

バングラデシュ国  
再生路盤材を活用した粒状路盤工法の  
導入にかかる案件化調査  
業務完了報告書

平成 29 年 6 月  
(2017 年)

独立行政法人 国際協力機構 (JICA)

株式会社丸利根アペックス  
株式会社日動エコプラント

国内
JR(先)
17-093



バングラデシュ国

**バングラデシュ国  
再生路盤材を活用した粒状路盤工法の  
導入にかかる案件化調査  
業務完了報告書**

平成 29 年 6 月  
(2017 年)

独立行政法人 国際協力機構 (JICA)

株式会社丸利根アペックス  
株式会社日動エコプラント



写真



路盤が弱く傾いた地方道（ナラヤンゴンジ）



ボナニ地区道路の断面（レンガ材を多用）



ボナニ地区道路の断面（側溝工事中）



ダッカ市内の工事中の道路（表層は砂とレンガ）



表層用レンガの加工の様子（ダッカ市内）



解体現場（基礎部分はコンクリートが多い）



コンクリート廃材の破碎機を（解体業者）



中国製碎石機（容量が小さく、サイズが大きい）



破碎後のコンクリート廃材



LGED（カウンターパート）幹部との協議



LGED 幹部との集合写真



LGED 研究室で聞き取り中



骨材強度測定機械（ロサンゼルス試験機）



LGED ガジプール事務所との協議



ガジプールの道路工事現場（舗装前）



モデル工事サイト（候補）（ガジプール）

## 目次

要約	i
ポンチ絵	ix
はじめに	1
第1章 対象国・地域の現状	6
1-1. 対象国・地域の政治・社会経済状況	6
1-2. 国・地域の開発課題	11
1-3. 対象国・地域の対象分野における開発計画、関連計画、政策及び法制度	13
1-4. 対象国の対象分野における ODA 事業の先行事例分析及び他ドナーの分析	14
1-5. ビジネス環境の分析	15
第2章 提案中小企業等の製品・技術の概要	18
2-1. 製品・技術の特長	18
2-2. 提案企業の事業展開における海外進出の位置付け	22
2-3. 提案企業の海外進出によって期待される我が国地元経済への貢献・地域活性化への貢献	23
第3章 ODA 事業での活用が見込まれる製品・技術に関する調査及び活用可能性の検討	24
3-1. 製品・技術の現地適合性検証方法	24
3-2. 製品・技術の現地適合性検証結果	26
3-3. 対象国における製品・技術ニーズの確認	27
3-4. 対象国の開発課題に対する製品・技術の有効性及び活用可能性の確認	36
第4章 ODA 案件にかかる具体的提案	37
4-1. ODA 案件概要	37
4-2. 具体的な協力計画及び期待される開発効果	40
4-3. 他 ODA 案件との連携可能性	47
4-4. ODA 案件形成における課題と対応策	47
4-5. 環境社会配慮にかかる対応	47
4-6. ジェンダー配慮	47
第5章 ビジネス展開の具体的計画	48
5-1. 市場分析結果	48
5-2. 想定する事業計画及び開発効果	49
5-3. 事業展開におけるリスクと対応策	50
第6章 その他	51
(1) 危険建築物一覧（コンクリート廃材の調達可能性のある建物）	51
(2) 専門家調査により危険性が高いと認定された建築物一覧	51
(3) パ国における道路の定義（日本の道路法に基づいた現地における見解）	51
別添資料	52
別添 1. 英文要約	52
別添 2. 英文ポンチ絵	65

図

図 1-1.	バ国実質成長率	7
図 1-2.	バ国経常収支	8
図 1-3.	バ国経常収支対 GDP 比	8
図 1-4.	主な輸出品目（上位 5 品目）	9
図 1-5.	バ国地方道路断の現状	11
図 1-6.	開発課題と導入する技術・製品の関係	13
図 1-7.	BEZA の構想する 100 箇所の経済特区マップ	17
図 1-8.	進出日系企業数	17
図 2-1.	事業バリューチェーンと担当企業	20
図 3-1.	ロサンゼルス試験の流れ	26
図 3-2.	ウポジラ道路の設計仕様	31
図 3-3.	ウプジラ道路の設計仕様	31
図 4-1.	モデルサイト候補地の地図	39
図 4-2.	ODA 案件の実施体制	44
図 4-3.	活動計画・作業工程	45
図 5-1.	事業計画（原材料調達～販売）[非公開]	49
図 5-2.	中長期的な展開方向（将来は解体工事も）[非公開]	50

表

表 1-1.	バ国政治状況概要	6
表 1-2.	経済指標	7
表 1-3.	産業別 GDP 成長率	9
表 1-4.	バ国の主要品目別輸出入<通関ベース>	10
表 1-5.	ダッカ管区の概要	10
表 1-6.	アジア圏インフラ整備環境比較	12
表 1-7.	インフラ関連の省庁の開発支出年度予算	13
表 1-8.	LGED 地方道路舗装に関する目標(5 年間)	14
表 1-9.	JICA バ国における ODA インフラプロジェクト一覧	15
表 1-10.	投資促進機関と役割	16
表 1-11.	EZ 入居企業に対するインセンティブ	16
表 2-1.	製品・技術のスペック	19
表 2-2.	再生砕石と自然砕石の価格比較	19
表 2-3.	売上及び工事件数	20
表 2-4.	主要な販売先	20
表 2-5.	道路・地盤状況に応じた粒状路盤工法の設計・施工指針	21
表 2-6.	粒状路盤工法と他工法の比較	22
表 2-7.	強固なバリューチェーン構築に向けた体制強化のイメージ	22
表 3-1.	試験項目（再生クラッシャー）	24
表 3-2.	ロサンゼルス試験の概要	25
表 3-3.	ロサンゼルス試験の結果[非公開]	27
表 3-4.	LGED の予算	27
表 3-5.	Transport and Communication 予算	28
表 3-6.	LGED 道路設計基準	29
表 3-7.	砕石の活用状況及び再生砕石への関心・活用意向に関するヒアリング	32
表 3-8.	ウポジラ道路の工事概要	33
表 3-9.	日本での再生路盤材の活用状況	34
表 3-10.	砕石会社の状況と今後の石材活用ニーズ	34
表 3-11.	再生路盤材の粒度構成（日本）	36
表 4-1.	モデル工事サイト候補地の概況	38
表 4-2.	ODA 案件化の概要	40
表 4-3.	廃材破砕機（クラッシャー）の仕様	41



表 4-4.	日本側の投入計画	41
表 4-5.	カウンターパートの役割	42
表 4-6.	事業費概算	46
表 5-1.	第七次五か年計画（2016-2020）におけるウボジラ道路等の整備計画[非公開]	48
表 5-2.	道路等の整備計画と下層路盤材必要量（5 年）[非公開]	48
表 5-3.	再生材の市場規模（1 年間）[非公開]	48
表 5-4.	砕石の価格[非公開]	48
表 5-5.	中間処理 2 事業者の概要[非公開]	49
表 5-6.	事業収支計画[非公開]	49
表 5-7.	ビジネスに必要な項目[非公開]	49
表 5-8.	強固なバリューチェーン構築に向けた体制強化のイメージ[非公開]	50
表 6-1.	危険建築物一覧[非公開]	51
表 6-2.	危険性が高いと認定された建築物一覧[非公開]	51
表 6-3.	バ国における道路の定義[非公開]	51

## 写真

写真 1-1.	バ国の道路現状（骨格となる路盤がないか、または脆弱）	12
写真 1-2.	JICA バ国における ODA インフラプロジェクト一覧	15
写真 2-1.	バ国の道路改善を可能にする粒状路盤工法	18
写真 3-1.	LGED 研究室研究機材	25
写真 3-2.	LGED 研究室	25
写真 3-3.	ロサンゼルス試験の試料	26
写真 3-4.	試験成績証明書[非公開]	27
写真 3-5.	解体現場におけるコンクリート廃材の状況[非公開]	27
写真 3-6.	建設会社への聞き取りの様子	32
写真 3-7.	地域の建設会社のウボジラ道路の工事現場	33
写真 3-8.	再生骨材に関する説明資料（民間会社向けヒアリング）	33
写真 3-9.	砕石会社の作業現場	35
写真 3-10.	バ国産のクラッシャーと砕石後の骨材	35
写真 4-1.	LGED ガジプール事務所の実験所の様子	37
写真 4-2.	重機置き場の様子	37
写真 4-3.	モデル工事サイト①	38
写真 4-4.	第二回渡航時の LGED との協議	43
写真 4-5.	LGED ガジプール事務所所長	45
写真 4-6.	従来の道路施工現場	47
写真 5-1.	LGED の道路（左 幅員が 4M 未満、右 傾き凹凸のみられる道路）[非公開]	48
写真 5-2.	ダッカ市内の解体業者が保有する簡易破碎機[非公開]	49
写真 5-3.	ダッカ市内の危険建造物（バ国政府が指定）[非公開]	50



## 要約

### 第1章 対象国・地域の政治・社会経済状況

#### <政治状況>

バ国では独立後、軍事政権が続いたが、1990年に民主化に移行した。2014年1月5日の総選挙で与党アワミ連盟が圧勝し、以降安定的に勢力を保持している。2016年7月、ダッカ襲撃テロ事件が発生し、日本人7名を含む約20名が死亡した。その後、治安当局によるイスラム過激派組織の拠点に対する特別作戦や各所に検問所を設置するなどのテロ対策が進められている。

#### <経済状況>

バ国の経済は、近年平均6%台の実質GDP成長率で安定した経済成長を続けている。2014年度は内需や輸出に支えられ、政府目標の7.0%の経済成長率には届かなかったものの、6.5%を記録した。国際収支は3年連続の黒字を計上した。その背景には好調な縫製品の輸出による貿易赤字の縮小と海外労働者からの送金の増加があげられる。しかし、全体的には脆弱な産業構造であるため、縫製品以外の産業の育成、とりわけ豊富な労働力を生かした労働集約型の産業育成による中進国への発展が求められる。

表：経済指標

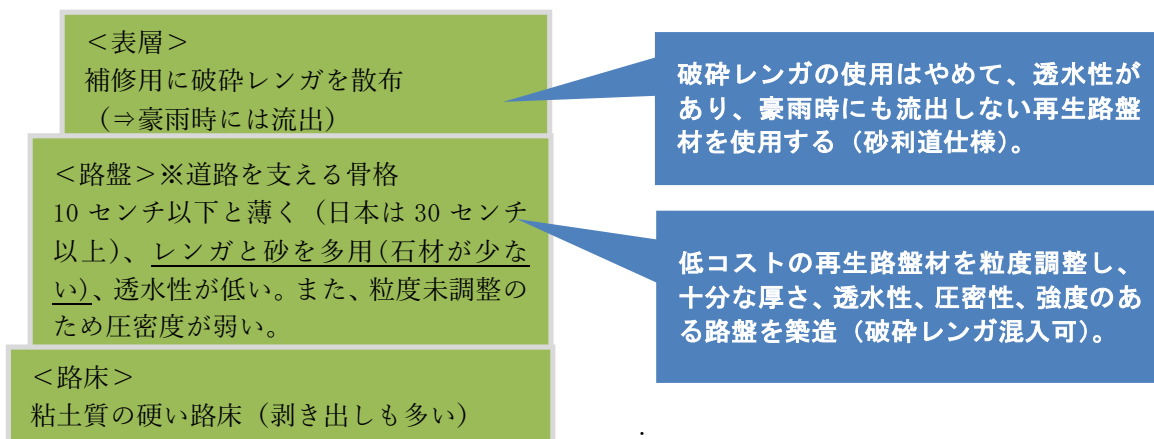
経済指標	2013年度	2014年度	2015年度
実質GDP成長率(%)	6.04	6.29	6.40
名目GDP総額(10億米ドル)	161.3	183.8	205.7
消費物価上昇率(%)	7.54	7.01	6.43
貿易収支(国際収支ベース)(100万米ドル)	△6,362.4	△7,481.9	△5,894.1
経常収支(国際収支ベース)(100万米ドル)	2,058.5	755.8	2,686.9
外資準備高(ネット)(100万米ドル)	17,564.4	21,785.4	27,023.4
対外債務残高(グロス)(100万米ドル)	42,370.6	47,315.3	51,009.1
為替レート(一米ドルにつき、タカ、期中平均)	78.10	77.64	77.95

[出所] IMF

#### <国・地域の開発課題>

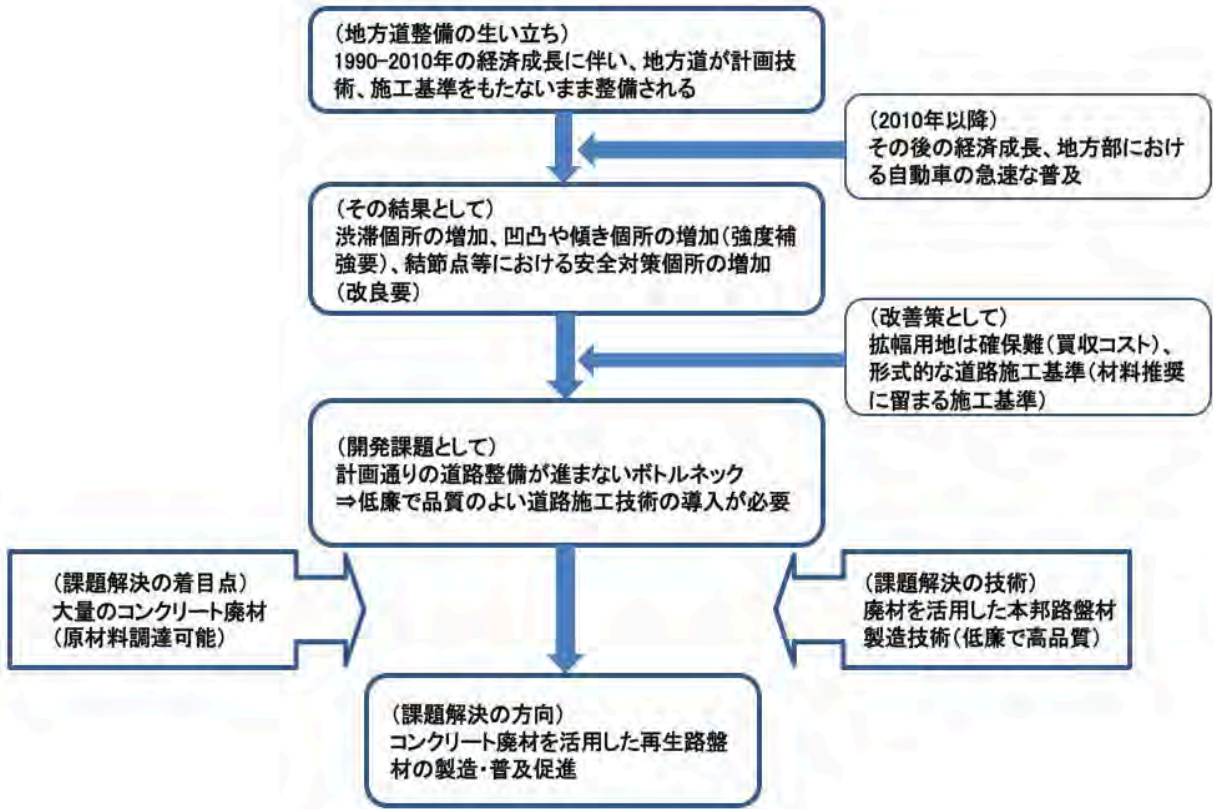
バ国における地方道路の多くは、1990年から2010年にかけての経済成長に伴い、にわかに整備されたものがほとんどである。道路の多くは幅員が狭く、また、路盤材に石材を使用していない。

図：バ国地方道路断面の現状（左の枠内）（右の枠内は改善例）



近年は、道路施工基準に基づいた道路工事がなされているが、石材資源が乏しく高価なバ国では、路盤材に石材を使用することを義務付けていない。このため、地方道の多くは路盤の強度が全般に弱いため、凹凸や傾きのある箇所も多く、渋滞箇所や危険箇所が増加するなど、産業活動と生活の両面において、大きな支障をきたしている。

図：開発課題と導入する技術・製品の関係



[出所]JICA調査団作成

<対象国・地域の対象分野における開発計画、関連計画、政策及び法制度>

バ国政府は、不十分なインフラ・交通整備が国の開発と海外からの投資を妨げていることを問題視し、近年では大幅にインフラへの支出を伸ばしている。インフラ関連の開発予算は全体の20%以上を占め、特に橋、道路、鉄道の開発に力をいれている。

地方道を所管する LGED も第七次五か年計画において、道路整備のための予算を重点的に配分する計画となっており、中でも道路拡幅や道路改良を重視している。しかしながら、これらの道路整備には周辺用地の買収も伴い、莫大な費用を擁することから、石材を使用した強度のある路盤整備が進まないのが実情である。

<対象国の対象分野におけるODA事業の先行事例分析及び他ドナーの分析>

日本のODA事業は、橋梁や空港等大型インフラ事業が主であるが、道路の強度向上に関する案件はない。

<ビジネス環境の分析>

日系企業の動向としては、年々進出企業が増えている。2015年までに223社日系企業がバ国に進出、ダッカ日本商工会には69社・団体が参加している。また、インフラの未整備やワンストップサービスの

提供、そしてEPZの開発停止と、隣国のミャンマーのティラワ経済特区の企業融資の成功から、近年では経済特区(EZ)への期待と関心が高まっている。

## 第2章 提案中小企業等の製品・技術の概要

### <製品・技術の特長>

提案する製品・技術は、建設廃材を収集、コンクリートやアスファルト等を中間処理することで再生路盤材を取り出し、道路事情に応じた粒度調整して路盤を築造する工法である。バ国の脆弱な道路整備に資すると考えている。以下のような特長を持つ。

- ① 自然石が希少で高額な材料費を安価に抑制でき、経済的である。
- ② 自然碎石や砂利に比して透水性が高く、豪雨や洪水の際に水が滞留するのを緩和する。
- ③ 多様な粒度をもち、粒度調整ができるため圧密になる。(凹凸がでない)
- ④ 再生路盤材の骨材強度が高く、全体に強度の高い路盤築造が可能。
- ⑤ 道路事情に応じた粒度調整により、多様な道路事情や地盤を持つ地域に有効。
- ⑥ 路盤を築造せずに舗装(表層)と補修を繰り返すバ国の道路は耐久性がなく、耐久性を有する。建設廃材を再生し路盤材を生成するため、環境負荷が小さい(建設廃材リサイクルの推進に貢献する)。

写真：バ国の道路改善を可能にする粒状路盤工法



写真左：建設廃材を破碎して再生路盤材を取り出し中 中：粒度調整して圧密性を高めた状態  
右：現場にて再生路盤材を施工中(道路条件や地盤条件により施工も異なる)

### <製品・技術のスペック・価格>

JIS A1211(ロサンゼルス試験機による粗骨材のすりへり試験方法)に準じ、3層に分けて各層を締めつけた時の最大乾燥密度が95%に相当する「修正CBR」が路盤材料の強さを表す指標として一般に用いられている。道路工事での使用が推奨されている再生砂の場合、修正CBRは8~40%、再生碎石で70%以上であるが、粒度調整した場合の修正CBRは80以上に高まり、十分な強度をもつ路盤が築造可能である。

表：製品・技術のスペック

区分	材料名	修正 CBR (%)	塑性指数 (JIS A 1205~06)
単材料 (粒度調整未の場合)	再生碎石	70 以上	4 以下
	再生砂利、切込み砂利	20~60	〃
	再生砂	8~40	〃
	(推) 破碎レンガ	10 以下	-
粒度調整済み	上記の混合(調整後)	80 以上	4 以下

注) バングラデシュの破碎レンガは提案者推定値

[出所] JICA 調査団作成

### <提案企業の事業展開における海外進出の位置付け>

すでに現地法人を設立したものの、会社としての受注実績はないに等しい。しかし、土地や資機材等を

有しているため、戦略に基づいた強固なバリューチェーンを構築し、現地人の採用等を含めて自社の体制を強化していく。

<提案企業の海外進出によって期待される我が国地元経済への貢献・地域活性化への貢献>

提案2法人は、多摩地区を中心に、建物更新に伴う解体、解体時に発生する建設廃材の中間処理と再生路盤材の取り出し（一部は外販）、再生路盤材を活用した工事（道路、型枠等基礎工事）に長年携わってきており、地域経済を支えている。2社の活動は、ビジネスにとどまらず、地域にも大きく貢献している。中でも、三鷹市と災害時の救援に関する災害協定を締結して、定期的に救援・避難訓練を行っており、市民の安心・安全の確保に貢献している。

本調査を契機として提案企業が海外進出した場合、提案企業は2～3名の土木技術者を派遣する予定である。事業が軌道にのれば、新規採用することにもなり、雇用の確保につながる。今後、バ国の経済成長とそれに伴うインフラ整備・建設事業の増加が期待されることから、提案企業と取引のある関連企業にも同様の動きが広がり、利益と雇用の確保につながっていくことが考えられる。また、海外市場進出を目指す地域内の企業のモデルにもなり、他の中小企業の海外進出に繋がると考えられる。

### 第3章 ODA事業での活用が見込まれる製品・技術に関する調査及び活用可能性の検討

<製品・技術の現地適合性検証方法>

現地（ダッカ市内）で収集したコンクリート廃材を試料として、再生路盤材（再生クラッシュランという）の規格を満たすか否かを判断するには、以下表に示すような5つの試験項目があるが、本調査では、①骨材のすりへりに対する抵抗力を測定するすりへり試験（不純物が混入している場合などは強度は弱くなる）と、②密度・吸水率（密度が低く吸水率が多いようであれば、粒度調整により製造される再生路盤材の骨材としては不適合になる）のふたつの試験から判定することにする。

