

## 第 7 章 跨線橋およびアクセス道路の概略設計

### 7.1 基本方針

#### (1) 橋梁計画の基本方針

##### i) 気象条件による制約

厳冬期には-40度を下回る厳しい気候条件のため、10月から翌年の4月までは、コンクリートおよびアスファルトなど主要な土木工事が実施できない。このため、工場製品、プレキャスト製品を活用し、施工期間を短くできる工法を優先する。

##### ii) 資機材調達条件

海外からの資機材調達のための輸送は、鉄道・道路に限定される。特に大型の資機材は中国から鉄道を利用して輸送が必要となるため、部材、機材の寸法はこれらの条件を十分踏まえたものとする。

##### iii) 鉄道軌道上の架設工法

モンゴル国における物流の生命線である鉄道を跨線する橋梁計画である。このため、鉄道の運行への影響を最小化する構造形式・施工方法を選定する。

##### iv) 鉄道軌道との近接施工

軌道の直近での基礎工事など、鉄道の運行に影響を与えないよう、近接施工対策を講じる必要がある。このため、軌道の直近での大規模な掘削を伴う基礎工事等は採用しない方針とする。また、現在1路線の鉄道を3路線に複線化する構想があるため、支線以外の主要軌道部分については、将来的に十分な軌道幅が確保できるよう、橋脚の配置を計画する。

##### v) 交通量の多い市街地での施工

市街地であるため、地下埋設物も多い。特に、給湯管、高圧線鉄塔等への影響を最小化し、ユーティリティ移設が極端に大規模とならないよう、橋脚位置等を計画する。また、交通量の多いナルニー道路では、高架橋工事に伴い交通規制が必要となり、社会的損失が大きいため、施工期間および道路切り回しの最も少ない工法を優先的に採用する。また、ナルニー道路に橋脚を建設する場合、その形状と配置は、道路利用者(運転者・歩行者)の視認性を十分確保できるよう配慮する。

##### vi) 品質の確保

ウランバートルでは、現在建設ラッシュが続いており、春～夏に掛けた時期にコンクリート工事が集中して行われ、鉄筋、コンクリートなどの供給が滞る事態が発生している。また、市場で調達できる生コンクリートの品質は安定しておらず、また、電力事情の悪化の影響によりプラントの稼働が停止する事態も過去の工事で発生している。急激な温度変化による施工計画の変更など、自然環境の厳しさもまたコンクリート工事の品質管理の難しさを助長する結果となっている。このため、確実な品質を確保するための管理体制を十分に強化した計画を行うとともに、工場製品やプレキャスト製品を活用した品質の確保を重要課題として計画する。

#### (2) 道路計画の基本方針

##### i) 道路・鉄道との交差条件

立体交差における道路および鉄道との交差部は、モンゴル国の基準に従い、下記の建築

限界を確保する。跨線部については、鉄道の電化計画に対応できるように、軌道から 6.9m の高さを確保する計画とする。

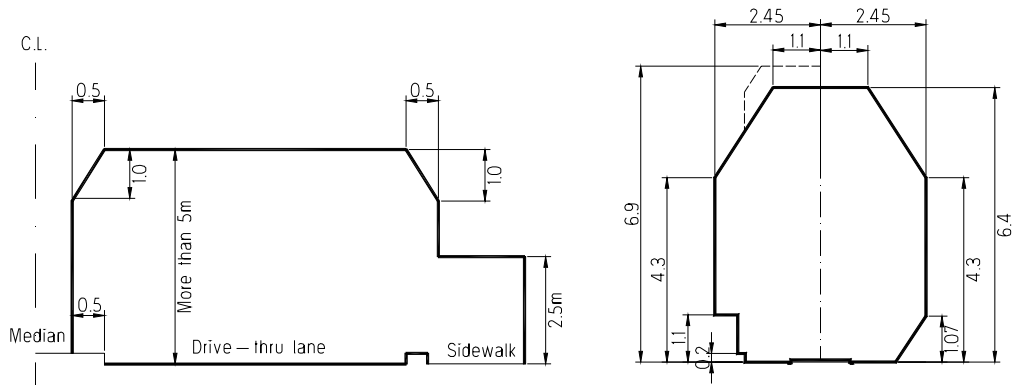


図 7.1.1(a) 道路交差部の建築限界

図 7.1.1(b) 鉄道交差部の建築限界

ii) 道路縦断勾配の設定

市内の勾配を有する主要な道路のうち、スリップによる登坂困難や交通事故が多い区間の道路勾配は、Sansar トンネル：6.4%、Chingunjav Str.：5.8%である。その他の比較的急な区間は、Khusgol 道路 Geser 寺院付近：5.1%、イフ・トイレー東十字路交差点南：5.0%、Ard Ayush Ave.：4.9%、Amarsanaa Str.：4.0%、Gurvaljin 橋：4.0%、平和橋：3.3%であり、おおむね 5%を超えると事故の確立が高くなる傾向にある。本計画では、アプローチ道路と交差点が近接していること等も加味し、最大縦断勾配を  $I_{max}=4.5\%$  として計画する。

iii) 西産業道路の渋滞対策

跨線橋の西側のアクセス道路である西産業道路沿線には、工場等が立ち並び、コンテナ車や建設機械などの大型車両が頻繁に出入りする(交通量 4,300 台/日)。一方、アジルチン跨線橋を通過する車両の殆どは通過車両であるため、西産業道路を沿いに入出入りする車両と、跨線橋を通過する車両が混合すると、渋滞の原因となり、事業の効果が縮小される。このため、既存の西産業道路および駐車場はサービス道路として維持し、跨線橋に接続する主道路はサービス道路の外側に併設するよう計画する。



図 7.1.2(a) 西産業道路の改良計画

図 7.1.2(b) 標準横断面図

7.2 道路計画

(1) 計画目標年次および設計交通量

道路計画における計画目標年次および計画交通量は、以下の通りとする。

計画目標年次：2030年とする。(ウランバートル市都市計画マスタープランと整合)

計画交通量：57,000台(交通需要予測結果による)

(2) 設計対象車両

モンゴルでは、道路設計に適用する幅、車軸間隔などを厳密に規定した設計基準が無いため、太陽橋、太陽道路の設計で適用した日本の道路構造例に規定される下記のセミトレーラを設計対象車両として適用する。

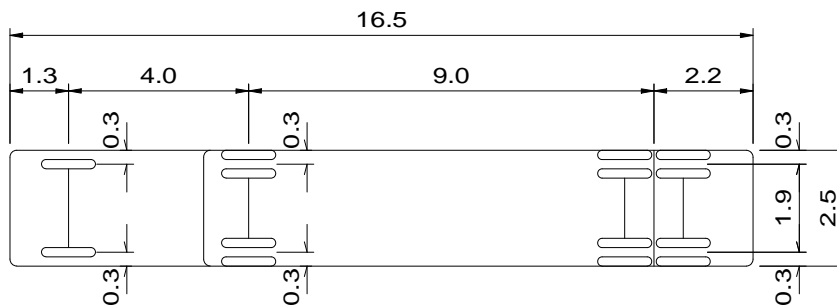


図 7.2.1 設計対象車両(セミトレーラー)

(3) 道路幾何条件

i) 道路計画条件比較

モンゴル国基準、米国基準(AASHTO)、日本の道路構造例の比較を行った。原則、日本の基準は遵守しながら、各要素において以下の考えを適用した。

- ・車線幅員： 車線幅については、モンゴル国基準に準拠する。
- ・路肩幅等： モンゴル基準では、用地の限られる都市部を想定した路肩幅、中央帯等の記載が無いため、日本の基準を適用する。
- ・平面線形： 原則、モンゴル基準および日本の基準内で計画する。曲線部の型勾配については、寒冷地域である(路面の凍結が発生する)ことを考慮し、AASHTO の”Urban Arterial Road”の考え方から、最大4%とした。
- ・縦断線形： 縦断勾配は、寒冷地で路面凍結が発生するため、ウランバートル市で適用されている縦断勾配と交通事故の関係から、5%以下とすることを原則とした。最終的に4.5%を適用することとした。(縦断曲線は日本の考え方を適用する。)

表 7.2.1 本線幾何構造基準の比較

項目	採用値	モンゴル国 BNbD	AASHTO	道路構造令
道路規格	2 <sup>nd</sup> Main Road(32-01-07) Main Road (32-01-04)	2 <sup>nd</sup> Main Road(32-01-07) Main Road (32-01-04)	Urban Arterials	第4種第1級
設計速度 V km/h	60	60(120 又は 100)	50-100	60 (50 又は 40)
車線幅	3.5m	3.5m	3.0-3.6m	3.25m(特例地 3.5m)
中央帯(側帯) m	2.0 (0.25)	5.0, min 0.0	1.2	1.0 (0.25)
路肩(一般部) m	1.0	2 - 2.5, 3.5	0.6	0.5
路肩(橋梁部) m	0.5	-	1.8-2.4	0.5
最小曲線半径 R	200m	150m	135	150m(最小値)
最大片勾配 e%	4%	5%	-	6%
片勾配打切半径	2000(標準勾配 2%)	1500	877	2000

最小平面曲線長		100( $\theta < 7:700/\theta$ )	-	-	100( $\theta < 7:700/\theta$ )
緩和曲線	曲線長	50	40	33	50
	最小バウマーカ	90	-	-	90
	省略可能半径	500	-	213	500
最急縦断勾配		4.5%	7.0%	-	6%(積雪寒冷地)
縦断曲線	凸	1400	1600	K=11	1400
	凹	1000	900	K=18	1000

表 7.2.2 ランプ幾何構造基準の比較

項目	採用値	AASHTO	道路構造令	備考
道路規格	B 規格ランプ	CASE-1 B	B 規格ランプ	
設計速度	V=40km/h	30-50	V=40km/h	
車線幅	3.25	5.5 (舗装幅)	3.25	
路肩幅	0.75m (内側) 1.5m (外側)	0.6-1.2m (内側) 2.4-3.0m (外側)	0.75m (内側) 1.5m (外側)	
最小曲線半径	50m(最小値)	47m	50m(最小値)	
最大片勾配	4.0%	4%	6%	
型勾配打ち切り半径	800	441	800	
最小平面曲線長	70	-	70	
緩和曲線	曲線長	35	22	35
	最小バウマーカ	35	-	35
	省略可能半径	140	95	140
最急縦断勾配	4.5%	-	6%(積雪寒冷地)	
縦断曲線	凸	450	K=4.0	450
	凹	450	K=9.0	450

ii) 道路設計条件

道路幾何条件は、モンゴル国における基準(BNBD 32-01-04, 32-01-07)、米国(AASHTO)、日本(道路構造令)を比較し本事業に適した設計条件を下記の通り設定した。

表 7.2.3 本プロジェクトの道路幾何構造設計条件

項目	主道路	ON-OFF ランプ	備考
道路規格	2 <sup>nd</sup> Main Road(32-01-07) Main Road (32-01-04)	-	
設計速度 V km/h	60	40	
車線幅 m	3.5	3.25	
中央帯(側帯)m	2.0 (0.25)	-	
路肩幅	一般部 m	1.0	-
	橋梁部 m	0.5	1.50 (外側) 0.75 (内側)
最小曲線半径 R	200m	160m	
最大片勾配 e%	4%	4%	
片勾配打切半径	2000 (標準勾配 2%)	800	

最小平面曲線長	100 ( $\theta < 7:700/\theta$ )	70	
緩和曲線	曲線長	35	35
	最小パラメータ	90	35
	省略可能半径	500	140
最急縦断勾配	4.5%	4.5%	
縦断曲線	凸	1400	450 (最小値)
	凹	1000	450 (最小値)

(4) 標準横断

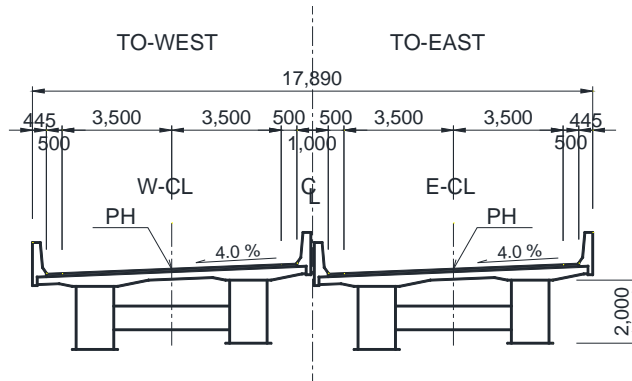


図 7.2.2(1) 橋梁単路部標準横断面図

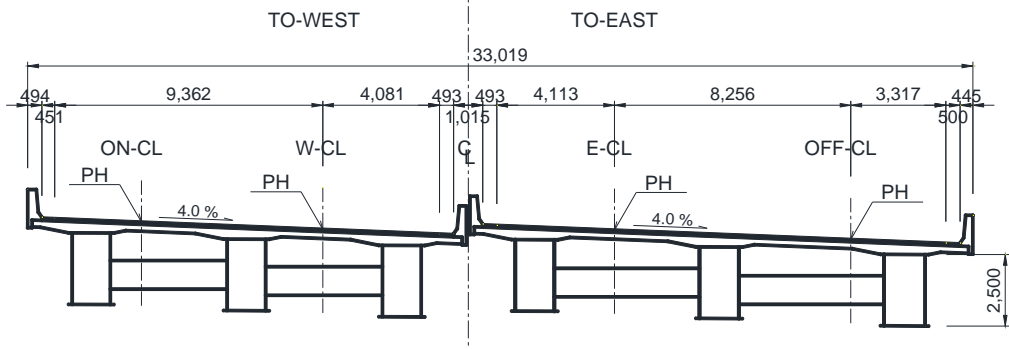


図 7.2.2(2) 橋梁拡幅部標準横断面図

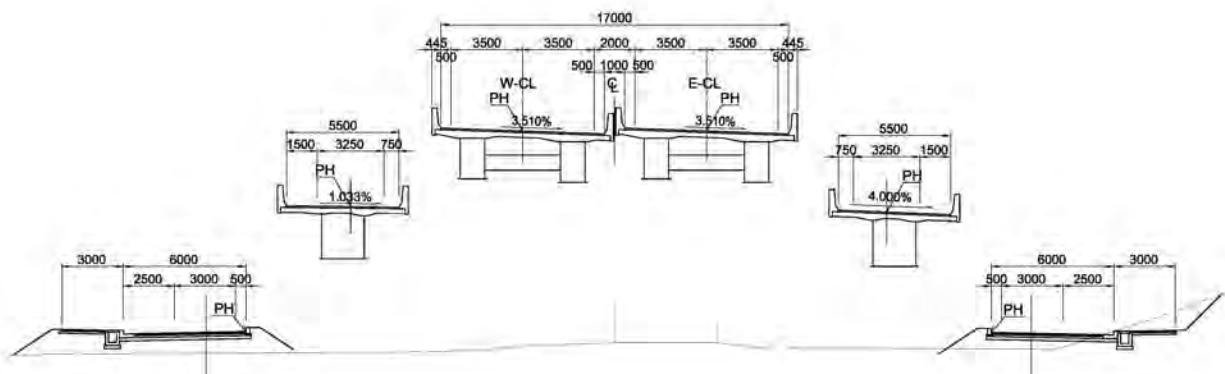


図 7.2.2(3) 橋梁部 ON-OFF ランプ区間標準横断面図

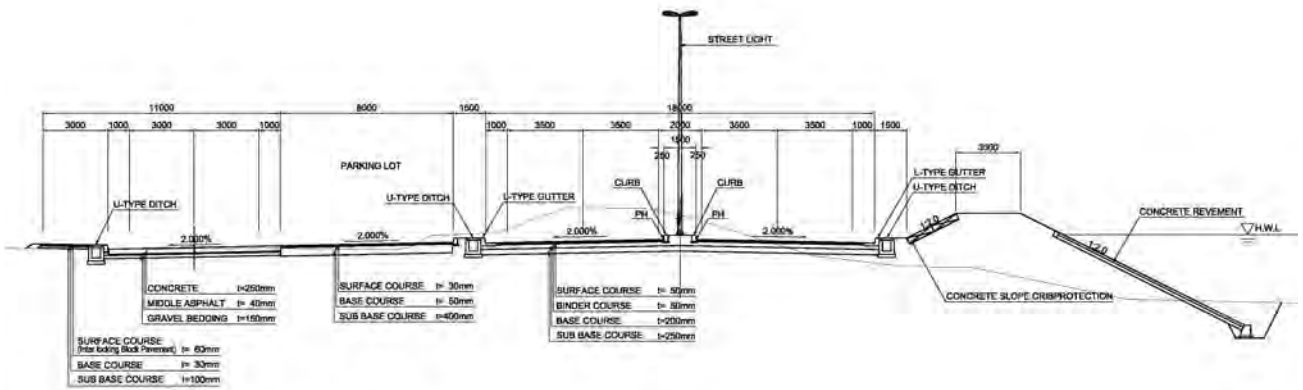


図 7.2.2(4) 西産業道路標準横断面図

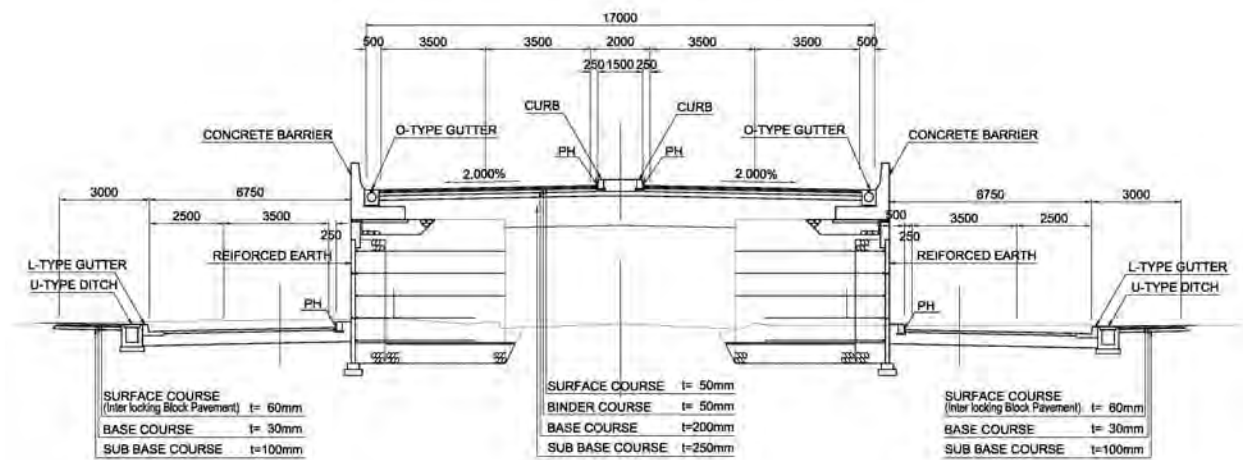


図 7.2.2(5) ナルニー道路アプローチ部標準横断面図

(5) ナルニー道路との交差点計画

アジルチン跨線橋とナルニー道路との接続部は、現時点で日交通量が4万台以上となっている。本プロジェクトが完成した場合は、さらに多くの交通量が流入するため、跨線橋のアプローチ道路とナルニー道路の接続部の形状については慎重に検討する必要がある。アジルチン跨線橋を建設した場合の交通量予測は以下の通りである。

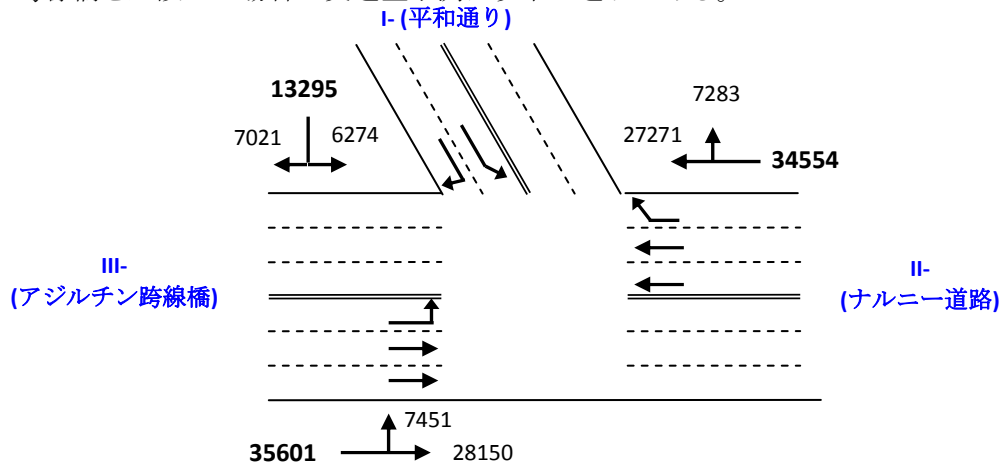

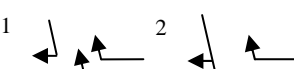


図 7.2.3 2030年交通量予測結果(PCU/day)

アジルチン跨線橋のアプローチとナルニー道路との交差点形状については、平面交差と、跨線橋アプローチ部が交差点を跨ぐ立体交差が考えられる。平面交差の場合、同一平面状で交差するため、渋滞が発生しボトルネックとなることが懸念される。以下に、平面交差点および立体交差とした場合の2ケースについて、交差点の処理能力の指標である“飽和度”を算定した。

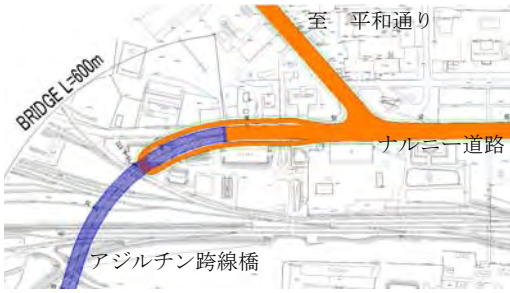
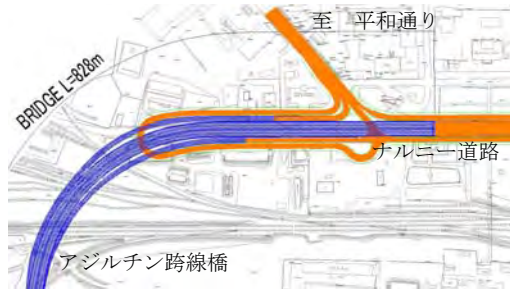
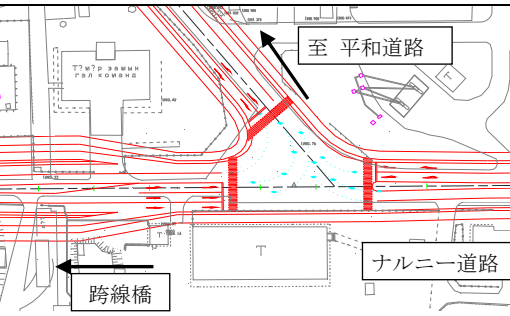
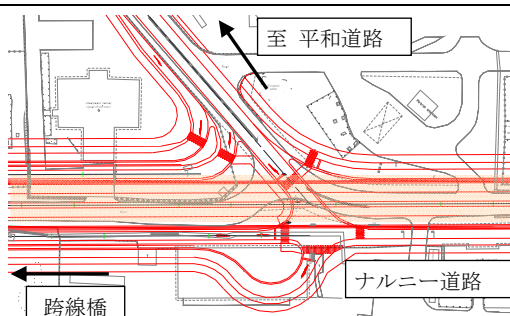
表 7.2.4 交差点飽和度

流入部	平和道路		ナルニー道路		アジルチン橋		現示飽和度	交差点飽和度
	左折	右折	右折	直進	直進	左折		
車線数	1	1	1	2	2	1		
飽和交通流率	2,000	2,000	2,000	4,000	4,000	2,000		
設計交通量	470	530	550	2,050	2,110	560		
現示飽和度	0.235	0.265	0.275	0.513	0.528	0.280		
平面交差の信号現示率 	1Φ			0.275	0.513	0.528	0.528	1.073
	2Φ		0.265	0.275		0.528	0.280	
	3Φ	0.235	0.265	0.275			0.265	
立体交差の信号現示率 	1Φ		0.265	0.275		0.280	0.280	0.515
	2Φ	0.235	0.265	0.275			0.235	
	3Φ							

出典：JICA 調査団

立体交差にした場合は平面交差の場合に比べ、高架橋の橋長が 228m 延び、ON および OFF ランプ橋の建設とその用地確保といった費用が追加されることとなるものの、平面交差との得失を下記の通り比較した結果、立体交差化による有意性が確認された。

表 7.2.5 ナルニー道路部の交差点形状比較

交差方法	平面交差案	立体交差案
平面形状	 <p>至 平和通り</p> <p>ナルニー道路</p> <p>アジルチン跨線橋</p> <p>BRIDGE L=600m</p> <p>橋梁区間(L=600m)</p> <p>接続道路</p>	 <p>至 平和通り</p> <p>ナルニー道路</p> <p>アジルチン跨線橋</p> <p>BRIDGE L=828m</p> <p>橋梁区間(L=828m+ランプ橋)</p> <p>接続道路</p>
交差点部拡大図	 <p>至 平和道路</p> <p>ナルニー道路</p> <p>跨線橋</p>	 <p>至 平和道路</p> <p>ナルニー道路</p> <p>跨線橋</p>

縦断面図		
交通安全性	× 交差点の混雑を招き、交通事故が増加する。また、アプローチ道路の勾配が急になるため、凍結時のスリップ事故のリスクが増加する。	○ 平面交差に比べ、交通事故のリスクを大幅に低減できる。
交差点の渋滞	× 交差点飽和度は 1.073(>0.9)以上*となり、重度の交通渋滞が発生する。	○ 交差点飽和度は 0.515(<0.9)となり、渋滞は殆ど発生しない。
景観	○ 高架構造物による圧迫感はない。	△ 構造物の景観性に配慮が必要。
環境	× 渋滞により騒音・大気汚染が悪化する。	○ 渋滞が解消されるため、平面交差に比べて環境への影響が少ない。
社会配慮	× 交差点の交通渋滞により、信号待ち時間が増える、交通事故のリスクが増加するなど、周辺施設の利用者、歩行者のデメリットが大きい。	△ 鉄道関連施設の用地取得が多くなるが、住民移転は発生しない。高架橋下の横断が可能であり、地域分断の影響も小さい。
経済性	× (建設費)橋長が短く安価になる。(社会的費用)交差点の渋滞による遅れ時間の社会的損失が大きい。	○ (建設費)事業費は平面交差より高価(+13億円)となる。(社会的費用)交差点改良により渋滞が解消し、社会的費用は小さくなる。
総合評価	× 跨線橋事業によるモビリティの改善効果が、交差点の渋滞により損なわれる。	○ 交通渋滞を回避でき、高い経済効果を見込むことが可能。

(6) その他の交差点計画

i) アジルチン通りとの交差点

アジルチン通りと西産業道路の交差点は下記の通り計画する。

- a) ドンド川渡河橋が新設され、4車線となることを前提とする。
- b) 火力発電所通りは、現在2車線であるため、左折レーンを設けて交差点改良を行う。
- c) 火力発電所通りは将来的に4車線化が必要となるため、立体交差化・導流化など本格的な改良は同路線の4車線化と同時期に実施することとし、本事業の対象としないことを前提とする。

\* 『平面交差点の計画と設計（基礎編）』（H19.8 社団法人交通高額の研究会）による。



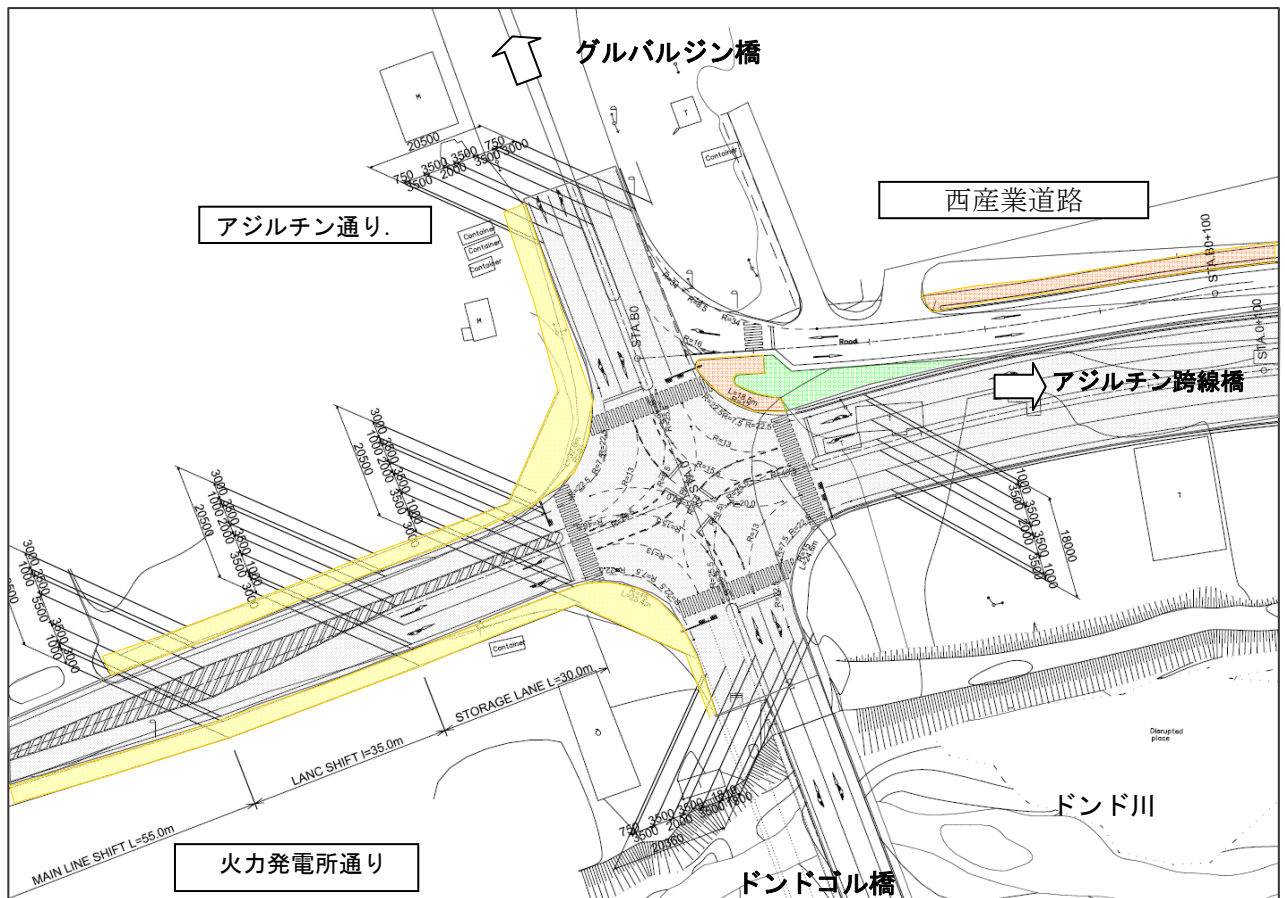


図 7.2.4 アジルチン道路との交差点計画

ii) 西産業通りの交差点

既存西産業道路と、当該事業路線は立体交差となる。既存の鉄道支線と西産業道路は平面踏み切り交差とし、既存アクセス道路へのすり付けまでを行うものとする。

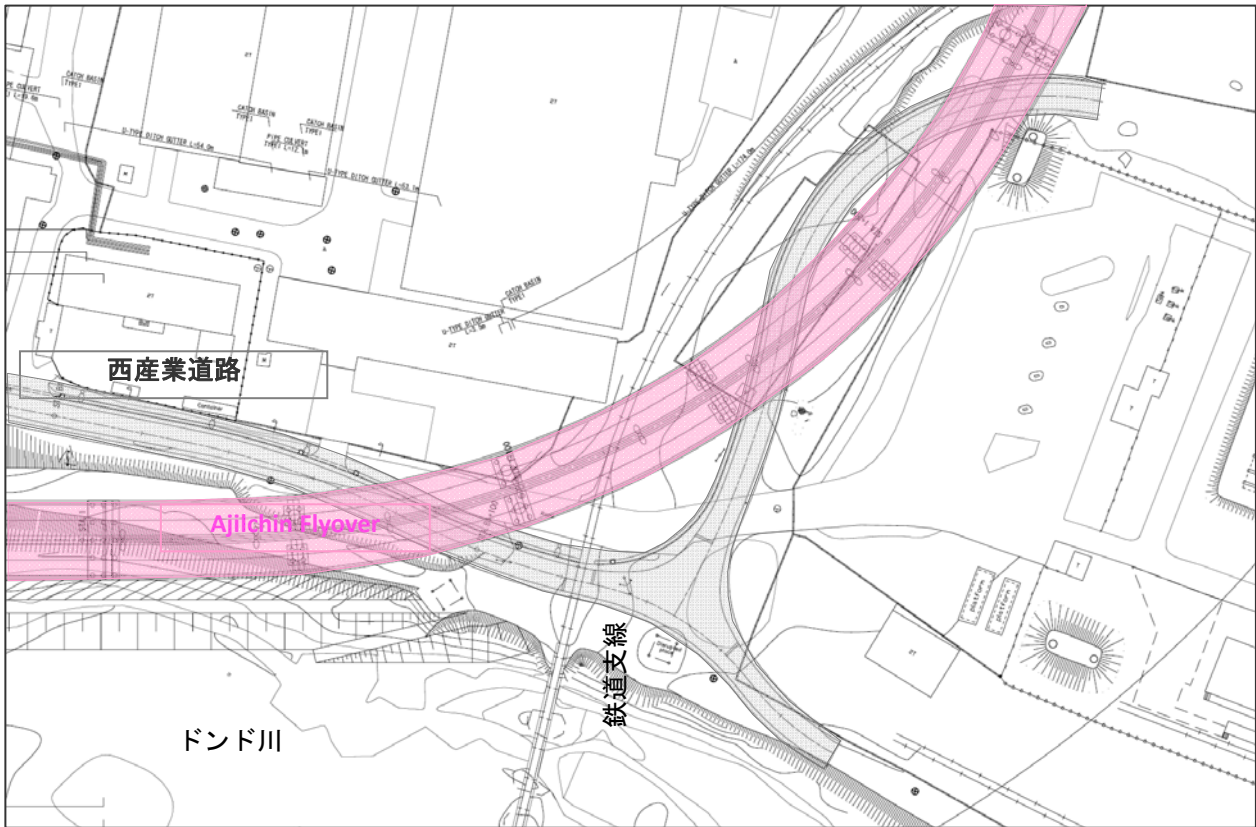


図 7.2.5 既存西産業道路との交差点計画

(7) 舗装計画

本プロジェクトにおいて、舗装形式はアスファルト舗装を適用する。舗装厚の設定に際しては、「舗装設計施工指針」(日本道路協会)に基づき、以下の条件にて設計を行った。この結果、ナルニー道路および西産業道路の街路（アクセス道路区間）は、下記の舗装構成とする。なお、橋梁床版上の舗装は、アスファルト舗装とし、厚さを 80mm として計画する。

表 7.2.6 設計 CBR と舗装厚設計条件

	設計 CBR <sup>1)</sup>	舗装計画交通量 <sup>2)</sup>	必要等値換算厚(T <sub>A</sub> )
ナルニー道路	12	1,500 台/日(C 交通)	23.0 cm
西産業道路	12	1,500 台/日(C 交通)	23.0 cm

1) 設計 CBR : (室内 CBR 試験結果に基づく)

2) 建設完成予想時期(2020 年)における大型車交通量(大型車混入率 8% に対し、設計期間を 10 年とした。)

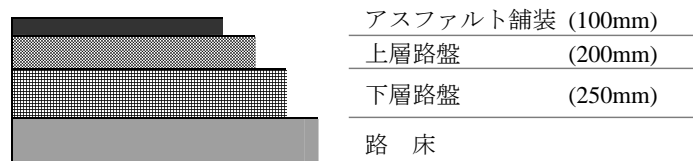


図 7.2.6 街路部の舗装構成

(8) 道路排水計画

プロジェクト範囲の道路排水は、既存の水路および河川に排水するものとする。ナルニー道路では、平和通りにつながる既存水路を流末とする。西産業道路では、ドンド川に排水するよう計画する。跨線橋の路面排水は、鉄道の北側はナルニー道路へ、鉄道の南側は西産業道路まで導水するよう計画する。

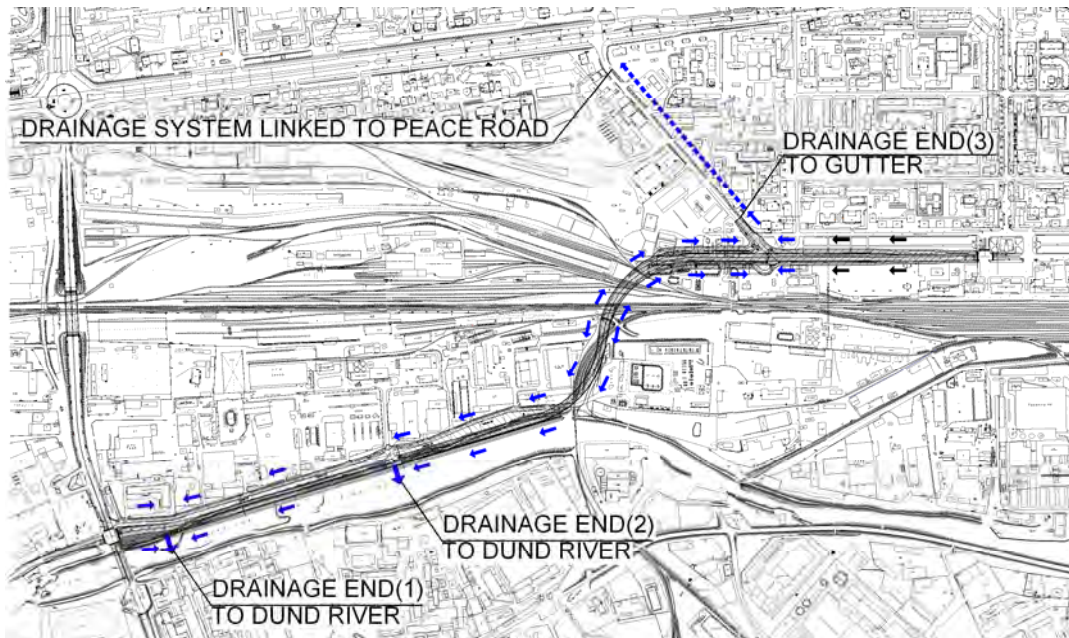


図 7.2.7 プロジェクト範囲の排水系統図

(9) ドンド川の水利条件および堤防計画

西産業道路は、ドンド川右岸を改良するため、堤防改良工事も併用する。現在、ドンド川上流(エンゲルス通りまで)の区間で堤防改良工事が進められており、来年以降順次下流側の堤防工事が実施される予定である。本計画では、上記堤防工事の際、想定されている計画洪水量：346m<sup>3</sup>/s (100年確率)を適用し、ドンド川の計画高水位を算定した。

表 7.2.7 ドンド川の計画洪水位

STA. No.	0+120	0+220	0+320	0+400	0+500	0+600	0+700	0+800	0+900
HWL	1278.4	1277.9	1278.6	1279	1279	1278.7	1278.5	1279.5	1279.7
ドンド川	←下流(アジルチン通り)			←		←		←(上流側)	

注意：上記は、マンニングの合理式により等流計算により算定(平均河川勾配：0.3%)

当該河川区間の堤防高は、上記計画高水位に余裕高 0.8m を加えたものとして計画を行う。

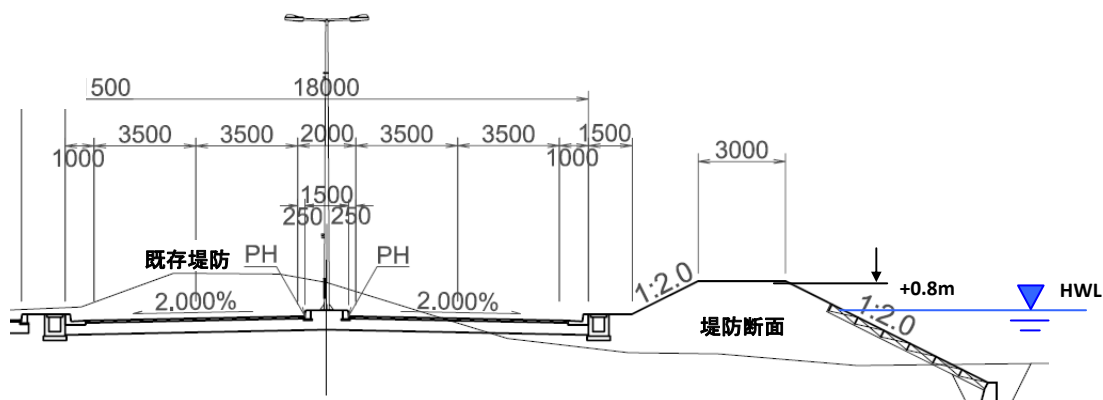


図 7.2.8 ドンドク川右岸の堤防断面計画

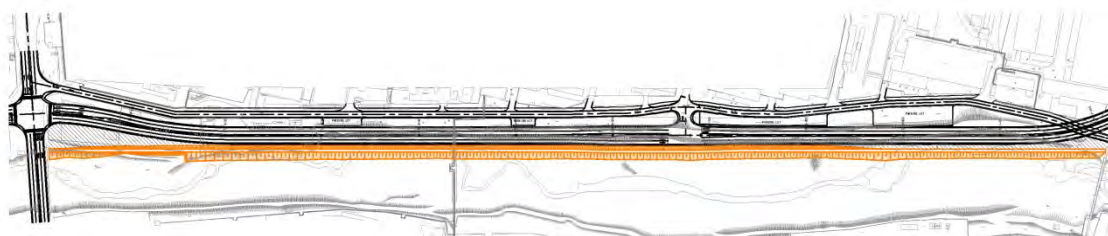


図 7.2.9 ドンドク川右岸の堤防建設範囲

なお、モンゴル国における気候変動による降雨量の変化が生じた場合でも、下記の点を踏まえ、現行の河川堤防計画には影響が無いものと判断した。ただし、詳細設計時には、現在進められている上流側の堤防計画の内容を再確認のうえ、最新の知見を基に当堤防計画を見直す必要がある。

- Mongolia Assessment Report on Climate Change (UNEP, 2009)による調査結果では、1940年以降の夏季の降雨量は減少傾向にあること、また、将来の降雨量予測では、想定するシナリオによりばらつきはあるものの、2065年までで夏季の降雨量の増加が0～4%の範囲であること。
- Giz および PIK(Potsdam Institute for Climate Impact Research)の運営する“ci:grasp : Global and Regional Adaptation Support Platform”における長期気候変動シナリオ（2051年-2081年）においても、夏季の降雨量には大きな変化が無いことが予測されている(図 7.2.8)。
- 計画洪水流量は、近年発生した Flash Flood の結果を踏まえ、モンゴル気象庁において分析し設定された洪水量であり、上流側の堤防改修も当計画流量に合わせて設計、建設が進められている。
- 4%の降雨量が増加した場合、本河川断面での水位上昇は最大で 0.30m 程度であり、余裕高として確保している 0.8m 以下となる。

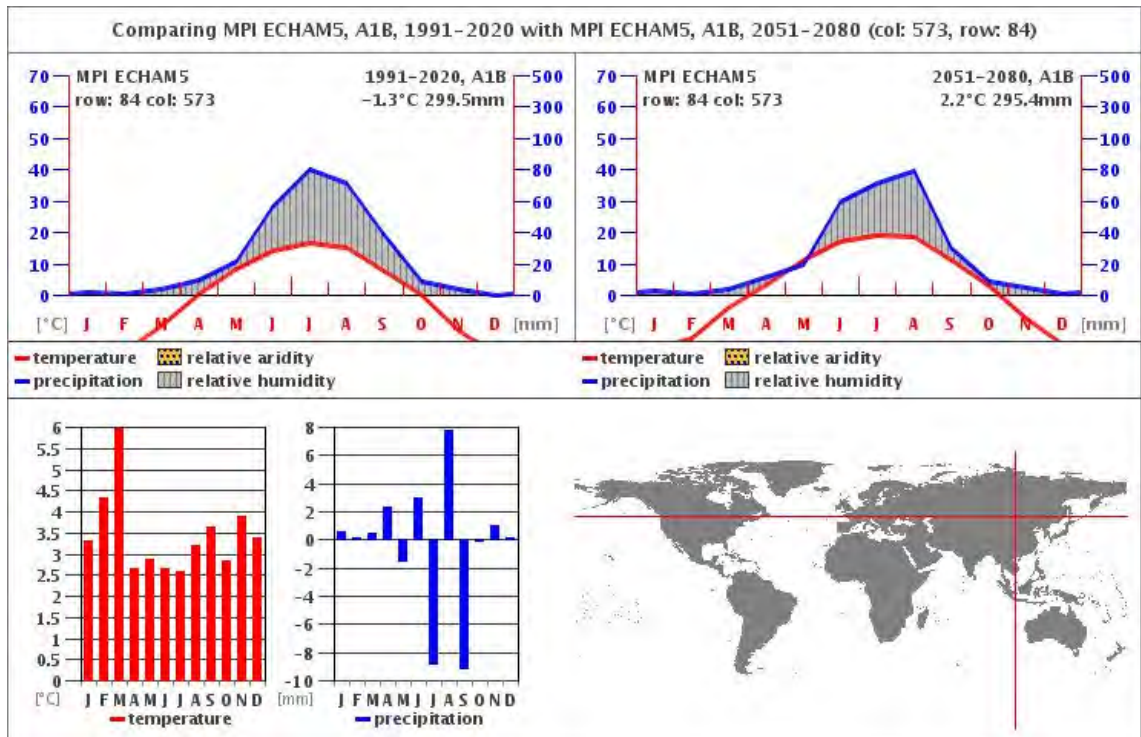


図 7.2.10 ci:grasp による UB 市近辺の気象変動予測

(10) 冬期スリップ事故防止対策

ウランバートル市は 10 月～4 月にかけて気温が氷点下となり、路面の凍結によるスリップ事故が発生しやすい。平面曲線半径  $R=200$  と、4.5%の縦断勾配を必要とする道路計画に対し、以下の対策を適用した。

i) 道路線形

道路線形の変化に対応するドライバーのハンドル操作、ブレーキ操作を最小にするため、合成勾配を 6%以下として線形を計画した。


ii) 低速都市内道路に対する配慮

低速走行時の「横滑り」を防止するため、片勾配の最大値を 4.0%とした。

iii) 物理的対策

スリップ事故に対する対策として、「滑り止め舗装」を適用した。これらは、橋梁区間における平面曲線半径が  $R=200m$  の区間、また、アプローチ道路の縦断勾配が 4.5%の区間に適用され、全対象範囲は約 138,00m<sup>2</sup> となる。路面の凍結防止対策としては、表 7.2.8 に示すように、ロードヒーティングの適用も考えられるが、モンゴル国での実績は無く、ロードヒーティングより安価な滑り止め舗装の効果は太陽橋においても十分確認されているため、本件ではロードヒーティングは適用しないこととした。

表 7.2.8 橋梁及びアクセス道路の滑り止め対策

	ロードヒーティング		滑り止め舗装
	電熱式	自然熱(地下水、地中熱)利用方式	
写真			
概要	舗装内に埋設した電熱線に電気を通して発熱し、電気エネルギーにより路面の凍結を防ぐシステム。	基礎杭(鋼管杭)を地中熱交換器として利用し、地盤や地下水などの自然熱を熱源とし、路面に埋設したヒートパイプによって路面の凍結を防ぐ。	舗装路面に、接着剤として樹脂系材料を散布し、硬質骨材を散布・接着させることで、滑り抵抗性を高める。
経済性 および 維持管理	最初にシステム全体を構築する必要があるため、初期コストは高い。また、電気を使用し続けるため、維持管理コストも高価である。	基礎杭を利用するため、追加的な土壌掘削費用が不要であるものの、全体の初期費用は最も高価である。維持管理費は自然熱を利用するため、電熱式に比べて安価である。	初期費用は最も安い。定期的に滑り止め舗装の敷き換えが必要であるが、頻度は数年に1回程度であり、他の案と比べて維持管理費は安い。
	(初期コスト) 50,000 円/m <sup>2</sup> (運転費) 3,500 円/m <sup>2</sup> (毎年) (維持管理費 <sup>*1</sup> ) 500 円/m <sup>2</sup> (初期コストの1%)	(初期コスト) 80,000 円/m <sup>2</sup> (運転費) 2,000 円/m <sup>2</sup> (毎年) (維持管理費 <sup>*1</sup> ) 800 円/m <sup>2</sup> (初期コストの1%)	(初期コスト) 3,000 円/m <sup>2</sup> (運転費) 0 円/m <sup>2</sup> (維持管理費) 800 円/m <sup>2</sup> (3年毎の更新)
付属施設	電気を利用するため、電気設備を格納する施設が別途必要となる。	ヒートポンプユニットを格納する施設が別途必要となる。	必要なし
環境への 負荷	電気の熱で路面を暖める構造であり、発電には化石燃料を使うため、間接的にはあるが環境への負荷は大きい。	自然熱を利用するシステムであり、環境への負荷はほとんど無い。	舗装路面上に樹脂および硬質骨材を散布するだけなので、環境への負荷は小さい。
本事業への 適用	初期コストおよび維持管理コストが非常に高価であり、導入は経済的に困難である。(日本においても、導入はしたものの維持管理費がネックとなり、運転を中止している自治体も存在する。)	高架橋の基礎杭を熱循環システムの一部として利用できるため、電熱式のロードヒーティングに比べ、維持管理コストは安価であるが、現地の地下水温度が低い場合、凍結防止に十分な熱エネルギーが確保できない。	初期費用は最も安価である。数年に一度の定期的な敷き換えが必要であるが、毎年多額の運転費を必要とする他案に比べて、その負担は小さく、維持管理性にも優れる。
評価	Not Recommend	Not Recommend	Recommend

(11) 交通管理施設

2010 年より韓国の支援で整備されたウランバートル市交通管理センターおよび ITS システムは、その後ウランバートル市の予算により、徐々にシステムを拡大している。本プロジェクトでは、ウランバートル市交通管理センターとの協議結果により、同センターと接続する下記 ITS システムの一部を構成する装置の設置を計画する。なお、機材の仕様は既存システムと整合性の取れるものとする。

表 7.2.9 プロジェクトで設置する ITS 機材

設置機材	目的	数量	備考
1 閉回路テレビ(CCCTV)	交差点の交通状況をリアルタイムに交通管理センターでモニタリングする。	2 基	交差点各 1 基
2 ビデオディスプレイシステム (VDS)	交通状況の録画	2 基	上下線各 1 基
3 自動速度違反取締機 (EMFS)	速度違反の取締り	2 基	上下線各 1 基

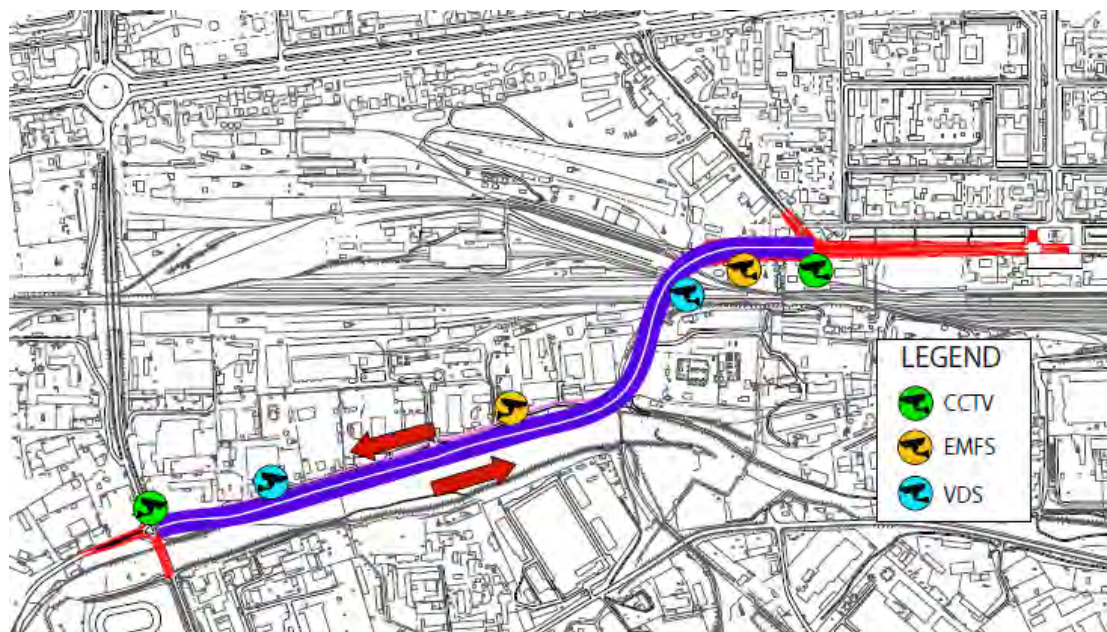


図 7.2.11 交通管理機材の設置予定箇所

### 7.3 橋梁計画

#### (1) 橋梁計画の留意点

橋梁計画において必要な7.1(1)で述べた基本方針に対する留意点を下記の通り整理した。モンゴル国特有の条件に十分配慮した計画を行うものとする。

表 7.3.1 橋梁計画の留意事項

	(1)支間割り計画	(2)上部工形式	(3)下部工形式	(4)基礎形式
i) 気象条件による制約	温度変化による伸縮に対応できる支間割り計画を行う。	コンクリート橋と鋼製橋梁の比較において施工期間の制約を考慮する。また、-40度能耐える材質を選定する。	コンクリートの使用量を最小化し、施工期間を短縮する。	基礎の支持層の選定では、凍結深さを考慮する。プレキャスト杭を優先し、品質確保および施工期間の短縮を図る。
ii) 資機材輸送条件		工場製品の形状寸法を注意する。		
iii) 鉄道軌道上での架設工事		鉄道の運行を阻害しない架設工法および橋梁形式を選定する。		
iv) 鉄道軌道との近接施工	鉄道敷地内で橋脚の施工が可能となる支間割り計画を行う。		鉄道敷地内での作業、大型重機の使用を少なくする構造とする。	掘削工事・基礎工事による鉄道軌道への影響を与えない工法選定を行う。
v) 交通量の多い市街地での施工	十分な支間長を確保し、交差点や街路での見通しを良くする。	狭い施工ヤードで施工が可能な工法を選定する必要がある。また、交通規制の影響を最も少なくできる工法を優先する。	施工期間を最小化し交通規制の影響を最小限に抑える。交差点・街路での視認性を確保できる構造形式を選定する。	ユーティリティへの影響を考慮し、移設工事を最小限にできる計画を行う。
vi) 地下埋設物の影響	ユーティリティの移設を最小限に抑える橋脚配置計画。			基礎のサイズを極力小さくし、掘削による地下埋設物への影響を少なくする。
vii) 品質の確保		工場製品を活用し、品質確保を優先する。また維持管理費を抑えることのできる耐久性の高い形式を選定する。	コンクリート部材の断面を最小化し、施工現場で発生するリスクを最小限に抑える。	



(2) 架橋位置の特徴

本橋梁の架橋位置は、大きく分類して 1)跨線部、2)ナルニー道路部に分類される。それぞれの特徴を以下に記す。

表 7.3.2 架橋位置の特徴

	跨線部	ナルニー道路部
平面図		
特徴	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 道路線形は R200m の曲線である。</li> <li>● 鉄道の往来は 30 本/日程度である。</li> <li>● 鉄道枝線部は、第 3 火力発電所に向かう石炭の補給が 1 日あたり 2 本程度、その他沿線の工場への物資輸送のため一日あたり 10 数本程度の列車が不定期に往来する。</li> <li>● 工場施設と近接するため施工時の配慮が必要。</li> <li>● 高圧線鉄塔の建設が進められている。</li> <li>● 地盤条件は比較的良好であるが、鉄道敷地内、ドンド川河川近傍は、緩い堆積層が介在する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 道路線形は直線である。</li> <li>● 40,000 台/日を超える交通量。</li> <li>● 鉄道関連施設の他、商業施設、公共施設が隣接し人通りも多い。</li> <li>● 施工時には、交通規制が必要。</li> <li>● 移設が困難なユーティリティ (給湯管 φ1000,φ800) が埋設されている。</li> <li>● 地盤条件は比較的良好。</li> </ul>

(3) 鉄道交差条件

鉄道部の建築限界として、 $H=6.9m$ (将来的に電化を想定)を確保し、永久構造物は、軌道中心より  $L=3.5m$  の離隔を確保する。

施工時に国際旅客列車の運行調整は行わないものとするが、その他の列車は運行調整により、作業時間の確保が可能である。支線は、約 20 本/日の列車本数があるが、協議の結果、1 日 6 時間以上の施工時間を確保することを確認した。

(4) 支間割計画

i) 上下線分離構造

本橋は下記に示す理由により、上下線分離構造を採用する。

広幅員であることから、上下線一体構造とした場合は、横断方向で 700mm 以上の高低差が生じ、曲線外側の高さが必要以上に高くなり、ランプの縦断勾配が大きくなる。これは冬期のスリップ等を招き、交通事故の原因となるものである。

上下線を分離することで、各々の構造物の規模が小さくなり、応力伝達の明確化や構造物の最小化が図れる。

ii) 橋台位置の決定

架橋地点は都市化が進んでおり、建設される橋梁は人々が容易に接近でき、住民や利用者との視覚的な接点が多い。このため、高い擁壁や大きな桁高を有する構造形式は景観上避けるのが好ましい。また、橋台の支承部は点検・維持管理が容易に行うことが出来る高さであることとし、地表面から 2.5m 程度の高さとなるよう配置計画を行った。なお、一般人の橋台付近への立ち入りを制限するため、橋台前に立ち入り防止柵を設置する。

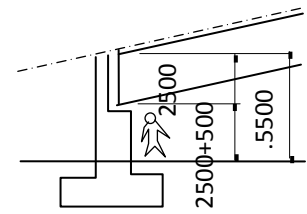


図 7.3.1 橋台配置イメージ

iii) 橋脚配置

各橋脚位置は、以下を配慮して決定した。

P1-P4 : 第3火力発電所に向かう鉄道支線に影響を与えないよう、配置を決定した。

P5-P8 : 鉄道本線を跨ぐ他、鉄道敷地内であることから操車場へ向かう枝線が多いため、これらの軌道を阻害しない位置に橋脚位置を選定した。(P6/P7/P8)

P9-P11 : 鉄道敷地に入出入りするためのサービス道路通過位置を避けて配置する。

P12-P16 : ナルニー道路との交差部における視認性を十分確保できる橋脚配置とする。また、P15、P16 の配置は、給湯管の幹線(φ1000,φ800)の移設を回避できる位置とした。

iv) 支間割計画

以上の条件から決定した支間割計画を以下に示す。本計画では、橋長は 828m となる。

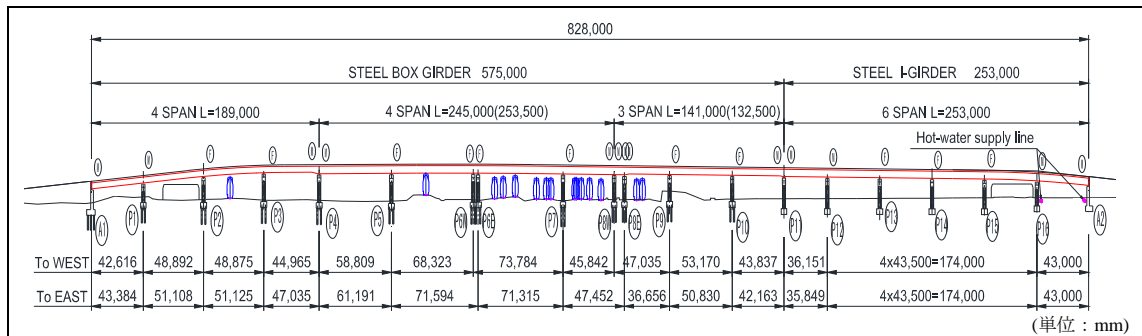


図 7.3.2 橋梁支間割計画

v) 各橋梁長の決定要因

本橋の橋長は 828m あり、平面線形は S 字形状となっており、全長に渡り連続構造とすることは構造的に困難であるため、いくつかの橋梁に分割する必要がある。そこで、以下に述べる理由により、各橋梁長を決定した。

【1号橋(A1~P4)】

経済性、維持管理性、走行性が有利となる連続桁形式とする。A1 橋台位置は、鉄道踏み切り交差点での十分な視距を確認すること、フォーミングが大規模となるため、施工時に既存ユーティリティへの影響を最小限に抑えること、建物の目前での圧迫感を軽減することなどから、STA1+005 に設置するものとした。また、連続桁区間は、S 字カーブ手前 (P5) で終了し、2号橋のスパン割を考慮し、P4 橋脚までとする。この結果、1号橋の橋長は 189m(中心距離)となる。

### 【2号橋(P4~P8)】

縦断勾配 4.5%以下でナルニー道路との交差点へのアクセスを達成するため、P8 橋脚位置をランプ橋の取り付け位置とした。ランプ橋の取り付けのため、P8 の位置を掛け違い部とし、構造を分離する必要がある。この結果、2号橋の橋長は 245m(中心距離)となる。なお、P8 上での掛け違いについては、鉄道の敷地内ではあるが、ランプの取り付け上掛け違いが避けられないこと、比較的鉄道敷地に余裕があり、維持管理作業に必要なスペースが確保しやすいことから、維持管理上の問題は少ないと判断した。

### 【3号橋(P8~P11)】

P11 橋脚位置は、R200m の曲線区間が終了する位置とした。曲線部と直線部を構造的に分離し、直線部の上部工コストを小さくする。この結果、3号橋の橋長は 141m(中心距離)となる。

### 【4号橋(P11-A2)】

直線区間となるため、経済性、維持管理性、走行性に有利な連続桁方式とする。A2 橋台位置は、移設の費用が大規模となる給湯管本管(φ1000、φ800)の移設の回避および将来的な維持管理に支障を来たさないように設定した結果、STA1+833 となり、4号橋の橋長は 253m となる。

