

(9) 道路排水処理施設

1) 道路排水の現況

対象既存道路（道路延長 30km）には、全線にわたって 200～300m の間隔で 116 地点に横断排水管が敷設されている。この既存横断排水管は、1999 年 3 月に完工している円借款事業において灌漑用水路の分断を防止するために設置された。標準的な横断管路集水状況を図 3-2-1-7.11 に示す。

この横断排水管は、道路排水流量の設計計算を行い、灌漑用水路及び道路排水処理の二つの機能を有した横断排水路として設計されている。

その後、2009 年に完工したタイ王国自己資金による 4 車線（2 車線×南・北 2 方向）の拡幅事業（8 車線道路）の建設時に、既存横断排水管（116 地点）は延伸され、現在の敷設状況となった。

既存横断排水管 116 地点のうち、71 地点の管路が本プロジェクトの対象区間（3 区間、延 15.056km）内に敷設されている。

対象区間内の既存横断排水管は、道路排水網施設としての機能は形成されているが、管路呑口・吐口は自然集水・吐口構造となっている。管路呑口・吐口は、道路境界柵の外側に拡張されるのが通常であると考えられるが、8 地点の管路については、自然集水・吐口が境界柵の内・外側に敷設されている（図 3-2-1-7.12 参照）。また、17 地点の管路については、自然集水・吐口が、境界柵の内側に敷設されている（図 3-2-1-7.13 参照）。

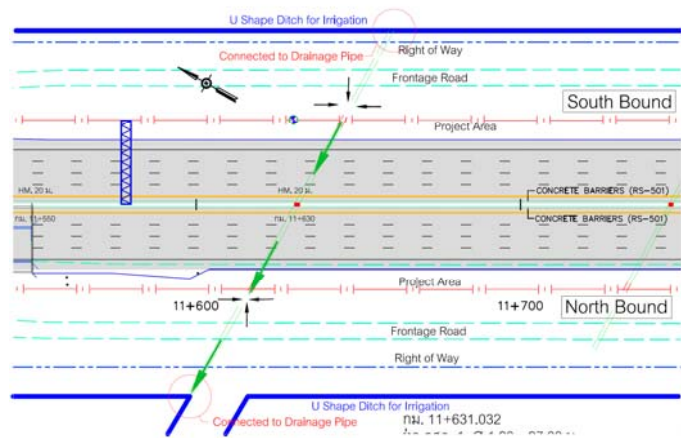


図 3-2-1-7.11 既存道路排水路の集水状況

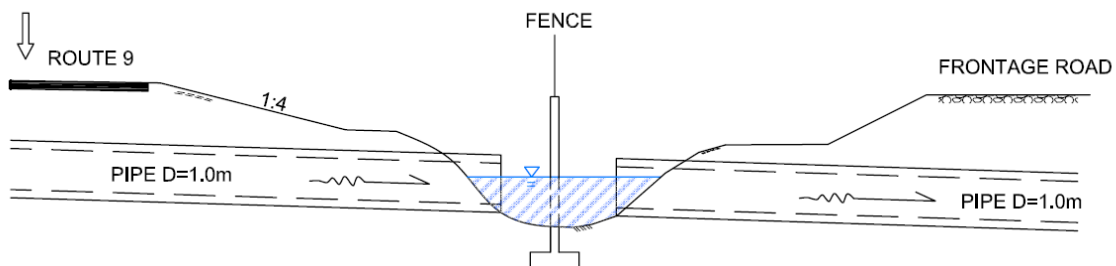


図 3-2-1-7.12 境界柵内・外側設置の自然集水・吐口構造

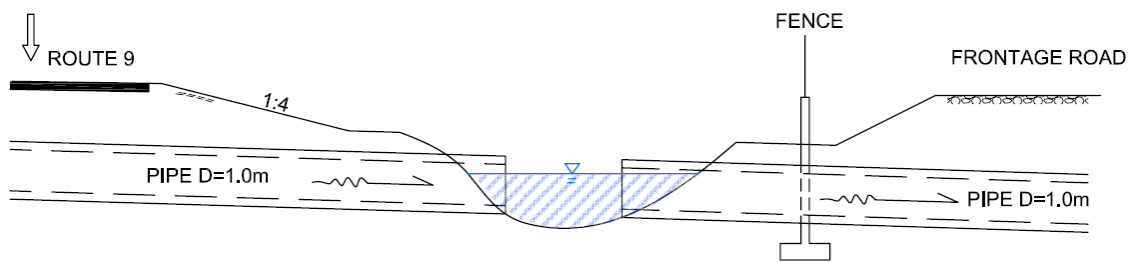


図 3-2-1-7.13 境界柵内側設置の自然集水・吐口構造

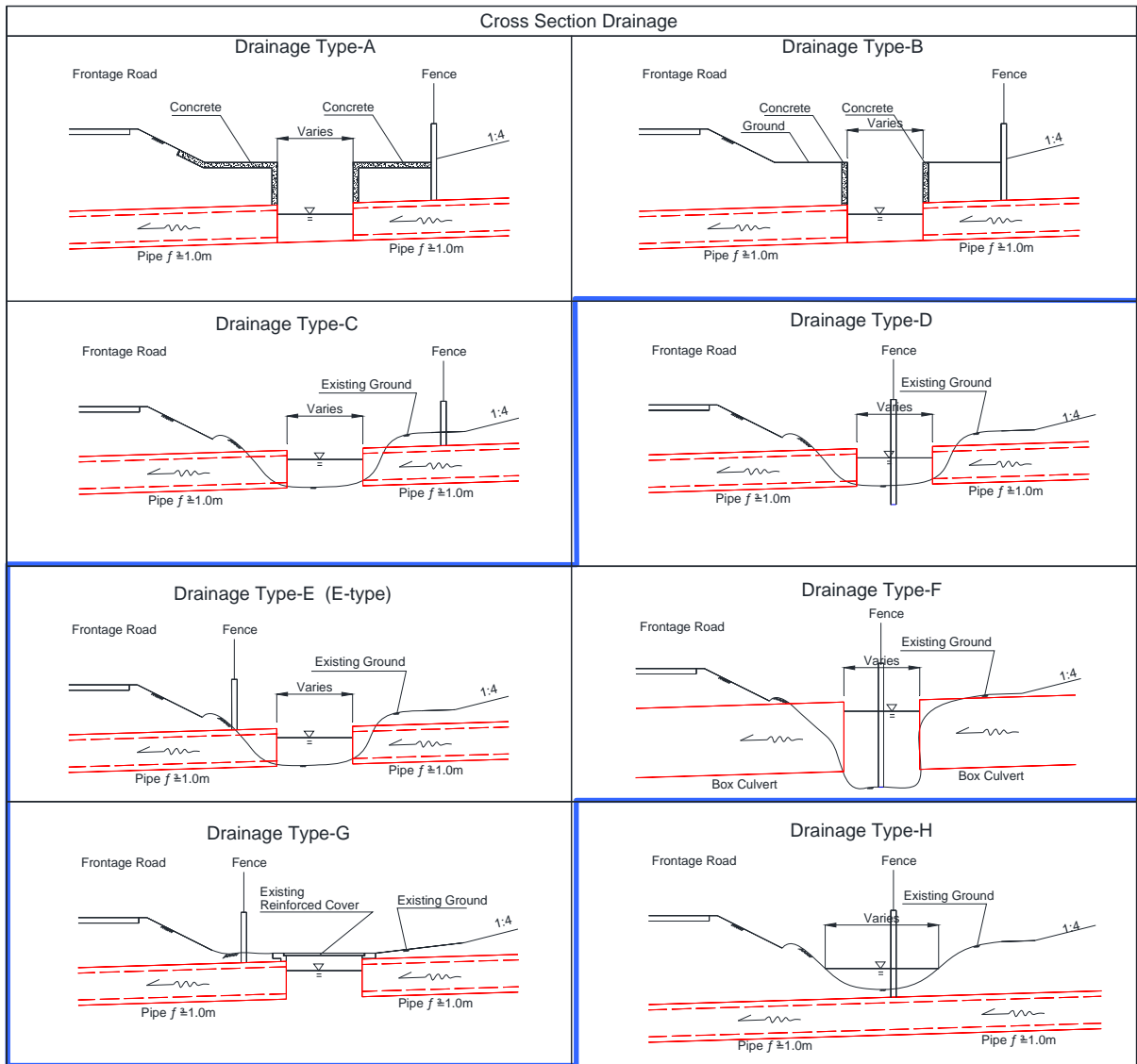
このため、道路路肩部の土工法面周辺が、常時滞水しており、道路排水施設の集水機能に支障をきたしている。

したがって、集水・排水機能の改善のため、集水柵及び呑口・吐口処理施設等の設置することが必要となる。

2) 道路排水の計画規模

横断排水管タイプは 8 種類に大別される。この 8 種類を図 3-2-1-7.14 に示す。TypeA から TypeC までは、プロジェクト対象範囲である境界柵より外側で雨水の流入を行っている。これとは逆に、TypeD から TypeG の 4 種類は、境界柵設置箇所もしくは内側で集水を行っている。TypeH は、横断排水管は敷設されているが、途中で雨水の集水をするこなく、側道下部を通り両側の流末へ直接接続されているタイプである。

集水施設の未整備部分については、集水機能の改善のため、集水柵および洗掘等防止のため布団籠による対策を講じる。



* : 嵩上げ対象範囲内

図 3-2-1-7.14 既存道路排水処理施設タイプ

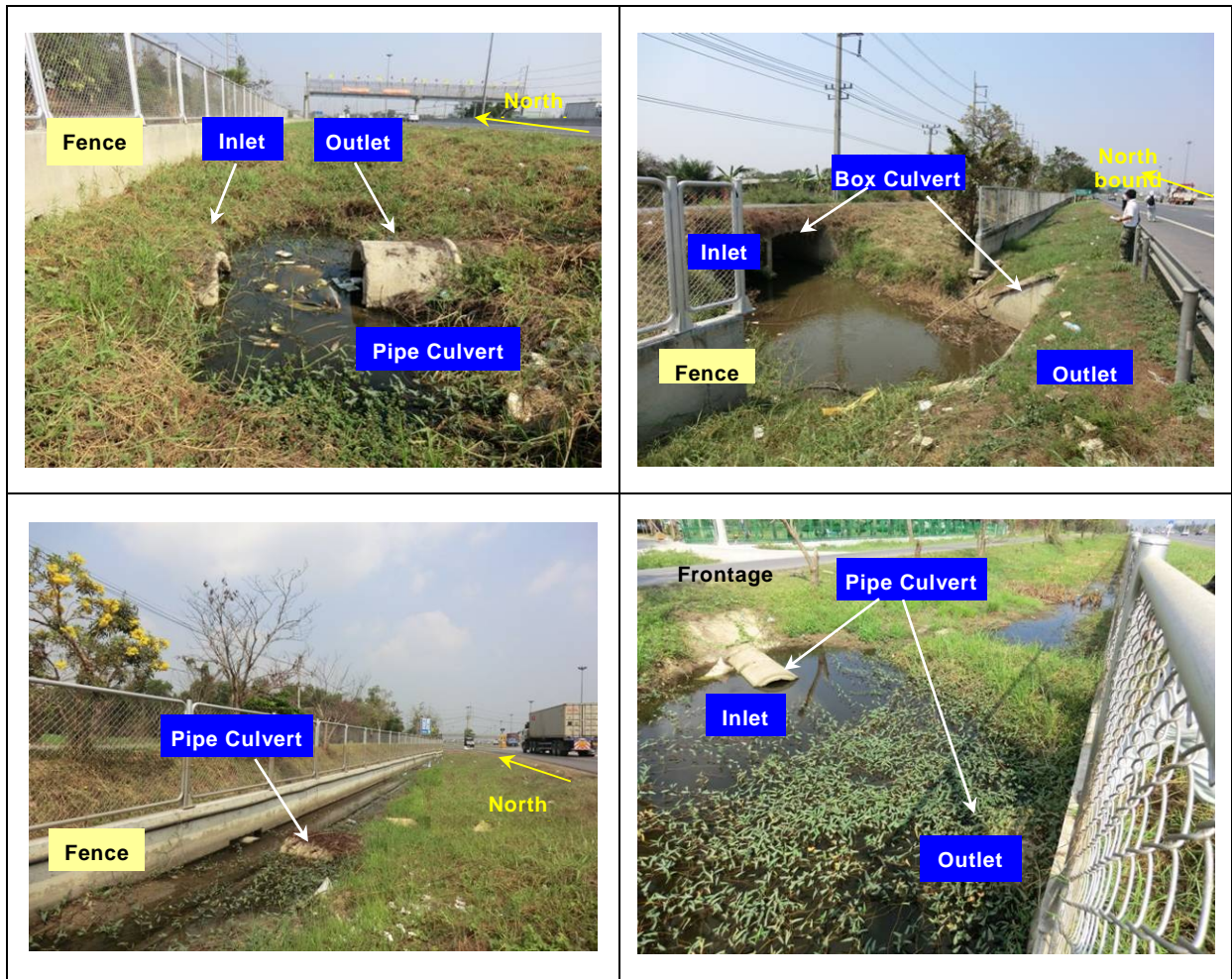


写真 3-2-1-7.1 集水口タイプ別現況横断排水管

Sta.20+000の左平面曲線地点における既存横断勾配すり付けの考え方がAASHTO基準より短く、走行性に劣るためすり付け長を修正した。このため中央分離帯側の柵の数がカーブの始・終点側で不足（それぞれ6個）するため、流末パイプを新設し、右側の路側に流下させる計画とした。

一方、Sta24+425からSta.24+975間は嵩上げ（平均 $h=0.83m$ ）されるため、南方向車線は低くなる。しかし、料金所区間においては北方向道路区間に道路幅が拡幅されている。道路の排水勾配は道路中央部からの屋根勾配となっており、路面排水が振り分けられる構造となっている（図 3-2-1-7.15 料金所区間の路面排水状況参照）。

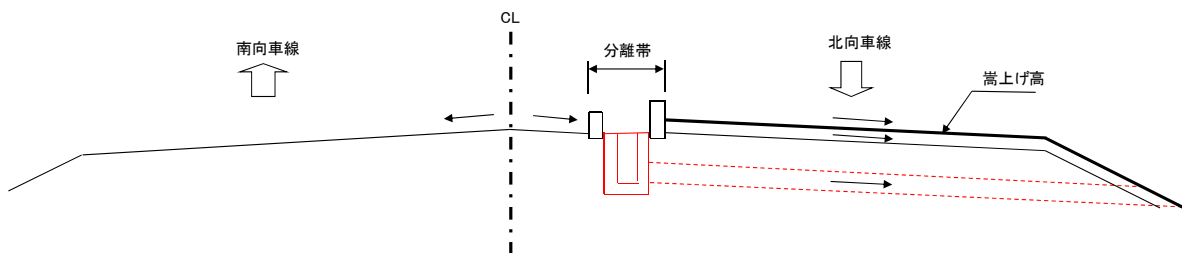


図 3-2-1-7.15 料金所区間の路面排水状況

したがって、南方向車線の排水の流末は嵩上げにより閉塞されるため中央分離で集水柵を新設し、さらに、コンクリートパイプを新設して道路外に排出する計画とする。なお、新設箇所は 10 箇所である。

(10) 地下埋設施設への配慮

対象区間には、全線に亘って 200～300m の間隔で 71 地点にパイプカルバート（φ1,000～φ1,500mm、1 連～3 連）の道路横断暗渠が設置されている。また、中央分離帯内に設置されている街路灯への配電のため、境界柵に設置されている受電盤から、一定の間隔で配線用のトラフが埋設されている。

工事施工段階では、地下埋設施設の現状に応じた補強・防護工等を計画し、安全対策を講じる必要がある。

(11) 道路付帯施設

1) 法面防護

道路路肩部はほぼ全線に亘り 1：4 の標準法面勾配で張芝が施された土工法面が形整されている。土工法面は、当該地域で頻発する洪水流の浸透を防止する目的で透水性の低い粘性土（厚さ 10cm）で構築されている。現地調査では、2011 年洪水時における洪水流の法面浸透により、数ヶ所の法面破損・侵蝕等が確認された。

対象区間の周辺地域は、殆どが平坦地であるため洪水発生時は浸水地となり、洪水時の流速は殆どなく、水位上昇及び滞留時間は長期間に亘ると想定され、洪水時の土工法面構造への浸透及び法面侵蝕等が懸念される。

本プロジェクトは、既存道路冠水区間の既存道路面嵩上げによる道路縦断線形の改修計画であるため、既存道路の路肩部法面は、段切り施工による拡幅盛土及び土工法面の構築が必要となる。

土工法面構造は、透水性の低い粘性土（厚さ 20cm 程度に強化）により構築し、また、土工法面を防護するために張芝を施す計画とする。

2) 中央分離帯施設

既存道路の中央分離帯は、安全かつ円滑な交通を維持するために標準断面で幅約 1.5m、高さ約 1.0m のコンクリートバリアで構成されている（図 3-2-1-7.16 参照）。

コンクリートバリアは縦断方向に連続的に設置されており、安全性は確保されている。また、中央分離帯は道路照明施設スペースとして供用されている。

対象区間内の北方向車道側に設置されているコンクリートバリアは、撤去し、新規に構築する。

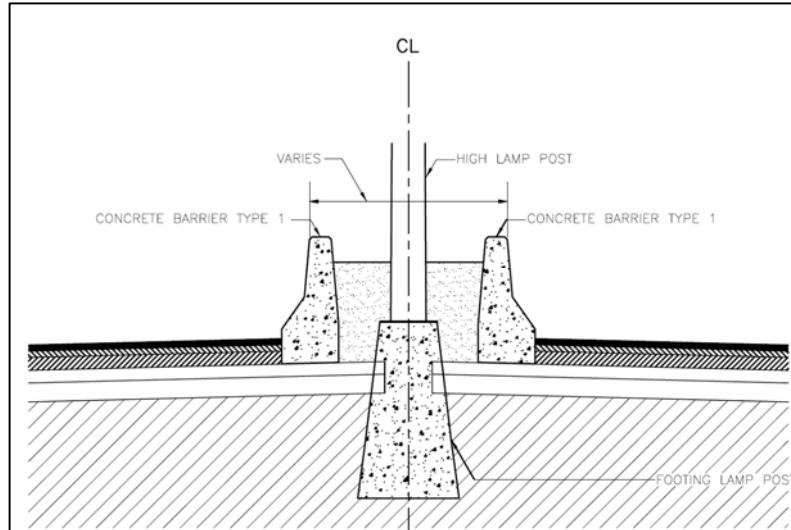


図 3-2-1-7.16 中央分離帯施設の横断構造

3) 道路区画線および道路鋸

既存道路面嵩上げ計画の対象区間は、フルアクセスコントロール自動車専用道路であるため、多岐に渡る道路区画線及び路面標示が対象区間内に設置されている。また、分合流部には区画線上に自発光型の道路鋸が設置されている（写真 3-2-1-7.2 参照）。

既存の道路区画線及び路面標示の形状を表 3-2-1-7.5 に示す。

表 3-2-1-7.5 道路区画線・路面標示の形状

種別	色別	諸元		備考
内側側線	黄色	実線	幅 W=20cm	中央分離帯側の側帯
車線	白色	破線	幅 W=20cm, L=3.0m 間隔=9.0m	
外側側線		実線	幅 W=20cm	標準断面部の側帯
合流境界線		破線	幅 W=30~50cm L=2.0m、間隔=4.0m	
追い越し禁止線	黄色	実線	幅 W=30~60cm	
矢印標示	白色	実線/破線	幅 W=15cm~75cm	方向別(直・直左/右・左右)
ゼブラ標示		実線	幅 W=50cm, 間隔 3.0m	ノーズ、ランプ合流・分流
道路鋸	—	—	路面埋込	

既存道路面嵩上げ計画の対象区間に設置されている道路区画線及び路面標示は、全て現状復旧とする。なお、道路鋸は再利用を基本とする。

4) 道路横断架空施設

対象既存道路には、高架橋、歩道橋、高圧配電線、交差架空道路標識等の交差架空施設が存在する。表 3-2-1-7.6 に嵩上げ対象区間の道路交差架空施設の設置地点及び舗装表面からの余裕高を示す。タイ王国実施機関の道路局（DOH）では、有料自動車専用道路における道路交差架空施設の余裕高（Vertical Clearance: 建築限界）の望ましい値を 5.25m 以上、最低値は 5.0m としている。

道路嵩上げにより車両通行建築限界の上記 DOH 規定高さ基準を確保できない場合は、架空施設の嵩上げを実施することとする。

表 3-2-1-7.6 道路交差架空施設

道路交差 架空施設	設置地点	余裕高 (m)	道路交差 架空施設	設置地点	余裕高 (m)
配電線	STA.11+650	7.37	規制標識	STA.16+802	6.43
配電線	STA.12+225	7.87	規制標識	STA.17+980	6.40
高架橋	STA.13+762	5.20	配電線	STA.20+352	6.66
配電線	STA.14+459	6.77	規制標識	STA.23+570	6.04
配電線	STA.14+863	7.05	規制標識	STA.23+975	6.10
高架橋	STA.15+156	5.56	規制標識	STA.24+381	5.97
配電線	STA.15+398	8.07	管理棟用歩道橋	STA.24+856	5.50
配電線	STA.15+417	9.02	規制標識	STA.25+791	5.97
配電線	STA.15+427	9.34	歩道橋	STA.26+262	5.20
規制標識	STA.15+815	6.10	電光掲示板	STA.27+797	5.67
規制標識	STA.16+313	6.44			

5) 道路照明施設

中央分離帯内には、高さ約 30m の道路照明施設（街路灯）が 80m 間隔で設置されており、車両の夜間走行における高速道路交通の安全性を確保している。

道路標準断面（8 車線道路：4 車線×南・北 2 方向）区間以外のインターチェンジ取付道路部及び料金所拡幅区間等においては、境界柵側に追加の道路照明施設が設置されている。

特に、中央分離帯に設置されている街路灯については、基礎構造及び設置高さ等を調査した結果、本プロジェクトによる支障・影響が及ばないことが確認できているため、現状維持とする。

6) 道路標識および距離標

対象既存道路には、道路標識及び距離標が設置されている。道路標識については、道路路肩法面部に設置されている。種類は主として、速度規制標識、運転規制標識、行き先標示標識、車間距離確認標識、緊急連絡標識、警戒標識である。距離標については、道路路肩法面部には 1 km 毎に、中央分離帯には 100m 毎に設置されている。

写真 3-2-1-7.2 に各施設の現状を示した。

上記の標識等については、原則改修対象としない。ただし、道路嵩上げにより標識高さ等が DOH 設置基準を確保できない場合は、施設の嵩上げを実施するものとする。

		
交差架空道路標識	速度規制標識 (路肩法面)	運転規制標識 (路肩法面)
		
行先標示標識 (路肩法面)	車間距離確認標識 (路肩法面)	緊急連絡標識 (路肩法面)
		
警戒標識(路肩法面)	距離標(Kilometer Post) (路肩法面)	距離標(100m 間隔) (中央分離帯)
		
視線誘導標(Delineator)	路面標示(ゼブラ)および道路鉾 (ランプ合流・分流)	自動車専用道路境界柵

写真 3-2-1-7.2 道路管理・交通管理の施設

3-2-2 基本計画

3-2-2-1 全体計画

(1) 本計画施設の範囲と規模

対象区間の範囲および規模は、3-2-1-7 (1) 節で示したとおり、2011年洪水水位（既往最大洪水水位）の洪水痕跡を基礎資料とした測量・解析結果による設計計画洪水水位及び既存道路縦断測量の解析結果に基づき設定した道路嵩上げ計画及び道路嵩上げ対象区間とした。タイ王国政府実施機関（DOH）との協議結果などを踏まえ表 3-2-2-1.1 に示すとおり決定した。

表 3-2-2-1.1 対象道路の計画範囲と規模

対象区間 (Sta.)			延長 (m)	改修規模 (嵩上げ基準)	備考
1	10+600～11+124	北方向道路	524	設計計画洪水水位より-20cm以下	
2	11+558～20+580	北方向道路	9,022	〃	
3	23+690～24+400	北方向道路	880	〃	
4	24+400～25+600	北方向道路	1,200	設計計画洪水水位より+10cm以上	料金所区間
5	25+600～29+200	北方向道路	3,600	設計計画洪水水位より-20cm以下	
対象区間の合計			15,056		

ただし、上記対象区間のうち、測点 24+400 から 1,200m は料金所区間である。また、改修計画に関しては、2012年5月15日に行われた JICA 調査団とタイ国実施機関である運輸省道路局代表者から構成される「東部外環状道路（国道9号線）改修計画委員会」との協議の結果に基づき、以下のとおり合意した。

- 1) 嵩上げ対象範囲は当初のスコープとおり北方向車線（North Bound）のみとする。
- 2) 嵩上げ対象となるのは既存道路面の嵩上げおよび料金所の土木構造までとする。
- 3) オペレーティングシステムに関連する施設（探知機、信号機、機材や機器類等）は本プロジェクトの対象に含まない。

(2) 概略設計（D/D 1）の概要（計画諸元）

対象道路の概略設計の概要を表 3-2-2-1.2 に示す。

表 3-2-2-1.2 対象道路の設計条件一覧表

計画項目	計画概要
プロジェクト対象 区間長	約 30km（嵩上げ対象区間は北方向道路の約 15.056km）
道路区分	フルアクセスコントロール自動車専用道路
設計速度	本線：120km/h ランプ：50km/h
車線数	8車線、ただし、本プロジェクト対象は、北方向道路4車線
幅員構成	路肩 車線 中央分離帯部分 車線 路肩 3.0m + 14.4m + 5.0m + 14.4m + 3.0m

計画項目	計画概要
	ただし、本プロジェクト対象は、北方向道路である
中央分離帯	分離帯幅：2.0m
プロジェクトの用地	約 53m（対象道路両端に設置されている境界柵内）
舗装構成	アスファルトコンクリート表層 5cm（内側 2 車線） 改質アスファルトコンクリート表層（外側 2 車線および Sta.24+875~Sta.25+600） アスファルトコンクリート基層 5cm 改質アスファルトコンクリート基層 5cm（Sta.24+875~Sta.25+600） アスファルトコンクリート・バウンドベース 10cm 上層路盤 25cm 下層路盤 20cm 以上
	舗装計画耐用年数：10 年
主要交差架空施設	道路 2 箇所、歩道橋 2 箇所、道路標識 13 箇所、電線 3 箇所
道路縦・横断水路	縦断排水 中分分離帯側溝：一部区間（φ 400 パイプカルバート及び集水柵） 集水柵：片勾配区間の中分側（6m から 10 数 m 間隔） 横断排水 灌漑用水路及び河川：7 ヶ所 道路排水・灌漑施設兼用：パイプカルバート 115 ヶ所、ボックスカルバート 3 ヶ所
その他付帯施設	ガードレール、電光掲示板/標識、緊急停留帯、路面標示、視線誘導標

(3) 設計計画洪水水位及び洪水確率の設定

道路面嵩上げ高さ、及び嵩上げ区間設定の基準となる設計計画洪水水位の設定については、2-1-2(2)で示したとおりである。

この設計計画水位は、2011 年洪水痕跡を基礎資料とした測量・解析結果と洪水解析結果及び DOH の道路冠水記録等を基に設定したものである。図 3-2-2-1.1 に実測した水位とそれを利用して決定した設計計画洪水水位を示す。なお、図中の青線は実測値から得られた水位、赤線は実測値を包括するように決めた水位（設計に用いる水位）である。起点側（Sta.0+000 から Sta.3+400）の約 3.4km の区間において、実測値の水位は急激に高くなっていることを示すが、2011 年洪水時に洪水対策として現地政府（RID）がこの付近に堤防を一時的に築堤したためである。よって、この区間の水位は解析の結果から約 3.588m であると推定し、これを当該区間での設計計画洪水水位とする。

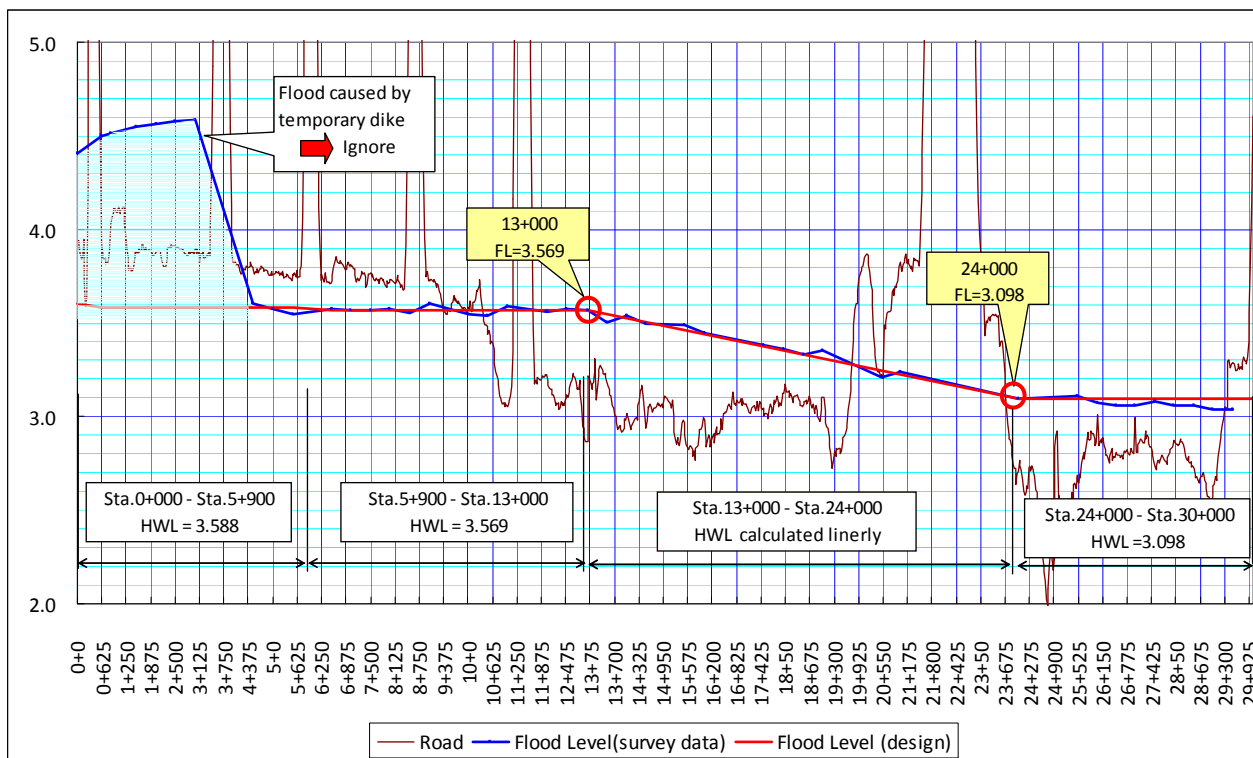


図 3-2-2-1.1 実測水位と設計計画水位

以上より、本プロジェクト対象区間の設計計画水位は、表 3-2-2-1.3 に示すとおりとする。

表 3-2-2-1.3 対象区間の設計計画洪水位

区間	設計計画洪水位	算出根拠
Sta.0+000 ～ Sta.5+900	FL.3.588	平均値(包括)
Sta.5+900 ～ Sta.13+000	FL.3.569	〃
Sta.13+000 ～ Sta.24+000	FL.3.569～3.089(変動)	比例配分
Sta.24+000 ～ Sta.30+000	FL.3.098	平均値(包括)

