

カンボジア国

公共事業運輸省（MPWT）

カンボジア国  
常温合材（エクセル）を用いた舗装  
補修技術を通じた日常道路維持  
管理の普及・実証事業

業務完了報告書

平成30年4月

（2018年）

株式会社 愛亀

国内
JR（先）
18-025



## 目次

巻頭写真 .....	i
略語表 .....	vi
地図 .....	vii
図表番号 .....	viii
案件概要 .....	x
1. 事業の背景 .....	1
(1) 事業実施国における開発課題の現状及びニーズの確認 .....	1
2. 普及・実証事業の概要 .....	7
(1) 事業の目的 .....	7
(2) 期待される成果 .....	7
(3) 事業の実施方法・作業工程 .....	7
(4) 投入（要員、機材、事業実施国側投入、その他） .....	10
(5) 事業実施体制 .....	13
(6) 事業実施国政府機関の概要 .....	13
3. 普及・実証事業の実績 .....	16
(1) 活動項目毎の結果 .....	16
(2) 事業目的の達成状況 .....	83
(3) 開発課題解決の観点から見た貢献 .....	83
(4) 日本国内の地方経済・地域活性化への貢献 .....	83
(5) 事業後の事業実施国政府機関の自立的な活動継続について .....	93
(6) 今後の課題と対応策 .....	93
4. 本事業実施後のビジネス展開計画 .....	93
(1) 今後の対象国におけるビジネス展開の方針・予定 .....	93
1) マーケット分析（競合製品及び代替製品の分析を含む） .....	93
2) ビジネス展開の仕組み .....	95
3) 想定されるビジネス展開の計画・スケジュール .....	98
4) ビジネス展開可能性の評価 .....	104
(2) 想定されるリスクと対応 .....	105
(3) 普及・実証において検討した事業化による開発効果 .....	106
(4) 本事業から得られた教訓と提言 .....	107

## 巻頭写真



エクセルの製造



エクセルプラントに関する MPWT 職員への技術移転



メンテカーの試験走行



エクセル試験配合



エクセルによる道路補修状況



ケップ州 DPWT でのエクセル説明



モンドルキリ州 DPWT でのエクセル説明



本邦研修 (IKEE 本社プラント)



本邦研修 (IKEE 現場)



EXPO2016 におけるエクセルプロモーション



大分大学学生のエクセルプラント見学会



愛媛県知事来カンボジア



愛媛県中小企業団体中央会と労働訓練省の調印



最終報告 (MPWT)



最終報告 (JICA)



エクセルプラント引渡し式



メンテカー引渡し式

**【ビジネス展開計画】**

非公開情報

**【現地法人 IPS および IKEE のカ国における事業概要】**

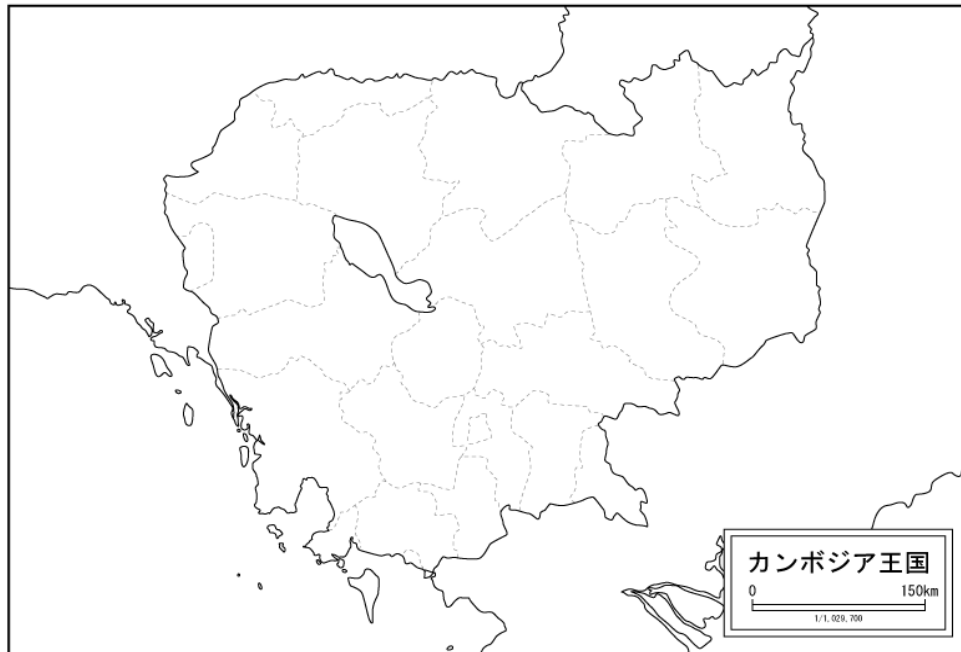
非公開情報



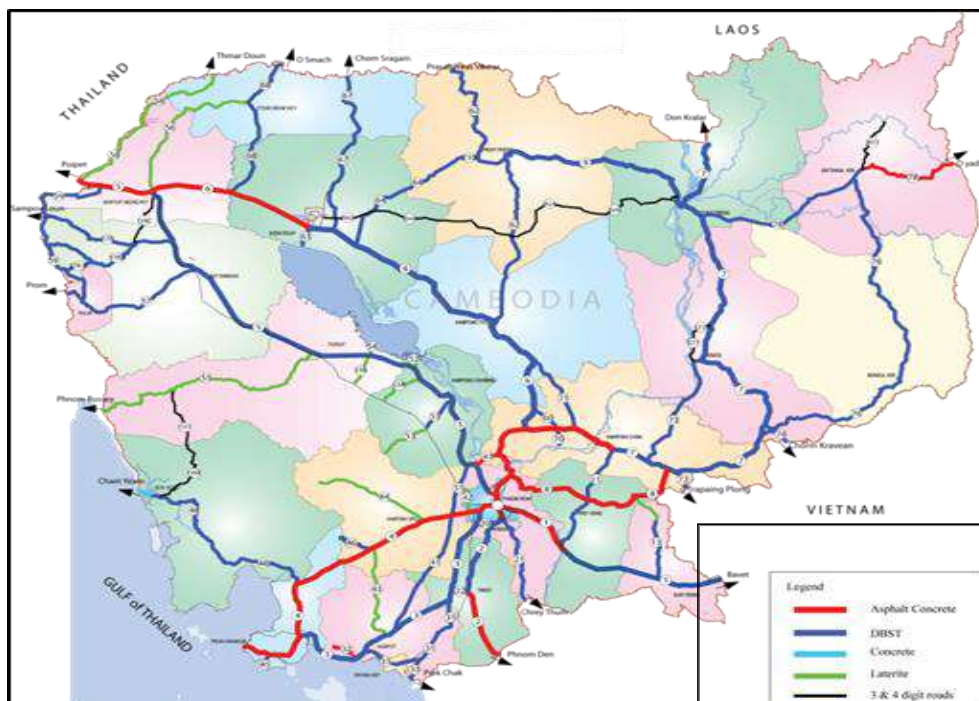
## 略語表

略語	英語	日本語
AC	Asphalt Concrete	アスファルトコンクリート
CDC	The Council for Development of Cambodia	カンボジア開発評議会
C/P	Counterpart	カウンターパート（相手国の担当行政官や技術者）
DBST	Double bituminous surface treatment	二層瀝青表面処理
DPWT	Department of Public Works and Transport	公共事業運輸局（州の組織）
DRIMS	Dynamic Response Intelligent Monitoring System	移動路面モニタリングシステム
JCC	Joint Coordinating Committee	合同調整委員会
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
IRI	International Roughness Index	国際ラフネス指数
MEF	Ministry of Economic and Finance	経済財務省
MPWT	Ministry of Public Works and Transport	公共事業運輸省
MRD	Ministry of Rural Development	地方開発省
NSDP	National Strategic Development Plan	国家戦略開発計画
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
RID	Department of Roads Infrastructure	道路インフラ局
SEZ	Special Economic Zone	経済特別区

# 地図



出典元：白地図専門店 <http://www.freemap.jp/>



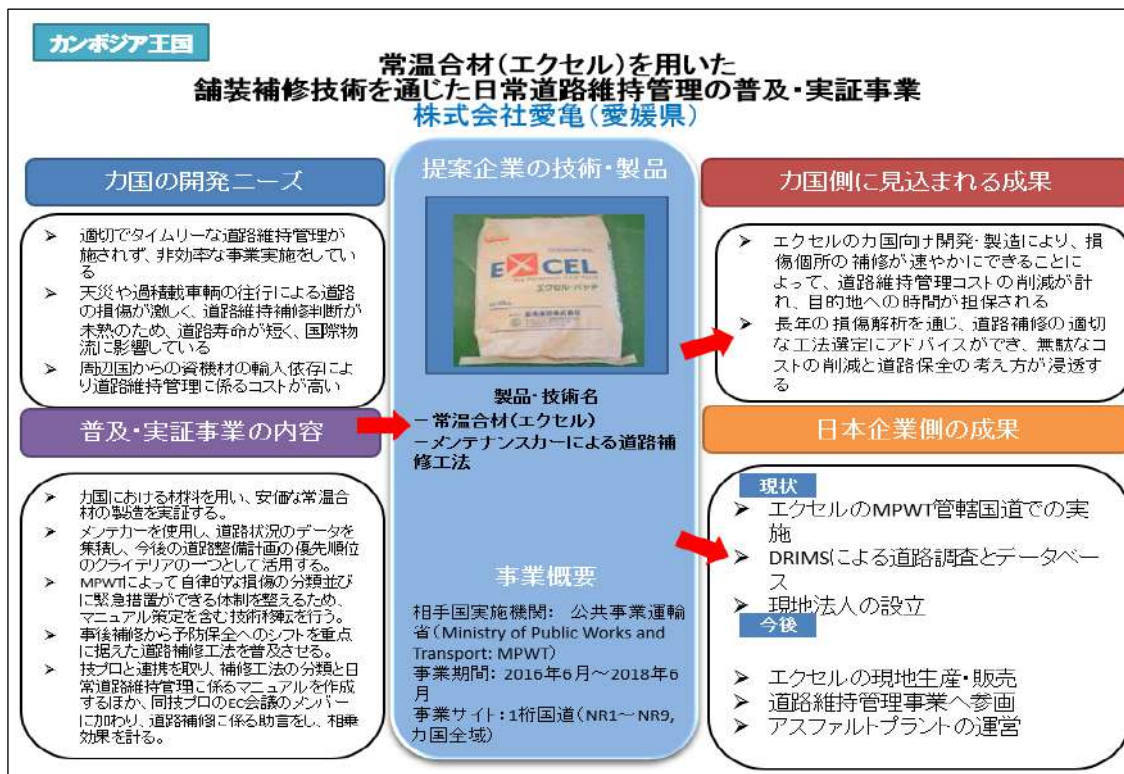
出典元：MPWT

## 図表番号

	(頁)
表 1. 1-1 カ国の道路ネットワーク (2017 年末現在) -----	1
図 1. 1-1 カ国の道路維持管理予算 -----	1
図 1. 1-2 カ国の 1 桁、2 桁国道の舗装状況 -----	2
図 1. 1-3 カ国の道路開発計画 (2023 年) -----	3
表 1. 1-2 カ国の将来道路整備延長 (単位km) -----	4
表 2. 1-1 業務工程表 -----	11
表 2. 1-2 要員計画表 (2018 年 2 月末時点) -----	12
表 2. 1-3 資機材リスト -----	13
図 2. 1-1 事業実施体制図 -----	13
図 2. 1-2 MPWT 新組織図 (2016 年 10 月現在) -----	14
図 3. 1-1 エクセル製造プラントの位置図 (RID 試験所の倉庫) -----	16
図 3. 1-2 エクセル製造プラントの建屋の内装工事 -----	16
図 3. 1-3 エクセル製造プラントの施設計画 -----	17
図 3. 1-4 エクセル製造プラントの平面配置計画 -----	18
図 3. 1-5 エクセル製造プラントの計画・実施工程 -----	26
表 3. 1-1 骨材の粒度分布試験結果 (2016 年 11 月) -----	26
表 3. 1-2 エクセル配合パターン -----	27
表 3. 1-3 エクセル配合パターン別の材料原価 (1 トン当たり) -----	27
図 3. 1-6 プノンペン市内での試験施工の状況 -----	28
表 3. 1-4 エクセルと従来工法 (加熱合材) による道路補修工事の単価 -----	29
図 3. 1-7 エクセルパッチ試験施工個所のモニタリング状況 -----	30
表 3. 1-5 配合パターン別の製造・施工の評価 -----	31
図 3. 1-8 カ国製造製品の骨材配合・比率表 -----	32
表 3. 1-6 日本製とカ国製のエクセルの比較 -----	33
表 3. 1-7 各種常温合材比較一覧 -----	33
表 3. 1-8 エクセルの製造状況 -----	37
図 3. 1-9 エクセルプラント稼働マニュアル -----	39
図 3. 1-10 エクセルプラント点検シート -----	41
図 3. 2-1 メンテナンスカーと車輪サスペンションの補強 -----	43
図 3. 2-2 DRIMS による路面性状評価システム -----	44
図 3. 2-3 メンテカーの点検状況 -----	44
図 3. 2-4 メンテカーの点検マニュアル -----	45
表 3. 2-1 カンボジア国の 1 桁国道の概要 -----	45

図 3.2-5	カンボジア国の 1 桁国道	46
表 3.2-2	メンテカー試験走行日程	46
図 3.2-6	DRIM の搭載とメンテカーの試験走行状況	47
図 3.2-7	カ国 1 桁国道の IRI 分析結果	48
図 3.2-8	DRIMS を用いた IRI による路面評価	48
図 3.2-9	DPWT が実施している従来手法のポットホールの補修状況	58
図 3.2-10	ポットホールの補修形状の比較	59
表 3.2-3	エクセルを用いた道路補修作業・モニタリングの日程	59
表 3.2-4	MPWT による道路補修工事の単価	63
図 3.3-1	MPWT の道路維持管理マニュアルにおけるエクセル補修作業標準	65
図 3.3-2	エクセルによる補修作業マニュアル	66
表 3.4-1	顕在化したリスクおよび対応策	75
図 3.4-1	EXP02016 におけるエクセルのプロモーション	76
表 3.4-2	MPWT100 日計画におけるエクセル道路補修の実施計画	77
表 3.4-3	納入ロット毎の骨材粒度試験結果	80
図 3.4-2	プノンペン SEZ におけるエクセル等製造プラント建設計画	82
表 3.5-1	日本国内の地方経済・地域活性化への貢献	83
表 4.1-1	常温混合物の比較	93
図 4.1-1	ビジネス展開計画イメージ	95
図 4.1-2	事業概要	96
表 4.1-2	想定したリスクとその対応	105

# 案件概要



## 要約

I. 提案事業の概要	
案件名	<p>(和文) カンボジア国常温合材（エクセル）を用いた舗装補修技術を通じた日常道路維持管理の普及・実証事業</p> <p>(英文) VERIFICATION SURVEY WITH THE PRIVATE SECTOR FOR DISSEMINATING JAPANESE TECHNOLOGIES FOR ROUTINE ROAD MAINTENANCE WITH PAVEMENT REPAIR METHODS BY USING COLD MIX ASPHALT (EXCEL)</p>
事業実施地	カンボジア国（以下、カ国）1 桁国道
相手国 政府関係機関	カ国 MPWT、RID、州 DPWT
事業実施期間	2016 年 5 月～2018 年 6 月
契約金額	96,711,840 円（税込）
事業の目的	<p>MPWT, RID の日常道路維持管理能力向上に資するため、軽度の損傷状態にある道路に対する常温合材（エクセル）を用いた道路補修技術の有用性及び優位性が実証される。同時に、同技術のカ国内における普及方法と課題が整理・検討される。</p> <p>本事業で期待される成果は以下の 4 つである。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 成果 1. 現地製造されたカ国向けエクセルの有用性・優位性が確認されるとともに、現地製造の体制が整う。</li> <li>● 成果 2. メンテカーを用いた道路調査と道路補修工法の有用性・優位性が確認される。</li> <li>● 成果 3. 日常道路維持管理に関する、MPWT および関係者の知識・技術が醸成される。</li> <li>● 成果 4. カ国内におけるエクセルを用いた道路補修技術の普及展開案が策定される。</li> </ul>
事業の実施方針	<ol style="list-style-type: none"> <li>① カ国における材料を用い、安価な常温合材の製造を実証する。また雨天時のエクセル使用効果について施工後のモニタリングを通じ、現地材料を用いた製品の適用性と耐久性を実証する。</li> <li>② メンテカーを使用し、道路状況のデータを集積し、今後の道路整備計画の優先順位のクライテリアの一つとして活用する。</li> <li>③ 本事業終了後に、MPWT によって自律的な損傷の分類並びに緊急措置ができる体制を整えるため、マニュアル策定を含む技術移転を行う。</li> <li>④ 事後補修から予防保全へのシフトを重点に据えた道路補修工法を普及させる。</li> </ol>

	<p>⑤ メンテカーについては事業実施中に MPWT に譲渡するが、使用については、事前に受注者と MPWT の協議によって策定した試験走行計画に基づいて管理する。</p> <p>⑥ 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」(以下、技プロ) と連携を取り、補修工法の分類と日常道路維持管理に係るマニュアルを作成するほか、同プロジェクトの EC 会議のメンバーに加わり、道路補修に係る助言をし、相乗効果を計る。</p> <p>⑦ MPWT の道路維持管理に精通している外部人材のコンサルタントを効果的に活用する</p>
実績	<p>本事業では、以下の 4 つの活動からなるエクセルを用いた道路補修技術の普及・実施事業を実施するものである。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 活動 1：常温合材（エクセル）の有用性・優位性の実証</li> <li>● 活動 2：メンテカーを用いた道路調査と損傷補修工法の有用性・優位性の実証</li> <li>● 活動 3：日常道路維持管理に係る MPWT 他関係者の知識・技術の醸成</li> <li>● 活動 4：エクセルを用いた道路補修技術の普及と事業展開計画の策定</li> </ul> <p>2017 年 7 月の進捗報告 2 書提出から 2017 年 11 月までの活動として、主に以下の活動を実施した。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 活動 1：エクセル製造プラント       <ol style="list-style-type: none"> <li>1-5 試験施工個所のモニタリングと適合性の比較・分析</li> <li>1-6 最適エクセルの判定と製造方法の確認</li> </ol> </li> <li>2. 活動 2：メンテカー       <ol style="list-style-type: none"> <li>2-4 メンテカーによる道路調査結果の MPWT データベースへの収納</li> <li>2-6 試験走行に伴う軽度損傷個所のエクセルによる補修作業実施</li> <li>2-7 従来補修工法との性能、価格、維持管理等の比較</li> </ol> </li> <li>3. 活動 3：日常道路維持管理の知識・技術       <ol style="list-style-type: none"> <li>3-2 MPWT 職員への道路保全概念の共有</li> <li>3-3 本邦研修の実施</li> </ol> </li> <li>4. 活動 4：エクセルの普及と事業展開計画       <ol style="list-style-type: none"> <li>4-3 エクセル普及に伴う課題の整理</li> <li>4-4 実施中技プロにおけるセミナーへの参加等プロモーション活動</li> <li>4-5 MPWT 等関係者とのエクセル普及計画の検討</li> <li>4-6 ビジネス計画の策定</li> </ol> </li> </ol>
課題	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 実証・普及活動・       <ul style="list-style-type: none"> <li>・持続的な品質の担保</li> <li>・実施機関とのエクセルの取扱に係る認識共有</li> </ul> </li> </ol>

	<p>2. ビジネス展開計画</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・他国常温合材のビジネス展開の把握</li> <li>・カ国道路整備及び維持管理計画からのビジネスへの結びつけ</li> </ul>
事業後の展開	<p>本事業により、エクセル等道路補修材の製造・販売に基礎を確立し、プノンペン経済特区においてエクセル製造等プラントを建設・稼働させる。これらの活動を通じて、提案企業のカ国や東南アジア地域でのビジネス進出、カ国の道路維持管理技術向上に貢献する。</p>
<b>II. 提案企業の概要</b>	
企業名	株式会社 愛亀
企業所在地	愛媛県松山市
設立年月日	1957年4月26日
業種	建設業
主要事業・製品	道路舗装事業、アスファルト販売
資本金	45,000,000円(2016年5月時点)
売上高	4,898,386千円(H27年度)
従業員数	186名



# 1. 事業の背景

## (1) 事業実施国における開発課題の現状及びニーズの確認

### 1) カ国（以下、カ国）の道路セクターの概況

カ国の道路ネットワークの総延長 54,000 km 余あり、表 1.1-1 のように区分されている。また舗装率は 1 桁国道については 100%であるが、2 桁国道は 70%、州道については、15%であり、未だ低い水準である。今後も道路輸送は、交通手段としてカ国経済活動の中心を占めることが予想されており、道路状況の改善を含め、道路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とする整備は、各国ドナーによる国際協力によって順次 2006 年に JICA で実施した「全国道路網調査」並びに 2009 年の「全国道路網マスタープラン作成にかかるフォローアップ協力」に基づき進められているが、前述したように道路寿命が設計段階と比較すると短く、道路維持管理予算は自国資金での調達を余儀なくされている。図 1.1-1 は過去 10 年間の自国資金の道路維持管理予算である。本事業で使用されるエクセルによる小規模損傷の補修は日常維持管理に属され、2016 年では約 30million ドルが計上されているが、その補修方法はマニュアルがあるもののタイムリーな補修作業を実施しているとは言い難く、本事業が目指す早期補修・予防補修の意義は大きい。

表 1.1-1 カ国の道路ネットワーク (2017 年現在)

道路区分	路線数	舗装率 %	道路延長 (km)	道路管理者
1 桁道路	9 Lines	100%	2,254	MPWT
2 桁道路	66 Lines	70%	5,007	
3 & 4 桁道路	528 Lines	30%	9,031	
計	603 Lines		16,292	
地方道	—	—	38,931(2014 年)	地方開発省(MRD)

出所：MPWT,MRD

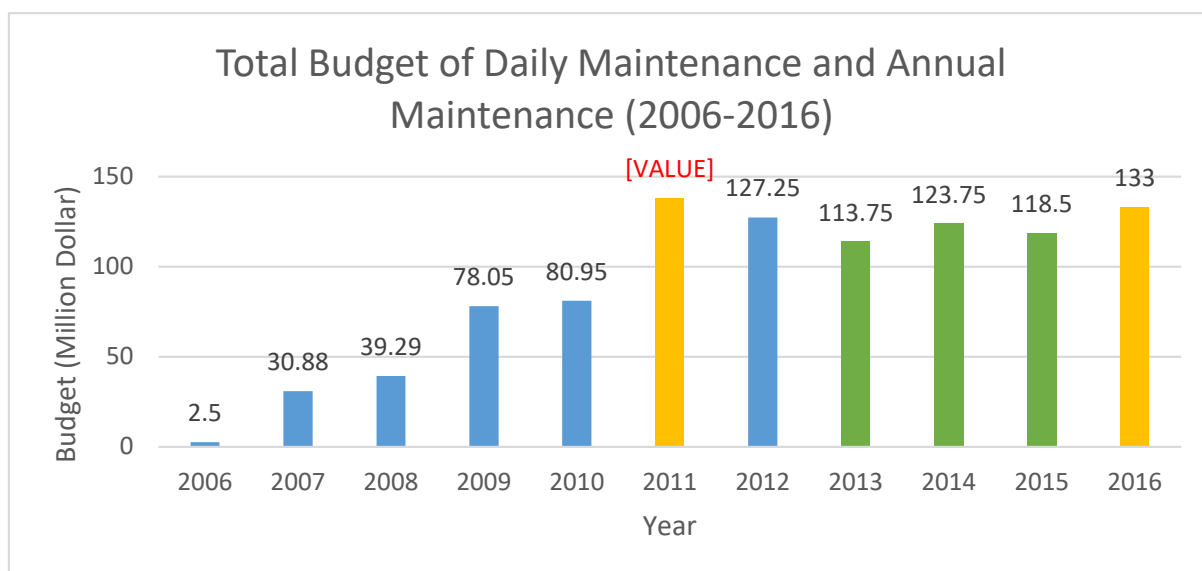


図 1.1-1 カ国の道路維持管理予算

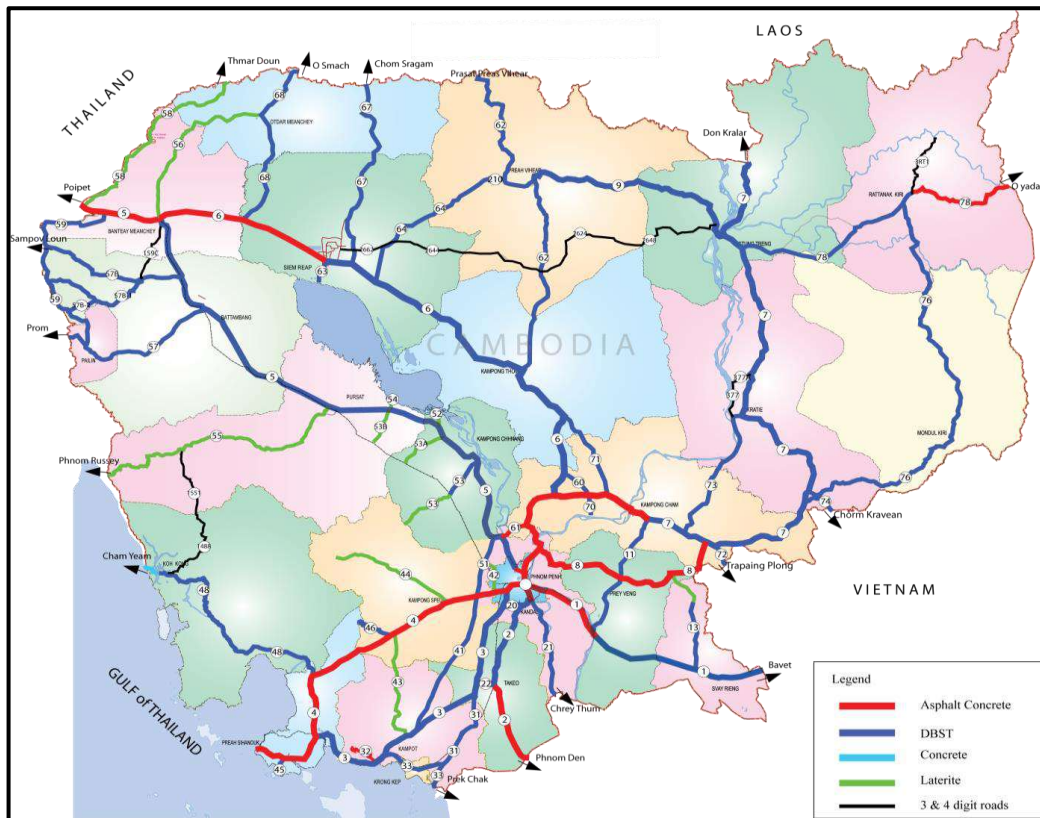


図 1.1-2 カ国の 1 桁、2 桁国道の舗装状況

## 2) カ国の道路セクターの開発課題

カ国（以下、カ国）では各援助機関により道路・橋梁の改修を含む運輸交通インフラ整備が進められており、主要国道の舗装率は 100%に達している。さらに公共事業運輸省（Ministry of Public Works and Transport: MPWT）は国家戦略開発計画（NSDP; 2014～2018）に従い、今後 5 年間で 3,500km の道路整備計画を打ち出しており、道路整備事業は目覚ましい勢いで進められている。

しかし、道路整備環境が整いつつある一方、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道路の激しい損傷が全国で見られ、舗装寿命の前に修繕・補修を施しているのが実状である。今後も道路整備が見込まれる中、道路管理者である MPWT の道路保全への取組みは益々重要性を増している。MPWT 省内には道路維持管理事業に係るガイドラインやマニュアル類が存在し、それに基づいて修繕や補修が実施されている。しかしながら、的確に損傷の分類をせずに補修作業を実施したり、損傷が大きくなってから補修を施したりと、効果・効率的な道路維持管理システムが定着していない。また適切な予算取りがされずに高コストな対応を余儀なくされている。さらに、オンタイムで適切な道路補修が行われず、道路の損傷が放置されることが交通事故多発の要因の一つになっており、早急な対応が求められている。

## 3) カ国の道路セクターの開発戦略

近年の飛躍的な経済発展（GDP 伸び率はここ数年 7%前後で推移）に伴い、物流に大きく

影響を及ぼす幹線道路の整備は喫緊の課題であり、5 年間の国家戦略開発計画 (NSDP, 2014 年- 2018 年)において道路セクターにおける7つの戦略を基に、5つの命題をMPWTは掲げている。

戦略	戦略 1: プノンペン一局集中ではない地方都市の活性化に資する道路ネットワーク 戦略 2: 地方中核都市を中心とした道路ネットワーク 戦略 3: 周辺国との円滑な物流に資する道路ネットワーク 戦略 4: 貧困対策に係る地方の社会経済の発展 (特に農業分野) に資する道路ネットワーク 戦略 5: 経済成長回廊の強化に資する道路ネットワーク 戦略 6: 観光事業発展に資する道路ネットワーク 戦略 7: 国境エリアの経済発展に資する道路ネットワーク
命題	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 5年間で約 3,500 Km の新設道路整備</li> <li>• 1 桁国道を DBST から AC へ</li> <li>• 都市部周辺 1 桁国道の 4 車線化</li> <li>• 2 桁国道の舗装率を 70%から 90%</li> <li>• 1 桁国道の全線側溝設備建設</li> </ul>

#### 4) カ国の道路整備計画

MPWT は 2023 年の将来道路ネットワークについて、以下の計画を発表している。基本的には既存路線のアップグレードや車線の増幅を中心に上述の NSDP の戦略に基づいて整備を進めていく方向である。

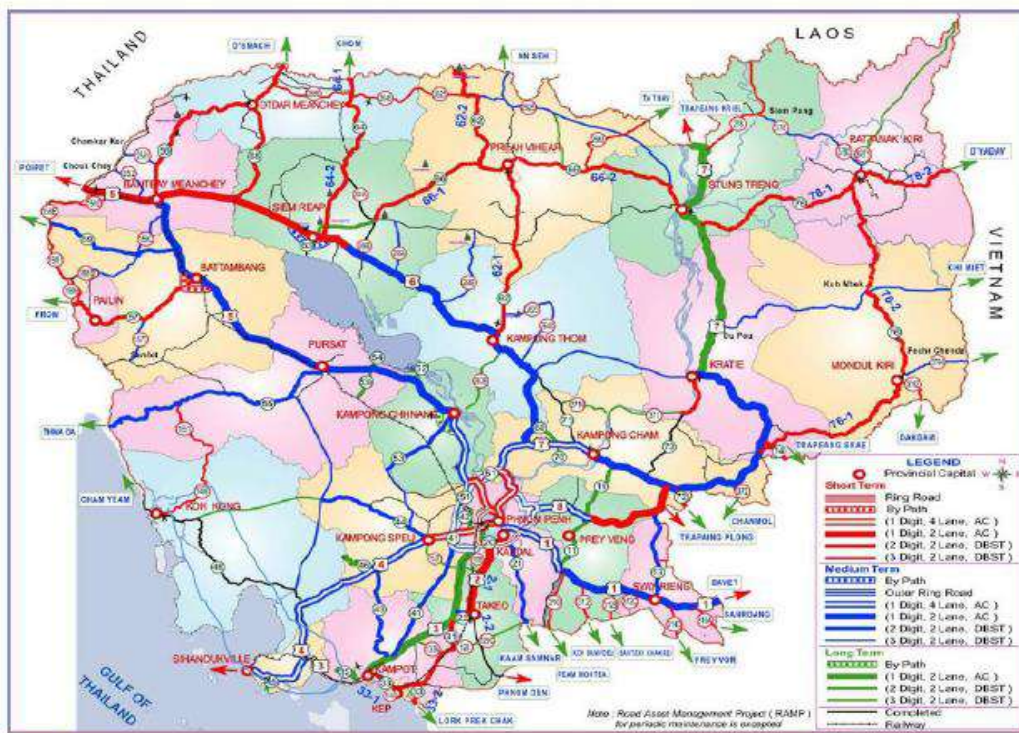


図 1.1-3 カ国の道路開発計画 (2023 年)

