

第4章 タイ国のインフラ・マネジメントの現状

4.1 インフラ老朽化の現状と今後の予測

タイ国では35年前に高速道路が建設される等、1980年代頃からインフラ建設が盛んに行われるようになった。その結果、タイ国は周辺諸国に比べ、道路、港湾、電力といった基本的な産業インフラの整備が比較的進んでおり、これが海外からの投資を引きつけ、タイ国の経済を支える基盤となってきた。⁵⁶

道路、橋梁、ダム、空港、事務所ビル、発電所等政府機関の所有する純社会資本は図 41のように伸び続けており、2012年には11兆4,230億バーツである。⁵⁷

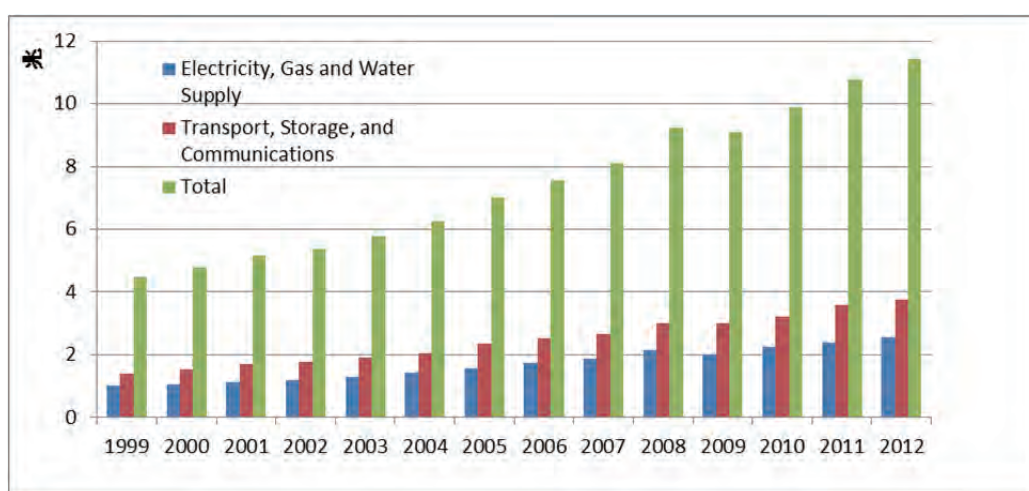


図 41 公共セクターの純社会資本額の推移 (時価)

出典：Capital Stock of Thailand, 2012 edition, NESDB

交通・通信分野では、近年、通信分野の新設が著しいものの、交通分野では一部では老朽化が進んでいる。鉄道分野でも、SRTの線路のうち建設後30年以上経過しているものは67%を占めている状況である。⁵⁸ DOHが管轄する道路橋では、建設後50年以上経過しているものが338橋（2%）であるが、10年後には1,818橋（12%）と老朽化が急激に進行する。

⁵⁶ タイ・インフラマップ, 2012年3月, ジェトロ・バンコク事務所

⁵⁷ Capital Stock of Thailand 2012, NESDB, 2013

⁵⁸ Kingdom of Thailand: Accounting and financial Management System Reform of Thailand's Railway Sector, March 2014, ADB

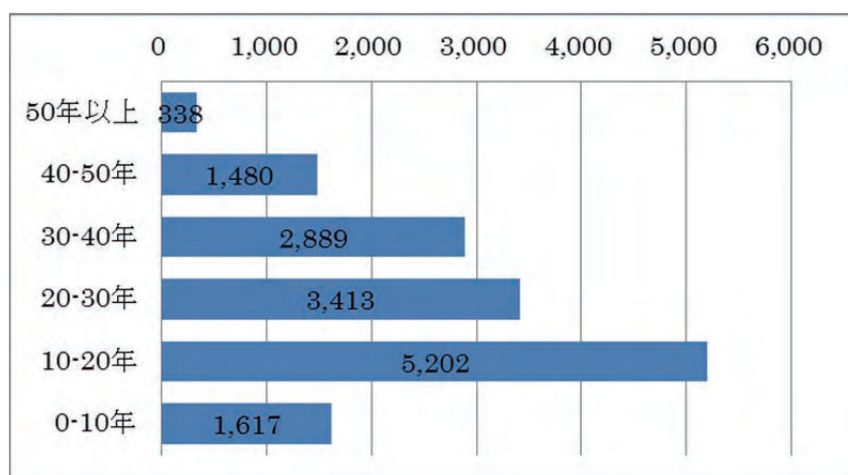


図 42 経年別橋梁数

出典：DOH

一方、タイ国では2015年のアセアン経済共同体(AEC)の形成に向けて、ASEAN地域での主導的な地位を確立するために新設開発も計画されている。2013年には輸送インフラを強化しASEAN地域での連結性の向上するために、2020年までの総額2兆バーツ超（2013年2月の計画額）の大型インフラ開発計画を発表した。これは、タイ国の国家予算は2兆5,250億バーツ（2014年）⁵⁹に相当する大規模な計画である。

表 29 インフラ整備計画（2013-2020）

| 項目 | 予算(百万バーツ) |
|------------------------------|-----------|
| 1. モーダルシフト | 354,561 |
| 1.1 鉄道システムの改善（複線化、レールの改善など） | 308,338 |
| 1.2 水運の改善、港湾の建設 | 29,820 |
| 1.3 トラックターミナル整備 | 16,430 |
| 2. 連結性の向上 | 1,042,377 |
| 2.1 国境ゲートウェイの開発（道路整備、税関新設など） | 47,946 |
| 2.2 地方ネットワーク(高速鉄道、高速道路など) | 994,431 |
| 3. モビリティの向上 | 593,802 |
| 3.1 都市における運輸開発（地下鉄など） | 472,448 |
| 3.2 国内主要経済地域間の運輸開発 | 121,353 |
| 4. 本計画のプロモーション活動等 | 9,261 |
| 合計 | 2,000,000 |

出典：タイ・インフラマップ，2013年3月，ジェトロ・バンコク事務所

一方、財源の方を見ると、日本と同様に高齢化に伴い、インフラ整備費への配分が厳しくなることが考えられる。タイ国も2007年に65歳以上の高齢者の割合

⁵⁹ 財源のうち、収入が22億7,500万バーツで、残り2億5千万バーツは国債により賄う計画である。（出典：Thailand's Budget in Brief Fiscal Year 2014, Bureau of the Budget）

が7%を超え「高齢化社会」に入り、2027年には14%に達し「超高齢化社会」に移行すると推計されている⁶⁰。タイ政府も高齢者対策委員会を設けるなど、高齢化対策の必要性を認識している⁶¹。従って、将来的には料金収入や税収の伸び悩みと福利厚生費の増大により、必然的にインフラ整備費として確保できる財源が厳しくなることが考えられる。

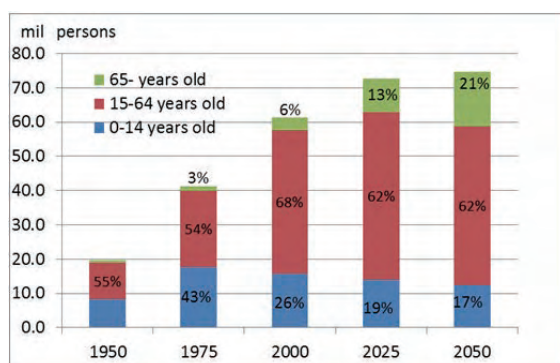
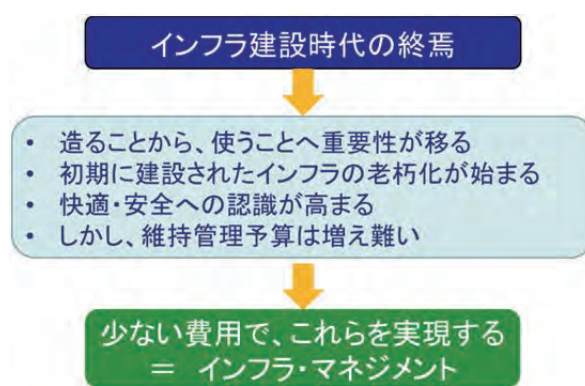


図 43 タイ国の人口統計（1950-2050）

出典：国連人口統計

現在、先進国は、インフラ建設時代が終わり、同時に初期に建設されたインフラの老朽化が始まって問題が起こるようになり、快適・安全性を確保することが大切という認識が高まっている。しかし、維持管理のための財源に限られるため、予算は増やせない状況の中で、既存のインフラを維持管理・更新して大事に長く使う段階に移行している。これを少ない費用で実現する仕組みとしてインフラ・マネジメントという概念が重視されるようになった。



タイ国においても、いずれ同様の変遷をたどる兆しが見えているが、タイ国の場合は、インフラ施設の維持管理・更新段階に移行しつつも、新設需要も盛んな状態が続き、ASEAN諸国との競争力確保のためにはどちらも後回しにできない状態となり、さらなるインフラ整備の効率化の工夫が必要となると予想される。

⁶⁰ 国連人口統計

⁶¹ タイの高齢者対策について

4.2 中央政府の現状

4.2.1 中央政府の関わり方

本調査の対象機関のうち、首相府国家経済社会開発委員会（NESDB）、首相府予算局（BOB）、財務省公的債務管理局（PDMO）財務省国営企業政策事務局（SEPO）は、国家レベルでの方針策定、予算、負債の計画策定から管理、国営企業の運営方針策定から業績評価までを行っている機関である。各機関の維持管理に影響を与える役割は下表の通りである。

表 30 中央政府機関の役割

| 対象機関 | 維持管理に影響を与える役割 |
|---------------------|--|
| 国家経済社会開発委員会 (NESDB) | <ul style="list-style-type: none"> ● 国家計画を策定し、事業の方針、重点分野を提示 ● 実施機関が新規事業提案の際に実施するF/Sの事業評価ガイドブックの作成 |
| 予算局(BOB) | <ul style="list-style-type: none"> ● 年間予算計画の策定、予算配分及び予算管理 |
| 公的債務管理局(PDMO) | <ul style="list-style-type: none"> ● 国家の債務計画の策定 ● 公的債務の管理 ● 実施が決定した事業に対する負債調達の斡旋 |
| 国営企業政策事務局(SEPO) | <ul style="list-style-type: none"> ● 国営企業の方針策定及び業績評価 ● 56国営企業の株主として、自己資金の評価と助言 ● 国営企業の投資形態の検討 |

(1) 対象機関の形態

本調査の対象機関のうち、施設の維持管理を担当する実施機関は次の12機関であり、その内訳は官庁が3機関、国営企業が8機関、地方自治体が1機関で、その所轄の省庁は表 31の通りある。

表 31 所轄の省別対象機関と担当施設

| 所轄の省 | 対象機関の形態 | 対象機関 | 維持管理の対象施設 |
|--------|---------|------|--------------|
| 運輸省 | 省内の局 | DOH | 国道 |
| | | DRR | 地方道 |
| | 国営企業 | EXAT | 有料高速道路 |
| | | SRT | 国有鉄道 |
| | | MRTA | 地下鉄 |
| 内務省 | 省内の局 | DPT | 村道 |
| | 国営企業 | MWA | 首都圏の上水道 |
| | | PWA | 首都圏外の上水道 |
| | | MEA | 首都圏の送電網 |
| | | PEA | 首都圏外の送電網 |
| エネルギー省 | 国営企業 | EGAT | 発電施設、配電網 |
| 自然環境省 | 国営企業 | WMA | バンコク都以外の下水道 |
| - | 地方自治体 | BMA | バンコク都の都道と下水道 |

上記の中央政府機関は直接計画策定、予算審査に係るのは官庁と国営企業であるため、次節からの新規事業申請及び予算計画の申請は官庁と国営企業に係るものである。地方自治体は国家計画の影響を大きく受けながら、予算は自治体内部で審査、決定している。

(2) 新規事業の申請

省庁や国営企業が、大規模事業を実施する際は、事前に内閣の承認が必要である。大規模事業の定義は実施機関の規定によって異なり、例えば、5千万バーツ以上の事業、自己資本や負債に500万バーツ以上の変化がある場合等となっている。新規事業には大規模修理や更新事業も該当し⁶²、その申請スキームは図 44 の通りである。年間予算申請と異なり、申請時期は決まっておらずいつでも申請でき、審査を受けることができる。実際に事業実施の段階では、毎年の予算申請時にその年の事業内容に対する予算を、実施機関の予算計画に盛り込んで申請する。

⁶² 計画及び予算審議の際は、新規事業とは新たに実施する事業を指し、必ずしも新設とは限らず、日常の点検、維持管理以外のものはたいてい新規事業に含まれる。

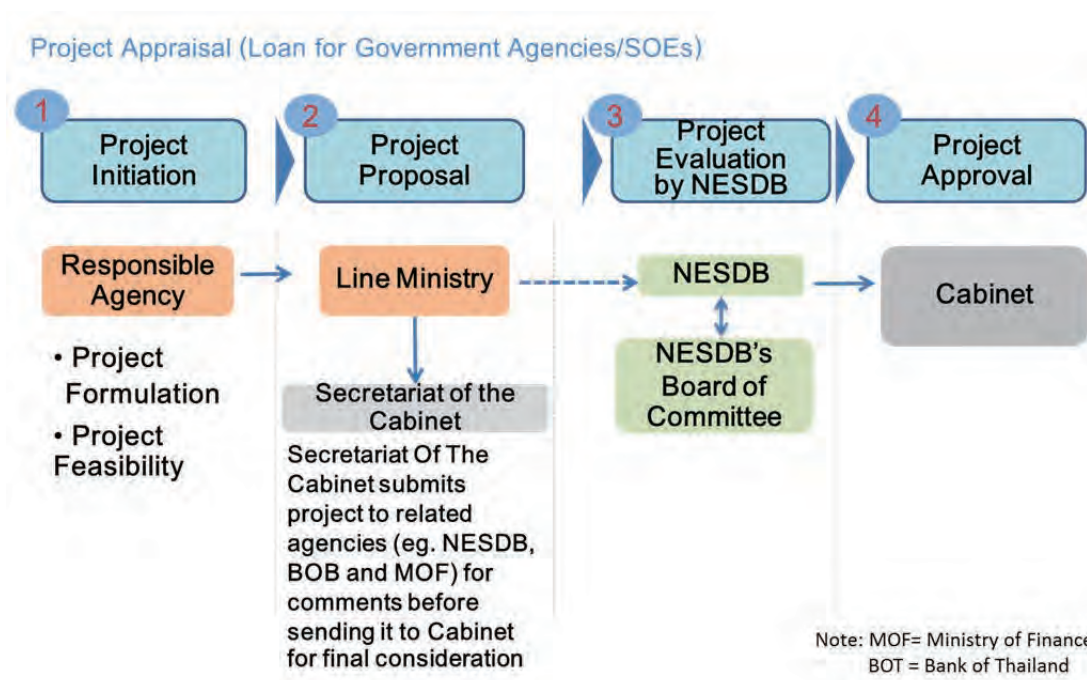


図 44 事業の申請及び審査スキーム

出典：NESDB

- ① 実施機関は、F/Sを実施し、資金調達を含めた事業計画を策定し、所轄官庁に提出する。
- ② 所轄官庁で審査し、事業計画をNESDBに提出すると同時に、内閣を通じてBOBやPDMO等の関係機関にも提出する。関係機関では、予算計画、負債計画等のそれぞれ担当の観点で事業計画を審査し、閣議で助言を求められる際の回答を準備する。
- ③ NESDBでは、事業が国家計画の方針と合致しているかを審査する。同時にBOBやPDMO等関係機関との調整も行う。
- ④ 閣議で審議し、事業実施を決定する。

(3) 年間予算の申請

タイ国の官庁及び国営企業は、毎年予算計画を作成し、国会の承認を得る必要がある。国営企業は独立採算が基本のため、予算を利用せずに自己採算で事業を行っている国営企業でも、参考のため予算計画を提出し、他機関と同様に国会でも説明する。

タイ国の多くの機関では会計年度は10月から始まり、2014年度は2013年10月~2014年9月となるため、年末には翌年度の予算計画の作成を開始し、翌年9月末に国会で承認される。そのスキームは図 45の通りである。

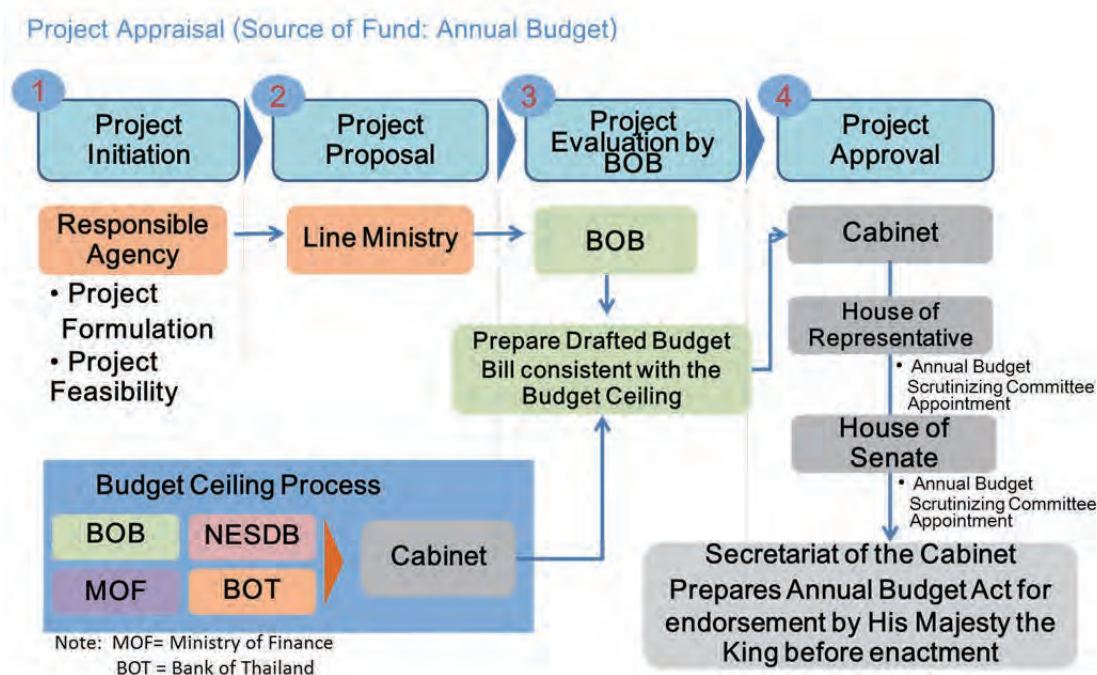


図 45 年間予算の申請及び審査スキーム

出典：NESDB

- ① 実施機関は、年間予算配分戦略及び省庁の戦略計画と適合する年間予算計画を作成し、予算案を所轄の官庁に提出する。
- ② 所轄官庁は予算案を方針との整合性の点から審査し、予算局に提出する。
- ③ 予算局は、全体の予算案を策定し、内閣に提出する。NESDB及び財務省はそれぞれの担当の観点から予算案に関する意見を内閣に提出する。
- ④ 閣議、国会の審議を通して予算案を承認する。

次章から各機関の役割について詳述する。

4.2.2 国家経済社会開発委員会 (NESDB)

タイ国における全国レベルの5か年計画である「国家経済社会開発計画」を作成している。国家の柱となる方針であり、すべての政府機関の事業はこの方針に沿うものであり、予算もこの方針に基づいて配分される。現行は第11次計画（2012-2016年）であり、第8次計画から成長を基本とした計画から人間中心の発展へシフトしており、持続可能な発展と「幸福な社会」の実現のために、タイ国の経済、社会資本の強化とリスクマネジメントの改善を目標に掲げて、持続可能な環境整備のための戦略の1つとしてインフラ・マネジメントの強化を掲げている。現在、策定中の第12次計画でも、インフラ関連の方針は第11次計画の方針

を継続して鉄道網の改善に重点をおき、周辺諸国に対する競争力を強化する方針である。

NESDBのインフラに関わる役割としては、各省庁や国営企業が策定したマスタープランの承認及び国家レベルの新規開発プロジェクトのフィージビリティスタディ（F/S）のための環境社会配慮、経済・財務分析、投資計画等のガイドラインを策定している。インフラの維持管理に関しては、NESDBは直接実施することはないものの、維持管理に関する事業計画の評価を通じて出す意見は維持管理に多大な影響を与えている。

分野別には以下のような認識を持っている。

- 道路分野は鉄道への重点シフトに伴い、維持管理に移行していく。
- 鉄道分野は鉄道網強化のため新規投資を重点的に行う。
- 上水道分野は、MWAやPWAの条件のよいところは問題ないが、PWAの給水区域が広く格差があり、離れた人口密度が低い地域にサービスが行き届かないことが問題である。
- 下水道分野は、サービスに課金できていないことが問題である。
- 電力分野は財務状態もよく、維持管理にも困っていない。

その他にも国家の将来を見据えた方針として、迫りくる高齢化社会におけるインフラ施設の在り方や優先度を検討しているが、インフラ施設の維持管理は、技術の向上により効率化、低コスト化できると考えており、現存のインフラ施設の解体、除去は最後の手段と位置付けている。

また、NESDBは新たな資金調達法としてPPPの導入にも関与しており、NESDBの事務局長が、財務省や実施機関と共に検討委員会のメンバーとなっている。しかし、維持管理は新たな料金収入を見込めないため、維持管理を目的とした財源を確保する方法を模索中である。

4.2.3 首相府予算局（Bureau of the Budget）

予算局は、第11次経済社会開発計画、国家管理計画や国の優先事項に照らし合わせ、予算配分について政府に助言している。2014年度の予算では、インフラ開発には予算全体（2兆5,250億バーツ）のうち1,027億8,990万バーツを配分している。これには国家の競争力の拡大のために、港湾や空港開発、鉄道網の拡充、地方の道路、橋梁の新設・維持管理・改善等が含まれている。

図 44の新規事業の審査は担当部署が分野別に11に分かれており、まずは各分野担当の委員会で、実施機関の能力、投資に見合う価値、過去の実績の観点から審査する。

道路整備に関する予算はこれまでは新設重視であったが、近年では国家レベルで維持管理重視の傾向が強まっている。道路分野では、最近、①Connectivity、

②Border line、③Missing link、④Bottleneckの4点を重視した戦略的交通インフラ8年計画を策定したとのことである。

4.2.4 財務省公的債務管理局(PDMO)

PDMOでは、公的債務の管理を一元的に行っており、毎年国家の債務管理計画を策定し、新規事業審査の過程で債務の妥当性を検討している。検討の際には、単に返済能力や財務的内部収益率(FIRR)のみでなく、公益性も加味した経済的内部収益率(EIRR)も考慮している。事業計画が承認されると、実施機関に対して、資金調達先を探し、債務の条件も交渉して決定する。年度毎の債務管理計画については、各省庁、国営企業が予算案とともに作成し、提出するものをPDMOでまとめて必要性、返済能力と経済への影響の観点から審査して年間計画にまとめる。

十年程前から政府の方針の転換により、資金調達先として、流動性が高く為替リスクがなく、調達コストが安い国内調達を優先するようになっている。これにより、国内の金融市場の成長を促すねらいがある。海外調達の方が安い場合や将来得られる収入が外貨の場合は海外調達も行う。

4.2.5 財務省国営企業政策事務局(SEPO)

SEPOは国営企業の運営方針決定機関として、さまざまな業界の56国営企業の株主となっている。毎年、SEPOは、NESDB、首相府と共に、国営企業が事業計画の際に従うべき方針であるStatement of Directions (SOD)を作成、発行している。この中で、分野別、国営企業別に5年の長期と1年の短期の方針を掲げており、国営企業はこの方針に従い、1年毎の投資計画を伴う5年計画を策定する。

各国営企業の2012年のSODを掲載するが、上水道分野では、効果の最大化のためとしてアセットマネジメントが方針に含まれている。

全体的な方針

“良い統治”を効率的に実施するための国家の経済・社会戦略のメカニズム

交通分野

大量輸送システムや標準的なサービスレベルの輸送網の開発により国家の競争力を高め、民間企業の参入を促進する。

EXAT

高速道路の開発を通じて輸送システムと都市の開発を支える。そして、資産から付加価値を創造し、利益を上げるとともに、具体的な債務計画を策定する。

SRT

運営管理システム及びサービスの質を確保し、鉄道システムを効率的な主要交通インフラとして発展させると同時に政府機関の負担を減らす。

MRTA

大量鉄道プロジェクトバンコク及びその周辺地域の鉄道網を拡充し、収入を増加し政府機関の負担を減らす。

上下水道分野

アセットマネジメントにより利益を最大化し、基本的なニーズを満たし、人々の生活の質の向上に寄与する。

MWA

都市の拡大に合わせて給水網を拡張、整備し、機関に付加価値をもたらす関連事業を構築する。

PWA

十分な原水源の開発及び効率的な資本管理を通じて地方へ給水網を効果的に拡充する。

WMA

下水処理システムを社会に受け入れられるよう効果的に管理する。

電力分野

電力分野の安定と効果的な資本管理とエネルギー活用をめざして、社会や環境に配慮しながらクリーンな代替エネルギーを開発、支援する。

EGAT

十分、安定かつ良質な電力システムの信頼性を高め、機関の資本及び資源を有効活用し、社会や環境への影響に配慮しながら代替エネルギーによる電力開発を進める。

MEA

需要に見合う良質な配電システムを整備し、事業提携を通じて、社会や環境に配慮しながら資産から付加価値を生み出す関連事業の育成する。

PEA

需要に見合う良質な配電システムを整備し、事業提携を通じて、社会や環境に配慮しながら資産から付加価値を生み出す関連事業の育成する。

さらに、SEPOでは各分野担当に分かれており、それぞれ国営企業に対して、戦略立案から業績評価を通して管理し、運営方針や内部留保の用途に対する助言を行っている。業績評価の際は、インフラ投資に必要な資金が十分に蓄えられているかも確認している。

具体的な分野別の方針として、道路分野のEXATについては、財務状態が改善しているため、債務の返済の前倒しを提案するとともに、高速道路からの安定した収入が見込めるため、現在F/S中の新設及び延長区間は新たな投資スキームを検討しているとのことである。

上下水道分野では、MWAについては、内部留保も十分であるため、古い配管の更新に投資し、漏水率をこの先5年以内に20%以下、10年以内に10%に削減すべきと助言しているが、更新投資には負債が必要であるが、負債は調達コストがかかるため、投資には乗り気ではないとのことである。また、PWAに対しては、10年以内に水道普及率を100%にするよう、採算性の悪い遠隔地の管路の新設には政府負債を提供する予定であるとのことである。

SEPOが国営企業に対する投資または支援は、新設のための投資とPSOとよばれる補助金の提供の2タイプである。PSOは、国営企業が公共サービスに対して採算性に見合った料金設定をできない場合に、損失補てん分として補助金を支給する公共サービス補償制度（Public Service Obligation：PSO）で、2010年に開始された。適用を受けるためには政府に料金設定の権利があること等いくつか条件があり、全てを満たしている場合に支給される。申請手続きは、国営企業は予算開始の10か月以上前に、対象とする公共サービスの内容、対象者層、補助金の額と給付計画、PSO適用の有効性等の検証を盛り込んだ申請書と財務諸表を、所轄省庁を通じて財務省内の審査委員会に提出する必要がある。予算配分前に承認され、通常予算と同様に配賦される。⁶³ 現在PSOの適用を受けているのは、業績の悪化が続くタイ国有鉄道（SRT）とバンコク大量輸送公社（BMTA：バスを運営）の2国営企業である。⁶⁴

一方、各国営企業は、民間企業であれば支払うべき配当の代わりに、株主であるSEPOに純利益の一部を支払うことになっている。その純利益に対する割合は35~45%の間で毎年実施機関との交渉によって調節するものの、財務状況の急変等特殊事情のない限り変更はなく、本調査の対象機関に関しては45%である。ただし、SRTは利益があがっていないため、支払っていない状態が続いている。SEPOでは受領後に、政府の収入として国庫に納めている。

SEPOでは、PPP等様々な投資スキームを検討しており、EXAT等安定した収入の見込める投資家にとって魅力的な機関から、新たな投資スキームを試していく方針である。実際、EXATが1990年以降に新設した路線はBTO方式で民間委託

⁶³ SEPOホームページより

⁶⁴ SEPOよりヒアリング

されており、今後の新設路線も新たなスキームを検討して適用する予定である。さらに、ゆくゆくは国営企業の業績を向上させ、インフラファンド等外部からの投資を増やす意向である。ただし、政府の株式保有割合は各公社法で決められているため、政府の関与を減らすことはない。

4.2.6 内務省公共事業・都市地方計画局（DPT）

2002年に地方自治体（市、村落）の公共事業を管轄する公共事業局と都市計画を管轄する都市地方計画局が合併し、現在の公共事業・都市地方計画局（DPT）の形になったものの、それぞれの部門編成や業務の分担に変更はない。

旧公共事業局では、地方自治体（おもに村落）のインフラ施設の建設及び維持管理の支援を行っており、対象となるインフラ施設は、洪水から村落を守るための堤防を主に、村落の道路、上水道及びそれらのインフラの運営のために必要な電力施設である。資金力および管理能力のある地方自治体は、計画、建設から自らの手で行っており、DPTが直接関与することはない。

2012年から政府の地方分権化の方針に伴い、それまで中央政府が行っていた地方自治体（市、村落）のインフラ整備を自治体が行うことになり、資金力や技術力が十分でない地方自治体にはDPTが支援を提供することになった。DPTはこれらの自治体のインフラ施設の計画及び建設を行い、2年後に地方自治体に運営、維持管理を移管するまでの期間の維持管理を担当している。その2年間は日常の点検は各村落が行い、修繕や補修が必要な箇所を発見した場合にはDPTに対処を要請する。植栽の伐採やペンキ塗り等通常の維持管理、及び1,000万パーツ以下の修繕、補修はDPTの地方事務所が行い、1,000万パーツ以上の修繕、補修は、DPT本部が対処する。そして移管後も、地方自治体が維持管理費用を賄えない場合にはDPTから予算を提供している。

この業務の追加を受け、DPTの予算は2012年から急増し、それに伴い維持管理費も増加している。2014年からはDPT本部が行う大規模補修も加わり急増したものの、維持管理の対象は、原則的に支援を求める自治体の建設後2年間であるため、施設を保有する機関に比して維持管理費の割合は小さい。

表 32 DPTの予算と維持管理予算の推移

単位：百万パーツ

| Cost item | Project size | Organization | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|------------------------------------|----------------|--------------|---------|----------|----------|----------|----------|
| DPT Maintenance & repair cost (1) | | | 9.5 | 60.0 | 60.0 | 324.6 | 324.5 |
| Inspection and general maintenance | | Provincial | 9.5 | 9.5 | 9.0 | 7.0 | 16.9 |
| Repair and renovation cost | < 10 mil baht | Office | - | 50.5 | 51.0 | 35.8 | 85.1 |
| Repair and renovation cost | >= 10 mil baht | Headquarters | - | - | - | 281.9 | 222.5 |
| DPT Total Budget (2) | | | 6,559.7 | 11,295.6 | 15,792.0 | 19,329.7 | 23,210.6 |
| % of maintenance cost (1) / (2) | | | 0.14% | 0.53% | 0.38% | 1.68% | 1.40% |

出典：DPT

DPTの維持管理部門は約30名の職員と約20名の作業員で構成されており、15台の機材を有している。日常の点検業務は各自治体が行っており、問題が発見された場合は、DPTの職員と作業員が赴き、必要な処置を取る。地方自治体からの予算申請に対しては、DPTの職員が視察し、申請内容を査定し、予算申請時に計上する。さらに、維持管理の経験の乏しい村落に対して、維持管理・補修等の技術指導も行っているが、DPTの役割は、インフラ施設の整備と維持管理の支援にとどまっており、自ら資産を保有、管理することはない。

一方、都市地方計画局は、国全体の中長期的な都市計画を担当している。高齢化社会の到来、災害に強く環境に優しいまちづくりを考慮し、将来の社会に合ったインフラ施設、維持管理が容易なまちづくり計画を考案している。しかし、この計画は地域住民のつながりへの配慮を重視すべきとしており、NESDBがバンコク都内へのアクセスを重視し空港建設地を決めたこと等、国際競争力等も考慮するNESDBと方針がそぐわないところもあり、具体的に国家計画に盛り込まれるまでには至っていない。

4.3 バンコク首都圏庁（BMA）の現状

4.3.1 BMAのインフラ施設の管理体系

バンコク首都圏庁では、バンコク圏内の道路と下水道の維持管理を担当しており、道路舗装と橋梁は公共事業局、信号機等附属施設は運輸交通事業局、下水は下水道事業局が担当している。詳細については、それぞれ道路分野及び上下水道分野の節に記述する。

(1) BMAの財務状況と維持管理関連予算

BMAは予算配分における重点項目として下記の6項目を掲げており、2015年度の予算では右欄のような案件を示していることから、インフラ施設の整備は安全、幸福な生活、生活の質の向上の基盤として重視していることがうかがえる。

表 33 BMAの2015年度予算の重点項目

| 重点項目 | 具体例 |
|----------------|---------------------------------------|
| 安全のための投資 | 安全管理のための装置、CCTV等の購入 |
| 幸せのための投資 | 効率的な公共交通による利便性の向上 医療施設の建設によるアクセス向上 |
| 緑と清潔さのための投資 | 廃棄物管理と排水施設の拡充 |
| 学びのための投資 | 若者の文化活動の奨励 |
| 皆に機会を提供するための投資 | 高齢者や身体障害者の利便性の向上 |
| ASEANのための投資 | 観光を通じた経済的価値の向上 |

出典：BMA

表 34にBMAの収入とサービス区分による支出を示す。BMAの場合、原則的に借入によらず、収入の範囲で予算編成を行うことが規定されている。道路と下水道は6業務のうち2業務で25～30%を占める重要なサービスであり、予算の金額、割合ともに漸増している。

表 34 BMAの予算の推移⁶⁵

単位：百万バーツ

| Item | 2012 | | 2013 | | 2014 Budget | |
|--|--------|------|--------|------|-------------|------|
| Regular Revenue | 59,472 | 100% | 63,111 | 100% | 65,000 | 100% |
| Local Taxes collected by BMA | 10,502 | 18% | 11,306 | 18% | 10,743 | 17% |
| Taxes from the central government | 45,669 | 77% | 48,661 | 77% | 51,200 | 81% |
| Income from fee, fines miscellaneous activities | 3,300 | 6% | 3,143 | 5% | 3,057 | 5% |
| Special Revenue | | | | | | |
| Accumulate | 15,000 | 19% | 9,900 | 13% | | 0% |
| Total revenue | 77,772 | 100% | 76,153 | 100% | 68,057 | 100% |
| Budget Appropriation by Bangkok Development Plan | | | | | | |
| General Administration | 15,975 | 29% | 14,624 | 24% | 17,119 | 29% |
| Public Cleaning and Orderliness | 9,408 | 17% | 11,765 | 20% | 12,634 | 21% |
| Civil Works and Traffic System | 8,942 | 16% | 9,908 | 17% | 11,520 | 19% |
| Water Drainage and Sewage Management | 4,632 | 8% | 5,309 | 9% | 5,724 | 10% |
| Social Development and Services | 5,838 | 11% | 7,122 | 12% | 6,864 | 11% |
| Public Health | 4,954 | 9% | 5,170 | 9% | 5,522 | 9% |
| Education | 5,250 | 10% | 6,102 | 10% | 5,616 | 9% |
| Total Expenditure | 55,000 | 100% | 60,000 | 100% | 65,000 | 100% |

出典：BMA Annual Report

表 35 部門別予算配分

単位：百万バーツ

| Item | 2013 | | 2014 | |
|---------------------------------------|--------|-----|--------|-----|
| Traffic and Transportation Department | 3,103 | 5% | 3,103 | 5% |
| Public Works Department | 3,214 | 5% | 3,309 | 6% |
| Drainage & Sewage Department | 4,422 | 7% | 4,958 | 8% |
| Total appropriation for departments | 42,461 | 71% | 46,366 | 77% |

出典：BMA Annual Report

表 36 維持管理予算の内訳

単位：バーツ

| Item | 2013 | | 2014 | |
|---|-------------|------|-------------|------|
| Traffic and Transportation Department | 106,954,000 | 3.4% | 115,735,000 | 3.7% |
| Traffic light equipment | 39,975,000 | | 42,735,000 | |
| CCTV system | 66,979,000 | | 73,000,000 | |
| Public Works Department | 263,000,000 | 8.2% | 300,000,000 | 9.1% |
| Reoar of road, bridge and other facilities | 100,000,000 | | 100,000,000 | |
| Construction materials | 163,000,000 | | 200,000,000 | |
| Drainage & Sewage Department | 125,753,000 | 2.8% | 118,584,300 | 2.4% |
| Maintenance cost for information center | 2,800,000 | | 2,800,000 | |
| Maintenance cost for flood prevention control center | 17,770,000 | | 17,770,000 | |
| Repair cost for water pumping building, machine and regulator | 17,772,000 | | 17,772,000 | |
| Repair cost for car tunnel equipment | 1,000,000 | | 1,000,000 | |
| Repair equipment for water regulator and pumping machine | 20,000,000 | | 20,000,000 | |
| Agent service fee for cleaning drain and sewer | 50,000,000 | | 50,000,000 | |
| Agetn service fee for drainage system | 808,000 | | 808,000 | |
| Equipment for repair and precention of floods | 8,403,000 | | 2,557,500 | |
| Equipment for repair of dams and barrage | 7,200,000 | | 5,876,800 | |
| Total Budget for maintenance and repair | 865,661,000 | 1.4% | 950,054,300 | 1.5% |

注：％は当該部門への配分予算に占める割合

出典：BMA

⁶⁵ Special Revenueは過去の予算の未消化分の累積である。

道路関係の維持管理費は金額、割合ともに微増しており、公共事業部では、予算の10%近くを維持管理に費やしている。

(2) BMAの予算申請・承認体系

BMAの予算はBMA内の予算局で管理している。毎年11~12月頃に、予算申請スケジュールを作成し、予算の上限額とともに各部門に通達する。各部門では1月末頃にBMAの予算局に予算案を提出するが、その際、各案件の公益性の評価についての調査報告書も提出する必要がある。予算局で156名が在籍し、そのうち120名程度が予算審議に携わり、部門ごとに各部門からの報告書をもとに公益性と社会への影響の観点から審査する。2015年度の場合、予算総額650億バーツに対して、申請総額は1,150億バーツと倍近くに上った。⁶⁶ 予算局では10月1日の次年度の開始の90日前以降に予算案を都議会に提出する。都議会では45日以内に審査を終え、承認することになっている。

複数年度にまたがる案件に関しては初年度は10%程度を配賦し、進捗状況に応じて翌年度からの配賦額を決める。また、各案件に執行された予算が消化できなかった場合は1年のみ持ち越すことが認められている。

⁶⁶ BMAより受領資料による。

4.4 道路分野の現状

4.4.1 タイ国の道路分野の概要

(1) 道路種別と道路管理者

タイ国の道路総延長は約40万kmで、運輸省道路局（Department of Highways:DOH）が管理する国道が約5万km、運輸省地方道路局（Department of Rural Roads:DRR）が管理する地方道が約5万km、地方自治体が管理する地方道が約30万km、高速道路公社（運輸省所管）（Expressway Authority of Thailand:EXAT）が管理する高速道路約200kmで構成されている。タイ国の道路は行政上の管理区分により、表37に示される6種類に分類されている。

表 37 道路の管理区分

| 道路種別 | 道路管理者 | 道路の概要 |
|---------|--------------------------|---|
| 国道 | DOH | 全国の都市間を連絡する主要道路。これは下記の3種類に区分される。 1級国道：地域間を連絡する道路。道路番号は1桁または2桁。 2級国道：各地域内の幹線道路。道路番号は3桁。 3級国道：郡庁を結ぶ連絡道路。道路番号は4桁。 |
| 地方道路 | DRR、国家保安司令部、農業共同組合省立灌漑局等 | 自治体行政区の外側にある、国道以外の道路。目的により種々の政府機関により建設される。DRRは地方道路の建設の他、バンコク都の産業環状道路、チャオプラヤ川の橋梁建設、バンコク外環道路の建設も実施している。 |
| 自治体道路 | 自治体 | 自治体内にある道路網で、他の分類に属さない道路。バンコク都等の主要都市では、自治体が建設・管理を行うが、その他の自治体の道路は、DRRが建設を行い、管理のみが自治体へ移管される。 |
| 都市間高速道路 | DOH | 有料の高規格道路。Motorwayと呼ばれる。 |
| 都市内高速道路 | EXAT | バンコク都内及び近郊の有料高速道路で、EXAT国営会社が運営管理を行っている。Expresswayと呼ばれる。 |

出典：タイ国経済現況（2008/2009年版）を修正

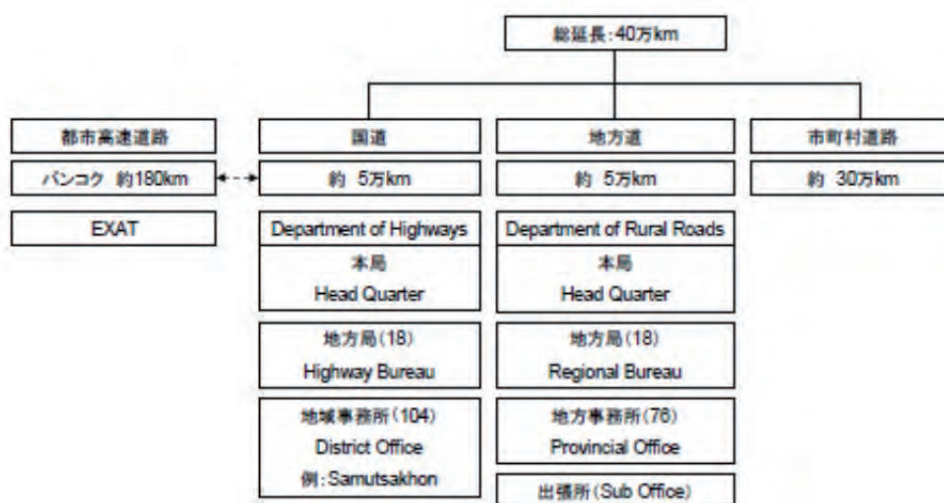


図 46 タイ国の道路の概要

出典：JICA道路・橋梁維持管理に関する情報収集・確認調査2013

(2) 運輸省（MOT）の道路関係機関の予算配分

表 38 MOT及び関係機関の予算配分

単位：百万バーツ

| 機関名 | 2012年度 | 2013年度 | 2014年度 |
|------|-----------|-----------|-----------|
| MOT | 119,975.7 | 131,504.1 | 132,682.0 |
| DOH | 50,422.1 | 52,966.3 | 53,179.2 |
| DRR | 29,597.1 | 33,951.4 | 36,202.1 |
| EXAT | 4,488.8 | 4,152.8 | 2,802.5 |
| OTP | 464.1 | 639.6 | 706.9 |
| その他 | 35,003.6 | 39,794.1 | 39,791.3 |

注) MOT予算額は、MOT傘下の機関の予算額の合計である。

出典：タイMOTホームページより作成

(3) 基準及びマニュアル

1) 橋梁

タイ国には、道路・橋梁に関する建設・施工・維持管理の基準やマニュアルは多く存在し、これらの基準等は主にAASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) 基準やACI (American Concrete Institute) Building Code に基づいて作成されたものである。

日本の場合、例えば橋梁点検に関しては、国土交通省が作成した橋梁点検マニ

マニュアルが存在するが、地方自治体において国土交通省と同じ点検を実施し、同じ管理をすることは予算や人員の面から現実的ではないという理由から、各自治体がそれぞれの実情に合った点検マニュアルを作成して運用している。タイ国の場合には、各管理組織が独自の基準やマニュアルを所有し、同組織内で本局から地方局への共有はされているが、異なる組織間での共有や統一はされていない。

表 39 道路・橋梁に関する基準及びマニュアル

| Name | Date of issue | Own by |
|---|---------------|--------|
| Inspection Manual for Expressways | 1990.3 | EXAT |
| Manual for Inspection of the Rama IX Bridge | 1990.3 | EXAT |
| Specifications for Highway Construction | 2003 | DOH |
| Bridge Strengthening Manual | 2006.5 | DOH |
| Bridge Inspection, Analysis and Evaluation Manual | 2006.5 | DOH |
| Bridge Repair and Maintenance Manual | 2006.5 | DOH |
| Work Instruction for Bridge and Box Culvert Construction | 2006 | DOH |
| Procedure for Construction Management of RC Bridges and Condition Evaluation including Maintenance Method | 2000.8 | DRR |
| Manual for Construction and Maintenance of Road | 2003 | DRR |
| Project for Development of Management System for DRR's Road Network (Phase 1)-Manual for Bridge Inspection and Evaluation- | 2007.2 | DRR |
| Bridge Inspection and Improvement Manual | 2007.9 | DRR |
| The Industrial Ring Road Project – Inspection and Maintenance Manual - | 2008.1 | DRR |
| Study Project for Repair Method for Damages due to Material Deterioration and Service Life of Bridges in DRR's Road Network (Phase 2) - Final Report - | 2009.9 | DRR |
| Project for Maintenance and Management System Development for DRR's Bridges - Manual for repair of RC bridge components due to deterioration of bridge structures and components | 2009.12 | DRR |
| Inspection and evaluation manual | 2011.3 | DRR |
| Formulation manual for long term maintenance plan for bridges | 2011.3 | DRR |
| Routine Maintenance Manual | 2011.6 | DRR |
| Inspection and evaluation manual | 2013.7 | DRR |
| Formulation manual for long term maintenance plan for bridges | 2013.7 | DRR |
| Manual for flooding and restoration | 2013.7 | DRR |

4.4.2 運輸省道路局 (DOH)

(1) 概要

1) 施設概要

DOHはタイ国の都市間を結ぶ幹線道路についての企画立案・整備・運営維持管理等の道路行政全般を担当し、幹線道路整備の中心的な役割を果たしている。

DOHの2002年以降の道路延長データによると、供用されている道路延長はほぼ横ばいであり、2レーンに換算した道路延長は毎年延びている。つまり、新設工事のほとんどは、既存ルートの拡幅工事であることが分かる。

表 40 DOHの道路延長の推移

単位 : km

| Year | Total distance | Under construction | Actual distance | Disatance per 2 lanes |
|------|----------------|--------------------|-----------------|-----------------------|
| 2002 | 53,761 | 2,090 | 51,671 | 61,608 |
| 2003 | 53,175 | 1,815 | 51,360 | 61,913 |
| 2004 | 51,777 | 1,456 | 50,321 | 61,585 |
| 2005 | 51,466 | 1,315 | 50,151 | 61,747 |
| 2006 | 51,320 | 1,407 | 49,913 | 62,042 |
| 2007 | 51,537 | 1,239 | 50,298 | 63,206 |
| 2008 | 51,633 | 880 | 50,753 | 65,208 |
| 2009 | 51,626 | 720 | 50,906 | 65,630 |
| 2010 | 51,892 | 805 | 51,087 | 66,318 |
| 2011 | 51,618 | 905 | 50,713 | 66,341 |
| 2012 | 51,589 | 752 | 50,837 | 66,871 |

DOH が管轄している道路の総延長は、2013 年時点で51,413km、2レーンに換算すると68,254kmであり、そのうち約66,811kmが供用されている。そして、14,939の橋梁を管轄している。

表 41 DOHが管轄する道路延長

単位 : km

| Region | Actual distance | Distance per 2 lanes | | | |
|---------------|-----------------|----------------------|---------|---------|--------|
| | | Concrete | Asphalt | Unpaved | Total |
| North | 15,703 | 795 | 17,476 | 265 | 18,536 |
| North Eastern | 15,092 | 942 | 18,033 | 13 | 18,988 |
| Central | 10,754 | 3,141 | 14,164 | 8 | 17,313 |
| South | 9,864 | 425 | 12,922 | 68 | 13,415 |
| Total | 51,413 | 5,303 | 62,595 | 354 | 68,252 |

出典 : DOH Annual Report 2013

2) 実施体制

DOHの組織には本局(Head Quarter)のほかに18の地方局(Highway Bureau)があり、さらに104の地域事務所(District Office)の階層で管理が行われており、地域事務所は1県(Province)あたり1~2事務所が配置されている。

本局の職員数は3,574名で、その内訳は技術職が634名で、一般職が2,940名である。DOH全体では、Officialが6,405名、Permanentが5,506名、Governmentが3,070名在籍している。

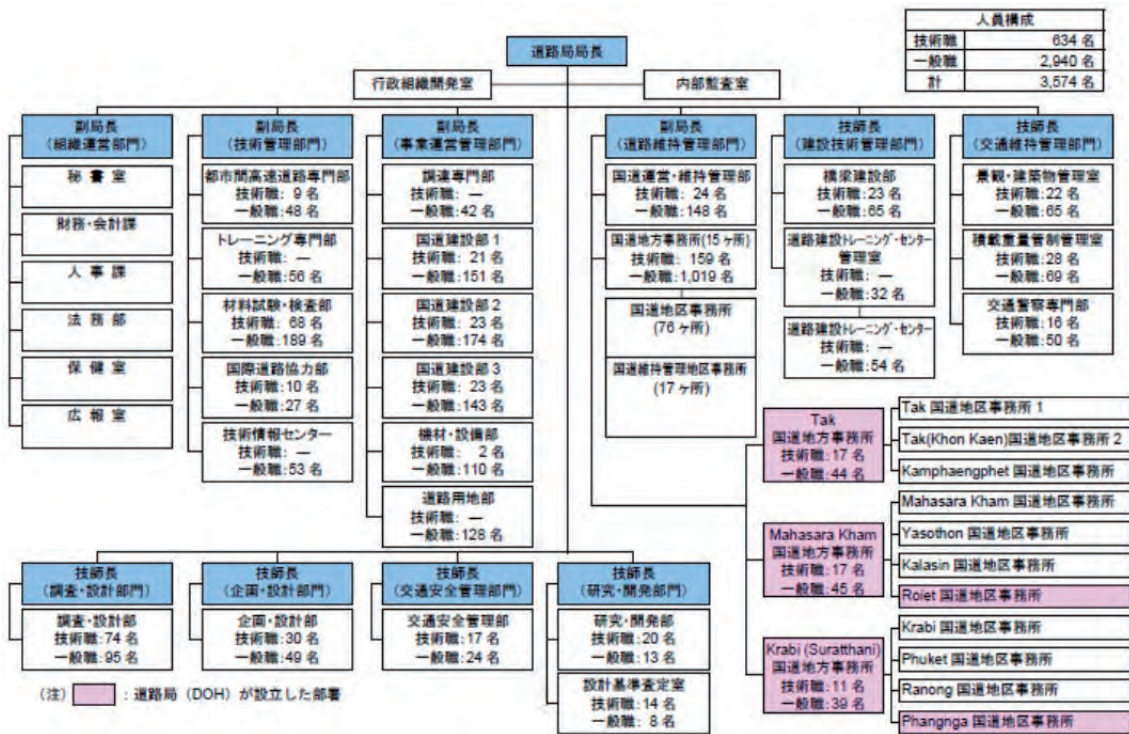


図 47 運輸省道路局 (DOH) の組織図

出典: DOH Annual Report 2013

3) 財務状況

DOHの2015年度の予算は61,378百万バーツでそのうち維持管理費が38,775百万バーツと64%を占めている。DOHの予算の推移を、新設、維持管理別に見ると、新設予算1990年代をピークに減少傾向で、代わって維持管理費が徐々に増え、2011年は洪水の影響があるものの逆転している。

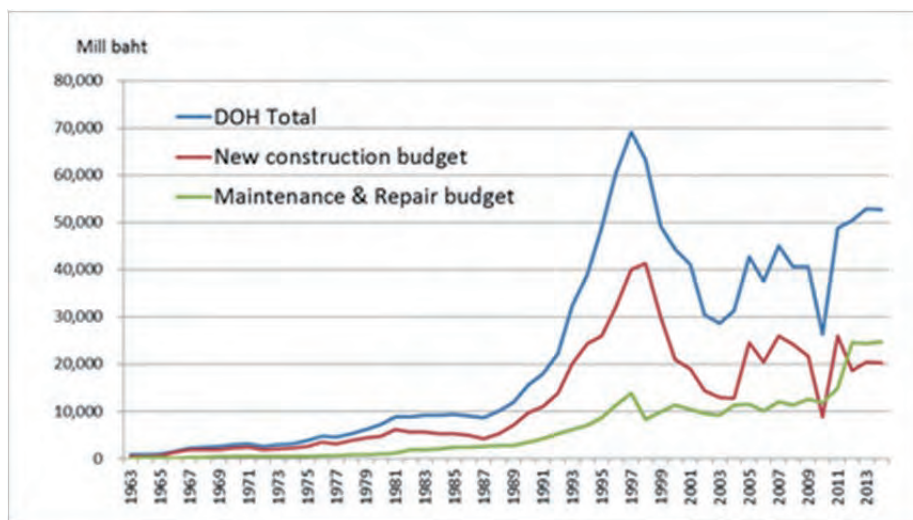


図 48 DOHの新設、維持管理の予算の推移

出典：DOH

DOHの維持管理部門は、作業内容によりCODEで予算管理しており、通常の維持管理はRoutine、Periodic、Special maintenanceに分類されている。Routine maintenanceは3,960百万パーツ程度でほぼ一定である。最近ではPeriodic、Special maintenanceの予算が増えている。

表 42 維持管理予算の内訳

単位：百万パーツ

| Code | Maintenance work | 2012 | 2013 | % in 2013 |
|-------|--|--------|--------|-----------|
| 1 | Road maintenance | 19,527 | 17,302 | 81% |
| 1.1 | Highway maintenance | 9,660 | 12,464 | 59% |
| 1.1.1 | Routine maintenance | 3,960 | 3,964 | 19% |
| 1.1.2 | Periodic maintenance | 2,200 | 3,000 | 14% |
| 1.1.3 | Special maintenance and rehabilitation | 3,500 | 5,500 | 26% |
| 1.2 | Restoration of highways affected by disasters | 9,492 | 4,108 | 19% |
| 1.3 | Disaster remedy and restoration | 200 | 200 | 1% |
| 1.4 | Landscape and highway architecture improvement | 45 | 100 | 0% |
| 1.5 | Administrative and supporting activities | 130 | 430 | 2% |
| 2 | Rehabilitation of Major Highways | 4,000 | 4,000 | 19% |
| | Total | 23,527 | 21,302 | 100% |

出典：DOH Annual Report

(2) 舗装

1) 計画 (Plan)

DOHは5つからなる戦略を策定しているが、その戦略3では「全国に高速道路網を建設して維持する」とあり、その目標の一つとして「IRI (International Roughness Index)を3.5以下に維持する」と設定している。

地域事務所では事務所内の情報共有を目的として、3カ年のローリングプログラムを作成しており、予算要求は毎年行っている。

舗装の維持管理予算は、次のように分類されている。

表 43 維持管理予算費目と作業内容

| Code No | 費目 | 作業内容 |
|---------|--|---------------------------------|
| 1000 | Routine Maintenance Work | 日常維持管理作業 安全に走行できるように日常的に行う作業 |
| 1100 | Surface Maintenance Work | 舗装表層部の維持管理作業 |
| 1200 | Wayside maintenance work and footpath and bicycle lane | 側道、歩道、自転車道の維持管理作業 |
| 1300 | Drainage System Work, Bridge and Structure | 排水施設、橋梁、構造物の維持管理作業 |
| 1400 | Traffic work and safety facilities | 交通安全施設の維持管理作業 |
| 1500 | Wayside Work and highway rest-house | 道路付帯施設、休憩施設、トイレ施設の維持管理作業 |
| 1600 | Maintenance Machine Service Work | 機械、設備の維持管理作業 |
| 2000 | Periodic Maintenance Work | 定期維持管理作業 長寿命化のために計画的に行われる作業 |
| 2100 | Asphalt pavement work | アスファルト舗装の維持管理作業 |
| 2200 | Asphalt surface pavement work | アスファルト舗装表層部の維持管理作業 |
| 2300 | Non-asphalt pavement work | アスファルト舗装以外の舗装の維持管理作業 |
| 2400 | Changing material on connecting surface concrete work | コンクリート舗装表層連結部分の取替え作業 |
| 3000 | Special Maintenance Work | 不定期の特別な維持管理作業 |
| 3100 | Surface road leveling work | 表層のレベリング作業 |
| 3200 | Asphalt pavement repairing work | アスファルト舗装の修繕作業 |
| 3300 | Asphalt pavement improvement work | アスファルト舗装の改良作業 |
| 3400 | Reuse existing concrete | コンクリートの再利用 |
| 3500 | Concrete Surface Repairing Work | コンクリート舗装表面の修繕作業 |
| 3600 | Wayside repairing work | 道路付帯設備の修繕作業 |
| 3700 | Bridge Repairing Work and Structure | 橋梁と構造物の修繕作業 |
| 4000 | Rehabilitation Work | 機能回復のための作業 |
| 4100 | Asphalt pavement rehabilitation work | アスファルト舗装の修復作業 |
| 4200 | Concrete pavement rehabilitation work | コンクリート舗装の修復作業 |
| 5000 | Improvement Work | 改善作業 |
| 6000 | Solving and Prevention Work | 予防保全作業 |
| 7000 | Safety Work | 安全対策作業 |
| 8000 | Emergency Work | 緊急作業 |

維持管理費目は、図 49に示す考え方で分類されている。

Routine maintenanceは道路を良好に維持するために毎日行われる作業である。道路の状態が良好な間に予防保全として行われる作業をPeriodic maintenanceとしている。道路の状況が悪くなってから行う修繕作業をSpecial maintenanceとRehabilitationに分類している。

それ以上悪化してから行う作業は、Reconstructionと言って新設に分類している。RehabilitationとReconstructionの違いについては、既存の路床も工事に含まれるものをReconstructionに分類して、新設として扱っている。

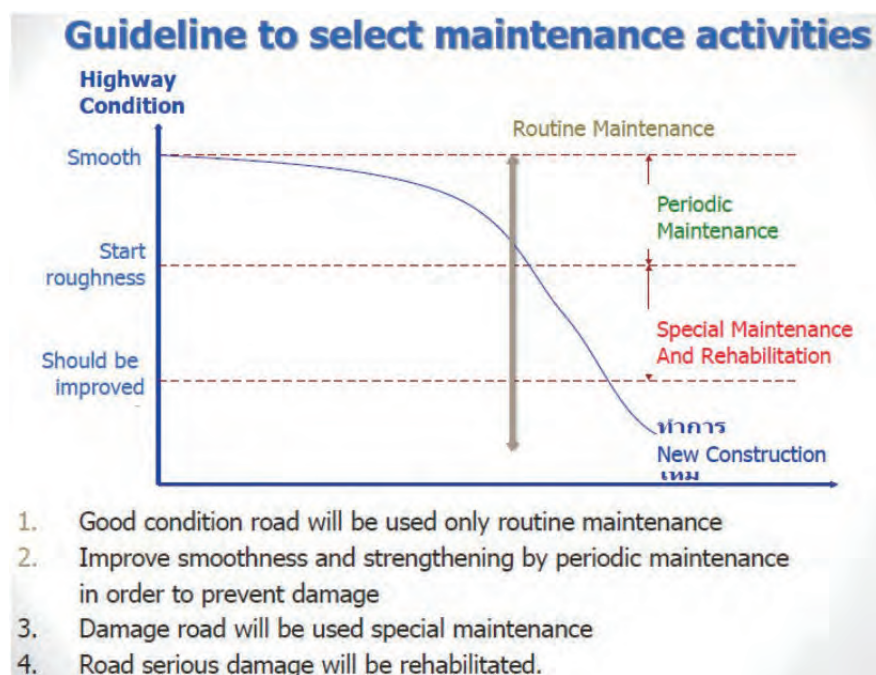


図 49 維持管理費の分類のガイドライン

出典：DOH

Routine maintenance費用は性状評価区分（全部で8区分）ごとの道路延長、車線数、舗装年齢、交通量、照明塔の数等その他の道路資産の現在量等の関数として算定されて、地域事務所に配布される。Periodic maintenance費用、Special maintenance費用は定期修繕と復旧のための予算で、地域事務所は一件ごとに概略設計・費用見積りを作成し本局に予算申請する。修繕予算請求のための概略設計にはIRIの値等、本局から提供される路面性状計測値も用いられる。

DOH組織内での維持管理費目別の予算の申請フローを図 50に示す。なお、この図のCorrective maintenanceには、Special maintenanceとRehabilitation予算が含まれている。

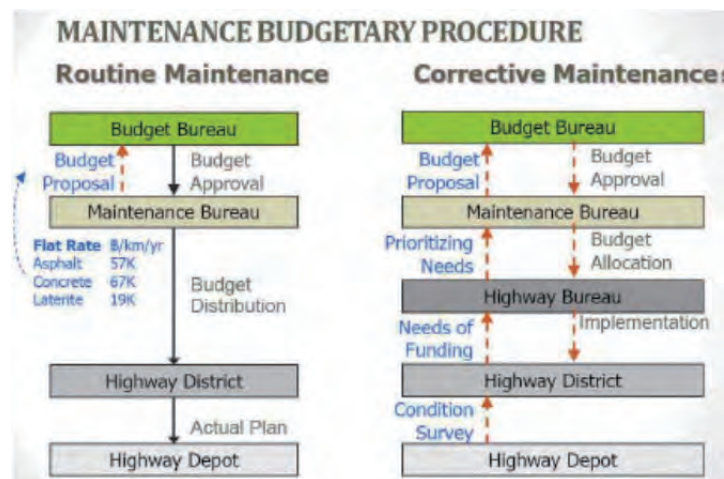


図 50 舗装の維持管理予算の要求・承認フロー

出典：DOH

Routine maintenance 予算には人件費・光熱費・資材費・外注費を含み、作業は直営または外注により行われている。Periodic 及び Special maintenance はすべて外注により行われる。なお、1 千万バーツ以下の工事は地域事務所が、1.5 千万バーツ以下の工事は地方道路整備局の承認で発注できるしくみである。

DOH の全体予算の取りまとめは、Bureau of Planning が行っている。

DOH は、中長期の維持管理計画を策定するための戦略分析、及び与えられた維持管理予算の下での最適な維持管理計画を作成するために TPMS (Thai Pavement Management System) と呼ばれる PMS を使用している。

DOH は TPMS を 1984 年から使用しており、これは舗装の劣化状況等に応じた維持管理工事の選定及び維持管理計画策定のための維持管理工事の優先順位付けに用いられた。その後 1989 年に、世界銀行の HDM-3 と組み合わせて維持管理計画策定のツールとして用いられるための改定が行われ、2008 年まで使用されていた。2009 年に DOH は維持管理計画策定能力の向上を目的としてチュラロンコン大学に中央道路データベース (Central Road Database: CRD) と、TPMS の新バージョン TPMS2009 の開発を委託した。

TPMS2009 は、HDM-4⁶⁷ の予測モデル (舗装劣化、維持管理工事効果、利用者費用、環境影響) をベースに構築されている。これらのモデルは、タイ国の状況に合うように改善されている。独自に開発した最適化モデルも装備しており、維持管理 5 か年計画の策定や予算要求のための戦略分析を行う機能を持っている。TPMS では、CRD に格納されているデータからインプットデータを作成し、解析を行う。現時点では、予算案作成に TPMS を使い始めているものの、参考資料の位置付けで扱われている。

⁶⁷ HDM-3 の改訂版

2) 実行(Do)

道路維持管理は、技術管理本部の都市間高速道路専門部が維持管理計画の策定、予算管理及び技術指導の統括業務を担っている。維持管理作業の実施は維持管理本部が管轄しており、この下に計18の地方局が全国にあり、さらにその下にある計104箇所の地方事務所が維持管理を実施している。

| SA National Roads Agency Ltd | | | | BRIDGE | | No | | N001_011_B659 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|--|--|--|--------------------|--|---------------------------|--|------------------------------------|--|--|--|----------|--|--|--|---------------------|--|--|--|---------------------|--|--|--|-------------------------|--|--|--|-----------------------|--|--|--|--------------------|--|--|--|
| BRIDGE MANAGEMENT SYSTEM | | | | Field | | Name | | Agriest Pass Road over road bridge | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| INSPECTION SHEET | | | | Inspection Sheet | | GIS: X | | Y | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| INSPECTION TYPE | | | | Date | | Route/Section | | M001 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Current | | | | 07-May-20 | | Route No | | 4720 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Last Principal | | | | 07-May-20 | | Other Bridge No | | 4453 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Last Monitoring | | | | | | N Route Over/Under | | Under | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Last Maintenance | | | | | | Feature Name | | Agriest Pass Road | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Last Verification | | | | | | Feature Rd No | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Bridge type | | | | Simply supported | | No of spans | | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Year constructed | | | | 07-Jan-70 | | Overall length | | 112.4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Bridge orientation | | | | North/South | | Angle of skew | | 73 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Time (hours) | | | | Inventory | | Inspection | | Repairing | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Inventory | | | | 0 | | Inspection | | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Inspection | | | | 0 | | Repairing | | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Capturing | | | | 0 | | Capturing | | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| INSPECTION ITEM | | | | INSPECTION ITEM | | INSPECTION ITEM | | INSPECTION ITEM | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| E E R | | | | D E R | | D E R | | D E R | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 Approach Embankment | | | | N/A 2 1 1 | | 5. Abutment Foundations | | N/A 1 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 Guardrail | | | | 2 1 1 | | 6. Abutments | | N/A 3 3 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3. Watertap | | | | 2 1 1 | | 7. Wing/Retaining wall | | N/A 3 2 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4. App.Lmb. Prot.Walks | | | | N/A 0 | | 8. Surfacing | | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 Superstructure Drainage | | | | S/A 0 | | 9 Superstructure Drainage | | S/A 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10. Kerbs/Sidewalks | | | | 2 1 1 | | 10. Kerbs/Sidewalks | | S/A 3 3 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11. Pavement | | | | 2 1 1 | | 11. Pavement | | S/A 3 2 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 Miscellaneous items | | | | N/A 0 | | 12 Miscellaneous items | | S/A 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SUPPORTS | | | | SPANS | | | | SPANS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 Pier Protection Work | | | | 13 Pier Foundation | | | | 14 Piers & Columns | | | | 15 Beams | | | | 16 Support Drainage | | | | 17 Expansion Joints | | | | 18 Longitudinal Members | | | | 19 Transverse Members | | | | 20 Decks and Slabs | | | |
| N F R | | | | N F R | | | | N F R | | | | N F R | | | | N F R | | | | N F R | | | | N F R | | | | N F R | | | | | | | |
| A 5 | | | | - | | | | - | | | | - | | | | - | | | | - | | | | - | | | | - | | | | | | | |
| A N | | | | - | | | | - | | | | - | | | | - | | | | - | | | | - | | | | - | | | | | | | |
| P 1 | | | | U | | | | 3 2 2 | | | | 2 1 1 | | | | U | | | | 4 4 3 | | | | 3 3 | | | | | | | | | | | |
| P 2 | | | | U | | | | 3 2 2 | | | | 2 1 1 | | | | U | | | | 4 4 3 | | | | 3 4 | | | | | | | | | | | |
| P 3 | | | | U | | | | 3 2 2 | | | | 2 1 1 | | | | U | | | | 4 4 3 | | | | 4 4 3 | | | | | | | | | | | |

| Ref | Position | Activity | Qty | Unit | U | MS | Remarks | Monitor | Eng | Photos |
|-----|----------|-------------------------------------|-----|----------------|---|----|---|---------|-------|--------|
| 17 | AL | 3. Replace concrete mooting | 50 | m | 2 | No | All expansion joints are failing. To be replaced. | 5 | 25-27 | |
| 18 | AS | 2. Seal, repair cracks > 0.3mm | 380 | m | 4 | No | Major longitudinal cracks in both 10mm rise. | 6 | 28-38 | |
| 18 | AS | 4. Apply protective coating | 850 | m ² | 2 | No | Pattern cracking due to AAR. | 6 | 32-39 | |
| 18 | AS | 6. Clean concrete surface | 850 | m ² | 2 | No | Concrete stained. | 6 | 28-39 | |
| 19 | BA | 2. Seal, repair cracks > 0.3mm | 8 | m | 4 | No | Horizontal cracks. | 6 | 40,41 | |
| 19 | BA | 4. Apply protective coating | 25 | m ² | 2 | No | Pattern cracking due to AAR. | 6 | 40,41 | |
| 19 | BA | 5. Clean concrete surface | 25 | m ² | 2 | No | Concrete stained. | 6 | 40,41 | |
| 20 | AS | 2. Seal, repair cracks > 0.3mm | 5 | m | 2 | No | Cracks. | 6 | 43-45 | |
| 20 | AS | 4. Apply protective coating | 250 | m ² | 2 | No | Pattern cracking due to AAR. | 6 | 42-45 | |
| 20 | AS | 7. Clean concrete surface | 250 | m ² | 2 | No | Concrete stained. | 6 | 42-45 | |
| 20 | S2 | 1. Repair spalled concrete | 0.5 | m ³ | 1 | No | None. | 6 | 42 | |
| 1 | NA | 4. Inlet/outlets - clean | 7 | no | 1 | No | Inlet blocked. | 6 | 01 | |
| 1 | NA | 10. Side drains - clean | 10 | m | 1 | No | Vegetation on verge. | 6 | 02 | |
| 2 | PT/PS | 2. Replace salt | 15 | m | 1 | No | Collision damage. | 6 | 03/04 | |
| 6 | BA | 9. Apply protective coating | 25 | m ² | 2 | No | Pattern cracking due to AAR. | 6 | 05/08 | |
| 6 | BA | 13. Clean concrete surface | 25 | m ² | 2 | No | Severe staining. | 6 | 05/08 | |
| 7 | AL | 3. Seal, repair cracks > 0.3mm | 4 | m | 2 | No | Horizontal cracks. | 6 | 10 | |
| 7 | AL | 7. Apply protective coating | 5 | m ² | 1 | No | Pattern cracking due to AAR. | 6 | 09/11 | |
| 7 | AL | 13. Clean concrete surface | 5 | m ² | 1 | No | Staining. | 6 | 09/11 | |
| 11 | AL | 12. Reconstruct parapet (not NJ) | 270 | m ³ | 2 | No | Pattern cracking due to AAR. | 6 | 12,13 | |
| 11 | W | 20. Replace steel/aluminum handrail | 5 | m | 1 | No | Collision Damage. | 6 | 14 | |
| 14 | AP | 4. Apply protective coating | 280 | m ² | 2 | No | Pattern cracking due to AAR. | 6 | 15-19 | |
| 14 | AP | 7. Clean concrete surface | 280 | m ² | 2 | No | Concrete stained. | 6 | 15-19 | |
| 14 | PT | 1. Repair spalled concrete | 0.5 | m ³ | 1 | No | Western column. | 6 | 15 | |
| 14 | P2 | 2. Seal, repair cracks > 0.3mm | 8 | m | 2 | No | Vertical cracks. | 6 | 17,18 | |
| 15 | AL | 8. Clear obstructions to movement | 70 | no | 1 | No | Clean gap around bearings. | 6 | 20/22 | |

Inspector's assessment of structure condition and further comments:
 Major longitudinal cracks in deck, both up to 10mm wide - needs urgent attention.
 All exposed concrete surfaces are stained and covered in both pattern cracking due to AAR.
 All exposed concrete surfaces to be painted with a protective coating.