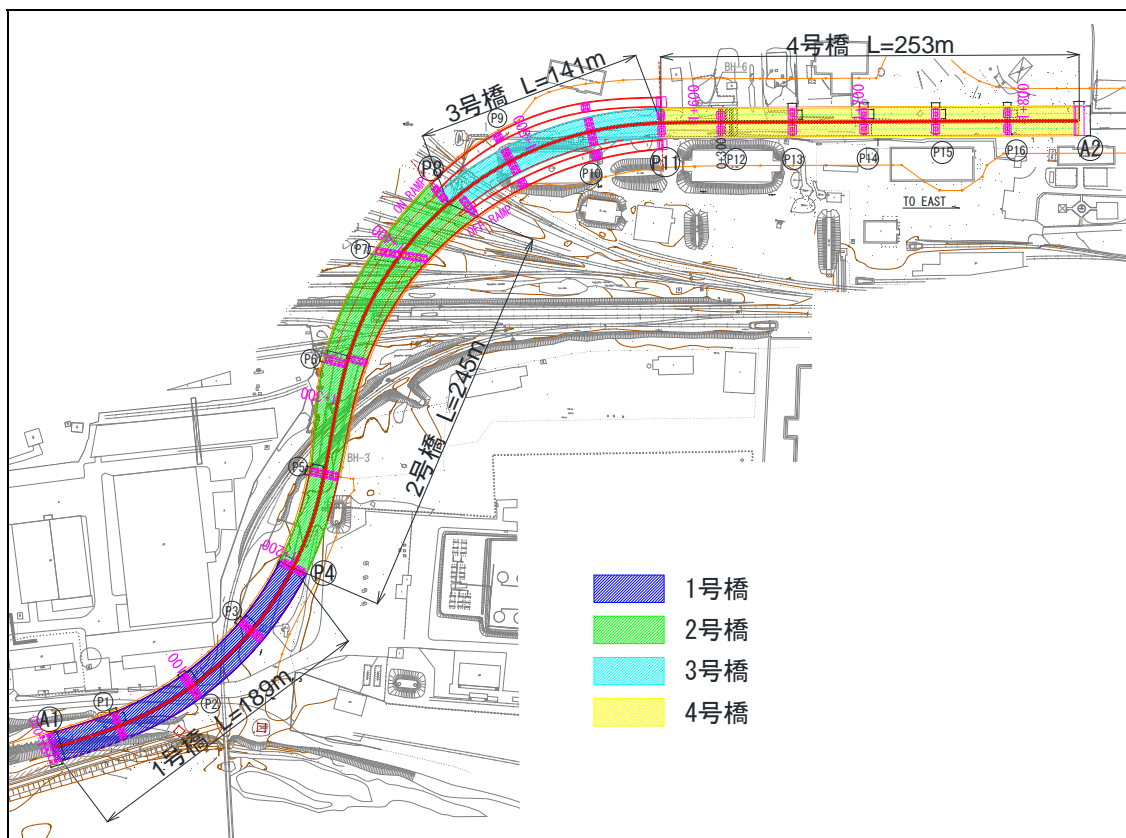


図 7.3.3 橋梁の分割

#### (5) 上部工形式の選定

##### i) 跨線部

跨線部の上部工形式は以下の理由により、鋼 2 主箱桁橋(本線跨線部は鋼 3 主箱桁)を採

用する。(詳細は表 7.3.6 参照)

跨線部は曲率半径  $R=200$  の曲線部を有し、更に最大支間長は 73m となるため、ねじり剛性の強い箱桁形式を選定する。

冬期間(10月~4月<sup>2</sup>)はコンクリート工事が出来ず、また品質確保も難しいため、工場にて製作ができ、確実な品質を確保できる鋼製桁を選定する。

ランプ部拡幅への対応や、負反力の有無といった構造的で優位な 2 主桁橋を選定する。本線跨線部は、道路縦断線形と鉄道建築限界の確保から桁高の制約(Max=2.5m)を受けるため、桁本数を増やす(2 主箱桁→3 主箱桁)こととした。

#### ii) ナルニー道路部(側径間)

ナルニー道路部の上部工形式は以下の理由により、鋼 I 桁橋を採用する。(詳細は表 7.3.5 参照)

市街地で交通量が多く、施工ヤードが狭いこと、工事に伴う渋滞を避けるために工期短縮が重要であること、経済的に有利であることなどから、鋼製桁を選定する。

線形は直線であり、最大支間長は 43m 程度となるため、鋼製 I 桁橋を選定する。

走行性の良さ、近隣環境への影響(騒音)が小さい、地震による落橋のリスクが小さいなどのメリットがある連続桁形式とする。

#### iii) 床版形式の選定

ウランバートル市内における既存橋梁では、構造的な問題、施工上の品質管理の問題、過積載車両の影響などにより、コンクリート床版の損傷が極めて深刻な状況にある。これらの問題を考慮し、本プロジェクトで適用する床版の形式は、以下の理由により、鋼コンクリート合成床版を採用する。(詳細は、表 7.3.6 を参照)

鉄道上および既存道路上での作業時に、支保工を必要とせず工期も短い。

鋼材部分は工場製作であるため、品質が確保しやすく、耐久性も高い。

将来的にコンクリートの剥落等による事故、補修工事等のリスクが小さい。

鋼板が型枠代わりとなるので、架設後鉄道を供用した状態で作業が可能である。

桁と一体で架設することで、床版架設用の足場等が不要となる。

#### iv) 防食方法の選定

橋梁上部工の材料として適用される材料には、通常『溶接構造用圧延鋼材』にフッ素樹脂系塗装により防食が施される。一方、『溶接構造用耐候性圧延鋼材』と呼ばれる鋼材は、適量の合金元素を含有し、大気中での乾湿の繰り返しにより表面に緻密なさびを形成し、鋼材表面を保護するため、無塗装でもさびの進展を抑制することが出来る。以下に比較を行った結果、本プロジェクトでは『溶接構造用圧延鋼材+塗装』を適用する。

---

<sup>2</sup> 過去のデータから、日平均気温が 5 度未満となる 10 月~翌 4 月までは、通常のコンクリート工事は行なわないものとした。

表 7.3.3 防食対策の比較


	溶接構造用圧延鋼材＋塗装 (SM490＋C5系塗装)	溶接構造用耐候性圧延鋼材 (SMA490)
イメージ図		
防食機能	モンゴルの乾燥した気候では、鋼材の腐食が発生しにくく、また塗装の防食機能も高いため、安定した防食効果が期待できる。	安定錆びが形成されるまでに時間がかかり、また錆びの形成段階でムラが生じる可能性がある。
景観性	市街地では、景観に合わせた塗装の色が選定できるため、構造物による景観への負荷を軽減することができる。	色合いが錆びたイメージであるため、市街地の景観には適合しないケースが多い。供用初期に錆び汁が発生し、橋脚の変色や下の鉄道車両への影響が懸念される。一般的には山間部などの天然色と調和する色合いである。
経済性	日本での価格は、鋼材＋重防食の費用が耐候性鋼材に比べ同等または数%割高となる。	塗装仕様と比べ、日本におけるコストはやや低めである。
維持管理性	定期的に鋼桁の再塗装が必要であるが、重防食塗装(C5 塗装系)を施すことで、30年程度は再塗装の必要は無い。	無塗装で使用できるので、維持管理費や塗装費を低減できるが、冬期の凍結防止剤散布により、安定さびの発生に影響する。
評価	モンゴル国の気象条件、過去の鋼製橋梁の実績、塗装による高い防食機能、市街地における景観性を考慮すると、本案の適用が望ましい。	高湿度、降雨量の多い国では、ライフサイクルコストを小さくできる利点は大きいですが、モンゴル国ではその効果は小さい。市街地での景観性に劣るため、当事業での本案の適用は推奨できない。
	<b>Recommended</b>	<b>Not Recommended</b>

表 7.3.4 跨線部上部工形式(A1-P11 間)の比較検討

	鋼製橋梁		コンクリート橋
	1-箱桁橋	2-箱桁橋	箱桁橋
断面図			
概要	1 主箱桁を基本とするが、ランプ拡幅のある跨線部(P5-P8)は、2 主箱桁となる。鋼桁は工場にて製作するため、高品質・高精度が実現でき、かつ現場で施工不可能な冬期間を有効に使い、工期の大幅な短縮が図れる。	全長に渡り 2 主箱桁とし、拡幅部は 3 主箱桁とすることで対応可能である。鋼桁は工場にて製作するため、高品質・高精度が実現でき、かつ現場で施工不可能な冬期間を有効に使い、工期の大幅な短縮が図れる。	ねじり剛性が大きく、構造的には優れるが、桁高が高くなる。全ての作業が現場作業となるため、冬期間は作業が出来ず、鋼橋案に比べ、工期は大幅に長い。工場製作によるプレキャストセグメント工法もあるが、モンゴル国では不可。
上部工 直接工事費	3,850 百万円	3,700 百万円	3,900 百万円
施工期間	18 month	18 month	30month
維持管理性	定期的に鋼桁の再塗装が必要であるが、重防食塗装(C5 塗装系)を施すことで、30 年程度は再塗装の必要は無い。塗装も工場にて行うため、品質管理の面からも優れている。	定期的に鋼桁の再塗装が必要であるが、重防食塗装(C5 塗装系)を施すことで、30 年程度は再塗装の必要は無い。塗装も工場にて行うため、品質管理の面からも優れている。	鋼橋に比べ、一般的には維持管理にかかる手間は小さいが、施工不良等による欠陥が生じた場合は、供用期間全般にわたり定期的な補修を繰り返す必要がある。
評価	2 主箱桁橋に比べ鋼重は重くなる(約 3650ton)。また、支承間隔も狭くなることから、負反力が出る懸念がある。桁幅が広くなるため、輸送時は桁を分割せねばならず、輸送効率が悪く、輸送費の増大を招く。	1 主箱桁橋に比べ、鋼重も少なく(約 3500ton)、経済的である。拡幅部に対しても、桁本数の調整で対応が可能であり、全長に渡り、構造の一連性が生まれ、景観的にも良い。また、1 主箱桁に比べ輸送効率が良く、輸送費を抑えることができる。	跨線部は張出し架設となるが、桁高が高い上、架設機材の高さを考慮すると現在の計画縦断勾配では鉄道の建築限界の確保が出来ず、3m 程度計画高が高くなり、既存道路への接続が困難となる。
	Fair	Good	Bad

表 7.3.5 ナルニ一道路部上部工形式(P11-A2 間)の比較検討

	第1案 5 径間連結 PC 合成桁橋+2 径間連結 PC 合成桁橋	第2案 7 径間連続鋼 I 桁橋	第3案 6 径間連続鋼 I 桁橋
断面図			
概要	5 径間連結(5@33.6m)+2 径間連結(42+43m)の PC 合成桁橋とする。プレキャスト PC 板も含め、全て現場製作となる。	PC 合成桁案のスパン割で連続鋼 I 桁橋 (5@33.6m+42+43)とした案。床版は跨線部と同じ合成床版とし、工期の短縮を図る。	支間長をほぼ等しくし、6 径間連続の鋼 I 桁橋 (5@42+43m)とした案。床版は跨線部と同じ合成床版とし、工期の短縮を図る。
概算工事費	815 百万(上部工 725+下部工 90)	810 百万円(上部工 725+下部工 85)	800 百万(上部工 730+下部工 70)
施工期間	10 month	6.5 month	6 month
維持管理性	鋼橋に比べ、一般的には維持管理にかかる手間は小さいが、施工不良等による欠陥が生じた場合は、供用期間全般にわたり定期的な補修を繰り返す必要がある。	定期的に鋼桁の再塗装が必要であるが、重防食塗装(C5 塗装系)を施すことで、30 年程度は再塗装の必要は無い。塗装は工場にて行うため、品質管理の面からも優れている。	定期的に鋼桁の再塗装が必要であるが、重防食塗装(C5 塗装系)を施すことで、30 年程度は再塗装の必要は無い。塗装は工場にて行うため、品質管理の面からも優れている。
評価	主桁と PC 板は現場内で製作する必要がある、施工期間が限定される現地では、工期が長期間に及ぶ。また、現場内に桁の製作ヤードを建設しなければならず、鋼桁案に比べ広い施工ヤードが必要となる。	桁製作は工場にて行うため、現場作業が出来ない冬期間を有効に活用できることから PC 橋に比べ工期が大幅に短い。掛け違え部を無くし、連続構造とすることで走行性および耐震性が向上し、周辺環境に対する影響(騒音)も軽減する。第3案に比べ、下部工が2基多くなるため経済性に劣り、また工期も長い。	最も工期を短縮でき、経済的にも有利である。橋脚数が少なく、側道を通行する車両、歩行者の視認性も良くなり、交通安全性が高い。
	Bad	Fair	Good

表 7.3.6 床版形式の比較検討

	鋼コンクリート合成床版	PC 床版	RC 床版
イメージ図			
概要	鋼板または形鋼とコンクリートが一体となって荷重に抵抗するように構成された床版。	床版を PC 構造とすることで、耐久性の向上および床版の長支間化に伴う少主桁化が可能である。	支保工の上に型枠を設置し、鉄筋を組んで、コンクリートを打設する従来タイプの床版。足場支保工の為に桁下余裕が必要となる。
経済性	床版工費：48,000 円/m <sup>2</sup> 床版工費は RC 床版と比べ高いが、床版の長支間化による少主桁化を図ることで上部工工費が削減できる。	床版工費：50,000 円/m <sup>2</sup> 床版工費は RC 床版と比べ高いが、床版の長支間化による少主桁化を図ることで上部工工費が削減できる。	床版工費：38,000 円/m <sup>2</sup> 床版工費は安価であるが、少主本数が他の床版形式よりも多くなることで、上部工工費は高価になる。
施工期間	250 日 (2 班での施工を想定)	350 日 (現場で製作、設置は 2 班での施工を想定)	600 日 (2 班での施工を想定)
耐久性 維持管理性	耐久性が高く長寿命で、維持管理の省力化を図れ、ライフサイクルコストを低減できる。	プレストレス導入によるひび割れ制御により、RC 床版に比べ優れた耐久性を有し、ライフサイクルコストの低減が可能である。	RC 構造であるため、他の形式と比べ、耐久性に劣り、コンクリートの剥落やひび割れ等が生じやすい。
評価	鋼パネルの製作は工場にて行うため冬期間を有効に活用できる。また、型枠と型枠支保工が不要のため、現場工期の短縮も図れる上、施工中も桁下はフリーとなるため、本橋のように交差条件がある場合に有利である。	耐久性には優れるが、現地においてセグメント製作が必要であり、合成床版に比べ、施工期間は長くなる。また、現場製作となることから、製作ヤードおよび仮置きヤードが必要となり、ヤードの制約が厳しい本橋には適さない。	初期の経済性には優れるが、長期の維持管理を考慮したライフサイクルコストの面では他の床版形式に比べ、大幅に劣る。また、足場支保工が必要となり、工期は他の床版形式に比べ、非常に長くなる。
	Good	Fair	Bad



(6) 橋脚の形式

鉄道施設内は S 字曲線およびランプ拡幅部と複雑な構造となるため、それに対応できる下部工形式を選定する。また、施工スペースに制約があり、規模の大きいフーチングを構築することが困難であることから、鉄道施設内については杭基礎を採用することとする。

表 7.3.7 下部工形式の選定

区間	鉄道施設内(跨線部)	
	P1~P5	P6~P8
形式	単円柱橋脚(梁つき)	ラーメン式橋脚
断面図		
選定理由	R=200 の曲率半径を有していることから、橋脚の形状はあらゆる方向の水平荷重に対して均等に抵抗できる単円柱橋脚とする。	ランプの取り付けによる拡幅が必要な区間である。鉄道敷地内での建設となるため、狭いスペースに合わせた形状での建設となる。幅員は 15m 以上必要となるため、ラーメン式橋脚とする。
区間	鉄道施設内(跨線部)	ナルニー道路部
	P9~P10	P11~P16
形式	単円柱橋脚	単円柱橋脚
断面図		
選定理由	A1~P5 間と同様 R=200 の曲線橋であるため、橋脚の形状はあらゆる方向の荷重に対して均等に抵抗できる単円柱橋脚とする。	ナルニー道路部は直線橋であること、支持層が浅い位置で確認されていること、鉄道敷地内と違い施工スペースの制約が少ないことから、経済性に優れる直接基礎+単円柱橋脚を採用する。直接基礎は冬期の地盤の凍結融解を考慮し、4m の根入れを確保する。

(7) 基礎形式の選定

i) 跨線部

基礎の掘削工事による鉄道の軌道への影響を最小化すること、また鉄道敷地内での施工期間を短くし、鉄道の運行への影響を最小化できる工法を選定する。玉石交じりの礫質土が主体の対象地盤であることを前提に、下記の 3 つの工法、(1)鋼製回転圧入杭、(2)コンクリート場所打ち杭、(3)直接基礎の比較検討を行った。この結果、経済性、施工性に優れ、太陽橋の施工でも優れた実績を残した『回転圧入鋼管杭』を採用することとする。

表 7.3.8 跨線橋部(A1~P10)基礎形式の比較検討

	(1) 回転圧入鋼管杭	(2) コンクリート場所打ち杭	(3) 直接基礎
断面図			
近接施工上の適用	鋼管の先端に螺旋状の羽根を溶接した鋼管杭を回転して圧入するため、周辺地盤への影響が小さい。フーチングの掘削範囲も小さく、鉄道への影響は最も小さい。	ケーシング(パイプ)を回転させながら地盤に圧入した後、ハンマーグラブで土砂を掘削し、ケーシングを抜きながらコンクリートを打設し、杭を形成する。ケーシングの引き抜き時に地盤の変位を生じやすい。	GL-4.0 m まで掘削するため、鋼矢板を使った土留工が必要である。矢板のたわみが鉄道に影響を与えないよう、計測管理を行いながらの施工となる。地下水位は比較的深くボーリング等の影響は少ない。
施工性	狭い鉄道敷地内で施工が可能である。使用するコンクリート、廃土量が少ないため、工事用車両が軌道上を移動する回数が少なく、鉄道の運行に影響が少ない工法である。	杭の造成に必要な設備が多く、狭い線路敷では適していない。コンクリート、廃土の運搬も多いため工事用車両の出入りが多く、鉄道の運行に影響を与える。	玉石混じりの硬い地盤であるため、鋼矢板の打ち込みには特殊な機材が必要である。土留め壁を支える支保工の組み立て解体にも時間がかかる。また、近接施工のため、鋼矢板の多くは引抜き撤去が不可能である。
騒音振動	杭を回転圧入させることで、貫入する際に衝撃や振動を発生させることがなく、環境への影響が小さい。	掘削、鉄筋立て込み、コンクリート打設に関して、低騒音、低振動の工法である。	鋼矢板による土留めを構築する際に、大きな騒音および振動が発生する。
工事費	180 Million JPY	150 Million JPY	200 Million JPY
工期	70 day (1 party)	145 day (2 party)	80 day (only sheet pile)
評価	経済性は第 2 案に比べ劣るが、施工性に優れ、施工時の線路への影響を最小限にできる案である。	経済性には優れるが、施工期間は最も長い。また、資機材のための広い施工ヤードが必要なこと、第 1 案に比べ掘削量が多くなること等から、鉄道に与える影響が大きい。	第 1 案に比べ、施工に時間がかかり、鉄道への影響も大きい。また鋼矢板は残置しなければならず、コストも割高となる。
	Good	Fair	Bad

ii) ナルニー道路部

ナルニー道路部では、道路を供用しながらの施工となるため、基礎掘削における施工範囲は限定される。一方、橋梁部の側道建設のための用地買収が完了すれば、既存道路を切り回すための十分な施工ヤードを確保することが出来る。以上の条件で基礎形式を比較し、経済性および施工性から直接基礎を選定する。

表 7.3.9 ナルニー道路部基礎形式の比較検討

	(1) 回転圧入鋼管杭	(2) コンクリート場所打ち杭	(3) 直接基礎
断面図			
概要	鋼管の先端に螺旋状の羽根を溶接した鋼管杭を回転して圧入する。その際、先端羽根のくさび効果で推進力を発揮することにより、スムーズな貫入と高い支持力を実現する。	ケーシング(パイプ)を反復回転させながら油圧ジャッキで地盤に圧入した後、ハンマークラブで中の土砂を掘削し、鉄筋籠を挿入、ケーシングを抜きながらコンクリートを打設し、杭を形成する。	鉄道と近接するため、仮締め切りを行い、凍結融解の影響のないGL-4.00mまで掘削し、コンクリート基礎を造成する。掘削は、用地が十分確保できるため、オープン掘削が可能。(一次的に借地が必要)
工事費	230 Million JPY	180 Million JPY	50 Million JPY
工期	45 day	180 day	- (No pile)
施工性	フーチングサイズの縮小化が可能であるが、経済的なメリットは少ない。	施工用設備が多く、工期も長い。資機材の搬入搬出などのため、交通量の多いナルニー道路での工事車両の出入りが多く、渋滞の要因となる。	基礎サイズが大きくなるが、特殊機材を必要とせず、施工期間も短い。地下埋設物が多いため、施工時の仮防護が必要。
評価	(3)案の直接基礎の施工が可能であるため、本案の適用は必要無い。 Fair	フーチングも大規模となり、既存交通の迂回が必要である。施工時間も長く、メリットは無い。 Bad	オープン掘削による施工が可能であるため、本案が最適である。 Good

## 7.4 橋梁基本設計

当調査では、以下の設計基準により概略設計を実施する。設計手法は、使用材料の特性の不確実性を考慮し、許容応力度設計法にて行う。

### (1) 設計条件

#### i) 参照する設計基準

- a) 道路橋示方書・同解説(日本道路協会：2012年3月)
- b) Planning of Auto Road Bridge and Pipe Culvert (32-02-03, 2005)
- c) Norm and Regulation for Design of Facility in Earthquake Region (22.01.01\*/2006)  
Ministry of Construction and Urban Development

#### ii) 設計条件一覧

計画箇所		ウランバートル市ナルニー道路～西産業道路	
橋長		828m	
標準幅員		8.0m	
平面線形		A=100～R=200～A=100～R=200～A=100～∞	
設計活荷重		日本道路協会道路橋示方書・同解説 B活荷重 (図 7.4.1 および表 7.4.1 参照)	
温度荷重		-40℃ ≤ T ≤ 40℃	
設計水平震度		レベル 1 地震動 : kh = 0.10 レベル 2 地震動 : kh = 0.50 (固有周期 0.4 秒程度)	
上部工	形式	上下線分離構造 (本線) 連続構造 2 主箱桁橋、連続構造鋼少数鈹桁橋 (ランプ部) 多径間連続箱桁橋	
	使用材料	SM520, SM490Y, SM490, SM400, SS400	
	床版	鋼コンクリート合成床版 : 床版厚 210mm ~ 250mm	
	支承形式	鋼製支承	
下部工	形式	躯体	逆 T 式橋台、張出し式円柱橋脚、ラーメン橋脚
		基礎	回転圧入鋼管杭 φ1000、直接基礎
	使用材料	鉄筋	SD345
		コンクリート	σ <sub>ck</sub> =24N/mm <sup>2</sup>
		基礎	SKK490
支持地盤	GP-GC 層		
交差条件	鉄道交差部	建築限界 H=7.0m 永久構造物は軌道中心より L=3.5m の離隔を確保 (図 7.4.3 参照)	
	道路交差部	建築限界 H=5.0m	
防護柵		コンクリート防護柵 (日本防護柵設置要綱 SC 型、フロリダ型)	

iii) 使用材料

設計に適用する材料は、以下の規格に準ずるものとする。

表 7.4.1 概略設計に用いる材料規格一覧

材料	適用箇所	規格
コンクリート	橋台、橋脚、壁高欄	$\sigma_{ck}=24 \text{ N/mm}^2$
	鋼コンクリート合成床版	$\sigma_{ck}=30 \text{ N/mm}^2$
鉄筋		SD345(JIS 規格)
構造用鋼材	橋梁上部工	SM520, SM490Y, SM490, SM400, SS400(JIS 規格)
構造用鋼管	回転圧入鋼管杭	SKK490(JIS 規格)

iv) 上部工活荷重

モンゴルの設計基準では、「大型車両をモデル化した二軸荷重と等分部荷重から構成される AK 荷重」、又は「大型トレーラーをモデル化した 4 軸重車両、NK 荷重」で設計することになっている。一方、近年の車両大型化に伴い、設計荷重の改定も予定されている。モンゴルにおける現行基準、および改定予定の活荷重を含め、下記の 5 つの荷重を比較した結果(図 7.4.1)、最も大きな曲げモーメントが生じる日本国の B 活荷重(図 7.4.2、表 7.4.1)を、本プロジェクトの活荷重として採用することとする。

- モンゴル国設計基準(改定前)(AK 荷重 or NK 荷重 ; K=11)
- モンゴル国設計基準(改定後) ( " ; K=15)
- 日本国 道路橋示方書 (B 活荷重)
- 米国 AASHTO LRFD (HL-93)
- 英国 BS ENV 1991-1-1996 (ユーロコード、LM-1)

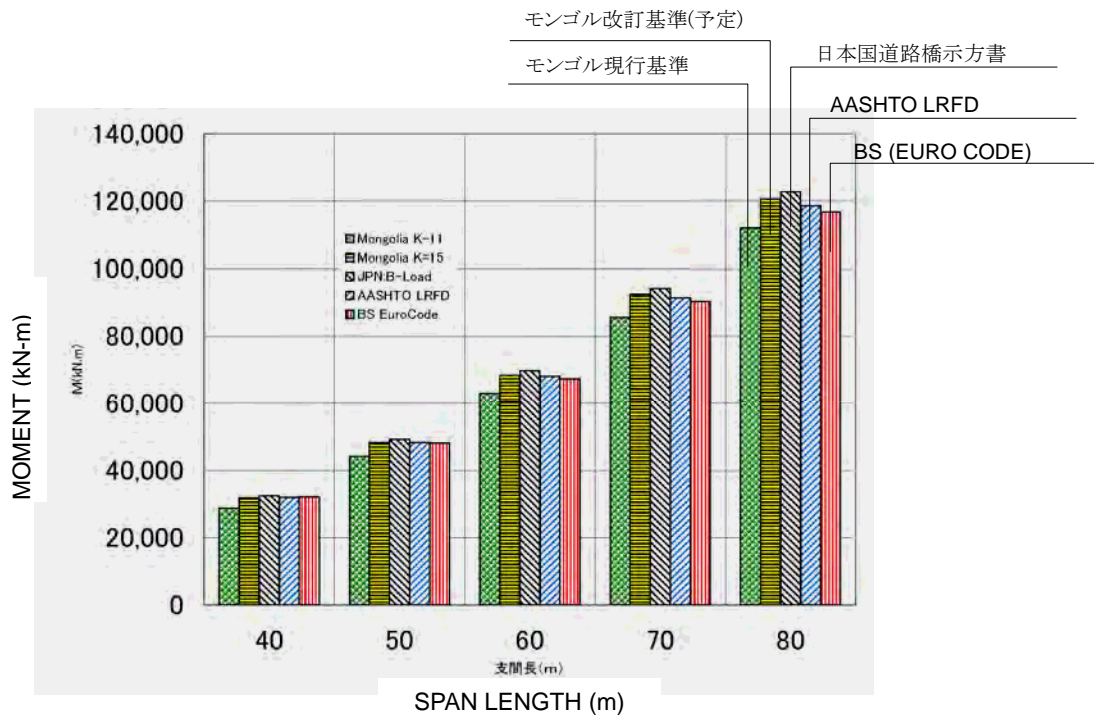


図 7.4.1 モンゴル国および海外の設計基準による活荷重影響度の比較

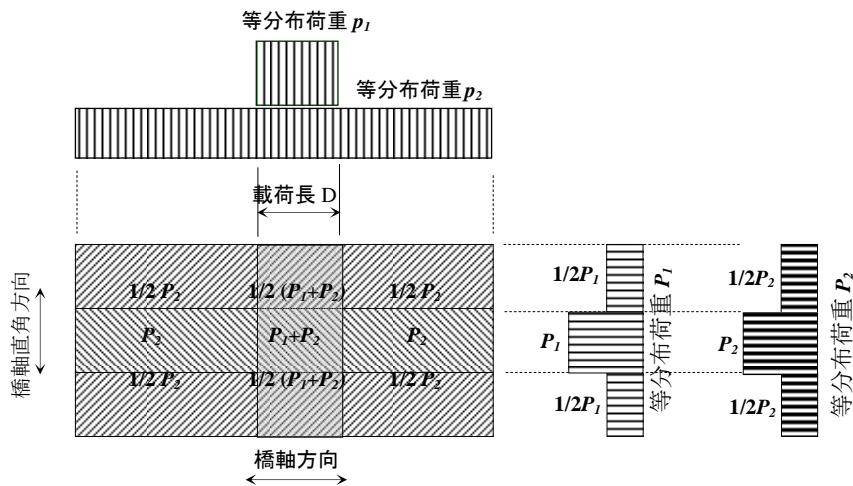


図 7.4.2 道路橋示方書 B 活荷重

表 7.4.2 道路橋示方書 B 活荷重の規定

主載荷荷重 (幅 5.5m)						従載荷荷重
等分布荷重 $p_1$			等分布荷重 $p_2$			
載荷長 D(m)	荷重 (kN/m <sup>2</sup> )		荷重 (kN/m <sup>2</sup> )			
10	曲げモーメントを 算定する場合	せん断力を 算定する場合	$L \leq 80$	$80 < L \leq 130$	$130 < L$	主載荷荷重の 50%
	10	12	3.5	$4.3 - 0.01L$	3.0	

v) 温度荷重

過去 14 年間(1998 年~2011 年)の気象データを参照すると、最低・最高気温は $\pm 40^\circ\text{C}$ である。また、設計基準(BNbd32.02.03)でも同様の値が記述されているため、本業務で考慮する構造物温度は、 $-40^\circ\text{C}$  T  $40^\circ\text{C}$ とする。

vi) 風荷重

過去 14 年(1998 年~2011 年)のウランバートルにおける最大瞬間風速  $30\text{m/s}$  を設計風速として風荷重を算出する。

vii) 地質条件

現地においてボーリング調査を行い、各種地質調査試験を実施した。その試験結果を基に、設計において設定した地盤定数は以下の通りである。

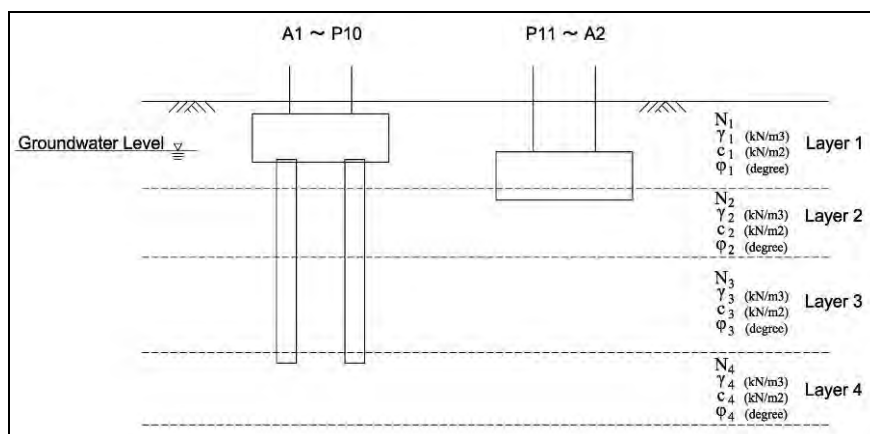


図 7.4.3 土質定数の概念図

表 7.4.3 設計における地盤定数一覧

Boring No.	BH-01	設計対象下部工	A1			
地層区分	設計 N 値	単位重量 $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	粘着力 $c$ (kN/m <sup>2</sup> )	せん断抵抗角 $\phi$ (°)	変形係数 $E_o$ (kN/m <sup>2</sup> )	
					常時	地震時
tO <sub>IV</sub>	14	19	0	34	39,200	78,400
GP	42	22	0	39	117,600	235,200
GP-GC	50	22	0	39	140,000	280,000
GP-GC	50	21	0	38	140,000	280,000
Boring No.	BH-02	設計対象下部工	P1, P3, P4			
地層区分	設計 N 値	単位重量 $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	粘着力 $c$ (kN/m <sup>2</sup> )	せん断抵抗角 $\phi$ (°)	変形係数 $E_o$ (kN/m <sup>2</sup> )	
					常時	地震時
GP	39	22	0	38	109,200	218,400
SC	45	20	0	38	126,000	252,000
GP	50	22	0	38	140,000	280,000
Boring No.	BH-03	設計対象下部工	P5, P6			
地層区分	設計 N 値	単位重量 $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	粘着力 $c$ (kN/m <sup>2</sup> )	せん断抵抗角 $\phi$ (°)	変形係数 $E_o$ (kN/m <sup>2</sup> )	
					常時	地震時
GP	50	21	0	40	140,000	280,000
GP-GC	50	21	0	40	140,000	280,000
Boring No.	BH-05	設計対象下部工	P7, P8, P9, Ramp-P1			
地層区分	設計 N 値	単位重量 $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	粘着力 $c$ (kN/m <sup>2</sup> )	せん断抵抗角 $\phi$ (°)	変形係数 $E_o$ (kN/m <sup>2</sup> )	
					常時	地震時
GP	40	21	0	40	112,000	224,000
GP	40	21	0	40	112,000	224,000
GP	50	21	0	39	140,000	280,000
GP-GC	50	21	0	39	140,000	280,000
Boring No.	BH-06	設計対象下部工	P11, P12, P13, Ramp-A2			
地層区分	設計 N 値	単位重量 $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	粘着力 $c$ (kN/m <sup>2</sup> )	せん断抵抗角 $\phi$ (°)	変形係数 $E_o$ (kN/m <sup>2</sup> )	
					常時	地震時
GC	50	21	0	39	140,000	280,000
Boring No.	BH-08	設計対象下部工	A2			
地層区分	設計 N 値	単位重量 $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	粘着力 $c$ (kN/m <sup>2</sup> )	せん断抵抗角 $\phi$ (°)	変形係数 $E_o$ (kN/m <sup>2</sup> )	
					常時	地震時
GP	50	22	0	39	140,000	280,000

viii) 許容応力度

a) 鋼材

鋼材の許容応力度は以下の通りとする。

表 7.4.4 鋼材の許容応力度(N/mm<sup>2</sup>)

Types of stress	SS400 SM400	SM490 SKK490	SM490Y SM520	SD345
Tension	140	185	210	180
Compression	140	185	210	200
Shear	80	105	120	-

出典：JICA 調査団作成

b) コンクリート

鉄筋コンクリート部材におけるコンクリートの許容応力度は以下の通りとする。

表 7.4.5 コンクリートの許容応力度(N/mm<sup>2</sup>)

Types of stress \ $\sigma_{ck}$		21	24	30
		Compressive stress	Bending compressive stress	7.0
	Axial compressive stress	5.5	6.5	8.5
Shearing stress	Only concrete	0.22	0.23	0.25
	With diagonal tension bar	1.6	1.7	1.9
	Punching shearing stress	0.85	0.90	1.00
Bond stress	Deformed bar	1.4	1.6	1.8

出典：JICA 調査団作成

(2) 耐震設計

i) プロジェクト位置の震度階

モンゴルの耐震設計基準 BNbD22.01.01/2006 では、震度階(MSK)として 6,7,8 を規定している。アジルチン跨線橋の架橋地点は図 7.4.4 のように MSK7~8 の境界あたりに位置している。一方、マグニチュード(M)7 級地震発生の可能性(2010 年フランス研究機関の指摘)を背景に、モンゴル科学アカデミーでは、ウランバートル市内の震度区分見直しが行われている。

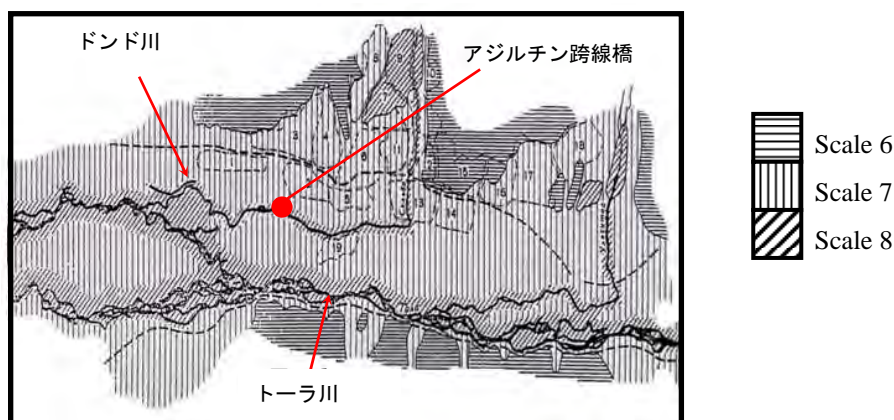


図 7.4.4 ウランバートル市の地震震度マップ



ii) 耐震設計に用いる地震力

モンゴル国の耐震設計基準では、地震力を静荷重に置き換えて計算を行う場合、以下の算定式を用いる(単一スペクトル計算手法)。

$$S_{ik} = K_1 \cdot K_\phi \cdot Q_k \cdot A \cdot \beta_i \cdot \eta_{ik}$$

$K_1$  : 弾性設計を行う場合=1.0,  
塑性ヒンジを認める場合= 0.12~0.35

$K_\phi$  : 地盤種別による係数、  
地盤種別 II(500<Vs<800) = 1.0

$Q_k$  : 質量

$A$  : MSK 震度階ごとに定められた標準加速度  
MSK7,8,9 に対して、各々0.1g, 0.2g,  
0.4g

$\beta_i$  : 加速度応答スペクトル

$$T_i \leq 0.1 \text{ sec}$$

$$\beta_i = 1 + 15T_i$$

$$0.1 \text{ sec} < T_i < 0.4 \text{ sec}$$

$$\beta_i = 2.5$$

$$0.4 \text{ sec} < T_i$$

$$\beta_i = 2.5 (0.4 / T_i)^{0.5}$$

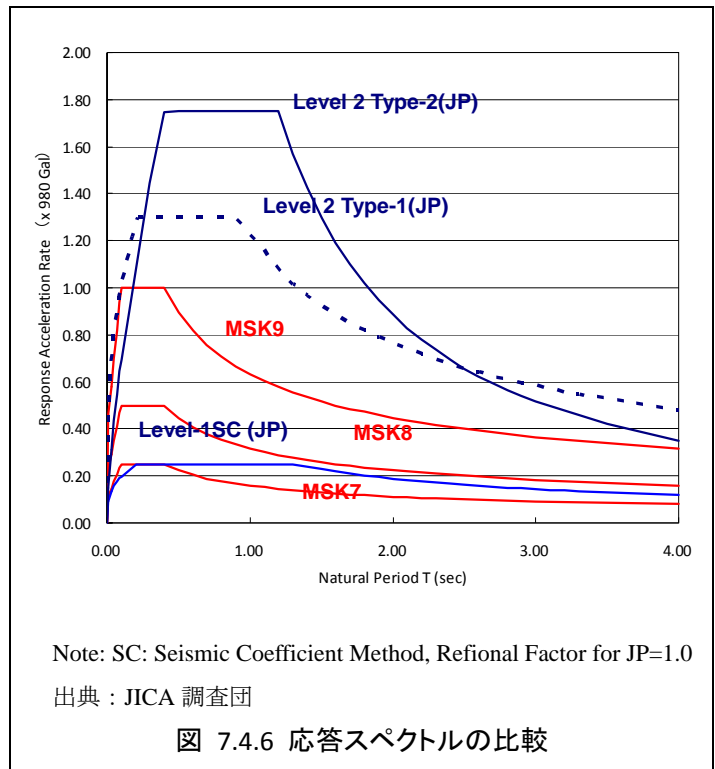
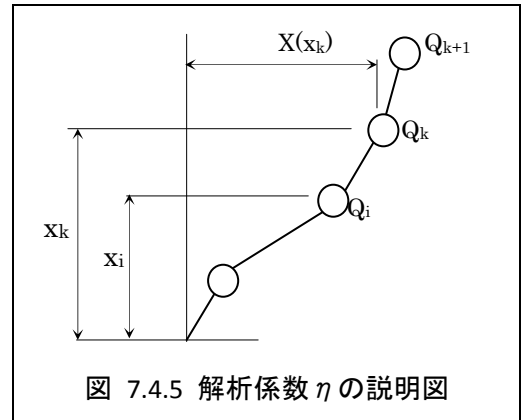
$\eta_{ik}$  : 解析係数

$$\eta_{ik} = X_i(x_k) \cdot \sum(Q_j \cdot X_i(x_j)) / \sum(Q_j \cdot X_i^2(x_j))$$

地震による応答スペクトルは、 $K_1(=1.0) \cdot K_\phi(=1.0)$ : 地盤種別 II)  $\cdot A \cdot \beta_i$  を用いて、計算できる。一方、日本国耐震設計では、構造物を弾性内で設計するとき用いる応答スペクトル(震度法; Seismic Coefficient Method に適用)、短期間で復旧可能な限定的損傷を許容する設計を行う場合の応答スペクトル(Level-1, Level-2)が与えられている。

図 7.4.6 は、II 種地盤に対するモンゴル国、日本国の応答スペクトルを比較したものである。MSK7(現行規定でのアジルチン跨線橋架橋地点)では、日本の震度法レベルより小さな地震力を与え、MSK8, MSK9 では、

日本の震度法のスペクトルを上回るものの、レベル2地震動 Type-1 の 1/3、1/2 となっている。橋梁の固有周期 T は、概ね 0.5 秒から 1.0 秒程度であり、モンゴル基準 MSK7~MSK9 を適用する場合、その加速度は、0.2g~1.0g 程度となる。



iii) 現在検討中のモンゴル国の地震動について

現在、『ウランバートル市地震防災能力向上プロジェクト』では、以下の2つのシナリオを想定した地震動について検討を進めている。

シナリオ I：ホスタイ断層による結果

シナリオ II：エミールト断層とグンジン断層による結果の内大きい方

設計に適用する応答加速度については、図 7.4.7 に示すとおり、新しく検討されたシナリオ型地震動は、既往設計基準の約 2 倍の加速度となる。ウランバートル市道路局との協議では、既存の基準で規定される MSK8 の再現期間が 475 年程度であること、アジルチン跨線橋の固有周期が概ね 1.0 秒程度であり、シナリオ-I(ホスタイ断層の影響)が最も大きな加速度となるが、本シナリオの再現期間が明確でないことから、現行指針の MSK8 を適用する。一方、最大の加速度であるシナリオ-I を想定した場合の試算結果によると、橋脚等の鉄筋が約 70%増加し、施工費全体が 1%程度増加する。将来的にモンゴル国の設計基準が変更され、シナリオ-I の地震動が耐震基準として採用された場合においても、事業費で想定する予備費で十分その増額分を吸収できる範囲である。

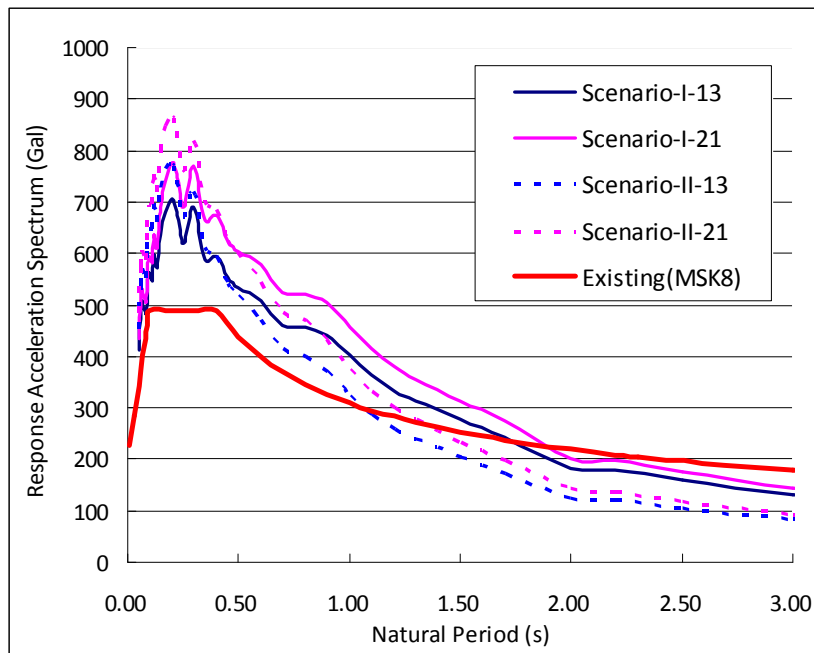


図 7.4.7 シナリオ地震動と現行指針による応答加速度の比較

iv) 本業務における耐震設計方針

上記 i),ii)の考察より、本橋の耐震設計に関しては、日本道路協会の道路橋示方書の手法に則り、レベル 1 地震動およびレベル 2 地震動の 2 段階の地震動を考慮し、以下の耐震設計方針を採用するものとする。

- a) 実績のある日本の耐震設計方法を用いる。
- b) 供用期間中に発生する確立の高い地震動(レベル 1 地震動)に対しては、日本の震度法(弾性設計)により設計し、設計水平震度  $K_h=0.10$  を採用する。
- c) モンゴル国耐震設計基準に基づく震度レベルは MSK8 とし、これを日本の耐震設計レベル 2 の地震動として扱い、橋脚および基礎の非線形領域の変形を許容する。

ここで、レベル1地震動とは中規模の地震で、その構造物の供用期間中に一度以上は受ける可能性が高い地震動を指す。レベル1地震動に対して構造物は、設計水平震度0.1の地震力(構造物重量の0.1倍の静的な水平荷重)に対する挙動が弾性限界以内におさまるように設計する。レベル2地震動とは発生確率は極めて低い、非常に強い地震動である。レベル2地震動(設計水平震度0.5の地震力)に対して構造物はある程度の被害を受けるが、大規模な転倒等により周囲に甚大な被害を及ぼさない程度に構造物の塑性化を許容し、保有水平耐力以下となるように設計する。

v) 落橋防止システム

日本道路協会道路橋示方書V耐震設計編に従い、落橋防止システムの選定について検討した。落橋防止システムの選定について、基本的な考え方を図7.4.8に示す。

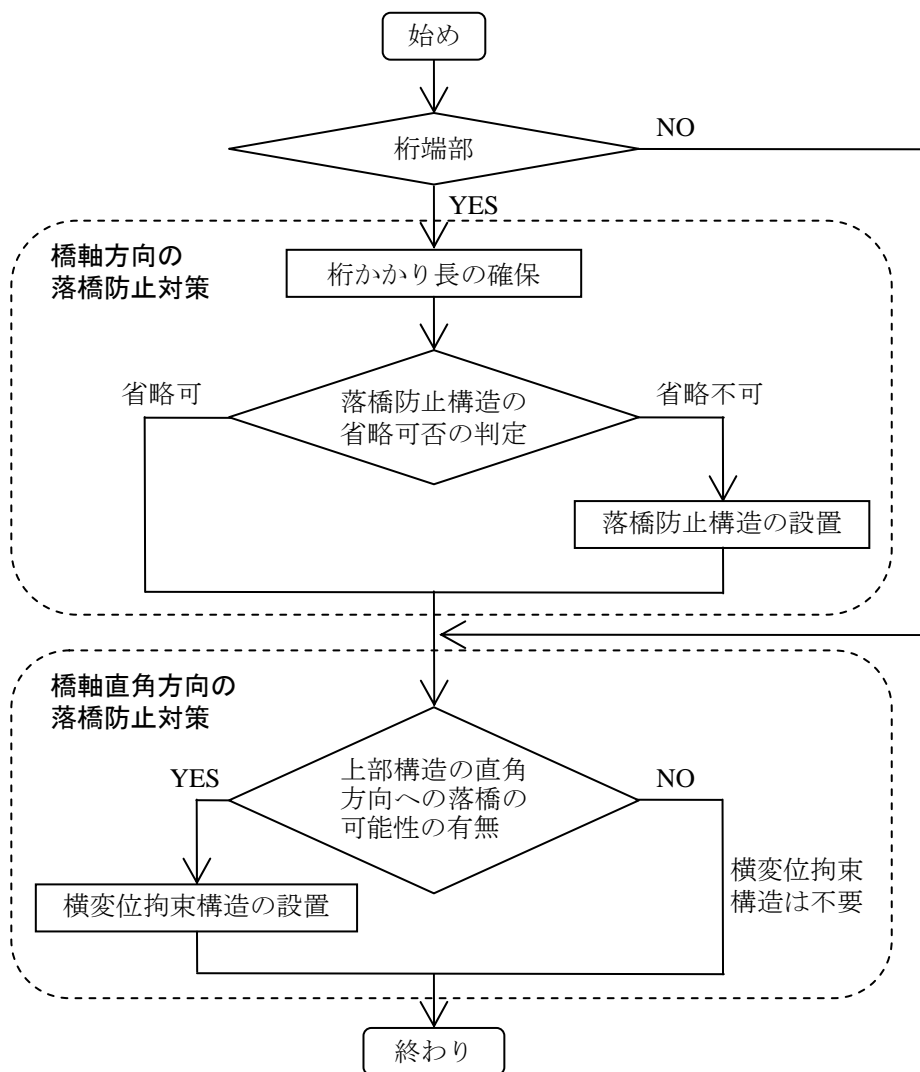


図 7.4.8 落橋防止システム選定の基本的な考え方

本橋は橋軸方向には落橋防止構造が必要であるが、いずれの橋梁も3径間以上であるため、全ての支承が破壊し、上部構造の応答変位が過大になる可能性は低いと考えられる

ことから、橋軸直角方向の横変位拘束構造は省略できる。

また、設置する落橋防止構造は、PC ケーブルにより上部工と下部工、または上部工同士を連結するタイプとする。図 7.4.9 に落橋防止構造の設置例を示す。

表 7.4.6 落橋防止システムの検討結果

設置箇所			桁かかり長			落橋防止構造	
			照査	SE	SER	必要性	構造タイプ※
A1-P4	WEST	A1	☑	1.35	0.910	☑	TYPE A
		P4	☑	1.35	0.922	☑	TYPE B
	EAST	A1	☑	1.35	0.914	☑	TYPE A
		P4	☑	1.35	0.932	☑	TYPE B
P4-P8	WEST	P4	☑	1.35	0.991	☑	TYPE B
		P8W	☑	1.35	0.935	☑	TYPE C
	EAST	P4	☑	1.35	1.003	☑	TYPE B
		P8E	☑	1.35	0.921	☑	TYPE C
P8-P11	WEST	P8W	☑	1.35	0.932	☑	TYPE C
		P11	☑	1.35	0.916	☑	TYPE B
	EAST	P8E	☑	1.35	0.880	☑	TYPE C
		P11	☑	1.35	0.908	☑	TYPE B
P11-A2	WEST	P11	☑	1.35	0.877	☑	TYPE B
		A2	☑	1.35	0.912	☑	TYPE A
	EAST	P11	☑	1.35	0.876	☑	TYPE B
		A2	☑	1.35	0.912	☑	TYPE A
ON RAMP	WEST	P8W	☑	1.35	0.944	☑	TYPE C
		ON-P1	-	-	-	-	-
		ON-P2	-	-	-	-	-
		ON-A2	☑	1.35	0.924	☑	TYPE A
OFF RAMP	EAST	P8E	☑	1.35	0.871	☑	TYPE C
		OFF-P1	-	-	-	-	-
		OFF-P2	-	-	-	-	-
		OFF-A2	☑	1.35	0.899	☑	TYPE A

※構造タイプは、図 7.4.9 の TYPE A, TYPE B, TYPE C を参照

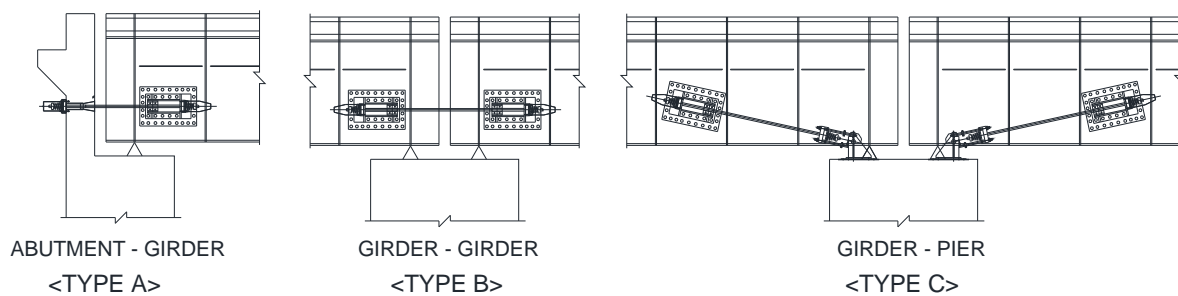


図 7.4.9 落橋防止構造の設置例

(3) 上部工設計結果

i) 上部工反力

上部工反力の一覧を以下に示す。

筒所は照査対象下部工

No.1 Bridge		TO-WEST					TO-EAST				
		A1	P1	P2(F)	P3(F)	P4	A1	P1	P2(F)	P3(F)	P4
Reaction force of dead load	G1	929.4	3115.8	2832.6	3120.6	818.1	936.5	3209.4	2981.0	3274.1	842.6
	G2	1019.4	2988.8	2827.1	3149.1	1272.2	1035.8	3122.0	2986.3	3321.5	1348.5
	Total	1948.8	6104.5	5659.7	6269.7	2090.3	1972.3	6331.4	5967.3	6595.6	2191.1
Live load	G1	832.8	1575.6	1552.5	1578.0	773.7	838.7	1603.6	1594.3	1621.8	783.9
	G2	898.2	1553.6	1546.2	1581.5	1005.2	906.7	1582.5	1581.0	1618.1	1027.2

No.2 Bridge		TO-WEST					TO-EAST				
		P4	P5(F)	P6(F)	P7(F)	P8	P4	P5(F)	P6(F)	P7(F)	P8
Reaction force of dead load	G1	944.4	5590.2	4331.8	5494.6	1310.1	1023.6	5281.1	4121.3	5330.1	1341.5
	G2			4786.8	3614.5	1143.6			4238.8	4736.2	1176.5
	G3	2097.6	4887.1	5498.3	5145.9	1029.8	2333.2	5498.8	5232.7	4848.9	1015.6
	Total	3042.1	10477.3	14616.9	14254.9	3483.5	3356.9	10779.9	13592.7	14915.2	3533.6
Live load	G1	805.3	2308.8	1729.4	2540.7	1092.9	812.0	2069.3	1599.3	2381.6	1131.2
	G2			1554.7	2663.9	818.2			1327.9	2694.2	858.0
	G3	1218.3	1933.4	2072.2	2338.4	881.0	1260.2	1951.5	2014.0	2205.2	900.4

No.3 Bridge		TO-WEST				TO-EAST			
		P8	P9(F)	P10(F)	P11	P8	P9(F)	P10(F)	P11
Reaction force of dead load	G1	1344.1	3385.1	3201.6	1167.8	890.6	2907.6	3134.5	1093.1
	G2	843.4	3316.5	3196.6	841.0	689.3	2844.7	3132.2	797.6
	Total	2187.4	6701.6	6398.2	2008.8	1579.9	5752.3	6266.8	1890.7
Live load	G1	1026.0	1617.9	1582.3	968.8	894.4	1503.1	1546.0	945.3
	G2	784.1	1613.1	1589.7	789.6	743.2	1495.8	1553.7	777.1

No.4 Bridge		TO-WEST						
		P11(M)	P12(M)	P13(F)	P14(F)	P15(F)	P16(M)	A2(M)
Reaction force of dead load	G1	819.5	2545.5	2473.3	2511.2	2411.3	2771.6	985.3
	G2	750.7	2469.5	2452.3	2477.0	2382.8	2737.9	973.5
	Total	1570.1	5015.0	4925.6	4988.2	4794.1	5509.6	1958.8
Live load	G1	830.0	1487.2	1513.2	1536.3	1514.5	1548.4	868.0
	G2	795.2	1477.1	1514.1	1535.1	1514.3	1548.5	867.9
		TO-EAST						
		P11(M)	P12(M)	P13(F)	P14(F)	P15(F)	P16(M)	A2(M)
Reaction force of dead load	G1	799.9	2503.1	2445.7	2480.2	2380.4	2739.4	973.1
	G2	750.0	2490.8	2484.8	2508.1	2411.0	2772.8	984.8
	Total	1549.9	4993.9	4930.5	4988.3	4791.4	5512.1	1957.9
Live load	G1	827.6	1484.5	1513.2	1536.4	1513.5	1548.0	867.7
	G2	792.7	1474.9	1514.2	1536.2	1514.0	1547.9	867.7

Ramp		TO-WEST(ON)				TO-EAST(OFF)			
		P8	P1(F)	P2(F)	A2	P8	P1(F)	P2(F)	A2
Reaction force of dead load	G1	1336.3	2632.4	2488.0	984.4	685.0	2113.0	2328.9	859.3
	G2	454.8	3211.7	3003.4	644.8	470.3	2186.3	2435.3	531.1
	Total	1791.1	5844.0	5491.3	1629.3	1155.3	4299.2	4764.2	1390.5
Live load	G1	874.4	1111.1	1097.2	733.6	655.9	1016.9	1054.3	694.8
	G2	511.5	1266.4	1232.4	552.9	498.1	1040.5	1086.3	522.9

ii) 上部工設計結果一覧

各橋において最も断面力の大きくなる箇所(支間中央部および中間支点上)での断面構成及び応力度を To EAST 側を例にとり、以下に示す。

1号橋(EAST)

G1	Section No.		Center of 1 <sup>st</sup> Span	Pier No.1		Center of 2 <sup>nd</sup> Span	Pier No.2		Center of 3 <sup>rd</sup> Span	Pier No.3		Center of 4 <sup>th</sup> Span
	Material		SM490Y	SM490Y		SM490Y	SM490Y		SM490Y	SM490Y		SM490Y
DIMENSION	Upper Flg.	W	1450	1450		1450	1450		1450	1450		1450
		t	21	28		19	26		19	30		22
	Left Web.	H	1979	1972	1972	1981	1974	1974	1981	1970	1970	1978
		t	10	14		10	13		10	15		10
	Right Web.	H	1979	1972	1972	1981	1974	1974	1981	1970	1970	1978
		t	10	14		10	13		10	15		10
	Lower Flg.	W	1450	1450		1450	1450		1450	1450		1450
		t	18	28		14	27		14	30		20
STRESS	Upper Flg.	$\sigma$	-172	209	209	-158	205	205	-152	204	204	-180
	Lower Flg.	$\sigma$	199	-209	-209	185	-201	-201	179	-204	-204	203
	Web	$\tau$	15	61	64	17	66	65	17	58	64	16
		Synthesis	0.88	1.11	1.13	0.77	1.10	1.09	0.72	1.04	1.08	0.91
G2	Section No.		Center of 1 <sup>st</sup> Span	Pier No.1		Center of 2 <sup>nd</sup> Span	Pier No.2		Center of 3 <sup>rd</sup> Span	Pier No.3		Center of 4 <sup>th</sup> Span
	Material		SM490Y	SM490Y		SM490Y	SM490Y		SM490Y	SM490Y		SM490Y
DIMENSION	Upper Flg.	W	1450	1450		1450	1450		1450	1450		1450
		t	22	31		21	29		20	34		26
	Left Web.	H	1978	1969	1969	1979	1971	1971	1980	1966	1966	1977
		t	10	14		10	14		10	15		11
	Right Web.	H	1978	1969	1969	1979	1971	1971	1980	1966	1966	1977
		t	10	14		10	14		10	15		11
	Lower Flg.	W	1450	1450		1450	1450		1450	1450		1450
		t	20	31		18	29		16	34		26
STRESS	Upper Flg.	$\sigma$	-174	206	206	-164	204	204	-166	207	207	-188
	Lower Flg.	$\sigma$	195	-206	-206	187	-204	-204	189	-207	-207	201
	Web	$\tau$	15	61	64	17	64	62	18	59	66	15
		Synthesis	0.84	1.08	1.1	0.78	1.09	1.08	0.8	1.07	1.12	0.88

PIER

△

△

△

2号橋(EAST)

G1	Section No.		Center of 5th Span	Pier No.5		Center of 6th Span	Pier No.6		Center of 7th Span	Pier No.7		Center of 8th Span
	Material		SM490Y	SM520-H/ SM490Y		SM490Y	SM520-H/ SM490Y		SM490Y	SM520-H/ SM490Y		SM490Y
DIMENSION	Upper Flg.	W	1450	1450		1450	1450		1450	1450		1450
		t	26	58		23	45		21	52		20
	Left Web.	H	2445	2387	2387	2456	2411	2411	2456	2396	2396	2464
		t	12	17		12	14		12	20		12
	Right Web.	H	2445	2387	2387	2456	2411	2411	2456	2396	2396	2464
		t	12	17		12	14		12	20		12
Lower Flg.	W	1450	1450		1450	1450		1450	1450		1450	
	t	29	55		21	44		40	52		16	
STRESS	Upper Flg.	$\sigma$	-185	200	200	-184	206	206	-203	210	209	-169
	Lower Flg.	$\sigma$	185	-207	-207	203	-208	-208	193	-210	-209	196
	Web	$\tau$	19	69	60	15	55	68	25	72	59	17
		Synthesis	0.76	1.13	1.06	0.92	1.06	1.15	0.92	1.16	1.09	0.86
G2	Section No.						Pier No.6		Center of 7th Span	Pier No.7		Center of 8th Span
	Material						SM520-H/ SM490Y		SM490Y	SM520-H/ SM490Y		SM490Y
DIMENSION	Upper Flg.	W				1450		1450	1450		1450	
		t				50		27	44		18	
	Left Web.	H				2400	2400	2441	2412	2412	2467	
		t				15		12	20		12	
	Right Web.	H				2400	2400	2441	2412	2412	2467	
		t				15		12	20		12	
Lower Flg.	W				1450		1450	1450		1450		
	t				50		32	44		15		
STRESS	Upper Flg.	$\sigma$				194	194	-193	194	194	-151	
	Lower Flg.	$\sigma$				-194	-194	185	-194	-194	170	
	Web	$\tau$				50	63	25	59	72	23	
		Synthesis				0.91	1.00	0.85	0.96	1.05	0.67	
G3	Section No.		Center of 5th Span	Pier No.5		Center of 6th Span	Pier No.6		Center of 7th Span	Pier No.7		Center of 8th Span
	Material		SM490Y/ SM520-H	SM520-H/ SM490Y		SM490Y	SM520-H/ SM490Y		SM490Y	SM490Y		SM490Y
DIMENSION	Upper Flg.	W	1450	1450		1450	1450		1450	1450		1450
		t	38	57		22	49		19	40		18
	Left Web.	H	2413	2386	2386	2459	2402	2402	2455	2421	2421	2468
		t	12	17		12	17		12	19		12
	Right Web.	H	2413	2386	2386	2459	2402	2402	2455	2421	2421	2468
		t	12	17		12	17		12	19		12
Lower Flg.	W	1450	1450		1450	1450		1450	1450		1450	
	t	49	57		19	49		22	39		14	
STRESS	Upper Flg.	$\sigma$	-207	208	208	-180	208	208	-177	194	196	-143
	Lower Flg.	$\sigma$	183	-208	-208	204	-208	-208	191	-197	-199	159
	Web	$\tau$	20	68	63	15	57	72	27	57	77	18
		Synthesis	0.94	1.13	1.10	0.92	1.06	1.16	0.84	0.97	1.13	0.57