3-2-2-2 施設計画

(1) 道路計画

1) 路線選定のレビュー

本プロジェクトの対象路線は、3-2-1-3.(2)節に述べた方針に基づき東部外環状道路（国道9号線）が選定された。

調査団は、調査実施の事前段階で本プロジェクトの方針・位置付けを勘案し、要請された路線の選定の背景・経緯およびその理由についてレビューをした。その結果、以下の理由により、当該路線が他の想定される路線に比べ本計画の対象道路として最も妥当性が高いと判断した。

- ① タイ国政府道路局の緊急性の高いプロジェクトとして位置づけられている。
- ② 当該道路は、アユタヤ県とパトゥンタニ県周辺の工業集積地を利用する製造業及び流通業の物流路線として、最も重要な役割を果たす南北軸の基軸幹線道路のひとつである。そのため、将来起こりうる洪水被害から当該道路を守るために当該道路の改修やその他の対応策を講じることは、とても重要な意味を持っている。
- ③ 東部外環状道路は 2011 年の洪水方向と平行に北側から南側へ向かって伸びている。さらに、東部外環状道路は、灌漑用水や河川を渡るいくつかの高架橋を有している。このため、外環状道路の嵩上げは、氾濫洪水の流れを堰き止めることやその流向を変更することなく、氾濫状況や洪水による被害状況に影響を与えることはない。

2) 設計区間

本プロジェクトの設計区間は東部外環状道路（国道 9 号線）と国道 1 号線との交差点から 30km の地点までとする。一方、既存道路の嵩上げを対象とした設計区間は当該道路の北方向車線のうち、次に示す区間である。

- ア) 10+600～11+124
- イ) 11+558～20+580
- ウ) 23+690～24+570
- エ) 24+400～25+600
- オ) 25+600～29+200

上記のうち、エ) の区間は料金所区間である。

3) 設計条件

① 設計基準

道路設計にあたっては、2-1-1.7 節で前述のとおり、タイ王国の設計基準を適用する。タイ王国にない設計基準については、AASHTO 基準及び日本の基準(道路構造令等)を準用する。

また、道路嵩上げ計画高は、2-2-1 (3) 節で設定した設計計画洪水位を基準として計画する。

準用する主な基準を下記に示す。

- ・ タイ王国の自動車専用道路設計基準 (Detailed Engineering Design on Motorways in Thailand (Motorways Design Standards August 1996))
- ・ タイ王国の標準図集 (Standard Drawings for Highway Construction, Department of Highways 1994)
- ・ 米国の幾何構造 (AASHTO Policy on Geometric Design of Highways and Streets 2004)
- ・ AASHTO 舗装ガイド (AASHTO Guide for Design of Pavement Structures 1993)
- ・ 道路構造令の解説と運用 平成 16 年 2 月

② 設計速度および計画道路の幾何構造

対象道路はフルアクセスコントロール自動車専用道路に区分される道路であり、設計速度は 120km/h である。タイ王国が定めている当該道路における幾何構造を表 3-2-2-2.1 に示す。

表 3-2-2-2.1 対象道路の幾何構造

項目	望ましい基準値	特例値
A. MAIN SECTIONS OF MOTORWAY		
Lane Width (車線幅)	3.60m	3.60m
Outer Shoulder Width (路側帯)	3.00m	3.00m
Inner Shoulder Width (側帯)	1.00m	1.00m
Ultimate Median Width (中分幅)	4.30m	3.60m
Outer Verge Width (保護路肩外側)	0.50m	0.50m
Inner Verge Width (保護路肩内側)	0.50m	0.50m
Minimum Vertical Clearance (余裕高)	5.25m	5.00m
Maximum Gradient (最大縦断勾配)	3%	5%
Maximum Superelevation (最大片勾配)	5%	7%
R.O.W (車線幅)	70m	50m
B. DESIGN SPEED RELATED STANDARDS FOR MAIN MOTORWAY		
Design Speed (設計速度)	120kph	100kph
Min. Stopping Sight Distance (視距)	290m	210m
Min. Horizontal Radius with 4% superelevation (最小平面半径 (片勾配 4%))	1500m	-
Min. Horizontal Radius with 7% superelevation (最小平面半径 (片勾配 7%))	-	720m
Vertical Curvature K Value (crest) (K 値 (凸))	165	100
Vertical Curvature K Value (sag) (k 値 (凹))	65	40

③ 平面線形

平面線形の設計にあたっては、本プロジェクトが既存道路計画高の嵩上げに伴う道路縦断線形改修であるため平面線形は既存道路の線形と同様とする。

④ 縦断線形

対象道路の縦断線形計画は、設計計画洪水位 (3-2-1-2 (2)節参照) 及び既存道路縦断測量の結果を基にして決定する。具体的には料金所区間 (測点 24+400 から 1,200m) では道路嵩上げ計画高さを設計計画洪水位より 10cm 高く、その他の区間においては設計計画洪水位より -20cm 以上となるようにする。ただし、本調査における既存道路の縦断測量の結果は、本来の道路設計と異なり交通安全の対策上、車道端部から 2.5m の車道上を基準としている。

⑤ 標準断面

道路嵩上げ計画について、料金所区間の標準断面図を図 3-2-2-2.1、その他一般区間の標準横断図を図 3-2-2-2.2 に示す。3-2-1-7 (2) 節で前述のとおり、料金所区間における道路嵩上げ計画の基準は、路肩部分で設計計画洪水位より 10cm 以上、一般車道区間においては同位置で設計計画洪水位より -20cm 以上を確保することである。道路嵩上げ対象区間の標準横断は既存道路の標準横断と同様とする。よって、標準部での車線数は 4 車線、各車線の車線幅員は 3.6m、中央分離帯幅は 5.0m、路肩幅は 3.0m、中央分離帯側の側帯は 1.5m として計画する。なお、緊急停車帯、ランプ等の標準区間以外の断面に対しても現況と同様の幅員で計画する。

⑥ 片勾配

対象区間の既存道路の曲線部においては適切な（最大 5%）片勾配が確保されている。上述のように、本計画は既存道路面の嵩上げが目的であり、平面線形の変更がないため、片勾配区間の勾配ならびにその摺り付けについては既存道路と同様とする必要がある。しかし、入手した本対象道路の設計・施工関係資料には既存道路の片勾配やすり付け区間等の詳細な情報がないため、本計画において片勾配を設ける場合はタイ王国の設計基準に準拠する。また、この基準に規定のないものについては、AASHTO 等に基づくものとする。

⑦ 法面勾配及び段切り施工

道路嵩上げ計画に伴い既存道路の路肩法面は拡幅盛土を行うことになる。盛土の法面勾配は 1:4 とする。また、既存盛土との一体化による盛土全体の強度を維持するため 1:4 より急な法面勾配の区間においては段切りを行ってから盛土を行う計画とする。

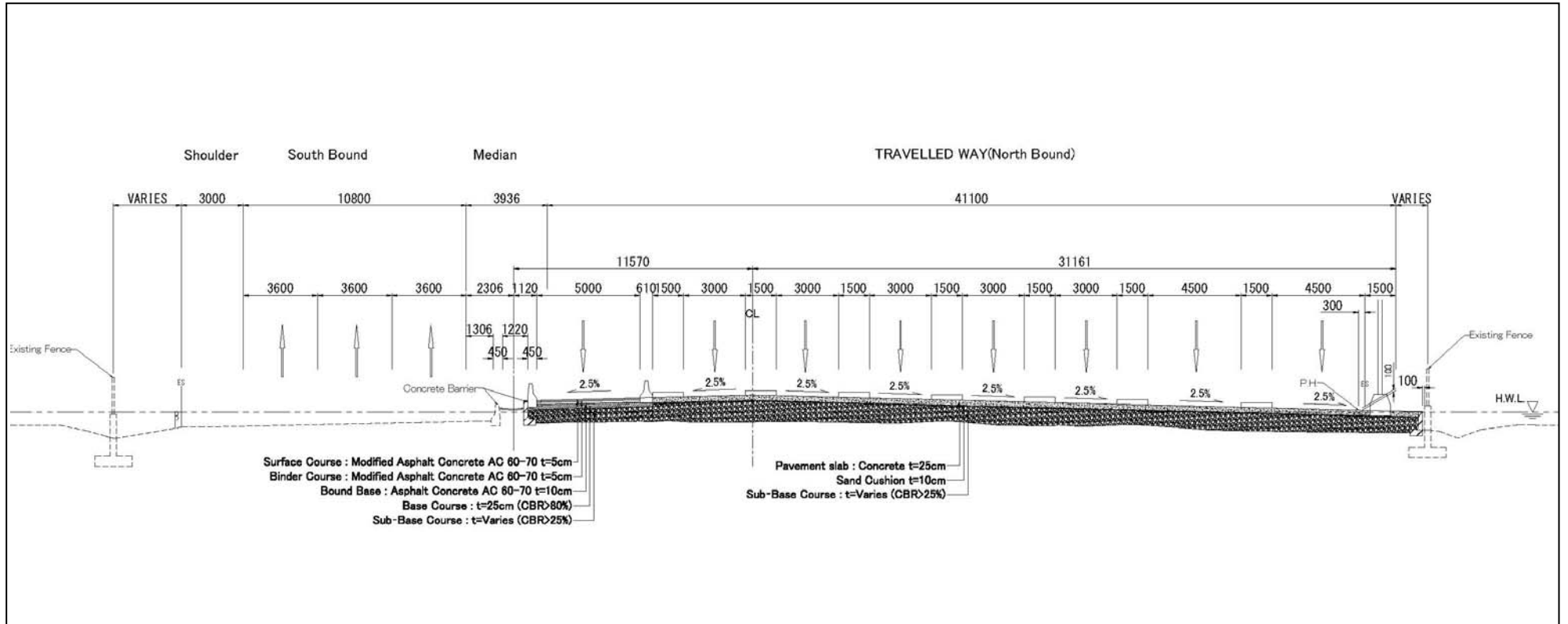


図 3-2-2-2.1 標準横断面図 (料金所区間の標準横断面図)

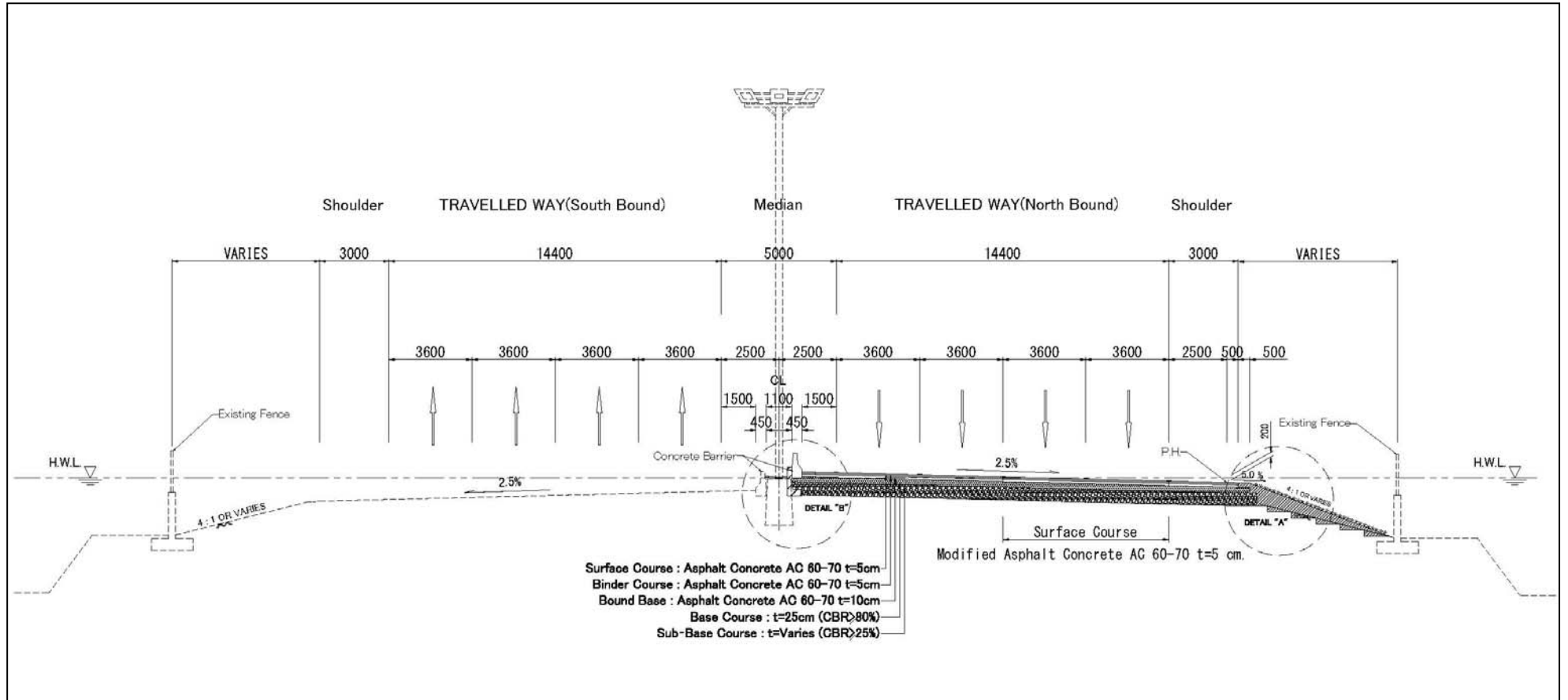


図 3-2-2-2.2 標準横断面図 (一般車道区間の標準断面図)

⑧ 舗装計画

(ア) 対象道路の舗装状況

本プロジェクト対象区間である 30km 区間の道路舗装は、料金所区間の一部のコンクリート舗装を除けば全線たわみ舗装（アスファルトコンクリート舗装）が採用されている。対象道路はタイ王国政府により拡幅事業が 2009 年に完了したばかりの道路であるため、舗装は比較的新しく、概ね健全である。2011 年 7 月から 11 月まで断続的に降り続いた 80 年に一度と言われる記録的な大雨による舗装構造の劣化も見受けられなかった。ただし、2012 年 3 月に実施した現地調査の際、料金所付近の一部の舗装はポットホールやわだち掘れなどにより著しく劣化していたが、DOH により最近補修工事が行われ、現在は良好な状態にある。

CBR 現地調査より本計画対象区間の舗装は数回の（1,2 回程度）オーバーレイによる補修の形跡が確認されたが、道路台帳や舗装履歴に関する記録が無いため、詳細については不明である。

(イ) 既存道路の舗装構成の妥当性

既存道路の舗装構造はタイ王国運輸省道路局（DOH）により、2009 年に 8 車線に拡幅された区間に対して設計計算されたものである。舗装構成は設計図・竣工図より以下の通りである。

- 表層：アスファルト舗装 t=5cm
- 基層：アスファルト舗装 t=5cm
- バウンドベース層：多孔性アスファルト舗装 t=10cm
- 上層路盤：セメント安定処理 t=25cm
- 下層路盤：砂 t=20cm（設計時 CBR>25）
- 路床置換え:改質材料 t=60cm（設計時 CBR>10）

本プロジェクトは対象区間 30km のうち延 15.056km 区間の北方向道路を嵩上げの対象としている。プロジェクトの目的を達成するためには嵩上げ対象区間を含むそれ以外の区間の既設の舗装構造も供用年数の期間まで十分な耐力があることを確認する必要がある。そのために、嵩上げ対象区間以外の道路の既存舗装構成の強度について検証を行った。設計計算の前提条件を下記に、入力パラメータを表 3-2-2-2.2 に、そして結果を表 3-2-2-2.3 に示す。

設計計算の前提条件

- ・ 計算方法は、AASHTO の 1993 年度版の舗装ガイドラインに準拠する。なお、これについては DOH と事前に協議し了承を得ている。
- ・ アスファルト舗装に対する SN（全体の舗装厚に必要とされる構造指数）の基本的な計算式は、AASHTO 指針に準拠し、その式は下記のとおりである。

$$\begin{aligned} \text{Log}_{10}(W_{18}) = & Z_R \times S_0 + 9.36 \times \text{Log}_{10}(\text{SN} + 1) - 0.20 + \frac{\text{Log}_{10}\left\{\frac{\Delta \text{PSI}}{(4.2 - 1.5)}\right\}}{0.40 + \left\{1094 / (\text{SN} + 1)^{5.19}\right\}} \\ & + 2.32 \times \text{Log}_{10}(M_R) - 8.07 \end{aligned}$$

- ・ 舗装の構造計算に必要な交通量および伸び率はDOHより提供されたデータを利用する。

表 3-2-2.2 既存舗装の検証に用いた設計条件

項目	定義	条件	備考
供用期間	舗装構造が補修を必要とするまで存続する期間	2009年～2023年の15年	
交通荷重 (W18)	供用期間の18kip(8,200kg)等価換算単軸荷重(ESAL)載荷数。	2009年,2010年については実測の交通量、2011年以降は、DOHから提供された伸び率にて算出。 w₁₈=199,484,302	
信頼性 (R)	供用期間の間舗装が確実に生存するものにしよとする方法(舗装が生存する確率)	信頼性 (R)=80 % 上記信頼性に基づく標準偏差 (Z _R) = -0.841 交通需要予測および供用期間の標準偏差(S ₀) = 0.45	
供用性基準	舗装のサービス性の測定値は現在供用性指数 (PSI, Present Serviceability Index)である。PSIの総変化(ΔPSI)とは初期供用性指数 (p ₀ : 施工直後の値)と終局供用性指数 (p _t : 補修、オーバーレイ、再構築が必要とされる前に供用される最小の指数に基づいて選定される値)	p ₀ = 4.2 p _t = 2.5	p ₀ =4.2 p _t =2.5 ΔPSI=1.7
路床土復元弾性係数 (MR)	AASHTOの舗装ガイドでは下記に示す式を提案しており、路床のCBR値を用いて算出する M _R = 1,500 x CBR (CBRは10以上の場合、10とみなす)	CBR=7.6 (CBR調査結果より算出)	M _R =11,400psi (CBR≥7.6)
舗装の層係数	舗装の強度は構造指数(SN)により示され、次式により算出する。 SN = a ₁ D ₁ + a ₂ D ₂ m ₂ + a ₃ D ₃ m ₃ ここに、a _i =i th 層係数 D _i =i th 層厚 (インチ) m _i =i th 層排水係数	表層: a ₁ =0.42 (E _{AC} =425,000 psi) 基層: a ₂ =0.42 (E _{AC} =425,000 psi) Boundbase : a ₃ =0.41 (E _{AC} =400,000 psi) 上層路盤:a ₄ =0.20 (地質調査結果より) 下層路盤:a ₅ =0.11 (地質調査結果より)	
排水係数	排水状況による影響を考慮した構造指数を修正するための条件	m ₄ =m ₅ =1.0 (自由水が一週間に除去、舗装構造が飽和に近い含水状態に暴露される時間の百分率が5%である)	

表 3-2-2.3 既存舗装構造の検証結果

材 質	層係数 (a)	厚さ(inch) (D)	排水係数 (m)	SN = a*D*m	厚さ(cm) (D)
アスコン表層	0.42	1.969	—	0.827	5
アスコン基層	0.42	1.969	—	0.827	5
アスコン基層	0.41	3.937	—	1.575	10
上層路盤	0.20	9.843	1	2.264	25
下層路盤	0.11	7.874	1	0.898	20
SN合計		必要SN=6.144	> NG	実SN=6.102	65

算出舗装構造指数 (SN) 6.102 は必要舗装構造指数 6.144 より小さいことから既存舗装の構造は強度的に不足である。なお、上記条件から想定される既存道路の耐用年数は14.5年 (2022年半ば) と判断する。

(ウ) 計画道路の舗装計画

(a) 舗装設計の前提条件

タイ王国では一般的にアスファルト舗装 (たわみ舗装) が用いられており、対象道路の舗装も同じくアスファルト舗装である。また、アスファルト舗装は補修にも適している。したがって、対象道路の表層、基層およびバウンドベースには既存道路同様にアスファルトコンクリート系を用いる。ただし、料金所においては交通量の静的荷重を考慮して必要に応じて既存と同じコンクリート舗装 (剛性舗装) とする。

(b) 既存道路の舗装を考慮した舗装計画

本プロジェクトの主目的は既存道路面の嵩上げであるため、既存道路の舗装上に構築することが基本となる。しかし、オーバーレイのように表層の上にアスファルト材を用いるのと違い、本計画では、嵩上げ高さにもよるが、下層路盤域 (料金所区間では路床域) まで構築する区間も存在する。この場合、既存のアスファルトの上に直接下層路盤や上層路盤を構築すると既存道路のアスファルト面が水路 (みずみち) となり、舗装全体の破壊の原因となるので、本計画においては既存道路のアスファルト (表層 5cm、基層 5cm、バウンドベース 10cm) を撤去し、その上に嵩上げに必要な舗装を構築する計画とする。

(c) 舗装計算

舗装計算の入力パラメータを表 3-2-2-2.4 に、そして結果を表 3-2-2-2.5 に示す。

表 3-2-2-2.4 計画道路の舗装設計に用いた設計条件

項目	定義	条件	備考
供用期間	舗装構造が補修を必要とするまで存続する期間	2014年～2023年の10年	
交通荷重(W18)	供用期間の18kip(8,200kg)等価換算単軸荷重(ESAL)載荷数。	2009年,2010年については実測の交通量、2011年以降は、DOHから提供された伸び率にて算出。 $w_{18}=157,166,441$	
信頼性(R)	供用期間の間舗装が確実に生存するものにしようとする方法(舗装が生存する確率)	信頼性 (R)=80 % 上記信頼性に基づく標準偏差 (Z _R) = -0.841 交通需要予測および供用期間の標準偏差(S ₀) = 0.45	
供用性基準	舗装のサービス性の測定値は現在供用性指数 (PSI, Present Serviceability Index) である。PSIの総変化(ΔPSI)とは初期供用性指数 (p ₀ : 施工直後の値) と終	p ₀ = 4.2 p _t = 2.5	p ₀ =4.2 p _t =2.5 ΔPSI=1.7

項目	定義	条件	備考
	局供用性指数 (p_i : 補修、オーバーレイ、再構築が必要とされる前に供用される最小の指数に基づいて選定される値)		
路床土復元弾性係数 (M_R)	AASHTO の舗装ガイドでは下記に示す式を提案しており、路床の CBR 値を用いて算出する $M_R = 1,500 \times \text{CBR}$ (CBR は 10 以上の場合、10 とみなす)	CBR=7.6 (CBR 調査結果より算出)	$M_R=11,400\text{psi}$ (CBR \geq 7.6)
舗装の層係数	舗装の強度は構造指数(SN)により示され、次式により算出する。 $SN = a_1D_1 + a_2D_2m_2 + a_3D_3m_3$ ここに、 $a_i=i^{\text{th}}$ 層係数 $D_i=i^{\text{th}}$ 層厚 (インチ) $m_i=i^{\text{th}}$ 層排水係数	表層: $a_1=0.42$ ($E_{AC}=425,000$ psi) 基層: $a_2=0.42$ ($E_{AC}=425,000$ psi) Boundbase: $a_3=0.41$ ($E_{AC}=400,000$ psi) 上層路盤: $a_4=0.20$ (地質調査結果より) 下層路盤: $a_5=0.11$ (地質調査結果より)	
排水係数	排水状況による影響を考慮した構造指数を修正するための条件	$m_4=m_5=1.0$ (自由水が一週間に除去、舗装構造が飽和に近い含水状態に暴露される時間の百分率が 5%である)	

表 3-2-2-2.5 計画道路の計算結果

材 質	層係数 (a)	厚さ(inch) (D)	排水係数 (m)	SN = a*D*m	厚さ(cm) (D)
アスコン表層	0.42	1.969	—	0.827	5
アスコン基層	0.42	1.969	—	0.827	5
アスコン基層	0.41	3.937	—	1.575	10
上層路盤	0.20	9.843	1	2.264	25
下層路盤	0.11	7.874	1	0.898	20
SN合計		必要 SN=5.952	< OK	実SN=6.102	65

(d) 供用年数 (耐用年数) および予測交通量

タイ王国では舗装の設計対象期間 (耐用年数) は新設道路に関しては 15 年、舗装の改良については 7 年としている。本計画に関しては以下の理由により耐用年数を 10 年とする。

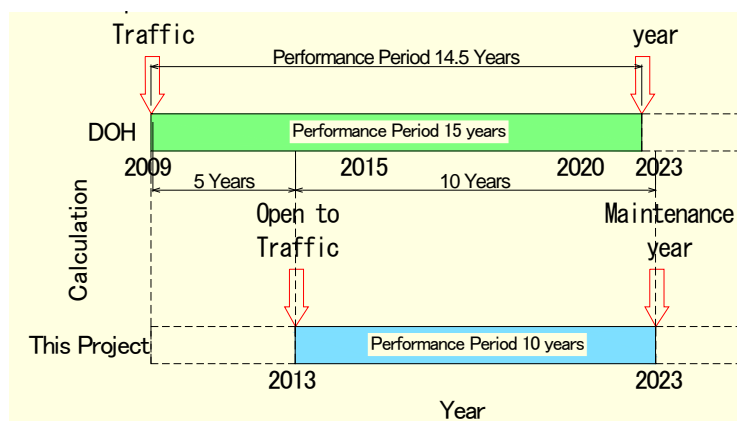


図 3-2-2-2.3 耐用年数の比較

- i. 無償資金協力案件の供用期間は一般的に 10 年である。
- ii. タイ王国では舗装の供用年数が新設道路に関しては 15 年、道路の改良工事に関しては 7 年と定めている。対象道路である東部外環状道路は 2009 年に施工が完了している。嵩上げによる改修工事が 2014 年に完了する予定であることから、対象区間の耐用年数を 10 年にすることにより、全線の設計寿命が概ね統一される。
- iii. 舗装の設計計算においては供用期間の等価換算単軸荷重(ESAL)が一つの入力パラメータである。本計画の供用年数を 10 年に設定していること、また、交通量の伸び率が既存道路の舗装計算時と同じであることから予測交通量は既存舗装検証時と同一となる。

(e) 嵩上げ区間の舗装構造

嵩上げ区間の舗装構造は、図 3-2-2-2.4 に示すとおり、嵩上げ高さに応じて 4 タイプに分けて構築する計画とする。

本計画は既存道路面の嵩上げが主目的である。既存の舗装構造はその検証結果から、2023 年までは交通荷重に耐えうる構造であること、また供用年数を 10 年にしたことにより舗装計算に用いる入力パラメータは既存舗装の検証で使ったものと同じであることから、嵩上げ対象区間の舗装が既存舗装の構造以上であれば強度上問題はないことが明らかである。

一方で、舗装構成は嵩上げ高さによって異なる。改修対象区間のうち、嵩上げ高さは最大で 120cm 程度となるが、既存道路とのすりつけ部においてはゼロになる。さらに、既存道路の表面は縦断方向、横断方向ともに一律ではなく凹凸がある。以上より、全改修区間において同一の舗装構成とするのは困難である。一方で嵩上げ高さの変化に応じて、その都度舗装構成を嵩上げ高さに応じたものにするのは材料の最小化は図れるものの、工事が煩雑で工期が長くなり、非経済的であると考ええる。

以上を考慮して、すりつけ部では統一化を図るため既存道路と同じ舗装構成とする。他の区間に関してはバウンドバースまでは既存舗装と同じ厚みとし、高さに応じて下層路盤の厚みを変化させる構成とする。