Further inspection needed? **YN**
 Yes **UDD** and/or **Y** **YN**
 Is the UDD needed for future inspection? **YN**

| E - EXTENT | | R - RELEVANCY | | U - URGENCY | |
|------------|---|---------------|---|-------------|---|
| W | W | W | W | W | W |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

図 51 点検・評価結果

【本局】

ア) 路面性状調査

DOHの行う道路性状点検は、計測車両を用いて本部が行う全国国道網性状調査と、全国に配置されている地域道路事務所が行う目視による日常点検がある。なお、交通量調査は、本部が全国の定点観測地点での自動計測を、地域事務所があらかじめ定められた観測地点でマニュアル計測を行っている。

全国国道網性状調査は、DOH本部が3つの大学（チュラロンコン、タマサート、カセサート）に委託して実施した。このうちカセサート大学への委託分はSTS社（コンサルタント会社）が下請けで実施している。DOHは2年に一度全道路網の調査を行いたい意向である。路面性状計測車両はARRB社製Hawk Eyesを用いている。タイ国には合計4台のHawk Eyesがあり、チュラロンコン大学、タマサート大学、STS社のほか、DOHのBureau of Materials Analysis and Inspectionが一台ずつ保有している。Hawk Eyesの初期費用は、約20,000,000バーツ（約5,000万円）（カメラやセンサーの数によって異なる）、調査費用は約800バーツ/km（STS社契約分）である。計測項目はIRI（平坦性）、Rutting（わだち掘れ）、Cracking（ひび割れ）、Ravelling（アスファルト劣化）であり、IRI以外の項目は自動・手動の画像解析に基づいている。計測車は、100km/hで走行しながら計測データを取ることが可能であるが、通常の調査時は60-70km/hで走行し、1日の生産性は平均150km程度である。なお、DOHのHawk Eyesは、新設区間及びリハビリ区間の検収検査に用いられている。また、地域事務所が作成するSpecial Maintenanceの予算要求資料を作成するためのプロジェクトベースの性状計測も行っている。

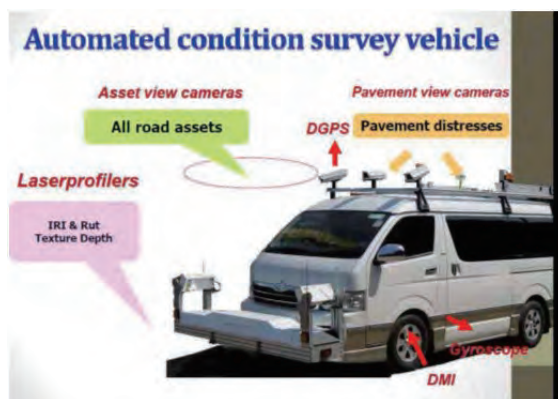


図 52 ARRB社製Hawk Eyes 路面性状計測車

出典：DOH

技術管理本部は、2007年に路面性状調査車両を使用して第1回目の路面性状調査を実施し、そのデータを開発した舗装管理システム（PMS）に入力し、計画的に路面性状データを取得・更新しており、データの蓄積に努めている。

表 44 路面性状調査実施状況

| | |
|------------|--|
| 2007年 | 第1回路面性状調査実施。60,000km計測。 |
| 2008年 | 中央道路データベース使用開始 |
| 2009年 | 舗装管理システムのオンライン運用を開始 |
| 2010年 | 第2回路面性状調査実施。45,000km計測 |
| 2011年 | 第2回その2路面性状調査実施。第1回コンクリート舗装調査実施。路面性状調査を調達。 |
| 2012-2013年 | 第3回路面性状調査実施。中央道路データベース運用開始。オンライン計画策定システム運用開始。ルート選択システム運用開始。災害・緊急対応システム運用開始。23,000km実施。 |

イ) 車両台貫検査

道路損傷の大きな原因の一つには過積載車両の通行があるため、DOHは2013年現在、全国に計69箇所の車両重量を測定する台貫所を設けて、過積載車両の取締りを行っている。さらに、車両重量計測と車両の写真撮影を自動で行い、取得データをサーバへ送れるバーチャル台貫所を2013年に2箇所設置している。

2013年には車両の重要測定を計30,744,665回実施し、1,393台の過積載車両を発見した。過積載車両率は低下してきており、2009年には8.2%だったものが、2013年には4.5%にまで改善されている。

表 45 過積載車両データ

| Fiscal year | Number of weight station | Number of weighted vehicles | Number of overweight vehicles | Number of overweight vehicle | Overweight vehicle per 100,000 vehicles |
|-------------|--------------------------|-----------------------------|-------------------------------|------------------------------|---|
| | Nos. | Nos. | Nos. | % | Nos. |
| 2009 | 59 | 18,989,177 | 1,566 | 0.008 | 8.2 |
| 2010 | 64 | 21,670,726 | 1,150 | 0.005 | 5.3 |
| 2011 | 67 | 26,758,599 | 1,647 | 0.006 | 6.2 |
| 2012 | 69 | 25,045,686 | 1,351 | 0.005 | 5.4 |
| 2013 | 69 | 30,744,665 | 1,393 | 0.004 | 4.5 |

ウ) 長寿命化技術

DOHは舗装の長寿命化技術を採り入れているので、その状況を説明する。

- アスファルトにゴムやエポキシ樹脂等の改質材を加え、耐久性を向上させた改質アスファルトの使用はタイ国でもかなり広まっており、現地業者でも問題なく施工ができる状況である。
- コンポジット舗装は、コンクリート版の上にアスファルト舗装を載せた舗装で、コンクリート舗装が持つ耐久性と、アスファルト舗装が持つ走行性、維持管理の容易さの、両者のメリットを併せ持つ舗装である。コンポジット舗装はバンコク首都圏で試験施工を実施済みだが、耐久性を期待して弱い地盤の地域で用い

たため、短期間でクラックが生じた結果、不適切な技術という評価がタイ国では定着している。さらに、コンポジット舗装に適した骨材の確保が困難という問題もある。また、通常の舗装より価格がかなり高くなることも、導入の課題である。

- 粗骨材率を高めることにより耐久性を向上させたSMA舗装は、すでにDOHが一部の道路の交差点付近等、耐久性が要求される箇所では試験的に採用している。結果はよく評価されている。

エ) 維持管理研修

維持管理システム開発課 (Maintenance System Development Section) では、職員に維持管理研修を毎年行っており、ここでは予防保全の重要性、PMSシステム利用方法、舗装の劣化曲線、LCCの考え方等を体系的に教えて、職員の意識啓発と技術レベルの向上を図っている。

【地域事務所】

地域事務所の仕事は道路網現況把握 (点検)、予算請求、配布された予算の執行であり、目視巡回により現況を把握し、評価のためのデータを整備している。計測車両による路面性状調査は全国にわたり本局が実施しており、地域事務所では要所で写真撮影と目視による評価を行い、本局が行う路面性状調査を補完している。修繕予算請求のための概略設計には IRIの値等、本局から提供される路面性状計測値も用いられる。目視巡回で行う路面性状評価については点検マニュアルも整備されているが、管内の道路は交通量が多く、点検マニュアル通りの評価は行えないため、独自にアレンジしたマニュアルを用いている。

維持工事の実施マニュアルも整備されている。地域事務所は修繕工事一件ごとに優先順位付けをして本局に予算要求する。本局はこの優先順位も参考にして、他の優先プログラム (洪水対策、観光振興等) も勘案しながら全国の地域事務所の年度ごとの実施プログラムを作成する。地域事務所はこのプログラムに基づき修繕工事を実施する。地域事務所では、配布された修繕予算を再配分する権限はない。

交通量調査は、本局が全国の定点観測地点での自動計測を、地域事務所があらかじめ定められた観測地点でマニュアル計測を行っている。

地域事務所の職員は毎日目視・写真撮影による点検を行っている。以下に、地域事務所の1つである Samutsakhon Highway District の例について記述する。

当該事務所の管理道路は8路線からなり、2車線換算道で490km (管理道路の半分以上は6車線以上) の道路延長である。事務所では4つの点検・維持管理チームを形成して日常点検を行っている。1チームは1名の長と2名の技術者、20~30名の作業員から成り、作業員が毎日点検を行っている。点検結果は、台帳と写真

記録としてコンピュータ上に格納され、日常維持作業に活用されるほか、維持管理費用の算定の基準となる歩掛りの妥当性の検証に利用される。

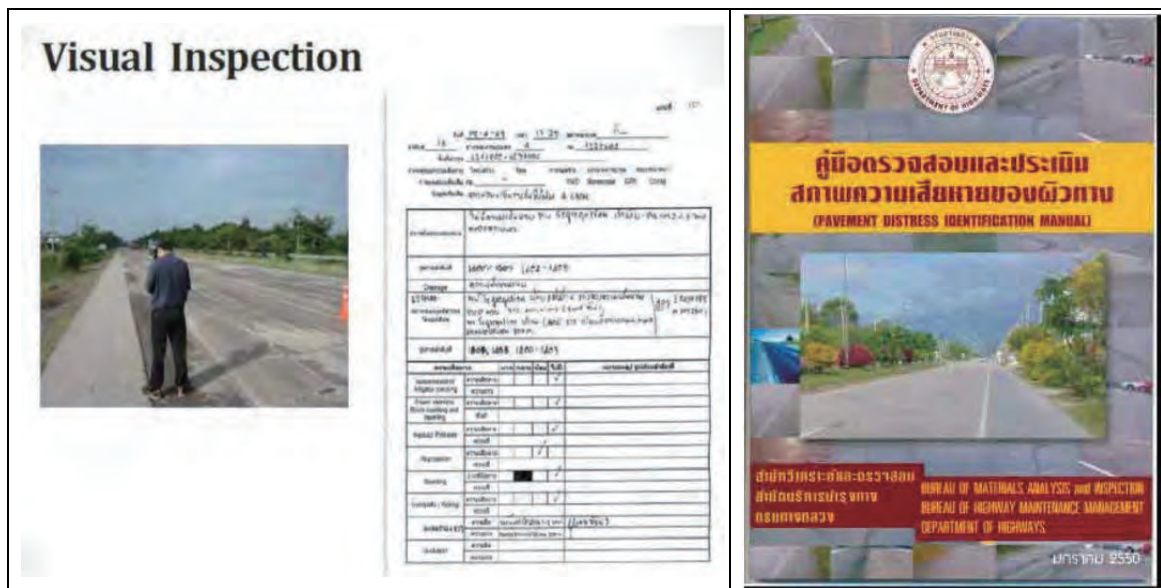


図 53 メンテナンスマニュアルと点検シート

出典：DOH

3) 評価 (Check)

DOHが2012年に行った全国路面性状調査結果を次表に示す。全国平均のIRIは2.85m/kmとなっており、いずれの地域でも規定値の3.5を下回っている。

表 46 全国路面性状調査結果 (2011年12月から2012年4月測定)

| Results of IRI Survey for Asphalt Pavement Highway (December 2011-April 2012) | | | |
|--|--------------------|-----------------------|---------------------|
| Part | Bureau of Highways | Survey Distance (Km.) | Average IRI (m/Km.) |
| Northern Part | 1 | 2,709.37 | 3.36 |
| | 2 | 2,604.96 | 3.08 |
| | 4 | 2,522.60 | 3.16 |
| | 6 | 2,537.30 | 2.73 |
| | Total | 12,220.61 | 3.14 |
| North-East Part | 3 | 2,699.47 | 2.57 |
| | 5 | 2,670.31 | 2.88 |
| | 7 | 2,801.76 | 2.90 |
| | 8 | 3,235.75 | 2.57 |
| | Maharakham | 1,935.31 | 2.51 |
| Central Part | Total | 13,342.60 | 2.69 |
| | 9 | 2,903.04 | 3.09 |
| | 10 | 2,425.73 | 2.70 |
| | 11 | 1,752.41 | 2.85 |
| | 12 | 3,399.34 | 2.91 |
| Southern Part | Total | 10,480.52 | 2.90 |
| | 13 | 2,584.11 | 2.61 |
| | 14 | 3,368.98 | 2.49 |
| | 15 | 1,884.80 | 3.11 |
| | Krabi | 2,287.17 | 2.62 |
| Whole Country | 46,178.79 | 2.85 | |

出典：DOH

全国道路網性状調査結果、交通量調査結果、地域事務所から提出される Periodic と Special Maintenance の予算案等は、中央の CRD に 集約され、適宜、必要とされる評価項目に応じて適切な情報（ヒストグラム、地図情報等）として出力される。

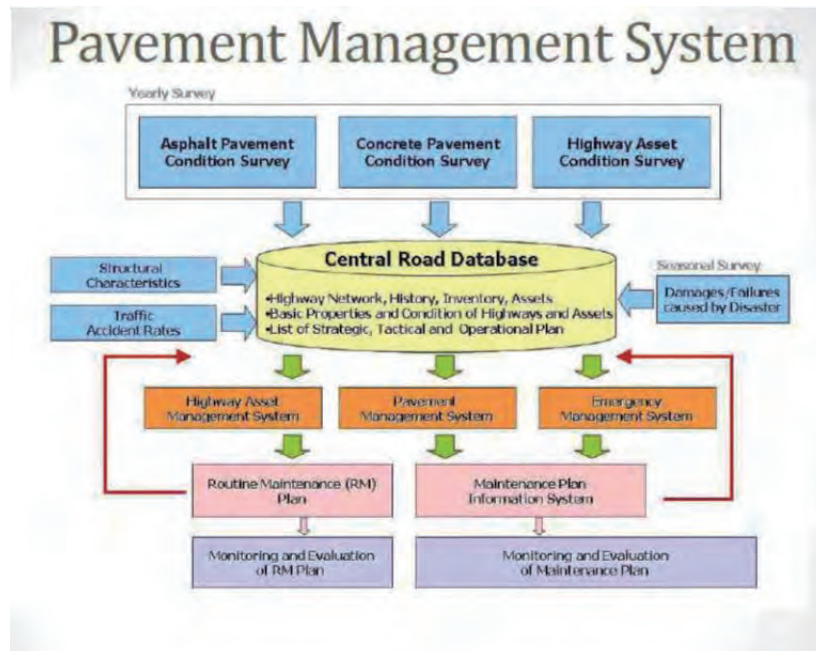


図 54 データベースの構造

出典：DOH

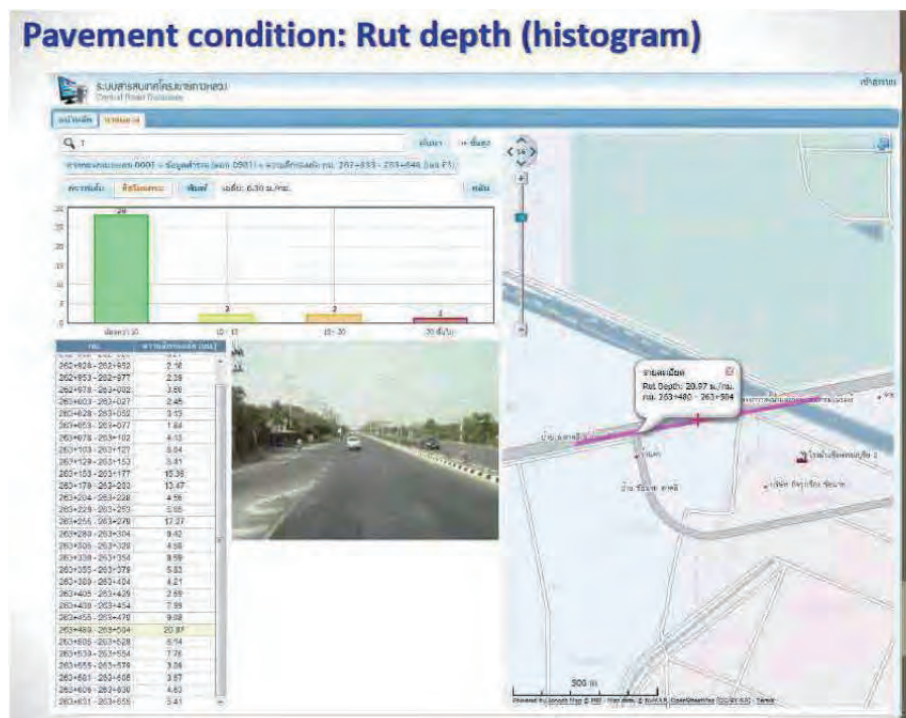


図 55 舗装維持管理システム

出典：DOH

DOHでは下記のデータベースシステムを整備している。

- 中央道路データベース (CRD)
- ロードネット (ROADNET)
- 高速道路アセットITプログラム
- タイランド舗装管理システム (TPMS)
- 予算積算プログラム
- 災害対応、緊急対応プログラム

4) 見直し (Action)

TPMSの運用実績はまだ十分ではなく、ガイドライン的な扱いで、計画策定にはまだ本格的に活用されていない。データベースによる評価結果に基づいて、計画の見直しを行うことは、今後の課題となっている。

(3) 橋梁

1) 橋梁の概要

タイ国では橋梁建設は1980年代から盛んに行われ、現在に至っている。バンコク都内では、大型車の通行が規制されているため、橋梁の劣化・損傷の主な原因となる過積載車両は少なく、既存橋梁の状態も比較的良好である。図56に示すように、DOHの管理橋梁は、建設後30年以上の橋梁の数が全体の約1/3を占めているが、現在でも道路・橋梁の新規建設に重点が置かれており、また落橋等人命に関わる重大な事故も発生していないため、橋梁維持管理に対する社会の関心が低いのが現状である。

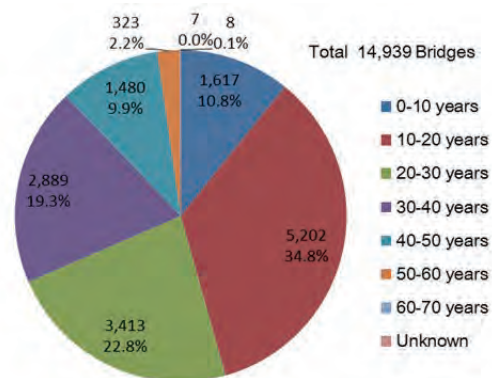


図 56 DOHが管理する橋梁の建設後経過年数別橋梁数 (2014年2月現在)

出典：DOH

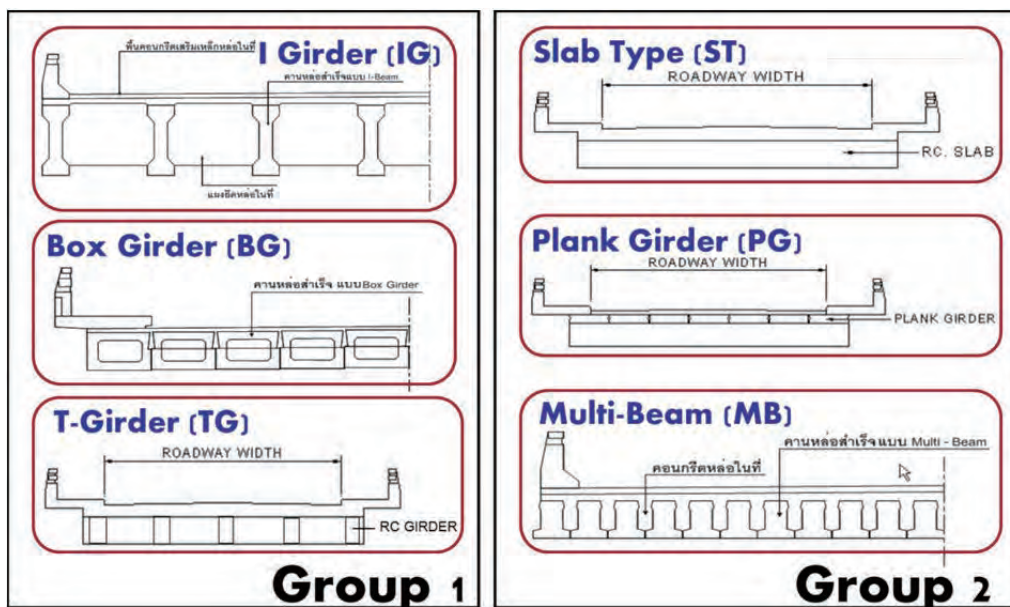


図 57 DOHが使用している橋梁の形式分類

出典：DOH

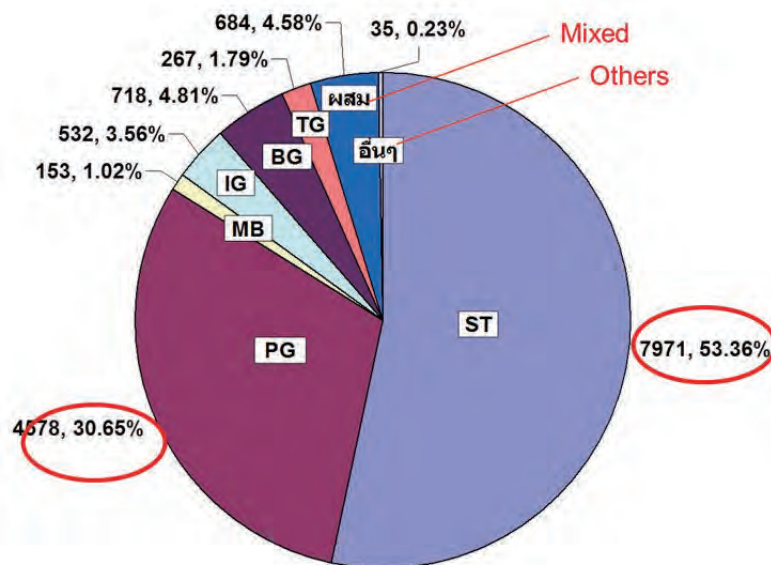


図 58 種類別橋梁数

出典：DOH

2) 計画 (Plan)

橋梁の点検・分析・評価は、2006年に作成された Bridge Inspection, Analysis and Evaluation Manual、橋梁の維持管理は、2006年に作成された橋梁維持管理マニュアル Bridge Repair and Maintenance Manual に従って実施されている。

橋梁の維持管理については、橋長が10m以上の橋梁は、本局の Bureau of Bridge Construction が現在10名の職員で特別点検・維持管理、橋面舗装打ち替え等の修繕を担当している。一方で、橋長が10m以下の橋梁は、地方事務所が点検と維持管理を担当している。

3) 実施 (Do)

DOHの橋梁点検方法として、以下の3種類の方法が実施されている。

定期点検 (橋長10m以下、Routine Inspection)

地域事務所の職員が2年に一度の頻度で全ての橋梁を対象に実施する。点検の方法は、橋梁の全景写真を3方向から撮影してBMMS (Bridge Maintenance and Management System) に保存し、もし損傷があればその程度を確認してBMMSに入力する。

定期点検 (橋長10m以上、Principle Inspection)

Bureau of Bridge Construction の傘下で、全国に4箇所ある Bridge Construction and Rehabilitation Center が4~6年に一度の頻度で全ての橋梁を

対象に実施する。点検の方法は、橋脚、上部工、壁高欄等全ての部材の写真を撮影してBMMSに保存し、もし損傷があればその細部の写真をBMMSに保存するとともに損傷の程度についてのコメントも入力する。

特別点検 (Special Inspection)

洪水等の災害が発生した後に、被害を受けた橋梁を対象にBureau of Bridge Constructionの職員が直接点検を実施する。

ひび割れについては、重大なものだけをクラックスケールと呼ばれる専用定規を使用して計測している。点検マニュアルは存在するものの、実際には点検作業は技術者の経験に基づいており、点検者の力量により個人差が生じやすい。また、点検結果が電子データで管理されておらず、劣化・損傷の継続的な観察や他橋との比較等を行うことは難しく、損傷傾向の分析や劣化予測もなされていないのが現状である。

4) 評価 (Check)

DOHのBureau of Research and Developmentでは、2008年ごろより橋梁のデータベース開発を始めた。その後2011年に、DOHのBureau of Bridge ConstructionがBMMS (Bridge Maintenance and Management System)の開発をカセサート大学に委託して、2012年8月に完成した。

このシステムはウェブ上で管理が行われ、GISに対応しており、各橋梁の橋梁タイプ、材料、建設年、交通量、道路の重要性等の情報を整理することにより健全度を判定し、適切な時期に適切なコストで補修することを目的としている。また最近では、タブレット端末からBMMSにアクセスしてデータのダウンロードや更新等ができる「iBRIDGE」が外部コンサルタント会社によって開発され、現在、Bureau of Bridge Constructionは25台のタブレット端末を所有している。BMMSへの入力項目としては、橋梁コード、橋梁名、架橋タイプ（河川橋、跨線橋等）、架橋位置、路線名、幅員、上部工形式等があり、これらの基本情報とともに写真データや図面データを保存することができる。



BMMSは、① Inventory、② Inspection、③ Evaluation/Analysis、④ Prioritization/Budgeting、⑤ Output/Report、⑥ Data Administration、⑦ Help Menuの7つのモジュールで構成されている。

① Inventoryについては、DOHの研究開発局 (Bureau of R&D) が2008年に

作成を開始した橋梁のデータベースを基にしている。

- ② **Inspection** については、自らマニュアルを作成し、DOH職員への教育も行っている。点検はDOHの要求・技術に応じてカスタマイズしてある。
- ③ **Evaluation/Analysis** については、3つの評価を実施している。1つ目は部材や損傷の形態に即した修繕方法と費用、2つ目は残存寿命の予測、3つ目は耐荷力の予測である。DOHは簡便な方法により、一般橋梁（スラブ橋、ボックスガダー橋等）の寿命を評価している。斜張橋や高架橋は含まれていないが、現在研究中である。
- ④ **Prioritization/Budgeting**については、5つの要素から算定したスコアをもとに判断している。5つの要素とは、1. 損傷度、2. 日平均交通量、3. 道路クラス（1桁から4桁まで）、4. 対策遅延による影響、5. 橋梁の価値である。橋梁の価値の基準は、歴史的橋梁、経済価値の高い橋梁、国際関係の面から通行止めを起こしてはならない橋であり、約20 橋梁に対して、予算が最優先で割り当てられる。例えば100ドルの予算を4地域に配分する際、80%は多少の凸凹は許容しつつ各地域に配分され、残り20%は地域に関係なく配分されるが、損傷があるところに優先的に配分される。

BMMS のデータは本来、維持管理コストの算出や補修する橋の優先順位付け、また中長期の維持管理予算計画を策定する際に活用できるものであるが、点検や健全度評価を行う職員の数や知識が不足しているため、DOHが管理する約14,939橋分の膨大なデータの整理は進んでいない。現在のデータ整理状況は、約5,000橋の橋梁基本情報入力と現場写真のアップデートが完了しているものの、残りの約10,000橋については橋梁名等一部の基本情報が入力できた段階である。なお、2014年7月の現地調査時点ではシステムが長期間故障しており、システムの維持管理能力にも問題があるようである。BMMSを今後十分に活用していくためには、職員の点検技術の向上、健全度判定に関する分析技術の向上、劣化予測能力の向上、組織能力強化等の改善をしていく必要がある。

5) 見直し（Action）

予算申請は単年ごとに行われているが、そのプロセスは、地域事務所の職員による日常点検で損傷箇所をリストアップして本局へ報告し、本局が優先順位付けを行い、次年度の予算申請を行っている。優先順位付けは現場写真をもとに行われており、補修にかかる数量や費用算出の根拠としては改善の余地がある。本来は、BMMSのデータベースを活用して定量的な根拠を基に予算申請を行うのが基本であるが、その流れを確立するためには、本局及び地方事務所職員の点検技術や分析技術の向上、組織能力強化を行う必要があり、時間がかかる。

6) 橋梁の維持管理予算

橋梁の維持管理予算獲得のための手続きフローを下図に示す。通常点検・維持管理の場合と災害時等異常時点検・維持管理の場合とでは、予算獲得までの手続きは異なっている。

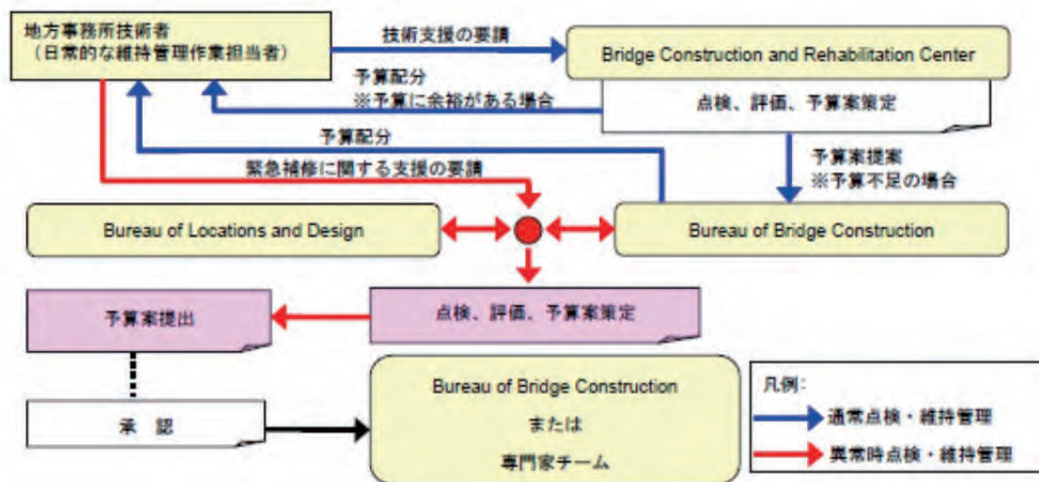


図 59 DOH の橋梁維持管理予算獲得フロー

出典: 日本 の 先端 測量 機器 及び 計測 技術 を 活用 した 構造 物 の 3D 維持 管理 手法 普及 に 係る 案件 化 調査

(4) アセットマネジメントの現状と課題

新設道路を建設する際に、その年の新設予算が建設予定道路延長分に不足する場合に、アスファルトコンクリートの施工を2段階に分けた施工が行われている。例えば厚さが計15cmの舗装を、第一段階に10cm、第二段階に5cmとして、第二段階を将来施工する計画とする。しかし実際には、第一段階のみが施工されて、第二段階は行われなままとなる問題が発生している。この道路建設単価が実績値として認識された結果、十分な新規建設予算が獲得できない状況になっている可能性が推測される。

アセットマネジメントの要となる工学的・経済的なマネジメントの分野において、現在、点検の強化、データベースの強化に取り組んでいる。また、長寿命化技術の研究や試行も行っている。それらの知識と技術の研修を定期的実施して、職員の維持管理技術能力の向上と意識改善に努力している。予防保全予算の比率が増加しているのは、その効果によるところがある。

実務レベルではアセットマネジメントの重要性をよく理解し、かなりの努力を行っているため、これを支援するための仕組み、例えば長寿命化を推進する上位計画を設けること等が重要である。

4.4.3 運輸省地方道路局 (DRR)

(1) 概要

1) 施設概要

DRR (Department of Rural Roads) は主にタイ国全土の地方道路ネットワークの建設及び維持管理を担当している。DRRが維持管理をしている道路の総延長は約40,000km、構造物の数は約8,000 (うち橋梁は約4,100橋、残りはボックスカルバート等) あり、橋梁については地方部のみならず、バンコク都内のチャオプラヤ川に架かる橋も管理している。

2) 実施体制

DRRは本局、18の地方局 (Regional Bureau)、76の地方事務所 (Provincial Office) で構成されており、地方事務所の下に376の出張所を設ける組織拡充を開始している。日常管理 (Daily Inspection, Routine Maintenance) のための現場到達時間を2時間以内とすることを目的としたものであり、既に81の出張所が設立されている。

DRRの組織は、局長 (Director General) の下に3名の副局長 (Deputy Director General) と1名の技師長 (Chief Engineer) がいる。加えて、本局には12の部と1つのセンター、3つの室が設置されている。

地方局と地方事務所には、計1,600名の正職員、計1,800名の契約職員が所属しており、出張所の拡充とともに職員数の増大が計画されている。

DRRの役割は、地方道の建設、管理、ネットワーク確保に加え、標準図面、仕様書、点検・評価マニュアル等、計画から維持管理までの地方自治体の教育であり、具体的には地方事務所に地方自治体の職員を招いて研修を実施したり、DRR職員が地方自治体に出向いて指導したりしている。

バンコク都内の橋梁の維持管理については、本局にある橋梁建設部 (Bureau of Bridge Construction) 及び維持管理部 (Bureau of Road Maintenance) が担当しており、地方部の橋梁の維持管理については、18の地方局 (Bureau of Rural Road 1-18) が担当している。

3) 財務状況

2012年の予算の配分額は、29,597百万バーツでそのうち維持管理費は道路・橋梁あわせて13,500百万バーツ (約337.5億円) であった。これは、予算要求額の約20%とのことで、内訳は以下の通りである。

- ・ Routine (47,436km) 2,555百万バーツ (63.9億円)
- ・ Periodica (830 km) 2,135百万バーツ (53.4億円)
- ・ Special (410 km) 1,722百万バーツ (43.1億円)

- ・ Emergency 80百万バーツ (2.8億円)
- ・ Survey & Inspection 126百万バーツ (31.5億円)

DRRの予算は2013年が33,951百万バーツ、2014年が38,045百万バーツ、2015年の予算は40,597百万バーツと純増している。2015年の維持管理費用は21,256百万バーツと予算全体の53%を占めており、維持管理費用は増加傾向にある。

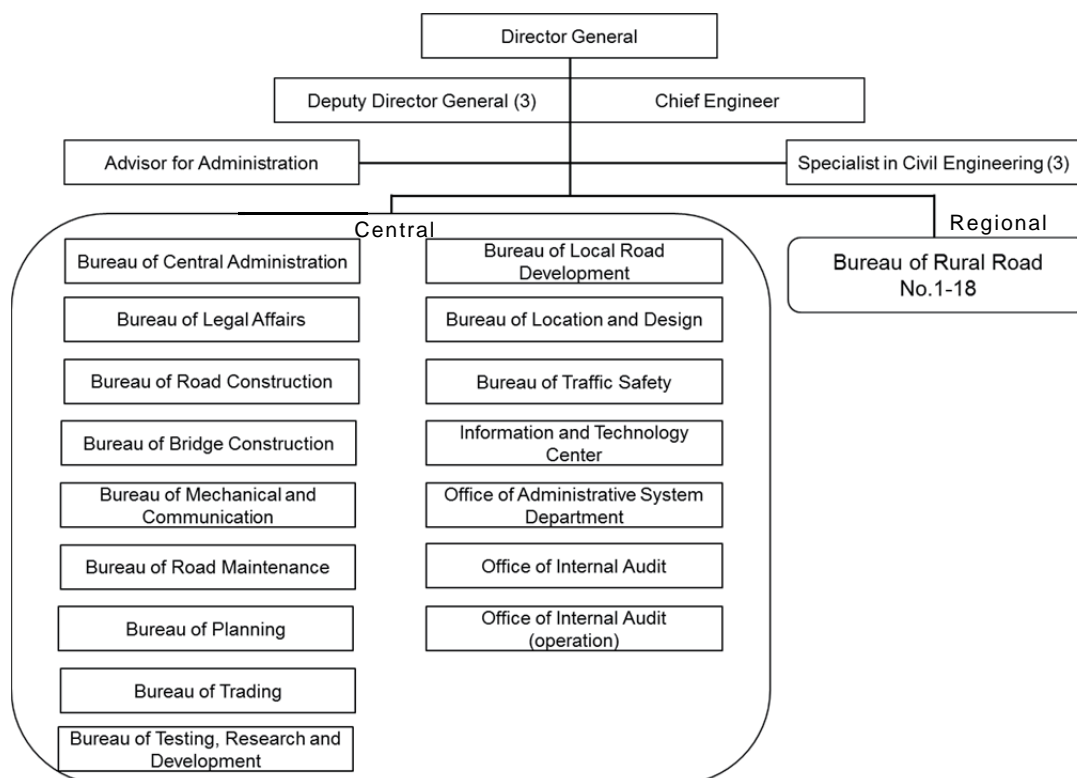


図 60 DRRの組織図

(2) 舗装

1) 計画 (Plan)

本局では期間3年の中期計画と年次計画を作成している。地方局では3年間の中期計画を作成している他、出張所毎に年間計画、四半期計画、月間計画、週間計画を作成している。

DRRでは、予算計画・予算配分のツールとしてPMMS (Pavement Maintenance Management System) と呼ばれるPMSを2005年に導入した。DRRは多くの種類の道路を管理しているため、PMMSはパラメータ、入力データ、最適化の方法もDOHが使用しているTPMSとは異なっている。便益の算定にも人口や地域の状況も加味する必要がある。

PMMSは、WEBベースのアプリケーションの7つのモジュールから構成されている。

- Road Inventory Module (道路インベントリーモジュール)
- Road Condition Database (道路コンディションデータベース)
- Treatment Strategy Analysis Module. (補修戦略分析モジュール)
- Budget and Cost Database (予算・費用データベース)
- Prioritization Analysis Module (優先順位分析モジュール)
- Maintenance History Database (補修履歴データベース)
- Presentation and Reporting Module (プレゼン・レポートモジュール)

しかしながら、まだ予算案作成にこのシステムは活用されておらず、現在はデータの蓄積とその活用方法を研究している段階である。

現在行われている予算案の作成方法は、実際に道路建設と維持管理業務を実施している各出張所が次年度予算案を作成し、それを地方局へ提出する。地方局では各出張所から提出された予算案を審査・調整して地方局の予算案を作成し、本部へ提出する。本部は各地方局から提出された予算案と、本部部署から提出された予算案等、全ての予算案を審査し調整したうえでDRR全体予算案を作成し、運輸省 (MOT) へ提出する。MOTがDRRの予算を決めた後に、DRRは各本部部署と各地方局の最終予算を決め、地方局は各出張所の予算を決める。

道路建設予算は毎年少しずつ増加しているが、維持管理予算はほとんど増加しておらず、現状の2倍くらい必要であるとバンコク都内の地方局長は言っている。

維持管理予算は、Routine、Periodic、Special、Emergency Maintenanceの4つに分かれている。Routine Maintenance予算は日常業務の点検・維持管理に充てられ、Periodic Maintenanceは舗装のオーバーレイ工事等主に外注で行う予算である。Special Maintenanceは更新等の大規模な工事である。Routine Maintenance予算は管理道路延長当たりの単価が決まっており、現在は2車線道路1km当たりが30,000パーツである。Periodic Maintenance予算は、各出張所が

個別に積算をして予算案を作成し、本部へ申請する。本部は、通常は申請受理後に、根拠として舗装のベンケルマンビーム調査の実施を求め、地方局または出張所が調査した結果報告をもとに予算を承認する。なお、プロジェクトごとの積算には、PMSデータベースを用いている。



図 61 ベンケルマンビーム調査例

出典：DRR

2) 実施 (Do)

点検と維持管理は本部と地方局が下記の通り役割分担をして行っている。

| 作業項目 | 担当部署 |
|---------------------|------|
| 路面性状調査 | 本局 |
| 路面性状調査データベース管理 | 本局 |
| 舗装の点検と維持管理 | 地方局 |
| バンコク都内の大規模橋梁点検・維持管理 | 本局 |
| 一般的橋梁の点検・維持管理 | 地方局 |

DRRでは、チュラロンコン大学との共同により、独自の路面性状調査車 (Rosy Car : Road Survey Car) を開発し運用している。Rosy Carには、舗装路面を撮影するカメラ、GPS等の機材を搭載し、平坦性 (IRI値) の計測を実施している。現在、DRRでは5台のRosy Carを保有しており、さらに次年度、3台を開発する予定としている。しかし、まだ十分なデータが取得できていないため、実用段階に達していない



図 62 開発した路面性状調査車（Rosy Car）

出典：DRR

3) 評価（Check）

道路維持管理に関して3つのシステム（PMMS：Pavement Maintenance Management System、RMMS：Routine Maintenance Management System、CRD：Central Road Database）が稼働している。

橋梁については、JICAの支援によりBMSが2013年に構築されており、その際に、整合性のある点検データを取れるように、点検マニュアルの整備や職員の訓練等が行われている。その後、DRRはコンサルタントへ委託して、2,000橋梁の点検を行って、点検データをBMSへ保存している。点検は目視による簡単なもので、委託費は7,000パーツ/橋梁で、計14百万パーツであった。残りの約6,000の橋梁の点検は、DRRの地方局が3年以内に完了させ、点検データをBMSに入力する計画である。

なお、DRRは全体会議を毎週行っており、地方局長もTV会議で参加している。

(3) 地方局のマネジメント

バンコク都内の地方局を調査した結果を記載する。

1) 施設概要と実施体制

管轄区域内の道路延長は、2車線道路として約16,000kmで、そのうちの90%以上がアスファルト舗装で、約10%がコンクリート舗装、40~50kmがラテライト道路である。コンクリート舗装の施工単価はアスファルト舗装の2倍くらいであるが、コミュニティ道路等は維持管理が難しいため、高価だが維持管理が不要で耐用年数の長いコンクリート舗装を採用するケースが多い。

各出張所の職員数は、正職員（permanent staff）が10～20名、契約社員（temporary staff）が10～20名、日雇い労働者（casual worker）が10～20名と、計40～50名である。地方局事務所の職員数は約50名であるため、地方局No.1全体の職員数は約300名である。出張所の職員の役割分担は特になく、一人が建設、点検、維持管理等あらゆる作業を行っている。各出張所は建設機材や車両も所有している。

2) 計画（Plan）

計画は、3年間の中期計画を作成している他、出張所毎に年間計画、四半期計画、月間計画、週間計画を作成している。

3) 実施（Do）

【点検・維持管理】

各出張所は、作業員が所有する機材を使って、道路の建設及び点検・維持管理を行っている。地方局内で共通の道路点検シートと橋梁点検シートを使用しているが、DRRでは2014年8月1日から道路点検用にタブレットの試行を開始したため、バンコク都内の地方局で現在は道路点検シートを使用していない。PMMSのデータベース(CRD: Central Road Database)に点検データを入力するのは各地方局と出張所の役割である。



PMMSのホームページ



現地写真が保存され閲覧できる。

橋梁点検については、地方局が点検シートを使って点検し、データ管理をしており、異常が認められた場合のみ本部へ連絡している。JICAが作成したBMSは本部の部署が直接管理しているため、バンコク都内の地方局では使用できるようになっておらず、その存在も知られていなかった。つまり、橋梁点検については、従来の方法から新しい方法への過渡期にあると思われる。

【調査・設計・データベース】

バンコク都内の地方局にある調査設計室には、正社員2名と契約社員4名が勤務しており、6名全員がPMMSとAUTO CADを使用できる。ここでは、PMMSに保存されている道路区間長、履歴データ、交通量データ、状況写真、現地調査状況説明等のデータを参照して、現地測量、交通量調査、設計、積算、発注図書作成、道路に損傷が発生した際の瑕疵の確認等の業務を行っている。この調査設計室が地方道路局内の工事の発注図書を作成しながら、履歴データ管理及び図面の更新も確実にやっている。なお、図面は、CADで図面作成するようになってからは電子データで、それ以前の多くの図面は紙で保管している。

PMMSはGISではなく、シンプルなデータベースであり、出張所でも日常的に日常業務に十分に活用されている。PMMSはCRDに組み込まれており、利用する際にはCRDにログインしてからPMMSに入るようになっている。出張所でアクセスできるデータは管轄管内のデータのみと制限されている。

4) 評価 (Check)

地方局では毎月、技術会議と総務会議の2種類の会議を行っている。技術会議は、各出張所の責任者が地方局に集まって、進捗報告を行い、問題や対策等について議論し、計画通りに進捗するよう調整している。年間計画表には、毎月の計画目標値として工事延長 (km) と金額が記載され、そこに毎月の進捗を記載して、累計進捗を折れ線グラフで描いて、乖離をモニタリングしている。

一方、総務会議は、会場を各出張所持ち回りで行っており、各出張所の担当者が他の出張所の運営方法を実際に見られるようにしている。

(4) 橋梁

2002年にDRRが設立されて以来、バンコク都内の橋梁の建設はバンコク都が行い、中央政府 (運輸省) は建設費の負担 (40%) のみを行うことになっている。従って、DRRの業務としては、バンコク首都圏では既設橋梁の維持管理とバンコク都外のDRR管轄橋梁の建設と維持管理を担当することになっている。

DRRには橋梁維持管理に関するマニュアルが複数存在し、混乱していたが、JICAの技術協力によって整理されて、現在はそれが使用されている。

維持管理部には、管理、計画、維持管理システム、道路維持管理と橋梁維持管理のグループがある。チャオプラヤ川架橋のうち鋼トラス橋3橋、PC箱桁橋7橋については、維持管理部に属する課が維持管理を担当している。一方、斜張橋については、橋梁建設部 (Bureau of Bridge Construction) の担当課が維持管理を行なっている。さらに橋梁建設部には地方橋の点検を担当する課 (Bridge Inspection Division) が置かれている。

(5) 日本の技術協力

1) タイ国橋梁維持管理計画調査（チャオプラヤ川架橋）（2011年）

JICAの技術協力として、下記のプロジェクトが実施された。

- ① DRRが所管するチャオプラヤ川12橋の点検とその健全性の把握
- ② チャオプラヤ川12橋の維持管理計画の策定
- ③ DRRの橋梁維持管理体制の提案
- ④ 維持管理能力の技術移転

2) タイ国地方における橋梁基本計画作成・橋梁維持管理能力プロジェクト（2013年）

JICAの技術協力として、下記のプロジェクトが実施された。

- ① DRR が管理する8,000 橋の橋梁点検計画の作成及び橋梁点検パイロットプロジェクトの実施
- ② 橋梁維持管理システム（Bridge Maintenance Management System、以下BMMS）の整備支援
- ③ セミナー、ワークショップ及びトレーニングの実施
- ④ DRR が作成した橋梁整備基本計画のレビュー及び助言のとりまとめ

(6) アセットマネジメントの現状と課題

DRRとDOHはほぼ同じ状況にある。アセットマネジメントの要となる工学的・経済的なマネジメントの分野において、現在、点検の強化、データベースの強化に取り組んでいる。それがある程度、整備・強化されて、データの精度が確保された後に、LCC分析等の経済的なマネジメントの強化に取り組める状況に至る。DRRでは経済的なマネジメントへ進む段階に来ていることを認識しており、そのための技術支援を要望している。

アセットマネジメントで重要な長期的視点でのマネジメントについては、それらの強化の成果がある程度現れることと、組織全体の企画機能の強化等が必要である。

4.4.4 タイ高速道路公社 (EXAT)

(1) 概要

1) 施設概要

タイ高速道路公社(EXAT: Expressway Authority of Thailand) はバンコク首都圏及び近郊の有料高速道路の建設及び維持管理を担当している。2012年時点で全8路線、総延長207.9kmの高速道路を運営している。8路線のうち2路線は民間会社のバンコク高速道路株式会社(BECL社)とバンコク北部高速道路株式会社(NECL社)がBTO (Build-Transfer-Operate) 方式契約に基づいて、運営・管理を行っている。従って、EXATが直接維持管理しているのは137.9kmで、BECL社とNECL社がそれぞれ38.4km、32kmを維持管理している。

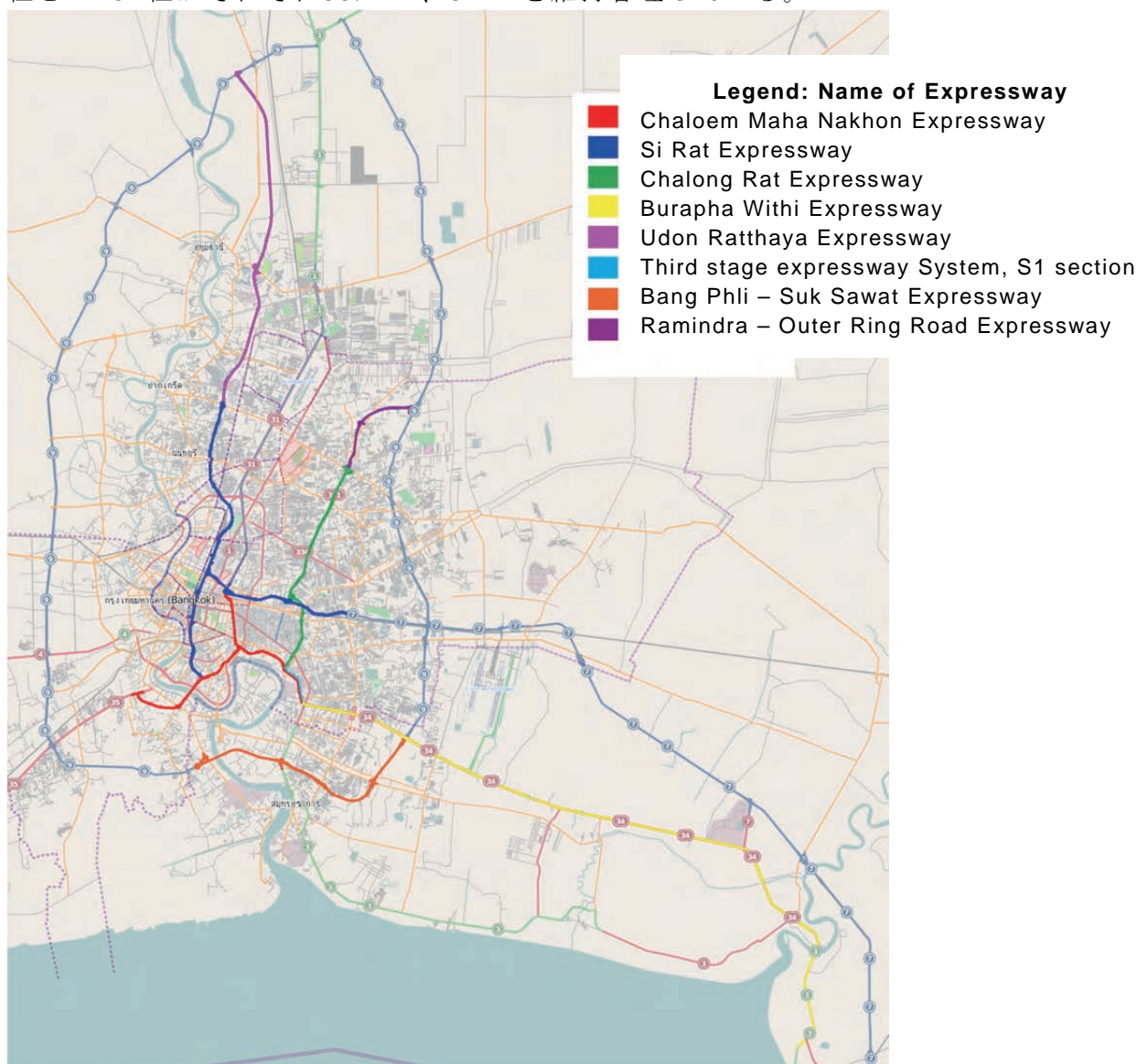


図 63 EXATの管轄する高速道路

出典 : OpenStreetMap image

表 47 EXATの管轄する高速道路一覧

| No | 道路名 | 供用開始年 | 道路延長(km) | 維持管理組織 |
|----|---|-------|----------|--------|
| 1 | The Chaloem Maha Nakhon Expressway | | | |
| 1a | Din Daeng Port section | 1981 | 8.9 | EXAT |
| 1b | Bang Na port section | 1983 | 7.9 | EXAT |
| 1c | Dao Kanong port section | 1987 | 10.3 | EXAT |
| 2 | The Si Rat Expressway | | | |
| 2a | Ratchadapisek road passing Phayathai interchange and RamaIX road | 1993 | 12.4 | BECL 社 |
| 2b | Payathai interchange to Chaloem Maha Nakhon expressway | 1996 | 9.4 | BECL 社 |
| 2c | Rathcadapisek road to Chaeong Watthana road | 1993 | 8.0 | BECL 社 |
| 2d | Rama IX road to Sri Nagarindra road | 2000 | 8.6 | BECL 社 |
| 3 | The Chalong Rat Expressway | | | |
| 3a | Ram Inthra at KM 5.5 to Narong | 1996 | 18.7 | EXAT |
| 3b | Ram Inthra road linking to Outer ring road connecting to Chalong Rat expressway | 2009 | 9.5 | EXAT |
| 4 | The Burapha Withi expressway | 2000 | 55.0 | EXAT |
| 5 | The Udon Rattaya Expressway | 1999 | 32.0 | NECL 社 |
| 6 | The Bang Na-At Narong Expressway | 2005 | 4.7 | EXAT |
| 7 | The Bang Phli-Suk Sawat Expressay | 2007 | 22.5 | |
| 8 | The Access Road links Bang Phlisuk Sawat Expressway to Burapha Withi Expressway and Outer Bangkok Ring Road | | | |
| 9 | The Elevated Access Road in the South of Suvarnabhumi Airport link with the Burapha Withi Expressway | | | |
| | Total road length owned by EXAT | | 207.9 | |
| | Total road length maintained by EXAT | | 137.5 | |

出典：EXAT資料より調査団作成

高速道路を供用年数別に見ると、供用開始から30年以上のものが16.8km（8%）、20年から30年が27.1km（13%）、10年から20年が124km（61%）、10年以下が36.7km（18%）となっており、全体的に新しい施設である。

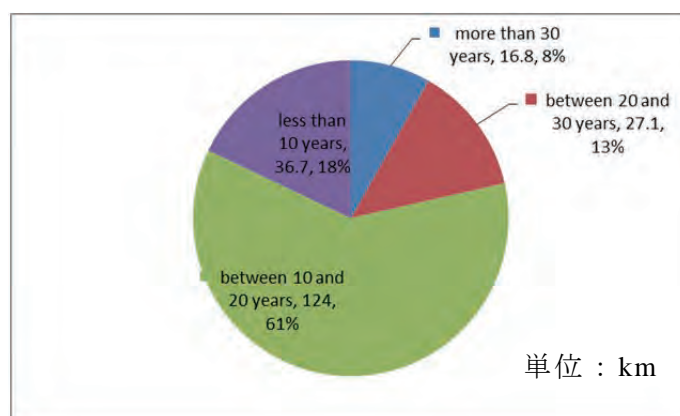


図 64 EXATの道路の供用年数別分類

出典：調査団作成

高速道路の構造は、ほとんどがPCコンクリート構造の高架橋であり、一部が盛り土構造で、その他に下記に記す2つの長大橋がある。

表 48 EXATの管轄する長大橋一覧

| 橋名 | Rama 9 Bridge | Kanjanapisek Bridge |
|--------|---------------|---------------------|
| 構造形式 | 斜張橋 | 斜張橋 |
| 川名 | Chao Phraya川 | Chao Phraya川 |
| 車線数 | 3車線×2 | 4車線×2 |
| 橋長 | 781.20 m | 941m |
| 幅 | 33m | 36.7m |
| 高さ | 87m | 187.6m |
| 最長スパン | 450m | 500m |
| クリアランス | 41m | |
| 供用開始年 | 1987 | 2007 |

