

第7章 洪水時緊急点検と課題の整理

7.1 地方道路における洪水被害の概要

2011年7月下旬以後に発生した洪水によるタイ国北中部地域の浸水地域は、例年より規模（範囲、期間）が大きかった。図 3.1.1 に 2011年洪水と 2009年洪水による浸水被害地域を示す。

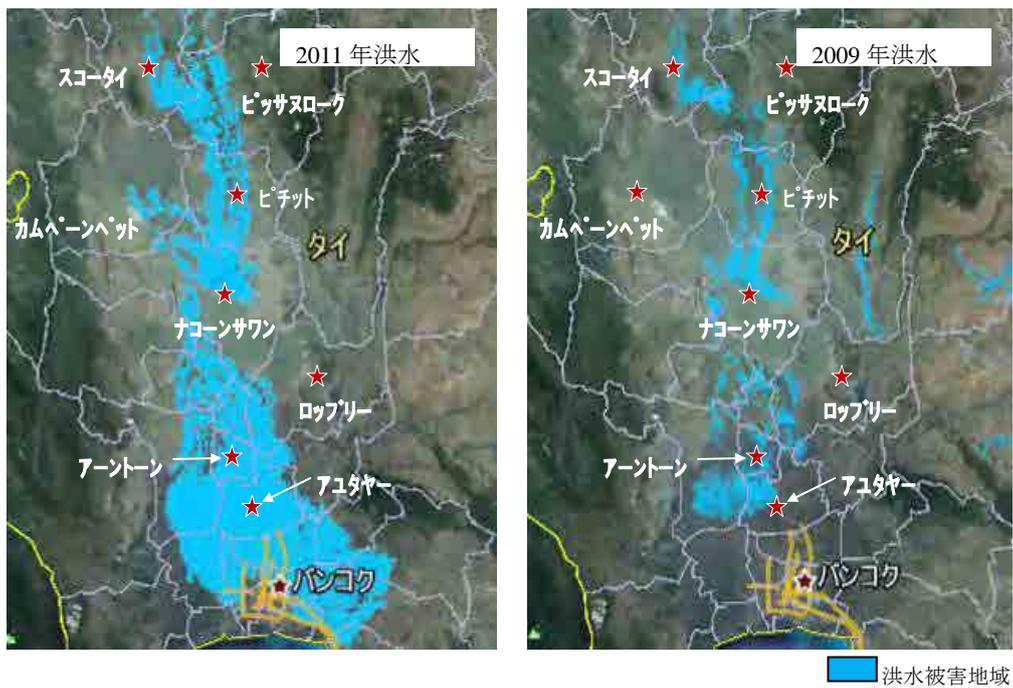


図 7.1-1 洪水規模の比較（2011年と2009年）

（出典： <http://flood.gistda.or.th/>）

7.1.1 道路被害概要

タイ国の道路交通関係は(1) 51,000 kmの国道、県道、(2) 48,000 kmの地方道、(3) 84,000 kmのコミュニティー道路に大別される。

これらの道路網は鉄道網と比較して新しくその多くは洪水後も健全な状況を保っている。タイ国内で運輸省道路局 (Department of Highways ; 以下 DOH) の管理している国道は洪水後も比較的健全な状況と保っている。

DOH では日常的な維持管理に必要な予算を毎年確保しているが、定期的な維持管理作業に必要な予算は十分に確保できていない。(約 8 割確保している。) 今後、自動車荷重の増加と不十分な維持管理や今回のような洪水の影響により供用期間の急速な減少が懸念される。DRR については DOH と比較すると情報が少ないが、維持管理費が十分でなく、本質的な定期維持管理が困難な傾向にある。

道路についての損傷として以下の項目が挙げられる。

- ・ 長期にわたる洪水期間中の交通解放により舗装表面のクラックや剥がれ。
- ・ 交通荷重と舗装表面の水流の組み合わせによる下流側の舗装の損傷
- ・ 越流による盛土の浸食 (特に下流側に顕著)
- ・ 排水施設(特にカルバート)と隣接するのり面保護の損傷
- ・ 交通安全施設への被害 (信号、区画線、ガードレール)

なお、復旧方法については、各機関 (Agency) に任されているとのことである。

7.1.2 日系工業団地被災状況

2011年の大洪水で、道路以外にも農業や工業団地の被害をうけた。日本貿易振興機構（JETRO）によると、日系企業が多く進出している、タイ中部アユタヤー県やバンコク近郊の工業団地でも浸水被害が発生しており、7工業団地の日系企業約450社が冠水し、多くの企業が操業停止した。洪水被害を受けた工業団地を図3.1.2に示す。団地外を含めると被災工場は1万カ所、その経済損失は1兆1200億バーツ（約2兆8000億円）に達する。



図 7.1-2 アユタヤー県およびバンコク近郊の工業団地地図

(出典：NKSJ-RM レポート)

7.1.3 第1回洪水被害調査（被災直後：2011年12月）

(1) DRR本部での聞き取り調査

2011年12月19日～21日に行ったDRR本部への聞き取り調査結果を下記する。

- 洪水には2種類あると考えている。一つは山間部のような勾配のある場所でみられる洪水(flash flood)、もう一つは、今回のような平坦な場所で生じる長時間滞水する洪水(inundation)である。今回の洪水は後者がメインである。
- 今回のような長時間滞水するタイプの洪水は、道路への被害が大きいが、比較的橋梁へ被害は小さい。しかし、橋梁に与える影響の大きい洪水（勾配のある場所でみられるもの）について配慮が必要である。
- チャオプラヤ川の源流に近いナコーンサワン県では水位が2～3mになり、橋梁の周囲で甚大な被害を受けたが、現在のところ橋梁についての被害は報告されていない。(被害の大きかったものは道路であった。原因としては、洗掘や浸潤によるものと考えている。)
- DRRとしては、洪水のタイプによらず耐久性に富む道路を目指している。そのためには、洪水のリスクを考慮した橋梁計画が必要である。
- 洪水後の復旧対策を速やかに行うために、洪水に特化した緊急点検のためのマニュアル、補修補強対策マニュアル等の整備が必要である。

2011年12月の段階では、DRRは今回の洪水を受けて損傷を受けた道路の緊急対策を立案中であった。この立案にあたり、洪水後の橋梁と取付道路についての復旧対策について技術援助を要望している。ここで対象とする路線は、7年連続して冠水した延長40kmを中心としている。

具体的な要望は、以下の通りである。

- ・ 被災後の現地調査と損傷状況の分析
- ・ 洪水後の異常時点検マニュアル
- ・ 被災後の復旧対策(補修補強)マニュアル
- ・ 洪水リスクを考慮に入れた橋梁マスタープラン及びF/S
- ・ 水理モデルを利用した既存道路についての浸水予測
- ・ 本邦研修
- ・ 地形測量結果の提供
- ・ 緊急対策のマネジメントのための維持管理部への技術者の派遣

表 7.1-1 過去7年間の概略浸水状況

Number of flooded provinces (Nos)	63
Flooded area (km2)	68,320
7 straight years flooded area (km2)	1,196
Total country area (km2)	597,348
Number of flooded routes (Nos)	914
Total length of flooded DRR roads (km)	6,923
Total length of 7 straight years flooded DRR roads (km)	40
Total length of DRR roads (km)	49,000

(2) 被災現場調査 (2011年12月)

DRRからは、7年連続した浸水した橋梁及び取付道路の確たる情報は得られなかった。しかし、情報収集のための7年連続洪水を受けた地域の情報を得て現場調査（アユタヤー県西方）を実施した。

現場調査の結果、DRR所管の路線において舗装表面にポットホールが発生している他に盛土の一部で法面崩壊がみられた。

一方、橋梁本体には損傷が見受けられず、取付道路部で路面の陥没が確認されたのみであった。この調査では橋梁及び取付道路に関しては、概ね健全であり、顕著な損傷は確認できなかった。



法面の緊急補修状況



目地の開き



アプローチ部の陥没 (1)



アプローチ部の陥没 (2)



アプローチ部の土砂吸出し



吸出しによる空洞

写真 7.1-1 被害状況写真 (2011年12月21日撮影)

(3) 復旧対策に向けての課題

2011年7月下旬以降に発生した洪水により、道路、橋梁及び取付道路の損傷があることは確認されていたが、2011年12月下旬の段階で損傷をうけた橋梁の架設位置、損傷の程度が明らかではなかった。

DRR本部によると2011年12月上旬まで浸水していたとのことであるが、洪水後の復旧対策の立案のためにも速やかな情報伝達が必要であると考えられる。いずれにしても橋梁及び取付道路の損傷実態についての情報が不足していることから、優先して被災後の現地調査と損傷分析を実施することが必要であると考ええる。

(4) 課題解決のための第2回調査の必要性

第1回調査により、より詳細な緊急調査（第2回調査）の必要性が確認された。第2回調査では、橋梁及び取付道路の損傷実態の把握のために、浸水地域の橋梁及び取付道路に係わる目視調査及び資料収集を実施する。

1) 被災橋梁の目視調査

洪水により被災した橋梁及び取付道路の目視点検を実施する。点検の対象としては、7年間浸水被害が続いているDRR管轄の40kmの道路を中心にDRRと協議を行い、対象橋梁を選定する。なお、調査段階で橋梁及び取付道路に緊急補修が行われている場合は、補修状況についての情報も合わせて収集する。

2) 被災橋梁の資料収集

対象橋梁の管理を行っているDRRの地方機関から、点検状況等について聞き取り調査及び点検記録等の資料収集を行う。

3) 被災状況の分析

目視調査結果及び管理機関からの収集資料をもとに、地方橋梁に生じている損傷を橋梁種別、損傷部位により分類し、対象地域の橋梁の損傷傾向を分析する。

4) 地方橋梁の異常時(洪水時)における維持管理への提案

1)-3)を通じて異常時(洪水時)の橋梁及び取付道路点検の実態を把握するとともに、管理機関(DRR)の異常時の維持管理手法への提案、適正技術の活用について調査方法を提案する。

7.2 第2回洪水被害調査（2012年1～2月）

7.2.1 県地方道路事務所での聞き取り調査

今回の点検には対象路線を管理している県地方道路事務所の職員(技師)にも参加を要請し、現場にて(洪水時)点検方法や管理方法について聞き取り調査を行なった。

また、各事務所にも訪問し、洪水時の対応状況や点検マニュアル、点検記録等の関連資料の確認も行なった。各事務所における点検・管理状況の一覧を表7.2-1に示す。

各事務所のヒアリング結果は、以下の通りである。

（点検業務に関して）

- ・点検業務責任者は、県地方道路事務所長ということで各県とも一致している。
- ・通常点検の頻度、記録方法、報告形態が各事務所で異なっている。
- ・今回の洪水時点検は、洪水前、中、後の3段階で行っているところが多い。
- ・洪水の被害は各県により異なる為、点検期間にはバラツキがあった。平均的には1～4日で概略を把握し、2～4週間かけて詳細に点検したようである。
- ・各事務所とも点検者が不足している。また、各事務所間で一人当たりの担当路線延長・橋梁数にバラツキが大きい。
- ・準拠している点検マニュアルが各事務所で異なっている。
- ・存在する点検マニュアルに橋梁維持管理や橋梁点検に関する記載がほとんどない。
- ・点検員は過去の経験をもとに点検結果の評価や対応要否を判断している場合が多い。
- ・点検は舗装損傷を主に行われている。下部工及び取付道路法面、護岸工、河床状況等についての点検記録は、ほとんど存在していない。
- ・一般橋梁については、名前（橋梁名、橋梁番号）が付けられていない。

(連絡方法に関して)

- 点検結果の情報は、点検者、県地方道路事務所長、地方道路部長、本部の順番で伝達される。
- 点検結果の連絡手段としては、書簡、Eメール、電話等という回答であったが、各事務所で異なっている。

(関連機関に関して)

- 用水路を管理する灌漑局が盛土部や用水路に架かる橋梁を管理し、DRRは舗装のみを管理しているという橋梁が多く存在する。
- 用水路に架かる橋梁には水門が併設されている場合が多いが、水門の開閉は灌漑局の判断で行われている。
- 点検した橋梁の中には、取付道路流出後に灌漑局とDRRが協議を行い、DRRが仮橋架設などの補修を行った橋梁もあった。また、復旧後はその管理をDRRに移行する橋梁もあるようである。

表 7.2-1 各県事務所における点検・管理状況一覽

対象地域	中部				北部				
	No.1バウムタナー	アーントーン	シンプリー	No.2 サラブリー	ロップリー	ナコーンザワン	カムペンペット	No.8 ナコーンザワン	No.9 ウッタラディット
地方事務所									
県事務所									
点検マニュアル	Routine Maintenance Manual	Routine Maintenance Manual	Manual for Construction and maintenance of Road	Manual for Construction and maintenance of Road	Manual for Construction and maintenance of Road	Routine Maintenance Manual	Manual for Construction and maintenance of Road	Routine Maintenance Manual	Routine Maintenance Manual
点検実施者数	2	4	6	4	4	5	5	5	3
管理路線数(延長)	51 (563km)	32 (383km)	29 (249km)	99 (1,032km)	99 (1,032km)	23 (375km)	24 (400km)	42 (599km)	40 (446km)
管理橋梁数	80	76	44	71	71	17	89	70	64
点検方法	点検方法	目視点検 点検者はDRR職員	目視点検 舗装・橋面のみ 1橋当たり5~10分 点検者はDRR職員	目視点検 舗装・橋面のみ 1橋当たり5~10分 点検者はDRR職員	目視点検 舗装・橋面のみ 1橋当たり5~10分 点検者はDRR職員	目視点検 点検者はDRR職員	目視点検 点検者はDRR職員	目視点検 点検者はDRR職員	目視点検 点検者はDRR職員
	点検頻度	年2~3回	年1回	建設後2年間は3ヶ月毎 その後は年1回	年2~3回 住民からクレームがあった場 合はその都度	年2回	年2回	年2~4回	年1~3回
洪水時点検	点検方法	目視点検	目視点検	目視点検	目視点検	目視点検	目視点検	目視点検	目視点検
	点検頻度	発生直後、発生中、洪水後 (計:約2ヶ月間)	発生直後(1日間)	発生直後、発生中、洪水後 (計:約10日間)	発生直後(4日間)、洪水後 (調査・補修計画に2週間)	発生直後(2日間)、洪水後 (詳細調査に約1ヶ月間)	発生直後(1日間)、洪水後 (詳細調査に約1ヶ月間)	発生後(15日間)、洪水後(詳 細調査に約1ヶ月間)	発生直後(1日間)、洪水後 (詳細調査に20日間)
提供された点検記録	管理路線・橋梁リスト表 橋梁台帳 洪水被害状況報告書 定期補修・補強結果報告書	橋梁台帳 洪水被害状況報告書 定期補修・補強結果報告書	提供なし	路線毎の道路点検報告書 管理路線・橋梁リスト表	定期補修・補強結果報告書 橋梁状態検査記録(橋梁) 洪水被害状況報告書 緊急補修状況報告書	洪水被害状況報告書 管理路線・橋梁リスト表	定期補修・補強結果報告書 管理路線・橋梁リスト表 洪水被害状況報告書 洪水状況・補修状況写真	定期補修・補強結果報告書 管理路線・橋梁リスト表 洪水被害状況報告書 洪水被害状況報告書	管理路線・橋梁リスト表 定期補修・補強結果報告書 洪水被害状況報告書
連絡系統	点検者 → 県事務所 → 地方事務所 → 業務種類に応じてDRR内の各担当部 (例) 補修・補強関係はDRR維持管理部								
連絡手段	書簡、電話	書簡、Eメール	電話、Eメール	電話、Eメール	電話、Eメール	書簡	書簡、電話	書簡	電話、Webサイト



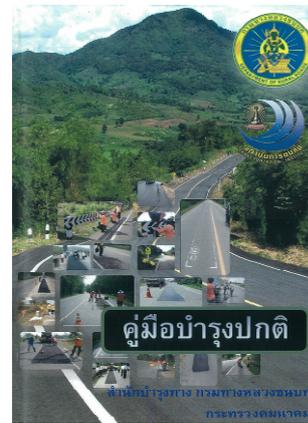
ロップリー県 県地方道路事務所



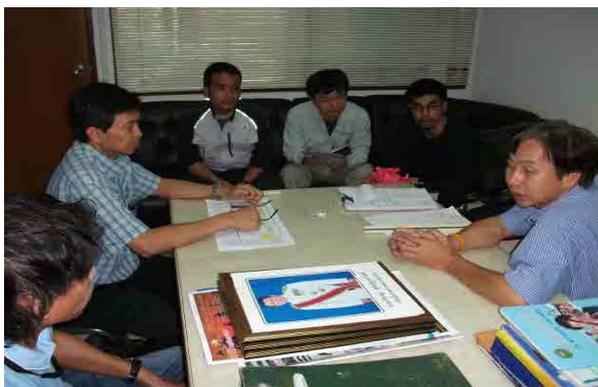
ナコーンサワン県 県地方道路事務所
道路点検用車輛



シンブリー県 3018 号線 道路標識
DRR 管轄道路には各路線の基点・終点に道路標識が設置されている。



「Routine Maintenance Manual」表紙
現行の道路維持管理はこのマニュアルを準拠し、行なっている県地方道路事務所が多い。



スコータイ県 県地方道路事務所
聞き取り調査状況



アーントーン県 県地方道路事務所
聞き取り調査状況

写真 7.2-1 点検・管理状況調査写真

7.2.2 異常時点検調査

(1) 点検方法

1) 点検目的

2011年7月下旬以降に発生した洪水により、地方橋梁に被害が発生している。これら被災橋梁についての情報収集を行い、点検対象地域、路線、橋梁を選定する。対象浸水地域の橋梁及びアプローチ道路に係わる目視調査を行い、損傷度や損傷傾向を把握する。

2) 点検範囲

今回実施した点検の範囲は、以下の通りである。

- ・ 橋梁本体（上部工、下部工）
- ・ 橋台周辺の河床・護岸
- ・ 橋台背面 50m 程度の取付道路

3) 準拠基準

- ・ 「チャオプラヤ川架橋 点検・作業評価マニュアル」（2011年作成）

特に「2.2.5 下部工」に記載されている内容に基づき実施する。

- ・ その他、以下の基準等を参考とする。

道路橋補修便覧

（昭和54年2月 社団法人 日本道路協会）

堤防等河川管理施設及び河道の点検要領案

（平成23年5月 国土交通省河川局）

4) 点検方法

- ・ 目視点検を基本とする。
- ・ 対象構造物に接近できない場合は、双眼鏡により点検を行う。
- ・ デジタルカメラにより対象構造物の概況（橋梁側面、路面、桁下、周辺状況など）、損傷状況、復旧状況を撮影する。
- ・ GPS機能デジタルカメラにより、画像ファイルに緯度、経度の情報を記録する。
- ・ 点検結果は記録様式に従い、記録する。（添付資料橋梁台帳参照）

5) 主要点検項目

- ・ 橋梁：橋台・橋脚部に生じる沈下、移動、傾斜、洗掘、浸食などの有無
- ・ 取付道路：路面の陥没、法面の崩落、路盤の流出などの有無
- ・ 付帯構造物：護床工・護岸工の損傷・崩壊などの有無

(2) 点検対象橋梁の選定

点検対象となる橋梁の選定については、DRR 本部内の計画部(Bureau of Planning)及び維持管理部(Bureau of Road Maintenance)と協議を行い、今回の洪水で特に被害が大きかった路線にある橋梁及び7年間連続して浸水被害を受けている路線にある橋梁を中心に選定している。

点検対象となった県、対象路線、点検橋梁数を表 7.2-1、対象橋梁位置を図 7.2-1 に示す。なお、各県における橋梁位置詳細は参考資料に添付する。

表 7.2-1 点検調査対象路線

対象県	対象路線	点検対象橋梁数
シブリー	3018, 4014, 3027, 5042(3008)	2
ロップラー	1008, 1030, 1017	9
ナコンサワン	1111, 3104, 3103, 3009	4
カムペンハット	1029, 1023, 1008, 4014, 4039, 1028	6
スコタイ	4046, 4022	2
ピット	2040, 2029	3
アーン	4002	1
アユター	4031, 4014	3

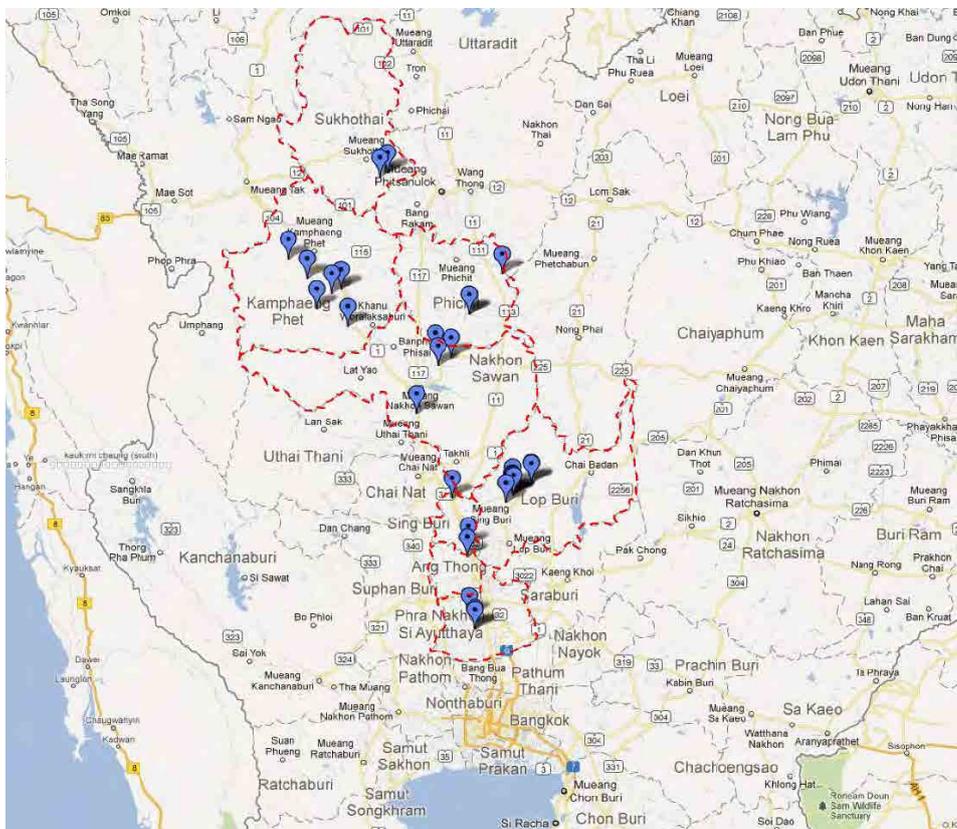


図 7.2-1 対象路線位置図

(3) 点検日程

今回行った点検日程は、以下の通りである。

表 7.2-2 点検日程

日程	対象県	点検路線
1月26日	シブツリー、ロップリー	(シブツリー) 3018, 4014, 3027, 5042 (ロップリー) 1008, 1030
1月27日	ロップリー	1030, 1017, 4001
2月1日	ナコンサワン、カムペンヘット	(ナコンサワン) 1111, 3104, 3103, 3009 (カムペンヘット) 1029, 1023, 1008, 4014
2月2日	カムペンヘット、スコタイ	(カムペンヘット) 4039, 1028 (スコタイ) 4046, 4022
2月3日	ピット	2040, 2029
2月7日	アーントン、アユタヤ	(アーントン) 4002 (アユタヤ) 4031, 4014