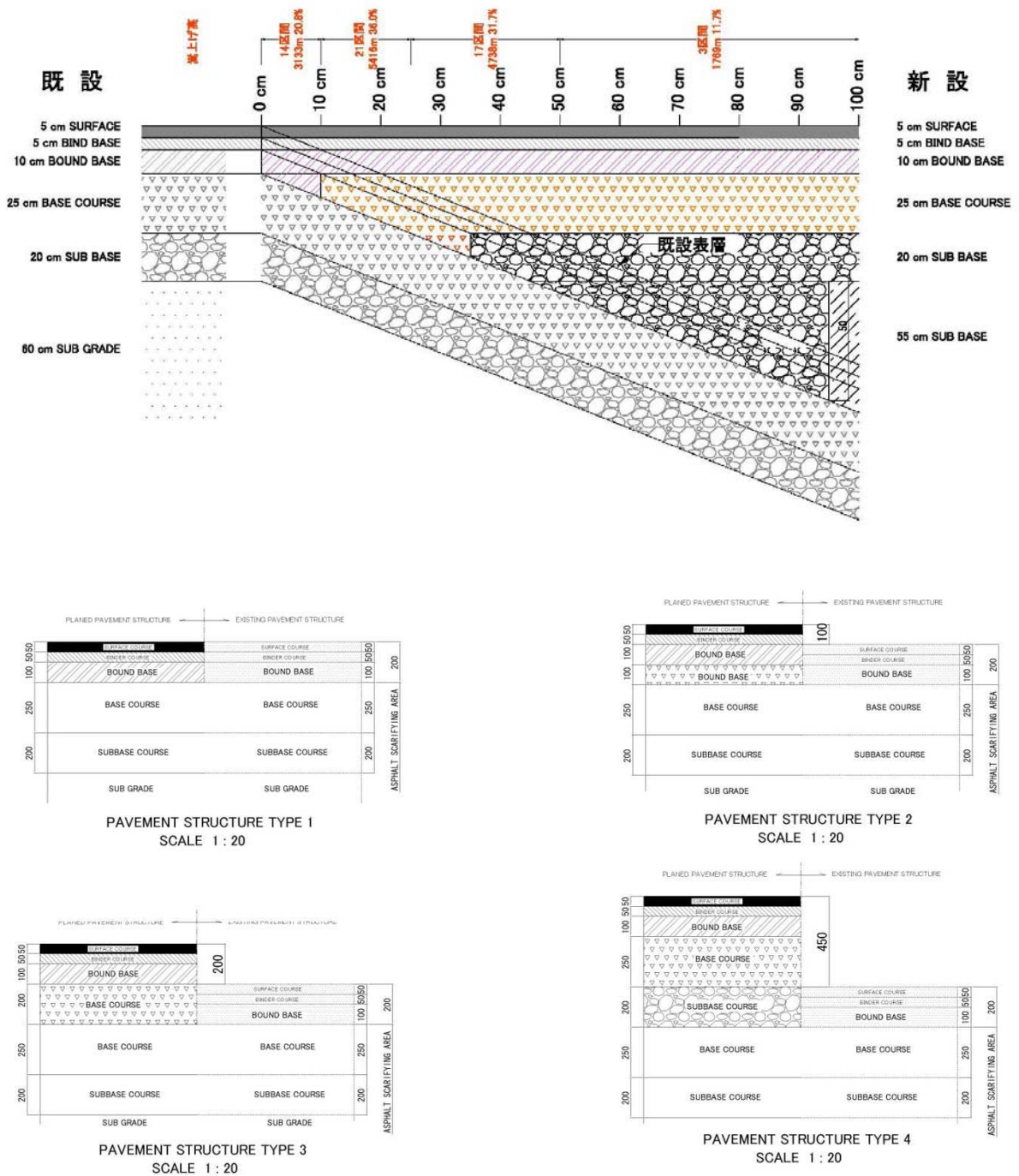


図 3-2-2-2.4 嵩上げに用いる舗装構成のタイプ

4) 料金所施設計画

料金所区間内は、当該道路を利用する車両の通行料を徴収するための料金所や料金徴収ブース、料金徴収システムを運営・管理するための管理棟から南方向料金所へアクセスに使う歩道橋などの施設が存在するが、その計画に当たっては、3-2-2-1 節で前述の範囲および規模に基づいて行うこととする。

5) 道路嵩上げ計画

当該区間の嵩上げ範囲は測点 24+400 から 1,200m の区間とする。嵩上げ高さは、既存道路測量基準線上において、2011 年洪水位（既往最大洪水位）の洪水痕跡を基礎資料とした測量・解析結果による設計計画洪水位より 10cm 以上の高さとする。

6) 料金所の改修計画

料金所の改修に当たっては既存の構造物（ブース、屋根及びその支柱、基礎）を取り壊し、既存と同位置・同規模のものを計画する。

なお、コンクリート舗装の構成・範囲も現況復旧とする（図 3-2-2-2.5、図 3-2-2-2.6）。

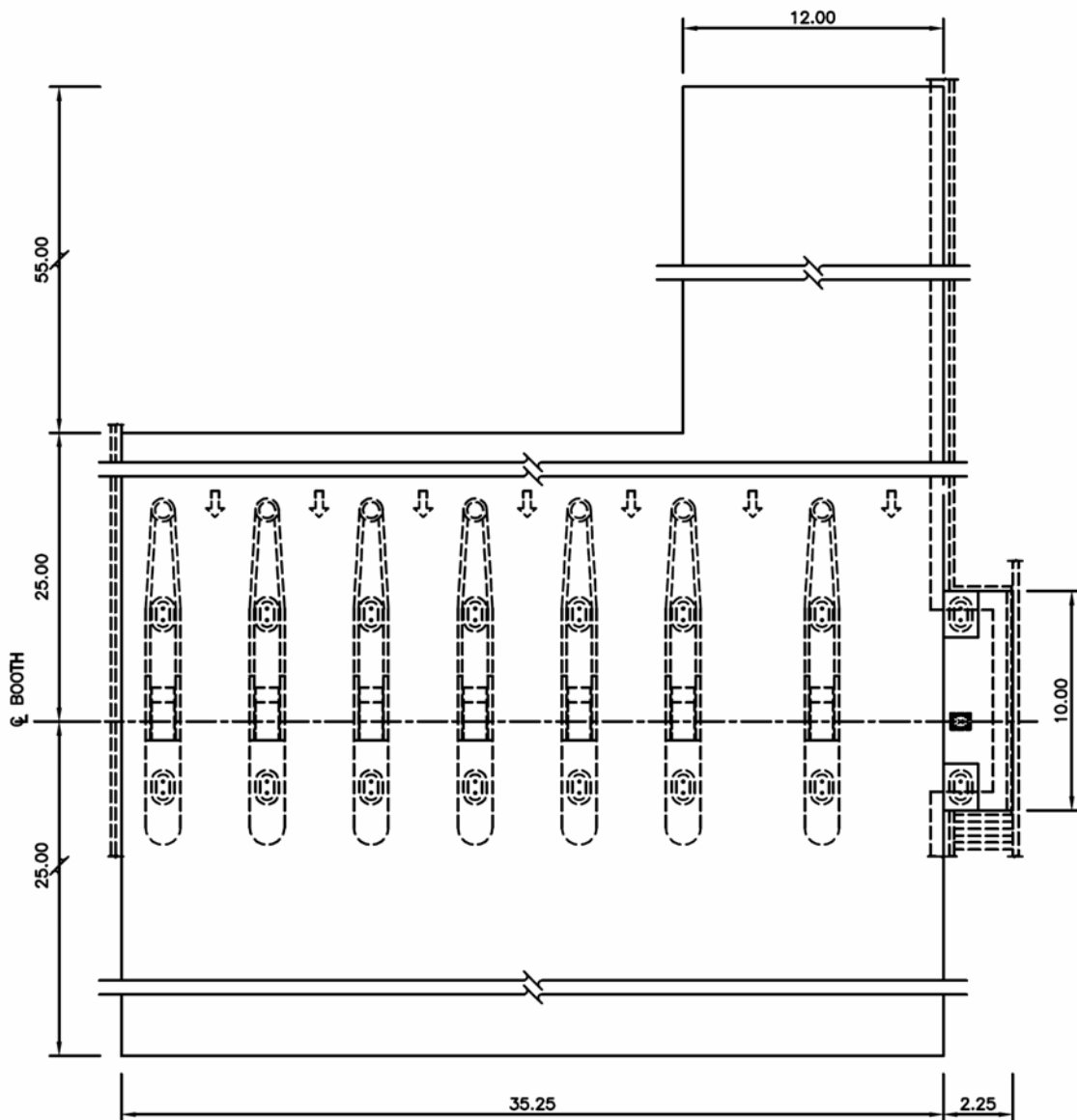


図 3-2-2-2.5 舗装範囲

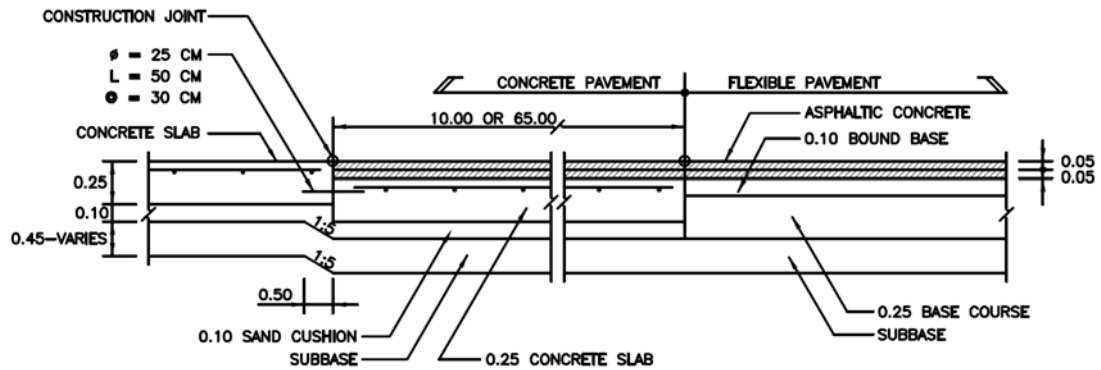


図 3-2-2-2.6 舗装構成

7) 管理用歩道橋改修計画

この区間には南向きの料金所用の歩道橋 (Sta.24+856) が設けられているが、現況道路面を嵩上げすることにより 5.5m の建築限界に 0.95m 不足する。このため嵩上げが必要となるが、工期・工費縮減に配慮し、基礎杭及びフーチング・鋼桁 $l=18.2m$ は既存の構造物を再利用する。

8) 階段設置計画

管理棟用地は現地盤通りであるため、路面の嵩上げ後は段差が生じる。そのため料金所までのアクセス路として階段を設置する。図 3-2-2-2.7 に計画位置を示す。

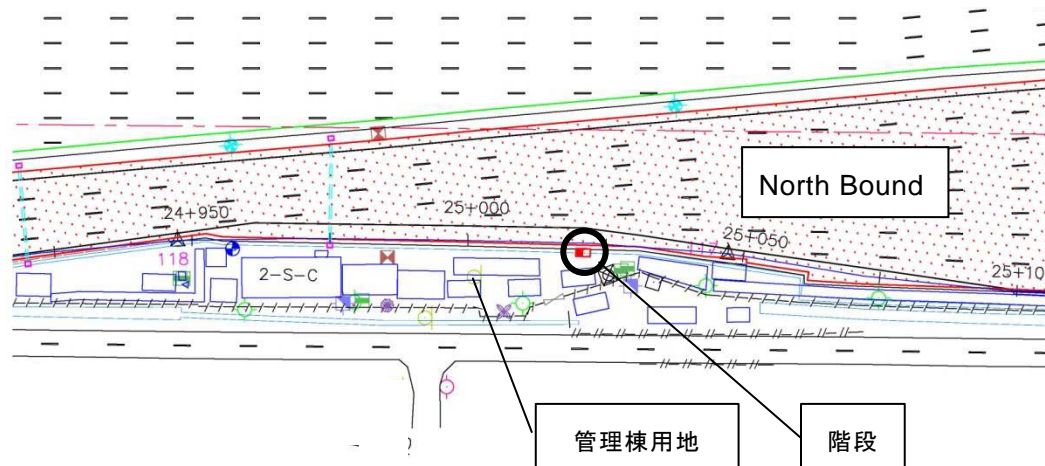


図 3-2-2-2.7 階段計画位置

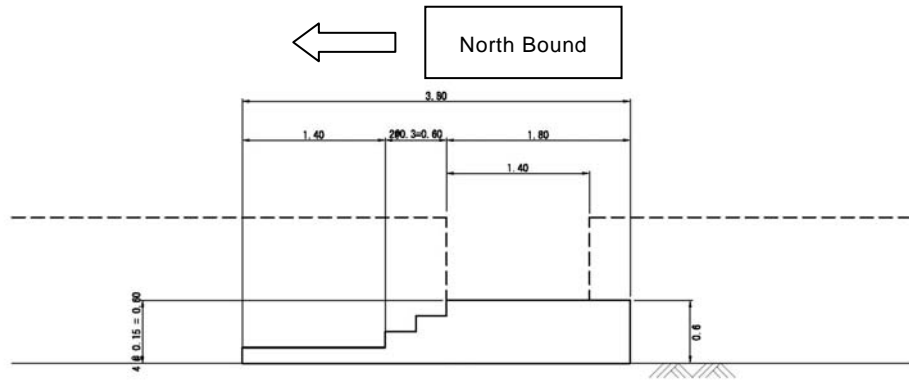


図 3-2-2-2.8 階段（縦断方向）

9) 排水計画

現状の横断勾配は道路センターを境に設けられている箇所がある。したがって南方向車線の料金所区間においては路面排水も道路センターから振り分けられた状況となっている（図 3-2-2-2.9 参照）。

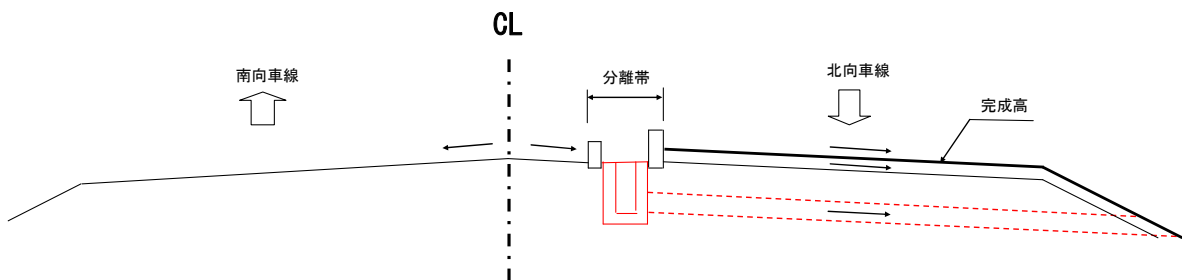


図 3-2-2-2.9 料金所区間の路面排水状況

このため、図 3-2-2-2.10 のように、南方向車線の排水の流末は嵩上げにより閉塞されるため中央分離帯に集水枳および横断管を新設して道路外に排出ものとする。

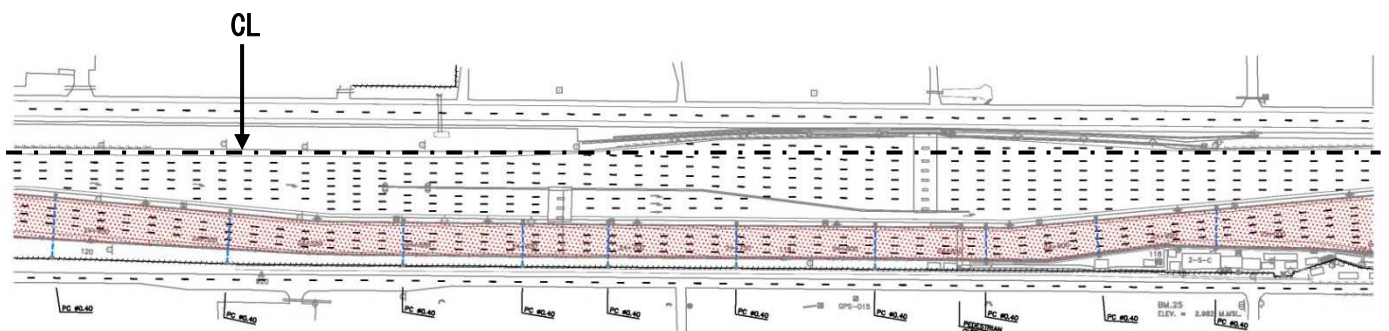


図 3-2-2-2.10 料金所区間の新設集水枳および横断管

3-2-2-3 道路排水計画

(1) 既設排水施設の排水能力検証

1) 既設施設の状況

既設排水施設の現況は、3-2-1-7(9)に示したとおりである。

2) 前提条件

道路排水計画の検証における前提条件は下記のとおりである。

- ・ 道路嵩上げによる改修のみであるため、対象道路の流域面積や流量の変更はない
- ・ 既設の排水施設は機能していることとする
- ・ 排水の計算は合理式によるものとする
- ・ 降雨強度 (I) は、タイ王国 DOH の基準である 10 年確率を用いる

3) 検証結果

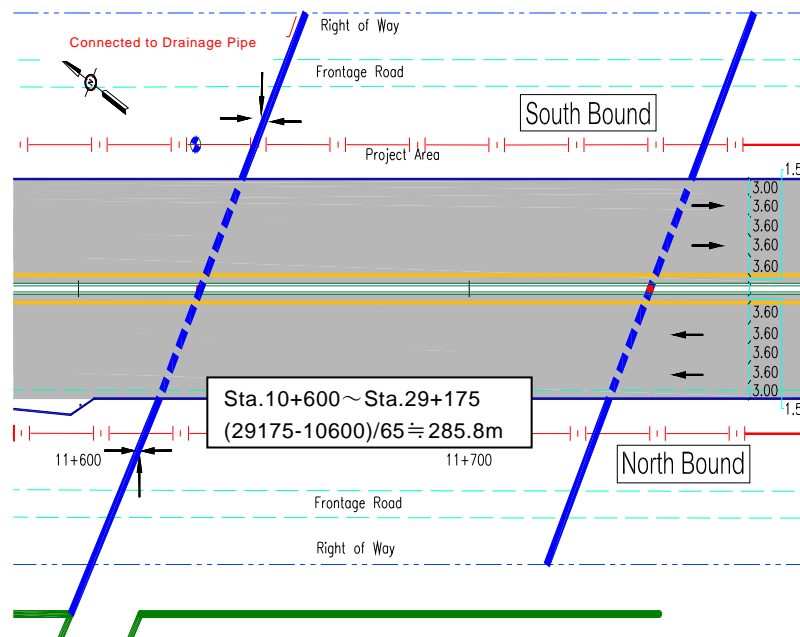


図 3-2-2-3.1 検証位置

表 3-2-2-3.1 検証に用いた設計条件

計算条件

項目	記号	単位	数値	備考
設計降雨強度	I	mm/h	82.9	10 年確率
流出係数(平均値)	C	—	0.79	$(0.95 \times 18.9 + 0.35 \times 7.0) / 25.9$
集水幅	W	m	25.9	18.9+7.0 (車道幅+法面幅)
水路勾配(平均値)	i	%	0.100	
粗度係数(平均値)	n	—	0.083	$(0.10 \times 3.092 + 0.015 \times 0.7) / 3.842$
許容通水量の最大通水量に対する割合	r	%	80	

道路単位長さ当りの流出量

$$q = \frac{C \times I \times W}{3.6 \times 10^6} = \frac{0.79 \times 82.9 \times 25.9}{3.6 \times 10^6}$$

$$= 0.000471 \quad (\text{m}^3/\text{S}/\text{m})$$

$$A = 1/2 \times 3.0 \times 0.75 = 1.125 \text{m}^2$$

$$P = \sqrt{(3.0^2 + 0.75^2)} + 0.75 = 3.842 \text{m}$$

$$R = 1.125 / 3.842 = 0.2928$$

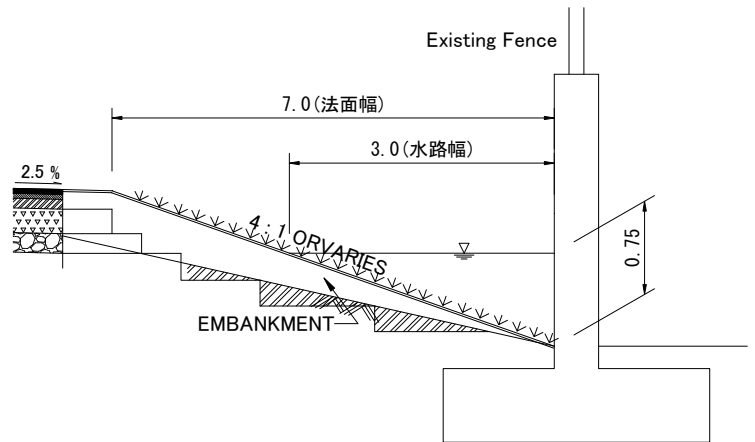


図 3-2-2-3.2 流量計算説明図

側溝流量

$$Q = 1/n \times i^{1/2} \times R^{2/3} \times A \times r$$

$$= 1/0.083 \times 0.0011^{1/2} \times 0.2928^{2/3} \times 1.125 \times 0.80$$

$$= 0.1512 (\text{m}^3/\text{S})$$

集水柵間隔の計算

$$L = \frac{\gamma * Q}{q}$$

$$= \frac{1.00 \times 0.151}{0.000471}$$

$$= 320.6 > 285.8 (\text{既設平均間隔})(\text{m})$$

4) 片勾配区間での排水処理

右カーブの片勾配区間では中央分離帯方向に雨水が集まるため、既存道路においては中央分離帯側に集水柵を設けている。ここで集水した雨水を取り付け管などにより中央分離帯内にある呑み口から既設の灌漑排水兼用の横断管に流下させ、道路用地の外へ排水している。

本プロジェクトによる道路面の嵩上げは、この柵に影響を及ぼすことから、既設排水施設の機能維持のため、この区間の集水柵を道路嵩上げ高さに合わせて高くする。嵩上げ高さは最大で 45cm である。図 3-2-2-3.3 にその概念を示す。

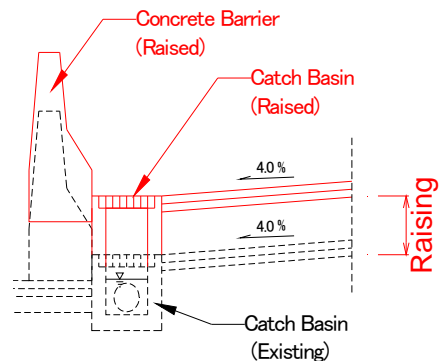


図 3-2-2-3.3 集水柵嵩上げ概念図

5) 既存排水施設呑・吐口の防護

対象道路の路面排水は、現況では当該道路を横断している灌漑用排水施設を利用して排水している。道路排水を取り入れるため横断管が道路の法尻付近で切れており、路面からの雨水をここで取り込むシステムになっている。このような箇所は嵩上げ対象区間内に約59箇所あり、間隔はほぼ一定である。しかし、この横断管の不連続部分は柵のような集水施設がないため、土砂などにより管の呑口・吐口が閉塞されているものが多い。そのため、水溜りができやすく、周辺地盤の侵食の原因になっている。したがって、横断している排水施設の呑口・吐口部には図 3-2-2-3.4 および図 3-2-2-3.5 に示すように、布団籠を施し、排水能力の促進ならびに周辺地盤の侵食の抑制を図る計画とする。

しかしながら、上述した排水施設 59 箇所のうち、34 箇所の排水施設はその呑口・吐口が本線に平行に設置されている境界柵の外側にある。タイ王国政府は境界柵外側の側道（対象道路に平行）を近々、嵩上げする計画を予定しており、その際、側道付近の排水施設は改修することになるため防護の対象から除外とし、境界柵内の 25 箇所のみを防護工の対象とする。

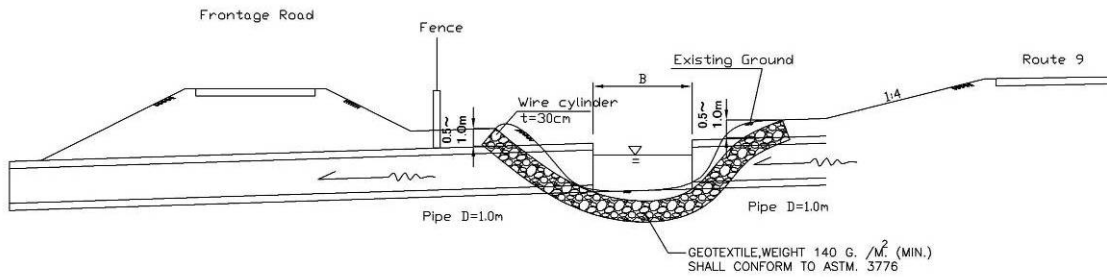


図 3-2-2-3.4 排水施設呑口・吐口防護工（呑口・吐口[フェンス内]）

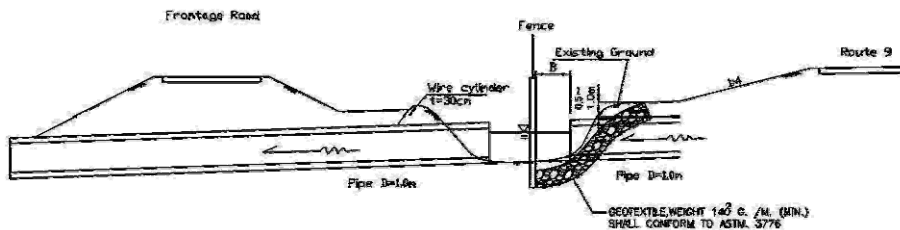


図 3-2-2-3.5 排水施設呑み・吐き防護工（呑口[フェンス外]）

3-2-2-4 法面防護計画

図 3-2-2-3.6 に法面防護工の構造を示す。法面の表面に厚さ 20cm の透水性の低い粘性土を施し、その上に張り芝を行う。

既存道路では法面からの雨水等の浸透を防ぐ目的で法面の表層に 10cm 粘性土層、その上に張り芝を施している。現地踏査において、2011 年の洪水時に浸透水により数箇所にクラックが確認された。現場付近はほとんど平坦であるた

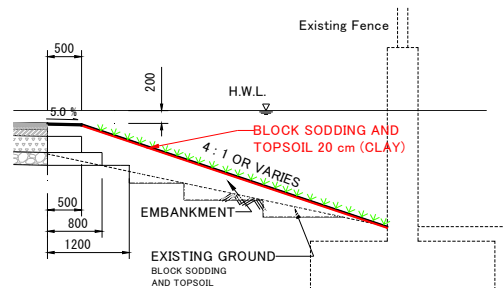


図 3-2-2-3.6 法面保護工

め洪水時の水は流速が小さく、水位も長時間に亘って上昇・滞水するため、法面に浸透しやすく法面盛土材の吸出しなどが懸念されたため、本計画においては表土の粘性土の厚みを20cmとした。

3-2-2-5 インターチェンジ、ランプ及び側道

本調査の対象道路は北方向道路の本線車道のみであり、ランプやインターチェンジ等の改修計画は含んでいない。しかし、本線道路を嵩上げすることによりランプ・インターチェンジとの高低差ができるため、すり付けが必要になる。本改修計画においては北方向道路との合流・分流するランプやインターチェンジへのアクセスが円滑にできるように、縦断勾配を3%以下にして摺り付けを行う。

3-2-2-6 道路付帯施設計画

(1) 中央分離帯

対象道路は全区間において中央分離帯にコンクリートバリアが設置されている。これは本計画による既存道路路面の嵩上げの影響を受けるため、撤去・復旧が必要となる。復旧に関しては嵩上げ高さに応じて2種類の構造を採用する。嵩上げ高さが45cmまでは標準のコンクリートバリアを設置する。図3-2-2-6.1にコンクリートバリアの詳細を示す。一方、曲線半径が比較的小さい右カーブ（例えば測点13+100付近）で片勾配が必要な区間やその他嵩上げ高さが著しく高くなる区間（45cm以上の区間）においては図3-2-2-6.2に示すように、転倒に対して安定な構造にするため、背面にL形擁壁を設ける。コンクリートバリア、L形擁壁の構造、形状ならびに仕様はDOHの標準的なものを使用する。

なお、復旧に関しては嵩上げ高さによっては、また撤去の方法によっては再利用も考えられる

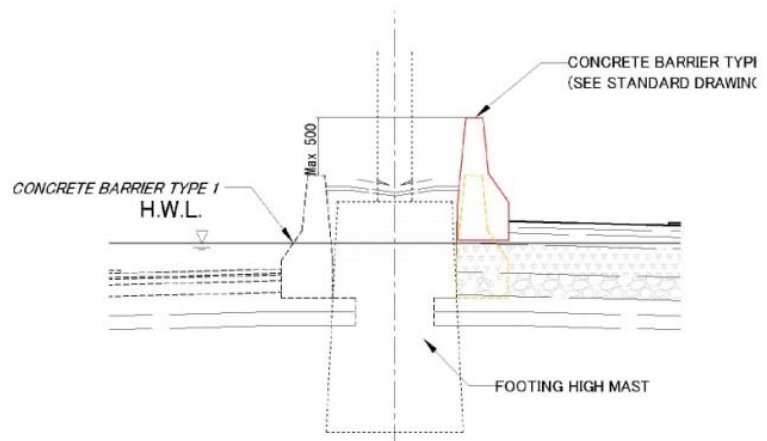


図 3-2-2-6.1 標準的なコンクリートバリア

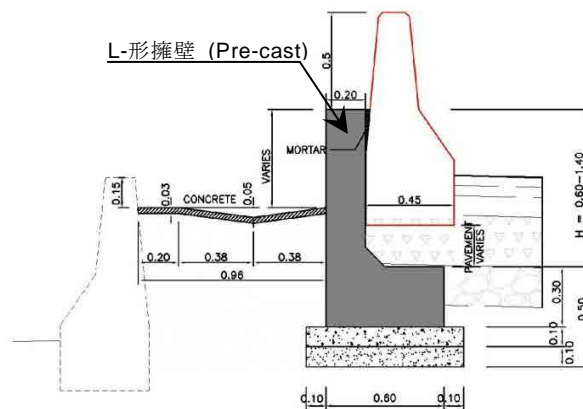


図 3-2-2-6.2 コンクリートバリアとL形擁壁構造

が、場所によって構造形式が異なること、バリア同士が連結されていること、間詰コンクリートと一体となっている区間があることなどから、再利用を考えた撤去は工事が煩雑となり、長い時間を要するために既存のものを取り壊して、新規に構築することを原則とする。

