

第5章 本格調査への提言

5-1 本格調査の実施内容

5-1-1 橋梁耐震基準の見直し

フィリピンでは図5-1に示すように、米国AASHTO基準の耐震設計手法をほぼそのまま採用し、設計基本震度を別途国情に合わせて設定して用いている。

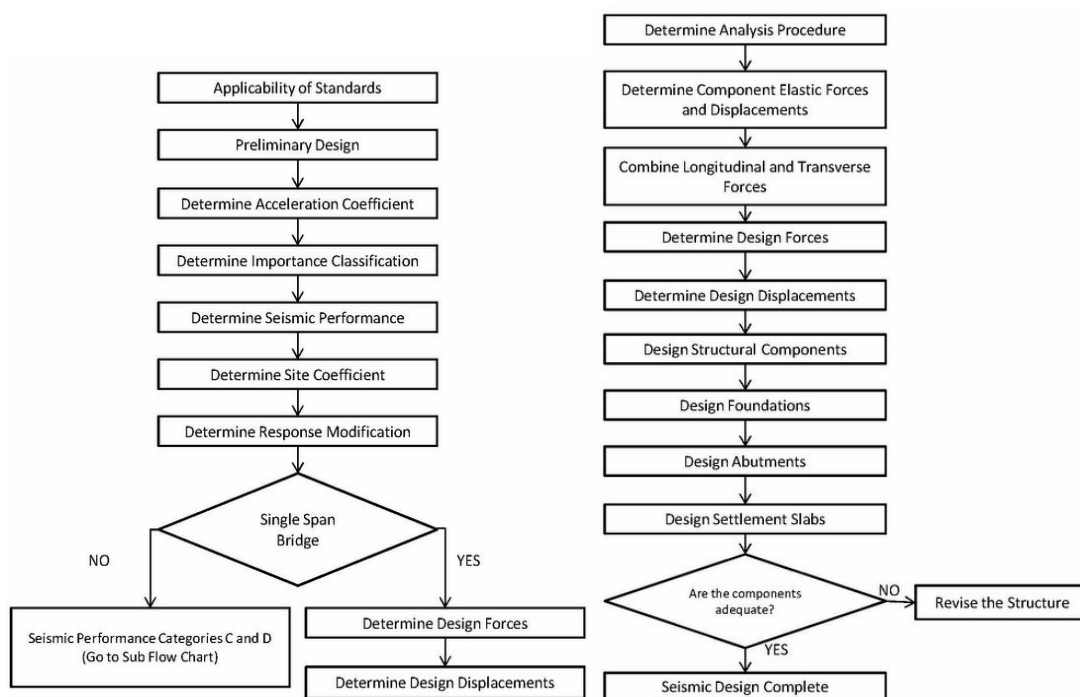


図5-1 DPWHの耐震設計フローチャート（左はサブフローチャート）

このため、同じく地震国である日本の耐震基準を比較・参考とし、さらに適切なフィリピン独自の基準にまとめたいという要請がなされた。その際に問題となるのがAASHTOとわが国の設計手法の違い、検討に用いる地震波形の選定、それぞれの設計手法により設計された橋脚や橋台など部材の耐震性の定量評価等である。

このため、理想的には同じ地震波形を用いてそれぞれの設計手法を適用し、作成された縮小モデル供試体に耐震評価実験装置（例えばわが国土木研究所の装置）を用いて比較実験を実施することで定量的な比較検討結果が得られるので、このデータをベースとして耐震基準案の見直しを実施することが一案として考えられる。

ただし、要請される実施期間と時期により上記の実験は学術的な別動組織による実施が必要と考えられ、3～5年の期間が必要と思われるので、本格調査内での実施は困難と思われる。

したがって、本格調査では日本の耐震設計で用いている地震波形やPHIVOLCSが蓄積している地震波形をAASHTOにそのまま適用して算出される断面寸法や鉄筋配筋詳細と、わが国の設計とを比較するなど、フィリピンにふさわしいキャリブレーションを実施し、耐震基準（案）としてまとめることが考えられる。

(1) 地震、地質地盤情報等の収集

優先橋梁候補地点を含む地質・地盤・地震の基礎データ、また、耐震基準の見直し検討の基礎データとして、フィリピンの関係機関より下記のデータを入手する。

- ・ 地形図
- ・ 地質図、活断層図
- ・ 液状化予測図
- ・ ボーリンデータ、土質試験結果
- ・ 航空写真（または衛星写真）
- ・ 火山分布図
- ・ 津波被害危険度区分図
- ・ その他

表 5-1 優先橋梁選定上の地質・地盤・地震の評価項目（案）

ハザード要因	検討項目・クライテリア	利用する資料等	評価の目的
素因	液状化層あるいは液状化可能性のある地域かどうか	液状化可能性マップ	液状化による基礎・下部工への影響を評価する。
	地形条件（沖積平野・湿地、火山性台地・洪積台地、火山性山地、中生代以前の基盤岩類より成る山地）	地形図・航空写真、地質図	液状化・圧密沈下による基礎・下部工、アプローチ盛土の沈下の可能性を評価する。
	活構造（活断層やリニアメント）からの距離	活断層図	近接する活断層からの距離の観点で評価する。 活断層の存在確実性をランク分けする（確実度I、確実度II、等）。
	津波による基礎部分洗掘可能性のある地域かどうか	津波被害予想図	津波による洗掘、下部・上部工への漂流物が与える影響を評価する。
	地震性地滑りによるアプローチ等の破損、地盤変位の可能性	地震性地滑り予想図	地震によってしばしば地滑りが発生する。地滑り土砂が橋梁へ影響する可能性を評価する。
誘因	プレート境界型地震、内陸地殻型地震、火山性地震（振動）	過去の地震データ	地震のタイプを分類し、ロングリスト上の橋梁がどのタイプの地震でダメージを受けるか想定する。
	過去大規模地震源を引き起こした震源からの距離	過去の地震データ	過去の大規模地震の震源からの距離を考慮する（地震のタイプにより地震波の伝播機構が異なるため）。
	過去大規模地震源が起きていない空白域かどうか	過去の地震データ	過去大規模地震の震源の空白域で今後地震を起こす可能性がある地域に橋梁が立地するかどうかを考慮する。

これらの情報を基に対象候補橋梁の地質・地盤・地震特性について評価を行い、橋梁の重要度や現地地点検結果と併せて、優先橋梁選定のための検討資料として取りまとめる。

(2) 橋梁耐震基準の問題点抽出

1) 耐震基準見直しの必要性

2011年3月11日にわが国で発生した東北地方太平洋沖地震の発生を受け、フィリピンでは公共インフラの耐震性能のチェックと必要な対策の実施に関心が高まっている。

フィリピンの橋梁については、米国の基準（AASHTO）に準拠した耐震基準を有しているものの、公共事業道路省（DPWH）は、耐震基準をチェックできる体制や設備が十分ではなく、基準の妥当性を検証できない状況にある。このためフィリピンはわが国に対して、フィリピンの耐震基準との調和にも配慮しつつ、地震に関して多くの知見を有する日本の耐震設計に係る技術の導入を図りたいと考えている。

耐震基準の適性化については、既存橋梁にとどまらず、現在構想されている他の交通インフラの安全確保の観点からも重要である。

フィリピン国内では、耐震設計について、AASHTOに準拠した米国製の設計ソフトウェア（STAAD）を使用しているが、それらの適用限界等に対し十分な理解がなされているとはいえない状況にある。

耐震基準の見直しにとどまらず、本格調査を通じて、フィリピン技術者における、設計基準・耐震設計の考え方についても現状を調査し、問題点を抽出する必要がある。

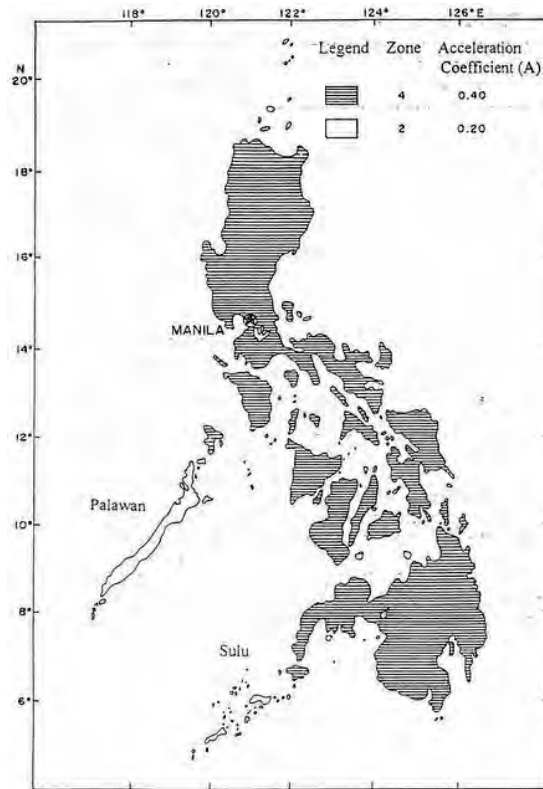
2) 耐震基準の問題点の抽出

フィリピン構造技術者協会（ASEP）は、DPWHが現在運用している「橋梁耐震基準」の見直しの一環として、基本水平震度について検討中であることは前述のとおりである。現行の橋梁耐震基準では、基本水平震度（Acceleration Coefficient : A）について、フィリピン本島地域にA=0.4、パラワン/スールー（Palawan/Sulu）地域にA=0.2を使用している（図5-2）。

フィリピンを地殻構造的な観点からみると、比較的安定した地塊であるパラワン/スールーについて本島よりも低い値を採用していることはある程度理解できる（フィリピン本島は南北に活断層であるフィリピン断層が縦走する）。

ASEPによれば、フィリピンの基本水平震度の設定は、AASHTOの発祥国である米国カリフォルニア州のサンアンドレアス断層の値を比較参照して決めているとのことである。

サンアンドレアス断層は、太平洋プレートが北米プレートの斜め沈み込みによって地上に発現したものと解釈されるが、この地殻構造は、フィリピンの東方沖のフィリピン海溝へフィリピン海プレートが斜めに沈み込む機構によりフィリピン断層が発現した状況に類似・比較できる。



出所：DPWH

図5-2 現行の橋梁耐震基準に示される基本水平震度

現在、ASEPはPHIVOLCSより提示された活断層図や地震分布図等の資料から、特にフィリピン本島の基本水平震度の見直しを検討しており、途中経過であるが今後の改訂により、基本水平震度は以下のように見直される可能性がある。

	(現行)		(改訂後)
・ マニラ及び周辺地域	A=0.4	→	A=0.5
・ ルソン島	A=0.4	→	A=0.35
・ セブ島・ネグロス島・ボホール島	A=0.4	→	A=0.2
・ その他の本島地域	A=0.4	→	A=0.35
・ パラワン/スルー	A=0.2	→	A=0.2

マニラ首都圏については、人口密集度、交通・経済・政治等の側面も考慮して、A=0.5とする案が浮上しているようである。

一方で、セブ島・ネグロス島・ボホール島では、A=0.2と半減させる案が出ている。

セブ島・ボホール島付近には、「セブーボホール海底断層」が活断層として指摘されている地域である。この地域は、地震分布からみると地震の空白域となっているが、地震のポテンシャルが高まっている地域とも考えることができ、過去の地震分布のみで一律に基本水平震度を下げることには、問題も伴うと考えられる。

マニラ首都圏については想定外力として基本水平震度を上げて照査すれば耐震性能は計算上向上することになるが、実際に性能が向上したかどうかを基準に基づく計算のみで判

断することには問題が多いと考えられる。したがって、実際に性能が向上するのかどうかについて（例えば、地震後に当該橋梁がどのようになるのか？落橋するかどうか？）の説明性の確保が問題となる。

図 5 - 3 にDPWHの橋梁耐震基準改訂・耐震補強実施について示す。

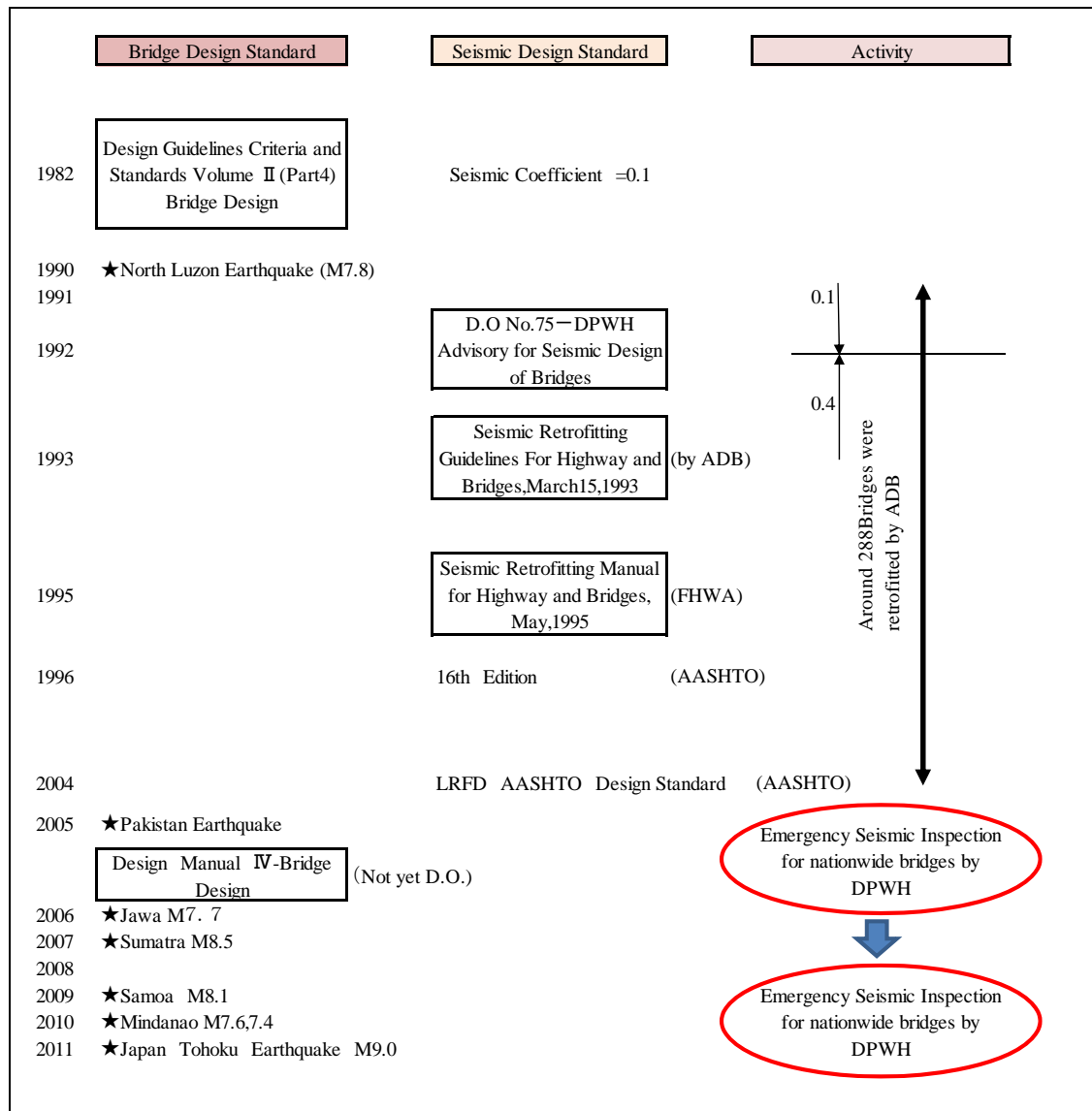


図 5 - 3 フィリピン橋梁耐震基準の推移と耐震補強の実施

3) 既存橋梁に係る問題点の抽出

橋梁を含む土木構造物の耐震性は、地震動という外力に対する構造物の応答特性によって被害の有無や被害程度に差異を生ずることは周知のとおりである。

フィリピンの橋梁には老朽化したものや施工不良、維持管理不足が原因と考えられる損傷・劣化が認められることが少なくない。

橋梁の被害は、「脆弱性を含む橋梁の現状に対してどの程度の外力が作用するか」でその被害規模が異なると考えられる。そのため、既存橋梁及び立地条件（地形・地質・地盤特性）を含めた現状の把握を通じた問題点の抽出が現実的な対処として必要になる。

地震そのものを回避することは困難であることから、基礎工・下部工・上部工あるいは地盤の改良など、橋梁に内在する脆弱性を可能な限り削減していくことが既存橋梁の耐震性を向上させるうえで重要と考えられる。

事前調査での現地視察や関係者からの聞き取りを通じて、既存橋については表5-2のような問題点が抽出されており、本格調査においては橋梁に内在する現状の問題点の整理を行い、耐震性能の具体的方策を検討する必要がある。

表5-2 事前調査で抽出された問題点

区分	問題点
基礎工	<ul style="list-style-type: none"> ・ 支持地盤への基礎の根入れ不足 ・ 杭先端部の中間層での打ち止まり（摩擦杭化） ・ 強引な打設による杭体の損傷 ・ アプローチ区間の盛土基礎地盤の圧密沈下 ・ 橋台アバット部分岩盤の緩みやすべり ・ 盛土の施工不良（材料の空疎化） ・ 盛土のはらみ出しやすべり、浸食
上部・下部工	<ul style="list-style-type: none"> ・ 杭径不足 ・ 橋台、橋座のひび割れ、強度不足 ・ 支承部の転倒 ・ 過積載トラックによる舗装の剥がれ、想定外活荷重 ・ 舗装の剥がれに伴う、コンクリート床版の鉄筋露出 ・ 橋桁の異常な下方へのたわみ ・ アーチ橋端部付近鉛直材への応力の集中 ・ 船舶の橋桁への衝突 ・ ゲルバーヒンジ部のクラック ・ 鋼部材の破断、腐食、ボルトの抜落ち ・ 検査路の未整備 ・ 落橋防止ケーブルの盗難 ・ 耐震補強部材（落橋・横滑り防止ブロック）による点検時の鋼桁・支承の視認性低下

4) その他

耐震性能を設計時点で向上させてもそれを担保するための施工技術、施工監理能力、維持管理能力、また万が一落橋や損傷が起きても速やかに修復・復旧するための方策が問題となると予想される。

したがって、計画・調査→設計→施工→維持管理、地震後の早期復旧に係る一連のプロセスをうまく機能させる方法についても、基準（案）の見直しとともに検討すべき問題である。

(3) 橋梁耐震基準の改善検討

前述のような問題点を具体的に把握したうえで、情報をフィリピン側と共有しながら橋梁耐震基準の改善を検討することになる。

1) 耐震基準の改善の方向性

現行の耐震基準全体をゼロベースで改訂することは想定していないが、基準から定まる

耐震性能を担保するための技術力（技術者の育成、ツール類の拡充）に寄与し得る具体的な事例を盛り込んだ実務者を対象としたハンドブックやマニュアル類を作成し、耐震基準の改善に日本側が積極的にかかわることが期待される。

本格調査で対象となる重要橋梁については、「発生する確率が高いが規模は小さい地震」・「発生する確率は低いが規模が大きい地震」に要求される耐震性能の改善が基本方針となる。