表：試験項目（再生クラッシュラン）

試験項目	適合性の判断基準	試験内容	本調査
<b>【骨材の性能】</b>			
① すりへり	関東ではすりへり減量値が40%以下	JIS A 5001	案件化
② 密度・吸水率	密度2.45以上、吸水率3.0以下	JIS A 5001	案件化
<b>【粒度調整した商品（再生路盤材）としての性能】</b>			
③ 塑性指数	6以下	JIS A 5001	普及実証
④ 修正CBR	関東では修正CBR値が40以上	JIS A 5001	普及実証
⑤ アスファルト混合物混入率	関東では50%未満	JIS A 5001	対象外

[出所]公益財団法人東京都道路整備保全公社資料より作成

すりへり試験は、ロサンゼルス試験機を用いた世界標準の強度（抵抗力）測定試験である。この試験は、5～13mmの建設廃材を、鋼鉄球と一緒に試験機内に投入し、500回転させ、すり減った廃材（1.7mm以上の篩を通過）の重量が全重量に占める比率から判定するものである。

### 写真:LGED 研究室研究機材



写真左：ロサンゼルス試験機（公益財団法人東京都道路整備保全公社）、  
右：試験前の試料の状態

数値（すりへり減量値）は、道路施工地域によって多少異なるが、交通量の多い東京地区の場合、数値は40以下であることが求められる。本調査では、ダッカ市内で収集されたコンクリート廃材を試料として用い、ダッカ市内の研究機関及び（公財）東京都道路整備保全公社の2か所で実施した。

#### <製品・技術の現地適合性検証結果>

「非公開部分につき非表示」

#### <対象国における製品・技術ニーズの確認>

LGEDの予算（2015-16年）は1,818.2億タカ（≒2,545億円。1タカ=1.4円で計算）であり、2013-14年の1,202.6億タカ（≒1,683億円）以降、年率20%以上の伸びを示している。また、国の予算（Annual Development Program）の18%がLGEDに割り当てられている。また、LGEDの予算のおよそ半分は道路に充当されており、そのうち4分の1は道路の維持管理に充てられている。

LGED所管の道路は、①ウボジラ道路（主要地方道）、②ユニオン道路（村落間道路）、③ビレッジ道路（村落内道路）の3種類の分けられており、それぞれ道路設計仕様を定めている。このうち、再生路盤材が用いられる可能性のあるのはウボジラ道路であり、仕様書には路盤材として、石材（Stone Chips）、またはレンガと砂のどちらかの使用が記載されている。実際は、石材が高価なために使用率は低いものの、レンガとの差異は認識されている。したがって、安価で品質のよい再生路盤材が提供されれば、発注元になるLGEDが使用を推奨、または義務付けていく可能性は十分になる。

### 写真：ウボジラ道路の工事現場



写真左：スリプールのウボジラ道路工事現場 路盤材（自然石材）置き場  
右：ガジプールのウボジラ道路工事現場 表層舗装前

一方、民間建設会社等も、近年、高規格の道路建設（RHDが主な発注主体）が増えていることや、ODA案件（道路や橋梁）の増加で、十分な量の石材の確保がしにくくなってきており、今後の価格高騰を懸念していることがわかった。再生路盤材にはきわめて高い関心が示され、ニーズは大きいといえる。

## 第4章 ODA 案件にかかる具体的提案

### <ODA 案件概要>

本調査終了後に普及・実証事業を実施する。具体的には、カウンターパートとなる LGED とともに、現地の道路事情や地盤に応じて粒度調整した再生路盤材を製造することで、経済性、強度、耐久性等の現地適合性を実証する。また、地方道路整備の主な発注主体である LGED に技術移転を行い、RHD、RAJUK、ダッカ市、民間建設会社等の関係者を招聘して、本工法の採用に向けた普及活動を行う。

普及実証事業を行う場所は、LGED ガジプール事務所（研究施設併設）とし、資機材の保管場所は十分な安全対策を講じることのできる LGED の重機置き場（ガジプール事務所の北部）を予定している。

写真：LGED ガジプール事務所の実験所の様子



写真左：LGED ガジプール事務所の実験所  
右：フェンスで囲われた同重機置き場

また、普及のために、特定のサイトにおいてモデル工事を実施する予定であるが、これについては、現段階では以下の4箇所（いずれもガジプール周辺）が候補に挙げられている。いずれもウボジラ道路であり、主要な地方道である。道路延長は6km～15.8km、幅員は4.5～7.32mである。各道路とも現在は未舗装であるが、今後、舗装予定となっており、再生路盤材を使用した強度のある道路づくりが期待されている。

表：モデル工事サイト候補地の概況（いずれもガジプール）

No.	種類	道路名（区間名）	延長(m)	最大幅員(m)
1	ウボジラ	Rajandrapur-Mirzapur Road	6.650	4.88
2	ウボジラ	Kapasias GC-Kaligong GC Rd.	9.500	7.32
3	ウボジラ	UZR Boardghar (R&H) - Chandabaha G.C.	15.830	4.50
4	ウボジラ	Nalsata RHD - Ulukhola GC Rd. Via Nagori Bazar	6.000	7.00

[出所] LGED ガジプール事務所

### <具体的な協力計画及び期待される開発効果>

具体的な協力計画としては以下の通りである。

- 1 本工法の普及・実証を安全に実施するための準備と詳細内容を検討する（廃材破砕機（クラッシャー。日本製またはドイツ製の新品）、必要備品等を搬送して現地試運転を実施）（成果1）。
- 2 カウンターパート（LGEDを想定）の協力のもとで、収集した建設廃材を試料として路盤材を製造し、性能及び経済性を検証する（成果2）。
- 3 カウンターパートへの技術指導し、カウンターパートによる関係者への啓発活動、モデル工事サイトでの啓発活動等を行う（成果3）。



4 ビジネスプランを作成する（再生路盤材活用する可能性のある潜在顧客層特定による販促計画、原材料調達計画、投資計画、収支計画、要員の確保・育成等）（成果4）。

日本側の投入計画としては、以下の通りである。

資機材・輸送費等

- ・1台の廃材破砕機（必要備品含む）
- ・輸送費（東京～ダッカ市内）
- ・実施場所の安全対策に必要な措置（安全装置等）
- ・モデル工事費（再委託もありうる）

人員（外部人材含む）

丸利根アベックス及び日動エコプラントより3名、外部人材（日本開発政策研究所の2名）の他、道路専門家1名の参加を想定している。

カウンターパート側の業務と役割としては安全対策をはじめ、普及・実証事業実施に向けた協力の他、各種情報提供やアドバイス等を依頼する予定である。

なお、カウンターパートとの協議状況は以下の通りである。

2016年9月～2017年2月

断続的に、製品・技術の特徴を説明し、普及実証事業内容を検討

2017年2月（第二回渡航時）

普及実証事業の概要について協議し、合意を得る

2017年4月（第三回渡航時）

モデル工事サイト選定を含む普及実証事業の詳細について、協議

**写真：第二回渡航時の LGED 幹部との協議**



本提案事業後のビジネス展開としては、普及・実証事業の期間を2018年7月より2021年3月までの2年9ヶ月と見込んでいる。普及・実証事業の期間中に、現地政府や民間事業者への普及活動（営業活動）を実施し、普及実証事業終了後は、LGEDに移管したクラッシャーの運営に係る委託を締結することで、クラッシャーを活用した路盤材製造ビジネスを推進する。

<ODA 案件との連携可能性>

ODA 案件として、これまでに多くの橋梁案件があり、今後も類似案件が発生すると考えられる。このため、老朽化した橋梁解体に伴って発生するコンクリート廃材を原材料として活用することも考えられる。また、今後、地方部における道路案件も新規に発生する可能性があり、これらのプロジェクトにおいて、製造した再生路盤材が活用されるよう、働きかけを行っていく。

## 第5章 ビジネス展開の具体的計画

<市場分析結果>

「非公開部分につき非表示」

### 表:第七次五か年計画(2016-2020)におけるウボジラ道路等の整備計画

「非公開部分につき非表示」

<想定する事業計画及び開発効果>

「非公開部分につき非表示」

### 表:事業収支計画

「非公開部分につき非表示」

### 図:事業計画(原材料調達～販売)

「非公開部分につき非表示」

<流通販売計画>

「非公開部分につき非表示」

<初期投資、投資計画>

「非公開部分につき非表示」

<事業展開におけるリスクと対応策>

「非公開部分につき非表示」

## 案件化調査 Bangladesh 再生路盤材を活用した粒状路盤工法の導入にかかる案件化調査

### 企業・サイト概要

- 提案企業：株式会社丸利根アペックス
- 提案企業所在地：東京都/三鷹市
- サイト・C/P機関：Bangladesh・Local Government Engineering Department



### バ国の開発課題

道路輸送への依存率の高いバ国の状況ながら、地方道路(ダッカ市道)の大半は未舗装であるため、雨季には長期通行不能になる。また、水はけが悪いために市民の移動の制約となる個所がきわめて多く、解決に向けた道路整備が追い付いていない。

### 中小企業の技術・製品

建設廃材を収集し、コンクリートやアスファルト等を中間処理することで再生路盤材(碎石、砂利)を取り出し、道路事情に応じて粒度調整して路盤を築造する工法(粒状路盤工法)

### 調査を通じて提案されるODA事業(想定)及び期待される効果

**想定されるODA事業(普及・実証事業)**:再生路盤材を活用して現地の道路事情や地盤に応じて粒度調整、路盤築造することで、経済性、透水性、圧密性、強度、耐久性等の現地適合性を実証する。また、主な道路整備の発注主体であるLocal Government Engineering Department、ダッカ市の他、現地施工会社等の関係者を招聘するなどして、本工法の採用に向けた普及活動を行う。

**開発効果**:粒度調整した再生路盤材を用いることで低廉に道路整備が可能となる。また、道路の維持補修も含めたライフサイクルコストでみれば道路延長の整備が期待される。

### 日本の中小企業のビジネス展開

短期:原材料調達、民間建設会社等の工事発注者への営業開始、技術者確保、より低廉な粒度路盤の開発等を行う。

中期・長期:路盤工事の実績をもとに、解体工事に参入、安全な解体工事を商品化し、公共団体や民間建設会社へのプロモーションを展開。



## はじめに

### 1. 調査名

和文名：バングラデシュ国再生路盤材を活用した粒状路盤工法の導入にかかる案件化調査

英文名：Feasibility Study for Appliance of Unbound Granular Pavement Technology with Reproduced Base Course Material for Road Construction in Dhaka

### 2. 調査の背景

ガンジス河、プラマプトラ河、メグナ河によってつくられた氾濫原であるバングラデシュ（以下バ国）は、雨季には国土の約 2 割が浸水しており、人口が集中するダッカ市等では毎年多大な経済損失が発生している。同国における国内輸送手段のほとんどは道路であるが、国道、地方道の新規整備はピッチが遅く、既存道路の状態もよいとはいえない。

### 3. 調査の目的

本調査は、ダッカ市内の建設廃材（主にコンクリート）を解体業者等から収集し、破砕プラントを活用して、石材に比して安価で品質のよい再生路盤材を製造、現地の民間施工事業者や建材販売店等に販売するビジネスの可能性を検討することを目的とする。

このため、道路の路盤築造に係る情報収集、施工実態に係る調査、法整備・許認可等の実態調査、現地施工会社等に係る調査を通じて、提案技術・製品の技術適合性の確認を行い、ODA を通じた提案製品の現地活用可能性及びビジネス展開にかかる検討を行うものである。

### 4. 調査の対象国・地域

バングラデシュ国ダッカ管区

### 5. 団員リスト

本調査の団員リストは以下の通りである。

氏名	所属	担当業務
相田 仁	(株)丸利根アペックス	業務主任者、活用ニーズ調査
池内 英二	(株)丸利根アペックス	発注動向調査、事業計画
荒井 隆司	(株)日動エコプラント	技術調査（実態調査）
荒井 弘正	(株)日本開発政策研究所	チーフアドバイザー、事業計画支援、ODA 案件化検討
大城 隆晃	(株)日本開発政策研究所	ニーズ調査、発注動向調査、業務調査
日高 大樹	(株)日本開発政策研究所	ニーズ調査、発注動向調査、業務調査

### 6. 現地調査工程

本調査の現地調査工程は次の通りである。

第一回渡航(2016/05/13-05/27)

日数	日付 下線はバ国 休日	時間 (現地 時間)	都市名	調査内容	訪問先
1	2016/5/13	終日	羽田～バンコク	移動(相田以外)	-
2	2016/5/14	AM	バンコク～ダッカ	移動(相田以外)	-
		PM	ダッカ	丸利根 AP 現地事務打合せ 解体現場・道路事情視察	丸利根 AP 事務所 -
3	2016/5/15	AM	羽田→バンコク	移動(相田)	-
			ダッカ	安全管理ブリーフィング	JICA ダッカ事務所
		ダッカ	業務委託先コンサル打合せ	Development Design Consultant 事務所	
		PM	ダッカ	廃材集積場視察 廃材利用視察	Bubble Traders Ltd. ダッカ郊外
4	2016/5/16	AM	ダッカ着 ダッカ	移動(相田) JETRO ダッカオフィス打合せ	- JETRO
		PM	ダッカ	全体打合せ、運輸、防災専門家ヒアリング	JICA ダッカ事務所
5	2016/5/17	AM	ダッカ	LGED 専門家(八木専門家) 調査内容説明	LGED ダッカ南市事務所
		PM	ノルシンディ	中間処理場(私有地)視察	ノルシンディ
			ダッカ	国・地方道状況視察	ダッカ市内
6	2016/5/18	AM	ダッカ	市内事情視察	ダッカ市内
		PM		道路建設事情	Mir Akther Ltd 事務所
		AM		道路設計仕様など情報入手	DSCC
		PM		廃材売買ビジネス調査	Bubble Traders Ltd.
		PM		市内道路視察	ダッカ市内
8	2016/5/20	AM	ダッカ～バンコク	移動(荒井、池内)	-
		PM	ダッカ	ホテル作業	-
9	2016/5/21	AM	バンコク～羽田	移動(荒井、池内)	-
		終日		丸利根寄付の AP 学校訪問	丸利根 AP 学校訪問
10	2016/5/22	AM	ダッカ	JICA 打合せ	JICA ダッカ事務所
		PM	ダッカ～バンコク ダッカ	移動(相田) JICA 専門家(Road&Highway)ヒアリング	- Road and Highway 事務所
11	2016/5/23	PM	ダッカ	土木工事事情ヒアリング (Mr. Md. Rafiqul Islam)	Megacity Engineers&Architects 事務所
				ビル解体業者ヒアリング	
				廃材仲介ブローカーヒアリング	TBD
12	2016/5/24	AM	ダッカ	廃材買取加工業者調査	ダッカ近郊
		PM		廃材買取加工業者ヒアリング	ダッカ近郊

				DSCC エンジニアヒアリング（道路仕様、予算など）	DSCC
13	2016/5/25	AM	ダッカ	RHD	RHD Dhaka Unit 事務所
		PM		オリエンタルコンサルタンツヒアリング	オリエンタルコンサルタンツ事務所
14	2016/5/26	AM	ダッカ	JICA 打合せ	JICA ダッカ事務所
		PM	ダッカ発～バンコク	移動（荒井、大城）	-
15	2016/5/27	PM	東京（羽田）着	移動（荒井、大城）	-

### 第二回渡航(2017/02/02-02/15)

日数	日付 下線はバ国 休日	時間 (現地時間)	都市名	調査内容	訪問先
1	2017/2/2	終日	東京（羽田）→バンコク	移動日（荒井）	-
2	2017/2/3	終日	東京（羽田）→バンコク	移動日（日高）	-
		PM	バンコク	アクティオ事務所訪問/打合せ（荒井）	アクティオ事務所
3	2017/2/4	AM	バンコク→ダッカ	移動（日高）	-
		PM	ダッカ	ホテルで事務作業（荒井、日高）	ホテル
4	2017/2/5	AM	ダッカ	JICAブリーフィング、打合せ（荒井、日高）	JICAダッカ事務所
		PM		ホテルで事務作業（荒井、日高）	ホテル
5	2017/2/6	終日	東京（羽田）→バンコク	移動日（相田、池内）、アクティオ事務所訪問	バンコク
		AM	ダッカ	再委託先候補①打合せ（荒井、日高）	ホテル
		PM		再委託先候補②打合せ（荒井、日高）	ホテル
6	2017/2/7	AM	バンコク→ダッカ	移動（相田、池内）	-
		AM	ダッカ	ホテルで事務作業（荒井、日高）	ホテル
		PM		JICAブリーフィング、打合せ	JICAダッカ事務所
7	2017/2/8	AM	ダッカ	ホテルで事務作業	ホテル
		PM		LGED打合せ	LGED事務所
		PM		JICA打合せ	JICAダッカ事務所
8	2017/2/9	AM	ダッカ	再委託先打合せ	再委託先事務所
		AM	ダッカ→バンコク	移動（相田、池内）	-

		AM	ダッカ→シンガポール	移動（荒井）	-
		PM	ダッカ	RAJUK打合せ	RAJUK事務所
				再委託先打合せ	再委託先事務所
		PM	シンガポール→東京（羽田）	移動（荒井）	-
9	2017/2/10	AM	バンコク	アクティオ打合せ（相田、池内）	ホテル
		AM	ダッカ	ホテルで事務作業（日高）	ホテル
		PM	バンコク→東京（羽田）	移動（相田、池内）	-
		PM	ダッカ	ホテルで事務作業（日高）	ホテル
10	2017/2/11	AM		再委託先打合せ（日高）	再委託先事務所
		PM	ダッカ	建設会社訪問/打合せ①（日高）	ダッカ市内
		PM		建設会社訪問/打合せ②（日高）	ダッカ市内
11	2017/2/12	AM	ダッカ	再委託先打合せ（日高）	再委託先事務所
		PM		解体会社訪問/打合せ（日高）	ダッカ市内
12	2017/2/13	AM	ダッカ	再委託先打合せ（日高）	再委託先事務所
		PM		LGED打合せ（日高）	LGED事務所
13	2017/2/14	AM	ダッカ→バンコク	移動（日高）	-
		PM	バンコク→東京（羽田）	移動（日高）	-
14	2017/2/15	AM	東京（羽田）着	移動（日高）	-

### 第三回渡航(2017/04/14-04/28)

日数	日付 下線はバ国 休日	時間 (現地時間)	都市	予定内容	訪問先
1	2017/4/14	終日	東京（羽田）→バンコク	移動（荒井弘）	バンコク
2	2017/4/15	AM	バンコク→ダッカ	移動（荒井弘）	ダッカ
		PM	ダッカ	ホテルで事務作業（荒井弘）	ホテル
3	2017/4/16	AM	ダッカ	JICAブリーフィング、打ち合わせ	JICA事務所
				防災専門家との打ち合わせ	JICA事務所
		PM		再委託先、打合せ	ダッカ市内
4	2017/4/17	終日	東京（羽田）→バンコク	移動（相田、荒井隆、日高）、アクティオ事務所訪問	バンコク



		AM		L G E D 打合せ	L G E D 事務所
		PM	ダッカ	アクティオダッカ支店訪問	アクティオダッカ支店
				Ministry of Housing 訪問	Ministry of Housing 事務所
5	2017/4/18	AM	バンコク→ダッカ	移動（相田、荒井隆、日高）	ダッカ
				ホテルで事務作業（荒井弘）	ホテル
		PM	ダッカ	解体リストに載っている建物の視察	ダッカ市内
				J I C A ブリーフィング、打合せ	JICA 事務所
6	2017/4/19	AM	ダッカ	解体屋ヒアリング	ダッカ市内
		PM		道路舗装現場視察	ダッカ市内
7	2017/4/20	AM	ダッカ	JICA 報告会	JICA 事務所
			ダッカ→バンコク	移動（相田、荒井隆）	バンコク
		PM	ダッカ	RAJUK（荒井弘、日高）	ホテル
				道路舗装現場視察（荒井弘、日高）	ダッカ市内
8	2017/4/21	AM	バンコク→東京	移動（相田、荒井隆）	東京
			ダッカ	ホテルで作業（荒井弘、日高）	ホテル
		PM			再委託先打合せ（荒井弘、日高）
9	2017/4/22	AM	ダッカ→バンコク	移動（荒井弘）	バンコク
			ダッカ	再委託先、打合せ（日高）	ダッカ市内
		PM			R A J U K 打合せ（日高）
10	2017/4/23	AM	バンコク→東京	移動（荒井弘）	東京
			ダッカ	道路工事会社 ヒアリング（日高）	ダッカ市内
		PM			再委託先、打合せ（日高）
11	2017/4/24	AM	ダッカ	LGED ガジプール事務所訪問（日高）	ガジプール
		PM		民間建設会社 ヒアリング（日高）	ガジプール
12	2017/4/25	AM	ダッカ	L G E D 打合せ（日高）	L G E D 事務所
		PM		建材屋視察（日高）	ダッカ市内
13	2017/4/26	AM	ダッカ	LGED ガジプール事務所訪問（日高）	ガジプール
		PM		民間建設会社 ヒアリング（日高）	ガジプール
14	2017/4/27	終日	ダッカ→バンコク	移動（日高）	バンコク
			バンコク→東京（羽田）		
15	2017/4/28	終日	バンコク→東京（羽田）	東京着（日高）	東京（羽田）