(2) 道路交差架空施設

3-2-1-7(11)節に既述のとおり、タイ王国では自動車専用道路における交差架空施設の余裕高（vertical clearance）の望ましい値を 5.25m 以上、最低値は 5.0m としているが、本計画による既存道路面の嵩上げにより上記基準を満足できない架空施設は Sta.24+856 付近の料金所へのアクセスのための歩道橋のみである。これについては前述のとおり、基礎杭及びフーチング・鋼桁（ $l=18.2\text{m}$ ）は既存構造を再利用し、それ以外の構造は新設する。また、新設後の余裕高については将来舗装のオーバーレイ等を勘案して 5.5m 確保するようにする。

3-2-2-7 地下埋設物防護／補強計画

3-2-1-7(10)節に既述した地下埋設物の防護、補強については十分な情報が得られなかったため、設計の段階では計画の立案が困難であり、完成段階で必要に応じて適切な対策を講じる必要がある。

3-2-2-8 交通安全の仮設計画

対象道路はフルアクセスコントロール自動車専用道路であり、安全走行のための施設は充実している。道路嵩上げ計画による改修にともない影響を受ける種々の安全施設が設置されている。それぞれについての基本計画を以下に示す。

(1) 道路標識

道路面嵩上げ対象区間の架空道路標識は、いずれも既存道路面から基準以上の位置に設置されている。既存道路面を計画縦断線形の高さまで嵩上げしても、タイ王国の規定する余裕高（5.25m）は確保できるため、高さ調整・取替えなどは必要ない。しかし、道路の路肩法面や中央分離帯に設置されている道路標識や距離標は道路嵩上げの施工段階では撤去する必要がある。このように、道路嵩上げにより影響を受ける道路標識および距離標については新設することとする。設置箇所および設置位置は現況と同じ位置とする。

(2) 視線誘導標

既存道路面を計画縦断高まで嵩上げすることによる改修工事の影響を受ける視線誘導標は撤去し、新たに設置する。設置箇所、設置位置は既設の位置同様 20m 前後とし、その材料や仕様も既設施設と同一とする。

(3) 路面標示および道路鋸

路面標示について、道路嵩上げによって影響を受ける区間では、既存道路と同一箇所・位置・材料、および仕様のものとする。主な路面標示は

表 3-2-2-8.1 に示すとおりである。また、道路鋸については、再利用を基本とする。

表 3-2-2-8.1 設置主な路面標示の詳細

種別	色	線種	形状	備考
内側側線	黄色	実線	幅 W=20cm	中央分離帯側
車線	白	破線	幅 W=20cm, L=3.0m 間隔=9.0m	
外側線-1		実線	幅 W=20cm	標準部
合流境界線		実線	幅 W=0.3~0.5cm、 L=2.0m、間隔=4.0m	
追い越し禁止		実線	幅 W=0.3~0.6m	
矢印		実線/破線	幅 W=0.15cm~0.75cm	方向別(直・直左/右・左右)
ゼブラ		実線	幅 W=0.5m 間隔 3.0m	ノーズ、ランプ合流・分流
道路鋸	—	—	路面埋込	

(4) 緊急停車帯

既存道路においては、道路嵩上げ対象区間内の2箇所緊急停車帯があるが、その形状は若干の相違がある。本計画においてはタイ王国の標準に基づき、図 3-2-2-8.1 示す形状の緊急停車帯を設置する。

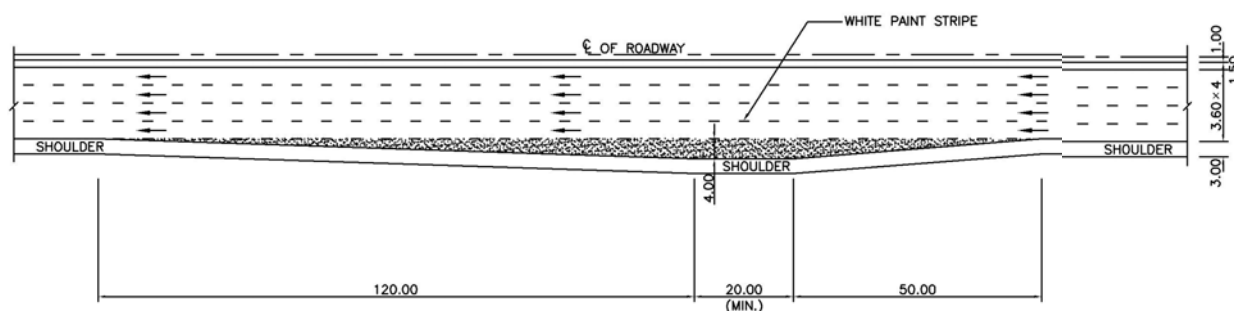


図 3-2-2-8.1 タイ王国標準的な緊急停車帯

(5) 自動車専用道路境界柵

本プロジェクトの対象道路は、フルアクセスコントロール自動車専用道路である。自動車交通の円滑を図り、また自動車以外の交通を排除するため、自動車専用道路の両端に境界柵が設置されているが、本線嵩上げ改修に伴う境界柵への影響は発生しないと判断している。

したがって、境界柵設置高さ等の改修・改良は対象としない。

3-2-2-9 圧密沈下の影響把握

(1) 現状と課題

本プロジェクトの対象道路は軟弱地盤上の盛土構造であるため、道路嵩上げ後の圧密沈下が想定される。現況道路は1999年に完工しており、現在までに約13年が経過しているが、現状において路面の補修跡が確認できることから、圧密が現在進行中である可能性もある。

一方、道路局（DOH）は沈下の存在を把握しているものの、計測を行っておらず沈下量のデータが存在していない。

本プロジェクトは緊急対策であり、工期・工費ともに限られていることから、軟弱地盤の対策は実施しないが、今後の道路局（DOH）による適切な維持管理に資する基礎資料として、ここでは嵩上げによる沈下の影響を検討する。

(2) 検討の概要

1) 過去に実施された盛土工事

現況の道路は1999年に2車線整備が完了、2009年に4車線拡幅整備が完了しており、これらを踏まえた圧密沈下解析が必要となる。

表 3-2-2-9.1 対象道路の施工経緯

施工時期	施工内容	備考
1998年	日本の円借款事業による2車線整備の着工	
1999年	日本の円借款事業による2車線整備の完了	
2008年	タイ王国による4車線拡幅事業の着工	
2009年	タイ王国による4車線拡幅事業の完了	
2013年～	嵩上げ実施予定	本プロジェクト

対象断面は地質構造が大きく異なるBH-1（料金所：STA.25付近）とBH-3（単路部：STA.16+700）の2断面とした。

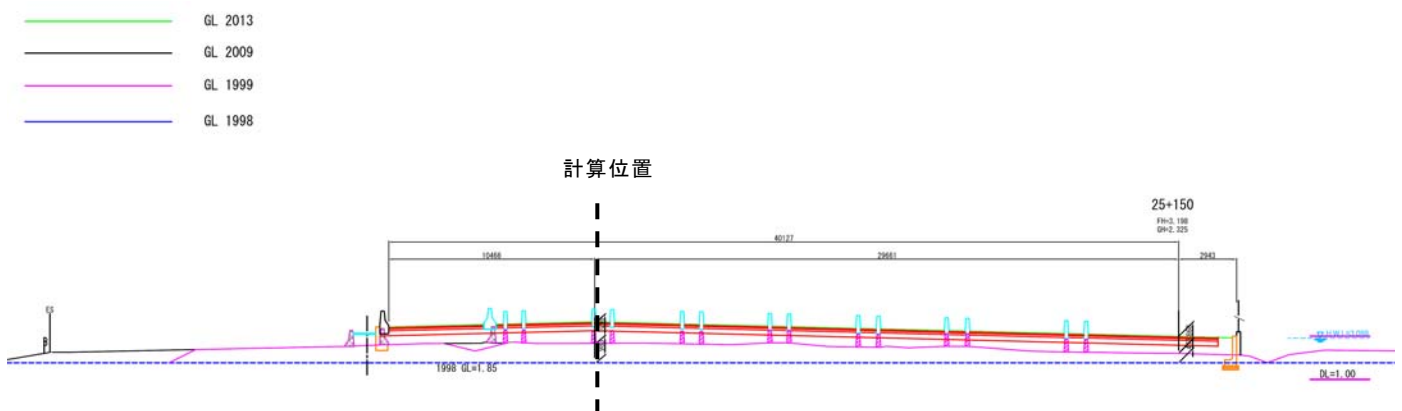


図 3-2-2-9.1 解析断面（Sta.25 料金所付近【BH-1】）

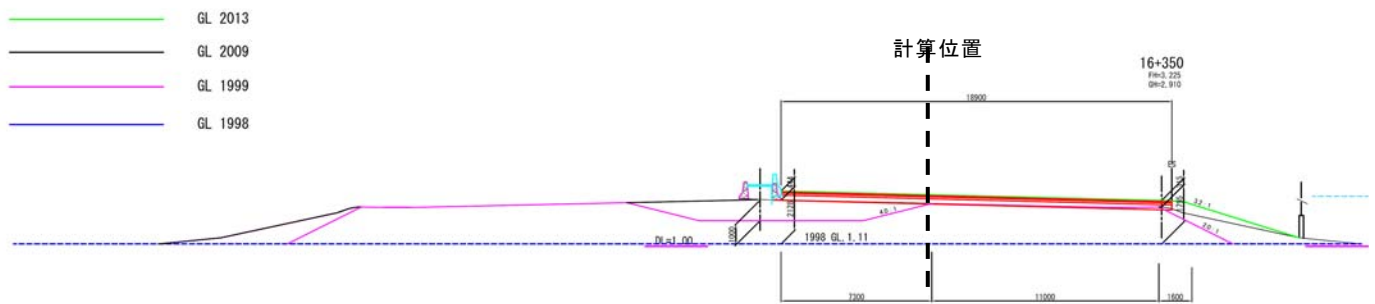


図 3-2-2-9.2 解析断面 (Sta.16+700 単路部【BH-3】)

2) 地質調査および圧密試験結果

次頁図 3-2-2-9.5 に示すように、3 地点においてボーリング調査を実施した。また、この結果から作成した地質縦断図を

図 3-2-2-9.6 地質縦断図に示す。プロジェクト対象区間には圧密沈下の可能性の高い Bangkok Clay 層が 5m~11m の厚さで堆積している。

なお、このボーリング調査は安全上の理由から当初は車道外（土工部）のみで行ったが、圧密解析の精度を上げるために、BH-1（料金所：STA.25 付近）と BH-3（単路部：STA.16+700）では車道部でのボーリング調査も併せて実施した。結果を表 3-2-2-9.2 に取りまとめた。下表より、路肩部に比べ車道部でが初期間隙比が全体的に小さく、また軟弱層（液性限界が 80% 以上）も同様に減少している。本解析ではこれらの 2 種類の地盤定数を用いて解析を行った。

表 3-2-2-9.2 ボーリング調査および圧密試験結果一覧

ID	ボーリング位置	Sta.	圧密層		初期間隙比 e0			圧縮係数 CR = Cc / (1+e0)			圧縮係数 RR = Cr / (1+e0)		
			対象厚	軟弱層 (Soft Clay)	圧密層の試験位置			圧密層の試験位置			圧密層の試験位置		
					上部	中間部	下部	上部	中間部	下部	上部	中間部	下部
BH-1	土工部	25+320	11m	11m	2.5065	2.3612	2.1542	0.302	0.311	0.282	0.050	0.056	0.047
	車道部	25+90	8m	3m	2.1723	2.1449	1.9127	0.328	0.339	0.278	0.049	0.049	0.044
BH-3	土工部	16+700	9m	6m	2.2471	2.0430	1.9767	0.266	0.251	0.208	0.042	0.038	0.034
	車道部	16+700	8m	1m	2.3276	1.9673	1.7282	0.349	0.300	0.327	0.052	0.046	0.051

3) 検討手法

本検討では、解析の精度を担保するため、以下の 2 通りの解析を行い、結果を総合的に判断するものとする。そして、解析結果を検証するため、それぞれ 2 つの地盤物性（土工部、車道部）も使用する。

・ 1次元圧密解析

一般的に使われているテルツァギーの一次元圧密理論に基づいた解析。地盤定数は一定（地盤は塑性化しない）として計算する。

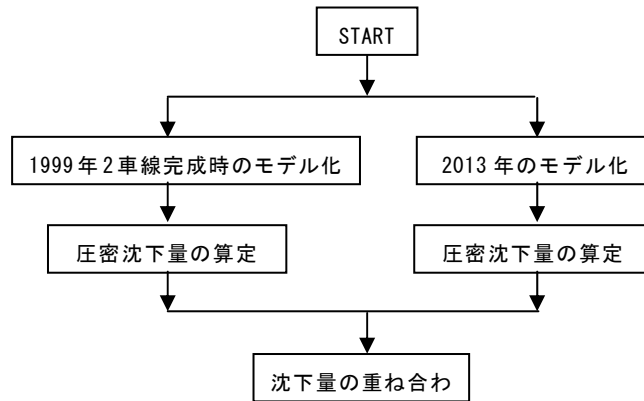


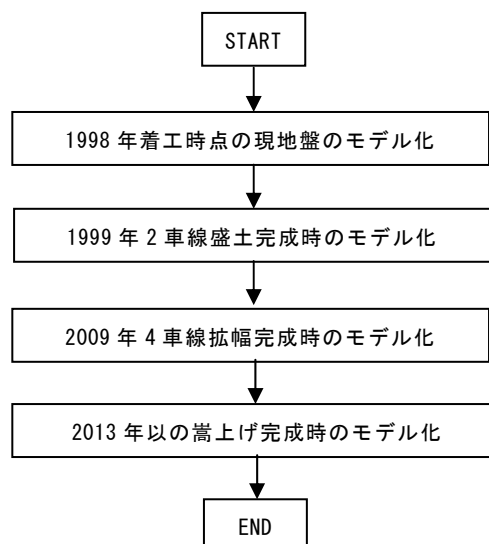
図 3-2-2-9.3 1次元圧密解析フロー

・ 2次元有限要素解析 (FEM)

汎用式で想定されるテルツァギーの1次元圧密理論においては、過剰間隙水圧の消散過程に生じる地盤の非線形挙動、せん断変形にもなう塑性化の影響、また、偏載荷重による二次元的な挙動を考慮できない。正規圧密時のダイレイタンシーに体積変化の影響、過剰間隙水圧の消散過程に生じる粘土の圧密とせん断による体積変化を統一的に記述できる **Cam clay** モデルを改良した『関口・太田モデル』を適用し、異方圧密された土の挙動を再現するため、2次元弾塑性（土-水連成）**FEM** 解析を行った。なお、2次元解析では、使用する地盤定数（土工部、車道部）に応じて次の2通りの条件で解析を行った。

【土工部】この地盤定数は、1999年時点における解析対象地点の地盤と同一と仮定し、1999年から2013年まで盛土および交通荷重により対象地盤の圧密を考慮する（過去の圧密を考慮）

【車道下】2012年時点における解析対象地点の地盤であるため、2012年から2023年までを予測する（2012年時点を開始年として過去の圧密過程は考慮しない）



3-2-2-9.4 2次元 FEM 圧密解析フロー

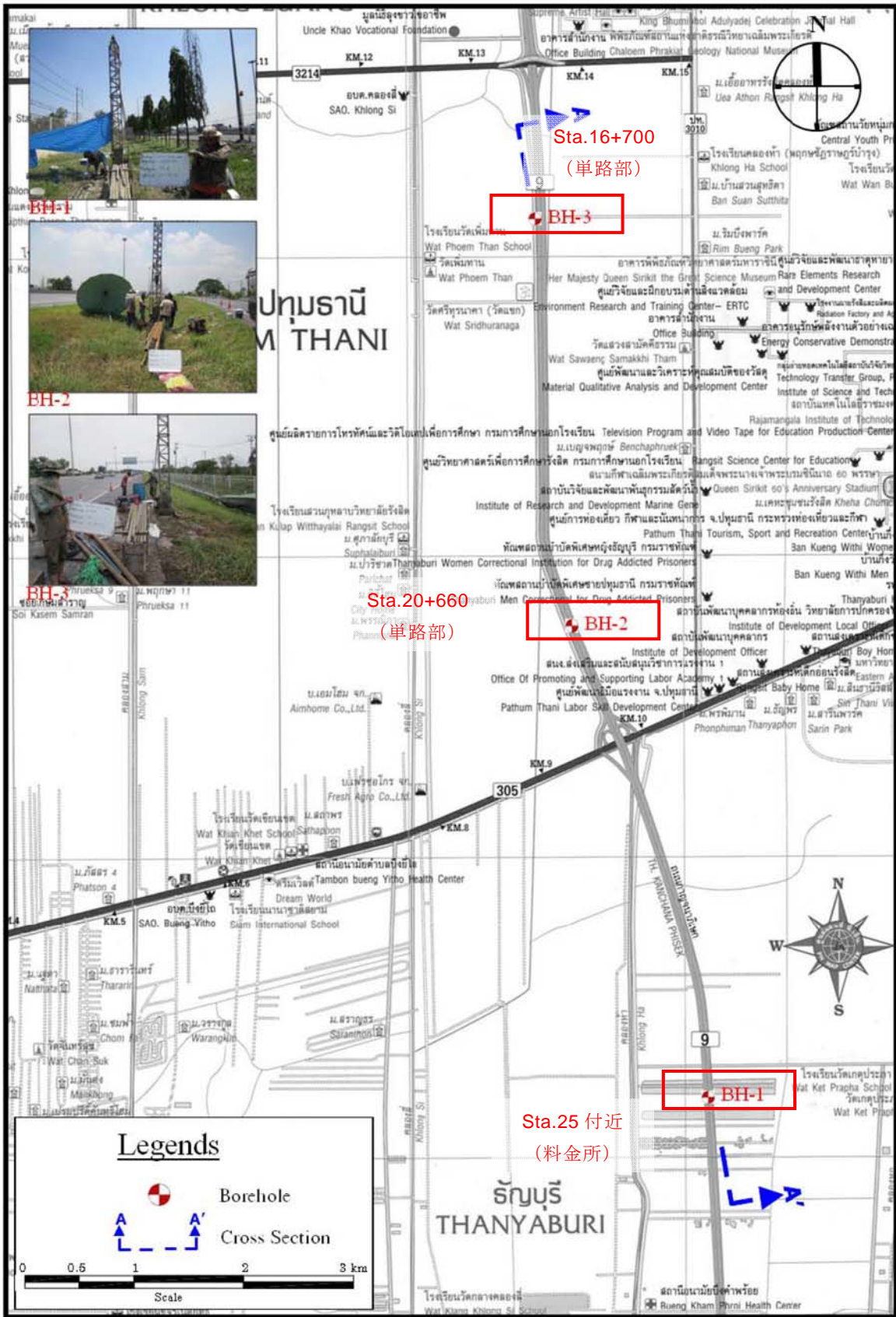
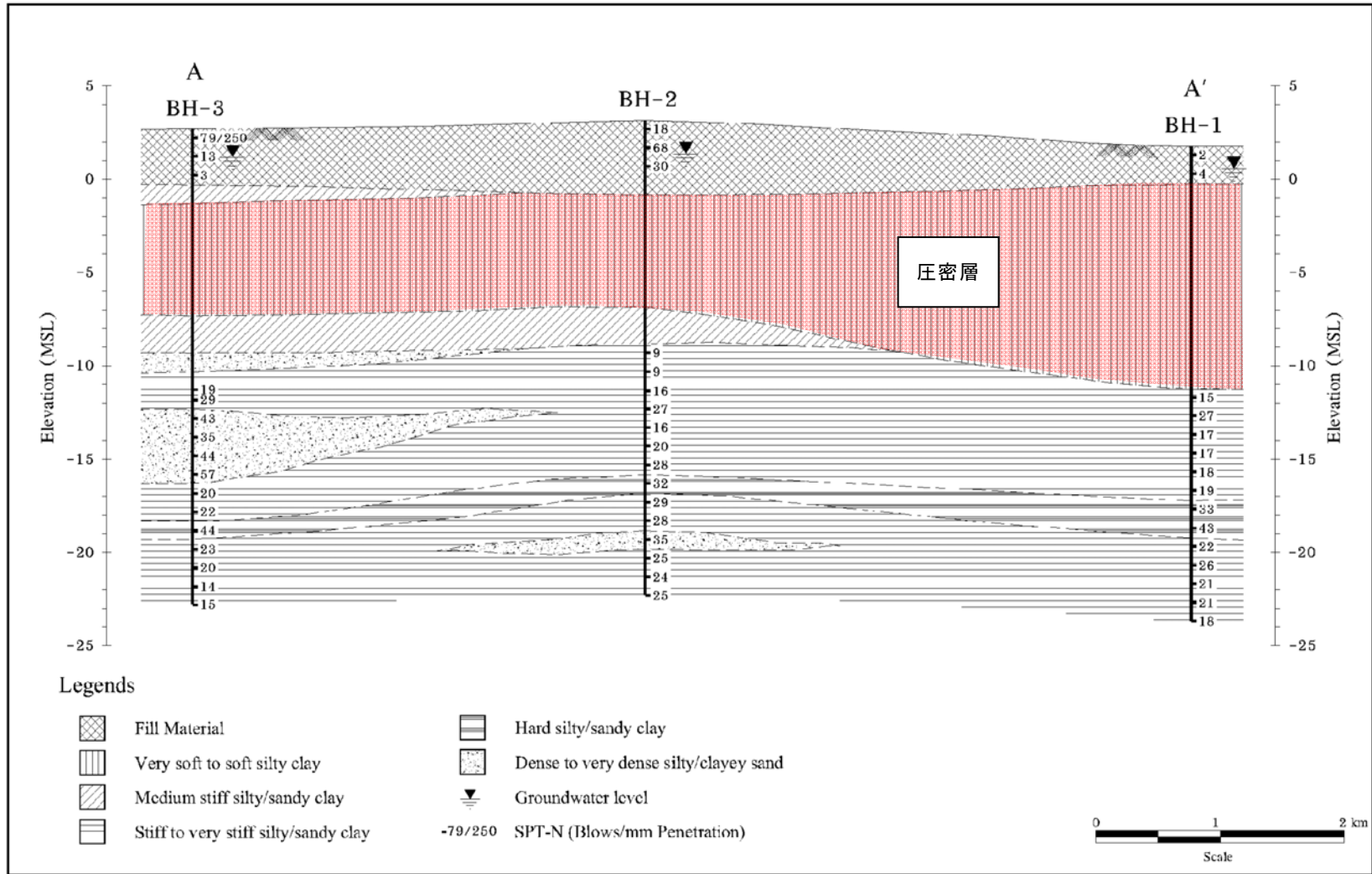


図 3-2-2-9.5 ボーリング位置図

图 3-2-2-9.6 地質縱断面



(3) 解析結果

1) 1次元圧密解析結果

① Sta.25+320 料金所 (BH-1 : 土工部での地盤定数)

【1999～2013】

Location : BH-1

I. Imposed Loading {Fill Height = 0.98 m}
 Dead load of fill material = 18.68 kN/m² (γ = 19.00 kN/m³)
 Loading for settlement calculation = 18.68 kN/m²

II. Formulae Used

Precompression Settlement : $S_1 = C_r / (1+e_o) H \log_{10} \{p_c' / p_o'\}$
 Virgin Settlement : $S_2 = C_c / (1+e_o) H \log_{10} \{p_f / p_c'\}$

III. Consolidation Settlement: Increase in Effective Overburden Pressure, dp (kN/m²) = **18.68**

H (m)	p _o ' (kN/m ²)	p _c ' (kN/m ²)	dp (kN/m ²)	p _f =p _o '+dp (kN/m ²)	C _r /(1+e _o) CR	C _c /(1+e _o) RR	Precomp. Settl.		Virgin Settl.		Settl. (m)
							p _c '/p _o '	S ₁ (m)	p _f /p _c '	S ₂ (m)	
3.00	16.5		16.2	32.7							
2.00	38.0	39.0	13.8	51.8	0.302	0.050	1.03	0.001	1.33	0.075	0.076
2.00	48.0	49.0	12.9	60.9	0.302	0.050	1.02	0.001	1.24	0.057	0.058
2.00	58.0	59.0	12.0	70.0	0.311	0.056	1.02	0.001	1.19	0.046	0.047
2.00	67.5	69.0	11.3	78.8	0.311	0.056	1.02	0.001	1.14	0.036	0.037
1.00	74.3	76.0	10.8	85.1	0.311	0.056	1.02	0.001	1.12	0.015	0.016
2.00	81.0	83.0	10.4	91.4	0.282	0.047	1.02	0.001	1.10	0.024	0.025
Total								0.005		0.253	0.258

IV. Rate of Settlement

$$T_v = c_v * t / H^2 \quad t = (H^2 * T_v) / c_v$$

Average lab C_v = 2 m²/yr ; Field C_v = 8 x lab; Cv (m²/yr)= 12 H (m)= 14.0

$$[U=0-60\%] T_v = (\pi/4) * (U\%/100)^2$$

$$[U>60\%] T_v = 1.781 - 0.933 \log(100 - U\%)$$

Total Settlement (m) = 0.258

U (%)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	95	Drainage
S _i (mm)	26	52	77	103	129	155	181	207	232	245	
T _v	0.008	0.031	0.071	0.126	0.196	0.283	<----- For U < 60 %				
	For U > 60 %						----->	0.403	0.567	0.848	1.129
t (yrs)	0.13	0.51	1.15	2.05	3.21	4.62	6.58	9.26	13.85	18.44	One way
t (yrs)											Two way

【2013～2023】

Location: BH-1

I. Imposed Loading {Fill Height = 0.90 m}
 Dead load of fill material = 17.10 kN/m² (γ = 19.00 kN/m³)
 Loading for settlement calculation = 17.10 kN/m²

II. Formulae Used

Precompression Settlement : $S_1 = C_r / (1+e_o) H \log_{10} \{p_c' / p_o'\}$
 Virgin Settlement : $S_2 = C_c / (1+e_o) H \log_{10} \{p_r / p_c'\}$

III. Consolidation Settlement: Increase in Effective Overburden Pressure, dp (kN/m²) = 17.10

H (m)	p _o ' (kN/m ²)	p _c ' (kN/m ²)	dp (kN/m ²)	p _r =p _o '+dp (kN/m ²)	C _r /(1+e _o)	C _c /(1+e _o)	Precomp. Settl.		Virgin Settl.		Settl. (m)
							p _c '/p _o '	S ₁ (m)	p _r /p _c '	S ₂ (m)	
3.00	16.5		14.9	31.4							
2.00	38.0	39.0	12.7	50.7	0.302	0.050	1.03	0.001	1.30	0.069	0.070
2.00	48.0	49.0	11.8	59.8	0.302	0.050	1.02	0.001	1.22	0.052	0.053
2.00	58.0	59.0	11.0	69.0	0.311	0.056	1.02	0.001	1.17	0.042	0.043
2.00	67.5	69.0	10.4	77.9	0.311	0.056	1.02	0.001	1.13	0.033	0.034
1.00	74.3	76.0	9.9	84.2	0.311	0.056	1.02	0.001	1.11	0.014	0.014
2.00	81.0	83.0	9.5	90.5	0.282	0.047	1.02	0.001	1.09	0.021	0.022
Total							0.005		0.231	0.236	

IV. Rate of Settlement

$$T_v = c_v * t / H^2 \quad t = (H^2 * T_v) / c_v$$

Average lab C_v = 2 m²/yr ; Field C_v = 8 x lab; Cv (m²/yr) = 12 H (m) = 14.0

$$[U=0-60\%] T_v = (\pi/4) * (U\%/100)^2$$

$$[U>60\%] T_v = 1.781 - 0.933 \log(100-U\%)$$

Total Settlement (m) = 0.236

U (%)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	95	Drainage
S _c (mm)	24	47	71	95	118	142	165	189	213	225	
T _v	0.008	0.031	0.071	0.126	0.196	0.283	<----- For U < 60 %				
	For U > 60 %						----->	0.403	0.567	0.848	1.129
t (yrs)	0.13	0.51	1.15	2.05	3.21	4.62	6.58	9.26	13.85	18.44	One way
t (yrs)											Two way

【重ね合わせ】

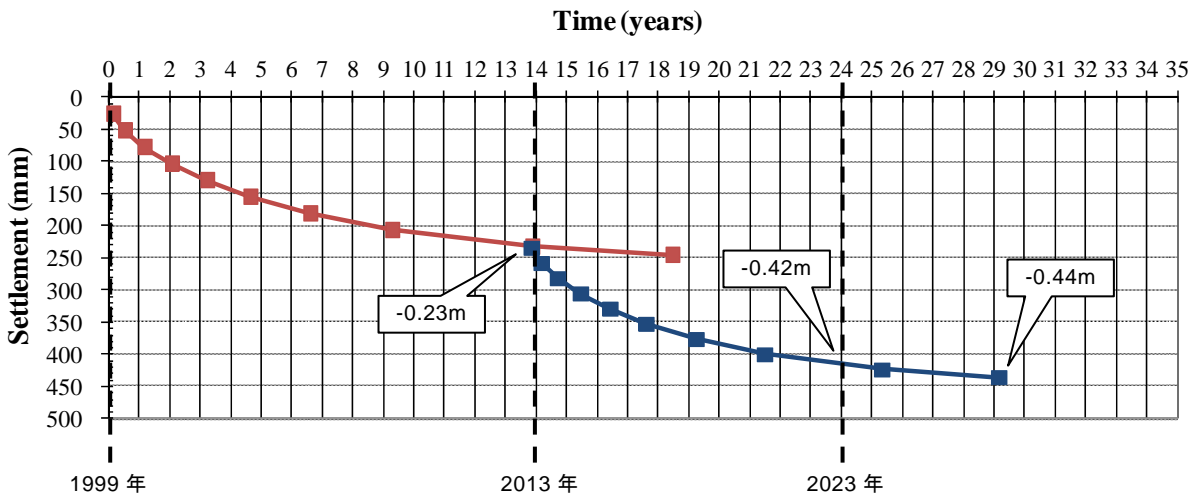


図 3-2-2-9.7 Sta.25+320 料金所付近の沈下曲線 (BH-1 : 土工部での地盤定数)

