

カンボジア国

カンボジア国  
高品質な道路補修材の普及と  
舗装マネジメントシステムに係る  
案件化調査報告書

平成 27 年 8 月

(2015 年)

独立行政法人

国際協力機構 (JICA)

株式会社愛亀

国内
JR(先)
15-046



カンボジア国

カンボジア国  
高品質な道路補修材の普及と  
舗装マネジメントシステムに係る  
案件化調査報告書

平成 27 年 8 月

(2015 年)

独立行政法人  
国際協力機構 (JICA)  
株式会社愛亀



## 目次

要 約	1
はじめに	10
第1章 対象国の現状	12
1-1. カンボジア王国の政治・社会経済状況	12
1-2. カ国の道路ネットワークと開発課題	22
1-3. カ国の道路開発計画	33
1-4. 対象国の道路分野における ODA 事業の先行事例分析及び他ドナーの分析	39
1-5. 対象国のビジネス環境の分析	41
第2章 提案企業の製品・技術の活用可能性及び海外事業展開の方針	44
2-1. 提案企業及び活用が見込まれる製品・技術の特徴	44
2-2. 提案企業の事業展開における海外進出の位置づけ	53
2-3. 提案企業の海外進出による我が国地域活性化への貢献	54
第3章 活用が見込まれる製品・技術に関する調査および活用可能性の検討結果	55
3-1. エクセルの試験施工（適用性確認）	非公開部分につき非表示
3-2. 製品・技術のニーズ確認	84
3-3. 製品・技術と開発課題との整合性及び有効性	85
3-4. 実現可能性の検討	非公開部分につき非表示
第4章 ODA 案件化への具体的提案	92
4-1. ODA 案件概要	92
4-2. 対象地域及びその周辺状況	93
4-3. 具体的な協力計画及び開発効果	93
4-4. 他 ODA 案件との連携可能性	101
第5章 ビジネス展開の具体的計画	非公開部分につき非表示
5-1. 市場分析結果	非公開部分につき非表示
5-2. 想定する事業計画及び開発効果	非公開部分につき非表示
5-3. 事業展開におけるリスクと課題	非公開部分につき非表示
別添資料	非公開部分につき非表示
1. 写真	非公開部分につき非表示
2. エクセルの取扱説明	非公開部分につき非表示
3. 試験結果	非公開部分につき非表示
4. 面談録	非公開部分につき非表示
5. プレゼンテーション資料	非公開部分につき非表示

## 英文要約

## 図一覧

図 1-1 人口ピラミッド 2015	12
図 1-2 外国投資認可額累計(1994 – 2013)	16
図 1-3 経済特区内投資認可額累計	17
図 1-4 日系企業投資認可額推移	17

図 1-5	SEZ の所在地.....	18
図 1-6	輸入建設資材 .....	22
図 1-7	全国道路ネットワーク舗装状況 .....	23
図 1-8	公共事業運輸省(MPWT) 組織図(2014) .....	24
図 1-9	道路インフラ部(RID)組織図 .....	25
図 1-10	道路網整備計画(2030 年) .....	34
図 1-11	高速道路網計画.....	35
図 1-12	プノンペン-バベット高速道路計画.....	35
図 1-13	プノンペン周辺リングロード.....	36
図 1-14	建設投資額と件数.....	42
図 2-1	常温混合物の分類 .....	45
図 2-2	道路管理費用 .....	52
図 3-1	NR2 の表層部分のはく離飛散の概念図 .....	非公開部分につき非表示
図 3-2	開発課題.....	非公開部分につき非表示
図 3-3	損傷の分類とメカニズム .....	非公開部分につき非表示
図 4-1	エクセル製造装置.....	95
図 4-2	メンテナンスカー .....	96
図 4-3	DRIMS.....	98
図 4-4	リサイクルのイメージ.....	101
図 4-5	連携による効果.....	102
図 5-1	予算要求プロセス .....	非公開部分につき非表示
図 5-2	ビジネスモデル案.....	非公開部分につき非表示

## 表一覧

表 1-1	カンボジア全州名 .....	13
表 1-2	政治体制 .....	14
表 1-3	主要経済指標 .....	16
表 1-4	SEZ の概要.....	18
表 1-5	コンテナ取扱量.....	19
表 1-6	空港施設の状況.....	20
表 1-7	カンボジア 2 大国際空港の乗降客数 .....	20
表 1-8	鉄道の設備の状況.....	21
表 1-9	全国道路ネットワーク .....	23
表 1-10	目視評価一覧 .....	31
表 1-11	道路維持管理予算の推移 .....	32
表 1-12	1 桁国道の整備現況.....	36
表 1-13	道路事業及び維持管理事業の設計・施工に関する技術図書 .....	38
表 1-14	ODA 案件実施状況.....	39
表 1-15	他ドナーの道路分野における援助 .....	40
表 1-16	経済概況.....	41
表 1-17	カ国への投資課題 .....	42
表 1-18	カ国への投資メリット.....	42

表 2-1 過去3年間の販売実績 .....	46
表 2-2 常温混合物の比較 .....	47
表 3-1 適合性検証の実施 .....	非公開部分につき非表示
表 3-2 破損の分析 .....	89
表 3-3 ビジネス展開に向けた事業検討 .....	非公開部分につき非表示
表 4-1 ODA 案件化への具体的な提案 .....	92
表 4-2 普及・実証事業の概要 .....	93
表 5-1 道路国家管理予算の推移 .....	非公開部分につき非表示
表 5-2 事業実施のプロセス .....	非公開部分につき非表示
表 5-3 RAMP の事業費 .....	非公開部分につき非表示
表 5-4 投資方針 .....	非公開部分につき非表示
表 5-5 ビジネス展開 .....	非公開部分につき非表示
表 5-6 短中期事業目標 .....	非公開部分につき非表示
表 5-7 人員計画 .....	非公開部分につき非表示
表 5-8 原材料調達計画 .....	非公開部分につき非表示
表 5-9 機材調達計画 .....	非公開部分につき非表示
表 5-10 売上及び原価予想 .....	非公開部分につき非表示
表 5-11 エクセル販売計画 .....	非公開部分につき非表示
表 5-12 道路維持管理工事受注計画 .....	非公開部分につき非表示
表 5-13 現地パートナー .....	非公開部分につき非表示
表 5-14 想定したリスクとその対応結果 .....	非公開部分につき非表示
表 5-15 新たに顕在化したリスク及び対応策 .....	非公開部分につき非表示

## 略語一覧

略語	英語	日本語
AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials	米運輸交通担当者協会
AC	Asphalt Concrete	アスファルト舗装
ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
AH	Asian Highway	アジアハイウェイ
ASEAN	Association of South-East Asian Nations	東南アジア諸国連合
ASTM	American Society for Testing and Materials	米国材料試験協会
BOT	Build-Operate-Transfer	建設・運営・譲渡方式
BTB	Battambang Province	バットアンバン州
CBR	California Bearing Ratio	路床土支持力比
CDC	Tha Council for Development of Cambodia	カンボジア開発評議会
DBST	Double Bituminous Surface Treatment	二層瀝青表面処理簡易舗装
DPWT	Department of Public Works and Transport	公共事業運輸局
DRIMS	Dynamic Response Intelligent Monitoring System	移動路面モニタリングシステム
FHWA	The Federal Highway Administration	連邦高速道路局
FS	Feasibility Study	実現可能性調査
FWD	Falling Weight Deflection Test	舗装構造評価装置
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
GPS	Global Positioning System	衛星利用測位システム
HDM-4	Highway Development and Management Model	道路開発管理システム
HEC	Heavy Equipment Center	建機センター
IDA	International Development Association	国際開発協会
IRI	International Roughness Index	国際ラフネス指数
JETRO	Japan External Trade Organization	独立行政法人日本貿易振興機構
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
JIS	Japanese Industrial Standards	日本工業規格
LCC	Life Cycle Cost	ライフサイクルコスト
MEF	Ministry of Economic and Finance	経済財務省
MLMUPC	Ministry of Land Management, Urban Planning and Construction	国土管理・都市開発・建設省
MMS	Maintenance Management Systems	メンテナンス・マネジメント・システム
MOC	Ministry of Commerce	商業省
MPWT	Ministry of Public Works and Transport	公共事業運輸省
MRD	Ministry of Rural Development	地方開発省
NR	National Road	国道
NSDP	National Strategic Development Plan	国家戦略開発計画
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
PBC	Performance Based Maintenance Contract	性能規定型メンテナンス契約
PDCA	Plan-do-check-act	計画－実行－評価－改善

PK	Kilo Post	距離表示ポスト
PMS	Pavement Management System	舗装マネジメントシステム
PP	Phnom Penh	プノンペン都
PPP	Public-Private Partnership	官民のパートナーシップ
PWRC	Public Works Research Center	公共研究センター
QA	Quality Assurance	品質保証
QC	Quality Control	品質管理
QIP	Qualified Investment Project	適格投資プロジェクト
RAMP	Road Asset Management Project	道路アセットマネジメントプロジェクト
RID	Department of Roads	道路局
RMC	Road Management Center	道路管理センター
RR	Ring Road	環状道路
SEZ	Special Economic Zone	経済特別区
TEU	Twenty feet Equivalent Unit	20 フィートコンテナを換算
VOC	Vehicle Operation Cost	車両走行費用
WB	World Bank	世界銀行



## 要約

カンボジア王国（以下、カ国）は長きに亘った内戦に終止符を打ち、以後発展を続けている。その経済成長を裏付ける資料として、全人口のうち、70%が30歳未満であり、総人口は約1,500万人（2015年）となり、今後は毎年20万人以上の就労人口が生み出される予測であり、東南アジアの中でも非常にポテンシャルの高い国の一つである。

カ国の面積は18.1万km<sup>2</sup>（日本の約2分の1）、インドシナ半島に位置し、東にベトナム、西にタイ、北にラオスと国境を接する。カ国は24の州と首都プノンペンから構成されており、国土の73%を森林、16%が高地である。

GDPは2011年から4年連続で7%台の高成長を続け、MEFは2014年の実質GDP成長率（予測値）を7.0%とし、2015年も引き続き7.0%の見通しとしている。その後も好調に推移すると予測をしている。この要因として、これまで主産業が農業中心であったが、都市部での所得の向上を背景とした卸・小売業、不動産業、それに伴う建設業の好調、また外国人観光客増加に伴う観光関連サービス業の成長が挙げられる。提案企業に関わりのある工業分野の内、建設業の発展は堅調で、工業分野をけん引している繊維産業と共に建設業はGDPのシェアを拡大し、その成長に陰りはない。

また外国の投資に大きな影響を及ぼすインフラ整備は、まさに整備中の段階で、物流に欠かせない道路インフラは、順調に整備されているとは言い難い。それは雨季時に発生する道路損傷に対する維持管理事業や補修工事が、自国予算の制限や人員、保有資機材の制約によって、オンタイムでの道路の補修工事が追いついていないため、整備後の処置に課題を残している。

このような状況から提案企業はカ国の開発課題を解決でき、カ国への進出、持続的なビジネス展開の見込みがあり、かつ今後のカ国における発展につながるODAの案件化へ結びつくのではないかと考え、案件化調査を実施した。

## 第1章 対象国の現状

提案企業に大きく関わりのある国内の道路状況であるが、道路管理者については国道・州道は、公共事業運輸省(MPWT)そして地方道は、地方開発省(MRD)が所管することと道路法で決められている。MPWTの2014年11月の調査によれば、カ国道路網は総延長約54,000kmあり、その内国道10,907km（1桁国道2,243km、2桁国道8,664km）、州道（3,4桁国道）4,407kmそして地方道38,931kmである。

表1：全国道路ネットワーク

道路区分	道路ネットワーク	道路延長(km)	道路管理者
1桁国道	9路線	2,243.5	MPWT
2桁国道	146路線	8,664.3	
州道	236路線	4,407.2	
小計	391路線	15,315.0	
地方道		38,931.0	MRD

出所：MPWT,MRD

しかしながら舗装率は1桁国道については100%（ACまたはDBST）であるものの、州道については、10%程度であり、未だ低い水準である。今後も道路輸送は、最もシェアの高い交通手段としてカ国経済活動の中心を占めることは予想されており、NSDP(2014-2018)によれば2桁国道の舗装率を現在の50%→90%にする目標を定めている。さらに1桁国道

の100%AC化についても言及されている。この目標値は、非常に追い風であり、今後相当数の距離の維持管理をすることになり、提案企業の製品及び技術を発揮するチャンスである。

また維持管理事業だけでなく、新設道路（拡幅を含め）の計画もドナーを中心に活発化している。とりわけ2015年のアセアン統合に向けた動きに合わせ、域内の道路リンクの重要性がクローズアップされている。既にカ国は1995年地域交通フォーラムで提唱された越境交通協定(CBTA)に2001年に署名し、同協定に基づき17の付属書類と3の議定書に従い、全ての承認(Ratification)を終了している。

このような域内の大きな動きに呼応して、MPWTは2014年、高速道路網計画を発表した。高速道路網建設は外国投資を呼び込み、迅速で安心・安全の製品輸送ができることで市場拡大をもたらし、域内の発展的戦略に合致したものである。計画によれば2,200kmの総延長距離となっており、投資額は22,000 Million USDに上る。最初の路線計画は南部経済回廊に着目し、バンコク～プノンペン～ホーチミン、3大都市の連結を考慮し、具体的なルートとして、プノンペン～ベトナム国境（バベット）区間(E1)について「プノンペン～バベット高規格幹線道路整備事業協力準備調査」が2015年からJICAにより開始された。

同時にMPWTは進んでいく道路整備と周辺開発に対応するために、技術者発掘と能力向上に乗り出している。現在の体制では高速道路計画のみならず国道5号線（全線円借款）の建設や全国橋梁の点検作業に現有の人材で複数のプロジェクトに対応することは困難である。そこで技術研究所(Institute)の設立を目指し、国際規格基準に対応できる技術集団を作ることに尽力している。また職業訓練施設を作り、広く知識と技術力の標準化を計ろうとしている。そのためにMPWTの職員からのリクルートだけでなく、大学や民間コンサルタントに対し、MPWTへの人材登録制度を呼びかけることも考えており、産官学の連携で道路行政に取組もうとしている。

またカ国の道路投資は、依然各国のドナーの援助が欠かせない。道路ネットワークの整備は日本を始め、WB/ADB等の各国のドナーの援助により、2030年まで継続した道路投資が見込まれる。施工業者は、中国を始め、タイ、ベトナム、韓国の施工業者がしのぎを削っている状況であるが、WBやADBの入札には技術提案も審査の対象になっており、現状のアスファルトの寿命を考慮すれば、技術提案やQA/QCの導入による寿命の延伸策を提案することは提案企業の道路事業への受注に結びつく一つの切り口である。

地方道を管理するMRDも2011年から農道をラテライト道路からDBST道路への表面移行を計画（ADB/韓国借款）し、既にフェーズ1（約500km）は着工している。フェーズ2（729km）はFSを終了しており、2016年には着工する。さらにフェーズ3のFSも2016年から予定されており、順次2020年までに完成される。完成後は、維持管理事業に移行され、現在の国道同様十分な管理が必要になる。

## 第2章 提案企業の製品・技術の活用可能性及び海外事業展開の方針

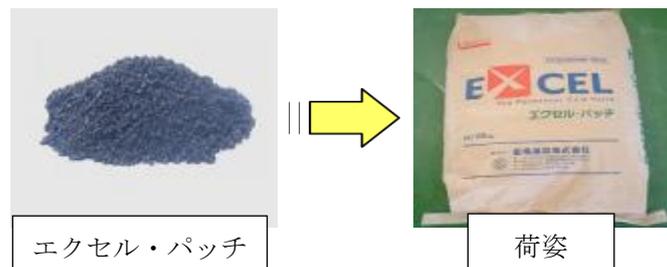
提案製品であるエクセルは、ACやDBSTの舗装の設計期間に対して、維持補修・修繕を迅速に展開していくことでその寿命を少しでも延ばして行くことを目的として開発された全天候型の補修材である。カ国の気候は雨季と乾季の2シーズンに分かれており、雨季の期間に次年度の維持・補修の計画・策定が行われる。舗装の損傷原因はいろいろあるが、その中でも水が影響を及ぼすことが多い。表面に発生したクラックからの水の浸入がポットホールをつくり放置していくうちに更なる水の浸入を招き、維持・補修では間に合わな

くなり、構造自体を破壊してしまうことにつながる。地下水など表面以外の水による影響については本来の構造から修繕する計画で治さなければならないが、舗装面の問題であれば、損傷を発見した場合、時期を選ばず即座に対応していくこと（予防補修）が寿命を延ばす最良の方法であり、常温材としてエクセルの効果は雨季時にも使用できる有用な材料である。

エクセルは、アメリカ合衆国交通省の下部組織 連邦道路庁による新道路研究計画により評価された残存率の高い次世代の常温アスファルト混合物と同タイプである。

エクセルの大きな特長は、以下の2点である。

- ▶ 耐久性は自然反応型と同程度であるが、作業性と水に対する抵抗性を重視したタイプであり、長期保存を可能にしている。作業性向上のためワンタッチ開封袋に入っているが、開封した場合でも加圧を感じないと、2年間程度硬化しない。完全に硬化するのは表面部分であり、硬化体となっても下面の形状変動に追従しやすい性質を持っている。
- ▶ 通行車両による加圧を感じ続けないと硬化しないので車の通過する箇所に使用するのが効果的である。硬化するのは表面だけであり、接着面は生のままである。チューインガムのように貼りついた状況で硬化した状態となり、舗装のたわみが大きい場所に使用しても残存率が高い。施工作业時に軽く転圧しておくだけで作業完了であり、その後タイヤにより十分に転圧され硬化する。



また提案企業は、舗装の新設から廃棄まで全体に係わる計画・設計・建設・維持管理・評価などを有機的に結合させたシステムである舗装マネジメントシステム(PMS: Pavement Management Systems)を基にして、舗装損傷箇所の点検調査を行い、軽微な損傷状態時点での維持補修計画を立案することにより、舗装寿命を延ばすことを目的としたシステムを提供することが出来る。

提案企業の技術的ノウハウであるこの手法を適用することにより、以下のような成果を得ることができる。

- ▶ 舗装損傷の現状を把握し、それに対する維持補修工法を提案し、その工法の妥当性を、継続的に舗装パフォーマンスを求めることにより、検証することが出来る。
- ▶ ライフサイクルコスト(LCC: Life Cycle Cost)を算定する具体的な手法を用いて、舗装の更新費用等の平準化が可能となる。
- ▶ 舗装損傷の調査結果やサービス性能(Serviceability)などのデータを電子化することにより、その信頼性が向上し、優先順位付けの客観性を示すことが出来る。

途上国において共通の道路輸送問題は、交通容量不足（道路の狭窄、混合交通、路面損傷）に伴う渋滞、貨物車の過積載に起因する舗装破損、舗装の新設・維持・補修に関する財源不足の3点に帰着する。特に、限られた財源下での舗装の維持補修をいかに効率的に

行うかが道路管理者に課せられている。そこでの有力な手法として、PMS や MMS があり、その導入が望まれる。これらのシステムを稼働させるには、収集すべきデータの吟味、データの電子化、研究活動が不可欠ではあるが、まずはシステムを稼働させることが最も重要となる。カ国の舗装損傷形態としての大きな特長は、雨季明け時に多数のポットホール の出現である。ポットホールによる舗装の平坦性の悪化は、車両の走行速度の極端な低下 をもたらし、経済活動に多大な悪影響を及ぼす。このことから、ポットホールの補修を迅速に行い、なおかつ補修効果が長期間保持されることが要求される。そのためには、舗装 のサービス性能を、世界共通指標である IRI で評価し、舗装のパフォーマンスを把握するこ とが最良策である。

適切なエクセルの使用と IRI を定期的な測定によるパフォーマンス把握を手始めに MMS を稼働させ、より完成度の高い舗装 PMS を構築するためには、舗装に係るすべての行為、すなわち舗装の新設から廃棄まで全体に係わる計画・設計・建設・維持管理・評価・デー タバンク整備などに関して総合的な取り組みを行う研究機関の設置が望まれる。

今後ともドナーからの支援によって整備された交通インフラをいかに維持していくかが道路インフラの課題であるとしても行っても過言ではない。しかしながら、増え続けるインフラ のストックを更新・修繕するには莫大な費用が必要となる。これからは、著しく損傷をしてから対策を行うという事後的な維持管理ではなく、「損傷箇所の早期発見・早期改修」という予防保全を徹底することが不可欠である。今回、提案を行った舗装補修材のエクセル は、早期に損傷箇所を簡単に補修が行える補修材料で、特に雨天時においても施工可能な 事より、カ国において的確な早期補修を行える。更に損傷箇所の状態を調査し、提案を行 った工法の追跡調査を実施することにより、LCC を考えたタイムリーで適切な修繕工法で の施工や技術支援を行う事業の展開が可能であると思われる。

### 第 3 章 活用が見込まれる製品・技術に関する調査および活用可能性の検討結果

カ国においてエクセルを用いた予防処置による舗装の延命化の適応性について試験施工 及び追跡調査を実施した。また他の適用性として、現地製造の可能性についても調査した。

エクセルの試験施工は、プノンペン及びバタンバン州で実施した。バタンバン州で の実証実験の際、州知事及びバタンバン市長が見学並びに自らの手でエクセルでの作業 を行った。その模様は後日テレビにおいて、全天候型の道路補修材として、短時間で施工 が可能であり、速やかな交通解放できるなどエクセルの特長が紹介され、知事並びに市長 から製品に対する要望があり、今後エクセルの活用が期待される。

表 2 : 適合性検証の実施

事業名称	エクセルによるプノンペン市内及びバタンバン州緊急補修工事
目的	提案企業で開発したエクセルの効果検証 DBST 及びコンクリート道路の適用実験 他類似品との比較検討 雨季時施工の硬化状態の検証
使用箇所	プノンペン：6 か所 (チュルイ・チョンバー橋を含む) バタンバン州：5 か所+DPWT 独自施工
使用資機材	エクセル 66 袋 (バタンバン州 22 袋、プノンペン 44 袋) コンパクター 2 台 タックコート
期間	2014 年 11 月～2015 年 2 月

作業計画	2014年11月	<ul style="list-style-type: none"> <li>・エクセル輸入手続き</li> <li>・実施箇所を特定</li> <li>・試験施工 (AC,DBST,コンクリート道路)</li> </ul>
	12月	施工部分の状態検証
	2015年1月	<ul style="list-style-type: none"> <li>・試験施工部分の状態検証</li> <li>・カ国の材料でエクセルを製造できるか骨材試験等を実施</li> </ul>
	2月	<ul style="list-style-type: none"> <li>・チュルイ・チョンバー橋での試験施工</li> <li>・施工手順書作成</li> </ul>

出所：JICA 調査団作成

エクセルの試験施工をプノンペンで実施し、超重交通路線である AC 舗装された国道 2 号線の表層飛散部分は、2015 年 6 月時点では、異常は見受けられず、エクセルの耐久性が確認できた。重交通路線であり DBST の国道 20 号線の広範囲に沈下隆起している箇所のポットホールにおいては、エクセル自体の耐久性に問題はないが、補修周辺部の損傷が進行した箇所が見受けられた。

バタンバン州では、重交通路線である国道 5 号線(バタンバン市内)の試験施工箇所を含め 5 箇所ともに追跡調査の結果、いずれの施工箇所も異常がないことを確認した。また、DPWT で実施した施工箇所 (市内幹線道路の交差点部) においても、問題はなく耐久性の確認もできた。

またチュルイ・チョンバー橋の路床調査において当初エクセルを使用した。路面復旧を路床および路盤施工に不具合があり、再施工することとなった。再施工は 1 週間後に実施したが、その際エクセルの表面は硬化していたが、内部が再使用可能であった。エクセルは硬化が促進していない初期段階では、分別してはぎ取れば再使用が可能であり、コストの削減に繋がると考えられ、その適応性が証明された。

尚、エクセルを使用する際の注意点として、1) ポットホールの状態の確認 (ポットホールの状態は、ポットホール周辺舗装部が流動やクラックにより破壊していないこと)、2) ポットホールの面積 (1.0m<sup>2</sup>以下が望ましい) そして 3) ポットホールの深さ (敷き均すポットホールの深さは、平均 3cm とする) について考慮することを MPWT 及び DPWT に伝えた。

さらにカ国内でのエクセル製造に関して、アスファルト混合物製造プラント及びコンボンスプー州とバタンバン州の採石場を視察・ヒアリング・試料採取 (材料試験) を通じ、アスファルト混合物製造施設や骨材 (砕石、砂、フィラー) は、エクセル製造に使用可能であることを確認した。材料の中で将来的に課題となるのは、アスファルトを製造する企業が国内になく、隣国からの輸入のみであることである。アスファルトの価格は、日本国内でも原油価格に大きく影響され、どの国においてもそれほど大きな価格差は無いと思われる。今後は、現在カ国においては行われていないリサイクル製品の開発研究を行うことによって出来るだけ安価なアスファルト混合物の製造が行えるかが重要になってくると思われる。

道路は全ての国民の生活を支える最も身近な社会資本であり、道路利用者の安全かつ円滑な交通を確保すると共に、都市の骨格を形成する社会空間としての役割を果たしている。

カ国においても例外ではなく、将来の適切な道路保全を考慮し、総合的な道路維持を実施していくことに、途上国における発展の度合いは関係ない。そのためには、NSDP に示されている四辺形戦略の具体的な実施促進 (政府の役割)、道路管理者として、道路インフラに対する維持管理についてオーナーシップを持って活動する (行政の役割)、イニシャル

コストからトータルコストまでの検討を行い、利用者の利便性、公共性を考慮したインフラ整備技術の標準化（産業界と研究機関の役割）を推進することが社会資本の充実につながる。提案企業の製品・技術はこうした途上国、すなわちアドホックに道路維持管理をせざる得ない状況の国に対し非常に有用であり、事業進出の可能性を十分に検討することができる。

#### 第4章 ODA 案件化への具体的提案

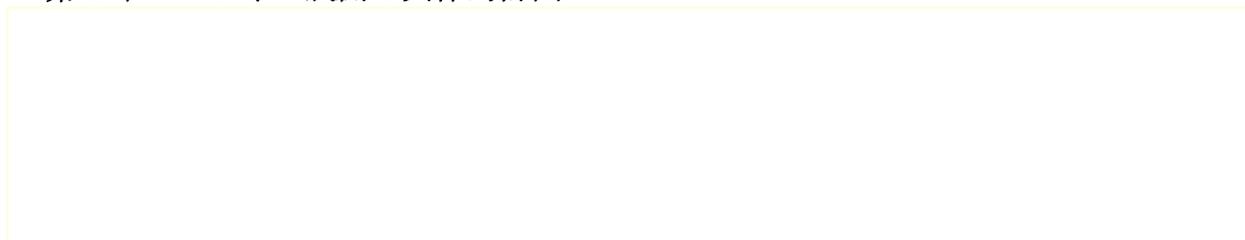
ODA 案件化の方針として、1) カ国の道路維持管理事業に寄与すること、2) JICA で実施している他道路案件プロジェクトとの相乗効果が得られること、3) 提案企業のビジネス展開に有利になること、そして4) 枯渇が予測される道路用骨材生産への新たな試みになること等、カ国の道路整備の課題の解決に資することを掲げ、MPWT の要望も考慮し、次表に整理した。

表 3 : ODA 案件化への具体的な提案

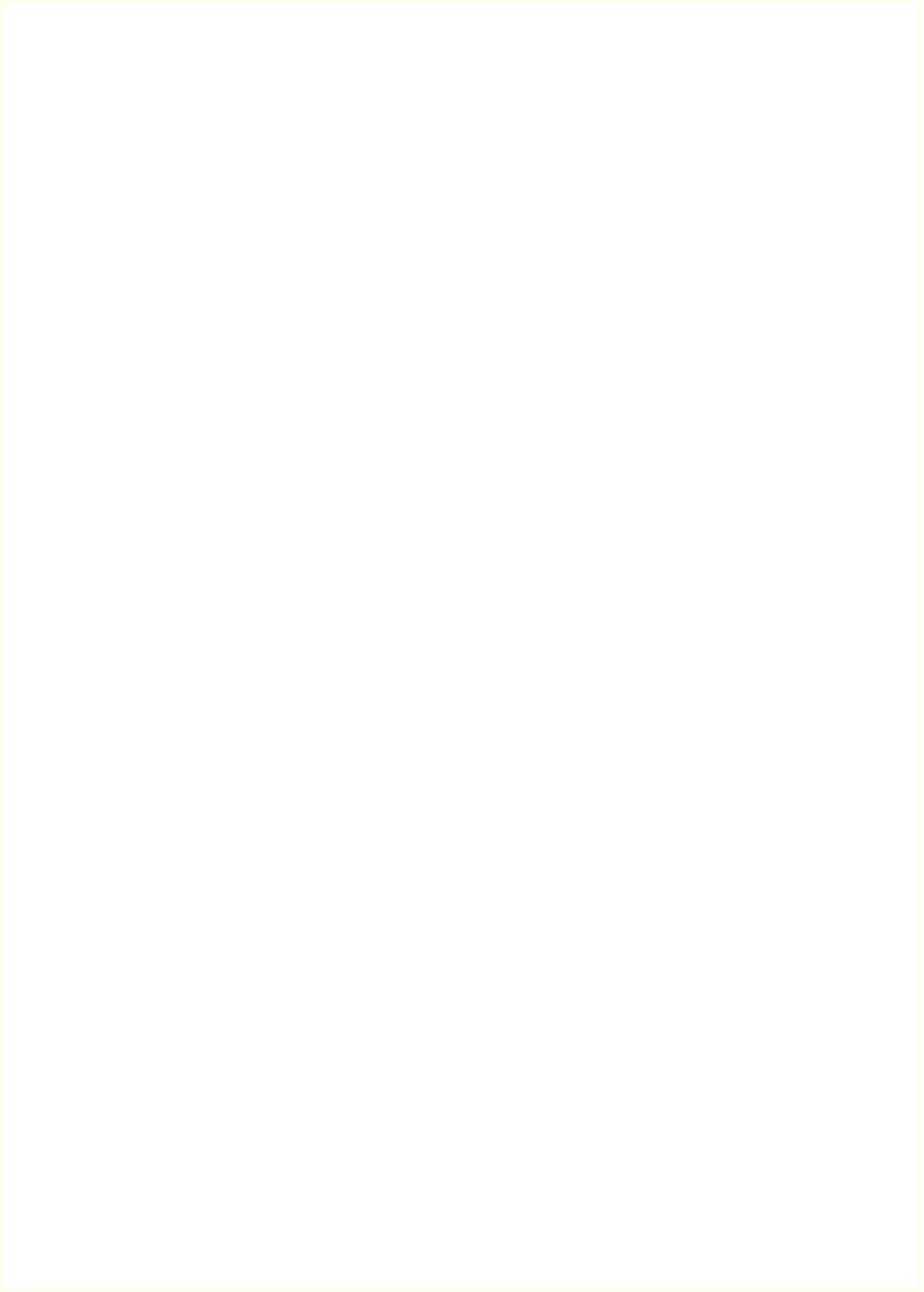
スキーム名	想定する カウンターパート	具体的な協力内容
普及・実証事業	MPWT (Road Infrastructure Department (RID))	<ul style="list-style-type: none"> <li>・カ国で製造されたエクセルの普及とそのビジネス展開の検証をする。</li> <li>・メンテナンスカーを利用し、道路状況診断を実施し、エクセルの効果を実証する。</li> </ul>
無償資金協力	MPWT (Public Works Research Center (PWRC))	道路技術研究所を設置し、道路技術の普及・促進を計ると共に PMS による道路管理をするために、舗装状態を調査する機器を供与する。
技術協力プロジェクト (ガバナンスの強化)	RID/ MPWT 試験所	再生アスファルト混合物製造プラント及び再生路盤材製造プラントの施設を建設し、道路整備に係る材料を生産するビジネス展開の想定の下、リサイクル製品に係る法制度の整備を支援する。
「道路・橋梁の維持管理 能力強化プロジェクト」及び「国道5号線 改修事業」との連携	RID	<ul style="list-style-type: none"> <li>・左記プロジェクトの業務実施中にエクセル等の技術/製品での連携をする。 <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 日常維持管理事業における緊急性の高い補修箇所でエクセルの活用をする。</li> </ul> </li> <li>・本邦研修による MPWT 施工監理能力強化 <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 道路損傷のメカニズムを把握し、損傷の分類と補修技術を学ぶ。</li> </ul> </li> </ul> 施工監理者として品質/工程/コスト/安全管理を学ぶ。