PIER

△

△

△

3号橋(EAST)

G1	Section No		Center of 9th Span	Pier No.9		Center of 10th Span	Pier No.10		Center of 11th Span
	Material		SM490Y	SM490Y		SM490Y	SM490Y		SM490Y
DIMENSION	Upper Flg.	W	1450	1450		1450	1450		1450
		t	17	22		19	26		19
	Left Web.	H	2183	2178	2178	2181	2174	2174	2181
		t	11	13		11	13		11
	Right Web.	H	2183	2178	2178	2181	2174	2174	2181
		t	11	13		11	13		11
	Lower Flg.	W	1450	1450		1450	1450		1450
		t	10	25		15	27		15
STRESS	Upper Flg.	$\sigma$	-140	205	205	-159	206	206	-162
	Lower Flg.	$\sigma$	175	-192	-192	193	-202	-202	187
	Web	$\tau$	15	56	62	15	63	62	13
		Synthesis	0.69	1.03	1.06	0.83	1.08	1.08	0.78
G2	Section No		Center of 9th Span	Pier No.9		Center of 10th Span	Pier No.10		Center of 11th Span
	Material		SM490Y	SM490Y		SM490Y	SM490Y		SM490Y
DIMENSION	Upper Flg.	W	1450	1450		1450	1450		1450
		t	16	21		18	25		18
	Left Web.	H	2184	2179	2179	2182	2175	2175	2182
		t	11	13		11	13		11
	Right Web.	H	2184	2179	2179	2182	2175	2175	2182
		t	11	13		11	13		11
	Lower Flg.	W	1450	1450		1450	1450		1450
		t	14	23		15	25		15
STRESS	Upper Flg.	$\sigma$	-125	194	194	-145	198	198	-147
	Lower Flg.	$\sigma$	133	-185	-185	172	-198	-198	166
	Web	$\tau$	14	54	61	14	62	61	12
		Synthesis	0.40	0.93	0.96	0.66	1.02	1.01	0.61

PIER

△

△



4号橋(EAST)

G1	Section No		Center of	Pier No.12		Center of	Pier No.13		Center of	Pier No.14		Center of	Pier No.15		Center of	Pier No.16		Center of
	Material		SM490Y	SM520-H/ SM490Y		SM490Y	SM520-H/ SM490Y		SM490Y	SM520-H/ SM490Y		SM490Y	SM520-H/ SM490Y		SM490Y	SM520-H/ SM490Y		SM520-H/ SM490Y
DIMENSION	Upper Flg.	W	530	530		530	530		530	530		530	530		530	530		530
		t	39	44		29	45		29	47		31	43		27	51		49
	Web.	H	2361	2356	2356	2371	2355	2355	2371	2353	2353	2369	2357	2357	2373	2349	2349	2351
		t	12	16		12	16		12	16		12	16		12	18		12
	Lower Flg.	W	530	530		530	530		530	530		530	530		530	530		530
		t	39	57		29	58		29	60		30	55		26	66		49
STRESS	Upper Flg.	$\sigma$	-209	210	210	-203	208	208	-206	208	208	-205	207	207	-203	210	210	-208
	Lower Flg.	$\sigma$	209	-182	-182	203	-181	-181	206	-181	-181	208	-182	-182	207	-182	-182	208
	Web	$\tau$	14	60	59	14	59	59	14	60	60	14	59	58	15	54	59	15
		Synthesis	0.70	1.18	1.18	0.91	1.15	1.16	0.93	1.16	1.16	0.95	1.15	1.14	0.94	1.13	1.16	0.92
G2	Section No		Center of	Pier No.12		Center of	Pier No.13		Center of	Pier No.14		Center of	Pier No.15		Center of	Pier No.16		Center of
	Material		SM490Y	SM520-H/ SM490Y		SM490Y	SM520-H/ SM490Y		SM490Y	SM520-H/ SM490Y		SM490Y	SM520-H/ SM490Y		SM490Y	SM520-H/ SM490Y		SM520-H/ SM490Y
DIMENSION	Upper Flg.	W	530	530		530	530		530	530		530	530		530	530		530
		t	36	44		29	46		29	47		31	43		27	52		49
	Web.	H	2364	2356	2356	2371	2354	2354	2371	2353	2353	2369	2357	2357	2373	2348	2348	2351
		t	12	16		12	16		12	16		12	16		12	18		12
	Lower Flg.	W	530	530		530	530		530	530		530	530		530	530		530
		t	35	57		29	59		29	60		31	56		27	67		49
STRESS	Upper Flg.	$\sigma$	-206	208	208	-206	207	207	-206	209	209	-205	209	209	-203	208	208	-209
	Lower Flg.	$\sigma$	209	-180	-180	206	-181	-181	206	-183	-183	205	-181	-181	203	-181	-181	209
	Web	$\tau$	15	59	60	14	60	60	14	60	61	14	59	58	15	55	59	15
		Synthesis	0.71	1.16	1.16	0.93	1.16	1.16	0.93	1.17	1.18	0.92	1.17	1.16	0.91	1.12	1.15	0.93

PIER

△

△

△

△

△

(4) 下部工設計結果

i) 橋脚の設計

橋脚の設計は図 7.4.10 に示すように橋脚基部および梁部の応力度を照査した。

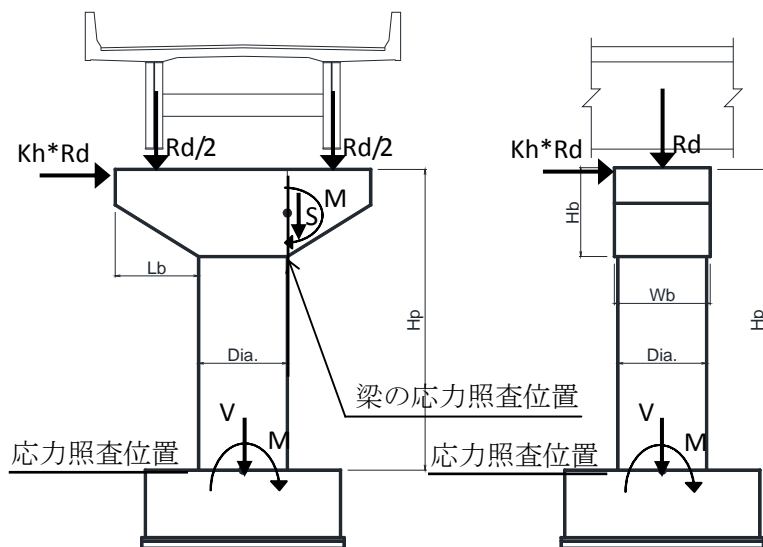


図 7.4.10 橋脚の応力照査位置

a) 梁部設計結果一覧

Group	対象橋脚	Lb(m) xWb(m) xHb(m)	主鉄筋	曲げモーメントに対する照査			せん断に対する照査	
				曲げ応力照査 (死荷重時)		コーベル照査 (死荷重時) Asu > AsuReq (mm <sup>2</sup> )	平均せん断 (常時) $\tau_m < \tau_{a1}$ (N/mm <sup>2</sup> )	スターラップ量 (常時) Aw > AwReq (mm <sup>2</sup> ) 配置鉄筋 ctc150
				$\sigma_c < \sigma_{ca}$ ( $\sigma_{ca} = 8.0$ ) (N/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_s < \sigma_{sa}$ ( $\sigma_{sa} = 100$ ) (N/mm <sup>2</sup> )			
Group1	P9W	2.35 x 2.7 x 2.5	D35 x 2 段 34 本	2.59	83.8	32524 > 27289	1.259 > 0.293 (*1)	3096.8 > 2500.6 D22-4 組(8 本) ctc150
Group2	P5W	2.35 x 3.0 x 2.5*	D38 x 2 段 42 本	3.02	82.7	47880 > 38939	1.417 > 0.293 (*1)	4053.6 > 3186.2 D25-4 組(8 本) ctc150
Group3	P4E	2.35 x 3.0 x 2.5	D35 x 2 段 38 本	2.53	81.7	36351 > 29739	1.345 > 0.294 (*1)	3096.8 > 3023.7 D22-4 組(8 本) ctc150
Group4	P7W	2.00 x 2.7 x 2.5	D35 x 2 段 34 本	2.79	97.1	32524 > 32013	0.922 > 0.290 (*1)	1548.4 > 1421.5 D22-2 組(4 本) ctc150
Group5	P8W	2.50 x 3.0 x 2.5	D32 x 2 段 34 本	2.59	95.6	32524 > 32013	0.857 > 0.308 (*1)	1373.4 > 1421.5 D22-2 組(4 本) ctc150
Group6	Ramp- P1W	1.35 x 2.7 x 2.0	D16 x 1 段 34 本	0.20	19.8	—	0.012 < 0.152	—

\*1  $\tau_m < \tau_{a1}$  の場合は、必要スターラップ量を配置。

b) 橋脚設計結果一覧

Upper : Calculated value, Lower : Allowable value

	Substructure Type	Bearing Condition	Dia. (mm) × Height(m)	Main Rebar	Level 1 Seismic Design (Stress)		Level 2 Seismic Design (Horizontal Strength)
					Concrete	Rebar	$k_h c W < P_a$
					(N/mm <sup>2</sup> )	(N/mm <sup>2</sup> )	(kN)
P1E	Column with Overhanging beam	M	φ2500×6.1m	D32 n=40	9.25 < 12.0	152.3 < 300	1632 < 2048
SP3E	Column with Overhanging beam	F	φ2500×9.2m	D38 n=78	9.27 < 12.0	134.9 < 300	2884 < 2993
P4E	Column with Overhanging beam	M, M	φ2500×9.2m	D35 n=52	10.33 < 12.0	184.3 < 300	1830 < 1887
P5E	Column with Overhanging beam	F	φ2500×9.6m	D38 n=92	10.50 < 12.0	122.0 < 300	3155 < 3231
P6W	Rigid Frame Pier	F	φ2500×9.3m	D38 n=80	9.33 < 12.0	139.1 < 300	2785 < 2790
P7E	Rigid Frame Pier	F	φ2500×8.9m	D38 n=88	9.43 < 12.0	127.9 < 300	3032 < 3146
P8W	Rigid Frame Pier	M, M	φ2500×8.8m	D32 n=44	8.70 < 12.0	189.2 < 300	1116 < 1334
P9W	Column with Overhanging beam	F	φ2500×8.6m	D35 n=88	8.10 < 12.0	106.5 < 300	2714 < 2844
P11W	Column with Overhanging beam	M, M	φ2500×10.3m	D35 n=48	8.03 < 12.0	147.9 < 300	1334 < 1529
P12W	Column with Overhanging beam	M	φ2500×10.1m	D38 n=48	7.78 < 12.0	117.7 < 300	1690 < 1836
P13W	Column with Overhanging beam	F	φ2500×9.9m	D38 n=52	8.33 < 12.0	133.8 < 300	2431 < 2567
Ramp-P1W	Column with Overhanging beam	F	φ2500×8.2m	D35 n=52	6.30 < 12.0	74.5 < 300	1972 < 2067

ii) 基礎の設計

基礎工の設計は、躯体形式、支承条件等を基にグループ分けを行い、代表的な橋脚を抽出し設計計算を行った。

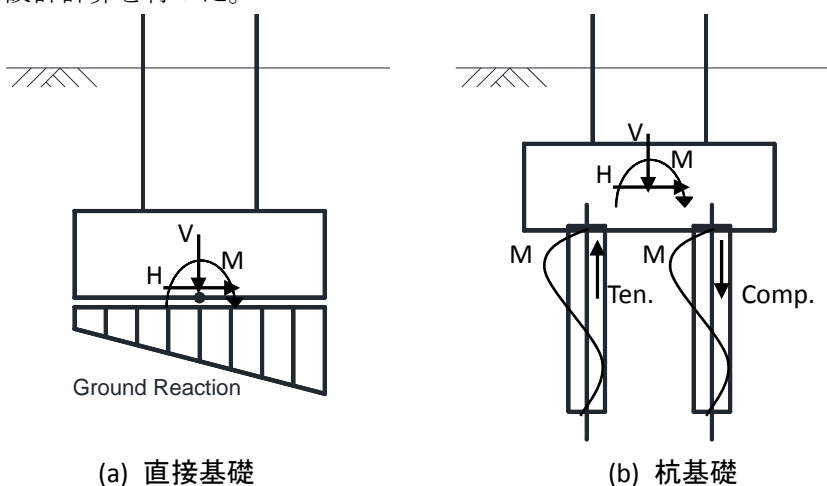


図 7.4.11 基礎の設計

a) 杭基礎設計結果一覽

Upper : Calculated value, Lower : Allowable value

	Height	Length· Number· Thickness	Normal Condition				Level 1 Seismic Design				Level 2 Seismic Design		
	(m)		Compression (kN)	Tension (kN)	Displacement (mm)	Stress (N/mm <sup>2</sup> )	Compression (kN)	Tension (kN)	Displacement (mm)	Stress (N/mm <sup>2</sup> )	Mmax<My (kN·m)	Pmax<PNU (kN)	Yield
A1	11.3	L=5.0m / n=15 / t=14mm	2689 < 4049	1687 > 0	1.89 < 15	100 < 185	3319 < 6073	533 > -847	2.64 < 15	154 < 210	—	—	—
P1E	8.0	L=5.0m / n=4 / t=14mm	2775 < 3951	2676 > 0	0.00 < 15	69 < 185	3763 < 5926	586 > -880	3.34 < 15	188 < 277	1906 < 2406	6026 < 10744	No
P3E	11.1	L=5.5m / n=6本 / t=14mm	2120 < 4012	2005 > 0	0.00 < 15	53 < 185	3031 < 6018	327 > -951	2.25 < 15	138 < 277	2421 < 2565	5552 < 10709	No
P4E	11.1	L=5.5m / n=4 / t=14mm	2862 < 4012	2740 > 0	0.00 < 15	71 < 185	3921 < 6018	382 > -1007	3.31 < 15	186 < 277	1807 < 2384	6368 < 9777	No
P5E	11.5	L=5.0m / n=6 / t=14mm	2919 < 3839	2805 > 0	0.00 < 15	73 < 185	3987 < 5759	804 > -846	1.87 < 15	154 < 277	2232 < 2371	7201 < 11517	No
P6W	11.2	L=5.5m / n=10 / t=14mm	2141 < 4004	2029 > 0	0.00 < 15	53 < 185	3678 < 6007	494 > -1005	2.28 < 15	165 < 277	2331 < 2560	7046 < 11709	No
P7E	10.8	L=6.5m / n=12 / t=14mm	1872 < 3961	1772 > 0	0.00 < 15	47 < 185	3359 < 5942	285 > -1131	2.60 < 15	161 < 277	2383 < 2625	6902 < 11709	No
P8W	10.7	L=5.0m / n=8 / t=14mm	1814 < 3961	1661 > 0	0.05 < 15	45 < 185	3159 < 5942	317 > -729	3.02 < 15	168 < 277	1740 < 2639	4952 < 9777	No
P9W	10.5	L=5.0m / n=6 / t=14mm	2124 < 3962	2010 > 0	0.00 < 15	53 < 185	2816 < 5942	551 > -729	1.97 < 15	124 < 277	2211 < 2564	5410 < 10744	No
Ramp- P1W(ON)	10.1	L=5.0m / n=4 / t=14mm	2631 < 3951	2509 > 0	0.00 < 15	65 < 185	3274 < 5926	916 > -867	2.09 < 15	137 < 277	2017 < 2441	6142 < 10744	No

b) 直接基礎設計結果一覧

Upper : Calculated value, Lower : Allowable value

	Height	Dimension	Normal Condition				Seismic		
			Falling	Sliding	Ground Reaction	Bearing Capacity	Falling	Sliding	Bearing Capacity
			(m)	( - )	(kN/m <sup>2</sup> )	(kN)	(m)	( - )	(kN/m <sup>2</sup> )
P11W	12.2	4.5×4.5	0.000 < 0.750	— > 1.5	474 < 700	9223 < 24050	1.431 < 1.500	5.050 > 1.2	7023 < 11604
P12W	12	4.5×4.5	0.000 < 0.750	— > 1.5	532 < 700	10393 < 24050	1.298 < 1.500	4.790 > 1.2	8393 < 12766
P13W	11.8	5.0×5.0	0.000 < 0.833	— > 1.5	449 < 700	10766 < 29720	1.387 < 1.667	4.403 > 1.2	8666 < 15640
A2	11.6	6.0×17.89	0.490 < 1.000	2.833 > 1.5	442 < 700	30490 < 58576	1.415 < 2.000	1.508 > 1.2	26513 < 29147
Ramp-A2W(ON)	11	6.0×6.394	0.444 < 1.000	3.134 > 1.5	426 < 700	10843 < 21655	1.386 < 2.000	1.599 > 1.2	9332 < 11495
Ramp-A2E(OFF)	10.8	5.5×6.390	0.425 < 0.917	2.874 > 1.5	418 < 700	9612 < 18719	1.363 < 1.833	1.504 > 1.2	8217 < 9151

7.5 本邦技術の適用について

本プロジェクトは、ウランバートル市マスタープラン 2030 で示されている東西の主要幹線道路を形成する道路の一部であり、必要性は非常に高い。しかし、架橋するには設計および施工条件が非常に厳しく、高い技術レベルが要求されることから、アジルチン跨線橋を架橋するにあたり想定される問題点とそれに対応する本邦技術を紹介する。

(1) 鉄道敷地内かつ狭隘なスペースでの近接施工(回転圧入鋼管工法)

アジルチン跨線橋は、鉄道の本線および支線が非常に密に敷設されている鉄道敷地を跨ぐ線形であり、鉄道敷地内の幅は直線でも 350m 程度ある。そのため、鉄道敷地内に複数の橋脚を設置する必要があるが、線路が非常に密に敷設されているため、橋脚を立てることの出来る箇所は限られており、その施工のためのスペースも非常に狭い。

そこで、構造物の小型化および狭隘スペースでの施工が可能となる回転圧入鋼管杭工法が適用可能である。回転圧入鋼管杭は、杭の先端にらせん状に加工した鋼板を取り付け、鋼板を回転させながら圧入し(図 7.5.2 参照)、杭を構築する工法であり、現地の玉石交じりの地盤においても十分に杭の施工は可能である。以下に代表的な利点を示す。



図 7.5.1 回転圧入鋼管杭施工状況

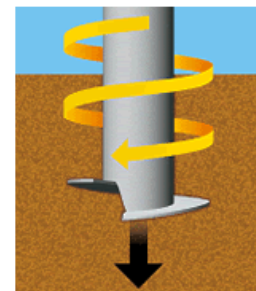


図 7.5.2 回転圧入のイメージ

i) 大きな支持力とフーチングの小型化  
先端に取り付けた鋼板の拡底効果により、一般的な場所打ち杭に比べて杭 1 本あたり約 1.5 倍の支持力が得られるため、杭本数の低減が図れ、それによりフーチングサイズの小型化が可能となる(図 7.5.3 参照)。これにより鉄道敷地内に橋脚の配置が可能となる。

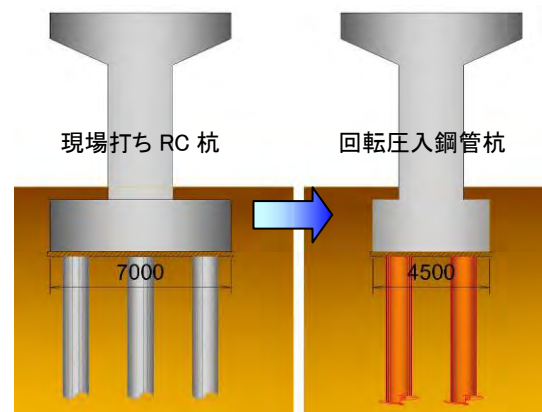


図 7.5.3 杭種によるフーチングサイズの比較

ii) 近接施工

鉄道敷地内での施工となるため、鉄道の運行に支障をきたすことは避けなければならない。本工法は、回転および圧入によって杭を地中に貫入するため、振動を抑えることができ、鉄道線路の変位等といった問題の発生リスクが小さい。また、鋼管の吊込み時にはクレーンを使用するものの、圧入時は全旋回機での回転圧入であるため、クレーンの旋回による鉄道車両との接触や転倒の心配もない。また、掘削の必要がないことから、周辺地盤を緩める恐れもなく、近接施工に適した工法である。

iii) 無排土

地盤を掘削することなく杭を施工できるため、掘削土を処理する工程(掘削、運搬、処理)がなくなることで環境への影響の軽減、ダンプトラックの出入りが無くなり安全性の向上が図れる。なおかつ掘削用機材の設置スペースが不要となり、狭い箇所においても施工が可能である。

iv) 回転鋼管圧入杭と一般的なコンクリート杭との比較

回転鋼管圧入杭を利用しない場合、特に施工ヤードが狭い P7 および P8 における施工が不可能になるため、十分な施工スペースが取れるルートとなるよう橋梁の線形を変更する必要がある。この場合、道路の曲線半径が小さくなるため (R200m→R100m)、設計速度を 60km/h から 50km/h に低減する必要がある。また、凍結等によるスリップ事故の可能性も増加し、交通安全上も問題が大きくなる。

表 7.5.1 回転圧入鋼管杭を使用した場合としない場合の比較

<p>回転圧入鋼管杭を使用する場合</p>	<p>現場打ちの RC 杭を使用する場合</p>

(2) 鉄道線路上および既設道路上での施工(鋼コンクリート合成床版)

アジルチン跨線橋は鉄道跨線部に加え、既設のナルニー道路と立体交差する計画である。一般的な RC 床版は床版構築のために足場、支保工が必要となり、建築限界に加えて施工余裕が必要となるほか、施工中は桁下の空間を占有するため、既存交通(鉄道や自動車)を確保したまま、施工を行うには安全管理が難しい。これらの課題に対しては鋼コンクリート合成床版を適用することで、解決することが可能である。

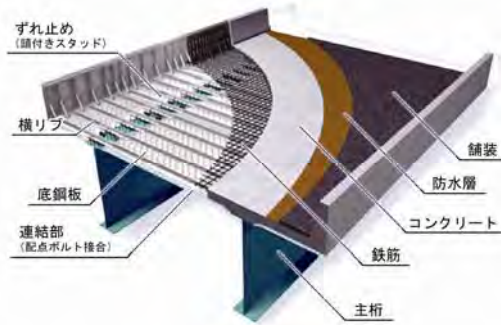


図 7.5.4 合成床版イメージ



図 7.5.5 合成床版施工状況

i) 型枠、支保工不要

合成床版の底鋼板はコンクリートが固まるまでは型枠として機能するため、型枠が不要である。また、底鋼板は縦リブで補強されており、それ自体が支保工として自立するので、床版の構築に際し、支保工が不要になるため、桁下の既存交通に影響与える恐れが無い。

ii) 床版の長支間化

合成床版の底鋼板は、コンクリート硬化後は断面力を受持つ構造部材として機能するため、引張り力を受持つ鋼部材と圧縮力を受持つコンクリートを有効に組み合わせた合成構造となり、剛性が高く、床版の長支間化(図 7.5.6 参照)が図れる。通常の RC 床版よりも床版支間を長く出来るため、桁の少数化が図れ、コストの縮減にも寄与する工法である。

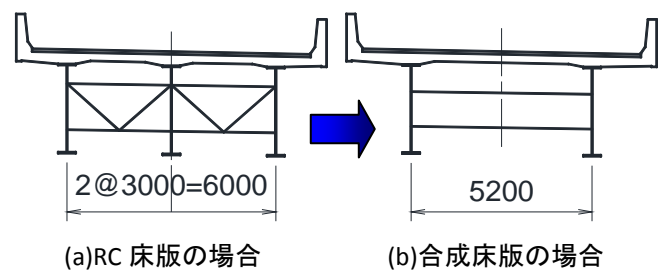


図 7.5.6 床版形式による桁配置の違い

iii) 高耐久性

鋼板とコンクリートとの合成構造であるため、高い耐久性を有し、維持管理の省力化を図れ、ライフサイクルコストを低減できる。また、下面が鋼板で覆われるため、コンクリート片の剥落がなく、鉄道へ影響を及ぼす恐れがない。更に、主桁の送り出し架設時は補強部材として利用できる。



(a) 損傷(陥没)した RC 床版の下面



(b) 合成床版の下面

図 7.5.7 床版下面の状況

### (3) 鉄道上の架設工法(送り出し工法)

アジルチン跨線橋は鉄道上を鉄道の運行に影響を与えない工法で、桁を架設しなければならない。通常はベント(桁を一時的に受ける柱)を設置し、その上にクレーンで桁を下ろし、連結しながら架設するのが一般的な工法であるが、鉄道上はベントを設置する場所やクレーンを据える場所が確保できないため、鉄道の横であらかじめ桁を組立て、スライドさせながら鉄道上を架設する**送り出し工法**を採用する。

送り出し工法自体は、太陽橋でも採用されており、鉄道上や道路上でベントが設置できない箇所でも一般的に適用される工法ではあるが、送り出し時は桁の応力状態が通常時に対して逆になること、本橋は曲線橋であるため、送り出し時は3次元の管理が必要となるなど、高いレベルの施工技術が要求される。



図 7.5.8 鉄道上の架設方法(太陽橋)



## 第 8 章 環境社会配慮

### 8.1 事業範囲の周辺環境

#### (1) 自然・生活環境

モンゴル国はロシア、中国、カザフスタンに囲まれた内陸国で、その面積は日本の約 4 倍にあたる 1,566,500km<sup>2</sup> に及ぶ。南西部には 4,000m 級のアルタイ山脈、北西部から中央部にはハンガイ山脈が、また南部にはゴビ砂漠、中部から東部にかけては草原地帯が広がっている。首都ウランバートル市は、国土の中央よりやや北東にある標高約 1,300m の盆地に位置する。ウランバートル市（以下、「ウ」市）の気候は夏に雨が少なく冬には乾燥する典型的な大陸性気候であり、冬の気温が非常に低い。1 年のうち約半年は平均気温が氷点下であり、この期間は暖房用温水の循環・供給による集中暖房システムが市域に広く提供されている。気温の年較差および日較差が大きいことは、建造物の耐用年数を考えた場合、過酷な条件といえる。雨は夏期に集中して降るが、降雨量は少ない。風向きは地形の影響を受けて場所によって様々であるが、冬期はウランバートル盆地に沿って北西から入り東に抜ける風が大勢になる。（詳細な気象データに関しては、第 4 章自然条件を参照のこと。）

事業対象地は、「ウ」市の中でも、中央駅に近い Bayangol 地区と Khan Uul 地区にまたがる工業地域の一画に位置している。事業範囲は、主要幹線道路（アジルチン道路）との交差点から、ウランバートル駅までの区間（全長で約 2250m）である。また、Bayangol 地区と Khan Uul 地区の境界にあるドンド川は、年間の多くを通して水無川である。始点側（西側）のアクセス道路は、ドンド川沿いの工業地域通過しており、終点側のアクセス道路は商業施設の多い太陽道路と接続する。以下に、特に重要と思われる「ウ」市の生活環境項目をまとめる。



図 8.1.1 事業対象地域の土地利用

i) 大気汚染

大気汚染は、国の関係機関だけでなく、多くの援助機関が関心・懸念を表明しており、関連分野の調査やプロジェクトも多い<sup>1</sup>。「ウ」市の急激な都市化を背景に、市内に電力と温水を供給する3つの石炭火力発電所(CHP: combined heat-and-power plant)、約200カ所の中規模熱供給用小型ボイラ設備(HOB: heat-only boiler)、1,000カ所ともいわれる事業用小型ボイラ(coal fired water heater)、その他約14万世帯と言われるゲル地区における家庭用暖房設備での石炭燃焼により、特に浮遊粒子状物質(Particulate Matter)による大気汚染が著しく、また冬期の大気汚染の深刻さは顕著であり、市民の健康に甚大な影響を与えているとされる。上記に加え、近年の堅実な経済成長に伴い、総人口の4割以上が集中するとされる「ウ」市では、貨物・旅客輸送量及び車両交通量が急激に増加しており、大気のさらなる悪化につながる事が懸念されている<sup>2</sup>。モンゴル国の大気環境基準(MNS 4585)と比較した、「ウ」市の大気質の現状を下記に示す。

表 8.1.1 「ウ」市大気質の現況(年平均値)

(Unit:  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

	MNS4585	CLEM-1	CLEM-2	CLEM-4	CLEM-5	CLEM-7	CLEM-8
SO <sub>2</sub>	10	26	31	12	53	20	18
NO <sub>2</sub>	30	40	93	49	42	37	31
PM <sub>10</sub>	50	152	189	120	355	209	86
PM <sub>2.5</sub>	25	-	154	49	-	-	-

出典 JICA's The Study on Implementation of Ulaanbaatar City Urban Transportation Project in Mongolia (Interim Report)  
 (注) 対象期間は、2010年10月から2011年9月までの1年間である。また、CLEMとは、自然環境観光省管轄のCentral Laboratory of Environment and Meteorologyの略である。「モ」国大気環境基準(MNS4585)は、現在のウェブサイト <http://estandard.mn/file.php?sid=81> で入手可能である。また、JICA技術協力プロジェクト「ウランバートル市大気汚染対策能力強化プロジェクト」の専門家へのインタビューより、本プロジェクト対象地と最もよく似た大気環境をもつのは、走行車両数が同程度の道路近傍の計測地点であるCLEM-2であることが分かっている。

ii) 水質汚濁

産業の集中と都市化の影響を受け、ウランバートル市における水質の悪化は近年著しく、深刻な環境問題の一つとなっている<sup>3</sup>。トーラ川は、ヘンティ山脈に源を持つ、全長819km、流域面積50,400km<sup>2</sup>の河川であり、ウランバートル市にとっては非常に重要な水源であるが、中央下水処理場からの排水が流入して来る下流部において、その水質が特に問題になっている。

<sup>1</sup> 例えば、JICAでは、2010年3月より技術協力プロジェクト「ウランバートル市大気汚染対策能力強化プロジェクト」を実施している。また、世界銀行は、2011年12月にAir Quality Analysis of Ulaanbaatar – Improving Air Quality to Reduce Health Impactというディスカッションペーパーを出しており、特に浮遊粒子状物質(PM)の健康への影響についての報告がなされている。

<sup>2</sup> 世界銀行のMongolia Environment Monitor 2004が、パラメータの特定はないものの、CHP(44%)、Transport(39%)、HOB(9%)、家庭(8%)とする自然環境・観光省が算出した大気汚染への寄与率の推計を掲載している。また、同じく世界銀行は、2011年11月に、Mongolia – Air Quality Analysis of Ulaanbaatar – Improving Air Quality to Reduce Health Impactと題するディスカッション・ペーパーを出しており、その中で、最も問題があるとされる汚染物質として、浮遊粒子状物質であるPM10とPM2.5を取り上げ、分析を行っている。例えば、PM10による大気汚染の寄与率は、ゲル世帯(36%)、CHP(34%)、道路上の粉塵(27%)、HOB(2%)、車両排ガス粉塵(2%)となっている。

<sup>3</sup> UNEPのEnvironmental Outlook 2007には、1997年から2006年までの10年間のトーラ川の酸素要求量の変遷が示されているが、一貫して悪化している状況が伺える。

表 8.1.2 トーラ川水質の現況

Sampling points	COD (mg/L)	BOD (mg/L)	DO (mg/L)	
Environmental Standard	<10	<10	>9	
(1) Terelj	9.8	5.43	9.9	
(2) Bayanzurkh bridge	29	4.54	9.61	
(3) Zaisan	32.7	6.4	11.7	
(4) Yarmag	68.6	6.04	11.9	
(5) Sonsgolon	58.8	6.38	11.6	
(6) Songino bridge	117.6	2.41	5.61	

出典 World Bank, Mongolia Environment Monitor 2004 (WHO の 2003 年の調査結果を分析)

(注) 「モ」 国水質環境基準(MNS4586)はウェブサイト <http://estandard.mn/file.php?sid=1288> で入手可能である。

また、水質に関連して、モンゴル国では、1994 年の保護区域法の第 20 条 5 項、及び 1998 年の衛生法(第 5 条 1 項「地方自治体及び水利用に係る所轄機関等は飲用水源・送配水網等を汚染から守るためのセキュリティ・ゾーンを設置する」)、1995 年制定 2004 年改定の水法等に基づいて、水面及び水源地の保全が図られている。本プロジェクト対象地に最も近い水源地としては、第三発電所西側に、深井戸 7 井(上図参照)があり保護区域であることが確認されている。

### iii) 土壌汚染

土壌汚染も、近年人々の関心を集めつつある重要な環境問題である。土壌汚染の原因物質は多岐に渡り、また、その原因も、自動車の排気ガス、産業施設や工場からの未処理排水等多様であると言われている<sup>4</sup>。2010 年のウランバートル市の土壌汚染の現状は下記の通りである。

表 8.1.3 ウランバートル市土壌汚染の現況

Location	Position	Pb	Cd	Cr	Sr	
(1) East Road Junction	South of road	18.2	0.16	120.1	305.7	
	North of road	77.9	2.31	127.7	240.8	
(2) The State Pedagogical University	South of road	116.8	0.78	165.2	546.5	
	North of road	26.0	0.05	105.1	361.2	
(3) Central Post Office	South of road	64.9	1.09	106.6	370.5	
	North of road	90.9	2.60	166.7	740.4	
(4) West Road Junction	South of road	84.4	1.50	165.2	518.8	
	North of road	28.6	2.20	90.1	213.1	
Average of the above four areas		63.4	1.3	130.8	412.1	
Average of Ulaanbaatar City (2005)		43.7	1.9	90.5	375.1	
Standard (MNS 58:50)		100.0	3	150	800	

出典 Environmental Outlook of the Ulaanbaatar City (2008) UNEP

(注) 「モ」 国土環境基準(MNS58:50)は、原因物質ごとの基準値(含有量)が示されており、ウェブサイト <http://estandard.mn/file.php?sid=436> で入手可能である。すべての物質について単位は mg/kg である。

<sup>4</sup> 「ウ」 市土壌汚染について土地用途別の調査を実施した学術研究などもある。(Ecological-Geochemical State of Soils in Ulaanbaatar, Eurasian Soil Science, 2011, Vol44, No. 7, pp 709-721)

(2) 社会環境

「モ」国は、およそ 70 年間にわたり社会主義体制を取ってきたことや、国土面積に比して人口が少ないことなど、他の多くのアジア諸国とは異なる歴史や特徴を持つ。経済面では、世界的な不況の影響で 2009 年にはゼロ付近まで低下した成長率（実質 GDP 成長率）であるが、2010 年には一転して 6% 台にまで回復している。2010 年の工業総生産成長率は 10.0% と、2009 年のマイナス成長から一転して二桁成長を記録している。工業生産の内訳を見ると、約 7 割を占める鉱業採掘部門の成長率は 10.1%、約 2 割を占める製造業部門の成長率が 11.4% と、それぞれ高い伸びを示している。

社会面では、ウランバートル市へ人口集中や都市化、経済成長の地域間格差といった問題はあるものの<sup>5</sup>、識字率や教育水準といった人的資本の質を示す指標は、同程度の経済力を持つ国に比しても非常に高い。また、近年、高い経済成長率に支えられ貧困率の低下も著しいとされる<sup>6</sup>。

表 8.1.4 人口統計と経済成長

	2000	2008	2009	2010	2011
全人口 (1,000 人)	2373.5	2,666.0	2,716.3	2,761.0	2,811.6
「ウ」市人口 (1,000 人)	760.1	1147.4	1,196.8	1,244.4	1,287.1
「ウ」市人口割合 (%)	32.0%	43.0%	44.1%	45.1%	45.8%
GDP 成長率	1.1	8.9	-1.3	6.4	17.3

出典： UNDP Mongolia Human Development Report 2011, National Statistical Office of Mongolia, 2010 Population and Housing Census of Mongolia

表 8.1.5 基礎社会指標の比較

Unit	成人識字率	初等教育	中等教育	高等教育	乳児死亡率
	%	%	%	%	per 1,000 birth
高HDI諸国平均	92.3	94.4	74.9	43.2	18
中HDI諸国平均	80.7	88.5	57.0	17.6	38
低HDI諸国平均	61.2	73.4	30.9	6.0	83
モンゴル	97.3	88.7	82.0	49.8	34

出典： UNDP Mongolia Human Development Report 2011

(注) HDI とは Human Development Index (人間開発指数) の略である。高 HDI 諸国には OECD 国は含まれない。

(3) 土地利用

「ウ」市中心部の主要 6 地区の土地利用を、表 8.1.6 に示す。市街地および道路整備が未だ遅れている一方で、2013 年に国会で承認された UB・MP に基づき、市街地／居住地および道路整備が急速に進められている。

表 8.1.6 「ウ」市の土地利用状況

主な土地利用	面積	占有率
全エリア(主要 6 地区)	3256.6	100.0%
農耕地	1791.1	55 %
市街地／居住地	199.2	6 %
道路敷地	39.3	1 %
森林 Land with forest resources	746.7	23 %
水源地 Land with water resources	40.4	1 %
その他特殊目的	439.9	14 %

出典: Unified Land Territory Report (2006)

<sup>5</sup> Mongolian Statistical Yearbook 2011 によれば、人口密度(人/km<sup>2</sup>)は全国平均が 1.80 のところ、「ウ」市は 253.85 である。

<sup>6</sup> World Bank, Mongolia Quarterly Economic Update August 2011 に詳しい。

## 8.2 モンゴルの環境社会配慮制度・組織

### (1) 関連法規

「モ」国では、1990年代以降、急速に環境分野の法規が整備されてきた。本プロジェクトに関わると思われる主要法規(環境基準を含む)を下表にまとめる。

表 8.2.1 環境関連の主要法規

分野	法規名称(公布年)	概要
全般	環境保護法 (1995年/2005年、2008年に改定)	土壌、地下資源、水資源、動植物、大気の保全を義務付けるとともに、中央・地方政府、公私企業の責任等を規定したものの。
環境影響評価	環境影響評価法 (1998年/2001年に改定)	モンゴルにおけるEIA適用に関する法律であり、環境保護、生態系バランス崩壊防止、資源利用の規制、事業の環境影響評価の手続き、及び事業実施許認可を規定したものの。
生活環境・その他	大気法 (1995年/2010年改定)	大気の保護、大気汚染防止、排出源の管理や規制について規定したものの。
	大気汚染罰金法 (2010年)	車両からの排気ガス、及び粗炭(raw coal)利用を大気汚染の主要原因と定めるとともに、大気法における科料規定を強化したものの。
	水法 (1995年/2004年改定)	水又は流域の適切な利用、保護、再生を規定したものの。
	有害物質管理法 (2006年)	国民の健康、環境保全を目的として、有害化学物質の適正な管理を定めたものの。
	労働安全・衛生法 (2008年)	労働災害を防止するとともに職場における労働者の安全と健康を確保・促進することを規定したものの。
	国家検査法 (2003年)	国家専門検査庁 <sup>7</sup> により、各産業分野の法律や基準、その遵守が確認・検査されることを定めたもの。モンゴルにおける環境保護に関する管理も同庁が行うが、環境影響の規模に応じて、地方自治体もそれぞれの地域の環境管理を担っている。
環境基準	大気・騒音環境基準(MNS4585:2007)	(2007年)
	水質基準(MNS4586:1998)	(1998年)
	土壌環境基準(MNS5850:2008)	(2008年)

出典 JICA Study Team

### (2) 環境影響評価

「モ」国における環境影響評価は、1998年1月に施行、その後2001年に改定された環境影響評価法に基づき実施される。同法によると、自然資源を利用する新規事業、及び、既存産

<sup>7</sup> State Professional Inspection Agency

業・サービスの更新・拡張、建設活動は、General Environmental Impact Assessment (GEIA)を実施することが義務付けられている。GEIA は、いわゆる初期環境評価(Initial Environmental Evaluation、IEE)と同じく、詳細な環境影響評価が必要かどうかを決定するために行うものである。

実際の環境影響評価の手続きは、以下の手順で進められる。

- i) 事業者が事業に関する情報をスクリーニング機関<sup>8</sup>に提出(GEIA の申請)
- ii) スクリーニング機関が指名するエキスパートが詳細環境影響評価(DEIA)の必要性を 12 営業日以内に審査
- iii) DEIA が必要な場合は、事業者側の費用負担により、環境影響評価法に基づく資格を持つアセスメントスペシャリストが評価書を作成
- iv) スペシャリストは、評価書案を事業者に提出し、検討、意見提出を指示
- v) 事業者は環境保全計画・環境モニタリング計画を立案
- vi) スペシャリストは、環境保全計画・環境モニタリング計画、及び地域住民・地方議会の意見を入れて、評価書をスクリーニング機関に提出
- vii) スクリーニング機関が指名するエキスパートが 18 営業日以内に DEIA の妥当性を審査し、スクリーニング機関に提言書を提出
- viii) エキスパートの意見に基づき、スクリーニング機関が事業実施の許可に係る意思決定を実施
- ix) スクリーニング機関は DEIA を公開するとともに、データベースに登録

「モ」国の環境影響評価法によれば、環境保全計画・環境モニタリング計画（左記2つを合わせて本プロジェクトの環境管理計画に相当する）は、事業実施機関により、プロジェクト開始後も年に一度作成され、環境緑化省に提出されることになっている。また、その結果も、同じく年に一度、環境緑化省に報告することが義務付けられている。

表 8.2.2 環境管理計画(EMP)実施上の責任と役割分担

No.	組織	事業との関連	責任と役割
1	環境緑化省 (MEGD)	環境政策の制定および実施を担う国家中央機関。	<ul style="list-style-type: none"> <li>● EMP の審査および承認を行う。</li> <li>● EMP 年次報告書の審査、および次年度の EMP 承認を行う。</li> </ul>
2	道路運輸省 (MRT)	事業実施機関	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 事業の調整、管理に関する責任を負い、必要に応じてプロジェクト管理委員会を開催する。EMP の作成を行なう。</li> <li>● EMP 実施に関する指導・助言を PIU に伝える。</li> <li>● EMP の実施監理を行う。</li> </ul>
3	国家専門検査局(SPIA)	各種産業分野の法律や基準の遵守に係る検査を実施する国家機関。環境政策および環境法の管理・取締りも行う。	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 事業実施機関から提出される EMP 実施報告書(年間および四半期)の審査</li> <li>● 環境緑化省へへの対し、EMP 審査結果を報告する。</li> </ul>

<sup>8</sup> 現環境緑化省のことを指す。環境影響評価法ではスクリーニング機関と表記されている。

### (3) 環境配慮に係る組織

#### i) 環境緑化省

1992年に設立された自然環境保護省は、2008年に自然環境・観光省となり、2012年7月に始まった省庁再編により、同年12月に環境緑化省となった。同省は「モ」国の環境政策の企画立案や推進、自然環境の保全や野生動植物の保護、地球環境保全対策等、国の環境行政全般を担っている。また、同省自然資源・環境局<sup>9</sup>が中心となり、環境影響評価の監督機関として、環境規制に係る業務も実施している。環境緑化省の組織図は図8.2.1の通りである。

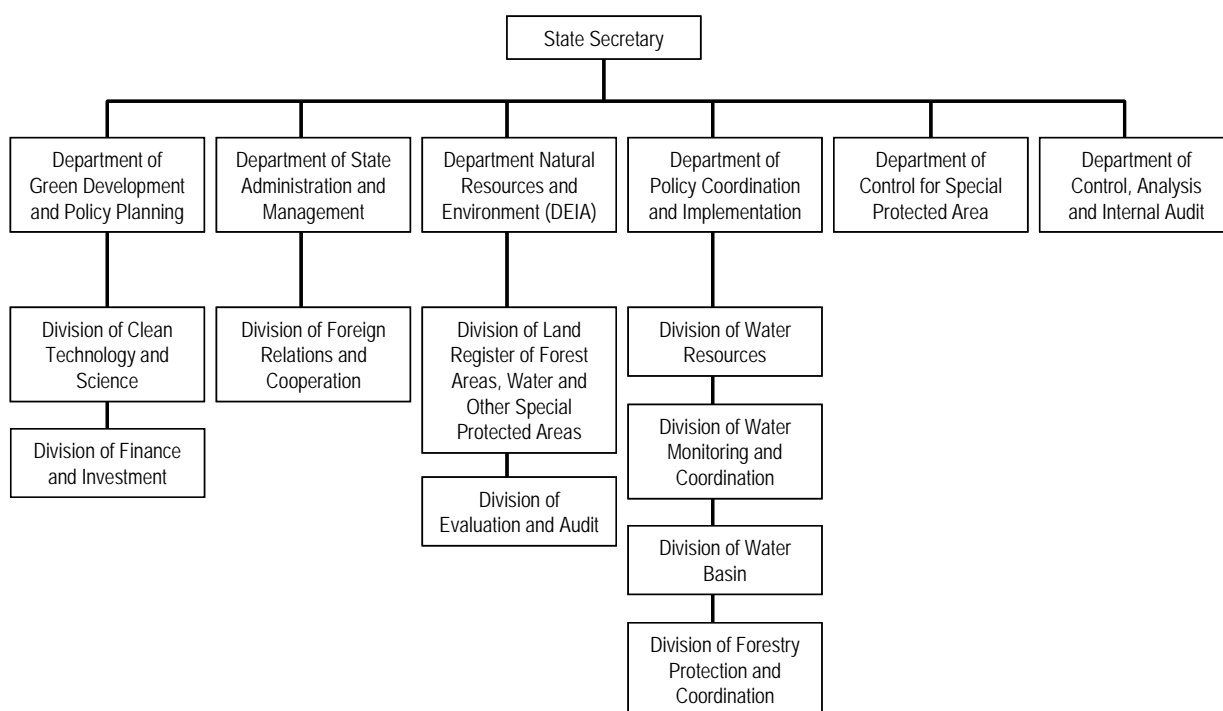


図 8.2.1 環境緑化省組織図

#### ii) 国家専門検査庁(State Professional Inspection Agency; SPIA)

国家検査法（2003年）に基づき、各産業分野の法律や基準、その遵守を確認するため、2003年に設立された機関である。同庁は、環境影響に係る検査だけでなく、民間の工場施設、交通機関や道路、通信施設といったインフラ施設の検査も担う。本プロジェクトに関しては、特に、下記4点が重要である。

- 環境に悪影響を及ぼす活動の停止を要求する権限を持つ。
- 各種環境法や環境基準の違反に際して、事業の停止を要求する権限を持つ。
- 企業敷地内等に立ち入り、環境影響を測るため、サンプルを採取・分析する権限を持つ。
- 各種環境法や環境基準の違反に際して、法律に従い、罰則を科す権限を持つ。

<sup>9</sup> 同局の活動は、環境汚染とその悪化を防ぎ、豊富な資源自然の保護・保全、適切な利用を促進する政策の企画立案や推進を行うとともに、関連法規の適切な運用を確保することとされている。

(4) 本プロジェクトに係る GEIA 手続きの状況

「ウ」市道路局は、2012 年 4 月 5 日に自然環境・観光省（現環境緑化省）に対し GEIA 申請を行い、自然環境・観光省からは同年 4 月 26 日に「ウ」市道路局に対し GEIA の結果が提示された。GEIA では、本プロジェクトにおける DEIA の実施が指示された。

(5) DEIA の進捗状況・内容

DEIA は、ウランバートル市および調査団の協力のもと、ENVIRON 社<sup>10</sup>により実施され、DEIA 報告書は 2012 年 12 月 7 日に環境緑化省(2012 年 7 月以降、省庁再編により名称が変更された)に提出され、2013 年 1 月に承認された。承認された DEIA は、環境緑化省のウェブサイト (<http://geodata.mne-ngic.mn/eia/>) にモンゴル語版が公開されている。

### 8.3 スコーピングおよび環境社会配慮調査

(1) スコーピングおよび調査手法

本調査では、JICA の事業(カテゴリ B 案件)としての環境社会配慮調査も実施している。次の通り、スコーピング案を作成し、「ウ」市関係部局と共有を図った<sup>11</sup>。

表 8.3.1 スコーピング案および調査手法

分類	影響項目	評価		想定される影響	調査項目／手法
		工事前 工事中	供用後		
汚染対策	1 大気汚染	B-	C/B+	(工事中)建設機材の稼働等に伴い、一時的ではあるが、大気質の悪化が想定される。 (供用後)交通量の増加の程度によっては、走行車両の排気ガスや粉塵発生による大気質への負の影響が見込まれる。一方、未舗装道路が舗装されることにより、粉塵等の影響が緩和される可能性がある。	1. (「モ」国、日本)大気汚染に係る環境基準等の確認 2. 「ウ」市の大気質モニタリングデータより大気質現状把握 3. 工事中の影響の予測(工事の内容、工法、期間、範囲、建設機械の種類等の確認、及び類似事例調査) 4. 交通要因の変化による影響予測(交通量増加の範囲・程度の予測) 5. 現地踏査(事業対象地近隣のセンシティブ・レセプターの確認、道路の形状等の確認)
	2 水質汚濁	D	D	(工事中)工事作業や、重機、車両からの排水が適切に処理されないまま排出された場合、排水路や排水施設に負荷をかける可能性があるものの、河川等に流出し水質汚濁につながる可能性は極めて少ない。また、現場にはオフィス(休憩所の役割も果たす)が設置される予定であるものの、作業員用の宿舍の設置は	N/A

<sup>10</sup> 環境影響評価法に基づく DEIA 実施の資格を有する現地の環境コンサルティング会社(=アセスメントスペシャリスト)。

<sup>11</sup> 「ウ」市道路局と環境管理局の関係者に配布・説明済み。



				<p>想定されておらず、関連する生活排水の排出による影響も極めて軽微といえる。</p> <p>(供用後)事業対象地域に近接するドンド川が一年を通して多くの期間水無川であること、また、その他の河川等が近くになく、かつ、年間降雨量が極めて少ないことから、降雨時の路面上の粉塵等の流出の影響は想定されない。道路排水は、排水溝により既存の排水路およびドンド川に排水されるが、雨水排水のみであるため、水質に与える影響は極めて軽微と考えられる。また、休憩所、サービスエリア等の設置は予定されておらず、汚水が公共水域に排出される予定もないため、水質汚濁の可能性は極めて低いといえる。</p>	
3	廃棄物	B-	D	<p>(工事中)建設残土や廃材の発生が想定される。</p> <p>(供用後)周辺環境に影響を及ぼすような廃棄物の発生は想定されない。</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 産業廃棄物、建設廃棄物の処理に関する法規の確認</li> <li>2. 産業廃棄物、建設廃棄物の処理方法に関し、関連機関へのインタビュー調査、類似事例調査を実施</li> </ol>
4	土壌汚染	C/B-	D	<p>(工事中)当該事業により使用される建設機材オイル等の有害物質は、保管、処分、排出等が適切に行われない場合には、土壌汚染の原因となる。</p> <p>(供用後)周辺環境に影響を及ぼすような土壌汚染は想定されない。</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. (「モ」国、日本)土壌汚染に係る環境基準等の確認</li> <li>2. 工事中の影響予測(建設機材用オイル等の保管、処分、排出方法の確認、及び類似事例調査)</li> </ol>
5	騒音・振動	B-	C/B-	<p>(工事中)建設機材、車両の稼働等による特定騒音や振動、低周波騒音が想定される。</p> <p>(供用後)本プロジェクトによるアクセス道路の整備、跨線橋の建設で交通量が増え、恒常的に特定騒音や振動、低周波音が発生する可能性があるが、本プロジェクト対象地域は工業地域にあるため、実質的な負の影響は大きくない可能性もある。現地調査時に、影響を受けやすい施設(センシティブ・レセプターと呼ばれる学校、医療施設等)までの距離などを確認した上で、影響の大小を評価する。</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. (「モ」国、日本)騒音に係る環境基準等の確認</li> <li>2. 現地踏査(発生源からセンシティブ・レセプターまでの距離等)</li> <li>3. 工事中の影響の予測(工事の内容、工法、期間/時間帯、範囲、建設機械の種類等の確認、及び類似事例調査)</li> <li>4. 交通要因の変化による影響予測(交通量、スピード、走行車両の種類等)</li> </ol>

	6	地盤沈下	D	D	事業対象地域の地盤は軟弱ではなく(地形、地質や土地の安定性については、別途、詳細な自然条件調査を実施した。)、かつ地下水を大量に利用する等、地盤沈下を引き起こす可能性のある作業は予定されておらず、工事中の影響は少ないと考えられる。また、供用後も、同様に地盤沈下に係る影響は想定されない。	N/A
	7	悪臭	D	D	悪臭を引き起こすような作業等はなく、工事中の影響は想定されていない。また、供用後も、同様に悪臭を発生することは想定されていない。	N/A
	8	底質	D	D	底質に影響を及ぼす橋脚基礎工事等の実施予定はなく、底質への影響はない。また、供用後も、底質に影響を及ぼす負の影響は想定されていない。	N/A
自然環境	9	保護区	D	D	事業対象地及びその周辺に、国立公園や自然保護区は存在しない。	N/A
	10	生態系	D	D	事業対象地は工業地域にあり、希少動物の生息域ではない。また、動植物の生息が見られるドンド川両岸への本プロジェクトの影響はない。加えて、大規模の樹木伐採等を含む土地利用形態の変更も予定されておらず、生態系への影響はほとんどないものと考えられる。	N/A
	11	水象	D	D	ドンド川は一年を通して多くの期間水無川であること、加えて、河川での橋梁基礎工事も予定されておらず、水象への影響はないといえる。	N/A
	12	地形、地質	C/B-	D	(工事中)事業対象地域の地盤は軟弱ではなく(地形、地質や土地の安定性については、別途、詳細な自然条件調査が実施された。)、本プロジェクトが地形変化をもたらす等の影響は想定されない。一方、アクセス道路の拡幅に伴い、切土や盛土、ドンド川土手部分の築堤が計画されており、その影響で、一部地形、地質への影響が想定される。 (供用後)地形、地質への影響を及ぼすことはないと考えられる。	1. 現地踏査(対象地域全域、ドンド川土手近辺) 2. 工事中の影響の予測(工事の内容、工法等の確認、及び類似事例調査)

社会環境	13	住民移転	C/B-	D	(工事前)南北ルートが選定された場合には、7世帯程度のゲル集落が移転の対象となる。住民移転が発生しない場合でも、ルートに関わらず、道路拡張のための用地取得が必要となる。 (供用後)住民移転や用地取得が必要となる活動は予定されていない。	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 既存資料調査、及びインタビュー調査により関連法制度、事例等の確認</li> <li>2. 現地踏査、対象地域の衛星写真検分、及びインタビュー調査による用地取得・住民移転の規模の確認</li> <li>3. 現地踏査、「ウ」市担当部局へのインタビューによる対象地の利用状況の確認(土地の所有形態を含む)</li> <li>4. 用地取得もしくは住民移転が発生する場合、簡易移転計画の作成</li> </ol>
	14	貧困層	C	C	(工事前)南北ルートが選ばれ、住民移転が発生する場合には、ゲル集落に住む約7世帯に貧困世帯が含まれるかどうか確認し、貧困世帯が含まれる場合には配慮が必要となる。 (供用後)事業対象地は工業地域であり、ゲル集落の約7世帯以外には、貧困世帯を含め一般世帯がないため、ほとんど影響はないと考えられる。また、貧困層ではないものの、自家用車をもたない人々への影響については、現地調査時に明らかにする。	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 現地踏査、対象地域の衛星写真検分、及びインタビュー調査による対象地域内の貧困層規模の確認</li> <li>2. 現地踏査、対象地域の衛星写真検分より、地域分断等の歩行者への影響を予測・評価</li> </ol>
	15	少数民族・先住民	D	D	事業対象地及びその周辺に、少数民族・先住民は存在せず、影響は想定されない。	N/A
	16	雇用や生計手段等の地域経済	D	C/B+	鉄道で南北に分断されている「ウ」市の現状を改善し、かつ交通渋滞を緩和し都市機能を回復するという観点から、本プロジェクトが計画されており、計画が実施に移されれば「ウ」市全体の経済にプラスの効果をもたらすことが想定される。また、よりミクロの視点からも、事業対象地区は工業地域にあり、交通ネットワークの改善により、工場や倉庫群からの大型車両による輸送に便益をもたらすことが想定される。	N/A
	17	土地利用や地域資源利用	D	D	本プロジェクトは、既存の道路ネットワークを改善するものであり、土地利用や地域資源利用に変化を及ぼすことはないと考えられる。	N/A

18	水利用	C	C	ゲル集落の約 7 世帯の水利用(井戸の有無等)については、現地調査の際に明らかにする。	<ol style="list-style-type: none"> <li>「ウ」市の上水システムに関するの既存資料調査</li> <li>現地踏査、及びインタビュー調査から対象地域内(ゲル集落)の水利用状況を確認</li> </ol>
19	既存の社会インフラや社会サービス	B-	C	(工事中)工事中の交通渋滞が予想される。また、建設時には、鉄道への影響、ユーティリティへの影響が想定されている。 (供用後)交通量の増加などによる交通事故等の影響を調査する必要がある。	<ol style="list-style-type: none"> <li>現地踏査(事業対象地近隣のセンシティブ・レセプターの確認、既存インフラの確認)</li> <li>工事中の影響の予測(例:交通渋滞、鉄道や既存給湯管といったインフラへの影響)</li> <li>交通要因の変化がセンシティブ・レセプターに与える影響を予測</li> </ol>
20	社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織	D	D	本プロジェクトは、工業地域に新たな跨線橋を作り、既存の道路ネットワークを改善するというものであり、地域の社会関係資本や地域の意思決定機関等への影響はほとんどないと考えられる。	N/A
21	被害と便益の偏在	D	D	上記の理由より、周辺地域に不公平な被害と便益をもたらすことはないと考えられる。	N/A
22	地域内の利害対立	D	D	上記の理由より、地域内の利害対立を引き起こすことはないと考えられる。	N/A
23	文化遺産	D	D	事業対象地及びその周辺に、文化遺産等は存在せず、影響は発生しない。	N/A
24	景観	B-	B-	本プロジェクトの建造物の大きさを考えれば、一部、景観への影響は避けられないものと考えられる。また、ウランバートル駅前の道路の拡幅に際しては、道路の中央の緑化地帯の樹木が一部影響を受ける。	<ol style="list-style-type: none"> <li>現地踏査により既存の景観の確認・把握(街路樹などを含む)とセンシティブ・レセプターまでの距離等確認</li> <li>「ウ」市の地域開発計画との整合性の確認</li> </ol>
25	ジェンダー	C	C	住民移転が生じる場合には、ジェンダーの視点からの配慮が必要となる。	<ol style="list-style-type: none"> <li>(住民移転が発生する場合、センサス調査を実施することで)移転対象となる母子世帯数、女性数の把握</li> </ol>
26	子供の権利	C	C	同様に、住民移転が生じる場合には、子供の権利の視点からの配慮が必要となる。	<ol style="list-style-type: none"> <li>(住民移転が発生する場合、センサス調査を実施することで)移転対象となる子供の数等の把握</li> </ol>

	27	HIV/AIDS等の感染症	C	D	(工事中)工事作業員の大規模な流入は想定されておらず、新たに、感染症等がひろがる可能性はきわめて限定的であると考えられるものの、現地調査時には実施機関等への聞き取りを行い現地の状況を確認した上で、影響の有無を評価する。 (供用後)供用後の影響はほとんどないものと考えられる。	1. 既存資料により事業対象地域近隣の HIV/AIDS 罹患率の確認 2. HIV/AIDS 予防・啓蒙活動を実施している機関へのインタビュー調査(必要に応じて)
	28	労働環境(労働安全を含む)	B-	D	(工事中)建設作業員の労働環境・安全に配慮する必要がある。 (供用後)労働者への負の影響が想定されるような作業は計画していない。	1. 労働環境・安全に係る法制度の確認 2. 労働環境・安全対策について、類似事例調査(工事請負業者との契約内容の確認等)
その他	29	事故	B-	B-	(工事中)工事中の事故に対する配慮が必要である。 (供用後)交通量の増加や走行速度が速くなることによる交通事故の発生・増加が懸念される。	1. 工事中の影響の予測(工事による交通渋滞、緩和策、安全対策等) 2. 供用後の地域の交通への影響予測
	30	越境の影響、及び気候変動	D	D	本プロジェクトは、工業地域に新たな跨線橋を作り、既存の道路ネットワークを改善するというものである。カーボンシンクの破壊も想定されておらず、越境の影響や気候変動への影響はほとんどないと考えられる。	N/A

評価区分:

A+/-: 重大な影響が見込まれる。

B+/-: 多少の影響が見込まれる。

C+/-: 本スコーピング案作成時には、不明であるが、調査が進むにつれて明らかになる場合も十分考慮に入れ、検討すべき項目とする。

D: ほとんど影響は見込まれない。

## (2) 環境調査結果

本調査では、DEIA 実施にあたり、下記の項目について実測調査を行なった。

### i) 大気質測定

事業対象地域の下記5箇所で、測定を実施した。各地点における SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、CO、PM10、鉛濃度の測定結果は、図 8.3.2 から図 8.3.6 に示すとおりである。環境基準を赤線で示した。鉄道の防火施設では、SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub> が環境基準を超過した。鉄道駅、ゴミ工場、Dundgo 鉄道橋では NO<sub>2</sub> が、アジルチン交差点では NO<sub>2</sub> と PM10 が環境基準を超過した。なお、環境基準は「Mongolian air quality standard (MNS4585)」に基づいた値である。

表 8.3.2 大氣質測定箇所

	測定箇所	緯度	経度
A1	Railway Fire Station	47°54'33.84"N	106°52'32.32"E
A2	Railway Passenger's Wagon Depot	47°54'31.10"N	106°52'18.29"E
A3	Southeastern corner of Gobi Factory	47°54'13.49"N	106°52'16.68"E
A4	Dundgol Railroad Bridge	47°54'22.27"N	106°52'13.41"E
A5	East of Ajilchin intersection	47°54'14.33"N	106°51'23.63"E



图 8.3.1 大氣質測定位置

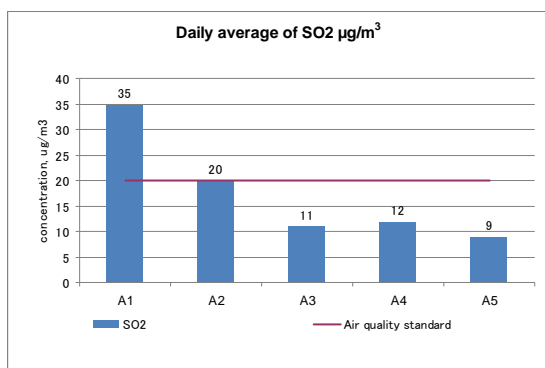


图 8.3.2 SO<sub>2</sub> 測定結果(日平均)

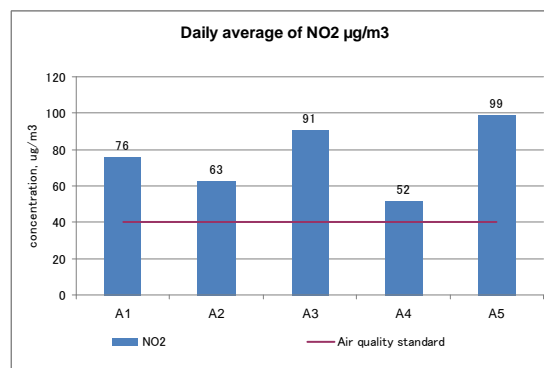


图 8.3.3 NO<sub>2</sub> 測定結果(日平均)

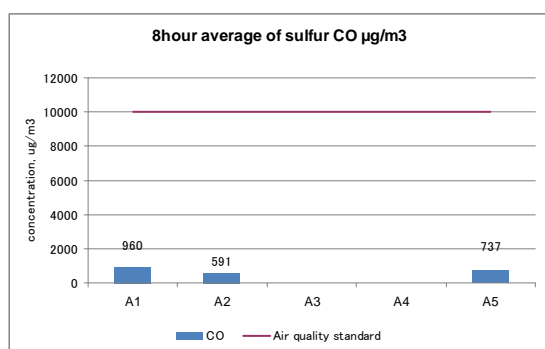


图 8.3.4 CO 測定結果(8 時間平均)

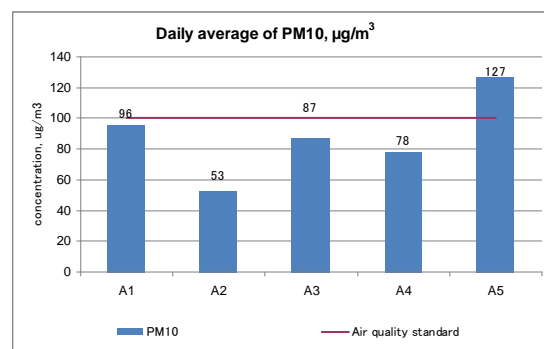


图 8.3.5 PM10 測定結果(日平均)

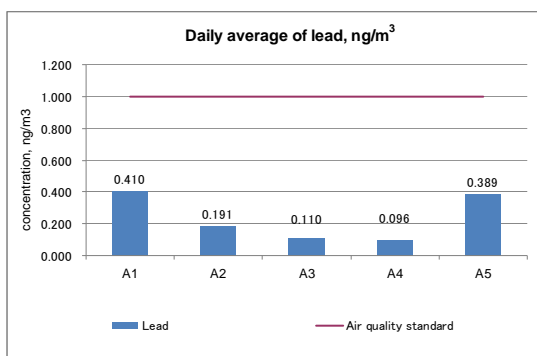


表 8.3.3 モン国大気環境基準(MNS4585)

	基準値
SO <sub>2</sub>	24 時間平均値 < 20 μg/m
NO <sub>2</sub>	24 時間平均値 < 40 μg/m
CO	8 時間平均値 < 10,000 μg/m
PM <sub>10</sub>	24 時間平均値 < 100 μg/m
Pb	24 時間平均値 < 1.0 μg/m

図 8.3.6 鉛濃度(Pb)測定結果(日平均)

ii) 騒音

事業対象地域の下記5箇所、測定を実施した(図 8.3.7 参照)。各地の測定結果は、表 8.3.4 の通りである。また、各地点における騒音測定結果を、最大・最小・平均に分けて図 8.3.8 に示した。モンゴル国の環境基準は「Mongolian standard (MNS4585-2007)」に規定されている。



図 8.3.7 騒音測定位置

表 8.3.4 騒音測定箇所

測定箇所	最大騒音レベル (dB)	最小騒音レベル (dB)	平均騒音レベル (dB)	環境基準	
				07:00~23:00	23:00~07:00
N1	64.7-74.0	55.0-63.6	69.9	60 dB (16 時間平均)	45 dB (8 時間平均)
N2	76.7-104	66.0-83.0	73.4		
N3	62.3-77	55.0-68.4	66.7		
N4	62.8-91.0	57.9-69	68.3		
N5	66.6-89.0	62.9-71.7	68.6		

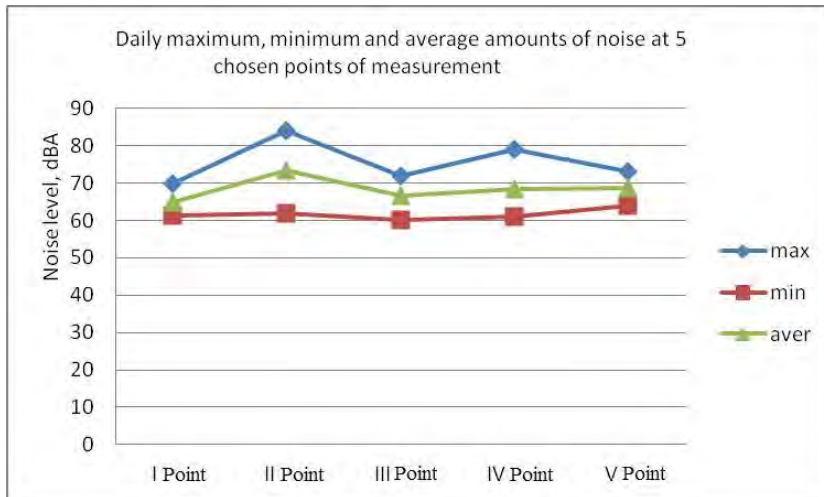


図 8.3.8 測定騒音結果

iii) 振動

事業対象地域のうち、図 8.3.9 に示す 5 箇所で、振動測定を実施した。各地点での振動の測定結果は、表 8.3.5 に示すとおりである。モンゴルには振動の環境基準が存在しない。



図 8.3.9 振動測定位置図



表 8.3.5 振動測定結果

Point (Location)	測定時間							
	15:00	18:00	21:00	00:00	03:00	06:00	09:00	12:00
<b>Point 1</b> (Secondary school #38)								
Hi m/cm <sup>2</sup>	0.040	0.010	0.020	0.030	0.100	0.020	0.020	0.020
1 kHz/z cm/s	0.210	0.030	0.020	0.020	0.010	0.020	0.020	0.020
Low mm	0.015	0.014	0.015	0.003	0.003	0.005	0.003	0.004
<b>Point 2</b> (pedestrian bridge)	<b>15:40</b>	<b>18:40</b>	<b>21:40</b>	<b>00:40</b>	<b>03:40</b>	<b>06:40</b>	<b>09:20</b>	<b>12:20</b>
Hi m/cm <sup>2</sup>	0.040	0.040	0.020	0.030	0.070 電車通過	0.170 電車通過	0.210 電車通過	0.120
1 kHz/z cm/s	0.110	0.050	0.020	0.030	0.070	0.270	0.080	0.020
Low mm	0.021	0.014	0.029	0.004	0.003	0.121	0.015	0.011
<b>Point 3</b> (Ajilchin intersection)	<b>16:00</b>	<b>19:00</b>	<b>22:00</b>	<b>01:00</b>	<b>04:00</b>	<b>07:00</b>	<b>10:00</b>	<b>13:00</b>
Hi m/cm <sup>2</sup>	0.030	0.020	0.040	0.040	0.010	0.020	0.020	0.020
1 kHz/z cm/s	0.010	0.040	0.040	0.040	0.010	0.020	0.010	0.020
Low mm	0.007	0.014	0.019	0.004	0.003	0.003	0.005	0.004
<b>Point 4</b> (Dund River Railroad Bridge)	<b>16:20</b>	<b>19:20</b>	<b>22:20</b>	<b>01:20</b>	<b>04:20</b>	<b>07:20</b>	<b>10:20</b>	<b>13:20</b>
Hi m/cm <sup>2</sup>	0.020	0.020	0.010	0.020	0.020	0.170 電車通過	0.020	0.020
1 kHz/z cm/s	0.040	0.020	0.010	0.020	0.020	0.060	0.010	0.010
Low mm	0.005	0.003	0.003	0.003	0.003	0.005	0.005	0.005
<b>Point 5</b> (Southeast of Gobi Factory)	<b>16:25</b>	<b>19:25</b>	<b>22:25</b>	<b>01:25</b>	<b>04:25</b>	<b>07:25</b>	<b>10:25</b>	<b>13:25</b>
Hi m/cm <sup>2</sup>	0.010	0.010	0.030	0.020	0.010	0.010	0.020	0.010
1 kHz/z cm/s	0.020	0.020	0.020	0.010	0.020	0.010	0.010	0.020
Low mm	0.007	0.003	0.011	0.003	0.003	0.004	0.004	0.004

iv) 水質

水質は、表面水と地下水を対象に調査した（図 8.3.10 参照）。表面水は、Dundgol 川から 3 箇所サンプリングを行い、地下水は既存の井戸 3 箇所からサンプリングを行った。また、Dundgol 川からは微生物を調査するためのサンプリングも行った。表面水の水質測定結果および微生物測定結果は、表 8.3.6 および表 8.3.7 に示すとおりである。



図 8.3.10 水質測定位置図

表 8.3.6 水質測定結果

項目	単位	基準値	表面水（ドンド川）			地下水		
			SW1	SW2	SW3	UW1	UW2	UW3
1.Chloride	mg/l	500	24.8	24.8	24.9	24.8	24.9	25.0
2.Sulphate	mg/l	3000	25.0	24.3	22.5	22.5	64.0	25.0
3.Substance to be weighed	mg/l	50000	29.5	29.9	28.5	-	-	-
4.Alkalinity	mg/l	600	44	44	44	44	44	44
5.Corrosive CO2	mg/l	<3.4	2.9	8.4	8.8	0.7	0.7	0.71
6.pH for drinking water	-	>5.5				7.40	7.42	7.40

項目	単位	基準値	表面水（ドンド川）			地下水		
			SW1	SW2	SW3	UW1	UW2	UW3
7.pH for surface water	-	6.6-8.5	7.9	7.9	8.0			
8.BOD	mg/l	3	0.637	0.676	0.676	-	-	-
9.COD	mg/l	10	5.10	5.41	5.41	-	-	-
10.DO	Mg/l	6	6.59	6.51	6.48	-	-	-

Note; 環境基準 1~6 ;MNS900:2005, 7~10; MSN 4586-1998

表 8.3.7 微生物に関する水質測定結果(E-1)

	微生物の数	entro-group の微生物	嫌気性微生物	Entro-group の病原菌
基準の名称	MNS 900-2005	MNS 4697-98	MNS 7939:2000	MNS 6340-2003
基準値	100	0	なし	記載なし
測定値	$5 \times 10^4$	大腸菌が含まれる	パーフリンジエンス菌	病原菌の含有無し

v) 土壌

土壌調査は、家庭ごみ等が廃棄されている土地において、土壌汚染や重金属の含有率を調査するために実施した。土壌調査を行った地点を図 8.3.11 に示す。土壌調査は X1～X5 で実施し、河川内堆積物の調査は Sed1～Sed2 で実施した。環境基準は、MNS 5850:2008 を参照した。



図 8.3.11 土壌調査位置図

表 8.3.8 土壌の重金属成分調査

(単位:mg/kg)

	Hg	Cd %	As	Pb	Cr
X-1	0.15	<0.005	18	45	49
X-2	0.19	<0.005	11	27	68
X-3	0.13	<0.005	7	62	40
X-4	0.05	<0.005	6	25	44
X-5	0.19	<0.005	9	97	51
MNS 5850:2008	2	3	50	100	150

表 8.3.9 河川内堆積物の重金属成分量

(単位 : mg/kg)

	Hg	Cd	As	Pb	Cr
Sed-1	0.05	<0.005	11	481	23
Sed-2	0.11	<0.005	13	57	91
MNS 5850:2008	0.010-0.85	0.010-2.0	0.1-40	2-300	5-1500

(3) 環境社会配慮調査結果

スコーピングに基づき実施した環境社会配慮調査の結果は、下記の通りである。

表 8.3.10 スコーピングに基づく調査結果

影響項目	スコーピング時の評価		調査結果に基づく影響評価		結果
	工事前 工事中	供用後	工事前 工事中	供用後	
大気汚染	B-	C/B+	B-	B+	(工事中)工事用車両の走行により、粉塵、排気ガス等が発生し、沿道の施設(工場や鉄道ワークショップ等)に若干の影響が発生する。 (供用後)「ウ」市の大気汚染の現状は、市域全体において、既に国の定める大気汚染に係る環境基準を上回っており、大きな問題となっている。特に、浮遊粒子状物質に係る問題が深刻とされるが、その主な原因は十数万世帯ともいわれるゲル世帯(36%)や火力発電所(34%)での石炭燃料の利用に加え、道路上の粉塵(27%)とされており、車両排気ガス粉塵は(2%)と、その寄与率は低いことが分かっている。また、一酸化炭素と二酸化窒素に関しては、確かに、交通量の増加に伴い増加する傾向があるものの、交通渋滞の改善や車走行スピードの向上によるプラス効果も大きい。結果として、本プロジェクトが周辺大気環境の改善に寄与する可能性は大きい。
廃棄物	B-	D	B-	D	(工事中)「モ」国 Law on Household and Industrial Waste(2003)では、事業主は、施設・住居の新規建設や改築、解体に伴い発生した廃棄物を、許可業者に引き渡し、処理を依頼することが義務付けられている。しかしながら、近年、「ウ」市では建設発生土や建設廃棄物の不適切な処理が大きな問題となっており、市役所や環境緑化省を中心に建設廃棄物にかかる細則の策定が行われている。本プロジェクトにおいても、アクセス道路の切土工及び橋梁部基礎工事に係る建設残土や、その他建設廃材の発生が見込まれている。
土壌汚染	C/B-	D	B-	D	(工事中)当該事業で使用される建設機材用オイル等の有害物質は、保管、処分、排出等が適切に行われない場合は、土壌汚染の原因となる可能性がある。
騒音・振動	B-	C/B-	B-	B-	(工事中)建設機材、車両の稼働等による特定騒音や振動、低周波騒音が想定される。事業対象地はウランバートル駅に近い工業地域であり、センシティブ・レセプター <sup>12</sup> からの距離も約 80m 確

<sup>12</sup> 最も近くにあるセンシティブ・レセプターは、アクセス道路からさらに一本道を挟んだところにある第 38 学校である。アクセス道路から直線で約 80m の場所にあり、また、学校の周辺には樹木が植えられている。第 38 学校に

					保されているため、実質的な負の影響は小さいが、適切な騒音・振動低減対策は必須である。 (供用後)本プロジェクトの実施で交通量が増え、恒常的に特定騒音や振動、低周波音が発生する可能性がある。事業対象地域は工業地域にあり、センシティブ・レセプターからの距離も一定以上は確保されているため、実質的な負の影響は大きくないと考えられるが、適切なモニタリングと必要に応じた対策が重要となる。
地形、地質	C/B-	D	B-	D	(工事中)事業対象地域の地盤は軟弱ではなく(地形、地質や土地の安定性については、別途、詳細な自然条件調査が実施された。)、本プロジェクトが地形変化をもたらす等の影響はない。一方、アクセス道路の拡幅に伴い、切土や盛土、ドンド川土手部分の築堤が計画されており、一部地形、地質への影響が想定されるが、そもそも、事業対象地域はウランバートル駅に近い工業地域にあり、周辺に学術上又は希少性の観点から重要とされる地形及び地質 <sup>13</sup> は存在しない。よって、地形・地質への影響は軽微であるといえる。
住民移転	C/B-	D	B-	D	(工事前) 住民移転が発生する予定はないものの、アクセス道路の整備に伴い、ウランバートル鉄道他、数件の民間企業の用地取得が必要となる <sup>14</sup> 。
貧困層	C	C	D	B-	(工事中)今回の事業において住民移転は予定されておらず、負の影響はないものと考えられる。 (供用後)事業対象地は工業地域にあり、ゲルに住む約 7 世帯以外には、貧困世帯を含め一般世帯がないため、ほとんど影響はないものと考えられる。また、貧困層ではないものの、自家用車をもたない人々(交通弱者)に対しては、アクセス道路沿いに歩道を設けるなどの配慮が必要となる。
雇用や生計手段等の地域経済	D	C/B+	D	B+	(供用後)鉄道で南北に分断されている「ウ」市の現状を改善し、かつ交通渋滞を緩和し都市機能を回復させるという観点から、跨線橋の建設が「ウ」市全体の経済にプラスの効果をもたらす。また、よりミクロの視点からも、事業対象地区は工業地域であり、交通ネットワークの改善により、工場や倉庫群からの大型車両による輸送に便益をもたらす。
水利用	C	C	D	D	(工事中/供用後)現地調査により、鉄道の支線沿いに住んでいるゲル世帯約 7 世帯のうち、1 世帯が敷地内に井戸を持っていることが明らかとなったが、飲料水としての利用は行っていない。また、事業予定地から 130m 以上離れている上、当該工事による地下水汚濁の要因がほとんどないことから、水利用に係る影響はないと考えられる。

次いで、プロジェクト対象地に近いのは、鉄道の支線沿いに住んでいるゲル世帯であり、工事が行われると想定される場所より 100m の地点に居住している。(図 8.1.1 参照)

<sup>13</sup> 先述『道路環境影響評価の技術手法(2007年改訂版)』(編集・発行 財団法人道路環境研究所)によれば、地形及び地質に係る環境影響評価は、「学術上又は希少性の観点から重要とされる地形及び地質」を対象に行くと説明されている。

<sup>14</sup> 対象用地の正確な規模や補償金額等については、後述 8.5(3)用地取得・住民移転の規模・範囲に詳しい。

既存の社会インフラや社会サービス	B-	C	B-	B-	(工事中)工事中、交通渋滞が発生する。また、建設時には、鉄道への影響、ユーティリティへの影響がある。 (供用後)道路整備で交通インフラは改善されるが、交通量の増加などによる交通事故等の影響が考えられる <sup>15</sup> 。また、アクセス道路沿いに歩道を設けるなど自家用車をもたない人々(交通弱者)への配慮も必要となる。
景観	B-	B-	B-	B-	(工事中／供用後)構造物の大きさを考えれば、一部、景観への影響は避けがたいものの、事業対象地は、工業地域にあるため、実質的な負の影響は大きくないと考えられる。周辺の景観に関連して、ウランバートル駅前の道路の拡幅に際し、緑化地帯の樹木を一部伐採する必要が生じるため <sup>16</sup> 、対応策が必要となる。
ジェンダー	C	C	D	D	住民移転が生じる場合には、特に、ジェンダーの視点からの配慮が重要となるが、本プロジェクトにおいては、住民移転は想定されておらず影響はないものと考えられる。
子供の権利	C	C	D	D	住民移転が生じる場合には、子供の権利の視点からの配慮が重要となるが、本プロジェクトにおいては、住民移転は想定されておらず影響はないものと考えられる。
HIV/AIDS 等の感染症	C	D	D	D	(工事中)関連 NGO <sup>17</sup> へのインタビュー調査からは、2012年4月の時点で国内の HIV/AIDS 感染者数は 106 人であること、また、「モ」国においては、主な感染経路が同姓間の性交渉であることが明らかとなった。加えて、実際には、「ウ」市以外からの建設作業員の大規模な流入は想定されておらず、新たに、感染症等が広がる可能性は限定的である。
労働環境(労働安全を含む)	B-	D	B-	D	(工事中)国内法 Mongolian Law on Labour Safety and Hygiene(2008)に基づき、建設作業員の労働環境・安全に配慮する必要がある。
事故	B-	B-	B-	B-	(工事中)工事中の事故に対する配慮が必要である。 (供用後)交通量の増加や走行速度が速くなることによる交通事故の発生・増加の可能性が生じる。

評価区分:

A+/: 重大な影響が見込まれる。

B+/: 多少の影響が見込まれる。

C+/: 本表作成時には不明であるが、調査が進むにつれて明らかになる場合も十分考慮に入れ、検討すべき項目とする。

D: ほとんど影響は見込まれない。

<sup>15</sup> 下表からは、交通量の増加と交通事故の間に単純な相関関係は認められず、交通事故防止には、より多面的な、かつハード、ソフト両面からの対策が必要であることが想定される。

Items200620072008200920101Registered vehicles (nos.)176,716200,288230,044265,572303,7442Fatal injury (cases)5304553724154473Serious injury (cases)2,0131,4431,2851,4311,4974Death rate (per 10,000 vehicles)29.922.716.1715.6214.715Death rate (per 100,000 people)18.715.4112.4113.6414.48 出典: UNESCAP-Status Paper on Road Safety 2010, Mongolia

<sup>16</sup> 現地調査の結果からは、約 20 本程度の低木を伐採する必要があることが分かっている。加えて、現在、多くの苗木を植樹し始めており、実際に用地取得を行う際には、その状況もあわせて確認する必要がある。

<sup>17</sup> 2012年4月25日に National AIDS Foundation (NAF)という NGO にインタビューを実施した。NAF では、特に、男性同性愛者、女性性産業従事者、麻薬常用者、移動労働者(ロシア国境、中国国境付近)、鉱山労働者を対象とした啓蒙活動を実施しているとのことであった。

## 8.4 環境影響に対する回避・緩和策とモニタリング計画

### (1) 回避・緩和策

予測される環境影響に対する回避・緩和策は、次表に示すとおりである。

表 8.4.1 予測される環境影響に対する回避・緩和策

段階	要素	影響回避・緩和策	実施機関 (責任機関)	費用 (MNT)
工事前/ 工事中	大気汚染	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 砕石・砂等の骨材置き場周辺、大型トラックや建設機械の稼働により粉塵等が発生する場所では、シートカバー、散水による防塵対策を実施する。</li> <li>・ 工事用車両による周辺大気環境への影響軽減のため、運行経路や時間への配慮、走行速度の制限遵守、建設機材の適切なメンテナンスなどを実施する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 施工業者(PIU)</li> <li>・ 施工業者(PIU)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 建設工事費に含まれる</li> <li>・ 建設工事費に含まれる</li> </ul>
	廃棄物	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 建設廃棄物はリサイクルに努めるとともに、リサイクル出来ない建設廃材や建設残土に関しては、「モ」国国内法に従って、適宜、許可業者に引き渡し、「ウ」市指定の廃棄物処理場にて処理を行う。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 施工業者(PIU)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 建設残土処理、運搬費用は、建設費に含まれる。</li> </ul>
	土壌汚染	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 建設機材用オイル等有害物質を含む建設資機材は日常点検を徹底し、外部への漏出がないよう注意するとともに、定期的なオイル交換時に必要な交換部品を取り替える。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 施工業者(PIU)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 建設機材の管理費用は建設費に含まれる。</li> </ul>
	騒音・振動	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 低騒音・低振動型の建設機械及び工法(例:油圧式または無振動式のハンマークラブ)を採用するなど、その低減に努める。</li> <li>・ 杭基礎の施工は、回転圧入鋼管杭など、騒音、振動が少ない工法を優先的に採用する。</li> <li>・ 必要に応じて工事用仮囲いや防音壁を設置し、騒音の環境基準遵守に努める。</li> <li>・ 夜間の施工時間を制限する、工事用車両の運行経路・時間に配慮する、建設機械及び車両からの不必要な騒音、振動を防止するため適切なメンテナンスを実施する等の基礎的対策も実施する。</li> <li>・ 工事中には、騒音のモニタリングを実施し、環境対策の適切な運用に配慮する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 施工業者(PIU)</li> <li>・ 施工業者(PIU)</li> <li>・ 施工業者(PIU)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 建設費に含まれる。</li> <li>・ 建設工事費に含まれる。</li> <li>・ 建設工事費に含まれる。</li> </ul>
	地形・地質	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 高架橋以外のアクセス道路部は、周辺施設利用者に支障がないよう、既存の地盤高からの高低差を少なくする設計を行う。</li> <li>・ 「ウ」市により計画されているドンド川改修・護岸工事との整合性を確保するとともに、堤防を計画する際は、護岸工、</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 施工業者(PIU)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 道路計画は詳細設計費に含まれる。</li> <li>・ 護岸工事等は、建設工費費に含まれる。</li> </ul>

		根固め工を計画し、増水の場合に堤防機能が損失しないように配慮する。		
住民移転	<ul style="list-style-type: none"> <li>必要となる用地取得、補償手続きを「ウ」市道路局、資産管理局が中心となり、適切に実施する。その際には、JICAの用地取得に係る方針、用地取得の規模やその補償・支援内容をまとめたLand Acquisition and Resettlement Report (LARP) を参考とすること。</li> </ul>	「ウ」市資産管理局／PIU	<ul style="list-style-type: none"> <li>29Billion MNT</li> </ul>	
既存の社会インフラや社会サービス	<ul style="list-style-type: none"> <li>交通渋滞を引き起こさないよう、工事車両の運行経路、運行時間などに配慮するとともに、交通整理員の配置を義務付ける。</li> <li>跨線橋建設に際しては、鉄道線路上の送出し架設が出来るだけ短い時間で終了する工法を採用するとともに、鉄道ダイヤへの影響を最小限に留めるようウランバートル鉄道と十分な協議・調整を行う。</li> <li>アクセス道路沿いの既存施設利用者の移動を確保する。</li> <li>大規模なユーティリティの移設を伴う計画を極力避ける。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>施工業者/交通警察・(PIU)</li> <li>施工業者(PIU)</li> <li>設計コンサルタント</li> <li>設計コンサルタント</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>交通整理は、「ウ」市交通警察が担当する。</li> <li>建設費に含まれる。</li> <li>詳細設計費に含まれる。</li> <li>詳細設計費に含まれる。</li> </ul>	
景観	<ul style="list-style-type: none"> <li>多柱式橋脚により、近隣の見通しを確保するよう努める。</li> <li>アクセス道路の拡幅のため、既存道路の中央部の緑化地帯の樹木を一部伐採する可能性があるが、根株移植が可能な場合は、根株移植を、難しい場合には、同種の植物を補植し、樹木本数の減少を防ぐ。</li> <li>(注)上記回避・緩和策は、供用後の対策と同じ。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>設計コンサルタント</li> <li>PIU</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>詳細設計費に含まれる。</li> <li>運営管理費に含まれる。</li> </ul>	
労働環境	<ul style="list-style-type: none"> <li>「モ」国の労働安全衛生関連の法規に基づき、建設作業員の労働環境・安全に最大限の配慮を行う。特に高所作業時の安全器具の着用、夜間作業時の証明設備の配置などを徹底する。また、必要に応じて国際労働機関等の定める労働安全衛生に係る国際的基準等も参照し、対策を講じる。具体的には、安全対策項目及び安全管理者の人数を契約書に明示することが望ましい。加えて、現場では、労働災害防止に係る安全設備の設置といったハード面での対策、作業員等に対する安全教育（月1回）、始業前点検・定期点検の実行や安全パトロール（週1回）の開催などソフト面での対策の両方を講じる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>施工業者(PIU)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>作業員の安全、衛生管理費は建設工事費に含まれる。</li> </ul>	

	事故	<ul style="list-style-type: none"> <li>労働安全衛生面からの緩和策は上述の通りである。</li> <li>交通安全面からの対策として、工事の着工に先立ち、交通警察署と十分な協議・調整を行い、その指導に従う。</li> <li>工事車両の搬出搬入口及び誘導路付近における安全確保のため、交通整理員を配置して、歩行者等の安全を確保するとともに周辺において交通渋滞等を起こさないよう適切な誘導を行う。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>施工業者(PIU)</li> <li>施工監理コンサルタント/PIU</li> <li>施工業者</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>コンサルタント施工監理費に含まれる。</li> <li>交通整理員の配置は建設工事費に含まれる。</li> </ul>
供用後	騒音・振動	<ul style="list-style-type: none"> <li>本プロジェクトにおいては、橋梁部のジョイント部の数が少ない連続桁方式の採用を検討中であり、結果として車両がジョイント部を通行した際に発生するとされる騒音・振動が緩和される。</li> <li>適宜モニタリングを実施し、必要が生じた場合には、遮音壁等を設置するなど対策を取る。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>設計コンサルタント</li> <li>PIU/UB市道路局</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>詳細設計費に含まれる。</li> </ul>
	貧困層(交通弱者を想定)	<ul style="list-style-type: none"> <li>アクセス道路において、歩行者のための歩道を確保する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>設計コンサルタント</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>詳細設計費</li> </ul>
	既存の社会インフラや社会サービス	<ul style="list-style-type: none"> <li>アクセス道路において、歩行者のための歩道を確保する。</li> <li>供用後の安全対策として、速度制限表示等の交通標識や信号の適切な設置、中央分離帯の設置等により交通安全対策を講じる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>設計コンサルタント/施工業者</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>安全対策は詳細設計費、施工費に含まれる。</li> </ul>
	事故	<ul style="list-style-type: none"> <li>供用後の安全対策として、速度制限表示等の交通標識や信号の適切な設置、中央分離帯の設置等により交通安全対策を講じる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>設計コンサルタント/施工業者</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>安全対策は詳細設計費、施工費に含まれる。</li> </ul>

## (2) モニタリング計画

本プロジェクトにおいては、環境管理計画(Environmental Management Plan: EMP)を作成し、環境管理を行う。EMP 実施報告書は道路運輸省が年に一度作成し、環境緑化省がその内容を審査することになっている。このうち、環境モニタリング (EMoP) は、その重要な活動項目の一つであり、その実施体制等の詳細は下記の通りである。

### i) 実施体制

道路運輸省および「ウ」市で組織される事業実施ユニット(PIU)が基本的な環境モニタリング(EMoP)実施の責任を担い、環境基準が遵守されているか管理する。また、モニタリングに必要な環境検査には、必要に応じて国家専門検査局職員や「ウ」市 Bayangol 地区の環境検査官が立会う。



表 8.4.2 環境モニタリング(EMoP)の実施体制と各機関の役割

No.	組織	事業との関連	責任と役割
1	ウランバートル市道路局 (UBRD)	監督官庁	<ul style="list-style-type: none"> <li>EMoP 実施に必要な調整を担当し、EMoP に関する施工業者およびコンサルタント等の調整を行う。</li> <li>年間 EMoP 実施報告書の確認を行う。</li> <li>EMoP 実施報告書を、国家専門検査機関および環境緑化省へ提出する。</li> </ul>
2	事業実施ユニット (PIU)	実施組織 (MRT およびウランバートル市により組織される)	<ul style="list-style-type: none"> <li>施工業者の環境管理の実施状況を確認する。</li> <li>施工業者およびコンサルタントの環境管理の実施に係る調整を行う。</li> <li>EMoP 実施の促進</li> <li>EMoP に沿ったモニタリング実施</li> <li>EMoP 年間実施報告書の提出</li> <li>次年度 EMoP 計画の作成</li> </ul>

\* EMoP: 環境モニタリング計画

ii) モニタリング項目

本調査で実施した環境社会配慮調査および DEIA 結果を踏まえ、本プロジェクトの実施時に JICA がモニタリングする環境項目を下記の通り設定した。なお、施工中におけるモニタリングの頻度は、実質的な作業期間が 5 月から 10 月に限定されていることから、夏季と冬季の 2 回を基本とした。

a) 大気

測定項目	測定レンジ	測定単位	環境基準	測定頻度
SO <sub>2</sub>	24 時間平均	μg/m <sup>3</sup>	30	工事中：年 2 回(6 月/11 月) 供用後：年 1 回 (供用後 2 年)
CO	8 時間平均	μg/m <sup>3</sup>	10,000	
NO <sub>2</sub>	24 時間平均	μg/m <sup>3</sup>	40	
粉塵(TSP)	24 時間平均	μg/m <sup>3</sup>	100	工事中：年 2 回(6 月/11 月)

Note; 環境基準：MSN4585:2007

なお、測定箇所は下記の通りとする。

測定地点	緯度	経度
Railway Fire Station	47°54'33.84"N	106°52'32.32"E
Railway Passenger's Wagon Depot	47°54'31.10"N	106°52'18.29"E
Southeastern corner of Gobi Factory	47°54'13.49"N	106°52'16.68"E
Dundgol Railway Bridge	47°54'22.27"N	106°52'13.41"E
East of Ajilchin intersection	47°54'14.33"N	106°51'23.63"E

b) 騒音／振動

エリア	単位	環境基準	測定頻度
騒音	dB	07:00-22:00: 60dB (16 時間平均)	工事中：年 2 回(6 月/11 月) 供用後：年 1 回 (供用後 2 年)
		22:00-07:00: 45dB (8 時間平均)	
振動	dB	07:00-20:00: 65dB	
		20:00-07:00: 60dB	

Note; 騒音環境基準：MSN4585:2007, 振動環境基準：日本国環境省 (商業地域)

なお、測定箇所は下記の通りとする。

測定地点	緯度	経度
V1 No.38 School	47°54'35.52"N	106°52'44.51"E
V2. Logistic Company	47°54'28.25"N	106°52'36.59"E
V3. Intersection of Ajilchin Raod	47°54'14.40"N	106°51'21.80"E
V4. Dundgol Railway Bridge	47°54'19.19"N	106°52'13.83"E
V5. Gobi Factory	47°54'10.05"N	106°52'13.73"E

c) 水質

水質に対する影響は小さいと考えられるが、通常モンゴル国における河川近傍の工事ではモニタリング対象となり、また先に行なわれた DEIA でモニタリングを実施することが推奨されていることから、下記項目をモニタリング項目とする。モニタリング時期は、河川の凍っていない時期に適宜年 1 回とする。

調査項目	単位	環境基準	測定箇所	測定頻度
pH	-	6.5-8.5	ドンドゴル川 2 箇所	工事中：年 1 回(4~5 月)
BOD	mg/l	3	ドンドゴル川 2 箇所	
COD	mg/l	10	ドンドゴル川 2 箇所	

Note;環境基準 MSN 4586-1998

d) 土壌

本プロジェクトでは、鋼橋に適用する大量の鋼製工場製品を現場に仮置きすることになるが、これらの部材の殆どはメッキや塗装などの防食処理が施され、これらの防食材に Cd、鉛を含有するものを使用する可能性が高い。このため、鋼製部材を仮置きするヤード内では、これらの項目についてモニタリングを行なう。

調査項目	単位	環境基準	測定箇所	測定頻度
Cd	mg/kg	3	施工ヤード内指定箇所	工事中：4 月と 10 月の年 2 回
Pb	mg/kg	100		

Note: 環境基準：MNS 5850:2008

e) 廃棄物

工事中の産業廃棄物（建設廃材・残土）の運搬量モニタリングを行なう。建設期間中、指定の処分場へ運搬された産業廃棄物の総量を毎月モニタリングする。

f) その他

施工期間中のモニタリング項目として、下記を設定する。

交通整理員の配置状況

植樹の状況

作業員等に対する安全教育、安全点検等の実施状況

苦情対応状況

iii) モニタリングフォーム

1. Responses/Actions to Comments and Guidance from Government Authorities and the Public						
Monitoring Item				Monitoring Results During Report Period		
Number of Responses/Actions to Comments and Guidance from Government Authorities				Twice a year during construction Once a year during operation for Two years		
2. Pollution						
(1) Air Quality (Ambient Air Quality)						
Item	Unit	Measured Value (Mean)	Measured Value (Max.)	Country's Standards	Referred International Standards	Remarks (Measurement Point, Frequency, Method, etc.)
SO <sub>2</sub>	µg/Ncm			30 (24 hour)	-	Semiyearly (June & Nov.) during Construction, Once a year during operation.
NO <sub>2</sub>	µg/Ncm			40 (24 hour)	-	
CO	µg/Ncm			1*10 <sup>4</sup> (8 hour)	-	
Dust(TSP)	µg /m <sup>3</sup>			150(24 hour)	-	
(2) Water Quality (Effluent/Wastewater/Ambient Water Quality)						
Item	Unit	Measured Value (Mean)	Measured Value (Max.)	Country's Standards	Referred International Standards	Remarks (Measurement Point, Frequency, Method, etc.)
pH	-			6.5 – 8.5	-	Upstream entry point and downstream exit point of Dund River within the project area (Yearly in April to May during construction)
BOD	mg/L			3	-	
COD	mg/L			10	-	
(JP: Ministry of Environment of Japanese )						
(3) Soil Quality						
Item	Unit	Measured Value (Mean)	Measured Value (Max.)	Country's Standards	Referred International Standards	Remarks (Measurement Point, Frequency, Method, etc.)
Cd	mg/kg			3	-	Semiyearly (April & October)
Pb	mg/kg			100	100 (WHO)	
(4) Noise/Vibration						
Item	Unit	Measured Value (Mean)	Measured Value (Max.)	Country's Standards	Referred International Standards	Remarks (Measurement Point, Frequency, Method, etc.)
Noise Level/ Vibration Level	dBA			07:00-22:00: 60dB 22:00-07:00: 45dB	70 (Industrial & Commercial)/ WHO	50m in distance from construction site./ Semiyearly during construction and once a year during operation.
(5) Waset						
Monitoring Item		Location of Disposal Site		Monitoring Results During Report Period		
Solid Wastes (ton/day) Unsuitable Soil (m3/day)				Monthly during Construction		
3. Others (Every Month)						
Monitoring Item				Monitoring Results During Report Period		
Security Guard for Traffic Control				Number and location		
Planting				Number of Trees and its location		
Safety Measures for Construction				Safety Education to Labors: (Date and Content) Safety Patrol :(Date and Result of the Patrol)		
Grievance Adjustment				Number of Response / Received		

## 8.5 用地取得・補償手続き

### (1) 法的枠組み

「モ」国においては、1990年代以降の民主化、市場経済化の過程の中で、新憲法の制定に始まり、民法、商法や各種の行政法等、新規立法あるいは法改正が次々と行われてきた。用地取得に関連して、特に重要と考えられるのは、1992年に制定された新憲法、1994年に制定されその後改定が繰り返された土地法、2002年に制定された土地私有化法である。

#### i) 憲法(the Constitution)

1992年憲法第6条は、まず第1項において、「土地およびその下層土、森林、水、動物、植物、その他の自然資源は国家主権に服し、国家の保護を受ける。」と規定している。また、同条第2項においては、「土地は、その付属物たる地下資源、森林、水資源、鳥獣を含め、国家が所有する。」と定めている。ただし、「モンゴル国民が私有する土地を除く」となっており、モンゴル国民による土地の私的所有の可能性を認めるものとなっている。これを受けて、同条第3項においては、「国家は、牧草地および公共または特別用地を除く一定の土地を、モンゴル国民の私的所有とすることが出来る。」と記されている。この規定は、地下資源には適応されないことや、後述の通り、土地の定義規定が複雑である点に注意する必要がある。

#### ii) 土地法 (the Land Law)

憲法の規定を受け、1994年には最初の土地法が制定され(翌1995年4月より施行)、その後、国を挙げての土地の私有化をめぐる議論を経て、2002年には同法が大幅に改定されている。この土地法にもとづき、土地は、「所有」(owned land)、「保有」(possessed land)、「使用」(used land)に区別されると同時に、モンゴルの全国土は原則として国有であること、土地の私有はモンゴル人にも認められること、ただし、牧草地、および共同保有・利用地または国家の特別用地はモンゴル人によっても私的所有の対象にはならないことが規定された。

土地の「保有」と「使用」のいずれについても、然るべきレベルの地方行政庁の土地管理当局の許可を得ること、および土地管理当局との契約に従って土地を利用・管理することが必要であるとされる。また、「保有」を認められる土地の用途は、住居・家庭生活、企業活動に限定される(同法28条)とともに、その用途に応じて保有可能な最大面積が定められている(同法29条)。保有許可の期間は15年から60年までと幅があり、一回につき最大40年間の延長が可能である(同法30条1項)。また、外国籍の企業を含め外国人には土地の「保有」は認められておらず(27条2項)、土地管理当局の許可を得て「使用」することが出来るのみである。使用許可の期間は最大5年間となっているが、一度につき最大5年間、何回でも延長が可能である。また、土地の保有者には、自由にその土地を他人に売買・譲渡したり、貸したりする権利はないが、土地管理当局の許可を得れば、当初の保有期間の範囲内で保有権を移転することが可能である。

同法では、保有契約期間内の用地取得の補償についても規定が示されている。同法43条において、保有者(possessor)には、代替地の提供と市場価値にもとづいた建造物への補償が約束されているものの<sup>18</sup>、詳細は、個別の協議に基づく約定にゆだねるとしている。

<sup>18</sup> 「ウ」市の資産管理局(Dept. of Property Relations)への問い合わせでは、建造物の補償費については、公共事業

また、保有者には、約定で特定されない限り、約定締結後 90 日以内に土地を明け渡す義務が課されている。

### iii) 土地私有化法 (the Law on Land Allocation for Mongolian Citizens for Ownership)

土地の私的所有は、土地法の改正と同じ 2002 年に「土地私有化法」が成立し(翌年 5 月より施行)、土地法とは別に、この法律が定めるところとなった。同法によると、都市部、郡および村落の中心部などの定住地域において、公共施設、放牧地、森林、水源地、道路、ライフライン用地等を除く土地で、且つ、地方行政庁の提案に基づき各議会が定めた土地を国民(世帯単位で)に 1 回限り無料で分与するというものである。私有化される土地は、家庭用と事業用に分けられ、家庭用土地は 1 世帯当り、首都で 0.07 ヘクタール、県庁所在地で 0.35 ヘクタール、郡および村落中心部で 0.5 ヘクタールとされる。登記申請期間は、当初、2004 年 5 月までの 1 年間とされていたが、私有化の進捗率は低く、その後、複数回期限が延長され現在に至っている。

同法では、32 条第 1 項において、(1)国防・国家安全に関わる場合、(2)科学技術発展や環境観測のための施設を建設する場合、(3)国家レベルの道路ネットワーク等を構築する場合に限り、土地収用( eminent domain)を認めており、その際の補償についても、37 条で規定している。それによれば、代替地を提供する場合は取得対象地と同等かそれ以上の価値を持つ土地とすること、土地と建造物は適正価格(市場価格)で補償すること等が規定されている<sup>19</sup>。

#### (2) 用地取得・住民移転に係る法制度比較

モンゴル国では、先述の通り、土地法、土地私有化法が、用地取得・住民移転に係る法制度の中心をなす。同法が規定する「モ」国の用地取得・住民移転に係る方針と、JICA ガイドライン、及び世界銀行の OP4.12 等で規定される方針とを比較し、その違いを下表の通りまとめる。主要な違いとしては、次の 6 点が挙げられる。

- 「モ」国においては、土地の法的権利を持たない者(non-titled occupants)は、補償<sup>20</sup>・生計回復支援<sup>21</sup>の受給権者と見なされない。
- 「モ」国においては、(代替地を提供しない場合の)土地に対する補償は、政府規定の補償価格に基づき算出されている。
- 「モ」国においては、被影響物件への補償費算出に際し、減価償却費を控除する。
- 「モ」国においては、通常、収入補償や生計回復支援等は行われない。
- 「モ」国においては、苦情処理メカニズムの構築や住民協議、情報公開が義務付けられていない。
- 「モ」国においては、カットオフデート<sup>22</sup>の明確な規定がない。

---

費の予算化に際し採用される Government Resolution No.336(2010)記載の費用をもとに算出することであった。

<sup>19</sup> 土地私有化法では市場価格に基づく補償が示されているものの、実際には、成熟した土地市場が存在しないため、Cabinet Resolution No. 103 (2003)の基準値 MNT13,200/m<sup>3</sup>~MNT44,000/m<sup>3</sup>を基に補償額を算定後、地権者と個別協議をしている。

<sup>20</sup> 補償(compensation)とは、プロジェクトに伴い移転もしくは用地取得が生じる場合に支払われる補償金、または代替地や代替構造物のことを指す。

<sup>21</sup> 生計回復支援(ここでは rehabilitation の訳として用いている)とは、生活再建のための補償を保管する支援・対策を指す。

<sup>22</sup> カットオフデート(cut-off date)とは、プロジェクトによって影響を受ける被影響人口を決定する足切り日のことで

表 8.5.1 用地取得・住民移転に係る法制度比較

	「モ」 国関連法	JICA／世界銀行規定 <sup>23</sup>	本プロジェクトの方針
用地取得／ 住民移転	土地法 42 条、43 条、及び土地私有化法 32、37 条によれば、国家レベルのニーズやプロジェクトに対し、土地収用権 (eminent domain) が認められている。地方レベルのプロジェクトの場合、通常、立退き要求をするとともに、補償案を提示するという方法を取っている。 用地取得に係る協議、契約に関しては、民法 5 章 1 条、6 条、7 条、8 条、109 条、112 条等で規定されている。	用地取得は認めるものの、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なければならないとしている。	ルート選定および道路線形検討段階において、可能な限り住民移転および大規模な用地取得が発生しないよう配慮を行う。
補償の受給権者 Eligible Project Affected Persons (PAPs <sup>24</sup> )	土地法 35 条、38 条、土地私有化法 27 条において、所有された土地 (owned land) に関してだけでなく、保有された土地 (possessed land) に関しても、土地管理当局の許可を得れば、当初の保有期間内で保有権を移転することが可能とされる。 土地に対する法的権利を持たない者、不法占拠者は、土地の譲渡の権利、その見返りとしての補償の受給の権利ともにならないとされる。 民法においては、法的権利を有しないものの、15 年以上に及び占有を続けた場合には、占有権を認めるとしている。	土地に対する法的権利を有する者に加え、法的権利は有していないものの権利の請求 (recognizable claim) が可能である者は、再取得価格に相当する補償と生計回復に相当する補償と生計回復支援の受給権者として認められている。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者については、土地の補償の受給権者とはならないが、移転支援 (必要に応じて土地、その他の資産、現金、雇用など) ならびに必要なに応じてその他の支援が提供される。	本プロジェクトにおいては、取得対象となる用地は、全て保有地 (possessed land) であり、全 PAPs は土地に対する法的権利を有している。よって、全 PAPs が補償・生計回復支援の受給権者である。
土地に対する 補償	事業主 (中央政府、地方政府) と地権者の契約交渉により決まる。 実際には、法定価格 (Cabinet Resolution 103, 2003 等) を基準に補償費概算を算出し、地権者との協議・交渉を行うという形をと	(同様のサイズ、同等の価値を持つ) 代替地の提供、あるいは再取得価格に基づく補償を提供することとなっている。	全取得、又は残地の経済価値がなくなる場合には、PAP は、以下から選択し、補償を受ける。 i) 同様サイズ、同様価値の代替地;

あり、これ以降対象地に流入してきた者等は補償の対象と見なされない。通常、被影響人口センサス調査開始日に設定される。

<sup>23</sup> 世界銀行においては、Operational Manual OP4.12 Involuntary Resettlement (December 2001, Revised February 2011) が、また、JICA においては「国際協力機構 環境社会配慮ガイドライン」(2010 年 4 月) が用地取得・住民移転に対する対応策を規定する文書となっている。加えて、JICA のガイドラインにおいては、「2.6 参照とする法令と基準」の項目で、「社会環境配慮等に関し、プロジェクトが世界銀行のセーフガードポリシーと大きな乖離がないことを確認する。」との記載があるため、世界銀行規定ともあわせて比較している。

<sup>24</sup> 被影響者・住民 (Project Affected Persons: PAPs) とは、ここでは主に、用地取得や住民移転など直接的な影響を受けたものを指す。

	「モ」 国関連法	JICA／世界銀行規定 <sup>23</sup>	本プロジェクトの方針
	る。代替地の提供は、影響を受ける面積が十分に大きい場合にのみ検討される。		ii) 再取得価格による金銭補償、あるいは政府法定価格による金銭補償のどちらか補償額の高い方を基準に個別協議を行い決定される補償金額 一方、部分的な取得、又は残地は利用可能な場合には、上記 ii) に基づき、金銭による補償を行う。
構造物に対する補償	事業主(中央政府、地方政府)と地権者の契約交渉により決まる。  実際には、公共事業の予算化に際して採用されている価格(Cabinet Resolution 336, 2010)、あるいは市場価格を基準に補償費概算を算出し、地権者との協議・交渉を行うという形をとる。その際には、減価償却費を控除する。	(同様のサイズ、同等の価値を持つ)代替構造物の提供、あるいは再取得価格(影響を受ける構造物と類似のもしくはそれ以上の面積及び質を備えた代替構造物を建築するため、または部分的に影響を受ける構造物の修繕のための建材の市場価格に、建築現場までの建材の輸送費、人件費及び請負料、ならびに登録税及び譲渡税を加えた額) に基づく補償を提供することとなっている。また、PAPs には、構造物の撤去に際して発生する建材等の回収が認められる場合がある。	公共事業の予算化に際して採用されている価格(Cabinet Resolution 336, 2010)、あるいは市場価格を基準に、再取得価格の概算を算出する。
生計回復支援	事業主(中央政府、地方政府)と地権者の契約に、通常、生計回復手段にかかる項目は含まれていない。	下記に列挙される通り、プロジェクトによっては、多様な生計回復支援策が補償されている。 ・ 生計基盤が再構築されるまでの間の所得保障 ・ 移転後の経済的支援 ・ 職業訓練の提供や融資の提供等その他の支援	左記に示す生計回復支援を行う。
移転支援	登記手続き、登記料の支払い、その他移転費用については、契約時に両者間で協議・決定する必要がある。	登記手続き、登記料の支払い、その他移転費用については、補償額に含まれる。	登記手続き、登記料の支払い、その他移転費用を補償する。
苦情処理メカニズム	土地法 60 条において、土地に係る係争は各行政区の長への陳情、あるいは法的手段を通しての解決が想定されている。	適切な苦情処理メカニズムを構築することが必須となっている。	UB 市に用地取得 WG <sup>25</sup> を設立し、苦情処理を行う。

<sup>25</sup> 用地取得ワーキンググループ (WG) については、後述の(3)用地取得・住民移転の規模・範囲、iv)実施体制とスケ

	「モ」国関連法	JICA/世界銀行規定 <sup>23</sup>	本プロジェクトの方針
情報公開と住民協議	住民協議と情報公開に関する規定はなし。しかしながら、用地取得が契約に基づいて実施されているため、全地権者との契約に係る協議は行われている。	補償内容や生計支援の内容に関しては、PAPs の意見が十分反映されるよう PAPs との協議が必須である。また、住民移転計画に関しては、住民協議を開催し、そのドラフト案の段階、最終案の段階で広く公開するとともに、PAPs とその内容について十分に協議することが求められる。	住民協議を行い、用地取得計画について情報を公開する。
カットオフデート	特に規定なし。	国内法で特に規定がない限り、全 PAPs を対象としたセンサス調査開始日に設定される。あるいは、十分な告知がされるという前提で、取得対象用地が正式に確定した日とすることもある。	2013 年 5 月 10 日付けで、UB 市資産管理局よりカットオフデートが決定された。これを受けて、「ウ」市 Web サイトへの掲載、関連する地権者への個別告知という形で公表する。
道路用地 (ROW <sup>26</sup> )	「モ」国 BNbD (Building Norms and Regulations) 6.24 項によれば、市域内の主要道路に関しては、車線の幅員 3.5m、歩道の幅員 1.5m が必要とされており、ROW は 20m から 25m とされている。	基本方針に、「モ」国法との相違点はなし。	都心部の施工であり、用地取得を最小限にするため、施工が可能な最低限の範囲（必要道路幅の両側にそれぞれ 1.0m を加えた幅）を ROW と定義する。

### (3) 用地取得・住民移転の規模・範囲

#### i) 事業対象地の経済調査

建設事業対象地域の地権者および活動内容は下記の通りである。

表 8.5.2 建設事業対象地域の地権者の活動内容

	地権者名	活動内容	従業員数	居住者数
PAP-01	Jamzam LLC	車両販売	8	0
PAP-02	SJBU LLC	車両販売		
PAP-03	UB Railway Mongolian-Russian Cooperation	鉄道会社の維持管理施設、倉庫等	-	0
PAP-04	Badral LLC	ガソリンスタンド	7	0
PAP-05	Railway Department 2	車庫	120	0
PAP-06	Railway system's Commercial business center	事務所	78	0
PAP-07	Just Group LLC	ガソリンスタンド	7	0
PAP-08	Railway Fire Station	鉄道施設用消防所	128	
PAP-09	Road transport service center of Railway	ガソリンスタンド	—	0
PAP-10	Khuvsgul Trade LLC	燃料輸入会社	16	0

ジュールに詳しい。

<sup>26</sup> ここでは、鉄道や道路用地のことを指す。英語では Right of Way (ROW) という。



PAP-11	Tsuurden LLC	建設重機置き場	-	0
PAP-12	Gatsuurt LLC	自動車修理施設	5	0
PAP-13	NOTS LLC Khuvsgul Trade LLC	輸送会社	100	0
PAP-14	Mon Carotage LLC (Zorigbaatar)	輸送会社	35	0
PAP-15	Erdenebaatar	輸送業・アパート経営	1	4
PAP-16	Erdenebayar	車庫／倉庫	1	3
PAP-17	Molgotulkhuur LLC	不動産業	15	0

(注)上記のうち、PAP-15 および PAP-16 は個人営業で、住居も併設している。PAP15 は、4 人家族(夫婦+子供 2 人)月収は当りの収入は、アパートの家賃で 4 百万 Tg/月に加えて不定期な輸送業による収入がある。PAP-16 は、3 人家族(夫婦+子供 1 人)で収入は約 1.3 百万 Tg/月である。

ii) 用地取得面積と影響を受ける施設

本調査で検討された代替案については、各案ごとに被影響構造物の建築面積を算出し、先方政府関係者と協議を行った。協議を経て選定された案に対し、詳細調査を実施し、以下の点が明らかとなった。

- ・ 本プロジェクトに係る用地取得の対象地は、所有地(owned land)ではなく、全て保有地 (possessed land)である。
- ・ 本プロジェクトにおいて住民移転は発生しない。

以下に、本プロジェクトで必要となる用地取得および影響を受ける施設の一覧表を示す。地権者毎詳細なデータは、用地取得・住民移転計画書（付属資料-10）に記載している。

表 8.5.3 用地取得面積一覧表

	地権者名	土地利用	用地面積 (m <sup>2</sup> )	用地取得面積 (m <sup>2</sup> )	取得面積率 (%)
PAP-02*	SJBU LLC	商業	1,000	63.2	6.3
PAP-03*	UB Railway Mongolian-Russian Joint Venture	商業	58,546	375.6	0.6
PAP-03(2)*	UB Railway Mongolian-Russian Joint Venture	緑地	15,450	3,410	22.1
PAP-05*	Railway Department 2	商業	15,207	1,919.1	12.6
PAP-06*	Railway system's Commercial business center	商業	15,149	4,701.8	31
PAP-07*	Just Group LLC	商業	2,000	512.4	25.6
PAP-08*	Railway Fire Station	鉄道施設	4,559	1,890.0	41.5
PAP-09*	Road transport service center of Railway	鉄道施設	28,215	1,786.4	6.3
PAP-10*	Khuvsgul Trade LLC	商業	26,887	687.5	2.6
PAP-11	Tsuurden LLC	商業	1,311	797.6	60.8
PAP-12*	Gatsuurt LLC	商業	10,918	147.7	1.4
PAP-13	NOTS LLC	商業	2,797.2	2,797.2	100
PAP-14	Mon Carotage LLC	商業	1,727.5	1230	71.2

	地権者名	土地利用	用地面積 (m <sup>2</sup> )	用地取得面積 (m <sup>2</sup> )	取得面積率 (%)
PAP-15*	Erdenebaatar	商業+ 集合住宅**	1,000	400.0	40
PAP-16*	Erdenebayar	商業	1,124	488.2	43.4
PAP-17*	MongolTulkhuur LLC	商業	17,285	559.6	3.2
合計				21,766	

出典 JICA Study Team

Note: \* 部分的な用地取得に留まる PAP' s

\*\*集合住宅の移転は必要としない。

表 8.5.4 移転の対象となる施設建造物の種類

番号	建造物の種類	単位	数量	備考
PAP-01	基礎付の鋼製フェンス	m	50	
PAP-02	基礎付の鋼製フェンス	m	20	
PAP-03	基礎付の鋼製フェンス	m	120	
PAP-03(2)	鋼製フェンス	M	477	
PAP-04	ガソリンスタンド施設(給油施設+屋根)	式	1	
PAP-05	ガソリン貯蔵タンク	式	1	
	2階建て事務所	m <sup>2</sup>	2,304	1箇所
	1階建て事務所(レンガ積み)	m <sup>2</sup>	106.2	3箇所
	コンクリート土台	m <sup>2</sup>	54.6	
	コンクリートパネル	M	117	
	基礎付の鋼製フェンス	m	26	
	ガレージ(木製)	m <sup>2</sup>	1100	1箇所
PAP-06	野菜貯蔵庫	m <sup>2</sup>	2,138	3箇所
	コンクリートパネル	M	220	
PAP-08	1階建て事務所	m <sup>2</sup>	1206.6	1箇所
	トタン製屋根	m <sup>2</sup>	12.6	1箇所
	コンクリート土台	m <sup>2</sup>	124.5	
	噴水施設	箇所	1	
	基礎付の鋼製フェンス	m	235	
PAP-09	2階建て事務所	m <sup>2</sup>	829	1箇所
	ガードマン用小屋	m <sup>2</sup>	62	2箇所
	コンクリート土台	m <sup>2</sup>	135	
	木製・フェンス/金網	M	210	
PAP-10	コンクリートパネル	M	65	
	基礎付の鋼製フェンス	m	16	
PAP-11	コンクリートロック小屋	m <sup>2</sup>	15	1箇所
	簡易便所	箇所	1	
	基礎付の鋼製フェンス	m	176	
PAP-12	コンクリートパネル	M	44	
PAP-13	1階建て事務所	m <sup>2</sup>	245.6	1箇所
	1階建て事務所(プレハブ)	m <sup>2</sup>	1000	1箇所
	1階建て事務所(レンガ積み)	m <sup>2</sup>	50	1箇所
	ガレージ(レンガ製)	m <sup>2</sup>	72.5	1箇所
	コンクリート土台	m <sup>2</sup>	120	
	高圧発電機小屋	箇所	1	
	簡易便所	箇所	1	
	給水ポンプ小屋	箇所	1	
	基礎付の鋼製フェンス	m	320	
PAP-14	1階建て事務所(プレハブ)	m <sup>2</sup>	133	1箇所
	1階建て事務所(レンガ積み)	m <sup>2</sup>	36	1箇所

	ビニールハウス	m <sup>2</sup>	288	2 箇所
	簡易便所	箇所	1	
	コンクリートパネル	M	244	
PAP15	木製・フェンス/金網	M	37	
PAP-16	木製小屋	m <sup>2</sup>	52	2 箇所
	簡易便所	箇所	1	
	木製・フェンス/金網	M	53	
PAP-17	基礎付の鋼製フェンス	m	150	

出典 JICA Study Team

### iii) 補償・支援の具体策

影響を受ける施設等への補償方法は、表 8.5.5 のとおり整理される。また、補償・支援策実施に係る費用については表 8.5.6 に示す。また、これらの費用に関しては、本プロジェクトの事業化に際し、MRT がプロジェクト費用の一部として確保する予定である。

表 8.5.5 補償・支援実施策一覧表

損失の種類	補償受給資格者	補償パッケージ	実施要領	責任機関
商業用地（全取得又は残地の経済価値がなくなる場合）	土地保有者 (Possessor)	<ul style="list-style-type: none"> <li>面積や価格、立地、ユーティリティ整備状況等に鑑み、同等の価値を持つ土地の提供。また、同地に関しては、土地法に従い、上限 60 年の土地保有権を付与。</li> <li>代替地が見つからない場合、あるいは金銭による補償を希望する場合は、再取得価格による金銭補償、あるいは政府法廷価格による金銭補償のどちらか補償額の高い方を基準に地権者と個別協議を行い補償金額を決定する。<sup>27</sup></li> <li>移転用地の調査補助</li> </ul>	1) 対象者との協議	PIU/ 用地取得WG
			2) 現地区画調査による補償対象用地・施設の特定	用地取得WG
			3) 価格の査定/ 代替地の準備	用地取得WG
			4) RAPの作成	用地取得WG
			5) RAPの承認	PIU
			6) 補償内容の公開	用地取得WG
			7) 用地取得契約書の交換	用地取得WG
			8) 地権者への支払い	用地取得WG
商業用地(部分的な取得；残地は利用可能な場合)	土地保有者 (Possessor)	<ul style="list-style-type: none"> <li>取得面積分の金銭補償を行う。その場合、再取得価格による金銭補償、あるいは政府法廷価格による金銭補償のどちらか補償額の高い方を基準に地権者と個別協議を行い補償金額を決定する。<sup>28</sup></li> </ul>	同上	同上
建造物 (全施設)	土地保有者 (Possessor)	公共事業の予算化に際して採用されている価格(Cabinet Resolution 336, 2010)、あるいは市場価格のどちらか高い方を基準に再取得価格を算定し、構造物や植栽等の再建又は移設費用の全額を補償する。その際、減価償却費は控除しない。	同上	同上

