

6. 交通需要予測

6.1 対象道路付近の現況交通

6.1.1 交通調査の概要

対象道路付近の現況交通を把握するため、断面交通量調査及び路側 OD 調査を実施した。

断面交通量調査は、3日間調査（平日 12 時間+24 時間、休日 12 時間）を 2 地点で、平日 24 時間調査を 6 地点で、平日 12 時間調査を 2 地点で実施した。また路側 OD 調査は、5 地点で実施し、OD インタビュー調査を 14 時間、同地点での断面交通量観測を 24 時間実施した。

これら交通調査の地点と調査の種類を図 6.1.1、図 6.1.2 に示す。また、調査の対象車種は表 6.1.1 に示す通り断面交通量調査では①～⑭の全車種を対象に実施したが、OD インタビュー調査は、地域間を移動する中・長距離交通の起終点を把握するために実施したため、調査対象車種は原動機付き車両のうち、短距離交通に利用される①バイクや②CNG（オートリキシャ）／ベビータクシーおよび⑫～⑭の原動機を持たない軽車両を除き、③乗用車&タクシー～⑪実用車に限定し実施した。

表 6.1.1 調査対象車種区分

交通調査の種類	車種コード	車種
T/C のみ	①	バイク
	②	CNG（オートリキシャ）／ベビータクシー
T/C + O/D	③	乗用車（セダン、SUV）&タクシー
	④	マイクロバス（15 座席まで）
	⑤	中型バス（16-39 座席）
	⑥	大型バス（40 座席以上）
	⑦	小型トラック（2 軸、3 トン以下）
	⑧	中型トラック（2 軸、3 トン以上）
	⑨	大型トラック（3 軸以上）
	⑩	トレーラートラック
	⑪	実用車（ジープ、ピックアップ、レグナ）
T/C のみ	⑫	自転車
	⑬	リキシャ
	⑭	その他

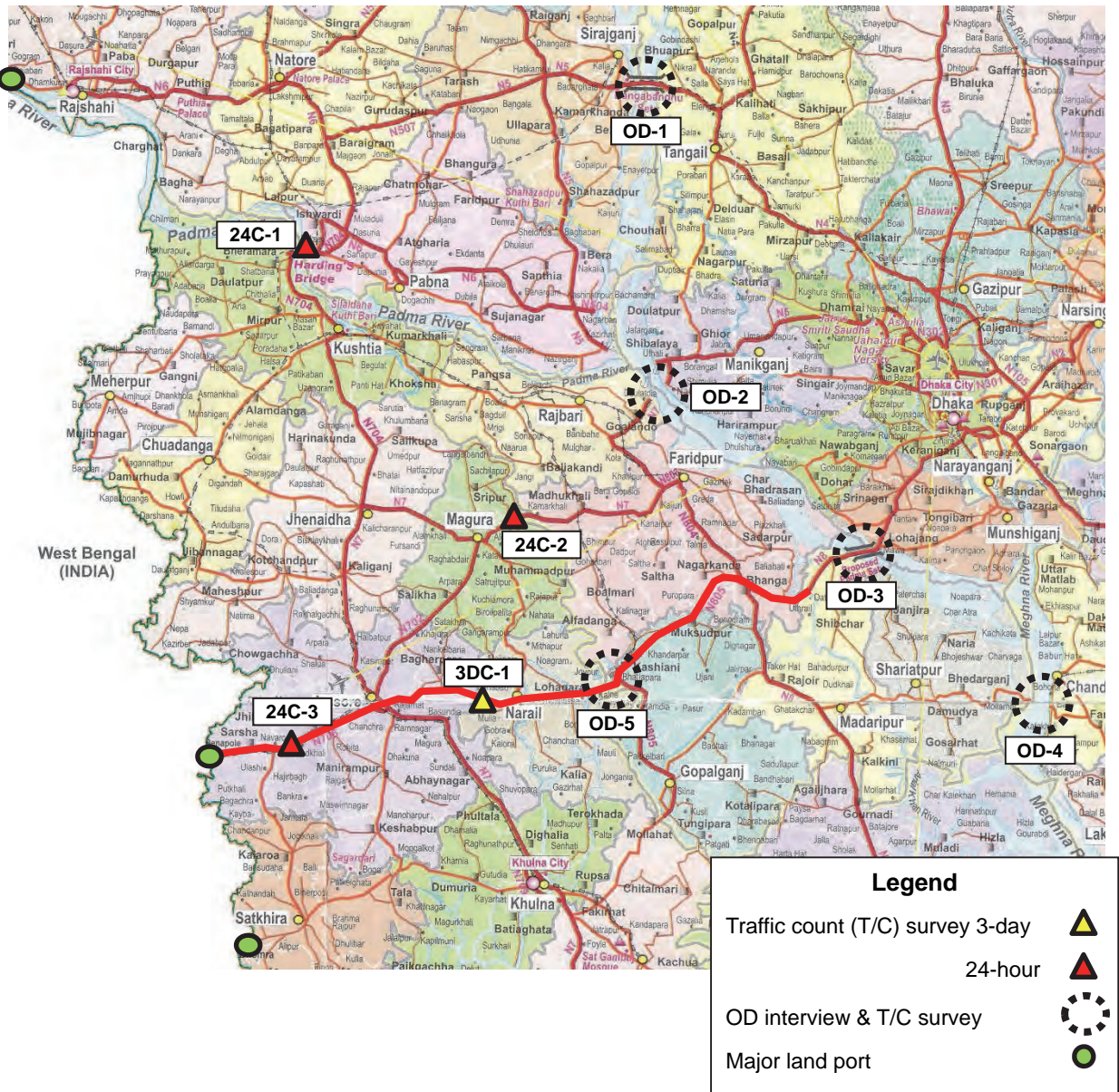


図 6.1.1 調査地点図（西側）



図 6.1.2 調査地点図 (東側)

6.1.2 断面交通量調査結果

(1) 3日間断面交通量

A 及び C 区間の交通の状況を把握するため、各区間の中央付近で、平日 2 日間（12 時間+24 時間）及び休日 1 日（12 時間）の交通調査を行った。主な特徴は以下の通りである。

1) 3DC-1 地点（A 区間）

- 平日の交通量は、往復で 2,780 台であったが、このうち近距離移動に利用されるオートバイや自転車の交通が多く、全体の 54%を占めていた。但しリキシャの通行は殆どなかった。
- 原動付車両の交通の割合は、全体の 84%を占めており、特にオートバイと CNG の通行が全体の 44%と多かった。但しトレーラーは殆ど通行が無かった。
- 原動機を持たない軽車両の割合は、全体の 14%であり、そのほとんどは自転車であった。
- 昼夜率は全車種平均で 1.32 であるが、貨物車類及び実用車の昼夜率は 1.48-1.88 と高い。
- 休日の昼間の交通は、平日と比べて貨物車類の交通は減少するが、他の交通は増加する傾向があった。

表 6.1.2 3DC-1 地点の断面交通量調査結果

(Unit: veh/day)

	Dir	Survey hour	Motorized											Non-motorized			Others	Total	
			Motor bike	CNG	Car	Micro bus	M bus	L bus	S truck	M truck	L truck	Trailer truck	Utility	Sub total	Bi cycle	Rick shaw			Sub total
Weekday (W)	To Benapole	Day 12h	459	49	55	39	60	63	18	32	78	0	36	889	169	0	169	17	1,075
		Night12h	115	7	15	8	3	13	12	19	36	0	30	258	31	1	32	12	302
		24 hour	574	56	70	47	63	76	30	51	114	0	66	1,147	200	1	201	29	1,377
	To Dhaka	Day 12h	426	43	59	34	101	21	62	81	26	0	24	877	144	3	147	14	1,038
		Night12h	102	10	19	12	18	4	26	52	55	0	18	316	41	0	41	9	366
		24 hour	528	53	78	46	119	25	88	133	81	0	42	1,193	185	3	188	23	1,404
	Both direction	Day 12h	885	92	114	73	161	84	80	113	104	0	60	1,766	313	3	316	31	2,113
		Night12h	217	17	34	20	21	17	38	71	91	0	48	574	72	1	73	21	668
		24 hour	1,102	109	148	93	182	101	118	184	195	0	108	2,340	385	4	389	52	2,781
		24 hour /Day12h	1.25	1.18	1.30	1.27	1.13	1.20	1.48	1.63	1.88	-	1.80	1.33	1.23	1.33	1.23	1.68	1.32
Weekend (E)	To Benapole	Day 12h	488	52	65	46	23	97	12	20	64	0	37	904	225	2	227	28	1,159
	To Dhaka	Day 12h	436	65	102	53	132	7	25	45	23	2	52	942	104	5	109	17	1,068
	Both	Day 12h	924	117	167	99	155	104	37	65	87	2	89	1,846	329	7	336	45	2,227

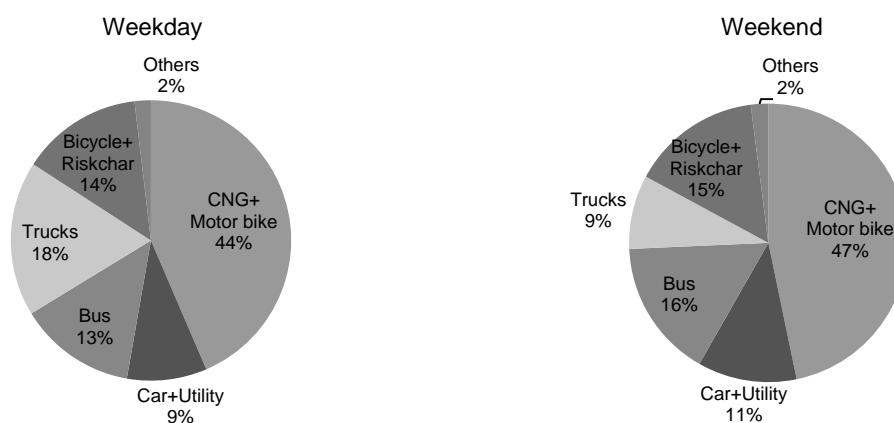


図 6.1.3 3DC-1 地点の通過交通の車種別構成比

2) 3DC-2 地点 (C 区間)

- 原動付車両の交通の割合は、全体の 90%を占めており、そのうちオートバイと CNG が全体の 52%を占めていた。但しトレーラーは殆ど通行が無かった。
- 原動機を持たない軽車両の割合は、全体の 8%であり、内訳は自転車とリキシャが半々であった。
- 昼夜率は全車種平均で 1.45 と、他地点と比べて高い値を示した。
- このうち貨物車類、特に大型トラックの昼夜率は 4.41、トレーラーの昼夜率は 3.83 と極めて高い。この理由として、ダッカ市内では、日中 (7:00~20:00)、トラックとトレーラーに対して侵入規制を掛けていることが挙げられる。⁷
- 休日の昼間の交通は、平日よりも乗用車、実用車、小型・中型バスで増加したものの、他の車種や合計で減少が見られた。

⁷ ダッカ～チッタゴン間には Chittagong 州北部に位置する Comida District 以外に大きな都市は無いこと、またチッタゴンと他地域を結ぶ交通は、バングラデッシュ北東部にある Sylhet 州へ向かう交通を除き、殆ど全てがダッカ首都圏を通過する必要があることから、C 区間を通過する大型トラックやトレーラーの多くは、ダッカ市の大型車侵入規制に影響を受けると考えられる。

表 6. 1. 3 3DC-2 地点の断面交通量調査結果

(Unit: veh/day)

	Dir	Survey hour	Motorized											Non-motorized			Others	Total	
			Motor bike	CNG	Car	Micro bus	M Bus	L bus	S truck	M truck	L truck	Trailer truck	Utility	Sub total	Bi cycle	Rick shaw			Sub total
Weekday (W)	To Cox's Bazar	Day 12h	326	2,244	122	233	84	206	260	180	31	3	93	3,782	144	133	277	65	4,124
		Night12h	38	792	76	194	8	144	105	252	38	10	78	1,735	17	29	46	61	1,842
		24 hour	364	3,036	198	427	92	350	365	432	69	13	171	5,517	161	162	323	126	5,966
	To Chittagong	Day 12h	375	2,219	173	400	131	258	244	226	40	3	109	4,178	292	288	580	97	4,855
		Night12h	94	712	106	311	32	137	143	163	204	7	91	2,000	50	98	148	40	2,188
		24 hour	469	2,931	279	711	163	395	387	389	244	10	200	6,178	342	386	728	137	7,043
	Both direction	Day 12h	701	4,463	295	633	215	464	504	406	71	6	202	7,960	436	421	857	162	8,979
		Night12h	132	1,504	182	505	40	281	248	415	242	17	169	3,735	67	127	194	101	4,030
		24 hour	833	5,967	477	1,138	255	745	752	821	313	23	371	11,695	503	548	1,051	263	13,009
24 hour /Day12h		1.19	1.34	1.62	1.80	1.19	1.61	1.49	2.02	4.41	3.83	1.84	1.47	1.15	1.30	1.23	1.62	1.45	
Weekend (E)	To Cox's Bzr	Day 12h	248	2,104	179	338	149	217	267	121	26	0	141	3,790	153	124	277	45	4,112
	To Chittag.	Day 12h	398	2,304	180	315	68	219	165	130	31	0	135	3,945	261	144	405	107	4,457
	Both	Day 12h	646	4,408	359	653	217	436	432	251	57	0	276	7,735	414	268	682	152	8,569

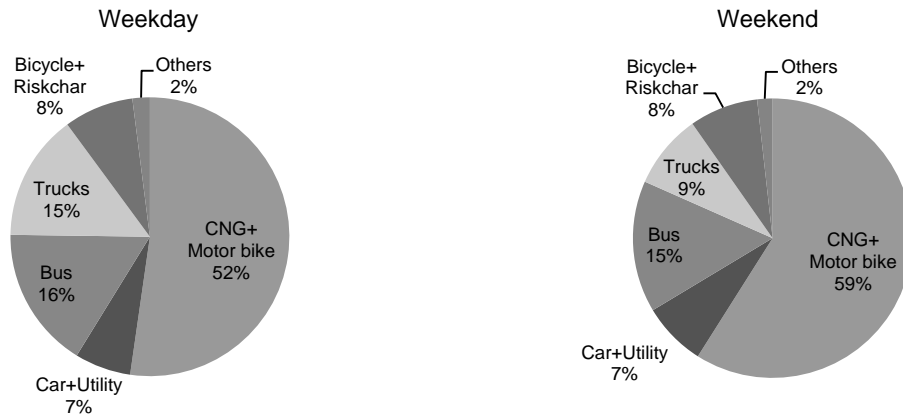


図 6.1.4 3DC-2 地点の通過交通の車種別構成比

(2) 24 時間交通量

OD 調査地点の 5ヶ所、主要道路上の 6ヶ所で 24 時間調査を実施するとともに、B 区間の 2か所で補足的に 12 時間調査を 2ヶ所実施した。各調査地点別の断面交通量は表 6.1.4 に整理しているが、原動機付車両交通の主な特徴は以下の通りである。

1) バングラデシュ西部

- ダッカとバングラデシュ西部間の交通は、ジャムナ橋（OD-1）とジャムナ河を渡河する 3か所のフェリー（OD-2～4）を通過するが、その交通は地点 OD-1 が最も多く、次いで OD-2、OD-3 の順である。
- その交通の中身を見ると、貨物車類が最も多く、次いでバス類の順となっている。
- A 区間の交通を見ると、Jessore の西側にある 24C-3 の交通が多いが、その中身をみると、CNG+バイクの交通が最も多く、次いで貨物車類が多く利用している。
- A 区間の交通は、他の地点の交通と比べて CNG+バイクの割合が多いことから、A 区間の道路は、現況では都市間道路としてではなく、地域内道路として機能している。

2) バングラデシュ東部

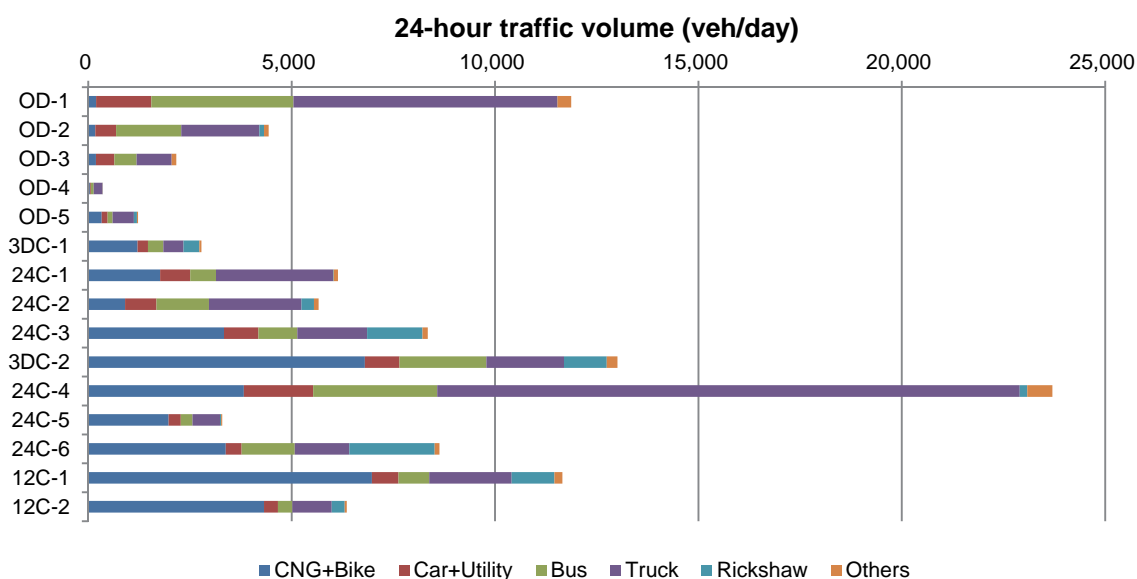
- 国道 N1 の交通は、Feni の南部に位置する 24C-4 の交通が 23,700 台/日と最も多く、南に向かうにつれて交通が減少している。
- 24C-4 の交通の中身を見ると、貨物車類の割合が 60%と最も多い。
- B 区間の交通は、CNG+バイクの交通の割合が 60～66%ととりわけ高い。

表 6.1.4 24 時間交通量（平日）

(Unit: Vehicle/day)

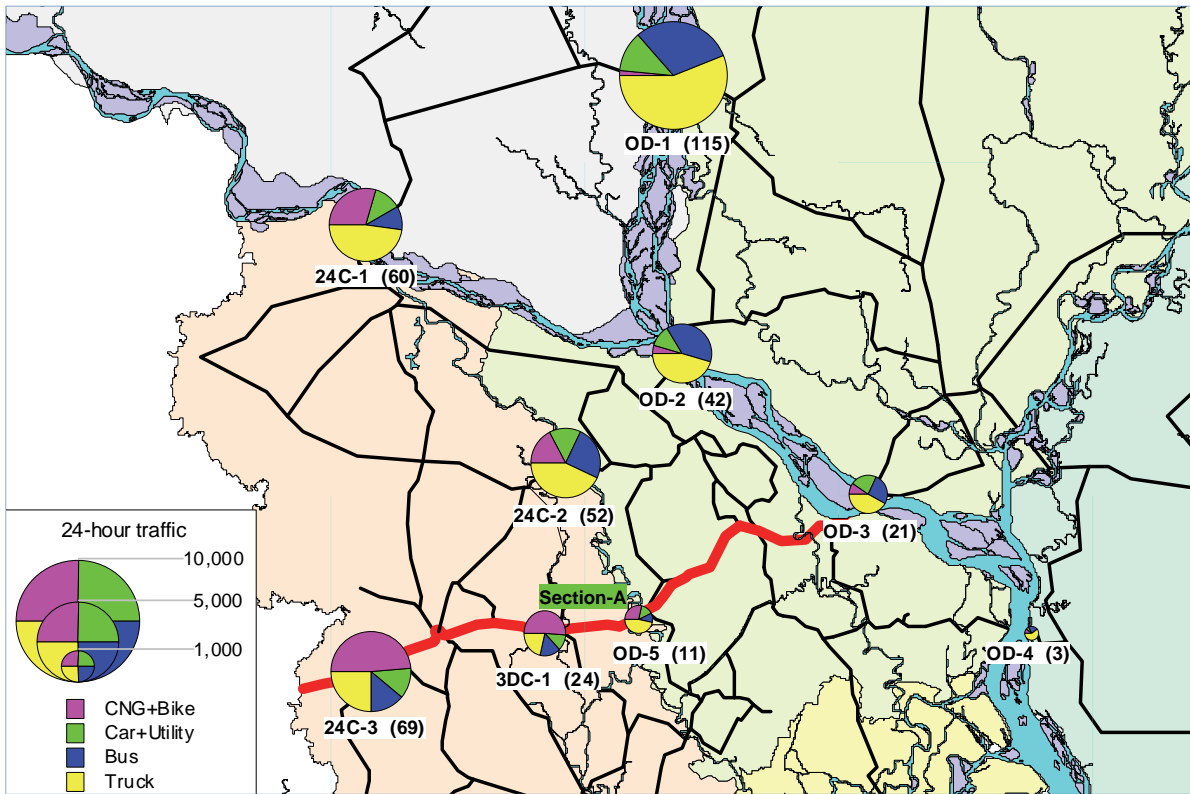
Survey Location		Motorized Vehicle					Bicycle, Rickshaw	Others	Total
		CNG+Bike	Car+Utility	Bus	Truck	Sub Total			
West Bangladesh	OD-1	190	1,360	3,493	6,490	11,533	1	339	11,873
	OD-2	173	510	1,603	1,918	4,204	116	113	4,433
	OD-3	189	452	548	862	2,051	0	113	2,164
	OD-4	40	20	73	215	348	2	3	353
	OD-5	330	144	125	523	1,122	74	28	1,224
	3DC-1	1,211	256	376	497	2,340	389	52	2,781
	24C-1	1,766	741	631	2,880	6,018	12	109	6,139
	24C-2	906	769	1,293	2,271	5,239	309	113	5,661
	24C-3	3,336	847	956	1,714	6,853	1,365	128	8,346
East Bangladesh	3DC-2	6,800	848	2,138	1,909	11,695	1,051	263	13,009
	24C-4	3,826	1,703	3,050	14,321	22,900	183	619	23,702
	24C-5	1,975	297	288	677	3,237	30	27	3,294
	24C-6	3,378	392	1,304	1,342	6,416	2,100	119	8,635
	12C-1*	6,972	652	756	2,029	10,409	1,051	195	11,655
	12C-2*	4,320	344	351	970	5,985	319	50	6,534

(注) 12 時間交通量観測地点の数値は、24C-5 で得られた昼夜率を用いて 24 時間交通に換算している。



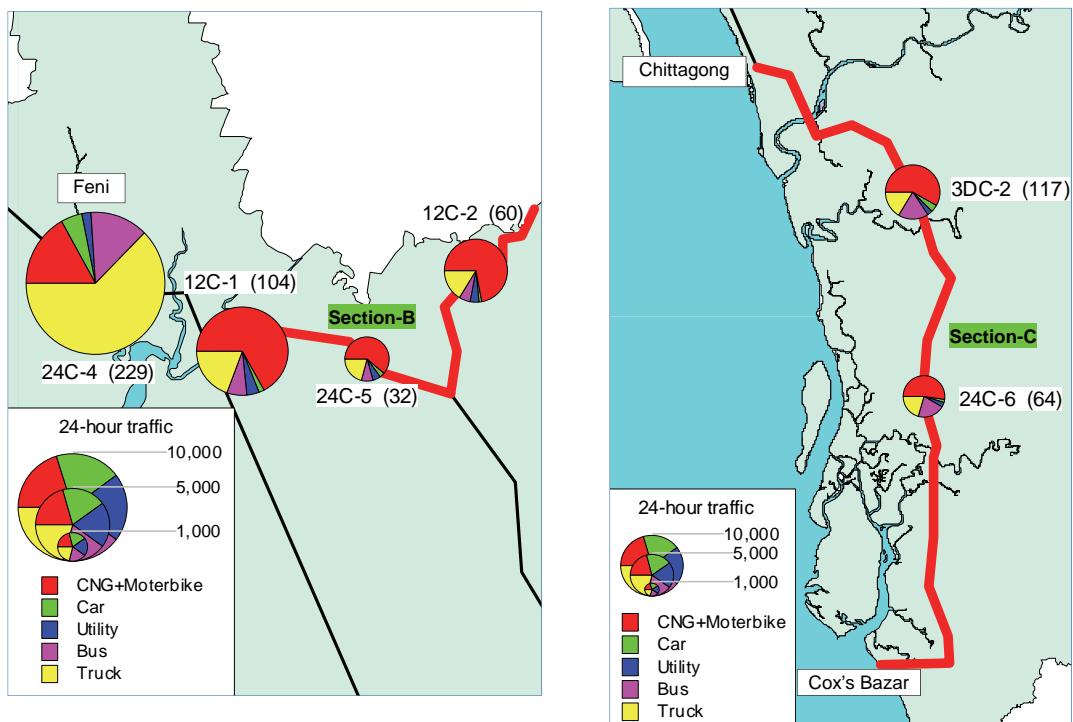
(注) 12 時間交通量観測地点の数値は、24C-5 で得られた昼夜率を用いて 24 時間交通に換算している。

図 6.1.5 24 時間交通量調査結果（平日）



() 内は断面交通量 (100 台/日)

図 6.1.6 断面交通量結果 (Bangladesh 西部)



(注) 12 時間交通量観測地点の数値は、24C-5 で得られた昼夜率を用いて 24 時間交通に換算している。

() 内は断面交通量 (100 台/日)

図 6.1.7 断面交通量結果 (Bangladesh 東部)

6.1.3 OD 交通量の結果

図 6.1.8～図 6.1.12 に渡河地点別 OD 量の配分結果を、図 6.1.13 に渡河 OD 表全体の配分結果を示す。

- 地点 OD-1 (ジャムナ橋) を通過する交通量 (31,200 pcu⁸/day) は、他の渡河地点を通過する交通量と比べるとはるかに多い。
- 地点 OD-1 を通過する交通の多くは、ダッカ・チッタゴンと Bangladesh 北西部 (Rajshahi Division, Rngpur Division) 間の交通であり、 Bangladesh 南西部間に向かう交通は殆ど無い。
- ダッカ・チッタゴンと Bangladesh 南西部間結ぶ交通は、地点 OD-2 (Daulatdia-Paturia ferry) を利用する交通量 (11,100 pcu/day) が、地点 OD-3 (Mawa-Janjira ferry) を利用する交通 (5,000 pcu/day) の約 2 倍である。
- 地点 OD-4 を通過する交通量 (800 pcu/day) は、他の渡河交通と比べ極めて少ない。またその交通の多くは Feni や Chittagong と Bangladesh 南西部間の交通である。
- A 区間を通過する渡河関連交通は、Benapole から Jessore の間で、1,200～2,200 pcu/day、Jessore から Kalna フェリー間では 100～900 pcu/day、Kalna フェリーから Bhanga 間では 2,900 pcu/day、Bhanga から Mewa までは 5,000 pcu/day である。

⁸ pcu (passenger car unit) value: Car=1.0, Utility=1.0, Bus=3.0, Truck=3.0 を採用
Geometric Design Standards for Roads & Highways Department, Draft Verson 4, Ministry of Communications Roads and Railways Division, October 2000

(Unit: 100 pcu/day)

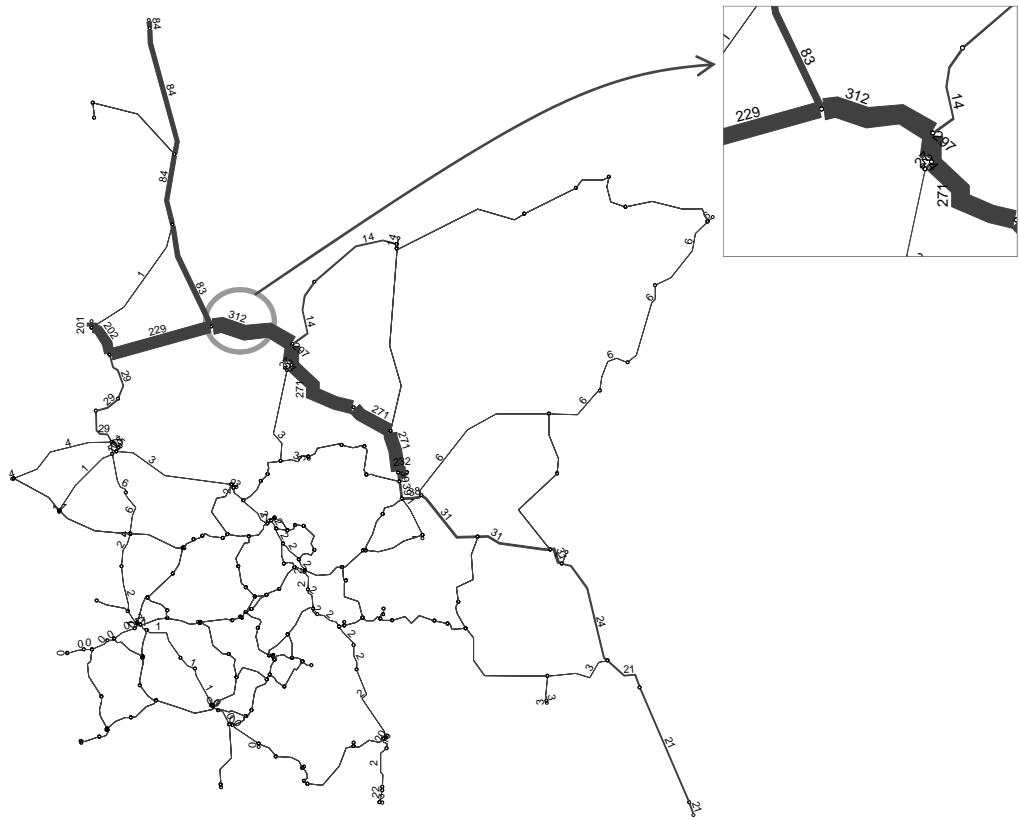


図 6.1.8 OD-1 地点 (Jamuna Bridge 利用) OD 量

(Unit: 100 pcu/day)

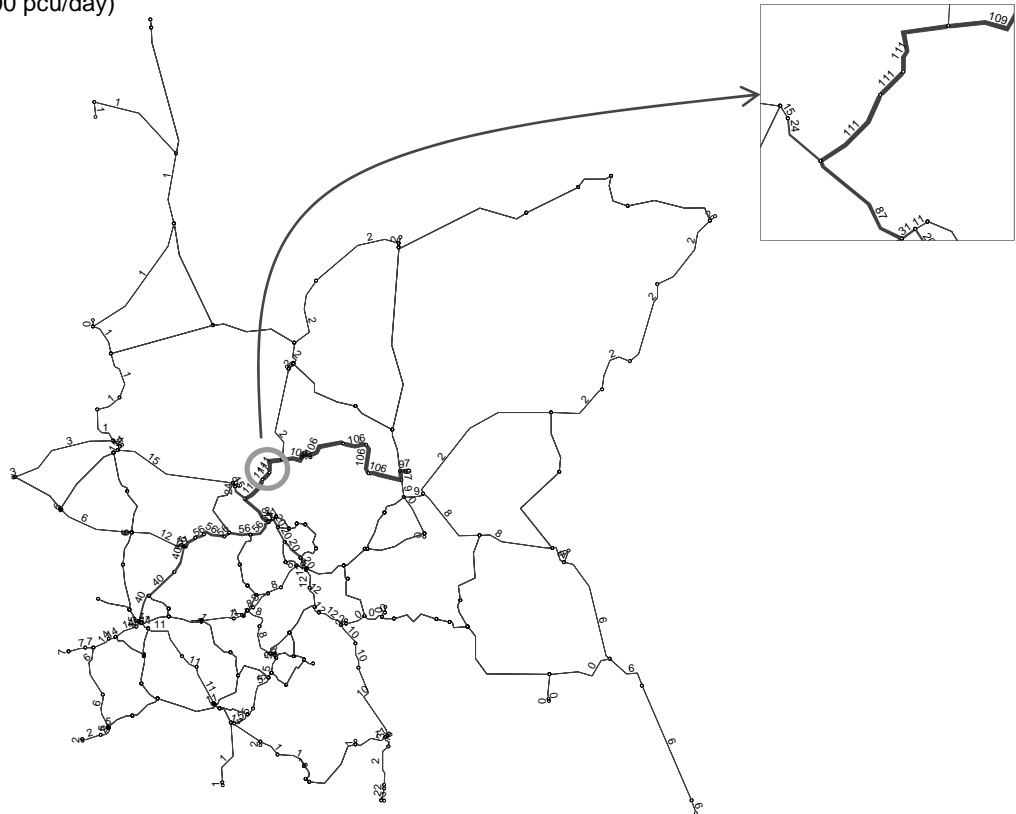


図 6.1.9 OD-2 地点 (Daulatdia-Paturia ferry 利用) OD 量

(Unit: 100 pcu/day)

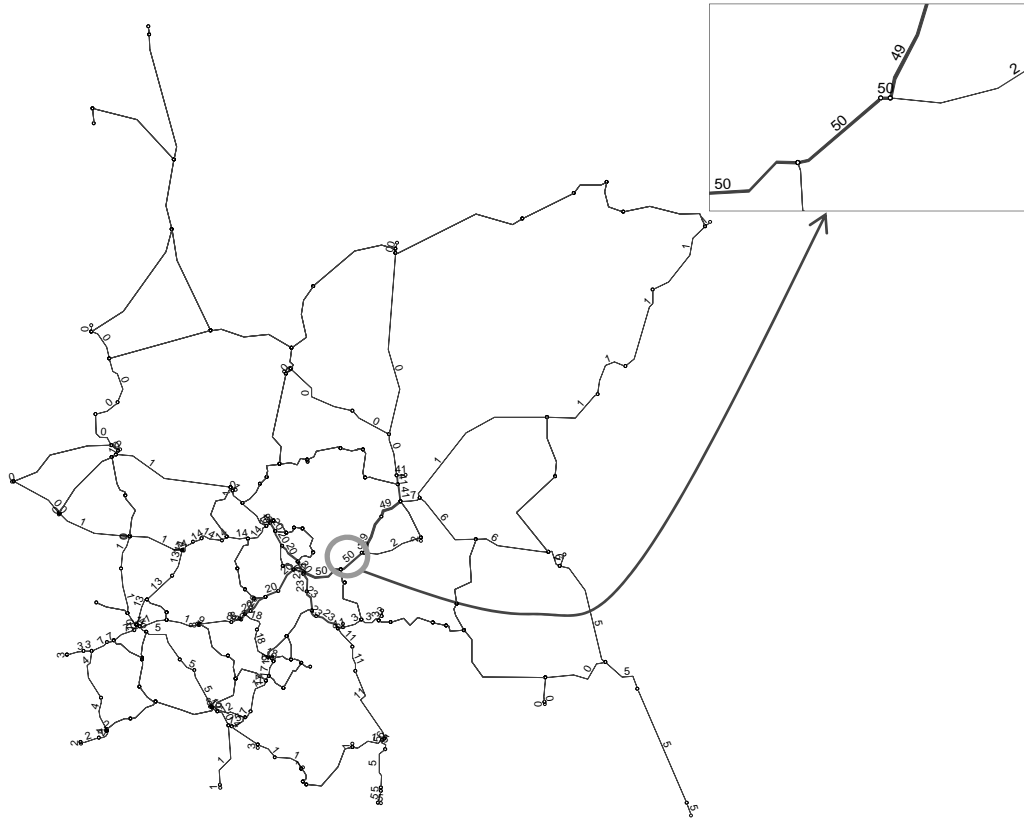


図 6.1.10 OD-3 地点 (Mawa-Janjira ferry 利用) OD 量

(Unit: 100 pcu/day)

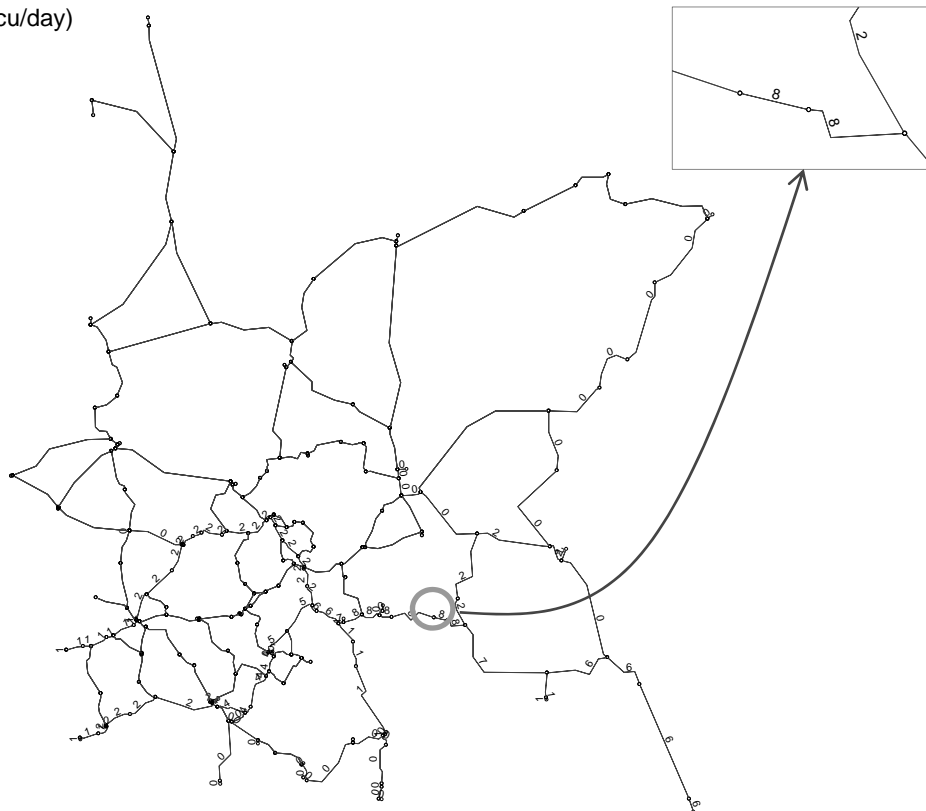


図 6.1.11 OD-4 地点 (Chandpur-Bhedarganj ferry 利用) OD 量

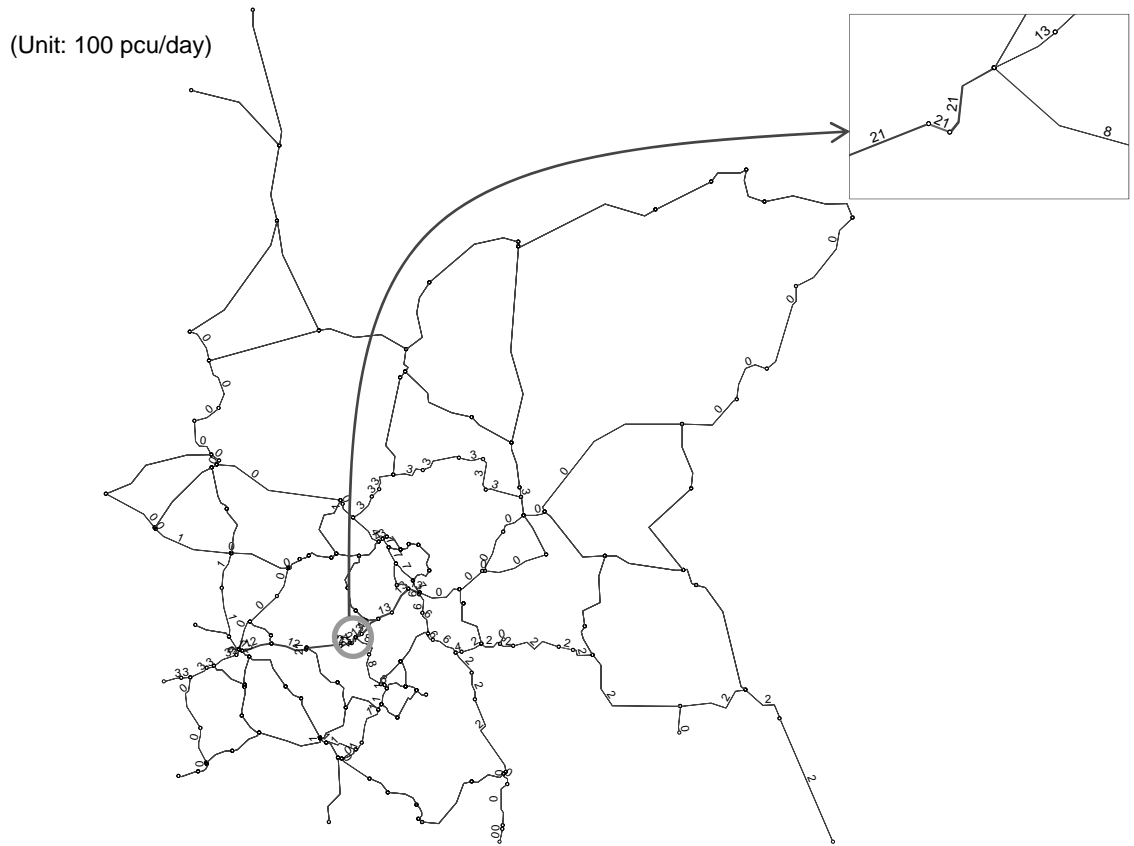


図 6.1.12 OD-5 地点 (Kalna ferry 利用) OD 量

(Unit: 100 pcu/day)

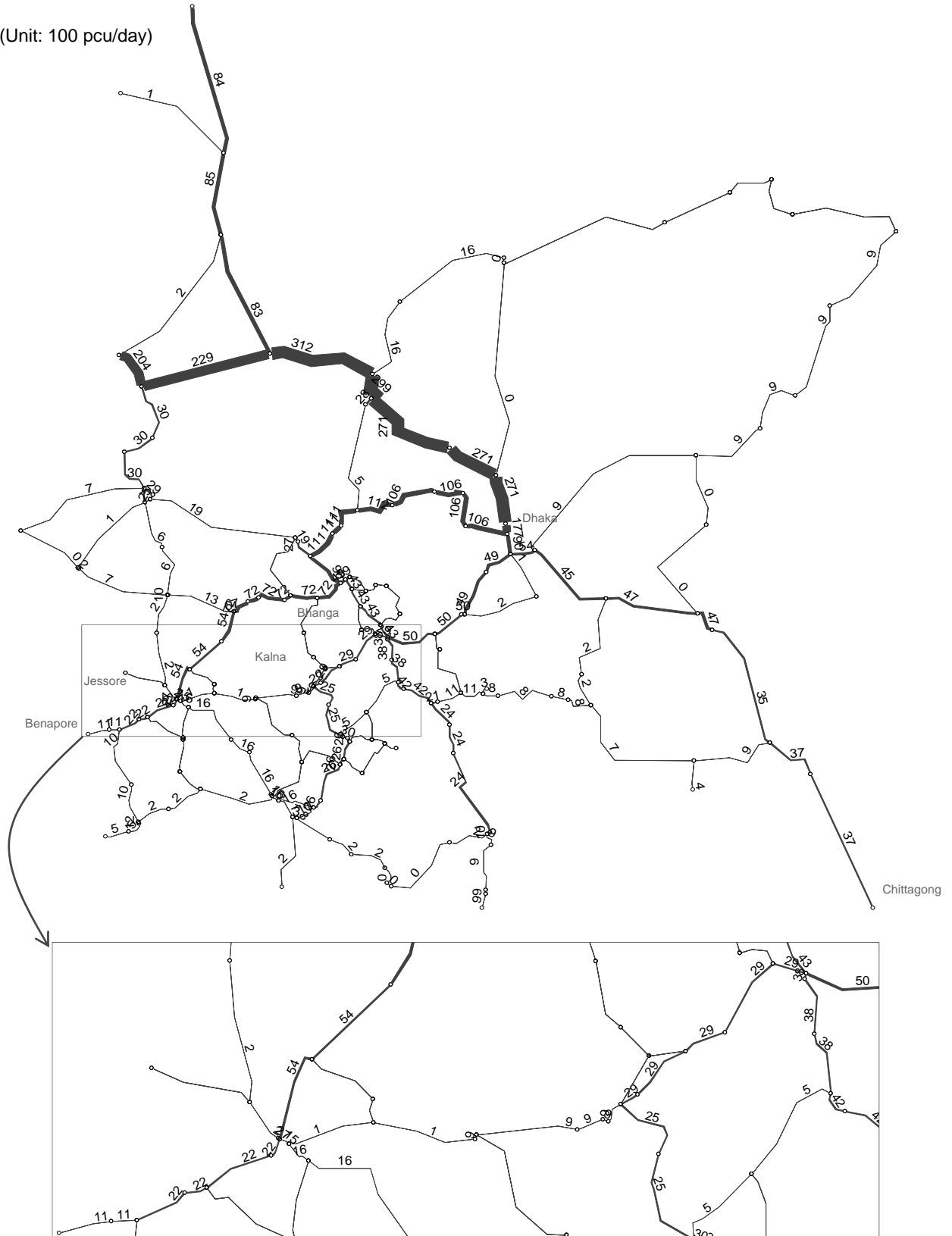


図 6.1.13 ジャムナ河渡河 OD (合計)

6.2 将来交通需要予測

6.2.1 需要予測の手順

A 区間の将来交通需要は、近い将来にパドマ橋が開通し、また ADB による A 区間の 4 車線化が予定されていることから、他路線からの転換交通によって、大幅に増加することが見込まれている。これら影響を考慮した需要予測を行うには、A 区間だけでなくその周辺の道路を含む交通需要予測モデルの構築が不可欠である。

そのため本業務では、交通調査を実施して A 区間とその代替ルート上の渡河 OD 量を把握するとともに（6.1.3 章参照）、渡河以外の OD 量については、現況の地区別人口と観測交通量から論理的な交通の動きを示す論理 OD を作成し、それらを合成して現況 OD 表とした。現況 OD 表作成後は、現況の交通の動向と地域の社会経済活動データとの関係のうち、将来においても変わらない普遍的な関係を数式モデルで定式化し、将来交通需要を行った。

また、BBIN-MVA による国際通過交通に係る協定の締結と 2020 年までに実行される事を前提にバングラデシュ国内を経由する通過交通を別途予測し、それを関連道路網に追加的に上乗せして将来交通量を推計した。図 6.2.1 に概略の需要予測フローを示す。

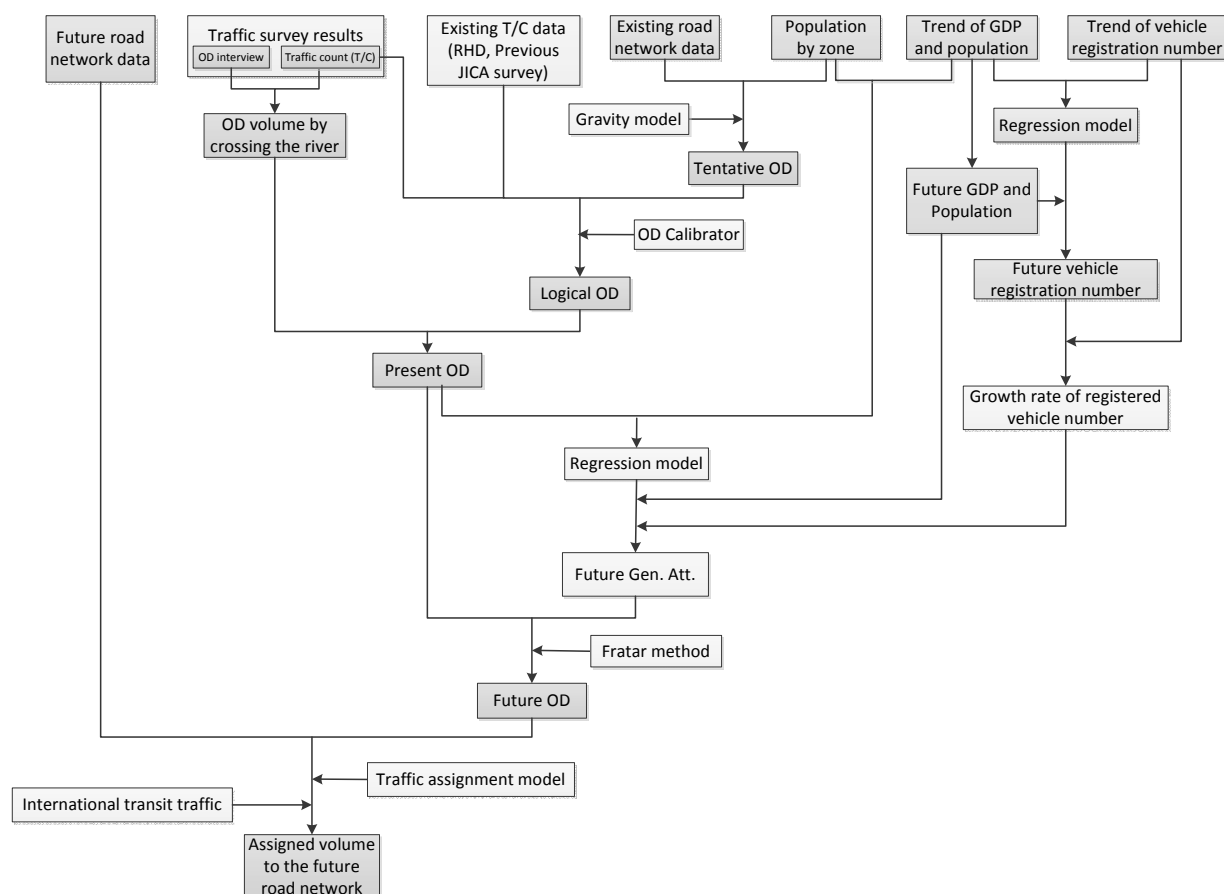


図 6.2.1 需要予測の概略フロー

6.2.2 ゾーニング

ゾーニングは、A 区間の沿線を県単位で、さらにその外側を州単位で設定した。さらに主要ランドポート及モンガラ港にもゾーン番号を持たせ、全体で 34 ゾーンとした。

表 6.2.1 ゾーニング

No.	Division	Zone name (District name)
1	Khulna	Jessore
2	Khulna	Narail
3	Khulna	Magura
4	Khulna	Jhenaidah
5	Khulna	Kushtia
6	Khulna	Meherpur
7	Khulna	Chuadanga
8	Khulna	Satkhira
9	Khulna	Khulna
10	Khulna	Bagerhat
11	Dhaka	Gopalganj
12	Dhaka	Madaripur
13	Dhaka	Faridpur
14	Dhaka	Rajbari
15	Dhaka	Shariatpur
16	Dhaka	Jamalpur, Sherpur, Mymemsingh, Netrakona, Kishoreganj
17	Dhaka	Tangail
18	Dhaka	Manikganj
19	Dhaka	Dhaka, Narayanganj, Gazipur, Narsingdi
20	Dhaka	Munshiganj
21	Rajshahi	All
22	Rangpur	All
23	Sylhet	All
24	Chittagong	Brahmanbaria, Comilla, Feni
25	Chittagong	Chandpur, Lakshmipur, Noakhali
26	Chittagong	Chittagong, Khagrachhari, Rangamati, Bandarban, Cox's Bazar
27	Barisal	Barisal
28	Barisal	Pirojpur
29	Barisal	Jhalakati
30	Barisal	Barguna, Patuakhali, Bhola
31	-	Benapole Land Port
32	-	Bhomra Land Port
33	-	Mongla Sea Port
34	-	Hilli Land Port

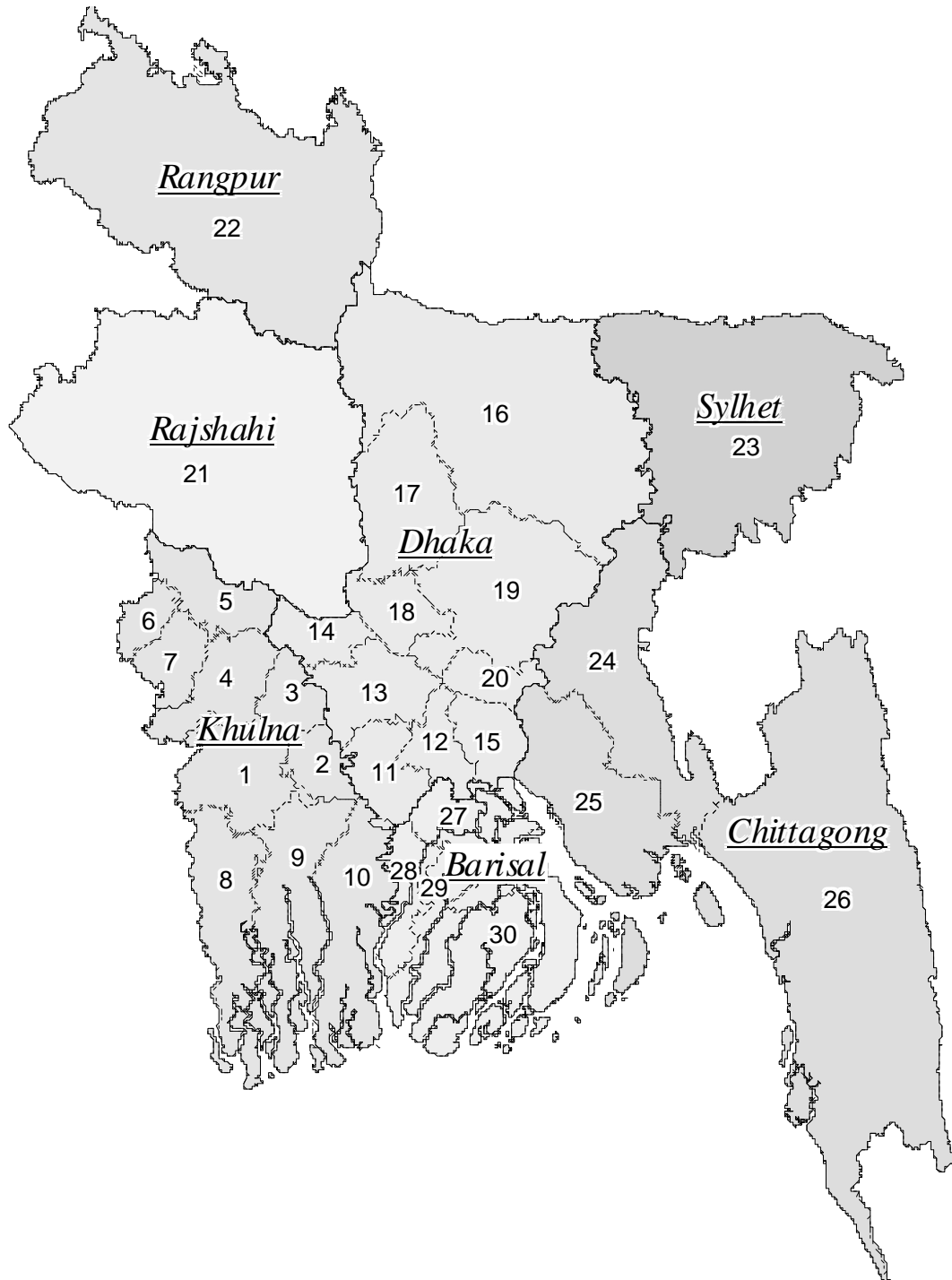


図 6.2.2 ゾーニング図

6.2.3 将来の社会経済フレーム

(1) 人口

1) 全国人口

将来のバングラデシュ全国の人口は、バングラデシュ統計局（BBS）が 2006 年 3 月に発表した 2050 年までの人口予測結果⁹と、2001 年と 2011 年に行われた人口センサス調査結果を用いて推計した。（図 6.2.3、表 6.2.2 参照）

2045 年の人口は、現況の 1.51 億人から 33%増加し、2.01 億人になると推計される。

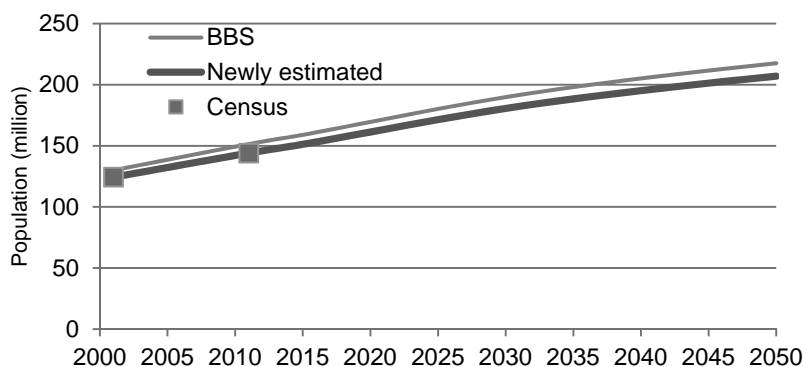


図 6.2.3 全国の将来人口

表 6.2.2 全国の将来人口

(Unit: million people)

	2001	2011	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045
BBS	130.02	151.41	158.96	169.54	180.20	189.85	198.03	205.12	211.61
Pop. Census	124.36	144.04	-	-	-	-	-	-	-
Newly estimated	124.36	144.04	151.23	161.29	171.43	180.61	188.40	195.14	201.31

2) 州別人口

将来の州別人口は、2001 年及び 2011 年の人口センサス結果を用いてトレンド推計した後、合計が表 6.2.2 の結果に合うよう調整した。その後、A 区間の沿道が含まれる Khulna 州の人口は、パドマ橋の開通や A 区間の 4 車線化に伴い大幅に増加することが見込まれることから、本調査では、2025 年からそれら整備効果が現れ始め、2045 年には Khulna 州の人口増加率が全国平均と同じなると仮定し、州別人口を算出した。（表 6.2.3 参照）

⁹ Sectorial Need-based Projections in Bangladesh. Bangladesh Bureau of Statistics, March 2006

表 6.2.3 州別将来人口

(Upper: million people/ Lower: Average annual growth rate)

Division	Census		Annual growth	Estimated						
	2001	2011		2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045
Barisal	8.17	8.33	0.2%	8.30 (-0.1%)	8.28 (0.0%)	8.28 (0.0%)	8.28 (0.0%)	8.28 (0.0%)	8.28 (0.0%)	8.28 (0.0%)
Chittagong	24.29	28.42	1.6%	29.94 (1.3%)	32.04 (1.4%)	34.10 (1.3%)	35.90 (1.0%)	37.35 (0.8%)	38.52 (0.6%)	39.51 (0.5%)
Dhaka	39.04	47.42	2.0%	50.70 (1.7%)	55.28 (1.7%)	59.94 (1.6%)	64.30 (1.4%)	68.16 (1.2%)	71.62 (1.0%)	74.84 (0.9%)
Khulna	14.71	15.69	0.6%	15.92 (0.4%)	16.27 (0.4%)	16.70 (0.5%)	17.14 (0.5%)	17.56 (0.5%)	18.02 (0.5%)	18.59 (0.6%)
Rajshahi	16.35	18.48	1.2%	19.20 (1.0%)	20.20 (1.0%)	21.12 (0.9%)	21.86 (0.7%)	22.35 (0.4%)	22.65 (0.3%)	22.84 (0.2%)
Rangpur	13.85	15.79	1.3%	16.46 (1.0%)	17.38 (1.1%)	18.26 (1.0%)	18.98 (0.8%)	19.49 (0.5%)	19.84 (0.4%)	20.09 (0.2%)
Sylhet	7.94	9.91	2.2%	10.71 (2.0%)	11.84 (2.0%)	13.01 (1.9%)	14.15 (1.7%)	15.21 (1.4%)	16.20 (1.3%)	17.16 (1.2%)
Total	124.36	144.04	1.5%	151.23 (1.2%)	161.29 (1.3%)	171.41 (1.2%)	180.61 (1.0%)	188.40 (0.8%)	195.13 (0.7%)	201.31 (0.6%)

3) ゾーン別人口

将来のゾーン別人口は、2001年及び2011年の人口センサス結果を用いてトレンド推計した後、州別の合計が表 6.2.3 の結果に合うよう調整した。その後、A 区間が通過するゾーン 1、2 の人口は、パドマ橋の開通や A 区間の 4 車線化に伴い大幅に増加することが見込まれることから、本調査では、2025 年からそれら整備効果が現れ始め、2045 年にはこれら関連ゾーンの人口増加率が全国平均と同じなると仮定し、ゾーン別人口を算出した。さらに、ダッカ州のうち、パドマ川の西岸で A 区間が通過する 11、12、13、15 ゾーンについても、ゾーン 1、2 と同様の増加が見込まれると仮定し、ゾーン別人口を算出した。（表 6.2.4 参照）

表 6.2.4 ゾーン別将来人口

(Unit: million people)

Division	Zone	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045
Khulna	1 Jessore	2.86	2.98	3.22	3.55	3.99	4.55	5.25
	2 Narail	0.72	0.72	0.75	0.80	0.86	0.94	1.04
	3 Magura	0.95	0.99	1.03	1.05	1.07	1.07	1.08
	4 Jhenaidah	1.83	1.91	1.99	2.05	2.08	2.10	2.11
	5 Kushtia	2.01	2.10	2.18	2.24	2.28	2.30	2.30
	6 Meherpur	0.68	0.70	0.73	0.74	0.75	0.76	0.76
	7 Chuadanga	1.17	1.22	1.27	1.31	1.33	1.34	1.35
	8 Satkhira	2.01	2.05	2.08	2.08	2.07	2.03	1.99
	9 Khulna	2.27	2.21	2.14	2.05	1.95	1.83	1.71
	10 Bagerhat	1.43	1.38	1.32	1.25	1.18	1.09	1.01
Dhaka	11 Gopalganj	1.16	1.14	1.15	1.19	1.24	1.31	1.40
	12 Madaripur	1.16	1.15	1.17	1.21	1.27	1.35	1.44
	13 Faridpur	1.72	1.68	1.69	1.74	1.80	1.89	2.00
	14 Rajbari	1.09	1.12	1.15	1.15	1.13	1.10	1.06
	15 Shariatpur	1.17	1.19	1.24	1.31	1.41	1.53	1.68
	16 Mymensingh,etc	14.37	14.89	15.24	15.32	15.14	14.75	14.23
	17 Tangail	3.69	3.79	3.84	3.82	3.74	3.61	3.44
	18 Manikganj	1.42	1.45	1.46	1.45	1.41	1.35	1.28
	19 Dhaka,etc	23.36	27.21	31.29	35.35	39.25	42.97	46.59
	20 Munshiganj	1.56	1.65	1.72	1.76	1.76	1.75	1.72
Rajshahi	21 Rajshahi	19.20	20.20	21.12	21.86	22.35	22.65	22.84
Rangpur	22 Rangpur	16.46	17.38	18.26	18.98	19.49	19.84	20.09
Sylhet	23 Sylhet	10.71	11.84	13.01	14.15	15.21	16.20	17.16
Chittagong	24 Kumilla,etc	13.89	14.83	15.75	16.55	17.17	17.65	18.05
	25 Noakhali,etc	10.32	10.88	11.41	11.84	12.13	12.31	12.43
	26 Chittagong,etc	5.73	6.32	6.93	7.52	8.06	8.55	9.03
Barisal	27 Barisal	2.29	2.25	2.21	2.17	2.14	2.10	2.07
	28 Pirojpur	1.10	1.09	1.08	1.07	1.06	1.05	1.04
	29 Jhalakati	0.67	0.66	0.65	0.64	0.62	0.61	0.60
	30 Barguna,etc	4.24	4.29	4.35	4.40	4.46	4.52	4.58
Total		151.23	161.29	171.43	180.61	188.40	195.14	201.31

(2) GDP、GRDP

1) GDP

2005年度～2013年度までの実質GDPの伸びを考慮しながら、将来の実質のGDPの伸びを2025年度までは年7%、2026年度～2035年度までは年6.5%、2036年～2045年までは年6.0%と設定した。

将来の1人当たりのGDPを見ると、2015年度では59,000 TK (1.0) であるが、2025、2035、2045年度には其々102,000 TK (1.7倍)、174,000 TK (2.9倍)、291,000 TK (4.9倍)へと増加する。10年毎の年平均伸び率は、2015年～2025年で5.6%、2025～2035年で5.5%、2035～2045年で5.3%である。

表 6.2.5 実質 GDP（基準年：2005 年度）

(Unit: billion TK)

FY	Real GDP	Estimated GDP	AAGR (%)	Population (million)	GDP/capita (TK)	Multiplying factor
2005	4,823.37		6.10%			
2006	5,163.83					
2007	5,474.37					
2008	5,750.56					
2009	6,070.97					
2010	6,463.42					
2011	6,884.93					
2012	7,298.97					
2013		7,761.90	6.34%			
2014		8,279.71	6.67%			
2015		8,859.29	7.00%	151.23	59,000	1.0 (Base)
2020		12,425.61	7.00%	161.29	77,000	1.3
2025		17,427.56	7.00%	171.43	102,000	1.7
2030		23,877.26	6.50%	180.61	132,000	2.2
2035		32,713.92	6.50%	188.40	174,000	2.9
2040		43,778.60	6.00%	195.14	224,000	3.8
2045		58,585.64	6.00%	201.31	291,000	4.9

2) 州別 GRDP

バングラデシュ統計局は、GRDP 値を公表していないため、CPD (Centre for Policy Dialogue) が推計した 1995 年度及び 2005 年度における県ベースの GRDP を用いて、州別 GRDP を推計した後、合計が表 6.2.5 に合うように調整した。その後、A 区間の沿道が含まれる Khulna 州の人口は、パドマ橋の開通や A 区間の 4 車線化に伴い大幅に増加することが見込まれることから、本調査では、2025 年からそれら整備効果が表れ始め、2045 年には Khulna 州の GRDP 増加率が全国平均と同じなると仮定し、州別 GRDP を算出した。（表 6.2.6 参照）

表 6.2.6 州別実質 GRDP（基準年：2005 年度）

(Unit: billion TK)

Division	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045
Barishal	586.52	813.75 (6.8%)	1,128.09 (6.8%)	1,526.51 (6.2%)	2,064.07 (6.2%)	2,724.02 (5.7%)	3,592.30 (5.7%)
Chittagong	3,332.57	4,741.99 (7.3%)	6,742.09 (7.3%)	9,356.69 (6.8%)	12,975.49 (6.8%)	17,562.36 (6.2%)	23,753.03 (6.2%)
Dhaka	1,797.97	2,527.87 (7.0%)	3,551.26 (7.0%)	4,869.73 (6.5%)	6,672.66 (6.5%)	8,923.84 (6.0%)	11,925.65 (6.0%)
Khulna	1,133.11	1,555.74 (6.6%)	2,144.81 (6.6%)	2,900.60 (6.3%)	3,939.48 (6.3%)	5,248.72 (6.0%)	7,023.97 (6.0%)
Rajshahi	714.95	978.95 (6.5%)	1,339.39 (6.5%)	1,788.73 (5.9%)	2,387.01 (5.9%)	3,109.02 (5.4%)	4,046.40 (5.4%)
Rangpur	777.07	1,082.53 (6.8%)	1,506.87 (6.8%)	2,047.40 (6.3%)	2,779.75 (6.3%)	3,683.53 (5.8%)	4,877.55 (5.8%)
Sylhet	517.10	724.78 (7.0%)	1,015.05 (7.0%)	1,387.60 (6.4%)	1,895.46 (6.4%)	2,527.11 (5.9%)	3,366.74 (5.9%)
Total	8,859.29	12,425.61 (7.0%)	17,427.56 (7.0%)	23,877.26 (6.5%)	32,713.92 (6.5%)	43,778.60 (6.0%)	58,585.64 (6.0%)

3) ゾーン別 GRDP

将来のゾーン別 GRDP は、CPD が推計した 1995 年度及び 2005 年度における県ベースの GRDP を用いてトレンド推計した後、州別の合計が表 6.2.6 に合うよう調整をした。その後、A 区間が通過するゾーン 1、2 の GRDP は、パドマ橋の開通や A 区間の 4 車線化に伴い大幅に増加することが見込まれることから、本調査では、2025 年からそれら整備効果が表れ始め、2045 年にはこれら関連ゾーンの GRDP 増加率が全国平均と同じなると仮定し、ゾーン別 GRDP を算出した。さらに、ダッカ州のうち、パドマ川の西岸で A 区間が通過する 11、12、13、15 ゾーンについても、ゾーン 1、2 と同様の増加が見込まれると仮定し、ゾーン別 GRDP を算出した。（表 6.2.7 参照）