2) 実施体制

維持管理局（Maintenance Department）の中に、下記の4つの部がある。

- Expressway maintenance division
- Building and general property maintenance division
- Equipment maintenance division
- Equipment and mechanical equipment and vehicle division

上記の道路維持管理部（Expressway maintenance division）が、主要な道路施設の点検・維持管理を行っているが、その主な作業分担を次表に示す。

表 49 道路維持管理部内の組織の役割分担

| 名称 | 英語名称 | 担当作業 |
|------------|--------------------------------------|------------------|
| 維持管理計画課 | Maintenance Planning Section | 高架橋の下部構造の点検・維持管理 |
| 点検・維持管理課 1 | Inspection and Maintenance Section 1 | 上部構造の点検・維持管理 |
| 点検・維持管理課 2 | Inspection and Maintenance Section 2 | 上部構造の点検・維持管理 |
| 橋梁維持管理課 | Bridge Maintenance Section | 橋梁の点検・維持管理 |

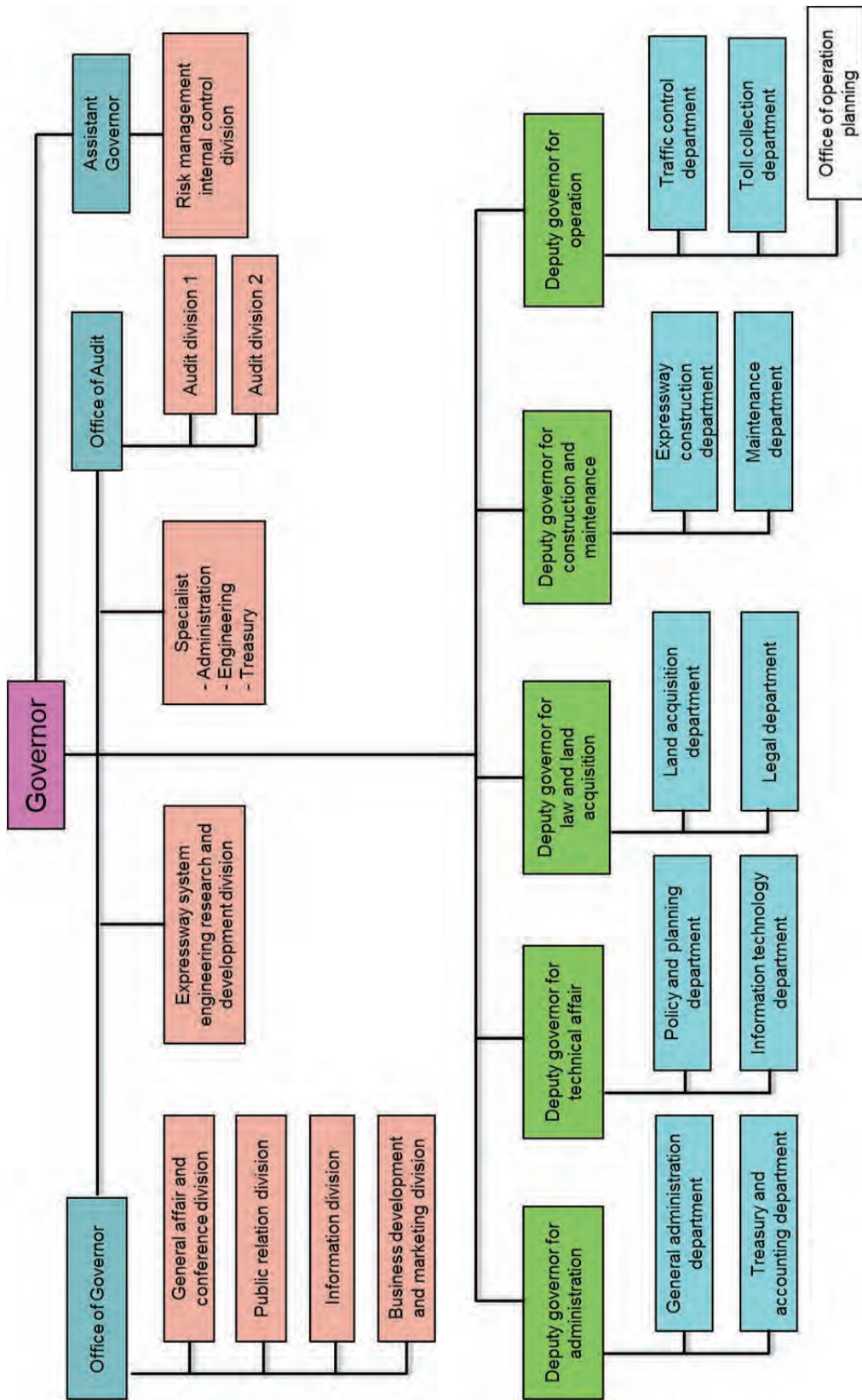


図 65 EXAT組織図

出典：EXAT Annual Report 2013

3) 財務状況

高速道路の利用者数は、営業距離が一定であるにも関わらず、5%以上の伸び率で年々増えており、売上げの伸びにつながっている。

表 50 高速道路延長と利用者数の推移

| | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 |
|-------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Total service covering length (km) | 207.9 | 207.9 | 207.9 | 207.9 | 207.9 |
| Traffic Volume (million trips /day) | 1.24 | 1.31 | 1.42 | 1.52 | 1.61 |
| Trips Increase from last year | 11.7% | 5.9% | 8.1% | 7.4% | 6.1% |

出典：EXAT Annual Report 2013

その結果、EXATの収入は年々増加しており、それに伴い純利益も増加し、利益率も向上しており、2013年の利益率は45%に達している。

表 51 EXATの損益計算書（2008~2013年）

単位：百万バーツ

| Item | 2,008 | 2,009 | 2,010 | 2,011 | 2,012 | 2,013 |
|--------------------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| Total Revenue | 6,036 | 7,600 | 8,918 | 12,096 | 12,902 | 14,516 |
| Total Expense | 4,794 | 5,038 | 5,832 | 6,575 | 7,059 | 7,927 |
| Net Profit | 1,242 | 2,561 | 3,086 | 5,521 | 5,842 | 6,589 |
| Net Profit/Revenue | 21% | 34% | 35% | 46% | 45% | 45% |

出典：EXAT Annual Report 2013

EXATの資産のほとんどが有形固定資産で、その内訳は2013年9月現在、土地と構造物でほぼ半分ずつである。負債の返済が順調に進み負債が減少していく一方、毎年利益が蓄えられ自己資本は順調に増加している。

表 52 EXATの貸借対照表（2008~2013年）

単位：百万バーツ

| Item | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 |
|----------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Current Assets | 6,684.97 | 6,744.44 | 8,200.18 | 9,316.92 | 7,968.78 | 6,776.81 |
| Fixed Assets | 162,825.99 | 166,632.26 | 167,209.37 | 170,692.78 | 170,315.97 | 170,612.68 |
| Other Assets | 17,092.10 | 16,091.91 | 14,484.90 | 5,599.77 | 4,944.47 | 4,353.97 |
| Total Assets | 186,603.06 | 189,468.61 | 189,894.45 | 185,609.47 | 183,229.22 | 181,743.46 |
| Total Liabilities | 103,849.75 | 97,037.31 | 91,615.76 | 94,413.00 | 87,696.93 | 79,800.42 |
| Total Equity | 82,753.31 | 92,431.30 | 98,278.69 | 91,196.47 | 95,532.29 | 101,943.04 |
| Total Liabilities & Equity | 186,603.06 | 189,468.61 | 189,894.45 | 185,609.47 | 183,229.22 | 181,743.46 |

出典：EXAT Annual Report 2013

表 53 有形固定資産の内訳（2013年9月末現在）

単位：百万バーツ

| Item | Cost | Accumulated depreciation | Net book value | Depreciation period |
|-----------------------|------------|--------------------------|----------------|---------------------|
| Land | 79,889.97 | - | 79,889.97 | - |
| Expressway | 108,630.11 | 20,995.03 | 87,635.08 | 75 years |
| Building | 1,802.17 | 681.65 | 1,120.52 | 5-40 years |
| Office tools | 1,261.72 | 906.83 | 354.89 | 5 years |
| Engineering equipment | 129.98 | 92.45 | 37.53 | 5 years |
| Vehicles | 739.32 | 477.27 | 262.05 | 5-15 years |
| Total | 192,453.27 | 23,153.23 | 169,300.04 | |

出典：EXAT Annual Report 2013

上記の2013年の財務状況から収益力、更新費用確保状況、老朽化の度合いを分析してみると、売上高利益率は45%と収益力は高い。更新費用の確保状況⁶⁸は、投資キャッシュフローと現預金が減価償却累計額の38%で、過去の投資に係る減価償却の4割程度の水準で資金を確保できている状況である。有形固定資産の取得費用のうち償却しているのは12%である。⁶⁹これは、取得費用の約4割が土地で、高速道路は償却期間が75年と長いこともあるが、多くの施設はまだ比較的若い状態であると考えられる。

表 54 主な財務指標

| 評価項目 | 評価指標 | 2013 |
|--------|----------------------|------|
| 収益力 | 売上高利益率 | 45% |
| 更新費用確保 | 更新投資充当可能資金対減価償却累計額比率 | 38% |
| 老朽化度合い | 有形固定資産減価償却率 | 12% |

以上の考察より、EXATの収益力は高く、老朽化もまだ先であり、更新費用の確保状況も大きな問題がある状況ではないと考えられる。

維持管理関連の費用を見ると、維持管理関連予算は毎年増加しており、全支出の8-9%を占めている。申請通りの金額を配分されているとのことである。

⁶⁸更新投資充当可能資金対減価償却累計額比率（更新投資充当可能資金÷減価償却累計額。更新投資充当可能資金＝投資キャッシュフロー＋現預金＋短期有価証券）は、2013年に38%である。

⁶⁹有形固定資産減価償却率（有形固定資産減価償却累計額÷有形固定資産のうち償却対象資産の取得原価）が12%である。

表 55 維持管理費予算の推移（2011年~2015年）

単位：百万バーツ

| Item | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|
| Maintenance, Labor cost | 209 | 237 | | 294 | 304 |
| Civil work Maintenance, Labor cost | 41 | 41 | - | 53 | 53 |
| Maintenance, Expense | 290 | 374 | | 467 | 532 |
| Civil work Maintenance, Expense | 21 | 33 | - | 26 | 37 |
| Total Maintenance Budget | 499 | 611 | ni | 761 | 836 |
| Total Expenditure | 6,575 | 7,059 | 7,927 | 9,237 | 9,413 |
| Maintenance cost / Total expenditure (%) | 8% | 9% | | 8% | 9% |

出典：EXAT

EXATの収入と支出の計画は以下の通りで、収入は、実績通り利用者が毎年4%ずつ増加すると想定し、支出は3%ずつ増加すると想定している。

表 56 EXATの収入と支出計画

単位：百万バーツ

| Item | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 |
|--------------------|--------|--------|--------|--------|
| Total Revenue | 15,826 | 16,390 | 16,851 | 17,288 |
| Total Expenditure | 9,413 | 9,658 | 9,945 | 10,236 |
| Net Profit | 6,414 | 6,732 | 6,905 | 7,053 |
| Net Profit/Revenue | 41% | 41% | 41% | 41% |

出典：EXAT

(2) 実施 (Do)

1) 点検

EXATは点検作業を3種類 (Daily Inspection, Routine Inspection, Special Inspection) に分類して、実施している。

Daily Inspection

路面の継目の変形、擁壁のクラック、鋼製レールの歪み、信号機、電光掲示板、料金徴収機の機能不全、緊急電話、CCTVカメラ等を毎日点検する。

点検・維持管理課は2 チームに分かれて、専用車両で1日10kmのペースで上部構造 (舗装、パラペット等) のDaily Inspection を行っている。Inspection forms、Measurement tape、Spray paint、Digital Camera、Skid resistance、Vehicles等の道具も使用している。

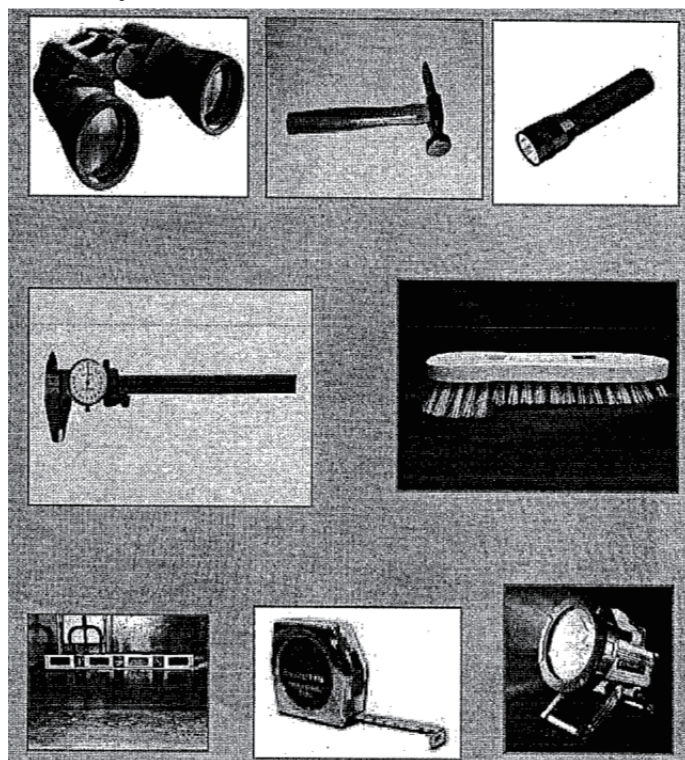


図 66 日常点検に使用する機材

出典：EXAT

Routine Inspection

コンクリート構造物の破損やクラック、鋼製ナットの締付け状態、鋼製構造材料等の主要構造物の点検、ラマ9世橋のワイヤーメッシュの点検、交通標識の劣化、反射板、変圧器、電気設備、料金徴収機器、CCTVカメラシステム等を、年間計画に従って実施する。

維持管理計画課が、徒歩で双眼鏡を用いながら、1日1kmのペースで下部構造

のRoutine Inspectionを行っている。Inspection forms、Measurement tape、Digital Camera、Binoculars、Vehicles、Snooper、Lighting、Hammer等の道具も使用している。

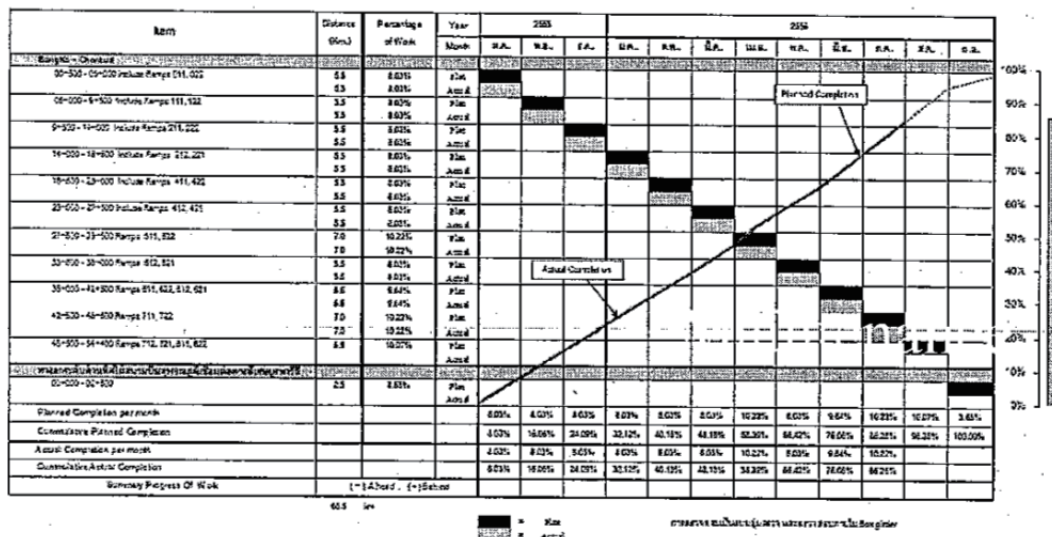


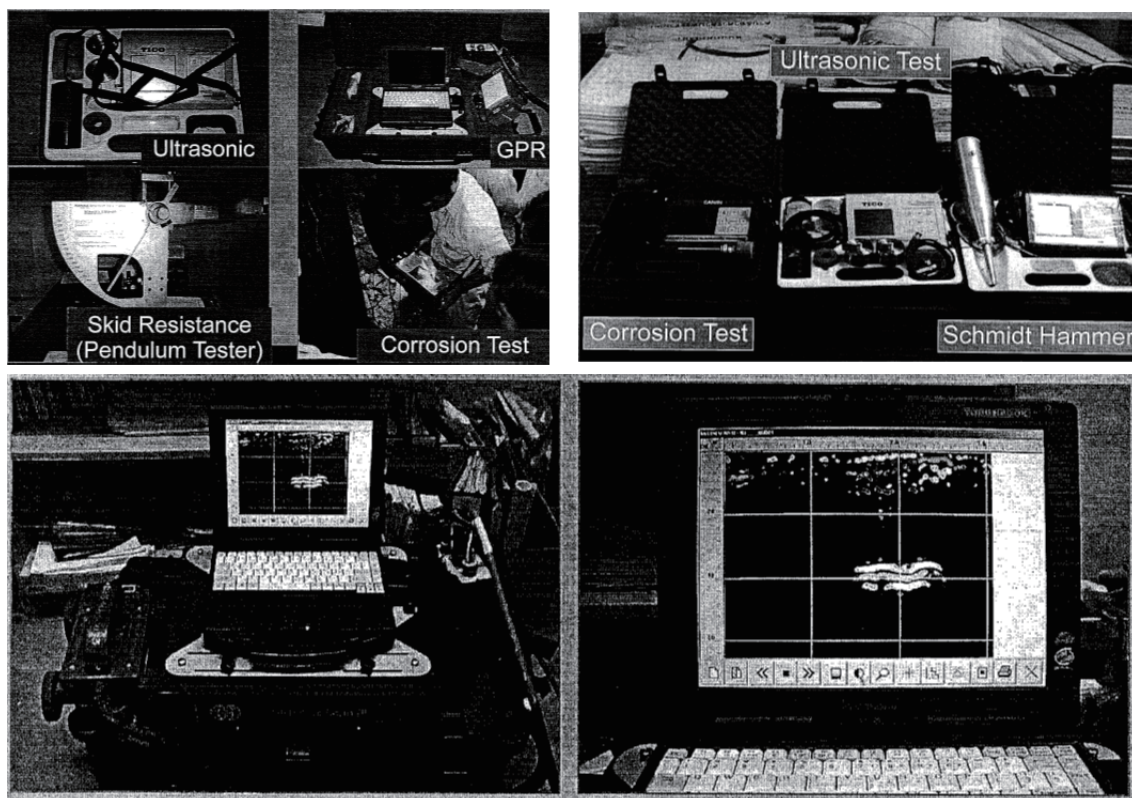
図 67 定期点検の年間計画シート

出典：EXAT

Special Inspection

Daily若しくはRoutine Inspectionで損傷が発見された場合は、超音波測定、すべり抵抗値計測、地中レーダー探査等を用いた Special Inspectionを行い、損傷要因、強度、安定性等を調査することとなっている。これでは、Daily InspectionやRoutine Inspectionでは用いない精度の高い方法で、道路構造物を下記について点検する。

- 炭化試験法を用いてコンクリート構造物のアルカリ度の試験
- 腐食度試験
- ウルトラソニック法を用いて破断状況点検
- 滑り抵抗試験
- 地中レーダーを用いた空隙状況の点検
- ラマ9世橋の強度試験



地中レーダー

図 68 特別点検に使用する機材

出典：EXAT

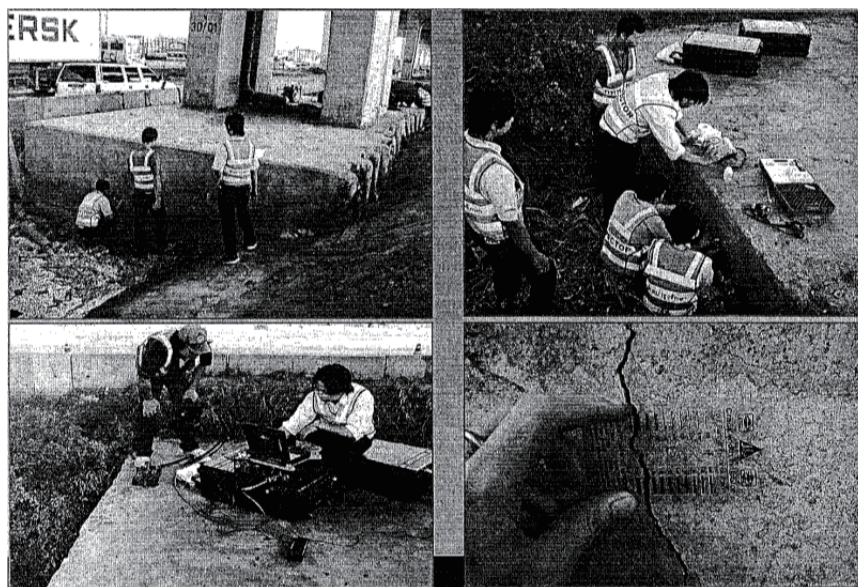


図 69 高架橋基礎の点検状況

出典：EXAT

2) 維持管理と補修

維持管理と補修は次の3分類で行っている。

- 定期メンテナンスとして、実施工程に従って、交通標識の清掃、道路標識、表面排水システム、照明、道路標識の変更、鋼製レールの塗装、簡易な補修を行う。
- 実際に損傷が生じた際には、事後メンテナンスとして、路面の修理、路面の継目の修理、擁壁の継目の修理、コンクリート構造物のクラックの補修、電球の交換、電線の修理、料金徴収機器の修理、緊急電話システムの修理、道路情報掲示板VMS(Variable message sign)
- 交通事故、火災、化学薬品事故等による損傷事故については、緊急メンテナンスを行う。この目的は、高速道路を速やかに通行可能にし、高速道路の完全復旧への恒久修理までのつなぎの役割である。

実際には、次のような維持管理作業が行われている。

- コンクリート高架橋のコンクリート製パラペットウォールについては、初期に建設されたものから、防水材料を塗布する作業を1990年代に開始して、毎年実施している。
- コンクリート高架橋等のジョイントは損傷し易いため、随時、補修を行っている。
- 鋼材は5年ごとに塗装を行っている。
- コンクリートのひび割れは、原因と症状に応じて適切な補修方法を選定して、実施している。
- コンクリートの剥離は、小規模だが発生している。
- 舗装のわだちについては、切削オーバーレー工法で補修しており、表層には改質性アスファルトを標準的に使用している。
- 舗装の粗度係数が不足した場合には、厚さ8mmでスラリーシールを行っている。

3) 2008年から2013年の間に実施した工事

電気システムのメンテナンス

- 高い照明ポールの移設と増設 (Chalong Rat Expressway)
- 電灯のメンテナンス (ChalermMahanakorn expressway and Burapawitee expressway)
- ネットワークシステムの改善 (Burapawitee expressway)

長寿命化と安全のための路面改善

- 地盤沈下による縦断勾配悪化の改善 (ChalermMahanakorn expressway and Burapawitee expressway)

- 路面表層と継目の修理 (ChalermMahanakorn expressway at WatSaphan Soong area)
- パラスラリールを使用した路面表層補修 (ChalermMahanakorn expressway from WatSaphan Soong high-level bridge pier and the Chalong Rat Expressway at Rama 9 - ArtNarong)

安全性の向上と事故の削減

- 雨天時の視界改善のために、反射ガラスピンの設置 (ChalermMahanakorn expressway, Chalong Rat Expressway and Buraphwitee Expressway)
- 出口用導流島への点滅ライトの設置 (ChalermMahanakorn expressway, Chalong Rat Expressway and Buraphwitee Expressway)

社会環境配慮

- Poonsin学校への騒音軽減のための騒音防止壁の設置 (ChalermMahanakorn expressway)
- コミュニティの火災防止策 (ChalermMahanakorn expressway)

4) 2014年で実施中の工事

電気関係メンテナンス

- 地下埋設線のコンクリート保護工事 (Burapawitee expressway)
- 安全スイッチ盤の設置とコンクリート保護工事 (Burapawitee expressway)
- 照明柱の修理とメンテナンス工事 (Chalong Rat Expressway and lights under the expressway of Burapawitee Expressway)
- 自動料金徴収機の設置工事 (ChalermMahanakornExpressway, Chalong Rat Expressway, Ram Intra Expressway - Rings - Outer Bangkok Expressway and Burapawitee Expressway)
- 制限速度標識の改善工事 (Chalong Rat Expressway)
- 交通状況モニタリングシステム改善工事

長寿命化と安全性確保のための路面改善

- 路面表層と継目の修理 (ChalermMahanakorn expressway)

安全性の向上と事故の削減

- 交通標識の照度を改善し、15mから30mへ視界が広がるように改善 (ChalermMahanakorn expressway, Chalong Rat Expressway and Burapawitee Expressway)
- 交通標識を見易くする工事 (ChalermMahanakorn expressway)
- 衝突緩衝装置を3か所に設置

その他の工事

- Rama 9 世橋のURIB補鋼材の工事
- Rama 9 世橋の10年目の定期塗装工事
- Rama 9 世橋の長寿命化のためのフレキシブル及びエキスパンションジョイントの修理
- Burapawitee expresswayの基礎強化調査のアジア工科大学院（AIT）への委託

社会環境配慮

- 住宅への騒音軽減のために騒音防止壁の設置（ChalermMahanakorn expressway）

(2) 評価（Check）

各点検のマニュアルは、原型は1994年にJICAの技術協力で作成されたものであり、その後2006年にアジア工科大学院（AIT）により更新されている。AITはEXAT職員に維持管理の研修も行っている。点検結果は4段階（Very good (D)、Good (C)、Fair (B)、Poor (A)）で判定されるが、各段階の評価基準は点検マニュアルに写真つきで記載されている。点検後、低位評価の箇所に予算をつけて、修繕が行われているが、予算は足りているとのことである。

2010年以降は新規区間の供用が行われていないため、現在は点検・修繕がEXATの業務の中心に位置づけられている。マネジメントシステムについては、1994年のJICAプロジェクトで導入された管理システム（ETAMS）が使用されており、インベントリーデータは整理されているが、維持更新計画の検討を支援するマネジメントシステムは使用していない。

現在、高架橋を対象としたBMSを、EXAT独自のシステムとして研究・開発中である。また、VFM (Value for Money)を高めるマネジメントシステムの構築がSIIT（タイ王国タマサート大学：Sirindhorn International Institute of Technology のDr. ソムニック）との協働で実施中である。

(3) ラマ9世橋の点検と維持管理

1987年に供用が開始されたラマ9世橋は、タイ国で初めての斜張橋であるため、その維持管理は非常に慎重に行われている。

1994年にJICAが技術協力で詳細なメンテナンスマニュアルを作成し、2001年にそれが更新されている。10年毎の定期点検を2001年と2011年に実施しており、その結果に基づいて維持管理計画を作成して実施している。

主な維持管理の活動を記す。

| 年 | 実施事項 |
|------|--------------------------------|
| 1987 | 橋の供用を開始 |
| 1994 | JICAがメンテナンスマニュアルを作成 |
| 1995 | 橋梁のモニタリング装置を設置 |
| 2001 | メンテナンスマニュアルを更新 10年目の定期点検を実施 |
| 2003 | 定期点検結果に基づいて、維持管理と修理を開始 |
| 2007 | ケーブルと塔の再塗装 |
| 2009 | デッキの再塗装 |
| 2011 | 20年目の定期点検を実施 |

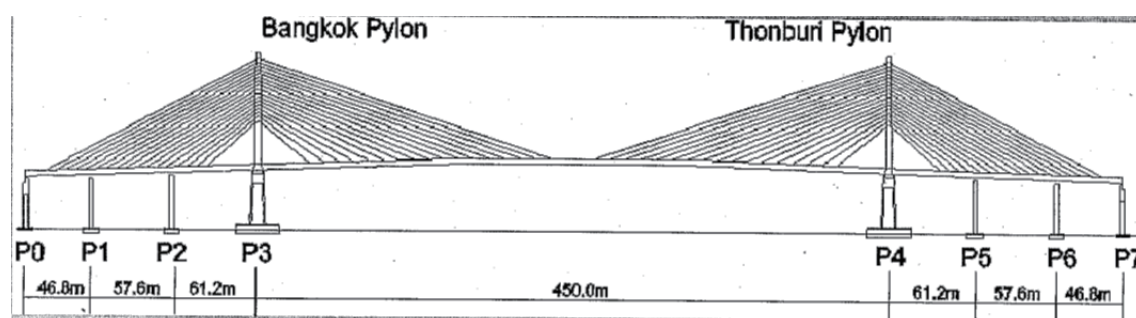


図 70 ラマ9世橋側面図

出典：EXAT

橋梁維持管理課が、チャオプラヤ川を渡るラマ9世橋とKanchanapisek橋（両方とも斜張橋）を管理している。

(4) 日本との協力

1) JICAの技術協力

JICAは1994年にEXATを対象として、タイ王国高速道路点検・維持管理計画調査を行い、高速道路及びラマ9世橋の点検・維持管理マニュアルの整備を支援した。その後、マニュアルの更新が行われている。

2) 日本の高速道路会社による技術協力

EXATは日本の3つの高速道路会社と2つの技術協力の覚書を結んでおり、これらの会社から技術支援を受けている。

1. 西日本高速道路エンジニアリング中国株式会社との技術協力協定

2010年4月締結

協力内容

- ETCシステムの導入支援
- 交通管理システム：道路交通情報提供システム、交通制御システム、ITS関連等
- 橋梁を含む高速道路のメンテナンス
- 専門技術員の交流

2. 首都高速道路株式会社及び阪神高速道路株式会社との技術協力協定

2010年4月締結

協力内容

- 交通管制システムをはじめとしたITSに関する技術協力
- 橋梁をはじめとした道路構造物の維持管理に関する技術協力
- 技術情報の共有・交換、専門技術者や研修生の相互交流、等

首都高速道路株式会社の専門家によると、2013年にはEXATから約70名の職員（BECL社とNECL社の職員を含む）が日本を訪れ、首都高速道路株式会社等が覚書に基づいて、維持管理に関する現場研修や講義等を行ったとのことである。なお、この研修に係る経費については、EXAT側が渡航及び滞在費を負担し、研修費は首都高速道路株式会社等が負担している。

(5) 施設の状況

1) コンクリート高架橋

供用開始から30年以上のものが16.8km（8%）、20年から30年のものが27.1km（13%）と、施設全体がまだ若いこともあるが、技術支援をしている首都高速道路の日本人技術者によると、日本のコンクリート構造物と比較して劣化速度が遅く、全体的に健全な状態を維持しているとの事である。その原因としては下記の原因の可能性が挙げられる。

- ① 日本では雪が降るため、首都高速道路でも年に数回は融雪剤（塩化カルシウム）を撒き、これが路床のコンクリート中の鉄筋の腐食を促進する塩害につながり、路面にも悪影響を及ぼしている。一方、バンコクは雪が降らないため、融雪剤による悪影響はない。
- ② バンコクは海岸からかなり離れているため、海風による塩害がほとんどない。
- ③ 一年を通して温度差が小さいため、コンクリートの収縮量が小さい。そのため、コンクリートのクラックの発生が少なく、また高架橋で最も損傷し

易いエクспанションジョイントの損傷も少ない。

加えて、エクспанションジョイントの損傷が少ないことから、日本よりも簡易な構造で維持管理の容易なジョイントを採用することができるのもメリットである。

2) 橋梁

ラマ9世橋はタイ国で初めての斜張橋であり、国王の名前がついていることからタイ国にとって非常に重要な橋である。従って、維持管理はしっかりと行われている。2007年に完成したKanjanapisek橋はまだ新しいため維持管理はまだ重要ではないが、ラマ9世橋での維持管理の経験を活かしている。

(6) アセットマネジメントの現状と課題

EXATの高速道路の大部分はコンクリート高架橋であるため、草刈や清掃等の維持管理業務はほとんどない。コンクリート構造物も全体的に新しいため健全であり、維持管理業務としては舗装の維持管理と、ジョイント等の損傷が激しい箇所の補修等に主に限定されている。従って、現在の維持管理の必要作業量は比較的少なく、EXAT内での重要度も高くはない。

維持管理予算額は2015年度で約8.4億バーツであり、これは事業規模から見ると小額である。しかし、必要な維持管理予算は要求額のほぼ全額が認められている状況であり、施設が比較的新しいため、現在は維持管理費が小額で済んでいる状況である。

維持管理予算は徐々に増加してきており、その原因は老朽化による補修必要箇所の増加と物価の上昇である。今後は、コンクリートの老朽化が確実に進んでくるため、コンクリートの維持管理作業が徐々に増加する。コンクリートの維持管理については経験が乏しいため、これは重要な課題である。

維持管理体制については、EXATは207.9kmの全延長中、137.9kmのみを維持管理しており、それ以外はコンセッショネアが行っている。新規建設部分もPPPで行う方向にあるため、EXAT独自が行う維持管理作業はあまり増加しないと思われる。しかしながら、コンセッショネアの維持管理についても、EXATが監督をしっかりと行う体制の構築が課題である。

4.4.5 バンコク首都圏庁（BMA）公共事業部

(1) 概要

バンコク首都圏の面積は約1,600km²あり、BMAがその地域を管轄している。BMAが管轄している道路は、道路面積が28.97百万m²、水路橋が1,080箇所、フライオーバーが48箇所、高架橋が3箇所、河川橋が1箇所、歩道橋が607箇所、アンダーパスが12箇所である。

これらの維持管理を行っているのがBMA公共事業部のConstruction and Maintenance Officeであり、1,386名の職員が働いている。

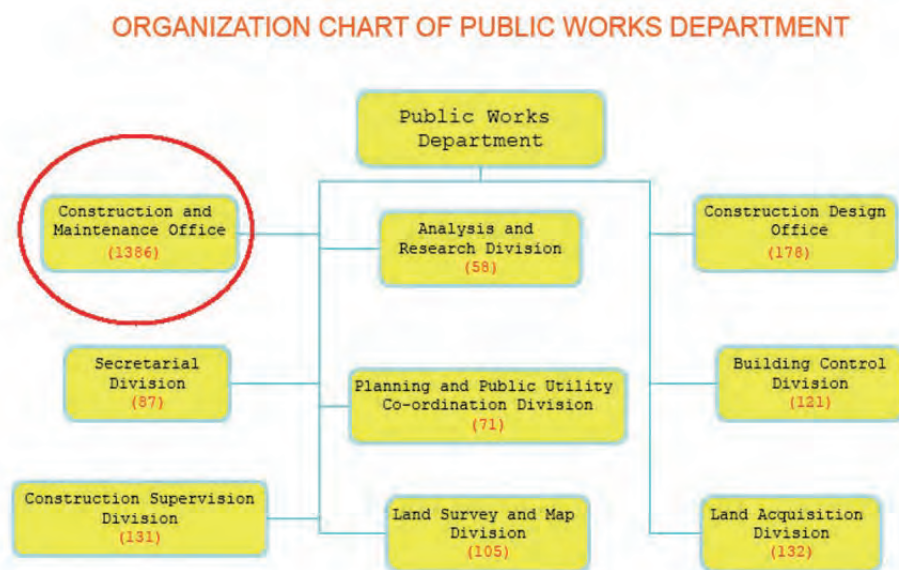


図 71 公共事業局の組織図

出典：BMA

(2) 舗装

舗装の点検は目視で行っているが、基本的には公共事業部内にある苦情受付電話番号1555へ連絡があった苦情に応じて、舗装を補修する事後保全が多い。これは、自治体の道路としては一般的な方法であり、日本でも同様に行われている。

一方で予防保全への転換の試みとして、2011年に路面性状調査を委託して2,500kmの調査を行ったが、その直後に洪水が起こったため、そのデータを活用してはいない。

PMSについては、現在は持っていないが、開発に向けて発注仕様書が既にできあがっており、予算も獲得済みであるため、近日中にGISを使ったPMSシステムの開発を発注予定である。

(3) 橋梁

バンコク首都圏には水路が多いため、それを渡るための橋が1,080箇所もあり、これらは生活及び経済活動に不可欠なインフラとなっている。交通量が多い橋梁が多いため、架け替えは非常に困難なものが多い。従って、橋梁の点検・維持管理は非常に重要なため、たいへん努力して、しっかりと行っている。点検・維持管理は下記の項目に分けて実施しており、結果はデータベース化されている。

- 目視点検
- 材料点検
- 基礎点検
- 評価
- 補修
- 補強

1) 目視点検

橋梁の点検シートがあり、それに従って目視点検を行い、結果は橋梁データベースに入力して管理している。データベースには橋の位置、図面、状況写真も保存されており、技術者が事務所で診断し、計画できるようになっている。

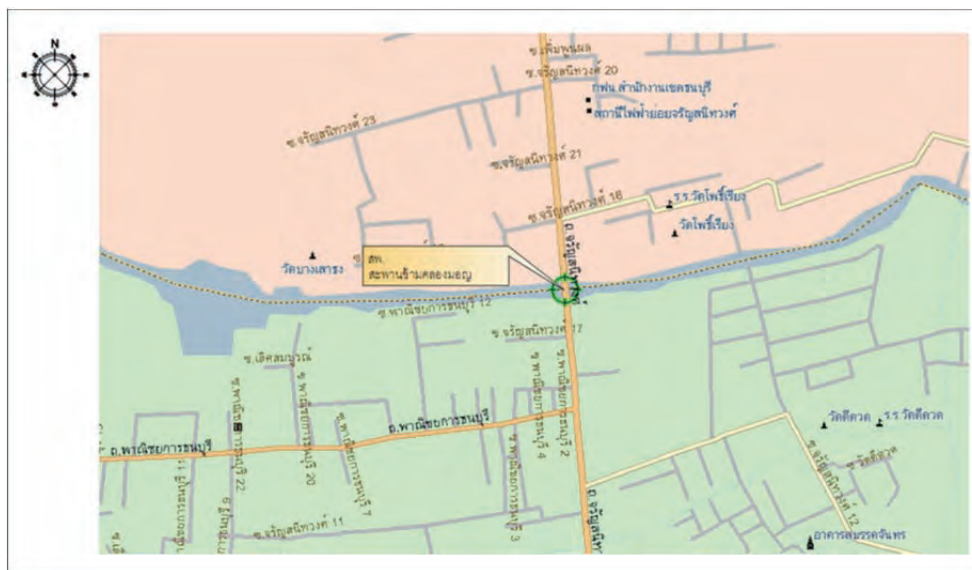


図 72 データベース化されている橋梁の位置図

出典：BMA

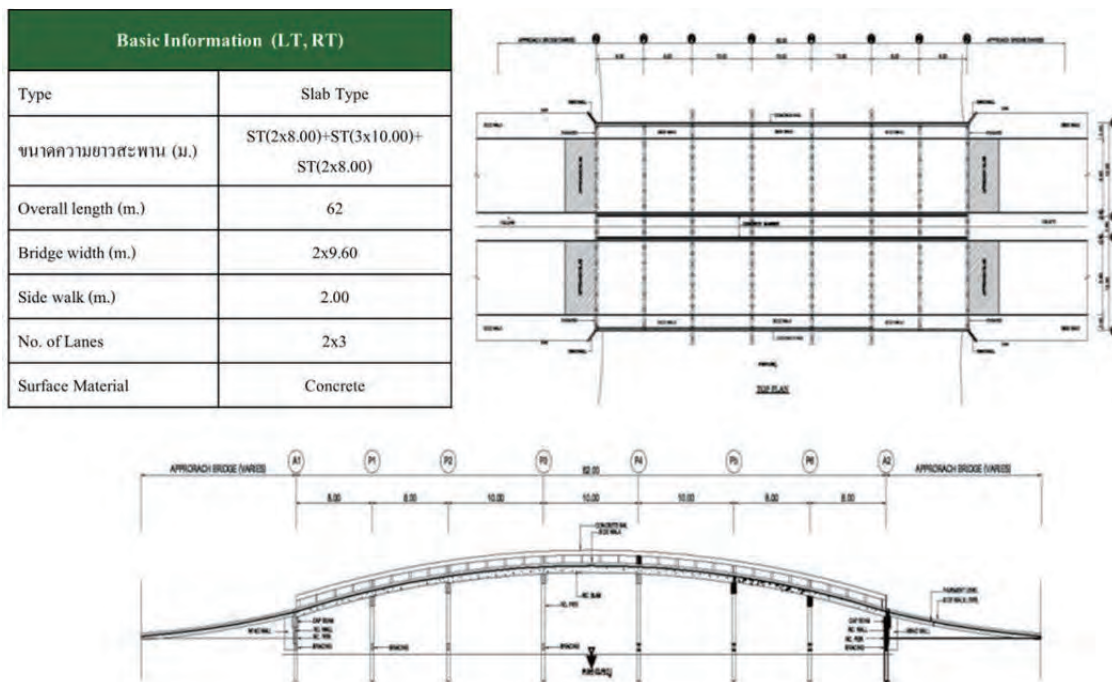


図 73 橋梁のデータ

出典：BMA



損傷状況の写真

出典：BMA

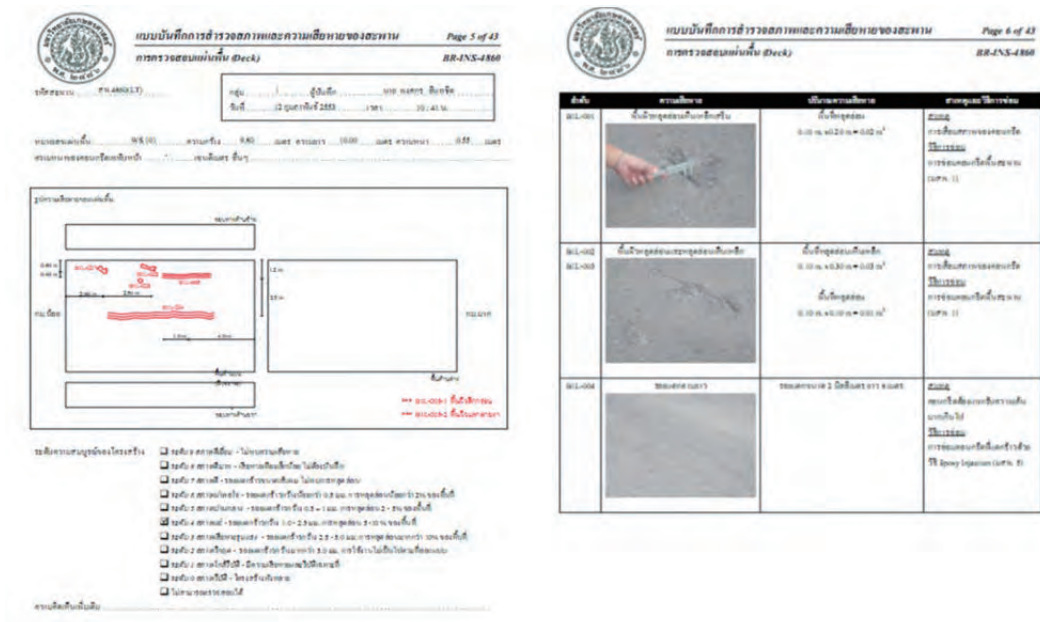


図 74 橋梁の調査報告書例

出典：BMA

橋梁の点検には、NBI(National Bridge Index)という評価基準に従って行われている。

NBI Ratings

Concrete Deck Condition Rating (Item 58)

| Code | Condition of Deck Item |
|------|---|
| N | Use for all culverts |
| 9 | Excellent condition – No noticeable or noteworthy deficiencies which affect the condition of the deck item. Usually new decks. |
| 8 | Very good condition – Minor transverse cracks with no deterioration, i.e. delamination, spalling, scaling or water saturation. |
| 7 | Good condition – Sealable deck cracks, light scaling (less than 1/4" depth). No spalling or delamination of deck surface but visible tire wear. Substantial deterioration of curbs, sidewalks, parapets, railing or deck joints (need repair). Drains or scuppers need cleaning. |
| 6 | Satisfactory condition – Medium scaling (1/4" to 1/2" in depth). Excessive number of open cracks in deck (5 ft intervals or less). Extensive deterioration of the curbs, sidewalks, parapets, railing or deck joints (requires replacing deteriorated elements). |
| 5 | Fair condition – Heavy scaling (1/2" to 1" in depth). Excessive cracking and up to 5% of the deck area is spalled; 20 – 40% is water saturated and/or deteriorated. Disintegrating of deck edges or around scuppers. Considerable leaching through deck. Some partial depth failures, i.e. rebar exposed (repairs needed). |
| 4 | Poor condition – More than 50 % of the deck area is water saturated and/or deteriorated. Leaching throughout deck. Substantial partial depth failures (replace deck soon). |
| 3 | Serious condition – More than 60% of the deck area is water saturated and/or deteriorated. Use this rating if severe or critical signs of structural distress are visible and the deck is integral with the superstructure. A full depth failure or extensive partial depth failures (repair or load post immediately). |
| 2 | Critical condition – Some full depth failures in the deck (close the bridge until the deck is repaired or holes covered). |
| 1 | "Imminent" failure condition – Substantial full depth failures in the deck (close the bridge until deck is repaired or replaced). |
| 0 | Failed condition – Extensive full depth failures in the deck (close bridge until the deck is replaced). |

出典：BMA

表 57 橋梁の点検シート

| No. | Bridge Name | Deck | | Cross beam | | Pier | | Others | |
|-----|--------------------------|------|----|------------|----|------|----|--------|----|
| | | LT | RT | LT | RT | LT | RT | LT | RT |
| 1 | สะพานข้ามคลองเตย | 4 | 6 | 8 | 8 | 9 | 9 | 5 | 5 |
| 2 | สะพานข้ามคลองบางอ้อ | 4 | 6 | 8 | 6 | 9 | 9 | 6 | 5 |
| 3 | สะพานข้ามคลองสะพานยาว | 4 | 5 | 8 | 6 | 9 | 9 | 3 | 5 |
| 4 | สะพานข้ามคลองมอญ | 4 | 6 | 6 | 6 | 9 | 9 | 5 | 5 |
| 5 | สะพานข้ามคลองเดาอีรู | 4 | 4 | 6 | 6 | 9 | 9 | 5 | 5 |
| 6 | สะพานข้ามคลองบางรัก | 5 | 5 | 8 | 8 | 9 | 9 | 5 | 5 |
| 7 | สะพานข้ามคลองบางพระครู | 4 | 6 | 6 | 6 | 9 | 9 | 3 | 4 |
| 8 | สะพานข้ามคลองบางพลัด | 6 | 4 | 4 | 5 | 6 | 5 | 2 | 2 |
| 9 | สะพานข้ามคลองบางพลู | 7 | 6 | 6 | 6 | 9 | 9 | 3 | 4 |
| 10 | สะพานข้ามคลองบางยี่ขัน | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 8 | 4 | 4 |
| 11 | สะพานข้ามคลองมอญ 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 3 |
| 12 | สะพานข้ามคลองบางขุนนท์ | 4 | | 2 | | 3 | | 2 | |
| 13 | สะพานข้ามคลองวัดเจ้าอาาม | 5 | | 3 | | 4 | | 3 | |
| 14 | สะพานข้ามคลองซึกพระ | 3 | | 4 | | 3 | | 3 | |
| 15 | สะพานข้ามคลองข้างวัดแก้ว | 6 | | 6 | | 3 | | 3 | |
| 16 | สะพานข้ามคลองมอญ 3 | 4 | | 6 | | 4 | | 3 | |

出典：BMA

NBI値が5以上は合格とし、5以下の箇所を維持管理の必要があると診断している。診断結果は下記のように橋梁ごとに図面化して、データベース化している。

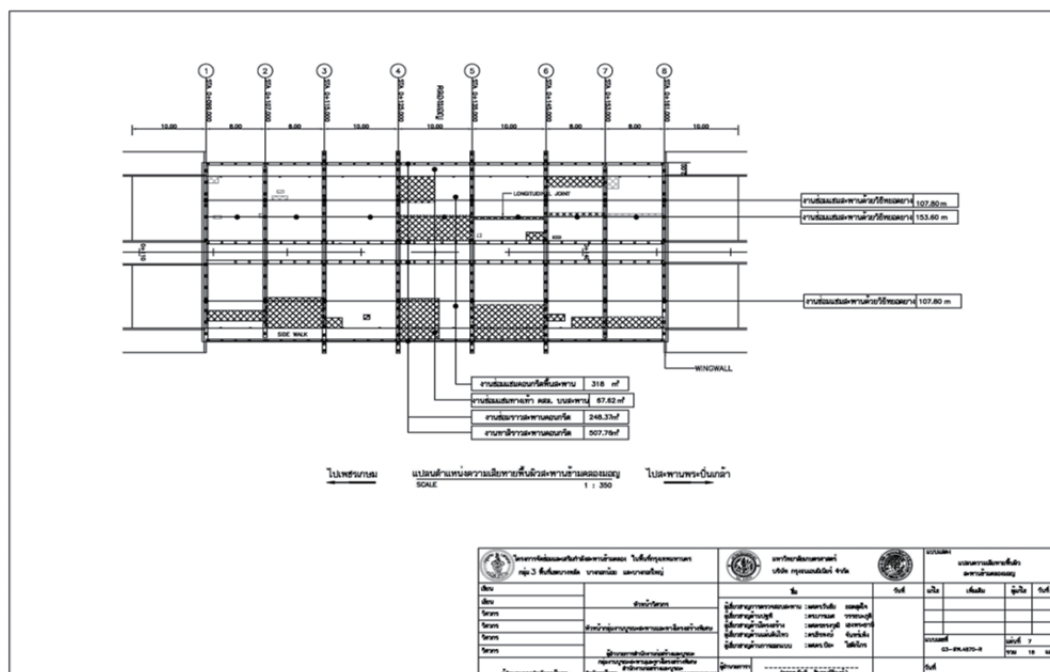


図 75 橋梁診断記録

出典：BMA

2) 材料点検

コンクリート材料の劣化度を把握するために、コンクリートのコアを採取して圧縮試験を行い、210ksc以上のものを合格と判定している。

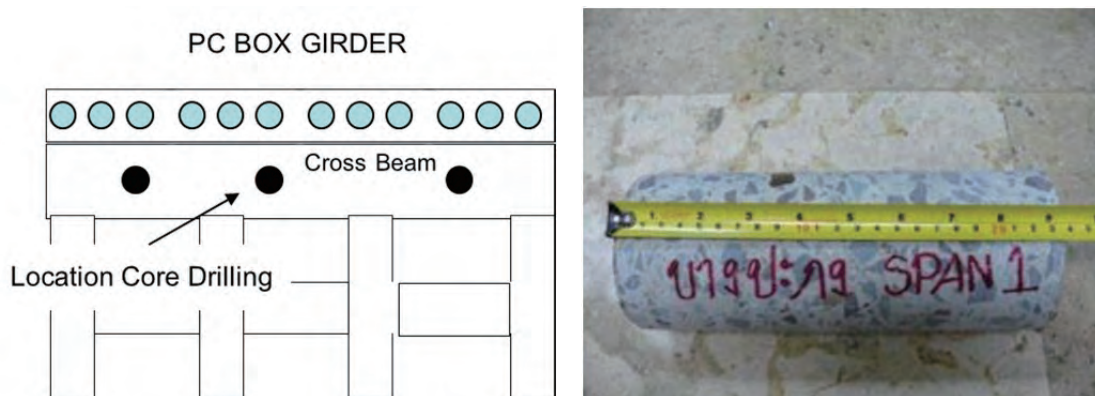
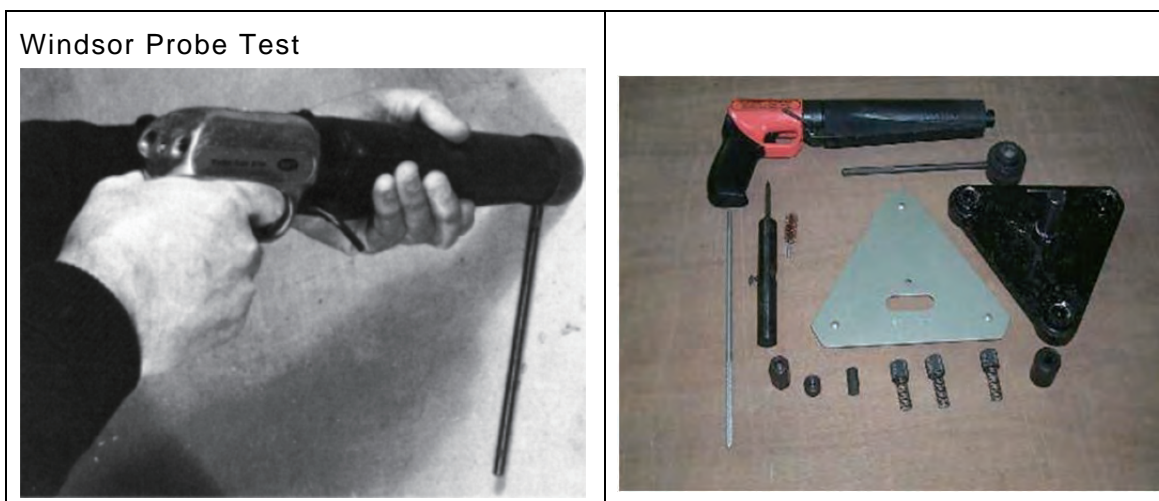


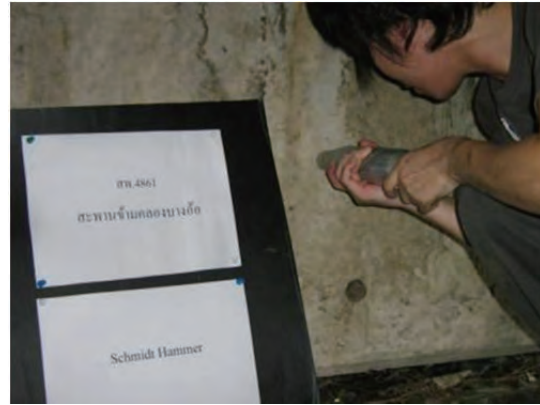
図 76 コア採取状況

出典：BMA

また、コアを採取せずに、現場で計測器を使用してのコンクリート強度測定も実施している。



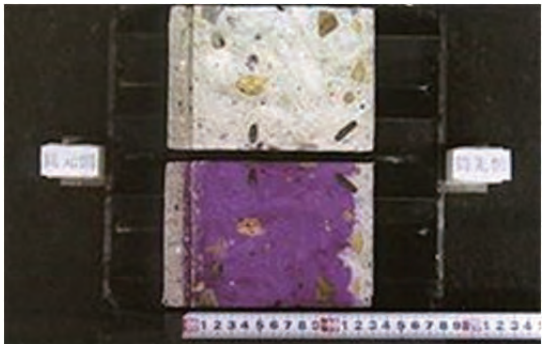
Rebound Hammer Test



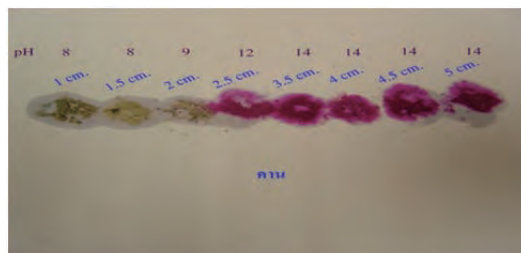
鉄筋の引張強度試験



コンクリートコアの炭化度試験



コンクリートの現場炭化度試験



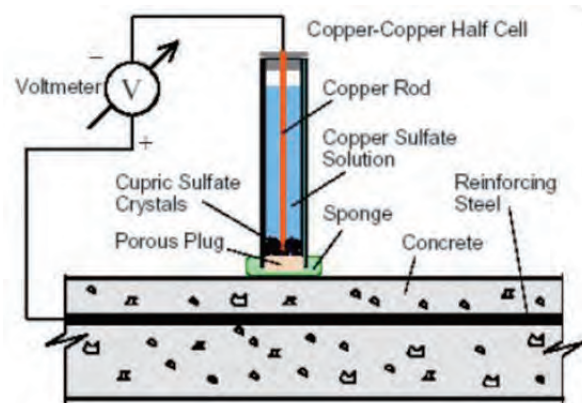
コンクリートの塩分試験



0.05%以下が合格



Half-cell Potential試験

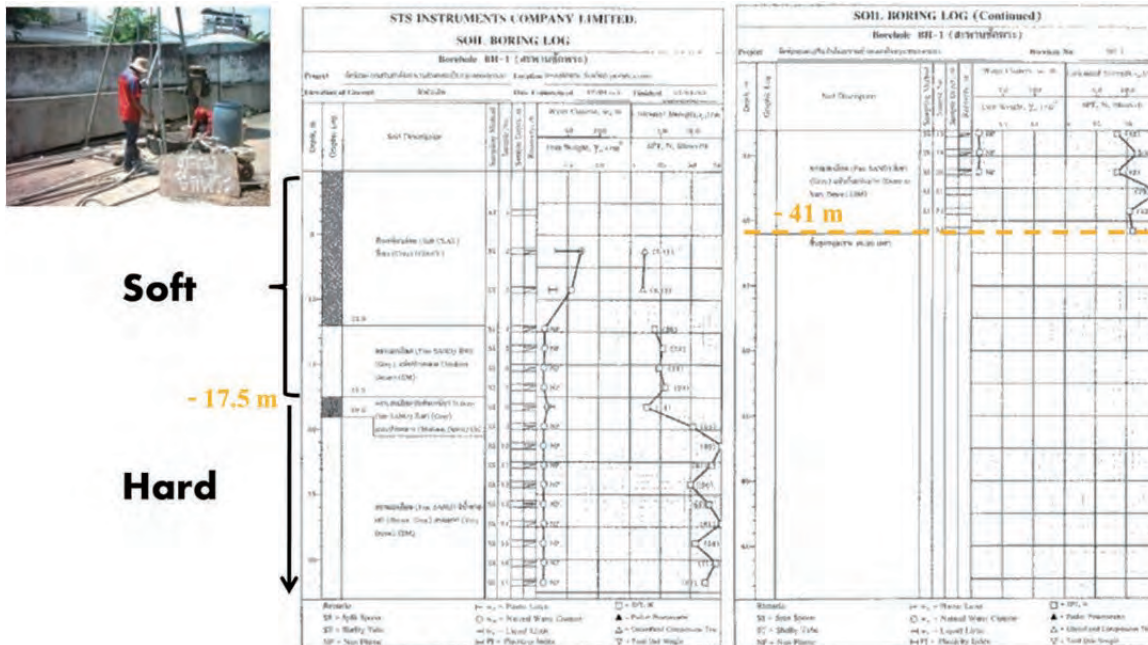


出典：BMA

3) 基礎点検

基礎の点検では、ボーリングによる地質調査、様々な計測機械を使ってのコンクリートの劣化度の調査等を行っている。

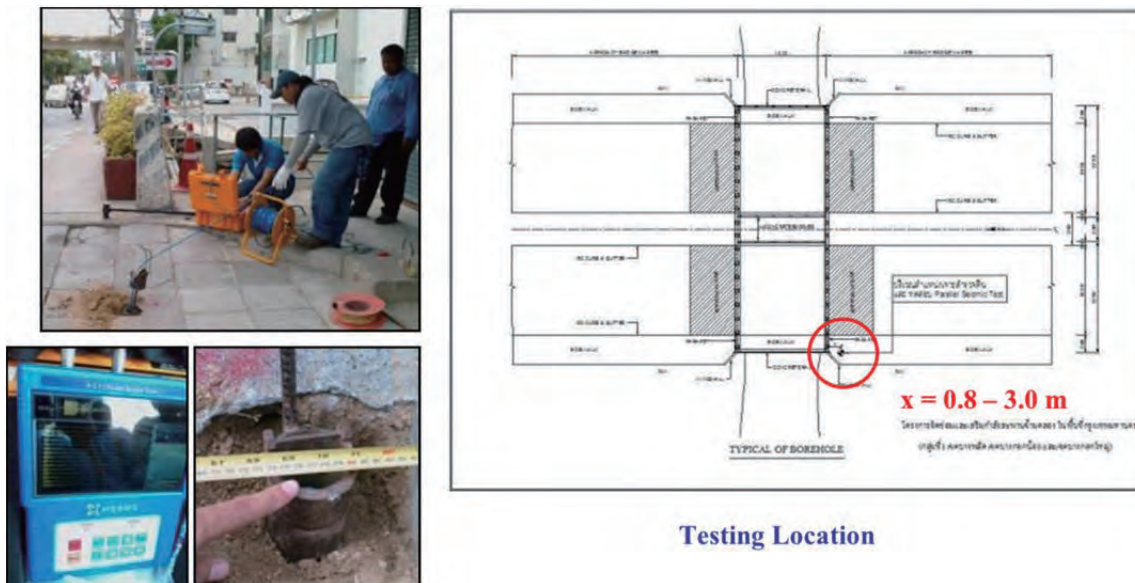
ボーリング試験



ระดับน้ำใต้ดิน 24 ชั่วโมงหลังจากตำรวจเสร็จอยู่ลึกประมาณ 1.0 m จากผิวดิน

出典：BMA

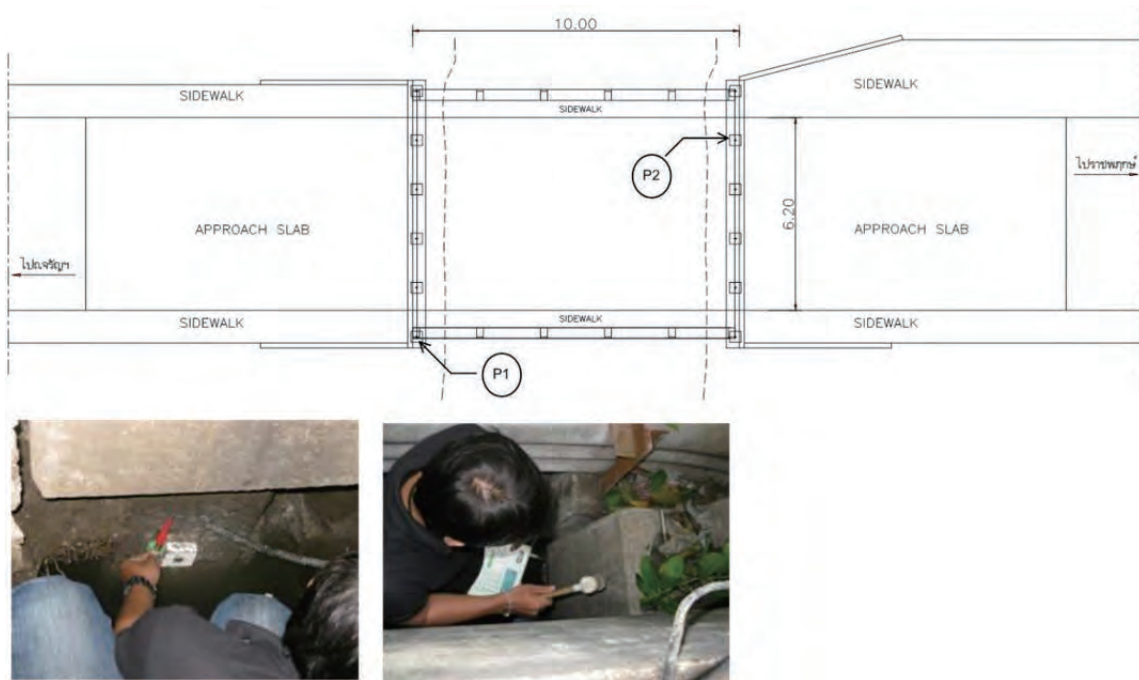
Parallel Seismic試験



Testing Location

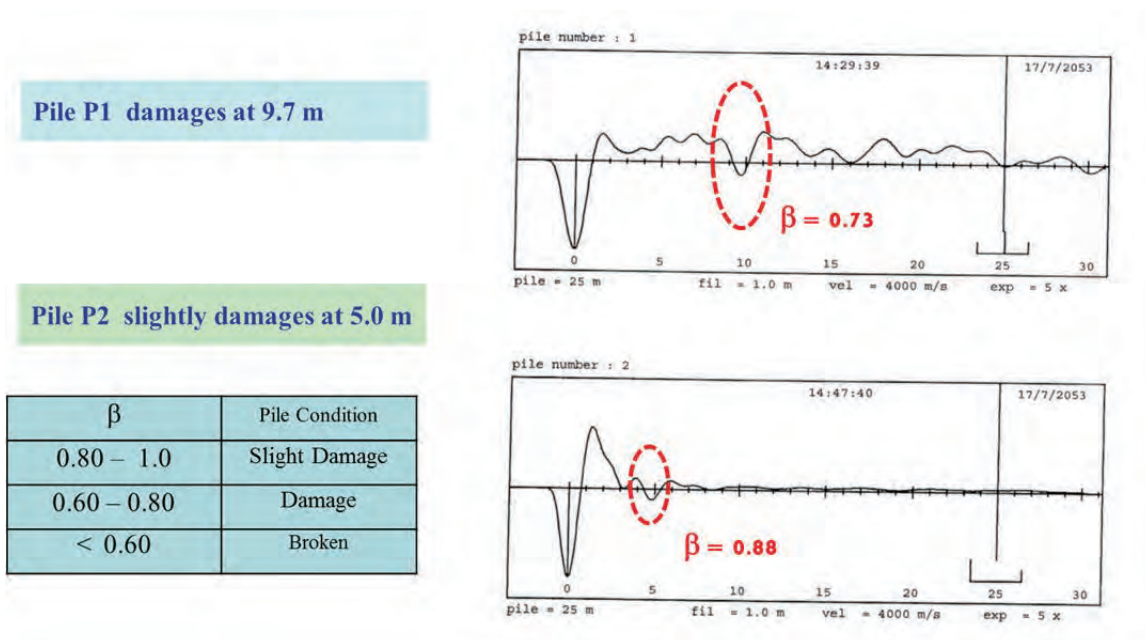
出典：BMA

Side Echo Test : コンクリート杭の例



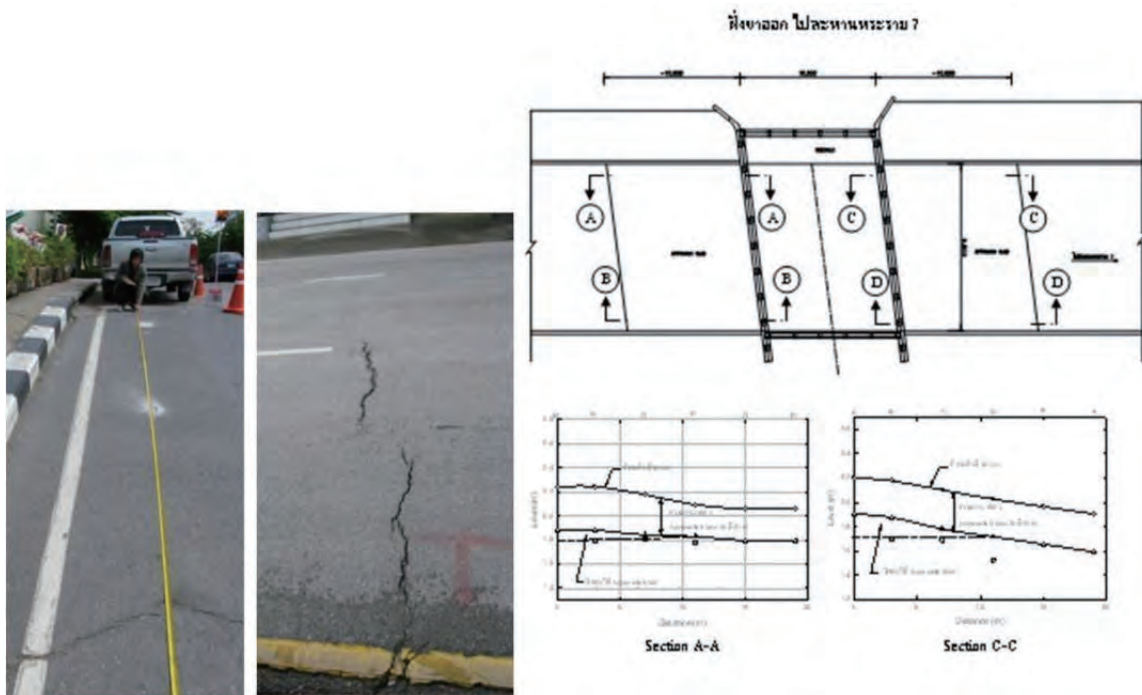
出典 : BMA

Side Echo Test結果



出典 : BMA

アプローチスラブの調査



出典：BMA

4) 橋梁の評価 (Check)

