

インド国

インド国
社会基盤整備を加速するプレキャスト
トコンクリート製品の普及に向けた
案件化調査

業務完了報告書

平成 28 年 5 月

(2016 年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

トヨタ工機株式会社
ランデス株式会社
不二コンクリート工業株式会社
株式会社武井工業所

国内
JR(先)
16-031

写真



MMRDA(ムンバイ都市圏開発機構)との全体会議



ムンバイBKC サイト視察



プネ河川サイト視察



ムンバイ土砂災害危険箇所(左、中)及びアーメダバード護岸整備サイト視察(右)



アーメダバード Fuji Silvertech 社における PC 製品デモンストレーション実施

目次

第1章	対象国・地域の現状	1
1-1	対象国・地域の政治・社会経済状況	1
1-1-1	インド全土	1
1-1-2	マハラシュトラ州ムンバイ、グジャラート州アーメダバード、デリー準州	2
1-2	対象国・地域の対象分野における開発課題	3
1-2-1	洪水・土砂災害・地震・津波・サイクロン	3
1-2-2	「道路」土砂災害・洪水（冠水）とその対策について	5
1-3	対象国・地域の対象分野における開発計画、関連計画、政策（外資政策含む）及び法制度	6
1-3-1	インド全土防災計画	6
1-3-2	マハラシュトラ州防災計画	6
1-3-3	マハラシュトラ州防災計画への対応・実施状況	7
1-4	対象国の対象分野における ODA 事業の先行事例分析及び他ドナーの分析	12
1-4-1	防災案件 ODA 先行事例	12
1-4-2	海外ドナーの動向	12
1-5	対象国のビジネス環境の分析	13
1-5-1	日本企業のインド投資の現状	13
1-5-2	日系建設関連企業の進出状況	14
1-5-3	投資環境上の課題	14
第2章	提案企業の製品・技術の特徴及び海外事業展開の方針	17
2-1	提案企業の製品・技術の特長	17
2-1-1	製品・技術の特長	17
2-1-2	製品・技術のスペック	21
2-1-3	製品・技術の価格	22
2-1-4	国内外の販売実績	24
2-1-5	競合他社製品と比べた比較優位性	25
2-2	提案企業の事業展開における海外進出の位置づけ	28
2-2-1	海外進出の動機	28
2-2-2	自社の経営戦略における海外事業の位置付け	30
2-3	提案企業の海外進出によって期待される我が国の地域経済への貢献	31
2-3-1	現時点における提案企業の地元経済・地域活性化への貢献	31
2-3-2	本調査で検討する ODA 案件化及び海外展開を実施することで見込まれる地元経済・地域活性化への貢献	31

第3章	ODA 事業での活用が見込まれる製品・技術に関する調査及び活用可能性の検討結果	34
3-1	製品・技術の現地適合性検証方法（検証目的・項目・手段など）	34
3-1-1	第1回現地調査（2015年6月）	34
3-1-2	第2回現地調査（2015年7月）	35
3-1-3	第3回現地調査（2015年11月）	36
3-1-4	第4回現地調査（2016年2月）	36
3-2	製品・技術の現地適合性検証結果（非公開）	40
3-3	対象国における製品・技術のニーズの確認	40
3-4	対象国の開発課題に対する製品・技術の有効性及び活用可能性の確認	41
3-4-1	PC製品の認証方法の確認	41
第4章	ODA 案件にかかる具体的提案	43
4-1	ODA 案件概要	43
4-2	具体的な協力計画及び期待される開発効果	43
4-2-1	目的	43
4-2-3	目標および成果	44
4-2-4	先方機関	44
4-2-5	対象地域	47
4-2-6	投入人材	47
4-2-7	カウンターパート、関連公的機関等との協議状況	47
4-2-8	実施体制及びスケジュール	47
4-2-9	具体的な開発効果	51
4-2-10	対象地域及びその周辺状況	54
4-3	他 ODA 案件との連携可能性	56
4-4	ODA 案件形成における課題と対応策	57
第5章	ビジネス展開の具体的計画（非公開）	61
SUMMARY		62

略語表

略語	正式名称	日本語名称
AMC	Ahmedabad Municipal Corporation	アーメダバード市公社
BIS	Bureau of Indian Standards	インド規格院
BJP	Bharatiya Janata Party	インド人民党
BKC	Bandra Kurla Complex	バンドラ・クアラ・コンプレックス
BPO	Business Process Outsourcing	ビジネス・プロセス・アウトソーシング
BRICs	Brazil, Russia, India and China	ブラジル、ロシア、インド、中国、南アフリカ
CBIC	Chennai Bangalore Industrial Corridor	南部中核拠点開発構想
DDMAs	District Disaster Management Authorities	県災害管理庁
DMIC	Delhi - Mumbai Industrial Corridor	デリー・ムンバイ間産業大動脈構想
DMU	Disaster Management Unit	防災管理ユニット
GSI	Geological Survey of India	インド地質調査所
GST	Goods and Services Tax	物品・サービス税
ISO	International Organization for Standardization	国際標準化機構
JBIC	Japan Bank for International Cooperation	国際協力銀行
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
MCGM	Municipal Corporation of Greater Mumbai	ムンバイ都市圏当局
MMRDA	Mumbai Metropolitan Region Development Authority	ムンバイ都市圏開発機構
NDM	National Disaster Management	国家災害管理
NDMA	National Disaster Management Authority	国家災害管理庁
NDRF	National Disaster Response Force	国家災害対応局
NEC	National Executive Committee	国家執行委員会
NHAI	National Highways Authority of India	インド国道庁
NIDM	National Institute of Disaster Management	国家災害対策研究所
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
PC	Precast Concrete	プレキャストコンクリート
PCMC	Pimpri-Chinchwad Municipal Corporation	ピンプリチンチワッド市自治公社
PMC	Pune Municipal Corporation	プネ市自治公社

PMRDA	Pune Metropolitan Regional Development Authority	プネ都市圏開発機構
PPP	Purchasing Power Parity	購買力平価
RVNL	Rail Vikas Nigam Limited	インド鉄道公社
SDMAs	State Disaster Management Authorities	州災害管理庁
SIP	Strategic Innovation Promotion Program	戦略的イノベーション創造プログラム
UNDP	United Nations Development Programme	国連開発計画
USAID	United States Agency for International Development	米国国際開発庁

図表リスト

図 1-1	GDP の産業別構成と成長率	2
図 1-2	調査対象地域	2
図 1-3	インド地質調査所 (GSI) による土砂災害の危険地域 (左) とウッタラカ ンド州における土砂災害 (右)	4
図 1-4	マリン村土砂災害状況	9
図 1-5	マハラシュトラ州における土砂災害危険地域地図	9
図 1-6	日系企業の進出	13
図 1-7	Make in India 会場の様子	15
図 2-1	インドにおけるコンクリート製品製造現場	18
図 2-2	コンクリート製品 断面比較	18
図 2-3	世界のセメント生産量/消費量の推移	26
図 2-4	公共事業関係費の推移	29
図 2-5	バリアフリー対応の歩道乗り入れブロック	33
図 3-1	デモンストレーション・タイムスケジュール	37
図 3-2	デモンストレーション・ルートマップ	38
図 3-3	デモンストレーション写真	39
図 4-1	普及・実証事業実施体制	48
図 4-2	普及・実証事業スケジュール	49
図 4-3	Site No.1 ムンバイ Badlapur 対応策	55
図 4-4	Site No.4 ムンバイ BKC1 対応策	55
図 4-5	Site No.5 ムンバイ BKC2 対応策	56
図 4-6	インド人口分布図	60
表 1-1	過去 50 年間の災害種別の被害状況	4
表 1-2	インドの道路種別と延長	5
表 1-3	NDM 法における中央政府・州政府・県の体制	6
表 1-4	マハラシュトラ州における土砂災害被害状況	8
表 1-5	マハラシュトラ州における土砂災害危険地域	10
表 1-6	海外ドナーの動向	12
表 1-7	インドにおける投資環境の問題点と要望	15
表 2-1	コンクリート製品 製法比較	17
表 2-2	ドライコンクリート/ウェットコンクリート比較	19

表 2-3	主要 PC 製品及び型枠	21
表 2-4	PC 製品（左）及び型枠（右）の主なコンポーネント	22
表 2-5	事例 1 従来方式と PC 方式の比較（カゴボックス 多段積み）	23
表 2-6	事例 2 従来方式と PC 方式の比較（カゴボックス 平張り）	24
表 2-7	本共同企業体 売上及び取扱件数	25
表 2-8	本共同企業体 主要な販売先	25
表 2-9	インド国内 PC 製造企業	27
表 2-10	トヨタ工機、不二コンクリート工業インド進出状況	30
表 3-1	第一回現地調査（2015 年 6 月 20 日～28 日）工程表	34
表 3-2	第二回現地調査（2015 年 6 月 29 日～7 月 18 日）工程表	35
表 3-3	第三回現地調査（2015 年 10 月 27 日～11 月 8 日）工程表	36
表 3-9	PC 製品の BIS 規格	42
表 4-1	普及・実証事業目標及び成果	44
表 4-2	普及・実証事業ショートリストの選定基準	54
表 4-3	普及・実証事業候補地の概要	54

要約

第1章 対象国・地域の現状

・ 開発課題

インドでは急速に都市化が進行しつつあり、人口の約30%（4.2億人）が都市に居住しているが、道路や河川の護岸工事など、社会基盤の整備が未だ脆弱な地域も多い。モンスーンの時期の集中豪雨等によって、河川の氾濫、洪水、道路の冠水、住宅の浸水などが起きており、社会基盤の整備が急務となっている。

護岸工事による洪水防止、排水溝整備による浸水防止、道路法面補強による土砂崩れ防止など、コンクリート製品を活用した災害対策工事が急務となっているが、現状では災害発生後に対策が取られており、災害防止のための対策工の実施は限定的である。災害管理計画に予防的対策工の実施が明示されておらず、政府の災害防止に対する認識が低い点が課題である。

・ 防災計画

インド政府は災害の影響を予防・緩和し、省庁間を横断した防災計画実施のための制度的メカニズムを確保するため、国家災害管理法（NDM法）を2005年に制定し、中央政府、州政府、県において担当組織を配置した。

これをうけ、本調査対象地であるマハラシュトラ州では、2006年に州政府救援・復興局の下に災害管理ユニット（Disaster Management Unit, Relief and Rehabilitation Department, Government of Maharashtra: DMU）が設置され、包括的な災害救援や緊急対策を含む計画が発表された。また、ムンバイ大都市圏における開発計画立案・実施を行うムンバイ都市圏開発機構（Mumbai Metropolitan Region Development Authority: MMRDA）は、災害リスク管理計画を策定し、計画と実施時における各地の災害の受けやすさ、建築基準の改定などのリスク軽減策を提案している。

中央政府、州政府の防災計画の内容は、政策・組織体制整備を中心としており、防災管理システム、対策工などの予防的災害対応については明示されていない。

・ マハラシュトラ州での防災に関する取り組み

DMUへのヒアリングによると、マハラシュトラ州では、毎年頻繁に発生する洪水、地震、土砂崩れなどの災害のうち、2014年に発生した土砂災害を契機に、土砂災害への課題認識が高まっている。マハラシュトラ州ブネ県マリン村において、2014年7月30日、豪雨により大規模な土砂災害が発生し、村は全壊し、死者は151名にのぼった。土砂災害発生後、州政府による復旧活動が行われ、被害者に対して中央政府、州政府、地方自治体、NGO、民間企業を通じて復興活動が実施された。残された住民に対しては危険区域外への移転を

目的に、インフラ整備全体で5億ルーピー規模の移転・開発計画が進められている。

調査団による DMU 及びマリン村自治体へのヒアリングの結果、今後土砂災害危険地域に対して対策工事の実施が望まれていることが確認された。対策工事の実施については、規模や地形などの諸条件に左右されるが、急傾斜地崩壊防止を目的とした PC 製品を利用することで急勾配斜面安定を図ることが検討できる。対策工の実施が進むことにより、マハラシュトラ州政府の災害防止に対する認識の向上が期待される。

第2章 提案企業の製品・技術の特徴及び海外事業展開の方針

・ プレキャストコンクリート (PC)

製品・技術

コンクリート製品は 建築目的のみならず道路・河川・鉄道・港湾などインフラ整備用途などに幅広く活用されている。インフラ整備に関しては、我が国ではかつては“現場打設”方式と呼ばれる 工事現場でセメントに砂利・砂・水とを攪拌しコンクリートを製造・施工する方式が採用されていた。セメントは急速に固形化することから、なるべく工事・施工の現場により近いところで製品化する方式として採用されていたものである。

しかしながら、コンクリート製品はセメント・砂利・砂・水、を主体とする複合材料製品であり、綿密な製作工程管理が欠かせない素材である。特に配合設計、水分量、加振状態、成型時温度は、製品成型に関して多くの技術を要し、天候や季節の変化にも順応したものづくり管理体制が重要となる。

この課題を解決すべく、用途に応じた型枠を製造し、需要地に立地している各地のプレキャストコンクリート(PC)製品メーカーに供給し、この製品メーカーが PC 製品を生産のうえ、最終の施工過程を現場で行う、“プレキャストコンクリート (PC)”方式が我が国の誇る製品・技術として定着している。

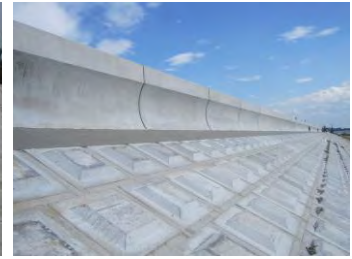
インドも含め、途上国にあつてはこれまで主として現場打設方式が採用されてきているが、建設・施工企業が工事の一部として行ってきたことが多く、技術上の工夫もなき

コンクリート構造物 外観比較事例

現場打設方式

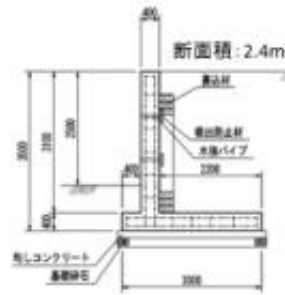


プレキャスト方式



コンクリート製品 断面比較

現場打設方式



プレキャスト方式





断面積比 3:1 で、PC製品の方が少ない


れず、また上述の綿密な製作工程管理が不十分なことから、仕上がりにムラ、経年劣化を早期に招来するなど課題が多く、結果として公共インフラの品質低下、予算の無駄使いともいえる事態を招いていることが多い。

さらに現場打設方式と PC 方式では、断面積比で 3 : 1 もの違いがあるものもある。これは、同等の強度を確保するために、生コン使用量が 1/3 で済むことを示している。インドで公共インフラ整備に係るコンクリート製品の調達にあたって、重要な課題である防災・災害対策及び・環境対応の分野で、PC 方式による施工・据付による工期・工事費の短縮、品質・機能の向上が実証され、PC 方式が普及することにより、道路・水路・河川などのインフラ整備が促進され、防災対策にも資することが期待される。

本調査で使用する代表的な製品例は以下表のとおりである。

表1 主要 PC 製品及び型枠

製品名	製品例	型枠	スペック
Utility Box Culvert ボックスカルバート (暗渠/排水溝//電力地中化他)	 <p>ボックスカルバート (不二コンクリート工業): 7780kg/個</p>		内幅 0.6~3.5m. 内高 0.6~3.0m. 有効長 2m. 上記以外は相談により可能
River Revetment Box 河川用カゴボックス	 <p>かごボックス 平張り(ランダス): 230kg/個 かごボックス 多段積み(ランダス): 540kg/個</p>		勾配により2種に大別 擁壁直高: 5.0m 以下. 適用流速: (平張り) V=5.0m/s 以下 (多段積み) V=6.5m/s 以下.
Road Retaining Wall 土地防災擁壁	 <p>SK ウォール 擁壁(不二コンクリート工業): 2130kg/個</p>		壁高: 鉛直 10m 以内. 道路の縁(擁壁設置位置)の最小曲線半径: 6m 以上.

製品名	製品例	型枠	スペック
	緑生ウォール I型植生(不ニコンクリート工業):450kg/個		
Roadside Drainage 道路 雨水排水 製品	 フリードレーン V II 標準(武井工業所): 1230kg/2m マガール タイプ II (武井工業所):650kg/ 個		内幅 0.3~1.0m. 内高 0.3~2.0m. 有効長 2m. 上記以外は相談に より可能

(出所)JICA 調査団

・ 海外進出の動機

日本国内では、高度経済成長期からバブル期を超え 2000 年頃までは景気対策として大規模な公共事業が継続されていたが、2000 年以降は景気の低迷と共に公共事業は減少し、現在ではピークに比べると約半分の規模となっている。建設業及び PC 製品業界を取り巻く国内環境が不安定さを増しているため、M&A や海外進出、新技術開発等の新しい手法を用い、公共事業関係費の増減に左右されない主体的な企業経営戦略の構築が不可欠となっている。

トヨタ工機はグジャラート州アーメダバードに、2013 年 4 月現地法人 Toyota Forms India Private Limited を設立し、同市郊外に工場を建設、2016 年 1 月に竣工、PC 型枠製造を開始した。また、不ニコンクリート工業は、トヨタ工機及び現地協力会社と合弁会社 Fuji Silvertch Concrete Private Limited を、グジャラート州アーメダバードを拠点として 2015 年 3 月に立ち上げ、PC 製品製造を 2016 年に開始した。

上記 2 件の投資の実現に加え、本共同企業体による製品製造技術及び施工技術との協力により、グジャラート州をはじめインド全土のインド地元 PC 製品メーカーと連携し、PC 製品普及・技術指導を行うことが可能である。

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

第 1 回～第 3 回現地調査において、マハラシュトラ州政府、MMRDA、プネ市当局、グジャラート州政府を訪問し、本調査の目的、PC 製品の有効性、防災対策への応用可能性について説明し、具体的な防災対応の提示を求めた。崖崩れ防止や護岸対策などの防災対策となるサイト視察を行い、PC 製品活用可能性の検討を行った。

第 4 回現地調査では、2016 年 2 月 23 日から 25 日の 3 日間において PC 型枠・製品のデモンストレーションを、Toyota Forms India 社及び Fuji Silvertch Concrete 社の工場 2 か所で実

施した。マハラシュトラ州関係者、グジャラート州関係者、鉄道関係者、民間企業・コンサルタント等合計約 40 名の参加があった。

今回の展示・説明会参加者は、道路・河川・鉄道などインフラ整備関係者が中心で、展示・説明への関心はとても高かったが、PC 製品の理解度には差が見られることが明らかとなった。デモンストレーション後のアンケート調査では、PC 製品の短い工期、耐久性、表面デザイン性、製品品質にくわえ、ライフサイクルコストの低さ、環境対応などについて高評価であった一方、市場の認識の低さ、コスト、輸送費、製造技術などについて課題があるとの回答が見られた。展示した PC 製品への評価については、L 型擁壁、ボックスカルバートに高い関心が寄せられたほか、エコボックスを始めとする親水ブロック類には総じて興味が高いことが明らかとなった。フリードレーンにも展示品には多くの質問が寄せられたものの、市場での理解が必要であるとの結果になった。

PC 製品はインドでの新たな市場形成となるため、PC 製品の優位性の実証や研修を通じ、PC 製品への理解度を普及させる必要があることが明らかとなった。

第 4 章 ODA 案件にかかる具体的提案

普及・実証事業

PC 製品およびその製法・技術・施工・管理に関し、インドの、防災管理・開発を通じた防災対策、現地適合性を高めるための実証活動を通じ、その普及を進めることを目的とし、普及・実証の取り組みにより、より多くのインド国の防災対策公共事業や ODA 事業に PC 製品・技術などが活用される 普及・実証事業を提案する。

目的:PC 製品およびその製法・技術・施工・管理に関し、インドの防災管理・開発を通じた防災対策、現地適合性を高めるための実証活動を通じ、その普及を進める	
成果:	活動:
成果 1: PC 製品の施工・据付が適切に行われる	<ul style="list-style-type: none"> ・ サイト選定 ・ 測量実施 ・ 施工業者選定 ・ 型枠出荷、PC 製品製造 ・ 現地掘削工事、PC 製品据付、埋戻し
成果 2: C/P 職員が PC 製品施工・据付を適切に実施する能力を身に付ける	<ul style="list-style-type: none"> ・ C/P 職員に対し PC 製品施工・据付に係る技術指導を実施 ・ 本邦研修を実施
成果 3: 事業参加各社のインドでの事業展開が発展・加速される	<ul style="list-style-type: none"> ・ BIS 認証取得 ・ 現地企業との事業提携
指標:	

- ・ 施工・据付期間が現場打ちに比べ短くなる
- ・ 施工・据付費が現場打ちに比べ安くなる
- ・ 品質・機能が現場打ちに比べ向上する

これまでは MMRDA を先方機関として協議を進めてきているが、現時点では以下のオプションについて検討中である。現状ではこれまでの経緯もあり、MMRDA を普及・実証事業の最有力候補として検討・対話を継続する。

・**マハラシュトラ州政府救援・復興局災害管理ユニット (Disaster Management Unit, Relief and Rehabilitation Department, Government of Maharashtra: DMU)**

DMU より、本調査の次のステップとしての普及・実証への全面的な協力表明があった。具体的には、ムンバイ市内 MMRDA、あるいは 2014 年 7 月の大規模土砂災害発生を教訓に、本格的取り組みを開始しているプネ地域を対象として考えたいとの表明があった。一方州レベルの社会インフラ整備として、道路・河川等の防災対策公共事業の計画・実施への期待は高く、公的開発援助の一環としての我が国への支援要請準備についても協力を求められている。

・**ムンバイ都市圏開発機構 (Mumbai Metropolitan Region Development Authority: MMRDA)**

MMRDA は 本案件化調査における先方機関として位置付けられてきている。昨年 6 月本調査開始後提示を受け、当方で対応を進めてきたバドラプール地区の道路脇土砂災害危険箇所については、場合によっては早期の対応を求められることもありとの協議を受けており、MMRDA は土砂災害危険箇所としてバドラプール地区以外のサイトを提示する可能性があるとのことである。

・**プネ地域当局 (Pune District Office / Pune Municipal Corporation)**

先方の災害対応、とくに土砂災害、河川護岸などの意欲は、2014 年の災害を踏まえてとても高く、DMU とも連携しての全面的協力につきプネ地域当局から申し入れがあった。とくにプネ市内を貫流する ムラ・ムタ川については雨季の氾濫等で被害が定期的に発生しているところでもあり、河川の護岸・美化計画が端緒についており、調査団も昨年現場の視察を市当局の案内で行っている。加えて 2016 年 1 月にはムラ・ムタ川水質浄化プロジェクトが JICA 円借款締結となり、調査団も兼ねてから指摘していた、河川浄化と併せた護岸整備計画との補完による防災・環境の大きな改善が期待できる。

・**グジャラート州政府 (Government of Gujarat State)**

トヨタ工機インド現法を通じての PC 型枠供給、Fuji Silvertch によるグジャラート州におけるそれぞれの生産拠点が 2016 年 1 月に竣工し、PC 製品生産・供給体制が、ほぼ固まり

つつある。これまで案件化調査団としては2015年7月にグジャラート州政府の河川局、および道路局と協議の機会を設け、今後の普及・実証に向けた可能性を探ってきた。今般両社工場の竣工により、地元グジャラート州での事業機会は増えていくものと考えられる。現時点で担当部局、具体的該当案件については確定していないが、Fuji Silvertechの現地側パートナーは当地の有力ゼネコンであり、具体的な候補地絞り込みへは難しくないとみている。

・ ODA 案件形成における課題と対応策

インドにおける経済・社会開発支援のひとつとして、この国家防災政策に則った政策の実施は、ようやく基本政策について各州レベルでの検討・策定が終わったところであり、その内容はいまだ予防的に工事を伴う災害対策事業の検討の段階には至っていないと史料される。しかしながら、単なる事後的な対応としての復旧・復興にとどまらず、災害予防対策としての社会インフラ整備が強く求められていることは、歴史的に治山・治水に大きな努力を行ってきた我が国の歴史からみても、経済・社会発展のためには欠かせない公的事业として、その役割・計画・実施が求められることは言うまでもない。

この未だ事後的な対応にとどまっている政府の防災に関する低いレベルの認識の結果、政府戦略等での予防的対策事業等の実施が明示されていないことが課題であり、普及・実証事業を通じて、政府へ予防対策の重要性の認識とその実施を訴えていくことがまず重要である。

具体的には本事業で共同企業各社が本案件化調査でPC製造技術の高さ・製品の良さ、特に品質が高く、工期が短く、ライフサイクルコスト低減の実現が可能であることを示したが、共同企業体が本案件化調査期間中に実現したPC型枠製造工場、同製品製造工場それぞれを通じ、また近々実現が期待される新たな取組みも加え、民間事業レベルからの発信を、インドの官民双方の関係者に対し、今後「普及・実証事業」等を活用して行っていくことが期待される。