出所 : JICA 調査団作成

#### 第5章 ビジネス展開の具体的計画

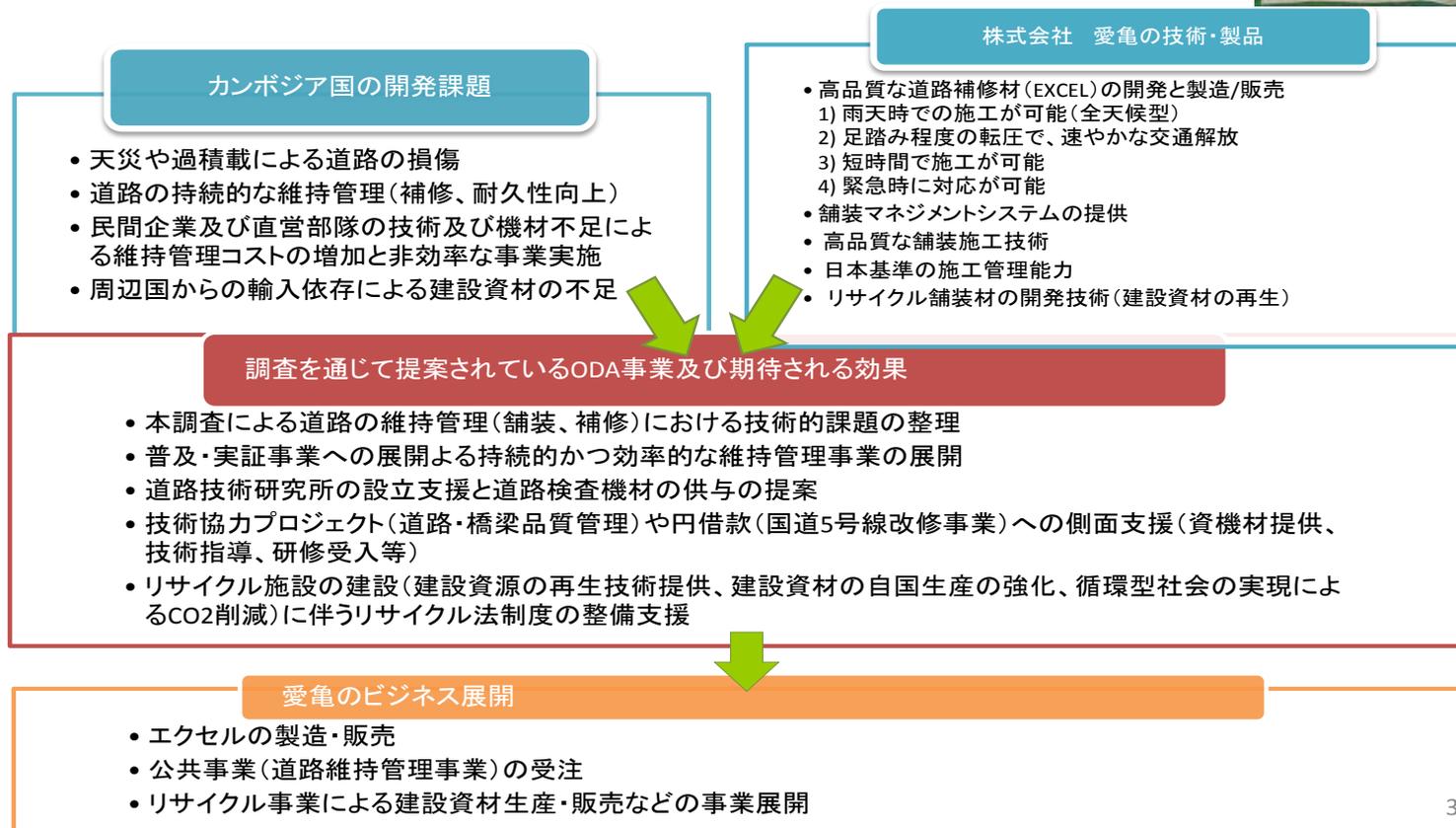






# カンボジア国高品質な道路補修材の普及と舗装マネジメントシステムに係る案件化調査

提案企業 : 株式会社 愛亀  
提案企業所在地: 愛媛県松山市  
サイト・C/P機関 : カンボジア国全土・公共事業運輸省



## はじめに

カ国では、2000年以降ドナーからの支援を受けつつ道路や橋梁等の運輸交通インフラ整備が行われている。近年の経済発展に伴う急激な交通量の増加や過積載等の違法車両の往来により、これまでに整備された交通インフラ（特に道路）の損傷が激しくなっており、ドナーの支援で主要幹線道路の改修が区間ごとにプロジェクト単位で実施されている。しかし、雨季のポットホールの発生や洪水等の天災による道路損傷にかかる維持管理事業や補修工事は、MPWTやMRDの担当部署が管理・補修を実施しているものの、自国予算の制限や人員、保有資機材の制約によって、オンタイムでの道路の補修工事が追いついていない状況である。このように適切でタイムリーな道路維持管理が施されず、非効率な事業実施をしていること、加えて天災や過積載車両の往行による道路の損傷が激しく、また道路維持管理システムが定着しておらず、道路の寿命が短いこと、そして周辺国からの資機材の輸入依存により維持管理/道路整備に係る費用が高いことがカ国の開発課題になっている。

このような課題を抱えることは、道路が適正寿命以下で運用されていることになり、コスト高の道路保全を余儀なくされるだけでなく、メコン河域内の発展にも影響を及ぼすことが想定され、日系企業によるカ国への投資にも大きく影響を与えるものである。

そこで提案企業の製品・技術がカ国の開発課題の解決できると考えたと共に企業としての海外事業展開との両立を図り、また新たなODAを通じた二国間関係の強化にも協力でき、カ国の道路事業や道路関連ODA事業に提案企業の製品や技術が活用され、あるいは市場を通じその技術・製品が広がり、引いては愛媛経済の活性化の促進にもつながると考え、本案件化調査を開始した。

### <調査の目的>

- ・カ国の開発課題を解決できる調査であること。
- ・カ国へ投資をし、持続的なビジネス展開につながる調査であること。
- ・今後のカ国における発展につながるODAの案件化へ結びつく調査であること。

### <団員リスト>

本調査に関する調査団員リストは以下のとおりである。

氏名	所属	職位	担当分野
玉井 昭典	(株)愛亀	技術営業課 課長	業務主任
西山 周	(株)愛亀	代表取締役	事業計画
岡本 将昭	(株)愛亀	技術試験事業部 主任	試験・研究開発
高橋 誠	(株)愛亀	環境建材事業部 主任	施工技術
笠原 篤	外部人材(個人)		舗装マネジメントシステム
高山 良二	外部人材(個人)		地域コーディネータ
弓田 和男	久心コンサルタント(株)	代表取締役社長	チーフアドバイザー /ODA案件化計画
大嶋 信	久心コンサルタント(株)	海外プロジェクト部	施工監理

## <調査工程>

本調査は2014年10月31日に契約をし、現地調査を2015年4月に終了した。その間の作業内容については以下のとおりである。

		調査工程表							備考	
		2014年			2015年					
		10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	
<b>[活動1：準備作業]</b>										
1.1	業務計画書の作成	計画	△△							
		実績	△△							
1.2	カウンターパートになる政府機関等の調整	計画	—							MPWT
		実績	—							
<b>[活動2：現状とエクセルの製造・販売可能性調査]</b>										
2.1	政府関係者への説明・意見交換	計画	—							MPWT
		実績	—							MPWT、パタンバン州
2.2	パタンバン州知事への説明	計画	—							
		実績	—							
2.3	カ国の道路現状と舗装構造調査	計画	—							既存データベース確認
		実績	—	—	—					
2.4	舗装における各種試験を実施する施設の能力調査	計画				—				MPWT試験所
		実績				—				
2.5	道路舗装材料（碎石、アスファルト等）の施設の所在と能力調査	計画				—				碎石場及びアスファルトプラント訪問
		実績		—	—	—				
2.6	エクセルの製造可能性検討	計画	—	—	—	—	—	—	—	
		実績	—	—	—	—	—	—	—	
2.7	リサイクル事業の可能性調査	計画						—		
		実績						—		
<b>[活動3：エクセルの試用による適合性確認調査]</b>										
3.1	エクセルの輸入と試用実証地域の特定	計画	—							パタンバン州及びプノンベン周辺
		実績	—							
3.2	試用実証実施（雨季時と乾季時）	計画	—	—	—					乾季時に実施
		実績	—	—	—	—				
3.3	補修箇所の状態検証	計画						—	—	
		実績						—	—	
<b>[活動4：舗装マネジメントシステムの導入検討と事業計画の策定]</b>										
4.1	道路整備における効果の検証（測定・診断）	計画		—						MPWTと協働
		実績		—						
4.2	道路整備及び維持管理計画の検証	計画				—				
		実績				—				
4.3	道路維持管理システム及び管理手法の紹介/検証と提案	計画		—				—		ワークショップ開催
		実績		—				—		
4.4	施工業者の能力調査	計画				—				
		実績				—				
4.5	工事約款等調達方法の現状確認	計画				—				
		実績				—				
4.6	将来道路投資の確認	計画				—				
		実績				—				
4.7	道路維持管理機材の実態調査	計画				—				
		実績				—				
4.8	事業計画の策定	計画				—	—	—	—	
		実績				—	—	—	—	
4.9	進捗報告書作成・現地政府への説明	計画					△△			
		実績					△△			
<b>[活動5：ODA案件化への検討]</b>										
5.1	MPWTの要望確認	計画						—		
		実績						—		
5.2	想定ODA案件化の具体的提案	計画						—		
		実績						—		
<b>[活動6：報告書作成]</b>										
6.1	業務完了報告書作成	計画							△△	国内
		実績							△△	

出所：JICA 調査団作成

## 第1章 対象国の現状

### 1-1. カンボジア王国の政治・社会経済状況

#### <社会・一般状況>

##### (1) 国旗

カ国の国旗の青色は王室の権威、赤色は国民の忠誠心を表し、国旗の中央には偉大な遺跡であるアンコールワットが仏教徒を象徴する白で描かれている。カ国の国旗は、フランスからの独立以来数回デザインが変更されているが、アンコールワットが国家の象徴である点に変わりはない。右の国旗は 1993 年の王政復古の際に制定されたものである。



出所：インターネット

##### (2) 人口

長きに亘った内戦に終止符を打ち、以後目覚ましい発展を遂げていることを示す一つの要因が図 1-1 の人口ピラミッドである。内戦の影響を少なからず受けながらも、経済成長を裏付ける指標として、全人口のうち、70%が 30 歳未満であることを示している。

総人口は約 1,500 万人（2015 年）となり、今後毎年 20 万人以上が就労人口となる。さらにカ国の人口は周辺国と比較しても急速に増加しており、1 年間の増加率はタイ 0.5%、ベトナム 1%、東南アジア全体で 1.1%に対して、カ国は年 1.46%と大きな伸びを示している。



出所：国際連合データ

図 1-1 人口ピラミッド 2015

##### (3) 首都

首都プノンペンの人口は約 162 万人（2012 年、National Institute of Statistics 推計）で、全国人口の約 1 割を占める。日本との時差は 2 時間である。

##### (4) 気候

熱帯モンスーン気候に属し、季節は、大きく乾季（11～5 月）と雨季（6～10 月）に分かれる。平均気温は 28 度。最も暑い 3～5 月には、気温が 40 度を超す暑さとなる。

##### (5) 宗教

憲法 43 条において、カンボジアの国教は仏教と定められている。国民の 97% が仏教徒（上座部仏教）で、他にイスラム教徒（約 2%）、キリスト教徒（約 0.4%）等がいる。

##### (6) 国土

カ国の面積は 18.1 万 km<sup>2</sup>（日本の約 2 分の 1）。インドシナ半島に位置し、東にベトナム、西にタイ、北にラオスと国境を接する。国土の 73%を森林、16%を高地が占めている。中心にはメコン川とトンレサップ川の二大河川が流れ、流域には平野が広がり、西側に巨

大なトンレサップ湖を擁する。

カンボジアは、24 の州と首都プノンペンから構成されている。かつては州と同格の3（プノンペンを加えれば4）特別市があったが、2008年12月22日、州に移行した。また2013年12月31日、コンポンチャム州の東部（大部分がメコン川より東側）が国王の勅令によってトボンクムン州として分離した。



出所：インターネット

表 1-1 カンボジア全州名

	州名		州名		州名
1	バンテイメンチェイ州	11	クラチエ州	21	シエムリアップ州
2	バタンバン州	12	モンドルキリ州	22	ストウントレン州
3	コンポンチャム州	13	ウドンメンチェイ州	23	スヴァイリエン州
4	コンポンチュナン州	14	パイリン州	24	タケオ州
5	コンポンスプー州	15	プノンペン都	25	トボンクムン州
6	コンポントム州	16	シアヌークビル州	出所：インターネット	
7	カンポット州	17	プレアヴィヒア州		
8	カンダール州	18	ポーサット州		
9	ココン州	19	プレイベン州		
10	ケップ州	20	ラタナキリ州		

### (7) 歴史

1970年にカンボジア王国が倒れてから勃発した内戦は、1991年のパリ和平協定により終結し、1993年、国連カンボジア暫定機構による総選挙を経て、新生カンボジア王国として再出発した。当初は内戦時代を反映した二人首相体制の下で国家再建が開始され、その後1998年及び2003年の総選挙を経て成立したフン・セン首相を首班とするカ国政府は、様々な課題を抱えつつも安定した政権運営を行い、国づくりに取り組む中、2013年第5回総選挙では、与党のカンボジア人民党が僅差でカンボジア救国党に勝利し、フン・セン首相の続投が決まり、現在に至っている。

### (8) 政治

国家体制は国王を元首とする立憲君主制で、現在の国王は2004年10月に即位したノロドム・シハモニ国王である。

立法府たる議会は両院制を採用しており、定数123議席から成る国民議会（下院）議員は直接選挙で選出され、定数61議席から成る上院議員は間接選挙と国王からの任命によって選出される。

表 1-2 政治体制

<b>1. 政体</b>
国王を元首とする立憲君主制（シハモニ国王：2004 年即位）
<b>2. 立法</b>
二院制 <ul style="list-style-type: none"> <li>・上院：定数 61、任期 6 年 人民党 46、サム・ランシー党 11、その他 4</li> <li>・国民議会（下院）：定数 123、任期 5 年 人民党 68、救国党 55</li> </ul>
<b>3. 行政</b>
議院内閣制 首相の下に、閣僚評議会及び 26 省 1 庁。 首相：フン・セン（旧プノンペン政権下（1985 年 1 月）から数え、29 年間首相在職）。
<b>4. 司法</b>
三審制 その他軍事裁判所、クメール・ルージュ特別法廷あり。
<b>5. 地方</b>
「首都/州」「市/郡/区」「村/地区」の 3 層構造。 村/地区の議員は公選制。

出所：在カンボジア日本国大使館

(9) 外交

[日本との関係]

1955 年、シハヌーク殿下と重光葵外相外務大臣との間で、「日本・カンボジア間友好条約」に署名。この条約はカ国が独立後、また日本が講和発効後、それぞれ外国と締結した最初の友好条約であった。

1991 年、「カンボジア和平パリ協定」(カンボジア紛争の包括的な政治解決に関する協定)の署名式に日本が出席した。日本が国際的紛争の和平協定に署名したのは第一次世界大戦終了を宣言するベルサイユ条約への署名以来 70 年ぶりの出来事であった。

1992 年、東京にて、カンボジア復興閣僚級国際会議本会議開催。共同議長は日本と国連開発計画。33 カ国と 13 の国際機関が参加し、計 8 億 8 千万ドルの支援拠出を約束した。その後、カンボジア復興国際委員会を毎年日本が主催し、東京・パリで交互に開催することを取り決め、閣議で国際平和協力隊派遣を決定した。

1993 年、パリで第 1 回カンボジア復興国際委員会会合が催され、日本が議長国として、参加は 31 カ国、E C 委員会及び 12 国際機関等が参加し、計 10 億ドルの支援がまとまった。

1994 年、トンレサップ河チュルイ・チョンバー橋が完成し、国王の書簡により「カンボジア・日本友好橋」と命名され、友好橋に続く国道 6A 号線は「日本友好道路」と命名された。

2001 年、コンボンチャムのメコン河架橋「きずな橋」が完成し、2003 年には、500 リエル紙幣に刷り込んで発行された。

2007 年のフン・セン首相の訪日の際、安倍総理との間で「投資の自由化、保護及び促進に関する日本国とカンボジア王国との間の協定」(日カンボジア投資協定)の署名が行われた。この協定は、投資の保護規定に加え、投資の自由化規定を盛り込んだものであり、韓国、ベトナムとの投資協定やマレーシア等との経済連携協定の投資協定と同内容の自由度の高い協定となっており、日本からカ国への投資が活発化することが期待された。

2010 年 5 月、ノロドム・シハモニ国王訪日（国賓）

2013 年 11 月、安倍晋三内閣総理大臣カンボジア訪問。

2015年4月「つばさ橋」が完成。(ネアックルン橋・日本の無償資金協力)

#### [中国との関係]

要人往来(2009年習近平国家副主席、2010年呉邦国全人代委員長、2011年周永康政治局常務委員等、2012年胡錦濤国家主席(国賓)、2012年梁光烈国防部長、2012年賀国強政治局常務委員、2012年シハヌーク前国王の遺体搬送に付き添い戴秉国国務委員が訪問、2013年王毅外相等)。またフン・セン首相は毎年1回訪中を続けるなど関係は深い。一方投資(累積第一位)や援助(大規模インフラ等の借款が中心)などで近年急速にプレゼンスを増大している。

#### [タイとの関係]

2008年のプレアビヒア寺院の世界遺産登録を機に、国境問題が顕在化。2011年2月上旬に大規模な武力衝突が発生し、ASEANは停戦、両国へのインドネシア監視員の派遣等を決定(未実施)。他方で、カ国はプレアビヒア寺院とその「周辺地域」の帰属を巡り、国際司法裁判所による1962年判決の解釈を求め、2013年11月11日、判決が下された。判決では、係争地全体についての判断は示されなかったが、寺院が建っている岬がカ国領であることが確認された。その後、両国間の協議は進んでいないものの、情勢は安定している。

#### [米国との関係]

2010年10月にクリントン国務長官が訪問等、今後関与を深める方向(人権・民主主義の問題、軍事交流など)となっている。貿易面では米国が最大の輸出相手国(特に縫製品)である。また2012年11月にはASEAN関連首脳会議出席のためオバマ大統領が訪問している。

#### [ベトナムとの関係]

フン・セン政権母体の人民党とベトナムは伝統的友好関係にある。近年、航空(カンボジア・アンコール航空)、電気通信(Metfone)、銀行、ゴム栽培、農業などでベトナムからの投資増加が続いている。

### (10) 経済状況

#### 1) 経済規模

都市部を中心とした所得の向上を背景にGDPは表1-3のとおり、2011年から4年連続で7%台の高成長を続け、好調に推移する見通しである。MEFは2014年の実質GDP成長率(予測値)を7.0%とし、2015年も引き続き7.0%の見通しとしている。

この要因として、都市部での所得の向上を背景とした卸・小売業、不動産業、それに伴う建設業の好調、また外国人観光客増加に伴う観光関連サービス業の成長が挙げられる。また、主要輸出品目の縫製品の輸出増大も寄与しており、製造業を中心とする製造業分野への外国企業の投資拡大も成長率の伸びに大きく寄与している。日本からの進出企業は、MOCの登録ベースで、2014年1~7月で既に169社に上っており、2013年実績(年間179社)を大きく上回ることが予想されている。

一方で、2015年の縫製・製靴工場の労働者の最低賃金が128ドルに28%引き上げられることにより、特に工業分野での外資企業の撤退の可能性や、新たな参入意欲の減退など、経済全体への影響が懸念される。WBは、2014年10月の「カンボジア経済アップデート」報告で、労働争議のリスクに加えて、洪水など気候変動によるリスクを経済成長の押し下げ要因として挙げている。また隣国タイからの観光客増大により、観光業が回復するとし

ながらも、同国によるコメ輸出が回復することで、コメ価格の下落リスクを示唆している。このようにカ国の経済成長は国外からの資本流入によって支えられている。今後もより魅力的な投資先候補となるためにも、国内発電所の開発や送電線網の拡充、隣国と結ぶ主要道路の拡張と維持管理、そして主要河川の橋の建設などのインフラ整備が急務となっている。

表 1-3 主要経済指標

年度	2010	2011	2012	2013	2014
GDP (億\$)	11.2	12.8	14.0	15.2	16.8
一人あたりの GDP(\$)	805	902	968	1037	1125
GDP 成長率 (%)	6.0	7.1	7.3	7.2	7.0
農業	4.0	3.1	4.3	1.8	4.7
工業	13.6	14.5	9.2	10.5	8.7
サービス	3.3	5.0	8.1	8.4	7.1

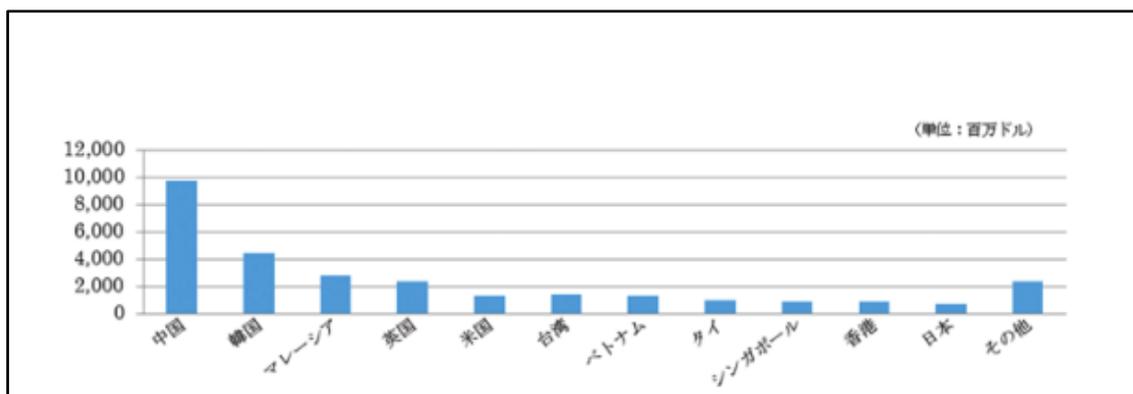
出所：MEF のデータに基づき、JICA 調査団作成

## 2) 通貨

カ国の公定通貨はリエル (Riel) であるが、商業取引では一般的に米ドルが使用されている。マーケットなどでは 1 \$ = 4 0 0 0 リエルで換算され流通している。

## 3) 投資動向

カ国は市場経済化と工業化を同時に目指すべく国内資金不足を補うため、1994 年に投資法を施行し、積極的に外資を導入してきた。カ国投資委員会の資料によれば、1994 年～2013 年の外国投資認可額累計は 292 億ドルであり、これを国別に見れば、図 1-2 のとおり中国や韓国、マレーシアなどアジア諸国が上位に名を連ねている。これらの国の投資は、成長セクターである観光業及び縫製等の軽工業が多い。一方、日本は第 11 位と見劣りするが、その主な理由は、①道路、電力などのインフラの未整備、②割高な電力料金、③外国企業活動のための法律・制度の未整備、に集約される。



出所：JETRO

図 1-2 外国投資認可額累計(1994 - 2013)

しかしながら、カ国政府が直接投資促進策として 2005 年に導入した経済特別区 (Special Economic Zone : SEZ) 内における投資認可額累計によれば、図 1-3 のとおり、日本は第 1 位である。日本の投資は、電気・機械・金属等の製造業が多い。

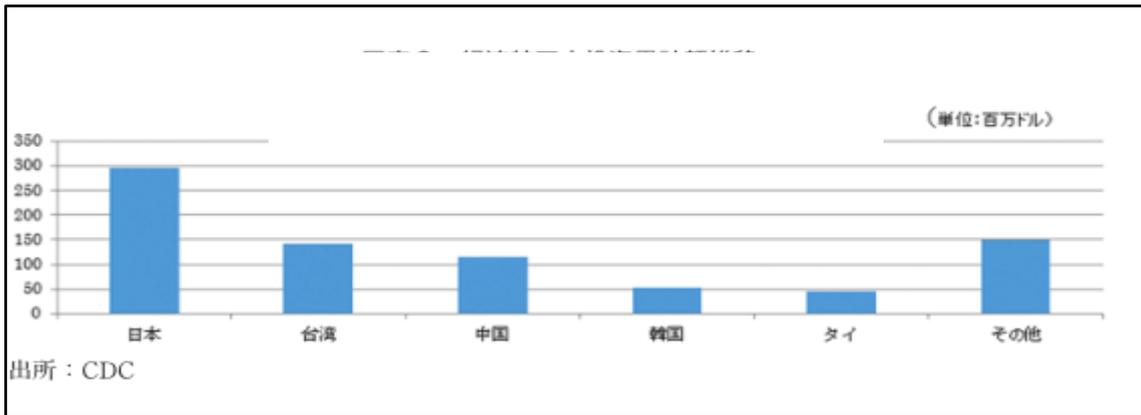
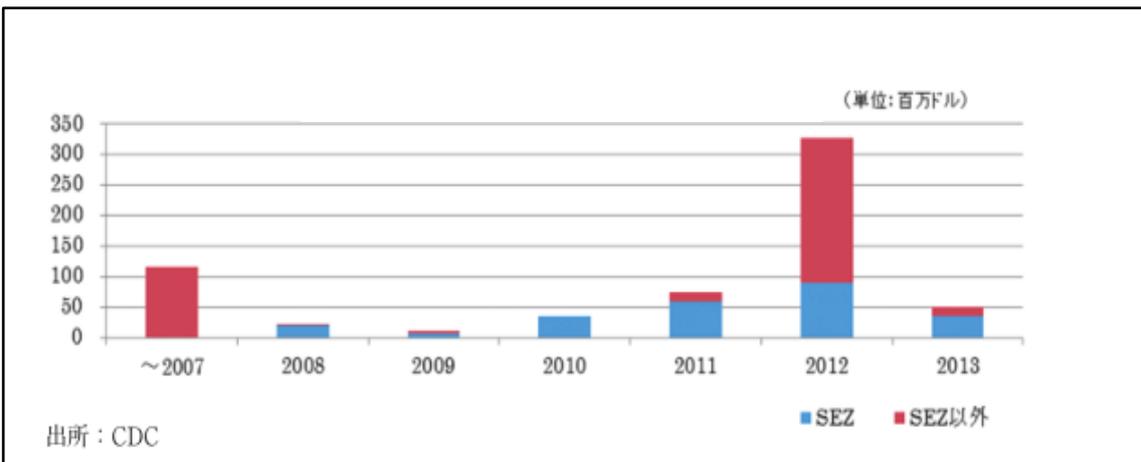


図 1-3 経済特区内投資認可額累計

出所：JETRO

図 1-4 は近年の日系企業投資認可額の推移を示したものである。タイにおける人件費の高騰や南部経済回廊をはじめとする物流インフラ整備等を背景に、カ国の地理的な優位性や低廉で豊富な労働力確保の魅力などを活かし、日系企業も 2011 年以降タイプラスワンの候補国としてカ国への進出を積極化しつつある。この中で 2012 年の投資額が突出しているが、これは小売業のイオンがプノンペン都内に建設したショッピングセンターの投資が大きかった。この大型投資を除けば、日系企業の多くは経済特区 (SEZ) に進出しており、その金額は増加傾向にある。



出所：JETRO

図 1-4 日系企業投資認可額推移

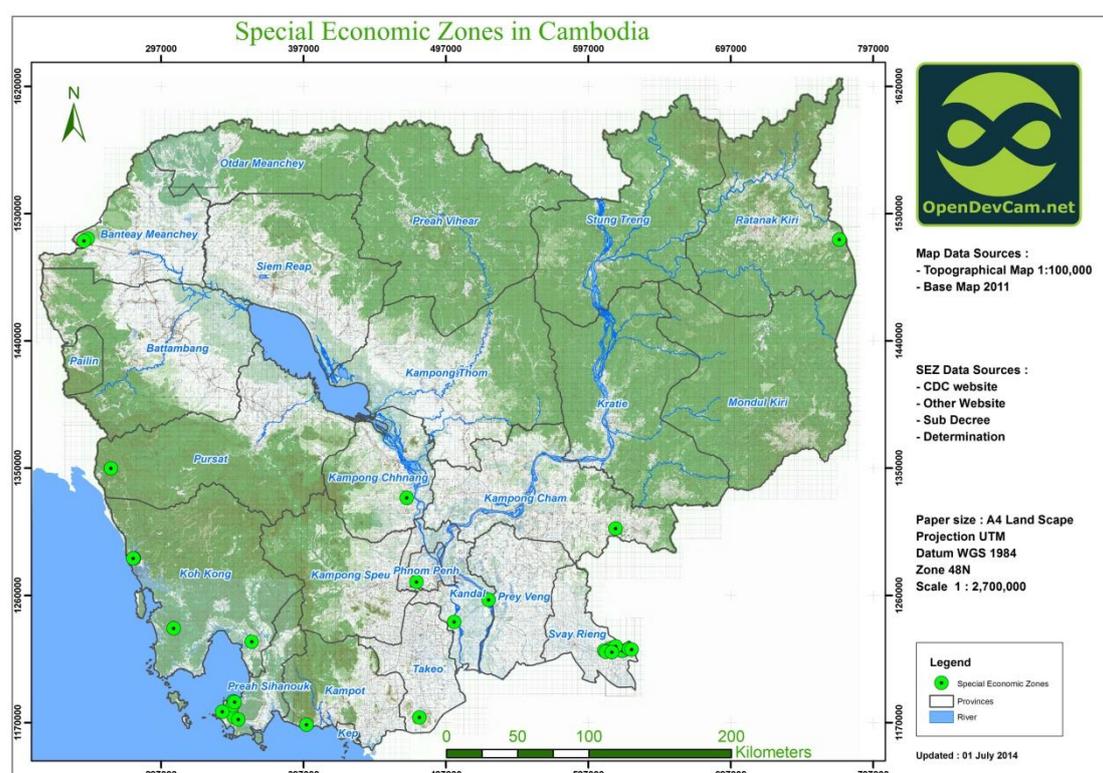
カ国では、現在 33 箇所の SEZ がある。これら 33 の SEZ の内、現在稼働しているのは 11 箇所であり、22 箇所は、Process feasibility studies (実現可能性調査の過程) である。