表 6.2.7 ゾーン別実質 GRDP（基準年：2005 年度）

(Unit: billion TK)

	Zone	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045
Khulna	1 Jessore	202.07	279.04	386.73	525.51	716.81	958.73	1,287.39
	2 Narail	41.55	54.00	70.43	90.06	115.61	145.52	183.90
	3 Magura	56.23	76.92	105.59	142.13	192.05	254.44	338.45
	4 Jhenaidah	114.49	158.01	218.87	297.25	405.24	541.71	727.03
	5 Kushtia	106.63	140.70	186.32	241.93	315.32	402.98	517.06
	6 Meherpur	37.12	49.67	66.70	87.82	116.07	150.42	195.71
	7 Chuadanga	57.62	75.99	100.58	130.54	170.06	217.23	278.59
	8 Satkhira	137.13	192.48	271.17	374.56	519.36	706.11	963.83
	9 Khulna	251.90	348.82	484.78	660.59	903.58	1,211.91	1,631.92
	10 Bagerhat	128.36	180.11	253.64	350.21	485.39	659.66	900.07
Dhaka	11 Gopalganj	26.29	34.33	44.76	56.91	72.21	89.36	110.41
	12 Madaripur	26.24	35.00	46.63	60.58	78.56	99.33	125.40
	13 Faridpur	43.39	58.43	78.54	102.95	134.70	171.86	218.90
	14 Rajbari	23.36	31.15	41.47	53.84	69.78	88.20	111.27
	15 Shariatpur	24.21	32.35	43.14	56.10	72.83	92.20	116.51
	16 Mymensingh	326.98	437.52	584.35	761.02	989.39	1,254.23	1,587.31
	17 Tangail	95.09	132.57	184.47	250.30	339.03	447.78	590.43
	18 Manikganj	37.25	50.68	68.82	91.14	120.48	155.29	199.84
	19 Dhaka	1,161.69	1,670.89	2,398.87	3,358.26	4,693.14	6,395.25	8,700.15
	20 Munshiganj	33.50	44.95	60.21	78.64	102.54	130.36	165.45
Rajshahi	21 Rajshahi	714.95	978.95	1,339.39	1,788.73	2,387.01	3,109.02	4,046.40
Rangpur	22 Rangpur	777.07	1,082.53	1,506.87	2,047.40	2,779.75	3,683.53	4,877.55
Sylhet	23 Sylhet	517.10	724.78	1,015.05	1,387.60	1,895.46	2,527.11	3,366.74
Chittagong	24 Kumilla	895.42	1,269.54	1,798.18	2,485.62	3,432.67	4,626.04	6,228.57
	25 Noakhali	602.39	834.74	1,155.55	1,561.15	2,107.15	2,775.40	3,652.22
	26 Chittagong	1,834.75	2,637.71	3,788.36	5,309.92	7,435.66	10,160.92	13,872.24
Sylhet	27 Barisal	176.38	250.57	355.59	492.43	681.25	919.62	1,240.16
	28 Pirojpur	72.22	99.47	136.85	183.74	246.45	322.55	421.73
	29 Jhalakati	45.38	62.76	86.68	116.85	157.35	206.75	271.39
	30 Barisal	292.53	400.95	548.97	733.48	979.02	1,275.09	1,659.02
Total		8,859.29	12,425.61	17,427.56	23,877.26	32,713.92	43,778.60	58,585.64

6.2.4 配分計算用ネットワークデータの作成

リンク別に設定するデータ項目のうち、リンク別日交通容量や最高速度の設定は、以下の方法で設定した。

なおフェリーの容量や速度については、運行事業者へのインタビュー結果より別途設定した。

- 多車線道路: $C_D = C_B \times f_{lw} \times f_{rs} \times f_{pv} \times f_{los} \times \frac{N}{2} \times \frac{100}{K} \times \frac{100}{D}$
- 2方向2車線道路: $C_D = C_B \times f_{lw} \times f_{rs} \times f_{pv} \times f_{los} \times \frac{100}{K}$
- 最高速度: $V_{max} = V_B \times (1 - \frac{S_r}{100})$

ここで

- C_D : 日交通容量 (pcu/day)
- C_B : 基本交通容量 (pcu/hour)
- f_{lw} : 車線幅員補正率
- f_{rs} : 沿道状況補正率
- f_{pv} : 舗装状況補正率
- f_{los} : 計画水準補正率
- N : 車線数
- K : K値 (ピーク率(%))
- D : D値 (重方向率(%))
- V_{max} : 最高速度 (km/h)
- V_B : 基本最高速度 (km/h)
- S_r : 速度低減率 (%)

表 6.2.8 基本交通容量

Multi lanes or one-way road	2,200 pcu /h /lane
2 way 2 lanes road	2,500 pcu /h /2 lanes
2 way 1 lane road	500 pcu /h /lane

表 6.2.9 車線幅員補正率

Lane width (m)	f_{lw}
$W \geq 3.25$	1.0
$3.25 > W \geq 3.00$	0.94
$3.00 > W \geq 2.75$	0.88
$2.75 > W \geq 2.50$	0.82

表 6.2.10 沿道状況補正率

Zone	1or 2 lanes	3 lanes or more
Urban	0.70	0.75
Others	0.85	0.90

表 6.2.11 舗装状況補正率及び速度低下率

Description	IRI rank (m/km)	fpv	Sr (%)
Excellent	<3.0	1.00	0%
Good	<5.5	0.95	10%
Fair	<7.0	0.90	20%
Poor	<10.0	0.85	30%
Bad	≥10.0	0.80	40%

表 6.2.12 計画水準補正率

Road class	f _{los}	LOS
National Highway	0.70	C
Others	0.85	D

表 6.2.13 K 値、D 値

Zone	K (%)	D (%)
Urban	8	60
Others	12	55

表 6.2.14 基本最高速度

Road type	V _{max} (km/h)	
	Urban	Others
National Highway	60	80
Regional Highway	40	50
Zilla Road, Others (2 lanes)	30	40
Zilla Road, Others (1 lane)	-	30

表 6.2.15 フェリーの容量、速度

Name of the locations	Distance (km)	Travel time (min)	Capacity (veh/ ferry)	Loading & unloading time (min)	Avg. travel time (min)	Freq. (/day)	No. of ferries operated	Capacity (veh/day)	Speed (km/h)
Daulatdia-Paturia	3.3	35	12	25	60	12	18	5,180	3
Mawa-kawrakandi	15	120	12	30	150	5	12	1,440	6
Chandpur-Shariatpur	9	80	10	30	110	6	3	360	5
Kalna	0.5	7	12	15	22	20	1	480	2

表 6.2.16 リンク別交通容量、最高速度

	Lanes	Basic capacity (pcu/day)	Lane width (m)	Area	Pavement condition	Qmax (pcu/day)	Vmax (km/h)	
National Highway	8	2,000	3.25	Urban	Fair	78,800	48	
	6	2,000	3.25	Urban	Fair	59,100	48	
				Others	Fair	51,500	64	
	4	2,000	3.25	Urban	Fair	39,400	48	
				Others	Good	36,300	72	
					Fair	34,400	64	
	2	2,500	3.25	Urban	Fair	13,800	48	
				Others	Good	11,800	72	
					Fair	11,200	64	
					Poor	10,500	56	
			Bad	9,900	48			
Regional Highway	4	2,000	3.00	Urban	Fair	44,900	32	
				Others	Good	41,400	45	
					Fair	39,200	40	
	2	2,500	3.00	Others	Good	13,400	45	
					Fair	12,700	40	
					Poor	12,000	35	
			2.75	Others	Good	12,600	45	
					Fair	11,900	40	
					Poor	11,300	35	
				Bad	10,600	30		
Zilla road, Street	2	2,500	2.75	Others	Fair	11,900	32	
					Poor	11,300	28	
					Bad	10,600	24	
				2.50	Others	Fair	11,100	32
						Poor	10,500	28
						Bad	9,900	24
	1	500	5.00	Others	Fair	2,700	24	
					Poor	2,600	21	
					Bad	2,400	18	
Others			Daulatdia-Paturia ferry			5,180	3	
			Mawa-kawrakandi ferry			1,440	6	
			Chandpur-Shariatpur ferry			360	5	
			Kalna ferry			480	2	
			Dummy link			999,999	30	

6.2.5 現況及び将来 OD 表の作成

(1) 現況 OD 表の作成

本調査では、交通調査を実施したため、A 区間とその代替ルート上の渡河 OD 量を把握できたものの（6.1.3 章参照）、渡河以外の OD 量は不明であるため、このままではゾーン別経済指標と交通需要の関係を表す発生量モデルを作成することが出来ない。

そのため、本調査では、以下の手順で現況 OD 表を作成した。

- ① 現況のゾーン別人口とゾーン間距離を用いて仮の OD 表を作成。
- ② 仮の OD 表を道路ネットワーク上に配分した結果が、観測交通量に合うよう収束計算を行い、理想的な OD 表を作成。
- ③ 6.1.3 章で作成した実測 OD 表については、その結果を使うことにするため、②で作成した OD と差し替え、現況 OD 表を作成。

(2) 将来の生成交通量予測

生成交通量は、一般に自動車保有台数との相関が高いことが知られている。しかし「バ」国では類似地域の生成交通量データが無いため、今回の調査では、生成交通量は自動車の登録台数の伸びに比例すると想定した。このため、GDP と自動車登録台数の推移から、対数近似モデルを作成し、それを基に将来の自動車登録台数を予測した。

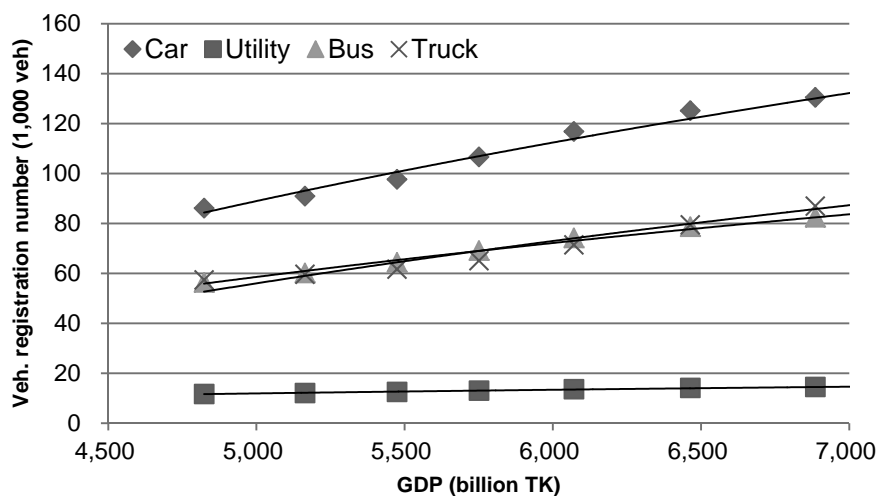


図 6.2.4 GDP と自動車登録台数の関係

表 6.2.17 自動車登録台数予測モデルのパラメータ

Vehicle type	a	b	R2
Car	128,600.09	-1,894,677.15	0.982
Utility	7,976.07	-111,106.55	0.989
Bus	74,592.98	-1,092,020.42	0.994
Truck	93,030.77	-1,378,987.31	0.950

$$\text{Vehicle registration Number} = a \times \ln(\text{GDP [million TK]}) + b$$

表 6.2.18 現況及び将来の自動車登録台数

(Unit: vehicles)

	FY	Car	Utility	Bus	Truck
Actual measured	2005	86,100	11,704	56,347	57,399
	2006	90,962	12,090	60,163	59,674
	2007	97,661	12,506	64,390	61,717
	2008	106,664	13,028	69,143	65,064
	2009	116,824	13,625	74,207	71,424
	2010	125,177	14,119	78,676	79,462
	2011	130,517	14,489	82,466	86,985
	2012	134,800	14,803	85,811	94,324
Estimated	2015	162,500	16,500	101,200	109,200
	2020	206,000	19,200	126,500	140,700
	2025	249,500	21,900	151,700	172,200
	2030	290,000	24,400	175,200	201,500
	2035	330,500	26,900	198,700	230,800
	2040	368,000	29,200	220,400	257,900
	2045	405,500	31,600	242,200	285,000

予測した自動車登録台数の伸び率に現況の生成量を乗じて、将来の生成交通量を算出した。

表 6.2.19 生成交通量予測結果

(Unit: vehicle/day)

FY	Car	Utility	Bus	Truck
2015	8,200	4,900	26,300	44,400
2020	10,300	6,200	33,400	56,300
2025	12,500	7,500	40,400	68,200
2030	14,500	8,700	47,000	79,200
2035	16,600	9,900	53,600	90,300
2040	18,500	11,000	59,600	100,500
2045	20,300	12,200	65,700	110,800

(3) 将来の発生量予測

将来のゾーン別発生量を予測するため、現況 OD 表から算出される車種別発生量と、現況の社会経済指標やダミー変数を用いて、直線回帰式で発生量モデルを作成した。

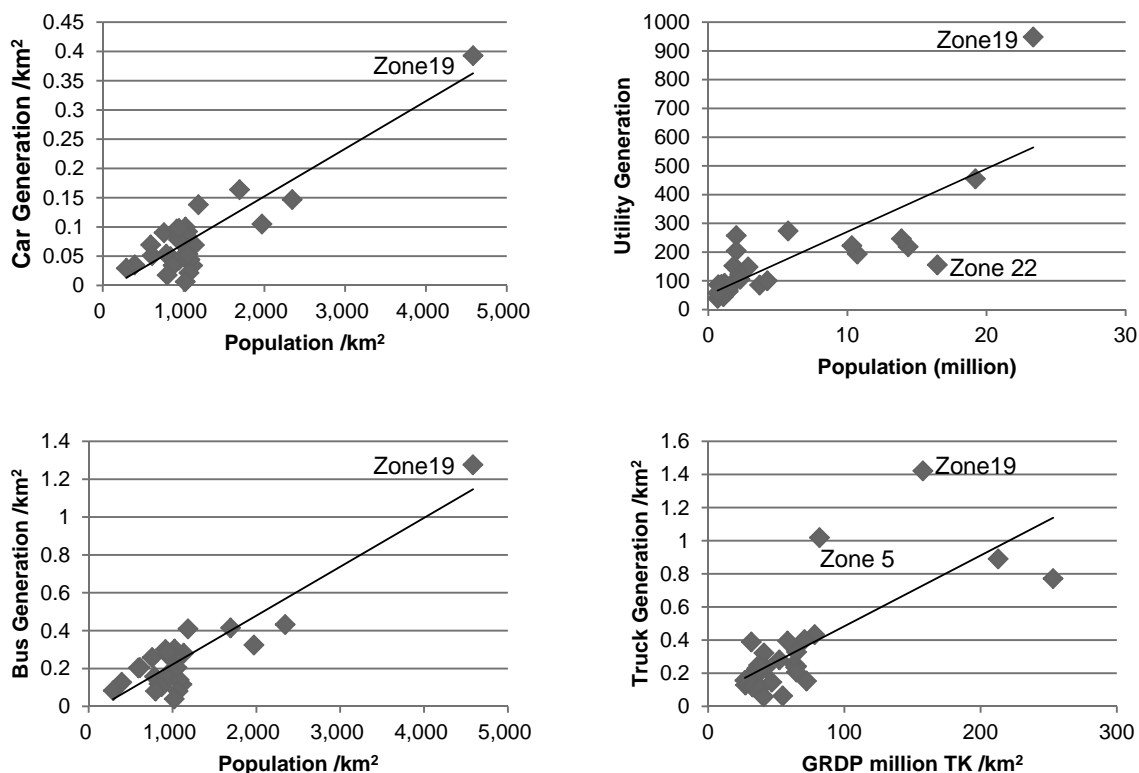


図 6.2.5 車種別発生量と説明変数との関係

表 6.2.20 発生モデルのパラメータ

Vehicle type	Dependent variable	Independent variable			R2
		X	Dummy1	Dummy2	
Car	Gen./Area	Population/Area	Zone 19	Zone 5	0.933
		$6.6202e^{-5}$	0.0893	0.0596	
Utility	Generation	Population	Zone 19	Zone 22	0.954
		$1.5568e^{-5}$	511.945	-173.582	
Bus	Gen./Area	Population/Area	Zone 19	Zone 5	0.945
		$2.0290e^{-4}$	0.3465	0.1690	
Truck	Gen./Area	GRDP/Area	Zone 19	Zone 5	0.948
		$3.9161e^{-3}$	0.8047	0.6988	

上記モデルを用いて将来の車種別発生量を算出した後、ゾーン別発生量の合計値が生成交通量に合うよう補正して、将来の発生量（=集中量）とした。

(4) ランドポート関連交通

ランドポート関連の交通は、本調査で実施した断面交通調査では捕捉しきれないため、ランドポートの現況の年間貨物取扱量を1日当たりのトラック台数に換算したものを利用した。また全てのトラックは、目的地へ到着した後は空で出発地まで戻ると仮定し、交通量は台数の2倍とした。

将来のランドポート関連交通量は、バングラデッシュ国のGDPの伸び率を用いて算出した。

表 6. 2. 21 ランドポート関連交通量予測結果

Land port	FY2013 (ton)				Land port related traffic (veh/day/both directions)							
	Import	Export	Total	t/day	2013	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045
Benapole	1,252,250	300,274	1,552,524	4,253	850	970	1,360	1,910	2,620	3,580	4,790	6,420
Bhomra	1,458,413	44,299	1,502,712	4,117	830	940	1,320	1,850	2,540	3,470	4,650	6,220
Hilli	851,759	23,870	875,629	2,399	480	550	770	1,080	1,480	2,020	2,710	3,620
Akhaura	251	278,377	278,628	763	150	170	240	340	470	640	860	1,150

注：トラック 1 台あたりの平均積載量は 10 トンとして換算

(5) モングラ港関連交通

ADB レポート¹⁰によると、2008 年のモングラ港の輸出貨物量 117,000 トンのうち、89,000 トンは冷凍食品であり、その殆どは Khulna で生産されていた。40 フィート冷凍コンテナの一般的な積載量は 25 トン、一般の貨物車の積載量を 10 トンと仮定すると、1 日当たりのモングラ港関連の交通量は片道で 25 台、このうち 10 台は Khulna に、残りの 15 台は、Dhaka に足を持つと仮定した。

表 6. 2. 22 2008 年度モングラ港取扱い貨物量

	Total volume (ton/year)	Breakdown			Conversion factor (ton/veh)	veh/day (one way)	Major Org/dest
		Cargo type	ton/year	ton/day			
Export	117,100	Flozen food	89,000	244	25	10	Khulna
		General	28,100	77	10	8	Dhaka
Import	25,300	General	25,300	69	10	7	Dhaka

将来のモングラ港関連交通は、GDP の伸びを用いて推計した。

表 6. 2. 23 将来のモングラ港関連交通量

(Unit: veh/day/one way)

FY	Khulna	Dhaka
2008	10	15
2015	15	23
2020	22	32
2025	30	45
2030	42	62
2035	57	85
2040	76	114
2045	102	153

¹⁰ Bangladesh: Port and Logistics Efficiency Improvement, Section 2: Summary and Recommendation for Mongla Port, Asian Development Bank, July 2011

(6) 将来 OD 表の作成

将来 OD 表は、現況 OD 表と(3)と(4)で求めたゾーン別の発生量、集中量を用い、フレーター法で計算後、(5)で求めたモングラ港関連交通を追加して作成した。

(7) バングラデシュを通過する国際交通

インド北東部やブータンと、西ベンガル州以西間や海港間の交通は、今までバングラデッシュ内の通行が許可されなかったため、大きく迂回をせざるを得なかった。しかしバングラデシュ、ブータン、インド、ネパールは 2015 年 7 月に、国際通過交通に係る協定（BBIN-MVA）を締結したため、2020 年までには、国際交通の自国内の通過が許可されるようになるため、今後は今まで迂回していた交通が、バングラデッシュ国内を通過するようになる。

1)トラック

バングラデッシュを通過する可能性のある国際貨物交通量は、“Transit through Bangladesh: Prospect and Challenges”¹¹によると、表 6.2.24 に示す通りであった。

表 6.2.24 潜在的回廊別国際通過貨物交通量（2015 年）

Road Transit Corridors	Amount (TEUs)
RD-1: Gdwahati-Dawki/Tamabil -Mawa-Narail-Jessore-Benapole/Petrapole -Kolkata	-
RD-2: Silchar-Sutakandi -Mawa-Narail-Jessore-Benapole/Petrapole -Kolkata	163,497
RD-3: Agartala-Akhaura -Mawa-Narail-Jessore-Benapole/Petrapole -Kolkata	14,762
Sub-total	178,259
RD-4: Guwahati-Dawki/Tamabil -Chittagong Port	7,177
RD-5: Silchar-Sutarkandi -Chittagong Port	34,638
RD-6: Agartala-Sabsun/Ramgarh -Chittagong Port	41,640
Sub-total	83,455
RD-7: Kathmandu-Kakarvita-Phulbari/Banglabandha -Mongla Port	45,719
RD-8: Thimphu-Phuentsholing/Jaigagon-Chengrabandha/Burimari -Mongla Port	8,689

出典：Table 5: Potential Diversion of Traffic through Different Transit Corridors, Transit through Bangladesh: Prospect and Challenges

国際貨物全てが目的地まで 20ft コンテナと 40ft コンテナが半々で運ばれ、全てのコンテナは空で出発地まで戻ると仮定すると、A 区間を通過する交通量は、往復で 732 台/日、B 区間を通過する交通は往復で 346 台となる。

表 6.2.25 潜在的区間別国際通過貨物交通量（2015 年）

Section	TEU/year	TEU/day	20ft trailer (veh/day)	40ft trailer (veh/day)	Traffic volume (Veh/day)
A	178,259	488	244	122	732
B	83,455	229	115	58	346

¹¹ Mohammad Yunus, Senior Research Fellow, Bangladesh Institute of Development Studies (Oct. 2014)

将来の通過交通量は、インドの将来の実質 GDP の年平均伸び率（5.0%）¹²に比例するとすると、表 6.2.26 のようになる。

表 6.2.26 将来区間別国際通過貨物交通量

(Unit: veh/day)

Section	2020	2025	2030	2035	2040	2045
A	750	769	788	808	828	849
B	355	364	373	382	392	402

2) バス・乗用車

バングラデッシュを通過し、インド北東部とコルカタを結ぶバスは、2015年時点で週2往復が運行されている。これを1日の交通量に換算すると1台となる。一方、乗用車を使った通過交通は、この間の距離が長いため、通過する車は殆ど無く、2015年でせいぜい5台/日と仮定する。

将来の台数はインドの将来の実質 GDP の年平均伸び率（5.0%）に比例するとする。

A区間を利用する将来の国際通過交通量は表 6.2.27 に示す通りである。

表 6.2.27 A区間将来区間別国際通過交通量

Veh type	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045
Bus (veh/day)	1	1	2	2	3	3	4
Car (veh/day)	5	6	8	10	13	17	22
Truck (veh/day)	732	750	769	788	808	828	849
Total (pcu/day)	2,204	2,259	2,321	2,380	2,446	2,510	2,581

6.2.6 交通量配分

交通量配分は、多段階配分方法（配分比率 35%、25%、15%、10%、10%、5%）を用いて行った。

配分ケースは表 6.2.28 に示す。

表 6.2.28 配分ケース

Case name	Road condition (Benapole –Mawa)	Br-1	Br-2	Br-3	Br-4	Br-5
		Jhikorgacha	Tularampur	Hawai Khali	Kalna	Garakola
With	NH level, 4 lanes, good pavement conditioned road. Padma Bridge is opened.	National Highway level, 4 lanes, good pavement conditioned bridges are opened.				
Without		NH level, 2 lanes (5.5 m), bad condition. Bridge is closed	RH level, 2 lanes (6.8 m), bad condition. Bridge is closed	Zilla road level, 2 lanes (7.3 m), bad condition. Bridge is closed	Bridge is not constructed. Ferry is operated.	NH level, 2 lanes (7.5 m), bad condition. Bridge is closed
X1111		×(closed)	○(opened)	○	○	○
1X111		○	×	○	○	○
11X11		○	○	×	○	○
11101		○	○	○	(Ferry only)	○
1111X		○	○	○	○	×

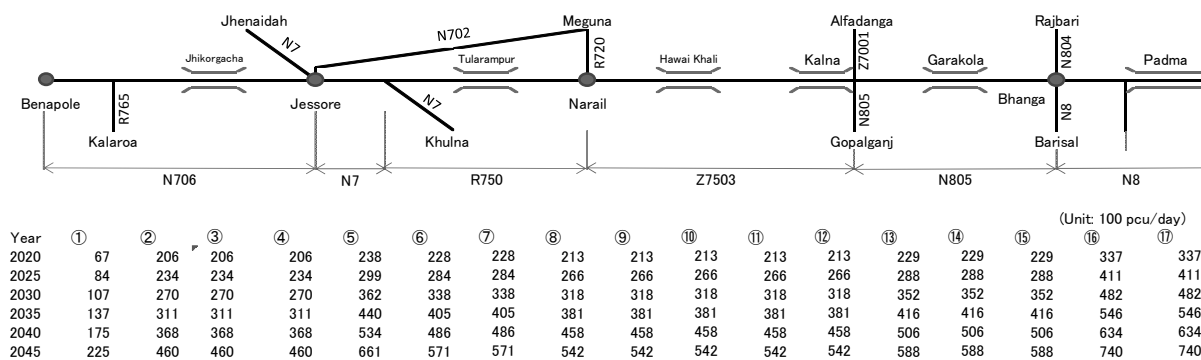
¹² *The world in 2050 Will the shift in global economic power growth* (Feb. 2015), by PwC

配分計算後、表 6.2.27 で示された A 区間を利用する国際通過交通を付加した。

図 6.2.6 に With ケースを、図 6.2.7 に Without ケースのリンク別交通量を示す。

2045 年において全ての橋梁が整備されている場合は、A 区間の交通は Benapole～Jessore 区間で 22,500～46,000 pcu/day、Jessore～Narail 区間で 54,200～66,100 pcu/day、Narail～Bhanga 区間で 54,200～58,800 pcu/day が利用する。

一方、各橋梁が通行止めになった場合、A 区間を利用する交通は減少する。2045 年において A 区間と N8 との交差付近の交通 (⑮) を比較すると、With ケースでは 58,800 pcu/day であったものが、0 (1111X ケース：Br-5 が通行止めの場合) ～31,800 (11X11 ケース：Br-3 が通行止めの場合) ～52,500 pcu/day (X1111 ケース：Br-1 が通行止めの場合) へと減少する。また、Jessore の東側 N7 の交通 (⑤) を比較すると、With ケースでは、66,100 pcu/day であったものが、Without ケースでは、24,200 (1X111 ケース：Br-2 が通行止めの場合) ～51,000 pcu/day (11101 ケース：フェリーだけが稼働している場合) に減少する。



(Unit: 100 pcu/day)

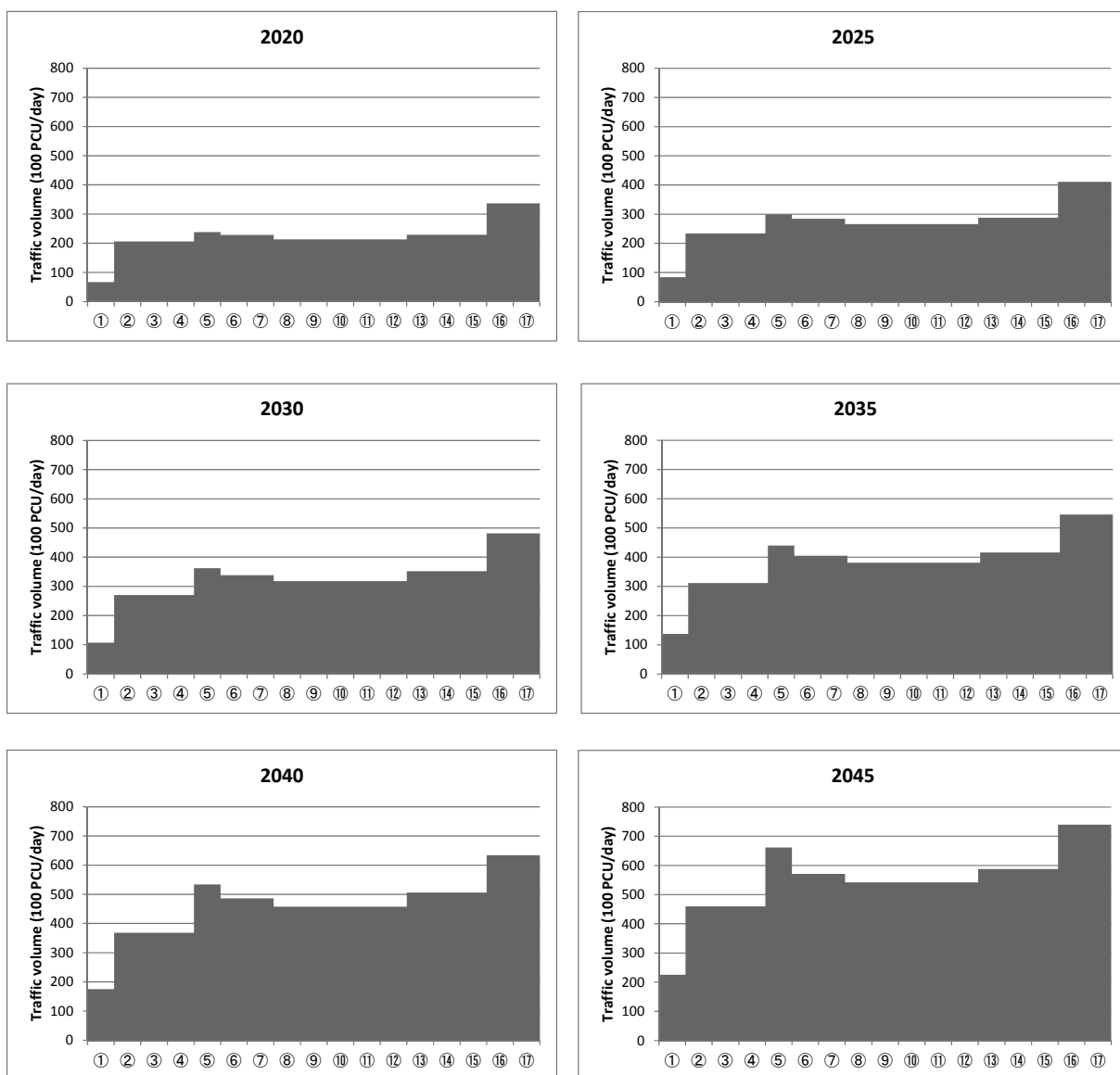
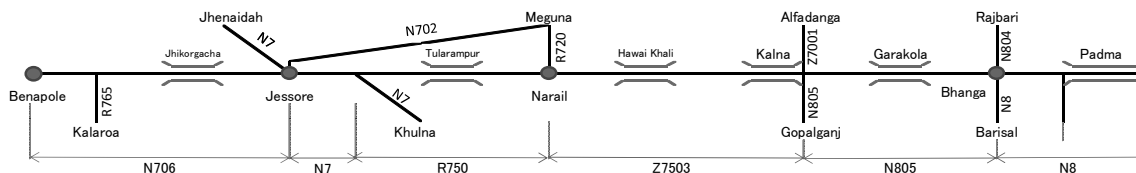


図 6.2.6 配分結果 (With Case)



Year	Case	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭	⑮	⑯	⑰
2020	x1111	67	0	0	0	192	222	222	207	207	207	207	207	224	224	224	337	337
	1x111	67	172	172	172	69	0	0	65	52	52	52	52	114	114	114	328	328
	11x11	67	173	173	173	107	65	65	0	0	0	0	0	103	103	103	323	323
	11101	67	189	189	189	146	109	109	76	76	76	76	76	137	137	137	330	330
	1111x	67	190	190	190	133	96	96	75	75	75	75	75	0	0	0	325	325
2025	x1111	84	0	0	0	228	245	245	227	227	227	227	227	277	277	277	409	409
	1x111	84	217	217	217	91	0	0	72	72	72	72	72	158	158	158	389	389
	11x11	84	218	218	218	139	70	70	24	0	0	0	0	134	134	134	377	377
	11101	84	233	233	233	181	131	131	93	93	93	93	93	173	173	173	389	389
	1111x	84	229	229	229	166	121	121	96	96	96	96	96	0	0	0	381	381
2030	x1111	107	0	0	0	269	286	286	265	265	265	265	265	338	338	338	480	480
	1x111	107	262	262	262	126	0	0	80	91	91	91	91	211	211	211	460	460
	11x11	107	264	264	264	183	76	76	28	0	0	0	0	182	182	182	444	444
	11101	107	266	266	266	232	157	157	113	113	113	113	113	226	226	226	453	453
	1111x	107	265	265	265	210	144	144	121	122	122	122	122	0	0	0	440	440
2035	x1111	137	0	0	0	318	333	333	310	310	310	310	310	388	388	388	540	540
	1x111	137	309	309	309	127	0	0	87	120	120	120	120	255	255	255	528	528
	11x11	137	307	307	307	193	88	88	40	0	0	0	0	198	198	198	513	513
	11101	137	310	310	310	295	186	186	143	140	140	140	140	275	275	275	518	518
	1111x	137	310	310	310	267	194	194	168	169	169	169	169	0	0	0	497	497
2040	x1111	175	0	0	0	365	384	384	356	356	356	356	356	458	458	458	634	634
	1x111	175	368	368	368	172	0	0	96	208	208	208	208	349	349	349	616	616
	11x11	175	371	371	371	268	110	110	63	0	0	0	0	224	224	224	603	603
	11101	175	370	370	370	389	222	222	179	172	172	172	172	328	328	328	617	617
	1111x	175	374	374	374	369	272	272	248	247	247	247	247	0	0	0	594	594
2045	x1111	225	0	0	0	436	437	437	408	414	414	414	414	525	525	525	740	740
	1x111	225	445	445	445	242	0	0	106	240	240	240	240	400	400	400	719	719
	11x11	225	451	451	451	352	179	179	122	0	0	0	0	318	318	318	705	705
	11101	225	451	451	451	510	313	313	270	214	214	214	214	404	404	404	722	722
	1111x	225	461	461	461	403	376	376	348	305	305	305	305	0	0	0	679	679

(Year 2045)

(Unit: 100 pcu/day)

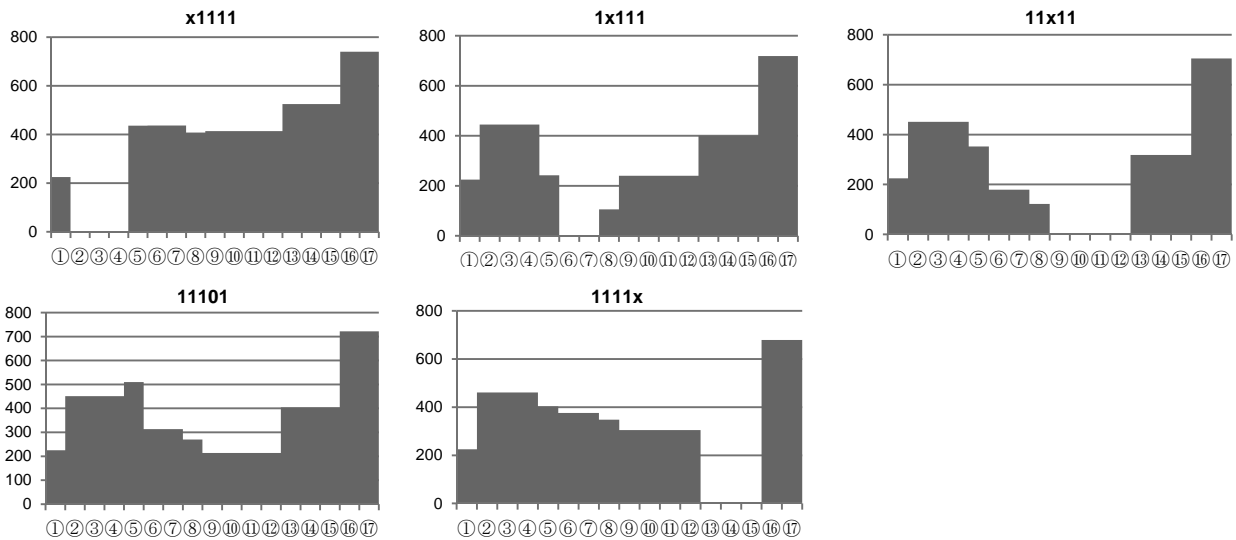


図 6.2.7 配分結果 (Without Case)

6.2.7 B, C 区間の将来交通量

B, C 区間の将来交通量は、現況の交通調査結果に、表.6.2.18 で示した将来の自動車登録台数の伸び率を乗じ、さらに B 区間では国際通過交通 (表 6.2.27 参照) を上乗せして算出した。

表 6.2.29 B, C 区間の将来交通需要結果

(Unit: veh/day)

Location	Year	Car	Utility	Bus	Truck	International Transit truck	Total	
Section-B								
24C-5	2015	119	178	288	677	-	1,262	
	2020	151	207	360	872	355	1,945	
	2025	183	236	432	1,067	364	2,282	
	2030	212	263	498	1,249	373	2,595	
	2035	242	291	565	1,430	382	2,910	
	2040	269	316	627	1,598	392	3,202	
	2045	297	341	689	1,766	402	3,495	
Section-C								
North	3DC-2	2015	477	371	2,138	1,909	-	4,895
		2020	605	432	2,671	2,459	-	6,167
		2025	732	492	3,204	3,009	-	7,437
		2030	851	549	3,700	3,521	-	8,621
		2035	970	605	4,196	4,033	-	9,804
		2040	1,080	658	4,655	4,507	-	10,900
	2045	1,190	710	5,114	4,981	-	11,995	
South	24C-6	2015	125	267	1,304	1,342	-	3,038
		2020	158	311	1,629	1,729	-	3,827
		2025	192	354	1,954	2,115	-	4,615
		2030	223	395	2,257	2,475	-	5,350
		2035	254	436	2,559	2,835	-	6,084
		2040	283	473	2,839	3,168	-	6,763
	2045	312	511	3,119	3,501	-	7,443	

上記の結果を RHD の交通調査結果¹³の比率を用いて区間別に分割した結果を以下に示す。

表 6.2.30 B, C 区間の将来交通需要結果

(Unit: 100 pcu/day)

Section	Road	Seq.	Names of both ends	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045
B	R151	①	Karehat – Herako	32	51	60	68	77	84	92
	R152	②	Herako – Ramgarh	19	29	34	38	43	47	51
C North	N1	③	Int w. Z1018 – Int w. N107	142	180	217	252	286	318	351
		④	Int w. N107 – Patiya	171	215	259	300	341	379	417
		⑤	Patiya – Chandanaish	157	198	239	277	315	350	385
		⑥	Chandanaish – Int. w. N108	130	164	199	231	263	292	322
C South	N1	⑦	Int. w. N108 – Chunati	272	345	417	485	552	615	677
		⑧	Chunati – Int. w. R172	130	164	198	230	261	291	320
		⑨	Int. w. R172 – Dulahazara	149	189	229	266	304	338	373
		⑩	Dulahazara – Int. w. Z1009	83	105	128	148	169	188	207

¹³ Annual Average Daily Traffic (AADT) Survey year: 2013, Road & Highways Department of Bangladesh

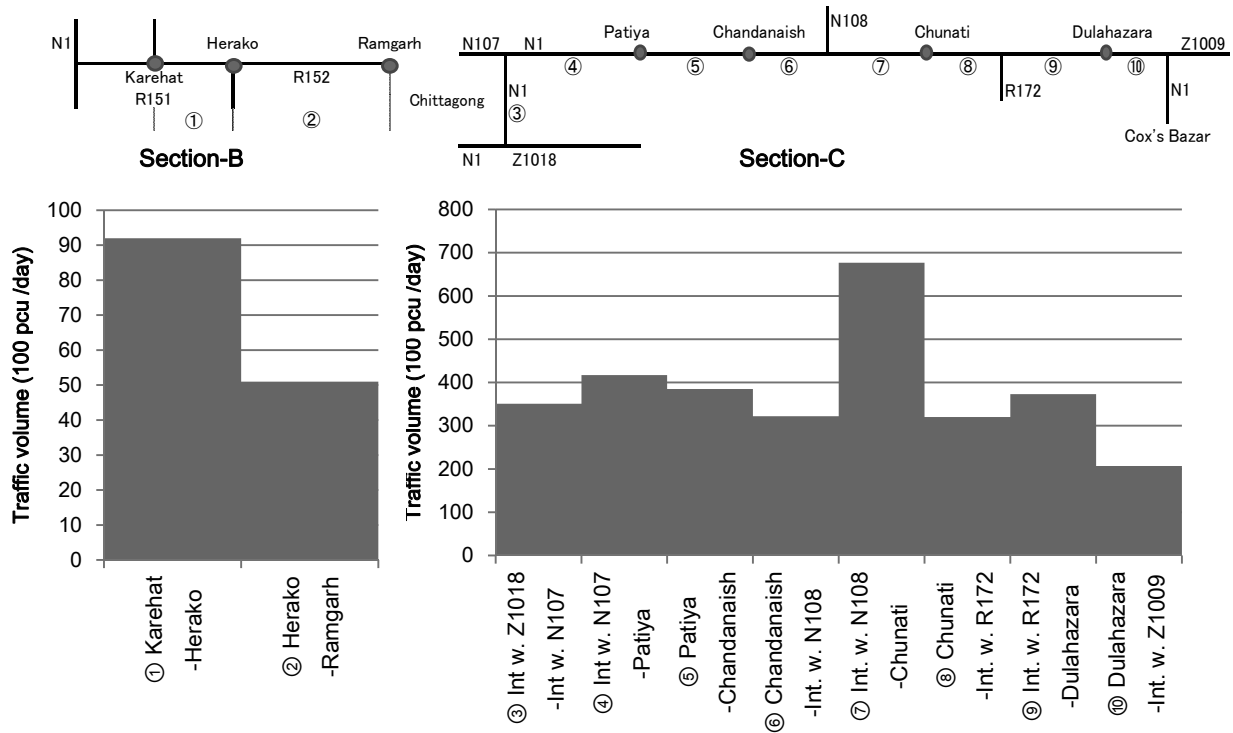


図 6.2.8 B、C 区間の区間別交通量（2045 年）

6.2.8 需要予測結果の妥当性の検証

図 6.2.9 は、将来の GDP 推定値と全国の自動車の登録台数及び対象道路の代表地点の交通量推計結果を示す。このうち左軸では、GDP が増加するに従い、乗用車>トラック>バス>実用車の順で、登録台数が伸びることを示している。一方右軸では、GDP や自動車登録台数が増加するに従い、各対象道路区間の代表地点の交通量が、A 区間>C 区間（北側）>C 区間（南側）>B 区間の順で伸びることを示している。特に、A 区間では全国の乗用車の登録台数の伸びよりも高い伸びを示しているが、これは A 区間周辺地域では全国平均以上の開発が今後進み、地域の開発交通や誘発交通が加味された需要予測結果になっていることを示している。

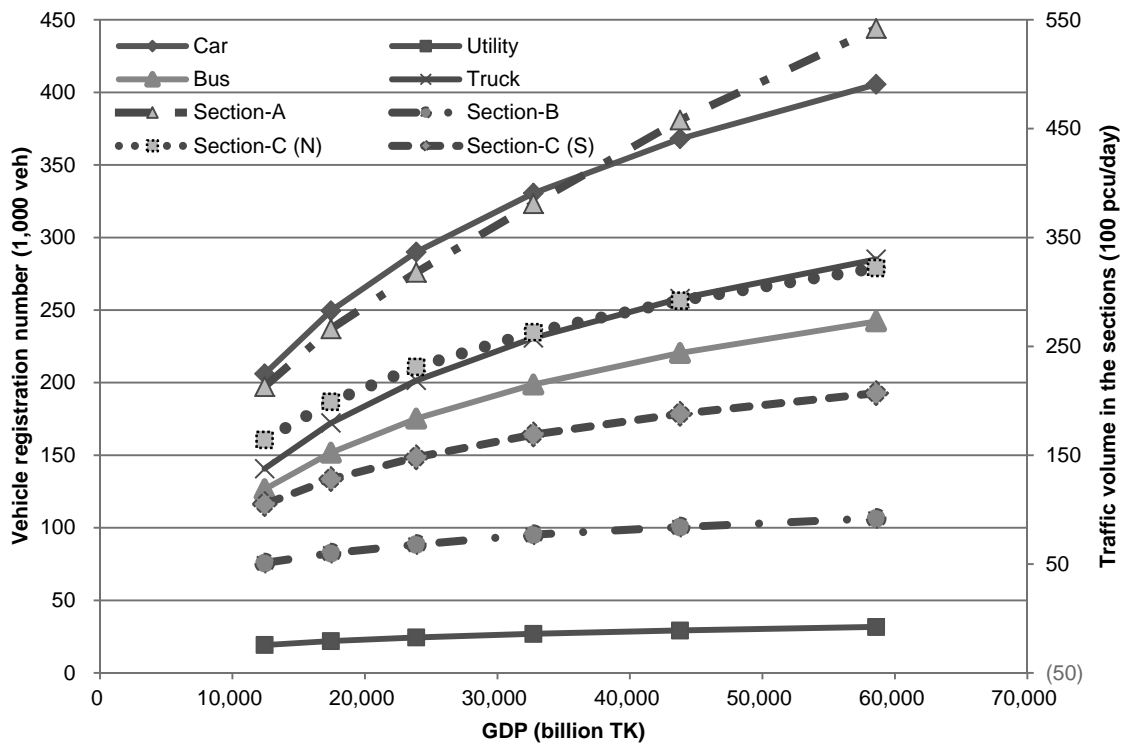


図 6. 2. 9 GDP と自動車登録台数及び交通量の推移

7. 概略道路設計及び施設設計

7.1 必要車線数の設定

必要車線数の決定は、バングラデシュ基準に準拠するものとした。表 7.1.1 は、同基準における設計区分と交通容量と必要車線数の関係を示したものである。

表 7.1.1 設計区分と交通容量と必要車線数の関係

デザイン タイプ	目標年次交通量		車線数	車線幅員 (m)	道路区分
	PCU/ピーク時	標準自動車 AADT			
1	4,500-8,500	19,000-36,000	6	3.65	国道
2	2,100-4,500	7,000-19,000	4	3.65	国道/地域間幹線道路
3	1,600-2,100	5,000-7,000	2	3.65	国道/地域間幹線道路
4	800-1,600	1,000-5,000	2	3.10	国道/地域間幹線道路/地方道
5	530-800	600,1,000	2	2.75	地域間幹線道路/地方道
6	<530	<600	1	3.70	地方道

出典：RHD 幾何構造設計基準（2005年）

同基準によると、設計年次は、供用開始 10 年後となっていることから、2030 年の交通需要を採用する。車線数を設定するにあたっては、各区間の車線数を統一することが望ましいことから、各区間のうち最大需要予測値を示す小区間を代表とした。表 7.1.2 に各区間における最大交通需要と必要車線数を示す。

表 7.1.2 各区間における最大交通需要と必要車線数

区間	代表小区間		交通需要予測(2030年)		必要 車線数
	需要予測 区間番号	起点 - 終点	100 PCU/日	100 PCU/ ピーク時	
A	⑭	N805 - N804 (ガラコラ橋)	352	42	4
B	①	カレハット - ヒヤコ	68	8	2
C	④	N107交差点 - パティヤ	300	36	4

出典：JICA 調査団

上記結果に基づき、A および C 区間は 4 車線、B 区間は 2 車線をそれぞれ採用することとした。

7.2 道路設計基準の設定

設計基準の設定にあたっては、道路機能、交通量、地形、沿道状況等に関連して決定される。まず、本案件においては、4車線道路を想定しているアジア・ハイウェイであるAおよびC区間と2車線道路を想定しているB区間の2つに分類して検討する。なお、検討にあたっては、以下のドナー各国の設計基準、アジア・ハイウェイなどの関連設計基準および関連調査の設計基準を比較した。ただし、現行のバングラデシュ国の基準は、オーストラリア基準を参考に設定されており、現地事情に適応していないため、線形要素にかかる部分については、過大と言える（RHD作成のKalna橋設計においても、遵守されていない）。よって、現行のバングラデシュ国の基準は、横断構成を検討する上での参考とした。

以下に参照とした基準を示す。

- アジア・ハイウェイ基準（UN ESCAP：2003年）
- RHD 幾何構造設計基準（バングラデシュ：2005年）
- 道路構造令（日本：2004年）
- AASHTO 基準（米国：2011年）

(1) AおよびC区間

AおよびC区間の適用基準を検討するにあたり、関連基準の比較を行った。ここには、C区間でADBが実施しているSRTPPFで適用された基準も参考として比較した。AおよびC区間は、アジア・ハイウェイ上に位置することから、適用基準は、アジア・ハイウェイ基準を最低限満たすものとした。

同様に、適用基準の設定にあたり、横断構成は、バングラデシュ基準を考慮しつつ、アジア・ハイウェイ基準を満たすようにした。他方、線形要素については、アジア・ハイウェイ基準と日本基準が類似していることから、日本基準をベースに設定した。図7.2.1に関連基準の4車線道路の土工部における標準横断構成を示す。

提案適用基準および提案標準横断を基に、RHDと協議を行った結果、RHDの要望により、最大片勾配および最小縦断曲線半径を6.0%から7.0%、6,500mから7,000mにそれぞれ変更することとした。

当該区間に適用された設計基準および横断構成を表7.2.1と図7.2.2にそれぞれ示す。

表 7.2.1 関連基準の比較と適用設計基準（A および C 区間）

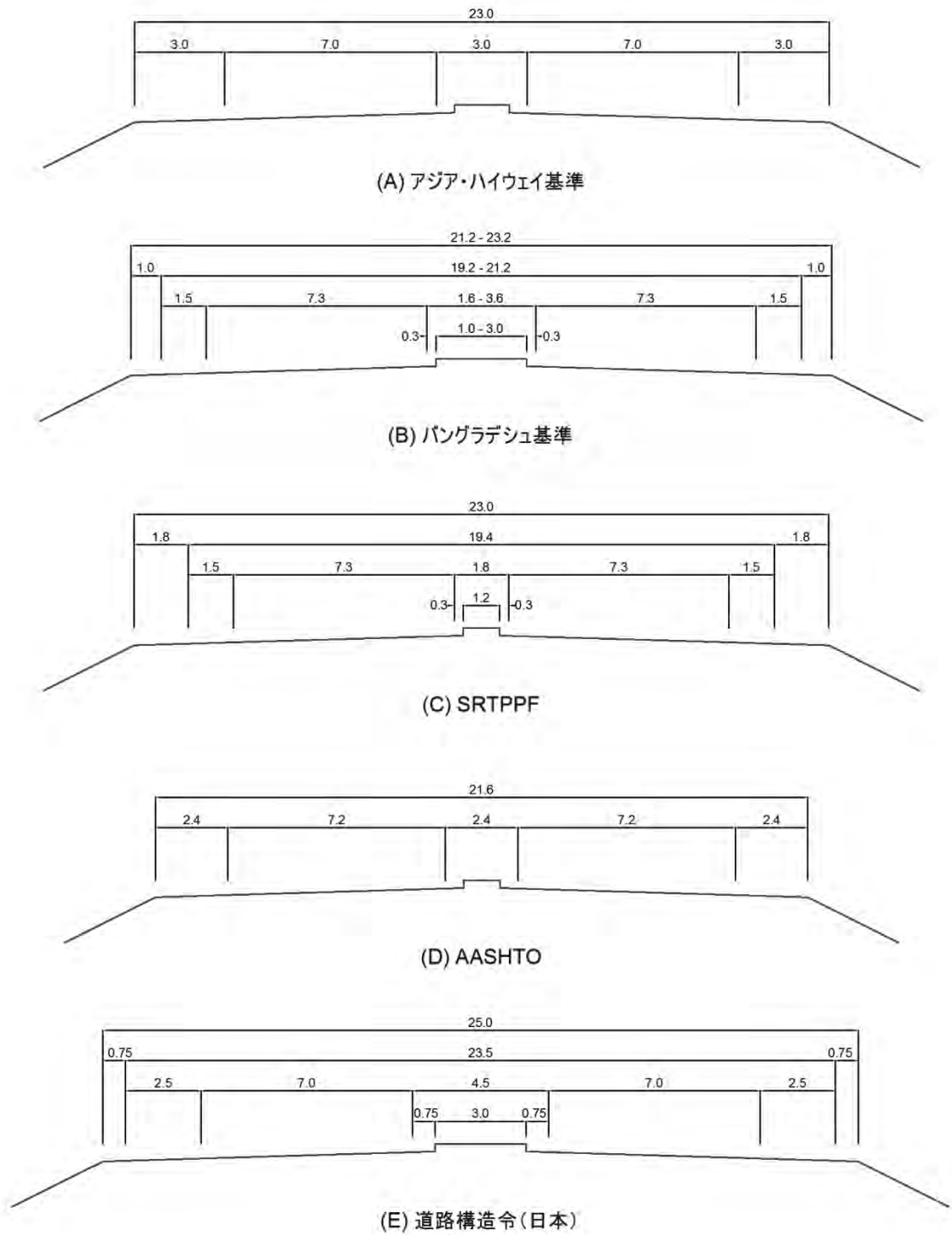
基準	アジア ハイウェイ	バングラデ シュ (2005)	SRTPPF 案件	AASHTO	日本	適用
区分	クラスI	デザイン タイプ 2	-	地方主要 幹線	第1種第2級	-
地形	平地	平地	-	平地	平地	平地
設計速度 (km/h)	100	100	80	100	100	100
制動停止視距 (m)	-	180	120	185	160	160
横断構成 (m)						
用地幅	40	-	-	-	-	-
車線	3.50	3.65	3.65	3.60	3.50	3.65
中央帯	3.00	3.00 (1.60)	1.80	2.40 (1.20)	4.50 (3.00)	3.00
中央帯側帯	-	1.00 (0.30)	0.30	-	0.75	0.60
路肩	3.00	1.50	1.50	2.40 (1.20)	2.50 (1.75), [3.25]	2.70
保護路肩	-	1.00	1.00-1.80	-	0.75	1.00
車道標準横断勾配 (%)	2.0	3.0	3.0	1.5-2.0	2.0	3.0
路肩標準横断勾配 (%)	3.0-6.0	3.0/5.0	3.0	2.0-6.0	2.0	3.0
路面種類	AC/RCC	AC/RCC	AC	AC/RCC	AC/RCC	AC
最小平面曲線半径 (m)	350 [600]	1,000	500	394	460 (380)	460
緩和曲線を省略できる最小平面曲線半径 (m)	1,500	-	-	-	3,000 (1,500)	1,500
最小緩和曲線長 (m)	85	95	55	56	85	85
最大片勾配 (%)	10.0	7.0	5.0	8.0	6.0	7.0
最急縦断勾配 (%)	4.0	3.0	4.0	3.0	3.0	3.0
最小縦断曲線長 (m)	-	60	-	-	85	85
最小縦断曲線半径 (m)	-	7,000	7,000	凸 5,200 凹 4,500	凸 6,500 凹 3,000	7,000
備考					高速道路適用	

*1: ()内数値は絶対値を示す。

2: []内数値は望ましい値を示す。

3: AC/RCCはアスファルト舗装/コンクリート舗装。

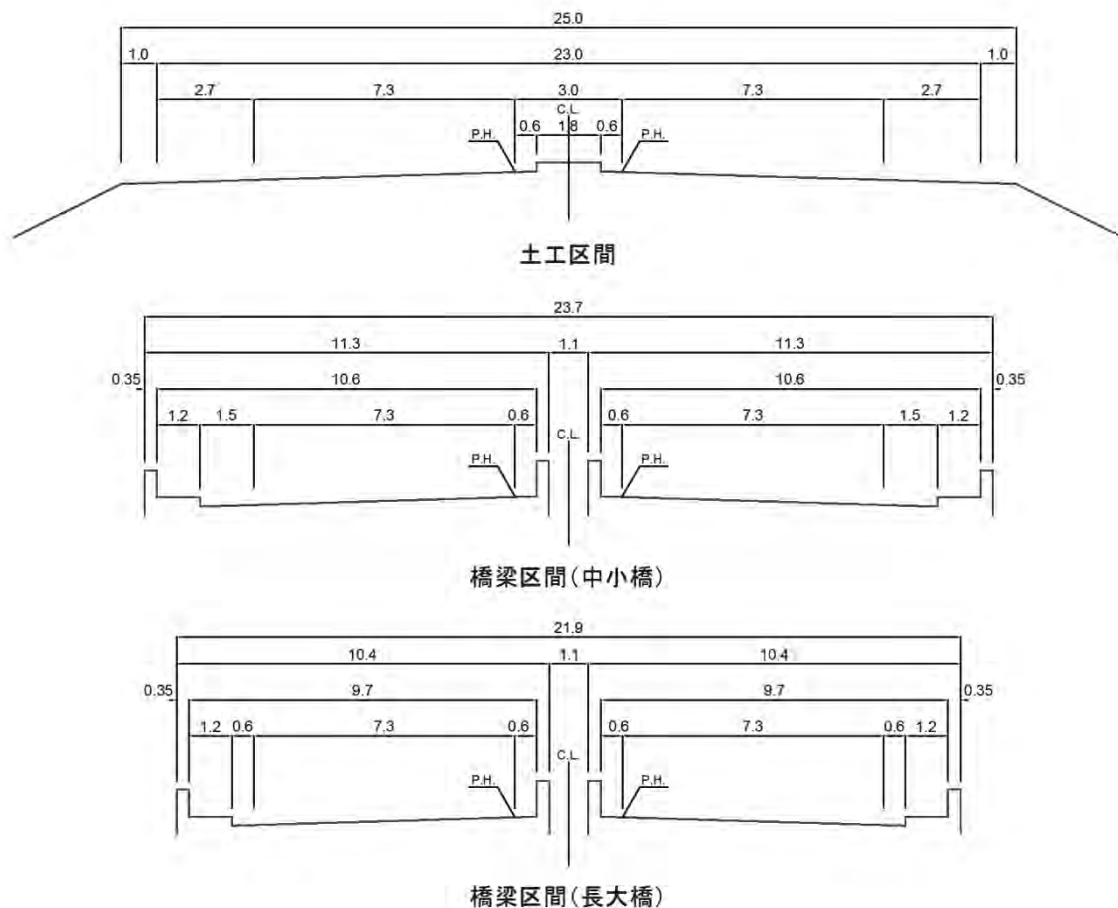
出典：JICA 調査団



単位：m

出典：JICA 調査団

図 7.2.1 関連基準の標準横断構成（土工部 4 車線）



単位：m

出典：JICA 調査団

図 7.2.2 適用横断構成（A よび C 区間）

(2) B 区間

A および C 区間と同様に、B 区間の適用基準を検討するにあたり、関連基準の比較を行った。また、B 区間は、アジア・ハイウェイには該当しないものの、クロスボーダーインフラとして、重要国際幹線道路上に位置することから、提案適用基準は、アジア・ハイウェイ基準のクラス II を最低限満足するものとした。なお、バングラデシュ基準によれば、交通需要からデザイン・タイプ 4 に該当するものの、同様の理由により、比較にあたっては、デザイン・タイプ 3 を参照する。なお、当該地域の地形・地域区分は、現地状況から山地/丘陵地に該当する。

提案適用基準および提案標準横断の設定にあたっては、A および C 区間と同一の方針とした。図 7.2.3 に関連基準の 2 車線道路の土工部における標準横断構成を示す。

これらの提案を基に、RHD と協議を行った結果、A および C 区間と同様に、RHD の要望により、最大片勾配および最小縦断曲線半径を 6.0% から 7.0%、800m から 900m にそれぞれ変更することとした。

当該区間に適用された設計基準および横断構成を表 7.2.2 と図 7.2.4 にそれぞれ示す。

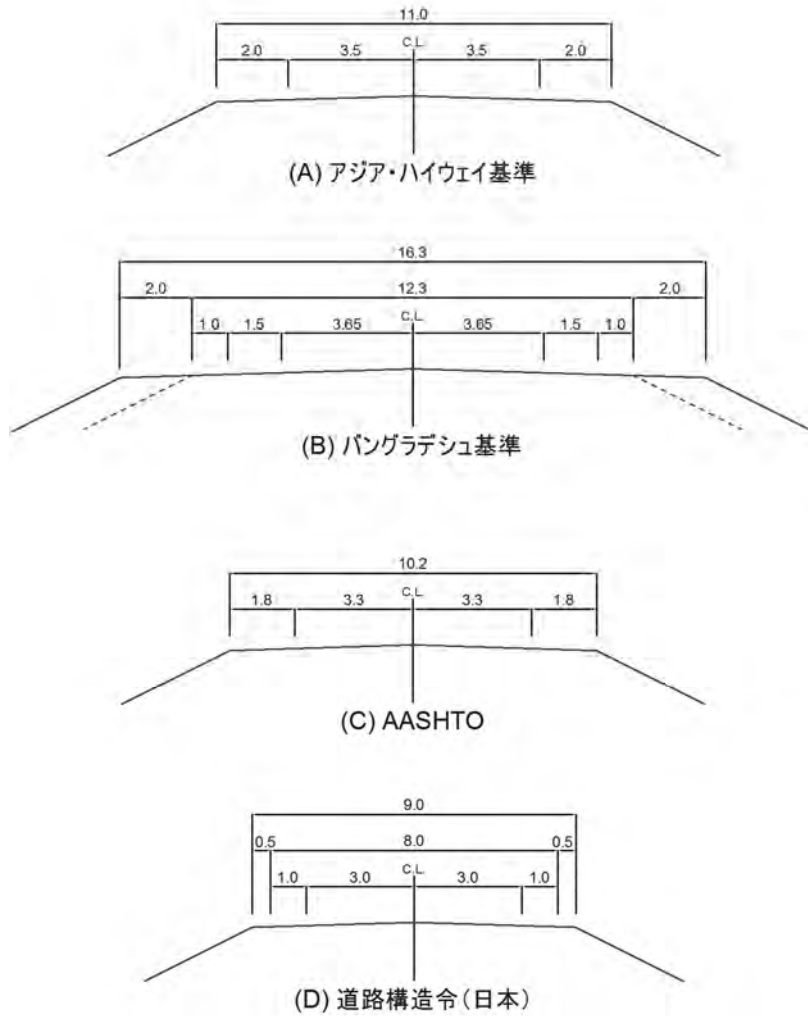
表 7.2.2 関連基準の比較と適用設計基準（B 区間）

基準	アジア ハイウェイ	バングラデ シュ (2005)	AASHTO	日本	適用
区分	クラスII	デザイン タイプ 3	地方幹線	第3種第3級	-
地形	山地	丘陵地	山地	山地	山地
設計速度 (km/h)	50	50	50	50	50
制動停止視距 (m)	-	60	65	55	55
横断構成 (m)					
用地幅	40	-	-	-	-
車線	3.50	3.65	3.3	3.00	3.65
中央帯	不要	不要	不要	不要	不要
路肩	2.00	1.50	1.80	0.75 (0.50)	1.85
保護路肩	-	1.00-3.00	-	0.50	1.00
車道標準横断勾配 (%)	2.0	3.0	1.5-2.0	1.5	3.0
路肩標準横断勾配 (%)	3.0-6.0	3.0/5.0	2.0-6.0	1.5	3.0
路面種類	AC/RCC	AC/RCC	AC/RCC	AC/RCC	AC/RCC
最小平面曲線半径 (m)	80	120	73	100 (80)	100
緩和曲線を省略できる最小平面曲線半径 (m)	350	-	-	700 (350)	350
最小緩和曲線長 (m)	40	45	28	40	40
最大片勾配 (%)	10.0	7.0	8.0	6.0	7.0
最急縦断勾配 (%)	6.0	7.0	10.0	6.0	6.0
最小縦断曲線長 (m)	-	30	-	40	40
最小縦断曲線半径 (m)	-	900	凸 700 凹 1,300	凸 800 凹 700	900
備考			1,500-2,000 台/日	設計速度適用範囲: 40-60 km/h	

*1: ()内数値は絶対値を示す。

2: AC/RCCはアスファルト舗装/コンクリート舗装。

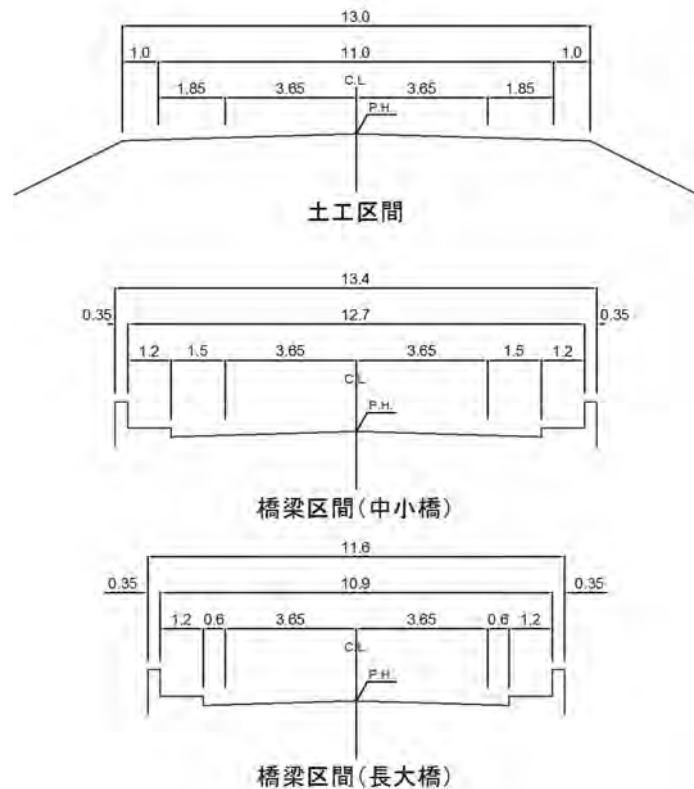
出典：JICA 調査団



単位 : m

出典 : JICA 調査団

図 7.2.3 関連基準の標準横断構成 (土工部 2 車線)



単位 : m

出典 : JICA 調査団

図 7.2.4 適用横断構成 (B 区間)

(3) 橋梁区分

中小橋と長大橋の区分は、走行性や経済性等を考慮し、次のように分類した。(道路法第 77 条に基づき行われている道路現況調査によると、橋長 100m 以上のものを長大橋、100m 未満のものを中小橋と区分して調査している。)

- 中小橋 : 橋長 100m 未満
- 長大橋 : 橋長 100m 以上

7.3 最適路線の選定

カルナ橋を除いて A 区間の橋梁は、WBBIP (西部 Bangladesh 橋梁改修事業準備調査) において、検討を実施された。しかしながら、ジコルガチャ橋は、WBBIP において、ステークホルダーの意見に従い、路線選定の検討を再度実施する必要がある。

現在のフェリー運航に代わって建設されるカルナ橋 (新橋) は、 Bangladesh 政府によって、調査実施済みであるものの、影響家屋数を減らすため、路線の照査および再検討を実施する。