(4) 点検結果

1) 概要

DRR との協議で選定された路線に点在する橋梁の中で損傷被害が見つかった 30 橋についての点検概要を表 7.2-3 に示す。

表 7.2-3 点検橋梁リスト

No.	県名	路線名	橋梁名	座標		橋長 (m)	幅員 (m)	径間数	洪水時越流 の有無	損傷箇所					点検日	備考
				緯度	経度					A	B	C	D	E		
1	シンプリー	3018	3018.Br.1	N 15.3.15.31	E 100.19.13.67			7	無			✓	✓	✓	26/1/2012	
2	"	3027	3027.Br.1	N 14.46.43.19	E 100.24.59.54	45.2	9.7	5	有		✓				26/1/2012	
3	ロップリー	1008	1008.Br.1	N 15.1.42.73	E 100.38.2.73	20.5	9.5	2	無		✓				26/1/2012	
4	"	1030	1030.Br.1	N 15.4.25.59	E 100.40.42.41	20.0	9.0	3	有		✓				26/1/2012	
5	"	1030	1030.Br.2	N 15.4.36.95	E 100.40.33.30	16.0	9.1	3	無		✓	✓			26/1/2012	
6	"	1030	1030.Br.3	N 15.4.45.74	E 100.40.27.03	19.5	8.8	3	無		✓	✓	✓		27/1/2012	
7	"	1030	1030.Br.4	N 15.4.51.65	E 100.40.16.50	19.3	8.8	3	有		✓	✓		✓	27/1/2012	
8	"	1030	1030.Br.5	N 15.5.0.82	E 100.40.13.58	14.5	5.0	3	無		✓	✓	✓		27/1/2012	
9	"	1030	1030.Br.6	N 15.7.5.38	E 100.40.19.82	10.0	5.0	1	無						27/1/2012	
10	"	1017	1017.Br.2	N 15.8.47.02	E 100.46.58.54	15.1	9.8	3	無		✓	✓			27/1/2012	
11	"	1017	1017.Br.3	N 15.8.29.12	E 100.47.3.99	40.0	9.8	5	有			✓	✓		27/1/2012	
12	ナコーンサワン	1111	1111.Br.1	N 15.33.1.66	E 100.7.9.13	62.1	7.8	7	有			✓	✓		1/2/2012	
13	"	3104	3104.Br.1	N 15.49.25.32	E 100.14.14.56	15.0	9.8	3	無		✓	✓	✓		1/2/2012	
14	"	3103	3103.Br.1	N 15.52.21.44	E 100.18.54.85	80.0	9.8	8	有		✓	✓	✓		1/2/2012	
15	"	3009	3009.Br.1	N 15.53.44.28	E 100.13.13.00	80.1	10.1	8	有		✓	✓			1/2/2012	
16	カムベンベット	1029	1029.Br.1	N 16.3.1.16	E 99.42.49.61	21.1	8.8	3	無		✓	✓	✓		1/2/2012	
17	"	1023	1023.Br.1	N 16.15.49.30	E 99.40.16.32	9.9	9.1	1	有		✓	✓			1/2/2012	
18	"	1008	1008.Br.1	N 16.19.36.95	E 99.28.39.68	12.0	8.1	1	無		✓				1/2/2012	
19	"	4014	4014.Br.1	N 16.14.23.57	E 99.37.5.98	8.0	10.0	1	無		✓	✓			2/2/2012	
20	"	4039	4039.Br.1	N 16.9.5.01	E 99.31.41.09	30.0	8.0	3	無		✓	✓			2/2/2012	
21	"	1028	1028.Br.1	N 16.26.5.09	E 99.22.5.53	10.0	7.1	1	無		✓	✓	✓		2/2/2012	
22	スコータイ	4046	4046.Br.1	N 16.54.7.73	E 99.54.4.16	20.2	5.0	2	有		✓		✓		2/2/2012	
23	"	4022	4022.Br.1	N 16.55.56.49	E 99.56.29.36	18.1	9.8	3	無		✓	✓			2/2/2012	
24	ピチット	2040	2040.Br.1	N 16.21.11.09	E 100.36.46.22	8.0	8.0	1	無		✓		✓		3/2/2012	
25	"	2029	2029.Br.1	N 16.7.19.20	E 100.25.4.46	20.0	8.8	3	有		✓	✓	✓	✓	3/2/2012	
26	"	2029	2029.Br.2	N 16.7.17.27	E 100.25.8.57	12.0	10.0	2	有		✓	✓	✓	✓	3/2/2012	
27	アーントーン	-	Wat Bot	N 14.43.4.55	E 100.24.33.09	80.0	9.5	6	無		✓				7/2/2012	
28	アユタヤ	4031	4031.Br.1	N 14.22.31.01	E 100.25.23.76	22.0	9.0	3	有		✓	✓	✓		7/2/2012	
29	"	4014	4014.Br.1	N 14.18.27.78	E 100.27.9.15	26.0	10.0	3	無		✓	✓			7/2/2012	
30	"	4014	4014.Br.2	N 14.17.55.46	E 100.27.21.41	26.0	10.0	3	無		✓	✓	✓		7/2/2012	

(洪水による損傷箇所) A: 橋梁本体、B: 河床及び橋台前面・側面、C: 橋台背面、D: 取付道路、E: 護岸

2) 地域別損傷傾向

一般的にタイ国は4地域に大別されているが、今回被害が大きく調査対象となった県は北部地域（カムペーンペット県、スコータイ県、ナコーンサワン県、ピチット県）と中部地域（アーントーン県、アユタヤー県、シンブリー県、ロップリー県）に位置している。

北部地域は、比較的山岳地帯の多い地域であり、季節的に激しい鉄砲水が起こりがちである。

一方、中部地域はチャオプラヤ・デルタと呼ばれる肥沃な平地が広がっており、世界有数の稲作地帯となっている。

河川勾配は極めて緩やかであり、農村地域では至る所で灌漑用水路が整備されている。このような地形的特徴を考慮すると、前者は勾配の急な山間部で発生する流速の速い洪水(Flash Flow Flood)、後者は極めて勾配の緩やかな平野部で発生する流速の非常に遅い洪水(Inundation)が起こったのではないかと想像でき、今回被害を受けた橋梁ならびに取付道路の損傷特徴として、地域的に2つに大別されるのではないかと思われた。

しかし、今回訪れた橋梁の点検調査では、地域別で起因は違うかもしれないが、両地域の橋梁とも同じような箇所に損傷が見られ、明確な地域別損傷特徴は見当たらなかった。

理由としては、流速が遅いと考えられていた中部地域の河川及び灌漑用水路においても、対象橋梁付近では越流もしくは取付道路が決壊しており、その際の流速は速く、同じような被害をもたらしたのではないかと考えられる。

3) 橋梁種別損傷傾向

対象路線に存在する橋梁は、標準設計が適用されている橋長100m以下、支間長10m以下のRC橋梁がほとんどであった。ただし、少数ではあるが、チャオプラヤ川など主要河川に架かる橋長100m以上のPC橋梁もあった。これらのPC橋については、十分な桁下空間を有しており越流した痕跡もなく、今回の点検調査では橋梁本体・取付道路・護岸工に関して損傷は殆ど見られなかった。また、地方道路部(No.2 サラブリー)の話として、これらの比較的大規模の橋梁については、DRR本部内の調査・設計部(Bureau of Location and Design)が主体となって高水位や桁下空間等の検討も含め、計画・設計を行なっているという話であった。加えて、現地聞き取り調査でも地域住民の話として、今回の洪水時には周辺地域は冠水したが、橋面上だけは冠水しなかった為、避難場所として橋梁が使用されたという話もあった。

一方、標準設計で建設されているRC橋(支間長5~10m)については、今回の洪水により越流もしくは取付道路が冠水・決壊したという橋梁が多く存在していた。これらの橋梁については、取付道路及び護岸工などに甚大な被害を受けていた。標準設計を用いて建設されたほとんどの橋梁は、地方道路部もしくは県地方道路事務所技術班において計画・設計されているが、洗掘対策、高水位・桁下空間等の検討はそれ程行われずに建設されている。

4) 部位における損傷傾向

前述のように損傷被害が発見された橋梁はすべて標準設計で建設された橋梁であったが、その損傷の多くは河床、護岸及び取付道路で見つかっている。

橋梁本体に関しては、橋脚・橋台周辺が洗掘され、下部工基礎（底版および基礎杭）の根入れ部が露出している橋梁が多く見受けられた。

この場合、水平力に対して抵抗する地盤が損失しており、杭基礎に過大な曲げモーメントが発生し、杭基礎自体が損傷する恐れがある。加えて、下部工支承部での水平変位はより大きくなるので、このまま放置し続けると落橋する可能性もある。

その他にも、施工不良が原因と考えられる損傷が数箇所確認されたが、これらについては、それ程緊急性の高い損傷ではなかった。

今回確認された洪水による代表的な損傷は、以下の通りである。

- ・ 橋台、橋脚周辺の河床洗掘及び下部工基礎根入れ部の露出
- ・ 橋台背面裏込め材流出
- ・ 取付道路法面損傷・崩壊
- ・ 取付道路舗装沈下・流出
- ・ 護岸工の損傷・崩壊
- ・ 橋梁本体の損傷（洪水被害ではない）

また、橋梁付近だけではなく対象路線上には冠水・越流による道路流出や路肩浸食・崩壊などの被害も多く見られた。

道路損傷箇所については、すでに補修が完了していたり、現在施工中だった現場もあったが、未だに手付かずで放置されている箇所も見受けられた。

補修が完了していた箇所についても、土嚢などを用いた応急的な補修がほとんどであり、将来的には再補修が必要である。

a) 橋台、橋脚周辺の河床洗掘及び下部工基礎根入れ部の露出

河床整備が行われておらず、建設当初に比べて下部工周辺の河床が1~2m程度下がっている橋梁が多い。また、河床低下により下部工基礎根入れ部が露出している橋梁もある。他にも過去に改修されている橋梁においては、旧橋の下部工が残置されており、その為、局部洗掘や河積阻害を生じている橋梁もある。

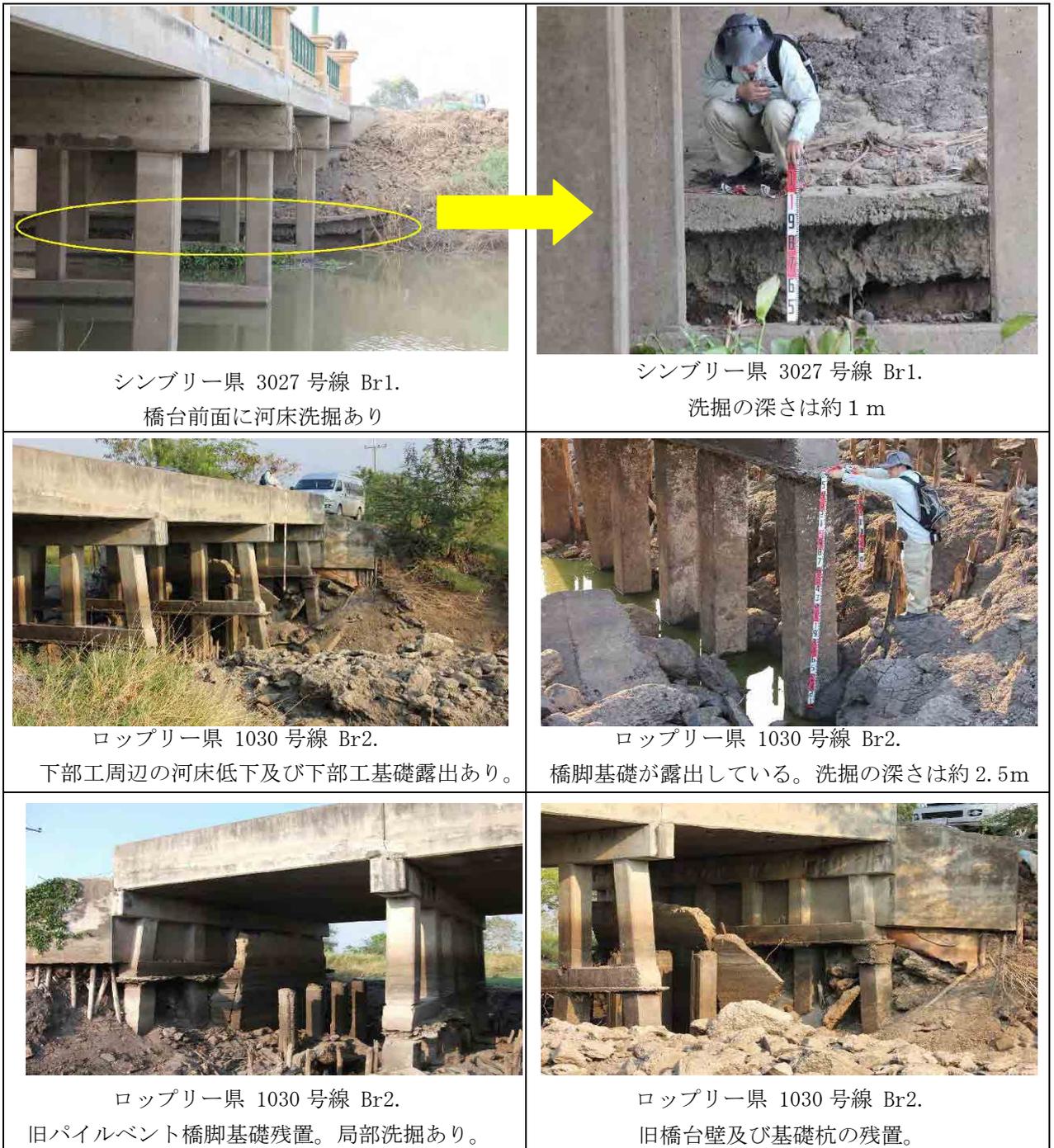
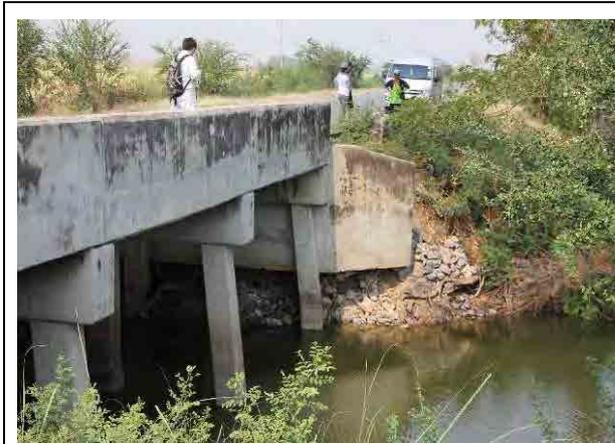


写真 7.2-1 橋台橋脚付近の河床洗掘及び下部工基礎根入れ部の露出(1)



ロップリー県 1017 号線 Br2.
橋台前面河床洗掘



ナコーンサワン県 3103 号線 Br1.
橋脚周り局部洗掘



カムペンペット県 1029 号線 Br1.
橋台前面河床洗掘



カムペンペット県 1023 号線 Br1.
橋台前面河床洗掘



アユタヤー県 4014 号線 Br1.
橋台前面河床洗掘



アユタヤー県 4014 号線 Br2.
橋台前面河床洗掘

写真 7.2-2 橋台橋脚付近の河床洗掘及び下部工基礎根入れ部の露出(2)

b) 橋台背面裏込め材流出

橋台周辺の洗掘、護岸工の崩壊、冠水・越流による吸出しにより、橋台背面裏込め材が流出している。対象となる橋台はパイルベント橋台となっており、各ベント間にコンクリートの横壁を設置して橋台背面盛土材の流出を防護している。しかし、横壁の下端は建設時の河床高までとなっており十分な根入れが施されていない為、河床洗掘が進むに連れ、横壁下方より裏込め材の吸出し・流出が進んでいる。



ロップリー県 1030 号線 Br2.
橋台背面裏込め材流出
応急的に木杭で土留めを行っている。



ロップリー県 1030 号線 Br3.
橋台前面横壁下方より裏込め材流出



ロップリー県 1030 号線 Br4.
橋台側面横壁下方より裏込め材流出



ロップリー県 1030 号線 Br4.
橋台前面横壁下より裏込め材流出



カムペーンペット県 1008 号線 Br1.
橋台前面横壁下より裏込め材流出



ピチット県 2040 号線 Br1.
橋台前面の横壁下方より裏込め材流出

写真 7.2-3 橋台背面裏込め材流出(1)

	
<p>カムペーンペット県 1029 号線 Br1. 橋台背面裏込材が流出し、橋台背面舗装道路の一部が陥没している。</p>	<p>カムペーンペット県 1029 号線 Br1. 橋台背面裏込材の流出(陥没の深さ 2.3m)</p>
	
<p>カムペーンペット県 4014 号線 Br1. 橋台前面より裏込め材が流出している。木杭にて一時的な防護工を行っているが、流出は止まっていない。</p>	<p>カムペーンペット県 1023 号線 Br1. 橋台前面及び側面より裏込め材流出。木杭・土嚢にて一時的な防護工を行なっている。</p>
	
<p>ナコーンサワン県 3103 号線 Br1. 橋台背面裏込め材の流出。ガードレールの支柱が見える。</p>	<p>ピチット県 2029 号線 Br2. 橋台背面裏込材が流出し、橋台背面舗装道路の一部が陥没していたが、一時的に土砂で裏込めを行っている。</p>

写真 7.2-4 橋台背面裏込め材流出(2)

c) 取付道路法面損傷・崩壊及び路肩部の沈下

冠水・越流による盛土材・路盤材などの吸出しや橋台前面及び側面からの裏込め材流出により取付道路の路肩部沈下・崩壊や舗装クラックが発生している。



スコタイ県 4046 号線 Br1.
取付道路舗装に長さ約 5m のクラック発生
路肩部分が吸い出され、沈下している。



ピチット県 2040 号線 Br1.
路肩部の沈下により取付道路の舗装に
格子状のクラックが発生している



ナコーンサワン県 3104 号線 Br1.
手前側は越流により完全に路肩が流出している。
奥側は取付道路が流出して仮橋が架かっている。



アユタヤー県 4014 号線 Br1.
越流により道路法面・路肩崩壊
応急的に土嚢で補修されている。



アユタヤー県 4014 号線 Br2.
取付道路橋軸方向に長さ約 30m のクラックが発生
している。吸出しによる路肩の沈下もある。



アユタヤー県 4014 号線 Br2.
橋台背面取付道路の法面崩壊、路肩沈下
ガードレールが下がり傾いている。

写真 7.2-5 取付道路法面損傷・崩壊及び路肩部の沈下

d) 取付道路沈下・流出

冠水・越流による吸出しで橋台背面の取付道路が沈下したり、盛土が流出しているケースもあった。橋台背面の盛土が完全に流出している箇所では応急的に仮設橋を架けられていた。



写真 7.2-6 取付道路沈下・流出

e) 護岸工損傷・崩壊

橋梁周辺の護岸工にも洗掘被害が見受けられた。橋台周辺には石張りなど護岸工が施されていたが、根入れもしくは根固めが十分ではなかった為、護岸工底面及び背面が洗掘され、損傷・崩壊が起こっている。



ロップリー県 1030 号線 Br4.

橋梁下流に護岸工が崩壊して法面も崩れている。民家の塀も崩れ落ち、このまま放置しておく次の雨期には家屋倒壊の危険がある。



ロップリー県 1030 号線 Br5.

洪水時に水が背面に入り込んで洗掘を起こしたと考えられる。応急的に法尻に木杭を打込み防護しているが、危険な状態である。



スコータイ県 4022 号線 Br1.
橋台前面河床洗掘



スコータイ県 4022 号線 Br1.
橋台前面護岸工崩壊



ナコーンサワン県 3103 号線 Br1.
護岸工崩壊。洗掘の深さは 1.8m



ピチット県 2029 号線 Br2.
護岸工背面吸出し。護岸工損傷。

写真 7.2-7 護岸工の損傷・崩壊

f) 対象路線上の道路損傷

対象路線の道路区間においても、冠水・越流による路肩浸食・崩壊などの損傷被害が多く見られた。



シンブリー県 4014 号線

越流により道路が約 50m 区間流出した。現在は復旧工事が行なわれており、法面には吸出し防止材が敷かれている。



シンブリー県 5042 号線

越流により盛土材が吸い出され、路肩が沈下している。路肩が沈下した影響で長さ約 15m、幅 10cm のクラックが生じている。応急的な処置として法尻に木杭を打込んで法面防護を行なっている。



ロップリー県 1017 号線

路肩が崩壊している。



ナコーンサワン県 1111 号線

越流による路肩崩壊（延長約 200m、高さ 1.7m）



スコータイ県 4046 号線

越流による路肩崩壊（延長約 30m、高さ 4m）



アーントーン県 4002 号線

越流による路肩崩壊（延長約 20m、高さ 0.7m）

写真 7.2-8 道路路肩・法面の浸食、損傷

g) 洪水被害ではない損傷 (施工不良)

施工不良や交通事故が原因と見られる損傷があった。緊急的には処置をしなくて良いが、中長期的な維持管理の観点から将来的には補修・補強を行った方が良いと考えられる。



写真 7.2-9 洪水被害ではない損傷

7.3 被災状況の分析結果

被災箇所・上下流の状況や地域住民からの聞き取り調査結果等から推測すると、今回、発見された損傷に関する被害進行は、大まかに分類すると以下の4 Case が考えられる。

7.3.1 橋台及び橋脚周りの河床洗掘による基礎杭根入れ部の露出 (Case 1)

橋台及び橋脚周りの河床洗掘により下部工基礎杭根入れ部が露出している。そのため、杭基礎には過大な曲げモーメントが発生し、損傷の恐れがある。また、そのまま放置し続けると下部工自体が傾き、落橋する可能性もある。

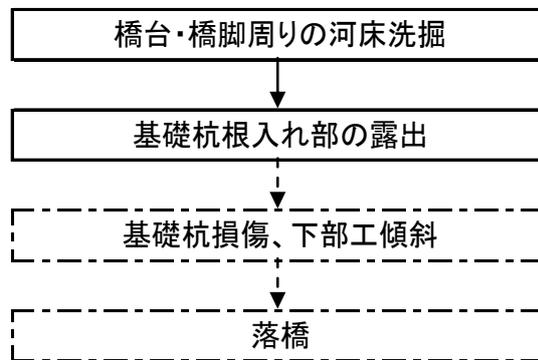


図 7.3-1 損傷フロー (Case 1)



写真 7.3-1 河床洗掘による基礎杭の露頭

7.3.2 橋台周辺護岸工の陥没・崩壊 (Case 2)

橋台周り護岸工基礎周辺の河床洗掘により護岸工基礎部に空洞が発生し、護岸工背面の土砂が流出した結果、護岸工が陥没、崩壊したと考えられる。原因としては、護岸工基礎の根入れ不足や基礎工周辺の根固めが十分に行なわれていなかったことが挙げられる。損傷までのフローを以下に示す。

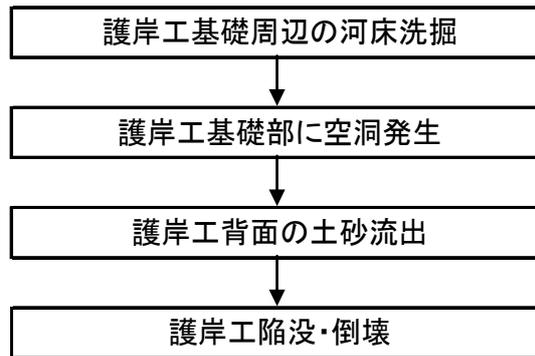


図 7.3-2 損傷フロー (Case 2)



写真 7.3-2 橋台周辺護岸工の陥没・崩壊

7.3.3 橋台背面裏込材流出による取付道路舗装沈下・クラック及び空洞発生 (Case 3)

標準設計で建設されている橋台はパイルベント橋台となっているが、各ベント間の土留め用コンクリート横壁の根入れが十分ではない為、橋台前面の河床洗掘が進むに連れ、横壁下方より裏込め材の流出が進んでいる。流出が深刻な現場では、踏み掛け版の下方に高さ1 mを越える空間を生じていたり、踏み掛け版の沈下による舗装沈下やクラックも発生している。損傷までのフローを以下に示す。

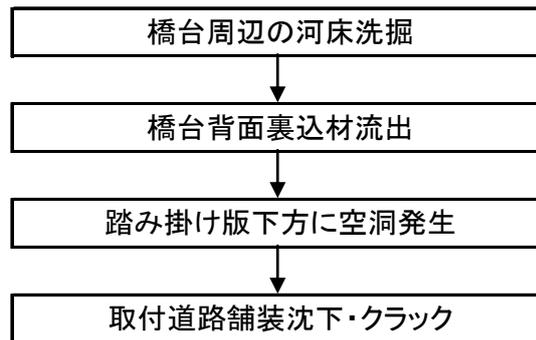


図 7.3-3 損傷フロー (Case 3)



写真 7.3-3 取付道路舗装沈下・クラック及び空洞発生

7.3.4 冠水・越流による取付道路流出及び法面浸食・崩壊 (Case 4)

取付道路の冠水により流水が盛土部に浸透し、地盤の粘着力が低下したことにより法面のすべり破壊、洪水時の圧力変動による吸出し・浸食が起こっている。また、路肩や橋台ウイング背面において越流による上方からの浸食も起こっている。損傷までのフローを以下に示す。

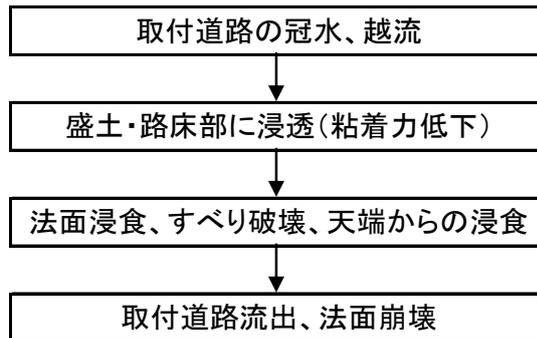


図 7.3-4 損傷フロー (Case 4)



写真 7.3-4 取付道路流出及び法面浸食・崩壊

7.4 異常時（洪水時）維持管理の課題

DRR は、2011 年洪水により損害を受けた個所を回復するための予算（4000Mil.B）を獲得しており現在執行中である。

現在のところ、洪水による損傷個所の原形復旧をおこなっているが、復旧方法は、それぞれの地方事務所にまかされており、地方事務所では過去の経験に基づき復旧工事を実施している。

しかし、原形復旧をしても次年度以降に発生する洪水により今回と同じような損傷を受けることが予想される。そこで、予算の効率的な執行の観点から、洪水に脆弱な既設橋梁を損傷が生じにくい耐久性のある橋梁及びアプローチ部への技術的アドバイスを DRR より求められている。