2) 既存橋梁に関する課題・改善の方向性

耐震性向上が必要な優先橋梁については、将来的にわが国の円借款など資金協力を念頭に置く必要がある。

現状の問題点の抽出においては、耐震補強や架替工事がわが国の資金援助で実施されたあとに万が一地震による橋梁被害が発生しても、それが以前からの老朽化を主たる要因とするものか、耐震設計上の瑕疵によるものかについて、判断材料となるような写真やスケッチ等の点検記録として残す取り組みが必要である。

既にDPWHに対しては、日本の技術協力プロジェクトを通じて橋梁の維持管理に係る技術協力（道路・橋梁の建設・維持に係る品質管理向上プロジェクトフェーズⅡ）を実施中である。

本格調査では、技術協力プロジェクトとの情報共有、プロジェクトで蓄積されたリソース、ノウハウを活用することが必要となる。

3) その他

本格調査では橋梁の耐震面に主たる焦点を置くことになるが、橋梁の計画・調査→設計→施工→維持管理及び地震発災後対応といった、建設・運用の各段階で耐震へ寄与する改善点があれば、日本の知見を踏まえて積極的に助言を行うべきであろう。

(4) 橋梁耐震基準の改訂

橋梁耐震基準の改訂については、フィリピン側に合同調整委員会（Joint Coordinate Committee : JCC）が設置されるとともに、国内有識者を委員に迎えて国内支援委員会（仮称）が設置される予定である（図5-4参照）。

また、DPWH側に本格調査のカウンターパート（C/P）が配置される。

一次的な作業はDPWHのC/Pが協議相手となるが、改訂に際しては国内支援委員会の助言を受けつつ、JCCにおいて改訂（案）を策定していくことになる。

JCC各位委員の専門分野を踏まえつつ、フィリピンの実情に即した改訂作業を進める配慮が必要である。

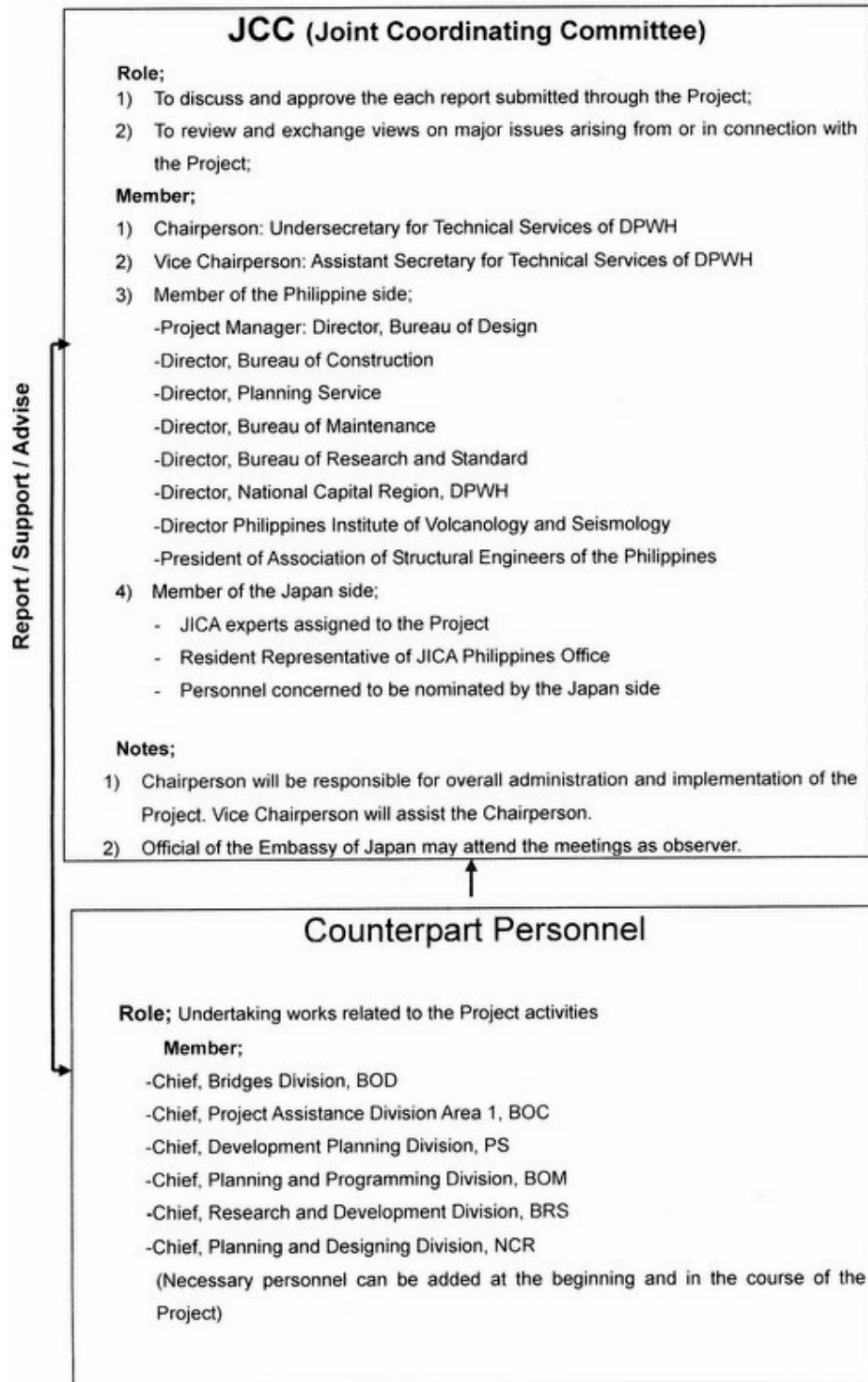


図 5 - 4 本格調査の実施体制

5-1-2 マニラ首都圏橋梁の耐震化

(1) 耐震化が望まれる橋梁の抽出

パッシング川及びマリキナ川に架かる戦前から戦後に架けられた比較的古い橋梁を中心に耐震性能が向上されることを目標として抽出する。

また、メトロマニラ圏内に多数存在するフライオーバーについてもADB援助により耐震補強が実施されているが、本格調査で提案される予定の耐震基準に定量的に合致しているかどうか不明であるのでこれらも含めて検討対象と考えられる。

首都圏の橋梁はDPWH-NCRが管理する表5-3に示すとおり329橋が存在する。

表5-3 首都圏の橋梁（DPWH-NCR管轄）

DISTRICT	INTERCHANGE/ FLYOVER/BRIDGE CROSSING ROADS	UNDERPASS/ TUNNEL	BRIDGE CROSSING RIVERS/ WATERWAYS	TOTAL
1. NMED	4	1	42	47
2. SMED	13	1	46	60
3. QCFED	3	1	30	34
4. QCSED	15	4	11	30
5. FMED	11	2	35	48
6. SMMED	17	1	23	41
7. SMMSED	2	0	30	32
8. TMMED	4	0	12	16
9. MNSDEO	0	0	21	21
Total	69	10	229	329

LIST OF STEEL BRIDGES
NATIONAL CAPITAL REGION

No.	DISTRICT	Name of Bridge	LOCATION			DESCRIPTION				
			Km. Station	Road Section	City / Municipality	No. of Spans	Total Length	Width	Type	Year Constructed
1	NMED	Jones Bridge	2 + 205	Binondo St.	Manila	3	114.83	16.70	Steel Girder	
2	NMED	Mc Arthur Bridge	2 + 205	Lawton-Sta. Cruz	Manila	3	114.45	18.05	Steel Girder	
							229.28			
1	SMED	AYALA BRIDGE	1+980	Ayala Boulevard	Manila	2	140.80	23.50	Steel Truss	1946
2	SMED	LAURA BRIDGE	3+050	Laura Street	Manila	1	7.50	12.2	Steel Girders	
3	SMED	QUEZON BRIDGE	1+930	Quezon Blvd. Extn.	Manila	1	105.70	21.80	Steel Truss	
							254.00			
1	QCFED	Culiat Bridge II (Mindanao Ave. Bound Lane)	11+800	Congressional Ave.	Q.C.	3	27.10	12.54	Steel Girder	1948
2	QCFED	Culiat Bridge II (EDSA Bound Lane)	11+800	Congressional Ave.	Q.C.	3	27.10	12.54	Steel Girder	1948
							54.20			
1	FMMED	Vargas Bridge (Old) East Bound	14+239	Pasig Blvd.	Pasig City	4	142.50	9.12	Steel I-Beam	1983
							142.50			
1	SMMED	EDSA/ ESTRELLA FLYOVER		EDSA/Estrella	Makati City	4	122.05	16.80	Steel Girder	1998
2	SMMED	MAGALLANES INTERCHANGE	29+499	MSR (Manila-Alabang)	Makati City	13	307.97	10.90	Steel Girder	1975
3	SMMED	MAGALLANES INTERCHANGE	29+499	MSR (Manila-Cubao)	Makati City	2	46.6	6.80	Steel Girder	1975
4	SMMED	MAGALLANES INTERCHANGE	29+499	MSR (Cubao-Alabang)	Makati City	2	46.6	8.80	Steel Girder	1975
5	SMMED	MAGALLANES INTERCHANGE	29+499	MSR (Alabang-Cubao)	Makati City	8	186.4	8.30	Steel Girder	1975
6	SMMED	MAGALLANES INTERCHANGE	29+499	MSR Pasay-Cubao (Upper)	Makati City	15	345.2	7.60	Steel Girder	1975
7	SMMED	MAGALLANES INTERCHANGE	29+499	Gil Puyat (Cubao-Pasay)	Makati City	5	130	7.80	Steel Girder	1975
8	SMMED	NICHOLS FIELD RD. INT. OVERPASS	11+053	Nichols F.D. Road	Pasay City	5	79.15	14.10	Steel Girder	1980
							1,263.97			
1	SMMSED	INSULAR BILIBID PRISON BR.	28+664	Muntinlupa Insular Bilibid Prison.	Muntinlupa	2	54.5	7.70	Steel Girders	1968
1	TMMED	Malinta Interchange Br. (North Side)	17+385	Polo-Novaliches Road	Val. City	4	58.00	8.80 - R, 11.50 - L	Steel Girder	1965
1	MNSED	Tullahan Bridge	10 + 532	Mc Arthur Highway	Malabon	3	40.00	19.35	Steel Girder	2007
NEW BRIDGE										
1	FMMED	Estrella-Panlaleon Bridge			Makati & Mandaluyong	8	202.00	9.44	Steel Girder	2010

LIST OF CONCRETE / STEEL BRIDGES										
1	NMED	Nagtahan Bridge	10 + 892	Gov. Forbes Blvd.	Manila	25	446.10	26.40	Steel Truss	
1	FMMED	GUADALUPE BRIDGE	25+010	EDSA	Makati	3	115.33	44.04	SDT/PSCG	1976
1	SMMED	EDSA-TRAMO FLYOVER		EDSA-Tramo	Pasay City	21	568.00	8.25	Steel G./PSCG	1998
2	SMMED	MAGALLANES INTERCHANGE	29+499	MSR (Cubao-Manila)	Makati City	8	186.4	6.80	SG/PSCG	1975
3	SMMED	MAGALLANES INTERCHANGE	29+499	MSR Pasay-Cubao (Lower)	Makati City	13	298.6	7.60	PSCG/Steel Girder	1975
							1,053.00			

本格調査では、これらのなかから主にパッシング川、マリキナ川の下記17橋梁を中心に耐震化を検討する。特に架替の必要なものは、後の円借款案件形成を視野に優先的に検討する。

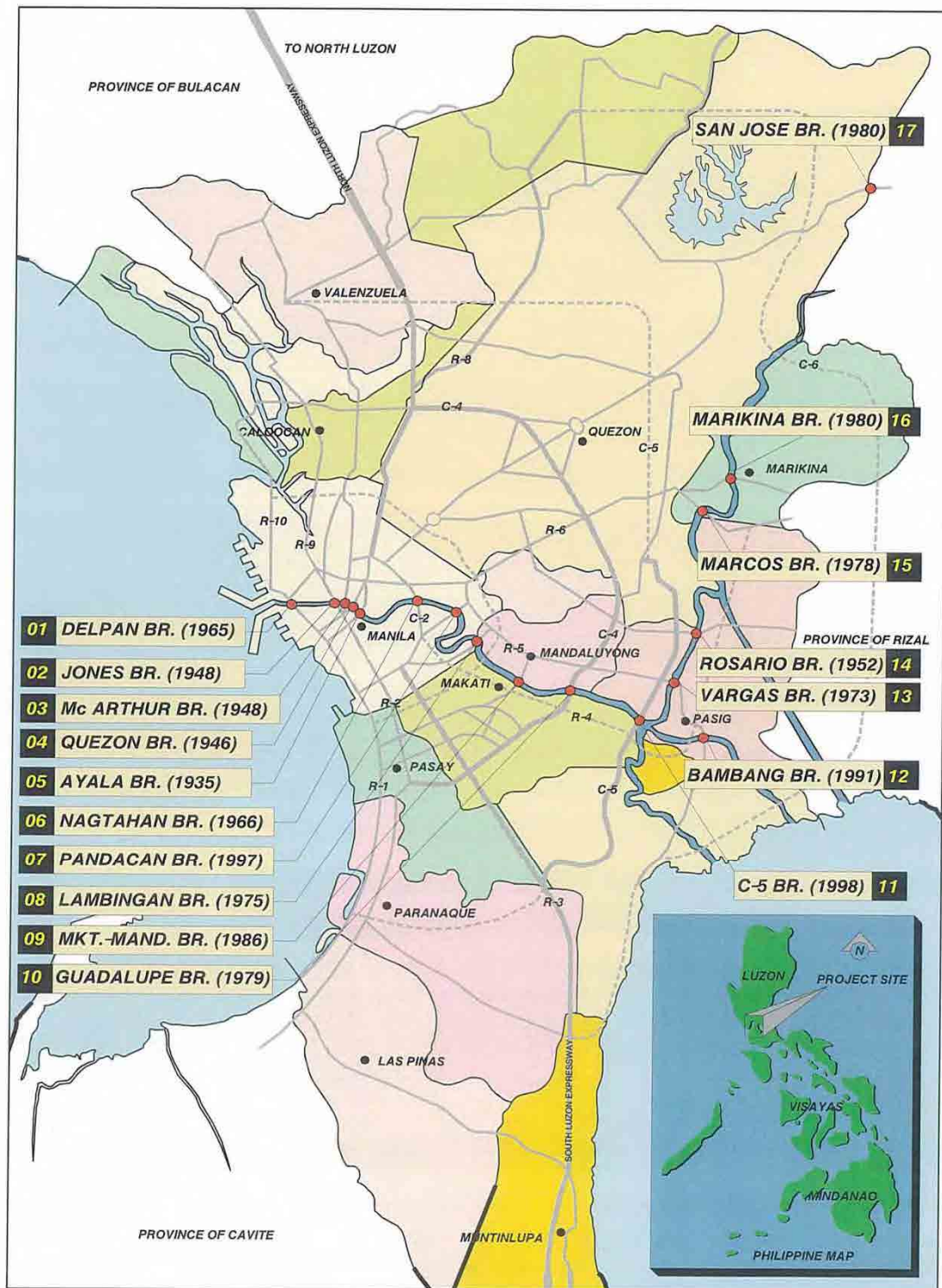


図5-5 本格調査において検討予定の17橋

(2) 橋梁健全度診断、周辺環境調査

本詳細計画策定調査において、橋梁の現状確認のためメトロマニラ圏内の調査を実施した。健全度、必要な補修補強、周辺環境について表5-4にまとめた。

表5-4 メトロマニラ圏内橋梁健全度診断及び周辺環境調査結果

位置	橋名	橋長	形式	建設年	健全度診断	必要な補修補強の内容	周辺環境	地質状況
メトロマニラ圏内	DELPAN Br.	203	PCゲルバー箱桁	1965	ADB援助による耐震補強は実施されているが、連結ケーブルの一部が切断されていた。	本格調査で実施するフィ国にふさわしい耐震基準をベースに補強を検討する。	桁下に数件の木造建造物と占拠者が存在する。	沖積・氾濫原堆積物分布域
	JONES Br.	114.8	鋼钣桁	1948	ADB援助による耐震補強は実施されている。若干鋼材に腐食が見られる。	本格調査で実施するフィ国にふさわしい耐震基準をベースに補強を検討する。腐食箇所への特殊防錆塗料の適用	占拠者などは見受けられない。	沖積・氾濫原堆積物分布域
	Mc AUTHUR Br.	114.5	鋼钣桁	1948	ADB援助による耐震補強は実施されている。全体的に塗装が劣化している。	本格調査で実施するフィ国にふさわしい耐震基準をベースに補強を検討する。品質管理を伴う再塗装の実施。	橋の構造物内部に占拠者が確認された。	沖積・氾濫原堆積物分布域
	QUEZON Br.	105.7	鋼アーチ	1946	本橋は2ヒンジアーチであり安定であるため特別な耐震補強はなされていない。一部、鋼材に腐食が見られる。	本格調査で実施するフィ国にふさわしい耐震基準をベースに補強を検討する。	橋端部周辺に占拠者が存在する。	沖積・氾濫原堆積物分布域
	AYALA Br.	140.8	鋼トラス	1935 1950	下横構の一部が船舶通過時の衝突によりぶら下がった状態になっていた。車重5トン規制標識があるが、完全に無視されている。トラス斜材の根元に人尿による深刻な腐食が見られる。	建設より既に76年間供用されており劣化が目立つため、DPWHが架替のために設計・建設の入札を準備している。	桁下に占拠者が多数存在する。	沖積・氾濫原堆積物分布域
	NAGTAHAN Br.	446	鋼トラス	1966	ADB援助による耐震補強は実施されている。全体的に塗装が劣化してほとんど剥がれているように見える。	本格調査で実施するフィ国にふさわしい耐震基準をベースに補強を検討する。再塗装	アプローチ部分桁下に占拠者、コンクリートの建造物など多数存在する。	沖積・氾濫原堆積物分布域
	LAMBINGAN Br.	98.4	PCゲルバー桁	1975	ゲルバー吊り桁がたわんで見える。	ゲルバーヒンジ部の補強、活荷重たわみを測定し設計値と比し無視できない場合はCFRPプレート貼り付け工法を適用する又は架替案検討	桁下に占拠者が少数存在する。	沖積・氾濫原堆積物分布域
	GUADALUPE Br.	115	PCゲルバー桁	1979	ゲルバーヒンジ部にクラック有り。補修も困難なため、架替案を本格調査で実施の必要あり	ゲルバーヒンジ部にPCケーブルを斜めに追加して補強する案も提案されているが、桁のPCケーブルと位置が重なり合い施工が困難な上、掛け違い部の長さも不足しているため抜本的な補強が困難→架替案の検討	パッシング川の幅が橋梁付近で狭くなっている。少数の占拠者が確認された。	沖積・氾濫原堆積物分布域
			鋼トラス	1962	交通荷重による振動が大きいとの話を聞く。桁が若干倒れて見える。	MRTのランガーアーチに架かる部分は交通が通っていないため荷重としては楽になっている。		
	VARGAS Br.	127	PCゲルバー桁	1992	ゲルバーヒンジ部のクラックの発生は分からなかった。	ゲルバーヒンジ部の補強のため必要に応じ連結ケーブルを取り付ける。	少数の占拠者が確認された。アプローチ側部にはコンクリート建造物(不法?)がある。	沖積・氾濫原堆積物分布域
			鋼钣桁	1973	ADB援助による耐震補強は実施されている。全体的に塗装が若干劣化しているように見える。	本格調査で実施するフィ国にふさわしい耐震基準をベースに補強を検討する。塗装のメンテナンス		
MENDIOLA Flyover	不明	PC桁	不明	橋脚躯体に鋼板巻立てが既に実施されていた。主桁と主桁間にコンクリートブロックで移動制限装置としている。	本格調査で実施するフィ国にふさわしい耐震基準をベースに照査を実施する。		沖積・氾濫原堆積物分布域	
ORTIGAS Flyover	700	PC箱桁	1990	橋脚躯体に鋼板巻立てが既に実施されていた。主桁と主桁間にコンクリートブロックで移動制限装置としている。	本格調査で実施するフィ国にふさわしい耐震基準をベースに照査を実施する。		沖積・氾濫原堆積物分布域	

