarganj Bridge	439	126	277	271	132	33	2,458	3,736		
53		Z5472_6a	Rakhta Dha Bridge	-	-	7	4	12	67	129	219		
55		Z5552_10a	Barodia Khali Bridge	224	52	172	292	99	1,351	2,028	4,218		
59		Z5015_22a	Bahagili Bridge	77	20	42	63	21	82	1,146	1,451		
60		Z5701_1a	Anandababur Pool	187	34	100	167	28	563	2,850	3,929		
61		Z5701_9a	Duhuli Bridge	96	24	101	236	39	662	1,441	2,599		
88		Z5008_1a	Choto Dhepa bridge	214	65	256	163	140	84	3,312	4,234		
89		Z5024_5c	Shampur Bridge	224	1	73	67	61	-	790	1,216		
90		Z5025_46a	Bondorer pool Bridge	458	17	236	253	176	477	2,014	3,631		
91		Z5040_4a	Khottapara Bridge	446	2	11	29	18	2,339	569	3,414		
3		Rajshahi	N5_119a	Chanda Bridge	National Road	1,332	942	743	540	518	1,388	835	6,298
4			N5_127a	Palgari Bridge		1,332	942	743	540	518	1,388	835	6,298
5			N5_176a	Bhuyagati Bridge		5,029	2,751	1,410	1,320	1,021	1,980	1,146	14,657
7	N5_120a		Chanda Bridge	1,332		942	743	540	518	1,388	835	6,298	
8	N5_128a		Gailhar Bridge	1,458		512	322	326	482	1,845	1,999	6,944	
9	N5_158a		Purbodalu Bridge	2,078		947	820	935	474	2,238	1,171	8,663	
16	N5_134a		Nukali Bridge	1,458		512	322	326	482	1,845	1,999	6,944	
17	N6_97a		Dattapara Bridge	3,407		1,138	677	642	383	1,512	2,790	10,549	
19	N5_140a		Jugnidaha Bridge	1,458		512	322	326	482	1,845	1,999	6,944	
20	N5_118a		Punduria Bridge	1,332		942	743	540	518	1,388	835	6,298	
27	N505_2a		Kazir Hat Bridge	81		3	43	26	16	286	537	992	
33	N5_156a		Chowkidhoh Bridge	2,078		947	820	935	474	2,238	1,171	8,663	
34	N5_172a		Notun Dhoh Bridge	5,029		2,751	1,410	1,320	1,021	1,980	1,146	14,657	
35	N5_179a		Dhatia Bridge	6,183		4,250	1,820	1,322	1,586	1,738	1,649	18,548	
37	N5_126a		Vitapara Bridge	1,332		942	743	540	518	1,388	835	6,298	
54	N5xx_Sa		Pura Mukto Monch Bridge	2,078	947	820	935	474	2,238	1,171	8,663		
18	R681_10a		Honsonkorpur Bridge	167	12	35	46	12	310	695	1,277		
28	R548_28b		Atrai Bridge	219	-	104	274	104	370	1,928	2,999		
73	R548_40a		Mohis Mari Bridge	190	134	198	294	39	662	1,212	2,729		
74	R451_1a		Naioni Bridge	1,510	761	1,241	1,269	882	3,565	1,640	10,868		
75	R451_7a		Chondi Das Bridge	1,510	761	1,241	1,269	882	3,565	1,640	10,868		

*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: 交通量調査結果 2014

表 5.2.2 交通量調査結果 (24 時間) (台/日) (2)

SN	Zone	Bridge ID	Name of Bridge	Road Class	Truck	Bus	Minibus	Utility	Car	Auto-Rickshaw	Motor Cycle	Total
87	Rajshahi	Z6010_12b	Faliarbil Bridge	Zilla Road	185	-	18	63	11	392	754	1,423
100		Z5041_2a	Debokbazar Bridge		362	31	205	208	68	893	863	2,630
1		N8_178a	Boalia Bazar Bridge	National Road	1,556	1,076	1,504	1,859	1,150	1,510	3,473	12,128
12		N8_182a	Bakerganj Steel Bridge		1,556	1,076	1,504	1,859	1,150	1,510	3,473	12,128
26		N8_095a	Amgram bridge		965	904	596	590	305	795	1,232	5,387
56		N8_152c	Rahamatpur bridge		1,034	1,167	520	557	253	1,548	2,967	8,046
57		N8_127b	gounagata bridge		796	939	459	295	199	1,369	2,452	6,509
64		N8_123a	Souderkhal bridge		796	939	459	295	199	1,369	2,452	6,509
69		N8_129a	Asokoti bridge		796	939	459	295	199	1,369	2,452	6,509
86		N8_69a	Kumar Bridge		1,683	1,165	1,250	1,273	409	3,037	2,692	11,509
104	N805_24a	Garakola Bridge	2,335		1,427	1,549	1,116	936	725	1,429	9,517	
42	R890_45a	Dowry Bridge	1,596		975	1,166	1,590	771	1,460	2,514	10,072	
70	R890_16a	Bangla Bazar Bridge	495	235	255	286	220	354	1,467	3,312		
71	R890_21a	Boksheali Bridge	495	235	255	286	220	354	1,467	3,312		
72	R890_28a	Sheyali Bailey Bridge	495	235	255	286	220	354	1,467	3,312		
77	R860_31a	Papraail Bailey Bridge	498	96	286	306	161	773	754	2,874		
83	R860_34a	Jajihar Bridge	498	96	286	306	161	773	754	2,874		
84	R860_44c	Gazipur Bridge	498	96	286	306	161	773	754	2,874		
85	R860_53d	Balar Bazar Bridge	498	96	286	306	161	773	754	2,874		
99	R860_35a	Shajonpur Bailey Bridge	498	96	286	306	161	773	754	2,874		
58	Z8052_009d	Gabtala Steel Bridge	155	50	294	239	177	465	2,147	3,527		
65	Z8701_3d	Bottala Bridge	230	175	149	228	159	669	1,346	2,956		
78	Z8708_1c	Algy Bridge	3	2	26	20	13	389	963	1,416		
81	Z8708_12b	Satani Bridge	235	-	135	216	236	333	1,653	2,808		
82	Z8033_017a	Raiyer hat bridge	169	641	108	253	127	1,934	1,500	4,732		
92	Z8810_13a	Madhabkhali bridge	155	50	294	239	177	465	2,147	3,527		
94	Z8033_008a	Kaljira bridge	112	134	178	255	86	1,460	1,046	3,271		
95	Z8033_019a	Masrong bridge	351	759	589	508	260	827	1,341	4,635		
96	Z8034_011a	Padarhat bridge	45	106	27	110	48	10	2,900	3,246		
97	Z8044_004a	Talukdarhat Bailey Bridge	317	8	456	232	146	234	2,973	4,366		
13	N7_025a	Jhuldibazar Bridge	2,799	1,352	307	483	561	664	1,472	7,638		
14	N7_039a	Karimpur Bridge	1,942	1,214	400	650	296	552	1,394	6,448		
15	N7_049a	Porkitpur Bridge	1,984	1,202	394	728	330	669	1,067	6,374		
21	N704_43a	Khulna-Kushtia-Churash Bridge	6,577	2,124	1,717	1,269	939	4,796	5,358	22,780		
22	N7_248c	Gora bridge	1,322	205	374	324	224	258	1,229	3,936		
23	N7_054a	Barashia Bridge	1,984	1,202	394	728	330	669	1,067	6,374		
25	N7_246a	Balai bridge	1,322	205	374	324	224	258	1,229	3,936		
29	N7_036c	Kanaipur Bridge	1,942	1,214	400	650	296	552	1,394	6,448		
30	N7_048a	Brahmonkanda Bridge	1,984	1,202	394	728	330	669	1,067	6,374		
32	N7_047a	Bimankanda bridge	1,984	1,202	394	728	330	669	1,067	6,374		
39	N7_141b	Buri Bhairab Bridge	2,797	569	364	612	305	803	1,552	7,002		
41	N703_Sd	Dhopa Ghata Bridge	1,373	922	815	758	675	5,794	5,353	15,688		
43	N704_14a	Barda Bridge	4,343	1,535	1,385	1,098	828	1,126	1,713	12,028		
44	N704_33b	Balipara Bridge	3,761	1,046	709	1,003	544	986	1,417	9,466		
67	N704_27b	Bittipara Bridge	3,761	1,046	709	1,003	544	986	1,417	9,466		
101	N706_14b	Jhikorgacha Bridge	4,320	1,723	1,302	1,060	1,160	1,647	5,058	16,270		
103	N704_12c	Chandi Pur Bridge	4,343	1,535	1,385	1,098	828	1,126	1,713	12,028		
40	R720_44a	Gurakhali Bridge	144	65	29	52	35	403	1,157	1,885		
63	R760_049c	Shakdaha bridge	1,146	443	160	341	291	649	2,812	5,842		
68	R750_22c	Bhangura Bridge	660	587	337	438	267	243	1,196	3,728		
105	R750_25a	Tularampur Bridge	660	587	337	438	267	243	1,196	3,728		
106	Z7503_5a	Hawai khali Bridge	1,034	565	701	1,037	473	1,020	2,002	6,832		

*1 橋梁 No98 は第 3 章で 105 橋の対象橋梁から除外されたが、交通量調査結果を交通量の伸び率の算定に用いている。

*2 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：交通量調査結果 2014

(2) 車種構成

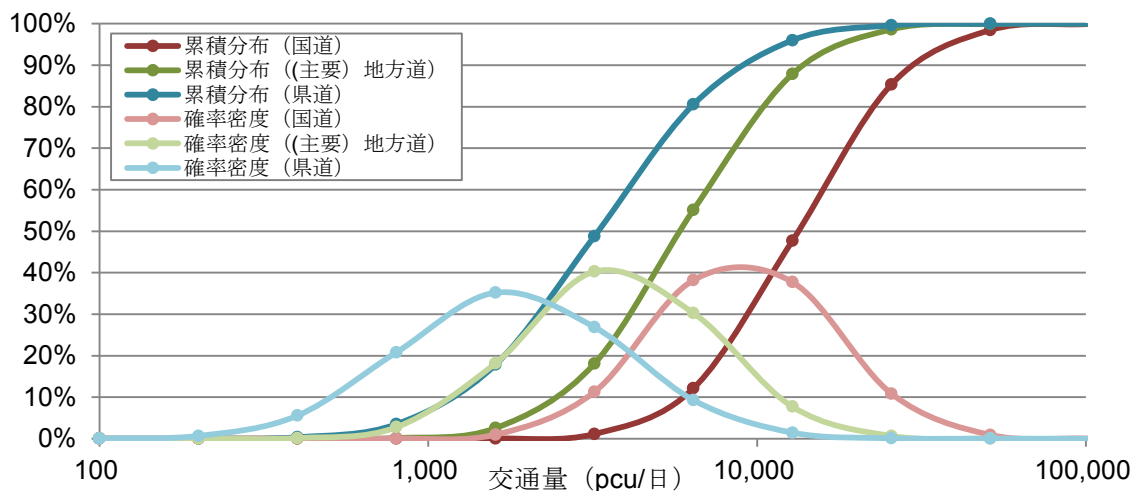
本調査で実施した交通量調査結果および表 5.2.3 の PCU Factor を基に、道路種別別の交通量 (PCU) の特徴について検証を行った。

表 5.2.3 PCU Factor

車種	PCU Factor
Truck	3.0
Bus	3.0
Minibus	3.0
Utility	1.0
Car	1.0
Auto-Rickshaw	0.75
Motorcycle	0.75

出典: Geometric Design of RHD Roads Ver.4

その結果、図 5.2.1 に示すとおり、道路種別別に累積分布と確率密度の傾向が、道路種別ごとに異なることが明らかとなった。



出典: 交通量調査結果 2014 を基に JICA 調査団が作成

図 5.2.1 道路種別別の交通量の累積分布と確率密度 (PCU)

また、表 5.2.4 には、道路種別別の交通量 (PCU) を基にした、平均交通量 (pcu/日)、交通量の中央値 (pcu/日)、標準偏差、尖度、歪度を示す。道路種別別の標準偏差は、国道が 9,378、主要地方道が 4,793、県道が 2,311 となった。また、尖度²は国道が 1.60、主要地方道が-0.06、県道が 2.21 となり、主要地方道は負の値となった。歪度は全て正の値となり、国道が 1.38、主要地方道が 1.05、県道が 1.19 となった。

² 尖度は確率密度関数の尖り・歪度は分布の非対称性を示す指標であり、正規分布の場合 0 を示す。

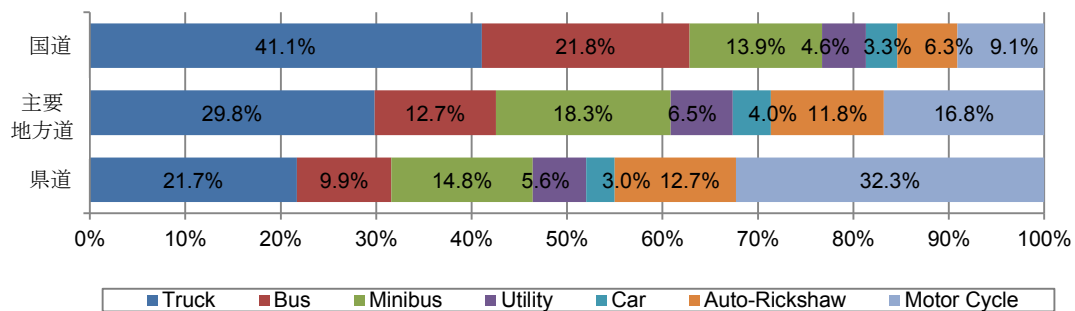
表 5.2.4 道路種別別の標準偏差、尖度および歪度

	国道	主要地方道	県道
平均交通量 (pcu/日)	15,722	7,214	4,023
中央値 (pcu/日)	13,074	4,827	3,718
標準偏差	9,378	4,793	2,311
尖度	1.60	-0.06	2.21
歪度	1.38	1.05	1.19

出典：交通量調査結果 2014 を基に JICA 調査団が算出

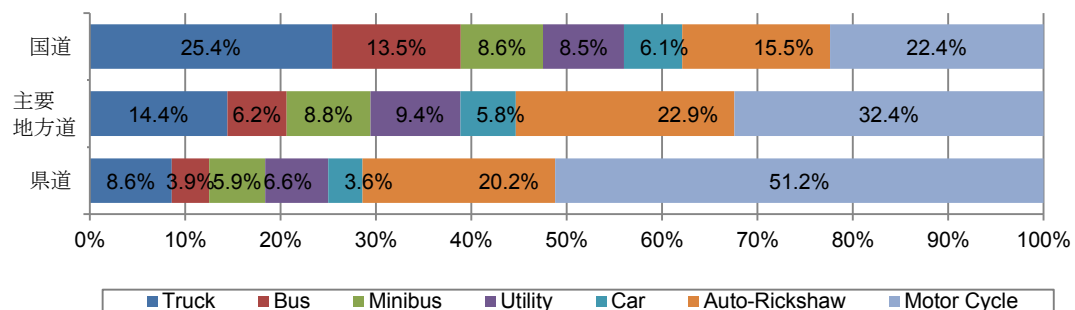
(3) 道路種別別の車種構成

本調査で実施した交通量調査結果を用いて、「バ」国西部地域全体の道路種別別の車種構成割合を算定した。車種構成割合をみると、道路種別ごとに車種構成の傾向が異なっており、道路規格が高い国道ではトラックやバスなどの大型車の割合が高い。一方、モーターバイクやオートリキシャなど小型の車両の割合が低いことが確認された。道路種別別の車種構成を図 5.2.2 と図 5.2.3 に示す。



出典：JICA 調査団

図 5.2.2 道路種別別の車種構成割合 (PCU)



出典：JICA 調査団

図 5.2.3 道路種別別の車種構成割合 (台)

5.2.2 将来の交通量の伸び率

本需要予測では、過去の交通量の伸び率を交通指標として適用した。具体的には、2031年までの将来の交通量の伸び率は過去の交通量の伸び率と同一と仮定して、本調査で実施した交通量調査およびRHDが2004年から2011年に実施した交通量調査の結果を基に道路種別別に設定した。その結果、表5.2.4に示す通り、西部地域全体の道路種別別の交通量の年平均伸び率は、国道が6.25%、主要地方道が5.62%、県道が5.15%となり、道路規格の高い地点の交通量の伸び率が高く、規格が低い道路での伸び率は若干低い結果となった。なお、「バ」国の他プロジェクトで適用されている自動車登録台数の伸び率を用いる方法も検討を行ったが、自動車登録台数は実際の車両台数との乖離が大きい可能性が示唆されたため、本検討では適用しなかった。

表 5.2.5 交通量の増加率

SN	Bridge ID	Name of Bridge	Traffic Volume of Motorized Vehicles (PCU/Day)					Annual Growth Rate	Average Annual Growth Rate
			2007	2008	2009	2011	2014		
14	N7_039a	Karimpur Bridge	-	-	-	4,827	6,448	10.1%	6.25%
16	N5_134a	Nukali Bridge	-	-	-	5,624	6,944	7.3%	
17	N6_97a	Dattapara Bridge	-	-	6,845	-	10,549	9.0%	
21	N704_43a	Khulna-Kushtia-Churash Bridge	12,380	-	-	-	22,780	9.1%	
22	N7_248c	Gora bridge	-	-	-	3,510	3,936	3.9%	
26	N8_095a	Amgram bridge	-	-	4,335	-	5,387	4.4%	
34	N5_172a	Notun Dhoh Bridge	-	-	13,873	-	14,657	1.1%	
46	N5_382a	Ichamoti Bridge	-	-	-	3,253	4,005	7.2%	
56	N8_152c	Rahamatpur bridge	-	-	-	6,338	8,046	8.3%	
57	N8_127b	gounagata bridge	-	-	4,335	-	6,509	8.5%	
66	N5_260b	Katakhali Bridge	-	-	7,471	-	9,587	5.1%	
80	N5_488a	Chawai Bridge	5,091	-	-	-	5,904	2.1%	5.62%
101	N706_14b	Jhikorgacha Bridge	11,475	-	-	-	16,270	5.1%	
28	R548_28b	Atrai Bridge	2,752	-	-	-	2,999	1.2%	
40	R720_44a	Gurakhali Bridge	1,404	-	-	-	1,885	4.3%	
62	R545_115c	Mongle bari kuthibari Bridge	6,664	-	-	-	7,733	2.1%	
63	R760_049c	Shakdaha bridge	-	3,349	-	-	5,842	9.7%	
71	R890_21a	Boksheali Bridge	2,840	-	-	-	3,312	2.2%	
75	R451_7a	Chondi Das Bridge	6,761	-	-	-	10,868	7.0%	
93	R585_80a	Bhela Bridge	-	2,454	-	-	5,663	15.0%	
98	R760_003a	Gollamari bridge	9,828	-	-	-	12,385	3.4%	
50	Z5401_45a	Matpara Bridge	4,849	-	-	-	7,178	5.8%	
55	Z5552_10a	Barodia Khali Bridge	3,555	-	-	-	4,218	2.5%	
58	Z8052_009d	Gabtala Steel Bridge	-	2,640	-	-	3,527	4.9%	
59	Z5015_22a	Bahagili Bridge	-	1,056	-	-	1,451	5.4%	
87	Z6010_12b	Faliarbil Bridge	-	1,010	-	-	1,423	5.9%	
90	Z5025_46a	Bondorer pool Bridge	3,263	-	-	-	3,631	1.5%	
96	Z8034_011a	Padarhat bridge	1,666	-	-	-	3,246	10.0%	

*1 調査年次ごとの車種区分が異なっていたため、PCU換算後の総交通量を基に交通量の増加率を算定した。また、地点や地域ごとの特徴を考慮するために地域別の伸び率の算定を試みたが、サンプル数が少なく精度が確保出来ないため、道路種別ごとに算定した。

*2 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

5.2.3 大規模開発計画

道路マスタープラン(2009年)で計画されている「バ」国の大規模開発計画の中で、本調査の需要予測に大きな影響を与える計画は、パドマ橋とAH1の整備である。そのため、本需要予測ではパドマ橋とAH1の整備による誘発交通量を将来交通需要の算定時に考慮した。

(1) パドマ橋の架橋位置と AH1 のルート

パドマ橋の架橋位置と AH1 のルートを図 5.2.2 に示す。パドマ 橋の建設により、これまでフェリーを利用してダッカと「バ」国の西部地域・インドを行き来していた車両が、パドマ橋の完成によりフェリーを使わずに行き来が出来るようになる。また、パドマ橋と AH1 の交通量には、フェリーからの転換分とダッカとインド間の利便性が向上することによる誘発交通が含まれる。

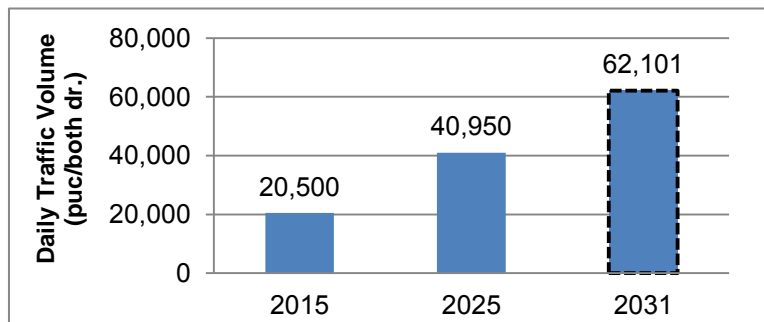


出典：JICA 調査団

図 5.2.4 パドマ橋の架橋位置と AH1 のルート

(2) パドマ橋の誘発交通量

2031 年のパドマ橋の誘発交通量は、“The Feasibility Study of Padma Bridge in the People Republics of Bangladesh 2005, JICA” を基に、2015 年から 2025 年の伸び率がその後も継続すると仮定して推定を行った。



出典：The Feasibility Study of Padma Bridge in the People Republics of Bangladesh, 2005 JICA 調査

図 5.2.5 パドマ橋の誘発交通量の推定

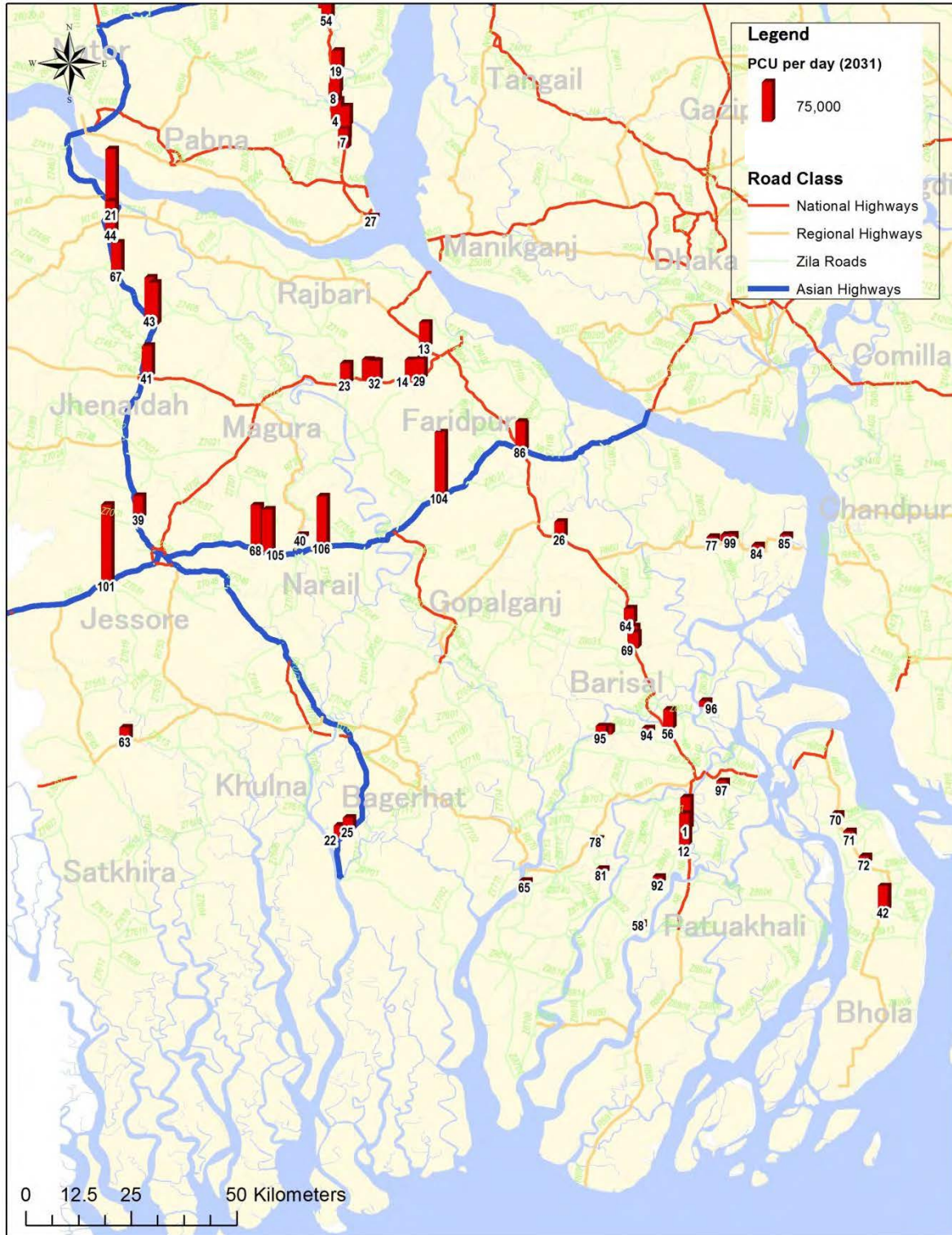
5.3 2031年の将来交通需要

地点別の将来日交通量を図 5.3.1 および図 5.3.2 に示す。また、車線数の決定に用いたピーク時間の将来交通量は、RHD の基準に基づいて、国道のピーク率を 8%、主要地方道および県道を 10%として算定を行った。その結果、ピーク時間の断面交通量をみると、「バ」国を東西に分断する川と西部地域を南北に分断するジャムナ川、パドマ川にかかる橋に交通が集中し、橋に接続している AH や国道の交通量が増加する。