② Sta.25+90 料金所 (BH-1 : 車道部での地盤定数)

【1999～2012】

Location : BH-1

I. Imposed Loading {Fill Height = 0.98 m}
 Dead load of fill material = 18.68 kN/m² (γ = 19.00 kN/m³)
 Loading for settlement calculation = 18.68 kN/m²

II. Formulae Used

Precompression Settlement : $S_1 = C_r / (1+e_o) H \log_{10} \{p_c' / p_o'\}$
 Virgin Settlement : $S_2 = C_c / (1+e_o) H \log_{10} \{p_f / p_c'\}$

III. Consolidation Settlement: Increase in Effective Overburden Pressure, dp (kN/m²) = 18.68

H (m)	p _o ' (kN/m ²)	p _c ' (kN/m ²)	dp (kN/m ²)	p _f =p _o '+dp (kN/m ²)	C _r /(1+e _o) CR	C _c /(1+e _o) RR	Precomp. Settl.		Virgin Settl.		Settl. (m)
							p _c '/ p _o '	S ₁ (m)	p _f /p _c '	S ₂ (m)	
3.00	16.5		16.2	32.7							
2.00	38.0	39.0	13.8	51.8	0.302	0.050	1.03	0.001	1.33	0.075	0.076
2.00	48.0	49.0	12.9	60.9	0.302	0.050	1.02	0.001	1.24	0.057	0.058
2.00	58.0	59.0	12.0	70.0	0.311	0.056	1.02	0.001	1.19	0.046	0.047
2.00	67.5	69.0	11.3	78.8	0.311	0.056	1.02	0.001	1.14	0.036	0.037
1.00	74.3	76.0	10.8	85.1	0.311	0.056	1.02	0.001	1.12	0.015	0.016
2.00	81.0	83.0	10.4	91.4	0.339	0.047	1.02	0.001	1.10	0.028	0.029
							Total	0.005		0.257	0.263

IV. Rate of Settlement

$$T_v = c_v * t / H^2 \quad t = (H^2 * T_v) / c_v$$

Average lab C_v = 1.5 m²/yr ; Field C_v = 8 x lab; C_v (m²/yr) = 12 H (m) = 14.0

[U=0-60%] T_v=(π/4)*(U%/100)²

[U>60%] T_v=1.781-0.933 log(100-U%)

Total Settlement (m) = 0.263

U (%)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	95	Drainage
S _t (mm)	26	53	79	105	131	158	184	210	237	250	
T _v	0.008	0.031	0.071	0.126	0.196	0.283	<----- For U < 60 %				
	For U > 60 %						----->	0.403	0.567	0.848	1.129
t (yrs)	0.13	0.51	1.15	2.05	3.21	4.62	6.58	9.26	13.85	18.44	One way
t (yrs)											Two way

【2012～2023】

Location : BH-1

I. Imposed Loading {Fill Height = 0.90 m}
 Dead load of fill material = 17.10 kN/m² (γ = 19.00 kN/m³)
 Loading for settlement calculation = 17.10 kN/m²

II. Formulae Used

Precompression Settlement : $S_1 = C_r / (1+e_o) H \log_{10} \{p_c' / p_o'\}$
 Virgin Settlement : $S_2 = C_c / (1+e_o) H \log_{10} \{p_f / p_c'\}$

III. Consolidation Settlement: Increase in Effective Overburden Pressure, dp (kN/m²) = 17.10

H (m)	p _o ' (kN/m ²)	p _c ' (kN/m ²)	dp (kN/m ²)	p _f =p _o '+dp (kN/m ²)	C _r /(1+e _o) CR	C _c /(1+e _o) RR	Precomp. Settl.		Virgin Settl.		Settl. (m)
							p _c ' / p _o '	S ₁ (m)	p _f / p _c '	S ₂ (m)	
3.00	16.5		14.9	31.4							
2.00	38.0	39.0	12.7	50.7	0.328	0.049	1.03	0.001	1.30	0.075	0.076
2.00	48.0	49.0	11.8	59.8	0.328	0.049	1.02	0.001	1.22	0.057	0.058
2.00	58.0	59.0	11.0	69.0	0.339	0.049	1.02	0.001	1.17	0.046	0.047
2.00	67.5	69.0	10.4	77.9	0.339	0.049	1.02	0.001	1.13	0.036	0.037
1.00	74.3	76.0	9.9	84.2	0.339	0.049	1.02	0.000	1.11	0.015	0.016
2.00	81.0	83.0	9.5	90.5	0.282	0.049	1.02	0.001	1.09	0.021	0.022
Total								0.005		0.249	0.254

IV. Rate of Settlement

$$T_v = c_v * t / H^2 \quad t = (H^2 * T_v) / c_v$$

Average lab C_v = 1.5 m²/yr ; Field C_v = 8 x lab; C_v (m²/yr)= 12 H (m)= 14.0

$$[U=0-60\%] T_v = (\pi/4) * (U\%/100)^2$$

$$[U>60\%] T_v = 1.781 - 0.933 \log(100-U\%)$$

Total Settlement (m) = 0.254

U (%)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	95	Drainage	
S _i (mm)	25	51	76	102	127	153	178	204	229	242		
T _v	0.008	0.031	0.071	0.126	0.196	0.283	-----> For U < 60 %					
	For U > 60 %						----->	0.403	0.567	0.848	1.129	
t (yrs)	0.13	0.51	1.15	2.05	3.21	4.62	6.58	9.26	13.85	18.44	One way	
t (yrs)											Two way	

【重ね合わせ】

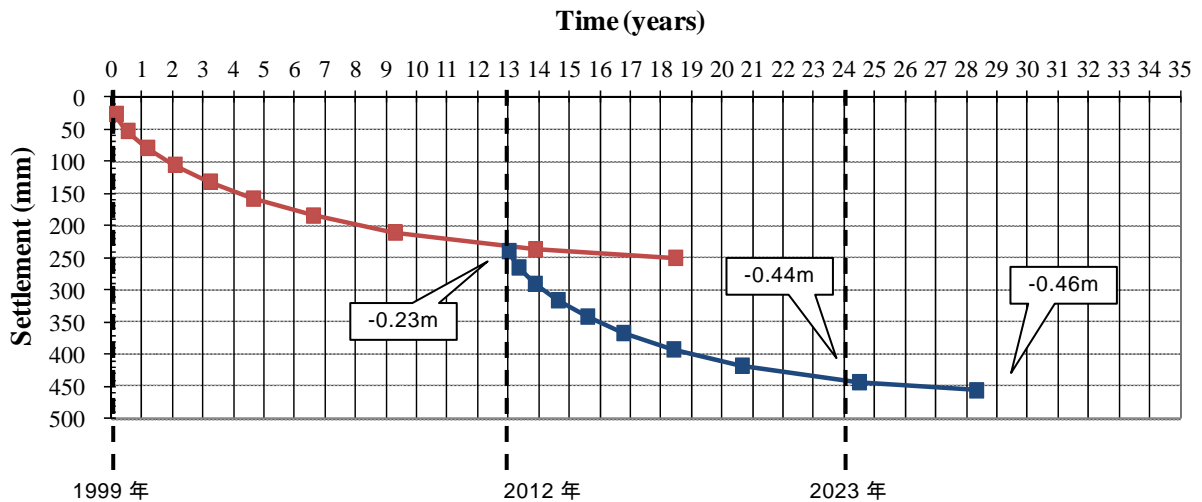


図 3-2-2-9.8 Sta.25+90 料金所付近の沈下曲線 (BH-1 : 車道部での地盤定数)

③ Sta.16+700 単路部 (BH-3 : 土工部での地盤定数)

【1999～2013】

Location : BH-3

I. Imposed Loading {Fill Height = 1.99 m}
 Dead load of fill material = 37.81 kN/m² (γ = 19.00 kN/m³)
 Loading for settlement calculation = 37.81 kN/m²

II. Formulae Used

Precompression Settlement : $S_1 = C_r / (1+e_o) H \log_{10} \{p_c' / p_o'\}$

Virgin Settlement : $S_2 = C_c / (1+e_o) H \log_{10} \{p_f / p_c'\}$

III. Consolidation Settlement: Increase in Effective Overburden Pressure, dp (kN/m²) = **37.81**

H (m)	p _o ' (kN/m ²)	p _e ' (kN/m ²)	dp (kN/m ²)	p _f =p _o '+dp (kN/m ²)	C _r /(1+e _o) CR	C _c /(1+e _o) RR	Precomp. Settl.		Virgin Settl.		Settl. (m)
							p _c '/p _o '	S ₁ (m)	p _f /p _c '	S ₂ (m)	
3.00	16.5		32.9	49.4							
1.00	37.2	45.0	28.5	65.7	0.266	0.035	1.21	0.003	1.46	0.044	0.047
2.00	46.7	51.0	27.0	73.7	0.266	0.042	1.09	0.003	1.45	0.085	0.088
2.00	57.7	61.0	25.2	82.9	0.266	0.042	1.06	0.002	1.36	0.071	0.073
2.00	68.5	70.0	23.6	92.1	0.251	0.038	1.02	0.001	1.32	0.060	0.061
2.00	79.6	81.0	22.2	101.8	0.208	0.034	1.02	0.001	1.26	0.041	0.042
							Total	0.009		0.301	0.310

IV. Rate of Settlement

$$T_v = c_v * t / H^2 \quad t = (H^2 * T_v) / c_v$$

Average lab C_v = 1.25 m²/yr ; Field C_v = 8 x lab; C_v (m²/yr) = 10 H (m) = 12.0

[U=0-60%] $T_v = (\pi/4) * (U\%/100)^2$

[U>60%] $T_v = 1.781 - 0.933 \log(100 - U\%)$

Total Settlement (m) = 0.310

U (%)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	95	Drainage
S _t (mm)	31	62	93	124	155	186	217	248	279	295	
T _v	0.008	0.031	0.071	0.126	0.196	0.283	<----- For U < 60 %				
	For U > 60 %					----->	0.403	0.567	0.848	1.129	
t (yrs)	0.11	0.45	1.02	1.81	2.83	4.07	5.80	8.17	12.21	16.26	One way
t (yrs)											Two way

【2013～2023】

Location : BH-3

I. Imposed Loading {Fill Height = 0.45 m}
 Dead load of fill material = 8.55 kN/m² (γ = 19.00 kN/m³)
 Loading for settlement calculation = 8.55 kN/m²

II. Formulae Used

Precompression Settlement : $S_1 = C_r / (1+e_o) H \log_{10} \{p_c' / p_o'\}$
 Virgin Settlement : $S_2 = C_c / (1+e_o) H \log_{10} \{p_r / p_c'\}$

III. Consolidation Settlement: Increase in Effective Overburden Pressure, dp (kN/m²) = 8.55

H (m)	p _o ' (kN/m ²)	p _c ' (kN/m ²)	dp (kN/m ²)	p _r =p _o '+dp (kN/m ²)	C _r /(1+e _o)	C _c /(1+e _o)	Precomp. Settl.		Virgin Settl.		Settl. (m)
							p _c '/p _o '	S ₁ (m)	p _r /p _c '	S ₂ (m)	
3.00	16.5		7.4	23.9							
1.00	37.2	45.0	6.5	43.6	0.266	0.035	1.17	0.002	0.00	0.000	0.002
2.00	46.7	51.0	6.1	52.8	0.266	0.042	1.09	0.003	1.04	0.008	0.011
2.00	57.7	61.0	5.7	63.4	0.266	0.042	1.06	0.002	1.04	0.009	0.011
2.00	68.5	70.0	5.3	73.8	0.251	0.038	1.02	0.001	1.05	0.012	0.012
2.00	79.6	81.0	5.0	84.6	0.208	0.034	1.02	0.001	1.04	0.008	0.008
Total								0.009		0.037	0.045

IV. Rate of Settlement

$$T_v = c_v * t / H^2 \quad t = (H^2 * T_v) / c_v$$

Average lab C_v = 1.25 m²/yr ; Field C_v = 8 x lab; C_v (m²/yr) = 10 H (m) = 12.0

$$[U=0-60\%] T_v = (\pi/4) * (U\%/100)^2$$

$$[U>60\%] T_v = 1.781 - 0.933 \log(100-U\%)$$

Total Settlement (m) = 0.045

U (%)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	95	Drainage	
S _c (mm)	5	9	14	18	23	27	32	36	41	43		
T _v	0.008	0.031	0.071	0.126	0.196	0.283	<----- For U < 60 %					
	For U > 60 %						----->	0.403	0.567	0.848	1.129	
t (yrs)	0.11	0.45	1.02	1.81	2.83	4.07	5.80	8.17	12.21	16.26	One way	
t (yrs)											Two way	

【重ね合わせ】

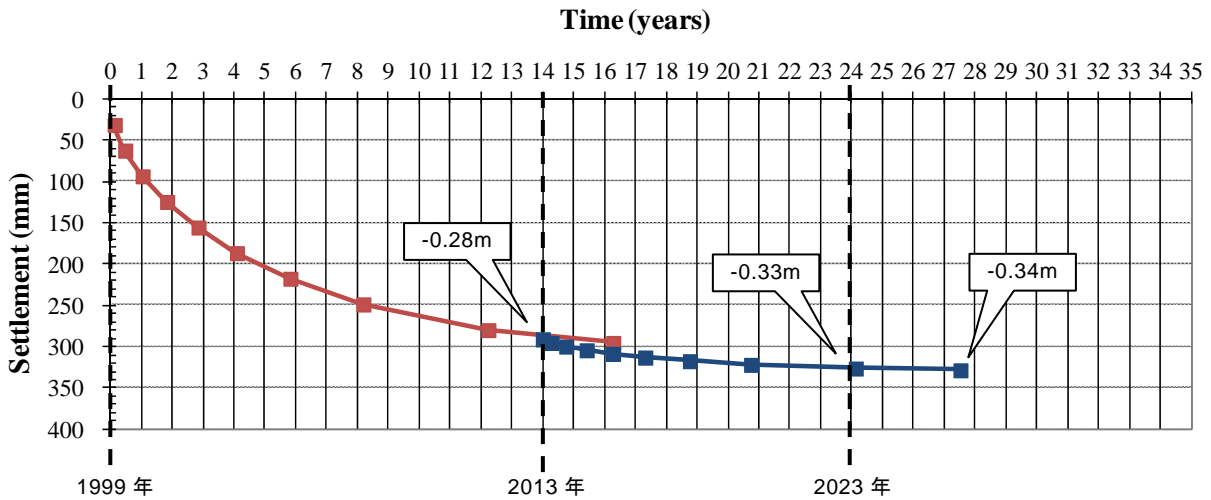


図 3-2-2-9.9 Sta.16+700 単路部での沈下曲線 (BH-3 : 土工部での地盤定数)

④ Sta.16+700 単路部 (BH-3 : 車道部での地盤定数)

【1999～2012】

Location : BH-3

I. Imposed Loading {Fill Height = 1.99 m}
 Dead load of fill material = 37.81 kN/m² (γ = 19.00 kN/m³)
 Loading for settlement calculation = 37.81 kN/m²

II. Formulae Used

Precompression Settlement : $S_1 = C_r / (1+e_o) H \log_{10} \{p_c' / p_o'\}$

Virgin Settlement : $S_2 = C_c / (1+e_o) H \log_{10} \{p_f / p_c'\}$

III. Consolidation Settlement: Increase in Effective Overburden Pressure, dp (kN/m²) = 37.81

H (m)	p _o ' (kN/m ²)	p _e ' (kN/m ²)	dp (kN/m ²)	p _f =p _o '+dp (kN/m ²)	C _r /(1+e _o) CR	C _c /(1+e _o) RR	Precomp. Settl.		Virgin Settl.		Settl. (m)
							p _e '/p _o '	S ₁ (m)	p _f /p _e '	S ₂ (m)	
3.00	16.5		32.9	49.4							
1.00	37.2	45.0	28.5	65.7	0.266	0.035	1.21	0.003	1.46	0.044	0.047
2.00	46.7	51.0	27.0	73.7	0.266	0.042	1.09	0.003	1.45	0.085	0.088
2.00	57.7	61.0	25.2	82.9	0.266	0.042	1.06	0.002	1.36	0.071	0.073
2.00	68.5	70.0	23.6	92.1	0.251	0.038	1.02	0.001	1.32	0.060	0.061
2.00	79.6	81.0	22.2	101.8	0.208	0.034	1.02	0.001	1.26	0.041	0.042
							Total	0.009		0.301	0.310

IV. Rate of Settlement

$$T_v = c_v * t / H^2 \quad t = (H^2 * T_v) / c_v$$

Average lab C_v = 1.25 m²/yr ; Field C_v = 8 x lab; C_v (m²/yr) = 10 H (m) = 12.0

[U=0-60%] T_v=(π/4)*(U%/100)²

[U>60%] T_v=1.781-0.933 log(100-U%)

Total Settlement (m) = 0.310

U (%)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	95	Drainage	
S _t (mm)	31	62	93	124	155	186	217	248	279	295		
T _v	0.008	0.031	0.071	0.126	0.196	0.283	<----- For U < 60 %					
	For U > 60 %						----->	0.403	0.567	0.848	1.129	
t (yrs)	0.11	0.45	1.02	1.81	2.83	4.07	5.80	8.17	12.21	16.26	One way	
t (yrs)											Two way	

【2012～2023】

Location : BH-3

I. Imposed Loading {Fill Height = 0.45 m}
 Dead load of fill material = 8.55 kN/m² (γ = 19.00 kN/m³)
 Loading for settlement calculation = 8.55 kN/m²

II. Formulae Used

Precompression Settlement : $S_1 = C_r / (1+e_o) H \log_{10} \{p_c' / p_o'\}$
 Virgin Settlement : $S_2 = C_c / (1+e_o) H \log_{10} \{p_f / p_c'\}$

III. Consolidation Settlement: Increase in Effective Overburden Pressure, dp (kN/m²) = 8.55

H (m)	p _o ' (kN/m ²)	p _c ' (kN/m ²)	dp (kN/m ²)	p _f =p _o '+dp (kN/m ²)	C _r /(1+e _o) CR	C _c /(1+e _o) RR	Precomp. Settl.		Virgin Settl.		Settl. (m)
							p _c '/p _o '	S ₁ (m)	p _f /p _c '	S ₂ (m)	
3.00	16.5		7.4	23.9							
1.00	37.2	45.0	6.5	43.6	0.266	0.035	1.17	0.002	0.00	0.000	0.002
2.00	46.7	51.0	6.1	52.8	0.266	0.042	1.09	0.003	1.04	0.008	0.011
2.00	57.7	61.0	5.7	63.4	0.266	0.042	1.06	0.002	1.04	0.009	0.011
2.00	68.5	70.0	5.3	73.8	0.251	0.038	1.02	0.001	1.05	0.012	0.012
2.00	79.6	81.0	5.0	84.6	0.208	0.034	1.02	0.001	1.04	0.008	0.008
							Total	0.009		0.037	0.045

IV. Rate of Settlement

$$T_v = c_v * t / H^2 \quad t = (H^2 * T_v) / c_v$$

Average lab C_v = 1.25 m²/yr ; Field C_v = 8 x lab; C_v (m²/yr) = 10 H (m) = 12.0

$$[U=0-60\%] T_v = (\pi/4) * (U\%/100)^2$$

$$[U>60\%] T_v = 1.781 - 0.933 \log(100-U\%)$$

Total Settlement (m) = 0.045

U (%)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	95	Drainage
S _t (mm)	5	9	14	18	23	27	32	36	41	43	
T _v	0.008	0.031	0.071	0.126	0.196	0.283	<----- For U < 60 %				
	For U > 60 %						----->	0.403	0.567	0.848	1.129
t (yrs)	0.11	0.45	1.02	1.81	2.83	4.07	5.80	8.17	12.21	16.26	One way
t (yrs)											Two way

【重ね合わせ】

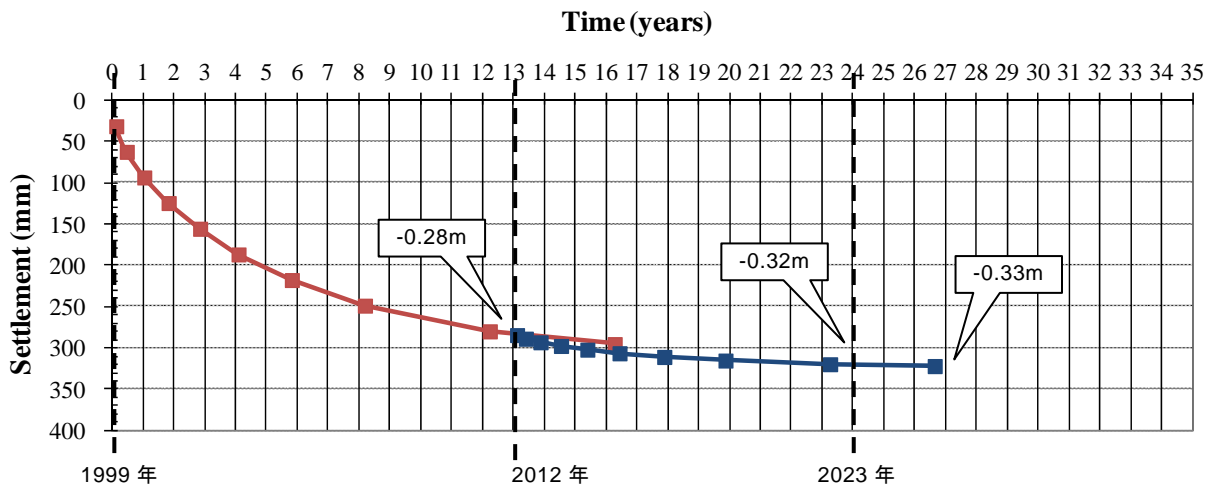


図 3-2-2-9.10 Sta.16+700 単路部での沈下曲線 (BH-3 : 車道部での地盤定数)

2) 2次元有限要素解析結果

① Sta.25+320 料金所 (BH-1 : 土工部での地盤定数)

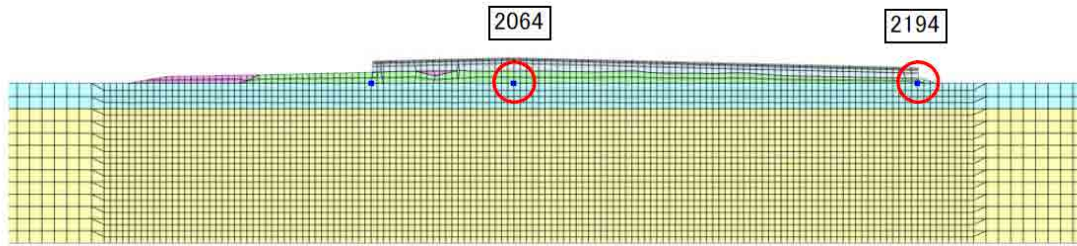


図 3-2-2-9.11 Node 位置 Sta. 25+150

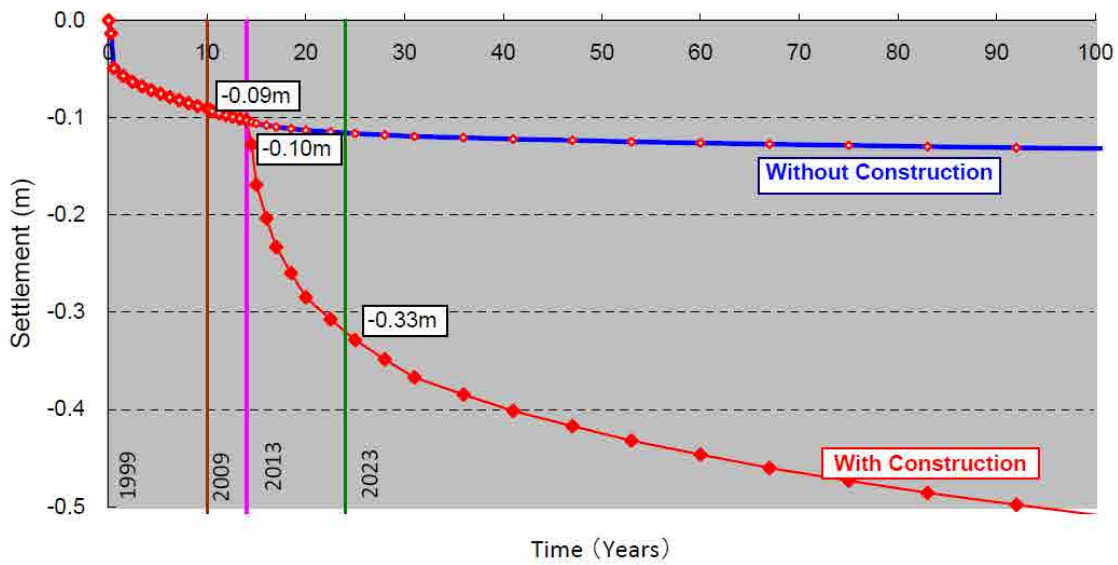


図 3-2-2-9.12 圧密沈下曲線(Node 2064)

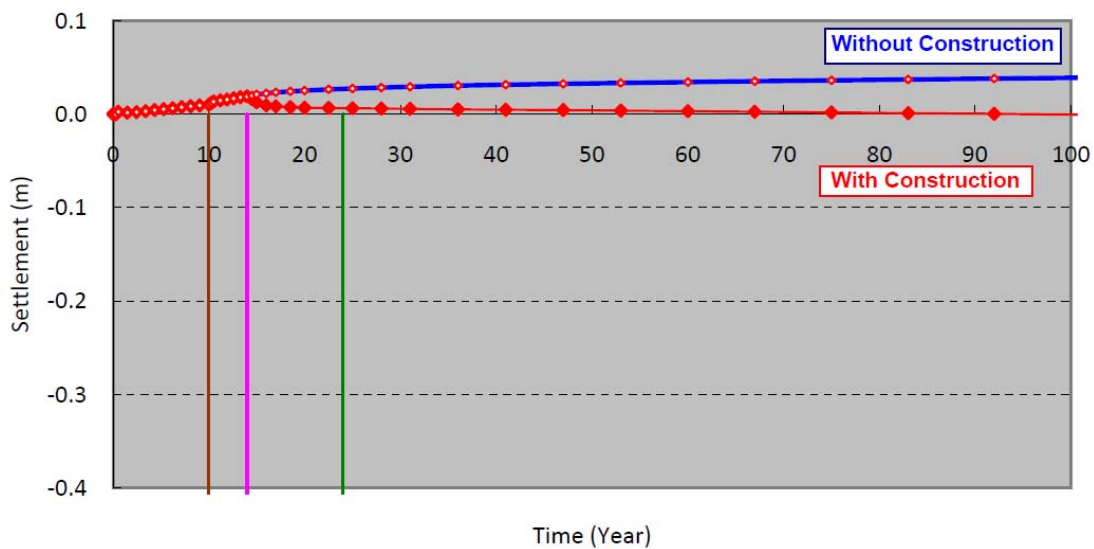


図 3-2-2-9.13 圧密沈下曲線(Node 2194)

② Sta.25+90 料金所 (BH-1 : 車道部での地盤定数)

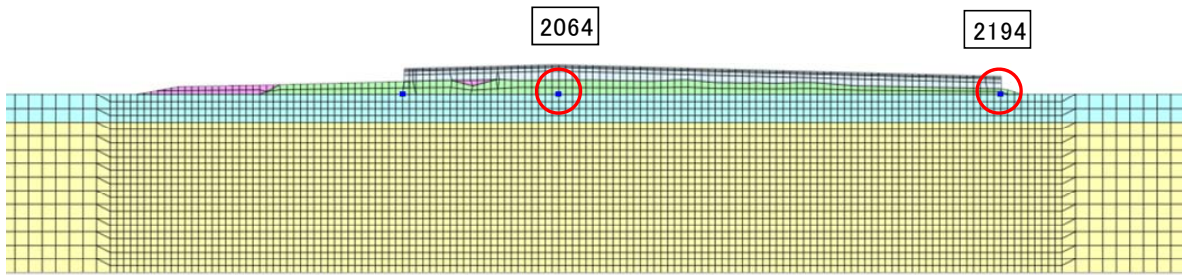


図 3-2-2-9.14 Node 位置 Sta. 25+90

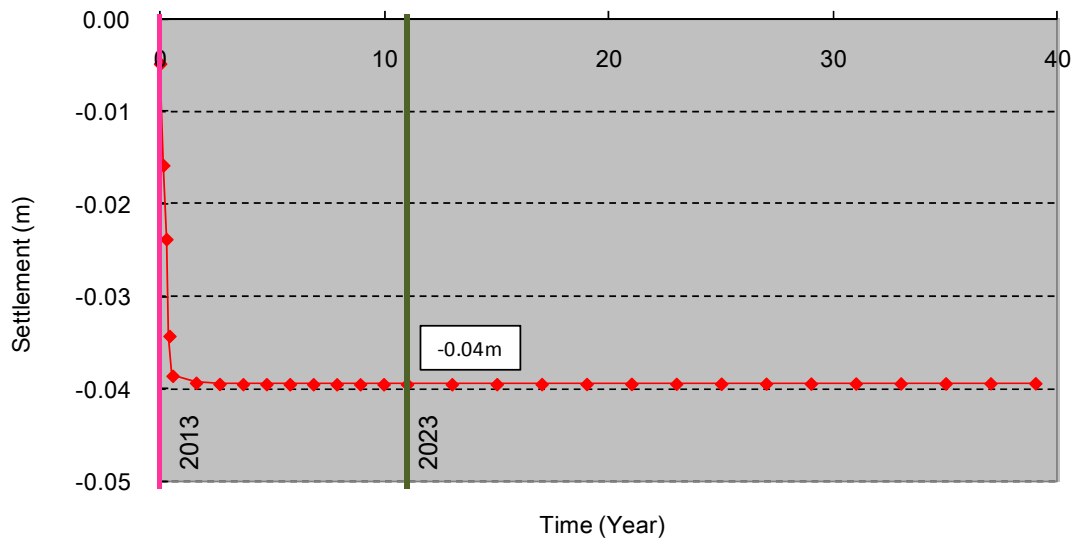


図 3-2-2-9.15 圧密沈下曲線(Node 2064)