具体的に計画されている道路整備延長を以下の表に示すが、これまで同様、各ドナーの資金に依存する傾向である。但し、この道路整備は新設道路ではなく、既存道路のリハビリや拡幅工事が主である。特に自国資金は道路維持管理事業を中心とした道路整備を示す。この将来道路整備計画にはプノンペン市を始めとした市内道路、現在計画中の高速道路網そして水資源開発省が管轄している堤防道路、灌漑設備付帯道路等は含まれていない。舗装の種別として、ドナー工事はACで整備される傾向であるが、中国ドナーの2桁、3桁国道はDBSTによる整備が依然として多い。またMRDは現在のラテライト道路を全てDBSTにアップグレードする計画であり、資金を探りつつも将来に亘り、アスファルトのニーズは高い。

表 1.1-2 カ国の将来道路整備延長 (単位km)

年 ドナー	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
MPWT							
中国	269	1,208	356	88	418		
日本		4			81	135	157
韓国		55		227	150	190	
ADB/WB 他		68	566				200
自国資金	150~250	150~250	150~250	150~250	150~250	150~250	150~250
MRD ADB 他			1,250		1,000		1,000
高速道路							
市内道路							
堤防道路							
合計	419~519	1,881~ 1,991	2,332~ 2,432	465~565	1,799~ 1,899	340~440	1,507~ 1,607



## 5) カ国の道路セクターの補修材ニーズ分析

このような状況を受け、受注者は2014年10月から2015年8月にかけて「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」を実施した。同調査を通じ、全天候型の道路補修材(エクセル)を用いることで雨季時の補修作業が容易になること、また軽度な損傷状態での補修作業が可能となり、効率的な道路維持管理に貢献する可能性が高いことが確認された。また舗装マネジメントシステムについても技術を移転し、特に予防措置の重要性についてMPWTに理解を得たものの、実際にどのような作業手順で実施するかは証明をすることはできなかった。

そこで同調査結果を踏まえ、エクセルの普及さらにカ国における材料を用いた安価なエクセルの現地製造の有用性・優位性について実証すると同時に、的確に道路損傷を分類し、既存のガイドラインやマニュアルに則った補修提案をMPWTと共有することができ、整備計画の優先順位付けにも役立つメンテカーの有用性・優位性を実証することを目的とした本事業が実施されるに至った。

## (2) 普及・実証を図る製品・技術の概要

名称	① エクセルの製造実証と予防補修材の普及 ② メンテカーによる道路損傷に係る補修工法の提案の実証						
スペック (仕様)	① エクセルの製造サイクル <table border="1" data-bbox="424 376 1362 927"> <thead> <tr> <th data-bbox="424 376 580 412">項目</th> <th data-bbox="580 376 1362 412">具体的な内容</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="424 412 580 573">製造条件</td> <td data-bbox="580 412 1362 573">                             ・ 人員：世話役(1名、作業指示+電源操作)、作業員(3名、内1名はフォークリフトオペ) 計4名                              ・ 機材：3.5tフォークリフト(1台)、その他：動力+人力                              ・ 製造数量：1.5ton/day (75袋/day (20kg/袋))                              ・ 作業時間：7時間 8:00~17:00                         </td> </tr> <tr> <td data-bbox="424 573 580 927">作業状況</td> <td data-bbox="580 573 1362 927">                             ・ 製造サイクル (15分/サイクル+5分/5バッチ毎)                              1) 計量 (100kg/バッチ) → 10分                              2) 混合+排出 (5バッチ分) → 5分                              3) BOX移動設置替え (5バッチ毎) → 5分                              ・ 梱包作業 (製品化) 75袋分                              1) 準備 (袋・計量・梱包 (ロット打ち含む)) 20分                              2) 計量+袋投入+袋縫い 1.5分/袋(1製品)                              3) 清掃 (翌準備含む) : 残時間 (約45分)                              製造：235分 (4時間) + 梱包：178分 (3時間)                              上記作業サイクルを通じ、エクセルを目標 30ton 製造し、作業期間はのべ20日間要する。                         </td> </tr> </tbody> </table> ② メンテカーによる道路損傷に係る補修工法の提案 エクセルを搭載した4トントラックを走らせ、損傷状態を可視化し、その補修方法を提案する。尚、エクセルを積んでおり、損傷を発見した場合、速やかにポットホールの修繕をする。 <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;">   </div>	項目	具体的な内容	製造条件	・ 人員：世話役(1名、作業指示+電源操作)、作業員(3名、内1名はフォークリフトオペ) 計4名 ・ 機材：3.5tフォークリフト(1台)、その他：動力+人力 ・ 製造数量：1.5ton/day (75袋/day (20kg/袋)) ・ 作業時間：7時間 8:00~17:00	作業状況	・ 製造サイクル (15分/サイクル+5分/5バッチ毎) 1) 計量 (100kg/バッチ) → 10分 2) 混合+排出 (5バッチ分) → 5分 3) BOX移動設置替え (5バッチ毎) → 5分 ・ 梱包作業 (製品化) 75袋分 1) 準備 (袋・計量・梱包 (ロット打ち含む)) 20分 2) 計量+袋投入+袋縫い 1.5分/袋(1製品) 3) 清掃 (翌準備含む) : 残時間 (約45分) 製造：235分 (4時間) + 梱包：178分 (3時間) 上記作業サイクルを通じ、エクセルを目標 30ton 製造し、作業期間はのべ20日間要する。
項目	具体的な内容						
製造条件	・ 人員：世話役(1名、作業指示+電源操作)、作業員(3名、内1名はフォークリフトオペ) 計4名 ・ 機材：3.5tフォークリフト(1台)、その他：動力+人力 ・ 製造数量：1.5ton/day (75袋/day (20kg/袋)) ・ 作業時間：7時間 8:00~17:00						
作業状況	・ 製造サイクル (15分/サイクル+5分/5バッチ毎) 1) 計量 (100kg/バッチ) → 10分 2) 混合+排出 (5バッチ分) → 5分 3) BOX移動設置替え (5バッチ毎) → 5分 ・ 梱包作業 (製品化) 75袋分 1) 準備 (袋・計量・梱包 (ロット打ち含む)) 20分 2) 計量+袋投入+袋縫い 1.5分/袋(1製品) 3) 清掃 (翌準備含む) : 残時間 (約45分) 製造：235分 (4時間) + 梱包：178分 (3時間) 上記作業サイクルを通じ、エクセルを目標 30ton 製造し、作業期間はのべ20日間要する。						
特徴	<常温合材エクセル> ① 雨天時での施工が可能 (全天候型) ② 足踏み程度の転圧で、速やかな交通解放 ③ 短時間の施工・緊急時の対応が可能 <メンテカー> ① カメラ撮影した損傷の分類と速やかな分析が可能 ② 軽度の補修にはその場での修繕対応が可能 ③ 取得したデータに基づき、大規模損傷への対応を含め、具体的な補修計画および予算計画の策定に資する						
競合他社製品と比べた比較優位性	<常温合材エクセル> 競合製品は、ベトナム国からの技術供与及びタイ国製が販売もしくは試験製造されているが、製品自体の性状がエクセルとは異なり、耐久性が劣っており、比較対象となる製品とはならない。また韓国製がエクセルと同等製品と思われる常温合材をMPWTに営業を開始しているが、その製品分析は今後行う予定である。 <メンテカー> 日本の国道では、道路管理としての維持出張所があり、常温混合物が常備され緊急時ただちに対応可能となっている。カ国ではそのようなシステムにはなっていないため、常温混合物を積載したメンテカーを利用することによ						

	<p>り、その場でスクリーフイーダーにて混合物を排出し、シュートにてポットホールに必要量投入を行う事ができる当該技術には、RIDも相当数（面積）の補修が可能となると期待している。また搭載したDRIMSで道路状態の調査も同時に実施可能であり、他にない維持管理工法である。</p>
国内外の販売実績	<p>国内での主要取引先：国土交通省、愛媛県、松山市          エクセルの販売実績は年間約 10,000 袋であるが、海外での販売実績はない。また日本では発注者から道路状態の検査を請負った実績はあるが、メンテカーを利用した活動はない。今回のメンテカーの実証事業は、日本で道路状態調査と維持管理事業が別途で発注されている実態を踏まえ、道路状況調査を実施している時に一緒に補修作業もできたら問題が先送りされないという新たな課題解決提案であり、来年 2 月から実施予定である。</p>
サイズ	<p>&lt;エクセルプラント&gt;：日産容量 1.5 トン製造          &lt;メンテカー&gt;：4 トン車</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>
設置場所	<p>MPWT の RID が管轄する試験所にプラントを建設。</p>  <p style="text-align: center;">エクセル製造プラント位置図</p>
今回提供する機材の数量	<p>&lt;エクセル製造設備&gt;：骨材ホッパー×2、ミキサー×1、ヒーターバンド × 3、電子はかり×2          &lt;メンテカー&gt;：4 tトラック 1、エクセル積載ホッパー 1、発電機 1、DRIMSソフトフェア ハードフェア 1セット          &lt;材料投入、エクセル運搬用&gt;：フォークリフト 1台</p>
価格	<p>&lt;エクセル&gt;          カ国での現地生産を通じ、以下の価格を想定している。          1袋20kg 製造原価:7.60 USD（目標）、販売価格:10 USD（目標）          エクセルは、使用するエクセルバインダーが原価に占める割合が大きく、カ国で国内製品と同等のバインダーが作れるかがポイントとなる。現地購入のストレートアスファルト+添加剤でいくつかのパターンで配合設計（試験練り）を実施しコスト削減を実証する。          &lt;メンテカー&gt;：車自体を売るのではなく、この車輛を使った補修作業の効率の良さを強調し、Performance Based Contractの受注を目指す。          &lt;機材費&gt;：本事業の機材費総額は、約13,000,000円となる。</p>

## 2. 普及・実証事業の概要

### (1) 事業の目的

MPWT、RID の日常道路維持管理能力向上に資するため、軽度の損傷状態にある道路に対するエクセルを用いた道路補修技術の有用性及び優位性が実証される。同時に、同技術のカ国内における普及方法と課題が整理・検討される。

### (2) 期待される成果

成果1：現地製造された同国向けエクセルの有用性・優位性が確認されるとともに、現地製造の体制が整う。

成果2：メンテカーを用いた道路調査と道路補修工法の有用性・優位性が確認される。

成果3：日常道路維持管理に関する、MPWT 及び関係者の知識・技術が醸成される。

成果4：カ国内におけるエクセルを用いた道路補修技術の普及展開案が策定される。

### (3) 事業の実施方法・作業工程

#### 1) 本事業の活動内容

本事業の具的な活動内容を示す。

活動内容	実施方法	
[活動1：常温合材（エクセルの有用性・優位性の実証）]		
1-1 エクセル製造プラントの建設に係る用地及び資機材調達の調整・確認	<ul style="list-style-type: none"> <li>・RID と共にプラント用地を確認し、必要敷地の測量し、建屋（骨材置き場とエクセル保管庫を含め）の設計/建設をする。</li> <li>・プラント建設に必要な資機材を「機材調達ガイドライン」に則し、本邦及び現地で調達する。</li> </ul>	進捗報告書 1 2016年12月
1-2 エクセル製造プラントの設計・設置・試験稼働	<ul style="list-style-type: none"> <li>・カ国向けプラントを建設し、日本で地組みし、テストランをする。</li> <li>・本邦調達機材の輸出入手続きをする。その際、関税等の無税措置ができるか MPWT や CDC（開発評議会）に確認する。</li> <li>・設計図面に従いプラントを据え付ける。</li> </ul>	進捗報告書 1 2016年12月
1-3 3 パターンのエクセル製造に係る品質及びコストの比較・分析	<ul style="list-style-type: none"> <li>・エクセルの比較試験を 3 パターンで行う。細骨材の配合パターンとエクセルバインダーの割合を変えた現地製造の 3 種類と完全日本製エクセルと品質およびコスト分析を行う。</li> </ul>	進捗報告書 2 2017年7月
1-4 エクセルの試験施工に伴う施工性確認及び施工単価の算出	<ul style="list-style-type: none"> <li>・エクセルの品質を実証するために試験施工を行う。試験施工については、交通量、重車両走行、規模損傷程度等比較ができやすい箇所とし、技プロチーム及び RID と協議・調整する。</li> <li>・製品の評価基準は品質を最重要視し、納期と金額を決定する。</li> <li>・軽度損傷に係る費用を従来工法とエクセル使用の場合で比較する。</li> </ul>	進捗報告書 2 2017年7月
1-5 試験施工箇所のモニタリングと適合性の比較・分析	<ul style="list-style-type: none"> <li>・試験施工のモニタリング（道路状態、製造・施工単価、1 か所あたりの所要時間等）を定期的（1 か月、3 か月、6 か月、1 年）に実施する。</li> <li>・道路状態のモニタリングは、目視調査で行う。</li> </ul>	進捗報告書 2 2017年7月 進捗報告書 3 2017年11月

1-6 最適エクセルの判定と製造方法の確認	・試験施工の結果を用い、最適な材料、配合の判定と改良の検討についてまとめ最終コストを算出する。	進捗報告書 3 2017年11月
1-7 競合製品や代替品との性能・価格・維持管理等に係る優位性・有用性の比較・分析	・競合製品を調査する。現段階ではカ国で製造・販売している常温合材は比較対象とはならないが、韓国製がエクセルと同様の常温合材を販売しており、複数の州で使用を開始している。他の商品との差別化（品質・価格面）を図ることができ、優位性を得る事ができるか検討する。	進捗報告書 1 2016年12月
1-8 エクセルの製造及びプラントの維持管理に係るマニュアルの作成とMPWTへの指導	・本事業終了後、エクセルプラントは、RIDの日常維持管理担当部署に移管される。RID職員が製造マニュアルを理解する必要があるため、OJT等で指導を行う。 ・維持管理や修繕費等の予算措置（概算費用の算出含む）の指導もあわせて行う。	進捗報告書 2 2017年7月
[活動2：メンテカーを用いた道路調査と損傷補修工法の有用性・優位性の実証]		
2-1 メンテカーの設計・購入・試験稼働	・メンテカーを製造するため、4トントラックを購入する。MPWTの要望もあり、免税措置を使い、新車を購入する。 ・メンテカーに搭載する資機材（貯蔵設備・ホッパー他）の仕様を検討する。	進捗報告書 1 2016年12月
2-2 メンテカーの試験走行計画の策定	・対象地域である1桁国道への走行計画を策定する。総延長2,000kmを超えるため、時間軸（雨季乾季）を早期に検討する。	進捗報告書 1 2016年12月
2-3 メンテカーの試験走行及び1桁国道の道路調査	・道路調査の項目を定め、共通の調査票を作成する。 ・初期段階では、RID職員は日本人専門家と行動し、道路調査方法並びに損傷の分類をする。	進捗報告書 2 2017年7月
2-4 メンテカーによる道路調査結果のMPWTデータベースへの収納	・調査票やDRIMSのデータを集積し、RIDのデータベースに道路状態を収納する。 ・走行時間を計測し、2回目の走行調査に有用する。	進捗報告書 3 2017年11月
2-5 損傷の分類を特定し、補修工法の提案	・調査票や目視を通じ、損傷の分類を行い、適切な補修方法の各パターン化し、共有する。	進捗報告書 2 2017年7月
2-6 試験走行に伴う軽度損傷箇所のエクセルによる補修作業実施	・軽度損傷を発見した場合、メンテカーに搭載したシート型エクセルで補修する。 ・車輛通行を阻害するような地点を発見した場合、伐採や安全施設の修理を速やかに行う。	進捗報告書 2 2017年7月 進捗報告書 3 2017年11月
2-7 従来補修工法との性能・価格・維持管理等の比較検討	・補修方法について、技プロチームやRIDと議論し、補修方法について、施工計画を作成し、費用の算出や手間等の比較、評価をする。 ・技プロで作成された「補修マニュアル」と齟齬のないよう調整する。 ・従来の補修単価とエクセルやメンテカーを使用した補修単価を損傷ごとに整理する。	進捗報告書 3 2017年11月
2-8 メンテカーの活用可能性の検討	・メンテカーの必要性を精査し、MPWTで導入可能性を検討する。 ・ビジネス展開の中で、アジア開発銀行で実施するPerformance Based Contractの入札にメンテカーによる提案が可能か否かについて検討する。	業務完了報告書 2018年4月
[活動3：日常道路維持管理に係るMPWT他関係者の知識・技術の醸成]		
3-1 補修工法に係るマニュアルの構築	・損傷の分類方法や補修方法についてマニュアルを作成する。その際、技プロで作成された「補修マニュアル」と齟齬のないよう調整する。	進捗報告書 1 2016年12月



	<ul style="list-style-type: none"> <li>MPWT に道路維持管理ワークコードを得られるように経済財務省や技プロチームに働きかけ、今後の予算に組込まれるコードとして使用される仕組みを作る。</li> </ul>	進捗報告書 2 2017年7月
3-2 MPWT 職員への道路保全の概念の共有	<ul style="list-style-type: none"> <li>道路保全の概念（道路測定/評価・検証/見直し・管理目標の設定と補修事業）を共有するため、MPWT でワークショップを定期的（3か月に1度程度）開催する。</li> </ul>	進捗報告書 3 2017年11月
3-3 本邦研修の実施	<ul style="list-style-type: none"> <li>受入計画書を作成し、技プロで提案（実施）している研修項目にかい離しないようにする。</li> <li>弊社のプラントを訪問し、製造過程とプラントの維持管理について研修する。</li> <li>舗装の適正施工と維持管理手法を研修する。</li> <li>道路保全について研修する。</li> </ul>	進捗報告書 3 2017年11月
[活動4：エクセルを用いた道路補修技術の普及と事業展開計画の策定]		
4-1 エクセルの需要予測の精査	<ul style="list-style-type: none"> <li>過去のカ国資金の日常道路維持管理予算の内、軽度損傷補修を精査し、需要の確認をする。</li> <li>民間施設（工業団地内）及び港湾/空港施設の需要を調査する。</li> <li>需要に合わせ、事業後に建設する本格プラントの容量を検討する。</li> </ul>	進捗報告書 1 2016年12月  進捗報告書 2 2017年7月
4-2 事業展開に係るリスクの特定とその対応策の分析	<ul style="list-style-type: none"> <li>品質の保証と製品の認証取得リスク ー試験所での製品検証を実施し、認証に関しては MPWT と慎重に協議する。</li> <li>製造コストリスク ー骨材ソースの近接地での対応、アスファルト購入の調査そして添加剤の現地生産検討等でコスト削減を計る。</li> <li>MPWT による実証事業後のプラントの運営リスク ー製造手順の徹底教育、本事業実施後の現地法人によるアフターケアそして本邦研修による OJT 教育で対応する。</li> </ul>	進捗報告書 1 2016年12月  進捗報告書 2 2017年7月
4-3 エクセルの普及に伴う課題の整理	<ul style="list-style-type: none"> <li>他社との差別化を計るため、エクセルについて特許及び商標登録を申請し、製品の国家認証を得る。</li> <li>製造コストを抑えるため、近隣の碎石場を探し、アスファルトの価格調査を十分に計る。</li> <li>本事業終了時も引き続き、MPWT に供与したプラントの維持並びに生産されるエクセルの品質と製造手順を確認する。</li> </ul>	進捗報告書 3 2017年11月
4-4 実施中の技プロにおけるセミナーへの参加等プロモーション活動	<ul style="list-style-type: none"> <li>技プロで実施されるセミナーやワークショップで発表をする。</li> <li>技プロで実施されるパイロットプロジェクトに現地製造のエクセルを使用する。</li> <li>2016年12月に開催される建設資材見本市（カ国建設業協会主催）に出展する。</li> </ul>	進捗報告書 1 2016年12月  進捗報告書 2 2017年7月
4-5 MPWT 等関係者とのエクセル普及計画の検討	<ul style="list-style-type: none"> <li>品質の安定を常に確認する。</li> <li>特許を MPWT と協働で申請する。</li> <li>アジア開発銀行等ドナーへ製品を働きかける。</li> </ul>	進捗報告書 3 2017年11月
4-6 ビジネス計画の策定	<ul style="list-style-type: none"> <li>エクセルのカ国全土の軽微な損傷補修へ対応するために早急なる現地での製造・販売を検討する。</li> <li>エクセルのニーズ調査を MPWT 他道路管理者に実施する。</li> <li>各ドナーによる維持管理事業の将来計画を分析し、メンテカーによる道路補修プログラムの導入が可能かを検討し、道路維持管理事業の受注に結びつく計画を策定する。</li> </ul>	進捗報告書 3 2017年11月

	・他事業の可能性検討を行う。	
[活動5：報告書作成]		
5-1 業務計画書	・第1回目の渡航時にMPWTと業務計画書について十分に協議し、本事業の目的及び活動内容、活動スケジュール（作業工程・要員計画等）について確認する。	2016年6月
5-2 業務進捗報告書	・第1回目の進捗報告書はエクセルの現地製造を中心に作成する。	2016年12月
	・第2回目はメンテカーの試験走行・エクセル補修作業を中心に作成する。	2017年7月
	・第3回目は本邦研修・ビジネス計画を中心に作成する。	2017年11月
5-3 業務完了報告書	・総合的（カ国の開発課題と弊社の技術）な見地から完了報告書を作成し、エクセル及びメンテカーの普及・実証について取りまとめる。	2018年4月

## 2) 本事業の作業工程

本事業の作業工程表を当初の予定と実績の比較表を表2.1-1に示す。

## (4) 投入（要員、機材、事業実施国側投入、その他）

### 1) 要員計画

2018年3月末での要員の投入計画、実績を表2.1-2に示す。



表 2.1-2 要員計画表

1. (現地業務)										契約期間										計画 日数 合計	実績 日数 合計	計画人 月 合計	実績人 月 合計										
従事 者 番号	氏名	担当業務	種別	所属	分類	滞航 回数	2016年					2017年					2018年																
							5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5		
1	玉井 昭典	業務主任	2	機受電	Z	計画			(21日)			(21日)		(21日)		(21日)								(21日)									
							Z	実績		6/26-6/30(7/7/9 (5日)(9日))						11/8-11/23 (15日)(17日)	12/4-12/15 (12日)		2/8-2/28 (21日)											6/12-6/30(19日)(2日)			11/6-11/26 (21日)
2	西山 周	事業計画	3	機受電	Z	計画			(5日)			(5日)		(5日)		(5日)								(5日)									
							Z	実績		6/26-6/30(7/10-7/14 (5日)(5日))						11/8-11/12 (5日)(5日)	11/30-12/4 (5日)		2/13-2/17 (5日)											7/30-7/31 (2日)(3日)			11/30-11/30 (1日)(3日)
3	村田 智博	製造・品質管理	4	機受電	Z	計画						(21日)				(21日)								(21日)									
							Z	実績										11/9-12/7 (29日)		2/8-2/28 (21日)										6/12-6/30(19日)(2日)			11/6-11/26 (21日)
4	岡本 将昭	道路調査・解析	4	機受電	Z	計画			(21日)			(21日)				(21日)								(21日)									
							Z	実績		6/26-6/30(7/1-7/9 (5日)(9日))						11/9-12/7 (30日)		2/5-2/25 (24日)(5日)	3/1-3/5 (5日)											6/18-6/30 (13日)(2日)	7/30-7/31 (2日)(19日)		8/1-8/19 (19日)
5	館野 久	プラント設置・操業	4	機受電	Z	計画						(21日)				(21日)								(21日)									
							Z	実績									11/9-11/23 (15日)		2/8-2/28 (21日)														
6	弓田 和男	チームアドバイザー	3	久心コンサルタン	A	計画			(15日)			(24日)		(30日)											(24日)								
							A	実績		6/1-6/15 (15日)(9日)(15日)						11/24-12/23 (30日)				3/19-3/31 (13日)(11日)	4/1-4/11 (11日)								7/26-7/31 (6日)(18日)			10/26-10/31 (6日)(18日)	11/1-11/18 (18日)
7	小野 正統	施工指導	4	機受電	A	計画			(30日)					(30日)										(30日)									
							A	実績		6/13-6/30 (18日)(12日)						11/26-12/25 (30日)		2/8-2/28 (21日)(9日)	3/1-3/9 (9日)											6/11-6/30 (20日)(10日)	7/1-7/10 (10日)		11/6-11/26 (21日)
										計画	実績	計画	実績	全体現地	計画	実績	計画	実績															
										A合計	315	315	10.50	10.50	業務小計	792	792	26.40															
										B合計	0	0	0.00	0.00	業務小計	315	315	10.50															
										C合計	0	0	0.00	0.00	業務小計	315	315	10.50															
										合計	315	315	10.50	10.50	業務小計	315	315	10.50															

2. (国内業務)										計画 日数 合計	実績 日数 合計	計画人 月 合計	実績人 月 合計																			
従事 者 番号	氏名	担当業務	種別	所属	分類	滞航 回数	5	6	7					8	9	10	11	12	1	2	3	4	5									
1	玉井 昭典	業務主任	2	機受電	Z	計画			(6日)					(6日)											(6日)							
							Z	実績		6/1-6/8 (8日)							11/24-11/30 (7日)				7/10-7/15 (6日)											11/27-11/30 (4日)
2	村田 智博	製造・品質管理	4	機受電	Z	計画			(20日)					(20日)										(20日)								
							Z	実績		6/1-6/30 (22日)	7/1-7/20 (20日)	8/1-8/31 (31日)	9/1-9/20 (20日)				12/15-12/29 (14日)			4/3-4/28 (26日)												1/4-1/26 (23日)
3	岡本 将昭	道路調査・解析	4	機受電	Z	計画			(7日)				(7日)											(7日)								
							Z	実績		6/1-6/9 (9日)						12/12-12/20 (9日)		3/13-3/22 (10日)												8/21-8/31 (11日)(9日)	9/1-9/8 (8日)	
4	館野 久	プラント設置・操業	4	機受電	Z	計画			(40日)																							
							Z	実績		6/1-6/30 (20日)	7/1-7/30 (20日)																					
5	弓田 和男	チームアドバイザー	3	久心コンサルタン	A	計画			(7日)																							
							A	実績		5/27-5/31 (5日)	6/16-6/21 (6日)(4日)																					
										計画	実績	計画	実績	全体国内	計画	実績	計画	実績														
										A合計	34	34	1.70	1.70	業務小計	286	286	14.30														
										B合計	0	0	0.00	0.00	業務小計	34	34	1.70														
										C合計	0	0	0.00	0.00	業務小計	34	34	1.70														
										合計	34	34	1.70	1.70	業務小計	34	34	1.70														

凡例：業務従事実績 ■■■ 業務従事計画 ■■■■ 自社負担 ■■■■

全体	計画	1098	41.37
合計	実績	1072	40.40
外埠	計画	349	12.20
人	実績	349	12.20

## 2) 機材投入

機材投入実績を表 2.1-3 に示す。

表 2.1-3 資機材リスト

	機材名	型番	数量	納入年月	設置先
1	エクセル製造プラント	—	1	2016年11月	RID
2	発電機	—	1	2016年11月	RID
3	メンテカー	—	1	2017年1月	RID
4	DRIMS	—	1	2016年11月	RID

## (5) 事業実施体制

支援体制を含めた本事業体制を以下に示した。

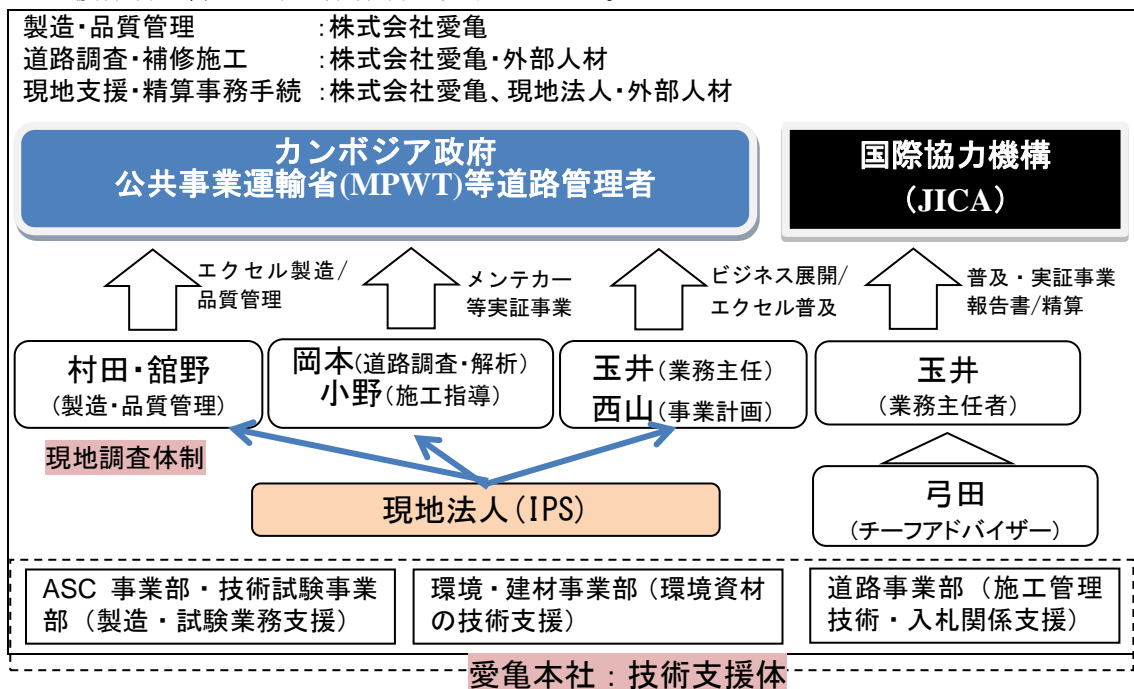


図 2.1-1 事業実施体制図

## (6) 事業実施国政府機関の概要

### <機関名:MPWT>

事業実施国の相手方政府機関は MPWT である。その中でも担当主要部署は RID である。以下に MPWT の組織図を示す。MPWT は 2016 年 10 月 13 日に新組織がフンセン首相の承認を得て決定された。従来組織との大きな違いは総局構成のリフォームであり、ポイントは、以下の通りである。

- ① 陸運総局 (General Dept. of Road Transport) と港湾航路総局 (General Dept. of Inland Waterway, Sea Transport & Port) の新設。既定方針通り、陸運行政、港湾航路行政の重要性に鑑み、陸運総局、港湾航路総局を新設。
- ② 技術総局 (General Technical Dept.) の新設。技術基準の整備、技術職人材の育成等の重要性に鑑み、新大臣の意向により新設。