注：図中の番号は Serial No を示す。
出典：JICA 調査団

図 5.3.1 将来交通量の算定結果 (1)



注：図中の番号は Serial No を示す。
出典：JICA 調査団

図 5.3.2 将来交通量の算定結果 (2)

表 5.3.1 将来交通量の算定結果 (1)

SN	Zone	Bridge ID	Name of Bridge	Road Class	Asian Highway	Induced Traffic	2014		2031		
							Daily Traffic Volume (pcu/day)	Base Traffic Volume (pcu/day)	Induced Traffic (pcu/day)	Daily Traffic Volume (pcu/day)	Peak Hour Traffic Volume (pcu/hr.)
2	Rangpur	N509_19a	Barodia Khali Bridge	National Road			3,487	9,777	-	9,777	782
6		N5_235a	Bahagili Bridge		✓	35,903	100,671	-	100,671	8,054	
10		N5_265a	Shakdaha bridge		✓	20,082	56,308	-	56,308	4,505	
11		N5_350b	Souderkhal bridge		✓	8,466	23,738	-	23,738	1,899	
24		N5_356a	Paprail Bailey Bridge		✓	8,466	23,738	-	23,738	1,899	
31		N5_378a	Gazipur Bridge		✓	7,882	22,099	-	22,099	1,768	
36		N5_188a	Shampur Bridge		✓	43,832	122,904	-	122,904	9,832	
38		N518_4a	Khottapara Bridge		✓	7,882	22,099	-	22,099	1,768	
45		N5_344c	Gollamai bridge		✓	8,466	23,738	-	23,738	1,899	
46		N5_382a	Shajonpur Bailey Bridge		✓	7,882	22,099	-	22,099	1,768	
47		N5_360a	Debokbazar Bridge		✓	8,466	23,738	-	23,738	1,899	
66		N5_260b	Katakhali Bridge		✓	20,082	56,308	-	56,308	4,505	
79		N5_458a	Pathoraj Bridge		✓	8,088	22,678	-	22,678	1,814	
80		N5_488a	Chawai Bridge		✓	10,904	30,574	-	30,574	2,446	
102		N5_435a	Sattapir Bridge		✓	10,383	29,114	-	29,114	2,329	
62		R545_115c	Mongle bari kuthibari Bridge		Regional Road		11,493	29,110	-	29,110	2,911
76		R550_28b	Bottoli Bridge			9,269	23,478	-	23,478	2,348	
93		R585_80a	Bhela Bridge	10,847		27,475	-	27,475	2,747		
48		Z5025_55a	Jhikorgacha Bridge	Zilla Road		5,672	13,317	-	13,317	1,332	
49		Z5025_64a	Sattapir Bridge		5,672	13,317	-	13,317	1,332		
50		Z5401_45a	Chandi Pur Bridge		11,990	28,149	-	28,149	2,815		
51		Z5072_14a	Garakola Bridge		3,423	8,035	-	8,035	803		
52		Z5025_60a	Tularampur Bridge		5,672	13,317	-	13,317	1,332		
53		Z5472_6a	Hawai khali Bridge		201	472	-	472	47		
55		Z5552_10a	Barodia Khali Bridge		4,713	11,065	-	11,065	1,107		
59		Z5015_22a	Bahagili Bridge		2,027	4,759	-	4,759	476		
60		Z5701_1a	Anandababur Pool		3,872	9,090	-	9,090	909		
61		Z5701_9a	Duhuli Bridge		2,725	6,398	-	6,398	640		
88		Z5008_1a	Choto Dhepa bridge.		6,017	14,126	-	14,126	1,413		
89		Z5024_5c	Shampur Bridge		1,978	4,643	-	4,643	464		
90		Z5025_46a	Bondorer pool Bridge		5,056	11,870	-	11,870	1,187		
91		Z5040_4a	Khottapara Bridge		3,716	8,724	-	8,724	872		
3		Rajshahi	N5_119a		Rahamatpur bridge	National Road		13,371	37,492	-	37,492
4	N5_127a		gounagata bridge		13,371		37,492	-	37,492	2,999	
5	N5_176a		Gabtala Steel Bridge		✓		34,053	95,482	-	95,482	7,639
7	N5_120a		Anandababur Pool	13,371	37,492		-	37,492	2,999		
8	N5_128a		Duhuli Bridge	12,437	34,873		-	34,873	2,790		
9	N5_158a		Mongle bari kuthibari Bridge	17,310	48,536		-	48,536	3,883		
16	N5_134a		Asokoti bridge	12,437	34,873		-	34,873	2,790		
17	N6_97a		Bangla Bazar Bridge	21,033	58,974		-	58,974	4,718		
19	N5_140a		Sheyali Bailey Bridge	12,437	34,873		-	34,873	2,790		
20	N5_118a		Mohis Mari Bridge	13,371	37,492		-	37,492	2,999		
27	N505_2a		Chawai Bridge	2,346	6,579		-	6,579	526		
33	N5_156a		Kumar Bridge	17,310	48,536		-	48,536	3,883		
34	N5_172a		Faliarbil Bridge	✓	34,053		95,482	-	95,482	7,639	
35	N5_179a		Choto Dhepa bridge.	✓	43,832		122,904	-	122,904	9,832	
37	N5_126a		Bondorer pool Bridge	13,371	37,492		-	37,492	2,999		
54	N5xx_Sa		Pura Mukto Monch Bridge	17,310	48,536		-	48,536	3,883		
18	R681_10a		Boksheali Bridge	Regional Road			2,513	6,364	-	6,364	636
28	R548_28b		Satani Bridge		5,298	13,418	-	13,418	1,342		
73	R548_40a		Mohis Mari Bridge		4,040	10,232	-	10,232	1,023		
74	R451_1a		Naiori Bridge		17,433	44,155	-	44,155	4,415		
75	R451_7a		Chondi Das Bridge		17,433	44,155	-	44,155	4,415		

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 5.3.2 将来交通量の算定結果 (2)

SN	Zone	Bridge ID	Name of Bridge	Road Class	Asian Highway	Induced Traffic	2014	2031				
							Daily Traffic Volume (pcu/day)	Base Traffic Volume (pcu/day)	Induced Traffic (pcu/day)	Daily Traffic Volume (pcu/day)	Peak Hour Traffic Volume (pcu/hr.)	
87	Rajshahi	Z6010_12b	Faliarbil Bridge	Zilla Road			2,004	4,704	-	4,704	470	
100		Z5041_2a	Debokbazar Bridge				4,317	10,135	-	10,135	1,013	
1	Barisal	N8_178a	Pura Mukto Monch Bridge	National Road			21,401	60,008	-	60,008	4,801	
12		N8_182a	Bottala Bridge				21,401	60,008	-	60,008	4,801	
26		N8_095a	Pathoraj Bridge				10,835	30,382	-	30,382	2,431	
56		N8_152c	Rahamatpur bridge				13,152	36,878	-	36,878	2,950	
57		N8_127b	gounagata bridge				10,600	29,721	-	29,721	2,378	
64		N8_123a	Souderkhal bridge				10,600	29,721	-	29,721	2,378	
69		N8_129a	Asokoti bridge				10,600	29,721	-	29,721	2,378	
86		N8_69a	Kumar Bridge			✓		19,408	54,419	-	54,419	4,353
104		N805_24a	Garakola Bridge			✓	✓	21,119	59,215	62,101	121,316	9,705
42		R890_45a	Masrong bridge		Regional Road			18,584	47,070	-	47,070	4,707
70		R890_16a	Bangla Bazar Bridge				5,221	13,223	-	13,223	1,322	
71		R890_21a	Boksheali Bridge				5,221	13,223	-	13,223	1,322	
72		R890_28a	Sheyali Bailey Bridge				5,221	13,223	-	13,223	1,322	
77		R860_31a	Paprail Bailey Bridge				4,857	12,303	-	12,303	1,230	
83		R860_34a	Jajihar Bridge				4,857	12,303	-	12,303	1,230	
84		R860_44c	Gazipur Bridge				4,857	12,303	-	12,303	1,230	
85		R860_53d	Balar Bazar Bridge				4,857	12,303	-	12,303	1,230	
99		R860_35a	Shajonpur Bailey Bridge				4,857	12,303	-	12,303	1,230	
58		Z8052_009d	Gabtala Steel Bridge	Zilla Road				5,494	12,898	-	12,898	1,290
65		Z8701_3d	Bottala Bridge				4,066	9,546	-	9,546	955	
78	Z8708_1c	Algy Bridge				1,246	2,925	-	2,925	293		
81	Z8708_12b	Satani Bridge				3,979	9,340	-	9,340	934		
82	Z8033_017a	Raiyer hat bridge				6,563	15,407	-	15,407	1,541		
92	Z8810_13a	Madhabkhali bridge				5,494	12,898	-	12,898	1,290		
94	Z8033_008a	Kaljira bridge				4,127	9,688	-	9,688	969		
95	Z8033_019a	Masrong bridge				8,358	19,622	-	19,622	1,962		
96	Z8034_011a	Padarhat bridge				4,785	11,232	-	11,232	1,123		
97	Z8044_004a	Talukdarhat Bailey Bridge				6,127	14,385	-	14,385	1,438		
13	Khulna	N7_025a	Katakhali Bridge	National Road			16,392	45,963	-	45,963	3,677	
14		N7_039a	Bittipara Bridge				13,494	37,835	-	37,835	3,027	
15		N7_049a	Bhangura Bridge				13,713	38,451	-	38,451	3,076	
21		N704_43a	Naiori Bridge			✓		44,923	125,961	-	125,961	10,077
22		N7_248c	Chondi Das Bridge			✓		8,532	23,924	-	23,924	1,914
23		N7_054a	Bottoli Bridge				13,713	38,451	-	38,451	3,076	
25		N7_246a	Algy Bridge			✓		8,532	23,924	-	23,924	1,914
29		N7_036c	Raiyer hat bridge				13,494	37,835	-	37,835	3,027	
30		N7_048a	Jajihar Bridge				13,713	38,451	-	38,451	3,076	
32		N7_047a	Balar Bazar Bridge				13,713	38,451	-	38,451	3,076	
39		N7_141b	Madhabkhali bridge		✓		14,864	41,679	-	41,679	3,334	
41		N703_5d	Kaljira bridge			20,795	58,307	-	58,307	4,665		
43		N704_14a	Padarhat bridge		✓		28,169	78,986	-	78,986	6,319	
44		N704_33b	Talukdarhat Bailey Bridge		✓		21,466	60,191	-	60,191	4,815	
67		N704_27b	Bittipara Bridge		✓		21,466	60,191	-	60,191	4,815	
101		N706_14b	Jhikorgacha Bridge		✓	✓	31,265	87,665	62,101	149,766	11,981	
103		N704_12c	Chandi Pur Bridge		✓		28,169	78,986	-	78,986	6,319	
40		R720_44a	Bhela Bridge	Regional Road	✓		2,442	6,847	-	6,847	548	
63		R760_049c	Shakdaha bridge				9,566	24,229	-	24,229	2,423	
68		R750_22c	Bhangura Bridge			✓	✓	7,059	19,794	62,101	81,895	6,552
105	R750_25a	Tularampur Bridge			✓	✓	7,059	19,794	62,101	81,895	6,552	
106	Z7503_5a	Hawai khali Bridge	Zilla Road	✓	✓	11,793	33,066	62,101	95,167	7,613		

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

5.4 交通容量

交通容量は Geometric Design Standards for RHD に準拠し決定する。各道路種別(国道、主要地方道、県道)における交通容量と必要車線数を下記表に示す。

表 5.4.1 計画交通量と車線数の関係

道路種別	交通容量 (pcu/方向別/ピーク時間)	必要車線数
国道	4500 - 8500	6 車線 (Design Type 1)
	2100 - 4500	4 車線 (Design Type 2)
	800 - 2100	2 車線 (Design Type 3 or 4)
主要地方道	2100 - 4500	4 車線 (Design Type 2)
	400 - 2100	2 車線 (Design Type 3, 4 or 5)
県道	400 - 1600	2 車線 (Design Type 4 or 5)
	- 400	1 車線 (Design Type 6)

出典: Geometric Design Standard for RHD

5.5 必要車線数

5.5.1 交通需要予測に基づく必要車線数

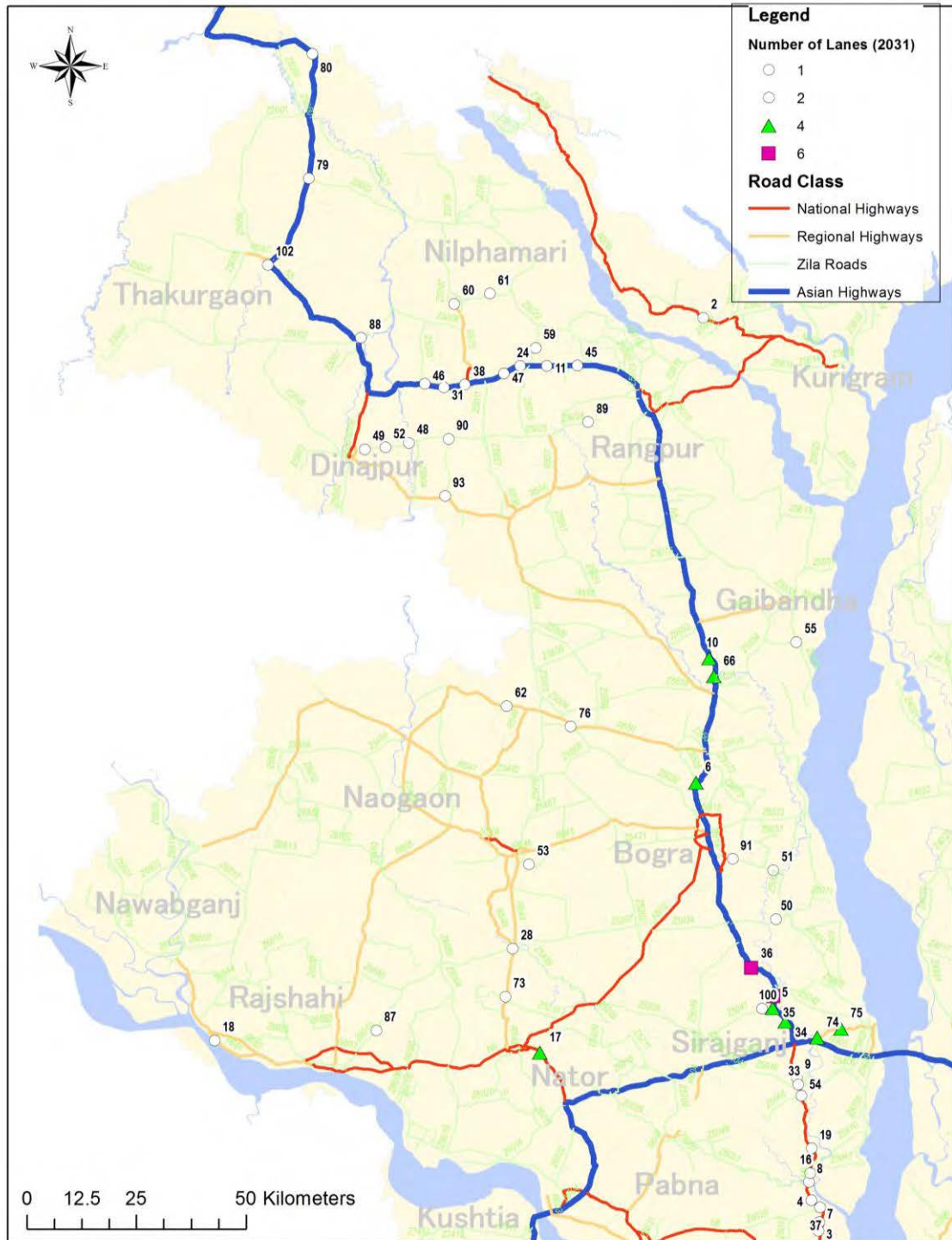
交通需要予測結果及び交通容量に基づき算出された 105 橋の必要車線数を表 5.5.1 及び図 5.5.1、図 5.5.2 に示す。

交通需要予測によると、25 橋（国道 19 橋、主要地方道 5 橋、県道 1 橋）が、4 車線ないし 6 車線必要となる。また、アジア・ハイウェイ上に位置する 30 橋のうち、18 橋（国道 15 橋、主要地方道 2 橋、県道 1 橋）が 4 車線ないし 6 車線必要との結果となった。

表 5.5.1 必要車線数

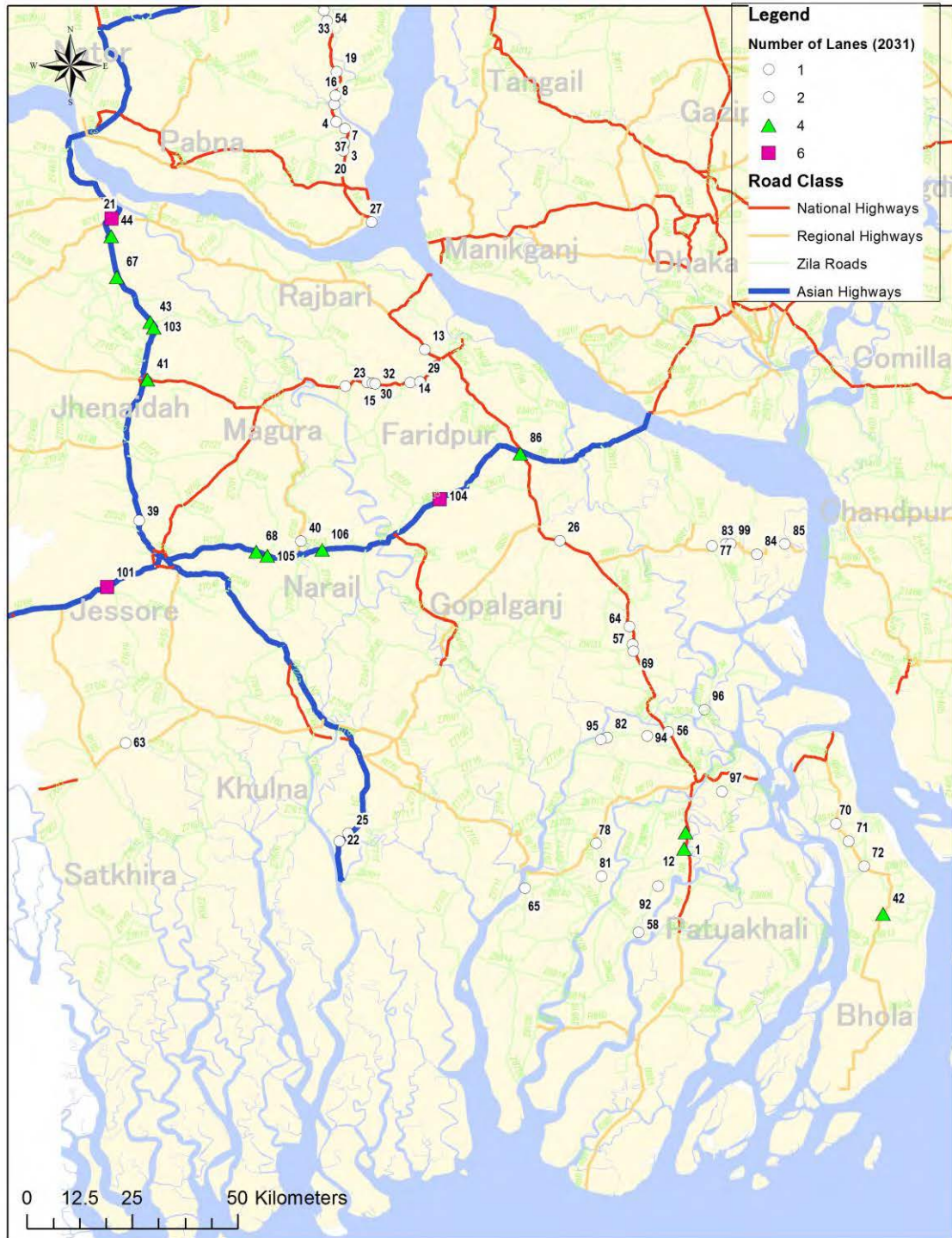
道路規格	必要車線数	橋梁数 (アジア・ハイウェイ上に位置する橋梁数)
国道	6 車線	5 橋 (AH: 5 橋)
	4 車線	14 橋 (AH: 10 橋)
	2 車線	38 橋 (AH: 13 橋)
	合計	57 橋 (AH: 28 橋)
主要地方道	4 車線	5 橋 (AH: 2 橋)
	2 車線	16 橋 (AH: 1 橋)
	合計	21 橋 (AH: 3 橋)
県道	4 車線	1 橋 (AH: 1 橋)
	2 車線	26 橋 (AH: 0 橋)
	合計	27 橋 (AH: 1 橋)
Total		105 橋 (AH: 32 橋)

出典: JICA 調査団



出典: JICA 調査団

図 5.5.1 必要車線数(1)



出典：JICA 調査団

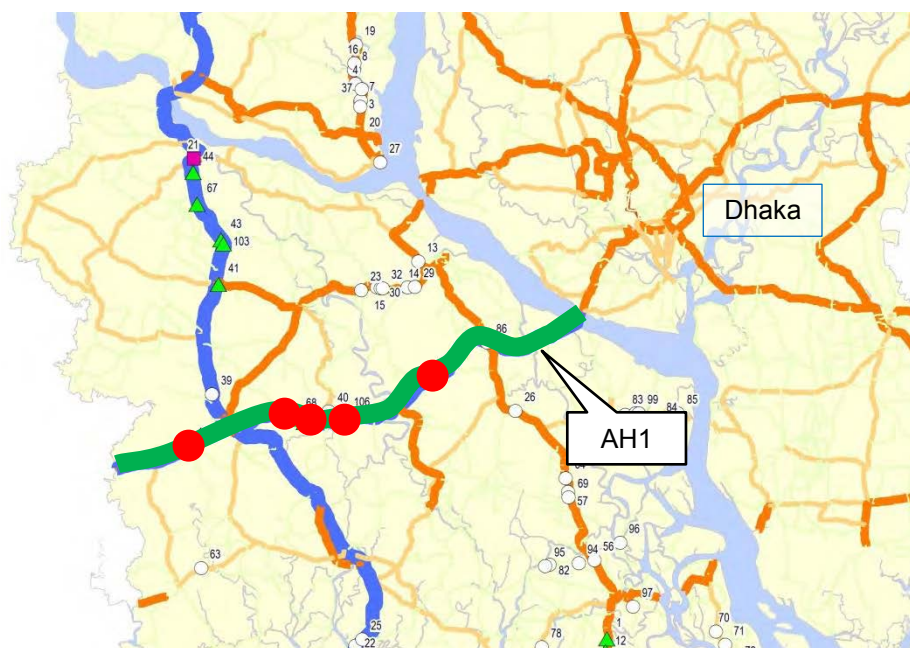
図 5.5.2 必要車線数(2)