今回実施した緊急点検結果によると、下記の損傷が顕著に見られた。

- ・ 河床侵食
- ・ 橋台背面の裏込め材流出
- ・ 護岸工の損傷・崩壊
- ・ 取付道路の法面損傷，崩壊，路面沈下
- ・ 取付道路の流出

これらの損傷の原因をより詳細に推定し、機能を向上させるための対策が課題と考えられる。

第8章 洪水災害対策の検討

8.1パイロット橋梁における洪水対策検討

本案件では、洪水対策工法の計画、施工を通じたタイ国への技術指導を行うことを目的としているために、タイ国で一般的な洪水被害を生じている橋梁をパイロット橋梁として選定した。

洪水対策をパイロット橋梁に適用する際の施工費用は、DRR の予算により執行される。その予算や DRR の要求事項を考慮しながら、洪水対策工法の選定や施工方法を DRR 職員ならびに C/P との協議によって決定した。

したがって、パイロット橋梁は DRR の要望を伺い 2 回の協議を経て、緊急点検を実施した 8 県 30 橋梁（取り付け道路を含む）の中から 2 橋を選定した。

パイロット橋梁の選定方法およびパイロット橋梁における洪水対策の設計・施工に関する全体の流れを図 8.1-1 に示す。

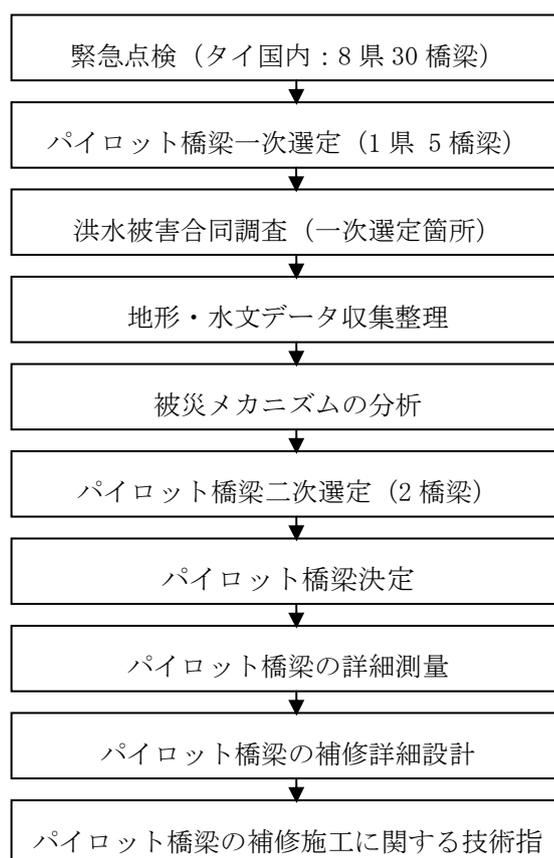


図 8.1-1 パイロット橋梁選定および対策工検討フロー

8.1.1 パイロット橋梁の一次選定

パイロット橋梁の選定については、DRR 本部内の計画部(Bureau of Planning)、調査・設計部(bureau of Location and design)及び維持管理部(Bureau of Road Maintenance)の代表者と協議を行い、第2回洪水被害調査(2012年1月~2月)において緊急点検を行った8県30橋梁の中から5橋梁を一次選定検討箇所として抽出した。

(1) 選定方法

洪水に伴う橋梁および取り付け道路の被害状況を確認するため、DRR 職員(本部および地方事務所)とともに簡易的測量や、その方法の技術指導を行いながら、被災メカニズムを分析することをパイロット橋梁選定の第一段階の目的にしている。

パイロット橋梁の一次選定を行うために、現地被災状況を4~5箇所程度確認し、Table 8.1-1に示すように、対象リストを参考してDRR 職員と協議した。

パイロット橋梁一次選定対象リストは、緊急点検により確認された損傷箇所数や損傷度の大きい箇所数に伴う検討対象優先順位を示しており、これをDRR 職員に提案した。

表 8.1-1 パイロット橋梁一次選定対象リスト

No.	橋名	路線名	橋梁名	座標		橋長(m)	幅員(m)	径間数	水門近接	家屋近接	橋長30m以上	橋台巻込護岸	橋台連続護岸	洪水時越流	損傷箇所・損傷levelの大きい箇所					チェック回数	検討対象緊急度	取付道路検討対象	点検日	備考			
				A	B										C	D	E										
				箇所	箇所										箇所	箇所	箇所										
1	シンプリー	3018	3018.1	N 15.31531	E 100.191367			7	✓													6			26/1/2012		
2		3027	3027.1	N 14.464319	E 100.245954	45.2	9.7	5		✓												1			26/1/2012		
3		1008	1008.1	N 15.14273	E 100.38273	20.5	9.5	2														1			26/1/2012	被災影響低い	
4		1030	1030.1	N 15.42559	E 100.40421	20.0	9.0	3														1	④	✓	26/1/2012		
5		1030	1030.2	N 15.43695	E 100.403320	16.0	9.1	3														3	②	✓	26/1/2012		
6		1030	1030.3	N 15.44574	E 100.402703	19.5	8.8	3		✓													3		27/1/2012		
7	ロップリー	1030	1030.4	N 15.45185	E 100.401850	19.3	8.8	3		✓													3		27/1/2012		
8		1030	1030.5	N 15.5082	E 100.401358	14.5	5.0	3															2		27/1/2012		
9		1030	1030.6	N 15.7538	E 100.401982	10.0	5.0	1															0		27/1/2012	被災影響極小	
10		1017	1017.2	N 15.84702	E 100.485854	15.1	9.8	3															2	③	✓	27/1/2012	
11		1017	1017.3	N 15.82912	E 100.47399	40.0	9.8	5		✓													2		27/1/2012		
12		1111	1111.1	N 15.35186	E 100.7913	62.1	7.8	7		✓													2		1/2/2012		
13	ナコーンサワン	3104	3104.1	N 15.492532	E 100.141456	15.0	9.8	3															4	①	✓	1/2/2012	
14		3103	3103.1	N 15.522144	E 100.185485	80.0	9.8	8		✓													3		1/2/2012		
15		3009	3009.1	N 15.534428	E 100.131300	80.1	10.1	8		✓													2		1/2/2012		
16		1029	1029.1	N 16.3116	E 99.424961	21.1	8.8	3															3	②'	✓	1/2/2012	
17		1023	1023.1	N 16.154930	E 99.401632	9.9	9.1	1															2		1/2/2012		
18	カムーンベト	1008	1008.1	N 16.193695	E 99.283968	12.0	8.1	1															1		1/2/2012		
19		4014	4014.1	N 16.142357	E 99.37598	8.0	10.0	1															2		2/2/2012		
20		4039	4039.1	N 16.9501	E 99.314109	30.0	8.0	3		✓													2		2/2/2012		
21		1028	1028.1	N 16.26509	E 99.22553	10.0	7.1	1															3	②'	✓	2/2/2012	
22	スコタイ	4046	4046.1	N 16.54773	E 99.54416	20.2	5.0	2															2		2/2/2012		
23		4022	4022.1	N 16.555649	E 99.562936	18.1	9.8	3															2		2/2/2012		
24		2040	2040.1	N 16.211109	E 100.384622	8.0	8.0	1															2		3/2/2012		
25	ピナット	2029	2029.1	N 16.71920	E 100.25446	20.0	8.8	3															4	①'	✓	3/2/2012	全体改修計画あり
26		2029	2029.2	N 16.71727	E 100.25857	12.0	10.0	2															4	①'	✓	3/2/2012	全体改修計画あり
27	アーントーン	-	Wat Bot	N 14.45455	E 100.243309	80.0	9.5	6		✓													1		7/2/2012		
28		4031	4031.1	N 14.223101	E 100.252376	22.0	9.0	3		✓													3		7/2/2012		
29	アユタヤ	4014	4014.1	N 14.182778	E 100.27915	26.0	10.0	3		✓													2		7/2/2012		
30		4014	4014.2	N 14.175546	E 100.272141	26.0	10.0	3		✓													3		7/2/2012		

(洪水による被災箇所) A: 橋梁本体, B: 河床及び橋台前部・側面, C: 橋台背面, D: 取付道路, E: 護岸

本プロジェクト内で、検討するためには厳しい要因に該当する項目(※原則該当する場合は、対応不可に区分)

本プロジェクト内で、検討するためには厳しい要因に準じる項目

現地調査写真による構造想定(※橋台巻込護岸: 橋梁部で河川幅が縮小し護岸が橋台を巻き込む構造、橋台連続護岸: 河川幅がほぼ一律で護岸を有する構造)

本プロジェクト内で、検討対象とする橋梁周辺部の取り付け護岸(※損傷項目数の多さにより緊急度をランク付け)

本プロジェクト内で、検討対象とする取付道路

本プロジェクト内で、検討対象とする橋梁周辺部の取り付け護岸(※損傷項目数の多さにより緊急度をランク付け)(※遠距離という理由だけで否定しない場合の想定箇所)

(2) 選定結果

2012年5月4日午前、DRR本部の3部門（計画部、調査・設計部、維持管理部）の洪水対策に関するカウンターパートとパイロット橋梁一次選定箇所の協議を行った。

洪水による被災状況の優先順位付けと DRR 本部および地方事務所との連携状況に配慮してロブリー県内の5橋梁を一次選定箇所として選定した。

表 8.1-2 パイロット橋梁一次選定結果（ロブリー県内）

	橋梁名	橋長(m)	幅員(m)	径間数
1	1017-2	15.1	9.8	3
2	1030-1	20.0	9.0	3
3	1030-2	16.0	9.1	3
4	1030-3	19.5	8.8	3
5	1030-4	19.3	8.8	3



写真 8.1-1 パイロット橋梁一次選定協議（2012/5/4 実施）

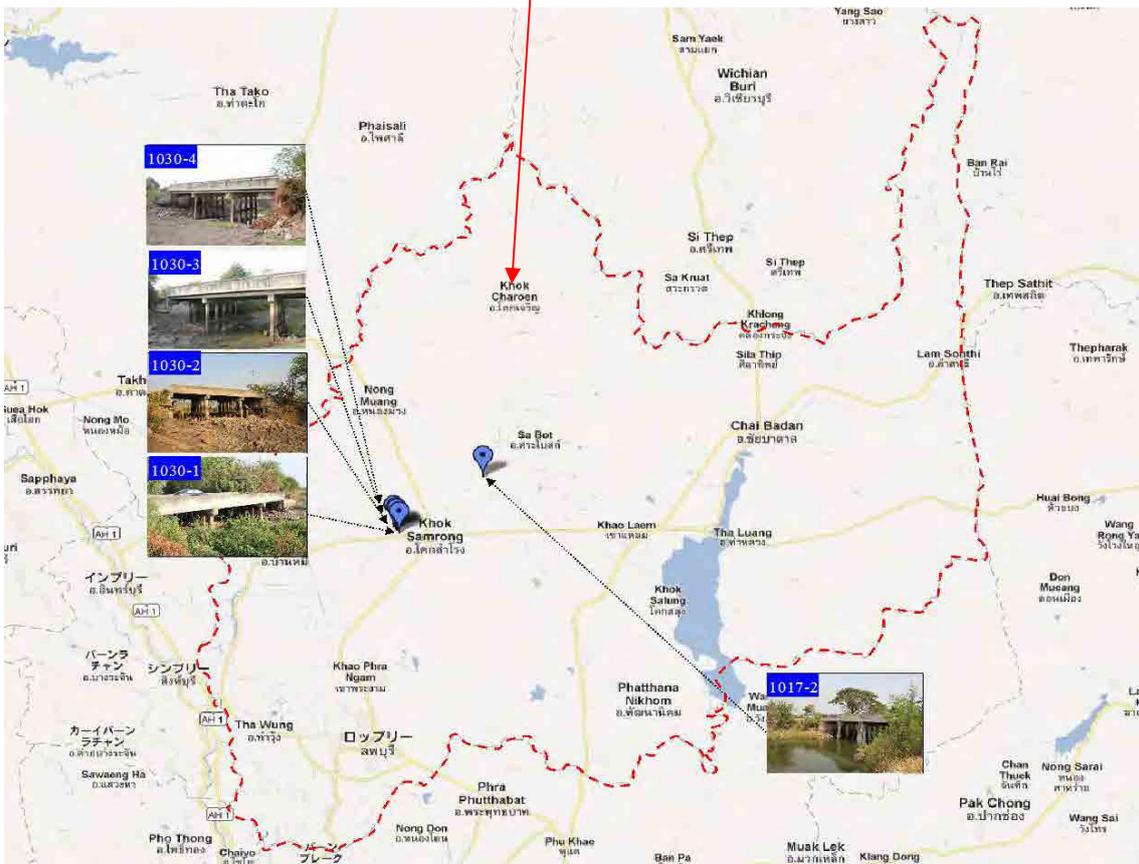
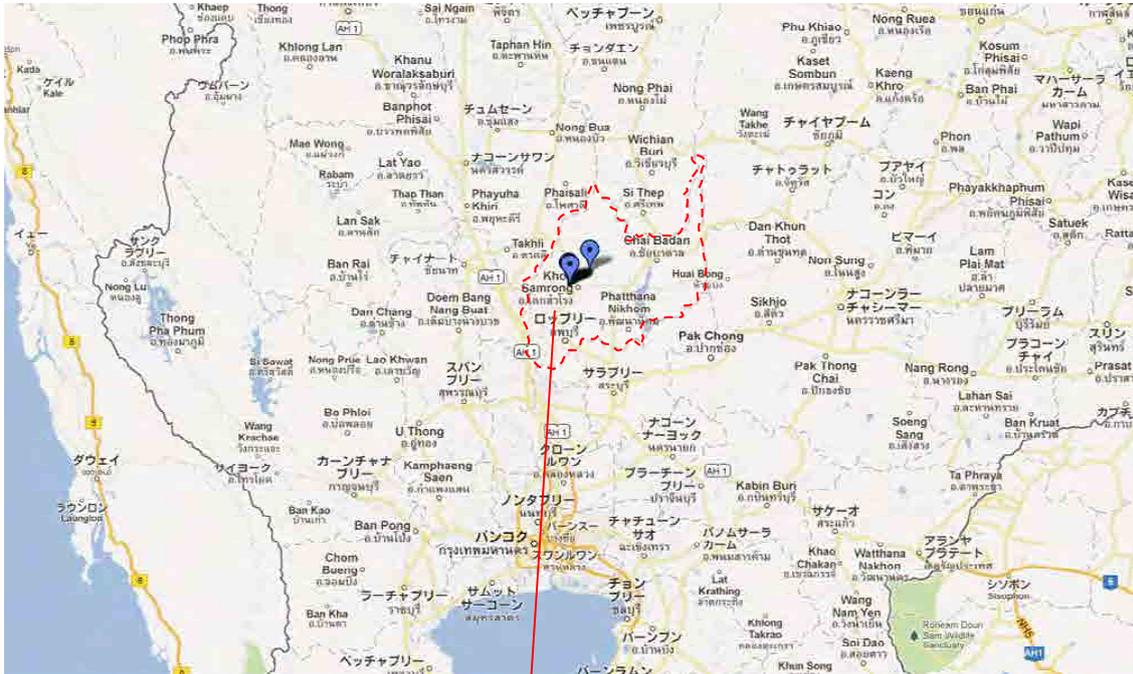


図 8.1-2 パイロット橋梁一次選定位置図

8.1.2 合同調査による洪水被災状況の確認

パイロット橋梁の一次選定で選定された5箇所において、洪水被災状況の確認や対策工の検討に必要な設計流速を算出するため JICA study team と DRR 職員は合同調査で簡易的な河川断面測定を実施した。

(1) 確認方法

現地合同調査を行う前に、洪水被災状況を確認する方法や流速の算出方法に関する事前レクチャーを DRR 地方事務所で開催した。

現地で簡易的な測量機材（ポール、スタッフ、テープ）を用いて洪水による被災平面範囲や河床洗掘状況を確認する。

また、洪水時においては河川断面内に近づくことが容易ではないため、レーザー距離計により確認方法を現地で紹介した。

1) 確認方法

合同調査において確認した項目は、以下の通りである。

- ・被災延長
- ・流路断面の変化点
- ・洗掘深さ
- ・旧橋台や残置基礎杭

2) 準拠基準

合同調査において参考とした準拠基準は、以下の通りである。

- ・公共土木施設災害復旧の災害査定写真の撮り方(平成5年6月 建設省河川局防災課監修)
- ・美しい山河を守る災害復旧基本方針(平成18年6月 建設省河川局)
- ・堤防等河川管理施設及び河道の点検要領案(平成23年5月 国土交通省河川局)

(2) 調査日程

被災状況の調査日程は、DRR 本部および地方道路事務所と以下の様に調整した。

表 8.1-3 パイロット橋梁一次選定調査日程（ロブリー県内）

日時		調査対象橋梁名
2012/5/15	午前	現地作業事前レクチャー
	午後	1017-2
2012/5/16	午前	1030-1
	午後	1030-2
2012/5/17	午前	1030-3
	午後	1030-4

**写真 8.1-2 現地作業事前レクチャー（2012/5/15 実施）**

(3) 確認状況

現地作業は、DRR 職員のうちロブリー県地方道路事務所のテクニシャン (Technician) が3人1組となり、被災状況の計測を主に行った。テクニシャンは、トータルステーションなど測量機械を利用した詳細測量を日常業務で経験している熟練技術者である。

また、被災延長が100m以上の長い区間においては、テープ張りなどDRR職員と協力して、現地被災状況の確認を行った。



写真 8.1-3 テープによる被災延長の測定状況



写真 8.1-4 ポールによる洪水被害変化点断面の測定状況

現地作業の最初2日間は、JICA study team がテクニシャンに対し被災状況確認作業に関する指示・指導を行った。3日目は、ロッブリー県地方道路事務所の職員主導の下、現地確認作業を行い、JST からの特に大きな指摘事項も無く無事現場確認作業を完了した。

また、3日間の現地作業終了時に、DRR 職員の現地確認出席者に対して簡易被災形態確認に関するアンケートを実施した。



写真 8.1-5 河床洗掘、既設橋台・基礎杭残置の測定状況



写真 8.1-6 現地作業終了後の確認作業に対するアンケート記入状況

(4) 確認結果

現地確認を行った箇所における平面図は無いため、現地平面概略図を作成し断面変化区間や「ため池」などの主要変化地形構造を整理した。

また、断面変化部の横断図はポールやスタッフを利用した現地簡易測量成果は、CAD 図面化して整理した。

なお、現地確認を行った 5 橋梁における作業状況や CAD 図面化整理した資料一式は、Appendix 8-1, 8-2 に示す。

8.1.3 被災メカニズムの分析

日本国内では、道路施設に関する点検要領^{*}の中で「橋梁基礎洗掘の可能性や橋台周辺護岸の安定性および下部構造の安定性」を評価する指標が存在する。その指標を Table 8.1-4 に示す。

表 8.1-4 橋梁基礎の洗掘安定度に寄与する要因一覧

項目	要因
全体	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 河道の特性 <ul style="list-style-type: none"> ・河床勾配 ・架橋位置（水衝部・深掘部）
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 橋梁の構造 <ul style="list-style-type: none"> ・架設年代 ・最小径間長 ・河積阻害率 ・桁下高
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 災害発生頻度
橋台	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 橋脚と堤防法先との離れ
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 橋台の設置位置
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 洗掘に対する安定性（基礎の根入れ）
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 橋脚の前面、周辺の護岸
橋脚	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 橋脚の構造
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 流向と橋脚の交差角
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 洗掘に対する安定性（基礎の根入れ）
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 洗掘対策工

【※参考】

本「点検要領」は、平成 18 年 9 月 29 日付け事務連絡（国土交通省 道路局 国道・防災課 課長補佐、道路防災対策室課長補佐、地方道・環境課課長補佐、有料道路課課長補佐 連名）、「道路における災害危険箇所の再確認について」の実施要領、第 4 条（2）に該当するもので、参考資料として配布されたものである。また、点検要領は一般社団法人 全国地質調査業協会連合会における道路防災点検技術者の専用サイト（<http://www.geocenter.jp/lec-road/index.html>）より入手可能である。

日本国内で多くの道路管理者に利用され点検要領内に示される「橋梁基礎の洗掘の可能性や橋台周辺護岸の安定性および下部構造の安定性」の確認項目に対し、タイ国内における合同調査（2012/5/15～17）で確認できた被災形態の中で最も顕著なことは『**流向と橋梁全体の交差角**』であった。表 8.1-5 に整理して示す。

現地合同調査において、日本国内では原則禁止されている『**パイルベント橋脚**』が**すべての橋梁に適用**されていることを確認した。（※洪水時に渦流を起こしやすく、橋脚の周辺に異常洗掘を生じやすいとともに橋脚の安定性のうえからも好ましくない。出典：改訂 解説・河川管理施設等構造令 p.298）

このパイルベント橋脚構造は、タイの標準設計として認められているため、新規橋梁に関する標準設計に対して洪水対策の観点からは、改訂が望ましいとのアドバイスが必要となる。

また、河積阻害率に対する配慮が欠落していることを現地合同調査において確認することができた。つまり、『**既設橋梁改修時に橋台や基礎杭が残置されたまま**』であった。

さらに、DRR 職員にヒアリングして確認できた中で大きな問題点を挙げると、『**灌漑水路の横断橋梁構造として検討する際に排水量や桁下高や適切な橋台位置の概念は無く、単純に標準設計を適用しているだけである。**』ことである。

表 8.1-5 一次選定箇所の現地合同調査による被災区分一覧（ロブリー県内）

	被災区分 1	被災区分 2
概要図		
概要	流向と橋梁全体の交差角が 10° 以上程度であり、下流側の堤防における侵食被害が多く確認された。	流向が橋梁部において、急激に直交することにより橋台周辺の洗掘深が 2.0m 以上確認された。
区分 橋梁	1017-2 橋梁 1030-1 橋梁 1030-3 橋梁	1030-2 橋梁 1030-4 橋梁

8.1.4 パイロット橋梁の二次選定

パイロット橋梁二次選定の協議は、当初 DRR 本部内において開催する計画であった。しかし、一次選定において合同踏査したロッブリー県および周辺の県地方道路事務所の職員が、DRR 本部での会議に参加することが困難であり、地方での会議開催を要請された。

したがって、一次選定でパイロット橋梁候補の5橋梁が存在するロッブリー県を管轄する地方道路部2 (Bureau of Rural road 2 Saraburi) において協議を行い、2橋梁をパイロット橋梁として選定した。

(1) 選定方法

合同調査を実施した一次選定の5橋梁に対し、洪水被災範囲や被災程度を整理し、洪水による被災メカニズムを分析した。

被災メカニズムとしては、大きく2パターンに区分(表 8.1-5 参照)されることがわかり、一次選定5橋梁の中から被災パターンが異なり、被災程度が大きいものを1つずつ選定することを DRR 職員に提案した。

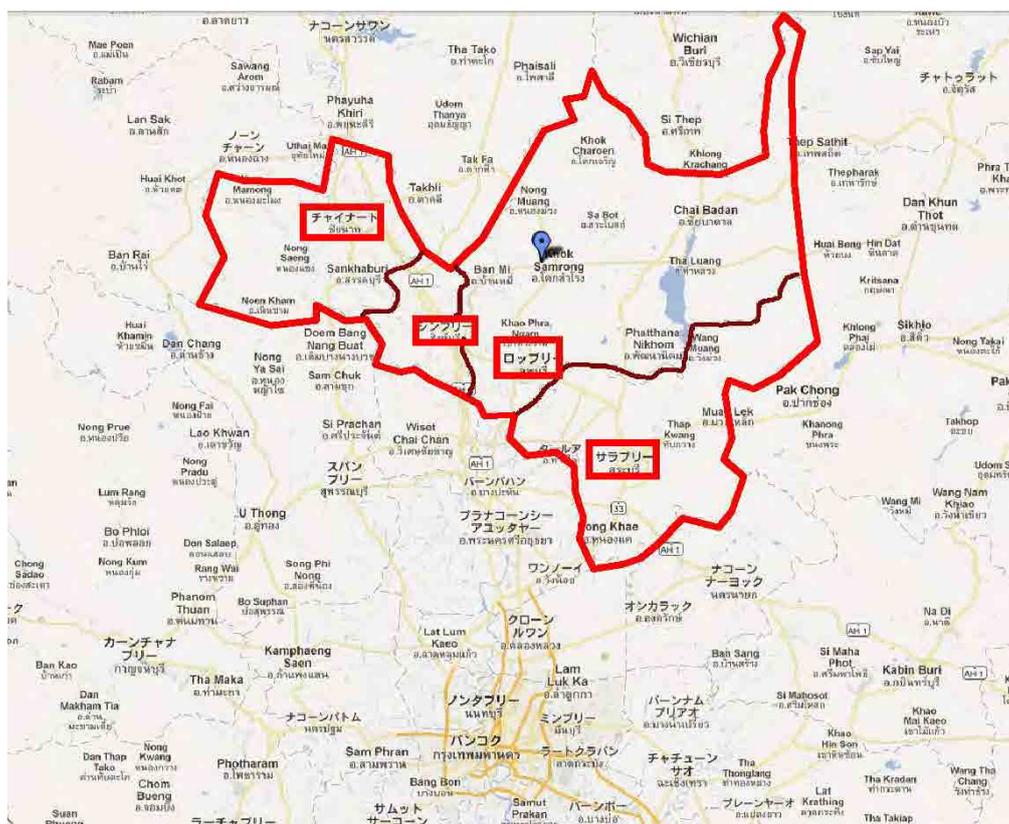


図 8.1-3 「DRR 地方道路部 2」の管轄範囲とパイロット橋梁の位置図

(2) 選定結果

2012年5月22日午前 DRR 本部(計画部、維持管理部)のカウンターパートと地方道

路部2の管轄地方道路事務所職員一同とパイロット橋梁二次選定箇所の協議を行った。

地方道路部2の部長が協議の中心となり、各地方道路事務所職員の意見や要望を調整して、最終的にDRRの要望をとりまとめた。

パイロット橋梁は、最終的に以下に示す2箇所が選定された。パイロット橋梁を対象として、詳細測量および設計検討・施工に対する技術指導を行い、洪水復旧対策マニュアルを作成する。