<sup>27</sup> 実際には、成熟した土地市場が存在せず、適切な再取得価格の算出が難しいため、多くの国際機関プロジェクトにおいて、Cabinet Resolution No. 103 (2003)の基準値 MNT13,200/m<sup>3</sup>~MNT44,000/m<sup>3</sup> を基に補償額を算定し、その後、地権者と個別協議を実施するという方法が取られている。

<sup>28</sup> 注 28 と同じ。

生計回復支援 ／企業収入	被影響企業	一時的な閉鎖に対し、閉鎖期間の企業収入を補償する。その間の従業員の給与に関しては、従業員に直接支払われる。 恒久的に閉鎖し、移転する場合、事業主が新しい事業を開始するまでの間に必要な資金の支払いを含んだ事業の復興支援を行う。実際には、移転が必要な企業に対しては、i)移転が必要となる時期に先立ち、代替地を提供する、あるいは ii)代替地の提供が難しい場合には、事業主が新しい事業を開始するまでの間に必要な資金を補償する。その際の補償の上限値は純利益1年分までとする。	<ul style="list-style-type: none"> <li>対象者との協議</li> <li>対象者の社会経済調査</li> <li>収入損失の計算</li> <li>対象者への支払い</li> </ul>	PIU/ 用地取得 WG
生計回復支援 ／従業員収入	被影響従業員	一時的な休業(temporary employment loss)に対し、閉鎖期間の収入を補償する。 恒久的な失業(permanent employment loss)が発生した場合には、当該 PAP に対し、給与3ヶ月分の賠償を行う。加えて、必要に応じて、職業訓練の提供等を行う。		
引越し・移設 の補助	物理的に移動 が必要な人全 員	以下の項目について、市場価値に基づく実費を補償する。 <ul style="list-style-type: none"> <li>移転先の土地開発費</li> <li>移転先への引越し費用</li> <li>引越しに係る費用</li> <li>新しい移転先の調査費用</li> <li>受け入れ地域との協議費用</li> <li>引越し時の仮設住居にかかる費用</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>対象者との協議</li> </ul>	用地取得 WG

#### iv) 用地取得、補償・支援等に必要コスト

用地取得に係る費用を下記の条件に基づき算出した。当金額は、下記の条件に基づき算定した。

- 「ウ」市では、商業目的の保有地の市場価格が存在しないことから、再取得に必要な手続き、および2012年までに実施されたADBによる道路整備事業で適用された保有地の用地取得費、ならびに、「ウ」市が設定している Bayangol 地区における土地の基礎価格を調査し、これらを包括し得る価格(26,400MNT/m<sup>2</sup>)を「再取得価格」として設定した。
- 施設の取壊し、移転等に必要施設補償費は、「ウ」市の不動産市場価格、2012年に実施されたADB道路事業で実際に適用された補償価格を参考にして設定した。
- ウランバートル鉄道施設の補償費は、ウランバートル鉄道から「ウ」市道路局に対して提出されたレター(2013-3-27 Letter No.13/394)に基づいたものである。また、ウランバートル鉄道は上記レターの中で、プロジェクトで取得された用地に対しては、金銭補償ではなく代替地の付与を希望している。
- 被影響企業に対する営業補償は、本調査で作成した用地取得・簡易住民移転計画(付属資料-10)に基づき算出した。

表 8.5.6 用地取得・移設費用

タイプ	単位	単価 (MNT)	数量	金額 (MNT)
<b>1. 用地取得費</b>				
保有地	m <sup>2</sup>	26,400	21,766	574,622,400
小計1				<b>574,622,400</b>
<b>2. 施設補償費用</b>				
ガソリンスタンド施設(3 給油施設+屋根)	式	100,000,000	1	100,000,000
ガソリン貯蔵タンク	式	200,000,000	1	200,000,000
2階建て事務所	m <sup>2</sup>	1,350,000	3,133	4,229,550,000
1階建て事務所	m <sup>2</sup>	619,270	1206.6	747,211,182
1階建て事務所 (プレハブ)	m <sup>2</sup>	509,800	1133	577,552,420
1階建て事務所 (レンガ積み)	m <sup>2</sup>	380,316	244.2	92,873,167
ビニールハウス	m <sup>2</sup>	50,000	288	14,400,000
ガレージ (木製)	m <sup>2</sup>	509,800	1100	560,780,000
ガレージ (レンガ製)	m <sup>2</sup>	380,316	72.5	27,572,910
トタン製屋根	m <sup>2</sup>	50,000	12.6	630,000
コンクリートロック小屋	m <sup>2</sup>	45,000	15	675,000
ガードマン用小屋	m <sup>2</sup>	380,316	62	23,579,592
野菜貯蔵庫	m <sup>2</sup>	509,800	2,138	1,089,952,400
コンクリート土台	m <sup>2</sup>	195,000	434.1	84,649,500
噴水施設	item	2,500,000	1	2,500,000
高圧発電機小屋	item	15,000,000	1	15,000,000
簡易便所	item	246,000	4	984,000
給水所	item	6,000,000	1	6,000,000
コンクリートパネル	M	87,500	690	60,375,000
鋼製フェンス	M	87,000	477	41,499,000
木製・フェンス/金網	M	30,000	300	9,000,000
基礎付の鋼製フェンス	m	45,000	1113	50,085,000
小計 2				<b>7,934,869,171</b>
営業補償 PAP-04	ヶ月	2,250,000	3.0	13,500,000
営業補償 PAP-06	ヶ月	12,700,000	6.0	76,200,000
営業補償 PAP-07	ヶ月	4,500,000	1.0	4,500,000
営業補償 PAP-11	ヶ月	15,000,000	3.0	45,000,000
営業補償 PAP-13	ヶ月	40,000,000	6.0	240,000,000
営業補償 PAP-14	ヶ月	10,000,000	6.0	60,000,000
営業補償 PAP-16	ヶ月	2,500,000	3.0	7,500,000
小計 3				<b>446,700,000</b>
<b>4. 移設手続き費用</b>				
公証料 (1) (MNT 1 to 10 Million)	式	10,000	6	60,000
公証料 (2) (MNT 10 to 25 Million)	式	25,000	2	50,000
公証料 (3) (MNT 25 to 50 Million)	式	50,000	1	50,000
公証料 (4) (MNT 50 to 100 Million)	式	100,000	2	200,000
公証料 (5) (MNT 100 to 500 Million)	式	200,000	1	200,000
公証料 (6) (MNT 500 million or more)	式	300,000	5	1,500,000
地籍調査	式	50,000	17	850,000
サービス料	式	5,000	17	85,000
財産権登録料	式	12,000	17	204,000
小計				3,199,000
<b>4. 移設支援</b>				
コンテナの移動	個	250,000	55	13,750,000
鋼製貨車の移動	個	350,000	1	350,000
ゲル (作業用)	個	100,000	2	200,000

タイプ	単位	単価 (MNT)	数量	金額 (MNT)
移転企業の引越し代(PAP 11, 13, 14) <sup>29</sup>	式	5,000,000	3	15,000,000
小計				29,300,000
6. 賃貸料				
ガレージ賃貸料 (PAP-08)	日	30,000	180	5,400,000
小計				5,400,000
合計 (MNT)				<b>8,994,090,571</b>

#### v) 実施体制とスケジュール

本プロジェクトの実施に当たり、「ウ」市役所内に用地取得ワーキンググループ(以下「ウ」市WG)を組織する。「ウ」市WGのメンバーは下記の通りである。また、「ウ」市WGは、影響を受ける用地の確定と、用地・施設の補償額の詳細査定を実施する。事業開始に際し、MRT内に組織されるPIUは、「ウ」市WGにより実施される用地取得の進捗を管理し、MRTに報告する義務を負う。

- 1) Bayangol 地区長 (委員長)
- 2) ホロール長 (副委員長)
- 3) 「ウ」市用地取得専門家
- 4) 「ウ」市道路局代表
- 5) 「ウ」市資産管理局<sup>30</sup>代表
- 6) PAPs の代表
- 7) 政府に認可された市民団体または NGO の代表

#### a) 内部モニタリング

内部モニタリングは、i) 用地取得関係機関の実施管理、ii) PAPs の権利の保護、iii) 補償費用の迅速な支払い、iv) 適時な苦情処理を目的として実施される予定である。「ウ」市WGは、用地取得の手続きを行い、この経過を毎月PIUに報告する。PIUは、四半期に一度、この報告書を整理しMRTに提出する。用地取得手続きが完了した時点で、「ウ」市WGは作業完了報告書を作成し、MRTに提出する。また、国家専門検査庁(State Professional Inspection Agency; SPIA)は、用地取得に関係する組織に対し、「モ」国の関連法規に基づいて個別に監査を行うこととなっている。

#### b) 外部モニタリング

外部モニタリングは、i) 用地取得に係る一連の対策の有効性、インパクト、持続性についての評価、ii) 補償条項が遵守されているかの評価、iii) 将来的な改善策にむけた教訓抽出を目的として実施される。事業の詳細設計時における最終的な用地取得計画が確定した時点で、PIUは、本プロジェクトに係る用地取得を評価するための外部モニタリング組織(External Monitoring Agency: EMA)を設立する。EMAのメンバーとしては、プロジェクト経費によって雇用されるコンサルタントやNGO関係者、大学関係者が想定されている。EMAは、用地取得に係る関連作業が開始される一年目の後半より、年に一度、

<sup>29</sup> 移転企業の引越し費用は、企業施設全体が別の土地に移転となる企業について計上した。

<sup>30</sup> 2013年の組織改変により、土地管理局と資産管理局が統合され、局名は資産管理局となった。

最低 4 年間モニタリングを継続し、報告書を PIU に提出することとなっている。EMA の運営に係る費用は、プロジェクトの運営管理費の一部として MRT より予算措置される必要がある。EMA が行うモニタリング内容としては、下記項目が想定される。

- PIU が提出する内部モニタリング報告書のレビュー
- (必要な場合には)対象エリアの社会経済状況の再調査
- 用地補償の内容、営業補償の内容の妥当性の評価
- 事業前と事業後の生活水準の評価
- 移転後の PAPs の満足度に関する評価
- 手続きのコンプライアンスに対する評価
- ステークホルダーとの協議実施状況の評価

c) 実施スケジュール

下記に用地手続きの実施スケジュールを示す。

関連作業項目	1 <sup>st</sup> Year				2 <sup>nd</sup> Year				3 <sup>rd</sup> Year				4 <sup>th</sup> Year				5 <sup>th</sup> Year				6 <sup>th</sup> Year							
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
事業の詳細設計																												
入札/施工																												
住民協議																												
地籍調査の実施																												
影響する用地・施設等の確定																												
用地取得計画の修正																												
補償費等の算定																												
PAPs への補償枠組みの公開																												
用地取得計画の承認																												
支払い手続きの開始																												
移設・移転用地の確保																												
建物等の補修・回復工事																												
生計回復支援の実施																												
内部モニタリング																												
外部モニタリング																												
苦情処理委員会の設置																												

図 8.5.1 用地取得実施スケジュール

vi) 苦情処理メカニズム

各ホロール長(Khoroo Governor)は、住民からの苦情を受けとり、苦情処理フォームに記録をおこなう。これらの苦情記録はホロール長がサインし、苦情者にコピーを渡す。ホロール長は、苦情記録を取りまとめ、週 1 回、審議のために WG に提出する。WG で 2 週間以内に解決できない苦情に対しては、バヤンゴル地区長(District Governor)に申し立てされ、1 週間以内に解決される。地区長の提案は、最終案として地区代表者会議(Citizens' Representative Khural)に伝えられる。それでも苦情が解決されない場合には、原告から裁判所へ提訴される。

表 8.5.7 苦情処理手続きの流れ

No.	手続きの内容	期間
ホロール長への苦情申し立て		
1	ホロール長は苦情処理フォームを作成し、WGに報告する。 WGは苦情に対処し、苦情申立者に報告する。	2週間以内
<解決しない場合>		
2	WGは苦情内容を地区長へ申し送る。	1週間以内
	地区長は、苦情に対処し解決策を地区代表者会議で提案する。 人民代表会議は解決に向けた解決策を実行する。	1週間以内
<解決しない場合>		
3	裁判所手続き	無期限



vii) 内部モニタリングフォーム(案)

Land acquisition and resettlement activities	Planned total	Unit	Progress in Quantity			Progress in %		Expected Completion Date	Responsible Organization
			During the quarter	Till the last quarter	Up to the quarter	Till the last quarter	Up to the quarter		
<b>Preparation Stage</b>									
Employment of consultants		Man-Month							PIU/WG
Implementation of Census Survey (incl. Socioeconomic Survey)									PIU/WG
Public Consultation (1 <sup>st</sup> )		Date							PIU/WG
Finalization of LARP		Date							PIU/WG
Finalization of PAPs List		No. of PAPs							PIU/WG
Public Consultation (2 <sup>nd</sup> )		Date							PIU/WG
<b>Implementation Stage</b>									
Progress of Compensation Payment									
PAP-		No. of entities							PIU/WG
PAP-		No. of entities							PIU/WG
PAP -		No. of entities							PIU/WG
PAP -		No. of entities							PIU/WG
Progress of Land Acquisitions									
PAP -		ha							PIU/WG
PAP -		ha							PIU/WG
PAP -		ha							PIU/WG
PAP -		ha							PIU/WG
Progress of Livelihood Rehabilitation Measures/ Enterprise-based Income									
PAP -		No. of entities							PIU/WG
PAP -		No. of entities							PIU/WG
PAP -		No. of entities							PIU/WG
PAP -		No. of entities							PIU/WG
Progress of Relocation Assistance									
PAP -		No. of entities							PIU/WG
PAP -		No. of entities							PIU/WG
PAP -		No. of entities							PIU/WG
PAP -		No. of entities							PIU/WG
Number of Grievance Adjustment									
PAP -		responded / received							WG
PAP -		responded / received							WG
PAP -		responded / received							WG
PAP -		responded / received							WG

## 8.6 住民協議

### (1) 第1回住民協議

JICA 調査団の協力のもと、ウランバートル市道路局は、環境影響評価を実施した ENVIRON 社と協力し、スコーピング案作成後の 2012 年 7 月 27 日(金)に第 1 回住民協議を開催することとした。開催予定日の約 5 日前には、近隣世帯 9 世帯、近隣企業 7 社を訪問し、会議開催の通知書(当日の議案を含む)を手渡すとともに、参加を依頼している。また、ウランバートル鉄道や環境系 NGO2 団体への会議参加依頼も行っている。予定通り 7 月 27 日に開催された第 1 回住民協議の概要は下表の通りである。

表 8.6.1 第 1 回住民協議結果

第 1 回住民協議	
日時	2012 年 7 月 27 日 午後 2 時から 4 時
場所	スーリ株式会社会議室
参加者	合計 26 人 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 「ウ」市道路局担当者 1 名</li> <li>・ 「ウ」市土地管理局担当者 1 名</li> <li>・ 調査団関係者 4 名</li> <li>・ ウランバートル鉄道 2 名</li> <li>・ 環境系 NGO2 団体から各 1 名</li> <li>・ その他、被影響企業より 16 名</li> </ul>
協議内容	<p>(プレゼンテーション)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 調査団が雇用した環境影響評価実施会社(ENVIRON 社)より、住民協議の主旨と、環境影響調査、用地調査の概要が説明された。</li> <li>・ 「ウ」市道路局担当者より事業内容が説明された。</li> </ul> <p>(質疑応答内容)</p> <p>質疑応答の内容は下記の通りである。人々の実際の関心を反映して、質問は用地取得に関連するものが中心となった。また、質問には、「ウ」市道路局担当者、「ウ」市土地管理局担当者が中心となり回答をしている。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ (被影響企業)プレゼンテーションで示された ROW より詳細な被影響用地が知りたい。そのような情報はいつ入手可能か。(回答:今後より詳細な ROW をもとに、被影響企業を個別に訪問し、調査する予定である。その際には、詳しい説明が可能である。)</li> <li>・ (被影響企業)特に線路上の跨線橋の橋幅が大きいように見えるが、それほど幅が必要なのか。(回答:跨線橋への合流部等の影響で幅広に思われるのであろう。本案が選ばれるまでには、複数の代替案を十分に検討している点、また、跨線橋の利便性を活かすための案ということで理解していただきたい。)</li> <li>・ (被影響企業)ウランバートル鉄道は、ロシアとモンゴルの共同事業であり、ウランバートル鉄道敷地内の用地に関しては、共同企業体への説明も必要と思われる。ウランバートル鉄道本社での同様の説明会の開催をお願いしたい。(回答:今後も住民協議が予定されているが、そこにウランバートル鉄道関係者を招くのか、こちらから説明に出向くのか、今後対応を協議させていただきたい。<sup>31)</sup></li> </ul>

<sup>31</sup> ウランバートル鉄道に対する補足説明を 2012 年 10 月 15 日に実施した。この際、ウランバートル鉄道からは、1)ウランバートル鉄道とウランバートル市の土地利用に関する条件、2)ウランバートル鉄道の施設の内容、3)将来における鉄道拡幅計画に関する説明を受け、これらに対して十分配慮した計画を実施するよう要請された。

	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ (被影響企業) 用地取得の難しさは理解できるが、このようなプロジェクトでは長期視点が極めて重要である。大型車両が通行でき、渋滞の起こらないある程度の規模の跨線橋とすべきである。(回答:「ウ」市土地管理局担当者が現行用地取得の問題点を説明し、理解を求めるとともに本プロジェクトでは長期的視点を大切にしている旨説明。)</li> <li>・ (被影響企業) 本説明会の開催に感謝する。これまでの事業は、被影響住民に相談無く実施されていたことが多い。したがって、事業実施前の段階で事業について情報提供があることは、被影響企業にとって、企業の将来計画を行なううえで大変有効であると考えます。</li> </ul>
--	---

(2) 第2回住民会議

環境社会配慮関連の調査が終了し、DEIA レポート (案)、簡易住民移転計画 (案) がまとまった2012年11月17日、ENVIRON社と協力し、第2回住民協議を開催した。開催予定日の7日前には、近隣企業8社を訪問し、5日前には近隣世帯5世帯に対して会議開催の通知書を手渡し、参加を依頼した。また、環境系NGO2団体への会議参加依頼も行っている。第2回住民協議の概要は下表の通りである。

表 8.6.2 第2回住民協議結果

第2回住民協議	
日時	2012年11月17日 午後3時から5時
場所	スーリ株式会社会議室
参加者	<p>合計26人</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 「ウ」市道路局担当者1名</li> <li>・ 「ウ」市土地管理局担当者1名</li> <li>・ 調査団関係者4名</li> <li>・ 近隣住民5名</li> <li>・ 環境系NGO団体から2名</li> <li>・ 被影響企業8社より13名</li> </ul>
協議内容	<p>(プレゼンテーション)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 調査団が雇用した環境影響評価実施会社(ENVIRON社)より、住民協議の主旨と、環境影響調査結果の概要、用地調査結果の概要が説明された。</li> <li>・ 「ウ」市道路局担当者より事業を取り巻く状況について説明された。</li> </ul> <p>(質疑応答内容)</p> <p>質疑応答の内容は下記の通りである。人々の実際の関心を反映して、質問は用地取得に関連するものが中心となった。また、質問には、環境コンサルタント(ENVIRON.LLC),「ウ」市道路局担当者、「ウ」市土地管理局担当者が中心となり回答をしている。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ (被影響企業) なぜ新しい道路をドンドゴル川の中(上)に建設しないのか?そうすれば、周りの企業に影響を与えなくて済むのでは?(回答:道路計画は、比較設計に基づき経済的で環境的にも最も影響の少ないルートを選定している。)</li> <li>・ (被影響企業) 影響する施設を全て見せて欲しい。(回答:計画図に基づいて、影響を受ける施設の概要を紹介し、用地取得に係る手続きについて概略を説明した。)</li> <li>・ (被影響企業) これまでのモンゴルの用地取得手続きには不満を感じている。最近ナルニーザムが拡幅され(自分の)用地が取得されているのに、さらに拡幅が必要なのか?(回答:国際機関のルールに従い用地取得を進める。また最近、用地取得に係る法律が見直されつつあり、今後「モ」国における用地取得手続きも改善されるであろう。用地取得については、公共の利益と市民の義務を熟慮</li> </ul>

	<p>し、是非協力願いたい。)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• (被影響企業) ROW が、貯水タンクの上を通っている。変更は可能か?(回答：この範囲は高架橋の区間であるため移転の必要は無い。)</li> <li>• (被影響企業) 道路建設には反対しないが、ROW ができるだけ自分の用地に掛からないよう調整して欲しい。補償を十分確保することも必要である。(回答：影響を受ける企業等には損失を与えないよう、補償を計画している。)</li> <li>• (被影響企業)「モ」国の基準と国際機関のギャップを調査し、国際機関のルールに従って用地取得を行うことは喜ばしいことである。</li> <li>• (NGO) 建設はいつごろ開始されるのか?(回答：想定では早くて 2016 年頃だと考えられる)</li> </ul>
--	--

## 第 9 章 施工計画の策定

### 9.1 施工計画の条件

#### (1) 工程計画の条件

モンゴル国において、コンクリート工事、アスファルト工事などの屋外施工可能時期は概ね 5 月～9 月末(5 ヶ月/年)である。この期間の稼働可能日数は、10mm 以上の降雨日(平均 6 日間)、日曜日(20 日)、休日(4 日間)を考慮すると約 120 日であり、5 ヶ月間の稼働率は約 **0.80** と想定される。屋外施工可能期間の短いモンゴル国では、工場製作や二次製品などを冬期に製作するなど、効率の良い施工計画を行う必要がある。

#### (2) 施工ヤード

架橋地点が鉄道敷地、稼働中の工場を含む市街地であり、施工ヤードとして使用できると考えられる敷地は、極めて限定される。現時点では以下の 2 箇所が想定される。

- ①ウランバートル鉄道施設用地(約 12,000m<sup>2</sup>)：ウランバートル鉄道が所有しており、物流業者にテナントの貸し出しを行っている。施設の老朽化により建物の更新が予定されている。
- ②西産業道路コンテナヤード(500m<sup>2</sup>)：本件事業により交差点改良を行うため、全面的な移設が必要となる。このため、用地買収が完了すると、施工ヤードとしての活用が可能である。

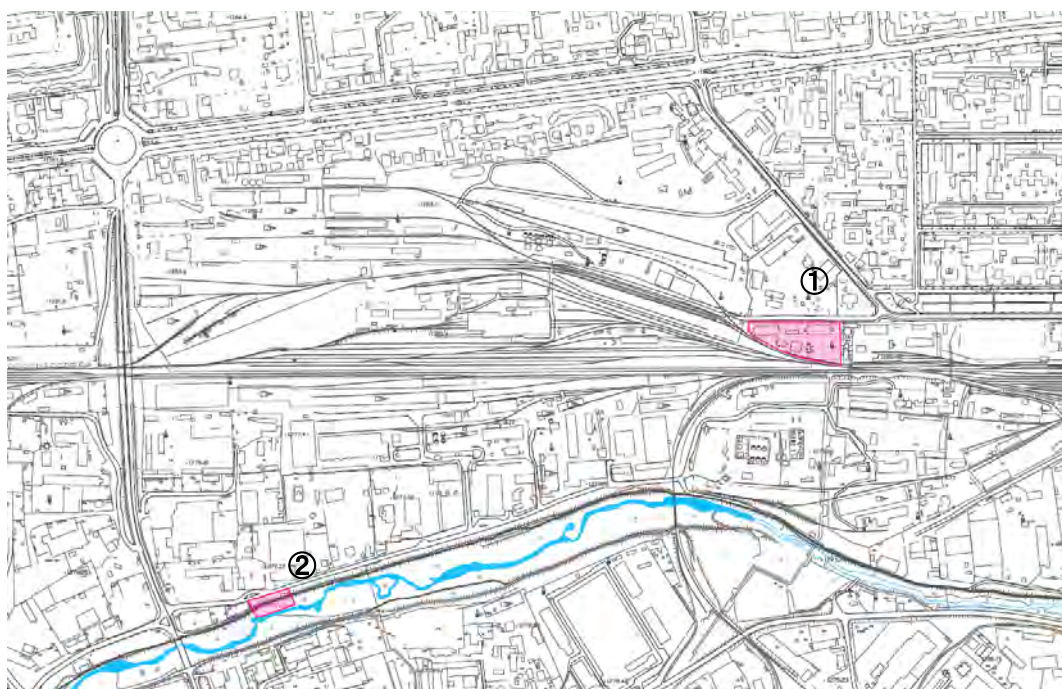


図 9.1.1 施工ヤードの候補地

### 9.2 施工計画の基本方針

#### (1) 資材・機材の調達と工程計画

屋外での施工可能な時期が 5 月～9 月と限定されていることから、それ以外の期間は工場製品の製作、資機材の調達、輸送などを効率的に組み合わせ、最短で施工を完了する計画を立案する。また、コンクリート、アスファルト等については、最寄りの既存プラント設備を最

大限活用する。

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
施工時期	厳冬期				屋外施工可能期間					厳冬期		
降雨時期						降雨期						
活動内容	工場製作・資機材輸送				コンクリート工事・舗装工事・桁架設工事					工場製作・資機材輸送		

図 9.2.1 工程計画の基本方針

(2) プロジェクトサイト周辺の状況

プロジェクトサイト周辺のコンクリートプラント、アスファルトプラント、土取場、採石場等は、ウランバートル市内の下記に示す位置を想定する。産業廃棄物処理場(ウランチョロット)までは、市内から1時間程度の運搬時間を要する。コンクリート工事については、5月～9月の短期間に市内の工事が集中するため、コンクリートの供給が不足することが想定される。このため、既存のプラントからのコンクリート供給量は、200m<sup>3</sup>/day程度を想定して施工計画を立案する。

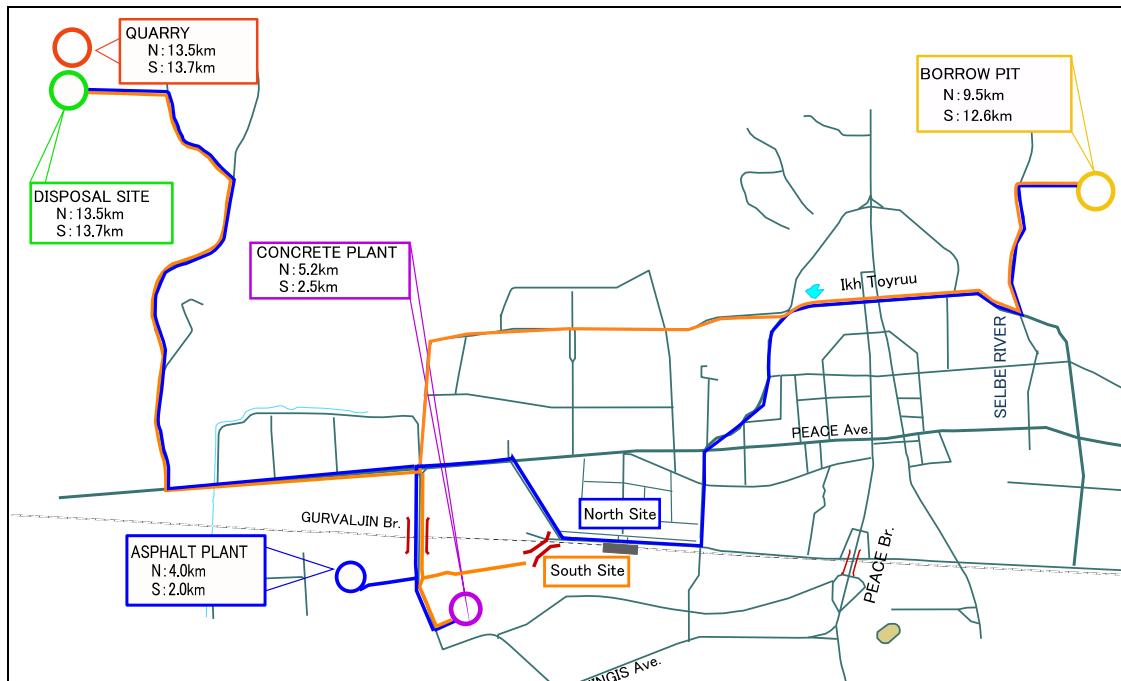


図 9.2.2 建設現場周辺の土取り場等

(3) 橋梁架設工法

高架橋架設は、鉄道や既存道路の状況に応じて、『送り出し工法』と『クレーン工法』の2つの工法を用いる。鉄道の本線は、国際旅客列車のダイヤの変更はできないが、貨物列車の調整は可能である。貨物列車の運行時間を調整して確保できる作業可能時間(Window Time)は、約6時間である。

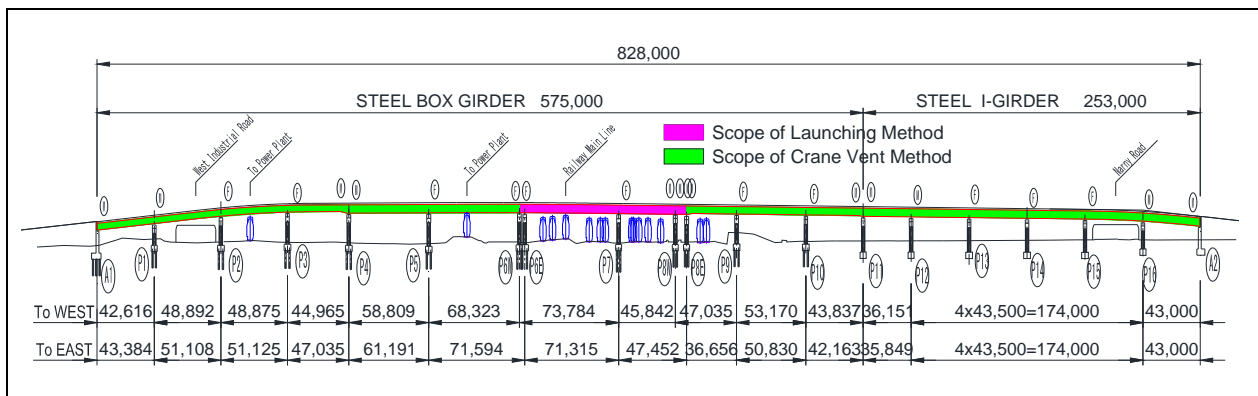


図 9.2.3 高架橋の架設工法

i) 跨線部(本線部)の架設工法

跨線部のうち、本線およびその前後の区間(P5-P8)は、列車の運行に支障を与えないよう、送り出し工法を適用する。油圧モーターとジャッキにより、組み立てた桁を送り出す工法で、太陽橋の跨線部の施工でも適用されている。本件では、曲線区間の架設となるため、難易度は高く十分な実績のある施工業者を選定する必要がある。

ii) その他の区間の架設工法

クレーンおよびベント(橋梁の桁を一次的に支える仮設の支柱)の設置が可能な区間は、最も一般的なクレーン・ベント架設を適用する。道路との立体交差部では、一時的に交通の切り回しが必要となるが、もっとも早く、経済的に架設することが可能である。

(4) 鉄道との近接施工

鉄道近接の施工は、線路から 2.5m 位置にフェンスを設置し、施工区域を明確にして工事を行う。また、鉄道の近隣で掘削工事等を実施する際は、鉄道管理者との協議に基づき、周辺地盤の変位(水平変位・沈下)および傾斜を測定し、計測管理を行いながら施工を行う。



図 9.2.4 送り出し架設の様子



図 9.2.5 クレーン・ベント架設の様子

### 9.3 直接工事

#### (1) 対象工種

本橋工事には、以下の工種より構成される。

表 9.3.1 対象工種一覧表

工 種	内 容		適 用
上部工 架設工	4 径間連続鋼箱桁 A1-P4	42.6 <sup>m</sup> +48.9 <sup>m</sup> +48.9 <sup>m</sup> +45.0 <sup>m</sup>	西行き
		43.4 <sup>m</sup> +51.1 <sup>m</sup> +51.1 <sup>m</sup> +47.0 <sup>m</sup>	東行き
	4 径間連続鋼箱桁 P4-P8	58.8 <sup>m</sup> +68.3 <sup>m</sup> +73.8 <sup>m</sup> +45.8 <sup>m</sup>	西行き
		61.2 <sup>m</sup> +71.6 <sup>m</sup> +71.3 <sup>m</sup> +47.9 <sup>m</sup>	東行き
	3 径間連続鋼箱桁 P8-P11	47.0 <sup>m</sup> +53.7 <sup>m</sup> +48.8 <sup>m</sup>	西行き
		36.6 <sup>m</sup> +50.8 <sup>m</sup> +42.2 <sup>m</sup>	東行き
	6 径間連続鋼桁 P11-A2	36.2 <sup>m</sup> +4×43.5 <sup>m</sup> +43.0 <sup>m</sup>	西行き
		35.8 <sup>m</sup> +4×43.5 <sup>m</sup> +43.0 <sup>m</sup>	東行き
	3 径間連続箱桁 P8-P11	47.0 <sup>m</sup> +53.7 <sup>m</sup> +48.8 <sup>m</sup> (本線 CL 長で表示)	ON ランプ
		36.7 <sup>m</sup> +50.8 <sup>m</sup> 42.2 <sup>m</sup> (本線 CL 長で表示)	OFF ランプ
橋梁床版工	鋼・コンクリート合成床版 A=20,000 <sup>m</sup> 2		
支承据付工	106 個		
伸縮装置設置工	4×17.780 <sup>m</sup> +32.98 <sup>m</sup> +2×6.390 <sup>m</sup> =116.88 <sup>m</sup>		7 箇所
橋面工	防水工、舗装工		A=16,600 <sup>m</sup> 2
下部工	橋台	本線、両方向一体構造、逆 T 式 : A1, A2	2 基
		ランプ	2 基
	橋脚	張出式、円柱、P1, P2, P3, P4, P5 両方向分離	10 基
		ラーメン式、円柱、P6, P7, P8, 両方向分離 オンランプ、オフランプ、張出式、円柱、 P9, P10	6 基 4 基
基礎工(杭)	回転圧入杭 φ1000	A1, P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9, P10	
道路工	補強土壁工		
	起点側道路延長	L=1,005 <sup>m</sup>	
	終点側道路延長	L=412 <sup>m</sup>	

#### (2) 工法の選定

本橋の橋脚 P2, P3, P5, P6, P7, P8, P9 は、鉄道線路に隣接した位置に計画されている。一方、支持地盤がやや深い A1~P10 には杭基礎を計画しており、杭施工の影響が鉄道運行に与える影響を最小限にする工法を選定する必要がある。本プロジェクトでは、同様の条件で施工実績(太陽橋)のある回転圧入鋼管杭を選定した。比較検討の詳細については「7.3 橋梁計画 (6) 基礎形式の選定」に示す。回転圧入杭は、先端に翼を取り付けた鋼管杭を全旋回型掘削機で地盤に回転圧入し、無廃土で施工を行うため、杭周辺の地盤を緩めず施工できることが特徴である。また、使用する回転掘削機が他の杭工法に比べ小型であるため、線路間の狭隘地の施工にも適した工法である。

本計画における回転圧入鋼管杭の施工要領を図 9.3.1 に示す。また、回転圧入鋼管杭工法の



施工手順を表 9.3.2 に示す。

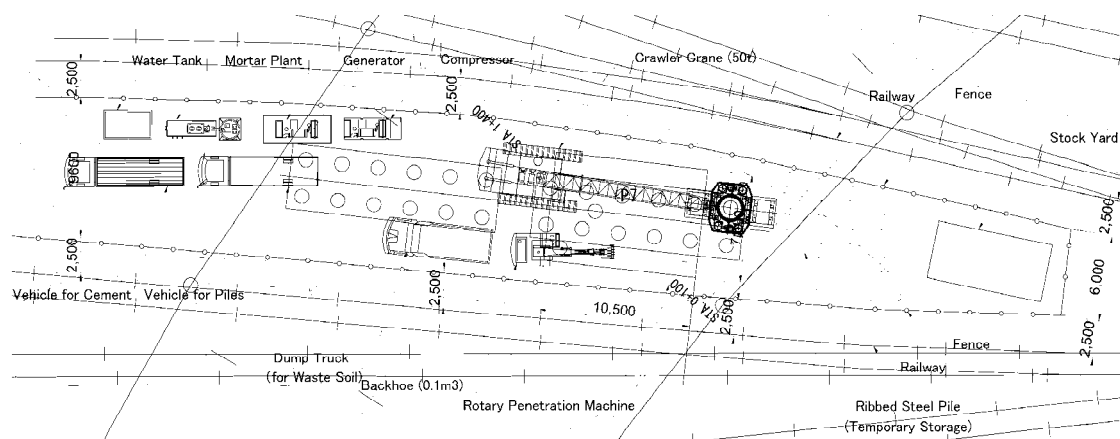


図 9.3.1 回転杭施工要領 (P7)

表 9.3.2 回転杭施工手順

1) 掘削圧入機設置	2) 鋼管杭建込み	3) 圧入
4) ヤットコセット	5) ヤットコ撤去	6) 掘削圧入機撤去

(3) 下部工

本橋の下部工は、一般部、幅員拡幅部(ランプの付加車線による)で異なる形式を採用している。これらは、経済性、施工性(材料の最小化、工期短縮)を検討のうえ選定したもので、橋台は「逆T式橋台」、一般部橋脚は「張出し式橋脚」、拡幅部橋脚は「ラーメン式橋脚」を採用した。施工計画は、隣接鉄道や供用道路の安全性、地下水位高、施工可能期間(5月から9月末まで)に留意して立案するが、杭基礎、直接基礎とも現道交通の切廻しを前提に、以下の手順で行う。

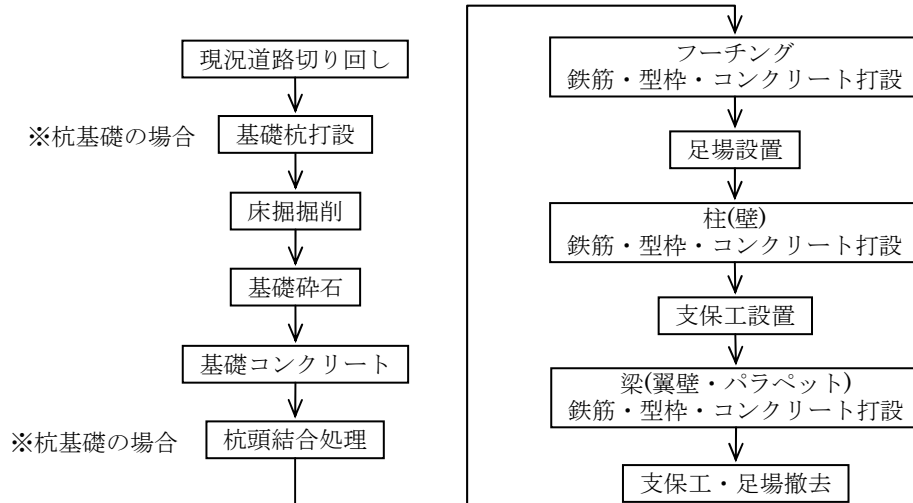


図 9.3.2 下部工施工手順

(4) 上部工

本橋の架設は、鉄道や既存道路の状況に応じて、『送り出し工法』と『クレーン工法』の2つの工法を用いる。

i) P6～P8 区間(本線部)の架設

P5～P8 間は平面的に S カーブの反転区間に位置し、曲線半径は最小 R200 である。桁の組み立て、送り出しヤードは P8 以降の橋梁区間を利用し、可能な範囲で仮ベンツを設置しての送り出し作業となる。また、送り出し時間は、鉄道のウインドウタイムより6時間で終了させることができる送り出し計画を策定する。

送り出し架設の施工順序を以下に、また図9.8に本橋の送り出し架設の要領図を示す。

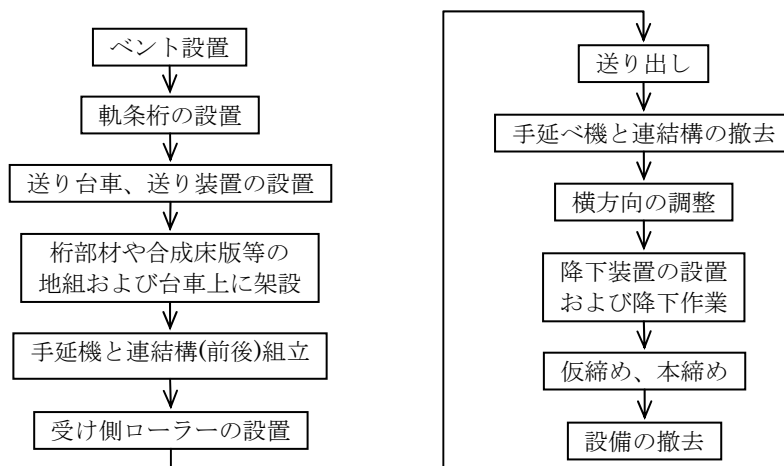


図 9.3.3 送り出し架設施工手順

# ERECTION PLANNING OF SUPER STRUCTURE (P6-P8 EAST)

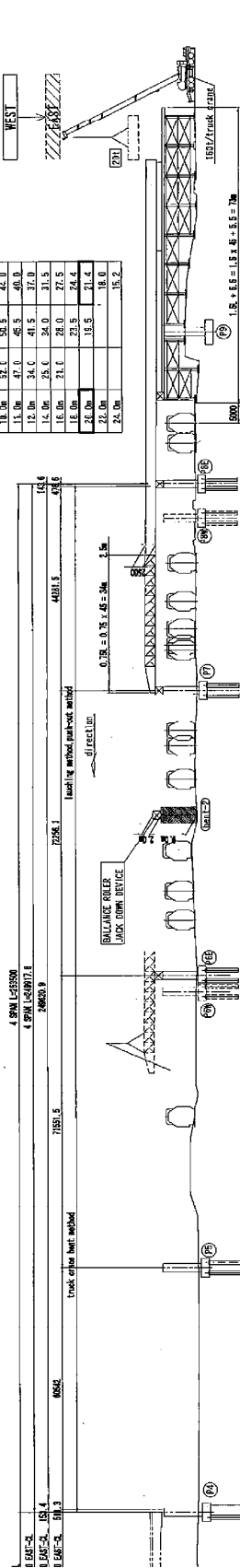
PROFILE S=1:500

P4~P6: truck crane bent method

P6~P8: launching method, push-out method

ERECTION STEP

Work Item	SERVICING CRANE ABILITY LIST (t)		
	13.0m boom	23.0m boom	31.0m boom
13.0m	32.0	50.0	44.0
15.0m	47.0	65.0	40.0
12.0m	34.0	41.0	37.0
14.0m	25.0	24.0	31.5
16.0m	21.0	26.0	27.5
20.0m		18.0	24.4
22.0m		15.5	21.4
24.0m		18.0	15.2



PLAN S=1:500

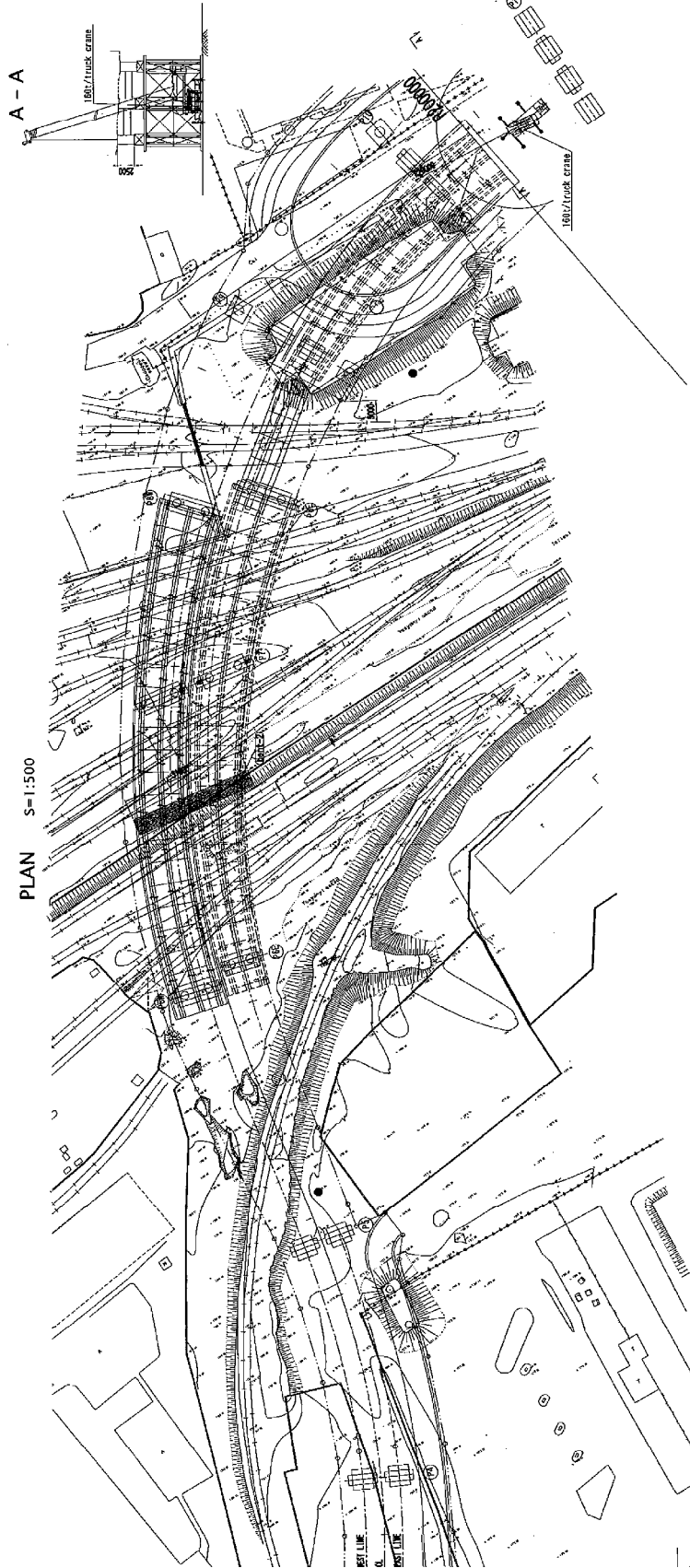


図 9.3.4 送り出し架設要領図

ii) A1～P6 区間、P8～A2 区間の架設

A1～P4 区間の架設は、施工進入スペースの整地とクレーン位置の整地を行うとともに、P1～P2 間の現道を確保できる位置にベントを設置しクレーン架設する。

架設順序は、クレーン配置の制約や効率性から図 9.3.5 に示す順序で行う。

P4～P6 区間の架設は、P6～P8 区間の送り出し架設が完了後に、施工進入スペースの整地とクレーン位置の整地を行うとともに、P5～P6 間の鉄道軌道確保できる位置にベントを設置してクレーン架設する。

架設順序は、クレーン配置の制約から図 9.3.6 に示す順序で行う。

P8～P11 区間およびランプ橋の架設は、施工進入スペースの整地とクレーン位置の整地を行うとともに、P8～P9 間の鉄道軌道確保できる位置にベントを設置しクレーン架設する。

架設順序は、クレーン配置の制約から図 9.3.7 に示す順序で行う。

P11～A2 区間の架設は、施工進入スペースの整地とクレーン位置の整地を行うとともに、必要に応じて隣接道路の交通確保のための切廻し、ベントを設置してクレーン架設する。

架設順序は、クレーン配置の制約から図 9.3.8 に示す順序で行う。

図 9.3.9～図 9.3.10 にクレーン・ベント架設の要領を示す。

また、P11～A2 WEST 上部工架設時は、現道交通を確保する必要がある。その場合、工事は交通量の少ない夜間とし、図 9.3.11 に示す迂回路で交通処理を行う。

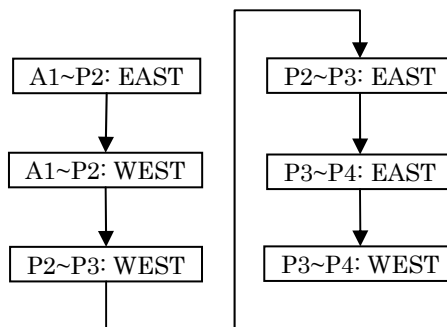


図 9.3.5 上部工架設順序 (A1～P4 区間)

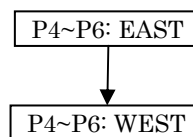


図 9.3.6 上部工架設順序 (P4～P6 区間)

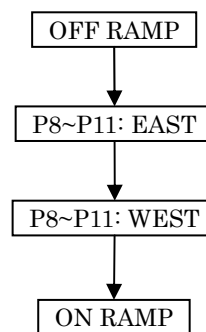


図 9.3.7 上部工架設順序 (P8～P11 区間)

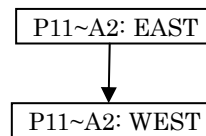


図 9.3.8 上部工架設順序 (P11～A2 区間)

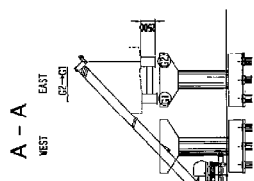
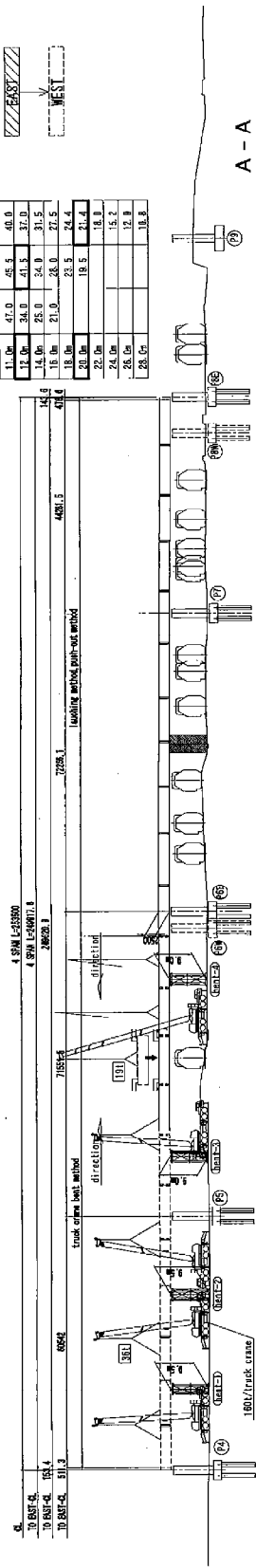
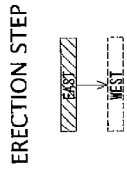
# ERECTION PLANNING OF SUPER STRUCTURE (P4-P6 EAST) PROFILE S=1:500

P4~P6: truck crane bent method

P6~P8: launching method, push-out method

160/truck crane ABILITY LIST (T)

Work radius	boom	22 ft boom	31.8m boom
18.0m	52.0	50.5	44.0
11.0m	47.0	45.5	40.0
12.0m	34.0	41.5	37.0
14.0m	25.0	34.0	31.5
16.0m	21.0	28.0	27.5
18.0m	18.0	23.5	24.4
20.0m	15.0	19.5	21.4
22.0m	13.0	16.5	18.9
24.0m	11.0	14.0	15.2
26.0m	9.0	11.5	12.9
28.0m	7.5	9.5	10.8



## PLAN S=1:500

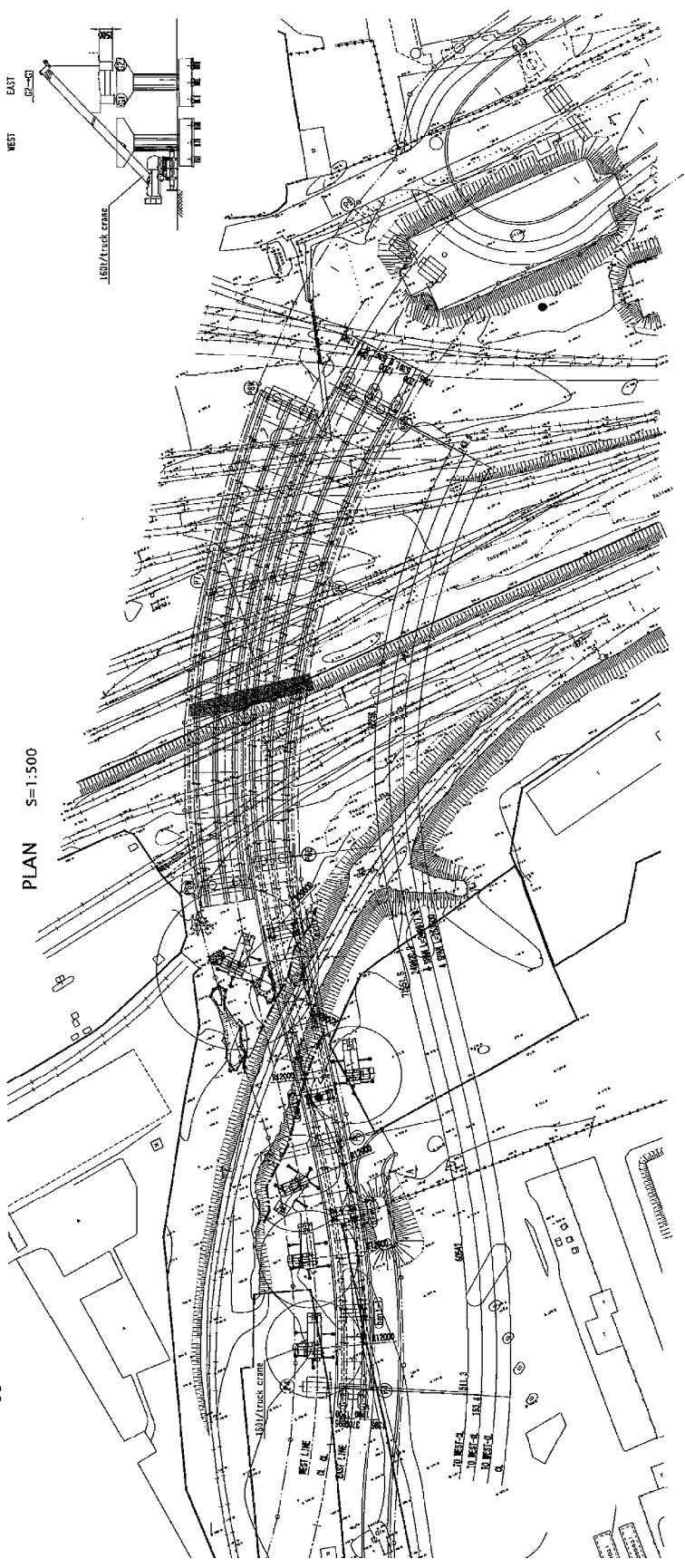


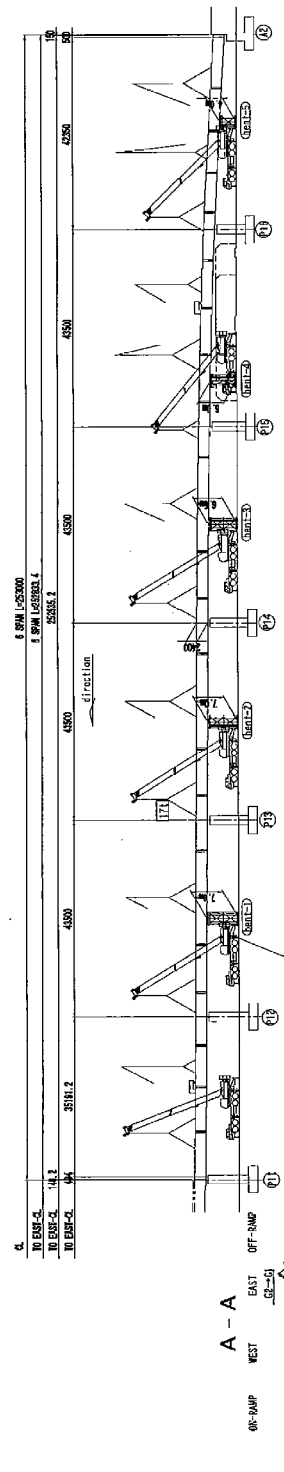
図 9.3.9 クレーン・ベント架設要領図(P4-P6)

PROFILE S=1:500

ERECTION STEP

180t/truck crane ability list (t)

15.15m boom	23.7m boom	31.8m boom
6.0m	83.5	84.0
8.0m	65.5	74.5
10.0m	50.5	59.5
12.0m	37.5	46.5
14.0m	26.0	34.0
16.0m	16.0	24.0
18.0m	10.0	16.0
20.0m	6.0	11.0
22.0m	4.0	7.0
24.0m	3.0	5.0
26.0m	2.0	4.0



PLAN S=1:500

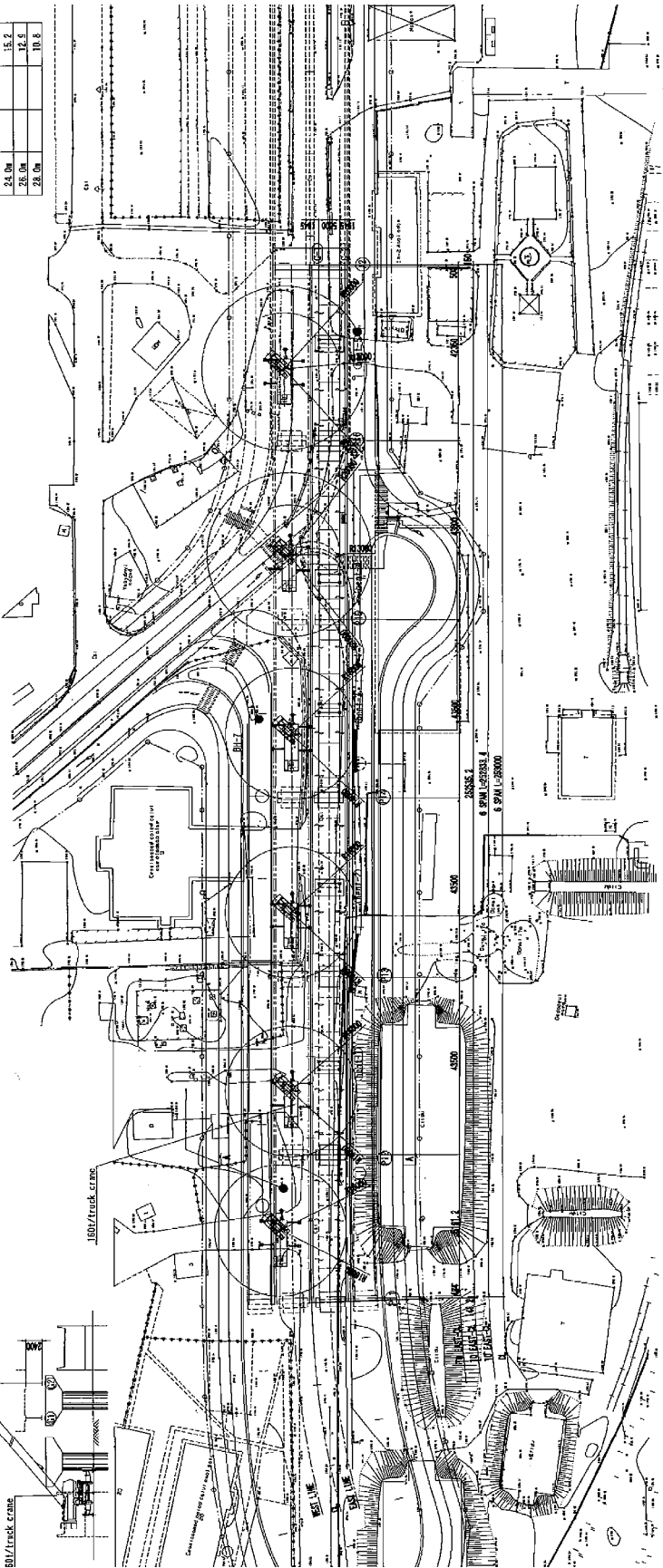
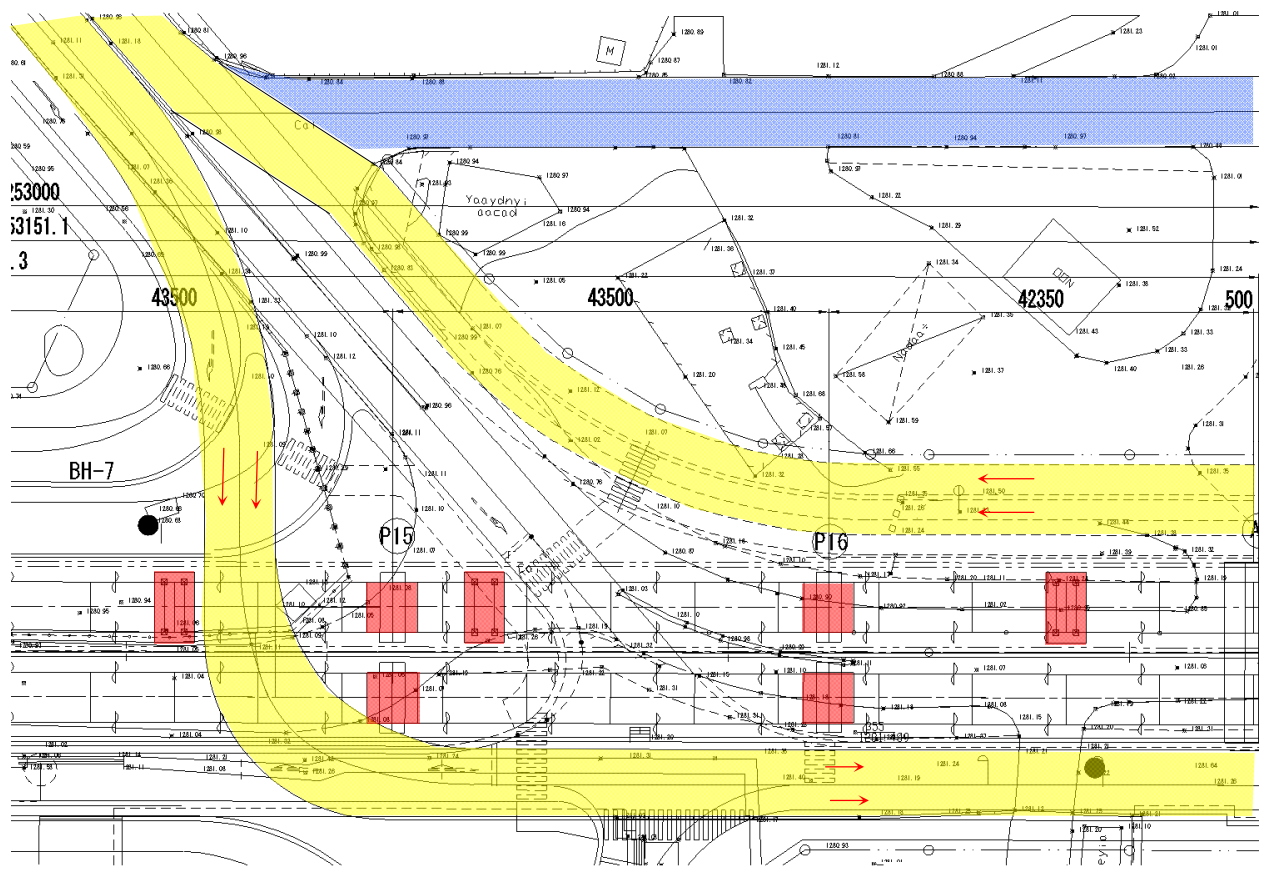
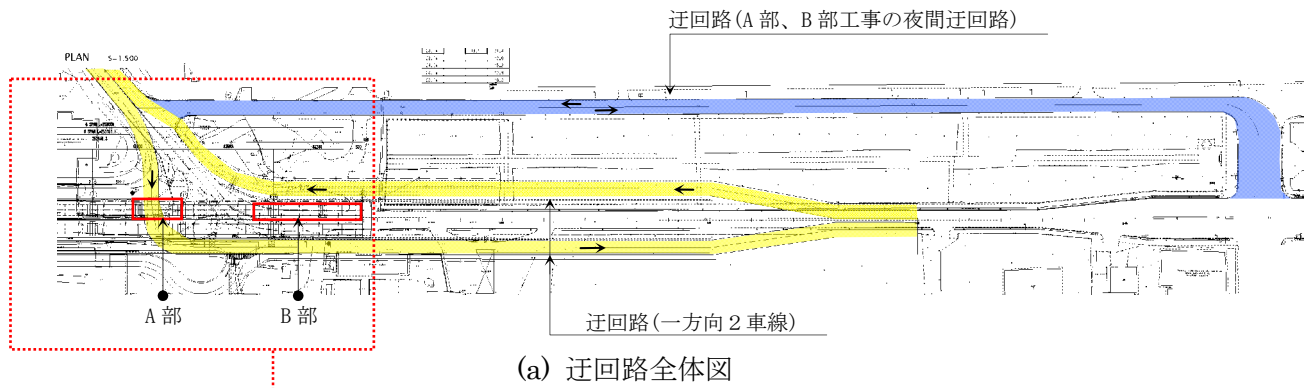