橋梁の評価は、“Manual for Bridge Evaluation 2008”, 1st Edition, with 2010 Interim Revisions by AASHTO modified from LRFR 2003 (Load and Resistance Factor Rating)を用いて行っている。

Rating Factorは橋の許容載荷重を評価するのに用いられ、次の式で算定する。

$$RF = \frac{CAPACITY - DEAD LOAD EFFECT}{LIVE LOAD EFFECT}$$

載荷試験の実施写真を以下に示す。

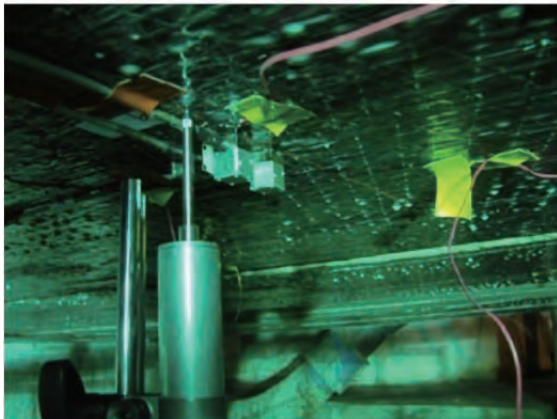
載荷状況



載荷状況



スラブの変位の測定



コンピュータによるデータ収集



出典：BMA

評価結果は下記のようにまとめられている。

| ลำดับที่ | แบบเลขที่ | ชื่อสะพาน | SUPER STRUCTURE | | | | | | | | | |
|----------|-----------|--|------------------|----|------------------------|------|-----------|------|-----------------------|------|-----------|------|
| | | | CONDITION RATING | | RATING FACTOR (MOMENT) | | | | RATING FACTOR (SHEAR) | | | |
| | | | | | inventory | | operating | | inventory | | operating | |
| | | | LT | RT | LT | RT | LT | RT | LT | RT | LT | RT |
| 1 | สปท.4860 | สะพานข้ามคลองตอย | 4 | 6 | 0.78 | 1.02 | 1.01 | 1.32 | 0.94 | 1.19 | 1.22 | 1.54 |
| 2 | สปท.4861 | สะพานข้ามคลองบางซ้อ | 4 | 6 | 0.78 | 1.02 | 1.01 | 1.32 | 0.94 | 1.19 | 1.22 | 1.54 |
| 3 | สปท.4862 | สะพานข้ามคลองสะพานยาว | 4 | 5 | 0.78 | 0.94 | 1.01 | 1.22 | 0.94 | 1.10 | 1.22 | 1.43 |
| 4 | สปท.4863 | สะพานข้ามคลองมอญ1 | 4 | 6 | 0.78 | 1.02 | 1.01 | 1.32 | 0.94 | 1.19 | 1.22 | 1.54 |
| 5 | สปท.4864 | สะพานข้ามคลองเตยรัฐ | 4 | 4 | 0.78 | 0.78 | 1.01 | 1.01 | 0.94 | 0.94 | 1.22 | 1.22 |
| 6 | สปท.4865 | สะพานข้ามคลองบางรัก | 5 | 5 | 0.94 | 0.94 | 1.22 | 1.22 | 1.10 | 1.10 | 1.43 | 1.43 |
| 7 | สปท.4866 | สะพานข้ามคลองบางพระครู | 4 | 6 | 0.78 | 1.02 | 1.01 | 1.32 | 0.94 | 1.19 | 1.22 | 1.54 |
| 8 | สปท.4867 | สะพานข้ามคลองบางเส็ด | 6 | 4 | 0.91 | 0.73 | 1.18 | 0.95 | 1.09 | 0.90 | 1.42 | 1.16 |
| 9 | สปท.4868 | สะพานข้ามคลองบางพลู | 7 | 6 | 1.02 | 1.02 | 1.33 | 1.33 | 1.19 | 1.19 | 1.54 | 1.54 |
| 10 | สปท.4869 | สะพานข้ามคลองบางยี่ขัน | 4 | 4 | 0.75 | 0.75 | 0.97 | 0.97 | 0.90 | 0.90 | 1.17 | 1.17 |
| 11 | สปท.4870 | สะพานข้ามคลองมอญ2(span 8m.) | 3 | 3 | 1.29 | 1.29 | 1.67 | 1.67 | 1.06 | 1.06 | 1.37 | 1.37 |
| | | สะพานข้ามคลองมอญ2(span 10m.) | | | 0.69 | 0.69 | 0.90 | 0.90 | 0.85 | 0.85 | 1.10 | 1.10 |
| 12 | สปท.4871 | สะพานข้ามคลองบางขุนนนท์(span 6m.) | 4 | | 0.74 | | 0.96 | | 1.59 | | 2.06 | |
| | | สะพานข้ามคลองบางขุนนนท์(span 8m.) | | | 0.95 | | 1.23 | | 1.27 | | 1.64 | |
| 13 | สปท.4872 | สะพานข้ามคลองวัดเจ้าอาวาส plank(span 10m.) | 5 | | 0.89 | | 1.16 | | 1.56 | | 2.03 | |
| 14 | สปท.4873 | สะพานข้ามคลองซึกพระ (SECTION 2-2) | 3 | | 0.63 | | 0.81 | | 0.59 | | 0.76 | |
| | | สะพานข้ามคลองซึกพระ (SECTION 4-4) | | | 0.47 | | 0.61 | | 0.82 | | 1.06 | |
| | | สะพานข้ามคลองซึกพระ (SECTION 5-5) | | | 0.68 | | 0.88 | | 0.57 | | 0.73 | |
| | | สะพานข้ามคลองซึกพระ (ช่วงกลางสะพาน) | | | 0.68 | | 0.88 | | 0.57 | | 0.73 | |
| | | สะพานข้ามคลองซึกพระ (ช่วงพื้นยื่น) | | | 1.26 | | 1.63 | | 0.72 | | 0.94 | |
| 15 | สปท.4874 | สะพานข้ามคลองข้างวัดแก้ว plank (span 10m.) | 6 | | 0.57 | | 0.74 | | 1.41 | | 1.83 | |
| 16 | สปท.4875 | สะพานข้ามคลองมอญ3 plank (span 10m.) | 4 | | 0.87 | | 1.12 | | 1.16 | | 1.50 | |
| | | สะพานข้ามคลองมอญ3 plank (span 12m.) | | | 1.01 | | 1.30 | | 1.01 | | 1.31 | |
| | | สะพานข้ามคลองมอญ3 slab type (span 6.5m.) | | | 2.16 | | 2.80 | | 1.45 | | 1.88 | |

図 77 上部構造物の点検結果データ

出典：BMA

5) 補修

損傷部分のコンクリートを除去し、モルタルまたはコンクリートで修理する方法と、損傷した構造材を撤去して、再度建設する方法が行われている。



損傷したコンクリートを除去



モルタルで補修



損傷したスラブを撤去



スラブを新設

出典：BMA

6) 補強

橋梁の補強工事としては、CFRP⁷⁰技術が使用されている。



出典：BMA

CFRP工事完了後に試験を行って、改善度を確認している。下記のシートでは、施工前に不合格だった部分（黄色）が、施工後には合格値（青色）に改善されていることが確認できる。

⁷⁰ CFRP（Carbon Fiber Reinforced Plastics）は、炭素繊維と樹脂との複合材料で炭素繊維強化プラスチックの意味。金属材料よりも低密度でありながら、力学特性に優れた比強度が高い、軽くて強い材料。

| สรุป RATING FACTOR (SUPER STRUCTURE) | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|-----------|--|------------------------|------|-----------------------|------|------------------------|------|-----------------------|------|
| ลำดับที่ | แบบเลขที่ | ชื่อสะพาน | SUPER STRUCTURE | | | | | | | |
| | | | BEFORE STRENGTHENING | | | | AFTER STRENGTHENING | | | |
| | | | RATING FACTOR (MOMENT) | | RATING FACTOR (SHEAR) | | RATING FACTOR (MOMENT) | | RATING FACTOR (SHEAR) | |
| | | | LT | RT | LT | RT | LT | RT | LT | RT |
| 1 | สปท.4860 | สะพานข้ามคลองบางเตย | 0.78 | 1.02 | 0.94 | 1.19 | 1.19 | 1.02 | 1.25 | 1.19 |
| 2 | สปท.4861 | สะพานข้ามคลองบางศรีดี | 0.78 | 1.02 | 0.94 | 1.19 | 1.19 | 1.02 | 1.25 | 1.19 |
| 3 | สปท.4862 | สะพานข้ามคลองสะพานขาว | 0.78 | 0.94 | 0.94 | 1.10 | 1.19 | 1.19 | 1.25 | 1.10 |
| 4 | สปท.4863 | สะพานข้ามคลองบางคู | 0.78 | 1.02 | 0.94 | 1.19 | 1.19 | 1.02 | 1.25 | 1.19 |
| 5 | สปท.4864 | สะพานข้ามคลองบางศรี | 0.78 | 0.78 | 0.94 | 0.94 | 1.19 | 1.19 | 1.25 | 1.25 |
| 6 | สปท.4865 | สะพานข้ามคลองบางศรี | 0.94 | 0.94 | 1.10 | 1.10 | 1.19 | 1.19 | 1.10 | 1.10 |
| 7 | สปท.4866 | สะพานข้ามคลองบางศรี | 0.78 | 1.02 | 0.94 | 1.19 | 1.19 | 1.02 | 1.25 | 1.19 |
| 8 | สปท.4867 | สะพานข้ามคลองบางศรี | 0.91 | 0.73 | 1.09 | 0.90 | 1.15 | 1.15 | 1.09 | 1.22 |
| 9 | สปท.4868 | สะพานข้ามคลองบางศรี | 1.02 | 1.02 | 1.19 | 1.19 | 1.02 | 1.02 | 1.19 | 1.19 |
| 10 | สปท.4869 | สะพานข้ามคลองบางศรี | 0.75 | 0.75 | 0.90 | 0.90 | 1.14 | 1.14 | 1.25 | 1.25 |
| 11 | สปท.4870 | สะพานข้ามคลองบางศรี (span 8m.) | 1.29 | 1.29 | 1.06 | 1.06 | 1.29 | 1.29 | 1.06 | 1.06 |
| | | สะพานข้ามคลองบางศรี (span 10m.) | 0.69 | 0.69 | 0.85 | 0.85 | 1.12 | 1.12 | 1.25 | 1.25 |
| 12 | สปท.4871 | สะพานข้ามคลองบางศรี (span 6m.) | 0.74 | | 1.59 | | 1.33 | | 1.59 | |
| | | สะพานข้ามคลองบางศรี (span 8m.) | 0.95 | | 1.27 | | 1.37 | | 1.27 | |
| 13 | สปท.4872 | สะพานข้ามคลองบางศรี plank (span 10m.) | 0.89 | | 1.56 | | 1.39 | | 1.56 | |
| 14 | สปท.4873 | สะพานข้ามคลองบางศรี (SECTION 2-2) | 0.11 | | 0.15 | | 1.25 | | 1.29 | |
| | | สะพานข้ามคลองบางศรี (SECTION 4-4) | 0.47 | | 0.82 | | 1.27 | | 1.24 | |
| | | สะพานข้ามคลองบางศรี (SECTION 5-5) | 0.68 | | 0.57 | | 1.27 | | 1.20 | |
| | | สะพานข้ามคลองบางศรี (ช่วงกลางสะพาน) | 0.66 | | 0.57 | | 1.27 | | 1.20 | |
| | | สะพานข้ามคลองบางศรี (ช่วงปลาย) | 0.81 | | 0.28 | | 1.15 | | 1.26 | |
| 15 | สปท.4874 | สะพานข้ามคลองบางศรี plank (span 10m.) | 0.57 | | 1.41 | | 1.21 | | 1.41 | |
| 16 | สปท.4875 | สะพานข้ามคลองบางศรี plank (span 10m.) | 0.87 | | 1.16 | | 1.44 | | 1.16 | |
| | | สะพานข้ามคลองบางศรี plank (span 12m.) | 1.01 | | 1.01 | | 1.01 | | 1.01 | |
| | | สะพานข้ามคลองบางศรี slab type (span 6.5m.) | 2.16 | | 1.45 | | 2.16 | | 1.45 | |

図 78 上部構造物の補修前と補修後の点検データ

出典：BMA

(4) データベース

舗装についてのデータベースは使用していないが、橋梁のデータベースは十分に活用している。一方で、現在、舗装情報と橋梁情報を一体化して管理するGISシステムが発注されたところである。

(5) 評価

舗装については苦情対応が主体の事後保全である。

一方で、橋梁の点検・維持管理は非常に詳細にかつ科学的に行われており、そのデータはデータベース上で管理されており、技術者が事務所にいながら診断することができる。その結果に基づいて補修及び補強も、新しい技術も取り入れて、現場状況にあった技術を採用して実施されており、予防保全が行われている。また、橋梁の維持管理については現場レベルではPDCAは回っている。

(6) アセットマネジメントの現状と課題

工学的なマネジメントについては、人口密度が高く管理が難しい地域であるにもかかわらず、かなりよく実施されていると思われる。しかしながら、施設の維持管理に追われており、経済的視点、長期的視点等からのマネジメントはほとんどされていない。また、BMAでは組織横断的なインフラ・マネジメントも必要だが、現状では組織ごとに取り組んでいる状態である。

4.5 上水道分野の現状

4.5.1 タイ国の上水道分野の概要

タイ国の給水サービスの分担は、首都圏水道公社（MWA）がバンコク都及び周辺2県、その他の73県は地方水道公社（PWA）が担っている。

4.5.2 首都圏水道公社（MWA）

(1) 概要

1) 給水区域

MWAの給水区域はバンコク首都圏及びノンタブリ県、サムプラカン県の2県である。



図 79 MWAの給水区域

水源はチャオプラヤ川及びダム湖水を原水とし、浄水場で浄水された後、18の配水区から給水区域内へ配水している。

2) 施設概要

MWAの上水道施設は、2か所の水源、水源から浄水場（4箇所）までの導水管、浄水場で処理された水を配水場まで送る送水管、配水場から需要者に水を供給するための配水本管、配水支管（配水本管から分岐し、給水管を接続する管路）、給水管（配水支管から需要者の各水道メータまでの管路）から成る。また、取水施設から配水施設までの過程において、必要な水圧と流量を確保するためにポンプ施設（43箇所）が随所に設置されている。

配水本管（口径500mm～1800mm）の延長は約1650kmで、主に鋼管、普通鋳鉄管が使用されている。配水支管（口径100mm～400mm）は、総延長が28,800kmで、全ての管路延長の約94%を占めている。管種の内訳は石綿管（法定耐用年数：25年）が約14%（約3,920km：2013年）、硬質塩化ビニル管（PVC：Poly Vinyl Chloride、法定耐用年数：35年）が約84%（約24,100km：2013年）であり、この2種で配水支管の約98%を占める。

過去5年の配水支管の管路延長の推移を見ると、PVC管の伸びが著しい。管路の更新の際はPVC管に更新されるのに加え、給水区域の拡張により管路は毎年平均1,000kmずつ増加しているが、その新設に使用されるのは主にPVC管である。

表 58 過去5年の配水支管延長の推移

| 年度 | 鋼管 | 普通 鋳鉄管 | 石綿管 | PVC 管 | 亜鉛メッ キ鋼管 | 高密度 ポリエチレン管 | 配水支管計 |
|------|---------|-----------|-----------|------------|-------------|----------------|------------|
| 2009 | 301.550 | 22.412 | 4,829.269 | 18,932.323 | 268.521 | 45.958 | 24,400.033 |
| 2010 | 322.566 | 17.473 | 4,511.464 | 20,497.336 | 273.985 | 45.459 | 25,668.283 |
| 2011 | 351.610 | 16.817 | 4,251.797 | 21,980.165 | 280.624 | 45.728 | 26,926.210 |
| 2012 | 380.933 | 15.367 | 4,033.147 | 23,184.669 | 281.294 | 56.599 | 27,952.009 |
| 2013 | 399.881 | 15.330 | 3,920.051 | 24,136.508 | 280.166 | 59.555 | 28,811.491 |

出典：MWA

日本では耐久性、耐食性、また地震による地盤変動に追随ができるという理由からダクタイル鋳鉄管が広く普及しており、小口径管路についてはPVC管、最近では高密度ポリエチレン管が普及している。

一方、バンコク都内ではダクタイル鋳鉄管が配水本管で約3kmが使用されているのみで、普及が進んでいない。しかし現在、試験的に道路横断部分、歩道部分にダクタイル鋳鉄管（口径300～400mm）を布設し、タイ国での適用性（コスト、施工性、布設後の状況、耐久性等）を検証する試みが計画されている。

バンコク都内は土地が平坦で勾配が少ないため、水頭2～6mの低水圧で給水に不便を生じている地域がある。そのため、水圧を確保するためのポンプ施設が点在している。MWAは故障すると個々のポンプを修繕、あるいは一部の部品を交換して、更新時期が来たポンプから順次更新しているが、使用年数が40年を超えているものもある。

3) 実施体制

MWAは、給水区域を4つに分割したRegion（Region1～Region4）からなり、各Regionは下表のように4～6の配水区から構成されている。施設の運営維持管理は、各配水区に設置されたBranch Officeにより実施されている。

表 59 各Regionの配水区

| Region1 | Region2 | Region3 | Region4 |
|--------------|-------------|-------------|----------------|
| Sukhumvit | Phayathai | Nonthaburi | Bangkok noi |
| Pra Khanong | Tungmahamek | Prachachuen | Taksin |
| Samutprakarn | Mansi | Bangkhen | Suksawad |
| Suvarnabhumi | Ladprao | Min Buri | Phasi Charoen |
| | | | Bang Bua Thong |
| | | | Mahasawad |

出典：BMA

4) 財務状況

MWAの事業状況を見ると、2013年度の収入は186億バーツ（前年比10億バーツ増加）、営業支出は122億バーツ（前年比3億バーツ増加）でそのうち維持管理費用が6.6億バーツ、減価償却費が44億バーツであった。その結果、営業利益は64億バーツ（前年比6.7億バーツ増加）、純利益は70億バーツ(前年比12億バーツ増加)と純利益率は38%に上っており、純利益の50%を財務省へ支払い、残りの35億バーツを内部留保として自己資本に組み入れている。⁷¹

表 60 MWAの損益計算表

単位：百万バーツ

| | 2013 | | 2012 | | Increase in 2013 |
|--|--------|------|--------|------|------------------|
| Operating revenues | | | | | |
| Water sales | 17,547 | 94% | 16,777 | 95% | 770 |
| Other operating income | 1,056 | 6% | 828 | 5% | 228 |
| Total operating revenues | 18,603 | 100% | 17,605 | 100% | 998 |
| Operating expenses | | | | | |
| Raw materials and consumables used | 2,555 | 14% | 2,364 | 13% | 191 |
| Maintenance expenses | 663 | 4% | 557 | 3% | 106 |
| Depreciation and amortization expenses | 4,411 | 24% | 4,665 | 26% | -254 |
| Other operating expenses | 4,614 | 0% | 1,117 | 0% | 3,497 |
| Total operating expenses | 12,243 | 66% | 11,919 | 68% | 324 |
| Profit from operating | 6,359 | 34% | 5,686 | 32% | 673 |
| Total Other revenues and expenses | 732 | 4% | 272 | 2% | 460 |
| Profit before finance cost | 7,092 | 38% | 5,957 | 34% | 1,135 |
| Finance costs | -83 | 0% | -166 | -1% | 83 |
| Profit for the year | 7,009 | 38% | 5,792 | 33% | 1,217 |
| Payment to Ministry of Finance | 3,492 | 50% | 2,919 | 50% | 573 |
| Increase in retained earnings | 3,517 | 50% | 2,873 | 50% | 644 |

出典：MWA

⁷¹ 財務省への支払いは純利益の45%と決められているが、毎年調整の上、期內にも多少変更する。

このうち維持管理費用の内訳は下表のとおりで、主に外注費と材料費である。

表 61 維持管理に関わる費用（損益計算表より抜粋）

単位：百万バーツ

| | 2013 | 2012 |
|---|--------|--------|
| Contract out inspection and improvement of distribution valve | 26.83 | 18.75 |
| Contract out leakage pipes survey and repair | 298.39 | 216.57 |
| Repair and maintenance expenses | 176.13 | 177.96 |
| Pipe and equipment for repair and maintenance | 161.63 | 143.72 |
| Total | 662.98 | 557.00 |

出典：MWA

MWAの資産状況を見ると、2013年9月末現在、606億バーツの資産のうち、有形固定資産が建設中のものも含め518億バーツ（85%）を占めており、有形固定資産の比率が高い。債務は112億バーツである一方、自己資本は495億バーツで前年38億バーツ増加しており、総資産の82%を占めている。そのうち内部留保金が361億バーツと総資産の60%を占めており、内部留保は十分である。

表 62 MWAの貸借対照表

単位：百万バーツ

| | 2013 | | 2012 | |
|------------------------------------|--------|------|--------|------|
| ASSETS | | | | |
| Cash and cash equivalents | 5,120 | 8% | 1,443 | 3% |
| Current investments | 1,187 | 2% | 1,950 | 3% |
| Other current assets | 1,466 | 3% | 1,625 | 3% |
| Total current assets | 7,773 | 13% | 5,018 | 9% |
| Non-current assets | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Property, plant and equipment | 44,556 | 73% | 44,921 | 79% |
| Works under construction | 7,257 | 12% | 5,380 | 9% |
| Other non current assets | 1,050 | 2% | 1,455 | 3% |
| Total non-current assets | 52,862 | 87% | 51,756 | 91% |
| Total assets | 60,634 | 100% | 56,774 | 100% |
| LIABILITIES AND EQUITY | | | | |
| Liabilities | | | | |
| Current liabilities | | | | |
| Current portion of long term loans | 160 | 0% | 708 | 1% |
| Other current liabilities | 6,181 | 10% | 3,829 | 7% |
| Total current liabilities | 6,341 | 10% | 4,537 | 8% |
| Non-current liabilities | | | | |
| Long term loans | 1,330 | 2% | 3,016 | 5% |
| Other non current liabilities | 3,490 | 6% | 3,594 | 7% |
| Total non-current liabilities | 4,820 | 8% | 6,610 | 12% |
| Total liabilities | 11,161 | 18% | 11,147 | 20% |
| Equity | | | | |
| Capital | 13,339 | 22% | 13,017 | 23% |
| Unappropriated retained earnings | 36,124 | 60% | 32,605 | 57% |
| Total equity | 49,473 | 82% | 45,627 | 80% |
| Total liabilities and equity | 60,634 | 100% | 56,774 | 100% |

出典：MWA Annual Report , 2013

総資産の73%を占める有形固定資産の内訳をみると、簿価で304億バーツと70%近くが配管である。

表 63 有形固定資産の内訳

単位：百万バーツ

| | Costs | Accumulated depreciation /impairment | Net book value | Depreciation period (years) |
|----------------------------|---------|--------------------------------------|----------------|-----------------------------|
| Land | 4,284 | 0 | 4,284 | 30 |
| Building and improvements | 16,962 | 10,192 | 6,770 | 30 |
| Machineries and equipments | 9,579 | 7,370 | 2,209 | 5, 10, 20, 25 |
| Pipes | 72,073 | 41,659 | 30,414 | 10, 25, 35 |
| Meters | 3,412 | 2,832 | 580 | 5, 8 |
| Office equipments | 1,102 | 883 | 220 | 5 |
| Vehicles and transport | 321 | 241 | 80 | 5, 8 |
| | 107,734 | 63,179 | 44,556 | |

出典：MWA Annual Report , 2013

上記の2013年の財務状況から収益力、更新費用確保状況、老朽化の度合いを分析してみると、売上高利益率は38%と収益力は高い。更新費用の確保状況⁷²は、投資キャッシュフローと現預金が減価償却累計額の15%と低めであるが、これは有形固定資産の割合が高いため問題のある状況ではない。有形固定資産の取得費用の59%を償却している⁷³が、老朽化の進行よりも、会計上の耐用年数が実際の耐用年数より低めに設定されているためと考えられる。

表 64 主な財務指標

| 評価項目 | 評価指標 | 2013 |
|--------|----------------------|------|
| 収益力 | 売上高利益率 | 38% |
| 更新費用確保 | 更新投資充当可能資金対減価償却累計額比率 | 15% |
| 老朽化度合い | 有形固定資産減価償却率 | 59% |

以上の考察より、MWAの収益力は高く、更新費用の確保状況、老朽化度合もも大きな問題がある状況ではない。

(2) 管路の維持管理状況

1) 計画 (Plan)

更新計画

MWAは管路の漏水対策に注力しており、管路の大部分を占める配水支管が主に石綿管とPVC管であることから、これら2種管の漏水対策が主となる。

2008年以前は、管路の平均耐用年数が25年であるため、既存管路延長の4%を毎年更新し、25年で一巡する計画となっていた。しかし、この方法は漏水がなくまだ使える管路も更新してしまうこと、また漏水の頻度が高い路線の把握が困難なことから、MWAは2008年に配水支管の維持管理にDMA (District Meter Area)を導入した。DMAは給水区域を配水ブロックに分けたもので、これによりブロックごとに漏水の状況を細かく把握でき、管路更新の優先度の設定が容易になり、漏水の多い管路を優先的に更新でき、結果として更新する管路延長を削減することが可能となった。

管路の更新の優先順位付けに考慮するクライテリアは下記の5項目である。

1. 管路の布設年数

⁷²更新投資充当可能資金対減価償却累計額比率（更新投資充当可能資金÷減価償却累計額。更新投資充当可能資金＝投資キャッシュフロー＋現預金＋短期有価証券）は、2013年に15%と低い。

⁷³有形固定資産減価償却率（有形固定資産減価償却累計額÷有形固定資産のうち償却対象資産の取得原価）が59%。

2. 漏水発生頻度
3. 漏水率
4. 管路の布設深度
5. 管種

MWAはGISを活用して、布設後20年以上が経過した石綿管が約1,000km、今後20年を超える石綿管が毎年150～300km増加することを把握し、2008～2014年にかけて、管路更新のクライテリアに基づき、更新の優先度を決め、石綿管の300km/年の更新計画を立て、実施してきた。2015年以降も優先度を決めて管路の更新計画を立て、実施していく予定である。


予算計画


MWAでは、18のBranch Officeが管轄区の予算計画を作成し、それらを本部がまとめて全体の予算計画を作成している。各Branch Officeは管理する管路ごとに、クライテリアに従って、管路更新計画を立て、翌年度の予算計画を作成する。バンコク首都圏庁（BMA）の管轄区域であるため、道路の掘削を要する配管工事にはBMAの認可が必要となる。この認可の有効期限は1年であるため、MWAでは予算計画は1年単位で作成せざるをえないとともに、BMAの認可を得られず予定の工事を実施できない場合もある。

2) 実行（Do）

MWAはこれまでの補修実績から以下の4管種を重点的に補修、更新している。

表 65 各管種の漏水の発生要因と補修状況

| 管種 | 用途 | 漏水発生の主な要因 | 管の破損、補修状況 |
|-----|--------------|---|--|
| 石綿管 | 配水本管 配水支管 | <ul style="list-style-type: none"> ・地盤の不等沈下による管路の離脱 ・老朽化による管の劣化 |  |

| | | | |
|---------|------|-------------------------------------|---|
| PVC管 | 配水支管 | ・地盤の不等沈下による 管路の離脱 |  |
| 亜鉛メッキ鋼管 | 配水支管 | ・水道水中の塩素による 管の腐食 |  |
| ポリブチレン管 | 給水管 | ・地盤の不等沈下による 管路の離脱 ・老朽化による管の劣化 |  |

3) 評価 (Check)

GISの活用

MWAでは約10年前から管路施設の情報管理にGISを活用している。

GISを導入するまでは、縮尺1/4000の地形図上に管路位置及び管材質・口径等の最低限の情報を展開した管理図を使用していた。

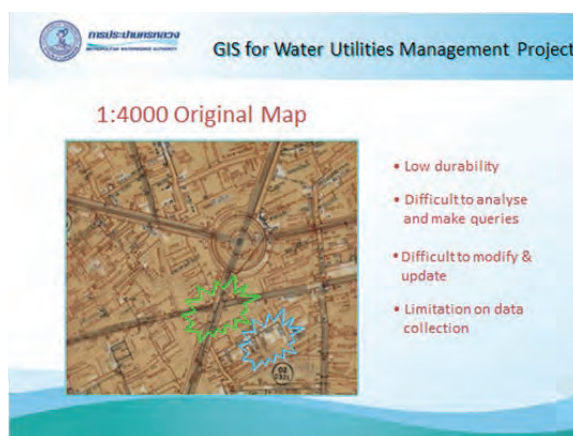


図 80 GIS導入前の管理図

出典：MWA

GIS導入後は、MWA局内にGISのサーバーを設置した専用ルームを設け、縮尺レベル1/1000の地形データ上に管路位置を展開し、属性情報として水道使用者を含む各種の詳細情報も管理している。更新時は、ベクトルデータと連携した竣工図をGIS上に取り込み、GIS向けにベクトルデータ化した更新データを付与する。

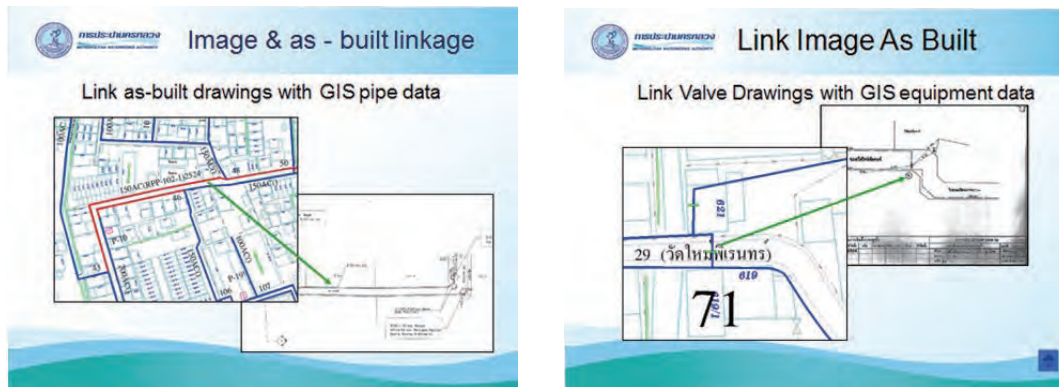


図 81 管路施設と竣工図の連携イメージ

出典：MWA

この竣工図はどこでもGIS上で呼び出すことができ、MWA局内、市内18箇所
に設置されている Branch Office及びコールセンターで情報を参照することが
できる。また、モバイル端末での情報表示や登録も行えるようになっており、漏水
発生位置や新規メータ接続等に係る情報を現場でGISに反映することができる。
また、量水器の顧客の水使用量データをGISに取込むことにより、各地域での使
用水量を算出して管網解析を行うことができる。この結果は管路の新設または管
路更新時に管口径を決定する際、基礎データとして活用されている。

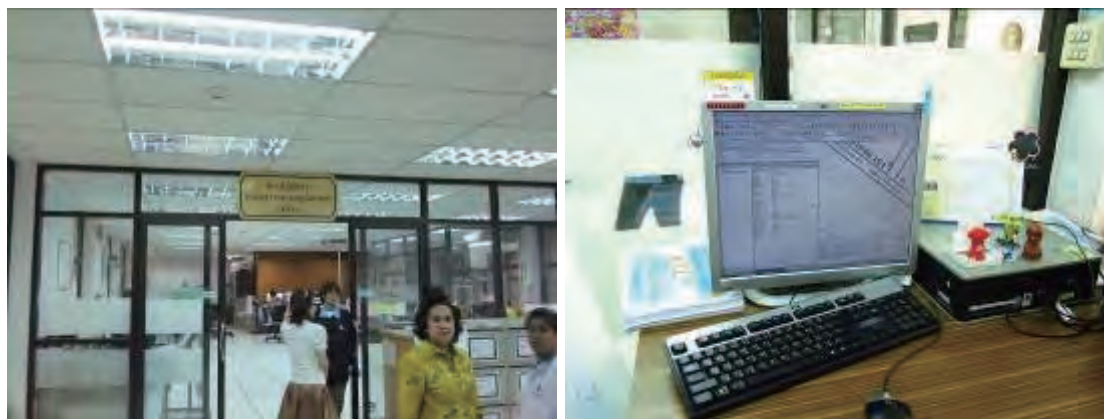




図 82 MWA局内におけるGISの活用状況

SAPの活用

GISと同様、統合業務パッケージシステムとしてSAPが各Branch Office、浄水場やポンプ場等施設ごとに導入されており、Branch Officeにおける管路の情報は常に更新され、台帳として確認をすることができる。

4) 見直し (Action)

管路の更新計画については、石綿管の漏水箇所数は2010年から2013年の間に減少している一方、PVC管の漏水箇所数が増加していることから、更新の重点が石綿管からPVC管に移行している。2014年度より、既存のPVC管について400km/年の更新計画が立てられ、現在実施中である。

表 66 石綿管、PVC管の漏水箇所数の推移

| 管種 | 漏水箇所数 (箇所/100km/月) | | 備考 |
|------|--------------------|--------|--------------------------------|
| | 2010年度 | 2013年度 | |
| 石綿管 | 10 | 4.7 | 法定耐用年数：25年 更新の実施により漏水箇所数が減少 |
| PVC管 | 2 | 2.3 | 法定耐用年数：35年 漏水箇所数が増加傾向 |

管路の更新計画は下記のように見直され、改訂されている。

表 67 管路更新計画の推移

| 2008年度以前 | 2009～2014年度 | 2015年度以降 |
|---|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ・更新する管路延長（80%） ・漏水率（20%） | <ul style="list-style-type: none"> ・20年以上経過した石綿管（80%） ・漏水率（20%） | <ul style="list-style-type: none"> ・20年以上経過した石綿管 ・30年以上経過したPVC管 ・漏水率 ・更新費用 |

(3) 浄水場及びポンプ場の維持管理状況

1) 計画（Plan）

ポンプ施設及び浄水場については、更新の長期計画はないが、施設の状態と使用年数により、年度ごとにそれぞれ更新及び修理計画を立てている。

2) 実行（Do）

ポンプについては更新時期が来たものから順次更新している。浄水場についても、濾過池内の防水塗装を施す、鉄製のプレートをステンレス製に交換する等、長期使用に耐えるよう修理を施している。



図 83 急速濾過池の修理前(上)と修理後（下）

3) 評価 (Check)

浄水場やポンプ場では、施設の運転維持管理担当の技術者が紙ベースの資機材の台帳は整理しているが、本部のスタッフが常時施設状況を確認出来る体制にはなっていない。また、SAPが導入されているもののSAPの技術、知識不足のため、使用していない。このため、本部で必要な情報を入手する際には、その都度各施設に問い合わせしており、情報収集に時間を要する。

4) 見直し (Action)

ポンプ施設では、無収水量の増加を防止するため、更新の際に水圧に影響のない範囲で揚程の小さなポンプが計画されている。

浄水場では、これまでの施設の修理を経て、現在は浄水場内の導水路から漏水対策を重視している。ただし、補修には導水を一時的に止める必要があり、都内への配水が滞ることから実施出来ていない。配水への影響を極力少なくした対策を検討しているが、良い解決策を思いつかず、支援先を探している。



図 84 浄水場内の漏水状況

(4) 日本との協力

1) JICAの技術協力

これまでに技術協力や有償資金協力「バンコク上水道整備事業」（第1次フェーズ2（1979年承諾）から第8次（2009年承諾）までの円借款供与を行っている。さらに、JICAは「第8次バンコク上水道整備事業」の附帯技術支援としてMWAの上水道施設の運営・維持管理能力の向上を目的として、2010年11月～2013年3月に日本の水道事業者（大阪府、名古屋市、東京都）の技術・経験を共有するための本邦研修及び専門家派遣を組み合わせた協力を実施してきた。

2) 東京都水道局との技術協力

東京都水道局は、2012年までに上記「第8次バンコク上水道整備事業」附帯技

術支援を始め、JICA事業による本邦研修及び専門家派遣を組み合わせた協力を実施してきた。

MWAからの要望により、独自で人材育成に関する覚書を締結し、2013年からも引き続き職員を相互派遣し、内容を充実させた技術協力を実施している。その際の費用負担は、移動費及び滞在費は派遣側、視察及び研修に係る費用は受入れ側となっている。

3) 日系企業による技術協力

東京水道サービス株式会社（以下、TSS）が東京都水道局と共にMWAに対して技術支援を実施している。

1. バンコク市内の漏水対策として実地試験を実施（2011年5月）
無収水率が28%から3%に改善
2. 合弁会社TSS-TESCOバンコク社の設立（資本金 約1,300万円）
TSSが49%を出資し、現地企業と合弁でタイ国における水道事業を担う現地法人を設立。

(5) アセットマネジメントの現状と課題

MWAは、施設の維持管理に係る体制を構築し、GISにより管路や施設状況を管理し、MWA自身による分析を踏まえて、給水区域拡張に伴う配水管の新設、既設石綿管・PVC管等の更新、漏水補修工事等必要な施設整備を行っている。ただし、現時点の施設の維持管理は、事後保全をベースとする中期的な計画に基づいたものであり、予防保全や施設の長寿命化を目指し、数十年先の施設の状態を見据えた長期的かつ総合的な計画に基づいてはいない。

アセットマネジメントにおけるMWAの課題は、維持管理に関わる長期計画の策定に必要なデータの蓄積・分析が行える環境がまだ十分に整っていないため、長期的な維持管理費の予測が出来ていないことである。

長期間の水需要の予測、問題点の特定、それを基にした長期的かつ総合的なアセットマネジメント計画を作成して、実施していくことが、事業継続性の強化のために必要であり、これから取り組むべき課題である。

4.5.3 地方水道公社 (PWA)

(1) 概要

1) 事業概要

PWAは、MWAが管理するバンコク首都圏の水道施設を除く、タイ国内の水道施設を管理している。対象需要者は約370万世帯（約1,480万人）であり、世帯数でタイ国全体の約16%をカバーしている。これは、MWAの顧客数（約210万世帯、約840万人：タイ国全体の9%）よりも多い。

2) 施設概要

バンコク周辺の水道施設については、タイ政府が1990年代に首都バンコク近郊で深刻化した地下水の過剰利用による地盤沈下、地下水汚染問題を解決するために、民間資金・技術の導入による浄水場建設を計画したのが始まりである。その計画に従い、民間のTTW社（Thai Tap Water Supply Company Limited）が設立され、TTW社がバンコク西部及び北部2か所に浄水場を建設した。現在でもバンコク西部のナコンパトム・サムットサコン両県、北部のパトンタニ県向けに、約40万m³/日の浄水を生産している。これは、PWAの配水総量の約1/3を占め、これら浄水施設は現時点ではTTW社が所有、運営維持管理を行い、PWAがTTW社より浄水を購入して給水している。

2023年には北部の浄水場、2034年には西部の浄水場がPWAに移管される予定である。

3) 実施体制

PWAの組織はバンコク都内の本部と、国内10箇所の拠点（Regional Office）、233箇所の水道施設（Branch）から成る。これらの水道施設は需要者数により以下のように4グループに分類されている。

表 68 顧客数による施設規模の内訳

| グループ名 | 顧客数 | Branch数 |
|---------------------------------|---------------|---------|
| 1. Small Scale Water Utilities | 15,000以下 | 169 |
| 2. Medium Scale Water Utilities | 15,001－40,000 | 41 |
| 3. Large Scale Water Utilities | 40,001－80,000 | 14 |
| 4. Special Water Utilities | 80,001以上 | 9 |
| 計 | | 233 |

PWAは、233の水道施設のうち、主に顧客数が50,000戸を超える規模の比較的大きい20施設の運営を外部委託している。主に残りの規模の小さい水道施設は

PWAが直接運営している

2014年5月現在、PWAの7,730名の職員のうち、987名がバンコクの本部、6,743名が10か所のRegional Officeと233か所の水道施設に在籍している。

各Regional Officeは、それぞれ20～25の水道施設を管理しており、各水道施設からの施設の運営・維持管理情報が管轄するRegional Officeに報告され、Regional Officeからバンコク都内のPWAの本部へ報告されるシステムとなっている。

PWAが管理する水道施設は、2014年10月には235に増加する予定である。

4) 財政状況

MWAの事業状況を見ると、2013年度の収入は212億バーツ（前年比30億バーツ増加）、営業支出は164億バーツ（前年比15億バーツ増加）であった。そのうち維持管理費用は9億バーツで、主に配管補修や布設の外注費と材料費である。

その結果、純利益は40億バーツ(前年比16億バーツ増加)で純利益率は19%で、純利益の51%を財務省へ支払い、残りの20億バーツを内部留保として自己資本に組み入れている。⁷⁴

表 69 PWAの損益計算書

単位：百万バーツ

| | 2012 | | 2011 | |
|--|--------|------|--------|------|
| REVENUES | | | | |
| Income from water sales and services | 19,488 | 92% | 16,579 | 91% |
| Income from pipeline installation | 1,686 | 8% | 1,559 | 9% |
| TOTAL REVENUES | 21,175 | 100% | 18,138 | 100% |
| EXPENSES | | | | |
| Operating and administrative expenses | 15,040 | 71% | 13,664 | 75% |
| Costs of pipeline installation | 1,311 | 6% | 1,209 | 7% |
| TOTAL EXPENSES | 16,351 | 77% | 14,873 | 82% |
| Finance costs | 2,243 | 11% | 1,903 | 10% |
| Profit for the year | 4,029 | 19% | 2,478 | 14% |
| Other comprehensive income (loss) - net | -1 | | -1 | |
| Total comprehensive income for the years | 4,028 | 19% | 2,477 | 14% |
| Remittance to the Ministry of Finance | 2,044 | 51% | 1,197 | 48% |
| Increase in unappropriated retained earnings | 1,984 | 49% | 1,280 | 52% |

出典：PWA Annual Report 2012

⁷⁴ 財務省への支払いは純利益の45%と決められているが、毎年調整の上、期內にも多少変更する。

PWAの資産状況を見ると、2012年9月末現在、836億バーツの資産のうち、有形固定資産が建設中のものも含め712億バーツ（85%）を占めており、有形固定資産の比率が高い。債務は550億バーツである一方、自己資本は前年9億バーツ増加し285億バーツで、総資産の34%を占めている。そのうち内部留保金がマイナスで前年度より改善しているものの、内部留保が十分に蓄えられていない。

表 70 PWAの貸借対照表

単位：百万バーツ

| | 2012 | | 2011 | |
|---|--------|------|--------|------|
| ASSETS | | | | |
| TOTAL CURRENT ASSETS | 8,739 | 10% | 8,578 | 11% |
| NON-CURRENT ASSETS | | | | |
| Property, buildings and equipment | 71,224 | 85% | 67,979 | 84% |
| Other non-current assets | 3,594 | | 4,546 | |
| TOTAL NON-CURRENT ASSETS | 74,817 | 90% | 72,526 | 89% |
| TOTAL ASSETS | 83,556 | 100% | 81,104 | 100% |
| LIABILITIES | | | | |
| TOTAL CURRENT LIABILITIES | 8,393 | 10% | 7,642 | 9% |
| NON-CURRENT LIABILITIES | | | | |
| Long-term loans from financial institutions - net | - | | 810 | 1% |
| PWA's bonds - net | 10,200 | 12% | 10,150 | 13% |
| Other non-current assets | 36,443 | | 34,906 | |
| TOTAL NON-CURRENT LIABILITIES | 46,643 | 56% | 45,866 | 57% |
| TOTAL LIABILITIES | 55,036 | 66% | 53,508 | 66% |
| EQUITIES | | | | |
| Total capital | 33,124 | 40% | 33,124 | 41% |
| Unappropriated retained earnings (loss) | -5,054 | -6% | -5,980 | -7% |
| TOTAL EQUITIES | 28,520 | 34% | 27,596 | 34% |
| TOTAL LIABILITIES AND EQUITIES | 83,556 | 100% | 81,104 | 100% |

出典：PWA Annual Report 2012

総資産の76%を占める建設中のものを除いた有形固定資産の内訳をみると、497億バーツと78%が建設物となっている。償却年数は3年~50年である。

表 71 有形固定資産の内訳

単位：百万バーツ

| | Cost price | Accumulated depreciation | Accumulated impairment | Net book value |
|------------------------------|------------|--------------------------|------------------------|----------------|
| Land | 2,282 | 0 | 8 | 2,274 |
| Building and construction | 77,485 | 26,924 | 817 | 49,744 |
| Equipment | 11,374 | 7,445 | 38 | 3,892 |
| Assets under Financial Lease | 16,511 | 4,343 | 4,465 | 7,703 |
| Total | 107,652 | 38,711 | 5,328 | 63,614 |

注：建設中の有形固定資産7.4億バーツは除く

出典：PWA

上記の2012年の財務状況から収益力、更新費用確保状況、老朽化の度合いを分析してみると、売上高利益率は19%と収益力はMWAほど高くない。更新費用の確保状況⁷⁵は、投資キャッシュフローと現預金が減価償却累計額の36%と過去の投資に係る減価償却の1/3程度の水準で資金を確保できている状況である。有形固定資産の取得費用に対して既に償却している分は37%⁷⁶と全体的には老朽化は深刻ではないと思われる。

表 72 主な財務指標

| 評価項目 | 評価指標 | 2012 |
|--------|----------------------|------|
| 収益力 | 売上高利益率 | 19% |
| 更新費用確保 | 更新投資充当可能資金対減価償却累計額比率 | 36% |
| 老朽化度合い | 有形固定資産減価償却率 | 37% |

PWAはサービス区域が広く密度が低いため事業効率が悪く、過去に営業成績が悪かった時期があり、内部留保はマイナスであるが、最近では利益が出るようになり、財務状況は改善しつつある。今後、遠隔地の効率へ事業拡大する際には政府の補助が出る予定で、業績悪化には直結しないと考えられる。

(2) 維持管理の状況

1) 計画 (Plan)

現在、PWAが管理する水道施設の漏水率の平均値は約28%であるが、格差が大きく36~40%を超える水道施設もある。そのため、PWAは漏水対策を重要課題と位置づけ、管路の補修・更新の優先度を設定している。優先度の高い施設から更新を行って漏水率の低下を図ると同時に、漏水事故を未然に防ぎ、水道利用者への給水サービスの向上を目指している。

⁷⁵更新投資充当可能資金対減価償却累計額比率（更新投資充当可能資金÷減価償却累計額。更新投資充当可能資金＝投資キャッシュフロー＋現預金＋短期有価証券）は、2013年に36%である。

⁷⁶有形固定資産減価償却率（有形固定資産減価償却累計額÷有形固定資産のうち償却対象資産の取得原価）が37%。

現在、PWAは施設の運営維持管理に関し、次のような事業戦略を掲げている。

表 73 PWAが掲げる事業戦略

| 事業戦略 | 達成に向けた方策 |
|--------------------------|--|
| 1. 適切な水源の管理 | 1-1. 適切な原水の確保 1-2. 原水水質監視システムの導入 1-3. 適切な原水利用のための配水区域の統合 |
| 2. 環境に優しい浄水システムと水需要量への対応 | 2-1. 水需要を満たすための施設の改良 2-2. 運転管理のためのSCADAの導入 2-3. 施設の維持管理向上のための予防保全の導入 2-4. 浄水処理の改良による水質改善 2-5. ISO14000に準拠した環境問題への対応 2-6. 効果的な施設運転のための新技術の導入 2-7. 事業継続マネジメントの導入 |
| 3. 顧客の要求に応える施設運転システムの構築 | 3-1. 給水区域の拡張 3-2. Localの水道施設に対する技術提供 3-3. 漏水管理 3-4. 流量計の新設、更新とそれに伴う検証 |
| 4. 国際規格に準じた水質管理 | 4-1. 水理状況のモニタリングに伴う情報の提供 4-2. ISO/IEC17025規格に沿った研究室の改善 4-3. 浄水場における浄水工程の設定と水質コントロール |

PWAの新しい取組みとして、管路の補修・更新に関してこれまでの事後保全から予防保全への移行を目指しており、そのための予算が計上され、実行計画を策定中である。

2) 実行 (Do)

PWAは管理する水道施設数が多く、各施設の運営はBranch Officeに任されているものの、水道施設の状況が地形や自然状況によりそれぞれ異なること、またBranch Officeの技術レベルにバラつきがあり、一定レベルでの水道施設の管理が難しい。また、外部委託による施設管理の拡大も検討しているものの、予算や人材の確保が困難なことから、現状では実現出来ていない状況である。

約10%の規模の大きな水道施設では、MWAと同様に給水区域を複数の配水ブロック (District Management Area: DMA) に分割している。各DMAの境界に設置された流量計でDMA間の流量を常時計測しており、流量に異常がある場合には漏水の可能性が大きいと判断し、現地にて詳細な漏水探査を実施し、管路を補修している。

例えば、首都圏に近いRangsit Branchでは、この仕組みが2年前に導入され、給水区域内の総数60のDMAの流量データがWEB上に常時送信されており、インターネット環境が整っている所であれば何処からでも計測値を確認出来る。この

ため、担当者は外出中でも漏水等で流量計が異常な数値を示した場合には、即座に画面上で異常を確認できる。

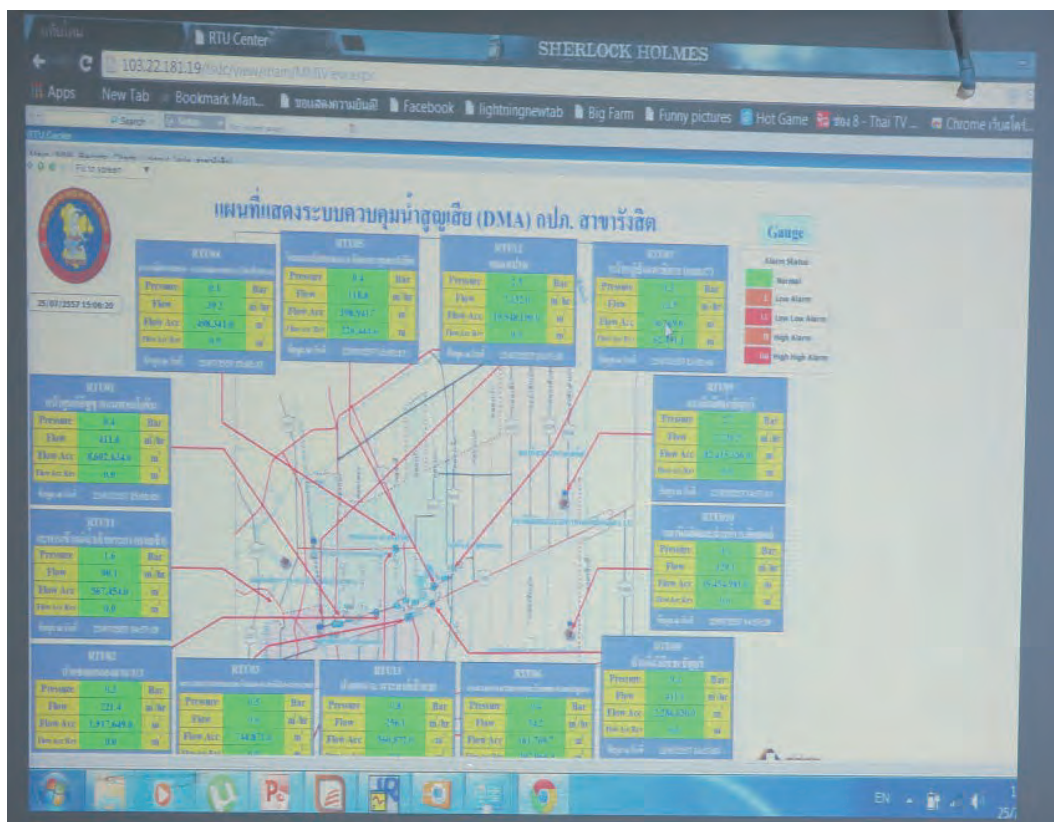


図 85 配水管に設置された流量の計測状況

3) 評価 (Check)

GISの活用状況

PWAでは、管路施設の情報管理にBMAやMEA、MWAとは異なるシステムのGISを活用しており、本部及び全233か所の各水道施設がGISでデジタル地形データ上に管路位置を展開し、属性として管路の詳細情報を管理している。

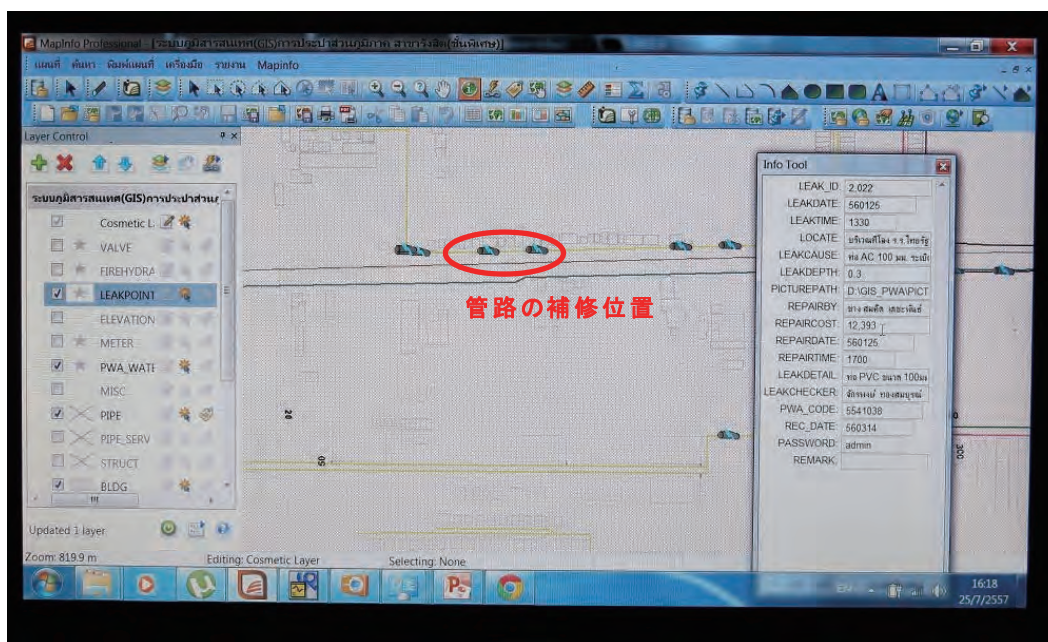


図 86 GISによる管路の補修状況

水道施設では、GISで漏水、補修履歴や水道使用者に係る属性情報が管理されており、配水管更新の優先度の設定及び需要家の水使用状況から水理計算により将来の拡張計画に利用されている。

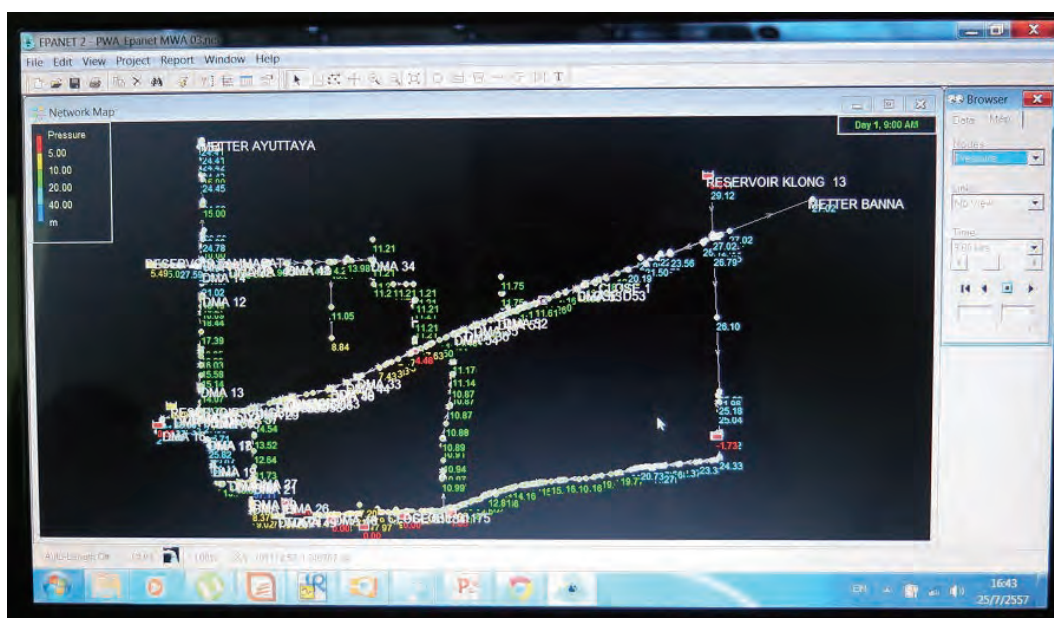


図 87 水理計算の実施状況（Rangsit Branch）

しかし、なかには管路情報が常時更新されていない地方の水道施設もある。

4) 見直し (Action)

施設規模の大きいBranch Officeでも管路の補修・更新情報等の基礎データは記録しているが、管路の埋設状況、地盤状況等のデータを収集し、基礎データと組み合わせて管路の補修頻度が多い条件を分析し、管路更新の優先順位付けに生かすところまではできていない。

(3) 日本との協力

2011年4月～2014年3月にかけて、埼玉県企業局は「JICA草の根技術協力事業」の適用を受けて、PWAが管轄するタイ・チョンブリ県において水処理に係る技術支援を実施している。支援内容は、本邦からの技術者派遣とPWAからの研修生受入れにより、沈殿池・ろ過池の管理方法の改善や、マンガンの低減化等、水質管理技術の向上のための技術移転であり、以下の成果を目的としている。