なお、パイロット橋梁の選定に漏れた3箇所に関してはDRR職員が洪水対策マニュアルを参考に自ら設計検討を行う方針とし、その検討内容に関して技術的指導を行うこととした。

表 8.1-6 パイロット橋梁二次選定結果（ロブリー県内）

	橋梁名	橋長(m)	幅員(m)	径間数
1	1030-2	16.0	9.1	3
2	1030-3	19.5	8.8	3



写真 8.1-7 パイロット橋梁二次選定協議（2012/5/22 実施）

8.1.5 パイロット橋梁の詳細測量

(1) 調査方法

DRR 地方道路部 2 の C/P (Mr. Palachai) が、テクニシャンに指示し測量機器（トータルステーション）を利用して、現況地形の測量を実施した。

現地測量結果は、C/P が CAD による図化を行い、DRR 本部の C/P へ mail により報告が行われた。

DRR 本部の C/P から Email により、パイロット橋梁の現地測量 CAD データを受領した。

(2) 調査日程

2012/6/4～6/6 の三日間で、DRR がパイロット橋梁 2 橋の現地測量を実施した。

(3) 測量結果

DRR 本部の C/P から受領した CAD データ内容を確認し、DRR 職員と合同現地踏査した際に残置されたままの旧橋の橋脚などが測量図面に反映されていないことを指摘した。

DRR 地方道路部 2 の C/P から、合同現地踏査の際に旧橋の橋脚などは洪水時に流れを阻害するため撤去した方が良いとアドバイスされたため緊急予算を確保し、地元雇用で人力により撤去したとの報告を受けた。

2012 年 7 月の渡航時に旧橋の橋脚などが撤去されていることを現地で確認した。（写真 8.1-8 参照）

測量を指揮した DRR 地方道路部 2 の C/P にヒアリングしたところ、『今回依頼された詳細測量は、通常業務内容とは異なるため少し難易度が高く感じたが、特に支障となるような問題は無い。』との回答を得た。

DRR 本部から mail により受領した CAD データを利用して、パイロット橋梁の対策工設計図を作成した。

なお、詳細測量を行い、対策工設計図としてとりまとめた資料一式は、Appendix 12 に示す。



写真 8.1-8 パイロット橋梁(1030-2)における旧橋脚撤去状況の確認対比

8.1.6 パイロット橋梁の詳細設計

パイロット橋梁の詳細設計にあたっては、今後 DRR 職員が主体となって、洪水対策設計を実施する必要があるため、『洪水災害対策・復旧マニュアル』に準拠するよう配慮した。

DRR には、『洪水災害対策・復旧マニュアル』は存在しない。したがって、本プロジェクトで、日本のマニュアルを参考にしながらタイ国内の実情に合わせる様に配慮し DRR の C/P と協議を経て『洪水災害対策・復旧マニュアル』を作成した。

また、『洪水災害対策・復旧マニュアル』は内容が多岐に渡り、ページが多いため、DRR 地方道路部 18 箇所すべての技術者達が容易に理解し、利用しやすい様にポイントを絞ったマニュアルの簡易版である『洪水災害対策・復旧クイックマニュアル』を DRR からの強い要望に応じて作成した。

なお、『洪水災害対策・復旧クイックマニュアル』は資料 III に添付する。

(1) 設計手法

『洪水災害対策・復旧マニュアル』に準拠した。

(2) 設計図面

設計図面は、Appendix 8-3 を参照願う。

(3) 設計数量

設計数量は、Appendix 8-3 を参照願う。

(4) 施工方法

施工方法は、Appendix 8-3 を参照願う。

(5) 概算工事費の算定

概算工事費の算定は、Appendix 8-3 を参照願う。

8.1.7 パイロット橋梁の施工監理および技術指導

2013/6/10～6/29 の期間において、施工対象地区を管理する BRR2 事務所@Saraburi と施工対象地区の Lopburi においてパイロット橋梁の施工監理および技術指導を行った。

また、パイロット工事着手前 2013/6/13 に BRR2 と施工業者が主体の住民説明会にオブザーバとして JST が参加して住民からの質問に対して補足的に回答を行った。その住民協議の中で施工時期として 9 月には洪水被害が多いため 8 月末までに工事を完成する必要があることを確認した。

(1) 仮設に関する技術指導

2013/6/14 に施工業者により提示された施工工程計画表と仮設計画に関して、以下のアドバイスを行った。

- ・当施工業者は、gabion 施工工事の経験が無く、発注対象 2 橋の 8 月完工は難しい状況であると判断する。よって、リスク回避の観点から雨期前の段階では 1 橋の施工のみに集中し、もう 1 橋は工期延長を行い、雨期明け後に施工すべきである。
- ・仮設計画工程に準拠した仮設搬入路を適切な位置に整備する必要がある。
- ・周辺住民に支障が無いように仮設計画を立案することが必要である。



写真 8.1-9 住民説明会後の内容確認調印式（2013/6/13 実施）

(2) 本設に関する技術指導

BRR2 事務所職員と BRR2 管轄職員に対して洪水対策工として選定した Gabion への理解を深めることを目的に Gabion 施工監理ポイントに関するセミナーを2回実施した。

また、BRR2 職員が Gabion 材料一式の検品作業や施工会社への Gabion 組み立て指導状況を確認して、補足的に BRR2 職員へ監理指導ポイントをアドバイスした。(※施工指導ポイントに関しては Appendix に示す。)



写真 8.1-9 Gabion 施工監理セミナー開催状況 (2013/6/19 実施)



写真 8.1-10 BRR2 職員による Gabion 組み立て指導・検品確認状況

(3) パイロット橋梁施工監理状況

2013/6/15 より施工業者が仮設進入路の整備を着手し、河床整正、Gabion 設置などの施工段階における BRR2 職員の施工監理状況を観察し、以下のアドバイスをを行った。

- ・護岸工等の付帯工事においては、段階検査等の監理は行っておらず、検査シートが存在していないため何らかの標準検査様式の整備が必要である。施工監理指導最終日(2013/6/27)には、Gabion 施工監理段階検査帳票の作成方法を DRR 職員が主体となって作成する様にヒアリングしながら、アドバイスした。
- ・施工業者との日々の打合せが十分に出来ていない為、実際に現場に行くと全く違う作業を行っていたり、予定されていた作業を行わないということが頻繁に起こっている。したがって、施工業者からの施工状況報告や作業予定報告を確実に行う体制整備や施工業者への指導が必要である。(※工事監理担当者と DRR 地方部長へ説明し、了解済)



写真 8.1-11 BRR2 職員による施工監理状況 (その 1)



写真 8.1-12 BRR2 職員による施工監理状況 (その 2)

8.2 既設橋梁の洪水対策検討

8.2.1 被災形態の分類

被災形態としては、①河床浸食、②橋台周辺の洗掘、③護岸整備不足、④設計流量が適切に設定されていないため橋梁部が大きな断面収縮区間となり取り付け道路を越流する被害に区分される。（※洪水により被災状況の詳細は、7章を参照願う。）

8.2.2 現地特性を考慮した対策工法の選定

現地特性に応じて洪水被災形態は大きく変化するため被災状況の要因と対策工法の選定の重要性に関しては、洪水災害対策・復旧マニュアル内に整理した。

8.2.3 対策工法の提案

具体的な洪水対策工法の提案に関しては、パイロット事業対象の2橋に対して詳細設計図面を作成した。対策工法の提案区分として、以下の6項目に対して整理した。

(1) 河床浸食時の対策検討

根固工の設置や護岸基礎の根入れを行う必要性に関して、洪水災害対策・復旧マニュアル内に整理した。（※従来のDRR設計基準では、根入れの設計概念は無かった。）

(2) 橋台洗掘時の対策検討

橋台前面には、想定した流速に抵抗できる護岸工を整備する必要があることを洪水災害対策・復旧マニュアル内に整理した。

(3) 護岸流出時の対策検討

流速区分により適切な護岸工を整備し、橋台の上下流10m範囲内に護岸を整備する必要があることを洪水災害対策・復旧マニュアル内に整理した。

(4) 取り付け道路越流時の対策検討

日本国内では、取り付け道路を越流させることは原則無いため、護岸の法肩保護工を紹介し、洪水災害対策・復旧マニュアル内に整理した。

(5) 取り付け道路浸透時の対策検討

日本国内では、取り付け道路を越流させることは原則無い。したがって、オーストラリアの越流を許容するための法肩保護工に関する設計基準を参考に紹介した。

(6) 取り付け道路流出時の対策検討

流水に平行に設置された取り付け道路においては、適切な護岸工を整備することがあることを整理した。

8.3 洪水災害復旧マニュアルの作成

洪水災害復旧マニュアルの作成にあたっては、国土交通省の「美しい山河を守る災害復旧基本方針 平成18年6月」、および「堤防等河川管理施設及び河道の点検要領案 平成23年5月」を基本に検討した。

洪水災害復旧マニュアルでは、洪水災害対策における平常時点検、異常時点検、洪水災害評価方法、洪水災害対策設計方法を整理した。最終章においては、設計事例として本プロジェクトにおいて緊急点検した30橋のなかから2橋をパイロット事業として選定したものを整理してとりまとめた。

また、DRRの強い要望に応じて、クイックマニュアルを作成しDRR全職員が容易に洪水対策に関する知識を得て、活用できることを目的にポイントを絞ってとりまとめた。

洪水災害復旧マニュアルおよびクイックマニュアルの内容は、C/Pとの内容確認やセミナーでの質疑応答や要望事項を反映してとりまとめた。

(※) 洪水災害復旧マニュアルとクイックマニュアルの詳細は、Appendixを参照願う。

8.4 標準設計へのコメント

8.4.1 DRR 標準設計の課題

DRR の橋梁の損傷の特徴を見ると、標準設計の問題により損傷が発生している事例が見られる。損傷の特徴と再発防止のための対策案を示す。

(1) 橋梁計画における課題

DRR の標準設計では、河積阻害率に関する規定がないために、河川幅に対して安易に橋梁支間を狭めているケースがある。タイ国の気候により、地方橋梁では、乾期には完全に水の流れがなくなる小さな河川が多いことも橋梁計画の問題を生じさせている原因である。

河川幅を極端に狭くすることによる洗掘の問題は DRR でも認識されており、図 8.4-2 に示すように、河川断面を確保するような補修事例が訪問した District 内 (No.13) で 3 件あるとのことである。この橋梁は、改修後 2 年経過し昨年度の洪水を経験しているが、敷石の様子から洗掘の進行は見られない。

また、比較的大規模な橋梁については、DRR が主体となって高水位や桁下空間等の検討も含め、計画・設計を行っているようであるが、標準設計で建設されている RC 橋(支間長 5~10m)については、高水位・桁下空間等の検討はそれ程行われていない。

以上から、河積阻害率を低下させるための提案及び河川管理上の制約条件等の考え方を以下に示す。

a) 河積阻害率

河積阻害率とは、橋脚の総幅が川幅に対して占める割合として定義されている。ここで、川幅・橋脚の総幅は以下を表す。

- ① 川幅：流向に対して直角に測った計画高水位と堤防のり面の交点間の距離
- ② 橋脚の総幅：流向に対して直角に測った計画高水位の位置における橋脚幅の合計

橋梁の河積阻害率は、下記の数値以内とすることが目安とされている。

- ③ 一般的な橋梁：5%以内を原則とする。
- ④ 新幹線鉄道橋及び高速自動車国道橋：7%以内（特例値として）



図 8.44-1 河川幅・橋脚幅のイメージ

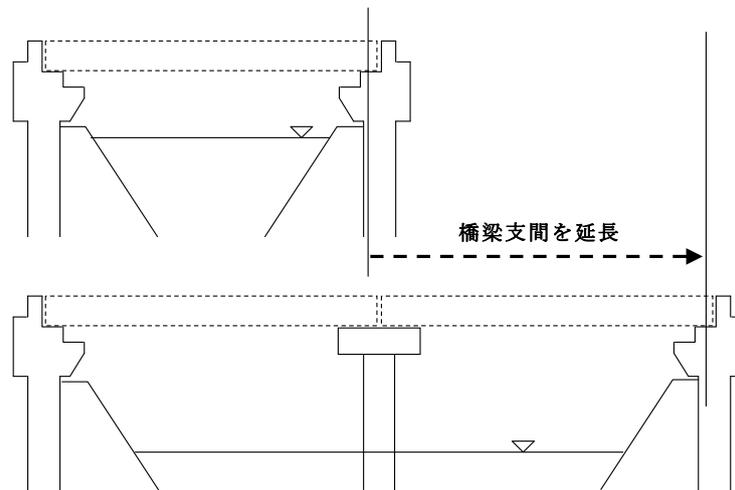


図 8.4-2 橋梁支間を延長し河川阻害率を改善した事例 (District No.18)

b) 橋脚設置方向

橋脚設置方向は、計画洪水流量時の洪水流向と平行に設置し、橋脚による河積阻害率を最小となるよう配慮する必要がある。

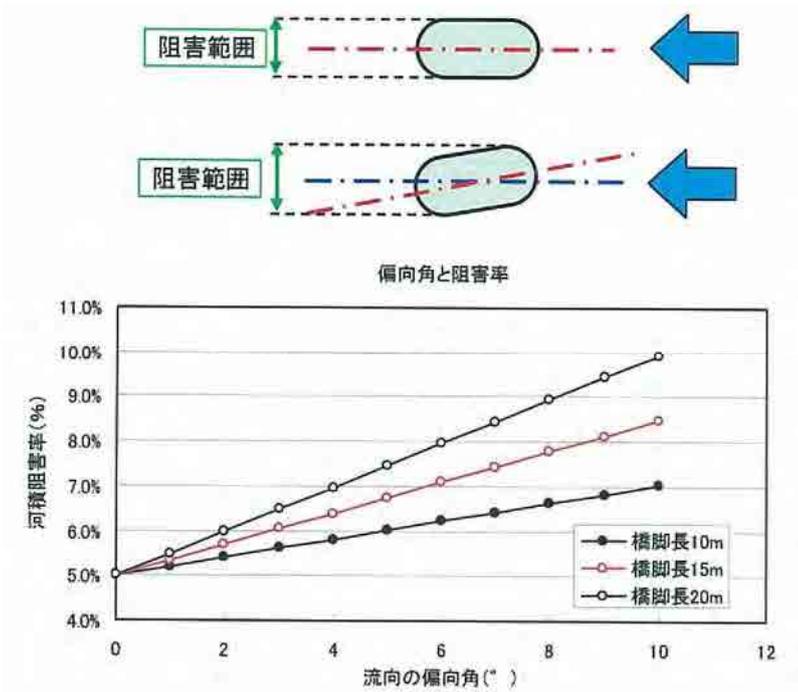


図 8.44-3 橋脚設置方向が洪水流向と一致しない場合の橋脚阻害幅イメージ

また、橋脚形式として、小判型橋脚を提案する。特徴として、水の流れを円滑にし、河積阻害率を低減することが出来る。

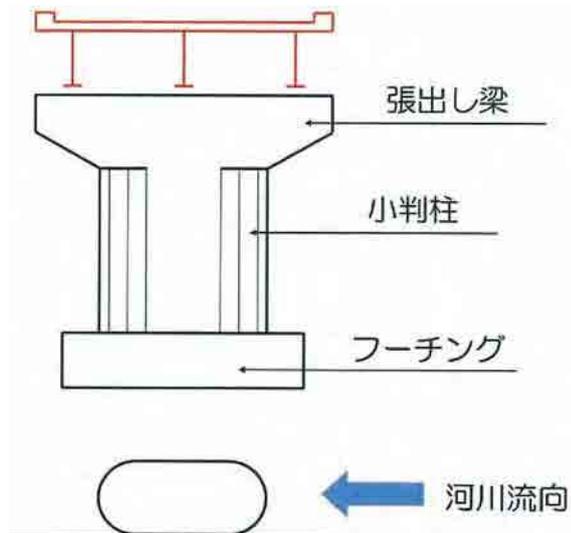


図 8.44-4 橋脚形式のイメージ

c) 河川管理上の制約条件

- 橋梁の桁下高は、計画高水位（H.W.L）＋計画余裕高を上回ること

表 8.44-1 余裕高

計画高水流量 (m ³ /sec)	計画高水位に加える値 (m)
200未満	0.6
200以上 500未満	0.8
500以上 2,000未満	1.0
2,000以上 5,000未満	1.2
5,000以上 10,000未満	1.5
10,000以上	2.0

- 河川の洪水時の弱点を避けること

- ・ 狭窄部、水衝部、合流部、湾曲部等、河川流況が変化する区間
- ・ 河床変動が大きい区間（河床変動の変化点）
- ・ 旧破堤地点、旧河川跡

これらは、いずれも洪水時において複雑な流れを呈する箇所であり、河川の時空間的な変化の予測が困難と考えられる地点を極力避けるという観点から挙げられているものである。特に、山間狭窄部を除く狭窄部や水衝部、支派川の分合流部、及び河床変動が大きい区間（河床勾配の変化点）を避けなければならないとされている（工作物設置許可基準 第二十一、1）。

(2) 橋脚、橋台構造の課題

全国的に洗掘が認められる。原因として、標準設計の橋台や橋脚が洗掘に対して脆弱な構造となっているためである。そのため、現在も洗掘の起き易い橋梁を造り続けている。橋台は、土圧をできるだけ受けないように工夫して橋脚と同じパイルベント形式を採用しているが、護岸工の不備により洪水時に水が背面に入り込んで背面土の流出が生じている。橋脚は、パイルベント形式が標準であり、渦による洗掘を生じやすい。また、フーチング（横梁）底面が設計時の河床であり、根固め工も十分ではないため、杭が露出している橋梁が多い。

既存の橋梁に対する補修方法は 8.1 節で提案したとおりであるが、新設橋の場合は、日本における河川法あるいは河川管理施設等構造令の様な規準を策定して、洗掘対策を施した設計を行うべきである。

日本における参考事例として、橋台底面位置イメージ・橋脚の根入れ深さのイメージ・護岸工・根固め工等の考え方を以下に示す。

a) 橋台の底面

- ・ 河川の有堤部に設ける橋台底面は堤防の地盤高以下とする。
- ・ 「堤防の地盤高」とは、有堤部の場合、堤防の表のり尻と裏のり尻とを結ぶ線と見なしており、堀込河道の場合は堤防天端幅に相当する幅の地点と表のり尻を結ぶ線とする。
- ・ 地盤が岩盤等で、堤防地盤と明確に区分できる場合、地盤(岩盤等)以下とすることができる。

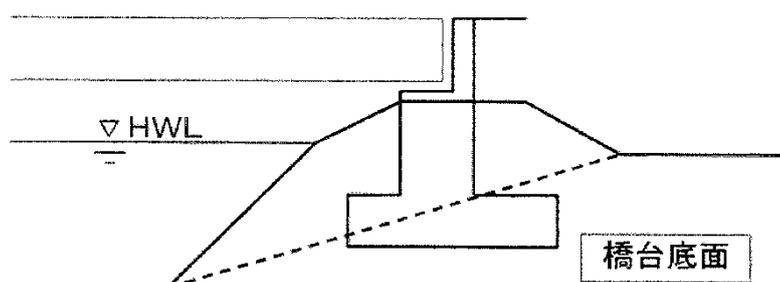


図 8.44-5 橋台底面位置イメージ図

b) 橋脚の根入れ深さ (基礎工天端高)

橋脚の基礎工天端高については、洪水時の洗掘深に相当する深さ以下の部分に設ける必要があり、下記の規定に従い設定する必要がある。

- ① 低水路部に位置する橋脚：「計画河床高 (又は最深河床高) - 2 m以深」とする。
- ② 高水敷上に位置する橋脚：
 - 河岸法肩から 20 m 範囲に位置する橋脚：低水路部の条件に従う。
 - 河岸法肩から 20 m 以上はなれた橋脚：「計画高水敷高 - 1 m以深」とする。

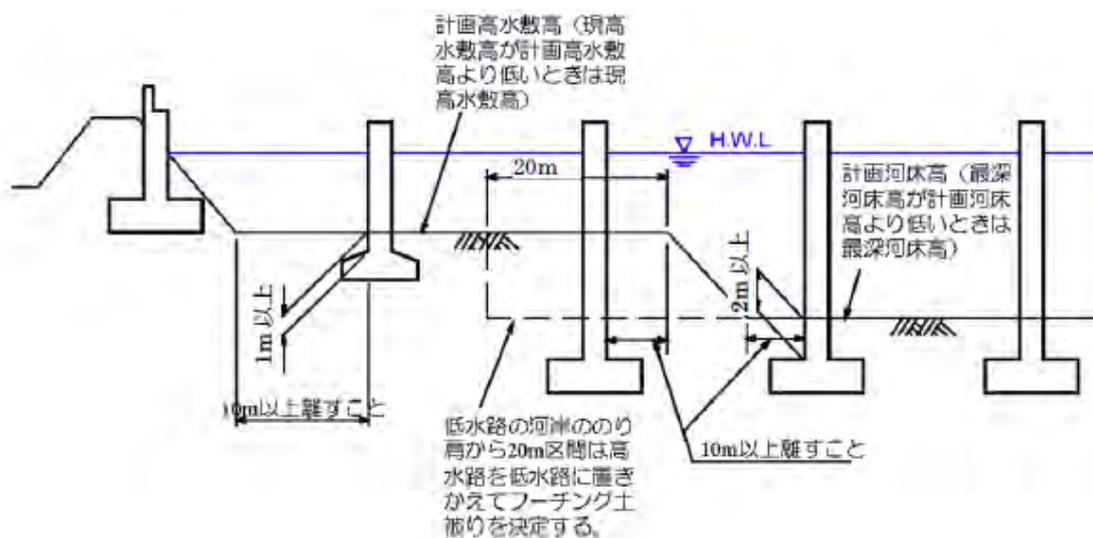


図 8.44-6 橋脚位置・橋脚基礎の根入れに関する制限イメージ図

c) 護岸保護工

橋台・橋脚の設置は洪水流の乱れや偏りの原因となるほか、橋台は堤防内に浸透破壊に対する弱点をつくる恐れもあることから、堤防や高水敷、河床を適切に保護しなければならない。

護岸の設置範囲は、図 8.44-7、図 8.44-8 に示した範囲とする。

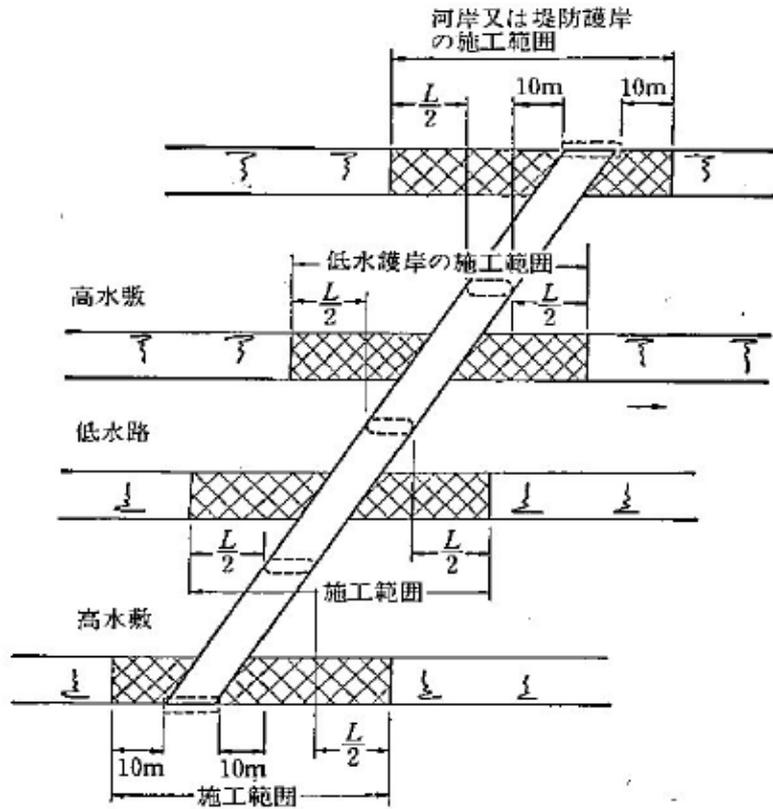


図 8.44-7 橋の設置に伴い必要とされる護岸長

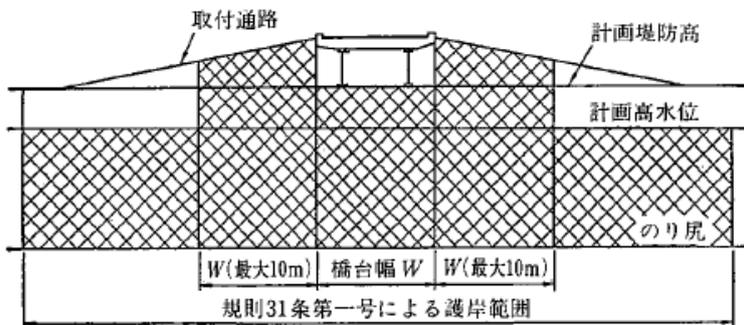


図 8.44-8 橋の設置に伴い必要となる堤防護岸の高さ

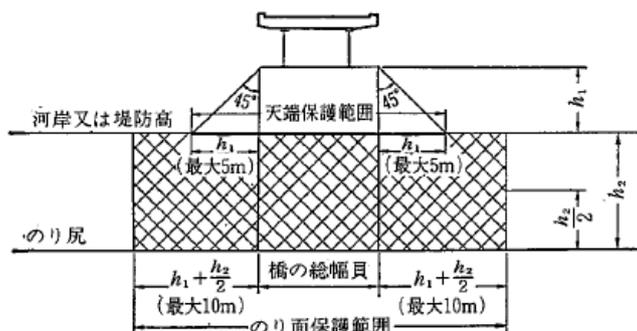


図 8.44-9 橋の下の河岸または堤防を保護する範囲

d) 橋脚洗掘防止工

橋脚設置における橋脚基礎の根入れ深さについては、図 8.4-8 の通り規定されている。また、橋脚基礎高は橋脚の建設コストに影響を及ぼすことから、最大洗掘深を想定した橋脚基礎の設置例は少なく、流れによる想定最大洗掘深が最深河床包絡線－2 m よりも深い場合は、橋脚洗掘防護工として根固ブロック、捨石工等を設置することが多い。