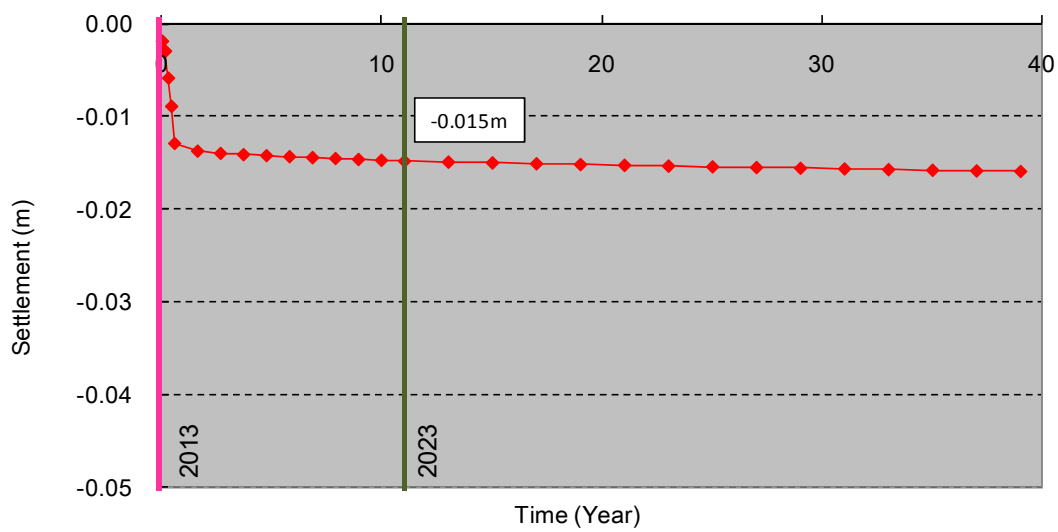


図 3-2-2-9.16 圧密沈下曲線(Node 2194)

③ Sta.16+700 単路部 (BH-3 : 土工部での地盤定数)

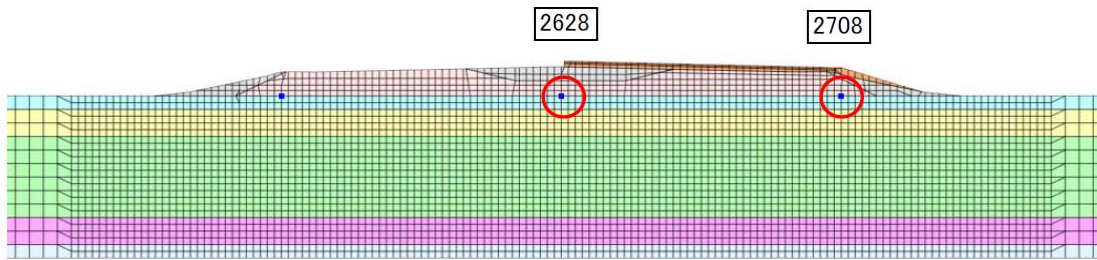


図 3-2-2-9.17 Node 位置 (Sta.16+700)

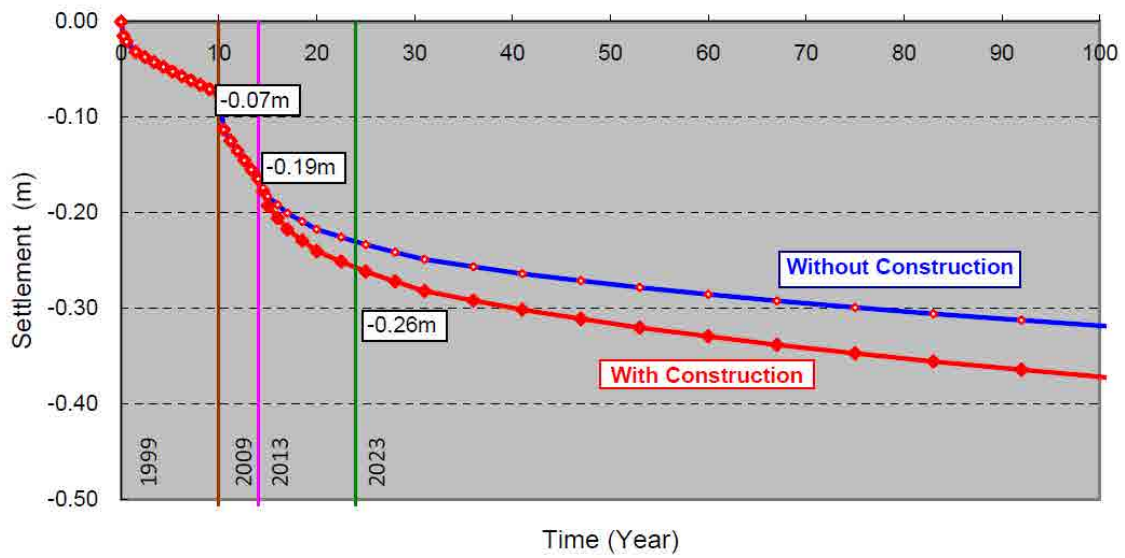


図 3-2-2-9.18 圧密沈下曲線(Node 2628)

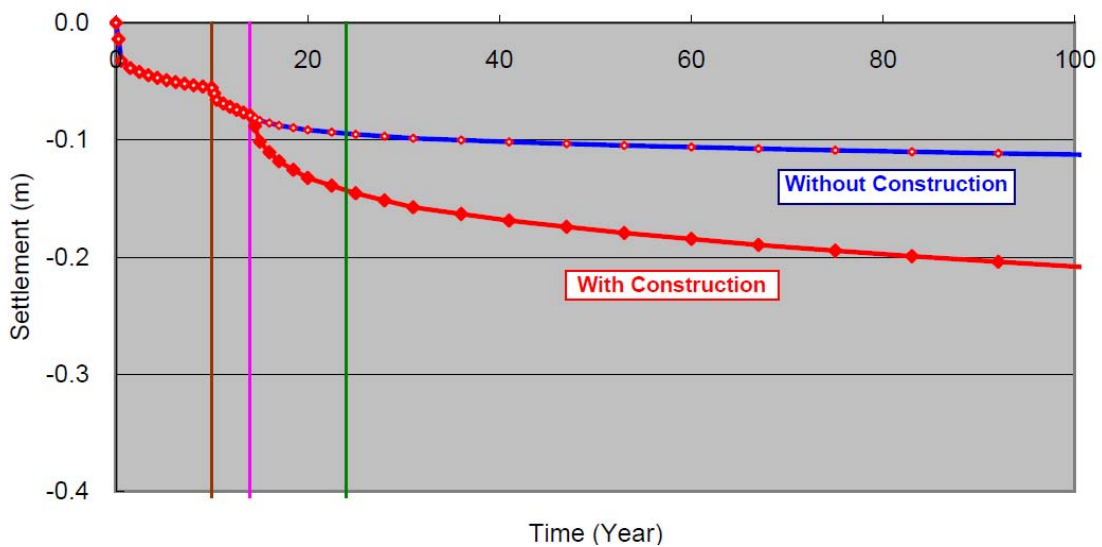


図 3-2-2-9.19 圧密沈下曲線(Node 2708)

④ Sta.16+700 単路部 (BH-3 : 車道部での地盤定数)

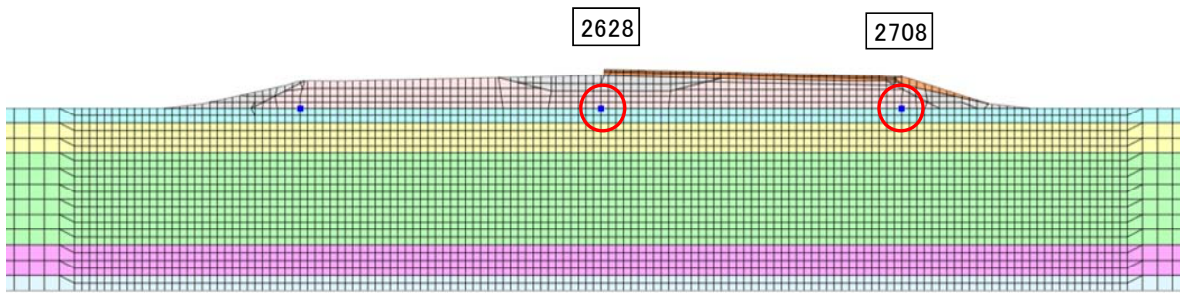


図 3-2-2-9.20 Node 位置 (Sta.16+700)

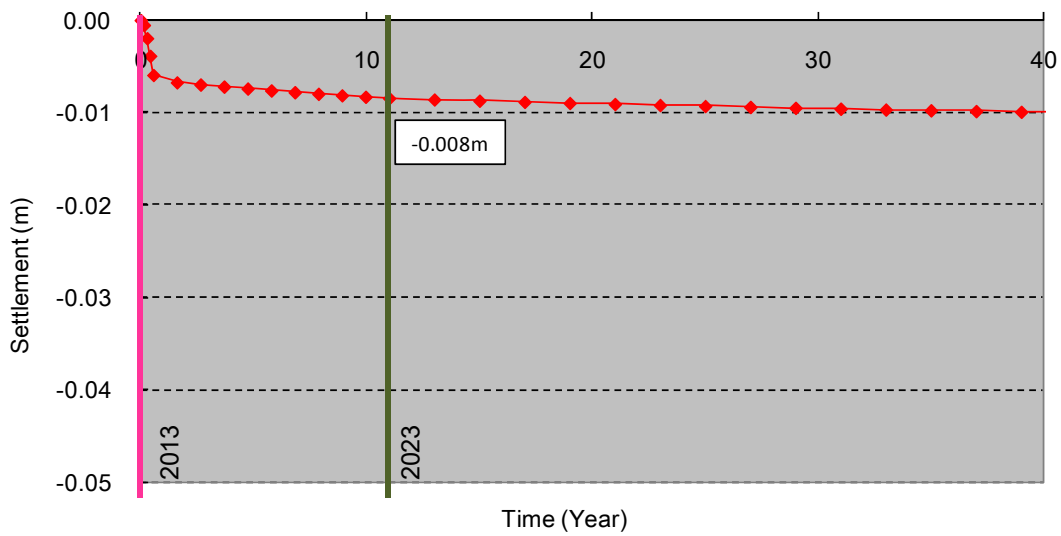


図 3-2-2-9.22 圧密沈下曲線(Node 2628)

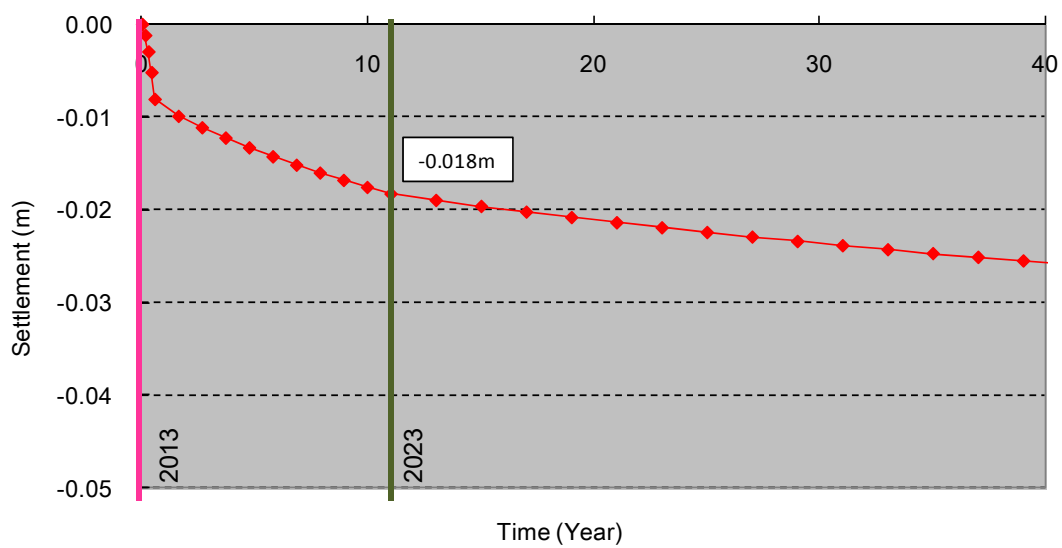


図 3-2-2-9.23 圧密沈下曲線(Node 2708)

3) 考察

表 3-2-2-9.3 に結果一覧表を示す。1次元解析では地盤定数の違いによる変化は見られなかったが、2次元解析では結果に大きな差が生じた。これは、1次元解析では透水係数が圧密中一定という計算仮定に起因すると考えられる。

2次元解析においては、前述の通り、土工部の地盤定数を使用した場合は1999年からの圧密過程を考慮し、車道部の地盤定数を使用した場合は2013年（施工開始段階）を圧密開始点として解析を行った。料金所付近では土工部の地盤定数を使用した場合は約20cmとなり、一方で車道部の地盤定数を使用した場合は約4cmとなる。この相違の理由としては、車道下の地盤定数が土工部に比べ十分に圧密が進行しているため、そして過去の圧密を考慮していないためと考えられる。単路部についても沈下量が減少していることから、同様に圧密が進行しているといえる。

BH-1 および BH-3 では、それぞれほぼ同じ測点位置で土工部と車道部のボーリング調査を行ったが、対象圧密層厚に相違があることが明らかとなったため、解析結果にも下表通り差が生じた。本ボーリング調査結果からわかるように、対象地域の正確な把握することは困難である。したがって、本プロジェクト実施に伴う予測沈下量は、安全側を考慮して、一番不利な条件にて行った解析結果を予測沈下量（料金所：約23cm、単路部：約7cm）とすることが妥当と判断する。

表 3-2-2-9.3 解析結果一覧

使用した地盤定数（ボーリング位置）		料金所付近 (Sta.25 付近)		単路部 (Sta.16+700)	
		土工部	車道部	土工部	車道部
標準嵩上げ高		0.9m		0.4m	
嵩上げ幅		43m		19m	
圧密対象層		11m	8m	9m	8m
1999年～2013年（2012年） までの想定沈下量	1次元	0.23m	—	0.28m	—
	2次元	0.10m	—	0.19m	—
2013年（2012年）～2023年 までの予測沈下量	1次元	0.19m	0.21m	0.04m	0.04m
	2次元	0.23m	0.04m	0.07m	0.02m

4) 今後の対応方針

① 許容沈下量の設定

本プロジェクトの目的は2011年規模の洪水が発生しても対象区間である北方向車線の交通が確保できることとしている。この目的を確保するため、以下の嵩上げ高さを設定した。

- 一般区間：路肩舗装端部から50cmの位置で2011年洪水位マイナス20cm

設定理由：普通乗用車が通行可能な冠水深さを20cmとした。通常20cmの冠水深で交通容量および速度は60%程度低減とされている。

- 料金所区間：端部料金所施設の基礎内面から 30cm の位置で 2011 年洪水位プラス 10cm
選定理由：料金所施設（料金徴収 Booth）が影響を受けないこととした。

計画は上記を設定しているが、許容沈下量は 2011 年規模の洪水が発生しても交通が確保できる最大沈下量と設定することが妥当と考える。したがって、上記区間の許容沈下量は以下と考える。

上記を踏まえ、許容沈下量は 20cm までの浸水高とし、計画設計基準線位置において、

- 一般区間：設計高さマイナス 7.5cm
- 料金所区間：設計高さマイナス 27.5cm

とする。

道路面嵩上げ後は圧密沈下が想定されるため、本プロジェクト完成後、道路局（DOH）による定期的なモニタリング、および必要に応じたオーバーレイ等の対策を講じていく必要がある。

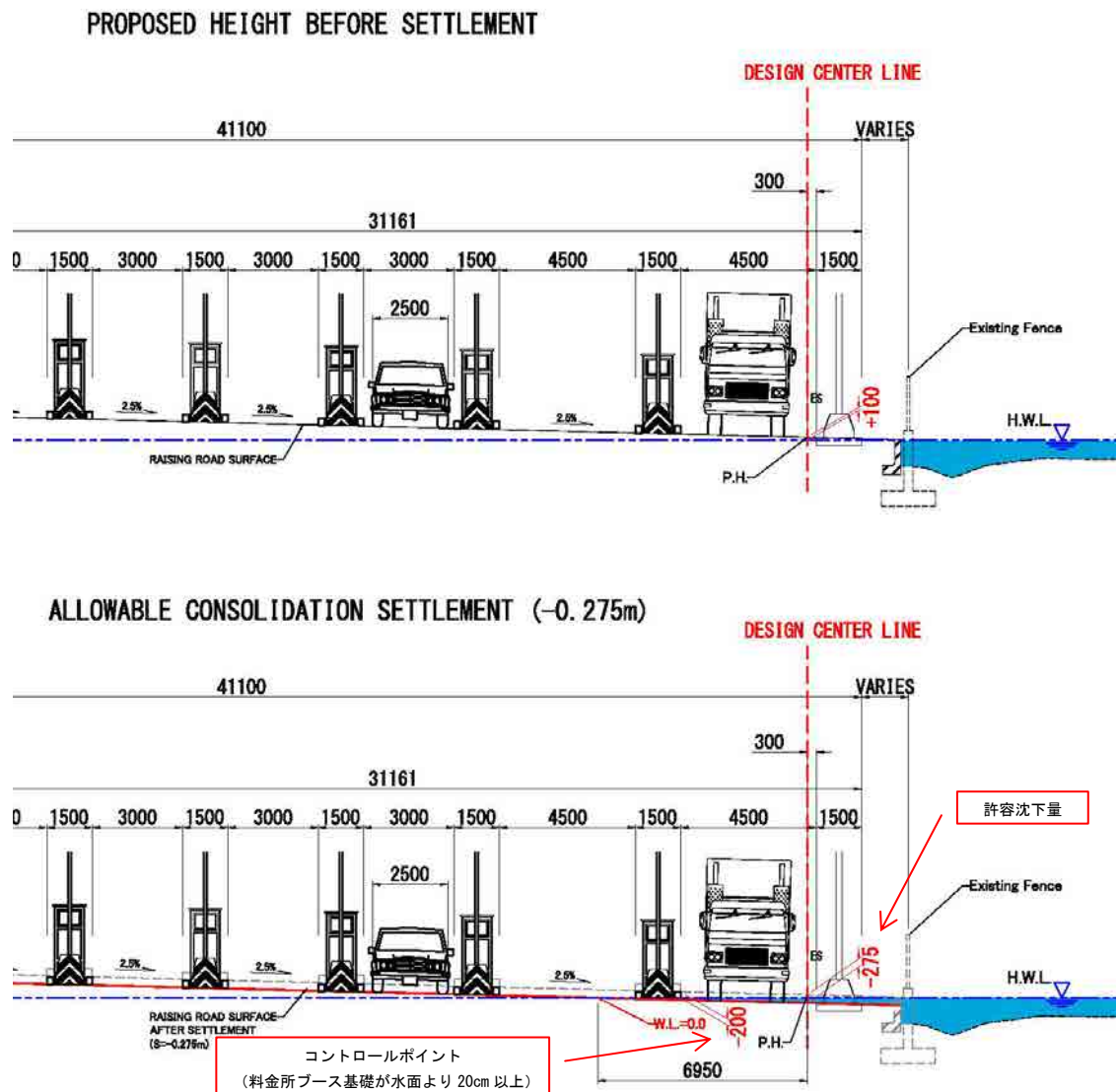


図 3-2-2-9.24 料金所区間における許容沈下量

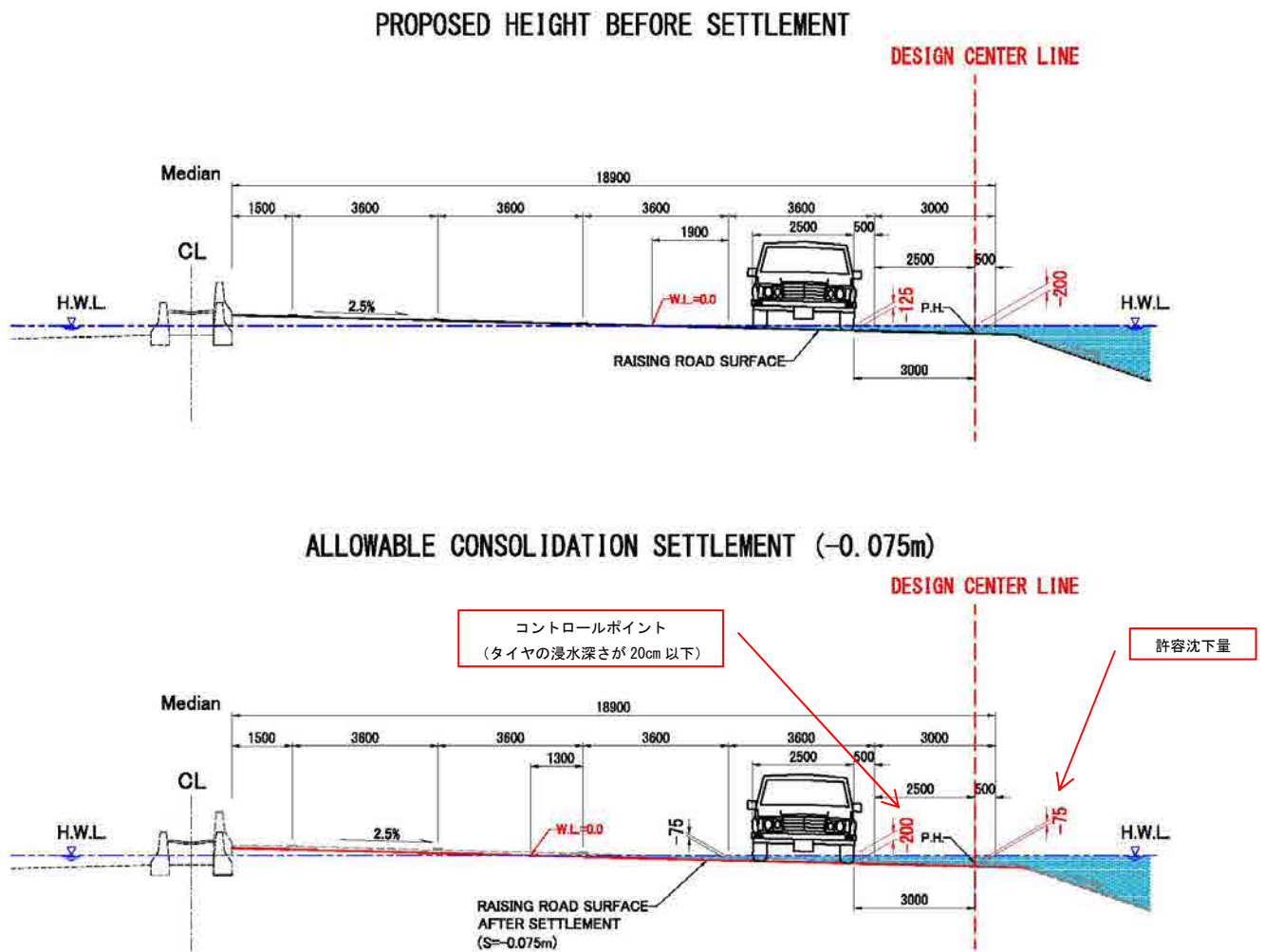


図 3-2-2-9.25 一般部における許容沈下量

② 瑕疵期間（完成後1年間）中における対応

FEMによる時系列的な解析結果から、瑕疵期間内に生じる沈下は、料金所区間で3.1cm、一般区間で1.3cmと予測される（表 3-2-2-9.4、表 3-2-2-9.5 参照）。前述のとおり、既存道路の現況から沈下は道路全体がほぼ均一に沈下していると想定される。この場合、この想定沈下量は軽微であり舗装構造に大きく影響するとは考えにくい。しかしながら、この解析結果は保証されるものではなく予測以上の沈下が発生する可能性はある。本件では沈下防止対策工を講じていないことから、沈下に対する瑕疵については免責事項とすることが適切と考える。

表 3-2-2-9.4 料金所付近における想定沈下量の時間的変化

期間	沈下量		備考
	累積沈下	年次沈下	
1999年～2013年	10.3cm	—	既存道路建設による沈下
2014年	16.9cm	6.6cm	施工期間中
2015年	20.0cm	3.1cm	瑕疵期間中
2023年	32.8cm	12.8cm	舗装耐用年数終了
	計	22.5cm	

表 3-2-2-9.5 単路部における想定沈下量の時間的変化

期間	沈下量		備考
	累積沈下	年次沈下	
1999年～2013年	16.4cm	—	既存道路建設による沈下
2014年	19.2cm	2.8cm	施工期間中
2015年	20.5cm	1.3cm	瑕疵期間中
2023年	26.1cm	5.6cm	舗装耐用年数終了
	計	9.6cm	

したがって、瑕疵担保責任は沈下によらない構造および機能的損傷のみとすることが妥当と考える。損傷の要因を判断するため、タイ側には引き渡し完了後の沈下測定、損傷が発生した場合の状況等の測定および監視を要請し、損傷が発生した場合の要因を明らかにするデータ収集を要請し合意を得る必要がある。瑕疵期間完了後、データを基に施主、コンサルタントおよびコントラクターの3者で協議し、補修箇所を選定する。また、機能的損傷の許容量（轍等）については、工事完了前までに施主側と協議し合意を得ることとする。

③ 瑕疵期間以降における対応

瑕疵期間以降については、タイ側に対して適切な維持管理および定期的な沈下観測の実施を要請する。特に、前節で規定した許容沈下量を超える沈下が生じた場合は、オーバーレイ等に適切に嵩上げを実施して機能を確保することが必須である。上記条件について、タイ側と十分協議し合意を得ることとする。

3-2-2-10 改質アスファルトの適用

(1) 概要

改質アスファルトは、ストレートアスファルトにポリマーまたはゴム等を混合し、流動性、摩耗性を向上させたアスファルトである。日本では1963年から本格的に適用が開始されている。

(2) タイ王国における改質アスファルトの適用状況

タイ王国では、道路建設を管轄する道路局（DOH）が、2006年に改質アスファルトの仕様書を追加し、パイロットプロジェクトによる試験施工を開始した。改質アスファルトは主に大型車の交通量が多い区間に適用されている。現在までに改質アスファルトにより施工された、または現在施工中の区間は、図3-2-2-10.1に示すとおり6路線である。

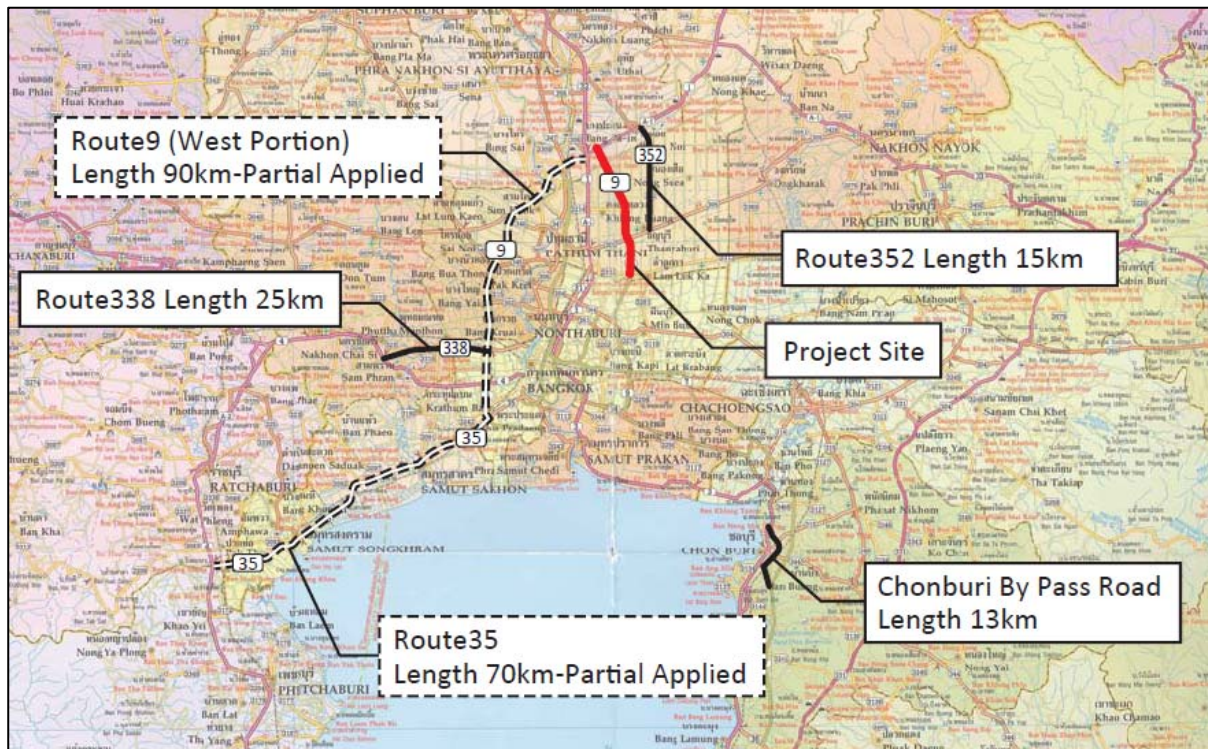


図 3-2-2-10.1 バンコク周辺の改質アスファルトの適用区間

(3) 対象区間の舗装状況

上述のとおり、対象区間は通常のアスファルトコンクリートが使用されている。対象道路の交通量は、2010年交通量で約29,600台/日であり、このうち、大型車両は約4,000台/日であり、大型車両の通行が多い道路である。なお、当該道路は供用開始から約3年が経過している。現状、特に大型車の通行が多い左端の車線は、若干ではあるが轍（目視であるが1cm程度）が発生している。

