

バングラデシュ国

バングラデシュ国
無焼成固化技術を使ったレンガ
事業準備調査
(BOPビジネス連携促進)
報告書

平成26年 1 月
(2014年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

亀井製陶株式会社
株式会社アルセド

民連
JR
14-002

バングラデシュ国

バングラデシュ国
無焼成固化技術を使ったレンガ
事業準備調査
(BOPビジネス連携促進)
報告書

平成26年 1 月
(2014年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

亀井製陶株式会社
株式会社アルセド

バングラデシュ国
無焼成固化技術を使ったレンガ事業準備調査 (BOP ビジネス連携促進)
報告書

目次

1.	概要	1
1-1	プロジェクトの背景と必要性.....	1
1-2	プロジェクトのビジネスシナリオ.....	2
1)	対象 BOP 層及び開発課題の概要.....	2
2)	採用技術の概要	5
3)	技術の現地化およびビジネスモデルの工夫	8
2.	投資環境・ビジネス環境（各種政策・制度、インフラ、関連施設等）	9
2-1	政治・経済状況.....	9
1)	政治の状況.....	9
2)	経済の状況.....	11
2-2	外国投資全般に関する各種政策や法制度.....	15
1)	租税.....	15
2)	二国間租税条約	16
3)	機械設備の関税	16
2-3	当該事業に関する各種政策や法制度.....	18
1)	レンガ事業に関する各種政策や法制度.....	18
2)	産業廃棄物の資源利用に関する各種政策や法制度	26
2-4	市場の現状	28
1)	バングラデシュのレンガ産業	28
2)	無焼成レンガの種類、普及の状況.....	33
3)	レンガの市場規模、流通体系	34
2-5	対象購買層の概況	37
1)	大口需要者.....	37
2-6	既存のインフラ（電気、道路、水道等）や関連設備等設備状況.....	37
2-7	社会・文化的側面	37

3.	事業計画	38
3-1	事業サイトの調査（候補地の比較分析、適地選定）	38
3-2	ニーズ調査	39
1)	レンガの嗜好性	39
2)	使用したいレンガの特徴、将来のレンガの種類	40
3-3	製品開発計画	41
3-4	原材料・資機材の調達計画	44
1)	原材料入手可能性調査	44
3-5	生産、流通、販売計画	49
3-6	要員計画、人材育成計画	50
3-7	事業費概算（初期投資資金、運転資金、運営維持保守資金等）	50
3-8	財務分析（収支計画、事業キャッシュフロー、収益性分析）	52
3-9	資金調達計画	53
3-10	許認可関係	54
3-11	事業実施スケジュール	55
3-12	環境・社会配慮	56
4.	JICA 事業との連携	57
4-1	連携事業の必要性	57
4-2	事業スキーム（資金協力、技術協力、青年海外協力隊）	57
4-3	具体的連携事業の内容、連携事業の実施スケジュール	57
1)	資金面での協力（有償・無償資金協力）	57
2)	現行の JICA プロジェクト等との連携	58
3)	青年海外協力隊、シニアボランティアとの連携	59
4-4	連携による効果の予測	60
5.	開発効果	62
5-1	対象となる BOP 層の状況（人口、家計、社会階層、生活形態、経済活動等）	62
1)	貧困層の割合	62
2)	貧困層の家計	64
3)	生活	65
4)	健康	66

5) 教育.....	70
6) まとめ.....	72
5-2 BOP ビジネスを通じて解決したい開発課題に関する指標の設定.....	73
5-3 設定した開発指標に関するベースラインデータ（現状）収集・分析.....	76
1) 質の高い雇用の創出.....	76
2) 大気汚染の改善、地球温暖化への貢献.....	78
3) 農地保全への貢献.....	78
4) 農村開発への支援.....	78
5-4 BOP ビジネス実施後の開発効果発現のシナリオ	79
1) 質の高い雇用の創出.....	79
2) 大気汚染の改善、地球温暖化への貢献.....	79
3) 農地保全への貢献.....	80
4) 農村開発への支援.....	80

別添資料

別添 1 原材料入手調査報告書

図表一覧

図 2-1	実質 GDP 成長率 (%) の経年変化.....	12
図 2-2	一人当たりの GDP (名目) ドルの経年変化	12
図 2-3	消費者物価指数・上昇率の経年変化.....	12
図 2-4	ダッカの粒子状物質の発生源	19
図 2-5	ダッカ市における微粒子状物質 (PM _{2.5}) の月平均濃度.....	19
図 2-6	Improved Zigzag 型	32
図 2-7	各レンガタイプの市場シェア	36
図 2-8	各レンガタイプの市場価格.....	36
図 3-1	2 タカを支払って改善させたいレンガの特徴	40
図 3-2	入手した原料サンプルとそれぞれ単独での固化試験	46
図 3-3	バングラデシュにおける主要原料	46
図 3-4	バングラデシュのフェリー航路の地図	47
図 3-5	無焼成レンガ製造フロー	49
図 3-6	製造工場のレイアウト.....	49
図 3-7	投資スキーム(事業開始時).....	53
図 3-8	投資スキームの税務	54
図 5-1	1,000 人あたりにおける 5 歳未満の幼児の死亡率 (2011 年)	69
表 2-1	バングラデシュ政治の基礎データ	9
表 2-2	バングラデシュ経済の基礎データ (米ドル)	11
表 2-3	バングラデシュの国・地域別対内直接投資<登録ベース>.....	14
表 2-4	バングラデシュの個人所得税率.....	16
表 2-5	各国における粒子状物質環境基準の比較.....	19
表 2-6	中国の大気汚染指数	20
表 2-7	レンガ産業に関する政策・法制度	22
表 2-8	都市別の廃棄物発生量.....	26
表 2-9	産業廃棄物の発生量	26
表 2-10	産業廃棄物の資源利用に関する主な政策・法制度.....	27
表 2-11	ダッカ市内における住宅の建築材料.....	28
表 2-12	バングラデシュのレンガ産業 (2011 年)	29
表 2-13	バングラデシュのレンガ焼成窯技術の状況 (2009 年)	29
表 2-14	バングラデシュで流通している主なレンガのタイプ	35
表 2-15	レンガのタイプ毎の購入量.....	35
表 3-1	サウスダッカ工場団地の価格表.....	38
表 3-2	レンガを選ぶ際に重要視する要素	39
表 3-3	将来、建築材料となるレンガのタイプ	40
表 3-4	建築用粘土レンガの等級	41
表 3-5	レンガデザインの検討 各デザインの詳細	42
表 3-6	他建築材料の検討 各デザインの詳細	43
表 3-7	原材料入手可能性調査のヒアリング結果.....	45
表 3-8	原材料入手可能性調査の可能性結果.....	45
表 3-9	事業立ち上げ時 製造・販売管理体制	50
表 3-10	初期投資資金.....	50
表 3-11	無焼成レンガ事業原価内訳.....	51

表 3-12	無焼成レンガ事業経費内訳.....	51
表 3-13	無焼成レンガ事業収益計画書.....	52
表 3-14	国内外の資金調達の比較.....	53
表 5-1	バングラデシュの貧困世帯の割合の経年変化.....	62
表 5-2	各管区における貧困世帯の割合.....	63
表 5-3	ダッカ管区における貧困層一人あたりの月収.....	64
表 5-4	ダッカ管区における貧困層一人あたりの支出/月.....	64
表 5-5	バングラデシュにおける一人あたりの平均月収.....	64
表 5-6	ダッカ管区における世帯毎の飲料水の設備の割合.....	65
表 5-7	ダッカ管区における電気他、通信設備にアクセスできる割合.....	66
表 5-8	2010年の1年間で被った慢性疾患の種類.....	67
表 5-9	30日間で被った病気の種類.....	68
表 5-10	2010年、30日間に於ける患者一人あたりにかかる医療費の平均支出.....	69
表 5-11	2010年 バングラデシュの貧困層の教育状況.....	70
表 5-12	2010年 ダッカ管区における最貧困層11~15才の就学率.....	71
表 5-13	1世帯あたりの教育に於ける支出.....	71
表 5-14	居住地及び教育レベルによる一人あたりの平均収入.....	72
表 5-15	バングラデシュのレンガ焼成窯技術の状況(2009年).....	76
表 5-16	既存技術の粒子状物質(SPM)と二酸化炭素の排出量.....	78

写真一覧

写真 1-1	ハイブリッドホフマン窯内で働く労働者.....	2
写真 1-2	生レンガを成型する労働者.....	2
写真 1-3	窯詰する労働者.....	2
写真 1-4	ハイブリッドホフマン窯の排気口から出る煙.....	3
写真 1-5	レンガ工場集積地.....	4
写真 1-6	無焼成固化技術によるレンガ製造.....	6
写真 1-7	開閉式混水混練機.....	6
写真 1-8	簡易分割式真空押出機.....	6
写真 1-9	生レンガの天日干し.....	7
写真 1-10	無焼成技術の場合、室内乾燥.....	7
写真 2-1	生レンガを成型する労働者.....	31
写真 2-2	低効率のレンガ工場(FCK型).....	31
写真 2-3	近代的な技術(HHK型).....	31
写真 2-4	近代的な技術(VSBK型).....	31
写真 2-5	Concord Groupのセメントレンガ.....	33
写真 2-6	Compressed Interlocking Earth Block(CIEB).....	33
写真 3-1	無焼成レンガ 最終デザイン.....	41

略語一覧

略語	正式名称	日本語訳
ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
BBMOA	Bangladesh Brick Manufacturer Owner Association	バングラデシュレンガ製造 オーナー連盟
BIWTA	Bangladesh Inland Water Transport Authority	バングラデシュ内航水運公社
BNP	Bangladesh National Party	バングラデシュ民族主義党
BOI	Board of Investment	投資庁
BoP	Base of Pyramid	低所得者層
BRAC	Bangladesh Rural Advancement Committee	農村向上委員会
BSTI	Bangladesh Standard Testing Institute	バングラデシュ基準・検機関
BTK	Bull's Trench Kiln	
CSR	Corporate Social Responsibility	社会的責任
EPZ	Export Processing Zone	輸出加工区
FCK	Fixed Chimney Kiln	
GDP	Gross Domestic Production	国内総生産
GEF	Global Environment Facility	地球環境ファシリティ
GHG	Greenhouse Gas	温室効果ガス
HHK	Hybrid Hoffman Kiln	
IRR	Internal Rate of Return	内部収益率
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
NGO	Non-governmental Organization	非政府組織
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
UNDP	United Nation Development Programme	国連開発計画
VAT	Value Added Tax	付加価値税
VSBK	Vertical Shaft Brick Kiln	

1. 概要

1-1 プロジェクトの背景と必要性

レンガは都市近郊、農村ともにバングラデシュでもっとも普及している建築材料である。バングラデシュには現在、稼働中のレンガ焼成窯が 5,000 ほど存在し、主にインドから輸入する瀝青炭を用いて年間 172 億個のレンガを生産している。近年の同国の経済発展に伴い、直近 10 年では需要が前年比約 8-9%のペースで成長しており、これからも大きな成長が見込まれる一大産業・市場である。

一方、レンガ産業は国内最大の温室効果ガス (GHG) 排出源、かつ都市部の大気汚染の最大の原因となっている。他国では、近代的な高効率レンガ窯が普及しているのに対し、バングラデシュにあるレンガ窯のほとんどはエネルギー効率が極端に劣るタイプである（中国比で倍）。同産業由来の GHG 排出量は年間 980 万トンにのぼり¹、加えて、レンガ焼成に使用される石炭から排出されるガス (NOx、SOx)、煤塵、粉塵は深刻な大気汚染や農地汚染・農地減少などの環境問題²を引き起こしていると言われ、住民の健康への影響が懸念されている。特に、レンガ工場が密集するダッカおよび近隣地区では、健康被害が深刻化しており、その経済損失は年間約 330 億タカという試算も出されている。これに加え、レンガ産業は年間 4,500 万トンの粘土を掘削しており、これにより農地が毎年 8 万ヘクタール減少している³。

同国では、急激な経済発展により、産業廃棄物排出量も増加しているが、産業廃棄物処理場が存在しないため、行政・市民はゴミによる環境問題に悩まされている。世界銀行の推測によれば、現在 17,000 トン/日の都市部の産業廃棄物発生量が、2025 年には 47,000 トンになるため、産業廃棄物処理（廃棄・管理・再資源化）は同国政府にとり、逼迫した問題となっている。

当プロジェクトは、国内最大の GHG 排出源の効率改善のみならず、深刻な環境汚染の緩和、同国のエネルギー問題、および産業廃棄物処理の解決にも資することから、同国の持続可能な開発に大きく貢献する大変有意義な事業であると考えられる。環境汚染や気候変動により一番大きな不利益を被るのは、バングラデシュのような最貧国の BOP 層であるため、これら環境問題への取り組みは、BOP 層の開発課題の改善に直結しており、構造的貧困の再生産を削減することにつながる。

また、日本の対バングラデシュ援助計画の重点分野は、民間セクター開発、気候変動対策、廃棄物管理能力強化による都市環境の改善など、当プロジェクトと合致する点が多く、多くの面から、ODA、JICA プロジェクトなどと協力体制を構築できると期待する。

¹ 出典：The World Bank, Introducing Energy-efficient Clean Technologies in the Brick Sector of Bangladesh, June 2011.

² 出典：H. R. Khan, Assessment of degradation of agricultural soils arising from brick burning in selected soil profiles, Int. J. Environ. Sci. Tech., 4(4):pp.271-480, 2007.

³ 出典：UNDP, Technical and Financial Fact Sheet, 2011.

1-2 プロジェクトのビジネスシナリオ

1) 対象 BOP 層及び開発課題の概要

① レンガ製造に従事する BOP 労働者

レンガ産業に従事する労働者数は 100 万人以上といわれている。大多数のレンガ製造場は、借地料が安いことから、雨期に洪水にさらされる地帯につくられており、労働者は乾期の年に 6 カ月ほどしか雇用されない季節労働者となっている。また、ほぼすべての窯では、労働者はレンガ焼成時に排出される様々な物質にさらされており、安全設備が十分とは言えない。更に、長時間労働に対して低い賃金であり、労働環境は厳しい。無焼成技術の導入により、レンガ焼成過程がなくなるため労働環境は改善され、また、洪水の影響のない地域に工場を配置することにより通年生産が可能となるため雇用は安定し、金銭的報酬も上昇する。

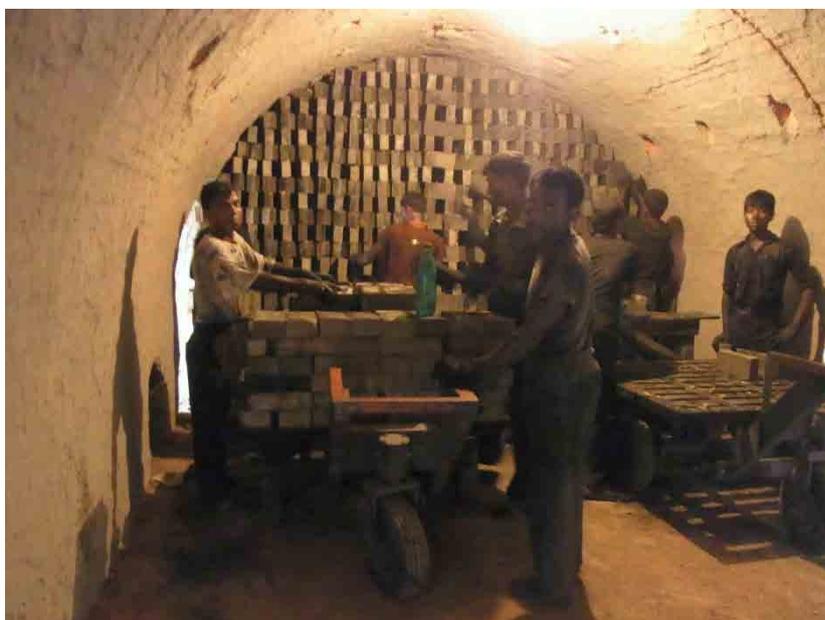


写真 1-1 ハイブリッドホフマン窯内で働く労働者



写真 1-2 生レンガを成型する労働者



写真 1-3 窯詰する労働者

② 劣悪な住環境で生活する BOP 層

世界銀行の調査⁴によると、首都近郊のスラムには 500 万人近い住民が生活している。上下水道設備や最低限のインフラが整備されていないため衛生状態が悪く、また、多くのスラムは河川に隣接しているため、水害の危険にさらされている。バングラデシュ政府および国際 NGO は、この問題を解決すべく、低所得層向住宅プログラムを推進している⁵。当プロジェクトは、これらのプログラムに低価格でレンガを提供することで、当該 BOP 層の住環境改善に貢献できる。

③ 首都近郊に住む BOP 層（人口 1,300 万人、貧困率 36.6%）

レンガ産業により消費される石炭は年間 350 万トンで、全国各地で甚大な大気汚染および土壌汚染を引き起こしている。とくに、ダッカから半径 25km 圏内には 1,200 のレンガ工場が集中しており、ダッカ近郊に住む BOP 層の住環境および健康状態への影響の深刻化が懸念されている⁶。この健康被害を金額に換算すると年間 330 億タカという調査結果もある⁷。全国平均世帯月収が 11,480 タカ（約 1 万円）であることを考えると、これは非常に大きな負担である⁸。



写真 1-4 ハイブリッドホフマン窯の排気口から出る煙

⁴ 出典：The World Bank, Dhaka: Improving Living Conditions for the Urban Poor, 2007.

⁵ <http://www.habitatbangladesh.org>

⁶ 出典：Ijaz Hossain, Impact of Brick kiln pollution on Dhaka City, BUET, 2007.

⁷ 出典：The World Bank, Introducing Energy-efficient Clean Technologies in the Brick Sector of Bangladesh, 2011.

⁸ 出典：Ministry of Planning, Household Income & Expenditure Survey 2010, 2011.



写真 1-5 レンガ工場集積地

④ レンガ製造地域周辺の BOP 農家

レンガ産業は、年間 4,500 万トンの粘土を掘削しており、これにより農地が毎年 8 万ヘクタール減少している⁹。また、これに加えて石炭の消費による土壌汚染も深刻である¹⁰。本技術は粘土ではなく、基本的に産業廃棄物を原料として使うことから、粘土の消費を削減することに寄与する。

⁹ 出典：UNDP, Technical and Financial Fact Sheet, 2011.

¹⁰ 出典：H.R.Khan, Assessment of degradation of agricultural soils arising from brick burning in selected soil profiles, Int. J. Environ. Sci. Tech., 4(4):pp.271-480, 2007.

2) 採用技術の概要

「無焼成固化技術」とは、各種未利用資源やリサイクル資源を主原料とし、レンガやタイル、路盤材などを作る技術である。主原料となるリサイクル資源は、例えば、下水道汚泥焼却灰・水滓スラグ(都市ごみ溶融スラグ等)・採石廃土・窯業廃土(キラ)・陶磁器くず・樹脂汚泥・廃プラスチック・鋳物砂・塗装材くず・石炭灰などで、生ごみを除く、ほぼすべての産業廃棄物が原料となり得る。通常、レンガやタイルは、生の粘土を乾燥・焼成して製造されるが、この技術では、日本伝統の焼き物技術と新開発の特殊固化技術(特許製法)を併せて、スラグセメントおよび硬化剤¹¹による化学反応を用いてレンガを製造する。化石燃料を使用しないため、資源の有効活用など環境により配慮した製法である。「無焼成固化技術」では、主原料となる産業廃棄物(重量比 80%以上)を細かく粉砕したものを、セメントを接着剤として固め、圧力をかけることでレンガやタイルを製造する。投入するセメントの量を加減することで、廃棄物のタイプや量に応じた調整を行うことができるため、バングラデシュのような細かい産業廃棄物の分別が行われていない地域でも、強度や滑り抵抗などが均一な高品質のレンガ製造が十分可能である。また、重金属などそのままでは人体や環境に有害な物質も、この技術によって、固定されるため、製造されたレンガは安全性が高く、有害物質の溶出といったリスクに対しても、厳格な基準を満たしている。また、商品としても、豊富なカラー展開や風合いを提供できるため、BOP層から富裕層まで、多くの客層を取り込める可能性が高い。

¹¹ 混練と真空押出によりセメントの固化能力を最大限引き出すことが可能なものの、強度の強化のためには、多くのセメントが必要になる。当社の製法に合わせて開発したのが特殊硬化剤(商品名「アドソイル」)である。この薬品自体が原料を硬化させる働きを持ち、正規の添加量で、元来ありえないセメント 5%でも圧縮強度 10 Mpa 以上という強度発現が可能なが証明されている(安全性確認済)。

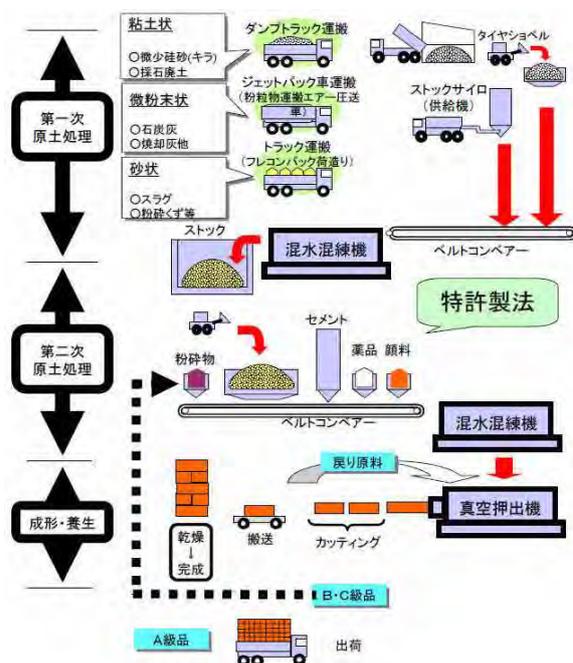


写真 1-6 無焼成固化技術によるレンガ製造

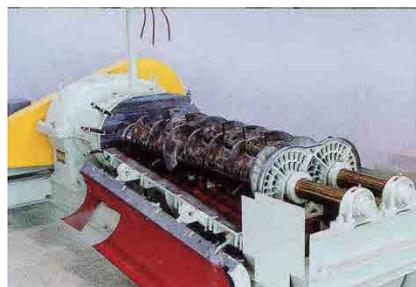


写真 1-7 開閉式混水混練機¹²

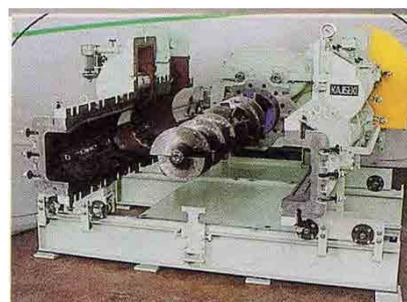


写真 1-8 簡易分割式真空押出機¹³

本技術は、レンガ一個当たりの燃料費が 0.08 タカと既存技術の 1.80 タカを大幅に下回ること、レンガ一個当たりの初期投資が中国で普及しているハイブリッドホフマン窯 (HHK) の半分で済むこと、工場建設に必要な土地が小さくて済むこと（下の写真参照）、また、低炭素化以外に廃棄物処理、農地保全などのコベネフィットが期待できることから、他のレンガ技術に対して優位である。

¹² 無焼成固化は、土の混練度合いで強度を調整するため、ドラム内で徹底的に混練する。「開閉式混水混練機」は無焼成固化製法のために、特別に開発されたもので、水分調整しながら土を混練することができる。

¹³ 真空押出成形は、無焼成固化製法の中でも、最も重要な行程であり、原料の粒子間の密着度を高める効果がある。精度と剛性を保つために開発されたこの機械（特許取得済）は、縦割り一連式開閉による分離式のため硬化した原料の交換作業が容易に出来る。拔出式原料交換はごく少量の原料で可能である。



写真 1-9 生レンガの天日干し



写真 1-10 無焼成技術の場合、室内乾燥

バングラデシュ政府は、レンガ産業の高効率化（石炭消費量の削減）を喫緊の課題とみなし、**国内の9割超を占める低効率のレンガ工場(FCK)の操業を近い将来禁止**することを発表している。このため、当プロジェクトの実現可能性が高いことを本調査で示せば、本技術の普及が急速に進むことが期待される。



一般的なレンガ工場 (FCK)	
石炭消費量	100
粘土消費量	100
労働者数	100
エネルギー消費量*	6.4MJ
燃料費*	100

無焼成レンガ工場 (日本)	
石炭消費量	0
粘土消費量	0
労働者数	6
エネルギー消費量	0.3MJ



労働集約型に
変革



近代的なレンガ工場 (HHK)	
石炭消費量	54
粘土消費量	120
労働者数	57
エネルギー消費量	4.0MJ
燃料費	60

無焼成レンガ工場 (バングラデシュ)	
石炭消費量	0
粘土消費量	0
労働者数	100以上
エネルギー消費量	0.06MJ
燃料費	5



* レンガ1個生産するための消費量

3) 技術の現地化およびビジネスモデルの工夫

技術導入にあたっては、現地のエネルギー事情を考慮し、製造ラインを労働集約型に大幅に作り替える（例：ベルトコンベアーではなく、人力を使う）。混練機と押出機以外の部分はローテク化しても、品質に大きな影響はないため、現地で入手が容易な原料の種類・性質に合わせて、製造ラインの現地仕様化を進めることが可能である。

当プロジェクトの持続可能性を向上させ、かつ、レンガ価格を低く設定できるように生産面では、レンガ事業とタイル事業を組み合わせたクロス・サブシディ（内部相互補助）モデルを検討している。タイル（化粧レンガ）の場合、製造ラインをほとんどかえずに、同量の原料から 16 倍以上の売上が見込めるため、生産容量の一部を切り替えることで、収益性は飛躍的に向上する。また、手によるタイルの研磨作業を工程に加えることで、多くの雇用を創出できる。本調査では、化粧レンガの需要は高く、かつ調査前の想定以上に収益性が高いことが判明した。一方で、化粧レンガは天然ガスを使う工場で製造されているため、大気汚染の原因にはなっていない。このことから、収益性を確保しつつ、また雇用創出と大気汚染の緩和のバランスを考慮した製品構成（プロダクトミックス）を今後策定する予定である。

2. 投資環境・ビジネス環境（各種政策・制度、インフラ、関連施設等）

2-1 政治・経済状況

1) 政治の状況

バングラデシュ政治の基礎情報を表 2-1 に示す。

表 2-1 バングラデシュ政治の基礎データ¹⁴

面積	14 万 4 千平方キロメートル（日本の約 4 割）	
人口	1 億 5, 250 万人（2013 年バングラデシュ統計局） 年平均人口増加率：1. 37%（2011 年バングラデシュ統計局）	
首都	ダッカ	
民族	ベンガル人が大部分を占める。ミャンマーとの国境沿いのチッタゴン丘陵地帯には、チャクマ族等を中心とした仏教徒系少数民族が居住。	
言語	ベンガル語（国語） 成人（15 歳以上）識字率：56. 8%（Human Development Report 2011 年）	
宗教	イスラム教徒 89. 7%、ヒンズー教徒 9. 2%、仏教徒 0. 7%、キリスト教徒 0. 3%（2001 年国勢調査）	
略史	1947 年	パキスタン（東パキスタン）として独立
	1971 年	バングラデシュとして独立
政治 外交	政治体制	共和制
	議会	一院制（総議席 350）
	外交	SAARC（南アジア地域協力連合）、非同盟グループ、イスラム諸国会議機構、英連邦のメンバー。
	軍事力	志願制、兵力：陸軍 126, 150 人、海軍 16, 900 人、空軍 14, 000 人（The Military Balance 2010）

バングラデシュの独特の事情として、ハルタルと呼ばれる反政府活動や労働者による抗議デモが多いことが挙げられる。事態が悪化する場合には、車両や建物に対する投石、破壊行為等多数の被害が出ることもあり、道路の封鎖、商業施設やオフィス、工場などが閉鎖される。

以下に、在バングラデシュ大使館による最近のバングラデシュの政治情勢から、ハルタルやデモの起きる可能性のある動きを記述する¹⁵。特に野党 BNP（バングラデシュ民族主義党）と与党アワミ連盟との対立は、次期総選挙まで 1 年を切ることから激化すると考えられ、年末・年始にむけてハルタルが多く実施される可能性がある。