## 第1章 対象国・地域の現状

### 1-1. 対象国・地域の政治・社会経済状況

#### (1) バングラデシュ国の概要

##### <政治状況>

バ国では独立後、軍事政権（1975-1990）が続いたが、1990年12月にエルシャド元大統領が、BNPとアワミ連盟の2大政党と国民の退陣要求に応じたことで民主化に移行した。1991年の憲法改正には議院内閣制へと体制を変更した。以降、5年ごとに総選挙を実施している。総選挙の度に政権が交代（1991年、1996年、2001年、2008年）していた。2014年1月5日の総選挙で与党アワミ連盟が圧勝し、同月12日にハシナ首相（3期目）を首班とする新政権が発足した。以降、安定的に勢力を保持している。現アワミ連盟政権は日本、中国、隣国ミャンマー等のアジア諸国、中東及び欧米など全方位的に関係強化に務めつつも、特にインドとの経済、安全保障、地域協力等を中心とした協力関係を重視し長年の懸案解決に乗り出している。

国内イスラム過激派の取締りを強化していた中、2016年7月、ダッカ襲撃テロ事件が発生し、日本人7名を含む約20名が死亡した。その後、治安当局によるイスラム過激派組織の拠点に対する特別作戦や各所に検問所を設置するなどのテロ対策が進められている。

表 1-1. バ国政治状況概要

バングラデシュ政治状況概要	
人口	1億5,811万人（2015） （2040年に推定1.9億人）
面積	14万7,570km <sup>2</sup> （北海道の約1.9倍）
首都	ダッカ（Dhaka）
公用語	ベンガル語
宗教	イスラム教（国教）
通貨	タカ/BDT/Tk.（1タカ=1.4円） *FX 2016/11/17
気温	3-10月：高35度前後/低25度前後 12-2月：高20度前後/低15度前後
政治体制	共和制、一院制 与党：アワミ連盟（AL） 首相：シェイクハシナ
日本との時差	-3時間
アクセス	香港、シンガポール、バンコク、クアラルンプール、昆明/広州経由。
識字率	62.3%
貧困率	22.4%

[出所]JETRO

##### <経済状況>

バ国は、近年平均6%台の実質GDP成長率で安定した経済成長を続けている。2014年度は内需や輸出に支えられ、政府目標の7.0%の経済成長率には届かなかったものの、6.5%を記録した。2015年7月に世界銀行は、バ国の1人当たり国民総所得(GNI)が1,026米ドルを超えたことを踏まえ、

低所得国家から低中所得国に認定した。バ国統計局によると、2014年度の1人当たりGNIは1,316ドルと前年度より132ドル上昇し、2015年度には1,466ドルに上昇すると見込まれる。国際収支は、3年連続の黒字を計上した。その背景には好調な輸出による貿易赤字の縮小と海外労働者からの送金の増加があげられる。特に中東諸国への出稼ぎ労働者からの送金が主となっている。農村部ではこの郷里送金が家計の収入源となっており、国民の消費行動を活性化させている。

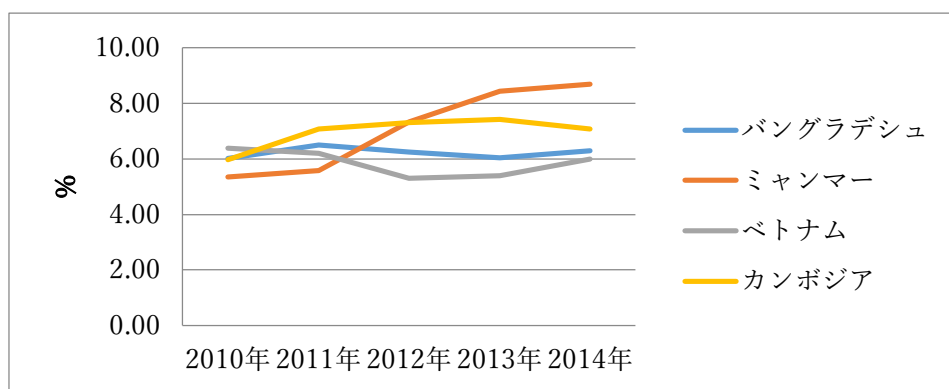
表 1-2. 経済指標

経済指標	2013年度	2014年度	2015年度
実質GDP成長率(%)	6.04	6.29	6.40
名目GDP総額(10億米ドル)	161.3	183.8	205.7
消費物価上昇率(%)	7.54	7.01	6.43
貿易収支(国際収支ベース)(100万米ドル)	△6,362.4	△7,481.9	△5,894.1
経常収支(国際収支ベース)(100万米ドル)	2,058.5	755.8	2,686.9
外資準備高(ネット)(100万米ドル)	17,564.4	21,785.4	27,023.4
対外債務残高(グロス)(100万米ドル)	42,370.6	47,315.3	51,009.1
為替レート(一米ドルにつき、タカ、期中平均)	78.10	77.64	77.95

[出所] 実質GDP成長率、名目GDP総額、消費者物価上昇率：IMF “World Economic Outlook Database”  
貿易収支、経常収支、外貨準備高、対外債務残高、為替レート：IMF “International Financial Statistics”

バ国の経済状況を、東南アジア諸国（ミャンマー、ベトナム、カンボジア）と比較すると、GDP成長の沈みが少なく、安定した経済成長をしている。その安定性から2005年にはゴールドマン・サックス社がバ国をBRICS（ブラジル、ロシア、インド、中国、南アフリカ）に次ぐ「ネクスト11」の新興経済国の一つに位置づけた<sup>1</sup>。

図 1-1. バ国実質成長率

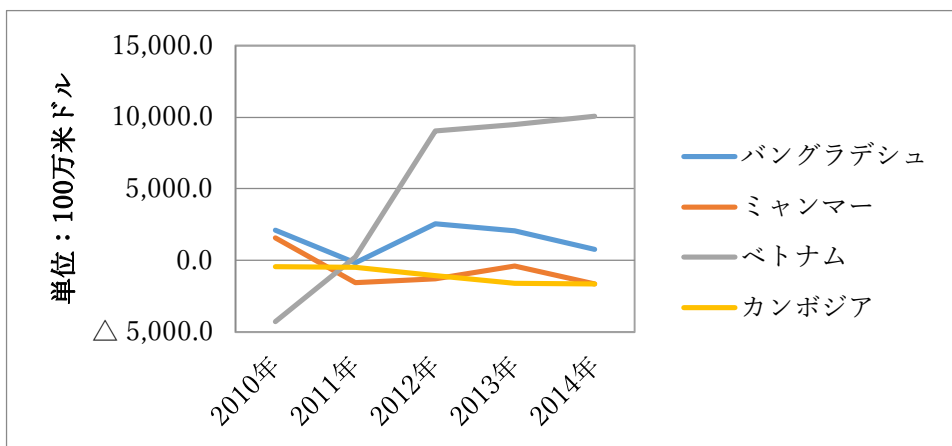


[出所] IMF “World Economic Outlook Database”

<sup>1</sup> Goldman Sachs: Beyond the BRICS: A Look at the ‘Next 11’ April 2007

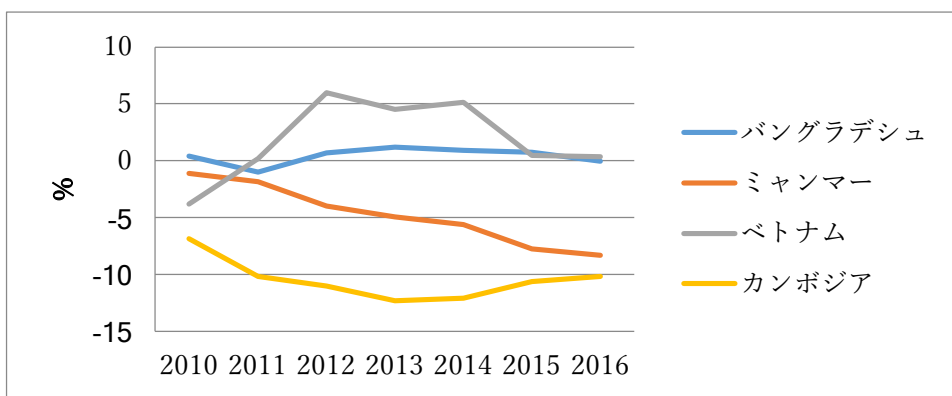
経常収支は2011年末にかけて原油や食料など国際商品の価格高騰に伴い輸入が高水準で推移し、貿易赤字が出たが、その後国際商品価格の軟化から赤字は縮小した。産業別に経済動向を見ると、ほとんどの産業が長期的に見ると上向き傾向にある。

図 1-2. バ国経常収支



[出所] IMF “World Economic Outlook Database”

図 1-3. バ国経常収支対 GDP 比

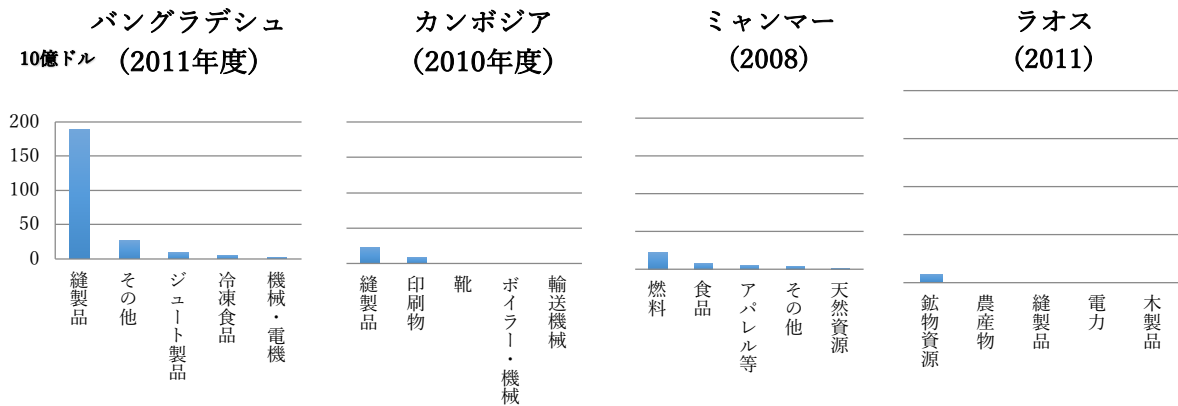


[出所] IMF “World Economic Outlook Database”

その中でも、バ国の経済を牽引する縫製産業は、海外大手アパレルブランド（GAPやH&M）の生産委託をし、日本のユニクロが合弁会社（グランミンユニクロ）を設立するなど、発展が目覚しい。人件費の安さや後発開発途上国の徳恵関税を追い風に、その存在感を高めている。WTOの調べでは、2011時点で、縫製品の輸出は中国とイタリアに次ぐ世界3位の規模を誇り、東南・南アジアの各国を凌駕している<sup>2</sup>。また、近年では所得水準の上昇に伴い、消費状の潜在性が徐々に注目を浴び、食品や化粧品などの内需向けの企業の進出も出始めている。

<sup>2</sup> WTO: Bangladesh and WTO

図 1-4. 主な輸出品目（上位 5 品目）



[出所] CEIC “database”

しかしながら、バ国経済は、縫製品輸出や海外の移住者や労働者からの送金に大きく依存することから、全体的にみると脆弱な産業バランスである。輸出産業ではアパレル製品が他アジア諸国と比較しても秀でているが、それに次ぐジュート製品、冷凍食、機械・電気の輸出金額水準は低い。これら農林水産関連産業や機械工業といったアパレル以外の産業の発展が望まれる。特に、労働力の豊富なバ国では労働集約型の農林水産関連産業に大きな潜在力がある。養殖や湾で採れるエビや伝統産品でもあるジュートの輸出が期待される。また、政治の不安定や行政の非効率などの背景から外資系企業の誘致する上での国内の電力不足と脆弱なインフラが大きな課題となっている。このような背景から、政府はインフラ整備に力をいれており、産業別GDP成長率からは、経済を牽引する製造業とともに建設業の成長が著しいことがわかる。

表 1-3. 産業別 GDP 成長率（2006 年度ベース）（単位：％）

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
農林業	6.55	3.89	2.41	1.47	3.81	2.07
漁業	4.6	6.69	5.32	6.18	6.36	6.41
鉱業	8.15	3.62	6.93	9.35	4.68	7.48
製造業	6.65	10.01	9.96	10.31	8.77	10.32
電力・ガス・水道	9.97	13.36	10.58	8.99	4.54	7.01
建設業	7.21	6.95	8.42	8.04	8.08	8.63
卸売・小売業	5.85	6.69	6.70	6.18	6.73	6.59
飲食店・宿泊業	6.01	6.20	6.39	6.49	6.70	6.85
運輸通信業	7.55	8.44	9.15	6.27	6.05	5.99
金融・保険業	6.25	10.44	14.76	9.11	7.27	8.83
不動産業	3.85	3.88	3.92	4.04	4.25	4.66
公務	8.23	8.84	7.53	6.53	6.89	7.48
教育・学習支援業	5.18	5.63	7.75	6.30	7.26	7.62
医療・福祉	6.83	6.34	3.81	4.76	5.06	5.69
その他公共サービス	3.21	3.23	3.25	3.25	3.27	3.36

[出所] Bureau of Statistics, GDP of Bangladesh at 2014-2015

表 1-4. バ国の主要品目別輸出入<通関ベース>

輸出 (FOB) 単位：100万米ドル、%				
品目	2013/2014年度	2014/2015年度		
	金額	金額	構成比	伸び率
衣類品	24,492	25,491	82.0	4.1
布帛品	12,442	13,065	42.0	5.0
ニット	12,050	12,427	40.0	3.1
ホームテキスタイル類	903	944	3.0	4.6
ジュート製品	714	728	2.3	2.0
靴・履物	550	673	2.2	22.4
皮革・同製品	746	647	2.0	△13.3
合計（その他含む）	30,062	31,076	100.0	3.4
輸入 (CIF)				
品目	2013/2014年度	2014/2015年度		
	金額	金額	構成比	伸び率
綿・同製品	5,423	5,398	13.3	△0.5
鉱物性燃料・同製品	5,134	4,400	10.8	14.3
機械・同部品	3,098	3,496	8.6	12.9
鉄鋼製品	1,916	2,136	5.3	11.5
電気機器・同部品	1,873	1,933	4.8	3.2
穀物類	1,652	1,688	4.2	2.2
プラスチック・同製品	1,520	1,615	4.0	6.2
合計（その他含む）	40,732	40,579	100.0	△0.4

[出所] JETRO

(2) ダッカ管区(Dhaka Division) の概要

本調査の対象地域であるダッカ管区の概要を以下に示す。

表 1-5. ダッカ管区の概要

面積	20,508.8 km <sup>2</sup> (2015年にマイメンシン県をマイメンシン管区として区分したことにより縮小) ダッカ県：1,497.17km <sup>2</sup> ダッカ市：145km <sup>2</sup>
人口	36,433,505 ダッカ県：18,305,671 ダッカ市：14,543,124
人口密度	1,776人/km <sup>2</sup>

[出所]ダッカ管区



バ国には、市と県の上に当たる行政単位である管区が8つ（独立時に4つあった管区が、人口増加に伴い2015年現在に8つに区分された）あり、それぞれ中心となる都市の名がつけられている。

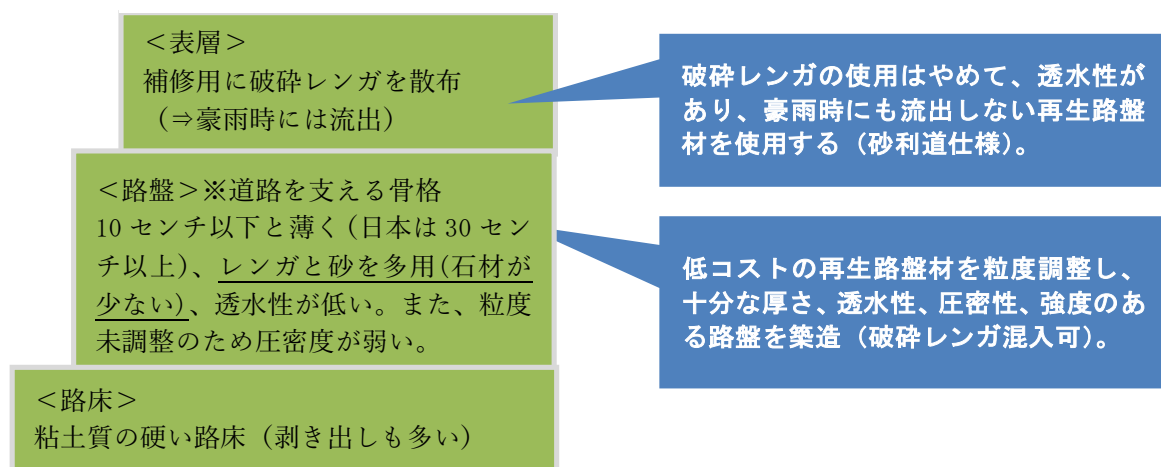
ダッカ管区は、首都のダッカを含むこともありバ国の政治・文化・経済活動の中心地である。人口は36,433,505人で、国際的に見ても人口密度は非常に高く、2016年のデモグラフィアの人口推計ではダッカの都市圏人口は世界第16位に位置付けられている<sup>3</sup>。

都市のインフラは国中で最も発達しているが、急激な人口密度の増加には追いつかず、公害や交通渋滞そして公共サービスの不足が問題とされている。このような負の要素が助長し、ダッカは2016年の世界各都市の医療、文化・環境、教育、インフラを数値化した「世界で最も住みやすい都市」のランキングで140都市のうち、ワースト4位となった<sup>4</sup>。中でも、道路の整備環境の評価はアジア圏でも最低レベルであり、インフラへのさらなる投資が必要であることがうかがえる。

## 1-2. 国・地域の開発課題

バ国における地方道路(LGEDが所管)の多くは、1990年から2010年にかけての経済成長に伴い、にわか整備されたものがほとんどである。計画的な道路配置、測量、設計がなされず、また、施工基準も未確立なままに工事されてきている。近年、道路の施工基準がつくられ、これにそって発注されているものの、所定の強度を満たす石材や再生材等の材料を指定するのではなく、推奨する段階にとどまっている。このため、全般に、地方道の多くは十分な強度を持っていないのが実情である。このため、地方道の多くは路盤の強度が全般に弱いため、凹凸や傾きのある箇所も多く、渋滞箇所や危険箇所が増加するなど、産業活動と生活の両面において、大きな支障をきたしている(石材が路盤材として仕様されるのは、自然石材の採掘される北部シレット地区など、ごく一部である)。

図 1-5: バ国地方道路断の現状



左：地方道路断面の現状

右：改善案

[出所]JICA 調査団作成

<sup>3</sup> Demographia International Housing Affordability Survey: World Urban Areas 12<sup>th</sup> Annual Edition: 2016:04

<sup>4</sup> The Economic: A Summary of the Liveability Ranking and Overview August 2016

写真 1-1. バ国の道路現状（骨格となる路盤がないか、または脆弱）



写真左と中：凹凸が多いのは路盤が脆弱なため（石材が使われていない）

右：砕いたレンガ補修のため雨季には流出

LGEDの第七次五か年計画では、これらのための予算を重点的に配分する計画となっている（表1-6参照）。しかし、道路拡幅や道路改良には周辺用地の買収が伴うため、莫大な費用を擁することから、計画の達成には、より安価で品質の良い道路整備が求められている。

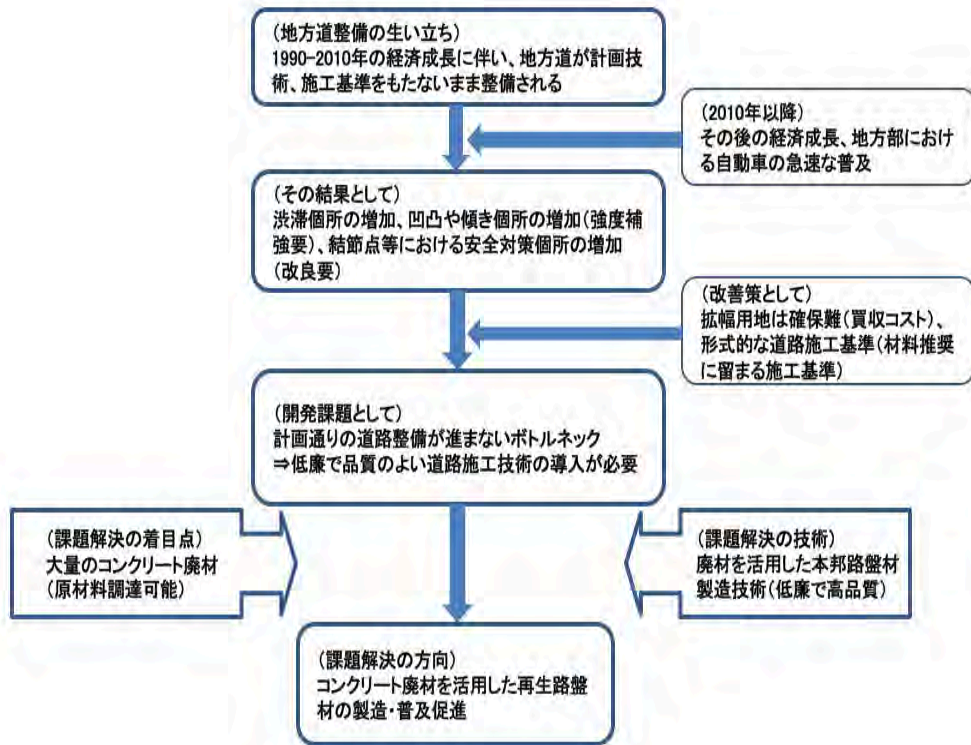
表 1-6. アジア圏インフラ整備環境比較

国	ランキング (144カ国)	スコア	電力	道路	鉄道	港
バングラデシュ	130	2.8	2.5	2.9	2.4	3.7
インド	87	3.6	3.4	3.8	4.2	4.0
中国	46	4.7	5.2	4.6	4.8	4.6
カンボジア	107	3.1	3.0	3.4	1.6	3.6
ミャンマー	137	2.1	2.8	2.4	1.8	2.6
パキスタン	119	2.7	2.1	3.8	2.5	4.4
スリランカ	75	4.0	4.8	5.1	3.7	4.2
タイ	48	4.6	5.1	4.5	2.4	4.5