5.5.2 本事業における車線数

上記で示したとおり、交通需要予測に基づいた車線数の検討では、23 の橋梁が 4 車線以上の車線数が必要という結果となった。しかしながら、本事業においては、下記の理由により一部の橋梁を除き、2 車線の橋梁として建設することとした。

- 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。

しかしながら、2014 年 4 月 27 日に JICA、MORTB、RHD、及び JICA 調査団間で行われた協議により、アジア・ハイウェイ 1 号線上に位置する 5 橋は、将来の拡幅計画に合わせ、4 車線で建設することとなった(図 5.5.3 参照)。



出典：JICA 調査団

図 5.5.3 アジア・ハイウェイ 1 号線上の 4 車線橋梁

6. 橋梁形式選定

6.1 橋梁形式の選定方針

第3章における橋梁選定により106橋が選定された。しかしながら、106橋のうち1橋は他のプロジェクトで既に建設中であることが確認されたため、予備設計は105橋について実施する。

本プロジェクトにおいては、大規模橋梁はなく、中小規模橋梁の建設のみを行う。

小規模橋梁においては、多くの国において異なる現場条件でも概ねPC-I橋が技術的にも経済的にも最適な橋梁タイプであると広く認識されており、これは「バ」国にも当てはまることから今まで多くのPC-I橋がRHDにより建設されてきた。

しかし中規模橋梁においては、各現場条件の下で数タイプの橋梁が比較された上で最適橋梁タイプが決定されることが求められる。その際の比較条件は、地震強度、建設条件（困難性）、経済性、実施機関の維持管理能力・予算、その他である。

小規模橋梁 :PC-I 橋

中規模橋梁 :PC 箱桁橋、鋼 I 桁橋（塗装、耐候性鋼材）

本事業の範囲

大規模橋梁 :PC エクストラゾーズド橋、斜張橋、吊橋、その他

表 6.1.1 主要橋種の適用可能なスパン及び経済的なスパン

橋梁規模	橋梁タイプ	適用可能な橋梁スパン					
		30	40	50	60	70	80 (m)
小規模橋梁	PC-I桁橋	■					
中規模橋梁	PC箱桁橋		■	■			
	鋼I桁橋		■	■			
	鋼箱桁橋				■	■	

出典：JICA 調査団

本事業の範囲

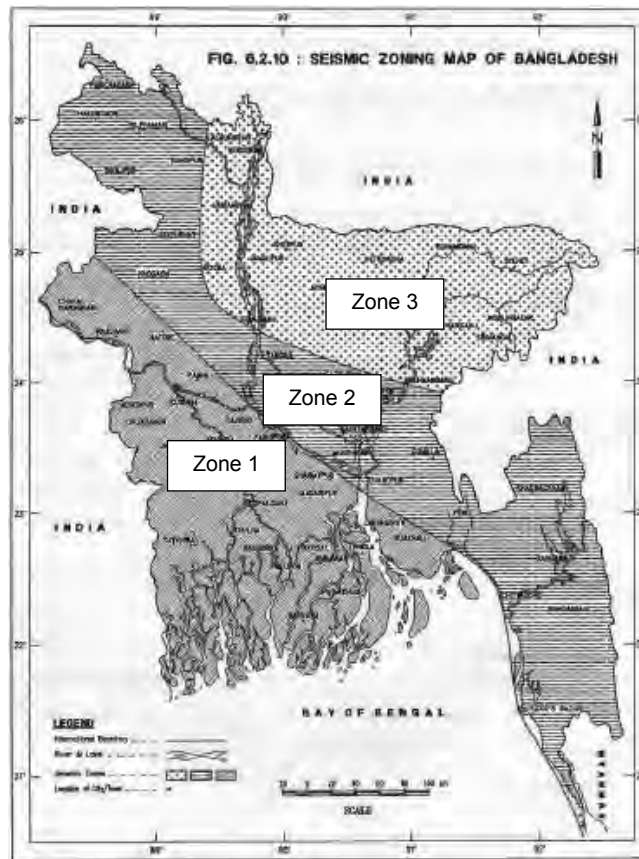
6.2 橋梁設計におけるグループ分け

本事業における全ての橋梁は、橋梁設計における2つのグループに分類される。その際、地震強度は橋梁設計および積算に大きく影響を及ぼすことから、グループ分けにおいて最も考慮されるべきである。グループ分けは、橋梁延長、橋梁高さ、およびゾーンごとに異なる設計基準震度を考慮して行う。

表 6.2.1 設計基準震度 (BNBC)

Seismic zone	Zone coefficient
1	0.075
2	0.15
3	0.25

出典：BNBC



出典：BNBC

図 6.2.1 地震地域区分 (BNBC)

各ゾーンにおけるグループ A の定義は以下の通りである。

- 北部ゾーン (設計基準震度= 0.15 or 0.20) : 橋長 < 100 m、かつ橋高 < 10 m
- 南部ゾーン (設計基準震度= 0.075) : 橋長 < 150 m、かつ橋高 < 15m

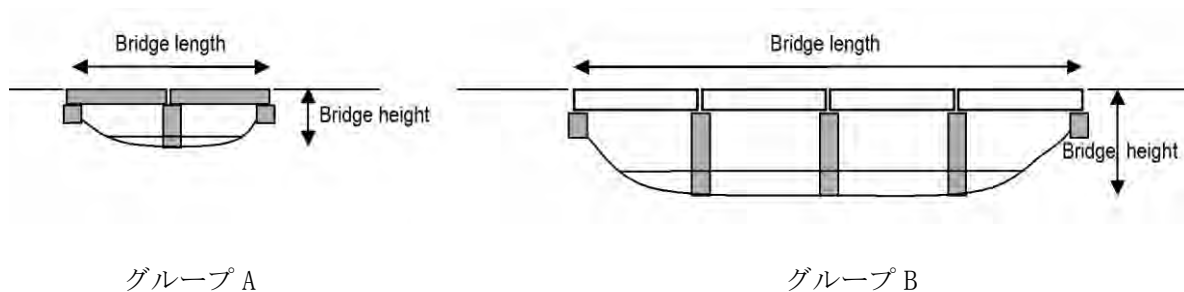
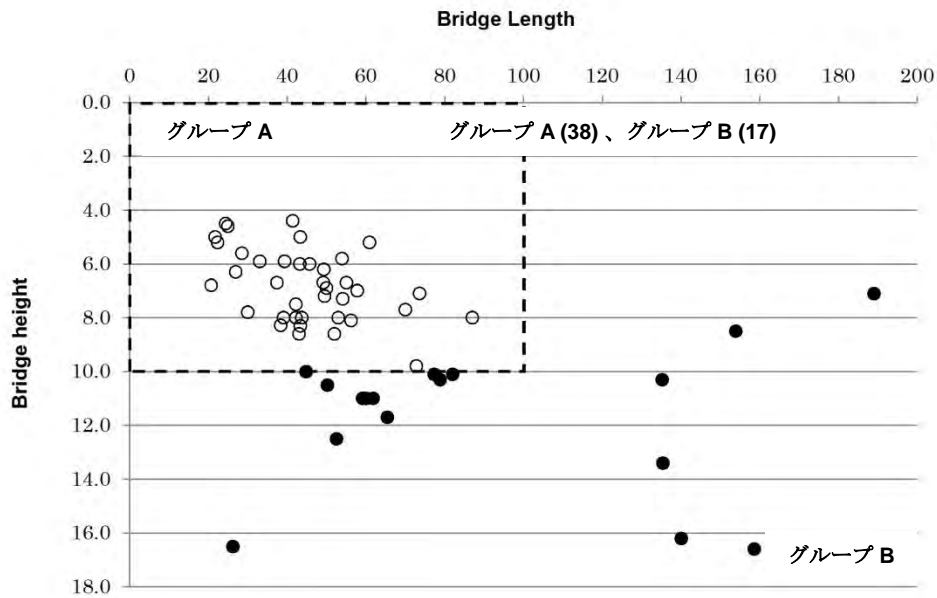


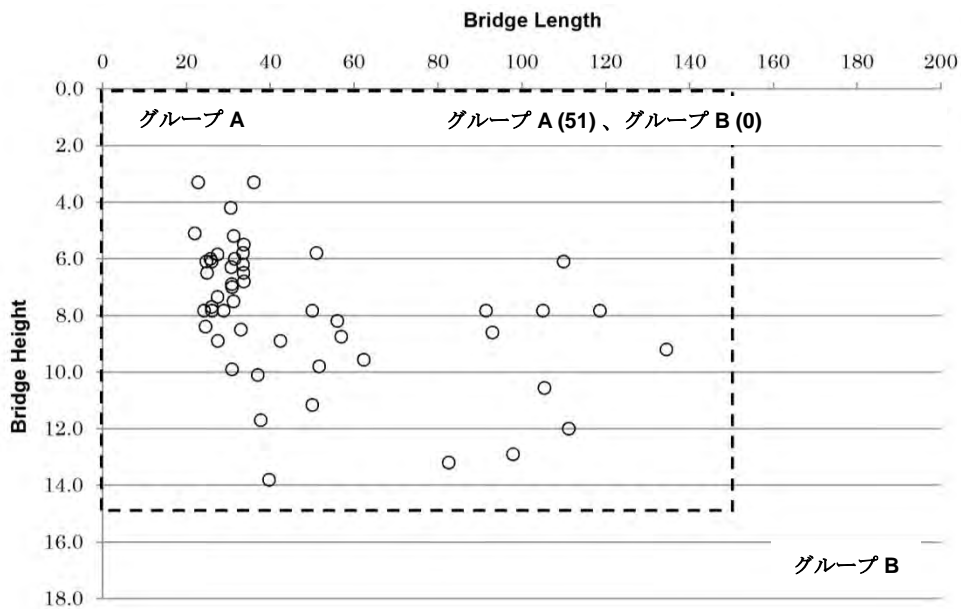
図 6.2.2 橋梁のグループ分け

上記の定義により、本事業の全ての橋梁は、図 6.2.3 および図 6.2.4 のとおり分類される。グループ B の橋梁は、北部ゾーンのみに含まれる。



出典：JICA 調査団

図 6.2.3 北部ゾーン 55 橋梁規模の分類



出典：JICA 調査団

図 6.2.4 南部ゾーン 51 橋梁規模の分類

6.3 グループ A の橋梁形式

グループ A に分類される橋梁は、橋長が短く橋高も低い。よって、短い支間長（支間長<40m）を持つ小規模橋梁として PC-I 桁橋が採用される。

6.4 北部ゾーンにおけるグループBの橋梁形式

グループBに分類される橋梁は、比較的橋長が長く橋高も高い。北部ゾーンにおけるグループBの橋梁形式を選定するため、比較的長い支間長（40m<支間長<60m）を持つ中規模橋梁として、PC箱桁橋および鋼I桁橋について比較検討を行う。鋼I桁橋については、普通鋼の塗装および耐候性鋼材橋の2種類を比較対象とする。

表6.4.1に示す比較検討の結果、以下に示す理由により、鋼I桁橋（耐候性鋼材）が北部ゾーンにおけるグループBの橋梁形式として最も適切であるといえる。

- 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。

表 6.4.1 中規模跳梁橋種選定

橋 種		PC 箱桁	鋼 I 桁 (塗装)	鋼 I 桁 (耐候性鋼材)
イメージ図				
構造特性	耐久性	- 十分な耐久性を持つ (○)	- 十分な耐久性を持つ (○)	- 十分な耐久性を持つ (○)
	耐震性	- 重い重量のため不利 (△)	- 軽い重量のため有利 (◎)	- 軽い重量のため有利 (◎)
施工性	施工の難易度	- 一般的な工法 (カンチレバー) (○)	- 一般的な工法 (トラッククレーンによる架設) (○)	- 一般的な工法 (トラッククレーンによる架設) (○)
	品質管理	- 通常の管理 (○)	- 通常の管理 (○)	- 通常の管理 (○)
	施工期間	- 現地での桁製作となり長い (△)	- 工場で桁を制作するため短い (◎)	- 工場で桁を制作するため短い (◎)
維持管理	塗装/表面処理剤の塗替え	- 表面処理剤の塗替えが必要 (△)	- 塗装の塗替えが必要 (△)	- 塗装は必要ない (◎)
環境への影響		- 特別な影響はない (◎)	- 塗装塗替え時に配慮が必要 (△)	- 特別な影響はない (◎)
経済性	建設費	- 1.00 (◎)	- 1.15 (○)	- 1.19 (○)
	通常維持管理費 (1年間における費用、建設費に対する割合%)	- 1.5% (○)	- 1.5% (○)	- 1.5% (○)
	塗装/表面処理剤の塗替え費用 (建設費に対する割合%)	- 4.0% (30年毎) (○)	- 12.0% (15年毎) (△)	- 必要なし (◎)
	ライフサイクルコスト (50年) (年6%のプライスエスカレーションを考慮)	- 1.00 (◎)	- 1.21 (○)	- 1.18 (○)
技術移転		- 期待できるが、既にバングラデシュで経験がある技術 (○)	- バングラデシュ国において新しい技術の移転が期待できる (◎)	- バングラデシュ国において新しく先進的な技術の移転が期待できる (◎)
評価				最適案 - 高い耐震性 - 短い施工期間 - 容易な維持管理 - 小さい環境への影響 - 妥当な建設費およびライフサイクルコスト - 効果の高い技術移転

出典: JICA 調査団

6.5 橋梁長及びスパン長の決定

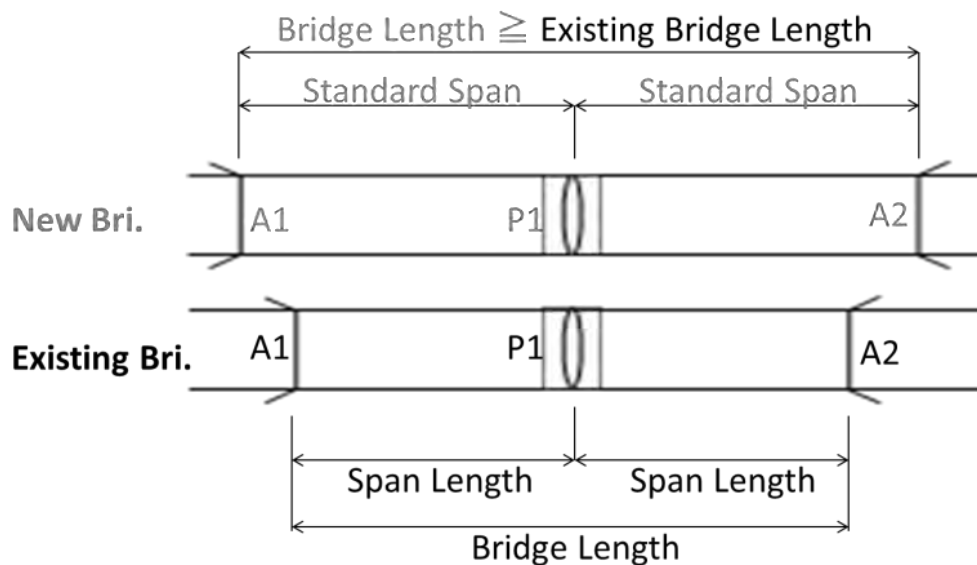
105 橋に適用し易くするため橋梁スパンを何種類かに標準化して予備設計を行い、この際の標準スパンは下記とする。

- PC-I 桁橋 : 標準スパン 25, 30, 35, 40 m
- 耐候性鋼 I 桁橋 : 標準スパン 40, 50, 60 m

新橋の橋長及びスパン長の決定に際しては、以下の 2 点に留意する必要がある。

- 新橋の橋脚位置は、河川の流れを阻害しないため、旧橋の橋脚位置に可能な限り合せる。
- 新橋の橋長（スパン長）は、河川の流水断面を確保するため、基本的に旧橋より長く設定する。

これらの概念図を図 6.5.1 に示す。



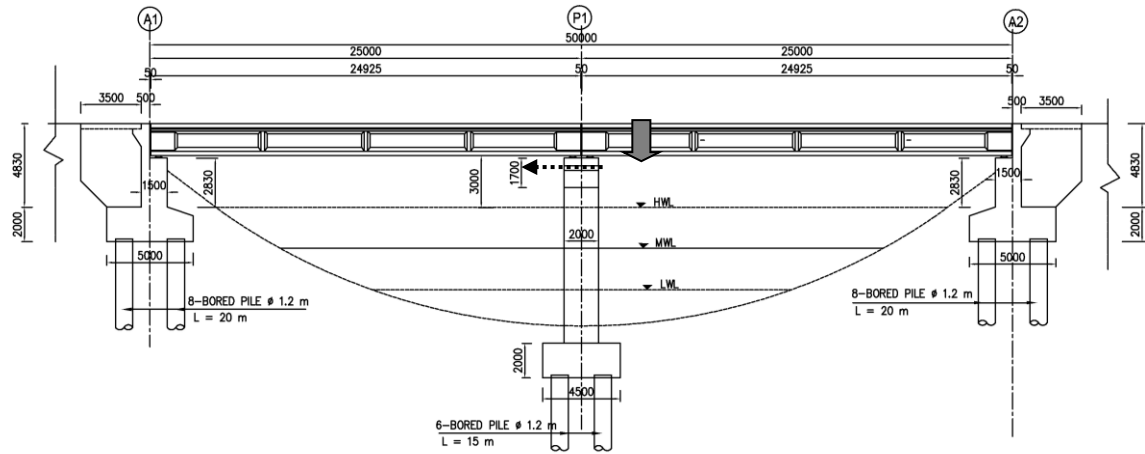
出典：JICA 調査団

図 6.5.1 新橋の橋長（スパン長）決定の概念図

6.6 桁形状における耐震設計の考慮（落橋防止対策）

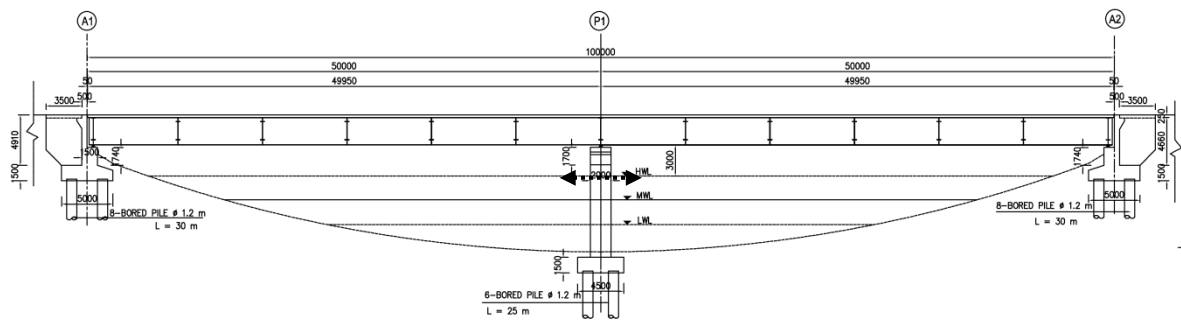
大規模災害を避けるための耐震設計の重要性は「バ」国においても注目されて来ていることから、設計基準震度を上げて下部工を丈夫にするだけでなく上部工の落橋防止対策も考慮されるべきである。「バ」国で実績のある標準的な PC-I 桁（単純桁）を図 6.6.1 に示す。これでは想定外の強い地震により橋脚頭部が大きく揺れ上部工が落橋する可能性がある。

それに対応するため、本事業では落橋防止対策として 2 種類の桁形状を採用する。鋼 I 桁では連続桁を採用して橋脚頭部から上部工が外れないようにし（図 6.6.2）、PC-I 桁では腰掛桁を採用することで橋脚頭部が地震時に大きく揺れ無いようにする（図 6.6.3）。



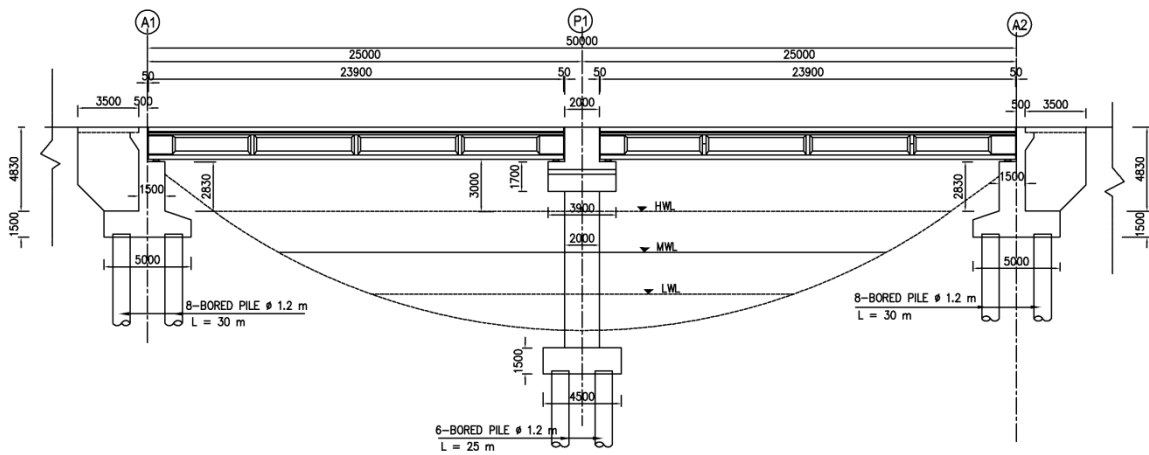
出典：JICA 調査団

図 6.6.1 「バ」国の標準的な PC-I 桁橋（単純桁）



出典：JICA 調査団

図 6.6.2 本事業における鋼 I 桁（連続桁）



出典：JICA 調査団

図 6.6.3 本事業における PC-I 桁（腰掛桁）

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。

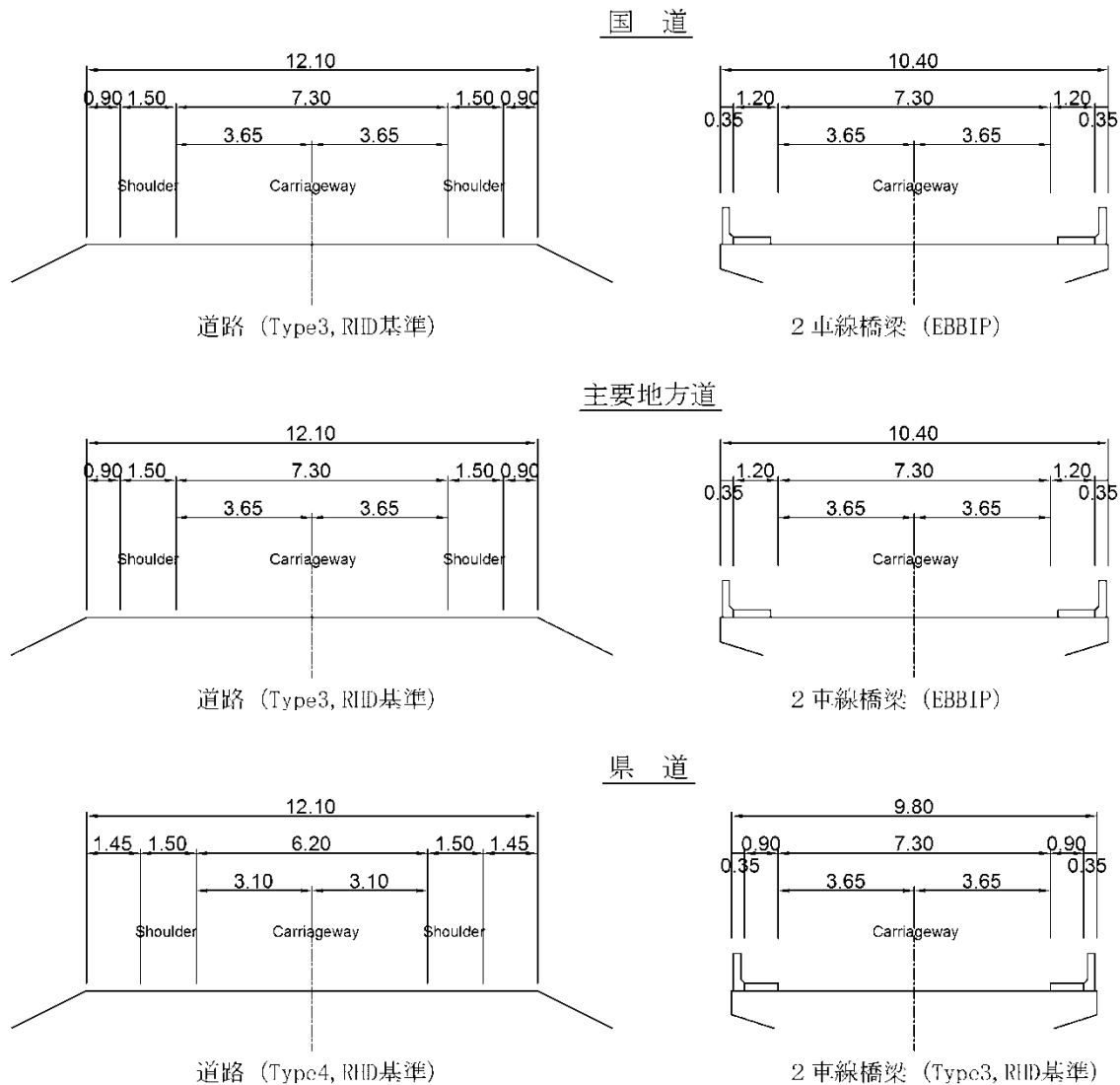
出典：JICA 調査団

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。

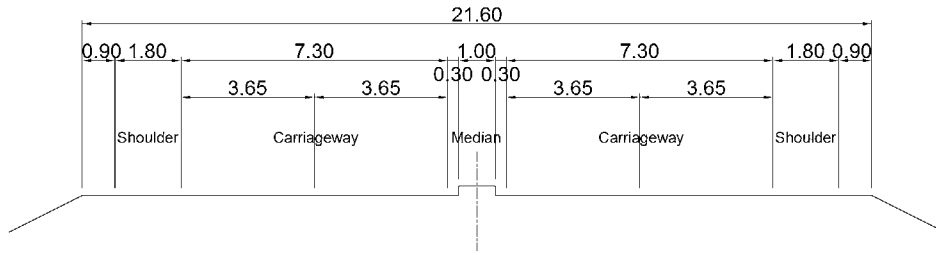
国道、主要地方道及び県道の標準横断図を図 7.1.1 に示す。



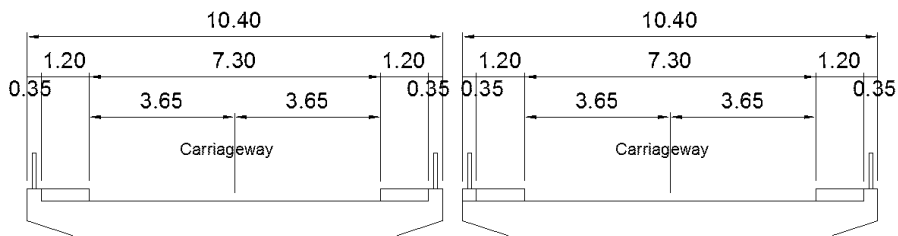
出典：JICA 調査団

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 (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 ³)
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

