

平成25年度外務省政府開発援助海外経済協力事業
(本邦技術活用等途上国支援推進事業) 委託費
「案件化調査」

ファイナル・レポート

スリランカ民主社会主義共和国

途上国における経済的な水道整備
に資するPCタンク普及のための
案件化調査

平成26年3月
(2014年)

株式会社安部日鋼工業・
株式会社かいはつマネジメント・コンサルティング
共同企業体

本調査報告書の内容は、外務省が委託して、株式会社安部日鋼工業・株式会社
かいほつマネジメント・コンサルティング共同企業体を実施した平成25年度
外務省政府開発援助海外経済協力事業（本邦技術活用等途上国支援推進事業）
委託費（案件化調査）の結果を取りまとめたもので、外務省の公式見解を表わ
したものではありません。

目次

巻頭写真	ii
地図	iii
略語表	iv
図表・写真リスト	vi
要旨	viii
はじめに	i
第1章 対象国における当該開発課題の現状及びニーズの確認	1
1-1 対象国の政治・経済の概況	1
1-2 対象国の対象分野における開発課題の現状	3
1-3 対象国の対象分野の関連計画、政策および法制度	3
1-4 対象国の対象分野の ODA 事業の事例分析および他ドナーの分析	11
第2章 提案企業の技術の活用可能性及び将来的な事業展開の見通し	14
2-1 提案企業および活用が見込まれる提案製品・技術の強み	14
2-2 提案企業の事業展開における海外進出の位置づけ	16
2-3 提案企業の海外進出による日本国内地域経済への貢献	17
2-4 想定する事業の仕組み	21
2-5 想定する事業実施体制・具体的な普及に向けたスケジュール	22
2-6 リスクへの対応	32
第3章 製品・技術に関する紹介や試用、または各種試験を含む現地適合性検証活動	33
3-1 製品・技術の紹介や試用、または各種試験を含む現地適合性検証活動の概要	33
3-2 製品・技術の紹介や試用、または各種試験を含む現地適合性検証活動の結果	33
3-3 採算性の検討	49
第4章 ODA 案件化による対象国における開発効果及び提案企業の事業展開に係る効果	50
4-1 提案製品・技術と開発課題の整合性	50
4-2 ODA 案件化を通じた製品・技術等の当該国での適用・活用・普及による開発効果	50
4-3 ODA 案件の実施による当該企業の事業展開に係る効果	50
第5章 ODA 案件化の具体的提案	52
5-1 ODA 案件概要	52
5-2 具体的な協力内容及び開発効果	53
5-3 他 ODA 案件との連携可能性	63
収集資料リスト	67
添付1 図表・資料	
添付2 セミナー配布資料	
添付3 会議議事録	

英文要約

巻頭写真



ABE の PC タンク(貯水池 58,000m³)



ABE の PC タンク(下水処理用)