[出所]世界銀行フォーラム：the Global Competitiveness Report 2014-2015



図 1-6. 開発課題と導入する技術・製品の関係



[出所]JICA 調査団作成

### 1-3. 対象国・地域の対象分野における開発計画、関連計画、政策及び法制度

#### (1) インフラ・交通整備のための開発計画

バ国政府は、不十分なインフラ・交通整備が国の開発と海外からの投資を妨げていることを問題視し、近年では大幅にインフラへの支出を伸ばしている。インフラ関連の開発予算は全体の20%以上を占め、特に橋、道路、鉄道の開発に力をいれている。

表 1-7. インフラ関連の省庁の開発支出年度予算(百万米ドル)

省/庁	2014 年度	2015 年度	2016 年度
Road Transport and Highways Division	461.29	585.38	722.16
Ministry of Railways	363.69	570.73	718.98
Ministry of Shipping	71.52	98.62	137.94
Ministry of Civil Aviation and Tourism	30.92	13.87	41.87
Posts and Telecommunications Division	74.82	94.29	225.36
Bridges Division	263.03	1,111.55	1,135.22
インフラ関連の開発支出年度予算 合計	1,265.27	2,475.45	2,981.53
全省庁開発支出年度予算 合計	7,041.27	10,220.29	12,343.50
	17.9%	24.2%	24.1%

[出所]バングラデシュ金融省 Development Expenditure by Ministry/Division (2017年3月 JICA 精算レート換算)

## (2) 地方行政技術局 (LGED)

バ国政府は、地方の開発が社会経済的な発展と貧困の削減につながることを第七次五カ年計画に明記している。さらには地方開発にはまず交通網の改善を図り人々のモビリティの促進と市場の開拓が必要であり、また、多くの既存の地方道路は 1990-2010 に急な発展に対応するために早急に作られたため、地質水準などを考慮せずに舗装されたものであることから、その改質が必要なことも示している。

地方の道路整備を管理する LGED は、第七次五カ年計画中に完了する道路工事の目標値を計画と目標として以下のように定めている。しかし、実際の目標値として LGED は、一年に 1600km のウポジラ道路、2000km のユニオン道路、そして 2600km のビレッジ道路の建設を現地的な目標として LGED 内で共有している。

表 1-8. LGED 地方道路舗装に関する目標(5 年)

LGED 地方道路舗装に関する目標	道路延長 (Km)	本事業の貢献性の有無
(1) ウポジラ道路の向上	5,000	○
(2) 交通量の多い区間の道路拡張・規格向上・舗装	10,000	○
(3) 国道のジャンクションの安全性向上	-	
(4) ユニオン道路の向上	8,000	△
(5) ビレッジ道路の向上	12,000	△
(6) 多用される橋梁と溝橋の架け替えと拡張 (2 車線化)	12	
(7) ウポジラ道路とユニオン道路の橋梁と溝橋の新設	140	○
(8) 優先されるビレッジ道路の橋梁と溝橋の新設	50	○
(9) 地方道路での事故を削減する安全対策	-	
(10) 定期的な道路のメンテナンス	-	
合計		

[出所] バングラデシュ第七次 5 年計画

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

#### (1) 道路整備案件 ODA 先行事例

バ国の道路・橋梁を含む運輸セクターは、JICA、世界銀行(世銀)、アジア開発銀行(ADB)が主要ドナーである。ADB は、運輸セクター改革、タッカ・チッタゴン間高速道路事業(F/S)等を支援している。ジャムナ多目的橋建設事業、及びパドマ多目的橋建設事業は、ADB、世銀、及び JICA 等の協調融資で行われている。日本のプロジェクトは、下のリストからわかるように橋梁や空港といった大型のインフラ事業が主である。

このため、現時点では、連携可能性のある ODA 案件はないものの、今後バ国における大型インフラ事業や総合的な交通網の整備においてもコンクリートを使用するため、良質な道路舗装と安価な石材調達が必要不可欠である。したがって、いずれ連携可能性のある案件が発生することも考えられる。

表 1-9. JICA バ国における ODA インフラプロジェクト一覧

事業形態	分野課題	期間／締結年月	プロジェクト名
技協	都市開発・地域開発、運輸交通	協力期間：2009年7月～2013年9月	デジタル地図作成能力向上プロジェクト
有償	運輸交通	借款契約（L/A）調印：2015年12月	西部バングラデシュ橋梁改良事業
有償	運輸交通	借款契約（L/A）調印：2013年3月	カチプール・メグナ・グムティ第2橋建設・既存橋改修事業（1）
有償	運輸交通	借款契約（L/A）調印：2013年3月	バングラデシュ北部総合開発事業
有償	運輸交通	借款契約（L/A）調印：2013年2月	ダッカ都市交通整備事業（1）
有償	運輸交通	借款契約（L/A）調印：2011年5月	パドマ多目的橋建設事業
有償	運輸交通	借款契約（L/A）調印：2003年3月	パクシー橋建設事業（2）
有償	運輸交通	借款契約（L/A）調印：2001年3月	ルプシャ橋建設事業
有償	運輸交通	借款契約（L/A）調印：1997年7月	ジャムナ橋アクセス道路事業
有償	運輸交通	借款契約（L/A）調印：1997年7月	パクシー橋建設事業（1）
有償	運輸交通	借款契約（L/A）調印：1996年8月	チッタゴン空港開発事業
無償	運輸交通	贈与契約（G/A）：2014年3月	航空保安設備整備計画
無償	運輸交通	交換公文（E/N）：2007年8月	地方道路簡易橋設置計画（第3期）
無償	運輸交通	交換公文（E/N）：2006年7月	地方道路簡易橋設置計画（第2期）
無償	運輸交通	交換公文（E/N）：2005年11月	地方道路簡易橋設置計画（第1期）

[出所] JICA ODA 見える化サイト

写真 1-2. JICA バ国における ODA インフラプロジェクト一覧



写真左：ルプシャ橋  
右：カプール・メグナ・グムティ第2橋

## 1-5. ビジネス環境の分析

### (1) 投資環境

バ国における外国投資にかかる政策枠組みは①外国民間投資（促進・保護）法（Foreign Private Investment（Promotion and Protection）Act, 1980（FPIPPA））、②輸出加工区法（BEPZA Act 1980）、③投資法（Investment Board Act 1989）、④経済特区庁法（BEZA Act 2010）の4つの法律に分類される。投資促進機関として産業省、輸出加工区庁（BEPZA）、投資庁（BIDA）、経済特区庁（BEZA）が挙げられ、それぞれの役割は次のとおりである。

産業省は国家産業政策（2010）の中で32業種を有望産業として位置付け、法人税免除、減額等のインセンティブ付与の対象としている。32業種には農業・農業加工、造船、再生可能エネルギー、観光、化学、ICT、皮革製品、プラスチック、軽工業等が含まれる。また、外国投資家が輸出加工区（EPZ）または経済特区（EZ）へ投資を行う場合は、バ国輸出加工区庁（BEPZA）またはバングラデシュ経済特区庁（BEZA）が窓口となり、EPZ または EZ 以外へ投資を行う場合は、投資庁（BIDA）が窓口となる。各省庁をまたいで許認可取得を行う必要はなく、BEPZA、BEZA、BIDA がワンストップで投資家にサービスを提供する。

**表 1-10. 投資促進機関と役割**

No.	投資促進機関	役割
1	産業省	2021 年までに中進国入りを目指すことを目標にした国家産業政策の策定、有望産業の指定
2	輸出加工区庁（BEPZA）	輸出加工区（EPZ）の開発、運営、EPZ 入居企業に対するインセンティブ、サービス提供
3	投資庁（BIDA）	EPZ または EZ 以外へ投資を行う外国投資家に対するインセンティブ提供
4	経済特区庁（BEZA）	経済特区（EZ）の開発、運営、EZ 入居企業に対するインセンティブ、サービス提供

[出所]バングラデシュ産業省、BEPZA、BIDA、BEZA 公表資料

現在、ダッカ近郊の EPZ には空き区画がほぼないことから、進出する場合はバ国経済特区庁（BEZA）が開発する経済特区または経済特区以外に工業用地を確保することとなる。現在 BEZA では政府と民間の経済特区開発の計画がそれぞれ進められており、2017 年 3 月現在では、3 つの民間経済特区に最終認可が与えられた<sup>5</sup>。BEZA は 2030 年までに 100 の経済特区で一千万人の雇用を作り、400 億ドル相当の商品やサービスを生産することを目指している。

インセンティブとしてはワンストップサービスの他に所得税や関税などの一定期間の免除もしくは永久免除があげられる。

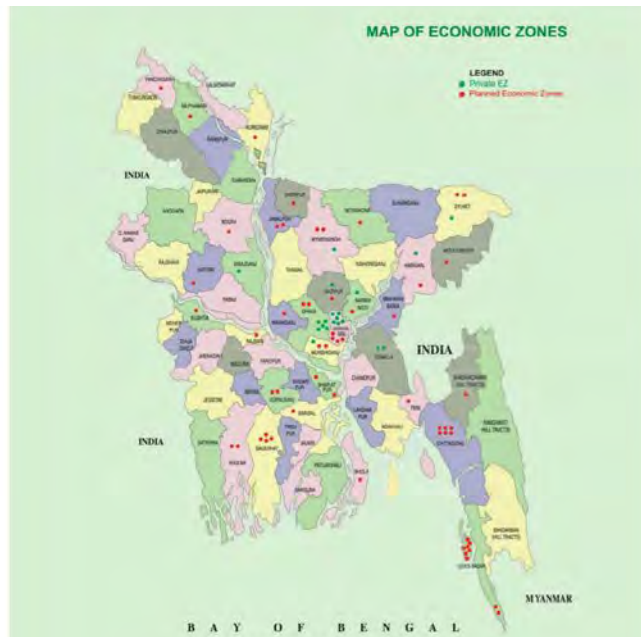
**表 1-11. EZ 入居企業に対するインセンティブ**

1.	所得税減免期間： 10 年間
2.	原材料、建設資材、資本財、完成品の輸入にかかる関税免税
3.	配当課税免税. 資本金及び配当送金の自由
5.	外国投資金額の上限なし
6.	輸出加工地域から国内関税地域へ完成品の 10% までの販売可
7.	EZ 内でのすべてのユーティリティサービスの消費にかかる VAT 免税
8.	輸出関税の免税
9.	外国人駐在者に係る所得税免税
10.	EZ を保税地域 と認定
11.	外貨建ローン利用可
12.	非居住者にかかる外貨口座開設可

[出所]JICA 調査団作成（BEZA 提供資料まとめ）

<sup>5</sup> Bangladesh Economic Zone Authority

図 1-7 : BEZA の構想する 100 箇所の経済特区マップ

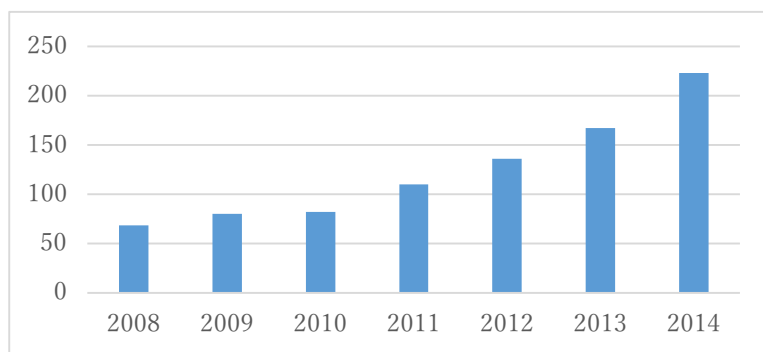


[出所]BEZA

日系企業の動向としては、年々進出企業が増えており、2015年までに223社日系企業がバ国に進出し、ダッカ日本商工会には69社・団体が参加している。バ国に製造進出した60社のうち、34社がEPZ内に投資をしている<sup>6</sup>。また、EZ開発に伴うEPZの開発停止と、隣国のミャンマーのティラワ経済特区の企業融資の成功から、EZにさらなる関心が集まっている。

現地新聞報道によると、ホンダがバ国の経済特区に6000万ドルを投資しオートバイの製造工場を作ることに関心を示している<sup>7</sup>。背景には中産階級の増加と、関税が免除されることがある。また、他の大手企業も経済特区への投資を視野に入れている。ワンストップサービスを売りにしている経済特区へ入ることで、それらの障害を避けられることを期待している。新たに機械産業が成長していく兆しが見える中、日系企業を含めた外資企業により投資の動向が注目される。

図 1-8. 進出日系企業数



[出所]JETRO

<sup>6</sup> JETRO

<sup>7</sup> Daily Star, "Honda may invest \$60 in motorcycle plant", 2016年7月26日

## 第2章 提案中小企業等の製品・技術の概要

### 2-1. 製品・技術の特長

提案する製品・技術は、バ国において建設廃材を収集、コンクリート等を中間処理することで再生路盤材（碎石、砂利）を取り出し、道路事情に応じた粒度調整して路盤を築造する工法（粒状路盤工法）であり、バ国の脆弱な道路整備に資すると考えている。以下のような特長を持つ。

<特長>

- ⑦ 建設廃材を中間処理<sup>8</sup>するため、自然石が希少で高額なバ国の碎石・砂利を利用する場合に比べ、材料費を大幅に抑制でき、経済的である。
- ⑧ 自然碎石や砂利に比して透水性が高く、豪雨や洪水の際に水が滞留するのを緩和する。
- ⑨ 多様な粒度をもち、粒度調整ができるため圧密になる。（凹凸がでない）
- ⑩ 再生路盤材の骨材強度が高く、全体に強度の高い路盤築造が可能。
- ⑪ 道路事情に応じた粒度調整（ここは当社の最も強い技術ノウハウ）により、多様な道路事情や地盤を持つ地域に有効。
- ⑫ 路盤を築造せずに舗装（表層）と破碎レンガ補修を繰り返すバ国の現状は耐久性がなく、これと比較すれば耐久性を有する。
- ⑬ 建設廃材を再生し路盤材を生成するため、環境負荷が小さい（建設廃材リサイクルの推進に貢献する）。

写真 2-1. バ国の道路改善を可能にする粒状路盤工法



写真左：建設廃材を破碎して再生路盤材を取り出し中

中：粒度調整して圧密性を高めた状態（ここにノウハウ）

右：現場にて再生路盤材を施工中（道路条件や地盤条件により施工も異なる）

注：主な資機材は破碎機、ローラー、油圧ショベル等（舗装は外注）。

<製品・技術のスペック・価格>

JIS A1211（ロサンゼルス試験機による粗骨材のすりへり試験方法）に準じ、3層に分けて各層を締固めた時の最大乾燥密度が95%に相当する「修正 CBR」が路盤材料の強さを表す指標として一般に用いられている。道路工事での使用が推奨されている再生砂の場合、修正 CBR は8~40%、再生碎石で70%以上であるが、粒度調整した場合の修正 CBR は80以上に高まり、路盤材として、自然石材とそん色のない十分な強度になる。この値は施工経験をもとにした施工ノウハウにより差が生じる。

<sup>8</sup> 廃材を破碎し粒度を均等にすることで路盤材に活用できるようにする。

表 2-1. 製品・技術のスペック

区分	材料名	修正 CBR (%)	塑性指数 (JIS A 1205~06)
単材料 (粒度調整未の場合)	再生砕石	70 以上	4 以下
	再生砂利、切込み砂利	20~60	〃
	再生砂	8~40	〃
	(推) 破碎レンガ	10 以下	-
粒度調整済み	上記の混合 (調整後)	80 以上	4 以下

注：バングラデシュの破碎レンガは提案者推定値  
[出所]JICA 調査団作成

この他の指数としては塑性指数があげられるが、材料による指数の差は小さく、また、粒度調整済みの場合の塑性指数もさほど変わらない。

一方、日本の場合（八王子市、町田市）、自然砕石に比較して粒度調整砂利の価格は40%以上割安となる。日本では材料費よりも砕石作業のための人件費が高いことから、再生砕石と自然砕石の材料価格は比較的小さいが、バ国では自然石の採取場所が北部に限られており、日本よりも高いのが実情である。自然石の価格が高いことで、自然石を路盤材に用いることが出来ず、レンガなどの耐久性の低い路盤材を使用していることから、道路が脆弱になっている。

表 2-2. 再生砕石と自然砕石の価格比較

地域	再生砕石		自然砕石			
	40~0 (mm)	30~0 (mm)	4号 30~20 (mm)	5号 20~13 (mm)	6号 13~5 (mm)	7号 5~2.5 (mm)
八王子	1,800	1,900	3,100	3,200	3,300	3,300
町田	2,300	2,400	3,550	3,650	3,750	3,750
バングラデシュ	存在せず		10,000(ダッカ市内)			

注1：単位は円/m<sup>3</sup>。日本は積算資料による。バ国は石材会社への取材による。

注2：JIS規格の再生砕石価格を記載しているが、規格外の再生砕石の場合はさらに安価となる。

注3：40~0とは、粒度最大40mm、最小0mmを示す。号数はJIS規格の名称。

[出所]JICA調査団作成

<製品・技術における特許の有無（国内、海外）>

なし

<国内外の販売実績（件数、売上、主要取引先等）>

丸利根アベックスと日動エコプラントは、原材料調達から販売(施工)にいたるバリューチェーンの中で担当を分担しており、両者の売上及び件数は以下の通りである。

図 2-1. 事業バリューチェーンと担当企業

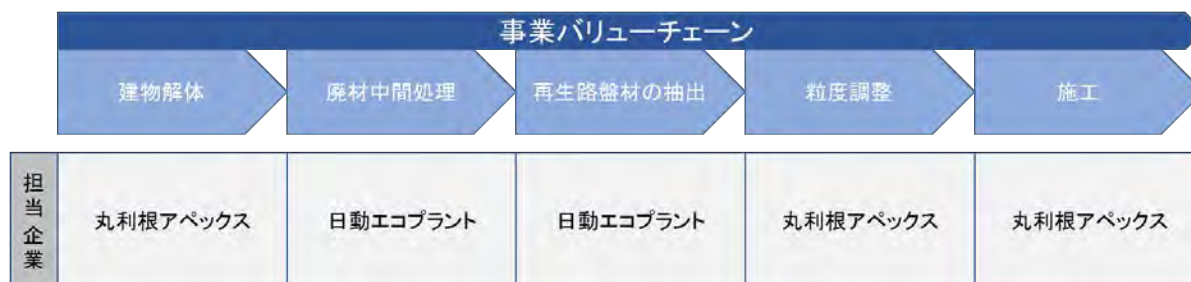


表 2-3. 売上及び工事件数 (2014 年度)

法人	売上	件数	備考
丸利根アベックス	26 億円	650	売上の内、解体 7 割、舗装・基礎工事 3 割
日動エコプラント	23 億円	150	売上の内、8 割が廃材処理、2 割は建設

[出所]JICA調査団作成

また、両社を合わせた販売先は以下の通りで、都内全域に広がっている。

表 2-4. 主要な販売先

区分	販売先	種類
官公庁	東京都、三鷹市、多摩地区自治体	舗装・型枠等の土木工事
建設会社（土木系）	中日本高速道路、竹中道路、竹中土木他	舗装・型枠等の土木工事
建設会社（建設系）	東亜建設工業、飛鳥建設、福田組、東海興業他	解体、廃材処理、型枠工事
不動産	三井リハウス、大東建託、スターツ、立川ハウス、レオパレス 21 他	解体、廃材処理
製造業他	トヨタ、スバル等ディーラー他	舗装工事
その他	明治大学、ルーテル学院大学他	舗装工事、解体、廃材処理

[出所]JICA調査団作成



表 2-5. 道路・地盤状況に応じた粒状路盤工法の設計・施工指針（イメージ）

※提案企業ノウハウのため一部を空欄で表示

（多摩川流域や丘陵地含む多摩地区における施工ノウハウをデータベース化）

地盤状況	交通量			備 考
	交通量：少ない 路地裏等 L交通程度	交通量：普通 生活道路 A交通程度	交通量：多い 渋滞もある 基盤道路 B交通以上	
含水比：かなり高い	大粒径砕石敷き均しを必要とする	路床改良等を必要とする	路床改良等を必要とする	土質調査必要
泥道でよくぬかる	再生砕石厚：300mm以上		再生砕石厚：500 mm以上	現状地盤高の把握が必要
降雨時等は水溜りが多い	下層に 50 mmトップ砕石敷き均し	路盤改良検討		みずみちの確保
軟弱地盤、低水位地帯		下層に 50 mmトップ砕石敷き均し	A s 表層が望ましい	現状利用状況把握
含水比：若干高め	路床改良不要	路床改良検討		土質調査必要
降雨時はぬかる	再生砕石厚：200 mm以上	再生砕石厚：300 mm以上		現状利用状況把握
なかなか水が引かない	下層に 50 mmトップ砕石敷き均し	下層に 50 mmトップ砕石敷き均し	路盤改良検討	砕石投入厚確保出来る？
若干軟弱だが強度も有る		排水措置検討	A s 表層が望ましい	
含水比：適度	路床整正が必要		路床整生が必要	現状利用状況把握
全天候型	再生砕石厚：200 mm以上	再生砕石厚：300 mm以上		砕石投入厚確保出来る？
降雨時でも通行可		乳剤散布も有効	A s 表層が望ましい	A s 表層現状調査
強固な地盤、路盤		A s 表層が望ましい		
備考	交通量調査⇒設計	交通量調査⇒設計	幹線道路は整備済？	
	幅員 周辺状況	粒状路盤による影響調査		