1. PWAの技術力向上

- ・ろ過池洗浄技術
- ・塩素管理技術
- ・排泥管理技術
- ・日本の水道知識の習得

2. 埼玉県企業局職員の国際感覚の醸成

PWA（タイ側）、日本側双方に成果が見られた。さらに、PWAから今後の協力として、他の地域への展開、更なる技術者の育成の要望があり、埼玉県企業局は、PWAに対する支援を2016年3月まで延長し、Chiang Mai及びNong Khaiの浄水場の運営維持管理能力向上を目的とした技術支援を継続する。

(4) アセットマネジメントにおける現状と課題

PWAは、MWAと同様、施設の維持管理を行う上で必要なハードウェア、ソフトウェアが整備されており、自前で分析をし、将来の施設の維持管理計画を策定する環境は整っている。また、これまで維持管理は事後保全であったが、予防保全に伴う維持管理手法を取り入れる意向も持っており、既存施設を将来に亘って有効に活用する意識の高さが確認出来る。

ただし、現実には管轄するエリアが広く、管理する施設が非常に多く国内に点在していること、施設の仕様が地域の条件に応じて異なることから、各々の施設に対する均質な維持管理は難しい状況である。限りある予算の中で施設の維持管理に係る各水道施設への適正な予算配分は難しく、人口の多い首都圏周辺を重視せざるを得ず、地方のサービスの質の改善が課題である。

4.6 下水道分野の現状

4.6.1 タイ国の下水道分野の概要

タイ国の下水道事業は、バンコク都内はバンコク首都庁（BMA）の下水道事業局、その他は下水道管理公社（WMA）が管轄している。

4.6.2 バンコク首都圏庁（BMA） 下水道事業局

(1) バンコク都の下水道システム

BMAの下水道部門は下水道事業局（DSD）が管理し、バンコク都内の以下の施設に関する建設及び維持管理業務を主に行っている。

- 下水道管渠（合流式） 約6,400km
- 雨水吐室 1,000箇所以上
- 下水処理場 7箇所
- 河川堤防
- 排水ポンプ場

バンコク都の下水道は、元来、雨水排水を目的に整備されてきたため、汚水と雨水を同一の管渠で処理する合流式下水道が一般的である。下水道管渠には雨水吐室が整備され、乾期は合流式管渠に汚水のみが流入し、全量が下水処理場で処理される。雨期は、合流式管渠を雨水と汚水が流下するが、一定量（通常、乾期汚水量の5倍）までは下水処理場に送水され、余剰水量は雨水吐室を経てスクリーンでゴミを取り除いた後、河川・水路に放流される。バンコク都には1,000ヶ所以上の雨水吐室が設置されているが、雨水吐室が整備されていない地域では、汚水、雨水とも、合流式下水道管渠により収集され、そのまま河川・水路に放流されている。

バンコク都では腐敗槽の設置が義務付けられており、排水される汚水の汚濁濃度は低く、また、下水道管渠には運河からの水の逆流や地下水の浸入等の不明水も多く混入しているため、下水道管渠を通して収集される汚水の下水処理場流入水質は、BODで約42mg/l（平均値：2013年）と、日本の1/2～1/3（146mg/l：2012年、東京都下水道局）と低い値を示している。このため、公共用水域、下水処理場への汚濁負荷削減効果を期待でき、低コストの下水道処理システムが構築されている。

バンコク全体で発生する汚水量は約300万m³/年であるが、この内処理されるのは約100万m³/年である。下水道管渠は口径0.3～5.0m、管種はヒューム管を主としてPVC管等、様々な管種が使用され、布設後30年以上経過している管渠も存在する。

(2) 組織

2013年度におけるDSDの職員総数は500名であり、その内訳は正規職員156名に加えて、非正規技能職282名、臨時職62名である。以下にDSDの組織と職務別人数を示す。

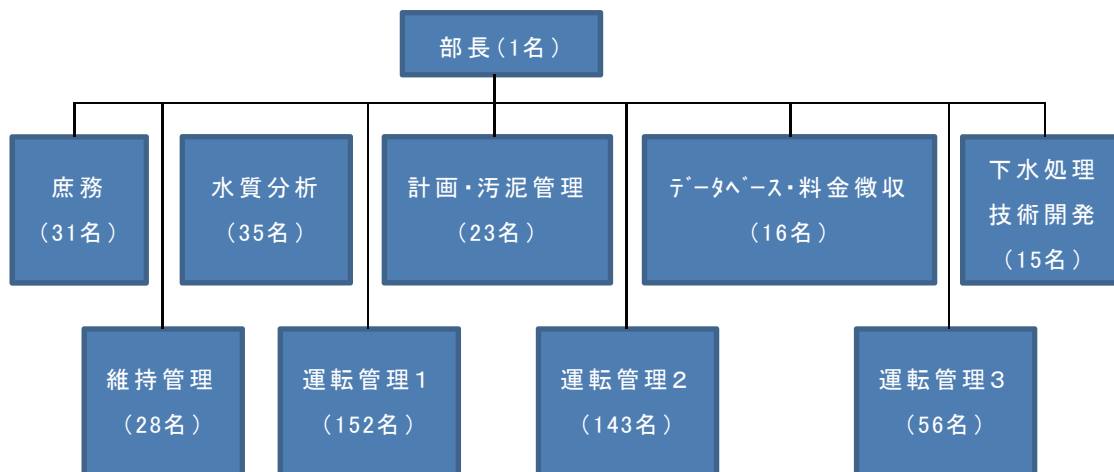


図 88 DSDの組織図

出典：BMA

(3) 予算、維持管理費と下水道料金

現在、DSDによる下水道の運営維持管理は、国からの補助金と税金によって賄われており（年間予算：約30億バーツ、補助金と税金の割合は約50：50）、下水道料金条例は2004年に制定されているものの、下水道に係る料金徴収は実施されていない。これは年間の汚水量の1/3しか処理出来ておらず、バンコク都民の下水道施設の整備状況に対する不満から、料金徴収の実施が実現出来ていないとのことである。DSDとしては、下水道の料金徴収の必要性は把握しているものの、少なくとも下水道普及率が60%を超えなければ料金徴収の実現は難しいと判断している。

(4) 下水道施設の維持管理状況

1) 計画 (Plan)

下水道整備の上位計画として、2008年に作成されたBMA実行計画（2009年 - 2012年）があり、2012年目標として下水処理率42%、2020年の長期目標として下水処理率60%を掲げており、この目標達成に向けて下水道整備が進められている。下水道施設の維持管理については、バンコク都内7処理区で処理区毎に年間、月間、週間の維持管理計画を作成し、実施されている。

2) 実行 (Do)

バンコク都内7処理区の内、6処理区については下水道処理場から下水道管渠の運営維持管理業務を一括で民間会社に5年契約で委託している。BMAは1処理区について直接運営維持管理を行っている。

大口径の管渠については人が管渠内に入って損傷状況を確認しているが、小口径管路については人が直接管渠内を確認することが出来ないため、管路調査用機材の導入を検討しているところである。

3) 評価 (Check)

下水道施設の維持管理結果は、処理区毎に作成されたデータベースによって管理されている。

4) 見直し (Action)

バンコク都内7処理区の内、6処理区を外部委託しているが、BMAによれば、民間業者に管理を委託することで新しい技術の適用が可能になるとのことであった。しかし、料金徴収を実施せず、国からの補助金と税金のみで施設の維持管理を行っている現状では、施設の拡張も含めた下水道施設の整備が十分に実施出来ていない状況である。

(5) アセットマネジメントにおける現状と課題

2011年の洪水以降、タイ国では洪水に対するインフラの整備が大きな問題となっている。BMAの下水道部門では、チャオプラヤ川の河川堤防の管理も行っているが、2011年の洪水以降、堤防の維持管理に重点が置かれ、堤防の状態、特に堤体からの漏水について重点的に点検が行われ、随時修繕・補修が実施されている。しかし、BMAとしては下水道の整備（特に管路ネットワークやポンプ施設）も同様に最重要課題と考えている。

BMAは既存施設の維持管理の必要性は認識しており、下水道管路内の視認のためのシステムの導入を検討する等、対策を講じている。BMAが抱える最大の課題は、施設を運営していくために料金徴収が必須であるにも関わらず、下水道の整備率が低いために料金徴収が実施出来ていないことである。そのため、既存施設の維持管理の重要性は十分認識しているが、それ以上に下水道事業運営において優先度が高いのは、下水道の整備率を上昇させるために新規の施設整備を実施することである。

4.6.3 下水道管理公社 (WMA)

(1) 組織と業務内容

WMAはMNRE(Ministry of Natural Resources and Environment)の下部組織であり、バンコク都内を除くタイ国内の下水道施設を管理している。職員数は120名（バンコク都内60名、バンコク外60名）である。

タイ国内にある下水処理場101箇所（バンコク8箇所、バンコク外93箇所）は基本的に各地方自治体が建設、管理を行っている。下水道施設の内、バンコク都内についてはBMAが管理しているため、WMAの管轄する地域はバンコク外のタイ国内全域となるが、全ての下水道施設を管理している訳ではなく、各地方自治体が下水道施設を新たに建設する場合、また施設の老朽化により更新の必要がある場合等において、独自で施設の更新を進めることが困難な状況である場合に限られる。このような場合に地方自治体がWMAに対して下水道施設運営の要請を出し、要請が受理された後、最大15年間を限度としてWMAが下水道施設運営を支援する。

サポートの内容としては、下水道処理施設新設の資金援助、施設の運営、地方自治体に対する運営方法の指導であり、15年の契約期間中はWMAが下水道処理施設を直接管理し、建設資金や施設更新にかかる資金が足りない場合は、国からの援助を受けて各下水道処理施設の運営維持管理を行っている。

現状では、月当たり下水道使用料30バーツを各世帯から徴収し、タイ国内18か所の下水道処理施設の運営資金に充てている。

WMAの業務の目的は、15年の契約期間中の指導により、各地方自治体が施設の運営能力を持ち、自立した施設運営を可能にすることを目指すものである。このため、下水道処理施設は地方自治体が所有するため、WMAが独自で施設を所有することはない。15年の契約期間内に地方自治体が下水道処理施設の運営ができるようになった場合、WMAのサポートは終了となるが、これまで契約期間を待たずに終了したケースは1箇所しかなく、ほとんどの自治体は15年の契約終了後も契約期間を延長し、WMAによる施設の運営維持管理の継続を望んでいるのが現状である。

WMAが対象とする施設は下水道処理施設のみであり、下水道管渠の建設、維持管理は各地方自治体が行っている。

(2) 施設の維持管理状況

下水処理施設の耐用年数は資機材により異なるが7～15年であり、施設の予防保全として資機材へのオイルやグリースの定期的な注入、スペアパーツの交換を行っている。

(3) WMAの抱える課題

現状で一番大きな問題は予算が少ないことである。また、職員数が120名と少なく、今後増加するであろう地方自治体からの下水道処理施設の運営維持管理の依頼に応える体制が整っていないことである。

(4) 日本による技術支援

2014年度現在、WMAは埼玉県下水道局から「草の根技術協力事業」の適用を受けて下水技術移転を受けており、今年度が3年プロジェクトの最終年にあたる。

埼玉県下水道局としては、本プロジェクトを通して、タイ国の地方都市及びWMAとの友好関係を構築し、将来の水ビジネス案件の形成につなげることを期待している。

支援の概要としては、現地での予備調査を経て、

1. 技術者の派遣
2. 研修員の受入れ

を実施することで、効率的な下水処理技術と維持管理技術の支援及び技術的問題解決のための指導している。

(5) アセットマネジメントの現状と課題

WMAの組織の役割が技術支援に限定されており、施設の保有と長期間の維持管理の責任を負っていないため、アセットマネジメントへの関心は低い。施設を保有する地方自治体も、維持管理をできるだけWMAにやってもらうという気持ちでいるため、アセットマネジメントへの関心は低い。

このような現状に対し今後考え得る対応策は以下の通りである。

WMAに対しては現在埼玉県が実施しているような技術支援を継続し、職員の下水処理技術と維持管理技術の更なる向上を目指す。また、地方自治体に対しては、既存の下水道施設の再整備と共に、最終的には下水道施設の維持管理は地方自治体の実施していく必要があることを認識させ、WMAからの専門家の派遣によって下水処理技術及び維持管理技術を指導して、地方自治体の下水道施設管理レベルを上げることが必要である。

4.7 鉄道分野

4.7.1 タイ国の鉄道分野の概要

タイ国の鉄道に関連する事業者は、以下3事業者に分類される。

- 1896年から操業しタイ国全土に在来線鉄道網を持つタイ国鉄(SRT) (運用もSRT)
- 2010年に開業しバンコク中心街とスワンナプーム国際空港を高架鉄道で結ぶエアポートリンク (延長28.6km) を運用するSRTの子会社であるSRTE(T)(SRT Electrified Train)(運用はSRTE(T)).
- 2005年に開業しバンコク首都圏の地下鉄20.8kmを所有する国営企業タイ高速度交通公社(MRTA)(運営は民間会社BMCL(Bangkok Metro Public Company Limited))
- 1999年に開業しバンコク中心部の高架軽量鉄道(スカイトレイン)36.92kmを所有するバンコク都 (運用は民間会社BTSC (Bangkok Mass Transit Railway System Public Company Limited))

バンコク首都圏では通勤通学輸送の公共交通機関はバスのみだったが、経済成長に伴う渋滞の解消のため1990年代初頭より地下鉄、高架軽量鉄道が計画され、1990年代後半から建設が始まった。

4.7.2 タイ国有鉄道 (SRT)

(1) 概要

1) 施設概要

タイ国鉄の本線はタイ国全国に渡り全長4,071kmで、全ての軌道幅は1,000mmである。本線は以下4路線とそれ以外の12支線であり、これらの路線及び支線の運営・管理をしている。

表 74 SRT本線の路線長

| 路線名 | 始点都市－終点都市 | 路線長 |
|------|-----------------|--------------|
| 北本線 | バンコク－チェンマイ | KM.751+620 |
| 東北本線 | バンコク－ノンカーイ | KM.623+900 |
| | バンコク－ウボンラーチャタニー | KM.575+600 |
| 東本線 | バンコク－アランヤプラテート | KM.260+449 |
| 南本線 | バンコク－スンガイコーロック | KM.1,143+380 |

注：路線長は単線で換算した場合で複線は2回加算



図 89 SRTの本線

出典：SRT

インフラの管理施設はレール及び路床・路盤、操作場の他、安全施設として信号機、分岐器、踏切等も含まれる。

分岐器については全国440駅の内、電気転てつ機と色灯式信号が首都圏を中心に約50%、手動転てつ機と腕木式信号が約40%、その他約10%は信号機が設置されている。

また、踏切保安施設は、全国約2,500箇所の内、90%が平面交差である。

2) 実施体制

SRTの運営を効率化し赤字体質からの脱却を促進するため、2010年10月に組織再編され運行管理、資産管理、維持管理部門の3ビジネスユニットが設置されている。組織再編後の最新の組織図は図 90のとおりである。

また、インフラ維持管理の組織では、インフラ局に土木系関連部署(Deputy Governor Infrastructure 1)と信号・電気関連部署(Deputy Governor Infrastructure 2)が別れており、それぞれの指揮命令系統が独立しているため両者の調整に時間を要することがある。例えば列車を停めて保線作業を行う時は地方保線センター内での土木、信号、電気各部署の連携が調整されず、本部インフラ局で調整せざるを得ず、保線作業を進めるために時間を要することがある。

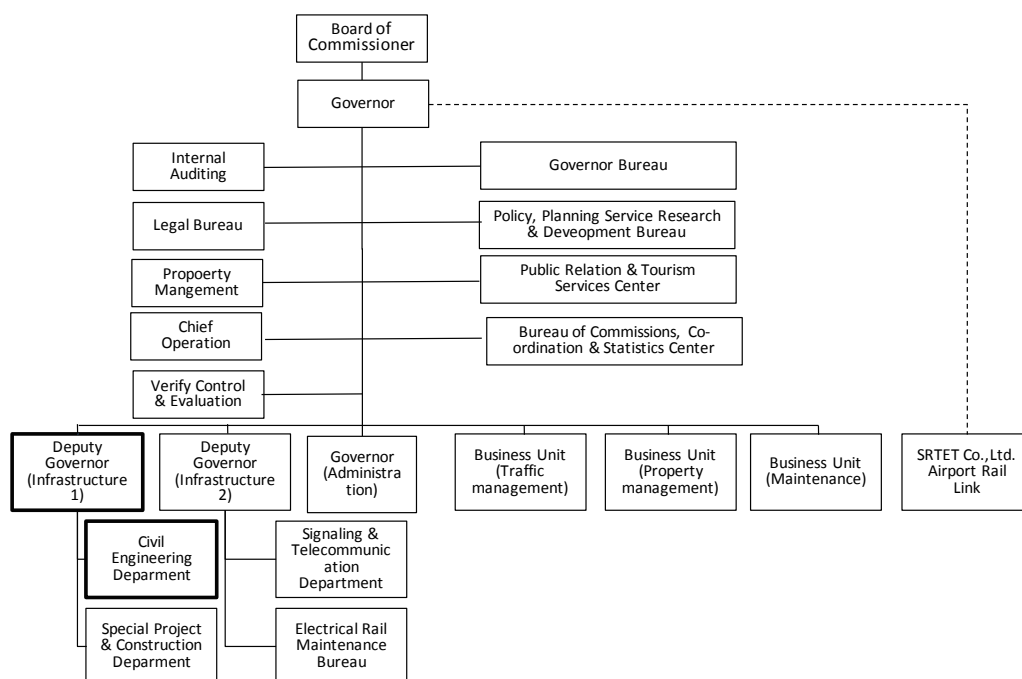


図 90 SRT全体組織図（2011年12月13日現在）

出典：SRT

3) 財務状況

SRTは長期に渡り赤字経営が続いており、料金収入が伸び悩む中維持管理費は拡大しており、その赤字幅は拡大している。2013年は約93億バーツの収入に対し、運営費かつ収入の75%、維持管理費が合計71億バーツと収入の76%にのぼっている。さらに利子支払が30億バーツと収入の30%を占め負担が大きい。多くの問題を抱えているSRTの改善のため、財務省が対策委員会を設置し、具体策を検討する予定である。

表 75 SRTの財務状況

単位：百万バーツ

| | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | |
|--|--------|--------|---------|---------|---------|--------------|
| Income | | | | | | / income (%) |
| Fare (Passenger) | 4,308 | 3,997 | 3,933 | 3,696 | 3,700 | 40% |
| Subsidy for fare | 45 | 2,153 | 676 | 2,373 | 20 | 0% |
| Income from freight and others | 4,262 | 4,966 | 5,332 | 4,996 | 5,579 | 60% |
| Total Income | 8,615 | 11,116 | 9,941 | 11,065 | 9,299 | 100% |
| Expense | | | | | | |
| Infrastructure Maintenance (Rail, Signal, Architecture) | 1,591 | 2,059 | 2,619 | 2,514 | 3,885 | 42% |
| Rolling stock maintenance | 2,519 | 2,630 | 2,850 | 2,982 | 3,298 | 35% |
| Operation | 6,245 | 6,591 | 6,750 | 6,837 | 7,014 | 75% |
| Management | 606 | 698 | 780 | 1,005 | 931 | 10% |
| Total Expense | 10,961 | 11,978 | 12,999 | 13,338 | 15,128 | 163% |
| Operating income | -2,346 | -862 | -3,058 | -2,273 | -5,829 | -63% |
| Repayment | 942 | 925 | 934 | 945 | 933 | |
| Depreciation | 1,979 | 2,017 | 3,920 | 1,987 | 1,890 | |
| Loan Interest | 2,152 | 2,201 | 2,368 | 2,714 | 3,000 | 32% |
| Grand Total | -9,412 | -8,175 | -12,499 | -10,406 | -14,284 | -154% |

出典：SRT Annual Report

(2) 維持管理の状況

SRTでは毎年100件程度の脱線事故が発生している。これらの原因は軌道系の老朽化の他、列車、設備、不完全な踏み切り等が原因であり、維持管理が十分に行われていないと考えられる。

表 76 SRTの脱線件数

| 年（暦年） | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
|-------|------|------|------|------|------|------|
| 脱線件数 | 94 | 102 | 113 | 89 | 125 | 57 |

*但し2014年は7月27日現在の件数

出典：SRT

1) 計画(Plan)

SRTは本線の軌道保全についての5年計画を策定しており、その中でレール・枕木・分岐器等の維持・更新時期を計画している。具体的には2012年から3年間で約200億バーツを投じ、21区間の路線の本格的な改修工事を行う予定であったが遅延しており、近々開始される予定である。

現在の路線のレール種別は表 77のとおりである。

表 77 SRTのレール種別

| レール種類 (ポンド/ヤード) | レール敷設後の 使用年数 (年) | 使用率 (%) |
|--------------------|---------------------|------------|
| 50 | 40-60 | 1.29 |
| 60 | 35-50 | 7.68 |
| 70 | 20-45 | 34.58 |
| 80 | 1-30 | 19.91 |
| 100 | 1-2 | 36.54 |
| 合計 | | 100.00 |

出典：SRT

今後本計画が進捗すれば、レール付設後の使用年数が長い区間から順次100ポンドレールに交換し、100ポンドレールの使用率が36.54%から80~90%台に大幅に改善される計画である。

レールのヤード当たりの重量が増すことにより車輪から軸荷重を受ける面積が増え、単位面積当たりの軸荷重応力を低減させることができ、レールの耐久年数が延びる。併せて、レールの重量が増えると、列車の安定走行、高速走行により、脱輪・脱線等の事故の軽減につながる。

また、本計画ではレール・枕木もレールと併せて交換する予定である。木及びコンクリート（ツーボックス）は耐久年数がPCと比較して短いため、これらの枕木を順次PCに置き換え、PC枕木の使用率を90%台に向上する。

表 78 タイ国鉄路線のレール・枕木の種別

| 枕木の種別 | 使用率 (%) |
|----------------|---------|
| 木 | 29.11 |
| コンクリート（ツーボックス） | 5.05 |
| PC | 65.84 |
| 合計 | 100.00 |

出典：SRT

支線の更新については未だ計画されていないが今後3~4年かけ更新計画を策定する予定である。

2) 実行 (Do)

現在、利用年数の長い区間からレール、枕木の交換を行っている。維持管理に関する情報はエクセル、アクセスで、施工図は紙媒体で管理しているため、情報が散逸し、必要な情報を集めるために多大な時間がかかっている。

また、27年前から軌道検測車両を導入し軌道幅、枕木の損傷状態等を測定しながらデータを収集している。更に、1年以内に新規軌道用検測車を導入する予定である。

維持管理の担当区間は平均300kmの保線区に分かれており、週に一度は保線区長が担当する全区間を、週に3回は上級検査員が全区間を、担当検査員が1日1回徒歩で目視点検を行っている。

またレール磨耗については磨耗度に応じた更新ガイドラインがあり、同ガイドラインに沿ってレールを交換している。

分岐器については保線区長、上級検査員、担当検査員が目視で確認を行っている。踏切保安施設についても保線区長、上級検査員、担当検査員が目視で確認しているが、脱線事故件数の改善の兆しは見えない。

3) 評価 (Check)

軌道用検測車で収集したデータは独自のソフトにデータベースとして蓄積し、そのデータを分析し補修が必要な区間を選定している。

組織再編後の各部署に振り分けられる予算と実際の予算承認との整合性が図られておらず、経営者層が正しい事業計画を策定するのに支障を来している。組織再編後の各部署に対応するよう財務会計システムを再構築するため2013年3月より1年間ADB(Asian Development Bank)がSRTの財務会計管理システム再編支援に関する技術協力を実施した。その提案内容は約40百万バツの運用管理データセンター及びハードウェアと約80百万バツのソフトウェア等総計約120百万バツの計画で、これにより基礎的なデータに基づく予算計画策定、タイムリーな計画策定及び決定が可能になる。⁷⁷

4) 見直し (Action)

社内に監査室があり、点検報告を評価し各担当部にフィードバックしている。

⁷⁷ <http://www.adb.org/sites/default/files/projdocs/2012/45042-003-tha-tar.pdf>

(4) 日本の協力

1) 円借款

1981年鉄道車両購入事業から始まり、1980年代後半は東部臨海工業地帯の鉄道建設事業、1990年代以降は国鉄軌道改良事業を支援。現在は、初の電化鉄道となるバンコク大量輸送網整備事業（レッドライン）への円借款を行っている。

2) 技術協力

これまで実施された技術協力は次の通り。

- バンコク首都圏国鉄高架化計画調査 1983.8～1984.7
- 鉄道ヤード改良計画調査 1985.12～1987.6
- 都市開発と一体化した首都圏鉄道輸送増強計画調査 1993.8～1995.11
- タイ鉄道研修センター 1992.6～1997.6

(3) アセットマネジメントの現状と課題

SRTは恒常的に赤字であり、事故は年間100件以上発生しているが、事業運営は低所得者への利用料金無料化等政府の方針に大きく左右されている。従って現在は、政府の承認を得られたTrack Strengtheningプロジェクト予算200億バーツで、2015年から2、3年間で老朽化施設の改善プロジェクトを進めることが最重要となっている。政府に設置された経営状態改善のための対策委員会主導の早急な運営改善の見込める対策が優先となり、長期的な視点で効果の見込めるアセットマネジメントの包括的な計画を策定、実施できる段階に至っていないと推測される。

4.7.3 タイ高速度交通公社 (MRTA)

(1) 概要

1) 事業概要

現在MRTAが運用しているのは全線地下鉄であるブルーラインのみで、軌道延長は20.8km、軌道幅1,435mmである。ブルーライン利用者数は開業当時から毎年約5%増加している。

現在ブルーラインを西側方向に延伸する工事が行われている。さらに、パープルライン建設が進行中で、今後、ピンクライン、オレンジライン、イエローラインの建設及びグリーンラインの延伸工事が予定されている。

現在建設が予定されているこれら鉄道公共交通ネットワークが完成すれば鉄道網が拡充し利用者数のさらなる増加が見込まれる。

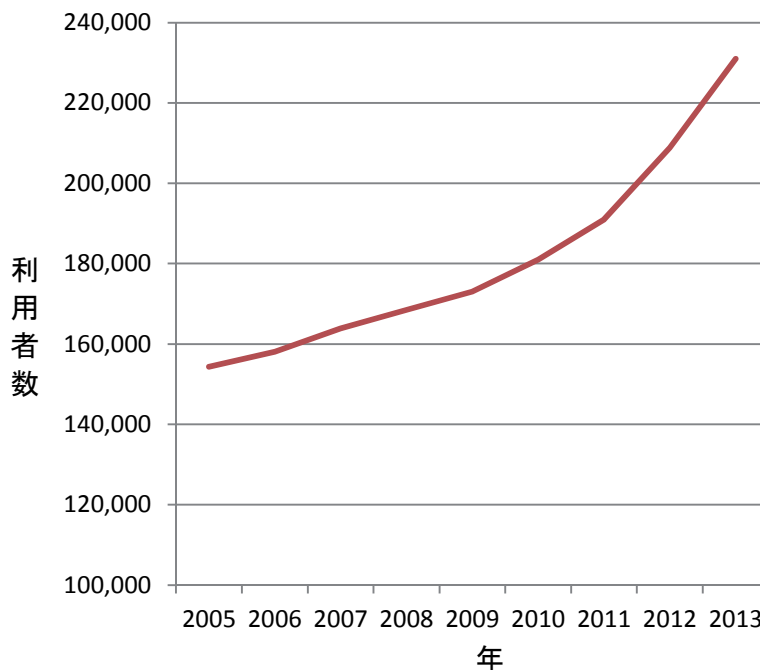


図 91 ブルーラインの利用者数

出典：MRTA Annual Report 2013

2) 施設概要

MRTAの管理施設はトンネル構造物及びレール、操作場等であり、安全施設として分岐器、信号機等も含まれる。

また、開業前年の2004年からBMCL社へ25年間のコンセッション契約によりMRTAは地下鉄の運営・維持管理を委託しており、BMCL社がトンネル施設、レール、安全施設等の日常点検の実務を行っている。

3) 実施体制

MRTAの職員数は806名であり、維持管理については図 92のとおり管理部維持管理課が担当しており、維持管理コンセッション契約しているBMCL社から毎月提出される維持管理報告書を検査している。

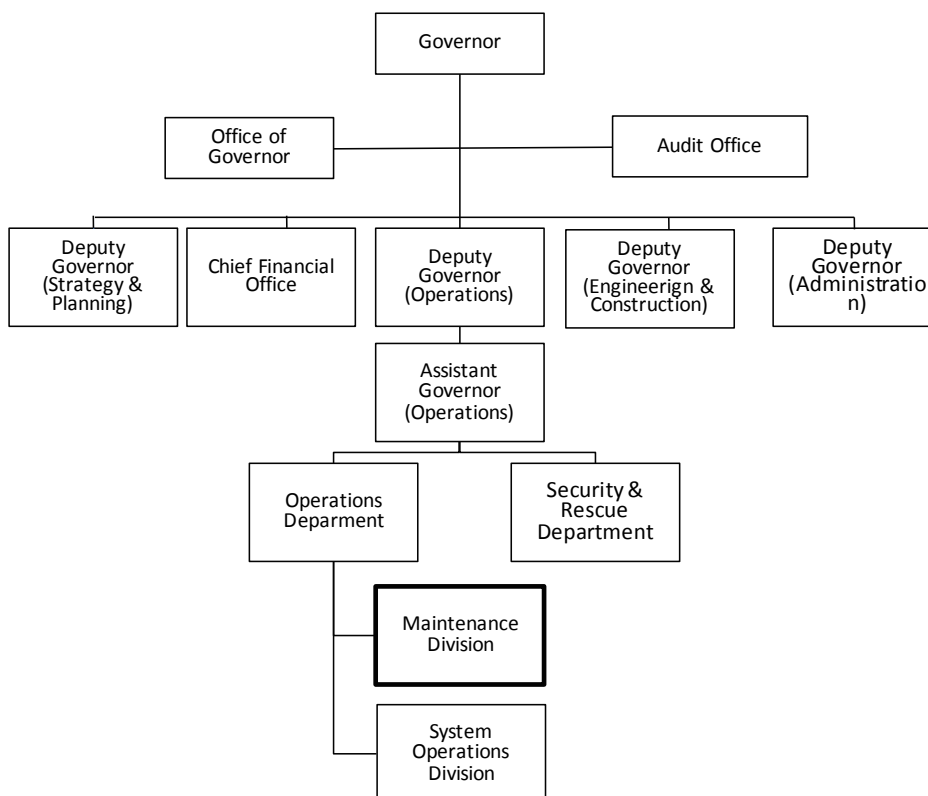


図 92 MRTA組織図

出典：MRTA Annual Report 2013

また、BMCL社の職員数は1,089名で図 93に示すとおりアセットマネジメントに力を入れており、土木・建築構造物、水関係、通信のそれぞれの部署に維持管理ユニットを設置している。それぞれの部署がトンネル、トンネルの漏水、通信分野の維持管理を担当しており、検査・補修等を行いMRTAに月例報告書を提出している。

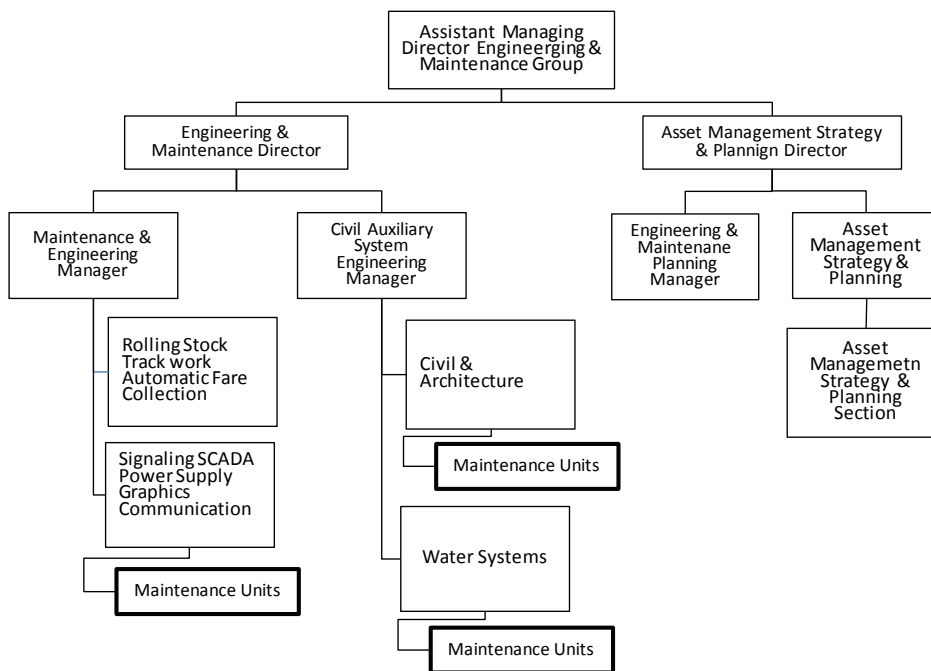


図 93 BMCL社の技術・維持管理部組織図

出典：MRТА

4) 財務状況

MRТАの赤字経営が続いていたが、2013年は円安により円借款のスワップによる差益及び未実現為替利益が生じたため黒字転換している。為替差益など特別な項目を除いた営業収入は徐々に増えて2013年には6億バーツであるが、支出は30億バーツ以上、減価償却費の影響を除いても約14億バーツと収入をはるかに上回っている。なかでも負債の調達コストが8.5億バーツと負担が大きい。

MRТАは負債の大部分が外貨のため、為替の変動に多大な影響を受けている。この状況を改善するために、スワップ等を利用して、為替の影響を軽減していく意向であるが、まずは本業の経営改善が大きな課題である。

表 79 MRTA の収支バランス

単位：百万バーツ

| | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 |
|-----------------------------------|-------|---------|-------|--------|
| REVENUES | | | | |
| From subsidies | 396 | 441 | 398 | 430 |
| From concession contract | 27 | 31 | 46 | 80 |
| From shop net | 12 | 12 | 16 | 18 |
| From approval to use real estates | 17 | 28 | 32 | 40 |
| From Park & Ride service fees | 37 | 43 | 49 | 54 |
| Total revenue from operation | 489 | 556 | 542 | 624 |
| Other revenues | 25 | 27 | 44 | 35 |
| Profit from sale of exchange rate | 1,816 | | 1,995 | 17,829 |
| Total revenue | 2,333 | 585 | 2,581 | 18,490 |
| EXPENSES | | | | |
| Personnel expense | 440 | 280 | 322 | 430 |
| Depreciation and amortization | 1,898 | 1,905 | 1,917 | 1,916 |
| Other expenses | | 179 | 177 | 191 |
| Loss from exchange rate | | 9,187 | | |
| Financial cost | 857 | 864 | 814 | 854 |
| Total Expenses | 3,195 | 12,417 | 3,231 | 3,392 |
| Net income | -862 | -11,832 | -649 | 15,097 |

出典：MRTA Annual Report

(2) 維持管理の状況

1) 計画(Plan)

MRTAはBMCL社とのコンセッション契約にて維持管理ガイドラインを規定として盛り込んでいる。また、BMCL社は基本戦略に基づきアセットマネジメント戦略を策定し、ライフサイクルを通じたアセットマネジメント計画、全資産を対象とした包括的な年間維持管理計画と個別資産ごとのアセットマネジメント計画を策定している⁷⁸。

⁷⁸ BMCLでは個別資産のアセットマネジメントを、プロジェクトとみなしている。

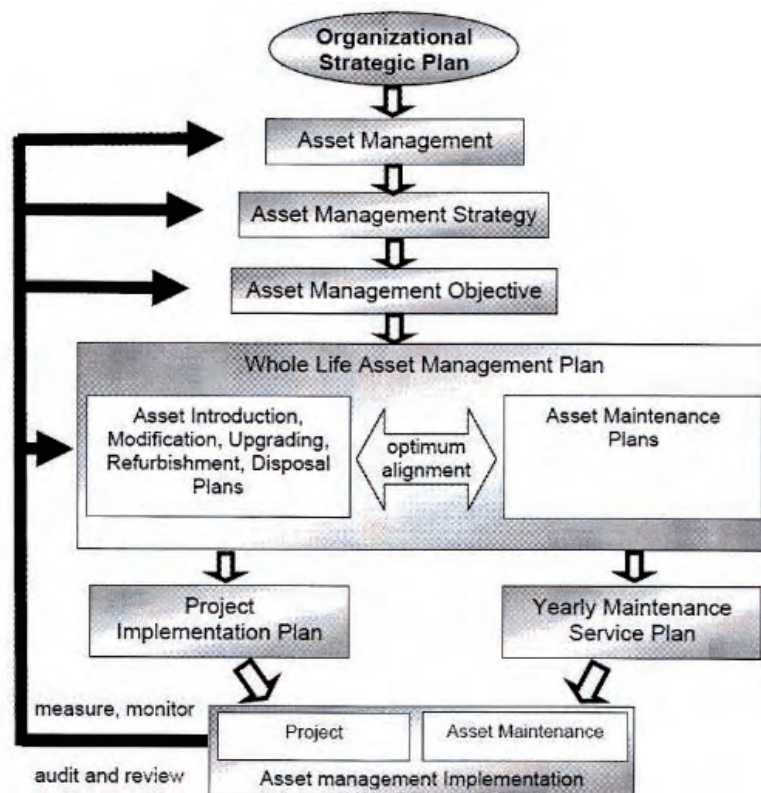


図 94 BMCL社のアセットマネジメント戦略

出典：BMCL

2) 実施(Do)

BMCL社は予防保全の考え方に基づくアセットマネジメントを導入し、同マネジメントシステムの先進的なISO55000の認証を受けており、同社が維持管理業務を外注する場合も、ISO55000に基づき維持管理を実施するよう徹底している。

BMCL社は製造・施工会社からの維持管理情報を基に、MRTAとのコンセッション契約で規定された維持管理ガイドラインに従って維持管理している他、監視制御システムSCADA、SAP等のシステムで運用管理を行っている。

また、日常の維持管理は、保線要員が終電から始発間に地下全線の点検補修を実施し、主としてトンネル・駅舎部の湧水状況をチェックしている。

3) 評価(Check)

図 95はBMCL社のレビュー体制を表している。安全性、信頼性等重要な項目はBMCL社がレビューし改善する。また、BMCL社が維持管理を外注しているものについて事後保全で異常が発見された場合は情報履歴をレビューし契約管理会議にて改善策を検討し対策を実施する。また、予防保全で異常が発見された場合は予防保全計画、スケジュール、予防保全記録等をレビューし機能改善会議にて改善策を検討、対応する。

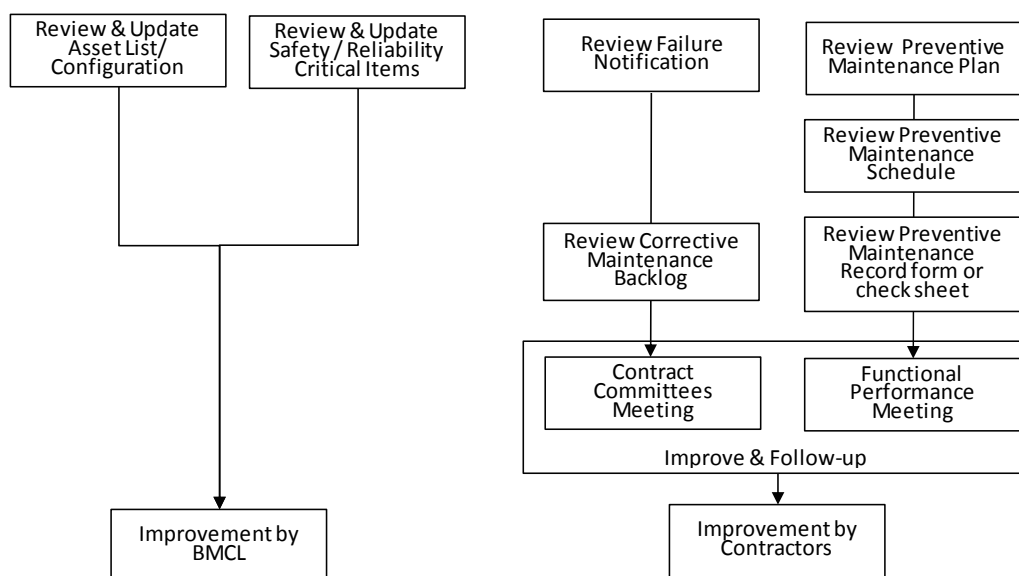


図 95 BMCL社の維持管理業者へのアセットマネジメント

出典：BMCL

4) 見直し(Action)

BMCL社内審査・評価委員会を設置しており、アセットマネジメント戦略にフィードバックされるようになっている。

(2) 日本の協力

円借款

1996年度バンコク地下鉄建設事業(ブルーライン)から始まり、現在はパープルラインへの供与を行っており、2012年度までに3,015億円供与してきた。

(3) アセットマネジメントの現状と課題

MRTAが現在管理しているのは2004年に開通したブルーラインのみであり、施設はまだ若く健全な状態が保たれている。そして、MRTAはすべての運営維持管理業務を25年間のコンセッション契約でBMCL社に委託しているため、MRTAの維持管理部署の業務はBMCL社の履行状況の確認と承認に限定されている。

BMCL社はアセットマネジメント戦略に基づく体制で、モニタリング・評価等の維持管理を行っており、監視制御システムSCADAで運用管理も行っている。アセットマネジメントシステムでは先進的なISO55000の認証を受けている。

現在のところ、大きな損傷や老朽化は報告されていないが、トンネルもいずれは老朽化が進んでくる。その分野の点検・維持管理の経験や技術は乏しいと推測され、これへの対応が将来の課題である。

4.8 電力分野

4.8.1 タイ国の電力分野の概要

タイの電力供給主要事業者は3社である。発電及び国内の全送電をタイ発電公社(EGAT)が行い、配電事業はバンコク都及び周辺2県は首都圏配電公社(MEA)が、その他の73県は地方配電公社(PEA)が行っている。

その他にも、タイ国の電気供給は電気事業自由化によって1992年に民間資本が参入可能となり、独立系発電事業者(Independent Power Producer:IPP)、小規模発電事業者(Small Power Producer:SPP)、極小規模発電事業者(Very Small Power Producer:VSPP)、代替エネルギー開発効率局(Department of Alternative Energy Development and Efficiency: DEDE)も発電事業に参入している。

IPPはEGATから分離・独立した事業者とそれ以外の事業者で大別され、2011年時点で6,600MWを発電している。また、SPPは10MW超90MW以下の電力をEGATに売却する発電事業者で、中部電力、関西電力、電源開発等が参画している。天然ガス、石炭等の従来型発電を用いたコージェネや、ゴミ、バイオマス、太陽光・太陽熱等の再生可能エネルギーを利用してエネルギー効率を上げるとともに、石油輸入の削減を図ること等を目的として導入されており、2012年時点でSPPからEGATへ2,554MWを売電した。VSPPは再生可能エネルギー開発を促進するために設立され、10MW以下の電力をMEA又はPEAに直接売電しており、2012年時点で682MWを売電した。

なお、最終需要家への電力料金は2007年に設立されたエネルギー規制委員会(Energy Regulatory Commission :ERC)が規制している(詳細は図 96参照)。

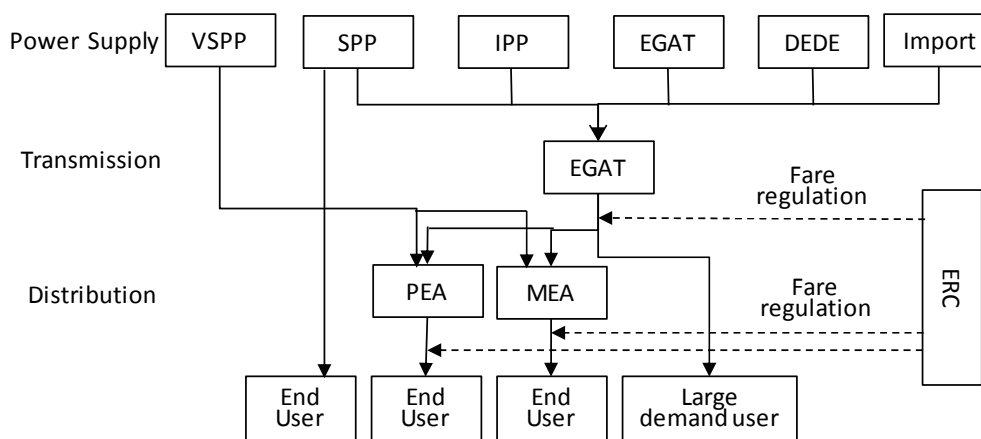


図 96 タイ国の電気事業体制

出典：東南アジアにおける電力市場の発展と日本企業研究会報告書（2013年度）

4.8.2 タイ発電公社 (EGAT)

(1) 概要

1) 事業概要

2011年の発電量は155,207MWhで、タイ国の経済成長とともに売電量も毎年増加している。なお、3年を1期間として見直しが行われている2012年のタイ電源開発計画(Power Development Plan:PDP)では、NESDBが2011年に推計した経済指標(2012~2030年までの年平均実質GDP成長率4.4%)に加え、省エネルギー効果、代替エネルギー導入効果等を考慮しても電力需要は2030年までは継続的に増加し、電力需要拡大に伴いEGATの売電量も増加する見込みである。

なお、売電先はMEAが約30%、PEAが約70%である。

表 80 EGATの売電先及び売電量

単位：MWh

| 年 | MEA | PEA | 他 | 合計 |
|------|--------|---------|-------|---------|
| 2007 | 43,597 | 93,159 | 2,689 | 139,445 |
| 2008 | 43,598 | 94,860 | 1,100 | 141,558 |
| 2009 | 43,221 | 95,390 | 3,081 | 141,692 |
| 2010 | 46,635 | 106,403 | 3,087 | 156,125 |
| 2011 | 45,766 | 106,391 | 3,050 | 155,207 |

出典：EGATホームページ

表 81に示すとおり、電力需要拡大による売電量増加に対応するため、送電容量が大きい230kv、500kv等の送電網を増設し、小送電容量系統から大送電容量系統へシフトしている。

表 81 EGATの送電網距離

単位：km

| 年 | 115kv | 230kv | 500kv | その他 | 合計 |
|------|--------|--------|-------|-----|--------|
| 2007 | 13,765 | 13,304 | 3,432 | 55 | 30,556 |
| 2008 | 13,458 | 13,277 | 3,432 | 51 | 30,218 |
| 2009 | 13,279 | 13,393 | 3,721 | 52 | 30,445 |
| 2010 | 13,352 | 13,541 | 3,721 | 25 | 30,639 |
| 2011 | 13,047 | 13,950 | 3,469 | 51 | 30,517 |
| 2012 | 13,561 | 14,060 | 3,884 | 51 | 31,556 |

出典：EGATホームページ

さらに、マレーシア、ミャンマー、中国との電力取引に関する覚書を交わしていることから、隣国との送電網は増強されることが予測される。

2) 施設概要

主要なインフラ施設は表 82の通りである。EGATが管理するインフラ施設は主に発電所と送電網である。

表 82 EGATの主なインフラ施設

| Facility | Capacity, Unit number |
|------------------------|-----------------------|
| Thermal power plant | 3 unit |
| Combined power plant | 6 unit |
| Hydropower plant | 22 unit |
| Renewable energy plant | 8 unit |
| Transmission Line | 32,384cct-km |
| Substation | 213 unit |

出典：EGATホームページ

3) 実施体制

職員数は1990年前半に約35,000名であったが、タイ国の経済危機にともなう人員削減により2012年時点で約22,000名に減少している。

発電所と送電網の維持運営管理は完全に分かれている。発電所の維持管理については、Generation部門が運営と日常の点検と簡単な補修、Business Development部門の傘下のMaintenance Centerがオーバーホールや大規模な補修、更新を行っている。基本的に維持管理は自前で行っており、作業員も合わせてGeneration部門の人員は約7,000名、Business Development部門の人員は約2,000名である。また、Operation & Maintenance Business部門では、EGATへ電力を供給する民間企業の支援を行っており、例えば投資のみ行うIPPに対して、EGATの職員が運営、維持管理を行っている。

同様に、送電施設についてはTransmission System Maintenance部門で日常点検、補修等を分担している。

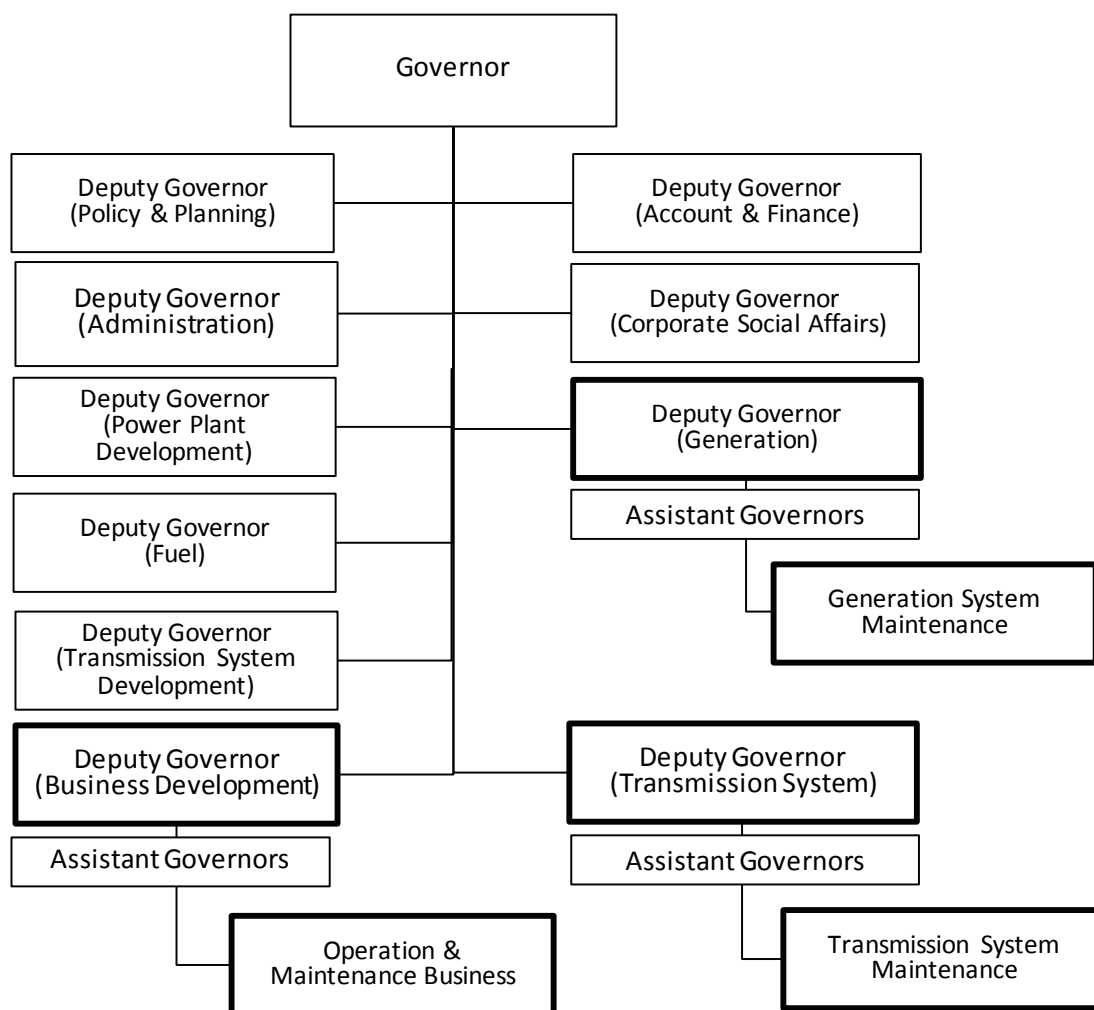


図 97 EGAT組織図

出典：EGATホームページ

4) 財務状況

EGATは2013年に5,369億バーツの収入（前年比239億バーツ増加）を上げ、売上総利益は583億バーツ（前年比8億バーツ増加）、純利益は437億バーツ（前年比4億バーツ増加）で、純利益率は8%であった。財務省への支払いを引いた213億バーツを内部留保に追加している。⁷⁹

⁷⁹ 財務省への支払いは純利益の45%と決められているが、毎年調整の上、期内にも多少変更する。

表 83 EGATの連結損益計算書

単位：百万バーツ

| | 2013 | | 2012 | |
|--|-----------|------|-----------|------|
| Revenue from sales and services | 536,913 | 100% | 512,992 | 100% |
| Cost of sales and services | (478,659) | 89% | (455,503) | 89% |
| Gross profit | 58,255 | 11% | 57,489 | 11% |
| Other revenues | 4,774 | | 6,115 | |
| Other expenses | (16,391) | | (17,797) | |
| Financial costs | (4,417) | | (5,343) | |
| Net profit | 43,732 | 8.1% | 43,338 | 8.4% |
| less non-controlling interests | (3,390) | | (4,480) | |
| Net profit for EGAT | 40,342 | 100% | 38,859 | 100% |
| Remittance to the Ministry of Finance | 19,060 | 44% | 17,331 | 40% |
| Increase in unappropriated retained earnings | 21,282 | 53% | 21,527 | 55% |

出典：EGAT Annual Report 2013

EGATは2013年12月末現在、5,784億バーツの資産を有し、そのうち、固定資産が3,233億バーツと総資産の56%を占めている。債務は2,313億バーツ、自己資本は3,471億バーツで総資産の60%を占めている。そのうち、内部留保金が2,247億バーツと総資産の39%と十分に確保できている。

表 84 EGATの連結貸借対照表⁸⁰

単位：百万バーツ

| | 2013 | | 2012 | |
|--------------------------------------|---------|------|---------|------|
| Assets | | | | |
| Current Assets | 185,374 | 32% | 130,621 | 24% |
| Non-current Assets | 393,006 | 68% | 402,649 | 76% |
| Property, plant and equipment | 323,311 | 56% | 322,300 | 60% |
| Total Assets | 578,380 | 100% | 533,270 | 100% |
| Liability and Equity | | | | |
| Current Liabilities | 123,103 | 21% | 91,923 | 17% |
| Non-current Liabilities | 108,196 | 19% | 116,373 | 22% |
| Long-term loans | 71,735 | 12% | 82,072 | 15% |
| Total liabilities | 231,299 | 40% | 208,296 | 39% |
| Owner's equity | 347,081 | 60% | 324,974 | 61% |
| Contribution from the government | 9,002 | 2% | 9,064 | 2% |
| Capital expenditure appropriation | 80,186 | 14% | 80,186 | 15% |
| Unappropriated retained earnings | 224,710 | 39% | 203,428 | 38% |
| Total liabilities and owner's equity | 578,380 | 100% | 533,270 | 100% |

出典：EGAT Annual Report 2013

⁸⁰ EGATの会計年度は12月末締めである。

EGATの保有する有形固定資産の半分近くは発電所であり、次に多い送電システムと合わせて2,000億バーツと有形固定資産の77%を占めている。

表 85 EGATの有形固定資産と減価償却年数（2013年12月末現在）⁸¹

単位：百万バーツ

| Property, Plant and Equipment | Costs | Accumulated depreciation /impairment | Net book value | Depreciation period (years) |
|--|---------|--------------------------------------|----------------|-----------------------------|
| Land | 8,574 | 0 | 8,574 | |
| Structures | 28,781 | 18,122 | 10,659 | 3-40 |
| Reservoirs and dams | 28,864 | 10,110 | 18,754 | 7-75 |
| Power plants | 334,775 | 212,423 | 122,353 | 5-30 |
| Equipment for power plants | 32,289 | 18,040 | 14,250 | 6-25 |
| Control system | 888 | 718 | 170 | 3-25 |
| Transmission system | 156,417 | 76,719 | 79,698 | 3-40 |
| Communication system | 6,915 | 5,735 | 1,180 | 5-25 |
| Coal handling system | 6,060 | 4,545 | 1,515 | 10-25 |
| Machinery | 6,387 | 5,101 | 1,286 | 5-10 |
| Large-sized spare parts for mine equipment | 43 | 43 | 0 | 8 |
| Vehicles | 3,035 | 2,466 | 569 | 5-12 |
| Other materials and supplies | 10,139 | 7,441 | 2,698 | 3-12 |
| Deferred charge of major inspection fee | 4,238 | 2,439 | 1,799 | |
| Total | 622,568 | 361,555 | 261,013 | |

出典：EGAT Annual Report 2013

上記の2013年の財務状況から収益力、更新費用確保状況、老朽化の度合いを分析してみると、売上高利益率は8%。更新費用の確保状況⁸²は、投資キャッシュフローと現預金が減価償却累計額の30%と、過去の投資に係る減価償却の3割程度の水準で投資資金を確保できている。有形固定資産の取得費用のうち58%⁸³と半分以上は既に償却しており、老朽化が進んでいる、或いは会計上の耐用年数が実際の耐用年数より短めに設定されていると考えられる。

表 86 主な財務指標

| 評価項目 | 評価指標 | 2013 |
|--------|----------------------|------|
| 収益力 | 売上高利益率 | 8% |
| 更新費用確保 | 更新投資充当可能資金対減価償却累計額比率 | 30% |
| 老朽化度合い | 有形固定資産減価償却率 | 58% |

⁸¹ ダムは発電用のダムであり、灌漑用のダムは対象外である。

⁸²更新投資充当可能資金対減価償却累計額比率（更新投資充当可能資金÷減価償却累計額。更新投資充当可能資金＝投資キャッシュフロー＋現預金＋短期有価証券）は、2013年に30%である。

⁸³有形固定資産減価償却率（有形固定資産減価償却累計額÷有形固定資産のうち償却対象資産の取得原価）が58%。

以上の考察より、EGATの収益力は堅調で、更新費用の確保状況、老朽化度合もも大きな問題がある状況ではない。

(2) 維持管理の状況

1) 計画(Plan)

長期計画として、7年計画を策定し、毎年更新している。7年計画の行動計画として、日週月年別の維持管理計画を策定し、随時最新情報として更新しながら効率的に維持管理を実施している。

予算申請に関しては、1970年代に最初に発電所を建設した際に、維持管理のノウハウがなく、メーカーのマニュアルに忠実に従って維持管理を行ってきた経緯から、この方式を継続しており、マニュアル通りの維持管理を行うのに必要な予算を申請している。

2) 実施(Do)

ダムについては、1～2年に一度点検作業をしており、約40年前に建設したインフラ施設でも全く漏水等の問題がなく管理されている。また、発電プラントについてはメーカーの維持管理マニュアルに従い忠実に毎年点検を行い、十分にメンテナンスが行われている。これまで、ほとんど維持管理が不十分なことによる事故は発生しておらず、老朽化対策も十分採られている。

送電網部門他傘下の維持管理部にはそれぞれ技術者が配置され問題なく日常点検維持管理がなされている。

オーバーホールや補修の時期が重なり、EGATの人員で賄えない場合は、スケジュールを調整するよりは、作業員を外部調達して対応している。

3) 評価(Check)

送電網監視はSCADAシステム、発電施設はConditionモニタリングシステム、維持管理後の状態はData Acquisition Systemを使い効率的にモニタリングを行っている。施設の故障原因を究明するためRoot Cause Analysisによる診断を社内研修等によって社内で徹底し、日常点検・維持管理に反映している。

4) 見直し(Action)

維持管理報告書を作成し、EGAT内の監査委員会で審査・評価を行い、その評価結果を各部門にフィードバックしている。また、これまでプラントメーカー等が作成したマニュアルを蓄積し、EGATの状況に合わせてマニュアルを改訂してきた。

(3) 日本の協力

円借款

電力需要増大に対応するため、1970年からダム建設事業、発電所建設事業を中心に1994年まで総額1,065億円を供与した。

(4) アセットマネジメントの現状と課題

発電所と送電システムは、メーカーのマニュアルに従って点検・維持管理を行っており、約40年前に建設されたダム施設でさえ全く漏水問題がなく、予防保全が実施されている。財務状況も健全で、維持管理費用を賄える状態にあり、内部留保も十分で必要に応じて大規模修繕や更新投資もできる状態にあるため、今後大きな問題なく維持管理を継続できると推測される。

4.8.3 首都圏配電公社 (MEA)

(1) 概要

1) 事業概要

MEAはEGATの所有する一次変電所から電力を購入し、降圧後、バンコク及び隣接2県（サムットプラカン県、ノンタブリ県）の最終需要家に配電している。配電対象面積は3,194km²で対象配電地域への電力供給率は100%である。

下図のとおり電力消費量及び需要家件数とも増加傾向にあり、2013年のMEAのエネルギー消費量は47,617GWh、需要家件数は329.5万件である。

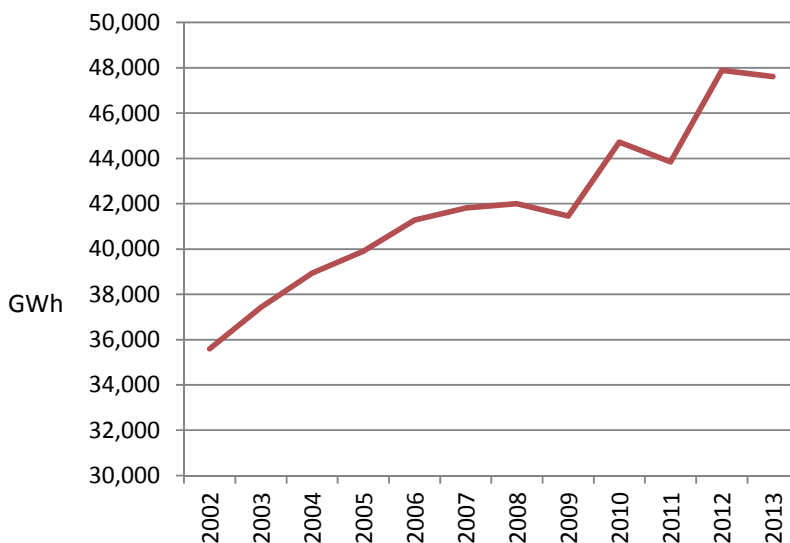


図 98 MEA管轄の電力消費量

出典：MEAホームページ

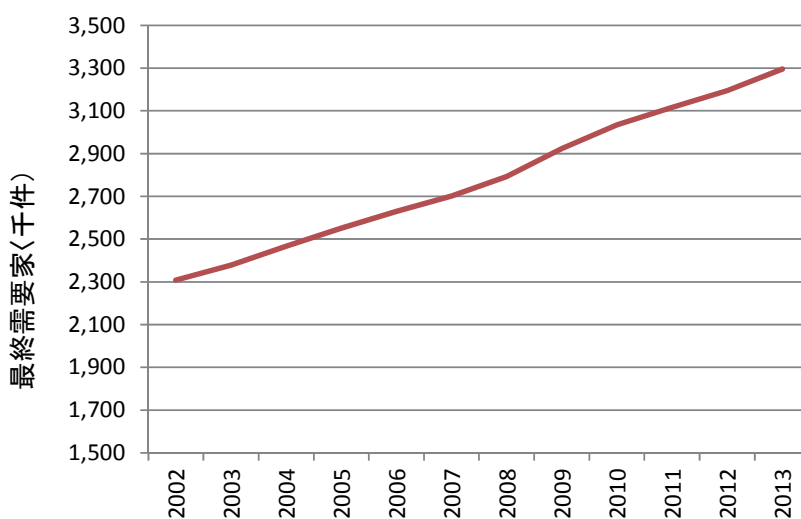


図 99 MEA管轄の最終需要家件数

出典：MEAホームページ

2) 施設概要

主要なインフラ施設は変電所と配電網である。

表 87 MEAの主なインフラ施設（2006年）

| Facility | Unit | Capacity |
|------------------------|------|--------------|
| Terminal stations | 17 | 15,200MVA |
| Substations | 143 | 16,445VA |
| Sub transmission lines | - | 1,622cct-km |
| Feeder lines | - | 16,559cct-km |