図 9.3.10 クレーン・ベント架設要領図(P11~A2)



(b) 交差点部拡大図

図 9.3.11 架設時の現道交通処理

(5) 床版工・橋面工

床版は、「鋼・コンクリート合成床版」を採用している。冬期に予め工場で製作した鋼パネルを現場に輸送し、自走クレーンで主桁上に架設する。主桁とパネル、パネル同士のシーリング、および現場鉄筋を配置後、コンクリートを打ち込み養生を行う。

橋面工は、上部工の架設工法や全体の架設順序、施工可能期間(5月～9月)に留意し、橋梁全体の工程短縮が可能な計画を立案する。橋面工としては、アスファルト舗装80mm(40mm+40mmの2層打ち)、高欄(コンクリート壁高欄)、伸縮装置などの工種がある。

(6) 道路工

道路工は、現況交通の確保を条件に、必要に応じて現道の切廻しを行いながらの施工となる。道路工施工計画は、橋梁の施工段階から道路舗装工の施工まで、手戻りによる工費増や工期延長に留意した施工計画を立案する。

施工としては、排水施設等の道路構造物工、路床工、路盤工、舗装工などであり、一般的な舗装工事の順序を以下に示す。

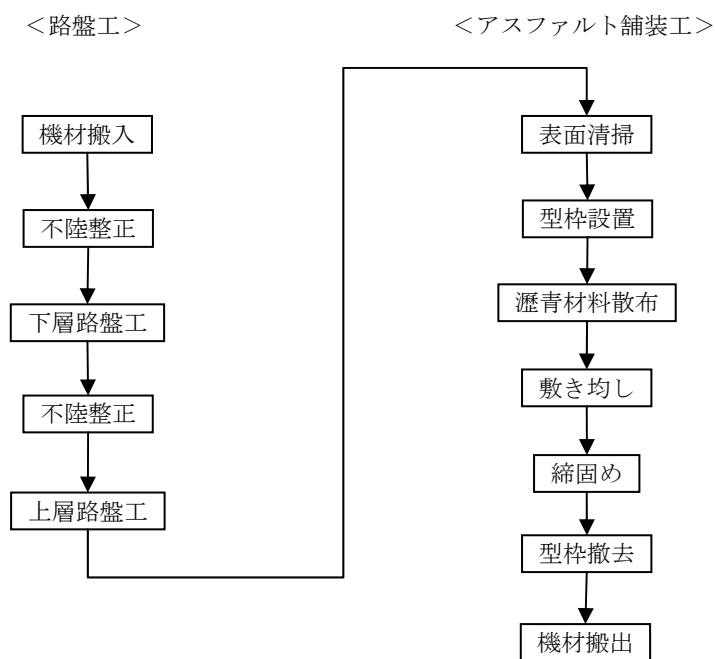


図 9.3.12 舗装工事の施工手順



## 9.4 工程計画

### (1) 工事施工順序

工事の順序および工種の間係を図 9.4.1 に示す。

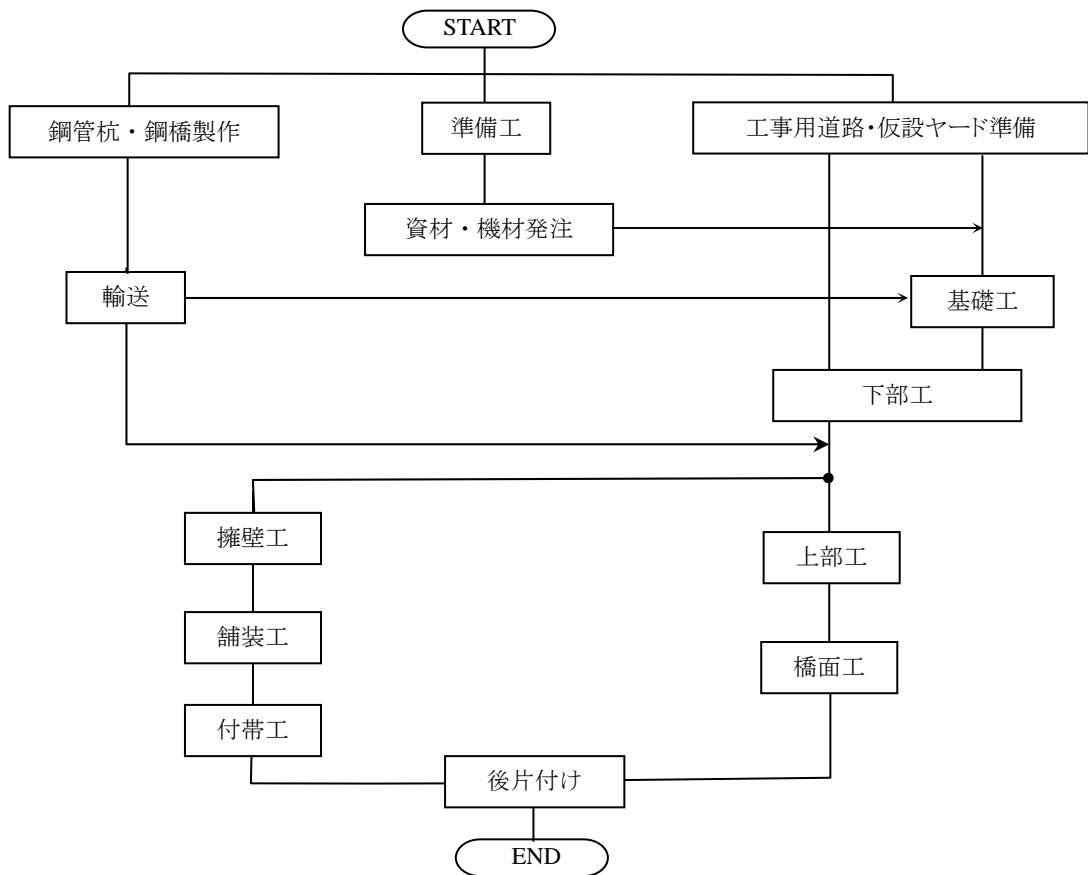


図 9.4.1 施工順序

### (2) 工程計画の条件

架橋地点の平均気温を考慮すると、コンクリートやアスファルト工事ができる摂氏5度以上になる期間は、概ね5月より9月の5ヶ月間に限定される。本プロジェクトでは、この期間にコンクリート工事、アスファルト工事を集中的に実施し、品質低下のリスクを避けるものとする。

### (3) 作業休止係数の算定

日降水量が 10mm 以上の日、土曜・日曜及びモンゴルの祭日を作業休止日と考えるが、主要な工事の可能期間が短いこともあり、稼働日数に対する実作業日数の比(作業休止係数)を以下のように考える。

夏期(5月~9月末)	:		= 1.20
その他の期間	:	1/0.7	= 1.44

#### (4) 工程計画

工程計画は、最も効率的になるよう、工種、工事箇所順番を定めた。工程計画に配慮した事項は、以下の通りである。

杭工事：杭の掘削機は輸入(日本調達)となるため、1パーティで施工を行う。

下部工基数は18基で、これを2年で構築するものとするれば、年間9基以上の施工を行う必要がある。施工期間が短いため、1パーティで複数の下部工構築が困難であり、必然的に施工パーティ数が多くなる。

今回の計画では、現場工事1年目に下部工工事パーティを9組投入する計画である。

上部工は、施工時間がタイトな送出し施工区間(P6 - P8)を2年目に施工する。

したがって、ヤード工を含めた区間(P6-P10)を1年目に完了させる必要がある。

上部工の施工は、桁架設及び床版で1年(夏期の5ヶ月)、次の夏期に橋面工、舗装を行う。

擁壁を含む道路工事は、各工種に重ならないよう上下部工事終了後に実施する。

工程計画における施工数量の目安を表 9.4.1 に示す。

表 9.4.1 主な工種の施工数量の目安

工 種	単位	施工数量、日数	適 用
回転圧入杭 φ1.0m	本/日	0.7	作業休止係数含まない
A1 (A2) 橋台工	日/基	90(82)	作業休止係数 1.2 適用
P1- P5 橋脚工	日/基	52	〃
P6 -P8 橋脚工	日/基	94	〃
P9 -P10 橋脚工	日/基	53	〃
P11 -P16 橋脚工	日/基	50	〃
ベント組立解体	t/日	6~7	作業休止係数含まない
ベント基礎(鋼板基礎)	m2/日	33	〃
鋼桁架設	t/日	25~65	〃
鋼桁地組	〃	48	〃
HTB 本締工	本/日	1900	〃
支承工	個/日	3.5	〃
送出し施工	m/日	0.67	(送出し架設一式)/(送出し桁長)
合成床版架設	m2/日	25	1パーティ当たり面積、1.2 適用
防護柵	m/日	5.7	RC 壁
アスファルト舗装(橋梁部)	m2/日	998	作業休止係数含まない
重力式擁壁	m/日	2.8	〃
テールアルメ	m/日	2.3	〃
道路舗装(路盤+表層)	m2/日	328	〃
道路排水工	m/日	4.5	〃

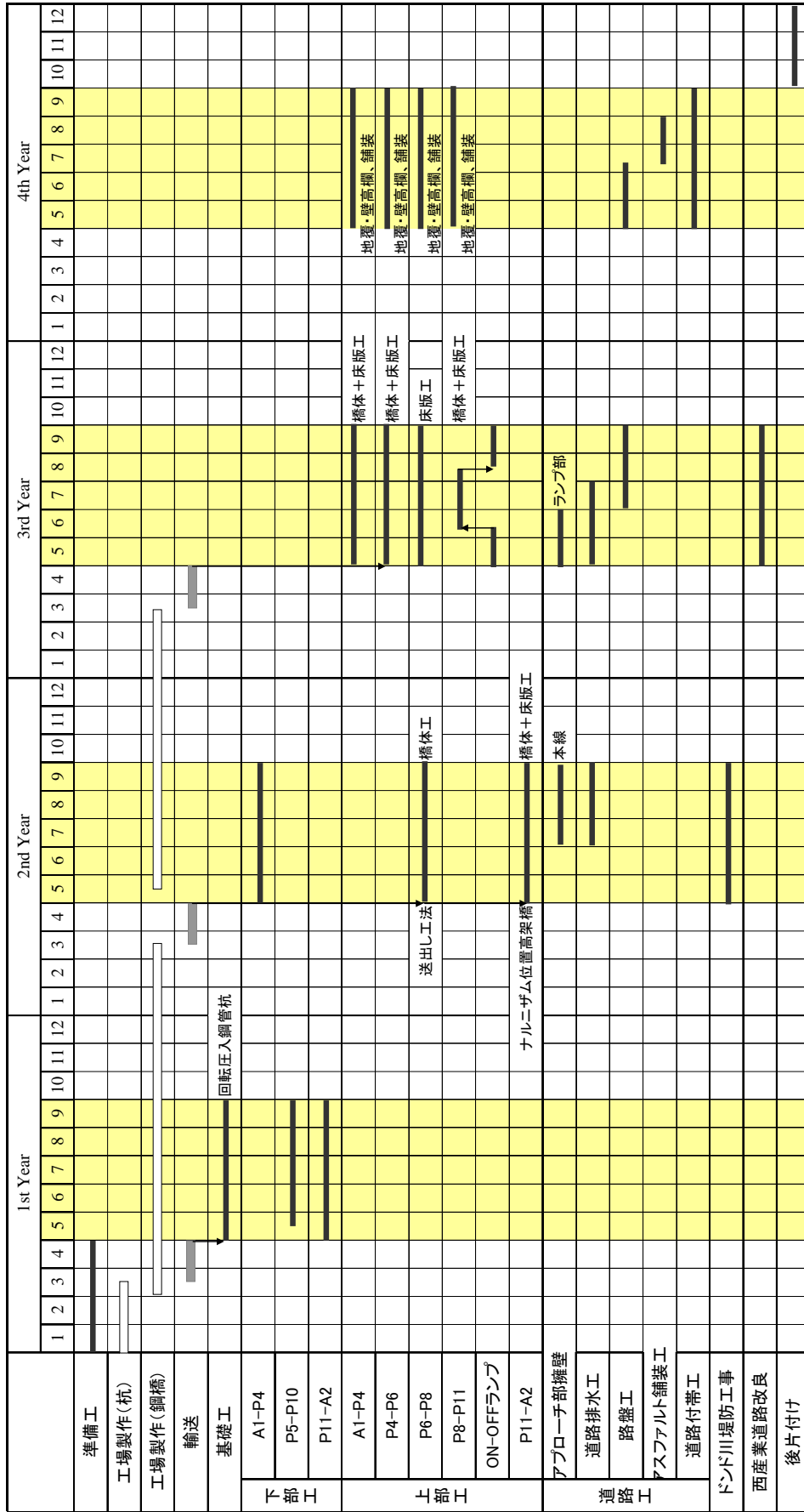


図 9.4.2 工程計画

## 第 10 章 運営維持管理体制

### 10.1 ウランバートル市内道路施設の運営維持管理体制

#### (1) ウランバートル市道路局の組織

2005 年より設立された道路局は、現在下記の職員で構成されており、ウランバートル市内における道路施設の計画、設計、建設、維持管理を行っている<sup>1</sup>。このうち、本プロジェクト終了後の維持管理を担当する維持管理課では 12 人の職員を擁し、主に以下の業務を実施している。

- 道路施設の拡幅・補修、維持管理、および日常モニタリング
- 損傷した道路施設の復旧。
- 災害により損傷した道路施設の復旧
- 交通管理施設、信号、道路標識等の維持管理

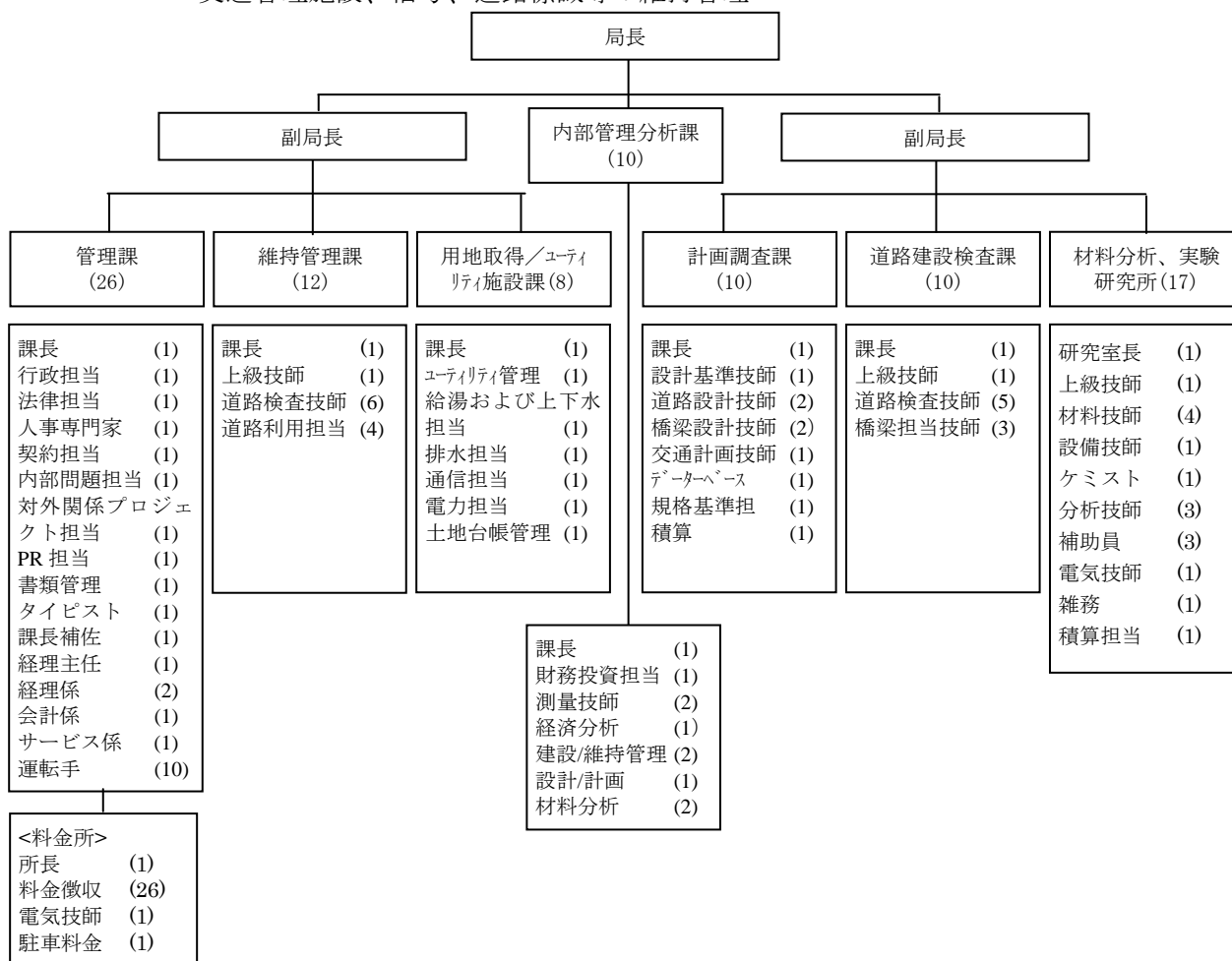


図 10.1.1 ウランバートル市道路局の組織

#### (2) 道路運輸省の組織

2012 年 8 月に省庁再編が行われ、調査開始当初の実施機関であった道路運輸建設都市開発

<sup>1</sup> 平和通りは道路運輸省の管轄であるが、維持管理はウランバートル市が実施している。

省(MRTCUD)は、建設都市計画省と道路運輸省(MRT)に分割された。旧 MRTCUD における道路施設建設事業の設計、運営維持管理は、2009年に設立された道路庁が行っていた。当時、維持管理課は課長以下各地域の専門家(5名)、データベース担当(1名)の合計7名で構成されており、維持管理業務は、21の国有・民間企業に対して外部委託を行っていた。同課の主な業務内容は以下のとおりである。

- 政府が立案した年次計画の実施
- 国道のデータベースの作成・入力
- 交通量調査の実施
- 補修管理計画の立案・申請・モニタリング・評価
- 料金所の管理
- 道路維持管理業者の選定、管理、技術指導
- 自然、災害等により損傷した道路施設の緊急対策の実施

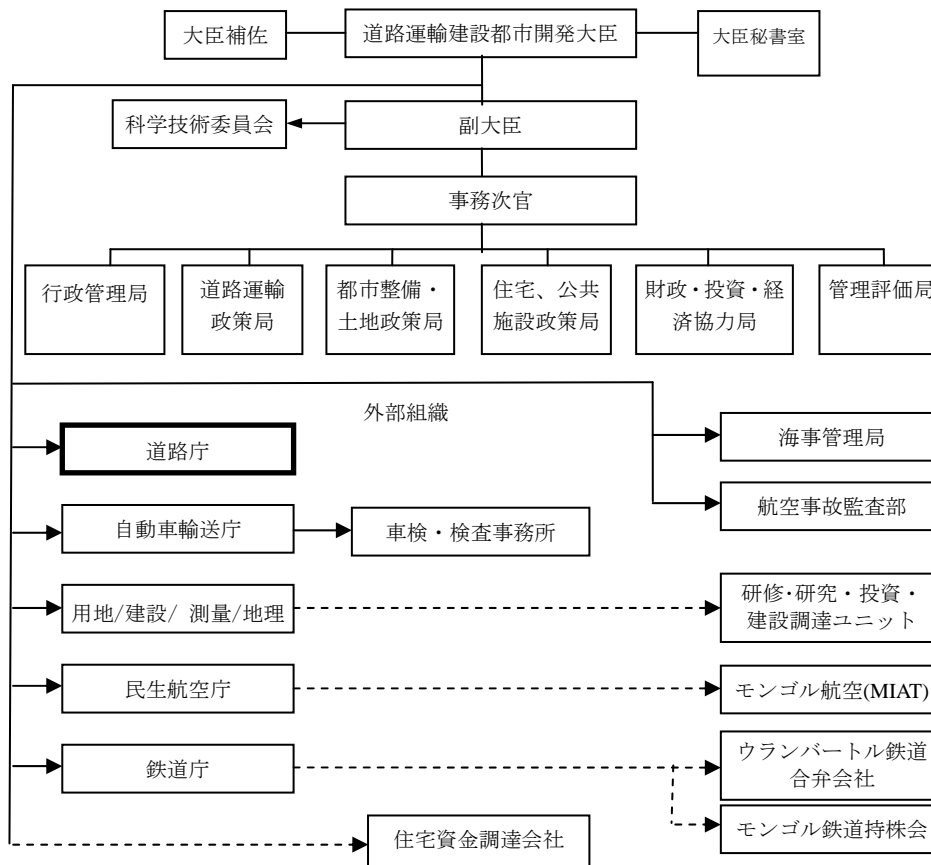


図 10.1.2 旧 MRTCUD の組織図

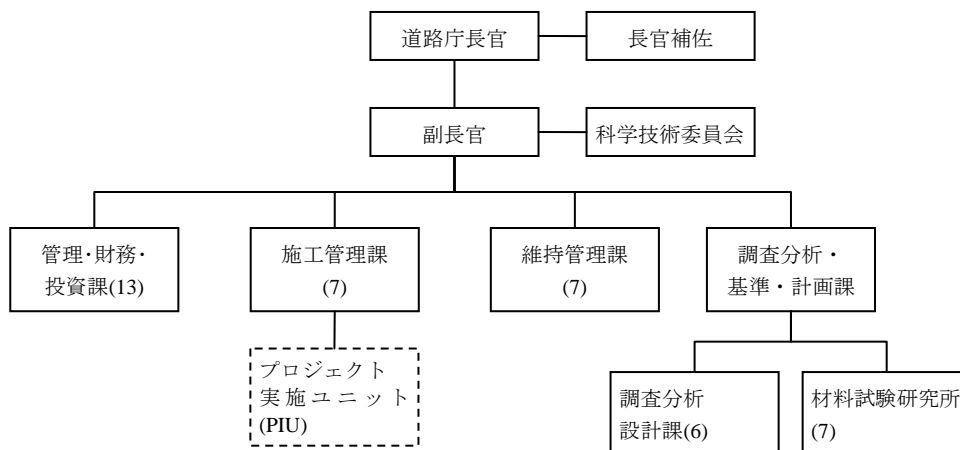


図 10.1.3 旧 MRTUCD 道路庁の組織図

一方、2012年の省庁再編により、道路運輸省の新しい組織が確定し、これまで国道の建設、維持管理を担当していた道路庁は、道路政策実施調整局の道路建設課と道路維持管理課に再編された。さらに、道路運輸省の外局として「道路管理研究調査センター」が2012年10月に設立され、道路運輸省が管理する道路政策に関する研究調査、設計基準の作成、新技術の導入、維持管理技術を調査する組織として位置づけられている。

本プロジェクトの実施時には、道路政策実施調整局に所属する道路建設製作課が事業の実施管理を行い、事業実実施ユニット（PIU）も当該課内に組織される。

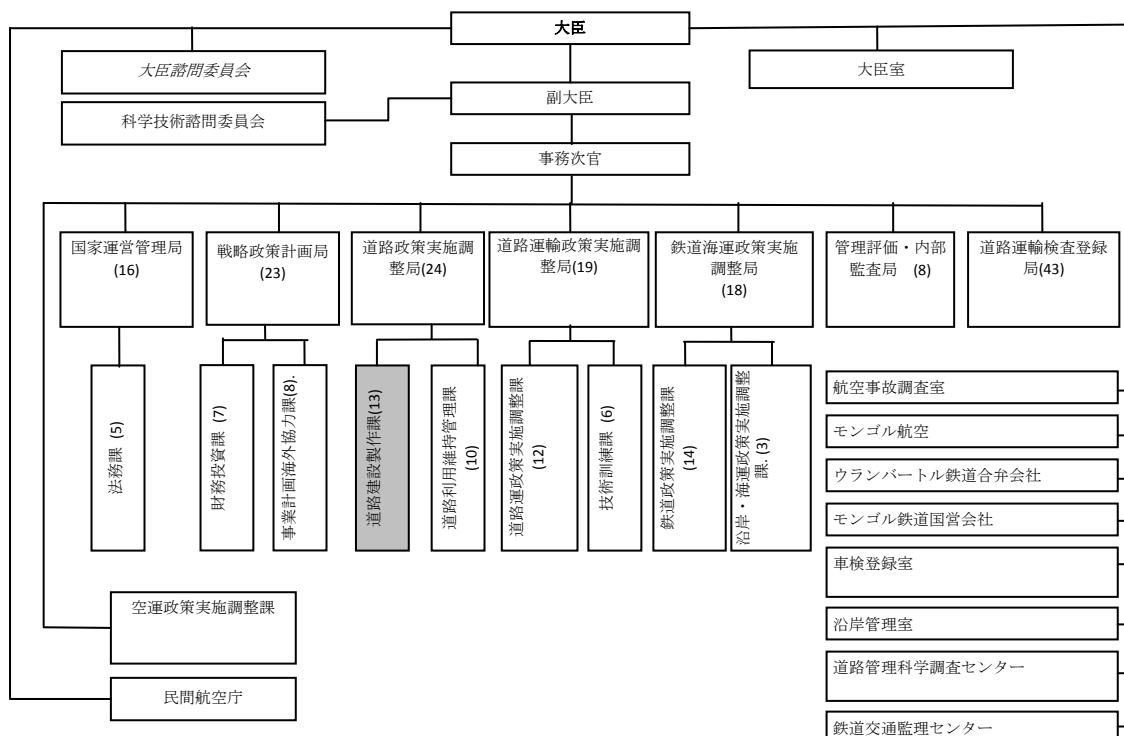


図 10.1.4 新道路運輸省の組織図

## 10.2 維持管理に係る財務状況

### (1) モンゴル国の道路セクターにおける維持管理財源

#### i) 国家道路基金 (State Road Fund)

道路基金は、道路セクターの財源安定化を目的として1991年に設立され、1995年に法制度化され、1998年道路法の制定により、『国家道路基金』と『地方道路基金』に分割された。主な収入源は、燃料税(ガソリンとディーゼルに課税される)の一部、自動車の重量税、国家予算からの補助金である。燃料税の料率は、当初燃料輸入価格の13%と設定されていたが、1995年には、燃料の重量に対する固定レートに変更された。また、同基金は、道路法に従い、自動車重量税、道路通行料金、道路法を違反した場合の罰金、国家予算からの補助金等から成り立ち、道路運輸省が管理する。現在、道路基金の予算の大部分は、国家予算の補助金で成立している。2011年以降、年率12~18%増加している。

表 10.2.1 国家道路基金の推移

(単位: Million MNT)

	2008	2009	2010	2011	2012
収入	<b>9,743.3</b>	<b>9,949.0</b>	<b>9,968.1</b>	<b>11,243.5</b>	<b>13,360.3</b>
燃料税、自動車重量税、国家予算からの補助金の合計	8,878.5	9,061.2	8,874.0	9,824.7	11,155.3
通行料金	864.8	887.8	1,094.1	1,418.8	2,205.0
支出	<b>9,740.0</b>	<b>9,949.0</b>	<b>9,722.4</b>	<b>10,726.2</b>	<b>14,610.0</b>
国道路の維持管理	8,878.5	9,061.2	8,874.0	9,824.7	11,155.3
料金所の運営費	379.5	380.1	446.3	455.3	587.0
料金所用設備投資費	271.6	280.8	402.1	249.7	337.0
料金所の収入を国家予算に送金	210.4	226.9	0.0	196.5	2,530.7

出典: 道路運輸省 (MRT)

#### ii) 地方道路基金(Local Road Fund)

地方道路基金は、各自治体およびウランバートル市政府において、車両税、年間免許手続き料、道路通行料金(ウランバートル市東西に位置する2箇所の料金所)が財源となっている。以下にウランバートル市の道路基金の収入・支出の推移を示す。

表 10.2.2 ウランバートル市道路基金の収入・支出状況

(Unit: Million MNT)

Year	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Income	3,368	4,350	4,350	5,350	6,467	9,460	13,245
Expenditure	3,279	3,717	4,352	5,863	6,020	9,460.	13,945
Road maintenance	1,303	2,432	2,454	2,704	3,948	1,948	11,774
Road construction	1,528	388	1,404	1,777	966	5,715	—
Traffic management	-	60	46	694	-	279	550
Traffic safety	248	290	299	350	778	478	650
Others	200	547	149	338	328	1,040	971

出典: UB市道路局

#### iii) ADBの技術支援

2012年3月から開始されたADBの支援によるRoad Sector Capacity Development Project

(TA-7844 Mongolia)では、道路維持管理分野(10項目)について技術支援を実施する予定である。これらの技術支援のうちの1つに『道路基金および道路委員会の再構築』が含まれており、以下の支援が行われる予定である。

- a) 適切な維持管理に資する道路基金の在り方について
  - (i) 道路利用コストの再評価と維持管理費を賄うための適正化
  - (ii) 道路基金の資金源の見直しおよび提案
  - (iii) 道路基金の収入配分方法の見直し
  - (iv) 道路基金の財務管理方法の提案(徴収方法、金融勘定、短期借入など)
  - (v) 道路委員会メンバーの構成、選出方法の提案
  - (vi) 道路委員会の役割と責任の提案(道路基金管理、通行料金の調整、維持管理計画および実施、投資計画等)
  - (vii) 道路基金事務局の設立(1~2人)
  - (viii) 道路委員会運営のための資金調達方法
  - (ix) 道路法の改定又は道路委員会規定の更新の提案
- b) 道路委員会のメンバー選定と役割の定義
  - (i) 道路委員会のメンバー選定の補助
  - (ii) 道路委員会事務局スタッフの採用の補助
  - (iii) ユーザー料金値上に必要な手続きの規定
  - (iv) 道路基金監査の対象となる要求事項の定義
  - (v) 道路基金使用に関する使用要請および使用報告の定義
  - (vi) 道路基金年次報告書の発行
  - (vii) 道路基金メンバーの組織化および新しい役割についてのトレーニング
  - (viii) 関連部局、道路局への道路基金手続きについてのトレーニング

(2) ウランバートル市道路維持管理予算状況

ウランバートル市における最近5年間の道路整備費(維持管理費を含む)の推移は以下の通りである。2009年以降は、全体の道路整備費およびその中に占める維持管理費も大幅に拡大している一方で、全体の道路整備費に占める維持管理費の割合は、堅実に拡大しているとは言えない状況である(表 10.2.4 参照)。諸外国における維持管理費と整備費用との割合(図 10.2.1 参照)と比較した場合、ウランバートル市の維持管理費の割合は小さく、将来的にはこの配分を変えていく必要があるが、2016年までに想定されるウランバートル市における道路延長および橋梁延長に必要な維持管理費(表 10.2.5 参照)は、現時点で概ね充足することは可能と判断される。

表 10.2.3 ウランバートル市の道路・橋梁整備費

(Unit: Million MNT.)

	2007	2008	2009	2010	2011
UB市予算	7,770	1,421	453	1,643	9,884
地方道路基金	3,408	4,352	5,863	6,020	10,605
国家補助金	5,741	7,958	5,352	9,921	49,415
合計	16,920	13,730	11,668	17,583	69,905

出典：ウランバートル市道路局



表 10.2.4 ウランバートル市道路橋梁維持管理費の推移

(Unit: Million MNT)

内訳	2008	2009	2010	2011	2012 (予算)
主要道路の維持管理	1,040	1,600	1,614	1,877	1,200
ゲル地域、住宅地域内道路の維持管理	728	500	1,220	3,345	8,315
合計	<b>1,768</b>	<b>2,100</b>	<b>2,834</b>	<b>5,222</b>	<b>9,515</b>
維持管理費／整備費	<b>13%</b>	<b>18%</b>	<b>16%</b>	<b>7%</b>	—

出典：ウランバートル市道路局

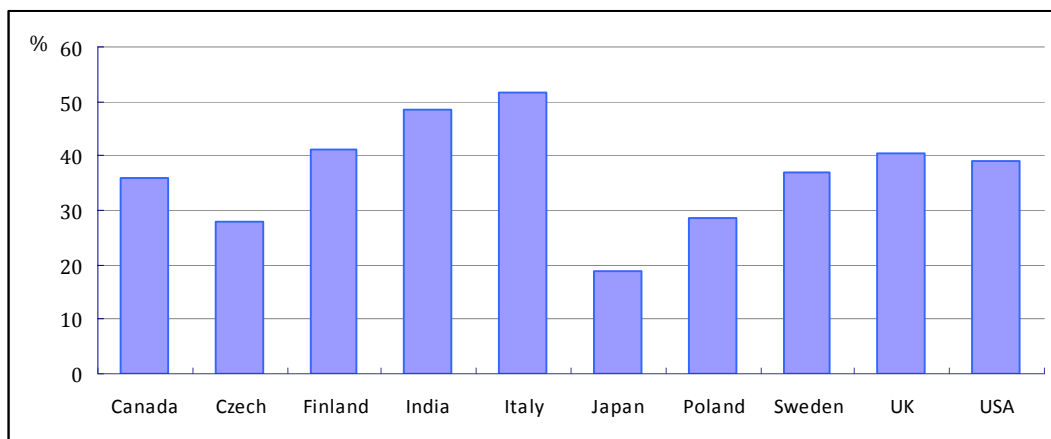
表 10.2.5 ウランバートル市の年間道路維持管理費必要額

	2012 年			2016 年		
	延長	維持管理費/km (Million MNT)	合計 (Million MNT)	延長	維持管理費/km (Million MNT)	合計 (Million MNT)
道路	450km	11.8	5,310	662km	11.8	7,812
橋梁	3.9km	172.8	674	6.1km	172.8	1,054
合計			5,984			8,866

出典：JICA 調査団

Note：維持管理費/km には、Routine Maintenance (3,000USD/km)、Periodic Maintenance (5,750USD/km) を計上している。尚、橋梁の維持管理費には、簡易的に想定される橋梁建設費の 0.5%/年を計上している。

道路の維持管理費/km；Mongolia Road Sector Development to 2016 (2011, ADB)



出典：International Transport Forum, Statistics Brief 2012

図 10.2.1 諸外国の道路整備予算に占める維持管理費の割合(2009~2010)

### 10.3 運営維持管理の技術水準および実績

#### (1) MRT における道路維持管理の実績

MRT で実施される道路維持管理は、全国の道路維持管理会社および民間道路建設会社に委託されている。道路庁の維持管理課の所属するスタッフは、それぞれの担当エリアを管轄している。これまで ADB の支援等により、道路施設(主に舗装)のデータベースの作成を行うなど、道路維持管理に必要な技術支援が行われ、また道路維持管理会社に対する機材供与など、海外のドナーからの支援も比較的活発に行われている。道路維持管理の実績は徐々に高

まりつつあるが、日常点検に基づく計画的な補修計画、また施工時の品質管理等に課題が残る。また、道路施設のデータベースが ADB により構築されたが、継続的なデータ更新が十分でない。上記の点については現在実施中の ADB により技術支援が行われているところであり、今後の技術向上が期待されている。

(2) ウランバートル市における道路維持管理の実績

2005 年にウランバートル市に道路局が設立され、同時に市内の道路維持管理が開始された。舗装の補修など一般的な維持管理業務については、道路維持管理会社へ委託発注を行っている。MRT が各地域の維持管理会社に年間を通じた一括契約を行なうのに対し、ウランバートル市は、損傷した区間を個別に補修工事を発注する方式をとっている。しかし、橋梁等の維持管理については、床版の抜け落ちなどに対する補修や、損傷が拡大したあとの架け替え工事などが非定常的に行われているのが現状である。ウランバートル市内には、鋼製の道路橋が 1 橋のみであり、鋼橋の維持管理の実績は少ない<sup>2</sup>。

ウランバートル市道路局維持管理課では、橋梁の予防保全に係る点検技術、補修技術といった維持管理についてはまだ実績がない。このため、橋梁維持管理技術者の育成と、橋梁維持管理システム（組織、予算、ガイドラインなど）の整備をおこないつつながら、橋梁の点検、維持管理、補修などといった維持管理サイクルを定着させていくことが必要である。

(3) アジルチン跨線橋の維持管理上の課題

本プロジェクト実施後、高架橋、アクセス道路の維持管理はウランバートル市道路局が実施する。ウランバートル市では、これまで多くの橋梁が損傷が拡大するまで放置され、危険な状態になった後に、架け替えを行なうなどの対策を行なっている。同市内では、建設後 30 年以上経過した橋梁が約 25%に達するようになり、維持管理の必要性が高まっているが、橋梁点検、補修など、計画的な維持管理の経験が無いため、技術者の育成も進んでいない。

現在、JICA の支援により橋梁維持管理に関する技術支援（2013 年～2015 年）が予定されており、この中で鋼橋に対する維持管理手法の技術移転、マニュアルの整備などが実施される予定である。このため、本プロジェクト終了までには、モンゴル国における橋梁維持管理技術が改善していることが期待される。道路セクターへの予算は順調に拡大しているが、維持管理費に配分される金額は、今後の道路インフラ拡大に応じて見直しをしていく必要がある。

#### 10.4 アジルチン跨線橋事業に係る運営維持管理体制

(1) プロジェクトの実施体制

国内法(the Law of Mongolia on Coordination of Foreign Loans and Grant Aid (2003))によると、海外の支援事業におけるモンゴル側のプロジェクト実施体制は、各プロジェクト毎に MRT 内に Project Implementation Unit (PIU)が組織され、事業の実施管理を行うことになっている。過去の無償資金協力事業（太陽橋）では、MRTCUD(当時)に PIU が設立され、3 名の常駐スタッフが配置され、品質管理・工程管理、用地取得、ユーティリティ移設に関する事業実施監理を担当した。一方、ウランバートル市内の道路事業の場合、接続する道路との調整、排水計画、地下埋設物の移設、土地収用などウランバートル市政府による実施機関としての役割が大きい。2013 年より、ウランバートル市道路局では、同局内に用地取得・ユーティリ

<sup>2</sup>鉄道では古くから鋼橋が使用されており、これまで約 10 年ごとに塗装を塗りなおすなどの維持管理を継続し、建設後 40 年近く経過した鋼製橋梁が今も健全に維持されている。

ティ施設課を設立しており、事業実施の効率化を図っている。本プロジェクトにおける用地取得、既存ユーティリティ移設は、当課が PIU と連携して進めることが重要となる。

詳細設計時には、設計を担当するコンサルタントの成果品は、MRT に外部委託される外部設計専門家 (Experties) の承認を得る必要がある。外部設計専門家は、橋梁、道路、電気照明設備に分類されており、本プロジェクトでも、これらの専門家からの設計承認を得る必要がある。また、大統領府直轄の国家専門検査局 (SPIA) は、随時設計、施工に関する品質管理検査を実施する権限を有しており、契約後に混雑が発生しないよう、SPIA の権限等を明確にしておく必要がある。

また、ウランバートル鉄道は、鉄道施設内での建設工事であることから、施設の計画、用地取得、ユーティリティの移設、施工時の鉄道運行管理など、事業実施機関常に密接な協議が不可欠である。

以下に、本プロジェクトにおける実施体制を示す。

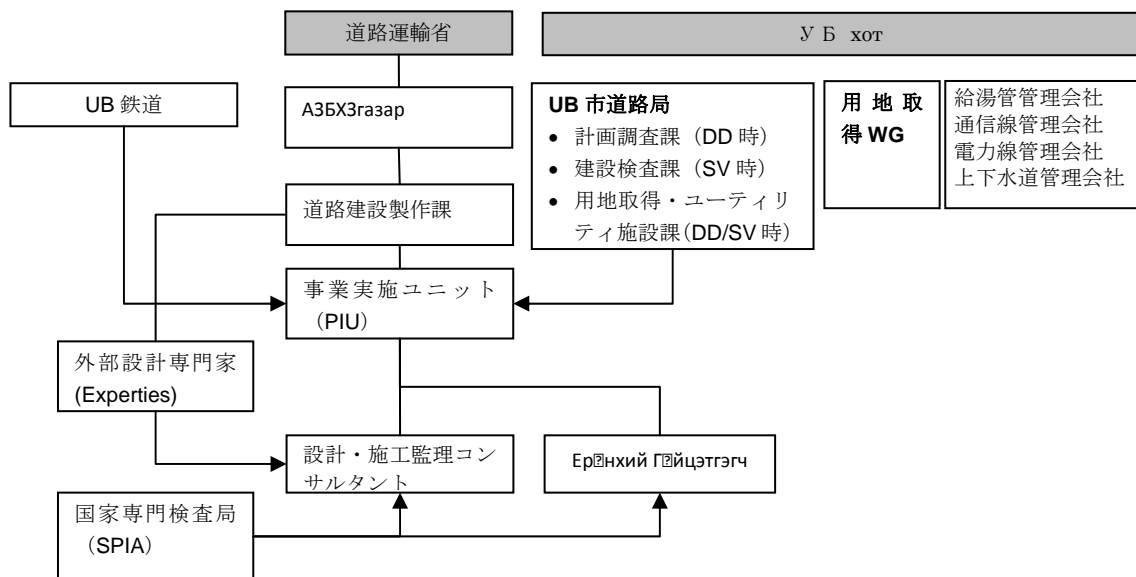


図 10.4.1 プロジェクト実施体制図

(2) 維持管理体制

本プロジェクトの完成後、維持管理はウランバートル市道路局および整備局（日常清掃作業のみ）が行う。アジルチン跨線橋については、建設後少なくとも 10～20 年間は特に大掛かりな補修等は必要としないため、この間、JICA が実施する技術協力等により鋼製橋梁の維持管理に必要な技術の蓄積と実践を重ね、技術的な対応能力を充実させていくことが望まれる。

## 第 11 章 概算事業費

### 11.1 一般

本プロジェクトの事業費は、建設費(直接工事費、間接費)とコンサルタントの設計・施工監理費、予備費、事業管理費、準備費(土地収用費、補償費、ユーティリティ移設費)、税金、金利等を考慮する。

### 11.2 積算条件

#### (1) 積算基準日

積算基準日を 2013 年 1 月とする。

#### (2) 交換レート

交換レートは以下のとおりである。

$$\begin{aligned} 1.0 \text{ MNT} &= 0.060 \text{ JPY} \\ 1.0 \text{ USD} &= 89.2 \text{ JPY} = 1390.5 \text{ MNT} \end{aligned}$$

(上記換金レートは 2013 年 1 月の JICA 統制レート)

#### (3) 積算通貨

積算は外貨と国内通貨で構成している。

##### i) 国内通貨

- ・ 現地労働者の人件費
- ・ 現地で投入される資機材調達費および運転費
- ・ 土地収用費、補償費
- ・ ユーティリティ移設費
- ・ 事業実施のための現地政府の管理費
- ・ 付加価値税(VAT10%) (現地調達資機材+通関時)

##### ii) 外貨

- ・ 日本および第三国から調達した資機材費およびサービス費

### 11.3 積算単価

#### (1) 直接工事費

##### i) 労務費

積算に用いる現地の労務単価は、職種ごとに現地事業者へ調査を行い、過去のモンゴルでの工事实績単価と比較し、以下の単価を適用する。

表 11.3.1 ウランバートル市における主な労務費(単位:MNT)

番号	名称	規格	単位	単価	番号	名称	規格	単位	単価
1	一般世話役		人/日	120,000	13	土木技術者	経験 20 年	人/月	5,500,000
2	特殊作業員		人/日	65,000	14	土木技術者	経験 10 年	人/月	4,250,000
3	普通作業員		人/日	45,000	15	建築技術者	経験 20 年	人/月	5,500,000
4	鉄筋工		人/日	55,000	16	建築技術者	経験 10 年	人/月	4,250,000
5	運転手	特殊	人/日	65,000	17	測量士		人/月	2,350,000
6	型枠工		人/日	50,000	18	測量助手		人/月	1,200,000

番号	名 称	規 格	単 位	単 価	番号	名 称	規 格	単 位	単 価
7	左官		人/日	50,000	19	機械技術者	経験 20 年	人/月	5,500,000
8	溶接工		人/日	55,000	20	機械技術者	経験 10 年	人/月	4,250,000
9	電気工		人/日	55,000	21	電気技術者	経験 20 年	人/月	5,500,000
10	機械工		人/日	60,000	22	電気技術者	経験 10 年	人/月	4,250,000
11	配管工		人/日	55,000					
12	運転手	クレーン	人/日	65,000					

## ii) 材料費

現地調達可能な材料費については、現地事業者へ調査を行い、過去のモンゴルでの工事実績単価と比較した結果、以下の単価を適用する。

表 11.3.2 ウランバートル市における主要建設材料費(単位:MNT)

番号	名 称	規 格	単 位	単 価	番号	名 称	規 格	単 位	単 価
1	セメント	橋梁以外	kg	400	11	合板	12mm	m3	520,000
2	砂		m3	32,500	12	AS 混合物	基層用	ton	189,300
3	砕石	0-40mm	m3	29,900	13	生コンクリート	250kg/cm2	m3	155,000
4	下層路盤材		m3	29,300	14	生コンクリート	300kg/cm2	m3	165,000
5	上層路盤材		m3	31,500	15	生コンクリート	350kg/cm2	m3	175,000
6	クラッシャーラン		m3	24,900	16	モルタル	1:3	m3	135,000
7	栗石		m3	57,900	17	ガソリン		liter	1,800
8	盛土材料		m3	4,800	18	軽油		liter	1,900
9	ストレート AS	80/100	ton	1,425,000	19	重油		liter	4,500
10	カットバック AS		liter	3,300	20	灯油		liter	2,500

## iii) 機械費

建設機械については、現地業者への聞き取り、見積もり徴収を行い、機械の施工能力やリース料に調査を行った。なお、モンゴルでは調達が困難な建設機械については、海外(主として日本)からの調達とする。

表 11.3.3 ウランバートル市における主要な機材リース料(単位:MNT)

番号	名 称	規 格	単 位	単 価	番号	名 称	規 格	単 位	単 価
1	ブルドーザー	21t	日	1,500,000	14	散水車	6,000 liter	日	700,000
2	ブルドーザー	32t	日	3,190,000	15	AS フィニッシャー	2.4-4.5m	日	2,340,000
3	小型バックホウ	0.13m3	日	390,000	16	グレーダー	3.1m	日	1,120,000
4	バックホウ	0.45m3	日	700,000	17	マカダムローラー	10-12ton	日	770,000
5	バックホウ	0.8m3	日	950,000	18	振動ローラー	10ton	日	760,000
6	ホイール・ローダー	2.1m3	日	890,000	19	振動ローラー	0.8-1.0ton	日	180,000
7	トラック	4ton	日	200,000	20	タイヤローラー	8-20ton	日	800,000
8	ダンプトラック	4ton	日	200,000	21	ランマー	60-100kg	日	80,000

番号	名 称	規 格	単 位	単 価	番号	名 称	規 格	単 位	単 価
9	トレーラ	30-32ton	日	700,000	22	AS カッター	45-56cm	日	100,000
10	クレーン付トラック	4/2.9t	日	580,000	23	ハンドブレーカー	30kg	日	56,700
11	トラッククレーン	25ton	日	3,000,000	24	コンクリートカッター	30cm	日	56,700
12	コンクリートミキサー	1.0m3	日	250,000	25	ブレーカー	1,300kg	日	2,900,000
13	コンクリートポンプ車	100m3/hr	m3	10,000	26	発電機	100kVA	日	440,000

(2) 間接工事費・一般管理費

建設工事の間接費は、過去の実績等から直接工事費に対する以下の比率で以下の通り設定する。間接費の内訳は、機材の場内運搬費、安全管理費、技術管理費、営繕費等の費用を含む。一般管理費は、工事の管理、交通費、通信費、事務所経費、保険等の費用を含む。

- 間接費 : 直接工事費の 30%
- 一般管理費 : 直接工事費の 10%

(3) 設計・施工監理費(コンサルティングサービス)

事業実施に係るコンサルティングサービスについては、要員計画を基に表 11.3.4 の通り算出した。

表 11.3.4 コンサルティングサービス費用

	単 位	数 量	外 貨		内 貨		合 計
			日本円 JPY		モンゴル MNT		日本円
			単 価	計 ( '000)	単 価	計 ( '000)	( '000)
<b>A 人件費</b>							
1 日本人技術者	人月	278	2,562,000	712,236	0	0	712,236
2 現地技術者	人月	297	0	0	3,900,000	1,142,700	69,498
3 現地スタッフ	人月	343	0	0	1,500,000	510,000	30,870
<b>A 小計</b>				712,236		1,672,800	812,604
<b>B 直接費</b>							
1 航空券(国際線)		30	200,000	6,000	0	0	6,000
2 航空券(国内線)		0		0	0	0	0
3 国内移動交通費		30	2,400	72	0	0	72
4 住居費	月	278			4,830,000	1,342,740	80,564
	月	297			0	0	0
	月	343			0	0	0
5 車両レンタル費	月	144			1,820,000	261,625	15,698
6 事務所賃料	人月	70			2,380,000	166,600	9,996
7 通信費(国際)	人月	70			240,000	16,800	1,008
8 通信費(国内)	人月	70			80,000	5,600	336
9 事務用品	人月	70			560,000	39,200	2,352
10 事務所機器	人月	70			320,000	22,400	1,344
11 報告書作成	月	70			400,000	28,000	1,680
12 地形測量	式	1			56,000,000	56,000	3,360
13 地質調査	式	1			72,000,000	72,000	4,320
<b>B 小計</b>				6,072		2,010,965	126,730
<b>総 計</b>				718,308			939,334

(4) 予備費

i) 物価上昇予備費

外貨分：主に日本調達を想定し、2.1%と想定する。

内貨分：モンゴル国における近年の経済成長率及び物価上昇率の動向から、9.0%を想定する。

ii) 物理的予備費

過去の事例等から、建設工事費の5%を見込む。

(5) 事業管理費

モンゴル国側関係機関の事業管理費は、工事費+設計・施工管理費の5%とする。

(6) 準備費

i) 土地収用費・補償費

環境影響調査結果を基に、土地収用費および施設の撤去に伴う補償費を見積もった結果、土地収用費用および補償費として計 8.99 billion MNT とする。

ii) ユーティリティ移設費用

事業の実施に伴う地下埋設物、架線等の移設に必要な費用として、給湯管、通信ケーブル、電力ケーブル、上水道、下水道、鉄道施設内のユーティリティ移設について、現地業者に見積もりを依頼した結果、3,594 million MNT とする。

(7) 税金

過去の円借款事業の事例から、法人企業に係る輸入税、源泉徴収税、所得税等は免税されるものと推定する。ただし、付加価値税(VAT)については、建設費+設計・施工監理費に対し10%を計上する。

#### 11.4 維持管理費

アジルチン跨線橋の日常点検、定期点検、補修工事といった維持管理業務について、表 11.4.1 に示す項目に関して、表 11.4.2 に示す費用を見込む。

表 11.4.1 維持管理の内容

種別	維持管理内容		頻度 (要員)	計算式	概算維持管理費
1.日常点検	橋面の排水管、支承周り、側溝等の排水溝に溜まった砂、ゴミの除去と清掃		12 回/年	3 人×45,000Tg×12 日	1,620,000Tg/年
	除雪作業		30 日/年	5 人×45,000Tg×30 日	6,750,000Tg/年
	舗装面のひび割れ、構造物変状の点検		4 回/年	4 人×45,000Tg×4 日	720,000Tg/年
2.定期点検	橋梁上部構造／橋梁下部構造／支承部／取り付け道路／付帯施設／舗装の定期点検		1 回/3 年	5 人×45,000Tg×10 日 作業車：200,000Tg×10 日 足場・工具：2,000,000Tg	2,083,000Tg/年
3.補修工事	塗装・防食	部分塗替え	30 年	全塗装費の 5%	308,509,000Tg / 30 年
	伸縮装置	部分補修	10 年	製品費の 3%	9,474,000Tg / 10 年
	支承	部分補修	10 年	製品費の 1%	43,860,000Tg / 10 年
	舗装	部分補修	3 年	100m2 パッチング	3,509,000Tg / 3 年
	滑り止め舗装	張り替え	7 年	全額	70,175,000Tg / 7 年
	路面表示	路面標示の再塗布	5 年	全額	35,088,000Tg / 5 年
	その他のコンクリート構造物	部分補修	1 年	3 人×450,000Tg×1 日 道具・足場：1,000,000Tg	2,350,000Tg / 年

表 11.4.2 維持管理項目別の概算費用

項目	頻度	概算費用 (MNT)	備考
日常点検	1 年毎	9,090,000	
定期点検	3 年毎	6,250,000	
補修工事	10 年毎	361,800,000	



## 11.5 概算事業費

アジルチン跨線橋建設事業の概算事業費を表 11.5.1 に示す。また、直接工事費の内訳を表 11.5.2 に示す。各年度別の事業費支出については、建設費+設計・施工監理費に関しては表 11.5.3、事業費全体に関しては表 11.5.4 に示す。

表 11.5.1 概算事業費総括表

	項目	種別	内貨 (1000MNT)	外貨 (1000JPY)	合計 (1000JPY)	摘要
[1]	建設費		<b>29,276,305</b>	<b>5,698,582</b>	<b>7,455,160</b>	
		直接工事費	20,911,646	4,650,415		
		間接費	6,723,494	845,792		直接工事費(外注費分除く)×30%
		一般管理費	2,091,165	202,375		直接工事費(外注費分除く)×10%
[2]	設計・施工監理費		<b>3,683,765</b>	<b>718,308</b>	<b>939,334</b>	
	(1)	設計費	1,157,180	271,564		
	(2)	施工監理費	2,526,585	446,744		
[3]	予備費		<b>18,396,366</b>	<b>908,431</b>	<b>2,012,213</b>	
	(1)	物価上昇予備費	15,950,822	559,606		(([1]+[2])×2.1%(円) ×9%(MNT))
	(2)	物理的予備費	2,445,545	348,825		(([1]+[2]+[3](1))×5%
[4]	事業管理費		<b>9,457,441</b>		<b>567,446</b>	(([1]+[2]+[3]+[5])×5%
[5]	準備費		<b>15,703,706</b>		<b>942,222</b>	
	(1)	用地取得費	8,994,091			
	(2)	ユーティリティ移設費	3,594,000			
	(3)	物価上昇予備費	2,367,820			
	(4)	物理的予備費	747,796			
[6]	税金		<b>5,135,644</b>	<b>732,532</b>	<b>1,040,671</b>	VAT : 10%
[7]	金利等		<b>301,525</b>	<b>46,815</b>	<b>64,907</b>	
	(1)	建中金利	198,415	32,101		(([1]+[3] <sup>*1</sup> )×0.1%, ([2]+[3] <sup>*2</sup> )×0.01%
	(2)	フロントエンドフィー	103,110	14,715		(([1]+[2]+[3]+[7](1))×0.2%
	合計		<b>81,954,753</b>	<b>8,104,668</b>	<b>13,021,954</b>	

\*1 建設費に係る予備費

\*2 設計・施工監理費に係る予備費

：円借款対象範囲



表 11.5.2(2) 直接工事費内訳表(2/2)

	Item	Standard	Unit	Quantity	Unit Price		Amount		Amount (Converted JPY)		
					MNT	JPY	MNT	JPY			
Road Construction	Embankment	Approach to Main Bridge	Roadbed	m3	15,151.5	5,500		83,333,250	0	4,999,995	
		Approach to ON Ramp	Roadbed	m3	616.0	5,500		3,388,000	0	203,280	
		Approach to OFF Ramp	Roadbed	m3	563.0	5,500		3,095,500	0	185,790	
	Cut Earth	Origin Side of Main Line		m3	16,514.5	8,000		132,116,000	0	7,926,960	
		Ending Side of Main Line		m3	4,766.0	8,000		38,128,000	0	2,287,680	
		Intersection		m3	2,195.0	8,000		17,560,000	0	1,053,600	
		Feature Compensation Road		m3	7,320.0	8,000		58,560,000	0	3,513,600	
		Side Walk		m3	2,500.0	8,000		20,000,000	0	1,200,000	
	Sub Base Course	West Industrial Road		m3	6,818.1	8,000		54,544,800	0	3,272,688	
		Main Road	t=250mm	m2	15,700.0	11,500		180,550,000	0	10,833,000	
		ON Ramp	t=250mm	m2	968.3	11,500		11,135,450	0	668,127	
		OFF Ramp	t=250mm	m2	966.5	11,500		11,114,750	0	666,885	
		Frontage Road	t=250mm	m2	2,823.9	11,500		32,474,850	0	1,948,491	
		Service Road	t=250mm	m2	3,653.6	11,500		42,016,400	0	2,520,984	
		Intersection	t=250mm	m2	3,653.6	11,500		42,016,400	0	2,520,984	
		Side Walk	t=100mm	m2	5,007.3	6,500		32,547,450	0	1,952,847	
		Main Road	t=200mm	m2	22,567.6	11,500		259,527,400	0	15,571,644	
		ON Ramp	t=200mm	m2	968.3	11,500		11,135,450	0	668,127	
		OFF Ramp	t=200mm	m2	966.5	11,500		11,114,750	0	666,885	
		Frontage Road	t=200mm	m2	2,823.9	11,500		32,474,850	0	1,948,491	
		Service Road	t=200mm	m2	3,653.6	11,500		42,016,400	0	2,520,984	
		Intersection	t=200mm	m2	3,653.6	11,500		42,016,400	0	2,520,984	
		Side Walk	t=30mm	m2	5,007.3	6,500		32,547,450	0	1,952,847	
		Pavement	Main Road	Surface Course 50mm + Binder Course 50mm	m2	22,567.6	60,000		1,354,056,000	0	81,243,360
	ON Ramp		Surface Course 50mm + Binder Course 50mm	m2	968.3	60,000		58,098,000	0	3,485,880	
	OFF Ramp		Surface Course 50mm + Binder Course 50mm	m2	966.5	60,000		57,990,000	0	3,479,400	
	Frontage Road		Surface Course 50mm + Binder Course 50mm	m2	2,823.9	60,000		169,434,000	0	10,166,400	
	Service Road		Surface Course 50mm + Binder Course 50mm	m2	3,653.6	60,000		219,216,000	0	13,152,960	
	Intersection		Surface Course 50mm + Binder Course 50mm	m2	3,653.6	60,000		219,216,000	0	13,152,960	
	Side Walk		Interlocking Block Pavement	m2	2,919.5	34,000		99,263,000	0	5,955,780	
	West Industrial Road		Gravel Bedding	t=150mm	m2	10,869.6	10,000		108,696,000	0	6,521,760
	Concrete Pavement		t=250mm	m2	10,869.6	20,000	187	217,392,000	2,032,615	15,076,135	
	Side Walk		Base course (t=30mm)+Interlocking	m2	2,087.8	40,000		83,512,000	0	5,010,720	
	Parking Lot	30+50+400mm	m2	2,248.7	53,000		119,181,100	0	7,150,866		
	Anti Skid Pavement		m2	13,838.1	1,600	1,840	22,140,960	25,462,104	26,790,562		
	Drainage	U Shape Ditch		m	4,086.6	450,000		1,838,970,000	0	110,338,200	
		Catch basin		No.	67.0	1,145,000		76,715,000	0	4,602,900	
		O type Ditch	Dia.300	m	944.9	17,000		16,063,300	0	963,798	
		Pipe Culvert	Dia.400	m	485.1	66,048		32,039,885	0	1,922,393	
		Pipe Culvert	Dia.900	m	65.3	73,000		4,766,900	0	286,014	
		L-Gutter		m	3,215.3	138,800		446,283,640	0	26,777,018	
		Street Lighting		LS	1.0	180,000,000	38,160,000	180,000,000	38,160,000	48,960,000	
		Traffic Signal		No.	15.0	33,000,000		495,000,000	0	29,700,000	
Traffic Line			m	14,780.8	800	95	11,824,640	1,404,176	2,113,654		
Road Marking			No.	52.0	8,400	1,140	436,800	59,280	85,488		
Traffic Control Device		LS				500,000,000		30,000,000			
Reinforced Earth Wall	Skin Plate Manufacturing		m2	3,052.3	260,000		793,598,000	0	47,615,880		
	Installing Skin Plate		m2	3,052.3	17,500		53,415,250	0	3,204,915		
	Steel Strip Installation		m	28,551.0	400	1,070	11,420,400	30,549,570	31,234,794		
	Embankment and Compaction		m3	19,840.0	5,800		115,072,000	0	6,904,320		
	Top Concrete	Concrete	g=24N/mm2	m3	164.6	500,000	4,650	82,300,000	765,390	5,703,390	
	Form work		m2	1,081.8	49,000		53,008,200	0	3,180,492		
Rebar	Fabricating and Assembling	t	11.3	700,000	61,550	7,910,000	695,515	1,170,115			
Gravity-type Retaining Wall	Concrete		m3	402.8	370,000		149,036,000	0	8,942,160		
Dike Construction	Cut Earth		m3	6,491	8,000		51,928,000	0	3,115,680		
	Dike Embankment		m3	25,747	5,500		141,608,500	0	8,496,510		
	Concrete Block		m2	11,475	185,000		2,122,875,000	0	127,372,500		
Transportation	Steel Pile, Steel Girder	From Japan to Ulaanbaatar	LS	1.0		466,363,436	0	466,363,436	466,363,436		
Amount of Direct Construction Cost								20,911,646,395	4,650,414,781	5,905,113,565	
Indirect Cost								6,273,493,918	845,791,928	1,222,201,563	
Overhead Cost								2,091,164,639	202,375,295	327,845,173	
Grand Total								29,276,304,953	5,698,582,003	7,455,160,300	