加えて、我が国のこれまでの工事を伴う防災対策事業実績・効果の紹介を、次の「普及・実証事業」等を通じて関係者に強く訴えると共に、インド国政府関係者に予防対策事業の必要性・効果を示し、そしてインドにおける防災対策事業の政府開発戦略の中での明確化、同対策事業の実施の必要性の認識が高まり、日印政府間レベルでの新たなODA事業として発展し、これらの我が国の技術・製品を活用した新たな展開となることも望まれる。

第5章 ビジネス展開の具体的計画（非公開）

案件化調査

インド国社会基盤整備を加速するプレキャストコンクリート製品の普及に向けた案件化調査

企業・サイト概要

- **提案企業** : 代表企業:トヨタ工機(株)、共同企業体構成員:ランデス(株)、不二コンクリート工業(株)、(株)武井工業所
- **提案企業所在地** : 東京都府中市、岡山県真庭市、佐賀県武雄市、茨城県石岡市
- **サイト・C/P機関** : インド国マハラシュトラ州ムンバイ市・MMRDA(ムンバイ都市圏開発局)



インド国の開発課題

- 急速な人口増加や都市化が進む一方で、道路や河川の護岸工事など、社会基盤(インフラ)の整備が急務。
- 毎年5-10月の雨季には、集中豪雨による、河川の氾濫、洪水等により、道路の冠水などが頻発。これによって、住宅の浸水や、道路の寸断、衛生状況の悪化など、経済・社会・公衆衛生面に深刻な影響。

中小企業の技術・製品

- トヨタ工機はプレキャストコンクリート(以下PC)製品の型枠を製造しており、水も漏らさない高精度な型枠を作ることが可能。
- 共同提案企業三社は、河川の護岸、道路法面の擁壁、排水溝等のPC製品の製造について高い技術力を有し、高品質なインフラ構造物の施工が可能。

調査を通じて提案されているODA事業及び期待される効果

普及・実証事業:①防災・災害対応のPC製品の理解度向上、②実証を通じた技術移転によるPC製品の普及、③同事業実施に伴う、海外経験の少ない日本のPC製品製造業界による海外展開の活性化の促進が期待される。また、普及・実証事業後における技術協力事業(PC製品に係るインド工業規格への対応によるPC製品の普及)、円借款事業(防災・災害対応円借款プロジェクトへのPC製品の採用による自然災害対策への貢献)を検討。

日本の中小企業のビジネス展開

- ①トヨタ工機はグジャラート州にPC型枠製造拠点を建設、2016年1月に竣工・操業を開始。また不二コンクリート工業も同州にトヨタ工機、現地資本の合弁でPC製品製造拠点を建設、2016年1月に竣工・操業を開始した。
- 共同提案企業による現地PC製品メーカーへの技術指導 機能性製品の技術供与 及び 製造拠点の拡大、及び受注の拡大

はじめに

1. 調査名

中小企業海外展開支援事業「インド国社会基盤整備を加速するプレキャストコンクリート製品の普及に向けた案件化調査」

2. 調査の背景

インドでは急速に都市化が進行しつつあり、人口の約 30%（4.2 億人）が都市に居住しているが、道路や河川の護岸工事など、社会基盤の整備が未だ脆弱な地域も多い。インドはモンスーン気候地帯に属し 毎年ほぼ 5-10 月の半年は雨期となるが、この時期の集中豪雨等によって、河川の氾濫、洪水、道路の冠水、住宅の浸水などが起きており、社会基盤の整備が急務となっている。

本調査対象地であるマハラシュトラ州の州都ムンバイは人口 12 百万人を越えるインド最大の都市で、近郊都市圏を含めると 21 百万人に達し、インド全体の GDP の 5%、工業製品の 25%、海運の 40%を担う国内最大の商業の中心都市でもある。一方、社会インフラ整備の面では、雨期には冠水する道路が出るなど未発達な区域もあり、経済・社会活動の発展への障害となっている。この為、護岸工事による洪水防止、排水溝整備による浸水防止、道路法面補強による土砂崩れ防止など、コンクリート等を活用した災害対策工事が急務となっているが、工期短縮や現場の状況に合わせた高度な施工方法が十分普及しておらず、防災工事の遅延が生じており、災害時の被害拡大の一要因となっている。

上記のような開発課題に対して、提案製品・技術である「プレキャストコンクリート製品（以下、PC 製品）及び型枠（以下、PC 型枠）」（概要については後述）を普及させることにより、課題解決を目指すべく調査を行う。

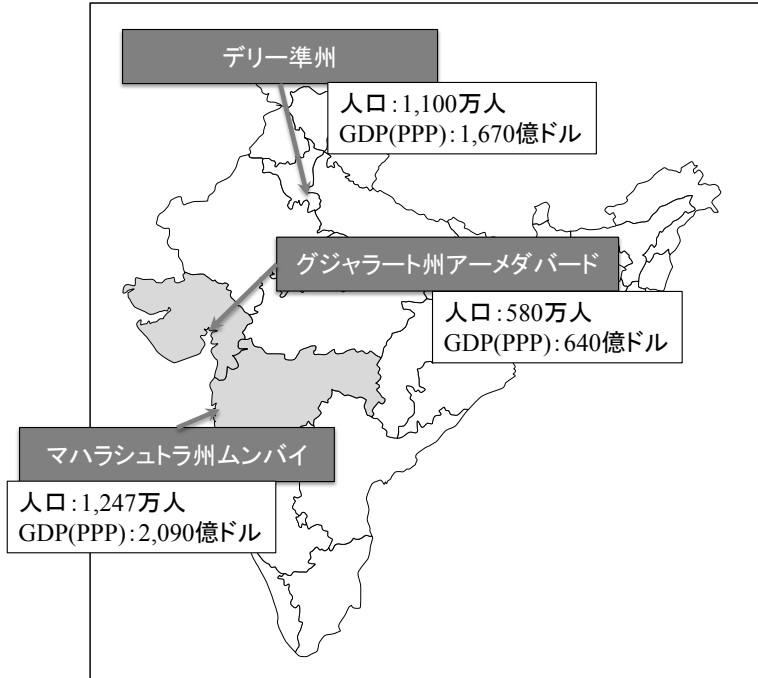
3. 調査の目的

提案製品・技術である「プレキャストコンクリート製品及び型枠」（概要については後述）を普及させることにより、上記開発課題の解決を図るべく調査を実施する。

カウンターパート（C/P）をムンバイ都市圏開発局（MMRDA : Mumbai Metropolitan Region Development Authority）とし、ニーズや、現場の状況等を確認すると共に、製品・技術の普及の為に必要な規格の確認や活用方法についての周知を行う。また、本調査終了後は、ODA 案件化として普及・実証事業を想定しており、C/P を MMRDA とし、ムンバイにおける公共事業（特に防災・災害事業）の落札を目指しながら、PC 製品の導入、普及、技術指導（規格院や建設関連管轄当局への研修指導、及び現地コンクリート施工企業等への技術移転）等を検討する。

4. 調査対象国・地域

インド国 マハラシュトラ州ムンバイ、グジャラート州アーメダバード、デリー準州



(出所)JICA 調査団作成、データは各州政府 HP 参照

5. 団員リスト

氏名	担当業務	所属先
豊田 実	業務主任者(現地パートナー選定・事業計画)	トヨタ工機(株)
岸 幸二	PC 型枠製品 製造・技術検討 1、デモ準備	同上
中山 豊	PC 型枠製品 製造・技術検討 2	同上
入江 俊介	ビジネス展開検討 1	不二コンクリート工業(株)
山下 善久	PC 製品 製造・技術検討 2、デモ準備	同上
山下 善也	PC 製品 製造・技術検討 3、デモ準備	同上
福島 真仁	PC 製品 製造・技術検討 4、デモ準備	同上
大月 隆行	ビジネス展開検討 2	ランダス(株)
川畑 嘉広	PC 製品 製造・技術検討 5、デモ準備	同上
パウイナ・ジャリヤ ティティポン	PC 製品 製造・技術検討 6、技術講習	同上
武井 厚	ビジネス展開検討 3	(株)武井工業所
萩原 秋夫	PC 製品 製造・技術検討 7	同上
埴 公共	PC 製品 製造・技術検討 8	同上

氏名	担当業務	所属先
金澤 隆	PC 製品 製造・技術検討 9	同上
泉 泰雄	チーフアドバイザー(ODA 案件化)	(株)日本開発政策研究所
加藤 夕佳	投資環境・試験支援	同上
ラビンダー・カティヤル	市場調査・規格対応	国際サービス有限会社

6. 現地調査工程

(1) 第一回現地調査 (2015年6月20日～28日)

参加者：豊田、岸、山下、川畑、武井、萩原、泉、ラビ

日付	関係メンバー	内容	備考
6月20日(土)	JDI	羽田～ムンバイ移動行程	
6月21日(日)	同上	再委託先(MGK)と打ち合わせ(第1回調査準備)	
6月22日(月)	JDI トヨタ他各社	MGK と打ち合わせ 日本～ムンバイ移動・打ち合わせ	
6月23日(火)	全メンバー	MMRDA との会合・第1回現地視察(住宅)	
6月24日(水)	全メンバー	MMRDA 第2回現地視察(道路3か所)	
6月25日(木)	全メンバー	ムンバイ～アームダバード移動	
6月26日(金)	全メンバー	トヨタ工機インド、不二シルバーテック 両工場建設現場視察、アームダバード市内視察(河川)	
6月27日(土)	全メンバー JDI/MGK	アームダバード～ムンバイ～日本移動 ムンバイ～プネ移動、市場調査	JDI のみ滞在 継続
6月28日(日)	全メンバー JDI/MGK	日本到着帰国 プネ市内視察(河川)、プネ～ムンバイ移動	JDI 除く

(注：JDI: 日本開発政策研究所、MGK: MGK Legal 現地備人)

(2) 第二回現地調査 (2015年6月29日～7月18日)

参加者：豊田、岸、山下、大月、川畑、パウイナ、武井、萩原、泉、ラビ

日付	関係メンバー	内容	備考
6月29日(月)	JDI/MGK	BIS ムンバイ訪問・ヒアリング MMRDA 河川担当と協議	
6月30日(火)	JDI/MGK	ムンバイ～デリー移動	
7月1日(水)	全メンバー JDI/MGK	打ち合わせ(TV 会議) BIS(インド規格院)デリー本部訪問、	

日付	関係メンバー	内容	備考
		インド高速鉄道プロジェクトオフィス訪問	
7月2日(木)	JDI/MGK	打ち合わせ	
7月3日(金)	全メンバー	打ち合わせ(TV会議)	
7月4日(土)	JDI	デリー～ムンバイ移動、資料調査	
7月5日(日)	JDI	資料整理・第2回調査準備	
7月6日(月)	JDI/MGK	第2回調査準備	
	全メンバー	日本～ムンバイ移動・打ち合わせ	除く ランデス 大月社長
7月7日(火)	全メンバー	MMRDA 第3回現地視察(河川) JICA 川村様と打ち合わせ	大月社長現地 到着 川村様は9日 まで調査団に 同行
7月8日(水)	全メンバー	団内打ち合わせ、MMRDA との協議	
7月9日(木)	全メンバー	MMRDA 第4回現地視察(河川・道路) ムンバイ～アーメダバード移動 シルバーテック他と協議 市場動向ヒアリング	大月社長帰国 行程
7月10日(金)	全メンバー	グジャラート州政府(道路・河川)との協議	大月社長日本 着
7月11日(土)	全メンバー	打ち合わせ(MMRDA パイロット候補地対応)	
7月12日(日)	全メンバー	現地最終打ち合わせ	トヨタを除く
7月13日(月)	全メンバー	アーメダバード～ムンバイ～日本 移動行程	トヨタを除く
7月14日(火)	全メンバー	日本到着帰国	
7月15日(水)	トヨタ	(自社案件従事)	
7月16日(木)	トヨタ	デリー到着、インド高速鉄道プロジェクトとの 協議	
7月17日(金)	トヨタ	鉄道省(RVNL), 道路交通省(NHAI) との協 議 デリー～日本 帰国行程	
7月18日(土)		日本到着帰国	

(注: JDI: 日本開発政策研究所、MGK: MGK Legal 現地備人)

(3) 第三回現地調査 (2015年10月27日～11月8日)

参加者：豊田、岸、山下善也、山下善久、川畑、パウィナ、武井、萩原、埴、泉、加藤、ラビ

日付	関係メンバー	内 容	備 考
10月27日(火)	トヨタ豊田	日本～アーメダバード移動行程	
10月28日(水)	豊田	Toyota Forms India ¹ 建設工事現場視察	
10月29日(木)	豊田	JV 会社 ² の事業展開検討 土木工事現場視察と日本の土木工事技術の移転検討	
10月30日(金)	武井/ 豊田	日本～アーメダバード移動行程 PC コンクリート現地パートナーの情報収集	
10月31日(土)	豊田武井	JV 工場の工事状況視察	
11月1日(日)	豊田武井/ トヨタ他各社、JDI	アーメダバード～ムンバイ移動工程 日本～ムンバイ移動行程	トヨタ 豊田はアーメダバードより移動
11月2日(月)	全メンバー	インド企業面談 (Relcon) インド企業 PC 製品製造現場視察 (J Kumar) MMRDA との会合・第3回	
11月3日(火)	全メンバー	インド企業との面談(J Kumar) 団内打ち合わせ	
11月4日(水)	全メンバー	ムンバイ～プネ移動 インド企業との面談(Shivamm, Band 他)	
11月5日(木)	全メンバー	プネ PMC, PMRDA との面談 プネ Mula 川河川開発計画予定地視察	
11月6日(金)	全メンバー	プネ PCMC との面談 プネ～ムンバイ移動 MMRDA との会合・第4回	パウィナのみ 業務終了後タイへ移動
11月7日(土)	全メンバー	ムンバイ～日本移動行程	JDI 加藤のみ、 インド別業務へ /パウィナ帰国

¹ トヨタ工機現地法人

² トヨタ工機、不二コンクリート工業及び現地協力会社との合弁企業

日付	関係メンバー	内 容	備 考
11月8日(日)	トヨタ他各社/ JDI	日本帰国	

(注: JDI: 日本開発政策研究所を指す)

(4) 第四回現地調査 (2016年2月15日～3月5日)

参加者: (技術メンバー) 岸、山下善久、川畑、萩原、埴、泉、加藤、ラビ
(経営メンバー) 豊田、中山、入江、福島、パウィナ、武井、金澤

日付	関係メンバー	内 容	備 考
2月15日(月)	泉	日本～デリー移動	
2月16日(火)	泉	JICA、高速鉄道プロジェクトオフィス面談	
2月17日(水)	泉・加藤・ラビ その他技術メン バー	デリー～ムンバイ移動 日本～ムンバイ移動	
2月18日(木)	技術メンバー	Make in India、現地測量会社、MMRDA 面 談	
2月19日(金)	技術メンバー	ムンバイ～アーメダバード移動 Fuji Silverttech 訪問、製品確認	
2月20日(土)	技術メンバー	デモンストレーション準備	
2月21日(日)	技術メンバー 経営メンバー	デモンストレーション準備 日本～アーメダバード移動	豊田はデ リー経由
2月22日(月)	全メンバー	デモンストレーション準備	
2月23日(火)	全メンバー	デモンストレーション1日目	
2月24日(水)	全メンバー	デモンストレーション2日目 (MMRDA、 プネ、グジャラート政府関係者)	
2月25日(木)	全メンバー	デモンストレーション3日目 (民間事業者)	
2月26日(金)	全メンバー 中山・ラビ 武井社4名 パウィナ	デモンストレーション片付け アーメダバード～デリー～日本移動 アーメダバード～プネ移動 アーメダバード～ムンバイ～バンコク移動	
2月27日(土)	入江・福島・川 畑 武井社4名	アーメダバード～ムンバイ～日本移動 プネでのビジネス展開検討	
2月28日(日)	岸・泉・加藤 豊田	アーメダバード～ムンバイ移動 アーメダバード～デリー～日本移動	

日付	関係メンバー	内 容	備 考
	武井社 4 名	プネ～ムンバイ～日本移動	
2 月 29 日 (月)	岸・泉・加藤 岸	マハラシュトラ州政府面談 ムンバイ～日本移動	
3 月 1 日 (火)	泉・加藤	ムンバイ～プネ移動	
3 月 2 日 (水)	泉・加藤	プネ近郊土砂災害現場視察、現地自治体面談	
3 月 3 日 (木)	泉・加藤 泉 加藤	プネ自治体面談 プネ～デリー移動 プネ～ムンバイ～日本移動	
3 月 4 日 (金)	泉	JICA 面談 デリー～日本移動	
3 月 5 日 (土)		日本帰国	

第1章 対象国・地域の現状

1-1 対象国・地域の政治・社会経済状況

1-1-1 インド全土

インドは国土面積において世界で7番目、人口において世界で2番目の規模を持ち、世界最大の民主主義国家である。また、29の州と7つの連邦直轄領、デリー準州から構成される議会制度の下での連邦共和制国家である。インドは多言語及び多民族社会であり、4つの宗教（ヒンドゥー教、仏教、ジャイナ教、シーク教）はインドに由来し、ゾロアスター教、ユダヤ教、キリスト教、イスラム教などの多様な文化を形成している。

(1) 政治状況

インドでは大統領が国家元首、首相が行政府の長であり、連邦共和制国家（Sovereign, Socialist, Secular, Democratic Republic）として憲法の枠組みの中で政治が行われている。インドは中央政府と州政府の二重の政治システムで構成されており、憲法は中央政府と州政府の両方の組織、権限と制限を定義し、上院と下院からなる両院制を維持している。

中央政府と州政府は5年に一度選挙を行い、下院議員の過半数を獲得した政党が組閣を行う。インドでは1951年に初の総選挙を実施し、1977年までインド国民議会派が第一党として議席を維持していた。インド国民会議派による一党優位体制は1980年代後半に終焉し、連立政権を樹立するようになった。2014年4月から5月にかけて行われた第16回下院選挙において、インド人民党（BJP 党）が単独過半数を超えて大勝した。

(2) 社会経済状況

インドの経済は名目GDPで世界第7位であり、購買力平価（PPP）ベースで世界第3位の経済規模を持つ。インドはBRICs（ブラジル、ロシア、インド、中国、南アフリカ）のメンバーであるとおりに新興工業国として位置づけられ、過去20年間で年平均約7%の経済成長を維持している。一人当たりGDPは1,581米ドル（2014年、世界銀行）であり、過去20年間で3倍に拡大している。最近では、中国経済の失速をうけ、インド経済は2014年第4四半期に世界で最も成長率の高い経済となった。

インドの長期的な経済成長については、豊富な若年労働人口、高い貯蓄率と投資率、各国との連携によりポジティブな見通しが期待されている。また、2015-2016年の世界銀行の経済見通しにおいて、2014-2015年は7.3%成長を記録し、2015-2016年は7.5-8.3%の成長が期待される。

インドのGDPにおける産業構成は農業15%、製造業40%、サービス業45%となっており、過去10年間の間で農業のシェアが減少してきていることを除き、産業構成の変化はほぼ見られない（図1-1）。ITサービス、BPOサービス、ソフトウェアサービス、通信産業などのサービス産業がGDP成長を牽引しており、中国や東南アジアの製造業を中心とした経済成長とはパターンが異なる。モディ政権は製造業の活性化がインド経済の高成長維持のカギ

であるとして、「Make in India」を掲げており、製造業投資拡大のための投資環境の改善が期待されている。

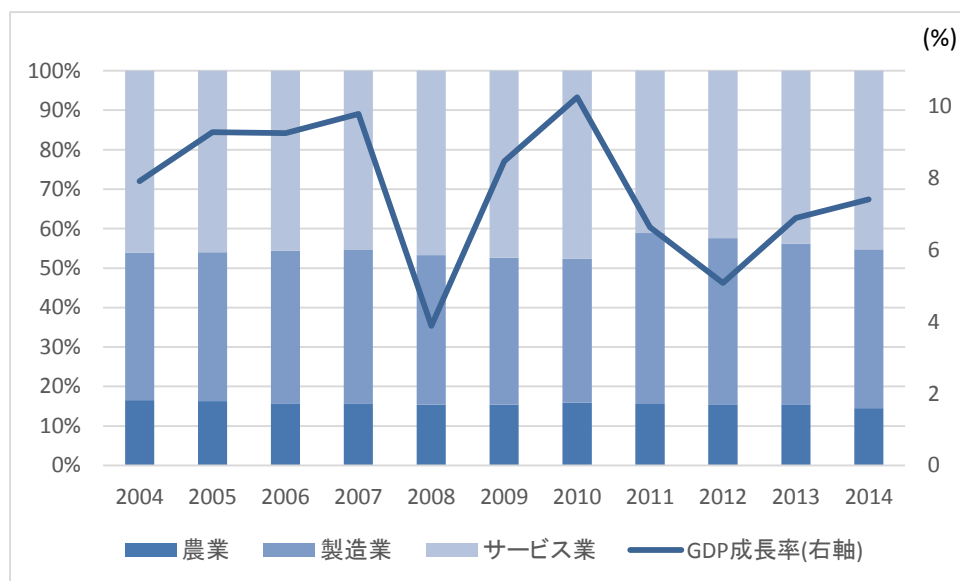


図 1-1 GDP の産業別構成と成長率

(出所)World Economic Indicators をもとに JICA 調査団作成

1-1-2 マハラシュトラ州ムンバイ、グジャラート州アーメダバード、デリー準州

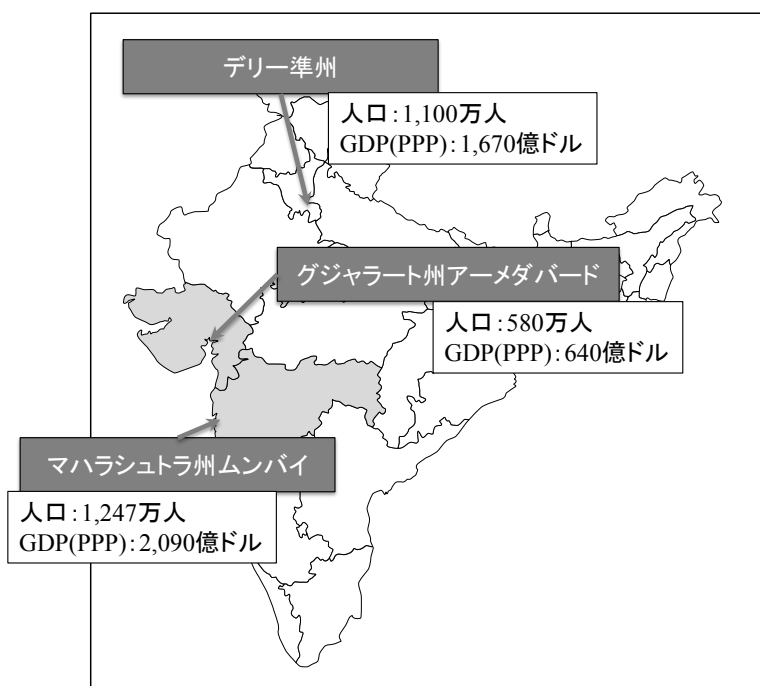


図 1-2 調査対象地域

(出所)JICA 調査団作成、データは各州政府 HP 参照

調査団は、インドの中で州政府が外国投資受け入れに積極的であり、人口規模が大きく新製品に対するデモンストレーション効果が期待される都市としてマハラシュトラ州ムンバイ、グジャラート州アーメダバード、デリー準州を調査対象地域として選定した。

(1) ムンバイ

インド西部に位置するマハラシュトラ州の州都 ムンバイは人口 1,200 万人を越えるインド最大の都市で、近郊都市圏を含めると 21 百万人に達し、世界第 6 位の都市である。ムンバイはインド全体の GDP の 5%、工業製品の 25%、海運の 40%を担う国内最大の商業の中心都市である。

ムンバイは金融センターであり、インドの主要な証券取引所（ボンベイ証券取引所とインド国立証券取引所）、中央銀行であるインド準備銀行が位置し、またタタ・グループ、リアランス・グループなどインドの主要な企業もムンバイに本社を構える。

(2) アーメダバード

マハラシュトラ州の北部に位置するグジャラート州の主要都市アーメダバードは人口 580 万人のインドで第 6 番目の都市である。DMIC（デリー・ムンバイ間産業大動脈構想）計画の計画地域の 38%を占めており、投資誘致に積極的な州政府の方針のもと、大型インフラ整備事業が進められている。

(3) デリー準州

インドの首都であるデリー準州は人口 1,100 万人のインドで第 2 番目の都市であり、近郊都市であるファリダバード、グルガオン、ノイダ、ガジアバード、グレーターノイダ、バハドルガルを含めると 1,630 万人に達する。

デリー準州は独自の立法議会、副知事、大臣、首相を配置し、5つの行政委員会によって管轄されている。デリー準州はムンバイに続きインド第 2 位の商業都市である。首都であるデリーの過密化を防止するため、1970 年代以降グルガオンやノイダ等の近郊都市における工業団地や商業施設開発が進められ、人口と産業の分散化が図られた。

1-2 対象国・地域の対象分野における開発課題

1-2-1 洪水・土砂災害・地震・津波・サイクロン

インドは自然災害に対して脆弱な環境にあり、人的及び経済的に多大な被害を受けている。インドにおいて自然災害による損害を最小化し、災害被害の防止・軽減に向けた取り組みが求められている。