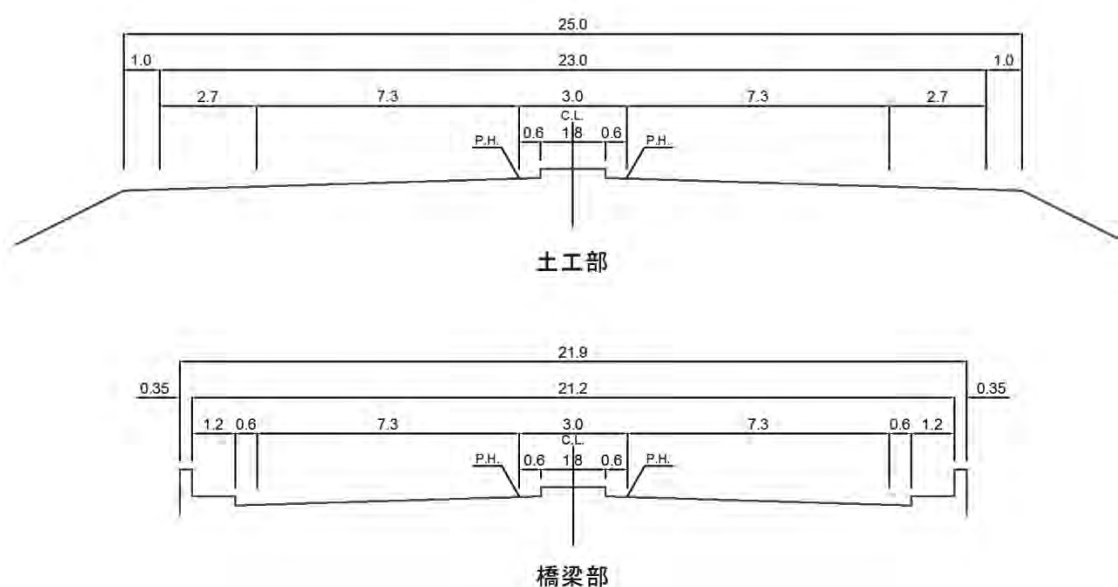
上記の理由により、以下の路線選定の検討が実施された。

(1) カルナ橋

A 区間のアジア・ハイウェイの一部である国道 806 号線上にマドゥマティ川を渡河するフェリーを RHD が運営している。当該河川に橋梁を建設し、全天候型道路とするため、渡河地点を含む代替案の検討を行った。

同橋梁建設において、RHD は既に検討を行ったものの、社会環境配慮に課題を有しており、また、マドゥマティ川は、河川変動の激しい河川であり、大洪水のたびに変動を起こしていることから、RHD 原案をレビューし、比較代替案を設定・比較することとした。

なお、比較検討にあたっては、主橋梁に特殊な形式（ニールセン橋）が採用（詳細については、8 章参照）されたため、図 7.3.1 に示す標準横断構成を採用した。



出典：JICA 調査団

単位：m

図 7.3.1 適用横断構成（カルナ橋）

まず、図 7.3.2 に衛星画像を基に作成した 1972 年以降のマドゥマティ川の河川変動の変遷を示す。これより、1977 年と 1987 年の大洪水により、河川幅以上に移動していることが分かる。また、変動の方向は、東へ推移し、北東方向に湾曲していることが読み取れる。しかし、2001 年以降、全体的に河道は安定しており、フェリー渡河地点では 1989 年以降、それより下流側では、1978 年以降大きな変動は見られない。

上記の河川変動のほか、既存フェリーターミナル、モスク、高圧線および家屋等を勘察し、次の 3 代替案を設定した。

- ALT-A：2001 年以降、基本的に河川が安定し、RHD 原案の約 500m 上流側を渡河し、道路延長を最短かつ影響家屋軒数を最小とする案。

- ALT-B : 1978 年以降、基本的に河川が安定し、RHD 原案の約 300m 下流と渡河し、可能な限り影響家屋軒数を抑えた案。
- ALT-C : 1978 年以降、基本的に河川が安定し、RHD 原案の約 700m 下流と渡河し、高压線を完全に避けた案。

図 7.3.3 に河川変動変遷と上記 3 案の路線位置を示す。また、比較結果を表 7.3.1 に示す。

3 案を比較した結果、河川が最も安定し、影響家屋軒数が最も少ない ALT-B を選定した。なお、同案は、高压線に影響しないと想定されるものの、影響が生じた場合は、移設を含めた対応が必要となる。



出典：JICA 調査団

図 7.3.2 マドゥマティ川の河川変動の変遷

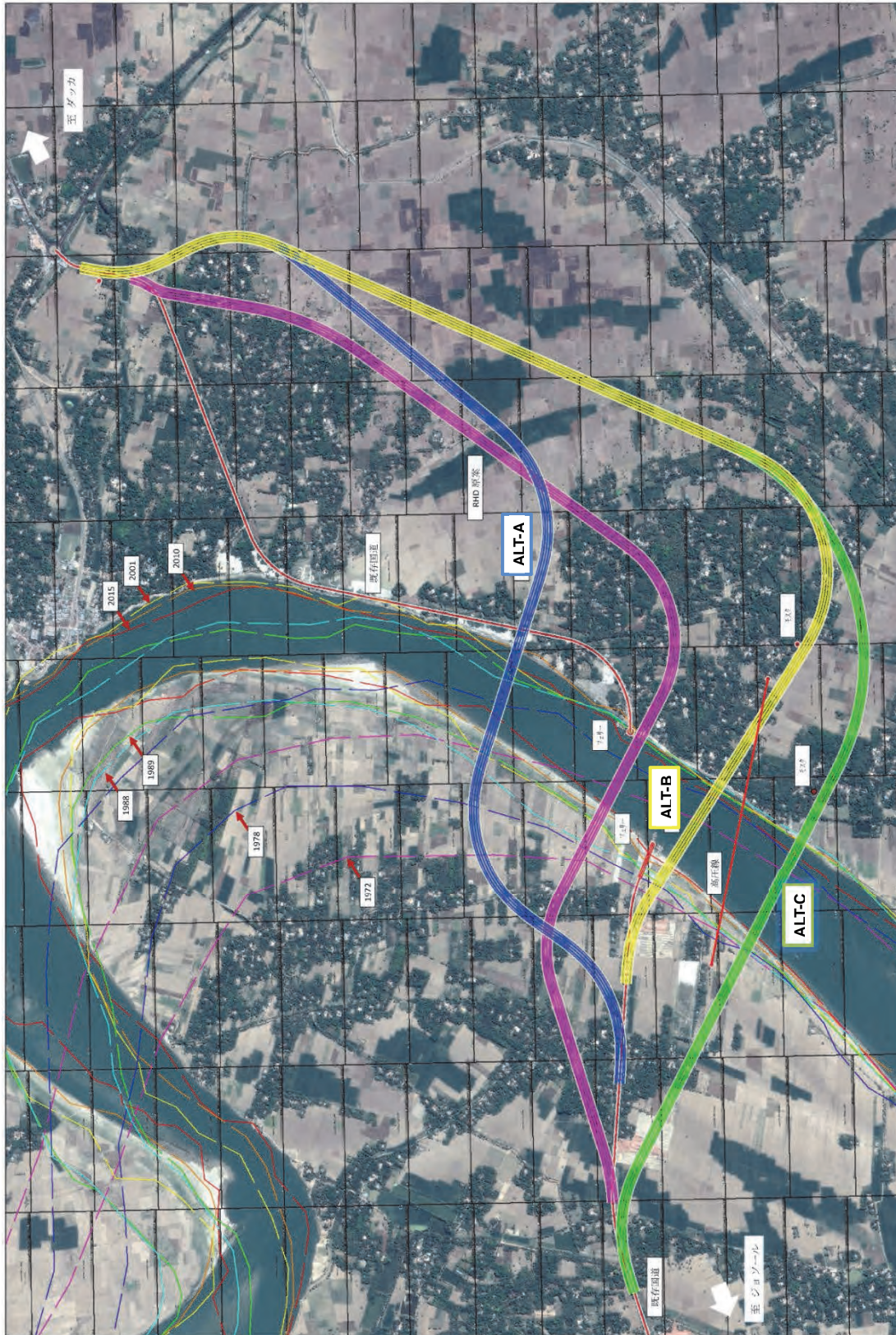
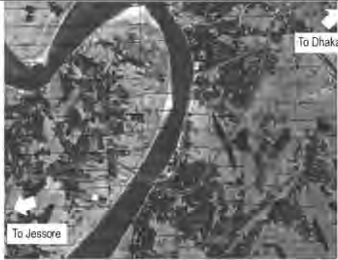
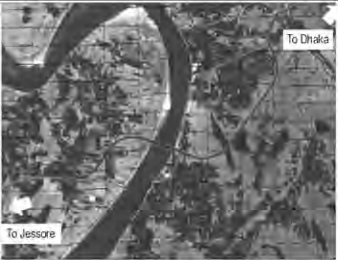
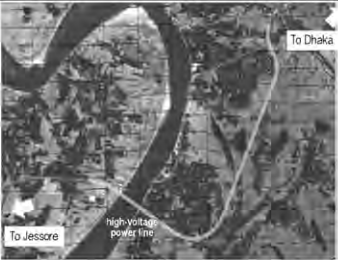
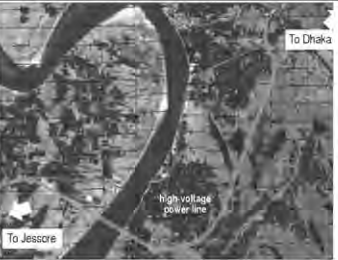


図 7.3.3 代替案ルート位置 (カルナ橋)

出典：JICA 調査団

表 7.3.1 カルナ橋ルート比較

代替案	RHD原案	ALT-A	ALT-B	ALT-C
概略図				
ルート概要	RHDが作成した原案。 左右フェリー乗場の中間を渡河する。	RHD原案の上流約500m地点を渡河する。	RHD原案の下流約300m地点を渡河する。	RHD原案の下流約700m地点を渡河する。
路線延長 (km)	4.66	4.35	4.77	5.89
最小平面曲線半径 [m] ¹	400	440	440	440
平面曲線数	7	5	4	4
渡河角度(度)	85.0	75.0	90.0	80.3
最深部高さ (m)	-10.0	-6.0	-3.5	-2.3
河川変動	1989年以降ほぼ安定	2001年以降ほぼ安定	1978年以降ほぼ安定	1978年以降ほぼ安定
影響家屋軒数 ²	86	33	41	44
土地収用面積 (ha)	17.46	16.19	17.89	22.34
橋梁形式への影響	緩和曲線がアプローチ橋梁に位置するため、アプローチ橋梁に若干の影響がある。	緩和曲線がアプローチ橋梁に位置するため、アプローチ橋梁に若干の影響がある。	緩和曲線がアプローチ橋梁に位置するため、アプローチ橋梁に若干の影響がある。	橋梁区間は、直線のため、影響がない。
施工性	西岸フェリー乗場は上流側へ移設する必要があり、そのため、仮設道路が必要となる。ダッカ側は既存国道、ジョソール側は仮設道路上空を交差する。	ダッカ側で既存国道上空を交差する。	高圧線と近接施工となる。また、高圧線とは平面的にも交差する。	高圧線と近接施工となる。
道路建設費 ³	1.1	1.0	1.1	1.4
橋梁建設費 ³	1.0	1.0	1.0	1.0
評価			推奨案	
	河川護岸は、ALT-Aより安定している。社会影響は、4案のうち、最も大きい。	河川渡河地点近傍は、2001年以降、河川変動の少ない上流側限界に位置しているため、堅牢な河川構造物による護岸が必要になると想定される。社会影響は、4案のうち、最も少なく、路線延長も同様にも最短である。	ALT-Cと同様に河川護岸は最も安定しており、河川渡河角度はほぼ直角である。社会影響は、ALT-Cと同様に、他案に比べ、少ないと想定される。仮に、高圧線との離隔が確保されない場合、高圧線の移設が必要となる。	ALT-Bと同様に河川護岸は最も安定しているものの、河川渡河に若干角度が付される。路線延長は、4案のうち最長なため、道路建設費はALT-Aに比べ4割増しとなる。社会影響は、ALT-Bと同様に、他案に比べ、少ないと想定される。
備考		ジョソール側のALT-AとALT-C間の既存国道の幅を考慮すると、移転家屋軒数は増加する。	ジョソール側のALT-BとALT-C間の既存国道の幅を考慮すると、移転家屋軒数は増加する。	レンガ工場の移設のため、追加費用が必要となる。

*1: ダッカ側の交差点周辺を除く。 *2: 衛星画像を基にした数値の5割増し(RHD原案を除く)。 *3: ALT-Aを1.0とした費用指標。

出典：JICA 調査団

(2) ジョルガチャ橋

現在のジョルガチャ橋は、A 区間のアジア・ハイウェイの一部である国道 706 号線上に架かっており、老朽化が著しい。WBBIP において、4 車線橋梁に架け替えを行う予定であったものの、住民の合意が得られなかったため、代替案の検討を行った。

まず、路線の比較検討を行う前に、適用横断構成の検討を行った。下の写真に示す通り、ジョルガチャ既設橋前後のアプローチ道路沿道には店舗等が連担しており、交通安全の視点から歩道を設置する必要がある。また、本線の設計速度が 100km/h であることから、側道を設けることが適切である。

他方、橋梁から離れた区間の用地幅は約 30m 以上であるものの、橋梁前後の約 150m 区間の用地幅は約 6.5m (最狭 5m 未満) となっている。

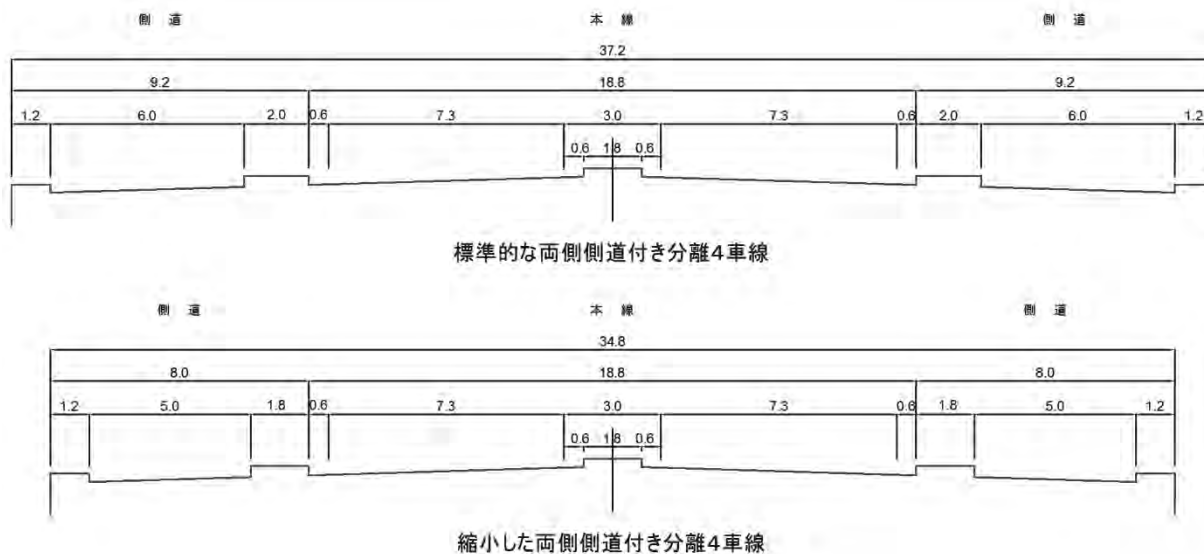


ジョソール側

ベナポール側

Bangladesh 基準の標準的な車両用側道を設置した場合、土工幅員は 37.2m となる。ただし、用地制限が厳しいことから、日本の副道を参考に、土工幅員 34.8m の案を設定した。しかし、RHD と協議した結果、前後の取得済み用地幅員 30m 以上に広げることが困難なことから、側道を非自動車用 (NMV レーン) とした土工幅員 30m が採用された。

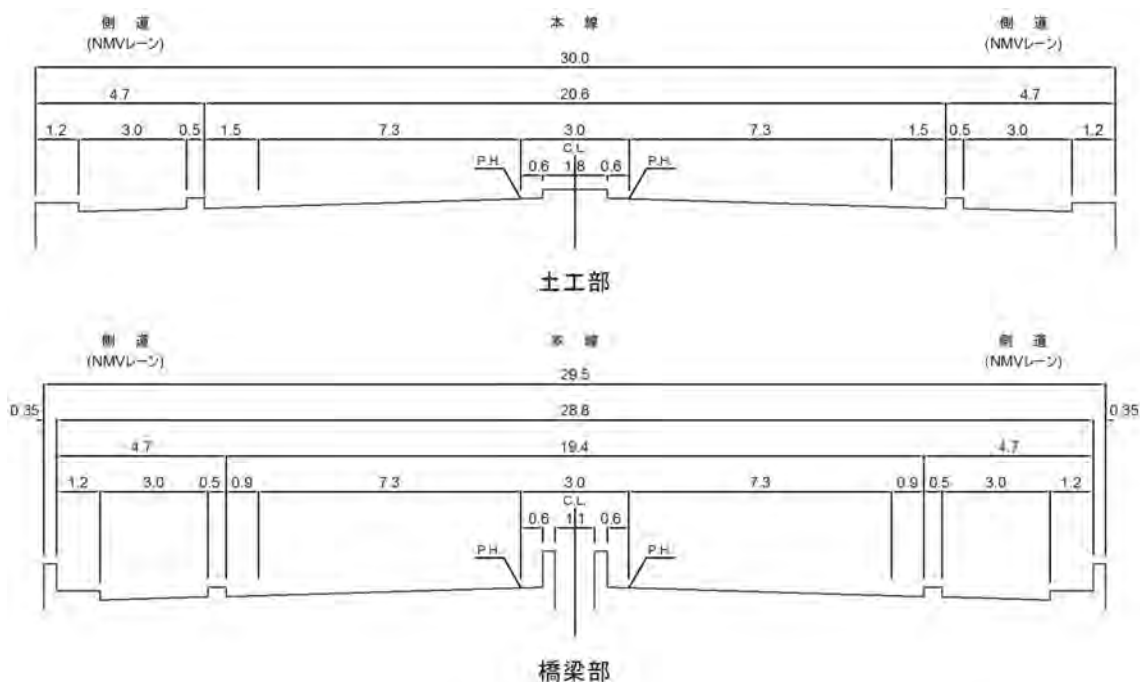
図 7.3.4 に横断構成代替案を示すとともに、図 7.3.5 に採用された標準幅員構成を示す。



単位：m

出典：JICA 調査団

図 7.3.4 横断構成代替案（ジコルガチャ橋）



単位：m

出典：JICA 調査団

図 7.3.5 適用横断構成（ジコルガチャ橋）

次に、路線比較にあたり、家屋やモスクなどの現地事情を勘案し、ALT-A、B および C の 3 代替案を設定した。しかしながら、2015 年に実施された SHM において、住民側から新たな代替案が提示されたため、同代替案を ALT-D として比較検討することとした。

- ALT-A：新設橋を上流側に建設した後、既存橋を撤去し、新橋に置き換える。（片側拡幅、WBBIP と同一コンセプト）
- ALT-B：上下流に仮設橋を建設し、既存橋を撤去したのち、仮設橋を切り替えながら、既存橋梁中心線の上下流に橋梁をそれぞれ建設する。（両側拡幅）
- ALT-C：既存橋梁付近の店舗等を避け、下流側の鉄道付近に新橋を建設する。（バイパス）
- ALT-D：既存橋梁付近の店舗等を避け、かなり上流側に新橋を建設する。（バイパス、SH 意見と同一）

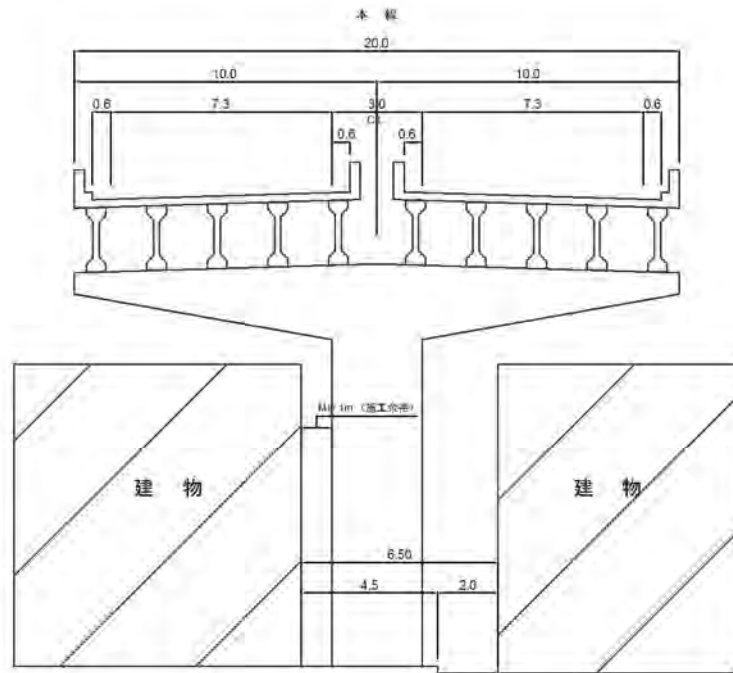
なお、フライオーバー案も検討すべきとの意見もあったが、以下の理由から、代替案から除外した（図 7.3.6 参照）。

- “住民移転なし”の場合においては、現在の ROW 内に橋脚を建設すると沿道にアクセスする十分な道路空間が確保できないので、住民移転が必ず必要となる。また、建設工事期間中に、迂回道路を供給することは困難である。そのうえ、本代替案は、地上権や日照権等のような法律に関して、問題が生じる可能性がある。
- “住民移転あり”の場合においては、本代替案の幅員は、適用された 4 車線道路の幅員の約 3 分の 2 となるものの、橋長が適用された 4 車線道路の約 5 倍に達し、建設費が増大することは明らかである。

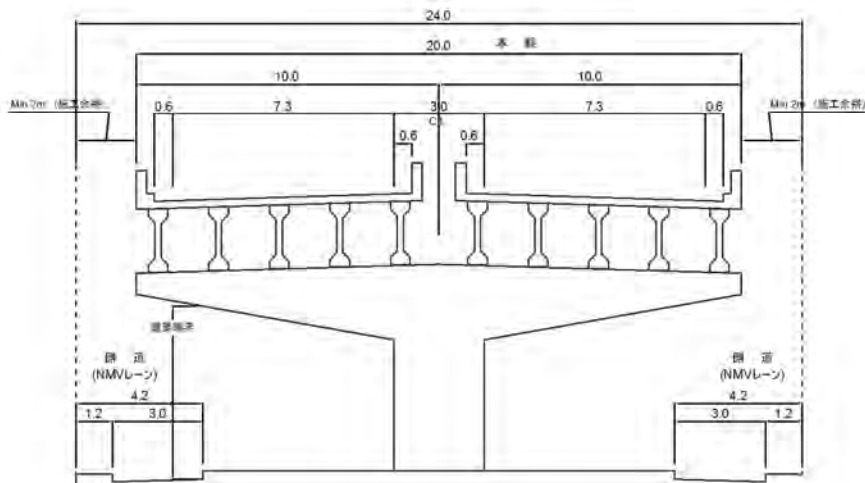
図 7.3.7 および図 7.3.8 に上記 4 代替案のルート位置を示す。また、比較表を表 7.3.2 に示す。

4 代替案を比較した結果、ALT-A と ALT-B は、同程度に適しており、ALT-B は、仮設橋および交通切回しにかかるコスト増と工期延長のような潜在的なマイナス面を有するものの、ALT-A よりも建設コストおよび線形に関して優れている。最終的に、ALT-B のほうが、沿道の住民間において、合意が ALT-A よりも得られやすいと考えられ、また、RHD としても、関係者から同意を得るため、両側拡幅が説明し易く適していることから、ALT-B を選定した。

なお、ALT-D は、アジア・ハイウェイから遠く離れ、RHD も大規模に路線変更をする意思がないことから、本来的には比較するまでもない。しかしながら、比較した結果としても、ALT-D は、建設コスト、工期および影響家屋軒数において、4 案のうち、最も低い評価となることが明らかとなった。



(a) 高架部 (住民移転なし)



(b) 高架部 (住民移転あり)

単位 : m

出典 : JICA 調査団

図 7.3.6 フライオーバー案の横断面



出典：JICA 調査団

図 7.3.7 代替案ルート位置 (ジコルガチャ橋；広域)



出典：JICA 調査団

図 7.3.8 代替案ルート位置（ジコルガチャ橋；詳細）

表 7.3.2 ジルガチャ橋ルート比較

代替案	ALT-A	ALT-B	ALT-C	ALT-D
概略図				
ルート概要	上流側に新橋を建設し、新橋に交通を切り回し、既存橋梁を撤去後、既存橋梁と同一箇所へ橋梁架替。(片側拡幅案、WBIPと同一方式)	既存橋梁中心線の上下流に2橋梁(2車線)を建設(両側拡幅案)。既存橋梁は撤去される。	新橋を既存橋の下流側に、鉄道に隣接して建設。(バイパス案)	新橋を既設橋のかなり上流側に建設。(SHMの要望と同一のバイパス案)
路線延長[含む橋梁](km)	0.56	0.47	1.70	6.14
最小曲線半径(m)	230	380	440	440
曲線数	3	2	4	6
影響家屋軒数 ^{*1}	75	85	130	191
工事面積(ha)	1.72	1.38	4.79	18.13
土地収用面積(ha)	1.09	1.02	4.19	17.53
交通状況	4車線化に伴い、容量が倍増する。	4車線化に伴い、容量が倍増する。	交通がバイパス道路に分散され、断面での交通容量は増加する。	交通がバイパス道路に分散され、断面での交通容量は増加する。
施工性	仮設橋を必要としないものの、既設橋との近接施工となる。	橋梁建設前に、交通を切り回しながら既設橋を撤去する必要がある。	既設橋を残したままの施工が可能であるが、鉄道との近接施工となる。	既設橋を残したままの施工が可能である。しかし、東側端部において、鉄道踏切の拡幅が必要となり、鉄道との近接施工が生じる。
道路建設費 ^{*2}	1.2	1.0	3.6	13.1
橋梁建設費 ^{*2}	0.95	1.0	0.95	0.95
評価	<ul style="list-style-type: none"> ・既存道路用地外に位置する影響家屋軒数は、4案のうち最少である。 ・工事面積および土地収用面積は、比較的小さいものの、ALT-Bより若干多い。 ・橋梁建設費は、仮設橋が不要なため、ALT-Bに比べ若干低い。 ・橋梁建設は、比較的容易である。 	<p style="text-align: center;">推奨案</p> <ul style="list-style-type: none"> ・既存道路用地外に位置する影響家屋軒数は、ALT-Aより若干多い。 ・路線延長は、4案のうち、最短である。 ・工事面積および土地収用面積は、4案のうち、最小である。 ・4案のうち、最も道路建設費が少ない。 ・橋梁建設費は、仮設橋が必要なことから、他案に比べ、若干高い。 	<ul style="list-style-type: none"> ・域内交通は既存橋を、通過交通はバイパスをそれぞれ利用するため、断面交通量は増加する。 ・既存橋の維持のため、補修や修復に必要な費用が増大する。 ・バイパス案は、開発地域を通過するため、建設費だけでなく、土地収用面積も大きい。 	<ul style="list-style-type: none"> ・域内交通は既存橋を、通過交通はバイパスをそれぞれ利用するため、断面交通量は増加する。 ・ALT-Cと同様に、既存橋の維持のため、補修や修復に必要な費用が増大する。 ・本案は、ジョソール側に追加の中小橋梁が必要となり、かつ、かなり延長があることから、建設費、影響家屋数および土地収用面積とも、4案のうち最大となる。 ・本案は、洪水被害が頻繁に起こる地域に位置するため、既存道路の高上げが必要となる。
備考	モスクの手前で新設中心線を既存中心線に戻すために、平面曲線半径を小さくせざるを得ない。しかしながら、既開発地域を通過することから、規制速度を落とすことは妥当と考えられる。	仮設橋および交通を数回切回す必要があることから、橋梁建設費および施工期間は若干大きくなる。		

*1: ALT-AおよびBは測量地形図、ALT-CおよびDは衛星画像を基に、それぞれ算出。*2: ALT-Bを1.0とした費用指標。

出典：JICA 調査団

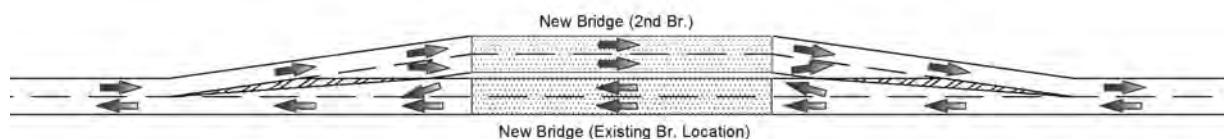
7.4 道路概略設計

道路概略設計は、河川解析結果、橋梁設計および自然条件調査の結果に基づいて、実施された。主な概要は以下の通りである。

7.4.1 A 区間（ダッカ～ベナポール間）

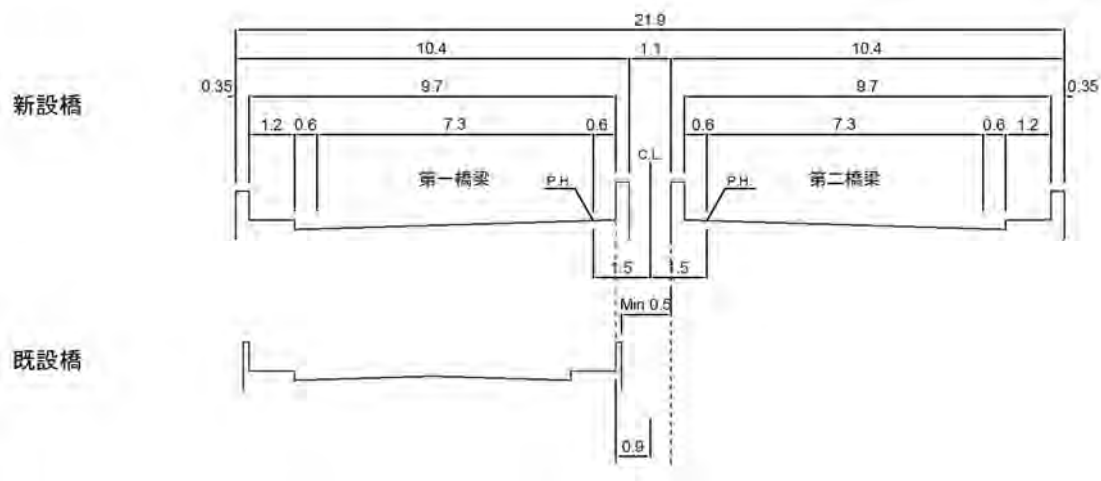
A 区間は 5 橋梁が対象となっている。どの橋梁も 4 車線化を計画しているものの、前後の土工区間は、2 車線という状況となっている。よって、アプローチ道路区間において、4 車線と 2 車線摺り付けが必要となる。なお、土工区間の 4 車線化は、A 区間において、ADB の優先案件に含まれていることから ADB 資金による建設が想定されている。以降、ベナポールからパドマ橋間の全線 4 車線を「完成形」、橋梁のみ 4 車線化を「暫定形」と称す。また、それぞれ起点側をベナポール側とし、終点側はダッカ側とする。

架橋位置は、既存橋（第一橋梁）を仮設橋と使用することで、工期短縮および費用削減が図れることから、図 7.4.1 に示す片側拡幅を基本とする。中心線の設定にあたっては、図 7.4.2 に示す通り、既存橋高欄内側から 0.9m 離れた位置を基本とするものの、施工スペースの確保のため、既存橋高欄外側から新設第二橋梁高欄外側の離れは、最低でも 0.5m を確保した。



出典：JICA 調査団

図 7.4.1 片側拡幅



単位：m

出典：JICA 調査団

図 7.4.2 中心線設定

平面線形については、完成形を考慮し、設計速度 100km/h で設計した。しかし、摺り付けに当たっては、(i) 「バ」国基準の最高設計速度が 80km/h であり、(ii) 完成形建設工事との重複区間をできるだけ縮小するため、暫定形の設計速度は 80km/h を採用した。

同様に、橋梁区間の縦断線形も、完成形対応とし、設計速度 100km/h を採用したものの、摺り付けの縦断線形は、設計速度は 80km/h を採用した。

表 7.4.1 に設計速度 80km/h の線形要素の関連基準の比較と暫定形のアプローチ道路に適用した基準を示す。

表 7.4.1 関連基準の比較と暫定形適用基準（A および C 区間）

基準	アジア ハイウェイ	バングラデ シュ (2005)	SRTPPF 案件	AASHTO	日本	適用
区分	クラスI	デザイン タイプ 2	-	地方幹線	第3種第1級	-
地形	平地	平地	-	平地	平地	平地
設計速度 (km/h)	100	80	80	80	80	80
制動停止視距 (m)	-	120	120	130	110	110
最小平面曲線半径 (m)	210	500	500	229	280 (230)	280
緩和曲線を省略できる最小平面曲線半径 (m)	900	-	-	-	2,000 (900)	900
最小緩和曲線長 (m)	70	75	55	44	70	70
最大片勾配 (%)	10.0	7.0	5.0	8.0	6.0	7.0
最急縦断勾配 (%)	4.0	3.0	4.0	6.0	4.0	4.0
最小縦断曲線長 (m)	-	50	-	-	70	70
最小縦断曲線半径 (m)	-	3,500	7,000	凸 2,600 凹 3,000	凸 3,000 凹 2,000	3,500
備考						

*1: ()内数値は絶対値を示す。

出典：JICA 調査団

車線および中央分離帯の摺り付けは、日本基準を参照し、橋梁直近に平行区間として、最小緩和曲線長と同じ 70m 区間を確保し、その後、車線増減の摺り付け率 1/50（設計速度 80km/h、地方部）を用いて、摺り付けることを基本とした。

また、盛土と橋梁の路肩幅員が異なるため、橋梁部と土工部の路肩の摺り付けも、日本基準を参照し、1/30 を採用した。各摺り付け長を表 7.4.2 に示す。土工部と既存道路幅員の路肩の摺り付けは、車線および中央分離帯の摺り付け区間において、一様に摺り付けることとした。

表 7.4.2 摺り付け長（A および C 区間）

	摺り付け率	移動量	区間長	備考
		m	m	
平行区間			70.0	
車線増減の摺り付け区間	1/50	3.65	180.0	ラウンド値
中央分離帯の摺り付け区間		1.50	75.0	
路肩の摺り付け	中小橋-土工	1.20	36.0	
	長大橋-土工	2.10	63.0	

出典：JICA 調査団

上記に基づいて、道路概略設計を行った結果、各橋梁の設計概要は表 7.4.3 の通りとなった。また、各橋梁の概略設計内容は、以下の通りである。

表 7.4.3 アプローチ道路延長（A 区間）

橋梁番号	橋梁名	道路番号	適用設計速度 (km/h)					アプローチ道路延長 (m)		
			橋梁		アプローチ道路			A1側	A2側	計
			平面	縦断	平面	縦断	摺り付け			
A区間 (ダッカ-ペナポール)										
A1	ジゴルガチャ橋	N-706	100	100	100	80	60	205.000	205.000	410.000
A2	タラランプール橋	R-750	100	100	100	100	80	325.000	411.821	736.821
A3	ハワイカリ橋	Z-7503	100	100	100	80	80	325.000	330.000	655.000
A4	クルナ橋	N-806	100	100	100	100	80	325.000	3,897.457	4,222.457
A5	ガロコラ橋	N-805	100	100	100	80	80	315.000	366.405	681.405

出典：JICA 調査団

(1) ジゴルガチャ橋

ジゴルガチャ橋は、最適ルートの検討および上記概略設計方針に基づいて、平面および縦断線形は、設定された。しかし、暫定形の平面的な摺り付けは、都市化が進み、用地の制約が厳しい現地状況を勘案し、設計速度は 60km/h が妥当と考えられ、完成形建設工事との重複区間をできるだけ縮小するため、車線増減の摺り付け率 1/30（設計速度 60km/h、都市部）を採用した。

ただし、用地制約のため、両側に擁壁を設置することから、完成形を考慮して、車線増減は路面標示のみとし、中央分離帯の摺り付け区間において、完成形から現道幅員に摺り付けることとした。また、平行区間は 50m とした（設計速度 60km/h の最小緩和曲線長に相当）。各摺り付け長を表 7.4.4 に示す。

表 7.4.4 摺り付け長（ジコルガチャ橋）

	摺付率	移動量	区間長	備考
		m	m	
平行区間			50.0	
車線増減の摺付区間	1/30	3.65	110.0	ラウンド値
中央分離帯の摺付区間		1.50	45.0	
路肩の摺付	1/30	0.60	18.0	

出典：JICA 調査団

(2) タラランプール橋

タラランプール橋は、A1（起点側）南側にバザールが位置するものの、河川上流側（北側）が湾曲していることから、第二橋梁はこれを避け、河川下流側（南側）に計画した。

(3) ハワイカリ橋

ハワイカリ橋は、A1（起点側）北側にモスクが位置するため、河川下流側（南側）に第二橋梁を計画した。

(4) カルナ橋

カルナ橋は、最適ルートの検討および上記概略設計方針に基づいて、平面および縦断線形は、設計速度 100km/h を適用した。起点側の摺り付けは、設計速度 80km/h を適用したものの、終点側は、ラウンドアバウトに 4 車線で直接接続することとした。なお、平面線形の設定にあたっては、次を考慮した。

- 地形測量の結果、A2 側（終点側）高圧線副塔の位置が想定より南側に位置したため、この主塔および副塔を避ける。
- 河川解析の結果、できるだけ流心方向に直交させる。
- モスクを避けると同時に、影響家屋をできるだけ少なくする。

縦断線形の設定にあたっては、SHWL6.34m 上に、クラス III の航路限界（幅 30.48m、高さ 7.62m）を確保した。また、土工部の計画高さの設定にあたっては、「バ」国基準に次の記述がある。

- 表層路面高さは、既往最大洪水水位から 1m の余裕高さを加えたものを確保。（RHD 2000 年）
- 下層路盤底面高さは、30 年確率の洪水水位から 1m の余裕高さを加えたものを確保。（RHD 2005 年）

既往最大洪水水位は、1952 年に観測された 6.29m、30 年確率洪水水位は、6.08m あることから、それぞれ前者は 7.29m、後者は舗装厚を 1m と仮定すると、8.06m となる。A2（終点）側集落の原地盤高さが 4m 程度であり、盛土高さを抑えるため、前者を採用し、最低盛土高さを 7.29m とした。

次に、カルナ橋は、有料化する方針であり、料金徴収施設と橋梁間にアクセスを設置することは避ける必要がある。他方、A2（終点）側には、多くの地先道路と交差しており、それら道路と設計規格の高い本路線を平面交差させることは、地域分断や安全性に支障がある。側道を設置する方法も考えられるものの、取得用地や影響家屋数が増加することと、迂回距離が長くなる等のデメリットが考えられる。最低盛土高さを 7.29m と設定しており、原地盤高さとの比高が最低でも 3.29m あることから、函渠にて交差させることとした。函渠の寸法は、小型自動車を対象に幅 3.0m、高さ 3.0m とした。ただし、A2 に最も近い交差道路は、沿道のうち、最も幅員の広い道路であることから、幅 6.0m、高さ 5.1m（橋梁基準の建築限界）の 2 車線道路幅員を確保した。

また、料金徴収施設には、第 4 章に記載した通り、「バ」国全体の道路網を考慮して、軸重測定施設は兼備しないものとする。

(5) ガロコラ橋

ガロコラ橋は、既設橋の架橋年が 2004 年と新しく、状態も良好（カテゴリーA）であることから、既存橋は残し、第二橋梁を新設することとなった。旧橋は既存橋の河川上流側（北側）であり、用地が確保されていることから、同位置に第二橋梁を計画した。

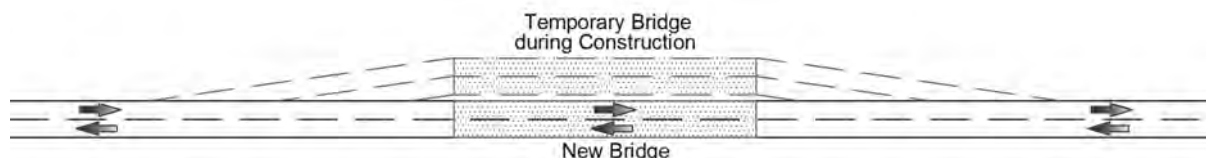
7.4.2 B 区間（バリヤルハット～ラムガール間）

B 区間は 8 橋梁および 7 函渠が対象となっている。しかしながら、既存道路は幅員が狭く、線形も悪いことから、クロスボーダーインフラとして、国際幹線道路に相応しい道路改良が求められている。よって、全線を通し、道路概略設計を行った。ただし、上記 8 橋梁および 7 函渠を除く区間の整備は、「バ」国資金もしくは ADB の優先案件に含まれていることから ADB 資金による建設が想定されている。以降、全線改良を「完成形」、8 橋梁および 7 函渠のみの改良を「暫定形」と称す。また、それぞれ起点側をバリヤルハット側とし、終点側はラムガール側とする。

設計方針は、既存道路用地を有効に活用するため、既存道路線形を踏襲することとした。しかし、既存道路は低規格であることから、全区間において、既存道路線形を踏襲することは不可能である。

他方、単純に上記 8 橋梁および 7 函渠を既存橋梁位置にそのまま架け替えた後、完成形の全線改良を行った場合、移転家屋が広範囲に亘る、または、急峻地を通過するため、新たな橋梁が必要になるなどの可能性が考えられる。よって、対象 8 橋梁および 7 函渠の線形を設定する前に、完成形を設定し、その後、完成形の橋梁に摺り付くように、暫定形のアプローチ道路を設計する必要がある。

架橋位置は、設計方針に従い、図 7.4.3 に示すように、工事中仮設橋を設置する既存橋の架け替えを基本とするものの、前後の線形の関係から、最終的には決定される。



出典：JICA 調査団

図 7.4.3 橋梁架け替え

完成形の平面および縦断線形の設定にあたっては、先に示した通り、設計速度 50km/h を適用した。他方、暫定形の平面および縦断線形にあたっては、(i) 既存道路線形の設計速度が 40km/h 以下であること、(ii) 完成形建設工事との重複区間をできるだけ縮小するため、暫定形の設計速度は 40km/h を採用した。ただし、橋梁の平面および縦断線形は、完成形を維持する。

なお、完成形の橋梁に緩和曲線が挿入されているため、完成形の線形を維持して、既存道路に摺り付くことが困難な場合がある。このような場合、暫定形の中心線は、可能な限り完成形の中心線を活かしつつ、2車線車道幅員が、完成形の橋梁有効幅員に収まるように設定した。

表 7.4.5 に設計速度 40km/h の線形要素の関連基準の比較と暫定形のアプローチ道路に適用した基準を示す。

表 7.4.5 関連基準の比較と暫定形適用基準（B 区間）

基準	アジア ハイウェイ	バングラデ シュ (2005)	AASHTO	Japan	適用
区分	クラスII	デザイン タイプ 4	地方幹線	第3種第4級	-
地形	山地	丘陵地	山地	山地	山地
設計速度 (km/h)	40	40	40	40	40
制動停止視距 (m)	-	45	50	40	40
最小平面曲線半径 (m)	50	65	41	60 (50)	60
緩和曲線を省略できる最小平面曲線半径 (m)	250	-	-	500 (250)	250
最小緩和曲線長 (m)	35	35	22	35	35
最大片勾配 (%)	10.0	7.0	8.0	6.0	7.0
最急縦断勾配 (%)	6.0	7.0	11.0	7.0	6.0
最小縦断曲線長 (m)	-	20	-	35	35
最小縦断曲線半径 (m)	-	400	凸 400 凹 900	450	450
備考			設計速度適用範囲: 30-100 km/h	設計速度適用範囲: 30-50 km/h	

*1: ()内数値は絶対値を示す。

出典：JICA 調査団

車線の摺り付けは、A 区間と同様に、日本基準を参照した。まず、橋梁直近に平行区間として、最小緩和曲線長と同じ 35m 区間を確保し、その後、暫定形改良範囲内で既存道路幅員に一樣に摺り付けを行った。また、橋梁部と土工部の路肩の摺り付けも、A 区間と同様に、1/30 を採用した。各摺り付け長を表 7.4.6 に示す。

表 7.4.6 摺り付け長 (B 区間橋梁)

		摺付率	移動量	区間長	備考
			m	m	
平行区間				35.0	
路肩の摺付	中小橋・土工	1/30	0.35	10.5	

出典：JICA 調査団

上記に基づいて、道路概略設計を行った結果、対象 8 橋梁の設計概要は表 7.4.7 の通りとなった。

表 7.4.7 アプローチ道路延長 (B 区間橋梁)

橋梁 番号	橋梁名	道路 番号	適用設計速度 (km/h)					アプローチ道路延長 (m)		
			橋梁		アプローチ道路			A1側	A2側	計
			平面	縦断	平面	縦断	摺り付け			
B区間 (バリヤルハット-ラムガール)										
B2	Telipool Bridge	R-151	50	50	50	40	40	141.707	144.200	285.907
B3	Lakshmi chara Bridge	R-151	50	50	50	40	40	91.807	120.025	211.832
B9	Kalapani Bridge-2	R-151	50	50	50	40	40	90.402	103.363	193.765
B12	Koilabazar Bridge	R-151	50	50	40	40	40	89.440	118.597	208.037
B13	Balutila Bridge	R-151	50	50	50	40	40	94.873	93.017	187.890
B16	Heako Bridge	R-152	50	50	50	40	40	102.179	82.168	184.347
B18	Chikon Chara Bridge	R-152	50 (40)	50	40	40	40	85.431	137.435	222.866
B25	East baganbazar Bridge	R-152	50	50	40	40	40	128.962	107.877	236.839

注: ()は暫定形を示す。

出典：JICA 調査団

他方、函渠は土工部の標準横断構成を適用し、暫定形改良範囲内で既存道路幅員に一樣に摺り付けを行った。対象 7 函渠の設計概要は表 7.4.8 の通りとなった。

表 7.4.8 アプローチ道路延長 (B 区間函渠)

橋梁 番号	橋梁名	道路 番号	函渠			アプローチ 道路延長 (m)
			Cell No.	幅(m)	高さ(m)	
B区間 (バリヤルハット-ラムガール)						
B14	Fulchari Bridge	R-151	2	3.0	3.0	248.666
B15	Heaku Bazar B ridge	R-151	1	3.0	3.0	210.134
B19	Chikon Chara Bridge	R-152	2	3.0	3.0	250.800
B20	Banglabazar bridge	R-152	1	3.0	3.0	251.034
B22	Borobil Bridge	R-152	1	2.0	2.0	238.400
B23	Gadar dokan Bridge	R-152	2	3.0	3.0	243.100
B24	Bagan Bazar Bridge	R-152	1	3.0	3.0	196.534

出典：JICA 調査団

なお、B26 橋梁は、DPP が完了済みであり、「バ」国資金によって、架け替えられる予定であることから、対象外となっている。しかしながら、起点側橋詰めにモスクが位置することから、完成形の全線改良を検討するに際し、代替架橋位置を提案した。

また、対象橋梁の選定において、状態が良く、既存橋梁をそのまま使用することとなった 4 橋梁のうち、水理解析の結果、将来に亘っても、橋梁が必要とされる B1 および B21 橋梁については、老朽化による将来架替え考慮して、「将来形」と称し、道路概略設計を行った。

7.4.3 C 区間（チッタゴン～コックスバザール間）

C 区間は 4 橋梁が対象となっている。どの橋梁も 4 車線化を計画しているものの、前後の土工区間は、2 車線という状況は、A 区間と同様である。よって、概略設計方針、架橋位置および摺り付け方法等は、A 区間と同様とする。また、C 区間は、過去に改良を実施しており、既存橋の横に旧橋の名残が散見され、これらの用地を活用することも考えられるものの、対象 4 橋は確認できなかった。また、土工区間の 4 車線化は、C 区間において、ADB による調査が実施されていることから、ADB 資金による建設の可能性はある。以降、チッタゴンからコックスバザール間の全線 4 車線を「完成形」、橋梁のみ 4 車線化を「暫定形」と称す。また、起点側をチッタゴン側とし、終点側をコックスバザール側とする。

上記に基づいて、道路概略設計を行った結果、各橋梁の設計概要は表 7.4.9 の通りとなった。また、各橋梁の概略設計内容は、以下の通りである。

表 7.4.9 アプローチ道路延長（C 区間）

橋梁 番号	橋梁名	道路 番号	適用設計速度 (km/h)					アプローチ道路延長 (m)		
			橋梁		アプローチ道路			A1側	A2側	計
			平面	縦断	平面	縦断	摺り付け			
C区間 (チッタゴン-コックスバザール)										
C8	パティヤ橋	N-1	100	100	100	100	80	354.016	325.000	679.016
C12	マザール・ポイント橋	N-1	100	100	100	80	80	325.000	352.407	677.407
C13	サング橋	N-1	100	100	100	100	80	434.312	341.339	775.651
C26	マタムフリ橋	N-1	100	100	100	100	80	300.000	410.134	710.134

出典：JICA 調査団

(1) パティヤ橋

パティヤ橋は、河川上流側（東側）に RHD が既にも買収した用地があり、SHM において、河川上流側（東側）が表明されたため、同位置に第二橋梁を計画した。なお、平面線形の設定にあたっては、起点付近の東側にモスクがあり、これを避けることとした。

(2) マザールポイント橋

既存マザールポイント橋は、橋梁前後に小平面曲線があり、既存橋と並行に第二橋梁を計画した場合、改良範囲が大きくなる。よって、前後に背反する平面曲線があることを利用し、河川下流側（西側）に新線形を設定した。

なお、起点（北側）および終点（南側）の上流側（左側）にモスクが位置するので、これを避ける必要がある。また、終点付近に小橋梁が位置するものの、流量は少ないと想定されることから、函渠に置き換えることを提案する。

(3) サング橋

サング橋は、A1（起点側）東側に墓地が位置することから、河川下流側（西側）に第二橋梁を計画した。

(4) マタムフリ橋

マタムフリ橋は、前後の既存道路線形および影響家屋数が少ないと想定されることから、河川上流側（東側）に第二橋梁を計画した。

なお、起点付近に小橋梁が位置するため、平行区間を 45m に縮小し、小橋梁への影響を避けた。

7.4.4 舗装設計

舗装設計にあたっては、以下の基準を参考に行った。

- AASHTO Guide for Design of Pavement Structures（米国：1993年）
- Pavement Design Guide for Roads & Highways Department（バングラデシュ：2005年）

(1) 等価単軸荷重係数

「バ」国の交通特性の一つとして、過積載車両が多いことが挙げられ、クロスボーダー上に位置する対象路線は、過積載車両率が高くなることが想定され、これらに対応した舗装設置が求められている。このような交通特性を反映し、RHD が推奨する等価単軸荷重係数は高く設定されているものの、一般的な値に比べても、かなり高い値となっている。そのため、他案件において、独自の値を設定していることから、本案件においても、軸重調査結果を基に、等価単軸荷重係数を設定した。軸重調査は、A 区間および C 区間において、それぞれ 1 箇所を実施されたものの、A 区間は、ミッシングリンクであり、調査された車種、台数ともに少ないことから、C 区間の調査結果を基に検討を行った。

また、将来需要予測において、車種分類が 4+1 車種（乗用車、Utility、バス、トラック+トレーラー）であることから、C 区間の観測地点（3DC-2）の実測車種構成比率を用いて、バス、トラック、トレーラーそれぞれの等価単軸荷重係数を表 7.4.10 のとおり設定した。なお、乗用車、小型バスおよび大型バスの等価単軸荷重係数は、それぞれ一般的な 0.0008、0.50 および 1.00 を適用した。（等価単軸荷重係数の設定の詳細は、添付資料を参照。）

表 7.4.10 適用等価単軸荷重係数

車種分類	RHD基準	等価単軸荷重係数	交通量(平日)		等価単軸荷重係数
			台/日*	比率	
中型トラック	4.62	1.1104	821	72.4%	
大型トラック	4.80	3.0140	313	27.6%	
トラック			1,134		1.6358
トレーラー		1.3498			2.2901
小型バス	0.5		255	25.5%	
大型バス	1.0		745	74.5%	
バス			1,000		0.8725
乗用車					0.0008

*: 3DC-2地点の断面交通量調査結果より

出典：JICA 調査団

(2) 舗装構成

舗装設計は、カルナ橋がほぼ完成形にて計画されているのに対し、カルナ橋以外のアプローチ道路は暫定形であることから、カルナ橋とそれ以外に分類して検討を行った。

1) 設計期間

カルナ橋の設計期間は、3案（10年、15年、20年）を比較して、決定した。他方、カルナ橋以外の設計期間は、以下の理由により、10年とした。

- アプローチ道路は暫定形である。
- 設計交通量は、各区間における最大交通量を適用していることから、20年では過大となる恐れがあり、初期費用が高くなる。

2) 設計 CBR

「バ」国基準によれば、路床 CBR 値 5.0 以上は、路床改良を必要せず、かつ、設計最小値と定められていることから、設計 CBR は安全側の 5.0 を採用した。

3) 適用舗装構成

カルナ橋の設計構造指数 (Design SN) は、設計期間 10年、15年、20年で、それぞれ、5.7、6.1、6.5 となり、舗装厚は、82cm、91cm、100cm となった。これらを比較した結果、以下のことから、設計期間 10年を採用した。

- 設計構造指数は、設計期間 10年を除き、6.0 以上となり、舗装厚が 90cm を超え、不経済な断面となる。
- 舗装厚が 90cm を超えるため、高価な ATB を適用することが望まれる。
- 設計期間 10年を除き、舗装が 90cm 以上と厚く、初期費用が高くなることから、維持管理で対応することが適切と考えられる。

- 「バ」国の幾何構造基準の設計年次は、供用開始 10 年後となっており、整合性を図ることが適切である。

各区間における舗装構成を表 7.4.11 に示す（舗装構成の詳細は、添付資料を参照）。なお、設計 CBR が 5.0 と低く、舗装設計に関しては、地質状況や材料調達等を勘案して、詳細設計時に再度見直すこととする。

表 7.4.11 設計舗装構成

区 間	カルナ橋	A区間のその他	B区間	C区間
設計期間(年)	10	10	10	10
	2021-2030	2022-2031		
SN	5.7	5.7	4.7	5.3
総厚(cm)	82	82	68	78
表層(cm)	5	5	5	5
基層(cm)	10	10	8	8
上層路盤(cm)	30	30	25	30
下層路盤(cm)	37	37	30	35
CBR	5			

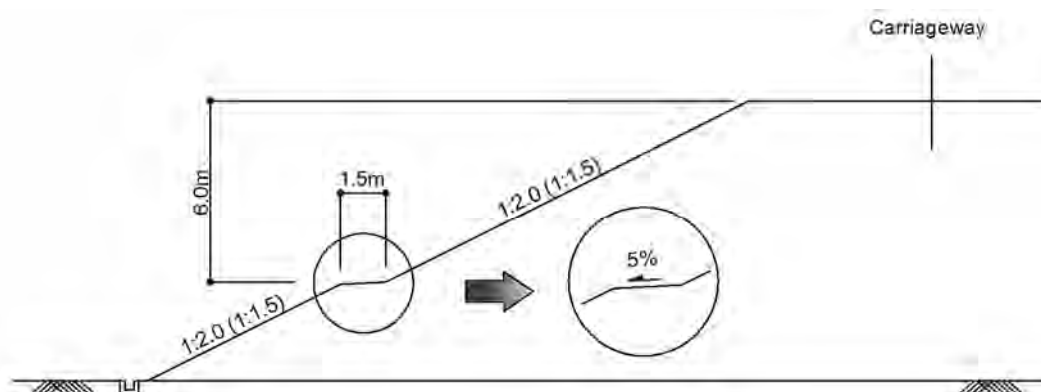
出典：JICA 調査団

7.4.5 土工定規

(1) 盛土高および盛土勾配

盛土法面勾配は、RHD 基準に準拠し、平地部では 1:2.0 を採用した。しかしながら、B 区間の丘陵地において、1:2.0 を適用すると、法面が長大になる。また、当該地域は平地部より地盤が良好であると考えられることから、日本基準を参考に、盛土法面勾配は 1:1.5 を採用した。

また、雨水による法面の浸食を防止するため、垂直高 6m 下がるごとに小段を設置し、幅は 1.5m とする。小段設置高さおよび法面勾配に関しては、地盤状況や法面安定解析等に基づいて、詳細設計時に再度見直すこととする。

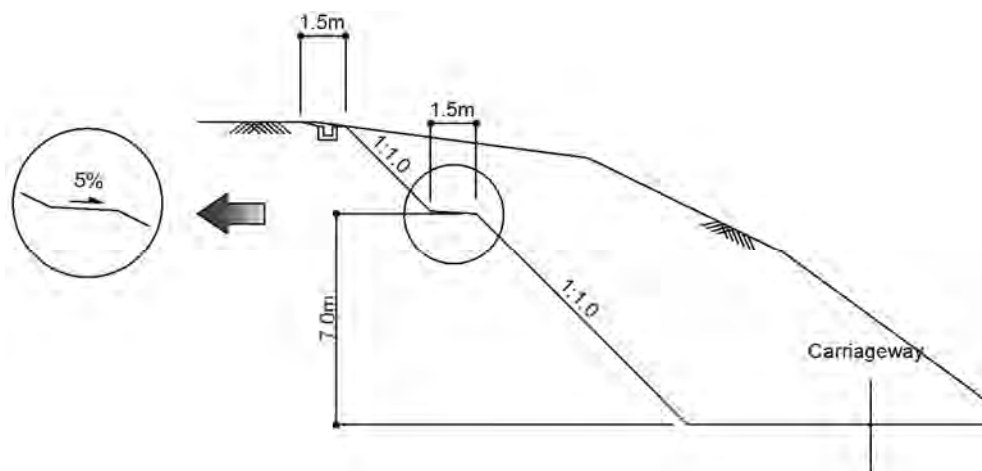


出典：JICA 調査団

図 7.4.4 盛土法面

(2) 切土高および切土勾配

切土法面勾配は、日本基準を参考に、1:1.0を採用し、雨水による法面の浸食を防止するため、垂直高7m上がるごとに小段を設置し、幅は1.5mとする。小段設置高さおよび法面勾配に関しては、盛土と同様に、地盤状況や法面安定解析等に基づいて、詳細設計時に再度見直すこととする。

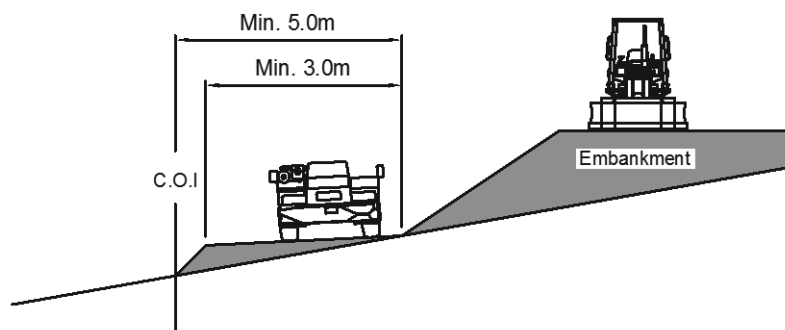


出典：JICA 調査団

図 7.4.5 切土法面

7.4.6 用地取得幅

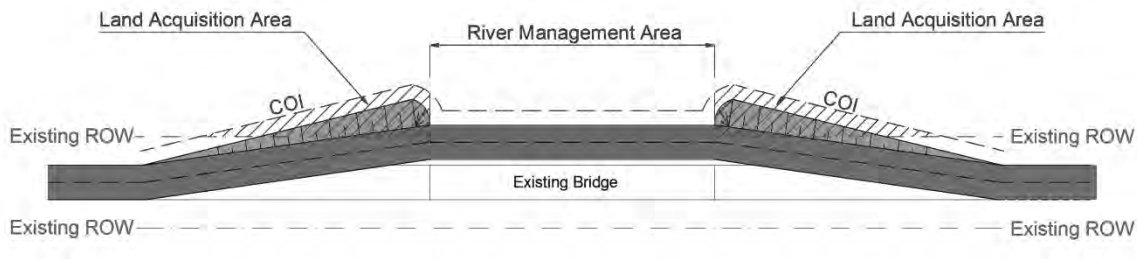
調査団は、既存道路用地（ROW：Right of Way）が橋梁ごとに設定されているため、それぞれ調査を行った。その調査結果を踏まえて、本案件の実施に当たり、用地取得が必要な場合は、図7.4.6に示すように、法尻もしくは法肩から最小幅3mの工事用仮設道路を含む最小幅5mの離隔をとった位置を工事影響範囲（COI：Corridor of Impact）として、用地取得を行うものとする。工事影響範囲は、施工に最低限必要な範囲であり、住民移転及び用地補償費を最小に抑えることを考慮して設定された。COIに関しては、土工定規と同様に、詳細な施工計画等に基づいて、詳細設計時に再度見直すこととする。



出典：JICA 調査団

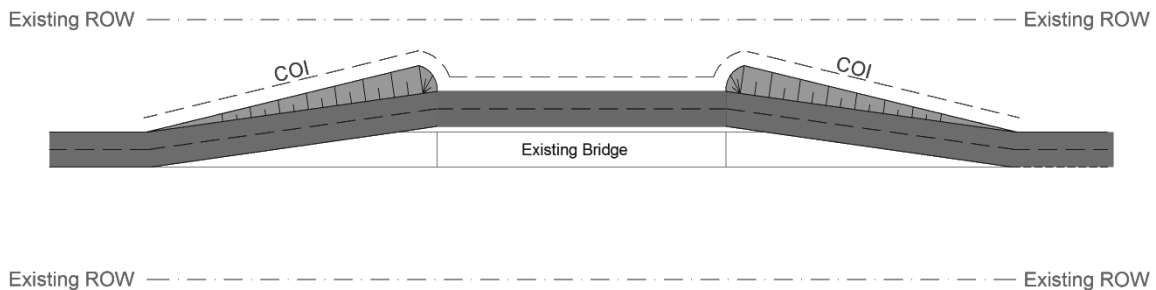
図 7.4.6 工事影響範囲（COI）

以下の図 7.4.7 および図 7.4.8 に示すように、橋梁ごとに ROW が設定されているため、各箇所
 所で用地取得範囲が異なる。



出典：JICA 調査団

図 7.4.7 用地取得を必要とするケース



出典：JICA 調査団

図 7.4.8 用地取得を必要としないケース

ただし、A 区間のジコルガチャ橋については、用地制約が厳しく、両側に擁壁等の構造物を
 設置するため、擁壁設置に必要な最小幅 0.3m (型枠設置) を法肩から確保した位置を COI と
 して、用地取得範囲を設定した。

7.5 その他の施設計画

7.5.1 料金徴収施設

マドゥマティ川を運行している既存ダウラトディア (Daulatdia) フェリーに替わり、カルナ橋
 が新設されることから、カルナ橋は有料橋梁として計画されている。料金徴収設置施設は、「バ」
 国基準がないことから、日本国基準に準拠して計画する。

(1) 必要車線数

交通量の設定は、交通需要予測結果から、以下の条件を下に算出した。

- 計画目標年次：2030 年 (供用後 10 年)
- AADT：5,749 台/日
- K 値：12%
- D 値：55%

上記より、ピーク時間当たり方向別交通量は、380 台となる。

ここで、必要車線数の設定は、以下の条件の下、表 7.5.1 より、片側 2 車線となった。

- 料金徴収形式：本線料金所
- サービス時間：8 秒
- サービスレベル：平均待台数 1 台

しかし、本線が片側 2 車線であることから、1 車線を追加し、片側 3 車線とした。

表 7.5.1 車線数、サービス時間および平均待台数と処理可能台数

単位: 台/時

サービス時間 サービスレベル	6 秒		8 秒		14 秒	
	1.0	3.0	1.0	3.0	1.0	3.0
必要車線数						
1	300	450	230	340	130	190
2	850	1,040	640	780	360	440
3	1,420	1,630	1,070	1,230	610	700
4	2,000	2,230	1,500	1,670	860	960
5	2,590	2,830	1,940	2,120	1,110	1,210

出典：NEXCO 設計要領

(2) 料金徴収施設位置の検討

料金徴収施設設置位置は、日本国基準によると、以下の条件を満たす必要がある。

- 平面線形：本線線形基準
- 縦断勾配：2.0%以下
- 縦断曲線：本線線形基準

摺り付け区間を含む料金所広場の長さを標準的なトールゲート中心から前後に 75m、全長 150m とし、できるだけ橋梁に近い位置を図 7.5.1 に示す 3 箇所のを代替案を設定した。



出典：JICA 調査団

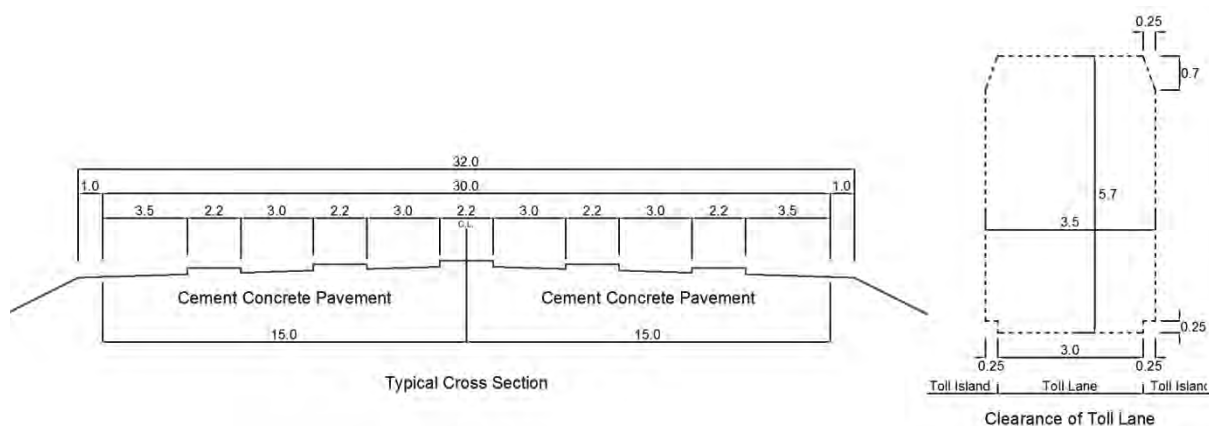
図 7.5.1 料金徴収施設位置代替案

これら 3 案のうち、ALT-3 を以下の理由から選定した。

- ALT-3 は、3 案のうち、橋梁から最も遠いものの、線形が料金徴収施設設置に最も適している。
- ALT-2 は、設置要件を満たすものの、平面曲線に近接しており、縦断線形も変化があり、ALT-3 に比べ劣っている。
- ALT-1 に設置する場合、改良対象区間が延伸する他、側道の延長が長くなり、事業費も増加する。また、完成形に対応した構造とするため、コストが増大すると同時に影響家屋数が増加する可能性がある。

(3) 料金徴収施設配置

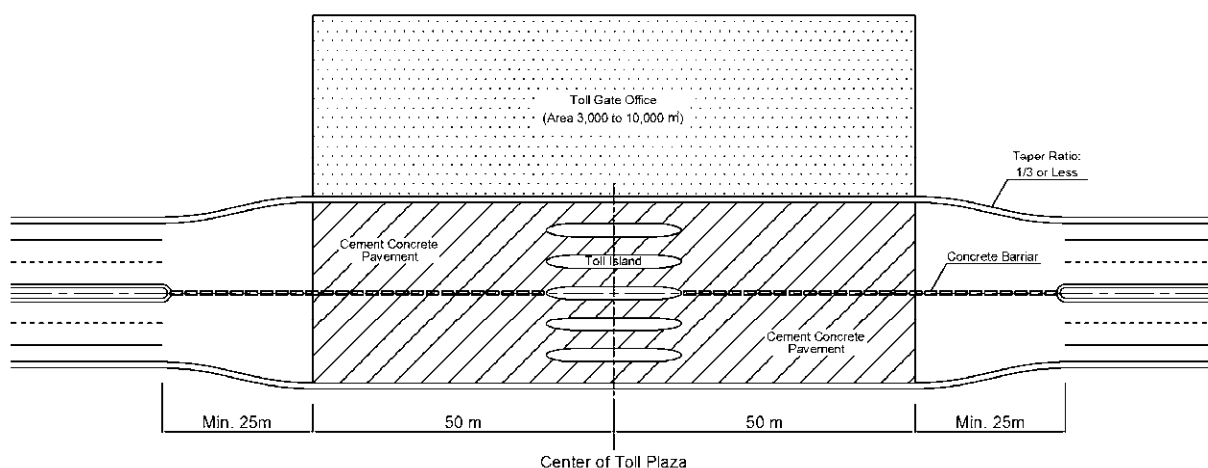
料金施設施設の各諸元は、日本国基準に準拠する。また、料金所広場は、トールゲート中心から前後に 50m、全長 100m とし、土工部との摺り付け率は、1/3 以下とする。標準横断および施設配置を図 7.5.2 および図 7.5.3 に示す。