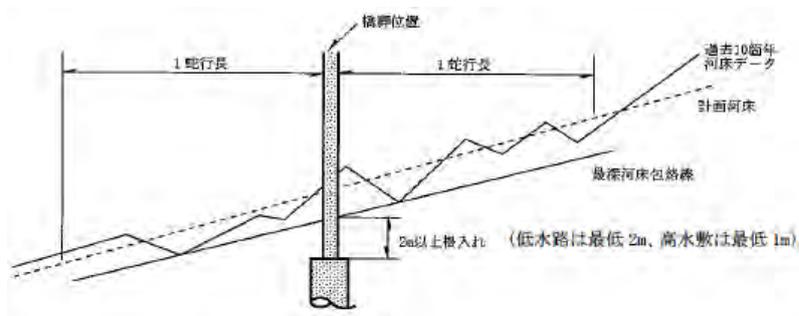


図 8.44-10 橋脚の根入れ深さ

根固工の設置深さについては、橋脚による洗掘を考慮して基礎部より上部に設置することになるが、浅い設置深度では橋脚による流れを大きく偏流させることとなり、洗掘孔の拡大等が生じる。そこで、根固工の設置においては、図 8.4-9 に示すように橋脚による洗掘をある程度許容することで、橋脚による流れを緩和し洗掘範囲を低減させることにより、根固工の設置範囲も縮小可能な設置深さとすることが望ましい。

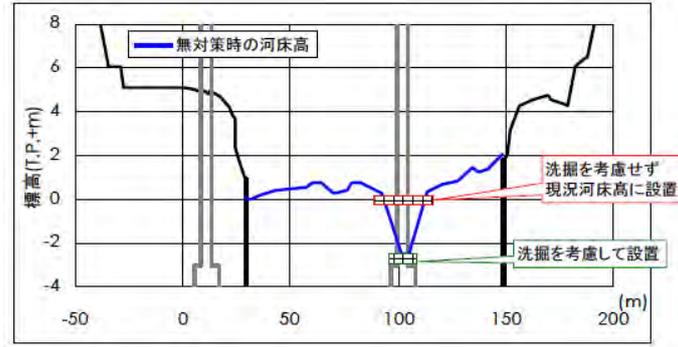


図 8.44-11 根固工の設置深度例

(3) 洪水等の防災の観点を考慮した技術的アドバイス

橋梁の損傷の特徴を見ると、河床洗掘による事が分かる。DRR 標準設計を見ると、橋台が堤防機能を有した構造となっている。その結果、洪水時に護岸工が崩壊するなど、構造的な弱点になっている。橋台を適切な位置に計画することにより、初期コストは増加するが、構造物のライフサイクルコストを低減する事が可能である。日本では、橋台位置決定の際、堤防の表法肩より川表側に設けず、橋台と堤防の機能を分離している。

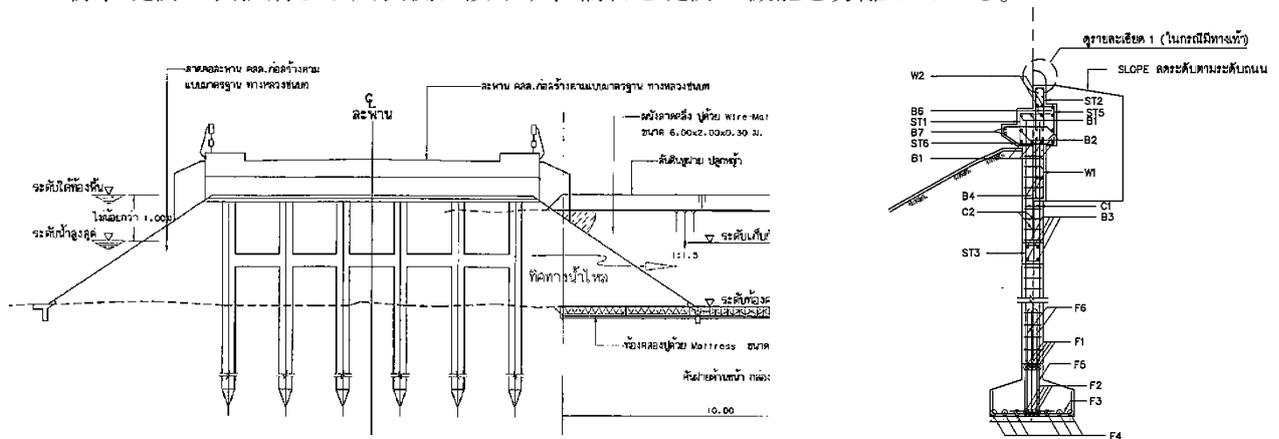


図 8.44-12 DRR 標準設計 橋台設置位置

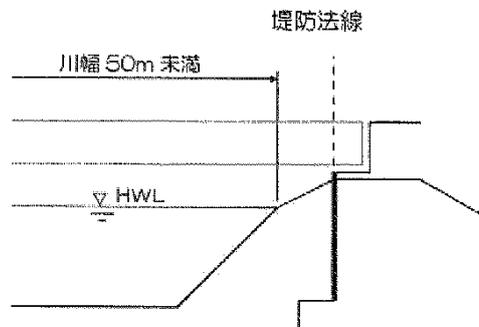


図 8.44-13 橋台の設置位置イメージ

8.4.2 新設橋梁へのコメント

東北地方の洪水により損傷を受けた橋梁の補修計画について、洪水対策の観点からアドバイスを与えた。コメントの詳細は Appendix 9-1 を参照。

8.4.3 既存橋梁の改修計画へのコメント

東北地方の洪水により損傷を受けた橋梁の補修計画について、洪水対策の観点からアドバイスを与えた。コメントの詳細は Appendix 9-2 を参照。

8.5 洪水時における維持管理手法の提案

8.5.1 河川台帳の紹介

日本国内で、継続的な河川管理を行うために利用されている河川台帳をセミナー開催時に紹介を行った。

8.5.2 緊急点検マニュアルの紹介

洪水後の緊急点検方法は、日本国内での災害復旧に関する事例をセミナー開催時に紹介し、クイックマニュアルに反映した。

8.6 本邦洪水被災・復旧事例の紹介

8.6.1 洪水被災事例紹介

日本国内でも毎年発生する異常気象に伴う様々な洪水に伴う被災事例を紹介し、対策方法に関して、セミナー開催時に紹介した。

8.6.2 洪水復旧事例紹介

洪水災害に対しては、一般的な設計事例での対策方法や経験的手法や災害の要因を明確にして、常に更新しながら洪水対策手法を検討している事例に関して、セミナー開催時に紹介した。

第9章 地方橋梁の橋梁基本計画、FS 実施手順のレビュー

9.1 DRR の橋梁基本計画(マスタープラン)の計画手順のレビュー

9.1.1 はじめに

タイ国 MOT の道路管理機関である Department of Rural Roads (DRR)は新規橋梁建設の必要なポテンシャルエリアを理論的に特定するモデルを開発した。DRR は開発したモデルにより、タイ国内の橋梁マスタープランを策定している。橋梁マスタープランでは、タイの地方道路の橋梁建設の潜在性の高い地域が選ばれる。新規モデルにより選ばれた地域は地域のコミュニティからの要望と比較され、結果は DRR のレポートの中で評価されている。最終的にこの新しいモデルにより、多くの新規橋梁建設位置がマスタープランとして策定されている。

DRR では、マスタープランから 1-50 位の橋梁の潜在性の高い地域を選択し、さらに、次の橋梁 FS のステップで、7つの選定のための指標についてより詳細なデータを見直した上で、1-50 位の中から選んだ 25 の地域について橋梁の FS を実施した。DRR では FS の実施されていない残りの 25 地域の FS も引き続き実施する予定である。

DRR では新設橋梁の建設位置の決定手法の標準的なマニュアルを持たないために、新設橋梁の建設を決定する基準は一定ではない。このため、開発したモデルは、新設橋梁の位置を理論的な選定過程により決定することを目的としている。この目的のために、DRR は新設橋梁の必要なポテンシャルエリアを理論的に特定するための手法（モデル）を提案した。高い橋梁建設のポテンシャルエリアは DRR が管轄するタイの地方道路を選定対象年、橋梁マスタープランは次の 10 年間で対象に策定される。

第9章では、DRR の開発した橋梁基本計画、および、潜在性の高い地域の FS のための橋梁選定のモデルの計画手順の内容をレビューし、課題を抽出する。抽出されたモデルの課題について技術的アドバイスを実施する。さらに、技術的アドバイスの一環として、橋梁基本計画、橋梁選定手法の精度を高めるために、費用便益手法の手順をレポートにとりまとめる。費用便益手法の紹介は、特に DRR から要望のあった項目である。

9.1.2 新設橋梁のポテンシャルエリアの特定のための DRR モデルの概要

DRR は橋梁建設の潜在性への選定指標の影響度を知ること、橋梁建設位置を選定すること、および、10 年間の橋梁建設数を計画することを目的とした、橋梁マスタープランを策定するための解析モデル（以下、DRR モデル）を開発した。DRR モデルは DRR により開発された独自の手法である。本手法は、マスタープランファイナルレポート（タイ語）、発表論文から、基本的な考え方は推測されるが、具体的な手法については、記述が十分ではないため、担当者からヒヤリングで得られた情報を中心にとりまとめた。本節では最初に DRR の策定した橋梁マスタープランの概要を示す。

DRR モデルの手法は 3 つのステップから構成される。

- プリプロセス；7つの指標を選定するための解析データの準備
- 中間プロセス；スペース解析を実施し、将来の橋梁建設の適切な地域を得ること

- ポストプロセス；マスタープランを作成するために適切な橋梁位置の優先順位付けをすること（FSのための橋梁代替位置の選定）

最終的に、マスタープランでは新しい橋梁建設の潜在地域を順位付けし、橋梁の必要な地域の数に言及している。解析手法は、のようにまとめられる。各ステップの詳細な手法は次節に記述する。

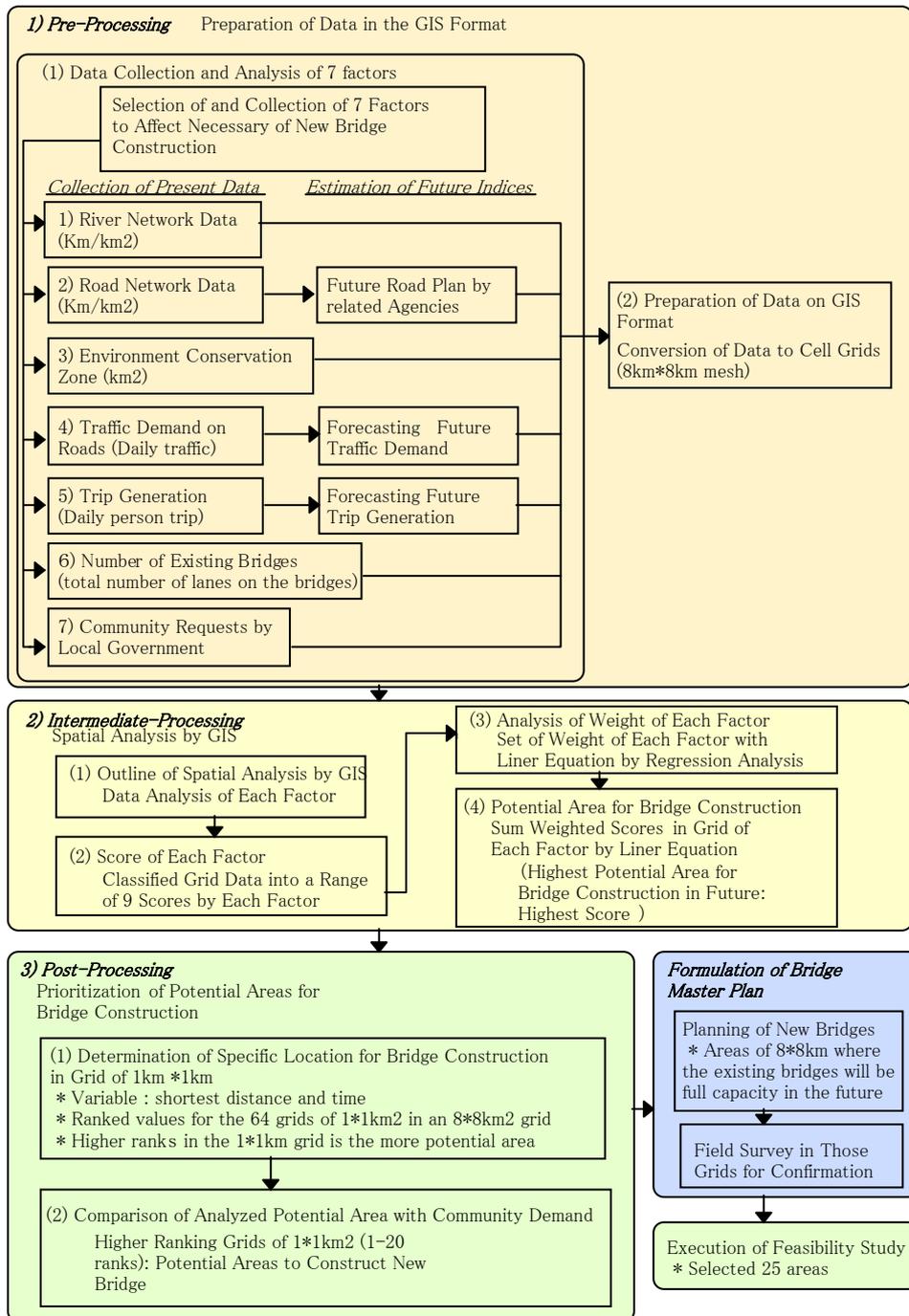


図 9.1-1 DRR モデルの概要

9.1.3 プリプロセス（GIS 分析のためのデータの準備）のレビュー

(1) データ収集, および, 7つの橋梁選定のための指標の分析

1) 河川ネットワークデータ ; *River Network Data*

一般にタイ国の地方道路の橋梁は河川をまたいで建設されるため、河川ネットワークは道路ネットワークと同様に新設橋梁建設に影響を与える。河川密度が高い場合には、橋梁の必要性が高いと言える。このため、7つの選定指標の一つとして河川ネットワークは必要であると考えられた。河川ネットワークは面積あたりの河川密度として DRR モデルで表現される。

河川ネットワークは大小河川, および, 人工の灌漑施設からなる。河川情報は Google Earth と Point Asia の衛星写真を用いて更新されたものである。河川延長は約 475,000 km である。8*8km グリッドモデルへの適用にあたっては、河川の長さが考慮され、河川の幅は考慮されない。河川の幅は、潜在地域を選定した後に実施される橋梁位置を特定する FS 時 (2011) には考慮されている。FS では、河川幅が 50m を超える橋梁には新規橋梁建設のための高いポイントが与えられる。

2) 道路ネットワークデータ ; *Road Network Data*

橋梁は道路上に建設するために、道路ネットワークは、新しい橋梁建設に影響を与える。より道路密度が高い場合、橋梁の必要性は高くなる。このため、7つの選定指標の中に道路ネットワークを考慮することは不可欠であると考えられた。道路ネットワークは、面積あたりの道路密度として DRR モデルで表現される。

道路ネットワークは DOH, DRR, 地方自治体による国道, 地方道, 地域道路から構成される。将来の道路ネットワーク計画は DOH および DRR の道路計画が含まれる。これらの道路ネットワークの総延長は約 450,000 km である。

3) 環境保護地域 ; *Environment Conservation Zone*

橋梁が建設されるとき、環境面での影響を考慮する必要がある。通常、道路の線形は環境保護地域を避けるように選定されるため、特に、環境保護地域は重要である。このため、7つの評価指標の中に環境保護地域を考慮することは不可欠であると考えられた。環境保護地域は、地域の面積として DRR モデルの中で表現される。

環境保護地域は、環境保全推進局 (Department of Environment Quality Promotion) および、国立公園局 (Department of National Park) により管理されるクラス 1 A の流域 (watershed class 1A), 森林保護地域, 国立公園, 湿地などである。

4) 交通需要 ; *Traffic Demand on Roads*

交通需要は、新設橋梁建設の必要性に影響を与え、調査地域の交通サービスレベルに直接影響を与える。交通需要が高い場合には橋梁建設の需要はより高くなる。このため、交通需要は7つの指標の一つとして DRR モデルで用いられる。

DRR モデルの交通需要は UTDM (Urban Transport Database and Model development project) により開発された NAM モデル (National Model) により予測されている。このモデルは、県

の間の人と貨物の輸送を推定するもので、車、鉄道、航空機、船舶の交通量の推定のために用いられる。NAM モデルは継続的に改良されており、GIS 分析のソフトウェア Cube に統合されたものである。マスタープランでは、TDMC V (Transport Data and Model Center phase 5, 2006) により改善された交通モデルが適用されている。に NAM モデルによる推定、最新の交通量の収集の調査位置の選定、NAM モデルのキャリブレーション、および、将来の交通需要の推定から構成される、交通需要の推定過程を示す。内容を以下に記述する。

調査地域の交通需要は、NAM モデルにより予測されるが、人口、県内総生産(GPP) のような現在の社会的条件、および、道路、鉄道、海運、航空の、現在の各交通手段の交通量が含まれた交通ネットワークデータ、さらに、交通フローデータが NAM モデルに新しい情報として入力されている、NAM モデルは Cube に統合された 926 の交通ゾーンと 11 の周辺地域による 4 ステップモデルである。

ついで、既存橋梁の現在の交通量が推定される。このステップでは、既存の橋梁データ、特に交通量が最新のデータではないために、より精度の高い推定のために実際の交通量のアップデートが必要となる。NAM モデルで最新の交通量データの入力とキャリブレーションにより、精度の高い結果が得られることになる。最新の道路交通量データの収集のために、適切な箇所を調査地域から選定する必要がある。調査箇所数は、4 地方（北部、東北部、中部、南部）の各 3 箇所、合計 12 箇所とし、調査位置は、各地域の交通状況を代表する位置でなければならない。

調査位置決定のために、交通量データを DOH や DRR のような関係機関から収集し、交通量と頻度分布を分析し、最終的に 3 グループに分類した。この分析により、12 箇所の調査箇所が 4 地域の交通特性の類似する 3 グループとして選定された。交通調査は、交通量計測と路側インタビューが実施され、このデータは NAM モデルのキャリブレーションに用いられた。NAM モデルのキャリブレーションで、NAM モデルの解析結果として得られる交通量は、12 箇所の交通量実測結果と比較され、最新の交通の条件を考慮しモデルを見直した。

さらに、モデルのキャリブレーションの後、将来の社会条件と交通ネットワーク計画を NAM モデルに入力し、将来の交通量が推定された。この交通需要は GIS によるスペース解析で使用される。

DRR モデルはタイ全国の新しい橋梁建設のための潜在地域を推定し橋梁マスタープランを策定するために開発したものである。その後、引き続き実施される FS での交通需要予測のために、バンコク周辺地域では eBUM (extended Bangkok City Model) が NAM モデルの代わりに用いられた。これは、マスタープランの検討の結果、橋梁建設の高いポテンシャルエリアとして、中部地域が選択されたためであり、より詳細な道路ネットワークモデルを持つ eBUM が中部地域のモデルとして適用された。eBUM は 1995 年に UTDM (Urban Transport Database and Model development project) により開発され、505 のゾーンを持ち、開発が続けられている。eBUM は交通に関わる各機関の計画に広く使われているモデルである。

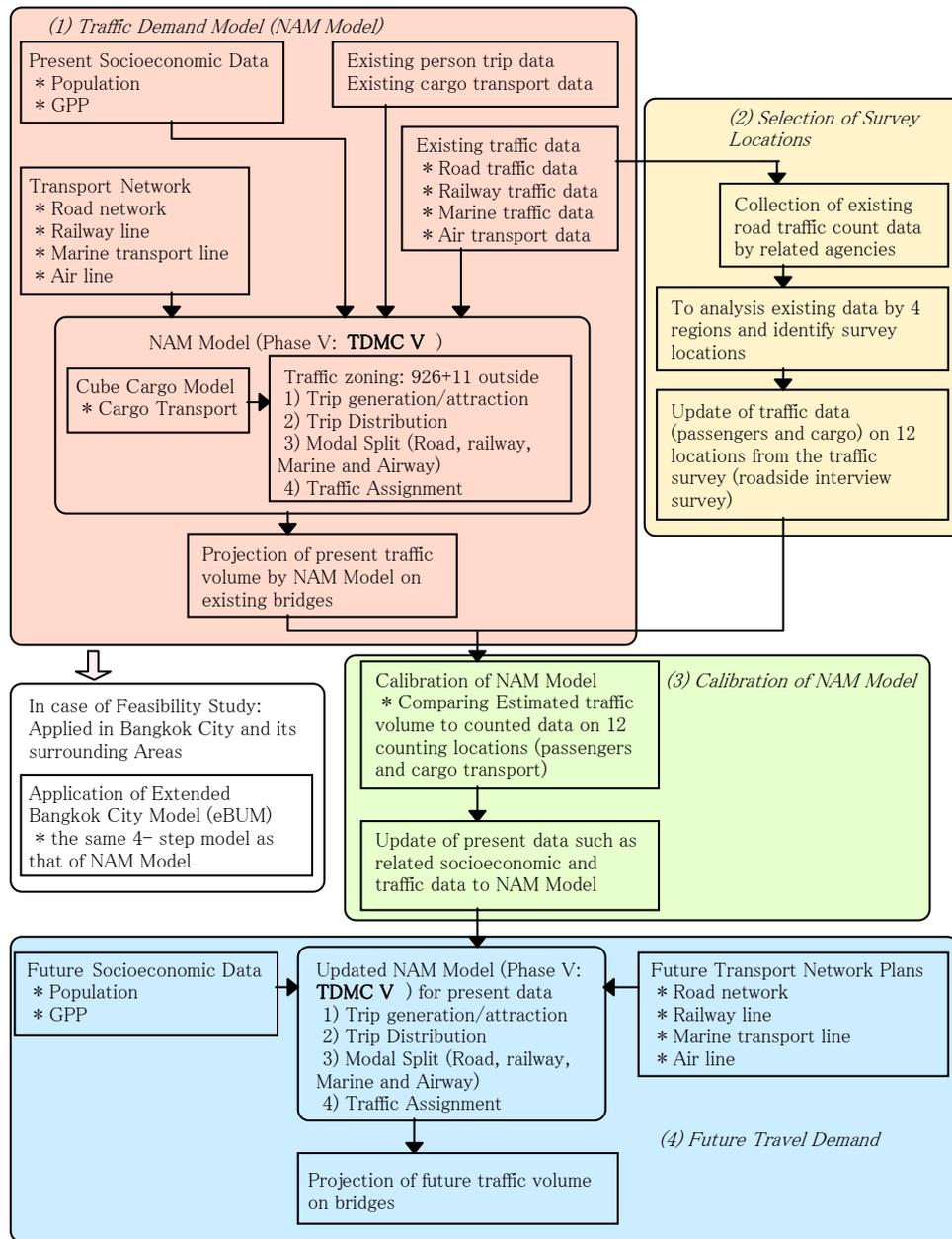


図 9.1-2 将来交通量の推定フロー

5) 交通発生量 ; Trip Generation

交通発生量 (Trip generation) は各ゾーンの発生、集中交通の数の予測である。これは、交通の端点はエリアの中に発生する。言い換えると、交通発生量の解析は、調査地域の各ゾーンの入出力の流れの合計の予測であり、交通の流れが、入ってくるか、出ていくかの予測ではない。この指標は新設橋梁位置に影響を与える。よって、交通発生量は DRR モデルの7つの指標に含められる。モデルの中で、交通発生量は生成交通量 (trip production) の比率=生成原単位 (trip rate, 単位 trip/person) として、河川ネットワークなど他の指標を推定した地域に対して推定される。