注：L 交通：大型車両 100 台未満／日 A：100～250 台未満／日、B：250～1000 台／日、C：1000～3000 台／日

[出所]JICA調査団作成

＜国内外の競合他社製品と比べた比較優位性（価格、スペック、先導性等）＞

競合する技術・製品は、セメント（石灰）を注入して強度を上げる「安定処理工法」、路上で切削したアスファルト等をその場で路盤材に再生する「路上再生路盤工法」（大手舗装会社中心）等がある。それぞれの工法と比較した場合の提案製品・技術の優位性は以下の通りである。道路整備需要の大きなバ国に求められるのは、低コスト、強度、透水性、工期等であり、これらの観点から粒状路盤工法が最も有利であるといえる（バ国では、製品・技術、工法といえるものがないために記載せず）。

表 2-6. 粒状路盤工法と他工法の比較

	粒状路盤工法	セメント安定処理工法	路上再生路盤工法
特徴	再生路盤材を道路事情に合わせて粒度調整して、路盤を築造	再生路盤材にセメントや石灰等薬剤を注入して路盤を築造	路上で切削した廃材をその場で路盤材に再生して路盤を築造（アスファルト舗装道でのみ使用可）
写真	 粒度調整に技術	 セメントや乳剤注入	 舗装を剥がして再生
必要機材等	破碎機、ローラー、	破碎機、ローラー、薬剤	路上破碎機、ローラー
技術熟練度	粒度調整と施工について一定の熟練が必要	薬剤処理で一定の熟練が必要	機材利用で一定の熟練が必要
強度	修正 CBR が 80 以上と強固	修正 CBR が 20~60 であり、強度が落ちる	修正 CBR が 20 程度であり、強度が低い
塑性	降雨量により影響有り	硬化前は影響有り	影響殆ど無し
透水性	透水性有	硬化後は透水性少ない	殆ど無し
圧密度	締固め方法により変化有	非常に高い、但し締固め方法の影響大	非常に高い
工期	一般的 急速施工可能	固化時間（養生）が必要	急速施工向き
材料価格	低廉	セメント（石灰）を注入する分、割高	高価
先導・希少性	粒度調整は希少技術	さほどない	さほどない
代替品	無	無	無

[出所]JICA調査団作成

## 2-2. 提案企業の事業展開における海外進出の位置付け

すでに現地法人を設立したものの、会社としての受注実績はないに等しい。しかし、土地や資機材等を有しているため、戦略に基づいた強固なバリューチェーンを構築し、現地人の採用等を含めて自社の体制を強化していく。

表 2-7. 強固なバリューチェーン構築に向けた体制強化のイメージ

バリューチェーン要素	主な技術・スキル	体制強化の方向
原材料調達	営業力、交渉力	解体事業者の人脈のある人材確保
廃材中間処理	破碎プラント運転技術・ノウハウ	採用後は日本で3ヶ月地度研修
粒度調整	粒度調整技術・ノウハウ	〃
施工（粒状路盤工法）	同施工技術・ノウハウ	〃

営業	行政等への提案営業	行政に人脈のある人材確保
総務・人材育成	技術者の育成	スキル管理・マネジメント

[出所]JICA調査団作成

### 2-3. 提案企業の海外進出によって期待される我が国地元経済への貢献・地域活性化への貢献

#### (1) 現時点における提案企業の地元経済・地域活性化への貢献

提案2法人（売上は2社合わせて49億円）は、多摩地区を中心に、建物更新に伴う解体、解体時に発生する建設廃材の中間処理と再生路盤材の取り出し（一部は外販）、再生路盤材を活用した工事（道路、型枠等基礎工事）に長年携わってきており、地域経済を支えている。

中でも、丸利根アベックス（多摩地区建設業界3位）の有する再生路盤材活用による土木工事技術（粒状路盤工法等）は、平地部だけではなく地盤の軟弱な多摩川流域や丘陵地を抱える多摩地区の多様な地盤条件、施工条件にもキメ細かく対応できるものであり、地域の発展に貢献している。また、日動エコプラント（多摩地区廃棄物業界2位）は、都内最大（延べ床面積ベース）の建設廃材処理施設を有しており、廃材処理により再生路盤材を取り出し、丸利根アベックス等に供給することで、省資源による都市の機能更新に貢献している。

2社の活動は、ビジネスにとどまらず、地域にも大きく貢献している。中でも、三鷹市と災害時の救援に関する災害協定を締結して、定期的に救援・避難訓練を行っており、市民の安心・安全の確保に貢献している。

また、代表（会長）の渡邊は三鷹市商工会議所の会頭を長年務めてきており、今日も引き続き、地域振興のための活動に貢献している。この他、三鷹市が推進する地域内産学連携組織である「三鷹ネットワーク大学推進機構」についても、知名度の高い域内の大学や、ベンチャー企業、中小企業との調整役として貢献している。

#### (2) 本調査で検討する ODA 案件化及び海外展開を実施することで見込まれる地元経済・地域活性化

本調査を契機として提案企業が海外進出した場合、提案企業は2～3名の土木技術者を派遣する予定である（駐在もありうる）。事業が軌道にのれば、新たな土木技術者を新規採用することにもなり、国内雇用の確保につながる。

今後が国の経済成長とそれに伴うインフラ整備・建設事業の増加が期待されることから、同国における日本の建設技術者による技術移転ニーズ（舗装、耐震工事、特殊工事等）は高まるとみられる。よって提案企業と取引のある関連企業にも同様の動きが広がり、利益と雇用の確保につながっていくことが考えられる。

また、三鷹市内については、平成26年度に人口の伸びが止まり、今後、急速な人口減少と高齢化の進展、地域経済の縮小が見込まれている。市内には、提案2社のように、三鷹市だけではなく多摩地区やそれ以外の地区にまで事業を拡げている中小企業も多く、持続的な経済活動の為に、海外市場への事業展開が求められている。しかしながら、三鷹市内の中小企業は海外市場での事業経験が乏しいが故、地域内での知識の蓄積がなされておらず、先駆的な取り組み、先行モデルが必要である。

提案企業は同市内の企業に先駆けバ国に進出することは、海外市場進出を目指す同市内の企業のモデルにもなり、他の中小企業の海外進出に繋がると考えられる。

三鷹市内には4つの大学が本拠をおいていることから、大学と三鷹市により運営されている三鷹ネットワークを通じた人材育成面の効果も期待される。三鷹ネットワーク大学は、地域の人材育成及び高度な学習機会を提供するために設立された組織であるが、提案企業の海外進出経験を共有することで、同組織に加盟する教育機関の産業ニーズ把握に寄与し、ニーズに沿った研究・人材育成の促進が期待される。これにより域内における人材蓄積が促され、企業誘致や雇用の確保等、同市の活性化に繋がると考えられる。

### 第3章 ODA事業での活用が見込まれる製品・技術に関する調査及び活用可能性の検討

#### 3-1. 製品・技術の現地適合性検証方法

##### (1) 検証目的・項目

我が国の場合、コンクリート等の建設廃材を道路工事用の再生路盤材として活用するためには、原料となる再生クラッシュラン（クラッシュランとは、割っただけで篩わけしていない砕石）が所定の JIS 規格を満たす必要がある（再生クラッシュランは、粒度範囲によって、RC-20（0～20mm まで分布）、RC-30（0～30mm まで分布）、RC-40（0～40mm まで分布）の3種類があるが、RC-40 が最も頻繁に使われている）。

現地（ダッカ市内）で収集したコンクリート廃材を試料として、再生クラッシュランの規格を満たすか否かを判断するには、以下表に示すような5つの試験項目があるが、本調査では、①骨材のすりへりに対する抵抗力を測定するすりへり試験（不純物が混入している場合などは強度は弱くなる）と、②密度・吸水率（密度が低く吸水率が多いようであれば、粒度調整により製造される再生路盤材の骨材としては不適格になる）のふたつの試験から判定することにする（仮に適合すると判定された場合、次のステップとして、再生路盤材に粒度調整をして、強度（修正 CBR という）及び塑性指数を計測する必要があり、これについては普及実証事業において試験をすることにする）。

表 3-1. 試験項目（再生クラッシュラン）

試験項目	適合性の判断基準	試験内容	検証時期
<b>【骨材の性能】</b>			
⑥ すりへり	関東ではすりへり減量値が 40%以下（関東以外は 50 以下）	JIS A 5001	案件化
⑦ 密度・吸水率	密度 2.45 以上、吸水率 3.0 以下（※p 確認中）	JIS A 5001	案件化
<b>【粒度調整した商品（再生路盤材）としての性能】</b>			
⑧ 塑性指数	6 以下	JIS A 5001	普及実証
⑨ 修正 CBR	関東では修正 CBR 値が 40 以上	JIS A 5001	普及実証
⑩ アスファルト混合物混入率	関東では 50%未満	JIS A 5001	対象外

[出所]公益財団法人東京都道路整備保全公社より作成

##### (2) 検証方法

###### <すりへり試験>

すりへり試験は、次頁の写真に示すようなロサンゼルス試験機を用いた世界標準の強度（抵抗力）測定試験である。この試験は、5～13mm の建設廃材を、鋼鉄球と一緒に試験機内に投入し、500 回転させ、すり減った廃材（1.7mm 以上の篩を通過）の重量が全重量に占める比率から判定するものである。この数値

(すりへり減量値)は、施工地域によって多少異なるが、交通量の多い東京地区の場合、数値は40以下であることが求められる(東京都建設局土木材料仕様書)。また、東京地区以外では、この数値は50以下と定められている。

本調査では、ダッカ市内で建物解体に伴い収集されたコンクリート廃材(コンクリート年齢25年程度)を試料として用い、ダッカ市内の研究機関及び(公財)東京都道路整備保全公社の2か所で実施した。

写真 3-1. LGED 研究室研究機材



写真左：ロサンゼルス試験機（公益財団法人東京都道路整備保全公社）

右：試験後の路盤材の状態

写真 3-2. LGED 研究室



写真左：ロサンゼルス試験機（ダッカ市内の研究施設）

右：打ち合わせの様子

表 3-2. ロサンゼルス試験の概要

項目	内容
準拠規格	JIS A 1121
回転数	毎分 30~33 回 (500 回転)
ドラム	内径 710 mm × 内側長さ 510 mm 鋼製 (鋼板厚み 14 mm)
電源	三相 200 V 0.75 kW

鋼球	1'13/16 × 7 個、1'7/8 × 5 個
排出口移動	インバーターによる低速回転移動式

[出所] 公益財団法人東京都道路整備保全公社より作成

図 3-1. ロサンゼルス試験の流れ



写真 3-3. ロサンゼルス試験の試料



写真左：試験前の試料の状態（東京）

右：粒度調整後の他社試料（東京）

<密度・吸水率>

試料を十分乾燥させた上で、密度及び吸水率を測定した（ただし、東京でのみ実施）。

### 3-2. 製品・技術の現地適合性検証結果

#### (1) すりへり試験の結果

「非公開部分につき非表示」

## (2) 密度・吸水率の結果

「非公開部分につき非表示」

### 写真 3-4. 試験成績証明書

「非公開部分につき非表示」

### 表 3-3. ロサンゼルス試験の結果（現地）

「非公開部分につき非表示」

### 写真 3-5. 解体現場におけるコンクリート廃材の状況

「非公開部分につき非表示」

## 3-3. 対象国における製品・技術ニーズの確認

### (1) LGED における道路整備の状況

LGED の予算（2015-16 年）は 1,818.2 億タカ（≒2,545 億円。1 タカ=1.4 円で計算）であり、2013-14 年の 1,202.6 億タカ（≒1,683 億円）以降、年率 20%以上の伸びを示している。また、国の予算（Annual Development Program）の 18%が LGED に割り当てられており、バ国の地方部における振興を重視していることがわかる。

LGED の予算のおよそ半分は道路に充当されており、そのうち 4 分の 1 は道路の維持管理に充てられている。LGED では、予算を管区や郡の管轄支局に配分し、各支局が競争入札により業者を選定する方式をとっている（実際の入札では、予算の 95%前後で受注しており、多くの場合はくじ引きで業者を決めているようだ）。

ただし、最近では電子入札が行われるようになり、技術の高い業者が参入するケースも増えている。

表 3-4. LGED の予算

所管	Budget 2015-16	Revised 2014-15	Budget 2014-15	Actual 2013-14
Local Government Division	16,650	14,861	13,467	10,542
Rural Development and Cooperatives Divisions	1,022	1,269	1,187	1,180
Ministry of Chitagong	510	423	476	304

Hill Tracts affairs				
Total	18,182	16,553	15,130	12,026

単位：千万タカ

[出所] バングラデシュ財務省

→ 約 2,727 億円（国の総予算 1.48 兆円の 18%）

なお、国道と高速道路の建設・維持を所管する Road and Highway 部局の予算（2015-16 年）は、567.5 億タカ（≒794 億円）であり、2013-14 年の 362.5 億タカ（≒507 億円）以降、概ね LGED と同率の伸びを示している。この他、橋梁部局も高い予算の伸びを示している。

表 3-5. Transport and Communication 予算

所管	Budget 2015-16	Revised 2014-15	Budget 2014-15	Actual 2013-14
Road and Highway Division	5,675	4,396	4,608	3,625
Ministry of Railways	5,650	3,450	4,485	2,858
Ministry of Shipping	1,084	669	775	562
Ministry of Civil Aviation	329	105	109	243
Posts and Telecomm Division	1,771	985	741	588
Bridge Division	1,771	985	741	588
Total	23,430	14,904	19,453	9,943

[出所] バングラデシュ財務省

LGED 所管の道路は、①ウポジラ道路（主要地方道）、②ユニオン道路（村落間道路）、③ビレッジ道路（村落内道路）の 3 種類に区分されている。

このうち、ウポジラ道路は、主に地方都市間を結ぶ道路であり、比較的交通量が多い。ユニオン道路は、これに準ずる道路であり、交通量はウポジラ道路に比して少ない。また、ビレッジ道路は、村落内の道路である。

LGED は 3 種類の道路について、タイプ別に道路設計仕様を定めている。このうち、再生路盤材が用いられる可能性のあるのは、交通量の多いウポジラ道路である。

以下は各道路の主な設計仕様であるが、一般的なウポジラ道路（Type-6）は、1 日に一車線に 100 から 200 台の車両の通行が多い。3.70m の舗装と 1.80m の路肩を含め、最大の道路幅を 7.30m で、上層路盤材、下層路盤材には、石材 (Stone Chips) またはレンガと砂の使用が記載されている。レンガは一級のレンガのみ使用可能であるが、前途のロサンゼルス試験の結果からもわかるように、石材並みの強度は出せない。

バ国では石材は高価であることから路盤材としての使用を義務付けてはおらず、実際に使用しているのは、北部のシレット周辺など石材が採掘できる地区に限定されている。LGED ガジプール事務所の所長への聞き取りでは、石材の希少性と高値が原因で不十分な道路舗装の質と量が課題としてあげられた。交通量が多く重要性の高い道路には、石材を使う RCC 道路として一部舗装を行うが、約 1800km あるガジプールの道路の中、RCC 道路は 10-20km にもおよばない。現状では道路舗装のほとんどは路盤材にレンガ



を用いていることから、強度のある道路を建設しなければならないバ国にとって、石材の希少性と高値が課題となっている。

表 3-6. LGED 道路設計基準

種別	路盤の種類	単位 (mm)	使用材料 (推奨)
① ウポジラ道路 (Design Type-6) ※幅員 3,700			
	Compacted WBM Case (上層路盤)	150	Stone Chips or Brick Chips
	Compacted Aggregate-Sand Subbase (下層路盤)	150	Stone Chips or Brick Chips
② ウポジラ/ ユニオン道路 拡張・改善・修復 (幅員 5,500)			
	Compacted WBM Case (Upazila) (上層路盤)	200	Stone Chips or Brick Chips
	Compacted Aggregate-Sand Subbase (下層路盤)	200	Brick Chips
③ ウポジラ/ ユニオン道路 拡張・改善・修復 (幅員 3,700)			
	Compacted WBM Case (Union) (上層路盤)	150	Brick Chips
	Compacted Aggregate-Sand Subbase (下層路盤)	150	Brick Chips
④ ユニオン道路 修復 (Design Type7) ※幅員 3,700			
	Compacted WBM Case (上層路盤)	150	Brick Chips
	Compacted Aggregate-Sand Subbase (下層路盤)	150	Brick Chips
⑤ ビレッジ道路修復 (Design Type8) ※幅員 3,000			
	Compacted WBM Case (上層路盤)	150	Brick Chips
	Compacted Aggregate-Sand Subbase (下層路盤)	150	Brick Chips

[出所]LGED 資料

上層路盤材の条件としては、水の吸収が 16%を超えないこと、大きさが 38mm 以下、LA 試験値 A が 40 以下、Flakiness インデックスが 15%等となっている。

(LGED道路規定2005の原文) This is a standard option of Upazila Road Pavement with single carriageway pavement to support 101 to 200 commercial vehicles per day. Road geometry of Design Type 6 is comprised of 3.70m pavement with 1.80m earthen shoulder on each side totaling 7.30m in crest.

また下層路盤については、レンガもしくは砕石と砂（自然もしくは人口）を均等に混ぜたものでつくれ、粗粒率は 0.8 を下回ってはいけない。骨材は、ピクドジャーマか一級のレンガもしくは砕石で、水の吸収が 18%以下、大きさが 38mm 以下、LA 試験値が A40 以下となっている。また、425 マイクロンの篩にかけた際、25 以上の液体限界であってはならないことや、プラスティシティインデックス（塑性係数）

が6以上であってはならない等と規定されている。。

<上層路盤の規定（入札書類の原文）>

The base course material shall consist of a homogeneous mixture of crushed brick aggregate or Crushed Stone Chips and fine particles. The aggregate shall be crushed Picked Jhama or mixed with First class bricks or Crushed Stone Chips. The crushed bricks or Crushed Stone Chips shall comply with the following requirements:

- Water absorption shall not exceed 16%
- Maximum size of aggregate shall be 38mm
- Los Angeles Abrasion (LAA) not greater than 40.
- Flakiness index 15%

<上層路盤の規定（入札書類の原文）>

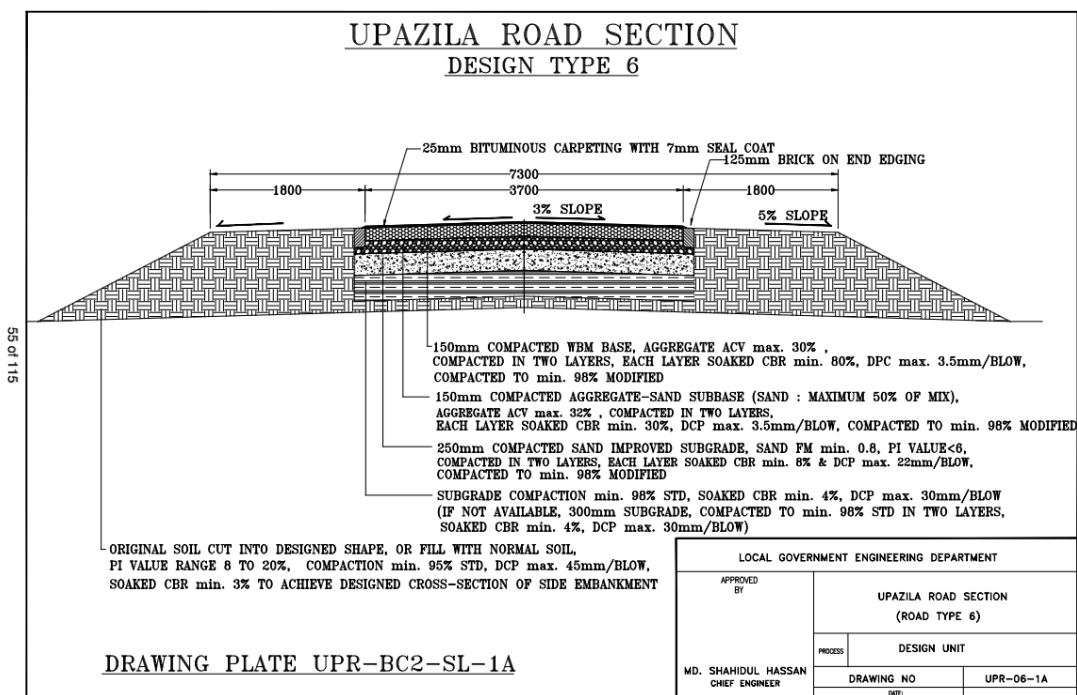
The sub-base should consist of AS (Brick Aggregate or Crushed Stone Chips & Sand). The sub-base shall consist of a homogeneous mixture of crushed brick aggregate or Crushed Stone Chips, local sand and natural or artificial mixture of sand free from vegetation and excess clay. The FM shall not be less than 0.8.

The aggregate shall be crushed First Class or Picked Jhama Bricks. The crushed bricks shall comply with the following requirements:

- water absorption shall not exceed 18%
- maximum size of aggregate shall be 38mm.,
- LAA not greater than 40 or as directed by the Engineer in the case of reuse of salvaged materials.