単位 : m

出典 : JICA 調査団

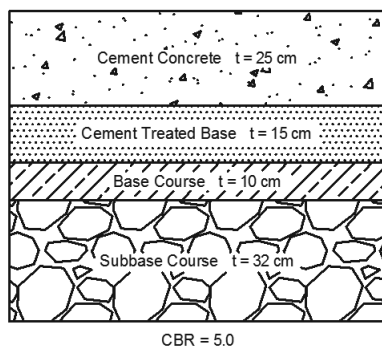
図 7.5.2 料金徴収施設標準横断



出典 : JICA 調査団

図 7.5.3 料金徴収施設配置

料金所広場は、オイル等の流出、わだち掘れ等に対する耐久性が求められることから、コンクリート舗装とする。料金所広場における標準的な舗装構成を図 7.5.4 に示す。



出典 : JICA 調査団

図 7.5.4 標準的なコンクリート舗装構成 (料金所広場)

7.5.2 軸重測定施設

先にも記載した通り、「バ」国の交通特性として、過積載車両比率が高い。これを放置すると、舗装の劣化が急速に進み、維持管理費用が増大することから、適切に取り締まることが望ましい。よって、第4章に提案した通り、A区間のベナポールおよびB区間のラムガールに軸重測定施設の施設計画を行う。軸重測定施設については、取締規則（Notification No. RRD/BRTA/Overload-38/96(P-1)-653; 2003年11月16日付）があるものの、施設設置の「バ」国基準がないことから、日本国基準を参考に計画する。

(1) 必要車線数

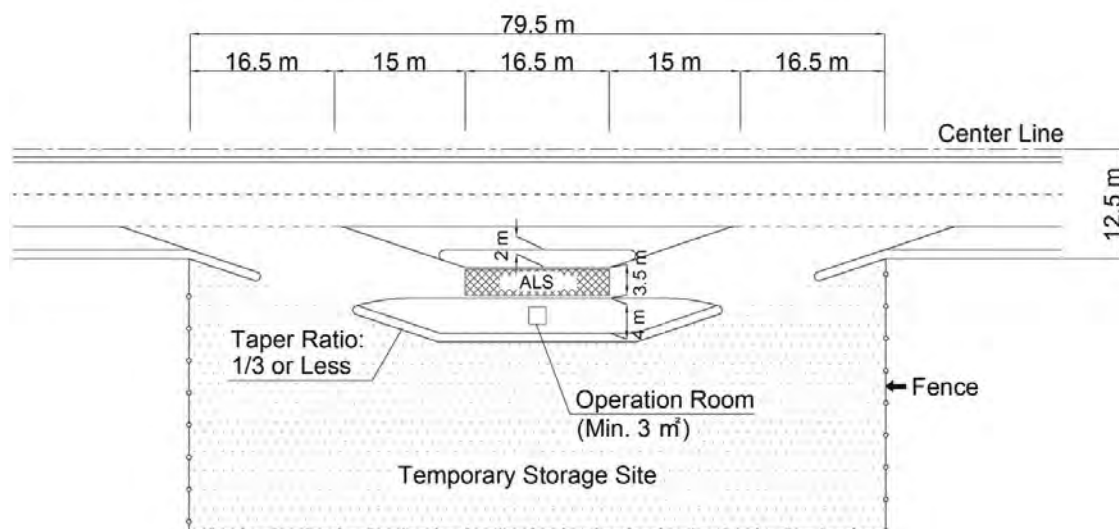
交通量の設定は、交通需要予測の将来国際通過貨物交通量を適用し、以下の条件を下に算出した。

- 計画目標年次：2030年（供用後10年）
- AADT [A区間]：788台/日
- AADT [B区間]：373台/日
- K値：12%
- D値：55%

上記より、ピーク時間当たり方向別交通量は、A区間で52台、区間Bで25台となる。標準的な軸重計の処理能力は60台/時間程度であることから、片側に1台ずつ設置することとした。

(2) 軸重測定施設配置

軸重測定施設の各諸元は、日本国基準を参考にするものの、「バ」国では、過積載車両を排除し、出発地点に帰着させる方式ではなく、施設内に過積載分を仮置きし、基準値以下の車両を通行させる方式をADBの指導により導入する予定である。よって、これを加味した施設配置案を図7.5.5に示す。

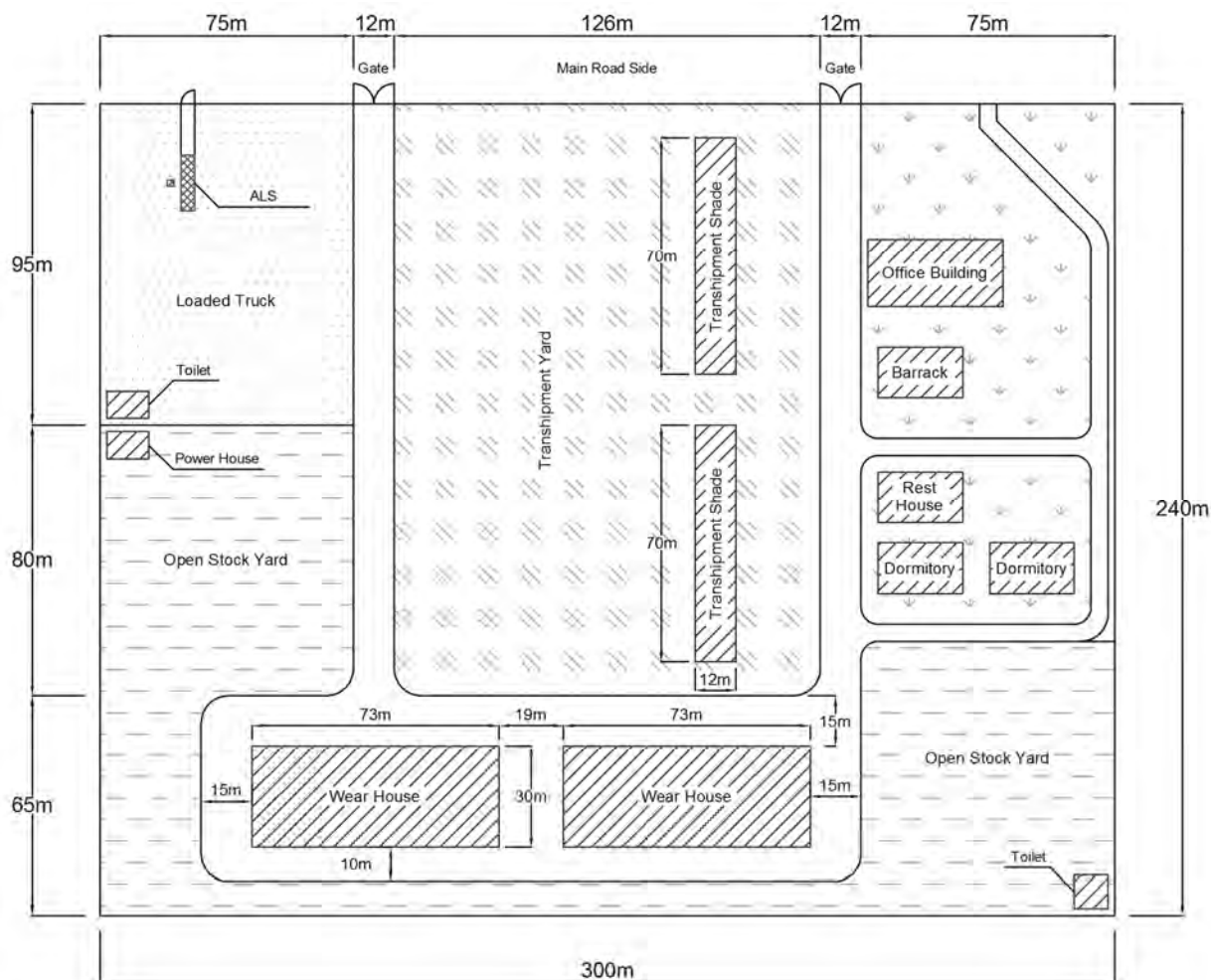


出典：JICA 調査団

図 7.5.5 軸重測定施設案

7.5.3 クロスボーダー施設

クロスボーダー施設の配置は、最近建設されたボムラのランドポートを参考に計画する。基本構成は、管理事務所、積替え施設、保管所および軸重計から成る。図 7.5.6 に参考配置を示す。



出典：JICA 調査団

図 7.5.6 ランドポートの参考配置 (クロスボーダー施設)

8. 概略橋梁設計

8.1 橋梁設計基準

8.1.1 バングラデシュで適用される基準類

本調査の橋梁設計に適用される基準類は、実施機関 RHD の管理下の橋梁に対して長年適用されてきた基準だけでなく、AASHTO、インド国および日本国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）

8.1.2 航路クリアランスと設計高水位

表 8.1.1 に示すように、航路限界は、BIWTA（バングラデシュ内陸水運公社）によって規定された航路やその種類によって分類されており、対象橋梁は、その航路限界に準拠するものとする。カルナ橋梁については、クラス III の航路がある。航路クリアランスを確保すべき水位は、BIWTA によって 5% の超過確率の 2 週間平均水位となる SHWL（基準高水位）として定義されている。一般の航路については、1.1 年確率高水位に対して、表 8.1.1 中の値を確保するものとする。

対象となる橋梁の設計高水位は、地方道路は 50 年確率、アジアハイウェイや国道は 100 年確率洪水に対して計算され、表 8.1.2 の要件を確保する。

表 8.1.1 航路限界

航路規格	最少垂直離隔距離	最少水平離隔距離	備考
Class- I	18.30 m (60 ft)	76.22 m (250 ft)	
Class- II	12.20 m (40 ft)	76.22 m (250 ft)	
Class- III	7.62 m (25 ft)	30.48 m (100 ft)	カルナ橋梁
Class- IV	5.00 m (16.5 ft)	20.00 m (66 ft)	

出典：BIWTA (1991)

表 8.1.2 設計高水位と橋梁桁下高

道路（橋梁）規格	地方道路	高規格道路（アジアハイウェイ、国道）
設計高水位	50年確率洪水位	100年確率洪水位
橋梁桁下高に対する 設計コンセプト (右列の最大高)	設計高水位 + フリーボード (Fb)	設計高水位 + フリーボード (Fb)
	インタビューによる既往高水位 + 0.60 m	同左
	既設橋梁の桁下高	同左
	1.1年確率洪水位 + 1.5 m (一般の航行に対して)	1.1年確率洪水位 + 1.5 m (一般の航行に対して) カルナ橋梁については、 SHWL+7.62m (Class-III 航路)
	橋梁が公式航路を横過する場合、SHWL + 必要な垂直離隔距離	

注：フリーボード(Fb)は各橋梁の設計流出量により分類するものとする。200 m³/s 未満の場合は 0.6 m、「200 以上 500 m³/s まで」は 0.8m、「500 以上 2,000 m³/s まで」は 1.0 m、「2,000 以上 10,000 m³/s まで」は 1.5 m とし、「10,000 m³/s 以上」は 2.0 m とする。

出典：JICA 調査団

8.1.3 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 8.1.3 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	23.0
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

主桁およ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、軸重および軸重配置を図 8.1.1 に示す。



出典：JICA 調査団

図 8.1.1 設計トラック荷重（HS20-44）

2) 設計レーン荷重

主桁およ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 8.1.4 にまとめる。橋軸方向に等分布荷重 9.3kN/m の強度とし幅員方向は 3m 幅に等分布すると仮定する。また衝撃係数はレーン荷重には考慮せず、トラック荷重のみ 33% を乗じる。レーン荷重は（トラック荷重と重なっても）連続して載荷するのを原則とするが、設計断面力や反力が大きくなる場合にはレーン荷重を非連続として載荷する。

表 8.1.4 主桁およ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%

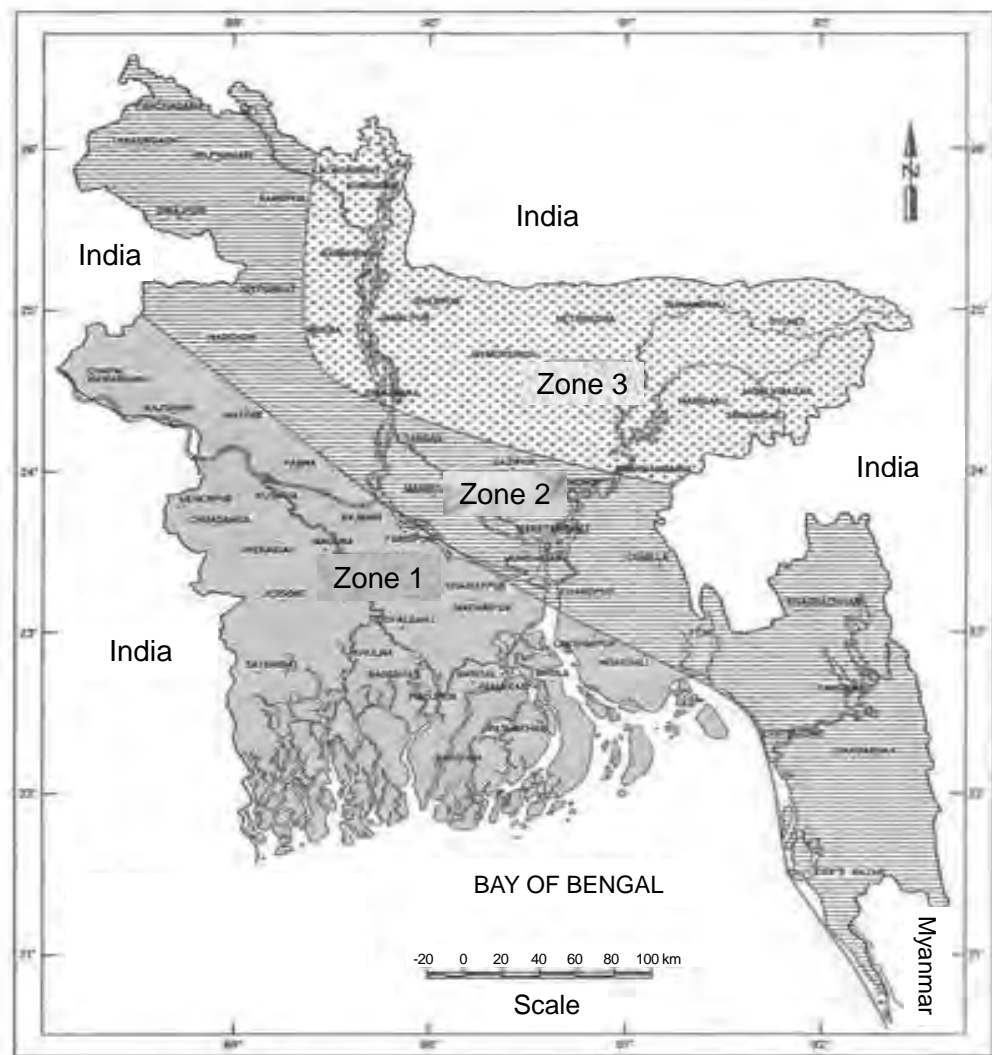
出典：JICA 調査団

(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 8.1.2 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 8.1.5）。



出典：JICA 調査団

図 8.1.2 地震地域分類図（BNBC）

表 8.1.5 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 8.1.6 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 8.1.6 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

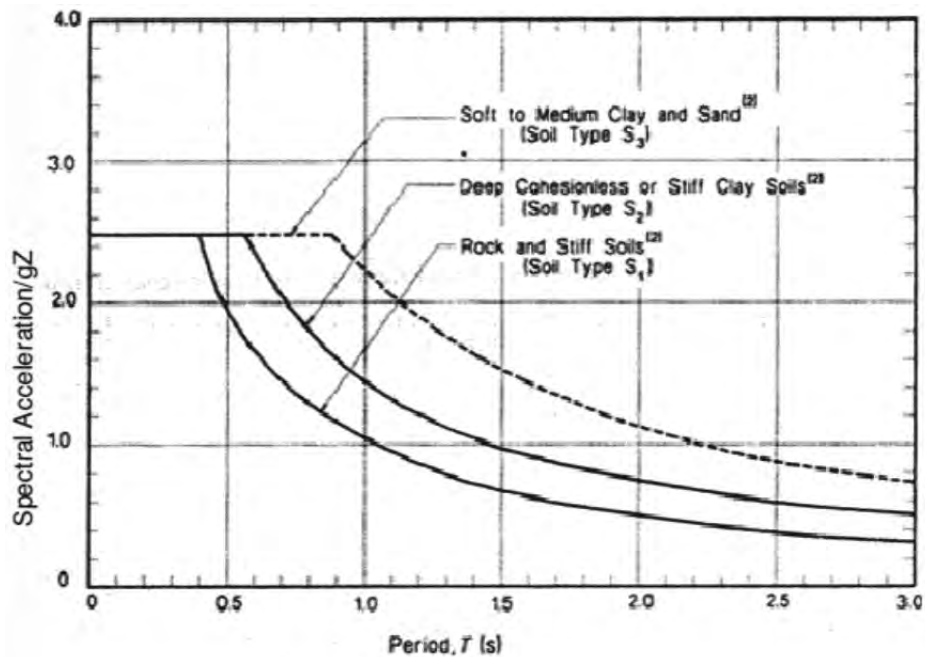
3) 設計応答スペクトル (RS)

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式 8.1.1 にて計算され、設計応答スペクトルは図 8.1.3 に示される。なお図 8.1.3 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。

$$C_{sm} = \frac{1.2ZS}{T_m^{2/3}} \leq 2.5Z \quad \text{式 (8.1.1)}$$

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 8.1.3 設計応答スペクトル

8.1.4 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、コンクリート床版で 30Mpa、プレストレス・コンクリート主桁で 40MPa とする（表 8.1.7）。

表 8.1.7 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)
鉄筋コンクリート（杭、下部工、他）（RHD）	25
コンクリート床版（JRA）	30
プレストレス・コンクリート主桁（JRA）	40

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 および 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 8.1.8 に示す値とする。

表 8.1.8 異径鉄筋の降伏点および引張強度

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 8.1.9 にて規定される。

表 8.1.9 PC 鋼材の降伏点および引張強度

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	1,583	1,860
鋼棒	SBPR930	930	1,180

出典：JICA 調査団

(4) 構造用鋼材

鋼材の基準（JRA/JIS）に従い、本プロジェクトで使用される鋼材の規定を降伏点と引張強度とともに、表 8.1.10 にまとめる。

表 8.1.10 鋼材の降伏点および引張強度

規格 ($16 < t \leq 40$ mm)	公称降伏点 σ_y (MPa)	公称引張強度 σ_u (MPa)
SM400	235	400
SM490Y	355	490
SM570	450	570
SBHS500	500	570

出典：JICA 調査団

8.2 橋梁タイプの選定

8.2.1 小規模橋梁

橋梁タイプの選定は、橋梁の規模に応じて複数の候補を比較することにより決定される。バ国の橋梁建設の実績により、また他国の一般的な実績も参考にし、スパン長により下記の 3 種類の橋梁規模に分類できる。本調査においては小規模および中規模橋梁が含まれるが、特殊な橋梁タイプを必要とする大規模橋梁は本調査の範囲には含まれない。

- ✓ 小規模橋梁 $25 \text{ m} < \text{span} \leq 45 \text{ m}$ ---- 本調査の範囲内
- ✓ 中規模橋梁 $45 \text{ m} < \text{span} \leq 150 \text{ m}$ ---- 本調査の範囲内
- ✓ 大規模橋梁 $150 \text{ m} < \text{span}$ ---- 本調査の範囲外

小規模橋梁としては、PC-I 桁タイプがほぼどの現場条件においても最適かつ経済的であると一般的に認識されており、これはバ国でも同様であり RHD 管轄下で PC-I 桁橋が数多く建設されていることから判る。従って本調査では、小規模橋梁として PC-I 桁橋を特別な比較無しに採用し、その一般図を図 8.2.1 に示す。また本調査で対象とする橋梁リストを表 8.2.1 にまとめるが、カルナ橋を除く全ての橋がスパン長 25-45m の PC-I 桁橋となる。

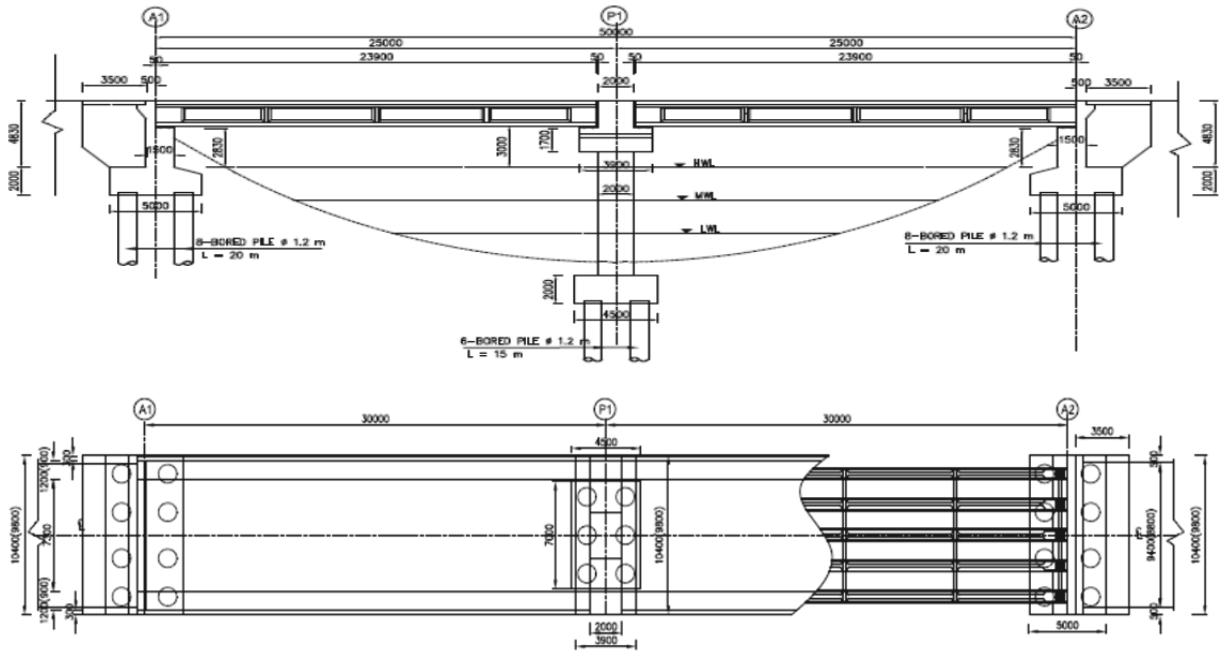


図 8.2.1 PC-I 桁橋

表 8.2.1 対象橋梁リスト

Bridge Information					Existing Bridge			New Bridge				
No.	Bridge ID	Zone	Road No	Bridge Name	Span Arrangement	Width (m)	Total length (m)	Bridge type	No of Spans	Span Arrangement	Total Length	Width
A1	N-706_14b	Khulna	N-706	Jhikorgacha Br.	18.3+14.35+11.8+29.20 +12.15+14.30+18.38	7.30	118.7	PC-I	4	30+30+35+30	125	14.2+14.2
A2	R-750_25a	Khulna	R-750	Tularampur Br.	13.40+64.70+13.40	8.23	91.5	PC-I	3	30+35+35	100	10.4+10.4
A3	Z-7503_5a	Khulna	Z-7503	Hawai khali Br.	4.50+17.10+4.50	7.90	26.1	PC-I	1	35	35	11.3+11.3
A4	N-806	Gopalganj	N-806	Kalna				PC-I + Steel	13	(44+45*4+46) +150 (46+45*4+44)	690	21.9
A5	N-805_24a	Gopalganj	N-805	Garakola Br.	35.00 + 35.00 + 35.00	10.00	105.1	PC-I	3	35+40+35	110	10.4+10.4
B1	R-151_3a	Chittagong	R-151	Purbo Hinguli Br.	18.5	7.83	18.5	PC-I (GOB)	2	30+25	55	13.4
B2	R-151_4a	Chittagong	R-151	Telipool Br.	15.24	4.18	15.2	PC-I	1	25	25	13.4
B3	R-151_4c	Chittagong	R-151	Lakshmi chara Br.	15.42	4.21	15.4	PC-I	1	40	40	13.4
B4	R-151_11a	Chittagong	R-151	Tulaluli Lohar Br.	24.45	5.03	24.5	Embankment				
B5	R-151_11c	Chittagong	R-151	tulaluli Br.	24.3	7.15	24.3	Embankment				
B6	R-151_12a	Chittagong	R-151	Buro Camp Br.	24.2	7.20	24.2	Embankment				
B7	R-151_12c	Chittagong	R-151	Bangra Tabor Br.	24.32	7.18	24.3	Embankment				
B8	R-151_12e	Chittagong	R-151	Kalapani Br.-1	24.4	7.18	24.4	Embankment				
B9	R-151_14a	Chittagong	R-151	Kalapani Br.-2	6.22+12.2+5.95	4.07	24.8	PC-I	1	35	35	13.4
B10	R-151_14c	Chittagong	R-151	Niharkanti Das Br.	42	8.63	42.0	Box Culvert	1	1 cell@B2.0 xH2.0		
B11	R-151_15a	Chittagong	R-151	Koilapara Br.	24.4	7.10	24.4	Embankment				
B12	R-151_16a	Chittagong	R-151	Koilabazar Br.	36.8	4.85	36.8	PC-I	2	30+25	55	13.4
B13	R-151_16c	Chittagong	R-151	Balutilla Br.	21.35	4.03	21.4	PC-I	1	30	30	13.4
B14	R-151_18a	Chittagong	R-151	Fulchari Br.	15.3	4.12	15.3	Box Culvert	2	2 cell@B3.0 xH3.0		
B15	R-151_22a	Chittagong	R-151	Heaku Bazar Br.	12.5	4.08		Box Culvert	1	1 cell@B3.0 xH3.0		
B16	R-152_Sa	Chittagong	R-152	Heako Br.	12.4	4.06		PC-I		25	25	13.4
B17	R-152_3a	Chittagong	R-152	Amtali Br.	3.8+12.16+3.8	7.22	19.8	Box Culvert	1	1 cell@B6.0xH4.0		
B18	R-152_7a	Chittagong	R-152	Chikon Chara Br.	4.46+15.27+4.45	7.30	24.2	PC-I	1	30	30	13.4
B19	R-152_8a	Chittagong	R-152	Chikon Chara Br.	6.02+6.52	4.24		Box Culvert	1	1 cell@B3.0 xH3.0		
B20	R-152_8c	Chittagong	R-152	Banglabazar Br.	6.08+6.58	4.31		Box Culvert	1	1 cell@B3.0 xH3.0		
B21	R-152_10a	Chittagong	R-152	Borobil Br.	6.18+18.31+6.12	7.16	30.6	PC-I (GOB)	1	35	35	13.4
B22	R-152_10c	Chittagong	R-152	Borobil Br.	7.60+7.60	4.13		Box Culvert	1	1 cell@B2.0 xH2.0		
B23	R-152_11b	Chittagong	R-152	Gadar dokan Br.	6.7+6.5	4.20		Box Culvert	2	2 cell@B3.0 xH3.0		
B24	R-152_13a	Chittagong	R-152	Bagan Bazar Br.	18.37	4.15	18.4	Box Culvert	1	1 cell@B3.0 xH3.0		
B25	R-152_14a	Chittagong	R-152	East baganbazar Br.	12.3+12.25+12.2	4.20	36.8	PC-I	2	25+25	50	13.4
B26	R-152_15a	Chittagong	R-152	Sonaipool Br.	12.3+12.16+12.43	4.13	36.9	under construction by GOB fund				
C8	N-1_257a	Chittagong	N-1	Paliya Br.	25.15+25.15	8.40	50.3	PC-I	2	25+30	55	11.3+11.3
C12	N-1_272a	Chittagong	N-1	Mazar Point Br.	12.7+12.7+12.7+12.7	7.20	50.8	PC-I	2	35+25	60	11.3+11.3
C13	N-1_279a	Chittagong	N-1	Sangu Br.	36.3+45.8+47+46.4+35.2	7.20	211.0	PC-I	6	2@40+4@35	220	10.4+10.4
C26	N-1_328a	Chittagong	N-1	Mathamuhuri Br.	42+42+42+42+42+42	7.20	294.2	PC-I	8	6@40+2@35	310	10.4+10.4

18 Bridges without Kalna

Total of 18 Bridges (without Kalna) =

1,450

Total of 18 Bridges (without Kalna) = 1,395

出典：JICA 調査団

8.2.2 中規模橋梁

表 8.2.1 に示すようにカルナ橋のみが中規模橋梁に分類され、大きな河川を渡る橋梁としてカルナ橋に要求される条件は下記である。

- 通常の河川幅は約 300m であるが、洪水時には約 600m の河川幅となる
- 要求される航路限界はクラス 3 とし、水平方向に 35.0 m、垂直方向に 7.62 m である
- 河川中央部付近におけるスパン長は、洗屈防止の面から 100m 以上を確保することが望ましい（BUET コメント）
- バ国および RHD は、美観性を重視したシンボリックな橋梁タイプを望む

中央径間部の橋梁タイプの選定は、中規模橋梁として下記 7 候補について比較する。








- PC 箱桁橋
- 鋼箱桁橋（耐候性鋼材）
- トラス橋（鋼・コンクリート複合）
- アーチ橋（鋼）
- ニールセン・ローゼ橋（鋼）
- エキストラ・ドーズド橋（PC）
- 斜張橋（鋼・コンクリート複合）

7 候補の比較を表 8.2.2 に示すが、ニールセン・ローゼ橋（鋼）が下記理由により選定された。

- 他の多くの橋梁タイプのように 3 径間連続の構造を必要とせず、高コストの橋が中央 150m のみであり、経済性に優れている
- アーチとケーブルによりシンボリックで景観性に優れ、またバ国で未だ経験のない橋梁タイプである
- 鋼橋に重防食塗装仕様を採用し、またケーブルに亜鉛メッキと防食コーティングを採用することで、維持管理が容易である

また、カルナ橋の側径間においては、経済的な PC-I 桁橋を採用する（標準 45m スパン）。

表 8.2.2 カルナ橋（主径間）の橋梁タイプの比較

主径間	橋種	PC箱桁橋	鋼箱桁橋	トラス橋	アーチ橋	ニールセン・ローゼ橋	エキストラード	斜張橋
	主要部材	コンクリート	鋼 (耐候性鋼材)	鋼/コンクリート (複合構造)	鋼	鋼	コンクリート	鋼/コンクリート (複合構造)
	延長 (m)	230	230	230	150	150	230	230
	イメージ							
側径間	橋種	 PC-I 桁橋						
	主要部材							
	延長 (m)							
「バ」国経験(主径間)		有	建設中	建設中	無	無	有	無
景観性		△	△	○	○	◎	◎	◎
初期建設費の比較 (主径間+側径間)		1.00	1.26	1.23	1.13	1.14	1.32	1.34
維持管理性		◎	◎	○	○	○	◎	○
		PCケーブル再塗装	耐候性鋼材	重防食塗装仕様	重防食塗装仕様	重防食塗装仕様	ケーブル再塗装	重防食塗装仕様
評価						推奨		
理由		「バ」国から要請のあったシンボリックな橋でアーチとケーブルによる景観性に優れ、「バ」国で初めての橋梁形式である。また、高コストの橋梁が中央部150mに限られ全体コストは比較的安価である。さらに鋼板に重防食塗装仕様、ケーブルにメッキ仕様を採用することで維持管理面でも優れる。						

出典：JICA 調査団

8.3 予備設計

8.3.1 少規模橋梁 (PC-I 桁)

(1) 上部工

予備設計として、上部工スパンは各現場への適応を容易にするため下記の数種類に標準化する。

PC-I 桁の標準スパン：25, 30, 35, 40 m、及び 45 m (カルナ橋アプローチ橋のみ)

地震時における PC-I 桁の落橋防止策として、橋脚は図 8.3.1 に示す腰掛型を採用する。これにより、地震時の橋脚上部の動きは両側の PC-I 桁で制限される。

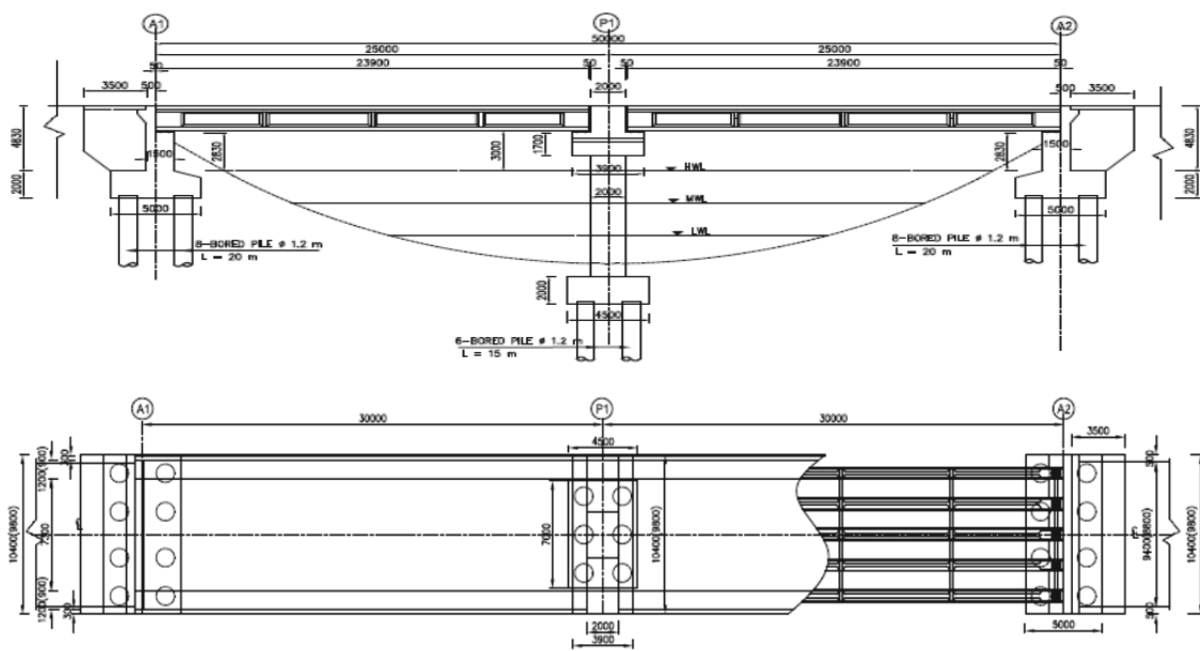
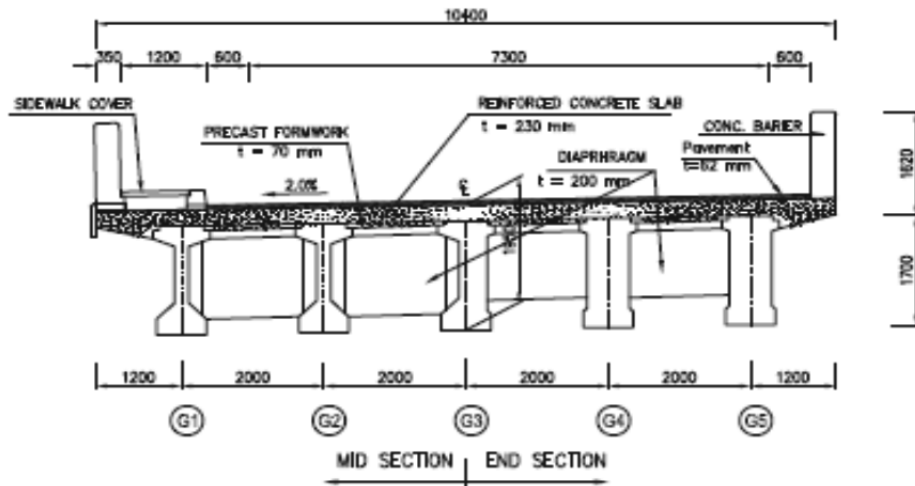


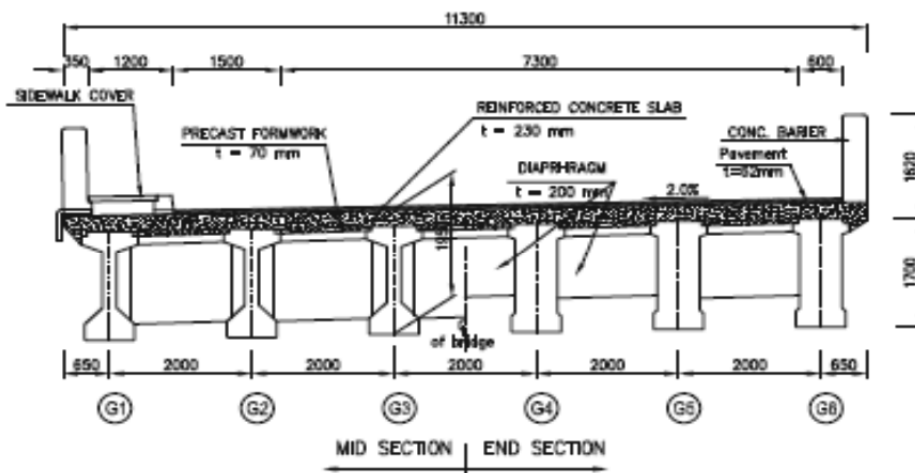
図 8.3.1 腰掛型橋脚と PC-I 桁

(2) 標準断面

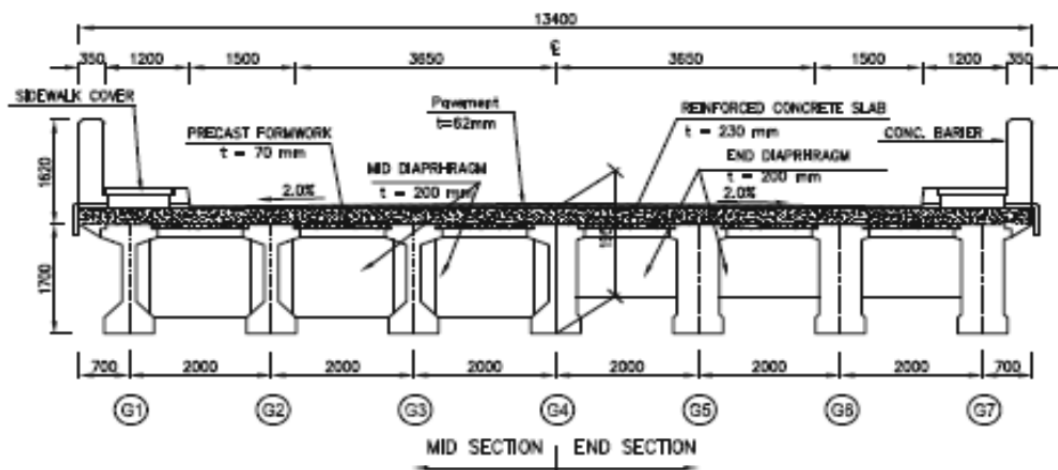
幅員 10.4 m、11.3 m、13.4 m の PC-I 桁の標準断面を図 8.3.2 に示す。これにて桁配置および桁本数を決定し、床版厚は 25cm とする。またジコルガチャ橋とカルナ橋アプローチ橋の幅員は、それぞれ 2*14.2 m と 21.9 m である。



Long Size Bridge Type In Section A and Section C



Small and Middle Size Bridge Type In Section A and Section C



Small and Middle Size Bridge Type In Section B

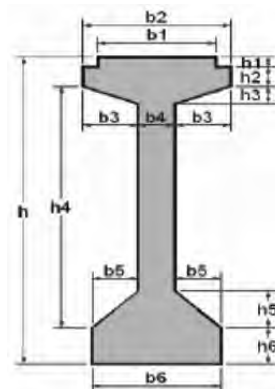
図 8.3.2 PC-I 桁標準断面

(3) PC-I 桁の断面形状

8.1 の橋梁設計基準に従って数種類の標準スパンの PC-I 桁の予備設計がなされ、その結果を表 8.3.1 に示す。

表 8.3.1 PC-I 桁の断面形状

幅員 (m)	断面 寸法	スパン長 (m)				
		25	30	35	40	45
10.4, 11.3, 13.4	b6 (m)	0.70	0.70	0.65	0.65	0.80
14.2, 21.9	H (m)	1.60	1.70	1.85	2.10	2.20



(4) 標準図

コスト算出のための予備設計として、表 8.3.2 に示す 17 種類の標準図を作成する。またジコルガチャ橋とカルナ橋アプローチ橋は個別に設計する。

表 8.3.2 標準図

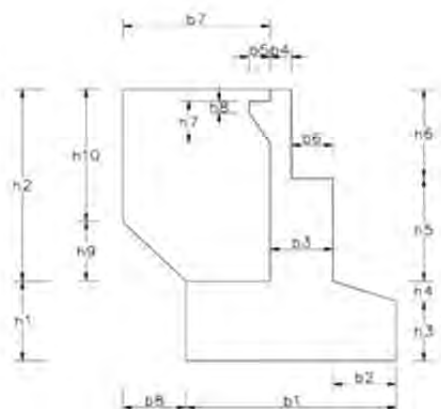
1 span		25	30	35	40	45
width	10.4					
	11.3		●	●		
	13.4	●	●	●	●	
2 span		25+25	30+30	35+35	40+40	45+45
width	10.4					
	11.3	●	●			
	13.4	●				
3 span		25+25+25	30+30+30	35+35+35	40+40+40	45+45+45
width	10.4		●	●	●	●
	11.3		●	●	●	●
	13.4					

8.3.2 下部工 (小規模橋梁)

(1) 橋台および橋脚

上部工と同じく下部工も予備設計として標準化され、図 8.3.3 に示すよう標準図を作成し数量を計算する。

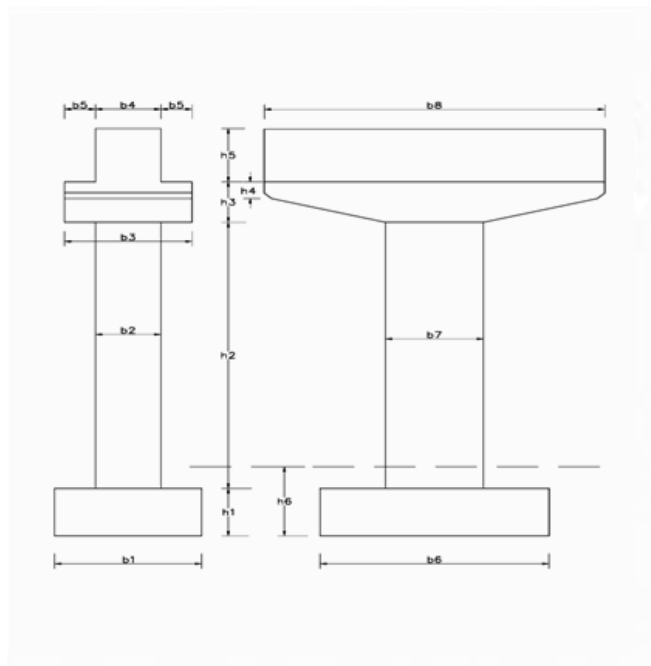
ABUTMENT



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 8.3.3 橋台および橋脚の標準寸法

(2) コンクリート杭

「バ」国における他の橋梁と同じく、材料入手と施工の容易さから場所打ちコンクリート杭を採用する。予備計算の結果、表 8.3.3 および図 8.3.4 に示すように橋台には 1.2m 径で 8-10 本の杭を、橋脚には同じく 1.2m 径で 6-8 本の杭を配置する。また、各杭の長さは各架設地点における地盤調査の結果で決定する。

表 8.3.3 杭本数 (直径 1.2m)

幅員(m)	下部工	スパン長(m)				
		25	30	35	40	45
10.4	橋台	8				10
	橋脚	6				8
11.3	橋台	8				10
	橋脚	6				8
13.4 (14.2)	橋台	10				N.A
	橋脚	8				

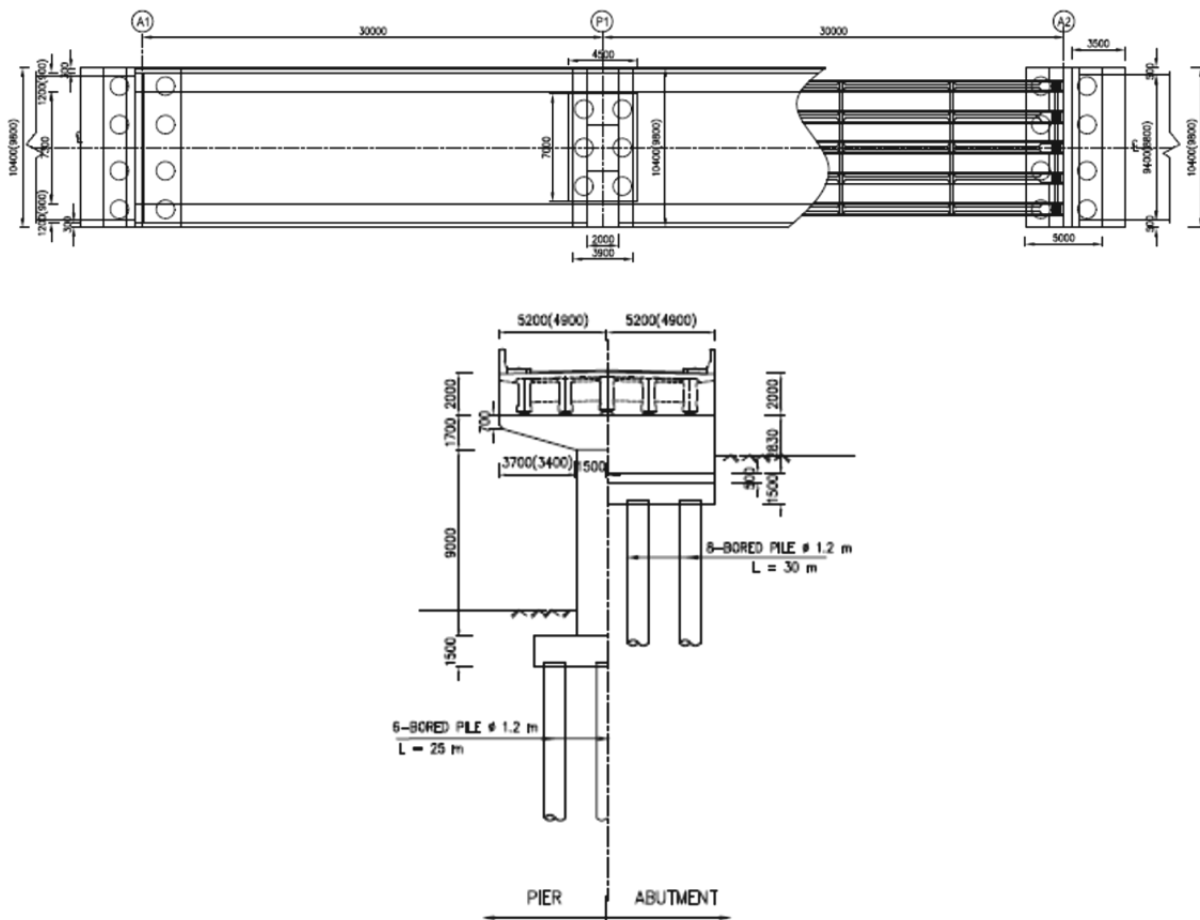


図 8.3.4 杭の配置

8.3.3 中規模橋梁 (ニールセン・ローゼ橋)

8.2.2 で説明したようにカルナ橋の主橋梁は橋長 150m のニールセン・ローゼ橋が採用され、予備設計の結果を図 8.3.5 の一般図に示す。

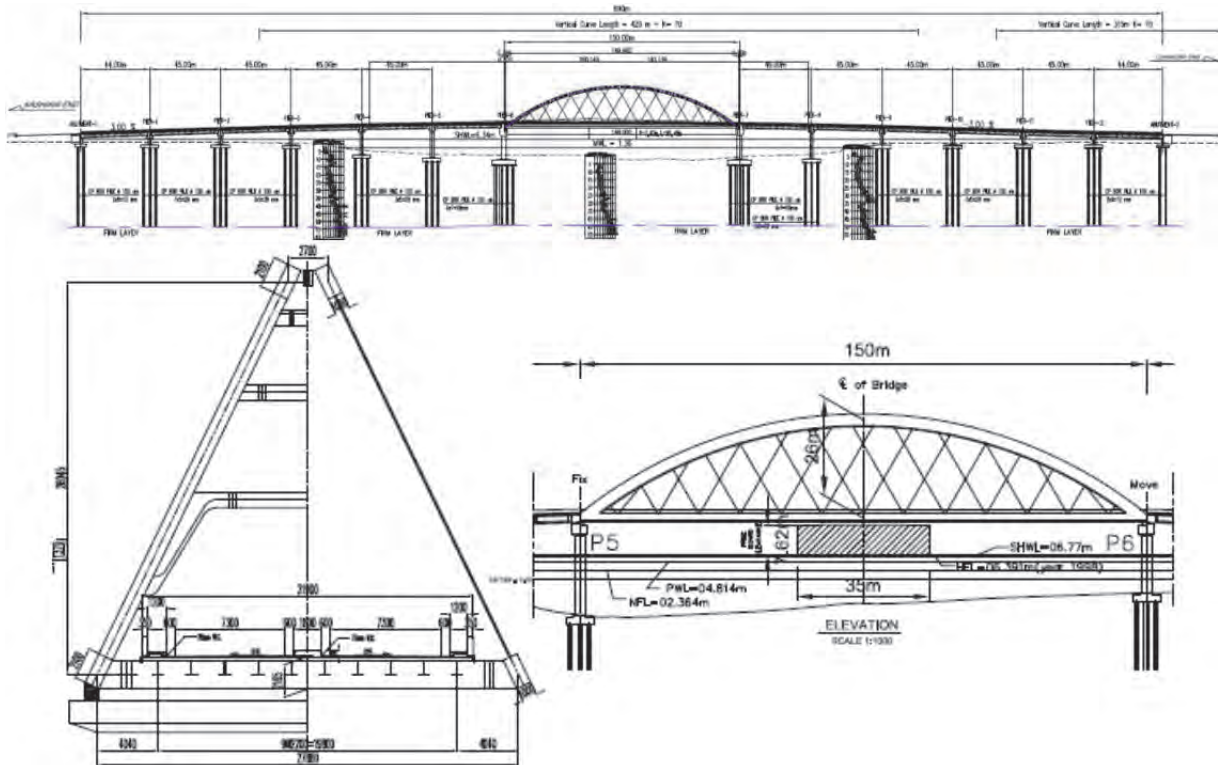


図 8.3.5 カルナ橋の主橋梁一般図

カルナ主橋梁の最重要部分は力が集中するアーチコーナー部であり、図 8.3.6 に示すよう複雑な構造となり厚板（30-50 mm）で高強度（SM570）の鋼板が溶接される。この部分に普通鋼材（SM570）を用いる場合には溶接作業前に予熱処理（80-100℃）が必要となり、この前処理の良否が溶接の品質と橋梁の寿命を左右する。

そこで、近年開発された橋梁用高降伏点鋼板 SBHS は予熱処理を不要とし溶接の品質を容易に確保できることから、カルナ主橋梁のアーチコーナー部には SBHS-500 を採用する。

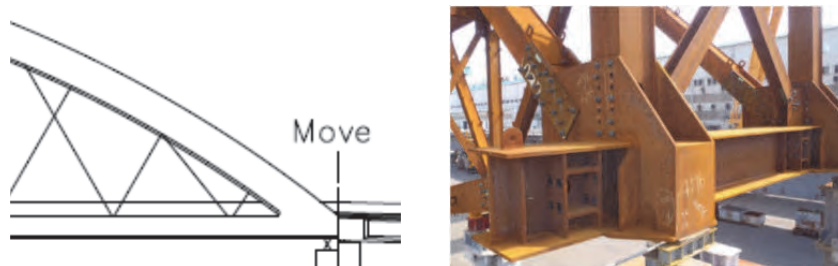


図 8.3.6 カルナ主橋梁アーチコーナー部

コスト計算に必要なカルナ橋梁の数量を表 8.3.4 にまとめる。

表 8.3.4 カルナ橋梁の数量総括表

非 公 表

8.3.4 予備設計のまとめ

PC-I 橋 (18 橋) とカルナ橋の全 19 橋の予備設計のまとめを表 8.3.5 に示し、コスト計算を実施する。

表 8.3.5 予備設計の総括表

Bridge Information					Existing Bridge			New Bridge							Total Length Increase			
No.	Bridge ID	Zone	Road No	Bridge Name	Span Arrangement	Width (m)	Total length (m)	Bridge type	No of Spans	Span Arrangement	Total Length	Width	Abutment Pile Length	Pier Pile Length	New / Exist	New - Exist		
A1	N-706_14b	Khulna	N-706	Jhikorgacha Br.	18.3+14.35+11.8+29.20+12.15+14.30+18.38	7.30	118.7	PC-I	4	30+30+35+30	125	14.2+14.2	42	38	1.05	6		
A2	R-750_25a	Khulna	R-750	Tularampur Br.	13.40+64.70+13.40	8.23	91.5	PC-I	3	30+35+35	100	10.4+10.4	39	30	1.09	9		
A3	Z-7503_5a	Khulna	Z-7503	Hawai khali Br.	4.50+17.10+4.50	7.90	26.1	PC-I	1	35	35	11.3+11.3	43		1.34	9		
A4	N-806	Gopalganj	N-806	Kalna				PC-I + Steel	13	(44+45*4+46)+150+(46+45*4+44)	690	21.9	55	39				
A5	N-805_24a	Gopalganj	N-805	Garakola Br.	35.00 + 35.00 + 35.00	10.00	105.1	PC-I	3	35+40+35	110	10.4+10.4	39	29	1.05	5		
B1	R-151_3a	Chittagong	R-151	Purbo Hinguli Br.	18.5	7.83	18.5	PC-I (GOB)	2	30+25	55	13.4	36		2.97	37		
B2	R-151_4a	Chittagong	R-151	Telipool Br.	15.24	4.18	15.2	PC-I	1	25	25	13.4	36		1.64	10		
B3	R-151_4c	Chittagong	R-151	Lakshmi chara Br.	15.42	4.21	15.4	PC-I	1	40	40	13.4	59		2.59	25		
B4	R-151_11a	Chittagong	R-151	Tulaluli Lohar Br.	24.45	5.03	24.5	Embankment										
B5	R-151_11c	Chittagong	R-151	Tulaluli Br.	24.3	7.15	24.3	Embankment										
B6	R-151_12a	Chittagong	R-151	Buro Camp Br.	24.2	7.20	24.2	Embankment										
B7	R-151_12c	Chittagong	R-151	Bangra Tabor Br.	24.32	7.18	24.3	Embankment										
B8	R-151_12e	Chittagong	R-151	Kalapani Br.-1	24.4	7.18	24.4	Embankment										
B9	R-151_14a	Chittagong	R-151	Kalapani Br.-2	6.22+12.2+5.95	4.07	24.8	PC-I	1	35	35	13.4	10		1.41	10		
B10	R-151_14c	Chittagong	R-151	Niharkanti Das Br.	42	8.63	42.0	Box Culvert	1	1 cell@B2.0 xH2.0								
B11	R-151_15a	Chittagong	R-151	Koilapara Br.	24.4	7.10	24.4	Embankment										
B12	R-151_16a	Chittagong	R-151	Koilabazar Br.	36.8	4.85	36.8	PC-I	2	30+25	55	13.4	10	10	1.49	18		
B13	R-151_16c	Chittagong	R-151	Balulia Br.	21.35	4.03	21.4	PC-I	1	30	30	13.4	10		1.41	9		
B14	R-151_18a	Chittagong	R-151	Fulchari Br.	15.3	4.12	15.3	Box Culvert	2	2 cell@B3.0 xH3.0								
B15	R-151_22a	Chittagong	R-151	Heako Bazar Br.	12.5	4.08		Box Culvert	1	1 cell@B3.0 xH3.0								
B16	R-152_5a	Chittagong	R-152	Heako Br.	12.4	4.06		PC-I		25	25	13.4	38			25		
B17	R-152_3a	Chittagong	R-152	Amtali Br.	3.8+12.16+3.8	7.22	19.8	Box Culvert	1	1 cell@B6.0xH4.0								
B18	R-152_7a	Chittagong	R-152	Chikon Chara Br.	4.46+15.27+4.45	7.30	24.2	PC-I	1	30	30	13.4	13		1.24	6		
B19	R-152_8a	Chittagong	R-152	Chikon Chara Br.	6.02+6.52	4.24		Box Culvert	1	1 cell@B3.0 xH3.0								
B20	R-152_8c	Chittagong	R-152	Banglabazar Br.	6.08+6.58	4.31		Box Culvert	1	1 cell@B3.0 xH3.0								
B21	R-152_10a	Chittagong	R-152	Borobil Br.	6.18+18.31+6.12	7.16	30.6	PC-I (GOB)	1	35	35	13.4	13		1.14	4		
B22	R-152_10c	Chittagong	R-152	Borobil Br.	7.60+7.60	4.13		Box Culvert	1	1 cell@B2.0 xH2.0								
B23	R-152_11b	Chittagong	R-152	Gadar dokan Br.	6.7+6.5	4.20		Box Culvert	2	2 cell@B3.0 xH3.0								
B24	R-152_13a	Chittagong	R-152	Bagan Bazar Br.	18.37	4.15	18.4	Box Culvert	1	1 cell@B3.0 xH3.0								
B25	R-152_14a	Chittagong	R-152	East baganbazar Br.	12.3+12.25+12.2	4.20	36.8	PC-I	2	25+25	50	13.4	20	20	1.36	13		
B26	R-152_15a	Chittagong	R-152	Sonalpool Br.	12.3+12.16+12.43	4.13	36.9	under construction by GOB fund										
C8	N-1_257a	Chittagong	N-1	Paliya Br.	25.15+25.15	8.40	50.3	PC-I	2	25+30	55	11.3+11.3	50	46	1.09	5		
C12	N-1_272a	Chittagong	N-1	Mazar Point Br.	12.7+12.7+12.7+12.7	7.20	50.8	PC-I	2	35+25	60	11.3+11.3	34	29	1.18	9		
C13	N-1_279a	Chittagong	N-1	Sangu Br.	36.3+45.8+47+46.4+35.2	7.20	211.0	PC-I	6	2@40+4@35	220	10.4+10.4	37	27	1.04	9		
C26	N-1_328a	Chittagong	N-1	Mathamuhuri Br.	42+42+42+42+42+42	7.20	294.2	PC-I	8	6@40+2@35	310	10.4+10.4	29	21	1.05	16		
18 Bridges without Kalna					Total of 18 Bridges (without Kalna) =			1,450	Total of 18 Bridges (without Kalna) =			1,395	Ave. =	32.3	28.9	1.42	10.2	

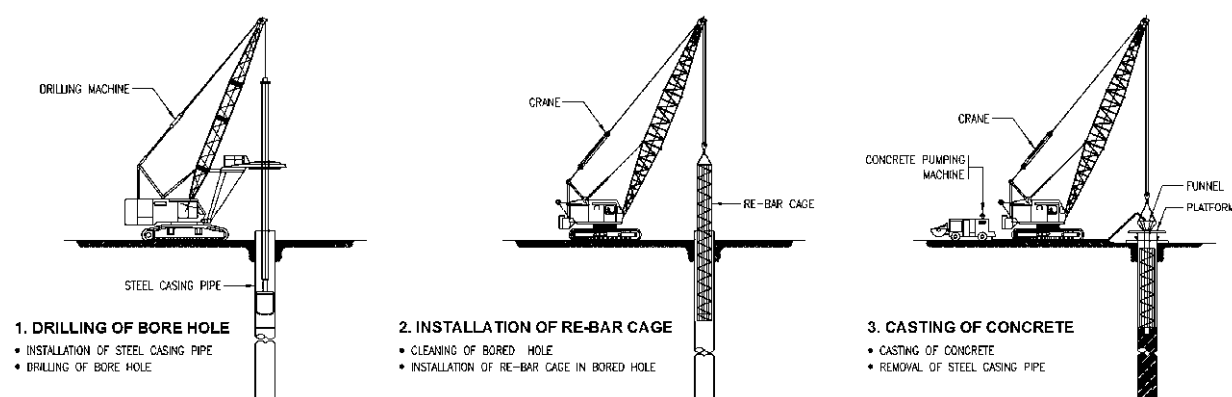
9. 施工計画

9.1 はじめに

当該プロジェクトの Sec-B の橋梁は、周辺家屋や店舗への影響および工事費等を考慮して既存橋と同位置に架橋することを原則とする。また、アジアハイウェイに架かる橋梁（Sec-A,C）については、将来拡幅時の施工性を考慮して既存橋の位置に架橋することを原則とし、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

「バ」国における他の橋梁と同じく、材料入手と施工の容易さから場所打ちコンクリート杭を採用する。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グラブによってつかみ上げ地上に排出する。掘削完了後にハンマ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。この時に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、コンクリート杭を築造する。



出典：JICA 調査団

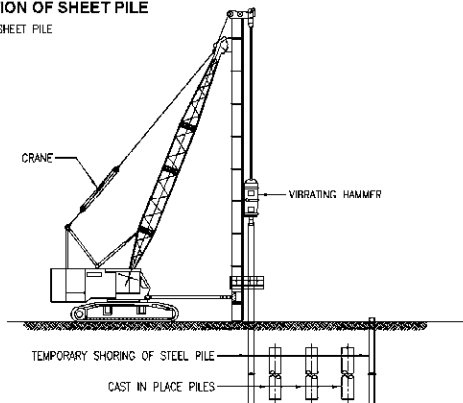
図 9.2.1 場所打ち杭の施工方法

9.3 基礎工

鋼矢板の打設後に計画高さまで掘削を行う。掘削後に均しコンクリートを打設し、型枠と鉄筋を設置して基礎を構築する。基礎工の構築後には型枠を外し、土盛り工事を実施する。

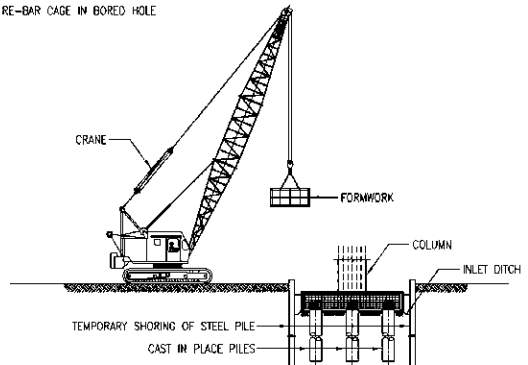
1. INSTALLATION OF SHEET PILE

- INSTALLATION OF SHEET PILE



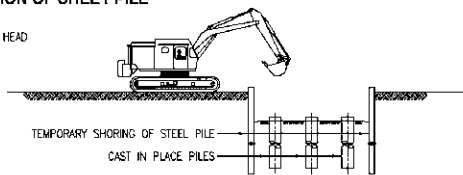
3. INSTALLATION OF FORMWORK & REINFORCEMENT OF PILE CAP

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



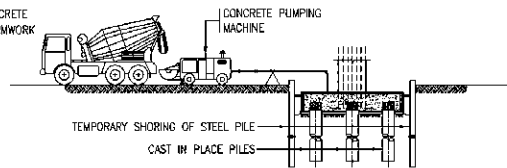
2. INSTALLATION OF SHEET PILE

- EXCAVATION
- CUT OFF OF PILE HEAD



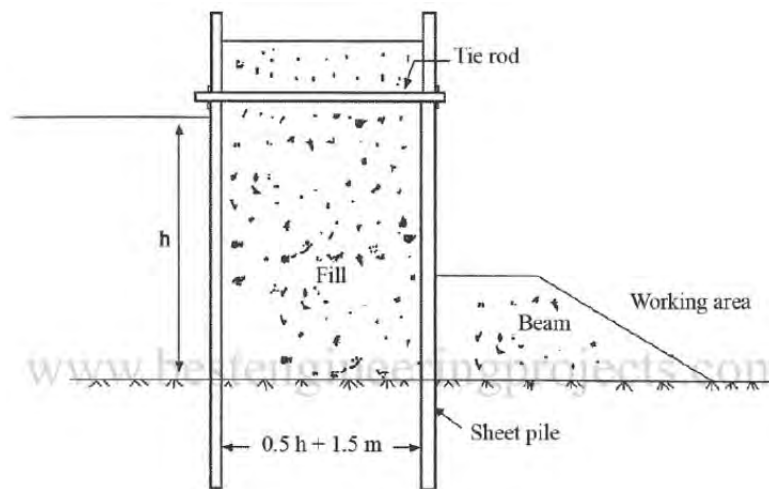
4. CASTING OF CONCRETE

- CASTING OF CONCRETE
- REMOVAL OF FORMWORK
- BACKFILLING



(a) 基礎工の施工順序

締切工事における鋼矢板の高さは工事時の水位を考慮して決定するが、標準的な二重鋼矢板の施工高さ水位との関係を下図に示す。なお、鋼矢板を一重にするか二重にするかは詳細設計時に決定する。



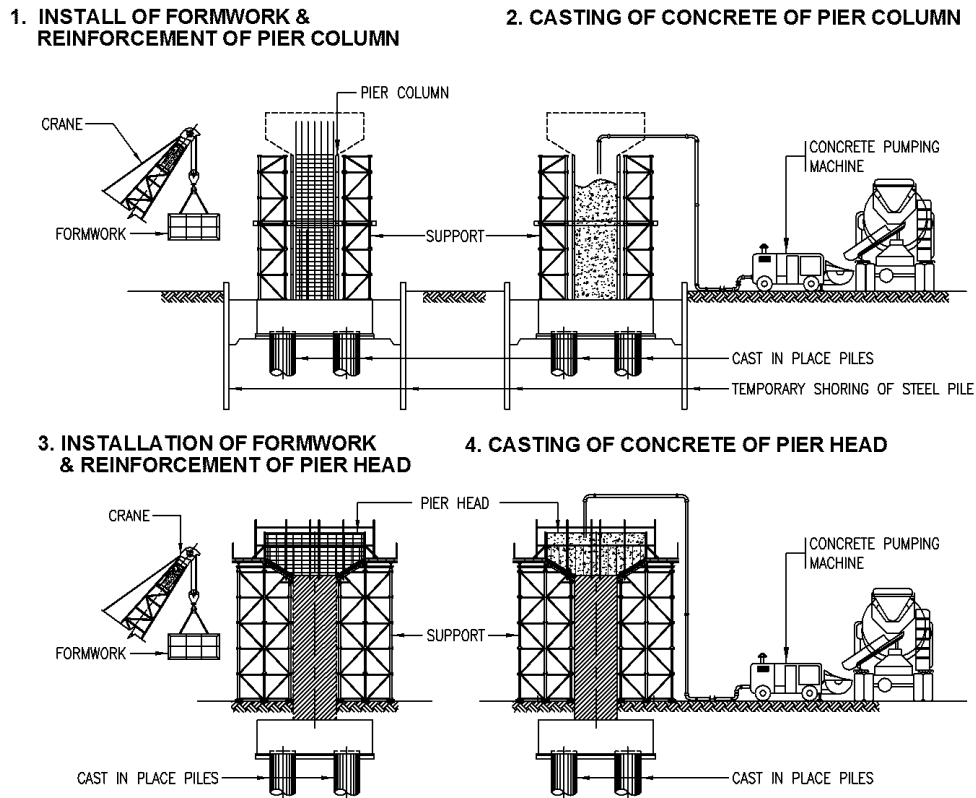
(b) 二重鋼矢板による締切工事

出典：JICA 調査団

図 9.3.1 締切工による基礎工の構築

9.4 橋脚

まず橋脚の柱を構築するための鉄筋を組立て、型枠を設置しコンクリートを打設する。次に橋脚の梁は地上から型枠を支持して設置し、橋脚柱同様に型枠設置後にコンクリートを打設する。