1) メトロマニラ圏内

a) DELPAN橋 (1965年)

本橋は、最河口でパッシング川を跨ぐコンクリート箱桁橋で橋長は203mである。1965年に建設された橋梁で、実際には3本の橋から成る。

橋長：203m

支間割：28m+50m+75m+50m

幅員 車道幅員：7.0m、歩道幅員：2×0.5m

完成年：1965年 (46年経過)

<調査結果>

耐震補強は既になされていたが、側径間と主径間を結ぶ耐震ケーブルが一部切れていた。

地震による損傷ではなく、何らかの人為的な損傷と思われる。

また、側径間の桁掛り長を確保するためにコンクリートによるアゴ出しがなされていないが、直角方向の移動制限のため桁間にコンクリートブロックが追加されている。

支承は鋼製支承が用いられており、移動制限装置は特に取り付けられていない。



3径間連続PC箱桁橋



追加された耐震ケーブルが切られている。



耐震ケーブルが切れた位置詳細



耐震ケーブルが健全な位置



中間支点上鋼製支承



耐震ケーブル配置



側径間のロッカー支承部



側径間橋台部

b) JONES橋（1948年）

本橋は、河口から2番目にパッシング川を跨ぐ鋼橋で橋長は114.8mである。1948年に建設された橋梁で、製造はUSスチール。

橋長：130m

支間割：40m+50m+40m

幅員 車道幅員：14m、歩道幅員：2×2m

完成年：1948年（63年経過）

<調査結果>

耐震補強は中間支点上で直角方向の移動制限のため桁間にコンクリートブロックが追加されている。ただし、橋梁支承部へのアプローチが困難で詳細は見る事ができなかった。

支承は鋼製支承が用いられており、移動制限装置は特に取り付けられていない。鋼桁の一部に中程度の腐食が生じておりメンテナンスが必要な状況である。

伸縮装置の一部が破損して車両通過のたびに騒音が発生していた。



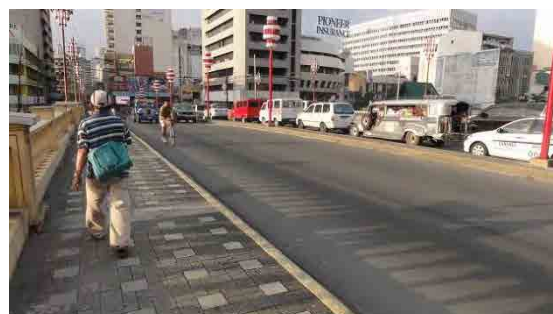
3径間連続鋼桁橋



中間支点上



桁端部の腐食状況（中程度）



橋面には特に目立った損傷はみられない



重ねタイプ伸縮装置の一部損傷



中間支点上。コンクリートブロックによる耐震補強がなされている。



直角方向の移動制限コンクリートの設置



子どもたちが下フランジを通して歩いていた。

c) Mc AUTHUR橋（1948年）

本橋は、河口から3番目にパッシング川を跨ぐ鋼橋で橋長は114.5mである。1948年に建設された橋梁。

橋長：114.5m

支間割：40m+50m+40m

幅員 車道幅員：14m、歩道幅員：2×2m

完成年：1948年（63年経過）

<調査結果>

耐震補強は中間支点上で直角方向の移動制限のため桁間にコンクリートブロックが追加されている。ただし、橋梁支承部へのアプローチが困難で詳細は見る事ができなかった。

支承は鋼製支承が用いられており、移動制限装置は特に取り付けられていない。鋼桁の塗装が全体的に劣化していてメンテナンスが必要な状況である。



3径間連続鋼桁橋



全体に少し塗装の劣化がみられる。



直角方向の移動制限コンクリートブロック設置



側径間端部の侵入防止ブロック設置



中間支点上ピン支承



側径間端部へのアプローチ困難

d) QUEZON橋（1946年）

本橋は、河口から4番目にパッシング川を跨ぐ道路橋で橋長は105.7mである。1946年に建設された鋼アーチ橋で3主構から成る。

橋長：110m

支間割：105.7m

幅員 車道幅員：18m、歩道幅員：2×2m

完成年：1946年（65年経過）

<調査結果>

本橋はアーチ橋で一体構造のため特別な耐震補強はなされていないようであった。

船舶通行時の高さ不足のためか一部下横構に取り替えられた形跡がみられた。

橋梁端部桁下空間は人家等が多くあり、なかには鋼アーチリブ内で休んでいる人もいた。



鋼アーチ橋



アーチ支点部



腐食したガセットプレート



床版クラック調査がなされていた



アーチリブ内で休んでいる人の足



桁下空間の利用状況

e) AYALA橋 (1935年)

本橋は、河口より5番目にパッシング川を跨ぐ道路橋で橋長は140.8mである。1935年に米国援助にて建設された鋼トラス橋。

橋長140.8m

支間割70m+70m

幅員 車道幅員：20m、歩道幅員：2×2m

完成年：1935年（76年経過）

<調査結果>

本橋は3主構トラス橋が2連で構成される橋梁で老朽化のため架替が検討されてきた。通過荷重も5tに規制されているが実際はトレーラーも通行しており厳しく規制されているわけではない。

船舶通行時の高さ不足のためか一部下横構に損傷がみられた。

中間橋脚は中洲上に立てられている。この中洲は奥行き数百mを有し中に孤児院もある。

トラス橋とトラス橋の隙間がここへの出入口となっている。架替の場合は、この中洲へのアクセスを確保する必要がある。



3主構トラス橋



荷重制限5tの標識だが守られていない。



桁下にぶら下がった部材



船舶通過時の接触により損傷した部材



桁下状況



端部状況、人家になっている。



立小便による腐食したリベット



橋面の状態は良い。



中洲にある孤児院への入口



孤児院への入口から入る車両



中洲のバラングイを示すボード



中洲の人家配置状況



中洲の奥の状況、かなり広がりがある。



橋台部の状況

f) NAGTAHAN橋（1966年）

本橋は、河口から6番目にパッシング川を跨ぐ道路橋で橋長は446mである。1966年に建設された3径間連続鋼トラス橋で多主構から成る。

橋長：446m

支間割：3@50m

幅員 車道幅員：25m、歩道幅員：2×1m

完成年：1966年（46年経過）

<調査結果>

上部工は鋼トラス橋で鋼材表面はほぼ無塗装に近い状態であった。したがって、全面に薄い錆が広がっているようにみえた。

橋脚にはコンクリートブロックが追加され耐震補強が一定の範囲なされていた。

トラス主桁と側径間コンクリート桁は耐震ケーブルが設置されていた。



上部工の脱落防止のブラケットが設置済み



側面全景 トラス橋



トラス部とアプローチ支間の連結ケーブル



中間橋脚の状況



橋脚に追加されたコンクリートブロック



オリジナルのピン支承で移動制限装置はない。



トラス主部材はほとんど無塗装に近い状態



橋面状況は良い。

g) LAMBINGAN橋（1975年）

本橋は、河口から8番目にパッシング川を跨ぐ道路橋で橋長は98.4mである。1975年に建設された3径間ゲルバーヒンジPC桁橋。

橋長：98.4m

支間割：25+48+25m

幅員 車道幅員：25m、歩道幅員：2×2m

完成年：1975年（37年経過）

<調査結果>

上部工はゲルバーヒンジのPC桁橋で吊り桁部に垂れが少々みられる。垂れの原因については外観調査からは分からないので、詳細点検時に確認する必要がある。また、外面からはこのゲルバーヒンジ部にクラックがあるかどうかは見られなかったが、詳細に点検する必要がある。深刻な損傷が発見された場合は架替も含め検討する必要がある。また、ゲルバーヒンジ部に耐震ケーブルの設置が必要である。



ゲルバー吊り桁部に垂れ下がりがみられる



ゲルバー掛け違い部には耐震ケーブルは設置されていない。



ゲルバー吊り桁部に垂れ下がりがみられる。



横ブラケット張り出し支承のためクラックがみられる。

h) GUADALUPE橋（1979年）

本橋は、河口から10番目にパッシング川を跨ぐ道路橋でC-4線上（EDSA）にある。橋長は114mの橋梁である。1979年に建設された3径間鋼トラス橋（10本桁）と拡幅部ゲルバーヒンジPC桁橋（4主桁x2）。

橋長：115m

支間割：3@40m

幅員 車道幅員：44m、歩道幅員：2×2m

完成年：1979年（33年経過）

<調査結果>

上部工はPC桁橋のゲルバーヒンジ部にクラックが発生しており、詳細点検の実施が望ましく、補修が困難な場合は架替案も視野に入れた検討が必要。また、ゲルバーヒンジ部に耐震ケーブルの設置が必要である。



外桁がPCゲルバー桁、中桁は鋼トラス橋



ゲルバー掛け違い部には耐震ケーブルは設置されていない。



拡幅部PC4主桁



当初鋼トラス桁10本の構成



中間橋脚の衝突時緩衝部材設置状況



ゲルバー吊り桁に特別な垂れはみられない。

i) VARGAS橋（1973年）

本橋は、川を跨ぐ道路橋。橋長は127mの橋梁である。1973年に建設された4連単純鋼
 鈹桁橋と拡幅部ゲルバーヒンジPC桁橋。

橋長：127m

支間割：3@50m

幅員 車道幅員：25m、歩道幅員：2×2m

完成年：1973年（39年経過）

<調査結果>

上部工はPC桁橋と鋼鈹桁の組合せで、橋軸直角方向の耐震コンクリートブロックは配
 置されているが、橋軸方向のケーブル等は配置されていない。また、鋼鈹桁部の塗装
 もかなり劣化しており再塗装の必要がある。



右側PC4主桁、左側鋼鈹桁3主桁



鋼鈹桁で支間の長い箇所桁高変化



鋼3主桁端部耐震コンクリートブロックの設置状況



PC4本主桁端部耐震コンクリートブロックの設置状況

j) MENDIOLA Flyover (建設年未詳)

本フライオーバーは橋脚に鋼板巻立ての耐震補強がなされている。

<調査結果>

本橋は耐震補強のため橋脚に鋼板巻立て補強がなされたフライオーバーである。

上部工は桁連結でPCケーブルまたは鉄筋が桁内に配置されていると思われる。



白く塗られた部分が鋼板巻立ての箇所



上部工桁連結もなされている。



鋼板巻立ての仕上げは良い。



ただし、裏側で立小便による腐食がみられた。



直角方向の移動制限コンクリートブロックが設置済み



k) ORTIGAS Flyover橋（建設年未詳）

本橋は、オルティガスの高架橋で2005年ごろに鋼板巻立て補強が実施されている。

橋長：700m

支間割：40m

幅員 車道幅員：20m

完成年：1990年（21年経過）

<調査結果>

オルティガスでは、1層、2層のフライオーバーになっており、上層部のコンクリート橋脚は鋼板巻立てにより耐震補強が行われている。下層部の上部工はPC桁橋同士が橋軸方向のケーブル等で連結されている。



MRTを越えるため高橋脚となり耐震性を確保するため鋼板巻立てが採用されている。



背の低いオーバーパスの橋軸連結にケーブルが用いられている。詳細は上のおり。

(3) メトロマニラ圏の交通量

メトロマニラでは、年間平均日交通量（Average Annual Daily Traffic : AADT）は総じて2万台/日以上以上の路線がほとんどである。パッシング川を渡る橋梁位置でも総じて同様の状況にあるので、架替案の検討や耐震補強のみでも路面上での車両占有が予想される場合はあらかじめ交通量調査を実施し、車線規制・切り回し、迂回路等の検討を実施して影響を最小限にする必要がある。



図5-6 メトロマニラ圏の年間日平均交通量（AADT）

(4) 優先耐震化橋梁の特定

本格調査において実施される橋梁診断データより耐震補強等実施に関して優先順位がつけられる。

多くのパッシング川渡河橋梁は船舶通過時の高さ余裕が小さく、過去において何度も船舶接触による部材損傷や一部下部工への衝突による損傷を受けてきている。特に、耐震上重要な部材である下横構部材やこれらの詳細の調査を船や足場を用いた近接目視点検の実施、音響測定器を用いた洗掘調査、下部工全体の健全性を判定するため衝撃振動試験の実施等を行い、健全度の定量的把握に努め、補強の優先順位をつける必要がある。

Ayala橋については戦前の橋梁で老朽化が進んでいることからDPWHが自前で来年（2012年）早々にも設計・施工で架け替えるべくローカルコンサルタントへの発注準備を進めているとの情報は得ているが、本格調査でこのまま検討対象から除外となるかどうかは不明の状況にある。

Ayala橋以外で架替が必要と思われる橋梁は詳細計画策定調査において行った現地調査からは、ゲルバーヒンジを有するPC橋でゲルバーヒンジ部に深刻なクラックを有するGuadalupe橋や垂れ込みがみられるLambingan 橋であるが、本格調査における橋梁診断調査結果により最終的に特定される。

優先橋梁の特定については橋梁自体の健全度、耐震性のみならず複数の視点で検討する必要がある。特に交通量の多い橋梁は経済性の観点、また万一落橋などが発生した場合の被害が大きいことから、優先度を検討するうえでの判断材料となろう。また、補強を行う場合は建設時の設計図面が重要となるが、マニラ首都圏内の橋梁の多くは建設年も古く、図面も残っていない橋梁が多数と思われるため、のちの資金協力案件形成も視野に入れると、補強よりも架替の方が事業化しやすいという側面もある。

(5) 概略設計・積算

パッシング川渡河橋梁では既に下部工付きの補強は、コンクリートブロックの追加や耐震ケーブルの追加など、ある程度実施されてきている。これらの妥当性を本格調査で提案される耐震基準に基づき、あるべき補強案を提案してその概略設計を実施する必要がある。どの橋梁も支承については取替え時にジャッキアップが必要になること、無収縮モルタルの充填や養生に時間を要すること等により、これまで取り替えられた実績はない。本格調査で、高減衰ゴム支承や鉛プラグ入りゴム支承などわが国が開発してきた耐震性に優れる支承に取り替える場合は、同時に船舶との接触を防止するため、25cm程度のジャッキアップにより航行限界の改善を図ることが望ましい。

架替検討橋梁の概略設計では、径間数、橋梁形式、航行限界高さ、交通量、架設時交通止めの有無・期間、工事期間中の迂回路の有無やその位置関係に留意したうえで設計する。積算についても、日本から持ち込まれる部材や製品の割合が一定水準キープされることが望ましい。

5-1-3 地方長大橋梁の耐震化

(1) 耐震化が望まれる橋梁の抽出

日比友好道路に係る日本援助の橋梁ロングリストから耐震補強対象橋梁を選別することになる。対象橋梁のほとんどが鋼橋でトラス橋やランガー橋が多く、支承には鋼製支承が用いられている。上部工の状態が比較的良好であっても下部工や支承回りが弱点となっている橋梁から優先的に抽出される。

本格調査ではこれらのなかから表5-5に示される地方長大橋梁を中心として下記17橋の候補を中心に検討を進める。

表 5-5 地方長大橋 耐震補強対象橋梁ロングリスト

Selection criteria													
1. Bridge located along Maharlika Highway funded by Japan ODA ●													
2. Bridges located along other national highways funded by Japan ODA ◎													
3. Other important bridges ○													
Name of Bridge	Location					Description					Remarks	Selected Bridges	
	km-Station	Road Section	City/Municipality	Province	Region	No. of Span	Total Length	Width	Type	Year Constructed			
1	7. Badiwan Bridge		Marcos Highway	Tuba	Benguet	CAR	13	519.00		PC Box Rigid Frame	2002	New Construction	●
2	15. Buntun Bridge	486+600	Daang Maharlika Road	Tuguegarao	Cagayan	II	17	1,102.00	6.3	S. Truss	1975	For Replacement	●
3	16. Lucban Bridge		Daang Maharlika Road		Cagayan	II		502.00		Steel Truss	1968		●
4	17. Magapit Bridge		Daang Maharlika Road		Cagayan	II	3	409.60	8.835	Suspension	1979		
5	18. Secsican Bridge	132+750.65	Daang Maharlika Road	Talavera	Nueva Ecija	III	3	148.25	9.1	Steel Truss	1962	Replacement of tilted rocker bearings to elastomeric bearing pad at Pier 1	●
6	22. Bamban Bridge			Bamban	Tarlac	III		174.00		Nielsen-Lohze Arch	1998		●
7	41. 1st Mandaue-Mactan Bridge			Mandaue City Lapu-lapu City	Cebu	VII		859.00		Steel Truss	1972		◎
8	42. Marcelo Fernan Bridge			Mandaue City Lapu-lapu City	Cebu	VII		1,237.00		PC Extra Dosed	1999		●
9	43. Palanit Bridge	685+695	Daang Maharlika Road	San Isidro	N. Samar	VIII	5	150.00	9.28	Steel girder	1972		●
10	44. Jibatang Bridge	724+307	Daang Maharlika Road	Calbayog	Samar	VIII	5	129.96	8.42	Steel girder	1976	Repair of slope protection and cracks on piers	●
11	45. Mawo Bridge	688+985	Daang Maharlika Road	Victoria	N. Samar	VIII	2	259.10	9.25	Steel Langer Arch		Retrofit Abutment A and B. Immediate repair of slope and bank protection, repair/upgrade from one lane to two lanes asphalt overlay	●
12	46. Biliran Bridge	1005.5	Leyte-Biliran	Biliran	Biliran	VIII	6	251.90	8.86	Steel Langer Arch	1976	For retrofitting end asphalt overlay of slab	◎
13	49. San Juanico Bridge		Daang Maharlika Road	Tacloban & Sta. Rita	Leyte & Samar	VIII		2,162.00		Steel Truss	1972/2002		●
14	50. Liloan Bridge				Leyte	VIII		130.00		Steel Langer Arch	1979		●
15	51. Mawo Bridge				Samar	VIII		130.00		Steel Langer Arch	1977		●
16	65. Wawa Bridge	1257+479.81	Daang Maharlika Road (Agusan-Davao Road)	Bayugan	Agusan Del Sur	v III	5	228.10	9.33	Steel Truss		Needs seismic retrofitting	●
17	66. 2nd Magsaysay Bridge			Butuan City	Agusan Del Norte	v III		882.00		Steel Cable Stayed	2007	New bridge	●