- ③ 計画総局 (General Dept. of Planning & Policy) の新設。管理財政業務、計画立案業務の重要性に鑑み、新大臣の意向により従来の計画管理総局 (General Dept. of Administration) の業務を、管理財務総局と計画総局の 2 総局として強化。
- ④ 物流総局 (General Dept. of Logistic) の新設。物流施策立案の重要性に鑑み、新大臣の強い意向により新設。
- ⑤ その他特記事項、前大臣の時に、高速道路局 (Dept. of Expressway, Large Bridge & Investment) を大臣直属の機関とすることを予定していたが、新大臣は、高速道路局を公共事業総局 (General Dept. of Public Works) の下に配置。前大臣の時に、国際協力局 (Dept. of International Cooperation) を大臣直属の機関にすることを予定していたが、新大臣は、引き続き、国際協力局を管理財政総局 (General Dept. of Administration & Finance) の下に配置。新大臣の意向により、現在の 3 総局制を、7 総局制にリフォーム。

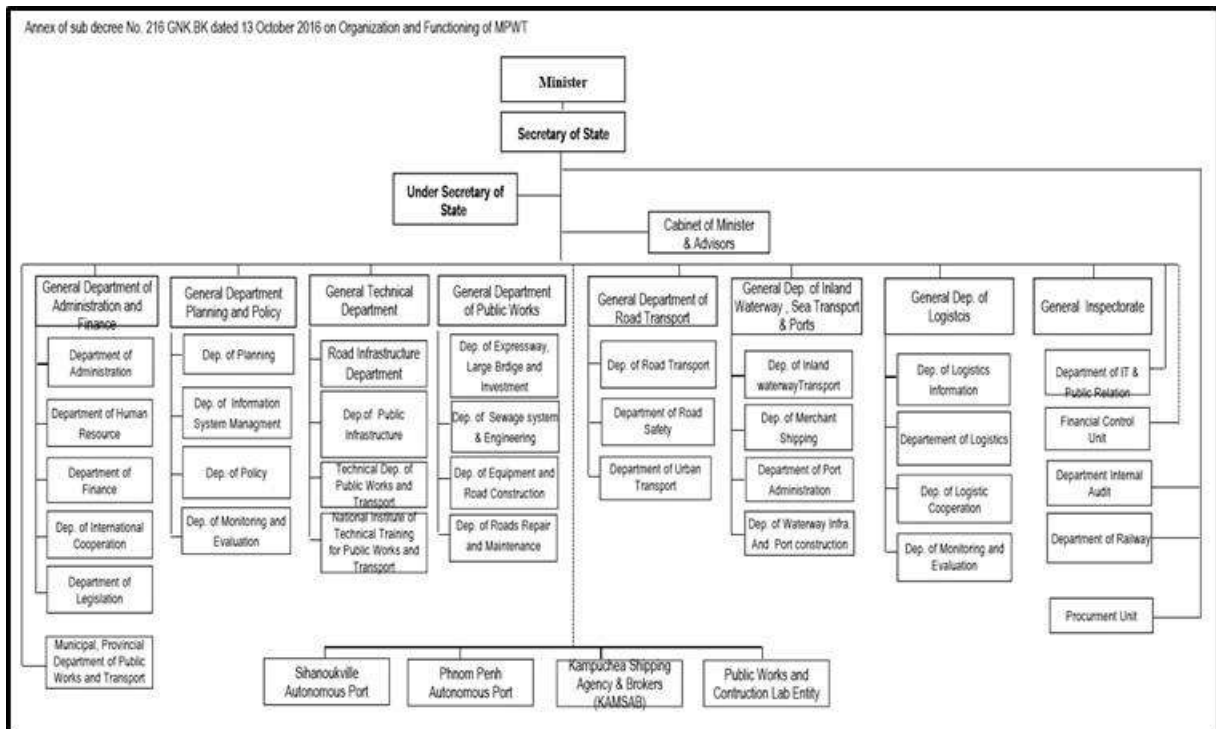


図 2.1-2 MPWT 組織図 (2016 年 10 月現在)

### ＜機関基礎情報＞

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。その中で本事業の中心となる部署である RID の位置づけは大きく、次の役割を担う。

- ① 道路と橋梁に関する維持管理計画を作成する。
- ② 道路、橋梁及び水運事業の工事管理と調整をする。
- ③ 道路と橋梁の維持管理に関して、技術的な見地により DPWT の管理と調整をする。
- ④ 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。
- ⑤ 公共事業総局と MPWT からの直接任務の遂行をする。

### ＜RID を選定した理由＞

RID は自国資金での道路計画、道路設計及び施工監理までを担っており、本事業は道路保全のため今後のカ国の道路維持管理及び建設事業の品質向上に資すると考えられる。さらに前回の「案件化調査」でエクセルの施工/製品知識を有しており、現在も弊社が提供したエクセルを必要箇所において RID 自らが各州で補修作業を実践している。

### ＜カウンターパート機関に期待する役割・負担事項＞

- ① 製造施設の場所の提供と電力の供給
- ② エクセル製造の共同研究と特許共同申請
- ③ 技プロや円借款事業との業務調整
- ④ エクセルの使用認定
- ⑤ DRIMS を使った道路状況調査のデータベースへの収納

### ＜事業実施後の機材の維持管理＞

本事業終了後、エクセルプラント並びにメンテカーは RID の日常維持管理担当部署に移管される。エクセルプラントの容量は小規模であるが、緊急補修時に対応可能であるため、RID 担当者は弊社が作成する製造マニュアルを理解する必要がある。またメンテカーの仕様は、既に技プロで使用している DRIMS によるデータ分析車輛に補修材や維持管理用資機材を追加するものであるため、RID による維持管理に大きな問題はなく、日常パトロールで能力を発揮できるものである。

一方で、プラントとメンテカーの維持管理と修繕費等で年間約 1,300,000 円が必要となる。予算措置は現在の日常維持管理予算内から捻出されることになるが、ポットホール の費用削減 (30 ドル/m<sup>2</sup>→24 ドル/m<sup>2</sup>) とメンテカーによる早期補修による維持管理コスト削減が実証されれば、十分に措置されうる金額であると見込んでいる。

### 3. 普及・実証事業の実績

#### (1) 活動項目毎の結果

#### 【活動1：常温合材（エクセル）も有用性・優位性の実証】

##### 1) 活動1-1 エクセル製造プラントの建設に係る用地および資機材調達の調整・確認

##### ① エクセル製造プラントの用地

MPWT との打ち合わせにおいて、エクセル製造プラントは当初予定していた MPWT の試験所を RID 試験所に変更を行うことになった。また RID 試験所の材料試験所と同じ建屋の一部を活用することになった。



図 3.1-1 エクセル製造プラントの位置図 (RID 試験所の倉庫)

##### ② 建屋の内装工事

エクセル製造プラントの整備に先立ち、RID 試験所の建屋の内装工事を 2016 年 9 月に実施した。



建屋の内装工事前の状況 (2016 年 8 月)

建屋の内装工事後の状況 (2016 年 9 月)

図 3.1-2 エクセル製造プラントの建屋の内装工事

##### 2) 活動結果 1-2 エクセル製造プラントの設計・設置・試験稼働

##### ① エクセル製造プラントの設計

RID 試験所の建屋調査を実施したところ、屋根が低く高さの制限があることが判明した。そのため、プラントの基本配置および平面計画の設計変更を行った。建屋内におけるエクセル製造プラントの配置計画および平面配置を図 3.1-3、図 3.1-4 に示す。



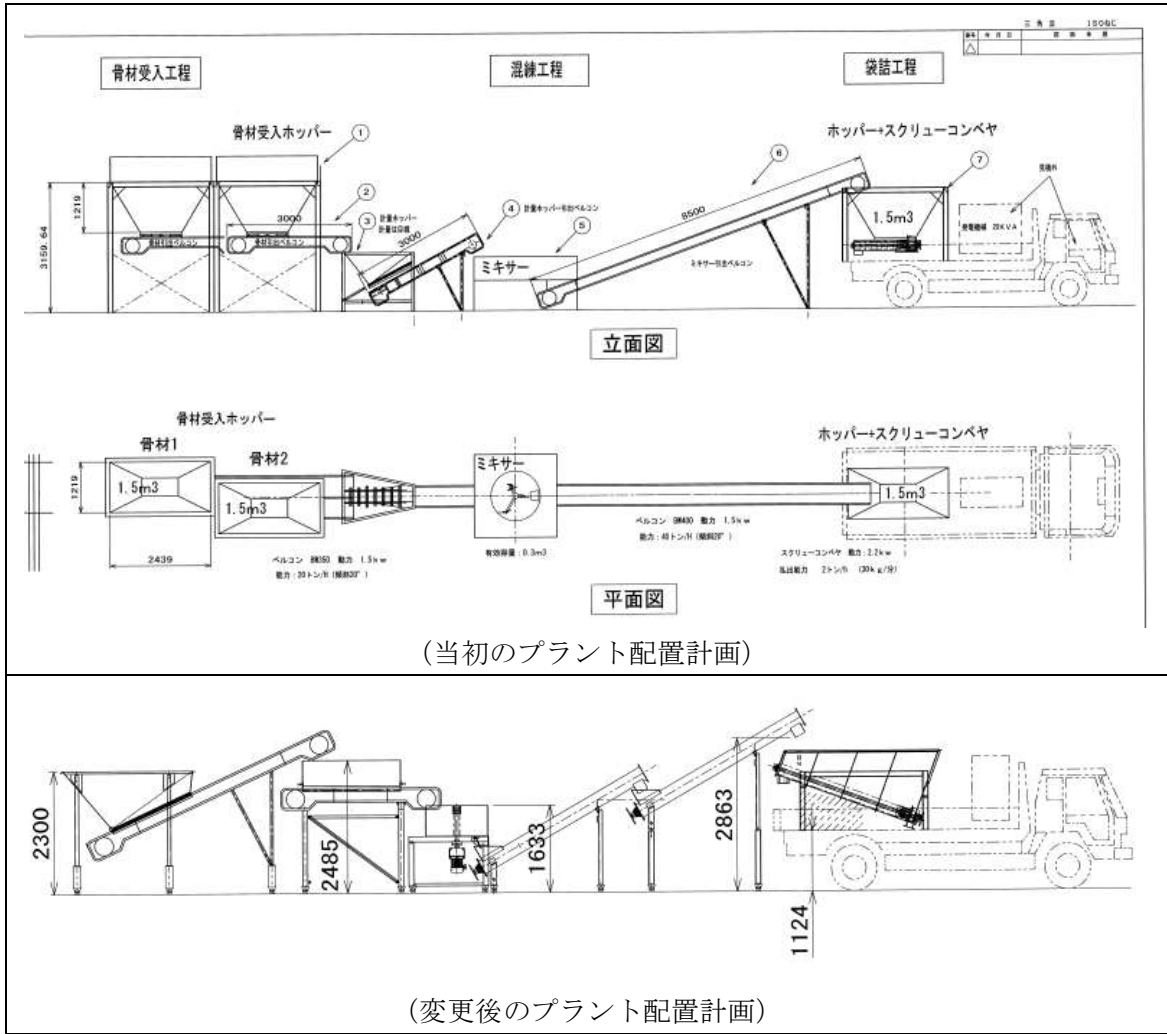


図 3.1-3 エクセル製造プラントの施設計画

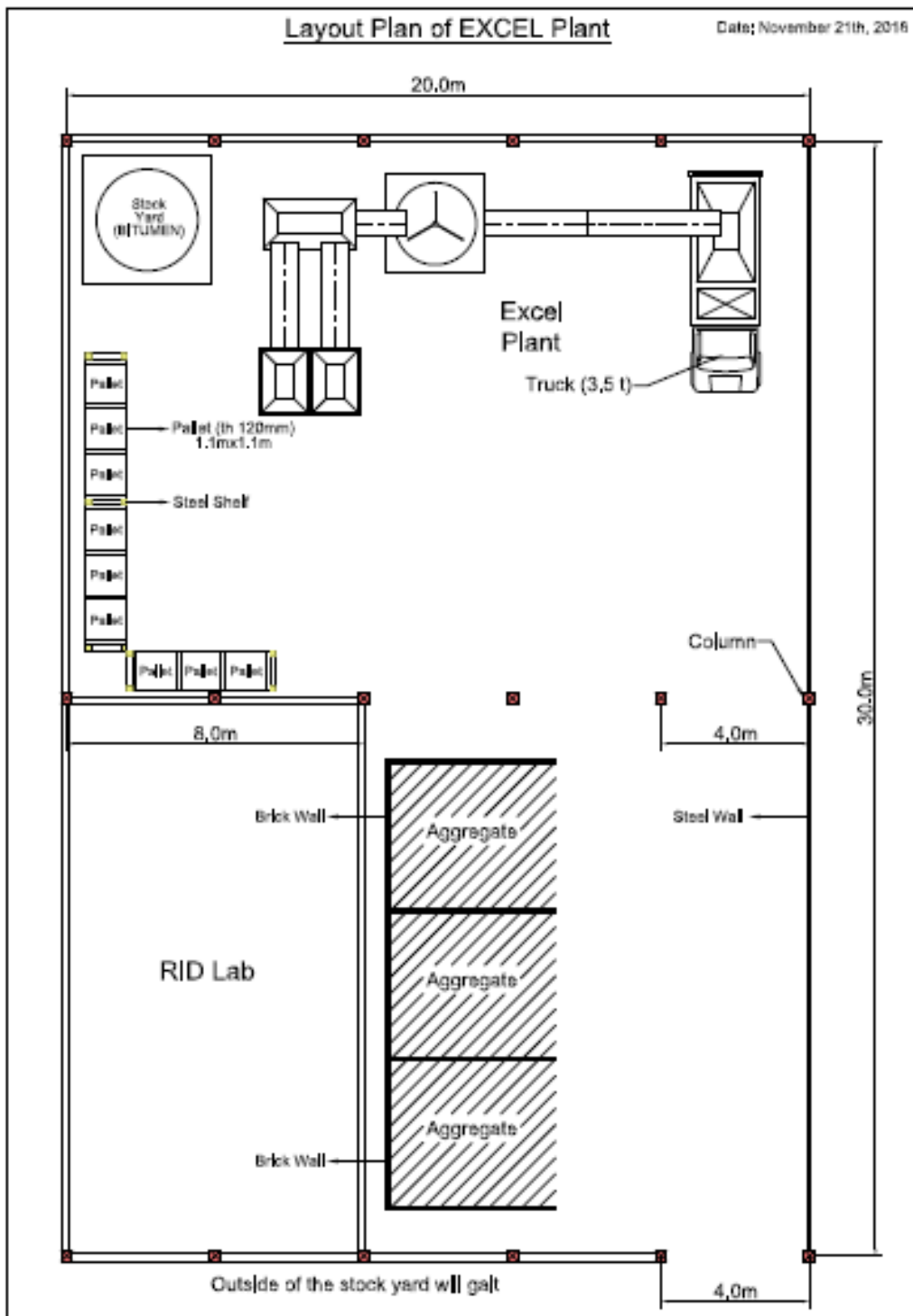


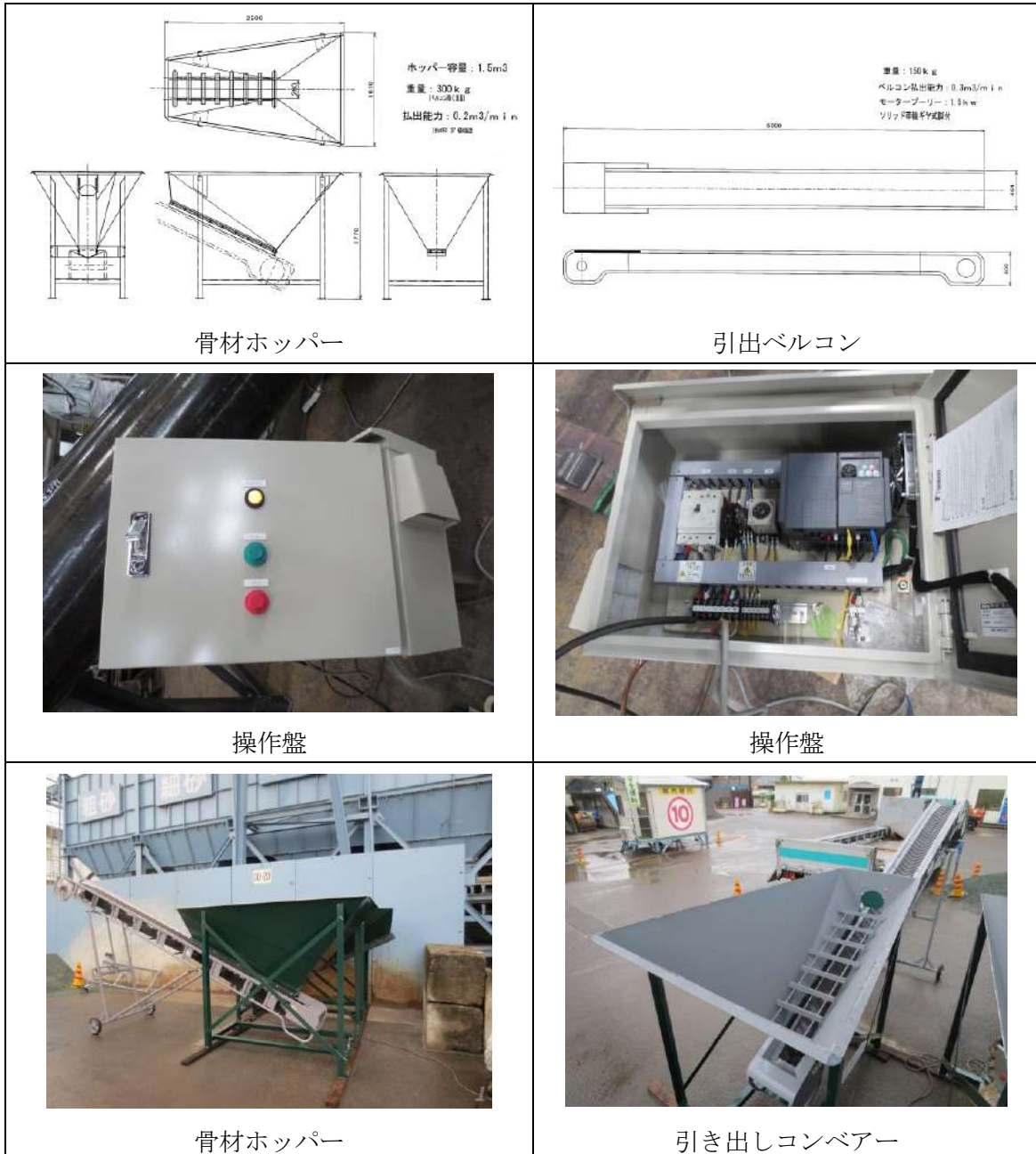
図 3.1-4 エクセル製造プラントの平面配置計画

## ② 国内におけるプラント資機材の確認・調整

プラント資機材の調整・確認を行うため、プラント設計に基づき、2016年7月から10月に、日本国内においてプラントの資機材の確認を行った。

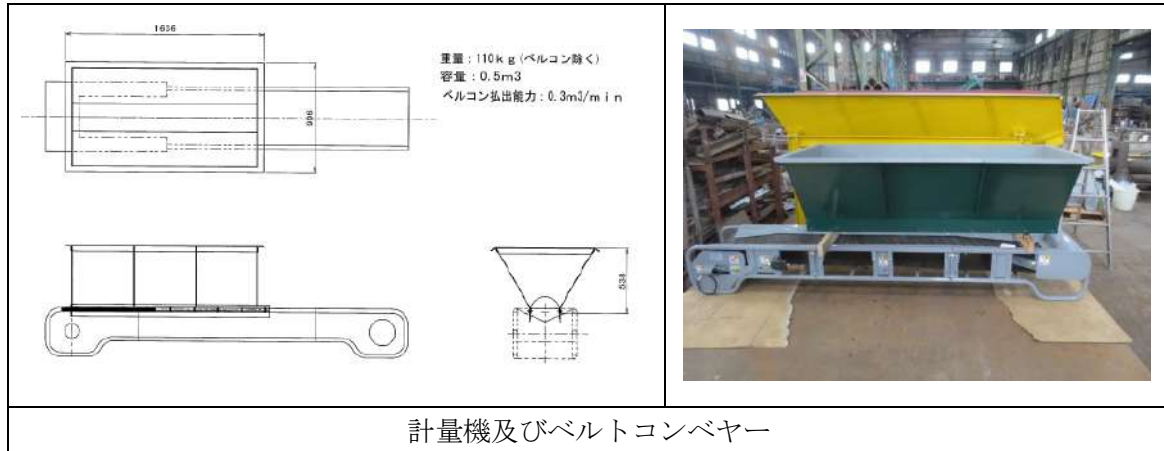
### A) 骨材受け入れホッパー及び引出しベルトコンベヤー

骨材の流量を調整する操作盤の確認を行い、愛亀プラント構内において実際に骨材の投入を行った状況の確認及び、骨材の流量（排出量）の確認を行った。結果、骨材の送り量及び速度も問題はなく良好な結果であった。



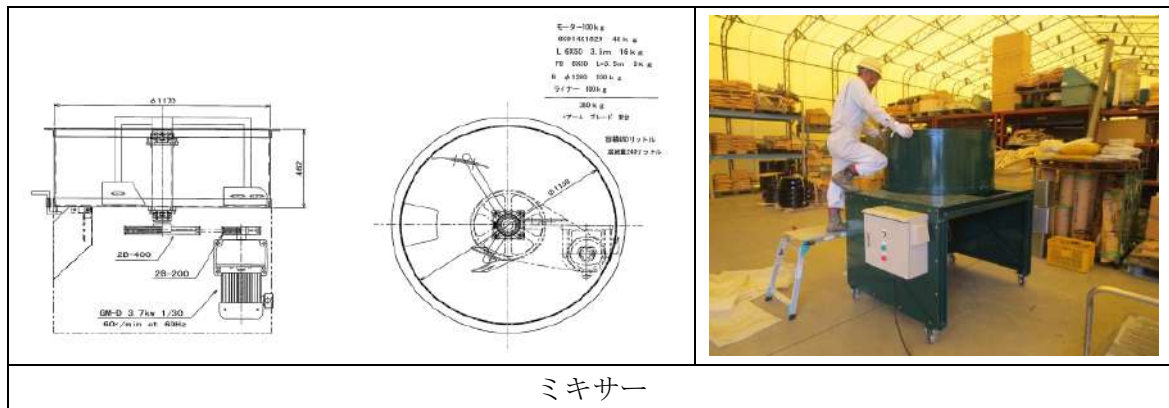
B) 計量機およびベルトコンベヤー

ベルトコンベヤーの速度確認を行い良好な結果であった。



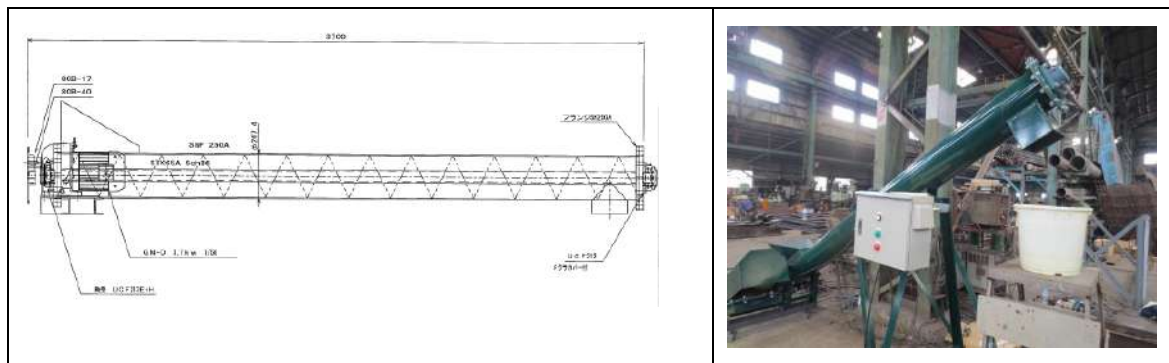
C) ミキサー

エクセルに使用する骨材、バインダーを用いて混合状態の確認を実施した。混合物の状態は均一にバインダーも被膜し、骨材分離も見られず良好な混合性能であった。



D) ミキサー引出スクリーコンベヤー

骨材を実際に投入しスクリーコンベヤーの送り状況の確認を行った。速度を変化させた状態も確認を実施したが、低速、高速とも問題なく骨材を送ることができた。

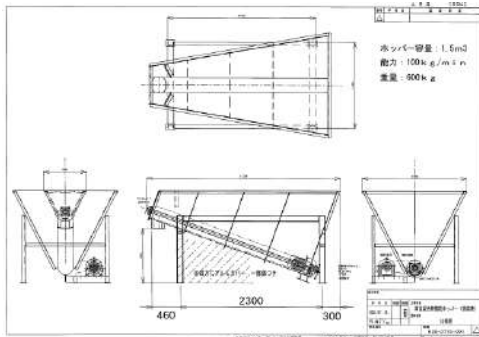




ミキサー引出スクリーンコンベヤー

E) 常温混合物搭載ホッパー

骨材を用いて排出状況の確認を行った。低速、高速とも排出状況は良好である。



常温混合物搭載ホッパー

③ 本邦機材の輸出

愛亀からの積み込み状況及び梱包状況を以下の写真に示す。



機材のトラックへの積み込み状況



骨材ホッパー梱包状況



ベルトコンベヤー梱包状況



計量槽 梱包状況



TA バインダー梱包状況



エクセル（日本製造品）の梱包状況

④ 本邦機材の搬入及び組立状況

資機材のカンボジア通関は順調に 2016 年 11 月前半に完了し、予定通り RID の試験所に搬入が完了した。組立も順調に実施することができ電圧の違いも現地購入のジェネレーターにより問題なく 3 相 380V から 3 相 220V への変換もスムーズに実施することができ、各機材の動作確認も問題なく行うことができた。



エクセルプラントの現地RIDでの設置状況



発電機 設置および確認状況



電力接続状況

#### ⑤ エクセルプラントの試験稼働

現地購入の骨材をストックヤード搬入後、材料の確認を行った。各骨材の粒度及状態（乾燥状況）は良好である。流量確認後、配合表に基づき各骨材の配合量の確認を実施した。想定した各製造工程に問題がないため、TA バインダーをミキサーに投入を行い混合状態の確認を行った。

A) 骨材の確認

搬入された骨材は、粒度、軟石、泥、ごみなどの混入も見られず良好で、想定した含水比以下であった。



骨材搬入状況



骨材確認状況

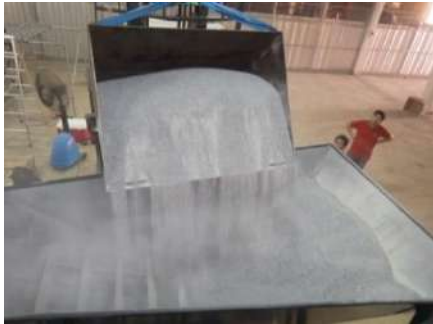

B) 骨材流量試験

今回は、00mm～05mm (zero to five、Quarry dust) 、05mm～13mm (five to thirteen、thirteen to five、1x1 one by one) の2種類の材料について流量の確認を実施した。流量確認後、配合表に基づき各骨材の設定値の決定を行った。




骨材投入状況



	
骨材投入状況	骨材流量確認状況

C) ミキサーの性能試験

ミキサーの性能は、想定した混合時間における状態は混合むらも無く、混合物のつや被膜状態ともに良好な結果であった。またバインダーのダレも見られなかった。骨材粒度も均一に混合が行え、材料分離も見られずミキサーの混合性能は満足の得られる結果であった。

	
混合状態確認状況	
	
混合状態確認状況	
	
混合物排出状況	スクリーフィーダー送り確認状況

### ⑥ エクセル製造プラントの設計・設置・試験稼働の実施工程

エクセルプラントの設計、資機材調達・確認、輸送、現地組み立て、試験稼働は、2016年7月から11月の5か月間で実施された。計画工程（上段黒）と実施工程（下段赤）を図3.1-5に示す。

簡易エクセルプラント 工程表

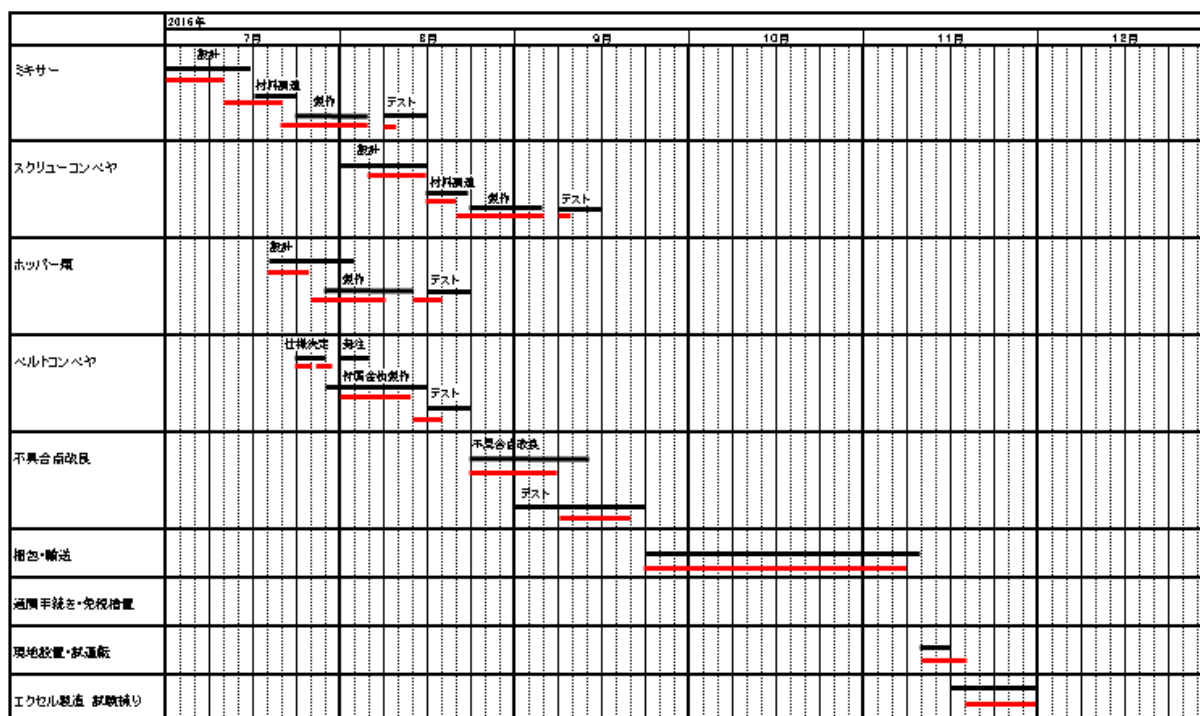


図 3.1-5 エクセル製造プラントの計画・実施工程

### 3) 活動結果 1-3 3パターンのエクセル製造に係る品質およびコストの比較・分析

#### ① 骨材の品質チェック

エクセル製造に必要な材料は骨材とエクセルバインダーである。骨材はカンボジア現地で調達されるため、日本で調達される骨材と品質が異なる。このため現地調達の骨材の品質検査が必要であり、含水比、粒度分布の品質試験を行った。その結果、エクセル製造に十分な品質の骨材であることが確認された。

表 3.1-1 骨材の粒度分布試験結果（2016年11月）

粒度分布	Crushed Stone	Crushed Sand
12.55mm	100.0%	
10.00mm	88.4%	100.0%
4.75mm	13.3%	99.8%
2.36mm	0.3%	71.2%
1.18mm	0.2%	34.8%
0.60mm		16.5%
0.43mm		11.4%