表 1-1 はインドでの過去 50 年間の災害種別の被害状況を件数、死亡者数、被害者数、被害額を示している。特に被害の大きい洪水、土砂災害、地震、サイクロンの状況について以下に概要を述べる。

表 1-1 過去 50 年間の災害種別の被害状況

	件数	死亡者数	被害者	被害額 ('000 US\$)
地震	25	50,285	28,554,026	5,222,700
疫病	57	20,581	325,476	0
異常気象	53	16,063	250	544,000
洪水	264	65,443	824,935,090	53,993,688
土砂災害	42	4,371	3,848,316	54,500
サイクロン	122	50,066	99,156,959	19,258,996
山火事	2	6	0	2,000

(出所)EM-DAT The International Disaster Database をもとに JICA 調査団作成

(1)洪水

洪水は生計システム、土地、インフラなどに大きな影響を及ぼし、再発が起りやすい特徴を持つ。インドでは約 3,000 万人が毎年被害を受けており³、ヒマラヤ山脈から続く河川の下流に位置し、年間平均降水量 2,500 ミリメートルを超えるインド北東部のインド-ガンジス-ブラマプトラ平野における洪水は毎年恒例となっている。

(2)土砂災害

インドは世界で最も標高が高いヒマラヤ山脈を有し、特にヒマラヤとその周辺地域では土砂災害、地震が起りやすく、また全国的に道路・河川などでの治山・治水社会開発インフラは未整備な状況にある。土砂災害や雪崩の影響は、ヒマラヤ山脈だけでなく北東地域、西部のガーツ山脈、南西部ニルギリなどの地域にも及び、インドの全体の面積の約 15% に相当する。ヒマラヤ山脈に位置するウッタラカンド州では、2013 年 6 月の 3 日間の豪雨により、約 6,000 人もの死者・行方不明者を出す大規模な洪水と土砂災害に見舞われた。

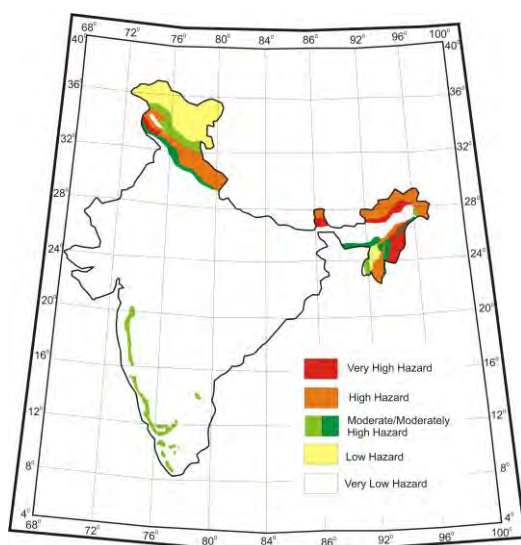


図 1-3 インド地質調査所(GSI)による土砂災害の危険地域(左)とウッタラカンド州における土砂災害(右)

(出所)インド地質調査所(GSI)をもとに JICA 調査団作成

³ インド災害知識ネットワーク HP

http://www.sarc-sadkn.org/countries/india/disaster_profile.aspx

(3)地震、津波

インドの国土の半分以上が地震に対して脆弱であり、特にヒマラヤ山脈に属するカシミール州、ヒマラヤ州、ビハール州ではマグニチュード 8 以上の地震が発生する可能性が高いと言われている⁴。

津波はインドでも深刻な災害の一つであり、2004 年にインド洋で発生したスマトラ島沖地震では、9.1 のマグニチュードの地震の発生から数時間以内に津波が発生し、アンダマン・ニコバル諸島を中心に破滅的な損害をもたらした。

(4)サイクロン

インドでは 4 月から 12 月の間（特に 5 月から 11 月のピークシーズン）にサイクロンが発生しやすい。年間平均して毎年時速 63km 以上のスピードのサイクロンが 8 回発生する。1999 年 10 月にオリッサ州を襲ったスーパーサイクロンは過去 25 年間で最悪であった。ピーク時は時速 257km を超え、カテゴリー 5 のハリケーンと同等の規模であり、2 万人の命がサイクロンによって失われた。インドの東海岸沿いに位置するアンドラ・プラデシュ州、オリッサ州、タミル・ナドゥ州、西ベンガル州ではサイクロンによる被害が毎年報告されており、隣国のバングラデシュでも被害が報告されている。

1-2-2 「道路」土砂災害・洪水（冠水）とその対策について

インドの道路の全国総延長は、世界第二位の 424 万 km に及び道路種別は以下のとおりであるが、道路整備の進行と同時に防災対応も大きな課題のひとつとなっている。

表 1-2 インドの道路種別と延長

道路種別	延長
国レベルの道路・高速道路	93,051km
州レベルの道路	154,522 km
県レベルの道路	2,577,396 km
地方の道路	1,433,577 km

（出所）インド国道庁（NHAI）年次報告書（2013-2014 年）をもとに JICA 調査団作成

特に、大雨時の道路冠水、掘割り部分の法面の崩壊などが頻発しているが、調査団の現地でのヒアリングやサイト視察では、土砂災害の具体的な対策として実施されているのは、蛇かごや練積み式擁壁のみであることを確認している。土砂災害発生後に対策が取られており、災害防止のための擁壁施工が行われるケースは少ない。

河川でいえば、主要河川の雨季における増水・洪水などが課題となっているが、州や市をまたぐ河川の洪水管理が統一化されていない問題があり、流域規模での堤防工及び護岸工が実施されていない課題がある。

⁴ インド内務省 2011 年「インドの災害管理」

プレキャストコンクリート（PC）製品据付けのためには、工場から現場まで製品の搬送が必要となるが、調査団が現地でのヒアリングやサイト視察を通じて確認したところ、インドでは山間部での道路舗装が進んでいないため、山間部への製品搬送に課題がある。災害発生地における PC 製品活用例はほとんど見られないのが現状であるが、災害防止対策を目的とした主要幹線道路、主要河川における施工において PC 製品活用の可能性が検討できる。

1-3 対象国・地域の対象分野における開発計画、関連計画、政策（外資政策含む）及び法制度

1-3-1 インド全土防災計画

インドの中期国家開発計画である第 12 次 5 か年計画（2012 年-2017 年）では、主要分野として、1) 人材育成、2) 天然資源・自然環境の管理、3) 国際社会への関与が挙げられているが、防災計画としては、洪水管理アセスメント、科学技術分野における災害管理支援の実施、防災管理の能力向上プログラムの実施などが含まれている。

また、インド政府は災害の影響を予防・緩和し、省庁間を横断した防災計画実施のための制度的メカニズムを確保するため、国家災害管理法（NDM 法）を 2005 年に制定した。中央政府、州政府、県において担当組織を配置し（表 1-3）、また関係省庁と計画策定を行う委員会や災害対策基金の設置について定めている。各州の州災害管理庁（SDMA）及び県災害管理庁（DDMA）は中央政府及び州政府／地方自治体から予算を割り当てられ、州レベル、県レベルの災害管理計画策定や能力向上プログラムの実施を行っている。

一般的には、インドの災害対応は、これら計画・NDM 法に盛り込まれている内容は、政策・組織体制整備に係るものが多く、防災管理システムなどを含め 予防的災害対応についてはむしろこれからであり、基本的には災害発生後に対応を実施するものが主体であり、災害予防に向けての対応はこれからであると言えよう。

表 1-3 NDM 法における中央政府・州政府・県の体制

	管理体制
中央政府	<ul style="list-style-type: none"> ・ 国家災害管理庁（NDMA） ・ 国家執行委員会（NEC） ・ 国家災害対策研究所（NIDM） ・ 国家災害対応局（NDRF）
州政府	<ul style="list-style-type: none"> ・ 州災害管理庁（SDMAs）
県	<ul style="list-style-type: none"> ・ 県災害管理庁（DDMAs）

（出所）NDMA HP をもとに JICA 調査団作成

1-3-2 マハラシュトラ州防災計画

本調査では、洪水・土砂災害・地震・サイクロン等の災害が毎年発生し、州政府の防災対策の取り組みが確認されるマハラシュトラ州を取り扱うこととする。

マハラシュトラ州は 1993 年のラツール地震、2005 年のムンバイ洪水、2007 年のパイヤンサイクロンなどの被害に遭遇している。

マハラシュトラ州防災管理局（DMU）とムンバイ都市圏開発機構（MMRDA）はマハラシュトラ州の都市計画、インフラ管理、災害管理を行う主要な公的機関である。

<マハラシュトラ州政府救援・復興局災害管理ユニット（DMU）>

上述の 2005 年の国家災害管理法（NDM 法）策定をうけ、マハラシュトラ州では 2006 年に州政府救援・復興局の下に災害管理ユニット（Disaster Management Unit, Relief and Rehabilitation Department, Government of Maharashtra: DMU）が設置され、包括的な災害救援や緊急対策を含む計画が発表された。マハラシュトラ州政府災害管理局では州政府災害管理政策の策定、NDMA のガイドラインに沿った州の計画の承認、州政府各部局の防災計画の承認など、マハラシュトラ州の防災管理政策策定に係る業務を行っている。ユニット長の下、40 名のスタッフがムンバイに配置され、更に州内自治体に 40 名のスタッフが配置されている。2016 年度の中央政府予算 5,000 万ルピー、州政府予算 4.5 億ルピーが計上されている。同局の政策に基づき、同州公共事業局（Public Works Department: PWD）、ムンバイの MMRDA、プネの PMC（Pune Municipal Corporation: プネ市自治公社）など案件実施機関が防災事業の実施を行う。

<ムンバイ都市圏開発機構（MMRDA）>

MMRDA は、ムンバイ大都市圏における開発計画を調整する最高機関として 1975 年に設立された。17 名のメンバーで構成され、マハラシュトラ州の都市開発大臣が長官を務める。MMRDA は都市交通、住宅、給水、環境などの分野における計画準備、政策策定、案件実施を行い、主にムンバイ大都市圏の土地利用計画、成長計画に関係しており、MCGM（Mumbai Corporation of Greater Mumbai: ムンバイ都市圏当局）と密接に連携している。

災害リスク管理の観点からは、MMRDA はムンバイ大都市圏の地域計画の見直しを行う中で災害リスク管理計画について考案し、計画と実施時における各地の災害の受けやすさ、建築基準の改定などのリスク軽減策を提案している。

1-3-3 マハラシュトラ州防災計画への対応・実施状況

(1) プネ県マリン村土砂災害

調査団の DMU へのヒアリングによると、マハラシュトラ州では、洪水、地震、土砂崩れなどの災害のうち、2014 年に発生した土砂災害を契機に、土砂災害への課題認識が高まっている。

マハラシュトラ州プネ県マリン村において、2014 年 7 月 30 日、豪雨により大規模な土砂災害が発生し、村は全壊し、死者は 151 名にのぼった。土砂災害発生後、州政府による復旧活動が行われ、被害者に対して中央政府、州政府、地方自治体、NGO、民間企業を通じ

て復興活動が実施された。残された住民に対しては危険区域外への移転を目的に、インフラ整備全体で5億ルピー規模の災害のない安全な村の開発計画が進められている。

表 1-4 マハラシュトラ州における土砂災害被害状況

年月	サイト	犠牲者数
2000年7月	ムンバイ市 Ghatkopar	67名
2005年7月26日	ムンバイ市 Sakinaka	74名
2005年7月25日	Raigad 県 Kondivate 村	100名以上
2014年7月30日	プネ県マリン(Malin)村	151名

(出所)マハラシュトラ州災害管理局資料(2016年3月入手)をもとに JICA 調査団作成

マリン村での被害は近年で最も大きく、州内の土砂災害に対する認識の高まり、対策への必要性の高まりにつながった。調査団の同州災害管理局へのヒアリングにおいても、防災の中で土砂災害への関心が最も高く、対策工事などのハード対策及び住民の意識向上に向けた研修などのソフト対策の必要性の認識が確認された。実際、2015年以降、州内の3,500の学校を対象に地震、洪水、土砂災害などの災害研修プログラムが実施されている。

	
被害の様子	小学校を除いて村は全壊
	
救援の様子	プネ県防災会議



図 1-4 マリン村土砂災害状況

(出所)プネ県自治体資料、JICA 調査団撮影

(2) マハラシュトラ州土砂災害危険地域

マハラシュトラ州では、ムンバイとプネを含む西部コンカン地域においてモンスーン時に土砂災害が発生しやすい。インド地質調査所 (Geological Survey of India: GSI) が州内土砂災害危険地域として選定し、災害管理局が対策の必要性を認識しているサイトは以下表のとおり。

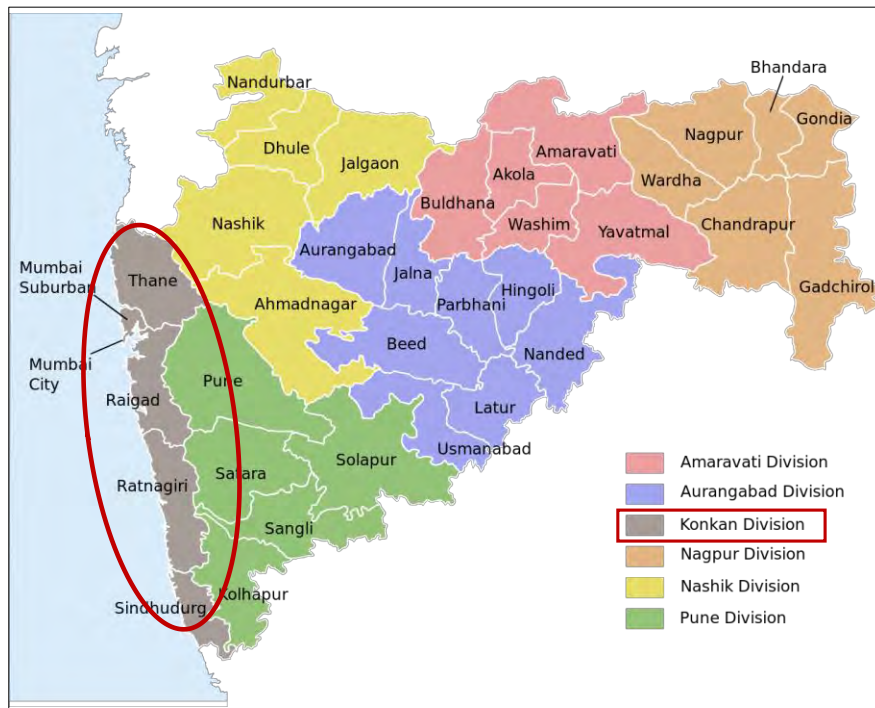


図 1-5 マハラシュトラ州における土砂災害危険地域地図

(出所)州政府 HP をもとに JICA 調査団作成

表1-5 マハラシュトラ州における土砂災害危険地域

No.	県	災害危険地域の村の数	過去の被害	注釈
1	Raigad	4	100 名以上の死亡者、道路やインフラの崩壊	降雨量測定の見守り場の設置が望まれる。
2	Pune	3	マリン村の被害にて 151 名の死亡者、7 名の負傷者、44 家屋の崩壊	州政府によるマリン村の復旧が進められている。 GSI により 6 つの村の測定が行われた。
3	Ratnagiri	2	21 名の死亡者、山や土地のひび割れ	GSI により 16 の村の測定が行われた。
4	Sindhudurg	1	山や土地のひび割れ	
5	Satara	3	死亡者ゼロ。道路インフラの崩壊	
	計	13		

(出所) マハラシュトラ州災害管理局資料をもとに JICA 調査団作成

調査団による DMU 及びマリン村自治体へのヒアリングの結果、今後土砂災害危険地域に対して対策工事の実施が望まれていることが確認できた。対策工事の実施については、規模や地形などの諸条件に左右されるが、急傾斜地崩壊防止を目的としたエコボックスなどの PC 製品を利用することで急勾配斜面安定を図ることが検討できる。

また、土砂災害危険地域は遠隔地や山間部が対象になることが多く、輸送費や輸送までの道路状況を考慮したうえで、PC 製品の活用を検討する必要がある⁵。

(3) 我が国における防災政策・対策の状況

災害対策に関し、適切な予防的対策が行われていないインドに対し、日本の防災政策・対策の試みは参考に値する。

わが国は、地震、火山活動が活発であるとともに、地理的・地形的・気象的諸条件から、台風、豪雨、豪雪などの災害が発生しやすい国土となっている。毎年、自然災害により多くの人命や財産が失われており、江戸時代以前からの治山治水事業からはじまる防災への長い歴史を有している。

1950 年代までは、大型台風や大規模な地震などの被害も多発していたが、国土保全の進展、気象予報の向上、災害情報伝達手段の充実、防災体制の整備等により、自然災害による死者・行方不明者数は減少傾向にあった。しかしながら、1995 年には、阪神・淡路大震災が発生し 6,400 人を超える死者を記録したほか、最近でも土砂災害・洪水などの自然災害

⁵ 遠隔地での PC 製品活用は、現場近くに PC 製品工場を建設して対応するか、現行の工場から輸送費をかけて対応するかなどの検討を要する。道路がない場合は、ヘリコプター輸送することも、日本では富士山の防災事業で実施しているため、緊急性重要性などの背景により対応可否を検討することになる。

の脅威は依然として大きい。

内閣府が発表している我が国の災害対策としては、「災害対策基本法」を中心として、災害対策の実効を上げるため、国・地方公共団体およびその指定公共機関では、防災計画の策定及びその適切な実施を図ることとしている。「災害対策基本法」の主な内容は、1. 防災責任の明確化、2. 防災体制、3. 防災計画、4. 災害予防、5. 災害応急対策、6. 災害復旧などとなっており、本調査との関連でいえば、特に 3. 防災計画、4. 災害予防、そして 6. 災害復旧に共同企業体の PC 製品の活用に大きな効果が期待できるとみられる。

防災計画の体系については、わが国の災害対策の根幹となる各種防災計画 - 防災基本計画（中央防災会議が作成）、防災業務計画 - 防災基本計画に基づき、各指定行政機関及び指定公共機関が作成する防災計画、そして地域防災計画 - 防災基本計画に基づき、都道府県及び市町村の防災会議が、地域の実状に即して作成、が設けられている。防災基本計画については、災害の種類別に予防、応急対策、復旧・復興と、災害対策の順序に沿って記述されている。

国土保全事業は、防災施設の整備とともに、防災対策の大きな柱のひとつとしている。国土保全事業の推進については、膨大かつ長期間にわたる投資を必要とすることから、治山・治水事業五箇年計画、海岸事業五箇年計画、急傾斜地崩壊対策事業五箇年計画、下水道整備五箇年計画、土地改良長期計画等の計画が策定され、次のような国土保全事業が推進されている。

- ・山地の崩壊及び土砂の流出を防止するための治山事業
- ・河川の改修
- ・洪水調整機能を有するダム建設
- ・土砂の流出及び土石流の防止のための砂防事業
- ・地すべり災害の防止と軽減のための地すべり対策事業
- ・がけ地等の崩壊を防止するための急傾斜地崩壊対策事業
- ・海岸侵食を防止するための海岸事業
- ・下水道事業
- ・農地・農業用施設防災事業
- ・地盤沈下対策事業

総合的な土砂災害対策の推進として、日本の国土は土石流、地すべり、斜面崩壊等の土砂災害が発生しやすい環境にあることから 1988 年に、国土保全事業の推進、予警報体制の整備、警戒避難体制の推進等を内容とする土砂災害対策推進要綱が策定され、これに沿って総合的に対策が進められている。この要綱では土砂災害が発生する危険性のある区域を明らかにし、警戒避難体制の整備、開発行為の制限、建築物の構造規制、建築物の移転などを図るため、2001 年には土砂災害警戒区域等における土砂災害防止対策の推進に関する法律（土砂災害防止法）が施行されている。

これら国土保全事業、土砂災害対策事業工事では、我が国においてはそのほとんどに、品質が高く、工期が短く、保守の容易なプレキャストコンクリート製品が活用されており、詳しいデータは収集できていないものの、業界へのヒアリング等から類推すると、90%を超える利用と理解している。

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

1-4-1 防災案件 ODA 先行事例

インドでの防災分野における ODA 事業として、JICA は 2014 年に「ウッタラカンド州森林資源管理事業」を対象として 113 億 9,000 万円を限度とする円借款貸付契約に調印した。植林等の森林管理事業を行うと同時に、2013 年に発生した大規模な洪水と土砂災害に対する災害復興を支援することを目的とした事業である。被災地における治山（崩壊斜面上の土留等）、ならびに林道等の再建・修繕をはじめとする災害復興を実施している。

また 2015 年には「インド国防災に関する情報収集・確認調査」が実施された。インドにおける防災の状況を幅広く収集し、リスクコントロール及びリスクファイナンスに係る政策、制度、体制面の課題に重点を置いて、今後のインドの防災政策における協力の方向性を検討する事を目的とし、ビハール州、ウッタラカンド州およびアンドラ・プラデシュ州、アンダマン・ニコバル諸島を重点地域として調査が実施された。上記調査の中では洪水、土砂災害、サイクロンなどの災害に対するリスク評価と対策工が課題として抽出されており、今後対策工実施の際に、日本の製品・技術適用について検討が進むことが期待されると結論付けられた。

1-4-2 海外ドナーの動向

世界銀行やアジア開発銀行、国連開発計画（UNDP）、米国国際開発庁（USAID）は、インドの防災分野において以下のプロジェクトを実施している。能力強化プログラムや災害リスク管理プログラムなど、能力強化等のソフト面にフォーカスしたプロジェクトが多く、具体的な対策工が実施されるには至っていない。

表1-6 海外ドナーの動向

ドナー	プロジェクト名	概要
国連開発計画	災害リスク管理プログラム 2009年～2012年	国家災害管理庁（NDMA）とともにコミュニティーの災害に対する意識を向上させ、州や県の災害管理庁の災害対応や災害後の復興支援について能力強化プログラムを実施した。
国連開発計画	災害及び気候変動に対する組織的・コミュニティー強靱性強化プロジェクト 2013年～2017年	政府、コミュニティーや関連機関を対象に、災害及び気候変動に対してリスクを軽減し対応策を実施する能力強化プログラムを実施する。
世界銀行	国家サイクロンリスク低減事業（第2期）	インド南部の海岸に接する州を対象に、サイクロンやその他の災害に対する脆弱性を減らし、

ドナー	プロジェクト名	概要
	2014年～2017年	州政府の災害予防に対する能力強化プログラムを実施する。
米国国際開発庁	地方都市における洪水対策プロジェクト 2012年～2015年	インドのNGOを通じ、洪水で被害のあったコミュニティに対してシェルターや食糧を供給した。

(出所)各ドナーHPをもとに JICA 調査団作成

1-5 対象国のビジネス環境の分析

1-5-1 日本企業のインド投資の現状

インドに進出している日本企業の数 は 5 年連続で増加しており、2015 年は 1,229 社で、前年より 73 社の増加 (6%増) となり、前年の伸び率 11%から鈍化した。一方、拠点数の合計は 4,417 拠点で、前年より 536 拠点の増加 (14%増) となった。日本企業によるインド進出が一段落し、現地事業の拡大・拡充が進んでいることを示している。