- 総選挙の枠組みをめぐる与野党対立の激化
- 独立戦争戦犯裁判の進捗と「シャハバールグ運動」
- 18 党連合による「一点運動」とイスラム系団体の動き
- 「リベラル派」ブロガー対「ヘファジャテ・イスラム」の対立

¹⁴ 出典：「外務省 各国地域情勢 基礎データ」のウェブサイト、平成 25 年 10 月 18 日更新
(<http://www.mofa.go.jp/mofaj/area/bangladesh/data.html>)

¹⁵ 出典：在バングラデシュ大使館、ODA-NGO 協議会資料、最近のバングラデシュ政治情勢、平成 25 年 4 月

➤ アワミ連盟および BNP の動き

平成 25 年 12 月現在では、バングラデシュ選挙管理委員会による第 10 次総選挙の日程が公示されたこと（2016 年 1 月 5 日実施予定）を受け、BNP 率いる野党 18 党連合は、11 月より全国規模にて道路、鉄道、水上交通を封鎖するなど、抗議活動を実施している¹⁶。

与党アワミ連盟政権と BNP など野党 18 党の対立は年初より激化しており、BNP など 18 党連合に政権交代しても、しなくても反体制・体制側の支持者によるハルタルなどの抗議運動は、年末からしばらく続く恐れがある。

ハルタルによる道路封鎖などの影響による経済状況については不透明だが、過去 9 年の GDP 成長率は 6%を維持しており、大きく左右されないと予測される。

その他、大規模な抗議活動として、平成 25 年 4 月 24 日にダッカ市郊外サバール地区で起こった複数の工場や商店が入った 8 階建てのビルの倒壊では、少なくとも 1,100 人が死亡、2,500 人以上が負傷する事態となり、これをうけて、労働者らによる大規模な抗議デモが市内各地で行われている。抗議デモでは、これまで 1,000 人から 4,000 人余りの労働者がデモ活動に参加し、車両及び工場を襲撃・破壊する暴力事件を引き起こしているほか、高速道路などの主要道を封鎖するため、各地で大規模な渋滞が発生している。本年 4 月に発生した同様の労働者による抗議デモの際には、邦人企業関係者が抗議デモに巻き込まれ、暴徒の襲撃を受け負傷する事件も発生している¹⁶。

¹⁶ 出典：「外務省 海外安全ホームページ バングラデシュ」のウェブサイト、2013 年 12 月確認
(<http://www2.anzen.mofa.go.jp/info/pcinfectionspotazardinfo.asp?id=012#header>)

2) 経済の状況

バングラデシュ経済の基礎情報を表 2-2 に示す。

表 2-2 バングラデシュ経済の基礎データ (米ドル) ¹⁴

主要産業	衣料品・縫製品産業
実質 GDP	1,156 億ドル (2013 年)
一人当たり GDP	776.5 ドル (2012 年度)
経済成長率 (GDP)	6.3% (2012 年度)
消費者物価指数上昇率	7.97% (2012 年度)
労働人口市場	5,370 万人 (2010 年度) 農業 (48.1%)、サービス業 (37.4%)、鉱工業 (14.6%)
GDP 内訳	サービス業 (49.5%)、工業・建設業 (31.3%)、農林水産業 (19.3%) (2012 年度暫定値)
総貿易額	輸出：239.92 億ドル 輸入：333.09 億ドル (2012 年度)
主要貿易品目	輸出：既製品 (ニットを除く) (39.5%)、ニットウェア (39.1%)、 冷凍魚介類 (3.7%)、ジュート製品 (2.9%)、革製品 (2.4%)、 ホーム・テキスタイル (1.5%) 輸入：石油製品 (12.3%)、繊維 (9.5%)、化学薬品 (6.5%)、機械機 器 (6.3%)、食用油 (5.1%)、プラスチック・ゴム (4.3%)、鉄鋼製 品 (3.8%)、綿花 (3.8%)、紡績糸 (3.1%)、穀物類 (2.8%) (2012 年度)
主要貿易相手国	輸出：米国、ドイツ、英国、フランス、スペイン、イタリア、カ ナダ、ベルギー、オランダ、日本 輸入：中国、インド、シンガポール、韓国、日本、マレーシア (2012 年度)
海外 (移住者、 労働者等) からの送金	144.6 億ドル
通貨	タカ
為替レート	1 米ドル=79.10 タカ (2012 年度平均)

注：バングラデシュの会計年度は 7 月～翌年 6 月末。2012 年度は、2011 年 7 月から 2012 年 6 月末まで。

バングラデシュの経済は、近年の欧州経済危機等の影響を受けながらも、2003 年から 2011 年まで実質 GDP 成長率は 5.7～6.3%の間で推移しており、高い経済成長率を示している (図 2-1)。また、1 人あたりの GDP や消費者物価指数は 2003 年から 2011、2012 年にかけて約 2 倍の伸びを示しており、消費市場が堅調に拡大している (図 2-2、図 2-3)。この背景としては、縫製品輸出や海外労働者送金の安定的伸長、比較的バランスの取れた産業構造、農業セクターの安定した成長といった要因があげられる。他方で、縫製品輸出や海外労働者の海外送金に依存するところが大きく構造的に脆弱であるため、産業の多角化と電力・道路等の基礎インフラの整備が課題となっている ¹⁴。

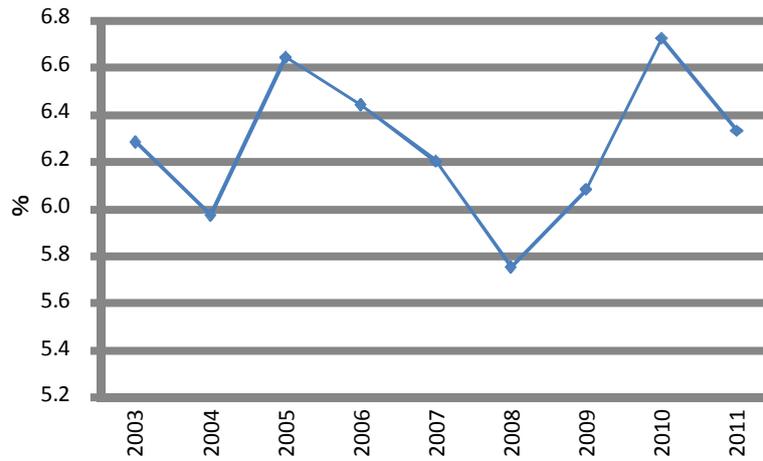


図 2-1 実質 GDP 成長率 (%) の経年変化¹⁷

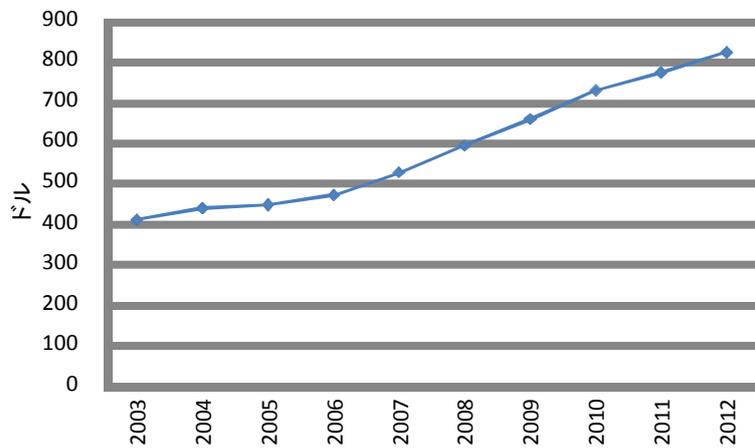


図 2-2 一人当たりの GDP (名目) ドルの経年変化¹⁷

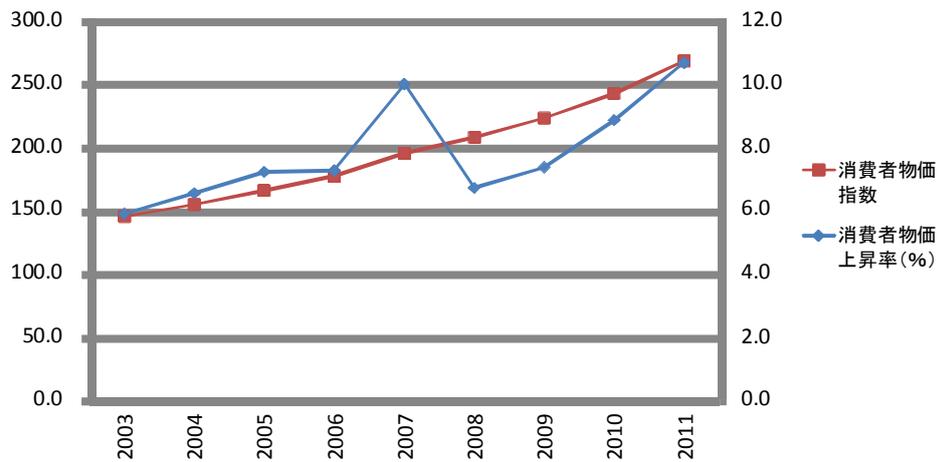


図 2-3 消費者物価指数・上昇率の経年変化¹⁷

¹⁷ 「ジェトロ海外ビジネス情報」のウェブサイトより、バングラデシュの基礎的経済指標のデータ（2013年5月28日更新）を加工。（http://www.jetro.go.jp/world/asia/bd/stat_01/）

バングラデシュの国・地域別対内直接投資額を表 2-3 に示す。

2011/12 年度の対内直接投資額（登録ベース、輸出加工区（EPZ）を除く）は 34 億 9,220 万ドルで、前年度比の 58.5 % 増となった。2010/11 年度は、業種別にみると、エンジニアリング・建設が 93.1 % と大部分を占めていたが、2011/12 年度はサービス、農林業、化学、皮革・ゴム、食品加工などが増加し、投資は幅広い業種へ拡大した。

国・地域別では、韓国が 1 位となり、24 億 4,800 万ドルで全体の 70.1% を占めた。韓国からの投資額の 97.7% は 1 社によるテレビ、エアコン等の電子・電気製品製造の案件が占めている。続いて投資規模の多い順にタイ、インド、オランダ、スリランカ、シンガポール、日本が並んだ。タイは食品加工・農水産業案件、インドは幅広い業種で多数の小規模案件が登録されている。

日本からの投資は 8,170 万ドルで前年度比約 8 倍となった。15 件の登録があり、食品・農林業 5 件、衣料品の製造 3 件、製菓 2 件、不動産建設業 2 件、サービス 1 件、LED 製造 1 件、化学 1 件であった。食品分野では、雪国まいたけとグラミンググループとの合併事業として、モヤシの原料である緑豆の栽培・輸出案件、味の素によるリパック工場・販売会社の設立などが登録されている。味の素は、堅調な成長が見込める低所得層およびボリュームゾーンをターゲットに営業戦略を練る。そのほか、ニプロが地場大手企業の JMI との合併で人工透析用器具を製造。また、加美電機は、ダッカ南部にて LED 照明製品の工場を設立する。

2012/13 年度に入ってから、堅調な内需を取り込む投資が活発であり、ホンダは現地国営企業との合併会社を設立し、二輪車の簡易な組み立てと販売を開始する。また、ファーストリテイリングは、2013 年 7 月にソーシャルビジネスとして、ダッカ市内にグラミンユニクロの 2 店舗を出店する。市場の成長性や潜在力の高さに注目した投資は、多様な分野で伸びている¹⁸。

¹⁸ 出典：ジェトロ世界貿易投資報告 バングラデシュ 2012 年版

表 2-3 バングラデシュの国・地域別対内直接投資<登録ベース>¹⁸

(単位：100 万ドル、%)

	2010/11 年度	2011/12 年度		
	金額	金額	構成比	伸び率
韓国	1,738	2,448	70.1	40.9
タイ	1	201	5.8	14,010.9
インド	16	197	5.7	1,169.9
オランダ	22	132	3.8	495.4
スリランカ	1	99	2.9	9,360.5
シンガポール	35	92	2.6	162.6
日本	10	82	2.3	685.6
中国	19	48	1.4	160.7
バミューダ諸島	0	32	0.9	13,006.6
ドイツ	40	27	0.8	△ 34.0
ノルウェー	0	23	0.7	11,257.5
香港	29	16	0.5	△ 43.7
スイス	1	12	0.3	1,646.3
マレーシア	25	11	0.3	△ 57.8
フランス	0	9	0.3	2,958.3
米国	170	8	0.2	△ 95.3
合計	2,203	3,492	100.0	58.5

注：輸出加工区（EPZ）への投資は除く。

2-2 外国投資全般に関する各種政策や法制度

バングラデシュの産業発展には民間投資が重要であることから、1980年代から国による投資促進政策が始まった。制度化の発端となったのは「外国民間投資（促進・保護）法」及び「バングラデシュ輸出加工区庁法」の制定（1980年）である。さらに経済のグローバル化に伴い、国内外を問わず民間部門の投資促進のための専門機関設置の必要性が高まり、投資庁（BOI）が発足（1989年 投資庁法）した¹⁹。BOI (Board of Investment) とは民間部門の投資促進を目的とする機関である。主な投資インセンティブは、税制優遇措置や利益等送金許可などが中心である。

1) 租税

バングラデシュにおける租税は、以下のとおりである²⁰。

① 法人税

➤ 株式上場／非上場の税率

- ・ 株式上場企業：27.5%、
- ・ 株式非上場企業：37.5%

※上場企業のうち、配当が20%を超える企業は24.5%、配当が10%を下回る企業は37.5%の税率が適用される。

➤ 特定業種の税率

- ・ 携帯通信業（非上場）：45%
- ・ 携帯通信業（上場）：35%
- ・ 金融業（銀行・保険）：42.5%
- ・ マーチャントバンク：37.5%
- ・ たばこ製造業（非上場）：42.5%
- ・ たばこ製造業（上場）：35%

② 付加価値税（VAT）

- 付加価値税（VAT）：15%

③ 個人所得税

個人所得税は、年収により5段階に分かれている。最低税額は3,000タカである（表2-4）。

¹⁹ 出典：ジェトロ・ダッカ事務所、平成22年度海外輸入制度調査 バングラデシュの投資手続き、2010

²⁰ 出典：「ジェトロ 海外ビジネス情報 バングラデシュ 税制」のウェブサイト、2013年11月21日更新（http://www.jetro.go.jp/world/asia/bd/invest_04/）

表 2-4 バングラデシュの個人所得税率²⁰

65歳未満の男性	女性および 65歳以上の男性	知的障害者	税率
～200,000 タカ	～225,000 タカ	～275,000 タカ	無税
200,000～500,000 タカ	225,000～525,000 タカ	275,000～575,000 タカ	10%
500,000～900,000 タカ	525,000～925,000 タカ	575,000～975,000 タカ	15%
900,000～1,200,000 タカ	925,000～1,225,000 タカ	975,000～1,275,000 タカ	20%
1,200,000 タカ～	1,225,000 タカ～	1,275,000 タカ～	25%
非居住外国人個人所得税	—	—	25%

2) 二国間租税条約

バングラデシュは、1991年2月に、日本と二国間租税条約（二重課税防止に関する二国間協定締結）を締結している。条約の内容は以下のとおりである。

- 利子への課税
 - ・ 10%以内
- 配当への源泉税率
 - ・ 法人：15%（配当を支払う法人の25%以上の株式を有している場合は10%）、
 - 個人：10%、バングラデシュ国外居住の外国人：25%
- ロイヤルティ、技術料に対する課税
 - ・ 10%
- 給料・報酬への課税
 - ・ 当該課税年度に合計183日以上滞在した国で課税される。

3) 機械設備の関税

機械及び同部品の輸入には通常7.5%の関税がかかり、部品の輸入額は機械のCFR価額の10%以下とされている。但し、輸出指向企業には以下の関税減免措置がある。

- i) 100%輸出企業の場合、資本機械および同部品にかかる輸入関税が免除される。但し、免税分（7.5%）は銀行保証で担保するか、機械設置後に補償契約書を返却する必要がある。
- ii) 70%以上輸出企業（ダッカ、チッタゴン以外）の場合、同関税は2.5%に減額される。但し、減税分（5%）は銀行保証で担保するか、機械設置後に補償契約書を返却する必要がある。
- iii) 70%以上輸出企業（ダッカ、チッタゴン）の場合、同関税は5%に減額される。但し、減税分（2.5%）は銀行保証で担保するか、機械設置後に補償契約書を返却する必要がある。

尚、資本機械および同部品の付加価値税（Value Added Tax：VAT）は免除されている。中古機械を輸入する場合は現地での通関時に税関より残存耐用年数が10年以上あることを証明する「寿命証明書（LIFE SPAN CERTIFICATE）が必要になる。

2-3 当該事業に関する各種政策や法制度

1) レンガ事業に関する各種政策や法制度

① 背景

レンガ産業は、バングラデシュの GDP の 1% に寄与し、100 万人の雇用を創出する同国の重要な産業である。しかしながら、普及されているレンガ焼成窯の大多数は、エネルギー効率が極端に劣る旧式の技術であり、レンガ焼成に使われる石炭から排出される様々な物質（PM、SO₂、CO、CO₂、NO_x）は、大気汚染や農地汚染などの深刻な環境問題を引き起こしている。

同産業由来の GHG 排出量は年間 980 万トンにのぼり、レンガ工場が集中するダッカ市北部クラスターでは、市内の粒子状物質の 38% を占める主要因となっている（図 2-4）。また、旧式のレンガ焼成窯（FCK 型）より排出される PM₁₀ や PM_{2.5} は、ダッカ市内の早期死亡者数 750 人/年、全早期死亡者数の 20% に関係していると報告されている²¹。

ダッカ市内の微粒子状物質（PM_{2.5}）の濃度は、旧式の FCK 型工場が稼働する期間に顕著に高くなっており（図 2-5）、この期間において、バングラデシュの日環境基準 65 μm³/日 を 2 倍近く超過している。なお、日本及び米国の日環境基準は 35 μm³ となっており（表 2-5）、この環境基準をあてはめると、FCK 型工場が稼働していない期間でも超過する日が多く発生している。また、測定された PM_{2.5} の最高値は 200 μm³ を超しており、バングラデシュと同様に大気汚染が深刻な中国の大気汚染指数ではこの値は重度汚染に分類され、健康影響として「心臓病・肺疾患患者は症状が顕著に悪化、抵抗力が低下。健康な人にもすべて症状が出る」とされている（表 2-6）。

世界銀行が支援している環境局の CASE（Clean Air & Sustainable Environment）のプロジェクト²²では、全国 11 箇所で大気汚染のモニタリングを行っている。毎月のレポートをみると、FCK 型工場が稼働する期間に PM_{2.5} の環境基準値を超過する状況は、今年度でも継続している。

²¹ 出典：The World Bank, *Introducing Energy-efficient Clean Technologies in the Brick Sector of Bangladesh*, 2011.

²² 「環境・森林省環境局、CASE（Clean Air & Sustainable Environment）」のウェブサイト、2013 年 12 月確認（<http://www.case-moef.gov.bd/>）

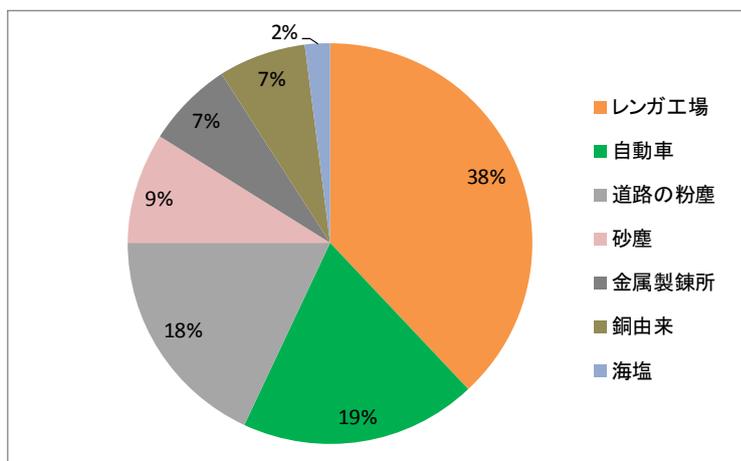


図 2-4 ダッカの粒子状物質の発生源²³

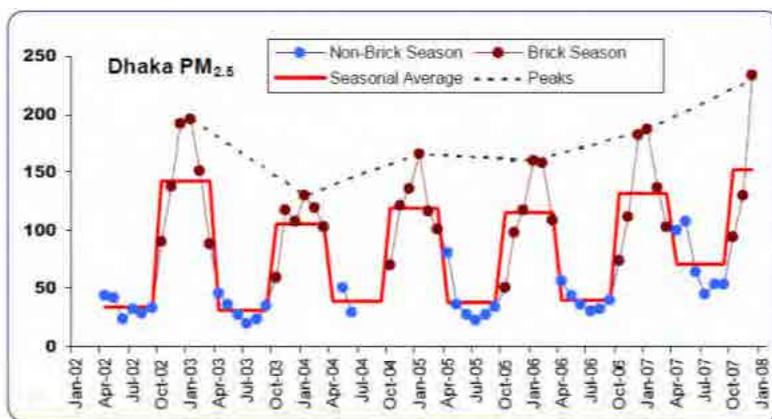


図 2-5 ダッカ市における微粒子状物質 (PM_{2.5}) の月平均濃度²⁴

表 2-5 各国における粒子状物質環境基準の比較²⁵

		年平均値	1日平均値	1時間値
PM ₁₀ (SPM) (※1)	日本	-	100 µg/m ³	200 µg/m ³
	米国	-	150 µg/m ³	-
	中国	100 µg/m ³ (70 µg/m ³) (※2)	150 µg/m ³	-
	WHO指針	20 µg/m ³	50 µg/m ³	-
PM _{2.5}	日本	15 µg/m ³	35 µg/m ³	-
	米国	12 µg/m ³ (※3)		
	中国	35 µg/m ³ (※2)	75 µg/m ³ (※2)	-
	WHO指針	10 µg/m ³	25 µg/m ³	-

²³ 出典: Begum, et al., Key issues in controlling air pollutions in Dhaka, Bangladesh, Atmospheric Environment, 2010.

²⁴ 出典: Guttikunda, S., Impact Analysis of Brick kilns on the Air Quality in Dhaka, Bangladesh, SIM-Air Working Paper Series: 21-2009

²⁵ 出典: 「国際環境経済研究所、PM_{2.5} 実態研究委員会 ゼロからわかる PM_{2.5} のはなし、PM_{2.5} 環境基準ってどんなもの?」のウェブサイト、2013年12月確認、(<http://ieei.or.jp/category/special201307/>)

表 2-6 中国の大気汚染指数²⁵

大気質指数 (AQI : Air Quality Index)	PM2.5濃度 (日平均) ※中国 (2016年全国施行)	PM2.5濃度 (日平均) ※米国	指数の類別 (中国/米国)	健康影響	健康アドバイス (中国環境保護部及び米国環境保護庁による)
0-50 (緑)	0-35 µg/m ³	0-12 µg/m ³	優/Good	汚染なし	通常の活動が可能
51-100 (黄)	35-75 µg/m ³	12-35 µg/m ³	良/Moderate	特に敏感な人に対し軽い影響	特に敏感な人は、屋外活動を控えるべき。
101-150 (橙)	75-115 µg/m ³	35-55 µg/m ³	軽度汚染/ Unhealthy for Sensitive Groups	敏感な人は症状が悪化。健康な人にも刺激症状	・心臓・肺疾患患者、高齢者及び子供(高リスクの人)は、長時間又は激しい屋外活動を控えるべき。
151-200 (赤)	115-150 µg/m ³	55-150 µg/m ³	中度汚染/ Unhealthy	敏感な人はさらに症状が悪化。健康な人も心臓や呼吸器へ影響の可能性	・高リスクの人は、長時間又は激しい屋外活動を中止すべき。 ・すべての人は、屋外活動を適度に控えるべき。
201-300 (紫)	150-250 µg/m ³	150-250 µg/m ³	重度汚染/ Very Unhealthy	心臓病・肺疾患患者は症状が顕著に悪化、抵抗力が低下。健康な人にもすべて症状が出る	・高リスクの人は、屋外活動を中止すべき。 ・すべての人は、屋外活動を控えるべき。
301-500 (赤褐色)	250-500 µg/m ³	250-500 µg/m ³	最悪汚染/ Hazardous	健康な人も忍耐力が低下し、強烈的な症状が見られ、疾病を早期に発症	・高リスクの人は、屋内に留まり、体力消耗を避けるべき。 ・すべての人は、屋外活動を中止すべき。

② 関連政策、法制度

(A) レンガ産業に関する政策・法制度

バングラデシュのレンガ産業に関する政策・法制度を表 2-7 に示す。

レンガ産業に起因する環境問題および健康被害が深刻なことから、バングラデシュ政府は様々な政策・規制を通してレンガ産業の改善に取り組んでいる。しかしながら、レンガ工場の煙突の規制はある程度守られたものの、いまだに低効率のレンガ技術が主体であり、改造型や近代的な技術への移行が進んでいない。

この問題について、国連開発計画（以下、UNDP という。）は、以下のとおり指摘している²⁶。

- エネルギー効率のよい方法や技術を促すための、財政的なインセンティブや基準など、規制の支援策が不足している。
- バングラデシュ政府は、環境負荷が少なく、収益率を高くするための包括的なプログラムに着手するなど、レンガ産業を支援するための活動をほとんどしていない。
- エネルギー効率のよい技術へのアクセスや知識が不足している。
- レンガ製造工程の近代化に必要な資金へのアクセスが不足している。
- 企業レベルでの技術的スキル、ビジネススキルの能力が不足している。
- 特にレンガの中小企業に対する融資機関の経験が少ない。

²⁶ 出典：UNDP, Improving Kiln Efficiency in the Brick Making Industry, UNDP project document, 2010

表 2-7 レンガ産業に関する政策・法制度

年	政策、法律、規制	関係省庁	内容	備考
1989	The Brick Burning (Regulation) Act of 1989	環境・森林省 環境局	レンガ製造で薪炭材の使用を禁止し、レンガ工場の許可を導入したバングラデシュで初めての法律。	薪炭材は広く利用されなくなってきたが、遠隔地では限定的だがまだ使用が続けられている。
2001	Revision of the Brick Burning (Regulation) Act of 1989	環境・森林省 環境局	レンガ工場の場所を規制するThe Brick Burning Act of 1989の改正法。新しい規定は、地区の中心、市域、居住地区、庭園、政府保安林の3km以内にレンガ工場を設立してはいけないとしている。	バングラデシュでは左記の条件でレンガ工場の土地を見つけることはほとんど不可能である。これをBBMOA(バングラデシュレンガ製造オーナー連盟)はこの法律の欠陥だと指摘している。したがって、この規定は実施されていない。
2002 Oct.	Brick Burning rules	環境・森林省 環境局	レンガ工場の煙突を120-ftにすることを義務化した規則である。	この条件は都市部で特に守られており、またほとんどの低効率のBull's Trench Kiln (BTK)型の工場はFCKの改良型に移行している。しかしながら、BTK型でも不法に操業している。
2013 April	Revision of Brick Burning Act	環境・森林省 環境局	この改正法は、レンガ産業をエネルギー効率がよく、環境汚染の少ないレベルへ移行・促進することを目的とする。	2013年4月、議会はこのドラフトを承認した。

(B) 環境保全体法、環境保全体規定

バングラデシュでは、環境保全体法 (Bangladesh Environment Conservation Act, 1995) 及び環境保全体規定 (The Environmental Conservation Rules, 1997) により、環境局が発行する環境適合証明 (ECC : Environmental Clearance Certificate) の取得なしではいかなる工場の設立・事業実施できないとしている²⁷。同規定では、産業及び事業は環境への影響度合いと実施場所により、Green、Orange-A、Orange-B、Redに分類され、カテゴリーごとに調査・提出すべき書類等、指針が定められている。

レンガ産業は Orange-B に分類され、事業準備調査、初期環境調査書 (IEE : Initial Environmental Examination)、環境管理計画書 (EMP : Environmental Management Plan) などを提出することが義務付けられている。Orange-B の産業及び事業は、居住地エリア及び許容以上の騒音、煙、悪臭が発生する場合は商業エリアでの操業を禁止しており、工業ゾーン若しくは指定エリア外での操業を促している。