0.30mm		7.8%
0.075mm		1.8%

## ② エクセル配合パターン



## ③ コストの比較



### 4) 活動結果 1-4 エクセルの試験施工に伴う施工性確認及び施工単価の算出

#### ① エクセルの試験施工と施工性確認

エクセルの配合パターンの試験施工は、プラントから比較的近いプノンペン市内で2017年2—3月に実施した。実施した試験施工のうちの1か所は、日本の無償資金協力事業「プノンペン都交通管理システムプロジェクト」の信号交差点現場でもある。

3つの配合パターン、日本オリジナルのエクセル等複数のパターンのエクセルの試験施

工を行った。どの配合パターンも、オリジナルの日本製品と比較しても、施工後の定着状況は良好であった。



プノンペン経済開発区での試験施工（2017年2月6日）



プノンペンロシアマーケット付近での試験施工（2017年2月26日）



プノンペン信号プロジェクト交差点での試験施工（2017年3月6日）

図 3.1-6 プノンペン市内での試験施工の状況

② エクセルの施工単価（直接工事費）



非公開情報

**5) 活動結果 1-5 試験施工箇所のモニタリングと適合性の比較・分析**

プノンペン市内の試験施工箇所のモニタリングを実施した。ほとんどの施工箇所の状況は良好であるが、一部の箇所で補修材の剥がれ、また車両通行による補修箇所の沈下等の課題が発見された。この原因としては以下のことが考察され、今後の施工で対応が必要である。

- ・ 交差点付近の試験施工箇所では、車の停車・発進、車両が曲がる時にタイヤと路面の摩擦が大きくなり、補修材の剥がれは発見された。このような場所ではプレートコンパクターやロードローラー等を用いて、より十分な締固めが必要である。
- ・ いくつかの試験施工箇所では、補修材の量が十分ではなく、施工箇所が周辺路面より低くなっている。補修材の余盛は、施工箇所の深さと関係し、一律に3センチ程度の余盛とするのではなく、3 cmより深い施工箇所では、余分の余盛をする、または2層に分けて施工する等の配慮が必要である。

試験施工時の状態	モニタリング時の状態
	



図 3.1-7 エクセル試験施工個所のモニタリング状況

6) 活動結果 1-6 最適エクセルの判定と製造方法の確認

非公開情報

非公開情報

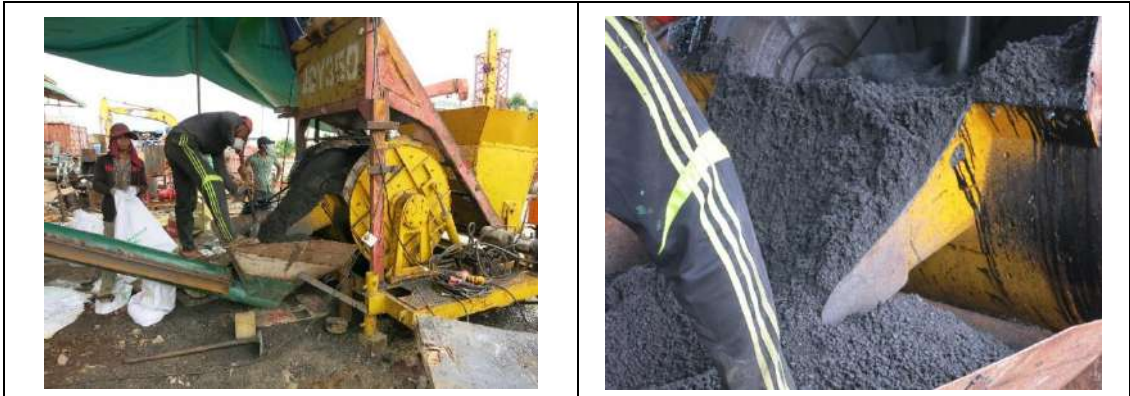


非公開情報

**7) 活動結果 1-7 競合製品や代替品との性能・価格・維持管理等に係る優位性/有用性の比較・分析**

**① 競合製品の性能・価格・維持管理等の比較分析**

非公開情報



MPWT 自主製造状況 1 (ベトナムレシピによる)



MPWT 自主製造状況 2 (袋詰め状況)



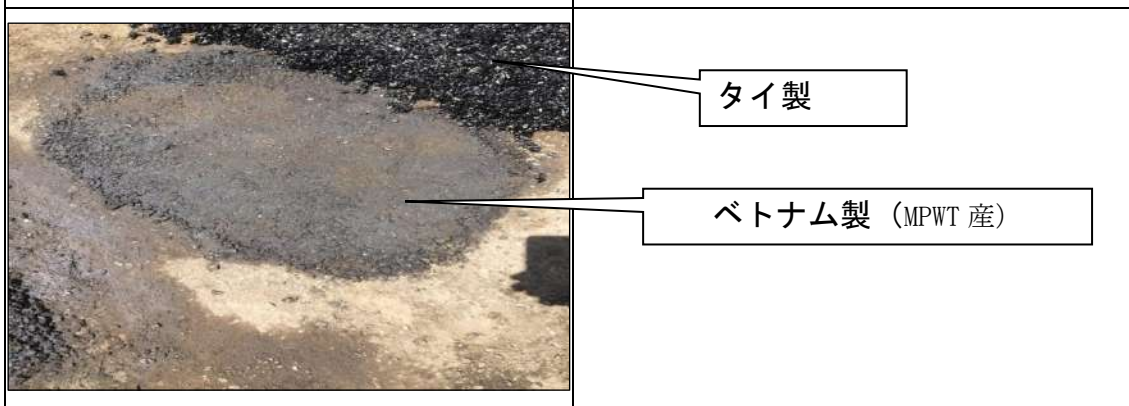
MPWT 自主製造状況 4 (使用材料：碎石，砂)



MPWT 自主製造状況 (使用材料：AS 乳剤)



韓国製常温合材1 (保管約1か月：使用不可)



タイ国製常温合材



ベトナム製 (MPWT 産) 常温合材

### ③ エクセルの優位性について

エクセルは、FHWA（アメリカ合衆国交通省の下部組織 連邦道路庁）によるSHRP（新道路研究計画）により評価された次世代の常温アスファルト混合物と同等の混合物である。タイプとしては、応力タイプに属す。

一般的特徴としては、他の製品に比べ以下の優位点がある。

- 接着性に優れる
- 耐水性に優れ雨天時、水溜りでも施工可能で、油分の流出も無い
- 表面効果後は、耐久性に優れ、飛散も無い
- 圧力により徐々に硬化するため、表面は硬くなっても内部は非常にたわみ性に優れた混合物の為、下層にひび割れがあった場合もクラックの発生が少ない

## 8) 活動結果 1-8 エクセルの製造及びプラントの維持管理に係るマニュアルの作成とMPWTへの指導

### ① エクセルの製造状況

2017年11月までのエクセル製造状況を表3.1-8に示す。2017年11月までに試験配合用、試験施工用、MPWT・DPWT提供用、国道5号プロジェクト用で合計94トンの製造を行った。

表 3.1-8 エクセルの製造状況

年月	試験配合用	試験施工用 MPWT・DPWT用	国道5号 プロジェクト用
2016年11月	500	-	-
2017年2月	1,000	1,000	-
2017年3月	1,000	1,000	-
2017年4月	-	1,000	-
2017年5月	-	500	-
2017年6月	-	4,000	10,400
2017年7月	-	2,000	14,000
2017年8月	-	2,000	6,000
2017年9月	-	2,000	12,000
2017年10月	-	12,000	10,000
2017年11月	-	3,000	10,800
合計	31,000		63,200

### ② プラント稼働マニュアル

MPWP職員が自分たちだけでもエクセル製造が正確にできるように、図3.1-9に示す「エクセル製造（プラント稼働）マニュアル」を作成した。記載内容（目次）は以下のとおりである。

- |     |  |
|-----|--|
| 1   | Operation of EXCEL Plant (エクセルプラント稼働)                              |
| 1.1 | Plant Generator (プラント発電機)  |
| 1.2 | Power Control Box (主電源盤)   |
| 1.3 | Supply aggregate into Hopper (細骨材のホッパーへの投入)                        |
| 1.4 | Set up the speed and time of Hopper Conveyors (ホッパーコンベヤーの速度と時間の設定) |
| 1.5 | Measure EXCEL binder (エクセルバインダーの計量)                                |
| 1.6 | Mixing aggregate and EXCEL binder (細骨材とバインダーの攪乱)                   |
| 1.7 | Storing EXCEL into EXCEL Box/ Bag / Truck Hopper (エクセルの梱包)         |
| 2   | Calibration of Aggregate Belt Conveyors (細骨材コンベヤーのキャリブレーション)       |
| 3   | Operation of Maintenance Car (Truck) (メンテカーの操作)                    |
| 3.1 | Generator (メンテカーの発電機)  |
| 3.2 | Vehicle Hopper (車両搭載ホッパーの操作)                                       |

### ③ プラント安全点検マニュアル

エクセルプラントの安全稼働のためには、以下の注意点がある。

#### 【全ての機材について】

- 点検・調整をするときは必ず電源を切ってから行う。
- 回転部に衣服が巻き込まれないように身だしなみを整える。
- 点検を行うときは必ず他のオペレータに連絡し作業を中止する。
- 何かあった場合は必ず報告連絡相談を行う。

#### 【個別機器について】

- ベルトコンベヤーの異常を発見した場合でもベルトの回転部に絶対に手を入れない。
- ミキサーの羽が回転しているときには絶対にスコップや手などを入れない。
- スクリューコンベヤーのチェーン、 sprocketの調整を行うときは、必ず電源を切り稼働中は手をいれない。
- スクリューコンベア回転らせん部にも稼働中は、清掃道や手などを入れない

プラントの点検・管理は、図 3.1-10 に示す「エクセルプラント点検シート」を用いて毎日点検を実施する。

非公開情報

非公開情報



## エクセルプラント点検表

プラント 責任者		担当者	
-------------	--	-----	--

点検日	平成 年 月 日	点検者	
点検箇所	チェックポイント	否	良
			備考
骨材受入 B/C Stone	ベルトの張り、蛇行		
	駆動装置(チェーン、スプロケット)		
	各ローラ(ヘッド、テール、テンション)		
	軸受部(異音、ガタ)		
	各部摩耗状態		
骨材受入 B/C Sand	ベルトの張り、蛇行		
	駆動装置(チェーン、スプロケット)		
	各ローラ(ヘッド、テール、テンション)		
	軸受部(異音、ガタ)		
	各部摩耗状態		
計量器 B/C	ベルトの張り、蛇行		
	駆動装置(チェーン、スプロケット)		
	各ローラ(ヘッド、テール、テンション)		
	軸受部(異音、ガタ)		
	各部摩耗状態		
ミキサー	駆動装置(モーター)異音		
	軸受部(異音、ガタ)		
	攪拌羽根(摩耗状態)		
	攪拌羽根(異音、ガタつき)		
	ゲート洩れ		
スクリー コンベヤー ①	駆動装置(モーター)異音		
	駆動装置(スプロケット、チェーン)		
	軸受部(異音、ガタ)		
	スクリー摩耗状態		
スクリー コンベヤー ②	駆動装置(モーター)異音		
	駆動装置(スプロケット、チェーン)		
	軸受部(異音、ガタ)		
	スクリー摩耗状態		
ダスト・石粉 フィーダー	駆動装置(モーター)異音		
	駆動装置(スプロケット、チェーン)		
	軸受部(異音、ガタ)		
	スクリー摩耗状態		

<b>協議・措置記録表</b>	記入項目	不良箇所発見日・不良箇所・協議事項・修理依頼・部品依頼 発注日・修理完了日・プラント責任者確認・承認
-----------------	------	---

図 3.1-10 エクセルプラント点検シート

#### ④ MPWT 職員への指導

作成したエクセル製造（プラント稼働）マニュアルを用いて、MPWT 職員へのプラント稼働およびエクセル製造の指導を、2017年2月に実施した。



エクセルプラントのMPWT 職員への指導状況

## 【活動2：メンテカーを用いた道路調査と損傷補修工法の有用性・優位性の実証】

### 1) 活動結果 2-1 メンテカーの設計・購入・試験稼働

#### ① メンテカーの設計・購入

2016年12月にメンテカーを購入し、その後荷台の製作、エクセルを搭載するホッパーの据え付け、ホッパーのスクリュウ用の発電機の搭載、DRIMSの搭載を行った。その後2017年2月に、車両登録、ナンバープレート取得、車両保険加入等の手続きを経て、2017年3月から、メンテカーが稼働できる状況となった。

また、エクセルを1.5トン搭載した場合、タイヤホイールスペースの余分が短くなることが確認された。通常の舗装された道路を走行する場合には問題はないが、悪路を走行する場合、車体とタイヤの接触する可能性があり、2017年6月に前後輪のサスペンションの補強を行った。



図 3.2-1 メンテナンスカーと車輪サスペンションの補強

#### ② DRIMSの購入・搭載

DRIMS (Dynamic Response Intelligent Monitoring System) は、走行する車両の加速度応答から路面のラフネスを国際ラフネス指数 IRI (International Roughness Index) によって、路面性状を評価システムするシステムである。DRIMSの特徴は、任意の車両を利用して管理者自身の手によって簡便な操作で即時的にラフネスを取得でき、なおかつ安価であることである。

本事業において、DRIMS 機器 1 セット、ドライブレコーダー、ノートパソコン等の関連機材を購入し、2017 年 2 月にメンテナンスカーに DRIMS 一式を搭載した。

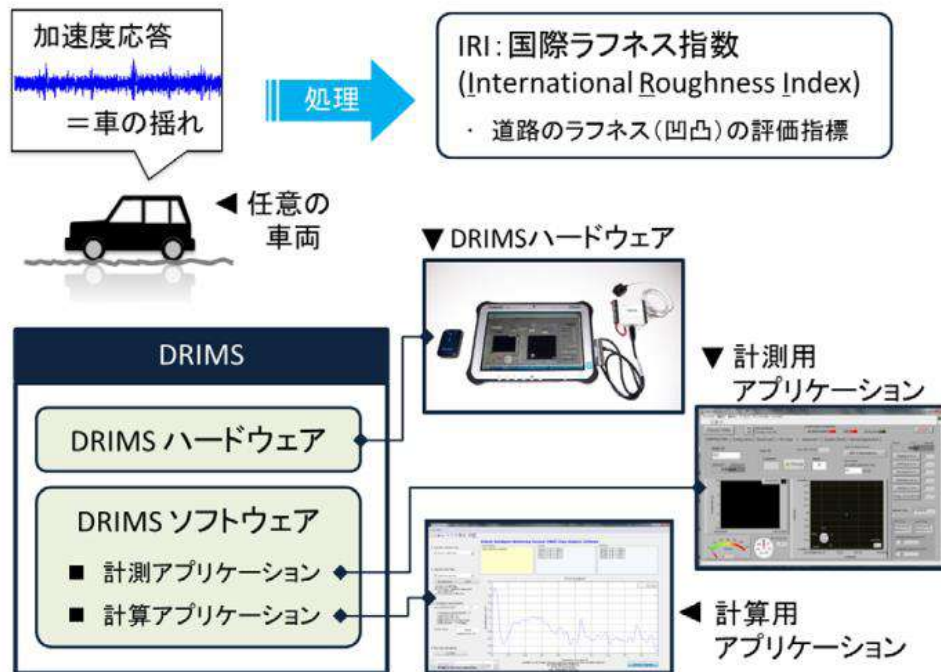


図 3.2-2 DRIMS による路面性状評価システム

### ③ メンテカーの点検マニュアル

メンテカーの試験稼働に先立ち、メンテカーの安全走行のために、「メンテカー点検マニュアル」を作成し、雇用したトラック運転手、MPWT の C/P に教育・指導を行った。以下に点検マニュアル、メンテカーの点検状況写真を示す。



図 3.2-3 メンテカーの点検状況

**Vehicle Checklist**

Month of: \_\_\_\_\_ Vehicle: \_\_\_\_\_ Supervisor's Name: \_\_\_\_\_

<i>Complete each items by inititaling in box</i>	Date 1	Date 2	Date 3	Date 4	Date 5	Date 6
1/. Engine oil and coolant levels						
2/. Windshield & Mirrors						
3/. Doors and Windows						
4/. Emergency Brake						
5/. Tires-wear and pressure (spare)						
6/. Inspection and License Plate Stickers						
7/. Check ground under vehicle for fluid leaks						
8/. Emergency Equipment						
- First aid kit						
- Fire extinguisher						
- Warning reflector and flares						
- Flashlight						
- Jack, lug-wrench and spare tire						
- Communication device						
9/. Documentation						
- Insurance card						
- Registration						
10/. Check for cleanliness & Damages (interior and exterior)						
11/. Fuel Level, Gauges, and Dash Warning Lights						
12/. Windshield wipers						
13/. Horn						
14/. Head Lights, Tail lights, Turn Signals, Flashers, Warning lights						
15/. Defrosters, Heaters and Air Conditioner (When applicable)						
16/. Seat Belts						
<b>Note:</b>						

図 3.2-4 メンテカーの点検マニュアル

## 2) 活動結果 2-2 メンテカーの試験走行計画の策定

### ① 対象道路

カ国の一桁国道（1号—9号）を対象としてメンテナンスカーの試験走行を実施する。国道1号—9号の区間延長および起終点は下表のとおりであり、総延長は2,262 kmである。

表 3.2-1 カ国の1桁国道の概要

国道番号	区間距離	起点—終点
NR 1	166.9 km	Phnom Penh – Svay Rieng – Bavet (VN border)
NR 2	121.0 km	Monivong Bridge (NR1) – Takeo – Phnom Den (VN border)
NR 3	201.6 km	Phnom Penh – Kampot - Veal Rinh (NR4)
NR 4	214.2 km	Chaomchau (NR3) – Kampong Speu - Krong Preah Sihanouk
NR 5	407.4 km	Phnom Penh – Battambang – Serei Saophoan – Poipet (TH border)
NR 6	415.4 km	Chroy Changvar Bridge (NR5) – Kampong Thom - Siem Reap - Serei Saophoan (NR5)
NR 7	460.8 km	Skun (NR6) – Kampong Cham – Kratie – Stung Treng – Trapeang Kriel (Laos Border)
NR 8	132.4 km	Prek Tameak (NR6) – Kraek (NR7)
NR 9	143.3 km	Phum Reacheanokol Stung Treng (NR7) – Phum Sthapor Preah Vihear (NR62)

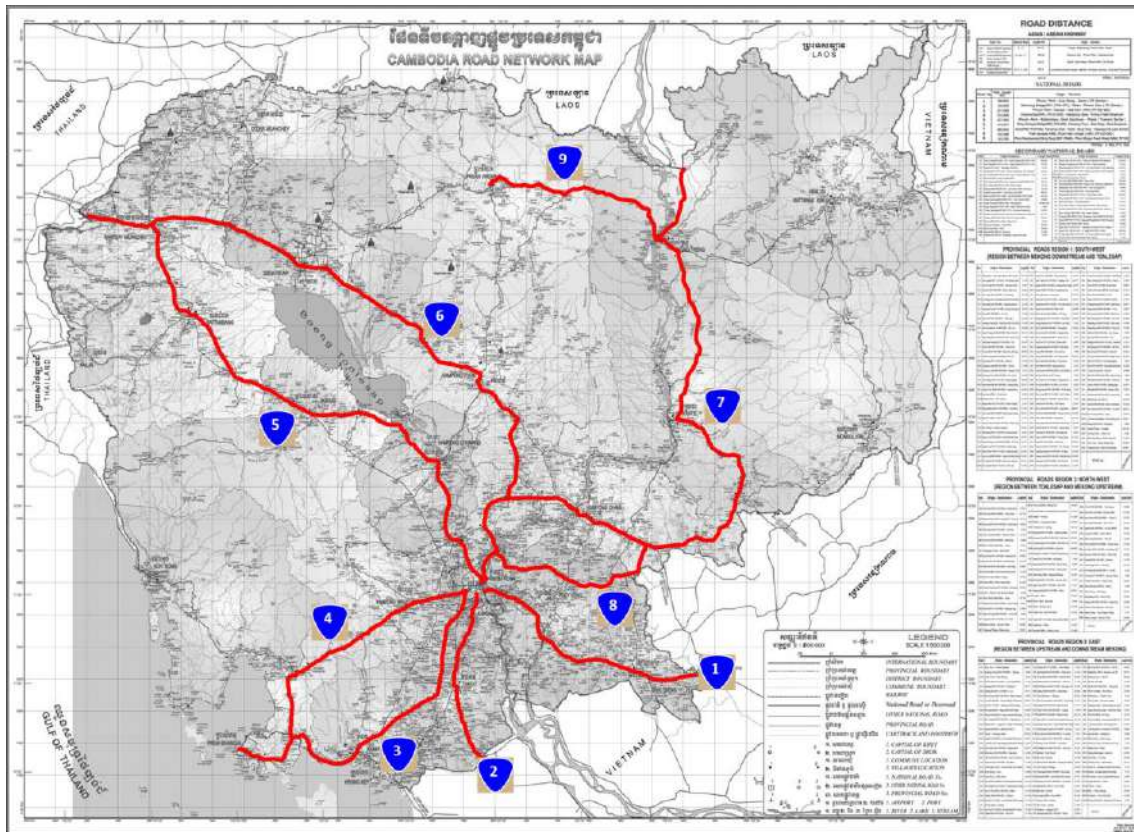


図 3.2-5 カ国の 1 桁国道

② メンテカーの試験走行区間設定

メンテカーの試験走行は、時速 60 kmの安全走行を基準に、一日の安全な走行距離、ビデオカメラ撮影可能時間を考慮して区間を決定した。区間延長の長い、国道 5, 6, 7 は 2 つの区間に分割する。路面状況のビデオカメラでの撮影を考慮し、走行は日中の 8-17 時の時間帯で実施する。走行は各区間 2 回とする。設定した 12 走行区間を表に示す。実際の走行は、路面状況、走行速度、中継都市の位置によって調整される。

3) 活動結果 2-3 メンテカーの試験走行及び 1 桁国道の道路調査

表 3.2-2 に示すスケジュールでメンテカーの試験走行を行い、DRIMS による道路調査 (IRI, ビデオ撮影) を実施した。途中、現地 DPWT を訪問し、エクセルによる補修作業を実施し、現地 DPWT 職員に施工方法の指導を行った。また訪問した DPWT には、10-15 袋 (200-300kg) のエクセルを提供し、施工技術再確認のため、後日 DPWT 自身で補修作業を実施するように依頼した。

表 3.2-2 メンテカー試験走行日程

国道 No	区間距離	起点—終点	試験走行日
NR 1	166.9km	Phnom Penh - Svay Rieng - Bavet (VN border)	2017/4/7
NR 2	121.0km	Monivong Bridge (NR1) - Takeo - Phnom Den (VN border)	2017/3/28
NR 3	201.6km	Phnom Penh - Kampot Veal Rinh (NR4)	2017/6/28
NR 4	214.2km	Chaomchau (NR3) - Kampong Speu - Krong Preah Shhanouk	2017/6/27

NR 5	289.0km	Phnom Penh - Battambang	2017/5/24
	118.0km	Battambang - Serei Saophoan - Poipet (TH border)	2017/5/25
NR 6	170.0km	Chroy Changvar Bridge (NR5) - Kampong Thom	2017/6/23
	245.0km	Kampong Thom - Siem Reap - Serei Saophoan (NR5)	2017/7/6
NR 7	256.0km	Skun (NR6) - Kampong Cham - Kratie	2017/6/20
	205.0km	Kratie - Stung Treng - Trapeang Kriel (Laos Border)	2017/6/21
NR 8	132.4km	Prek Tameak (NR6) - Kraek (NR7)	2017/4/3
NR 9	143.3km	Stung Treng (NR7) - Preah Vihear (NR62)	2017/6/22
合計	2262.4km		



図 3.2-6 DRIM の搭載とメンテカーの試験走行状況

#### 4) 活動結果 2-4 メンテカーによる道路調査結果の MPWT データベースへの収納

JICA 道路・橋梁技術プロジェクトで作成された分析シートを用いて、DRIMS データを解析し IRI を整理した。図 3.2-7 に国道 1～9 号の IRI の結果を示す。ほとんどの区間で IRI=5 未満の良好な路面状態である。IRI=5 以上の区間は、市街地、集落が存在する区間である。

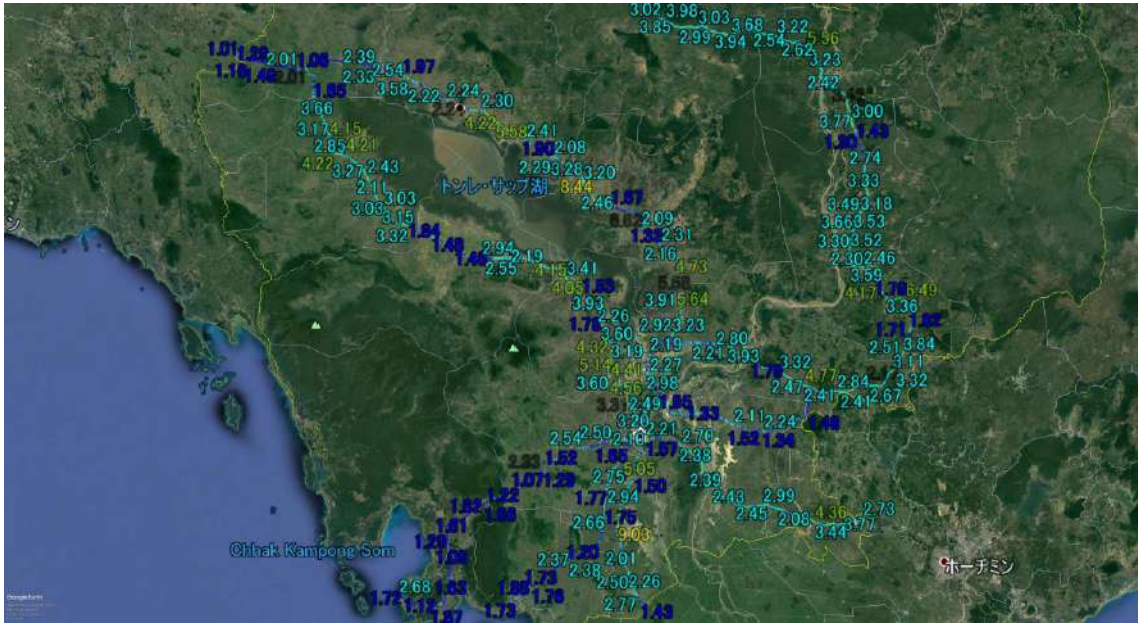


図 3.2-7 カ国 1 桁国道の IRI 分析結果

JICA 道路・橋梁技術プロジェクトの調査は、4WD の乗用車を用いて 2015 年に実施されている。2015 年以降 1 桁国道では、道路改良工事が進められており、細かい地点での比較はできないが、大まかの傾向は同じであった。しかし、本プロジェクトではメンテカー（4 トントラック）を使用していること、走行日、区間によって搭載しているエクセルの量が異なるため、車両重量がまちまちであり、正確な IRI 調査結果として利用することはできない。このため、MPWT および道路・橋梁プロジェクトチームと相談した結果、MPWT データベースには格納しないこととした。

## 1. Road Maintenance System Using DRIMS\*

**\*DRIMS: Dynamic Response Intelligent Monitoring System  
(Equipment for IRI Measurement Device)**

- Application of IRI for qualitative evaluation of road surface
- Available for asset management & budget planning of repair works

**IRI Index for Road Roughness Evaluation**

Image				
IRI	>7.0	5.0 to 7.0	3.0 to 5.0	<3.0
Rating	Bad	Poor	Fair	Good
Repair	Urgent	Routine	Medium	Small

図 3.2-8 DRIMS を用いた IRI による路面評価

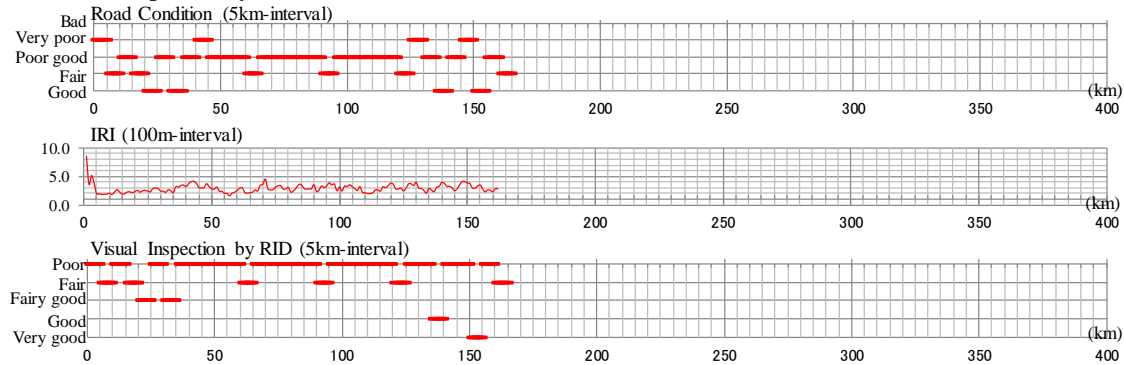


【国道 1 号の IRI】

Inspection Review Sheet (for Paved Roads)

(1)	Road Name	RN1	Breakdown of Road Condition				
(2)	Road Length (km)	161.6		<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Bad: Reconstruction/ Resurfacing</li> <li>■ Very poor: Repair/ Resurfacing</li> <li>■ Poor: Repair</li> <li>■ Fair: Repair (small)</li> <li>■ Good: Regular inspection</li> </ul>			
(3)	Pavement Type	AC					
(4)	Date of IRI measurement	2017/4/7					
(5)	Start Point & End Point	Start: 0 End: 0					
	Average IRI (Total Section)	2.9					
(7)	Visual Rating (Total Section)	Indicator-N: 1.85 Evaluation: Poor					
	Repair Ratio (Very poor+Poor+Fair)	71.0%					
(9)	Urgency Ratio (Bad+Very poor)	12.3%				To Chap.21 (Bad)	0.0%

【IRI-based inspection by RID】



Location		IRI-based inspection by RID				Detailed visual inspection by DPWT						
From	To	Ave. IRI	Visual rating	Road condition		Carriage way				Off-carriage way		
				Rank	Discription	Pot-hole	Crack	Deformation	Other	Deformation	Dragon hole	Other
0 km	5 km	4.63	Poor	Very poor	Repair/ Resurfacing							
5 km	10 km	1.91	Fair	Fair	Repair (small)							
10 km	15 km	2.18	Poor	Poor	Repair							
15 km	20 km	2.20	Fair	Fair	Repair (small)							
20 km	25 km	2.43	Fairy good	Good	Regular inspection							
25 km	30 km	2.68	Poor	Poor	Repair							
30 km	35 km	2.37	Fairy good	Good	Regular inspection							
35 km	40 km	3.28	Poor	Poor	Repair							
40 km	45 km	3.75	Poor	Very poor	Repair/ Resurfacing							
45 km	50 km	3.14	Poor	Poor	Repair							
50 km	55 km	2.53	Poor	Poor	Repair							
55 km	60 km	2.08	Poor	Poor	Repair							
60 km	65 km	2.45	Fair	Fair	Repair (small)							
65 km	70 km	2.86	Poor	Poor	Repair							
70 km	75 km	3.14	Poor	Poor	Repair							
75 km	80 km	3.06	Poor	Poor	Repair							
80 km	85 km	2.94	Poor	Poor	Repair							
85 km	90 km	2.97	Poor	Poor	Repair							
90 km	95 km	2.93	Fair	Fair	Repair (small)							
95 km	100 km	3.33	Poor	Poor	Repair							
100 km	105 km	3.12	Poor	Poor	Repair							
105 km	110 km	2.57	Poor	Poor	Repair							
110 km	115 km	2.26	Poor	Poor	Repair							
115 km	120 km	3.15	Poor	Poor	Repair							
120 km	125 km	2.93	Fair	Fair	Repair (small)							
125 km	130 km	3.52	Poor	Very poor	Repair/ Resurfacing							
130 km	135 km	2.65	Poor	Poor	Repair							
135 km	140 km	3.02	Good	Good	Regular inspection							
140 km	145 km	3.16	Poor	Poor	Repair							
145 km	150 km	3.66	Poor	Very poor	Repair/ Resurfacing							
150 km	155 km	3.27	Very good	Good	Regular inspection							
155 km	160 km	2.52	Poor	Poor	Repair							
160 km	165 km	2.82	Fair	Fair	Repair (small)							
165 km	170 km											