図 1-5 のとおり、SEZ の大部分は、プレアジアヌーク沿岸州とプノンペンの首都もしくは、ベトナムとタイとの国境沿いに位置している。

表 1-4 SEZ の概要

<p>経済特別区(SEZ)の定義</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 面積 50 ヘクタール以上</li> <li>➤ 輸出加工区、自由商業地域及び特区内の工場はフェンスを設置</li> <li>➤ 経済特別管理事務所の設置</li> <li>➤ 全てのインフラ供給（電力、給水、下水、排水処理、固形廃棄物の貯蔵・管理、環境保護等）</li> </ul>
<p>入居企業の優遇措置</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ QIP と同様の優遇措置に加え、VAT が全ての業種で免除となる。</li> <li>➤ 法人税免除</li> <li>➤ 始動期間+3年+優遇期間（最大3年）=最大9年間</li> <li>➤ 輸入関税（税率 0, 7, 15, 35%）</li> <li>➤ 輸出加工型 QIP：原材料、建設資材、生産設備の輸入関税免除</li> <li>➤ 国内市場型 QIP：建設資材、生産設備の輸入関税免除</li> <li>➤ 付加価値税(VAT)免除（税率 10%）</li> </ul>

出所：CDC



出所：CDC

図 1-5 SEZ の所在地

(1 1) インフラ状況（道路/港湾/空港/物流/鉄道）

1) 道路

第 1 章 1-2 に後述する。

2) 港湾

カ国は国際港として、シアヌークビル港とプノンペン港があり、カ国唯一の深水港であるシアヌークビル港は、プノンペンから国道 4 号線で南西に 230km 離れた場所に位置し、近代的な貨物処理設備をもつバースがある。シハヌークビル港公社が運営している。航路の長さは 1~5.5km、深さ 8~10m、幅 80~200m 程度である。SEZ の開発が東側の隣接地で進められており、それに伴って港の拡張も計画されている。2013 年のコンテナ取扱量は約

28 万 TEU (Twenty feet Equivalent Unit、20 フィートコンテナを換算した単位。) であり、シアヌークビル港は、カンボジア全体の約 60%の物流を取扱っている。

1990 年代に整備されたプノンペン港は、プノンペン市内に位置する河川港である。水深が 5m 程度であり、敷地も限られるため限定的ではあるが、メコン河を下り、ベトナムのカイメップ・チーバイ港を経て海外へと国際輸送の拠点として重要度が高まっている。2013 年 1 月に新港 (国道 1 号線 25km 地点) がオープンし、近年増加しているコメと縫製品に対応することが求められている。プノンペン港のコンテナヤードで集積されてからシハヌークビル港へ転送される事も多い。内陸水運が豊富なこともカ国での物流の特徴と言える。プノンペン港からベトナム国境まで、水路であれば 100km 程度と極めて近い。しかし、川幅が狭いため、使用できる船のサイズが制限される。

日本への輸出貨物であれば、プノンペン港からベトナムのカイメップ港を経由するのが所要時間も短く、コストも抑えられる。一方、北米への貨物は、世界有数の取扱量を持つシンガポールを経由するのが一般的である。また欧州向けの貨物では、シハヌークビル港の一択となる。

その他、今後活用が期待できる港湾としては、コッコン港とカンポット港が挙げられる。コッコン港は、タイとの国境 (タイ湾) から 15km の場所に位置しており、既にシンガポール、マレーシア、タイとの輸送が行われている。500 重量トン級の船舶の停泊が可能で、300 重量トン級の船舶はコッコンの街付近まで入ることが可能である。またカンポット港は、プノンペンから国道 3 号線で 148km の場所、鉄道では 166km 離れた場所に位置している。1975 年に稼働開始しており、150 重量トン級の船舶に対応可能である。

コンテナ取扱量を指標として次の表 1-5 で比較した。2013 年のプノンペン港のコンテナ取扱量は、100,000TEU を突破した。主要な輸入品目は、建設資材 (特に鋼材)、縫製原材料等。輸出では、中国・香港向けの農産物が目立っている。シアヌークビル港でも、前年比 15%増となっている。シアヌークビル港からの主要輸出品は、アメリカおよびヨーロッパ向けの縫製製品で、縫製製品輸出量の 90%以上が同港から輸出されている。アメリカ経済の見通しが明るく、またヨーロッパ経済も安定化してきたため、縫製品の輸出は好調となっており、縫製原材料の輸入も含めて、主要港湾での取扱量増加を牽引しているものと見られる。また、カ国内の経済も好調で、特に不動産・建設の回復が顕著なことも要因の一つと見られる。

表 1-5 コンテナ取扱量

Unit: 1000 TEU					
港名	2009	2010	2011	2012	2013
シアヌークビル港	208	223	238	255	283
プノンペン港	43	60	82	90	104

出所 : Phnom Penh Autonomous Port, Sihanoukville Autonomous Port

### 3) 航空

カ国には 3 つの国際空港と 8 つの国内空港の合計 11 の空港施設があるが、実際に定期便が運航しているのは 3 つの国際空港のみで、コンポンチュナン空港以外の空港は国内空港国家事務局 (State Secretariat of Civil Aviation) が管理している。また 3 つの国際空港は Cambodia Airport 社がそれぞれの空港につき 25 年間の BOT (建設、運営及び譲渡) コンセッションを取得して運営している。Cambodia Airport 社は、フランスの VINCI 社 (7 割出資) とマレーシアとカンボジアの合弁企業である Muhibbah Masteron Cambodia

社（3割出資）の出資によって設立された。プノンペン、シェムリアップの空港利用者総数は2008年、2009年に一旦落ち込んだものの、その後は増加傾向にある。2013年の空港利用者数は500万人を超え、前年比18%の増加となった。

これまで「カンボジア・アンコール航空」の独占市場だったプノンペン～シェムリアップの国内路線に、新たな航空会社2社が近年参入している。

2014年12月より運航を開始した「バサカ・エアー」は毎日2便運行しており、もう一方の「カンボジア・バイヨン・エアラインズ」は、週3便を運航中。今後は、プノンペン・シハヌークビル便の就航を予定している。2社ともにカンボジアで存在感を増す中国系企業が出資しているのが特長である。

表 1-6 空港施設の状況

空港 (IATA Code)		滑走路 (m)	空港面積 (ha)	ILS <sup>(注)</sup>	プノンペンからの距離
<b>国際空港</b>					
プノンペン (PNH)	稼働中	3,000×45	387.00	○	-
シェムリアップ (REP)	稼働中	2,550×45	197.00	○	237
シハヌークビル (KOS)	稼働中	2,200×34	123.84	×	170
<b>国内空港</b>					
コンボンチュナン (KGC)	閉鎖中	2,400×45	2,011.00	×	85
ラタナキリ (RBE)	稼働中	1,300×30	48.09	×	332
ココン (KKZ)	稼働中	1,300×30	125.31	×	202
バッターバン (BBM)	稼働中	1,600×34	128.68	×	246
ストゥントゥレン (TNX)	稼働中	1,170×29 +130×20	112.50	×	250
モンドルキリ (MWV)	閉鎖中	1,500×30	36.00	×	279
プレアビヒア (PVH)	閉鎖中	1,400×30	165.24	×	247
クラティエ (KTI)	閉鎖中	1,180×30	12.50	×	166

(注) 計器着陸装置 (ILS : Instrument Landing System) : 着陸進入する航空機を、視界が悪いときでも安全に滑走路上まで誘導する計器進入システム。

(出所) State Secretariat of Civil Aviation ホームページより作成

表 1-7 カンボジア 2 大国際空港の乗降客数

年度	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Phnom Penh (100 万人)	1.1	1.3	1.6	1.7	1.6	1.6	1.8	2.0	2.4
Siem Reap (100 万人)	1.0	1.4	1.7	1.5	1.3	1.6	1.8	2.2	2.7

出所 : Cambodia-airports

#### 4) 鉄道

南部路線(プノンペンとプレアシアヌーク間/264km)、北部路線(プノンペンとタイ国境のポイペト間/388km)の2つの路線がある。南線は、2014年末に南部路線の修復がほぼ完了した。1日1便程度の営業運転が開始され、セメント、石炭、石油製品、キャッサバ、米等の輸送を行っている。コンテナ輸送のためには、シアヌークビル港内と、プノンペン近郊(サムロン地区)のコンテナターミナルの工事等を完成させる必要があり、シアヌークビル港では、コンテナターミナルと引き込み線の工事が進んでいる。現在は既存の引き込み線を使って、スタッカーによるコンテナの積み下ろしを行っている。一方、プノンペン側では、コンテナ輸送を早期に開始するために、プノンペンから約10キロのところにあるシアヌークビル港湾公社保有のプノンペン・ドライポートへの引き込み線を建設し、ドライポートでのコンテナの積み降ろしを暫定的に行っている。これにより、暫定的だが、シアヌーク

ビル〜プノンペン間でのコンテナの輸送を 2014 年中盤から開始している。またカ国は 2009 年にオーストラリアの「トール社(Toll Holdings)」と 30 年のコンセッション契約を締結し、鉄道の再建を目指すこととなった。コンセッション契約の締結後、2009 年 MPWT 内に「鉄道局(Department of Railway)」が設置され、国営企業としての「王立カンボジア鉄道(Royal Railway of Cambodia)」は廃止された。

表 1-8 鉄道の設備の状況

項目	北線 (North Line)	南線 (South Line)
長さ (km)	336 km	264km
場所	Phnom Penh – Kampong Chhnang – Pursat – Battambang – Sisophon – Poipet	Phnom Penh -Takeo -Kampot -Sihanoukville
建設年度	1929-1942	1960-1969
営業運転再開	未定	2013

出所 : Infrastructure and Regional Integration Technical Working Group

## (1 2) 労働市場

### 1) 労働者不足と技術力不足

全国の日あたりの雇用者数はカ国内で約 38,000 人から 45,000 人と推定されており、プノンペンでは約 8,000 人から 12,000 人の労働需要がある。現在推定されている非熟練工は 200,000 人弱であることから特に労働者は不足していない。しかしながら熟練工や現場代理人の数が限られており、現場を動かすための十分な人材を集めるのは難しいと国土管理・都市計画・建設省はコメントしている。今後カ国への投資が増えてくると、この問題はさらに深刻になるだろうと予測される。

投資事業者は労働者不足での工事中断を避けるため、労働者確保によるコスト高（賃金レベルは非熟練工 USD150~250、熟練工・エンジニア USD1,000 前後）による予算オーバーを懸念している。さらに労働者の供給は 80%が農業従事者であり、季節労働者として建設作業員になるため、農繁期になると地元に戻ってしまう。そのためプロジェクトの責任者は工事完了するまでの間、作業員を確保できる保証はなく、日雇い労働者はより良いオプションや賃金ベースが高いほうへ移ってしまうのが実状である。

加えて労働者の技術不足も施工会社を悩ませており、職業訓練の必要性は高い。そこで日系会社(2社)が建設業の技能訓練施設の設立計画をしている。専門技能指導員を提供し、カ国内の施工技術向上や研修員による企業内技術伝承システムの確立を目指している。

### 2) 建設資材の輸入頼み

建設に欠かせない資材は、コンクリート（セメント/砕石/砂）やブロックを自国で手配できる以外はほとんどの資材が輸入に頼っている。図 1-6 のように 2012 年にはその金額は 600MillionUS ドルに達し、建設産業の好景気は同様に建設資材扱う会社においても十分な市場としてカ国へのアプローチをしている。但し、輸入頼みは建設コスト全体のアップに

つながら、建設資材メーカーはカ国を生産拠点するか否かについて投資の有無を伺っている。

### 3) 工事安全

前述したように非熟練工は、推定 170,000 人から 200,000 人いるが、その待遇は日雇いであることに変わりはなく、現場内の安全教育は十分に施されていない。2009 年には約 1,500 人の作業員が命を落としており、その後大型プロジェクトの件数が増えていることを考えると事故件数も同様に増えていると想像できるが、ほとんどのプロジェクトが事故届を出していないのが実状であり、その補償体制もない。

労働職業訓練省や国土管理・都市計画・建設省は法律で縛る（労災加入の義務はあるが）には時間を要するため、Prakas(省令)等でその対応を考えているが、検査体制が整っていないことと施工業者にその意識が薄く、安全体制にコストを掛けないことが背景にあり、カ国及び援助機関は早急な対策や援助が必要である。

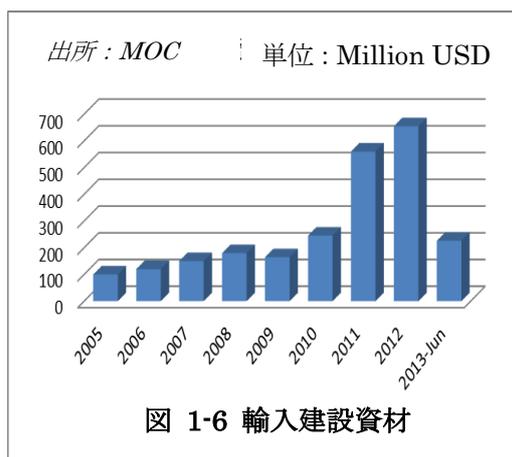


図 1-6 輸入建設資材

### 4) 労働者の特性

カ国の国民性として、一般的には温和で謙虚な人が多く、親日で仏教徒であることから日本人にはとてもなじみやすい。時間にルーズな点など東南アジアで多くみられる特徴もあるが、教育等で改善を受け入れやすい気質もあり、他国での運営に比べて労使関係は良好に保ちやすいと考えられる。

カ国は、これまで外資による労働集約的な縫製業を主要産業として発展してきており、熟練労働者や高い技術力を持つ労働者は少ない。中国やベトナム等の国と比べるとワーカーの生産性は劣るが、「単一な作業を根気よく続けられる」「目がよい」といった評価がされている。識字率は全体で 77.6%程度であり若年層の識字率は増加している状況ではあるが、ワーカーの採用にあたっては読み書きのできない者も多く見られるのが現状である。また健康面が問題となる点は留意が必要である。ワーカー層の生活において衛生環境は決して良いとは言えず、企業独自の基準で健康診断を実施した際に、結核等の感染症が発覚したケースや、職場環境の変化等によって就業時間中に体調不良を訴える労働者が続出したケースもある。賃金は比較的安価な水準ではあるが、カ国特有の留意点として休日が多いことが挙げられる。また労働法上、有給休暇は年間 18 日の取得を認める内容となっている。稼働率を考慮した人件費は、他国と比較した場合に優位性が低下する場合もある。

### 5) 最低賃金の引き上げ

労働職業訓練省は、縫製・製靴の工場作業員向け最低賃金を、現行の 100 ドル（試用期間 95 ドル）から 128 ドル（試用期間 123 ドル）へ 28%引き上げる省令を発表し、2015 年 1 月 1 日から適用されている。

## 1-2. カ国の道路ネットワークと開発課題

### (1) カ国の道路ネットワーク

2005 年に WB が支援をしてから約 10 年の作業により 2014 年 4 月、道路法が施行された。道路法によれば道路管理者については、明確に国道・州道は、MPWT そして地方道は、MRD

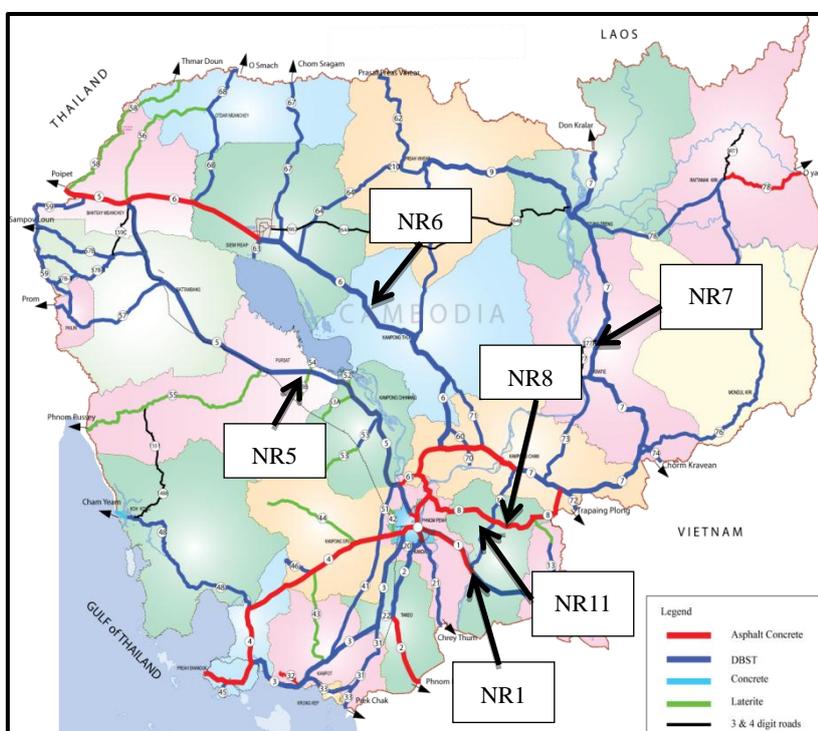
が所管することとなっているが、州道の一部と地方道が混在しており、お互いが管理している地域もある。MPWTの2014年11月の調査によれば、カ国道路網は総延長約54,000 kmあり、その内国道10,907 km（1桁国道2,243 km、2桁国道8,664 km）、州道（3,4桁国道）4,407 kmそして地方道38,931 kmである。

表 1-9 全国道路ネットワーク

道路区分	道路ネットワーク	道路延長(km)	道路管理者
1桁国道	9路線	2,243.5	MPWT
2桁国道	146路線	8,664.3	
州道	236路線	4,407.2	
小計	391路線	15,315.0	
地方道		38,931.0	MRD

出所：MPWT,MRD

また舗装率は1桁国道については100%（ACまたはDBST）であるが、州道については、10%程度であり、未だ低い水準である。今後も道路輸送は、最もシェアの高い交通手段としてカ国経済活動の中心を占めることは予想されており、NSDP(2014-2018)によれば2桁国道の舗装率を現在の50%→90%にする目標を定めている。このように道路状況の改善を含め、道路のネットワーク整備にかかる期待は大きい。これまで国道を始め



出所：MPWT

図 1-7 全国道路ネットワーク舗装状況

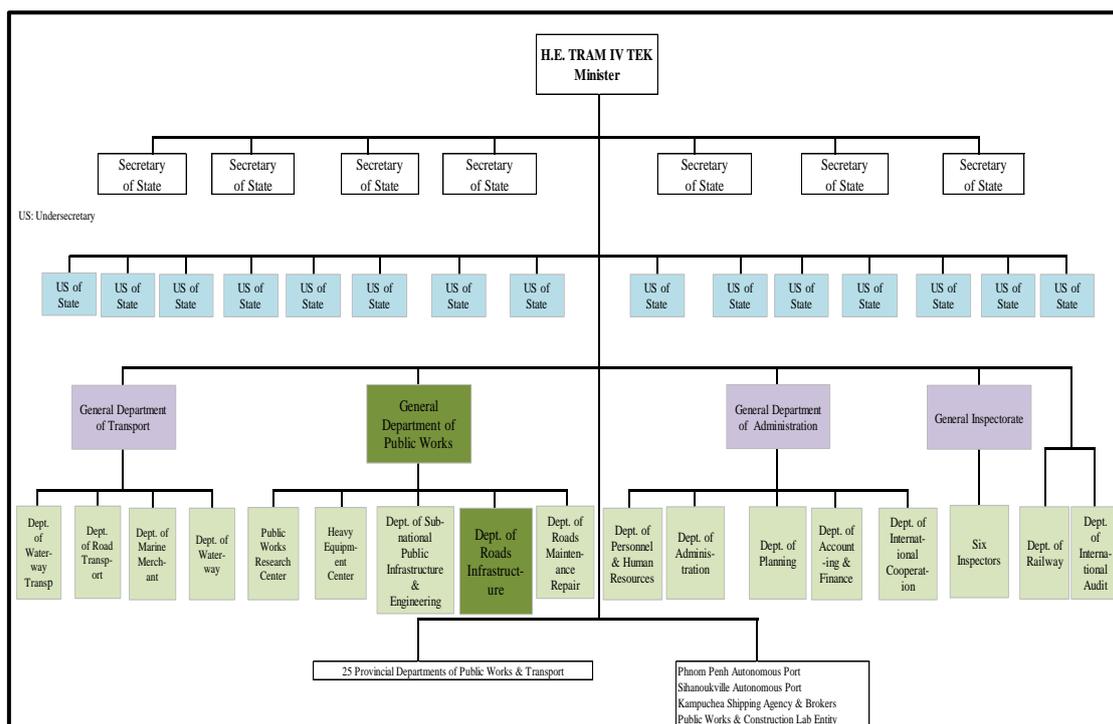
とする整備は、順次2006年にJICAで実施した「全国道路網調査」を基礎に、2013年に修正道路網整備計画（目標年次2030年）に基づき進められている。

## (2) 道路行政

### 1) 国道道路管理者 (MPWT)

MPWTは、前述の道路法に基づきカ国の高速道路（将来）、国道及び州道を管理している。新設道路の建設のみならず維持管理事業そして交通安全についても責務を負い、自国資金での整備だけでなく他の資金（ドナー資金等）において投入され整備された道路についても管理をしなければならない。図1-8はMPWTの組織である。本調査に関係のある部局は、

色分けしたように公共事業総局の管理下である RID である。



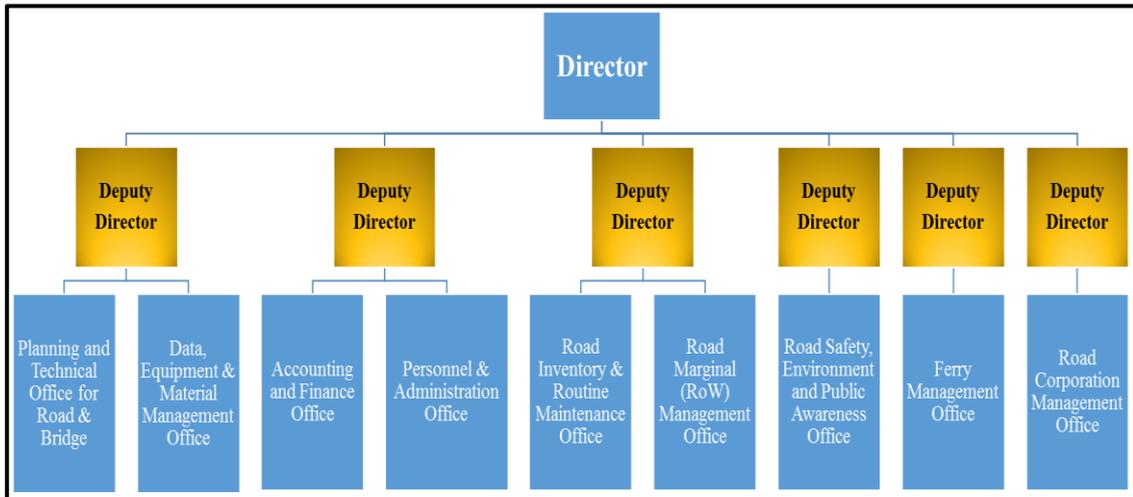
出所：MPWT

図 1-8 公共事業運輸省(MPWT) 組織図(2014)

## 2) 道路整備局(RID)

本調査ではカウンターパート候補として、RID を選定した。RID は自国資金で実施する道路・橋梁事業の新設工事及び維持管理事業を担当している。調査開始時に、本調査の目的等のプレゼンを実施し、カ国の課題について共有することができ、調査期間内における全面協力を取り付けた。エクセルの理解を深めてもらうため、今回持ち込んだエクセルの試験施工に同行をしてもらい、また事後モニタリング調査にも今後の整備についての議論を交わしながら効果を共有した。RID の Nay Chamngang Director からは安価での製造を望まれ、またこちらから将来の簡易・緊急補修材としての活用の検討をお願いした。

図 1-9 に RID の組織表並びに主な部署の機能を示す。



出所：MPWT

図 1-9 道路インフラ部(RID)組織図

RID は、1998 年 3 月 3 日付の省令番号 14 の条項 12 に機能と役割が述べられているとおり公共事業総局の指揮下にある。

MPWT の機能は、道路、橋梁及び水運を含めた運輸交通のインフラ全般についての計画、実施、維持管理そして民間団体へのライセンスの発行等に責任を持つ。その中で RID の位置づけは大きく、次の役割を担う。

- i) 道路と橋梁に関する維持管理計画を作成する。
- ii) 道路、橋梁及び水運事業の工事管理と調整をする。
- iii) 道路及び橋梁の補修と維持管理に関して、技術的な見地により地方自治体と DPWT の管理と調整をする。
- iv) DPWT から技術的な報告を 1 か月、3 か月、半年、9 カ月、年次を受ける
- v) 公共事業総局と MPWT からの直接任務の遂行をする。

そして RID はその役割を遂行するために以下の 9 つの部署を有する。

- i) 道路/橋梁計画・技術支援課
- ii) データ・資機材管理課
- iii) 会計・財政課
- iv) 人事管理課
- v) 道路/橋梁のインベントリー及び日常維持管理課
- vi) 道路工事エリア管理課
- vii) 交通安全・環境・住民啓蒙課
- viii) 水運管理課
- ix) 民間インフラ事業者管理課

以下に本調査に関係する課の職務分掌を示す。

・道路/橋梁計画・技術支援課

- i) 資料の収集、必要な作業計画、技術支援、資機材の準備及び課の予算計画の作成
- ii) 管理下にあるプロジェクトの監理、監督及び必要に応じて計画変更の提案と指示
- iii) 国道と高速道路及びフライオーバーの基本計画作成
- iv) 道路建設と維持管理事業及び水運事業の年間計画作成

- v) MPWT の年間整備計画、道路/橋梁投資プロジェクト（ドナーを含む）のリスト作成及び維持管理事業の技術と保全方法の作成
  - vi) MPWT の上席者への定期報告と緊急補修事業に対する緊急報告書の作成
  - vii) 技術データシステムの準備、管理及び実施プログラムの設定
  - viii) 維持管理事業に係る技術図書の監修及び監査・評価システムの実施
  - ix) MPWT の技術図書に基づいたプロジェクト実施の監督
  - x) 道路と構造物（橋梁や排水溝）のインベントリー調査及び補修方法/手段の選択
  - xi) 各ドナーからの支援プロジェクトへの参画、調整及びプロジェクト実施の監督
  - xii) DPWT と MPWT 及び民間企業が実施した道路と橋梁のプロジェクトについての検査
  - xiii) 技術的な考察と技術図書の管理
  - xiv) 1 か月、3 か月、半年、9 か月、一年毎の定期報告書作成
  - xv) Director によって割当られたまたは命令された他の任務
- ・道路/橋梁のインベントリー及び日常維持管理課
    - i) 年次道路維持管理計画の作成と更新及び建設と費用の質の向上のための適切な意見のとりまとめ
    - ii) 道路建設に係る資機材と課の所有物の管理及び道路インフラ開発に係る計画作成支援のための図表の作成と毎年の更新
    - iii) 作業基準に従った予算、人員及び資機材プログラムの年間計画と戦略の作成
    - iv) 決められた維持管理事業の実施プロジェクトの報告書作成及び検査報告書の作成
    - v) 決められた維持管理事業の現場監査、評価及び必要書類の保有
    - vi) 自然災害や気候変化を受けやすい道路インフラデータを記録するため、MPWT、関連研究所及び各ドナーとの連携と調整
    - vii) 道路インベントリー調査の実施及び道路保守手法の研究
    - viii) 1 か月、3 か月、半年、9 か月、一年毎の定期報告書作成
    - ix) Director によって割当られたまたは命令された他の業務

### (3) 道路状況調査

本調査チームはカ国の道路事情を理解するため、主に 1 桁国道について 2015 年 3 月 28 日から 2015 年 4 月 8 日に目視による走行調査並びに道路の状況調査を実施した。

#### 1) 国道 1 号線

国道 1 号線は、プノンペン市街（モニボン橋）から約 4 km(ワットプノンから約 12 km)地点間の舗装は DBST の損傷が進行している。舗装はその 4 km 区間を過ぎると DBST あるいは DBST 上に AC が敷設されており、平坦性（乗り心地）および状態がその他の 1 桁国道と比較して最良である。ただ、一部区間にバイク等の走行帯との区画分けにブロック状の突起があり夜間走行等では視認性が悪く危険であると思われる。

また、旧フェリー乗り場方面道路の分岐からつばさ橋を過ぎた新設区間を超えた 1 号線は、DBST の状態も良好である。しかし、つばさ橋までの区間と比較するとやや平坦性が低下する。



1号線の道路状況（モノボン橋から約3km）



舗装破損進行状況（モノボン橋から約3km）



舗装状況（DBST上にAC舗装）



舗装状況（DBST上にAC）



つばさ橋の舗装状況



DBSTの状況(つばさ橋から約5kmベトナム側)

## 2) 国道5号線

プノンペン近郊は往来が激しく渋滞もかなり多く見られ、中国ファンドのプロジェクト舗装場所は、舗装自体がなくなり碎石だけの場所も多く見られた。郊外の国道5号線は、片側1車線で信号もなく渋滞も起こらず、平坦性も良く、交通状態はスムーズに流れている。また、大部分の道路がDBSTの舗装であり、今後円借款で整備するプロジェクト工区は、現在のところ舗装状況は、ほとんど損傷がなく良好な状態であった。但し、バタンバンから6号線の分岐までの舗装は、部分的に相当な損傷が進行していた。



5号線の都市部(AS舗装)から郊外DBSTの境界



5号線の郊外 (DBSTの側面の状況)



5号線のDBST全面損傷状況



5号線の状況



5号線の舗装の損傷状況



5号線と6号線の分岐付近の状況

### 3) 国道6号線

国道6号線の内、6Aはプノンペン市街(チュルイ・チョンバー橋)を抜けるとDBSTの上にACによる改修工事が進んでいる。国道7号線との分岐からのシムリアップ方面では、拡幅工事に伴う路床部分は、40cm大のグリ石を敷設し、その上にラテライトおよび路盤材を敷均し、ACにて施工されていた。



6A 号線 4 車線部の AC 舗装工事の状況



6A 号線 (プノンペン～約 60km 先) -1



6A 号線 (プノンペンから約 60km 先) -2



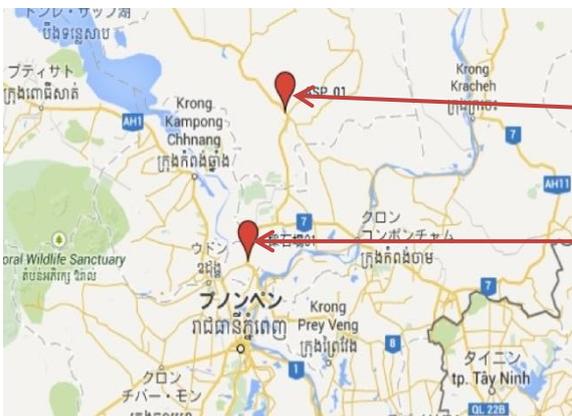
舗装工事の状況(7 号線分岐から先)



6 号線拡幅部の路床の状況



拡幅部のラテライトによる路盤状況



アスファルトプラントと採石場の場所

アスファルトプラント\_01 : プノンペンから約 120km

採石場 01 : プノンペンから約 50km

#### 4) 国道 7 号線

国道 7 号線は、国道 6A の拡幅箇所とは異なり、DBST の 4 車線部は破損箇所が少ない。またプノンペン側からコンポンチャムを越えた国道 11 号線の分岐までの道路は、損傷箇所が見受けられるが、整備は実施されていない。



7 号線対面 2 車線区間の舗装



コンポンチャム市街入口 (7 号線)



7 号線コンポンチャム郊外部の DBST



きずな橋の橋面の状況 (7 号線)

#### 5) 国道 8 号線

国道 8 号線は、全般的に AC 舗装であるが、チップシールによる補修箇所が点在しており、破損箇所が多い。また補修は、チップシール以外の方法として、路盤材を敷均した補修施工箇所も存在している。現在 ADB でリハビリテーションの FS が実施されている。