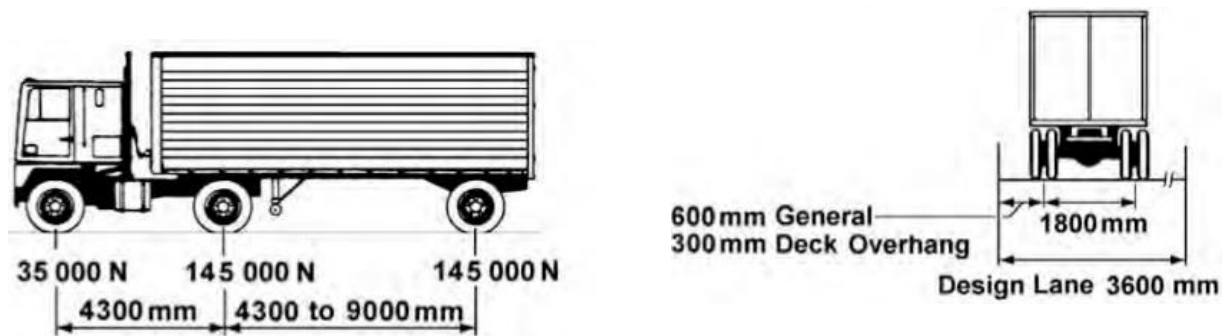
(2) 活荷重

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 9.3 kN/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 %

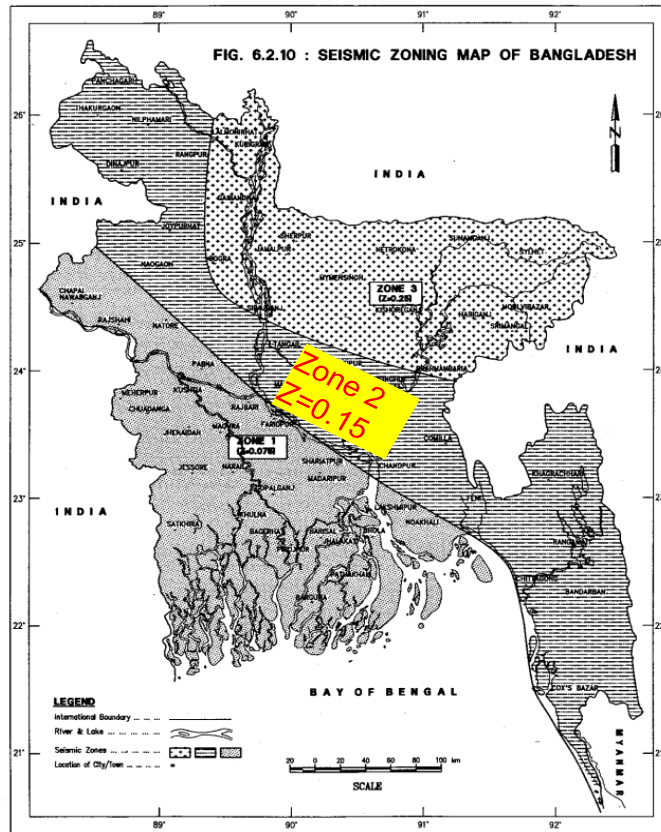
出典：JICA 調査団

(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

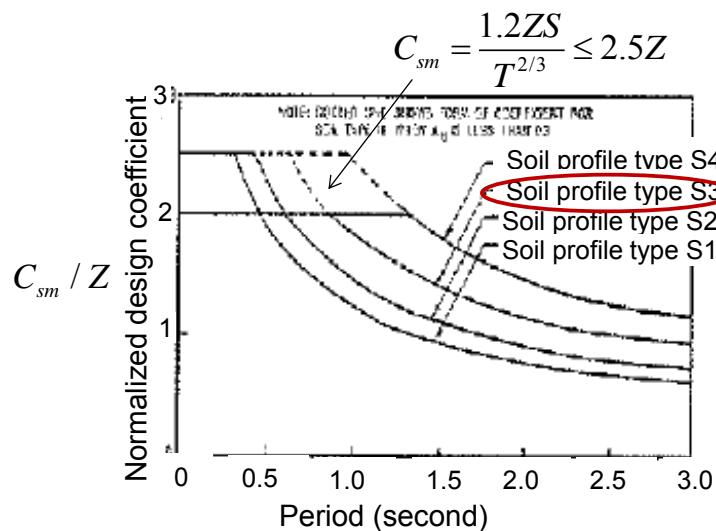
3) 設計応答スペクトル (RS)

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 σ_{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 σ_y (MPa)	公称引張強度 σ_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 σ_y (MPa)	公称引張強度 σ_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 σ_y (MPa)	公称引張強度 σ_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

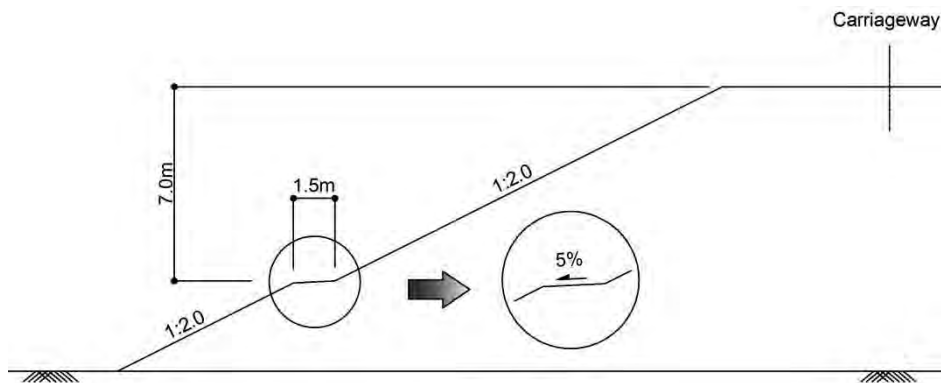
Design Speed (km/h)	曲線半径 (m)					
	65	120	250	500	1000	2000
50	7 %	5 %	3 %	-	-	-
65	-	7 %	5 %	3 %	-	-
80	-	-	7 %	5 %	3 %	-

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。

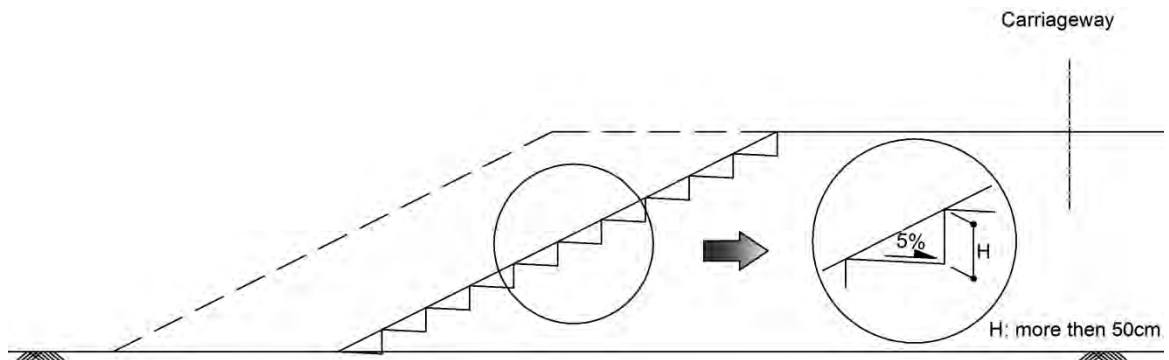


出典：JICA 調査団

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_R: 標準偏差

S₀: 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 *P₀* 及び設計終局供用性指数 *P_t* との差

M_R: 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 (ΔPSI)

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 (ΔPSI) 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 (ΔPSI)

P_0	4.2
P_t	2.5
ΔPSI	1.7

出典：AASHTO 舗装設計基準

5) レジリエント係数 (ψ) (M_R)

レジリエント係数 (ψ) (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

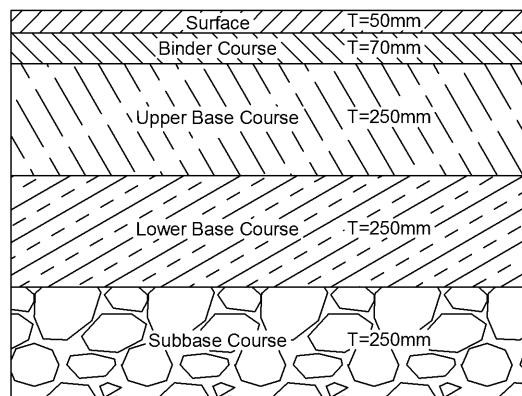
計算結果及び概略図を以下に示す。

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)

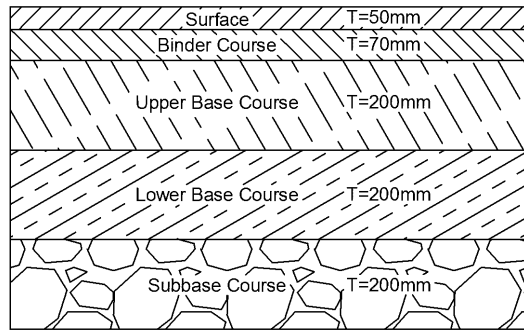
計算の結果、舗装構成は EBBIP (East Bangladesh Bridge Improvement Project) と同様の構成となった。

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

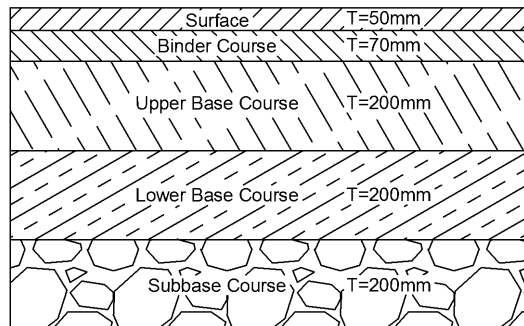
図 7.3.4 舗装構造概略図（主要地方道）

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。

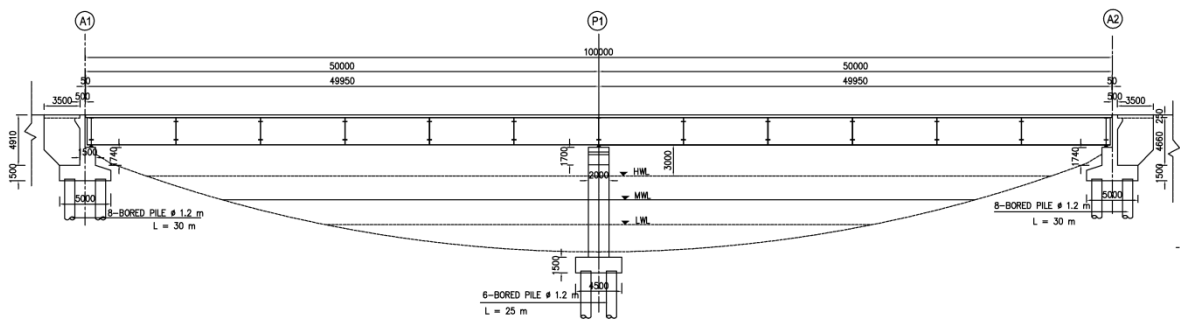
北部ゾーン (55 橋)	: 38 橋が PC-I 橋 (小規模橋梁)
	17 橋が耐候性鋼桁橋 (中規模橋梁)
南部ゾーン (50 橋)	: 全 50 橋が PC-I 橋 (小規模橋梁)

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

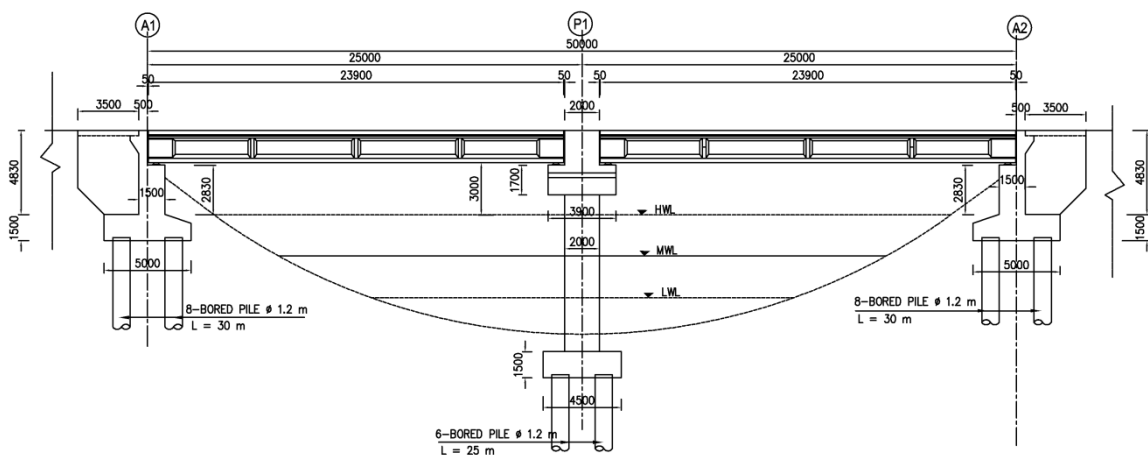
耐候性鋼桁橋 : 標準スパン 40, 50, 60 m

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)

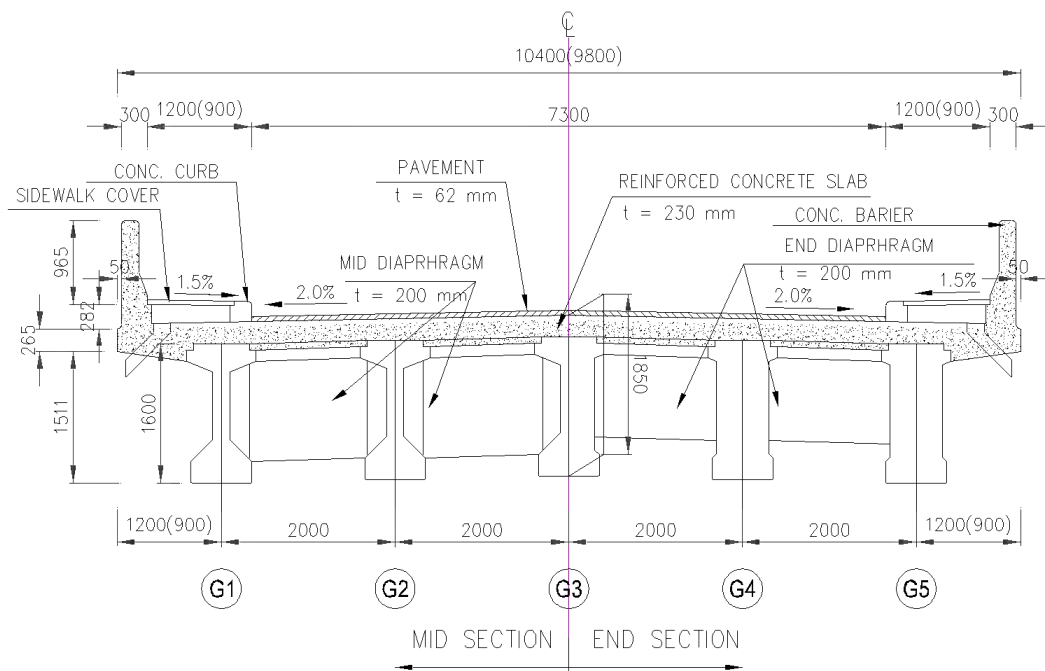


出典：JICA 調査団

図 7.4.2 PC-I 橋 (腰掛け桁)

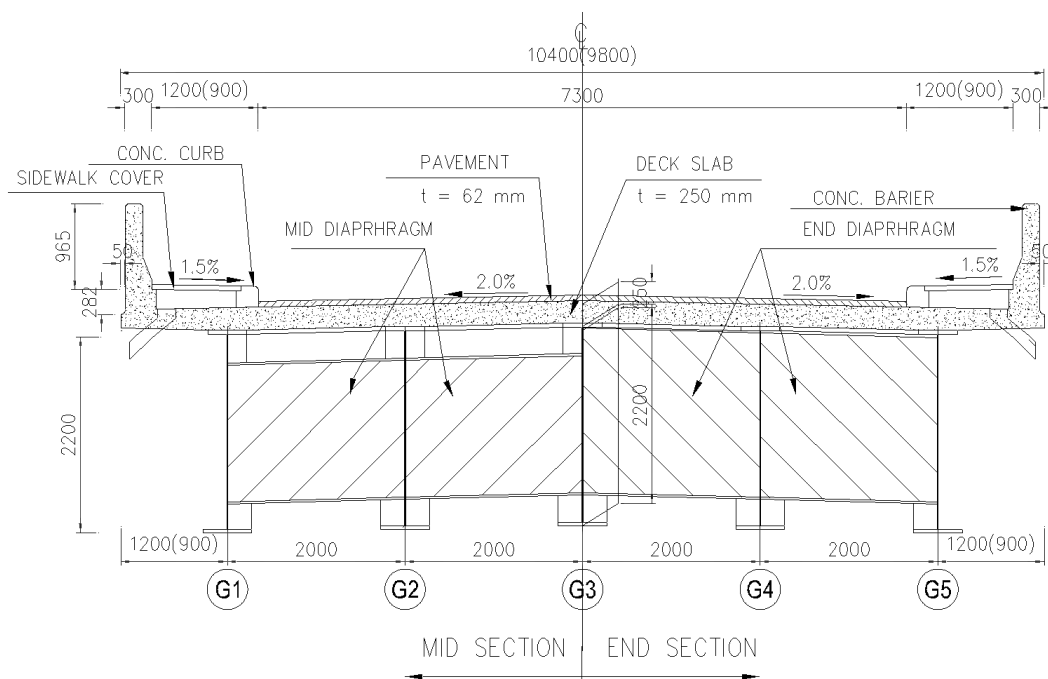
(2) 標準断面

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

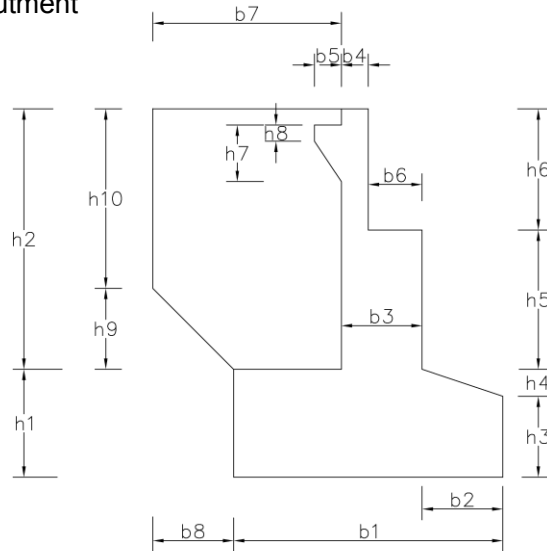
出典：JICA 調査団

7.4.2 下部工

(1) 橋台及び橋脚

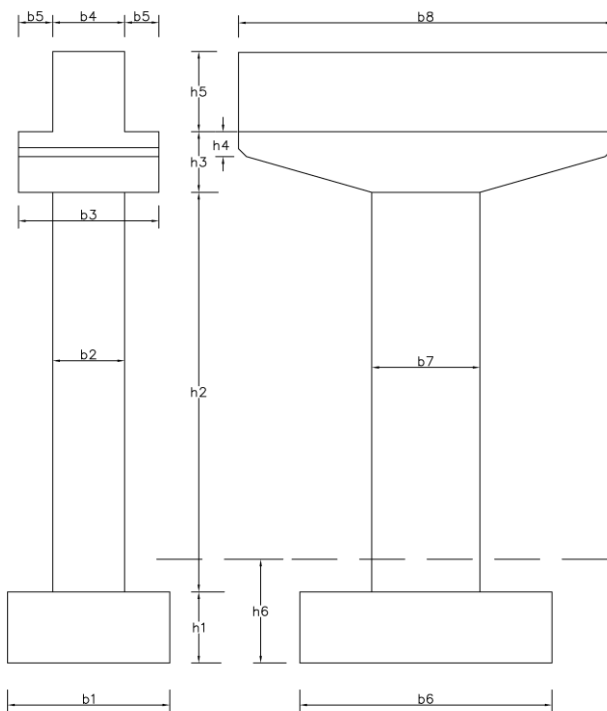
上部工と同様、予備設計ベースでは下部工（橋台、橋脚）も図 7.4.5 に示すように標準化して図面化し設計数量の計算を行った。