表 11.5.3 年度別の工事費支出

	Year	1												2												3												4												5												6																							
		Month												Month												Month												Month												Month												Month																							
Detailed Design		(12 month)																																																																																			
Tendering														(17 month)																																																																							
Construction Work														(48 month)																																																																							
Mobilization																																																																																					
Fabrication	(Steel Pile)																																																																																				
	(Steel Girder)																																																																																				
Piling Work																																																																																					
Substructure	(A1 to P4)																									Rotary Penetration Steel Pipe Pile																																																											
	(P5 to P10)																																																																																				
	(P10 to A2)																																																																																				
Superstructure	(A1 to P4)																																																	Erection												Deck Slab												Accessory Work, Pavement											
	(P4 to P6)																																																																																				
	(P6 to P8)																																																																																				
	(P8 to P11)																																					Launching Method																																															
	(Ramp)																																																																																				
	(P11 to A2)																																																	Erection												Deck Slab																							
Approach Road	(Retaining Wall)																																																																																				
	(Drainage Work)																																																																																				
	(Subbase Work)																																																																																				
	(Asphalt Pavement)																																																																																				
	(Accessory Work)																																																																																				
Embankment Work																																																																																					
West Industrial Road																																																																																					
Demobilization																																																																																					

Disbursement Schedule														
Consultant Service Fee		Amount	Expense (Local : 1000MNT, Foreign : 1000JPY)											
DD Stage	(Local)	1,157,180	867,885	(75%)	289,295	(25%)								
	(Foreign)	271,564	203,673	(75%)	67,891	(25%)								
T/A and C/S stage	(Local)	2,526,585	101,063	(4%)	404,254	(16%)	505,317	(20%)	505,317	(20%)	505,317	(20%)	505,317	(20%)
	(Foreign)	446,744	17,870	(4%)	71,479	(16%)	89,349	(20%)	89,349	(20%)	89,349	(20%)	89,349	(20%)
Sub Total	(Local)	3,683,765	968,948	(26%)	693,549	(19%)	505,317	(14%)	505,317	(14%)	505,317	(14%)	505,317	(14%)
	(Foreign)	718,308	221,543	(31%)	139,370	(19%)	89,349	(12%)	89,349	(12%)	89,349	(12%)	89,349	(12%)
Construction Work														
Fabrication	(Local)	0												
	(Foreign)	2,626,662				1,444,664	(55%)	1,181,998	(45%)					
Piling Work	(Local)	383,544				383,544	(100%)							
	(Foreign)	351,635				351,635	(100%)							
Substructure	(Local)	4,009,652				3,207,722	(80%)	801,930	(20%)					
	(Foreign)	82,946				66,357	(80%)	16,589	(20%)					
Superstructure	(Local)	9,334,875						2,333,719	(25%)	4,667,438	(50%)	2,333,719	(25%)	
	(Foreign)	2,498,559						624,640	(25%)	1,249,279	(50%)	624,640	(25%)	
Approach Road	(Local)	11,488,601						2,872,150	(25%)	3,446,580	(30%)	5,169,871	(45%)	
	(Foreign)	135,934						33,984	(25%)	40,780	(30%)	61,171	(45%)	
Embankment Work	(Local)	3,242,976						3,242,976	(100%)					
	(Foreign)	0												
West Industrial Road	(Local)	816,656								816,656	(100%)			
	(Foreign)	2,846								2,846	(100%)			
Sub Total	(Local)	29,276,305	0	(0%)	0	(0%)	3,591,266	(12%)	9,250,776	(32%)	8,930,674	(31%)	7,503,589	(26%)
	(Foreign)	5,698,582	0	(0%)	0	(0%)	1,862,656	(33%)	1,857,210	(33%)	1,292,905	(23%)	685,810	(12%)
Grand Total	(MNT)	32,960,070	968,948	2.9%	693,549	2.1%	4,096,583	12.4%	9,756,093	29.6%	9,435,991	28.6%	8,008,906	24.3%
	(JPY)	6,416,890	221,543	3.5%	139,370	2.2%	1,952,005	30.4%	1,946,559	30.3%	1,382,254	21.5%	775,159	12.1%
Grand Total (Conversion JPY)		8,394,494	279,680	3.3%	180,983	2.2%	2,197,800	26.2%	2,531,925	30.2%	1,948,414	23.2%	1,255,693	15.0%

表 11.5.4 年度別の事業費支出

単位 Local : 1000MNT, Foreign : 1000JPY

		1 年次	2 年次	3 年次	4 年次	5 年次	6 年次	7 年次	8 年次	計	
建設費	Local			3,232,139	8,325,698	8,037,607	6,753,230	0	2,927,630	29,276,305	
	Foreign			1,676,390	1,671,489	1,163,615	617,229	0	569,858	5,698,582	
設計・施工監理費	Local	968,636	692,301	503,757	503,757	503,757	503,757	3,900	3,900	3,683,765	
	Foreign	221,338	138,550	88,324	88,324	88,324	88,324	2,562	2,562	718,308	
物価上昇予備費	建設費	Local	87,177	130,222	1,208,150	4,014,786	5,081,611	5,421,775	3,229	3,871	15,950,822
		Foreign	4,648	5,880	125,511	168,645	151,250	102,807	401	463	559,606
	設計・施工監理費	Local	0	0	1,059,527	3,807,449	4,810,275	5,080,681	0	0	14,757,933
		Foreign	0	0	119,829	160,989	141,578	91,078	0	0	513,473
	物理的予備費	Local	87,177	130,222	148,623	207,337	271,336	341,094	3,229	3,871	1,192,889
		Foreign	4,648	5,880	5,682	7,656	9,672	11,730	401	463	46,133
事業管理費	建設費	Local	52,791	41,126	265,159	688,466	725,802	671,456	356	389	2,445,545
		Foreign	11,299	7,222	103,825	105,709	76,624	43,847	148	151	348,825
	設計・施工監理費	Local	0	0	232,540	652,911	687,047	629,214	0	0	2,201,712
		Foreign	0	0	99,124	100,910	71,724	38,844	0	0	310,603
準備費 (合計)	Local	52,791	41,126	32,619	35,555	38,755	42,243	356	389	243,833	
	Foreign	11,299	7,222	4,700	4,799	4,900	5,003	148	151	38,222	
事業管理費	Local	253,168	954,744	2,095,346	2,572,796	2,103,011	1,472,353	2,967	3,055	9,457,441	
	Foreign									0	
準備費 (合計)	Local	0	15,703,70	0	0	0	0	0	0	15,703,706	
	Foreign	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
i) 用地+補償	Local		8,994,091							8,994,091	
	Foreign		0							0	
ii) ユーティリティ移設	Local		3,594,000							3,594,000	
	Foreign		0							0	
iii) 物価上昇	Local		2,367,820							2,367,820	
	Foreign		0							0	
iv) 物理的予備費	Local		747,796							747,796	
	Foreign		0							0	
税金	Local	110,860	86,365	556,833	1,445,778	1,524,184	1,410,058	749	816	5,135,644	
	Foreign	23,729	15,165	218,032	221,989	160,910	92,079	311	318	732,532	
金利等	建設費	Local	111	197	5,149	18,940	33,468	46,803	46,850	46,897	198,415
		Foreign	24	39	2,130	4,262	5,782	6,614	6,621	6,628	32,101
	設計・施工監理費	Local	0	0	4,883	18,599	33,046	46,292	46,339	46,385	195,545
		Foreign	0	0	2,082	4,203	5,713	6,535	6,541	6,548	31,621
	フロントエンドフィー	Local	111	197	266	340	422	511	511	512	2,870
		Foreign	24	39	49	59	69	80	80	80	479
フロントエンドフィー	Local	103,110								103,110	
Foreign	14,715									14,715	
円借款	Local	1,108,715	863,846	5,214,354	13,551,64	14,382,24	13,397,02	54,336	2,982,687	51,554,852	
	Foreign	237,309	151,691	1,996,180	2,038,429	1,485,595	858,822	9,733	579,663	7,357,421	
円借款対象外	Local	467,138	16,744.81	2,652,179	4,018,575	3,627,196	2,882,411	3,716	3,871	30,399,901	
	Foreign	38,443	15,165	218,032	221,989	160,910	92,079	311	318	747,247	
合計	Local	1,575,853	17,608.66	7,866,533	17,570,22	18,009,44	16,279,43	58,052	2,986,559	81,954,753	
	Foreign	275,752	166,856	2,214,212	2,260,418	1,646,505	950,901	10,044	579,981	8,104,668	
円換算計		<b>370,303</b>	<b>1,223,376</b>	<b>2,686,204</b>	<b>3,314,631</b>	<b>2,727,072</b>	<b>1,927,667</b>	<b>13,527</b>	<b>759,174</b>	<b>13,021,954</b>	

為替レート 1MNT=

0.06 JPY

## 11.6 建設費削減および工期短縮の検討

本プロジェクトは、橋長 828m の大規模な橋梁となり、また鉄道の跨線、施工スペースの制約などから建設費用も高額になり、施工期間も長くなる。そこで、コスト削減と工期削減の可能性について下記の通り検討を行なった。

- コンクリート橋を適用した場合の建設コスト・工期の再検討：7.3(5)上部工型式の選定の中で、本プロジェクトでの鋼橋の優位性を確認したが、各支間毎のコンクリート橋の組み合わせ等を詳細に見直し、コスト、施工期間について再検討を行なった。
- 建設コスト削減のための方策の検討：建設コストをより削減するための方策として、架橋範囲、交差点形状などを見直し、その可能性について検討を行なった。
- 施工期間短縮のための提案：建設機材の追加、プレキャスト工場製品の活用などを適用し、施工期間を短縮するための方策を検討した。

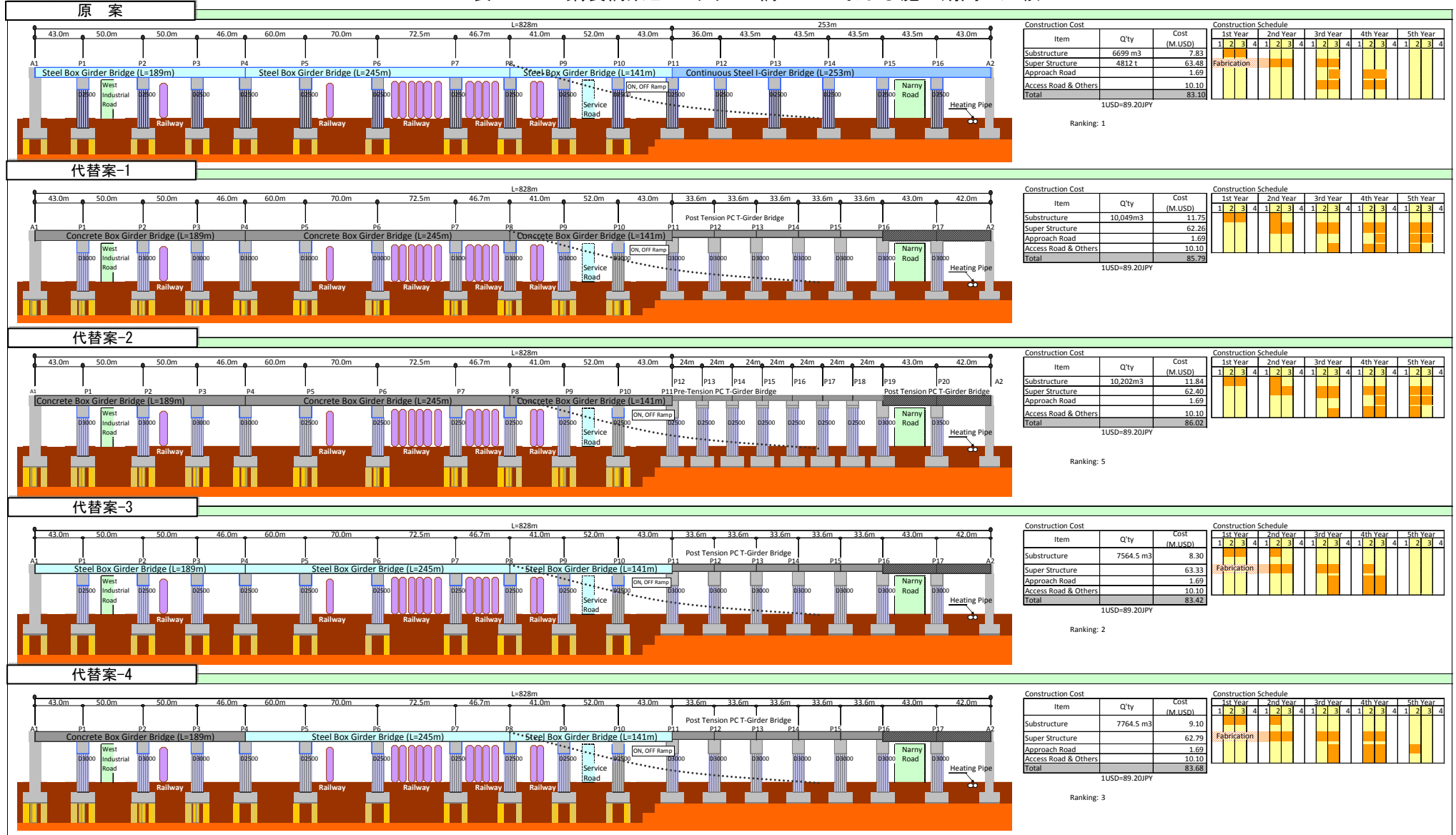
### (1) コンクリート橋の適用の検討

海外で生産した鋼製の部材を輸送するには、多大な輸送費が発生するため、現地で製作可能なコンクリート橋の適用について検討を行い、鋼製橋梁との比較を下記の通り行なった。なお、各案の概要図は、次ページ表 11.6.2 に示す。

表 11.6.1 鋼製橋梁とコンクリート橋の比較概要

	概要	内 訳	建設費 (M.USD)	施工期間 (Year)
原案	全線鋼製橋梁 (採用案)	鋼製箱桁区間 : 575m 鋼製 I 桁区間 : 253m	83.10 (1.00)	4 年
代替案-1	全線コンクリート 橋	PC 箱桁区間 : 575m ポストテンション PC-T 桁 : 253m	85.79 (1.03)	5 年
代替案-2		PC 箱桁区間 : 575m ホ <sup>°</sup> ステンション PC-T 桁 : 85m プレテンション PC-T 桁 : 168m	86.02 (1.04)	5 年
代替案-3		鋼製箱桁区間 : 575m ポストテンション PC-T 桁 : 253m	83.42 (1.00)	4 年
代替案-4	鋼製橋梁 + コンク リート橋の複合案	PC 箱桁区間 : 189m 鋼製箱桁区間 : 386m ホ <sup>°</sup> ステンション PC-T 桁 : 253m	83.68 (1.01)	4.5 年

表 11.6.2 鋼製橋梁とコンクリート橋のコストおよび施工期間の比較



(2) 建設費削減のための検討

建設費の削減を図る方策として、立体交差点としての機能を制限し、橋梁の規模を縮小する計画が考えられる。下記の通り、橋長や立体交差の型式、橋長等を変更した場合の建設コストと、事業効果への影響を確認した。

表 11.6.3 立体交差型式の変更によるコスト削減／工期短縮案

	概 要	建設費／ 建設期間	交通機能と安全性	備 考
原 案	本線橋梁：L=828m ON-OFF ランプ：L=275m	83MillionUSD ／48ヶ月	ナルニー道路と完全立体交差となり、完成後の渋滞が最も少なく、交通安全性も高い。	
代替案-1	ON-OFF ランプを省略  本線橋長：L=828m ON-OFF ランプ：L=0m	76MillionUSD ／47ヶ月	ランプが無く、平和通り方面とアクセスが出来ないため、利用者数が約3割少なくなり、経済効果が小さい。	
代替案-2	ナルニー道路との交差点を平面交差に変更  本線橋長：L=507m ON-OFF ランプ：L=0m	64MillionUSD ／36ヶ月	ナルニー道路との交差点で渋滞が発生し、事業効果が少ない。また、ナルニー道路とのアプローチ道路が、6.0%と急勾配になり、交通安全上の問題も残る。	
代替案-3	南側鉄道支線との交差を平面交差に変更  本線橋長：L=492m ON-OFF ランプ：L=0m	62MillionUSD ／36ヶ月	主要幹線道路と鉄道支線とが平面踏み切り交差となり、さらに燃料貯蔵会社の用地の取得が必要となる。南側のアプローチ道路の縦断勾配が6.0%となり、交通安全性が最も低い。	



表 11.6.4 施工範囲の変更によるコスト削減案

平面図		概 要																																																																																																																																																																																																																													
<p><b>原 案</b></p>		<p>Bridge Length: L=828m                      ON Ramp: L=151m                      OFF Ramp: L=124m                      Traffic Volume: 58,000 veh/day                      Construction Cost: 83 Million USD (1USD =89 JPY)                      Construction Period: 48 month</p>																																																																																																																																																																																																																													
		<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="4">1st Year</th> <th colspan="4">2nd Year</th> <th colspan="4">3rd Year</th> <th colspan="4">4th Year</th> </tr> <tr> <th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th> <th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th> <th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th> <th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mobilization</td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>Shop Fabrication</td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>Steel Pile</td> <td>167 pcs</td> <td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>30-Pier &amp; 4-Abutment</td> <td>10,900m3</td> <td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>Girder on Railway</td> <td>L=119m</td> <td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>Girder on Nary Road</td> <td>L=253m</td> <td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>Girder at North side</td> <td>L=141m</td> <td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>Girder at Southside</td> <td>L=316 m</td> <td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>ON-OFF Ramp</td> <td>L= 275m</td> <td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>Bridge Surface</td> <td>16,600m2</td> <td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>Demobilization</td> <td></td> <td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </tbody> </table>			1st Year				2nd Year				3rd Year				4th Year				1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	Mobilization																	Shop Fabrication																	Steel Pile	167 pcs																30-Pier & 4-Abutment	10,900m3																Girder on Railway	L=119m																Girder on Nary Road	L=253m																Girder at North side	L=141m																Girder at Southside	L=316 m																ON-OFF Ramp	L= 275m																Bridge Surface	16,600m2																Demobilization																
	1st Year				2nd Year				3rd Year				4th Year																																																																																																																																																																																																																		
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4																																																																																																																																																																																																															
Mobilization																																																																																																																																																																																																																															
Shop Fabrication																																																																																																																																																																																																																															
Steel Pile	167 pcs																																																																																																																																																																																																																														
30-Pier & 4-Abutment	10,900m3																																																																																																																																																																																																																														
Girder on Railway	L=119m																																																																																																																																																																																																																														
Girder on Nary Road	L=253m																																																																																																																																																																																																																														
Girder at North side	L=141m																																																																																																																																																																																																																														
Girder at Southside	L=316 m																																																																																																																																																																																																																														
ON-OFF Ramp	L= 275m																																																																																																																																																																																																																														
Bridge Surface	16,600m2																																																																																																																																																																																																																														
Demobilization																																																																																																																																																																																																																															
<p><b>代替案-1</b></p>		<p>Bridge Length: L=828m  <b>ON Ramp: L=0 m</b>  <b>OFF Ramp: L=0 m</b>                      Traffic Volume: 43,500 veh/day                      Construction Cost: 76 Million USD (1USD =89 JPY)                      Construction Period: 47 month</p>																																																																																																																																																																																																																													
		<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="4">1st Year</th> <th colspan="4">2nd Year</th> <th colspan="4">3rd Year</th> <th colspan="4">4th Year</th> </tr> <tr> <th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th> <th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th> <th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th> <th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mobilization</td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>Shop Fabrication</td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>Steel Pile</td> <td>156 pcs</td> <td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>26-Pier &amp; 2-Abutment</td> <td>10,100m3</td> <td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>Girder on Railway</td> <td>L=119m</td> <td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>Girder on Nary Road</td> <td>L=253m</td> <td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>Girder at North side</td> <td>L=141m</td> <td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>Girder at Southside</td> <td>L=316 m</td> <td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>Bridge Surface</td> <td>15,100m2</td> <td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>Demobilization</td> <td></td> <td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </tbody> </table>			1st Year				2nd Year				3rd Year				4th Year				1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	Mobilization																	Shop Fabrication																	Steel Pile	156 pcs																26-Pier & 2-Abutment	10,100m3																Girder on Railway	L=119m																Girder on Nary Road	L=253m																Girder at North side	L=141m																Girder at Southside	L=316 m																Bridge Surface	15,100m2																Demobilization																																	
	1st Year				2nd Year				3rd Year				4th Year																																																																																																																																																																																																																		
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4																																																																																																																																																																																																															
Mobilization																																																																																																																																																																																																																															
Shop Fabrication																																																																																																																																																																																																																															
Steel Pile	156 pcs																																																																																																																																																																																																																														
26-Pier & 2-Abutment	10,100m3																																																																																																																																																																																																																														
Girder on Railway	L=119m																																																																																																																																																																																																																														
Girder on Nary Road	L=253m																																																																																																																																																																																																																														
Girder at North side	L=141m																																																																																																																																																																																																																														
Girder at Southside	L=316 m																																																																																																																																																																																																																														
Bridge Surface	15,100m2																																																																																																																																																																																																																														
Demobilization																																																																																																																																																																																																																															

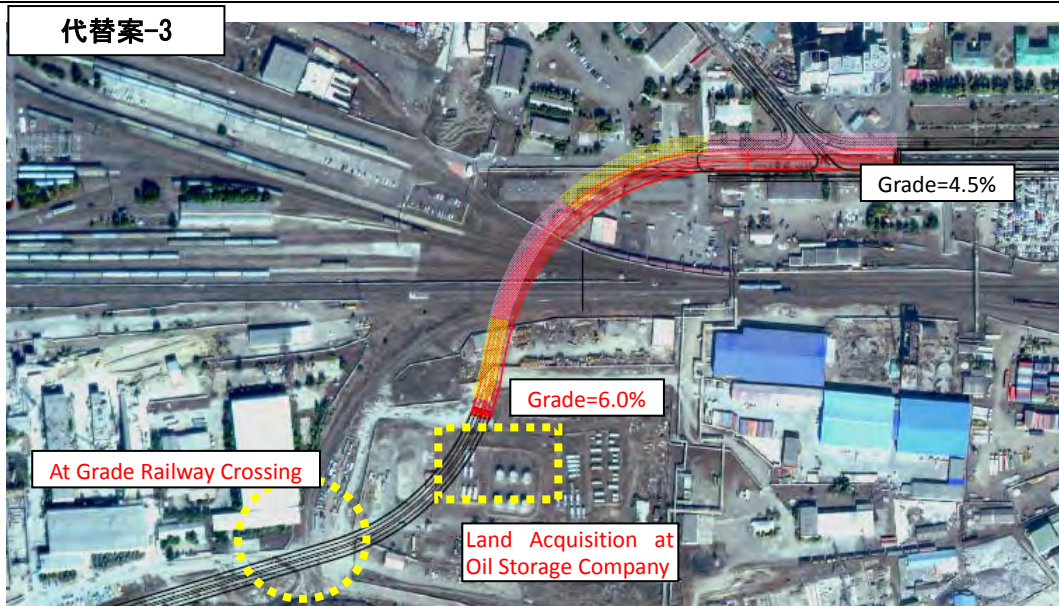
代替案-2



Bridge Length: L=507 m  
 ON Ramp: L=0 m  
 OFF Ramp: L=0 m  
 Traffic Volume 43,500 veh/day  
 Construction Cost: 64 Million USD (1USD =89 JPY)  
 Construction Period 36 month

	1st Year				2nd Year				3rd Year				4th Year			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Mobilization																
Shop Fabrication																
Steel Pile 132 pcs																
16-Pier 2-Abutment 3,500m3																
Girder on Railway L=119m																
Girder at South side-1 L=189m																
Girder at South side-2 L=127 m																
Girder at North side L=72m																
Bridge Surface 8,900m2																
Demobilization																

代替案-3



Bridge Length: L=492m  
 ON Ramp: L=0 m  
 OFF Ramp: L=0 m  
 Traffic Volume 58,000 veh/day  
 Construction Cost: 62 Million USD (1USD =89 JPY)  
 Construction Period 36 month

	1st Year				2nd Year				3rd Year				4th Year			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Mobilization																
Shop Fabrication																
Steel Pile 96 pcs																
16-Pier & 2-Abutment 4,200m3																
Girder on Railway L=120m																
Girder on Nany Road L=153m																
Girder at North side L=141 m																
Girder at South side L=78m																
Bridge Surface 8,640m2																
Demobilization																

(3) 工期短縮のための方策

工期短縮を図るため、下記 i)～v)の工法を適用することが考えられる。



i) 杭基礎施工機材の追加

施工開始初年度に実施する杭基礎工事の施工機械を 1 台から 2 台に変更する。

<p>鋼製回転圧入杭を施工するための全周回転機のイメージ</p>	
<p>概要</p>	<p>杭の施工期間が半分になる。</p>
<p>施工期間の短縮</p>	<p>-2.7 ヶ月</p>
<p>工事費の増加</p>	<p>+0.38 Million USD</p>



ii) 鋼製橋脚の適用

コンクリート橋脚は、施工時期の制約が大きい上、施工期間が長い。鋼製橋脚に変更することで、気温の低い10月などにも施工は可能となり、工事期間を短縮できる。

	<p>コンクリート橋脚 (本調査結果)</p>	<p>鋼製橋脚 (代替案)</p>
<p>橋脚のイメージ</p>		
<p>概要</p>	<p>施工期間が短縮でき、10月でも施工が可能。</p>	
<p>施工期間の短縮</p>	<p>-2.0 ヶ月</p>	
<p>工事費用の増加</p>	<p>+7.8 Million USD</p>	

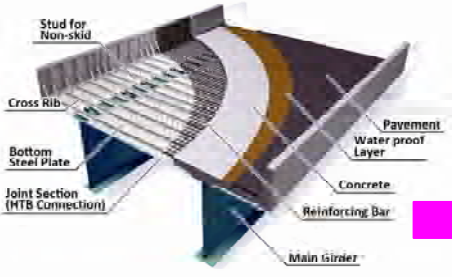
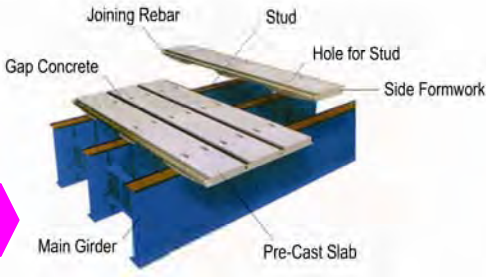
iii) 鋼製高欄の適用

橋面に施工するコンクリート高欄を、鋼製高欄に変更することで、施工期間の短縮が可能である。

	Concrete Railing (Proposed)	Steel Railing (Alternative)
高欄タイプのイメージ		
概要	スチール製の高欄を使用することで、コンクリートの打設工事を最小限にし、施工期間を短縮することができる。また、気温の低い10月でも施工が可能となる。	
施工期間の短縮	-0.5 Month	
工事費用の増加	+0.72 Million USD	

iv) プレキャスト PC 床版

鋼コンクリート合成床版と同様、耐久性の高い PC 床版を適用することで、現場での施工期間を短縮することが可能である。

Type	Steel-Concrete Composite Deck (Proposed)	Precast PC Slab (Alternative)
床版タイプのイメージ		
概要	PC 床版はモンゴル国内の工場で作成は可能であり、施工期間を短縮することができるが、製作費が高くなる。	
施工期間の短縮	-1.0 Month	
工事費用の増加	+0.41 Million USD	

以上提案した4つの案を整理すると、下記の通りとなる。

i)案+ii)案を採用した場合、

- 1) 施工期間は、48 ヶ月⇒43 ヶ月に短縮する。
- 2) 建設コストは、83.1 Million USD から 91.3 Million USD に増加する。
- 3) 施工開始後3年目に、高架橋の部分開通が可能である。

i)案～iv)案全てを採用した場合、

- 1) 施工期間は 48 ヶ月⇒36 ヶ月に短縮可能である。
- 2) 建設コストは、83.1 Million USD から 92.4 Million USD に増加する。

表 11.6.5 工期短縮のための方策案のまとめ

対策案	施工期間の短縮	コストの増加分
i) 杭基礎施工機械の増加 (1台⇒2台)	-2.7 ヶ月	+0.38 Million USD
ii) 鋼製橋脚の適用	-2.0 ヶ月	+7.80 Million USD
iii) 鋼製高欄の適用	-0.5 ヶ月	+0.72 Million USD
iv) プレキャストPC床版の適用	-1.0 ヶ月	+0.41 Million USD
<b>合計</b>	<b>-6.2 ヶ月</b>	<b>+9.31 Million USD</b>

上記、各工期短縮案のうち、短縮効果の大きい(1)案と(2)案を採用した場合、および、i)案～iv)案全てを採用した場合の施工期間は以下の通りとなる。

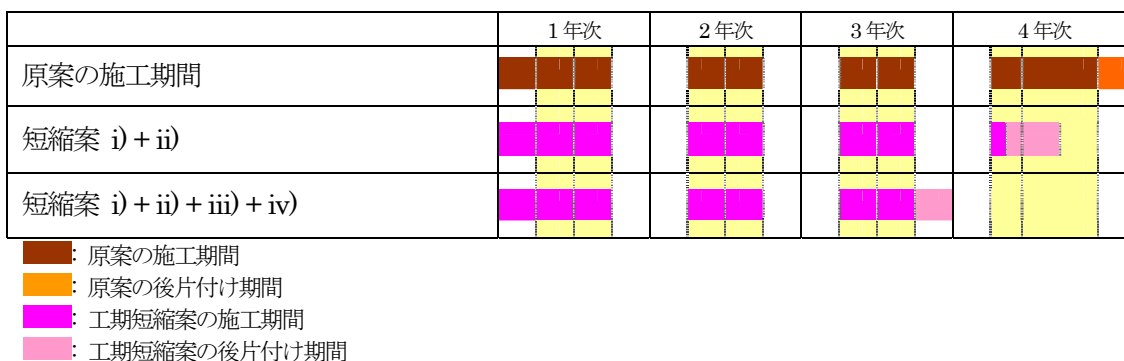


図 11.6.1 工期短縮案を組み合わせた場合の工程

表 11.6.6 工期短縮案の比較

	施工期間	建設コスト	備考
原案	48 ヶ月	83.1 Million USD	
工期短縮案 i)+ ii) 案	43 ヶ月	91.3 Million USD	施工開始後 3 年目に部分開通が可能
工期短縮案 i)+ii)+iii)+ iv)案	36 ヶ月	92.4 Million USD	

為替レート：1USD=89.2JPY

(4) 建設費削減および工期短縮の検討結果

前述の(1)～(3)の検討結果を表 11.6.7 に示す。これらの検討結果より、以下のことが確認できた。これらのすべの案と比較しても、本調査で提案した計画は妥当であると考えられる。

- コンクリート橋の適用については、建設コストの削減、工期短縮の効果は期待できない。鉄道や市街地などの施工条件に制約が多いため、コンクリート橋でも建設コストが高くなる。
- 橋梁の範囲を制限することで、コスト削減と工期短縮は可能である。一方、利用者数が少なくなり、また交通安全性が低下するなどのデメリットが大きく、事業効果が低下する。事業効果の点では推奨されない。
- 工期を 36 ヶ月間に短縮することは施工は可能であるが、建設費が 10%～11%増加する。11%のコスト削減により工事中期間を 36 ヶ月に短縮すると、経済効果指標 (EIRR) は 1%程低下する。

表 11.6.7 建設費削減および工期短縮のための比較検討結果

	原案	代替案1	代替案2	代替案3	代替案4
(1)コンクリート橋適用の検討	建設費	85.79 M.USD 60 Month	86.02 M.USD 57 Month	83.42 M.USD 48 Month	83.68M.USD 54 Month
(2)建設費削減のための検討	83.1 M.USD 施工期間	76 M. USD 47 Month	64 M. USD 36 Month	62 M. USD 36 Month	—
(3)工期短縮のための方策	48 Month	91.3 M.USD 43 Month	92.4 M.USD 36 Month	—	—

上段：建設費／下段：建設期間

## 第 12 章 経済評価

### 12.1 経済評価の考え方

経済評価は、本プロジェクトの効果を検証し、プロジェクト実施に対する経済的妥当性を評価することを目的として、評価指標として経済内部収益率(Economic Internal Rate of Return; EIRR)、純現在価値(Net Present Value; NPV)及び費用便益比(Benefit / Cost Ratio; BCR)を算出することにより行った。EIRR 及び NPV の評価は、標準的手法である割引キャッシュフロー法に従う。費用便益分析は、経済便益と経済費用との比較によって行った。

#### <経済評価の指標>

経済評価は、プロジェクト実施に伴って生じる評価期間中の各年における費用と便益に基づいて、次の 3 指標で計測する<sup>1</sup>。

- a) EIRR: 総便益の現在価値と総費用の現在価値が等しくなる(NPV=0)割引率を言い、その率の高さでプロジェクトの優位性を評価する。
- b) NPV: 総便益の現在価値と総費用の現在価値との差を言い、その額の大きさをプロジェクトの優位性を評価する。
- c) BCR: 総便益の現在価値を総費用の現在価値で除した比率を言い、その比率の大きさをプロジェクトの優位性を評価する

### 12.2 経済評価の前提条件

#### (1) 経済評価の基本的な手法

経済評価は、交通需要予測の結果に基づいて”With Project(プロジェクトが実施される場合)”及び”Without Project(プロジェクトが実施されない場合)”を比較することによって行う。すなわち、プロジェクトの実施によって実現される経済便益は、”With Project”と”Without Project”との間での車両の旅行費用(車両走行費用及び車両時間費用)の差として定義した。

経済分析の具体的な計算においては、”With Project”のケースと”Without Project”のケースにおける交通需要の差分に単位車両走行費用(走行速度別)及び単位車両時間費用を乗じて算出される経済便益とプロジェクト費用を現在価値に割引計算する方法により行った<sup>2</sup>。

#### ① 車両走行経費減少便益： $BR = BR_o - BR_w$

$$BR_i = \sum_j \sum_l (Q_{ijl} \times L_l \times \beta_j) \times 365$$

$BR$  : 走行経費減少便益(円/年)

$BR_i$  : 整備*i* の場合の総走行経費(円/年)

<sup>1</sup> 経済評価の対象期間が長期にわたるため、プロジェクトにより生じる将来の便益、費用は、一定の割引率を用いて現在価値に換算する必要がある。現在価値(P)の*n*年後の価値(F)は、複利で計算すると、 $F = P(1+i)^n$  と表され(*i*は利子率)、式を入れ替えて、*n* 年後の価値(F)を現在価値に換算すると  $P = F/(1+i)^n$  となる。また、総便益の現在価値と総費用の現在価値が等しくなる割引率を“内部収益率”と言い、言い方をすればNPVがゼロということであり、また、B/Cが1ということでもある。

<sup>2</sup> 評価は物価変動を調整、除外した実質で行った。以下、費用や便益(毎年のキャッシュフロー)、経済成長率や EIRR などの変数は、特にことわりのない限り実質の数値を表わす。

$Q_{ijl}$  : 整備iの場合のリンクlにおける車種jの交通量(台/日)  
 $L_l$  : リンクlの延長(km)  
 $\beta_j$  : 車種jの走行経費原単位(円/台・km)  
 $i$  : 整備有の場合W、無しの場合O  
 $j$  : 車種  
 $l$  : リンク

② 移動時間短縮便益： $BT = BT_o - BT_w$

$$BT_i = \sum_j \sum_l (Q_{ijl} \times T_{ijl} \times \alpha_j) \times 365$$

$BT_i$  : 整備iの場合の総移動時間費用  
 $Q_{ijl}$  : 整備iの場合のリンクlにおける車種jの交通量  
 $T_{ijl}$  : 整備iの場合のリンクlにおける車種jの移動時間  
 $\alpha_j$  : 車種jの時間価値原単位  
 $i$  : 整備有の場合W、無しの場合O  
 $j$  : 車種  
 $l$  : リンク

(2) プロジェクトライフ

詳細設計を2014年に実施、入札および工事期間は2015年～2019年間の計6年間と想定し、便益は、供用が開始される2020年から30年後の2049年までを対象とした。

(3) 資本の機会費用

資本の機会費用(Opportunity Cost of Capital; OCC)は、プロジェクトの実施可能性を判断するEIRRの基準となる値である。アジア開発銀行や世銀等の開発プロジェクトで適用し、かつ、モンゴルの類似道路プロジェクトで多く採用されている12.0%を本プロジェクトにおいても適用する。

(4) プロジェクトの費用

i) 建設費用

概算の建設費用は表12.2.1に示すとおりである。建設費用の合計は財務的費用なので、物価上昇・予備費及び税を除き、98.8億円を経済的費用とした。また、建設費用は前章にて算出した年度別の工事費を基に、2014年～2019年までの間に表12.2.2に示す金額で発生するものとした。

表 12.2.1 経済費用

費用内訳	金額(億円)
建設費	7,455,160
設計・施工管理費	939,334
物理的予備費	419,725
事業管理費	480,363
用地補償費	566,628
ユーティリティ移設	226,422
合計	10,087,632

出典)JICA 調査団作成



表 12.2.2 年度別の支出(単位:百万円)

年度	2014	2015	2016	2017	2018	2019
支出工事費	308	1,031	2,422	2,790	2,147	1,383

出典) JICA 調査団作成

ii) 維持管理費用

維持管理費用を日常点検、定期点検、補修工事に分け、以下の通りとした。維持管理費用は発生サイクルの最終年において発生するものとした。

表 12.2.3 維持管理費用

内容	発生サイクル	金額	
		1,000 MNT	千円
日常点検	1年	6,840	390
定期点検	3年	6,250	350
補修工事	10年	361,800	20,623

出典) JICA 調査団作成

(5) プロジェクトの便益

i) 評価対象道路ネットワーク

評価対象道路ネットワークは、交通需要予測を行ったネットワークモデルを適用し、跨線橋事業による周辺道路の渋滞緩和の効果を評価する方針とし、交通需要推計を実施した154リンクから、本プロジェクトの影響があると考えられる120のリンクを抽出した。

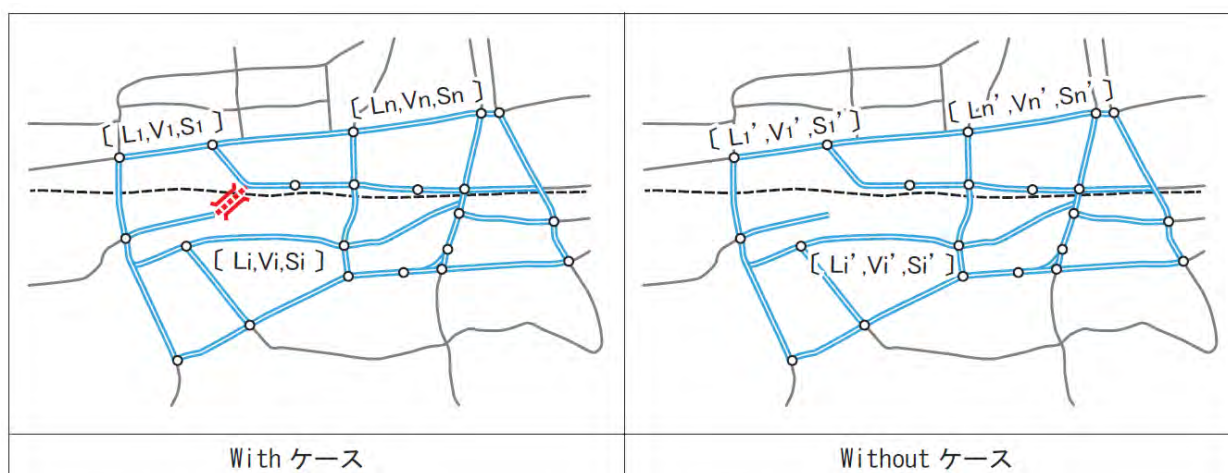


図 12.2.1 経済評価に適用するネットワークモデル

ii) 交通需要予測

便益算定の根拠となる交通需要は、上記の120のリンクについて、コンピューターシミュレーションにより2020年及び2030年の交通量と平均速度を予測し、2021年～2029年までの間は、2020年と2030年の数値を直線で内挿することで補完、2031年以降については、増加率6%を仮定して2030年の値を外挿した。

2020年及び2030年における”With Project”及び”Without Project”の予測結果は3.4(2)に示すとおりである。

iii) 評価対象車種

評価対象車種は、「CAR(乗用車等)」と「TRUCK(トラック)」とした。乗用車の中にはピックアップ車などの大型の車両が含まれ、トラックには小型、中型、大型トラック及び特殊車両が含まれる。

vi) 車両走行費用 (Vehicle Operating Cost; VOC)

車両走行費用(Vehicle Operation Cost; VOC)は、アジア開発銀行(Asian Development Bank; ADB)によるモンゴル都市交通開発事業(Urban Transport Development Project in Mongolia (2009))を参照した。評価にあたっては、本評価対象車種の「CAR」にはピックアップ車などの大型の車両が含まれることから、「CAR」の VOC は乗用車の 1.2 倍、TRUCK トラックについては乗用車の値の 2 倍と想定した。

表 12.2.4 車両走行費用 (2009 年、単位:1 km走行あたり USD)

速度	モンゴル都市開発事業			本調査の想定	
	乗用車	普通バス	トロリーバス	CAR	TRUCK
10km/h	0.384	0.589	1.318	0.461	0.922
20km/h	0.228	0.367	0.77	0.274	0.547
30km/h	0.174	0.284	0.558	0.209	0.418
40km/h	0.145	0.239	0.445	0.174	0.348
50km/h	0.131	0.227	0.393	0.157	0.314

出典 Urban Transport Development Project in Mongolia, ADB (2009) により調査団作成

v) 時間価値

時間価値は、モンゴル国の福利厚生費含む 1 時間あたりの賃金を基準に、業務目的のトリップの価値を時間賃金と同額、非業務目的のトリップの時間価値を時間賃金の 30%<sup>3</sup>として算出した。

乗車率については乗用車が 1.83、トラック 1.77<sup>4</sup>とし、トリップ目的については、乗用車においてはその 6%が業務目的(94%が非業務目的<sup>5</sup>、トラックにおいては 100%が業務目的)であるとした。

2009 年におけるモンゴル国における月平均の賃金は、300.5 千 MNT<sup>6</sup>であることから、これに 12%の福利厚生費<sup>7</sup>を加え、トリップ目的ごとの時間価値に配慮して乗用車、トラック 1 台あたりの時間価を計算すると、乗用車は 1,197MNT/台、トラックは 3,385MNT/台となる。また、2009 年の年間平均為替レートを参照し、1USD を 1,438MNT<sup>8</sup>としドルに、前者は 0.83USD/台、後者は 2.35USD/台となる。

<sup>3</sup> 世界銀行のレンディング・オペレーション、世界銀行東京事務所(2005)

<sup>4</sup> 出典; Urban Transport Development Project in Mongolia(ADB)。トラックについては Small Truck と Large Truck の数値を台数構成で加重平均した。

<sup>5</sup> 出典; THE STUDY ON CITY MASTER PLAN AND URBAN DEVELOPMENT PROGRAM OF ULAANBAATAR CITY (UBMPS) Final Report Volume 4: Technical Appendices (March 2009, JICA) Table 4.1.5 Travel Demand by Mode and Purpose (% by Purpose)において、To Home 38%、To Work 21%、To School 3%、Business 6%、Private 32%となっている。

<sup>6</sup> モンゴル統計年鑑 2012 表 4.12

<sup>7</sup> 会社負担の健康保険、失業保険、事故保険、年金、福利(welfare)で賃金の 11-12%(現地聞き取り)。

<sup>8</sup> Key Indicators for Asia and the Pacific 2011 Mongolia , Asian Development Bank (ADB)

表 12.2.5 車両 1 台当たりの時間価値(2009 年)

単位	賃金	賃金+福利厚生費	月労働時間*	業務/非業務トリップ	非業務トリップ価値	時間価値	乗車率**	時間価値	
	MNT/月	MNT/月	日	%	%	MNT/人	人/台	MNT/台	USD/台
CAR	300,500	336,560	176	6/94	30	654	1.83	1,197	0.83
TRUCK				100/0			1.77	1,158	0.81

注：乗用車の乗車率はモンゴル都市交通開発事業の数値を参照した。

出典)モンゴル統計年鑑 (Statistical Yearbook)2012, The Study on City Master plan and Urban Development Program of Ulaanbaatar City, Urban Transport Development Project in Mongolia、世界銀行のレンディング・オペレーション等から調査団作成

時間価値については過去のマスタープランや FS におけるいくつかの事例があり、対象となる車両種別や調査年による物価の違いを考慮すると、概ね上記の数値と一致する。

表 12.2.6 過去における各種調査の時間価値一覧

出典	調査機関	単位	調査年	車両種別	VOC
ウランバートル市都市開発マスタープラン	JICA	USD/時間	2007	Private(car, truck)	0.632
				Public(bus, trolley bus, taxi)	0.287
モンゴル都市交通開発事業	ADB	USD/時間	2009	Passenger Car	0.509
				Bus	0.231
ソンスゴロン橋梁 F/S	ADB	USD/台 <sup>キ</sup>	2012	Car	0.03
				Bus	0.62
				LT	0.04
				HT	0.04
				AT	0.08
				Other	0.03

出典) The Study on City Master plan and Urban Development Program of Ulaanbaatar City, Urban Transport Development Project in Mongolia、Feasibility Study on Construction of Songsgolon Fly-Over

評価対象期間の国民所得の伸びを下記のように設定し、時間価値が所得水準に比例して上昇するものと見なして計算を行った。

表 12.2.7 GDP の成長率(単位 %)

	2010 (実績)	2011 (実績)	2012 (予測)	2013~15 (予測)	2016~20 (予測)	2021~30 (予測)	2031~ 予測
GDP 成長率	6.1	17.3	16.0	11.8	9.1	7.0	6.0

注：2010 年、2012 年は、Statistical Yearbook, 2012、2012 年は「最近のモンゴル経済」による(Moodys の引用で World Economic Outlook 2012 では 17.2%と予測している)、2013~2015 及び 2016~2020 は World Economic Outlook 2012 による。2031 年~は調査団で設定

出典) Statistical Yearbook, 2012、「最近のモンゴル経済」(在日モンゴル大使館)、World Economic Outlook 2012 より調査団作成

車両 1 時間あたりの価値が所得水準(実質)に比例するとみなすと、事業期間における各年の時間価値は表 12-5 のようになる。2020 年の車両 1 台あたりの時間価値は「CAR」が 2.61USD、「TRUCK」が 2.52USD であり、2030 年では「CAR」が 4.67USD、「TRUCK」が 4.52USD となる。

表 12.2.8 車両 1 台当たりの時間価値(2010-49 年、単位 USD)

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
CAR	0.89	1.04	1.21	1.35	1.51	1.69	1.84	2.01	2.19	2.39
TRUCK	0.86	1.01	1.17	1.31	1.46	1.63	1.78	1.94	2.12	2.31

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
CAR	2.61	2.76	2.93	3.11	3.29	3.49	3.70	3.92	4.16	4.41
TRUCK	2.52	2.67	2.83	3.00	3.18	3.37	3.58	3.79	4.02	4.26

	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
CAR	4.67	4.95	5.25	5.56	5.90	6.25	6.62	7.02	7.44	7.89
TRUCK	4.52	4.79	5.07	5.38	5.70	6.04	6.41	6.79	7.20	7.63

	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049
CAR	8.36	8.86	9.40	9.96	10.56	11.19	11.86	12.57	13.33	14.13
TRUCK	8.09	8.57	9.09	9.63	10.21	10.82	11.47	12.16	12.89	13.66

出典)JICA 調査団作成

### 12.3 経済評価の結果

経済評価の結果は表 12.3.1 に示すとおりである。

表 12.3.1 経済評価の結果(単位:百万円)

年	費用			便益			合計
	設計/施工	O&M	計	走行費用削減	走行時間短縮	計	
2014	308		277.2	0.0	0.0	0.0	-277.2
2015	1031		927.9	0.0	0.0	0.0	-927.9
2016	2422		2,179.8	0.0	0.0	0.0	-2,179.8
2017	2790		2,511.0	0.0	0.0	0.0	-2,511.0
2018	2147		1,932.3	0.0	0.0	0.0	-1,932.3
2019	1383		1,244.7	0.0	0.0	0.0	-1,244.7
2020	3	0.4	3.4	515.1	398.7	913.8	910.5
2021	3	0.4	3.4	607.7	599.2	1,206.9	1,203.5
2022		0.7	0.7	700.3	799.7	1,500.0	1,499.2
2023		0.4	0.4	792.8	1,000.2	1,793.0	1,792.6
2024		0.4	0.4	885.4	1,200.7	2,086.1	2,085.7
2025		0.7	0.7	977.9	1,401.2	2,379.1	2,378.4
2026		0.4	0.4	1,070.5	1,601.6	2,672.2	2,671.8
2027		0.4	0.4	1,163.1	1,802.1	2,965.2	2,964.8
2028		0.7	0.7	1,255.6	2,002.6	3,258.3	3,257.5
2029		21.0	21.0	1,348.2	2,203.1	3,551.3	3,530.3
2030		0.4	0.4	1,440.8	2,403.6	3,844.4	3,844.0
2031		0.7	0.7	1,527.2	2,547.8	4,075.0	4,074.3
2032		0.4	0.4	1,618.8	2,700.7	4,319.5	4,319.1
2033		0.4	0.4	1,716.0	2,862.7	4,578.7	4,578.3

2034		0.7	0.7	1,818.9	3,034.5	4,853.4	4,852.7
2035		0.4	0.4	1,928.1	3,216.5	5,144.6	5,144.2
2036		0.4	0.4	2,043.8	3,409.5	5,453.3	5,452.9
2037		0.7	0.7	2,166.4	3,614.1	5,780.5	5,779.7
2038		0.4	0.4	2,296.4	3,831.0	6,127.3	6,126.9
2039		21.0	21.0	2,434.1	4,060.8	6,495.0	6,474.0
2040		0.7	0.7	2,580.2	4,304.5	6,884.7	6,883.9
2041		0.4	0.4	2,735.0	4,562.7	7,297.7	7,297.4
2042		0.4	0.4	2,899.1	4,836.5	7,735.6	7,735.2
2043		0.7	0.7	3,073.1	5,126.7	8,199.7	8,199.0
2044		0.4	0.4	3,257.4	5,434.3	8,691.7	8,691.3
2045		0.4	0.4	3,452.9	5,760.3	9,213.2	9,212.8
2046		0.7	0.7	3,660.1	6,106.0	9,766.0	9,765.3
2047		0.4	0.4	3,879.7	6,472.3	10,352.0	10,351.6
2048		0.4	0.4	4,112.4	6,860.7	10,973.1	10,972.7
2049		21.4	21.4	4,359.2	7,272.3	11,631.5	11,610.1

EIRR=15.80%  
NPV=3,978 百万円  
BCR=1.61

出典) JICA 調査団作成

NPV 及び BCR の算定に用いた割引率は（資本の機会費用）は 12%としている。本プロジェクトの EIRR は 15.8%、BCR は 1.61 といずれも十分な水準にあり、また NPV は 3,978 百万円であった。

表 12.3.2 は、建設費用及び便益を±20%変化させた場合の EIRR に関する感度分析の結果を示す。事業期間が 6 年間と長期にわたるため、費用増加に対する感度は比較的低いことから、費用が 20%増加し、かつ便益が 20%減少した場合においても、EIRR は 12.5%と、依然として十分な水準にある。

表 12.3.2 感度分析の結果(EIRR)

費用 \ 便益	- 20%	- 10%	±0%	+ 10%	+ 20%
- 20%	15.8%	16.9%	17.9%	18.8%	19.7%
- 10%	14.8%	15.8%	16.8%	17.6%	18.5%
±0%	14.0%	14.9%	15.8%	16.7%	17.5%
+ 10%	13.2%	14.1%	15.0%	15.8%	16.6%
+ 20%	12.5%	13.4%	14.0%	15.1%	15.8%

出典) JICA 調査団作成

## 第 13 章 既存構造物調査

### 13.1 ウランバートル市内道路施設の状況

#### (1) 調査の概要

ウランバートル市では、降雨量が少無く乾燥しており、路床強度も比較的高い箇所が多い。一方で、年間を通じて気温の変化が大きいため、アスファルト面には温度クラックは発生しやすく、舗装の損傷の要因となりやすい。また、市内には道路排水施設が殆ど整備されていないため、降雨期の集中豪雨により舗装が冠水し、舗装の損傷を早める要因となっている。さらに、近年では市内の建設工事の増加に伴い、大型車両の通行が増加しており、舗装の疲労劣化を加速する原因となっている。本調査では、以下に示す市内主要道路上 42 箇所において、舗装のタイプおよび損傷の状況を記録した。

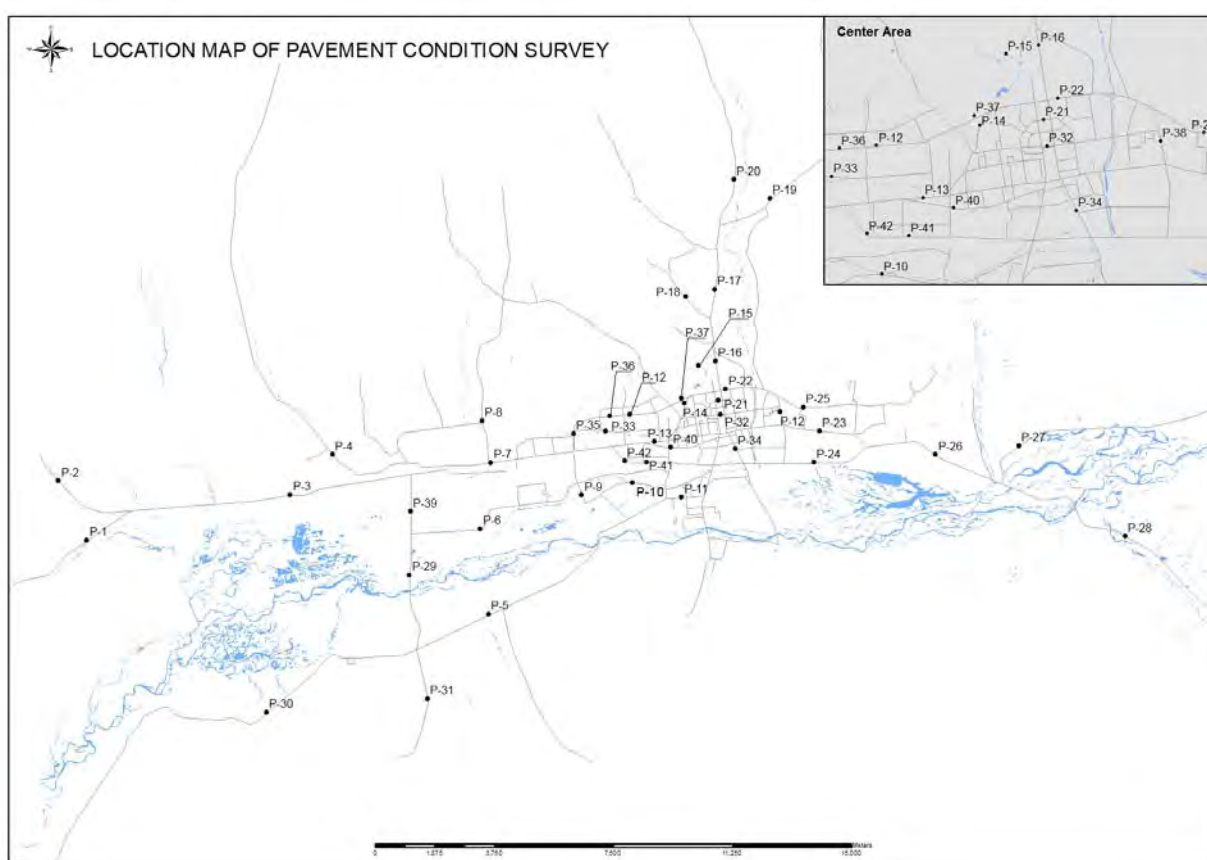


図 13.1.1 道路舗装調査地点位置図

#### (2) 調査結果

今回の調査では、舗装の損傷状況を以下の 3 クラスに分類し、道路舗装の損傷程度の概略を把握した。この結果、調査地点の 62% の箇所で舗装の損傷が目視で確認され、走行性にも影響を与えるほど進展していることが確認された。一方、調査範囲では、既にパッチングやシーリングなど補修を実施している箇所も多く確認され、一定水準の補修工事が実施されている状況も確認された。

表 13.1.1 舗装調査結果の集計

損傷タイプ	箇所数	構成比率
A: 損傷なし～軽便な横断方向クラック	16	38.1%
B: 亀甲状クラック～轍掘れまたは舗装の部分的な剥離	17	40.5%
C: 直径 20cm 以上のポットホール～舗装の破壊	9	21.4%

		
A: 損傷なし～横断方向亀裂 施工直後の温度変化により横断方向に亀裂が入りやすい。	B: 亀甲状クラック～轍掘れ/部分的な剥離：ひび割れが進展し、舗装としての強度が大幅に低下している。	C: 直径 20cm 以上のポットホール～舗装の破壊：ポットホールが形成され、車両の走行性に著しく障害がある。
損傷の要因 横断方向に一定間隔で発生するクラックは、急激に温度が低下する際、アスファルトが収縮して発生する。	損傷の要因 温度収縮またはその他の要因により発生したクラックを放置すると、雨水が浸透して舗装全体の強度が低下し、ひび割れが亀甲状に進展する。	損傷の要因 ひび割れが進展し、最後は舗装が破壊され、ポットホールが形成される。

図 13.1.2 ウランバートル市内の代表的な舗装損傷パターン

## 13.2 ウランバートル市内道路橋の状況

### (1) 調査概要

ウランバートル市内の 67 橋梁に対して調査を行った。調査では、インベントリー調査(図面データの収集)、構造物の目視調査、主要構造寸法の測定、コンクリート強度、配筋状況、損傷程度の調査等を行い、各橋梁に対する健全度評価、耐震性の評価を行った。