路盤材の敷均し補修状況



8 号線の 6A との交差点

6) 国道 11 号線

国道 11 号線は、一部排水改良等の工事区間はあるものの、下記の写真のように他の道路と比較しても損傷箇所等が少ない。舗装は、DBST である。



7 号線分岐より 8 号線方面へ約 5km の 11 号線

7 号線と 8 号線の間付近の 11 号線

表 1-10 目視評価一覧

Road NO.	PK	平坦性	舗装状態	補修状況	線形	摘要
NR.1	0 - 12	×	△-×	×	△	橋から先-12k 間
	12 - 65	◎	○	○	◎	つばさ橋まで
	65 - 75	△	○	○	△	つばさ橋改良区間から先の NO.11 分岐
NR5	0 - 41	×	×	○	△	ウトンまで(改良区間)
	41 - 96	○	○	○	△	コンボンチュンまで
	96 - 295	○	○	○	○	バットンバンまで
	295 - 370	△~×	△	×	△	NR.6 分岐まで
NR.6	0 - 76	○	○	○	○	6A 区間
	76 - 291	△	×	○	△	NR.7 分岐から改良区間あり
	291 - 333	△	○	○	△	カンポットシェムリアップまで
	333 - 550	×	△	△	×	シェムリアップから NR.5 の分岐まで
NR.7	76 - 106	○	○	○	△	NR.6 の分岐からコンボンチュンまで
	106 - 122	△	△	△	△	コンボンチュン(きずな橋)先から 11 号分岐
NR.8	26 - 73	△~×	×	△	×	11 号分岐から 6A の分岐

出所：JICA 調査団作成

※段階 ◎最良 : ○良 : △どちらでもない : ×不良

(4) 道路分野の開発課題

カ国では、2000 年以降ドナーからの支援を受けつつ道路や橋梁等の運輸交通インフラ整

備が行われている。近年の経済発展に伴う急激な交通量の増加や過積載等の違法車輛の往来により、これまでに整備された交通インフラ（特に道路）の損傷が激しくなっており、ドナーの支援で主要幹線道路の改修が区間ごとにプロジェクト単位で実施されている。また雨季時のポットホールの発生や洪水等の天災による道路損傷に係る維持管理事業や補修工事は、MPWT の担当部署が管理・補修を実施しているものの、自国予算の制限や人材の制約によってオンタイムでの道路の補修工事が追いついていない状況であり、国家交通安全委員会からの聞き取り調査によれば交通事故多発の要因の一つになっている。

このような状況の下、カ国の主要幹線道路の整備は各ドナーの支援が続いているが、維持管理事業については、自国資金で進められている。次の表は道路関連事業（橋梁を含む）の国家予算の推移を示めており、2011 年頃から予算は 100million 前後で大きな変化はない。しかしながら維持管理システムの欠如（データの集積と分析が一体化されておらず、毎年の維持管理計画に反映されない）や修繕の分類と工法の選定等に課題を抱えており、道路の寿命に影響を及ぼしている。また近年はアスファルト舗装の寿命が過積載等で短いこともあり、コンクリート舗装に打替えている箇所が都市部周辺で多く見られる。



表 1-11 道路維持管理予算の推移

(単位：Million USD)

予算項目	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年
日常維持管理(Chapter61)	15.75	20.00	23.00	37.50
定期維持管理(Chapter61)	32.50	37.50	27.00	12.50
新設工事(Chapter21)	51.25	51.25	61.25	61.25
洪水補修費(Chapter61)	23.75	0.00	0.00	—
緊急対策費(Chapter61)	4.00	5.00	12.50	12.50
合計	127.25	113.75	123.75	123.75
定期補修の内、AC 及び DBST の延長(km)	129	119	99	—

出展：MPWT(2015 年は予測値)

表 1-11 のとおり、ハードにおける整備は十分な資金ソースは確保しているものの、システムを始めとしたソフト分野の課題（既存 Standard Guideline を始めとした技術図書が活用されていない）を未だ抱えているのが実状である。以下に開発課題を総括し、それに対するカ国の政策的強化項目そしてそれに応える我が国の援助方針を示した。

### 道路分野の開発課題

- 適切でタイムリーな道路維持管理が施されず、非効率な事業実施をしている。  
(軽微な損傷の状態でも補修をせずに、雨季明けを待ち、損傷が大きくなってから補修を実施するためにコスト高になる)
- 天災や過積載車両の往行による道路の損傷が激しく、また道路維持管理システムが定着しておらず、道路の寿命が短い。  
(損傷データから補修工法の選定に標準化が計られていない)
- 舗装機械やアスファルト等の石油製品を周辺国からの輸入に依存しており、維持管理/道路整備に係る費用が高い。



### カ国の認識

- 維持管理システムの確立と過積載車両の罰則強化
- 道路法を始めとした法制度そして品質管理や交通安全に係る技術図書の順守
- 民間を活用し道路整備の検討



### 対カ国 国別援助方針 (2012年)

大目標：着実かつ持続可能な経済成長と均衡のとれた発展

中目標：経済基盤の強化「経済インフラの整備」

地理的にメコン地域の中心に位置し、開発効果が高く経済活動の基軸となっている南部経済回廊を中心とした道路ネットワークの整備

## 1-3. カ国の道路開発計画

### (1) 道路開発計画

MPWT は、NSDP (2014~2018)に従い、今後 5 年間でドナーによる協力を中心に 3,500km の道路整備計画を打ち出している。また拡大する交通需要に則り、1 桁国道の全線 AC 舗装化(DBST→AC)、2 桁国道の 50%の AC 化及び 90%の舗装化を計画している。加えて都市周辺地域及び主要国道の 4 車線化も NSDP に記載され、整備方針は、1) 1 桁国道の中心都市を基軸とした Multi Growth Pole の強化、2) 国家統合に資する整備、3) 国際回廊とその地域発展、4) 農業の発展及び貧困削減、5) 経済成長回廊開発の強化、6) 観光事業振興、を掲げている。

このような整備方針に従い、MPWT は 2030 年を目標年次とした修正道路網整備計画を策定した。



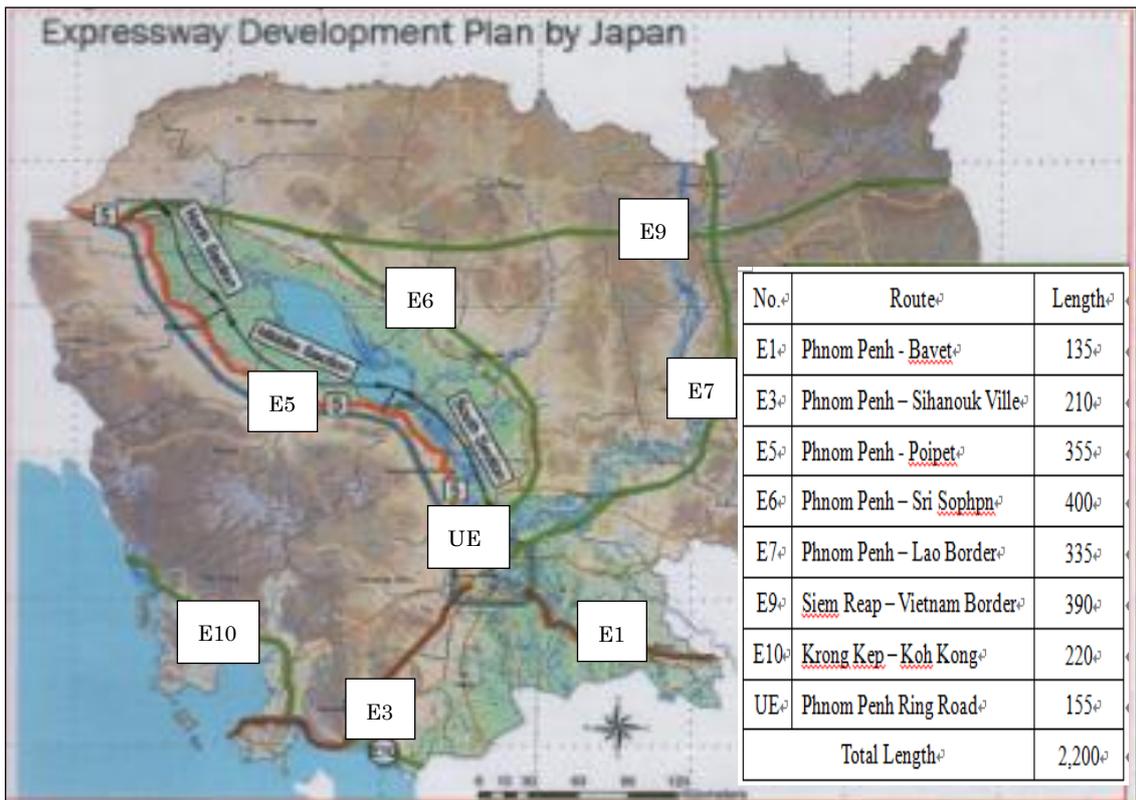
出所：MPWT

図 1-10 道路網整備計画(2030年)

ADB が中心となって推進している大メコン圏地域戦略の提唱(The Greater Mekong Subregion Economic Cooperation Program Strategic Framework, 2012-2022) は、カ国にも大きく影響をしており、とりわけ域内の道路リンクの重要性がクローズアップされている。一方で 2015 年のアセアン統合に向けた動きは活発で、既にカ国は 1995 年地域交通フォーラムで提唱された越境交通協定に 2001 年に署名し、同協定に基づき 17 の付属書類と 3 の議定書に従い、全ての承認(Ratification)を終了している。

このような域内の大きな動きに呼応して、MPWT は 2014 年、高速道路網計画を発表した。

(図 1-11 参照) 高速道路網建設は外国投資を呼び込み、迅速で安心・安全の製品輸送ができることで市場拡大をもたらし、域内の発展的戦略に合致したものである。



出所：MPWT

図 1-11 高速道路網計画

最初の路線計画は南部経済回廊に着目し、バンコク～プノンペン～ホーチミン、3大都市の連結を考慮し、具体的なルートとして、プノンペン～ベトナム国境（バベット）区間(E1)について「プノンペン～バベット高規格幹線道路整備事業協力準備調査」が2015年からJICAは開始した。



出所:MPWT

図 1-12 プノンペン～バベット高速道路計画

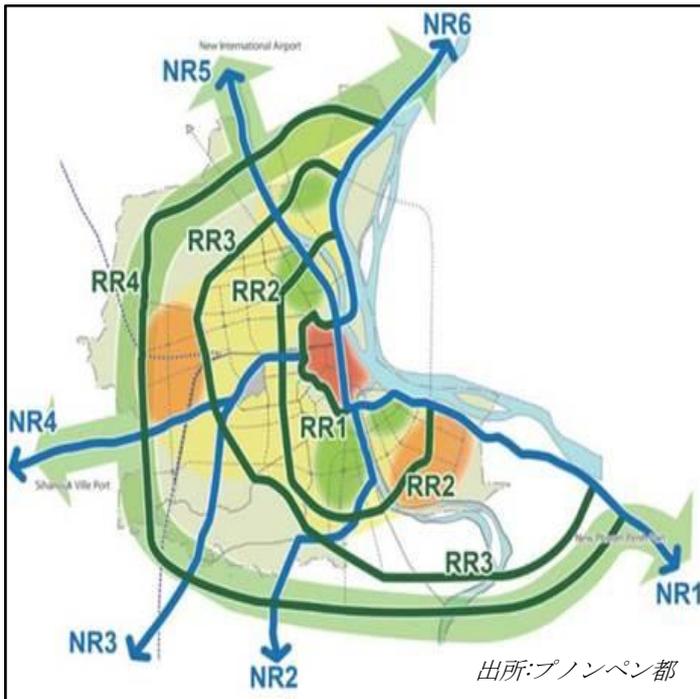


図 1-13 プノンペン周辺リングロード

またプノンペン周辺の道路整備も喫緊の課題となっている。プノンペン市内の交通量増加や日中の大型車の進入規制に対応するため、リングロード建設が計画・実行されている。左図 1-13 は 2014 年に JICA が実施した「プノンペン市都市交通計画プロジェクト」に記されている。既に RR1(St.271) と RR2 の一部は機能・供与しているが、RR2 の一部及び RR3 さらに RR4 は建設中または計画中となっており、リングロードの役割は東西、南北の物流に多大な影響を及ぼすため、早期実現が要望されている。

同時に MPWT は進んでいく道路整備と周辺開発に対応するために、技術者発掘と能力向上に乗り出している。現在の体制では高速道路計画のみならず国道 5 号線（全線円借款）の建設や全国橋梁の点検作業に現有の人材で複数のプロジェクトに対応することは困難である。そこで技術研究所(Institute)の設立を目指し、国際規格基準に対応できる技術集団を作ること尽力している。また職業訓練施設を作り、広く知識と技術力の標準化を計ろうとしている。そのために MPWT の職員からのリクルートだけでなく、学校や民間コンサルタントに対し、MPWT への人材登録制度を呼びかけることも考えており、産官学の連携で道路行政に取り組もうとしている。

(2) 国道の整備状況

次表 1-12 は 1 桁国道の整備履歴を記し、さらに今後の整備予定を示した。今後の道路投資は NSDP に謳われているとおり、大きなマーケットであり、提案企業にとってもアスファルト需要の拡大という点で追い風であり、さらには整備後の維持管理事業への参入を覗むことができる。

表 1-12 1 桁国道の整備現況

区 間	延 長	幅 員	舗装タイプ	備 考	
国道 1 号線					
1	Phnom Pen – Monivong Bridge	5 km	(2 車線+バイク) x 2	AC	プノンペン市内
2	Monivong Bridge – 4km 地点	4 km	2 車線 x 2	AC (9cm)	日本の無償資金で 2015 年より整備予定
3	4km 地点 – Neak Loeng	52 km	(1 車線+バイク) x 2	AC (9cm)	日本の無償資金で整備(2011)
4	Neak Loeng Bridge	-	(1 車線+バイク) x 2	-	日本の無償資金で橋梁建設
5	Neak Loeng – Bavet	107 km	1 車線 x 2	DBST	ADB により整備

区 間		延 長	幅 員	舗装タイプ	備 考
					済み(2004) RAMPにより定期 補修(2013)
国道 2 号線					
1	Kbal Thnal—Ta Khamau	6 km	(2 車線+バイク) x 2	AC (10cm)	プノンペン市内及 びタクマオ市内
2	Ta Khamau—Takeo	63 km	1 車線 x 2	DBST	ADB により整備 (2001) 韓国により改良事 業 FS 実施(2012)
3	Takeo—Phnum Den	52 km	1 車線 x 2	AC (5cm)	日本の見返り資金 で整備(2006) RAMPにより定期 補修(2014)
国道 3 号線					
1	Phnom Penh—Chom Chao	12 km	(2 車線+バイク) x 2	AC (10cm)	プノンペン市内
2	Chom Chao—Kampot	137 km	1 車線 x 2	DBST & AC	韓国により整備 (2011)
3	Kampot—Trapang Ropaou	33 km	1 車線 x 2	DBST	ADB により補修 (2014)
4	Trapang Ropaou—Veal Renh	32 km	1 車線 x 2	DBST	WB により整備 (2006), ADB によ り補修(2014)
国道 4 号線					
1	Chom Cho—25km 地点	13 km	2 車線 x 2	AC (10cm)	USA により整備 (1996) 民間会社により維 持管理実施中
2	25km 地点—45km 地点	20 km	2 車線+1 車線	AC (10cm)	USA により整備 (1996) 民間会社により維 持管理実施中
3	45km 地点— Sihanoukville	181 km	1 車線 x 2	AC (10cm)	USA により整備 (1996) 民間会社により維 持管理実施中
国道 5 号線					
1	Phnom Penh—Kompong Chhnang	91 km	1 車線 x 2	DBST	自国資金で整備 (2003)
2	Kompong Chhnang— Sisophon	261 km	1 車線 x 2	DBST	ADB により整備 (2004)
3	Phom Penh—Prek Kdam	30 km	1 車線 x 2	AC (9cm)	中国により拡幅実 施中(2 車線+バイ ク x 2)
4	Prek Kdam—Thlea Maorm	139 km	2 車線 x 2	AC	日本により整備予 定(2019)
5	Thlea Maorm — Battambang	123 km	2 車線 x 2	AC	日本により整備予 定(2020)
6	Battambang—Sisophon	68 km	2 車線 x 2	AC	日本により整備予 定(2018)
7	Sisophon—Poipet	47 km	(1 車線+バイク) x 2	AC (7cm)	ADB により整備 (2008)

区 間	延 長	幅 員	舗装タイプ	備 考	
国道 6 号線					
1	Phonom Penh－Skun (6A)	74 km	1 車線 x 2	AC	日本により整備 (1999)
2	Cheung Prey－Ro Lous	185 km	1 車線 x 2	DBST	ADB 及び WB に より整備(2006)
3	Phonom Penh－Angkrong	288 km	2 車線+1 車線	AC	中国により整備中 (2015)
4	Siem Reap－Bakong Temple	15 km	1 車線 x 2	AC	日本により整備 (2001)
5	Bakong Temple－ Sisophon	100 km	1 車線 x 2	AC	ADB により整備 (2008)
国道 7 号線					
1	Skun－Chob	55 km	1 車線 x 2	AC	日本により整備 (2003)
2	Chob－Kratie	205 km	1 車線 x 2	AC	ADB により整備 (2004) ADB に より定期補修中
3	Kratie－Trapang Kriel	196 km	1 車線 x 2	DBST	中国により整備 (2007)
国道 8 号線					
1	Prek Ta Mak－Krek	127 km	1 車線 x 2	AC (5cm)	中国により整備 (2011)
2	PK2 - PK100	98 km	1 車線 x 2	AC (5cm)	RAMP にて 2016 年から維持管理予 定
国道 9 号線					
1	Tbaeng Meanchey－ Thealaborivat	142 km	1 車線 x 2	AC (5cm)	中国により整備 (2015)

出所：JICA カンボジア国全国道路網整備計画に係る基礎情報調査（2012）及 RID

注：□ は、今後の整備路線

### （3）道路の設計・施工時の技術図書

現在 MPWT は、以下の表 1-13 に示した技術図書を参考に道路建設及び維持管理事業を実施している。特に自国資金で実施している維持管理事業については、表の内、19 及び 20 に示された Standard Guideline と Regulation に基づいており、その Standard Guideline に則り定期維持管理事業については各々工事報告書が作成されている。2009 年から 2012 年まで実施された JICA「建設の品質管理強化プロジェクト」（技術協力プロジェクト）によればその報告書は MPWT のデータベースに収納されることになっている。

表 1-13 道路事業及び維持管理事業の設計・施工に関する技術図書

	技術図書（基準及びガイドライン）
1	Law on Road (2014)
2	Road Design Standard Part 1,2 & 3
3	Bridge Design Standard
4	Standard Traffic Control Devices
5	Construction Specification (2003)
6	Guideline for Supervision of Routine Maintenance (2008)

7	Guideline for Repairing Defects of Roads (2008)
8	Guideline for Regular Inspection and Regular Inspection Report (2008)
9	Guideline for Supervision or Periodic Maintenance (2008)
10	IB Performance Evaluation Form (2008)
11	Compact Construction Material Specification for Maintenance & Construction of Road and Structures
12	Basic of Technical Standard for Public Works
13	AASHTO / ASTM
14	JIS
15	AS (Australia Standard)
16	BS (British Standard)
17	NZS (New Zealand Standard)
18	NF /EU (France Standard / Europe Standard)
19	Standard Guideline (2010)
20	Regulation (2010)

出所：MPWT

#### 1-4. 対象国の道路分野における ODA 事業の先行事例分析及び他ドナーの分析

##### (1) 我が国の ODA 事業の先行事例分析

2005 年以降に終了した主な道路分野に係るプロジェクトは、表 1-14 のとおり、無償資金協力が 3 件、開発調査(準備調査を含む)が 4 件、技術協力プロジェクトが 3 件である。また継続中のプロジェクトは、有償資金協力(円借款)が 2 件、無償資金協力が 3 件、技術協力が 1 件であり、計画中は、有償資金協力が 1 件、協力準備調査が 1 件である。終了した無償資金協力での供与額は、JICA のホームページによれば合計で 204 百万余ドルに上っている。

上記のようにカ国における ODA 事業では、本案件と関係が深い道路調査、道路建設・改修、橋梁の案件が多く割合を占めている。

表 1-14 ODA 案件実施状況

時期	援助方式別	内容
実施済み	無償 (204.73million)	主要幹線道路橋梁改修計画 (9.96million) 国道 1 号線改修計画 (1-3 期) (75.37million) ネアックルン橋梁建設計画 (119.40million)
	開発調査	橋梁改善調査プロジェクト 全国道路網調査 プノンペン都総合交通計画プロジェクト 国道 5 号線整備事業準備調査
	技術協力	プノンペン市都市交通改善プロジェクト 建設の品質管理強化プロジェクト 住民移転のための環境社会配慮能力強化プロジェクト
継続中	有償	国道 5 号線改修計画 (バタンバン-シソボン間) 国道 5 号線改修計画 (南区間：プレックダムスレアマム間)
	無償	国道 1 号線改修計画 (4 期) チュルイ・チョンバー橋改修計画 プノンペン都交通管システム導入計画準備調査

	技術協力	道路・橋梁の維持管理能力強化プロジェクト
具体化の段階	有償	国道5号線改修事業（中央区間：スレアマーム-バツタンバン間）準備調査
	協力準備調査	プノンペン-バベット高規格幹線道路整備計画

出所：MPWTのデータに基づき JICA 調査団作成

## (2) 他ドナーの分析

MPWTで作成した Investment Projects of Civil Works によれば 2005 年以降で終了した案件では、中国が 18 件（借款）、韓国が 2 件（借款）、タイが 4 件（借款および無償資金協力）、ベトナムが 1 件（借款）である。

銀行や国際機関では、ADB と OPEC、ADB とオーストラリア、WB・オーストラリア・ADB・OPEC、WB と IDA のそれぞれの共同借款、ADB 及び WB の単独の借款が行われた。継続中の案件では、中国が 10 件で借款が多く、韓国は 3 件で主に借款、ベトナムは借款である。WB とオーストラリアは共同借款など複数の案件がある。具体化の段階の案件では、中国が 16 件（判明しているのは 11 件が借款、金額 905 百万ドル）、韓国が 2 件（合計 87 百万ドル、道路建設）、銀行とオーストラリアの共同案件がある。計画中の案件では、中国が 6 件（すべて借款、合計 425 百万ドル、道路建設）と韓国が 9 件（すべて借款、合計 460 百万ドル、排水溝プラントや道路の建設）、ハンガリーが 1 件（15 百万ドル、橋梁建設）ある。

2005 年以降の終了案件及び継続中の事例の詳細は以下のとおりである。

表 1-15 他ドナーの道路分野における援助

時期	国名	件数	援助方式別件数	金額 (百万ドル)	内容
2005 年以降の終了案件	中国	18	借款:16 (不明 2 件)	425	道路建設 12 件、道路改修 3 件、橋梁 2 件、港湾 1 件
	韓国	2	借款：2	58	道路建設
	タイ	4	借款：2	54	道路建設
			無償：2	10	道路建設及び橋梁
	ベトナム	1	借款：1	25	道路建設
	* 1	1	借款：1	77	道路建設
	* 2	1	借款：1	75	洪水損害緊急復興プロジェクト及び南部海岸回廊における道路改修プロジェクト
	* 3	1	借款：1	48	再舗装と関連事業のプロジェクト
	* 4	1	借款：1	14	道路舗装
ADB	2	借款：2	10	橋梁と排水溝の建設	
継続中	中国	10	借款：6	344	橋梁案件が多い
	* 5	1	借款：1	63	道路舗装と関連作業プロジェクト
	韓国	3	主に借款	56	斜面と排水路整備
	ベトナム	1	借款：1	35	橋梁建設

具体化 の段階	ADB	1	借款：1	106	道路維持管理事業、5路線
	ADB/ 韓国借 款				地方道整備

出所：MPWT 及び JICA 調査団作成

- \* 1 : ADB と WB 共同
- \* 2 : ADB とオーストラリアの共同
- \* 3 : WB とオーストラリア、ADB、OPEC の共同
- \* 4 : WB と国際開発協会 (IDA) の共同
- \* 5 : WB とオーストラリアの共同

以上のように道路建設が多く、完成後の道路補修や維持管理が見込まれることから、製品の活用が期待される。

#### 1-5. 対象国のビジネス環境の分析

##### (1) カ国建設産業の位置づけ

MEF 推計では 2014 年の実質 GDP の想定値の伸び率は 11.5% と大幅に伸びている。とりわけ工業分野の発展は堅調でけん引している繊維産業と共に建設業も GDP のシェアを拡大し、その成長に陰りはない。

表 1-16 経済概況

単位：Million USD

産業別分野	2012 年 (実質)		2013 年 (予測)		2014 年 (想定)	
	金額	%GDP	金額	%GDP	金額	%GDP
農林水産業	4,750	33.5%	4,973	32.3%	5,360	31.2%
－農業	2,843	20.1%	2,972	19.3%	3,198	18.6%
－水産業	1,014	7.2%	1,093	7.1%	1,184	6.9%
工業	3,256	23.0%	3,654	23.8%	4,321	25.2%
－繊維	1,395	9.9%	1,493	9.7%	1,832	10.7%
－建設業	935	6.6%	1,127	7.3%	1,317	7.7%
サービス業	5,352	37.8%	5,878	38.2%	6,501	37.9%
－観光	654	4.6%	760	4.9%	872	5.1%
名目 GDP と伸び率	14,051	8.9%	15,191	8.5%	16,943	11.5%
1人当たりの GDP と伸び	973USD	6.8%	1,036USD	6.5%	1,139USD	10.0%
インフレーション	2.9%		3.0%		3.5%	

出所：MEF

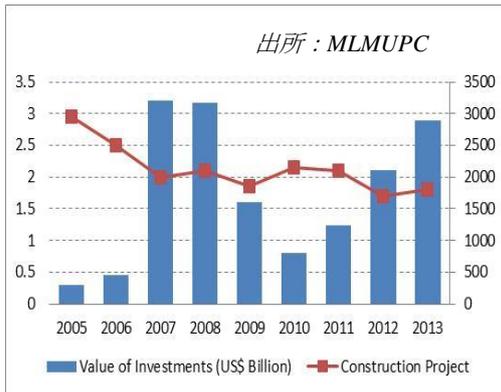


図 1-14 建設投資額と件数

図 1-14 のとおり、提案企業に関わる建設産業の市場規模はここ 5 年で倍増しており、そのプロジェクトの件数は年間 1,500~2,000 件に及び、1 件当たりの規模も大型化している傾向にある。市場規模の拡大は、日本を始めとする ODA 事業（特に土木は道路事業）であるが、近年は国内外の民間投資も目立っており、住宅を始め、ショッピングセンターや経済特区(SEZ)に進出する工場などの件数は堅調に伸びている。

こうした建設環境の中、カ国現地建設会社は 2011 年に建設業協会を発足し、2015 年のアセアン統合を控え、国際基準の品質への向上を目指し、技術力アップのため切磋琢磨している状況である。その代表的な会社として OCIC（オリンピックシティ等数々の商業ビル工事）、Ly Chhuong（道路を中心とした大型工事）そして Muhibbah Engineering（プノンペン空港の延伸工事等）があり、この国の建設会社をけん引している。

一方で日系建設会社は、日本商工会議所に登録している建設部会 29 社（2014 年 11 月時点）の内、設備会社を含め 18 社が活動している。カ国は建設業種に対して外国企業からの規制はなく、地元企業と同条件下で実務することが可能である。但し、建設業の場合は会社登録の他に建築業ライセンスを取得する必要がある。特に煩雑な手続きはなく時間的な余裕を考慮すれば建設業としてのスタートは比較的容易である。現在多くの日系建設会社は、ODA（特に日本の無償資金協力）を足掛かりに日系製造業の工場建設に携わるケースか、日系製造業や日系デベロッパーの民間建築に特化して営業活動を展開しているケースに分類される。

また他産業を含めた投資について、2013 年 JETRO によるカ国の日系企業へのヒアリング・アンケート（対象 29 社）によると、投資環境上の課題及びメリットとして挙げられている項目は、次表 1-17、1-18 のとおりである。

表 1-17 カ国への投資課題

	課題	課題として挙げた割合
1.	法制度の未整備・不透明な運用	72%
2.	インフラ（電力、物流、通信など）の未整備	65%
3.	人件費の高騰	48%
3.	労働力の不足・人材採用難	48%

出所: JETRO

表 1-18 カ国への投資メリット

	メリット	回答数
1.	市場規模・成長性	55%
2.	安定した政治・社会情勢	33%
3.	言語・コミュニケーションの障害の少なさ	18%
3.	税制面でのインセンティブ	18%

3.	投資奨励制度の充実	18%
----	-----------	-----

出所：JETRO

(2) カ国の道路に係る建設需要

2010年より実施している Road Asset Management Project (WB/ADBの資金)の提案を反映し、今後MPWTは日常補修及び定期補修を始め、道路事業について Contract out (外注方式)の方針を打出しており、潤沢に推移している自国維持管理予算に対し、民間施工業者に受注のチャンスがある。この外注方式についてADB資金の道路事業に性能規定型メンテナンス契約 (Performance Based Maintenance Contract, PBC)を導入し、2016年に入札が行われる予定である。現地企業は、MPWTの要求する技術基準に規定されている品質管理を十分に果たせる環境がなく、提案企業の総合的な維持管理システムは十分に競争になると考えている。

一方、カ国の道路投資は、各国のドナーの援助が欠かせない。道路ネットワークの整備は日本を始め、WB/ADB等の各国のドナーの援助により、2030年まで継続した道路投資が見込まれる。(前項表1-15の各ドナーの動向)施工業者は、中国を始め、タイ、ベトナム、韓国の施工業者がしのぎを削っている状況であるが、WBやADBの入札には技術提案も審査の対象になっており、現状のアスファルトの寿命を考慮すれば、技術提案やQA/QCの導入による寿命の延伸策を提案することは受注に結び付けることが可能である。

また地方道を管理するMRDも2011年から農道をラテライト道路からDBST道路への表面移行を計画 (ADB/韓国借款)し、既にフェーズ1 (約500km)は着工している。今後もフェーズ2 (729km)はFSを終了しており、来年には着工する。さらにフェーズ3のFSも2016年から予定されており、順次2020年までに完成される。完成後の維持管理事業に移行され、現在の国道同様十分な管理が必要になる。

## 第2章 提案企業の製品・技術の活用可能性及び海外事業展開の方針

### 2-1. 提案企業及び活用が見込まれる製品・技術の特徴

#### (1) 常温補修材の開発と販売実績

##### 1) 常温混合材の開発

全天候型高耐久の普及活動を行った当初は、日本の国土交通省をはじめ、ほとんどの道路管理者は簡易型常温混合物を使用していた。そこで提案企業のエクセルを事業化するにあたり、道路管理者に対してヒアリングを実施した。従来の常温混合材は耐久性に劣り、ポットホールなどの使用において、補修を行ってもすぐに飛散してしまうといった製品の不十分さを指摘する意見がほとんどであった。そこでヒアリングの結果を踏まえ、簡易型と比較しても高価ではあるが、まず使用してもらうことが重要であると考え、四国内の国、県、市町村の道路管理者に試験施工のため、サンプル営業を実施した。その結果、良い評価を得てほとんどの道路管理者は、高価ではあるが全天候型タイプの舗装補修材を使用するに至っている。

##### 2) 常温混合物についての位置づけ

現時点における舗装形態の中心は、高級舗装から簡易舗装に至るまで、アスファルト舗装、特に加熱混合式工法による舗装工法が主流を占めている。それは、舗装の機能より当然のことであると言える。しかし、加熱アスファルト舗装にしても全ての条件を相備えた完全なる舗装とは至っていないのも事実である。