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



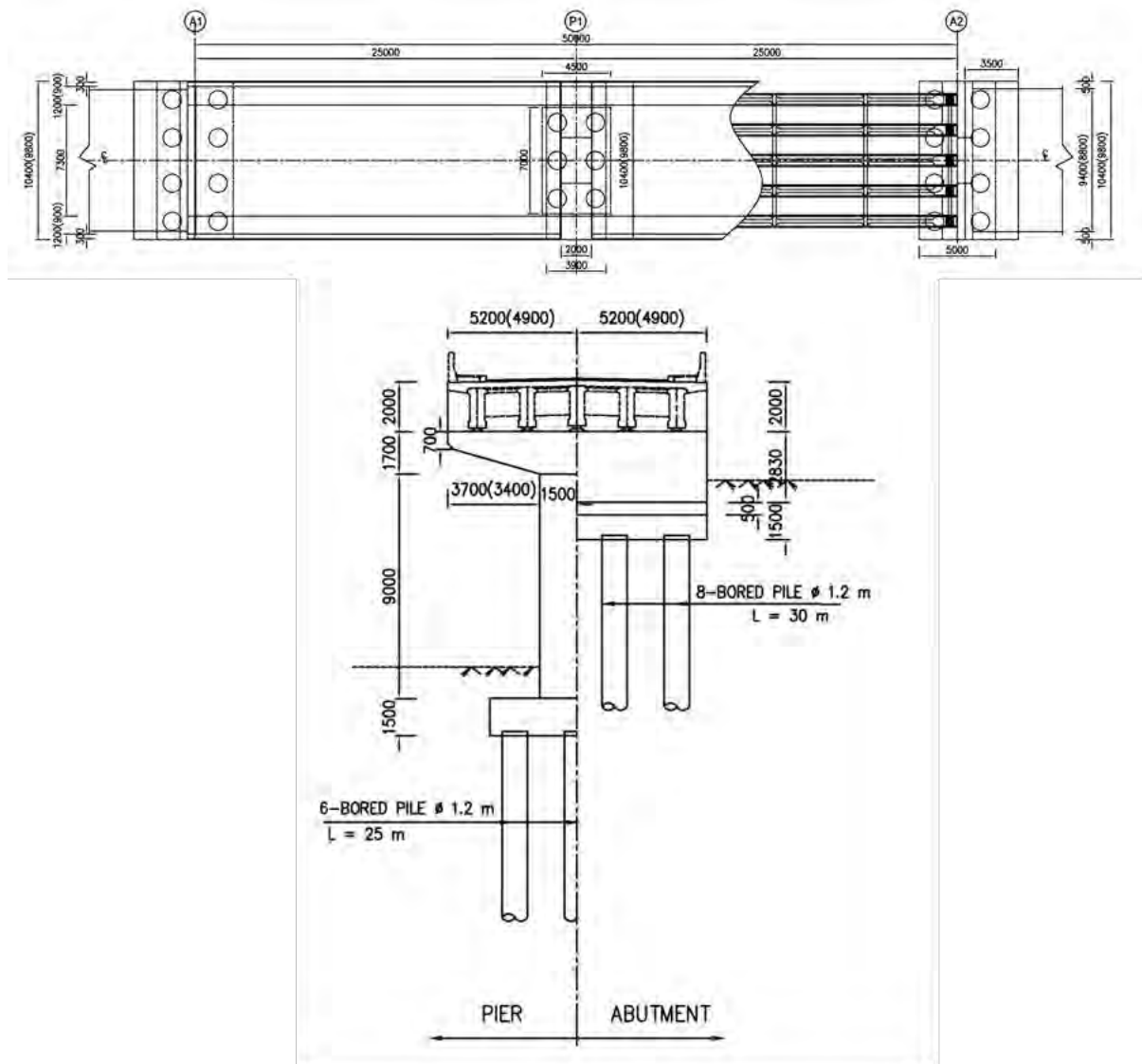
$h1 =$	2.00 m	$b1 =$	4.50 m
$h2 =$	11.21 m	$b2 =$	2.00 m
$h3 =$	1.70 m	$b3 =$	3.90 m
$h4 =$	0.70 m	$b4 =$	2.00 m
$h5 =$	2.25 m	$b5 =$	0.95 m
$h6a =$	3.90 m	$b6 =$	7.00 m
$h6b =$	3.30 m	$b7 =$	3.00 m
		$b8 =$	10.40 m

※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 ²)	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	Horisonkorpur 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 (m ²)	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 kuthibani 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	Kalijira 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

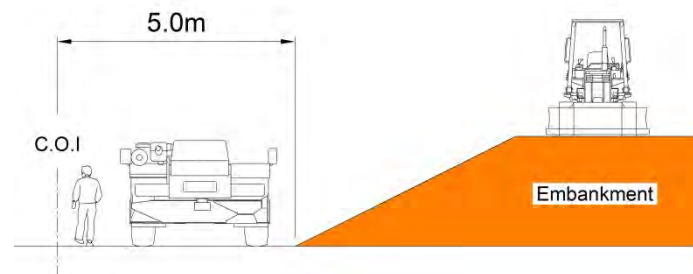
		Bri.No	Ave.Width(m)	Ave.Length(m)	Total Length (m)
Exsting Bridge		105	6.16	54.1	5,682
New Bridge	PC-I	88	10.85	56.88	5,005
	Steel-I	17	10.22	113.53	1,930
	Total	105	10.75	66.05	6,935
Ratio New total/ Existing		-	1.75	1.22	1.22

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。

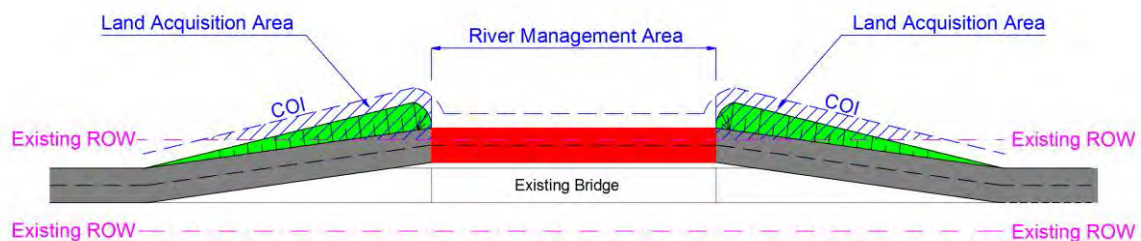
工事影響範囲は、施工に最低限必要な範囲であり、住民移転及び用地補償費を最小に抑えることを考慮して設定された。



出典：JICA 調査団

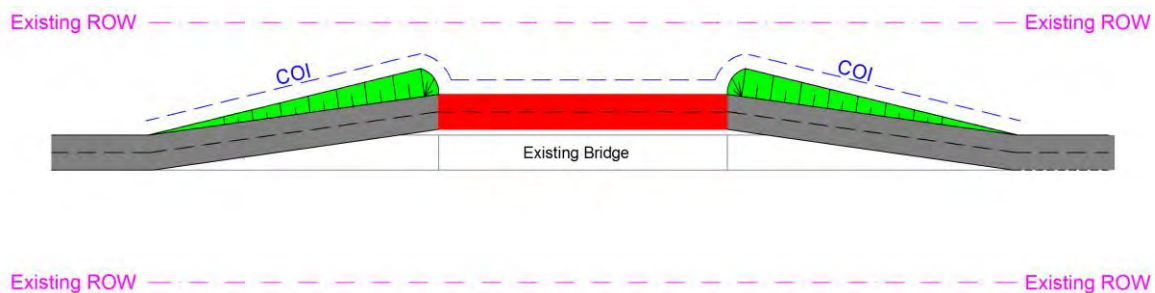
図 7.5.1 工事影響範囲（COI）

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

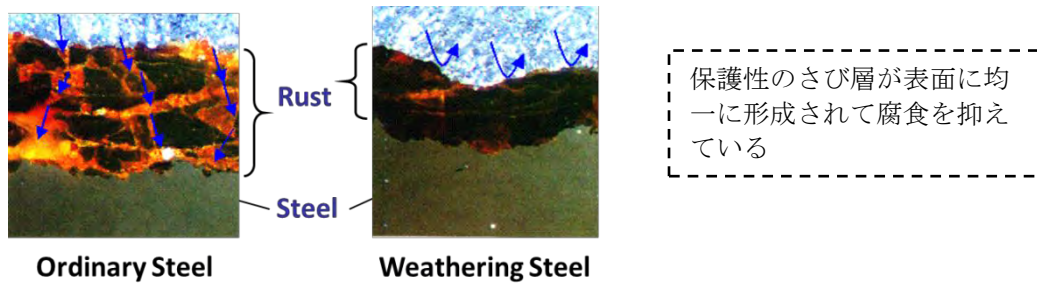
中規模橋梁において一般的に採用されてきた PC 箱桁橋と比べ、耐候性鋼材を使用した鋼橋には以下に示すような利点があるため、本事業においては、いくつかの橋梁について、耐候性鋼材橋を採用する。

- 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）



出典：JICA 調査団

図 8.2.1 耐候性鋼材の腐食抑制のメカニズム

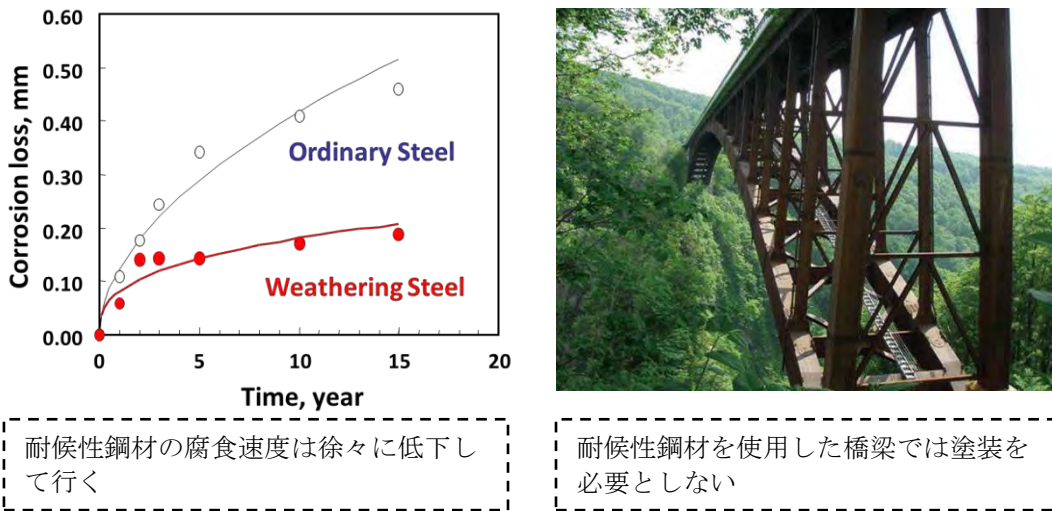
(mass%)					
C	Si	Mn	Cu	Ni	Cr
0.12	0.40	0.90	0.35	0.20	0.50

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。

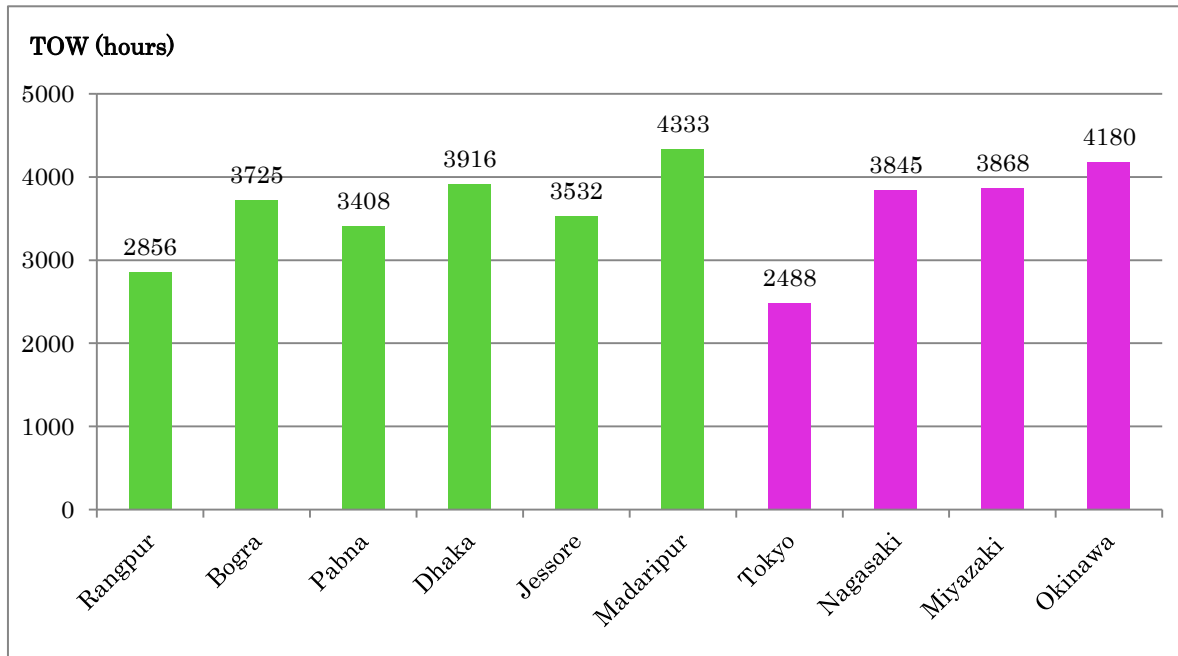
(2) バングラデシュ国における日本基準の採用の適否

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。

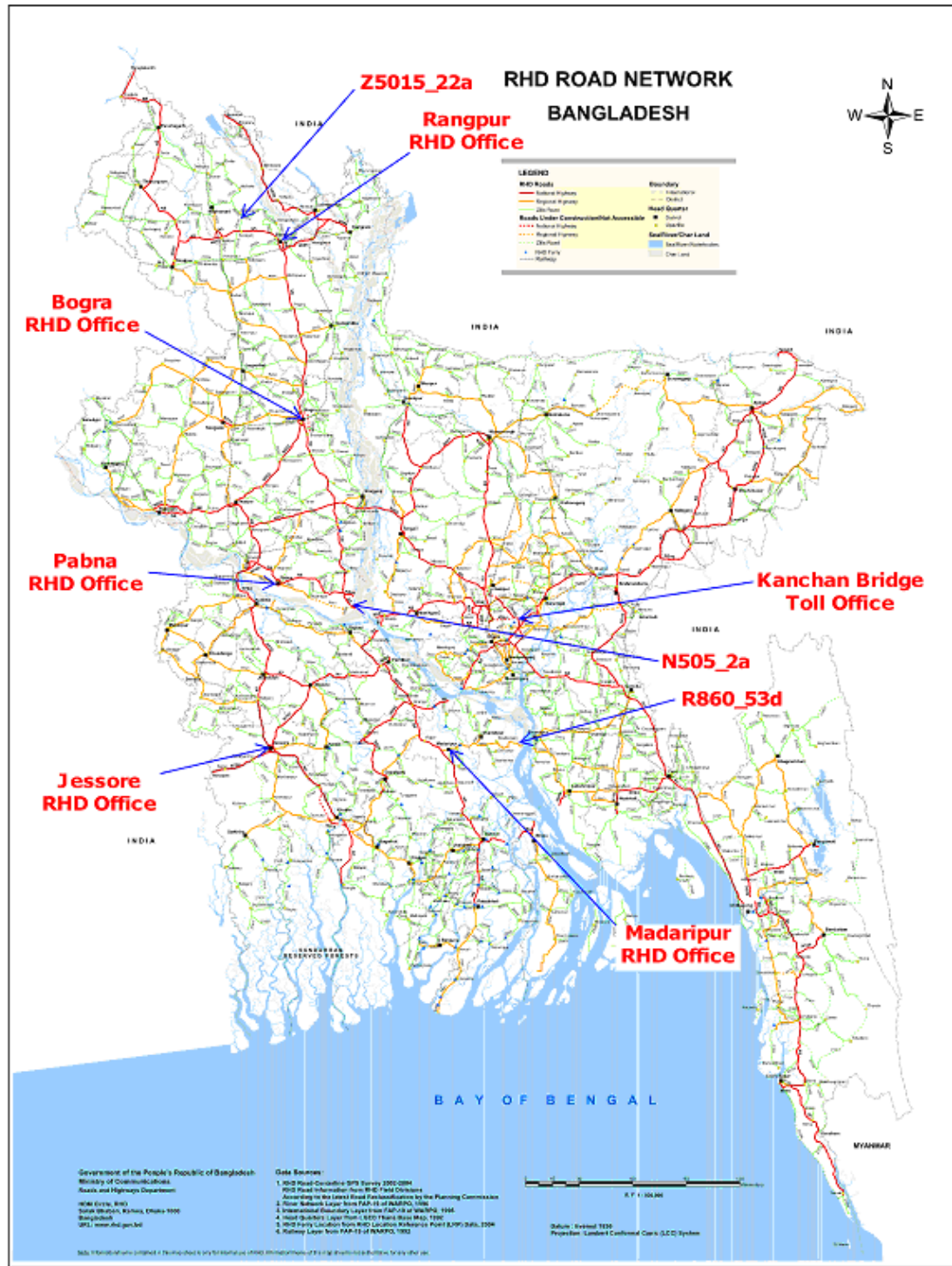
耐候性鋼材の暴露試験も RHD の地区事務所の屋上および料金所事務所の屋上で実施された。また、橋梁における錆の状況を確認するために、既存橋梁においても併せて実施された。

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

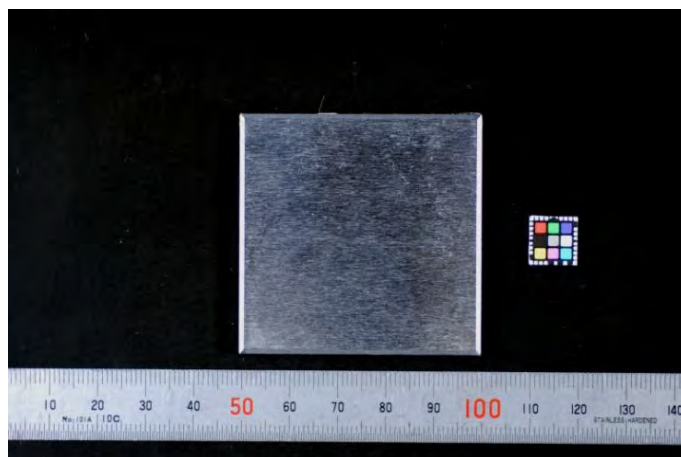
図 8.4.1 飛来塩分量計測器（ガーゼ枠）

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。飛来塩分が多い時期と風速が強い時期が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が推測される。

表 8.5.1 飛来塩分量調査結果

Table 8.5.1 Airborne Salt

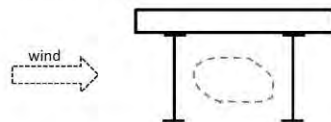
mdd=mg/decim²/day

Month	Salt Amount (mdd)	Rangpur		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	0.0160	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	0.0160	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.

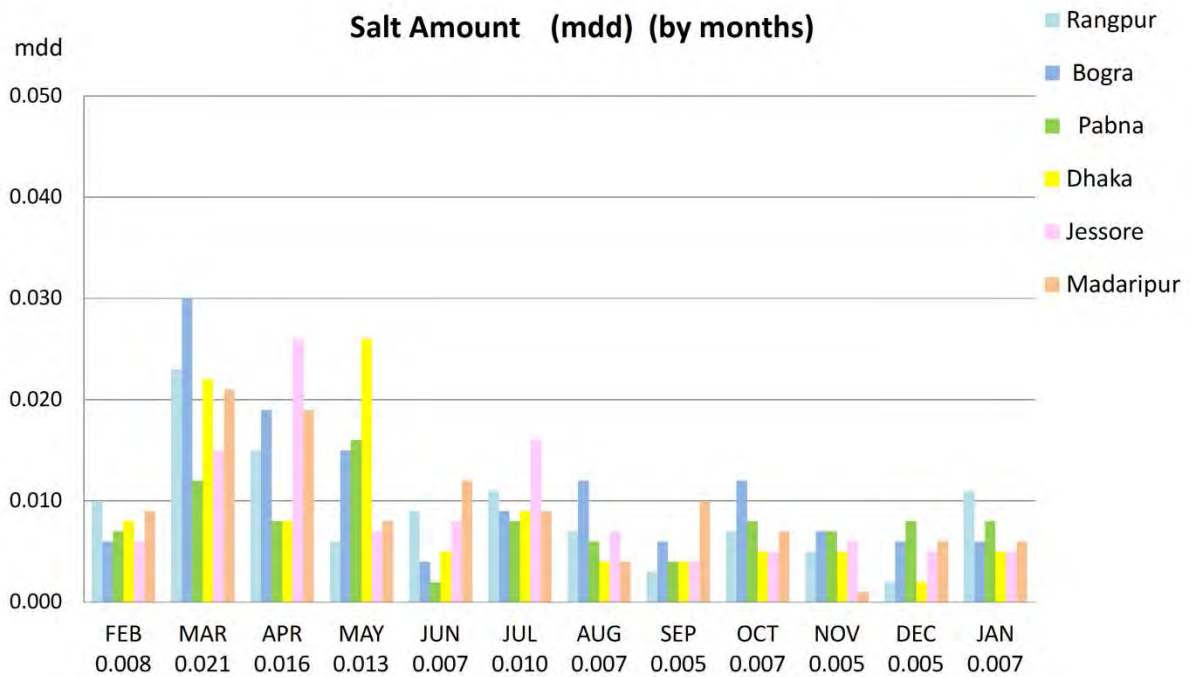
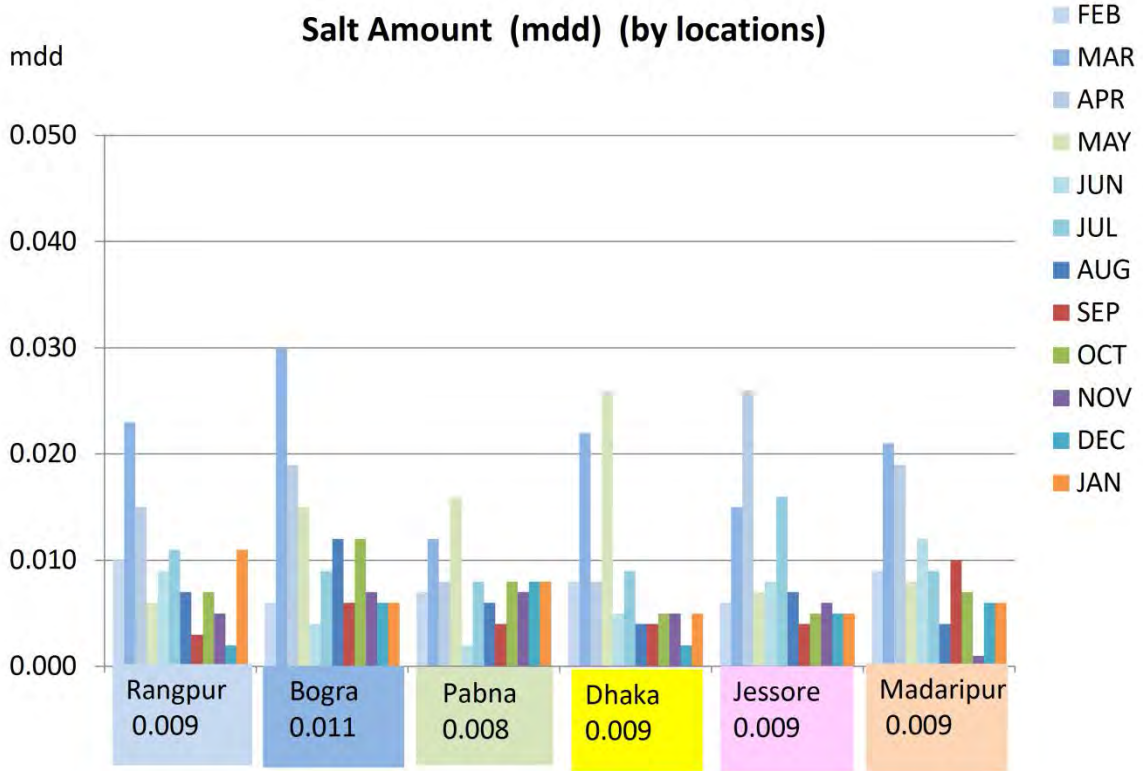


[In Girders Value] is measured between bridge girders.