出典：MEA

3) 実施体制

2012年のMEAの職員数は8,121名であり、施設の維持管理に関しては、Power System Maintenance Department（350名）が変電所の維持管理計画策定、点検から維持管理まで全てを担当している。配電網については、計画から点検、維持管理はDistribution System Service Department 傘下の18のDistrict Area Officeに一任されている。

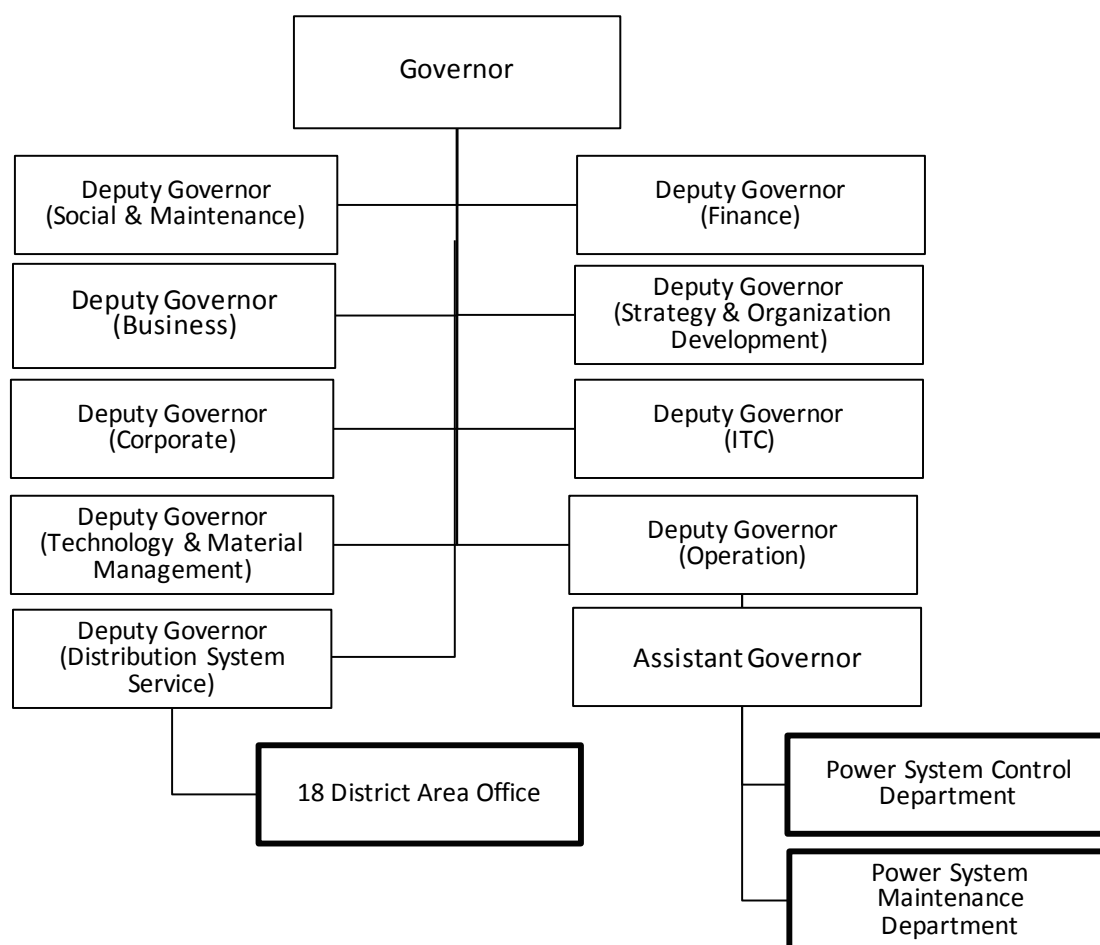


図 100 MEA組織図

出典：MEA ホームページ

4) 財務状況

MEAは、1,784億バーツの収入（前年比289億バーツ増加）を上げ、そのうち97%は売電収入である。支出は1,690億バーツ（前年比250億バーツ増加）で、その結果、純利益は94億バーツ(前年比39億バーツ増加)で、純利益率は5%であった。そのうち45%を財務省へ支払い、残りの519億バーツを内部留保に追加している。⁸⁴

⁸⁴ 財務省への支払いは純利益の45%と決められているが、毎年調整の上、期内にも多少変更する。

表 88 MEAの損益計算書

単位：百万バーツ

| | 2012 | | 2011 | |
|--|---------|------|---------|------|
| Revenues | | | | |
| Sales of electricity energy | 173,880 | 97% | 145,632 | 97% |
| Other income | 4,532 | 3% | 3,838 | 3% |
| Total revenues | 178,412 | 100% | 149,471 | 100% |
| Expenses | | | | |
| Purchase of electricity | 160,746 | 90% | 136,208 | 91% |
| Operating expenses | 5,917 | 3% | 5,380 | 4% |
| Financial cost | 1,372 | 1% | 1,350 | 1% |
| Other expenses | 968 | 1% | 995 | 1% |
| Total Expenses | 169,004 | 95% | 143,934 | 96% |
| Net income | 9,407 | 5.3% | 5,537 | 3.7% |
| Remittance to the Ministry of Finance | 4,217 | 45% | 2,521 | 46% |
| Increase in unappropriated retained earnings | 5,190 | 55% | 3,017 | 54% |

出典：MEA Annual Report, 2012

MEAは2012年12月末現在、1,481億バーツの資産を有し、そのうち固定資産が902億バーツが総資産の61%を占めている。債務は801億バーツ、自己資本は679億バーツで総資産の46%を占めている。そのうち内部留保金が677億バーツと総資産の46%を占めており、十分に蓄積されている。

表 89 MEAの貸借対照表

単位：百万バーツ

| | 2012 | | 2011 | |
|--------------------------------------|---------|------|---------|------|
| Assets | | | | |
| Current Assets | 47,259 | 32% | 41,891 | 30% |
| Fixed Assets | 90,208 | 61% | 88,467 | 64% |
| Other Assets | 10,593 | 7% | 8,283 | 6% |
| Total Assets | 148,060 | 100% | 138,641 | 100% |
| Liability and Equity | | | | |
| Current Liabilities | 24,238 | 16% | 18,912 | 14% |
| Long-term Liabilities | 27,680 | 19% | 29,370 | 21% |
| Other liabilities | 28,208 | 19% | 27,616 | 20% |
| Total liabilities | 80,126 | 54% | 75,898 | 55% |
| Owner's equity | 67,935 | 46% | 62,744 | 45% |
| Government contributions | 358 | 0% | 358 | 0% |
| Unappropriated retained earnings | 67,576 | 46% | 62,385 | 45% |
| Total liabilities and owner's equity | 148,060 | 100% | 138,641 | 100% |

出典：MEA Annual Report, 2012

MEAの保有する有形固定資産の半分が配電システムであり、送電システムと合わせて簿価で800億バーツと89%を占めている。減価償却年数は、資産によって異なるが、3年から30年である。

表 90 MEAの有形固定資産（2012年12月末現在）

単位：百万バーツ

| Property, Plant and Equipment | Costs | Accumulated depreciation | Net book value |
|------------------------------------|---------|--------------------------|----------------|
| Land and land rights | 2,810 | 0 | 2,810 |
| Transmission system | 56,822 | 22,153 | 34,669 |
| Distribution system | 84,742 | 39,503 | 45,239 |
| Terminal stations and sub stations | 1,980 | 0 | 1,980 |
| Machine, equipment and vehicles | 539 | 0 | 539 |
| General assets | 13,835 | 8,861 | 4,974 |
| Total | 160,727 | 70,519 | 90,208 |

出典：MEA Annual Report, 2012

上記の2012年の財務状況から収益力、更新費用確保状況、老朽化の度合いを分析してみると、売上高利益率は5%であるが、需要量を買電して需要家に売る事業形態から利益は安定している。更新費用の確保状況⁸⁵は、投資キャッシュフローと現預金が減価償却累計額の37%と、過去の投資に係る減価償却の1/3程度の水準で投資資金を確保できている。有形固定資産の取得費用のうち44%⁸⁶と老朽化の進み具合も問題となる状況ではないと考えられる。

表 91 主な財務指標

| 評価項目 | 評価指標 | 2012 |
|--------|----------------------|------|
| 収益力 | 売上高利益率 | 5% |
| 更新費用確保 | 更新投資充当可能資金対減価償却累計額比率 | 37% |
| 老朽化度合い | 有形固定資産減価償却率 | 44% |

以上の考察より、MEAの事業は安定しており、更新費用の確保状況、老朽化の具合も大きな問題となるものはないと思われる。

⁸⁵更新投資充当可能資金対減価償却累計額比率（更新投資充当可能資金÷減価償却累計額。更新投資充当可能資金＝投資キャッシュフロー＋現預金＋短期有価証券）は、2013年に37%である。

⁸⁶有形固定資産減価償却率（有形固定資産減価償却累計額÷有形固定資産のうち償却対象資産の取得原価）が44%。

(2) 維持管理の現状

1) 計画(Plan)

メーカーが作成したマニュアルに従い、1,2,4,5年の維持管理計画を策定し、同計画に基づき配電施設のオーバーホールを含む維持管理を行っている。

送電施設の維持管理計画は、18のDistrict Area Officeが策定し、Distribution System Service DepartmentのDeputy Governorが承認している。

また、MEAでは以下の世界標準認証システムに従って維持管理点検を行っている。

- ISO 9110:2008 Quality Management System Accreditation for electrical power supply, installation and maintenance
- ISO/IEC 17025:2005 Laboratory Accreditation for the MEA laboratory room which provides electrical equipment testing and calibration services,

また上記以外にISO9001を導入している。

2) 実施(Do)

MEAはEnterprise Resource Planning (ERP)システムにより人材、施設、資材、資金等を統合的に管理し、維持管理業務の効率化や経営の全体最適を目指しており、社内全体の状態を把握できるシステムを構築している。

変電所と配電施設の点検は、自前の技術者1名、Technician 1名、作業員3名の5名で構成されるグループでメーカーの維持管理マニュアルに従い点検している。修繕や更新が必要な際は、MEA職員の指揮のもと、該当分野の専門知識を持った技術者を外部から調達する。

3) 評価(Check)

MEAは10年前からGISを構築し運用している他、SAP、SCADA等の導入により効率的に管理している。また、社内での維持管理に係る文書共有化のためのMEA E-Documentシステム、Logistic Management System他を積極的に構築し、アセットデータ更新、コスト評価の効率的な運営を行っている。

4) 見直し(Action)

3ヶ月ごとに維持管理報告書は2007年に設立された第三者機関であるエネルギー規制委員会(Energy Regulatory Commission:ERC)に提出する。同規制委員会の評価はMEAの今後の維持管理計画にフィードバックされている。

(3) 日本の協力

円借款にて、1977年に首都圏配電網拡充・改善事業として供与額104億円、2002年にバンコク230kv地下送電建設事業として供与額143億円を実施した。

(4) アセットマネジメントの現状と課題

MEAが所有する人材、施設、資材、資金等社内全体の現状把握をできるシステムを構築し、統合的に管理・配分し、維持管理業務の効率化や経営全体の最適な運営を目指す等、維持管理について積極的に取り組んでいる。また、10年前からGISを構築し、SAP、SCADA等を導入し効率的な維持管理を行っている。さらに、維持管理報告書は2007年から設置された第三者機関であるERCに四半期ごとに審査される等、アセットマネジメントを確実に進めるための制度が整備されており、今後も大きな問題なく維持管理を継続できると推測される。

4.8.4 地方配電公社 (PEA)

(1) 概要

1) 事業概要

PEAはEGATが所有する1次変電所から電力を購入し、降圧後にバンコク都及び隣接2県（サムットプラカン県、ノンタブリ県）以外の最終需要家に配電している。PEAの配電面積は国土の99%をカバーし全国を12の管理ブロックに分け、915の支店がある。

2) 施設概要

主要なインフラ施設は電線系統、変電施設、トランスフォーマーである。

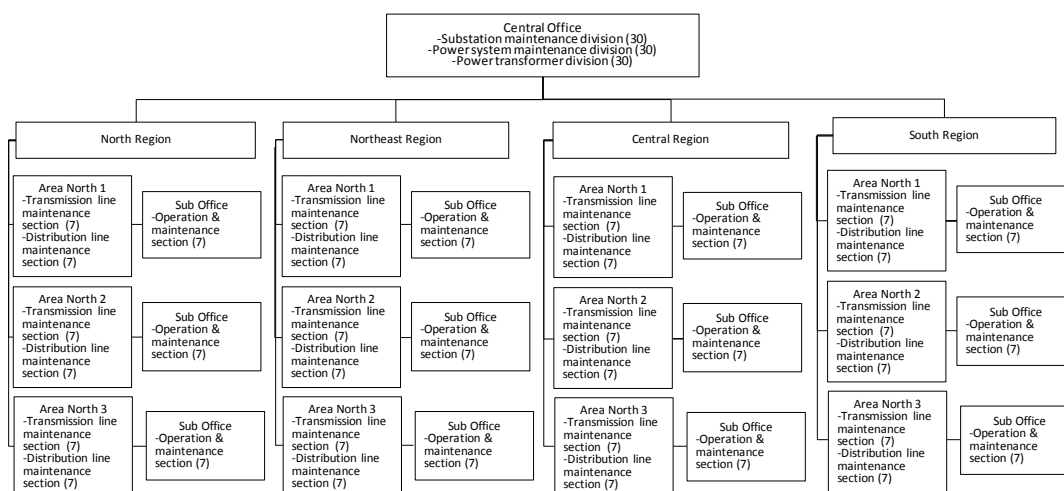
表 92 PEAの主なインフラ施設

| Facility | Capacity, Unit |
|---|----------------|
| High voltage distribution line 33/22kV | 298,984cct-km |
| Low voltage distribution line 0.4/0.23 kV | 457,118cct-km |
| Submarine cable | 250cct-km |
| Substation | 520 unit |
| Distribution transformer | 270,000 unit |

出典：PEA

3) 実施体制

維持管理担当の職員数は全職員数約28,000名中、本社に90名、各地方維持管理センターに252名、また全国915の支店に各5名ずつ計約5,000名が配置されている。本社所属の維持管理担当の職員は変電、配電システム、送電担当課にそれぞれ30名ずつ配置されている。



() 内は維持管理担当の職員数

図 101 PEA組織図

出典：PEA

4) 財務状況

PEAは3,752億バーツの収入（前年比615億バーツ増加）を上げ、そのうち97%は売電収入である。支出は3,475億バーツ（前年比599億バーツ増加）で、その結果、純利益は150億バーツ(前年比25億バーツ増加)で、純利益率は4%であった。MEAと同じく、EGATから高圧電力を購入し、需要家に売電する事業形態で、増加する電力需要に対応するため新規投資も相次いでいるが、堅調な電力需要から利益の確保も見込めるため、経営は安定している。

表 93 PEAの財務状況

単位：百万バーツ

| | 2012 | | 2011 | |
|--|----------------|-------------|----------------|-------------|
| Revenue | | | | |
| Sales of electricity energy | 375,188 | 97% | 313,701 | 97% |
| Other operating revenues | 10,648 | 3% | 9,824 | 3% |
| Other income | 2,326 | 1% | 1,223 | 0% |
| Total revenue from sales and services | 388,163 | 100% | 324,750 | 100% |
| Expense | | | | |
| Cost of sales and services | 347,525 | 90% | 287,673 | 89% |
| Administrative expenses | 17,350 | 4% | 16,074 | 5% |
| Selling expenses | 4,958 | 1% | 4,665 | 1% |
| Other expenses | 3,352 | 1% | 3,875 | 1% |
| Total Expenses | 373,187 | 96% | 312,288 | 96% |
| Net income | 14,975 | 4% | 12,461 | 4% |

出典：PEA Annual Report 2012

(2) 維持管理の状況

1) 計画(Plan)

PEAは現在、PAS55:2008を導入済みであり、将来はISO55001シリーズに移行するアセットマネジメントロードマップを策定している。

PEAは資産のライフサイクルを通じてコスト・実績・リスクのバランスを取り、最適な維持管理を行うことを基本方針に据えたアセットマネジメントを実施している。

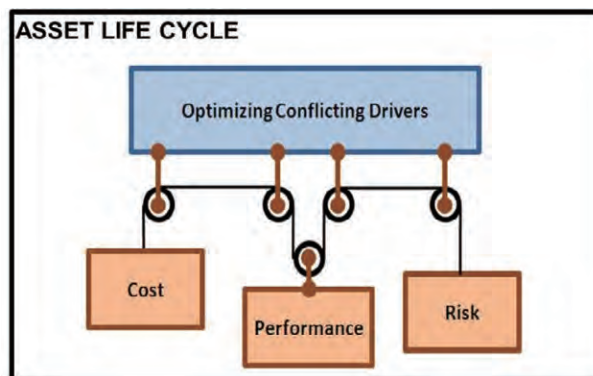


図 102 PEAのアセットマネジメントの基本的考え方

出典：PEA

長期計画は計画・技術・調達分野を中心に、中期計画は分析・維持管理分野を中心に、短期計画は建設施工・運用分野を中心に据え策定するようにしている。



図 103 PEAの長中短期アセットマネジメント計画イメージ

出典：PEA

また、予算計画策定のプロセスは、全国の12管理ブロックから本社へ維持管理予算案を提出し、本社の予算計画策定部署で過去の維持管理履歴、施設の更新時期等を参考にしながら維持管理費用を予算計画に盛り込んでいる。

2) 実行(Do)

計画に従い点検、補修、更新を行っている。

3) 評価(Check)

補修・補修後の履歴はSAPの施設維持管理モジュール及び資材管理モジュールを使い各施設ごとに管理されている他、遠隔監視のSCADA、各施設の位置情報をリンクさせたGIS、施設の異常を管理するOMS(Operation and Maintenance System)等を導入している。これらのシステム導入によって、これまで目視点検作業から自動遠隔監視へシフトし、併せて点検作業の同時性、客観性を高める等効率的な運用管理を行っている。

4) 見直し(Action)

PEAは維持管理報告書を作成し、3ヶ月毎に2007年に設立された第三者機関であるERCに提出することが義務付けられている。PEAは同規制委員会の評価を今後の維持管理計画にフィードバックしている。

(3) 日本の協力

1) 技術協力

案件名：地方配電自動化技術者養成計画プロジェクト

協力期間：1992年6月から1997年6月

協力内容：配電自動化システムの構築・運用を行う人材を育成するため、配電自動化の基礎、システムの建設、運転、保守、応用に関する技術・知識の技術移転を行った。

2) 円借款

地方配電網増強計画事業を中心に1970年から2002年まで総額1,599.72億円が供与され、地方での電化率に大きく貢献した。

1970年以降継続的に円借款によりPEAの送配電網の整備が進み、1970年代に20%以下であった地方電化率が1999年には99%まで整備された。

(4) アセットマネジメントの現状と課題

PEAは導入済みのアセットマネジメントのPAS55:2008に基づいてアセットマネジメントを実施している。現在は、アセットマネジメントの新規格であるISO55000シリーズに移行するロードマップを策定して、発注の準備を進めていることから、PEAはアセットマネジメントを実践して、維持管理費の削減に成果をあげており、アセットマネジメントの取組みが定着していると判断する。

4.9 総合評価

4.9.1 道路分野

1) DOH

全国の国道を管轄するDOHの予算は、2010年度から2014年の5年間で49%増加している。2012年以降は維持管理予算額が新規建設予算額を上回っており、また2002年以降の道路延長は増加しておらず、新規建設のほとんどは既存道路の拡幅工事である。現在は、事業の優先度が新規建設から維持管理へと移行する段階にある。

そのため、DOHは維持管理面の強化のために、2000年代から様々な活動を実行している。舗装の維持管理については、2007年より路面性状調査を開始している。現在は、取得したデータをPMSで活用するために、データの蓄積と、それを用いた劣化予測技術の精度向上の段階にある。そして、PMSがPDCAのマネジメントサイクルに十分に活かされるためには、データを基にした工学的維持管理マネジメントについて、関係者の理解を高める必要がある。

約15,000ある橋梁については、データベースはすでに完成し、その点検データを取得して蓄積する段階にある。よって、PDCAのマネジメントサイクルに活かすためには、点検技術者の育成、データ取得と蓄積、データ分析による劣化予測精度の向上、計画作成のための利活用能力の強化等の課題克服が必要である。

長寿命化技術については、改質性舗装の採用や、SMA舗装の試験施工等を行っており、LCC削減技術の導入に取り組んでいる。

さらに、職員への維持管理研修を定期的に行っており、意識啓発を進めている。

現場レベルでのマネジメント体制は整備されており、実行努力がされているが、予算不足や人材不足が計画通りの実施の障害となり、アセットマネジメントの整備は遅い。これを加速するには、組織の最上流でのアセットマネジメント能力の強化、それによる長期的政策に基づく運営の実行が重要である。また、さらに上位の国家計画や設計基準等の見直しによって、維持管理の優先度を上げることが、大きな効果をもたらすと思われる。

2) DRR

地方の幹線道路を管轄するDRRについては、予算は2010年から2014年の5年間で71%増加し、2014年は38,045百万バーツとなっており、地方での道路開発が活発化している。

また、新規建設の重要度はDOHよりは高いが、維持管理の重要性が非常に高まってきており、DOHの状況と類似している。

そのため、DRRは維持管理面の強化のために、2000年代から様々な活動を実行している。

舗装の維持管理については、DRRはPMSを2005年に導入して、計画、設計、維持管理作業等で活用している。さらに最近は、路面性状調査車両5台を調達して、DRR自身で計測してデータを蓄積している。PMSをPDCAのマネジメントに活かすためには、データ取得と蓄積、データ分析による劣化予測精度の向上、計画作成のための利活用能力の強化等の課題を克服する必要がある。

約8,000の橋梁の維持管理については、JICAが2度にわたる技術支援を通じて、維持管理マニュアルを整備し、橋梁管理データベースを完成させており、現在は2,000橋の点検とデータ入力を終えたところである。残り6,000橋については、DRR自身で点検とデータ入力を3年間で実施する計画である。

新規道路の建設の優先度が高いため、維持管理予算は不足しており、また点検・維持管理の技術者も不足している。DRRの管轄する道路は交通量が国道ほどは多くないところが多いが、一部の交通量の多い道路では劣化が激しい箇所が発生している。

一方でDRRは、乏しい予算の中でも、普通のアスファルト舗装の約2倍の価格のコンクリート舗装を、耐久性が高いという理由で維持管理が困難な区間には採用しており、LCCを考慮している。

また、職員への維持管理研修を定期的に行っており、意識啓発を進めている。

アセットマネジメントの現状については、DRRはDOHとよく似た状況にある。現場レベルでのマネジメント体制は整備されており、実行努力がされているが、予算不足や人材不足が計画通りの実施の障害となり、アセットマネジメントの整備は遅い。これを加速するには、組織の最上流でのアセットマネジメント能力の強化、それによる長期的政策に基づく運営の実行が重要である。また、さらに上位の国家計画や設計規準等の見直しによって、維持管理の優先度を上げることが、大きな効果をもたらすと思われる。

3) EXAT

バンコク首都圏とその近郊の高速道路を管轄する独立採算の公社のEXATは、料金収入が毎年増加しており、それに伴い純利益も増加し、2013年には利益率が45%に達している。政府の交付金は急激に減少しており、負債の返済も順調に進んでおり、財務状況は健全と言える。2014年に維持管理には761百万バーツを充てているが、これは返済金を含む全支出額の8%に相当する。

EXATが維持管理を実施している道路延長は、全延長207kmの66%に相当する137kmであり、残りは2社がコンセッション契約で運営・維持管理を行っている。

EXATはマニュアルに沿って点検・維持管理を実施しており、一部のデータはデータベースで管理されている。現在、道路延長の大部分を占めるコンクリート高架橋用のデータベースを開発中である。

道路延長が短いこと、施設全体の約80%がまだ建設後20年以下と若いこと、2

つの斜張橋には特別な配慮をしてしっかりと維持管理していること等のため、通常、損傷し易い箇所以外は、維持管理の問題はほとんど発生していない。

しかしながら、コンクリート高架橋は供用後30年以上経過しているものもあるため、今後はRC床版等に劣化が発生する可能性が十分にある。コンクリート高架橋は、補修が困難で多額の費用がかかるため、高架橋の点検・維持管理を充実させ、事後保全から予防保全へと変更していく必要性が徐々に高まっている。

アセットマネジメント面では、個別施設のマネジメントは実施体制が整っているが、総合的かつ長期的観点からのマネジメント能力を強化していくことが課題である。

4) BMA公共事業局

バンコク首都圏内の自治体道路の建設・維持管理を管轄するBMA公共事業局では、舗装の維持管理作業は、基本的に苦情対応の事後保全で行っているが、これの改善に取り組もうとしている。

橋梁は1,000以上を管轄しており、その中には劣化が進んでいるものもかなりあるが、橋梁の架け替えは交通への支障を考慮にすると非常に困難であり、BMAにとっては長寿命化の実施が最重要な課題である。よって現在は、橋梁については点検・維持管理・補修・補強を、様々な新技術も使って実施しているが、かなり劣化が進んでからの対応のものもあり、総じて事後保全である。

橋梁データベースシステムにはデータが十分に蓄積、活用されている。舗装と橋梁の管理を統合したGISベースの管理システムを2014年9月に発注し、完成までに2年間かかる予定である。予防保全のPDCAが回るようにするためには、データベースの充実、データの利活用能力強化、長期計画の策定と実施能力が今後の課題である。

4.9.2 上水道分野

1) MWA

バンコク首都圏の給水事業を管轄している独立採算の公社であるMWAは、2013年度には70億バーツの利益を上げており、財務状況は良好である。維持管理へは、全支出の4%前後を充てている。

給水区域の整備率はすでに非常に高く、2020年ごろには100%に達すると予想されている。現在の事業運営上の優先課題は、給水区域の拡大ではなく、水質の改善、十分な水圧の確保、漏水率の低下等の維持管理面に移っている。従って、維持管理の改善には積極的に取り組んでいる。

事業運営の業務管理では、統合業務パッケージシステムであるSAPを使用している。有形固定資産の67%を占める配管の管理では、GISを用いた水道管管理シ

システムを使用している。これらは計画・管理部門だけでなく現業部門でも十分に使用されており、補修記録も速やかに履歴データとしてデータベースに取り込まれている。配管の点検・維持管理のマネジメント状況はかなり高い質と評価できる。一方で、有形固定資産の約20%を占める浄水場等の施設では、管轄事務所がSAPを十分に使用できておらず、現場の技術情報も本部は十分に把握できていないという、マネジメント上の課題がある。

配管の維持管理はかなり高い質で行われているため、漏水率は徐々に改善されてきており、2014年には約24%までに改善されてはいるものの、依然として良好な水準に達しているとはいえない。この原因は、現在は配管の更新に伴って配管データが更新されつつあり、データベースの精度が向上している段階であること、また漏水率の高い箇所が分かっているにもかかわらず、過密な交通状況等のために更新工事のための道路使用許可が取得できないため等である。現在のような実施を続けていけば、データベースの精度も高まり、漏水率もゆっくりとではあるが改善されていき、事後保全から予防保全へと徐々に移行して行くと推測される。

しかしながら課題としては、バンコク首都圏の水需要が、人口減少等で長期的には頭打ちになってくること、そして耐用年数を迎える石綿管が2010年代後半に増大し、PVC管は2030年代後半にピークを迎えることである。

それらに備えるために、長期計画を策定してマネジメントを始める必要性が高まって来ている。長期間のLCCを最小化し、かつ更新のピークの平準化を図る計画を立てて、実行していくことが求められる。財務状況は良好で、人材も不足してはおらず、蓄積されたデータも充実しつつあるので、長期的視野でのアセットマネジメントへ進む条件は整いつつある。

2) PWA

PWAはバンコク首都圏を除くタイ国内の水道施設を管轄する公社である。財務状況は、利益率は改善傾向にあり2012年には19%を達成しているが、適宜、政府の支援を受けながら、自立へ向けて努力している。

PWAは首都圏以外の全国を管轄しているため、優先課題が給水区域の拡大の地域や、すでに維持管理に移っている地域等が混在している。

PWAもMWAと同様に、GISを使った水道管管理システムを全国で整備している。バンコク近郊の事業所ではMWAに近い高いレベルで維持管理を行っているところもあるが、管轄する事業所が全国に230以上と多いため、維持管理レベルの遅れた事業所のレベルを引き上げることが、PWAにとっては優先課題となっている。その手段の一つとして民間委託を採用しており、現在、20箇所が民間委託化されている。PWAは管轄する事業所数が多く、担当範囲が広いため、民間委託は重要な手法である。

また、長期的かつ包括的なアセットマネジメント計画を策定して実施すること

も、広域を管理する面で効果的である可能性があるため、今後取り組むべき課題である。

4.9.3 下水道分野

1) BMA下水道事業局

バンコク首都圏の下水道事業を担当するBMA下水道事業局は、政府からの補助金とBMAの税金を財源としている。2014年度の年間予算は約30億バーツで、補助金と税金の比率は約50:50である。下水道料金の徴収を開始するには、下水道普及率が60%を超える必要があるとBMAは考えているが、現状は約30%である。

下水道整備率はまだ低いため、サービス区域の拡大が優先課題となっている。さらに、既存施設が比較的新しいことも重なり、維持管理の重要度はまだ低い。

下水処理場7施設のうち、6施設については管渠とともに、運営維持管理が民間委託されている。民間企業が機械設備の定期的な点検、消耗部品の交換、運転・維持管理、管路の点検・維持管理を行っている。

下水道管路の維持管理にはGISが導入されている。GISでは管路の基礎データ、修繕履歴等を管理している。また、管路の現状把握のために、下水道管内へのカメラロボットの導入も検討している。

下水道管路及び施設ともに、長寿命化や、事後保全から予防保全への移行に取り組む必要性は低く、その意識もまだ低い状況である。下水道管路は深く埋設され、補修は困難であるため、長期的な視野でのアセットマネジメントへの取り組みの強化が望まれる。

4.9.4 鉄道分野

1) SRT

全国の鉄道を管轄するSRTは、2008年は約95億バーツであった赤字が、2013年には140億バーツに拡大し、長年慢性的な赤字を抱えている。一方、旅客、貨物輸送収入は伸び悩んでいるにも関わらず、インフラの維持管理、車両の維持管理費の支出は拡大している。

これまでに数次に亘る有償資金協力援助による軌道改良、また技術協力事業による軌道保全技術、車両運転技術等の日本の支援を受け、改善を行ってきた。一方、低所得者層への一部運賃の無料化、SRT職員の大幅削減等、タイ国政府の方針にSRTは大きく影響を受けており、改善は進んでいない。

そのため、脱線事故件数は毎年100件前後も発生しており、点検・維持管理の問題は深刻である。そのような深刻な維持管理の状況を改善するために、タイ国政府はSRTに200億バーツの維持管理プロジェクト予算を2012年に承認した。21区間について路線の本格的な改修工事を行う予定である。このプロジェクトの主

な内容はレールと枕木の交換だが、枕木は長寿命のPC枕木へ交換する計画となっており、大きな改善が期待されている。

このように維持管理面での進展は見られるものの、財務状況が悪いこと、また維持管理を含めた事業運営は政府の方針に大きく左右されること、さらに組織の課題等も重なって、SRT自身だけでは長期的な展望の必要なアセットマネジメントを進められる体制にはない。そのため、国の長期的な方針として、追加的予算措置や組織強化に取り組む必要がある。

2) MRTA

タイ国で地下鉄事業を行っている唯一の公社であるMRTAは、2013年度こそ特殊な理由で黒字となったが、毎年赤字を続けており、政府の補助金も増加しており、経営状況は厳しい。

最初の地下鉄は2005年に開業しているため、施設はまだ若く健全な状態が保たれている。MRTAはすべての運営維持管理業務を25年間のコンセッション契約でBMCL社に委託しているため、MRTAの業務はBMCL社の履行状況の確認と承認に限定されている。

一方、BMCL社はアセットマネジメント戦略に基づいてモニタリング、評価を実施する等の維持管理を行っており、また、監視制御システムSCADAで運用管理も行っており、アセットマネジメントシステムでは先進的なISO55000の認証を受けている。さらに、点検データで大きな損傷や老朽化は報告されていない等の現状から、良好な状態であると推測される。

トンネルの点検・維持管理の経験とノウハウは乏しいと推測されるので、長期的にはその対応が課題となってくる。

4.9.5 電力分野

1) EGAT

タイ国で発電事業を管轄する公社であるEGATは、財務状況はたいへん良好であり、維持管理へも十分に予算を配分できる状況である。

維持管理の対象となるインフラ施設は主に発電所と配電システムであるが、メーカーのマニュアルに従って必要な点検を行っており、約40年前に建設されたダム施設でさえ全く漏水問題がなく、予防保全ができています。財務状況も健全で、維持管理費用を賄える状態にあり、内部留保も十分で必要に応じて大規模修繕や更新投資もできる状態にあるため、今後も大きな問題なく維持管理を継続できると推測される。アセットマネジメントはすでに体系的に行われている状況と判断される。

2) MEA

MEAはEGATより電力を購入し、バンコク首都圏の消費者へ売電する事業を行う公社である。財務状況はたいへん良好であり、維持管理へも十分に予算を配分できる状況である。

MEAは、管理部門及び現業部門にそれぞれ維持管理を担当する部署を設置する等、維持管理について積極的に取り組んでいる。また、10年前からGISを構築し、SAP、SCADA等を導入し効率的な管理を行っている。さらに、維持管理報告書は外部エネルギー規制委員会に四半期ごとに提出して審査される等、アセットマネジメントを確実に進めるための制度が整備されている。

3) PEA

PEAはEGATより電力を購入し、バンコク首都圏以外の全国の消費者へ売電する事業を行う公社である。財務状況はたいへん良好であり、維持管理へも十分に予算を配分できる状況である。

PEAは、アセットマネジメントのBSI規格のPAS55:2008を導入済みであり、それに基づいてアセットマネジメントをシステムチックに実施している。現在は、アセットマネジメントの新規格であるISO55000シリーズに移行するロードマップ策定して、発注の準備を進めている。そして、PEAはアセットマネジメントを活用して、維持管理費の削減に取り組んで成果をあげている。

第5章 対応策の検討

5.1 対応策の対象の選定

5.1.1 インフラ・マネジメントの必要性が高まる条件

インフラの建設が一段落した先進国では、保有するインフラ施設の数量が増加したために必要な維持管理費が増加し、また初期に建設されたものは老朽化が進んできて必要な補修費用が増大する。そして、維持管理の適正な実施が困難になり、事故が発生するようになる。

また、人々はインフラが提供する基本的なサービスだけでは満足しなくなり、より高い質のサービスを求めるようになってくる。例えば道路では、交通渋滞がない、雨天でも安全に走行できる等を求めるようになる。水道では、断水のない給水サービス、水圧の高さ、水質の向上等を求めてくる。そのため、新規建設費用は減少するが、一方で、新たなニーズへ対応する費用が必要となってくる。

そしてその時期が、人口減少や経済成長率の鈍化の時期と重なると、財源の制約がより一層厳しくなって、適正な維持管理は非常に困難になってくる。一方で、社会状況の変化によって、必要性の低いインフラ施設もでてくる。新しいインフラを造ることから、既存のインフラを賢く使うことに重点がシフトしてくる。これらの問題を解決するために、インフラをアセットとしてとらえ、効率的かつ効果的に維持管理を行い、さらに様々な施設を包括的に管理する手段であるインフラ・マネジメントの必要性が高まってくる。

よって、インフラ・マネジメントの必要性が高まる主な条件を整理すると、下記のようなになる。

- ① インフラ施設が増加し、昔作ったインフラ施設が老朽化してくる時期に近づいている。
- ② インフラ建設がピークを過ぎて、インフラ事業者にとっての優先度は維持管理に移りつつある。
- ③ 人々がインフラ施設の提供するサービスに求めることが、基礎的サービスの提供から、快適性、安全性、利便性等の、より高い質のサービスに移りつつある。

5.1.2 対応策の検討対象の選定

本調査の対象機関はBMA以外は分野別の実施機関であり、その分野を横断した包括的なインフラ・マネジメントは、国家レベルで、活動の実施までの道筋を具体的に示した計画を策定する必要があるが、タイの計画機関の役割は方針を立てるところまでで、その方針に基いた計画策定は実施機関に一任されている。そのため、中央政府の計画機関はインフラ・マネジメントを主導すべきという意識が

高まっておらず、その下地もないため、本調査の範囲内で効果の出る対応策を協議するのは難しい状況である。また、BMAにおいても、維持管理は分野毎の担当に分かれており、計画機関や予算局は国レベル同様、包括的な計画を主導する準備ができていない。

従って、本調査では、優先分野を選定し、アセットマネジメントの下地ができており、協力の得られる対象機関について、アセットマネジメントの対応策を検討することとした。これは、その効果とともに、インフラ・マネジメントにおけるアセットマネジメントの役割をセミナーで紹介することにより、インフラ・マネジメントの概念の理解を深めることを意図している。

5.1.3 優先分野の選定

鉄道と下水道はまだ整備水準が低く、現在は新規建設が優先課題となっている。特に、運輸分野では道路偏重の現状を修正する必要性が高いため、鉄道の新規建設の優先度は高い。SRTの多くの施設は老朽化が進んでおり、維持管理も不十分なため、毎年100件前後の脱線事故が発生している。しかし、この問題の原因は維持管理手法にとどまらず非常に深刻であるため、アセットマネジメントの強化よりも、まずその基本となる組織体制を抜本的に改善する必要がある。また、既存の施設については、SRTを除いては鉄道も下水道もまだ比較的新しく、耐用年数も長いため、老朽化問題が顕在化するのはまだ20年以上後になると思われる。

電力分野では、電力の安定供給は経済活動及び生活の両面で必須のものであるため、インフラ事業者の事業課題の中で維持管理の重要度は早期から高く位置づけられている。そのため各事業者ともに、しっかりとした体制でインフラ・マネジメントに積極的に取り組んでいる。

上水道分野は、バンコク首都圏の給水率はすでに100%近くに達しており、全国でも80%を超えている。インフラ事業者にとっての優先課題は、すでに新規建設から維持管理の時代に入ってきている。政府が水道分野の国営企業へ示した運営方針の中でも、アセットマネジメントを重視した運営を指示している。現状は、アセットマネジメントへの取組みはすでに開始されているが、まだ十分には浸透していない過渡期にある。

道路分野を代表する事業者のDOHでは、ネットワーク整備は10年以上前にはほぼ終わり、この10年間の新規建設予算は主に既存ネットワークの拡幅に充てられている。そして、2011年以降は、維持管理予算は新規建設予算を上回った状態が続いている。道路分野の優先度は、新規建設から維持管理へ変わってきているところであり、また求められるサービスはアクセスの確保という基本的サービスから渋滞の緩和等に変化している。

各インフラ分野の維持管理への現在の移行レベル状況を図 104に示す。

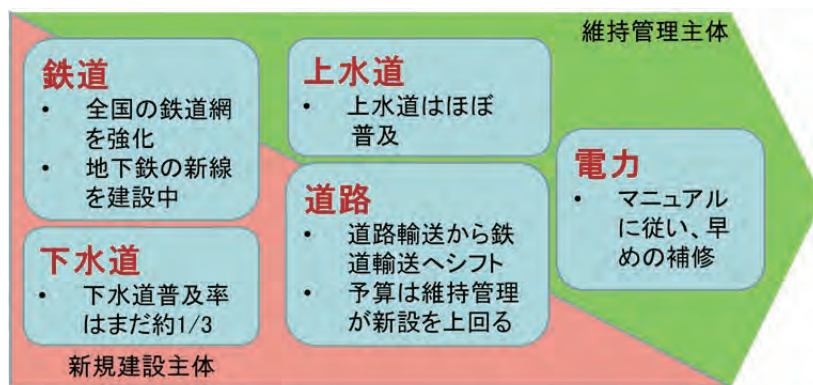


図 104 各分野の維持管理への移行レベル

いずれの分野もアセットマネジメントは重要ではあるが、上記の各インフラ分野の評価結果を基に、現在、アセットマネジメントの必要性が最も高まりつつあると評価された上水道分野と道路分野を、優先分野として選定する。

5.2 優先分野における対応策の選定

5.2.1 基本方針

(1) 対象機関の選定

優先分野の対象機関から、具体的な対応策を検討する機関を選定するにあたり、新設から維持管理に重点がシフトしており、アセットマネジメントに取り組む体制がほぼ整っているという観点から、上水道分野ではMWA、道路分野ではEXATを選定する。さらに、日本で行われたような道路舗装の設計基準の変更が実施された場合の効果も検証する。

(2) 重点項目の選定

各機関がインフラ施設を包括的に管理するに当たり、本調査の範囲で最も効果的でわかりやすい対応策を示すために、各機関の置かれた背景を考慮して、長期的な視野から重点項目に焦点をあて、対応策を検討する。

(3) 対応策提案の目的

対応策提案の目的を、以下のように設定する。

- ① タイ国の実際のインフラ施設のケースに対して、効率的な維持管理に関する長期的な計画を、工学的観点と経済学的観点の両方から検討する事例を示し、アセットマネジメントの方法と重要性の理解を促す。
- ② 長期的な計画策定において重要な鍵となるLCCの考え方を、上記の具体例の検討を通じて理解を促す。
- ③ LCCの削減手段として、実現性のある長寿命化技術及び点検・管理技術等を紹介する。
- ④ アセットマネジメント及びインフラ・マネジメントは、実施機関、予算管理機関、受益者の全員に有益であることを、事例を通じて理解を促す。

5.2.2 アセットマネジメントのための対応策

パターンの異なる次の3つの事例について対応策を検討する。

1) 水道事業の事業効率改善のための対応策

バンコク首都圏では、人口が2007年から減少に転じており、現時点では給水区域の拡張に伴い顧客数が増加しているが、近い将来は顧客数及び水需要ともに増加が鈍化すると予想される。それにともない、事業収入の増加も鈍化すると予想されるため、コスト削減を追求する事業運営実施について、現時点から備える必要がある。そのため、MWAでは資産の7割を占める配管に使用する管種の選定にLCCを活用し、LCCが最小になるケースと現状維持のケースのコスト差を算出する。

2) コンクリート構造物の将来の老朽化への対応策

バンコク首都圏の高速道路のほとんどはコンクリート高架橋で構成されている。全体的にまだ新しいため、現時点では補修作業をほとんどせずに、構造物の健全性は良好に維持されているが、将来はコンクリートの老朽化が顕在化してくるため、補修費用が急増する可能性がある。それに必要となる補修費用に関して、予防保全と事後保全のケースでLCCを算定し比較する。

3) 道路舗装の設計年を2倍にするケースのLCCへの影響

日本では2001年に道路の設計規準を変更したことが一つのきっかけとなり、舗装の長寿命化及びLCCの削減への動きが加速した。これをタイ国に当てはめた場合に、LCCへどのような影響があるかについて検討する。具体的には、現在用いられている設計年15年のケースと、2倍の30年のケースについてLCCを算定して比較する。

5.3 水道事業の事業効率改善のための対応策

5.3.1 ケーススタディの背景、目的

(1) ケーススタディの背景

バンコク首都圏とその周辺での給水区域の拡大に伴い、MWAの給水人口及び給水量も増加している。水道普及率はほぼ100%に達し、現在は老朽管の更新や漏水個所の補修等の維持管理強化によって無収水量の減少に努めており、無収水率は25%まで減少している。無収水率の減少は、無駄に漏れていた水の造水費用の削減につながり、事業費の抑制に大きく貢献する。

今後は、人口の伸び悩みから、水道料金収入の増加も鈍化することが予想され、事業費を抑制したより効率的な運営の必要性が高まることが想定される。

(2) 目的

管路の更新時における管種の選択にLCC分析を活用して、無収水率と造水費用の低減効果を考慮した長期的な運営維持管理費の縮減効果の高い管種の組み合わせを検討する。

5.3.2 MWAの現状の把握

(1) 対象地域

MWAの給水区域はバンコク首都圏とノンタブリ県、サムプラカン県の2県である。(4.3.2の(1)1) 図参照)

(2) MWAの主な保有資産

MWAの保有する有形固定資産のうち、管路が全体の約7割を占めており、管路施設の維持管理が、施設全体の機能を維持していく上で重要となる。また、増圧や造水のためのポンプや浄水場も保有している。

表 94 MWAの資産とその内訳

| 資産の種類 | 百万Baht | % |
|-------|-----------|-------|
| 土地 | 4,284.29 | 9.54 |
| 建物 | 6,769.90 | 14.95 |
| 機械設備 | 2,208.59 | 4.98 |
| 管路設備 | 30,413.88 | 68.81 |
| 水道メータ | 579.93 | 1.25 |

MWAが管理する管路は、導水・送水管（口径1500mm～3400mm）、配水本管（口径500mm～1800mm）、配水支管（口径100mm～400mm）、そして給水管（口径75mm以下）に分類され、管路の大部分は配水支管の約28,000kmと、給水管の約5,600kmである。

表 95 管路の種類と管延長

| | ST | SCP | RCP | CI | PC-ST | PC | AC | DI | PVC | GI | HDPE | 計 |
|------------------------|---------|------|------|-------|-------|------|---------|-----|----------|-------|------|----------|
| 導水管,送水管 (1500-3400) | 143.1 | | | | 33.9 | 13.9 | | | | | | 190.9 |
| 配水管 (500-1800) | 1,436.5 | 35.1 | 18.7 | 98.3 | 45.4 | | 7.6 | 3.4 | | | 7.3 | 1,652.1 |
| 配水支管 (100-400) | 399.9 | | | 15.3 | | | 3,920.1 | | 24,136.5 | 280.2 | 59.6 | 28,811.5 |
| 計 | 1,979.5 | 35.1 | 18.7 | 113.6 | 79.3 | 13.9 | 3,927.7 | 3.4 | 24,136.5 | 280.2 | 66.8 | 30,654.5 |

単位：km

これ以外に給水管：5,600kmが存在する。

配水支管（口径：100mm～400mm）の約92%を石綿管（AC管）と硬質塩化ビニル管（PVC管）で占めており、タイ国での耐用年数はそれぞれ25年、35年である。

AC管、PVC管について、今後更新が必要となる年度ごとの管路延長の推移を見ると、今から2030年頃までは、AC管の大半が耐用年数を迎え、更新が必要となる。2030年代以降はPVC管の更新時期となり、2030年代後半から2040年代前半にかけてピークとなる。

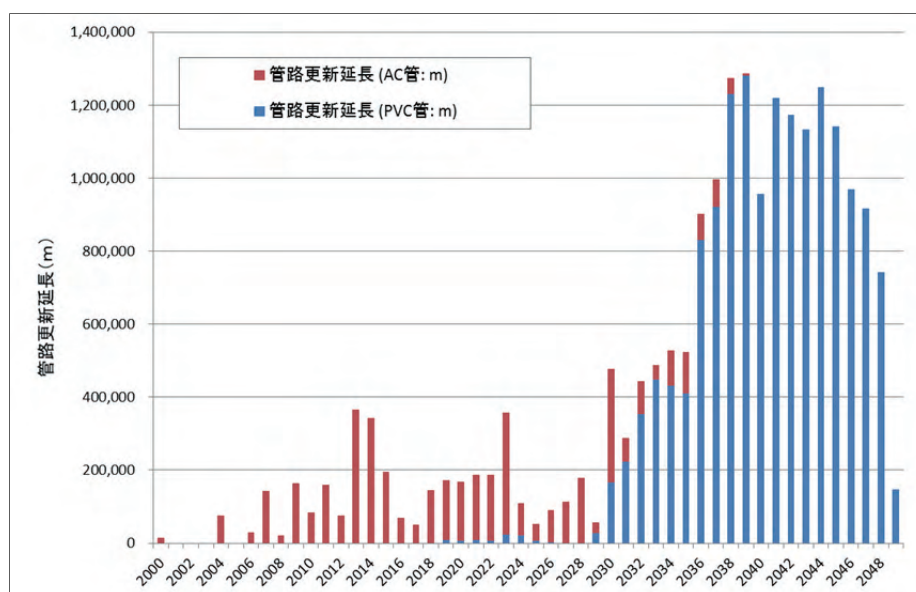


図 105 耐用年数経過年別AC管とPVC管の管路延長

(3) 無収水率

過去10年の年間における有収水量、無収水量、無収水率の推移をみると、収入につながらない無収水率は2006年頃より低下しており、2013年度には約25%であった。

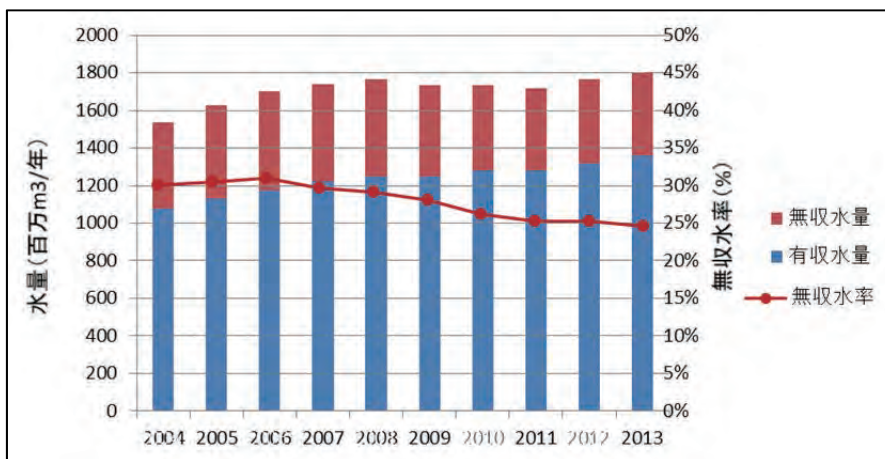


図 106 過去10年の有収水量、無収水量、無収水率の推移

無収水率の発生する管種の内訳をみると、配水支管からが約6割、給水管からが約4割である。

表 96 配水支管、給水管延長と無収水率

| | 配水支管 | | | 給水管 | | 無収水率 (% : 合計) | 無収水量に 対する給水管の割合 (%) |
|------|----------------|-----------------|-------------|-------------|-------------|------------------|---------------------------|
| | 管延長 (AC:km) | 管延長 (PVC:km) | 無収水率 (%) | 管延長 (km) | 無収水率 (%) | | |
| 2013 | 3,920.05 | 24,136.51 | 14.68% | 5,600 | 9.90% | 24.58% | 40.3% |

5.3.3 課題の抽出

(1) 将来人口の伸び悩み

バンコク首都圏では2025年までは人口が増加するものの、その後は人口が減少し、他2県でも人口は増加するが、その増加率は徐々に減少すると予想されている。従って、将来的に水道料金収入も伸び悩むと考えられる。

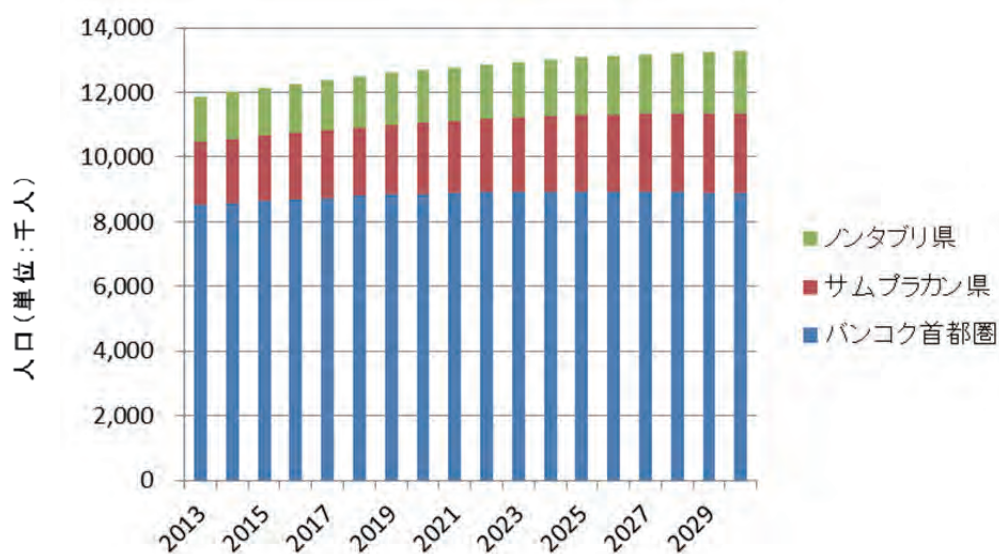


図 107 対象地域の人口の推移

(2) 高無収水率

無収水率に関しては、MWAがAC管の更新や漏水補修を行ってきたため、最近10年は減少傾向にあるが、2013年時点での無収水率は依然として約25%であり、造水しても収入につながらなかった無収水量分の造水費用（漏水損失額）は約36億パーツにのぼる。これは、MWAの年間純利益約70億パーツ（2013年）の半分に相当し、この損失の影響は大きい。

(3) 非効率なポンプ

バンコク首都圏は平坦な地形であるため、水を隅々まで送るために多くのポンプ設備が設置されている。MWAは更新が必要となったポンプから順次更新しているが、現在運転されているポンプは耐用年数を超えて使用されているものもあり、このような古いポンプは非効率である。ポンプ運転に要した動力費は約13億パーツ（2013年度）であり、これはMWAが消費した電力の約73%を占めることから、ポンプの性能が運営維持管理費の増加につながっている。また、ポンプの効率が悪いために、消費者からは給水の際の水圧が低く水の出が悪いといった苦情も聞かれている。

5.3.4 ケーススタディの基本方針

現状の施設の課題をもとに、ケーススタディの基本方針を設定する。無収水が発生している既存管路（配水支管、給水管）の更新・補修、そしてポンプ設備の更新により、無収水に相当する造水費用、電力消費量が減少するため、施設の長期的な運営維持管理費の削減が可能となる。ここにMWAが予定している新設

管路の布設を加え、本ケーススタディでは、管路とポンプの更新及び新設管路の布設のための投資による、造水費用、電力消費量の減少といった運営維持管理費の削減と収入の増加の効果を検証し、投資効果を最大にすることを旨とする。これを図化すると以下ようになる。

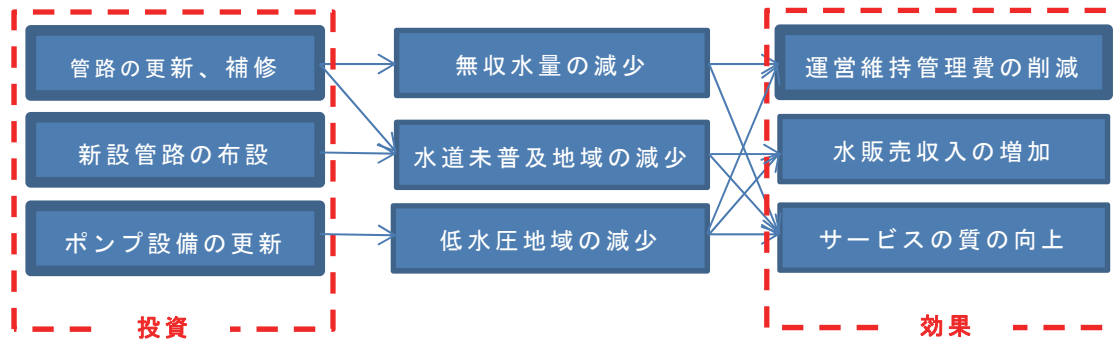


図 108 ケーススタディの方針

このうち、本ケーススタディでは効果の方は、運営維持管理費に焦点をあて、管路の更新・補修、新設管路の布設、ポンプ設備の更新による運営維持管理費の削減効果を試算する。

5.3.5 対応策の検討

(1) ケーススタディの条件

対象施設：配水支管（口径100～400mm）、給水管（75mm以下）、ポンプ

対象地域：MWAの給水区域全域

対象期間：2015年から50年間

(2) ケーススタディの内容

1) シナリオの設定

① 管種の選定

MWAは独自で管路の新設、更新計画を立てている。この更新計画をベースライン・シナリオとして、既存管路の更新、新設管路の布設に関し、これまでMWAが主要管路として採用してきたPVC管に更新する場合（シナリオ1）と、部分的に水道配水用ポリエチレン管（HDPE：PE100）、ダクタイル鋳鉄管（DIP：NS形）を採用する場合（シナリオ2）の2パターンを検討し、ベースライン・シナリオと比較する。HDPE管、DIP管はともに漏水が少なく長寿命が期待できる材料でそれぞれの特徴は以下の通りである。

表 97 管種別の特徴とシナリオでの採用条件

| 管種 | 特徴 | シナリオ2での採用条件 |
|---------------|---|--|
| HDPE管 | <p>熱による電気融着で管を接合させるため、漏水が極めて少ない。 ただし、融着作業は水中でできないため、河川沿い等では使用できない。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 日本での適用 PN16（適用水圧：16kg/cm²）が標準で寿命100年以上。 口径200mm以下に適用。 PVC管より採用事例は多い。 ● タイ国での適用 僅かだが、PN16に比べて管厚が薄いPN10が使われている。 | <p>タイ国で使用されている規格 口径200mm以下の管に採用</p> |
| DIP管 (NS形) | <p>管体強度が大きく、耐久性があり、衝撃に強い。また、NS形は接合するとロック機能により管が抜けなため耐震性が強い。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 日本での適用 耐震型であるNS形の使用が多い。 ● タイ国での適用 タイではDIP管がほとんど使用されておらず、NS形に関しては全く使用されていない。NS形は地盤変動に連動できるため、地盤の緩いバンコクにも適すると考える。 | <p>日本と同じ規格 口径200mm超の管に採用</p> |

HDPE管、DIP管、それぞれについて各管径で、PVC管と比較してLCCに対して硬化の大きい管を採用する。代表的な口径である200mmと400mmについて、費用対効果を比較すると以下の通り、200mmではHDPE管が、400mmではPVC管の方が費用対効果が大きいことがわかる。ここでは、費用には、配管布設費用を耐用年数で除した一年当たりの費用、効果には、管路の更新により改善する無収水量の減少分に相当する年間造水費用を利用している。

表 98 管種ごとのLCCと効果の比較（口径200mm）

| 管種 | 耐用年数 | 費用 (Baht/m) | 費用 (Baht/m/年) | 効果 ⁸⁷ (Baht/m/年) | 費用対効果 |
|------|------|-------------|---------------|-----------------------------|-------|
| PVC | 35 | 1,251 | 35.7 | 39.0 | 1.09 |
| HDPE | 40 | 1,830 | 45.8 | 69.4 | 1.52 |

表 99 管種ごとのLCCと効果の比較（口径400mm）

| 管種 | 耐用年数 | 費用 (Baht/m) | 費用 (Baht/m/年) | 効果 (Baht/m/年) | 費用対効果 |
|-----|------|-------------|---------------|---------------|-------|
| PVC | 35 | 2,968 | 84.8 | 39.0 | 0.46 |
| DIP | 40 | 12,933 | 323.3 | 74.0 | 0.23 |

ただし、HDPE管は電気融着で接続するため、水中作業が出来ず、バンコク都内でよく見られる河川沿いの配管等、一部の地域では使用が制限される。

400mmの管では、DIP管の方が費用が高く、費用対効果も低いため既存管路を全てDIP管に更新するのは経済的ではない。ただし、管が抜けない構造上の特性を生かし、主要道路や交差点部等管の更新が容易でない箇所にDIPを部分的に使用することは漏水ひいては管路補修の頻度を抑え、有効である。

② ポンプの更新時期

MWAは更新時期が来たポンプを順次更新してきたが、この方針を継続し、耐用年数に達した時点でポンプを更新することを前提とする。

一部残っている古いポンプは1970年代から1980年代に製造されたもので、ポンプ効率は概ね60%台から70%台と高くない。新しいポンプへの更新により、ポンプ効率を概ね80%台から最大で90%まで改善できるため、運転に係る動力費は、既存のポンプのポンプ効率を70%、更新後のポンプ効率を80%とした場合、約12%削減できる。

⁸⁷ 効果は単位管延長及び年当たりで、以下の考え方で算出している。
 管路更新による効果＝既存管路の無収水分の造水費用（MWA提供）－更新した管路の無収水分の造水費用（下記計算式により算出）。
 更新した管路の年間無収水分の造水費用＝単位管延長当たりの年間流量（MWA提供）×耐用年数までの年平均無収水率×2013年度のm3当たり給水原価（MWA提供）。

| 管種 | 単位管延長当たりの年間流量 (m3/m/年) ① | 耐用年数までの平均無収水率 (%) ② | 単位管延長当たりの無収水量 (m3/m/年) ③=①×② | 2013年度の給水原価 (パーツ/m3) ④ | 無収水相当額 (パーツ/m/年) ⑤=③×④ | 既存管路の無収水相当額 (パーツ/m/年) ⑥ | 管路更新による効果額 (パーツ/m/年) ⑥-⑤ |
|------|-----------------------------|------------------------|---------------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| PVC | 53.62 | 8.69 | 4.66 | 8.16 | 38.0 | 77.01 | 39.0 |
| HDPE | | 1.73 | 0.93 | | 7.6 | | 69.4 |
| DIP | | 0.69 | 0.37 | | 3.0 | | 74.0 |

③ シナリオの概要

管路とポンプの布設、更新に関するシナリオをベースライン、シナリオ1、シナリオ2と設定する。

表 100 検討するシナリオの概要

| シナリオ | 概要 | 配水支管 | 給水管 | ポンプ |
|--------|---------------------------------|--|--------|-------------|
| ベースライン | MWAの更新計画に従う | 全てのAC管、PVC管を、MWAの計画に従い、PVC管に更新 | 更新しない | MWAの計画に従い更新 |
| シナリオ1 | 更新時期が来た管路から順にPVC管に更新 | 全てのAC管、PVC管を、更新時期ごとにPVC管に更新 | 全路線を更新 | MWAの計画に従い更新 |
| シナリオ2 | ベストミックスとなるよう、一部管路にHDPE管、DIP管を採用 | 全てのAC管、PVC管を、更新時期ごとにPVC管、HDPE管(80%)、DIP管(10%)に更新 | 全路線を更新 | MWAの計画に従い更新 |

ベースライン・シナリオは現状のMWAの計画に従い、配水支管はPVC管に更新するが、給水管の更新は考慮しない。ポンプはMWAの計画通り、耐用年数に達したポンプを順次更新する。