【国道 2 号の IRI】

Inspection Review Sheet (for Paved Roads)												
(1)	Road Name	RN2		Breakdown of Road Condition								
(2)	Road Length (km)	113.8										
(3)	Pavement Type	MCD										
(4)	Date of IRI measurement	2017/3/28										
(5)	Start Point & End Point	Start	0									
		End	0									
(6)	Average IRI (Total Section)	2.9										
(7)	Visual Rating	Indicator-N	0.86									
	(Total Section)	Evaluation	Fair									
(8)	Repair Ratio (Very poor+Poor+Fair)	17.5%										
(9)	Urgency Ratio (Bad+Very poor)	13.2%		To Chap.21 (Bad)	8.8%							
<b>[IRI-based inspection by RID]</b>												
Road Condition (5km-interval)												
IRI (100m-interval)												
Visual Inspection by RID (5km-interval)												
Location		IRI-based inspection by RID				Detailed visual inspection by DPWT						
From	To	Ave. IRI	Visual rating	Road condition		Carriage way				Off-carriage way		
				Rank	Discription	Pot-hole	Crack	Deformation	Other	Deformation	Dragon hole	Other
0 km	5 km	3.20	Good	Good	Regular inspection							
5 km	10 km	2.49	Fair	Fair	Repair (small)							
10 km	15 km	2.60	Fair	Fair	Repair (small)							
15 km	20 km	2.74	Poor	Poor	Repair							
20 km	25 km	2.96	Good	Good	Regular inspection							
25 km	30 km	2.43	Very good	Good	Regular inspection							
30 km	35 km	2.59	Fairy good	Good	Regular inspection							
35 km	40 km	2.52	Good	Good	Regular inspection							
40 km	45 km	2.51	Fairy good	Good	Regular inspection							
45 km	50 km	6.45	Poor	Bad	econstruction/ Resurfacing							
50 km	55 km	4.74	Poor	Very poor	Repair/ Resurfacing							
55 km	60 km	5.51	Poor	Bad	econstruction/ Resurfacing							
60 km	65 km	2.47	Very good	Good	Regular inspection							
65 km	70 km	2.06	Very good	Good	Regular inspection							
70 km	75 km	2.36	Very good	Good	Regular inspection							
75 km	80 km	2.16	Fairy good	Good	Regular inspection							
80 km	85 km	2.38	Very good	Good	Regular inspection							
85 km	90 km	2.55	Good	Good	Regular inspection							
90 km	95 km	2.61	Fair	Fair	Repair (small)							
95 km	100 km	3.16	Good	Good	Regular inspection							
100 km	105 km	2.79	Fairy good	Good	Regular inspection							
105 km	110 km	2.03	Good	Good	Regular inspection							
110 km	115 km	1.85	Very good	Good	Regular inspection							
115 km	120 km											

【国道 3 号の IRI】

Inspection Review Sheet (for Paved Roads)											
(1)	Road Name	RN3			Breakdown of Road Condition						
(2)	Road Length (km)	135.4				<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Bad: Reconstruction/ Resurfacing</li> <li>■ Very poor: Repair/ Resurfacing</li> <li>■ Poor: Repair</li> <li>■ Fair: Repair (small)</li> <li>■ Good: Regular inspection</li> </ul>					
(3)	Pavement Type	AC									
(4)	Date of IRI measurement	2017/6/28									
(5)	Start Point & End Point	Start	0								
		End	0								
(6)	Average IRI (Total Section)	2.1									
(7)	Visual Rating (Total Section)	Indicator-N	1.49								
		Evaluation	Poor								
(8)	Repair Ratio (Very poor+Poor+Fair)	18.4%									
(9)	Urgency Ratio (Bad+Very poor)	0.0%			To Chap.21 (Bad)	0.0%					
<b>[IRI-based inspection by RID]</b>											
Road Condition (5km-interval)											
IRI (100m-interval)											
Visual Inspection by RID (5km-interval)											
Location		IRI-based inspection by RID				Detailed visual inspection by DPWT					
From	To	Ave. IRI	Visual rating	Road condition		Carriage way			Off-carriage way		
				Rank	Discription	Pot-hole	Crack	Deformation	Other	Deformation	Dragon hole
0 km	5 km	2.06	Very good	Good	Regular inspection						
5 km	10 km	1.79	Fair	Fair	Repair (small)						
10 km	15 km	2.80	Fair	Fair	Repair (small)						
15 km	20 km	2.34	Poor	Poor	Repair						
20 km	25 km	2.67	Good	Good	Regular inspection						
25 km	30 km	2.79	Good	Good	Regular inspection						
30 km	35 km	2.22	Fair	Fair	Repair (small)						
35 km	40 km	2.26	Very good	Good	Regular inspection						
40 km	45 km	2.49	Very good	Good	Regular inspection						
45 km	50 km	2.79	Fair	Fair	Repair (small)						
50 km	55 km	2.58	Fairy good	Good	Regular inspection						
55 km	60 km	2.46	Good	Good	Regular inspection						
60 km	65 km	1.96	Good	Good	Regular inspection						
65 km	70 km	1.83	Fair	Fair	Repair (small)						
70 km	75 km	1.57	Very good	Good	Regular inspection						
75 km	80 km	1.75	Fairy good	Good	Regular inspection						
80 km	85 km	1.43	Fairy good	Good	Regular inspection						
85 km	90 km	1.67	Fair	Fair	Repair (small)						
90 km	95 km	1.98	Fair	Fair	Repair (small)						
95 km	100 km	1.68	Good	Good	Regular inspection						
100 km	105 km	1.75	Very good	Good	Regular inspection						
105 km	110 km	1.73	Very good	Good	Regular inspection						
110 km	115 km	1.51	Fair	Fair	Repair (small)						
115 km	120 km	1.99	Poor	Poor	Repair						
120 km	125 km	1.94	Poor	Poor	Repair						
125 km	130 km	2.28	Poor	Poor	Repair						
130 km	135 km	2.47	Poor	Poor	Repair						
135 km	140 km	2.61	Good	Good	Regular inspection						
140 km	145 km										

【国道 4 号の IRI】

Inspection Review Sheet (for Paved Roads)												
(1)	Road Name	RN4		Breakdown of Road Condition								
(2)	Road Length (km)	212.4			<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Bad: Reconstruction/ Resurfacing</li> <li>■ Very poor: Repair/ Resurfacing</li> <li>■ Poor: Repair</li> <li>■ Fair: Repair (small)</li> <li>■ Good: Regular inspection</li> </ul>							
(3)	Pavement Type	AC										
(4)	Date of IRI measurement	2017/6/27										
(5)	Start Point & End Point	Start	0									
	End Point	End	0									
(6)	Average IRI (Total Section)	1.7										
(7)	Visual Rating (Total Section)	Indicator-N	0.16									
	Evaluation	Very good										
(8)	Repair Ratio (Very poor+Poor+Fair)	3.8%										
(9)	Urgency Ratio (Bad+Very poor)	0.0%		To Chap.21 (Bad)	0.0%							
<b>[IRI-based inspection by RID]</b>												
Location		IRI-based inspection by RID				Detailed visual inspection by DPWT						
From	To	Ave. IRI	Visual rating	Rank	Description	Pot-hole	Crack	Deformation	Other	Deformation	Dragon hole	Other
0 km	5 km	3.43	Fairly good	Good	Regular inspection							
5 km	10 km	2.56	Very good	Good	Regular inspection							
10 km	15 km	2.55	Very good	Good	Regular inspection							
15 km	20 km	1.78	Very good	Good	Regular inspection							
20 km	25 km	1.42	Very good	Good	Regular inspection							
25 km	30 km	2.37	Very good	Good	Regular inspection							
30 km	35 km	2.58	Very good	Good	Regular inspection							
35 km	40 km	1.97	Very good	Good	Regular inspection							
40 km	45 km	1.97	Very good	Good	Regular inspection							
45 km	50 km	2.11	Very good	Good	Regular inspection							
50 km	55 km	1.95	Very good	Good	Regular inspection							
55 km	60 km	1.81	Very good	Good	Regular inspection							
60 km	65 km	1.82	Very good	Good	Regular inspection							
65 km	70 km	1.54	Very good	Good	Regular inspection							
70 km	75 km	1.55	Very good	Good	Regular inspection							
75 km	80 km	1.48	Very good	Good	Regular inspection							
80 km	85 km	1.86	Very good	Good	Regular inspection							
85 km	90 km	1.64	Fairly good	Good	Regular inspection							
90 km	95 km	1.85	Very good	Good	Regular inspection							
95 km	100 km	1.56	Very good	Good	Regular inspection							
100 km	105 km	1.85	Very good	Good	Regular inspection							
105 km	110 km	1.43	Very good	Good	Regular inspection							
110 km	115 km	1.48	Very good	Good	Regular inspection							
115 km	120 km	1.57	Very good	Good	Regular inspection							
120 km	125 km	1.47	Poor	Poor	Repair							
125 km	130 km	1.41	Very good	Good	Regular inspection							
130 km	135 km	1.22	Very good	Good	Regular inspection							
135 km	140 km	1.27	Very good	Good	Regular inspection							
140 km	145 km	1.46	Very good	Good	Regular inspection							
145 km	150 km	1.03	Very good	Good	Regular inspection							
150 km	155 km	1.50	Very good	Good	Regular inspection							
155 km	160 km	1.30	Very good	Good	Regular inspection							
160 km	165 km	1.83	Very good	Good	Regular inspection							
165 km	170 km	1.69	Fair	Fair	Repair (small)							
170 km	175 km	1.72	Very good	Good	Regular inspection							
175 km	180 km	1.57	Very good	Good	Regular inspection							
180 km	185 km	1.68	Very good	Good	Regular inspection							
185 km	190 km	1.52	Very good	Good	Regular inspection							
190 km	195 km	1.59	Very good	Good	Regular inspection							
195 km	200 km	1.33	Very good	Good	Regular inspection							
200 km	205 km	1.06	Very good	Good	Regular inspection							
205 km	210 km	0.84	Very good	Good	Regular inspection							
210 km	215 km	2.65	Poor	Poor	Repair							
215 km	220 km											

【国道5号のIRI】

Inspection Review Sheet (for Paved Roads)												
(1)	Road Name	RN5		Breakdown of Road Condition								
(2)	Road Length (km)	403.8										
(3)	Pavement Type	AC										
(4)	Date of IRI measurement	2017/3/25										
(5)	Start Point & End Point	Start 0, End 0										
(6)	Average IRI (Total Section)	2.8										
(7)	Visual Rating (Total Section)	Fair										
(8)	Repair Ratio (Bad-Very poor-Poor-Fair)	35.6%										
(9)	Urgency Ratio (Bad-Very poor)	3.7%		To Chap.21 (Bad)		1.2%						
[IRI-based inspection by RID]												
Road Condition (5km-interval)												
IRI (100m-interval)												
Visual Inspection by RID (5km-interval)												
Location		IRI-based inspection by RID						Detailed visual inspection by DPWT				
From	To	Ave. IRI	Visual rating	Rank	Description	Pot-hole	Crack	Deformation	Other	Deformation	Dragon hole	Other
0 km	5 km	1.74	Very good	Good	Regular inspection							
5 km	10 km	1.37	Good	Good	Regular inspection							
10 km	15 km	1.49	Poor	Poor	Repair							
15 km	20 km	1.53	Poor	Poor	Repair							
20 km	25 km	1.66	Poor	Poor	Repair							
25 km	30 km	1.41	Poor	Poor	Repair							
30 km	35 km	1.22	Fair	Fair	Repair (small)							
35 km	40 km	1.39	Very good	Good	Regular inspection							
40 km	45 km	1.74	Fair	Fair	Repair (small)							
45 km	50 km	2.93	Poor	Poor	Repair							
50 km	55 km	3.26	Poor	Poor	Repair							
55 km	60 km	1.98	Good	Good	Regular inspection							
60 km	65 km	2.05	Very good	Good	Regular inspection							
65 km	70 km	2.20	Fair	Fair	Repair (small)							
70 km	75 km	2.35	Poor	Poor	Repair							
75 km	80 km	3.23	Poor	Poor	Repair							
80 km	85 km	3.06	Good	Good	Regular inspection							
85 km	90 km	3.08	Poor	Poor	Repair							
90 km	95 km	3.10	Poor	Poor	Repair							
95 km	100 km	2.47	Fairly good	Good	Regular inspection							
100 km	105 km	3.01	Good	Good	Regular inspection							
105 km	110 km	3.68	Fair	Very poor	Repair/ Resurfacing							
110 km	115 km	3.36	Poor	Poor	Repair							
115 km	120 km	2.91	Poor	Poor	Repair							
120 km	125 km	3.17	Poor	Poor	Repair							
125 km	130 km	3.40	Poor	Poor	Repair							
130 km	135 km	3.22	Good	Good	Regular inspection							
135 km	140 km	3.02	Fairly good	Good	Regular inspection							
140 km	145 km	2.72	Fairly good	Good	Regular inspection							
145 km	150 km	2.81	Good	Good	Regular inspection							
150 km	155 km	2.43	Very good	Good	Regular inspection							
155 km	160 km	2.69	Very good	Good	Regular inspection							
160 km	165 km	2.96	Very good	Good	Regular inspection							
165 km	170 km	2.98	Very good	Good	Regular inspection							
170 km	175 km	2.86	Very good	Good	Regular inspection							
175 km	180 km	3.22	Good	Good	Regular inspection							
180 km	185 km	2.43	Fairly good	Good	Regular inspection							
185 km	190 km	2.35	Good	Good	Regular inspection							
190 km	195 km	2.70	Good	Good	Regular inspection							
195 km	200 km	2.51	Very good	Good	Regular inspection							
200 km	205 km	1.91	Fair	Fair	Repair (small)							
205 km	210 km	1.97	Fairly good	Good	Regular inspection							
210 km	215 km	1.84	Fairly good	Good	Regular inspection							
215 km	220 km	2.67	Fair	Fair	Repair (small)							
220 km	225 km	2.45	Very good	Good	Regular inspection							
225 km	230 km	2.01	Fairly good	Good	Regular inspection							
230 km	235 km	2.11	Very good	Good	Regular inspection							
235 km	240 km	3.17	Good	Good	Regular inspection							
240 km	245 km	2.69	Fairly good	Good	Regular inspection							
245 km	250 km	2.46	Very good	Good	Regular inspection							
250 km	255 km	2.53	Fair	Fair	Repair (small)							
255 km	260 km	2.76	Very good	Good	Regular inspection							
260 km	265 km	2.73	Good	Good	Regular inspection							
265 km	270 km	2.78	Good	Good	Regular inspection							
270 km	275 km	3.28	Good	Good	Regular inspection							
275 km	280 km	3.18	Fairly good	Good	Regular inspection							
280 km	285 km	3.28	Very good	Good	Regular inspection							
285 km	290 km	3.61	Good	Poor	Repair							
290 km	295 km	3.63	Very good	Poor	Repair							
295 km	300 km	3.00	Very good	Good	Regular inspection							
300 km	305 km	3.31	Fairly good	Good	Regular inspection							
305 km	310 km	2.44	Very good	Good	Regular inspection							
310 km	315 km	3.16	Fair	Fair	Repair (small)							
315 km	320 km	2.16	Very good	Good	Regular inspection							
320 km	325 km	3.21	Very good	Good	Regular inspection							
325 km	330 km	4.52	Very good	Poor	Repair							
330 km	335 km	4.65	Very good	Poor	Repair							
335 km	340 km	3.02	Very good	Good	Regular inspection							
340 km	345 km	4.30	Good	Poor	Repair							
345 km	350 km	4.49	Very good	Poor	Repair							
350 km	355 km	3.96	Very good	Poor	Repair							
355 km	360 km	5.17	Very good	Bad	Reconstruction/ Resurfacing							
360 km	365 km	3.83	Good	Poor	Repair							
365 km	370 km	2.53	Poor	Poor	Repair							
370 km	375 km	2.91	Poor	Poor	Repair							
375 km	380 km	2.72	Poor	Poor	Repair							
380 km	385 km	2.99	Fairly good	Good	Regular inspection							
385 km	390 km	3.47	Very good	Good	Regular inspection							
390 km	395 km	3.53	Poor	Very poor	Repair/ Resurfacing							
395 km	400 km	2.56	Fair	Fair	Repair (small)							

【国道 6 号の IRI】

Inspection Review Sheet (for Paved Roads)												
(1) Road Name	RN6		Breakdown of Road Condition									
(2) Road Length (km)	401.3											
(3) Pavement Type	AC											
(4) Date of IRI measurement	2017/7/6											
(5) Start Point & End Point	Start	0										
	End	0										
(6) Average IRI (Total Section)	2.6											
(7) Visual Rating (Total Section)	Indicator-N	1.17										
	Evaluation	Poor										
(8) Repair Ratio (Very poor+Poor+Fair)	43.5%											
(9) Urgency Ratio (Bad+Very poor)	11.2%		To Chap.21 (Bad)	1.2%								
<b>[IRI-based inspection by RID]</b>												
Road Condition (5km-interval)												
IRI (100m-interval)												
Visual Inspection by RID (5km-interval)												
Location		IRI-based inspection by RID			Detailed visual inspection by DPWT							
From	To	Ave. IRI	Visual rating	Rank	Description	Pot-hole	Crack	Deformation	Other	Deformation	Dragon hole	Other
0 km	5 km	2.03	Fairly good	Good	Regular inspection							
5 km	10 km	2.53	Poor	Poor	Repair							
10 km	15 km	2.97	Poor	Poor	Repair							
15 km	20 km	2.69	Poor	Poor	Repair							
20 km	25 km	1.90	Poor	Poor	Repair							
25 km	30 km	1.95	Poor	Poor	Repair							
30 km	35 km	2.36	Fair	Fair	Repair (small)							
35 km	40 km	2.63	Fair	Fair	Repair (small)							
40 km	45 km	2.03	Fair	Fair	Repair (small)							
45 km	50 km	2.26	Very good	Good	Regular inspection							
50 km	55 km	1.86	Very good	Good	Regular inspection							
55 km	60 km	2.76	Poor	Poor	Repair							
60 km	65 km	1.57	Very good	Good	Regular inspection							
65 km	70 km	1.74	Fair	Fair	Repair (small)							
70 km	75 km	2.37	Fair	Fair	Repair (small)							
75 km	80 km	4.20	Good	Poor	Repair							
80 km	85 km	4.06	Very good	Poor	Repair							
85 km	90 km	3.56	Very good	Poor	Repair							
90 km	95 km	4.44	Good	Poor	Repair							
95 km	100 km	2.46	Fair	Fair	Repair (small)							
100 km	105 km	2.42	Fairly good	Good	Regular inspection							
105 km	110 km	3.71	Fairly good	Poor	Repair							
110 km	115 km	4.18	Very good	Poor	Repair							
115 km	120 km	4.47	Poor	Very poor	Repair/ Resurfacing							
120 km	125 km	2.54	Very good	Good	Regular inspection							
125 km	130 km	2.00	Very good	Good	Regular inspection							
130 km	135 km	1.96	Very good	Good	Regular inspection							
135 km	140 km	2.09	Very good	Good	Regular inspection							
140 km	145 km	2.04	Very good	Good	Regular inspection							
145 km	150 km	1.91	Very good	Good	Regular inspection							
150 km	155 km	1.76	Very good	Good	Regular inspection							
155 km	160 km	2.68	Fair	Fair	Repair (small)							
160 km	165 km	2.55	Poor	Poor	Repair							
165 km	170 km	1.79	Very good	Good	Regular inspection							
170 km	175 km	1.97	Very good	Good	Regular inspection							
175 km	180 km	1.79	Very good	Good	Regular inspection							
180 km	185 km	1.65	Very good	Good	Regular inspection							
185 km	190 km	2.52	Good	Good	Regular inspection							
190 km	195 km	2.85	Poor	Poor	Repair							
195 km	200 km	4.15	Poor	Very poor	Repair/ Resurfacing							
200 km	205 km	3.78	Poor	Very poor	Repair/ Resurfacing							
205 km	210 km	3.61	Poor	Very poor	Repair/ Resurfacing							
210 km	215 km	2.95	Poor	Poor	Repair							
215 km	220 km	3.52	Poor	Very poor	Repair/ Resurfacing							
220 km	225 km	3.34	Fair	Fair	Repair (small)							
225 km	230 km	3.01	Fair	Fair	Repair (small)							
230 km	235 km	2.21	Very good	Good	Regular inspection							
235 km	240 km	2.36	Very good	Good	Regular inspection							
240 km	245 km	2.51	Fair	Fair	Repair (small)							
245 km	250 km	2.03	Very good	Good	Regular inspection							
250 km	255 km	2.08	Very good	Good	Regular inspection							
255 km	260 km	2.55	Very good	Good	Regular inspection							
260 km	265 km	3.54	Fair	Very poor	Repair/ Resurfacing							
265 km	270 km	4.73	Poor	Very poor	Repair/ Resurfacing							
270 km	275 km	5.24	Poor	Bad	Reconstruction/ Resurfacing							
275 km	280 km	4.54	Poor	Very poor	Repair/ Resurfacing							
280 km	285 km	4.46	Good	Poor	Repair							
285 km	290 km	4.37	Fairly good	Poor	Repair							
290 km	295 km	3.20	Fairly good	Good	Regular inspection							
295 km	300 km	3.14	Good	Good	Regular inspection							
300 km	305 km	2.42	Fair	Fair	Repair (small)							
305 km	310 km	2.34	Poor	Poor	Repair							
310 km	315 km	2.04	Poor	Poor	Repair							
315 km	320 km	2.20	Poor	Poor	Repair							
320 km	325 km	2.51	Poor	Poor	Repair							
325 km	330 km	2.23	Poor	Poor	Repair							
330 km	335 km	2.59	Poor	Poor	Repair							
335 km	340 km	2.61	Poor	Poor	Repair							
340 km	345 km	2.17	Good	Good	Regular inspection							
345 km	350 km	2.16	Very good	Good	Regular inspection							
350 km	355 km	1.85	Poor	Poor	Repair							
355 km	360 km	1.81	Fair	Fair	Repair (small)							
360 km	365 km	1.55	Very good	Good	Regular inspection							
365 km	370 km	1.46	Very good	Good	Regular inspection							
370 km	375 km	1.49	Very good	Good	Regular inspection							
375 km	380 km	1.58	Poor	Poor	Repair							
380 km	385 km	1.51	Very good	Good	Regular inspection							
385 km	390 km	1.41	Fairly good	Good	Regular inspection							
390 km	395 km	1.50	Very good	Good	Regular inspection							
395 km	400 km	1.49	Very good	Good	Regular inspection							

【国道7号のIRI】

Inspection Review Sheet (for Paved Roads)											
(1)	Road Name	RN7	Breakdown of Road Condition								
(2)	Road Length (km)	443.0									
(3)	Pavement Type	AC									
(4)	Date of IRI measurement	2017/6/21									
(5)	Start Point & End Point	Start: 0, End: 0									
(6)	Average IRI (Total Section)	3.3									
(7)	Visual Rating (Total Section)	Indicator-N: 2.06, Evaluation: Poor									
(8)	Repair Ratio (Very poor-Poor+Fair)	47.4%									
(9)	Urgency Ratio (Bad-Very poor)	26.0%			To Chap.21 (Bad)	5.6%					
<b>[IRI-based inspection by RID]</b>											
<b>IRI-based inspection by RID</b>											
Location		Ave. IRI	Road condition		Detailed visual inspection by DPWT						
From	To	Visual rating	Rank	Description	Pot-hole	Crack	Deformation	Other	Deformation	Dragon hole	Other
0 km	5 km	2.35	Fair	Repair (small)							
5 km	10 km	2.20	Fair	Repair (small)							
10 km	15 km	2.05	Fair	Repair (small)							
15 km	20 km	2.31	Fair	Repair (small)							
20 km	25 km	2.09	Poor	Repair							
25 km	30 km	2.36	Poor	Repair							
30 km	35 km	2.40	Poor	Repair							
35 km	40 km	2.89	Poor	Repair							
40 km	45 km	2.35	Poor	Repair							
45 km	50 km	4.35	Poor	Very poor	Repair/ Resurfacing						
50 km	55 km	4.65	Poor	Very poor	Repair/ Resurfacing						
55 km	60 km	3.85	Poor	Very poor	Repair/ Resurfacing						
60 km	65 km	4.65	Poor	Very poor	Repair/ Resurfacing						
65 km	70 km	4.13	Poor	Very poor	Repair/ Resurfacing						
70 km	75 km	5.05	Poor	Bad	Reconstruction/ Resurfacing						
75 km	80 km	6.78	Poor	Bad	Reconstruction/ Resurfacing						
80 km	85 km	7.56	Poor	Bad	Reconstruction/ Resurfacing						
85 km	90 km	8.28	Poor	Bad	Reconstruction/ Resurfacing						
90 km	95 km	5.64	Poor	Bad	Reconstruction/ Resurfacing						
95 km	100 km	4.46	Poor	Very poor	Repair/ Resurfacing						
100 km	105 km	3.51	Very good	Poor	Repair						
105 km	110 km	3.42	Poor	Poor	Repair						
110 km	115 km	3.12	Fair	Fair	Repair (small)						
115 km	120 km	3.04	Fair	Fair	Repair (small)						
120 km	125 km	3.27	Fair	Fair	Repair (small)						
125 km	130 km	4.48	Poor	Very poor	Repair/ Resurfacing						
130 km	135 km	4.77	Poor	Very poor	Repair/ Resurfacing						
135 km	140 km	3.84	Poor	Very poor	Repair/ Resurfacing						
140 km	145 km	2.15	Very good	Good	Regular inspection						
145 km	150 km	1.72	Very good	Good	Regular inspection						
150 km	155 km	1.83	Very good	Good	Regular inspection						
155 km	160 km	1.83	Very good	Good	Regular inspection						
160 km	165 km	2.32	Very good	Good	Regular inspection						
165 km	170 km	3.07	Fairly good	Good	Regular inspection						
170 km	175 km	3.40	Poor	Poor	Repair						
175 km	180 km	4.29	Poor	Very poor	Repair/ Resurfacing						
180 km	185 km	4.39	Fair	Very poor	Repair/ Resurfacing						
185 km	190 km	2.62	Fair	Fair	Repair (small)						
190 km	195 km	2.98	Very good	Good	Regular inspection						
195 km	200 km	3.03	Very good	Good	Regular inspection						
200 km	205 km	2.78	Very good	Good	Regular inspection						
205 km	210 km	3.51	Very good	Poor	Repair						
210 km	215 km	3.51	Very good	Poor	Repair						
215 km	220 km	3.28	Very good	Good	Regular inspection						
220 km	225 km	2.89	Very good	Good	Regular inspection						
225 km	230 km	2.97	Good	Good	Regular inspection						
230 km	235 km	3.15	Fair	Fair	Repair (small)						
235 km	240 km	3.29	Very good	Good	Regular inspection						
240 km	245 km	3.02	Very good	Good	Regular inspection						
245 km	250 km	3.23	Very good	Good	Regular inspection						
250 km	255 km	2.27	Very good	Good	Regular inspection						
255 km	260 km	3.29	Very good	Good	Regular inspection						
260 km	265 km	3.22	Poor	Poor	Repair						
265 km	270 km	3.65	Fair	Very poor	Repair/ Resurfacing						
270 km	275 km	3.11	Poor	Poor	Repair						
275 km	280 km	3.42	Very good	Good	Regular inspection						
280 km	285 km	4.61	Poor	Very poor	Repair/ Resurfacing						
285 km	290 km	3.50	Good	Poor	Repair						
290 km	295 km	2.82	Good	Good	Regular inspection						
295 km	300 km	3.38	Fair	Fair	Repair (small)						
300 km	305 km	2.69	Fairly good	Good	Regular inspection						
305 km	310 km	2.20	Poor	Poor	Repair						
310 km	315 km	2.39	Fairly good	Good	Regular inspection						
315 km	320 km	3.51	Poor	Very poor	Repair/ Resurfacing						
320 km	325 km	3.54	Very good	Poor	Repair						
325 km	330 km	4.68	Poor	Very poor	Repair/ Resurfacing						
330 km	335 km	3.85	Poor	Very poor	Repair/ Resurfacing						
335 km	340 km	2.83	Very good	Good	Regular inspection						
340 km	345 km	2.62	Good	Good	Regular inspection						
345 km	350 km	2.59	Very good	Good	Regular inspection						
350 km	355 km	2.65	Good	Good	Regular inspection						
355 km	360 km	2.66	Fair	Fair	Repair (small)						
360 km	365 km	3.00	Fair	Fair	Repair (small)						
365 km	370 km	2.81	Poor	Poor	Repair						
370 km	375 km	2.57	Fairly good	Good	Regular inspection						
375 km	380 km	2.72	Fair	Fair	Repair (small)						
380 km	385 km	2.87	Poor	Poor	Repair						
385 km	390 km	3.03	Poor	Poor	Repair						
390 km	395 km	2.78	Fair	Fair	Repair (small)						
395 km	400 km	3.06	Good	Good	Regular inspection						

【国道 8 号の IRI】

Inspection Review Sheet (for Paved Roads)											
(1)	Road Name	RN8		Breakdown of Road Condition							
(2)	Road Length (km)	123.4									
(3)	Pavement Type	AC									
(4)	Date of IRI measurement	2017/4/3									
(5)	Start Point & End Point	Start	0								
		End	0								
(6)	Average IRI (Total Section)	2.2									
(7)	Visual Rating (Total Section)	Indicator-N	0.36								
		Evaluation	Good								
(8)	Repair Ratio (Very poor+Poor+Fair)	8.1%									
(9)	Urgency Ratio (Bad+Very poor)	0.0%		To Chap.21 (Bad)	0.0%						
<b>[IRI-based inspection by RID]</b>											
Road Condition (5km-interval)											
IRI (100m-interval)											
Visual Inspection by RID (5km-interval)											
Location		IRI-based inspection by RID				Detailed visual inspection by DPWT					
From	To	Ave. IRI	Visual rating	Road condition		Carriage way				Off-carriage way	
				Rank	Discription	Pot-hole	Crack	Deformation	Other	Deformation	Dragon hole
0 km	5 km	2.81	Fairy good	Good	Regular inspection						
5 km	10 km	2.90	Fair	Fair	Repair (small)						
10 km	15 km	2.26	Poor	Poor	Repair						
15 km	20 km	2.24	Fair	Fair	Repair (small)						
20 km	25 km	2.68	Very good	Good	Regular inspection						
25 km	30 km	2.82	Good	Good	Regular inspection						
30 km	35 km	2.61	Good	Good	Regular inspection						
35 km	40 km	2.40	Fairy good	Good	Regular inspection						
40 km	45 km	2.70	Poor	Poor	Repair						
45 km	50 km	2.59	Very good	Good	Regular inspection						
50 km	55 km	3.03	Fair	Fair	Repair (small)						
55 km	60 km	2.19	Good	Good	Regular inspection						
60 km	65 km	2.16	Very good	Good	Regular inspection						
65 km	70 km	2.33	Very good	Good	Regular inspection						
70 km	75 km	2.07	Very good	Good	Regular inspection						
75 km	80 km	1.98	Very good	Good	Regular inspection						
80 km	85 km	1.72	Good	Good	Regular inspection						
85 km	90 km	1.76	Very good	Good	Regular inspection						
90 km	95 km	1.50	Fair	Fair	Repair (small)						
95 km	100 km	2.08	Very good	Good	Regular inspection						
100 km	105 km	1.98	Very good	Good	Regular inspection						
105 km	110 km	1.46	Very good	Good	Regular inspection						
110 km	115 km	1.59	Very good	Good	Regular inspection						
115 km	120 km	1.78	Good	Good	Regular inspection						
120 km	125 km	1.62	Fairy good	Good	Regular inspection						
125 km	130 km										