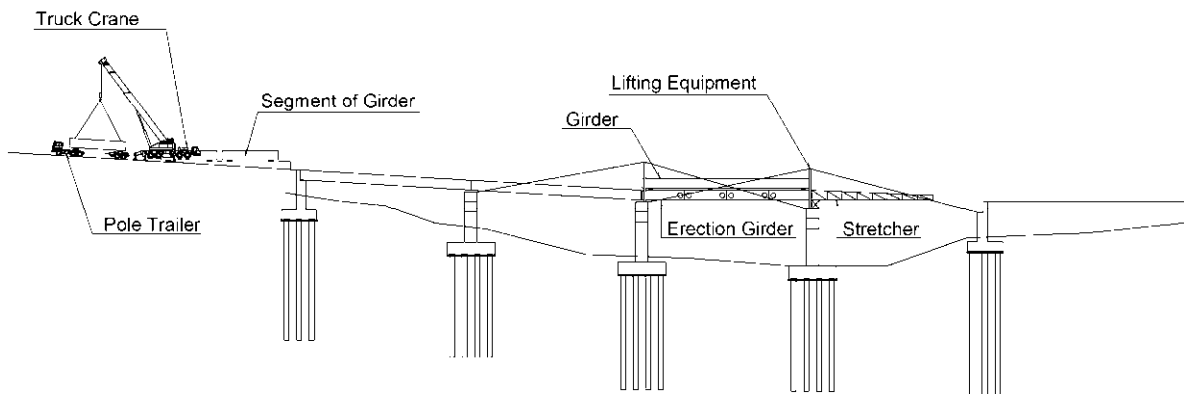
出典：JICA 調査団

図 9.4.1 橋脚の施工方法

9.5 上部工

9.5.1 PC-I 桁

PC-I 桁は下部工の工事期間中に現場付近の施工ヤードで製作され、橋脚完成後にトラッククレーンにより架設するのを基本とする。なおトラッククレーンにより架設できない場合には、詳細設計時に「架設桁工法」の採用を検討する。図 9.5.1 に示すように、「架設桁工法」は橋台の後方に PC-I 桁用の型枠を設置して PC-I 桁を製作し、完成後に橋軸方向に引出す工法である。



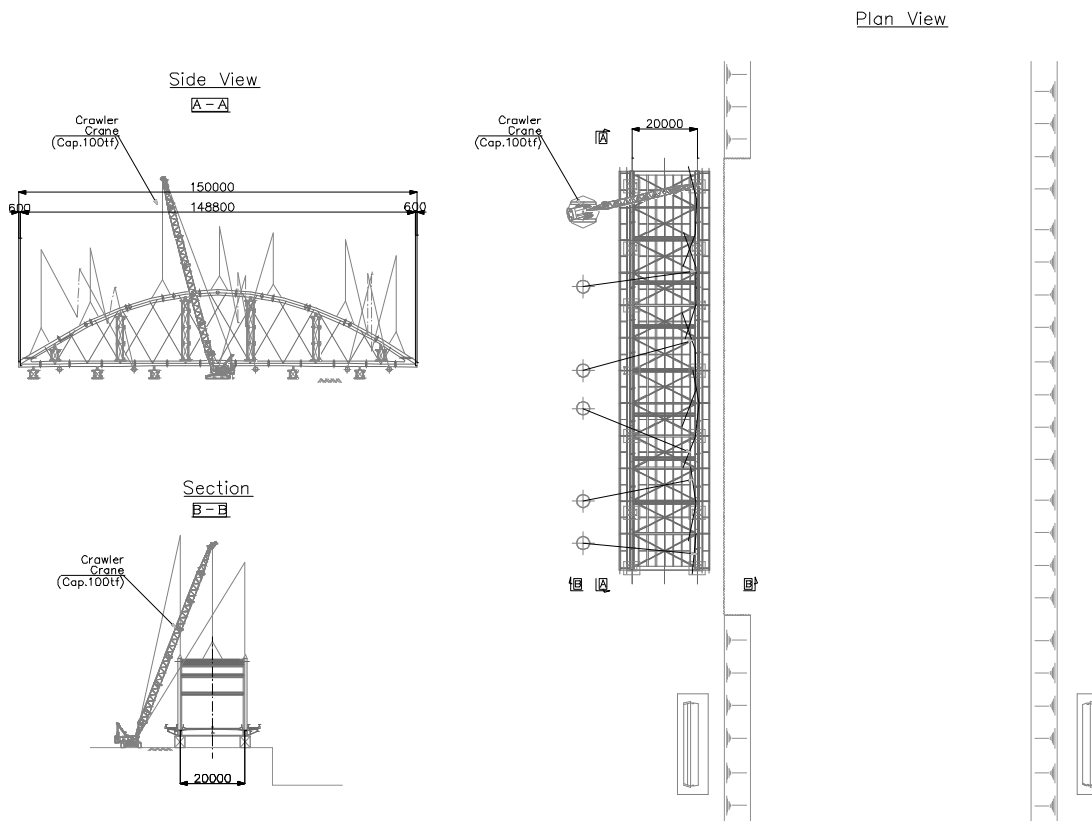
出典：JICA 調査団

図 9.5.1 架設桁による上部工の施工

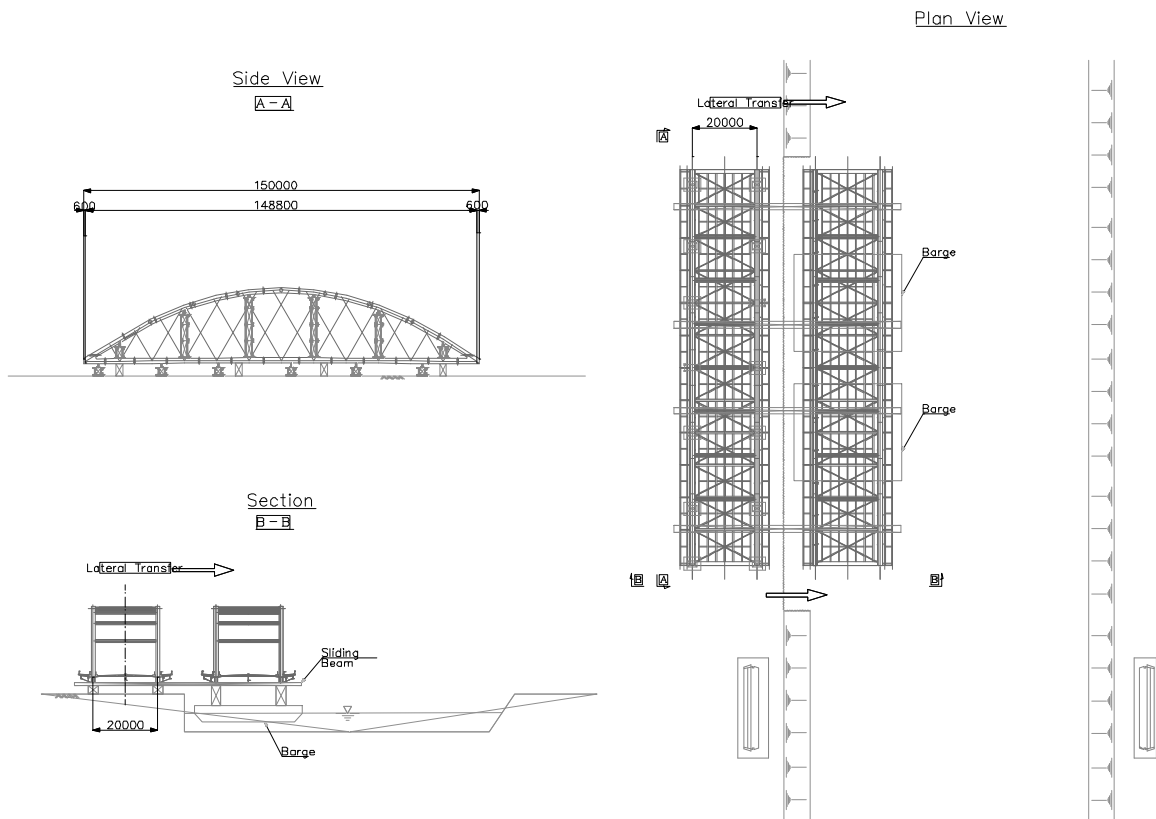
9.5.2 ニールセン・ローゼ橋 (カルナ橋)

ニールセン・ローゼ橋は、架設位置近くの川岸で地組立され、製作後に台船で河川中央へ運搬し、以下の3ステップにより架設する。

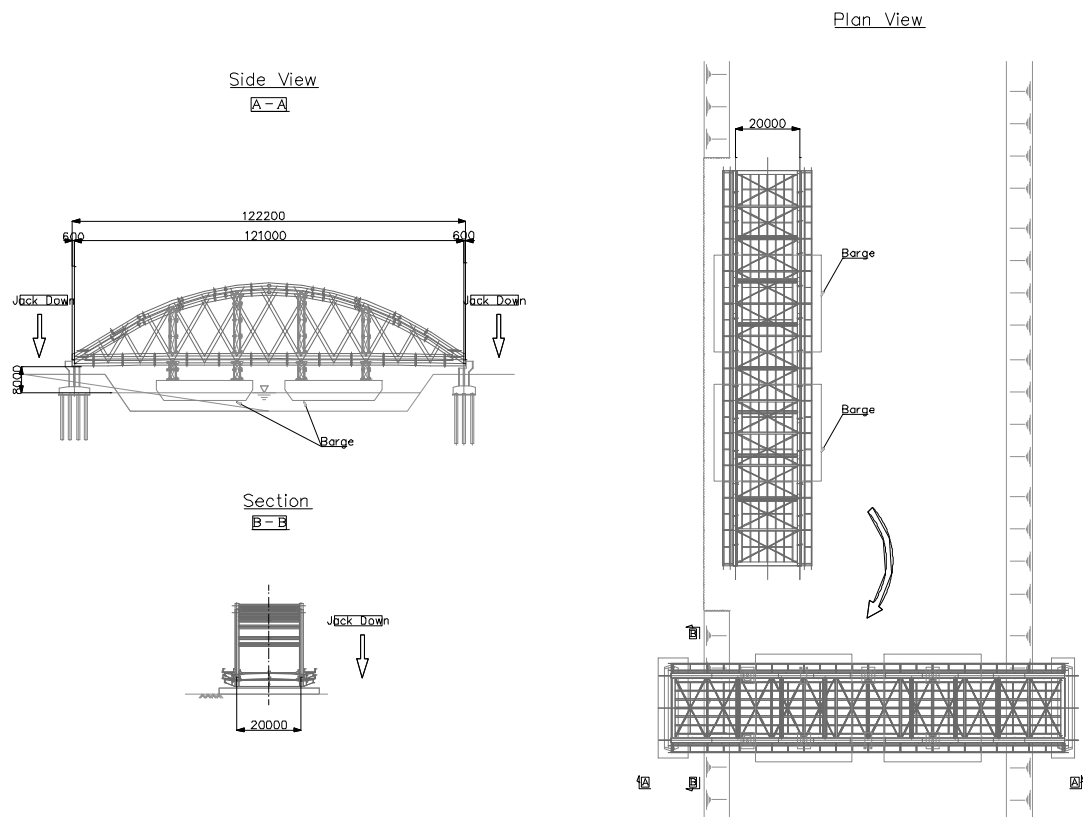
Step-1 : ニールセン・ローゼ橋の河川敷での組立て



Step-2 : 台船への横取り



Step-3: 架設地点への移動と橋脚上へのジャッキダウン



出典：JICA 調査団

図 9.5.2 カルナ主橋の施工

9.6 アプローチ道路

アプローチ道路の施工順序を以下に示す。

(1) 準備工

盛土工を開始する前の準備工として、現場の樹木他を除去する。

(2) 盛土工

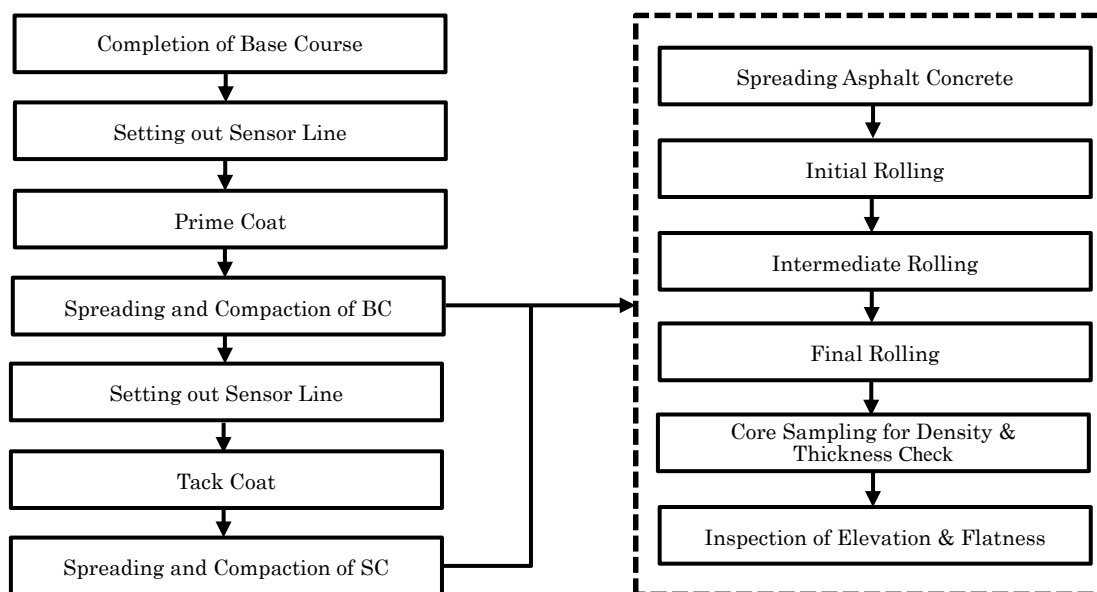
盛土材を土取場から運搬し、所定の厚みで盛土材を撒き出した後にローラーにて締固める。

(3) 斜面安定工

盛土斜面をバックホーで締固めた後に、植林等で斜面安定工を実施する。

(4) 舗装工

ベースコースとサブベースはグレーダーで平滑化した後にローラーで締固める。舗装材（SC、BC）は、アスファルトミキサーで平滑化した後にローラーで締固める。舗装工の標準的な施工順序を下記に示す。



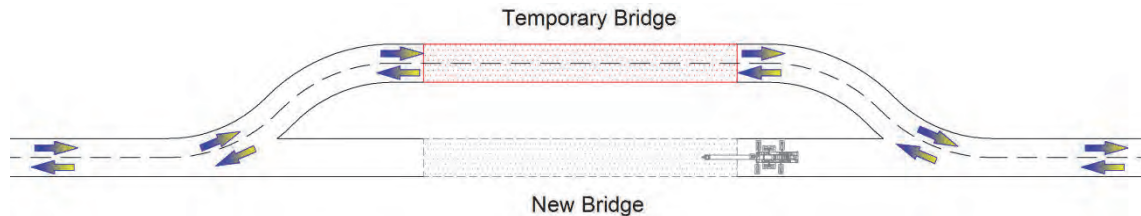
出典：JICA 調査団

図 9.6.1 舗装工の施工順序

9.7 交通規制

(1) Plan-1: 仮設橋

前述した様に Sec-B は（B25 を除き）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。またジコルガチャ橋の仮設橋の使用方法を以下に示す。



(a) 仮設橋による迂回路 (Sec-B)

Step-1:

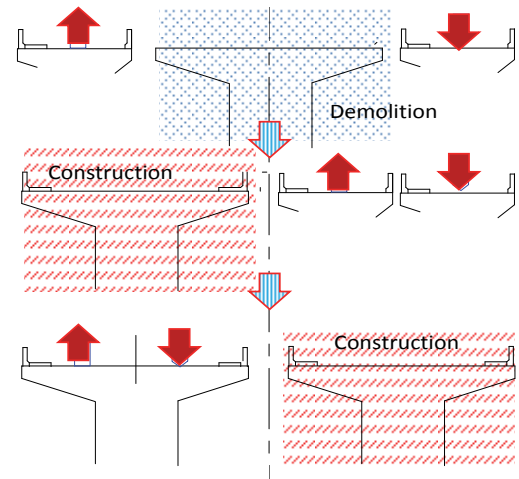
- Temporary diversion in both sides
- Existing bridge demolition

Step-2:

- 2-lane new bridge construction

Step-3:

- Traffic diversion through new bridge
- Another 2-lane new bridge construction at next



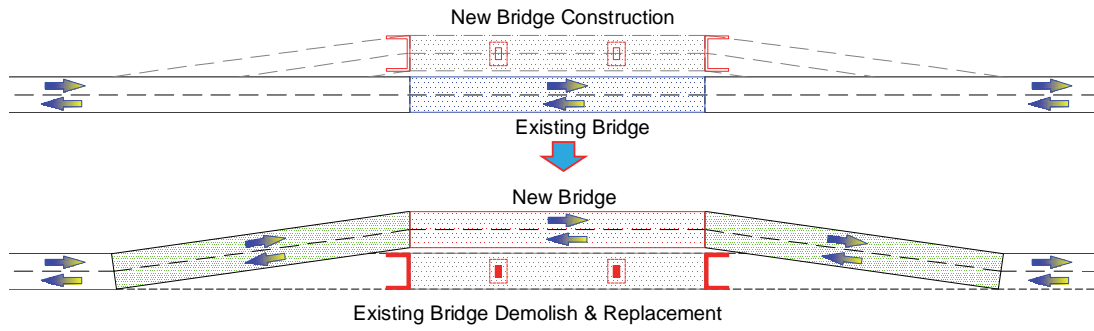
(b) ジコルガチャ橋の迂回路

出典：JICA 調査団

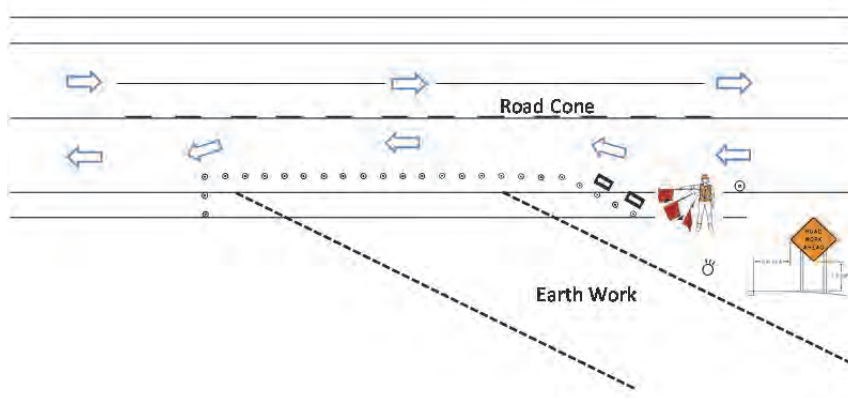
図 9.7.1 迂回路 (Sec-B)

(2) Plan-2: 路肩規制

Sec-A と Sec-C 上の橋梁は既存橋に隣接して建設されるため、仮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。交通は新設の 2 車線橋へ迂回させることが可能であり仮設橋は不要である。しかしながら、盛土工と舗装工の施工中には下図に示す路肩規制が必要となる。



(a) 迂回路



(b) 路肩規制

出典：JICA 調査団

図 9.7.2 迂回路と路肩規制 (Sec-A、Sec-C)

(3) Plan-3: フェリー渡河

カルナ橋は既存のフェリー航路から離れた位置での新橋建設であるので、新橋工事が既存交通への障害とはならず、新橋建設中はフェリーを継続して使用できる。



出典：JICA 調査団

図 9.7.3 フェリーによる渡河

表 9.7.1 建設時の迂回路

Sl. no.	Bridge name	Diversion Plan
Section A		
A1	Jhikorgacha Bridge	Plan-1(b)
A2	Tularampur Bridge	Plan-2
A3	Hawai khali Bridge	Plan-2
A4	Kalna Bridge	Ferry Crossing (Plan-3)
A5	Garakola Bridge	Use of existing bridge
Section B		
B2	Telipool Bridge	Plan-1(a)
B3	Lakshmi chara Bridge	Plan-1(a)
B9	Kalapani Bridge-2	Plan-1(a)
B12	Koilabazar Bridge	Plan-1(a)
B13	Balutila Bridge	Plan-1(a)
B14	Fulchori Bridge	Plan-1(a)
B15	Heaku Bazar Bridge	Plan-1(a)
B16	Heako Bridge	Plan-1(a)
B18	Chikon Chara Bridge	Plan-1(a)
B19	Chikon Chara Bridge	Plan-1(a)
B20	Bangla Bazar Bridge	Plan-1(a)
B22	Borobil Bridge	Plan-1(a)
B23	Gadar Dokan Bridge	Plan-1(a)
B24	Baganbazar Bridge	Plan-1(a)
B25	East Baganbazar Bridge	Use of existing bridge
Section C		
C8	Patiya Bridge	Plan-2
C12	Mazar Point Bridge	Plan-2
C13	Sangu Bridge	Plan-2
C26	Mathamuhuri Bridge	Plan-2

出典：JICA 調査団

9.8 工事工程

各々の橋梁タイプ別の工事工程を下記に示す。

9.8.1 PC-I 桁

(1) Case-1: 2-lane, Single Span, L=40m

Item	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Preparation	■	■	■															
Demolition			■	■	■													
Pile Cap				■	■	■												
Abutment				■	■	■	■	■										
Fabrication Yard				■	■	■												
Fabrication					■	■	■	■										
Bearing						■	■											
Erection							■	■										
Cross Beam								■	■									
Deck Slab									■	■								
Deck Work										■	■	■	■	■	■	■	■	■
Approach road											■	■	■	■	■	■	■	■
Cleaning													■	■	■	■	■	■

(2) Case-2: 2-lane, 2-Span, L=55m

Item	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Preparation	■	■	■															
Demolition			■	■	■	■												
Pile Cap				■	■	■												
Abutment/Pier				■	■	■	■	■	■									
Fabrication Yard				■	■	■												
Fabrication					■	■	■	■										
Bearing						■	■											
Erection							■	■										
Cross Beam								■	■									
Deck Slab									■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Deck Work											■	■	■	■	■	■	■	■
Approach Road												■	■	■	■	■	■	■
Cleaning																	■	■

(3) Case-3: 2-lane, 3-Span, L=110m

(既設橋の撤去なし、既設橋を迂回路として利用可能)

Item	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Preparation	■	■	■															
Pile Cap			■	■	■	■												
Abutment/Pier				■	■	■	■	■	■									
Fabrication Yard				■	■	■												
Fabrication					■	■	■	■										
Bearing						■	■											
Erection							■	■										
Cross Beam								■	■									
Deck Slab									■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Deck Work											■	■	■	■	■	■	■	■
Approach Road												■	■	■	■	■	■	■
Cleaning																	■	■

出典：JICA 調査団

図 9.8.1 PC-I 橋の工事工程 (2 車線)

(5) PC-I 桁橋ノボックスカルバートのパッケージ別の全体工程

非 公 表



図 9.8.3 PC-I 橋のパッケージ別の全体工程

9.8.2 カルナ橋の工事工程

非 公 表



図 9.8.4 カルナ橋の工事工程

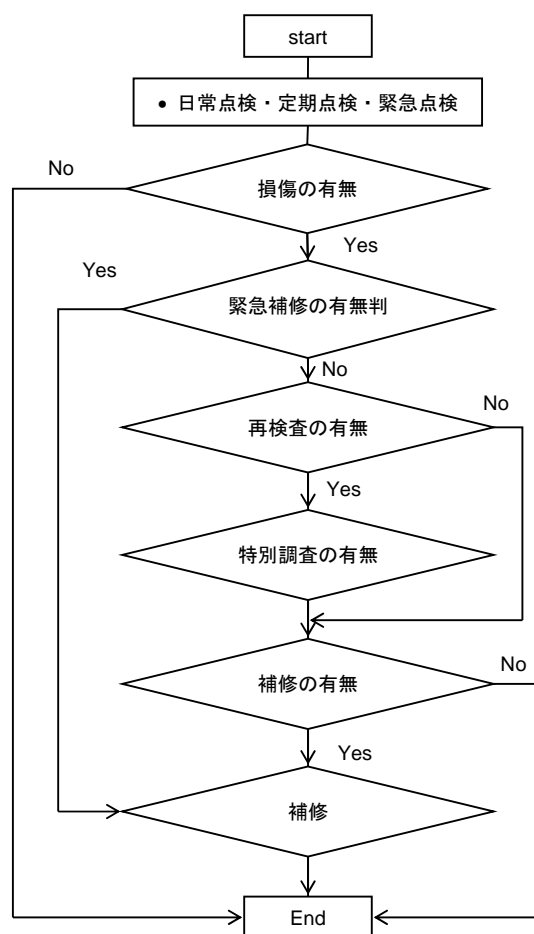
10. 維持管理・運営計画

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も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不可欠である。橋梁を供用可能な状態で長く保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、このシステムは主として「橋梁台帳の作成保存」、「定期的な点検業務」、「点検結果を基にした補修作業」で構成される。

図 10.1.1 に維持管理・運営システムにおける点検・維持管理の手順を示す。



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/橋梁における、損傷の有無と程度の特定
- 損傷個所と程度の把握、補修の必要性の判断

(2) 点検方法

維持管理・運営を行う上での、点検の種類を表 10.1.1 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

日常点検では、管理する道路/橋梁において安全な走行環境が確保されていることを確認する。主として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。従い確認事項は走行中の車両から目視で確認できる下記項目となる。

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）、他

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道路/橋梁の状態を把握するため、主に近接目視により、また必要があれば簡単な機器を用いて点検を行う。必要に応じて交通規制を伴う点検作業を行うこともある。

3) 緊急時特別点検

緊急時特別点検は、交通事故や自然災害等により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。道路/橋梁の機能を維持できない深刻な損傷を抱えている可能性がある場合には、詳細な点検を行う必要がある。基本的に近接から目視によって行うが、目視のみでは十分でない場合には機器等を用いた詳細調査を実施する必要がある。

10.1.3 維持管理

(1) 維持管理業務の分類

維持管理業務は、一般的に下記の3種類に分けられる。

1) 日常メンテナンス

日常メンテナンスは、路面上にあるゴミ、土、石等の走行に支障をきたすものを除去し、植栽の整備や排水施設の清掃等を実施し、その頻度は必要に応じて決定する。また舗装パッチング等で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場合には、適時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ことである。また、実施間隔は交通量（特に大型車混入率）に影響され決定されることもある。事業対象橋梁の供用開始後に下記の損傷が将来的に発生すると想定され、これらの損傷を発見した場合には、損傷の程度等を見極め計画的に補修を実施する。

- 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

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。突発的な事象であることから、発生時期・頻度および損傷の個所・程度を推定することは困難であり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に中長期に及ぶ補修作業が必要な場合には、交通流への影響を軽減するため短期間で実施可能な一時的な補修を行い、その後に構造性能を回復させるための大規模補修を実施することもある。

10.1.4 過積載車取締りの法制強化

交通事故や道路・橋梁の早期劣化を防止して維持管理算の削減をはかるため、過積載車の取締りを厳格化する必要がある。そのため、本事業において主要幹線道路上に軸重計の設置を提案する。軸重計の一般的な特色は下記である。

- 全重量は計測できない
- 軸重を計測するために、各車両は停止するか減速する必要がある
- 軸重計のメンテナンス期間は2-3年である

「バ」国には無い新しい規格の軸重計を導入する必要があり、現状に合致していない「バ」国の過積載取締りの法制を改革して行く必要がある。

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

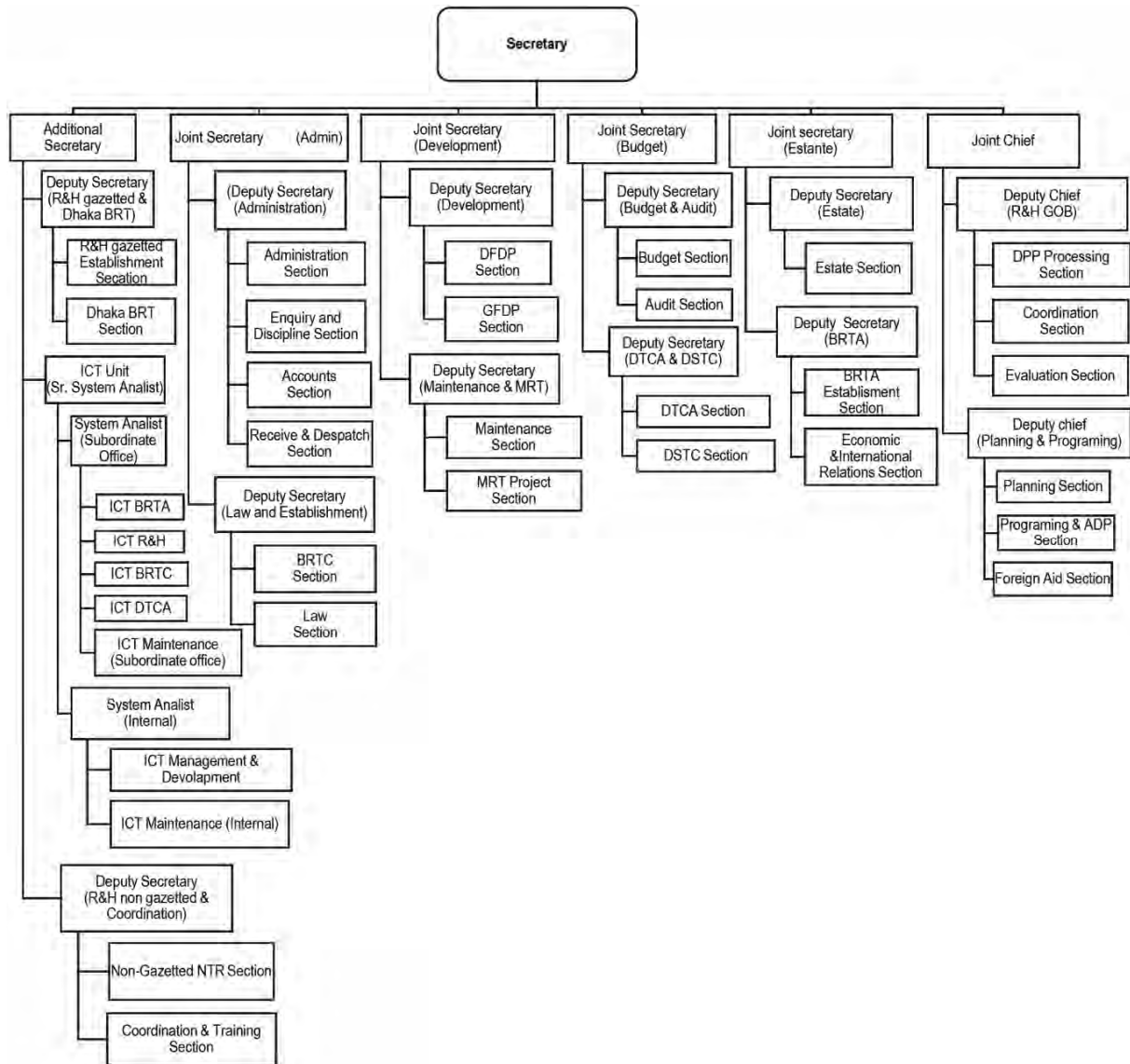
MORTB は交通インフラ全般に関わる計画・実施・維持管理・運営を担う省であり、道路・橋梁に関しては MORTB 下の道路局（RTHD）と橋梁局（BD）がそれぞれ担当している。橋梁局は橋長 1,500m 以上の長大橋を担当し、道路局は「バ」国全域の主要な道路と道路構造物（国道・主要地方道・県道）を担当する。MORTB は交通インフラ整備に関連する組織を構築し、「バ」国の社会経済活動を活性化する任務を負っている。その他に、MORTB は下記の下部組織を有する。

- 道路局（RTHD）：その下に道路部（RHD）
- 橋梁局（BD）：その下にバングラデシュ橋梁局（BBA）
- バングラデシュ道路交通機構（BRTA）
- バングラデシュ道路交通公社（BRTC）
- ダッカ都市交通部（DTCB）

MORTB のモットーの 1 つは、「人と環境に優しい道路整備を行い、道路に関する政策形成により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 下の道路局（RTHD）の組織および人員体制を下記に示す。MORTB のホームページによると、2015 年 11 月時点で道路局の職員は 191 人となっている。道路局（RTHD）の下で、実際に道路行政を担当する道路部（RHD）の詳細は、10.2.2 で説明する。



出典 : MORTB Official Website accessed 2015 (<http://www.rthd.gov.bd/>)

図 10.2.1 MORTB 道路局の組織

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. Asst. Secretary/Asst. Secretary	19
Sr. Asst. Chief/ Asst. Chief	6
Private Secretary of Secretary	1
Asst. Programmer/Asst. Maintenance Engineer	12
Accounting Officer	1
Total of Class I	59
Total of Class II	39
Total of Class III	47
Total of Class IV	46
Total(All classes)	191

出典：MORTB Official Website accessed 2015 (<http://www.rthd.gov.bd/>)

10.2.2 道路部（RHD）

(1) 概要

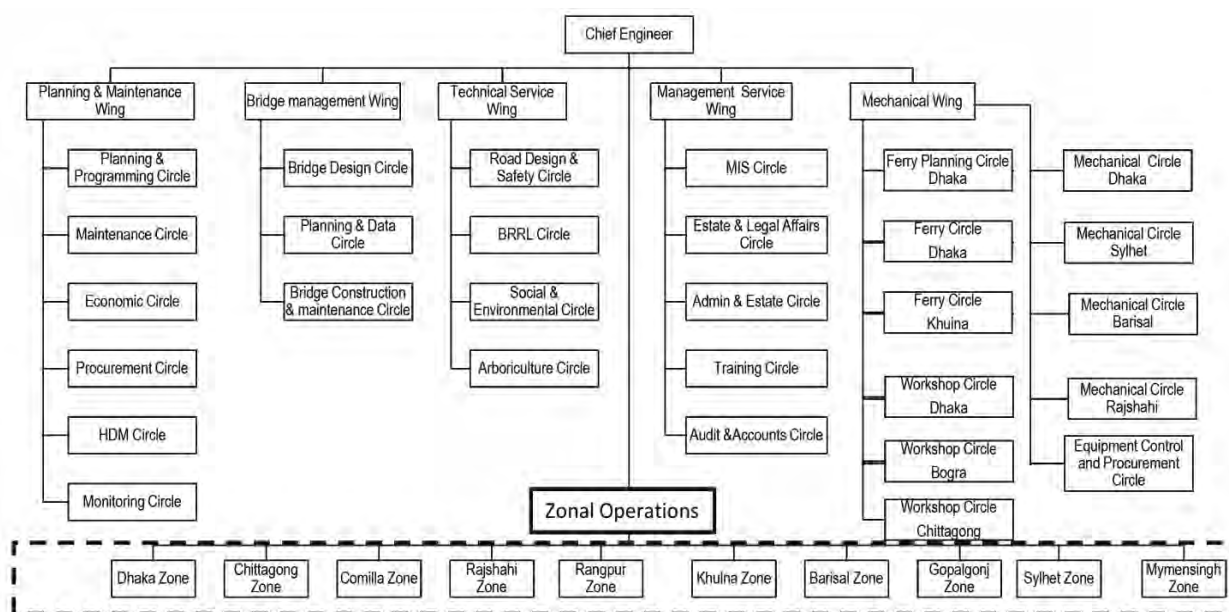
道路部（Roads and Highways Department、RHD）は、MORTB 道路局（RTHD）の下部組織として 1962 年に創設された。RHD は「バ」国の主要な道路ネットワークの計画・実施・維持管理・運営を担っており、RHD の政策は下記のように謳われている。

「RHD は「バ」国の主要な道路及び道路構造物に関する計画・実施・維持管理・運営を担うこと、またその説明責任を果たすことである」

道路総延長 21,590km の道路及び 16,985km の道路構造物をはじめとする RHD の資産は、少なくとも 4,600 億 BDT の価値があると見込まれている。この額は「バ」国の各組織が持つ資産の中で最大額であり、「バ」国の物流を支えていくために、これら資産を健全に維持することが重要である。

(2) RHD の組織

現在 RHD の組織体制は長である Chief Engineer の下に、5 つの課と 10 の地方事務所が置かれている。これらの課および事務所は Chief Engineer 直属の Additional Chief Engineer 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 Engineer 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、9,376 のポストの中で不在となっているポストが 7,233 もある。

RHD は PC-I 桁橋の設計・施工能力は十分に備えているものの、PC-Box 桁橋やエクストラドローズド橋については海外ドナーの援助により設計・施工が実施されており、OJT (On the Job Training) により技術移転されている。しかし、本事業で採用するニールセン・ローゼ橋については「バ」国で初めての橋梁形式となるため、維持管理を含めた同橋梁形式への知識を十分に深める必要がある。

表 10.2.2 RHD スタッフの配置

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

Name of Post	Number
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)

RHD 下の橋梁管理課は橋梁の点検・建設・維持管理、関連する情報収集等、橋梁に関わる全ての業務を担当している。事業の計画から施工・維持管理に至るすべての段階で実施・財務面で効率よく運営するため、各関連部署と連携しながら業務を実施している。橋梁管理課は3つの係によって構成されており、係長は **Superintending Engineer** が務めており、橋梁管理課の人員総数は 277 人である。橋梁管理課の業務は主に下記である。

- 橋梁の設計・施工・維持管理に関するマニュアルの発行
- RHD 管理の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
- 経済分析等の橋梁建設に関わる情報収集
- 橋梁事業に関する事業提案書のレビュー
- コンサルタントの選定及び業務監督
- 橋梁の開発・管理に関する年間および長期計画策定
- 橋梁事業に関わる事業計画・事業実施に関する提案書の作成
- 事業予算の確保
- 橋梁建設・補修に係る施工業者の選定
- 長期的な道路維持・運営予算の確保
- 橋梁に関する月次/年次報告書の作成

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

RHD 下の計画・維持管理課は、RHD 管理下の道路・橋梁に関する事業計画の立案・調達・維持管理、及びそのモニタリングを実施する。この課は RHD 管轄下の道路資産を維持するため、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 (BMMS) を用い、年間の維持管理計画を策定している。計画・維持管理課は 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。この課の予定人員総数は 344 人である。計画・維持管理課の業務は主に下記である。

- 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 つの地域に区分した地方事務所を設置している。施工・点検・維持管理の実地は、各地方事務所が主体となり行われている。地方事務所の業務は主に下記である。

- フィールドワークの取りまとめ、報告
- 日常および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
- 橋梁管理課および計画・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 5 年間の国家予算を表 10.3.1 に示す。

表 10.3.1 国家予算の収支

(単位：百万 BDT)

Heads	2008-2009	2009-2010	2010-2011	2011-2012	2012-2013
1. Total Receipts (a+b+c)	936,920	1,068,780	1,351,480	1,692,160	1,995,960
(a) Revenue Receipts	640,910	759,050	951,870	1,183,850	1,396,700
(i) Tax	528,670	624,850	790,520	957,850	1,168,240
(ii) Non-Tax	112,300	134,200	161,350	226,000	228,460
(b) Other Internal Receipts	202,270	158,200	248,170	272,080	334,840
(c) Foreign grants and loan receipts	93,680	151,530	151,440	236,230	264,420
(i) Project and non-ADP project aid	42,810	5,200	134,300	207,200	239,730
(ii) Food, Commodity and others	50,810	146,330	17,140	29,030	24,690
2. Total Expenditure (a+b)	804,450	990,840	1,160,070	1,377,530	1,116,750
(a) Revenue Expenditure	607,450	731,670	831,770	1,029,030	229,400
(i) Wages and Salaries	154,640	163,650	213,120	225,350	130,330
(ii) Commodities and services	83,250	78,000	110,690	122,220	386,270
(iii) Transfer	350,630	457,590	297,740	346,420	370,750
(iv) Capital Expenditure	18,930	32,430	210,220	335,040	476,530
(b) Development Expenditure	197,000	259,170	328,300	348,500	103,012
(i) Agriculture, Flood control, Water Resources and Rural Institution	53,173	63,465	80,393	75,336	
(ii) Industry	4,125		-	-	-
(iii) Transport and Communication	21,910	4,524	5,730	4,471	6,114
(iv) Others	117,792	35,943	45,530	60,096	82,172
As Percent of GDP		155,238	196,647	208,597	285,232
Total Receipts	17	17	17	18	19
Tax Revenue	9	9	10	10	11
Development Receipts	6	4	5	6	6
Total Expenditure	13	14	15	15	15
Development Expenditure	3	4	4	4	5

出典：National Accounting Wing, BBS

10.3.2 RHD の道路・橋梁の維持管理予算

RHD の過去 13 年の年間予算及びその内訳として、開発、維持管理別予算を表 10.3.2 に示す。2013-2014 年度において全予算の内訳維持管理にあてられた額は 26% であった。また RHD が維持管理のために要求した予算と、割当てられた予算の関係を表 10.3.3 に示す。要求と配分には大きな剥離がある（要求の 15% 程度）。

表 10.3.2 過去の RHD の予算及びその内訳

非 公 表

表 10.3.3 維持管理に関する予算額と予算配分額

非 公 表

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 の道路橋梁の維持管理予算」で述べたように、RHD が維持管理のために必要とする予算請求額と実際の予算配分には大きな剥離がある（要求の 15%程度）。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、十分な予算の確保および効率的な使用が必要である。

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く存在している。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。床板の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り、橋梁インフラ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 (Bridge Maintenance Management System)

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を実施しなければならない。このような状況の中、維持管理業務に優先順位をつけることで計画的に業務し予算を有効活用することが求められる。そのために BMMS は大きな一助となりうるが、現在、BMMS は適切に活用されているとは言えない状況である。

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。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）では、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 で実施された維持管理能力向上支援プロジェクト他により、下記成果が見込まれる。

- 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り、「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、さらなる類似プロジェクトを実施していく必要がある。

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 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と必要な組織を体系的に整理する。

2) 成果 2：橋梁点検・診断マニュアルや橋梁補修・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職員に橋梁維持管理マニュアルの説明・指導を行う。

3) 成果 3：新橋梁マネジメントシステム（BMS）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 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専門家が助言を行う。

(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

10.6.2 鋼アーチ橋に係る本邦研修

上記の橋梁維持管理に係る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中において鋼アーチ橋に係る本邦研修を実施することを提案する。特にニールセン・ローゼ橋と SBSH 鋼材に関する研修が重要で、これらの本邦研修の成果はカルナ橋の建設に寄与する。本邦研修のプログラム（案）を表 10.6.1 に示す。

表 10.6.1 鋼アーチ橋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鋼アーチ橋の講義	東京
5 日目	木	(AM) 大阪府への移動（新幹線） (PM) 大阪府におけるニールセン・ローゼ橋の視察	大阪
6 日目	金	ニールセン・ローゼ橋の設計、建設、維持管理について、運営維持管理機関との協議	大阪
7 日目	土	自由時間	大阪
8 日目	日	(AM) 兵庫県へ移動 (PM) 明石海峡大橋の視察	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	兵庫 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 カルナ橋の維持管理計画

10.1.2 で記載された通常の維持管理に加え、カルナ橋に関しては以下に示す維持管理項目を追加する。これらの維持管理においては、目視および機材を用いた点検を実施する。

(1) 道路パトロール

有料道路となるカルナ橋については、パトロールカーによる 24 時間体制のパトロールが必要である。基本的には、橋梁・壁高欄のチェック、道路構造物のチェック等、目視で可能な範囲で点検を実施する。



Road Patrol Car

(2) 目視点検（最低 2 年に 1 回）

カルナ橋の塗装部分の目視点検を高所作業車により実施し、錆が確認された場合は即時に補修を行い、さらなる錆の拡大を防止する。



図 10.7.1 高所作業車による目視点検

(3) 健全度の確認点検（6年に1回）

ニールセン・ローゼ橋の健全度を確認する点検を6年おきを実施する。特にケーブルの点検は機材を用いた特別点検とし、ケーブルの錆の有無、ジョイント部の健全度、およびケーブル張力のゆるみ確認を行う。

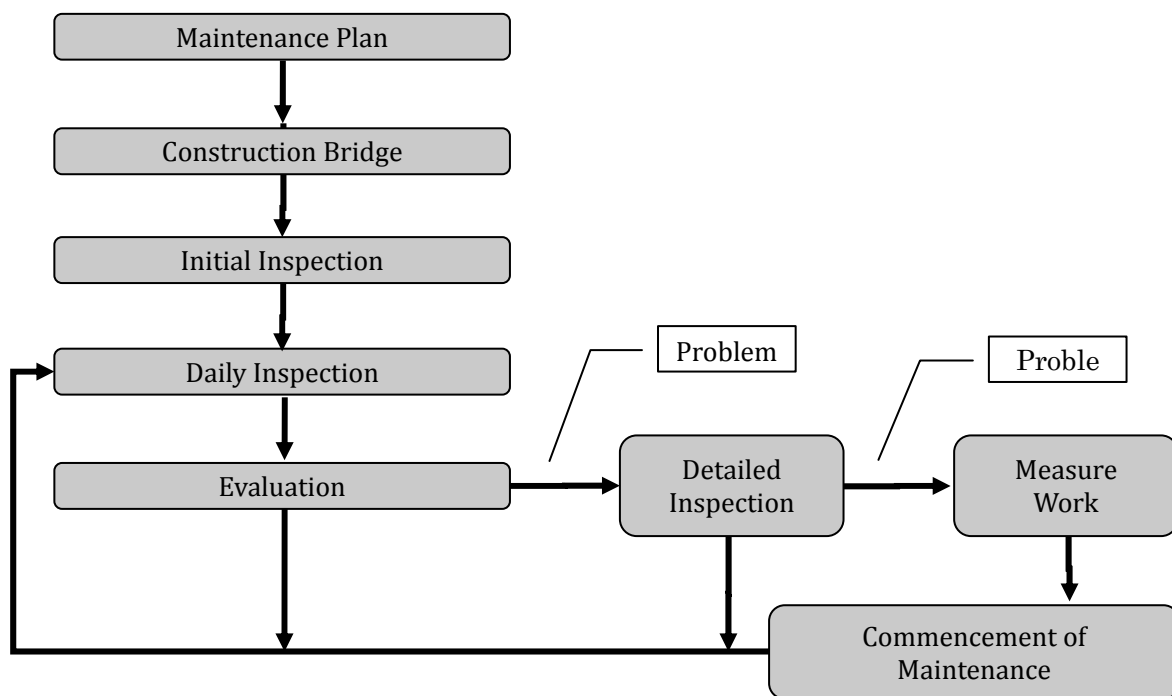


図 10.7.2 カルナ橋の健全度確認点検

1) ケーブル部

ニールセン・ローゼ橋のケーブルは、防錆のため一般塗装より寿命の長いポリエチレン樹脂で被膜されている。ケーブル断面を下図に示す。

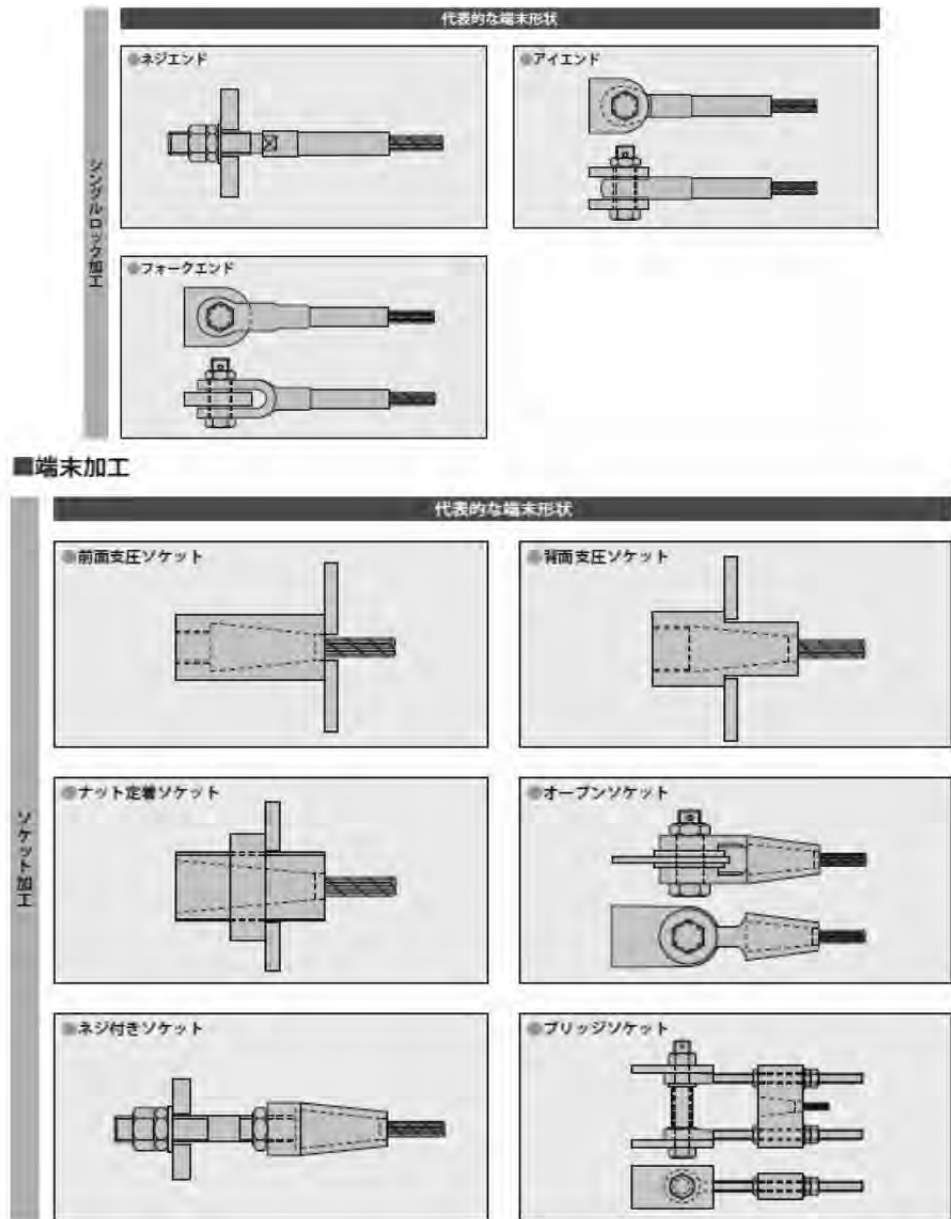
		NEW-PWS Complete Prefabricated Cable
Cable Section and Cable Structure		<p>φ7 x 283 89.4 kg/m 1,960 ton</p> <p>φ729 φ449 10</p> <p>High-density polyethylene Filament tape Galvanized wire</p>
Mechanical Property	Tensile Strength	180 kgf/mm ² (High Strength Type)
	Elastic Modulus	20,000 kgf/mm ²
	Tensile Fatigue Strength	Δσ=25 kgf/mm ²
	Bending Fatigue Strength	Bending angle ±0.6°
	Angle of Twist	3.5±0.5°
Corrosion Protection	Wire	Galvanized (300g/mm ²)
	Inner Layer	Polyester tape
	Outer Layer	High density polyethylene coating Socket fixing part (Heat-shrinkled tube in socket opening +Sealing material)
	Stranded Wire	—

出典：JICA 調査団

図 10.7.3 ケーブル断面

2) ケーブル定着部

ケーブル定着部には、防錆のために亜鉛メッキを施されている。ケーブル定着部の各種構造を下記に示す。

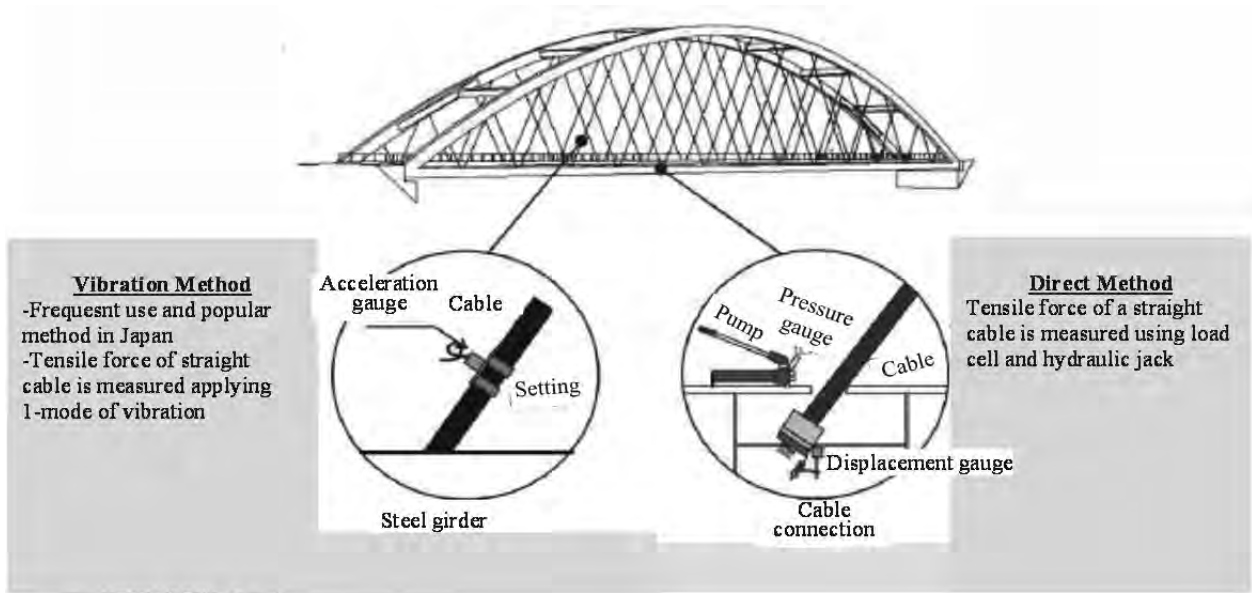


出典：JICA 調査団

図 10.7.4 ケーブル定着部

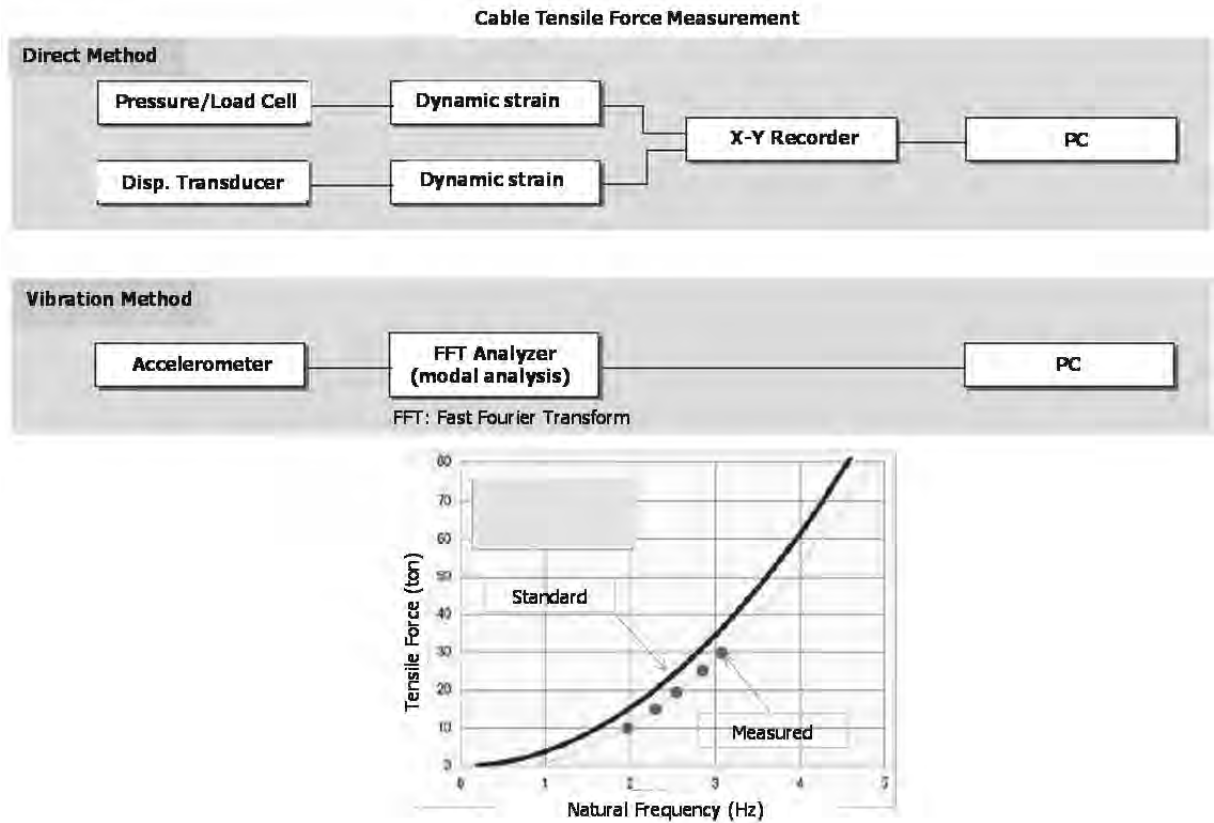
3) ケーブルの維持管理

ポリウレタン被膜と亜鉛メッキで防錆されたケーブルに、基本的には錆に対する補修は不要である。しかし、供用期間が長くなると振動などでケーブル張力が抜けて緩む可能性もあり、ケーブル張力を定期的に点検する必要がある。このため機材を用いてケーブルの振動から張力を計測する振動法などが用いられる。



(a) 振動法によるケーブル張力の計測

(b) ケーブル張力の調整



出典：JICA 調査団

図 10.7.5 ケーブル張力の計測と調整

4) カルナ橋の鋼材への重塗装

カルナ橋の鋼材部分に重塗装を施すことで、塗替期間を概ね 30 年とする。このため下表の C5 塗装系が推奨される。

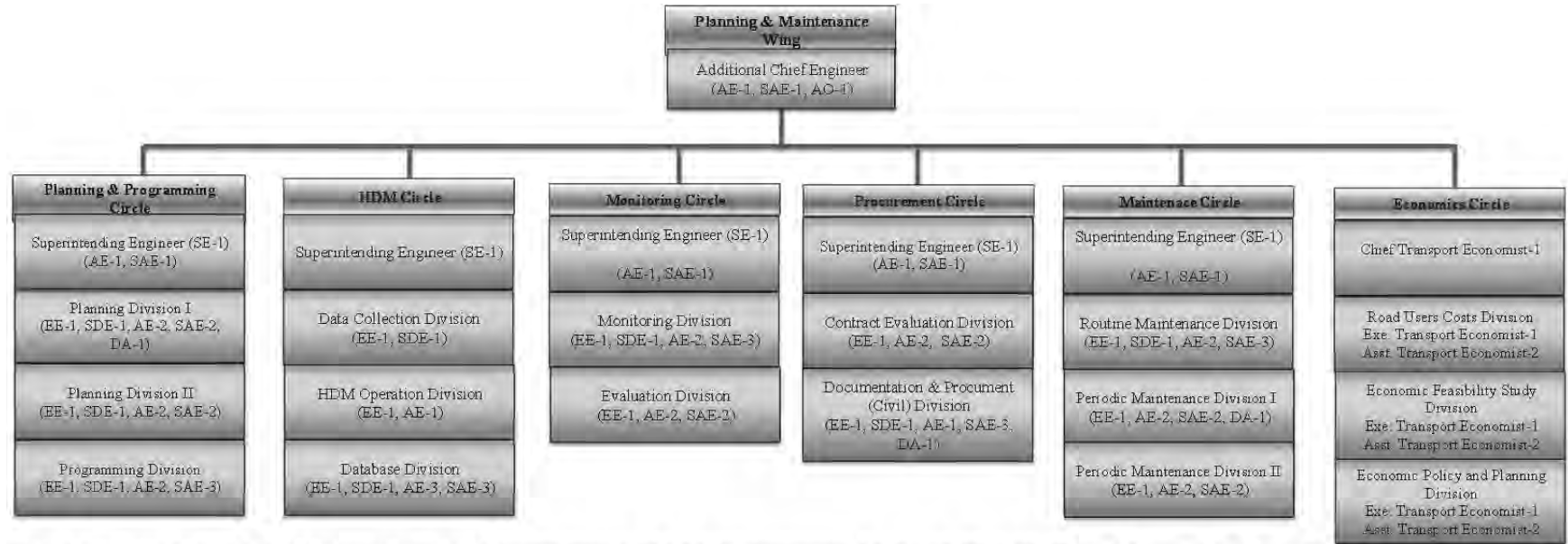
表 10.7.1 カルナ橋の塗装仕様 (C5)

outer surface painting C-5 system		Paint name	Standard thickness (μm)
Pre-treatment	First base plate conditioning	Primitive plate blasting	-
	Primer	Inorganic zinc primer	(15)
Factory paint	Secondary base plate conditioning	Assembled member blasting	-
	Under coating 1	Inorganic zinc paint	75
	Mist coating	Under coat epoxy resin paint	-
	Under coating 2	Under coat epoxy resin paint	120
	Intermediate coat	Intermediate fluororesin paint	30
	Top coat	Top coat fluororesin paint	25

出典：JICA 調査団

10.8 維持管理・運営の組織

点検を除く維持管理作業は基本的には、RHD の計画・維持管理課から民間のメンテナンス会社に委託して実施される。この課には 6 つの係があり、日常点検と定期点検を担当している。その他に HDM 係では道路・橋梁の現況確認結果を参考に予算立案を行う。



Note: EE: Executive Engineer, SDE: Sub-divisional Engineer, AE: Assistant Engineer, SAE: Sub-Assistant Engineer, AO: Account Officer, DA: Divisional Accountant, Exe.: Executive, Asst.: Assistant
 Source : RHD'S Organization Chart

出典 : RHD

図 10.8.1 維持管理の運営組織図

10.9 当プロジェクト橋梁に関する維持管理・運営費

カルナ橋以外の一般の PC-I 橋の維持管理は、毎年実施される通常点検で行われる。また 10 年毎に実施される定期点検にて舗装補修と伸縮装置の交換を行い、コンクリート表面の防錆塗装は 30 年毎に実施する。

カルナ橋の再塗装は 30 年毎で予算計上し、ケーブルの取換えは起こらないと考えられるが予算上では橋梁寿命の中で 1 回分の費用を計上しておく。また料金所施設のシステム維持管理費用を 10 年更新で計上する。

本事業で準備すべき維持管理・運営費は、最初の 5 年で BDT 817 million、最初の 10 年で BDT 2,855 million、全期間で BDT 21,959 million と見積られ、その詳細を表 10.9.1 に示す。

表 10.9.2 本事業における維持管理・運営費

非 公 表

11. 環境社会配慮

11.1 環境社会配慮

11.1.1 環境社会配慮に影響を与える事業コンポーネントの概要

3 区間（A 区間：5 橋、B 区間：25 橋、C 区間 4 橋）を対象に、構造上に大きな損傷を有しており利用者の安全に影響を及ぼす 34 橋が改修対象候補として選定された。本事業は、これらを改修し、南アジア地区の交通渋滞の緩和と輸送量の強化を図ることを目的に実施されるものである。

なお、EIA 報告書は、Appendix-I: Project Schedule, Appendix-II: Form of Monitoring, Appendix-III: Environmental Assessment of Bridges, Appendix-IV: Applicable Standards および Appendix-V: Baseline Environmental Monitoring Photographs と共に別冊として取り纏めた。

3 区間の概要は以下のとおりである。

(1) A 区間

本地域はガンジス河氾濫原の中央に位置している。カルナ橋建設予定地のマドゥマティ川はガンジス河の支流にあたり、同河川の蛇行による影響を考慮しなければならない。

改修対象は、ダッカとベナポールを結ぶアジア・ハイウェイ 1 号線上にあるジコルガチャ、タラランプール、ハワイカリ、カルナ及びガロコラ橋である。特に、カルナ橋は新設橋梁で取り付け道路を含めると 4.77km になる。他の 4 橋の既設長は 26.1m から 118.7m であり、狭隘で損傷が著しい。対象橋梁の中ではジコルガチャ橋の混雑が最も著しい。

(2) B 区間

チッタゴン丘陵地帯の北端部に位置しており、北はフェニ川でインドとの境界に接している。幾多のフェニ川の支流が南から北に流れており、これによって比較的平坦な氾濫原と谷が形成されている。谷部には最近発生したと思われる洪水による洗掘痕が見られる。したがって、河川部での構造物施工には、設計時に洗掘を考慮しなければならない。

本路線はアジア・ハイウェイ 41 号線のバリヤルハットから、インド国境のランプールを結ぶものである。改修対象は 25 橋で既設長が 12.4m から 36.8m と短いため、いくつかの橋梁はボックスカルバートに改修予定である。沿線のほぼ中間地点に位置するヒャコ（Heako）橋が最も混雑しており、移転住民数は約 60 名の予定である。

(3) C 区間

本地域はチッタゴン丘陵地帯にあり、西北部はチッタゴン～南部コックスバザールの間にある。チッタゴン海岸平野はチッタゴンからマタバリデルタ口に伸び、比較的穏やかな山麓平野を形成している。マタバリデルタからコックスバザールまでは、海岸と砂丘沿いの狭い氾濫原にある。

アジア・ハイウェイ 41号線のチッタゴン～コックスバザール間の改修対象橋梁は4橋である。このうち2橋は51m と短く、残り2橋は211m および294.2m である。

図 11.1.1 に3区間の対象区間を示し、事業コンポーネントの概要を表 11.1.1 に示す。



図 11.1.1 Physiography of Three Sections

表 11.1.1 事業コンポーネントの概要

No.	橋名	橋長 (m)	構造形式	取付け道路長 (m)		
				A1 側	A2 側	計
A1	Jhikorgacha Bridge	125	PC-I Girder	205.0	205.0	410.0
A2	Tularampur Bridge	100	PC-I Girder	325.0	411.8	736.8
A3	Hawai khali Bridge	35	PC-I Girder	325.0	330.0	655.0
A4	Kalna Bridge	540	PC-I Girder	325.0	3,897.5	4,222.5
		150	Nielsen Lohse			
A5	Garakola Bridge	110	PC-I Girder	315.0	366.4	681.4
B2	Telipool Bridge	25	PC-I Girder	141.7	144.2	285.9
B3	Lakshmi chara Bridge	40	PC-I Girder	91.8	120.0	211.8
B9	Kalapani Bridge-2	35	PC-I Girder	90.4	103.4	193.8
B12	Koilabazar Bridge	55	PC-I Girder	89.4	118.6	208.0
B13	Balutila Bridge	30	PC-I Girder	94.9	93.0	187.9
B16	Heako Bridge	25	PC-I Girder	102.2	82.2	184.3
B18	Chikon Chara Bridge	30	PC-I Girder	85.4	137.4	222.9
B25	East baganbazar Bridge	50	PC-I Girder	129.0	107.9	236.8
C8	Patiya Bridge	55	PC-I Girder	354.0	325.0	679.0
C12	Mazar Point Bridge	60	PC-I Girder	325.0	352.4	677.4
C13	Sangu Bridge	215	PC-I Girder	434.3	341.3	775.7
C26	Mathamuhuri Bridge	310	PC-I Girder	300.0	410.1	710.1

注記：上記に加えて、B14,15,19,20,22,23,24 の7橋梁の損傷レベルがC及びDであることから、水理解析結果を踏まえて、ボックスカルバートに置換する計画とし、本事業のスコープに含むことになった。

出典：JICA 調査団

11.1.2 ベースとなる環境および社会の状況

(1) A 区間

1) 気温

ダッカ気象台で記録された最低、最高気温を表 11.1.2、および表 11.1.3 に示す。過去 10 年間の平均最低気温は 2003 年 1 月の 11.7℃である。平均最高気温は 2004 年 5 月の 35.1℃である。年間を通し最高気温は 3 月から 10 月、最低気温は 12 月から 2 月に記録される。

表 11.1.2 平均最低気温 (°C)、ダッカ気象台

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
2003	11.7	16.9	19.4	24.1	24.4	25.8	26.4	26.6	24.9	25.0	19.4	16.4
2004	14.0	16.0	22.4	23.9	26.3	25.0	25.4	26.5	25.5	23.3	18.6	16.2
2005	14.2	18.3	22.4	24.1	24.2	26.8	25.8	26.7	26.0	24.4	19.8	15.7
2006	13.5	19.4	21.9	23.8	25.0	26.1	26.7	26.5	25.8	24.7	19.9	15.8
2007	12.5	16.8	19.6	23.7	25.9	25.5	25.8	26.4	26.5	23.8	19.9	15.0
2008	14.5	15.2	22.0	24.5	24.9	26.3	26.3	26.5	26.2	23.8	19.0	16.9
2009	14.8	17.3	21.4	25.9	25.2	26.7	26.7	26.3	26.3	24.2	20.2	15.4
2010	12.8	16.2	23.3	26.4	25.9	26.7	27.4	27.1	26.6	25.1	20.9	15.5
2011	15.3	17.0	21.5	23.2	24.6	26.3	26.7	26.5	26.4	24.7	19.2	15.0
2012	14.5	16.0	22.1	23.7	25.8	26.9	26.7	26.6	26.8	24.3	19.2	14.5
Average	13.7	16.9	21.6	24.3	25.2	26.2	26.3	26.5	26.1	24.3	19.6	15.6

出典：Bangladesh Meteorological Department, Dhaka.