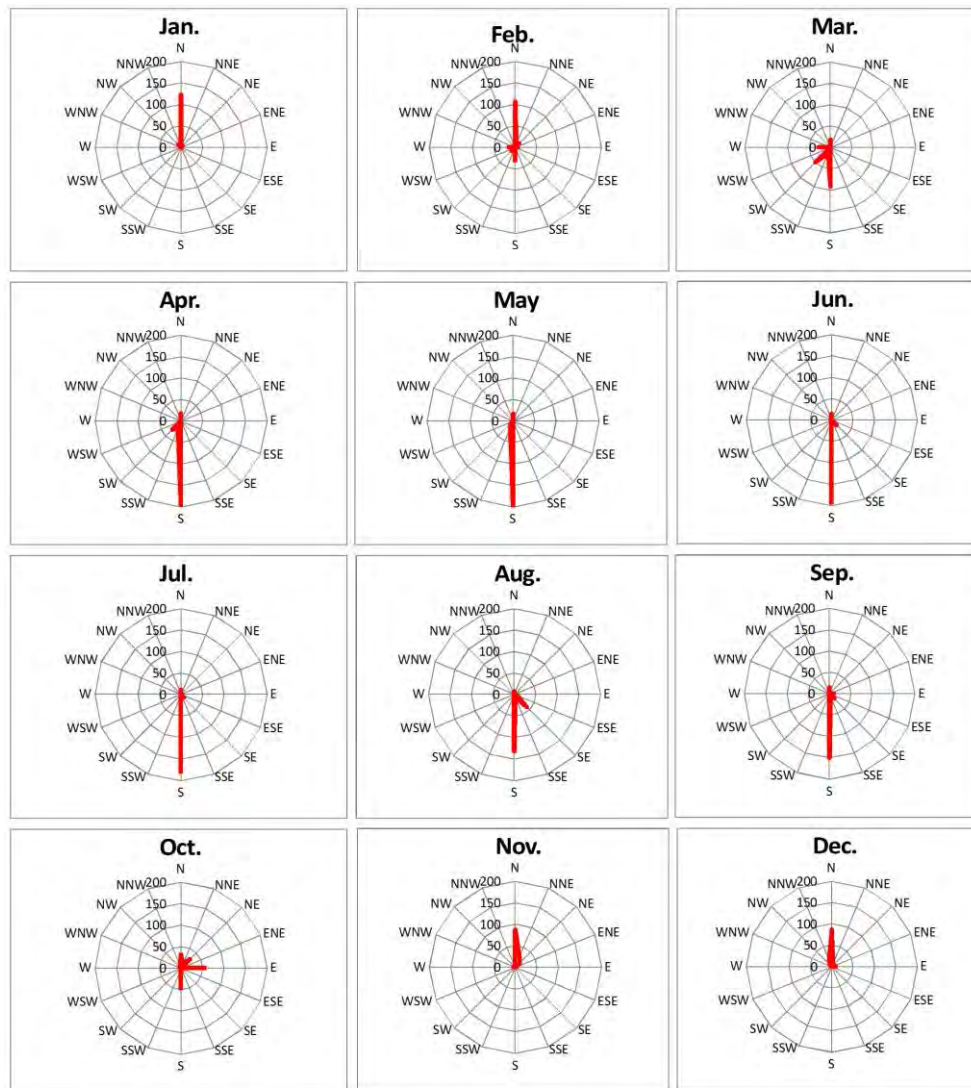
[Measurement Value] is measured in open environment

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 であることにに対し、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 ²		thickness reduction 13 months		evaluation value (inside ave)/12 months
			initial	13 months	loss	(g/m ²)	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

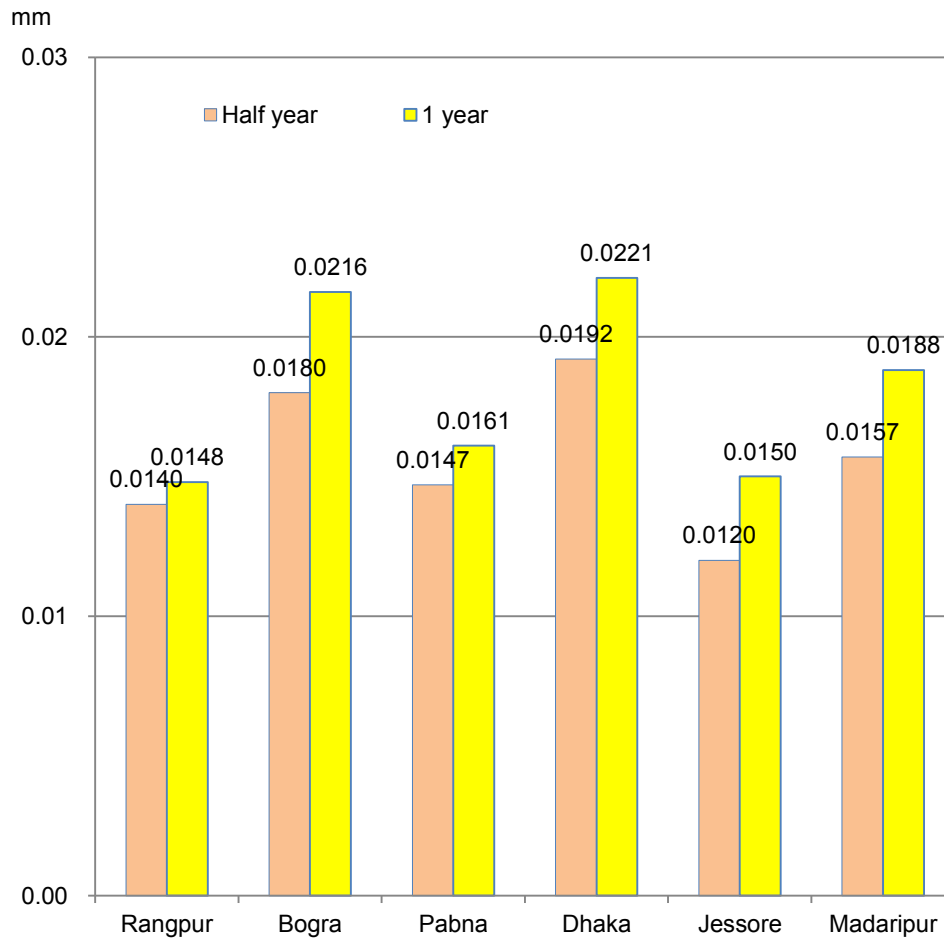
表 8.5.3 12 ヶ月後における耐候性鋼材の暴露試験結果

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

Zone	setting surface	exposed period	TP weight (g)			loss per m ²		thickness reduction 13 months		evaluation value (inside ave)/12 months
			initial	13 months	loss	(g/m ²)	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

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 ²	thickness reduction 13 months	thickness reduction 12 months		
			initial	13 months	loss	(g/m ²)	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

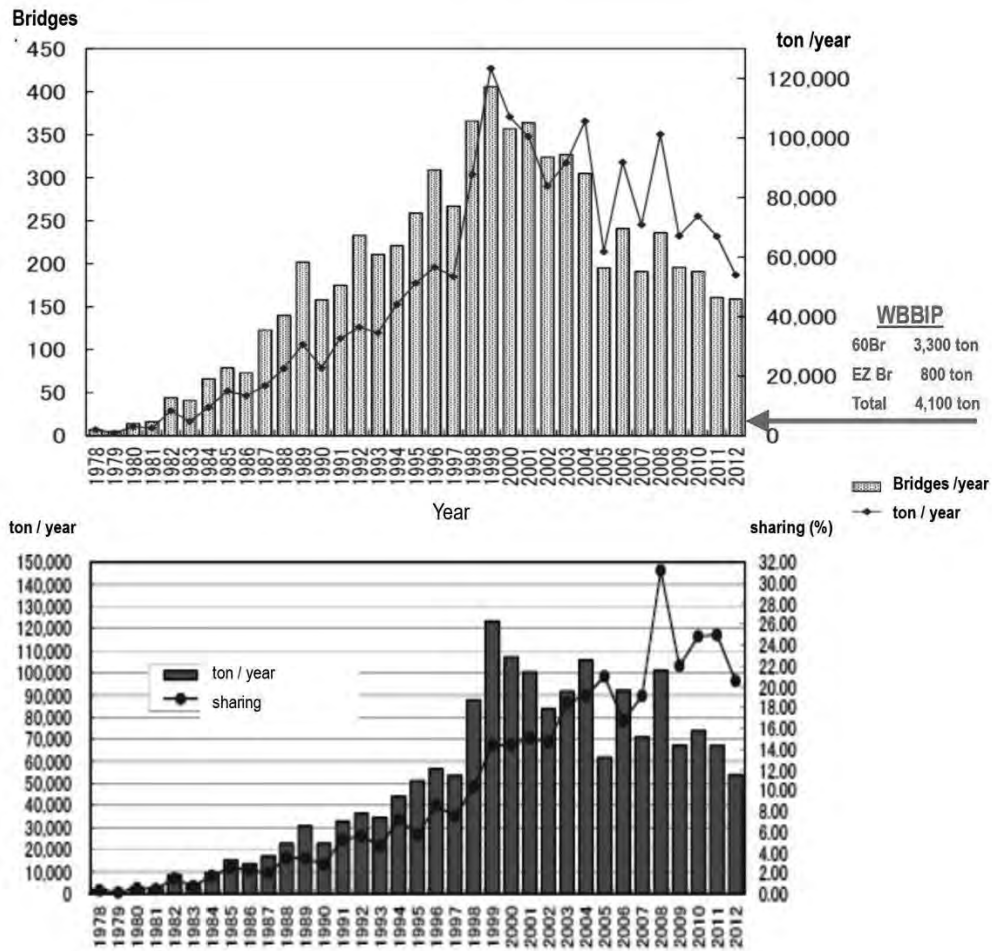


図 8.6.4 日本における耐候性鋼材橋のシェア

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。

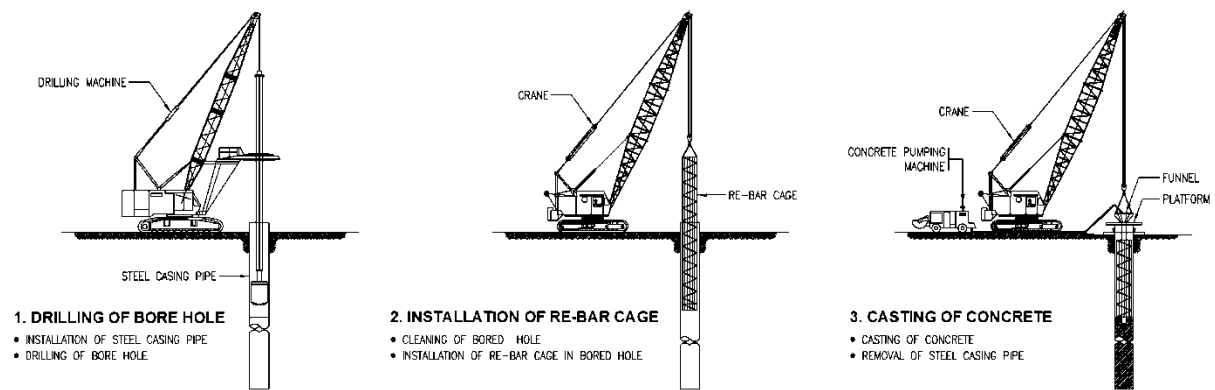
9. 施工計画

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

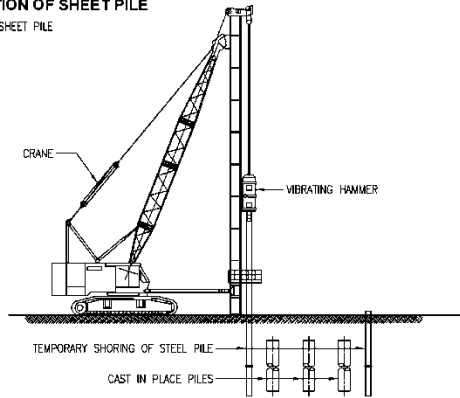
図 9.2.1 場所打ち杭の施工方法

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。

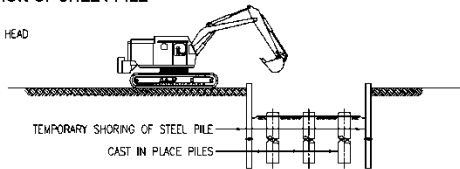
1. INSTALLATION OF SHEET PILE

- INSTALLATION OF SHEET PILE



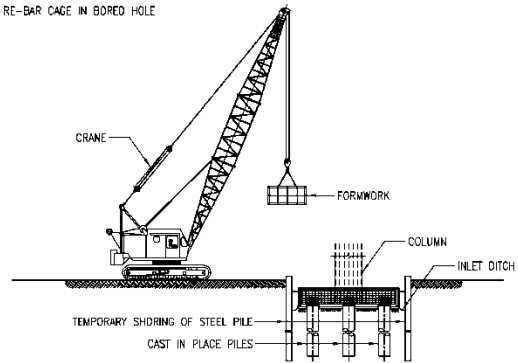
2. INSTALLATION OF SHEET PILE

- EXCAVATION
- CUT OFF OF PILE HEAD



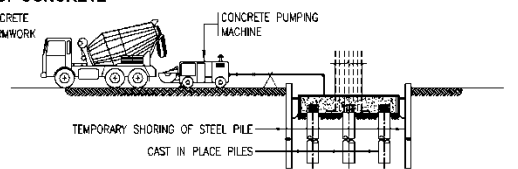
3. INSTALLATION OF FORMWORK & REINFORCEMENT OF PILE CAP

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



4. CASTING OF CONCRETE

- CASTING OF CONCRETE
- REMOVAL OF FORMWORK
- BACKFILLING



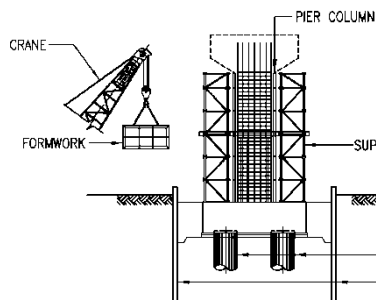
出典：JICA 調査団

図 9.3.1 基礎工の施工方法

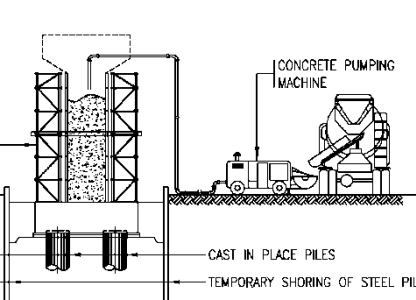
9.4 橋脚

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。

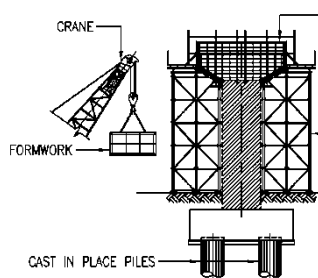
1. INSTALL OF FORMWORK & REINFORCEMENT OF PIER COLUMN



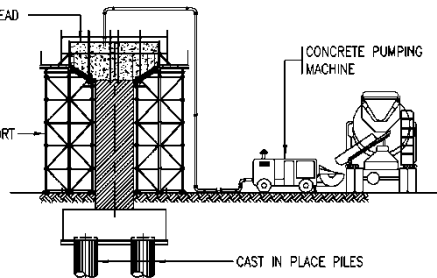
2. CASTING OF CONCRETE OF PIER COLUMN



3. INSTALLATION OF FORMWORK & REINFORCEMENT OF PIER HEAD



4. CASTING OF CONCRETE OF PIER HEAD



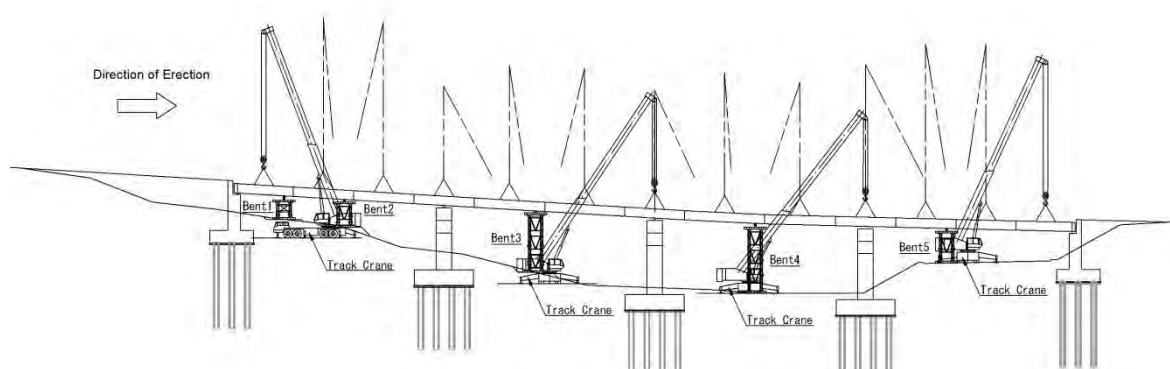
出典：JICA 調査団

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。

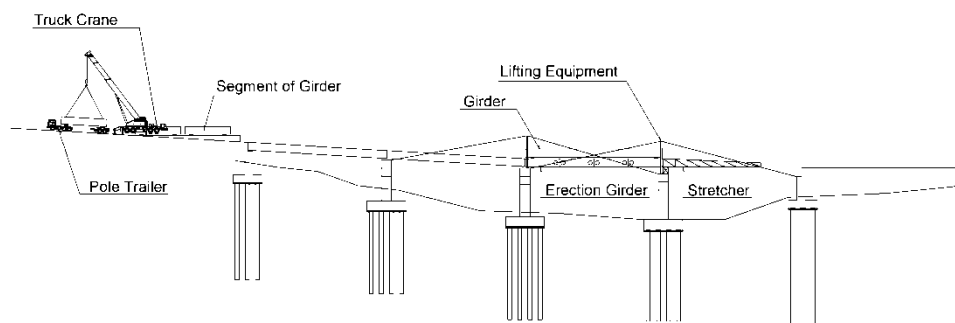


出典：JICA 調査団

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

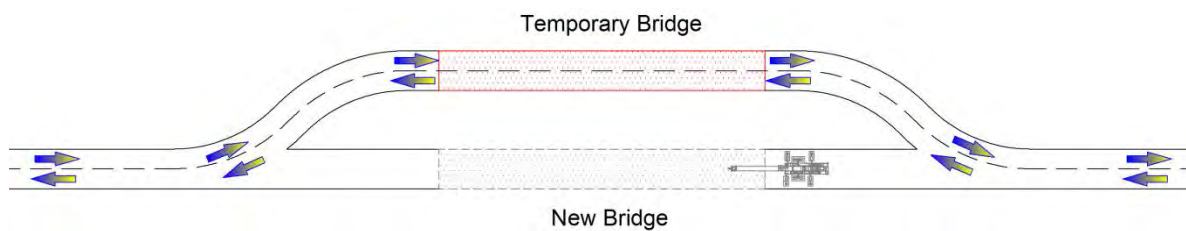
9.6 上部工 (PC - I 桁橋)

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

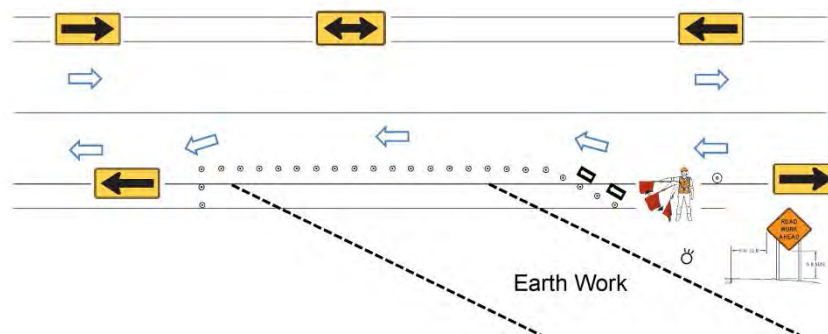
前述した様に、当該プロジェクトは既存橋の架け替えとなるため、工事中は仮設橋を設置し、既存交通を安全に迂回させる必要がある。



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

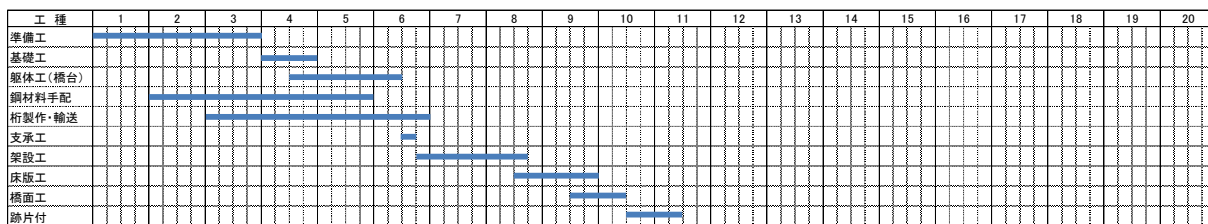
図 9.7.2 工事中の迂回計画

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）

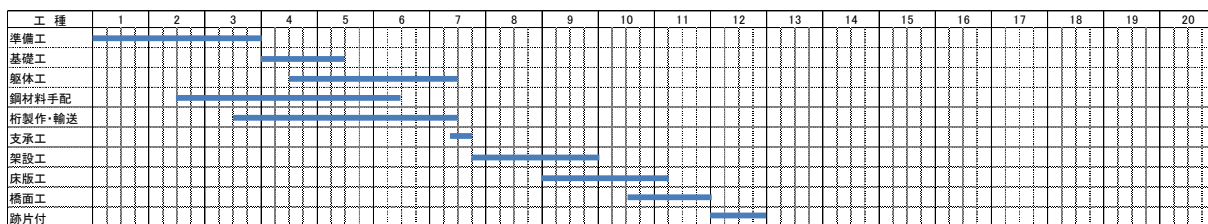
(1) ケース 1：鋼 I 桁橋 L=60m



出典：JICA 調査団

図 9.8.1 工事工程【鋼 I 桁橋 L=60m】

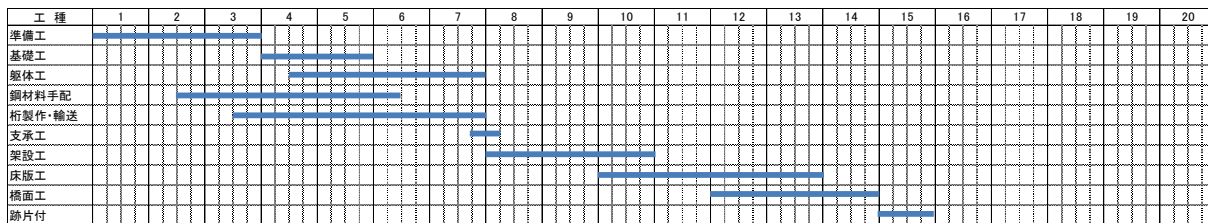
(2) ケース 2：鋼 I 桁橋 L=100m (60m+40m)



出典：JICA 調査団

図 9.8.2 工事工程【鋼 I 桁橋 L=100m(60m+40m)】

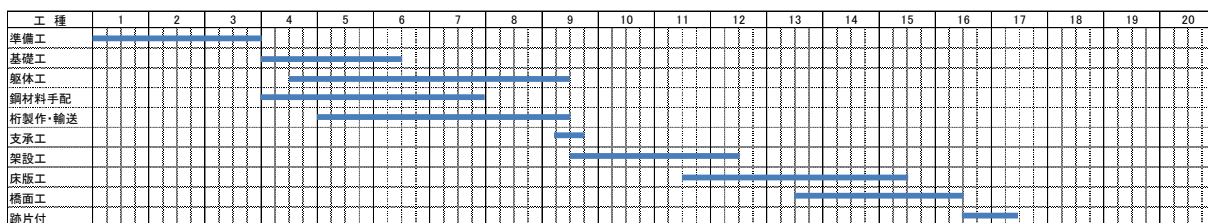
(3) ケース 3：鋼 I 桁橋 L=180m (60mx3)