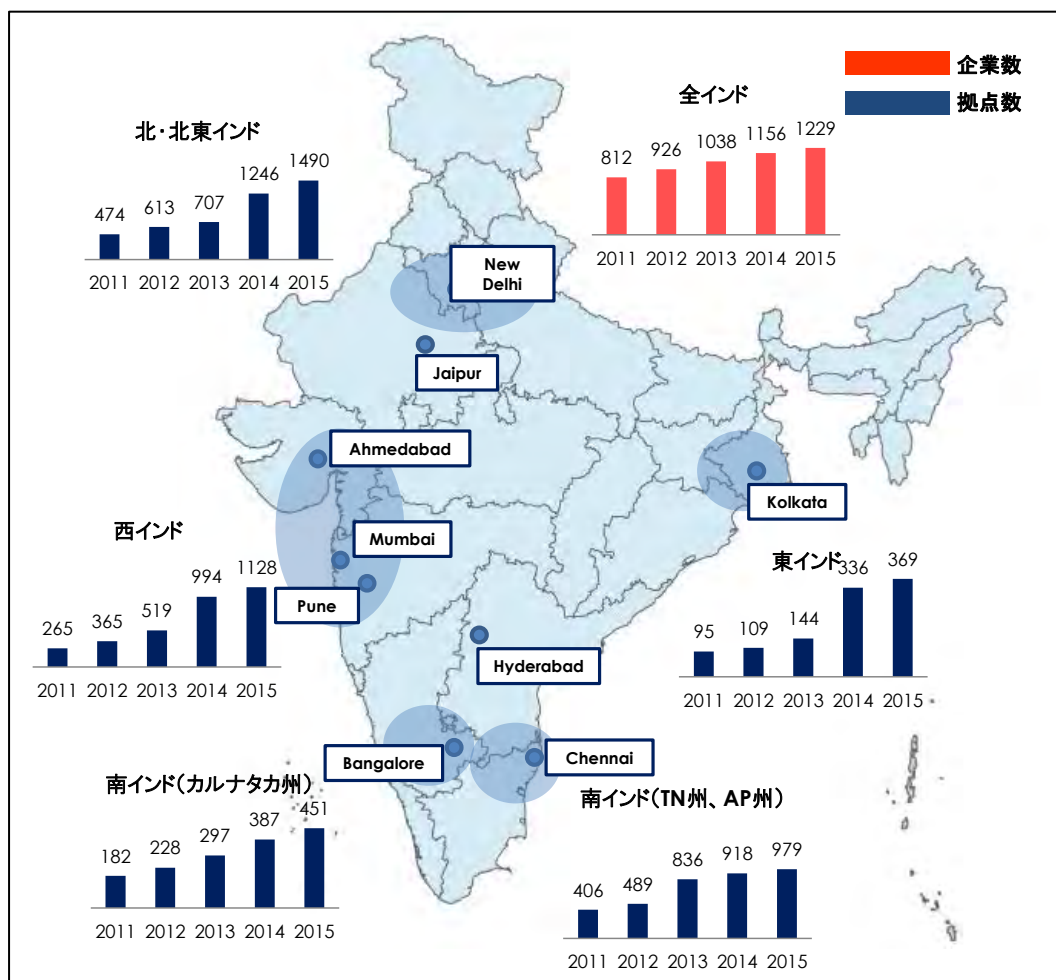


図 1-6 日系企業の進出

(出所)在インド日本国大使館資料をもとに JICA 調査団作成

また、国際協力銀行（JBIC）が毎年製造業企業を対象に行っている「わが国製造業企業の海外事業展開の動向に関するアンケート調査」の2015年度の発表では、インドは中期的、長期的海外事業展開見通しにおいて2年間連続で1位となり、市場拡大への高い期待が示された。

進出する企業の特徴として、スズキ、ホンダ、ヤマハ、トヨタなどの自動車（四輪、二輪）のアSEMBラーの進出に伴い、サプライヤーが進出する傾向にある。関連する機械製造や物流・サービスなども自動車関連が多いが、調査団の在インド日系企業へのヒアリングによると、今後は、自動車産業以外の分野においても、集積が進むことが見込まれている。

1-5-2 日系建設関連企業の進出状況

インドでは「デリー・ムンバイ産業大動脈構想（Delhi Mumbai Industrial Corridor : DMIC）⁶」のほか、「南部中核拠点開発構想（Chennai Bangalore Industrial Corridor : CBIC）⁷」などのインフラ開発が進んでおり、日系建設関連企業の進出も進んでいる。日系企業の工場建設やインフラ事業参入のため、三井住友建設、鹿島建設、五洋建設、清水建設、大成建設、竹中工務店などが現地法人を設立している。

1-5-3 投資環境上の課題

2014年5月に発足したナレンドラ・モディ首相率いるBJP政権は、従来のITなどサービス産業を中心とした経済成長から転換し、「Make in India（インドでモノづくりを）」に代表される製造業の発展、外資誘致促進、インフラ整備、行政・税制の簡素化を政策目標に掲げている。2016年2月にはムンバイで製造業の振興や投資誘致を図るイベント「Make in India Week」が行われ、7.94億ルピーの投資額、300万人の雇用創出に相当する2,500件以上の覚書が締結された。

⁶ 日本企業をはじめとする対印直接投資やインドの輸出を促進するため、首都デリーと商業都市ムンバイの間の6州に広がる工業団地や港湾を貨物専用鉄道・道路で結び付け、インド最大の産業ベルト地帯を作る総合地域開発構想

⁷ インド南部のカルナタカ州とタミル・ナドゥ州を中核拠点としたインフラ整備（港湾・アクセス、工業団地等）開発構想



図 1-7 Make in India 会場の様子

(出所)JICA 調査団

このように、モディ政権の経済改革が期待される一方、土地収用法改正、間接税簡素化に係る改革法案が成立されず、足踏みが懸念されている。具体的には、前政権によって2013年に制定された「新土地収用法」により、産業用途での土地収用が著しく困難となった。またモディ政権はインフラ開発を対象とする手続きのスピードアップを狙いとする土地収用法改正案を国会に提出したが、農民の支持が強い野党の反対により法案審議が拒否された。2016年4月を目標に掲げていた中央政府と州政府の間接税をGSTに一本化する方針についても、憲法改正案の審議が進んでいない状況である。また、2016年度予算案においても、農村対策に焦点が当てられ、ビジネス環境の改善につながる施策が乏しかったと民間エコノミストの間で評価されている⁸。

インドに進出している日本企業は投資環境の問題点と要望を以下のように表明しており、ビジネス規制の緩和が望まれている。

表 1-7 インドにおける投資環境の問題点と要望

問題点	内容
複雑な税制	インドの間接税は、中央政府が徴収権限を有する中央税(関税、物品税、中央政府売上税、サービス税等)と、州政府が徴収権限を有する州税(州付加価値税、印紙税、入境税、オクトロイ等)が存在し、税金の種類・課税方法が複雑・多岐に亘っており、対応に苦慮している。
海外資金調達規制	海外からの資金調達(借入/融資/増資等)の複雑かつ厳しい規制用途の限定(運転資金/設備資金それぞれに融資条件有り)、借入期間の制限(海外からの運転資金は最低7年借入必要)、返済の制限(借入資金からは返済できない)、煩雑な減資手続き(債権者保護のため裁判所の許可が必要)。

⁸ Reforming India - Bouquets and brickbats
<http://www.economist.com/news/asia/21695035-though-pace-change-not-what-narendra-modi-promised-he-has-been-lucky?zid=306&ah=1b164dbd43b0cb27ba0d4c3b12a5e227>

問題点	内容
複雑で煩雑な行政 手続	<p>諸規制・手続において以下の問題がある。</p> <ul style="list-style-type: none"> －窓口が不明。 －決定プロセスが複雑、多すぎる。 －権限が規模により州政府であったり国であったりする。また、州での認可事項が国に預けられるなど権限が移る。 －承認に時間を要する。 －認可会議が月に 1 度、または会議が幹部の不在で飛んでしまうなど、日程のずれが頻繁に起こる。 －これらの手続を行うためにコンサルタントを使う必要がある。
輸出入に係る関税 日本との貿易協定/ 障壁	<p>日インド EPA における原産品判定基準は、関税番号変更基準および付加価値基準の両方を満たさなければならず、他国との協定に比べ厳しい基準となっている。そのため、原産資格を満たせず、特惠税率を受けられない。</p>
現地法人設立にか かる規制	<p>工場設立の際、設立(CFE)、操業(CFO)の 2 種類の許認可申請が必要で、かつ取得に時間を要する。</p> <p>操業許可に対する法令が細部に渡り、全てに実質的な交渉が必要(シャワー室、食堂座席数など非現実的な規程に対し、当局との交渉に時間を要する)。</p>
輸送コスト	<p>道路事情が悪いため 1,000 キロ移動するのに 7~10 日間かかっており、輸送コストが膨らんでしまう。</p>

(出所) 日本機械輸出組合 貿易・投資円滑化ビジネス協議会 2015 年新規意見速報版及び調査団によるインド進出日系企業へのヒアリング

第2章 提案企業の製品・技術の特徴及び海外事業展開の方針

2-1 提案企業の製品・技術の特長

2-1-1 製品・技術の特長

(1) プレキャストコンクリート (PC) 製品・技術

コンクリート製品は 建築目的のみならず道路・河川・鉄道・港湾などインフラ整備用途などに幅広く活用されている。インフラ整備に関しては、我が国ではかつては“現場打設”方式と呼ばれる 工事現場でセメントに砂利・砂・水とを攪拌しコンクリートを製造・施工する方式が採用されていた。セメントは急速に固形化することから、なるべく工事・施工の現場により近いところで製品化する方式として採用されていたものである。

しかしながら、コンクリート製品はセメント・砂利・砂・水、を主体とする複合材料製品であり、綿密な製作工程管理が欠かせない素材である。特に配合設計、水分量、加振状態、成型時温度は、製品成型に関して多くの技術を要し、天候や季節の変化にも順応したものづくり管理体制が重要となる。

この課題を解決すべく、用途に応じた型枠を製造し、需要地に立地している

各地のプレキャストコンクリート(PC)製品メーカーに供給し、この製品メーカーが PC 製品を生産のうえ、最終の施工過程を現場で行う、“プレキャストコンクリート (PC)”方式が我が国の誇る製品・技術として定着している。

インドも含め、途上国にあつてはこれまで主として現場打設方式が採用されてきているが、建設・施工企業が工事の一部として行ってきたことが多く、技術上の工夫もなされず、また上述の綿密な製作工程管理が不十分なことから、仕上がりにムラ、経年劣化を早期に招来するなど課題が多く、結果として公共インフラの品質低下、予算の無駄使いともいえる事態を招いていることが多い。

表 2-1 コンクリート製品 製法比較

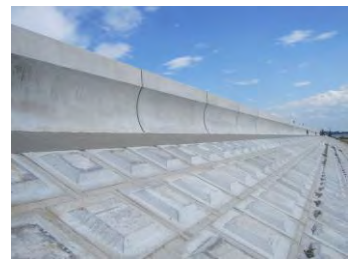
コンクリート製品 製法比較	
現場打設方式	プレキャスト方式
<ul style="list-style-type: none"> 方式 我が国の従来の方式 コンクリート施工・工事現場で実施 特徴 需要地立地が必須 デザイン性には限界 課題 品質に天候(温度・湿度・風・日照など)により差異 仕上がりにムラが生じ易い 経年劣化の早まる懸念も 価格 工期に余裕があれば安価となるが、短納期対応は高額になる 	<ul style="list-style-type: none"> 方式 我が国の現在の方式 プレキャスト型枠メーカーが型枠を製造し、プレキャスト製品メーカーに供給 特徴 型枠生産は需要地の必要無 需要先のニーズに応じたデザインが可能 短い工期・高品質 課題 綿密な製作工程管理技術が不可欠(配合・水分・加振・温度) 価格 短納期対応で安価になり、高品質高精度のため長寿命が期待できる

コンクリート構造物 外観比較事例

現場打設方式



プレキャスト方式



(出所)JICA 調査団



図 2-1 インドにおけるコンクリート製品製造現場

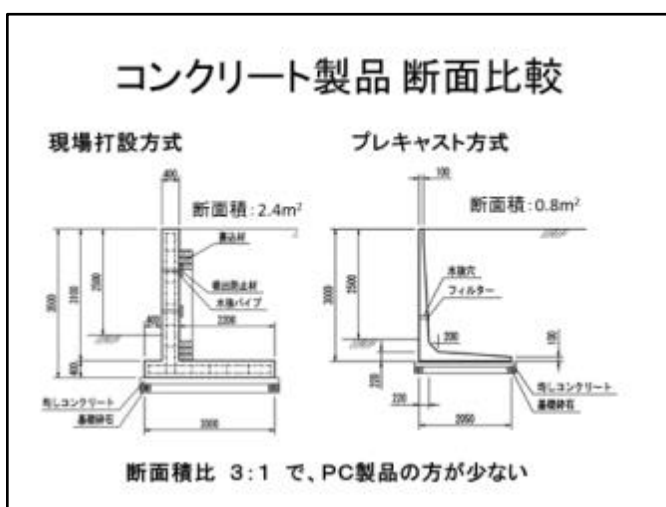
(出所)JICA 調査団

具体的には、現状のインドで生コンを練る方法は、上図のように左より「手練り」「簡易機械練り」「バッチャープラント」の方法があり、設備規模の違いがある。インドでは「手練り」「簡易機械練り」が約 80%の普及率であることが、インドの数少ないプレキャストメーカーへのヒアリングで確認できた。

尚 80%の方法で作った生コンは、配合も目分量であり、気泡の除去も十分にできないため、気泡を多く含むコンクリート構造物を製造している。

気泡のある鉄筋コンクリート構造物は、水の浸透などによる鉄筋の腐食が早く、構造物の寿命を短くする要因であることが、日本では早くから解明されており、目に見える気泡を除去した密実なコンクリートを作る技術教育がなされており、PC 製品メーカーは型枠を加振する技術も加わって、薄肉断面の PC 製品でも密実に成型することが可能となり、十分な寿命を確保することができる。

さらに現場打設方式と PC 方式では、断面積比で 3 : 1 もの違いがあるものもある。これは、同等の強度を確保するために、生コン使用量が 1/3 で済むことを示している。インドで公共インフラ整備に係るコンクリート製品の調達にあたって、重要な課題である防災・災



害対策の分野で、PC 方式による施工・据付による工期・工事費の短縮、品質・機能の向上が実証され、PC 方式が普及することにより、道路・水路・河川などのインフラ整備が促進され、防災対策にも資することが期待される。

図 2-2 コンクリート製品 断面比較

(出所)JICA 調査団

(2) PC 製品製法

PC 製品の製法としては世界的にみて これまでインドでは欧州系技術による「ドライコンクリート」と呼ばれるものと、日本でもっばら採用され、最近では欧州でも採用が広がってきている「ウェットコンクリート」と呼ばれる 2 種類の製法・製品が存在している。

表 2-2 ドライコンクリート/ウェットコンクリート比較

	ドライコンクリート	ウェットコンクリート
製法	少ない水分量で素材を混ぜ、パサパサした状態の生コンを加圧加振して固め、成型後すぐに型から取り出しが可能。即時脱型式とも呼ばれる。	建築現場でよく見られるドロドロした状態の生コンで、型に流し込み、加振して気泡を抜く製法。複雑な形状を精度よく作ることができる。流し込み方式とも呼ばれる。
初期投資額	数十秒で1サイクルの成型が可能な自動システムが必要となり、初期投資額は大きい(数千万円～数億円)が、シンプルな形状の PC 製品は大量に製造可能。	ライン生産することで生産性を高めるが、90 秒で1サイクル程度が現実的な生産速度となり、初期投資額は製品形状毎に要す程度(数百万円)。
製品の表面	砂地の肌	滑面の肌、美観的に優れた製品

(出所)JICA 調査団

ドライコンクリートで成型できるものは、安価な商品で大量に使用するものであり、形状が限定されている。一部には大型の製品もあるが、水漏れや砂地的な肌面でも使用可能な部分で使用されている。インドにおいては当面の需要はドライコンクリートで賄うことは可能であるが、今後需要の高度化、環境対応など複雑な要求・形状は成型できず、機能性を組み込む製品には競合先は皆無という状況にある。インドにおいてインフラ構築に必要な機能性商品を投入することで、両者の認知度を上げ、PC 化を普及できるものと考えられる。

25 年程前に日本で開発された流し込み方式の超流動コンクリート（海外では SCC：セルフコンパクティングコンクリートと呼ばれる、製品製造時に振動を加えない）が生産性、製品の質などで際立った進歩が認められるため、近年では欧米など先進国でも取り入れられている。このコンクリート製造技術について、共同企業体の 1 社である不二コンクリート工業は日本国内でも際立った技術を有する企業で、この技術の海外展開も始めている。

(3) トヨタ工機の製品・技術

トヨタ工機は、大量生産を目的とした PC 製品製造ラインと PC 製品型枠双方を設計製造するメーカーである。日本国内では型枠と製品製造ラインを双方共に設計製造するメーカーとしては数少ない有力企業であり、国内シェアは、他社は型枠事業以外にも行っているため、売上額からの推測は正しくないが、約 1～2 割程度である。需要に応じあらゆる形の

PC 製品を成型する鋼板製型枠の設計・製造を行っている。毎月、国内外含め平均して約 100 型を生産・出荷し、PC 製品メーカーに納入している。

トヨタ工機は顧客の工場毎に異なる製造環境に合わせ、使いやすく生産性の高い型枠を供給しており、日本国内はもとより、アメリカ・中国を始め世界 10 カ国以上で輸出実績があり、その型枠製品の精度・生産性・品質の高さで高い評価を受けている。同社の型枠製品を使用して製造した PC 成型製品の出来栄の良さもエンドユーザーから認められている。

なお、インフラ整備が軌道に乗った際には、PC 製品を大量に作る連続生産設備⁹が不可欠となるが、トヨタ工機では連続生産設備に関し過去 40 年余りに 110 基以上の納入実績がある。また、1 トン以上の製品向けの生コン投入設備単体機に関しては、55 基の納入実績がある等インフラ整備のための PC 製品を大量に生産する体制を構築してきた実績を有する。

型枠の精度が高い事と品質が良いことから、施工性が改善され、工期短縮も見込まれ、インフラ構造物の精度が向上すると考えられる。途上国・新興国の旺盛な需要に応えつつ、耐久性にも応えられるところから、ライフサイクルコストの低減も可能であると想定される。

(4) PC 製品メーカー3 社

型枠があっても良い PC 製品は作れない。生コンは、セメント、水、砂利を主体とする複合材料製品であり、綿密な製作過程管理が欠かせない素材である。特に配合設計、水分量、加振状態、成型時温度は、製品成型に関して多くの技術を要し、天候や季節の変化にも順応したもののづくり管理体制が重要となる。全ての工程において現地・現場調整が必要であり、マニュアルによる製作だけでは信頼性のあるものは作れない。

例えば、雨水・排水は側溝を設けるだけではなく、勾配の確保、下流の排水能力の確保等の大がかりな都市排水計画とともに、側溝の幅・高さを場所に応じて決めていく必要がある。右技術を実現できて、初めて雨季の冠水の軽減に寄与することができる。

また、強度という点においても、日本でも経験した事例として、塩分混入の海砂を使用したことで、経年による強度低下が問題になり、鉄道や道路のトンネル壁の一部が脱落し事故を招いたことは記憶に新しいが、混合方法についても技術が求められる。

共同企業体 3 社はいずれも、製造技術に優れていると共に、それぞれ得意な商品群を保有し、異なる分野の商品開発に注力してきている。本調査においては、PC 製品製造にあたるインド企業の発掘、また同企業向けの技術支援の可能性を探った。

(5) 防災面での優位性

防災を要す地形は多様なため、PC 製品を限定して普及させるのではなく、日本で施工実

⁹ PC 製品を多量に作るための連続生産ラインを指す。連続生産ラインを構成する設備としては型枠の移動装置、生コン投入機、生コン充填用テーブルバイブレータ、製品脱型クレーン等の機械が必要となり、当社で開発作図し、製作を行っている。

績のある多品種の中から最適な PC 製品を選択して対応できる体制を作ることで、広範囲にわたり最善な対応ができる。これにより安全な構造物の開発期間を短縮し、早期に防災の対応が可能となる。

また PC 製品メーカー及び、型枠メーカーの製造拠点を作ったことにより、インド用にアレンジした PC 製品への対応を可能にすると同時に、日本の技術の入った型枠と PC 製品をインドで製作・供給することができるため、大規模な防災工事に必要な、PC 製品の供給が短期に可能となるので、インドの安全確保事業を加速させることができる。

2-1-2 製品・技術のスペック

本調査では、PC 製品のなかで防災・災害対策向けとして、カウンターパートである MMRDA の意向を踏まえ、ムンバイの集中豪雨に起因する鉄砲水、河川の氾濫、洪水による、道路の冠水及び交通渋滞、住宅の浸水に対応する PC 製品および型枠を提案した。製品および型枠はニーズに応じた対応が可能であるが、今回調査で使用する代表的な製品例を以下に示した。

尚、価格については、各製品の重量単価の範囲は 1 キロ当たり 20 円～40 円の幅がある。また、自社開発商品は、開発費が含まれるため、単価が高い傾向となる。

表 2-3:主要 PC 製品及び型枠

製品名	製品例	型枠	スペック
Utility Box Culvert ボックスカルバート (暗渠/排水溝//電力地中化他)	 <p>ボックスカルバート (不二コンクリート工業):7780kg/個</p>		内幅 0.6～3.5m. 内高 0.6～3.0m. 有効長 2m. 上記以外は相談により可能
River Revetment Box 河川用カゴ ボックス	 <p>かごボックス 平張り(ランダス):230kg/個 かごボックス 多段積み(ランダス):540kg/個</p>		勾配により2種に 大別 擁壁直高:5.0m 以下. 適用流速: (平張り)V=5.0m/s 以下 (多段積み) V=6.5m/s 以下.

製品名	製品例	型枠	スペック
Road Retaining Wall 土地防災擁壁	 <p>SKウォール 擁壁(不二コンクリート工業): 2130kg/個 緑生ウォール I型植生(不二コンクリート工業):450kg/個</p>		壁高:鉛直 10m 以内. 道路の縁(擁壁設置位置)の最小曲線半径: 6m 以上.
Roadside Drainage 道路 雨水排水製品	 <p>フリードレーン V II 標準(武井工業所): 1230kg/2m マガール タイプ II (武井工業所):650kg/個</p>		内幅 0.3~1.0m. 内高 0.3~2.0m. 有効長 2m. 上記以外は相談により可能

(出所)JICA 調査団

また、PC 製品及び型枠のコンポーネントの日本における調達先は以下の通りであり、インドでのこれまでの事前調査において、全てのコンポーネントについて現地調達が可能であることを確認済みである。

表 2-4 PC 製品(左)及び型枠(右)の主なコンポーネント

コンポーネント	現在の製造元	コンポーネント	現在の製造元
異形鉄筋	(電気炉メーカー) 東京製鐵 JEF条鋼	鉄板	新日鉄住金
セメント	太平洋セメント	鋼材	新日鉄住金

(出所)JICA 調査団

2-1-3 製品・技術の価格

PC 製品の主な優位性として、工期の短縮、ライフサイクルコストの削減が挙げられる。

本提案に先立つ予備調査では、製品価格では、インドでの U 字溝での比較を行い、現場打設製品と PC 製品のコストはほぼ同等と判明した。また、インドでの PC 製品の価格及び土木工事費は、素材や建設工事の基準作業を調査した結果、現時点では日本の価格と同等又はそれ以下でできると予想した。これは、人件費が日本の 10%であるにも関わらず、生


コン価格が約 110%高価であり、現状のインドでは機械設備をして生産した商品は、付加価値が日本より多く上乗せされているためである。また製品断面積は、日本の現場打ち構造物と比較すると、PC 製品は 3 分の 1 程度となるものもあるほど、軽量化する傾向になる。コンクリートの軽量化による生コン使用量の低減効果により、高品質な製品を効率的に工場生産することが可能になり、現地工事の工期短縮を実現する。工期の短縮は、直接工事費以外の付帯費用（例：現地資金調達における金利支払い）を軽減させると同時に、交通量の多い場所では、渋滞による経済損失も減少させる。

尚、発展速度が速い都市部では、道路の拡幅やルート変更などを行うことが多く、道路製品については、PC 製品を移動して敷設することも可能となり、ライフサイクルコストにおいても削減効果が期待できる。

製品の日本での公示価格は、各製品の重量単価の範囲は 1 キロ当たり 20 円～40 円の幅があり、自社開発商品は、開発費が含まれるため、単価が高い傾向となる。

表 2-5 事例 1 従来方式と PC 方式の比較（カゴボックス 多段積み）

	従来方式	PC 方式
概略図		
安全性	<p>下記のような壁面に隣接する車道付近では強度不足となり使用できない。強度の保証ができない。</p> 	<p>道路に必要な強度を安定的に得られる。</p> 
適用範囲		<p>河川護岸の場合 6.5m/s まで使用可能 勾配は 1:0.3 ~ 1:1.0 まで 許容積み上げ高さ： 5.0m まで（標準）</p>
環境	<p>表面に覆土しても、洪水による増水などで流出しやすく、安定的な緑化が難しい。</p>	<p>砕石や土嚢の使用により、魚巢から緑化まで対応できる。</p> <p>中詰材に割栗石を使うためコンクリート使用量も少なく、緑化が可能であることから一般のコンクリート護岸よりも CO₂ 排出量を削減でき、今後増加が予想される低</p>

	従来方式	PC方式
		炭素型公共工事における工法である。また景観も優れている。
品質	鉄線が腐食するため、耐久性に課題がある。  あ	コンクリート製のため、腐食や磨耗に対して、半永久的な耐久性を有する。 数倍の寿命が期待できる。 製品内部の鉄筋をエポキシ樹脂仕様とすることによって、感潮域での使用が可能となる
工期	100m ² あたりの工期：4.0日 (工期の内訳については別添2参照)	100m ² あたりの工期：2.9日 27.5%短縮
工事費(日本)	¥1,862,940/100m ² 高さ=5m 2014 岡山	¥2,183,392/100m ² 高さ=5m 2014 岡山 17.2%増
ライフサイクルコスト	鉄線が腐食し、原型を留めない為、2-3回の施工が必要となる。	長期的には現場打設方式より安価となる。

(出所)JICA 調査団

表 2-6 事例2 従来方式とPC方式の比較(カゴボックス 平張り)