に交通発生量の推定過程を示す。推定手法は 8*8km グリッドを生成原単位の視点から特性の似たものに分類し、正しい交通データを収集するための調査地域を選定し、現在の交通発生量の計算、および、将来の交通発生量の推定が行われる。詳細は以下の通りである。

収集した河川ネットワーク、交通ネットワーク、人口、交通需要、および現在の橋梁位置（5 指標）は 8*8km のグリッドサイズで計算され GIS による分析のために用意される。これらのグリッドデータはそれぞれの指標についてレイヤーごとのスペース解析が実施され、逆解析により、それぞれの指標間の重みが推定される。次に GIS によるスペース解析が実施され、グリッドの点数は 3 段階の生成原単位の特性の似たクラスに分類される。

調査地域はこの 3 クラスの点数範囲に基づき決定される。調査地域は、4 地方の 3 クラス、12 箇所が選定された。世帯インタビュー調査では、調査項目として、トリップ数、乗用車の所有の有無、収入レベル、移動起点、移動終点などについて、調査が実施された。地域の生成原単位はインタビューの分析から推定される。

交通発生量は、上記で得られた生成原単位に 8*8km のグリッドの人口を乗じて求められる。同様に、将来の交通発生量は、8*8km のグリッドの将来の人口を掛けて求められる。推定後、交通発生量は GIS によるスペース解析で使用される。

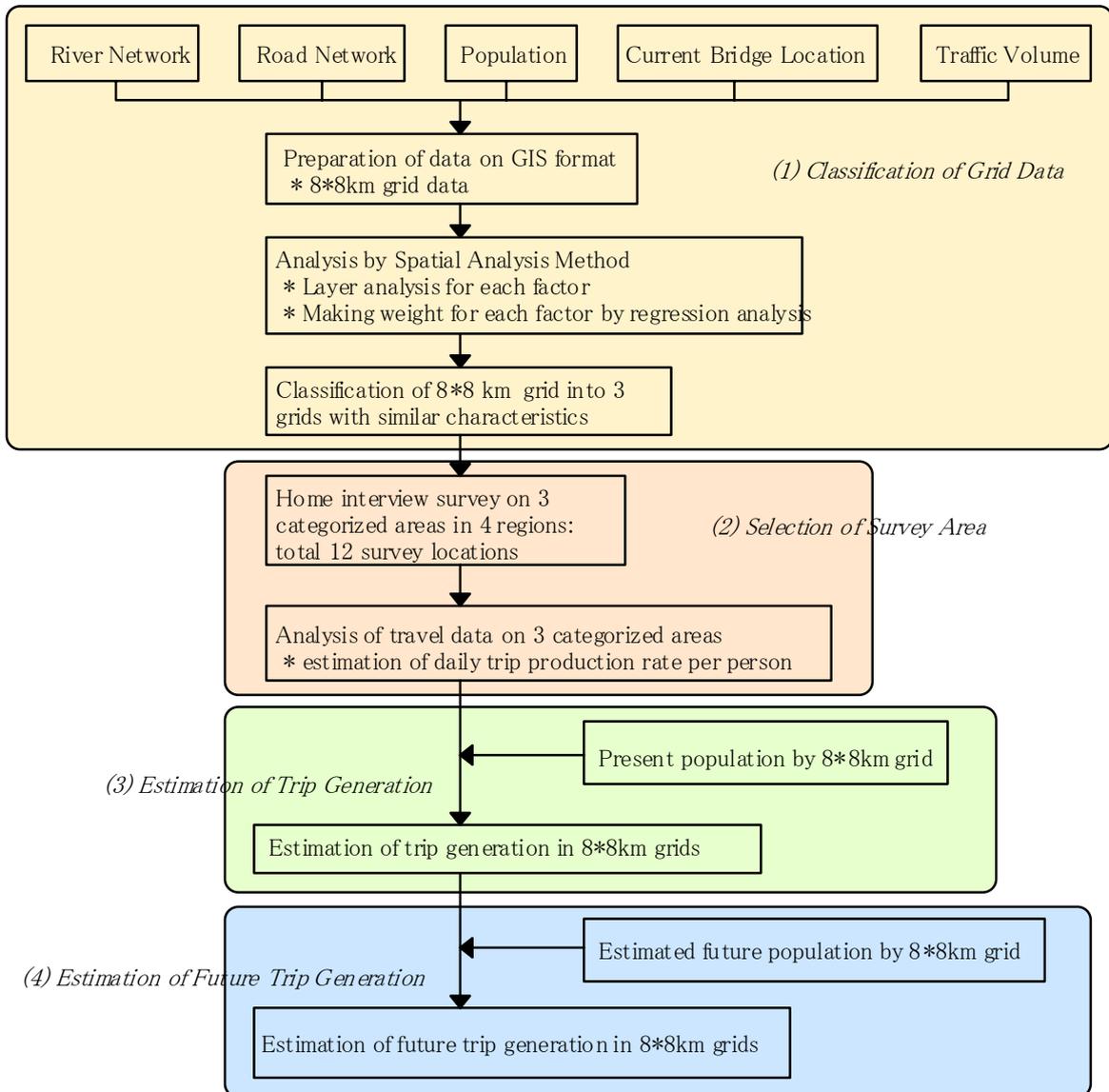


図 9.1-3 交通発生量推定のフロー

6) 既存の橋梁の数 ; Number of Existing Bridges

通常、橋梁は交通需要や地形条件により建設され、地域の橋梁の数はこれらの条件に左右される。将来の橋梁の建設の潜在性を既存の橋梁数により結論づけることは困難であるが、既存の橋梁の数は、地域の新設橋梁建設に何らかの影響を与えると考えられる。このため、既存橋梁数を7つの指標に含めることが必要であると考えられた。既存橋梁は DRR モデルの中で地域の既存橋梁のレーンの数の合計として表現される。データの作成にあたり、DRR 道路は2車線、DOH 道路は4車線と仮定された。

既存橋梁は DOH, DRR, 地方自治体の管理橋梁からなるが、これらの機関は場所やレーン数など既存橋梁の十分なデータを保有していない。このため、Google Earth または Point Asia の衛星写真、および、タイ王立測量局 (Royal Thai Survey Department) の 1:50,000 の

地図から、橋梁位置、レーン数を求めた。

衛星写真から集められた橋梁の情報は、橋梁の位置により、関係する道路機関に分類した。に示す合計 29,420 の橋梁が対象となる。実際の橋梁位置と地図で特定された橋梁位置は一致しないために、河川と道路の交差位置を橋梁とする方法は DRR モデルでは採用されず、地図から読み取られた橋梁位置が新規橋梁建設位置を求めるための解析で使用された。

表 9.1-1 道路管理機関ごとの既設橋梁数

Province	DOH bridges*	DRR bridges	Local bridges
Total	8,473	8,319	12,628
Grand Total	29,420		

Remarks: 1.* DOH の橋梁数は、いくつかの県からの情報を受け取れなかったために完全なものではない。このため、いくつかの橋梁は衛星写真より追加した。

7) 地方自治体による要望 ; Community Requests by Local Government

地方自治体による要望は新規橋梁の建設の判断に重要である。地方道路の河川を横断する橋梁建設計画は、習慣的に要望と予算に基づいて決定されてきていた。この方法は橋梁建設計画には効率的な方法ではないが、7 つの指標の中には地域の要望を考慮する必要がある。DRR モデルの中で、地域の要望は要請がある場合は 1 ない場合は 0 として表現される。

地方自治体による要望は、橋梁の必要性和その位置居ついでの質問状から集められた。地域の要望は地方自治体からの質問状の回答が 10%程度であったことから、マスタープランでは重視されていない。DRR では、質問状の回収状況は十分ではないと考えている。

(2) GIS フォーマットでのデータの準備

前節で示した 7 つの指標のデータを収集した後、指標 X1 から X7 のデータを 8*8km のセルに適合させる。

X1: 河川ネットワーク River Network

X2: 道路ネットワーク Road network (現在, 将来)

X3: 環境保護地域 Environment conservation zone

X4: 交通需要 Traffic demand on roads (現在, 将来)

X5: 交通発生量 Trip generation(現在, 将来)

X6: 既存橋梁数 Number of existing bridges

X7: 地方自治体の要望 Community requests by local government

1) グリッドのサイズ

グリッドのサイズの解析により、適切なセルのサイズは 8 km x 8 km である。このサイズは地方の地区 (sub-district) の平均的な面積と一致する。地区 (sub-district) の平均的な面積は 68km² である。8*8km のグリッド分割をに示す。

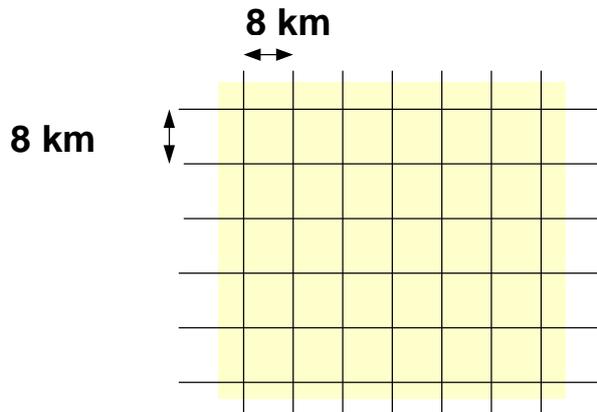


図 9.1-4 8*8km グリッド

2) 8km グリッドへの交通量のデータ変換

データ変換

7つの指標について、環境保護地域や交通発生量のように行政範囲に対して得られたデータはグリッドサイズのデータに面積比で変換される。

交通需要: X4

交通量はNAMまたはeBUMを用いた4ステップモデルによる交通配分により求められる。交通量はリンク上のデータであり、面積あたりのデータでは無い。交通量のグリッドへの変換に際して、道路ネットワークのレイヤーとセルグリッドのレイヤーは重ね合わされ、グリッドの交通量はに示すように集計される。

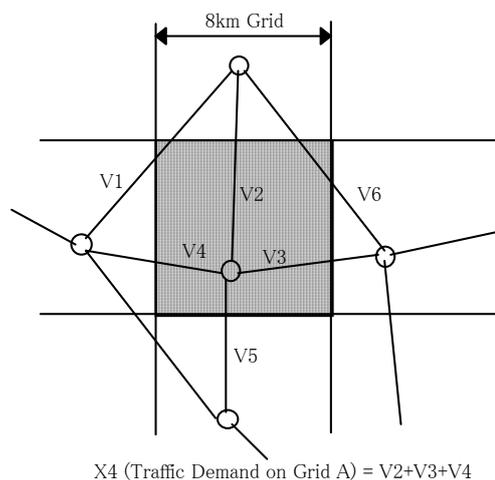


図 9.1-5 道路ネットワークからグリッドへのデータ変換の方法

9.1.4 中間プロセス (GISによるスペース解析) のレビュー

(1) GISによるスペース解析の概要

前の章で、7つの指標はDRRモデルのGISフォーマットに一致するように準備された。

タイ全国の河川をまたぐ橋梁の建設位置を見つけるために、データ解析が実施される。DRR モデルでは、GIS によるスペース解析法が潜在性の高い地域（ポテンシャルエリア）を抽出するために用いられた。スペース解析は"Nottinghamshire /Derbyshire Sub-regional Study" in 1969 で潜在地域を分析するために使われた PSA（Potential Surface Analysis）手法である。スペース解析では橋梁需要に影響を与える指標を分析し、解析の結果得られるスコアの高い地域は、適切な橋梁建設位置を示すことになる。スペース解析は次のようなステップで実施される。

まず、それぞれの指標の 8*8km でのデータは、それぞれの指標が分析された後、1 から 9 の点数に分類される。つぎに、7 つ指標の線形式により、既存の橋梁レーン数が計算される。変数（指標）の重みは、計算で得られたレーン数が実際のレーン数に近づくように逆解析により求められる。DRR モデルでは、重みの合計値が 100 になるように調整された。検討方針や計算の仮定が更新されたときには、この重みも更新される。最終的に、それぞれのグリッドごとに、重み付けられた指標のスコアは集計され、より高いスコアがより高い橋梁建設の潜在性を示すこととなる。

(2) それぞれの指標の点数

それぞれの指標の点数は 9 段階（9 点）に分類される。9 点に分割する手順は以下の通りである。

- それぞれの指標の平均値を求める。
- データ範囲を平均値の 2 倍として計算する。
- データ範囲を 9 つに分割する
- データの分析では、全てのデータの 90% が上述のデータ範囲の中に入ることを示している。90% は均等に 9 分割され、残りの 10% はデータ分布の大きい値の方に分布していることになる。このため、範囲を超えたデータは '9 点' の中に含まれることになる。

(3) 指標の重み分析

各指標の重み付けの分析では、全てのデータの中から、現在橋梁が存在する地域を対象とし、7 つの指標の関係を明らかにする。橋梁が存在する地域の指標の分析は、地域の橋梁建設への影響を知ることが目的である。全国の 8 km x 8 km のグリッド数 8,762 の中で 5,591 グリッドに橋梁が存在する。これは全体の 64% である。これらのグリッドのデータを重み分析の対象とする。

橋梁のレーン数の合計を表す式は 7 つの指標を用いて表現される。DRR では線形式、指数式、対数式の 3 種類の数式について感度分析を行った。その結果、下記に示す重みを付けた線形式が高い相関係数を持ち適切と判断された。

$$\Delta Y = a * X_1 + b * X_2 + c * X_3 + d * X_4 + e * X_5 - f * X_6 + g * X_7$$

ここに、

$$\begin{aligned} \Delta Y &= \text{適切な、あるべきレーン数} - \text{現在のレーン数} \\ X_1 &= \text{河川ネットワーク} \end{aligned}$$

X_2	=	道路ネットワーク
X_3	=	環境保護地域
X_4	=	交通需要
X_5	=	交通発生量
X_6	=	現在の橋梁の総レーン数
X_7	=	地方自治体の要望

パラメーターの重みは逆解析により得られ、数式の係数が計算される。このステップで、係数の高いパラメーターが指標として選ばれる。に重みと係数を示す。から分かるように、重みが高い指標は河川ネットワーク密度、環境保護地域、交通需要である。一方、道路ネットワーク密度、交通発生量、現在の橋梁数は重みが小さい。これは、前者の指標は新規橋梁建設の潜在性に影響が大きいことを意味する。

表 9.1-2 重みと係数の推定値

Coefficient	Coefficient value	Weighted scores	R ²
a	6.807	20	0.967
b	1.162	10	
c	6.292	20	
d	9.655	30	
e	4.901	15	
f	1.004	5	
g	0	0	

しかし、FS では、重みの推定は上記の逆解析の代わりに AHP (Analytic Hierarchy Process) により求められている。AHP は指標間の重要度を決定する数学的な手法である。このため、表の重みはマスタープランと FS では異なる値である。

(4) 橋梁建設のポテンシャルエリア

重み係数を推定した後に、それぞれのグリッドについて、上記の数式により重み付けられたスコアを計算する。それぞれのグリッドの解析の結果は、1-9 のスコアとなり、もっとも高いスコア(9 = Scores) のグリッドは、橋梁建設の潜在性が最も高い地域となる。

このスペース解析は、2009 年に実施され、5 年後の 2014 年、10 年後の 2019 年に橋梁建設のポテンシャルエリアを見つけるように実施された。解析ではスコア 6 以上の地域が将来の橋梁建設のポテンシャルエリアとして拡大されるべきであると判定した。

9.1.5 DRR モデルを用いた橋梁マスタープランの策定

DRR モデルでは、今後 10 年間の新設橋梁の計画を策定するポテンシャルエリアの優先順位付けは以下のプロセスにより実施されている。1) スペース解析による 8*8km グリッドのスコアの順位、2) 1*1km グリッドの中で交通需要-距離の順位、3) 8*8km のグリッドについて既存の橋梁の許容交通量を超過するグリッド、を対象として、次の 10 年の橋梁マスタープランを作成する。この優先順位付けに基づいて、タイ全国では次の 10 年間に 1,433 の橋梁が必要であると結論づけられている。

マスタープランでは、新設橋梁の必要性は 8*8km のポテンシャルエリアを対象に検討されている。解析で現在の橋梁の交通需要が許容交通量を超過した場合、新しい橋梁が将来必要となる。解析では、将来の 8*8km で必要な橋梁の総レーン数が計算される。ついで、現在の橋梁の総レーン数から、将来必要な橋梁の総レーン数はこの2つのレーン数の差として求められる。さらに、V/C の比率が 1.0 以上の橋梁が考慮され、1,433 の橋梁建設が次の 10 年で必要と算出された。

9.2 DRR の橋梁基本計画(マスタープラン)の計画手順の課題と技術的アドバイス

DRR の開発した 7 つの指標（交通量の将来予測などのファクター）を考慮したマスタープランモデルは、橋梁の必要性を、社会的要請だけから求めるよりも合理性が高いと見なしている。スペース解析による評価は 8km×8km の広い範囲の解析に使われる。

しかしながら、1km グリッドレベルで橋梁の建設位置を定義する決定手法は、指標の選定にあたって幾つかの問題点がある。FS はポテンシャルの高い地域の中で、より合理的な橋の位置を特定する必要があるが、適切な橋梁位置を選定する手法はマスタープランの検討とは全く異なる方法となる。FS における手法はロードネットワークを計画する手法と似た手法を用いてより現実的に実施するべきである。

この章では、DRR モデルのいくつかの問題点を記述する。

9.2.1 プリプロセスの課題と技術的アドバイス

プリプロセスにおける課題を図 3.8-1 に示す。ここでは主に選ばれた 7 つの指標についての課題と、必要性について記述する。

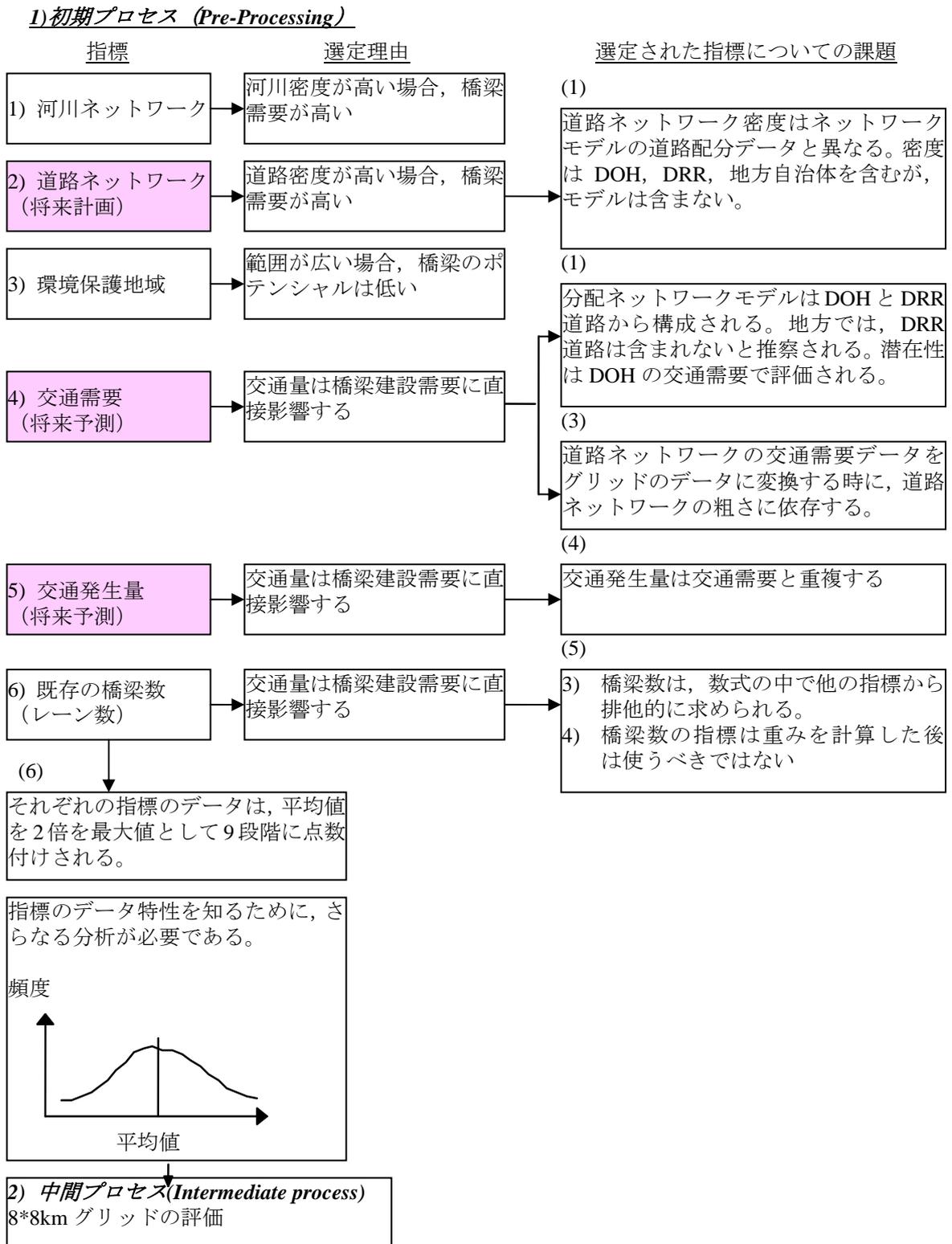


図 9.2-1 初期プロセスにおける課題

1) 道路ネットワークデータ指標(Road Network Data)

道路ネットワークは、DRR と DOH の管轄する国道、地方道路、地域道路、および、地方自治体の管理する道路から構成される。DRR のモデルの道路ネットワークは道路密度で表現される。一方で、NAM モデルの 4 ステップモデルによる道路ネットワークの交通配分は、担当者の情報によると、バンコク都を除くと主に DOH 道路から構成される。橋梁建設のポテンシャルエリアは、これらのデータを元に線形式で評価されるため、道路ネットワーク密度と道路ネットワークの交通配分はバランスがとれていない。理想的には、計画の対象である DRR 道路ネットワークに統一するべきである。

2) 交通需要指標 (Traffic Demand)

7 つの指標のうち、交通需要は新しい橋梁建設のポテンシャルを推定するために重要な指標である。マスタープランの交通需要の配点は 30 点であり、指標の中で最も高い重みが与えられている。交通需要は NAM モデルに基づいて予測されており、4 ステップモデルの中で道路ネットワークとゾーンのサイズは、District 単位に対してほぼ一致している。

しかしながら、ゾーンのサイズから推定すると、バンコク都を除く地域の道路ネットワークモデルは主に DOH の道路で構築されている。特に周辺地域では、DRR 道路は、交通配分モデルのネットワークで取り扱われていない。以上の状況から、交通需要は DOH の道路に対して予測され、DRR の道路に対して予測されているものではないと推定される。

マスタープランの手順では、7 つの指標の一つである交通需要が DOH 道路に対して評価されたスペース解析により、新規橋梁建設のポテンシャルエリアが特定された後に、DRR 道路の橋梁位置が検討される、このステップでは 1km*1km のグリッドの中で、交通需要 (traffic demand) と移動発生量(trip generation)の 2 つの指標から新しい橋梁位置が決定される。これらの指標は 7 つの指標のうちの 2 つである。前者は DOH 道路に関係する。このため、DRR の新規橋梁建設のポテンシャルエリアは、DOH の交通需要によって評価されているように見える。

3) 道路ネットワークの交通需要のグリッドデータへの変換

道路ネットワーク上の交通需要はに示すように 8km*8km のグリッドに変換しなければならない。しかしながら、集計される交通需要の量は道路ネットワークが密か粗いかによって変化する。もし、細かいネットワークモデルの場合には、合計した交通需要の量は、粗いモデルよりも多くなる可能性がある。担当者からは、正しく分配がなされているとの回答があったが、ファイナルレポートでは上述のような解釈となるためここに注意を促す。

4) 交通発生量 (Trip Generation)

交通発生量 (Trip Generation) は 7 つの指標の一つである。DRR のマスタープラン報告書では、地域の生成原単位 (Trip rate) によって求められる、地域の移動の需要と定義している。調査の結果、Trip generation はモデルから抽出された交通量ではなく daily person trip であると判断される。Trip generation は OD 表と道路ネットワークを用いた交通配分モデルによりそれぞれの道路に分配される。それは、Trip generation は道路の交通需要に含まれることになる。このため、Trip generation は二重にカウントされている可能性がある。

5) 既存の橋梁の数 (Number of Existing Bridges)

スペース解析で用いる線形式で変数の重みを推定するとき、全てのグリッドのデータの中の橋梁の数を使用する。これは、既存の橋梁の数は、数式の中で排他的な要素であることを示している。いくつかの指標の現在のデータの輸入は、既存の橋梁の数を推定するためのものであるから、この指標は重みの計算を実施した後の解析では使われるべきではない。