同規定では、大気、水質、廃棄物等の環境基準が定められている。以下に本事業に係る環境基準の項目を示す。本事業では、各種環境基準を遵守する。

1. 大気 (Standards for Air)
2. 騒音 (Standards for Sound)
3. 悪臭 (Standards for Odor)
4. 汚水排出 (Standards for Sewage Discharge)
5. 産業・事業廃棄物
(Standards for Waste from Industrial Units or Project Waste)
6. 産業・事業からのガス排出
(Standards for Gaseous Emission from Industries or Projects)

上記の環境基準に加え、産業や事業からのガス排出基準として、レンガ工場の焼成窯からの煤煙・粉塵の排出基準が 1,000mg/m³ と設定されているが、本事業では、固化技術の利用によりレンガ焼成過程がなくなるため、焼成窯は不要である。

²⁷ 出典：(株)三菱総合研究所、平成 23 年度 海外の環境汚染、環境規制、環境産業の動向に関する調査報告書、平成 24 年 3 月

③ 国際機関の支援の動向

世界銀行、国連開発計画（UNDP）、アジア開発銀行（ADB）では、バングラデシュのレンガ産業について、環境負荷の少ない改造型や近代的技術の移行を促進するためのプロジェクトを継続中である。以下に、関連するプロジェクトの概要を示す。

■ UNDP

プロジェクト名	Improving Kiln Efficiency in the Brick Making Industry ²⁸
概要	エネルギー効率の良いレンガ焼成窯技術を普及させることによりレンガ産業に起因する温室効果ガスを減少させ、この技術の適用に対する障害を取り除くことを目的とする。効率の良いレンガ焼成窯の論証と意識向上、16のレンガ焼成窯の投資、レンガ産業労働者のキャパシティビルディング、実地訓練、融資、政策や制度上のサポート等。
プロジェクトの期間	2010年1月～2014年12月
予算	US\$ 3 million
ドナー	地球環境ファシリティ (GEF)
実施パートナー	Clean Energy Alternatives (CEA) and Xian Institute of Wall Building Materials

■ 世界銀行

プロジェクト名	Brick Kiln Efficiency Project ²⁹
概要	レンガ製造において、よりクリーンな技術を促進し、環境的に持続可能なレンガ産業に変換することを目的とする。本プロジェクトでは、HHK型のレンガ焼成窯技術を利用し、削減した温室効果ガスから認証排出削減量（CER）を購入し、バングラデシュのレンガ産業の支援に資する。
プロジェクトの期間	2009年8月～2016年6月
予算	US\$ 14.3 million
チームリーダー	Maria Sarraf
実施機関	INDUSTRIAL AND INFRASTRUCTURE DEVELOPMENT FINANCE CO. LTD

²⁸ 出典：「UNDP、GREEN Brick (Improving Kiln Efficiency in Brick Making Industry)」のウェブサイト、2013年12月確認

(http://www.undp.org/content/bangladesh/en/home/operations/projects/environment_and_energy/improving-kiln-efficiency-in-brick-making-industry/)

²⁹ 出典：「World Bank, Bangladesh - Brick Kiln Efficiency Project」のウェブサイト、2013年12月確認 (<http://www.worldbank.org/projects/P105226/bangladesh-brick-kiln-efficiency-project?lang=en>)

プロジェクト名	Clean Air and Sustainable Environment Project ³⁰
概要	都市域の交通やレンガ製造に関して、実証する取組みを通して、ダッカ市内の大気質を改善し安全なモビリティを目指す。大気質の主要な汚染源である交通とレンガ産業に関する制度改革、国内の大気質のデータ管理・モニタリング等に関する環境局への技術支援等を実施することにより、大気汚染や健康被害を減少させるだけでなく、効率の良い交通やレンガ産業に変換するなど co-benefits を図る。
プロジェクトの期間	2009年5月～2014年12月
予算	US\$ 71.2 million
チームリーダー	Maria Sarraf
実施機関	環境・森林省

■ ADB

プロジェクト名	Financing Brick Kiln Efficiency Improvement Project ³¹
概要	ADB のツーステップローンでバングラデシュ銀行（中央銀行）から市中銀行・金融機関への転貸を介して中長期融資を供与する。これにより、十分な資金を調達できなかったレンガ事業者が銀行・金融機関より資金を借り入れ、中長期の設備投資を行うことが可能となる。
プロジェクトの期間	2011年～2015年
予算	US\$ 50 million
チームリーダー	Anqian Huang
実施機関	バングラデシュ中央銀行

³⁰出典：「World Bank, Bangladesh – Clean Air and Sustainable Environment Project」のウェブサイト、2013年12月確認

(<http://documents.worldbank.org/curated/en/2013/06/17938751/bangladesh-clean-air-sustainable-environment-project-restructuring-vol-2-2-data-sheet>)

³¹出典：「ADB, Financing Brick Kiln Efficiency Improvement Project」のウェブサイト、2013年12月確認

(<http://www.adb.org/projects/documents/financing-brick-kiln-efficiency-improvement-project>)

2) 産業廃棄物の資源利用に関する各種政策や法制度

① 背景

バングラデシュにおける都市別の廃棄物発生量を表 2-8 に、産業廃棄物の発生量を表 2-9 に示す。

バングラデシュ全土における廃棄物の発生量は 13,332 トンで、その半数量はダッカ市とチッタゴン市が占める。一方で、廃棄物の収集量はダッカ市で 60%、チッタゴン市で 70%と適切に処理されない廃棄物が多くある。

産業廃棄物では、近年の繊維産業の急激な成長から、繊維産業からのスラッジが最も多く、製革産業からの固形廃棄物が続いている。有害な産業廃棄物が何の処置もせず放置されていることも多く、ダッカ市の Hazaribagh 地区における皮なめし工場や、Narayanganj 地区における繊維製品着色工場、Khulna 地区の沿海地域におけるエビ養殖所は、水質汚染の「ホットスポット」となっている²⁷。

表 2-8 都市別の廃棄物発生量²⁷

市名	廃棄物発生率 (kg/人/日)	総人口(人) (2005年時)	廃棄物発生量(t/日)		平均廃棄物発生量(t/日)
			乾季	雨季	
ダッカ	0.56	6,116,731	3,767.91	5,501.14	4,634.52
チッタゴン	0.48	2,383,725	1,258.61	1,837.57	1,548.09
旧ラジシャヒ	0.3	425,798	140.51	205.15	172.83
クルナ	0.27	879,422	261.19	381.34	321.26
ポリシャル	0.25	397,281	109.25	159.51	134.38
シレット	0.3	351,724	116.07	169.46	142.76
合計	平均 0.41	32,765,516	10,839.75	15,826.04	13,332.89

表 2-9 産業廃棄物の発生量²⁷

産業		ごみ発生量	
		2008年	2012年
繊維産業(スラッジ)	トン/年	113,720	3,600,000
製革産業(固形廃棄物)	トン/年	22,500	34,212
農業産業(固形廃棄物)	トン/年	53.58	68
肥料産業(固形廃棄物)	トン/年	277	334
石油精製産業	リットル/年	4,000	4,000

② 関連政策、法制度

産業廃棄物の資源利用に関する主な政策・法制度を表 2-10 に示す。現状では、リサイクルを推進する具体的な廃棄物管理を示す政策や戦略はなく、監視する役割の行政体制も不十分なことから、前頁で示したとおり、適切な処理をされないまま放置されることも多い。一方で、廃棄物処理場まで運ばれた廃棄物は、スカベンジャーたちによってリサイクル可能なものは分別されており、Waste Concern によると、ダッカ市内では 120,000 人がインフォーマルセクターとしてリサイクルに参加しており、ダッカ市内のごみの約 15%にあたる 475 トンが 1 日でリサイクルされているとしている³²。

表 2-10 産業廃棄物の資源利用に関する主な政策・法制度³³

種類	年	名称
規制	2005	国家固形廃棄物管理取扱規制
	2006	鉛蓄電池のリサイクル及び管理に関する規制
	2008	医療廃棄物管理規制
戦略	2010	国家廃棄物管理 3R 戦略

③ 廃棄物の資源利用の可能性

本事業の無焼成レンガの原材料の候補となる廃棄物および代替材料の入手可能性、価格について調査するため、産業地域・産業廃棄物埋立地等を訪問した(3-4 節の 1 参照)。バングラデシュの主要産業は農業(主に稲作)と繊維産業のため、主に籾殻由来の籾殻灰と繊維工場から産出される繊維スラッジについて検討した。検討の結果、籾殻灰は原料として利用できるが、首都圏近くでは入手量が限られ、また原料として使うとレンガの強度を著しく下げる恐れがある(付属資料参照)。一方、繊維スラッジは大量に廃棄されているが、利用可能性について判断するための情報が得られず、また、関係者の話によると人体に有害な物質を含んでいる可能性が高いことがわかった。その他、産業廃棄物として、石炭灰、建設廃材が考えられたが、現状では収集と分別が困難であり、スラグは高価、下水汚泥はイメージが悪いとの評価を受けた。

これらの理由により、産業廃棄物を本事業の原料として採用することは現時点では難しいと判断した。

³² 出典：「Waste Concern, Waste Database 2009」のウェブサイト、2013 年 12 月確認
(<http://www.wasteconcern.org/database.html>)

³³ 出典：Department of Environment, National 3R Strategy for Waste Management, December 2012

2-4 市場の現状（市場の競争、類似商品のマーケットの状況、市場規模、流通体系など）

1) バングラデシュのレンガ産業

① レンガ産業の概要

バングラデシュでは、レンガは住宅建築の他、道路や橋、灌漑構造物等の建築に幅広く利用されている。住宅建築には伝統的に竹材が利用されてきたが、経済発展の結果、建築市場が安定的に成長し、現在ではレンガを主要な建築材料として使用する住宅が増えている。また、国内で自然石の供給が限られていることも、レンガが利用されている要因となっており、ダッカ市内では 44%の住宅でレンガが建築材料として使用されている（表 2-11）。

表 2-11 ダッカ市内における住宅の建築材料³⁴

壁の材料	住宅数	%
わら、竹材	342, 820	31
泥	125, 467	12
トタン	142, 319	13
木材	2, 969	<1
レンガ/セメント	471, 803	44
合計	1, 088, 378	100

レンガ産業は、季節的労働であり、工場は借地に建てられ資産がない等の理由から、一産業として認知はされていないものの、現状ではバングラデシュの GDP の 1%に寄与し、100 万人の雇用を創出する同国の重要な産業となっている（表 2-12）。

一方、現在使用されているレンガ焼成窯の大多数は、エネルギー効率が極端に劣る旧式の技術を使っており、レンガ工場が集中するダッカ市北部クラスターでは、市内の微粒子状物質の主要因となっている。

³⁴ 出典：The World Bank, Introducing Energy-efficient Clean Technologies in the Brick Sector of Bangladesh, 2011.

表 2-12 バングラデシュのレンガ産業（2011年）³⁴

パラメータ	数値
レンガ焼成窯（石炭動力）の合計数	5,000
レンガ焼成窯（天然ガス）の合計数	20
年間レンガ製造数	172 億個
産出価値	830 億タカ
GDP への貢献度	～1%
石炭消費量	350 万トン
石炭輸入額	226 億タカ
薪炭材消費量	190 万トン
CO2 排出量	980 万トン
雇用者数（粘土や石炭の供給、運搬含む）	～100 万人
建築産業の成長率	5.6%
次の 10 年間におけるレンガ産業の成長率	2-3%

バングラデシュのレンガ焼成窯技術の状況を表 2-13 に示す。

レンガ焼成窯の技術は、Fixed Chimney Kiln (FCK 型) が 9 割近くを占めるが、同技術は極端に非効率で、大気的主要な汚染源となっている。石炭動力の ZigZag Kiln (ZigZag 型) や天然ガスを動力とする Hoffmann Kiln (Hoffmann 型) は FCK 型に比べ、環境負荷は少ないが、全窯に対する数%を占めるに過ぎない。HHK 型は、石炭を動力とする Hoffmann 型のハイブリッドバージョンであり、エネルギー効率がよく、大気汚染が減らせるため、国連開発計画 (UNDP) や地球環境ファシリティ (GEF) が 2006 年に導入した技術である。しかしながら、初期投資額が FCK 型の 10 倍以上と高く、普及率は全窯に対して 1%未満である。

表 2-13 バングラデシュのレンガ焼成窯技術の状況（2009年）³⁴

窯のタイプ	総数	全窯に対する割合 (%)	レンガ製造数	全レンガ製造数に対する割合 (%)
FCK	≤4,500	92	15.8	91.4
ZigZag	≤150	3	0.6	0.0
Hoffmann(ガス)	≤20	0.4	0.2	3.5
HHK	≤10	0.2	0.2	1.4
その他	≤200	4.0	0.5	0.9
合計	≤4,880	100	17.2	100

Bangladesh のレンガ産業の現状を把握するため、2013 年 4 月 10 日～23 日の第 1 回現地調査および 2013 年 6 月 10 日～24 日の第 2 回現地調査で、低効率のレンガ工場である FCK 型、近代的なレンガ工場である HHK 型と Vertical Shaft Brick Kiln (VSBK 型)、FCK 型の改造型の視察を行い、関係者にヒアリングを実施した。次頁以降に、その内容を記述する。

② 低効率のレンガ工場（FCK 型）

バングラデシュで稼働中のレンガ焼成窯の 9 割超は FCK 型等の低効率のレンガ工場である。国内最大の温室効果ガス (GHG) 排出源、かつ都市部の大気汚染の最大の原因となっているため、環境局は FCK 型の操業を 2013 年 7 月以降禁止することをこれまで公表していたが、産業側のロビー活動により、暫定措置として 2014 年 6 月までの移行期間が認められることになった。

FCK 型では、労働者は年に 6 カ月ほどしか雇用されない季節労働者である。また、ほぼすべての工場では安全設備が十分とは言えず、労働環境は厳しい。ヒアリングした労働者は 1 日 2 人で約 4,000 個のレンガを成型するが、1,000 個で 250 タカ (317 円) の収入しか得ていない。レンガを 1 個成型して約 0.16 円の計算になる。



写真 2-2 低効率のレンガ工場（FCK 型）



写真 2-1 生レンガを成型する労働者

③ 近代的なレンガ工場（HHK 型、VSBK 型）

世界銀行や UNDP の支援のもとに、燃焼効率が高く、環境負荷が少ない近代的な技術（HHK 型、VSBK 型）が普及されている。FCK 型の大多数は規模が小さく、年間生産量 400 万個であるのに対して、VSBK 型は 480 万個、HHK 型は 1,500 万個である。しかしながら、初期投資額は FCK 型の 10 倍となっており、導入を検討している起業家の負担が大きく、普及が進まない原因となっている。



写真 2-3 近代的な技術（HHK 型）



写真 2-4 近代的な技術（VSBK 型）

④ FCK 型の改造計画

環境局は低効率のレンガ工場 (FCK 型) を 2013 年 7 月以降に禁止し、2014 年 6 月までの移行期間を設けることを発表している。世界銀行の支援のもとに環境局はベトナムの大学と協力して、現存する FCK 型の改造研究を進めている。

FCK 型の煙突を再利用できる Improved Zigzag 型への改造が期待されているが、今後どの程度時間がかかるかは不明である。それに加え、改造費は約 350 万タカといわれており、これは FCK 型を設立するのとほぼ同じ価格である。世界銀行の担当者によると、改造型への移行は短期的な解決策であり、将来的には近代的なレンガ工場 (HHK 型, Tunnel Kiln 型) へ移行すると話している。

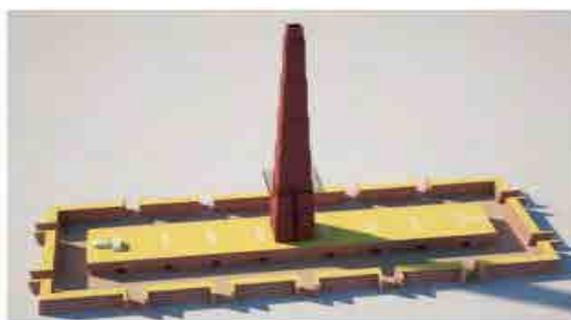


図 2-6 Improved Zigzag 型

⑤ その他の技術

現地調査で訪問した Home Building Research Institute (住宅建築研究所) では、セメントレンガの研究を進めているが、研究初期段階にあり製品化に至るまで今後どの程度時間がかかるかは不明とのことであった。

2) 無焼成レンガの種類、普及の状況

無焼成レンガの製造技術の種類および普及度を確認するため、2013年6月10日～24日の第2回現地調査でヒアリングを行った結果、バングラデシュでは無焼成レンガは歩道で使われるセメントレンガと考えられており、無焼成レンガを建築材として使っている例があまりないことが判明した。以下に、セメントレンガを生産している Concord Group、無焼成レンガを利用している Habitat for Humanity のヒアリング結果を記す。

Concord Group はバングラデシュにおいて、大規模不動産業、土木建設業の企業体の1つである。セメントレンガやブロックを生産しているが、それらは自社の建設現場で使われているに過ぎないとのことであった。

他の不動産開発業者によると、セメントレンガは重量及び価格が、普通の粘土レンガと変わらずメリットが無いと話していた。

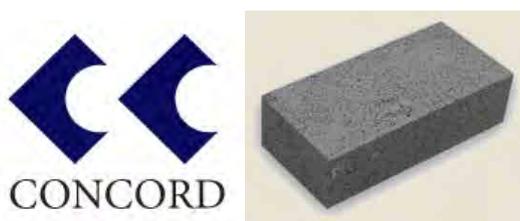


写真 2-5 Concord Group のセメントレンガ

Habitat for Humanity は低所得住宅プロジェクトを中心に活動している国際 NGO である。タイの NGO が開発した Compressed Interlocking Earth Block (CIEB) を住宅計画に利用し始めている。1台(\$1,200)の手動プレス機によって毎日123個生産が可能である。しかし担当者によると将来的に増産する計画はないとのことであった。



写真 2-6 Compressed Interlocking Earth Block (CIEB)

3) レンガの市場規模、流通体系

レンガ産業の具体的な市場規模や流通体系については、公表されている文献等資料がないため、レンガの主な購入者である不動産開発業者にアンケートを行うことにより、市場状況調査を実施した。

バングラデシュでは、最近の急激な経済発展により、レンガを建築材料とする住宅等の建設市場が安定的に成長してきていることから、不動産開発業者は民間セクターにおける最大のレンガ消費者となっている。

不動産開発業者は、ダッカ市内に拠点を置く上位 25 社のうち、10 社を選定した。調査項目は以下のとおりである。

(市場規模)

A. 使用しているレンガの種類、量、価格

(流通体系)

B. レンガの購入方法

① 市場規模

バングラデシュで流通している主なレンガの種類を表 2-14 に示す。

アンケート結果より、調査対象の不動産開発業者 10 社では、年間のレンガ購入量は合計 32,383,000 個となり、1 社平均 3,238,300 個/年のレンガを消費していた(表 2-15)。

使用しているレンガの種類では、粘土レンガが最も使用されており、レンガ購入量全体の 81.22% (26,300,000 個) を占めた(表 2-15、図 2-7)。次いで化粧レンガの購入量が多く、全体の 12.24% (3,965,000 個) を占めた。空洞レンガと穴あきレンガは、それぞれ全体の 2.38% (77,000 個) と 3.61% (116,800 個) と低い割合を示しており、バングラデシュの建築現場では伝統的な粘土レンガを使用する傾向があると示唆された。セメントレンガについては市場シェアがなく、アンケートの回答でも、セメントレンガは水分吸収力が低く、強度に欠けることが指摘された。

レンガの市場価格については、レンガの種類により大きく異なり、粘土レンガは 8 タカ/個と最も安い建築材料となっていた(図 2-8)。一方、化粧レンガは最も高く 16 タカ/個であった。空洞レンガと穴あきレンガはそれぞれ 13 タカ/個、13.6 タカ/個であり、セメントレンガの価格については情報がなかった。その他、ある 1 社からは、RAK Ceramics タイルを化粧レンガの安い代替 (8.5 タカ/個) として使用しているとの回答があった。

上記より、レンガ市場では、粘土レンガの市場シェアが最も高く、かつ最も安い建築材料となっていることがわかった。化粧レンガは価格が最も高かったが、

二番目の市場シェアとなっており需要の高さが示唆された。空胴レンガと穴あきレンガは消費量が少なく、セメントレンガについては情報がなかった。

表 2-14 バングラデシュで流通している主なレンガのタイプ

タイプ	サイズ (cm)	重量	イメージ
粘土レンガ	24×11.5×7	3.5 Kg	 solid brick
空胴レンガ	20×17.5×12	3.75 Kg	 3 Hole Brick
穴あきレンガ	24×11.5×7	3.3 Kg	 10 Hole Engineering Brick
セメントレンガ	23×11×7	3 kg	
化粧張りレンガ	23.5×7×1.27	0.43 kg	

表 2-15 レンガのタイプ毎の購入量

タイプ	年間購入量	平均年間購入量	%
粘土レンガ	26,300,000	2,630,000	81.22%
空胴レンガ	770,000	77,000	2.38%
穴あきレンガ	1,168,000	116,800	3.61%
セメントレンガ	0	0	0.00%
化粧張りレンガ	3,965,000	396,500	12.24%
その他	180,000	18,000	0.56%
合計	32,383,000		100%

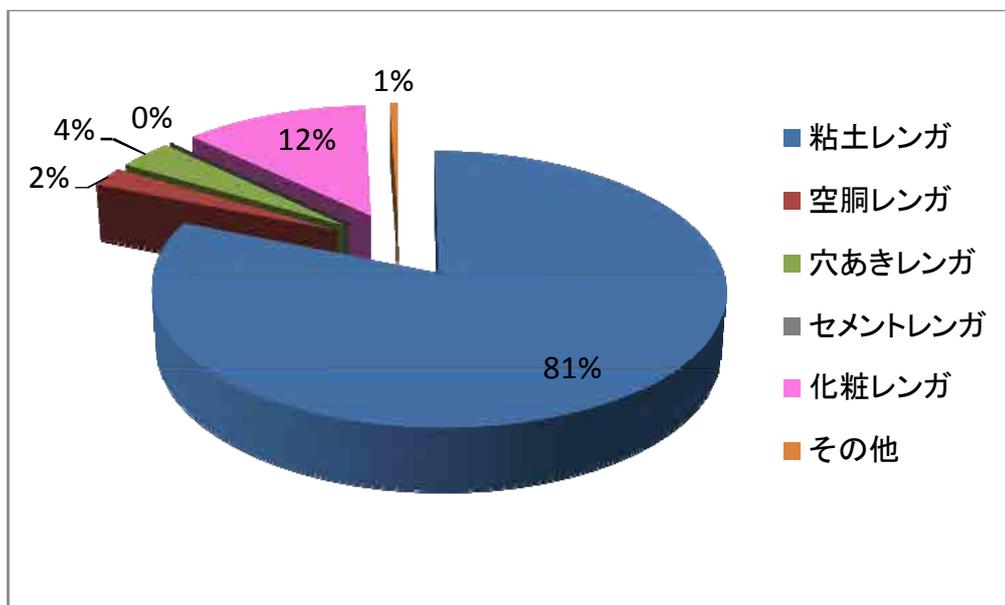


図 2-7 各レンガタイプの市場シェア

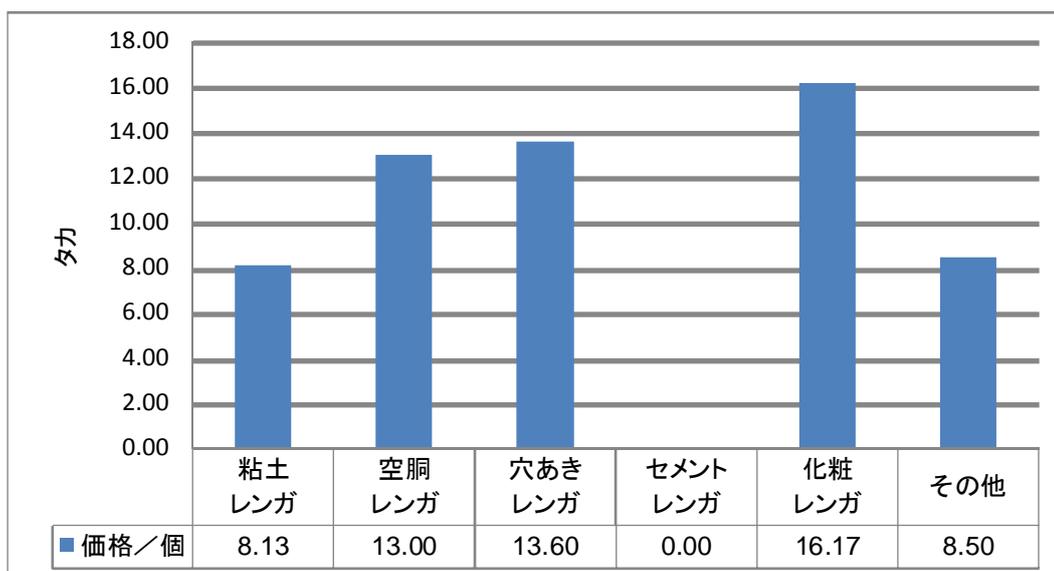


図 2-8 各レンガタイプの市場価格

② 流通体系

調査を行った不動産開発業者の 6 割は、製造業者から直接レンガを購入しているとのことであった。その他の不動産開発業者は、流通業者またはサプライヤーから入手しているとの回答であった。

レンガ流通の多くは、不動産開発業者とレンガ製造業者の直接取引と考えられる。

2-5 対象購買層の概況

1) 大口需要者

不動産開発業者は民間セクターにおける最大のレンガ消費者である。不動産業、開発建築業の唯一の機関であるバングラデシュ不動産住宅連盟（REHAB）によると、2010年では1,081の企業が当機関に登録している。

無焼成レンガの大口需要者になることが期待されるこれら企業のニーズに合致した商品開発を実施するため、大手不動産開発業者に当事業への資本参加について打診している。

Department of Disaster Management : バングラデシュには3,720のサイクロン避難所が存在するが、70年代に建設された避難所もあり再構築が必要である。今後、5,500箇所のサイクロン避難所を建設する計画がある。

2-6 既存のインフラ（電気、道路、水道等）や関連設備等設備状況

天然ガス不足から、バングラデシュ全国で停電が慢性的になっている。このため、事業計画ではグリッド電力に加え、非常用発電機を導入することを検討する。

2-7 社会・文化的側面

サンプルカタログを使った対象購買層のヒアリング、アンケートによると、無焼成レンガが社会・文化的側面が問題になり、現地で受け入れられない可能性は低いと結論付けた。

3. 事業計画

3-1 事業サイトの調査（候補地の比較分析、適地選定）

原材料所在地及びレンガ産業クラスター所在地地図を参考に製造工場設立候補地域の選定作業を現在実施している（詳細は付属資料参照）。具体的には、首都圏北部のレンガ工場集積地の周辺で河川に近いダッカ市郊外サバル及びダムライ地区とガジプル県内で適地を数カ所検討している。これは、首都圏から 50 キロ圏内にある同地域には 700 の工場が建ち、年間 2 億個近いレンガを製造していることから、同地域で本事業を始めることによる宣伝効果は大きいと考えられるためである。

「サウスダッカ工場団地」

ダッカ市内から 24km のムンシゴンジ地区にバングラデシュ・サウスダッカ日本専用工場団地が開発されている。現在第 3 棟まで建設が始まっている。大河川からも近く工場設立候補地として良好である。しかし現地点ではインフラが不足し、必要な面積の土地を確保できないと判断した。しかし事業の第二段階の候補地として考えられる。

以下の価格表は参考として使用していく。

表 3-1 サウスダッカ工場団地の価格表

サウスダッカ工場団地の価格予定	
場所の料金（2013年3月現在）	
土地の購入	平米あたり105.6米ドル 一単位1,440m ² は152,064米ドル 5年で回収、撤退時買値以上の買い取り保証
土地のレンタル	月額平米あたり1.76米ドル（公共EPZより20%安）、 一単位1,440m ² は2,534米ドル
建物のレンタル	月額平米あたり2.2米ドル（公共EPZより20%安）、 一単位360m ² は792米ドル
土地は1,440m ² が一単位、建物は360m ² が一単位	

3-2 ニーズ調査

製品仕様の検討および仮売価の設定等に活用するため、大口需要者である不動産開発業者にレンガのニーズ調査を実施した。調査方法等については、「0、3）レンガの市場規模、流通体系の市場状況調査」に記述するとおりである。