(4) 改質アスファルト使用の妥当性

上記したタイ王国での改質アスファルトの適用方針、対象道路の現状を踏まえ、以下に示すとおり本プロジェクトで改質アスファルトを適用することは妥当であると考えます。

- タイ王国では大型車両の通行が多い道路について、改質アスファルトを採用していること（対象道路の大型車交通量は約 4,000 台/日（2010 年実測値）と非常に多い）。
- タイ王国側で改修を進めている対象道路の西区間においても、一部区間に改質アスファルトが使用されていること。
- 対象道路において、若干ではあるが轍が発生しており、今後の交通量増加に伴い轍が増加することが懸念され、安全かつ円滑な交通確保に支障をきたすことが思料されること。

(5) 改質アスファルトの適用方針

本プロジェクトでは、対象道路の現状、経済性を勘案し、以下の方針とする。

- 料金所（Toll Gate）区間の Sta.24+875～Sta.25+600（725m）については、車両の制動および発進頻度が多く、舗装に対して通常より大きな荷重が作用することから、表層および基層に改質アスファルトを適用する方針とする。その他の料金所区間 Sta.24+400～Sta.24+875（475m）は全車線に表層のみ改質アスファルトを適用する方針とする。
- その他区間については、重交通の影響による轍掘れを低減するため、外側（左側）2車線に改質アスファルトを適用するものとする。ただし路肩は含まない。

(6) 改質アスファルトの品質管理の現状

改質アスファルトの品質管理についてタイ王国での現状を調査した。結果を以下に示す。

1) 改質 As の仕様書について

DOH には以下の通り、改質 As の配合設計、および品質管理に関する仕様書がある。

- ① 材料
- ② 配合設計
- ③ 機材・プラント
- ④ 施工前
- ⑤ 施工時

しかし、施工後に関する仕様書は存在せず、施工後の品質確認の試験は日本のように実施されていない。

2) 改質 As の試験について

道路局（DOH）ではマーシャル試験を標準としており、ホイールトラッキング試験は実施していない。また、改質 As は配合設計時のマーシャル試験で十分品質は確保できると認識している。道路局（DOH）の材料試験課には2台のホイールトラッキング試験機があり、1台はゴム輪、もう1台はメタル輪である。しかし、古く故障しているため、研究のみで使用している状況である。

3) ホイールトラッキング試験機の有無について

大学、研究機関、プラント、そして日本道路タイ支社を調査したが、試験機は無かった。しかし、**Soil Testing Siam Company**（民間会社）が1台持っていることが判明した。ただし、ヨーロッパの基準に則した仕様であり、レンタルサービスの提供はない。

(7) 改質アスファルトの品質管理方針

本プロジェクトの対象区間には、改質アスファルトは適用されていないが、9号線の西区間90kmについては、現在改質アスファルトにて一部区間を施工中である。

タイ王国では、大型車交通が多い高速道路の表層のみに改質アスファルトを適用している。一般的には表層、基層の双方を改質アスファルトとした方が、動的安定度は増加すると考えている。

日本では、大型車が3,000台/日以上通行する場合は、表層および基層の双方を改質アスファルトとする事例が大半である。ただし、日本においても改質アスファルトを表層のみに使用している比率が多いようである。

高速道路は、一般道路と違い発進、制動の頻度が少ないこと、大型車が低速で通行するケースが低いことから、経済性も考慮し、表層のみ改質アスファルトを使用する例もある。

このように、タイ王国の改質アスファルトを適用区間は増加しているが、上記の調査結果より、設計されたアスファルトコンクリートの耐久性の確認試験は実施されていないのが現状である。特に改質アスファルトで重要となる動的安定度については実施されていない。

改質アスファルトを採用するにあたり、本プロジェクトではホイールトラッキング試験機により舗装の動的安定度を確認し、舗装設計寿命10年間を担保できるように性能評価を実施するものとする。

3-2-3 詳細設計図 (D/D I)

本プロジェクトにおいて、作成した設計図リスト、及び今後作成する設計図リストを表 3-2-3.1 に示す。また、作成した設計図を別添資料 1 に添付する。

表 3-2-3.1 詳細設計図リスト

No.	図面名	枚数
1	プロジェクト位置図	1
	線形図	4
2	道路計画図	6
	・ 標準横断図	45
	・ 平面・縦断図	43
	・ ランプ及び側道の平面・縦断図	2
	・ 道路横断図	70
3	料金所関連	12
4	歩道橋（料金所アクセス用）	12
5	排水施設	7
	・ 中分側現況集水柵高さ調整	1
	・ 路肩側現況集水柵高さ調整	1
	・ 呑口用集水柵・パイプカルバート詳細図	2
	・ 路肩の吐口用集水柵詳細図	1
	・ 呑口・吐口保護工詳細図	2
6	中央分離帯関連	5
	・ コンクリートバリアー工	3
	・ L-型プリキャスト擁壁工	1
	・ 中分側標識詳細図	1
7	安全施設工	10
	・ ガードレール詳細図	2
	・ ガードポスト詳細図	1
	・ 交通標識詳細図	3
	・ 路面標示詳細図	2
	・ 再利用施設詳細図	1
・ 階段工詳細図	1	
8	施工計画図	40

3-2-4 施工計画／調達計画

3-2-4-1 施工方針／調達方針

本プロジェクトが我が国防災・災害復興支援無償（一般プロジェクト無償型）により実施される場合の基本条件は次のとおりである。

- 本プロジェクトは、交換公文（E/N：本プロジェクトの目的、E/Nの供与期限、実施条件、供与限度額等の確認）が日本国政府とタイ王国政府間で緊結され、続いて贈与契約（G/A：本プロジェクトの実施事項、G/Aの供与期限、実施条件、供与限度額等の確認）がJICAとタイ王国政府実施機関（DOH）との間で緊結された後、我が国防災・災害復興支援無償（一般プロジェクト無償型）の制度に則り実施される。
- 本プロジェクトの実施機関は、運輸省道路局（DOH）である。
- 本プロジェクトの入札関連業務及び施工監理業務に係るコンサルタント業務は、日本のコンサルタントがタイ王国政府実施機関とのコンサルタント業務契約に基づき実施される。
- 本プロジェクトの道路改修工事は、入札参加資格審査合格者による入札の結果、選定された日本の建設業者により、タイ王国政府実施機関との工事契約に基づき実施される。

本プロジェクトの工事施工にあたっての基本方針は、次のとおりである。

- 建設資機材及び労務調達は、可能な限り現地調達とする。現地調達が困難な場合は、所定の品質、供給能力が確保される範囲で最も経済的となる日本国または第三国からの調達とする。
- 施工方法及び工事工程は、現地の気象、地形、地質及び対象道路周辺の氾濫地域における水理特性等の自然条件及び有料高速道路の道路交通状況等の施工条件に合致したものとする。
- 適切な工事仕様及び施工管理基準を設定するとともに、この基準を満足する建設業者の現場管理組織及びコンサルタントの施工監理組織を計画する。
- 工事施工は、有料高速道路上の道路占用工事（道路面の嵩上げ改修）である。工事施工段階の交通確保と交通安全のため、タイ王国有料高速道路の基準に合致した保安設備（コンクリートバリア、バリケード、工事標識、保安要員等）を設置する。また、施工計画・施工順序等の策定にあたっては、タイ王国実施機関と綿密な協議・調整を行うこととする。
- 道路改修工事に伴う、アスファルト・コンクリート舗装撤去材、中央分離帯コンクリートバリア撤去材、残土等の廃棄物処理場、路盤材、仮設コンクリートバリア等の仮置き場、及びプラント設備等の仮設ヤードは、タイ王国実施機関が指定している場所を選定する等、環境影響を低減し、環境保全に努める。

3-2-4-2 施工上／調達上の留意事項

本プロジェクトは、有料高速道路上において一般交通車両の車線を確保しつつ既存道路面の嵩上げを行う工事である。

(1) 施工上の留意事項

工事施工は、施工対象である北方向道路の車線において、一般交通車両用の1車線を確保しながら実施する計画である。

計画する道路占用形態を図 3-2-4-2.1 に示す。

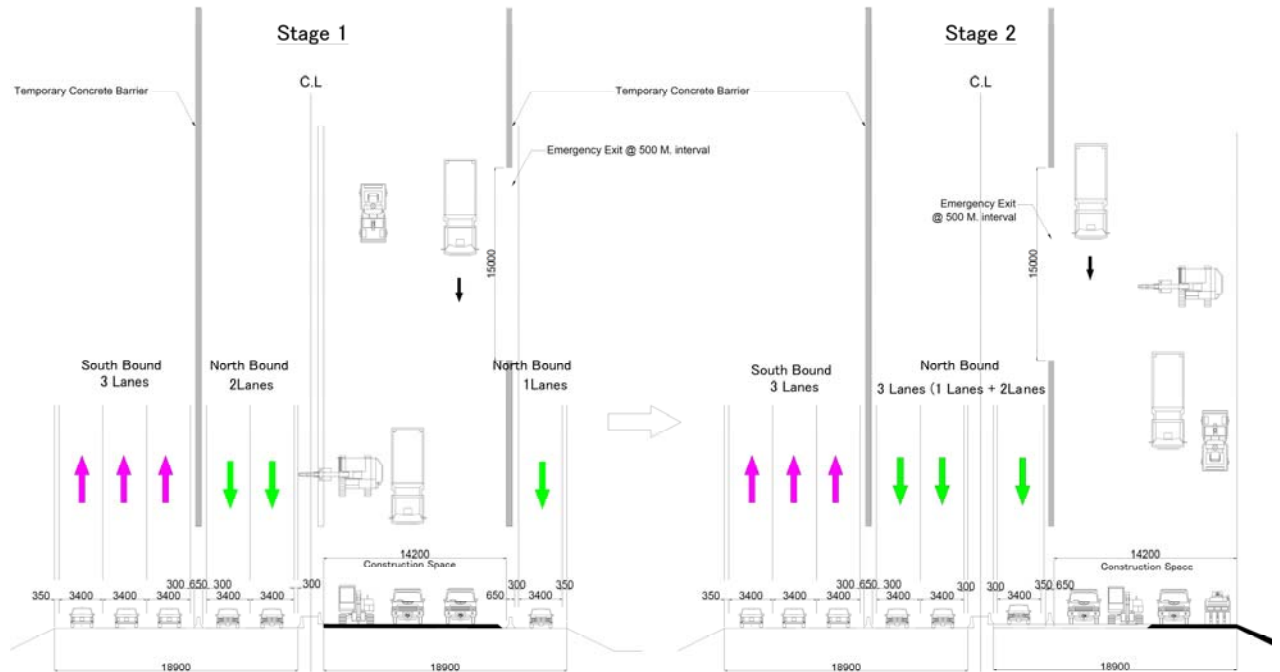


図 3-2-4-2.1 道路占用形態図

(2) 調達上の留意事項

1) 本工事材料の必要数量確保

本プロジェクトは限られた工期内で完工するため、本工事材料の確保が最重要課題となる。路盤材等、多量に必要となる材料については、常に必要数量を仮置き場所に確保し、本線作業工程に支障が発生しないよう十分に管理を行う。また、アスファルトコンクリートプラントについては、工事現場周辺に設置する民間製造会社から調達する計画であるが、プラント故障等の非常時に備え、補填可能な生産プラントの計画を行うことに留意する。

2) 工事着手に先立ち必要となる仮設材料

先行準備が必要となる交通規制のためのコンクリートバリアについては、製作可能容量を十分に勘案し、調達監理を行う。

(3) 供用車線の交通安全管理に対する留意事項

本プロジェクトは、フルアクセスコントロール自動車専用道路（4車線×北・南2方向：8車線）上での北方向道路（4車線）の改修工事である。施工形態は、昼夜間作業による工事用車両・建機の出入口が一方通行の道路占用工事であり、更に工期遵守が最重要課題である。この施工条件、特に工程管理を検討した結果、道路占用幅員は最低14.20m必要である。

一般車両の交通路（供用車線）は、改修工事対象外の南方向道路（4車線＋路肩幅：18.9m）内に南方向3車線と北方向2車線の供用車線を設置、また、北方向（4車線＋路肩幅：18.90m、道路占用幅員：14.20m）に北方向1車線の供用車線を設置し、6車線（3車線×北・南2方向）の供用車線を確保する計画とする。

このように供用中の有料高速道路内での道路占用工であること、また、昼夜間作業・工期厳守が条件であることから、運輸省道路局、特に当該道路を運営している **Intercity Motorways Division** と十分な協議を行うとともに、タイ王国の基準に合致した交通規制、安全設備を計画する。

また、既存道路の嵩上げに伴い架空構造物の規定余裕高さが確保できない場合、架空構造物の嵩上げが必要となる。対象物として料金所管理用歩道橋があり、嵩上げについては、対象物の基礎杭から上部を嵩上げ改修する。これに伴い、撤去・設置時には、北方向車線の一時通行止めにより実施する必要があると想定される。一時通行止めについては、交通渋滞の緩和、安全確保について、実施機関である道路局と十分協議し、交通量の少ない夜間に実施する等の検討をする。

(4) 道路利用者の安全確保

本プロジェクトは、供用下の高速道路嵩上げ改修工事であるため、工事施工は道路占用工事とする。協力対象道路は交通量の多い幹線道路であり、工事施工時は一般交通を行う道路利用者等の交通路の確保が肝要である。

工事施工時の一般車両及び道路利用者の交通路を確保した各区間の道路占用形態は、図 3-2-4-2.2 に示すとおりである。

Preliminary Traffic Control Plan by Working Stages

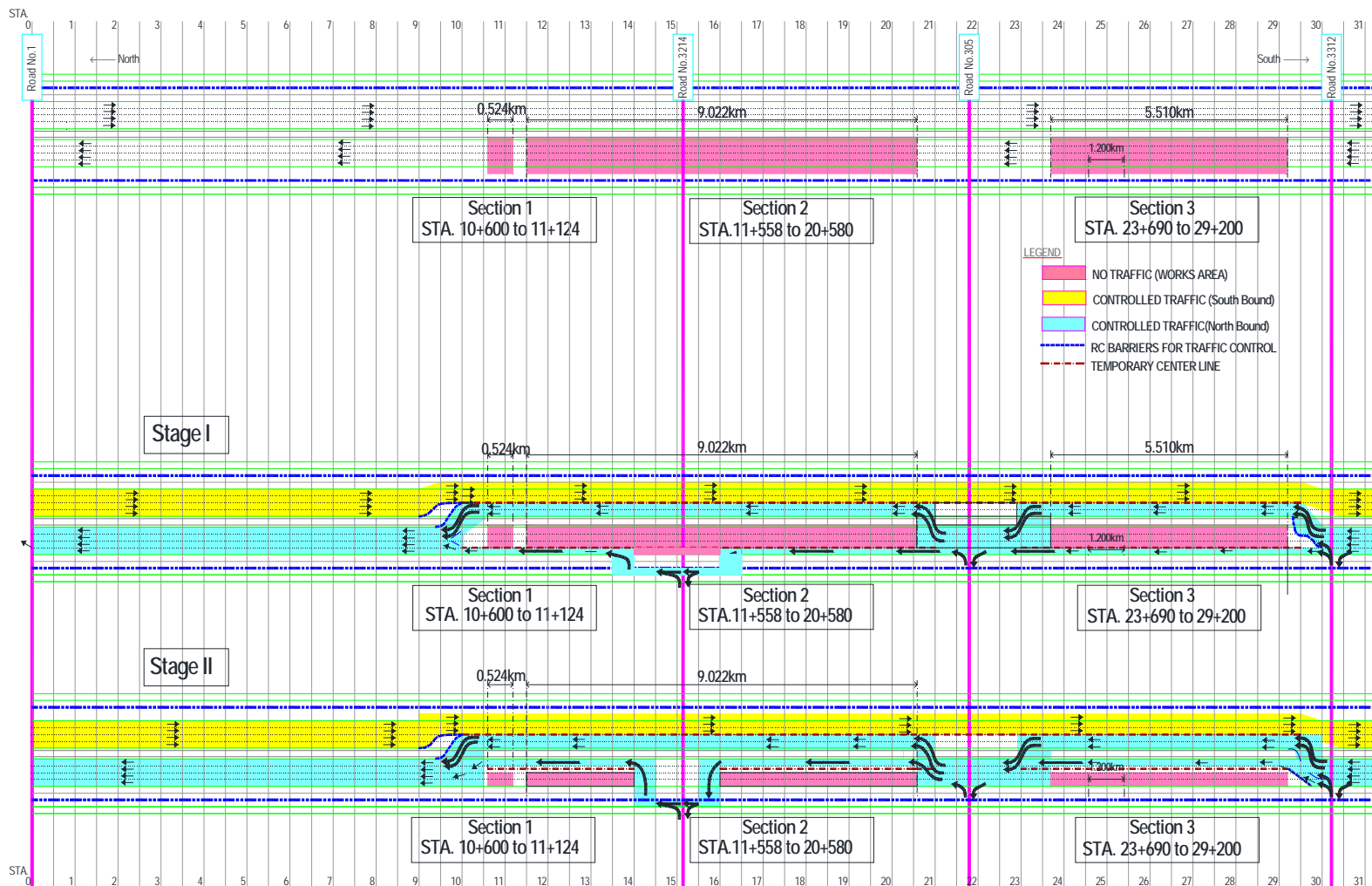


图 3-2-4-2.2 交通規制計画全体平面図

(5) 第三者及び工事関係者への安全配慮

本プロジェクトは、高速道路上での嵩上げ改修の道路占用工事となるため、一般車両、道路利用者等への第三者災害防止及び工事関係者への十分な安全配慮が必要となる。

1) 第三者への安全配慮

- 工事占用帯を明確にし、占用帯にはコンクリートバリアを設置し、工事関係者以外の立入禁止措置を実施する。
- 一般車両及び道路利用者等の迂回路への誘導は、工事看板、速度規制板、および夜間用の十分な照明等を設置し、明示する。
- 道路構造物の掘削等による開口部には、転落防止用の防護柵・ネット等を設置し、常時点検を行い、設備の欠陥による事故防止に努める。
- 資機材運搬車両への安全教育により、交通事故防止対策を実施する。
- 一般交通路に近接して行う既存構造物撤去作業を実施する際には、飛散防止対策を十分に講じる。
- 分離一車線となる区間には、緊急車両の通行および故障車の停車帯の確保を目的として、500m ピッチでコンクリートバリアに 15m のスペースを設ける。

2) 工事関係者への安全配慮

- 道路付帯構造物の施工では開削作業が多くなるため、転落防止設備等の設置により、転落事故を防止する。
- 掘削土砂、盛土材及び舗装合材等の資材の搬出入が多くなるため、出入口付近には運搬車両に対する誘導員を配置し、事故防止に努める。
- 大型建設機械を使用するため、建設機械の稼働時には、見張り員を配置し、重機の前進・後進等の作業範囲（半径）内への関係者以外の立入防止に努める。

(6) 自然条件に対する留意事項

タイ王国の気候は、熱帯モンスーン気候に属し、気象は5月中旬から10月の雨季、11月から2月中旬の乾季、2月中旬から5月中旬の暑季の3シーズンに分けられる。対象道路の位置する周辺では、最高気温が約34度、最低気温が約25度、年平均気温が約29度、年間平均降雨量は約1,500mmに上る。この条件においても、工期遵守を達成するため、工事全体は通年施工を採用する。また、自然条件に影響を受けやすい舗装工・コンクリート工の品質を確保するため、自然条件に留意した施工計画を検討する。

(7) 環境への配慮

本プロジェクトの工事施工段階における環境影響への負荷を可能な限り低減させるための施工・調達上の留意事項及び具体的措置は、以下に示す。

1) 廃棄物処理

本プロジェクトの実施時に発生する建設廃材は、実施機関である運輸省道路局が指定するインターチェンジ管理用地（Bang Pa-In, Ram Inthra, Thap Chang, Ram Klao, Luang Phaeng インターチェンジの計5か所）に運搬し、堆積する。指定場所は図 3-2-4-2.3 に、写真を写真 3-2-4-2.1 に示すとおりである。

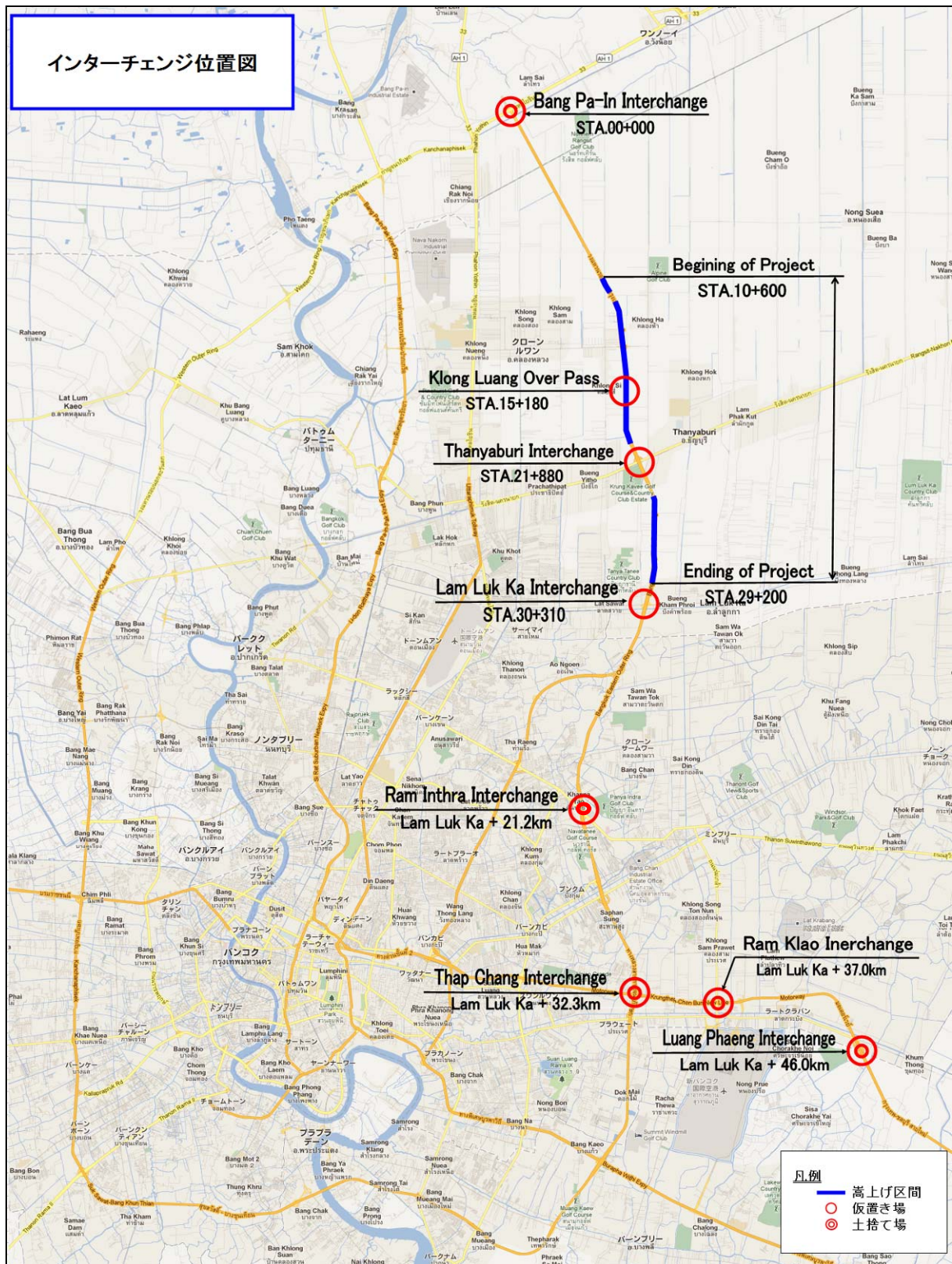


図 3-2-4-2.3 インターチェンジ位置図



写真 3-2-4-2.1 インターチェンジ全景

2) 道路施工時の環境社会配慮への対応

本プロジェクトの対象道路は、タイ王国運輸省道路局が所有する用地内であるが、道路周辺は、田畑や民家が存在する区域である。散水等への配慮を行う等、周辺環境への影響をできるだけ減らす計画とする。

また、本プロジェクトにおいて、工事施工に伴って発生する騒音、振動、水質汚濁等による事業損失を未然に防止するために、環境に影響を与えやすい自然環境に関しては計画的な観察、計測・分析、監視等を行う計画である。

タイ王国において、タイ王国環境影響評価制度ならびに実施機関（DOH）への確認から、本プロジェクトによる環境への影響については評価の対象とはならないことを合意した。しかしながら、建設機械等の使用による環境への影響から、JICA ガイドラインに沿った初期環境影響評価の実施が必要性を考慮し、本プロジェクトをカテゴリ分類 B とし、大気質や水質等の環境に影響を与えやすい自然環境に関しては計画的な観察、計測・分析、監視等を行うことを決定した。

道路局との協議の結果、環境モニタリング計画案を策定した。これを表 3-2-4.1 に示す。計画案であり、詳細な地点及び時期を施工開始後決定する。

表 3-2-4.1 環境モニタリング計画案

環境項目	項目	地点	頻度	参照基準	責任機関
工事中 ¹					
大気質	TSP, CO, NO ₂ , SO ₂	用地境界 2 箇所 (案: STA.16+600, 26+000) ^{注2}	四半期毎、または汚染物質の発生が多い工期	環境基準 (タイ)	コントラクター
水質	pH, SS, DO, BOD, 油類	処理水(放流水) 1 箇所	2 月に 1 回	環境基準 (タイ) ^{注3}	
騒音・振動	L _{eq} , L _{max} 振動レベル	用地境界 2 箇所 (案: STA.16+600, 26+000) ^{注4}	四半期毎、または騒音振動発生が多い工期	環境基準 (タイ) ^{注4}	

注 1: 工事前の環境配慮項目(大気質、水質、騒音、振動)モニタリング結果は文献調査値を原則採用する。ただし、周囲環境変化に応じ事業主体(DOH)が必要と判断すれば実測定を行う。その際の頻度は 1 回とする。

注 2: DOH が 2011 年に実施したモニタリング調査と同じ地点も候補地となる。

注 3: Class 4 の基準を適用する。ただし、SS は日本の環境基準(類型 C)を適用する。油類の基準は目視で「油膜が水表面で確認できないこと」とする。

注 4: 振動レベルの基準は日本の特定建設工事基準(75dB)を適用する。

3-2-4-3 施工区分／調達区分

日本国とタイ王国の両政府が分担すべき実施事項は、表 3-2-4.2 に示すとおりである。

表 3-2-4.2 両国政府の負担区分

項目	内容	負担区分		備考
		日本国	タイ王国	
資機材調達	資機材の調達・搬入・搬出	○		
準備工	工事に必要な用地の確保		○	現場事務所、仮設ヤード
	迂回路の確保	○		既存道路
	骨材採取場の確保	○		
	土取場の確保	○		
	土捨場・廃材捨場の確保		○	タイ王国指定場所
	上記以外の準備工	○		
工事障害物の移設・撤去	地下埋設物の防護・補強		○	樹木、看板等
本工事	道路改修工事	○		

3-2-4-4 施工監理計画／調達監理計画

日本国のコンサルタントが、タイ王国政府とのコンサルタント業務契約に基づき、入札関連業務及び施工監理業務の実施にあたる。

(1) 入札関連業務

入札図書の作成、入札準備及び入札公示から工事契約までの入札業務でコンサルタントが実施する入札関連業務の主要内容は次のとおりである。

- 設計照査、事業費積算
- 入札図書、工事仕様書の作成（協力準備調査にて入札図書参考資料に則り作成）
- 入札準備
- 入札公示
- 入札業者の事前資格審査
- 入札実施
- 応札書類の評価
- 工事契約促進業務
- 入札関連業務の入札準備期間も含めた所要期間は、約 4 か月間である。

(2) 施工監理業務

コンサルタントは、施工業者が工事契約及び施工計画に基づき実施する工事の施工監理を行う。その業務の主要内容は次の通りである。

- 測量関係の照査・承認
- 施工計画の照査・承認
- 品質管理
- 工程管理
- 出来形管理
- 安全管理
- 出来高検査及び引渡し業務

施工監理の所要期間は、約 19 ヶ月間（交通解放までは 18 ヶ月間）であると見込まれる。

施工監理業務は、日本人常駐監理技術者 3 名、工事技術者（現地人）6 名、雑役（現地人）1 名を配置する計画とする。また、主任技術者は着工支援、竣工検査等を担当するとともに、瑕疵検査時には技師を派遣する。

工事施工は、全期間に亘り道路占用且つ昼夜間にて施工を行う必要があるため、安全管理に特に留意し、施工業者の安全管理者と協議、協力しながら事故の発生を未然に防止するよう監理を行う。

3-2-4-5 品質管理計画

工事期間中に品質管理が必要となる主要項目は、以下に示すとおりである。

- 土工
- 路盤工
- 舗装工
- コンクリート工
- 鉄筋工及び型枠工
- 構造物の出来形

上記のうち、代表的な品質管理項目である土工、路盤工、及び舗装工の品質管理計画を表 3-2-4.3、コンクリート工の品質管理計画を表 3-2-4.4 に示す。

表 3-2-4.3 土工、路盤工および舗装工の品質管理計画

項目	試験項目	試験方法 (仕様書)	試験頻度
盛土工	密度試験 (締固め)	AASHTO T191	500m ² 毎
路盤工	現場密度試験 (締固め)	AASHTO T191	1,000m ³ 毎
	締固めおよび一軸圧縮試験	AASHTO T180	1,000m ³ 毎
アスファルト舗装工	アスファルト合材の温度	出荷温度、敷均し及び転圧温度測定	5 回/日
	骨材のすり減り抵抗試験	AASHTO T96	1,500m ³ 毎に 1 回あるいは供給場所が変わった時点 (納入業者のデータ確認)
改質アスファルト舗装工	動的安定度試験	ホイールトラッキング試験機による塑性変形輪数測定	試験練り時: 1 配合につき 1 回 施工時: 合材 1,000t につき 1 回