特にその問題点として、以下の点が挙げられる。

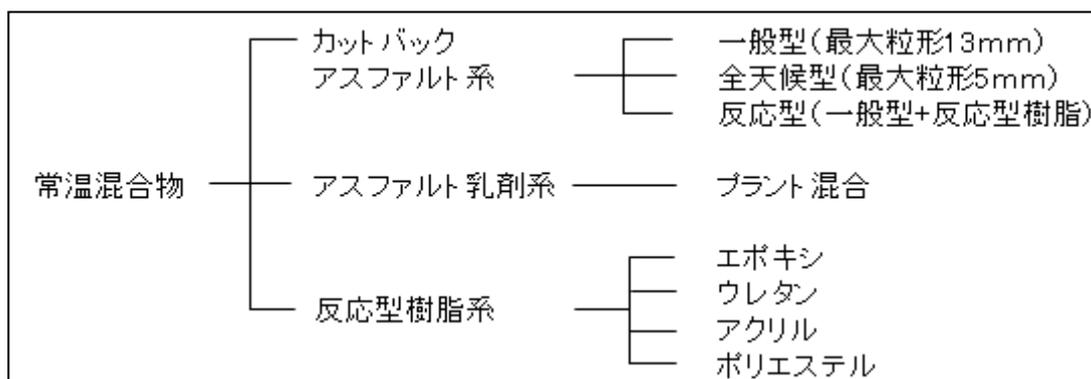
- 加熱アスファルト混合物は、混合後の舗設可能温度を保持するために施工時間が極めて制約される。(温度が低下すると使用ができない)
- 施工後の交通開放には混合物が冷えるまでの間、養生(交通解放禁止)を必要とする。

以上の背景より、混合物の温度が低下しても使用可能な常温混合物は、加熱アスファルトプラントが設置されていない地域において不可欠のものである。また、維持補修や小規模な舗装復旧(水道工事など)での舗装材料としても利用されている。

##### 3) 常温混合式工法

常温混合式工法とは、骨材と瀝青材料を混合し、常温で舗設が可能な工法である。これらの混合物はアスファルトプラントまたは簡易プラントで製造する。この工法の特徴は、常温で舗設ができること、瀝青材料の種類によっては貯蔵が可能であることなどであり、必要なときに必要な量だけ使用することができる。常温混合式工法に用いる瀝青材料は、アスファルト乳剤、カットバックアスファルトなどである。粗骨材は、砕石または玉砕石を用い、細骨材は天然砂、スクリーニングスを用いる。一般的には、加熱混合物と比較すると初期の安定性や耐久性におとりに、養生時間が必要である。しかし、最近では耐水性、接着性を強化し、補修箇所に水があっても接着性が良く、はく離することもない常温混合物が開発され、重交通路線ではほとんどこのタイプが使用されている。

常温混合物の一般的な分類は下図 2-1 のとおりである。



出所：JICA 調査団作成

図 2-1 常温混合物の分類

#### 4) 耐久性・耐水性に優れた常温混合物

近年、道路ストックの増大と道路利用者の良好な道路交通サービスの提供に対して道路の維持修繕はますます重要なものとなってきている。簡単なポットホールの補修等においても、一時的な補修ではなく、ある程度の規模での修繕工事まで耐久性を有する性質の常温混合物が望まれるようになってきている。

以下のとおり、新しいタイプの常温混合物が開発され使用されている。

- 混合物中の数種の添加剤が化学反応により高分子化し、その高分子作用とバインダーの結合力によって安定性、耐水性、接着性に優れた舗装体となる混合物
- 特殊添加剤および安定剤を配合した特殊アスファルトによって混合製造した常温アスファルト混合物である。骨材に被膜するバインダーの接着機構において通常の加熱アスファルト混合物と比較して全く異なり、骨材の表面にマイクロカプセル状の特殊常温アスファルト特有のフィルムを形成させ合材被膜を湿潤の状態に保持せしめると共に、舗設後の転圧（通過車両）の物理的応力によって、硬化安定を示す混合物

2つのタイプは、前者を化学反応タイプ、後者を応力タイプに分類する事が出来る。それぞれの特徴として、前者は、保存において特殊な袋を必要とし開封後は、保存期間の短いものもあるが、施工直後より優れた安定性を示す。後者は、特殊な袋を必要とせず応力のかからない状態で保管する事で保存期間が非常に長い。（袋のままでは 2 年間）そのため、初期においては硬化安定するまでに時間を要するが硬化後は耐久性に優れる。

#### 5) 販売実績

四国におけるエクセルを含めた常温補修材の販売数量は、下表 2-1 に示すとおりである。全シェアの内、提案企業は愛媛県 60%、高知県 20%、徳島県 20%の割合を保持して、販売している。但し、香川県に関しては、大手舗装業者の独占になっており、販売数量はゼロである。エクセルの販売開始当初は、販売数量が毎年前年に比べて倍増する販売実績を示したが、市場での需要数量が増えた近年は、各道路管理者とも常温補修材の購入方式が、入札による価格競争になり、その結果、四国の常温補修材の市場、約 60,000 袋の内、提案企業のシェアは四国全体の 3 割程度の販売実績に留まっている。

表 2-1 過去 3 年間の販売実績

年度	全天候型 舗装補修材 (エクセル)			簡易型 舗装補修材 (ストックファルト)		
	2012 年度	2013 年度	2014 年度	2012 年度	2013 年度	2014 年度
数量	約 10,300 袋	約 10,800 袋	約 9,800 袋	約 9,900 袋	約 9,700 袋	約 10,400 袋
売上げ (千円)	12,900	13,503	12,193	7,989	7,796	8,323

出所：JICA 調査団作成

(2) エクセルの特徴について

1) エクセルの必要性

AC や DBST には、当初道路管理者が設計している設計期間がある。維持補修・修繕を迅速に展開していくことでその寿命を少しでも延ばして行くことがコストを削減することにもつながる。

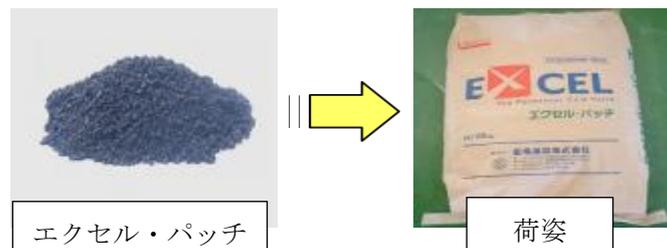
カ国の気候は雨季と乾季の 2 シーズンに分かれており、毎年 8 月頃、次年度の修繕の計画・策定が行われている。舗装の損傷の原因はいろいろあるがその中でも水が影響を及ぼすことが多い。表面に発生したクラックからの水の浸入がポットホールをつくり放置していくうちに更なる水の浸入を招き、維持・補修では間に合わなくなり、構造自体を破壊してしまうことにつながる。地下水など表面以外の水による影響については本来の構造から修繕する計画で治さなければならないが、表面損傷の場合は、損傷を発見した時点で、時期を選ばず即座に対応していくこと（予防補修）が寿命を延ばす最良の方法である。

2) エクセルの特徴

エクセルは、アメリカ合衆国交通省の下部組織 連邦道路庁による SHRP により評価された残存率の高い次世代の常温アスファルト混合物と同タイプである。

エクセルの大きな特長は、以下の 2 点である。

- 耐久性は自然反応型と同程度であるが、作業性と水に対する抵抗性を重視したタイプであり、長期保存を可能にしている。作業性向上のためワンタッチ開封袋に入っているが、開封した場合でも加圧を感じないと、2 年間程度硬化しない。完全に硬化するのは表面部分であり、硬化体となっても下面の形状変動に追従しやすい性質を持っている。
- 通行車両による加圧を感じ続けないと硬化しないので車の通過する箇所に使用するのが効果的である。硬化するのは表面だけであり、接着面は生のままである。チューインガムのように貼りついた状態で硬化した状態となり、舗装のたわみが大きい場所に使用しても残存率が高い。施工作业時に軽く転圧しておくだけで作業完了であり、その後タイヤにより十分に転圧され硬化する。



注：加熱アスファルトの弱点を記載しているが、近年では、加熱アスファルト混合物に特殊添加剤を添加することで、混合物製造時の混合温度を 30℃から 50℃程度低下させることができ、CO2 排出量を 14%程度低減させる環境保全に対応した中温化アスファルト混合物も開発されている。提案企業では、愛媛大学と共同で中温化材の研究をしており、今後このような技術もカ国に提案を行っていきたいと考えている。

次表 2-2 は他の常温合材を比較したものである、各々の性状について費用対効果が高いことがわかる。

表 2-2 常温混合物の比較

分類	商品名	Cold Mix	Cold Mix	ストックファルト(一般型)	レスキューパッチ	エクセルパッチ
		アスファルト乳剤系	セメント・アスファルト乳剤系	カットバック系	特殊改質アスファルト	加圧反応型
性状・特徴	kg単価	維持業者が4号線使用	MPWTが試作	¥30~¥50/kg	¥200~¥300/kg	¥100/kg
	価格(20kg/袋)	-	-	¥600~¥1,000/袋	¥4,000~¥6,000/袋	¥2,000/kg
施工のし易さ(施工時の取り扱いのし易さ)	舗装技能を有した作業員が必要	舗装技能を有した作業員が必要	施工マニュアルの参照で誰でも施工が可能であるが、締め固めを十分行う必要がある。	舗装技能を有した作業員が必要で十分な締め固めが必要である。	施工マニュアルの参照で舗装技能を有しない人でも施工が可能であり、必ずしも締め固め機械が必要は無い	
長期保存(使用可能期間)	不可	不可	3ヶ月程度	6ヶ月程度	1年以上	
商品開封後の余った材料(残材の処置)	不可	不可	不可	不可	商品開封後も1年間程度以上使用可能である	
硬化後の耐久性(残存率)	交通量の少ないところに施工することが多く、耐久性は低い。	たわみがなく壊れやすい。過積載に弱い。	あまり耐久性は高くなく、残存率も低い。	硬化後は非常に残存率が高い。	硬化後は非常に残存率が高い	
雨天時の施工	不可	不可	不可	可能	雨天時でも、水溜りの中でも施工可能	
一度使用した材料の再利用	不可	不可	不可	不可	施工後数日なら一度取り除いたエクセルの利用は可能(P-73を参照)	
硬化までの期間(実用に耐える強度までの硬化)	乳剤の質にもよるが分解硬化は早い	乳剤の質にもよるが分解硬化は早い	カットバックを行う揮発分が蒸発することで通常のアスファルト混合物と同等程度になる	開封後は自然と反応が始まり、1週間程度で硬化	通行車両に左右され、市町村道では通常1~2週間程度。高速道路では2~3日程度	
備考	常温での混合が可能なアスファルト乳剤を用いた混合物で、維持施工業者が製造を行い、自らが補修の材料として用いている。また、雨天時や水たまりがある箇所での施工は出来ない。	MPWTが補修用の常温タイプを開発中である。この材料も雨天時水たまりがあるところでの施工は出来ない。	安価であり、緊急補修用、仮舗装用など広く普及しているが、耐久性が若干低く、雨天時の施工が出来ないため、近年では道路管理者が使用する緊急時の補修用として、全天候型高耐久補修材の需要が多くなっている。	高価ではあるが、特殊改質アスファルトを使用することで、骨材同士を接着するアスファルトが広い温度領域で高い凝集力を備え、耐久性(骨材飛散抵抗性・流動抵抗性)が高く、耐水性も向上し、雨天時でも耐久性が高い補修を行えるようになった。重交通道路など適材適所での使用は最適である。	道路管理者がイトロ一中に発見した補修箇所や利用者からの通報による緊急時の補修に、車の荷台にエクセルを常備しておけば簡単に補修が可能である。締め固めは、通過車輛の車輪(タイヤ)が材料の上を通ることで十分である。全天候型のため、雨天時でも簡単にポットホールに投入するだけで補修が完了する。	

出所：JICA 調査団作成

本調査にてカ国内を車で移動する機会があり、ACやDBSTにかかわらず一度舗装した部

分が雨季を過ぎると舗装自体がなくなっているというところを多く目にした。本来、舗装の役割は路面が降雨により泥濘化をさせず乾燥時には埃を抑え車両通行時の快適性・安全性を確保することがあげられる。日本の道路では、交通渋滞や事故の原因（都会の場合が多い）の1つとして前方車両のブレーキがあげられる。カ国では道路の損傷部分が原因でブレーキを多く踏む車や破損部分を避けようとする車が大きく減速したりすることが多く、激しい渋滞や事故の原因の一つになっている。速やかに補修できるエクセルの活用は、将来のカ国道路ユーザーに安心して走れる道路の維持・補修の先駆けになることを確信している。

### (3) 舗装マネジメントシステム(PMS)を活用した事業展開

#### 1) PMS の導入

提案企業は、舗装の新設から廃棄まで全体に係わる計画・設計・建設・維持管理・評価などを有機的に結合させたシステムである舗装マネジメントシステム(PMS: Pavement Management Systems)を基にして、舗装損傷箇所の点検調査を行い、軽微な損傷状態時点での維持補修計画を立案することにより、舗装寿命を延ばすことを目的としたシステムを提供することが出来る。

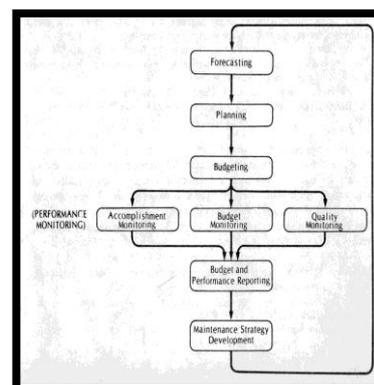
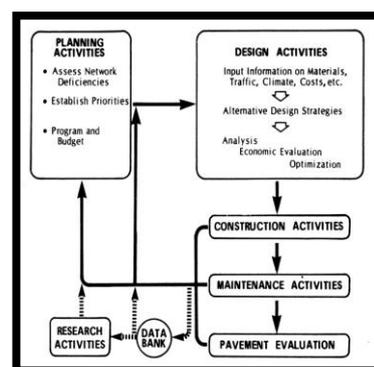
提案企業の技術的ノウハウであるこの手法を適用することにより、以下のような成果を得ることができる。

- 舗装損傷の現状を把握し、それに対する維持補修工法を提案し、その工法の妥当性を、継続的に舗装パフォーマンスを求めることにより、検証することが出来る。
- ライフサイクルコスト(LCC: Life Cycle Cost)を算定する具体的な手法を用いて、舗装の更新費用等の平準化が可能となる。
- 舗装損傷の調査結果やサービス性能(Serviceability)などのデータを電子化することにより、その信頼性が向上し、優先順位付けの客観性を示すことが出来る。

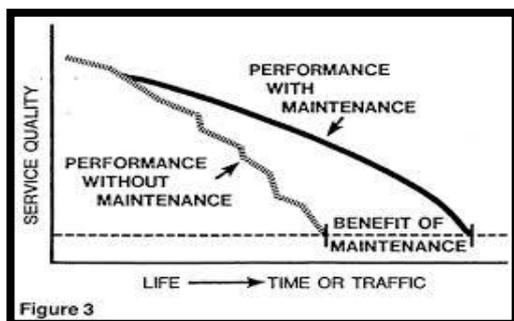
#### 2) PMS

右図は、PMS の基本概念を示したものであるが、このシステムにおいて、各種行為で発生するデータは、データバンクに蓄積され随時更新される必要がある。特に重要なことは、データバンク内のデータは、システムを稼働させるに真に必要なもののみであるべきで、必要ではないかと推測させるようなデータは不要である。どのようなシステムを構築するかは、基本的には道路管理者の哲学に依存するものであり、最も優れた唯一のシステムが存在するものではない。すなわち、国民の舗装に対するニーズ、道路予算規模、舗装に係わる種々の技術などに依存することは言うまでもない。

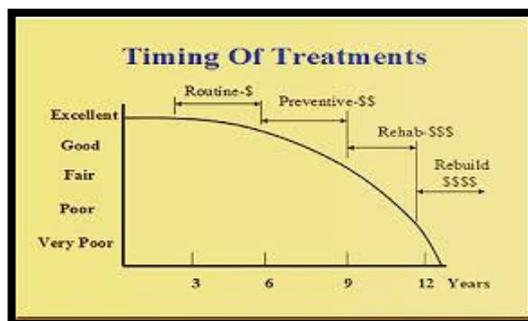
維持管理に特化したシステムとして、メンテナンス・マネジメント・システム(Maintenance Management Systems)がある。それは、MMS と呼ばれるものであり、供用中の道路舗装の維持管理のタイミング、工法の選択、費用対効果の算定などをその目的としている。舗装を壊れるまで放置しておく場合と維持行為(クラックシール



やポットホール埋め)を行う場合とでは、その舗装寿命は大きく異なる。また、維持行為を舗装の損傷初期に行う場合(Preventive Maintenance)に比較して、かなり進んだ場合に補修(Rehabilitation)や再舗装(Resurfacing)する時、その費用は多大になる。このことから、舗装の損傷初期に維持を行うことが、費用対効果が高いこととなる。



出所：JICA 調査団作成



出所：JICA 調査団作成

### 3) アスファルト舗装の損傷

アスファルト舗装の代表的な損傷は、ひび割れ、平坦性の悪化、ポットホール、わだち掘れである。その発生メカニズムは各々異なるが、主原因は過積載、高含水比による路盤路床の支持力低下、雨水等によるアスファルト混合物の剥離である。

#### i) ひび割れ

ひび割れには、①施工継目、埋設物の埋戻跡などに見られる線状ひび割れと、②車両走行部の網目状ひび割れがある。①に関しては、アスファルト混合物の収縮によるものであり、アスファルト系材料でひび割れに注入するシーリングで対処することにより、路盤路床への雨水の浸透を阻止し支持力の低下を防ぐことができる。②に関しては、アスファルト混合物が完全に疲労破壊していることを示し、舗装としては終局状態であることから、部分打換えや再舗装する必要が生じる。

#### ii) 平坦性の悪化

その多くは、路盤・路床の支持力、すなわち材料分離、厚さ・締固め度・含水比などの不均一性による。また、盛土部の不等圧密沈下に伴う橋梁部との段差も起因する。さらに、アスファルト層の施工直後の平坦性の悪さが、その後の平坦性の悪化速度を速める。それは、大型車が走行する場合、動的荷重が変動する(静的荷重に対して最大±50%)ことによる。

#### iii) ポットホール

アスファルト混合物の締固め不足(空隙率が6%以上)の箇所から、雨水が浸透し、骨材を被覆しているアスファルトを剥離させることにより、アスファルト混合物が非結合し、飛散することに起因する。

#### iv) わだち掘れ

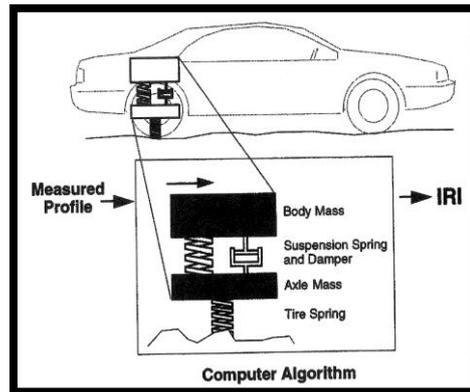
車輪走行位置が集中することにより、アスファルト混合物層のみが流動し、塑性変形の累積として現れる場合と、路盤や路床などに作用する圧縮応力の繰り返しに伴う塑性変形の累積との和として現れる場合がある。

### 4) カ国における MMS

カ国の開発課題及び MPWT の道路維持管理の課題点を短期間で観察した結果、以下の点に集中して、今後の MMS を展開すべきと考える。

i) 舗装のサービス性能(Serviceability)

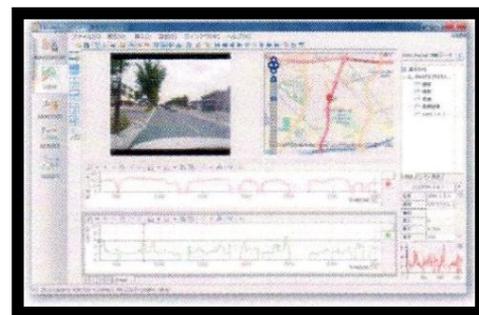
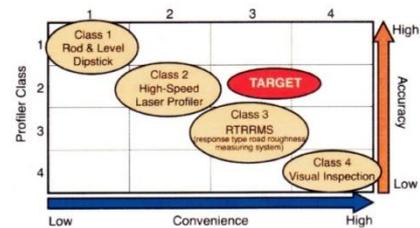
舗装状態の良し悪し（これをサービス性能と呼ぶ）を評価する方法には種々あるが、世界銀行が提案した International Roughness Index (IRI) が、世界各国において普及している。IRI は、舗装表面のプロファイル上で4輪車の1輪をコンピュータ上で走行させた場合の上下動で表され、Quarter-Car ModelとソフトウェアはASTMで規定されている。



出所：JICA 調査団作成

ii) プロファイル計測

舗装表面のプロファイル計測には、種々の方法があり、250mm 間隔での水準測量(Rod & Level)もしくはDipstickによる測定値が真のプロファイルとされている。それに対し、レーザ光線による非接触法、加速度応答による方法、体感による方法などがあり、測定されるプロファイルの精度によりクラス1~4に区分されている。従い、算出される IRI の信頼度はプロファイル測定値の精度に依存することとなる。日本で開発されたユニークな測定器に、スタンパーと呼ばれるものがあり、かなり高い精度でプロファイル測定が可能であり、クラス2に相当するものである。



出所：JICA 調査団作成

iii) スタンパー(STAMPER)

スタンパーは、2個の加速度計、トランスデューサ、GPS センサー、パソコン、デジタルカメラ、デジタル地図情報から構成されており、固有のソフトウェアにより、路面プロファイルと IRI を即時に算出し、デジタル地図上に、IRI と路面画像を表示することができる。



Photo 2 - Suspension system equipped with two accelerometers

任意の小型車の右前輪のバネ下とバネ上に加速度計を取り付け、任意の速度(一定速度が理想であるが、Stop & go でも可)で走行することにより、バネ上・バネ下の固有振動数を求め、それらのデータからプロファイルを算出する。右図から、走行速度が変化しても算出されるプロファイルはほぼ同一であることが分かり、参照プロファイルを再現していると言える。

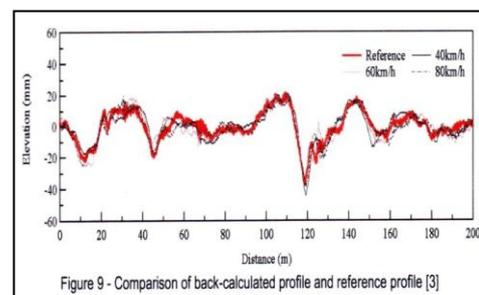


Figure 9 - Comparison of back-calculated profile and reference profile [3]

出所：JICA 調査団作成

#### iv) プロジェクトレベルの MMS

MMS をカ国の道路舗装に適用する場合、まず一桁国道についてプロジェクトレベルとすべきと考える。その場合必要とされるデータを以下に示すが、これらのデータは、道路タイプ(すなわち幹線か準幹線)や交通量の多少によっても必要度は異なる。

- ① パフォーマンス関連では、IRI、路面損傷。
- ② 履歴関連では、建設・維持補修履歴、交通量。
- ③ 政策関連では、財源
- ④ 幾何構造関連では、舗装断面、曲率、横断勾配。
- ⑤ 環境関連では、排水状況、気象。
- ⑥ 費用関連では、新設・維持・修繕費用、利用者費用。

これらのデータは、データバンクに蓄積され随時更新される必要があるが、特に重要なことは、データバンク内のデータは、システムを稼働させるに真に必要なもののみであるべきであり、必要ではないかと推測させるようなデータや利用頻度の少ないものは不要である。

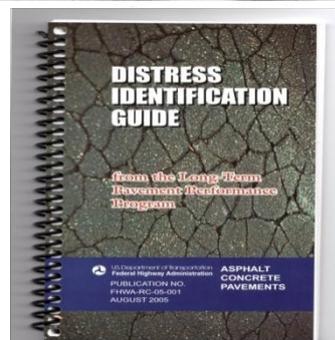
#### v) 現道舗装のサービス性能把握

仮にスタンパー等搭載の車両(調査車)を雨季明け時に、対象路線を走行させ、全線にわたり IRI を計測し、閾値を設け、その値を三段階にクラス分け(良・緑 G、普通・黄 Y、悪・赤 R)する。デジタル地図上に色分け表示をするとともに、デジタルカメラによる画像も、データバンクに保存する。例として、米国の連邦道路局

出所: FHWA

Ride Quality	Interstate Highways		Other Highways	
	IRI (m/km)	IRI (in/mi)	IRI (m/km)	IRI (in/mi)
Very good	<0.95	<60	<0.95	<60
Good	0.95-1.50	60-94	0.95-1.50	60-94
Fair	1.50-1.89	95-119	1.50-2.69	95-170
Mediocre	1.90-2.70	120-170	2.70-3.48	171-220
Poor	>2.70	>170	>3.48	>220

の州間道路以外の区分を参考に、1.5 未満を G、1.5~3.5 未満を Y、3.5 以上を R とすることも考えられる。抽出された R 区間を維持管理車(クラックシール剤、エクセル等のポットホール穴埋め材を搭載)にて訪問し、目視にて「損傷鑑定ガイド」などを参考に損傷を特定する。線状ひび割れにはシールを、ポットホールには穴埋めを行う。網目ひび割れには、工事車両を派遣し、部分打換えなどで対処する。対処した工法、使用材料などのデータについてもデータバンクに保存しておくことが重要である。



#### vi) 維持修繕とパフォーマンス

維持・修繕終了後速やかに、調査車にて IRI を計測し、維持・修繕による効果を把握する。その後、毎年雨季明けに調査車を、全線にわたって走らせて IRI を測定し、IRI の変化すなわちパフォーマンスを求める。このことにより、維持・修繕に係わる費用対効果を客観的に把握し、LCC の算定が可能となる。また、G や Y の区間についても、IRI の経年変化を捉えることが出来る。

#### vii) IRI の閾値

舗装のサービス性能を向上させるには道路管理者の費用が増大するが、一方道路利用者費用は減少する。道路利用者側の費用としては、図 2-2 に示すようなものがあるが、すべての項目が数値化できるものではないが、ここでは車両運転費用(VOC)のみを対象としてみる。

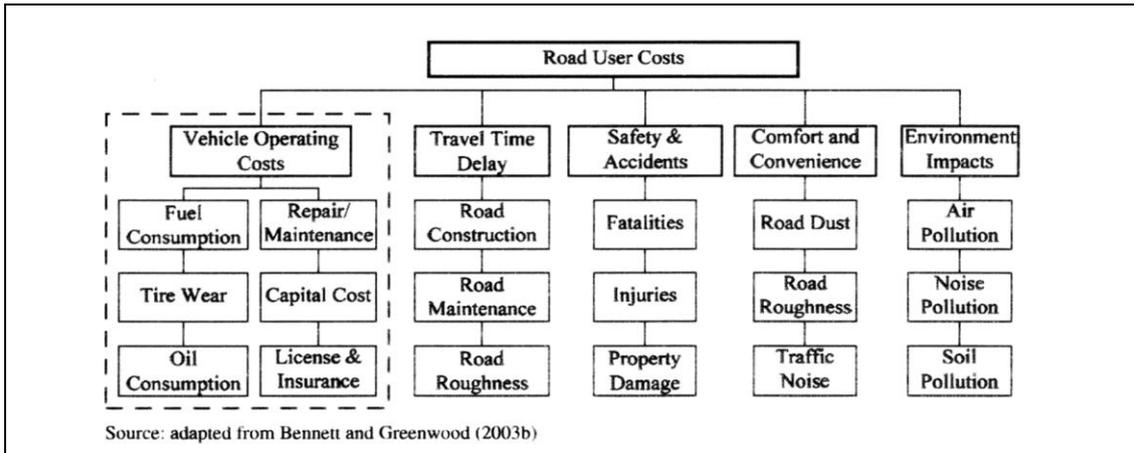


図 2-2 道路管理費用

VOC を燃費・タイヤ磨耗・車両修理費の 3 項目から算定してみると、走行速度にも依存するが、IRI の増加に伴いこれらの費用も直線的に増加する。その程度も車両のタイプ、すなわち乗用車、小型トラック、大型トレーラなどによって異なってくる。特に注目される点は、IRI が 3.5 を越えると、特に大型トレーラの車両修理費が 2 次関数的に増大することである。この観点から言えば、すべての路線において舗装道路の IRI を 3.5 以下で保持していくことが道路管理者に求められることになる。

#### 5) PMS による管理と自社の事業展開

途上国において共通の道路輸送問題は、交通容量不足（道路の狭窄、混合交通、路面損傷）に伴う渋滞、貨物車の過積載に起因する舗装損傷、舗装の新設・維持・補修に関する財源不足の 3 点に帰着する。特に、限られた財源下での舗装の維持補修をいかに効率的に行うかが道路管理者に課せられている。そこでの有力な手法として、PMS や MMS があり、その導入が望まれる。これらのシステムを稼働させるには、収集すべきデータの吟味、データの電子化（データバンクの構築）、研究活動が不可欠ではあるが、まずはシステムを稼働させることが最も重要となる。

カ国の舗装損傷形態としての特長は、雨季明け時に多数のポットホールの出現である。その原因としては、路盤・路床への雨水の浸透による支持力低下、アスファルト混合物中の骨材からのアスファルトの剥離による非結合化の 2 点があげられる。ポットホールによる舗装の平坦性の悪化は、車両の走行速度の極端な低下をもたらし、経済活動に多大な悪影響を及ぼす。このことから、ポットホールの補修を迅速に行い、なおかつ補修効果が長期間保持されることが要求される。そのためには、舗装のサービス性能(Serviceability)を、世界共通指標である IRI で評価し、舗装のパフォーマンスを把握することが最良策である。

ポットホールの補修を迅速に行うには、加熱アスファルト混合物ではなく、湿潤状態においても使用可能な常温型アスファルト混合物（例えばエクセル）が最適であり、この種の材料を路線に分散貯蔵しておく必要がある。ポットホールの補修効果を把握するためには、どのような車両にも搭載可能な安価で簡便な IRI 測定機器がある。IRI 測定を、特定路線全長について雨季直前、雨季明け直後、ポットホール補修後、補修 3 か月後と 4 回の測定を 1 セットとして、毎年繰り返すことにより、パフォーマンスを把握することができる。IRI の測定単位区間を、125~500m または交差点間として、キロポストデータと共にデータバンクに蓄積する。さらに、ポットホール補修費と IRI の関係から、LCC を推定することが

できる。また、IRIの閾値を3.5と設定し、この値を超える区間については、適宜ポットホール補修を実施する。

適切なポットホール補修材の使用とIRI定期的な測定によるパフォーマンス把握を手始めにMMSを稼働させ、より完成度の高い舗装PMSを構築するためには、舗装に係るすべての行為、すなわち舗装の新設から廃棄まで全体に係わる計画・設計・建設・維持管理・評価・データバンク整備などに関して総合的な取り組みを行う研究機関の設置が望まれる。

カ国においてはこれらのシステムの確立前段階ではあるが、性能規定型メンテナンス契約(PBC: Performance Based Contract)を実施している路線がある。ADB等のドナーによる試みであり、事業執行効率の向上のため、基準類の性能規定化や業務の外務委託等により実施している。これまで大きな成果は得られていないが、それはシステムの確立前や道路管理者のオーナーシップが発揮できる土壌の前であると共にそれらを請負える建設事業者がカ国に未だ存在しないことである。これまで培ってきた総合的な維持管理技術は、まさにこのPBCに適しており、MPWTやADB等のドナーが今後この方式を推進するのであればかなりのビジネスチャンスが生まれることになる。