レンガの使用状況については、伝統的な粘土レンガの市場シェアが最も高く、かつ最も安い建築材料となっていた。化粧レンガは価格が最も高かったが、二番目の市場シェアとなっており需要の高さが示唆された。空洞レンガと穴あきレンガは消費量が少なく、セメントレンガについては情報がなかった（2-4節の3）参照）。

その他、より具体的なレンガのニーズを把握するため、以下の項目についてアンケート調査を実施した。

（レンガの嗜好性）

- A. レンガを選ぶ際に重要視する要素
- B. レンガの色

（使用したいレンガの特徴、将来のレンガの種類）

- C. 2タカを支払って改善させたいレンガの特徴
- D. 将来、建築材料となるレンガのタイプ

1) レンガの嗜好性

レンガを選ぶ際に重要視する要素（コスト、強度、水分吸収率、風合い、サイズ、形状、出来ばえ）について調査した結果、最も重視する項目は、強度で最高点（5.0）となった（表 3-2）。次に高い値を示したのは出来ばえ（4.8）であり、サイズ（4.5）、形状（4.5）、水分吸収率（4.4）、風合い（3.8）の順となった。コストはあまり重視されていなかった。

表 3-2 レンガを選ぶ際に重要視する要素

要素	ランク（1:軽視-5:重視）
強度	5.0
出来ばえ	4.8
サイズ	4.5
形状	4.5
水分吸収率	4.4
風合い	3.8

レンガの色を重視するか否かについて調査を行ったところ、回答者の70%が伝統的な赤を重視するとの回答であった。これは、赤いレンガは適切に焼かれている証拠として思われているためと考えられる。

2) 使用したいレンガの特徴、将来のレンガの種類

2 タカを支払って改善させたいレンガの特徴としては、軽い（軽量）が 60%、強い（強度）が 50%と高い値を示した。その他の特徴としては、レンガのサイズを大きくすることの要望が多くあり、60%と高い値であった。艶あり（外観）は 30%、カスタム注文できる（形状）は 20%、環境へのやさしさについてのニーズはなかった。

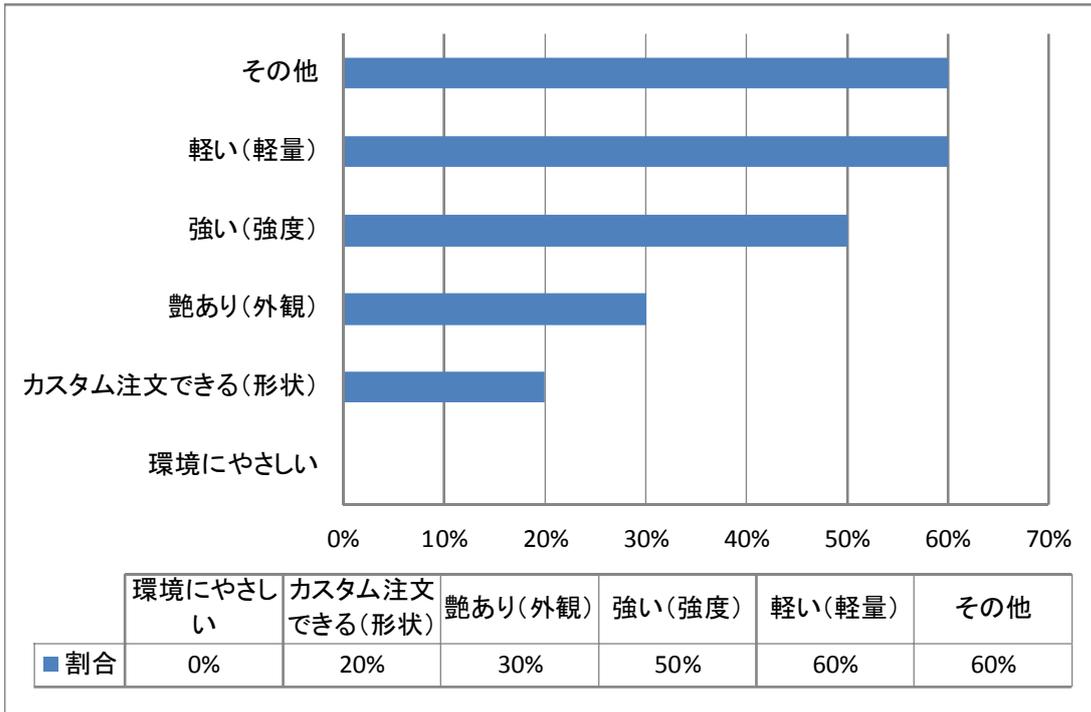


図 3-1 2 タカを支払って改善させたいレンガの特徴

将来、建築材料となるレンガの種類については、穴あきレンガ、無焼成レンガ、廃棄物を活用したレンガが 4.1 と高い値になった。空洞レンガは 3.4、セメントレンガは 2.8 となり、比較的低い値を示した。

表 3-3 将来、建築材料となるレンガのタイプ

レンガのタイプ	ランク (5: 高い, 1: 低い)
穴あきレンガ	4.1
無焼成レンガ	4.1
廃棄物を活用したレンガ	4.1
空洞レンガ	3.4
セメントレンガ	2.8

3-3 製品開発計画

【製品設計】

検討のポイント

- ① 日本の無焼成固化技術を使って高品質を開発
- ② 産業廃棄物を利用した製品の開発
- ③ 建築用粘土レンガに合わせた製品の開発

バングラデシュでは建築用粘土レンガに関して、Bangladesh Standard Testing Institute (BSTI)は明確な規格を示している。規格は寸法、圧縮強度、吸水率、白華、出来栄の5つの項目に分かれている。規格では以下の3等級に分類される。

表 3-4 建築用粘土レンガの等級

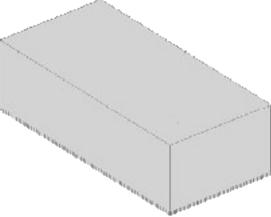
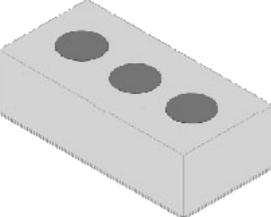
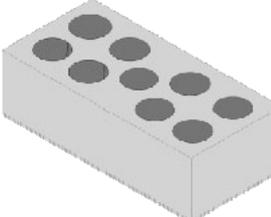
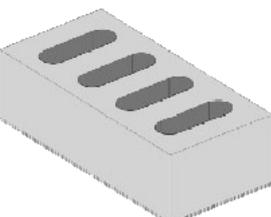
等級	圧縮強度 (kg/cm ²)	吸水率 (%)
BSTI S級	280	10
BSTI A級	175	15
BSTI B級	140	20

上記の3点を踏まえて、一般的な建築用粘土レンガをベースに製品仕様の検討を進めた(表 3-5)。第1回現地調査後に行ったニーズ調査結果の分析後、レンガではなく「新建築材料」を目指すことに決定した。バングラデシュではレンガという建築材に特別な思い入れは無く、ただ、安く、昔から使っているので使用している。壁面にはプラスターを塗って表面処理をするため、色も赤である必要はない。建物の加重強度は壁面には求めていない(柱のみ)。新建築材料の寸法はレンガ積職人などレンガに係る人口が多いため、レンガと同じ寸法にした。求められている壁材は、軽くて取り扱いやすい(寸法精度の良い)ものである。以下の試作品は現地で入手した原材料で作成した。



写真 3-1 無焼成レンガ 最終デザイン

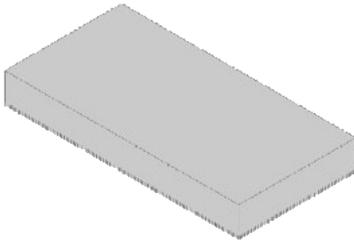
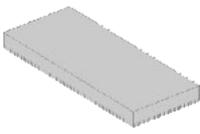
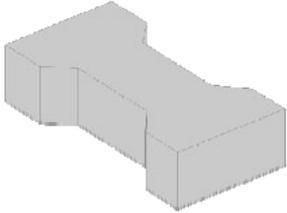
表 3-5 レンガデザインの検討 各デザインの詳細

試作品	図画	特徴	欠点
焼成粘土レンガ		石炭使用 原料が粘土 定番、安い 重量：3.0-3.5kg	<ul style="list-style-type: none"> 寸法精度が悪い 吸水率が高い 環境問題
無焼成レンガ デザイン ①		無焼成 重量：3.1 kg 空間率：6% 穴あき：3個	<ul style="list-style-type: none"> 重量が粘土レンガと変わらない 穴が大きいのでモルタル使用量が増える
無焼成レンガ デザイン ②		無焼成 重量：2.5kg(予測) 空間率：24% 穴あき：9個	<ul style="list-style-type: none"> 金型の強度を考えてこのデザインは難しいと判断 穴が多く強度が低い印象を与える
無焼成レンガ 最終デザイン		無焼成 重量：2.6kg 空間率：21% 圧縮強度：200kg/cm ² 吸水率：8%	

【他の建築材料】

無焼成固化技術では製造ラインと原材料をほとんどかえず、様々な建築材料の製造が可能である。他の建築材料も将来的に開発を進めて行く。

表 3-6 他建築材料の検討 各デザインの詳細

種類	図画	特徴
ブロック		最大サイズ：60×30×7 (cm) 工事費・工事時間の削減が可能 市場価格：75 タカ/個
レンガタイル		サイズ：23.5×7×1.27 (cm) 市場価格：16 タカ/個 化粧レンガとして使われる
舗装レンガ		サイズ：20×10×5 (cm) 市場価格：25-30 タカ/個 歩道等に使われる
砂利		サイズ：5~35 (mm) 価格：400 タカ/10kg コンクリートに使われる

3-4 原材料・資機材の調達計画

1) 原材料入手可能性調査

無焼成レンガの原材料の候補となる廃棄物、セメント、硬化剤および代替材料の入手可能性、価格について調査した。

調査は、2013年4月10日～23日の第1回現地調査で実施し、調査方法は、産業地域・産業廃棄物埋立地等を訪問し、関係者にヒアリングをする方法とした。ヒアリング項目は、以下のとおりである。

- A. 排出量、排出経緯の確認
- B. 成分表入手（無い場合は口頭にて）
- C. 重金属の有無、有機物の有無
- D. 利用状況
- E. 有償無償の確認

ヒアリング結果を表 3-7 に示す。また、ヒアリング結果をもとに、原材料の入手可能性について検討した結果を表 3-8 に示す。

当初計画では、原材料として産業廃棄物を考えていたが、当事業で使用できる廃棄物を安定的に必要なだけ供給できる産業が稲作と繊維産業しかなく、産業廃棄物を主体として利用することは難しいことがわかった。主要産業のうち、籾殻灰は有力原料になりえるが、繊維スラッジは大量に廃棄されているにもかかわらず、利用可能性についての情報は得られなかった。その他、産業廃棄物として、石炭灰、建設廃材が考えられたが、現状では収集と分別が困難であり、スラグは高価、下水汚泥はイメージが悪いとの評価をうけた。これらの理由により、産業廃棄物を本事業の原料として採用することは現時点では難しいと判断した。

産業廃棄物の代替原料としては、河川の浚渫物が有力候補と考えられた。この理由はバングラデシュの以下の状況による。「バングラデシュはガンジス・ブラマプトラ・メグナという巨大河川が流れ込む、最下流部に位置する。毎年のように起きる水害対策のため、これらの河川の浚渫が継続的に行われている。浚渫物の多くは砂と砂利であるが、このうち多少の粘土を含んだ微小珪砂と直径 5 ミリ以下の玉砂利については、大量に排出される一方で利用価値がほとんど無く、バングラデシュ政府はこれら副産物の積極利用を推奨している」（政府関係者談）。河川の浚渫物を利用することは、これらを原料として大量に消費するレンガを開発すれば、当初の理念（産業廃棄物処理の解決に資する）と合致すると考える。

表 3-7 原材料入手可能性調査のヒアリング結果

原料名	排出量、 排出経緯	成分表	重金属 有機物	利用状況	有償 無償	適 不適
浚渫微砂 (Sand)	○	×	無	埋立砂	無	適
浚渫玉砂利 (Pebble)	○	×	無	—	無	適
籾殻灰 (Rice Husk Ash)	○	×	無	廃棄	無	適
粘土 (Clay)	○	×	無	煉瓦原料	有	適
スラグ (Slag)	○	×	—	販売	有	不適
下水汚泥 (Sewerage Sludge)	○	×	重金属	廃棄	無	不適
石炭灰 (Coal Ash)	×	×	—	—	—	不適
繊維汚泥 (Textile Sludge)	×	×	重金属	廃棄	無	不適
建設廃材 (Construction)	—	—	—	廃棄	無	不適

表 3-8 原材料入手可能性調査の可能性結果

原料名	適・不適	可能性結果
浚渫微砂 (Sand)	適	水害対策のため、常時浚渫され大量に堆積している。 現地サンプル生成評価：問題なし
浚渫玉砂利 (Pebble)	適	同上
粘土 (Clay)	適	煉瓦原料として入手容易。現地サンプル生成評価：問題なし
籾殻灰 (Rice Husk Ash)	適	大量に排出されているが、利用価値が見出されていない。 現地サンプル生成評価：問題なし
スラグ (Slag)	不適	高価で中国に輸出。現地サンプル生成評価：問題なし
下水汚泥 (Sewerage Sludge)	不適	イメージが悪すぎて、原料に使用するだけで販売は不可能と 言われた。現地サンプル生成評価：問題なし
石炭灰 (Coal Ash)	不適	レンガ焼成用燃料で大量に使用されているが収集が困難。
繊維汚泥 (Textile Sludge)	不適	大量に廃棄されているにもかかわらず、情報がほとんど入手 できない。重金属を含むという情報あり。
建設廃材 (Construction)	不適	街中に野積で混合廃棄されているが、収集と分別が不可。



図 入手した原料サンプルとそれぞれ単独での固化試験（現地）

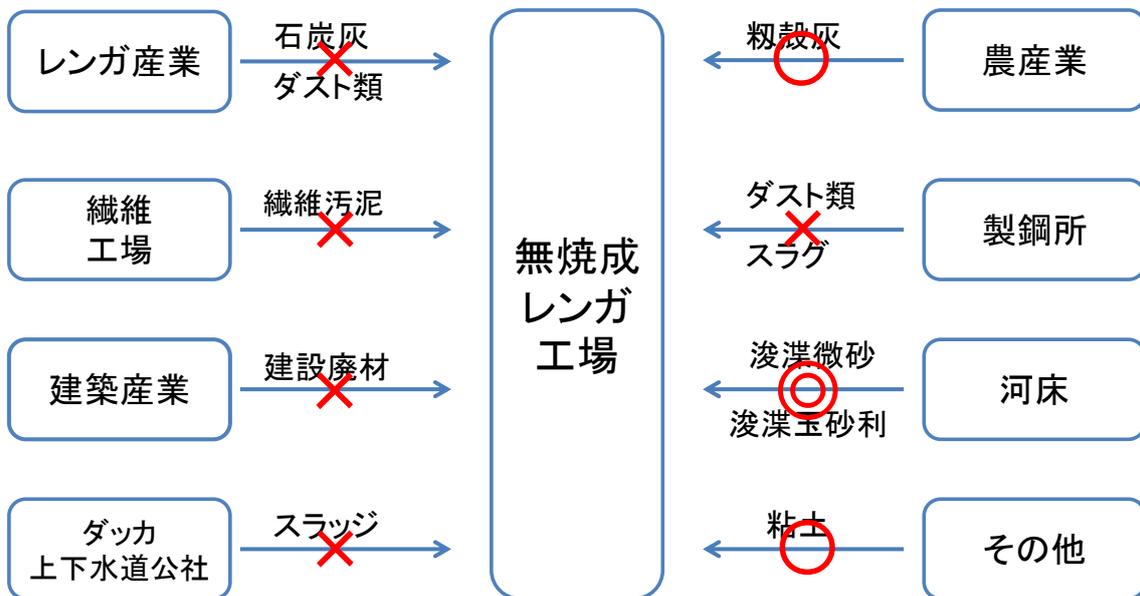


図 バングラデシュにおける主要原料

河川の浚渫物について、
 によると、政府は 一つのフェリー航路（ ）
 の浚渫工事を優先させている。その浚渫現場から毎年 百万立法メートルの砂が掘り出されている。この 一年の内に、 は 一千万立法メートルの砂を掘り出

すと予想している。処理地も無いため、輸出も考えているが、BIWTAの担当者は国内使用を優先させたいと語っている。このことから、主原料である浚渫砂の確保が事業拡大のボトルネックになることは考えにくい。

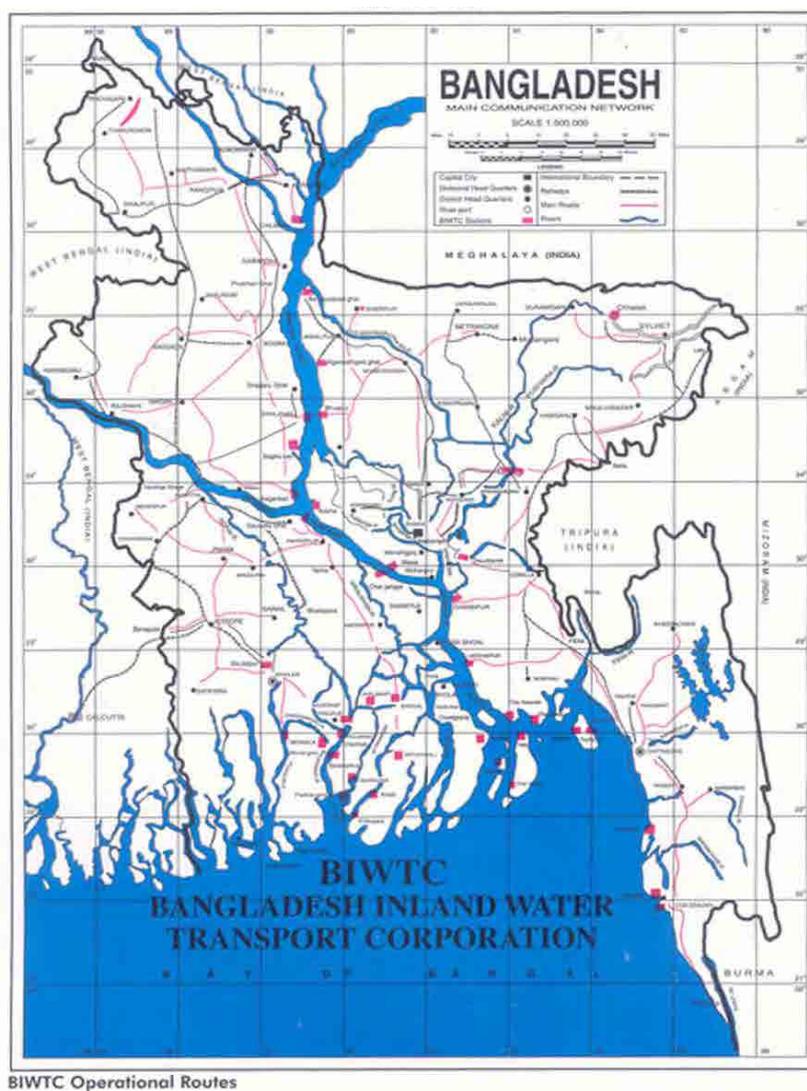


図 3-4 バングラデシュのフェリー航路の地図

第4回現地調査（2013年10月7日～10月23日）において、ダッカ近隣に存在する浚渫現場を訪問して、ヒアリングを実施した。担当者によると浚渫は雨季の6-8月にしか行われていない。しかし、多くの業者は大河川で浚渫した砂を水路経由でダッカまで通年運んでいる。ヒアリングでは浚渫砂の売価は一立方フィートあたり5タカ、一キロあたり0.12タカの計算になる。ダッカ近隣でも大量な浚渫砂を入手できることが確認できた。浚渫物主体のレンガは、当初想定していた産業系廃棄物を原材料とするレンガと比較し、材質が均一で安定していることから、建築材料

としての性能は優れている。また、レンガの原材料となり得る産業系廃棄物に比べ、浚渫物の調達コストは低いため、浚渫物由来のレンガは比較的安価である。

[硬化剤]

その他、レンガを固化する際に使用する硬化剤の現地入手の可能性（具体的な薬剤名は非公開）について、何種類か調査を行ったが現地入手価格は安くないことがわかった。硬化剤については、日本から調合して送った方が現時点では安い。

「資機材の調達」

無焼成レンガのブランドの確立と品質管理の観点から、工場第一号の製造に直接かかわる資機材はすべて日本の高浜工業から調達し、レンガの品質に直接影響のない資機材は現地調達する予定である。具体的には、混合機、押出機、成形機等は輸入、保全・修繕を考慮して製品搬送コンベヤー自家発電機（パーキンス社製）は現地で調達する見込みである。

生産、流通、販売計画

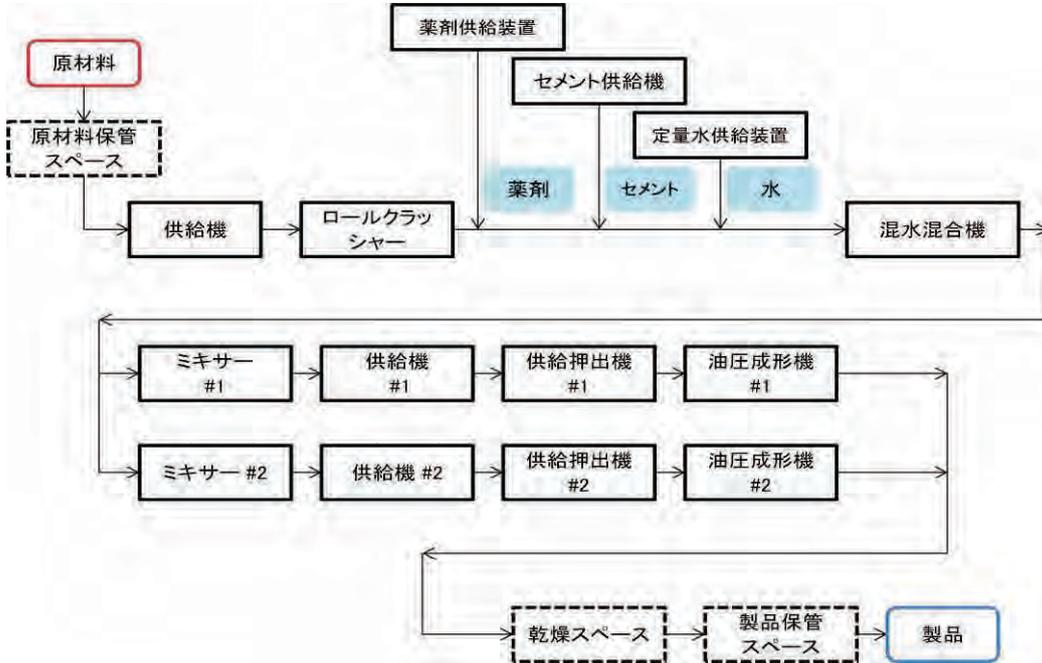


図 無焼成レンガ製造フロー

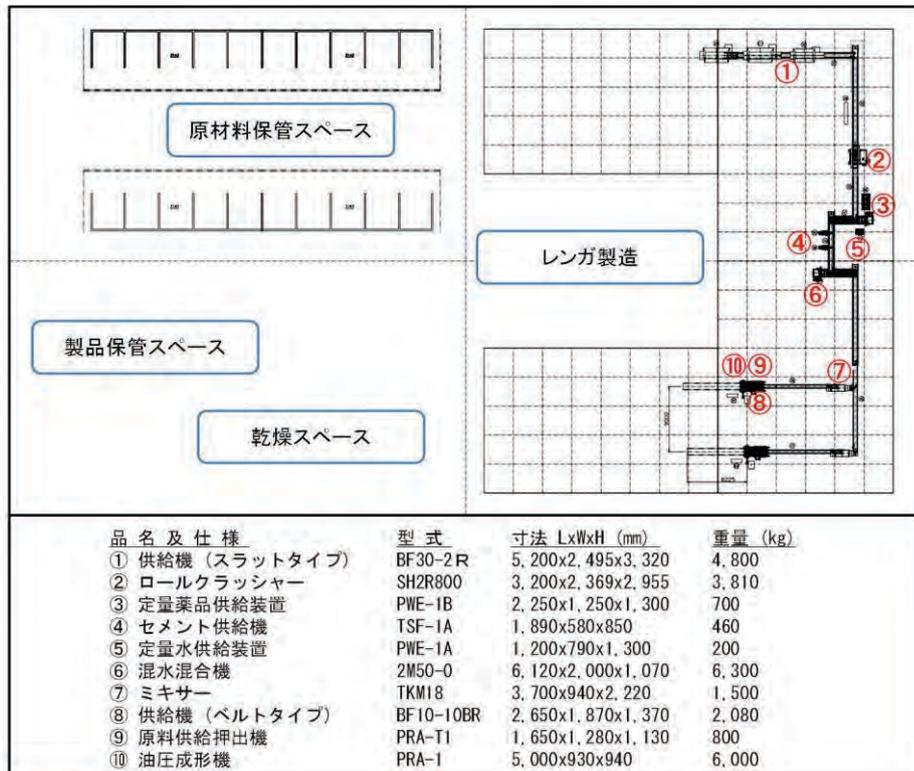


図 製造工場のレイアウト

流通、販売に関しては、バングラデシュでは不動産開発業者等のレンガ消費者が製造業者から直接買い付けるのが一般的であることから（2-4 節の 3 参照）、首都圏近郊 50 キロ圏内で工場を設立するのであれば、独自の流通・販売体制を確立する必要はない（付属資料参照）。一方でバングラデシュの建材市場では無焼成レンガの地位は確立していないことから、確実に亀井ブランドの認知度を上げ市場に定着させるために、大手不動産開発業者と戦略的提携すべく調査を進めている。

3-6 要員計画、人材育成計画

表 3-9 事業立ち上げ時 製造・販売管理体制

役職	人数
事務員	10
製造スタッフ	75

単純作業員 75 人は 25 人を 1 シフトとし、8 時間勤務×3 シフト体制を想定。食事と住宅提供は検討中である。夜間勤務の人員費と、昼間勤務の人員費には適正な給与格差を設ける。当工場の作業には特殊な技能は必要ないため、基本的に教育水準が低く他の職を見つけるのが困難な BOP 層を積極的に雇用する。また、交通インフラの不備により、労働者の通勤時間が長くなっている昨今の問題も考慮し、工場近隣地域在住者を優先する。工場への帰属意識を高めると同時に自分の仕事に誇りを持てるように、社内表彰制度や社章と社員名入りの作業服の準備も進めている。

※ラマダン時期の就業時間は 1 時間半～2 時間短縮し、原則勤務時間は 4 時までとする。

3-7 事業費概算（初期投資資金、運転資金、運営維持保守資金等）

表 3-10 初期投資資金（単位：日本円）

項目	金額	通貨	項目	金額	通貨
生産機械購入費	167,620,000	円	土木建築工事	11,488,589	BDT
輸送費	7,343,756	円	建屋の建築費	11,086,950	BDT
試運転費	5,980,000	円	関税	9,670,385	BDT
据付S/V費	4,120,000	円	電気一次配線工事	6,000,000	BDT
輸出梱包費	4,050,000	円	発電機購入費	2,700,000	BDT
設計費	2,400,000	円	据付工事費	526,800	BDT
電気二次配線工事	1,130,000	円			
小計	192,643,756	円	小計	41,472,724	BDT
				53,914,541	円

表 3-11 無焼成レンガ事業原価内訳

レンガ生産							
年間生産量	25,000,000	個					
稼働日数	300	日					
日間生産量	83,333	個					
年間生産量	65,000	トン					
重量	2.6	kg/個					
原材料			-	合計量		合計費 (千タカ)	
浚渫砂 割合	57%	1.48	浚渫砂	37,050	トン/年	8,892	タカ/年
浚渫砂 価格	0.24	タカ/kg		3,088	トン/月	741	タカ/月
浚渫砂 費用	0.36	タカ/個		124	トン/日	30	タカ/日
浚渫砂利 割合	35%	0.91	浚渫砂利	22,750	トン/年	4,323	タカ/年
浚渫砂利 価格	0.19	タカ/kg		1,896	トン/月	360	タカ/月
浚渫砂利 費用	0.17	タカ/個		76	トン/日	14	タカ/日
セメント 割合	8%	0.21	セメント	5,200	トン/年	40,560	タカ/年
セメント 価格	7.8	タカ/kg		433	トン/月	3,380	タカ/月
セメント 費用	1.62	タカ/個		17	トン/日	135	タカ/日
硬化剤 割合	0.24%	0.006	硬化剤	156	トン/年	36,036	タカ/年
硬化剤 価格	231	タカ/kg		13	トン/月	3,003	タカ/月
硬化剤 費用	1.44	タカ/個		0.5	トン/日	120	タカ/日
原料価格(レンガ)	3.59	タカ/個	原料価格	1.38	タカ/kg	89,811	タカ/年