出典：JICA 調査団

図 9.8.3 工事工程【鋼 I 桁橋 L=180m(60mx3)】

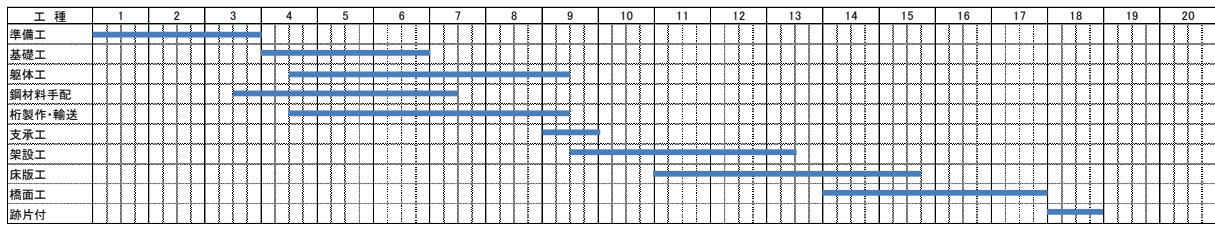
(4) ケース 4：鋼 I 桁橋 L=160m (40mx4)



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)

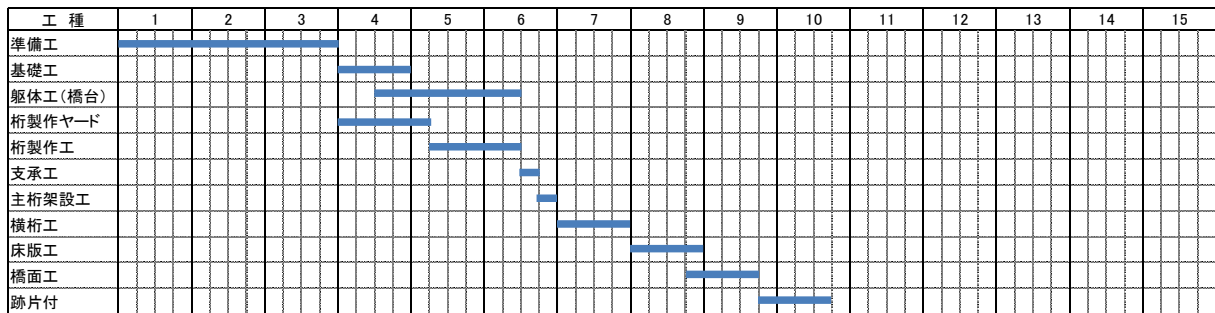


出典：JICA 調査団

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)

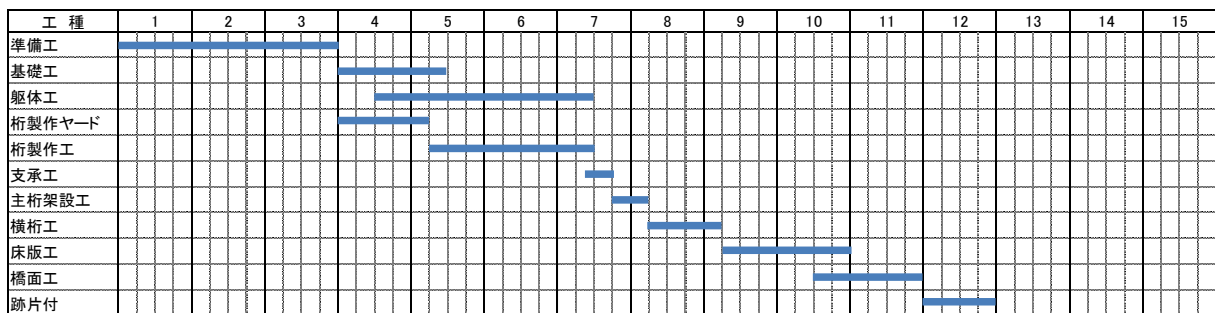
(1) ケース1 : PC-I 桁橋 L=40m



出典：JICA 調査団

図 9.8.6 工事工程【PC-I 桁橋 L=40m】

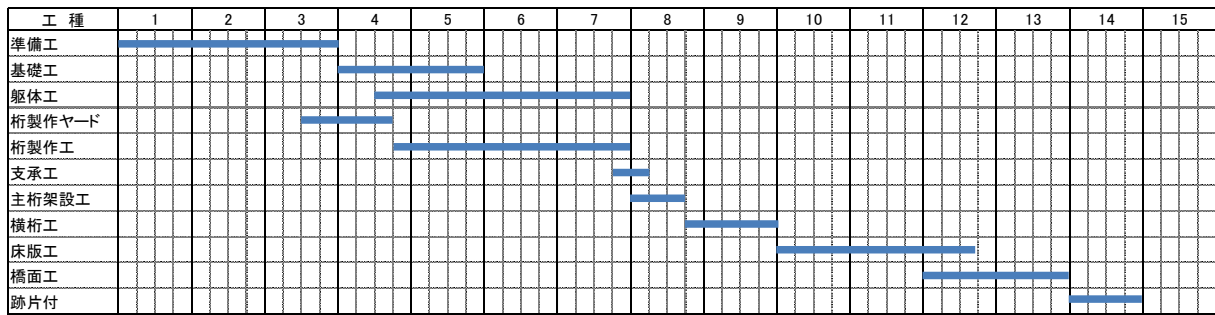
(2) ケース2 : PC-I 桁橋 L=80m (40mx2)



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

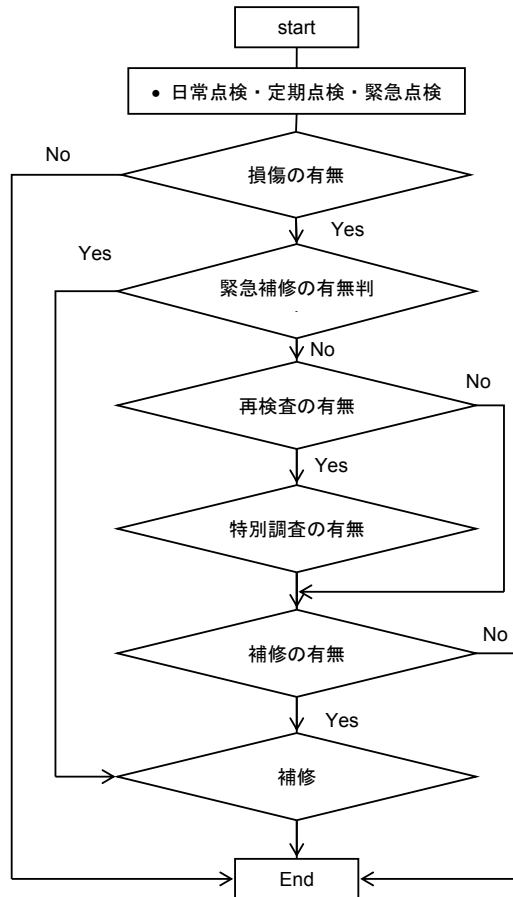
10.1.1 はじめに

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。

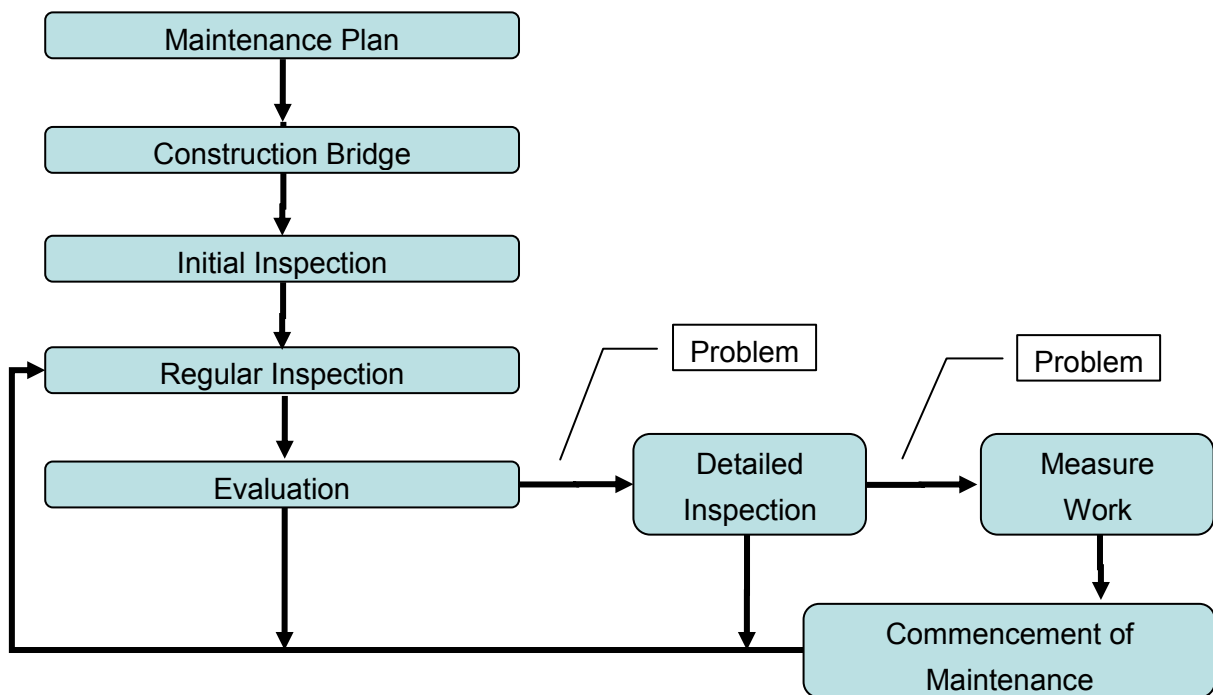
(1) 目視による調査（最低限二年に一回実施）

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に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に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

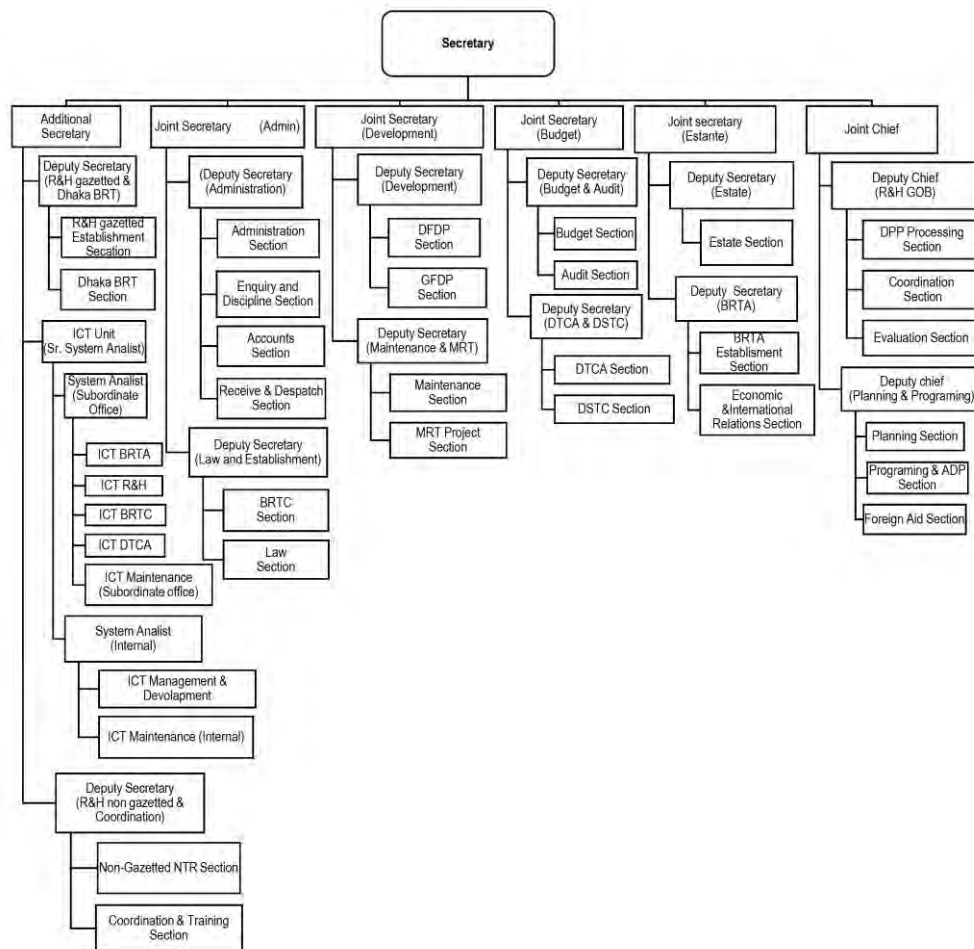
ンフラ開発に関連する組織の構築、管理することで「バ」国の社会経済活動を活性化させるべく、業務を遂行している。なお、下記の下部組織を有する。

- 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。

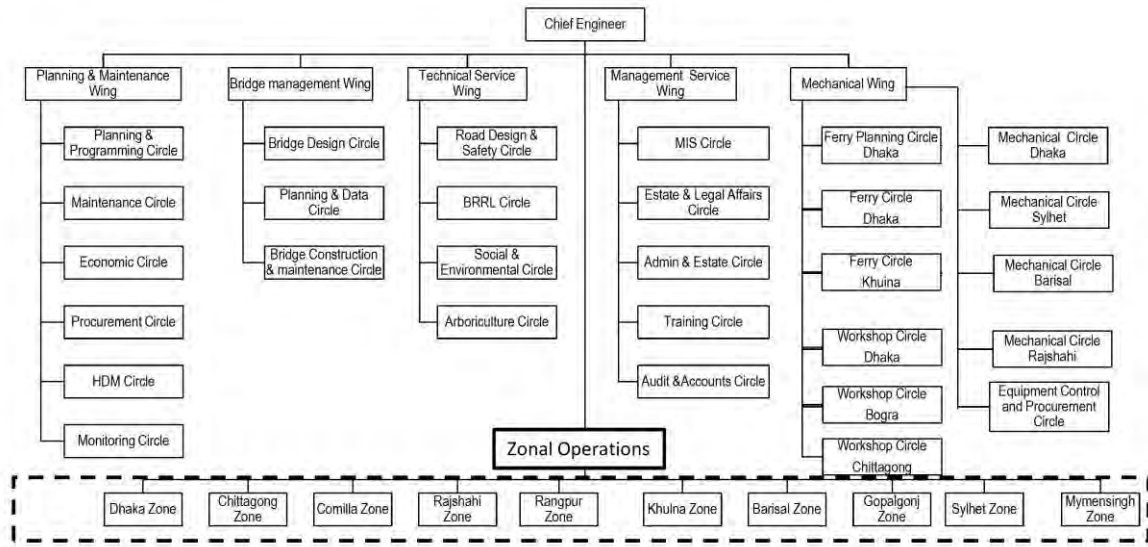
RHD の政策は下記のようになっている。

「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
Total of Class I	445
Total of Class II	521
Total of Class III	788
Total of Class IV	389
Total(All classes)	2,143

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
Revenue and Receipts	448,680	494,720	605,390	691,800	794,840	951,877	1,183,850
(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
Development Receipts	222,320	212,290	373,350	293,420	355,590	399,610	508,310
(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
Total Receipts	671,000	707,010	978,740	985,220	1,150,430	1,351,487	1,692,160
Revenue Expenditure(gross)	351,544	413,551	521,923	626,760	687,110	771,030	1,029,030
(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
Development Expenditure	194,720	179,280	185,060	197,000	259,170	328,550	348,500
(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
Total Expenditure	546,264	592,831	706,983	823,760	946,280	1,099,580	1,377,530
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	-
Per capita Expenditure							
(a)Constant Prices(deflated)	2,695	2,704	2,926	3,161	3,364	3,593	-
(b)Current Prices	3,936	4,216	4,965	5,713	6,473	7,435	-
Total Public Expenditure as % GDP at current market price	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

Financial Year	Allocation(in Million Taka)		
	Development	Maintenance	Total
2001-02	22,828.4	3,310.0	26,138.4
2002-03	23,699.5	3,750.0	27,449.5
2003-04	24,876.8	5,766.0	30,642.8
2004-05	23,613.1	8,668.6	32,281.7
2005-06	19,898.7	8,615.5	28,514.2
2006-07	22,454.4	4,379.8	26,834.2
2007-08	18,522.9	6,273.7	24,796.6
2008-09	13,992.8	7,175.1	21,167.9
2009-10	23,082.1	6,100.0	29,182.1
2010-11	20,636.1	6,678.0	27,314.1
2011-12	24,309.0	7,049.0	31,358.0
2012-13	33,828.7	11,356.1	45,184.8
2013-14	34,476.1	12,396.4	46,872.5

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

Financial year	Amount(in Million Taka)		Allocated Percentage (%)
	Requested	Allocated	
2007-08	41,140	6,374	15.2
2008-09	42,050	7,175	17.1
2009-10	40,040	6,100	15.2
2010-11	47,450	6,678	14.1
2011-12	51,000	7,049	13.8
2012-13	39,791	11,356	14.6
2013-14	77,729	12,396	15.9

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、実施されておらず、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	Boala 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_Sd	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	Bahaglli 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	Bottoi 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³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。

³ 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 11.3.1 にまとめる。

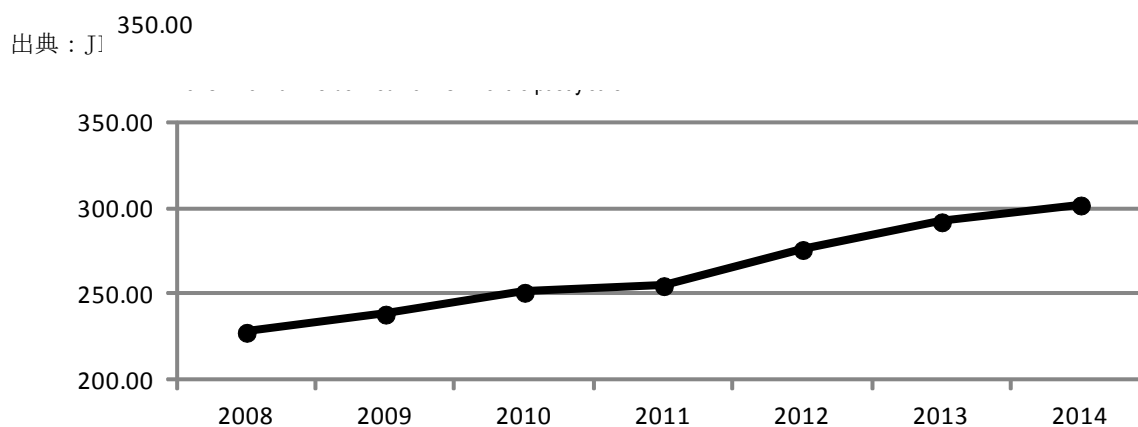
表 11.3.1 消費者物価指数 (CPI)

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 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

USD 1.0= 77.70 BDT

Item no.	Description	Unit	Total unit cost (BDT)	Rate		
				Local (BDT)	Foreign ratio	Foreign (USD)
2	Concrete, Class A3-2 (Side walk, Railing)	cu.m.	14,532	7,716	47%	87.73
3	Concrete, Class A3-4 (footpath)	cu.m.	13,306	6,490	51%	87.73
4	Concrete, Class A2-2 (Deck slab)	cu.m.	18,873	12,144	36%	86.60
5	Concrete, Class A4 (precast formwork)	cu.m.	13,073	6,155	53%	89.03
6	High yield deformed reinforcing bars (fy=400MPa)	ton	105,509	60,140	43%	583.90
7	Concrete, Class A2-2 (Diaphragm, Cross beam)	cu.m.	18,873	12,144	36%	86.60
8	Concrete, Class A2-1 (RC girder)	cu.m.	18,928	12,199	36%	86.60
9	Concrete, Class A1 (PC girder)	cu.m.	25,063	18,509	26%	84.34
10	Pre-stressing strands for PC girder	ton	284,087	73,553	74%	2,709.58
11	Weathering steel (SMA 490W/400W) for Steel-I	ton	510,392	102,078	80%	5,255.00
12	Weathering steel (SMA 490W/400W) for Steel-box	ton	605,759	121,144	80%	6,237.00
13	Weathering steel (SMA400, etc.)	ton	459,401	91,880	80%	4,730.00
14	Weathering H.T.Bolt	ton	357,323	71,465	80%	3,679.00
15	Elastomeric bearing for RCG	each	49,515	4,760	90%	576.00
16	Elastomeric bearing for PCG	each	61,894	5,950	90%	720.00
17	Elastomeric bearing for STG	each	618,940	59,500	90%	7,200.00
18	Elastomeric bearing for STG for Steel-box	each	1,737,820	59,500	97%	21,600.00
19	Expansion joint	m	55,602	6,727	88%	629.02
20	Expansion joint fro Sttel-box	m	153,352	6,727	96%	1,887.06
21	Bridge draining	m	1,921	1,921	0%	0.00
22	Excavation and Backfill	cu.m.	414	214	48%	2.56
23	Sand backfill for structure	cu.m.	1,026	1,026	0%	0.00
24	Concrete, Class A2-2 (Abutment)	cu.m.	18,873	12,144	36%	86.60
25	Concrete, Class A2-1 (Pier head, column)	cu.m.	18,928	12,199	36%	86.60
26	Concrete, Class A2-2 (Pile cap)	cu.m.	20,589	13,248	36%	94.47
27	Drilling of pile (Dia 1.2m)	lm	4,195	2,212	47%	25.52
28	Bored pile A3-1 (Dia 1.2m)	cu.m.	13,973	7,954	43%	77.47
29	Loading test	ls	1,662,584	1,147,183	31%	6,633.22
30	Drilling of pile (Dia 1.5m)	lm	4,734	2,496	47%	28.80
31	Bored pile A3-1 (Dia 1.5m)	cu.m.	16,488	10,469	37%	77.47
32	Loading test (Dia 1.5m)	ls	1,662,584	1,147,183	31%	6,633.22
33	Embankment fill	cu.m./m	498	436	12%	0.80
34	Sub-base	cu.m./m	4,066	4,066	0%	0.00
35	Aggregate lower base 400mm	cu.m./m	4,541	4,541	0%	0.00
36	Aggregate upper base 350mm	cu.m./m	8,458	8,373	1%	1.09
37	Bituminous binder course 200mm	cu.m./m	16,101	12,720	21%	43.52
38	Bituminous wearing course 50mm	cu.m./m	17,852	13,746	23%	52.84

Source: JICA Survey Team

出典：JICA 調査団

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

Item	unit	unit price	PC-I	Steel-I	note
Super Structure	m2	Local (BDT)	22,767	40,391	related to the new bridge area (length * whole width)
		Foreign (USD)	295.4	1,790	
Abutment	nos	Local (BDT)	3,632,339	3,169,153	standard abutment height assumed as 5 m
		Foreign (USD)	29,126	25,642	
Pier	nos	Local (BDT)	3,889,847	2,762,307	by standard bridge design
		Foreign (USD)	32,066	22,909	
Pile	m	Local (BDT)	25,739	25,166	related to the pile length at each bridge location
		Foreign (USD)	246.8	241.1	
Approach Road	m3	Local (BDT)	1,945	1,945	standard abutment height assumed as 5 m
		Foreign (USD)	2.2	2.2	
Temporary Bridge and Demolish Bridge	m	Local (BDT)	440,000	440,000	related to the new bridge length
		Foreign (USD)	0	0	
Soft Soil Treatment	nos	Local (BDT)	given from Chapter 6		construction method and estimated cost by road design
		Foreign (USD)			
Over Head	%	Local (BDT)	15% of sum of above		practice of EBBIP
		Foreign (USD)	15% of sum of above		

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)

	コスト (BDT)	コスト (US\$)	外貨割合	コスト合計 (BDT 換算)	割合
上部工	2,054,579,692	51,623,558	66.1%	6,055,405,468	32.9%
橋台	747,042,866	5,998,047	38.4%	1,211,891,478	6.6%
橋脚	329,677,424	2,721,170	39.0%	540,568,068	2.9%
杭	1,773,658,157	17,004,796	42.6%	3,091,529,869	16.8%
アプローチ道路	2,841,720,952	3,214,286	8.1%	3,090,828,110	16.8%
仮設道路、現況撤去	1,361,480,000	0	0.0%	1,361,480,000	7.4%
軟弱地盤対策	614,781,519	388,896	4.7%	644,920,966	3.5%
その他経費	1,458,441,092	12,142,613	39.2%	2,399,493,594	13.0%
合計	11,181,381,702	93,093,366	39.2%	18,396,117,553	100.0%

出典：JICA 調査団

表 11.3.6 建設工事費のまとめ (橋梁単価)