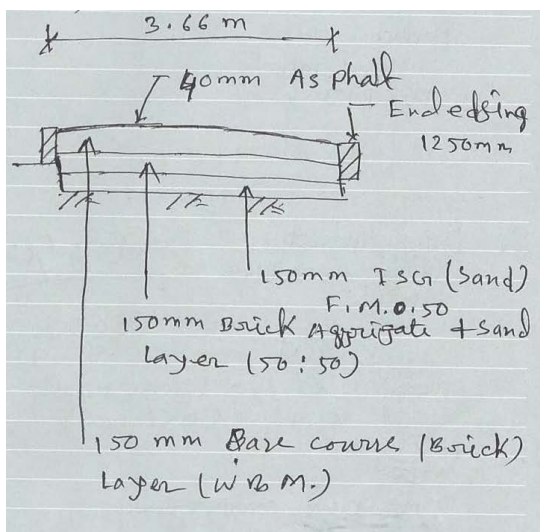
以上のように、LGED の道路の中で最も交通量の多いとされるウポジラ道路についてみても、現段階では低廉なレンガの使用が認められており、石材の使用はごく限られている（ガジプール管区内の約 1800km ある LGED の道路のうち、10-20km 程度）。

図 3-2. ウボジラ道路の設計仕様



[出所] LGED

図 3-3. ウボジラ道路の設計仕様 (LGED ガジプール管区長のメモ)



[出所] LGED

## (2) 民間会社等へのヒアリング

自然石材の活用状況や再生路盤材への活用ニーズを探るため、建設会社（15社）、建材店（3社）を対象にヒアリングを行った。まず、建設会社については、多くの会社が自然石をシレット地方（国内）、インド、ベトナム、ミャンマー、タイ等より直接輸入している。Spectraのような大手企業は、自社の砕石機材（中国製またはバングラデシュ製）を使って砕石し、道路等の土木工事やセメントに混ぜる砂利として活用している。近年、高規格の道路建設（RHDが主な発注主体）が増えていることや、ODA案件（道路

や橋梁)の増加で、十分な量の石材の確保がしにくくなってきている。

また、「今後5年間で石材の値段が上がるか」という質問に全ての企業が「そう思う」と答え、その原因としては主にシレット地方での天然石が年々希少になり入手が不規則になっていることがあげられた。首都圏の建設ではレンガに代わって石材を使った高い質の建設が求められており、石材の原料価格も値上がりは免れないとの見解を示した。

石材の供給が需要に達していないことから、本案件の再生砕石(再生路盤材)には全ての企業からきわめて高い関心が示された。特に、価格が自然石材の砕石の3分の1であること、強度がさほど変わらないこと、環境に配慮された製品であること等に大いに興味をもたれた。

一方、LGEDの道路工事を主に担うのはそれぞれの地域の中小建設会社であり、路盤材料としてはレンガが主流で、砕石は表層のアスファルト混合物として用いられるのみである。しかし、交通量の多い交差点などの路盤材には自然砕石を使用する工事もあり、LGEDが低廉で強度の保たれた再生路盤材の使用を推奨すれば、これに応じて再生材の活用が広がるとみられる。

表 3-7. 砕石の活用状況及び再生砕石への関心・活用意向に関するヒアリング

事業者	砕石の活用状況	活用条件
建設会社	<p>[主な調達先]</p> <p>国内(60%)：内訳はシレット(95%)、ボラゴンジ、チッタゴン</p> <p>国外(40%)：内訳はインド(90%)、ベトナム、タイ、ミャンマー</p> <p>[用途]</p> <p>道路：高速道路、フライオーバー、RCC道路、表層アスファルト</p> <p>建築物：基礎、支柱、壁</p> <p>[石材輸入価格]</p> <p>USD 47-58/t</p>	<p>[質に関して]</p> <p>-質がレンガより良質であること。(13社)</p> <p>-できればインド産の黒石より良いあるいは同等であること。(12社)</p> <p>-政府が公認する質</p> <p>[価格に関して]</p> <p>-運送費を含み、価格が石材購入より安価であること(15社)</p> <p>-価格が石材購入より10%は安価であること(5社)</p> <p>[制度に関して]</p> <p>-政府から公認されていること。(15社)</p>

[出所]民間建設会社等へのヒアリング

写真 3-6. 建設会社への聞き取りの様子



写真左 Spectra(大手建設会社)への聞き取りの様子

右 再委託先によるスリプールの道路工事現場での聞き取りの様子

写真 3-7. 地域の建設会社のウポジラ道路の工事現場



写真左：スリプールのウポジラ道路工事現場 路盤材置き場（自然石材）  
 右：ガジプールのウポジラ道路工事現場 表層舗装前

表 3-8. ウポジラ道路の工事概要（ガジプール管区の Sreepur 地区）

項目	概要
施工会社	Western Engineering Ltd.
設計仕様・条件	Type-6 だが、7.25km のうち 500m を RC 道路（路盤材に石材を使った道路）で舗装する。
施工道路の長さ	7.25km
道路の幅	7.3m
施工コスト	BDT 100,700,000（約 USD1,258,750）
施工期間	2016年5月から2017年5月
施工体制	エンジニア2、スーパーアドバイザー2、アカウント1、アシスタント3、ドライバー4、ワーカー30、他労働者10

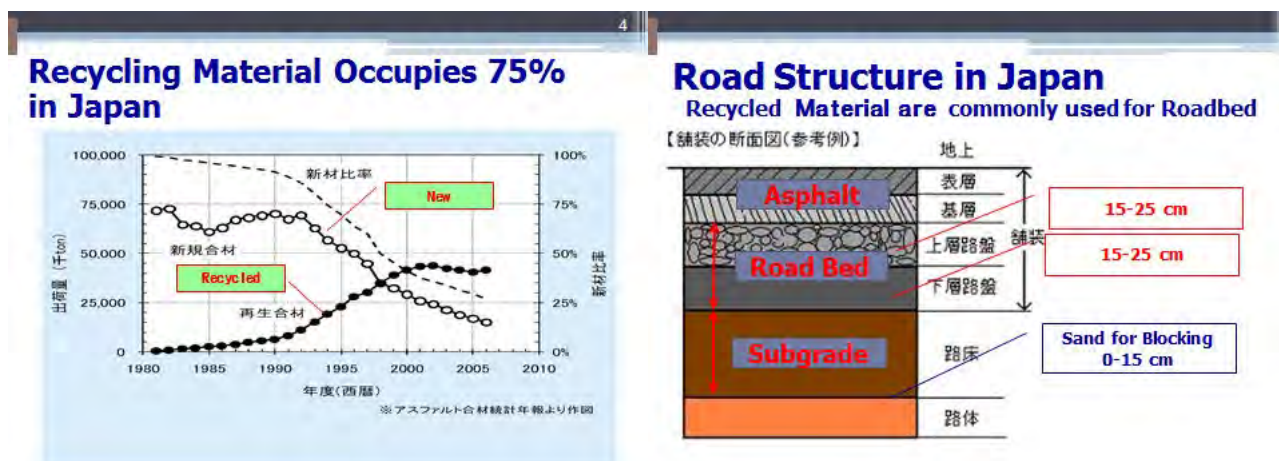
[出所] 民間建設会社等へのヒアリング

写真 3-8. 再生骨材に関する説明資料（民間会社向けヒアリング）



写真左：クラッシャー  
 右：碎石後の骨材

表 3-9. 日本での再生路盤材の活用状況



[出所] JICA 調査団作成

また、シレットやインド（輸入）からの自然石材を積み下ろして砕石処理をし、販売している砕石会社（Gabtolyにある3つの砕石会社を取材）をまとめたものが次ページの表である。同地区には19の砕石会社が立地し、いずれも1台か2台の中国製またはバ国製の破砕機を所有しており、取材した限りでは1日あたり50～100トン程度を破砕し、販売している。

クラッシャーの砕石能力は3000cf/日（≒84 m<sup>3</sup>/日）程度である。原材料を3種程度の大きさに砕くが、サイズは粗いものである。

石の調達量は3万-7万cft/月（840～1960 m<sup>3</sup>/月）と差異があり、調達先はシレットとインドが主である。大手建設会社それぞれ独自の骨材輸入ルートがあり、また会社保有のクラッシャーを持っているため、ここでの販売先は主に中小の建設会社や個人等が主体になっている。なお、石材価格は大体横並びで1 m<sup>3</sup>あたり170tk程度となっている。なお、インドの骨材の方がクオリティが高く、また黒い石にニーズがあり供給が足りていないとのことだった。

表 3-10. 砕石会社の状況と今後の石材活用ニーズ

砕石会社名	Normin Stone Crush	Bazlul Traders	Almadina Traders
保有機材	バ国製 1台（600万 tk で購入、砕石能力 2000cft/ 日≒56.7 m <sup>3</sup> /日）	中国製 1台（200万 tk で購入、（砕石能力 4000cft /日≒113.4 m <sup>3</sup> /日）	バ国製 1台（500万 tk で購入、砕石能力 3000cft /日≒85 m <sup>3</sup> /日）
調達先	シレット、インド（輸入）	同左	同左
調達量（販売量）	31,000 cft/月（うち、21,000cft が国内産。砕石ロスもあり、販売可能量は 30,000cft 程度）	販売可能量は 70,000-80,000cft/月	30,000-40,000cft/月
価格	原材料 : 135tk/cft 人件費 :	概ね同左	3/4 : 185-190tk

	35tk/t 計：170tk/cft (≒5,992tk/m <sup>3</sup> ) 約8,388円/m <sup>3</sup> インド材は180th/t(単碎石)		1/2：150-160tk 1/4：130-145tk
サイズ	3/4インチ(単碎石)が最も多く、 1/2(155tk/m <sup>3</sup> )と1/4インチ (130tk/m <sup>3</sup> ) ※砂利の混合材	3/4インチ(単碎石) が最も多い(ニーズ 大)	3/4インチ(単碎石)が最も 多い(ニーズ大)
用途・今後の見 通し	道路を含む土木工事用が主。一般土木工事に加えて、最近はODA関連工事や高規格仕様 (RHD)の工事が増加している。このため、年々価格が高騰している。		

注：1cft≒0.0283 m<sup>3</sup>

[出所]民間解体会社等へのヒアリング

写真 3-9. 碎石会社の作業現場



写真左：川沿いにある Gabtoly 地区には 19 の碎石会社があり、骨材販売拠点となっている

右：Normin Stone Crush 社の碎石場所（従業員は 30～40 名程度）

写真 3-10. パ国産のクラッシャーと碎石後の骨材



写真左：Bazlul Traders 社の碎石場所（手前はインド輸入材、その奥はシレット材）

右：碎石後の状態（3-4 インチが最も流通している）

なお、我が国の道路用骨材（再生路盤材）の粒度別構成をみると、最もよく使われる RC-40 の場合、最大径が 37.5mm（37.5mm の篩（ふるい）に 100% が透過する）、19、mm の篩には 50-80% が透過、また、4.75mm の篩には 15-40% が透過することとなっている。現地における碎石の状況からみると、最大径は 25mm 程度、最小径は 8mm 程度と判断されることから、最大径が我が国の基準（37.5mm）よりも小さく、また、再小径が我が国のもの（0.0mm）よりも大きいため（強度を引き出すには、砂のように細かい粒子が必要。下表に示すように、RC-40 の場合、直径 4.75mm の粒子が全体の 15~40% 混ざっていることが必要）、これらの碎石を粒度調整しても十分な強度の路盤材を製造できない状況にある。

表 3-11. 再生路盤材の粒度構成（日本）

通過質量（%）	RC-40	RC-30	RC-20
37.5mm	95~100	100	
31.5 mm		95~100	
26.5 mm			100
19 mm	50~ 80	55~ 85	95~100
13.2 mm			60~ 90
4.75mm	15~ 40	15~ 45	20~ 50
2.36 mm	(%) 5~ 25	5~ 30	10~ 35

[出所]JICA 調査団作成

#### 3-4. 対象国の開発課題に対する製品・技術の有効性及び活用可能性の確認

バ国の道路整備は立ち遅れている。しかしながら、整備予算は限定されており、LGED においては毎年の道路整備延長が実際は 1,600Km 程度にとどまっている。

特に道路規格の高いウポジラ道路は、路盤材として碎石の使用を推奨しているが、碎石が入手しやすい地域等ごく一部でしか活用されておらず、道路の強度が設計上の強度を下回っているのが実態である。

自然石材の価格は総じて高価であり、今後も、輸入石材による碎石が多くを占めると考えられることから、Upazila 道路の工事において、工事の発注元（LGED）が、碎石の使用を義務付けるための予算繰りができておらず、結果としては中心国にふさわしい道路の整備が追い付かないことが懸念される。

一方で、再生路盤材はトンあたり 3,200 円程度での販売が可能である（調査団試算による）。製品・技術の有効性については、引き続き、普及・実証事業において検証していく必要があるものの、前述のロサンゼルス試験の結果を踏まえれば、活用価値は十分にあると考えられる（予算上の制約もあり、区間を特定して、路盤材の指定を行う等が現実的と思われる）。



## 第4章 ODA 案件にかかる具体的提案

### 4-1. ODA 案件概要

本調査終了後に普及・実証事業を提案する。具体的には、カウンターパートとなる LGED とともに、現地の道路事情や地盤に応じて粒度調整した再生路盤材を製造することで、経済性、強度、耐久性等の現地適合性を実証する。また、地方道路整備の主な発注主体である LGED に技術移転を行い、RHD、ダッカ市、民間建設会社等の関係者を招聘して、本工法の採用に向けた普及活動を行う。

普及・実証事業を行う場所は、LGED ガジプール事務所（研究施設併設）とし、資機材の保管場所は十分な安全対策を講じることのできる LGED の重機置き場（ガジプール事務所の北部）を予定している。LGED ガジプール事務所事務所はダッカ市内から 1 時間半程度（住所 LGED Bhaban, LGED Rd, Dhaka 1207, Bangladesh）で、事務所の主な役割は地方道路の設計・発注・管理と維持管理であるが、緊急な道路整備や維持、復旧には LGED 事務所の従業員が自ら舗装・修理を行う（このため、一定の機材を保有）。

写真 4-1. LGED ガジプール事務所の実験所の様子



写真左：LGED ガジプール事務所の実験所

右：CBR 試験用器具

写真 4-2. 重機置き場の様子



写真左 重機置場の入口付近の様子、

右 フェンスのイメージ(高さ 3m 程度)

LGED の地方事務所は、建設道路の選定の他にその地域で建設される道路の路盤材の強度等を検査する役割もあるため、付属の研究所には CBR 検査や LA 検査等道路の調査を行うための機材が揃っている。

また、LGED ガジプール事務所の重機置き場は、事務所から車で北に約 25 分に位置しており、14 エーカーの壁に囲まれた土地で、LGED の保有する 17 台の重機を保管している。鍵がかかった重機用の倉庫があり、セキリティ要員（常勤）がいる。

一方、モデル工事サイトについては、現段階では以下の LGED 所有の 4 箇所（すべて LGED が所有）が候補に挙げられている。いずれもウポジラ道路であり、村落間を結ぶものである。道路延長は 6km～15.8km、幅員は 4.5～7.32m である。各道路とも現在は未舗装であるが、今後、舗装予定となっている。

表 4-1. モデル工事サイト候補地の概況（ガジプール）

No.	コード	種類	道路名（区間名）	延長 (m)	最大幅員 (m)
1	333302005	ウポジラ	Rajandrapur-Mirzapur Road	6.650	4.88
2	333362004	ウポジラ	Kapasias GC-Kaligong GC Rd.	9.500	7.32
3	333322007	ウポジラ	UZR Boardghar (R&H) - Chandabaha G. C.	15.830	4.50
4	333342005	ウポジラ	Nalsata RHD - Ulukhola GC Rd. Via Nagori Bazar	6.000	7.00

[出所]LGED

写真 4-3. モデル工事サイト①



写真左：マーケットの前。大雨の後に水たまりができています

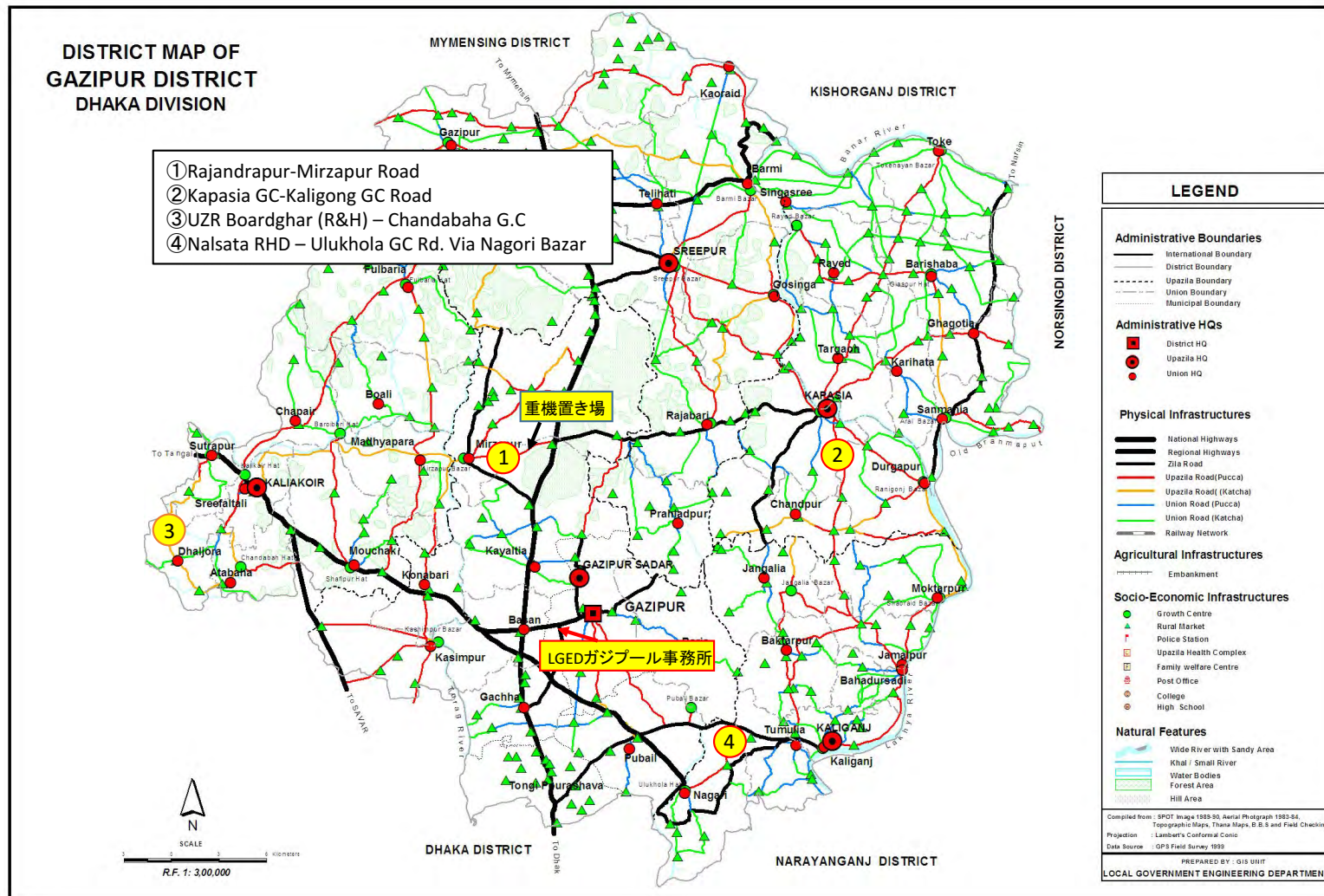
右：路肩の舗装が剥がれている



写真左：ガスステーション

右：モデル工事サイトの路肩

図 4-1. モデルサイト候補地の地図



[出所]LGED の情報をもとに JICA 調査団作成

## 4-2. 具体的な協力計画及び期待される開発効果

<具体的な協力計画>

- 1 本工法の普及・実証を安全に実施するための準備と詳細内容を検討する（廃材破砕機（クラッシャー。日本製またはドイツ製の新品）、必要備品等を搬送して現地試運転を実施）（成果1）。
- 2 カウンターパート（LGEDを想定）の協力のもとで、収集した建設廃材を試料として路盤材を製造し、性能及び経済性を検証する（成果2）。
- 3 カウンターパートへの技術指導し、カウンターパートによる関係者への啓発活動、モデル工事サイトでの啓発活動等を行う（成果3）。
- 4 ビジネスプランを作成する（再生路盤材活用する可能性のある潜在顧客層特定による販促計画、原材料調達計画、投資計画、収支計画、要員の確保・育成等）（成果4）。

表 4-2. ODA 案件化の概要

目的：本工法の技術的・経済的適合性の実証及び工法導入のための技術指導・啓発活動	
成果1：本工法の普及・実証を安全に実施するための準備と詳細内容を検討する。	1-1：実施場所の確保（安全対策）
	1-2：廃材回収準備・回収
	1-3：クラッシャー（プラント）搬送・設置・試運転
	1-4：クラッシャー（プラント）による路盤材製造（実験）
成果2：本工法がバ国の道路事情に技術的、経済的に適合することを実証する。	2-1：実証内容の検討
	2-2：クラッシャー（プラント）による路盤材製造
	2-3：路盤材の強度試験（性能実証）、経済性実証
成果3：本工法導入を円滑にするためのカウンターパートへの技術指導、関係者への啓発活動が行われる。	3-1：カウンターパートへの技術指導
	3-2：関係者（行政機関、施工会社等）への啓発活動
	3-3：モデル工事サイトでの啓発活動
成果4：本事業後のビジネス展開が検討される。	4-1：顧客絞り込みと事業提案（営業活動）
	4-2：原材料調達、製造、販売等計画の検討
	4-3：原材料調達等に係る契約内容の検討
	4-4：投資計画、事業収支計画の検討、要員の確保・育成

<日本側の投入計画>

資機材・輸送費等

- ・1台の廃材破砕機（必要備品含む）
- ・輸送費（東京～ダッカ市内）
- ・実施場所の安全対策に必要な措置（安全装置等）
- ・モデル工事費（再委託もありうる）