6) 各指標の点数付け

スペース解析の前に、各指標のデータは9段階に点数付けする。マスタープランの報告書によると、90%のデータがこの幅の中に含まれると記述されている。この90%のデータは9段階に均等に分割される。残りの10%は9段階の外のデータ分布の増加する方向に分布することになる。7つの収集した指標の特性がデータが特定の点数に集中しているかどうかを把握するために、この7つのデータについてさらなる分析が必要である。たとえば、に示すようにデータの点数と頻度分布を分析することで、分布の特性は明らかとなる。指標のデータの分布が適切であることは、線形計算による推定、すなわち、より高い点数のグリッドの分布により影響を与える。

9.2.2 中間プロセス (Intermediate-Processing) の課題と技術的アドバイス

中間プロセスでの課題を示す。主に中間プロセスにおける潜在地域の選定方法の課題について記述する。

1) スペース解析で用いる線形評価式

スペース解析で使用する線形式は、7つの指標により、新しい橋梁の適切な必要レーン数(ΔY)を求めることが目的である。線形式は新しい橋梁のレーン数(ΔY)が0となるような現在値が入力されて求められた式である。将来、現在のレーン数と将来必要なレーン数の差は、将来の推定値に置き換えられた指標により計算される。7つの指標のうち、道路ネットワーク X2 と交通需要 X4、交通発生量 X5 のみが将来の推定値を持つため、スペース解析は、将来の ΔY は将来の道路計画と交通需要により決定されていることを示している。

このため、理論上は、X1：河川ネットワーク、X3：環境保護地域、X6：現在の橋梁の総レーン数は将来必要なレーン数に影響を与えない。

2) 選定されたポテンシャルエリアについて

DRR モデルでは、橋梁建設の潜在性の高い 8*8km グリッドとして、相対的にスコアが高い地域が選ばれる。最高点のスコアのグリッド (9 点) は最も橋梁建設の潜在性が高い地域である。このことは、橋梁の必要性は交通サービスのレベルや、交通渋滞の低減のような達成指標は考慮されていないことを示している。マスタープランでは、潜在性の高い地域を選んだ後に、現在の橋梁の交通需要が交通容量を超過する橋梁建設地域を評価している。

DRR モデルは点数の高いグリッドを抽出するだけで、橋梁マスタープランは現在の橋梁の V/C を基準として考慮することになっている。このようにマスタープランが決定されるのであれば、V/C のような基準は橋梁マスタープランの段階ではなく、DRR モデルに含ま

れた方がよいと考えられる。

図 9.2-2 に提案する方法を示す。DRR モデルにより、スコアが高いグリッドを選定した後、V/C を 8*8km グリッドで交通需要に基づいて推定し、ついで、V/C が例えば 0.7 以上の高いグリッドを選定する。選ばれたグリッドは、線形式によるスコアが高く、かつ、V/C の基準のもとに高い潜在性を持つことになる。

2) Intermediate-Processing

Evaluation of 8*8km grids

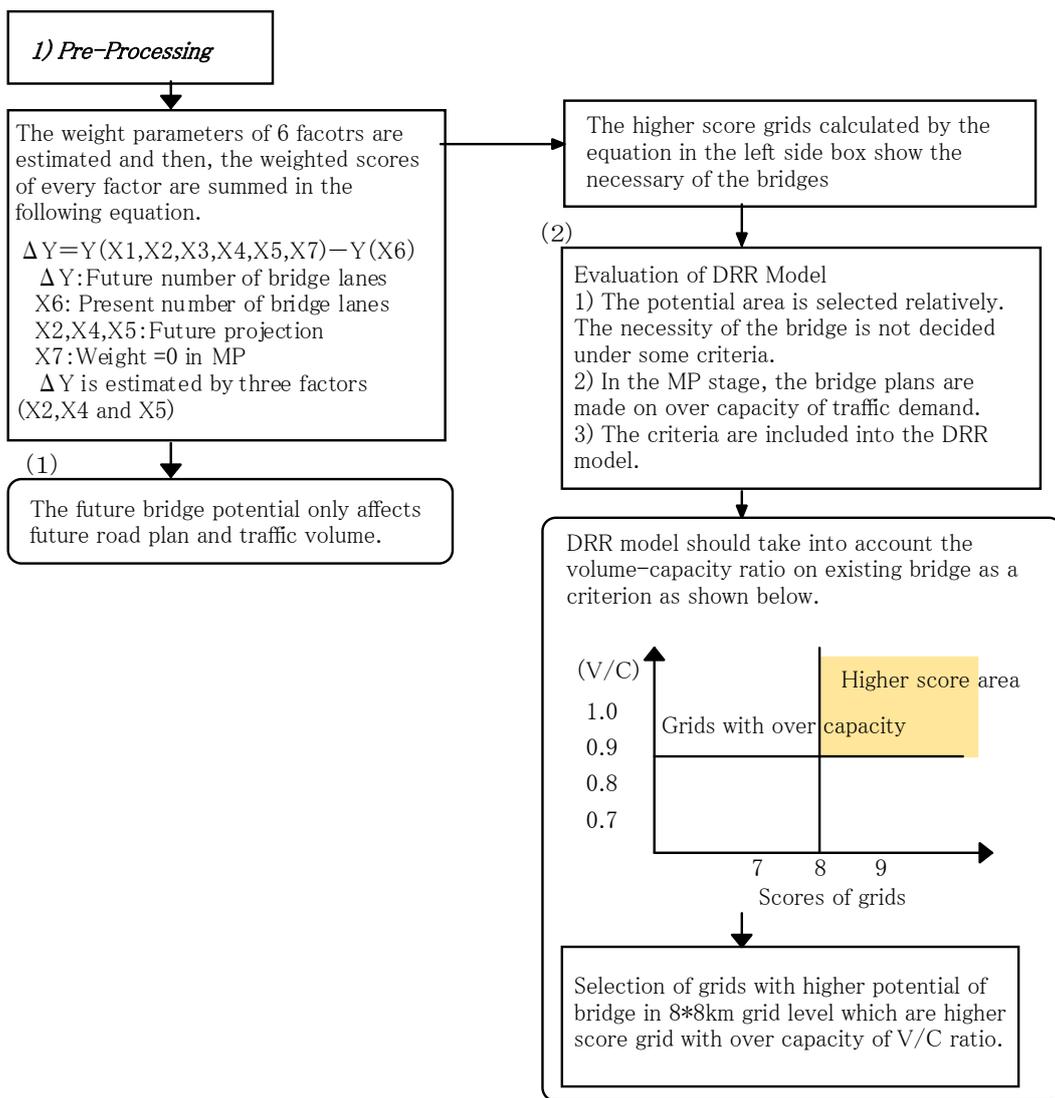


図 9.2-2 中間プロセスにおける課題

9.3 DRR の FS 実施手順のレビュー

9.3.1 はじめに

橋梁建設の潜在性が高い地域が DRR モデルにより抽出された後、橋梁の FS が実施され

る。FS のための代替橋梁位置の抽出は、次の2つの手法が実施されている。

- a) DRR モデルによるポテンシャルエリア内での橋梁代替位置の抽出
- b) 選定基準に基づいた工学的判断による橋梁代替位置の抽出

上記で抽出された複数の橋梁代替位置から適切な橋梁位置が選定される。

本節では、最初に DRR 独自の手法である DRR モデルによる手法 a) (DRR モデルにおけるポストプロセスと呼ぶ)の概要をとりまとめ、課題を抽出し技術的アドバイスを与える。

9.3.2 ポストプロセス (ポテンシャルエリア内での橋梁位置の判定)へのレビュー

このプロセスは、DRR モデルの最後のステップとなり、スペース解析の後、点数の高いグリッドについて、より正確な橋梁建設位置を特定するための解析が実施される。

交通流が最短の距離または時間となるような考えのもとに、交通需要がこのステップでは指標として用いられる。スコアの高い8*8km グリッドは、より具体的な橋梁位置を探すために1*1km のグリッドに再定義される。手法を以下に記述する。

(1) 1*1km グリッドでの橋梁位置の決定

1) 橋梁位置の決定手法

8*8km での新規橋梁建設のスコアの高いグリッドは、橋梁位置ではなく、橋梁建設の必要性を示している。このため、交通需要と既存の橋梁の位置を用いたなんらかの理論的な方法により、8*8km グリッドの中の1*1km のグリッドのレベルで新規橋梁の建設位置を決定する必要がある。これにより、8*8km グリッドの中のさらに細かい64個の1*1km グリッドの中から橋梁建設の優先度の高い位置が選定される。

下記の式は、適切な橋梁建設位置を評価するために用いられた式である。2つの変数(V, L)は8*8km グリッドでの交通需要に関する指標と1*1km グリッドでの橋梁からの距離である。交通需要は2つの項で定義され、'a'の項は交通需要に関する項、'b'の項は8*8km グリッドでの交通発生量に関する項である。次式の合計値が最小となる位置が最適な橋梁位置を示す。マスタープランでは64グリッドの中の1位から20位のグリッドが新しい橋梁建設の候補地として選ばれている。

$$\text{Min}(\sum_{i=1}^n (V_i L_i)_a + \sum_{i=1}^n (V_i L_i)_b)$$

ここに	V_i	=	8*8km グリッドでの交通需要
	L_i	=	km1*1グリッドと近接する橋梁の最短距離
	a	=	8*8km グリッドでの交通需要に関する項
	b	=	8*8km グリッドでの交通発生量に関する項

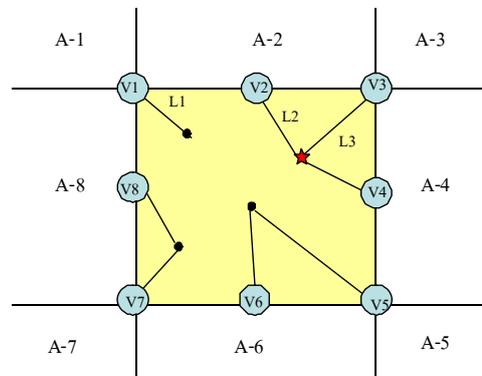
2) 交通需要の評価手法 ; 'a'項

は、交通需要の'a'項に関するVとLの定義について説明した図である。A-1, A-2, A-3

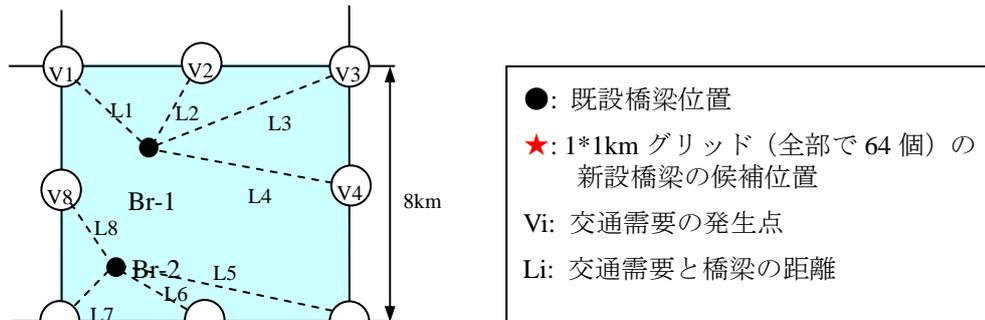
のような、検討対象とするグリッド A の周辺のグリッドと、グリッド A の間の交通需要をそれぞれ V1, V2, V3 と定義する。それぞれの方向への分布の比率は隣接する地域への交通需要に比例する。グリッドの境界線上に交通需要 V1-V8 が計算される (1))

つぎに、交通の発生点 V1-V8 と、既設橋梁 ((2) の黒点) との最短の距離 L1-L8 を求める。たとえば、交通の発生点 V1-V4 からは、橋梁位置 (Br-1) への距離 L1-L4 が最短であり、橋梁 (Br-2) に対しては V5-V8 が最短となる。この時、V8 からの最短の橋梁は Br-2 であるが、もし、新しい橋梁 Br-4 が計画されたとき、新しい橋梁位置は V8 から最も近いために、V8 からの最短の橋梁は Br-2 から新しい Br-4 に変わる。また新しい Br-5 が計画されたときには Br-4 と同じように、V3-V6 が Br-5 が最短の橋梁となるために、V3-V6 は新しい Vr-5 にリンクすることになる。(4)参照)。

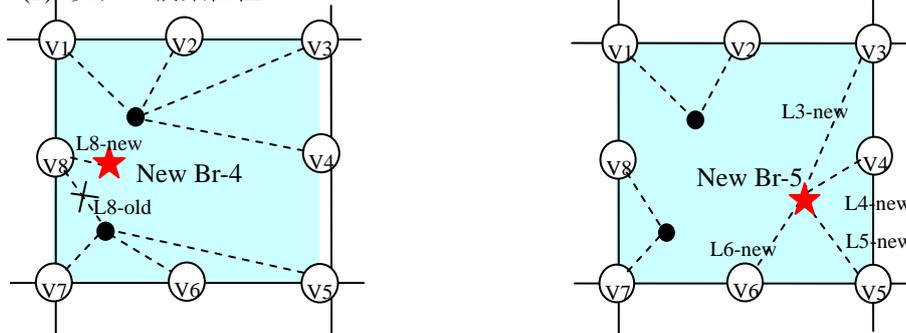
最終的に、新しい橋梁建設位置を 64 個のグリッドの中で動かして、数式の'a'項が計算される。(5)参照)



(1) グリッド A の交通需要の発生点(Vi)



(2) 現在の橋梁位置



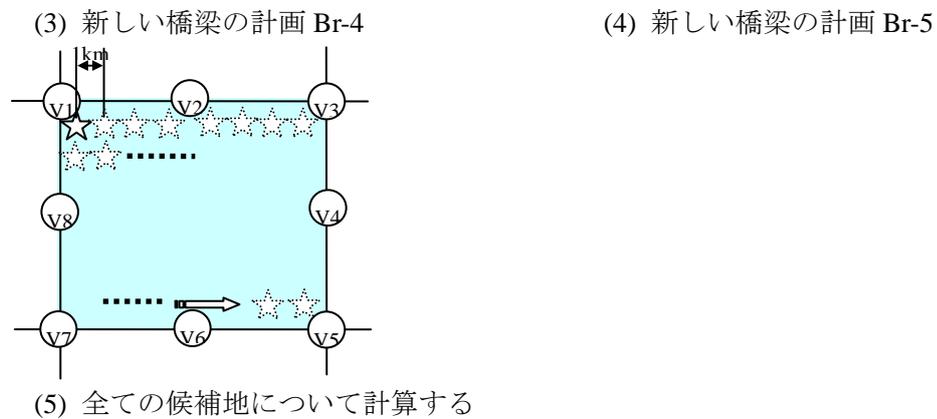


図 9.3-1 交通需要の評価手法 ; 'a'項

3) 交通需要の評価手法 ; 'b'項

は、'b'項の交通発生量に関する V と L の定義を説明した図である。8*8km で計算された交通発生量は 64 個の 1*1km グリッドに均等に配分される。交通発生量 $V1, V2$ はそれぞれの 1*1km グリッド位置に配置される。これは境界線上に配置された'a'項とは異なる。

それぞれ橋梁の V_i からの最も近い距離 L の決め方は'a'項での決め方と同様の手法による。このとき、新しい橋梁を計画するときにも、'a'項での手法と同様に変化する。(1)(2)

最終的に、河川に沿った新しい橋梁の建設位置を 64 個のグリッドそれぞれについて仮定し、'b'項の評価式を計算する。最も効果的な橋梁位置は評価式の計算結果が最も小さくなるグリッドの位置となる。

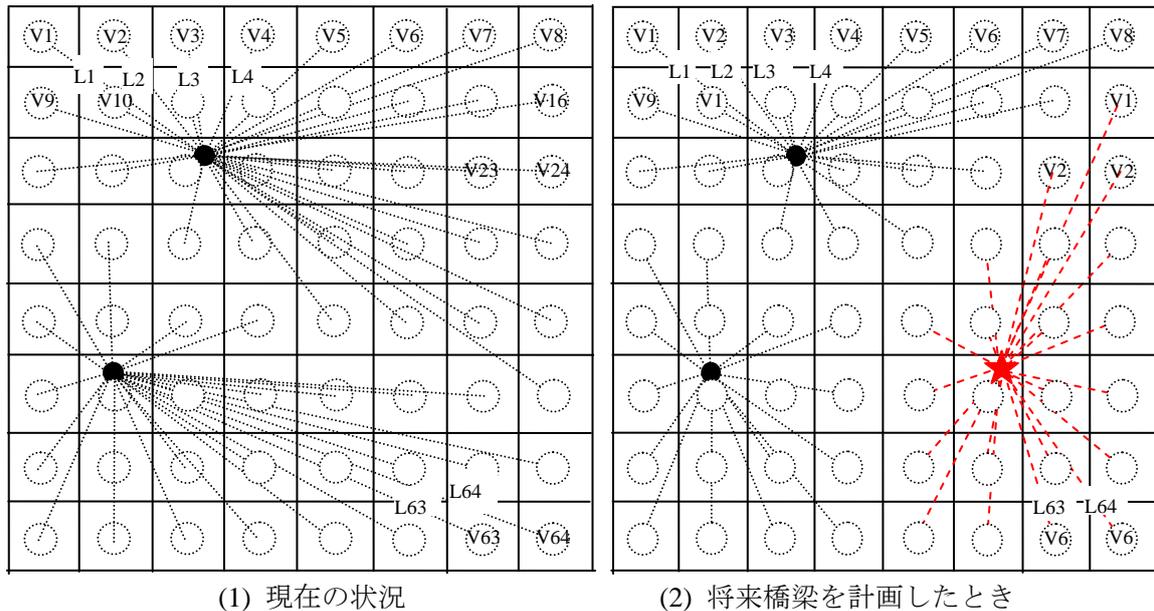


図 9.3-2 交通発生量の評価手法；'b'項

(2) 地域からの要望とポテンシャルエリア選定結果の比較

マスタープランでは、選定された新規橋梁建設のポテンシャルエリアについて、地域の要望との比較調査を実施した。地域の要望がある場所と DRR モデルの結果スコア 6 以上の場所との比較では、625 橋のうち、399 橋が一致すると記述されている。これは全体の 63.8%である。

このように、地域の組織からの質問状による要望との比較により DRR モデルの照査を行っているが、収集された質問状の数は十分ではなく、DRR の報告書では結論としてまとめられていない。さらに、DRR によると、地域の関係する組織によりさらなる調査が必要であると考えられている。

9.3.3 選定された 25 地域の FS へのレビュー

マスタープランでは、8*8km グリッドの潜在性の高い地域が新しい橋梁建設の位置として選定された。DRR では、2009 年に実施した上述の潜在性の高い 25 の地域について、橋梁の概略計画と経済評価を含む一般的な FS を実施した。は FS の実施対象として選ばれた中部地区の 11 県である。なお、この FS では、DRR モデルのポストプロセスにより 1km グリッドで抽出された橋梁位置は参考として扱われ、別の選定手法により、各地域に 4 つの代替橋梁位置が再選定されている。

FS は以下のステップで実施された。図 9.3-3 参照。

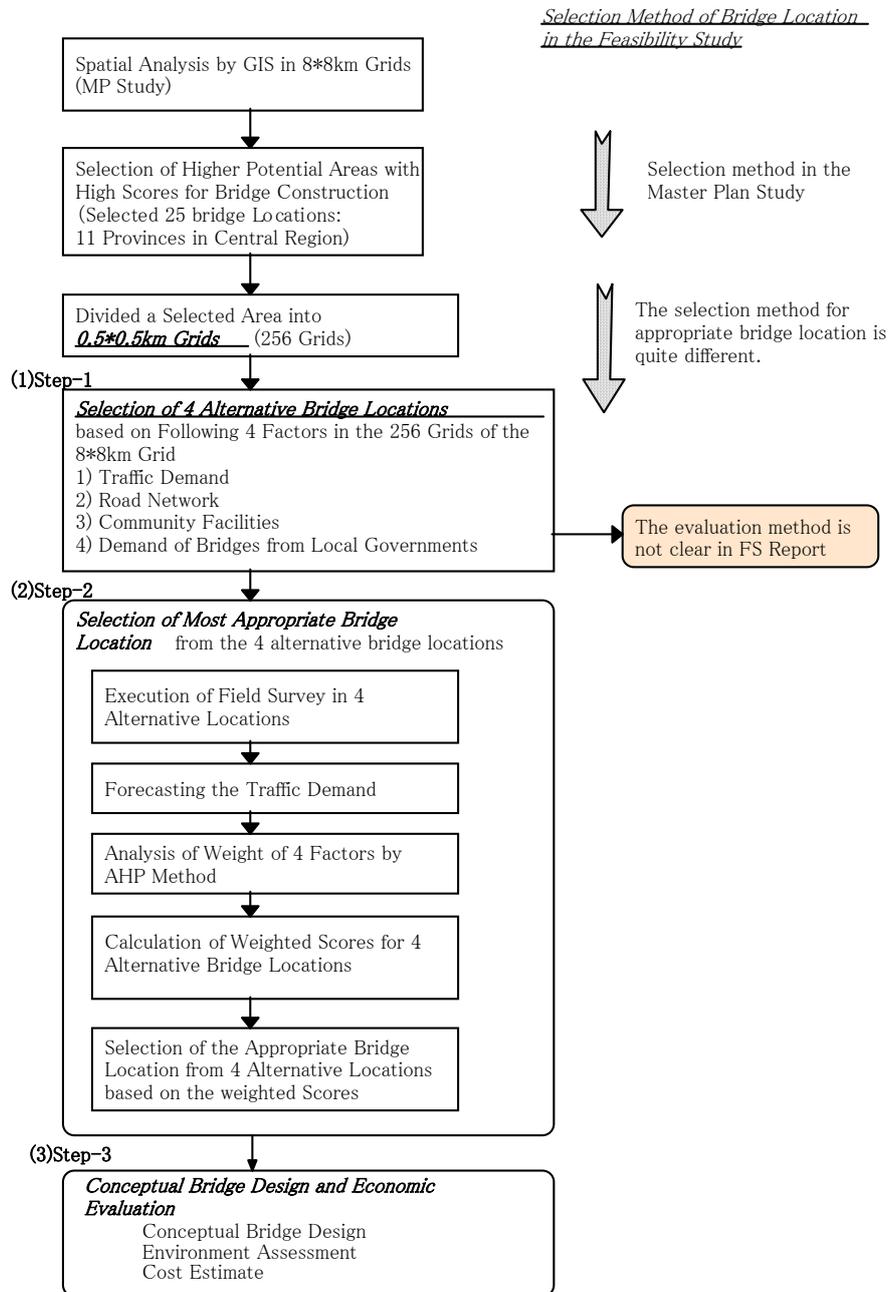


図 9.3-3 FS の検討手順

1) Step-1: 4 つの代替建設位置の選定

2009年に実施したマスタープランの検討について、2011年に実施されたマスタープランの見直し、および、FSでは、25の8*8kmグリッドの新規橋梁建設のポテンシャルエリアを再選定した。さらに、8*8kmグリッドをポストプロセスで実施された1*1kmよりさらに細かい0.5*0.5kmのグリッドに分割し、このグリッドから、下記の4項目の選定基準、および、工学的判断に基づき、4つの代替橋梁箇所を選定した。ここで、地域社会ファクターとは、学校、寺院、病院などの公共施設、および、地域社会からの橋梁建設の要望であ

る。

- 交通需要
- 道路ネットワーク
- 地域社会（施設）
- 橋梁への要望

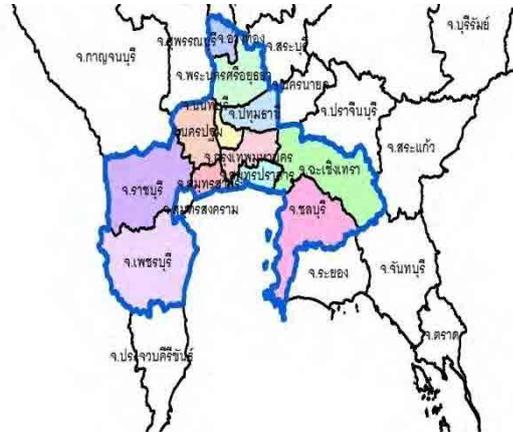


図 9.3-4 中部地方の 11 県

2) Step-2: 適切な橋梁位置の選定

適切な橋梁建設位置は以下のステップで選定された。

- 1) 現地調査の実施
 - 地形条件の調査，縮尺 1: 50,000
 - 地質調査 (25 箇所)
 - 交通量調査(10 箇所)
- 2) 交通配分モデルの作成
- 3) 4 指標の重みの分析
- 4) 4 つの代替箇所について，4 つの指標の重み付けられたスコアが計算される。最もスコアが高い場所が最適な橋梁位置として選定される。最終的に 25 箇所の橋梁位置が FS で選定される。
- 5) 選定された橋梁位置が適切かどうか再評価する。

3) Step-3: 橋梁の概略計画と経済評価

選定された 25 の橋梁について以下の項目について FS を実施した。

- 1) 橋梁の概略計画
- 2) 環境調査
- 3) 建設費の推定

(2) 適切な橋梁位置の選定手法

4 つの代替位置の中から適切な橋梁位置を選定するにあたって，FS では，7 つの指標の重みを AHP 手法を用いて再検討した。マスタープランで推定した重みと FS で推定した重みを示す。図の中央の表が，FS において，地域の要望（社会的ファクター）を含む 11