表 3-12 無焼成レンガ事業経費内訳

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
COGS		104,737	104,737	104,737	104,737	104,737	104,737	104,737	104,737	104,737	104,737
浚渫砂	0.35	8,855	8,855	8,855	8,855	8,855	8,855	8,855	8,855	8,855	8,855
浚渫砂利	0.17	4,323	4,323	4,323	4,323	4,323	4,323	4,323	4,323	4,323	4,323
セメント	1.62	40,560	40,560	40,560	40,560	40,560	40,560	40,560	40,560	40,560	40,560
硬化剤	1.44	36,000	36,000	36,000	36,000	36,000	36,000	36,000	36,000	36,000	36,000
光熱費	0.60	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000
顔料	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O&M		0	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000
ライセンス料		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
メンテナンス		0	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000
SG&A		11,400	11,400	11,400	11,400	11,400	11,400	11,400	11,400	11,400	11,400
労務費(労働者)	120	75	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000
労務費(管理者)	240	10	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400
事務所賃料		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
土地代		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total expenses		116,137	121,137	121,137	121,137	121,137	121,137	121,137	121,137	121,137	121,137

3-8 財務分析（収支計画、事業キャッシュフロー、収益性分析）

表 3-13 無焼成レンガ事業収益計画書（単位：千タカ）

Kamel Ceramics Bangladesh Limited												
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	
損益計算書												
売上高	0	225,000	225,000	225,000	225,000	225,000	225,000	225,000	225,000	225,000	225,000	
レンガの販売収入	0	225,000	225,000	225,000	225,000	225,000	225,000	225,000	225,000	225,000	225,000	
費用合計	0	130,745	135,745	135,745	135,745	135,745	135,745	135,745	135,745	135,745	135,745	
売上原価	0	104,737	104,737	104,737	104,737	104,737	104,737	104,737	104,737	104,737	104,737	
保潔・修繕費	0	0	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	
販売費及び一般管理費	0	11,400	11,400	11,400	11,400	11,400	11,400	11,400	11,400	11,400	11,400	
前期償却費	0	14,608	14,608	14,608	14,608	14,608	14,608	14,608	14,608	14,608	14,608	
営業利益	0	94,255	89,255	89,255	89,255	89,255	89,255	89,255	89,255	89,255	89,255	
支払利息	0	13,000	11,761	10,339	8,743	8,940	4,803	2,601	0	0	0	
税金等調整前当期純利益	0	81,255	77,505	78,917	80,512	82,315	84,352	86,654	89,255	89,255	89,255	
法人税等合計	0	30,471	29,064	29,594	30,192	30,868	31,632	32,495	33,471	33,471	33,471	
当期純利益	0	50,785	48,440	49,323	50,320	51,447	52,720	54,159	55,785	55,785	55,785	
貸借対照表												
資産合計	154,911	211,312	196,705	182,097	167,489	152,892	138,274	123,866	109,059	94,451	79,843	
流動資産	8,834	68,355	68,355	68,355	68,355	68,355	68,355	68,355	68,355	68,355	79,843	
固定資産	146,077	142,958	128,350	113,742	99,135	84,527	69,919	56,312	40,704	26,096	0	
負債合計	100,000	94,128	83,267	70,995	57,127	41,467	23,749	3,739	3,739	3,739	3,739	
流動負債	0	3,739	3,739	3,739	3,739	3,739	3,739	3,739	3,739	3,739	3,739	
固定負債	100,000	90,389	79,528	67,256	53,388	37,718	20,010	0	0	0	0	
純資産合計	54,911	117,184	113,437	111,102	110,362	111,425	114,525	119,927	105,319	90,712	76,104	
資本金	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	
利益剰余金	0	50,785	99,225	148,548	198,868	250,315	303,034	357,193	412,978	468,762	524,547	
負債純資産合計	154,911	211,312	196,705	182,097	167,489	152,892	138,274	123,866	109,059	94,451	79,843	
キャッシュ・フロー計算書												
繰前前キャッシュ・フロー	-191,166	108,863	103,863	103,863	103,863	103,863	103,863	103,863	103,863	103,863	115,362	
内部収益率	55%											
営業活動によるキャッシュ・フロー	0	36,788	63,048	63,931	64,928	66,054	67,328	68,766	70,392	70,392	70,392	
投資活動によるキャッシュ・フロー	-191,166	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11,489	
売却活動によるキャッシュ・フロー	200,000	-9,611	-63,048	-63,931	-64,928	-66,054	-67,328	-68,766	-70,392	-70,392	-70,392	
現金及び同等物の増減額	8,834	27,176	0	0	0	0	0	0	0	0	11,489	
現金及び同等物の期末残高	0	8,834	36,011	36,011	36,011	36,011	36,011	36,011	36,011	36,011	36,011	
現金及び同等物の期末残高	8,834	36,011	36,011	36,011	36,011	36,011	36,011	36,011	36,011	36,011	47,499	

資金調達計画

国内外の複数の民間・政府系・開発系金融機関に対するヒアリングによると、用途が設備投資であれば、日本とバングラデシュでそれぞれ約 億円程度の借入は現実的であることが確認できた（日本の環境省のカーボンファイナンスの活用及び現地で信用力の高い企業と提携する前提）。これに加え、運転資金は非営利金融機関である

から、 万米ドルまでの融資・出資を受けられる
 である。具体的な金額は現在検討中であるが、現地合弁会社 における自己資本比率は %程度になる見込みである。国内外での資金調達可能規模に加え、付随するリスクについて検討した内容を以下にまとめる。

表 国内外の資金調達の比較

調達場所	日本	バングラデシュ
メリット	<ul style="list-style-type: none"> 低金利（長期で無担保でも3%未満） 	<ul style="list-style-type: none"> 節税（バングラデシュの法人税が減る） 担保の有無より将来の収益性を重視 レンガ産業に対する融資に慣れており、事業の理解度が高い
デメリット	<ul style="list-style-type: none"> 為替リスク（収入はタカ、返済は円） 税引後利益から返済（節税効果なし） バングラデシュやレンガ産業に馴染みがないため、与信審査に時間がかかる 担保、連帯保証などの条件が厳しい 	<ul style="list-style-type: none"> 高金利（特別融資枠を活用しても10-13%） 日本側の支配力が下がる

これら要因を勘案した本事業で予定している投資スキームは以下の通りである。



図 投資スキーム 事業開始時

この投資スキームの税務は以下の通りである。

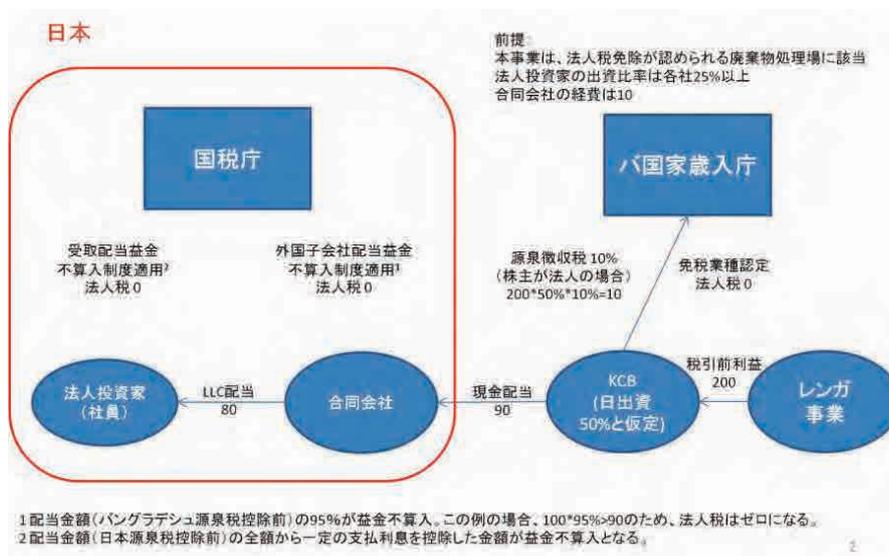


図 投資スキームの税務

資金調達については、本調査後も引き続き検討を続ける。

許認可関係

登録認証

バングラデシュではレンガを製造・販売を行うには の登録認証を受ける必要がある。ライセンスの有効期限は 年で、年間 回のテストが義務付けられている。

レンガ製造に関連するバングラデシュ規格 () には以下の規格がある。

・

原材料として粘土を使わない無焼成レンガはこの規格には該当しないことが、及び環境省とのヒアリングで明らかになった。 からは 異議無し証明書 が必要となる。

「環境法に基づく登録」

年環境保護法に基づき、産業プロジェクトは全て、環境局 () が発行する「環境保護適格証書」の取得が義務づけられている (節 の)、②、() 参照)。

上記証書の取得要件については、 年環境保全規定で定められており、評価基準は産業形態に応じて異なる。本事業で採用する製造技術は環境負荷が低く、現地環境局が導入に積極的なことから、適格証書の取得は容易であると考えられる。

3-11 事業実施スケジュール

第一段階（2014年1月～2015年12月）

初期投資額： 200百万円
製造・販売数量： 2500万個
年間売上高： 2500万個×11円＝275百万円
準備期間： 2014年1～6月（6カ月）

- バングラデシュ現地法人の設立・人材雇用手続き他
- ステークホルダーとの基本契約締結、所要人員の事前技術指導

原料調達に関するサプライヤーとの契約締結、物流網確立

- 機械の製造、ライン設置等製造準備

立ち上げ・展開準備段階： 2014年7月～2015年12月（18カ月）

- バングラデシュ現地法人による利害関係者の調整、製品 PR、販売網構築他
- 無焼成レンガの製造・販売開始
- バングラデシュ現地法人、協力機関（者）による Q/A・Q/C 体制確立、モニタリング体制確立
- フランチャイズモデルの確立
- 次の工場候補地の選定および原料調達に関する調査
- 製造技術、品質の確保だけでなく、労働者の雇用、安全などをフランチャイジーが確保するための具体的なノウハウの蓄積やマニュアル化を含む仕組みづくりは、工場第一号を運営する中で進めていく

第二段階（2016年1月～）

初期投資額： 538百万円
製造・販売数量： 1億個以上
年間売上高： 10億円以上
フランチャイズモデルの展開： 2016年1月～2017年12月（2年）

- フランチャイジーの募集および選定
- フランチャイジーとのターンキー契約
- 複数の直営及び FC 工場での製造・販売開始

ダッカ県外への展開： 2018年1月～

- 原料調達が容易な地方都市へのフランチャイズモデルの拡大

本プロジェクトで確立したモデルは、インド、ネパール、ミャンマーなどの近隣諸国に横展開していくことで、上記以上の広がりを持たせることができる。

3-12 環境・社会配慮

地域コミュニティに、当該 BOP ビジネスは、大気汚染改善、住環境改善、健康改善、雇用の創出と安定化、労働環境改善等の正の影響を与えると考える。

4. JICA 事業との連携

4-1 連携事業の必要性

本事業では、無焼成レンガの製造を通して都市部の大気汚染等環境問題に資するだけでなく、レンガ製造に従事する BOP 労働者の雇用の確保や、低所得住宅プロジェクトや避難所、農村開発に低価格でレンガを提供する等、様々な形で BOP 層の生活向上に寄与することを計画している。

JICA は、本事業への支援を通じて、BOP 層の生活の改善、貧困削減等の開発課題に取り組むことができ、本事業においても、JICA の資金援助や JICA の有する幅広い関係機関等へのネットワークを利用できることから、JICA 事業との連携は大きな意義があると考えられる。

4-2 事業スキーム（資金協力、技術協力、青年海外協力隊）

資金協力について、本事業では、フランチャイズ展開をする第 2 段階において低利融資を受けられると事業を立ち上げやすくなる。そのため、JICA の有償資金協力を活用できるか検討する。

技術協力、青年海外協力隊等との連携について、日本の対バングラデシュ援助計画の重点分野³⁵は、民間セクター開発、気候変動対策、廃棄物管理能力強化による都市環境の改善など、当事業と合致する点が多く、多くの面から、ODA、JICA プロジェクトなどと協力体制を構築できる可能性がある。加えて、日本の公害経験を踏まえた、行政および市民の意識啓発・対応改善事業で協力し、ソフト面での協力事業も可能と考える。

以上から、①資金面での協力、②JICA プロジェクト等との連携、③青年海外協力隊（JOCV）、シニアボランティア（SV）との連携の 3 つを検討の対象とした。

4-3 具体的連携事業の内容、連携事業の実施スケジュール

1) 資金面での協力（有償・無償資金協力）

●事業のフランチャイズ展開での融資

本事業の第 1 段階では、事業実施主体としてレンガの製造を行うが、フランチャイズモデル展開（第 2 段階）からは、首都圏北部にあるレンガ工場集積地（ダッカ管区ガジプル県、タンガイル県）で、集中的にフランチャイジーの募集を行い、主にフランチャイジーの技術指導および品質管理に専念する予定である。

この第 2 段階では事業の調達金額が大きくなるため、フランチャイジーに対する融資スキームとして、JICA のツーステップローンを活用できれば、フランチャイジーが低利融資を受けられる環境をつくり、事業を立ち上げやすくすることができる。

³⁵ 参考：「外務省、国別地域別政策・情報/南アジア地域 バングラデシュ 国別援助方針」のウェブサイト、2013 年 10 月確認 (http://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/region/s_asia/bangladesh/index.html)

ツーステップローンについては、事業の第2段階で活用できるよう、JICA バングラデシュ事務所に相談するとともに、事業提携先と協議を進める。

●職業訓練、技術講習等にプログラムに対する無償資金協力

雇用促進面での社会便益の最大化を実現するため、本事業のレンガ工場を BRAC の STAR プログラム（義務教育中退者向け職業訓練所）等、非営利団体による職業訓練や技術講習等のプログラムに採用して頂くことを検討している。しかしながら、バングラデシュの非営利団体は、プログラムを行う上で、十分な施設や設備を有しているとは言えず、プログラムの実施には多くの課題がある。その際に、無償資金協力や草の根文化無償資金協力を活用できると、プログラムが円滑に進むと考える。

BRAC 等、非営利団体と協議が進み、具体的に必要な支援内容について明らかになった段階において、JICA バングラデシュ事務所に相談することとする。

2) 現行の JICA プロジェクト等との連携

●廃棄物処理等プロジェクトとの連携

JICA は 2000 年から、ダッカで都市廃棄物管理の協力支援を実施しており、同分野において多大な知見とネットワークを有している。また、プロジェクトは現在も進行中であり、都市部での廃棄物の収集・分別が進展されることが期待される。このことから、当該 BOP ビジネスの廃棄物の収集運搬に関して、JICA 専門家や関係機関から情報交換や関係者紹介などソフト面での支援を受けることが期待できる。

本事業の原材料入手可能性調査では、産業廃棄物を排出する産業が少なく、収集と分別に課題があるため、現時点では産業廃棄物を原材料の主体として利用することは困難と判断した（2-3 節の 2）、3-4 節の 1）参照）。しかし、産業廃棄物量が増加し、適切に分別される段階においては、本事業に利用することは可能である。また、ゴミ焼却灰も原料として使える本技術は、都市廃棄物管理の有効な選択肢となり得ることから、双方にとって相乗効果があると考ええる。

この連携については、JICA バングラデシュ事務所に専門家や関係機関等の紹介を頂いた上で、事業の準備・立ち上げをする第1段階より開始できると考える。

●防災・気候変動対策等プロジェクトとの連携

バングラデシュでは、サイクロン、洪水、地震など自然災害が多く、脆弱な貧困層を中心に深刻な影響が生じている。本事業では、BOP 層を持続性のあるかたちでビジネスプロセスに組み込むために、災害用シェルターに本事業の無焼成レンガが活用されることを検討している。JICA の防災・気候変動対策に関するプロジェクトでは、サイクロンシェルターの建設・改修等を行っているため、JICA 専門家や関係機関から情報交換や関係者紹介など、ソフト面での支援を受けることが期待できる。

災害用シェルターへの活用については、レンガ以外の化粧タイルや砂利、ブロック等の商品を販売する第 2 段階以降を予定しているため、その段階において、改めて JICA バングラデシュ事務所及び関係者と相談することとする。

●大気環境改善プロジェクトとの連携

ダッカ等の都市部では、近年の経済発展により人口が急速に増加している一方で、自動車やレンガ工場の排気ガス等による大気汚染が悪化している。世界銀行の調査によると、大気汚染は住民へ深刻な健康被害をもたらしていると報告している。世界銀行及び国連開発計画では CASE³⁶等大気汚染対策プロジェクトを遂行中であるが、大気汚染モニタリング箇所が限定的など、途上段階にあると考える。

現在、日本のバングラデシュ国別援助方針は、経済成長の加速化や社会脆弱性の克服に重点を置いているが、経済発展が進むにつれ、将来的に環境分野における対策のニーズが高まると考えられる。

日本では、自動車や工場の厳しい排出ガス規制、排出ガス対策の高い技術があり、環境省大気汚染物質広域監視システム（そらまめ君）による全国の大気質常時観測（モニタリング）システムを有している。

本レンガ事業はバングラデシュの大気汚染対策に資するものであり、その他、上述するとおり、バングラデシュの大気汚染対策の分野で役立てる日本の技術は多い。現時点では（仮称）大気環境改善プロジェクトは立ち上げられていないが、この分野で日本及び本事業が貢献できる可能性は高いと考える。

3) 青年海外協力隊、シニアボランティアとの連携

●職業訓練、技術講習等にプログラムに対する技術協力

本レンガ事業に係る BRAC 等、非営利団体による職業訓練や技術講習に対して、青年海外協力隊やシニアボランティアの派遣、若しくは協力が考えられる。特に、本事業では、労働者の労働条件・環境の改善に資するため、労働環境、安全管理の分野における協力を仰ぎたい。また、本事業では、周辺の大気汚染や農地保全など環境改善にも資するため、環境教育等、環境分野における協力も効果的であると考える。

この連携については、BRAC 等、非営利団体と協議が進み、具体的に必要な支援内容について明らかになった段階において、JICA バングラデシュ事務所に相談することとする。

³⁶ 参照：「環境森林省、CASE プロジェクト」のウェブサイト、2013 年 12 月確認
(<http://www.case-moef.gov.bd/>)

4-4 連携による効果の予測

上記、JICA との連携による事業の効果は、現時点で立ち上げられていない大気汚染改善プロジェクトを除き、以下のように大きく 4 つが考えられ、事業自体への効果、事業の社会的責任（CSR）の向上が期待される。

- ①原料を効率的に調達すると共に、都市の廃棄物等処理問題に寄与する。
- ②フランチャイズ展開が円滑に進む。
- ③本事業に関係する職業訓練、技術講習が実施され、労働者の技術が向上する。
- ④サイクロンシェルターのプロジェクトを通じて、BOP 層等、生活弱者の安全保障に寄与する。

各 JICA との連携による事業効果に対し、測定する指標を以下に示す。なお、事業効果について目標値を設定することは、非営利活動を主体とする事業や NGO、JOCV、SV の活動性質とそぐわないため、効果の予測はせず、指標はあくまで連携の状況を図る参考値として取り扱う。

- ①原料を効率的に調達すると共に、都市の廃棄物等処理問題に寄与する。

指標：原料として利用した都市の廃棄物量

都市の廃棄物等処理問題への寄与の効果は、定量的に測定できる、本事業で実際に原材料として利用した都市の廃棄物量で評価する。

- ②フランチャイズ展開が円滑に進む。

指標：融資を利用するフランチャイジー数

フランチャイズ展開への効果は、その需要が直接的に測定できるため、実際に融資を利用するフランチャイジー数で評価する。

- ③本事業に関係する職業訓練、技術講習が実施され、労働者の技術が向上する。

指標：プログラム修了者数

無償資金協力等による施設・設備の整備、青年海外協力隊等の協力は、職業訓練、技術講習の実施及び労働者の技術向上に間接的に関わっているため、労働者の技術向上を測る指標は、プログラム修了者数とする。

④サイクロンシェルターのプロジェクトを通じて、BOP 層等、生活弱者の安全保障に寄与する。

**指標：サイクロンシェルターの建設・改修に利用された本事業の無焼成レンガの数
または建物数**

サイクロンシェルター自体が災害時における生活弱者等住民への応急対応を担う公共施設であることから、サイクロンシェルターの建設・改修に本事業の無焼成レンガを安価に提供し、利用されることは、BOP 層等、生活弱者の安全保障に寄与するものと考えられる。したがって、サイクロンシェルターの建設・改修に利用された無焼成レンガ数または建物数で評価する。

5. 開発効果

5-1 対象となる BOP 層の状況（人口、家計、社会階層、生活形態、経済活動等）

1) 貧困層の割合

バングラデシュ統計局が発表した家計収入支出調査（HIES 2010）によると、バングラデシュの貧困世帯（貧困ライン）の割合は、1991-1992 年には平均で 56.7%であったのに対し、2000 年には 48.9%、2010 年には 31.5%と減少傾向にある（表 5-1）。また、最貧困世帯（最貧困ライン）の割合は、1991-1992 年には平均で 41.1%であったのに対し、2000 年には 34.3%、2010 年には 17.6%と同じく減少傾向にある。都市部と農村部を比較すると、いずれの年も農村部で貧困・最貧困世帯の割合が多くなっている。

一方で、外務省のバングラデシュ国別評価報告書（2009 年度（平成 21 年度））³⁷によると、2000 年から 2005 年にかけて、900 万人以上の急激な都市人口の増加の影響により、都市部の貧困世帯の人口は 84 万 5 千人近くの増加になったとしている。都市部への人口流入は依然として続いているため、貧困世帯の割合は減少傾向にあるものの、人口でみると現在でも都市部の貧困世帯は多いと予測される。

表 5-1 バングラデシュの貧困世帯の割合の経年変化（%）³⁸

調査年	貧困ライン			最貧困ライン		
	平均	農村	都市	平均	農村	都市
2010	31.5	35.2	21.3	17.6	21.1	7.7
2005	40.0	43.8	28.4	25.1	28.6	14.6
2000	48.9	52.3	35.2	34.3	37.9	20.0
1995-96	50.1	54.5	27.8	35.2	39.5	13.7
1991-1992	56.7	58.8	42.8	41.1	43.8	24.0

注：貧困ライン（Upper Poverty Line）とは、中間的貧困層を示しており、一人一日当たりに必要な 2,122kcal 分の食費を支出できる世帯のラインを表している。最貧困ライン（Lower Poverty Line）とは、最貧困層を示しており、一人一日当たりに必要な 2,122kcal 分の食費が全支出と同額である世帯のラインを表している。

³⁷ 出典：平成 21 年度外務省第三者評価、バングラデシュ国別評価報告書、2010 年 3 月

³⁸ 出典：Bangladesh Bureau of Statistics, Report of the Household Income & Expenditure Survey, 2011.

2010年の管区別の貧困世帯（貧困ライン）の割合をみると、本事業の立ち上げを検討しているダッカ管区では30.5%であった（表5-2）。チッタゴン管区は最も貧困世帯の割合が少なく26.2%、ポリシャル管区は最も貧困世帯の割合が多く39.4%であった。

ダッカ管区の貧困状況を詳しくみると、貧困世帯の割合は農村部と都市部で大きく異なり、2010年の農村部の貧困世帯は38.8%、都市部では18.0%、農村部の最貧困世帯（最貧困ライン）は23.5%、都市部では3.8%であった。農村部は貧困世帯の割合が都市部よりも多い。一方、都市部では人口が多いため、都市部での貧困の割合は少ないものの、貧困世帯の絶対数は多いと予想される。

表 5-2 各管区における貧困世帯の割合（%）³⁸

貧困の割合／管区		2010			2005		
		平均	農村	都市	平均	農村	都市
貧困 ライン	全域	31.5	35.2	21.3	40.0	43.8	28.4
	ポリシャル	39.4	39.2	39.9	52.0	54.1	40.4
	チッタゴン	26.2	31.0	11.8	34.0	36.0	27.8
	ダッカ	30.5	38.8	18.0	32.0	39.0	20.2
	クルナ	32.1	31.0	35.8	45.7	46.5	43.2
	旧ラジシャヒ	35.7	36.6	30.7	51.2	52.3	45.2
	シレット	28.1	30.5	15.0	33.8	36.1	18.6
最貧困 ライン	全域	17.6	21.1	7.7	25.1	28.6	14.6
	ポリシャル	26.7	27.3	24.2	35.6	37.2	26.4
	チッタゴン	13.1	16.2	4.0	16.1	18.7	8.1
	ダッカ	15.6	23.5	3.8	19.9	26.1	9.6
	クルナ	15.4	15.2	16.4	31.6	32.7	27.8
	旧ラジシャヒ	21.6	22.7	15.6	34.5	35.6	28.4
	シレット	20.7	23.5	5.5	20.8	22.3	11.0

2) 貧困層の家計

バングラデシュ全域およびダッカ管区の貧困層の一人あたりの月収を表 5-3 に、支出を表 5-4 に示す。

2010 年、ダッカ管区の貧困層（貧困ライン）一人あたりの平均月収は 1,406.36 タカであるのに対し、支出は 1,290.86 タカとバングラデシュ全域の平均月収（1270.93 タカ）、平均支出（1245.76 タカ）より高かった。一方、最貧困層（最貧困ライン）一人あたりの平均月収は 1,159.30 タカであるのに対し、支出は 1,071.29 タカとバングラデシュ全域の平均月収（1,102.84 タカ）、平均支出（1,064.92 タカ）との差は少なかった。また、都市部と農村部を比較すると、都市部での貧困層一人あたりの月収、支出はそれぞれ 1,955.93 タカ、1,610.18 タカであるのに対し、農村部では月収（1,237.32 タカ）、支出（1,192.64 タカ）と都市部で顕著に高く、都市部での物価の高さが伺える。

参考として、2010 年、バングラデシュ全国民の一人あたりの平均月収は 2,550.89 タカであり（表 5-5）、バングラデシュ全域の貧困層一人あたりの平均月収 1270.93 タカ（表 5-3）の 2 倍以上であった。

表 5-3 ダッカ管区における貧困層一人あたりの月収（タカ）³⁸

調査年／地区		貧困ライン			最貧困ライン		
		平均	農村	都市	平均	農村	都市
2010	ダッカ管区	1406.36	1237.32	1955.93	1159.30	1106.74	1650.28
	全域	1270.93	1211.57	1545.96	1102.84	1083.72	1250.18
2005	ダッカ管区	731.21	662.67	952.67	650.01	612.69	820.26
	全域	731.73	703.98	862.40	646.51	630.53	741.52

表 5-4 ダッカ管区における貧困層一人あたりの支出/月（タカ）³⁸

調査年／地区		貧困ライン			最貧困ライン		
		平均	農村	都市	平均	農村	都市
2010	ダッカ管区	1290.86	1192.64	1610.18	1071.29	1060.21	1174.78
	全域	1245.76	1200.02	1457.65	1064.92	1056.03	1133.41
2005	ダッカ管区	694.45	666.97	783.25	609.17	597.44	662.65
	全域	656.91	639.82	737.35	576.47	570.39	612.64

表 5-5 バングラデシュにおける一人あたりの平均月収（タカ）³⁸

調査年	平均	農村	都市
2010	2550.89	2129.80	3735.83
2005	1485.15	1246.42	2216.74

3) 生活

バングラデシュの都市部では、水・電力供給、交通、上下水道施設などインフラが不十分であり、多くの貧困層が飲み水、トイレ、下水排水、衛生などの劣悪な環境で暮らしている。

上水道事業は、ダッカ、チッタゴン、クルナ市のような大都市では上下水道公社が、それら以外の地方都市では自治体水道局が実施している。また、下水道事業はダッカ市ではダッカ上下水道公社（DWASA）が中心に実施している。設備投資の不足から上下水道にかかる施設整備が不十分であり、需給ギャップが拡大しており、都市部における対策が急務となっている³⁹。