※No.11のMawo BridgeとNo.15のMawo Bridgeには情報の重複、誤りがあると思われるので、本格調査での確認が必要である。

(2) 橋梁健全度診断、周辺環境調査

本詳細計画策定調査において、橋梁の現状確認のためミンダナオ島ブトアン地区及びレイテ島において地方長大橋梁の調査を実施した。

健全度、必要な補修補強、周辺環境について表 5－6 にまとめた。

表5-6 地方長大橋 健全度、周辺環境調査結果

位置	橋名	橋長	形式	建設年	健全度診断	必要な補修補強の内容	周辺環境	地質状況
地方長大橋	2nd Magsaysay Br.	760	鋼斜張橋	2007	橋梁本体は全く問題ない。耐水性鋼材のため、安定錆の発現まであと5年以上必要。舗装の一部にポットホールが発生している。また、伸縮装置付近の舗装に流れとウェーピングが見られる。フトアン市内側アプローチ桁端部橋台位置の地盤が沈下しておりアプローチスラブと橋台間に隙間と段差が発生しているためこれまでに2回以上オーバーレイが実施されている。	橋台部地盤改良が必要。As舗装の補修が必要。	占拠者などは見受けられない。	沖積・氾濫原堆積物分布域。 有機質土が分布すると想定され、圧密沈下が進行している。
	Wawa Br.	215	鋼トラス	1967	・支承が転んでいるため応急的にコンクリートブロックで支持している。・建築限界が不足のため、複数箇所得上部部材に損傷が見られる。	補修補強と架替を比較してどちらにするかの検討が必要。	桁下に占拠者は見受けられないが、橋の端部に村落がある。	基盤岩類および河川段丘堆積物分布域
	Taguibo Br.	120	鋼ランガーアーチ	1970	支承にローラー支承が過去に壊れたので補修してある。	ゴム支承への取替または、補強方法の検討が必要	桁下に木造、コンクリート建造物があり住居として使用され	沖積堆積物、河川段丘堆積物分布地域
	1st Magsaysay Br.	120	鋼トラスランガーアーチ	1953	上部工は古いですが、比較的良い状態に保たれている。橋脚回りのコンクリートプロテクターが洪水で流されたため、出来る範囲で鋼矢板が打ち込まれている。	ゴム支承への取替または、補強方法の検討が必要	橋端部に集落はあるが、桁下に建造物、占拠者などは見受けられない。	沖積・氾濫原堆積物分布域。
	San Juanico Br.	2162	鋼連続トラス	1973	2004年に大規模補修工事が実施されているので安定しているが、海上の基礎の状態は見えないため、判断できない。アプローチ桁の橋脚が1本柱のため地震力の照査が必要。	主橋梁は不要かもしれないが、アプローチ桁の支承は耐震性に優れた支承に交換が必要	占拠者などは見受けられない。	基盤岩類分布地域。海峡域。
	Biliran Br.	252	鋼ランガーアーチ	1976	海上故、一部部材に塩害による鋼材腐食が見られる。補修後ではあるが、5年ごとのメンテナンスが必要か。現在の震度基準に沿っていないため橋脚の補強が必要か。	ゴム支承への取替または、補強方法の検討が必要	占拠者などは見受けられない。	基盤岩類分布域。海峡域。
	Liloan Br.	129	鋼ランガーアーチ	1976	海上故、一部部材に塩害による鋼材腐食が見られる。補修後ではあるが、5年ごとのメンテナンスが必要か。現在の震度基準に沿っていないため橋脚の補強が必要か。	ゴム支承への取替または、補強方法の検討が必要	バナオン島側桁下に村落がある。	基盤岩類分布域。 北側橋台下部の凝灰岩類に緩みが認められる。

1) ミンダナオ島DPWHリージョン13（ブトゥアン近郊）

a) 第2マグサイサイ橋（Butuan）

本橋は、アグサン川を跨ぐ支間長160+200mの2径間非対称複合斜張橋。本橋から約10kmの位置に活動度の高い活断層があり、想定される設計地震力が大きいため、主桁及び床版は重量の軽い鋼構造とし、塔は維持管理面で優れるRC構造が採用されている。

橋長：360m

2径間連続複合斜張橋（鋼桁及びRC塔）

支間割：160+200m

幅員 車道幅員：8.0m、歩道幅員：2×1.0m

塔基礎形式鋼管矢板基礎

完成年：2007年

<調査結果>

ブトゥアン市内側アプローチ土工部とアプローチ橋梁の境界部で土工部の沈下のため段差が生じこれまで2回の舗装オーバーレイが実施されているがまだ沈下は止まっていない模様。大きな地震が発生した場合は更に沈下が進むと考えられるため、耐震対策が必要である。

地質的には、有機質粘土層が厚く堆積した沖積平野である。ブトゥアン市内側の土工部の沈下は、有機質土の圧密沈下によるものと考えられ、圧密未了で今後も沈下が継続するものと考えられる。



ブトゥアン側の橋梁アプローチ部で著しい沈下が生じている（Depression）。



アプローチスラブと橋台に隙間がある。



既に2回のオーバーレイを実施済み



約50cmの沈下がみられる。沈下のためスローププロテクションにクラックやスポーリングが生じている。



橋台の当初高さから50cmほどずり下がった跡がみられる。
また、沈下の過程でスローププロテクションに損傷が生じている。



沈下状況と横断方向にわたるスローププロテクション部の大きなクラック発生



橋台を囲むスロープとアプローチが沈下している。
橋台は杭基礎で支持されているため沈下していない。



グースアスファルトの損傷が目立つ。



5cm以上波打ちが生じている。



ODAの銘板が主塔基部に貼られている。



鋼床版の鋼板表面が見えるポットホール



照明用ダクトが破られ銅線が盗まれている。

b) Wawa橋 (Agusan del Sur) ブトゥアンから32km

本橋は、Wawa川を跨ぐ2連ワーレントラス橋と鋼鈹桁から成る橋梁で橋長は215mである。Wawa川は活断層から4kmの位置を断層に並走する谷地形に位置している。

1967年にUSスチールにより製造された橋梁で当時のAASHTOで設計されていると思われ、水平震度も0.1程度と考えられる。

橋長215m

支間割：2@25m+70m+70m+25m：215m

幅員 車道幅員：7.0m、歩道幅員：2×0.5m

完成年：1967年（45年経過）

<調査結果>

本年2011年に一般的な補修工事がなされたあとであった。補修項目は床版の打ち換え（鈹桁部）、As舗装、ペイント塗替え及びトラス橋の支承補強である。耐震補強はまだなされておらず緊急性が高い。また、通行荷重10tで規制されているが建築限界が4.2m程度しか確保されておらず、写真のような過載荷トラック通過により複数の部材が損傷を受けている。

耐震補強のみでは本橋の弱点を取り除くことはできないため、トラス橋部架替も有力な案として検討の必要がある。架替が行われる場合、橋の下流側両岸の家屋、果樹、農地に影響が出る可能性がある。また、同じく橋の下流側に灌漑用の堰があるため、これに対する配慮も必要である。

Wawa川の右岸アプローチは盛土であるが特に変状は認められない。Gabionで盛土の保護が行われており比較的安定しているように見受けられる。左岸アプローチ部分は岩盤の切盛部で、地盤は比較的安定しているように見受けられる。GabionでWawa川の減勢を行い、洗掘防止としていた。



一応、荷重規制10tの標識がある。



木材運搬トラックの衝突による部材損傷



建築限界ギリギリで通過するトラック



損傷後に取り替えられた部材（リベット→溶接）



付け根からひねられた部材



ブトゥアン方向に向かうトラックにより損傷を受けている。



可動側ロッカー支承の過大な転び



一時的な反力支持のための架台コンクリート



支点上補強材のリベットの頭が腐食により欠損



支点上裏側部材は塗装されていない。



鈑桁部支点上支承の過大な転び



耐震性を考慮したゴム支承への交換が必要

c) Taguibo橋（ブトゥアン市内）

本橋は、ランガーアーチ橋と鋼鈑桁から成る橋梁で橋長は207mである。1970年に製造された橋梁で日本製。

橋長：207m

支間割：2@29m+120m+29m

幅員 車道幅員：7.0m、歩道幅員：2×0.5m

完成年：1970年（41年経過）

<調査結果>

2010年9月～2011年2月と2011年3月～2011年6月の2回にわたり補修工事がDPWH予算により実施されている。補修項目は床版の打ち換え（鈑桁部）、As舗装、ペイント塗替え及びランガーアーチ橋の支承補修である。何らかの理由でローラー支承のローラーが外れて落ちていたのでそれを再度支承内に取り付けた。耐震補強はまだなされておらず緊急性が高い。少なくとも耐震性を考慮したゴム支承に交換の必要あり。また、

高力ボルトF11Tが用いられているため遅れ破壊（高力ボルトF11Tのうち、数%が遅れ破壊で脱落の可能性）のおそれがあるが双眼鏡を用いた目視では、脱落箇所は発見できなかった。片側のアプローチ橋の橋台直下の盛土を保護する石積みに円弧滑りによると考えられるクラックが発生している箇所が認められたが、軽微なものと考えられる。



支間長120mのランガーアーチ橋



荷重規制15tの標識がある。



橋梁位置



固定側はピボット支承が用いられている。



床版部分取替箇所



補修済み可動側ピンローラ支承



高力ボルトF11Tが使われている。



鋼製高欄の腐食状況



下弦材上塗り塗装の不具合、上塗り塗装が劣化してプライマーが表面に見えるので上塗り塗装が必要

d) 1st Magsaysay橋（ブトゥアン市内）

本橋は、アグサン川を跨ぐトラスラングアーチ橋とアプローチ高架橋から成る橋梁。アーチ支間長は120mである。1953年に開通した橋梁で58年経過している。

橋長：120m

支間 120m

幅員 車道幅員：7.0m 歩道幅員：2×1.0m

<調査結果>

上流に向かって右岸側の橋脚付近の水深が約10m近くと深いうえにコンクリートプロテクションが洪水で破壊されたため、健全かどうか心配されている。海岸から約8km程度の所にあるが上部工の塩害による損傷は目立っていない。上部工の塗装は2008年に実施されており比較的健全である。また、桁下部分はプライマーのみになっているが、腐食等も目立っていない。これから、上塗りの予算申請を実施する予定とのこと。耐震補強はなされておらず、支承回りを中心に耐震対策の必要がある。

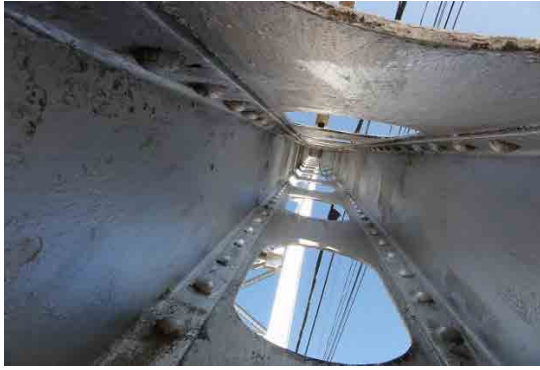
地質・地盤的には、沖積層分布地帯に位置している。右岸側の橋脚には洗掘防止のためのコンクリート壁が設置されている。橋脚基礎は安定しているように見受けられる。



支間長120mのトラスラングアーチ橋



荷重規制15tの標識がある。



部材の中まで丁寧に塗装されている。



右岸側



部材の排水処理がうまくいっている。



歩道部は縞鋼板であるがよくメンテされている。



桁下面の下塗り塗装の状況



左岸側の橋脚プロテクション破損部



ピン支承がみられる。



支承付近の植物は取り除く必要あり。

2) レイテ島DPWH リージョン8 (タクロバン近郊)

a) San Juanico橋

本橋は、レイテ島とサマール島を結ぶ橋。San Juanico海峡に浮かぶ島も利用して橋台を設けている。橋脚基礎部分は着岩していると考えられる(杭基礎か直接基礎かは不明)。

2003年に耐震ケーブルを設置したらしい。

橋梁形式連続トラス橋112m+192m+112m=416mとアプローチ部鋼鈹桁橋から成る総延長2,162m、総鋼重4,882tの橋梁。完成年は1973年で施工はJFE,宮地。

2004年に補修工事がなされている。



サマール側からの San Juanico 橋



橋の両側にチェックポイントがある。



アプローチ部分は進入禁止になっている。
(サマール側アプローチ)



アプローチ桁橋区間
(両岸とも一本柱の橋脚区間)



橋桁の銘板



レイテ側桁下の状況 (DPWHの管理区域)



耐震補強の連結ケーブルが設置済み



アプローチ桁橋区間は一本柱橋脚（レイテ側）
強震動にはいささか心もとない気もする。



中間支点上支承部（サマル側）



サマル側アプローチ橋から望む



中間支点上支承部（レイテ側）



レイテ側桁橋区間



サマル側桁橋の一部で舗装ポットホールが発生



上部構造部材の状態は良い。

サマール側、レイテ側共に、桁下に侵入できないようにROW（Right-of-Way）に沿って塀が設置してある。レイテ側の桁下はDPWHの橋管理事務所がある。



レイテ側の橋管理事務所敷地内



サマール側の橋端部に沿った塀

b) Biliran橋（1976年完成）

本橋は、Biliran島とレイテ本島を結ぶ唯一の海峡横断橋であり、交通の要所である。

橋長：252m、ランガーアーチ橋120m＋アプローチ132m

幅員 車道幅：8.0m、歩道幅員：2×1.0m

完成年：1976年

<調査結果>

活断層のフィリピン断層北東3kmに位置する。海峡横断のため潮風が強く鋼桁部分に錆が出やすいとのことで、2010年に塗装をし直したばかり。桁下はカーボンファイバーで保護されている（床版補強のため）。耐震補強は実施されていない模様。橋梁本体は日本製だが施工業者はローカルとのことであった。



レイテ本島側の橋脚。鳥居のように上細りし、橋軸方向の揺れに対して弱そうである。



レイテ側よりビリラン島を望む。



鈹桁橋とトラス橋の橋台構造



レイテ側アプローチ桁橋端に生じた錆



アスファルト舗装のポットホール



上部構造（レイテ側から）



ボルト継ぎ目付近の鋼板が歪んでいる。



上部構造（ビリラン側から）



アプローチ桁橋を支える上細りの橋脚



桁下の構造

c) Liloan橋 (1976年)

橋長：129m、ランガーアーチ橋

幅員 車道幅員：8.0m、歩道幅員：2×1.0m

完成年：1976年

<調査結果>

本橋は、レイテ島とパナオン島を結ぶ唯一の海峡横断橋。レイテ側はアーチが岩盤上に基礎を置き、パナオン島側は橋脚を介して7スパンの桁橋でアーチ区間に接続する。活断層のフィリピン断層西3kmに位置。施工業者はローカル。車両重量制限は20tまで。



レイテ本島側からパナオン島側を望む。



桁端部に発生した錆



レイテ側からパナオン島を望む。



レイテ側橋台下の岩盤は緩んでおり、地震による崩壊が懸念される。



北西から南東を望む。



パナオン島側のアプローチ桁橋



ボルト添接板部分に曲げ歪みが発生



添接板、ボルト結合部分の錆が著しい。



上部構造の状況



パナオン側から北側を望む。



アプローチ桁橋の橋脚（耐震補強なし）



橋脚ブラケット先端のひび割れ



アプローチ橋桁の下部の状況



アーチとコンクリート桁の連結部分



ランガーアーチ床組構造



アーチとコンクリート桁の連結部分



コンクリート桁橋の支承部（パナオン側）



レイテ側橋台下の状況。緩んだ岩盤が地震時に海へすべる可能性がある。

レイテ側の桁下、橋端部に隣接して家屋などはない。パナオン側のアプローチ桁下周辺には漁村があり、家屋が数軒存在する。



レイテ島側の桁下



パナオン島側のアプローチ部分桁下



パナオン側の桁下



パナオン側の桁下

(3) 交通量調査

フィリピン全国の幹線道路の交通量は、2,500～8,000台/日の範囲にある。日比友好道路においてもおおむねMedium (2,501～8,000) に入っている。地方長大橋の耐震補強について、架替案または耐震補強のみでも路面占有が必要な場合は、事前に交通量調査を実施して車線規制・切り回しの計画に反映させ、影響を最小限にとどめる検討が必要となる。

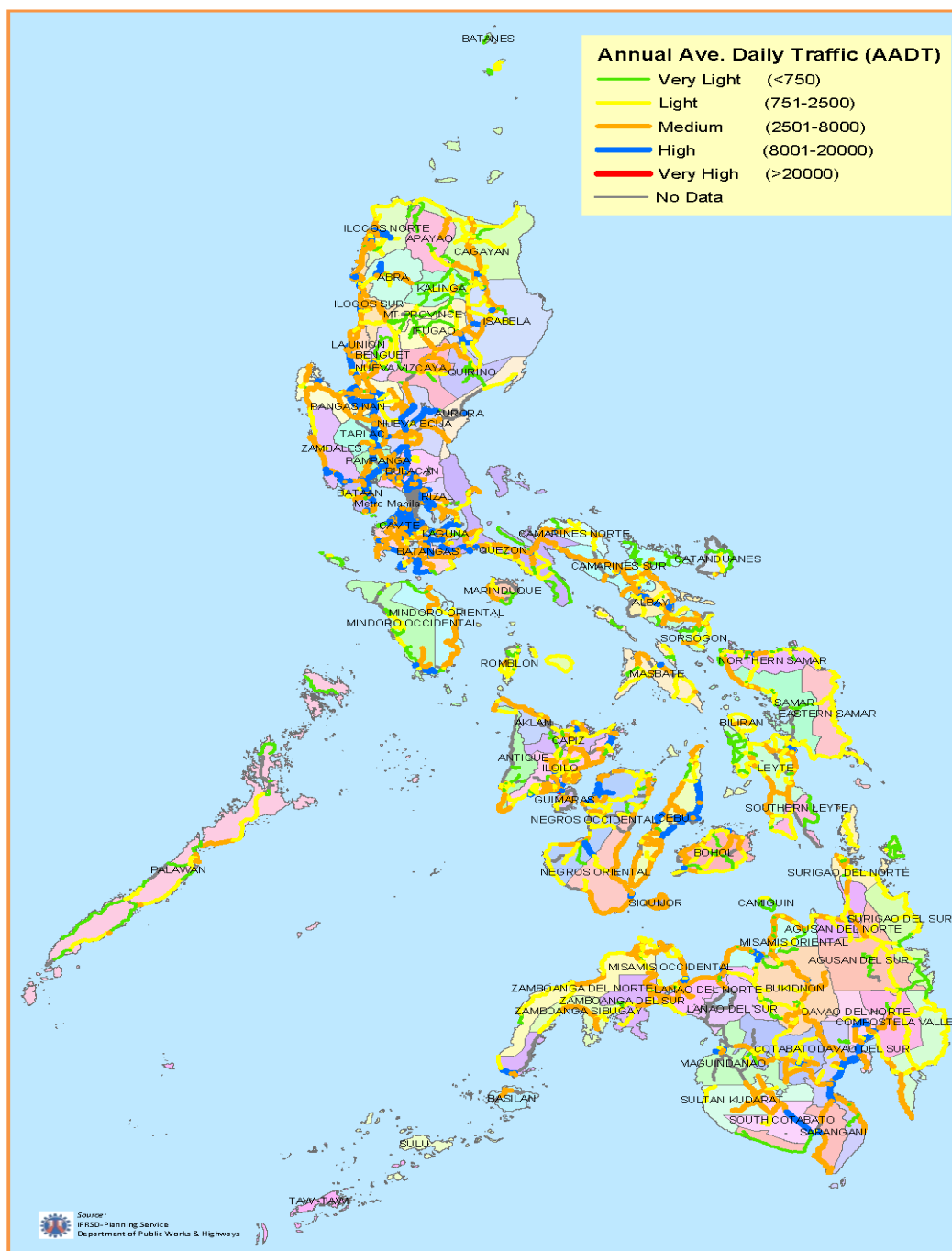


図5-7 フィリピン全国幹線道路の年間平均日交通量 (AADT)