表 4-3. 廃材破砕機（クラッシャー）の仕様

機種名	BR210JG-1(コマツ製)	KLEEMANN MC100R (独製)
運転質量 (kg)	20,000	30,000
定格出力 (kW/rpm)	99/2000	165/1500
定格出力 (PS/rpm) *3	135/2000	※
全長 (mm)	9,800	12,900
全高 (mm)	2,890	3,200
全幅 (mm)	2,700	3,000
接地長 (mm)	2,750	※
エンジン名称	コマツ S6D102E	MC100 R EVO
エンジン型式	直噴+過給機	同左
クラッシャ駆動方式	油圧式	同左
最大処理能力 (トン/h)	85	95-105
最大供給塊寸法*1 (mm)	800×600×350	900×500
最適供給塊寸法*1 (mm)	350×250×250	-
走行速度 (km/h)	3	2-3
登坂能力 (度)	25	22
燃料タンク (リットル)	340	500
価格 (万円)	3,000 (予)	4,000 (予)
写真		

[出所]JICA 調査団作成

人員（外部人材含む）

以下の通りである。

表 4-4. 日本側の投入計画（人員）

目的：本工法の技術的・経済的適合性の実証及び工法導入のための技術指導・啓発活動		投入人材		
		丸・日	J D I	専門家
成果 1：本工法の普及・実証を安全に実施するための準備と詳細内容を検討	1-1：実施場所の確保（安全対策）	◎	◎	
	1-2：廃材回収準備・回収	○	◎	
	1-3：クラッシャー搬送・設置・試運転	◎	◎	

	1-4:クラッシャーによる路盤材製造	◎	○	△
成果2: 本工法が道路事情に技術的、経済的に適合することを実証	2-1:実証内容の検討	○	◎	△
	2-2:クラッシャーによる路盤材製造	◎	◎	◎
	2-3:路盤材の強度試験(性能実証)、経済性実証	◎	◎	◎
成果3: 本工法導入を円滑にするためのCPへの技術指導、関係者への啓発活動	3-1:カウンターパートへの技術指導	◎	◎	◎
	3-2:関係者への啓発活動	◎	◎	◎
	3-3:モデル工事サイトでの啓発活動	◎	◎	△
成果4: 本事業後のビジネス展開が検討される。	4-1:顧客絞り込みと事業提案(営業活動)	◎	◎	
	4-2:原料調達、製造、販売等計画の検討	◎	◎	
	4-3:原料調達等に係る契約内容の検討	◎	◎	
	4-4:投資計画、事業収支計画、要員確保・育成	◎	◎	

注: 表中、◎は重点的に投入、○は一定の投入、△はアドバイス程度

#### <カウンターパート側の業務と役割>

カウンターパートには、普及・実証事業実施に向けた協力、各種情報提供やアドバイス、特定個所での工法取り入れ(路盤材としての活用義務付け)に向けた省内等を依頼する予定である。

表 4-5. カウンターパートの役割

C/Pの役割	内容
① 実施場所及び周辺の安全対策	安全情報の提供、安全措置等
② クラッシャー搬送に係る支援	輸入に伴う支援
③ クラッシャー設置に係る助言	設置場所に係る助言や、周辺住民への周知(必要により調整)
④ 原料調達先や処分先(土地保有者等)との調整	実証活動に必要な原料調達先や処分先の確保のための助言や調整
⑤ 実証内容の検討への協力	技術・製品の効果を引き出しうる実証内容の検討への協力
⑥ 実証活動及び効果検証への協力	実証活動への参加(実証の許可取り付け等)及び実証のための効果検証への協力(データ収集等)
⑦ 技術指導を受ける機会の確保、要員確保	技術移転のための機会の確保(職員や民間土木企業技術者を対象としたセミナー等)と要員確保を行う。
⑧ 広報活動への協力	工法の導入・普及に向けた広報活動への協力を得る。
⑨ モデル工事サイトの指定	モデル工事を実施する際の区間指定、工事の管理、安全対策等
⑩ その他	特定箇所での工法取り入れ(路盤材としての活用義務付け)に向けた省内検討、モデル工事サイトにおける道路維持、管理等。

なお、投入機材としては、以下を想定している。

- ・ローラー
- ・油圧ショベル
- ・トラック（ダンプ）
- ・実施場所の安全対策に必要な措置（安全装置等）

また、投入人材は、LGED ガジプール事務所のエンジニア数名の他、LGED の委員会メンバー数名を想定している（委員会には、LGED 他事務所や RHd 等他省庁、ダッカ市への紹介を期待）。

<カウンターパートとの協議状況>

2016年9月～2017年2月

断続的に、製品・技術の特徴を説明し、普及実証事業内容を検討

2017年2月（第二回渡航時）

普及実証事業の概要について協議し、合意を得る（役割分担等）

2017年4月（第三回渡航時）

モデル工事サイト候補のリストアップ、工事規模のイメージ、実証項目、工事の分担、アドバイザー（候補）、デモ内容、実施期間中の安全対策等を含む普及実証事業の詳細について、協議

#### LGED の JICA プロジェクト委員会（仮称）メンバー

Md. Khaliur Rahman (Additional Chief Engineer of Dhaka Division & Design)
Gopal Chandra Debnath (Project Director)
Schindra Nath Halder (Project Director)
Md. Abdur Rahim (Executive Engineer of Maintenance Unit)
Abul Manzur Md. Sadeque (Executive Engineer of Planning Unit)
Taposh Chowdhury (Senior Assistant Engineer of Design Unit)
Md. Tarik (Executive Engineer of Quality Control Unit)
Md. Enamul Haque (Senior Assistant Engineer of Quality Control Unit)
Md. Faridul Islam (Assistant Engineer of Planning Unit)

[出所]LGED

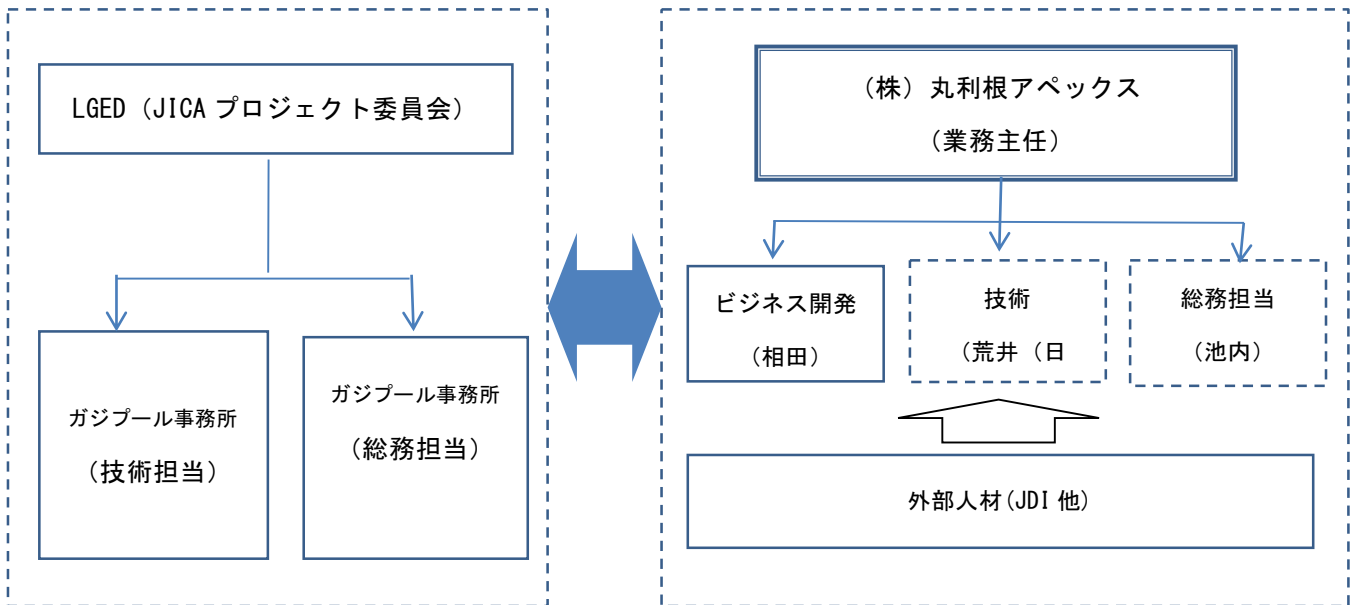
写真 4-4. 第二回渡航時の LGED との協議



<実施体制>

日本側は、丸利根アペックス及び日動エコプラントより3名、外部人材（日本開発政策研究所の2名）の他、道路専門家1名の参加を想定している。

図 4-2. ODA 案件の実施体制



[出所]JICA 調査団作成

バングラデシュ側は、本部における技術委員会の下で、ガジプール事務所が実質的な技術移転先となる。

なお、ガジプール事務所長の Md Amirul Islam Khan は、JICA の Kaizen プログラムで交通安全対策のプロジェクトを行った経験がある。また、独自に工場から廃棄されたセラミックを路盤材として再利用する研究しており、レンガ以外の骨材利用や廃材のリサイクルに熱心である。

LGED ガジプール事務所の課題としては、不十分な道路舗装の質と量が挙げられ石材の希少性と高値が原因であるとのことだった。交通量が多く重要性の高い道路には、RCC roadとして石材を使うことがあるが、約1800kmあるCC roadは10-20kmにもおよばないのが実情である。

ガジプール事務所の主要メンバー

Md. Amirul Islam Khan	エグゼクティブエンジニア
A. K. M Amiruzzaman	シニアアシスタント・エンジニア
Sarker Md. Sazzad Kabir	ウバジラエンジニア
Md. Badrul Azam Khan	ウバジラ・エンジニア
Md. Shuzaid Hossain	ウバジラ・エンジニア
Md. Arifur Rahman	ウバジラ・エンジニア
Md. Ahamed Abdullah	ウバジラ・エンジニア
Mohammad Ali Haider Khan	アシスタントエンジニア

[出所]LGED ガジプール事務所



写真 4-5. LGED ガジプール事務所所長



写真左 Khan 所長と Kaizen プログラムの表彰状

右 セラミックを利用した路盤材の実験結果を説明する Khan 所長

<活動計画・作業工程>

以下の通りである。

図 4-3. 活動計画・作業工程（四半期毎）

項目	2018		2019				2020				2021	
	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	
<b>1：本工法の普及・実証を安全に実施するための準備と詳細内容の検討</b>												
1-1：実施場所の確保（安全対策）	■											
1-2：廃材回収準備・回収	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
1-3：クラッシャー（プラント）搬送・設置・試運転	■	■										
1-4：クラッシャー（プラント）による路盤材製造（実験）		■										
<b>2：本工法がバングラデシュの道路事情に技術的、経済的に適合することを実証</b>												
2-1：実証内容の検討			■	■								
2-2：クラッシャー（プラント）による路盤材製造			■	■	■	■	■	■	■	■	■	
2-3：路盤材の強度試験（性能実証）、経済性実証					■	■						
<b>3：本工法導入を円滑にするためのカウンターパートへの技術指導、関係者への啓発活動</b>												
3-1：カウンターパートへの技術指導						■	■					
3-2：関係者（行政機関、施工会社等）への啓発活動							■	■				
3-3：モデル工事サイトでの啓発活動								■	■			
<b>4：本事業後のビジネス展開の検討</b>												
4-1：顧客絞り込みと事業提案（案件形成活動）								■	■			
4-2：原料調達、製造、販売等計画の検討								■	■			
4-3：原料調達等に係る契約内容の検討									■	■	■	
4-4：投資計画、事業収支計画の検討、要員の確保・育成										■	■	
現地渡航	●	●	●		●	●	●	●	●	●	●	
報告等	△ R			△ R				△ R				△ FR

<事業費概算>

以下の通りである。

表 4-6. 事業費概算

費目	内容	適用	金額(千円)
人件費	外部人材(JDI) ※チーフ	11.50MM×3049 千円@月	35,066
	外部人材(JDI)	9.6×1,232	11,827
	専門家(路盤工学)	1.5×924	1,386
	小計	22.6MM	48,279
機材費	本邦機材製造・購入	1 台(第三次排ガス規制対応)	30,000
	関連備品購入(日本国内)	必要資機材	1,500
	輸送費・保険料	東京～バングラデシュ内	3,000
	現地工事(再委託)	ウブジラ道路路盤・舗装工事	16,000
	関税・VAT等		1,500
	小計		52,000
旅費	航空費	63 往復、日本～ダッカ間	14,500
	日当・宿泊費	63 往復	6,835
	小計		21,335
現地活動費	車両借り上げ	180 台	1,800
	通訳・現地庸人	240 日	3,870
	現地再委託	一式	3,000
	小計		6,163
管理費		現地活動費の 10%	8,200
小計			138,484
消費税			11,079
合計			149,562

<本提案事業後のビジネス展開>

普及・実証事業の期間を 2018 年 7 月より 2021 年 3 月までの 2 年 9 ヶ月と見込んでいる。普及・実証事業の期間中に、現地政府や民間事業者への普及活動（営業活動）を実施し、普及実証事業終了後は、LGED に移管したクラッシャーの運営に係る委託を締結することで、クラッシャーを活用した路盤材製造ビジネスを推進する。

### 4-3. 他 ODA 案件との連携可能性

ODA 案件として、これまでに多くの橋梁案件があり、今後も類似案件が発生すると考えられることから、橋梁の架け替えに伴って発生する老朽化した橋梁解体のコンクリート廃材を原材料として調達することが考えられる。また、今後、地方部における道路案件も発生する可能性があり、これらのプロジェクトにおいて、製造した再生路盤材が活用されるよう、働きかけを行っていく。

### 4-4. ODA 案件形成における課題と対応策

再生路盤材の有効性に関する認識は LGED 内でも低く、まして、民間建設事業者においては、レンガ等路盤材の下に敷く路床用の材料程度にしか認識されていないのが実情である。一方、道路の品質を向上再生路盤材が定着するには時間がかかると予想される。

### 4-5. 環境社会配慮にかかる対応

環境面、社会面の配慮については問題ない。

### 4-6. ジェンダー配慮

再生路盤材が普及することにより、従来までのレンガ材の製造が減少する可能性がある。レンガ材の製造は、主に男性が従事しているため、ジェンダー配慮について、重大な懸念は想定されない。

写真 4-6. 従来の道路施工現場



写真：左レンガを砕いてレンガチップを製造、  
右レンガ材を敷き詰める作業

## 第5章 ビジネス展開の具体的計画

### 5-1. 市場分析結果

、本調査を通じて、建設廃材を活用し、粒度調整をして製造される再生路盤材については、地方道の整備を所管する LGED において、Upazila 道路と呼ばれる、地方道の中でも高規格の道路において、道路の強度確保の観点から、石材とほぼ同様の強度を有する低廉な再生材へのニーズがきわめて高いことが明らかになっている。

「非公開部分につき非表示」

**表 5-1. 第七次五か年計画（2016-2020）におけるウポジラ道路等の整備計画**

「非公開部分につき非表示」

**写真 5-1. LGED の道路(左 幅員が4M未満、右 傾き凹凸のみられる道路)**

「非公開部分につき非表示」

**表 5-2. 道路等の整備計画と下層路盤材必要量（5 年）**

「非公開部分につき非表示」

**表 5-3. 再生材の市場規模（1 年間）**

「非公開部分につき非表示」

**表 5-4. 碎石の価格**

「非公開部分につき非表示」

## 5-2. 想定する事業計画及び開発効果

<回収可能量の推計>

「非公開部分につき非表示」

### 表 5-5. 中間処理 2 事業者の概要

「非公開部分につき非表示」

### 写真 5-2. ダッカ市内の解体業者が保有する簡易破碎機

「非公開部分につき非表示」

### 表 5-6. 事業収支計画

「非公開部分につき非表示」

### 図 5-1. 事業計画（原材料調達～販売）

「非公開部分につき非表示」

### 表 5-7. ビジネスに必要な項目

「非公開部分につき非表示」

<流通販売計画>

「非公開部分につき非表示」

<初期投資、投資計画>

「非公開部分につき非表示」

**表 5-8. 強固なバリューチェーン構築に向けた体制強化のイメージ**

「非公開部分につき非表示」

<中期的な事業展開>

「非公開部分につき非表示」

**図 5-2. 中長期的な展開方向（将来は解体工事も）**

「非公開部分につき非表示」

**写真 5-3. ダッカ市内の危険建造物（バ国政府が指定）**

「非公開部分につき非表示」

**5-3. 事業展開におけるリスクと対応策**

「非公開部分につき非表示」

## 第6章 その他

### (1) 危険建築物一覧（コンクリート廃材の調達可能性のある建物）

表 6-1: 危険建築物一覧 (List of Most Risky Building)

「非公開部分につき非表示」

### (2) 専門家調査により危険性が高いと認定された建築物一覧

表 6-2: 危険性が高いと認定された建築物一覧

「非公開部分につき非表示」

### (3) バ国における道路の定義（日本の道路法に基づいた現地における見解）

表 6-3: バ国における道路の定義

「非公開部分につき非表示」

## 別添資料

### 別添 1. 英文要約

## Chapter One: Political, Economical and Social Situation in the Targeted Country and Region

### <Political situation >

Bangladesh democratized in 1990 after Military dictatorships period continued from the independence. In January Awami League won the election and it has kept stable political power until now. In July 2016, Dhaka attack terrorism occurred which resulted to have 20 victims including 7 Japanese. After that the government puts stronger effort again terrorism by conducting mopping-up operation at bases of Islam extremist and setting checkpoints across the Dhaka city.

### <Economical situation >

Bangladesh has continued stable economic growth with average of 6% GDP growth. The fiscal year of 2014, though it did not reach to the governmental goal of 7% GDP, recorded 6.5% due to the upward domestic demand and the export. The balance of international payment recorded surplus three years in a row. The reason behind is the shrinkage of trading deficit due to the upward export of sewing products and increase of foreign remittance. However, Bangladeshi economy is rather fragile production structure as a whole; thus, development of industries other than sewing products are needed such as labor intensive industry with its rich labor.

Table: Economical Index

Economical Index	FY2013	FY2014	FY2015
Real GDP (unit: %)	6.04	6.29	6.40
Nominal GDP (unit: billion USD)	161.3	183.8	205.7
Consumption Inflation Rate (unit: %)	7.54	7.01	6.43
Trade Balance (unit: million USD)	△6,362.4	△7,481.9	△5,894.1
Current Account Base (unit: million USD)	2,058.5	755.8	2,686.9
Foreign Exchange Reserves (NET) (unit: million USD)	17,564.4	21,785.4	27,023.4
External Debt (Gross) (unit: million USD)	42,370.6	47,315.3	51,009.1
Exchange Rate (against 1USD)	78.10	77.64	77.95

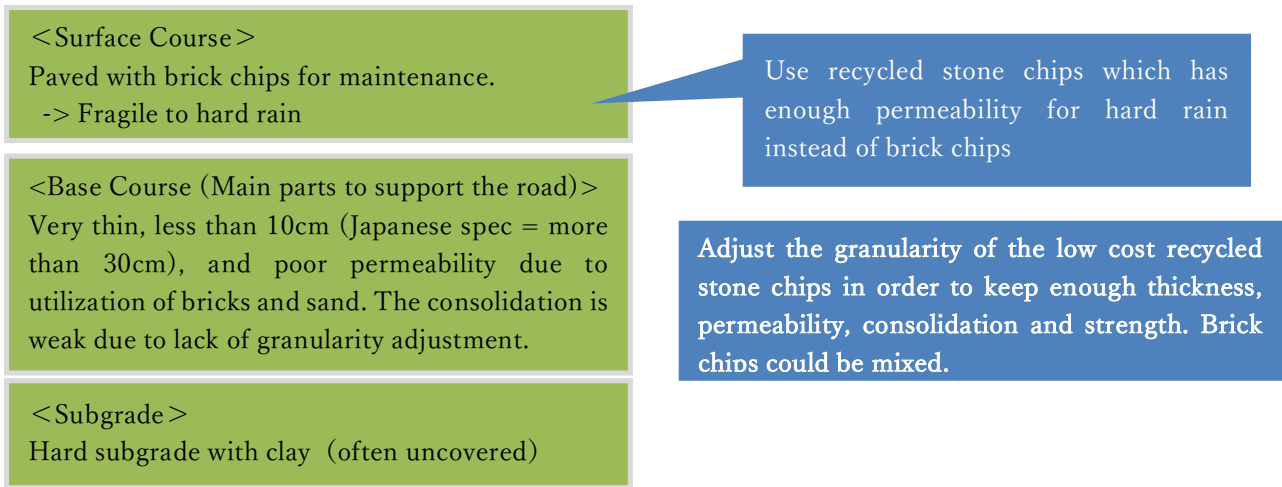
[Reference] IMF

### <Development Issues of the Targeted Country and Region>

In Bangladesh Many of the Local roads, under LGED, are quickly constructed during the economical growth period between 1990 to 2010. The width of the road is narrow and most of the materials are bricks or mixture of bricks and sand, but stone chips.