指標について AHP 手法により算出し直した重みである。FS ステージでは、8*8km グリッドの検討が再度実施され、この 11 指標の重みを用いてポテンシャルエリアを再抽出している。右側の表は FS で橋梁位置を評価するための 9 つの指標について、AHP 手法により算出された重みである。表に見られるように、最も高い重みは交通需要に付けられている。実際に、24 の選定された橋梁のうち、18 の橋梁（約 75%）で交通需要のスコアが最大となっており、4 つの橋梁の代替位置の中から、主に交通需要が高い場所が適切な橋梁位置として選定されている。

	MP to prioritize 8km cell grid	Reexamination in FS to prioritize 8km cell grid	FS Selection of bridge location								
Infrastructure	X1 River network (km/m ²) 20	River network (km/m ²) 10	<table border="1"> <tr><td>Width of river (m)</td><td>5</td></tr> <tr><td>Road connection to the bridge (0,1,2 side)</td><td>9</td></tr> <tr><td>Major road network (0,1,2 side)</td><td>9</td></tr> <tr><td>Distance from existing bridge (km)</td><td>5</td></tr> </table>	Width of river (m)	5	Road connection to the bridge (0,1,2 side)	9	Major road network (0,1,2 side)	9	Distance from existing bridge (km)	5
	Width of river (m)	5									
	Road connection to the bridge (0,1,2 side)	9									
Major road network (0,1,2 side)	9										
Distance from existing bridge (km)	5										
X2 Road network (km/m ²) 10	Road network (km/m ²) 10										
X6 Number of existing bridge (lanes) 5	Number of existing bridge (lanes) 5										
Environment	X3 Environment conservation zone (km ²) 20	Environment conservation zone (km ²) 20	Environment conservation zone (Yes, No) 16								
Traffic demand	X4 Traffic demand on Roads (Daily traffic) 30	Traffic demand on Roads (Daily traffic) 20	<table border="1"> <tr><td>Travel demand (PCU/day)</td><td>36</td></tr> </table>	Travel demand (PCU/day)	36						
	Travel demand (PCU/day)	36									
X5 Trip generation (Daily person trip) 15	Trip generation (Daily person trip) 15										
Social factor	X7 Community request 0	Density of population 5	<table border="1"> <tr><td>community along the side of river (0,1,2 side)</td><td>10</td></tr> <tr><td>Request of construction of bridge (Yes, No)</td><td>5</td></tr> <tr><td>Preliminary survey of the area (Yes, No)</td><td>5</td></tr> </table>	community along the side of river (0,1,2 side)	10	Request of construction of bridge (Yes, No)	5	Preliminary survey of the area (Yes, No)	5		
	community along the side of river (0,1,2 side)	10									
	Request of construction of bridge (Yes, No)	5									
	Preliminary survey of the area (Yes, No)	5									
		Request of construction of bridge 4									
		Preliminary survey of the area 3									
	Detailed model 5										
	Government policy 3										

図 9.3-5 マスタープラン、および、FS で推定した重み

(3) 橋梁の経済評価

1) 環境アセスメント

FS の中で、環境アセスメントは 25 橋の周辺地域について実施されている。環境と社会条件の調査は初期環境調査 (IEE; initial environmental examination) として実施されている。調査では、25 箇所の橋梁位置について、現在の自然と社会条件について、具体的な施設、

動植物、生活環境などの情報を集め、橋梁建設の実施段階での環境への影響について評価している。これらの分析された情報は、環境影響と現状についてチェックリストにまとめられている。25 の地域について、主に、建設の実施に負の影響を与える項目は、地形条件、大気汚染、交通量、水上輸送である。

2) 経済評価

1) 経済評価の条件

経済評価は以下の条件で検討される

- プロジェクト期間は 20 年 Project life is 20 years.
- 割引率 (Discount rate) 12%。一般にタイで用いられる値。

2) 経済評価

経済評価は以下について実施される

- NPV (Net Present Value)
- B/C (Cost Benefit ratio)
- EIRR (Economic internal rate of return)

FS が実施された 25 橋では、1 つの橋梁のみ EIRR が 12%以下、B/C が 1.0 以下、NPV がマイナスの橋梁がある。

9.4 DRR の FS 実施手順の課題と技術的アドバイス

9.4.1 ポストプロセス (Post-Processing) への技術的アドバイス

1*1km グリッドで橋梁位置を選定するポストプロセスでの課題をに示す。

1) ポテンシャルエリア内での橋梁位置

8*8km グリッドの新設橋梁建設のための高いスコアをもつグリッドは、橋梁の必要性を示しているが、適切な橋梁位置は示していない。高い点数のグリッドは、1*1km のグリッドによる理論的な手法により決められなければならない。橋梁は、既存の橋梁、計画中の路線上の橋梁、潜在性の高い地域に建設する橋梁の3つのカテゴリーに分類される。

3つのカテゴリーのうち、最初の二つについては既に場所が特定されているが、最後の潜在性の高い地域に建設する橋梁位置は場所が特定されておらず、特定する必要がある。最も適切な橋梁位置は、8*8km のグリッドの中で、64に分割された1*1km の細かいグリッドから選択される。

2) 1*1km グリッドでの新しい橋梁位置の抽出方法

1*1km の中で、適切な橋梁位置を評価するために用いられる数式は、'a'と'b'の2つの指標を持っている。指標'a'は道路の交通需要であり、指標'b'は8*8km で使われているトリップジェネレーション (trip generation) である。前者は道路の交通量 (日平均交通量) であり、後者は発生交通量 (パーソントリップ/日) である。DRR のマスタープランのファイナルレポートではトリップジェネレーションを配分するモデルを示していないために、トリップジェネレーションの単位は (パーソントリップ/日) と見られる。この場合、指標'a'と'b'を足し合わせることは、単位が異なっており困難であると考えられる。

3) 1*1km グリッドの中での橋梁建設位置の決定手法

橋梁の建設位置は DRR モデルの中で、交通需要と既設の橋梁との距離を指標とした理論的な評価手法を用いて選定される。この方法では、8*8km グリッドの中から1*1km グリッドで橋梁位置が選ばれる。しかしながら、2つの指標に基づいて橋梁位置を選定することは困難である。橋梁建設のポテンシャルエリアの中で、橋梁位置の選定には、道路や河川ネットワーク、住宅地、公共施設など多くの指標を考慮する必要がある。この点について、2011年のFS レポートでは、多くの指標を反映した DRR モデルのポストプロセスによらない橋梁位置選定方法が実施されている。実際の橋梁位置の選定には多くの工学的判断が必要となるため、8km のポテンシャルエリアを抽出した後の橋梁位置の選定方法としては、FS レポートの方法は現実的な方法と考えられる。

3) Post-Processing

Selection of Bridge Location in 1*1km Grids

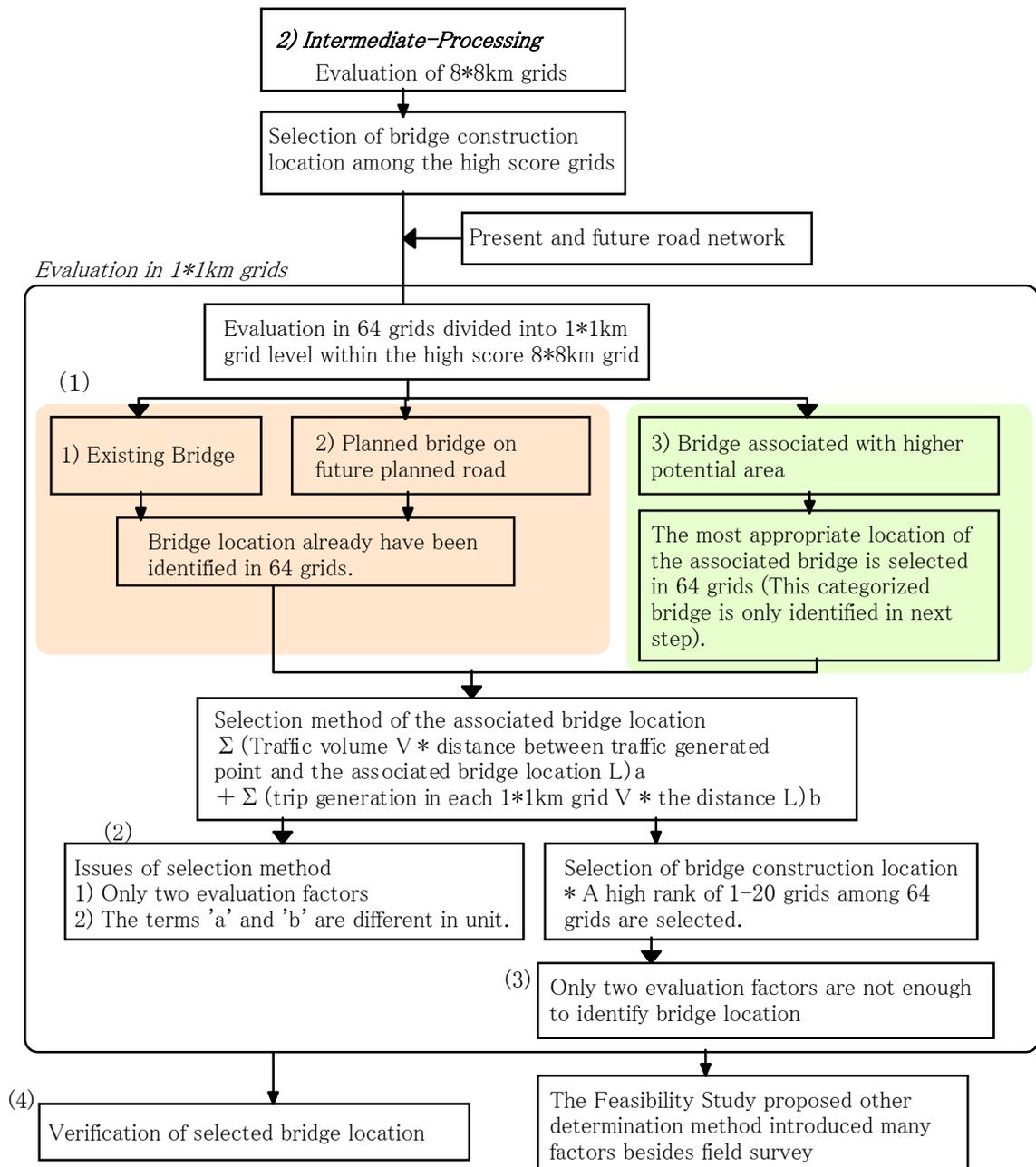


図 9.4-1 ポストプロセスでの課題

4) 選ばれた橋梁位置の検証

マスタープランでは、新しい橋梁建設の社会からの要請と、解析で得られたポテンシャルエリアを比較している。DRR モデルで解析された 6 点以上のエリアが検証された。タイの 625 の橋梁の 399 橋、63.8%がこのエリアに含まれる。

地域社会からの要望の代わりに、DRR のローカル事務所でも DRR モデルを使うために、

DRR モデルは新設橋梁の必要性の正確さを検証する必要がある。に橋梁建設位置の検証手順案を示す。

ステップ1で、DRR モデルにより選ばれた橋梁を2つのグループに分類する。一つはコミュニティからの要望がある橋梁、一つは要望がない橋梁である。ステップ2では、それぞれのグループのグリッドの点数に対して頻度分布を作成する。それぞれのグループは、たとえばスコア6点などの基準により、2つのサブグループに分割される。サブグループAはコミュニティの要望もDRRモデルでのスコアも高い地域である。

サブグループAは潜在性が高い。サブグループBはスコアは低い、コミュニティからの要望がある。一方で、サブグループCはコミュニティからの要望はないが、スコアは高い。これらサブグループBとCは、選定された地域の状況についてさらなる検討が必要であり、検討結果をDRRに反映するべきである。このような解析を踏まえて、DRRモデルはより信頼できるモデルとすることができる。

(4) Verification of selected bridge location

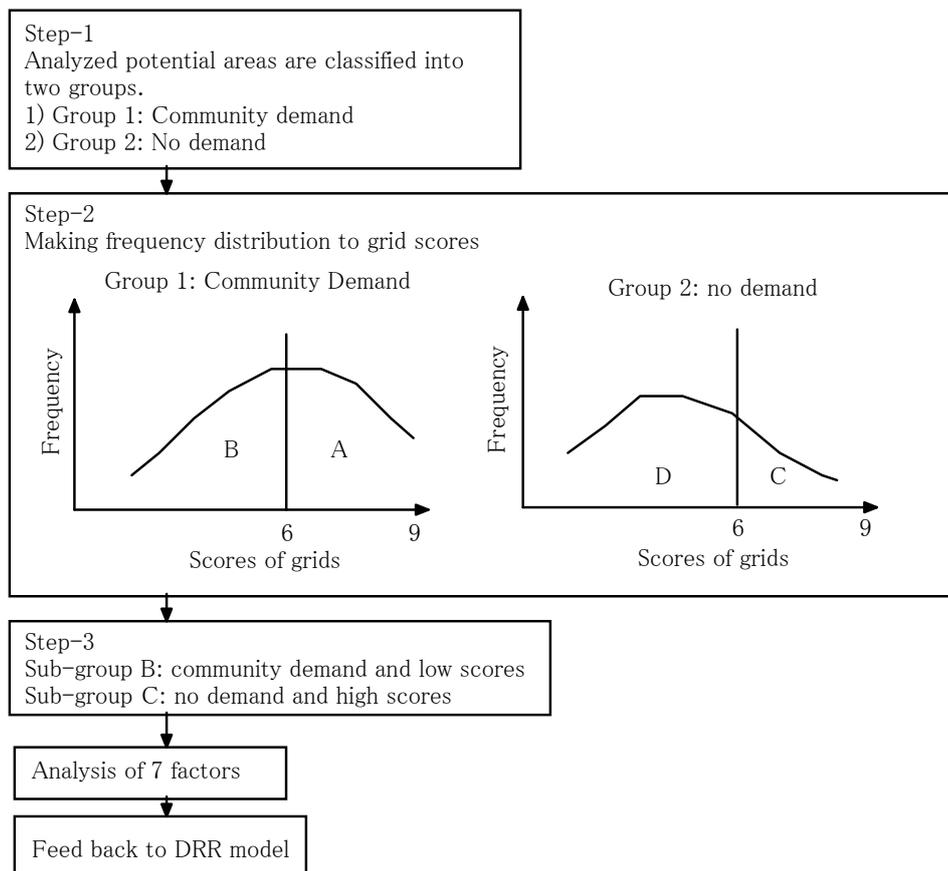


図 9.4-2 選定した橋梁位置の検証方法

9.4.2 選定された25地域のFSへの技術的アドバイス

(1) 橋梁位置の選定手法について

2011年に実施されたFSでの新しい橋梁の建設位置の最適位置の選定手法は、潜在性の

高い 8*8km グリッドが選定された後の DRR モデルのポストプロセスにおける手法とは大きく異なる。ポストプロセスでは、1*1km の細かいグリッドでの適切な位置を選定するために、交通需要と距離または時間の指標が用いられた。一方で、FS では 2 つの方法が用いられる。最初のステップでは、4 つの代替位置が 8*8km を 256 分割した 0.5*0.5km のグリッドから選定される。次のステップで 4 つの代替位置の中から最適な位置を選定される。(参照)

FS の主に Step-1 の課題について図 9.3-3 に示す。4 つの橋梁位置は 0.5*0.5km のグリッドから、Section 9.3 に示された 4 つの指標の他に、工学的理由により選定される。指標として、社会性は、学校や寺院、病院などの公共施設、橋の地域からの要求などがあり、これらの指標の活用はより合理的な 4 つの代替案の選定理由となる。しかしながら、代替案からの選択の手法は FS レポートでは、の色つけをしたセルに示すように明らかではない。

9.4.3 FS における橋梁の概略計画についての技術的アドバイス

橋梁の概略計画は以下の条件で実施されている。

1) 概略計画

橋梁の概略計画は以下の仮定により実施される

- 橋台は陸上部にあること
- 河川の航路高さは 6m
- 縦断勾配は 4% 以下
- 橋梁の幅は 13.8m。走行車線は 3.5*2 lanes, 歩道, 高欄を含む
- 中央径間は 40m 以上

2) 工費の算出

- 橋梁のコストは DRR の既存の橋梁から推定した
- 橋梁の単価は 3 つの橋梁規模について仮定した。40-55m, 55-75m, 75-100m に分類する。
- 用地買収の費用は寄贈されるものとして計上しない。
- 維持管理費 25,000Baht/bridge/year.
- 環境対策費用は FS ではコメントされていない
- 設計費は建設費の 1.75% (Regulations of the Office of the Prime Minister on Procurement B.E. 1992), 工事管理費は建設費の 1.75% と仮定。

橋梁の概略計画の手法については、一般的な橋梁形式が選定されており、概略予算を推定する手法として、特に問題はない。ただし、選定された 25 橋の中に、チャオプラヤ川に架かる吊橋（中央支間 700m）があり、基本計画図を見る限り、タイ国においては当該橋梁形式の経験が不足していると思われた。

このため、引き続き実施されている FS の構造計画について、アドバイスを与え、FS に反映させた。長大吊橋の FS について実施したアドバイスを Appendix10-1 に添付する。

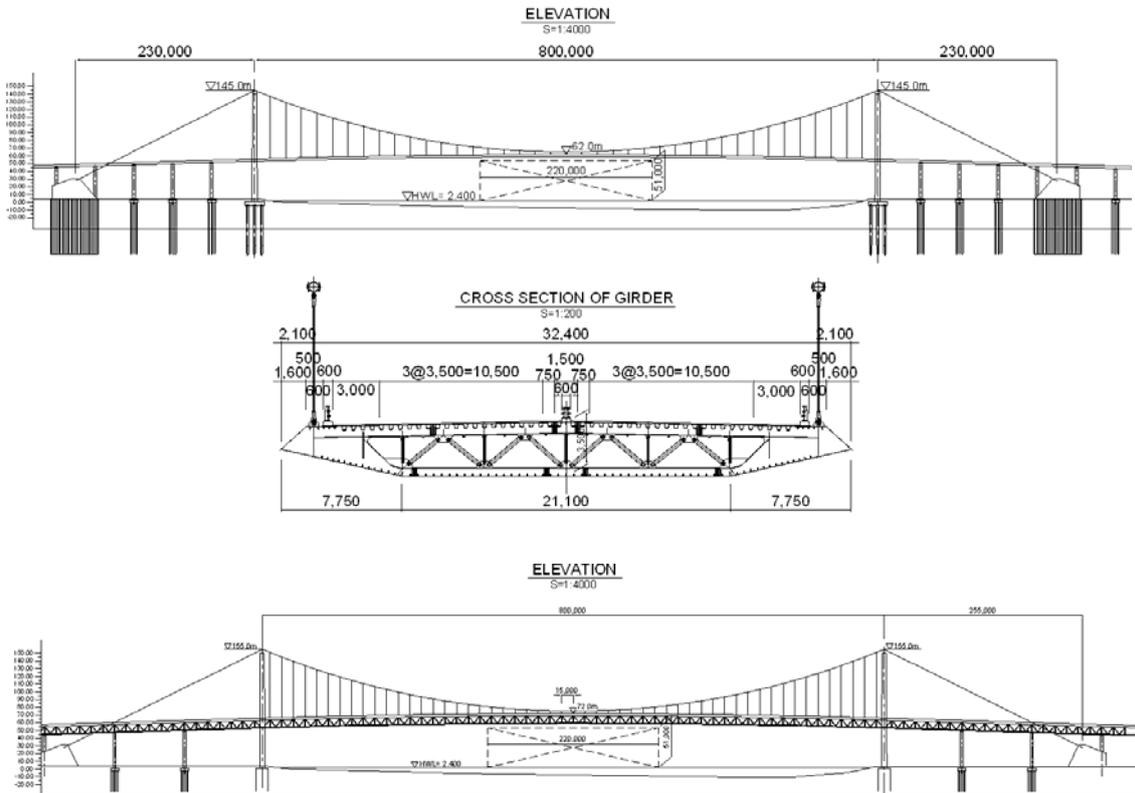


図 9.4-3 サムットプラカーン地区に架かる吊橋の構造計画案
シングルデッキ案，ダブルデッキ案

9.4.4 FS における経済評価手法についての技術的アドバイス

新設橋梁の事業評価において、費用便益分析は事業の妥当性を評価し効果的な事業を採択するために重要である。DRR の FS においても、経済評価指標の一つとして B/C が用いられている。DRR では、B/C の算出のためのガイドラインを持たないために、体系化した B/C の算出手順の例示を求められた。FS レポートでは、Benefit の算出方法、参考資料は示されておらず、その手法はコンサルタントに任されている、との担当者から情報があつた。

本調査では、社会的・経済的側面を考慮した費用便益分析の手法として、「国土交通省道路局，都市・地域整備局，費用便益分析マニュアル，平成 20 年 11 月」を参考に、算出手順を説明した。日本とタイでは走行経費や交通事故損失の原単位が異なるために、そのまま適用することはできないが、将来、DRR で標準化する際に、タイ国での統計データを検討することにより、算出手法が参考となると考えられる。

とりまとめた費用便益分析手法手順を Appendix10-2 に示す。

第10章 まとめ

本業務は地方の道路橋の維持管理のための DRR 担当職員の能力向上を目標としたものである。DRR 職員の橋梁維持管理に対する意識低く、危険な状況があっても予算が無いということで放置されている橋が多々ある。業務ではこの職員の意識改革から始めた。数々のセミナー、OJT を通じて橋梁維持管理の重要性はだいぶ認識されたと思われる。DRR 本部と地方にも出向き丁寧に技術移転をはかったが、職員のほとんどは技術習得には前向きで有難かったが反面いろいろな要望も出て、その対応に苦労した面もある。地方への技術の浸透を図るためこれらの要望は出来るだけ応じる方針で業務は進めてきた。以下、項目毎に概略をまとめる。

1. 橋梁維持管理について

1) 橋梁点検と損傷評価

業務の中心は橋梁点検評価マニュアルの作成とその結果を記録する橋梁台帳の整備、そして記録の入力補助としてのタブレットを用いたシステムの作成、そして OJT である。これらの作成にあたっては実際に利用されることを第一に考えた。そのため、現場の職員と会議を重ね、点検手法、記録方式、判断基準等について彼ら能力を勘案しながらその意見を極力取り入れて作成した。具体的には点検項目を絞り、損傷評価については写真を多く取り入れ判断し易い形にした。また、タブレットを使うことを前提にし、橋梁台帳に直接記録を入力できるようにし、作業の大幅な簡略化を図ったがこれは予期した以上に評判が良かった。

もちろんこのシステムは今後使用していく中で改良されるべきものではあるが、既に最初から相当強力な橋梁維持管理支援システムとなっていると思われる。

2) 橋梁長期維持管理計画策定

橋梁長期維持管理策定マニュアルを策定し、計画策定のための予算シミュレーションプログラムを整備した。これは橋梁のライフサイクルを考えた長期スパンでの管理予算の最適化を図るものであるが、内容的に地方のテクニシャンに浸透させるのは難しいので、地方一般にはその概要と必要性を説明し、DRR 本局の担当技師とカウンターパートを主なターゲットにして技術移転を図った。実務的に有効なものにするには何年か PDCA を回す必要がある。しかし、今 DRR の地方橋梁のための予算はほとんどついておらず、従って維持補修工事の実績もあまりなく、予算の設定が難しいので、かなり仮定をおいてシステムを作成している。今後、このシステムを利用して予算が増え、実績が積みあがるとこの予算シミュレーションも精度の良いものになると思われる。

2. 橋梁マスタープラン

今 DRR で進めている橋梁マスタープランはとても理論的であり、実用に供するにはさらに経験に基づいた改良が必要と思われる。意見は出しているが実際の改良は時間がかかると思われる。ただ、意見を出せば対応も出てくるもので、たとえば標準設

計では、変更がかなり難しいと思われていた橋脚の設計が洗掘により強いものになり始めて成果が出てきた。必要性が認識されるとある程度の時間があれば変わっていくのだろう。

3. 洪水対策

洪水対策マニュアルの作成と OJT としてのパイロット工事の実施指導を中心とした。これは現実大きな被害が出たなかでの技術指導なので現場も最初から熱心で、特別予算を組むなどとても前向きに協力してくれた。マニュアルは本局と地方のエンジニアと協議を重ね、実用性を重視して現地にあった方法を採用しているので今後各地に浸透していくものと思われる。

4. 能力開発

数多くのセミナーと OJT を繰り返して職員の能力開発を促した。その DRR 職員の橋梁維持管理に対する意識と能力は有意なレベルで高まっている。

当初は DRR の職制の関係で全員参加形の統一的な展開は困難で、協力的な部局から進めていくほかなかった。しかし、途中からマニュアルやタブレットの評判がよくなり、関心を持つ人達が増えた。今年の橋梁事故を受けての MOT の指導も加わり DRR の橋梁維持管理の重要性に関する認識は確かに深まっている。

これを反映して、最後のワークショップでは TV 会議方式をとったところ全 18 地方部から約 200 名の参加申し込みがあり、また意見や質問も多く出された。

ただ、現在の DRR の予算と人員、人々の働き方からして、今後の展開には一抹の不安を感じる。データベースへの入力状況のチェックなど何らかのフォローアップが必要と考えられる。