表 11.1.3 平均最高気温（°C）、ダッカ気象台

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
2003	21.8	28.0	30.0	34.0	34.0	31.4	32.4	32.5	31.7	31.2	29.8	25.9
2004	23.5	28.3	32.8	32.6	35.1	32.2	31.5	32.3	30.4	31.0	29.5	27.0
2005	24.5	29.1	32.2	34.4	33.2	33.4	31.5	32.1	32.8	30.6	29.1	27.1
2006	25.3	31.3	33.2	33.7	33.8	32.4	32.4	32.5	31.9	32.3	29.7	26.9
2007	24.6	27.1	31.5	33.7	34.8	32.5	31.5	32.5	32.1	31.5	29.1	25.8
2008	24.5	26.1	31.7	34.5	34.7	32.4	31.8	32.1	32.6	31.4	29.7	25.6
2009	25.9	29.7	33.3	35.6	34.6	34.5	32.3	32.5	32.5	32.2	30.2	26.0
2010	23.8	28.9	34.1	35.5	34.3	33.1	33.0	33.1	32.5	32.4	30.1	26.1
2011	23.4	28.7	32.1	33.6	32.4	32.6	32.3	31.1	32.4	32.7	29.7	25.0
2012	24.0	28.5	33.0	33.5	34.6	33.2	32.5	32.5	32.9	32.3	28.7	24.0
Average	24.1	28.5	32.3	34.1	34.1	32.7	32.1	32.3	32.1	31.7	29.5	25.9

出典：Bangladesh Meteorological Department, Dhaka.

2) 地形・地質

本区間はガンジス河、および周辺の湾曲した氾濫原の中央部に位置する。カルナ橋の架橋が予定されているマドゥマティ河はガンジス河の支流にあたり、湾曲による影響を考慮しなければならない。ガンジス河は石灰質の堆積でシルト、およびシルト質ロームで構成される。

カルナ橋の調査地点では、河川の両岸と河床にシルト質砂と粘土質砂が広く分布している。調査ボーリングは、両岸と河川部の三か所で行った。河川部の調査は、停泊用のアンカーを備えたイカダ船を使用した浮棧橋から行った。支持層は岸から 55m 下がったところで確認された。

3) 水利用

カルナ橋はマドゥマティ河水系の一つとし、他の Bhairab, Rupsa, Kaliganga 河等と同じようにパドマ河へ流れこむ。マドゥマティ河は周辺流域から支流、運河とつながっている。これらへの水の供給源は雨期である。雨期には流速は速く、水位も高く乾期と著しい差がある。

加えて、「バ」国の他の地域と同じように、プロジェクト予定地には河川と運河に加え無数の池、窪地があり、雨の受け皿となり、季節的な養魚場として使用されている。

4) 地勢

この地域の特徴は土地の高低が少ないことである。地域は、きめ細かく河川と運河の干満を利用したネットワークでつながれている。河川の両岸は灰色、石灰質系ローム土があり、流域部は灰色または濃い灰色、非石灰質土、シルト質粘土が存在する。有機物は 1.7% - 3.4% を含有する。強酸性土は、所々流域部にみられる。この地域の主要な作付は、Boro - Fallow - Fallow, Fallow - Shrimp - T.aman, Fallow - T. aus - T.aman と自然のマングローブ林である。

5) 土地利用

Retail union での土地利用は中位の高地（802 ha）、中位の低地（377 ha）、高地（314 ha）、低地（79 ha）となっており T. aman 水田耕作に適している。低地はモンスーン時期に連続して4~5 か月間浸水する。

Lohagara union での土地利用は中位の高地、中位の低地となっている。中位の低地は水深180 cm 程、3~4 か月間浸水している。Section A の土地利用を表 11.1.4 に示す。

表 11.1.4 Section A における土地利用

Upazila	Union	Area (Ha)	Land Type (%)
Kashiani	Ratail	2,476	HL-20, MHL-51, MLL-24, LL-4
Lohagara	Lohagara	570	HL-16, MHL-53, MLL-28, LL-3

注：HL= 高地, MHL= 中位の高地, LL= 低地, MLL= 中位の低地

出典：www.landzoning.gov.bd (accessed in August 2015)

6) 人口

プロジェクト実施地域の状況を Census of Bangladesh（2011）に基づき示す。

表 11.1.5 センサス結果による人口

Section	Upazila	Union	Total population	Total HHs	Average HH size	Literacy (%)
Section A	Kashiani	Ratail	20,029	4,481	4.4	60.8
	Lohagara	Lohagara	7,571	1,780	4.1	65.7

出典：Population and Housing Census, 2011, Bangladesh Bureau of Statistics (BBS)

7) 宗教

プロジェクト実施予定地の大部分は、モスレムのスンニ派である。次表 11.1.6 に各宗教の分布状況を示す。

表 11.1.6 宗教ごとの分布状況

Section	Upazila	Union	Total Pop.	Muslim		Hindu		Christian		Buddhist		Others	
				Pop.	%	Pop.	%	Pop.	%	Pop.	%	Pop.	%
Section A	Kashiani	Ratail	20,029	18,276	91.2	1,713	8.6	40	0.2	0	0.0	0	0.0
	Lohagara	Lohagara	7,571	6,624	87.5	946	15.9	1	0.0	0	0.0	0	0.0

出典：Population and Housing Census, 2011, Bangladesh Bureau of Statistics (BBS)

8) 家屋と保有形態

表 11.1.7 と表 11.1.8 は家屋構造による区分とその保有形態を示す。

表 11.1.7 家屋構造による区分

Section	Upazila	Union	Number of Households	Type of Structure (%)			
				Pucka	Semi-pucka	Kutchha	Jhupri
Section A	Kashiani	Ratail	4,481	3.0	15.5	80.7	0.8
	Lohagara	Lohagara	1,780	2.1	20.7	72.9	4.3

出典 : Population and Housing Census, 2011, Bangladesh Bureau of Statistics (BBS)

表 11.1.8 家屋の保有形態

Section	Upazila	Union	Number of Households	Housing Tenancy (%)		
				Owned	Rented	Rent free
Section A	Kashiani	Ratail	4,481	96.9	0.5	2.5
	Lohagara	Lohagara	1,780	97.7	0.4	1.9

出典 : Population and Housing Census, 2011, Bangladesh Bureau of Statistics (BBS)

9) 飲料水設備

表 11.1.9 は対象地域の飲料水とその動力設備を示す。

表 11.1.9 プロジェクト対象地域の飲料水と動力設備

Section	Upazila	Union	Total Households	Source of Drinking Water (%)			Electricity Connection (%)
				Tap	Tube-well	Other	
Section A	Kashiani	Ratail	4,481	0.2	98.5	1.3	49.5
	Lohagara	Lohagara	1,780	0.0	99.7	0.3	40.7

出典 : Population and Housing Census, 2011, Bangladesh Bureau of Statistics (BBS)

(2) B 区間

1) 気温

Shitakunda 気象台で記録された最低、最高気温を表 11.1.10、および表 11.1.11 に示す。過去 10 年間の平均最低気温は 2011 年 1 月の 10.1°C である。平均最高気温は 2012 年 5 月の 35.2°C である。年間を通し最高気温は 3 月から 10 月、最低気温は 12 月から 2 月に記録される。

表 11.1.10 平均最低気温（°C）、Shitakunda 気象台

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
2003	10.9	15.2	17.8	23.9	25.1	25.0	25.8	25.6	25.3	24.5	17.2	14.3
2004	12.9	14.1	21.0	23.3	25.3	25.1	25.4	25.5	24.9	23.0	16.9	14.3
2005	12.3	16.7	21.5	23.6	24.2	26.5	25.5	25.3	25.2	24.3	17.7	14.8
2006	11.8	17.2	19.4	23.9	24.5	25.7	25.8	25.6	25.0	24.2	18.8	13.5
2007	10.9	15.7	17.2	23.0	25.2	25.2	25.3	25.4	25.4	23.3	20.0	13.7
2008	12.4	13.1	20.3	22.6	24.6	25.5	25.1	25.3	25.1	23.4	17.4	14.9
2009	12.2	12.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	25.2	25.3	22.6	18.7	12.7
2010	10.8	13.8	21.5	25.7	25.0	25.4	25.9	25.6	25.4	24.4	19.6	13.6
2011	10.1	14.2	19.7	21.8	23.6	26.0	26.3	26.2	26.1	24.0	17.5	13.5
2012	12.2	13.2	19.0	22.8	24.7	26.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Average	11.7	14.6	17.7	21.0	22.2	23.1	20.5	23.0	22.8	21.4	16.4	12.5

出典：Bangladesh Meteorological Department, Dhaka.

表 11.1.11 平均最高気温（°C）、Shitakunda 気象台

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
2003	25.9	30.4	31.1	33.0	33.0	30.1	32.0	32.0	32.3	32.9	30.9	28.1
2004	26.3	29.3	31.7	31.4	33.9	31.8	30.8	31.6	31.3	31.8	30.5	29.1
2005	27.2	30.2	30.8	33.3	33.0	33.1	31.6	31.3	33.1	33.4	31.1	29.2
2006	28.1	30.6	34.0	33.6	33.3	32.7	31.4	32.6	32.6	33.1	31.0	28.4
2007	26.7	28.3	32.3	32.3	33.5	31.9	30.6	32.3	31.9	32.4	30.9	27.9
2008	27.1	27.6	31.6	34.2	33.8	31.7	30.6	31.4	32.7	32.5	31.2	28.1
2009	28.2	30.9	33.5	33.6	33.7	33.1	31.0	31.8	32.6	32.9	31.4	28.4
2010	27.7	30.6	33.2	33.5	33.3	31.8	32.4	32.7	32.5	33.5	31.8	28.6
2011	22.7	28.3	31.7	33.6	33.4	33.2	32.8	31.5	33.0	33.2	29.4	24.0
2012	23.8	28.2	33.1	33.8	35.2	33.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Average	26.4	29.0	32.3	33.2	33.6	32.3	28.3	28.7	29.2	29.6	27.8	25.2

出典：Bangladesh Meteorological Department, Dhaka.

2) 地形・地質

本区間はチッタゴン丘陵地帯の北部に位置し、インド国境のフェニ河と境界を接している。フェニ河支流の幾多の小さな川により、比較的なだらかな氾濫原が構成され、丘陵線に沿った谷は南から北の方向に多数見られる。谷には洪水に起因する浸食痕が有る。構造物設計は、洪水による浸食を考慮する必要がある。丘陵部の土質は茶色の砂から粘土質ロームが頁岩上に堆積しているか、基盤部は砂岩で構成されている。

このように、丘陵部と氾濫原では土質が異なっている。丘陵部はシルト質砂、谷等の地域は粘土質シルトが主流である。土質調査は 27（26 橋梁および 1 丘陵部）か所で行った。支持層は GL から 30m であるが、バリヤルハット付近の平坦な場所では 55m 下に支持層が有る。

3) 水利用

プロジェクトの実施位置は Mirshari, Fotikchari, Ramgar と 3 つの upazila がある。この地域には Hinguli Chara, Sufola khal, Lakshmic chara, Hill thali, Bhabani khal, Vanga tower khal, Kalapani khal, Koila khal, Fotikchari khal, Fulchari khal, Johorful khal, Nangapul chara, Chikon chara, Bangle bazaar khal, Borobil khal, Noloachara khal, Rupi chara, Sonai khal 等タイプの異なる chara と khal がある。これら chara と khal への水供給はモンスーン時期に降る雨である。Hinguli Chara, Sonai khal, Rupai chara khal はフェニ河へ流れ込みベンガル湾へと注ぎ込む。

4) 地勢

土地は複雑に起伏している。丘陵は岩山ごとに異なった傾斜で構成されている。一般的には 45% 以上の急峻な勾配であるが、場所によってはそれ以上であり、低い丘陵の頂部は平坦である。大多数の土壌は黄色から濃い茶色で浸透性があり、もろくて強い酸性を示し保水性は低い。森林部での有機物含有量は 2 - 5%、焼畑農業部では 2% 未満となっている。地域の作付は常緑樹と落葉樹との混合、雑木林と牧草地、Boro - Fallow - T.aman、ゴムと紅茶である。

5) 土地利用

Hinguli union では中位の高地 (70%)、高地 (15%)、中位の低地 (10%)、低地 (5%) で構成されている。モンスーンの時期、高地での浸水被害はないが、他では土地タイプにより 2~3 か月間、最大 120 cm まで浸水が発生する。

Karehat union での農地は中位の高地 (40%)、高地 (30%)、中位の低地 (30%)、低地 (5%) で構成される。モンスーン時期に高地での浸水被害は発生しないが、その他の土地ではタイプによって 2~3 か月、最大 120 cm の水浸が発生する。

Dantmara union では中位の高地 (85%)、高地 (10%)、中位の低地 (5%) で構成される。モンスーンの時期、高地での被害は発生しないが、その他の土地ではタイプによって 2~3 か月、最大 90 cm の浸水が発生する。

Section B の土地利用を表 11.1.12 に示す。

表 11.1.12 Section B の土地利用

Upazila	Union	Area (Ha)	Land Type (%)
Mirsharai	Hinguli	1,847	HL-15, MHL-70, MLL-10, LL-5
	Karerhat	14,811	HL- 30, MHL-55, MLL-15
Fatikchhari	Bagan Bazar	19,129	HL-30, MHL-40, MLL-25, LL-5
	Dantmara	5,006	HL-10, MHL-85, MLL-5

注：HL= 高地, MHL= 中位の高地, LL= 低地, MLL= 中位の低地

出典：www.landzoning.gov.bd (accessed in August 2015)

6) 人口

調査対象地の状況を Census of Bangladesh (2011)に基づき union ごとに示す。

表 11.1.13 センサス結果のよる人口

Section	Upazila	Union	Total population	Total HHs	Average HH size	Literacy (%)
Section B	Mirsharai	Hinguli	29,133	5,889	4.9	52.7
		Karerhat	35,467	7,362	4.8	46.8
	Fatikchhari	Bagan bazar	40,496	8,291	4.9	45.6
		Dantmara	47,526	9,436	5.0	42.9
	Ramgar	Ramgar	12,961	2,598	5.0	36.0

出典：Population and Housing Census, 2011, Bangladesh Bureau of Statistics (BBS)

7) 宗教

プロジェクト実施予定地の大部分はモスレムのスンニ派である。次表 11.1.14 に各宗教の分布状況を示す。

表 11.1.14 宗教ごとの分布状況

Section	Upazila	Union	Total Pop.	Muslim		Hindu		Christian		Buddhist		Others	
				Pop.	%	Pop.	%	Pop.	%	Pop.	%	Pop.	%
Section B	Mirsharai	Hinguli	29,133	25,848	88.7	3,277	11.2	0	0.0	8	0.0	0	0.0
		Korerhat	35,467	31,116	87.7	3,516	9.9	16	0.0	1	0.0	818	2.3
	Fatikchhari	Baganbazar	40,496	36,786	90.8	3,196	7.9	1	0.0	16	0.0	497	1.2
		Dantmara	47,526	44,838	94.3	2,501	5.3	1	0.0	61	0.1	125	0.3
	Ramgar	Ramgar	12,961	8,589	66.3	1,719	13.3	0	0.0	2,538	19.6	115	0.9

出典：Population and Housing Census, 2011, Bangladesh Bureau of Statistics (BBS)

8) 家屋と保有形態

表 11.1.15 と表 11.1.16 は家屋構造による区分とその保有形態を示す。

表 11.1.15 家屋構造による区分

Section	Upazila	Union	Number of Households	Type of Structure (%)			
				Pucka	Semi-pucka	Kutchha	Jhupri
Section B	Mirsharai	Hinguli	5,889	9.3	10.6	79.7	0.3
		Karerhat	7,362	7.0	5.2	86.6	1.2
	Fatikchhari	Baganbazar	8,291	1.4	3.3	92.6	2.7
		Dantmara	9,436	3.1	8.4	82.7	5.8
	Ramgar	Ramgar Paurashava	2,598	0.3	1.3	93.0	5.4

出典：Population and Housing Census, 2011, Bangladesh Bureau of Statistics (BBS)

表 11.1.16 家屋の保有形態

Section	Upazila	Union	Number of Households	Housing Tenancy (%)		
				Owned	Rented	Rent free
Section B	Mirsharai	Hinguli	5,889	92.0	6.2	1.8
		Karerhat	7,362	95.4	2.3	2.4
	Fatikchhari	Baganbazar	8,291	90.9	0.9	8.2
		Dantmara	9,436	93.5	2.3	4.2
	Ramgar	Ramgar paurashava	2,598	89.2	0.3	10.4

出典 : Population and Housing Census, 2011, Bangladesh Bureau of Statistics (BBS)

9) 飲料水設備

表 11.1.17 は対象地域の飲料水とその動力設備を示す。

表 11.1.17 プロジェクト対象地域の飲料水と動力設備

Section	Upazila	Union	Total Households	Source of Drinking Water (%)			Electricity Connection (%)
				Tap	Tube-well	Other	
Section B	Mirsharai	Hinguli	5,889	1.1	93.9	5.1	67.4
		Korerhat	7,362	0.6	94.4	5.0	48.3
	Fatikchhari	Baganbazar	8,291	1.9	80.5	17.6	32.3
		Dantmara	9,436	3.1	69.4	27.5	31.9
	Ramgar	Ramgar Paurashava	2,598	2.6	88.4	9.0	40.2

出典 : Population and Housing Census, 2011, Bangladesh Bureau of Statistics (BBS)

(3) C 区間

1) 気温

チッタゴン気象台で記録された最低、最高気温を表 11.1.18、および表 11.1.19 に示す。過去 10 年間の平均最低気温は 2011 年 1 月の 13.3°C である。平均最高気温は 2006 年 3 月の 33.7°C である。年間を通し最高気温は 3 月から 10 月、最低気温は 12 月から 2 月に記録される。

表 11.1.18 平均最低気温（°C）、チッタゴン気象台

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
2003	13.6	17.4	19.7	24.5	25.6	25.0	25.8	25.8	25.5	24.8	18.7	16.3
2004	14.9	16.3	22.0	23.9	25.9	25.5	25.4	25.6	25.2	23.7	18.4	16.3
2005	14.5	18.4	22.2	24.5	24.7	26.9	25.6	25.5	25.5	24.7	19.5	17.1
2006	14.6	19.1	21.8	24.7	24.6	25.9	25.7	25.6	25.4	24.6	20.6	15.8
2007	13.5	17.1	19.6	23.6	25.7	25.6	25.3	25.4	25.4	23.3	21.2	15.9
2008	15.0	15.2	21.6	23.8	24.4	25.2	25.1	25.3	25.5	24.1	19.5	17.3
2009	14.9	16.9	21.6	25.3	25.0	25.6	25.5	25.7	25.4	24.1	21.1	15.9
2010	14.0	16.4	22.5	26.0	25.7	25.6	26.0	25.6	25.5	24.9	21.3	16.2
2011	13.3	16.8	20.2	23.9	24.7	25.5	25.5	25.1	25.1	24.4	19.2	16.1
2012	15.4	16.4	21.9	23.8	25.4	25.5	25.5	25.7	25.8	24.2	20.6	14.5
Average	14.4	17.0	21.3	24.4	25.2	25.6	25.5	25.5	25.4	24.3	20.0	16.1

出典：Bangladesh Meteorological Department, Dhaka.

表 11.1.19 平均最高気温（°C）、チッタゴン気象台

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
2003	25.8	30.7	31.1	32.8	32.8	29.9	32.2	32.0	32.0	33.0	31.2	28.4
2004	26.2	29.4	31.4	31.5	33.6	31.8	30.5	31.8	31.2	32.0	30.9	29.0
2005	27.4	30.6	30.9	33.4	33.5	32.8	31.4	30.6	32.6	33.0	30.6	29.1
2006	28.2	30.7	33.7	33.5	32.8	32.5	31.4	32.5	32.3	32.7	31.1	28.3
2007	26.8	28.7	32.3	32.3	33.1	32.0	30.6	32.0	31.5	32.2	31.0	28.4
2008	24.9	26.0	29.9	32.0	32.2	30.9	29.8	30.2	30.9	30.7	29.7	26.7
2009	26.6	29.0	31.7	32.0	32.5	32.0	30.2	30.6	31.5	31.2	29.9	26.2
2010	25.0	28.9	31.3	31.9	32.0	31.2	31.6	31.7	31.8	31.8	29.9	26.3
2011	25.0	28.8	30.5	31.2	31.5	30.6	31.2	30.4	30.7	31.2	28.8	25.1
2012	25.4	29.6	30.3	31.3	32.3	31.1	30.1	31.1	31.2	31.2	28.8	24.7
Average	26.1	29.2	31.3	32.2	32.6	31.5	30.9	31.3	31.6	31.9	30.2	27.2

出典：Bangladesh Meteorological Department, Dhaka.

2) 地形・地質

本区間はチッタゴンの西部丘陵地帯にあり北部はチッタゴン～南部コックスバザールの間にある。チッタゴン海岸平野はチッタゴン～マタバリデルタ口に伸び、比較的穏やかな山麓平野を形成している。マタバリデルタ口～コックスバザールまでは、海岸と砂丘沿いの狭い氾濫原にあり、海岸と砂丘に接している。

本区間に予定されている2つの短い橋梁では支持層がGL下33から35mの位置で確認され、長い橋梁では頁岩の基岩がGL下38mに有る。

3) 水利用

C区間にはChankhali khal、Pouromati、SanguとMatamuhuri川の4橋を改修対象とする。水利用状況は下記のとおりである。

Chankhali khal

Chankhali khal は、チッタゴンの Patiya paurashsva に位置する。主たる供給は潮の干満によるため、塩分を含んでいる。他に khal への供給源として雨期がある。雨期には流速・水量とも著しく乾期のそれとは異なる。

Pouromati khal

Pouromati khal は、チッタゴンの chandaish upazila に位置する。この khal はモンスーン時期の雨を供給源とするため、乾期には水量が激減する。

Sangu River

Sangu 川は、ミャンマーと Bangladesh を流れる。水源はミャンマーの北アラカン丘陵部の 21° 13' N 92° 37' E 地点である。アラカン丘陵はアラカンとチッタゴン丘陵地帯との国境となっている。Sangu 川の長さは 270 km であり、Patiya, Satkania, and Banshkhali Upazilas に水を供給している。浅い川であるが、雨が降ると荒れ狂う川となる。河口から 48.22 km まで航行が可能である。

Matamuhuri

本河川の源は Alikadam の Moyvar 丘陵部であり、Chakaria のコックスバザールと Bandarban の Alikadam and Lama upazilas の北西を流れ、Saflapur 近くの Maheshkhali 運河へと注ぎ込む。全長は 148 km で、Yanchha khal と Bamu khal が支流である。

4) 地勢

本地域には山麓部の高原、河川による氾濫原、潮の満ち引きによる古い氾濫原、潮の満ち引きによる新しい氾濫原、マングローブ氾濫原、古い海岸の尾根と 6 種類の地学的形態が含まれている。土質は比較的均一で灰色、ほぼ中間色、シルト質ロームまたはシルト質粘土ロームが大半である。酸性土はマングローブ氾濫原に見られる。有機物の含有は少ない。本地区の作付けのパターンは Fallow - T. aus - T. aman, Fallow - B. aus - T. aman, Boro - Fallow - T. aman である。

5) 土地利用

Patiya Paurashava での土地利用は中位の高地 (60%)、中位の低地 (30%)、低地 (5%)、高地 (5%) となっている。モンスーンの時期、高地で被害は発生しないが、その他では 2~3 か月間、最大で 120 cm の浸水が発生する。

Hashimpur での農地は中位の低地 (50%)、中位の高地 (30%)、高地 (20%) で構成される。モンスーンの時期、高地での被害は発生しないが、その他では 2~3 か月間、最大で 120 cm の浸水が発生する。

Dohazari union での農地は中位の低地 (35%)、高地 (30%)、中位の高地 (20%)、低地 (15%) で構成される。モンスーンの時期、高地での被害は発生しないが、その他では 3~4 か月間、最大で 120 cm の浸水が発生する。

Lakshyar Char union では中位の高地（70%）、高地と続き、これら地域はモンスーン時期の水浸の影響を受けず、また、水・土壌とも塩分の影響を受けない kharif-II 時期の T.aman 耕作に適している。高地はモンスーンによる影響を受けないが、中位の高地で激しい降雨が発生した場合は1~2か月間、最大で90cmの水浸が発生する。

Section C の土地利用を表 11.1.20 に示す。

表 11.1.20 Section C の土地利用

Upazila	Union	Area (Ha)	Land Type (%)
Patyia	Patyia Paurashava	996	HL-05, MHL-60, MLL-30, LL-5
Chandanaish	Hashimpur	2,787	HL-20, MHL-30, MLL-50
	Dohazari	3,281	HL-20, MHL-30, MLL-50
Chakaria	Lakshyar Char	468	HL-34, MHL-43, MLL-23

注：HL= 高地, MHL= 中位の高地, LL= 低地, MLL= 中位の低地
出典：www.landzoning.gov.bd (accessed in August 2015)

6) 人口

調査対象地の状況を Census of Bangladesh（2011）に基づき union ごとに示す。

表 11.1.21 センサス結果による人口

Section	Upazila	Union	Total population	Total HHs	Average HH size	Literacy (%)
Section C	Patiya	Patiya Paurashava	55,323	10,613	5.4	64.4
	Chandanaish	Hashimpur	21,941	4,139	5.2	46.9
		Dohazari	40,147	7,601	5.3	49.3
	Chakaria	Kakhara	22,829	4,177	5.5	45.8

出典：Population and Housing Census, 2011, Bangladesh Bureau of Statistics (BBS)

7) 宗教

プロジェクト実施予定地の大部分はモスレムのスンニ派である。次表 11.1.22 に各宗教の分布状況を示す。

表 11.1.22 宗教ごとの分布状況

Section	Upazila	Union	Total Pop.	Muslim		Hindu		Christian		Buddhist		Others	
				Pop.	%	Pop.	%	Pop.	%	Pop.	%	Pop.	%
Section C	Patiya	Patiya Paurashava	55,323	5,642	98.5	85	1.5	0	0.0	0	0.0	0	0.0
	Chandanaish	Hashimpur	21,941	19,027	86.7	2,465	11.2	4	0.0	445	2.0	0	0.0
		Dohazari	40,147	33,445	83.3	6,192	15.4	1	0.0	508	1.3	1	0.0
	Chakaria	Kakhara	22,829	20,981	91.9	1,847	8.1	0	0.0	1	0.0	0	0.0

出典：Population and Housing Census, 2011, Bangladesh Bureau of Statistics (BBS)

8) 家屋と保有形態

表 11.1.23 と表 11.1.24 は家屋構造による区分とその保有形態を示す。

表 11.1.23 家屋構造による区分

Section	Upazila	Union	Number of Households	Type of Structure (%)			
				Pucka	Semi-pucka	Kutcha	Jhupri
Section C	Patiya	Patiya paurashava	10,613	13.4	18.2	0.5	0.5
	Chandanaish	Hashimpur	4,139	1.4	3.3	92.6	2.7
		Dohazari	7,601	1.3	2.1	94.0	2.7
	Chakaria	Kakhara	4,177	4.1	14.1	5.7	15.7

出典 : Population and Housing Census, 2011, Bangladesh Bureau of Statistics (BBS)

表 11.1.24 家屋の保有形態

Section	Upazila	Union	Number of Households	Housing Tenancy (%)		
				Owned	Rented	Rent free
Section C	Patiya	Patiya paurashava	10,613	82.2	16.2	1.6
	Chandanaish	Hashimpur	4,139	94.1	5.3	0.6
		Dohazari	7,601	78.5	17.8	3.7
	Chakaria	Kakhara	4,177	97.7	1.0	1.2

出典 : Population and Housing Census, 2011, Bangladesh Bureau of Statistics (BBS)

9) 飲料水設備

表 11.1.25 は対象地域の飲料水とその動力設備を示す。

表 11.1.25 プロジェクト対象地域の飲料水と動力設備

Section	Upazila	Union	Total Households	Source of Drinking Water (%)			Electricity Connection (%)
				Tap	Tube-well	Other	
Section C	Patiya	Patiya Paurashava	10,613	29.5	49.3	20.4	85.3
	Chandanaish	Hashimpur	4,139	0.4	94.2	5.4	72.5
		Dohazari	7,601	0.9	94.0	5.1	74.3
	Chakaria	Kakhara	4,177	0.3	93.4	6.3	45.9

出典 : Population and Housing Census, 2011, Bangladesh Bureau of Statistics (BBS)

11.1.3 「バ」国のEIA制度

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

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

環境保全規則の付属表-1 により、本プロジェクトの改修候補橋梁は以下の定義に基づき“オレンジ B カテゴリ” および“レッドカテゴリ” に分類される。

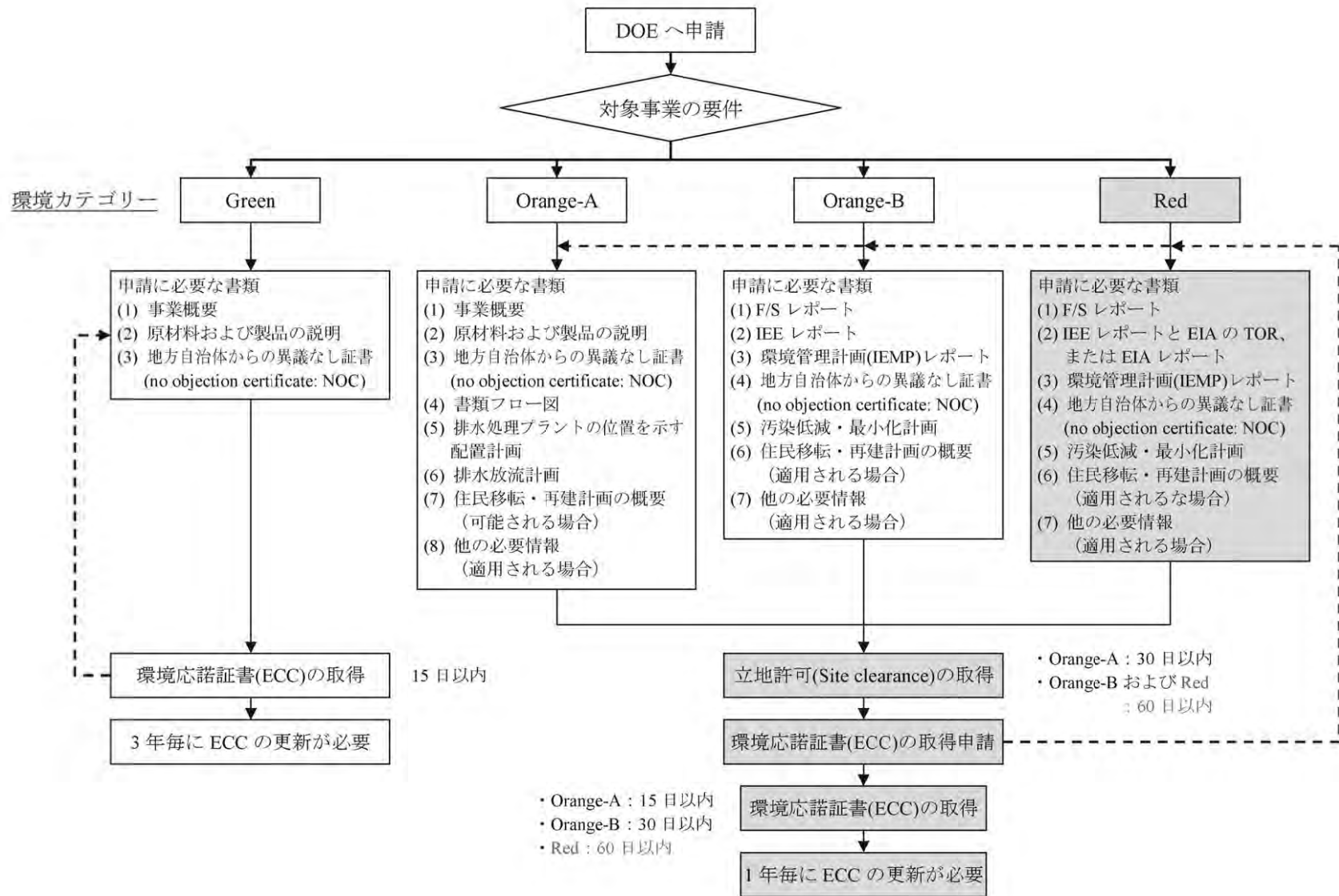
オレンジ B カテゴリ : 橋長 100m 未満の建設・再建および延長に係る事業

レッドカテゴリ : 橋長 100m を超える建設・再建および延長に係る事業

本プロジェクトは 100m を超える橋梁および 100m 未満の橋梁を含むため、先の WBBIP にならい、すべての橋を 100m 以上と看做し“レッドカテゴリ”を適用することとなった。なお、ECC の発給に先立ち、RHD には地方自治体からの異議なし証書（No Objection Certificate）の取得が求められる。

DoE から ECC 取得に伴い必要となる EIA 報告書等の提出書類、および審査に必要とされる期間を図 11.1.2 に示す。

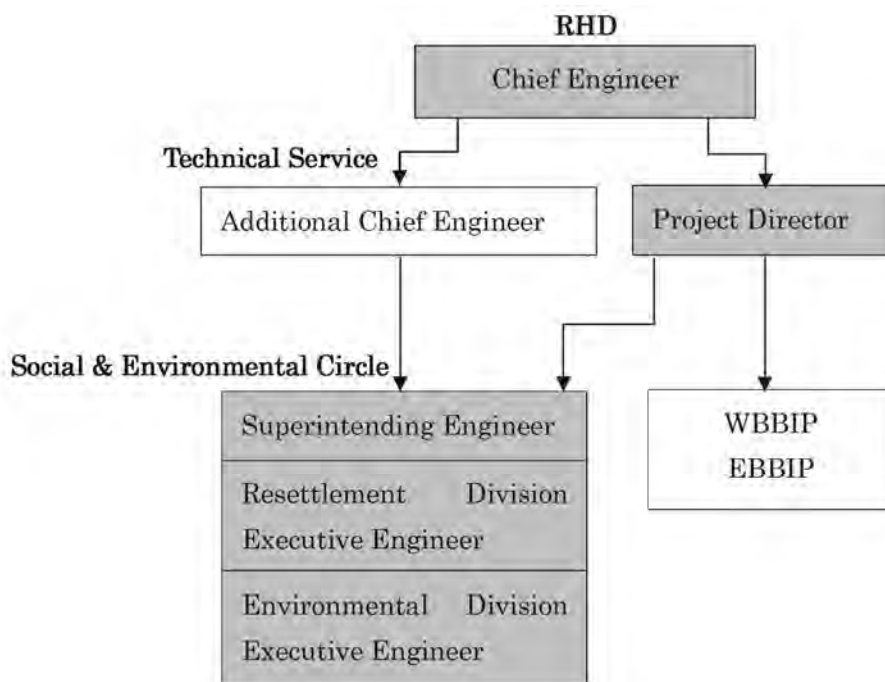
なお、本事業の ECC は 2016 年 1 月 7 日に DoE により発給された。ECC の有効期限は 1 年であり、RHD は毎年の更新が求められる。



出典：JICA 調査団

図 11.1.2 ECC 取得手続きのフロー

図 11.1.3 に RHD 内の環境社会配慮のための実施体制を示す。



出典：JICA 調査団

図 11.1.3 RHD の環境社会配慮体制

11.1.4 代替案の比較検討

新橋は既存の住居/商店、コスト等を考慮するが、併せて将来の拡幅も考慮しなければならない。

その結果 (表 11.1.26 参照)、Section B ではコスト面から代替案 4 (既設橋梁の移設) を採用した。代替案 3 (既設橋梁の傍に新設橋梁を架設) は、将来の拡幅が有利となる点から Section A および C で採用した。

架け替えをしない場合、国際幹線および地方を結ぶ道路網計画は完成せず、経済成長と市民生活の妨げとなることと思料される。

表 11.1.26 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（Section A および C） ・将来拡幅時の施工性に優れる	最適案（Section B） ・初期投資を低く抑えることが可能

出典：JICA 調査団

カルナ橋を除いて A 区間の橋梁は、WBBIP（西部バングラデシュ橋梁改修事業準備調査）において検討された。しかしながら、ジゴルガチャ橋は WBBIP のステークホルダーの意見に従い、路線選定の検討を再度実施する必要があるとの結論に至った。

(1) カルナ橋

RHD は、アジア・ハイウェイの一部である国道 806 号線上にマドゥマティ河を渡河するフェリーを運営している。当該河川に橋梁を建設し、全天候型道路とするため、渡河地点を含む代替案の検討を行った。

RHD は既に架橋位置の検討を行ったいたが、調査団はこれをレビューし河川変動のほか、既存フェリーターミナル、モスク、高圧線および家屋等を勘察し、次の 3 代替案を設定した。

- ALT-A : RHD 原案の約 500m 上流側を渡河する案。
- ALT-B : RHD 原案の約 300m 下流側を渡河する案。
- ALT-C : RHD 原案の約 700m 下流と渡河する案。

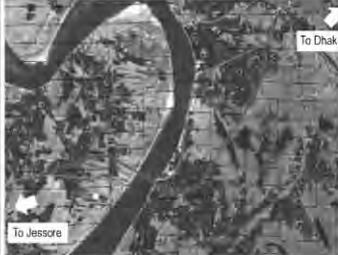
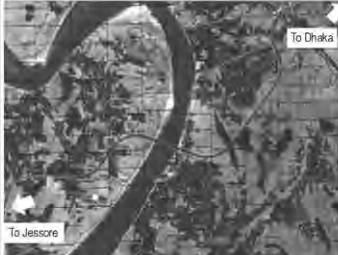

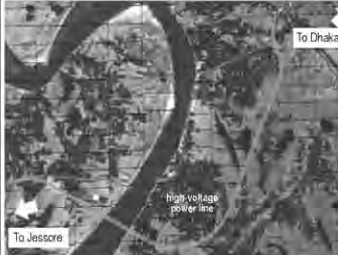
3 案を比較した結果、河川が最も安定し、影響家屋軒数が最も少ない ALT-B を選定した。なお、同案は、高圧線に影響しないと想定されるものの、影響が生じた場合は、移設を含めた対応が必要となる。図 11.1.4 と表 11.1.27 に代替案の比較結果を示す。



出典：JICA 調査団

図 11.1.4 カルナ橋代替ルートを検討

表 11.1.27 カルナ橋代替ルートと比較

代替案	RHD原案	ALT-A	ALT-B	ALT-C
概略図				
ルート概要	RHDが作成した原案。 左右フェリー乗場の中間を渡河する。	RHD原案の上流約500m地点を渡河する。	RHD原案の下流約300m地点を渡河する。	RHD原案の下流約700m地点を渡河する。
路線延長 (km)	4.66	4.35	4.77	5.89
最小平面曲線半径 [m] ¹⁾	400	440	440	440
平面曲線数	7	5	4	4
渡河角度(度)	85.0	75.0	90.0	80.3
最深部高さ (m)	-10.0	-6.0	-3.5	-2.3
河川変動	1989年以降ほぼ安定	2001年以降ほぼ安定	1978年以降ほぼ安定	1978年以降ほぼ安定
影響家屋軒数 ²⁾	86	33	41	44
土地収用面積 (ha)	17.46	16.19	17.89	22.34
橋梁形式への影響	緩和曲線がアプローチ橋梁に位置するため、アプローチ橋梁に若干の影響がある。	緩和曲線がアプローチ橋梁に位置するため、アプローチ橋梁に若干の影響がある。	緩和曲線がアプローチ橋梁に位置するため、アプローチ橋梁に若干の影響がある。	橋梁区間は、直線のため、影響がない。
施工性	西岸フェリー乗場は上流側へ移設する必要があり、そのため、仮設道路が必要となる。ダッカ側は既存国道、ジョソール側は仮設道路上空を交差する。	ダッカ側で既存国道上空を交差する。	高圧線と近接施工となる。また、高圧線とは平面的にも交差する。	高圧線と近接施工となる。
道路建設費 ³⁾	1.1	1.0	1.1	1.4
橋梁建設費 ³⁾	1.0	1.0	1.0	1.0
評価			推奨案	
	河川護岸は、ALT-Aより安定している。社会影響は、4案のうち、最も大きい。	河川渡河地点近傍は、2001年以降、河川変動の少ない上流側限界に位置しているため、堅牢な河川構造物による護岸が必要になると想定される。社会影響は、4案のうち、最も少なく、路線延長も同様に最短である。	ALT-Cと同様に河川護岸は最も安定しており、河川渡河角度はほぼ直角である。社会影響は、ALT-Cと同様に、他案に比べ、少ないと想定される。仮に、高圧線との離隔が確保されない場合、高圧線の移設が必要となる。	ALT-Bと同様に河川護岸は最も安定しているものの、河川渡河に若干角度が付される。路線延長は、4案のうち最長なため、道路建設費はALT-Aに比べ4割増しとなる。社会影響は、ALT-Bと同様に、他案に比べ、少ないと想定される。
備考		ジョソール側のALT-AとALT-C間の既存国道の拡幅を考慮すると、移転家屋軒数は増加する。	ジョソール側のALT-BとALT-C間の既存国道の拡幅を考慮すると、移転家屋軒数は増加する。	レンガ工場の移設のため、追加費用が必要となる。

*1: ダッカ側の交差点周辺を除く。*2: 衛星画像を基にした数値の5割増し(RHD原案を除く)。*3: ALT-Aを1.0とした費用指標。

出典：JICA 調査団

(2) ジコルガッチャ橋

現在のジコルガッチャ橋は、アジア・ハイウェイの一部である国道 706 号線にあり、老朽化が著しい。WBBIP において 4 車線橋梁に架け替えを行う予定であったものの、住民の合意が得られなかった。

今回、2015 年に以下の 4 案を作成して住民に提示した。

- ALT-A：新設橋を上流側に建設した後、既存橋を撤去し、新橋に置き換える。（片側拡幅：WBBIP で否定された案）
- ALT-B：上下流に仮設橋を建設し、既存橋を撤去したのち、仮設橋を切り替えながら、既存橋梁中心線の上下流に橋梁をそれぞれ建設する。（両側拡幅：WBBIP で住民から提案があり）
- ALT-C：既存橋梁付近の店舗等を避け、下流側の鉄道付近に新橋を建設する。（バイパス：WBBIP で住民から提案あり）
- ALT-D：既存橋梁付近の店舗等を避け、かなり上流側に新橋を建設する。（バイパス：第一回 SH 協議 2015 年 7 月 6 日に住民から提案あり）

検討結果を図 11.1.5 と表 11.1.28 に示す。




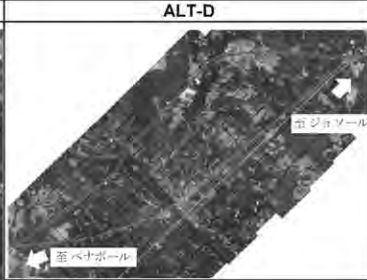
代替案は現地ステークホルダ協議で示され、住民から ALT-B が 9 月 1 日に承認された。ステークホルダ協議の詳細は Annex-IV SHM 議事録に示す。



出典：JICA 調査団

図 11.1.5 ジコルガチャ橋代替ルートの検討

表 11.1.28 ジョルガチャ橋代替ルートと比較

代替案	ALT-A	ALT-B	ALT-C	ALT-D
概略図				
ルート概要	上流側に新橋を建設し、新橋に交通を切り回し、既存橋梁を撤去後、既存橋梁と同一箇所に橋梁架替。(片側拡幅案、WBBIPと同一方式)	既存橋梁中心線の上下流に2橋梁(2車線)を建設(両側拡幅案)。既存橋梁は撤去される。	新橋を既存橋の下流側に、鉄道に隣接して建設。(バイパス案)	新橋を既存橋のかなり上流側に建設。(SHMの要望と同一のバイパス案)
路線延長[含む橋梁](km)	0.56	0.47	1.70	6.14
最小曲線半径(m)	230	380	440	440
曲線数	3	2	4	6
影響家屋軒数 ¹⁾	75	85	130	191
工事面積(ha)	1.72	1.38	4.79	18.13
土地収用面積(ha)	1.09	1.02	4.19	17.53
交通状況	4車線化に伴い、容量が倍増する。	4車線化に伴い、容量が倍増する。	交通がバイパス道路に分散され、断面での交通容量は増加する。	交通がバイパス道路に分散され、断面での交通容量は増加する。
施工性	仮設橋を必要としないものの、既設橋との近接施工となる。	橋梁建設前に、交通を切り回しながら既設橋を撤去する必要がある。	既設橋を残したままの施工が可能であるが、鉄道との近接施工となる。	既設橋を残したままの施工が可能である。しかし、東側端部において、鉄道路切の拡幅が必要となり、鉄道との近接施工が生じる。
道路建設費 ²⁾	1.2	1.0	3.6	13.1
橋梁建設費 ²⁾	0.95	1.0	0.95	0.95
評価	<ul style="list-style-type: none"> ・既存道路用地外に位置する影響家屋軒数は、4案のうち最少である。 ・工事面積および土地収用面積は、比較的少ないものの、ALT-Bより若干多い。 ・橋梁建設費は、仮設橋が不要なため、ALT-Bに比べ若干低い。 ・橋梁建設は、比較的容易である。 	<p style="text-align: center;">推奨案</p> <ul style="list-style-type: none"> ・既存道路用地外に位置する影響家屋軒数は、ALT-Aより若干多い。 ・路線延長は、4案のうち、最短である。 ・工事面積および土地収用面積は、4案のうち、最小である。 ・4案のうち、最も道路建設費が少ない。 ・橋梁建設費は、仮設橋が必要なことから、他案に比べ、若干高い。 	<ul style="list-style-type: none"> ・域内交通は既存橋を、通過交通はバイパスをそれぞれ利用するため、断面交通量は増加する。 ・既存橋の維持のため、補修や修復に必要な費用が増大する。 ・バイパス案は、開発地域を通過するため、建設費だけでなく、土地収用面積も大きい。 	<ul style="list-style-type: none"> ・域内交通は既存橋を、通過交通はバイパスをそれぞれ利用するため、断面交通量は増加する。 ・ALT-Cと同様に、既存橋の維持のため、補修や修復に必要な費用が増大する。 ・本案は、ジョソール側に追加の中小橋梁が必要となり、かつ、かなり延長があることから、建設費、影響家屋数および土地収用面積とも、4案のうち最大となる。 ・本案は、洪水被害が頻繁に起こる地域に位置するため、既存道路面の嵩上げが必要となる。
備考	モスクの手前で新設中心線を既存中心線に戻すために、平面曲線半径を小さくせざるを得ない。しかしながら、既開発地域を通過することから、規制速度を落とすことは妥当と考えられる。	仮設橋および交通を数回切回す必要があることから、橋梁建設費および施工期間は若干大きくなる。		

*1: ALT-AおよびBは測量地形図、ALT-CおよびDは衛星画像を基に、それぞれ算出。*2: ALT-Bを1.0とした費用指標。

出典：JICA 調査団

11.1.5 スコーピング及びEIA 調査 TOR

プロジェクト予定地の自然環境と社会環境を現地踏査で確認し、汚染対策・自然環境・社会環境・その他の観点から表 11.1.29 にスコーピングの結果を示し、表 11.1.30 に EIA 調査の TOR を示した。

表 11.1.29 スコーピングマトリックス

No.	影響項目	評価		評価の理由
		工事前 工事中	供用時	
汚染対策				
1	大気汚染	B-	C	工事中：建設機械の稼働による影響が想定される。 供用時：影響について現時点では不明である。
2	水質汚濁	B-	D	工事中：工事現場からの排水による影響が想定される。 供用時：影響は起きない想定される。
3	土壌汚染	B-	D	工事中：燃料・油脂漏れによる影響が想定される。 供用時：影響は起きないと想定される。
4	廃棄物	B-	D	工事中：残土および建設廃材の発生による影響が想定される。 供用時：影響は起きないと想定される。
5	騒音・振動	B-	B-	工事中：建設機械の稼働時に伴い、騒音・振動が発生する。 供用時：通行車両の増加に伴い、騒音レベルが増加する。
6	地盤沈下	D	D	工事中：本事業はトンネル建設、大規模な地下水の汲み上げを含むものではなく、地盤沈下は発生しない。 供用時：同上。
7	悪臭	D	D	工事中：悪臭の発生する作業はないと想定される。 供用時：同上。
8	地球温暖化	D	C	工事中：工事中の限定的期間に発生する。 供用時：影響について現時点では不明である。
自然環境				
9	地形・地質	D	D	工事中：本事業は既設橋梁の改修工事であり、現存する地形・地質に影響を及ぼすものではない。 供用時：同上。
10	底質	D B- (Section B および カルナ橋)	D	工事中：Section B および Kalna 橋を除き、有害物質の発生を含め底質に与える影響は極めて小さい。 供用時：影響が起きることはない。
11	生態系	C	C	工事中：影響について現時点では不明である。 供用時：同上。
12	水象	B-	C	工事中：橋脚建設用に設置する仮設足場に伴う影響が想定されるが影響は小さいと想定される。 供用時：橋脚建設による影響について現時点では不明である。

No.	影響項目	評価		評価の理由
		工事前 工事中	供用時	
13	水利用	C	C	工事中：影響について現時点では不明である。 供用時：同上。
14	保護区	D C (Section B)	D	工事中：保護区に接近する改修候補橋梁はなく影響は発生しない。但し、Section Bは森林保護区に近接しており確認が必要である。 供用時：本期間中の影響は発生しない。
社会環境				
15	非自発的住民移転	B-	D	工事中：本事業によって住居の移転が必要となる場合にある程度の影響が発生する。 供用時：建設工事開始前までに工事影響範囲内の用地取得は完了しており、影響はない。
16	雇用や生計手段等の地域経済	B-/B+	C	工事中：住民移転が移転が発生する場合に影響が発生することが想定されるが、他方、工事に伴い地元民の雇用機会も増える。 供用時：影響について現時点では不明である。
17	土地利用や地域資源活用	D	D	工事中：本事業に必要とされる用地取得面積は小さく影響は極わずかと考えられる。 供用時：同上。
18	社会関係資本や地域意思決定機関等の社会組織 既存のインフラおよびサービス	B-	D	工事中：水道管、電力ケーブル等の移設が発生する可能性がある。 供用時：影響は発生しないと想定される。
19	貧困層	A-	A-	工事前/工事中：貧困層が移転対象となった場合の影響が想定される。 供用時：貧困層に対する生計回復手段が取られなかった場合はさらに貧困が深刻化する。
20	先住民族・少数民族	D	D	工事前/工事中：対象橋梁周辺に住む先住民族・少数民族はいない。 供用時：同上。
21	被害と便益の偏在	D	D	工事中：改修は既設橋梁に隣接し架橋されるので、影響はほとんど発生しないと想定される。 供用時：同上。
22	地域内の利害対立	D	D	工事中：新橋は既設橋梁に隣接し架橋されるので、影響はほとんど発生しないと想定される。 供用時：同上。
23	ジェンダー	C	C	工事前/工事中：現時点では影響の程度が想定できない。 供用時：同上。
24	子どもの権利	C	C	工事中：通学路等への影響について現時点では不明である。 供用時：同上。
25	文化遺産	D	D	工事前/工事中：改修対象橋梁周辺にはない。 供用時：同上。
26	HIV/AIDS等の感染症へのリスク	B-	D	工事中：本事業に伴い、規模は小さいながらも外部からの作業員による感染が懸念される。 供用時：新規流入者数は少なく影響はほとんど発生しないと想定される。

No.	影響項目	評価		評価の理由
		工事前 工事中	供用時	
27	景観	D	D	工事中：橋梁改修による影響は発生しないと想定される。 供用時：同上。
28	労働環境	B-	D	工事中：建設業者が、労務者のための適切な安全対策を取らなかった場合に発生する。 供用時：影響は発生しない。
29	社会的合意	A-	D	工事前/工事中：広く現地ステークホルダーとの合意/理解を得ることが円滑な事業実施の要件である。 供用時：影響は発生しないと想定される。
その他				
30	事故	B-	D	工事中：橋梁建設に伴う事故が想定される。 供用時：老朽化した橋梁を掛け替えることは、交通事故防止に寄与する。

注：A+/-：大きな効果/負の影響が想定される
B+/-：ある程度の効果/負の影響が想定される
C：影響の程度は未定で更なる調査が必要である
D：影響の程度は軽微、もしくは全くないと考えられ今後の調査は不要である

出典：JICA 調査団

表 11.1.30 EIA 調査の TOR

環境項目	調査項目	調査手法
大気汚染	① 「バ」国の環境基準 ② 現在の汚染レベル ③ 対象橋梁付近の住居、学校、病院の位置 ④ 工事中の影響	① 既存資料調査 ② 試料採取、分析 ③ 地形測量に基づき作成された平面図 ④ 現地調査結果に基づく評価
水質汚濁	① 「バ」国の環境基準 ② 現在の水質レベル ③ 工事中の影響	① 既存資料調査 ② 試料採取、分析 ③ 現地調査結果に基づく評価
土壌汚染	① 工事中の燃料油脂流出防止策	① 工事内容、工法、期間、建設機械の種類、稼動・保管方法
廃棄物	① 建設廃棄物の処理方法	① 類似事例調査
騒音	① 「バ」国の環境基準 ② 発生源から住居、病院、学校までの距離 ③ 工事中の影響	① 既存資料調査 ② 地形測量に基づき作成された平面図
地球温暖化	① 現在の汚染レベルの確認 ② 共用時の影響の評価	① 試料採取、分析 ② 他の調査に基づく評価
地形・地質	① 法面崩壊痕の確認	① 現地調査
底質	① 既設橋梁の河床の現況	① 現地調査
保護区	① 橋梁が保護区内か否かの確認	① 地元 DOE との確認
生態系	① 対象橋梁近辺の生息種	① 現地調査
水象	① 水流、河床の現況	① 現地調査
水利用	① 水利用状況	① 現地調査

環境項目	調査項目	調査手法
非自発的住民移転	① 対象橋梁ごとの移転数 ② RAP 又は簡易 RAP の作成	① 関連法制度 ② センサス、社会経済調査 ③ JICA 環境社会配慮ガイドラインに基づき RAP または簡易 RAP の作成
雇用や生計手段等の地	① PAPs の経済状況、生計手段	① 社会経済調査
既存のインフラおよびサービス	① 既存インフラ ② 工事中的影響	① 現地調査
貧困層	① PAPs の収入	① 社会経済調査
ジェンダー	① 寡婦の SHM への参加 ② 女性グループの SHM への参加	① 現地 SHM ② センサス
子どもの権利	① 対象橋梁から学校までの距離 ② 工事中的迂回路	① 地形測量に基づき作成された平面図 ② 施工計画書
HIV/AIDS 等の感染症へのリスク	① HIV/AIDS の感染分布状況	① 地元診療所からの聞き取り調査
労働環境	① 工事中的安全対策	① 施工計画書
社会的合意	① 地元住民から橋梁計画、位置に関する同意を得る	① 現地ステークホルダー協議の開催
事故	① 工事中的事故防止用の施設・用具	① 施工計画書

出典：JICA 調査団

11.1.6 EIA 調査

スコーピングに伴う EIA 調査の結果を表 11.1.31 に示す。

表 11.1.31 EIA 調査の結果

No.	影響項目	調査結果の概要
汚染対策		
1	大気汚染	浮遊物質 SPM、PM10 と PM2.5、二酸化硫黄、一酸化炭素、窒素化合物の計測を 24 時間行った。 Section A: EIA 報告書の表 4-39 を参照。「バ」国環境基準値 (NAAQS) を下回る。 Section B: EIA 報告書の表 4-40 を参照。「バ」国環境基準値 (NAAQS) を下回る。 Section C: EIA 報告書の表 4-41 を参照。「バ」国環境基準値 (NAAQS) を下回る。 供用時の大気汚染への影響は非常に小さい。
2	水質汚濁	表面水のサンプリングは河川部、用水路、Chara ごとに行った。採水したサンプルは内陸表面水基準、環境保全基準 (ECR) 1997 の別表 3 に基づき比較した。 Section A: EIA 報告書の表 4-51 を参照。マドゥマティ河は漁業、工業、冷却、灌漑用水に適している。 Section B: EIA 報告書の表 4-52 を参照。Heako khal, Johorful khal, Borobil khak, Noloa chara, Rupai chara を除き、採水したサンプルは漁業、工業、冷却、灌漑用水に適している。 Section C: EIA 報告書の表 4-53 を参照。Patiya 橋の Chankhali khal を除き、採水したサンプルは漁業、工業、冷却、灌漑用水に適している。 供用時の影響は建設時を除き非常に小さい。
3	土壌汚染	工事中的の建設機器への給油時の油漏れによる土壌汚染が考えられる。 供用時の影響は発生しない。
4	廃棄物	工事中的の作業現場からの廃棄物、工事用事務所、労務者用宿舎からゴミの排出が考えられる。コンクリートガラからは鉄筋を取出し、砕かれたガラは路盤材、家庭ゴミは堆肥として使用するリサイクルシステムがある。 供用時の影響は発生しない。

No.	影響項目	調査結果の概要
5	騒音・振動	計測地点を定めて騒音の大きさを計測した。計測地点はその地域を代表する場所を選んだ。 Section A: EIA 報告書の表 4-45 を参照。「バ」国環境基準値内である。 Section B: EIA 報告書の表 4-46 を参照。いくつかの住居地区、特別な配慮を要する地区の住居・モスクでは交通時の騒音により基準値を超えている。 Section C: EIA 報告書の表 4-47 を参照。いくつかの住居地区、特別な配慮を要する地区の住居・モスク工事期間中、および供用時に騒音レベルが上昇すると予測される。
6	地球温暖化	CO ₂ について 2015 年の交通量と経済評価を行なう 2023 年とで評価を行ったところ以下の結果となった。 Section A（区間長 68 km）：増加量は 23,300 トン/年 Section B（区間長 30 km）：増加量は 160 トン/年 Section C（区間長 69 km）：増加量は 8,900 トン/年 なお、建設重機による影響は限定的なため、低減方法を表 11.1.34 に示すことに止めた。
自然環境		
7	地形、地質	Kalna 橋：取付け道路の盛土高さは橋台部で 10m 以下であり、地形への影響はごくわずかである。地質に影響を及ぼす作業もない。 Section B: 新橋は既設橋梁に接して架けられ、地形への影響はごくわずかである。また、現場打ちの RC 杭の採用により、切土/盛土に伴う基礎工への影響もごくわずかである。
8	底質	「バ」国の国土は蛇行する大河川、潮の満ち干、河口の形状等の条件による堆積作用によって形成された。 今回の工事は、現場打ち杭工法と仮設工法として矢板締切工法が用いられ、土壌の流出は低減できる。 本プロジェクトによる影響はないと考えられる。
9	生態系	国際自然保護連合は生物学的多様性の面から「カ」国を全土を 25 のブロックに分け、プロジェクト実施予定地は生物生態地域として認定されている。Section A はガンジス河洪水地域、Section B はチッタゴン丘陵地域、Section C はチッタゴン丘陵地帯地域で「カ」国の生物生態地域を表している。 プロジェクト予定地は現道沿い、耕作地で工事前（本 F/S 中）に影響を受ける面積の最小化が図られている。 工事中、供用時に伴う影響は非常に小さい。
10	水象	カルナ橋の阻害率は約 3% であり影響は非常に小さい。 加えて、洗掘が予測される橋脚には適切な護床工が施される。 本プロジェクトによる影響は非常に小さい。
11	水利用	「バ」国は世界有数のデルタ地帯を有し、水源も豊富である。水は国民の人生、経済を支配し、農業分野では生産高に最もに大きな影響を及ぼしている。セクション毎の水利用を以下に示す。 Section A: マドゥマティ水系は、小さな水路と接続する幾多の支流を持つ。近辺は農業用地は低地のため季節ごと水没し、漁業用池として利用される。 Section B: 幾多のチャラ、カラがあり、ベンガル湾に注ぐフェニ河につながっており、農地への灌漑水として利用される。 Section C: 本区間は 4 橋が架け替えの対象で、水利用は航行、漁業、農業、工場用水として利用される。 本プロジェクトによる影響はないと考えられる。
12	保護区	環境森林省が“「バ」国野生動物（保護）規則および関連修正案”に基づき 34 保護区を指定している。これに加え、2010 年から 2011 年にかけてクワカタ、ナワブガンジ、カディガルーの国立公園と、バルグナのテングラギリ自然保護区も保護区と指定された。また、プハワル国立公園とマドハブクンダ エコ公園も保護区の指定を受けた。 また、B9、B12 と B13 は保護林の中にあり、RHD から森林局宛に事業への同意を求めるレターが発出されている。 本プロジェクト区域内に保護区はないが、保護林があり、森林局からの NOC が必要である。

No.	影響項目	調査結果の概要
社会環境		
13	非自発的住民移転*	プロジェクトの実施に伴い Section A では 24.7 ha、Section B では 2.8 ha、Section C で 2.7 ha、合計 30.3 ha の用地取得が必要である。これに伴い 149 世帯、755 人の住民移転が発生する。 詳細は 11.2 章：用地取得・住民移転に記載した。 供用時における影響はない。
14	雇用や生計手段等の地域経済	プロジェクトに伴い、商業に従事している 477 世帯、33,172 m ² の施設が影響を受ける。 多少の影響が発生することが考えられるが、供用時における影響はない。
15	社会関係資本や地域意思決定機関等の社会組織 既存のインフラおよびサービス	プロジェクトに伴い、25 か所の公共施設 (CPR) が影響を受ける。これらは Section A に 6 か所、Section B に 9 か所、Section C に 10 か所である。これら施設は政府関係、学校、イスラム寺院、地域の集会所等である。 工事期間中に多少の影響が発生することが考えられるが、供用に伴う影響はない。
16	貧困層	「バ」国では貧困層とは一日のカロリー摂取量が 2,122kcal 以下と定義されており、さらに 1,305kcal 以下は再貧困層とされている。対象地区のセンサス、社会経済調査 (2014 年 4 月～6 月) にこの基準を適用した場合、年収 60,000 タカ以下の世帯は全世帯数の 3.66% である。 プロジェクトに伴い影響が発生することが考えられるが、用地取得に伴う貧困層への手当が支給されない場合、RHD の土地に住む非正規居住者への影響が発生する。 供用に伴う影響は非常に小さい。
17	先住民・少数民族	「バ」国では、19 部族がチッタゴンおよびチッタゴン丘陵地域にチャクマ、カーミ、クキ、ボウム、バンジョギ、キーアン、ルシャイ、マルマ、ムロー、パンコー、ラカイン、タンチュンガ、ティパ、キーアンとチャクが住んでいる。カーシヤ、モンジプリ、キーアンはシレット・ハビジガンジ・モウルビバザールに、そしてガロ、ハジョン、サンタール、クール、コチの部族はマドフプールはとバリンド地方に住んでいる。 プロジェクト予定地に先住民は確認されず、影響は発生しない。
18	ジェンダー	雇傭、給与、施設における男女への公平性は「バ」国の規則で、また援助機関からも配慮は必須と求められている。女性の宿舎は、男性の宿舎から離れた場所に設置しなければならない。プライバシーの確保を考慮してトイレ・洗濯場を別々に設置しなければならない。 プロジェクトによる影響は非常に小さいと考えられる。
19	子どもの権利	子供の労働、特に健康に影響を与える職種に従事することは禁止されている。「バ」国では 6 歳から 10 歳までは義務教育期間にあたり、教育費は無償で提供される。 プロジェクトによって通学距離の変更等の影響はないと考えられる。
20	文化遺産	文化財には、過去二千年にわたり、その時代ごとの統治者によって建設された遺跡建築物が多い。最も古い文化財は、仏教時代からヒンドゥー時代にかけて建造された。ヒンドゥー時代の後は、モスリムとムガル時代へと変遷した。 プロジェクト予定地付近にこれらの文化遺産はなく、影響はない。
21	HIV/AIDS 等の感染症へのリスク	近年の調査によれば、特に地方の HIV/AIDS 罹患はごくわずかである。しかし、時折、マンガラ港とチッタゴン港の性風俗従事者で罹患者が発見されることは深刻な問題である。 プロジェクト実施期間中に工事関係者の流入による影響が想定されるが、その規模は小さく、また供用時での影響はない。
22	労働環境	工事期間中の労働者・通行者・通行車両の安全確保が必要である。
23	社会的合意	橋梁ごとに、現地ステークホルダー協議が二段階で行なった。第一段階では事業の目的、全体のコンポーネント、橋梁の暫定位置、また一部の区域で用地取得が発生すること等を説明した。住民からの意見は本プロジェクト、橋梁位置の決定に反映され、第二段階の現地ステークホルダー協議が実施され、ARP に基づき補償の受給要件等を説明して協議が行われた。 供用時における影響はないと考えられる。

No.	影響項目	調査結果の概要
その他		
24	事故	狭い既設橋梁幅、脆弱な構造、維持管理不足、未設置の歩道、交通規則への認識、そして未整備のままの法律・規則等が相まって、歩行者および乗客は死亡・重症を負う交通事故が発生している。「バ」国では、年間に1,000登録済み車両当たり10件の交通事故が発生している。事故は、工事期間中、および供用時にある程度の増加が想定される。

出典：JICA 調査団

11.1.7 影響評価

工事前、工事中、供用時における影響をセクションごとに下表に示す。

(1) Section A

表 11.1.32 EIA 調査の前、後のスコーピングの比較（Section A）

No.	影響項目	EIA 調査前の予測		EIA 調査後		EIA 調査前の予測
		工事前 工事中	供用時	工事前 工事中	供用時	
汚染対策						
1	大気汚染	B-	C	B-	D	工事中：建設機械の稼働、およびホコリによる影響が想定される。
2	水質汚濁	B-	D	B-	D	工事中：工事現場からの排水による影響が想定される。
3	土壌汚染	B-	D	B-	D	工事中：燃料・油脂漏れによる影響が想定される。
4	廃棄物	B-	D	B-	D	工事中：宿舎、および建設廃材の発生による影響が想定される。
5	騒音・振動	B-	B-	B-	B-	工事中、供用時とも騒音レベルの上昇が予想される。
6	地盤沈下	D	D	D	D	本プロジェクトはトンネル建設、大規模な地下水の汲み上げを含むものではなく、地盤沈下は発生しない。
7	悪臭	D	D	D	D	工事中、供用時とも悪臭の発生はないと想定される。
8	地球温暖化	D	C	D	D	工事中の影響は限定的で、供用時の影響は極めて小さいと想定される。
自然環境						
9	地形・地質	D	D	D	D	本プロジェクトは既設橋梁の改修工事であり、現存する地形・地質に影響を及ぼすものではない。
10	底質	B-	D	D	D	工事中に有害物質の発生を含め底質に与える影響は極めて小さい。供用時に影響が発生することはない。
11	生態系	C	C	D	D	事業地には貴重種は確認されておらず、生態系への影響は軽微と考えられる。
12	水象	B-	C	D	D	本プロジェクトは既設橋梁の改修を目的としており、水象への影響は発生しない。