ダッカ管区における世帯毎の飲料水の状況を（表 5-6）に示す。ダッカ管区での貧困世帯及び最貧困世帯の割合（表 5-2）から、貧困層は衛生的に劣る飲料水の設備を利用していると推測すると、都市部、農村部のいずれにおいても、貧困層の大部分の世帯はチューブウェル（手押しポンプの井戸）を利用しており、特に最貧困世帯の中には池/川/水路、井戸、滝、その他方法から飲料水を確保している世帯があると考えられる。なお、チューブウェルは近年ヒ素中毒が問題になっており、ダッカ管区では、検査を行った全世帯 55.42%中の 9.72%でヒ素がみつまっている³⁸。

表 5-6 ダッカ管区における世帯毎の飲料水の設備の割合（%）³⁸

飲料水の設備	ダッカ管区			全域（参考）		
	平均	農村	都市	平均	農村	都市
給水	21.30	1.43	49.94	10.62	1.47	35.57
チューブウェル	75.11	98.38	41.54	85.37	94.97	59.18
池/川/水路	0.04	0.05	0.02	0.94	1.27	0.05
井戸	0.12	0.10	0.15	0.99	1.29	0.15
滝	0.00	0.00	0.00	0.08	0.11	0.01
その他	3.44	0.05	8.34	2.00	0.89	5.04
合計	100	100	100	100	100	100

注：黄色の網掛けは貧困世帯が利用していると推測された設備を示す。

ダッカ市では、下水道は一部の地域で整備されているが、普及率は 20%にとどまっている。下水道が整備されていない人々は、30%が浄化槽、10%が井戸型便所、5%が回収型便所をそれぞれ利用している。便所を持っていない住民も多く、池や排水溝などで用を足していると言われており、環境汚染の直接的な原因となっている。その他にも、人々の下水や河川への廃棄物の投棄や、薬品を使った洗浄など、これ

³⁹ 出典：(株)三菱総合研究所、平成 23 年度 海外の環境汚染、環境規制、環境産業の動向に関する調査報告書、平成 24 年 3 月

らの水質汚濁に伴う、住民の健康被害が深刻である³⁹。

ダッカ管区における世帯毎の電気他、通信設備にアクセスできる割合を表 5-7 に示す。ダッカ管区での貧困世帯及び最貧困世帯の割合（表 5-2）から、貧困層は電気及び通信設備へのアクセスが困難であると推測すると、都市部では、貧困層の大部分の世帯で電気の供給がある一方、農村部ではほとんどの世帯で供給がないと考えられる。通信設備では、都市部では、貧困層の一部の世帯で携帯電話へのアクセスはあるが、固定電話、コンピューター、Email へのアクセスができる可能性は低いと考えられた。また、農村部では、貧困層のほとんどの世帯でいずれの通信設備へのアクセスができる可能性は低いと考えられた。

表 5-7 ダッカ管区における電気他、通信設備にアクセスできる割合（%）³⁸

アクセスできる設備	ダッカ管区			全域（参考）		
	平均	農村	都市	平均	農村	都市
電気	67.34	47.36	96.15	55.26	42.49	90.10
携帯電話	71.71	60.95	87.21	63.74	56.77	82.74
固定電話	2.38	0.52	5.05	2.07	0.70	5.79
コンピューター	4.70	0.90	10.18	3.01	0.97	8.58
Email	2.35	0.33	5.25	1.39	0.39	4.10

注：黄色の網掛けは貧困世帯が有すると推測された設備を示す。

4) 健康

バングラデシュにおける慢性疾患の種類を表 5-8 に、日常的な病気の種類を表 5-9 に示す。

慢性疾患では、胃潰瘍が 24.02%と最も多く、続いてリウマチ（14.01%）、高/低血圧（10.53%）と続く。喘息/呼吸器疾患は 8.87%と割合が多く、室内・室外の大気汚染の影響が懸念される。

日常的な病気では、発熱が 58.37%と最も多く、続いて痛み（9.94%）、下痢（5.16%）と続く。その他に赤痢、腸チフスが挙げられており、下痢を含め、日常生活における飲料水、トイレ、台所等の不衛生な環境が影響していると考えられる。

表 5-8 2010年の1年間で被った慢性疾患の種類 (%) ³⁸

病名	全域	都市	農村
慢性熱	2.85	2.45	2.98
傷害/障害	3.91	2.25	4.46
慢性的心臓疾患	7.34	7.68	7.23
喘息/呼吸器疾患	8.87	8.64	8.94
慢性赤痢	1.48	0.98	1.64
胃潰瘍	24.02	22.54	24.50
高/低血圧	10.53	13.93	9.41
リウマチ熱	14.01	10.81	15.06
湿疹	1.59	1.03	1.77
糖尿病	5.40	11.45	3.40
ガン	0.42	0.47	0.40
ハンセン病	0.36	0.19	0.42
麻痺	2.22	1.87	2.34
てんかん	0.43	0.29	0.47
その他	16.59	15.44	16.98
合計	100	100	100

表 5-9 30 日間で被った病気の種類 (%) ³⁸

病名	平均	男性	女性
下痢	5.16	5.60	4.78
発熱	58.37	60.15	56.79
赤痢	2.12	2.59	1.70
痛み	9.94	7.82	11.82
傷害	1.66	2.33	1.06
血圧	1.97	1.67	2.23
心臓疾患	0.75	0.62	0.87
動悸	2.26	2.64	1.92
虚弱	2.49	1.59	3.28
頭痛	1.44	0.87	1.95
肺炎	0.95	1.24	0.69
腸チフス	0.96	1.11	0.83
結核	0.18	0.29	0.08
マラリア	0.15	0.17	0.13
黄疸	1.08	1.67	0.55
女性疾患	0.89	0.00	1.69
妊娠疾患	0.27	0.00	0.50
ガン	0.07	0.05	0.09
ハンセン病	0.15	0.15	0.15
麻痺	0.23	0.24	0.22
てんかん	0.10	0.14	0.05
湿疹	1.87	2.06	1.70
腎臓疾患	0.25	0.23	0.27
胆のう結石	0.07	0.13	0.01
その他	6.62	6.61	6.63
合計	100	100	100

バングラデシュでの医療費の平均支出額を表 5-10 に示す。月あたり患者一人あたりにかかる医療費の平均支出はバングラデシュ全域で 397 タカ、都市部で 386 タカ、農村部で 400 タカとなっている。貧困層の家計を考慮すると（5-1 節の 2）参照）、収入に対する医療費の割合が高く、十分な処置をうけるのが困難であることが予想される。

1,000人あたりにおける5歳未満の幼児の死亡率（2011年）を図5-1に示す。バングラデシュの幼児死亡率は近年、大幅に減少しているものの、40.9人/1,000人であり、依然として高い。ユニセフによると、死因は劣悪な衛生状態と衛生設備が原因で起こる下痢性疾患によるものとしている⁴⁰。貧困層は不衛生な環境で暮らしており、特に幼児への影響が懸念される。

表 5-10 2010年、30日間における患者一人あたりにかかる医療費の平均支出³⁸

支出の項目	全域	都市	農村
訪問診療	160	172	156
病院/クリニックでの診療	1728	1501	1797
薬代	486	473	489
検査費	855	1017	804
交通費	134	105	143
処置へのチップ	1057	529	1257
その他	257	269	255
一人当たりの平均支出	397	386	400

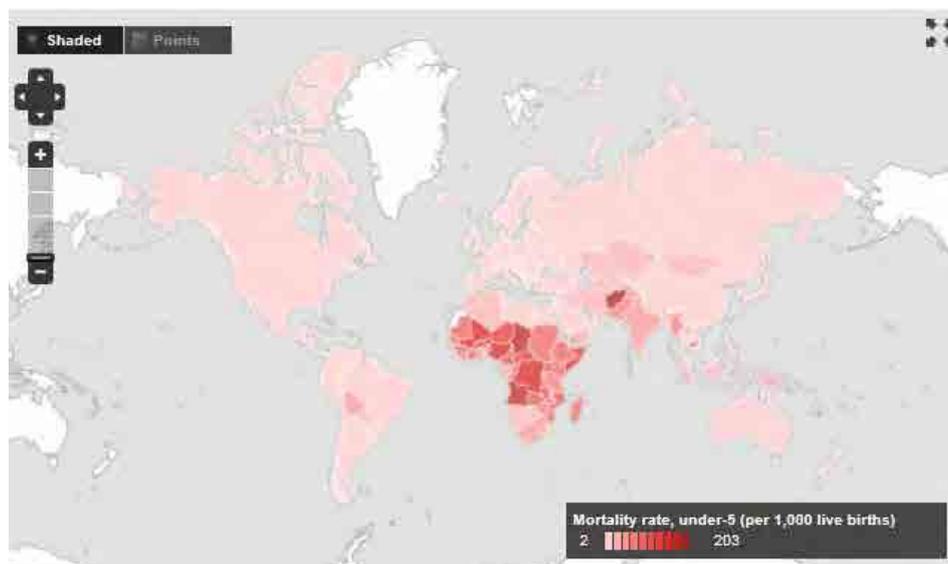


図 5-1 1,000人あたりにおける5歳未満の幼児の死亡率（2011年）⁴¹

⁴⁰ 出典：ユニセフ プレスリリース、バングラデシュ 3,000万人を対象に水と衛生分野の支援、2007年1月 (http://www.unicef.or.jp/library/pres_bn2007/pres_07_06.html)

⁴¹ 「World Bank」ホームページのData、HealthからMortality rate, under-5 (per 1,000 live births)の図を引用、2013年11月8日確認 (<http://data.worldbank.org/topic/health?display=graph>)

5) 教育

貧困世帯の割合をもとに予測された貧困層の教育状況（発生率）を表 5-11 に示す。2010 年の貧困世帯では、半数以上が読み書きができず、教育レベルについては、半数以上が無教育または Class I-IV までの教育を受けていると予測された。一方、最貧困世帯では、都市部で半数以上の世帯が Class I-IV までの教育を受けているものの、農村部及び全体平均では半数以上の世帯が無教育であると予測された。

表 5-11 2010 年 バングラデシュの貧困層の教育状況（発生率）³⁸

世帯の特徴		2010			2005		
		平均	農村	都市	平均	農村	都市
貧困 ライン	貧困世帯の割合	31.5	35.2	21.3	40.0	43.8	28.4
	読み書きできない	42.8	43.5	39.4	54.7	55.1	52.3
	読み書きできる	19.0	23.3	11.4	23.0	27.0	15.7
	無教育	42.8	43.5	39.4	54.7	55.0	52.8
	Class I-IV	35.7	38.1	28.3	37.5	39.2	33.0
	Class V-IX	22.6	24.9	16.7	29.0	30.9	23.8
	Class SSC 以上	7.5	11.2	3.9	9.3	12.2	6.5
最貧困 ライン	最貧困世帯の割合	17.6	21.1	7.7	25.1	28.6	14.6
	読み書きできない	25.1	27.2	15.6	36.3	37.5	29.9
	読み書きできる	9.2	12.4	3.3	12.3	15.3	6.7
	無教育	25.1	27.1	15.6	36.3	37.4	30.3
	Class I-IV	15.8	18.4	7.9	19.3	21.8	12.6
	Class V-IX	11.4	13.8	5.4	15.8	17.5	11.1
	Class SSC 以上	3.4	6.1	0.8	4.4	7.1	1.9

注 1: Class I-IV は初等教育修了レベル（6～9 才）、Class V-IX は前期中等教育修了レベル（10～13 才）、Class SSC 以上は中期中等教育修了レベル（14 才以上）を示す。

注 2: 黄緑色の網掛けは貧困・最貧困世帯の割合を上回った（多数を占める）項目を示す。

ダッカ管区における 2010 年の最貧困層の就学率（11～15 才）を表 5-12 に示す。非最貧困層の就学率が 8 割強であるのに対し、最貧困層の就学率は全国平均で 6 割～7 割と低く、ダッカ管区では 5 割～7 割と更に低い傾向を示した。また、ダッカ管区における都市部の最貧困層では、特に男子で就学率が 41.15% と低く、最貧困層の 11～15 才の子供が家事手伝い、若しくは働きに出ていると予想された。

なお、バングラデシュでは、1992 年以降、初等教育は無料であり、義務化がされている⁴²。2010 年国家教育方針では、今後、初等教育を 8 学年まで延長し、その間の授

⁴² JETRO、バングラデシュ BOP 層実態調査レポート 教育事情、2012 年

業料を無償化することが示されているが、実現はまだされていない。

表 5-12 2010 年 ダッカ管区における最貧困層 11~15 才の就学率 (%) ³⁸

地域/性別		最貧困層			非最貧困層		
		平均	農村	都市	平均	農村	都市
ダッカ 管区	平均	67.05	72.01	51.50	87.03	87.28	86.74
	男子	59.55	66.42	41.15	84.59	83.97	85.31
	女子	75.17	77.61	66.01	89.65	90.82	88.29
全域 (参考)	平均	70.20	72.28	60.75	85.52	85.25	86.21
	男子	62.32	64.58	53.63	82.06	81.28	84.07
	女子	78.07	79.52	70.19	89.43	89.79	88.55

1 世帯あたりの教育にかかる支出を表 5-13 に示す。全国平均では 1 世帯あたり 925 タカであるのに対し、都市部では 1,796 タカ、農村部では 604 タカと大きな差がある。また、都市部では男子と女子で支出が同等であるのに対し、農村部では男子にかかる支出の割合が明らかに多かった。教育費は特に都市部で突出して高くなっており、貧困層が経済的な面から有料の中・高等教育を受ける機会が少ないことが示唆された。

表 5-13 1 世帯あたりの教育にかかる支出 ³⁸

地域	教育にかかる支出 /世帯 (タカ)	性別支出の割合 (%)	
		男子	女子
全域	925	53.73	46.27
農村部	604	57.96	42.04
都市部	1,796	49.78	50.22

教育レベル及び居住地による一人あたりの収入を表 5-14 に示す。修了教育のない人の収入は、男性で 1,807 タカ、女性で 2,262 タカと多くが貧困層に属する一方で、中間中等/後期中等教育修了レベル (SSC/HSC) 以上になると、全国平均の収入を上回った (表 5-3、表 5-5 参照)。また、都市部では農村部と比較し、収入が多い傾向にある。

以上より、教育のレベルと収入は密接に関係しており、無教育、若しくは初等教育修了レベルでは貧困になる可能性が高いことがわかる。

表 5-14 居住地及び教育レベルによる一人あたりの平均収入（タカ）³⁸

教育レベル	全域		農村部		都市部	
	男性	女性	男性	女性	男性	女性
修了なし	1,807	2,262	1,730	2,065	2,161	3,240
Class I-V 修了	2,205	3,291	1,994	3,011	2,828	4,147
ClassV I-IX 修了	2,711	3,356	2,499	3,142	3,192	3,954
SSC/HSC レベル	4,098	5,958	3,342	6,041	5,109	5,882
学位レベル	5,327	6,109	3,881	5,883	6,220	6,121
大学院レベル	5,800	10,674	3,789	0	6,604	10,674
博士	24,064	0	0	0	24,064	0
技術者	11,822	0	5,167	0	12,603	0
その他	5,477	2,868	2,171	0	8,527	4,119
平均	2,517	4,119	2,083	2,509	3,704	4,107

注：Class I-V は初等教育修了レベル（6～10 才）、Class VI-IX は前期中等教育修了レベル（11～13 才）、SSC/HSC は中期中等/後期中等教育修了レベル（14 才以上）を示す。

6) まとめ

バングラデシュでは、貧困層の割合が減ってきているものの、未だ人口の 35%が貧困層に属している。都市部でも貧困層の割合は減っているものの、近年の都市部の急激な人口増から、貧困層の絶対数は多いと予測される。

貧困層の収入は全国平均の 1/2 未満と低く、衛生や安全、情報へのアクセスが少なく、劣悪な環境で生活している。また、これに起因する健康被害も懸念される。貧困層の教育状況は約半数が無教育であり、経済的な面から高額な高等教育を受ける機会が少ないと予想される。そして、貧困層の子供は、小さな頃から働きに行かされるなど、教育の機会にめぐまれず、教育と収入が密接に関係している同国では、貧困層の子供は将来貧困層になるという負の連鎖に陥る可能性が高い。

この BOP 層の貧困への負の連鎖を断ち切る意味で、BOP 層に対し、安定した質の高い雇用を生み出すことは最も効果的であると考えられる。

本事業では、BOP 層に安定した質の高い雇用を提供し、加えて、大気環境や農地保全などの環境問題、開発プロジェクトへの支援など多面的に BOP 層の開発課題を解決する計画である。

5-2 BOP ビジネスを通じて解決したい開発課題に関する指標の設定

本事業を通じて解決したい BOP 層に対する開発課題は、質の高い雇用の創出、生活環境の改善、安全な住環境の提供の 3 つに分けられる。

●質の高い雇用の創出

①質の高い雇用の創出

レンガ産業に従事する労働者は 100 万人以上いるといわれている。その大部分が借地料の安い洪水地帯につくられている旧式のレンガ工場（FCK 型）に従事しており、洪水にさらされない乾期のみ年間約 6 ヶ月の季節労働者である。また、FCK 型等、旧式技術の工場では、労働者はレンガ焼成時に排出される様々な物質にさらされる環境で従事しているため、安全設備が十分とは言えず、労働環境は厳しい。本事業では無焼成固化技術を導入し、レンガ焼成過程をなくし、労働者の労働環境を改善するとともに、洪水の影響のない地域に工場を配置し、通年生産を可能にすることにより、雇用の安定、金銭的報酬の上昇を目指す。

質の高い雇用の創出に対する開発効果は、労働者が安定的に雇用され、生活する上で十分な報酬が得られているかで評価できると考える。そのため、雇用創出数（雇用形態を含む）、金銭的報酬で評価することが最も客観的であり、適切と判断した。なお、指標の具体的な項目は、投資を判断する指標として幅広く使われている IRIS の雇用メトリクス⁴³を参考にした。

労働環境に関する法律として 2006 年バングラデシュ労働法（The Bangladesh Labour Act, 2006）⁴⁴があるが、同法は労働環境の義務は示されているものの、具体的な室内の大気等の環境基準は設定されていない。したがって、労働環境は労働者にアンケート調査を実施することにより評価する。アンケートの項目は 2006 年バングラデシュ労働法の「労働者の健康、衛生、安全を守る義務」の項目を参考にした。

質の高い雇用の創出の指標は、以下のとおりとする。

- ・雇用創出数（フルタイム、パートタイム、臨時、女性、障害者）
- ・金銭的報酬（フルタイム、パートタイム、臨時、女性、障害者）
- ・全労働者へのアンケート調査結果（調査項目は 5-3 節の 1）に記載）

●生活環境の改善

②大気汚染の改善、地球温暖化への貢献

レンガ産業により消費される石炭は年間 350 万トンで、全国各地で甚大な大気汚染を引き起こしている。とくに、ダッカから半径 25km 県内には 1,200 のレンガ工場が集中しており、ダッカ近郊に住む BOP 層等の住環境および健康状態への影響の深刻化が

⁴³ <http://iris.thegiin.org/iris-employment-metrics>

⁴⁴ 出典：ジェトロダッカ事務所、バングラデシュ労働法の概要、2009 年 9 月
(www.jetro.go.jp/jfile/.../30f330e930b730e552b450cd6cd52006.pdf)

懸念されている。本事業の無焼成固化技術では、石炭を使用しないため、工場周辺の大気環境の改善に寄与するだけでなく、二酸化炭素を排出しないため、地球温暖化への貢献も期待できる。

大気汚染の改善、地球温暖化への貢献の効果は、FCK 型等の既存技術のレンガ焼成時に排出される粒子状物質質量及び二酸化炭素量がデータであるため、これと無焼成レンガ製造時の排出量を比較することで評価する方法が適切と考える。なお、粒子状物質は、レンガ製造で排出される大気汚染物質の中で最も健康被害が指摘される物質であることから（2-3 節の 1）参照）、大気汚染を粒子状物質で評価するのは妥当と考える。

評価の際は、既存データはレンガの熱成過程における排出量であるため、本事業のレンガ製造過程の排出量と比較する。そのため、製造過程以外の原材料や製品の運搬等に係る排出量は含めない。本事業では、製造時に電気及び発電機、原料としてセメントを用いるため、レンガ製造過程の電気消費量に係る二酸化炭素量、発電機等機械の稼働により排出された二酸化炭素、粒子状物質質量、セメント消費量に係る二酸化炭素量は計算するものとする。電気の二酸化炭素量は、電気使用量からバングラデシュの該当する CO₂ 排出係数をもとに、発電機等機械の二酸化炭素及び粒子状物質質量は稼働時間、若しくは燃料消費量とメーカーからの提供資料を参考にする。データが入手できない場合には、類似データを参照することとする。

大気汚染の改善、地球温暖化への貢献は、以下を指標とし、従来レンガの製造方法で排出された粒子状物質質量及び二酸化炭素量と比較する方法とする。

- ・無焼成レンガの製造過程（レンガ 100,000 個製造あたり）で排出された粒子状物質、二酸化炭素量

③農地保全

レンガ産業は、年間 4,500 万トンの粘土を掘削しており、これにより毎年 8 万ヘクタールの農地が劣化している⁴⁵。レンガ製造には農業に有効な表土が使われるため、表土が取り除かれた土壌は収穫量が 25%減ることが報告されている⁴⁶。また、レンガ製造で焼かれた粘土は物理的、栄養面で劣化するため⁴⁷、レンガで使用された粘土を農地に戻すことは有効ではない。その他にも、石炭の燃焼時に排出される SO₂、CO、NO_x 等が土壌汚染の要因となり、収穫量が減少することも知られている。

農家が表土を売る理由としては、経済的な理由、近隣や土のサプライヤー等からのプレッシャー、知識不足が挙げられている⁴⁶。近隣の農地を保全するために、粘土の代替原料を使用することは解決策の一つとして有効と考えられる。本事業の無焼成固化

⁴⁵ 出典：UNDP, Technical and Financial Fact Sheet, 2011.

⁴⁶ 出典：Debashish Biswas, Impact of Selling Soil on Farming in Bangladesh, 2013 年 10 月 1 日に開催された Brick Manufacturing and Public Health Stakeholders Dialogue の資料。

⁴⁷ 出典：H.R.Khan, Assessment of degradation of agricultural soils arising from brick burning in selected soil profiles, Int. J. Environ. Sci. Tech., 4(4):pp.271-480, 2007.

技術は粘土ではなく、基本的に代替原料を利用することから、粘土の消費を削減することに寄与する。

農地保全への効果は、無焼成レンガと従来のレンガを製造するために消費された粘土量で比較する方法が客観的かつ定量的であり、適切と考える。そのため、以下を指標とする。

- ・無焼成レンガの製造に消費された粘土量、代替原料の種類と消費量

●BOP 層に対する開発プロジェクトへの貢献

④農村開発の支援

バングラデシュ政府の家計収入支出調査（HIES 2010）によると、都市部と比較し農村部における貧困層の割合は高い³⁸。住居では、都市部の住居は Pucca と呼ばれる屋根と壁がレンガ、石、セメント、コンクリート、木材でできている家屋が多いのに対し、農村では Katcha と呼ばれる屋根と壁が泥、竹、草などでできている家屋が多く³⁸、災害などに脆弱である。

本事業では、農村部へレンガを低価格で提供することで、BOP 層等、生活弱者の住環境の改善に貢献する。なお、低価格で提供する仕組みは、タイル、砂利、ブロック事業を組合せることにより、レンガ価格を低く設定し、これらの製品価格を都市部で高く、農村部では低く提供するクロス・サブシディ（内部相互補助）モデルを利用する。

農村開発の支援に対する効果は、レンガの価格が住民に手に入るレベルであること、実際に農村部で販売された無焼成レンガの数で評価するのが適切と判断されるため、以下を指標とする。

- ・農村部で販売された無焼成レンガ数、レンガ 1 個あたりの価格

5-3 設定した開発指標に関するベースラインデータ（現状）収集・分析

1) 質の高い雇用の創出

① 雇用の安定性

バングラデシュのレンガ工場は旧式の FCK 型が 9 割以上を占めているが（表 5-15）、FCK 型工場の多くが小規模であり、雨期には洪水にさらされる低地で操業しているため、出稼ぎ労働者を主とする 5~6 ヶ月間の季節労働となっている。

ベースラインはレンガ産業で最も使用・普及されている FCK 型の雇用期間とし、本事業の労働者の労働状況（フルタイム、パートタイム、臨時の従業員数）と比較する。

表 5-15 バングラデシュのレンガ焼成窯技術の状況（2009 年）（再掲）

窯のタイプ	総数	全窯に対する割合 (%)	レンガ製造数	全レンガ製造数に対する割合 (%)
FCK	≤4,500	92	15.8	91.4
ZigZag	≤150	3	0.6	0.0
Hoffmann(ガス)	≤20	0.4	0.2	3.5
HHK	≤10	0.2	0.2	1.4
その他	≤200	4.0	0.5	0.9
合計	≤4,880	100	17.2	100

② 金銭的報酬

レンガ産業は一産業として認められておらず、バングラデシュ統計局のセンサスの対象外であるため、給料等の公式なデータはないが、ジャーナリストの記事によると、ダッカ郊外のレンガ工場地帯では、2012 年 12 月時点、毎日 12 時間の労働で男性は 120 タカ/日、女性は 100 タカ/日の賃金であるという⁴⁸。

月 20 日間の労働で月収を計算すると、男性で 2,400 タカ/月、女性で 2,000 タカ/月となり、一人あたりの貧困層の月収よりも高くなるが（表 5-3）、季節労働で、日雇いであること、また、労働時間が長く、労働環境が悪いことを勘案すると、やはり貧困層に属すると考えられる。バングラデシュでは、長時間労働や賃金延滞など違法な雇用形態が多くみられ、実際の年収を算出するのは困難であるが、基本的な労働日数を参考に、上記の条件で月 20 日間（週 5 日間勤務）、6 ヶ月間の労働を行ったとして年収を計算すると、男性で 14,400 タカ/年、女性で 12,000 タカ/年となる。

ベースラインはこの年収とし、本事業の労働者の金銭的報酬の状況と比較する。

⁴⁸ 出典：Demotix The Network for Freelance Photojournalists, Day life: Bangladesh brick field labor, 2013 年 11 月 5 日確認
(<http://www.demotix.com/news/1675916/day-life-bangladesh-brick-field-labor>)

③ 労働環境

労働環境を評価するため、2006年バングラデシュ労働法（The Bangladesh Labour Act, 2006）の「労働者の健康、衛生、安全を守る義務」を基に、同法の「義務」がすべて守られているか、以下の項目についてアンケート調査を実施する。なお、法律の改正等により義務が追加・更新される場合には、アンケート調査にその項目を追加・更新する。

- (a) 下水、トイレ、その他の悪臭がなく、きれいに保たれているか。
- (b) 新鮮な空気循環による十分な換気と室温が維持されているか。
- (c) 排気ガス、噴煙、塵、その他の不純物を吸入することはないか。
- (d) 労働者は過剰人員ではないか。
- (e) 作業、もしくは通過する場所で、充分で適切な自然もしくは人工的、あるいはその両方の照明が提供され、維持されているか。
- (f) 労働者にとって都合の良い適切な場所に、充分かつ健康的な飲料水が供給され、維持されているか。また、飲料水を供給する場所にはベンガル語で明瞭に「飲料水」と表示されているか。
- (g) トイレ設備は労働者が常に使用し得る便利の良い場所に充分設置されているか。
- (i) トイレ設備には十分な照明と換気があるか。
- (ii) トイレ設備は適切な洗剤や消毒剤を用いて、常にきれいにされており、衛生的な状態が維持されているか。
- (h) 便利な場所に適切な数のゴミ箱や痰つぼを提供され、きれいで衛生的な状態が維持されているか。
- (i) 労働者が作業する建物の安全と、職場の電気設備や機械の安全が確保されているか。
- (j) 火災時用の避難口、窓、出口にはベンガル語にて赤字で労働者に分かりやすいように明示されているか。
- (k) 救急箱は労働者が利用しやすく適切な場所に提供され、維持されているか。
- (l) 労働者が利用するために適切な数の社員食堂が提供されているか。
- (m) 労働者の子供（6歳未満）に適切な設備を備えた部屋を提供されているか。