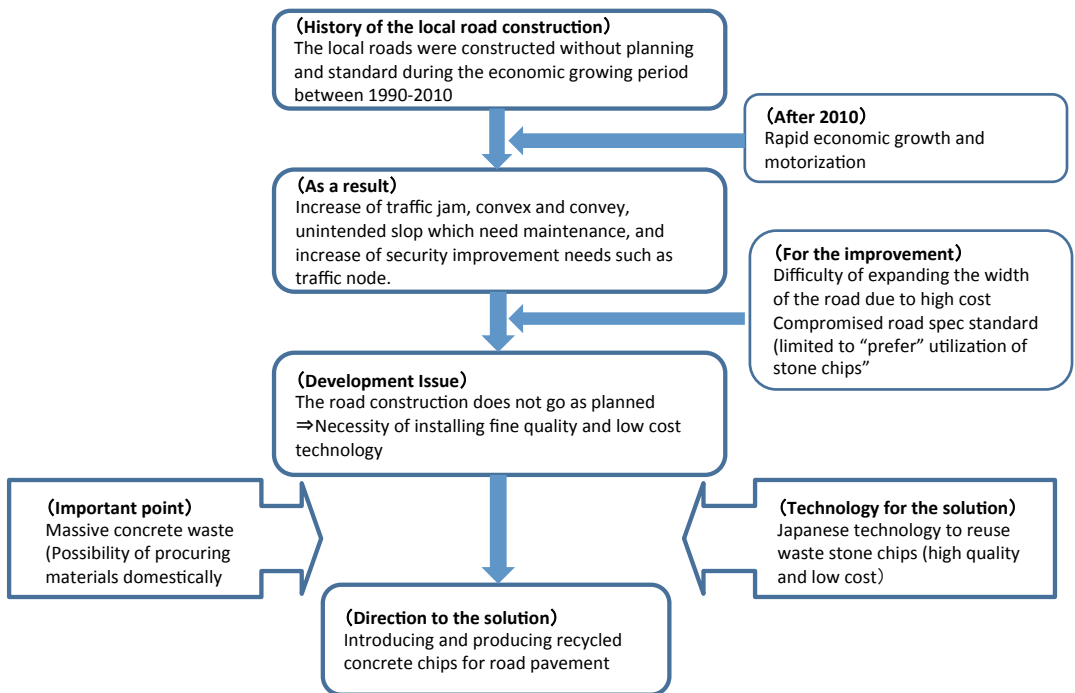


**Figure: Green box: Current situation of road layer in local roads in Bangladesh Blue box: Example of Improvement**



The road construction follows road pavement standard in Bangladesh; however, it is not obligated to use stone chips for the road pavement due to the scarcity of the stones. Thus, many of the local roads do not possess enough strength resulting to have many convex and concave, which leads to mass traffic and dangerous roads. It influences negatively in both economical activities and living.

**Figure : Relationship between the development issues and introducing technology**



[Reference]JICA Project Team

### **<Development Plan, Policy and Programmes in the Concerning Issues>**

Bangladesh government adding more budgets in infrastructure development since it recognizes the poor infrastructure and transportation system as the obstacle of the national development and FDI. In FY2016, 20% of development budget is allocated for infra related projects, especially for the development of bridge, roads and railway.

In the Seventh Five Year Plan, LGED, which is in charge of local road, plans to focus the budget allocation in road maintenance especially in expanding road width and road improvement. However, the reality is due to the massive cost for buying land, the budget cannot be allocated to the road construction using stones chips is not undergoing.

### **<Analysis on Previous ODA Projects and Donor in Concerning Issues >**

Japanese ODA projects are mainly mass infrastructure projects such as construction of bridge and expansion of airport. There is no projects to improve the road strength and quality.

### **<Analysis on Business Environment >**

The number of Japanese companies launching their business in Bangladesh is increasing every year. By 2015, 223 firms proceeded to Bangladesh and 69 firms joined to Chamber of Commerce in Dhaka. Moreover, the EZ development is getting more attention due to Bangladesh's lack of infrastructure, EZ's One-Stop-Service, temporal pause of EPZ development and recent success of Thilawa EZ in Myanmar.

## **Chapter 2 Summary of Proposing MSE's Product / Technology**

### **<Feature of the Product / Technology>**

Proposing product and technology is a processing methodology to reproduce pavement material from construction waste. By adjusting granularity, the materials are used in the way suits to the road. Proposer thinks this methodology is applicable to Bangladesh where frangible roads remain to be a problem. It has features listed below.

- ① Economical because scarce stone chips are available in low cost.
- ② Recycled stone chips have higher permeability comparing to bricks and sand and prevent the hard rain and flood to be stock as water pond.
- ③ Recycled stone chips have various granularity and adjustable. Thus, higher consolidation is possible (little convey and convex).
- ④ Stronger road pavement is possible due to the strength of recycled stone chips.
- ⑤ By adjusting granularity, the materials are used in the way suits to the road.
- ⑥ The road with the recycled materials would last longer comparing to current road which has no maintenance to the base course.
- ⑦ Environmentally friendly due to recycle of the waste material.

**Photo : Unbound Granular Pavement Technology**



Left : Collecting recycled material from the demolition material

Middle : After adjusting the granularity and consolidation

Right : Paving the road with the recycled materials. (The methodology differs in different conditions)

**<Spec and Price of Product / Technology>**

Based on JIS A1211 (Abrasion test methodology for granule using LA test machine) , Modified CBR, a index to show the strength of the material, is commonly used. Suggested modified CBR value for road construction is 8~40% for recycled sand and more than 70% for the recycled stone chip. However, after adjusting the granularity in a proper way, the value of modified CBR goes to higher than 80%, and enables to make the road strong.

**Table: Spec of the Product / Technology**

Classification	Material	Modified CBR (%)	Plasticity Index (JIS A 1205~06)
Before adjusting the granularity	Recycled stone chips	More than 70	Less than 4
	Recycled gravel 、 Unscreened gravel	20-60	Less than 4
	Recycled sand	8-40	Less than 4
	Brick chips	Less than 10	-
<b>After adjusting the granularity</b>	<b>Mixture of above</b>	<b>More than 80</b>	<b>Less than 4</b>

[Reference]JICA Project Team

**<The Objectives of Oversea Business Through This Project>**

The proposal has already set a local company, but has not received any projects. Since the proposal owns lands and machinery, by creating a strong value chain based on strategy, it will strengthen the business structure including local hiring.

**<Contribution to the Japanese Economy and Local from the Proposer’s Oversea Business Development>**

Two proposing companies have contributed to the local economic, mainly in Tama district, by committing into demolition of buildings due to reconstruction, intermediate processing and collection of recycled material (a portion is for sale) and construction using the recycled material.

The activities of the two proposers are not limited to business, but contribution to the local society. For example, two proposers make an corporation agreement with Mitaka city regarding the rescue in the time of disaster, and it conducts recue and evacuation training regularly to secure the citizen’s security.

In the case of business acceleration after/during this project, the proposers are planning to send two to three civil engineers to Bangladesh. Stabilization of the business leads to local job creation. Since more infrastructure and construction projects may occur in Bangladesh, those firms which have business relation with proposers may proceed to Bangladesh as well, which lead to more benefit and job creation. The proposers may become the model companies for the local enterprises and motivate others to advance oversea business.

**Chapter 3 Study on the Product / Technology Utilized Through ODA Project and Analysis on Potentiality of the Utilization**

**<Methodology of Examining Applicability of the Product / Technology>**

There are mainly five tests in the table below to examine if the concrete from demolished building in Dhaka city could be suitable to the standard of recycled material. In this study, the team has judged from two tests: Abrasion test or LA test, which measures the materials’ resistance to abrasion (impurity containing material have less strength) ; and density / water absorption (When density is low and water absorption is high, it is not applicable for recycle material which adjust the granularity).

**Table : Test Items**

Test Items	Evaluation Criteria for Applicability	Content of Test	Stage of Examination
<b>【Capacity of the Material】</b>			
<b>① Abrasion</b>	<b>Value of abrasion is under 40% in Kanto area</b>	<b>JIS A 5001</b>	<b>During this study</b>
<b>② Density・Water Absorption</b>	<b>Density should be more than 2.45 Water Absorption should be less than 3.0</b>	<b>JIS A 5001</b>	<b>During this study</b>
<b>【Capacity after adjusting granularity or as recycled material</b>			

③ Plasticity Index	Less than 6	JIS A 5001	During Next Phase
④ Modified CBR	Value of modified CBR is more than 40 in Kanto area	JIS A 5001	During Next Phase
⑤ Asphalt Mixture Mixed Rate	Less than 50% in Kanto area	JIS A 5001	Excluded

[Reference] Tokyo Metropolitan Public Corporation for Road Improvement and Management

Abrasion or LA test is world standard test to measure the strength or resentence using LA test machine. The test examines the strength by turning LA machine for 500 times with the 5~13mm waste material from demolition with iron ball. It measures the ratio of the abraded material (Less than 1.7mm) in the total amount.

**Photo: Test Machine in LGED Lab**



Right : LA machine

Left : Materials before LA test

Although the value criteria for the recycled material differ in pavement region, it is set as less than 40 in Tokyo area. In this study, sampling the concrete waster from demolished building in Dhaka city, the project team conducted LA test in two research institution: research institute in Dhaka and Tokyo Metropolitan Public Corporation for Road Improvement and Management.

**<Result of the Applicability of the Proposing Product / Technology>**

Result of the LA test from the sample which the team took to Japan recorded 27% and passed the criteria. The LA test in Bangladesh research institute recorded approximately similar result, 25-36%.

**<Verification on Demand for the Product/ Technology in the Targeted Country>**

LGED's budget in FY2015 is 181,820 million Taka (equivalent to about 254,500 million Yen when

BDT=1.4 Yen) increases by 20% comparing to the budget in FY2013 120,260 million taka 1,202.6 (168,300 million yen) . Also 18% of Annual Development Program is allocated to LGED. Half of the LGED budget is allocated for road construction and one forth that half is for road maintenance.

The road controlled by LGED is divided to three categories: Upazila Road (main road), Union Road (road between unions) and Village Road (road in/between villages). Each road follow different specifications. Among the three, potential road for the recycle materials is Upazila Road which has a large traffic volume. In the specification of materials for Upazila, there is description of stone chips, bricks or/and sand. Thus, there is a potentially to obligate to use the stone chips in the speciation of LGED.

**Photo : Construction Site of Upazila Road**



Left : Material Stock at Construction Site of Upazila road in Sripuur

Right : Surface of Upazila Road in Gazipur before carpeting.

From the hearing to private contractors the team has also found out that the private companies concern price inflation of stone chips where they already have difficulty to procure enough amount of stone chips because of the recent highway construction, mainly by RHD. Thus, the utilization of recycled materials must have great demand.

## **Chapter 4 Proposal for the Formulation of ODA project**

### **<Overview of ODA Project>**

After concluding this study, 'Verification Survey with the Private Sector for Disseminating Japanese Technology' will be conducted. Specifically, with LGED as counter part, the team will conduct road construction with recycled material accordingly to the pilot study site condition, and verify its economicality, strength and resistance. At the same time, the team will conduct several disseminating activities with LGED by inviting RHD, Rajuk, Dhaka city and private contraction companies.

The team plans to conduct disseminating activities at machinery storage yard of LGED Gazipur office, which locates north of Gazipur office.

Photo : The lab in LGED Gazipur Office



Left: The lab in LGED Gazipur Office

Right: Machinery storage yard surrounded by fences

The team also conducts model construction demonstration at a specified site. For this, four roads are raised as potential sites in the table blow for the pilot study. All of them are Upazila road in Gazipur and main local road. The length of the road is from 6km to 15.8km and the width is from 4.5m to 7.32m. Each road is not paved as of now, but planed to be paved. LGED is willing to see high strength road with recycled materials.

**Table : Potential Pilot Study Site for Model Construction**

No.	Category	Name of the Road	Length(m)	Maximum Width(m)
1	Upazila	Rajandrapur-Mirzapur Road	6.650	4.88
2	Upazila	Kapasias GC-Kaligong GC Rd.	9.500	7.32
3	Upazila	UZR Boardghar (R&H) – Chandabaha G.C.	15.830	4.50
4	Upazila	Nalsata RHD – Ulukhola GC Rd. Via Nagori Bazar	6.000	7.00

[Reference] LGED Gazipur Office

### <Cooperation Plan and Positive Impact to the Development >

Specific cooperation plan is described below.

1. Preparation for ‘Verification Survey with the Private Sector for Disseminating Japanese Technology’ with good security: Shipping a crusher (either Japanese or German) and conduct trial operation (Outcome 1)
2. With the cooperation of the counter part (LGED), produce recycled materials from collected materials from buildings, and verify the economically and quality. Outcome 2)。
3. Provide training to the counter part, and support counter part to conduct disseminating activities to relevant partners at the pilot study site (Outcome 3)

4. Developing business plan: marketing plan to the potential client who may use the recycled materials, procurement plan, investment plan, finance plan and employment & training plan (Outcome 4)

Input Plan from Japan

Materials • Shipping cost

- One crusher including necessary parts and tools
- Shipping cost (Tokyo to Dhaka)
- Security at the pilot study site
- Cost for model construction including local employment

Personnel including consulting

- 3 person from Marutone Apex and Nichido Eco Plant
- 2 consultants from Japan Development Institute, and
- 1 road expert

The role of the counterpart will include, security management, corporation for ‘Verification Survey with the Private Sector for Disseminating Japanese Technology,’ information share and advice.

Current mutual understanding/discussion with the counterpart is described below.

September 2016~ February 2017

The team explained the feature of the product/technology and consider the contents of the ‘Verification Survey with the Private Sector for Disseminating Japanese Technology.’

February 2017 (During second field investigation)

After discussion on the ‘Verification Survey with the Private Sector for Disseminating Japanese Technology,’ got an agreement from the counterpart.

April 2017 (During third field investigation)

The team discussed on ‘Verification Survey with the Private Sector for Disseminating Japanese Technology’ with more details including selection of pilot study site.



**Photo : Meeting with LGED managers during second field investigation**



For the business development after this project, the project team is willing to conduct ‘Verification Survey with the Private Sector for Disseminating Japanese Technology’ during the period of July 2018 to March 2012. During the phase, the team will conduct disseminating activities (marketing) and in the end of the phase, the team will start business with recycled road pavement materials by outsourcing the management of crusher to LGED.

**< Possibility of cooperation with other ODA projects >**

As of now, there were many bridge construction projects and considering the demand of bridge, there will be more similar projects in next few years. Thus, it could be possible to cooperate to this project by collecting the concrete waste from the bridge demolition and recycle for recycled road pavement material. Also, in a case of conducting ODA projects for local road, the team will promote the utilization of the proposed product/technology.

**Chapter 5 Business Development Plan**

**< Result of Market Analysis >**

Through this survey, the team found, especially for Upazila Road managed by LGED, high demand in recycled road pavement materials which has similar strength to the natural stone chips with low cost. Looking at the local road maintenance plan in Seventh Five Year of Bangladesh, Upazila road, which LGED suggests to use stone chips, has 3000km of maintenance demand. If the recycled road pavement material gets produced locally and LGED preferred or obligated to use, utilization of stone chips may become jump to 5~15% (currently about 1%).

**Table: Local Road Maintenance Plan in Seventh Five Year Plan (2016-2020)**

Category of Construction	Length(Km)	Category of road
(1)Improvement of Road	5,000	Upazila
(2) Double lane/Widening/ Up gradation/Rehabilitation	10,000	Upazila &Union
(3) Improvement of road safety engineering with National Highways	100	All LGED road ※estimated by the

		project team
(4) Re-construction/Double lane of Bridges and Culverts	12	
(5) Construction of Bridges and Culverts	140	Upazila & Union
Total	15,252	

[Reference] Based on Bangladesh Seventh Five Year Plan

#### <Expected Project Plan and Development Impact>

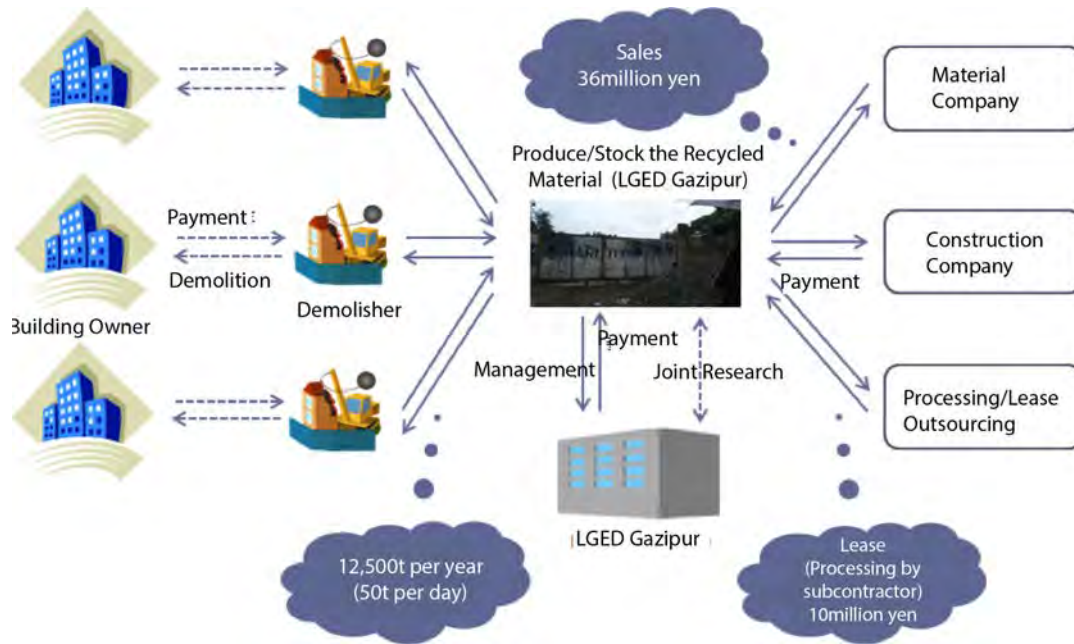
Estimating the demand of recycled road pavement materials of next 5 years by construction category, the project team expects utilization of the materials in 275 thousands m<sup>3</sup> of new road construction and 550 thousands m<sup>3</sup> of road improvements when the utilization percentage of recycled road pavement materials is 5%.

**Table: Project Expense**

	Items	Price (thousand yen)	Note
Income	Sale of recycled road pavement material	36,000	Selling 11,250t × 3,200yen/t
	Outsourcing of processing after crush	10,000	
	Total	46,000	
Expense	Procurement of material (waste concrete)	25,000	12,500t ( 50t/day × 250 days ) × 2,000yen/t
	Outsourcing of crusher operation	3,000	
	Diesel	710	7,143 liter
	Parts and maintenance tools	500	
	Selling and administrative cost	3,000	
	Labor cost for producing recycle pavement material	1,000	
	Total	33,210	
Profit		12,790	

\*Operation hours of crusher per year is 132.4 hours

Figure: Project Plan (Procurement to Sale)



[Reference] JICA Project Team

<Distribution and Sale Plan>

The waste stone chips materials are procured from demolition company in Dhaka city. Processing the procured waste will be done through outsourcing contract with LGED, and when procurement amount become stable, the proposer will invest large size crusher. Also, recycled road pavement materials will be marketed to road construction company which conducts LGED’s road construction, and when the procurement amount become larges, the materials will be sold to large construction company.

<Initial Investment and Investment Plan>

For stable business development, the proposer needs to invest in machinery such as high quality crusher and roller for intermediate processing. However, while securing land is necessary for business development, the proposer already owns land near Dhaka city. The proposal has already set a local company, but has not received any projects. Since the proposal owns lands and machinery, by creating a strong value chain based on strategy, it will strengthen the business structure including local hiring.

During the phase of ‘Verification Survey with the Private Sector for Disseminating Japanese Technology’ the proposers plan to procure waste stone material, marketing to private construction companies, training of experts (in Japan) and development of lower cost material. After the phase, the proposers will officially start business and continue training of locals. As middle and long term goal, the proposers also consider to participate in demolition business in Bangladesh. By doing this, the proposers not only enable to procure

stable and big amount of materials, but also contribute to the improvement of demolition project in Bangladesh by using machinery.

**<Risk of the Project and Solution>**

First of all, there is small possibility that the cost of recycled road materials become higher than expected due to high procurement cost and interference by competitors. In this case, the proposers will select demolition company carefully and by buying certain amount of materials, avoid the risk.

Secondly, even though LGED has motivation to install the recycled materials, private construction companies may refuse or get demotivated. In this case, the proposers will initially market to only interested companies and when the market acknowledges, widen the business.

Thirdly, in the case the proposers cannot secure the project feasibility through this study, it will reconsider the mean of sales and target in order to make sure the profitability.

Feasibility Survey with the Private Sector for Utilizing Japanese Technologies in ODA Projects Bangladesh, Feasibility Survey for Introducing Unbound Granular Pavement Technology with Reproduced Base Course Material for Road Construction in Dhaka

SMEs and Counterpart Organization

- Name of SME : Marutone Apex Co., Ltd.
- Location of SME : Tokyo, Japan
- Survey Site : Dhaka, Bangladesh
- Counterpart Organization : Local Government Engineering Department



Concerned Development Issues

- The country has the following issues in rural road
- Road accessibility is limited in rainy season while its heavy reliance on road traffic
  - Poor Drainage system prevent its citizens from using roads and moving

Products and Technologies of SMEs

Reproduce pavement material from construction waste, mainly waste concrete, and use the material for the base course with Marutone Apex's know-how on mixture of graded materials.

Proposed ODA Projects and Expected Impact

**ODA Project/ Verification Survey with the Private Sector for Disseminating Japanese Technologies**

With various pilot projects, it aims to assess the reproduced pavement material in terms of strength, durability, economy, and permeability. It also intends to promote the material and technique to Local Government Engineering Department, Dhaka City and road construction companies.

**Expected Impact**

- Using the material and technique, the roads can be maintenance and improved at low cost with high durability.
- Time between road maintenance can be improved given the extension of life cycle with the material.

Business Overview of the Proposing SMEs

**Short Term:** Procurement of waste materials, marketing to private constructors, training technicians, developing low cost road pavement

**Mid-Long Term:** After success of the road pavement construction, participate in demolition business. The proposers commercialize safe demolition know-how and promote to public and private construction.