(4) 優先耐震化橋梁の特定

本格調査において実施される橋梁診断データより耐震補強等実施に関して優先順位がつけられる。

日比友好道路に係る日本援助の橋梁ロングリストから耐震補強対象橋梁を選別することになる。対象橋梁のほとんどが鋼橋でトラス橋やランガー橋が多く、支承には鋼製支承が用いられている。上部工の状態が比較的良好であっても下部工や支承回りが弱点となっている橋梁から優先的に耐震補強を実施していくことになる。これらの、橋梁診断判定にあたり、足場を設置して近接目視点検の実施や音響測定器を用いた洗掘調査、下部工全体の健全性を判定するための衝撃振動試験の実施等を行い、健全度の定量的把握に努め、補強の優先順位をつける必要がある。

第2マグサイサイ橋については2007年に開通したばかりの斜張橋であり、大型ゴム支承が最初から採用されており上部工は耐震上問題ないと考えられるが、ブトアン側の土工部アプローチに顕著な沈下が生じており、地震の規模によっては沈下が進行し通行止めも懸念される。

セブ島の第1マクタン橋についても船舶の衝突に起因した荷重制限が現在まで継続されており、抜本的な補修が待たれている。

優先耐震化橋梁は、本格調査における橋梁ごとの診断調査結果により最終的に特定される。

(5) 概略設計・積算

対象となる日比友好道路に係る橋梁では、ADB援助による耐震補強工事がまだなされていない橋梁も残っており、下部工付きのコンクリートブロックの追加や耐震ケーブルの追加、また、支承回りの補強またはゴム支承への取替等が実施されると思われる。トラス橋、ランガーアーチ橋の場合、支間長も60m以上130m程度まで規模が大きくなり、使われる支承も大型の支承で金額的にも大きくなることが予想される。

これらの大型支承の取替に際して必要となるジャッキアップも大型の資機材が必要とされる。これらの検討を本格調査で提案される耐震基準に基づき、あるべき補強案を提案してその概略設計を実施する必要がある。どの橋梁も支承については取替え時にジャッキアップが必要になること、無収縮モルタルの充填や養生に時間を要すること等により、これまで取り替えられた実績はない。本格調査で、高減衰ゴム支承や鉛プラグ入りゴム支承などわが国が開発してきた耐震性に優れる支承に取り替えることも予想される。また、今後の維持管理のため、下部工付き検査路の設置も必要となる。

架替検討橋梁の概略設計では、径間数、橋梁形式、航行限界高さ、交通量、架設時交通止めの有無・期間、工事期間中の迂回路の有無やその位置関係に留意したうえで設計する。積算についても、日本から持ち込まれる部材や製品の割合が一定水準キープされることが望ましい。

5-1-4 環境社会配慮調査方法

本格調査では以下の方針を提言する。

- ① 諸条件の把握
既存の国家、セクターレベルでの政策・計画の概要、本事業の目的・目標の検討、環境社会の現況の確認、フィリピンの環境社会配慮制度・組織の確認
- ② 代替案の検討
ゼロオプションを含む代替案の検討
- ③ スコーピング・指標項目の選定
橋梁の耐震化を踏まえた指標項目の選定。ステークホルダーの意見を反映する。
- ④ ステークホルダー協議
事業に関与する、または関心のある個人、団体、機関を対象とする。ステークホルダー協議はスコーピング案の検討時、調査終了後の結果報告時に開催される。
- ⑤ 影響の調査、予測、分析、評価
既存の資料を用いた初期環境評価レベルでの検討
- ⑥ 緩和策の検討
各代替案について負の影響が予測される場合の緩和策の検討
- ⑦ プロジェクトの選択

事業対象橋梁が選定されしだい、橋梁周辺の社会環境、自然環境全般の初期環境影響評価（Initial Environmental Examination : IEE）レベルの現況調査を行う必要がある。IEEレベルの調査では、既存データ、文献、情報、簡易な現地調査に基づき、代替案の検討、環境影響の予測・評価、緩和策、モニタリングの検討等を実施する。

予備的スコーピングの結果、特に負の影響が想定され、本格調査で調査が必要と考えられる項目を下記の表5-7にまとめた。

表5-7 本格調査における調査項目（暫定）

調査項目	調査内容
住民移転	橋梁の周辺、桁下などに占拠者が存在する場合、占拠者の世帯数、人数、生計等に関する調査を行う。
雇用や生活手段等の地域経済	工事によって影響の及ぶ漁業他の経済活動に関する情報を収集する。
既存のインフラ及びサービス	工事中に影響を受ける水上交通に関する情報の収集をする。
文化財	古い橋梁は歴史的な価値もあるため、文化財等に指定されているか確認をする。

本事業においては、一部の橋梁で架替、補強の工事の際に移転が必要と考えられるが、土地の収用は想定されていない

EMBではEIAに関する分析業者、コンサルタントの登録制を取り入れており、登録されている業者のリストはEMB環境アセスメント課より入手が可能である。

5-2 本格調査の留意事項

5-2-1 耐震基準の見直し

(1) 耐震基準（案）策定上の留意事項

現在フィリピンでは、フィリピン構造技術者協会（ASEP）により、橋梁耐震性能の見直しの一環として、想定外力としての「設計震度（DPWHの橋梁耐震基準ではAcceleration Coefficient：A）」について改訂検討を実施している。ASEPに対する聞き取りによると、今後の設計震度については、フィリピン本島でA=0.4といった一律のものではなく、プレート海溝-沈み込み帯（プレート境界型地震）や内陸断層であるフィリピン断層等を震源とする地震動も考慮して、現行の設計震度が見直される公算である。

設計震度を上げることにより、高い外力で照査すれば設計上の耐震性能は向上する。しかし、フィリピン政府の財政力等を勘案すると、すべての橋梁に対して一律に高い耐震性能を求めることは現実的な対応ではないと想定され、橋梁の重要度に応じて耐震性能に差異をつけることが、現実的な対応と考えられる。

また、耐震性能が向上したかどうか（地震後の落橋可能性や早期復旧の可能性等）について、説明性のある性能水準に関する部分は、通常橋梁、重要橋梁を問わず、統一的に実験等の経験を有する日本側の関与が期待される。落橋させない、あるいは点検・復旧の容易さといった配慮事項は、多くの被災経験に基づく知見を蓄積している日本側からの助言が必要とされるところである。

通常橋梁の耐震性能については、ASEPの議論を尊重することになると考えられるが、本格調査では重要橋梁について、「発生確率が高いが震度は必ずしも高くない地震動」と「発生確率は低いが高震度が高い地震動」について、検討することが想定される。

本格調査着手後、かかる想定を基本方針とすることについて、実施機関であるDPWH、ASEPとの協議を行い、同意を経て、その後の検討作業を進めることとする。

(2) 耐震基準（案）の適切運用のための留意事項

耐震設計基準（案）のみでは、フィリピン技術者が適切な耐震設計を実施することは困難であると考えられ、耐震設計基準（案）を解説する参考資料、耐震補強の好事例、優先的に補強が必要な橋梁の抽出方法等について、「ハンドブック」として取りまとめるとともに、官民の技術者を対象とした講義（セミナー・ワークショップ）を通じて、フィリピン技術者の理解の促進を図ることとする。

複雑な橋梁の設計や耐震設計の照査を効率的に行うには、設計ソフトウェアの活用が必要である。したがって、本格調査では、使用ライセンスに関する問題も考慮のうえ、フィリピンで使用されているソフト・データと互換性のある耐震性照査ソフトウェアの開発の可能性について検討を行うこととする。

開発が合理的な費用で十分に可能と考えられる場合はJICAとの協議を行い、かかるソフトウェアの開発も追加業務とする可能性があることに留意されたい。

以下に耐震設計ソフトについてわが国の運用状況（表5-8）を示す。また、フィリピンで使用されているSTAADのわが国での販売状況も合わせて示すがシェアは小さい。

表 5 - 8 耐震設計ソフトウェアの運用状況（日本）

ソフト名称	制作会社	販売会社	特徴	価格
TDAP	アーク情報システム	JIP(日本電子計算)	建築系からスタートしたソフトウェアで橋梁にも多く適用されている。耐震関係プログラムの中ではシェアトップクラス。これまでに、500社を超えるユーザーを有する。ファイバー要素も取り扱うことが可能である。	500万円
EARMEST (アーメスト)	富士通エフアイピー	川田テクノシステム	道路橋示方書(平成14年3月)に対応した静的照査から動的照査まで可能な2次元/3次元の骨組みモデルによる道路橋の耐震設計支援システム。	210万円
STAAD.PRO	ベントレーシステムズ	伊藤忠テクノソリューションズ	STAADの日本語版で、各国及び日本建築学会コードにも対応している。AASHTOによる移動荷重の自動生成機能。動的/地震解析としては、固有値解析、応答解析、時刻歴解析等に対応。日本語/英語表示切替機能。国内ではほとんど使用実績なし	STAAD.Pro鋼構造モジュール 975,000 STAAD Design Codes Asia 300,000 STAAD Design Codes Japan 300,000 STAAD. Foundation(基礎設計モジュール) 975,000

5 - 2 - 2 マニラ首都圏橋梁の耐震化

(1) 留意事項

マニラ首都圏橋梁の耐震化において留意すべきことは既にほとんどの対象橋梁がADB援助による耐震補強工事を終えていることである。すなわち、新たな耐震基準の提案がなされても、そのまま適用できるかどうかは、橋脚上のコンクリートブロックの状況や既設耐震ケーブルの変更が許されるかどうかであり、それはDPWH側の考え方によるので、慎重に協議を進める必要がある。また、パッシング川に架かる橋の橋脚はこれまでにかなり船舶の衝突により損傷を受けているため、あらかじめ橋脚の耐力を推定するためにも各種非破壊検査を実施することが必要となるが、これらの運用や解析方法、結果の評価などさまざまな段階で技術移転の努力が要請されている。また、建設後50年近くの橋梁が多く鋼製支承が採用されているが、これをゴム支承へ交換する場合は、航行限界高さの改善を念頭に桁位置のジャッキアップを図ることが望ましいと考えられる。DPWHとの協議のうえ検討することが必要である。

5 - 2 - 3 地方長大橋梁の耐震化

(1) 留意事項

地方長大橋梁の耐震化において留意すべきことは新たな耐震基準の提案がそのまま適用されるかどうかは、DPWH側の考え方によるので、日本のやり方を押し付けることにはならないという点である。すなわち、すべての対象橋梁が日比友好道路など重要路線に架かっている橋であり、強震により一部損傷を受けたとしても落橋は許されないというわが国の概念が許容されるかどうかはDPWH側の主体的な判断によることである。このため、本格調査ではDPWH及びASEPとの協議を通じてその同意を得て耐震補強の概念を具体化することが必要となる。下部工や基礎工の耐震性確保のため、各種非破壊検査を実施することが必要となるが、これらの運用や解析方法、結果の評価などさまざまな段階で技術移転の努力が要請されている。

5-2-4 環境社会配慮と住民参加

本格調査における、環境社会配慮と住民参加に関する留意事項は以下のとおりである。

- ① 橋によって、工事の内容（架替または補強）、工事の規模、橋周辺の社会環境（占拠者の存在、漁業、水上交通等）が異なり、影響の規模、範囲が異なる橋が本事業に混在することが予想される。事業対象となる橋が選定されしだい、各橋梁について必要な許認可についてEMBと確認を行う。
- ② 橋梁周辺や桁下に占拠者がいる場合、影響を受ける世帯数、人数等の社会調査を行い、適切な移転計画を策定する。
- ③ 本事業では貧困層の住民移転が想定される。移転計画、実施に関しては、関連する以下の機関との連携を行う。
 - ・ メトロマニラ開発庁（Metropolitan Manila Development Authority : MMDA）
 - ・ 各地方政府（Local Government Unit : LGU）
 - ・ 国家住宅庁（National Housing Authority : NHA）
 - ・ 国家貧困対策委員会(National Anti-Poverty Commission)
- ④ 住民移転に関しては、計画時、実施時においてステークホルダーと協議を密にもち、実施の進捗のモニタリングを行う。特に移転対象者の意見を直接汲み上げられるような協議以外の手法も検討し、DPWHに対して適切な支援をする。
- ⑤ 橋梁の場所、工事の内容、工法によっては地域の漁業、水上交通に影響が出る可能性があるため、影響に関してステークホルダー協議を行い、工法、工事スケジュールについて検討すること。
- ⑥ 本事業においては、一部の橋梁で架替、補強の工事の際に移転が必要と考えられるが、用地取得は想定されていない。用地取得が必要となった場合は、フィリピンの制度と、JICAガイドラインにのっとりDPWHが行う用地取得の支援をする。

表 5-9 実施スケジュール

	作業項目	平成24年度											平成25年度						
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9
パッケージA	1. 地震記録、地質条件区分、これまでの地震被害記録の収集	■																	
	2. 現行DPWHの耐震基準の問題点・課題の把握	■																	
	3. 現行耐震設計基準の問題・課題分析		■																
	4. 耐震設計基準改良版と参考資料の提案						■												
	5. 耐震設計及び耐震技術に関する技術移転のためのセミナー開催									▲						▲			
パッケージB	1. 耐震補強又は架替橋梁の選定		■																
	2. 対象橋梁に関する環境社会配慮上の周辺環境調査と橋梁診断の実施					■													
	3. 対象橋梁の交通量調査の実施						■												
	4. 耐震補強又は架替候補橋梁の優先順位付							■											
	5. 耐震補強又は架替の概略設計・積算									■									
パッケージC	1. 耐震補強又は架替橋梁の選定		■																
	2. 対象橋梁に関する環境社会配慮上の周辺環境調査と橋梁診断の実施					■													
	3. 対象橋梁の交通量調査の実施						■												
	4. 耐震補強又は架替候補橋梁の優先順位付							■											
	5. 耐震補強又は架替の概略設計・積算									■									
報告書の提出		▲								▲							▲	▲	
		ICR								ITR							DFR	FR	

5-3 本格調査で利用可能なリソース

5-3-1 関係機関の所有データ、資料等

(1) 国家地図・天然資源情報局 (NAMRIA)

地質・地盤情報の基礎データや資料については、NAMRIAで表5-10に示すものを作成、提供している。

NAMRIAでは、防災（地震災害を含む）に関するプロジェクトに対して積極的にデータ提供対応をしており、本格調査においては、NAMRIAのカタログ、索引を参照のうえ、必要な地域のデータ資料の検索に協力するとの意向が示されている。

表5-10 NAMRIAから入手可能な主なデータ（有償/無償については確認が必要）

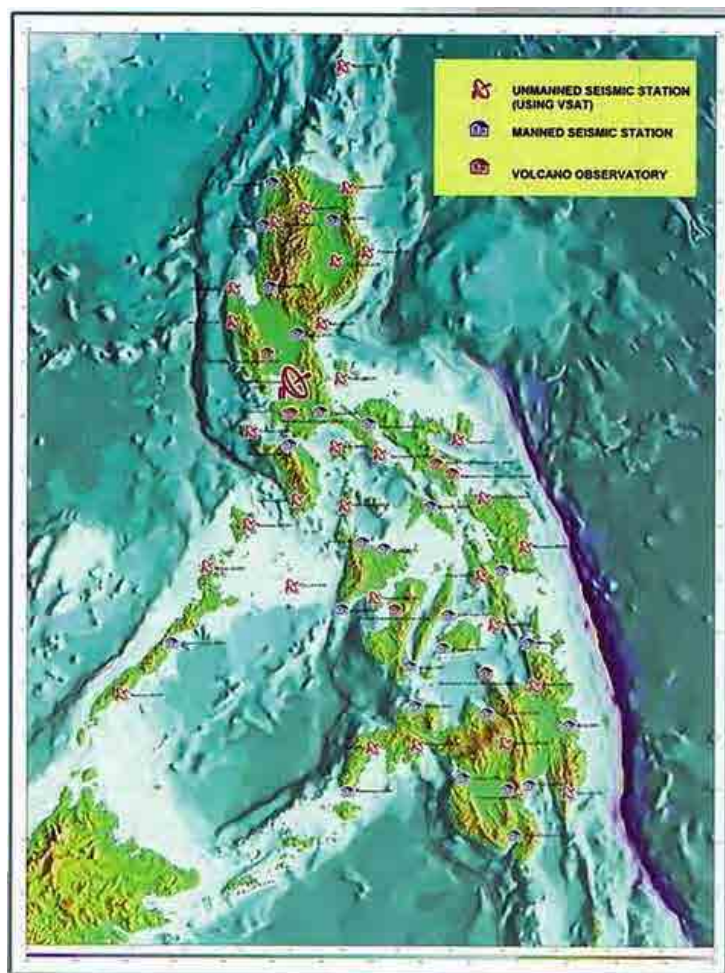
分類	種類	縮尺等
Analog Maps	Topographic Map	各種
	Administrative Map	各種
	Regional Map	各種
	Provincial Map	各種
	Nautical Charts B/W; Color	各種
	Hydrographic Smooth Sheet	各種
	Land Classification Map	各種
	Preliminary Map Data	各種
	Print on Demand	各種
Digital Data	Topographic Maps (Scale 1:5,000 / sheet)	1:5,000
	Topographic Maps (Scale 1:10,000 / sheet)	1:10,000
	Topographic Maps (Scale 1:50,000 / sheet)	1:50,000
	Topographic Maps (Scale 1:250,000 / sheet)	1:250,000
	Land/Forest Cover Map	各種
	Slope Map	各種
	Scanned Map	各種
	Geo-referenced	各種
Imagery	Landsat TM, Landsat 7, Spot XS, Spot Panchro	各種
	Aerial Photograph	各種

(2) フィリピン火山地震研究所 (PHIVOLCS)

地震、活断層、火山等の地盤災害に関するデータ・資料を収集、公表している。研究成果の多くは、PHIVOLCSのWebサイトにおいてダウンロード可能である。Webサイトよりダウンロードできるものは表5-11に示すものがある。本格調査において対象橋梁が選定されれば、その地点を中心とした大縮尺地図や、地震波形データも提供可能とのことである。図5-8にはPHIVOLCSによる地震火山観測ネットワーク図を示す。PHIVOLCSの地震観測所は69カ所に設置されており、30カ所は職員が監視、33カ所は無人観測所で、PHIVOLCS本部でデータを収集する体制となっている。