## 2-2. 提案企業の事業展開における海外進出の位置づけ

### (1) 経営戦略

日本では、高度経済成長期に建設されたインフラの老朽化が進む中、道路舗装も同じく新設の時代から維持修繕を適切に行い、いかにマネジメントをしていくかが不可欠な時代に入っている。途上国においても、ドナーからの支援によって整備された交通インフラをいかに維持していくかが今後の課題であるとしても過言ではない。しかしながら、増え続けるインフラのストックを更新・修繕するには莫大な費用が必要となる。これからは、著しく損傷をしてから対策を行うという事後的な維持管理ではなく、「損傷箇所の早期発見・早期改修」という予防保全を徹底することが不可欠である。今回、提案を行った舗装補修材のエクセルは、早期に損傷箇所を簡単に補修が行える補修材料で、特に雨天時においても施工可能な事より、カ国において的確な早期補修を行える。更に損傷箇所の状態を調査し、提案を行った工法の追跡調査を実施することによって、LCCを考えたタイムリーで適切な修繕工法での施工や技術支援を行う事業の展開が可能であると思われる。

### (2) 自社の海外展開における位置づけ(方針)

日本において公共事業削減によって、舗装事業は年々減少傾向にあり、ほとんどの建設業者は人員の削減などを行ってきた。しかし、提案企業は、経営資源である有能な技能者の有効活用を行うため農業部門への参入などを行ってきた。さらに、海外での技術支援、モンゴルやカ国の技術者の研修の実施、近年では、インドにおけるリサイクル事業への参画などを行っている。提案企業は日本でも道路の維持管理について、国道、県道、市町村道を担当し、様々な舗装補修工法の提案を行っている。環境問題として、瀬戸内海の家砂採取禁止に伴って様々なリサイクル材の活用積極的に取り組み、愛媛県の骨材対策委員会にも提言を行ってきた。このような経験を生かした道路インフラの維持管理や限りある資源の有効活用など様々なリサイクル事業の展開についてカ国への投資を目論んでいる。

### (3) カ国を選定した根拠

カ国では、2000年以降ドナーからの支援を受けつつ道路や橋梁等の運輸交通インフラ整備が行われている。近年の経済発展に伴う急激な交通量の増加や過積載等の違法車輛の往

来により、これまでに整備された交通インフラ（特に道路）の損傷が激しくなっており、ドナーの支援で主要幹線道路の改修が区間ごとにプロジェクト単位で実施されているが、雨季のポットホールの発生や洪水等の天災による道路損傷にかかる維持管理事業や補修工事は、公共事業運輸省(MPWT)の担当部署が管理・補修を実施しているものの、自国予算の制限や人材の制約によってオンタイムでの道路の補修工事が追いついていない状況であり、交通事故の多発の要因の一つになっている。

このような状況の下、道路ネットワークの維持管理はメコン河流域内の発展に影響を及ぼすことが予測され、近年活発化している日系企業によるカ国への投資にも影響を与えており、本調査の結果を反映することがカ国及び域内の発展に寄与できるものと考えている。

またバタンバン州を試用実証事業に選定した理由には、同州の主要幹線である国道 5 号線の全線整備を日本の ODA 事業で実施及び実施予定であり、メコン河流域内における南部経済回廊という重要幹線区間に、日本の技術を導入した道路維持管理手法が発揮できれば、一層の「ジャパン道路品質」の存在感を強調できると考えたからである。

### 2-3. 提案企業の海外進出による我が国地域活性化への貢献

本調査採択にあたり、愛媛新聞に掲載されたことによって、愛媛大学や公益財団法人えひめ産業振興財団などから海外進出についての問い合わせや共同研究の申し入れがあった。特に、愛媛大学の社会連携推進機構紙産業イノベーションセンターでは、廃棄物の有効活用として従来の基礎研究にとどまらず企業が事業展開を行えるところまでの連携の打ち合わせを行った。今後は、カ国においてもどのような未活用資源があるのかを調査を行う事によって、新たな産業の創設も見込め、愛媛の企業進出の機会が与えられる可能性が高い。

また 2015 年 4 月 9 日に実施された「四国中小企業海外展開支援セミナー」は、提案企業の事例を発表する事によって四国の企業が海外展開に興味を持つ機会となった。地方の企業は海外への進出という大きな選択肢を考えていながらもどのように展開していくか、他社はどうしているのかという最初の 1 歩が踏み出せない状況であり、多くの参加者が出席した。

**JICA 支援事業案件化**

**愛電 (松山) 舗装技術仮採択**

カンボジアで可能性調査

国境協力機構(JICA)は、このほか、「中小企業海外展開支援事業案件化調査」に当選した愛媛県松山市の道路舗装技術の仮採択した。愛電は1月からカンボジアで道路舗装技術の活用可能性調査する予定で、将来は海外展開を目指す。

案件化調査は、開発途上国の道路舗装技術と日本の中小企業の優れた技術・技術をマッチングする目的で、2013年度から実施。今年度は76件の応募があり、26件を仮採択した。県内企業の仮採択は初めて。

愛電は、「高品質な道路舗装技術の普及と舗装マシンのシステム構築」をテーマに、カンボジアで近年、経済成長に伴う急激な交通量の増加など

の仕組みの提案や、補修技術について実証調査する。調査結果は、限られた予算の中で海外展開も視野に入れており、カンボジアでの調査を足掛かりにしたいと、(門田) 舗装技術・復旧材工長、道路メンテナンス

愛電の玉井昭典技術営業部長は「海外市場が伸びる中で海外展開も視野に入れており、カンボジアでの調査を足掛かりにしたい」と、(門田) 舗装技術・復旧材工長、道路メンテナンス

JICAの案件化調査に仮採択された愛電、道路補修材を損傷箇所に投入するだけで施工できる二2日、松前町北川原



**四国中小企業 -カンボジアの事例から-**

**海外展開支援セミナー**

**4月9日(日) 14:00-16:00**

**高松商工会議所 501 大会議室**  
高松市番町 2-2-2 TEL: 087-823-3500 (代)

**参加費 無料**

**JICAは海外進出を支援します**

愛電はアジア、アフリカ、中南米などの世界の100+国、日本の他にも事業機会をもつ日本の国際競争力強化です。海外、アジアを舞台に世界の競争の発展のために、日本の中小企業も「国際中堅企業」を目指しています。JICAは国際的ネットワークを築く後継者のための企業家の成長を積極的に支援しています。

**さらに拡大する JICA スキーム**

多くの中小企業のみならず、JICAのスキームについて関心があるのと同じく「売りたい」という意欲を深めました。政府「地方創生戦略」の一環として、補正予算と新予算と合わせて、さらにスキームも拡大しています。5月には46件の新しい「視察」も予定しているところあり、今回は国際展開中四国各県での実証を、皆さまの熱心なカンボジアを舞台として、JICAスキームの発展をいざしめます。事務局の事務局を御座ります。

**注目される中小企業進出**

愛電の仮採択が決定して3年、四国を代表する企業から1300社余りが JICA の発展戦略に応募していただき、各スキームを合わせて 230 社ほどの企業が採択されました。現任も JICA 事務局の国際中堅企業としてカンボジア、ベトナム、ミャンマーなど東南アジアの JICA 事務局を御座ります。

**カンボジアの事例**

高品質な道路補修材の普及と舗装マネジメントシステムに係る案件化調査

カンボジアでの実証調査





再調査、卒業が自らの手で作業を行いました。

施工前 施工後

主催 JICA 四国 共催 四国経済産業局 高松商工会議所 高松工業会 高松経済同友会

協賛 四国経済産業局 高松商工会議所 高松工業会 高松経済同友会

### 3-2. 製品・技術のニーズ確認

エクセルの使用に関して、2014年11月20日、MPWTにてプロジェクトの紹介の中でその活用方法についてワークショップを行った。その際の反応は良いものであるとの認識はあるが、現場を確認していない段階だったのでMPWTの反応は半信半疑であった。しかしながら、その後の現場におけるエクセルの投入を見て、施工の手軽さに驚いていたようで

ある。このワークショップには MPWT の関連部署から 24 名が参加したが、今後の展開（雨季時の施工実績）を踏まえた後、MPWT から MEF にエクセルの存在について認知してもらうため、現場において再び試験施工を実施すること考えている。MEF にその効果とコストが認められれば、日常維持管理事業（予防処置をすれば、緊急補修の予算を使用する必要がない）の大切さを訴えることで事業進出に確信を持てる。そのために今後の信用を得るために試験施工箇所のモニタリングを定期的実施し、また雨季時の施工を MPWT に独自で実施してもらい、その効果を証明していく予定である。

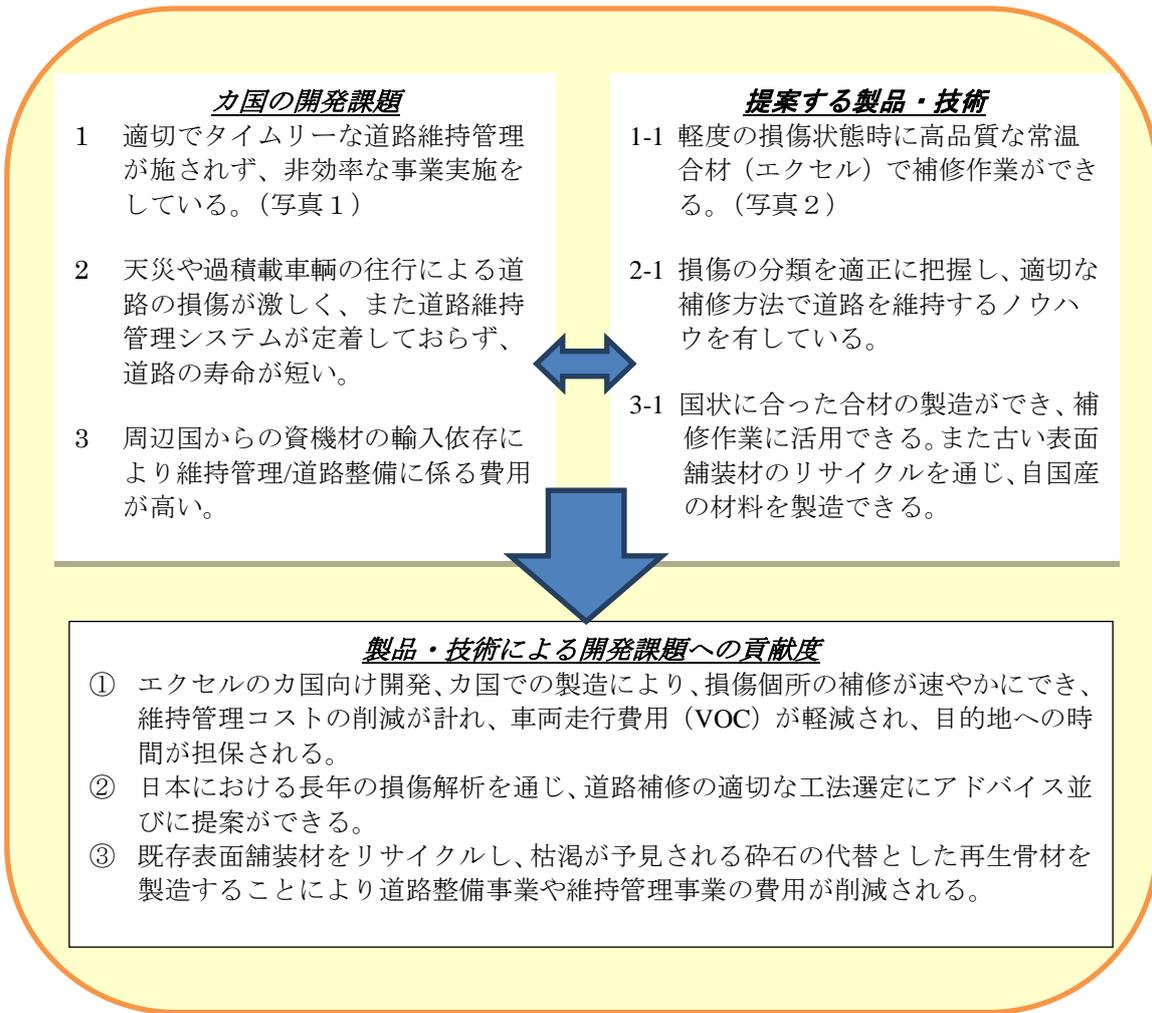
また 2014 年 12 月 3 日から 12 月 5 日まで開催された「Construction Summit & EXPO2014」（カンボジア建設業協会主催）に出展して、エクセルの用途や効果について説明をした。訪問した方の中にはプノンペン空港を管理している会社があり、エクセルを恒常的にカ国で製造できることになった場合、説明に来てほしいと言われ、雨季時の緊急的な補修対応に課題があることを教えてくれた。同様にプノンペン市内でポットホルの補修が速やかに行われなかったために、事業者の営業に支障をきたしている方々からは袋買いの希望があり、将来的には袋詰めエクセルが建設資材を営む商店に小売り販売する可能性も想定できた。

ニーズの確認を短期間で達成できる製品でないため、今後の活動が重要になる。活動の方針として、「リスクの特定と分散」、「製品の信用と認知」そして「モニタリングと評価」を掲げ、十分な検討を持続する。

### 3-3. 製品・技術と開発課題との整合性及び有効性

#### （1）開発課題との整合性

開発課題に対し、提案企業のエクセル及び補修技術を用いることによる課題への貢献度を以下に図化した。エクセルの製造を共同で開発することも考慮しており、事業が開始された場合でも持続的にカ国の道路維持に関わり、持続的に研究することを目指している。



出所：JICA 調査団作成

図 3-2 開発課題

1) エクセルの有効性



写真1：現在の損傷のメカニズムと補修（コスト高になる）

この時点で補修を開始



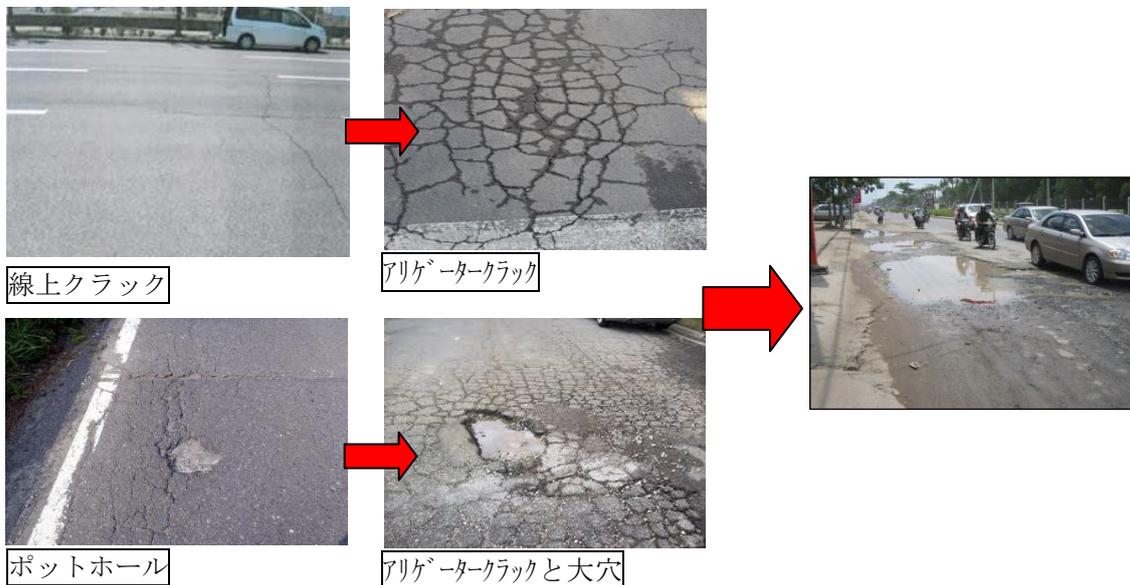
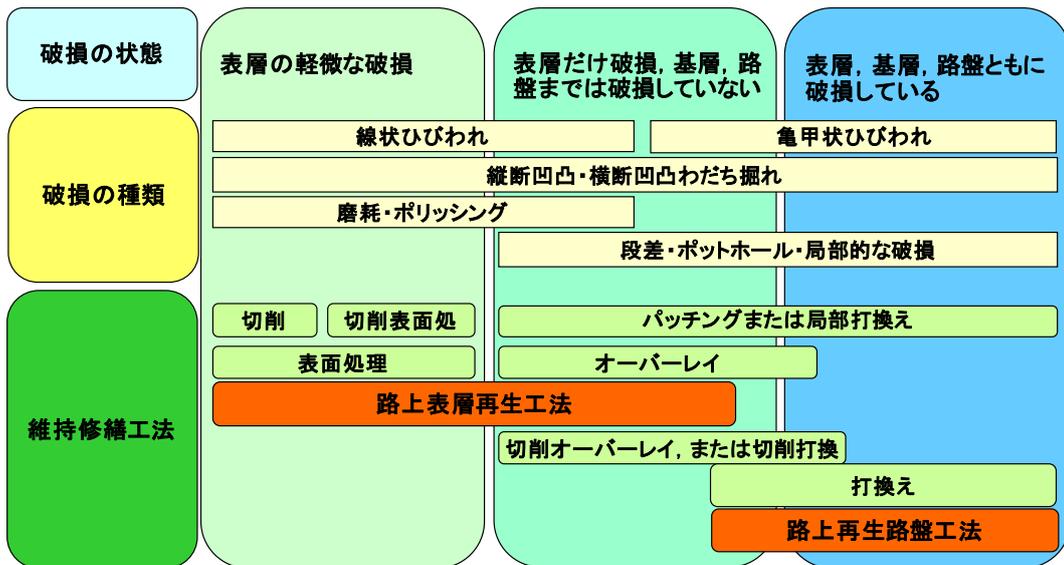
この時点で補修

写真2：エクセルにより速やかに補修

## 2) 損傷の分類と補修方法

### ・主な舗装の破壊の原因

ACやDBSTの損傷は供用後、様々な原因が考えられる。また通行車両の荷重の影響、計画以上の交通量、また地下水の流入により、表層の状態が良くても構造的に破損が起こる場合がある。それらの原因で走行性・安全性・快適性等が損なわれる。舗装の特質を理解して維持修繕を行う必要があり、特に雨季時にその弱点が現われやすく破損が急速に進行しやすい。従って、破損を発見した場合は時期を失しないように措置することが必要である。



出所：JICA 調査団作成

図 3-3 損傷の分類とメカニズム

上記写真に示すとおり、最初に線状クラックが発生し、それを放置するとポットホールが発生したり、アリゲータークラックが発生したり、そして同時に大きな穴が開いたりす

る。

最初のクラックのうちに維持補修を行うかポットホールが発生時に適切な処置を施せば大きなダメージにもならず、コストも掛からない。放置をしていけばいずれ維持補修の域を超えてしまい、計画的な中規模修繕が必要となる。

### 3) 舗装の維持補修と修繕の違い

#### i) 維持補修

舗装の供用性の保持または若干の向上を目的として行う行為で、構造的な強化を目的としない行為をいう。たとえば舗装ポットホールの充填、薄層オーバーレイ等がこれにあたる。

#### ii) 修繕

舗装の構造強化等を目的とするもので、大幅に供用性を回復する行為をいう。ここでいう大幅に供用性を回復する行為とは、たとえば切削オーバーレイ、打換え等を指す。

### (2) 提案企業の製品・技術の有効性

エクセルを製造し、初期段階の予防措置として活用するのは、写真で示すとおり損傷を最小限に食い止める手段であり、雨季時の使用が可能であることから、カ国全土の舗装で緊急的な処置として有効である。エクセルの耐久性は、一シーズンだけの効果ではなく、次の定期補修の時点まで保証される製品であり、日常補修予算の削減につながる。

図 3-3 は損傷の分類そして表 3-2 は破損の分析を示した。提案企業はこれまでの経験と研究から損傷を見つけたらその状態に至った原因を追究し、まず交通の安全にかかわる状態かどうかを判断して迅速に対応することができる。また修繕の必要が生じた箇所については、事前計画を立て、大規模で構造から治し供用性を確保していくというノウハウも所有している。

表 3-2 破損の分析

破損の種類		破損状況	主な発生地域・位置	原因と考えられる層	
				表層	基層以下
ひび割れ	路床・路盤の支持力低下によるひび割れ	亀甲状	主に走行軌跡部		◎
	路床・路盤の沈下によるひび割れ	線状から亀甲状	主に走行軌跡部		◎
	アスファルト混合物の劣化・老化によるひび割れ	亀甲状	走行軌跡部から発生し舗装面全体へ	○	○
	温度応力によるひび割れ	線状(横方向) ほぼ一定間隔に発生	極めて寒冷な地域等	○	○
	ジョイント部のひび割れ	線状(縦, 横方向)	施工継目部	◎	○
	リフレクションクラック	線状(縦, 横方向)	コンクリート版, セメント安定処理がある場合		◎
	ヘアークラック	微細な線状(横方向)	舗装面全体	◎	
	わだち割れ	線状(縦方向)	走行軌跡部	◎	○
	不等沈下によるひび割れ	線状(縦, 横方向, 不規則)	構造物周辺, 路体切盛境界等		◎
	床版のたわみによるひび割れ	線状(主として縦方向)	鋼床版の縦リブ, 主桁上	○	◎
破損の種類		破損状況	主な発生地域・位置	原因と考えられる層	
わだち掘れ	路床・路盤の沈下によるわだち掘れ	走行軌跡の沈下ひび割れを伴うことあり	走行軌跡部		◎
	流動わだち掘れ(塑性変形)	アスファルト混合物の側方流動を伴う	温暖地, 重交通路線, 交差点流入部	◎	○
	磨耗わだち掘れ	走行軌跡部のすり減り	積雪寒冷地	◎	
平坦性の低下	平坦性	コルゲーション, くぼみ, より	さざ波状の舗装面のしわこぶ状のより	◎	
	段差		路面の鉛直変位, 凹凸 通常, 横断または横断方向ときに不規則方向		◎
浸透水量の低下	滞水, 水はね	空隙づまり・空隙つぶれ	走行軌跡部, 舗装面前面	◎	
すべり抵抗値の低下	路面の粗さ不良	平滑な路面, 骨材のポリッシング	走行軌跡部	◎	
騒音値の増加	騒音の増加	路面の荒れ, 空隙づまり, 空隙つぶれ	走行軌跡部, 舗装面前面	◎	
ポットホール	アスファルト混合物の剥脱・崩壊・散逸	平滑な路面, 骨材のポリッシング	舗装表面に生じた穴, 骨材の剥離, 亀甲状ひび割れを伴う場合あり	○	○
その他	ブリージング(フラッシュ)	アスファルト分の滲み出し	走行軌跡部, 舗装面前面	◎	
	ポンピング	水, 路盤材の細粒分の吹き出し, ひび割れを伴うことが多い	ひび割れ部		◎

出所: JICA 調査団作成

3-4. 実現可能性の検討

## 第4章 ODA 案件化への具体的提案

### 4-1. ODA 案件概要

本調査にて、MPWT, RID の道路/橋梁計画・技術支援課及び道路/橋梁イベントリー・日常維持管理課をカウンターパートとして、エクセルの製造・販売可能性調査、エクセルの試用による適合性確認調査、PMS の導入紹介（MPWT 職員対象）及びこの調査から導き出せる事業計画の策定を行った。

また本調査を通じ、今後エクセルがより活用され、製造が可能になるために、そしてカ国の開発課題解決のため、具体的形成作業を実施した。

ODA 案件化の方針として、1)道路維持管理事業に寄与すること、2) JICA で実施している他道路案件プロジェクトとの相乗効果が得られること、3) 提案企業のビジネス展開に有利になること、そして4) 枯渇が予測される道路用骨材生産への新たな試みになること等、カ国の道路整備の課題の解決に資することを掲げ、MPWT の要望もヒアリングを通して踏まえ、次表 4-1 に整理した。

表 4-1 ODA 案件化への具体的な提案

スキーム名	想定する カウンターパート	具体的な協力内容
普及・実証事業	MPWT (Road Infrastructure Department (RID))	<ul style="list-style-type: none"> <li>・カ国で製造されたエクセルの普及とそのビジネス展開の検証をする。</li> <li>・メンテナンスカーを利用し、道路状況診断を実施し、エクセルの効果を実証する。</li> </ul>
無償資金協力	MPWT (Public Works Research Center (PWRC))	道路技術研究所を設置し、道路技術の普及・促進を計ると共に PMS による道路管理をするために、舗装状態を調査する機器の供与をする。
技術協力プロジェクト (ガバナンスの強化)	RID/ MPWT 試験所	再生アスファルト混合物製造プラント及び再生路盤材製造プラントの施設を建設し、道路整備に係る材料を生産するビジネス展開の想定の下、リサイクル製品に係る法制度の整備を支援する。
技術協力プロジェクト 「道路・橋梁の維持管理 能力強化プロジェクト」及び円借款事業「国 道 5 号線改修事業」と の連携	RID	<ul style="list-style-type: none"> <li>・左記プロジェクトの業務実施中にエクセル等の技術/製品での連携をする。 <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 日常維持管理事業における緊急性の高い補修箇所でのエクセルの活用をする。</li> </ul> </li> <li>・本邦研修による MPWT 施工監理能力強化 <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 道路損傷のメカニズムを把握し、損傷の分類と補修技術を学ぶ。</li> <li>➤ 施工監理者として品質/工程/コスト/安全管理を学ぶ。</li> </ul> </li> </ul>

出所：JICA 調査団作成

想定した案件について、スケジュールを以下に示す。将来の事業化に向けた普及・実証事業を通じ、カ国の道路維持管理が組織的に改善され、さらに持続性のあるスケジュールとなっている。

ODA 案件	2015	2016	2017	2018	2019	2020
普及・実証事業						
無償資金協力						
技術協力プロジェクト						
技術協力プロジェクト「道路・橋梁の維持管理能力強化プロジェクト」及び円借款事業「国道5号線改修事業」との連携						

注：▲ 要請書

出所：JICA 調査団作成

#### 4-2. 対象地域及びその周辺状況

表 4-1 に示した普及・実証事業等、道路維持管理に係る ODA 案件の具体的な計画を立てる場合、カ国全土の道路状況についての調査が必要となる。

現状、毎年雨期明けに翌年度の維持管理事業を実施する対象サイトを中心に RID のインベントリ担当者が車輛を走らせ、目視調査を実施している。その目視結果から日常維持管理で対応できる箇所と定期維持管理で対応する箇所に区分し、詳細な修繕方法を検討し、実施予算を作成している。

提案する普及・実証事業では、現状の目視調査と代替し、メンテナンスカーを走らせ、目視及びカメラで撮影することにより道路状態を記録し、データに基づいた対応策等、修繕方法の検討を行うことが可能となる。また、ポットホールの状態が悪化する前や、事故や交通影響を及ぼすような緊急性の高いポットホールを発見した際は、速やかにメンテナンスカーに積まれたエクセルを用いて補修を施す。

#### 4-3. 具体的な協力計画及び開発効果

##### (1) 普及・実証事業

普及・実証事業のスキームを活用して、カ国の骨材や改質剤によるエクセルの製造を通じた維持管理コストの低減を実証する。また、エクセルの普及のため、メンテナンスカーを用いての道路状況検査と日常補修を実施する。カ国全土の舗装道路の修復が低コストで迅速に行えるようにする。

表 4-2 普及・実証事業の概要

上位目標	カ国内の舗装道路の状態が改善し、域内の物流が改善される。
プロジェクト目標	カ国の材料を用いたエクセルが安価に製造され、緊急かつ持続的に道路補修に使用できることが実証される。
成果	[成果 1] エクセルが必要な量と十分な質を伴って製造される。 [成果 2] メンテナンスカーによる道路状況の目視を行い、搭載したエクセルにより主に雨季時のポットホール補修が迅速にでき、またその他の損傷についても分類し、適切な補修方法が提案される。

	<p>[成果 3] 他 ODA プロジェクトと連携し、エクセルの活用（パイロットプロジェクトに適用）並びに道路の状態に合わせた補修方法が提案される。また他ドナー道路維持管理事業への参入可能性が検討される。</p>				
活動	<p>[成果 1] :</p> <p>1-1 MPWT が管轄する試験製造場所を選定する。（候補地 2 か所）</p> <table border="1" data-bbox="507 454 1348 808"> <tr> <td data-bbox="507 454 930 748">  </td> <td data-bbox="930 454 1348 748">  </td> </tr> <tr> <td data-bbox="507 748 930 808">MPWT 試験所</td> <td data-bbox="930 748 1348 808">Road Construction Center</td> </tr> </table> <p>1-2 エクセルの原料となる材料の調達方法(例えば骨材は MPWT が管理している採石場もしくは本調査でサンプル試験をした場所 (P78 参照) )、アスファルトはタイ国の shell から輸入等)を検討し、調達する。</p> <p>1-3 3 パターンで製造されたエクセルを試験する。  (① 全て日本製、②骨材 (現地調達) + バインダー (日本製)、③現地製 (現地調達+現地製造) の 3 種類の現地適合性を比較分析する)</p> <p>1-4 製造単価と現在の日常維持管理の単価を比較する。</p> <p>1-5 特許と商標登録を申請する。</p> <p>1-6 MPWT の認証 (アスファルト合材として、品質保証の認定) を受け、日常維持管理の補修方法の一つとして採用される。</p> <p>[成果 2] :</p> <p>2-1 パイロットサイト (技術協力プロジェクト「道路・橋梁の維持管理能力強化プロジェクト」と連携) を MPWT と協議し、選定する。</p> <p>2-2 MPWT の日常管理チーム (RID のインベントリ担当者) の車にカメラを搭載する。</p> <p>2-3 製造されたエクセルを袋詰めもしくはホッパーに入れ、メンテナンスカーに搭載する。</p> <p>2-4 メンテナンスカーを走らせ、パイロットサイトにて道路状況調査と緊急施工をし、その後のモニタリングをする。</p> <p>2-5 損傷の大きな箇所を分類し、補修方法を検討する。</p> <p>2-6 カメラで撮影した道路状況をデータベースに収納する。</p> <p>[成果 3] :</p> <p>3-1 JICA で実施している技術協力プロジェクト「道路・橋梁の維持管理能力強化プロジェクト」及び円借款「国道 5 号線改修事業」の業務内容を確認し、各々プロジェクトとの連携について協議をする。</p>			MPWT 試験所	Road Construction Center
					
MPWT 試験所	Road Construction Center				

	<p>3-2 両プロジェクトにエクセルの製品説明をし、理解を求める。</p> <p>3-3 技術協力プロジェクトで実施する予定のパイロットプロジェクトへの協働作業を提案する。</p> <p>3-4 メンテナンスカーで集積したデータについて、技術協力プロジェクトで使用されるデータベースに収納する。</p> <p>3-5 将来の MPWT の維持管理計画の中で、補修方法や道路会社として培った施工の留意点について助言をする。</p> <p>3-6 両プロジェクトで実施予定の本邦研修のプログラムに参加する。</p> <p>3-7 他ドナーによる道路維持管理事業への参入の可能性を調査する。</p>
<p>カウンターパート (RID を想定) の 役割</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 製造施設の場所の提供</li> <li>・ エクセル製造の共同研究</li> <li>・ 技術協力プロジェクトや円借款事業との業務調整</li> <li>・ エクセルの使用認定</li> <li>・ 再生骨材の使用認定</li> <li>・ 道路状況のデータベースへの収納</li> </ul>
<p>スケジュール</p>	<p>2016年3月 普及・実証事業開始</p> <p>2016年8月 エクセルプラント設置完了、製造開始</p> <p>2016年9月 雨季時における実証事業開始</p> <p>2016年12月 メンテ車輛を使用したパイロットプロジェクトの実施</p> <p>2017年1月 以後、実施箇所のモニタリング、評価、改善</p> <p>2018年3月 最終報告書</p>