	橋梁数	平均橋長 (m)	コスト (BDT)	コスト (US\$)	コスト合計 (BDT 換算)
鋼 I 桁	17	114	2,703,213,368	45,852,628	6,256,792,065
PC-I 桁	88	57	8,478,168,334	47,240,737	12,139,325,488
全橋種	105	66	11,181,381,702	93,093,366	18,396,117,553

出典：JICA 調査団

表 11.3.7 建設工事費 (105 橋) (1)

SN	Zone	Bridge Name	Road Type	Bridge Type	Width (m)	No of Spans	Span Arrangement (m)	Total Length (m)	Bridge Area (416)	Abutment Pier Length (m)	Pier Pier Length (m)	Left Approach Road (m)	Right Approach Road (m)	Super Structure		Abutment		Pier		Pile		Approach Road		Temporary and		Soft Soil Treatment		Over Head		Total											
														Local (TK)	Foreign (USD)	Local (TK)	Foreign (USD)	Local (TK)	Foreign (USD)	Local (TK)	Foreign (USD)	Local (TK)	Foreign (USD)	Local (TK)	Foreign (USD)	Local (TK)	Foreign (USD)	Local (TK)	Foreign (USD)	Local (TK)	Foreign (USD)	Local (TK)	Foreign (USD)	Local (TK)	Foreign (USD)	Local (TK)	Foreign (USD)	Local (TK)	Foreign (USD)	Local (TK)	Foreign (USD)
1	Barsal	Boala Bazar Bridge	N	PC-I	10.4	1	40	40	416	44.9	0	7,593	10,247	9,471,072	122,886	7,264,678	58,253	0	0	18,471,542	177,116	34,697,439	39,246	0	0	0	0	0	0	0	0	16,865,142	59,625	129,299,418	457,126	21.5%	164,726,694	395,978			
2	Rangpur	Sharnamote Bridge	N	PC-I	10.4	2	35+35	70	728	20.6	17.6	10,570	14,939	16,574,376	215,051	7,264,678	58,253	3,899,847	32,066	11,219,882	107,581	49,615,394	56,120	0	0	0	0	0	0	0	0	13,284,596	70,361	101,848,573	536,432	29.1%	143,654,522	197,328			
3	Rajshahi	Chanda Bridge	N	PC-I	10.4	2	35+25	60	624	29.5	24	5,618	2,840	14,206,608	184,330	7,264,678	58,253	3,899,847	32,066	15,890,075	152,363	16,256,310	18,388	0	0	0	0	0	0	0	0	8,626,128	66,810	66,133,645	512,209	37.5%	105,829,837	169,599			
4	Rajshahi	Palganj Bridge	N	PC-I	10.4	2	35+25	60	624	33.4	27	19,386	13,062	14,206,608	184,330	7,264,678	58,253	3,899,847	32,066	17,954,085	172,154	63,111,360	71,386	0	0	0	0	0	0	0	0	39,852,751	21,941,899	77,728	168,221,228	595,916	21.5%	214,404,730	343,597		
5	Rajshahi	Bhuyagati Bridge	N	PC-I	10.4	3	25+30+25	80	832	26.9	20.8	18,607	8,467	18,942,144	245,773	7,264,678	58,253	7,779,694	64,133	17,496,446	167,766	52,658,406	59,562	0	0	0	0	0	0	0	0	15,621,205	89,323	119,762,571	684,809	30.7%	172,835,258	207,735			
6	Rangpur	Mohoshan Bridge	N	Steel-I	10.4	3	40+40+40	120	1,248	30.0	26	6,849	9,983	50,407,968	2,234,170	6,338,306	51,283	5,524,614	45,818	19,889,495	190,549	32,738,240	37,030	0	0	0	0	0	0	0	0	17,234,793	393,828	132,133,417	2,942,678	63.3%	360,190,980	288,615			
7	Rajshahi	Chanda Bridge	N	PC-I	10.4	2	35+25	60	624	26.7	21.4	3,411	4,422	14,206,608	184,330	7,264,678	58,253	3,899,847	32,066	14,296,522	137,083	15,235,186	17,233	0	0	0	0	0	0	0	0	17,437,911	10,849,613	64,345	83,180,364	493,309	31.5%	121,411,797	194,570		
8	Rajshahi	Golhar Bridge	N	PC-I	10.4	2	35+25	60	624	33.8	29.0	12,980	14,262	14,206,608	184,330	7,264,678	58,253	3,899,847	32,066	18,402,922	176,458	52,985,690	59,932	0	0	0	0	0	0	0	0	14,512,462	76,656	111,262,206	587,694	29.0%	156,808,509	251,296			
9	Rajshahi	Purbodala Bridge	N	PC-I	10.4	3	25+30+25	80	832	25.4	19.1	3,335	9,571	18,942,144	245,773	7,264,678	58,253	7,779,694	64,133	16,350,957	156,782	25,102,170	28,393	0	0	0	0	0	0	0	0	11,315,948	83,000	86,755,590	636,333	36.2%	136,071,426	163,547			
10	Rangpur	Bupnath Bridge	N	PC-I	10.4	2	35+25	60	624	23.8	19.0	6,838	6,266	14,206,608	184,330	7,264,678	58,253	3,899,847	32,066	12,745,438	122,210	25,486,074	28,827	0	0	0	0	0	0	0	0	9,536,897	63,853	73,131,542	489,539	34.2%	111,070,839	177,998			
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	67,210,624	2,978,893	6,338,306	51,283	8,286,921	68,727	16,275,758	155,928	19,546,083	22,109	0	0	0	0	0	0	0	0	17,648,654	491,541	135,306,346	3,766,481	68.3%	427,363,644	256,829			
12	Barsal	Bakerganj Steel Bridge	N	PC-I	10.4	1	35	35	364	37.3	0.0	6,627	7,893	8,287,188	107,526	7,264,678	58,253	0	0	15,373,802	147,413	28,241,964	31,945	0	0	0	0	0	0	0	0	8,875,148	51,770	68,402,799	396,906	31.1%	98,803,002	271,437			
13	Gopalganj	Jhulibazar Bridge	N	PC-I	10.4	1	30	30	312	38.0	0.0	8,722	8,290	7,103,304	92,165	7,264,678	58,253	0	0	15,649,312	150,054	33,087,056	37,425	0	0	0	0	0	0	0	0	9,465,653	50,685	72,570,003	388,581	29.3%	102,685,051	329,119			
14	Gopalganj	Karmpur Bridge	N	PC-I	10.4	2	40+25	65	676	48.9	42.3	9,505	7,450	15,390,492	199,690	7,264,678	58,253	3,899,847	32,066	26,674,098	256,766	32,977,106	37,301	0	0	0	0	0	0	0	0	57,837,936	21,605,123	87,461	165,639,280	670,538	23.9%	217,605,339	321,902		
15	Gopalganj	Portkpur Bridge	N	PC-I	10.4	1	30	30	312	31.1	0.0	7,713	7,602	7,103,304	92,165	7,264,678	58,253	0	0	13,612,164	89,245	11,520,760	15,972	0	0	0	0	0	0	0	0	7,713,378	53,454	9,701,555	54,066	74,378,588	414,428	30.2%	106,496,756	341,336	
16	Rajshahi	Nukali Bridge	N	Steel-I	10.4	1	50.0	50	520	33.8	0.0	14,352	12,053	21,003,320	930,904	6,338,306	51,283	0	0	13,612,164	89,245	11,520,760	15,972	0	0	0	0	0	0	0	0	13,847,300	175,609	106,162,635	1,346,332	49.6%	210,503,352	404,814			
17	Rajshahi	Dattapara Bridge	N	PC-I	10.4	1	40.0	40	416	22.6	0.0	4,059	3,321	9,471,072	122,886	7,264,678	58,253	0	0	9,312,164	89,245	51,367,760	15,972	0	0	0	0	0	0	0	0	6,025,292	42,960	46,193,906	329,361	35.6%	71,719,419	172,402			
18	Rajshahi	Horisonkorpur Bridge	R	PC-I	10.4	2	25+25	50	520	20.6	17	1,406	1,195	11,838,840	153,608	7,264,678	58,253	3,899,847	32,066	11,047,179	109,927	5,058,945	5,722	20,200,000	0	0	0	0	0	0	0	0	8,894,923	53,336	68,194,412	406,912	31.9%	99,885,093	192,807		
19	Rajshahi	Jugndiaha Bridge	N	PC-I	10.4	2	40+25	65	676	20.7	20.8	15,410	12,960	15,390,492	199,690	7,264,678	58,253	3,899,847	32,066	13,668,880	128,169	46,980,500	52,140	0	0	0	0	0	0	0	0	12,901,260	70,548	98,909,657	504,866	29.8%	140,826,790	208,324			
20	Rajshahi	Punduria Bridge	N	Steel-I	10.4	3	40+50+40	130	1,362	22.7	17.6	14,261	11,922	54,608,632	2,420,350	6,338,306	51,283	5,524,614	45,818	14,422,584	138,174	50,927,351	57,604	0	0	0	0	0	0	0	0	47,302,810	26,868,645	406,985	205,992,942	3,120,215	64.0%	447,909,577	331,220		
21	Khulna	G. K. Bridge	N	PC-I	10.4	2	30+25	55	572	22.1	23.7	289	1,742	13,022,724	168,969	7,264,678	58,253	3,899,847	32,066	14,368,579	138,063	3,950,296	4,468	0	0	0	0	0	0	0	0	6,378,945	60,293	48,905,246	462,092	42.3%	84,717,389	148,107			
22	Khulna	Gora bridge	N	PC-I	10.4	1	30	30	312	49.2	0.0	3,614	3,172	7,103,304	92,165	7,264,678	58,253	0	0	20,252,299	194,190	13,988,117	14,929	0	0	0	0	0	0	0	0	7,172,860	53,931	54,991,928	413,467	36.8%	87,035,644	278,960			
23	Gopalganj	Barashia Bridge	N	PC-I	10.4	3	25+40+25	90	936	52.7	44.8	5,142	4,502	21,309,912	276,494	7,264,678	58,253	7,779,694	64,133	35,528,983	340,672	17,586,277	21,215	0	0	0	0	0	0	0	0	17,441,870	16,212,212	114,116	124,293,626	874,882	35.3%	192,096,966	205,232		
24	Rangpur	-	N	PC-I	10.4	1	30	30	312	22.8	0.0	4,724	6,496	7,103,304	92,165	7,264,678	58,253	0	0	9,405,648	90,187	21,822,900	24,684	0	0	0	0	0	0	0	0	6,839,480	39,793	62,436,010	305,081	31.1%	76,079,807	243,846			
25	Khulna	Balali bridge	N	PC-I	10.4	2	25+35	60	624	53.6	51.1	3,015	3,015	14,206,608	184,330	7,264,678	58,253	3,899,847	32,066	29,975,794	287,425	39,997,495	15,380	0	0	0	0	0	0	0	0	10,340,163	86,618	79,274,586	664,071	39.4%	130,740,125	209,519			
26	Gopalganj	Amgram bridge	N	PC-I	10.4	1	40	40	416	34.8	0.0	10,140	8,739	9,471,072	122,886	7,264,678	58,253	0	0	14,319,944	137,308	36,719,655	41,324	0	0	0	0	0	0	0	0	9,785,927	67,817	11,634,191	64,170	89,195,467	491,967	29.9%	127,322,876	306,065	
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	67,210,624	2,978,893	6,338,306	51,283	8,286,921	68,727	19,861,460	190,280	28,049,024	31,726	0	0	0	0	0	0	0	0	19,461,950	498,137	149,208,285	3,819,047	65.5%	445,184,421	267,539			

表 11.3.8 建設工事費 (105 橋) (2)

SN	Zone	Bridge Name	Road Type	Bridge Type	Width (m)	No of Spans	Span Arrangement (m)	Total Length (m)	Bridge Area (m2)	Abutment Pier Length (m)	Pier Pier Length (m)	Left Approach Road (m)	Right Approach Road (m)	Super Structure		Abutment		Pier		Pile		Approach Road		Temporary and		Soft Soil Treatment		Over Head		Total				
														Local (TK)	Foreign (USD)	Local (TK)	Foreign (USD)	Local (TK)	Foreign (USD)	Local (TK)	Foreign (USD)	Local (TK)	Foreign (USD)	Local (TK)	Foreign (USD)	Local (TK)	Foreign (USD)	Local (TK)	Foreign (USD)	Local (TK)	Foreign (USD)	Local (TK)	Foreign (USD)	Local (TK)
54	Rajshahi	Lra Mukto Monch Bridge	N	PC-I	10.4	2	25-25	50	520	16.3	14	3,755	3,438	11,838,840	153,608	7,264,678	58,253	3,889,847	32,066	8,828,477	84,652	13,992,330	15,827	0	0	14,400,572	9,032,212	51,661	69,246,955	396,067	30.7%	99,942,149	192,196	
55	Rangpur	Barodia Khali Bridge	Z	Steel-I	9.8	1	60	60	588	23	0	12,763	12,740	23,749,908	1,052,638	6,338,306	51,283	0	0	9,422,150	90,268	49,603,335	56,107	24,240,000	0	0	17,003,065	187,544	130,356,754	1,437,840	0	241,789,335	411,206	
56	Barsail	Rahamatpur bridge	N	PC-I	10.4	2	30+30	60	624	38.2	33.4	8,132	5,386	14,206,608	184,330	7,264,678	58,253	3,889,847	32,066	20,889,772	200,303	26,292,510	29,740	0	0	10,881,512	75,704	83,424,928	580,395	35.0%	128,405,511	205,778		
57	Barsail	gounajala bridge	N	PC-I	10.4	1	35.0	35	364	58.4	0.0	4,694	7,086	8,287,188	107,526	7,264,678	58,253	0	0	24,050,522	230,610	22,912,100	25,916	0	0	9,377,173	63,346	71,891,661	485,650	34.4%	109,529,515	300,905		
58	Barsail	Gabata Steel Bridge	Z	PC-I	9.8	1	30+0	30	294	55.9	0.0	3,167	2,841	6,693,498	86,848	7,264,678	58,253	0	0	23,020,962	220,738	11,685,560	13,218	12,120,000	0	0	9,117,705	58,858	69,902,402	435,914	32.6%	103,685,743	352,673	
59	Rangpur	Bahagili Bridge	Z	Steel-I	9.8	4	50+50+50+50	200	1,960	20.9	19	5,082	6,090	79,166,360	3,508,792	6,338,306	51,283	8,289,921	68,727	16,807,868	161,026	21,725,540	24,578	80,800,000	0	0	31,969,349	572,161	245,098,344	4,386,568	58.1%	685,057,365	298,499	
60	Rangpur	Anandababur Pool	Z	PC-I	9.8	1	35.0	35	343	24.1	0	2,157	1,534	7,809,081	101,322	7,264,678	58,253	0	0	9,924,958	95,166	7,178,995	8,120	14,140,000	0	0	6,947,657	39,425	53,285,369	302,290	30.2%	76,692,863	223,594	
61	Rangpur	Duhuli Bridge	Z	PC-I	9.8	1	25-25	50	490	19.0	0	3,117	751	11,155,830	144,746	7,264,678	58,253	0	0	7,841,129	75,185	7,523,260	8,510	20,200,000	0	0	8,097,735	39,425	62,082,632	329,697	29.2%	87,634,177	178,845	
62	Rangpur	ngle bari kuhiban Bridge	R	Steel-I	10.4	2	40+50	90	936	19.7	15.1	4,288	8,973	37,905,976	1,675,627	6,338,306	51,283	2,762,307	22,909	10,232,956	98,032	25,792,645	29,174	36,360,000	0	0	17,893,775	281,554	137,186,605	2,158,580	54.9%	304,475,558	325,294	
63	Khulna	Shakdaha bridge	R	PC-I	10.4	1	25-25	50	520	64.1	0	8,304	8,176	11,838,840	153,608	7,264,678	58,253	0	0	26,397,918	253,118	32,053,600	35,216	20,200,000	0	0	14,663,255	75,185	112,418,292	576,420	28.4%	157,090,833	302,098	
64	Barsail	Souderkhal bridge	N	PC-I	10.4	1	35	35	364	41.2	0.0	8,197	4,388	8,287,188	107,526	7,264,678	58,253	0	0	16,967,149	162,891	25,353,075	28,877	0	0	8,680,813	53,572	66,582,930	410,718	32.4%	98,383,519	270,284		
65	Barsail	Botala Bridge	Z	PC-I	9.8	1	35	35	343	33.9	0.0	3,410	3,050	7,809,081	101,322	7,264,678	58,253	0	0	13,960,834	133,884	12,964,700	14,212	14,140,000	0	0	8,360,894	46,148	64,100,186	383,799	30.0%	91,519,593	266,821	
66	Rangpur	Karakhal Bridge	N	Steel-I	10.4	3	60+60+50	170	1,768	26.5	20	14,180	9,144	77,411,288	3,165,074	6,338,306	51,283	5,524,614	45,818	16,699,050	159,983	45,386,764	51,313	0	0	21,800,853	621,021	167,138,875	3,994,493	64.9%	476,713,068	269,634		
67	Khulna	Bmpara Bridge	N	PC-I	10.4	1	35.0	35	364	19.4	0.0	6,134	3,050	7,809,081	107,526	7,264,678	58,253	0	0	7,989,386	76,607	23,250,530	26,299	0	0	10,842,791	8,645	186	40,303	66,279,758	308,986	26.5%	90,226,195	247,874
68	Khulna	Bhangura Bridge	R	PC-I	20.8	1	35	35	728	43.7	0	11,933	9,323	16,574,378	215,051	7,264,678	58,253	0	0	17,996,709	172,563	41,342,920	46,763	14,140,000	0	0	16,700,849	88,469	128,039,839	678,259	29.1%	180,804,908	248,084	
69	Barsail	Asokoti bridge	N	PC-I	10.4	1	30	30	312	39.8	0.0	3,475	5,170	7,103,304	92,165	7,264,678	58,253	0	0	16,930,595	157,162	16,814,625	19,019	0	0	41,681,772	13,388,231	48,990	102,643,105	375,588	22.1%	131,751,209	422,280	
70	Barsail	Banglabazar Bridge	R	PC-I	10.4	1	25-25	50	520	51.5	0	1,571	1,817	11,838,840	153,608	7,264,678	58,253	0	0	21,208,936	203,363	6,589,660	7,454	20,200,000	0	0	10,065,317	63,402	77,167,431	486,079	32.8%	114,638,554	220,843	
71	Barsail	Box-a-i Bridge	R	PC-I	10.4	1	30	30	312	45.4	0.0	4,795	4,217	7,103,304	92,165	7,264,678	58,253	0	0	16,698,457	179,291	17,526,943	19,827	12,120,000	0	0	9,407,307	52,430	72,122,689	407,966	30.2%	103,275,067	331,010	
72	Barsail	Borhanuddin Bridge	R	PC-I	10.4	1	40	40	416	45.7	0	5,028	5,305	9,471,072	122,886	7,264,678	58,253	0	0	18,602,645	180,290	20,097,977	22,733	16,160,000	0	0	10,769,456	57,624	82,565,831	441,787	29.3%	116,804,296	280,780	
73	Rajshahi	Mohis Mani Bridge	R	PC-I	10.4	1	25-25	50	520	18.1	0	7,506	8,287	11,838,840	153,608	7,264,678	58,253	0	0	7,445,778	71,394	30,717,365	34,745	20,200,000	0	0	11,620,002	47,700	89,088,663	365,699	24.1%	117,428,389	225,824	
74	Rajshahi	Naroni Bridge	R	PC-I	10.4	2	30+30	60	624	32.1	28.4	5,400	4,169	14,206,608	184,330	7,264,678	58,253	3,889,847	32,066	17,605,475	168,811	18,611,705	21,052	24,240,000	0	0	12,972,747	69,677	99,691,061	534,188	29.6%	140,060,649	224,504	
75	Rajshahi	Chandi Das Bridge	R	Steel-I	10.4	2	40+40	80	832	41.9	34.2	6,466	6,763	33,905,312	1,489,446	6,338,306	51,283	2,762,307	22,909	22,035,360	211,107	25,706,120	29,075	32,320,000	0	0	18,414,959	270,573	141,101,354	2,074,384	53.2%	301,946,924	362,917	
76	Rangpur	Botoli Bridge	R	Steel-I	10.4	2	40+40	80	832	24.0	6.5	5,700	4,785	33,905,312	1,489,446	6,338,306	51,283	2,762,307	22,909	5,847,018	56,017	20,383,325	23,067	32,320,000	0	0	15,189,940	248,408	116,456,208	1,889,131	56.7%	262,863,859	315,942	
77	Gopalganj	Paprai Bailey Bridge	R	PC-I	10.4	1	40	40	416	24.0	0	7,041	5,467	9,471,072	122,886	7,264,678	58,253	0	0	9,883,778	94,771	24,328,060	27,510	16,160,000	0	0	10,086,198	45,514	77,173,724	348,942	25.6%	104,216,727	250,521	
78	Barsail	Altabari Khali Bridge	Z	PC-I	9.8	1	40.0	40	392	32.1	0	3,554	4,368	8,924,664	115,797	7,264,678	58,253	0	0	13,219,550	126,758	16,308,260	17,428	16,160,000	0	0	8,146,577	47,736	70,123,760	365,989	28.8%	98,486,360	251,241	
79	Rangpur	Chowal Bridge	N	PC-I	10.4	1	35.0	35	364	17.5	0	2,136	2,457	8,287,188	107,526	7,264,678	58,253	0	0	7,206,520	69,104	8,939,220	10,111	0	0	4,754,701	36,749	36,452,707	281,742	37.5%	58,287,744	160,131		
80	Rangpur	Chawal Bridge	N	PC-I	10.4	2	35+35	70	728	13.8	10.9	5,684	9,654	16,574,378	215,051	7,264,678	58,253	3,889,847	32,066	7,365,502	70,634	29,832,410	33,744	0	0	6,739,172	61,462	74,688,965	471,210	32.8%	111,185,763	152,728		
81	Barsail	Boda Bridge	Z	PC-I	9.8	2	30+30	60	588	24.8	26	3,657	3,921	13,386,996	173,695	7,264,678	58,253	3,889,847	32,066	16,407,603	176,511	14,739,074	16,871	24,240,000	0	0	12,289,216	68,678	94,217,313	625,765	30.2%	134,984,107	229,531	
82	Barsail	Rayen Hat Bridge	Z	PC-I	9.8	2	25-25	50	490	46.8	41.0	3,419	4,424	11,155,830	144,746	7,264,678	58,253	3,889,847	32,066	25,805,157	245,501	15,254,635	17,255	20,200,000	0	0	12,506,622	74,675	95,676,689	672,512	31.6%	140,245,316	286,215	
83	Gopalganj	Jajhar Bridge	R	PC-I	10.4	2	25-25	50	520	31.6	27.0	5,172	4,940	11,838,840	153,608	7,264,678	58,253	3,889,847	32,066	17,173,578	184,870	19,884,470	22,265	20,200,000	0	0	12,007,712	64,629	92,059,122	456,491	29.4%	130,459,690	250,884	
84	Gopalganj	Gaspur Bridge	R	PC-I	10.4	4	30+35+35+30	130	1,352	50.7	42	21,889	21,301	30,780,984	399,381	7,264,678	58,253	11,889,541	96,199	40,188,257	385,348	84,199,050	95,238	52,520,000	0	0	33,993,376	155,163	260,615,888	1,189,581	26.1%	352,808,381	269,953	
85	Gopalganj	Balar Bazar Bridge	R	PC-I	10.4	3	30+40+30	100	1,040	38.9	35	5,342	3,388	23,677,880	307,216	7,264,678	58,253	7,779,694	64,133	26,700,249	256,017	16,979,792	19,206	40,400,000	0	0	18,420,314	105,724	141,222,406	810,548	30.8%	204,039,856	296,192	
86	Gopalganj	Kumar Bridge	N	PC-I	10.4	3	40+40+40	120	1,248	43.9	33.9	25,352	32,373	28,413,216	368,659	7,264,678	58,253	7,779,694	64,133	25,540,899	273,751	112,275,125	128,995	0	0	16,483,661	114,232	30,114,911	150,903	230,880,984	1,156,925	28.0%	320,542,681	256,845
87	Rajshahi	Falbari Bridge	Z	PC-I</																														