表 5-11 PHIVOLCSのWebサイトから入手可能なデータ

種 類	対象地域・内容	縮尺	数量
Philippine Fault Zone Map	Northern Luzon	1:50,000	3枚
	Central Luzon	1:50,000	7枚
	Infanta	1:50,000	3枚
	Guinayangan	1:50,000	2枚
	Bondoc Peninsula	1:50,000	1枚
	Masbate Island	1:50,000	4枚
	Leyte Island	1:50,000	12枚
	Eastern Mindanao	1:50,000	21枚
Active Faults and Liquefaction Susceptibility Map	14 地域 (Regions)	Non-scale	14枚
Distribution of Active Faults & Trenches	全国	Non-scale	1枚
Valley Fault Map	マリキナ断層近傍 (マニラ)	1:10,000	16枚
Earthquake-triggered Landslide Susceptibility Map	13地域 (Regions)	Non-scale	13枚
Liquefaction Susceptibility Map	全国	Non-scale	1枚
	マニラ首都圏	Non-scale	1枚
Tsunami Prone Areas in the Philippines	Region I~13、ARMM	1:50,000	46枚



出所：PHIVOLCS

図 5-8 PHIVOLCSの地震火山観測ネットワーク

表5-12にはPHIVOLCSの地震観測所の一覧を示す。

表5-12 PHIVOLCS地震観測所一覧

有人観測所名	運用開始年	無人観測所名	運用開始年
Baguio City	1975	Dolores, Abra	2003
Bislig, Surigao del Sur	1975	Conner, Apayao	2003
Abra De Ilog, Occidental Mindoro	1975	Basco, Batanes	2003
Santa, Ilocos Sur	1977	Bataraza, Palawan	2003
Palo, Leyte	1977	Baler, Aurora	2003
Cagayan de Oro City	1977	Bolinao, Pangasinan	2003
Puerto Princesa, Palawan	1977	San Andres, Quezon	2003
Pasuguin, Ilocos Norte	1978	Busuanga, Palawan	2003
Callao, Penablanca, Cagayan Valley	1978	San Jose, Occidental Mindoro	2003
Lapu-Lapu, Cebu	1983	Gonzaga, Cagayan Valley	2003
Tagaytay, Cavite	1990	Borongan, Eastern Samar	2003
Lucban, Quezon	1991	Boac, Marinduque	2003
Basco, Batanes	1992	Causayan, Isabela	2003
Dipolog, Zamboanga del Norte	1992	Catarman, Northern Samar	2003
Guinayangan, Quezon	1992	Cuyo, Palawan	2003
Kidapawan City	1992	El Nido, Palawan	2003
Davao City	1993	Jordan, Guimaras	2003
Cotabato, North Cotabato	1993	Santa Cruz, Zambales	2003
Palayan, Nueva Ecija	1993	Lubang, Occidental Mindoro	2003
General Santos City	1994	Virac, Catanduanes	2003
Masbate, Masbate	1994	Maasin, Southern Leyte	2003
Surigao, Surigao del Norte	1994	Ormoc, Leyte	2003
Kalibo, Aklan	1995	Odiangan, Romblon	2003
Roxas, Capiz	1995	Pagadian, Zamboanga del Sur	2003
Anini-y, Antique	1996	Palanan, Isabela	2003
Sibulan, Negros Oriental	1996	Polilio, Quezon	2003
Tagbilaran, Bohol	1996	Mati, Davao Oriental	2004
Quezon City	1996	Ipil, Zamboanga Sibuguey	2004
Zamboanga City	1997	Butuan, Agusan del Norte	2004
Magalang, Pampanga	2010	Valencia, Bukidon	2004
出所：PHIVOLC		Davao del Sur	2011
		Sultan Kudarat	2011
		San Manuel, Pangasinan	2011

(3) 鉱山・地球科学省 (MGB)

主として地質図を入手可能である。ただし、鉱山・地球科学省 (Mines and Geosciences Bureau : MGB) 所有の地質図は調査年次が1960年代のものが多くと推定され、また、地質図自体が作成または刊行されていない地域も多い。地質図幅は、基本的にNAMRIAの1:5万地形図の索引に一致するが、図幅の所有有無については、MGB本部にて確認するほうがよい。地質図は1図幅当たり500ペツで、現在はJPEGまたはTIFF形式の画像データとしてCD販売されているようである。なお、フィリピン全土の地質、地層については、2010年刊行の

『Geology of Philippines (2nd Edition)』に記載されており、フィリピン全土を対象とした小縮尺地質図が添付されている。本書についてもPDF版を購入できる（ソフトコピー・ハードコピーのいずれも5,000ペソ）。

表 5-13 MGBの所有する地質図

種 類	対象地域・内容	縮尺	数量
Geological Map	CAR	1:50,000	7枚
	Region I	1:50,000	28枚
	Region II	1:50,000	18枚
	Region III	1:50,000	42枚
	Region IV	1:50,000	121枚
	Region V	1:50,000	47枚
	Region VI	1:50,000	36枚
	Region VII	1:50,000	47枚
	Region VIII	1:50,000	23枚
	Region IX	1:50,000	6枚
	Region X	1:50,000	12枚
	Region XI	1:50,000	14枚
	Region XII	1:50,000	1枚
	Region XIII	1:50,000	19枚
	ARMM	1:50,000	9枚

(有無についてはMGB担当部局に確認が必要)

(4) 公共事業道路省 (DPWH)

DPWHのBOD内には測量・調査課 (Survey and Investigation Division) があり、測量や地質調査業務の計画、成果品である報告書の内容等の確認を行っている。既往の地質調査報告書等については、古い年代のものは保管されていないと考えられるため、留意が必要である。

DWPHをはじめとするフィリピン当局ではボーリング柱状図のデータベース化は行われておらず、主要都市の地盤図も作成されていない。本格調査において対象橋梁を選定した場合は、当該橋梁の耐震検討に必要な地質調査報告書等を、DPWH内のBODや地方事務所に問い合わせることが望まれる。

メトロマニラについては「マニラ首都圏地震防災対策計画調査」において、地盤のモデル化のため、グリッド式の地質断面図が作成されており、このデータの利用が可能と思われる。

(5) フィリピン構造技術者協会 (ASEP)

ASEPは、DPWHの橋梁耐震基準の改訂においてオーソリティ的な地位にあり、ASEPの提言した内容は、フィリピンの構造関係法令あるいはDPWHの省令に影響を与える。ASEPはフィリピンにおいて、耐震基準をはじめ、橋梁、構造物に対する最高の知見を有する組織であると考えてよい。したがって、過去の構造関係法令や耐震基準類の技術的検討経緯については、DPWH関係者より詳細で正確な情報を有しているものと考えられる。

5-3-2 現地コンサルタント等の能力

(1) 地質調査に関する現地コンサルタント

聞き取り調査については、DPWHから提供を受けた地質調査業者リストを基に、「マニラ首都圏地震防災対策計画調査」で再委託を実施した業者6社に対して聞き取り調査の申し込みを行い、受諾の意向を示した5社を対象とした。

5社とも会社のWebサイトを設置しているが、更新を頻繁に行っていない会社もあり、調査業務を再委託する際には、Webサイトの情報が最新のものであるかどうか確認が必要である。

地質調査を主要業務として受注しているコンサルタントもあり、総合建設コンサルタントとして地質調査を一部受注している業者もある。

(2) 聞き取り結果及び所感

以下に、聞き取り結果のまとめと所感を記す。

- 一般的なボーリング土質調査（ノンコアボーリング+標準貫入試験）は日本と同様の水準にあると考えてよいが、オールコアボーリングについては、担当するオペレーターによってコア採取率にばらつきがあるように見受けられる。
- 標準貫入試験については、落下高さが若干日本と異なるようであり、必要に応じてN値の補正を行うか、落下高さをJISに合わせるように指示するなどが必要である。
- 土質試験については、一般的な物理試験はASTMに準拠して行っている。液状化の検討も委託可能であるが、フィリピン独自の基準ではなく、米国の基準あるいは日本の基準（粒度試験結果を使用する方法）等を採用している例が確認できた。
- いずれの会社も、海外のコンサルタントや施工業者からの受注経験を有しているため、仕様書に対しては柔軟性をもっているため、必要に応じて日本の地盤工学会基準について説明し、日本の基準に準拠した調査や試験を委託することは可能と判断される。
- 土質の力学試験については、粘性土の一軸圧縮試験や圧密沈下試験の実施は可能との回答を得ている。自社内に試験室を所有する業者もあるが、日本と同様、外部の土質試験室へ委託する場合もある。
- 砂質土や岩石の力学試験については、フィリピン大学等の研究室や、フィリピン内にある公的な実験所に依頼して実施するようである。
- 橋梁の場合、場所によって海上あるいは水上ボーリングを実施することも考えられる。海上ボーリングについては水深15m程度ならばフロート式台船、河川や溪流では水上足場を組んで実施可能である。海上ボーリングについては水深15mを超える場所ではケーシングが潮流で流されて安定しないため、フロート台船では実施困難とのことであり、再委託時には別途検討が必要である（水深30~40mまで対応可能とする業者もあった）。
- PS検層については、ダウンホール法で対応しているようである。機器を自社で所有していない業者もあるが、日本と同様、バンコクやシンガポールからのレンタルで対応するようである。
- ボーリング機械は日本製が多く、50m級の機械・ポンプを使用している例が多い。
- 報告書の取りまとめ方法は日本と同様な内容であるが、フィリピンでは全ページに責任

者が署名する（イニシャルサインする）慣習がある。

- ・ 解析業務については、盛土の安定計算や圧密沈下の検討などの技術サービス、また表層/地層の物理探査（残置杭の深度探査を含む）と解析のサービスも提供可能である。
- ・ いずれの会社も気軽に技術的相談に応じてくれるとのことであり、極めて親日的でもある。また、海外の基準についても勉強し、対応していきたいとの要望もあったので、技術移転の観点での協力体制の構築が望まれる。

(3) 留意事項等

DPWHの地質調査に係る見積もり・積算体系に標準的なものがなく、基本的にプロジェクトベースでの合意が基本となっている。ただし、土質ボーリングの単価については、土質の固さや締まり具合をN値で分類した積算が行われている。すなわち、土質の種別（粘性土/砂質土）とN値に応じて、「soft」「firm」「hard」の3種類で掘削単価が決定される。このため、中間砂礫層や玉石混じり層や転石を基盤岩と誤認している例が少なくないようである。

玉石混じり層については、「hard soil」の扱いとされているため、DPWHの積算体系では技術的・金銭的インセンティブが働かず、あらかじめ受注を避ける業者もあり、結果として技術競争が起こりにくいという意見もローカルコンサルタントから挙がっていた。

したがって、本格調査で地質調査を実施する場合は、DPWHの積算基準にとらわれず、土質に応じて適正な単価を基に再委託することが品質確保の観点からも必要である。

参考までにローカルコンサルタントからの聞き取りによる標準的な土質調査に関する単価を表5-14に示す。また、同表にDPWHが某プロジェクトで発注した地質調査単価を併せて示す。これには、仮設費、給水費、安全費、運搬費、宿泊費等の間接費は含まれていないことに留意が必要である。

表5-14 地質調査標準単価の範囲

種別	区分	単位	標準単価（範囲） 通貨単位：PHP	参考：DPWH（2009年） 通貨単位：PHP
機械ボーリング ノンコア	シルト、粘土	m	1,200 - 1,850	950
	砂、砂質土	m	1,500 - 1,850	950
	礫、礫質土	m	1,800 - 2,520	950
	軟岩	m	1,800 - 2,520	1,100
	中硬岩	m	1,800 - 2,550	-
	硬岩	m	1,800 - 2,800	-
標準貫入試験	シルト、粘土	m	100 - 250	175
	砂、砂質土	m	100 - 250	175
	礫、礫質土	m	125 - 420	175
	岩盤	m	N.A, 250	-
PS検層	ダウンホール法	m	N.A, 4,300 - 6,000	-
サンプリング	シルト、粘土	回	380 - 1,200	-
	砂、砂質土	回	450 - 1,650	-
土質試験	土粒子の密度試験	試料	100 - 750	175
	土の含水比試験	試料	100 - 210	130
	土の粒度試験	試料	200 - 420	230
	土の液性・塑性限界	試料	180 - 420	230
	三軸UU試験	回	5,500 - 6,500	-
	一軸圧縮試験	回	-	800
	圧密試験	回	3,800 - 5,000	-
三軸CD試験	回	4,300 - 6,000	-	

(4) 交通量調査現地コンサルタント

交通量調査のコンサルタントは多数ある。聞き取り調査を行った会社はパッシング・マリキナ川橋梁改善調査の検討時に交通量調査を担当した会社であったが、メトロマニラから全国にかけて調査業務を行った実績が豊富である。前回の交通量調査データも保存しているということで、本格調査実施時には比較もできると思われる。

付 属 資 料

1. 耐震化候補橋梁リスト
2. 地震分布図
3. R/D
4. 事業事前評価表（案）

1. 耐震化候補橋梁リスト

マニラ首都圏耐震化候補橋梁ロングリスト

No.	橋名	橋長	形式	建設年
1	DELPAN Br.	203	PC ゲルバー箱桁	1965
2	JONES Br.	114.8	鋼鈹桁	1948
3	Mc AUTHUR Br.	114.5	鋼鈹桁	1948
4	QUEZON Br.	105.7	鋼アーチ	1946
5	AYALA Br.	140.8	鋼トラス	1935 / 1950
6	NAGTAHAN Br.	446	鋼トラス	1966
7	PANDACAN Br.	120	PC 橋	1997
8	LAMBINGAN Br.	98.4	PC ゲルバー桁	1975
9	Makati-Mandaluyong Br.	130	PC 橋	1986
10	GUADALUPE Br.	115	PC ゲルバー桁	1979
			鋼トラス	1962
11	C-5 Br.	777	PC 橋	1998
12	Bambang Br.	167.6	コンクリート橋	1991
13	VARGAS Br.	127	PC ゲルバー桁	1992
			鋼鈹桁	1973
14	Rosario Br.	176	コンクリート橋	1952
15	Marcos Br.	316	PC 桁	1978
16	Marikina Br.	128	PC 箱桁	1980
17	San Jose Br.	100	PC 橋	1980

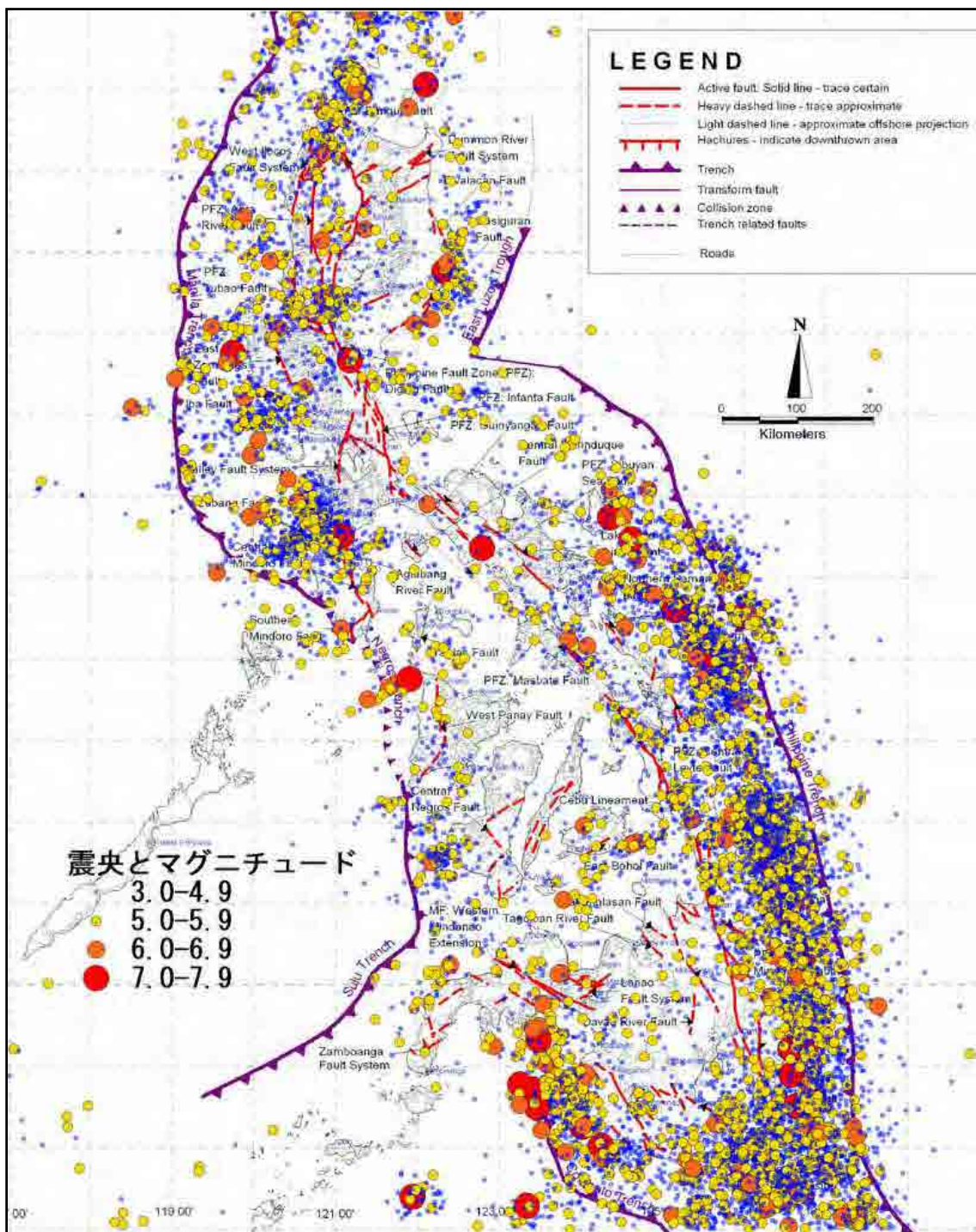
橋梁位置は、位置図に示される通り

地方長大橋の耐震化候補橋梁ロングリスト

Selection criteria													
1.Bridge located along Maharlika Highway funded by Japan ODA ●													
2.Bridges located along other national highways funded by Japan ODA ◎													
3.Other important bridges ○													
Name of Brige	Location					Description					Remarks	Selected Bridges	
	km-Station	Road Section	City/Municipality	Province	Region	No. of Span	Total Length	Width	Type	Year Constructed			
1	7.Badiwan Bridge		Marcos Highway	Tuba	Benguet	CAR	13	519.00		PC Box Rigid Frame	2002	New Construction	●
2	15.Buntun Bridge	486+600	Daang Maharlika Road	Tuguegarao	Cagayan	II	17	1,102.00	6.3	S. Truss	1975	For Replacement	●
3	16.Lucban Bridge		Daang Maharlika Road		Cagayan	II		502.00		Steel Truss	1968		●
4	17.Magapit Bridgde		Daang Maharlika Road		Cagayan	II	3	409.60	8.835	Suspension	1979		
5	18.Secsican Bridge	132+750.65	Daang Maharlika Road	Talavera	Nueva Ecija	III	3	148.25	9.1	Steel Truss	1962	Replacement of tilted rocker bearings to elastomeric bearing pad at Pier 1	●
6	22.Bamban Bridge			Bamban	Tarlac	III		174.00		Nielsen-Lohze Arch	1998		●
7	41. 1stMandaue-Mactan Bridge			Mandaue City Lapu-lapu City	Cebu	VII		859.00		Steel Truss	1972		◎
8	42.Marcelo Fernan Bridge			Mandaue City Lapu-lapu City	Cebu	VII		1,237.00		PC Extra Dosed	1999		●
9	43.Palanit Bridge	685+695	Daang Maharlika Road	San Isidro	N. Samar	VIII	5	150.00	9.28	Steel girder	1972		●
10	44.Jibatang Bridge	724+307	Daang Maharlika Road	Calbayog	Samar	VIII	5	129.96	8.42	Steel girder	1976	Repair of slope protection and cracks on piers	●
11	45.Mawo Bridge	688+985	Daang Maharlika Road	Victoria	N. Samar	VIII	2	259.10	9.25	Steel Langer Arch		Retrofit Abutment A and B. Immediate repair of slope and bank protection, repair/upgrade from one lane to two lanes asphalt overlay	●
12	46.Biliran Bridge	1005.5	Leyte-Biliran	Biliran	Biliran	VIII	6	251.90	8.86	Steel Langer Arch	1976	For retrofitting end asphalt overlay of slab	◎
13	49.San Juanico Bridge		Daang Maharlika Road	Tacloban & Sta.Rita	Leyte& Samar	VIII		2,162.00		Steel Truss	1972/2002		●
14	50.Liloan Bridge				Leyte	VIII		130.00		Steel Langer Arch	1979		●
15	51.Mawo Bridge				Samar	VIII		130.00		Steel Langer Arch	1977		●
16	65.Wawa Bridge	1257+479.81	Daang Maharlika Road (Agusan-Davao Road)	Bayugan	Agusan Del Sur	v III	5	228.10	9.33	Steel Truss		Needs seismic retrofitting	●
17	66. 2nd Magsaysay Bridge			Butuan City	Agusan Del Norte	v III		882.00		Steel Calble Stayed	2007	New bridge	●