	従来方式	PC方式
概略図 多段積み		
適用範囲		河川護岸の場合 5.0 m/s まで使用可能 勾配は 1:1.5 以上の緩勾配法面 製品内部の鉄筋をエポキシ樹脂仕様とすることによって、感潮域での使用が可能
工期	200m ² あたりの工期：5.0日	200m ² あたりの工期：3.7日 26.0%短縮
工事費(日本)	¥2,098,452 /200m ² 20m×10m 2014 岡山	¥1,881,999 /200m ² 20m×10m 2014 岡山 10.3%減
ライフサイクルコスト	鉄線が腐食し、原型を留めない為、2-3回の施工が必要となる。	1回の施工でも安価に済むことが実証されており、長期的にも安価な状態を維持できる。

(出所)JICA 調査団

2-1-4 国内外の販売実績

ボックスカルバートは、水漏れが許されない下水道に多く使用されている。業界団体も

組織され、全国ボックスカルバート協会には約 100 社、日本 PC ボックスカルバート製品協会には約 50 社が加盟しており、全国で利用されている。

カゴボックスは、ランダスが開発した商品であり、国内及び中国にも展開され、2010 年以降約 150 型が出荷されており、着実に施工面積を伸ばしている。

擁壁は、落差の程度や施工場所により各種のタイプがある。比較的低い落差に適した L 型擁壁は、一般的製品であるため、協会あるいは都道府県によって統一されており、様々な形態がある。佐賀県で使用する PC 製品の 40% の納入実績を持つ不二コンクリート工業では、最近の 10 年間に 231 物件の納入実績を有している。

道路用製品は、武井工業所がカバーする茨城県・栃木県の両県にて、年間 48 億円の売り上げに対して約 20% の比率で出荷されている主力商品であり、豊富な実績を有する。

表 2-7 本共同企業体 売上及び取扱件数

法人	売上高(直近 1 年間)	主力製品	取扱件数
トヨタ工機	14 億円	PC 製品用型枠及び PC 製品製造ライン	国内 64% 海外 36%
ランダス	53 億円	エコボックス、ピオトン等	5,500 件
不二コンクリート	20 億円	コンクリート二次製品、環境整備製品、レコサル V シリーズ	97 品目、1600 種類
武井工業所	48 億円	水路・道路用製品	国内:6800 件 海外:なし

(出所)JICA 調査団

表 2-8 本共同企業体 主要な販売先

法人	販売先
トヨタ工機	・ランダス・不二コンクリート・武井工業所・他 58 社 ・アメリカ ・他 8 カ国 15 社
ランダス	公共事業向け 8 割、民間市場向け 2 割
不二コンクリート	官公庁 及び 主要ゼネコン
武井工業所	土木 及び 建築施工会社

(出所)JICA 調査団

2-1-5 競合他社製品と比べた比較優位性

(1) インド国内における PC 技術を持った他社の状況

現在インドでは、BIS に登録されている即脱製品の他は、土木工事に大量に作られている PC 製品はあまり使われておらず、本共同企業体製品の投入は新しい市場を創造することになる。インドでも品種の少ない範囲で PC 製品が製造されているが、道路脇の縁石や中央分

離帯の製品など単純な形状の PC 製品の普及に留まっており、日本の PC 製品のような機能性製品は存在しない。

日本の PC 製品の市場規模は下図の世界のセメント生産量／消費量の推移によるとセメント消費量の 13% であることが分析されている。インドのセメント使用量は 2013 年時点で日本の 4 倍（280/70）以上あり、インフラ構築を加速すれば、更に伸張する状態である。PC 製品の普及が日本と同じ程度になれば、セメント消費量の 13% を占める市場が予想される。前にも記載したが、即脱製品と PC 製品の競合する場所は少ないため、適材適所で普及することを予想している。

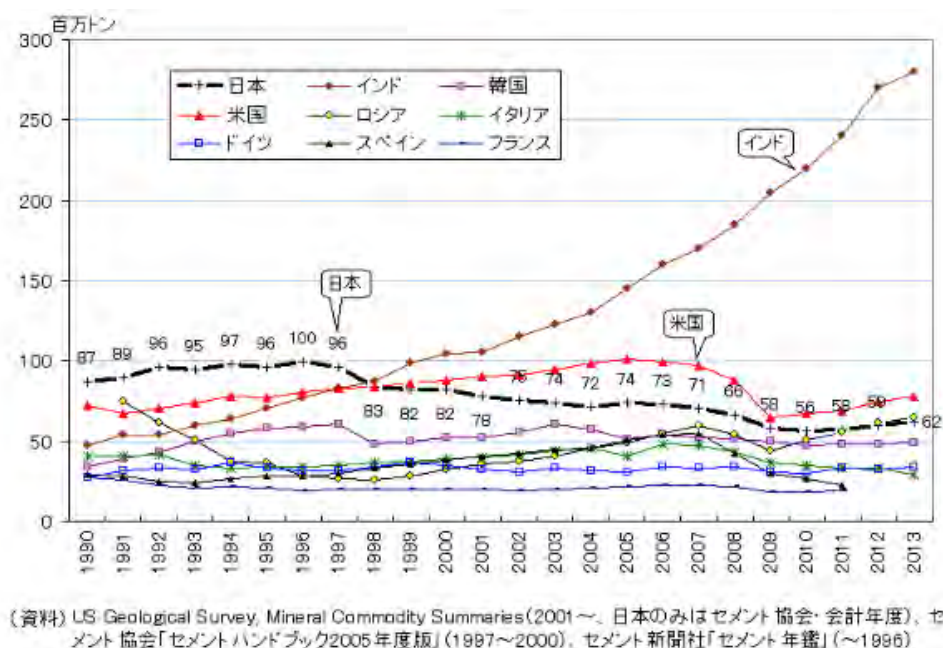


図 2-3 世界のセメント生産量／消費量の推移

(出所) 社会実情データ図録 HP をもとに JICA 調査団作成

インドの国土や人口は日本の約 10 倍であることを考えると、4 倍のセメント使用量は少ないように見えるが、人工密集地がセメントの消費場所の近くになることから、大都市周辺の消費量は、4 倍以上となることが予想される。

インドでは、プロジェクト毎にインドの建設会社又は PC 製品メーカーが独自に型枠及び製品を製造し施工しているため、統一性に欠け、大量生産に向かない。しかしながら今後インドにおけるインフラ整備が進むにあたり、PC 製品の需要が大きく伸びると見込まれている。

インドで PC 製品を製造する主要企業のリストは以下のとおりである。インド国内 PC 製造企業は日本の PC 製品のような緑化ブロック等をはじめとする機能性製品は製造しておらず、日本の PC 製品に比較優位性がみられる。また、インド国内 PC 製造企業の製造技術で

は、気温や湿度などの日本の PC 製品の製造技術を習得するには時間を要するため、日本企業の技術指導が不可欠である。よってこれらインド国内 PC 製造企業とのコラボレーションも今後十分検討の余地がある。

表 2-9 インド国内 PC 製造企業

企業名（拠点）	Siddhivinayak Precast Pipes Pvt. Ltd.（マハラシュトラ州プネ）
事業概要	PC 製品製造
売上規模	年間 2.5-3.0 億ルピー
製造 PC 製品	舗装ブロック、U 字溝、マンホール、ヒューム管、縁石ストーン、チェーンバース、ビルディングブロックなど
主要施工事例	新都市開発（Magarpatta city, Nanded City）、プネ市
PC 製品の特長	ウェットキャスト・ドライキャスト 両製品を製造する。最近トヨタ工機インド子会社よりウェットキャスト用型枠を購入。

企業名（拠点）	Intellectual Building Systems Pvt. Ltd.（マハラシュトラ州プネ）
事業概要	中空コンクリートスラブの製造
売上規模	年間 1.0-1.5 億ルピー
製造 PC 製品	中空コンクリートスラブ
主要施工事例	新都市開発（Magarpatta city, Nanded City）、プネ市
PC 製品の特長	早い建設、デザインの柔軟性、耐久性、軽量構造、17 メートルまで対応可、耐火性

企業名（拠点）	Basant Betons（カルナタカ州フブリ）
事業概要	PC 製品製造
売上規模	年間 3.0-3.5 億ルピー
製造 PC 製品	小さな U 字溝、縁石ブロック、擁壁、舗装ブロック、マンホール
主要施工事例	新都市開発（Godrej Garden city）、ゴア州政府
PC 製品の特長	早い施工、トヨタ工機の型枠を使用中。

企業名（拠点）	Vyara Tiles Pvt. Ltd（マハラシュトラ州ムンバイ）
事業概要	ドライキャスト PC 製品製造
売上規模	年間 2.0-2.5 億ルピー
製造 PC 製品	舗装ブロック、縁石ブロック
主要施工事例	MMRDA、アーメダバード市
PC 製品の特長	早い施工、耐久性

企業名（拠点）	Hindustan Block Manufacturing Corporation（マハラシュトラ州ムンバイ）
事業概要	ドライキャスト PC 製品製造
売上規模	年間 15-18 億ルピー
製造 PC 製品	インターロッキングブロック、舗装ブロック、縁石ブロック
主要施工事例	ムンバイ造船所、シーメンス・ムンバイ工場
PC 製品の特長	早い施工、耐久性

(出所)JICA 調査団ヒアリングをもとに JICA 調査団作成

(2) PC 技術を持った各国競争相手の状況

本共同事業体の競争相手として、欧州の PC 製造メーカーが想定される。ドライコンクリートマシンによる、パイプ（円管）やボックスカルバートなどのシンプルな形状の PC 製品は、欧州において大量に普及しており、欧州ドライコンクリートマシンメーカーは従来よりインドでの導入を進めている。また欧州メーカーは同マシンをインドに普及させるために、主要な即脱製品について BIS 規格の認定を受け、インド国内での普及にも成功している。

ドライキャストで製造可能な形状の PC 製品は、欧州メーカーとの競争が想定されるが、機能性を有する複雑な形状の対応が必要なウェットコンクリート製品においては、欧州メーカーよりも本共同事業体に比較優位性があるため、競争なしに普及を進めることが可能である。ウェットコンクリート製品の需要創出においては、現行のドライコンクリート製法に替わるウェットコンクリート製法を提案する体制が不可欠であり、デモンストレーションや見本市、JICA 普及・実証事業を通じて新製法を普及する必要がある。

日本のような多用なウェットコンクリート製品をインドで作るためには、型枠メーカーと PC 製品メーカーのタイアップが欠かせない条件である。輸出対応では納期や関税のために、実際の受注には少量であったことが背景にある。世界的にも弊社の型枠は優位であるため、インド以外の国のメーカーの参入に対しては、現場の問題を解決できる実績のある PC 製品の保有量で優位に立てる。尚、日本の海外進出できる規模の型枠メーカーは数えるほどしかなく、海外展開できる体制にないと調査団はみている。

2-2 提案企業の事業展開における海外進出の位置づけ

2-2-1 海外進出の動機

日本国内では、高度経済成長期からバブル期を超え 2000 年頃までは景気対策として大規模な公共事業が継続されていたが、2000 年以降は景気の低迷と共に公共事業は減少し、現在ではピークに比べると約半分の規模となっている（図 2-1）。インフラに対する新規需要に比べ、老朽化対策・メンテナンス需要が拡大しており、今後新規需要の増加は見込めない。建設業及び PC 製品業界を取り巻く国内環境が不安定さを増しているため、M&A や海外進出、新技術開発等の新しい手法を用い、公共事業関係費の増減に左右されない主体的な企業経営戦略の構築が不可欠となっている。

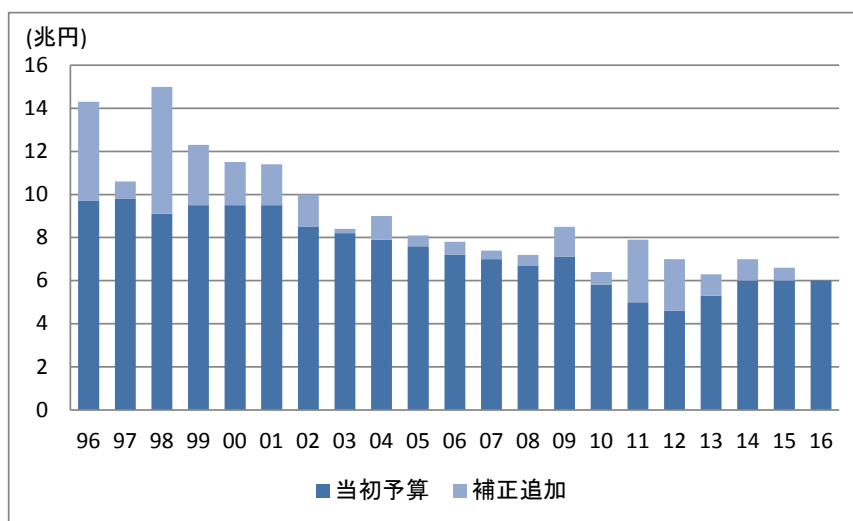


図 2-4 公共事業関係費の推移

(出所)国土交通省 HP をもとに JICA 調査団作成

トヨタ工機に関しては、現在、国内需要が低下していることを背景に、今後高い成長が見込める新興国市場へ積極的に海外展開を進めてきた。これまで 20 年以上に亘って海外輸出をしてきたが、輸出だけでは今後為替要因により価格競争で市場を失いかねないことからインドへの直接投資を決断した。

海外拠点進出の目的は、そこに暮らす人たちの安全で安心な暮らしを提供するための社会資本整備に貢献することであり、また、日本人のものの造りの精神や、技術や品質に裏付けられた経営を提供することでもある。その結果として日本国内のトヨタ工機の雇用を増やし、更なる発展繁栄に向かうことを目的とする。さらに中期的には、インドを拠点とし、インド並びにその周辺国、さらにはその他西方諸国等への輸出を行い、全世界展開の足がかりとする。

トヨタ工機はグジャラート州アーメダバードに、2013 年 4 月現地法人 Toyota Forms India Private Limited を設立し、同市郊外に工場を建設、2016 年 1 月に竣工した。PC 型枠製造を 2016 年には開始する予定である。また、不二コンクリート工業は、トヨタ工機及び現地協力会社と合弁会社 Fuji Silvertch Concrete Private Limited を、グジャラート州アーメダバードを拠点として 2015 年 3 月に立ち上げた。PC 製品製造を 2016 年に開始した。また、Fuji Silvertch Concrete Private Limited の運転資金として国際協力銀行 (JBIC) より資金調達を行っている。

上記 2 件の投資の実現により、本共同企業体による製品製造技術及び施工技術との協力により、グジャラート州ではインド地元 PC 製品メーカーと連携し、PC 製品普及・技術指導を行うことが可能である。

2 社は現地での人材育成にも取り組んでいる。Toyota Forms India の仕事は、図面に書かれた構造物を部品から最終形状まで、作り上げるため、状況判断の考え方やノウハウの習得

が欠かせない。故に人材育成は、工場の技術指導者を日本の工場で3ヶ月～1年研修し、インド工場に配置している。更に日本人の技術指導者が3年間赴任し、技術指導を継続する計画である。Fuji Silvertechの仕事は、安定した強度を得るための管理体制を重視しており、製造技術を分業化している。作業内容も明確化されているので、判断基準や効率よく安全に作業する方法を、日本人技術者を現地に赴任させ、指導している。両社共にコミュニケーション力不足による、意思の疎通が思うようにならず、計画が遅れているため、改善したい課題と考えている。通訳を探すが、日本企業の進出に間に合う人材がインドにいないため、確保することも困難な状況である。

また、同商圏内に同業者が進出することは、競争激化により価格低下の原因となり事業展開が困難となるため、本共同企業体のランデス、武井工業所においては異なる州において事業展開を進めることが考えられる。

表 2-10 トヨタ工機、不二コンクリート工業インド進出状況

	Toyota Forms	Fuji Silvertech Concrete
現地法人設立	2013/4/12	2015/3/25
土地購入 名義変更日	2014/2/12	—
工場建設工事発注	2014/12/19	—
機械設備の現地調達	—	2015/5/14
工場開所式	2016/1/25	2016/1/25

(出所)JICA 調査団

武井工業所、不二コンクリート工業そしてランデスの3社についても公共事業の削減に伴う国内建設投資が縮小することが確実視されていることに危機感をもっている。今後はアジア等新興国のように経済成長や国民生活レベルの向上に伴い今後さらなるインフラ整備が必要となる地域に対して、インフラの要求レベルの質的变化に対する提案も含めて、製品規格や生産技術を移転することが事業として重要と考えている。これまで培い蓄積された技術、ノウハウ、実績を活かして海外のコンクリート製品企業と技術提携を行うことで、海外でのビジネスチャンスの発掘や新たな成長・発展に向け、積極的に取り組んでいく。

2-2-2 自社の経営戦略における海外事業の位置付け

トヨタ工機は過去23年にわたって主に先進国への海外輸出で国内の需要減を補ってきたが、今後はアジアを中心に需要が増えることを踏まえ、インド国内に工場を建設し、インド及びアジア各国、中東、アフリカへの展開を意図している。海外での事業を通じて、日本国内の雇用を増やし社業の発展を意図し、発展途上の国々のインフラ整備の充実がその国で暮らす人びとの安全、安心で清潔な暮らしの提案に繋がるため、日本の中小企業とし

て積極的に海外事業展開を推進して行く。

ランデスは、今後インドの経済発展に伴ってコンクリート製品の需要は益々増えると予測されることから、これまで長年蓄積された「人と自然の共生」をテーマとしたモノ創り技術・ノウハウの実績を活かし、インドにおいても持続可能な社会を支え、安全安心で快適な暮らしづくりに貢献していく。併せて、インドの発展、技術向上にも貢献しながら、その結果として、国内の雇用を増やし、更なる発展繁栄に向かうことを目指している。

不二コンクリート工業は、国内での売り上げが、ピーク時の 70%を下回る状況の中で売上マイナス分を海外事業で補填し、社員の雇用安定や事業の継続発展につなげたいと考えている。またこれまで蓄積してきたコンクリート製品製造に関する高い技術を発展途上の国々へ供与することで、これからの海外事業展開も含め人材の登用や開発を行いたい。既にモンゴルや中国への技術支援を開始している。

武井工業所は、中期的な経営戦略として以下の事業ポートフォリオの構築を目指している。

- ①国内の新規インフラ整備や民間建設投資に対する製品開発及び製品供給（既存事業）
- ②維持補修分野への建設投資増大に対応したコンクリート製品及び技術の開発及び供給
- ③既往製品規格や生産技術の海外移転事業又は海外生産事業

なお、収益面でのポートフォリオ構成比率は①の低下を②③で補っていくイメージである。

2-3 提案企業の海外進出によって期待される我が国の地域経済への貢献

2-3-1 現時点における提案企業の地元経済・地域活性化への貢献

トヨタ工機は、インフラ整備に資する PC 製品メーカーに対して、技術開発を続けつつ、生産性の良い型枠を納入することで、顧客の競争力を増し、会社運営に寄与すると同時に、社員の雇用を守り地域経済を活性化している。国内の需要低下の影響を受けないように海外展開し、受注獲得することも会社存続の手段であり、地元経済の発展につながると考えている。

共同企業体 3 社は、武井工業所は茨城県・栃木県をベースに、不二コンクリート工業においては佐賀県を、そしてランデスは岡山県を中心に中国地方で事業を行っている。各社とも材料など物品の購買先の多くは地域の企業から継続的に行っており、地域インフラ整備に大きく貢献しているとともに、雇用の創出面でも寄与している。

2-3-2 本調査で検討する ODA 案件化及び海外展開を実施することで見込まれる地元経済・地域活性化への貢献

(1) 地元経済・地域活性化への貢献

トヨタ工機および共同企業体 3 社については、国内のインフラ構築需要が減少する中、収入増加を目指して海外展開を進めざるを得ないとの共通の認識を持っている。中小企業にとって事業撤退を回避することであり、今まで構築してきた技術を維持・継承すること

ができるようになることが、地域住民のメリットも大きいと考えられる。

トヨタ工機の海外展開を促進し、将来的には当社の主力事業として育成を図ることで、海外部門の人員体制を増強し、新規の雇用創出を促進する予定である。また共同企業体 3 社については、まず本案件化調査を通じ、とくに現地 PC 製品製造企業との連携を、製造技術および施工技術など技術支援を通じて深めることにより、海外部門の事業多角化、人材育成、雇用創出を行うことが可能となる。更に、日本の PC 製品メーカーでは海外進出をしている企業は数社にすぎないが、トヨタ工機の進出を機にインドへの進出を意図している会社もある。今回の取組により、海外展開の成功例を示すことで、PC 製品メーカーの多くが海外展開に踏み出せるきっかけとなり、PC 製品業界の活性化と、多くの地域の活性化が期待できる。

(2) ランデスの地元大学との連携

ランダスでは、地元大学との連携により、コンクリートの耐久性向上を目標として、高炉スラグを用いた超耐久性コンクリート（材料名：ハレーサルト）の開発を行った実績を有する。ランダス社の位置する瀬戸内海地方は製鉄プラントが多くあり、ランダス社の倉敷工場は二十数年前よりその製鉄所内に位置し、鉄鋼スラグを用いたスラグコンクリートの研究開発を行っていた。同時期、岡山大学は、耐硫酸性コンクリートの性能向上のため、日本全国の耐硫酸性コンクリート材料を収集し、比較試験を行っていた。

ランダス社が岡山大学に鉄鋼スラグを用いたスラグコンクリートを持ち込み、耐硫酸性比較試験に供したところ、スラグコンクリートが最も高い耐硫酸性を発揮したことから、研究開発がスタートし、共同研究を重ねた後に、耐塩害性、耐凍害性、その複合劣化、耐硫酸性、低炭素、資源循環に特長を持つ製品化を実現した。

現在では、ハレーサルト工業会（正会員 13 社、賛助会員 13 社、特別会員 1 社）が設立運営され、第 17 回国土技術開発賞に入賞（2015 年 7 月 30 日）、内閣府 戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）の「インフラ維持管理・更新・マネジメント技術」に採択（2014 年 9 月 24 日）されるなど、日本全国への普及に向けた事業化の取り組みが行われている。

将来的には、ハレーサルトの海外展開も視野にあり、実現のためには、海外の現地原材料を用いた性能実証試験や現地のニーズに合った改良などの実験研究が想定されるため、今後、地元大学である岡山大学との連携強化、活性化も期待できる。

(3) 不二コンクリート工業の自治体、地元大学との連携

佐賀市は 2003 年に「市街地施設バリアフリー検討会」を設立し、佐賀市の再開発に伴い道路拡張と歩道の整備及びバリアフリー化を実施している。不二コンクリート工業は歩道段差の解消と境界の明確化を目的に、佐賀市役所からの要請で歩道乗り入れブロックの開発を実施し、佐賀市型として試作品数種を作製、市内に設置し実証実験を行った。その際、「市街地施設バリアフリー検討会」の主要メンバーで、佐賀県のバリアフリー条例の策定

にも関わった佐賀大学の教授 2 名にも参加してもらい形状の決定と追加で表面の処理などの意見を交換、その後佐賀大学とも協議を重ね、表面の仕上げを数種類提案した結果、ノスキッド仕上げの佐賀市型歩道乗り入れブロックが正式に採用された。

この取り組みにより「05 年度毎日・地方自治大賞」（毎日新聞主催）で佐賀市が奨励賞を受賞し、その後佐賀県の統一規格として正式に採用された。さらに九州管内の都市からの視察や採用も行われ、市街地のバリアフリー化と利用者の安全向上に役立っている。

今後バリアフリー化の重要性の認識が進むと考えられる発展途上国においても、バリアフリーに対応した PC 製品の需要は拡大するものと期待される。



図 2-5 バリアフリー対応の歩道乗り入れブロック

(出所)JICA 調査団

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

3-1 製品・技術の現地適合性検証方法（検証目的・項目・手段など）

PC 製品の現地適合性検証等を目的に、本調査では 2015 年 6 月以降合計 4 回の現地調査をおこなった。第 1 回を同年 6 月、第 2 回は 7 月、第 3 回を 11 月、そして第 4 回は 2016 年 2 月である。

3-1-1 第 1 回現地調査（2015 年 6 月）

第 1 回は 2015 年 6 月に各社主要メンバー総勢 8 名の参加を得て 6 月 22 日よりまで約 1 週間実施された。6 月 23 日の MMRDA との会合では、調査団より本プロジェクトの目的などを説明し、先方より具体的な防災対応の箇所の提示を求め、翌 24 日には数か所の現地視察を開始した。道路脇土砂崩落の危険箇所、冠水をきたす道路脇 U 字溝箇所などへの案内を受け、対応につき検討を開始した。

調査の後半にはグジャラート州アーメダバードに移動し、同市郊外に予定されているトヨタ工機現地法人である Toyota Forms India 社工場、および不二コンクリート工業、トヨタ工機と現地 Silvertch 社の 3 社合弁である、Fuji Silvertch 社工場、それぞれの工場建設用地 2 か所の視察を実施した。