出所：JICA 調査団作成

普及・実証事業の実施に際し、以下のような設備を想定している。

1) 実証設備

i) エクセル製造装置

- プラント一式（骨材ビン、パグミルミキサー）及び建屋
- 発電機
- ヒーターバンド

想定費用：約 13,000,000 円

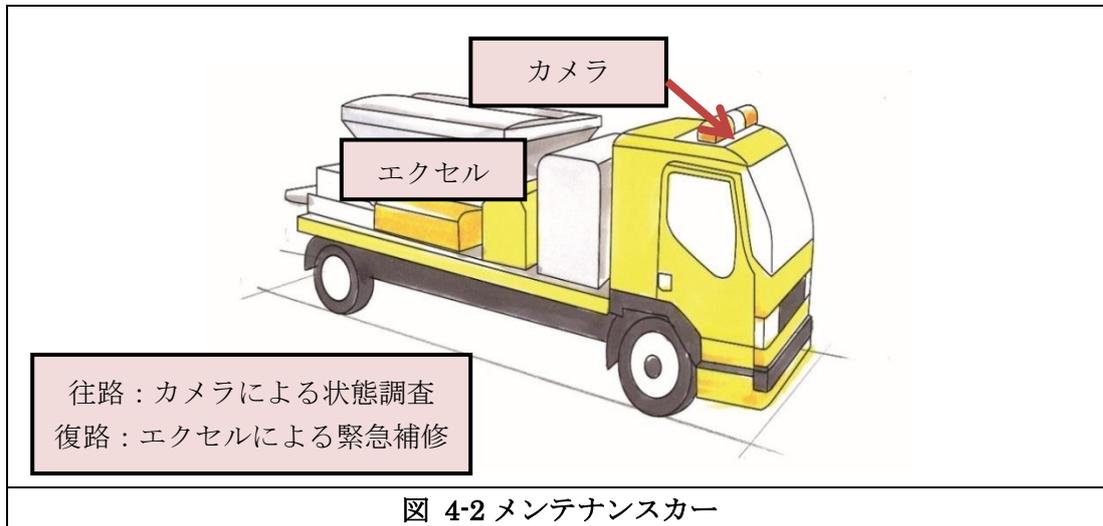


図 4-1 エクセル製造装置

ii) メンテナンスカー

- 車輛（4.5 トントラック、現地調達）
- ホッパー、スクリュコンベア
- 発電機
- カメラ（3台）

想定費用:約 10,000,000 円



出所: JICA 調査団作成

iii) 材料投入、エクセルの運搬

- フォークリフト

想定費用:約 5,000,000 円

iv) 材料費

- エクセルバインダー（4.2 トン）
- 骨材（85.5 トン）
- セメント（1.8 トン）
- アスファルト（1.2 トン）
- 改質材（100kg）
- エクセル（500 袋）

想定費用:約 4,000,000 円

・普及・実証事業終了後の資機材の取扱い

- MPWT の本来業務として道路補修を実施しており、供与された機材は普及・実証事業終了後も MPWT により継続的に使用される。メンテナンスカーは、RID による日常管理業務にて使用され、また、エクセル製造装置にて製造された道路補修材は、メンテナンスカーに搭載され、簡易補修が可能な場合や緊急性の高いポットホールに対するの補修に使用される。

## 2) 案件形成における課題

課題とリスク	その対応策
① 品質の保証と製品の認証	<ul style="list-style-type: none"> <li>・試験所での製品検証を実施する。</li> <li>・製品の国家認証のため、MPWT と事前協議をする。</li> </ul>
② 製造コスト	<ul style="list-style-type: none"> <li>・骨材ソースの採石場を近接地にする。</li> <li>・アスファルト購入のために近隣国の価格調査をする。</li> <li>・添加剤の現地生産を採求する。</li> </ul>
③ MPWT による実証事業後のプラント運営	<ul style="list-style-type: none"> <li>・製造手順書を作成し、実施期間中に OJT で教育する。</li> <li>・実証事業終了後も定期的に MPWT を訪問し、品質や製造手順を確認する。</li> <li>・道路補修材製造装置を供与することによる、自社の事業展開（エクセル製造・販売）への影響について、供与する製造装置は簡易設備であり、製造可能な量が限られているため、依然販売へのニーズは残る。また、エクセル製造のためには、バインダーを提案企業より購入する必要があるため、ビジネス展開には影響はない。</li> </ul>

### (2) 無償資金協力を想定した道路技術研究所の設置と道路状況調査用機材供与

MPWT の道路維持管理事業は、フォースアカウントで実施し、その施工方法は保有している技術図書（表 1-13 に記述）に準拠されているものの、MPWT の維持管理を施工監理している RID によれば実態は経験則に基づいたものになっている。このような現在の方法では一方通行の技術の習得のみになってしまい、州によってその品質が異なる可能性を秘めている。

予てより MPWT はその品質のばらつきを懸念しており、今後の高規格道路建設計画等を考慮すると既存道路だけでなく、新設道路の管理も道路管理者としての責務と自覚している。そのためには人的及び組織的な能力向上が必要であり、MPWT は道路品質を担保する機関の必要性を訴えている。研究所の設置をすることにより、PDCA に基づいた舗装マネジメントシステムの導入の受け皿となり、品質の標準化だけでなく、データの蓄積そして整備優先順位の確立を計ることができる。

そこで本格的な研究所には相当な設備が必要になるが、現段階では道路状況を把握し、データを蓄積、分析することが一歩と判断しており、道路研究所の設置と共に以下のような資機材の供与について MPWT が要望している。

1) 概要：道路維持管理事業を通じ、舗装寿命を延ばすための方策として、道路技術研究所を設立し、損傷の分類を計り、補修方法の選択を標準化し、PMS を推進する。まずは基礎データ集積に資する機材を供与し、道路維持管理事業を支援する。

### 2) 目的/開発効果

i) PMS を導入し、損傷の分類を適確に判断し、適正な補修をすることにより維持管理コ

ストの低減を計る。

- ii) 施工技術の標準化を計るため、工事や補修の体系的な品質管理を実践させる。
- iii) 道路整備に係る新技術の研究（特に路面性状、構造評価に関連する）や将来供与される高規格道路の維持管理を中心的な組織として実施する。

3) 初期段階で研究所に据え付けられる資機材：

- i) エクセルの製造プラント

「普及・実証事業」で使用されたエクセル製造プラントを継承し、その製造過程を学び、緊急時対応の補修材を自ら製造し、施工する。

- ii) 道路性状の簡易評価システム（Dynamic Response Intelligent Monitoring System (DRIMS)）もしくはスタンパー（第2章2-1(3)の4）で紹介）

路面状態を定期的かつ即時的に把握し、維持管理することは非常に重要な課題である。カ国においては、予算や技術者能力の制約から劣化の著しい道路も多く、適切な維持管理が求められる一方で、新設直後やその後の路面状態を把握することは非常に困難を窮めている。そこで簡易で定量的かつ高精度に路面状態を診断・評価可能なモニタリングシステムの構築と確立が強く望まれ、日常巡回車などに搭載し、一般車両の鉛直加速度応答を利用した移動路面モニタリングシステム（Dynamic Response Intelligent Monitoring System、以下 DRIMS）が東京大学大学院工学系研究科で開発された。既往の手法と異なり、車両の改造を必要としない、極めて安価で簡便なシステムである。



図 4-3 DRIMS

- iii) 小型 FWD 試験（Portable Falling Weight Deflection Test）

小型 FWD(FWD-Light)は、載荷板上に重錐を自由落下させることにより衝撃荷重を加え、これにより生じた変位量を荷重中心と荷重中心から半径方向の位置で測定する装置である。

試験業務を計測のエキスパートが行うことにより、試験時間の短縮が図れ、地盤の剛性を評価する上で、ひとつの指標となる地盤反力係数 K30 相当値を的確に算出できる。小型 FWD は、盛土・切土・路床・路盤の土構造物の締固め管理や剛性（地盤反力係数

K30 相当値、変形係数) の評価、及び簡易アスファルト舗装、インターロッキングブロック舗装などの支持力測定や剛性の評価に適用できる。



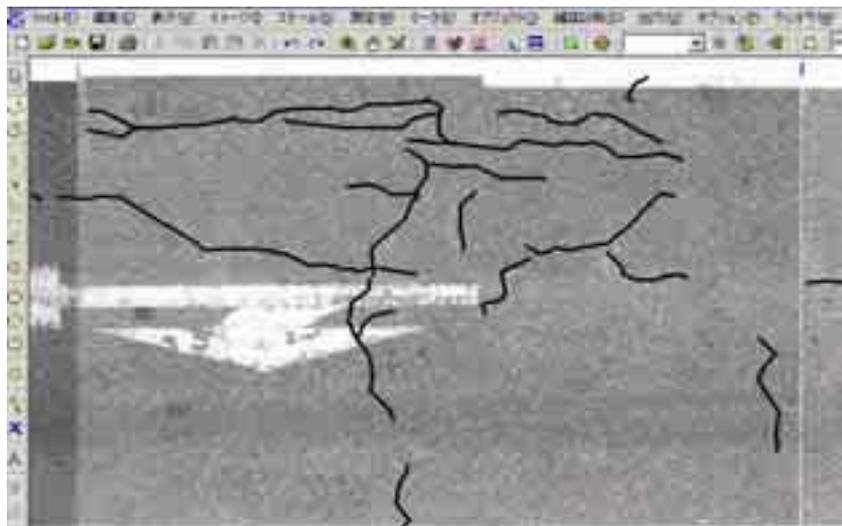
盛土における小型 FWD 試験状況



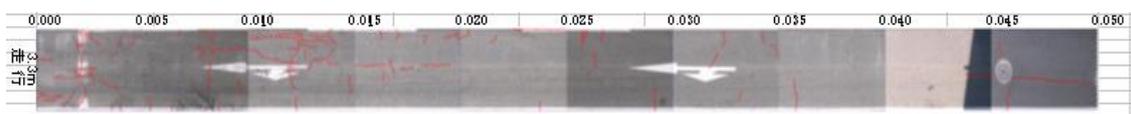
アスファルト舗装における小型 FWD 試験

#### iv) デジカメ診断ソフトによる舗装路面のひび割れ測定

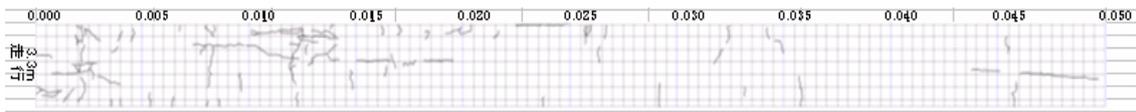
舗装路面のひび割れ測定を、デジタル画像と専用の画像診断ソフトの組み合わせにより行うシステムを開発し実用化している。本システムの採用により、従来のスケッチ法によるひび割れ測定作業の効率化、精度化及び安全化が図れたが、その他にも、作成したひび割れ図がCADデータとして利用できることから、長さや面積の表示及びその集計が容易であり、また、ひび割れ幅を簡単に求めること等の優れた機能を有しており、今後のひび割れ測定の進展に貢献できると考えられる。



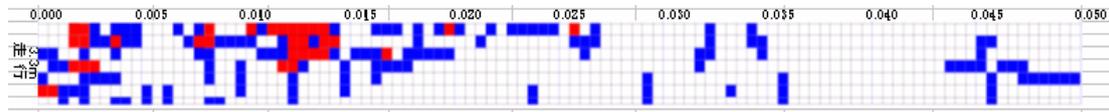
ひび割れのトレース状況



写真の合成状況



ひび割れ状況図



ひび割れ状況図 2\_ひび割れ診断図

### 3) 案件形成における課題

課題とリスク	その対応策
① 舗装マネジメントシステムの運用	<ul style="list-style-type: none"> <li>道路技術研究所を早期に設立する。</li> <li>MPWT 職員への意識改革と研修を実施する。</li> </ul>
② 機材の持続的使用	<ul style="list-style-type: none"> <li>定期的なキャリブレーションを行う。</li> <li>MPWT 職員への意識改革と研修を実施する。</li> </ul>
③ 人材や予算の不足	<ul style="list-style-type: none"> <li>道路技術者向けに定期的な研修を実施する。</li> <li>MEF に道路技術研究所の効果を説明し、道路予算の一部を配分するように働きかける。</li> </ul>

#### (3) 技術協力プロジェクト (リサイクル法制度の整備等ガバナンスの強化)

##### 1) 提案内容：

循環型社会に向けて、工事現場等で発生する建設副産物であるコンクリート殻、アスファルトコンクリート殻等を再利用出来るよう分別保管後、処理施設の建設を促進するため、リサイクルに係る法制度の整備を助言する。

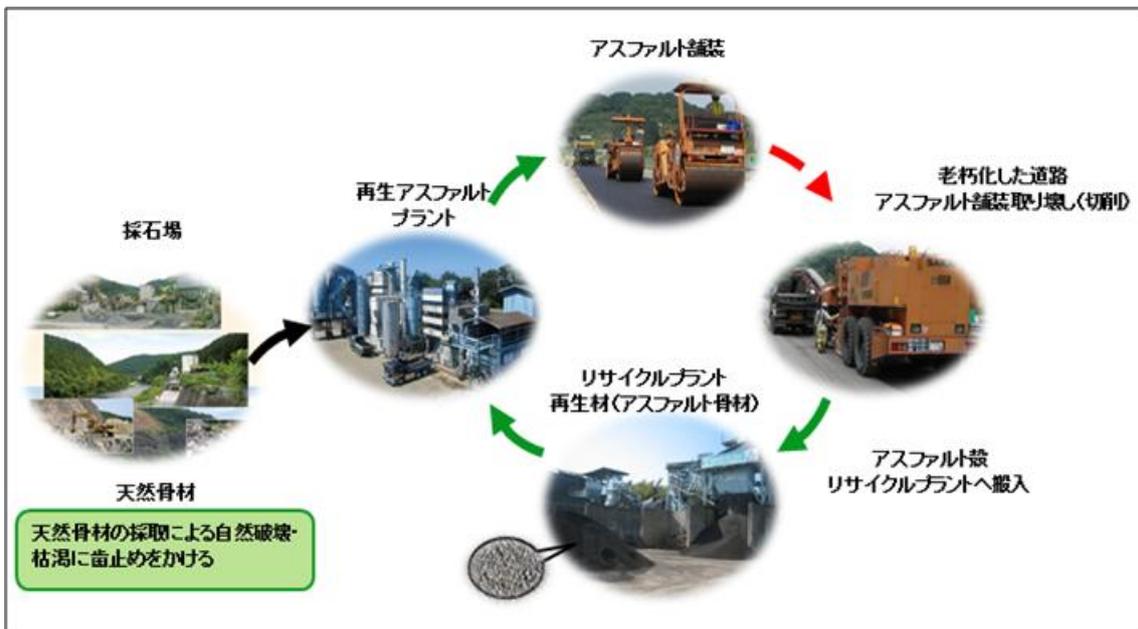
##### 2) 背景：

道路を中心としたインフラ整備は、旺盛な各ドナーの援助により今後 10 年以上は継続されると目されており、NSDP (2014 年～2018 年) に従い、1 桁国道の全線 AC 舗装化 (DBST→AC)、2 桁国道の 50% の AC 化を計画が謳われており、また主要国道の 4 車線化も NSDP に記載されている。さらに域内及び国内の経済発展を見込み、MPWT は 2014 年、高速道路網計画を発表した。最初の計画は南部経済回廊に着目し、プノンペン～ベトナム国境 (バベット) 区間について FS 調査を開始する等高規格道路の整備も今後の視野に入れている。

こうした背景の下、道路整備に欠かせない砕石の不足が懸念され、コンポンスプー州やバタンバン州にある採石山も枯渇の危機に瀕しており、このまま道路開発が進めば、間違いなく周辺国からの輸入による調達が必至になり、建設コストの高騰が避けられなくなると推測されている。そこでリサイクルによる再生骨材の生産は今後の建設産業に大いに影響を及ぼすことになり、民間によるリサイクル事業を後押しするためにもリサイクルに係る法制度の整備は急務であると考えられる。

##### 3) 案件形成における課題

課題とリスク	その対応策
① 法制度の整備	<ul style="list-style-type: none"> <li>・所管する省庁を速やかに決定する。</li> <li>・リサイクルに係る課題を整理する。</li> <li>・他国の事例を研究する。</li> <li>・廃棄数量（供給）と再生製造（需要）のバランスについて FS 調査を実施する。</li> </ul>
② リサイクル事業への投資	<ul style="list-style-type: none"> <li>・提案企業は事業投資の検討をしている。</li> </ul>



出所：JICA調査団作成

図 4-4リサイクルのイメージ

#### 4-4 他 ODA 案件との連携可能性

現在、カ国において実施中及び計画中の道路分野に係るプロジェクトは以下のとおり 2 件である。「普及・実証事業」実施期間中にこれらのプロジェクトと協議をして連携を取ることがカ国の道路維持管理にとって有用であると考えます。

##### (1) 技術協力プロジェクト「道路・橋梁の維持管理強化プロジェクト」

###### 1) プロジェクト概要

[上位目標]：MPWT によって道路と橋梁が適切に維持管理される。

[プロジェクト目標]：道路・橋梁の維持管理に係る RID の業務監理能力が強化される。

[成果]：・RID の道路・橋梁の点検及び補修能力が強化される。

(データベースへの点検・補修費用の入力を含め、維持管理マニュアルの改訂)

・道路・橋梁維持管理サイクルが DPWT や関連組織に広められる。

(パイロット補修工事のサイトを選定し、3 年度に亘り実施する)

[プロジェクト期間]：2015 年 3 月～2018 年 3 月

###### 2) 連携可能な点

- メンテナンスカーで集積したデータを共有する。
- パイロット補修工事のサイト選定にこれまでの経験に基づいた助言をする。

- 道路会社として培った施工の留意点を共有し、適切な補修方法を検討する。
- 緊急時補修として、エクセルの製品の理解を求め、メイドインカンボジアの製品を活用する。
- 本邦研修の受け皿となり、予防補修や品質管理について講義する。

(2) 円借款プロジェクト「国道5号線改修事業」

1) プロジェクト概要

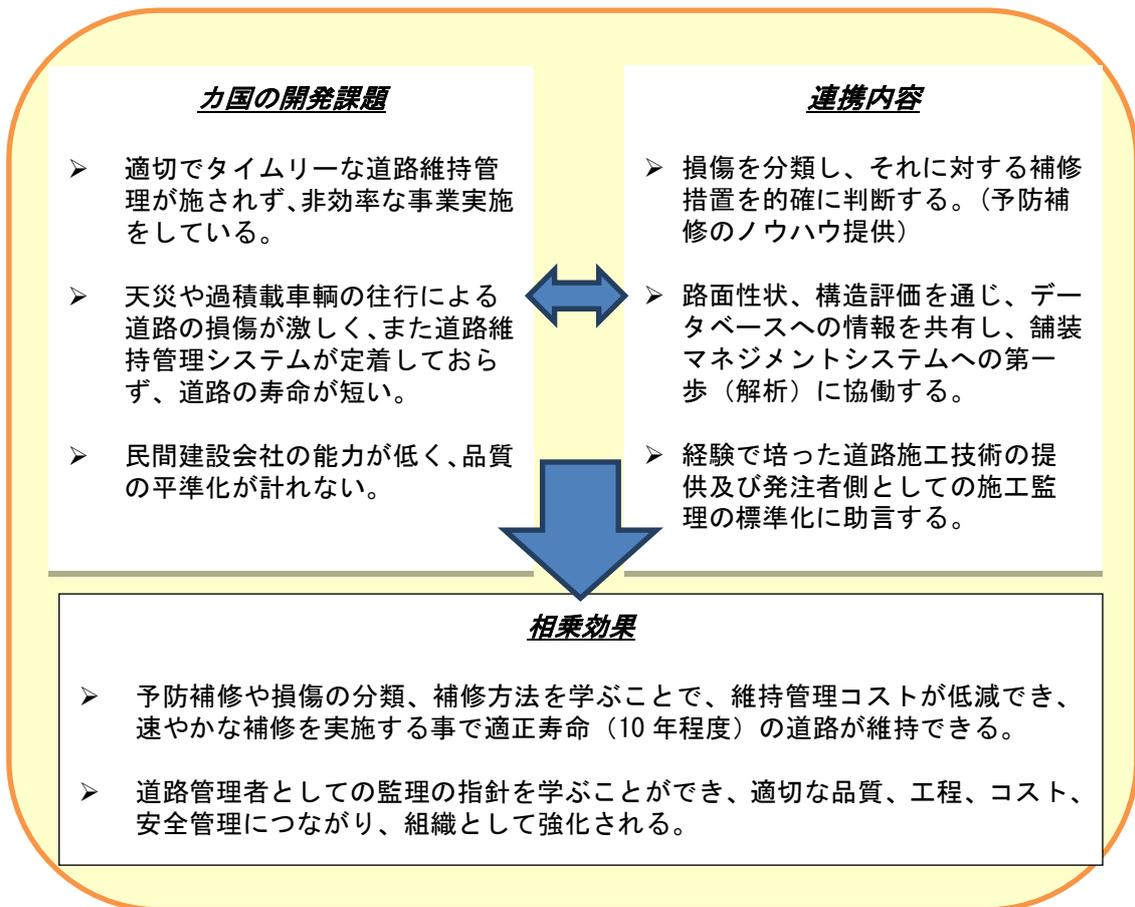
[概要]: アジアハイウェイ1号線及び南部経済回廊の一部である国道5号線の内、首都プノンペン郊外(プレククダン)～タイ国境付近(シソポン)間、約360kmの道路改修及び拡幅整備事業

[事業内容]: 道路改修・拡幅並びにバイパス建設等に係る土木工事(3工区)及びコンサルティング・サービス(詳細設計、入札補助、施工監理、MPWTへキャパシティ・デベロップメント)

[プロジェクト期間]: 2014年8月～2020年

2) 連携可能な点

MPWTへキャパシティ・デベロップメントの一環として業務に含まれている本邦研修の受け皿となり、提案企業のプラント及び道路工事現場において、道路管理者としての最大原則(品質/工程/コスト/安全管理)について講義する。



出所: JICA 調査団作成

図 4-5 連携による効果

**Feasibility Survey with private Sector For  
Utilizing Japanese Technologies in ODA Project:**

**The Widespread Use of High Grade Asphalt Repairing  
Material (EXCEL) and Introduction of Pavement  
Management System**

## **SUMMARY REPORT**

**August, 2015**

**JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)**

**IKEE Corporation**



## Table of Contents

Background of the Project .....	1
Introduction .....	1
Chapter 1 Current Road Condition and Development Plan .....	4
Chapter 2 IKEE Technology .....	7
Chapter 3 Compatibility Survey for Application of EXCEL in Cambodia ...	10
Chapter 4 Proposal for ODA Program .....	13
Chapter 5 Future Business Plan.....	非公開部分につき非表示
Appendix .....	非公開部分につき非表示
[Instruction Manual for EXCEL] .....	非公開部分につき非表示

## Tables

Table 1: Member List of Survey Team .....	2
Table 2: Survey Schedule .....	3
Table 1-1: Road Length by Road Classification.....	4
Table 3-1: Implementation of Compatibility Survey .....	10
Table 4-1: Outline of Verification Survey .....	13
Table 5-1: Business Plan.....	非公開部分につき非表示
Table 5-2: Investment Plan .....	非公開部分につき非表示
Table 5-3: Target turnover.....	非公開部分につき非表示

## Figures

Figure 1-1: Road Development Plan (year 2030).....	5
Figure 1-2: Priority Route from Phnom Penh to Bavet .....	6
Figure 2-1: Concept of PDCA Cycle .....	8

## Abbreviations and Acronyms

AC	Asphalt Concrete
ADB	Asian Development Bank
CBR	California Bearing Ratio
CBTA	Cross-Border Transport Agreement
DBST	Double Bituminous Surface Treatment
GDP	Gross Domestic Product
GMS	The Greater Mekong Subregion
GOC	Government of Cambodia
GOJ	Government of Japan
JICA	Japan International Cooperation Agency
LCC	Life Cycle Cost
MEF	Ministry of Economic and Finance
MMS	Maintenance Management Systems
MPWT	Ministry of Public Works and Transport
MRD	Ministry of Rural Development
NSDP	National Strategic Development Plan
ODA	Official Development Assistance
PBC	Performance Based Maintenance Contract
PDCA	Plan-do-check-act
PMS	Pavement Management System
SEZ	Special Economic Zone
SME	Small and medium-sized enterprises
TCP	Technical Cooperation Project
TEU	Twenty feet Equivalent Unit
VOC	Vehicle Operation Cost
WB	World Bank

## **Background of the Project**

In order to ensure the efficiency and sustainability of social and economic development and poverty reduction, Ministry of Public Works and Transport (MPWT) has worked intensively on the maintenance and rehabilitation of infrastructure such as roads and bridges with financial and technical support from donors and/or national budgets.

Although the maintenance and repairing works against the damage of roads, such as the occurrence of “pot holes” and “natural disaster” like flood, have been done by MPWT, the works cannot be responded on time due to the lack of the budget, personnel and the equipment.

“IKEE Group” (Company) has been tackling the same problems in Japan for long time. Company assumes that the company’s product and technology, “High Grade Asphalt Repairing Material (call it EXCEL)” and “Pavement Management System (PMS)”, may contribute to solve the above problems in Cambodia.

Through this survey and trial construction, Company aims to find the way of production of this material in Cambodia and reduction of maintenance cost for the roads by implementing urgent repair.

The characteristic of the product is that the works can be done even under rain therefore the traffic can be opened immediately after construction. Furthermore, the repairing in the early stage of damage and planning of repair by the inspection/research of damaged spots on the roads based on the PDCA cycle which is modified to the areas and which is the technology of suggested company called “Pavement Management System” for prolong the life of the roads is utilized.

## **Introduction**

After the years and years civil war was over, economy of the Kingdom of Cambodia (Cambodia) is growing in year by year. As a resource to support of economic growth, 70% of total population (approximately 15 million people) ratio is less than 30 years old and more than 200,000 people of working population have been expected to generate in every year. Thus, Cambodia is one of the most potential country among Southeast Asia region.

Cambodia is located in Indochina and land area is 181,000 km<sup>2</sup>. Cambodia consists of 24 provinces and Phnom Penh Municipality. The GDP is growing of 7% consecutively in the path four years from 2011 and Ministry of Economic and Finance (MEF) is expecting to achieve the same growth ratio in year 2014 as well. The growth factor is development of the retail trade, real estate business with construction industry and growth of tourism-related service industry. In fact, Cambodia is moving the share from agriculture to manufacturing industry gradually. Especially, relating to Company business sector such as construction industry is also leading and expanding the share of GDP among industrial field.

On the other hand, road infrastructure development, which is affecting to foreign investor for logistic issues, has not yet developed well even under remarkable economic growth. The infrastructure for transportation such as roads and bridges has been prepared and maintained mainly by the assistance of donors since year of 2000.

However, the infrastructure for transportation which was implemented and maintained in past several years has been damaged by the rapid increase of the traffic and by the passing overloaded

illegal trucks along with the economic development in recent years. Such situation causes the obstruction of safety traffic and also frequent traffic accidents.

This agrees to one of the development goal i.e. “Rehabilitation and Construction of Infrastructure” based on the “Quadrilateral Strategies” declared by the Government of Cambodia (GOC). And also the Government of Japan (GOJ) has been providing assistance such as the maintenance of main roads based on the development topics of “Preparation and maintenance of economic infrastructure” in the assistant policy to Cambodia by GOJ.

Based on the above backgrounds, Company has applied the “Feasibility Survey with private Sector for Utilizing Japanese Technologies in ODA Project” under JICA assistance to be able to expect the business chance in future and in order to solve the Cambodia development issues.

(1) Objective of Project

- To solve the issue for development of physical infrastructure,
- To establish the sustainable business model for Company,
- To prepare the future ODA program to develop Cambodia growth.

(2) Member of Survey Team

The survey team consists of 8 experts in this survey as followed below.

**Table 1: Member List of Survey Team**

Member	Assignment
Akinori Tamai	Project Manager
Shu Nishiyama	Business Plan
Masaaki Okamoto	Testing Material
Makoto Takahashi	Construction Method
Atsushi Kasahara	Pavement Management System
Ryouji Takayama	Coordinator
Kazuo Yumita	Chief Advisor/ODA Plan
Makoto Oshima	Construction Supervision

(3) Survey Schedule

The survey has been started since 31th October 2014 and finished the field survey on April 2015. Content of survey is shown in Table 2.

**Table 2: Survey Schedule**

		2014			2015					Remarks	
		Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May		
<b>[Activity 1 : Preparation of Study]</b>											
1.1	Preparation of Inception Report	Plan	▲▲								
		Done	▲▲								
1.2	Discussion with MPWT based on Inception Report	Plan									
		Done	■	■							MPWT
<b>[Activity 2 : Current Condition of Pavement Material and Study for Potential of Excel Production &amp; Sale]</b>											
2.1	Exchange Discussion with MPWT about EXCEL Producing	Plan		■							
		Done		■							MPWT, Battambang
2.2	Discussion with Governor of Battambang about Minor Repairing	Plan		■							
		Done		■							
2.3	Current Condition of Road Network & Pavement Structure	Plan		■							
		Done		■	■	■					
2.4	Capacity of Public Work Laboratory & Private Laboratory	Plan				■					
		Done				■	■				
2.5	Location & Capacity of Quarry Plant	Plan				■					
		Done		■	■	■	■				Visiting 3 or 4 locations
2.6	Study for Potential Use of EXCEL	Plan		■	■	■	■	■	■	■	
		Done		■	■	■	■	■	■	■	
2.7	Study for Potential of Recycle Facility	Plan						■			
		Done						■	■		
<b>[Activity 3 : Compatibility Survey for Application of Excel at site]</b>											
3.1	Selection of Pilot Site	Plan	■								
		Done	■								
3.2	Implementation of Application of Excel (Rainy & Fine Day)	Plan		■	■	■					
		Done		■	■	■	■				Application only in Dry season
3.3	Verification of Repairing Condition	Plan			■	■	■	■	■	■	
		Done			■	■	■	■	■	■	
<b>[Activity 4 : Study for Development of Pavement Management System and Preparation of Business Plan]</b>											
4.1	Obsevation of Exsiting Road Project	Plan		■							
		Done		■	■	■					
4.2	Observation of Current Maintenance Project	Plan				■					
		Done				■	■	■			
4.3	Introduction of Management System in Japan & Proposal for Management System in Cambodia	Plan		■				■			
		Done		■	■			■	■		Conducting Workshop
4.4	Capacity of Road Contractor	Plan				■					
		Done				■	■				
4.5	Current Procurement System	Plan				■					
		Done				■	■	■			
4.6	Future Road Network Plan in MPWT	Plan				■					
		Done				■	■				
4.7	Survey on Operation of Current Maintenance Equipment	Plan				■					
		Done				■	■	■			
4.8	Preparation of Business Plan	Plan				■	■	■	■	■	
		Done				■	■	■	■	■	
4.9	Exchange Discussion with MPWT about PMS	Plan				▲	■				
		Done				▲	■				
<b>[Activity 5 : Study on Future ODA Project]</b>											
5.1	Request from MPWT	Plan					■	■	■		
		Done					■	■	■		
5.2	Proposed Future ODA Project	Plan					■	■	■		
		Done					■	■	■		
<b>[Activity 6 : Report]</b>											
6.1	Preparation of Final Report	Plan								▲▲	
		Done								▲▲	

## Chapter 1 Current Road Condition and Development Plan

### 1.1 Road network

The road network development has contributed greatly to the transport sector in Cambodia and has provided the country lifeline to the outside as well as the internal distribution system. Efforts to rehabilitate and upgrade the road network started in the 1990 with various international donors contributing to the development have been and are being implemented.

At present, the Cambodian Road Network covers about 54,000 km of paved and unpaved roads, consisting of 10,907 km of national roads (both 1-Digit and 2-Digits), 4,407 km of provincial roads and approximately 39,000km of rural or tertiary roads. Table 1-1 shows the road length by their classification as of end of year 2014.