11 番と 15 番の Mawo Bridge は重複しており、情報に誤りが含まれるものと推察されるため、本格調査での再確認が必要である。

2. 地震分布図



フィ国および周辺地震分布図（データ：USGS、PHIVOLCS）

地震データ期間：1973年1月1日～2011年11月30日

RECORD OF DISCUSSIONS
ON
THE STUDY ON ENHANCEMENT OF INVESTMENT CLIMATE
THROUGH DISASTER MITIGATING MEASURES
IN
THE REPUBLIC OF THE PHILIPPINES
AGREED UPON BETWEEN
DEPARTMENT OF PUBLIC WORKS AND HIGHWAYS
AND
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

Manila, 18, Nov, 2011


Shuntaro KAWAHARA
Team Leader
Japan International Cooperation Agency


Raul C. ABIS
Undersecretary
Department of Public Works and Highways

In response to the official request of the Government of the Republic of the Philippines (hereinafter referred to as "GOP") to the Government of Japan, Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA"), the implementing agency for cooperation, held a series of discussions with Department of Public Works and Highways (hereinafter referred to as "DPWH"), the implementing agency for the said request of the Philippines and relevant organizations to develop a detailed plan of the study on "Enhancement of Investment Climate through Disaster Mitigating Measures" (hereinafter referred to as "the Project").

Both parties agreed on the details of the Project and the main points discussed as described in the Appendix 1 and the Appendix 2 respectively.

Both parties also agreed that DPWH, the counterpart to JICA will be responsible for the implementation of the Project in cooperation with JICA, coordinate with other relevant organizations and ensure that the self-reliant operation of the Project is sustained during and after the implementation period in order to contribute toward social and economic development of the Philippines.

The Project will be implemented within the framework of the Agreement on Technical Cooperation signed on 4, April, 2006 (hereinafter referred to as "the Agreement") between the Government of the Philippines and the Government of Japan.

Appendix 1: Project Description

Appendix 2: Main Points Discussed

Annex I Project Organization Chart

Annex II Schedule of the Project (Tentative)

Annex III List of Candidate Bridges

III-1: List of Candidate Bridges for the Package B

III-2: List of Candidate Bridges for the Package C

Annex IV Tentative Image of Work Flowchart on the Project



PROJECT DESCRIPTION

I. BACKGROUND

In recent years, disaster mitigating measures for large scale earthquakes are focused on, specially after "Tohoku Earthquake" which occurred in Japan March, 2011. According to the Report "Earthquake Impact Reduction Study for Metropolitan Manila, Republic of the Philippines March 2004", the Philippines, which belongs to the Pacific Rim Volcanic Zone, geographically has also potential of the large earthquake disaster such as "The North Luzon Earthquake in 1990" and needs disaster mitigating measures.

DPWH has carried out an emergency seismic inspection of public structures but regarding special bridges located on major national highways which serve as emergency lifeline roads during disaster, DPWH still doesn't have enough experience to conduct sufficient inspection and retrofiting. Also, the standard of bridge seismic design guideline has not been revised for a long time.

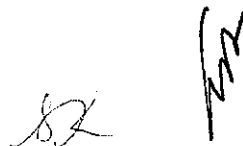
With this background, GOP requested the Government of Japan to begin the Project, which can materialize the theme, to improve the bridges to have high durability and safety for large scale earthquakes.

According to this request and the decision of the Government of Japan, JICA dispatched a detailed planning survey team to discuss / agree with the Philippines officials about the Project.

II. OUTLINE OF THE PROJECT

1. Title of the Project

The Study on Enhancement of Investment Climate through Disaster Mitigating Measures

Two handwritten signatures in black ink, one appearing to be 'SZ' and the other a more stylized signature.

2. Expected Goals which will be attained after the Project Completion

(1) Project purpose

A plan for bridge improvement will be proposed to have high durability and safety for large scale earthquakes.

(2) Overall Goal of the Project

The proposed plan will be implemented and thus, the bridges in the Philippines will be improved to have high durability and safety for large scale earthquakes.

3. Outputs

(1)Package A:

The Seismic Design Guidelines for Bridges

(2)Package B:

The plan for bridge improvement within Metro Manila

(3)Package C:

The plan for bridge improvement outside Metro Manila

4. Activities

(1)Package A:

1. Collect the earthquake records, soil and geological condition classifications, records of seismic damages on existing bridges.
2. Identify issues and concerns on the current DPWH Seismic Design Standard.
3. Analyze the issues, problems of the present Seismic Design Standard.
4. Propose revision of the seismic design standard and reference material to include methods of retrofitting.
5. Conduct seminars about seismic design and related technology for technology transfer.

(2)Package B:

1. Determine the bridges which require retrofitting / replacement to mitigate the seismic disaster.
2. Inspect the bridges conditions including environmental and social conditions



around the bridges.

3. Survey the traffic volume on the roads related to the bridges.
4. Prioritize and select the bridges to be retrofitted / replaced.
5. Design basic retrofitting / replacement and estimate the cost for the selected bridges to be retrofitted / replaced.

(3)Package C:

1. Determine the bridges which require retrofitting / replacement to mitigate the seismic disaster.
2. Inspect the bridges conditions including environmental and social conditions around the bridges.
3. Survey the traffic volume on the roads related to the bridges.
4. Prioritize and select the bridges to be retrofitted / replaced.
5. Design basic retrofitting / replacement and estimate the cost for the selected bridges to be retrofitted / replaced.

5. Input

(1) Input by JICA

Dispatch of Mission

【Assignment for the member of mission】

Mission Leader

Seismic Design Engineer

Geotechnical Engineer

Seismologist

Bridge Diagnosis Engineer

Bridge Design Engineer

Cost Estimator

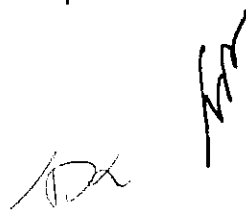
Road / Bridge Planning Engineer

Environmental and Social Consideration Specialist

Bridge Maintenance Engineer

Organization Analysis Specialist

Input other than indicated above will be determined through mutual consultations between JICA and DPWH during the implementation of the Project, as necessary.

Handwritten signatures in black ink, appearing to be initials or names, located in the bottom right corner of the page.

(2) Input by DPWH

DPWH will take necessary measures to provide at its own expense:

- (a) Services of DPWH's counterpart personnel as referred to in Annex I;
- (b) Suitable office space with available facilities;
- (c) Information as well as support in obtaining medical service;
- (d) Credentials or identification cards;
- (e) Available data (including maps and photographs) and information related to the Project;

6. Implementation Structure

The Project organization chart including the roles and assignment of each relevant personnel is given in the Annex I.

7. Project Site(s) and Beneficiaries

With respect to the package B, bridges along the Pasig-Marikina River (see Annex III-1).

With respect to the package C, special bridges along arterial roads (see Annex III-2).

Beneficiaries are road users of the abovementioned bridges.

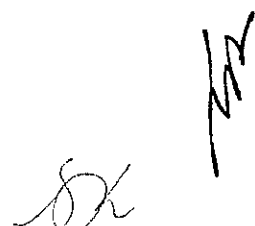
8. Schedule of the Project (Tentative)

From Apr, 2012 to Sep, 2013 (18 months) (see Annex II)

9. Reports

JICA will prepare and submit the following reports to DPWH in English.

- (1) 20 copies of Inception Report at the commencement of the first work period in the Philippines
- (2) 20 copies of Interim Report at the time about 8 months after the commencement of the first work period in the Philippines
- (3) 20 copies of Draft Final Report at the end of the last work period in the Philippines
- (4) 40 copies of Final Report within one (1) month after the receipt of the comments on the Draft Final Report

Handwritten signatures and initials in black ink, including a large stylized signature and several smaller initials.

10. Environmental and Social Considerations

- (1) DPWH agreed to abide by "JICA Guidelines for Environmental and Social Considerations (April 2010)" in order to ensure that appropriate considerations will be made for the environmental and social impacts of the Project.

III. UNDERTAKINGS OF DPWH AND GOP

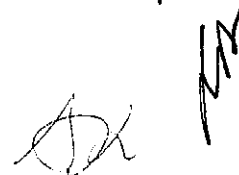
1. DPWH and GOP will take necessary measures to:

- (1) ensure that the technologies and knowledge acquired by the Philippine nationals as a result of Japanese technical cooperation contributes to the economic and social development of the Philippines;
- (2) utilize the knowledge and experience acquired by the personnel of the Philippines from technical training as well as the equipment provided by JICA effectively in the implementation of the Project;
- (3) grant privileges, exemptions and benefits to members of the JICA missions referred to in II-5 (1) above and their families;
- (4) provide security-related information as well as measures to ensure the safety of members of the JICA missions;
- (5) exempt members of the JICA missions from taxes and any other charges on the equipment, machinery and other materials necessary for the implementation of the Project;
- (6) provide suitable office space with necessary equipment;

2. DPWH and GOP will bear claims, if any arises, against members of the JICA missions resulting from, occurring in the course of, or otherwise connected with, the discharge of their duties in the implementation of the Project, except when such claims arise from gross negligence or willful misconduct on the part of members of the JICA missions.

IV. EVALUATION

JICA will conduct the following evaluations and surveys to mainly verify sustainability and impact of the Project and draw lessons. DPWH is required to



provide necessary support for them.

1. Ex-post evaluation three (3) years after the project completion, in principle
2. Follow-up surveys on necessity basis

V. PROMOTION OF PUBLIC SUPPORT

For the purpose of promoting support for the Project, DPWH will take appropriate measures to make the Project widely known to the people of the Philippines.

VI. MUTUAL CONSULTATION

JICA and DPWH will consult each other whenever any major issues arise in the course of the Project implementation.

VII. AMENDMENTS

The record of discussions may be amended by the minutes of meetings between JICA and DPWH. The minutes of meetings will be signed by authorized persons of each party who may be different from the signers of the record of discussions.



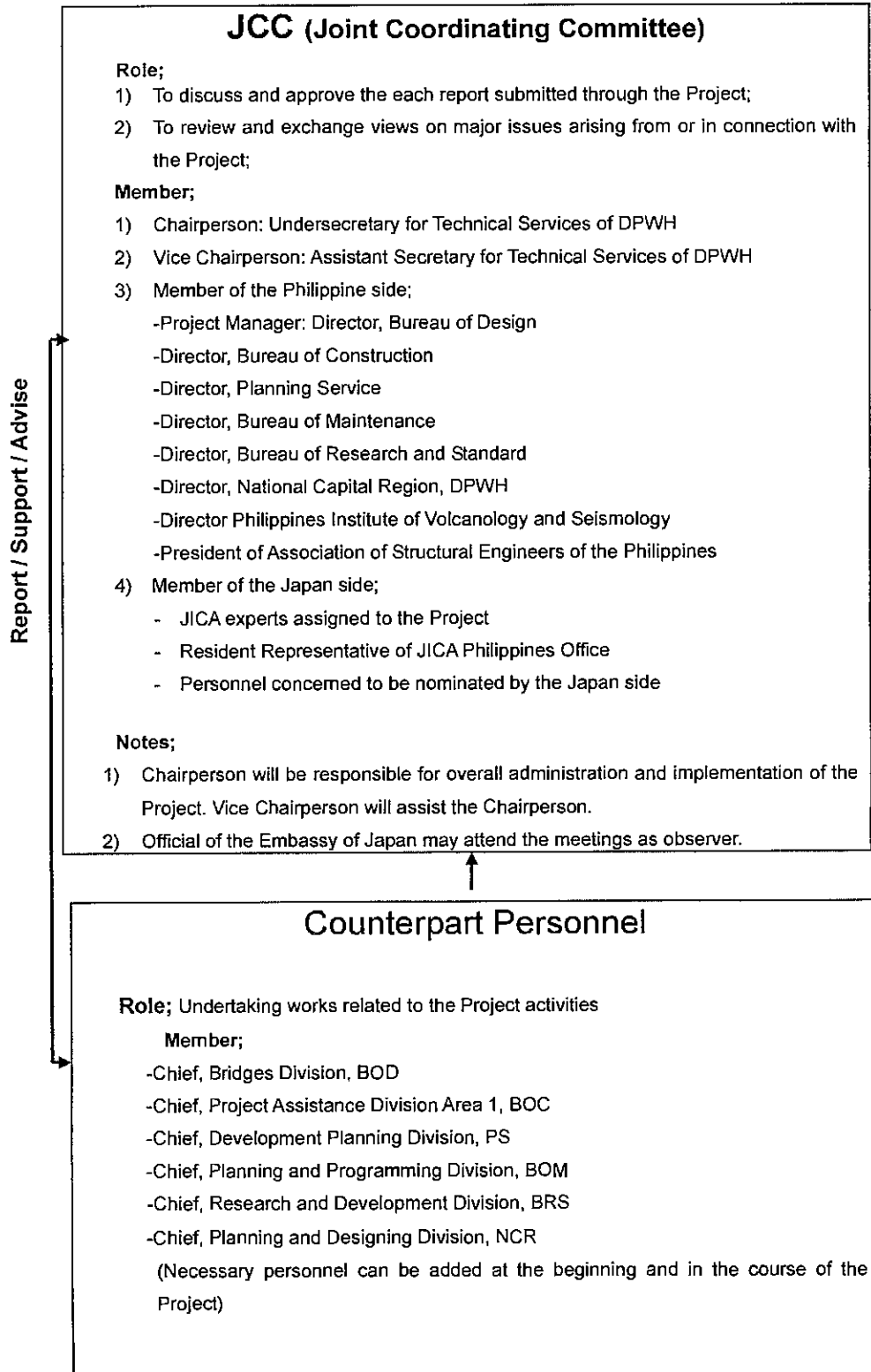
MAIN POINTS DISCUSSED

DPWH and JICA discussed below matters;

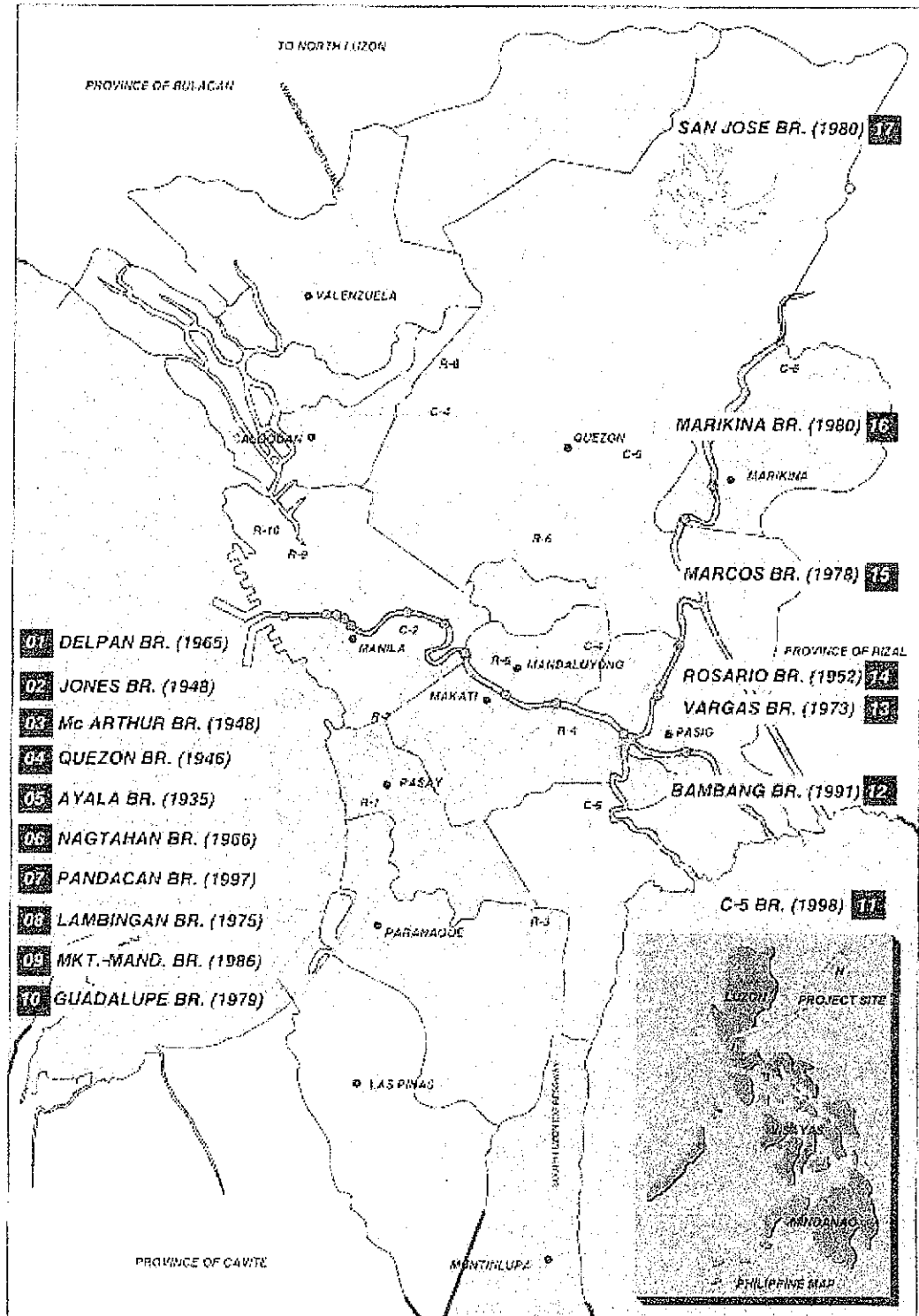
1. Both parties agreed that report from the Project would be disclosed to public through some means such as JICA web site except the quoted amount of Basic Design for packages B and C.
2. Both parties would recommend to their government to amend the Project title from "The study on enhancement of investment climate through disaster mitigating measures" to "The study on improvement of bridges through disaster mitigating measures for large scale earthquakes".
3. Regarding the package A, DPWH mentioned the importance of practical technology transfer related to seismic design such as logic to prioritize bridges to be retrofitted / replaced, a way to select adequate technology to be applied, and the related technology. JICA recommended that reference material including the abovementioned themes would be provided through the project. JICA explained that the study team will propose the draft of the Seismic Design Standard, which should be authorized by DPWH.
4. JICA explained the tentative image of work flowchart on the Project (see Annex IV). The actual workflow will be determined by the study team at the beginning of the Project.
5. DPWH requested to include related training in Japan to reinforce the technology transfer about seismic design.
6. DPWH requested provision of computer software, which is used for seismic design. JICA explained that provision of the software accompanies license issues and compatibility problems between Japanese design software and the Philippines one.