2) 大気汚染の改善、地球温暖化への貢献

世界銀行の調査による既存技術のレンガ製造過程における粒子状物質（SPM）と二酸化炭素の排出量を表 5-16 に示す。

ベースラインはこの粒子状物質（SPM）と二酸化炭素の排出量とし、本事業の無焼成レンガの製造過程で排出された粒子状物質（SPM）、二酸化炭素量と比較する。既存技術の SPM データは排出濃度と排出量の両方が存在するが、本事業で入手できるデータの種類により選択する。また、本事業に係る SPM のデータが入手できない場合には、PM₁₀若しくはPM_{2.5}の値を用い、既存技術の SPM データは参考扱いにする。

表 5-16 既存技術の粒子状物質（SPM）と二酸化炭素の排出量⁴⁹

窯のタイプ	SPM 排出量の濃度 (mg/m ₃)	レンガ 100,000 個あたりの SPM 排出量 (kg)	レンガ 100,000 個あたりの CO2 排出量 (t)
FCK	1,000	171	50
IFCK (FCK の改造型)	<500	86	40
Zigzag	270-300	—	40
HHK	20.3	87	30
VSBK	78-187	56	25

3) 農地保全への貢献

世界銀行が実施しているレンガ工場の効率化プロジェクトの CDM の PDD⁵⁰によると、FCK 型で製造されるレンガ 1 個あたりの粘土消費量は 0.1cft、HHK 型で 0.125cft である。

ベースラインはこの FCK 型と HHK 型の粘土消費量とし、本事業の無焼成レンガの製造過程で消費されたレンガ 1 個あたりの粘土消費量と比較する。

4) 農村開発への支援

無焼成レンガを販売する農村で普及されているレンガの価格を市場調査し、その平均価格をベースラインとする。

⁴⁹ 出典：The World Bank, Introducing Energy-efficient Clean Technologies in the Brick Sector of Bangladesh, 2013 年 10 月 1 日に開催された Brick Manufacturing and Public Health Stakeholders Dialogue の資料。

⁵⁰ Project 5125 : Improving Kiln Efficiency in the Brick Making Industry in Bangladesh

5-4 BOP ビジネス実施後の開発効果発現のシナリオ、開発課題に関する指標の目標値設定

1) 質の高い雇用の創出

事業の第一段階において、現地スタッフを雇用し、直営工場の操業を開始するため、事業実施開始より、雇用を創出する予定である。指標の目標値は、事業計画目標に沿ったものとし、事業開始より5年後、10年後に評価する。

① 雇用の安定性

指標： 雇用創出数（フルタイム、パートタイム、臨時、女性、障害者）

目標値： 事業開始5年後（2019年）3,760人

事業開始10年後（2024年）22,000人

※労働者は基本的にフルタイムとする。

② 金銭的報酬

指標： 金銭的報酬（フルタイム、パートタイム、臨時、女性、障害者）

目標値： 事業開始5年後（2019年）平均112,500タカ/年/人

事業開始10年後（2024年）平均112,500タカ/年/人

※金銭的報酬は物価の上昇等を考慮し、適宜、目標値の修正を行う。

③ 労働環境

指標： 全労働者へのアンケート調査結果

目標値： 事業開始5年後（2019年）各評価項目が全て満たされることを目指す

事業開始10年後（2024年）各評価項目が全て満たされることを目指す

※労働に関する法律の改正等により「労働者の健康、衛生、安全を守る義務」に関する項目が追加・更新される場合には、アンケート調査にその項目を追加・更新する。

2) 大気汚染の改善、地球温暖化への貢献

事業の第一段階において、無焼成固化技術による直営工場の操業を開始するため、事業実施開始より、大気汚染及び地球温暖化への貢献効果が発現される予定である。

指標の目標値は、事業計画目標に沿ったものとし、事業開始より5年後、10年後に評価する。

指標： 無焼成レンガの製造過程（レンガ100,000個製造あたり）で排出された粒子状物質、二酸化炭素量

目標値： 事業開始 5 年後（2019 年）CO₂ 9 トン/レンガ 100,000 個
事業開始 10 年後（2024 年） CO₂ 9 トン/レンガ 100,000 個

※1 発電機等機械の稼働に係る粒子状物質の目標値について、発電機は非常時の電源として用いる予定であり、使用量は現地の電力の供給状況により大きく異なると考える。そのため目標値は設定せず、ベースラインとの比較により評価する。

※2 上記の理由により、二酸化炭素の排出量目標値には、発電機等機械の稼働に係る二酸化炭素量は含んでいない。

3) 農地保全への貢献

事業の第一段階において、粘土の代替を原料とする直営工場の操業を開始するため、事業実施開始より、農地保全への貢献効果が発現される予定である。

指標の目標値は、事業計画目標に沿ったものとし、事業開始より 5 年後、10 年後に評価する。

指標： 無焼成レンガの製造に消費された粘土量、代替原料の種類と消費量

目標値： 事業開始 5 年後（2019 年）粘土消費量 0（ゼロ）
事業開始 10 年後（2024 年）粘土消費量 0（ゼロ）

4) 農村開発への支援

事業の第二段階では、タイルや砂利、ブロック等の他の建築材料を販売する予定である。2015 年頃、農村部へのレンガ販売も含め、これらの建築材料の検討作業に入る予定である。この時点において農村部へ販売するレンガの価格及び販売数の目標値を設定する。

指標： 農村部で販売された無焼成レンガ数、レンガ 1 個あたりの価格
目標値： 2015 年頃に設定

Report on Raw Material Mapping

Preparatory Survey on BOP Business on Non-
firing Solidified Brick Technology

Prepared for

ALCEDO Corporation
1-28-6 Higashi-Nakano, Nakano-ku, Tokyo, JAPAN
<http://www.alcedo.co.jp>

Prepared By

Impact Investments
BRAC EPL Investments Limited
House No. 18, Road No. 123, Gulshan Dhaka 1212
www.bracepl.com

November 2013

Table of Contents

1.0	Introduction.....	2
1.1	Background.....	2
1.2	Objectives of the Report	2
1.3	Scope of Report.....	3
1.4	Limitation of the Report.....	3
2.0	Building Material Industry Profile	4
2.1	Brick Industry in Bangladesh.....	4
2.2	Why financing a brick kiln?.....	6
2.3	Block Industry Profile.....	6
2.4	Real Estate Sector in Bangladesh	7
3.0	Potential Raw materials for Non-firing brick production.....	9
3.1	Sand & Pebbles	9
	3.1.1 Sand Classification.....	9
	3.1.2 Stone Classification(available in the local market)	10
	3.1.3 Source of Sand & Pebbles	10
	3.1.4 Price	14
	3.1.5 Main consumers.....	14
3.2	Cement.....	14
	3.2.1 Industry overview.....	14
	3.2.2 Product and Technology	15
	3.2.3 Major Producers of the Industry.....	16
	3.2.4 Major Cement Consumers	17
	3.2.5 Supply-Demand Gap.....	18
	3.2.6 Price	19
3.3	Rice Husk Ash (RHA)	20
	3.3.1 Chemical Composition of RHA.....	20
	3.3.2 Consumers of RHA.....	20
4.0	Non-firing Brick Raw Material Map	23
5.0	Recommended location for demonstration project.....	25
	Annex 1: List of Sand and Pebble Suppliers Contacted	26

1.0 Introduction

1.1 Background

According to the 2009 UN Human Development Report, 80% out of a population of 160 million people is made up by the poorest socioeconomic segment of the Bangladeshi population, the "base of the pyramid (BoP)", who spend less than USD 2 per day. The sheer masses of this population represent a huge market, where people are interested in producing, buying and consuming innovative products¹. This is representative of an potential business opportunity in the form of a substantial new market for goods and services, which in turn can improve the livelihoods of the poor and vulnerable

BoP business, often referred to as "inclusive business", has drawn a great deal of attention as a new approach which uses business principles to solve problems in developing countries that cannot be accomplished by aid agencies alone. To promote collaboration with private companies and other organizations entering base of the pyramid (BoP) business, the Japan International Cooperation Agency (JICA) has initiated a program titled "BoP Business Promotion Survey". Under this program, JICA will provide financial assistance for feasibility studies geared toward the realization of proposed projects in BOP business. Furthermore, this scheme is expected to promote business development of Japanese companies in developing countries based on their competitive advantages as private entities, and contribute to the solution of developmental issues.

Kamei Seito partnered with ALCEDO Corporation has been selected as 1 of 13 recipient of the grant to conduct a feasibility study on Non-firing Solidified Brick Technology. The patented non-firing solidification technology can utilize different types of industrial wastes to produce brick. Up to 93% of raw material can come from industrial wastes so the use of clay is significantly reduced. Some usable industrial wastes include coal ash, glass cullet, silica sand, dust, and most inorganic materials. Since the brick does not need to be fired, coal is not used and thereby, eliminating air pollution and other health hazards during brick production.

BRAC EPL Investments Limited (BEIL), a subsidiary of BRAC Bank Limited, has agreed to perform consulting work and other related activities for ALCEDO Corporation. In order assess the feasibility of implementing a Japanese brick making technology in Bangladesh, a study was conducted by the Impact Investment Department of BRAC EPL Investment Ltd.

1.2 Objectives of the Report

The objective of this report are to explore the sustainable supply and security of the main raw materials, namely Sand & Pebbles ,Cement, Rice Husk Ash etc. required for the non fired solidified brick technology, as well as highlight remaining challenges and draw conclusions in terms of the way forward.

¹ <http://archive.thedailystar.net/newDesign/news-details.php?nid=254863>

1.3 Scope of Report

The scope of the report is as follows

- Review secondary information source including published reports, website information etc. to find out existing maps of potential raw materials for non firing brick technology
- Conduct primary survey or interview to collect information regarding source, availability, price etc. of potential raw materials for non firing brick technology
- Preparation of a Map showing sources of all type of potential raw materials for non firing brick technology

1.4 Limitation of the Report

Sectoral information of potential raw materials for non firing brick technology based from secondary sources is limited as a result this report is based on mostly on primary information and available secondary source data.

The Report has been prepared on only four potential raw materials for non fired brick technology, namely, Cement, Rice Husk Ash, Sand & Pebble. Other potential raw materials have not been explored.

2.0 Building Material Industry Profile

2.1 Brick Industry in Bangladesh

With about 5,000 operating kilns, brick-making is a significant sector in Bangladesh, contributing to about 1 percent to the country's gross domestic product (BUET, 2007) and generating employment for about 1 million people. Due to the unavailability of alternative raw materials, clay brick is the main building material for the country's construction industry. Construction activity in Bangladesh has a huge multiplier effect on the economic activities and therefore, is a big driver of economic growth. From 1995-2005, it grew an average of about 5.6 percent per year leading to an estimated growth rate of 2–3 percent for the brick sector.

Table 1: Snapshot of Bangladesh's brick sector, 2011

Parameter	Value
Estimated total number of coal -fired kilns	4,860 ^a
Number of natural gas fired kilns	20
Annual brick production	17.22 billion ²
Value of output	TK83 billion (~US\$1.2 billion) ^b
Contribution to GDP	~1%
Coal consumption	3.48 million tons ^c
Value of imported coal	TK22.58 billion (~US\$322 million) ^d
Firewood consumption	1.9 million tons
Emissions CO ₂	9.81 ³ million tons
Clay consumption	45 million tons
Total employment (incl. supply of clay and coal, transport of bricks)	~1 million people
Growth rate of the construction industry (1995-2005)	5.6%
Estimated future growth rate of the brick sector over the next ten years	2-3%

Sources: BUET (2007); ^a Based on 2009 market share of existing technology. ^b Estimated at a per-brick price of TK5.5 ^c Based on average coal consumption per 100,000 bricks for each kiln type: 24 ton for FCK and others technology, 18 ton for zigzag, 13 ton for HHK ^d Depending upon the quality of coal, the current market price per ton of coal may vary BDT 5500 – BDT 7500. Average price ton per coal is assumed to be BDT 6500.

Currently, the following brick types are available in Bangladesh:

² See Annex-B for detail calculation

³ See Annex-B for detail calculation

Type	Size in mm	Weight	Image
Solid Clay Blocks	240×120×70	3.5 Kg	 solid brick
Hollow Block	200×175×120	3.75 Kg	 3 Hole Brick
Perforated Brick	240×120×70	3.3 Kg	 10 Hole Engineering Brick
Cement Brick	230×110×70	3 kg	
Face Brick	235× 70×12.7	0.43 kg	

Despite the importance of brick-making, the vast majority of kilns use outdated, energy intensive technologies that are highly polluting. In the North Dhaka cluster, brick kilns are the city’s main source of fine particulate pollution accounting for nearly 40 percent of total emissions during the 5-month operating period. This leads to harmful impacts on health, agricultural yields and global warming⁴.

Moreover, According to Bangladesh’s National Inventory of GHG emissions for 2010 Gross emissions of Carbon dioxide (CO₂), the main Greenhouse Gas, amounted to 59,067.85 Gg. Total CO₂ emission from Brick Sector of Bangladesh is estimated as 9.81 million ton per annum which is 16.6 % of total annual CO₂ emission. Brick Sector, producing 17.22 billion bricks per year consuming 3.48 million tons of coal, is the highest GHG (CO₂) emitter amongst all industries in Bangladesh.

⁴<https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/2797/601550ESW0P1110e00201100Color0F1NAL.pdf>

2.2 Why financing a brick kiln?

- ⇒ According to Bangladesh's National Inventory of GHG emissions for 2010 Gross emissions of Carbon dioxide (CO₂), the main Greenhouse Gas, amounted to 59,067.85 Gg
- ⇒ Total CO₂ emission from Brick Sector of Bangladesh is estimated as 9.81 million ton per annum which is 16.6 % of total annual CO₂ emission.
- ⇒ Brick Sector is the highest GHG (CO₂)emitter amongst all industries in Bangladesh
- ⇒ Government is heavily encouraging Clean brick technologies and developing policy to ban polluting traditional Industries
- ⇒ Multilateral Agencies are providing financial and technical support for transformation of traditional brick industries into a structured, environment friendly and energy efficient brick industry
- ⇒ Brick is the predominant construction materials in Bangladesh experience 5.28% annual demand growth due to a vibrant construction sector growth of 8-9% per year.

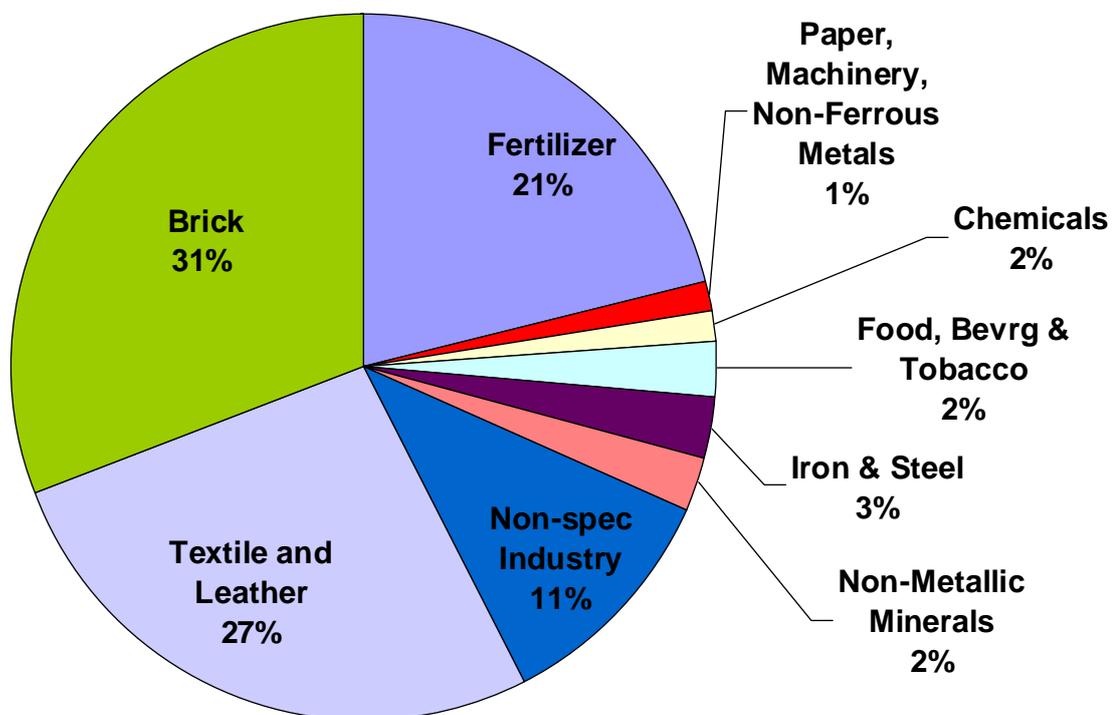


Chart 1: GHG emission from Industrial sub sectors of Bangladesh, 2012

As a result, Bangladesh is a prime candidate for the unique Japanese non firing solidified brick making technology.

2.3 Block Industry Profile

Substitutes for conventional solid clay bricks are carving out a niche in the construction sector, thanks to growing concern about the quality of buildings among realtors and individual constructors. Concrete blocks, concrete hollow blocks, clay blocks and clay hollow blocks have found their way into real estate, however slowly.

Benefits of using blocks in construction are immense, sector people say. Hollow concrete blocks are substitutes for conventional bricks and stones in construction. They are lighter than bricks, easier to place and also cut costs of construction and consumption of cement. They help construct lightweight buildings, give protection from salinity, insulation from heat and sound, and ensure durability. At the same time, the use of such blocks reduces construction costs by 10-15 percent. The vacuum inside a hollow block insulates a building from heat and sound and makes a high-rise comparatively lightweight

Pioneered by Concord Group, concrete blocks are produced by around 20 big and small companies now.

Some real estate companies get a regular supply of the products from the local manufacturers. On the other hand, some developers have set up their own plants, an example of which includes Shanta Properties Ltd (SPL), which has set up a block manufacturing unit to meet its demand.

However, according to Shun Sing Group (manufacturer of concrete blocks), the use of blocks is very insignificant compared to the size of the construction sector in Bangladesh despite its benefits. Real Estate Firms and individual homeowners alike often show a disinclination to use it due to a lack of proper knowledge. Part of the reason for low enthusiasm among customers about the new construction materials is masons' poor acquaintance with blocks. Some sector professionals claim that the walls made of concrete blocks often cracked and caused losses to many users, however clay blocks do not face such problems.⁵

Table 2: Cement Block Product Specifications

Cement Block Product Specifications	
Product	100mm H/B
Dimensions (mm)	390 X 190 X 100
Crushing Strength (Mpa) Approx.	13
Weight (kg)/Pcs Approx.	11
Requirements per 100 sft (Pcs)	113

2.4 Real Estate Sector in Bangladesh

Bangladesh is the 8th largest populous country with 160 million people. Each year 3, 00,000 to 4, 00,000 rural people migrate to Dhaka, the capital of Bangladesh, fuelling the need for housing facilities. Rapid urbanization in the country has created a booming construction industry and spurred the production of 8.6 billion bricks each year, with demand for the bricks rising at an annual rate of about 5.28 percent (UNDP; 2011)⁶.

The present situation has created ample breeding ground for real estate developers who have been successfully bridging the gap between national housing demand and supply for the last decade. The Real Estate & Housing Association of Bangladesh (REHAB), which is the sole organization of the real estate agents, developers & builders, has more than 450 members

⁵ <http://archive.thedailystar.net/newDesign/news-details.php?nid=99846>

⁶ <http://www.bup.edu.bd/journal/79-89.pdf>

registered in 2009, excluding around 350 non-registered real estate developers⁷. This sector has been contributing about 12-15 per cent to Bangladesh's gross domestic product (GDP). Not only does it, directly and indirectly, generate 2.5 million employment opportunities, but also stimulates the demand for over 250 ancillary industries, the most prominent of which is the brick industry⁸.

⁷ <http://www.asaub.edu.bd/data/asaubreview/v4n1sl18.pdf>

⁸ http://www.thefinancialexpress-bd.com/more.php?date=2012-04-16&news_id=126770

3.0 Potential Raw materials for Non-firing brick production

3.1 Sand & Pebbles

3.1.1 Sand Classification

In Bangladesh, non mineral Sand is available in Sylhet, Pabna, Mymensing and Kustia and a few riversides. In Sylhet, the sand is known as “Mota Balu” or “Sylhet Sand (Balu)” (Figure 1). In Pabna, sand is mostly sourced from the Paksi area where it is known as “White Sand (Shada Balu)” or “Bichi Balu” (Figure 2). Also Sands are available in riversides mainly in the dredging and ferry routes (Figure 4).



Figure 1: Sand from Sylhet



Figure 2: Sand from Pakshi



Figure 3: Pebbles



Figure 4: River Sand

Coarse Sand (local name: Mota Balu) is mainly used for Casting in construction whereby Fine sand (local name: Chikon Balu) is used for plastering and filing. River sand is used for land development i.e. filling low lands.

Silica Sand is also found in Sylhet division, Sherpur and Rangpur but they are mostly used for glass. Mineral Sand is found in the beach areas of Cox's Bazar and Chittagong. However, Silica sand and mineral sand will not be used for non-firing brick.

3.1.2 Stone Classification(available in the local market)

Several forms of Stones are available in the local market. The main types are:

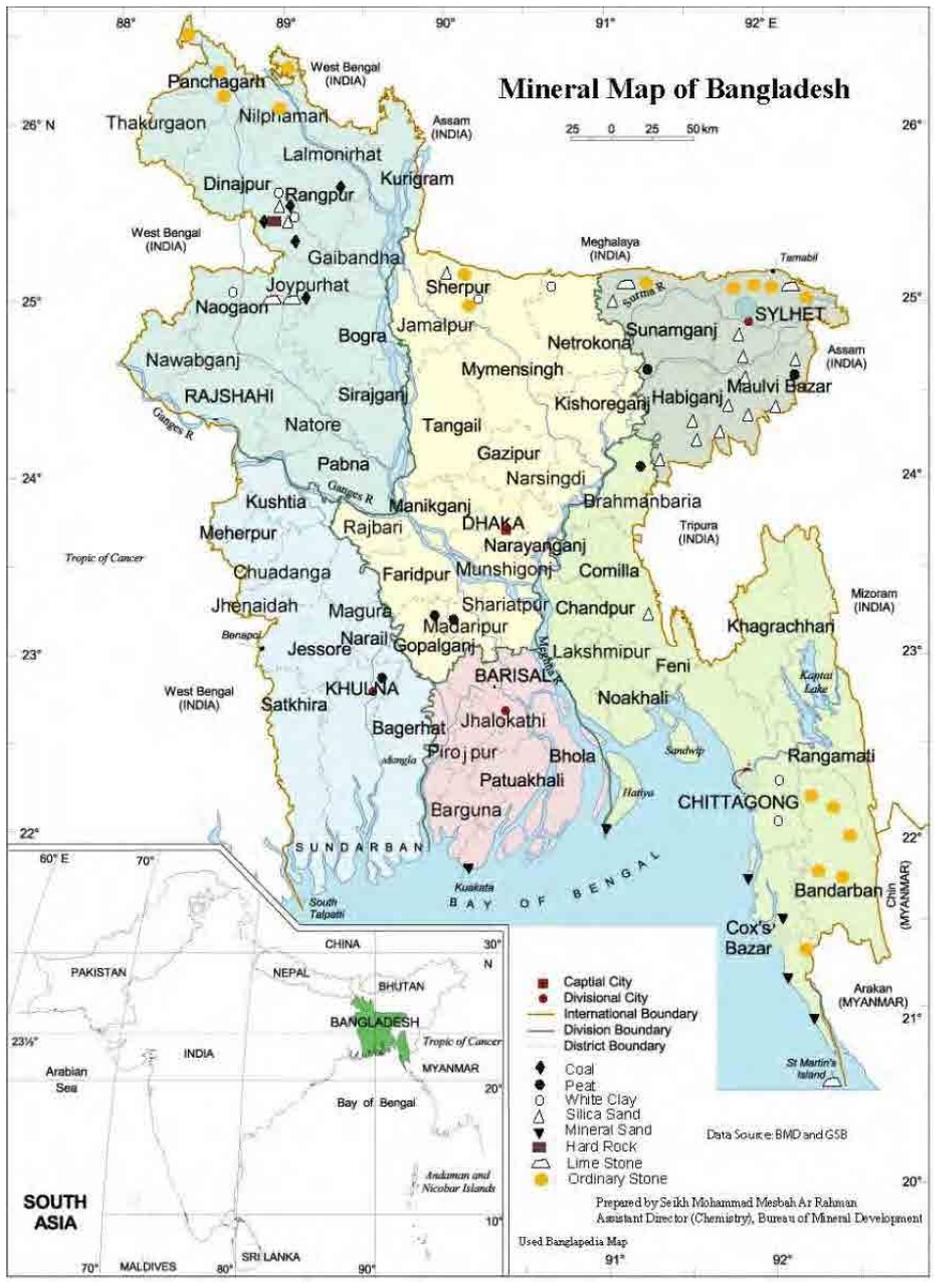
1. Pre Gravel (Used in building construction and tube well)
2. Three fourth inch
3. Half Inch
4. One Fourth Inch
5. Dust (Stone Sand)
6. Singles (Used mainly for piling)
7. “Alubhuthu” (Used mainly for columns)
8. Pebbles

3.1.3 Source of Sand & Pebbles

From the map below, it can be seen that Mineral Sand is usually found in the Sea beach of Cox's Bazar, Moheshkali, Kutubdia and Kuakatha. Glass sand (Silica Sand) is concentrated in the districts of Dinajpur, Moulvibazar, Habiganj, Comilla & Sherpur. Hard Rock is found in the district of Dinajpur, specifically in the area of Maddyapara. Gravel and ordinary stone deposits are located mainly in Sunamgaj, Pachagarh, Lalmonirhat and Chittagong⁹.

Map 1: Mineral Map of Bangladesh

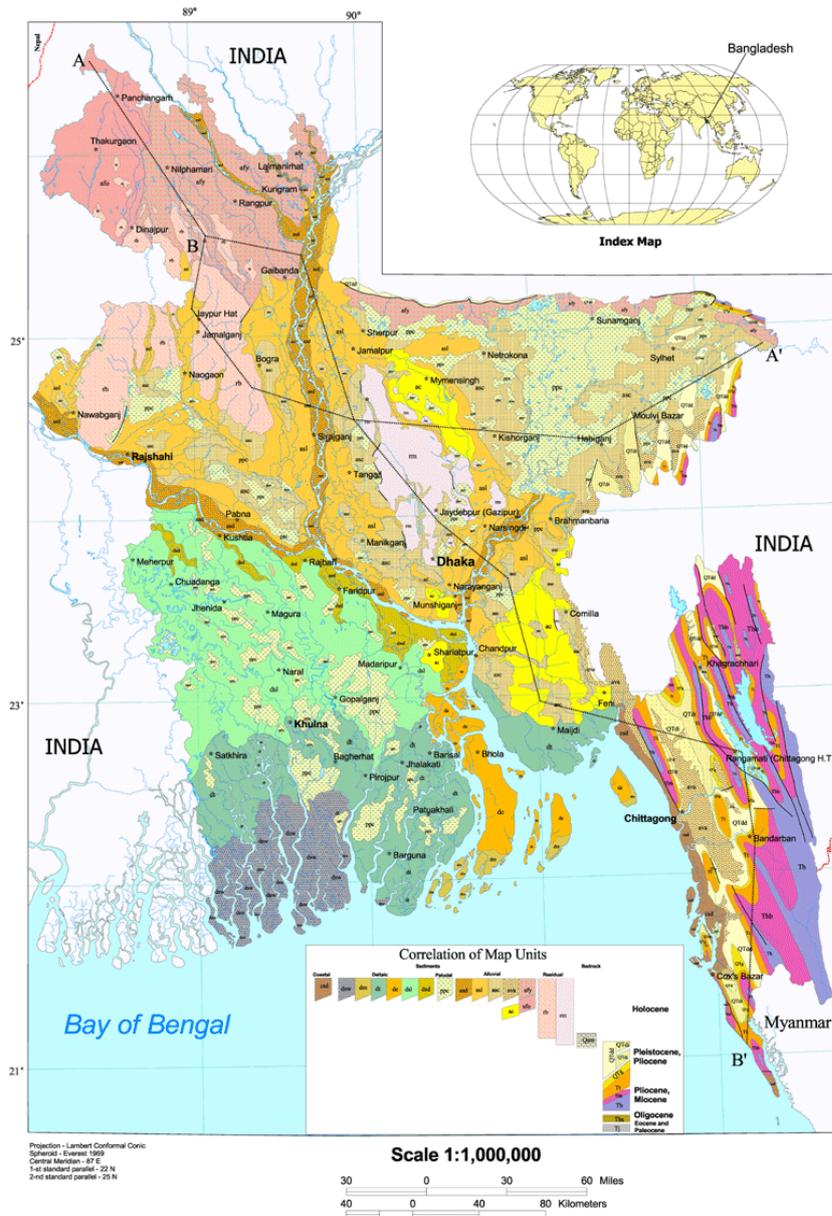
⁹ http://www.gsb.gov.bd/english/index.php?option=com_content&view=article&id=9&Itemid=10



The Geology map of Bangladesh is provided below which shows surface geology and geological source of sands and pebbles are easily identified

Map 2: Geology of Bangladesh

This map is preliminary and has not been reviewed for conformity with U.S. Geological Survey editorial standards or with the International Stratigraphic Code. Any use of trade names is for descriptive purposes only and does not imply endorsement by the U.S. government.