**Table 1-1: Road Length by Road Classification**

Road Classification	Network	Road Length (km)	Road Administration
1-Digit National Road	9 Lines	2,243.5	MPWT
2-Digit National Road	146 Lines	8,664.3	
Provincial Road (3 & 4-Digits)	236 Lines	4,407.2	
Total	391 Lines	15,315.0	
Rural Road		38,931.0	MRD

*Source : MPWT,MRD*

However, improvement of the pavement condition in road network is required. Percentage of paved road 2-Digit national road and for provincial road is still lower compared to 1-Digit national road which is paved in 100%. NSDP, 2014-2018 clearly mentions the improvement of road network. MPWT shall be responsible for implementing the national policy concerning construction of all public works.

To implement the prioritized policies during the Fifth Legislature, MPWT shall carry out the following activities:

- Improve more 3,500 Km of road infrastructure in the next 5 years.
- Improve 1-Digit National Roads – expand from DBST to AC pavement.
- Widen 1-Digit NRs from 2 lanes to 4 lanes in and around major cities.
- Increase a pavement ratio in 2-Digit National Roads from 50% to 90%.
- Install drainage facilities in 1-Digit National Roads for flood control.

These activities can provide company with business opportunity so that Company can proactively demonstrate the initiative technology and product in the future maintenance performance.

### 1.2 Road Development plan

As mentioned in above activities, MPWT has planned to develop the 3,500km of new arraignment road in the next 5 years and to widen from 2 lanes to 4 lanes in and around major cities in accordance with NSDP, 2014~2018. And these development shall be based on the following 6 strategies;-

Strategy 1: Enhancement of multi growth pole development

Strategy 2: National Integration

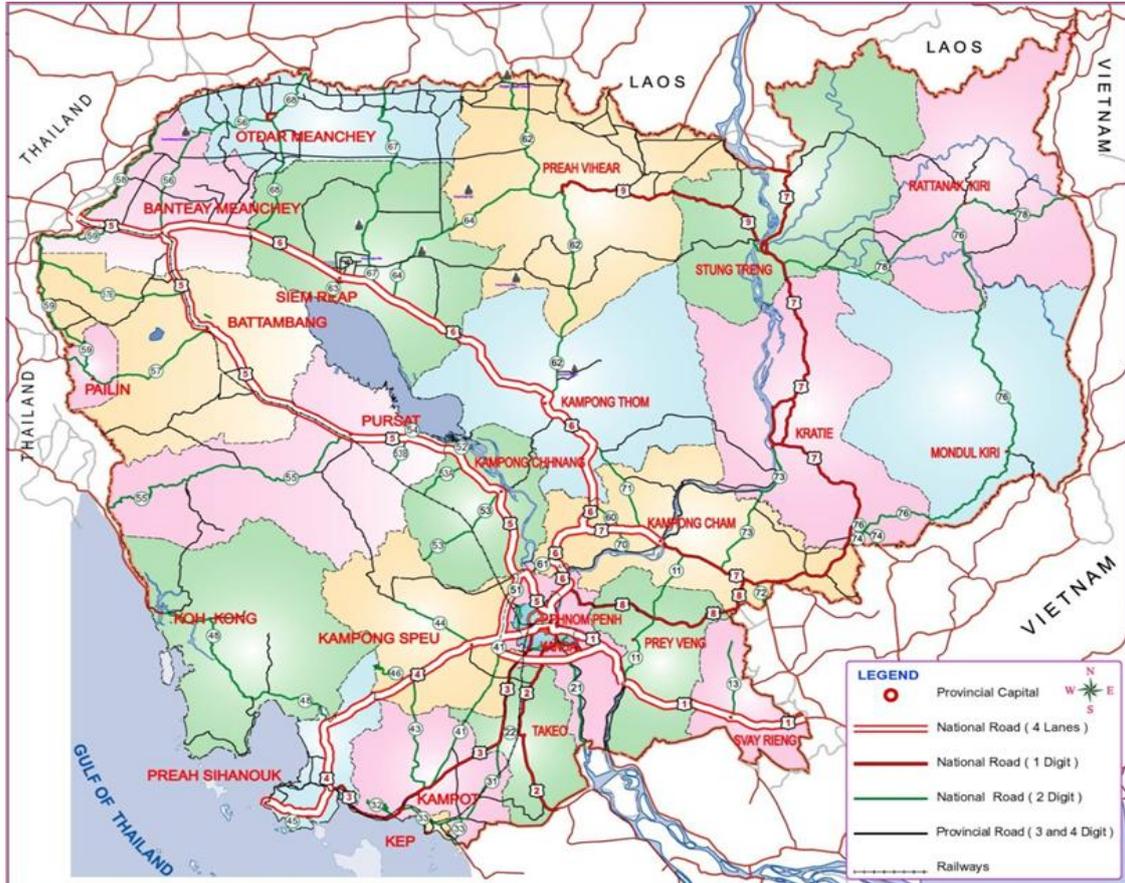
Strategy 3: Development of international corridors for Cambodian Regional Integration

Strategy 4: Enhancement of rural socio-economic development mainly agriculture development for poverty reduction

Strategy 5: Strengthening of economic growth corridor development

Strategy 6: Promotion of tourism development

MPWT has prepared the future road network plan, target year 2030, to achieve a proactive economic growth based on the above strategies.



Source : MPWT

**Figure 1-1: Road Development Plan (year 2030)**

Moreover, road infrastructure development increases activities day by day, such as maintenance works, and new road constructions (including widening road) which are doing by various donors recently. Particularly, towards ASEAN integration in 2015, the importance of intra-regional road links are focused.

Cross Border Transport Agreement (CBTA) consists of seventeen annexes and three protocols in the Great Mekong Sub region (GMS). GMS includes six countries, Cambodia, China, Lao, Myanmar, Thailand and Vietnam and all member countries signed on the CBTA. Cambodia has signed and ratified by the Parliament, Senate and Royal Palace all the annexes (17) and protocols (3), and deposited by the Minister of Foreign Affairs all ratified 20 annexes / protocols.

In response to a large movement of such regional improvement plan, MPWT has announced to launch the plan of expressway development in 2014. Since it contributes to the national as well as

regional economic growth, expressway is considered to be essential for modern industrial and social activities, such as secured traffic safety, increase of tourist volume, increase of foreign investment, agro-industrial market expansion and welfare accessibility. The expressway plan has been figured total 2,200km length and invested to 22,000 Million USD. JICA has started the feasibility study for priority route where is located in Southern Economic Corridor and Asian Highway 1 from Phnom Penh to Bavet (E1), border of Vietnam in 2015.



Source : MPWT

**Figure 1-2: Priority Route from Phnom Penh to Bavet**

At a time, MPWT has also planned the recruiting engineer from outside sources and strengthening capacity development in MPWT to respond to road improvement projects and new development projects. However, MPWT does not have capacity to respond the expressway project, improvement of National Road No. 5 project or Technical Corporation Project and so on.

MPWT aims to establish the Institute of Technology to respond to international standard of road specification and to establish the vocational training center to standardize the knowledge and technology.

On the other hand, MRD, road administration for rural road, has involved the road development since 2011. The plan shall be upgraded surface of laterite roads to DBST pavement that are doing by ADB and Korean loan. The implementation of Phase 1, approximately total length 500km, was completed and Phase 2, total length 729km, has been carrying out and preparing the detail design stage. Besides, MRD has planned to start the feasibility study for Phase 3 and targeted to upgrade in several parts until year 2020 so that there is a strong request to maintain the rural road properly in the future as well.

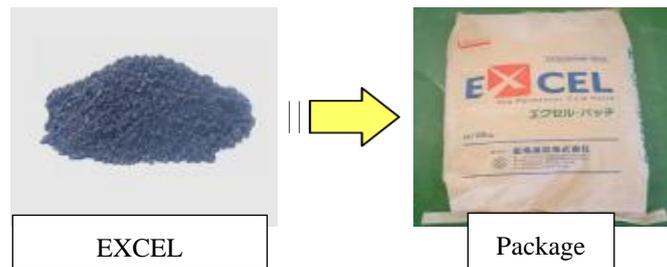
## Chapter 2 IKEE Technology

### 2.1 Characteristics of the EXCEL

#### (1) Product of high grade asphalt pavement material (EXCEL)

EXCEL is a completely new type of all-weather paving material developed to repair potholes on pavement surface rapidly and permanently. EXCEL is the cold patch of the next generation based on Japanese original technology.

Company has introduced EXCEL product to prolong the Cambodia road life both of AC and DBST. This product is approved by Strategic Highway Research Program of United States Federal Highway Administration and suitable during rain or under hot shine like Cambodia weather.



#### <Characteristics of EXCEL>

- It is most suitable for a urgent repair and a small area repair,
- It helps the reduction of the road maintenance cost,
- Tack coat nor any other adhesive is not required,
- It can be used at any temperature, any weather rain or shine,
- It will not adhere to rubber-tires,
- There is no need to block off or plate over the area. The road will be cured sooner with greater volumes of traffic because EXCEL is a pressure sensitive product,
- EXCEL, which comes in a special bag, has a shelf life of up to two years.

The photos show the comparison of exsiting routine maintenance and application of EXCEL which can be repaired urgently with reasonable cost.



Photo 2 : Application of EXCEL

## 2.2 Pavement Management System (PMS)

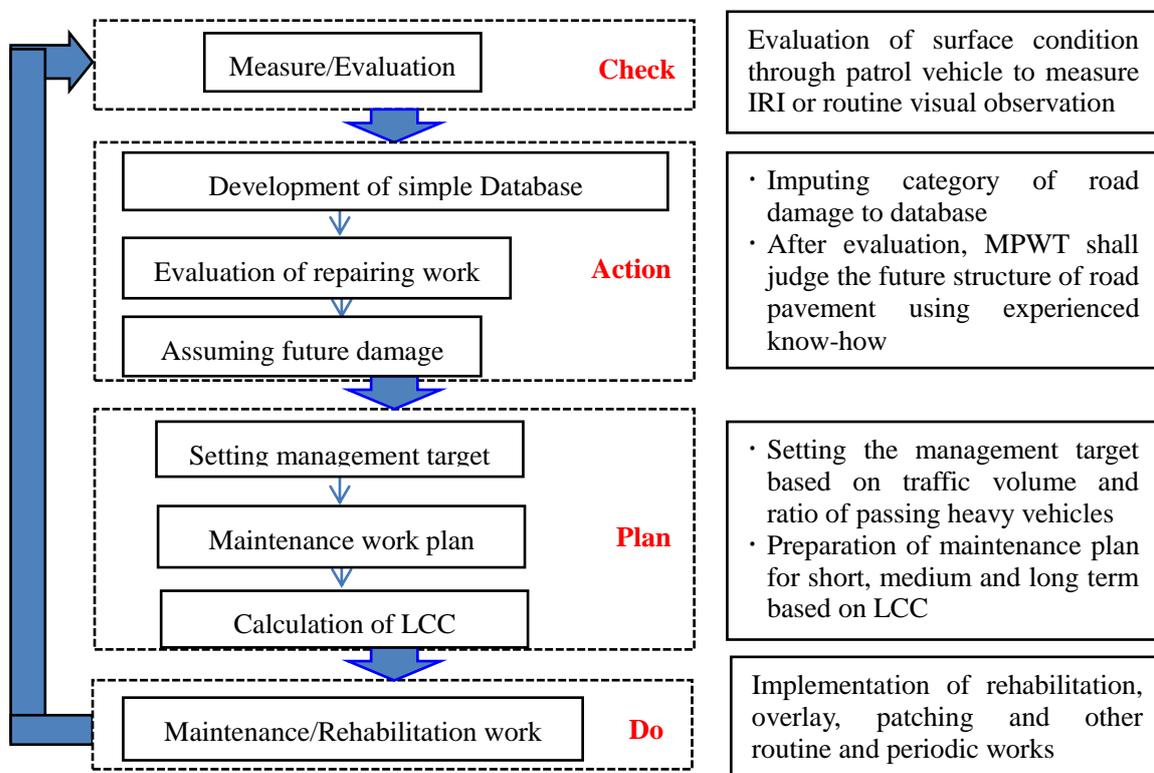
Company has been studying the PMS with Professor Kasahara of Hokkaido University of Science, member of this project, for long time. Our PMS is based on PDCA cycle that of “Check”, “Action”, “Plan” and “Do”. The PDCA cycle is to justify easily) plan of maintenance program to be clarified and categorized the road damage, 2) making the standard cost performance to explain the concept of Life Cycle Cost (LCC) to MEF and 3) Selection of priority sections easily based on data collection through reasonable evaluation.

PMS is to obtain the following result for prolong pavement life;-

- To clarify the current pavement condition, to propose the method of treatment based on pavement condition and to perform the construction properly,
- To use for calculation of LCC and to standardize the renewal cost of pavement in future,
- And to show the objectivity of prioritization after data analysis for conditions of damage and serviceability.

Common road transport problems in developing countries are mainly traffic jam due to lack of road capacity such as narrow road design and mix transportation mode, damage of road due to overload heavy vehicles and financial sources for maintenance works. Particularly, the maintenance and repair of road under limited financial sources shall impose inefficient road administration.

Thus, it is important to apply the PMS or Maintenance Management System (MMS) to tackle those problems. The typical characteristic of Cambodia road condition is a large number of potholes after rainy season. Deterioration of the flatness of road leads to an extreme lowering of the travel speed and exerts a significant negative effect on economic activity. Repairing of potholes shall be performed and rapidly to maintain the effect for long time. The figure 2-1 is described the concept of our PDCA cycle to be able to apply the PMS program in Cambodia.



**Figure 2-1: Concept of PDCA Cycle**

It is important to maintain the road assets which have been developing or rehabilitating by donors. However, increase of the road assets is leading increase of maintenance cost which imposes proper treatment.

Company recommends MPWT to take the preventive maintenance works, such as early detection and repair of the damaged part. One of solutions is to apply EXCEL to damaged part at early stage to prevent a large damage in the future. Moreover, method of PMS or MMS shall be also developed to enhance the maintenance activities of MPWT.

### 2.3 Possibility of Investment to Cambodia

It is a good opportunity to participate the future business for Company with appropriate method of treatment of damage and technical assistance to MPWT works based on the above future situation. There are a lot of road improvement projects in the future in Cambodia and maintenance of the road network is expected to affect not only development of the Mekong region, but also to affect the proactive investment by Japanese investors in recent years. Company shall contribute the technology to development of Cambodia and Mekong region.

Although there is an unofficial method of contract yet, MPWT has planned to carry out new contract system which is named Performance Based Contract (PBC) under maintenance works. ADB has used to apply such a contract for rehabilitation projects.

A PBC contract is an agreement between MPWT and a private contractor whereby the private contractor maintains the road to achieve specified condition standards for a certain period of time (usually 2 - 3years), in return for a fixed payment stream.

The concept of PBC contracts originates from a consideration of (i) the increasing lack of personnel within MPWT road concern departments available to measure the vast quantities of activities involved in the more traditional maintenance contracts, and to monitor performance standards using inputs indicators; (ii) the frequency of claims resulting from the necessity to increase the quantities of activities of the original contracts; (iii) the need to focus more on customer satisfaction; and (iv) the need to shift greater responsibility to contractors throughout the entire contract period, as well as to stimulate and profit from their innovative capabilities.

This kind of contract is a good business opportunity for Company to participate the tender of maintenance works under MPWT. Company shall provide the total pavement management to client to obtain this contract.

## Chapter 3 Compatibility Survey for Application of EXCEL in Cambodia

### 3.1 Compatibility survey

Trial construction and monitoring to test adaptation of the life of pavement by preventive repair by EXCEL were carried out. And Company also has conducted the survey for possibility of local production materials.

Table 3-1 describes the summary of trial construction in Phnom Penh and Battambang province. During the experiments in Battambang province, provincial governor and Battambang mayor observed and put Excel. Company felt the great expectations to EXCEL.

**Table 3-1: Implementation of Compatibility Survey**

Title of Trial Construction		Experiment of Emergency Repairing Work using EXCEL product in Phnom Penh and Battambang
Objective		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analysis of effect of EXCEL product</li> <li>• Applying EXCEL to DBST &amp; AC roads</li> <li>• Comparison of other cold mix</li> <li>• Survey on curing situation during construction under rainy day</li> </ul>
Location		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Phnom Penh : 6 locations (include. Chroy Changva Bridge)</li> <li>• Battambang : 5Location &amp; Own construction by DPWT</li> </ul>
Material & Equipment		<ul style="list-style-type: none"> <li>• EXCEL : 66 Bags (Phnom Penh 44 &amp; Batambang 22)</li> <li>• Compactor : 2 units</li> <li>• Tack coat</li> </ul>
Duration		November 2014 to February 2015
Work Done	Nov. 2014	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Import arrangement of EXCEL</li> <li>• Decision of location</li> <li>• Trial construction (AC,DBST, Concrete road)</li> </ul>
	Dec.	Monitoring of situation
	Jan. 2015	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monitoring of situation</li> <li>• Aggregate test for production of EXCEL in Cambodia</li> </ul>
	Feb.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trail construction on Chroy Changva Bridge</li> <li>• Preparation of technical manual</li> </ul>

Company observed the location of heavy traffic along National Road 2 under AC pavement section and did not find any damage after 7 months of trial construction. On the other hand, Company found the damage part surrounding repair part caused by damage of base course along National Road 20 under DBST section.

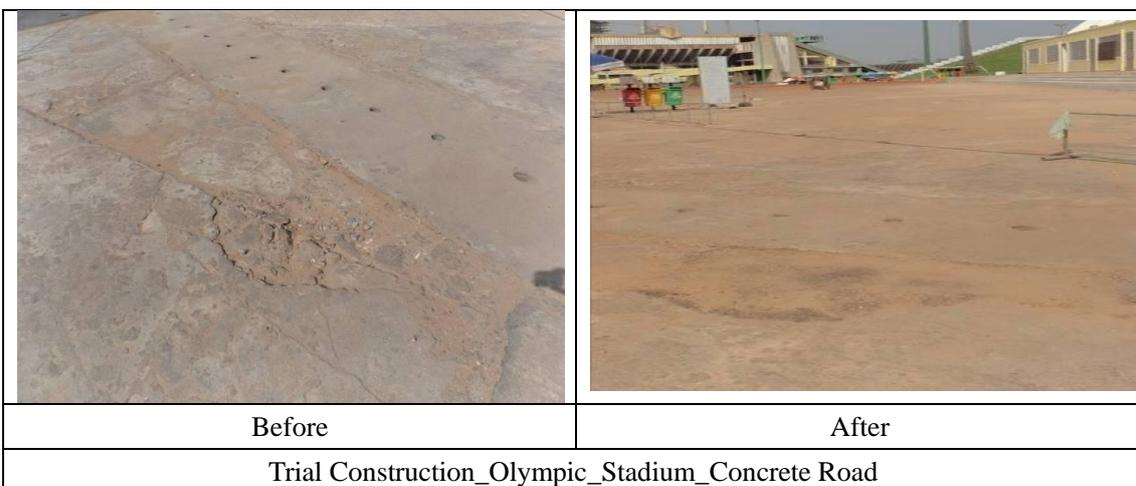
Company carried out the trial construction for 5 locations in Battambang province including heavy traffic along National Road 5.

The monitoring of sites has been conducted after 3months and 6 months of trial construction and Company received the good result for endurance.

And Company conducted Chroy Changva Bridge to survey the condition of subgrade. Unfortunately, there was a wrong construction for subgrade and base course before laying EXCEL so that road was sagged in the surface after traffic open. However, removal of EXCEL from this part can be used to other road site even one week past after reconstruction. This is one of strong characteristics of EXCEL. In the initial stage of accelerator of EXCEL, removal of EXCEL can be re-used to apply and adaptability of EXCEL has been proved.

Technical manual is attached described in Appendix. The point of using EXCEL is to check the

condition of pothole and to measure the size and depth of pothole. And Company informed to MPWT that EXCEL cannot be applied in case of damage the pothole due to wide crack at surrounding area, rutting on pavement surface or damage from subgrade part.





Before

After

Trial Construction\_Battambang\_Puddle Area

Company also confirmed the possibility of EXCEL production by using local aggregate (crushed stone, sand and filler) which collected from quarry at Kompong Speu and Battambang provinces based on material test for specific gravity and absorption of coarse aggregates.

However, there is no asphalt manufacture in Cambodia and asphalt is imported from neighbor countries. The price of asphalt is mostly same as Japan so that it is not so much gap for price of asphalt. Company shall consider utilizing the recycle aggregate after research on development in the future to decrease of production cost.



Quarry Plant at Battambang

## Chapter 4 Proposal for ODA Program

In the survey, through compatibility study and workshop were conducted in cooperation with MPWT, and positive response was shown from MPWT for pavement technical capability utilizing EXCEL in road maintenance works. For solution of further development issues in Cambodia, Company shall consider the sustainable road maintenance manner through the following ODA program. Company shall propose the ODA program/project based on requests from MPWT as followings, 1) to contribute to strong road maintenance in Cambodia, 2) to obtain synergistic effects on other road projects under JICA, 3) to receive advantage for Company business expansion, and 4) to become a new attempt to produce road material that is expected to depletion.

### 4-1 Verification Survey

By utilizing the scheme of “Pilot Survey for Disseminating SME's Technologies” through EXCEL, production using Cambodian aggregates and modifiers shall be planned to demonstrate the reduction of maintenance costs and to disseminate Excel use with running a maintenance vehicle to implement the practice of road conditions inspection and daily maintenance.

Table 4-1 is described the outline of verification survey to prove EXCEL product effect.

**Table 4-1: Outline of Verification Survey**

Overall Goal	To improve conditions of the paved road in Cambodia	
Project goal	EXCEL with Cambodia materials can be produced inexpensive and disseminated that can be used for urgent and sustained road repairs.	
Outcome	<p>[Outcome 1] EXCEL is produced with required quantity and sufficient quality.</p> <p>[Outcome 2] In case of heavy damages, treatment method is recommended to MPWT through check of the road conditions in the visual inspection using the maintenance vehicle and repair pothole rapidly by EXCEL inside of maintenance vehicle even under rainy day.</p> <p>[Outcome 3] In collaboration with other ODA projects (applying to the pilot projects), EXCEL is applied and Company proposes treatment method.</p>	
Activity	<p>[Outcome 1] :</p> <p>1-1 To secure the facilities that jurisdiction by MPWT. (2 candidate sites) for construction of plant</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>MPWT Laboratory</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Road Construction Center</p> </div> </div> <p>1-2 To survey the procurement methods of Excel materials, (for example, aggregate and sand are from the quarry occupied by MPWT or location in which the sample tested in this survey. Asphalt is imported from the Shell of Thailand etc.).</p> <p>1-3 To test the production of EXCEL by 3 patterns and evaluate the most</p>	

	<p>suitable case.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) All of materials made in Japan,</li> <li>2) Aggregate (local procurement) + binder(made in Japan),</li> <li>3) All of material made in local (local procurement + local product)</li> </ol> <p>1-4 To compare between production cost and cost from current method of maintenance.</p> <p>1-5 To register a patent and trademark.</p> <p>1-6 To be certified by MPWT (certification of quality assurance as asphalt material and register in maintenance code) and to be adopted as a method of repairing a routine maintenance.</p> <p>[Outcome 2] :</p> <p>2-1 To determine the pilot site in cooperation with “The Project for Strengthening Capacity for Maintenance of Roads and Bridges” (TCP) after discussion with MPWT.</p> <p>2-2 To install a camera in the vehicle of MPWT routine maintenance team.</p> <p>2-3 To carry EXCEL in the maintenance vehicle as well as bag or hopper container</p> <p>2-4 To patrol the road condition at pilot site and do urgent repair by EXCEL.</p> <p>2-5 To monitor the repairing site.</p> <p>2-6 To classify the portion of heavy damage and propose the method of repairing.</p> <p>2-6 To put the data for road inventory done by camera into MPWT database.</p> <p>[Outcome 3] :</p> <p>3-1 To check the TOR for TCP and Yen loans project (“Rehabilitation for National Highway No. 5 Project”), and to discuss possible collaboration with these projects.</p> <p>3-2 To explain EXCEL use.</p> <p>3-3 To propose collaboration plan with pilot project.</p> <p>3-4 To keep the data into the database which TCP is to be planned to establish.</p> <p>3-5 To support the method of construction for maintenance works under national budget project.</p> <p>3-6 To support the training of both projects in Japan.</p>
<p>Role &amp; Responsible for Counterpart (DID)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Provision of location for EXCEL plant</li> <li>• Research and demonstration for production of EXCEL</li> <li>• Coordination with TCP and Yen loan projects</li> <li>• Issuance of certification for EXCEL</li> <li>• Verification to use of recycled materials</li> <li>• Keep the road data into MPWT database</li> </ul>
<p>Schedule</p>	<p>March 2016 :Start of Verification Survey</p> <p>August 2016 : Completion of Excel plant and start to production</p> <p>September 2016 : Demonstration in rainy season</p> <p>December 2016 : Implementation of pilot projects using the maintenance vehicle</p> <p>January 2017 :Monitoring of implementation sites, evaluation, and improvement</p> <p>March 2018 :Final report</p>

#### 4-2 Assuming Grant Aid Project

- Scheme : General grant aid project
- Outline : As a strategy to extend the pavement life, the “Institute of Road Technology” shall be set

up to perform the classification of the damage, to standardize the selection of repair method, and to promote the PMS. First of all, the road testing equipment shall be granted to integrate the basic data and to accelerate the road maintenance works.

1) Purpose / development impact

- To evaluate the classification of damage properly using by PMS to reduce maintenance cost.
- To practice the systematic quality control of construction and repairing works to standardize the technology of work.
- Institute of Road Technology shall implement a new technology research related to road maintenance (especially, surface condition and structure evaluation) and maintain the flatness for high-standard road to be granted in the future as a central organization.

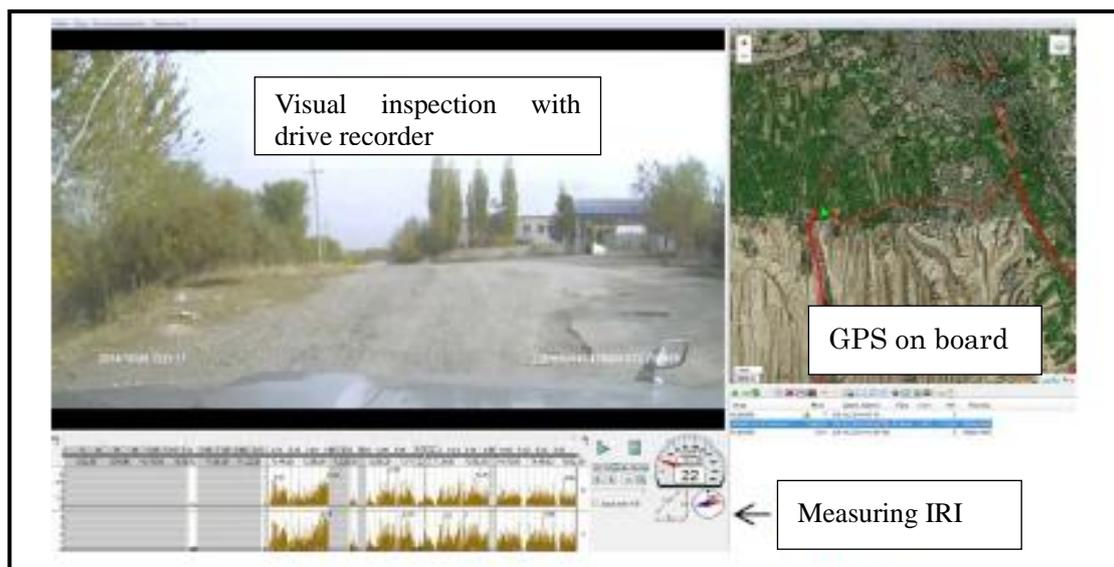
2) Equipment to be installed in the Institute in the early stages:

① Excel production plant

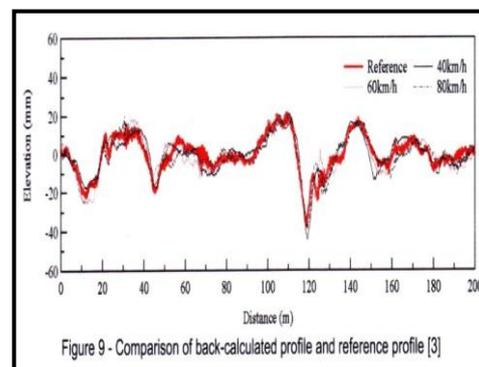
Institute shall take over Excel plant after “Verification Survey” under JICA and learn the technology and know-how to apply in case of emergency repair in the future.

② Simple evaluation system of pavement condition

[Dynamic Response Intelligent Monitoring System (DRIMS)]



[Stamper]



#### 4-3 Enhancement of governance by TCP

Road infrastructure development shall be planned to continue for more than 10 years due to the strong assistance of each donor. In accordance with NSDP, 2014~2018, whole of 1-digit national road shall be achieved 100% of AC pavement (DBST → AC) and 2-digit national road shall be achieved until 50% of AC pavement. And MPWT has highlighted to improve to a four-lane in the major national roads described in NSDP. Furthermore, expected the regional and domestic economic growth, MPWT announced to invest the expressway network. The feasibility study is being conducted and focused on the Southern Economic Corridor, Phnom Penh - Vietnam border (Bavet) section in the future of the field of view.

Based on the active development plan, the lack of crushed stone which is indispensable to the road maintenance has been concerned. Quarry mountains in Kompong Speu and Battambang are also on the verge of depletion. If the road development improves in year by year, it would be required to procure crushed stone by imports from neighboring countries. It is estimated that soaring construction cost cannot be avoided. Therefore, production of recycled aggregate from recycling will be greatly affect the future of the construction industry, and also in order to boost the recycling business by the private sector, development of the legal system relating to recycling is urgent need.

#### 4-4 Collaboration with Existing JICA Project

Currently, there are the two following JICA projects related to road sector ongoing and planned in Cambodia. During the implementation of "Verification Survey" period, Company shall consider to corroborate with these project to contribute the synergy effect for Cambodia road development.

##### (1) “The Project for Strengthening Capacity for Maintenance of Roads and Bridges”

###### 1) Outline of Project

Overall Goal	Appropriate Maintenance of roads and bridges is managed by MPWT
Project Goal	Capacity of RID to supervise implementing bodies maintaining roads and bridges are enhanced.
Expected Effect	<ul style="list-style-type: none"> <li>• The bridge maintenance cycle is established</li> <li>• Road and bridge inspection capacity of RID is enhanced</li> <li>• Road and bridge repair capacity of RID is enhanced</li> <li>• Road and bridge maintenance cycle is introduced to other DPWTs and concerning agencies</li> </ul>
Duration	May 2015 to March 2018

###### 2) Point of Cooperation

- Share data that can be integrated in the maintenance vehicle.
- Advice based on past experiences to select the pilot site.
- Share the issues related to road maintenance in MPWT and provide and discuss the treatment method as capable road contractor.
- Apply EXCEL product, made in Cambodia, to pilot project under TCP.
- Participant the annual training in Japan for lecture on prevention repair and quality control.

(2) "National Road No. 5 Rehabilitation Project" under Yen loan project

1) Outline of Project

Description of Project	National Road No. 5 is an important highway for domestic transport and also for international transport in ASEAN and the GMS. Battambang-Sri –Sophorn section represents the northern portion of approximately 337km.
Scope of Work	<ul style="list-style-type: none"><li>• Consulting services (detailed design, bidding assistance, construction supervision, capacity development to MPWT).</li><li>• Construction for widening and bypass of roads divided 3 sections</li></ul>
Duration	August 2014 to 2020

2) Point of Cooperation

- Participant the annual training in Japan for lecture on prevention repair and quality control (quality / process / cost / safety management) as road administration.