シナリオ1は配水支管を更新時期がきた管路から順次PVC管に更新し、給水管も更新する。ポンプについてはベースライン・シナリオと同様である。

シナリオ2では配水支管については、更新時期がきた管路から更新するが、PVC管に加えて、HDPE管、DIP管も採用する。この時、口径200mm以下の管路についてはHDPE管を優先的に採用し、口径200mmを超える管路については、費用対効果の高いPVC管の採用を基本としつつ、主要道路の下等容易に更新が出来ない区間に部分的にDIP管を採用する方針に従い、口径200mm以下の管路の80%をHDPE管、200mmを超える管路の10%をDIP管に更新すると想定している。給水管についてはシナリオ1と、ポンプについてはベースライン・シナリオと同様である。

2) シナリオの計算条件

① 管路施設

- 管路の更新時期はMWAの計画（ベースラインシナリオ）またはタイ国の法定耐用年数（シナリオ1、2）に従う。ただし、HDPE管、DIP管は、タイ国で耐用年数の規定がないため、日本の規定に従う。
- 運営維持管理費として、管路の漏水部の補修費、更新費用、及び無収水の造水費用を考慮する。
- 管路の漏水部の補修費と無収水の造水費用の計算は以下の通りである。

- 年度毎に管種、経過年数に応じた漏水率を計算し、管路毎の管路延長による加重平均をその年度の各管種の漏水率とする。
- 年度毎に、漏水率に基づいて計算した管種別の漏水箇所数、漏水量を用いて漏水箇所の補修費、漏水損失額を算出する。

② ポンプ施設

- 更新時期は、タイ国の法定耐用年数に従う。
- 運営維持管理費として、ポンプの維持管理費、更新費用、電気料金を考慮する。
- 電力消費量は水の生産水量に基づく。

(3) シナリオで使用する基本データ

1) 有収水量

MWAより提供された2030年までの給水区域内人口と2015~2022年度の年間有収水量の予測値を利用する。2023年以降については、給水区域内人口の予測値に、2022年時の一人当たり1日給水量を乗じて有収水量を算出する。また、人口の予測値が2030年までのため、2031年以降の有収水量は2030年と同値と仮定する。

表 101 年間有収水量の推移

| 年度 | 給水区域内人口 (千人) | MWA予測値 | | 試算予測値 | | 年間有収水量 (試算採用値) (百万m3/年) |
|------------|-----------------|--------------------|----------------------------|--------------------|----------------------------|-------------------------------|
| | | 年間有収水量 (百万m3/年) | 1人1日当り 使用水量 (m3/日/人) | 年間有収水量 (百万m3/年) | 1人1日当り 使用水量 (m3/日/人) | |
| 2015 | 12,146.5 | 1,416.5 | 0.320 | | | 1,416.5 |
| 2016 | 12,270.6 | 1,444.5 | 0.323 | | | 1,444.5 |
| 2017 | 12,388.8 | 1,471.5 | 0.325 | | | 1,471.5 |
| 2018 | 12,499.8 | 1,497.5 | 0.328 | | | 1,497.5 |
| 2019 | 12,604.1 | 1,521.5 | 0.331 | | | 1,521.5 |
| 2020 | 12,700.5 | 1,544.5 | 0.333 | | | 1,544.5 |
| 2021 | 12,789.8 | 1,566.5 | 0.336 | | | 1,566.5 |
| 2022 | 12,872.3 | 1,588.5 | 0.338 | | | 1,588.5 |
| 2023 | 12,947.7 | | | 1,597.8 | 0.338 | 1,597.8 |
| 2024 | 13,015.6 | | | 1,606.2 | 0.338 | 1,606.2 |
| 2025 | 13,076.9 | | | 1,613.7 | 0.338 | 1,613.7 |
| 2026 | 13,131.0 | | | 1,620.4 | 0.338 | 1,620.4 |
| 2027 | 13,179.5 | | | 1,626.4 | 0.338 | 1,626.4 |
| 2028 | 13,221.9 | | | 1,631.6 | 0.338 | 1,631.6 |
| 2029 | 13,257.8 | | | 1,636.1 | 0.338 | 1,636.1 |
| 2030 | 13,287.6 | | | 1,639.7 | 0.338 | 1,639.7 |
| 2031 以降 | 13,287.6 | | | 1,639.7 | 0.338 | 1,639.7 |

2) 耐用年数及び漏水箇所数

漏水箇所数についてはタイ国での実績値（HDPE管、DIP管についてはMWA

の参考文献中の実績に基づく推定値)を採用する。

表 102 管種別法定耐用年数及び漏水個所数

| 管種 | 耐用年数 | 漏水個所数 (/100km/month) | 算出根拠 |
|------|------|-------------------------|---------|
| AC | 25 | 5.36 | MWAの実績値 |
| PVC | 35 | 2.43 | MWAの実績値 |
| HDPE | 40 | 1.24 | MWAの推定値 |
| DIP | 40 | 0.68 | MWAの推定値 |

3) 配水支管、給水管の無収水率

配水支管、給水管の無収水率は2013年の値を基準とする。将来の無収水率は各管路の布設経過年数に応じた無収水率を積み上げて全体の無収水率を試算する。

表 103 2013年の配水支管、給水管の無収水率

| | 無収水率 (%) | | 無収水率 (% : 合計) |
|------|----------|------|------------------|
| | 配水支管 | 給水管 | |
| 2013 | 14.68 | 9.90 | 24.58 |

管種ごとの布設経過年数による無収水率の経年変化は以下の通り、各々の管路の布設後経過年数に応じて変化すると仮定している。各管種の耐用年数時点での無収水率を設定した上で、二次関数的に変化する前提である。

表 104 布設経過年数による将来の無収水率の変化

| 経過年数 | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 |
|------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| AC | 0.00% | 1.20% | 4.80% | 10.80% | 19.20% | 30.00% | 40.00% | 40.00% | 40.00% |
| PVC | 0.00% | 0.51% | 2.04% | 4.59% | 8.16% | 12.76% | 18.37% | 25.00% | 32.65% |
| HDPE | 0.00% | 0.08% | 0.31% | 0.70% | 1.25% | 1.95% | 2.81% | 3.83% | 5.00% |
| DIP | 0.00% | 0.03% | 0.13% | 0.28% | 0.50% | 0.78% | 1.13% | 1.53% | 2.00% |

4) 造水費用

上記1)の有収水量と2)の無収水率から無収水量を計算し、総配水量(造水量)を求める。そして、この総配水量に浄水に要する単位水量当りの単価(ポンプ運転以外の動力費含む)、人件費等乗じて造水費用を算出する。

5) 管路の布設工事費(補修費)

MWAの管路の単位延長当りの布設工事費は以下の通りである。管路の更新費

用、補修に伴う布設費用は下表の単価を基に算出する。また、管路補修に際しては、1か所当りの補修延長を6mと仮定し算出する。

表 105 管種ごとの布設工事費

| | Unit (Baht/m) | | | | | | | |
|------|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| | 50mm | 75mm | 100mm | 150mm | 200mm | 250mm | 300mm | 400mm |
| PVC | — | — | 575 | 879 | 1,251 | 2,059 | 2,471 | 2,968 |
| HDPE | 687 | 1,177 | 933 | 1,650 | 1,830 | — | — | — |
| DIP | — | — | — | — | — | 6,820 | 9,037 | 12,933 |

注:HDPE管については、タイ国では100mm未満は規格がないため、日本の単価を採用

6) 管路新設

MWAは過去5年間、年間約1,000kmのペースで管路を増設し、給水区域を拡張してきた。給水区域の大規模な拡張は2014年でほぼ終了しているが、MWAは2015年以降も以下の管路延長を新規布設計画として見込んでおり、これも試算に盛り込む。

表 106 新設管路布設計画 (PVC管)

| | 口径ごとの計画布設延長 (km) | | | | | | Total |
|-------|------------------|---------|-------|-------|-------|-------|---------|
| | 100mm | 150mm | 200mm | 250mm | 300mm | 400mm | |
| 2015 | - | 100.6 | 48.2 | - | 49.8 | 1.4 | 200.0 |
| 2016 | - | 100.6 | 48.2 | - | 49.8 | 1.4 | 200.0 |
| 2017 | - | 100.6 | 48.2 | - | 49.8 | 1.4 | 200.0 |
| 2018 | - | 95.5 | 45.8 | - | 47.3 | 1.4 | 190.0 |
| 2019 | - | 90.9 | 43.7 | - | 45.1 | 1.3 | 181.0 |
| 2020 | - | 86.5 | 41.5 | - | 42.8 | 1.2 | 172.0 |
| 2021 | - | 81.9 | 39.3 | - | 40.6 | 1.2 | 163.0 |
| 2022 | - | 77.9 | 37.4 | - | 38.6 | 1.1 | 155.0 |
| 2023 | - | 73.8 | 35.5 | - | 36.6 | 1.1 | 147.0 |
| 2024 | - | 70.3 | 33.8 | - | 34.9 | 1.0 | 140.0 |
| 2025 | - | 66.8 | 32.1 | - | 33.1 | 1.0 | 133.0 |
| 2026 | - | 63.3 | 30.4 | - | 31.4 | 0.9 | 126.0 |
| 2027 | - | 60.3 | 28.9 | - | 29.9 | 0.9 | 120.0 |
| 2028 | - | 57.3 | 27.5 | - | 28.4 | 0.8 | 114.0 |
| 2029 | - | 54.2 | 26.1 | - | 26.9 | 0.8 | 108.0 |
| 2030 | - | 51.8 | 24.8 | - | 25.7 | 0.7 | 103.0 |
| 2031 | - | 49.3 | 23.6 | - | 24.4 | 0.7 | 98.0 |
| 2032 | - | 46.7 | 22.4 | - | 23.2 | 0.7 | 93.0 |
| 2033 | - | 44.3 | 21.2 | - | 21.9 | 0.6 | 88.0 |
| 2034 | - | 42.2 | 20.3 | - | 20.9 | 0.6 | 84.0 |
| Total | - | 1,415.0 | 679.0 | - | 701.0 | 20.0 | 2,815.0 |

7) ポンプの更新

以下の既存ポンプの稼働状況から、耐用年数に達したポンプから順に更新することを前提とする。

表 107 ポンプの稼働状況

| Pump Station | Number of Pumps | Elapsed Years | Pump Efficiency | Operation Hour (h/day) | Electric Consumption (kwh/year) |
|--------------------------------------|-----------------|---------------|-----------------|------------------------|---------------------------------|
| Sam Lae Pump Station No.1 | - | — | — | — | 10,480,560 |
| Sam Lae Pump Station No.2 | 5 | 2-35 | 0.87 | 14.2 | |
| Sam Lae Pump Station No.2A | 3 | 19-26 | 0.88 | 23.1 | |
| Sam Lae Raw Water Pump Station No.3 | 1 | 8 | 0.89 | 22 | |
| Sam Sen Pump House No.1 | — | — | — | — | 22,179,000 |
| Sam Sen Pump House No.2 | 5 | 12-22 | 0.74-0.81 | 11.3-14.9 | |
| Sam Sen Pump House No.2A | 5 | 12-21 | 0.74-0.81 | 11.00 | |
| Sam Sen Pump House No.3 | 10 | 3-28 | 0.73-0.82 | 6.70 | |
| Sam Sen Pump House No.4 | 3 | 45 | 0.70 | 6.70 | |
| Sam Sen Pump House No.5 | — | — | — | — | |
| Sam Sen Pump House No.6 | 3 | 28-30 | 0.72-0.73 | 11.00 | |
| Sam Sen Pump House No.7 | 5 | 3-20 | 0.76-0.90 | 3.8-13.0 | |
| Sam Sen Pump House No.8 | 16 | 2-20 | 0.68-0.82 | 3-23.5 | |
| Sam Sen Pump House No.9 | 3 | 43 | 0.68-0.72 | 12-17 | |
| Sam Sen Pump House No.10 | 2 | 3-43 | 0.78-0.90 | 5-19 | |
| Sam Sen Pump House No.11 | 3 | 21 | 0.79-0.80 | 7-20 | |
| Sam Sen Pump House No.12 | 5 | 21 | 0.78 | 1-22 | |
| Thon Buri Pump House | 6 | 26-28 | 0.68-0.72 | | 2,841,356 |
| Bang Sue Pump House | 4 | 22-42 | 0.80 | 9 | 3,719,000 |
| Bangkhen Raw water pump station 1 | 6 | 5-37 | 0.81 | 20.00 | 29,376,000 |
| Bangkhen Raw water pump station 2 | 4 | 9-37 | 0.82 | 18.00 | 15,948,000 |
| Bangkhen Transmission pump station 1 | 5 | 20-37 | 0.84 | 14.00 | 31,908,000 |
| Bangkhen Transmission pump station 2 | 5 | 14-26 | 0.81 | 15.00 | 41,732,400 |
| Bangkhen Transmission pump station 3 | 4 | 6-7 | 0.84 | 18.00 | 28,362,648 |
| Bangkhen Distribution pump station 1 | 5 | 20-32 | 0.83 | 15.00 | 12,168,000 |
| Bangkhen Distribution pump station 2 | 4 | 12-18 | 0.82 | 18.00 | 13,512,000 |
| Bangkhen Wash water pump station 1 | 3 | 37 | 0.69 | - | - |
| Bangkhen Wash water pump station 2 | 3 | 22 | 0.68 | - | - |
| Mahasawat Raw water pump station 1 | 5 | 16-20 | 0.83 | 19.20 | 14,213,000 |
| Mahasawat Raw water pump station 2 | 3 | 9 | 0.89 | 24.00 | 8,614,000 |
| Mahasawat Distribution pump station | 4 | 20 | 0.89 | 22.50 | 1,413,000 |
| Mahasawat Transmission pump station | 3 | 10-16 | 0.91 | 22.00 | 35,218,000 |
| Lumpini Pump Station | 4 | 35 | 0.75 | 13.75 | 8,400,000 |
| Tha Phra Pump Station | 5 | 35 | 0.76 | 5.60 | 2,461,284 |
| Klong Toey Pump Station | 5 | 30 | 0.77 | 7.20 | 5,952,012 |
| Phahon Yothin Pump Station | — | — | — | — | — |
| Sam Rong Pump Station | 5 | 26 | 0.76 | 17.4 | 13,392,012 |
| Lad Phrao Pump Station | 4 | — | 0.77 | 18.00 | 9,840,000 |
| Lad Kra Bang Pump Station | 4 | — | 0.77 | 14.75 | 7,944,000 |
| Ratburana Pump Station | 5 | — | 0.77 | 13.60 | 6,709,920 |
| Phetkasem Pump Station | 5 | — | 0.77 | 11.80 | 13,764,696 |
| Bangplee Pump Station | 5 | — | 0.77 | 14.40 | 10,968,000 |
| min buri Pump Station | 5 | — | 0.77 | 9.80 | 7,800,000 |
| Total | 180 | — | — | — | 326,267,328 |

(4) 試算結果

1) ベースライン・シナリオ

以下に管路における運営維持管理費用の推移を示す。管路の運営維持管理費用には、管路の更新費用（配水支管、給水管）、管路補修費用、管路の新設費用、および無収水に相当する造水費用を考慮する。ベースライン・シナリオでは無収水率は20%程度でとどまっており、配水支管の更新のみのため低下幅は大きくない。無収水量の約4割を占める給水管の更新を見込まないと、無収水量の減少効果は限定的である。

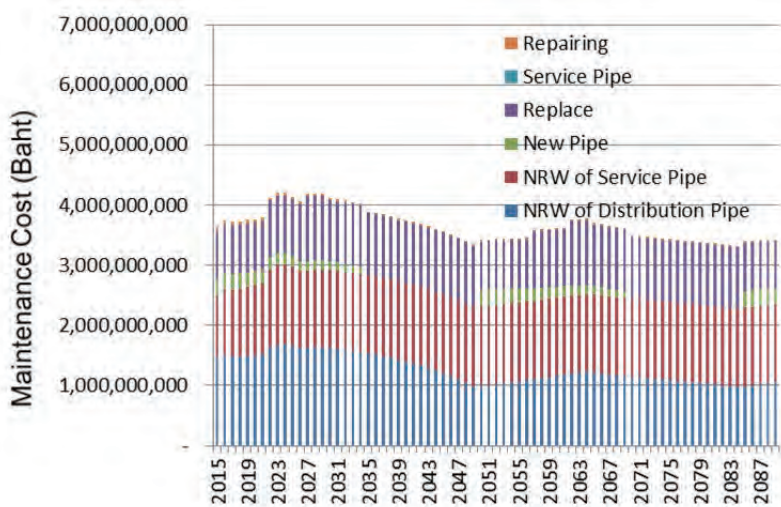


図 109 運営維持管理費の推移：ベースライン・シナリオ

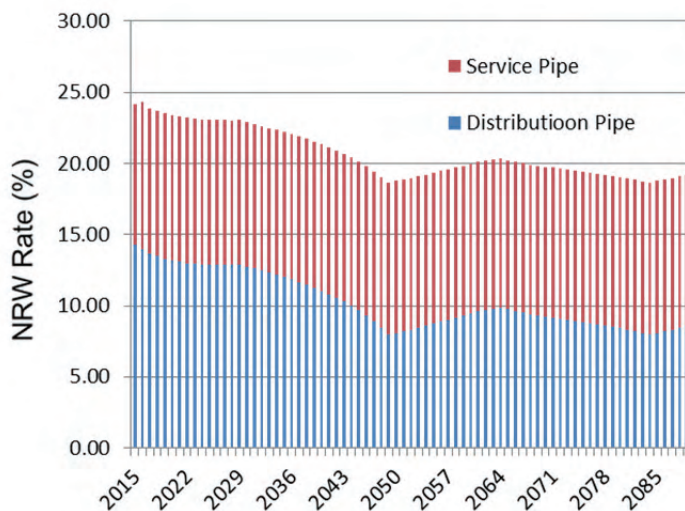


図 110 無収水率の推移：ベースライン・シナリオ

2) シナリオ 1

シナリオ 1 では、ベースライン・シナリオの配水支管の更新による効果に加え、給水管の更新により、無収水率は約10%まで低下する。従って、給水管の漏水が大きい区域では、配水支管と同時に給水管も更新すると効果が大きい。また、無収水量減少効果とは別に、複数の給水管が複雑に布設されている場合は、更新時に口径の大きな給水管にまとめると、管路の維持管理が容易になる。これも運営維持管理費削減のための今後の対策として有効である。

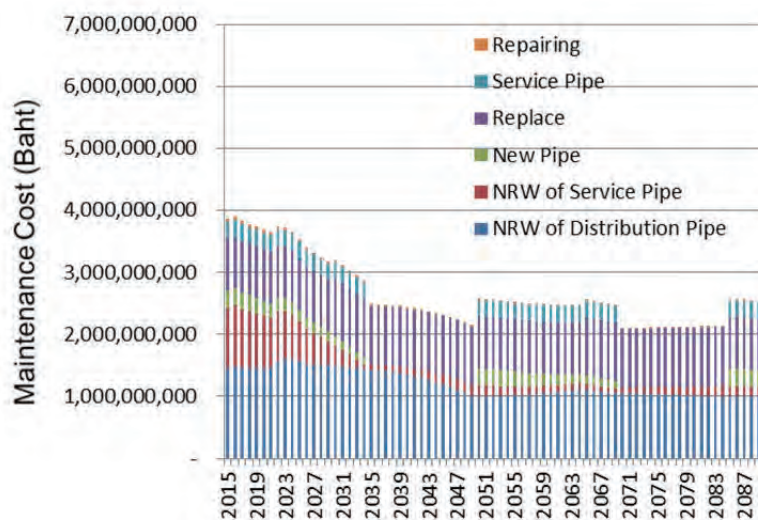


図 111 運営維持管理費の推移：シナリオ 1

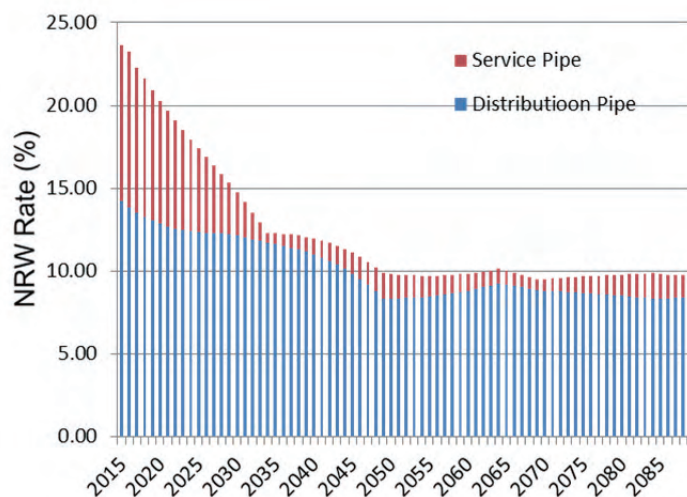


図 112 無収水率の推移：シナリオ 1

3) シナリオ 2

シナリオ 2 に関しては、更新する管路にHDPE管、DIP管を部分的に使用することで無収水率は5%程度まで減少する。試算上、各口径で更新する管のうちHDPE管は80%、DIP管は10%と想定しているが、実際の更新時でも地盤や交通条件に合わせて適した管種を選んで組み合わせることが、今後の無収水率の低減に有効な手段と言える。

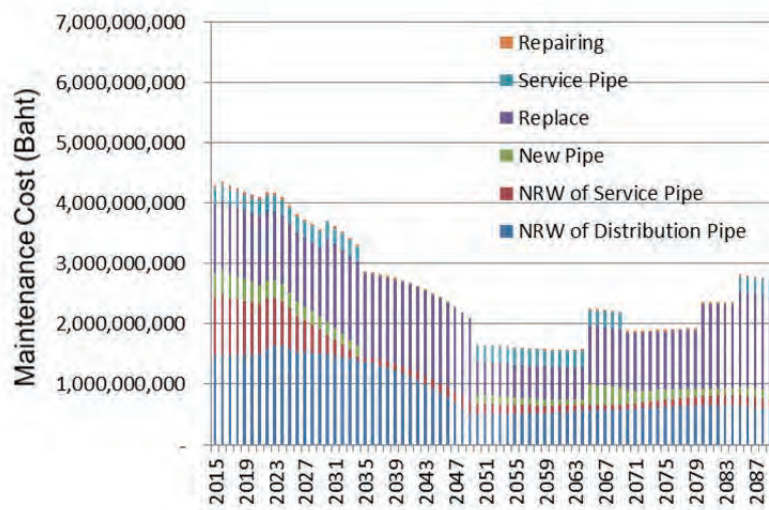


図 113 運営維持管理費の推移：シナリオ 2

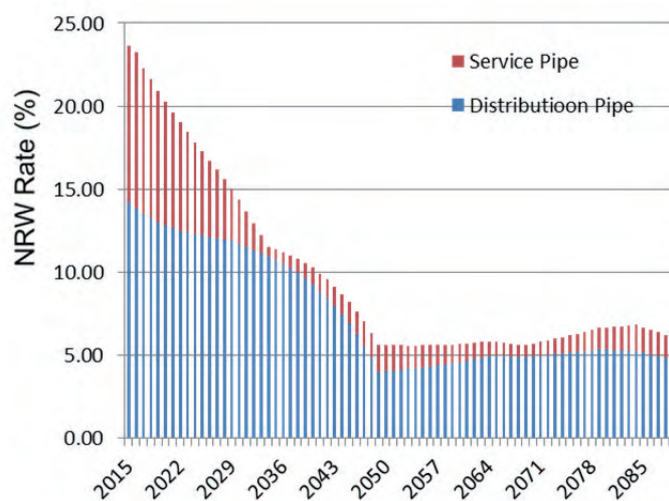


図 114 無収水率の推移：シナリオ 2

4) 各シナリオの比較

以上3シナリオについて、その年までの運営維持管理費の累計額の推移をグラフ化してみると図 115のように表される。ベースライン・シナリオに比べ、シナリオ1、2が運営維持管理費の削減効果があることが明らかであり、給水管の更新が運営維持管理費の削減に大きく貢献することがわかる。

さらに、シナリオ1とシナリオ2を比較すると、2061年を境にシナリオ2の方が累計運営維持管理費が低く抑えられており、布設費用が高くて、漏水対策効果が高く長寿命の管種を選択することにより、長期的には運営維持管理費を削減できることを示している。

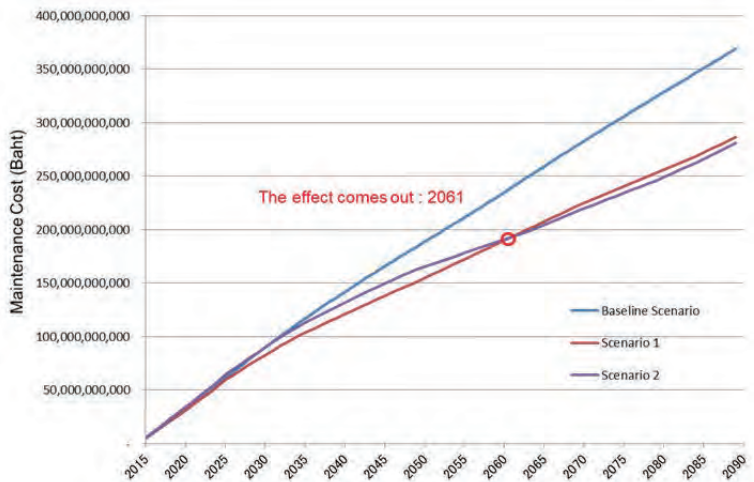


図 115 累積運営維持管理費の推移

無収水率、無収水量ともに、シナリオ2、1、ベースライン・シナリオの順に低く、給水管も計画的に更新すること、配水支管については漏水率の低い長寿命の管種を採用することにより、無収水量を減少させることが可能であることを示している。特に、シナリオ1と2の差が大きく、場所により管種を効果的に選定することが漏水の削減に有効であることを示している。

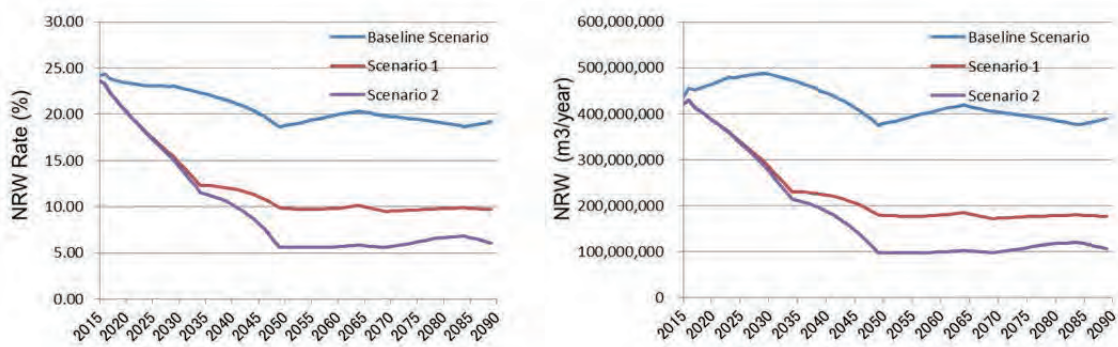


図 116 無収水率、無収水量の推移

各シナリオの累計運営維持管理費を見ると、ベースライン・シナリオに対し、50年で400億バーツ以上の削減効果があることが分かる。さらに、シナリオ1と比較すると、シナリオ2の方が多少だが運営維持管理費が低く抑えられ、無収水率は6%近くまで低下することから、管種の選定はとりわけ無収水対策に有効であり、運営維持管理費も削減できることがわかる。

表 108 累積運営維持管理費と無収水率

単位：百万バーツ/50年

| シナリオ | 累積運営維持管理費 | BS との運営維持管理費の差 | 無収水率 (%) | BS との無収水率の差(%) |
|-----------------|-----------|----------------|----------|----------------|
| ベースライン・シナリオ(BS) | 188,105 | — | 20.35 | - |
| シナリオ1 | 142,763 | -45,342 | 10.13 | 10.22 |
| シナリオ2 | 140,994 | -47,111 | 5.83 | 14.52 |

5) ポンプの運営維持管理費

ポンプの運営維持管理費を各シナリオ毎に以下に示す。運営維持管理費の内訳はポンプの補修費、ポンプの更新費、そしてポンプ運転に要する動力費である。各シナリオの動力費は、シナリオ毎の総配水量（造水量）に単位水量当りの電力使用量（ポンプ更新によるポンプ効率の改善を考慮）、電気料金を乗じて算出している。

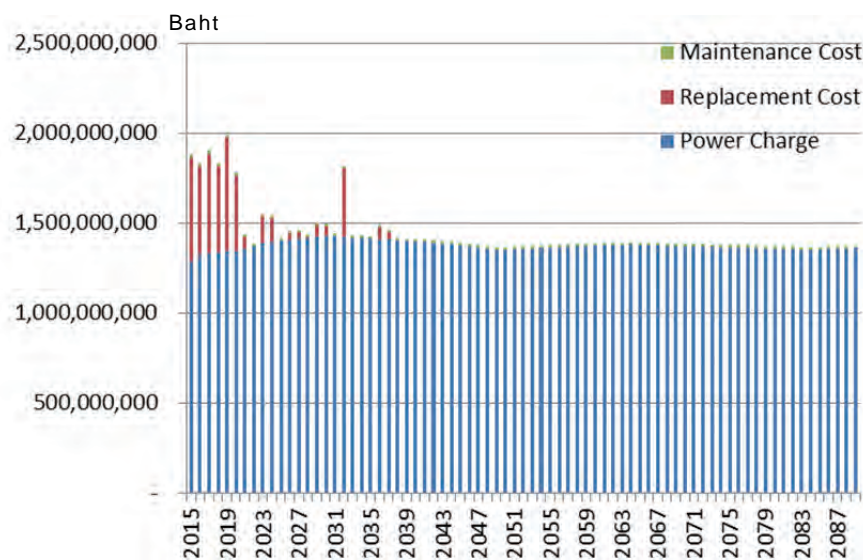


図 117 ベースライン・シナリオの運営維持管理費

ベースライン・シナリオでは、無収水量の減少より給水区域の拡大による有収水量の増加が影響し、電力消費量は2030年頃まで増加し、その後、動力費は約13.6億バーツ／年で推移する。

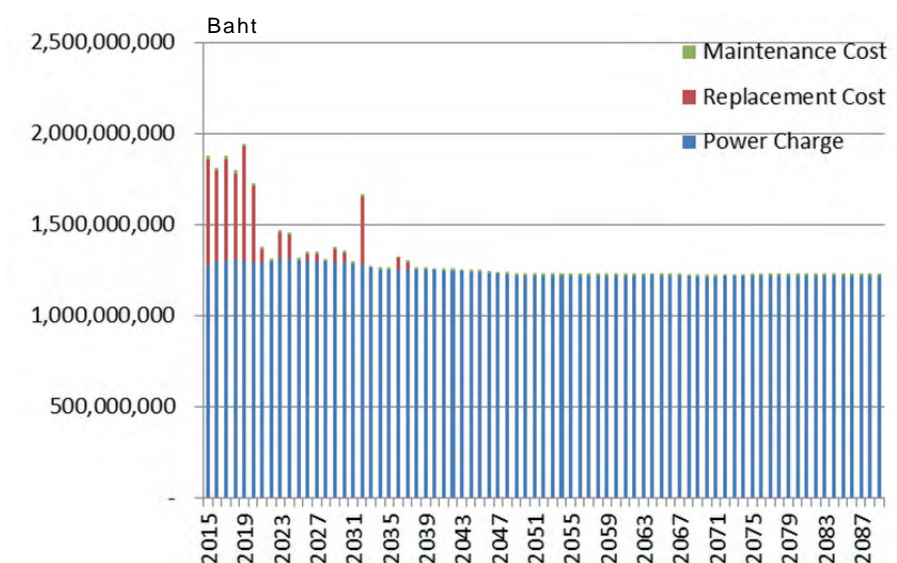


図 118 シナリオ 1 の運営維持管理費

シナリオ 1 では、ベースライン・シナリオ同様に有収水量が増加するものの、無収水量の減少の方が大きく動力費は2030年頃までは約13.0億バーツ／年、その後さらに減少し、約12.2億バーツ／年で推移する、

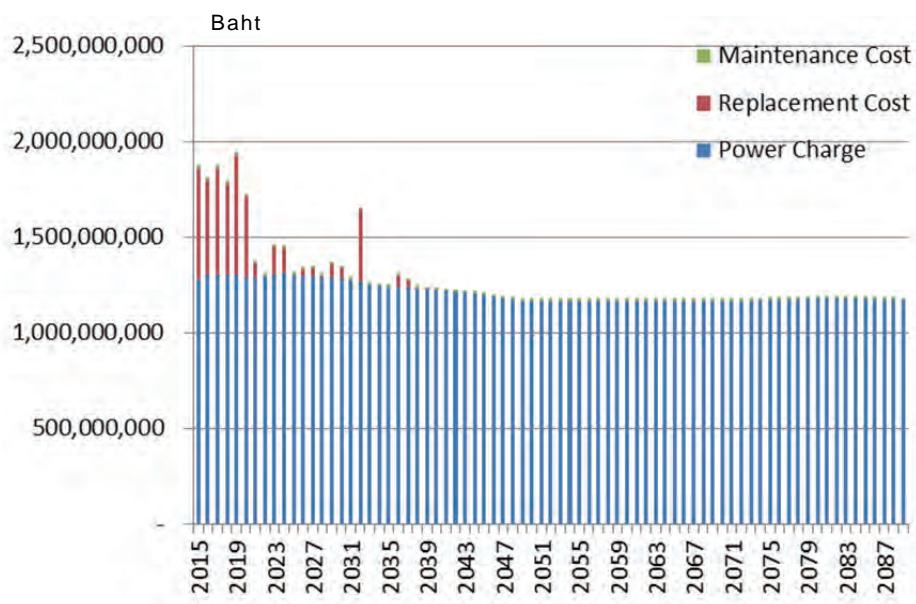


図 119 シナリオ 2 の運営維持管理費

シナリオ2も、シナリオ1と同様、動力費は当初は約13.0億バーツ／年で推移するが、2027年頃から減少し、その後は約11.7億バーツ／年で推移する。

以下に、各シナリオのポンプの累積運営維持管理費の推移を示す。

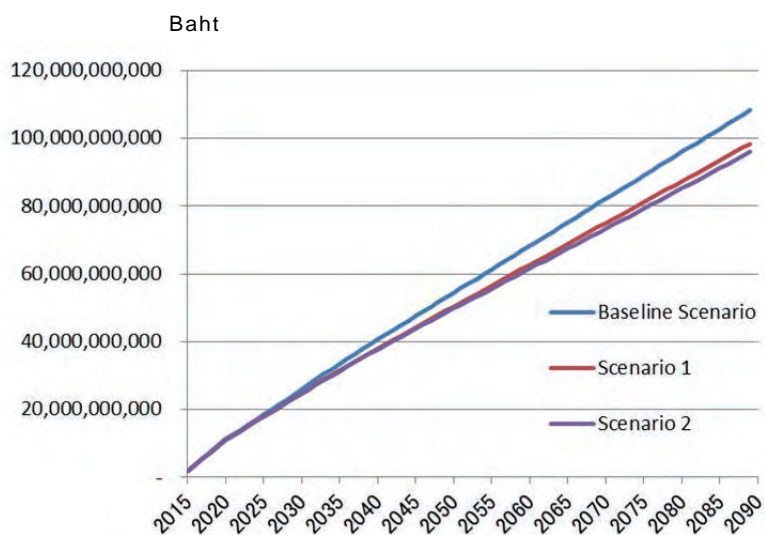


図 120 ポンプの累積運営維持管理費

今回の試算では全シナリオでポンプの更新条件が同じため、違いが出るのはポンプ運転の動力費である。ポンプ運転による電力消費量は、ポンプから送り出される水が減れば、配水量が少なくなれば電力消費量も減少する。ベースライン・シナリオに比べて、シナリオ1、シナリオ2はポンプから送りだされる水量が減少していることから、それに伴い電力消費量も減少し、動力費を50年間でシナリオ1では8.4% (約62億バーツ)、シナリオ2では10.2% (約75億バーツ) 削減できる。無収水量の削減は水道施設全体の運営維持管理費の削減に大きく貢献することが分かる。

表 109 ポンプの累積運営維持管理費とコスト削減効果

単位：百万バーツ/50年

| シナリオ | 累積運営維持管理費 | BSとの差額 | BSに対する削減率 (%) |
|------------------|-----------|---------|---------------|
| ベースライン・シナリオ (BS) | 73,803 | — | — |
| シナリオ 1 | 67,612 | − 6,191 | 8.4% |
| シナリオ 2 | 66,266 | − 7,537 | 10.2% |

次に、4)管路の更新による累積運営維持管理費に5)ポンプの累積運営維持管理費を足し合わせてみると、下図のようになる。管路の更新による影響の方が大きいので、図 115と同傾向は同じで、ベースライン・シナリオと比較したシナリオ1、

シナリオ2の運営維持管理費の削減効果は大きい。

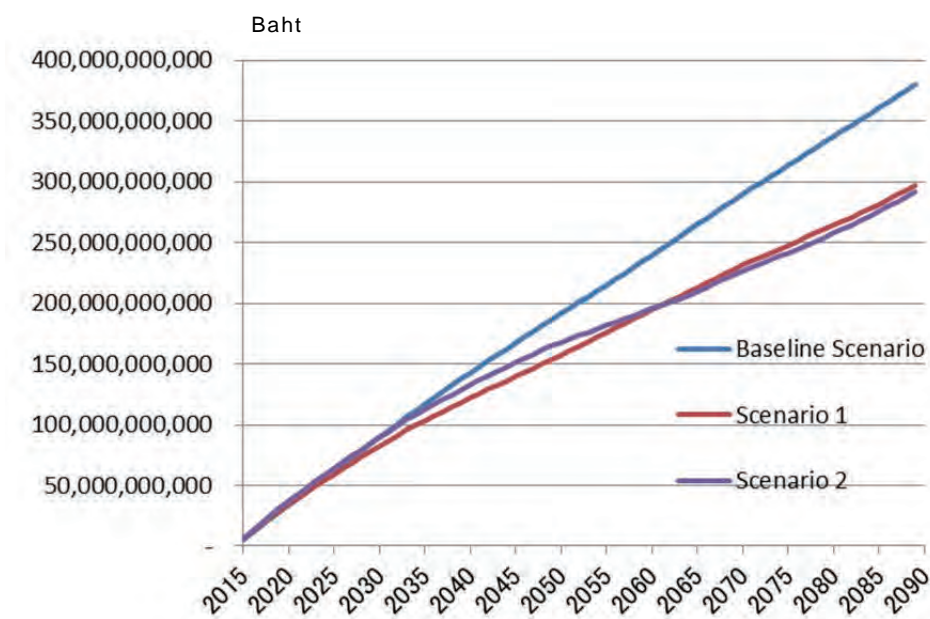


図 121 管路、ポンプの運営維持管理を合わせた累積運営維持管理費

この結果から、本ケーススタディの費用対効果（ベースライン・シナリオに対する累積維持管理費の削減効率）を計算すると、シナリオ1が20.0%、シナリオ2が20.9%となる。また、50年間の累積料金収入（1,097,144百万バーツ）に対する利益率は、維持管理費の削減により、利益率はシナリオ1では1.6%（20.8%-19.2%）、シナリオ2では、1.9%（20.8%-18.9%）改善している。

シナリオ1とシナリオ2の累積運営維持管理費の差額は31億バーツであるが、そのうち18億バーツが管路の更新、13億バーツがポンプの運営維持管理によるものである。DIP管は高額なため、管路の更新では削減額の規模は大きくないが、漏水率の削減はポンプの動力費等他にも大きな効果がある。

表 110 シナリオ1、2の費用対効果収入に対する運営維持管理費の比較

単位：百万バーツ/50年

| シナリオ | 累積運営維持管理費 | | | BSとの差額 | BSに対する削減率 (%) | 累積の運営維持管理費/収入 (%) |
|------------------|-----------|--------|---------|----------|---------------|-------------------|
| | 管路 | ポンプ | 合計 | | | |
| ベースライン・シナリオ (BS) | 188,105 | 73,803 | 261,908 | — | — | 20.8% |
| シナリオ1 | 142,763 | 67,612 | 210,375 | - 51,533 | 20.0% | 19.2% |
| シナリオ2 | 140,994 | 66,266 | 207,260 | - 54,648 | 20.9% | 18.9% |

注：50年間の累積料金収入は1,097,144百万バーツ

今回は、3シナリオともポンプの更新時期は同条件としているが、ポンプの更新時期の計画策定の際にポンプのLCCを考慮することにより、さらなる運転維持管理費の効率改善を見込むことができる。

5.3.6 長期戦略の提言

新たな資機材を採用する際に、各資機材のLCCを比較し、自然条件や地盤、交通条件等各条件を加味しながら資機材を選定し、配置することは運営維持管理費の削減の有効な手段である。また、長期的な視野にたつて維持管理方針をたて、確実に実行することが大切である。

5.4 コンクリート構造物の将来の老朽化への対応策

5.4.1 ケーススタディの背景、目的

(1) 背景

バンコク首都圏及び近郊の高速道路のほとんどはコンクリート高架橋構造だが、建設後20年以内の施設割合が81%と全体的に新しい施設であるため、比較的健全な状態を維持している。

コンクリート構造物は耐用年数が一般的に50年以上と非常に長く、高所での点検作業は容易ではないため、点検・維持管理が軽んじられがちである。しかし、コンクリート製橋梁が老朽化し、橋梁の架け替えが必要になると、新規橋梁の建設、既存橋梁の解体撤去、廃棄物の処理等が必要となり、新設時の2倍以上の費用がかかると言われている。また、架け替え及び作業用地の確保、施工時の交通制限の問題も伴うため、実施は非常に困難である。

しかしながら、構造物の劣化が徐々に進行し、何れ大規模な補修工事が必要となり、維持管理費の急増を招く恐れがある。

(2) 目的

長期的に予想されるコンクリートの劣化と維持管理費の急増を防ぐために、LCC分析を用いてコンクリート構造物の維持管理の最適案を検討する。

5.4.2 現状把握

(1) 保有施設

EXATはバンコク首都圏及び近郊の有料高速道路（総延長207.9km）の運営を行っている。その内137.5kmをEXATが直接維持管理しており、70.4kmを民間会社2社がBTO方式契約に基づいて運営・維持管理を行っている。

表 111 道路管理者別道路延長

| 管理者 | 延長 (km) |
|------|---------|
| EXAT | 137.5 |
| BECL | 38.4 |
| NECL | 32.0 |
| 合計 | 207.9 |

道路構造はほとんどが高架橋構造で、建設後10～20年のものが全体の半数以上を占めており施設全体が新しい。

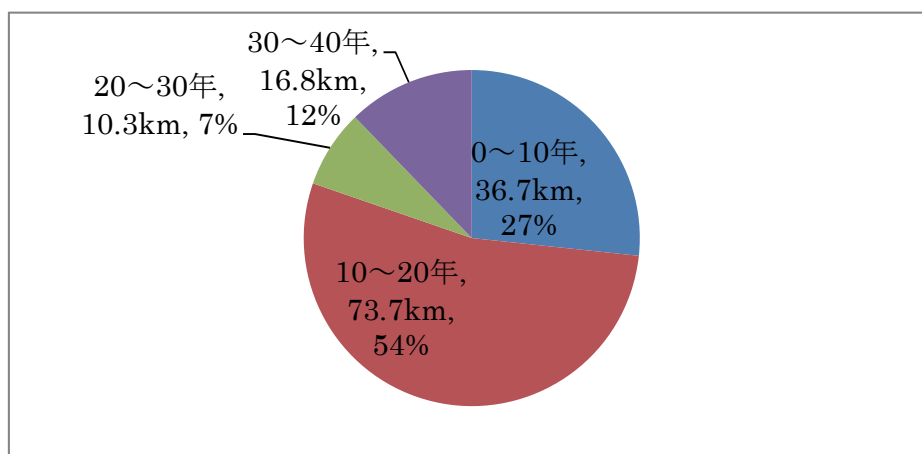


図 122 EXATの建設後の経過年別道路延長

表 112 EXATの建設年別道路延長及び高架橋延長

| No | Name of roads | Open year | Road length(km) | Length of viaduct part |
|----|---|-----------|-----------------|------------------------|
| | | | | (km) |
| 1 | Din Daeng Port section | 1981 | 8.9 | 4.9 |
| 2 | Bang Na port section | 1983 | 7.9 | 3.9 |
| 3 | Dao Kanong port section | 1987 | 10.3 | 10.1 |
| 4 | Ram Inthra at KM 5.5 to Narong | 1996 | 18.7 | 18 |
| 5 | The Burapha Withi expressway | 2000 | 55.0 | 55.0 |
| 6 | The Bang Na-At Narong Expressway | 2005 | 4.7 | 4.7 |
| 7 | The Bang Phli-Suk Sawat Expressay | 2007 | 22.5 | 22.5 |
| 8 | Ram Inthra road linking to Outer ring road connecting to Chalong Rat expressway | 2009 | 9.5 | 9.5 |
| | Total road length maintained by EXAT | | 137.5 | 128.6 |

EXATが保有する高架橋道路は、施設が新しいこと、気温差が少ない、塩害がない等の理由から日本のコンクリート構造物と比較して劣化速度が遅く、比較的健全な状態を維持しているため、基本的な維持管理のみ実施されている。

5.4.3 問題点の抽出

EXATが保有する高架橋道路に対して、今後想定される問題点を挙げる。

➤ コンクリート構造物は何れ劣化が始まる。

現在は構造物が比較的健全な状態にあっても、コンクリート構造物は何れ劣化

が始まる。

都心部の高架橋道路は、劣化して使えなくなっても再建設を行うことが困難である。これは取り壊しから再建設までの長期間、その間、高速道路が使用できなくなり、その結果、街中で大渋滞が発生し、交通網の麻痺による首都機能低下といった社会に与える影響が大きいためである。

➤ 補修費用が急増する。

現在は構造物が比較的健全な状態にあるため、維持管理費はそれほどかかっていないが、コンクリート構造物の劣化に伴い、補修費用が急増することとなる。

5.4.4 基本方針の設定

今後予想される問題に対する取組みの基本方針を次の通りにする。

- コンクリート構造物の劣化対策を行う。
- 急増する予算を最小限に抑える。

5.4.5 対応策の検討

(1) ケーススタディの対象物

コンクリート高架橋には劣化しやすい箇所がいくつかあるが、その中でも舗装の下にあるRC床版は舗装を通して自動車荷重を直接支える重要な要素であり、損傷を受けやすい部分であることから、ケーススタディではRC床版を対象とし検討を行う。

RC床版の劣化事例を以下に示す。



図 123 RC床版の劣化イメージ

(2) ケーススタディの条件

- 対象区間：EXATが現時点で直接維持管理を行っている区間の内、高架橋区間とする。（128.6km）
- 対象施設：コンクリート高架橋のRC床版
- 検討期間：100年

(3) ケーススタディの内容

コンクリート構造物は補修するタイミングが重要である。以下に補修するタイミング別の劣化曲線イメージを示す。

構造物が壊れてから（寿命を迎えてから）補修する場合、建設当初の性能まで回復することはなく、補修後の寿命も短い。一方、構造物が壊れる前（寿命を迎える前）に補修する場合、建設当初の性能レベルまで回復でき、補修後の寿命も長くなる。

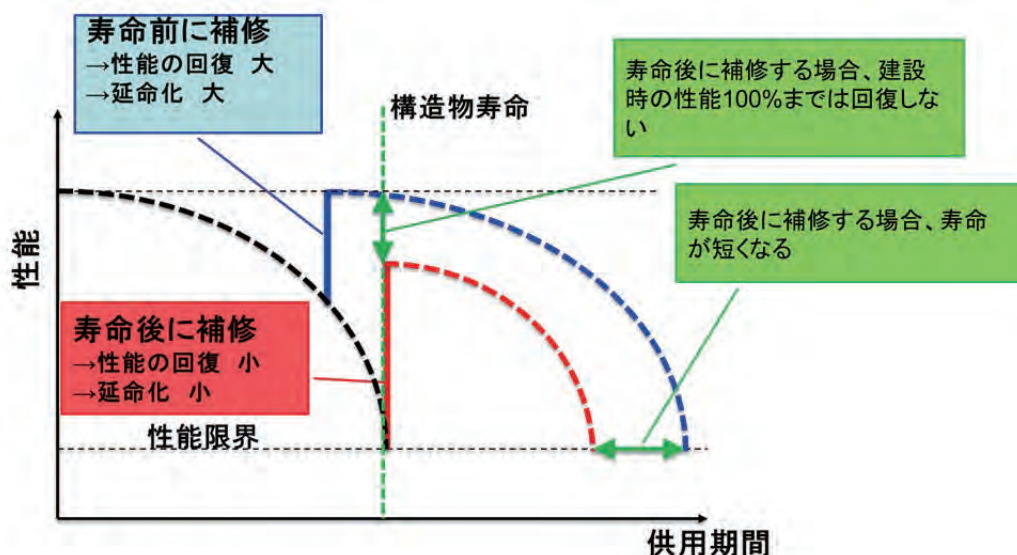


図 124 コンクリート構造物の劣化曲線イメージ

ケーススタディでは、RC床版の延命化、RCスラブのLCC縮減を目指し、事後保全シナリオと予防保全シナリオを設定し、両者についてLCCを算出して比較する。

【言葉の定義】

- 事後保全とは、構造物が壊れてから（寿命を迎えてから）、その都度損傷箇所を補修すること。
- 予防保全とは、構造物が壊れる前に（寿命を迎える前に）、対策を施し延命化を図ること。

(4) シナリオの設定

表 113 シナリオの設定

| | 事後保全シナリオ | 予防保全シナリオ |
|---------|------------------------------|--|
| シナリオの内容 | その都度RC床版の損傷箇所を補修する。 | RC床版が損傷する前に床版にコンクリートを打ち増すことで、床版の耐久性の回復を図り、床版を延命化させる。 |
| RC床版の寿命 | 50年（日本での一般的な年数） | |
| 補修パターン | 1回目：建設後50年目 2回目以降：20年サイクル | 1回目：建設後40年目 2回目以降：40年サイクル |
| 補修方法 | 部分補修 | 全面増厚工法 |

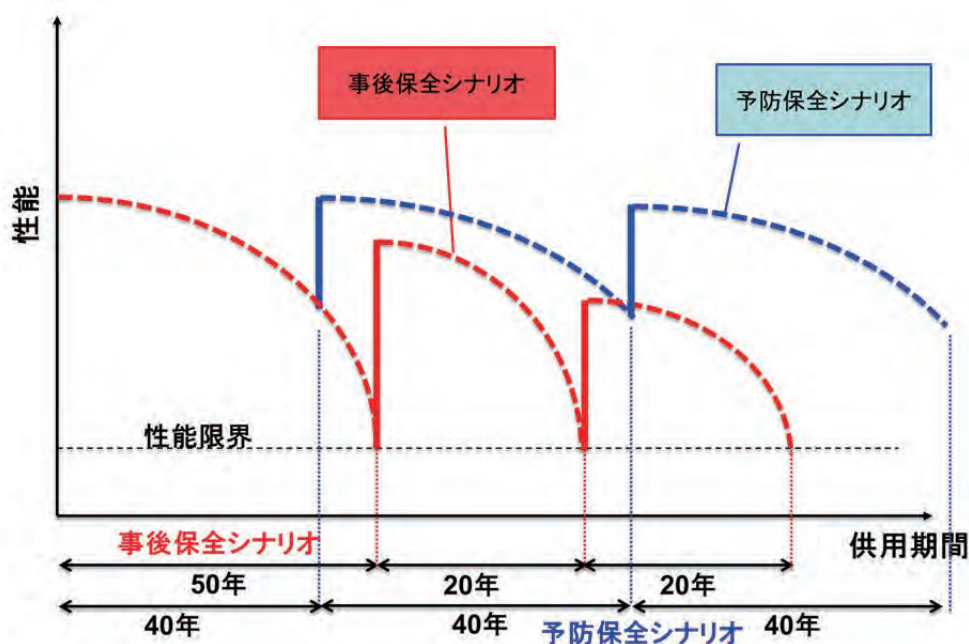


図 125 シナリオ別の劣化曲線イメージ

(5) 事後保全シナリオの試算条件

1) 補修方法

- ① RC床版が損傷していると予想される箇所について、アスファルト舗装を切削する。（5cm～8cm）
- ② 損傷したRC床版をコンクリート等で補修する。
- ③ アスファルト舗装を敷設する。
- ④ 上記1)～3)を20年サイクルで繰り返す。

2) 対象数量

表 114 事後保全シナリオの対象数量

| 項目 | 数量 |
|-----------|---------------------|
| 道路延長 | 128.6km (高架橋延長) |
| 道路幅員 | 27m (片側3車線、合計6車線道路) |
| アスファルト舗装厚 | 5 or 8cm |

3) 施工単価

RC床版の部分的な補修費 ; 5,200パーツ/m²

(6) 事後保全シナリオのLCC予測

1) Din Daeng Expressway に対する予測

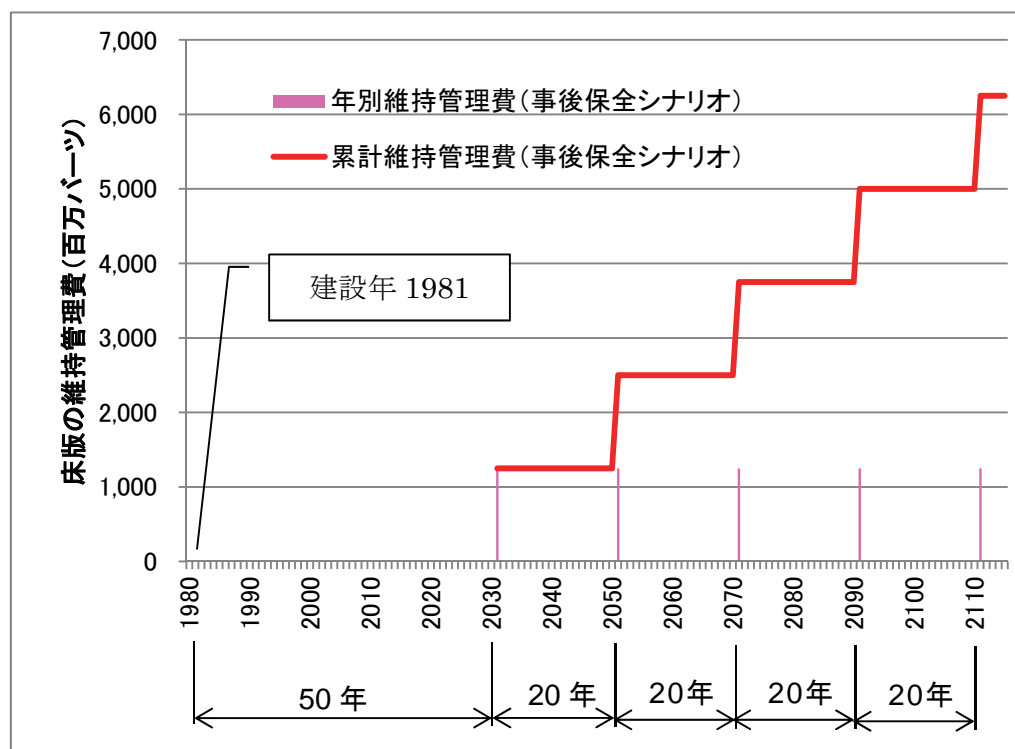


図 126 Din Daeng Expresswayの累計維持管理費 (事後保全シナリオ)

2) 全線に対する予測

各路線はそれぞれ建設年が異なることから、(1)の試算を全路線に対しそれぞれ行い、合算した結果を以下に示す。

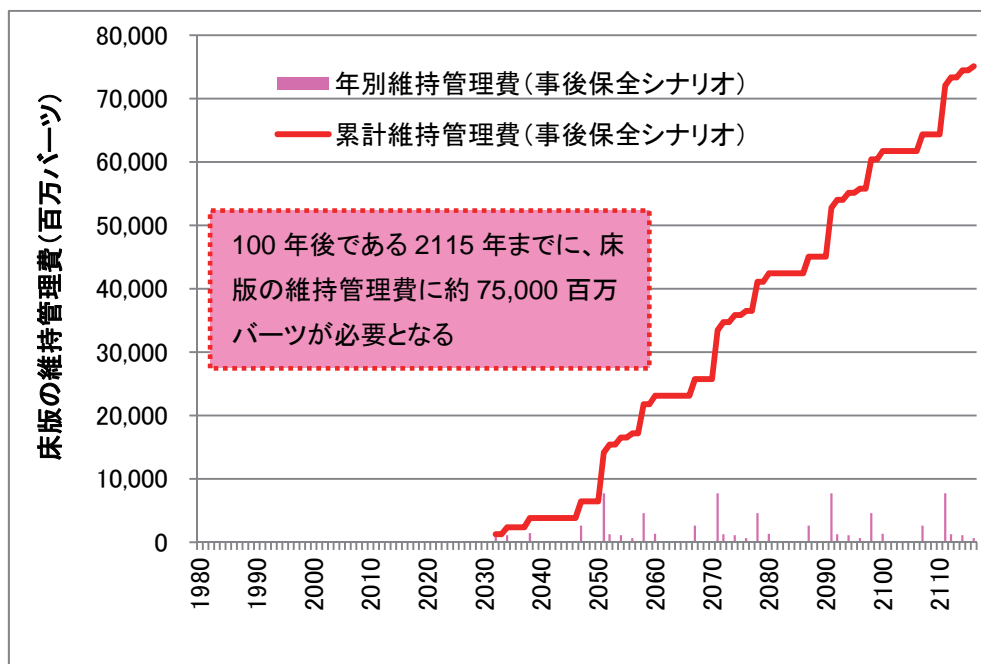


図 127 全線の累計維持管理費（事後保全シナリオ）

今から100年後である2115年までに、床版の維持管理費に約75,000百万パーツが必要となる。

(7) 検討する予防保全技術の概要

1) 技術名

高耐久型エポキシ系接着材を用いたRC床版上面増厚技術

2) 技術概要

高耐久型エポキシ系接着材はフレッシュコンクリートの打継ぎ専用の接着材である。従来日本では、橋梁のコンクリート床版等の補修時に耐荷力の回復を図るため、コンクリートの打ち増しを行っていたが、新旧のコンクリート接合面が密着しておらず弱点となり、十分な耐久性、耐水性を確保することができなかった。そこに本接着材を用いることで耐久性、耐水性を向上させるものである。

3) 施工方法

- ① アスファルト舗装+RC床版（1cm）を切削
- ② 表面を切削したRC床版に対しエポキシ系接着材を塗布
- ③ コンクリート版を施工
- ④ コンクリート版上面に防水層、アスファルト舗装を施工

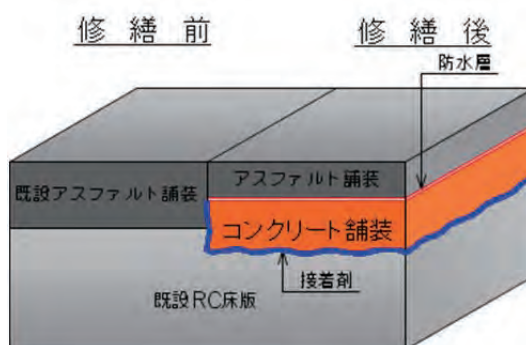


図 128 RC床版上面増厚技術のイメージ図



図 129 高架橋床版上面での塗布実施例

4) 技術の効果

コンクリートの打ち増しを行う際、新旧コンクリートの接合面を密着し、耐久性、耐水性を増すことにより、RC床版及び床版の上に設置するアスファルト舗装の長期健全化を図ることができる。

(8) 予防保全シナリオの試算条件

1) 維持管理方法

予防保全シナリオの場合、ある一定区間の面積に対し計画的に対策を行うことができるため、アスファルト舗装の定期的な維持管理（切削オーバーレイ）に合わせて行えば、アスファルト舗装を追加で行う必要がない。そこで、予防保全を定期的な舗装維持管理時に合わせて実施する場合と、別に実施する場合の2ケースを検討する。事後保全シナリオの場合、損傷した箇所をその都度補修するため、このように計画的に時期を合わせて実施することができない。

表 115 予防保全シナリオのケース設定

| | ケース 1 | ケース 2 |
|----------------|-------------------------|-------------------------|
| 対策実施の タイミング | 舗装の定期的な維持管理 とは別に実施 | 舗装の定期的な維持管理 に合わせて実施 |
| 施工単価 | 5,600パーツ/m ² | 4,100パーツ/m ² |

2) 対象数量

表 116 予防保全シナリオの対象数量

| 項目 | 数量 |
|-----------|---------------------|
| 道路延長 | 128.6km (高架橋延長) |
| 道路幅員 | 27m (片側3車線、合計6車線道路) |
| アスファルト舗装厚 | 5 or 8cm |

(9) 予防保全シナリオのLCC予測

1) ケース 1

① 各路線に対する予測

1981年に完成したDin Daeng Expresswayを例に、試算結果を示す。

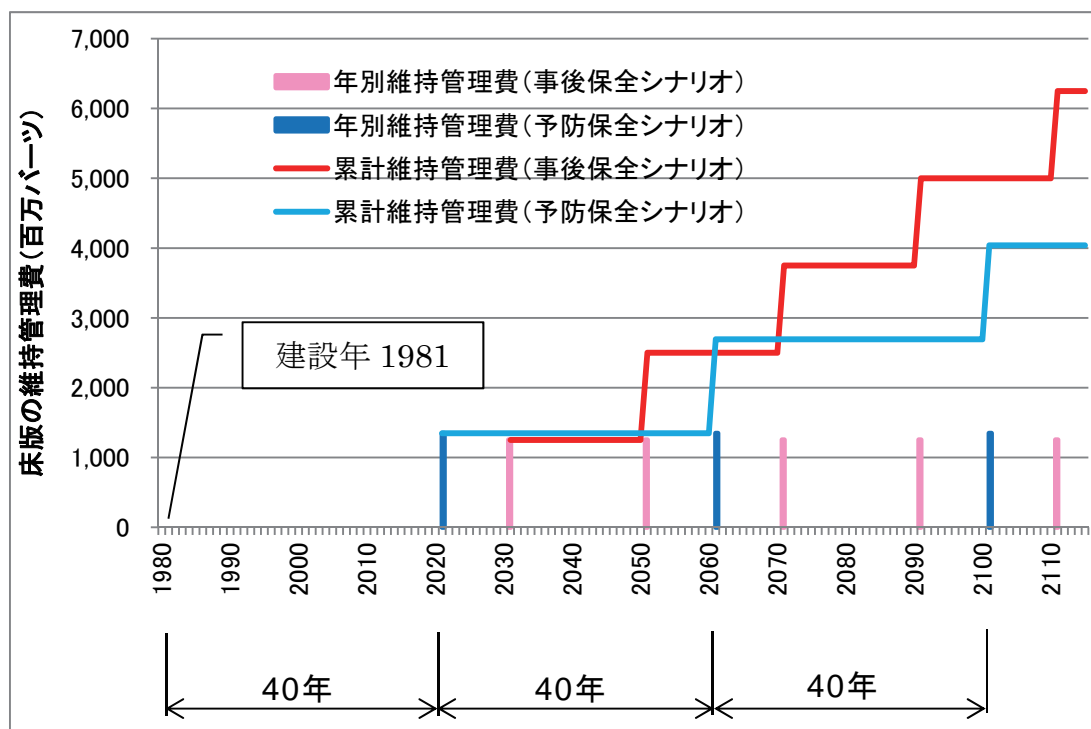


図 130 Din Daeng Expresswayのシナリオ別累計維持管理費 (ケース 1)