【国道 9 号の IRI】

Inspection Review Sheet (for Paved Roads)												
(1)	Road Name	RN9		Breakdown of Road Condition								
(2)	Road Length (km)	142.6										
(3)	Pavement Type	AC										
(4)	Date of IRI measurement	2017/6/22										
(5)	Start Point & End Point	Start	0									
		End	0									
(6)	Average IRI (Total Section)	3.2										
(7)	Visual Rating (Total Section)	Indicator-N	0.17									
		Evaluation	Very good									
(8)	Repair Ratio (Very poor+Poor+Fair)	10.5%										
(9)	Urgency Ratio (Bad+Very poor)	0.0%		To Chap.21 (Bad)	0.0%							
<b>[IRI-based inspection by RID]</b>												
Road Condition (5km-interval)												
IRI (100m-interval)												
Visual Inspection by RID (5km-interval)												
Location		IRI-based inspection by RID				Detailed visual inspection by DPWT						
From	To	Ave. IRI	Visual rating	Road condition		Carriage way			Off-carriage way			
				Rank	Discription	Pot-hole	Crack	Deformation	Other	Deformation	Dragon hole	Other
0 km	5 km	3.43	Poor	Poor	Repair							
5 km	10 km	3.34	Very good	Good	Regular inspection							
10 km	15 km	3.84	Very good	Poor	Repair							
15 km	20 km	3.84	Very good	Poor	Repair							
20 km	25 km	3.18	Very good	Good	Regular inspection							
25 km	30 km	3.30	Very good	Good	Regular inspection							
30 km	35 km	3.18	Very good	Good	Regular inspection							
35 km	40 km	3.22	Very good	Good	Regular inspection							
40 km	45 km	3.16	Fair	Fair	Repair (small)							
45 km	50 km	3.48	Very good	Good	Regular inspection							
50 km	55 km	3.28	Fair	Fair	Repair (small)							
55 km	60 km	3.03	Good	Good	Regular inspection							
60 km	65 km	2.69	Very good	Good	Regular inspection							
65 km	70 km	3.05	Very good	Good	Regular inspection							
70 km	75 km	2.91	Very good	Good	Regular inspection							
75 km	80 km	3.27	Very good	Good	Regular inspection							
80 km	85 km	2.99	Very good	Good	Regular inspection							
85 km	90 km	3.14	Fair	Fair	Repair (small)							
90 km	95 km	2.90	Very good	Good	Regular inspection							
95 km	100 km	2.85	Very good	Good	Regular inspection							
100 km	105 km	3.21	Very good	Good	Regular inspection							
105 km	110 km	3.25	Fairy good	Good	Regular inspection							
110 km	115 km	3.33	Very good	Good	Regular inspection							
115 km	120 km	3.45	Very good	Good	Regular inspection							
120 km	125 km	3.41	Good	Good	Regular inspection							
125 km	130 km	3.02	Very good	Good	Regular inspection							
130 km	135 km	3.14	Very good	Good	Regular inspection							
135 km	140 km	2.63	Very good	Good	Regular inspection							
140 km	145 km	2.68	Very good	Good	Regular inspection							
145 km	150 km											

## 5) 活動結果 2-5 損傷の分類を特定し、補修工法の提案

### ① 従来のポットホール等の道路補修の課題

現在のポットホールやクラックの補修は骨材とプライムコートを用いた簡易的な方法で行われている。この方法は、DBST 舗装の交通量の少ない地方道路等では有効であるが、大型車の通行があり、交通量の多い道路やアスファルト舗装の道路では適していない。



図 3.2-9 DPWT が実施している従来手法のポットホールの補修状況

### ② エクセル以外の常温合材を用いた道路補修の課題

都市内道路のポットホールの補修は、MPWT が製造しているベトナムレシピの常温合材を用いて行われている。各 DPWT 訪問時に現場視察や職員へのインタビューでは、以下の問題が指摘されている。

- 施工後すぐに剥離してしまう
- 雨期の施工に適さない
- 保存可能期間が 2-3 か月程度と短い
- 保存期間 (2-3 か月) を過ぎると固まってしまい使用できない

### ③ カ国で採用されている補修方法の課題

カ国でのポットホールの修繕は、ポットホールとその周辺の舗装部分を 4 角形に切り取って補修を行うため、補修面積が大きくなり、補修の深さも深くなる。また四角に切り取った場合、角の部分の材料が飛び散る可能性が高くなる。四角に切り取る方法では、エクセルパッチが適用できないケースがあり、できるだけ切り取らずに補修する方法へ変えていく必要がある。



図 3. 2-10 ポットホールの補修形状の比較











## 6) 活動結果 2-6 試験走行に伴う軽度損傷箇所のエクセルによる補修作業実施









エクセルによる補修作業は、メンテカー試験走行時に各 DPWT を訪問し、各 DPWT と協議し、国道や都市内道路において実施した。2017 年 11 月末現在で、24 か所のすべての DPWT において補修作業を実施した。表 3. 2-3 に各 DPWT の補修作業日およびモニタリング日を示す。また、各地点の補修作業の状況写真に示す。

表 3. 2-3 エクセルを用いた道路補修作業・モニタリングの実施日程

	補修作業 DPWT	補修作業日時	モニタリング日時
1	Phnom Penh	2017/3/4	2017/6/14
2	Takeo	2017/3/28	2017/4/19
3	Prey Veng	2017/4/3	2017/4/20
4	Svay Rieng	2017/4/7	2017/4/21
5	Battambang	2017/5/24	2017/7/8
6	Banteay Meanchey	2017/5/25	2017/7/8
7	Kratie	2017/6/20	2017/11/20
8	Stung Treng	2017/6/21	DPWT に依頼
9	Preah Vihear	2017/6/22	DPWT に依頼
10	Shhanoukville	2017/6/27	2107/8/19
11	Kampot	2017/6/28	2017/11/14
12	Siem Reap	2017/7/7	2107/8/7
13	Kampong chhnang	21017/7/19	DPWT に依頼
14	Pursat	21017/7/19	DPWT に依頼
15	Kampong Cham	2017/7/21	DPWT に依頼
16	Kampong Spu	2017/8/17	DPWT に依頼
17	Koh Kong	2017/8/18	豪雨で流失
18	Pailin	2017/11/6	DPWT に依頼
19	Oddar Meanchey	2017/11/7	DPWT に依頼
20	Kampong Thom	2017/11/8	DPWT に依頼
21	Kep	2017/11/17	DPWT に依頼
22	Ratanakiri	2017/11/21	DPWT に依頼
23	Mondulkiri	2017/11/22	DPWT に依頼
24	Tboung Khmum	2017/11/24	DPWT に依頼

DPWT	補修作業状況	
Takeo		
Prey Veng		
Svay Rieng		
Battambang		

<p>Banteay Meanchey</p>		
<p>Kratie</p>		
<p>Stung Treng</p>		
<p>Preah Vihear</p>		
<p>Shhanouk- ville</p>		

<p>Kampot</p>		
<p>Siem Reap</p>		
<p>Kompong Spu</p>		
<p>Koh Kong</p>		



### 7) 活動結果 2-7 従来補修工法との性能・価格・維持管理等の比較検討

MPWT の過去の実績から、維持管理工事種類毎の施工単価（材料費込）を表 3.2-4 のとおり算出している。ポットホールの修繕は、カ国で一般的な、骨材とプライムコートを使用した方法の単価である。エクセルを用いてポットホールを修繕した場合、1 m<sup>2</sup> 当たり 80 kg の材料が必要であるが、通常の方法に比べ 1 日に施工できる面積が格段に大きくなる。なお、エクセルによる道路補修と加熱合材による道路補修単価については表 3.1-4 に示した。

表 3.2-4 MPWT による道路補修工事の単価

ジョブコード	維持管理作業	単位	単価（ドル）
1131	Join and Crack Filling	m <sup>2</sup>	3.63
1150	Shape Correction	m <sup>2</sup>	8.17
1100	Pothole Repair	m <sup>2</sup>	11.68
—	Overlay with AC	m <sup>2</sup>	10.00

### 8) 活動結果 2-8 メンテカーの活用可能性の検討

本事業において DRIMS を搭載したメンテカーを用いて、道路状況調査および道路補修作業を実施した。

ポットホール修繕の個所はバラバラに離れており、一か所で使用するエクセルの量も少ない。このため、ポットホール修繕のためにはより機動性の高い Tuk Tuk タイプのメンテカーの方が優れていると思われる。MPWT では、道路維持管理用に Tuk Tuk タイプの車両を各地方の DPWT に既に提供しており、この車両を使ったエクセルによる道路補修作業が効率的と考える。

今後、本事業で譲渡されたメンテカーは、トン単位でエクセルが必要なポットホールが集中する個所や地方 DPWT 拠点への輸送、EXCEL 簡易プラントにおけるエクセル製造袋詰め作業に活用されることが期待される。



DPWT に導入された道路維持管理用の Tuk Tuk

DRIMS は道路路面状況調査には有効な機器・手法であり、JICA 道路橋梁技術プロジェクトにより、MPWT に 3 台が既に譲渡されており、MPWT・DPWT 職員の手で道路状況調査が既に実施されて、データベース化されている。その際 DRIMS データだけでは具体的なポットホールの個所は特定できないため、メンテカー走行時にドライブレコーダーによるビデオ記録、DRIMS の付加機能であるポットホール個所の「ピンマーク付け」機能を活用し、目視による路面状況調査、記録が実施されている。MPWT 自身で活用・運用する道路調査システムが構築されており、本事業で譲渡された DRIMS も有効に活用されると期待している。



### 【活動3：日常道路維持管理に係る MPWT 他関係者の知識・技術の醸成】

#### 1) 活動結果 3-1 補修工法に係るマニュアルの構築

##### ① MPWT の道路補修ガイドライン

現在 MPWT は、JICA 道路・橋梁維持管理技術協力プロジェクトを通じて、日常の道路維持管理活動のマニュアル化、作業標準を「GUIDELINE FOR REPAIRING DEFECTS OF ROAD2016」としてまとめ、維持管理作業の均等化・統一化を図っている。エクセルを用いたポットホール補修工事は、「Job-Code1164」として、補修メニューに追加された。

 KINGDOM OF CAMBODIA NATION RELIGION KING  MINISTRY OF PUBLIC WORK AND TRANSPORT GENERAL DIRECTORATE OF PUBLIC WORK  <b>GUIDELINE FOR REPAIRING DEFECTS OF ROAD 2016</b>	<b>Ministry of Public Works and Transports</b>	<b>Job Code: 1164</b>	
	<b>Activity: Pothole repair – Excel Patch (m<sup>2</sup>)</b>		
<b>Description:</b> Urgent patching Application to pothole (maximum diameter 1.0 m, depth 50 mm ~ 100 mm)			
<b>Possible Cause:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Poor quality DBST surfacing mix</li> <li>• Incorrect compaction of the mix during construction</li> <li>• Infiltration of water</li> <li>• Break away of material under the action of traffic</li> <li>• Final stage in the development of depression</li> </ul>			
<b>Work method:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sweep the pothole. Clear and remove sands and soil from edge of the pothole by brushing</li> <li>2. If pothole more than 5 cm depth, coarse material should be fill prior EXCEL patch</li> <li>3. Loosen EXCEL Before open the bag, loosen EXCEL in the bag.</li> <li>4. EXCEL in the pothole. Put Excel into the pothole. 40% surplus is recommended for even compaction. (see Figure) (1-2cm)</li> <li>5. Level surface.</li> <li>6. Spread Sand on an EXCEL Spread sand even on the surface of Excel</li> <li>7. Compaction by foot or car tires/ vibrating plate compactor, compacting steel plate="elephant leg" Compact surface by foot or tire of vehicle</li> <li>8. Spread sand onto the EXCEL to reduce friction of EXCEL and car tires</li> </ol>			
			
			
<b>Manpower</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1-2 unskilled worker</li> </ul>	<b>Tool and Equipment</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Square Shovel, Broom, Water (+1 pickup for mobilization,</li> <li>• Pickaxe</li> </ul>	<b>Material</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• EXCEL, base course material, sand (for spread)</li> </ul>	
<b>Quality Control</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• To confirm the Excel surface after compaction is smooth and higher than existing road surface. (no water allowed stay)</li> </ul>			
<b>Productivity</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 10 minutes per location/ team</li> </ul>			

図 3.3-1 MPWT の道路維持管理マニュアルにおけるエクセル補修作業標準

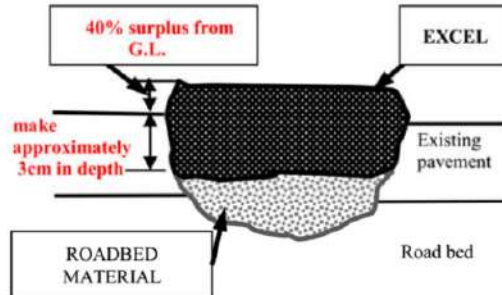
##### ② エクセルによる道路補修マニュアル

エクセルによる道路補修をより確実に実施するために、詳細な施工マニュアルを作成した。MPWT や地方の DPWT 職員にメンテカー試験走行で訪問した際に、マニュアルに沿ったポットホール等の補修作業を実施し、MPWT および DPWT 職員の知識・技術の移転を行った。

## EXCEL PATCH INSTRUCTION

### 1 EXCEL PATCH Instruction

EXCEL PATCH is Pavement Repair Materials to Pothole (maximum diameter = 100cm, depth = 2 – 5 cm)



#### 1.1 Precautions

- ① Avoid contact with skin. Use protective gloves and protective clothing when using product. If touching your skin, please wash off with soap thoroughly.
- ② Not toxic and harmful. Keep unauthorized personnel away and keep product closed, dry and properly stored when not in use.
- ③ Do not wash away used bags and remaining materials into public sewers or water systems.
- ④ Dispose of products and/or container in accordance with local, regional, national, and/or international regulations.

#### 1.2 EXCEL Product Character

- ① Ready to use, just open EXCEL bag
- ② Retains adhesive qualities even in wet applications, no need to remove the water in the puddle
- ③ Remains flexible and cohesive to -25°C (-15°F)
- ④ Sets immediately, no need preparation work, such as removing water, removing small loose aggregate, drying hole
- ⑤ Suitable for a urgent and small-scale repair, Easy installation by foot step rolling.
- ⑥ Opening traffic immediately, rolling by passing vehicle
- ⑦ Long life by packing in the special bag, up to two years

#### 1.3 Applicable place and note for EXCEL Patch

- ① Depth 2 -5 cm of Dents, depressions, steps, alligator cracks on the road surface repair
- ② If the depth of pothole is more than 5 cm, separate the repair into two layers.
- ③ If the diameter of pothole is more than 50cm, scattering prime coat is required
- ④ If the repair of double layer asphalt concrete, scattering prime coat or tack coat is required
- ⑤ If roadbed is damaged, rebuilding the roadbed by using cement admixture is required

**1.4 How to Use EXCEL PATCH**

<p>① Sweep Pothole: Clear and remove sands and soil from the pothole by brushing</p> 	<p>② Loosen EXCEL: Before open the bag, loosen EXCEL in the bag.</p> 
<p>③ EXCEL in Pothole: Put Excel into the pothole. 40% surplus (extra-banking = 1 - 2 cm) is recommended for even compaction.</p> 	<p>④ Level Surface: Level Excel surface by trowel and shovel, Make a corner at the end</p> 
<p>⑤ Sprinkle Sand: Spread sand even on the surface of Excel</p> 	<p>⑥ Compaction: Compacting surface by foot or car tires/ vibrating plate compactor.</p> 
<p>⑦ After Compaction: Spread sand onto the EXCEL to reduce friction of EXCEL and car tires</p> 	<p>⑧ After open traffic, compacted by vehicle passing automatically</p> 

図 3.3-2 エクセルによる補修作業マニュアル

## 2) 活動結果 3-2 MPWT 職員への道路保全の概念の共有

### ① JICA 道路・橋梁技術プロジェクトでの活動

2016年7月に道路・橋梁技術プロジェクトのJCC会議においてエクセルプロジェクトの紹介を行った。JIA道路・橋梁技術プロジェクトでは、道路点検技術、泥補修技術の技術移転を行っており、エクセルを用いた道路補修技術について数回にわたり、技術研修を実施した。また、JIA道路・橋梁技術プロジェクトでは、地方のDPWTにおいて道路・橋梁の維持管理に係るセミナーを継続的に実施しており、本プロジェクトのメンバーも参加し、MPWT・DPWT職員への道路保全の概念の共有について深めた。さらに2017年12月にMPWT職員を対象とした最終セミナーが実施される予定であり、そのセミナーにおいて、エクセルを用いた道路補修技術について再度紹介し、道路保全の概念の共有を図る。

### ② DPWT 試験施工時における DPWT 職員への技術指導・製品プロモーション

2017年3-11月の間に、カ国の24全てのDPWTを訪問し、試験施工を実施した際に、地方DPWTの局長、技術者に対し、道路保全の概念、エクセル施工方法の説明会を実施した。

	
カンボット州 DPWT での説明	ケップ州 DPWT での説明
	
スタントレン州 DPWT での現場説明	シアヌークビル州 DPWT での説明



ラタナキリ州 DPWT での説明

モンドルキリ州 DPWT での説明

図 3.3-3 各 DPWT における技術指導・製品説明の状況

### 3) 活動結果 3-3 本邦研修の実施

2017年8-9月に以下の内容で、MPWT 職員の本邦研修を実施した。

#### ① 本邦研修（受け入れ活動）の概要

目標：舗装の維持修繕の意義と必要性、方法の理解等

項目：①道路建設および維持修繕の基礎知識の習得

②常温合材（エクセル）、アスファルト混合物等の製造管理の理解

③現場における品質管理および品質保証について

受入期間 2017/8/28～2017/9/5

参加者リスト（所属、役職、氏名）

- 公共事業運輸省 道路インフラ部副局長、Mr. You Dara
- 公共事業運輸省 道路インフラ部課員、Mr. Kem Socheat
- 公共事業運輸省 道路インフラ部副リーダー、Mr. Ros Sreng
- 公共事業運輸省 道路インフラ部課員、Mr. Sok Sophea

#### ② カリキュラム、日程表

日付	時刻	受入活動内容	活動場所	講師又は見学先担当者	
				氏名	所属先
8/28	22:50-6:45	プノンペン-成田着			
8/29	9:00-11:00	移動 成田→羽田			
	11:00-14:00	移動 羽田→松山			
	14:30-15:30	研修オリエンテーション	(株)愛亀本社	西山周	(株)愛亀 CEO
8/30	9:00-12:00	エクセル施工箇所見学	松山市内	玉井昭典	(株)愛亀
	13:00-17:00	景観舗装見学			
8/31	9:00-9:20	JICA 普及・実証事業説明	(株)愛亀 松山事業本部	玉井昭典	(株)愛亀
	9:20-9:40	スタビライザー説明		岡本将明	
	9:40-10:10	エクセル/アスファルトプラント・舗装資材説明		舘野久	
	10:10-10:40	舗装機械説明		原井川昭	

	10:40-11:10	技術試験室 説明	(株)愛亀松山 事業本部	岡村貴通	(株)愛亀
	11:10-11:40	有機リサイクル説明		大森孝宗	
	11:40-12:00	質疑・応答		玉井昭典	
	13:30-14:00	国交省事務所概要説明	国土交通省 松山河川国 道事務所	鳥羽保行	国土交通省松 山河川国道事 務所
	14:00-15:00	道路維持監理関連の説明		森本英二	
9/1	8:00-11:00	移動 松山→高松			
	11:00-12:00	JICA 事業説明	JICA 四国	岩崎薫	J I C A四国
	13:00-16:00	移動 高松→京都			
9/2	8:00-15:00	都市景観・インフラ整備 見学	京都市内	弓田和男	久心コンサルタント
	15:00-18:00	移動 京都→東京			
9/3	9:00-17:00	都市景観・インフラ整備 見学	東京都内	弓田和男	久心コンサルタント
9/4	9:00-11:30	移動 東京→栃木			
	11:30-12:00	会社概要	ニチレキ (株)技術研 究所	寺澤太一	ニチレキ(株)
	12:45-13:45	改質剤/乳剤/防水技術 説明		ニチレキ(株) 技術研究所	
	13:45-14:45	研究設備の紹介			黄木秀実
	14:45-15:20	加熱塗膜防水、クラックシール デモ施工			
	15:20-16:00	質疑応答			
	16:00-18:00	移動 栃木→成田			
9/5	10:50-15:40	成田-プノンペン着			

### ③ 受注者による所見

(ア) 本邦受入活動の結果・課題（目標の達成状況、成果、改善点等）

- 愛亀社での座学研修および国土交通省（松山河川国道事務所）による道路維持関連の説明によって、道路管理者として維持管理の必要性、維持管理の予算、維持管理手法を修得した。
- エクセル及びアスファルトプラントや技術試験室を実際に見学し、説明を実施することによって、製造管理の重要性について理解を図った。
- また、愛亀社での施設見学において、カ国ではまだ実施されていないアスファルト混合物、スラグ砂などリサイクル関連について特に関心が高かった。
- ニチレキ社の技術研究所における座学並びに施設の見学は、カ国将来の舗装技術の発展に非常に参考になり、改質アスファルトや橋梁防水の現地使用への一歩になった。
- 尚、改善点として、実際稼動している現場施工の見学ができなかったのが、難しい面もあるが稼動工事現場の調整が必要であった。

(イ) 参加者の意欲・受講態度、理解度

- 質問も活発に行い、熱心にメモをとり、どんなことでも知識を得ようとする意欲がうかがえた。意見交換でも鋭い質問もあり、よく理解をしていると思われる。

(ウ) 本邦受入活動の成果を生かした今後の活動計画

- MPWT の研修員にリサイクル関連及びスタビライザーに関心を持って頂いたことにより、今後、愛亀社として事業の提案および事業展開計画に反映できる。この事業展開は既に以下のような検討段階を迎えており、効果及び検証（金銭的も含め）が良好であれば、自国資金による整備に活用できると MPWT からコメントを頂いている。
- 安価でアスファルト混合物の廃材を有効活用した常温混合物の検討。
- 老朽化したアスファルト及び DBST 舗装を現位置でスタビライザーを用いて破碎し、同時にセメントやアスファルト乳剤を混合する路上再生による維持修繕工法の検討。（来年早々にモデルサイトを MPWT から提供を受け、実施予定である。）

### ③ 本邦受入活動写真

Outline Company (2017/08/29)



Visit ILB Pavement Constructed by IKEE Company (2017/08/30)



Visiting IKEE Factory (2017/08/31)



Visiting Matsuyama River and National Highway Office (2017/08/31)



Observation of Construction Site (2017/08/31)



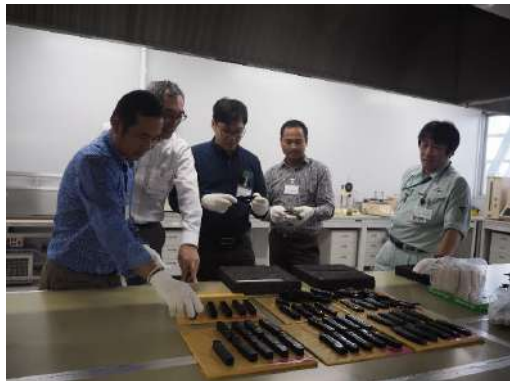




Visiting JICA Shikoku Office (2017/09/01)



Visiting Nichireki Technical Research Center (2017/09/04)



③ 本邦受入活動に関する日本での報道

本邦研修に関して以下の報道があった。

【2017年8月31日、テレビ愛媛】



【2017年9月2日、愛媛新聞】



## 【活動4：エクセルを用いた道路補修技術の普及と事業展開計画の策定】

### 1) 活動結果 4-1 エクセルの需要予測の精査

エクセルプラントにおけるエクセルの製造開始、DPWT を訪問しての道路補修作業の活動を通じて、エクセル購入に関する引き合いが来ている。他国製の常温合材の品質が良くなく、エクセルの需要は今後増加すると見込んでいる。MPWT は 2018 年度の自国資金による日常道路維持管理予算にエクセルでの補修を計上しており、その予算規模は今年中に明確になる。

また円借款による国道 5 号線改良プロジェクト（北区間）では、現道の緊急的ポットホール<sup>1</sup>の修繕が求められ、日系コントラクター2 社に対し、18 トンのエクセルを製造販売した。今後国道 5 号線改良プロジェクトは南区間、中央区間と順次、工事が開始され、コントラクターによる現道の維持は契約に入っており、その需要は 4 年間に亘り続くことになる。詳細については、事業計画に後述する。

その他にも道路資機材販売会社、現地建設会社からエクセルの購入もしくは販売代理店希望の引き合いが来ている。

現在の MPWT 内の簡易プラントでは最大製造量は 2 トン/日程度であり、カ国での道路補修材の需要には追いついていない。このため愛亀グループは、プノンペン開発特区内（PPSEZ P2-094-A）に工場敷地を購入し、現在工場の建設計画が進行中であり、2018 年 4 月の完成、5 月工場稼働（目標製造量 5 トン/日）を目指し需要に応じていく計画である。

### 2) 活動結果 4-2 事業展開に係るリスクの特定とその対応策の分析

普及・実証事業後のフォローアップは、愛亀グループの現地法人 IPS の現地スタッフにより、定期的実施する仕組みづくりを MPWT と協議する。最大のリスクはエクセルの品質の担保である。既に本邦研修やプラント内での OJT により MPWT 自身で製造することは可能になっているが、その品質の均一化を確認できる技術者はいない。そこでこの MPWT プラントも普及・実証事業終了後、愛亀の管理とし、MPWT から委託製造契約を締結できないかと考慮。委託を受けることにより、品質が保証されるだけでなく、資機材のメンテナンスが行き届き、安定的な供給が可能となる。今後、JICA 及び MPWT と協議をし、具体化したいと考えている。

尚、その他の事業展開に係るリスクは「本事業実施後のビジネス展開計画」に記載する。

### 3) 活動結果 4-3 エクセルの普及に伴う課題の整理

品質以外にエクセルの普及に係る顕在化したリスクは以下の表 3.4-1 のとおりである。

表 3.4-1 顕在化したリスク及び対応策

リスク	内容	今後の対応策
エクセルの製造	カ国の作業員、監督者の常温混合物に対する技術レベル（知識）が不明。	施工マニュアル（図入り）及び機械メンテナンスマニュアルの作成を行う。（活動結果 3-1 補修工法に係るマニュアルの構築に記載）
エクセルの	舗装表面が大きく損傷している箇所	エクセルの適用可能箇所及び不適

適正使用	に使用。	当な箇所が分かるように施工マニュアルを作成する際、施工箇所の特 定についても記述する。
適正骨材の 入手	砕石を製造する資源が限られている 課題については、埋蔵量を分析する時 間がなく、無理であった。 限られた資源の中で、良質な骨材の入 手が大きな課題となっている。	骨材製造会社と協議を行い、石割り 段階から指導し、特別製造の契約を 行う。

#### 4) 活動結果 4-4 実施中の技プロにおけるセミナーへの参加等プロモーション活動

2017年11月末までに、以下の活動を実施してきている。

- 2016年12月：EXP02016における道路補修技術・エクセルのプロモーション活動
- 2016年6～12月：100日計画におけるエクセル緊急道路補修の実施・プロモーション活動
- 2017年11～12月：EXP02017における道路補修技術・エクセルのプロモーション活動

##### ① EXP02016における道路補修技術・エクセルのプロモーション活動

2016年12月に開催される建設資材見本市（カ国建設業協会主催）において、エクセルを活用した道路補修のプロモーション活動を実施した。カンボジア建設エキスポ2016は、2016年12月1-3日にプノンペン市のダイヤモンドアイランドのコンベンションセンターにおいて実施された。





図 3.4-1 EXPO2016 におけるエクセルのプロモーション

② 100 日計画におけるエクセル緊急道路補修の実施・プロモーション活動

MPWT 新大臣が 2016 年 4 月に就任し、MPWT100 日計画を打出し、省内の組織リフォームの検討他、積極的な道路行政政策に乗り出した。これに対応し、エクセル舗装補修材による道路緊急補修事業を提案し、MPWT に採択された。実施概要は以下のとおりである。

表 3.4-2 MPWT100 日計画におけるエクセル道路補修の実実施計画

事業名称	エクセルによる MPWT 管轄道路緊急補修事業	
目的	オンタイムで適切な小規模道路損傷の緊急補修 常温合材（エクセル）の効果検証	
使用資機材	エクセル 1,000 袋（20 トン）約 800 か所の補修は可能な数量 コンパクター 安全バリアー	
実施期間	2016 年 6 月～2016 年 11 月	
補修対象地域と配布数量	プノンペン都 500 袋 シェムリアップ州 250 袋 バタンバン州 250 袋	
実施計画	2016 年 6 月	・エクセル製造 ・輸出手続き
	7 月	・出荷 ・MPWT にて施工講習会及び取扱説明会の実施
	8 月	・エクセル到着（免税措置） ・補修対象地域の特定
	9 月～11 月	・3 州にて施工
	11 月以降	・モニタリング



エクセル施工説明会



シェムリアップ州での施工写真





バタンバン州での施工写真

#### ④ EXP02017 における道路補修技術・エクセルのプロモーション活動

2017年11月30日～12月2日に実施されるEXP02017において、IKEE、IPSの事業活動、エクセルのプロモーションを実施した。



#### 5) 活動結果 4-5 MPWT 等関係者とのエクセル普及計画の検討

##### ① 継続的・安定的な品質の確保

継続的に安定的なエクセル製品を製造するためには、現地調達材料である骨材の品質を一定に保つ必要がある。今回の活動中、2017年11月8日に調達した骨材の品質が異なり、これまでの品質と同じ製品を製造することができない事象が発生した。このため砕石工場を訪問し、均一の品質の安定的な供給を依頼した。またエクセルプラントでは、骨材納品のロット毎に粒度試験、ベルトコンベアーのキャリブレーションを行うことをMPWT職員に指導・徹底した。