Annex I Project Organization Chart



Annex III-1: List of Candidate Bridges to for the Package B



SK

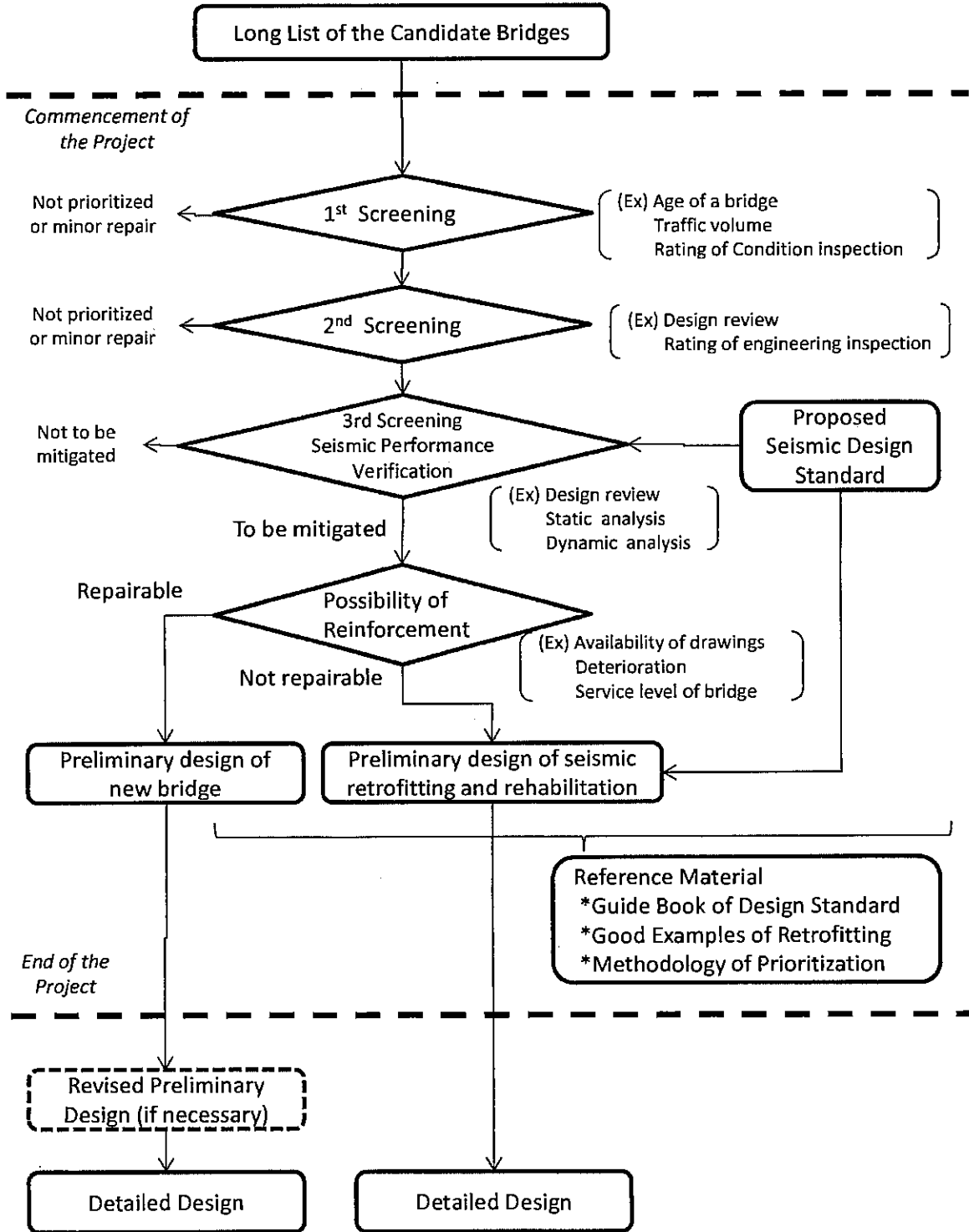
BR

Annex III-2: List of Candidate Bridges for the Package C

Name of Bridge	LOCATION			DESCRIPTION							Prop. Source of Fund for Impvl	Status of Funding	Selected Bridges
	Kim - Station	Road Section	City/Municipality	Province	Region	No. of Spans	Total Length	Width	Type	Year Constructed			
7. Badiwan Bridge		Marcos Highway	Tuba	Benguet	CAR	13	515.00		PC Box Rigid Frame	2002	New construction		1
15. Buntun Bridge	486+600	Daang Maharika Road	Tuguegarao	Cagayan	II	17	1,102.00	6.30	S. Truss	1975	For replacement		2
16. Lucban Bridge		Daang Maharika Road		Cagayan	II		502.00		Steel Truss	1988			3
17. Magapi Bridge		Daang Maharika Road		Cagayan	II	3	409.60	8.635	Suspension	1979			4
18. Susacah Bridge	132+750.65	Daang Maharika Road	Talavera	Nueva Ecija	III	3	148.25	9.10	S/TRS	1962	Replacement of tilted rocker bearing to elastomeric bearing, bearing post at Pier 1		5
22. Bamban Bridge			Bamban?	Tarlac	III		174.00		Nelson-Lange Arch	1968			6
41. 1st Mandaue-Mactan Bridge			Mandaue City-Lapu-Lapu City	Cebu	VII		859.00		Steel Truss	1972			7
42. Marcelo Fernan Bridge			Mandaue City-Lapu-Lapu City	Cebu	VII		1,237.00		PC Extra-Dosed	1999			8
43. Palanit Bridge	685+656	Daang Maharika	San Isidro	N. Samar	VIII	5	150.00	9.28	Steel	1972			9
44. Jabatang Bridge	724+307	Daang Maharika	Calbayog	Samar	VIII	5	129.96	8.42	Steel Girder	1976	Repair of slope protection and cracks on piers		10
45. Mawo Bridge	688+985	Daang Maharika	Victoria	N. Samar	VIII	2	253.10	9.25	Steel	?	Retrofit Abutment A and B. Immediate repair of slope and bank protection, repair/upgrade from one lane to two lanes asphalt overlay		11
46. Biliran Bridge	1005.5	Leyte-Biliran	Biliran	Biliran	VIII	6	251.90	8.80	Langer Steel Truss Girder	1976	For retrofitting and asphalt overlay of slab		12
49. San Juanico Bridge		Daang Maharika	Tacloban & Sta. Rita	Leyte & Samar	VIII		2,162.00		Steel Truss	1972/2002			13
50. Liloan Bridge				Leyte	VIII		130.00		Steel	1979			14
51. Mawo Bridge				Samar	VIII		130.00		Langer Arch	1977			15
65. Vlavva Bridge	1257+479.81	Daang Maharika (Agusan-Davao Road)	Bayugan	Agusan Del Sur	XIII	5	228.10	9.33	Langer Arch		Needs seismic retrofitting		16
66. 2nd Mapasaway Bridge			Buluan City	Agusan Del Norte	XIII		682.00		Steel Cable Stayed	2007	New bridge		17

- Selection criteria
- Bridges located along Maharika Highway funded by Japan ODA
 - Bridges located along other national highway funded by Japan ODA
 - Other important bridges

Annex IV: Tentative Image of Work Flowchart on the Project



Handwritten signature and initials.

4. 事業事前評価表（案）

事業事前評価表（開発計画調査型技術協力）

作成日：2011年11月30日

担当部署：経済基盤開発部運輸交通・情報通信第二課

<p>1. 案件名</p> <p>国名：フィリピン共和国</p> <p>案件名：大規模地震被害緩和のための橋梁改善調査プロジェクト</p> <p>The project for study on improvement of the bridges through large scale earthquakes disaster mitigating measures</p>
<p>2. 協力概要</p> <p>(1) 事業の目的</p> <p>フィリピン共和国（以下、「フィリピン」と記す）の橋梁耐震設計基準を整備し、同基準に基づく橋梁の改善計画を策定する。</p> <p>(2) 調査期間</p> <p>2012年4月から2013年9月（18カ月）</p> <p>(3) 総調査費用</p> <p>(4) 協力相手先機関</p> <p>公共事業道路省 (Department of Public Works and Highways)</p> <p>(5) 計画の対象（対象分野、対象規模等）</p> <p>1) 対象分野：公共・公益事業（橋梁）</p> <p>2) 対象地域：メトロマニラ圏及びメトロマニラ圏外（主に日比友好道路沿革¹）</p>
<p>3. 協力の必要性・位置づけ</p> <p>(1) 現状及び問題点</p> <p>フィリピン中期開発計画（2011-2016年）では、投資を呼び込み、経済成長を加速させる運輸交通インフラの整備を重点課題に掲げているが、なかでも自然災害に強いインフラの整備は投資環境整備の観点から優先取組課題とされている。</p> <p>フィリピン諸島はユーラシアプレートとフィリピン海プレートという2つの沈み込み帯に挟まれ、盛んな地震活動がみられる地形にある。1990年に発生した北部ルソン大地震（マグニチュード7.8）では、建物の倒壊等により推定1,600人以上の死者が発生するなど、甚大な被害が発生した。JICA開発調査「マニラ首都圏地震防災対策計画調査」（2002年8月から2004年3月まで実施）では、過去の地震の記録等からマニラ首都圏に大きな被害をもたらす可能性のあるシナリオ地震、想定被害を検証した結果、大規模な住居の倒壊や落橋の可能性が示唆され、建築物の耐震基準関連法強化も優先アクションプランとして掲げられているが、具体的な取り組みにつながっていない。また、アジア開発銀行の支援により一部橋梁の耐震補強が進められているものの、橋桁の落橋防止装置を施工する程度の緊急措置であり、本調査で行う橋梁の要求性能の確認・合意、これに基づく耐震設計基準見直しについては行われていない。</p> <p>このような状況下、特に2011年3月にわが国において発生した「東日本大震災」以降、わが国</p>

¹ フィリピンを南北に縦断する幹線道路であり、緊急時の輸送ルートとしても重要路線に位置づけられている。

と同じく四方を海に囲まれた島嶼国のフィリピンは、将来起こり得る大規模地震への対策に危機感を募らせており、フィリピンにおける国道・橋梁の建設・維持管理を担う公共事業道路省（Department of Public Works and Highways：DPWH）は、全国の公共構造物の一斉点検及び耐震構造への改良を検討中であるものの、橋梁の耐震設計について十分な知識・経験がなく、耐震構造への改良に係る適切な基準、技術ともに持ち合わせていない。他方、わが国では特に1995年の阪神・淡路大震災以降、橋梁の耐震設計に係る基準が整備され、耐震技術の先進国となっている。

このような背景から、フィリピンにおける橋梁が大規模地震に対して安全性・耐久性を有する状態に改善され、大規模地震災害時に物資輸送等のライフラインとなる橋梁の安全性・耐久性が向上し、都市防災機能の強化を通じた投資環境整備を目的に、本プロジェクトが要請された。

（２）相手国政府国家政策上の位置づけ

フィリピン中期開発計画（2011-2016年）では、投資を呼び込み、経済成長を加速させる運輸交通インフラの整備を重点課題に掲げているが、なかでも自然災害に強いインフラの整備は投資環境整備の観点から優先取組課題とされている。

（３）他国機関の関連事業との整合性

アジア開発銀行の支援により一部橋梁の耐震補強が進められているものの、橋桁の落橋防止程度の緊急措置であり、本調査で行う橋梁の要求性能の確認・合意、これに基づく耐震設計基準見直しについては行われていない。

（４）わが国援助政策との関連、JICA 国別事業実施計画上の位置づけ

わが国の対フィリピン国別援助計画（2008年6月公表）においては、経済成長を支える主要な運輸・交通網の整備・改善について協力することを方針としている。援助国間の意見調整、援助調整のための対話の場として世界銀行、同国政府が主催するフィリピン開発フォーラムにおいて、わが国はインフラ分科会の共同議長を務めるなど、同国のインフラ開発に対し政策レベルでのイニシアティブを発揮している。このような機会を通じ、道路交通網の一層の拡充とともに、既存道路網の維持管理強化・改善、行政機関の事業実施能力改善等の必要性が強く認識されている。

4. 協力の枠組み

（１）調査項目

パッケージA：橋梁耐震設計基準の改訂と執務参考資料の整備

- 1) 地質・地盤、地震動、既存橋梁の地震ダメージ等情報収集
- 2) 耐震要求性能の検討
- 3) 既存耐震基準の問題点抽出
- 4) 橋梁耐震基準改定と執務参考資料整備
- 5) DPWH技術者への橋梁耐震設計セミナーの実施

パッケージB：メトロマニラ圏内橋梁の改善計画策定

- 1) 耐震化候補橋梁（補強/架替）の検討
- 2) 橋梁健全度調査
- 3) 交通量調査
- 4) 耐震化優先橋梁の特定（橋梁周辺の環境社会配慮調査含む）

5) 概略設計・積算（主に架替新設を想定）

パッケージC: フィリピン全土（メトロマニラ圏外）長大橋梁の改善計画策定

- 1) 耐震化候補橋梁（補強/架替）の検討
- 2) 橋梁健全度調査
- 3) 交通量調査
- 4) 耐震化優先橋梁の特定（橋梁周辺的环境社会配慮調査含む）
- 5) 概略設計・積算（主に補修・補強を想定）

(2) アウトプット（成果）

フィリピンにおける橋梁の耐震設計基準、耐震設計執務参考資料が整備される。
上記基準に基づく橋梁の改善計画が策定される。

(3) インプット（投入）：以下の投入による調査の実施

(a) コンサルタント（各分野1名、合計112MM程度）

- 1) 総括/耐震基準
- 2) 耐震基準/橋梁診断
- 3) 橋梁診断/補修・補強設計
- 4) 橋梁新設設計（上部工）
- 5) 橋梁新設設計（下部工）
- 6) 地質/地盤
- 7) 地形/測量
- 8) 水文/気象
- 9) 地震分析
- 10) 施工計画/積算
- 11) 交通計画/経済分析
- 12) 環境社会配慮
- 13) 業務調整/耐震基準補助

(b) その他 研修員受入れ
特になし。

5. 協力終了後に達成が期待される目標

(1) 提案計画の活用目標

本調査を通じて整備される橋梁耐震設計基準、執務参考資料がフィリピンにおける橋梁設計に活用される。

本調査を通じて策定される橋梁改善計画（補修・補強・架替）に基づき、DPWH 及びドナー等関係機関が対象橋梁の耐震施工を行う。

(2) 活用による達成目標

大規模地震災害に強いライフラインとしての橋梁の安全性・耐久性が向上することによって、都市防災機能が強化される。

6. 外部要因

(1) 協力相手国内の事情

(a) 政策的要因：開発政策の変更による本調査の優先度低下

<p>(b) 行政的要因：不適切な予算配分、人材配置が行われない等の実施体制整備不履行、関連機関（フィリピン火山地震研究所等）の非協力による連携困難</p> <p>(2) 関連プロジェクトの遅れ 特になし。</p>
<p>7. 貧困・ジェンダー・環境等への配慮（注）</p> <p>カテゴリー分類 B</p> <p>① カテゴリー分類の根拠 本調査は「国際協力機構環境社会配慮ガイドライン」（2010年4月公布）に掲げる道路・橋梁セクターのうち大規模なものに該当せず、環境への望ましくない影響は重大でないと判断され、かつ、同ガイドラインに掲げる影響を及ぼしやすい特性及び影響を受けやすい地域に該当しないため。</p> <p>② 環境許認可 本調査にて確認する。</p> <p>③ 汚染対策 本調査で概略設計された案件が事業化された際には、大気汚染・騒音等については防音壁の設置、植樹等の対策をとることで、フィリピン国内の環境基準を満たす見込みである。</p> <p>④ 自然環境面 本調査対象地域は国立公園等の影響を受けやすい地域またはその周辺に該当せず、自然環境への望ましくない影響は最小限であると想定される。</p> <p>⑤ 社会環境面 用地取得及び住民移転の規模については本調査にて確認する。本調査で概略設計された案件が事業化された際には、既存の橋梁の架替、補修、補強事業であるため用地取得は発生しない予定である。大規模の住民移転は想定されないが、橋梁が選定され工事の内容によって橋梁の周辺、桁下などに存在する占拠者の移転が発生することとなれば、同国国内の手続き及びJICAガイドラインに沿って進められる。</p> <p>⑥ その他・モニタリング 本調査で概略設計された案件が事業化された際には、DPWHが大気質、水質、騒音など環境影響項目及び住民移転の実施進捗等についてモニタリングする。</p>
<p>8. 過去の類似案件からの教訓の活用（注）</p> <p>本調査では橋梁という構造物の強度・健全度、地震防災や地質・地盤等自然条件など複数の専門性が求められる。フィリピン「パッシング・マリキナ川橋梁改善計画調査」（2002年9月から2004年3月まで実施）、フィリピン「マニラ首都圏地震防災対策計画調査」（2002年8月から2004年3月まで実施）等の教訓から、本調査のフィリピン側実施体制については実施機関である公共事業道路省を主体としつつ、フィリピン火山地震研究所（Philippines Institute of Volcanology and Seismology：PHIVOLCS）やフィリピン土木学会（Philippines Institute of Civil Engineers, INC.：PICE）、フィリピン構造技術者協会（Association of Structural Engineers of the Philippines：ASEP）等関係機関の協力を得ながら実施する必要があり、本プロジェクトのプロジェクト合同調整委員会（Joint Coordinating Committee：JCC）には各関係機関からも委員が選出される予定である。</p>
<p>9. 今後の評価計画</p> <p>(1) 事後評価に用いる指標 (a) 活用の進捗度</p>

本調査を通じて整備される橋梁耐震設計基準、執務参考資料がフィリピンにおける橋梁設計に活用された事例。

本調査を通じて策定される橋梁改善計画（補修・補強・架替）に基づいて公共事業道路省及び各ドナー等関係機関によって耐震施工された件数。

（b）活用による達成目標の指標

大規模地震災害時の落橋数が減る。

（2） 上記（a）及び（b）を評価する方法及び時期

- 1) 必要に応じ、フォローアップ調査によるモニタリング
- 2) 調査終了後 5 年目以降に事後評価を実施

（注）調査にあたっての配慮事項