No.	影響項目	EIA 調査前の予測		EIA 調査後		EIA 調査前の予測
		工事前 工事中	供用時	工事前 工事中	供用時	
13	水利用	C	C	D	D	既設橋梁の改修により、現在の水利用が影響を受けることはほとんどない。
14	保護区	D	D	D	D	保護区に接近する改修候補橋梁はなく、影響は発生しない。
社会環境						
15	非自発的住民移転	B-	D	B-	D	工事前：本プロジェクトによって住居の移転が必要となり、ある程度の影響が発生する。 供用時：すべての移転が完了しており影響は極めて限定的である。
16	雇用や生計手段等の地域経済	B-/B+	C	B-	D	工事前：いくつかの橋梁での影響が想定される。 供用時：影響は限定的である。
17	土地利用や地域資源活用	D	D	D	D	いくつかの橋梁で影響が想定されるが、極めて限定的であると考えられる。
18	社会関係資本や地域意思決定機関等の社会組織 既存のインフラおよびサービス	B-	D	B-	D	工事前：建設に伴い移転が発生する橋梁が想定される。 供用時：影響は発生しない。
19	貧困層	A-	A-	B-	B-	工事前は、RHD の所有する土地へ住む貧困者への影響が想定される。 供用時に影響が継続されると想定される。
20	先住民族・少数民族	D	D	D	D	対象橋梁近辺に住む先住民族・少数民族はいない。
21	被害と便益の偏在	D	D	D	D	改修は既設橋梁に隣接し架橋されるので、影響はほとんど発生しないと想定される。
22	地域内の利害対立	D	D	D	D	改修は既設橋梁に隣接し架橋されるので、影響はほとんど発生しないと想定される。
23	ジェンダー	C	C	D	D	SHM には女性も参加しており、影響はごく僅かであると想定される。
24	子どもの権利	C	C	D	D	通学経路等への変更はなく、影響は想定されない。
25	文化遺産	D	D	D	D	橋梁建設地の付近には文化的・歴史的遺跡はなく影響は想定されない。
26	HIV/AIDS 等の感染症へのリスク	B-	D	D-	D	工事中は規模は小さいながらも外部からの作業員による感染が懸念される。
27	景観	D	D	D	D	橋梁改修による影響は発生しないと想定される。
28	労働環境	B-	D	B-	D	工事中：発生が想定される。 供用時：発生のリスクは極めて小さい。

No.	影響項目	EIA 調査前の予測		EIA 調査後		EIA 調査前の予測
		工事前 工事中	供用時	工事前 工事中	供用時	
29	社会的合意	A-	D	B-	D	工事中：広く現地ステークホルダーとの合意/理解が得られなかった場合の影響が想定される。
その他						
30	事故	B-	D	B-	B-	工事中：不適切な交通誘導、工事用車両に伴う事故が想定される 供用後：交通量の増加に伴う事故が想定される。

注：A+/-：大きな効果/負の影響が想定される
 B+/-：ある程度の効果/負の影響が想定される
 C：影響の程度は未定で更なる調査が必要である
 D：影響の程度は軽微、もしくは全くないと考えられ今後の調査は不要である
 出典：JICA 調査団

(2) Section B

表 11.1.33 EIA 調査の前、後のスコーピングの比較（Section B）

No.	影響項目	EIA 調査前の予測		EIA 調査後		EIA 調査前の予測
		工事前 工事中	供用時	工事前 工事中	供用時	
汚染対策						
1	大気汚染	B-	C	B-	D	工事中：建設機械の稼働、およびホコリによる影響が想定される。
2	水質汚濁	B-	D	B-	D	工事中：工事現場からの排水による影響が想定される。
3	土壌汚染	B-	D	B-	D	工事中：燃料・油脂漏れによる影響が想定される。
4	廃棄物	B-	D	B-	D	工事中：宿舎、および建設廃材の発生による影響が想定される。
5	騒音・振動	B-	B-	B-	B-	工事中、供用時とも騒音レベルの上昇が予想される。
6	地盤沈下	D	D	D	D	本プロジェクトはトンネル建設、大規模な地下水の汲み上げを含むものではなく、地盤沈下は発生しない。
7	悪臭	D	D	D	D	工事中、供用時とも悪臭の発生はないと想定される。
8	地球温暖化	D	C	D	D	工事中の影響は限定的で、供用時の影響は極めて小さいと想定される。
自然環境						
9	地形・地質	D	D	D	D	本プロジェクトは既設橋梁の改修工事であり、現存する地形・地質に影響を及ぼすものではない。
10	底質	B-	D	D	D	工事中に有害物質の発生を含め底質に与える影響は極めて小さい。 供用時に影響が発生することはない。

No.	影響項目	EIA 調査前の予測		EIA 調査後		EIA 調査前の予測
		工事前 工事中	供用時	工事前 工事中	供用時	
11	生態系	C	C	D	D	事業地には貴重者種は確認されておらず、生態系への影響は軽微と考えられる。
12	水象	B-	C	D	D	本プロジェクトは既設橋梁の改修を目的としており、水象への影響は発生しない。
13	水利用	C	C	D	D	既設橋梁の改修により、現在の水利用が影響を受けることはほとんどない。
14	保護区	D	D	B-	D	B9、B12 と B13 は森林保護区にある。
社会環境						
15	非自発的住民移転	B-	D	B-	D	工事前：本プロジェクトによって住居の移転が必要となり、ある程度の影響が発生する。 供用時：すべての移転が完了しており影響は極めて限定的である。
16	雇用や生計手段等の地域経済	B-/B+	C	B-	D	工事前：いくつかの橋梁での影響が想定される。 供用時：影響は限定的である。
17	土地利用や地域資源活用	D	D	D	D	いくつかの橋梁で影響が想定されるが、極めて限定的であると考えられる。
18	社会関係資本や地域意思決定機関等の社会組織 既存のインフラおよびサービス	B-	D	B-	D	工事前：建設に伴い移転が発生する橋梁が想定される。 供用時：影響は発生しない。
19	貧困層	A-	A-	B-	B-	工事前は、RHD の所有する土地へ住む貧困者への影響が想定される。 供用時に影響が継続されると想定される。
20	先住民族・少数民族	D	D	D	D	対象橋梁近辺に住む先住民族・少数民族はいない。
21	被害と便益の偏在	D	D	D	D	改修は既設橋梁に隣接し架橋されるので、影響はほとんど発生しないと想定される。
22	地域内の利害対立	D	D	D	D	改修は既設橋梁に隣接し架橋されるので、影響はほとんど発生しないと想定される。
23	ジェンダー	C	C	D	D	SHM には女性も参加しており、影響はごく僅かであると想定される。
24	子どもの権利	C	C	D	D	通学経路等への変更はなく、影響は想定されない。
25	文化遺産	D	D	D	D	橋梁建設地の付近には文化的・歴史的遺跡はなく影響は想定されない。
26	HIV/AIDS 等の感染症へのリスク	B-	D	D-	D	工事中は規模は小さいながらも外部からの作業員による感染が懸念される。

No.	影響項目	EIA 調査前の予測		EIA 調査後		EIA 調査前の予測
		工事前 工事中	供用時	工事前 工事中	供用時	
27	景観	D	D	D	D	橋梁改修による影響は発生しないと想定される。
28	労働環境	B-	D	B-	D	工事中：発生が想定される。 供用時：発生リスクは極めて小さい。
29	社会的合意	A-	D	B-	D	工事中：広く現地ステークホルダーとの合意/理解が得られなかった場合の影響が想定される。
その他						
30	事故	B-	D	B-	B-	工事中：不適切な交通誘導、工事用車両に伴う事故が想定される 供用後：交通量の増加に伴う事故が想定される。

注：A+/-：大きな効果/負の影響が想定される
B+/-：ある程度の効果/負の影響が想定される
C：影響の程度は未定で更なる調査が必要である
D：影響の程度は軽微、もしくは全くないと考えられ今後の調査は不要である

出典：JICA 調査団

(3) Section C

表 11.1.34 EIA 調査の前、後のスコーピングの比較 (Section C)

No.	影響項目	EIA 調査前の予測		EIA 調査後		EIA 調査前の予測
		工事前 工事中	供用時	工事前 工事中	供用時	
汚染対策						
1	大気汚染	B-	C	B-	D	工事中：建設機械の稼働、およびホコリによる影響が想定される。
2	水質汚濁	B-	D	B-	D	工事中：工事現場からの排水による影響が想定される。
3	土壌汚染	B-	D	B-	D	工事中：燃料・油脂漏れによる影響が想定される。
4	廃棄物	B-	D	B-	D	工事中：宿舎、および建設廃材の発生による影響が想定される。
5	騒音・振動	B-	B-	B-	B-	工事中、供用時とも騒音レベルの上昇が予想される。
6	地盤沈下	D	D	D	D	本プロジェクトはトンネル建設、大規模な地下水の汲み上げを含むものではなく、地盤沈下は発生しない。
7	悪臭	D	D	D	D	工事中、供用時とも悪臭の発生はないと想定される。
8	地球温暖化	D	C	D	D	工事中の影響は限定的で、供用時の影響は極めて小さいと想定される。

No.	影響項目	EIA 調査前の予測		EIA 調査後		EIA 調査前の予測
		工事前 工事中	供用時	工事前 工事中	供用時	
自然環境						
9	地形・地質	D	D	D	D	本プロジェクトは既設橋梁の改修工事であり、現存する地形・地質に影響を及ぼすものではない。
10	底質	B-	D	D	D	工事中に有害物質の発生を含め底質に与える影響は極めて小さい。供用時に影響が発生することはない。
11	生態系	C	C	D	D	事業地には貴重種は確認されておらず、生態系への影響は軽微と考えられる。
12	水象	B-	C	D	D	本プロジェクトは既設橋梁の改修を目的としており、水象への影響は発生しない。
13	水利用	C	C	D	D	既設橋梁の改修により、現在の水利用が影響を受けることはほとんどない。
14	保護区	D	D	D	D	保護区に接近する改修候補橋梁はなく、影響は発生しない。
社会環境						
15	非自発的住民移転	B-	D	B-	D	工事前：本プロジェクトによって住居の移転が必要となり、ある程度の影響が発生する。 供用時：すべての移転が完了しており影響は極めて限定的である。
16	雇用や生計手段等の地域経済	B-/B+	C	B-	D	工事前：いくつかの橋梁での影響が想定される。 供用時：影響は限定的である。
17	土地利用や地域資源活用	D	D	D	D	いくつかの橋梁で影響が想定されるが、極めて限定的であると考えられる。
18	社会関係資本や地域意思決定機関等の社会組織 既存のインフラおよびサービス	B-	D	B-	D	工事前：建設に伴い移転が発生する橋梁が想定される。 供用時：影響は発生しない。
19	貧困層	A-	A-	B-	B-	工事前は、RHD の所有する土地へ住む貧困者への影響が想定される。 供用時に影響が継続されると想定される。
20	先住民族・少数民族	D	D	D	D	対象橋梁近辺に住む先住民族・少数民族はいない。
21	被害と便益の偏在	D	D	D	D	改修は既設橋梁に隣接し架橋されるので、影響はほとんど発生しないと想定される。
22	地域内の利害対立	D	D	D	D	改修は既設橋梁に隣接し架橋されるので、影響はほとんど発生しないと想定される。
23	ジェンダー	C	C	D	D	SHM には女性も参加しており、影響はごく僅かであると想定される。

No.	影響項目	EIA 調査前の予測		EIA 調査後		EIA 調査前の予測
		工事前 工事中	供用時	工事前 工事中	供用時	
24	子どもの権利	C	C	D	D	通学経路等への変更はなく、影響は想定されない。
25	文化遺産	D	D	D	D	橋梁建設地の付近には文化的・歴史的遺跡はなく影響は想定されない。
26	HIV/AIDS 等の感染症へのリスク	B-	D	D-	D	工事中は規模は小さいながらも外部からの作業員による感染が懸念される。
27	景観	D	D	D	D	橋梁改修による影響は発生しないと想定される。
28	労働環境	B-	D	B-	D	工事中：発生が想定される。 供用時：発生リスクは極めて小さい。
29	社会的合意	A-	D	B-	D	工事中：広く現地ステークホルダーとの合意/理解が得られなかった場合の影響が想定される。
その他						
30	事故	B-	D	B-	B-	工事中：不適切な交通誘導、工事車両に伴う事故が想定される 供用後：交通量の増加に伴う事故が想定される。

注：A+/-：大きな効果/負の影響が想定される
B+/-：ある程度の効果/負の影響が想定される
C：影響の程度は未定で更なる調査が必要である
D：影響の程度は軽微、もしくは全くないと考えられ今後の調査は不要である

出典：JICA 調査団

11.1.8 緩和策及び緩和策実施のための費用

表 11.1.35 に工事前・工事中の緩和策、表 11.1.36 に供用時の緩和策を示す。

表 11.1.35 工事前・工事中の緩和策

影響項目	低減策	実施機関	責任機関
大気汚染	<ul style="list-style-type: none"> - 施工業者は建設機器が最高の状態で稼働できるよう日常点検とチェックを行う。 - 機器の日常点検は定められた方法に則り行う。 - サイトのホコリ防止のため、定期的な散水を行う。 	施工業者	事業実施局 (PIU)
水質汚濁	<ul style="list-style-type: none"> - 仮堰堤を設けて濁水を沈殿させ、工事に伴う排水が直接河川に流出しないよう防止する。 - 施工業者は仮設トイレ、ゴミ箱を設置して工事関係者に起因する水質汚濁を防止する。 	施工業者	PIU
土壌汚染	<ul style="list-style-type: none"> - 重機の運転手は給油時に燃料漏れが起きないように配慮を払う。 - 施工業者、および監理コンサルタントはその実施状況を管理する。 	施工業者	PIU
廃棄物	<ul style="list-style-type: none"> - 施工業者は工事に伴い発生する建設廃棄物の処理計画を作成し、廃棄物管理を行う。 - 監理コンサルタントはその実施状況を管理する。 	施工業者	PIU

影響項目	低減策	実施機関	責任機関
保護区	- EIA 報告書を DOE へ提出する際は B9, B12, B13 での森林保護区の解除申請を森林局に行う。	RHD	RHD
騒音・振動	- 建設機器に起因する騒音が基準値以内に収まるよう、騒音防止マフラー付きの機器を使用し維持管理を行う。 - 施工業者は状況に応じ、低騒音型の機器を建設現場で使用する。	施工業者	PIU
非自発的住民移転	- センサス調査、および現地ステークホルダー協議を行う。 - 以下の事項を含む簡易移転計画書を作成する。 <ul style="list-style-type: none"> 補償の受給要件 センサス時に PAPs に非正規居住者が含まれているかどうかを確認し、含まれる場合は彼らへの補償。支援方策 他ドナーが過去に実施した・現在実施中の事業を参考にして社会的弱者に対する支援方策 必要に応じて移転地の用意 - 内部モニタリング等による簡易住民移転計画書実施の確認を行う。 <ul style="list-style-type: none"> 苦情処理委員会の設立 - 第三者による外部モニタリングを行う。	PIU	RHD
雇用や生計手段等の地域経済	- 以下の事項を含む簡易移転計画書を作成する。 <ul style="list-style-type: none"> PAPs の生計回復のための手段 	PIU	RHD
社会関係資本や地域意思決定機関等の社会組織 既存のインフラおよびサービス	- 電力、水道、電話等の社会インフラは工事が開始する前に移転させる。	PIU	RHD
貧困層	- 農作業への影響を低減するため、工事の予定はできるだけ早く PAPs へ告知する。 - PAPs へは適切な補償を支払う。	PIU	RHD
HIV/AIDS 等の感染症へのリスク	- 施工業者は、工事関係者へ適切な教育を定期的に行う。	施工業者	PIU
労働環境	- 施工業者は工事関係者へヘルメット、安全ベルト等を支給する。 - 施工業者は足場、山留め等施工中の作業員の安全を確保するのに必要な手段を講じる。	施工業者	PIU
社会的合意	- RHD は、現地ステークホルダー協議を行い住民に工事に関する情報を公開する。	PIU	RHD
事故	- 現地 RHD は、工事中の交通誘導計画、交通切り回し計画の適切性を確認して計画を承認する。 - 重機が公道の近辺で作業する場合は交通誘導員等を配置する。	施工業者	PIU

出典：JICA 調査団

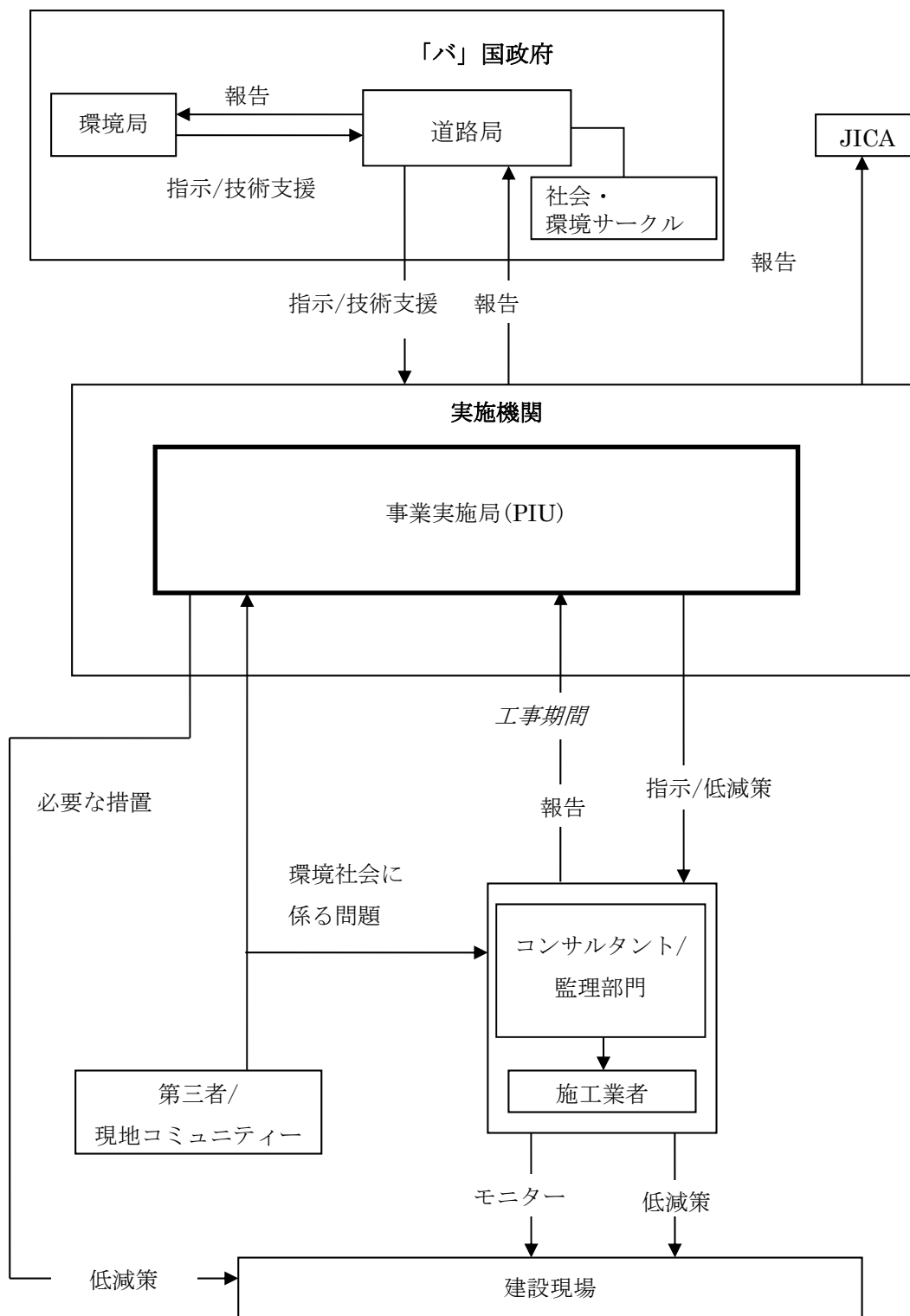
表 11.1.36 供用時の緩和策

影響項目	低減策	実施機関	責任機関
騒音・振動	- RHD は騒音計測とレビューを行う。 - 基準値を上回る場所にはハンブ・植樹帯を設置して騒音の低減を図る。	現地 RHD	RHD
貧困層	- 外部モニタリングコンサルタントによりモニタを行う。	外部モニタリング コンサルタント	RHD
事故	- 学校、病院、市場の近くにハンブを設置する。	現地 RHD	RHD

出典：JICA 調査団

11.1.9 環境管理計画 (EMP)

環境管理、およびモニタリングを行う体制を図 11.1.6 に示す。



出典：JICA 調査団

図 11.1.6 環境管理およびモニタリング体制

工事中、監理機関は環境モニタリングを定期的に行うことが求められる。通常、影響項目のモニタリングには二通りのアプローチが用いられる。すなわち、(i) 工事前・工事中の順守モニタリングと(ii) 工事中・工事中に影響を及ぼす作業項目のモニタリングである。次表は工事中、維持管理期間に行うモニタリングを示し、モニタリング表を付録 II Form of Monitoring に添付する。

表 11.1.37 環境モニタリング計画（工事中）

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

出典：JICA 調査団

表 11.1.38 環境モニタリング計画（供用時）

No.	環境影響項目	指標/単位	モニタリング方法	頻度	実施機関	責任機関
1	騒音	通行車両によって発生する騒音計測（db）	騒音計測計	年に一度	地方の RHD	RHD
2	貧困層	移転前後の収入の比較	第三者	年に一度、二回	外部モニタリングコンサルタント	RHD
3	事故	通行車両に起因する事故件数	目視点検	月に一度	地方の RHD	RHD

出典：JICA 調査団

工事期間中の法面緑化、大気質・水質・土壌汚染等は環境管理に係る費用に含まれる。本費用の見積もりを表 11.1.39 と表 11.1.40 に示す。

表 11.1.39 施工業者が行う環境モニタリング費用

非 公 表

表 11.1.40 RHD が行う環境モニタリング費用

非 公 表

11.2 用地取得・住民移転

11.2.1 用地取得・住民移転の必要性

新設橋は取付道路と共に現況位置付近に架け替えられ、これに伴い用地取得・住民移転が発生する。

本プロジェクトは既設橋梁の改修であり、移転に伴うにある程度の規模の影響住民（200 名以内）が発生すると想定される。世界銀行 OP 4.12 が示す“移転住民数が少ない、もしくは各橋の移転住民数が 200 名以下”に則り簡易 PAP を作成した。

なお、簡易 RAP は ARP 報告書、Annex-I: TOR for ARP Implementation、Annex-II: ARP Implementation Monitoring Format、Annex-III: TOR for External Monitoring Consultant、Annex-IV: Minutes of SHM、Annex-V: Section-wise Detail、Annex-VI: Survey Format of Census、Annex-VII: Survey Format of Inventory of Losses および Annex-VIII: Compensation Package, Entitlements and Modes と共に別冊にして添付した。

11.2.2 用地取得・住民移転に係る法的枠組み

現在、「バ」国における用地取得の法令は 1982 年に制定され、1993 年－1994 年に改定された不動産取得収用法（Acquisition and Requisition of Immovable Property Ordinance）により規定されている。同法によれば補償は、(i)土地及び資産の恒久的収用（植物、農作物、漁業、樹木、家屋）、及び、(ii)その他収用の伴う損失に対して支払われる。県副行政官（Deputy Commissioner）は用地取得事務官（Land Acquisition Officer）が査定した市場価格に 50% 上積みした補償支払額を決めるが、これは実際の再取得価格を満たしてない。1994 年の改訂で、小作人に対しても農作物補償が支払われることになった。しかし、同法では権利書の非所有者、証明記録の非所有者、非正規居住者・占用者、不法耕作者・賃借者等の被影響住民の損失補償は行われない。同法には、非正規居住者に対する移転支援、生計回復のための移行期間中の支援に関する条項もない。したがって、本プロジェクトは同法に必要な修正を加えて適用することとする。

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

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

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

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

11.2.3 JICA ガイドラインと「バ」国関係法令との乖離

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

表 11.2.1 ギャップとギャップを埋めるための方策

No.	JICA ガイドライン (2010)	「バ」国不動産取得収用法 (1982)	JICA ガイドラインと「バ」国法令との乖離	乖離を埋めるための方策
1	非自発的住民移転及び生計手段の喪失は、あらゆる方法を検討して回避に努めねばならない	該当する条項はない	JICA ガイドラインと比較して 1982 の条令には影響の回避/最小化は示されていない	他ドナーの支援によるプロジェクトと同様に、既に「バ」国では事業実施前に影響の回避/最小化の方策が取られている。今後、設計・実施段階でこれら方策を実施させる。
2	このような検討を経ても回避が可能でない場合には、影響を最小化し、損失を補償するために、実効性ある対策が講じられなければならない	非正規居住者は該当しないとされている	JICA ガイドラインでは正規・非正規居住を問わず受給要件を満たせば補償を行うとなっているが、「バ」国の条令では非正規居住者は受給対象外となっている	非正規居住者にも以下の補償を行う： <ul style="list-style-type: none"> - 影響を受ける建造物、樹木 - 建造物移転支援 - 建造物再建支援 - 自宅所有者への住居移転支援 - 賃貸者への移転支援
3	移転住民には、移転前の生活水準や収入機会、生産水準において改善又は少なくとも回復できるような補償・支援を提供する	移転前の生活水準を保つとする条項はない	移転前の生活水準回復に関して JICA ガイドラインでは補償・支援を提供するとなっているが、「バ」国の条令には該当する条項がない	以下の支援を提案する： <ul style="list-style-type: none"> - 営業損失の伴う金銭支援 - 工場及び魚倉庫への損失補償 - 労働の損失に伴う賃金支援 - 住宅賃貸者の移転に伴う賃貸支援 - 賃貸業者への支援 - マイクロクレジットの紹介 - 職業訓練機会の提供 - 優先雇傭等。

No.	JICA ガイドライン (2010)	「バ」国不動産取得取用法 (1982)	JICA ガイドラインと「バ」国法令との乖離	乖離を埋めるための方策
4	補償は可能な限り再取得費用に基づかなければならない	補償額は政府価格とされており、通常、市場価格と比べかなり低い	JICA ガイドラインでは市場価格による再取得価格と示されているが、「バ」国の場合は該当する条項がない	ARP にこれら問題に対応し、市場価格の決定権を有する独立した評価者（委員会）が価格を決定するメカニズムを明記する。 再取得費用での補償について実施機関と合意する。
5	補償やその他の支援は、物理的移転の前に提供されなければならない	支払いは工事開始前、後に関係なく所定の期日に実施される	JICA ガイドラインでは、移転前に補償支払いを完了するとされている	ARP にこれら問題に対応し、用地取得/移転前に支払いが実施されるメカニズムを規定する
6	大規模非自発的住民移転が発生するプロジェクトの場合には、住民移転計画が、作成、公開されていなければならない。住民移転計画には、世界銀行のセーフガードポリシーの OP4.12 Annex A に規定される内容が含まれることが望ましい	ARP の作成、公聴会の開催に関する条項はない。県次長が取得担当者を通して土地所有者に連絡を入れ、所有者に異存がなければ補償額・その他の手続きを進められる	「バ」国には移転に必要な方策の骨子、情報公開を示す RAP の作成を義務付ける条項はない	本プロジェクトの ARP には、移転に必要な骨子と情報公開が不可欠であることを示した。これは今後の設計・事業実施段階で実行される
7	住民移転計画の作成に当たり、事前に十分な情報が公開された上で、これに基づく影響を受ける人々やコミュニティとの協議が行われていなければならない。	1982 年の法令では、取得対象者のみに通知される	法令に該当する条項はなく、県及び中央レベルの土地配分委員会で開催される	ARP/移転計画は現地ステークホルダー（非影響住民、政府関係機関、地方機関、NGO 等）との協議を通して作成され、その協議はプロジェクトの計画、事業化調査、設計、実施、モニタリングを含む実施後等、あらゆる段階に行う
8	協議に際しては、影響を受ける人々が理解できる言語と様式による説明が行われていなければならない	該当する条項はない	「バ」国には該当する条項がない	移転計画をすべのステークホルダーと現地で使用されている言語で ARP についての説明・質問形式でプロジェクトの計画、事業化調査、設計、実施、モニタリングを含む実施後等、あらゆる段階に行なう
9	非自発的住民移転及び生計手段の喪失にかかる対策の立案、実施、モニタリングには、影響を受ける人々やコミュニティの適切な参加が促進されていなければならない	影響を受ける人々の参加のモニタリングに関する該当する条項はない	「バ」国には該当する条項がない	移転計画をすべのステークホルダーと現地で使用されている言語で ARP についての説明・質問形式でプロジェクトの計画、事業化調査、設計、実施、モニタリングを含む実施後等、あらゆる段階に行なう
10	影響を受ける人々やコミュニティからの苦情に対する処理メカニズムが整備されていなければならない	影響を受ける人が補償額に納得できない場合には調停者に仲裁を依頼し、調停者の決定に不服がある場合は裁判所に訴えて結審を仰ぐとされている	JICA ガイドラインは法律に基づく対決を最小化して問題の円満解決を図るための苦情処理機関の設置を奨めているが、「バ」国では調停者への仲裁と裁判所による結審しかない	本プロジェクトの移転計画は、正規・非正規を問わず、すべての PAPs のための苦情処理メカニズムに関する条項を設けた

No.	JICA ガイドライン (2010)	「バ」国不動産取得 取用法 (1982)	JICA ガイドラインと 「バ」国法令との乖離	乖離を埋めるための方策
11	被影響住民は、補償や支援の受給権を確立するため、初期ベースライン調査(人口センサス、資産・財産調査、社会経済調査を含む)を通じて特定・記録される。これは、補償や支援等の利益を求めて不当に人々が流入することを防ぐため、可能な限り事業の初期段階で行われることが望ましい	このような作業に係る条項はない	「バ」国には該当する条項がない	本 ARP は、移転対象住民へのセンサス、社会・経済調査を行い、喪失する資産の財産調査を基に作成された。また、影響を受ける資産をビデオで記録した。
12	補償や支援の受給権者は、土地に対する法的権利を有するもの、土地に対する法的権利を有していないが、権利を請求すれば、当該国の法制度に基づき権利が認められるもの、占有している土地の法的権利及び請求権を確認できないものとする	該当する条項はない	「バ」国には該当する条項がない	移転計画は、正規・非正規を問わず物的又は経済的置換が発生した場合には、その影響を被るすべての人が支援と補償を受ける権利を有することを示した
13	移転住民の生計が土地に根差している場合は、土地に基づく移転戦略を優先させる	該当する条項はない	「バ」国には該当する条項がない	本提案は政府所有地が少なく、また民有地の取得が難しいことも相まって移転計画では可能であれば代替土地による補償を優先するとした。ホストコミュニティの同意と土地価格を調査の上、代替地による補償が可能であればその方向で補償を行う
14	移行期間の支援を提供する	移行期間の支援に係る条項はない	「バ」国には該当する条項がない	ARP に以下を示す: - 自宅所有者への移転支援 - 借家人への移転支援
15	移転住民のうち社会的な弱者、得に貧困層や土地なし住民、老人、女性、子ども、先住民族、少数民族については、特段の配慮を行う	社会的弱者への配慮に関する条項はない	「バ」国には該当する条項がない	寡婦、高齢者、障害及び貧困世帯等社会的弱者への特別な支援を行う
16	200 人未満の住民移転または用地取得を伴う案件については、移転計画 (ARP) を作成する	該当する条項はない	「バ」国には該当する条項がない	本 ARP は、各橋梁における PAPs 数が 200 名以下であることにより作成された

出典：JICA 調査団

11.2.4 センサス及び社会経済調査

(1) 調査方法

センサス・社会経済調査は 2015 年 6 月と 7 月にプロジェクトの影響を受けると想定される建造物の必要情報を収集し、影響緩和策を策定する目的で実施された。本調査には(i) 建造物質問票と資産損失調査 (Annex-VI と VII を参照)、(ii) 建造物質問票に基づく損失価格調査 (iii) 影響を受ける建造物のビデオ撮影 (iv) コミュニティ毎の現地ステークホルダ協議等を含む。調査によりプロジェクト内の世帯主、商業施設、土地所有者/占有者、小作を行っている人、樹木を失う人、不法占有者、借家人と公共施設等を判別させた。また、年齢/性別の分布、教育、職業、収入/貧困度、影響物件のタイプ・所有区分等のデータも得られた。

(2) 事業実施予定地

選定された 24 橋は Section A、Section B、Section C と地域が分かれている。Section A の 5 橋は南西部のダッカ～コルカタ間にあり、Section B の 8 橋は南東部のランプール～バリヤルハット間、Section C の 4 橋は南・東のチッタゴン～コックスバザール間にある。表 11.2.2 に影響の概要をサブプロジェクト毎に示す。

表 11.2.2 サブプロジェクト毎の影響の概要

シリアル No.	橋梁 ID	住居損失世帯主数 (PAHs)	住居損失者数 (PAPs)	住居/兼商店の被影響面積 (カテゴリ 1)	農地/その他の被影響面積 (カテゴリ 2)
Section A					
ジゴルガチャ	N-706_14b	30	164	0	4,512
ガラコラ	N-805_24a	6	36	0	148
タランプール	R750_25a	5	14	0	1,339
ハワイカリ	Z7503_5a	0	0	1,373	1,679
カルナ	新橋	39	183	6,554	231,677
小計		80	397	7,927 m ²	239,355 m ²
Section B					
B2,B3 ¹⁴	R-151_4a/4c	13	78	1,206	5,392
B9	R-151_14a	0	0	0	3,567
B12	R-151_16a	5	29	269	1,761
B13	R-151_16c	0	0	0	3,115
B16	R-152_Sa	8	57	648	2,825
B18	R-152_7a	1	5	70	4,271
B25	R-152_14a	7	43	769	4,366
小計		34	212	2,962 m ²	25,297 m ²
Section C					
C8	N-1_257a	3	10	422	5,604
C12	N-1_272a	1	9	149	14,223
C13	N-1_279a	20	67	1,061	3,948
C26	N-1_328a	11	60	1,545	410
小計		35	146	3,177 m ²	24,185 m ²

出典：JICA 調査団

¹⁴ B2 と B3 は距離が近く同じ村のため B2/B3 サブプロジェクトとした。

住居/住居兼商店の正規所有者の 149 世帯、755 名の移転が必要となる。これらは総用地確保面積 302,903 m² の内 14,066 m² を占める。また、商業に従事している 477 世帯、33,172 m² の施設が影響を受ける。

(3) 被影響住民のプロフィール

被影響世帯を男女別、セクション別に表 11.2.3 と表 11.2.4 に示す。総世帯数 683 の内、男性が家長であるのは 656 世帯（96.05%）、女性の家長は 27 世帯（3.95%）である。

表 11.2.3 被影響世帯のセクション、男女別の分類

性別	セクション毎被影響世帯数			計	割合 (%)
	Section A	Section B	Section C		
男性	396 (97.3%)	133 (95.0%)	127 (93.4%)	656	96.05
女性	11 (2.70%)	7 (5.00%)	9 (6.62%)	27	3.95
計	407 (100%)	140 (100%)	136 (100%)	683	100.00

出典：Census & Socioeconomic survey, June 2015

被影響住民総数のうち男性は 2,205 名（55.52%）、女性は 1,752 名（44.28%）であることを表 11.2.4 に示す。

表 11.2.4 被影響住民のセクション、男女別の分類

セクション	総世帯数	人口				総人口
		男性	割合 (%)	女性	割合 (%)	
Section A	407	1,340	56.76	1,021	43.24	2,361
Section B	140	475	55.82	376	44.18	851
Section C	136	390	52.35	355	47.65	745
計	683	2,205	55.72	1,752	44.28	3,957

出典：Census & Socioeconomic survey, June 2015

「バ」国の貧困の定義は、一人あたりの収入または直接摂取カロリーで定義されており、直接摂取カロリーが 2,122 kcal（「バ」国の規定により年収 60,000 タカ未満）以下は貧困状況にあり、1,805 kcal 以下は最貧困にあるとされている。今回実施した社会経済調査によれば、被影響世帯の 3.66%が年収 60,000 タカ以下であった。

表 11.2.5 地域ごとの世帯主の年収と貧困のレベル

セクション 年収	Section A		Section B		Section C		計	
	人数	%	人数	%	人数	%	人数	%
<15,000	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
15,001-30,000	4	0.98	0	0.00	0	0.00	4	0.59
30,001-45,000	2	0.49	0	0.00	3	2.21	5	0.73
45,001-60,000	9	2.21	3	2.14	4	2.94	16	2.34
60,001-80,000	6	1.47	3	2.14	3	2.21	12	1.76
80,001-100,000	20	4.91	1	0.71	1	0.74	22	3.22
100,001-120,000	36	8.85	16	11.43	24	17.65	76	11.13
120,001-135,000	6	1.47	0	0.00	0	0.00	6	0.88
135,001-150,000	10	2.46	2	1.43	6	4.41	18	2.64
150,001-165,000	2	0.49	0	0.00	0	0.00	2	0.29
165,001-180,000	30	7.37	17	12.14	15	11.03	62	9.08
180,001-195,000	282	69.29	98	70.00	80	58.82	460	67.35
総計	407	100.00	140	100.00	136	100.00	683	100.00

出典：Census & Socioeconomic survey, June 2015

11.2.5 補償・支援の具体策と受給要件

影響を被る全ての人々には、影響に対する補償と支援を受ける資格を有する。ただし、受給資格はカットオフデートの制限を受ける。「バ」国では、カットオフデートは法（1982年布告II、および1994年の改定）第3節に則り用地取得に必要なROWを公示するか、共同立会い時にDCが宣言することとされている。本プロジェクトにおけるカットオフデートは、ARPに基づき現地ステークホルダー協議で受給要件が公開された日である。これにより、非正規居住者であっても表11.2.6に示す補償の受給対象となる。

受給要件のマトリックス表は、2015年6月から8月に実施したセンサス、社会経済調査の結果に基づき作成させた。本表には調査結果に基づく損失の種類の特定、各損失に対しての受給要件、補償受給の項目、および移転に係る手当が示されている。「バ」国補償金支払い法（CCL）では土地、樹木、建物、その他建造物の損失に対しては、副行政官を通して市場価格による補償が行われるとされている。これら損失補償金額に関してCCLと市場価格に差が発生した場合はRHDがARP実施機関をとおしてその差額を支払う。

表 11.2.6 補償および受給要件のマトリックス

項目 No.	損失の種類	受給者	補償内容	実施に伴う摘要/ガイドライン
1	住居、商店、農地、池、用水路、果樹等	土地の正規所有者	<ul style="list-style-type: none"> i. 評価助言団（PVAT）が決定する土地再取得価格(RV)：法に基づく補償金額（CCL）、市場価格との差額、印紙代・登録費用として 10.5% ii. 移転手当：農地・養魚場・用水路は 1/100 エーカー当たり 100 タカ、住宅地・果樹園・商業地は 1/100 エーカーあたり 200 タカ iii. 実質所有者/耕作者への作物補償額は PVAT が定める金額 	<ul style="list-style-type: none"> a. 土地面積、評価額は共同検証調査（JVS）による b. 市場価格価格は土地市場価格調査（LMS）による c. CCLに基づく評価 d. 正規所有者の情報更新 e. CCLに基づく支払い f. 影響を受ける人々への受給要件および支払い手順の通知 g. 副行政官（DC）が決定する CCLで再取得価格に不足する金額への追加支払い。 h. 影響を受ける人が代替地購入のため必要な印紙代・登録費用として市場価格の 10.5% を支払う
2	耕作地：所有者/耕作者/賃貸人/小作人	賃貸人/小作人/正規所有者/栽培者/社会的に所有していると認定される者/賃借人/非正規占有者	<ul style="list-style-type: none"> i. PVAT が決定する所有者/耕作者/小作人/賃貸人/賃借人への作物補償 ii. 所有者/栽培者は現在の作物を収穫する権利を有する。 	<ul style="list-style-type: none"> a. 賃借人/小作人に関する認証は JVS が行う b. 作物補償は、正規所有者/社会的に所有していると認められる者には、用地取得後、彼らからの証明付き領収書をもって現金が支払われる c. 所有者自身が耕作者である場合は、PVAT が定めるところの市場価格価格との不足分を支払う d. 作物補償と作物は、土地所有者/社会的に所有しているとみなされる者と小作人との間で交わされた条件に基づき分配される e. 小作の取り決めが口頭であり係争が起きた場合は、選出された代表者の証明書が法的効力を有する
3	樹木/多年草/漁業資源	<ul style="list-style-type: none"> 1. 土地の正規所有者 2. 社会的に所有している求められた者/非正規占有者 	<ul style="list-style-type: none"> i. 市場価格に基づく樹木/多年草/漁業資源への補償 ii. 果樹には樹木価格の 30% を一年間の収穫回数分の支払い iii. 漁業資源の補償は PVAT が決定する iv. 樹木の損失に各戸に苗木 5 本を無料配布する v. 所有者は工事に遅延を及ぼさない限りにおいて、樹木/多年草/魚を無料で持ち去ることが許される 	<ul style="list-style-type: none"> a. 市場価格による樹木の評価 b. CCLによる樹木への支払い c. 所有者への適切な補償金額の支払いと所有者が無料で樹木を持ち去る権利 d. 果樹に対しては小、中、大に応じた果物補償 e. 樹木を損失する世帯へ 5 本の苗木（2本の果実木、2本の用材木、1本の医薬木）の無料配布
4	住居・商店：所有者/占有者	正規所有者/専有者	<ul style="list-style-type: none"> i. PVAT が決定する構築物の市場再取得価格に基づく ii. 移転手当として、主要建造物再取得価格の 12.5% を支払う iii. 再建手当として、主要建造物再取得価格の 12.5% を支払う iv. 所有者無料で既設建造物材料を持ち去ることができる 	<ul style="list-style-type: none"> a. CCLによる損失への支払い b. JVSおよび他の記録による検証 c. 影響を受ける人への受給情報と支援策の提供

項目 No.	損失の種類	受給者	補償内容	実施に伴う摘要/ガイドライン
5	住居/商店（賃貸またはリース）	賃貸人またはリース人の所有物	i. 一世帯または一法人へ代替住宅/施設費用として3,000 タカを一回支払う ii. 家族数に応じた移転手当の支払い：家族一人当たり 500 タカ、また最低 2,000 を支払う	a. JVSおよび他の記録による検証 b. 移転手当は当該サイトから移転する時に支払う
6	移転に伴う営業損失	共同検証調査（JVS）に記録された商店主/運営者	i. 営業再建費用として1店舗あたり 10,000 タカを支払う	a. JVSによる登録 b. 支払いは用地取得手続き中に行う
7	移転に伴う労働日数の減少	共同検証団（JVT）が雇用されていると認定した者	i. 影響を受ける従業員/日額労働者へ一日当たり 300 タカを30 日分支払う ii. 希望があれば工事現場への雇傭（可能な場合）	a. JVSによる登録 b. 支払いは用地取得手続き中に行う c. 在職者の工事現場への採用 d. 養蜂、家畜業、製陶、溶接、機械修理、植物栽培、社会林業等の所得創出機会の訓練
8	貧困層および社会的弱者	JVTが認定した貧困層および社会的弱者	i. 寡婦、社会的弱者へは 3,000 タカを給付する ii. 弱者への所得創出機会の訓練	a. 弱者の特定 b. 弱者への所得再建策I c. 所得創出のための訓練の提供
9	公共施設	モスク、学校、コミュニティー施設等	i. 公共施設への補償支払い、またはプロジェクトでこれらを新築する	a. 公共物を運営する団体の特定 b. 現金による損失補償 c. または、プロジェクトによる施設の新築
10	工事中に発生する影響	コミュニティー/個人	i. 施工業者は、重機の稼働・移動によって発生した建造物・土地へ影響が確認された場合は補償しなければならない ii. 施工業者は、COI の外の用地を仮設工事に使用する場合は書面で所有者の承諾を得る iii. 借地は原形またはそれを上回る状態に復旧し所有者に返還する	a. 工事開始前に、当該地区の地区の住民へ大気汚染、騒音等の環境に影響を及ぼす事項を伝える場を設ける b. 施工業者は、工事期間中は労働者に感染症、安全な性交渉等の安全教育を行う。また、救急箱、コンドーム等を用意する。

出典：ARP, June 2015

11.2.6 苦情処理委員会

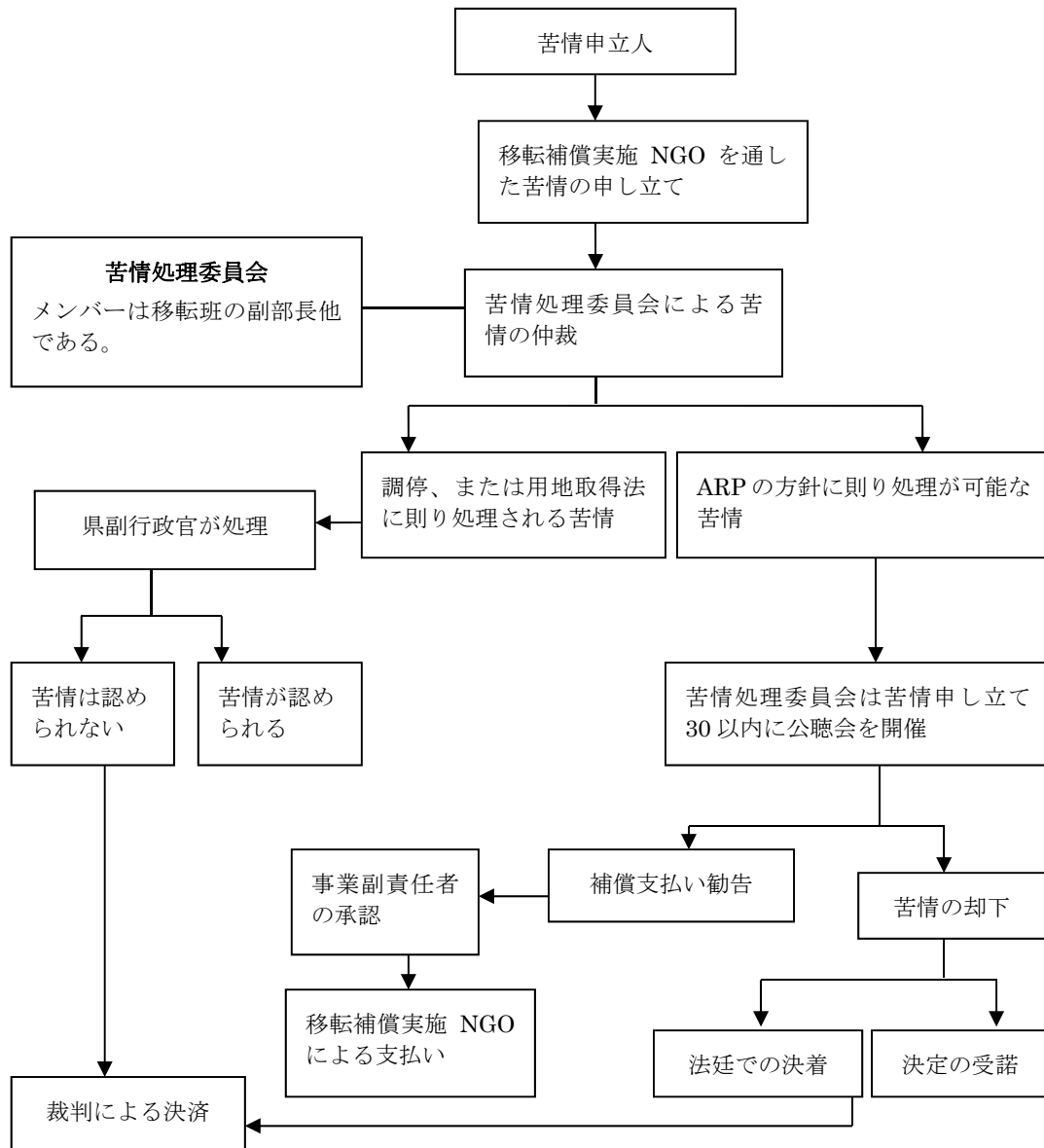
「バ」国では、複雑な土地登記制度によって土地、建物、樹木、池等の所有権を巡る多数の係争が発生している。これによって、道路線形、土地評価価格、その他補償に関する苦情を引き起こす結果となっている。1982年の用地取得令に苦情処理とその救済に関する手順が示されている。しかし、通常、法令に則る解決には複雑な手続きが伴い、貧しい人々たちは裁判費用の捻出や公平性を欠く取扱を受けたりして、解決に長い時間が費やされている。法廷に頼るのではなく、法に基づき公平に問題を解決して欲しいとの苦情が多く寄せられている。用地取得に伴い発生するこれらの問題解決として苦情処理委員会（GRC）を共同体ごとに設置する。

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

- RUの副部長、RHD技術幹部：主催者
- 移転補償実施NGOの地区担当マネージャー：書記、委員

- UP の議長：委員
- 移転者の代表一名：委員
- UP の女性一名：委員

図 11.2.1 に GRC の詳細を示す。



出典：JICA 調査団

図 11.2.1 苦情処理のメカニズム

11.2.7 実施体制

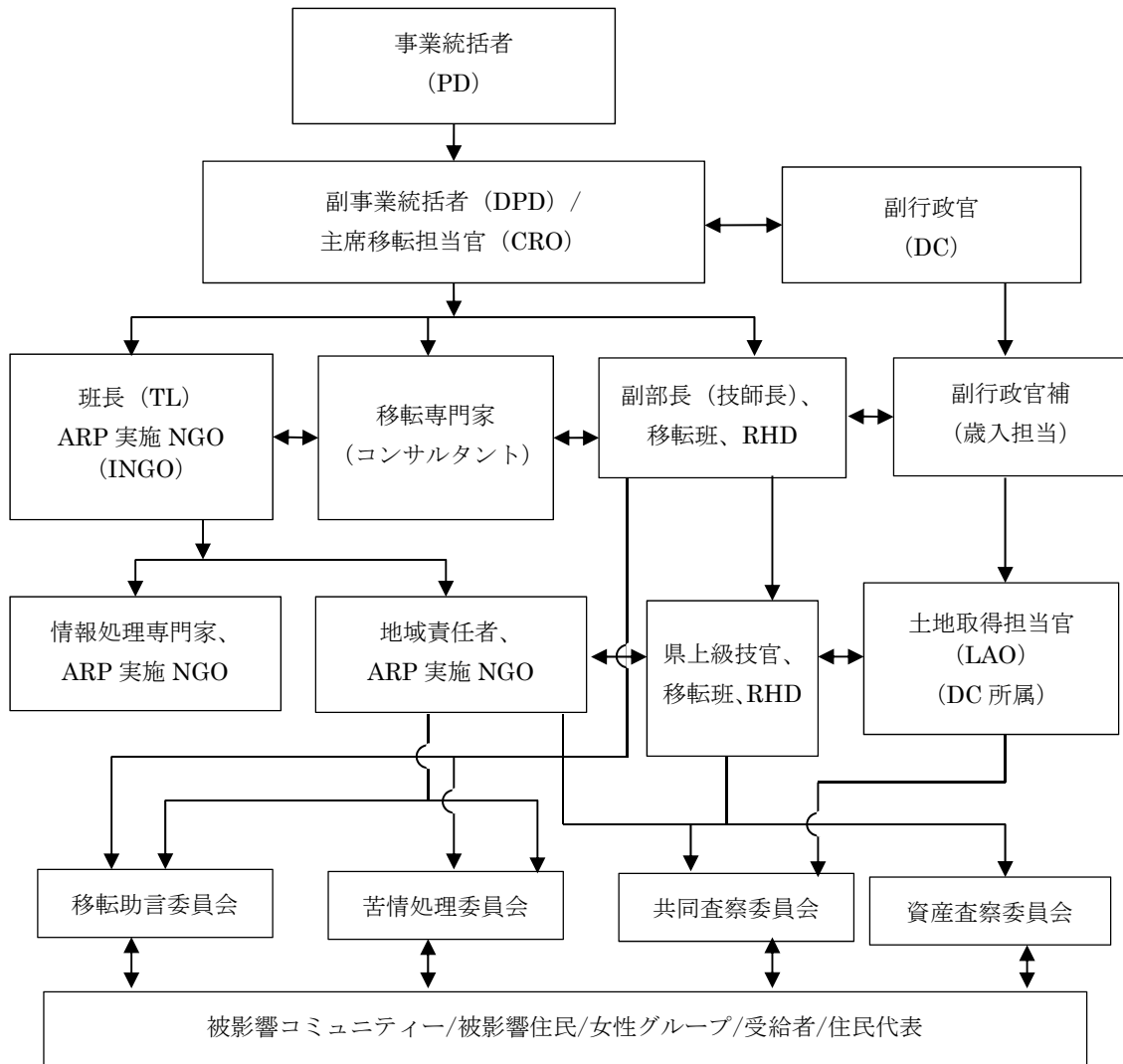
(1) 実施体制

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

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

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

図 11.2.2 に移転の実施に伴う組織・職位の階層を示す。



出典：JICA 調査団

図 11.2.2 簡易 RAP 実施組織・階層図

(2) 移転プロセスにおける女性グループ

簡易 RAP の実施にあたり、用地取得及び移転の計画・管理・実施段階においてジェンダーに対するきめ細かな配慮がなさなければならない。実施 NGO は移転者の女性たちをいくつかのグループに分けて、これらを運営してゆく。実施 NGO は女性及び寡婦を対象とした面談を行い、その結果を移転・定住の計画に反映させる。移転対象となる女性には、建設工事への参加の機会を考慮する。

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

(3) 実施 NGO の選定

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

11.2.8 実施スケジュール

非 公 表

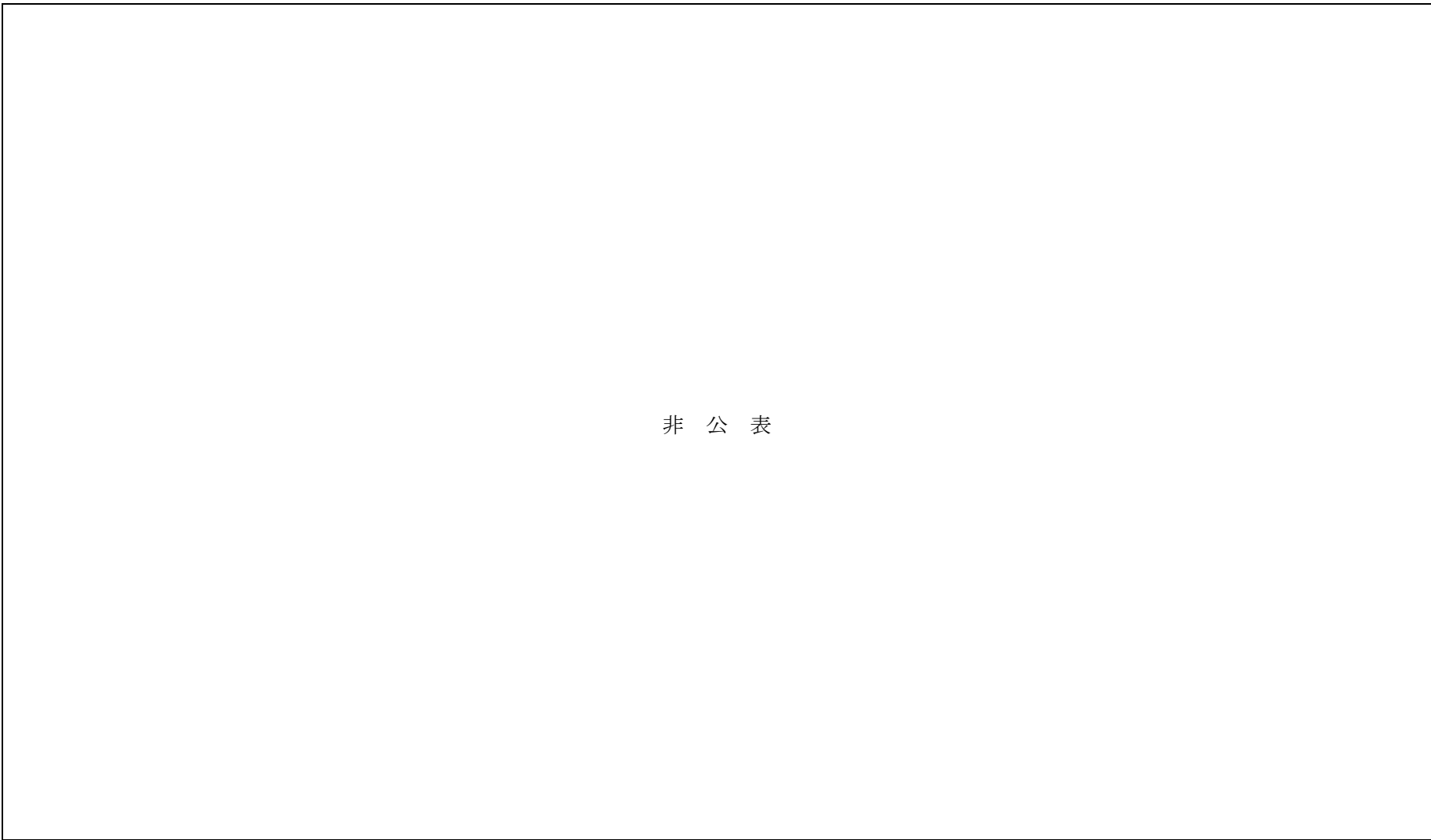


図 11.2.3 実施スケジュール

11.2.9 費用と財源

表 11.2.7 に ARP の実施のために必要な費用は「非公表」タカであることを示した。本費用には土地、及び土地関連費用が 20%の上昇すると見込んでいる。土地価格はプロジェクトの実施に伴い著しく上昇する。これは ARP の要約“Special Consideration for Land Acquisition Budget”に記載した。

また、上記の費用以外に、軸重計設置のための用地費がベナポールで「非公表」（BDT）、ラムガールで「非公表」（BDT）必要となる。

その他の費用は、2015 年の移転およびその他必要な経費を市場価格で、影響を受ける建造物とビジネス機会の損失にも同年の価格で、収入の回復・社会的弱者への補償・支援は法的枠組みに基づいて算出した。本予算はセンサスおよび資産損失調査（IOL）に基づいており、支出項目は多岐に及んでいる。「バ」国政府は実際の移転に先立ち最終的な影響範囲を決定して、PVAC の推薦する価格を適用することが求められる。

表 11.2.7 用地取得および住民移転費用（単位 BDT）

非公表

11.2.10 モニタリングと評価

モニタリングは内部モニタリングと外部モニタリングを行ない、その結果を RHD を伝えて移転に係る効果を評価する。モニタリングでは移転に係る目標が ARP の実施期間中、およびその後適切であったか、特に、生計・生活水準は回復・改善されたかを評価する。評価により、今後の移転計画作成のための移転の効率、効果、影響と持続可能性を検証する。

(1) 内部モニタリング

内部モニタリングは移転班が国際移転専門家および ARP 実施機関の支援を受け、RHD の各地域エンジニアを介して行う。ARP 実施機関は、スケジューリングに従い実施される ARP 諸作業に伴う情報を収集する。RHD の移転班は四半期ごとにプロGRESSレポートを作成して ARP 実施状況を示す。本レポートには；(i) 現在の進捗状況、(ii) 期間中に達成、達成できなかった目的、(iii) 問題への対応、および(iv) 次四半期の目標を含む。また、モニタリングは供用後半年ごとに少なくとも二年間行う。表 11.2.8 に報告書に記載するモニタリング指標を示し、表 11.2.9 に移転班が ARP の実施に伴い四半期ごとにするモニタリング表を示す。

表 11.2.8 ARP 実施に伴うモニタリングフォーム

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

出典：ARP September, 2015

表 11.2.9 モニタリング指標

モニタリング項目	モニタリング指標
費用と必要な期間	用地取得、および移転に関わるスタッフ全員が予定どおり任命され現地の作業に従事しているか？ 能力育成、およびその訓練は予定どおり完了しているのか？ 移転業務は承認された移転系計画どおりに進行しているのか？ 受給者に支給される費用は予定どおりに移転機関に配布されているか？ 移転事務所に予定通りに費用が配布されているか？ 費用は ARP に則り支払われているか？ 用地取得は工事が開始される前に終わっているか？
受給要件の通知	被影響住民は受給要件マトリックスに示された項目、数量に基づく損失補償を受給できるようになっているか？ 土地権利を取得した被影響世帯数は何世帯か？ 移転し、新しく住居建設した被影響世帯数は何世帯か？ 収入・生計回復活動は予定に従って行われているのか？ 被影響商店は受給したのか？ 受食地を失う住民への補償は適切に支払われたのか？ プロジェクトにより立ち退く RHD、または政府の所有する土地の不法占拠者・侵入者に対する補償は行われたのか？ コミュニティの公共施設への補償が行われ、新たな場所に再建されたのか？
協議、苦情、および留意の必要な事項	移転に関する小冊子・パンフレットは配布されているのか？ 協議、グループ・コミュニティ活動を含むコンサルテーションは行われたのか？ 苦情処理による救済を申し入れた住民はいるのか？ その結果どうなったのか？ 係争は解決したのか？
受益のモニタリング	工事前と比較して住民が従事する職業にどのような変化が起きたのか？ 工事前と比較して住民の収入・支出にどのような変化が起きたのか？ 住民の収入は変化に対して遅れをとっていないか？ 社会的弱者のグループにどのような変化が生じたのか？

出典：ARP September, 2015

(2) 外部モニタリング

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

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

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

外部モニタリングの TOR を付属資料 Annex-III Form of Monitoring に示す。

11.2.11 現地ステークホルダー協議

現地ステークホルダー協議は二回実施された。第一回では各橋ごとにプロジェクトのゴール、目標、コンポーネント等の概要を述べ、改修橋梁の暫定的な設計に基づく情報を住民に公開した。また、当該地区で発生すると考えられる用地取得についても述べた。この協議結果は改修橋梁の最終位置決定に反映された。橋梁の位置決定後、第二段階のステークホルダー協議が開催された。その折、JICA ガイドラインおよび「バ」国の方針に基づき ARP に考慮された被影響住民への受給要件を公開した。また、非正規居住者が補償受給者として認定されるカットオフデータは第二回の協議日である旨を宣言した。

(1) 第一回協議







協議は 2015 年の 6 月から 8 月にかけて、各橋梁でコミュニティーの代表者、RHD の代表者、地方政府の代表者、連絡の取れた住民が参加して開催された。関係者には予め、携帯電話で開催時間と場所を通知した。その他の住民へは個人的な呼びかけ、ハンドマイクによる呼びかけにより通知を行った。

協議の要約を表 11.2.10 に示す。

表 11.2.10 第一回協議の要約

No.	協議開催日	参加者、実施方法	協議事項	協議結果
1	Section B:2015年6月 Section A:2015年6月～8月 Section C:2015年8月	34 橋の改修対象候補橋梁ごとに 35 回開催 参加者：農業従事者、居住者、サービスク関係者、商店主、コミュニティーのリーダー、RHD、地方政府の代表者（議長）等とのコンサルテーション 別途、女性グループとのフォーカスグループディスカッション	住民のプロジェクトへの理解、態度、要望、熱意をもとに下記の事項に関する協議が行われた： - 住民のプロジェクトに関する知識 - 住民のプロジェクトに対する態度 - プロジェクトに起きる問題 - 問題の緩和策 - 線形/橋梁位置の代替案 - プロジェクト実施による地域の利益 - 当該地区での橋梁改修の必要性 - 住宅その他建造物の移転 - JICA の環境社会配慮ガイドライン - ジェンダー、特にプロジェクト作業員として参加する場合の慣習/住民の反応	a. 頻発する事故を減らすためには既存橋梁を高品質の材料で掛け替えて拡幅する必要がある b. 商品輸送、連絡手段の確保には立派な橋梁が必要である c. 土地、作物、営業等への補償支払いが適切でなければならない d. 既設橋梁の土地を有効活用し、新橋建設に伴う用地取得面積を低減させる e. 工事には、ジェンダーに関わらず、地元住民を雇傭する f. 新橋を建設するのではなく、既設橋梁を両側に拡幅する g. 新橋の位置は反対側にする h. 新橋は私有地ではなく、RHD が所有する土地に建設する f. コミュニティーのため、既設の川利用施設使用への影響が起きないように配慮する

出典：ARP September, 2015

	
Heaku Bazar Bridge Section B	Anandobabur Pool,60 Section B
	
ジコルガチャ Section A	ジコルガチャ Section A
	
Potiya Bridge Section A	Potiya Bridge Section A

出典：ARP September, 2015

図 11.2.4 SHM 開催時の写真

(2) 第二回協議

第二回協議は基本設計と橋梁選定が終わった後、橋梁ごとに各コミュニティで開催された。2015年7月～9月の期間中、計34回（Section A: 5回、Section B: 25回、Section C: 4回）開催された。関係者には予め、携帯電話で開催時間と場所を通知した。その他の住民へは個人的な呼びかけ、ハンドマイクによる呼びかけにより通知を行った。

議題は土地確保のプロセス、DCからの支払い方法、ドナーの非自発的住民移転への方針、建造物・社会的弱者への受給要件、カットオフデート等である。

ARP の内容、補償、移転地、社会的損失への補償について、影響を受ける人々とコミュニケーションに対して行われた。ステークホルダーから工事全般のみならず、彼らの用地確保に関する見解、補償のプロセス、移転地の要求、代替案が述べられた。別途、女性グループとの協議を行い、彼女たちが抱えているプロジェクトに伴う問題と生計の諸相について聞き取りを行った。詳細は Annex-IV に示す。

ステークホルダー協議によって、影響を被る人々への緩和策の基本方針を策定した。表 11.2.11 に協議の要約を示す。

表 11.2.11 第二回協議の要約

No.	協議開催日	参加者、実施方法	協議事項	協議結果
1	Section A, B, C: 2015 年 7 月～9 月	34 橋の改修対象候補橋梁ごとに 34 回開催 参加者：農業従事者、居住者、サービス関係者、商店主、コミュニティーのリーダー、RHD、地方政府の代表者（議長）等とのコンサルテーション	住民のプロジェクトへの理解、態度、要望、熱意をもとに下記の事項に関する協議が行われた： <ul style="list-style-type: none"> - プロジェクトによる正負の影響と負の影響への低減策 - 私有地、公用地の用地取得に伴う土地、作物。家屋・商店等への補償方針 - 種々の損失に対する補償の公開、社会的弱者への救済策等の協議 - 住民の望む補償金額支払い方法 - 家屋、その他建造物の移転 - JICA 環境社会配慮ガイドライン - カットオフデートは第二回の協議時とする - 権利書を有さない住民へ、土地の正規所有者は CCL 第 3 節を適用する - 弱者にはその世帯主への職業訓練の機会提供と手当の支給等 - ジェンダー、特にプロジェクト作業員として参加する場合 	<ul style="list-style-type: none"> a. 住民へ受給要件と調査済み損失物件へのカットオフデートの通知が行われた b. 土地は市場価格で補償し、移転に先立ち戸別に支払う c. 土地、作物、営業損失に対して適切に補償を支払う d. 住民は親族と協力して個別に移転を行う e. ジェンダーに関わらず、弱者は資格・能力に応じて建設工事現場へ優先雇傭される f. 女性たちはプロジェクトサイトで働きたいと思っている g. コミュニティーのため、既設の川利用施設使用への影響が起きないように配慮する h. 貧困者には収入機会創出の訓練を提供する i. 住民は FGD, ステークホルダー協議, 情報の提供等によって彼らが有する権利と責任の自覚に目覚めた

出典：ARP September, 2015

12. 概算事業費

12.1 はじめに

予備設計を実施した道路・橋梁について概略事業費の算出を行う。算出に当たり、基本条件、ローン対象項目、相手国政府の負担費用等を以下に示す。

12.1.1 基本条件

(1) 時期設定

資機材、労務費等は、2015年11月時点の単価を使用する。

(2) 為替レート

為替レートは、以下を使用する。

USドル 1 = Yen 120.2

USドル 1 = BDT 77.8

BDT* 1 = Yen 1.55

*BDT：バングラデシュ・タカ

(3) ローン対象項目

1) 建設費

建設費は、予備設計で算出した各種数量に単価を乗じて算出するものとし、諸経費、付加価値税、輸入税、予備費及びプライスエスカレーション等を含まない工事に係る費用である。

2) コンサルタント費

コンサルタント費は、インターナショナル及びローカルエンジニアの Man-Month (MM) をベースに算出される。対象は、詳細設計、入札補助、施工及び瑕疵期間とする。

3) 予備費

予備費は、建設費の5.0%、コンサルタント費の5.0%を計上する。

4) プライスエスカレーション

プライスエスカレーションは、内貨を 6.1%、外貨を 1.8%に設定する。

(4) 相手国政府の負担費用

1) 用地取得費及び住民移転費

建設前に「バ」国負担で以下を行うこととする。

- プロジェクト影響家屋・店舗等の移転費用
- ユーティリティの移設費用
- 用地買収費用
- 事務経費

2) 付加価値税 (VAT: Value Added Tax)

VAT は「バ」国で定められている 15%とし、建設費とコンサルタント費に適用する。

3) 輸入税 (IT : Import Tax)

輸入税は、平均値として 30%を適用する。

4) 建中金利

建設中の金利はローン対象外とする。

12.2 建設費

12.2.1 単価設定

当該プロジェクトの単価設定にあたり、類似プロジェクトである西部バングラデシュ橋梁改修事業準備調査 (WBBIP) 及び RHD 積算基準を参考とした。労務・資機材及び主要材料は「バ」国の市場単価を精査して使用し、カルナ橋の鋼橋に係る単価は第 3 国の市場を参考とした。

表 12.2.1 主要工種の単価

非 公 表

非 公 表

12.2.2 橋梁標準単価

橋梁標準単価は、以下の4項目について設定を行った。この標準単価は、PC-I桁橋の建設に係る資機材、労務費等を基に算出されたものである。

- 橋台
- 上部工
- 橋脚
- 現場打ち杭

表 12.2.2 標準 PC-I 桁橋一覧

Sl. no.	Span (m)	Bridge width (m)	Sl. no.	Span (m)	Bridge width (m)
1	1 span (30),	W=11.3	10	3 span (30+30+30),	W=10.4
2	1 span (35),	W=11.3	11	3 span (35+35+35),	W=10.4
3	1 span (25),	W=13.4	12	3 span (40+40+40),	W=10.4
4	1 span (30),	W=13.4	13	3 span (45+45+45),	W=10.4
5	1 span (35),	W=13.4	14	3 span (30+30+30),	W=11.3
6	1 span (40),	W=11.3	15	3 span (35+35+35),	W=11.3
7	2 span (25+25),	W=11.3	16	3 span (40+40+40),	W=11.3
8	2 span (30+30),	W=11.3	17	3 span (45+45+45),	W=11.3
9	2 span (25+25),	W=13.4			
Total: 17 types of PC-I bridges					

出典：JICA 調査団

上記単価は、現地通貨（BDT：バングラデシュ・タカ）と米ドル（USD）で構成されており、内訳を表 12.2.3 に示す。

表 12.2.3 橋梁主要構造物単価

非 公 表

12.2.3 プロジェクト対象橋梁の建設費

(1) PC-I 桁橋（カルナ橋は含まず）

橋梁標準単価及び数量算出に基づき、橋梁主要構造物ごとに概略工事費を内貨と外貨に区分し、諸経費を15%として算出した。その結果を表 12.2.4 に示す。

また、アプローチ道路を加えた各橋梁の建設費を表 12.2.5 に示す。

(2) ボックスカルバート

4 章で述べたように、B 区間においては 8 橋の改修に加えて、既存橋からボックスカルバートに置換して改修を行う 7 箇所が本事業の対象となっている。ボックスカルバートの建設費には、ボックスカルバート、アプローチ道路、既存橋取り壊し、仮設橋を含む迂回路の費用を含んでおり、表 12.2.6 に内訳を示す。

表 12.2.4 橋梁主要構造物建設費 (カルナ橋を除く)

非 公 表

表 12.2.5 各橋梁の建設費 (カルナ橋を除く)

非 公 表

表 12.2.6 ボックスカルバートの建設費 (B 区間)

非 公 表

(3) カルナ橋 (PC-I 桁橋+鋼橋)

非 公 表

表 12.2.7 カルナ橋建設費

非 公 表

13. 事業実施計画

13.1 はじめに

対象プロジェクトは、前述の4章において、マルチ・クライテリアに基づき評価・選定された。本章においては、プロジェクトを円滑に進めることを目的として、事業パッケージ、事業実施体制、事業実施スケジュールについて提案を行う。

13.2 プロジェクト・コスト

13.2.1 建設費

表 12.2.5 及び表 12.2.6 を参照されたい。

13.2.2 用地取得費及び移転費

表 11.2.7 を参照されたい。

13.2.3 事業パッケージ

非	公	表
---	---	---

パッケージごとの対象プロジェクトを表 13.2.1 に記載するとともに、その位置図を図 13.2.1 に示す。

表 13.2.1 プロジェクト対象

非 公 表

非 公 表

図 13.2.1 プロジェクト対象位置図及び事業パッケージ

13.2.4 プロジェクト・コスト

プロジェクト・コストを表 13.2.2 に示す。

表 13.2.2 プロジェクト・コスト

非 公 表

13.3 事業実施体制

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

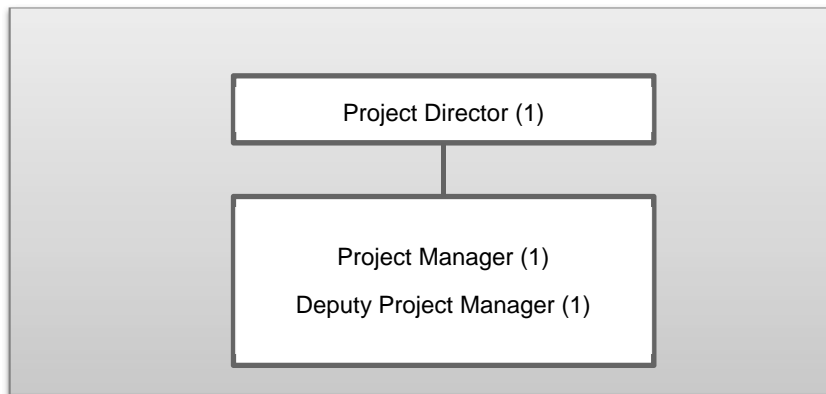
本プロジェクトに対する、RHD 傘下の Project Implementation Unit (PIU) の設立を提案する。PIU は、以下に示すとおり、2つのステージに区分される。

- Interim PIU
- PIU

13.3.1 Interim PIU

Interim PIU は開発事業提案書 (Development Project Proposal、以下 DPP) が承認されるまで、もしくは PIU が設立されるまでの期間、フィージビリティ・スタディのサポート、DPP (Development Project Proposal) の作成及びコンサルタント選定の支援等を実施することを目

的に設立される。2015年9月に実施された JICA と RHD の協議で Interim PIU 設立について合意がなされ、その後設立された。図 13.3.1 に、Interim PIU の組織図を示す。



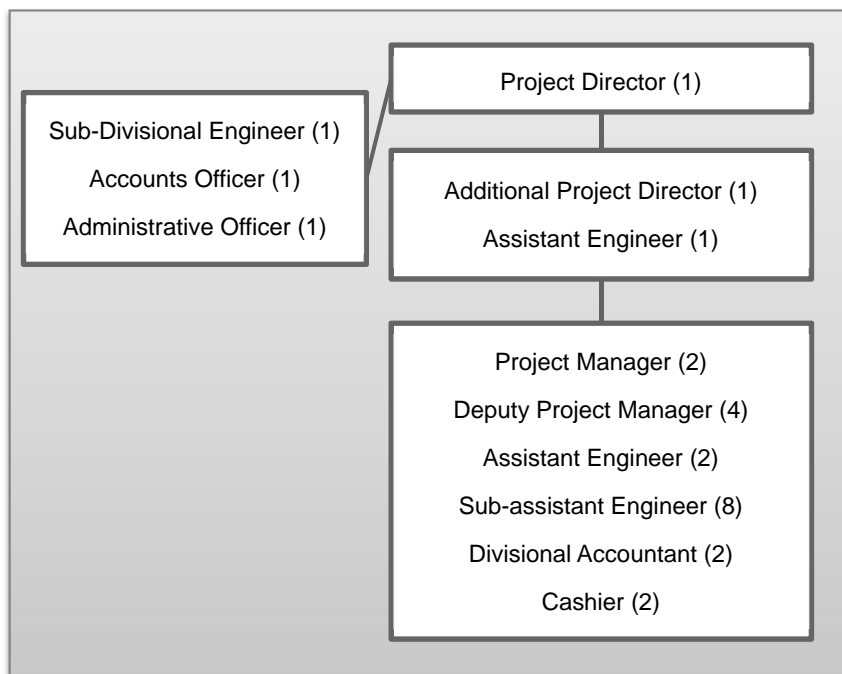
注 : (): No of post
 3 staff in total

出典 : JICA 調査団

図 13.3.1 Interim PIU 組織図

13.3.2 PIU

PIU は、DPP の承認後、図 13.3.2 に示す組織が設立される。



注 : (): No of post
 26 staff in total
 In addition to above, supporting staff will be outsourced.