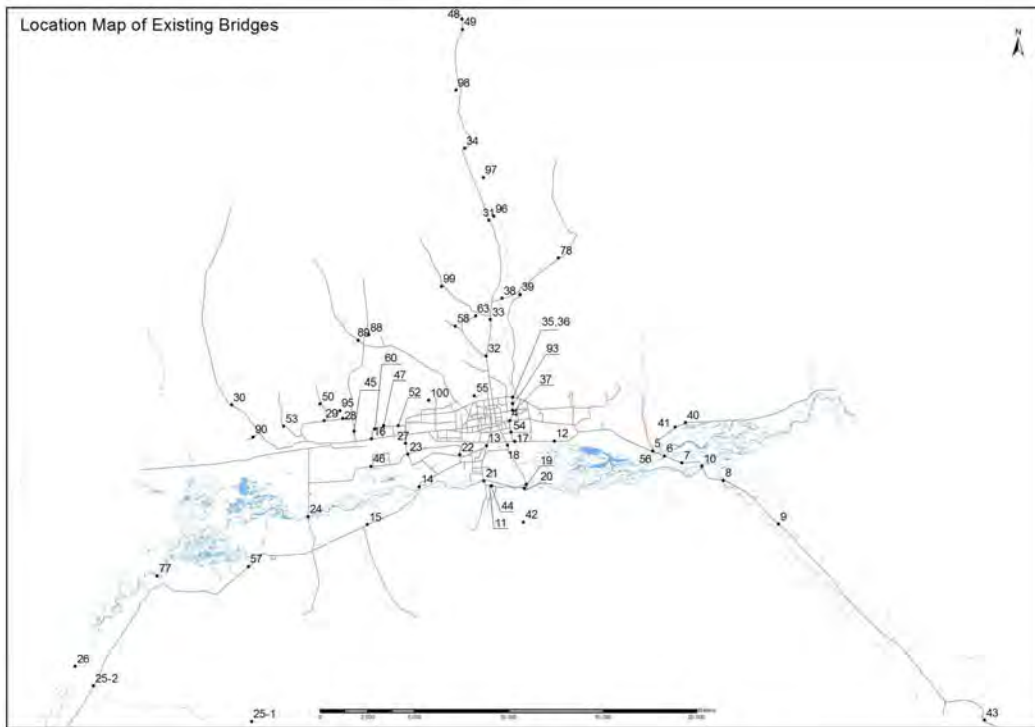


図 13.2.1 ウランバートル市内橋梁位置図

(2) 調査結果

ウランバートル市内の全橋梁のうち、殆どが鉄筋コンクリート橋で、鋼製橋梁および木製橋梁が1橋ずつ存在する。橋梁の建設は、古いもので1960年から開始されており、全体の約25%が建設後30年を経過している。橋梁の健全度では、全体の10%(7橋梁)は損傷の進行が深刻な状況にあり、全体の72%にあたる48橋は、補修を必要とする損傷が確認されている。耐震性については、橋梁の高さが低いものが多いため、危険性の高いものは比較的少ないものの、全体の7%にあたる5橋については安全性に問題があるため対策が必要である。

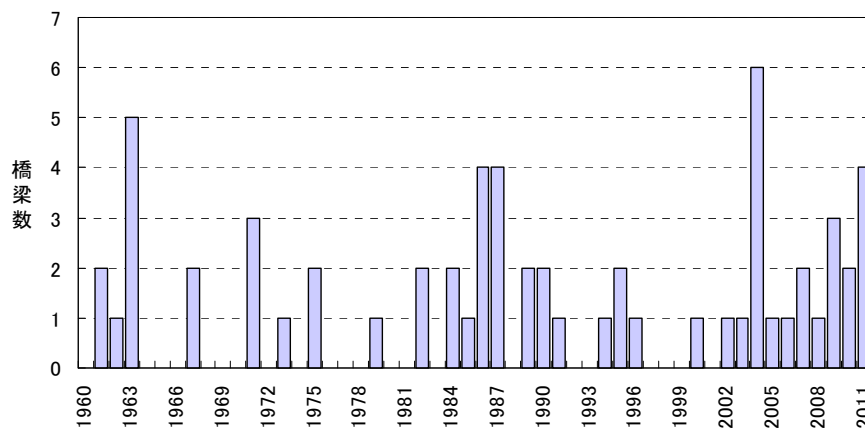
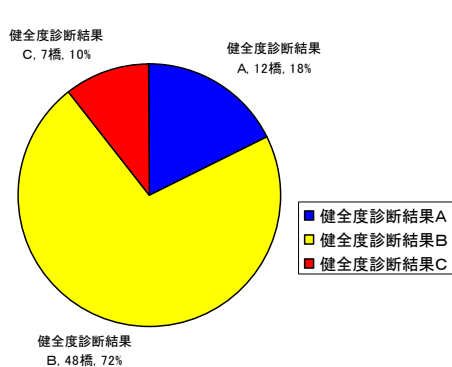


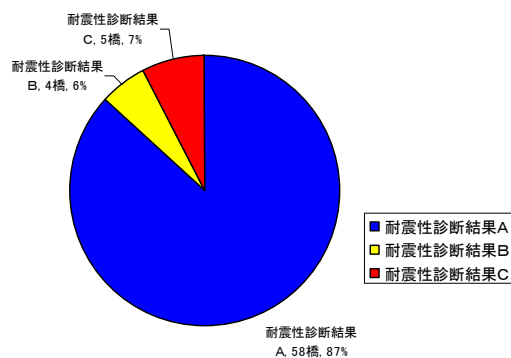
図 13.2.2 ウランバートル市内の道路橋の建設年





- A : 損傷が軽微で橋梁の健全性の問題は少ない。  
 B : 損傷があるが橋梁全体の危険性は低い。  
 C : 損傷範囲が広範囲であり、健全性に問題がある。

図 13.2.3 橋梁の健全度診断結果



- A : 耐震性の問題は少ない。  
 B : 耐震性が一部低下している。  
 C : 耐震性が低く危険。

図 13.2.4 耐震性診断結果

		
床版の抜け落ち	鉄筋コンクリート桁の鉄筋露出	橋台の沈下
<p>損傷の要因</p> <p>桁の間詰めコンクリートが、車両の繰り返し荷重により破壊される。施工不良、橋面の防水対策不足、また横桁の不在による主桁の挙動が不安定であることが原因と考えられる。</p>	<p>損傷要因：</p> <p>主桁製作時のコンクリートかぶり（鉄筋を保護するコンクリートの厚さ）不足が主な要因である。さらに、モンゴル国では、凍害によりコンクリート表面が劣化しやすく、かぶりの薄いコンクリートは表面が剥離しやすい。</p>	<p>損傷要因</p> <p>下部工基礎の設計支持力不足、または洗掘により支持力が低下したことが原因である。モンゴル国の古い橋梁の殆どが「直接基礎」であるため、河川部では洗掘の影響を受けやすい。</p>

図 13.2.5 橋梁の損傷状況

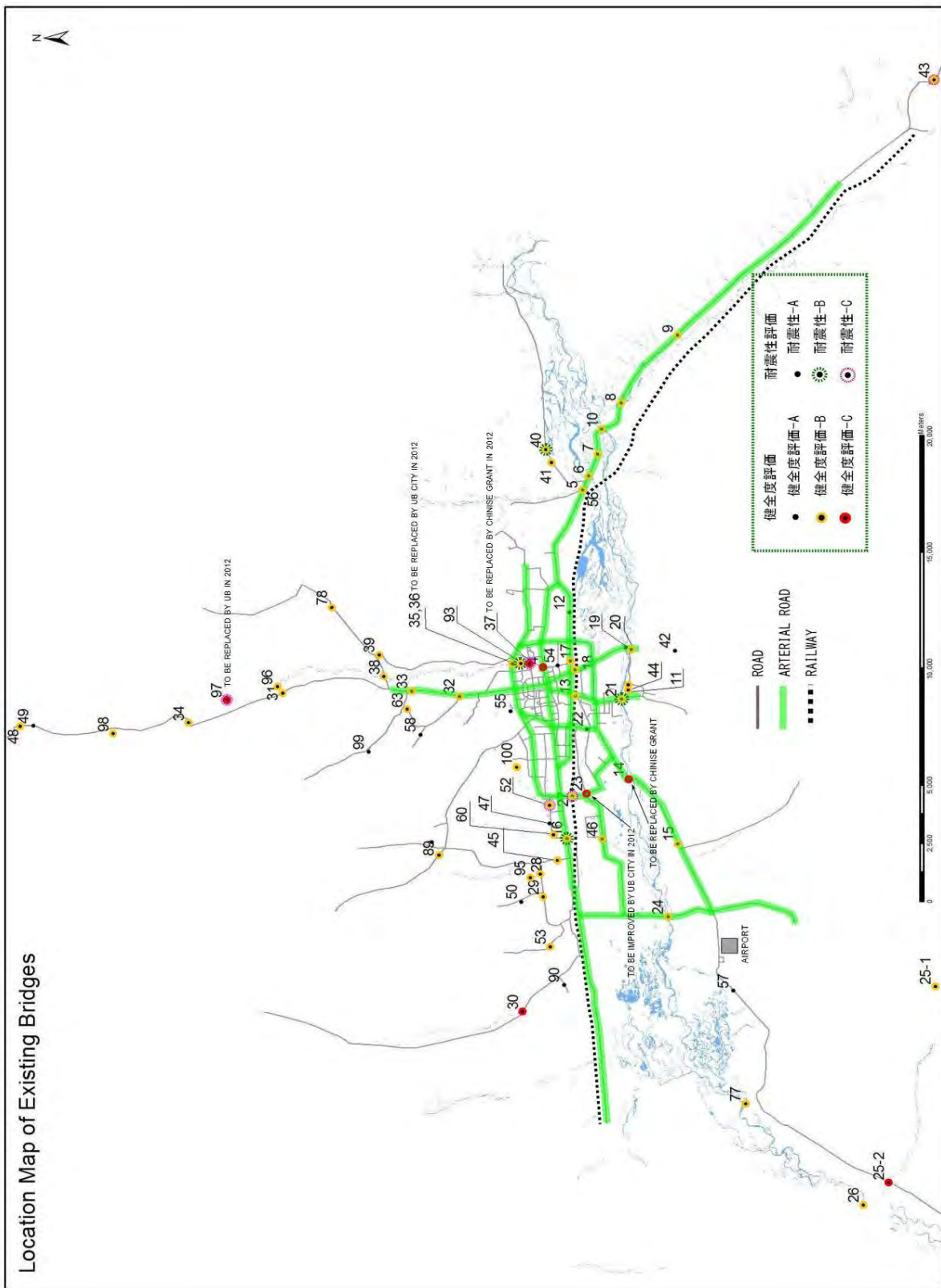


図 13.2.6 既存橋梁の診断結果

### 13.3 進行中および近年実施された道路セクター維持管理に関わる技術支援プロジェクト

(1) Road Database Development Using Geographic Information System (TA 7297-MON; ADB 2011-2012)

道路施設の維持管理の重要性が高まる中、GIS およびアセットマネジメント用ソフト(d TIMS ; ニュージーランド製)を活用し、全国道路維持管理情報システムを構築し、国道 11,200km のインベントリー、2600km の舗装道路の損傷度調査結果が整備された。また、全国道路網 ITS 化戦略、および中長期維持管理計画立案マニュアルも作成されている。一方、ソフトウェア操作の煩雑性、アセットマネジメントの必要性に対する理解不足など、プロジェクトの持続可能性については課題も残されている。

(2) Road Sector Capacity Development Project (TA-7844 MON; ADB 2012-2014)

ADB の支援により、モンゴル国道路セクターの維持管理の能力向上を目的とした下記 10 項目についての技術移転が MRTUCUD およびウランバートル市に対して実施されている。道路舗装に関しては、維持管理用ソフトを導入し、点検方法などの実務的な技術移転が行われる予定である。また舗装の施工方法、技術基準については、カナダの技術仕様書を取り入れるなど寒冷地対策を検討している。ただし、橋梁、構造物に関する設計、維持管理についての技術移転は含まれていない。

- 道路関係機関の組織・人材強化
- 道路基金と道路委員会の再構築
- プロジェクトマネジメントおよび調達能力の強化
- 施工管理の外部委託システムの確立
- 道路の定期補修事業の実施
- UB 市道路維持管理計画および技術基準の作成
- MRTUCUD の事業計画・評価能力の強化
- 道路技術者のトレーニングプログラム作成
- 地方への道路技術移転の促進
- 事業実施のモニタリングおよび市民との対話

(3) 新潟県・ウランバートル市道路排水計画技術協力事業(JICA: 草の根技術協力 2009 年-2012 年)

ウランバートル市内の道路排水設備不足を解消するため、新潟県の建設技術センターおよび民間企業からの技術支援により、専門家派遣、本邦研修などを通じ、ウランバートル市職員に対する道路排水施設の整備に必要な技術移転が行われている。コンクリート側溝の製作に必要な型枠等の機材供与も行われており、将来的な道路排水施設整備に必要な計画立案、施工、維持管理方法等についてのキャパシティーデベロップメントが行われている。

### 13.4 ウランバートル市内における道路施設の運営維持管理上の課題

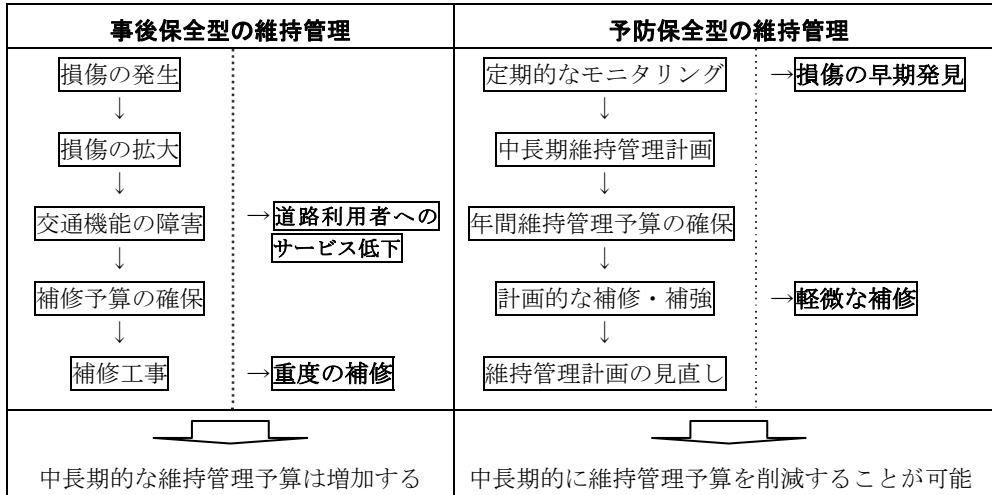
これまで、ADB を中心にモンゴル全国をカバーする道路アセットマネジメントシステムが導入され、持続可能性についての課題は残るものの、既に運用段階に入りつつある。更に道路基金の運用や、組織体制、委託契約の管理体制の強化など、ソフト面における支援策も現在進行中である。道路舗装に関する維持管理技術については、2011 年に実施された維持管理用データベースの構築に始まり、現在実施中の” Road Sector Capacity Development Project” においても継続的に支援が行われている。以下は、これまで行われた技術支援、および進行中の技術支援の内容を整理したものである。

表 13.4.1 道路セクター維持管理技術に対するこれまでの支援内容

	課 題	対応策	これまでの支援	
人員／組織	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 要員の不足</li> <li>・ 技術の不足</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 道路維持管理会社へのアウトソーシング</li> <li>・ 道路技術センターの設立</li> <li>・ 道路試験室の強化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ADB により委託契約管理を技術支援</li> <li>・ ADB の技術支援に含まれており、今後設立予定</li> <li>・ ADB による機材調達が2009年に実施済み</li> </ul>	
予 算	道路予算の再構築(維持管理予算の増額)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 中長期維持管理計画に基づく予算申請</li> <li>・ 道路基金の見直し・燃料税の見直しの提案</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ADB による技術支援を実施中。</li> <li>・ 同上</li> </ul>	
技 術 指 導	道路舗装	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ データベースの構築</li> <li>・ 点検方法の技術移転</li> <li>・ 維持管理計画の立案</li> <li>・ 補修工法の技術指導</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 専用ソフトの導入</li> <li>・ 点検方法の技術指導</li> <li>・ 点検機材の調達</li> <li>・ 維持管理会社、および UB 市職員への技術指導</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ADB により実施済み</li> <li>・ 同上</li> <li>・ 同上</li> <li>・ ADB により実施中</li> </ul>
	橋 梁	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 維持管理データベースの構築</li> <li>・ 予防保全のための点検方法の技術移転</li> <li>・ 維持管理計画の立案</li> <li>・ 補修技術の指導</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 持続可能なデータベースの構築</li> <li>・ 定期点検方法の指導</li> <li>・ 中長期橋梁維持管理／補修計画の立案</li> <li>・ 橋梁補修の設計方法、施工技術の指導</li> </ul>	過去に実施されておらず、今後の支援が重要である。

一方、橋梁構造物に対しては、その予防保全技術が定着しておらず、損傷が拡大するまで放置され、交通機能に障害がでて初めて対応がとられるという「事後保全型」の形態で維持管理が行われている。このため、今後市内の既存橋梁の老朽化が深刻化した場合、大規模な補修、架け替えの費用が発生する可能性がある。特にウランバートル市においては、交通量の増加が著しく、また過積載車両の通行、凍結防止剤の散布による鉄筋腐食環境など、橋梁の損傷の進展を早める要因が多く、橋梁構造物に対する維持管理能力を向上と、予防保全型の維持管理システムの構築が重要な課題である。

表 13.4.2 事後保全型維持管理と予防保全型維持管理



13.5 橋梁診断結果に基づくウランバートル市内橋梁維持管理計画

(1) 橋梁維持管理計画の提案

ウランバートル市内の橋梁診断結果に基づき、架け替え、補修・補強の必要性について表 13.5.1 に整理した。補修計画の留意点は以下の通りである。

- ウランバートル市中長期計画(2011~2016)で架替えを予定しているものを抽出。
- 都市計画MPにおいて、車線幅が予定されている路線の橋梁は架替えとして計画。
- 主要幹線道路上の橋梁で、健全性が低いものは架替えとした。
- 上記以外の橋梁は補修・補強を行い、長寿命化を図る計画とする。
- 補強工法等の選定については、現地事情に鑑み経済性を優先する。
- 想定する補修・補強工法は以下の通りとする。

	補強工種	適用
(1)上部工	橋面防水工	床版からの遊離石灰が多い橋梁
	床版補強工	床版の損傷が進行し強度不足と判定される橋梁
	主桁補修(断面修復・ひび割れ注入)	種桁の断面欠損・鉄筋露出・クラックの発生が見られる箇所
(2)下部工	クラック補修	クラックの進展が顕著な橋梁
	洗掘防止	河川内の橋脚周辺の洗掘が発生している橋梁
(3)付属物	支承取替え/補修	支承の機能が著しく低下している橋梁
	伸縮装置取替え/補修	伸縮装置がない、または取替えが必要な橋梁
	防護柵補修工	防護柵が損傷し、交通安全機能が損なわれている橋梁
(4)耐震補強	橋脚補強(RC 巻き立て)	耐震性Cクラスで橋脚の強度が不足している橋梁。

(2) 各種補修工法の概要

i) 床版補修・補強

橋面防水工 (適用：コンクリート床版)	
工法概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>橋面から浸入した雨水等が床版内部に浸透しないように床版上面に防水シートを接着または防水材を塗布する工法</li> </ul> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div> <p style="text-align: center;">橋面防水工の施工イメージ</p>
床版補強 (適用：コンクリート床版上面増厚工法)	
工法概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>強度の不足したコンクリート床版を補強する工法。</li> <li>上面増厚の場合、安価であるが交通規制が必要。</li> </ul> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>
床版打換え工 (適用：鋼橋のコンクリート床版)	
工法概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>工場製作されたプレキャスト床版を主桁に設置し、橋軸方向にプレストレス導入して一体化</li> <li>軽量化により、主桁等の補強が不要</li> <li>場合により、現行設計活荷重への対応(既存不適格の床版の場合)や拡幅等も可能</li> </ul> <div style="text-align: center;"> </div>

ii) 主桁補修・クラック補修

断面修復工(適用：主桁、床版、下部工躯体)	
<p>工法概要</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>断面欠損部に対して、下地処理後、断面修復材をコテ、ヘラなどによって数回塗込んで断面を修復する工法</li> <li>断面修復材料は、ポリマーセメントモルタル、コンクリート、エポキシ樹脂モルタル、無収縮モルタルなど</li> </ul> <div style="text-align: center;"> </div>
ひびわれ注入工(適用：主桁、床版、下部工躯体)	
<p>工法概要</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ひびわれ箇所に対し、エポキシ樹脂材、ポリマーセメントなどの補修材料を注入あるいは充てんし、水分や塩化物などの浸入を防止する工法</li> <li>中性化や塩害などの損傷原因により、ひびわれ周辺のコンクリート劣化部分を除去する必要がある場合は、断面修復工法の併用を検討</li> <li>低粘度のエポキシ樹脂材は、0.2～5.0mm 程度のひびわれ補修に適しており、低圧力で注入するのが一般的。5℃以下の低温の場合硬化しないため、施工時期には注意が必要</li> <li>5mm 以上のひびわれの場合は、ひびわれに沿ってU型の溝を設け、ポリマーセメントモルタルを充てん</li> </ul> <div style="text-align: center;"> </div>

iii) 洗掘防止対策

洗掘防止対策工(適用：流速の早い河川内の下部工)	
<p>工法概要</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>橋脚周辺の洗掘を防止するため、根固め工を行う。</li> <li>布団かごによる根固め工法を想定する。</li> </ul> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>洗掘の状況</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>洗掘対策のイメージ</p> </div> </div>

iv) 付属施設

鋼製支承の防錆工 (適用：鋼製支承)	
工法概要	<p>(1) 亜鉛溶射</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ブラストにてケレンを行うため、支承高が低く、人力によるケレンが難しい箇所でもケレン可能</li> <li>・亜鉛および亜鉛アルミニウム合金の溶射皮膜に浸透性エポキシ樹脂でコーティング塗装を行うので、防錆効果は普通塗装より優れる(コスト：高)。</li> <li>・経年または伸縮装置からの漏水の浸入および塵埃の堆積による腐食に有効</li> </ul> <p>(2) 補修塗装</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・錆が発生した箇所をケレンした後、補修塗装を支承の外面に施し支承の腐食を防止</li> <li>・ケレンおよび塗装作業が可能なスペースが確保できることが条件</li> </ul> <p><b>亜鉛溶射の手順</b></p> <p style="text-align: center;">修繕前      ⇒      ブラスト処理      ⇒      亜鉛溶射      ⇒      修繕後</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">     </div>
支承の取替え (適用：支承)	
工法概要	<p>(1) 同形式への取替え</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 損傷原因が支承形式に起因せず、既設支承形式で構造的な不具合が生じない場合は、同形式の新しい支承に取替え</li> </ul> <p>(2) 他形式への取替え</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 損傷原因が支承形式に起因し、既設支承形式では損傷の原因を除去できない場合は、他形式の支承に取替え</li> </ul> <p><b>主な手順例</b></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">準備工</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">借受工 ジャッキアップ工</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">支承撤去工 ・ 沓座部のはつり ・ 既設支承の撤去</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">支承設置工 ・ ベースプレート設置 ・ 沓座モルタルの打設 ・ 支承の設置</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">ジャッキダウン工</div> </div>
伸縮装置の取替え (適用：伸縮装置)	
工法概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 既設伸縮装置を撤去し、新たに伸縮装置を設置</li> <li>・ 現況の遊間および対象目地の伸縮量やたわみ量、交通量を考慮した上で形式を選定</li> </ul> <div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="flex: 1;">  <p>① ジョイント本体 後打ちコンクリート 補強鉄筋 埋込み鉄筋 またはSTアンカー</p> <p>② 異形伸縮スタンド</p> <p>③ 補強プレート(鋼材) バックアップ材</p> <p>④ 非線水型防水装置(弾性シーリング材)</p> </div> <div style="flex: 1;">  </div> </div>

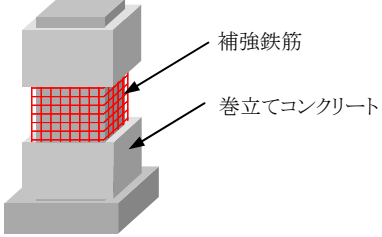



**防護柵補修**

工法概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 損傷した防護柵の取替え・補修を行う</li> <li>・ 市外地においては、街の景観に配慮したデザインを選定する必要がある。</li> </ul>
	

v) 耐震補強工法

**鉄筋コンクリート巻立て工法**

工法概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 既設コンクリートの周囲に、鉄筋コンクリートを増打ちする工法であり、じん性や耐力の向上を図り、粘り強い構造とする工法</li> <li>・ 巻立厚は最小で 25cm となる。</li> </ul>
	
	
	<div style="text-align: center;"> <p>RC 巻き立て工法のイメージ図</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>RC 巻き立て工法の施工風景</p> </div>



(3) 橋梁架け替え事業

架け替え対象となる橋梁は、1)健全度および耐震性に鑑み緊急に架け替えが必要と考えられる橋梁、2) 道路改良に伴い車線拡幅が必要となる橋梁、3)主要幹線道路で荷重制限を行っている橋梁、の3つを選定基準とした。以下の橋梁については、架け替えを前提とした詳細調査が必要である。

表 13.5.2 市内主要橋梁架け替え事業

No.	橋梁名	架け替え理由	概算工事費	摘要
4	Arslantai Bridge	主要幹線道路(平和通り)沿いで、健全度が低い。	1.3 億円	
28	Naran Bridge	コンクリート強度が低く劣化の進展が早い。	0.8 億円	
43	Nalaikha Bridge	コンクリート強度および耐震性が低く、ナライハの鉄道を跨線している。	0.4 億円	
21	Zaisan Bridge	将来的に、2車線→4車線拡幅	6.8 億円	
24	Songolon Bridge	将来的に2車線→4車線拡幅	7.9 億円	
13	Enkhtaivan Bridge	主要幹線道路の荷重制限解消	27 億円	
		工事費合計	44 億円	

表 13.5.3 緊急対策橋梁の概要

No.	橋梁名	橋梁データ	損傷状況と架け替え理由	現況写真	
4	Arslantai Bridge	建設：1962年 橋長：L=34m 幅員：W=24.7m(6車線) 形式：3径間RC単純桁 健全度：C 耐震性：A	交通量の最も多い平和通りに位置しており、建設後50年が経過している。橋台に、不等沈下の影響と見られる大きなクラックが発生しており、橋台の支持力に問題がある可能性が高い。また、上部工の遊離石灰も激しく、今後床版の損傷拡大も予想される。架け替え工事期間の通行止めによる社会的影響を最小限に抑制するため、 <b>プレキャスト製品を活用した急速施工</b> が望ましい。 <b>概算工事費：1.3億円</b>		
28	Naran Bridge	建設：1986年 橋長：L=36.3 幅員：W=13.5m(2車線) 形式：2径間RC単純桁 健全度：B 耐震性：A	建設後26年が経過している。推定コンクリート強度が上部工19.9MPa、下部工で15.9MPと極めて小さく、耐久性に問題がある可能性が高い。床版の遊離石灰、舗装面のクラックも多く、交通量の増加に伴い健全度の悪化が加速するものと想定される。 <b>現地に普及していないPC桁の採用が可能</b> であり、技術移転にもなる。 <b>概算工事費：0.8億円</b>		
43	Nalaikha Bridge	建設：時期不明 橋長：L=27 幅員：W=9.6m(2車線) 形式：2径間RC単純桁 健全度：B 耐震性：C	ウランバートル市に石炭を供給する炭鉱の街ナライハに位置しており、鉄道を跨線する橋梁である。上部工の推定コンクリート強度が15.1MPaと小さく、また橋脚の構造も耐震性が低い(Cランク)。鉄道上の橋梁であることから、緊急に架け替えが必要である。 <b>想定工事費：0.4億円</b>		

表 13.5.4 路線拡幅に伴い架け替え(または拡幅)の必要となる橋梁の概要

No.	橋梁名	橋梁データ	損傷状況と架け替え理由	現況写真	
13	Enkhtaivan Bridge (平和橋)	建設：1963年 橋長：L=340m 幅員：W=16.8m (4車線+歩道) 形式：RC単純スラブ構造+RC単純桁 健全度：B 耐震性：A	中国の支援により建設後約50年が経過している。設計荷重が小さいため、大型車両は通行禁止となっている。交通量が最も多い跨線橋で、路線としての重要度は高い。ADBの支援により、BRTの導入に伴う専用バスレーンが既存橋梁の脇に新設橋として計画されている。この計画と合わせて、大型車両も通行可能な信頼性の高い鉄道跨線橋を整備すれば、整備効果も大きい。 <b>概算工事：27億円</b>		
21	Zaisan Bridge	建設：1971年 橋長：L=224m 幅員：W=12.3m (2車線+歩道) 形式：単純RC構造 健全度：B 耐震性：B	建設後41年経過しており、上部工、下部工ともに損傷が深刻である。トーラ川を渡河部の基礎の洗掘も見られ、対策が必要である。Zaisan地域の開発が進んでいることから、交通量の増加も著しく、現在の2車線から <b>4車線への拡幅</b> が望まれる。JICAMP2030においても南北幹線道路の一部として位置づけられている路線である。 <b>概算工事：6.8億円</b>		
24	Sonsgolon Bridge	建設：1971年 橋長：L=289m 幅員：W=10.4m(2車線) 形式：単純RC桁構造 健全度：B 耐震性：A	建設後41年経過しており、基礎の洗掘、柱基部の損傷が深刻である。南西部の開発に伴い、南北を結ぶ主要幹線道路となることが予定されており、前後のアクセス道路(約5.5km)を含め <b>4車線化が必要</b> である。トーラ川の氾濫域を通過するため、流域の特性を考慮した橋梁計画が必要となる。 <b>概算工事費：7.9億円</b>		

## 第 14 章 事業実施計画

### 14.1 調達方法

- (1) 一般土木工事、及びコンサルタントの入札と契約に係る一般事情  
 モンゴル国における土木工事およびコンサルタントの調達方法について規定された法律は、  
 1) 国家予算および地方予算に係る調達法 ; Law of Mongolia on Procurement of Goods, Works and Services with State and Local Fund (#48 2005)、2) 海外援助等との調整に係る法律 ; Law of Mongolia on Coordination of Foreign Loans and Grant Aid(June 12, 2003)の 2 つである。
- i) 国家予算および地方予算に係る調達法 ; Law of Mongolia on Procurement of Goods, Works and Services with State and Local Fund

表 14.1.1 モンゴルにおける土木工事、コンサルタントの調達方法

項目	内容
適用範囲	モンゴル国家予算および地方予算による調達に適用するが、国際機関との取り決めが無い場合、海外援助、借款にも適用する。また、道路維持管理に係る国有会社の調達には適用されない。
調達方式	一般競争入札を原則とするが、調達予定価格より安ければ、直接購入も可能。指名競争入札についても記述あり。
海外企業の参加資格	1,000,000Tg 以上の調達の場合、海外企業の参加は制限されない。
ローカルプリファレンス	モンゴル国原産品、モンゴル企業 50%以上占有率のある共同企業体などにアドバンテージを与えており、入札価格から 7.5%~10%を割引くシステムとなっている。
事前審査	事前審査の実施方法については規定しているが、事前審査を行うための具体的な要件(金額、調達の種類)などは規定されていない。
入札形態	一般競争入札の場合、二封筒入札方式が原則となっている。(入札額が大きい場合、工種が多く複雑な場合、複数の技術提案が考えられる場合等など)
入札広告	1,000,000Tg 以上の調達は、一般的に適用される外国語によるメディア広告およびインターネットへの掲載が義務付けられている。
入札期間	一般競争入札の場合、広告掲載から最低 30 日間が必要。指名競争入札の場合は 15 日以上。Awarding の後は 5 日以内に契約締結。
コンサルタントの調達	3 社以上のショートリスト方式。入札期間は 30 日以上 60 日以内と規定されている。選定方式は、技術評価または総合評価方式のどちらかを適用が使用される。(一般的には総合評価方式)

- ii) 海外援助等との調整に係る法律 ; Law of Mongolia on Coordination of Foreign Loans and Grant Aid

国際機関および援助機関等からの援助、または借款を行う際の取り決めが記載されている。Project Execution Agency<sup>1</sup>は、担当する省庁に選定の権限が与えられる。相手国または国際機関との合意があれば、コンサルタントの選定に” Law of Mongolia on Procurement of Goods, Works and Services with State and Local Fund”を適用できることが規定されている。その他、

<sup>1</sup> この法律では、”Business entity or organization that has been authorized by the Government of Mongolia to implement specific projects financed by foreign loans and grant aid”と規定されている。

主に海外援助に係る各組織の権限と役割を以下の通り規定している。

表 14.1.2 海外援助に係る各政府機関の権限と役割

項目	内容
人民大会議：	締結されたL/Aの承認を行い、プロジェクトの進捗を適宜監督する。 また、同事業で実施するモンゴル負担分の事業内容を承認する。
海外援助を管理する中央行政機関 <sup>2</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 事業の妥当性の評価、経済分析等を行う。</li> <li>・ 事業に必要な国内の予算措置を行う。</li> <li>・ 政府に対し借款の提案し、各年に必要となる借款額を設定する。</li> <li>・ PIU への貸付合意書における返済期間を決定する。</li> <li>・ Bank of Mongolia にローンの外貨支払い用口座を開設する。</li> <li>・ ローンの返済計画立案</li> <li>・ 契約の適切な履行を監視し適宜対策を講じる。</li> </ul>
政府	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 国家政策に基づき海外支援の基本方針を立案・承認する。</li> <li>・ 事業提案書のレビュー、承認を行い、国際機関、ドナー国に対して説明を行う。</li> <li>・ 事業の進捗報告書をレビューする。</li> <li>・ 事業実施機関、ローン支出状況などを監査し、是正措置を行う。</li> <li>・ 融資されたファンドを管理する。</li> <li>・ PIU を組織する。</li> </ul>
外務省の権限	国を代表して国際機関またはドナー国に対してローンの要請を提出し、EN を締結する。また、国際機関、ドナー国の海外援助政策を調査し、必要に応じて関連省庁に情報を提供する。
大臣の権限 <sup>3</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ プロジェクト実施を政府に要請する。</li> <li>・ プロジェクトの促進・内部モニタリングの実施</li> <li>・ ローンまたは無償により建設されたインフラの登録</li> </ul>
市長の権限	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 大臣への事業提案</li> <li>・ 事業実施の責任と、PIU およびコンサルタントのモニタリング</li> </ul>

(2) 円借款事業に係る入札条件設定の基本方針

本プロジェクトを円借款で実施する場合の契約条件は、“STANDARD BIDDING DOCUMENTS UNDER JAPANESE ODA LOANS , October 2012”を適用する。

(3) コンサルタントの選定方法

コンサルタントの選定は、ショートリスト方式で実施する。選定方法の具体については、円借款事業の調達およびコンサルタント雇用ガイドライン(2012年)を参照し、安全対策上の配慮が特に重要な大規模かつ複雑な建設工事の施工監理を伴う業務であることから、資質評価方式(QBS)を適用する。国内法においては、調達要件(一般事項、財務状況、技術要件)を満足する三社以上を選定し、入札案内状を送付することが義務付けられている。入札案内状を受領したコンサルタントはプロポーザルを提出し、実施機関(本件の場合、道路運輸省)で組織される入札評価委員会において審査される。(入札評価委員会の設立については、国内法においても規定されている。)契約のアワードについては、プロジェクト実施機関が行う。

<sup>2</sup> 組織名は限定されていないが、現在、経済開発省および財務省がこれらの役割を担うものと考えられる。

<sup>3</sup> 本プロジェクトでは、道路運輸省 (MRT) が該当する。

(4) 施工業者の選定方法

施工業者の選定は、事前審査および入札の2段階で実施する。選定方法の具体については、円借款事業の調達およびコンサルタント雇用ガイドライン(2012年)を適用する。Pre-Qualification 条件は、”STANDARD BIDDING DOCUMENTS UNDER JAPANESE ODA LOANS , October 2012”によるものとするが、特定する技術要件は、鋼橋の施工実績、特殊架設工法の実績、回転圧入鋼管杭、鋼コンクリート合成床版の施工実績を有することを規定することが望まれる。

入札図書は、(3)において選定されたコンサルタントがドラフトを作成し、PIUの合意を経て入札評価委員会で審査され、承認を受ける必要がある。また、技術仕様書、入札図面は、道路運輸省の指定する各分野の技術専門家(Experties)の審査を受け、承認を得る必要がある。さらに、入札図面については、関連するユーティリティ(上下水、給湯管、電力、通信、鉄道等)の技術部門より審査を受け、承認を得る必要がある。

施工会社の調達パッケージは、以下の通り細分化することが可能であるが、都市内の施工であり、効率的な工程管理により工期を最短とすることが求められており、1パッケージによる入札が好ましいと考えられる。

表 14.1.3 分割可能な入札パッケージ

Package	工事概要	概算工事費
Package-1	高架橋および跨線橋工事(L=828m)	64億円
Package-2	東側アクセス道路(L=515m)および街路整備(L=1210m)	4億円
Package-3	西側アクセス道路(L=1000m)およびドンド川堤防(L=915m)	5億円
Package-4	西産業道路改良工事(L=1370m)	1億円
合計		74億円

(5) 契約マネジメント

過去の無償資金協力事業における道路インフラ整備事例に見られるとおり、本プロジェクトにおいても、施工業者の工事と、地下埋設物移設や用地取得等の作業が干渉した場合、工期の延長等の問題が発生しやすい。このため、施工業者と施主の責任を明確に規定し、疑義が生じないように留意する必要がある。

なお、モンゴルにおける気象条件のもとでは、施工開始時期によって大きく工程計画を変更する必要がある。すなわち、数ヶ月の契約手続きの遅れが、工事完成時期を1年間遅らせる事態となることが想定される。このため、施工開始時期に合わせた契約工期の設定が重要となる。

また、品質検査において国家専門検査局(SPIA)による権限および義務を契約上明記し、工事完了、引渡し時に問題が発生しないよう注意することが必要である。

## 14.2 事業実施スケジュール

アジルチン跨線橋建設事業に係るスケジュールは以下の通り想定される。

(1) コンサルタントの選定

コンサルタントへのプロポーザル提出依頼書 (Request for Proposal; RFP) が送付され、プロポーザル作成、評価および承認、契約交渉を経て契約が成立するまでの期間を6.0ヶ月と想



定する。

(2) 詳細設計

地形および交通量のレビューを行い、業務開始から5ヶ月以内に事業内容を確定(Definitive Plan Formulation)し、詳細設計を経て12ヶ月後に最終報告書を提出するものとする。なお、この期間には入札図書の作成および現地政府承認のプロセスも含まれるものとする。

(3) 用地取得および既存ユーティリティの移設

用地取得は、デフィニティブプランの確定後速やかに開始し、施工業者が決定するまでの約12ヶ月間で完了する計画とする。また、ユーティリティの移設は、詳細設計が完成した後、ユーティリティ管理者のもとで詳細設計が行われ、次年度の春以降約7ヶ月間で移設工事を完了するよう計画する。

(4) 施工業者の選定

施工業者の選定には、以下の手続き、および期間を想定する。なお、施工業者の事前資格審査を、詳細設計のデフィニティブプラン確定後から開始し、入札に必要な期間を短縮するよう計画する。

事前資格審査(PQ)

・ PQ 書類作成／承認	: 1.5 ヶ月	}	<u>合計 5.0 ヶ月(詳細設計期間に実施)</u>
・ PQ 準備期間	: 1.5 ヶ月		
・ PQ 評価／承認	: 2.0 ヶ月		

入札

・ 入札準備期間	: 3.0 ヶ月	}	<u>合計 10.0 ヶ月</u>
・ 入札評価／承認	: 3.0 ヶ月		
・ 契約交渉／承認	: 3.0 ヶ月		
・ L/C 開設	: 1.0 ヶ月		

※入札図書作成および承認プロセスは、詳細設計に含まれる。

(5) 建設工事

第9章施工計画で示したとおり、施工期間は48ヶ月と計画する。ただし、契約時期によっては、厳冬期のために工程を大幅に変更する必要があるため、速やかな契約手続きの実施が望ましい。

(6) 瑕疵担保期間

一般的な期間として、工事完了後2年間とする。

(7) 事業実施工程表

以上の条件を元に、アジルチン跨線橋事業実施計画を下記の通り設定した。

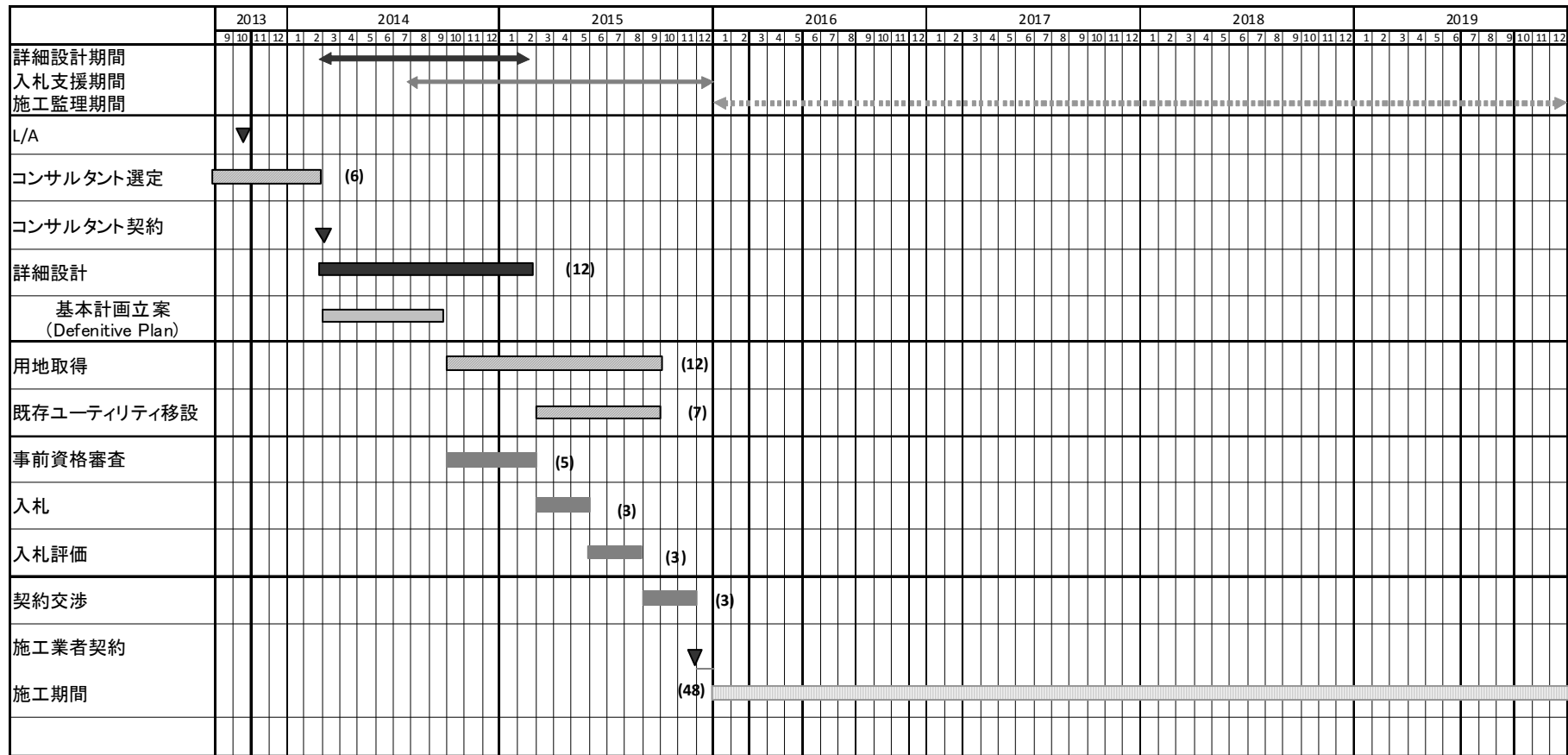


図 14.2.1 事業実施スケジュール



### 14.3 リスク分析

本プロジェクトの各期間における発生しうるリスクを抽出し、緩和策について以下のように提案する。

表 14.3.1 事業実施段階でのリスク分析

事業段階	リスク	緩和策
詳細設計段階	PIU 設立の遅延による調査開始の遅れ	<ul style="list-style-type: none"> <li>● コンサルタント選定時における確実な PIU 設立</li> </ul>
	詳細設計の遅延	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 実績のあるエンジニアリング会社の雇用</li> </ul>
	詳細設計の承認の遅延	<ul style="list-style-type: none"> <li>● PIU および Expertise との定期的な会議</li> </ul>
	設計の瑕疵	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 専門職業賠償責任保険の付保</li> </ul>
	道路線形に関する住民等による反対	<ul style="list-style-type: none"> <li>● PAP との集中的なステークホルダーミーティング</li> </ul>
準備段階	ROW 取得及び建設業者への引き渡しの遅延	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 民間の施工業者に対し、ROW 取得より先に「入場権」を出すよう依頼</li> </ul>
	ROW 取得予算の執行の遅延	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 十分な余裕を持った予算執行</li> </ul>
	ユーティリティ移設の遅延および不適切な移設工事	<ul style="list-style-type: none"> <li>● PIU、UB 市の予算執行の迅速化</li> <li>● 移設工事の厳格な管理</li> </ul>
建設段階	施工開始時の遅れによる工程計画の大幅な変更	<ul style="list-style-type: none"> <li>● スケジュール管理の周知徹底</li> </ul>
	工事完了と施設引き渡しの遅延	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 工程管理を厳格に行う。</li> <li>● 建設業者は、遅延弁済金をモンゴル政府に支払う</li> </ul>
	工事中の一般交通を巻き込む事故の発生	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 都市部における橋梁架設工事の実績を十分に有している施工業者の選定。</li> <li>● 適切な橋梁架設時間帯の調整(鉄道、交通警察との協議)</li> </ul>
	劣悪な工事品質(材質及び出来型)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 質の高い建設業者の雇用</li> <li>● コンサルタントによる厳格な検査</li> </ul>
	自然環境の影響による工程の遅延	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 計画段階よりプレキャスト製品を多用し、自然環境の変化にも対応しやすい計画を行う。</li> </ul>
	建設業者に起因する建設工事の停止又は放棄	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 契約書において、建設業者に対する制裁措置を定めておく</li> </ul>
	環境要求事項を満足しないこと	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 環境要求事項の厳格なモニタリング</li> </ul>
	劣悪な交通管理による事故の発生	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 交通警察と十分な協議を行う。</li> <li>● コンサルタントによる交通管理計画の審査、監視</li> </ul>
運営・維持管理段階	施設の早期劣化	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 品質管理の徹底による劣化要因を最小限にする。</li> <li>● 瑕疵期間における施工業者の対応</li> </ul>

事業段階	リスク	緩和策
全段階に共通	不可抗力	<ul style="list-style-type: none"> <li>オールリスク保険によって部分的に補填</li> </ul>
	経済的リスク(急激なインフレーション、為替相場の変動、石油危機、世界的な経済不況、等)	<ul style="list-style-type: none"> <li>工期を長引かせないよう、速やかに事業を遂行する。</li> <li>物価変動に伴う契約単価の調整</li> </ul>

#### 14.4 工期間中の安全対策

施工業者には、安全管理担当者を任命し、安全パトロール、作業員に対する安全対策の指導を徹底させることが重要である。また施工期間中の現場での安全対策については、以下に留意することが必要である。

##### i) 橋梁基礎工事の安全対策

- ・ 杭基礎工事現場周辺でのバリケードおよびガードマンの配置
- ・ 高圧電線などの地下埋設物、架線の事前確認
- ・ 鉄道との近接施工時における列車運行時間の事前調整
- ・ 交通規制に係る警察との事前協議

##### ii) 橋梁架設工事の安全対策

- ・ 送り出し架設時の鉄道運行時間の調整・確認
- ・ 橋梁架設時には、速やかにベント間に防網を張る等墜落防止措置を講じること。
- ・ 高所作業場では、手すりを設ける等の墜落防止措置を講じること。
- ・ 橋梁架設中の各段階における本体桁の応力及び変形を検討すること。
- ・ 橋梁架設中の各段階における支持点(ローラー又は送出し装置)反力による本体の局部座屈を検討し、安全性を確認する。
- ・ 支持点、ジャッキ操作点、ローラー通過箇所が計画どおりであることを確認する。また、送出し装置、ローラーの個所等には人を配置する等により、送出し量及び本体の状態を常に確認すること。

##### iii) 道路工事の安全対策

- ・ 交通規制に伴う標識、ガードマンの配置を行う。
- ・ 交通量の少ない夜間工事を行う際は、十分な照明の配置を行う。
- ・ 高圧線などの地下埋設物について事前確認を十分に行う。

# 第 15 章 事業効果

## 15.1 効果指標の設定

### (1) 運用指標

事業の運営状況を定量的に測る指標として、日交通量を設定する。測定する断面は、本対象橋梁上の断面交通量の他、それ以外の跨線橋(平和橋、太陽橋、グルバルジン橋)とする。また、東西方向の幹線が整備されることによる効果を測るため、平和通り(サッポロ交差点からナルニー道路との交差点までの区間)の断面も確認する。

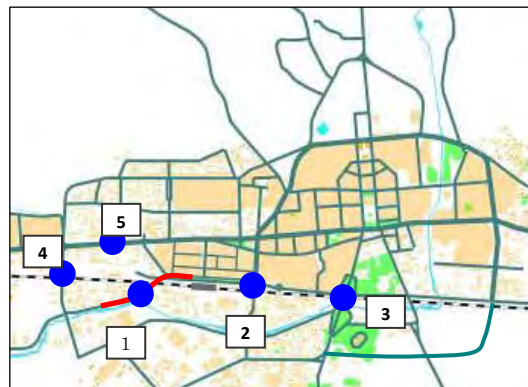


図 15.1.1 断面交通量測定位置

表 15.1.1 運用指標として計測する日断面交通量

	2012 年 Base Line	2021 年		2030 年	
		WO/ Case	W/ Case	WO/ Case	W/Case
1	アジルチン跨線橋	--	29,640	--	57,000
2	太陽橋 <sup>1)</sup>	24,120	24,960	50,200	46,200
3	平和橋	49,300	46,900	73,000	70,300
4	グルバルジン橋	48,700	52,870	115,700	76,000
5	平和通り <sup>2)</sup>	66,900	55,270	98,800	61,300

- 1) 太陽橋の交通量は、2012 年 11 月のデータ
- 2) サッポロ交差点ーナルニー道路との交差点間

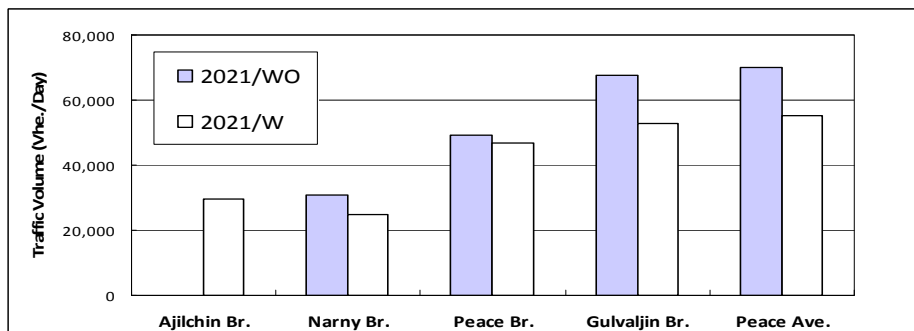


図 15.1.2 日断面交通量(2021 年 Without ケース/With ケース)

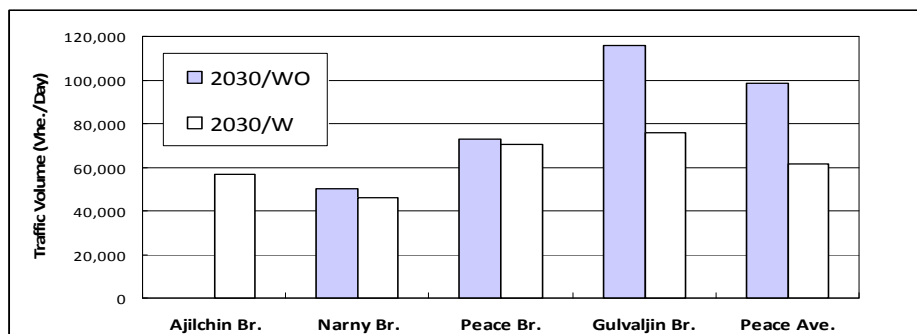


図 15.1.3 日断面交通量(2030 年 Without ケース/With ケース)

(2) 効果指標

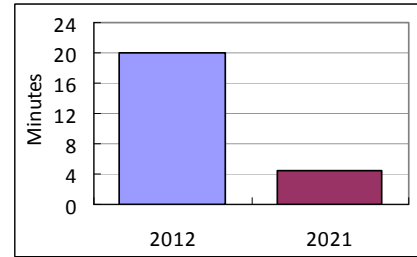
事業の効果発現状況を定量的に測る指標として、以下を適用する。

i) 走行時間

旅行時間として、ウランバートル駅前から、アジルチン通りと西産業道路の交差点までの区間(L=3.5km)の旅行時間(上下線の平均値)をベースライン指標とする。なお With ケースの場合は、跨線橋を通過する区間(L=2.25km)の旅行時間とする。

表 15.1.2 走行時間指標

	2012年	2021年
	BASE LINE	事業実施後
午前ピーク時間 (8:00-10:00)	17分	-
昼間時 (12:00-14:00)	14分	
午後ピーク時間 (18:00-20:00)	28分	
日平均	20分	4分*1



\*1:平均速度 Vave=31km/h(STRAD 計算結果)として想定

図 15.1.4 走行時間比較

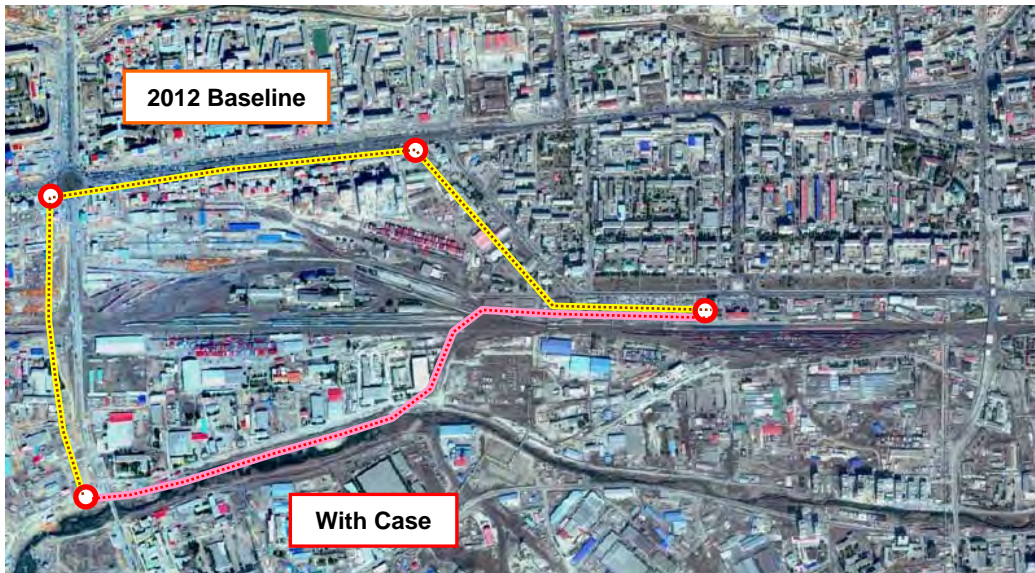


図 15.1.5 走行時間の比較ルート

ii) 走行時間短縮

上記により算出された走行時間により、プロジェクト対象区間道路の日あたりの走行時間短縮は下記の通り、2021年時点で7,736時間/日が予想される。ただし、本短縮は単一路線の評価であり、周辺道路ネットワークの渋滞削減効果による時間短縮を加えるとさらに大きな時間短縮となる。

表 15.1.3 走行時間短縮

	交通量	走行時間	走行時間 (時間/日)
1) 2021 Without	29,640 台	0.33 時間(20分)	9,781
2) 2021 With ケース	29,640 台	0.069 時間(4分)	2,045
走行時間短縮 1)-2)			7,736

iii) 走行費用減少

With ケースおよび Without ケースにおける走行費用を下記の通り計算し、この走行費用の差額を低減量とした。この結果、1日あたり約 52.0 百万 Tg.(18,994 百万 Tg/年)を低減できる結果となる。

表 15.1.4 走行費用低減

	交通量 (台/日)	区間距離 (km)	走行費用 (Tg.台/km)	走行費用 (百万 Tg/日)
1)2021 Without	29,640 台	3.50km	699	72.5
2)2021 With ケース		2.25km	307	20.5
走行費用低減 1)－2)				52.0

Note; 1USD=1379.47 MNT, 走行費用は、1)時速 10km/h、2)時速 31km/h を想定

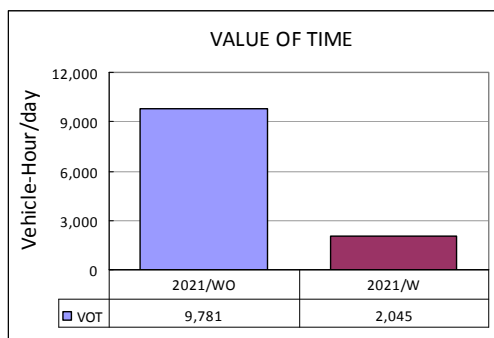


図 15.1.6 走行時間短縮便益

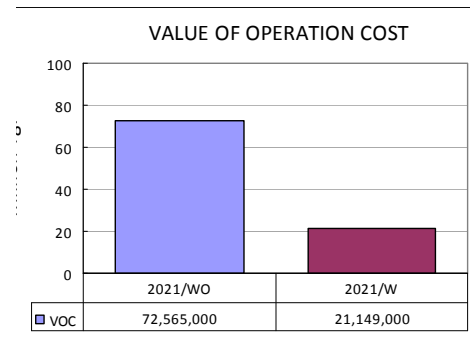
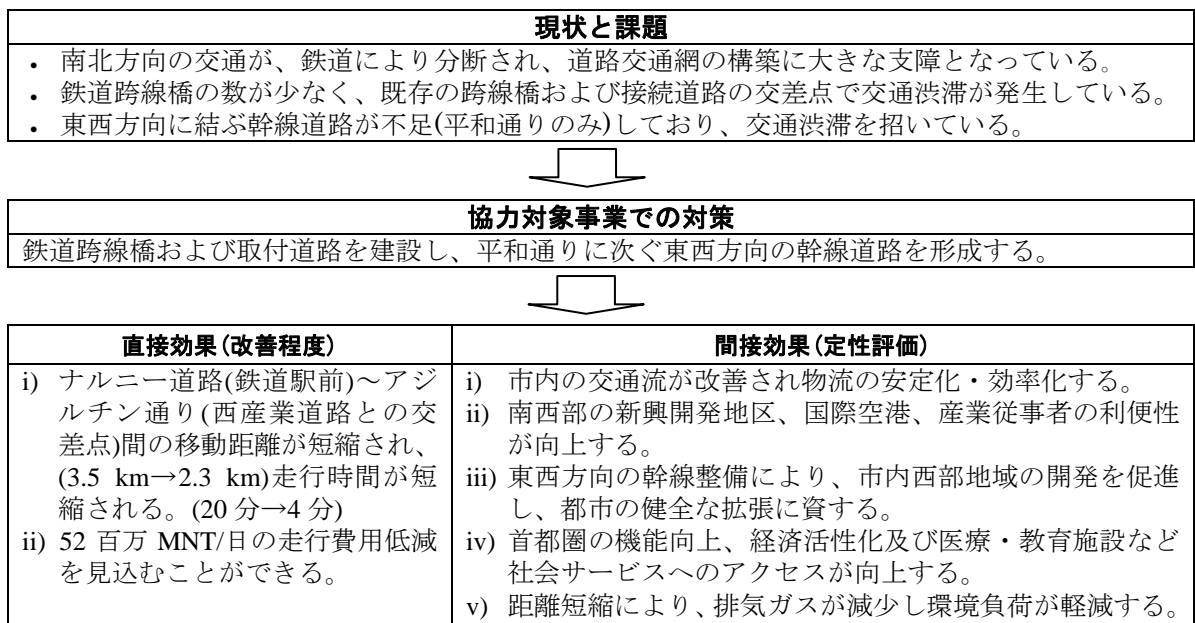


図 15.1.7 走行費用減少便益

15.2 量的・定性的効果

本プロジェクトの実施による定性的な効果は以下の通りである。なお、事業の裨益人口は、ウランバートル市民 1,221,000 人である。





## 第 16 章 結論と提言

### 16.1 調査の結論

本調査の結果、以下のことが結論付けられる。

- 本プロジェクトは、技術、環境、経済性の観点から、実施は可能である。本プロジェクトは、UB・M/P と整合が取れており、ウランバートル市の将来道路ネットワークにおける東西方向の主要路線の一部を構成する。
- 本プロジェクトの実施により、周辺の交通渋滞の緩和、旅行時間の短縮による高い経済効果が見込まれる。
- 本プロジェクトを実現するためには、鉄道上の架設、鉄道軌道脇での杭基礎工事、耐久性の高い鋼製部材を活用した構造など、日本の橋梁技術を活用することが最も効果的である。

### 16.2 プロジェクトの実施へ向けての提言

- 橋長 828m の大規模な橋梁工事となるため、事業実施時（詳細設計開始時）には、モンゴル国政府の実施機関（MRT）の中に PIU が速やかに設立され、十分なプロジェクト管理が行なわれることが重要である。
- 既存ユーティリティの移設を工事開始までに着実に実行することが重要である。このためには、詳細設計段階で、移設対象ユーティリティを特定し、移設工事に着手する必要がある。また、当調査で示した事業範囲内に、新たなユーティリティが建設されないよう、ウランバートル市で十分な管理が行なわれることが重要である。
- 詳細設計時には、最終の ROW に合わせて用地取得計画の見直しを行う必要がある。また、施工開始までに用地取得を完了するために、詳細設計実施中に移転作業に着手することが必要である。
- 本プロジェクトの完了後、本プロジェクトの始点と接続する発電所道路の 4 車線化、およびアジルチン道路との立体交差化が推奨される。
- 市街地における道路排水設計には、詳細設計時に十分な検討が必要である。また、ドンド川の堤防工事については、本プロジェクト対象範囲の上流側の堤防工事が進捗しているため、詳細設計時には設計条件を再度確認する必要がある。
- 本プロジェクト完了後、ウランバートル市が中心となって維持管理を行うことになり、鋼橋の維持管理に関する技術（点検、診断、補修など）の向上が重要となる。このため、JICA 等で実施される維持管理に係る技術協力プロジェクトを活用し、橋梁の維持管理技術者を育成していくことが極めて重要である。