また一部はムンバイのインド規格院支局を訪問し、PC 製品の規格取得に係る情報収集をおこなったほか、プネを訪問し市内河川護岸改修計画予定箇所の視察も実施した。

表 3-1 第一回現地調査(2015 年 6 月 20 日～28 日)工程表

日付	内容
6 月 20 日(土)	羽田～ムンバイ移動行程
6 月 21 日(日)	現地傭人(MGK)と打ち合わせ(第 1 回調査準備)
6 月 22 日(月)	MGK と打ち合わせ、日本～ムンバイ移動・打ち合わせ
6 月 23 日(火)	MMRDA との会合・第 1 回現地視察(住宅)
6 月 24 日(水)	MMRDA 第 2 回現地視察(道路 3 か所)
6 月 25 日(木)	ムンバイ～アーメダバード移動
6 月 26 日(金)	トヨタ工機インド、不二シルバーテック 両工場建設現場視察、アーメダバード市内視察(河川)
6 月 27 日(土)	アーメダバード～ムンバイ～日本移動 ムンバイ～プネ移動、市場調査
6 月 28 日(日)	日本到着帰国 プネ市内視察(河川)、プネ～ムンバイ移動

3-1-2 第2回現地調査（2015年7月）

第2回目は7月6日より、7月14日までの期間に主要メンバーが訪印し、再度 MMRDA との会合を行い、第1回目に紹介を受けた候補地への防災対応として、適切と考えられる PC 製品とその施工方法について発表・提言を実施した。さらに MMRDA からは市内中心部に近い数か所への案内を受けた。これらの結果、Badlapur 道路脇土砂災害崩落危険箇所を本調査における候補地とし、PC 製品・技術の現地適合性検証方法につき具体的な検討にはいることとなった。

調査の後半にはグジャラート州アーメダバードで、グジャラート州政府の道路局、河川局への訪問を行い、防災計画とその実施状況につきヒアリングを行った。

また調査団の一部はデリーを訪問し、インド規格院 (BIS) 本部を往訪し、これに先立つムンバイの BIS 支局に続き情報収集を行ったほか、鉄道・道路関連についても併せ、鉄道省、道路交通省など、インドで活動する日系開発コンサルティング企業、商社などの関係先を訪問し情報収集を行った。

表 3-2 第二回現地調査(2015年6月29日～7月18日)工程表

日付	内容
6月29日(月)	BIS ムンバイ訪問・ヒアリング MMRDA 河川担当と協議
6月30日(火)	ムンバイ～デリー移動
7月1日(水)	打ち合わせ(TV 会議) BIS(インド規格院)デリー本部訪問、 インド高速鉄道プロジェクトオフィス訪問
7月2日(木)	打ち合わせ
7月3日(金)	打ち合わせ(TV 会議)
7月4日(土)	デリー～ムンバイ移動、資料調査
7月5日(日)	資料整理・第2回調査準備
7月6日(月)	第2回調査準備、日本～ムンバイ移動・打ち合わせ
7月7日(火)	MMRDA 第3回現地視察(河川) JICA 川村様と打ち合わせ
7月8日(水)	団内打ち合わせ、MMRDA との協議
7月9日(木)	MMRDA 第4回現地視察(河川・道路) シルバーテック他と協議 市場動向ヒアリング
7月10日(金)	グジャラート州政府(道路・河川)との協議
7月11日(土)	打ち合わせ(MMRDA パイロット候補地対応)
7月12日(日)	現地最終打ち合わせ
7月13日(月)	アーメダバード～ムンバイ～日本 移動行程
7月14日(火)	日本到着帰国
7月15日(水)	(自社案件従事)

日付	内容
7月16日(木)	デリー到着、インド高速鉄道プロジェクトとの協議
7月17日(金)	鉄道省(RVNL), 道路交通省(NHAI) との協議、デリー～日本 帰国行程
7月18日(土)	日本到着帰国

3-1-3 第3回現地調査(2015年11月)

そして、第3回は、2015年11月に実施した。第3回目調査では工事費すべてについても把握したいものの、見積りを入手するための測量図に基づく仕様書の準備が先決となるため、先に、日本とインドの比較を行う目的で、各種費用項目のコスト調査を実施した。

表 3-3 第三回現地調査(2015年10月27日～11月8日)工程表

日付	内容
10月27日(火)	日本～アーメダバード移動行程
10月28日(水)	Toyota Forms India 建設工事現場視察
10月29日(木)	JV 会社の事業展開検討 土木工事現場視察と日本の土木工事技術の移転検討
10月30日(金)	日本～アーメダバード移動行程 PC コンクリート現地パートナーの情報収集
10月31日(土)	JV 工場の工事状況視察
11月1日(日)	アーメダバード～ムンバイ移動行程、日本～ムンバイ移動行程
11月2日(月)	インド企業面談(Relcon)、インド企業 PC 製品製造現場視察 (J Kumar)、MMRDA との会合・第3回
11月3日(火)	インド企業との面談(J Kumar)、社内打ち合わせ
11月4日(水)	ムンバイ～プネ移動、インド企業との面談(Shivamm, Band 他)
11月5日(木)	プネ PMC, PMRDA との面談、プネ Mula 川河川開発計画予定地視察
11月6日(金)	プネ PCMC との面談、プネ～ムンバイ移動、MMRDA との会合・第4回
11月7日(土)	ムンバイ～日本移動行程
11月8日(日)	日本帰国

3-1-4 第4回現地調査(2016年2月)

第4回次回現地調査は、2016年2月期間の2016年2月23日から25日の3日間、においてPC型枠・製品のデモンストレーションを、1月に竣工式を行った、グジャラート州アーメダバード郊外に所在する、不二コンクリート工業、トヨタ工機と現地 Silvertch 社の3社合弁である、Fuji Silvertch 社並びに、トヨタ工機現地法人である Toyota Forms India 社のそれぞれの工場2か所で実施した。

2月24日は主としてマハラシュトラ州関係者および、鉄道関係者を招いた。マハラシュトラ州からは、MMRDA から2名以外に、プネ市当局 (PMC)、 ピンプリチンチウッド市当局 (Pimpri Chinchiwad Municipal Corporation: PCMC), およびプネ都市圏開発機構 (Pune Metropolitan Regional Development Authority: PMRDA)と、鉄道関係では インド鉄道建設公団 (Railway Vikas Nigam Limited: RVNL)から3名の、合計約10名の参加を得た。25日にはグジャラート州関係者を招き、州政府関係者並びに民間企業・コンサルタントなど合計で約30名の参加があった。(なお2月23日は結果として参加希望者はなく、上述両日の準備に充当した。)

2月24日の展示・説明会は、以下のように進行した。25日についても概ね同様の内容で実施した。

Timeline for Feb 24, 2016					
Reserved for Government and Public Sector Guests By Invitations only					
Legend: TFM – Toyota Forms India, FST – Fuji Silvertech					
	From	Till	Contents	Remarks	
1	10:00	10:30	Registration / Morning Coffee	@ FST a) Admin Area	
2	10:30	10:50	Demonstration of "Precast Concrete Products Development" Opening Speeches	@ FST b) Admin Area	
3	10:50	11:30	Video and Slide Presentations	@ FST b) Admin Area	
4	11:30	12:30	Viewing of i) Precast Concrete Factory ii) Precast Forms, and iii) Precast Concrete Products	@ FST c) Factory and d) Backyards	
5	12:30	13:00	Precast Concrete Production Demonstration	@ FST e) Molds in Factory	
6	13:00	14:15	Lunch & Speech	@ FST f) Admin Area	
		14:15	14:45	Move to Toyota Forms India Factory	By car
7	14:45	15:45	Precast Concrete Molds Factory Visit at Toyota Forms India Pvt. Ltd.	@ TFM Site	
8	15:45		End of Demonstration Event	@ TFM Site	

図 3-1 デモンストレーション・タイムスケジュール

(出所)JICA 調査団

また、当日の展示の順路は以下の通りである。

上述の行程 4. で工場内を見学後 i) に、工場建屋内に設置された PC 型枠についてのパネル ii)を説明、その後一旦工場を出たうえで、日本より輸送し陳列された PC 製品を見学 iii), その後再度工場内に戻り、行程 5. PC 製品製造デモを見学するという手順を採用した。

これは、まずPC製造工場を概観しつつ、まずPC製品製造の素材となるトヨタ工機製の各種、用途別に用意したPC型枠と製品のパネルの展示により、型枠と製品への理解を得ることに主眼を置いた。各見学者からは型枠の精緻さ、また操作性の良さに興味が示された。つぎに完成品としてのPC製品8点の展示を見せ、製品を直接見る、触るなどの機会を見学者に与え、表面の仕上がり、クオリティの良さについて体感できる機会を設けた。参加者はそれぞれ直接に製品に手で感触を味わい、その滑らかさ、均一性に高い評価の声があがった。その上で、再び工場内に戻り、実際の型枠への打設デモを実施した。特に25日には高流動コンクリートが型枠に流れ込む様子の滑らかさには多くの参加者が高い評価を与えていたことは、特記すべきであろう。

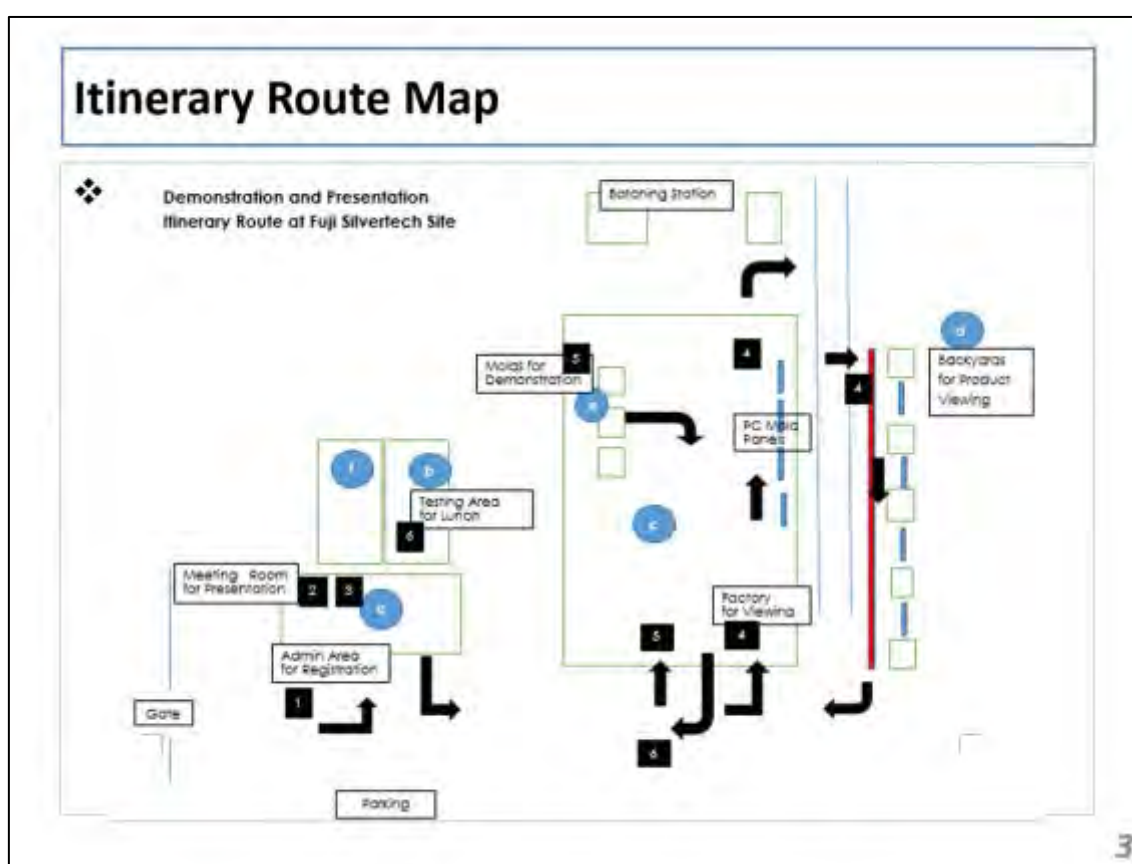


図 3-2 デモンストレーション・ルートマップ

(出所)JICA 調査団

このあと、昼食をはさんで、第2会場である Toyota Forms India のPC型枠製造工場を見学した。この工場内にはインド初上陸とされる大型プレス加工機もすでに設置済みであり、また組立部門での実演・説明も好評であった。



PC 製品展示



PC 製品及び型枠の説明パネル展示



プレゼンテーション



生コン投入デモンストレーション



PC 製品説明



PC 製品用型枠説明

図 3-3 デモンストレーション写真

(出所)JICA 調査団

3-2 製品・技術の現地適合性検証結果（非公開）

3-3 対象国における製品・技術のニーズの確認

デモンストレーションを実施した2月24日、25日ともに、最後に意見交換会を開催し、インドにおけるPC製品・技術のニーズの確認を行った。大学関係者からは、PC製品のインドにおける認識を深める必要があるとの意見があり、政府関係者からは、PC製品を公共事業の仕様書にスペックインするための取り組みについてコメント、民間事業者からは、住宅分野でのPC製品活用可能性についてコメントがあった。日本のPC製品の品揃えで、インドのPC製品のニーズに対応できることが確認されたが、同時にPC製品の認知度を高める工夫が必要である。また防災分野に限らず、住宅や交通の分野でのニーズが高いことが確認された。

- ・ (MMRDA Mr. Chiwane) PC製品をマハラシュトラ州の公共事業に取り入れるには、PWD（公共事業局）が決める入札仕様書にスペックインする必要がある。PWDを訪問して協議を行うことを勧める。インドの公共事業には県ごとにDSR（District Schedule Rate）という公定価格が設定されており、DSRの±10%であれば落札可能だが、±10%を超えた場合、落札は難しい。PC製品がどれだけ価格競争力があるのか、試されることになるだろう。
- ・ (FujiSilvertech Mr. Brijish) 各州のPWDの入札仕様書にスペックインするというよりは、PWDの仕様は中央政府のBIS規格に基づいているため、BISにアプローチをしたほうが有効であると思われる。
- ・ (DFCCIL Mr. Gupta) 鉄道省傘下の貨物専用鉄道公社（DFCCIL）ではデリー～ムンバイ間の鉄道事業を進め、メガプロジェクトを計画しているため、PC製品の活用に大変関心がある。プラットフォームや枕木などあらゆる分野でPC製品を活用できると感じており、今後も情報交換を行いたい。
- ・ (NIRMA 大学土木工学部教授 Dr. Patel) PC製品はインドにとって新たな分野であり、新たな市場を創造する大きな可能性を秘めている。PC製品の優位性について人々の理解を深める必要があるが、インドでは汚職が蔓延していることもありインフラの質が低い。教育の場で「良質なインフラ」について学生に教え、PC製品の活用が良質なインフラを形成することを広めていきたい。そのために、日本の技術者を講師として招き、PC製品についてレクチャーをお願いしたい。
- ・ (Tata Housing Mr. Rashmikant Shah) モディ首相は「Housing for All by 2022（2022年までにすべての人々に住宅を）」という政策を進めており、タタ・ハウジングも中間・低

所得者層向け住宅を広めていきたいと考えている。インドのハウジングの分野は大きな市場であり、PC 製品の活用も行いたいと考えているが、コスト面で、政策に合致するような価格競争力のある PC 製品の登場を期待している。

3-4 対象国の開発課題に対する製品・技術の有効性及び活用可能性の確認

3-4-1 PC 製品の認証方法の確認

(1) BIS 規格

インド規格院 (Bureau of Indian Standards : BIS) は消費者食糧公共配給省傘下の政府系機関であり、インドの製品規格策定を行っている。BIS の規格はニューデリーの本部で策定され、製品認証は州の支部が行っている。製品認証を受けたのち、BIS 認証マークを付した製品製造が可能となる。BIS 規格のほとんどは製造者向けのガイドラインとして機能し、義務付けられたものではないため、BIS 規格に従うかどうかは製造業者の判断となる。一方、約 92 の BIS 規格については製造において規格に従うことが必須となっている。BIS はこれまであらゆる業種の 19,000 以上の規格を策定し、規格は国際標準化機構 (ISO) が定めた関連ガイドラインと調和している。

(2) BIS ライセンスの手続き

BIS ライセンス取得には 2 つの方法がある。

1. 通常手続き (Normal Procedure) - 申請者は必要書類と申請手数料を最寄りの BIS 支部に提出する。提出後、BIS のスタッフが申請者の適正、能力などを確認するための工場審査を行う。サンプルの試験を工場内で行い、スタッフにより工場外でも試験が行われる。試験に合格後、4 カ月以内に BIS ライセンスが付与される。初の技術のライセンスにおいては 6 カ月要することもある。
2. 簡易手続き (Simplified Procedure) - 申請者は BIS が承認している試験場においてサンプルのテストを行い、申請書類とあわせて BIS に提出する。その後 BIS によって検証訪問が行われ、検証報告書に問題がないと確認された後、30 日以内にライセンスが付与される。この簡易手続きは自発的な認証を対象とする製品で利用可能だが、インド初の技術の製品においては通常手続きが必要となる。

ライセンスの有効期間は 1 年間であり、定期点検、サンプルテストなどの結果を参考に、その後 1-2 年間更新が可能である。また、外国製造業者も BIS 認証マーク利用ができ、BIS は外国製造業者認定制度を実施している。現在、世界 40 か国において 50 以上のインドの規格のために 350 のライセンスが付与されている。

(3) PC 製品の認証方法

排水パイプ、ブロックなどの一部 PC 製品の BIS 規格は存在するが、ほとんどの BIS 規格

は自発的に取得されているのが実情である。BIS のホームページに記載されている PC 製品は以下表のとおりである。

表 3-4 PC 製品の BIS 規格

IS 番号	製品名	登録事業者数
IS 458 : 2003	PC パイプ(鉄筋あり、なし)	490
IS 5820 : 1970	PC ケーブルカバー	5
IS 12592 : 2002	PC マンホールカバー、枠	65
IS 15658 : 2006	PC 舗装ブロック	161

(出所)BIS ホームページをもとに JICA 調査団作成

PC コンクリート製品/型枠の製造に BIS ライセンス取得は必須ではないが、製品の品質を証明し、認証されることにより製品への信頼性は高まり、また政府案件応札の際に仕様書に BIS 規格を取得した製品利用が義務付けられた場合、入札条件において有利となるため、BIS ライセンスを取得する意義は大きい。また、マハラシュトラ州との協議においては、現行のインドの公共事業入札では価格競争が審査基準となっているが、ライフサイクルコストや耐久性を審査基準に取り入れることで、PC 製品の落札が優位となる仕様書作成を行うことができるとの確認を得た。

第4章 ODA 案件にかかる具体的提案

4-1 ODA 案件概要

普及・実証事業

PC 製品およびその製法・技術・施工・管理に関し、インドの、防災管理・開発を通じた防災対策、現地適合性を高めるための実証活動を通じ、その普及を進めることを目的とし、普及・実証の取り組みにより、より多くのインド国の防災対策公共事業や ODA 事業に PC 製品・技術などが活用される 普及・実証事業を提案する。

4-2 具体的な協力計画及び期待される開発効果

4-2-1 目的

PC 製品およびその製法・技術・施工・管理に関し、インドの、防災管理・開発を通じた防災対策、現地適合性を高めるための実証活動を通じ、その普及方法を検討することを目的とする。実証・普及の取り組みにより、より多くのインド国の防災対策公共事業や ODA 事業に PC 製品・技術などが活用され、あるいは市場を通じその製品・技術が広がり、提案 4 社のインドへの事業展開とともに、各中小企業所在する地域経済活性化のさらなる促進が期待される。

インド政府の防災対策は政府が中心になって推進が図られているほか、国際開発機関・二国間援助機関も実施してきているが、その内容は災害危険個所の監視体制・装置整備、同ハザードマップ策定、防災教育など、いわゆるソフト面に限られ、具体的な工事施工による防災対応策は非常に限られていると言わざるを得ない。インド政府からは州レベルではあるが、防災関連社会インフラ整備について開発援助機関への期待は高い。インド政府からの社会資本インフラ整備支援整備政策に応えるかたちで、我が国からの公的開発援助の一環としての防災対策開発支援を展望し、本事業による我が国の PC 製品活用した普及・実証活動を通じて訴えることも併せて提案する。この面では普及・実証事業の実施場所の製品特性からみて移動が困難であるが、事業実施の関連州・地域に限らず、国内幅広く製品普及を目指すことを提案する。

また、今回の案件化調査を機に、国内 PC 製品メーカー他社からも、インド市場・進出につき高い関心が寄せられており、今後の ODA 案件実施に向けては、提案 4 社を超えた我が国企業の参画の可能性も高いと見るが、以下については現在の提案 4 社を前提とした提案内容としている。

加えて、共同企業体各社の製品は防災に限らず幅広い分野での型枠・PC 製品が製造されている。多分野での活用は各社の事業戦略にもかかわるが、広義の防災を軸に、道路、鉄道、河川などでの応用・展開可能性を視野にいたした事業展開を念頭に考える。

4-2-2 普及・実証事業期間

2016年10月より2019年3月までの3年間を想定

4-2-3 目標および成果

普及・実証事業を通じ、PC方式による施工・据付による工期・工事費の短縮、品質・機能の向上が実証され、PC方式が普及することにより、インドの防災対策に資することを目指す。

表 4-1 普及・実証事業目標及び成果

目的:PC 製品およびその製法・技術・施工・管理に関し、インドの防災管理・開発を通じた防災対策 ¹⁰ 、現地適合性を高めるための実証活動を通じ、その普及を進める	
成果:	活動:
成果 1: PC 製品の施工・据付が適切に行われる	<ul style="list-style-type: none"> ・ サイト選定 ・ 測量実施 ・ 施工業者選定 ・ 型枠出荷、PC 製品製造 ・ 現地掘削工事、PC 製品据付、埋戻し
成果 2: C/P 職員が PC 製品施工・据付を適切に実施する能力を身に付ける	<ul style="list-style-type: none"> ・ C/P 職員に対し PC 製品施工・据付に係る技術指導を実施 ・ 本邦研修を実施
成果 3: 事業参加各社のインドでの事業展開が発展・加速される	<ul style="list-style-type: none"> ・ BIS 認証取得 ・ 現地企業との事業提携
指標:	
<ul style="list-style-type: none"> ・ 施工・据付期間が現場打ちに比べ短くなる ・ 施工・据付費が現場打ちに比べ安くなる ・ 品質・機能が現場打ちに比べ向上する 	

(出所)JICA 調査団

4-2-4 先方機関

2016年1月に共同企業体メンバーである トヨタ工機のインド現法 (Toyota Forms India Pvt. Ltd.: TFM) 工場が、そして同じく現地企業と不二コンクリート工業ならびにトヨタ工機の3社合弁企業 Fuji Silvertch Pvt. Ltd.: FST) が、それぞれグジャラート州アーメダバード近郊に竣工し、本格操業に向けた準備が開始された。続いて2月に本調査による展示・説

¹⁰ 道路・河川などの土砂災害、とくに道路壁面崩落、洪水による冠水などの防止・軽減対策などへの PC 製品活用による施工実施を通じた、社会資本インフラ整備支援整備

明会実施の前後からマハラシュトラおよびグジャラート州の関心は高まり、今後の普及・実証において可能性の高い先方機関は以下の通りである。

これまでは MMRDA を先方機関として協議を進めてきているが、現時点では上述の最近の動きに即しいくつかのオプションも考えられる。ただし現状ではこれまでの経緯もあり、MMRDA を普及・実証事業の最有力候補として検討・対話を継続する。

・マハラシュトラ州政府救援・復興局災害管理ユニット (Disaster Management Unit, Relief and Rehabilitation Department, Government of Maharashtra: DMU)

DMU は州政府救援・復興局のなかで、災害管理の政策面担当ユニットである。担当局長は本年 1-2 月にかけて JICA の防災研修で訪日し、東日本大震災・同津波、阪神淡路大震災などの被災地を含め広く視察を行い、また防災関連研修も受け帰国しており、我が国をモデルとした防災政策の具体化、実施について関心が高い。防災への意識向上、防災教育普及などのほか、いわゆるパイロットレベルでの実証の予算を取り付け、公共事業局 (Public Works Department: PWD)を通じ実施する計画を持っている。

これを受けて、DMU より、本調査の次のステップとしての普及・実証への全面的な協力表明があった。具体的には、ムンバイ市内 MMRDA、あるいは 2014 年 7 月の大規模土砂災害発生を教訓に、本格的取り組みを開始しているブネ地域を対象として考えたいとの表明があった。一方州レベルの社会インフラ整備として、道路・河川等の防災対策公共事業の計画・実施への期待は高く、公的開発援助の一環としての我が国への支援要請準備についても協力を求められている。

・MMRDA

MMRDA は 本案件化調査における先方機関として位置付けられてきている。MMRDA は、ムンバイ都市圏における開発計画を調整する最高機関として 1975 年に設立された。都市交通、住宅、給水、環境などの分野における計画準備、政策策定、案件実施を行い、主にムンバイ大都市圏の土地利用計画、成長計画に関係しており、MCGM (ムンバイ大都市圏当局) と密接に連携している。

防災分野に関しては、ムンバイ都市圏開発の一環として、とくに都市交通に係る分野では交通計画・交通網整備に係る計画の策定および実施に中心的な役割を果たしているほか、交通渋滞軽減のほか、防災の観点では雨季の洪水・冠水対策、側溝・下水等の排水対策、道路基盤整備として掘割り部分などでの側壁改良・整備なども重点的に実施している。