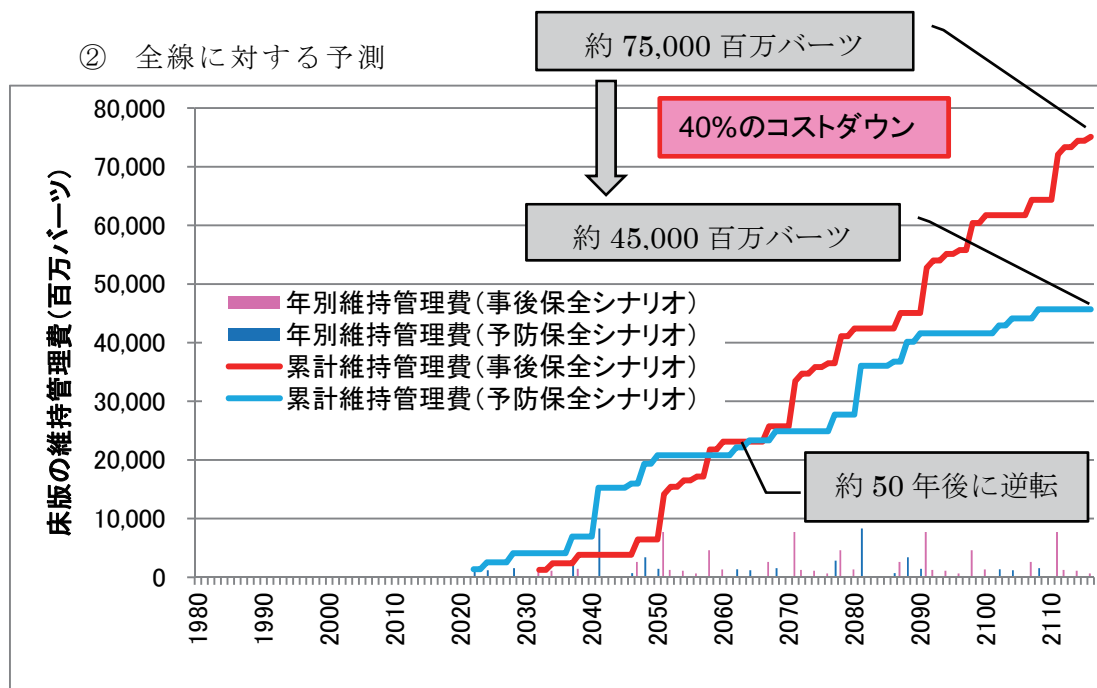


図 131 全線のシナリオ別累計維持管理費（ケース 1）

予防保全シナリオは寿命を迎える前に対策を行う必要があるため初期の段階では事後保全シナリオに比べ累計維持管理費は高くなるが、約50年後に両者は逆転し、長期的には累計維持管理費を抑えることが可能である。

100年後の累計維持管理費を比較すると事後保全シナリオ750億バーツに対して予防保全シナリオ450億バーツとなり、約40%のコスト縮減効果がある。

2) ケース 2

① 各路線に対する予測

1981年に完成したDin Daeng Expresswayを例に、試算結果を示す。

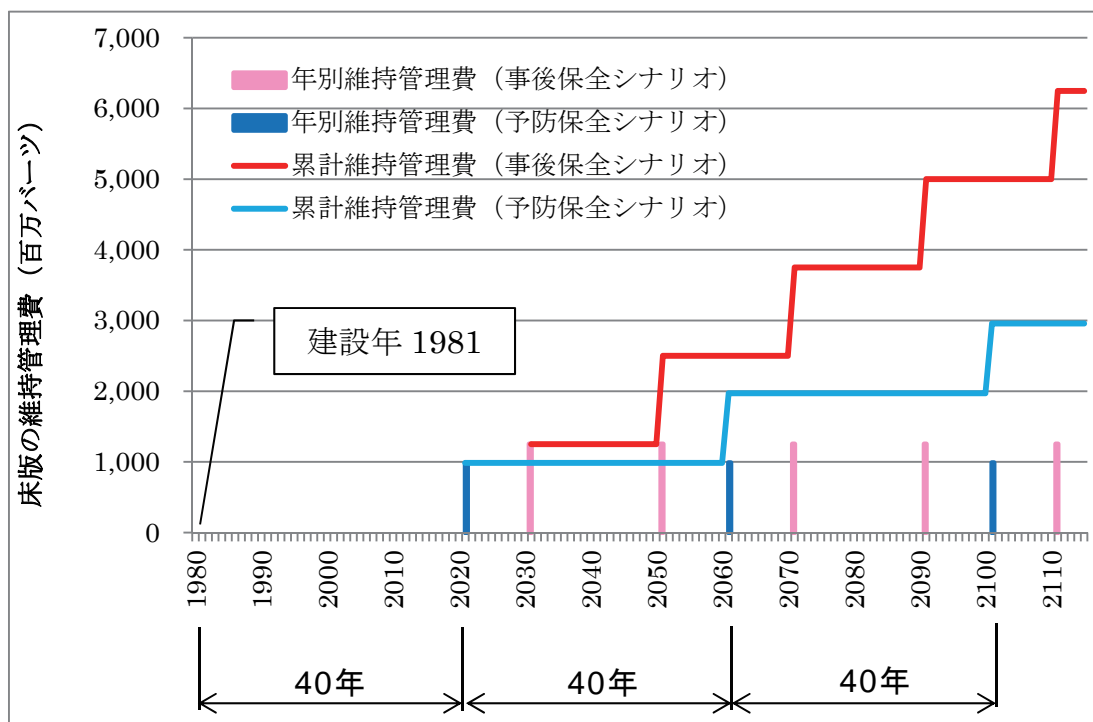


図 132 Din Daeng Expresswayのシナリオ別累計維持管理費（ケース 2）

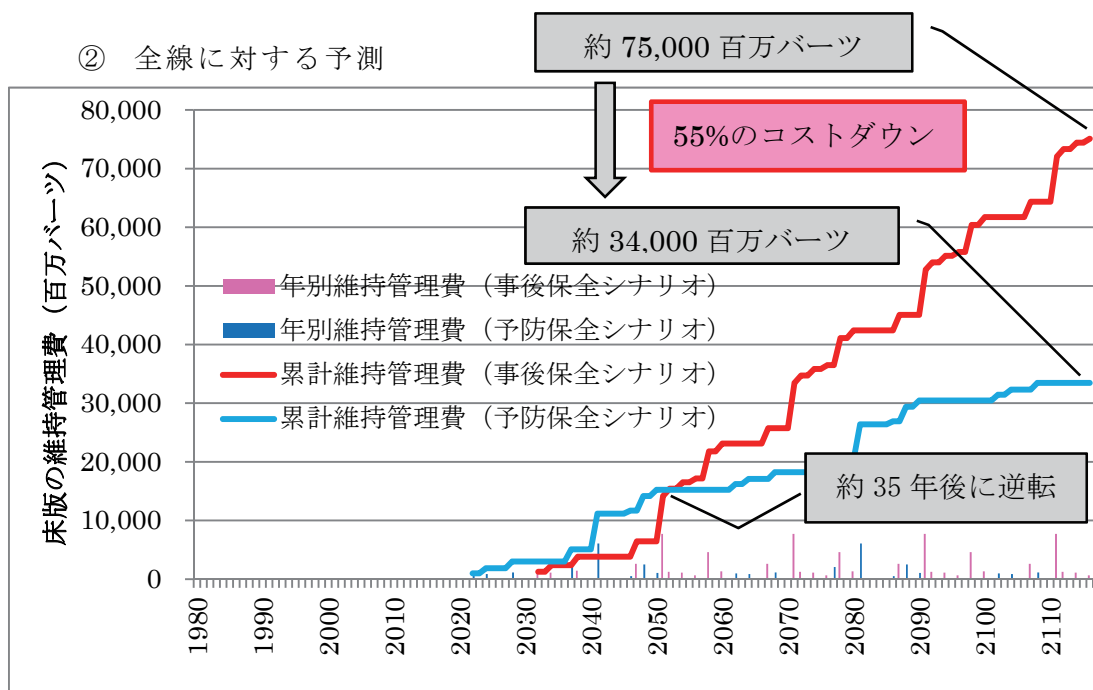


図 133 全線のシナリオ別累計維持管理費（ケース 2）

ケース2の予防保全シナリオはアスファルト舗装の切削オーバーレイ工事は本シナリオに含まないため、ケース1に比べ維持管理費が安くなる。そのためコストが逆転する時期がケース1の約50年後に対し、ケース2では約35年後となる。

100年後の累計維持管理費を比較すると事後保全シナリオ750億パーツに対して予防保全シナリオ340億パーツとなり、約55%のコスト縮減効果がある。

(10) 検討結果

ケーススタディの結果を以下に示す。

表 117 ケーススタディの結果

| | 100年間累計維持管理費 (百万パーツ) | | コスト 縮減率 | コスト 逆転時期 |
|------|-------------------------|----------|------------|-------------|
| | 事後保全シナリオ | 予防保全シナリオ | | |
| ケース1 | 75,000 | 45,000 | 40% | 50年後 |
| ケース2 | | 34,000 | 55% | 35年後 |

(11) 維持管理費への影響

- 予防保全シナリオ（ケース1）では、今後100年間で45,000百万パーツが必要となる。
- 年間当たりでは、450百万パーツが追加が必要となる。
- 2013年度にこれを当てはめると、2013年度の維持管理費実績は400百万パーツのため、合計850百万パーツとなる。
- ケース2では年間当り340百万パーツが追加が必要となる。

5.4.6 長期戦略

コンクリート高架橋の維持管理の長期戦略として以下を提案する。

- RC床版については、予防保全を行うことにより、延命化及びLCC低減を図る。
- 高架橋のRC床版以外についても同様に予防保全を検討し、高架橋全体のLCC予測に基づいて、長期維持管理戦略を検討する。

5.5 道路舗装の設計年を2倍にするケースのLCCへの影響

5.5.1 ケーススタディの背景、目的

(1) 背景

DOHの管理する道路延長は、2002年以降は増加しておらず、新設道路のほとんどは既存道路の拡幅である。今後は維持管理業務の比率が確実に増えてくることになり、維持管理の重要性が高まってくる。

それに伴い、道路整備におけるニーズは、交通網の整備から渋滞の解消、安全性や快適性の向上、長寿命化、LCC縮減といった道路の「量」から「質」へシフトしていくことが予想される。

適切な維持管理と道路の長寿命化の重要性が増している。

(2) 目的

道路分野の維持管理の中で大きな割合を占めているのが舗装である。ケーススタディではこの舗装の維持管理費を縮減するために、従来の舗装設計で決定された舗装構成と、その設計年を長くした場合のLCCを比較して、どちらがどれだけ安いかを明らかにする。

このケーススタディは、DOHの舗装設計基準をベースにしているが、舗装設計を必要とするタイ国の道路分野全体にも適用可能である

5.5.2 現状把握

図 134 DOHの道路整備延長はDOHの道路の整備状況を示したものである。水色の線は整備した延長を示し、赤線は整備した道路を2車線に換算した時の延長を示している。ここから分かるように、DOHの道路整備の中心は新規路線から、拡幅や維持管理にシフトしてきている。

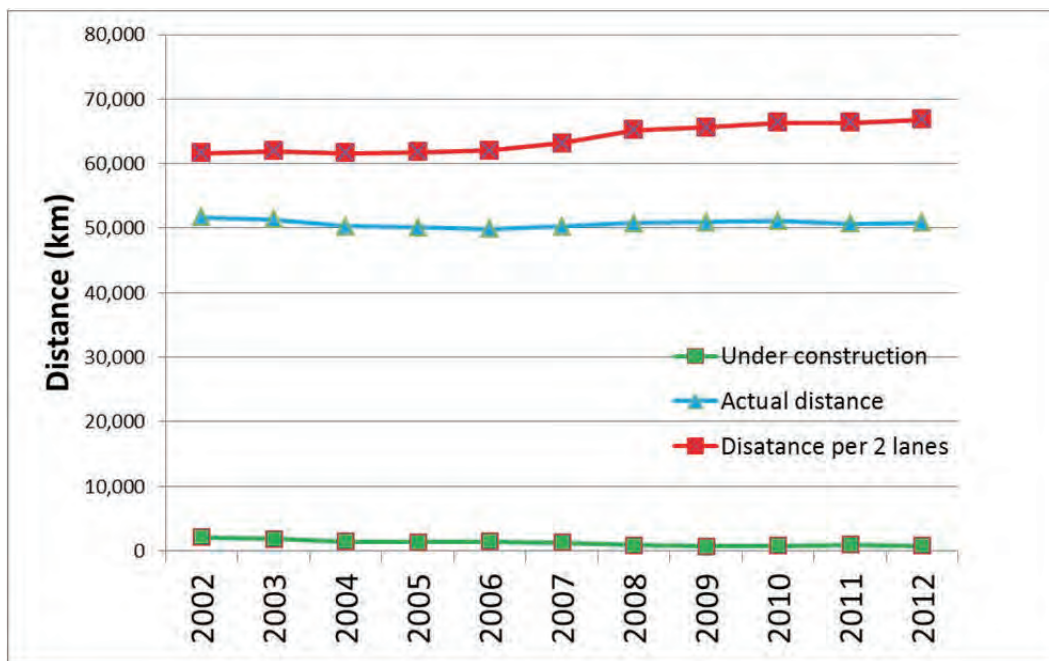


図 134 DOHの道路整備延長

5.5.3 問題点の抽出

タイ国の道路分野では、道路の新設時代から維持管理時代へ移行し、維持管理に必要な費用が確実に増え、財源で賄えなくなる。

5.5.4 基本方針の設定

本ケーススタディでは舗装に係るLCCを抑えることを基本方針とする。舗装のLCCを抑える方法として以下の3点が挙げられる。

- 長寿命化によるLCC低減
- 設計基準の見直しによるLCC低減
- PMS等を活用した適切な維持管理によるLCC低減

上記3点は日本でも取り組まれており、設計基準見直しについては2001年に舗装に関する設計手法が変更となり、従来の舗装設計対象期間が10年と規定されていたが、20年等の長期で設計を行うことと変更されている。これにより舗装の長寿命化とLCC低減を実現できるため、多くの国や地方自治体で採用されている。

本ケーススタディではこの「設計基準見直しによる舗装のLCC低減」について検討する。

5.5.5 対応策の検討

(1) 対応策の基本方針

DOHの舗装設計基準を例とし、以下の2つの舗装構成についてLCC比較を行う。

表 118 対応策の基本方針

| 舗装設計基準 | 舗装設計対象期間 | 備考 |
|--------|----------|------------------|
| 従来基準 | 15年 | 現在の設計基準 |
| 長寿命基準 | 30年 | 現在の設計対象期間を倍にしたもの |

(2) 対応策の設定条件

2つの舗装構成の設定条件を示す。

表 119 対応策の設定条件

| | 従来基準 | 長寿命基準 |
|-----------------|---|--|
| 舗装設計対象期間 ※1 | 15年 | 30年 |
| 設計手法 | Ta法※2 | |
| 設計CBR※3 | 平均4% | |
| 舗装の寿命※4 | 15年 + 5年 = 20年 | 30年 + 5年 = 35年 |
| 舗装の打ち換え サイクル | 20年 | 35年 |
| 試算対象道路 | 交通量5万台/日級の道路 道路延長；1km 道路幅員；15m（片側2車線、合計4車線） | |
| 舗装構成※5 | <p>表層As: 5cm 基層As: 5cm バウンドベースAs: 8cm 上層路盤: 20cm 下層路盤: 20cm 合計58cm</p> | <p>5cm 5cm 10cm 25cm 20cm 合計65cm</p> <p>+2cm +5cm +7cm(10%)</p> |
| 施工単価※6 | 舗装新設；2,800パーツ/m2 舗装打ち換え；2,450パーツ/m2 | 舗装新設；3,100パーツ/m2 舗装打ち換え；2,750パーツ/m2 |

- ※1 舗装設計対象期間とは、自動車の輪荷重を繰り返し受けることによる舗装にひび割れが生じるまでに要する期間。
- ※2 日本でも使われている経験に基づく設計方法。
- ※3 舗装厚の決定に使用する路床の支持力を表す指標。
- ※4 タイ国では15年で設計した舗装が実際は15～25年（平均20年）の寿命があることから設計対象期間に5年を加算したものを寿命と設定した。
- ※5 交通量5万台/日級の道路の平均舗装構成に対し、Ta法により30年設計とした場合の舗装厚を決定。
- ※6 舗装新設費はアスファルト舗装～路床材（60cm）までを対象とし、舗装打ち換え費はアスファルト舗装～下層路盤までの打ち換え及び処分費を対象としている。

(3) 試算結果

以上の条件で2つの舗装構成について100年間のLCCを算出した。

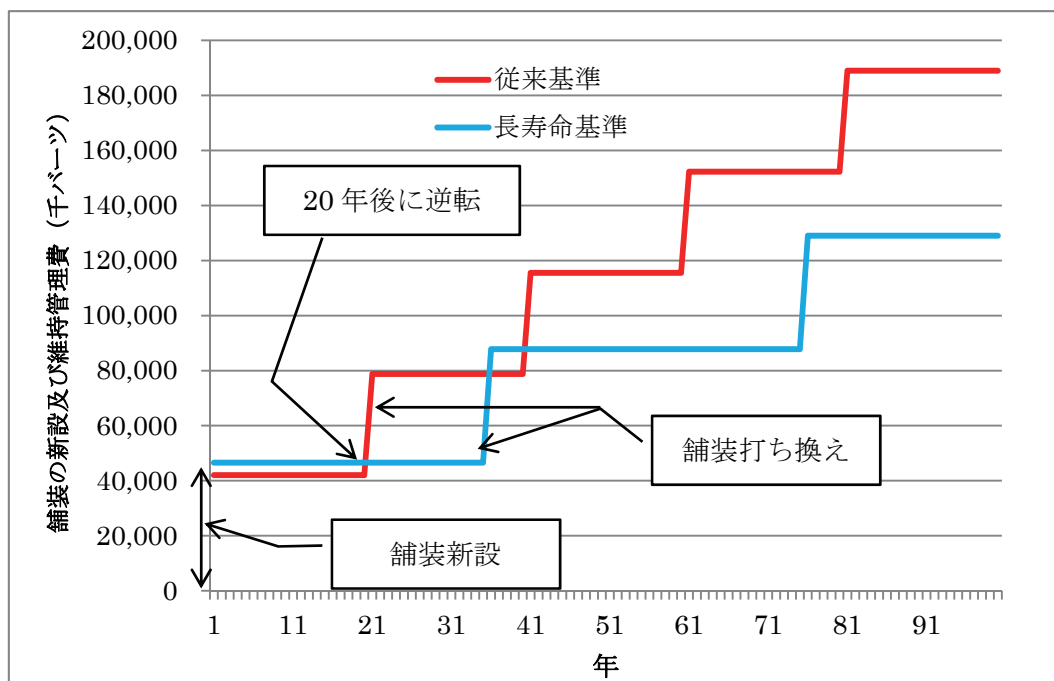


図 135 舗装構成別のLCC予測

舗装新設時は長寿命基準の方が高くなるが、寿命が異なる分、建設後約20年で逆転し、長寿命基準の方が安くなる。コスト縮減率を以下に示す。

➤ 100年間のLCCを対象とした年平均LCC

従来基準 1,890千パーツ/年

長寿命基準 1,290千パーツ/年

コスト縮減率；約32%

➤ 舗装の寿命年を対象とした年平均LCC

従来基準 42,000千パーツ/20年 = 2,100千パーツ/年

長寿命基準 46,500千パーツ/35年 = 1,328千パーツ/年

コスト縮減率；約37%

(4) ケーススタディのまとめ

ケーススタディの結果を以下に示す。舗装設計対象期間15年を倍の30年にする
 ことにより、約32%のコスト縮減効果が得られる。

表 120 ケーススタディの結果

| | | 従来基準 | 長寿命基準 | 増減 |
|----------|------|--|--|-------|
| 舗装設計期間 | | 15年 | 30年 | +100% |
| 舗装厚 | | 58cm | 65cm | +10% |
| 施工単価 | | 舗装新設； 2,800パーツ/m ² 舗装打ち換え； 2,450パーツ/m ² | 舗装新設； 3,100パーツ/m ² 舗装打ち換え； 2,750パーツ/m ² | +10% |
| 年平均維持管理費 | ケース1 | 1,890千パーツ/年 | 1,290千パーツ/年 | -32% |
| | ケース2 | 2,100千パーツ/年 | 1,328千パーツ/年 | -37% |

5.5.6 長期戦略

道路分野における長期戦略として以下を提案する。

➤ **舗装設計基準の見直しによる舗装の長寿命化及びLCC低減**

設計基準の見直しは、国等の上位機関で取り組むべき内容であるが、設計基準の見直しによる舗装の長寿命化を行うことにより、舗装のLCC低減が可能である。

➤ **舗装の長寿命化技術を適材適所で採用**

各長寿命化技術は、それぞれ適した地盤や交通量が異なるため、環境条件を考慮し適材適所で採用することが効果的である。不適切な舗装を採用すると、舗装が痛みやすくなるため注意を要する。長寿命化技術は舗装の新設時及び既存道路の舗装の打ち換え時に採用する。

以下にタイ国で適用可能な舗装長寿命化技術を環境条件別に示す。

表 121 タイ国へ適用可能な舗装技術

| 舗装技術 | 交差点 | 交通量の多い道路 | 硬質地盤 |
|----------|-----|----------|------|
| 改質性舗装 | ○ | ○ | ○ |
| コンポジット舗装 | — | — | ○ |
| SMA舗装 | ○ | ○ | ○ |

➤ **PMSの効果的な活用による長期維持管理計画の策定**

タイ国の道路分野に既に導入されているPMSを活用し、取得した路面性状データから劣化予測を行い、補修の必要な場所、時期、規模を把握し、限られた予算の中で効率的、効果的に維持管理を行う。

第6章 技術移転

6.1 ワークショップ

対象機関に対して調査の目的を説明し、日本のインフラ・マネジメントの取組について紹介するために、2014年7月16日（水）に対象機関からインフラ・マネジメント関係者を招待して、ワークショップを開催した。表 122の通り、16対象機関と1大学から計59名の参加があった。⁸⁸ 登録は一機関最大3名としたが、4名以上参加したいとの問い合わせが複数機関からあり、インフラ・マネジメント手法の改善に対するニーズの大きさを伺えた。また、講演についてのアンケートを実施したが、電力関係者は全員が回答している等、特に関心の高さが感じられる。



表 122 所属機関別参加者数とアンケート回答数

| No. | 所属機関 | 参加者数 |
|-----|-----------------------|------|
| 1 | 予算局 | 3 |
| 2 | 財務省財政政策局 (FPO) | 3 |
| 3 | 財務省公的債務管理局 (SEPO) | 3 |
| 4 | 国家経済社会開発委員会 (NESDB) | 3 |
| 5 | バンコク首都圏庁 (BMA) | 6 |
| 6 | 内務省公共事業・都市地方計画局 (DPT) | 3 |
| 7 | 運輸省道路局 (DOH) | 2 |
| 8 | 運輸省地方道路局 (DRR) | 3 |
| 9 | タイ高速道路公社 (EXAT) | 4 |
| 10 | タイ国有鉄道 (SRT) | 3 |
| 11 | タイ高速度交通公社 (MRTA) | 3 |
| 12 | 首都圏配電公社 (MEA) | 3 |
| 13 | 地方配電公社 (PEA) | 5 |
| 14 | タイ発電公社 (EGAT) | 4 |
| 15 | 首都圏水道公社 (MWA) | 3 |
| 16 | 地方水道公社 (PWA) | 4 |
| 17 | チュラロンコン大学 | 4 |
| | タイ側機関 計 | 59 |

⁸⁸ チュラロンコン大学はPEAと共同事業を企画中であるため、PEAを通じて参加の申し込みがあった。

講演後のアンケートの回答からも、予防保全にシフトしたインフラ・マネジメントの重要性への意識を高め、インフラ・マネジメント全般にわたる日本の技術・ノウハウへのニーズも確認することができた。本調査の目的であるインフラ・マネジメントの概念の紹介及びインフラ・マネジメントに関する日本の技術やノウハウの紹介について、手ごたえを感じられた。

6.1.1 ワークショップの概要

ワークショップの講演内容及び参加者による討論の内容は以下の通りである。また、講演資料は本報告書の最後に添付している。

ワークショップスケジュール

タイトル： Workshop on Infrastructure Management in Thailand
 日時： 2014年7月16日（水）10:00-12:20
 場所： HOTEL NOVOTEL BANGKOK ON SIAM SQUARE
 Siam Square Soi 6, Pathumwan,

| 時間 | 講演 |
|-------------|---|
| 9:30-10:00 | 受付 |
| 10:00-10:10 | 開会の挨拶 JICAタイ事務所長 |
| 10:10-10:20 | 調査の説明 |
| 10:20-10:30 | キーノートスピーチ アドバイザー、 Dr. Worsak Kanok-Nukulchai、アジア工科大学総長代行 |
| 10:30-10:45 | 1. 日本潮流：インフラ長寿命化基本計画 |
| 10:45-10:55 | 2. インフラ・マネジメントの概観 |
| 10:55-11:15 | 3. 日本のインフラ・マネジメントの事例－道路・橋梁・その他 施設 |
| 11:15-11:25 | 4. 日本のインフラ・マネジメントの事例－上水道施設 |
| 11:25-11:32 | 5. 日本のインフラ・マネジメント事例－下水道施設 |
| 11:32-11:42 | 6. インフラ・マネジメントの技術 |
| 11:42-11:45 | 7. まとめ |
| 11:45-12:15 | 討論 |
| 12:15-12:20 | 閉会のあいさつ 調査団総括 |

討論の内容

運輸省道路局（DOH）

インフラ・マネジメントに係る課題としては、将来に向けた人材確保と人材育成が急務である。エンジニアはいるがIT専門技術者が不足しており、サーバーの故障時の対応やシステムの見直しが後手に回り脆弱である。

今後は施設の長期的な保全を目的としたITの導入とプロジェクトがあれば良いと思う。タイ国ではインフラ・マネジメントを総合的かつ長期的に実施している機関は少ない。

予算局

国家予算は不足しており、予算の70%は通常予算であり、また、投資資金として年間2兆バーツを借入れて賄っている。

既存インフラの改善の必要性は認識しているが、現状では負担が大きく、投資案件の予算も確保しておく必要があるため、今すぐインフラ・マネジメントに対応するのは難しい。

事後保全はロスが大きく無駄であることは理解したが、国の財政上の問題もあり、各機関が独自に問題に取り組んでいる状況である。JICAの強い支援を期待している。



タイ発電公社（EGAT）

タイ国は未だインフラ・マネジメントに関して開発途上であり、現在、日本や米国の法令を参考に法律を適用している。時代の変化に合わせて、特に国民の安全や衛生面を考慮した包括的な法制度の見直しを行っていく必要がある、抜本的な取り組みが必要である。

地方配電公社（PEA）

現在、アセットマネジメントについて協議している。また予防保全についても理解しており、重要視しているところである。送電線グリッドは40年～50年経過し老朽化している。PEAの総資産は3,000億バーツであり、建屋を除くと2,000億バーツで、これまでは事後保全による対応が主であった。PAS55:2008からISO55001シリーズへの移行を進める予定である。しかし、現状ではアセットマネジメントに関するガイドラインが確立されておらず、評価の結果、修繕や更新が必要と判断する明確な基準が明確になっていない。今後は、人材育成、技術向上、法律改定、ガイドライン策定、データベースの充実を図ると共にアセットマネジメントを強化し、ロードマップを策定していく必要がある。

6.1.2 アンケート結果の分析

参加者から講演に関するアンケートに対して、39名から回答を得た。

質問概要は次の通りである。

- 1) 興味をもった講演
- 2) インフラ施設に関する課題
- 3) 課題に対する解決策案
- 4) 講演や討論内容に関する自由コメント

質問の順に分析結果を記載する。

興味を持った講演

図 136に示す通り、全体的には、「1.インフラ長寿命化計画」、「2.インフラ・マネジメントの概観」、「6.インフラ・マネジメントの技術」の、全業界に通じる内容への興味が深く、業界に偏りなく好評であった。包括的かつ計画的な長期計画、事後保全より予防保全という視点は新鮮で興味を引いたようである。とりわけ、「6.インフラ・マネジメントの技術」の講演は、ビジュアルな写真を多用し、わかりやすかったこともあってか、業界関係者以外からも幅広く関心が高く、タイ国においてインフラ・マネジメントに関するシステムは構築されつつあるからこそ、さらに進んだデータの効率的な収集を可能にする最先端技術に興味があるものと考えられる。



道路、上下水道に関しては、その管轄機関以外にも財政関係者からも関心が高く、国家全体の政策、長期計画や予算管理に携わる機関のインフラ分野とその効率的な維持管理活動への興味の高さもうかがえる。

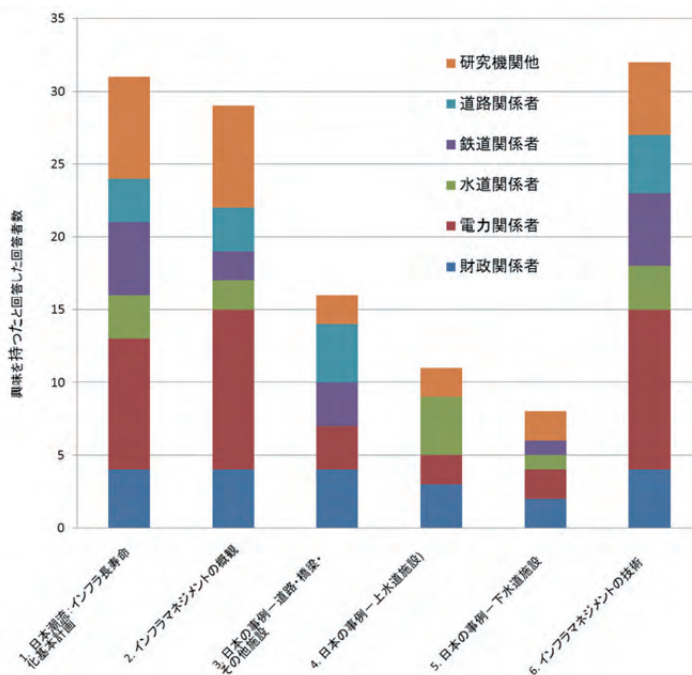


図 136 業界別興味を持った講演（複数回答可）

出典：ワークショップアンケート結果

インフラ施設に関する課題

最も多く挙げられた課題は予算不足である。特に予算局が予算不足を強く意識指定しており、その他電力、鉄道、道路、水道分野からも予算不足と予算管理能力不足が指摘されている。そして、NESDBからは予防保全を始めるにあたっての人材、資金、技術等の不足が挙げられ、予防保全への新たに取り組むことを意識した上での課題が挙げられた。

BMAからは前提となるデータベースが構築されていないことを課題と認識したコメントがあり、電力、水道業界でもデータベースがあっても更新されていない等管理が行き届いていないこと、DOHからはITの技術者不足等、IT関連の課題が挙げられた。さらに、全業界から技術力自体や技術者の不足、管理体制が構築されていないことも指摘された。

聴講後、各機関が予防保全を目指したいと意識し、そのための課題を認識したことは講演の目的が達成されたといえる。同時に、インフラ・マネジメントの実現のためには予算、人材、技術、体制の整備など根本的な問題が存在することもうかがえる。

課題に対する解決策案

予算局からは、タイ国はまだ新規開発に注力しており、維持管理まで予算が行き届かない状況であることを認識しており、予算を効率的に配分する旨のコメントがあったが、具体的な方法については触れていない。また、電力業界からは組織横断で協業して管理方針を策定することが提案された。その他、JICAや他のドナーに対して、資金援助、点検等講演で紹介した技術供与、本邦研修を通じた人材育成等の要望の声があった。全業界から、予防保全という新しい分野に対処できる人材育成のニーズが高いようである。

講演や討論に対する自由コメント

PPPの管轄機関であるSEPOは、タイ国はPPPを活用する方針であるため、インフラ・マネジメントへのPPPの活用、とりわけ日本の法制度に関する実用的な知識の供与を求めている。

電力業界からは東京電力の維持管理方法を知りたい等、電力、鉄道分野での事例の紹介や予防保全へのシフトの経緯や予防保全の手法の供与に対する要望があった。

PPPも含めて、インフラ維持管理全般にわたる手法や技術・ノウハウの提供に対する期待が感じられる。



6.2 セミナー

本調査の結果報告及びアセットマネジメントに関する提案を説明するために、2014年10月21日（火）に、対象機関のインフラ施設管理関係者に向けて、セミナーを開催した。表 122の通り、17対象機関と1大学から計60名の参加があった。

表 123 所属機関別参加者数

| No. | 所属機関 | 参加者数 |
|-----|-----------------------|------|
| 1 | 予算局 | 5 |
| 2 | 財務省財政政策局 (FPO) | 3 |
| 3 | 財務省公的債務管理局 (SEPO) | 2 |
| 4 | 公的債務管理局 (PDMO) | 3 |
| 5 | 国家経済社会開発委員会 (NESDB) | 3 |
| 6 | 内務省公共事業・都市地方計画局 (DPT) | 2 |
| 7 | 運輸省道路局 (DOH) | 3 |
| 8 | 運輸省地方道路局 (DRR) | 3 |
| 9 | タイ高速道路公社 (EXAT) | 3 |
| 10 | タイ国有鉄道 (SRT) | 5 |
| 11 | タイ高速度交通公社 (MRTA) | 4 |
| 12 | 首都圏配電公社 (MEA) | 5 |
| 13 | 地方配電公社 (PEA) | 2 |
| 14 | タイ発電公社 (EGAT) | 3 |
| 15 | 首都圏水道公社 (MWA) | 6 |
| 16 | 地方水道公社 (PWA) | 4 |
| 17 | 下水道公社 (WMA) | 1 |
| 18 | チュラロンコン大学 | 3 |
| | タイ側機関 計 | 60 |

6.2.1 セミナーの概要

セミナーの講演内容及び参加者による討論の内容は以下の通りである。本調査で把握したタイ国のインフラ・マネジメントの状況、及び上水道と道路分野について、ライフサイクルコストを利用したインフラ長寿命化対策のケーススタディ3件の結果を発表し、チュラロンコン大学の教授からアセットマネジメントの国際規格であるISO55000シリーズに関しての講演をいただいた後、インフラ・マネジメントの際に考慮すべきことをまとめて発表した。



セミナースケジュール

タイトル： Seminar on Infrastructure Management in Thailand
 日時： 2014年10月21日（火） 10:00-12:30
 場所： HOTEL NOVOTEL BANGKOK ON SIAM SQUARE
 Siam Square Soi 6, Pathumwan,

| Time | Programme |
|-------------|---|
| 9:30-10:00 | Registration |
| 10:00-10:10 | Opening Remarks Mr. Shuichi Ikeda, Chief Representative of JICA Thailand Office |
| 10:10-10:20 | 1. Progress of the Study and the Objective of Seminar Mr. Akira Doi, Team Leader |
| 10:20-10:35 | 2. Issues Related to Infrastructure Management in Thailand Ms. Junko Tomita, Financial Planning Expert |
| 10:35-10:50 | 3. Key Points in Infrastructure Management Mr. Akira Doi, Team Leader |
| 10:50-11:10 | 4. Case Study for Water Supply Facility Mr. Kenji Shinoda, Water Supply Expert |
| 11:10-11:25 | 5. Case Study for Concrete Structure Mr. Hideo Sato, Infrastructure Management Expert |
| 11:25-11:40 | 6. Case Study for Road Pavement Mr. Hideo Sato, Infrastructure Management Expert |
| 11:40-11:55 | 7. ISO 55000 Asset Management System Assoc. Prof. Suthas Ratanakuakangwan, Chulalongkorn University |
| 11:55-12:00 | 8. Wrap up the Seminar Mr. Akira Doi, Team Leader |
| 12:00-12:30 | Discussion Mr. Makoto Ashino, Traffic and Transport Expert |
| 12:30-12:35 | Closing Remarks Mr. Akira Doi, Team Leader |

討論の内容

時間があまり取れなくなった中、2名からの意見を得た。

地方配電公社（PEA）

ISO55000は、コスト・見えないリスク・収益をバランスさせ効率的な事業運営を顧客に示すことによって、事業者としての価値を高めることを目的とする国際規格である。PEAはこの国際規格を取得することによって顧客の信頼度を高めることが有益と考えている。



運輸省道路局（DOH）

長寿命化技術を積極的に導入するために基準の改定の重要性は認識しているが、道路舗装維持管理の予算は財務当局がキロ当たり単価を暗黙知で決定していることもあり、改善は進まない。規則を改定するには、試験施工に基づくデータの蓄積が必要であり、日本からはそのための支援を期待している。



6.2.2 アンケート結果の分析

参加者から講演に関するアンケートに対して、30名から回答を得た。質問概要は次の通りである。

- 1) 興味をもった講演
- 2) キーメッセージの重要性
- 3) インフラ・マネジメントを実施するにあたる傷害
- 4) 講演や討論内容に関する自由コメント

質問の順に分析結果を記載する。

興味深かった講演

6本の講演に関して、興味深かったと回答のあった人数は下記の通りで、専門性の高かったケーススタディは全体の1/3程度、インフラ・マネジメント全般に関するタイトルは2/3程度の人から好評であった。ケーススタディは道路分野、上水道分野の者以外からも、関心をよせられた。

表 124 講演タイトル別の興味深かったとの回答者数

| 講演タイトル | 回答者数 |
|------------------------|------|
| タイ国のインフラ・マネジメントの課題 | 21名 |
| インフラ・マネジメントのキーポイント | 19名 |
| 上水道に関するケーススタディ | 12名 |
| コンクリート構造に関するケーススタディ | 13名 |
| 舗装に関するケーススタディ | 11名 |
| ISO55000アセットマネジメントシステム | 19名 |

キーメッセージに対する重要性

講演のまとめとして、本調査を通じてわかったインフラ・マネジメントの実践に重要なメッセージを挙げ、それぞれのメッセージについて、どのくらい重要と認識するかを回答してもらった。メッセージ毎に重要度を集計したものである。

表 125 インフラ・マネジメントに重要なキーマッセージ

| メッセージ | 内容 |
|-------|--|
| 1 | インフラの方針が「つくる」から「つかう」へ変化すると、その実施にインフラ・マネジメントが必要となる。 |
| 2 | 長寿命のインフラ施設の最適な維持管理方法はLCCを分析して、LCCの相対評価で選ぶ。 |
| 3 | LCCを抑えるには、悪くなる前に治療する |
| 4 | 長い目で安くて良いものを買うには、LCC調達方式 |
| 5 | 設計時からLCCを考慮するよう、設計基準を見直す。 |
| 6 | 高価な長寿命化技術は、適材適所で採用するよう、よりきめ細かく設計する。 |
| 7 | 計画を実現していくには、点検結果の実情を計画に反映させる修正が必要。だからPDCA |

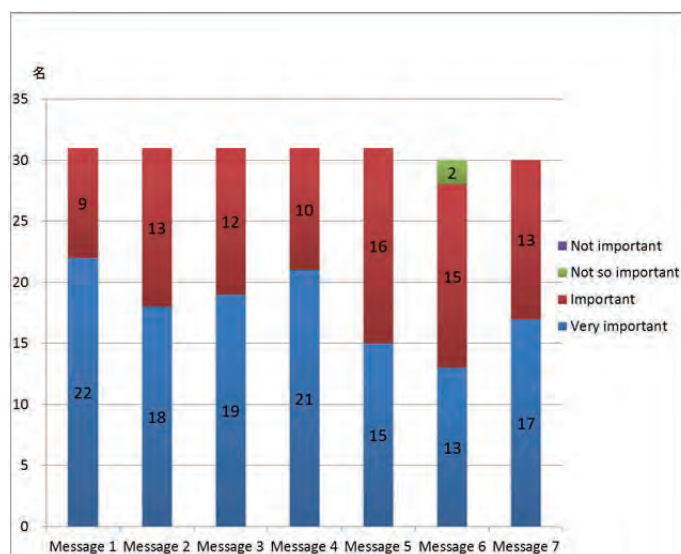


図 137 キーマッセージ毎の重要性の認識

どのメッセージも重要度が認識されたが、なかでもインフラ・マネジメントの必要性や調達方式の重要性への理解が多かった。

インフラ・マネジメントを実施する上での障害

現場関係者からは、法規制、方針や予算が障害として挙げられた。また、予算担当者や上位の管理者の理解が得られないこと、そして説得するための実績がないことや、計画と維持管理部門がわかれており情報の共有がないといった組織体制による課題も指摘された。

講演や討論内容に関する自由コメント

インフラ・マネジメントの組織的な取組みの必要性についての共感や、鉄道や電力分野等他の分野でのケーススタディを希望する声があった。

現在の維持管理に対する問題意識の把握と長期的な視点での包括的なインフラ・マネジメントを実施する必要性に対する理解が得られた。

第7章 本調査からの知見

インフラ・マネジメントの現状と、先方機関における需要を踏まえて、優先分野について下記の5項目の視点から対応策を検討する。

- 1) インフラ・マネジメントに活用できる資金源
- 2) 将来的なマネジメント方針、ニーズ等
- 3) インフラ・マネジメント計画、手法
- 4) 制度、能力上の問題点の改善方法
- 5) ODA支援の可能性および日本の技術やノウハウの活用の可能性

7.1 インフラ・マネジメントの資金源

7.1.1 PPP/PFIの活用

SEPOは、安定した収入の期待できる事業に対してはPPPやインフラファンドのような民間資金の採用に積極的で、常によりよい新たなスキームを開発している。特に、EXATのように実績から安定した収入が期待できる機関については、運営維持管理を一体で委託する方針である。また、MWAも業績が安定しているため、SEPOはPPPなどの活用を検討している。

7.1.2 特定財源の確保

既存インフラ施設の維持管理を確実・継続的に実施するためにはまとまった財源確保が重要である。日本では受益者負担の原則に基づき用途制限を設けた特定財源が導入され、その一部財源は道路維持管理に充てられた。タイ国でも国家の方針として維持管理に優先的に使用される財源や補助金の制度を確立することは有効である。

7.2 マネジメント方針、ニーズ等

7.2.1 インフラ・マネジメントを推進する枠組みの構築

インフラの新規建設を進める必要がまだあり、また既存のインフラが増加し、老朽化も進んでくると、新規投資予算と維持管理予算の両立という課題が重くのしかかってくる。この課題の両立を実現するための方針として、下記を提案する。

- ① 新設のインフラ施設については、設計、施工、運用を経て、修繕、耐用年数の経過による解体処分までのLCCを最小化するように実施する。
- ② 既存のインフラ施設の維持管理については、LCCを考慮した老朽化及び延命化対策を実施する。

省庁系のインフラ施設の実施機関にこの方針を積極的に実施させるためには、

国や管理者レベルでの、新規と既存の全インフラを考慮した包括的な方針を国家レベルで位置づけることが有効である。

現在の維持管理実施状況は、図 138の下段に相当する実施機関の維持管理関係部局での対応は十分できており、維持管理水準の向上につとめている。しかし、さらなる向上の障害となっているのは組織の縦割りの体制、法規制、基準、実施機関の方針等である。

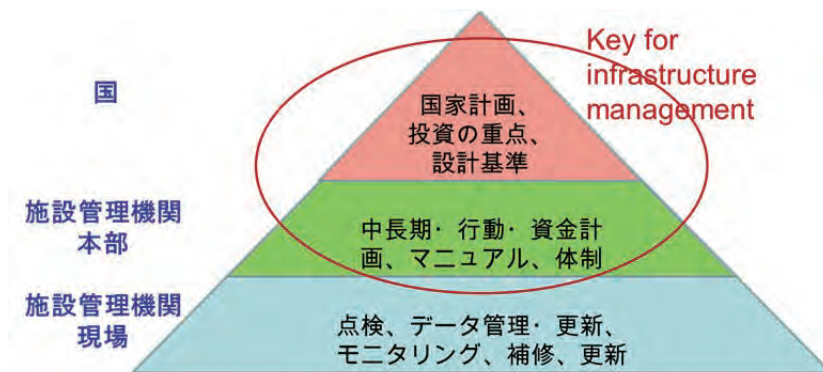


図 138 タイ国のインフラ・マネジメントでの課題

日本でも同様の課題を抱えているところ、その課題の解決のために、インフラ長寿命化基本計画、インフラ長寿命化計画（行動計画）、公共施設等総合管理計画と、3つの上位計画を作成して、新規と既存の全インフラを考慮した包括的な方針を国家レベルで位置づけた。タイ国が新規建設圧力と既存インフラ施設維持管理業務増加の課題を両立させるためには、このような上位計画からのアプローチが非常に有効である。

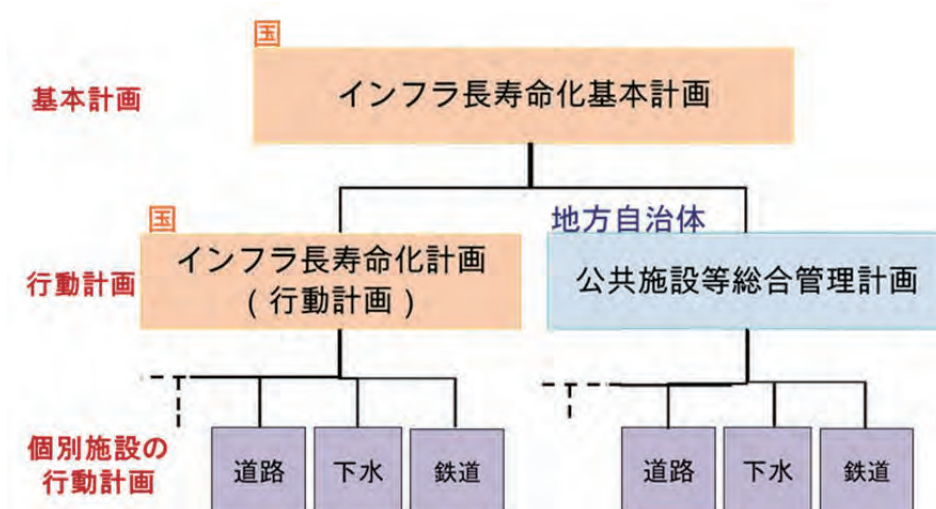


図 139 国主導のインフラ長寿命化計画の体系

7.2.2 国営企業への対応

国営企業は独立採算制であるため、保有するインフラは利益を創出する重要な資産として認識されており、最適な維持管理を行おうというメカニズムが基本的に備わっている。また、新規投資や維持管理予算への配分についても、多くの部分について自己の裁量で決められる権限を有している。従って、十分な利益が出ている国営企業でアセットマネジメントが不十分である場合には、原因は国営企業内の人員の知識や能力に起因するもので、改善の可能性は十分にある。

国営企業の運営方針に影響力を及ぼす手段として最も効果的なのは、NESDB、首相府、SEPOが共同で、各国営企業に対して作成している **Statement of Directions (SOD)** である。これには5カ年の長期と単年の方針を明記しており、各国営企業はそれに従って5年計画を策定し、さらに単年毎の投資計画を作成している。上下水道分野のSODには、アセットマネジメントを十分に考慮した運営方針をするようにすでに明記されている。従って、インフラ・マネジメント及びアセットマネジメントの推進を国営企業に促すために、タイ国の全国営企業の運営を監督、指導するSEPOが、SODにそれを強く明記することが有効である。

7.3 インフラ・マネジメント計画、手法

7.3.1 道路分野

- ① アセットマネジメントを成功させるためには、インフラ施設を包括的に管理することが重要なので、組織横断的に検討や決断ができる体制を整えることが有効である。組織横断的とは、新規建設、維持管理、付帯施設の部署の他に、財務部署も巻き込むことが必要である。
- ② 舗装
 - 長寿命化を図ることによりLCCを下げるのが重要な手段となるため、様々な長寿命化技術の研究、試験施工によるデータの蓄積等を積極的に進めることが有効である。
 - 長寿命化技術の長所を活かせるように、適材適所で用いるための研究と、きめの細かい設計をすることが有効である。
- ③ RC構造物
 - RC構造物の現状を把握するために、点検作業のスピードを上げて、全施設の点検データベースを早急に完成させる必要がある。
 - RC構造物の老朽化に備えるために、様々な長寿命化技術の検討を進め、また試験施工を実施してデータを蓄積する必要がある。

7.3.2 上水道分野

- ① ケーススタディでは、複数の技術や材料の選定の際にLCCを考慮すること、

機械や材料の耐用年数以上の長期間に亘るLCCの算定によって、長期戦略を立てることの重要性を解説した。ケーススタディは多くの想定に基づいて試算をしたが、紹介した方法を参考に、できるだけ実際のデータを入れて、より信頼性の高い検討を行うべきである。

- ② ケーススタディの中で、PVC管、ポリエチレン管、ダクタイル鋳鉄管等の検討をしたが、これらについては適材適所で採用することにより、維持管理の改善に繋がる結果として示唆された。これらについて、自らさらに検討を行って、新材料の採用に積極的に取り組むべきである。

7.4 制度、能力上の問題点の改善方法

7.4.1 道路分野

- ① DOH及びDRRが定期的実施している維持管理の職員研修は、実務以外にLCCの考え方等も含めていて、非常に有益であるので、今後も継続していくべきである。
- ② 日本では2001年に舗装の設計規準を見直したことにより、新設舗装設計の長寿命化が進み、また維持管理においても長寿命化技術の採用が広まり、維持管理費用の削減に効果が現れた。タイ国でも、DOH、DRR、EXAT、或いはその所轄官庁である運輸省が設計規準の見直し等を検討するべきである。

7.4.2 上水道分野

- ① アセットマネジメントを成功させるためには、インフラ施設を包括的に管理することが重要である。特に水道事業の場合には、配管の改善によって造水費用を大きく削減でき、浄水場の必要能力を縮小する効果がある。つまり、維持管理費用の増加により、浄水場の運営費が削減できるが、これを行うには、組織横断的観点から判断して実施する必要がある。従って、組織横断的に検討や決断ができる体制を整えることが有効である。
- ② PWAは233の事業所があるが、各事業所で材料を購入しているため、調達作業が非効率であり、また全体の在庫数は把握されておらず、在庫数量を多く抱えていると思われる。PWA本部で共同調達を行い、全国の数箇所に共同の資材置き場を設けて、そこから各事業所へ必要数量を配送する仕組みを構築することで、資材調達は大きくコスト削減が可能と思われる。

7.5 ODA支援および日本の技術やノウハウの活用の可能性

7.5.1 ODA支援の可能性

(1) 道路分野

急増する維持管理業務に対応するために、人材育成は最重要課題の一つであ

り、下記のような内容の研修の実施が効果がある。

| | |
|---|--|
| 1. 研修名称：インフラ・マネジメント研修「道路分野」 | |
| 2. 研修目的 | |
| ① 点検・データ分析・補修という一連の維持管理マネジメント技術の学習 ② インフラ施設をアセットとして理解するために必要な、LCCと劣化予測の学習 ③ インフラ施設の包括的及び長期的なマネジメントの学習 ④ 民間委託やPPPなどの手法の学習 ⑤ 長寿命化技術の学習 ⑥ インフラ・マネジメント実施のための技術としてPDCAサイクル及びISO55000シリーズの学習 | |
| 3. 研修内容 | |
| 大項目 | 小項目 |
| 1. 道路構造物の維持管理に関する問題 | <ul style="list-style-type: none"> ● 日本、欧米のインフラ施設に関連する社会状況の変化とインフラ事業の変遷 |
| 2. 高齢化する道路構造物の維持管理・更新 | <ul style="list-style-type: none"> ● インフラ施設の事故事例 ● 最近のインフラ・マネジメントの潮流 |
| 3. 構造物の維持管理技術 | <ul style="list-style-type: none"> ● 点検、補修、補強 |
| 4. 道路附属物（標識・照明等） | <ul style="list-style-type: none"> ● 点検、損傷事例、補修、補強 |
| 5. 橋梁 | <ul style="list-style-type: none"> ● 点検、損傷事例、補修、補強 ● BMSの活用方法 |
| 6. 土工構造物 | <ul style="list-style-type: none"> ● 点検、損傷事例、補修、補強 |
| 7. 舗装の管理と維持修繕 | <ul style="list-style-type: none"> ● 路面性状調査、路面性状調査データ分析 ● PMSの活用方法 ● 舗装の劣化予測 ● 長寿命化技術 ● 長寿命設計 |
| 8. 維持管理のIT技術 | <ul style="list-style-type: none"> ● 点検、データベース、データ通信 |
| 9. インフラ施設のマネジメント | <ul style="list-style-type: none"> ● 維持管理マネジメント ● アセット・マネジメント ● インフラ・マネジメント |
| 10. インフラ施設の長寿命化 | <ul style="list-style-type: none"> ● LCC分析 ● 劣化予測 ● 長寿命化技術 ● 長寿命化計画 |
| 11. マネジメント手法 | <ul style="list-style-type: none"> ● PDCAサイクル ● ISO55000 ● 民間委託、包括委託契約、PPP |

(2) 水道分野

急増する維持管理業務に対応するために、人材育成は最重要課題の一つであり、下記のような内容の研修の実施が効果がある。

| | |
|--|--|
| 1. 研修名称：インフラ・マネジメント研修「上水道分野」 | |
| 2. 研修目的 | |
| ① 上水道事業全般の運営について ② 点検・データ分析・補修という一連の維持管理マネジメント技術の学習 ③ インフラ施設をアセットとして理解するために必要な、LCC と劣化予測の学習 ④ インフラ施設の包括的及び長期的なマネジメントの学習 ⑤ 民間委託や PPP などの手法の学習 ⑥ 長寿命化技術の学習 ⑦ インフラ・マネジメント実施のための技術として PDCA サイクル及び ISO55000 シリーズの学習 | |
| 3. 研修内容 | |
| 大項目 | 小項目 |
| 1. 上水道事業の維持管理に関する状況 | <ul style="list-style-type: none"> ● 日本、欧米の上水道施設に関連する社会状況の変化 ● 上水道施設の事故事例 ● 最近の上水道施設事業運営の潮流 |
| 2. 配水・給水施設の維持管理 | <ul style="list-style-type: none"> ● 管種ごとの利点、欠点、LCC |
| 3. 浄水場の運転管理と維持管理 | <ul style="list-style-type: none"> ● 点検、損傷事例、補修、補強 ● 機材の LCC |
| 4. 漏水管理 | <ul style="list-style-type: none"> ● 流量計での水収支解析による無収水発生範囲の特定技術 ● 漏水探知機、カメラによる管内状況の確認技術 |
| 5. 維持管理の IT 技術 | <ul style="list-style-type: none"> ● 点検、データベース、データ通信 ● GIS 水道マップの活用方法 |
| 6. インフラ施設のマネジメント | <ul style="list-style-type: none"> ● 維持管理マネジメント ● アセット・マネジメント ● インフラ・マネジメント |
| 7. インフラ施設の長寿命化 | <ul style="list-style-type: none"> ● LCC 分析 ● 劣化予測 ● 長寿命化技術 ● 長寿命化計画 |
| 8. マネジメント手法 | <ul style="list-style-type: none"> ● PDCA サイクル ● ISO55000 ● 民間委託、包括委託契約、PPP |

7.5.2 日本の技術やノウハウの活用の可能性

(1) 道路舗装

1) 点検及びデータベース

DOHとDRRはいずれも2005年前後から路面性状調査車両を用いて調査を定期的
に実施しており、測定データをデータベースで管理し、システムを使って解析
している。DOHは世銀の推奨するHDM-4をベースとした舗装マネジメントシ
ステムを用い、DRRはADBの推奨するRosyをベースとしたものを用いている。チ
ュラロンコン大学等が一連の作業を主導しており、計測データも握っていて、強
い立場を保持している。遅れてはいるが、BMAも現在、舗装マネジメントシ
ステムを整備中である。このような状況であるため、この分野への新規参入は非
常に困難が予想される。

2) 長寿命化技術

改質アスファルトの使用はタイ国でもかなり広まっており、現地業者でも問題
なく施工ができる段階にある。

コンポジット舗装は、DOHがバンコク首都圏で試験施工を実施済みだが、長寿
命化ではなく、耐久性を期待して弱い地盤の地域で用いたため、短期間でクラ
ックが生じた結果、不適切な技術という評価がタイ国では定着している。さら
に、コンポジット舗装に適した骨材の確保が困難かつ、通常の舗装より価格が
高くなることから、導入の課題である。従って、コンポジット舗装の導入は
困難が予想され、導入されたとしても、必要最低限に絞って用いられると思
われる。

排水性舗装はタイ国での使用実績はまだない。雨天時のスリップ事故防止に
効果があるため、雨の多いタイ国で使用するメリットはある。しかし、適
した骨材の入手に困難が予想されること、また乾季に埃による目詰まり等の
課題があることを考えると、タイ国への導入は難しいと思われる。

SMA舗装は、すでにDOHが一部の道路の交差点付近等、耐久性が要求される
箇所で試験的に採用している。結果はよく評価されているため、長寿命化の
メリットについて広く認識が高まれば、今後は広まる可能性はある。

3) GISを用いた付帯施設の管理技術

GISを用いた標識、ガードレール、照明、植栽等の道路付帯施設の管理は、
測定作業が安価にできるMMSの開発によって、近年、日本ではかなり広がって
きている。しかし、タイ国ではまだ行われておらず、その主な原因としては、
ベースとなる詳細な地図がないこと、そしてGISを使ってそれらを管理する
必要性が低いと認識されていることが挙げられる。そのような状況下で、
日本の計測系中小企業がすでに現地事務所を開設し、参入を試みている。
しかし、この種の業務ニーズの創出にはかなりの困難が予想される。

(2) 橋梁等のRC構造物

1) 点検及びデータベース

DOHとDRRで計約23,000のRC構造物を有している。両機関ともに、橋梁マネジメントシステムは整備済みだが、予算と技術者の不足のため、点検作業が停滞しており、データはまだそろっていない。点検作業は目視が主体であるが、データ入力はタブレットを用いて現場でできるようになっており、システム面では十分に整備されている。

関西測量がひび割れ測定技術の導入可能性について、JICA資金を使って2013年にタイ国で調査を実施している。インフラ事業者から意見聴取したところでは、まずは基礎的なデータの収集に対するニーズが高く、今後段階的に正確で詳細なデータの収集が必要となってくる、ということである。

コンクリート劣化状況の診断技術は小さな市場であるものの、すでにBMAが類似の機械を導入していることからニーズはあると推測される。

構造物点検カメラ技術についても、小さな市場であるものの、DOHは関心を示しており、導入の可能性はある。

点検が非常に困難だが非常に重要な数少ない長大橋については、日本で現在開発中の橋梁の変動自動測定システム等の先端技術が完成すれば、導入の可能性は生じると思われる。

2) コンクリートの補修技術

BMAは老朽化の進んだ橋梁を多く保有しているために、コンクリートの補修にコンクリート撥水保護剤や炭素繊維シート等を既に用いている。一方、BMA以外では老朽化した橋梁がまだ少ないため、まだあまり用いられていない。しかし、将来はニーズが高まることは確実なため、新技術の導入可能性は高いと思われる。

特に、ケーススタディで検討対象としたRC床版の増厚技術は、EXATの高速道路でのニーズが十分にあると思われるが、必要になってくる時期は2020年以降と思われる。

(3) 上水道分野

1) 点検及びデータベース

MWAは水道管のGISシステムを維持管理に十分に活用している。補修データ入力にもタブレットを用いており、点検・データベースについては、かなり日本に近い水準で実施している。PWAでも233の事業所のうちの多くの事業所で、同様の体制で行っている。

地中埋設物探査装置も使用しているが、直接管路内をカメラで確認出来る機材の導入等は、機材が高価であること、タイ国では販売がされていないこと等から

調達が困難な状況にあるが、より優れた性能の機械ならばニーズはある。

点検・データベースでの新技術はほとんどすべて導入済みであり、上記のような新たな機材の導入と使用方法の指導であればニーズがあるという状況である。

2) 管材

ケーススタディの中で使用する管種の検討を行う際に、現地では普及しておらず、日本に優位性のあるダクタイル鋳鉄管とポリエチレン管を候補案に含めた。ダクタイル鋳鉄管は離脱防止目的に日本独自で開発されたNS型ダクタイル鋳鉄管を採用することで、ポリエチレン管については進んだ融着技術（管と管を接続する技術）に日本の優位性がある。これらを実際に日本から調達するためには、タイ国の工業基準と日本のJIS基準が異なることが、障害となる可能性がある。

3) ポンプ

ポンプについては、すでに多くの日本製ポンプが使用されている。

(4) 供給者としての日本に対する考察

- ① 維持管理作業に用いられる点検技術、補修技術は市場規模が小さく、さらに日本の供給者のほとんどは中小企業であるため、独自に海外で営業展開することは非常に困難である。その問題を軽減するには、NETISの英語版サイトを作り海外からの照会に応えられる体制を整えたり、タイ国で日本の維持管理技術の展示会をしたり等、中小企業への営業支援策が有効である。
- ② 水道分野の維持管理は、日本と非常に近い技術水準で行われているため、日本の優位性は特に認められない。MWAは、財務状況が良好であり、まだ多くの技術的問題はあものの、自分たちで改善しつつある。またPWAでは担当範囲が広いために、サービス人口の比較的大きな20施設については運営をすでに包括委託している。それ以外の施設はサービス人口が小さいため、採算を取るのが難しい。したがって、水道分野のに、日本企業が進出を検討するに値する包括型契約の対象分野を見つけるのはかなり難しいと思われる。
- ③ 有料道路については、EXAT は1993年から民間委託を導入し、現在ではEXATの道路の34%の運営維持管理は民間企業に任されており、その運営状態は良好である。これを受け、SEPOは、今後建設されるすべての有料高速道路区間については、建設から運営維持管理まで包括的なPPPで行う方針を示唆している。したがって、新規高速道路へのパッケージ型インフラ輸出は可能性があるが、この分野では競争相手となるタイ企業も十分な経験を有している。
- ④ 無料の道路について、工学的マネジメントを包括的に行う維持管理のパッケージ輸出については、組織の財源が非常に厳しく採算が取れるレベルの報酬は期待できないと思われる。

- ⑤ タイ国への進出を図っている計測系のある日系企業は、多くの作業員が必要な点検作業について、タイ人技術者を養成して、労働力の不足している日本等へ派遣するビジネスモデルの可能性も検討している。