出典 : JICA 調査団

図 13.3.2 PIU 組織図

13.4 事業実施スケジュール

非 公 表

本事業における建設業者及びコンサルタントは、国際競争入札（ICB）により選定されることを想定する。それらの選定に要する期間は、円借款事業として事業を実施することを前提に算出される。事業実施スケジュールを設定する上での、主要実施項目を以下に示す。

非 公 表

本事業実施スケジュールを、図 13.4.1 に示す。



図 13.4.1 事業実施スケジュール

14. 事業評価

14.1 運用効果指標

JICAは2000年から事業の事業効果を確認・評価するための業績指標として以下2つの指標を導入している。

運用指標：事業の運営状況を定量的に測る指標

効果指標：事業の効果発現状況を定量的に測る指標

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

14.1.1 運用効果指標の選定

運用・効果指標は、現況実績値（ベースライン）の取得時および事業完工2年後を審査時と想定し、正当性、信頼性を考慮したうえで、入手可能な情報データから設定した。この指標は事業区間A、B、Cの各対象橋梁について設定したが、指標の一つである「平均アクセス時間」については区間Aと区間Bの全線を対象とした。設定した運用・効果指標は下表14.1.1に示すとおりである。

表 14.1.1 運用効果指標の選定

指 標		ベース ライン	事業完工 の2年後	
運用指標	(1) 交通量	総交通量 (pcu/日)	2015	2023
		貨物車交通量 (pcu/日)		
		乗用車類交通量 (pcu/日)		
	(2) 越境交通	貨物車の越境交通通行台数 (台/日)		
乗用車類の越境交通通行台数 (台/日)				
効果指標	(3) アクセス時間	平均アクセス時間 (A・B区間、時間)		
	(4) 走行費節減	交通障害の発生防止による走行費の節減 (百万 BDT/年)		
	(5) 迂回日数短縮	橋梁冠水時の迂回日数の短縮 (日)		
	(6) 交通障害減少	交通障害発生確率の減少 (%)		

出典：JICA 調査団

(1) 交通量（総交通量と貨物車および乗用車類）

運用指標として、ベースラインと事業完工 2 年後の交通量（総交通量と貨物車および乗用車類）を用いた。なお、ベースラインの交通量は本調査で実施した交通量調査結果、事業完工 2 年後の交通量は 6 章で示された交通需要予測モデルを基に算出した。

(2) 貨物車と乗用車類の越境交通通行台数

本事業の対象区間は南アジアにおける越境交通に貢献することが期待されている。3.2.4 項で言及されている通り、BBIN-MVA イニシアティブが加速し、トラックやバスが国境を越えて通行することが期待される。貨物車と乗用車類の越境交通通行台数は対象区間がどの程度越境交通に利用されているかと示す指標となり得る。

(3) 平均アクセス時間

本事業、とりわけ区間 A、はダッカとインドの西ベンガル地域のアクセス向上に貢献することができる。区間 A 上の橋梁に関する建設と改良による区間 A の路線改良は、パドマ橋の建設と AH1 の拡幅と協調することにより、「バ」国とインドの西ベンガル地域間の越境交通を短時間で結節することを可能にする。従って、ダッカーベナポール間の平均アクセス時間はそのアクセス改善を示す指標となり得る。2015 年の平均アクセス時間はダッカーベナポール間で最も利用されている路線（ダッカ・Daulatdia フェリー – Jessore – ベナポール）に沿って設定されている。

また、区間 B についても Ramgarh に将来的にランドポートが建設されてインド北東州への越境が可能となることを考慮して、Ramgarh と AH41 の間のアクセス時間を指標の候補に加えた。区間 B については BBIN において「バ」国の優先路線に選定されているため、2023 年には道路の改良が進められると想定される。本事業による橋梁の改良は、道路改良の効果と併せて B 区間のアクセス時間の短縮に貢献することになる。2015 年のアクセス時間については実際に走行することにより得られた値と、橋梁の損傷状況、狭幅員橋梁で発生する待ち時間を考慮したモデル推計値との比較からアクセス時間を検証した。また、2023 年のアクセス時間については道路の設計速度に基づき算定されている。

なお、区間 C については、本事業で対象としている橋梁が区間長に比べて少なく、橋梁幅が一車線で交互交通による待ち行列を発生させるような橋梁がない状況にある。従って、C 区間全体のアクセス時間向上という効果の測定は困難と判断されるため本項目では対象外とした。

(4) 交通障害の発生防止による走行費の節減

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

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

(5) 橋梁冠水時の迂回日数の短縮

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

(6) 交通障害発生確率の減少

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

14.1.2 本事業の運用効果指標

事業対象区間A, B, Cの各対象橋梁の運用効果指標を以下の表14.1.4に示す。アクセス時間については14.1.3で検証を行うが、通常の場合（A区間についてはパドマ橋が完成する場合）の値を用いている。また、その中で、橋梁No. A1とNo. A4に関する運用指標を表14.1.2に、効果指標を表14.1.3にまとめる。

表 14.1.2 橋梁 No. A1 と No. A4 の運用指標まとめ

No.	橋梁名	交通量 (pcu/日)						越境交通 (台/日)			
		全体		貨物車		乗用車類		貨物車		乗用車類	
		2015	2023	2015	2023	2015	2023	2015	2023	2015	2023
A1	Jhikorgacha Bridge	8,857	19,958	5,142	15,620	3,715	4,338	0	761	0	9
A4	Kalna Bridge	2,088	22,199	1,569	17,043	519	5,156	0	761	0	9

表 14.1.3 橋梁 No. A1 と No. A4 の効果指標まとめ

No.	橋梁名	交通障害の発生防止による走行費 (百万 BDT/年)		橋梁冠水時の迂回日数 (日)		交通障害発生確率 (%)	
		2015	2023	2015	2023	2015	2023
		A1	Jhikorgacha Bridge	1,964	0	60	0
A4	Kalna Bridge	NA	0	NA	0	NA	0

表 14.1.4 本事業の運用効果指標

No.	橋梁名	交通量 (pcu/day)						越境交通 (台/日)				交通障害の発生防止による走行費 (百万 BDT/年)		橋梁冠水時の迂回日数 (日)		交通障害発生確率 (%)	
		全体		貨物車		乗用車類		貨物車		乗用車類		2015	2023	2015	2023	2015	2023
		2015	2023	2015	2023	2015	2023	2015	2023	2015	2023						
A1	Jhikorgacha Bridge	8,857	19,958	5,142	15,620	3,715	4,338	0	761	0	9	1,964	0	60	0	44	0
A2	Tularampur Bridge	2,875	23,863	1,491	17,669	1,384	6,194	0	761	0	9	4	0	0	0	54	0
A3	Hawai khali Bridge	2,088	22,199	1,569	17,043	519	5,156	0	761	0	9	295	0	0	0	26	0
A4	Kalna Bridge	2,088	22,199	1,569	17,043	519	5,156	0	761	0	9	NA	0	NA	0	NA	0
A5	Garakola Bridge	2,088	24,156	1,569	17,566	519	6,590	0	761	0	9	7	0	60	0	1	0
B2	Telipool Bridge	3,192	4,571	2,031	2,967	1,161	1,604	0	360	0	0	354	0	0	0	51	0
B3	Lakshmi chara Bridge	3,192	4,571	2,031	2,967	1,161	1,604	0	360	0	0	354	0	0	0	51	0
B9	Kalapani Bridge-2	3,192	4,571	2,031	2,967	1,161	1,604	0	360	0	0	58	0	60	0	23	0
B12	Koilabazar Bridge	3,192	4,571	2,031	2,967	1,161	1,604	0	360	0	0	252	0	0	0	20	0
B13	Balutilla Bridge	3,192	4,571	2,031	2,967	1,161	1,604	0	360	0	0	252	0	0	0	20	0
B16	Heako Bridge	1,906	2,393	936	1,092	970	1,301	0	360	0	0	641	0	0	0	51	0
B18	Chikon Chara Bridge	1,906	2,393	936	1,092	970	1,301	0	360	0	0	138	0	0	0	11	0
B25	East baganbazar Bridge	1,906	2,393	936	1,092	970	1,301	0	360	0	0	641	0	60	0	51	0
C8	Patiya Bridge	17,060	24,114	6,468	9,449	10,592	14,665	0	0	0	0	49	0	0	0	25	0
C12	Mazar Point Bridge	12,989	18,489	5,727	8,367	7,262	10,122	0	0	0	0	201	0	0	0	51	0
C13	Sangu Bridge	12,989	18,489	5,727	8,367	7,262	10,122	0	0	0	0	2,050	0	0	0	63	0
C26	Mathamuhuri Bridge	12,955	18,417	5,484	8,013	7,471	10,404	0	0	0	0	978	0	0	0	63	0

平均アクセス時間 (単位：時間)

区間	A			B		
	I	II	III	IV	V	VI
2015	8.40	7.16	1.24	1.17	0.71	0.46
2023	3.29	2.77	0.52	0.78	0.42	0.36

A 区間 セクション I：ダッカ - ベナポール、II：ダッカ - Jessore、III：Jessore - ベナポール

B 区間 セクション IV：Baraiyarhat-Ramgarh Bazar、V：Baraiyarhat- Heyako、VI：Heyako - Ramgarh Bazar

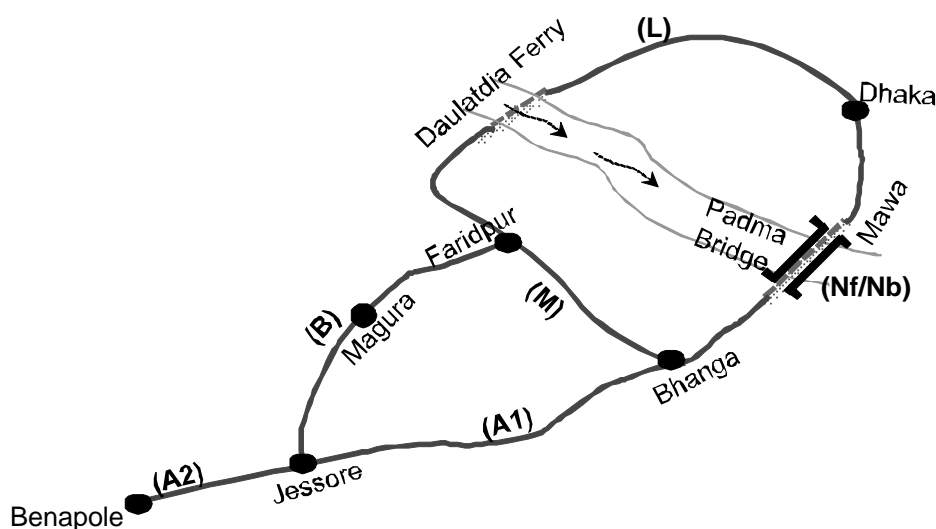
出典：JICA 調査団

14.1.3 効果指標としてのアクセス時間の設定

アクセス時間は効果指標として A 区間と B 区間それぞれの総延長を対象に設定した。ベースラインとしての 2015 年値と、想定される審査時の 2023 年値について、A 区間、B 区間それぞれについて以下の要領で設定した。

(1) A 区間のアクセス時間

2015 年のベースライン指標は今回業務で実施された路側 OD 調査、交通量観測結果等から得られたデータをベースに推計されている。ダッカとベナポールを結ぶ交通の大半は Daulatdia のフェリーを利用し、その後 N7 (Magura)、ジョソールを経由してベナポールに達するルート（図 14.1.1 参照）を選択しており、それが最短経路で 8.4 時間かかると推計されている。



注：パドマ橋建設地点において、Nf はフェリーを利用するケース、Nb はパドマ橋を利用するケース

図 14.1.1 A 区間に関するトラベル時間算定対象区間

また、他の選択可能なルートについてもシミュレーションによるアクセス時間が推計され比較されているが、いずれの場合も 8.4 時間を上回る値となっている（表 14.1.5 参照）。2015 年ではパドマ橋は完成しておらず Mawa およびカルナでのフェリーを経由してジョソール、ベナポールに達する路線は選択されていない。

表 14.1.5 2015 年ダッカ～ベナポール間のアクセス時間

(単位：時間)

	A2	A1	B	M	L	Nf	Nb	合計
既存の最短経路	1.24	-	3.02	-	4.14	-	-	8.40
Daulatdia フェリー経由の経路	1.24	4.54	-	1.01	4.14	-	-	10.93
Mawa フェリー経由の経路	1.24	4.54	-	-	-	3.99	-	9.77

出典：JICA 調査団

《パドマ橋が 2023 年までに完成している場合》

2023 年にはパドマ橋が完成しており、対象事業区間である A 区間の橋梁・道路が全て完成している事を前提にダッカ～ベナポールのアクセス時間を推計した。その時の経路とアクセス時間（3.29 時間）を表 14.1.6 にしめす。

表 14.1.6 2023 年ダッカ～ベナポール間のアクセス時間（パドマ橋有り）

（単位：時間）

	A2	A1	B	M	L	Nf	Nb	合計
最短経路	0.52	1.26	-	-	-	-	1.51	3.29

出典：JICA 調査団

《パドマ橋が 2023 年までに完成していない場合》

一方、パドマ橋の建設は本事業とは別のスキームで進められており、本事業のスコップ外の事業となっている。現在、パドマ橋は建設中であるが、本項では今後想定外の事由により 2023 年までにパドマ橋が建設されなかった場合を想定した事業評価のための指標の設定も行う事とした。

2023 年までにパドマ橋が建設されなかった場合、図 14.1.1 に示す代替ルートについてトラベル時間を比較することにより、パドマ橋の建設が完了しなかった場合の事業評価を行うことを提案する。

各道路区間別のトラベル時間は需要予測で設定されたモデルを用いて算定され、パドマ橋が無い場合のダッカ～ベナポール間の代替ルート別アクセス時間を算定すると表 14.1.7 の通りである。パドマ橋が完成せずとも Mawa のフェリーを利用し事業整備されたカルナ橋を経由した A 区間のルートが最短で、そのアクセス時間は 6.18 時間と推計され、現況 2015 年の最短時間 8.40 時間より短縮される。パドマ橋が完成されなかった場合でも、A 区間の橋梁・道路整備事業はダッカ～ベナポールのアクセス時間の短縮に多大な貢献が期待される。

表 14.1.7 2023 年ダッカ～ベナポール間のアクセス時間（パドマ橋無し）

（単位：時間）

	A2	A1	B	M	L	Nf	Nb	合計
Daulatdia フェリー経由の経路	0.52	1.26	-	1.04	4.26	-	-	7.08
Mawa フェリー経由の経路	0.52	1.26	-	-	-	4.40	-	6.18

出典：JICA 調査団

(2) B 区間のアクセス時間に関する検証

2015 年現在、B 区間の橋梁は状態が悪く道路幅が十分に取れていない橋梁が多く存在している。その結果、橋梁上で相互通行ができないため、対向車に橋梁区間で遭遇した場合には対向

車の橋梁通過を待つこととなっている。この現状を踏まえて、想定される待ち時間を考慮して2015年時点におけるB区間のアクセス時間について検討を行った。

B区間のアクセス時間における待ち時間については待ち行列理論の手法により算定した。B区間における全26橋梁に関して、現状の交通量調査の結果に基づいた対向車の通行量、橋梁の長さ、ダメージレベルに基づいて設定された橋梁通過時の通行速度を用いて待ち時間を算出した。その結果に加えて、区間ごとの平均走行速度を設定して算出されたB区間におけるアクセス時間は下記表14.1.8の通りとなった。

表 14.1.8 2015年B区間のアクセス時間に関する検証結果と実測値の比較

	区間長	平均走行速度	走行時間	待ち時間	算定されたアクセス時間	実測されたアクセス時間
区間名	(km)	(km/h)	(分)	(分)	(分)	(分)
Baraiyarhat-Heyako 区間	19.95	35.00	34.20	6.85	41.05	42.88
Heyako-Ramgarh Bazar 区間	17.77	40.00	26.65	2.23	28.88	27.35
合計	37.72	37.19	60.85	9.09	69.93	70.23

出典：JICA 調査団

この表に示される通り、算定されたアクセス時間と実測されたアクセス時間の値は非常に近い値となっており、B区間全体でのアクセス時間は約70分と考えられる。この算定モデルに基づくと、このアクセス時間には現在平均9分の待ち時間が含まれていると推計される。

B区間はBBINにおいて2020年までに整備する優先区間の一つとして指定されており、本事業による橋梁整備と併せて評価年の2023年までにはB区間全体の道路・橋梁の改良が進められると想定される。その結果として、2023年には現在9分程度発生している待ち時間が解消され、整備後の道路区間の走行速度も設計速度である50キロ/時に向上すると考えられる。しかし、現地で走行速度調査を行った結果、Baraiyarhat～Heyako区間がHeyako～Ramgarh Bazar区間に比べて高低差のある地形であることに起因し3キロ/時速度低下したことを考慮して、走行速度を47キロ/時と想定した。2023年時点でのアクセス時間を推計すると、表14.1.9に示すように全体のアクセス時間は約47分となり、2015年に比べ約23分の縮減が図れると推計される。

表 14.1.9 2023年B区間のアクセス時間推計

	区間長	平均走行速度	走行時間	待ち時間	推定アクセス時間
区間名	(km)	(km/h)	(分)	(分)	(分)
Baraiyarhat-Heyako 区間	19.95	47.00	25.46	0.00	25.46
Heyako-Ramgarh Bazar 区間	17.77	50.00	21.32	0.00	21.32
合計	37.72	48.38	46.78	0.00	46.78

出典：JICA 調査団

14.2 財務経済評価

14.2.1 概説

本節では、提案された事業の財務的及び経済的なフィージビリティの評価を実施する。本事業の財務評価では財務費用と橋梁利用者からの料金収入として得られる財務便益の比較により実施される。本事業の経済評価は経済費用と本事業の橋梁建設により発生する経済便益の比較により実施される。

本事業においては A4（カルナ橋）においてのみ利用者から料金を徴収することが予定されている。従って、財務評価の対象は A4（カルナ橋）のみとなり、経済評価の対象は全 17 橋（A1-5, B2, 3, 9, 12, 13, 16, 18, 25, C8, 12, 13, 26）となる。

財務経済評価のインプットとなる各橋梁の交通需要予測は第 5 章、概略設計は第 7 章と第 8 章で、費用積算は第 12 章でなされており、これらのデータに基づいて、各橋梁の財務経済評価を行う。

本調査で採用する経済評価の方法を決定するために、バングラデシュにおける類似事業である「東部バングラデシュ橋梁整備事業¹⁵」及び「西部バングラデシュ橋梁改修事業¹⁶」で採択された方法等をレビューした結果、両調査で採用された方法論を基本的に採用することとした。

14.2.2 コンセプトと前提

(1) 便益に関する基本的な考え方

1) 財務評価

本事業の財務便益はカルナ橋の通行者から徴収する料金により得られる。「バ」国においては橋梁における料金は Roads Division of Ministry of Communications（現在は Ministry of Road Transport and Bridges）に 2014 年に定められた Toll Policy に従い決定される。料金は以下の要素により決定される。

- i. 道路のクラス
- ii. 車両の種別
- iii. 橋梁の延長

道路種別が重要ハイウェイにおいては、基本料金として中型トラックに対して 400BDT が適用される。

さらに、料金は橋梁の延長により変わり、690m のカルナ橋は 501-750m のクラスに分類され、このクラスの基本料金は 75%の割合が適用される。

¹⁵ JBIC “Special Assistance for the Project Formulation (SAPROF) for Eastern Bangladesh Bridge Improvement Project” December 2007

¹⁶ JICA “Preparatory Survey on Western Bangladesh Bridges Improvement Project” April 2015

最終的に車種別料金は以下の表に示す通りとなった。

道路のクラス	橋梁の延長	車両の種別と係数	車種	料金 (BDT/台)
重要ハイウェイ (基本料金は 400 BDT)	501m<L< 750m (基本料金 の75%)	A : 250%	Trailer truck	750
		B : 200%	Heavy truck	600
		C : 100% (基本料金)	Medium truck	300
		D : 90%	Large bus	270
		E : 75%	Mini truck	225
		F : 60%	Vehicles for Agricultural Works	180
		G : 50%	Minibus/Coaster	150
		H : 40%	Microbus	120
		I : 40%	Four wheel drive vehicles	120
		J : 25%	Sedan car	75
		K : 10%	3/4 wheel motorized vehicle	30
		L : 5%	Motor cycle	15
		M : 2.5%	Rickshaw van Rickshaw Bicycle Push cart	7.5->切り上げて 10 (Toll Policy の Article 7.5)

出典：JICA 調査団が Toll Policy, 2014 を参照して設定

年間財務収入はカルナ橋における車種別の年間交通量にこれらの料金を乗じることにより算出される。

2) 経済評価

主要な便益は、当該橋梁が交通障害を発生した場合、橋梁利用者は通常利用する橋梁が使えなくなり、その代わりに迂回道路を利用する事を余儀なくされる (without project) ケースと、当該橋梁を架替に事により、通常利用する橋梁のルートを利用出来る (with project) ケースとの、自動車走行費用 (VOC) と走行時間費用 (TTC) の差から算定される (図 14.2.1 参照)。この迂回ルートは通常ルートに比べて、多くのケースでは利用延長が長く、道路条件等が悪いことにより、走行費用が高く、走行時間が長いと考えられることから、VOC 及び TTC の便益が発生する。

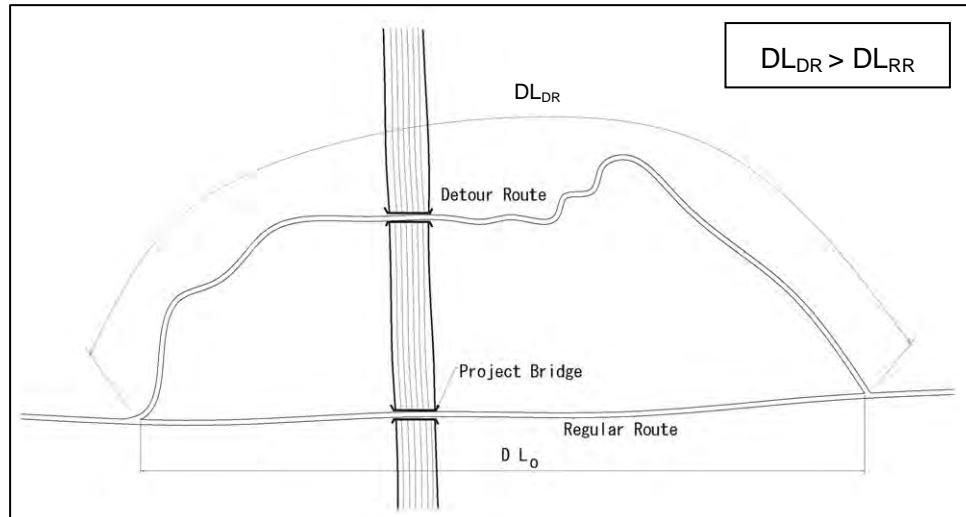
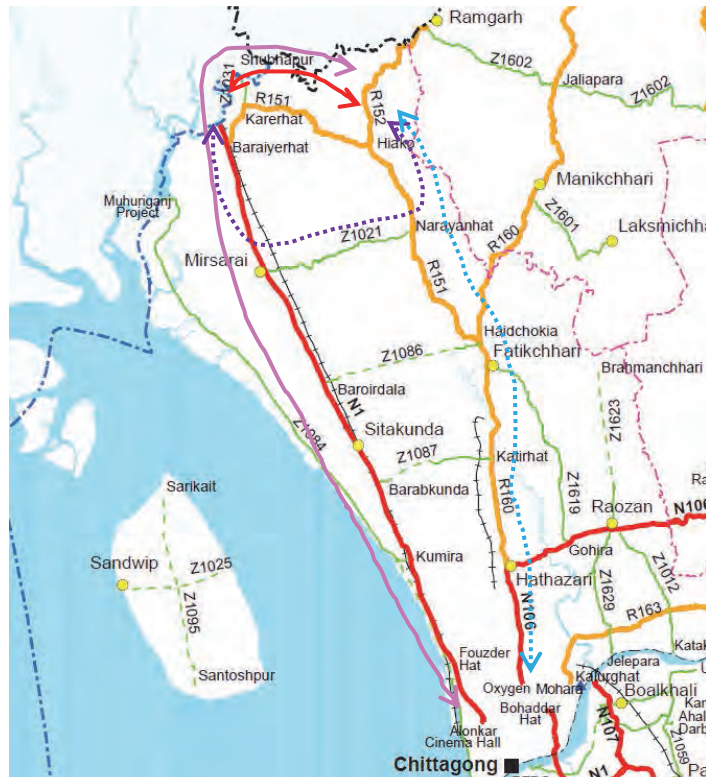


図 14.2.1 多くのケースにおける通常ルートと迂回ルートの走行距離

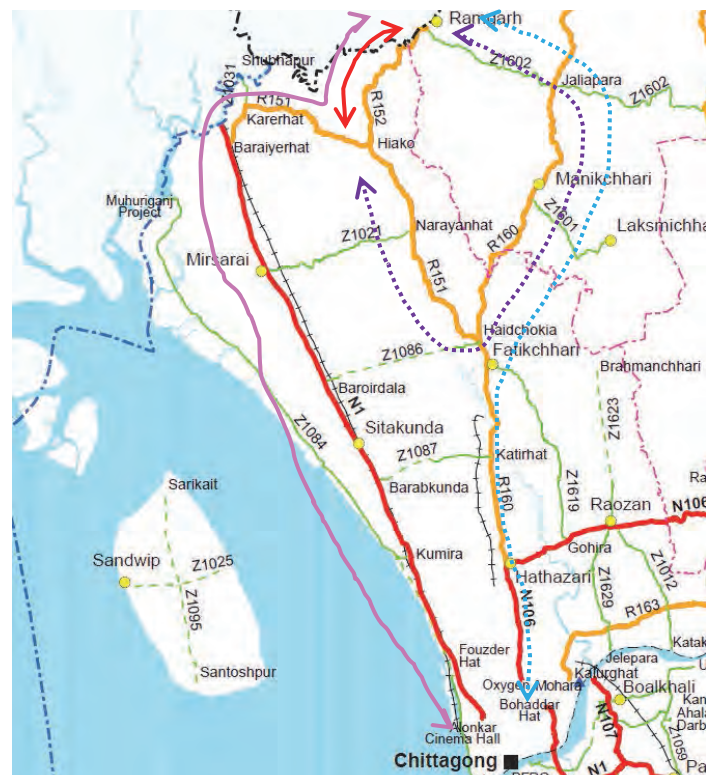
A 区間については、需要予測のための「バ」国西部地域の交通ネットワークモデルが作成されているため、経済分析のための特定の迂回ルートは設定していない。With ケースと Without ケースの間における全 VOC と TTC 量の差をモデルを用いて算出している。

B 区間については、トラックは主にチッタゴンを目指し、その他の車両は主にダッカを目指す想定される。そのため、B 区間近辺の道路ネットワークを考慮して、トラックとその他の車両について別々に通常ルートと迂回ルートを設定した。区間 B と区間 C の迂回ルートを以下の図に示す。



↔ : トラックの通常ルート、↔ : その他の車両の通常ルート
 ↳↳ : トラックの迂回ルート、↳↳ : その他の車両の迂回ルート

図 14.2.2 B2、3、9、12、13 の迂回ルート



↔ : トラックの通常ルート、↔ : その他の車両の通常ルート
 ↳↳ : トラックの迂回ルート、↳↳ : その他の車両の迂回ルート

図 14.2.3 B16、18、25 の迂回ルート

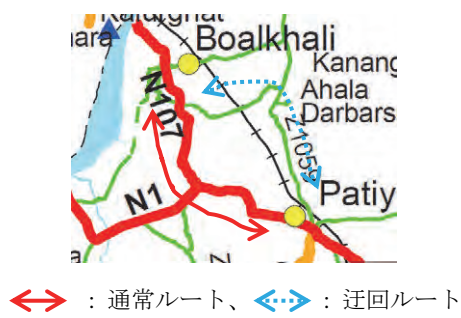


図 14.2.4 C8 の迂回ルート

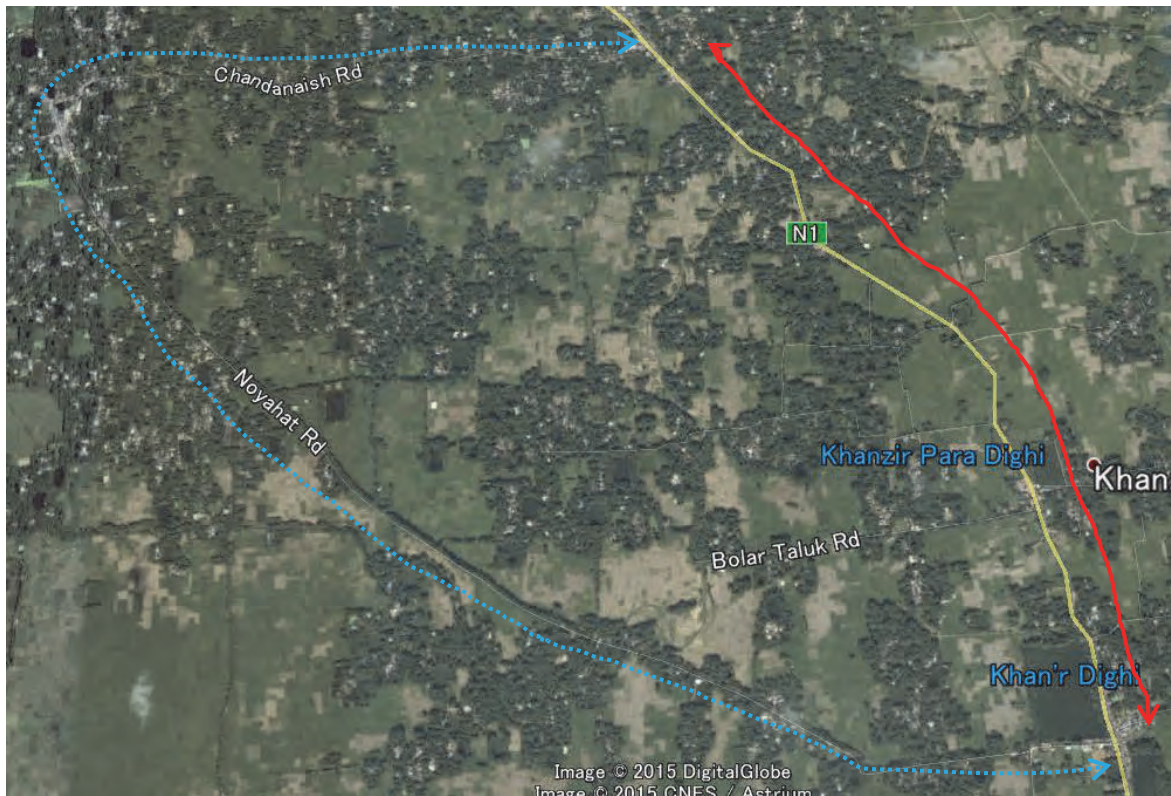
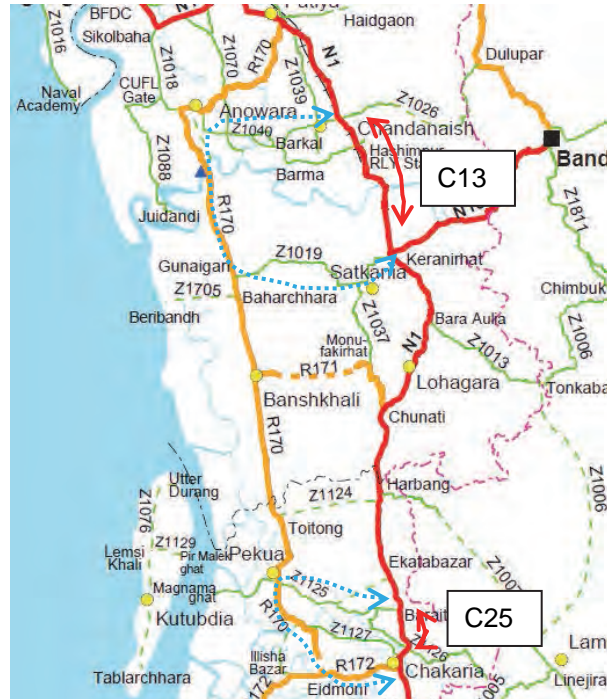


図 14.2.5 C12 の迂回ルート



↔ : 通常ルート、↔ : 迂回ルート

図 14.2.6 C13 と 25 の迂回ルート

(2) 事業実施スケジュール

第 13 章で示された通り、本事業は以下のスケジュールで実施される。

2016 – 2017 年	詳細設計
2018 年	建設業者の調達
2019 – 2021 年	橋梁の建設
2022 年	供用開始

(3) 評価年次

橋梁の耐用年数は 50 年と想定しているが、プロジェクトの評価年次を 25 年（2022 年から 2046 年）と設定した。25 年間の評価年次の間に橋梁の経済的なフィージビリティが確かめる必要がある。

(4) ハードルレート

1) 財務評価

財務評価におけるハードルレート（機会費用）は 10.36% に設定する。このレートは 2015 年 10 月に発行された「バ」国政府の 20 年長期国債の表面年間利率として設定された値を参照して定められた。JICA 調査団は財務分析における機会費用としてこの値を採用した。

2) 経済評価

経済評価におけるハードルレートを12%と設定した。このレートは「バ」国におけるインフラストラクチャープロジェクトで割引率として一般的に使われている率である。

14.2.3 費用

(1) 財務評価

以下の項目が本事業の財務費用として考慮されている：建設費、機材費、コンサルティング費、セキュリティサービス費、用地取得・補償費、事務管理費、VAT、輸入税、物理的予備費、維持管理費。物価上昇は建設費や維持管理費等では考慮していない。すべての費用は2015年時点の値として算出している。

(2) 経済評価

経済費用は財務費用を基に以下の点を考慮して算出される。

- VATと輸入税については除外する。
- 標準変換係数：非交易物及びサービスに係る標準変換係数として0.80を用いる。
- 用地取得・補償費は経済分析では考慮しない。
- 建設費及び維持管理費：事業実施スケジュールに従って算定した。

14.2.4 経済評価における便益の算定

(1) 便益の種類

道路・橋梁プロジェクトから派生する便益として、以下の項目を考慮する。

- 自動車走行費（VOC）の短縮
- 自動車走行時間（TTC）の短縮

橋梁の種類により、以下のように分類した。

- 永久橋の改築
- 簡易橋の改築
- 永久橋の新設

本調査においては、B12とB13は簡易橋に、A4は永久橋の新設に、その他の橋梁は永久橋の改築に分類される。

(2) 道路利用者費用

1) 自動車走行費用（VOC）

道路や橋梁のプロジェクトにより発生する便益は主に各種車両の運行管理費を含む VOC の節減により発生する。VOC の算定にあたっては、「RHD Road User Cost Annual Report for 2004」に基づき、2004 年から 2015 年の IMF データによる消費者物価指数（CPI）によって補正した。VOC は道路ラフネス指数（IRI）により変化することから表 14.2.1 に示す VOC を使用した。

表 14.2.1 道路ラフネス別自動車走行費用（2015 年価格）
(BDT/台/km)

	Good	Fair	Bad	V. Bad
IRI	4	6	8	10
Car	19.76	20.95	22.13	23.55
Utility	19.63	21.31	23.70	27.05
Microbus	24.08	26.01	28.30	31.29
Minibus	24.17	25.44	26.67	28.09
Large Bus	29.09	31.63	34.41	38.27
Small Truck	20.27	21.92	23.47	25.12
Medium Truck	27.35	29.64	32.08	34.73
Heavy Truck	30.17	32.69	37.52	40.62
Auto Rickshaw	4.92	5.17	5.47	5.81
Motor Cycle	2.76	2.84	2.88	2.90

注：“RHD Road User Cost Annual Report by FY 2004/05”を基に
2004 年と 2015 年の CPI を用いて算出

道路ラフネス（IRI）は道路の表層の状況により変わるため、下表の通り設定した。

表 14.2.2 道路条件別ラフネス

状態	IRI
Good	4
Fair	6
Bad	8
Very bad	10

出典：JICA 調査団

表 14.2.3 消費者物価指数と物価上昇率

	2004/05	2014/15	上昇率 2015/2004	2004-2015 の年間 平均上昇率 (%)
CPI	96.71	204.69	2.12	7.8%

出典：IMF World Economic Outlook, 2015

2) 走行時間費用（TTC）

走行時間費用（TTC）は道路利用費用（RUC）の重要な構成要素である。旅行時間費用は、旅行時間の節約が代替社会・経済活動の機会費用に充当されるとの根拠に基づいている。もし、代替活動が貨幣価値を持つものであれば、これは経済評価における道路利用費用（RUC）に充当することが出来る。本調査ではTTCはRHD Road user Cost Annual Reportを基に一人当たり名目GDPの2004年と2015年の値により調整して算出した。表14.2.4に車種別走行時間費用を示す。

表 14.2.4 車種別走行時間費用（2015年価格）

車種	通行者1人当たりTTC	平均通行人数	1台当たりTTC
	(BDT/時間)	(人/台)	(BDT/時間)
Car	98.6	3.2	314.5
Utility	98.6	3.2	314.5
Microbus	79.4	8.00	635.4
All Bus	56.1	37.12	2,084.0
Light Truck	-	-	303.7
Medium Truck	-	-	334.5
Heavy Truck	-	-	334.5
Auto Rickshaw	52.3	3.7	195.2
Motor Cycle	73.1	1.1	76.9

注：“RHD Road User Cost Annual Report by FY 2004/05”を基に2004年と2015年の一人当たり名目GDPを用いて算出。平均通行台数は“RHD Road User Cost Annual Report by FY 2004/05”に示されている。

表 14.2.5 一人当たり名目GDPと上昇率

	2004/05	2014/15	上昇率 2015/2004	2004-2015の年間 平均上昇率(%)
一人当たりGDP (BDT)	30,388	96,826	3.19	12.3%

出典：IMF World Economic Outlook, 2015

(3) 永久橋の改築に関する便益の算定モデル

橋梁の交通障害発生期間を減少することによる便益を特定するために、「橋梁寿命の統計的解析」¹⁷に基づく確率モデルを用いた。

1) 橋梁の寿命

通常新しく建設された橋梁は40年から80年の寿命を有すると言われている。資産管理の目的では50年の寿命期間が一般的に設定されている。この寿命は主に減価償却に主に適しており、実際の橋の供用期間を示しているものではない。

¹⁷ このモデルは“the Study on the Maintenance and Rehabilitation of Bridges in Malaysia” Dec.1992, JICAと“Eastern Bangladesh Bridge Improvement Project” Dec. 2007, JICA (JBIC) で用いられている。オリジナルモデルは1988年に飯塚氏による「橋梁寿命の統計的解析」において開発され、提案されている。

2) 橋梁の交通障害発生確率分布モデル

永久橋

日本においては、信頼性関数を $R(t)$ は図 14.2.7(b) に示される通り、統計的な手法により得られる。不信頼性関数 $F(t)$ は $R(t)$ を用いて以下のように表すことができる。

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

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

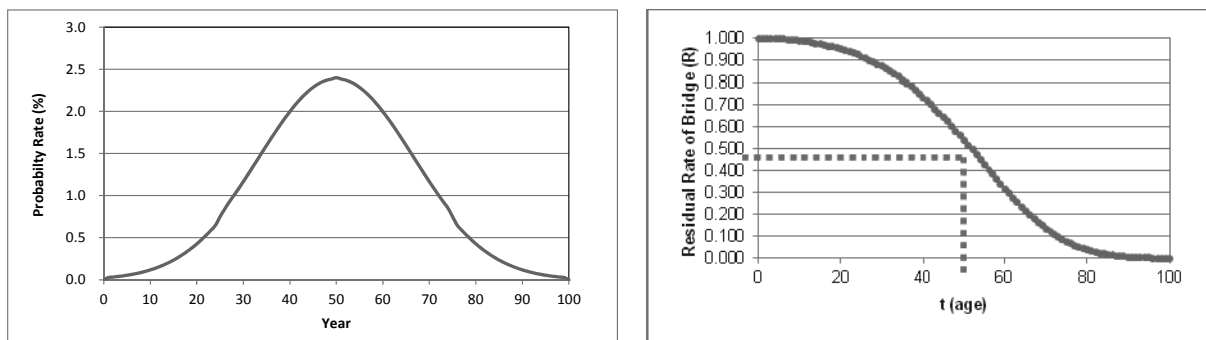
$$f(t) = dF(t)/dt = 1 - dR(t)/dt$$

信頼性関数 $R(t)$ は図 14.2.7(a) の様に示され、交通障害発生確率密度関数 $f(t)$ は図 14.2.7(b) の様に示される。交通障害発生確率密度関数は平均値 50 年、標準偏差 16.7 年の正規分布で近似できると考えられる。交通障害発生確率密度関数は以下の式で表される。

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

その一方で、新設橋梁の不信頼性関数 $F(t)$ は以下の式で表される。

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



(a) 既設橋梁の交通障害発生確率密度 $R(t)$

(b) 橋梁の残存確率

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

図 14.2.7 新設橋梁の橋齢毎の橋梁の交通障害発生確率頻度と残存確率密度

供用開始時の橋齢が a 年の橋梁が橋齢が y 年の際の交通障害発生確率は以下の式の様に示すことができる。

$$U_a(y) = \int_a^y \frac{f(t)}{1 - F(a)} dt$$

図 14.2.7 に示されている通り、既存橋の交通障害発生確率は橋齢 50 年の辺りで急激に増加する。供用開始時に橋齢 50 年の既存橋梁の交通障害発生確率は表 14.2.6 に示されるように、通常の橋梁の確率分布に比べて大きな値となる。

表 14.2.6 橋齢 50 年、新設橋梁の交通障害発生確率

年	橋梁の交通障害発生 確率分布 1) (%)	橋齢 50 年の橋向けに調整された 交通障害発生確率分布 2) (%)	橋齢 50 年の橋向けに調整された 交通障害発生累積確率分布 (without project) (%)
51	2.3846	4.8862	4.8862
52	2.3718	4.8599	9.7461
53	2.3506	4.8166	14.8527
54	2.3213	4.7565	19.3192
55	2.2842	4.6804	23.9996
56	2.2396	4.5890	28.5886
57	2.1880	4.4833	33.0719
58	2.1299	4.3643	37.4362
59	2.0660	4.2333	41.6692
60	1.9968	4.0915	45.7607
61	1.9230	3.9403	49.7010
62	1.8453	3.7812	53.4822
63	1.7644	3.6154	57.0976
64	1.6811	3.4446	60.5422
65	1.5959	3.2701	63.8123
66	1.5096	3.0933	66.9056
67	1.4229	2.9156	69.8212
68	1.3364	2.7383	72.5595
69	1.2506	2.5625	75.1220
70	1.1661	2.3895	77.5115
71	1.0835	2.2201	79.7316
72	1.0031	2.0554	81.7870
73	0.9254	1.8961	83.6831
74	0.8506	1.7429	85.4260
75	0.7790	1.5962	87.0222

注：

- 1) 橋梁の交通障害確率分布の値は図 14.2.7(a)の橋齢 50 年からの値により得られる。
- 2) 橋齢 50 年の橋向けに調整された交通障害発生確率分布の値は図 14.2.7(b)の橋齢 50 年の値を用いて得られる。

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

簡易橋

「バ」国においては、簡易橋は主要路線においても時として用いられている。「Bailey with Steel Deck」という構造が用いられている簡易橋は B12 と B13 が該当し、通常 5～7 年が供用期間となる。その一方で、Bailey 橋は比較的短期間で修復（もしくは再建）され、再び供用されている。そのため、JICA 調査団は他の事例を参照して以下の前提に基づいて経済分析を実施する。

- Bailey 橋は 5 年に一度修復（もしくは再建）を行う必要がある。
- Bailey 橋修復（もしくは再建）のための調達、準備、作業に 4 カ月を要し、その間対象橋梁を通過する車両は迂回ルートを通ることとなる。

- Bailey 橋の修復（再建）に係る費用は建設費の 70%とする。Bailey 橋建設の経済費用は 30 万 BDT/m とする。
- Bailey 橋は鋼製のデッキであるため、その維持管理費は永久橋より高くなると考えられる。毎年、建設費の 20%が維持管理費として必要となる。

3) ケース別便益算定方法

本調査においては、以下の 5 つのケースが財務経済分析において対象となる。

- a. 永久橋の新設に関する財務分析（A4）
- b. 永久橋の新設に関する経済分析（A4）
- c. A 区間の永久橋の改築に関する経済分析（A1-3, 5）
- d. B 及び C 区間の永久橋の改築に関する経済分析（B2, 3, 9,16, 18, 25, C8, 12,13,26）
- e. B 区間の簡易橋の改築に関する経済分析（B12, 13）

以下ではケース別に便益算定方法をまとめる。

a. 永久橋の新設に関する財務分析（A4）

本分析における費用はA4カルナ橋の財務費用を用いる。本分析における便益はJICA調査団により定められた料金と需要予測モデルにより算定された交通量により算定する。さらに、料金徴収により利用者が料金の支払いを避けるために交通量が減少することが予想される。従って、JICA 調査団は、財務分析時の交通量において供用が開始する年は需要予測モデルにより算出された交通量の 80%に、供用 25 年目には需要予測モデルにより算出された交通量の 90%になると想定する。供用期間中にその割合が次第に変化すると想定する。

b. 永久橋の新設に関する経済分析（A4）

本分析における費用はA4カルナ橋の経済費用を用いる。本分析における便益はVOCとTTCの節減により得られる。先に示された通り、道路利用者費用の単価はJICA調査団により設定されている。VOCの節減量（台*km）とTTCの節減量（台*時）については需要予測モデルから with ケース（対象橋梁が供用している）と without ケース（対象橋梁がサービスしていない）を比較することにより算出している。加えて、JICA 調査団は需要予測モデルにおける各路線の IRI については 6（Fair）とする。

永久橋の改築による VOC と TTC の節減は以下の式により算定される。

$$B_{xc} = \sum_i \text{VOC}_i \times \text{DVOC}_{xi}$$

$$B_{xt} = \sum_i \text{TTC}_i \times \text{DTTC}_{xi}$$

ここに

B_{xc} : x 年における VOC 節減

B_{xt} : x 年における TTC 節減

VOC_i : 車両種別 i の VOC 単価 (BDT/km)

$DVOC_{xi}$: x 年における車両種別 i の VOC 節減量 (vehicle*km)

TTC_i : 車両種別 i の TTC 単価 (BDT/hour)

$DTTC_{xi}$: x 年における車両種別 i の TTC 節減量 (vehicle*hour)

c. A 区間の永久橋の改築に関する経済分析 (A1-3, 5)

本分析における費用は A1-3 と 5 の経済費用を用いる。本分析における便益は対象橋梁において交通障害が発生する確率を考慮した VOC と TTC の節減により得られる。先に示された通り、道路利用者費用の単価と永久橋の交通障害発生確率は JICA 調査団により設定されている。VOC の節減量 (台*km) と TTC の節減量 (台*時) については需要予測モデルから with ケース (対象橋梁が供用している) と without ケース (対象橋梁が供用していない) を比較することにより算出している。加えて、JICA 調査団は需要予測モデルにおける各路線の IRI については 6 (Fair) とする。

永久橋の改築による VOC と TTC の節減は以下の式により算定される。

$$B_{xc} = \sum_i U_a(x) \times VOC_i \times DVOC_{xi}$$

$$B_{xt} = \sum_i U_a(x) \times TTC_i \times DTTC_{xi}$$

ここに

B_{xc} : 供用開始時に橋齢 a 年の永久橋の x 年における VOC 節減

B_{xt} : 供用開始時に橋齢 a 年の永久橋の x 年における TTC 節減

$U_a(x)$: 供用開始時に橋齢 a 年の永久橋の without ケースにおける x 年の交通障害発生確率

VOC_i : 車両種別 i の VOC 単価 (BDT/km)

$DVOC_{xi}$: x 年における車両種別 i の VOC 節減量 (vehicle*km)

TTC_i : 車両種別 i の TTC 単価 (BDT/hour)

$DTTC_{xi}$: x 年における車両種別 i の TTC 節減量 (vehicle*hour)

d. B 及び C 区間の永久橋の改築に関する経済分析 (B2, 3, 9,16, 18, 25, C8, 12,13,26)

本分析における費用は B2, 3, 9, 16, 18, 25 と C8, 12, 13, 26 の経済費用を用いる。本分析における便益は対象橋梁において交通障害が発生する確率を考慮した VOC と TTC の節減により得られる。迂回ルートについては JICA 調査団が各橋梁について設定した。加えて、JICA 調査団は各路線の IRI については National Highway (N1) については 4 (Good)、その他の路線については 6 (Fair) とする。

永久橋の改築による VOC と TTC の節減は以下の式により算定される。

$$B_{xc} = \sum_i U_a(x) \times AADT_{xi} \times (DL_0 \times VOC_{0i} - DL_w \times VOC_{wi})$$

$$B_{xt} = \sum_i U_a(x) \times AADT_{xi} \times \left(\frac{DL_0}{V_{0i}} - \frac{DL_w}{V_{wi}} \right) \times TTC_i$$

ここに

- B_{xc} : 供用開始時に橋齢 a 年の永久橋の x 年における VOC 節減
- B_{xt} : 供用開始時に橋齢 a 年の永久橋の x 年における TTC 節減
- $U_a(x)$: 供用開始時に橋齢 a 年の永久橋の without ケースにおける x 年の交通障害発生確率
- $AADT_{xi}$: x 年における車両種別 i の年平均交通量
- DL_0 : 迂回ルートでの延長 (km)
- DL_w : 標準ルートでの延長 (km)
- VOC_{0i} : 迂回ルート沿いの車両種別 i の VOC 単価 (BDT/km)
- VOC_{wi} : 標準ルート沿いの車両種別 i の VOC 単価 (BDT/km)
- TTC_i : 車両種別 i の TTC 単価 (BDT/hour)
- V_{0i} : 迂回ルート沿いの車両種別 i の自動車走行速度 (km/hour)
- V_{wi} : 標準ルート沿いの車両種別 i の自動車走行速度 (km/hour)

e. B 区間の簡易橋の改築に関する経済分析 (B12, 13)

本分析における費用は B12 と 13 の経済費用を用いる。本分析における便益は対象橋梁において交通障害が発生する確率を考慮した VOC と TTC の節減により得られる。加えて、Bailey 橋の修復及び維持管理費に必要な追加費用についても便益として計上した。先に示された通り、道路利用者費用の単価と簡易橋に関する交通障害発生確率は JICA 調査団により設定されている。

簡易橋の改築による VOC と TTC の節減は以下の式により算定される。

$$B_{xc} = \sum_i U \times AADT_{xi} \times (DL_0 \times VOC_{0i} - DL_w \times VOC_{wi})$$

$$B_{xt} = \sum_i U \times AADT_{xi} \times \left(\frac{DL_0}{V_{0i}} - \frac{DL_w}{V_{wi}} \right) \times TTC_i$$

ここに

- B_{xc} : x 年における VOC 節減
- B_{xt} : x 年における TTC 節減
- U : without ケースにおける交通障害発生確率
- $AADT_{xi}$: x 年における車両種別 i の年平均交通量
- DL_0 : 迂回ルートでの延長 (km)

- DL_w : 標準ルート of 延長 (km)
 VOC_{oi} : 迂回ルート沿いの車両種別 i の VOC 単価 (BDT/km)
 VOC_{wi} : 標準ルート沿いの車両種別 i の VOC 単価 (BDT/km)
 TTC_i : 車両種別 i の TTC 単価 (BDT/hour)
 V_{oi} : 迂回ルート沿いの車両種別 i の自動車走行速度 (km/hour)
 V_{wi} : 標準ルート沿いの車両種別 i の自動車走行速度 (km/hour)

14.2.5 財務経済分析の結果

財務経済分析の結果は表 14.2.7 に示されている。この結果によるとすべての橋梁は経済的にフィージブルと言える。その一方で、A4（カルナ橋）の FIRR は、財務分析のハードルレートである 10.36% より低い 8.7% となったため、財務的にはフィージブルではないと言える。

表 14.2.7 財務経済評価の結果

No.	対象橋梁名	既存橋のタイプ	既存橋の建設年	経済的 内部収益率 (EIRR) (%)	財務的 内部収益率 (FIRR) (%)
A1	Jhikorgacha Bridge	RCC Girder Bridge	1968	53.5	-
A2	Tularampur Bridge	RCC Girder Bridge	1964	53.3	-
A3.	Hawai khali Bridge	RCC Girder Bridge	1976	50.4	-
A4	Kalna Bridge	-	-	33.8	8.7
A5	Garakola Bridge	PC Girder Bridge	2004	27.8	-
B2	Telipool Bridge	Steel Beam & RCC Slab	1965	26.1	-
B3	Lakshmi chara Bridge	Steel Beam & RCC Slab	1965	27.8	-
B9	Kalapani Bridge-2	RCC Girder Bridge	1978	28.9	-
B12	Koilabazar Bridge	Bailey with Steel Deck	1994	12.1	-
B13	Balutila Bridge	Bailey with Steel Deck	1991	12.0	-
B16	Heako Bridge	RCC Girder Bridge	1965	45.3	-
B18	Chikon Chara Bridge	RCC Girder Bridge	1986	28.6	-
B25	East baganbazar Bridge	Steel Beam & RCC Slab	1965	42.5	-
C8	Patiya Bridge	RCC Girder Bridge	1977	17.3	-
C12	Mazar Point Bridge	RCC Girder Bridge	1965	27.7	-
C13	Sangu Bridge	RCC Girder Bridge	1960	51.5	-
C26	Mathamuhuri Bridge	RCC Girder Bridge	1960	41.8	-

出典：JICA 調査団

また、パッケージ毎及び本事業全体の経済評価の結果は以下の通りとなる。

表 14.2.8 経済評価の結果（パッケージ毎及び全体）

パッケージ	A1	A2	B	C	全体
経済的 内部収益率 (EIRR) (%)	33.8	49.8	30.7	41.8	39.7

出典：JICA 調査団

15. 結論と提言

15.1 結論

本調査の結論を以下に示す。

- 本事業は、技術的および経済的観点からフィージブルであり、環境社会上の問題もない。
- よって、本事業の実施は、 Bangladesh 国および Bangladesh 国民に、利益をもたらすといえる。
- 本事業は、アプローチ道路を含む 17 橋の建設、ボックスカルバートの建設および軸重計の設置で形成される。
- 本事業において、PC-I 桁橋、ニールセン・ローゼ橋の 2 種類の橋梁が建設される。
- ニールセン・ローゼ橋の 1 部に橋梁用高性能鋼板 (SBHS) が適用される。

本事業の概要を表 15.1.1 と図 15.1.1 に示す。

表 15.1.1 事業概要

非 公 表

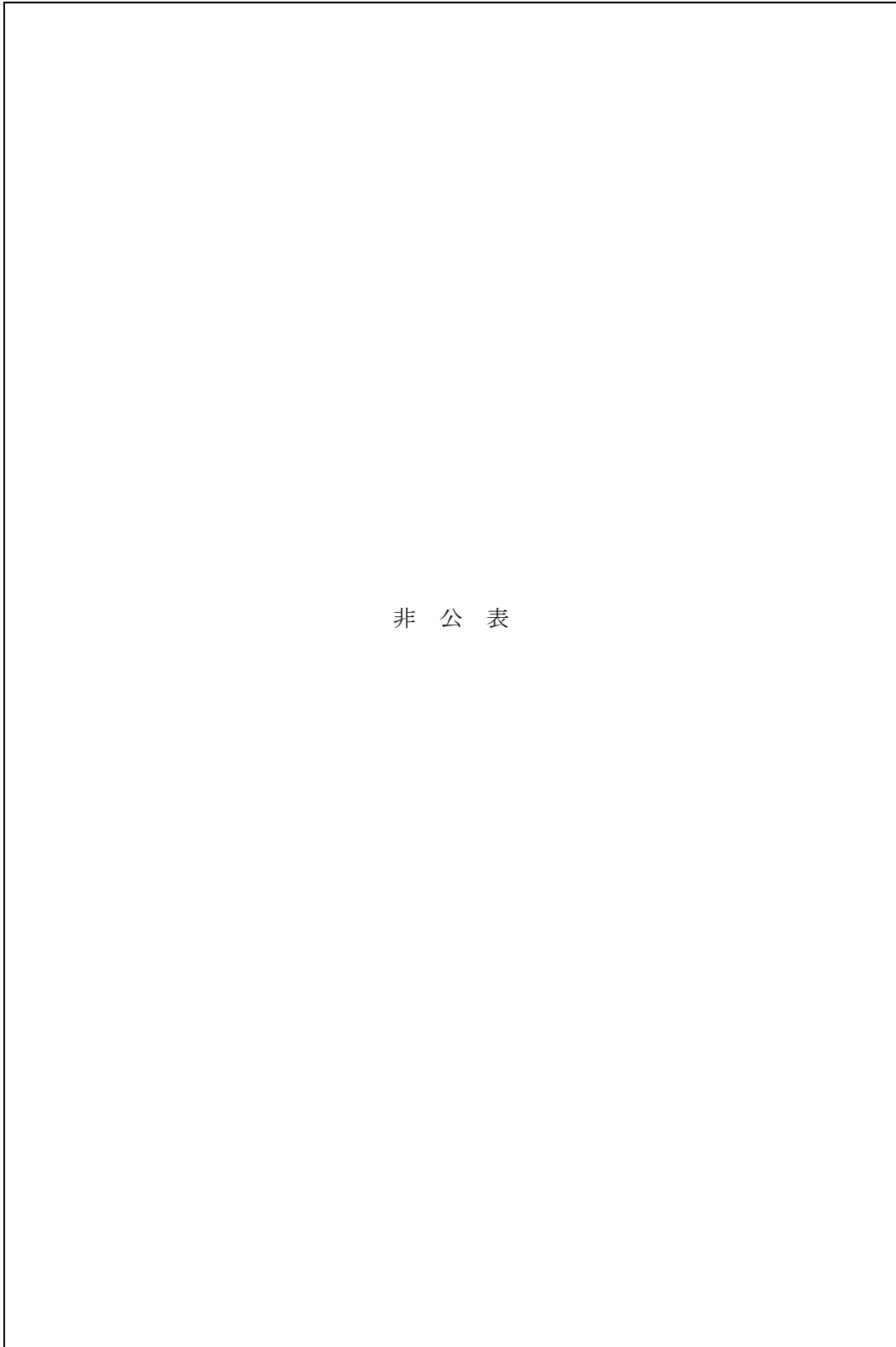


図 15.1.1 事業対象位置図

15.2 提言

本調査における提言を以下に示す。

- 詳細設計において、路面標示、ハンプ、防護柵等の交通安全・管理施設の設置検討を行う必要がある。
- 詳細設計においては、水道、電話、電気等、地下埋設部の詳細調査を実施し、調査で得られる詳細な情報に基づき、設計を行う必要がある。
- RHD は、EIA および ARP に係る業務を事業期間に亘り実施し、事業の円滑な運営を図る必要がある。
- JICA で実施中の橋梁維持管理・技術協力プロジェクトにおいて、2016 年に橋梁維持管理マニュアルが更新される予定である。よって、本事業で整備される橋梁は、当該マニュアルに従って維持管理されなければならない。
- ニールセン・ローゼ橋の一部に橋梁用高性能鋼板（SBHS）が適用される予定であるが、詳細設計において使用量を検討する必要がある。