案件化調査では、管轄域内のいくつか候補地の提示を受け、調査団から対応案の提示も行ってきている。直近の先方との協議では BKC コンプレックスにある、土砂災害発生地への対応を求められており、いくつか提示を受けた中から、普及・実証の対象として考えたい旨提案があった。同所は BKC コンプレックス内にあり、展示効果が大きいと思料され、今後に向けて協議・検討を続けることとしたい。

なお、昨年 6 月本調査開始後提示を受け、当方で対応を進めてきたバドラプール地区の道路脇土砂災害危険箇所については、場合によっては早期の対応を求められることもありとの協議を受けており、本案件化調査、あるいは普及・実証対象候補から外れる可能性もあるとのことである。ただし、MMRDA は土砂災害危険箇所としてバドラプール地区以外のサイトを提示する可能性があるとのことである。

・Pune District Office / Pune Municipal Corporation (プネ地域当局)

DMU の紹介を受け、プネ郊外の 2014 年 7 月に発生した土砂災害現場および危険箇所を訪問した。関連自治体からの復旧・復興プログラムもしっかりと組み立てられており、地域を挙げての取組みには高い評価をるところであるが、遠隔地でもあることから、普及・実証の取組みとしてはデモンストレーション効果が十分には期待できないと判断された。これを踏まえて再度プネ地域当局とも協議を行った。

先方の災害対応、とくに土砂災害、河川護岸などの意欲は、2014 年の災害を踏まえてとても高く、上述 DMU とも連携しての全面的協力につきプネ地域当局から申し入れもあったところである。とくにプネ市内を貫流する ムラ・ムタ川については雨季の氾濫等で被害が定期的に発生しているところでもあり、河川の護岸・美化計画が端緒についており、調査団も昨年現場の視察を市当局の案内で行っている。加えて 2016 年 1 月にはムラ・ムタ川水質浄化プロジェクトが JICA 円借款締結となり、調査団も兼ねてから指摘していた、河川浄化と併せた護岸整備計画との補完による防災・環境の大きな改善が期待できる。

さらに、プネ地域当局からは、この地域の大規模護岸改修計画の一部を切り分け、直轄のパイロット事業として 普及・実証事業の対象として検討したいとの申し出もあった。

・Government of Gujarat State (グジャラート州政府)

トヨタ工機インド現法を通じての PC 型枠供給、Fuji Silvertch によるグジャラート州におけるそれぞれの生産拠点が 2016 年 1 月に竣工し、PC 製品生産・供給体制が、ほぼ固まりつつある。これまで案件化調査団としては 2015 年 7 月にグジャラート州政府の河川局、および道路局と協議の機会を設け、今後の普及・実証に向けた可能性を探ってきた。今般両社工場の竣工により、地元グジャラート州での事業機会は増えていくものと考えられる。両社製品の普及・実証については、いわゆる地の利を活かし、事業基盤を固める手段として、次期普及・実証を活用し、PC 製品の市場拡大への活用が多いと考えられるところである。現時点で担当部局、具体的該当案件については確定していないが、Fuji Silvertch の現地側パートナーは当地の有力ゼネコンであり、具体的な候補地絞り込みへは難しくないとみている。

4-2-5 対象地域

ムンバイ MMRDA 管轄地域のみならず、上述のようにマハラシュトラ政府 災害管理局とも、ムンバイとともに、プネ地域における防災支援を念頭に、さらに共同企業体 2 社の拠点のあるグジャラート州を、対象地域候補と考え、その中から 1 か所を対象地域として普及・実証を考える。

すなわち

- ・ MMRDA BKC コンプレックス内 土砂災害対応箇所
- ・ プネ ムラ・ムタ川 護岸工事対象地域内の普及・実証用として指定されたパイロットプロジェクト箇所
- ・ グジャラート州政府との協議を通じて合意する州内の災害対応箇所を、対象候補地域として定め、今後検討・協議を続けていくこととしたい。

なお、以下の各項目の検討・提案は、昨年来案件化調査をとり進めてきた MMRDA での実施を前提として記述する。

4-2-6 投入人材

本共同企業体の技術メンバーを配置する予定。

4-2-7 カウンターパート、関連公的機関等との協議状況

MMRDA とは案件化調査の前から協議を重ね、サポートレターも取得した。案件化調査の中でも先方は前向きかつ協力的であり、またデータ等の提供についても基本的に協力的である。これまでの 3 回の現地業務期間中には、ハイレベルな会合から、技術面での打ち合わせも綿密に行い、双方の普及・実証にむけての理解は深まってきており、かつ期待感も高い。

4-2-8 実施体制及びスケジュール

(1) 実施体制

本普及・実証事業に係る実施体制案は以下の図に示す。

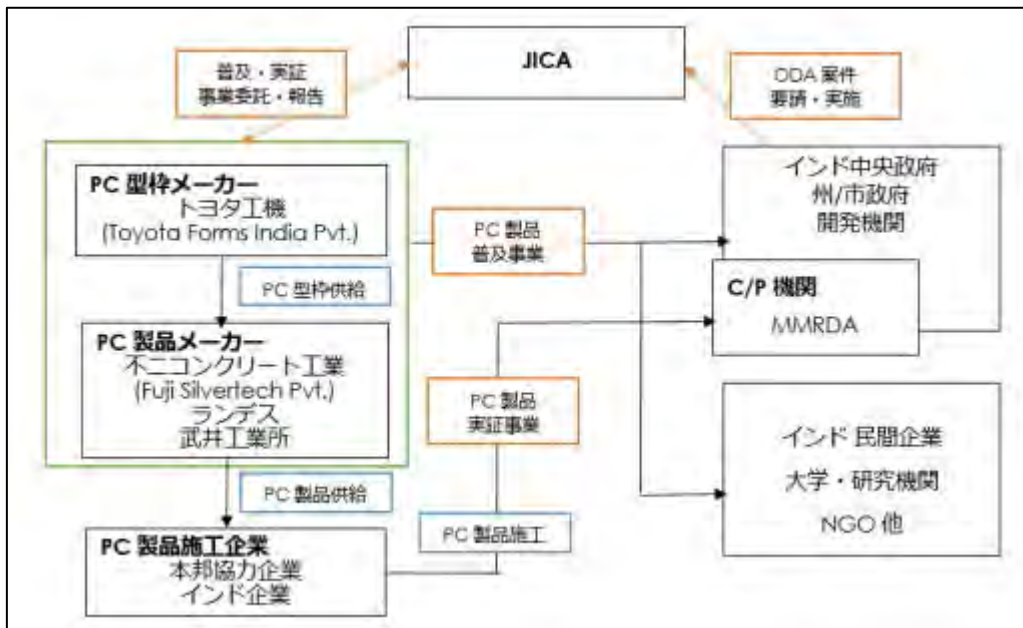


図 4-1 普及・実証事業実施体制

(出所)JICA 調査団

(2) 実施主体

- トヨタ工機および Toyota Forms India Pvt.
- 不二コンクリート工業 および Fuji Silvertch Pvt.
- ランダス
- 武井工業所
- PC 製品施工業者

(アドバイザー：日本開発政策研究所)

(3) 活動内容及び実施スケジュール

インド・プレキャストコンクリート製品の普及・実証調査 実施予定スケジュール

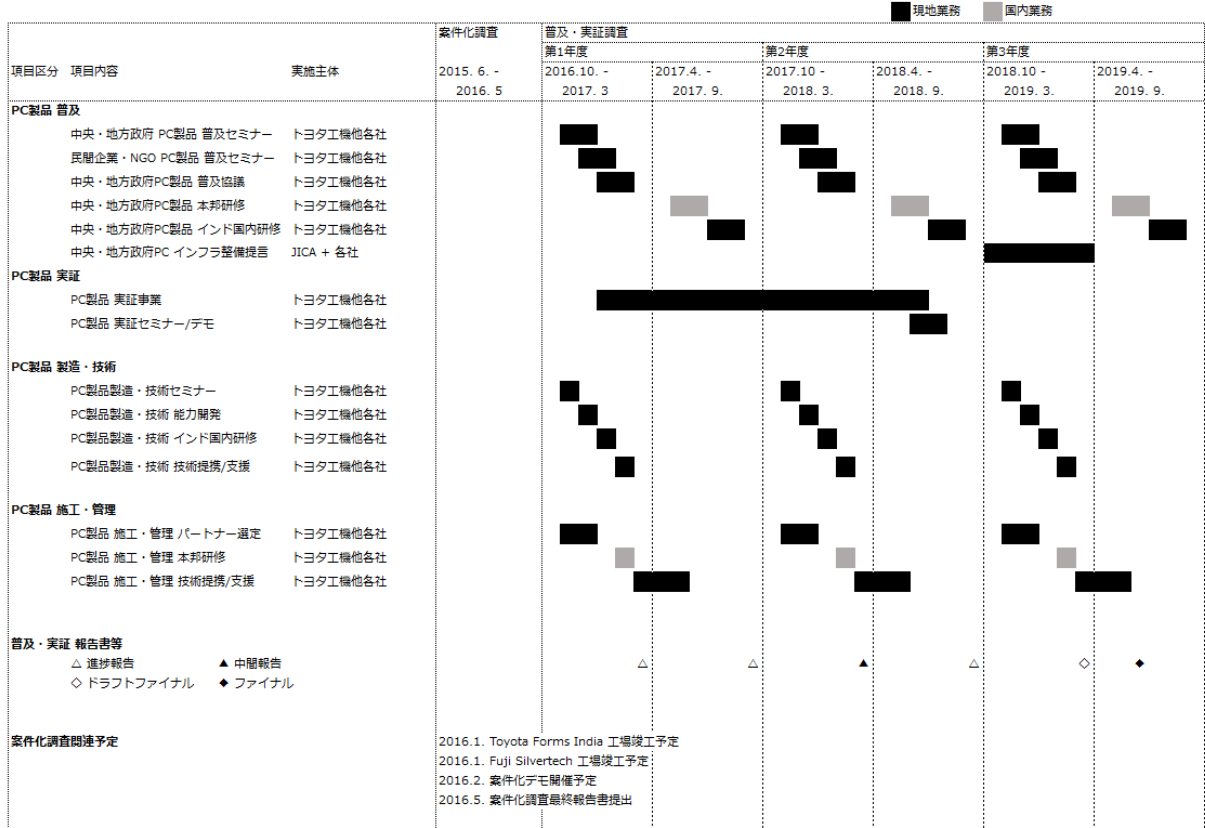


図 4-2 普及・実証事業スケジュール

(出所)JICA 調査団

・ 普及事業

PC 製品は未だインドにおける普及は十分でないことから、本普及・実証事業では、インド中央・州政府、民間セクターから NGO なども含めて幅広く、また関連業界の展示会などの場も活用した普及活動を行い、案件化に備えることとする。また中央・州など政府関係者向けには PC 製品普及セミナー、デモ、本邦研修、インド国内研修などを普及活動の一環として実施する。なお、この際 防災分野に限らず、PC 製品の応用・活用につき幅広く普及を図ることも行うこととする。

・ 実証事業

提案する ODA 案件の活動にかかわるカウンターパート(C/P) 機関および案件参加者との協力実施体制を以下に示す。想定している普及・実証事業では、トヨタ工機インド社から PC 型枠の提供を受け、事業参加各社がインド企業との提携・連携による技術指導を行う形で、事業対象地における PC 製品の施工・据付を行う予定である。

- ・ **PC 製品に係る製造・技術**

PC 型枠・製品製造については トヨタ工機他各社が それぞれ現地法人あるいは、今後想定されるインド・ローカル企業との技術支援、出資、提携などの事業連携を通じ、製造・技術の支援を行うこととする。

- ・ **PC 製品に係る 施工・管理**

PC 型枠・製品に係る施工・管理については トヨタ工機他各社が それぞれ現地法人あるいは、今後想定されるインド・ローカル企業との技術支援、出資、提携などの事業連携を通じ、施工・管理の支援を行うこととする。

- ・ **協力額概算**

普及・実証事業 渡航回数：6回 渡航者増加2名 9.75人／回
(2名内訳：施工・管理技術者2名)

人件費：案件化調査契約金額×1.5≒1884万円

直接経費：旅費 現地活動費 は ×1.5×1.25

本邦受入活動費：136万円 1名 3往復

招聘者、本邦受入のメニューは今後検討予定。

PC 製品製造費：2300万円

エコボックス 6mH 幅 110m 相当 (NETIS 300万円 6mH 幅 15m)

第三回現地調査時において、普及・実証事業の工事規模を試算し、PC 製品を普及させるための製品価格を把握するために、各種費用項目の単価調査を MMRDA 及び現地建設業者 3社に対して実施した。

単価調査の結果、石材などの素材価格は、MMRDA と建設業者の価格差があり、人件費や機材のレンタル料については、規則性がなく数倍の差が見られた。これは MMRDA の仕入れ価格と建設業者の仕入れ価格の違いであると思料され、また建設業者間でも、自社のグループ内で調達できる企業と、社外より仕入れる企業での差があるものと判断される。

コスト調査で判明したことは、次のステップの普及・実証事業での工事規模の算定方法は、日本での価格算出方法で、算出することで予算オーバーを回避できる可能性が高いと判断した。但し、現地の施工会社がどれだけ利益を上乗せするかが不明のため、実際の工期と価格は、測量図に基づく地元会社の工事費用総額を把握した上で、PC 製品の価格を検討すべきであり、そのために普及・実証事業での検証が不可欠であることの認識に達した。

日本では、測量図を役所で管理されており、工事現場の情報提供がある上で、PC 製品の見積図を元に積算が可能であるが、MMRDA には測量図がなく、工事の都度測量している

ことが、第三回目の調査で判明した。今後は、現地で PC 製品を施工する会社から、見積りを得るために、測量図及び地耐力を現地業者で測定しないと、希望する見積り取得できない。

測量を実施し、PC 製品の割付図を作成してから、現地の PC 製品施工会社に、見積り依頼ができる状態となる。故に本案件化調査の段階で測量を行う予定ではなかったため、測量図に基づく見積り積算を行うことが困難となったため、普及・実証事業において実施すべきと考えている。

4-2-9 具体的な開発効果

開発効果については、定量的な提言を導くことを留意しつつ検討中。現地スタッフ・傭人を通じて、C/P 機関との協議、考え方のすり合わせなどを継続的に実施。

(1) インド防災政策との関連での開発効果

2012 年より実施されている第 12 次 5 カ年計画において防災への投資による災害の防止・軽減は被災後の救援や復興に対する支出において、経済的また社会的に有利であると明示した上で、災害防止・軽減を重視した政策への方針の転換を行ってはいらぬものの、2009 年に制定された国家防災政策 (NPDM) 災害予防・軽減・準備など 10 分野より構成され、戦略的取り組みや関係者の役割、各関係機関の取るべき活動を示しているものの、同政策にはこれらの諸活動に必要な予算に関する情報や実施計画が示されていない。

また 2015 年に実施された「インド・防災に関する情報収集・確認調査」において、災害発生後の対応はそれなりに可能であるとはするものの、物理的インフラ整備、たとえば土砂災害などにおいて事前・予防の観点からの対策は十分とは言えない。

このようにインド国政府の防災に関する対応は、未だ事後的な対応・認識にとどまっているレベルであり、政府戦略等での予防的対策事業等の実施が明示されていないことが課題である。

この対応としては、まず本調査の後継である「普及・実証事業」を通じて、政府へ予防対策の重要性の認識とその実施を訴えていくことが重要であり、この災害予防の面で、民間事業による努力のみならず、我が国の豊富な経験に基づいた ODA による十分な支援が求められるとみられる。

具体的には本事業で共同企業各社が本案件化調査で PC 製造技術の高さ・製品の良さ、特に品質が高く、工期が短く、ライフサイクルコスト低減の実現が可能であることを示したが、共同企業体が本案件化調査期間中に実現した PC 型枠製造工場、同製品製造工場それぞれを通じ、また近々実現が期待される新たな取組みも加え、民間事業レベルからの発信を、インドの官民双方の関係者に対し、今後「普及・実証事業」を活用して示していくことが期待される。

これらの状況を踏まえ、まずは、PC 製品の特性を活かした施工を伴う災害防止・軽減事

業の実施、すなわち本普及・実証事業を通じて、共同事業各社事業展開の一環として、防災対策工事を通じた社会インフラ整備への貢献を通じた、災害防止・軽減の開発効果は大きいものがあると考えられる。

PC製品の品質もさることながら、とくに公共事業の主な発注先である州政府等は、その調達にあたって価格意識が強いが、今後共同企業各社のさらなる進出により、価格競争力を持ったPC製品の市場への提供に加え、今後インドでも導入が進むとされるライフサイクルコスト方式調達も相まって、質が高く長期間使用に耐える製品の導入、施工による、インド経済・社会への開発効果はとて大きいと期待できる。

すなわち、実証活動で具体的に展開することにより、普及活動による理解の深度化も得つつ、防災対応、とくに土砂災害および洪水・冠水などの防止・軽減に効果を発揮し、インドにおける経済・社会発展に十分に貢献できると考えられる。

加えて、これらPC製品による防災の普及・実証活動を通じての取組みは、単に企業レベルに留まらず、国・地方政府での具体的な防災計画・実施にむけての経済・社会インフラ整備への理解を深め、これら政府機関によるより積極的かつ現実的な防災対策の企画・立案が可能となることから、日本の技術・製品に着目したインド政府レベルでの防災対策の企画・立案そして実施に向けた検討、ならびにJICAによるODA支援による貢献が行える可能性が高いと考えられる。

この場合には、本案件化調査に参加し、また普及・実証に参画する可能性の高い各社のPC製品による本邦技術・製品の活用が図られる可能性も高く、経済・社会インフラ分野では難しいとされてきた、本邦企業製品の公共土木事業参加をテコにした事業展開の拡大も期待できる。

我が国の「災害対策基本法」を中心とした対策、とくに本調査との関連でいえば、防災計画、災害予防、そして災害復旧には、共同企業体のPC製品の活用に大きな効果が期待できるとみられる。こういったこれまでの工事を伴う防災対策事業実績・効果の紹介を、次の「普及・実証事業」を通じて関係者に強く訴えると共に、インド国政府関係者に予防対策事業の必要性・効果を示し、そしてインドにおける防災対策事業の政府開発戦略の中での明確化、同対策事業の実施の必要性の認識が高まり、日印政府間レベルでの新たなODA事業として発展し、これらの我が国の技術・製品を活用した新たな展開となることも望まれる。

つぎに具体的な防災に係る開発効果からさらに発展させた、プレキャストコンクリート事業・製品の便益として以下を述べる。

(2) 従来の現場打設方式コンクリート製品と比較優位性に基づく便益

インドではまだ一般的である、在来/従来工法、すなわち現場打設方式との比較において、本事業のような PC 製品・技術・施工の優位性は、インフラ整備が必要とされるインドにおいて、以下の直接的・技術的開発効果があると考えられる。

- 高品質であり 製品が均質であり、ムラがすくない、
- 施工の際の天候に影響されにくい
- 短い工期での施工が可能
- コンクリートの使用量が少ない、
- ライフサイクルコスト低減

の実現が可能となるが、これらの効果を実現し、評価を得るには、本邦技術・製品による支援が必要かと考えられる。上述の便益については、定量分析による測定につきインド側も交え検討を継続し、次期調査に備えたい。

すなわち、次のステップの普及・実証事業を通じて、共同提案各社のインド進出・事業が今後加速し、PC 製品の一層の普及を図ることにより、まず PC 製品の良さとしての、均質性、耐久性などの製品特性に加え、工事施工現場における従来工法との比較での工期の短縮、使用コンクリート量の軽減などについての理解・認識・関心が高まり、普及が進むことを目指すことが可能となる。

加えて、価格面での競争力を持った PC 製品の市場への提供とその普及、および主な発注先である州政府等公共事業主体はその防災対策事業での調達にあたっての価格意識が強いが、今後導入が進むと期待されるライフサイクルコスト方式調達での検証を行うことにより、質が高く長期間使用に耐える製品導入、施工による各種便益の普及も期待できよう。

これらを実証活動で具体的に展開することにより、普及活動による理解の深度化も得つつ、防災対応、とくに土砂災害および洪水・冠水などの防止・軽減に効果を発揮し、インドにおける経済・社会発展に十分に貢献できると考えられる。

(3) PC 製品の多分野での応用・活用による便益

PC 製品の利用は、単に狭義の防災にとどまらない。すなわち広義の防災とも考えられる、交通インフラ整備、たとえば道路・鉄道・港湾などにも PC 製品の活用は、我が国でも、PC 製品の導入そして普及がいわゆる治山・治水事業に向けて実施され減災・災害予防に貢献していることは言うまでもない。たとえば道路・鉄道トンネルの内壁用製品などは PC 製品活用の一例であり、トンネル内での防災に大きな役割を果していると言ってよい。

インドでは上述したように PC 製品の普及は十分とは言い難く、先の 2 月に実施した展示・説明会でも確認済みであるが、防災対応の普及・実証を通じた各方面への同製品普及にも十分な効果が期待できると考え、普及・実証期間中に、これら各方面への中央政府ならびに州・市など地方政府へ、多分野での活用についての働きかけを行うことも実施する

ことも展望する。

4-2-10 対象地域及びその周辺状況

(1) 普及・実証事業の対象サイト候補地の選定基準

表 4-2 普及・実証事業ショートリストの選定基準

選定基準	最適な状態
防災内容	崖崩れ防止 又は 護岸対策
防災対策の緊急性・優先度	高い
短工期	周辺道路の混雑防止
崖高さ	6m前後
同類の崖崩れ対応を要す数	多いこと
土木工事業者	未定

(出所)JICA 調査団

(2) 候補地の概要

表 4-3 普及・実証事業候補地の概要

候補地	ムンバイ Badlapur	ムンバイ BKC 1 (BANDRA KURLA COMPLEX)	ムンバイ BKC 2
サイト番号	Site 1	Site 4	Site 5
立地	ムンバイ空港から東方約 60km	ムンバイ空港から南方約 10km	ムンバイ空港から南方約 10km
防災内容	崖崩れ防止	護岸対策	崖崩れ防止
土地活用	崖上部の土地所有者の面積を最大限活用する	河川局との折衝を要し、即着手は難しい	所有者:MMRDA
短工期	2017 年には完成することが条件	-	工事開始から2~3ヶ月で完了を要望
崖高さ	6m~8m	約5m	約3m
同類の崖数	現状不明	現状不明	現状不明
その他	道路を作るうえで、小山や丘を削って作る場所に必要な崖崩れ防止。	ごみの不法投棄場所になっており、護岸と緑化による美化と環境対策が求められている	防災の観点と道路脇の美化が混在する。

(出所)JICA 調査団

候補地の概要及び PC 製品による課題の解決方法は以下のとおりである。

2. 1) Proposals for Solutions to the Sites

Site Visit 1) Roadside Landslide June 24, 2015

- Development Issue
 1. To prevent roadside landslide
- Site visit photos



- Solution by PC products

Product name: **Eco Box**



図 4-3 Site No.1 ムンバイ Badlapur 対応策

(出所) JICA 調査団

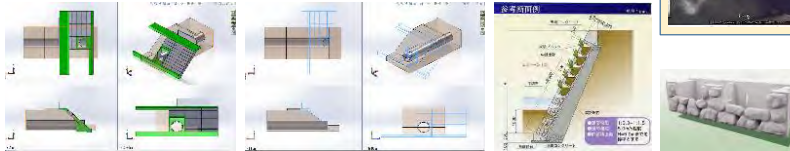
Site Visit 4) Revetment July 2015

- Development Issues
 1. To improve the river flow (to eliminate the roughness of the slope)
 2. To protect the bank soil (to avoid being flowed)
 3. To prevent from garbage dumping (dumping by tracks in the midnight)
 4. To keep existing drainage pipes
- Site visit photos

Note) filmed as panorama shooting with a curved form



- Solution by PC products



Product Name: **"Biotone"**



図 4-4 Site No.4 ムンバイ BKC1 対応策

(出所) JICA 調査団



図 4-5 Site No.5 ムンバイ BKC2 対応策

(出所)JICA 調査団

4-3 他 ODA 案件との連携可能性

インドでの防災分野における ODA 事業として、上述の通り以下の 2 事業が挙げられよう。

まず、JICA は 2014 年に「ウッタラカンド州森林資源管理事業」を対象として円借款貸付契約を調印し実施中である、本事業は植林等の森林管理事業を行うと同時に、大規模な洪水と土砂災害に対する災害復興を支援するものであり、被災地における治山（崩壊斜面上の土留等）、ならびに林道等の再建・修繕をはじめとする災害復興を実施している。

また 2015 年には「インド国防災に関する情報収集・確認調査」が実施された。インドにおける防災の状況を幅広く収集し、リスクコントロール及びリスクファイナンスに係る政策、制度、体制面の課題に重点を置いて、今後のインドの防災政策における協力の方向性を検討する事を目的とし、ビハール州、ウッタラカンド州およびアンドラ・プラデシュ州、アンダマン・ニコバル諸島を重点地域として調査が実施された。洪水、土砂災害、サイクロンなどの災害に対するリスク評価と対策工が課題として抽出されており、今後対策工実施の際に、PC 製品を含む日本の技術適用について検討が進むことが期待される。