表 3-2-4.4 コンクリート工の品質管理計画

項目	試験項目	試験方法 (仕様書)	試験頻度
セメント	セメントの物性試験	AASHTO M85	試験練り前に 1 回、その後コンクリート 500m ³ 打設毎に 1 回あるいは原材料が変わった時点
細骨材	コンクリート用細骨材の物性試験	AASHTO M6	試験練り前に 1 回、その後 500m ³ 毎に 1 回あるいは供給場所が変わった時点 (納入業者のデータ確認)
	ふるい分け試験	AASHTO T27	毎月 1 回
粗骨材	コンクリート用粗骨材の物性試験	AASHTO M80	試験練り前に 1 回、その後 500m ³ 毎に 1 回あるいは供給場所が変わった時点 (納入業者のデータ確認)
	ふるい分け試験	AASHTO T27	毎月 1 回

項目	試験項目	試験方法（仕様書）	試験頻度
水	水質基準試験	AASHTO T26	試験練り前に1回
コンクリート	スランプ試験	AASHTO T119	2回/日
	エア一量試験	AASHTO T121	2回/日
	圧縮強度試験	AASHTO T22	打設毎に6本の供試体、1回の打設数量が大きい場合には75m ³ 毎に6本の供試体（7日強度-3本、28日強度-3本）
	温度	—	2回/日
	塩分濃度試験	—	2回/日

3-2-4-6 資機材等調達計画

本プロジェクトにおける現地建設事情調査の結果に基づく、建設資機材の調達先及び輸送方法等に係る建設資材調達計画及び建設機材調達計画を以下に示す。

(1) 建設資材調達計画

建設資材の調達方針は次のとおりである。

- 舗装工事の主要材料である路盤材（砕石）の生産プラントは、品質・納期共に、現地購入品としての調達とする。
- コンクリート用骨材（砂、砕石）の生産プラントについては、品質・納期共に、路盤材調達と同様、現地購入品としての調達とする。
- セメント、鉄筋、鋼材及びコンクリート二次製品等の規格品は、品質・納期についてタイ王国市場から現地購入品としての調達とする。
- 交通規制にて使用するコンクリートバリア二次製品は、品質・納期共に、現地購入品として調達とする。

本プロジェクトに関する建設資材の調達については、資材の種別、仕様、数量等を設定し、品質、価格、納期について経済性及び調達の確実性を勘案した比較・検討を行い、最も経済的で効率的な調達先を選定した。

主要建設資材の調達区分を表 3-2-4.5 に示した。

表 3-2-4.5 主要建設資材調達計画 (1/2)

項目		調達区分			調達理由	調達先等
品名	仕様	現地	日本国	第三国		
主要資材	アスファルト混合物	表層用改質	○			Bangkok
	アスファルト混合物	基層用	○			Bangkok
	アスファルト混合物	バウンドベース用	○			Bangkok
	レディミクストコンクリート	24N/mm ²	○			Bangkok
	レディミクストコンクリート	21N/mm ²	○			Bangkok
	レディミクストコンクリート	18N/mm ²	○			Bangkok
	鉄筋	D13~29	○			Bangkok
	セメント	ポルトランド	○			Bangkok
	砂	モルタル用	○			Bangkok
	上層路盤材	M-40	○			Saraburi
	下層路盤材	C-40	○			Saraburi
	埋戻し土	良質土	○			Lan Ta Sap
	法面用表土	粘性土	○			Lan Ta Sap
	プレキャスト分離帯	Type- I	○			Bangkok
プレキャスト分離帯	Type- II	○			Bangkok	

表 3-2-4.5 主要建設資材調達計画 (2/2)

項目		調達区分			調達理由	調達先等
品名	仕様	現地	日本国	第三国		
主要資材	プレキャストL型擁壁	H=1.1m	○			Bangkok
	ふとん籠	RENO-200	○			Bangkok
	ジオテキスタイル	W=140g/m ²	○			Bangkok
	ガードレール	支柱共	○			Bangkok
	生芝		○			Bangkok
	燃料、油脂類		○			Bangkok
仮設資材	仮設用鋼材		○			Bangkok
	コンクリート管	φ500	○			Bangkok
	有刺鉄線		○			Bangkok

(2) 建設機材調達計画

タイ王国における建設機械及び設備の調達事情は、以下のとおりである。

- 建設機械は、現地建設業者が保有している。また、建機リース会社や一般建機販売会社も多数あることから現地調達とする。ただし、本プロジェクト実施に当たり、最重要課題である昼夜間作業・工期厳守を勘案すると、現地コントラクターと下請契約を結び、この下請が保有する機械を利用する調達方法が妥当であると判断する。

- 合材生産プラント設備を保有している合材生産専門業者及び現地建設業者が近接に多数ある。アスファルトコンクリート合材生産プラントは、対象道路から 20～30km 圏内（運搬時の合材品質管理の許容範囲）に 4 か所ある。
- 生産プラント設備・アジテータトラックを保有している専門業者及び現地建設業者も、アス・コン合材生産の現地業者と同様に多数ある。なお、レディーミクストコンクリート生産プラントは、対象道路周囲の供給可能圏内に約 10 か所ある。
- 本プロジェクトの施工形態は、昼夜間作業による道路占用工事であり、更に工期厳守が最重要課題である。従って、アスファルト・レディミクストコンクリートの両生産プラント設備、現地専門業者または現地業者からプラント設備を調達し、プロジェクト地点近隣の適切な仮設ヤードプラント設備を上記の専門業者により設置し、昼夜間作業・工期厳守に対応できる供給体制を整えることが妥当である。

本プロジェクトにおける建設機械及び設備の調達については、機械・設備の種別、諸元、排出ガス基準、数量及び賃貸／購入の調達方法等を設定し、稼働状況、調達方法、価格、納期について、経済性、調達の確実性を勘案した比較・検討を行い、最も経済的で効率的な調達先及び調達方法を選定・区分した結果、現地調達とすることが妥当であると判断する。

工事用建設機械調達区分整理表を表 3-2-4.6 に示す。

表 3-2-4.6 工事中建設機械調達区分表

項目		賃貸/購入	調達区分			調達理由	調達先等
機械名	仕様		現地	日本国	第三国		
バックホウ	0.2m ³	賃貸	○				Bangkok
バックホウ	0.35m ³	賃貸	○				Bangkok
バックホウ	0.8m ³	賃貸	○				Bangkok
ブルドーザ	3t	賃貸	○				Bangkok
ブルドーザ	6t	賃貸	○				Bangkok
ブルドーザ	15t	賃貸	○				Bangkok
ホイールローダー	2.4m ³	賃貸	○				Bangkok
ダンプトラック	4t	賃貸	○				Bangkok
ダンプトラック	10t	賃貸	○				Bangkok
平トラック	2t	賃貸	○				Bangkok
平トラック	11t	賃貸	○				Bangkok
クレーン付トラック	2.9t	賃貸	○				Bangkok
クレーン付きトラック	4.9t	賃貸	○				Bangkok
トラッククレーン	20t	賃貸	○				Bangkok
トラッククレーン	35t	賃貸	○				Bangkok
ラフテレーンクレーン	25t	賃貸	○				Bangkok
コンクリートブレイカ	30kg	賃貸	○				Bangkok
ジャイアントブレイカ	600~800kg	賃貸	○				Bangkok
モーターグレーダ	3.1m	賃貸	○				Bangkok
モーターグレーダ	3.7m	賃貸	○				Bangkok
ロードローラ	10~12t	賃貸	○				Bangkok
タイヤローラ	8~20t	賃貸	○				Bangkok
バイブレーションローラ	がけ式	賃貸	○				Bangkok
バイブレーションローラ	搭乗式	賃貸	○				Bangkok
タンパ	60kg	賃貸	○				Bangkok
振動コンパクタ	40kg	賃貸	○				Bangkok
コンクリートクラッシャー	86~100t	賃貸	○				Bangkok
アスファルト フィニッシャー	2.4~6.0m	賃貸	○				Bangkok
アスファルト デストリビューター	2,000~ 3,000L	賃貸	○				Bangkok
ラインマーカ	ホッパ - 130kg	賃貸	○				Bangkok
散水車	6,000L	賃貸	○				Bangkok
コンクリートカッター	45~56cm	賃貸	○				Bangkok
水中ポンプ	150mm	賃貸	○				Bangkok
溶接機	100A	賃貸	○				Bangkok
コンプレッサー	3.7m ³ /min	賃貸	○				Bangkok
コンプレッサー	7.5m ³ /min	賃貸	○				Bangkok
ディーゼル発電機	20KVA	賃貸	○				Bangkok
ディーゼル発電機	50KVA	賃貸	○				Bangkok
ディーゼル発電機	300KVA	賃貸	○				Bangkok
トレーラー	30t	賃貸	○				Bangkok

3-3 相手国側負担事業の概要

本プロジェクトが実施される場合のタイ王国政府の負担事項及び分担事業は、以下のとおりである。

- 本プロジェクト実施上必要な資料／情報の提供
- 建設用地の確保
- 工事のために必要な仮設ヤード、資機材置き場及びストックヤード、産業廃棄物ストックヤード、現場事務所等の用地、交通迂回路の確保
- 工事に必要な土取場、土捨場、産業廃棄物処理場の確保及び許認可取得
- 有料高速道路内における道路占用形態、一般車両通行の供用形態・交通規制、昼夜間作業等に係る関連管理機関との調整・許認可取得及び道路利用者等に対する事前情報の発出
- 道路標識等の架空構造物の移設作業に伴う、一般車両通行止めに対する事前情報の発出及びその調整
- 埋設物の防護／補強／補修に係る関連する管理者との調整及び停電・断水等が想定される場合、道路利用者、周辺住民等に対する事前情報の発出及びその調整
- 街路灯、電光掲示板等の防護／移設に係る関連する管理者との調整及び停電等が想定される場合、道路利用者に対する事前情報の発出及びその調整
- 施工管（監）理技術者、工事施工作業員等の工事関係者の有料高速道路内への立ち入りに関する許認可取得
- 工事用車両及び建機等の有料高速道路内への搬入・搬出に関する許認可取得
- 本プロジェクトに関し、日本に口座を開設する銀行の手数料及び支払い手数料の負担（アドバイジング・コミッション，ペイメント・コミッション）
- プロジェクトに係る付加価値税の負担
- 本プロジェクトの資機材輸入の関税負担措置、通関手続き及び速やかな内陸輸送措置への協力
- 本プロジェクトに従事する日本人及び実施に必要な物品購入、サービス調達の際の課税免除措置への協力
- 本プロジェクトに従事する日本人のタイ王国への入国及び滞在するために必要な法的措置への協力
- 建設後の道路施設の適切な使用及び維持管理
- 本プロジェクトの実施において、周辺住民または道路利用者等の第三者と問題が生じた場合、その解決への協力
- 工事完了後の定期的な沈下量の測定
- 本プロジェクトの実施上必要となる経費のうち、日本国の無償資金協力によるもの以外の経費の負担

3-4 プロジェクトの運営・維持管理計画

3-4-1 運営、維持管理の体制

本プロジェクト実施後の道路運営・維持管理は、本プロジェクト実施機関の運輸省道路局（DOH）が行う。道路局（DOH）の道路運営・維持管理体制は、2-1-1（1）節で述べたとおりである。

道路維持管理については、道路局都市間高速道路専門部（Intercity Motorways Division, DOH）が維持管理計画の策定、予算管理及び技術指導の統括業務を担い、実際の維持管理作業はバンコク国道地方事務所（Bangkok Bureau of Highways）及びその管轄下にある複数の国道維持管理地区事務所（Highway Maintenance District）が担当している。

本プロジェクトの対象となる東部外環状道路（国道 9 号線：約 63km）の道路運営・維持管理は、当該道路の通過車両からの収受料金を原資として運営されている（2-1-1.(2),表 2-1-2.1 参照）。運営・維持管理に係る予算額は、毎年度 153～216 億バーツの予算が割り当てられており、特に、当該道路がフルアクセスコントロール自動車専用道路（8 車線：4 車線×南・北 2 方向）として供用された 2009 年度以降は予算額・実施額ともに増加傾向にある。

道路運営・維持管理に係る予算確保及び実施体制は、十分に整備されており、適切な運営・維持管理が実施できるものと判断している。

3-4-2 維持管理業務の内容

道路維持管理業務は、道路局（DOH）の材料試験・検査部（Bureau of Material Analysis and Inspection）及び国道運営・維持管理部（Bureau of Highways Maintenance Management）により策定された道路維持管理マニュアルを基に実施されている。その運営・維持管理の手法は、定期的維持管理（Regular Maintenance）と周期的維持管理（Particular Maintenance）との 2 項目に区分されており、道路局（DOH）の長年に亘る経験により裏付けられた管理手法である。

定期的維持管理の主要業務内容は、定期点検、日常維持管理及び補修作業で構成された道路施設の日常維持管理業務である。また、周期的維持管理は、舗装設計耐用年数及び道路利用者等からの要請の調査・評価結果に基づく道路施設の一定時期・規模の改修計画で構成された道路施設の耐用期間維持管理業務である。

東部外環状道路の定期的及び周期的維持管理業務に関する作業内容は、表 3-4-2.1 に示すとおりである。

表 3-4-2.1 定期的維持管理の作業内容

維持管理項目	作業内容
車道及び側帯の舗装路面	<ul style="list-style-type: none"> • AC 舗装（表層）の路面不陸整正補修 • AC 舗装（表層）の部分的オーバーレイ（t=5cm） • AC 舗装（表層）のパッチング補修（t=5cm） • 路面タックコート補修 • 路面の部分的切削補修（t=5cm） • 道路区画線、路面標示の補修
インターチェンジ、高架橋、ボックスカルバート、排水施設	<ul style="list-style-type: none"> • 車道、側帯の路面清掃 • 流入・流出ランプ、高架橋の路面清掃 • ボックスカルバート、パイプカルバートの排泥・清掃 • コンクリート法面防護の補修
道路管理、交通管理、安全管理、交通事故防止の施設	<ul style="list-style-type: none"> • 道路区画線、路面標示の補修 • 交通標識（速度規制・運転規制・行先表示・車間距離確認・緊急連絡・警戒標識）の清掃 • 交差架空道路標識の清掃 • ガードレールの設置 • 距離標の補修 • 道路照明（街路灯）施設の点検・補修 • 高架橋高欄部の反射板設置 • 道路鋸の設置 • 視線誘導標の設置 • 高架橋高欄、交通標識、コンクリート壁、境界柵、街路灯、距離標、遮音壁等の補修 • その他、交通安全施設の補修
中央分離帯、路肩法面部	<ul style="list-style-type: none"> • 除草作業 • 清掃作業 • 植栽作業 • 植栽保全作業

表 3-4-2.2 周期的維持管理の作業内容

維持管理項目	作業内容
道路断面構造、舗装構造	<ul style="list-style-type: none"> AC 再生合材によるオーバーレイ改修 AC 構造耐用期限に基づく AC 舗装のオーバーレイ改修 AC 舗装路面の改修 道路拡幅及び道路幾何断面の改修
高架橋、排水施設	<ul style="list-style-type: none"> 高架橋取付部構造の改修 排水システムの改修・改良
道路管理・交通管理施設	<ul style="list-style-type: none"> 道路照明（街路灯等）施設の設置 歩道橋の設置 ガードレールの設置 遮音壁の設置 境界柵の清掃及び塗装 境界柵、コンクリート壁の設置 道路標識、路面標示の改修 距離標の設置
中央分離帯、路肩法面部	<ul style="list-style-type: none"> 植栽及び造園作業 コンクリート壁の清掃及び塗装 土工法面防護の改修 コンクリート擁壁の設置

3-4-3 現状の維持管理業務の留意点

本プロジェクトの事業効果を確実に発現・持続させるため、道路及び付帯施設の維持管理を十分に行い、常に良好な走行条件を維持するとともに、道路の耐久性の向上を図ることが重要である。また、当該道路は、フルアクセスコントロール自動車専用道路であることから、道路管理、交通管理及び安全管理に係る施設の維持管理を十分に行い、車両の安全かつ円滑な交通を確保することが重要であると考えられ、特に次の点に留意する必要がある。

- 定期的にパトロール、点検を行い、施設の状況を常に把握しておくこと。
- 道路及び付帯施設の清掃、特に排水施設とその近傍の清掃を十分に行うこと。
- 道路管理、交通管理、安全管理に係る施設の常時点検、清掃及び補修を十分に行うこと。
- 維持管理に必要な予算を確保すること。

本プロジェクトで建設される道路は、耐久性・対候性が高いため、当面、大規模な補修・改修は不要であり、必要な日常の維持管理業務を実施するに当たり技術的に困難な問題はない。上記の事項に留意すれば、適切な運営・維持管理を行うことは可能である。

3-5 プロジェクトの概略事業費

3-5-1 協力対象事業の概略事業費 (D/D I)

(1) 日本側負担経費

本プロジェクトの概略事業費総額は、54.3 億円となり、先に述べた日本とタイ王国との負担区分に基づく双方の経費内訳は、下記 (3) に示す積算条件によれば、次のとおりと見積もられる。ただし、この額は交換公文の供与限度額を示すものではない。

日本側の費用負担分の内訳を表 3-5-1.1 に示す。

表 3-5-1.1 概略事業費約 54.3 億円

費 目		概算事業費 (百万円)
施 設	取壊し工	As 取壊工 Con 取壊工 中央分離帯取壊工 306.52
	舗装工	本線 料金所 ランプ&側道 3,454.68
	中央分離帯工	278.21
	道路付帯施設工	道路標識工 道路付属物工 区画線工 46.60
	その他	法面工 排水構造物工 料金所撤去・再構築工 372.60
	仮設工	付替道路工 交通規制工 交通規制作業工 仮設道路工&ヤード造成工 812.38
入札業務・施工監理		154.68

(2) タイ王国側負担経費

タイ王国側の費用負担分の内訳を以下に示す。

表 3-5-1.2 タイ王国負担経費 負担経費約 6.7 (百万円)

項 目	金 額
① 支払に係る本邦銀行の手数料	6.70
合 計	6.70

(3) 積算条件

- ① 積算時点 : 2012年4月
- ② 為替交換レート : US\$1.00=79.38円 (アメリカ・ドル対日本円交換レート)
THB1.00=2.61円 (タイバーツ対日本円交換レート)
外国通貨交換レートは2012年3月末日を起点とする過去6か月間の相場平均値 (TTS レート) とする。
- ③ 施工期間 : 工事の所要期間は、実施工程に示したとおり。
- ④ その他 : 積算は、日本国政府の無償資金協力の制度を踏まえて行うこととする。

3-5-2 運営・維持管理費

東部外環状道路(8車線有料高速道路、約63km)の本プロジェクトで改修される改修区間(北方向4車線道路、延長30km)の道路維持管理の定期的維持管理(定期点検、日常維持管理、補修等)は、運輸省道路局(DOH)により実施される(3-4節参照)。

定期的維持管理に必要な経費の内訳は表3-5-2.1に示すとおりである。

本プロジェクトで改修される道路施設は、10年間の耐用年数で計画・設計されていることから、当面、大規模な改修となる周期的維持管理(3-4-2節参照)の業務実施は不要であり、日常的に必要な定期的維持管理業務を実施するにあたって、技術的に困難となる格別の問題は発生しない。

しかしながら、道路施設に発生する損傷等に対する初期段階での適切な補修等を怠ると耐用年数の低下に大きく影響することとなるため、初期段階の補修は非常に重要であると考えられるが、実施機関である道路局(DOH)は、既に道路維持管理マニュアルを作成し、それに基づいた道路維持管理業務(3-4-2節参照)を実施しており、その体制・技術水準は万全であると判断できる。

本プロジェクト対象区間(北方向4車線道路、延長30km)の定期的維持管理に必要な年間経費は、表3-5-2.1に示すように、定期点検・日常維持管理で1,133万バーツ、補修等で1,032万バーツ、合計2,165万バーツである。また、過去5年間の東部外環状道路に対する定期的維持管理費は、表2-1-2.1に示したとおりであり、2011年度の定期的維持管理費は9,050万バーツである。

本プロジェクトの定期的維持管理費は、2011年度定期的維持管理費の24%に相当する。

以上より、維持管理実施機関の現在の予算・体制で道路運営・維持管理を実施することは、十分可能であると考えられる。

表 3-5-2.1 定期的維持管理の主要項目及び年間経費

1. 定期点検

(単位：百万パーツ)

施設名	定期点検項目	点検の頻度	年間経費
車道及び側帯の舗装路面			
舗装 路面表示	クラック、不陸、ポットホール等 損傷、変形、汚れ、剥離	常時 (22回/月)	1.75
インターチェンジ、高架橋、ボックスカルバート、排水施設			
舗装 ボックスカルバート 排水施設	クラック、不陸、ポットホール等 土砂、障害物の有無 土砂、障害物の有無	常時 (22回/月)	0.63
道路管理、交通管理、安全管理、交通事故防止の施設			
路面表示 交通標識 交差架空道路標識 ガードレール 街路灯 境界柵	損傷、変形、汚れ、剥離 損傷、変形、汚れ 損傷、変形、汚れ 損傷、変形、汚れ 損傷、ランプ点灯状況 損傷、変形、汚れ	常時 (22回/月)	3.92
中央分離帯、路肩法面部			
中央分離帯 路肩土工法面	損傷、変形、汚れ 雨水浸食、崩壊、植栽保全状況	常時 (22回/月)	0.70
定期点検 小計			7.00

2. 日常維持管理

(単位：百万パーツ)

施設名／日常維持管理項目	実施の頻度	年間経費
車道及び側帯の舗装路面		
・ 舗装路面の清掃	2回/月	0.52
インターチェンジ、高架橋、ボックスカルバート、排水施設		
・ 流入／流出ランプの路面清掃 ・ 高架橋の車道、側帯の路面清掃 ・ ボックスカルバート、パイプカルバートの土砂、障害物の撤去	2回/月	0.66
道路管理、交通管理、安全管理、交通事故防止の施設		
・ 交通標識（速度規制、運転規制、行先表示、車間距離確認、緊急連絡、警戒標識）の清掃 ・ 交差架空道路標識の清掃 ・ その他交通安全施設の清掃	2回/月	2.22
中央分離帯、路肩法面部		
・ 中央分離帯コンクリート壁の清掃及び塗装 ・ 路肩土工法面部の除草、清掃 ・ 路肩土工法面部の植栽及び造園作業	2回/月	0.93
日常維持管理 小計		4.33
定期点検・日常維持管理 合計		11.33

3. 補修

(単位：百万パーツ)

施設名／補修等の実施項目	実施の頻度	年間経費
車道及び側帯の舗装路面		
<ul style="list-style-type: none"> ・ AC 舗装（表層）の路面不陸整正補修 ・ AC 舗装（表層）の部分的オーバーレイ（t=5cm） ・ AC 舗装（表層）のパッチング補修（t=5cm） ・ 路面タックコート補修 ・ 路面の部分的切削補修（t=5cm） ・ 道路区画線、路面表示の損傷部分の補修 	2回/月	3.12
インターチェンジ、高架橋、ボックスカルバート、排水施設		
<ul style="list-style-type: none"> ・ 流入/流出ランプ破損部分の補修 ・ 高架橋破損部分の補修 ・ ボックスカルバート、排水施設の破損部分の補修 	2回/月	0.66
道路管理、交通管理、安全管理、交通事故防止の施設		
<ul style="list-style-type: none"> ・ 道路区画線、路面表示の損傷部分の補修 ・ ガードレール損傷部分の補修・設置 ・ 距離標損傷部分の補修 ・ 道路照明（街路灯）施設の点検・補修（ランプ交換） ・ 高架橋高欄部の反射板の点検・交換 ・ 道路鋸の破損部分の交換・設置 ・ 視線誘導標の破損部分の交換・設置 ・ 高架橋高欄、交通標識、コンクリート壁、境界柵、街路灯、距離標、遮音壁等の破損部分の補修 	2回/月	5.92
中央分離帯、路肩法面部		
<ul style="list-style-type: none"> ・ 中央分離帯コンクリート壁破損部分の補修 ・ 路肩土工法面部破損部分の補修 	2回/月	0.62
補修 小計		10.32
定期的維持管理費 総計		21.65

第4章 プロジェクトの評価

4-1 事業実施のための前提条件

タイ王国側分担事項等に係る本プロジェクト実施の前提となる主要事項は、以下のとおりである。

- 本プロジェクト実施のため必要な仮設ヤード、ストックヤード及び土捨場、産業廃棄物処理場を確保することが必要である。
- E/N, G/A を遵守し、必要となる免税措置を実施することが必要である。
- 日本国及び第三国からの輸入品については、迅速な関税手続きの実施が必要となる。
- 本プロジェクトは、タイ王国の環境関連法等で義務付けられている EIA の実施に該当しないが、工事施工中及び工事完了後において大気及び水質汚染等、影響が考えられる自然環境に対して、モニタリングを実施する必要がある。なお、環境管理計画・モニタリング計画の詳細については、2-2-3-1-10 節で記述したとおりである。

4-2 プロジェクト全体計画達成のために必要な相手方投入（負担）事項

本プロジェクト全体計画の効果を発現・持続するためのタイ王国側が取り組むべき事項を以下に示す。

- 道路 AC 舗装や構造物の耐用年数を確保するため、定期点検を実施し、日常維持管理において舗装路面及び排水施設の土砂・障害物の撤去等の清掃を実施することが必要である。また損傷が見られた場合は、早期に適切な補修を行うことが必要である。なお、適切な維持管理及び補修に必要と想定される年間予算（2,165 万バーツ）については、3-5-2 節に示したとおり、確保可能と思料される。
- 有料高速道路の徴収料金は維持管理費に充てられるため、本プロジェクト完了後直ちに対象道路の通行料金徴収所に必要となる徴収システムを設置し、適切な運営が必要である。
- 2-1-4. 節及び3-2-2-9節に記述したように、対象道路は軟弱地盤上に建設されているため、本プロジェクトで実施される道路面嵩上げにより、プロジェクト完成後 10 年間で、料金所付近（Sta.25+150）で約 20cm 程度、単路部（16+350）で約 5cm 程度の沈下が想定される。本プロジェクトの目的は 2011 年規模の洪水に対応できる道路面の嵩上げによる改修工事であることから、以下に示す定期的な沈下測定を実施し、沈下が認められた場合は、オーバーレイ等による必要な補修を実施することが必要である。なお、測定箇所については、500m 程度に 1 箇所が適切と考えられる。ただし、重要な施設である Toll Booth 区間は含めることが必要と判断する。

沈下計測の頻度

プロジェクト完了後

1年間 : 4回 / 年程度

2年～5年 : 2回 / 年程度

5年以降 : 1回 / 年

4-3 外部条件

本プロジェクトの効果を発現、維持するための外部条件を以下に示す。

- 本プロジェクトの実施により、バンコク都北部国道1号線バンパインから東部県道3312号ラムルカ間を結ぶ約30km区間の物流の根幹となる南北軸幹線道路(産業道路)が2011年規模の洪水に対応でき、安定した交通が確保されるが、当該道路に接続する道路についても、冠水対策の実施を継続し地域へのアクセス向上を図ることが必須である。
- タイ王国で計画している本プロジェクトの対象道路と平行している一般道路の嵩上げ計画、堤防設置計画等を確実に実施し、洪水による被害リスクを低減することが肝要である。

4-4 プロジェクトの評価

4-4-1 妥当性

- 本プロジェクトの裨益対象が貧困層を含む一般国民であり、その数がプロジェクト対象道路周辺(バンコク都、アユタヤ県、パトゥムターニー県)地域の多数であること。
- 本プロジェクトは、洪水被害による物流及び人的交流の途絶の影響低減に寄与し、民生の安定のために緊急的な支援であること。
- 環境社会配慮面での負の影響はほとんどないこと。
- タイ王国における短期・中期・長期的洪水対策計画の目標に資するプロジェクトであること。
- 我が国の道路整備技術を用いる必要性・優位性があるとともに、我が国の無償資金協力の制度により、特段の困難を要せずプロジェクトの実施が可能であること。
- 我が国の防災・災害復興支援政策・方針と整合性があること。

4-4-2 有効性

(1) 定量的効果

対象道路は、2011年の洪水で冠水し交通が途絶しており、同規模の洪水に対応する整備は交通途絶の回避等の直接効果が認められる。これにより、洪水時における安定、円滑かつ安全な交通が確保される。

本プロジェクト実施により期待される定量的効果を表 4-4-2.1 に示す。プロジェクトの実施前の基準年と基準値と目標値を同表のように設定する。ただし、洪水発生は予測ができないことから目標年については設定しないこととした。

表 4-4-2.1 定量的効果

指標名	基準値 (2011年)	目標値
交通途絶期間の解消	10日間	ゼロ

(2) 定性的効果

(安定した物資輸送の確保)

洪水発生時にも安定した物資の輸送が確保され、物流事情による物価高騰の回避が期待される。

(BHNの確保)

洪水発生時にもバンコク首都圏等へのアクセスが確保され、急病人輸送、緊急避難、及び生活必需品調達等が可能となる。

(裨益対象者の生活の安定)

洪水発生時にも対象道路沿線の企業等に従事する従業員の通勤路が確保され、安定した生活が確保される。

(緊急路の輸送確保)

洪水により生ずる被害に対して、緊急的な物資輸送、緊急車両の輸送路が確保され、安定した支援活動が実施可能となる。