表 3.4-3 納入ロット毎の骨材粒度試験結果

		2016 24-Nov	2017 20-Jan	2017 20-Oct	2017 8-Nov	2017 A 21-Nov	2017 B 20-Nov
Crushed Stone	19.0 mm				100.0		
	12.5 mm	100.0	100.0	100.0	99.7	100.0	100.0
	10.0 mm	88.4	99.6	99.4	92.6	99.8	99.4
	4.75 mm	13.3	20.0	1.7	23.3	9.5	8.1
	2.36 mm	0.3	0.5	0.3	15.9	0.0	0.0
	1.18 mm	0.2	0.4	0.3	13.3	0.0	0.0
	0.60 mm	0.2	0.4				
	0.43 mm	0.2	0.3				
	0.15 mm	0.2	0.3				
	0.075 mm	0.2	0.3				
Crushed Sand	19.0 mm						
	12.5 mm				100.0		
	10 mm	100.0	100.0	100.0	99.7	100.0	100.0
	4.75 mm	99.8	99.2	97.6	49.4	98.8	94.1
	2.36 mm	71.2	84.6	54.0	11.7	71.0	57.7
	1.18 mm	34.8	68.2				44.6
	0.60 mm	16.5	52.4	21.6	2.2	28.6	22.4
	0.43 mm	11.4	43.9		0.3		17.8
	0.30 mm	7.8	34.7	11.6	1.0	15.5	13.4
	0.15 mm			4.9	0.6	7.6	5.9
0.075 mm	1.8	4.9	0.2	0.2	3.0	0.0	



砕石工場でのサンプル採取（2017年11月）

② 特許・商標登録等の申請

カ国での特許・実用新案・意匠は、Department of Industrial Property of the Ministry of Industry Mines and Energy で申請・取得可能である。また、商標登録は、Intellectual Property Department of the Ministry of Commerce (IPD, MOC)申請可能である。特許・商標登録出願には、現地法人の QIP 登録情報が必要である。現地法人 IPS では、工場建設に QIP の変更申請を実施中であり、今後必要に応じて、特許・商標出願を行っていく予定である。



	
<p>エクセルバックのデザイン</p>	<p>現地法人 IPS のロゴ</p>

#### 6) 活動結果 4-6 ビジネス計画の策定

カ国でのエクセル製造プラント建設及び他事業展開のため、以下の活動を実施中である。将来的な詳細なビジネス計画については、「4 本事業実施後のビジネス展開計画」に記載する。

- 現地法人 (IKEE Paving Systems, IPS) を設立し、エクセル製造、販売及び建設工事に参画する必要な事業免許等も取得した。
- プノンペン経済特別区 (SEZ) に約 8000m<sup>2</sup> の工場用敷地を購入し、国道 5 号線改良プロジェクト等 MPWT や DPWT 及びその他ドナーによる道路工事に対応するためアスファルト乳剤製造及びエクセル製造 (最大製造量 5 トン/日) のプラント建設を 2017 年 11 月に着工した。工場完成予定は 2018 年 4 月、エクセルの生産は 5 月を予定している。
- IPS にて、使用機材ロードスタビライザーの輸入を 2017 年 9 月末に実施した。これに伴い、緊急性を要する小規模な補修材としてエクセルを用い、特に損傷速度が速い DBST の大きな補修に路盤再生工法による道路改修工事の受注を目指している。  
(※路盤再生工法は、将来 AC 舗装時の路盤として改良体を路盤として考慮できるため、AC 化コストの縮減に繋がる。) 試験施工を 2018 年 4 月もしくは 5 月に実施予定である。

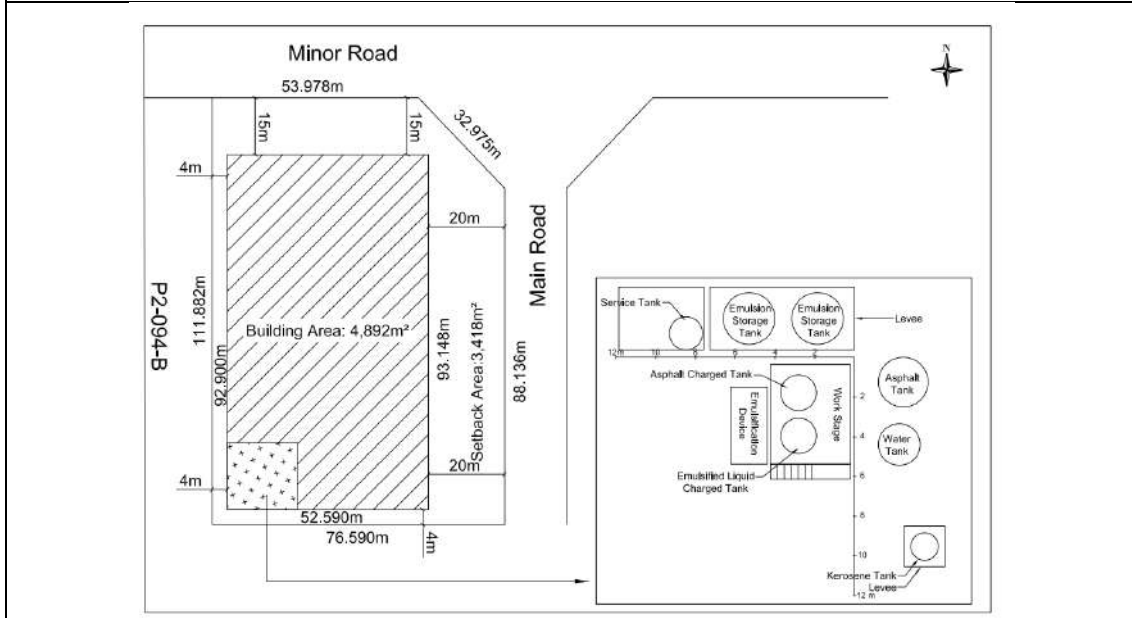
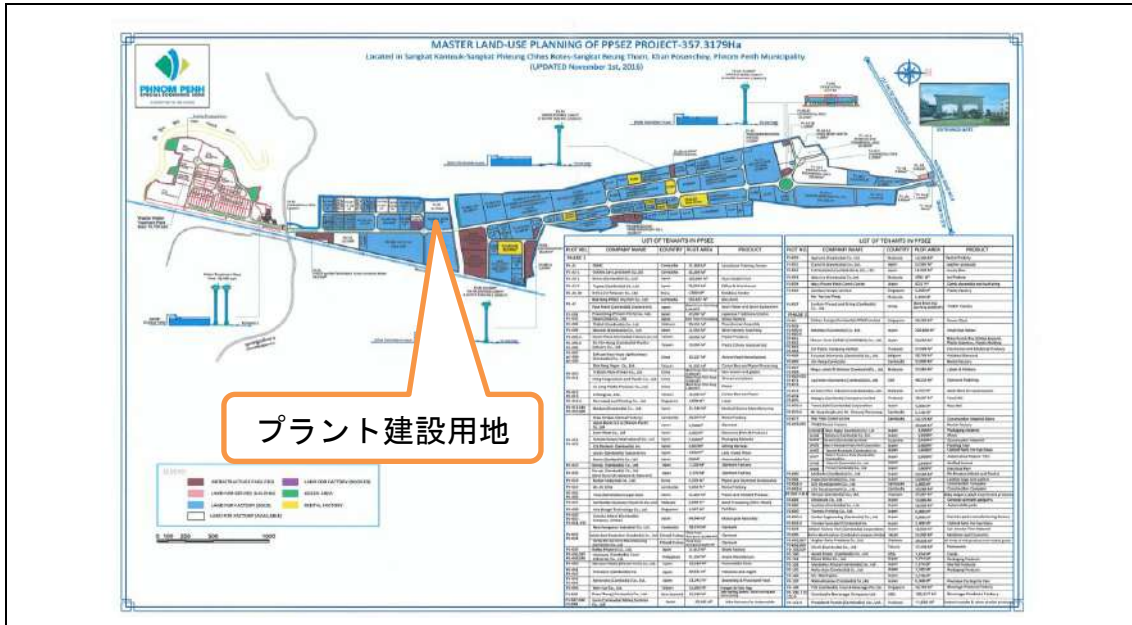


図 3.4-2 プノンペン SEZ におけるエクセル等製造プラント建設 (2018 年 2 月現在)

## (2) 事業目的の達成状況

2017年7月以降から2017年11月現在の達成状況は以下のとおりである。特に「本邦研修の実施」、「ビジネス計画（展開計画）の策定」が新たな活動項目である。

### 活動1：エクセル製造プラント

- 試験施工個所のモニタリングと適合性の比較・分析
- 最適エクセルの判定と製造方法の確認
- エクセル製造・維持管理マニュアルの作成とMPWTへの指導

### 活動2：メンテカー

- メンテカーによる道路調査結果のMPWTデータベースへの収納
- 試験走行に伴う軽度損傷個所のエクセルによる補修作業実施
- 従来補修工法との性能、価格、維持管理等の比較

### 活動3：日常道路維持管理の知識・技術

- MPWT職員への道路保全概念の共有

### 本邦研修の実施

### 活動4：エクセルの普及と事業展開計画

- エクセル普及に伴う課題の整理
- MPWT等関係者とのエクセル普及計画の検討

### ビジネス計画（展開計画）の策定

## (3) 開発課題解決の観点から見た貢献

本事業がカ国にもたらす効果は以下である。

### ① 荷崩れなどの防止、目的地への移動時間の短縮

幹線道路の整備は、物流への影響が非常に大きい。エクセルの活用により、雨季時の補修工事が可能となることにより、陥没箇所所の迂回や減速走行を解消し、走行時間が短縮される。

### ② 道路維持管理予算の削減

予防保全の観点から、軽度の損傷状態でエクセルにて補修をすることが恒常的に自国予算組み込まれれば、損傷拡大を防ぎ、大規模工事にかかる費用が削減される。

### ③ 舗装寿命の延伸

適切な時期での補修やメンテカーの導入による道路補修工法のデータ化により道路保全がなされ、舗装面が適正寿命で保たれる。

## (4) 日本国内の地方経済・地域活性化への貢献

本事業はより具体的なプロジェクトを実証することになり、以下のとおり地元経済に影響を与えることができる。

表 3.5-1 日本国内の地方経済・地域活性化への貢献

	貢献項目	貢献内容
1	地方自治体との連携	“愛媛県庁”や“愛媛県中小企業団体中央会”への情報提供により愛媛県の中小企業のカ国への海外進出への支援協力ができる。

2	経済団体との関連	“愛媛経済同友会”の企業海外進出に対してカ国の商慣習を含め、会社設立の形態等についての情報提供を行うことができる。
3	大学との連携	道路用骨材の枯渇が懸念されるカ国に対して、再生骨材の共同研究を愛媛大学工学部と行うことができ、また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と次世代産業の発掘のための連携を計ることが可能となる。
4	産業集積（クラスター）と関連	“愛媛県建設業協同組合連合会”においてカ国の建設業における事業連携や技術改善の調査・研究を提案し、地元建設業の将来展望に影響を与える。

本事業では、プロジェクトの成果を以下のような様々な機会で見学紹介し、日本国内の地方経済・地域活性化に努めている。

表 3.5-2 日本国内の地方経済・地域活性化への貢献のための活動リスト

No	年月日	活動内容
1	2016年12月7日	民間連携ボランティア等理解促進調査団（四国の中小企業経営者）による工場視察
2	2017年2月23日	大分大学国際教育センター学生による工場見学
3	2017年2月23日	インドネシア国中小企業技術セミナーにおける事業紹介
4	2017年5月21日	愛媛県産業政策視察団による工場視察
5	2017年11月15日	日本国外務省・日本大使館による工場視察
6	2017年11月15日	JICA カンボジア・ラオス投資セミナー2017での事業紹介
7	2018年1月14日～1月17日	愛媛県庁、愛媛県商工会議所連合会及び愛媛県中小企業団体中央会による愛媛県PRプロモーション、政府機関表敬訪問、経済連携に係る覚書締結、現地経済関係者との意見交換、県内進出企業現地工場視察の実施協力

① 民間連携ボランティア等理解促進調査団による工場視察

日本国内の地方経済・地域活性化への貢献への一環として、民間連携ボランティア等理解促進調査団によるエクセル関連の現地視察会を2016年12月7日に実施した。参加者は四国各県の中小企業経営者8名およびJICA四国であり、今後の日本からの中小企業のカンボジア進出の参考となるよう意見交換を行った。





② 大分大学国際教育研究センター学生現地見学会

日本国内の地方経済・地域活性化への貢献への一環として、大分大学国際教育研究センターによる大学生海外研修グループによるエクセル関連の現地見学会を実施した。現地見学会は2017年2月23日に実施し、IKEEグループのカンボジアでの活動、プラントにおけるエクセル製造、現場での道路修繕作業の見学会を行った。



③ インドネシア国における中小企業技術セミナーでの道路補修ビジネスの紹介

2017年2月23日にインドネシア国で実施された日本国国土交通省主催による「中小企業技術セミナー」において、IKEE社のカ国でのビジネス展開、JICAプロジェクトの紹介・意見交換を行った。



⑤ 愛媛県産業政策視察団による工場見学会

2017年5月21日から2017年5月24日まで愛媛県庁の訪問があった。愛媛県は「すごモノ」のデータベースを作成し、県の官民協働による経済・文化の活性化を計る活動を行っている。今回は海外で活躍する企業やJETROを訪問し、海外投資のメリットやリスクについて情報交換を行った。県庁として、海外進出の後押しをする他、地元企業の慢性的な労働力不足に応えるため、日本語学校の実態や労働者の送り出し機関も訪問し、カンボジア人に適した職種そして労働環境について調査を行った。愛媛県庁は今回の訪問を最初の一步とし、既に8月初旬に第2回の実地調査を実施し、カ国との関係を深めている。



⑤ 日本国外務省、在カンボジア日本大使館による工場視察

2017年11月15日に日本国外務省審議官、国際協力局、日本大使館の職員がエクセルプラントを訪問し、プロジェクトの説明、エクセル製造、施工の視察を実施した。



⑥ JICA カンボジア・ラオス投資セミナー2017 における道路補修ビジネス展開の紹介

2017年11月15日にタイ国バンコクで実施された「JICA カンボジア・ラオス投資セミナー2017」において、JICA 中小企業プロジェクトスキームを活用した「カ国における道路補修ビジネスの展開」について紹介を行い、今後の日本の中小企業の海外ビジネス進出・展開のきっかけづくりに貢献した。



⑦ 愛媛県庁、愛媛県商工会議所連合会及び愛媛県中小企業団体中央会による愛媛県PRプロモーション、政府機関表敬訪問、経済連携に係る覚書締結、現地経済関係者との意見交換、県内進出企業現地工場視察の実施協力

2018年1月13日～1月17日、愛媛県知事と愛媛県中小企業団体中央会は、カ国労働訓練省との間で「技能実習生送出し・受入れに関する覚書」に係る調印をし、愛媛県内で

不足する労働力確保を目的として来カした。愛媛県の一部企業は現在、ベトナム、ミャンマーからの技能実習生を受け入れているが、労働対価が増加しており、負担となりつつある。その中で、カ国という安価な労働力への期待値は大きなものがあり、軽製造業を主にそのニーズは増加している。愛亀は今後の愛媛県企業の事業安定のため、先達企業として、これまでの知見やカンボジア人の労働習慣等の経験について情報提供をした。



### ⑧ 日本国内等でのプロジェクト関連の報道

本プロジェクトに関連する日本国内での報道状況を以下に示す。

#### 【案件化調査に関する JICA 広報誌記事】

### 傷んだ道路を修復する“インフラの町医者”

株式会社 <sup>あい き</sup> 愛亀 愛媛県 ▶ カンボジア 案 普

愛亀は“インフラの町医者”がキャッチフレーズの愛媛県松山市の道路舗装会社だ。代表である西山周氏は、2010年頃からカンボジアを何度も訪れる機会があり、過積載車両などによる道路の激しい損傷や陥没を目にし、道路補修材など自社製品が役立つのではと考えていた。2014年末から15年にかけて行った「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」では、現地で試験施工を行い、道路の維持管理のノウハウを伝えるJICA技術協力プロジェクトとも連動するなど、手応えを感じている。

「私たちインフラ関連企業は相手国政府との交渉も必要に



テック公共事業運輸大臣との面談



道路補修材「エクセルパッチ」による補修工事

なるため、単独での海外進出は難しいのが現状。しかし、JICAのプロジェクトとなれば信頼につながるので、非常に強力なアピールポイント。それに加え、地域の治安情報から商品のデモンストレーションの具体的アドバイスまで、現地できめ細かく支援していただいた」と西山代表はふり返る。今後は現地製造する常温合材に加え、メンテナンスカーを用いた道路調査をと補修工法の実証を目指す。



## 道路補修 カンボジア貢献

国際協力機構（JICA）は8日までに、2015年度中小企業海外展開支援事業の普及・実証事業に、道路舗装業者の愛亀（松山市）が提案するカンボジアでの道路補修事業

### 愛亀（松山）が進出

を採択した。愛亀は2月、現地法人を設立し、カンボジアへの進出を本格化させている。普及・実証事業は、中小企業の製品・技術に関し途上国での有効性を確かめ、普及を

## JICA事業に採択



カンボジアでの製造を図る道路補修材。手前は補修後のアスファルト

—2日、松前町北川原

図るのが目的。12年度から実施し、15年度は50件の応募のうち、24件を採択した。愛亀は、自社で製造・販売する全天候型の道路補修材

「エクセル」を現地でも製造するほか、メンテナンスカーの導入を通じた道路維持管理システムを構築する。現地政府と協働で行い、期間は4月

から2年間の予定。事業費は概算で1億円。

カンボジアは経済発展に伴う交通量の急増で道路の損傷が深刻化。愛亀は14年度に中小企業海外展開支援事業の案件化調査の採択を受けており、同社が手掛ける道路補修材の海外ニーズを探っていた。

愛亀は「エクセル」を足がかりに舗装技術のノウハウをカンボジアで広め、海外展開を進めていきたいとしている。

（渡部竜太郎）

国際協力機構（JICA）の越川和彦副理事長が21日、松山市大手町1丁目の愛媛新聞社を訪れ、途上国

JICA 副理事長 県内企業へ呼び掛け

## 中小の海外展開拡大を



事業展開について語る JICAの越川和彦副理事長—21日午後、松山市大手町1丁目

れ違っている」と指摘した。また、「新たな発想」で交渉する方針で一致した5月の日ロ首脳会談後、初めて開かれる6月22日の日ロ

平和条約締結交渉については「ロシアのラブロフ外相らがけん制しており予断を許さない」との見解を示した。（桑原大輔）

の開発課題の解決に活用できる中小企業海外展開支援事業の意義を訴えた。越川氏は外務省出身で5月から現職。事業は途上国の開発ニーズと中小企業の技術をマッチングし、企業の海外展開にもつなげる目的があるという。

県内では、フィリピンで電動三輪自動車の販売を展開する渦潮電機（今治市）や、道路舗装でカンボジアに進出する愛亀（松山市）が事業採択されている。同社を視察した越川氏

の開發課題の解決に活用できる中小企業海外展開支援事業の意義を訴えた。越川氏は外務省出身で5月から現職。事業は途上国の開発ニーズと中小企業の技術をマッチングし、企業の海外展開にもつなげる目的があるという。

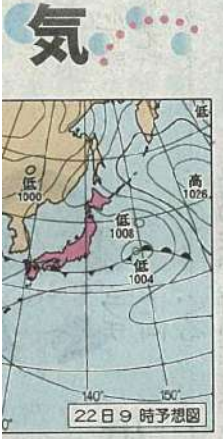
県内では、フィリピンで電動三輪自動車の販売を展開する渦潮電機（今治市）や、道路舗装でカンボジアに進出する愛亀（松山市）が事業採択されている。同社を視察した越川氏

は、排ガスのため大気汚染が深刻化するフィリピンで電動三輪自動車は環境改善に生かされるだけでなく、受注増にもつながると強調。「中小企業海外展開支援事業は、国境を越えてマーケットを見つけられる。愛媛の企業に応募してほしい」と呼び掛けた。（高田未来）

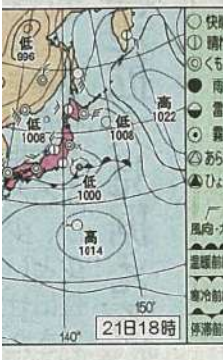
を盛り込んだ16年度事業計画を決めた。勉強会はこれまで会員向けだったが、道後への理解を深めてもらおうと歴史、文化、温泉に関して各1回、市民向けに開く。

計画では、16年3月に初めて実施した合同防災訓練を継続することや、17年の

が出席し、宮崎会長が「設立25周年を迎え、住人が道後に誇りを持てるような地域づくりを引き続き模索していきたい」とあいさつ。協議会顧問の奥村武久氏と愛媛大名菅教授の藤目節夫氏、宮崎会長による座談会もあった。（織田龍郎）



釣中 投げ釣り用品好評販売中  
のフレンド ☎089-974-4164



# 技術・製品で途上国の課題解決

道路舗装や合材製造などを手掛ける愛亀（松山市）は、カンボジアを対象にした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で14年度に案件化調査、15年度に普及・実証事業に採択された。袋詰めの大天候型常温道路補修材「エクセル」を、過積載車両の通行などで損傷が深刻化している道路の維持管理に生かしていく。今後、現地に専用工場を設けて製造・販売する方向で準備を進めている。

測量会社のクモノスコローション（大阪府箕面市）は、先端測量計測機器と計測技術を活用した遠隔びび割れ計測システム「KUMONOS（クモノス）」をタイで展開することを計画。13年度に案件化調査、14年度に普及・実証事業に採択された。経年劣化の把握や構造物の健全度分析精度が向上するクモノスを用い、インフラの予防保全によるライフサイクルコストの削減に役立てるのも目的だ。地下鉄、空港、鉄道、デパートといった大型施設への適用や周辺国への展開によって、需要を幅広く取り込みたい考えだ。

下水管路の建設に用いる推進工法技術について、12年度に案件化調査と普及・実証事業を行ったのはイセキ開発工機（東京都港区）。慢性的な交通渋滞の解消が課題となっているインドネシアで、自社開発の掘進機「アングルモールエール」を地下インフラ整備に生かし、需要開拓を目指す。現地でデモン

## 建設分野でも成功事例

ストレーション工事を行い、地上の開削を最小限に抑えられ、騒音や廃棄物も少ない推進工法の優位性をPRした。

同社は14年1月に現地事務所を開設。他社とのJVでジャカルタの洪水対策用放水路敷設事業に掘進機の提供と技術アドバイスをを行う契約を結ぶなど成果を上げている。

JICAは、中小企業海外展開支援事業を通じて「中小企業のキラリと光る技術を売り込むこと」で、途上国の課題を解決すると同時に各社のビジネス展開に貢献できるようにしたい」（国内事業部 中小企業支援事業課）という。建設分野の積極的な参画も期待。調査や事業をチームで手掛けられるよう、適切なコンサルタントを紹介できるマッチングサービスも用意している。

中堅・中小建設業海外展開推進協議会（JASMOCC）を立ち上げて企業の海外進出支援に乗りだした国土交通省も、JICAの支援事業の積極活用を促していく方針だ。

JICAカンボジア事務所  
Nov 20, 2017  
No. 75

# カンボジアだより



穴があいて水たまりができた道路（上左）も簡単に補修（上右）。全天候型で耐久性が高く、踏み固めるだけで使用できる



「セメントアスファルト乳剤安定処理工法」の導入のために持ち込まれたロードスタビライザー

## 道路の穴に、簡単で耐久性高い補修材 JICA事業を活用、愛媛県の企業が普及に取り組む

カンボジアの舗装道路でよく見かける穴。車輪がはまったり、足をとられたり、車の蛇行運転の原因になったりと、危険です。経済成長とともに交通量が増え、過積載の車両も目立つカンボジアでは、道路の維持補修は重要な課題となっています。

簡単に使えて、耐久性の高い補修方法はないだろうか。そんなニーズにこたえるのが、愛媛県松山市の株式会社「愛亀」が開発した道路補修材「常温合材エクセル」＝写真下＝です。同社は、JICA中小企業海外展開支援事業を活用して、カンボジアで「エクセル」の普及に取り組んでいます。



愛亀のJICAプロジェクトマネージャの玉井さんによると、エクセルは通常の舗装材に特殊な接着剤を混ぜており、穴を埋めた後に足で踏みつける程度で固まり、短時間で補修ができます。また、雨天や水たまりにも使える全天候型でカンボジアには最適です。

同社は2014年にJICAの中小企業海外展開支援事業として、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構築の案件化調査を開始。その結果、道路補修材の需要が高いと見込んでカンボジアに現地法人を設立しました。2016年からはさらに普及・実証事業として取り組み、将来的には現地でエクセルを生産できるようにしたい、としています。

愛亀では、「いきなり大がかりな技術移転に取り組むのではなく、こうした初期段階の補修作業を全国で重ねることで、舗装施工技術の向上や道路管理コストの削減、安全性の向上につながることを実感してもらいたい」と、考えています。

同社は、緊急補修材の普及の一方で、より高度で広範囲な道路補修技術を普及するため、「セメントアスファルト乳剤安定処理工法」の導入にも取り組んでいます。傷んだ舗装道路の表面を砕いて乳化剤と合わせ、新たな舗装材として再利用する技術で、この作業に必要なロードスタビライザー1台を日本から導入したところでした。

愛亀が活用した中小企業海外展開支援事業は、JICAが持つ開発途上国でのノウハウを活かし、民間企業の海外展開を支援するものです。中小企業の持つ技術や経験で途上国の抱える課題を解決することを目指します。2012年度の事業開始以降、採択案件数は世界で603件に上り、対象地域はアジアが6割を占めています。

#### (5) 事業後の事業実施国政府機関の自立的な活動継続について

MPWT の日常維持管理補修コードの一つにエクセルの採用がされ、今後、国道・州道の緊急的補修に対し、エクセルが使用されることになった。エクセルの施工は特殊技術を要しないため、MPWT や DPWT が施工に係る技術的活動に制約されることはなく、維持管理事業が継続的に実施される。しかしながら前述したようにエクセルの製造については、MPWT と協議をし、MPWT のどの部署が責任を持つかの具体的な方策を本事業終了までに示す必要がある。

#### (6) 今後の課題と対応策

今後の課題及び対応策は以下のとおりである。

	課題項目	対応策
1	<p>&lt;実証・普及活動&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"><li>・持続的な品質の担保</li><li>・実施機関とのエクセルの取扱に係る認識共有</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>・2017年2月からRIDに対し、技術移転を実施し、わかりやすいマニュアルを作成し、品質確保をすると共に愛亀現地法人が定期的に訪問し、そのモニタリングをする。但し、機械のメンテナンスや骨材の品質管理等、管理に問題が生じると判断される場合は、愛亀社がMPWTから委託を受ける選択肢もある。</li><li>・未だエクセルを万能補修材とする認識があり、大規模損傷の補修にもエクセルを使用する動きが見受けられる。エクセルの特性を理解させ、適確かつ経済的観点から使用方法を徹底する。</li></ul>
2	<p>&lt;ビジネス展開計画&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"><li>・他国常温合材のビジネス展開の把握</li><li>・カ国道路整備及び維持管理計画からのビジネスへの結びつけ</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>・他国製常温合材は、多少悪質でも安ければいいという風潮があり、各所で使用されたが、品質の悪さ（すぐに飛散し、補修にならない）が雨期で露呈した。エクセルに勝る常温合材はないとMPWTは判断しているが、将来のため（他国製品の品質改善）にある程度対抗ある単価を設定する必要がある。</li><li>・エクセルの需要に対する日常維持管理計画の把握他、アスファルト乳剤に係る需要について調査する。</li></ul>

#### 4. 本事業実施後のビジネス展開計画

非公開情報
-------

非公開情報

非公開情報

非公開情報



非公開情報

非公開情報

非公開情報

非公開情報

非公開情報

非公開情報

非公開情報

非公開情報



非公開情報

(2) 想定されるリスクと対応

これまで海外展開の取組みにおいて、インド国での道路建設事業経験を有しているが、現地に法人を設立し、活動するのは初めての試みである。そのため、様々な角度からのリスクを想定して事業展開を計る。

【海外ビジネスリスクの3分類】

- ① カントリーリスク：貿易・投資の相手国自体の信用リスク。カ国の政治的、社会的、経済的要因から生じる構造的な変化が、提案企業の事業運営に影響を及ぼすリスク。
- ② セキュリティリスク：安全面でのリスク。テロ、新興感染症、情報セキュリティ、自然災害など突発的に発生する可能性が高い。
- ③ 事業リスク：事業の実際の運営上のリスク。輸出入、投資、ライセンス契約、業務提携、調達・製造、営業・販売、宣伝・広告、経理・財務・税務、労務などあらゆる場面で発生。

具体的には、③の事業リスクを中心に下表にリスクをまとめた。

表 4.1-2 想定したリスクとその対応

リスク	内容	対応
投資リスク	会社設立時における製造業登録と投資優遇措置(QIP)申請が円滑に行われない。	法律、規制が当局の担当者によって、不透明な運用がされているので、JETRO や CDC 等へ訪問し、投資環境などの情報収集をする。
パートナーリスク	想定している会社の能力が著しく低く、JVの相手先になりえない。	ビジネスパートナーの可能性のある企業を訪問し、会社概要、実績、今後のビジネス展開などの情報収集を実施する。
外部要因リスク	建設需要の冷え込みに伴う公共事業が減少する。	今後のMPWTが管轄する事業(自国資金及びドナー案件)を調査する。またカ国で行っていない工法、品質管理を提案する事で差別化を計る。
材料の品質リスク	カ国の骨材の品質が悪く、エクセルの生産に支障をきたす。	カ国の採石場を視察、骨材サンプリングを実施し、試験をする。
人材の能力リスク	従業員の能力が著しく低く、エクセルの製造や技術移転ができない。	日本への研修を含め、カリキュラムを能力に応じて段階的に作成し、教育をする事が重要である。
エクセルの適正使用	DBSTが大きく損傷している箇所を使用。	エクセルの適用可能箇所及び不適当な箇所が分かるようにマニュアルを作成する。
資源の不足	国土の大半が平野であり、採石場が限られ、1桁国道の改良工事を始	既存の道路に使用されている骨材やアスファルトの有効活用を検討する(リサイクル

	め、数多くの道路案件が想定されている中、良質な骨材の入手が困難になる。	による再生骨材の生産)。品質の承認を得るために、リサイクルに関して MPWT 試験所との共同研究を提案する。
--	-------------------------------------	--

### (3) 普及・実証において検討した事業化による開発効果

業務計画書段階で本事業を実施することでもたらす効果は以下の 3 点を想定しており、その開発効果について検証を行った。

#### ① 荷崩れなどを防ぎ、目的地への移動時間の短縮

幹線道路の整備は、物流への影響が非常に大きい。エクセルの活用により、雨季時の補修工事が可能となることにより（陥没か所の迂回や減速走行を解消し）、走行時間が短縮する。

##### 《本事業による検証》

2017 年 7 月（雨季時期）、円借款で実施されている国道 5 号線建設事業（北区間）の現道補修の内、ポットホールに係る緊急補修についてエクセルの注文を受け、施工をした。この背景には現道の状態が劣悪で走行に支障を及ぼし、物流の遅延や交通渋滞を招いていたことにあった。エクセルでの速やかな補修により現道の走行がスムーズになり、大きな貢献を果たした。

#### ② 道路維持管理予算の削減

予防保全の観点から、軽度の損傷状態でエクセルにて補修をすることを恒常的に自国予算に組み込まれれば、損傷拡大を防ぎ、大規模補修工事をする必要がなくなり費用を削減することができる。《本事業による検証》

各州の DPWT を訪問し、従来の補修とエクセルを使用した積極的な予防処置について議論を行った。以下の写真のとおり、従来の補修のタイミングは雨期明けになっており、莫大な補修費用を毎年計上していた。また予算が足りない場合を想定し、表面だけの補修をするケースもあり、毎年同じ箇所が損傷するとのコメントもあった。