両事業とも本件対象地域とは異なるが、インド防災計画対応の一環としてその意義は大きく、今後の普及・実証を通じて、土砂災害・洪水/冠水などへの PC 製品・技術を活用した連携の可能性は大きい。前者にあつては、本普及・実証事業で計画する 3 年間の中で、第 3 年目においてインド各地における PC 製品・技術の普及・実証セミナー活動を通じて、

その高い製品性能・品質、短い施工期間、ライフサイクルコストの低減効果などを訴え、普及に努めることが可能である。また後者については、すでに事業は終了しているが、当該事業により防災計画・組織体制は整備されつつあるものの、物理的・技術的対応は災害発生後の復旧処理が中心となっており、災害発生への事前対応、災害発生の危険性の高い箇所への対策は十分とは言い難い状況にある。

4-4 ODA 案件形成における課題と対応策

(1) インドにおける防災政策と課題

「第12次5カ年計画」において防災に関する事項は主に「水」、「科学技術」、「ガバナンス」の各章で記載がなされているが、特にガバナンスにおいて、「防災への投資による災害の防止、軽減は被災後の救援や復興に対する支出において、経済的また社会的に有利である」と明示した上で、災害防止、軽減を重視した政策への転換の方針を示している。

インド政府は災害の影響を予防・緩和し、省庁間を横断した防災計画実施のための制度的メカニズムを確保するため、国家災害管理法（NDM法）が2005年に制定された。

また、この国家災害管理法に基づき、防災能力向上のために設立された国家災害管理委員会（National Disaster Management Authority, NDMA）による災害に脆弱なエリアにおける予警報システムの構築、防災の主流化、国家・州・地域レベルの防災意識の向上に向けた取り組みが謳われている。

国家災害管理法（NDM法）に基づき、国家防災政策（National Policy on Disaster Management, NPDM）がNDMAにより制定され、2009年10月に国会承認を得た。NPDMは防災分野での政策転換を実現するための取り組みの一つで、10の分野から構成されており、1) 組織・法制度整備、2) 財政、3) 災害予防・軽減・準備、4) 技術的法制度の整備、5) 緊急対応、6) 復旧、7) 復興、8) キャパシティー・ディベロップメント、9) ナレッジ・マネージメント、10) 研究開発、となっている。

これら各要素は戦略的取り組みや関係者の役割、各関係機関の取るべき活動を示しているものの、同政策にはこれらの諸活動に必要な予算に関する情報や実施計画が示されていない。

このように2012年より実施されている第12次5カ年計画において防災への投資による災害の防止・軽減は被災後の救援や復興に対する支出において、経済的また社会的に有利であると明示した上で、災害防止・軽減を重視した政策への転換の方針を行ってはいないものの、国家災害管理法（NDM法）に基づき国家災害管理委員会（NDMA）により2009年に制定された国家防災政策（NPDM）は防災分野での政策転換を実現するための取り組みの一つである。

NPDMは1) 組織・法制度整備、2) 財政、3) 災害予防・軽減・準備、4) 技術的法制度の整備、など10分野より構成され、戦略的取り組みや関係者の役割、各関係機関の取るべき活動を示しているものの、同政策にはこれらの諸活動に必要な予算に関する情報や実施

計画が示されていない。

NDM 法は、各州に対して州災害管理局 (State Disaster Management Authority: SDMA)が、州災害管理計画 (State Disaster Management Plan: SDMP)を策定し、策定は、その実施も含め遅れ気味であったが、2015 年のモディ政権誕生とともに、災害管理に関する政策重視を受け各州での準備も早まってきている。

1-1) マハラシュトラ州

マハラシュトラ州は、州災害管理局 (Maharashtra State Disaster Management Authority: MSDMA)が、州災害管理計画 (State Disaster Management Plan: SDMP)を策定し、現在は州関係者に幅広く意見を取りまとめている段階にある。

対象分野としては、NDM 法に基づき、洪水・地震・サイクロン・道路から工場/原子力災害などまでを広範にカバーしている。また各災害対応として、ハザードマップ策定、河川水位・港湾潮位モニタリングポスト設置などの予防的措置から、省内関係部局との責任・連携・調整、および学校での災害予防・管理教育、省内関係部局との責任・連携・調整などもカバーしている。実施計画の詳細は今後はまだ待つところであるが、上述したように活動別予算については、これから順次詰めていくところと州災害管理局から聴取している。

1-2) グジャラート州

グジャラート州政府は、各州に先駆け 2003 年に州災害管理法(State Disaster Management Act 2003: SDMA) を成立させ、国家災害管理法 (NDM 法) に基づく国家防災政策 (NPDM) のガイドラインに従い、州災害管理局 (Gujarat State Disaster Management Authority: GSDMA)が、州災害管理計画 (State Disaster Management Plan: SDMP)を策定し、国家災害管理委員会(NDMA)に送致、承認を受け、現在実施計画 SDMP 2015-2016 を州政府内および関係者と協議・周知を図っている。

内容は多岐にわたるが、本調査との関係でいえば地震・サイクロン・洪水などを対象とし、関係各部門の災害予防・予知にかかる能力養成から、災害発生時の対応、復旧・復興を行う内容・責任・手順、災害種別対応計画などがその主な内容である。道路・河川など各部門ごとの対応は GSDMA の政策内容に応じ、実施されることになっている。

インドにおける経済・社会開発支援のひとつとして、この国家防災政策に則った政策の実施は、ようやく基本政策について各州レベルでの検討・策定が終わったところであり、その内容はいまだ予防的に工事を伴う災害対策事業の検討の段階には至っていないと思料される。しかしながら、単なる事後的な対応としての復旧・復興にとどまらず、災害予防対策としての社会インフラ整備が強く求められていることは、歴史的に治山・治水に大き

な努力を行ってきた我が国の歴史からみても、経済・社会発展のためには欠かせない公的
事業として、その役割・計画・実施が求められることは言うまでもない。

たとえばひとつの方策としては、この災害管理・災害防止の面で、ODAによる十分なる
支援が求められるとみられる。本事業のようなPC製品・技術による品質が高く、工期が短
く、そしてライフサイクルコスト低減の実現が可能となるような、本邦技術・製品による
支援が必要かと考えられる。

(2) インドにおけるPC製品の多角的利用可能性

さらに、PC製品は本件で進める防災対応以上の大きな経済・社会開発効果をもたらすと
みている。すなわち広義の防災と考えられる、交通インフラ整備、たとえば道路・鉄道・
港湾などにもPC製品の活用は、我が国でも、PC製品の導入そして普及がいわゆる治山・
治水事業に向けて実施され減災・災害予防に貢献していることは言うまでもない。たと
えば道路・鉄道トンネルの内壁用製品などはPC製品活用の一例であり、トンネル内での防災
に大きな役割を果していると言ってよい。

インドでは上述したようにPC製品の普及は進んでいないが、本防災対応の普及・実証を
通じた各方面への同製品普及にも十分な効果が期待できると考え、普及・実証期間中に、
これら各方面への中央政府ならびに州・市など地方政府への働きかけを行うことも実施す
ることも展望する必要があると考える。

特にMMRDAはインド最大都市ムンバイを対象にした行政を担っているが、全国規模で
まると、PC製品の市場範囲としては一般的に半径200kmを商圏と考えることが通例であ
るが、ちなみにインドで人口百万人以上の都市およびその勢力圏を図示すると以下のよう
になる。

すなわち、デリー、ムンバイ、コルカタを筆頭に、多くの大都市が西海岸に集中してい
ることが読み取れる。ムンバイ同様に道路・河川等の防災対策がほぼ同様に求められてい
るものと考えられる。これらインド各地にPC製品の普及を図るにあたっては、インド各地
域のPC製品メーカーとの企業間連携を行い、インド各地においてPC製品の良さを理解す
るのみならず、各地のパートナー企業に対し、PC製品製造・施工などについて技術力の強
化を推し進めることが必要となると考えられ、本調査の次のステップの普及・実証を行っ
ていくことが必須となる。

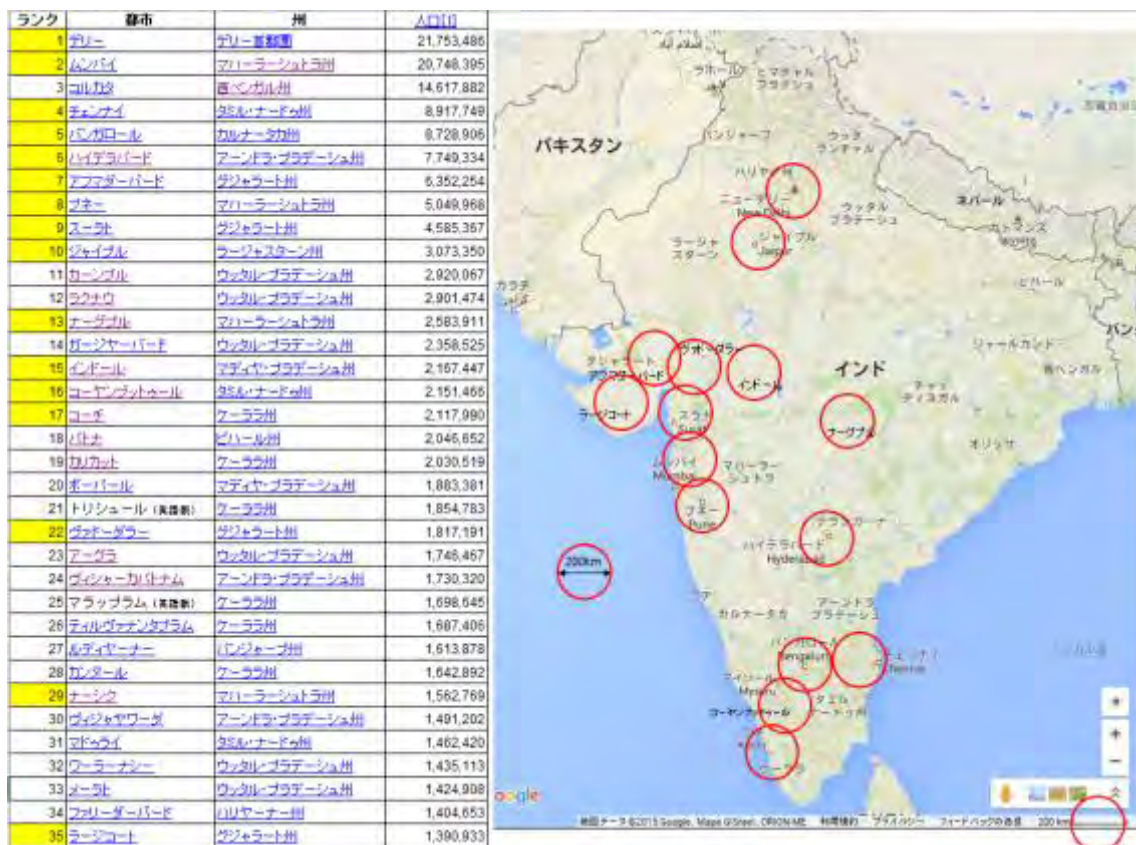


図 4-6 インド人口分布図

(出所)JICA 調査団

第5章 ビジネス展開の具体的計画 (非公開)
別添資料1 (非公開)

SUMMARY

Chapter 1. Current Situation in India

• Development Issues

Urbanization is rapidly in progress in India, and about 30 percent of the population (420 million people) is living in the cities. However, infrastructures of road and river protection in many cities are still under development. Torrential rains during monsoon have caused flooding of roads and homes, and the development of social infrastructure has become an urgent task.

Disaster countermeasures by utilizing concrete products such as flood protection by river bank and drainage works, and landslide prevention by road surface reinforcement have become urgent tasks, however, the present status shows that the measures are taken after disasters and the implementation of measures for disaster prevention is limited. The issues are the implementing preventive measures are not clearly described in the policy planning and the low awareness of disaster prevention by the government.

• Disaster Management Plan

The Government has enacted the National Disaster Management Act (NDM Act), in 2005 to provide for institutional mechanism for drawing up and monitoring the implementation of the disaster management plans ensuring measures by various wings of Government for preventing and mitigating effects of disaster. The responsible organizations were established in the central government, state governments and provinces.

After enacting the NDMA Act, the Disaster Management Unit (DMU), Relief and Rehabilitation Department, Government of Maharashtra was established in 2006, and, comprehensive disaster relief plans and emergency measures were announced. In addition, Mumbai Metropolitan Region Development Authority (MMRDA), covering planning preparation, policy making, and project implementation, formulated the disaster risk management plan to propose risk reduction in the planning and implementation, e.g. recognition of proneness to natural hazards of each geographical location, revision of building codes, and etc.

The disaster management plans of the central government and state government has focused on the policy and organizational structure development, and the disaster prevention measures such as disaster management system and implementing preventive measures is not clearly described.

• Disaster Management Program in Maharashtra

According to the interview to DMU by the Survey Team, out of the major disasters happen every year in Maharashtra such as floods, earthquakes, and landslides, the Team detected a growing awareness of landslides in general triggered by the very damaging landslide of 2014.

In Malin Village, Pune District of Maharashtra, on July 30th, 2014, the large scale landslide, caused by heavy rain, destroyed the entire village killing 151 people. After the disaster, restoration activities by the state government were carried out, and the assistance towards victims was provided through the central government, state government, local government, NGOs, and private companies. For relocation from the danger zone, the infrastructure development plan of a safe village began with a fund of Rs.500 million.

Through interviews to DMU and Malin village officials, the Team identified the need for countermeasures to strengthen landslide prone areas in the future. The scale and scope of a countermeasure work will depend on the land size and terrain, but the Precast Concrete (PC) products will be able to stabilize the steep slope for disaster management. The improvement of awareness in disaster management by the Maharashtra government is expected by the implementation of disaster preventive measures.

Chapter 2. Possible Application of the Products and Technologies, and Prospects for Future Business Development

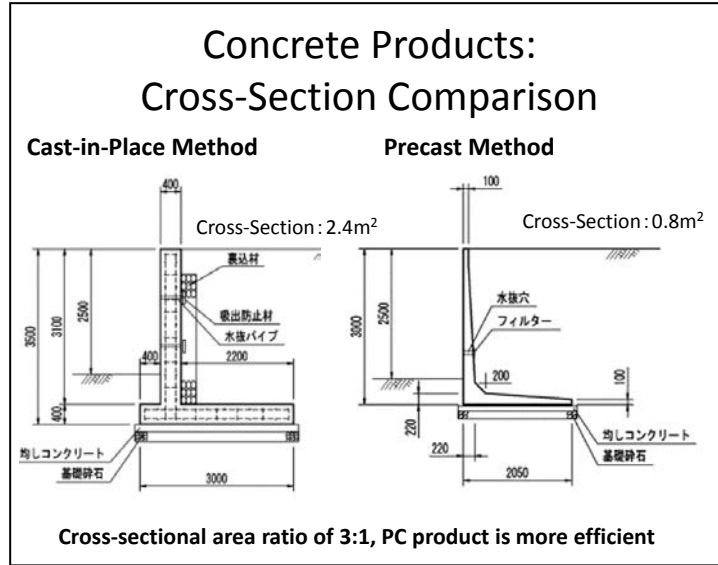
• PC Products and Technologies

Concrete products are widely used not only for construction purposes but also for infrastructure development such as roads, rivers, railways, and ports. In Japan, a “cast-in-place” method, manufacturing and constructing concrete by stirring gravel, sand and water to make cement at construction sites, has been adopted for infrastructure development in



the past. This method has been adopted from the fact that the cement can solidify rapidly and manufactured closer to the construction sites. However, concrete products are composite material products mainly of cement, gravel, sand, and water, and careful control in the production process is essential. In particular, it is important that various technologies required in the product moulding and management system adapt to changes in the weather and season.

To solve the complexity of the techniques required in the “cast-in-place” method, a “Precast Concrete (PC)” scheme has been established as a way of distinguishing the products and technologies of Japan. PC products are manufactured at factories and placed at construction fields. India has also adopted a “cast-in-place” method, and











concrete products have been often manufactured by construction companies as part of their construction work. However, insufficient management in the manufacturing process has shortened product lifetime and caused quality deterioration of public infrastructure.

In addition, the cast-in-place method and the PC method are different in a cross-sectional ratio of 3:1. This indicates that only 1/3 of the quantity of concrete is required in the PC method to ensure the same strength.

In India, PC products are expected to accelerate infrastructure development such as roads, canals, and rivers by cutting down the construction period and costs and improving the quality and function. The dissemination of PC methods will contribute to the disaster management in the future.

Table: Major PC Products and Moulds

Product	Product Examples	Moulds	Specifications
Utility Box Culvert			D: 0.6~3.5m. H: 0.6~3.0m. Possible up to 2m. Other dimensions are also possible.
River Revetment Box			Divided by two types with slope Max. water velocity: up to 6.5 m/s

<p>Road Retaining Wall</p>			<p>H: up to 10m Minimum curve: more than 6m</p>
<p>Roadside Drainage</p>			<p>D: 0.3~1.0m. H: 0.3~2.0m. Possible up to 2m. Other dimensions are also possible</p>

• **Overseas Expansion**

In Japan, the number of public work projects has been reduced along with the downturn of the economy since 2000, and currently the size is about half compared with peak economic times. Since the domestic business environment for construction and PC industry is facing instability, developing a proactive corporate strategy is essential by using new methodologies such as M&A, overseas business expansion and new technology development.

Toyota Kohki Co., Ltd. established a local subsidiary “Toyota Forms India Private Limited,” in April 2013, in Ahmedabad, Gujarat. The factory was set up in the suburb of Ahmedabad, and it was completed in January 2016 to start PC moulds manufacturing. In addition, Fuji Concrete Industry Co., Ltd. formed the joint venture company “Fuji Silvertch Concrete Private Limited” between Toyota Kohki Co., Ltd. and a local partner, in March 2015, in Ahmedabad, and started PC products manufacturing in 2016.

The realization of the above two investments have formed a cooperative framework to provide technologies of PC moulds and PC products. It is possible to make a partnership with local PC products manufacturers to disseminate PC products through technical guidance across India including Gujarat.

Chapter 3. The Result of the Survey on Products and Technologies for Possible Utilization

During the first to third mission, the Survey Team visited the Maharashtra government, MMRDA, Pune Municipal Corporation and the Gujarat government to explain the objectives of the Survey, the effectiveness of the PC products and the application of disaster management and requested to propose the sites for PC products. The Survey Team investigated the sites for land slide and river protection to examine the possibilities of PC product applications.

A demonstration and presentation of PC moulds and PC products were organized at the factories of Fuji Silvertex Pvt. Ltd and Toyota Forms India Pvt. Ltd from February 23 to 25, 2016 during the forth mission. The representatives of the Maharashtra and Gujarat state governments, the Indian Railways, and the private companies participated in the event in total of about 40.

The participants to this event were specialists and infrastructure development professionals specifically for roads, rivers, and railways, and they showed strong interest in the products. However, differences were discovered in the level of understanding of the products.

The questionnaire survey after the demonstration showed that high evaluations were found in shorter construction periods, durability, surface design, product quality, lower life-cycle-costs and environment considerations. On the other hand, disadvantages were pointed out in price, durability, transportation cost and manufacturing technologies. On evaluation of the PC products demonstrated, many people were interested and highly valued of the L-shape retaining wall, the river revetment products and the U-shaped gutter of the road-side.

Chapter 4. Proposal for the Formulation of ODA Projects

- **Verification Survey with the Private Sector for Disseminating Japanese Technologies (Verification and Dissemination Survey)**

A Verification and Dissemination Survey is proposed with a view to contribute to India’s disaster management public works and official development assistance, through the verification and dissemination activities on the disaster management and anti-disaster development through the precast concreted manufacturing, technology, installation, and management.

Purpose: On the PC product manufacturing, technology, installation and management, a verification activity is conducted with a view to increase the local adaptability through disaster management.	
Outcomes:	Activities:
Outcome 1: Construction and installation of PC products are properly carried out	<ul style="list-style-type: none"> • Site selection • Survey implementation • Construction company selection • Moulds shipment, PC products manufacturing • Excavation, PC products installation, backfilling
Outcome 2: Construction and installation of PC products	<ul style="list-style-type: none"> • Implementing technical training to C/P staff for PC products construction and

are properly carried out by C/P staff	installation • Implementing training sessions in Japan
Outcome 3: Business development is accelerated for companies participating in a project	• BIS certification • Business partnerships with local companies
Indicators:	
• A construction and installation period is shorter than the cast-in-place method • A construction and installation cost is cheaper than the cast-in-place method • Quality and function is improved compared to the cast-in-place method	

So far the discussions have been made with MMRDA as a Counter Part, however, several options can be proposed in line with the recent developments. The Survey Team will continue discussions with MMRDA as the most promising candidate for a Counter Part of a Verification and Dissemination Survey.

- **DMU (Disaster Management Unit, Relief and Rehabilitation Department, Government of Maharashtra)**

DMU has expressed the Survey Team a full cooperation to the next step of a Verification and Dissemination Survey. Specifically, they have shown an intention to conduct a project in Pune District, where the disaster management measures have been taken after the large-scale landslide occurred in July 2014. On the other hand, expectations are high in planning and implementation of disaster prevention public works such as roads and rivers. They are also seeking cooperation in preparation of sending requests to Japan as official development assistance.

- **MMRDA (Mumbai Metropolitan Region Development Authority)**

MMRDA has been positioned as a Counterpart for this Survey. After consecutive discussions with MMRDA, they expressed that the Badlapur site, the road landslide prone site proposed by MMRDA in June last year, has a possibility to be dropped as a candidate for a Verification and Dissemination Survey, since MMRDA may take a protective measure by their own budget before the monsoon season. However, they indicated a possibility to propose another site as a landslide prone area for a next phase.

- **Pune District Office / Pune Municipal Corporation**

Pune District Office / Pune Municipal Corporation have shown the Survey Team full cooperation in disaster management particularly in landslide and river protection, and in

partnership with DMU. The Mula Mutha River, flowing through Pune City, has flooded during the monsoon season regularly. The local government has an intention to promote a river bank protection and beautification plan, and the Survey Team visited the site with the guidance of the officials. In addition, the Japanese ODA loan agreement has been signed for “Mula Mutha River Pollution Abatement Project in Pune” in January 2016, and the improvement of disaster management and the environment is expected by river purification and river bank protection activities.

- **Government of Gujarat State**

PC products manufacturing and supply system has been formed in Gujarat by the establishment of Toyota Forms India for PC moulds manufacturing and Fuji Silvertch Concrete for PC products manufacturing. The completion of the both factories will accelerate the business opportunities in Gujarat.

The Survey Team visited River and Road Department of the government of Gujarat in July 2015 to explore the possibility for a future Verification and Dissemination Survey. A concerned department and a detailed project has not been finalized at present, however, identifying a project would not be difficult by utilizing the network of local partners of Fuji Silvertch Concrete.

- **Challenges and Measures in ODA Project Formation**

The examination and formulation of a basic policy framework for disaster management in the state level has just been finalized based on the national disaster management policy as one of the economic and social development assistance in India. The prevention work of disaster management has not been implemented yet, however, not only restoration and reconstruction after disaster, but also prevention work to reduce the number of disasters is essential for economic and social development.

Due to a lack awareness of the disaster management by the government, the importance of prevention work is not clearly described in the policy framework. Proposing the importance of the prevention work to the government is necessary through Verification and Dissemination Survey. The Japanese technologies and products, such as PC products, will contribute to the development issues, with their high quality, short construction period, and lower life cycle cost.

Feasibility Survey for Pre-Cast Concrete Products to accelerate Social Infrastructure Development in India

SMEs and Counterpart Organization

- Name of SME : Toyota Kohki Co., Ltd, Landes Co., Ltd., Fuji Concrete Industry Co., Ltd., Takei Co., Ltd.
- Location of SME : Tokyo, Okayama, Saga and Ibaragi
- Survey Site · Counterpart Organization : Mumbai City, Maharashtra State, MMRDA (Mumbai Metropolitan Region Development Authority)



Concerned Development Issues

- While the rapid population growth and urbanization are taking place, infrastructure development such as road and river bank protection work are urgently required.
- During the rainy season every year from May to October, roads are covered by heavy rain and river flooding that causes serious impact on economic, social and public health.

Products and Technologies of SMEs

- Toyota kohki is a manufacturer of the mould for precast (PC) product, making the moulds with high precision, productivity and no leakage.
- Other three companies have high technology of the production of PC products such as river revetment, road slope retaining wall and drainage ditch.

Proposed ODA Projects and Expected Impact

- Verification Survey with the Private Sector for Disseminating Japanese Technologies: To improve the understanding of PC products for disaster prevention and to disseminate the PC products through technology transfer by demonstration. The Survey will make a great impact on PC product industry in Japan which has little experiences in overseas business.
- Discussion : Technical Cooperation Project (To disseminate the PC products by adopting the industrial standard of India), ODA Loan Project (To contribute the national disaster measures by introducing the PC products for disaster prevention)

2