Description of Map Units

Surface Geology

Holocene Sediments:

Coastal Deposits:

csd Beach and dune sand

Deltaic Deposits:

dmw Mangrove swamp deposit

dm Tidal mud

dt Tidal deltaic deposits

de Estuarine deposits

dsd Deltaic silt

dtd Deltaic sand

Paludal Deposits:

ppc Marsh clay and peat

Alluvial Deposits:

asd Alluvial sand

asl Alluvial silt

asc Alluvial silt and clay

ac Chandina alluvium

avc Valley alluvium and colluvium

Alluvial Fan Deposits:

afy Young gravelly sand

afo Old gravelly sand

Residual Deposits:

rb Barind clay residuum

rm Madhupur clay residuum

Bedrocks:

Qm St. Marin limestone (Pleistocene)

Qrad Dihing and Dupi Tila Formation Undivided

QTd Dihing Formation (Pleistocene and Pliocene)

QTd Dupi Tila Formation (Pleistocene and Pliocene)

Tipam Group:

QTg Girujan Clay (Pleistocene and Neogene)

Tt Tipam Sandstone (Neogene)

Surma Group:

Tbb Boka Bil Formation (Neogene)

Tb Bhuban Formation (Miocene)

Tba Barail Formation (Oligocene)

Jaintia Group:

Tj Jaintia Group includes:

Kopili Formation (Late Eocene)

Sylhet Limestone (Middle to Early? Eocene)

Tura Formation (Eocene and Paleocene)

Lake

Ocean and wide river

Areas outside of Bangladesh

Major City

Faults - Approximately located

River

Contact

Political Boundary

Section Line

GEOLOGICAL MAP OF BANGLADESH

gical Map by Md. Khurshid Alam, A.K.M.Shahidul Hasan, and Mujibur Rahman Khan, (Geological Survey of Bangladesh), and John W. Whitney, (United States Geological Survey)

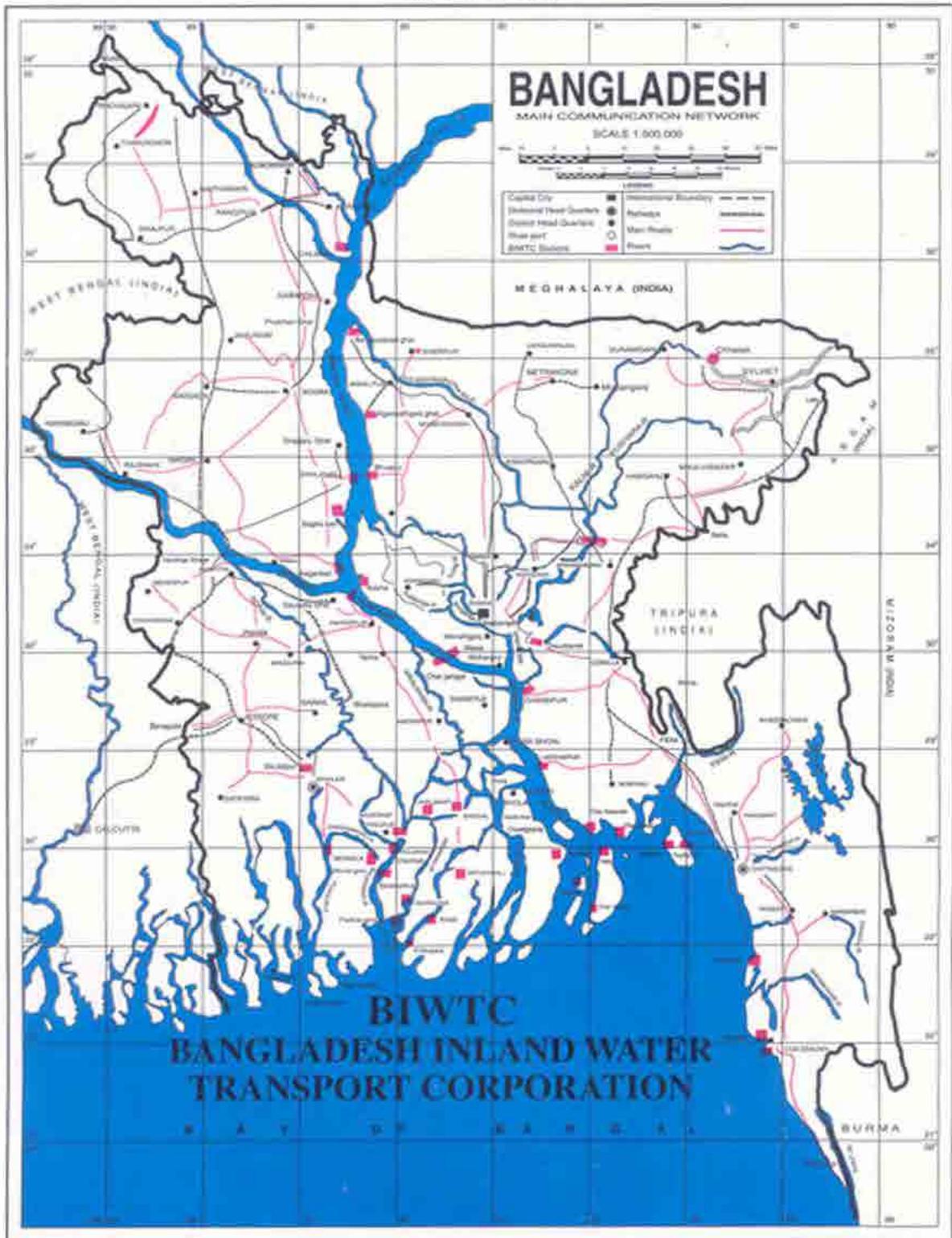
1990

Digitally compiled by F.M.Persits, C.J.Wandrey, R.C. Milici, (USGS), and Abdullah Manwar, (Director General, Geological Survey of Bangladesh)

2001

River sand is mainly sourced from areas which contain the Ferry Routes (Map 4). Dredging is carried out in these areas by the Ministry of Water Resources which results in an abundance of River Sand.

Map 3: Ferry Routes of Bangladesh



BIWTC Operational Routes

3.1.4 Price

Sand is sold on a per CFT basis in the market. Depending on the quality, prices per CFT range from 25-35 BDT¹⁰. According to our research, price of Sylhet Sand or Mota Balu ranges from 6-25 BDT/CFT and the price of White Sand or Shada Balu ranges from 7-10 BDT/CFT. River sand sales price is BDT 7-10 per CFT

According to survey findings, the average sales price of the types of Pebbles available in the market is:

Sl No.	Type of Pebble	Sales Price (BDT/CFT)
1	Pre Gravel	37.5-50
2	Three fourth inch	140
3	Half Inch	120
4	One Fourth Inch	75-90
5	Dust (Stone Sand)	8
6	Singles	90
7	“Alubhuthu”	125

From the survey, it can be concluded that both Sand and Pebble are readily available throughout the year, although the prices may vary according to the demand of the product.

3.1.5 Main consumers

Real estate Developers are the major consumers of Sand & Pebbles, along with private home owners and the government.

Survey results indicate that average yearly sales by a average bulk supplier are as follows

- Average sales of Coarse Sand (Mota Balu) is 18 million CFT
- Average sales of Fine Sand or Chikon Balu are 100,000-150,000 CFT.

Quantity of Pebbles sold per year by an average bulk supplier lies within the range of 400,000-100,000 CFT.

3.2 Cement

3.2.1 Industry overview

Bangladesh cement industry is the 40th largest market in the world. Currently 123 companies are listed as cement manufacturers in the country. Among them 63 have actual production capacity, while 32 are in operation. The current installed capacity of the industry is 20.0 mn MT although actual capacity is about 13.96 mn MT due to supply constraints for power and clinkers.

Table 3: Market size Derivation

¹⁰ <http://www.slideshare.net/Fzmasuk/availability-and-price-of-engineering-materials-in-bangladesh>

Market size derivation	
Total demand (mn MT)	13.93
Standard Price per beg (BDT)	350
Total Market size (BDT mn)	97,510
Total Market size (USD bn)	1.35

Source: BCMA & IDLC research

11

The development of the cement industry in Bangladesh dates back to the early fifties but its growth in the real sense started only about a decade or so. Bangladesh has been experiencing an upsurge in the use of cement in recent years mainly due to the property sector boom and infrastructural development concentrated in the major urban areas of the country. The infrastructural development at grass root level has led to an increased demand of 8% per annum during the past decade¹².

Table 4: Overview of Cement Industry

Overview of Cement Industry	
Total Production capacity (mn MT)	20
Industry average utilization rate	70%
Actual capacity excluding obstacles (mn MT)	13.96
Local consumption (mn MT)	13.93
Per capita consumption (FY2010)	84.5 Kg
Total factories registered	123
Factories started operation	63
Currently plants in operation	32
Factories exporting cement to India	8
Size of export in FY2010 (K MT/year)	260
Construction % of GDP	10%
Construction sector growth in FY2010 (according to BBS)	8%
Industry consumption growth in FY2010	32%
Expected industry growth rate in next 5 years	25% / year
Largest 13 cement companies hold (market share)	78%

Source: BCMA & IDLC research

3.2.2 Product and Technology

Under the Bangladesh Standard EN 197- 1:2000 there are 27 categories of common cement, grouped into five main cement types:

1. CEM I Portland cement
2. CEM II Portland composite cement
3. CEM III Blast furnace cement
4. CEM IV Pozzalanic cement
5. CEM V Composite cement

¹¹ http://www.idlc.com/sector_coverage/1332569363Research%20Report%20on%20Cement%20Sector%20of%20BD-Initiation,%20April%2005,2011.pdf

¹² <http://www.scribd.com/doc/130016871/Cement-Industry-Overview-in-Bangladesh>

The type of cement widely used is the Portland Composite Cement (PCC) mainly because the manufacturing technology requires less clinker than other types of cement¹³.

3.2.3 Major Producers of the Industry

In Bangladesh there are about 55 cement manufacturing companies which are in operations either on a large or small scale. A total of 34, including multinational cement manufacturers are in commercial production. The installed production capacity of these factories is 1.85 crore tonnes a year according to Bangladesh Cement Manufacturers Association (BCMA).

Multinationals such as Lafarge, Cemex, Holcim and Heidelberg occupy only 27% of the market share, facing intense competition from the local companies. While these MNCs cater to a niche market, due to their high prices (as a result of high overhead costs) and superior brand value and quality, local companies such as Shah Cement, a subsidiary of the conglomerate Abul Khaer Group, have pursued more innovative and aggressive strategies to gain market leader status (14.20% market share). Many small domestic manufacturers like Premier Cement, Seven Circle Cement, Crown Cement, Fresh Cement and King Cement have drastically increased their sales riding on the benefit of economies of scale, backward linkages and aggressive marketing¹⁴ techniques¹⁵.

Table 5: Revenue and Market Share of Cement Companies (FY 2010)

¹³ <http://www.scribd.com/doc/130016871/Cement-Industry-Overview-in-Bangladesh>

¹⁴ http://www.idlc.com/sector_coverage/1332569363Research%20Report%20on%20Cement%20Sector%20of%20BD-Initiation,%20April%2005,2011.pdf

¹⁵

SL. No.	Market/ Area	Name Of Cement Company	Yearly Total Consumption (MT)	Average consumption/year (MT)	Market Share
1	Sylhet Area	Lafarge Surma Cement Ltd.	917,685.74	76,473.81	6.7%
2		Chattak Cement	112,538.30	9,378.19	0.8%
		Total	1,030,224.04	85,852.00	7.5%
1	Dhaka Area	Scan Cement	785,538.00	65,461.50	5.7%
2		Shah cement	1,948,189.00	162,349.08	14.2%
3		MI Cement (Crown)	673,055.80	56,087.98	4.9%
4		Premier Cement	547,020.00	45,585.00	4.0%
5		Holcim BD Ltd.	887,636.00	73,969.67	6.4%
6		Seven Circle BD Ltd.	953,254.62	79,437.89	6.9%
7		Unique Cement (Fresh)	844,563.44	70,380.29	6.1%
8		Cemex Cement	382,125.00	31,843.75	2.8%
9		Anwar Cement	192,900.00	16,075.00	1.4%
10		MTC Cement (Tiger)	385,310.95	32,109.25	2.8%
11		Eastern Cement (Shat Ghora)	138,335.00	11,527.92	1.0%
12		Mir Cement	141,350.00	11,779.17	1.0%
13		Akij Cement	502,583.65	41,881.97	3.7%
14		Metro Cement	136,435.00	11,369.58	1.0%
15		Emirates Cement	225,887.00	18,823.92	1.6%
		Total	8,744,183.46	728,681.96	63.5%
1	Chittagong Area	Scan Cement (Ruby)	496,109.00	41,342.42	3.6%
2		Aramit Cement	103,630.00	8,635.83	0.8%
3		Dimond Cement	209,800.00	17,483.33	1.5%
4		Mostafa Hakim	53,950.00	4,495.83	0.4%
5		Royal Cement	417,790.00	34,815.83	3.0%
6		NGS Cement	87,530.00	7,294.17	0.6%
7		S. Alam	54,160.00	4,513.33	0.4%
8		Confidence	230,290.00	19,190.83	1.7%
		Total	1,653,259.00	137,771.58	12.0%
1	Mongla Area	Meghna Cement (MCML-King)	1,021,917.30	85,159.78	7.4%
2		Mongla Cement (SKS)-Elephant	397,280.00	33,106.67	2.9%
3		Dubai Bangla Cement (5 Ring)	246,730.00	20,560.83	1.8%
4		Nowapara Cement	158,738.60	13,228.22	1.2%
5		Olympic Cement (Anchor)	311,540.00	25,961.67	2.3%
		Total	2,136,205.90	178,017.16	15.5%
1	Rajshahi Area	Aman Cement	203,625.00	16,968.75	1.5%
		Total	203,625.00	16,968.75	1.5%
	Total		13,767,497.40	1,376,749.74	100%

Source: IDLC Research

3.2.4 Major Cement Consumers

In Bangladesh the main cement consumers are:

- Private house builders
- Real Estate developers
- Government organizations

Chart 2: Major Cement User Group

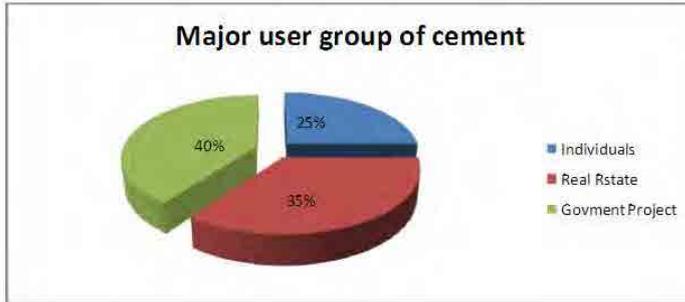
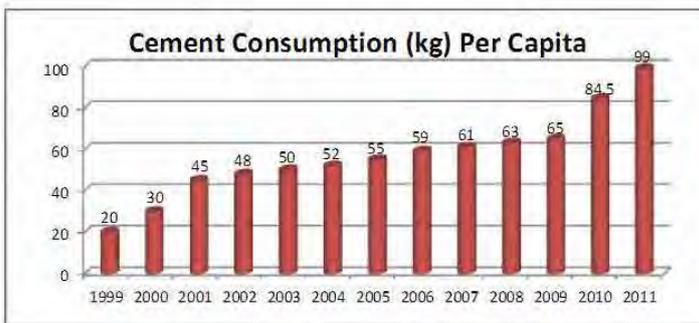


Chart 2 above illustrates that Real Estate Developers and Government projects are the dominant consumers of cement. Cement consumption has steadily been rising. It is expected that cement companies will enjoy a good growth of margin over the next 3 years. Because, in next couple of years when large capacities are expected to come on-stream, pass through of input cost will be easier and clinker (main raw material of cement) price is expected to remain stable at \$53-\$58.

Chart 3: Cement Consumption (kg) per Capita



However, Per capita consumption remains poor when compared with the world average; only 65 kg (FY2009) while our neighbouring countries, India and Pakistan, have per capita consumption of 135kg and 130kg respectively. This underlines tremendous scope for growth in the Bangladesh cement industry in the long term.¹⁶

3.2.5 Supply-Demand Gap

Leading cement manufacturers are now going for expansion. Cement industry expects the consumption to rise by 25% (it will be much higher if Government projects come on stream). Though it seems that the industry will run overcapacity but as mentioned earlier, industry is dependent on the production of only 13 companies. So it reveals that the cement industry will fall short of supply if the demand increases in line with the big infrastructural projects of Government as expected in future and this symbolizes the huge growth potential of our cement industry.

Table 6: Industry Demand and Production

¹⁶http://www.idlc.com/sector_coverage/1332569363Research%20Report%20on%20Cement%20Sector%20of%20BD-Initiation,%20April%2005,2011.pdf

Year	Consumption (mn MT)	Growth rate %	Capacity (mn MT)	Growth rate %
2005	7.60	18.50%	11.17	5.20%
2006	8.40	10.53%	11.91	6.63%
2007	8.20	-2.38%	12.20	2.48%
2008	8.54	4.10%	14.44	18.38%
2009	10.57	23.82%	17.35	20.14%
2010	13.93	31.80%	19.95	14.96%

Considering the Life cycle of the industry, currently cement industry of Bangladesh is in the growth stage. Sales of cement are increasing due to growing demand for cement in both the local and foreign markets. The industry realized about 30% and 21% growth in 2009 and 2010 respectively after suppressed demand from previous years. Industry expected demand growth is 20%-25% for the next three years based on the assumptions below.

1. Government would be able to materialize its important ADP.
2. According to the UN Population Fund (UNFPA) report 2010, 28% people of our country live in urban areas where the population growth is 3.2 per thousand. Urbanization and demand for accommodation are increasing day by day. Thus it is expected that the real sector will grow steadily with the household users' increasing cement consumption pattern.
3. Private sector may get interested to invest in real estate for getting tax advantages of their undisclosed funds
4. Good number of large infrastructure construction projects (Padma Bridge, Flyovers, highways) are on the pipeline.
5. There is no "Substitute" for Cement. Steel can be used in construction but in limited extent due to its high cost¹⁷.

3.2.6 Price

The pricing of cement of various players in the industry are very close to one another. Due to the presence of homogeneous products in the market, price war is a sensitive issue in this industry. Cement prices have been on an upward trajectory since 2007 in line with steady increase in clinker costs.

Moreover, cement prices, like all commodity prices, are influenced by demand-supply dynamics. Seasonal factors like weak demand during monsoon in most areas also put pressure on prices. As the freight cost accounts for a substantial proportion of sales price, the ruling market price of cement becomes different in different regions.

Currently, the standard price of one bag of cement produced by the multinational cement companies ranges within BDT 370 to BDT 390 per bag. On the other hand, price of one bag of cement produced by the local companies ranges within the price bracket of BDT 340 to BDT 365.

Additional capacity utilization of the existing units as well as commissioning of new producing units is likely to bring down the sales price, unless there is an equivalent rise in demand. But if the demand does not rise proportionately to absorb the additional supply, the units would have

¹⁷ http://www.idlc.com/sector_coverage/1332569363Research%20Report%20on%20Cement%20Sector%20of%20BD-Initiation,%20April%202005,2011.pdf

to lower price to induce more sale to maintain the required level of revenue income. The quality of cement, brand image, export potential, price of cement in international market, anti- dumping position of cement manufacturer, future tariff policy etc. will have an impact on price of cement in future.

The factories which would be using captive power, which is cheaper and more reliable than grid power and backed by uninterrupted clinker supply at competitive price are likely to be more cost efficient to emerge as the market leader.

Hence, average price of cement is expected to increase by BDT 5.0 - BDT 10.0 per bag over the next 3 years. Price may not increase in line with increasing demand as the cost of sales may dip due to stable clinker price and increasing supply of product¹⁸.

3.3 Rice Husk Ash (RHA)

Rice husk ash (RHA) is the woody sheath surrounding the kernel or grain and consists of two interlocking halves. The rice grain must be removed from the husk after harvesting either by hand threshing or milling. Thus husk is the by-product of the process of obtaining grain. According to Food and Agricultural Organization (FAO) world rice production in the year of 2009 is about 678 million tons and according to Bangladesh Bureau of Statistics (BBS) annual production of all kind of rice in Bangladesh in year 2009-2010 is about 31975 thousand metric tons. Beagle (1978) assumes that husk to paddy ratio is about 20% and Velupillai et.al (1997) assumes a ash to husk ratio of 18% results 24.4 million tons of RHA worldwide and 1151.1 thousand metric tons of RHA production annually in Bangladesh¹⁹

3.3.1 Chemical Composition of RHA

Typical chemical composition of RHA found in Bangladesh is given in Table 1 where it can be seen that the predominant component of RHA is silica.

Table 7: Chemical Composition of RHA (Rashid et al. 2010)

Constituent	% Composition
Fe ₂ O ₃	1.38
SiO ₂	90.20
Al ₂ O ₃	0.85
CaO	1.18
MgO	1.21
Loss on ignition	3.95

3.3.2 Consumers of RHA

(i) Bangladesh produces on an average 28 million tonnes of paddy per year, giving approximately 6 million tonnes of rice husk. Paddy processing in Bangladesh takes two forms. 10% of the rice produced is dry hulled, while the 90% is parboiled and then hulled predominantly in small rice mills. **The rice husk and bran mixture, a by-product of rice**

¹⁸http://www.idlc.com/sector_coverage/1332569363Research%20Report%20on%20Cement%20Sector%20of%20BD-Initiation,%20April%2005,2011.pdf

¹⁹<http://www.jce-ieb.org/pdfdown/3902007.pdf>

hulling, is used as a fuel to generate steam to parboil the paddy. All regions in Bangladesh, except in the eastern districts, parboil the paddy.

(II) The husk and bran, separately and together, constitute essential inputs in animal and poultry feed. Supported by government, poultry rearing and livestock husbandry are expanding rural activities, particularly for the poor. However, the prices of the bran and husk inputs to animal and poultry feed have been rising.

(iii) In Sylhet and Chittagong, where the rice is dry processed, husk is made into briquettes, which is a cheap, clean fuel. Poor households and small food retailing units in these districts have shifted to using briquettes from firewood.

(iv) As most of the husk is used for parboiling paddy, disposal of husk ash rather than husk itself is a problem in Bangladesh. Parboiling rice mills throughout Bangladesh dump the ash from the furnace on the surrounding agricultural land and in water bodies.²⁰

(v) Hossain et al (2011) studied the effect of RHA on engineering properties of **cement, concrete and brick** are presented in a normalized way. It has been found that addition of RHA in cement increases its normal consistency and setting times. Addition of RHA increases water absorption of concrete i.e. porosity of concrete increases, which in long term detrimental to concrete. Addition of RHA in concrete decreases both of its compressive and splitting tensile strengths. It has also been found that addition of RHA in brick does not affect its shape and size, therefore volume of brick remains unchanged. However, inclusion of RHA in brick increases its water absorption and decreases its crushing strengths. RHA also decreases specific gravity of bricks and increases impact values of brick aggregates. All the experimental results are presented in a normalized way. Results were normalized with respect to control specimen i.e. specimen without any RHA in it. Therefore one will be able to determine how much cement or clay can be replaced with RHA, based on design criteria for any particular project.²¹

²⁰ <http://r4d.dfid.gov.uk/pdf/outputs/R7659finrep.pdf>

²¹ <http://www.jce-ieb.org/pdfdown/3902007.pdf>

Map 4: Districts with Main Clusters of Rice Mills²²



★ Districts with Main Clusters of Rice Mills

²² <http://r4d.dfid.gov.uk/pdf/outputs/R7659finrep.pdf>

4.0 Non-firing Brick Raw Material Map

Based on previous analysis, and Maps available from secondary sources a combined Map was developed to show locations and sources of all types of Raw Materials (mainly Sand & Pebble, Cement, RHA) that can be used for non-firing brick production.

MAP 5: Non-firing Brick Raw material Map of Bangladesh, 2013



5.0 Recommended location for demonstration project

The ideal location for any manufacturing industry is either close to raw material source or close to market.

According to a common rule applied by the traditional brick makers in Bangladesh, the brick factory has to be within 50 kilometres from the major market to keep the transportation cost low.

From the previous survey and in depth interview on the real estate developers it was identified that the demand for non-fired brick or any new building materials is based on big metropolitan cities mainly Dhaka.

Dhaka is the world's 16th biggest city, and the capital of its eighth-most populous country. The population of Dhaka is 15.41 million and total area of Dhaka metropolitan area is 134 square miles²³. Dhaka has the highest population density in the world with 115,000 people per square mile.

The construction industry in Bangladesh is steadily growing at a rate of 8-9% for last decade. Around 700 traditional kilns (10% of the all traditional kilns of the country) are operating just at the outskirts of Dhaka in the North. Dhaka city has the major demand for bricks (1.7 billion per annum considering 10% of annual total production of 17.24 billion bricks²⁴).

All raw material no matter where is found are available at a bulk quantity in and around Dhaka city. Sand, pebbles and cement bulk suppliers are also clustered in and around Dhaka city. Dhaka district and adjacent Gazipur district also has rice mills clusters from which rice husk ash can be procured at bulk capacity.

Based on the above analysis the ideal location of the demonstration project has to be around Dhaka metropolitan area preferably in Savar or Dhamrai region of Dhaka or within Gazipur district. The location has to be well connected with roads and highways or waterways. A location in the river bank is ideal if carrying raw materials from sylhet and mymensingh region and carrying bricks to Dhaka city by river is feasible. It will substantially reduce Transportation cost.

²³ <http://www.theatlanticcities.com/commute/2012/08/meet-dhaka-worlds-densest-city/2923/>

²⁴ World Bank Study 2011

Annex 1: List of Sand and Pebble Suppliers Contacted

List of Sand and Pebble Suppliers Contacted				
Sl No.	Raw Material	Name	Contact Address	Contact Number
1	Sand	M/s. Shahadath Enterprise	Amin Bazaar Bridge Ghath, Savar, Dhaka-1348	01673479123
2	Sand	M/s Akata Traders	Mirpur Balughat, Gabtholi, Mirpur, Dhaka-1216	01911361285
3	Sand	Rajdhani Nirman Center	Mirpur Balughat, Gabtholi, Mirpur, Dhaka-1216	8010058
4	Sand	M/s Farid Enterprise	Shahzadpur Bashthola, Baridhara, Gulshan, Dhaka-1212	01927325541
5	Sand	M/s Uzzal Enterprise	Mirpur Pathorghat Gabtholi, Mirpur, Dhaka-1216	01917922285
6	Sand Pebble	Sun Traders	Amin Bazaar Bridge Ghath, Savar, Dhaka-1348	07177634806
7	Pebble	S.M.S. Traders Co.	Gabtholi Balughat, Korian Ghat, Mirpur, Dhaka 1216	01916502742
8	Pebble	M/s Nabin Enterprise	6/4 Shantinagar Circle, Dhaka-1217	9330981
9	Pebble	Onik Enterprise		01715229758
10	Pebble	United Trading Co.	Gabtholi, Dipnagar, Dhaka	01711630390
11	Pebble	Riverside Traders	Gabtholi Nothun Balughat, Beribadh, Dhaka	01715390227
12	Pebble	Confidence Trading	Borodeshi Balurghat, Amin Bazaar, Savar, Dhaka	01717404195