そこで「道路・橋梁維持管理技術協力プロジェクト」と協働で日常道路維持管理活動のマニュアル化、維持管理作業の均等化・統一化を推進し、エクセルを用いたポットホール補修工事は、「Job-Code1164」として、補修メニューに追加され、MPWT は正式に 2018 年度より予算に計上することになった。



### ③舗装寿命の延伸

適切な時期での補修やメンテナンスカーの導入による道路補修工法のデータ化により道路保全がなされ、舗装面が適正寿命で保たれる。

《本事業による検証》

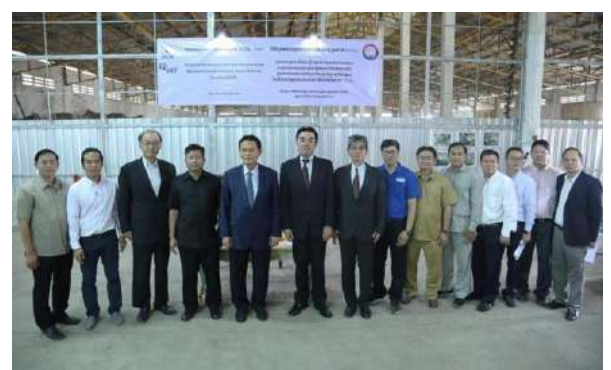
エクセルによる積極的な予防補修の実施は、路体さえ十分な耐力があれば、舗装面の適正寿命が保たれることは、本事業を通じ、実証することができた。これからも MPWT は DRIMS 等を用い、常に道路状況の把握に努め、メンテナンスカーを独自で数台調達することによって、十分な道路保全がなされることの提言を行った。

### (4) 本事業から得られた教訓と提言

2018年2月20日に本事業で、建設されたエクセルプラント、メンテナンスカー、DRIMS等のハンドオーバーセレモニーが公共事業運輸副大臣、州 DPWT 局長、MPWT 職員、DPWT 職員、JICA カンボジア等出席の下、実施された。セレモニーでは MPWT 職員によるエクセルプラント稼働も行われた。

#### 【アジェンダ】

Agenda of Handing over Ceremony for The Project for Verification Survey for Routine Road Maintenance with Pavement Repair Methods by using EXCEL		
Date	:	20 February, 2018
Time	:	9:00 - 10:10
Venue	:	Ministry of Public Works and Transport, RID Laboratory
<b>Agenda:</b>		
Topics	Speakers/In charge	Time
1. Opening Ceremony	MC: Mr. Shigeki Maruoka	9:00 - 9:05
2. Final Reporting of Project Output	Manager of IKEE Ltd. Mr. Masaki Okamoto	9:05 - 9:15
3. Demonstration for Production of EXCEL	RID staffs	9:15 - 9:30
4. Introduction of JICA program which cooperation with technology of Japanese Company	Representative of JICA Cambodia Office Mr. Yuichi Sugano	9:30 - 9:40
5. Handing Over Ceremony EXCEL plant and Maintenance car and following items:- ① Production Manual ② EXCEL 1 bag ③ Key for Maintenance car	From JICA to MPWT	9:40 - 9:45
6. Speech "Necessity of road maintenance and prevention"	Senior Minister of MPWT H.E. Sun Chanthol	9:45 - 10:05
7. Closing Ceremony	MC: Mr. Shigeki Maruoka	10:05 - 10:10
<i>Break</i>		
8. Lunch at Sunway Hotel		12:00





本事業の終了を迎え、MPWT に対する教訓とその提言について以下に記述する。

#### 教訓 1：エクセル製造に係る骨材の品質

今後、現地で生産販売を行う上で、エクセルの品質面で重要となる砕石にかなりばらつきが見られた。骨材のサイズ、粒度を指定し注文を行っても、納入日毎に骨材のサイズや粒度が違っていたり、ダスト分が非常に多かったりと品質面で問題がある。材料にばらつきがあると、配合の見直しを実施しなければいけない状態となり、また、ダストを多く含む材料を使用するとバインダー量も増加し品質面だけではなく価格にも影響を及ぼす。品質の一定した補修材の製造を行うためには、適切な材料購入業者の選定及び契約内容の確認を実施することが重要である。また、材料の受け入れについても、搬入された材料を確認しないままに荷下ろしを実施すると使用できない材料となることもある。

製品に関しては、加熱アスファルト混合物と違って、手軽に補修を行えることにより、補修箇所の破損のひどい箇所や面積が異常に広い箇所など従来は適用外への使用を行っているところが見られた。間違った使用方法による製品への信頼度の低下が懸念される。

#### 《提言》

様々な砕石業者を訪れたが、どの砕石業者も製品は良く、施設や輸送に関しても問題が無いなどの説明を行ってくれるが、実際に設備の確認を行い、品質管理体制や骨材のストック状態なども確認を実施することが重要である。また、できる限りばらつきをなくするためには、1回に納入される数量をできる限り多くすることも必要である。また、搬入された材料について、荷下ろしを行う前に目視で指定した材料であるかどうかの確認ができる品質管理者の育成を行う事も必要である。

製品に関しては、施工マニュアルは、作成済みであるが実際に施工を行う者にはまだまだ浸透していないため、誰でも分かり易い使用方法や適用箇所についての施工マニュアルや、失敗事例、成功事例などの分かり易い説明資料も今後必要であると考えられる。また、適材適所の補修材料の種類を提案などニーズに合わせた製品開発も必要である。

#### 教訓 2：エクセルプラントの維持とメンテナンスカーについて

MPWT の職員に対し、エクセルプラントの操作方法や骨材のキャリブレーション、計量値の

設定等の技術移転を計ったところ、一回の説明で修得することができた。しかしながら、エクセルを製造することが精一杯であり、プラントの始業前の点検、製造後の点検・清掃及び使用道具などの片付けがほとんどできていない状況である。メンテナンスカーについても、同様のことが見受けられた。個々の能力は高いが、責任と権限をもって全体的に管理を行う者がいないように感じられた。

《提言》

エクセルプラント及びメンテナンスカーについて、始業前点検や製造後の点検、清掃、後片付けなどを何故実施しないといけないかの目的をしっかりと伝えることが重要である。それと同時にエクセルプラントやメンテナンスカーの点検者及び責任者の専任を行う。責任者においては、常に PDCA サイクル『PLAN（計画）・DO（実行）・CHECK（評価）・ACT（改善）』を意識させ、実行していくことで、成長に繋げる事が出来ると考えられる。

添付資料：

- ① エクセルマニュアル

非公開情報

Ministry of Public Works and Transport  
(MPWT)

## Summary Report

Cambodia

Verification Survey with the Private Sector  
for Disseminating Japanese Technologies  
for  
Routine Road Maintenance with Pavement  
Repair Methods by Using Cold Mix  
Asphalt (EXCEL)

April, 2018

Japan International Cooperation Agency

IKEE Ltd.





## Table of Contents

1. BACKGROUND .....	1
2. OUTLINE OF THE PILOT SURVEY FOR DISSEMINATING SME'S TECHNOLOGIES.....	1
3. ACHIEVEMENT OF THE SURVEY .....	6
4. FUTURE PROSPECTS .....	10

ATTACHMENT: OUTLINE OF THE SURVEY

## **1. BACKGROUND**

In Cambodia, efforts to rehabilitate and upgrade the road network started in the 1990 with various international donors and have contributed to the development of the country.

Even so, there is still availability to improve the pavement condition in road network. The National Strategic Development Plan, 2014-2018 clearly mentioned the improvement of road network. Ministry of Public Works and Transport (MPWT) shall be responsible for implementing the national policy concerning construction of all public works. To implement the prioritized policies during the Fifth Legislature, one of fifth legislatures, 3,500 Km of road infrastructure will be improved in the next 5 years.

The other hand, the maintenance of roads which was implemented in accordance with technical documents such as standard guidelines and manuals by national budget. However, roads have 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 causes frequent traffic accidents.

Based on the above background, IKEE Ltd. has conducted the “Feasibility Survey with private Sector for Utilizing Japanese Technologies in ODA Project” under JICA assistance from October 2014 to May 2015. Through this survey, IKEE Ltd. has achieved a good result to introduce their product, Cold Mix Asphalt (hereinafter referred to as EXCEL) for routine maintenance activities and has been confident as proof of the efficacy of simple repairing method.

As result of the above survey and trial construction, JICA has approved to dispatch IKEE Ltd. to the further JICA survey scheme “Verification Survey with the Private Sector for Disseminating Japanese Technologies” from June 2016 to solve the “Development issues” under road sector in Cambodia.

## **2. OUTLINE OF THE PILOT SURVEY FOR DISSEMINATING SME’S TECHNOLOGIES**

### **(1) Purpose**

In order to contribute to the improvement of the road routine maintenance and management capacity of Road Infrastructure Department (RID), MPWT, verify the effectiveness and advantage of the maintenance method using EXCEL for coping with minor damage, and also list up and examine the issues concerning the dissemination of the method in Cambodia.

### **(2) Activities**

Output 1: Verification of the effectiveness and advantage of locally produced EXCEL,

Output 2: Verification of the effectiveness and advantage of using Maintenance vehicle to survey the road condition and repair,

Output 3: Improvement of knowledge and method of routine road maintenance among MPWT and relevant road administration, and

Output 4: Preparation of business plan for road maintenance business using EXCEL.

(3) Information of Product/ Technology to be Provided

1) Design, Install and Operate the EXCEL Plant



2) Run Maintenance Vehicle



3) Training MPWT and Department of Public Works and Transport (DPWT) concerned to road maintenance concept and EXCEL repair works.

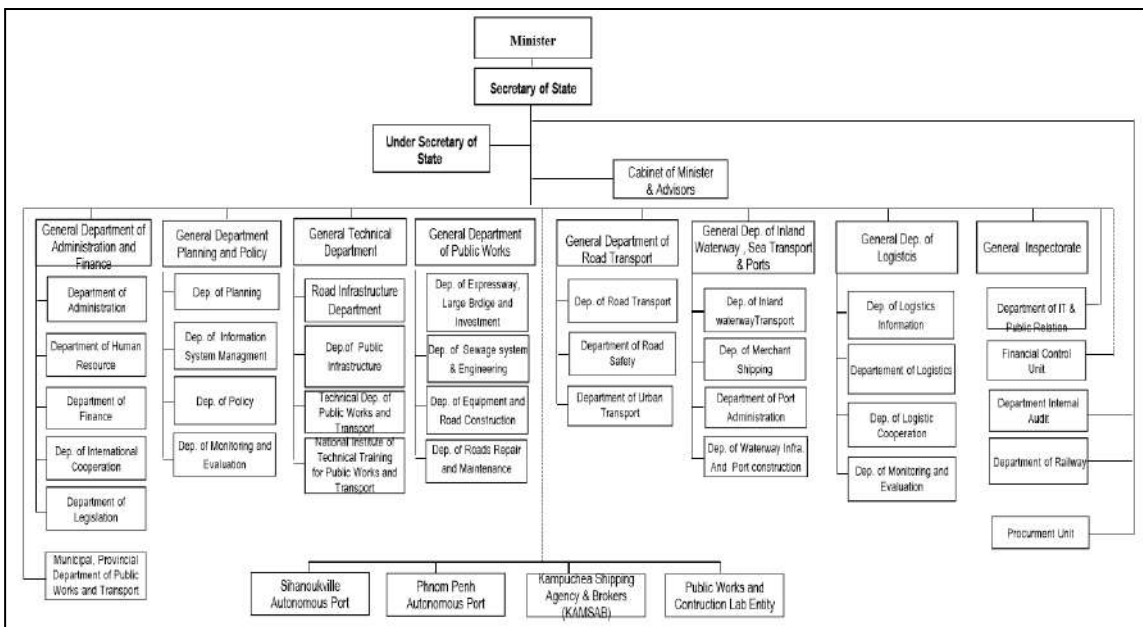


4) Technical Training in Japan



(4) Counterpart Organization

The Figure 1 is shown in MPWT organization and Table 1 is described the duties of Roads Infrastructure Department (RID).



**Figure 1: MPWT Organization**

**Table 1: Duty of RID**

<p>Roads Infrastructure Department (RID)</p>	<p>Duties:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. To control national roads, provincial roads and public wealth related to public works sector at sub-national level,</li> <li>2. To plan, monitor and evaluate construction, repair and maintenance projects, construction site of roads, bridges and ferries along national road and provincial roads,</li> <li>3. To control, register and issue license for business, corporation, laboratories and both private and public investment in the field of public works,</li> <li>4. To monitor, examine and evaluate the quality of road construction or public works and transport infrastructures that under the authority of MPWT,</li> <li>5. To prepare activity reports and submit to the ministry timely and</li> <li>6. To implement other works entrusted by head of ministry.</li> </ol>
--	--

(5) Target Area and Beneficiaries

Target Area: 1-digit Nation Roads (NR 1 to NR 9)

Beneficiaries: Road users and Roadside residents

1) Schedule of EXCEL repair work and monitoring at Province

**Table 2: Date of Repairing and Monitoring**

	Location of Province	Date of Repairing	Date of Monitoring
1	Phnom Penh	2017/3/4	Good, 2017/6/14
2	Takeo	2017/3/28	Good, 2017/4/19
3	Prey Veng	2017/4/3	Good, 2017/4/20
4	Svay Rieng	2017/4/7	Good, 2017/4/21
5	Battambang	2017/5/24	Good, 2017/7/8
6	Banteay Meanchey	2017/5/25	Good, 2017/7/8
7	Kratie	2017/6/20	Good, 2017/11/20
8	Stung Treng	2017/6/21	Good, By DPWT
9	Preah Vihear	2017/6/22	Good, By DPWT
10	Shhanoukville	2017/6/27	Good, 2107/8/19
11	Kampot	2017/6/28	Good, 2017/11/14
12	Siem Reap	2017/7/7	Good, 2107/8/7
13	Kampong chhnang	21017/7/19	Good, By DPWT
14	Pursat	21017/7/19	Good, By DPWT
15	Kampong Cham	2017/7/21	Good, By DPWT
16	Kampong Spu	2017/8/17	Good, By DPWT
17	Koh Kong	2017/8/18	Damaged due to flood
18	Pailin	2017/11/6	Good, By DPWT
19	Oddar Meanchey	2017/11/7	Good, By DPWT
20	Kampong Thom	2017/11/8	Good, By DPWT
21	Kep	2017/11/17	Good, By DPWT
22	Ratanakiri	2017/11/21	Good, By DPWT
23	Mondulkiri	2017/11/22	Good, By DPWT
24	Tboung Khmum	2017/11/24	Good, By DPWT

2) Trial run at 1<sup>st</sup> digit National Roads, No. 1 to No.9 with Dynamic Response Intelligent Monitoring System (DRIMS)

**Table 3: Date of Trial Run**

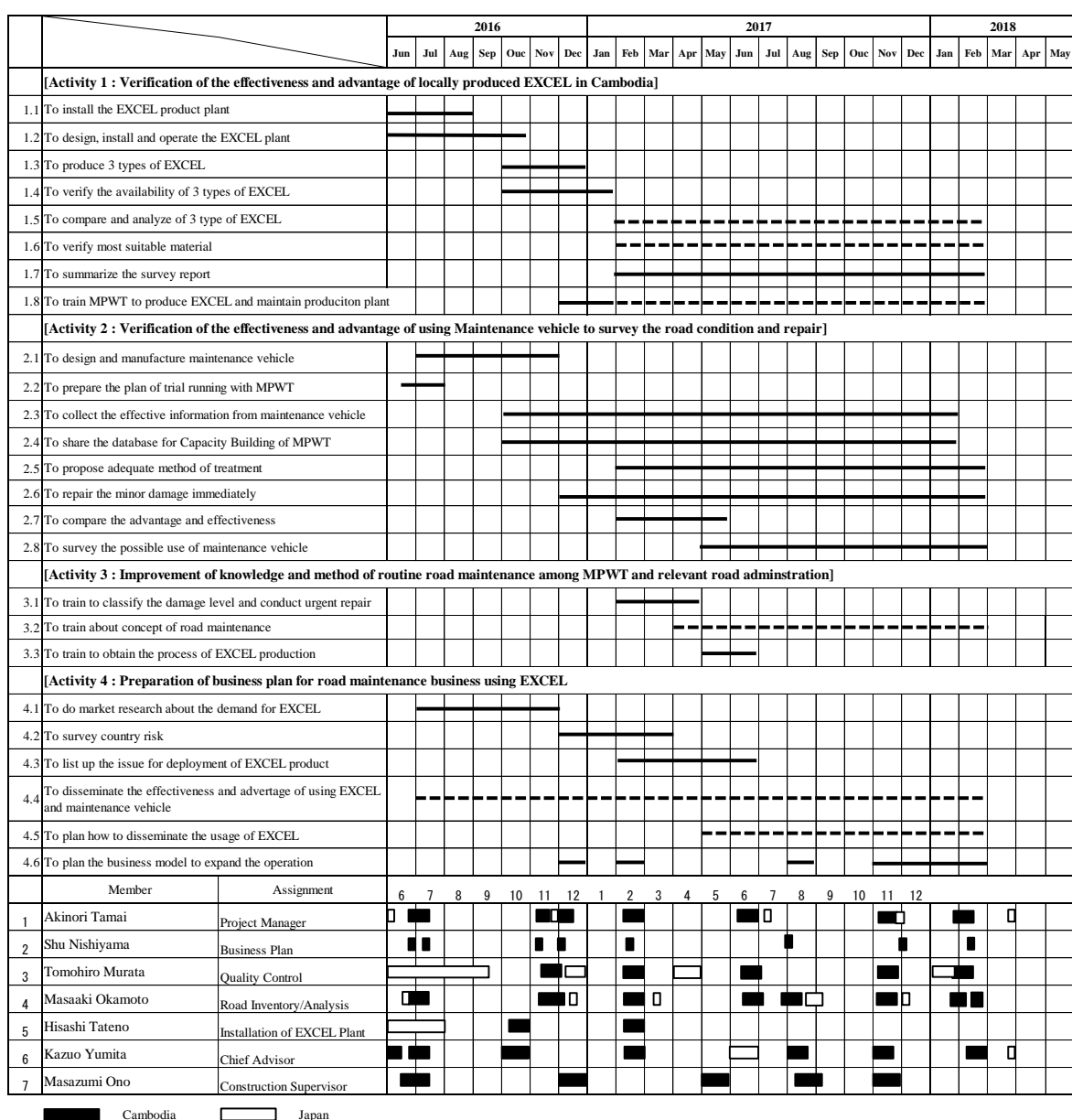
1 digit	Distance	Origin – End of Location	Date of Running
NR1	166.9km	Phnom Penh – Svay Rieng – Bavet (VN border)	2017/4/7
NR2	121.0km	Monivong Bridge (NR1) – Takeo – Phnom Den (VN border)	2017/3/28
NR3	201.6km	Phnom Penh – Kampot Veal Rinh (NR4)	2017/6/28
NR4	214.2km	Chaomchau (NR3) – Kampong Speu - Krong Preah Shhanouk	2017/6/27
NR5	289.0km	Phnom Penh – Battambang	2017/5/24
	118.0km	Battambang – Serei Saophoan – Poipet (TH border)	2017/5/25
NR6	170.0km	Chroy Changvar Bridge (NR5) – Kampong Thom	2017/6/23

	245.0km	Kampong Thom - Siem Reap - Serei Saophoan (NR5)	2017/7/6
NR7	256.0km	Skun (NR6) – Kampong Cham – Kratie	2017/6/20
	205.0km	Kratie – Stung Treng – Trapeang Kriel (Laos Border)	2017/6/21
NR8	132.4km	Prek Tameak (NR6) – Kraek (NR7)	2017/4/3
NR9	143.3km	Stung Treng (NR7) – Preah Vihear (NR62)	2017/6/22
Total	2262.4km		

(6) Duration

The verification survey has been conducted from May 2016 to May 2018.

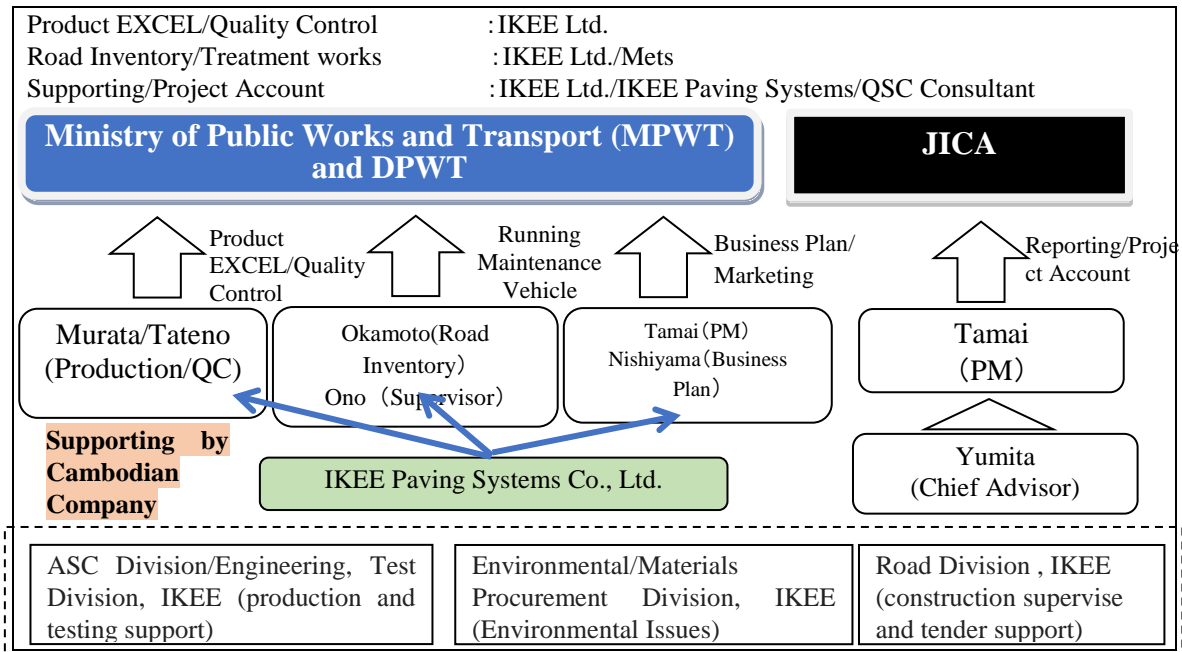
(7) Progress and Manning Schedule



(8) Implementation System

Implementation structure is shown in Figure 2.

Group of IKEE Ltd. fully supported to this verify survey to achieve a good result.



**Figure 2: Implementation Structure**

**3. ACHIEVEMENT OF THE SURVEY**

(1) Outputs and Outcomes of the Survey

- 1-1 To make an adjustment and confirm the location of EXCEL plant and about the way of procurement of relevant construction materials and equipment to install the EXCEL product plant.
- 1-2 To design, install and operate the EXCEL plant.
- 1-3 To produce 3 types of EXCEL using different material and analyze the production cost.
- 1-4 To verify the availability of 3 types of EXCEL though the trial repair and calculate the repair cost of each type.
- 1-5 To compare and analyze the suitability of 3 types of EXCEL though the continuous monitoring of the trial repair sites.
- 1-6 To verify most suitable material and way of producing after the evaluation of the monitoring.
- 1-7 To summarize the survey report and to analyze the final product in the viewpoint of performance of equivalent product, production cost and advantage of using EXCEL.
- 1-8 To establish the technical manual and train MPWT to produce EXCEL and maintain the production plant.

- 2-1 To design and manufacture maintenance vehicle to survey road condition.
- 2-2 To prepare the plan of trial running with MPWT.
- 2-3 To collect the effective information from maintenance vehicle after trial running based on the said plan.
- 2-4 To share the database with the current Technical Cooperation Project for Capacity Building of MPWT.
- 2-5 To propose adequate method of treatment after the classification of the damage based on the information gathered.
- 2-6 To repair the minor damage immediately after the observation by using maintenance vehicle.
- 2-7 To compare the advantage and effectiveness between conventional method of routine maintenance and the one using maintenance vehicle.
- 2-8 To survey the possible use of maintenance vehicle in Cambodia.
- 3-1 To establish the manual and train the parties concerned to classify the damage level and conduct urgent repair.
- 3-2 To train the parties concerned to be aware of the concept of road maintenance such as measurement/evaluation, examination/revision and planning/conducting repair works.
- 3-3 To conduct the training in Japan to obtain the process of EXCEL production, quality control and safety control.
- 4-1 To examine the results of market research about the demand for EXCEL, which was done in the Feasibility Survey.
- 4-2 To survey country risk such as politics and economics, tax system and production.
- 4-3 To list up the issue for dissemination deployment of EXCEL product.
- 4-4 To hold the seminars and promotional activities to disseminate the effectiveness and advantage of using EXCEL and maintenance vehicle based on the evaluation of the results of 1-6, 1-7 and 2-6.
- 4-5 To discuss the plan how to disseminate the usage of EXCEL and maintenance vehicle with the parties concerned including MPWT.
- 4-6 To plan the business model to expand the operation in Cambodia.

Output of Each Activities are shown in below.



- Output 1 ✓ Production, monitoring of repairing spot and analysis of sustainability to apply

	Trial Production	Supply to DPWT
Total	2.5 ton	28.5 ton

- ✓ Comparison of quality, price between alternative product and EXCEL advantage such as good adhesion, water resistance and good durability

Type	Viet Nam Product	Korean Product	Thailand Product	EXCEL
Material Quality	△	○	○	○
Workability	△	○	○	○
Storability	×	△	△	○
Comprehensive evaluation	×	△	△	○
Reference price	7\$ / 20kg	15\$ / 20kg	12\$ / 20kg	12-15\$/20kg expected
Remarks	MPWT Produce	cutback bitumen	cutback bitumen	EXCEL binder
Storage Life	Store 2 -3 days	Short Storage Life	Short Storage Life	Long Storage life

○: Good △: Possible ×: Unacceptable

- ✓ Preparation of production and maintenance manual to MPWT

**EXCEL PLANT INSTRUCTION**

..

**1 -> Operation of EXCEL Plant**

The operating EXCEL Plant follows the procedures below ..

- ① -> Start Plant Generator in Soil Test Laboratory ..
- ② -> Switch ON/ OFF the main and machines power in Plant Power Control Box ..
- ③ -> Supply aggregate into Hopper by Fork Lift if necessary ..
- ④ -> Set up the speed and time of Hopper No.1 and No.2 ..
- ⑤ -> Measure EXCEL binder by Scale ..
- ⑥ -> Mixing aggregate and EXCEL binder by Hoppers, Scale Conveyor and Mixer ..
- ⑦ -> Storing EXCEL into EXCEL Box/ Bag / Truck Hopper by using Screw Conveyors ..





- Output 2 ✓ Collection of road condition data (IRI) using DRIMS

### 1. Road Maintenance System Using DRIMS\*

**\*DRIMS: Dynamic Response Intelligent Monitoring System (Equipment for IRI Measurement Device)**

- Application of IRI for qualitative evaluation of road surface
- Available for asset management & budget planning of repair works

**IRI Index for Road Roughness Evaluation**

Image				
IRI	>7.0	5.0 to 7.0	3.0 to 5.0	<3.0
Rating	Bad	Poor	Fair	Good
Repair	Urgent	Routine	Medium	Small

Note: Most sections of NR 1-9 are good conditions under IRI = 5.

- ✓ Visit the regional DPWT and perform EXCEL demonstration work




✓ Comparison of performance, cost and maintenance

Output 3



✓ Awareness of preventive method for road maintenance

KINGDOM OF CAMBODIA  
NATION RELIGION KING



MINISTRY OF PUBLIC WORK AND TRANSPORT  
GENERAL DIRECTORATE OF PUBLIC WORK

**GUIDELINE FOR REPAIRING  
DEFECTS OF ROAD  
2016**

Ministry of Public Works and Transports	Job Code: 1164	
<b>Activity: Pothole repair – Excel Patch (m<sup>2</sup>)</b>		
<b>Description:</b> Urgent patching Application to pothole (maximum diameter 1.0 m, depth 50 mm ~ 100 mm)		
<b>Possible Cause:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Poor quality DBST surfacing mix</li> <li>Incorrect compaction of the mix during construction</li> <li>Infiltration of water</li> <li>Break away of material under the action of traffic</li> <li>Frail stage in the development of depression</li> </ul>		
<b>Work method:</b>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>Sweep the pothole. Clear and remove sands and soil from edge of the pothole by brooming.</li> <li>If pothole more than 5 cm depth, coarse material should be fill prior EXCEL patch.</li> <li>Loosen EXCEL. Before open the bag, loosen EXCEL in the bag.</li> <li>EXCEL in the pothole. Put EXCEL into the pothole. 40% surplus is recommended for even compaction. (see Figure) (1-5cm)</li> <li>Level surface. Level surface of the EXCEL patching with trowel and shovel.</li> <li>Spread sand on an EXCEL. Spread sand even on the surface of EXCEL.</li> <li>Compaction by foot or car tire/ vibrating plate compactor/ compacting steel plate/ "elephant leg".</li> <li>Spread sand onto the EXCEL to reduce friction of EXCEL and car tires.</li> </ol>		
		
<b>Manpower</b>	<b>Tool and Equipment</b>	<b>Material</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>1-2 unskilled worker</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Square Shovel, broom</li> <li>Water (1L pickup for modification)</li> <li>Pickaxe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>EXCEL, base course material, sand (for spread)</li> </ul>
<b>Quality Control</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>To confirm the EXCEL surface after compaction is smooth and higher than existing road surface. (no water allowed stay)</li> </ul>	
<b>Productivity</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>10 minutes per location/ team</li> </ul>	

[Routine maintenance code issued by MPWT]

✓ Conducting training in Japan to learn the basic technology of road construction and maintenance



Output 4

- ✓ Dissemination of EXCEL
- ✓ Transitional measures pertaining to annual budget for EXCEL
- ✓ Preparation of business plan

(2) Self-reliant and Continual Activities to be Conducted by Counterpart Organization

EXCEL has been adopted the job code for routine maintenance, pothole repair, in “Guidelines for Repairing Defects of Roads” which was issued by MPWT under JICA

Technical Assistance Project, “Strengthening Capacity for Maintenance of Roads and Bridges”. It is too easy for MPWT and DPWT to apply this repairing method to preventive the road surface and to avoid the serious damage. Thus, MPWT already requested the national budget in year 2018 and was approved by Ministry of Economic and Finance (MEF).

MPWT shall product EXCEL through own plant and maintain the quality so that MPWT shall enter the maintenance agreement with IKEE Ltd. to sustain and preventive the road condition in the future demand.

#### **4. FUTURE PROSPECTS**

##### **(1) Impact and Effect on the Concerned Development Issues through Business**

Development of the Product/ Technology in the Surveyed Country

- Reduction of road maintenance cost and secure arrival time to the destination by repairing damage immediately,
- Selection of proper methods of road treatment, cut down wasteful cost and penetrate the concept of road maintenance, and
- Longer pavement life-cycle to be applied by maintenance car running with road surface data.

##### **(2) Lessons Learned and Recommendation through the Survey**

###### **1) Quality control of aggregate during production of EXCEL**

- Judgement of proper material to be trained by own training program,
- Inspection of quarry site regularly,
- Dissemination of production manual to be used, and
- Trial development for new type of EXCEL locally using “try and error” method.

###### **2) Maintenance of EXCEL plant and maintenance car**

- General inspection before and after operation and running EXCEL plant and maintenance car properly,
- Importance of cleaning and keeping its tidy in order, and
- Appointment of responsible person to achieve the improvement of MPWT to be implemented by PDCA cycle, such as PLAN/DO/CHECK/ACT.

ATTACHMENT: OUTLINE OF THE SURVEY