コロンボ市内の PC タンクの建設現場を視察



現地建設業者の PC 技術の活用現場を視察

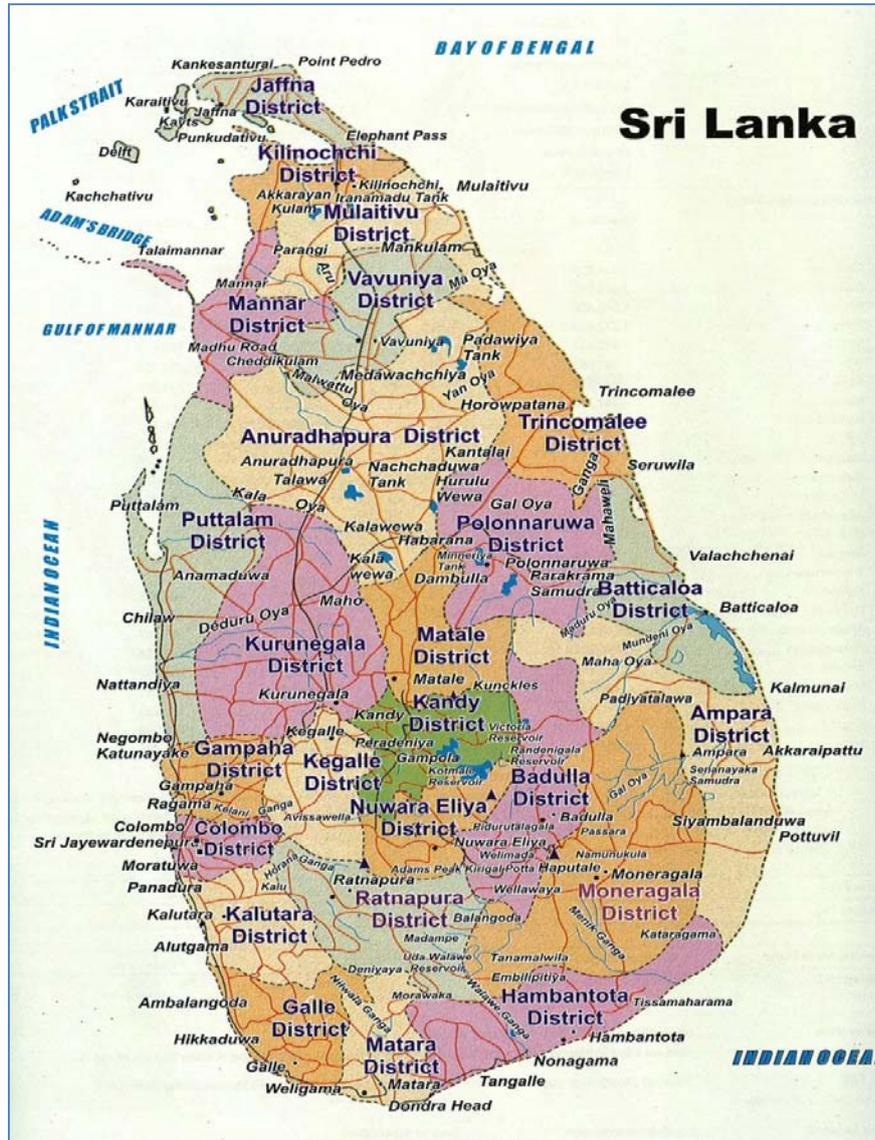


最終セミナーの出席者



最終セミナーでの討議

地図



スリランカ行政地図

略語表

ABE	ABE NIKKO KOGYO CO., LTD.	株式会社安部日鋼工業
ADB	Asia Development Bank	アジア開発銀行
AFD	Agence Française de Développement	フランス開発庁
AGM	Assistant General Manager	アシスタントジェネラルマネージャー
ARF	ASEAN Regional Forum	アセアン地域フォーラム
ASEAN	Association of South - East Asian Nations	東南アジア諸国連合
BOP	Base of the Pyramid	開発途上地域の低所得者層
BOQ	Bill of Quantities	積算数量
BS	British Standard	英国標準
BSI	British Standard of Institute	英国規格協会
C/P	Counterpart	カウンターパート
CEA	Central Environmental Authority	中央環境庁
DGM	Deputy General Manager	ジェネラル・マネージャー
EIA	Environmental Impact Assessment	環境影響評価
FIDIC	International Federation of Consulting Engineers	国際コンサルティング・エンジニア連盟
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
GNP	Gross National Product	国民総生産
ICTAD	Institute for Construction, Training and Development	建設産業研修・振興研究所
IEE	Initial Environmental Examination	初期環境調査
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
JVP	Janatha Vimukthi Peramuna	人民解放戦線
KMC	Kaihatsu Management Consulting, Inc.	株式会社かいほつマネジメント・コンサルティング
L/A	Loan Agreement	借款契約
LTTE	Liberation Tigers of Tamil Eelam	タミル・イーラム解放の虎
NWSDB	National Water Supply and Drainage Board	スリランカ国上下水道庁
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
OIC	Officer in Charge	現場担当
OJT	On the Job Training	現場訓練、実務訓練
PC	Prestressed Concrete	プレストレストコンクリート
PE	Polyethylene	ポリエチレン
PPP	Public Private Partnership	官民パートナーシップ
RC	Reinforced Concrete	鉄筋コンクリート

RSC	Regional Support Center	地域サポートセンター
SAARC	South Asia Association for Regional Cooperation	南アジア地域協力連合
SLFP	Sri Lanka Freedom Party	スリランカ自由党
SPC	Special Purpose Company	特定目的会社
TNA	Tamil National Alliance	タミル国民連合
UNP	United National Front	統一国民党
UPFA	United People's Freedom Alliance	統一人民連合

図表・写真リスト

図 1	産業構造別人口比率.....	3
図 2	水道事業損益.....	6
図 3	債務未払い金額.....	7
図 4	浄水場から末端の蛇口まで.....	14
図 5	PC タンクの原理.....	14
図 6	エアードーム工法（空気膜型枠）.....	15
図 7	ABE の地域連携の概略図.....	18
図 8	海外進出と事業展開にかかるスケジュール.....	23
図 9	2,000m ³ PC タンク概略設計.....	38
図 10	8,000m ³ PC タンク概略設計.....	39
図 11	18,000m ³ PC タンク概略設計.....	39
図 12	5,000m ³ の地上貯水池のドーム屋根の建設における工期比較.....	48
図 13	パイロット事業候補地の位置図.....	56
図 14	ベールワラ地域給水システム(2013 年 12 月現在).....	57
図 15	ベールワラ地域給水システム(将来計画).....	58
図 16	概略設計.....	58
図 17	パイロット事業実施体制図.....	60
表 1	スリランカ主要経済指標.....	2
表 2	安全な水へのアクセス目標値 (%).....	4
表 3	NWSDB 財務状況分析.....	7
表 4	安全な飲用水へのアクセスがある世帯の割合 (%).....	8
表 5	NWSDB 管轄地区別給水スキーム数(2012 年 8 月現在).....	9
表 6	JICA 上水セクター事業概要.....	11
表 7	現在進行中の JICA 支援による上水道セクター事業.....	12
表 8	ABE の海外進出を目指したこれまでの活動.....	17
表 9	現地建設会社の PC・水道施設関連の経験.....	26
表 10	地上式配水池および高架配水池の規格.....	29
表 11	上水道関連事業の標準スペック.....	30
表 12	NWSDB の規格.....	30
表 13	土木構造物建設の契約の基準や条件.....	31
表 14	事業化に関し想定されるリスクと対処法.....	32
表 15	RC と PC の価格比較における設計条件.....	37
表 16	2,000m ³ の PC タンク積算.....	40
表 17	2,000m ³ の RC タンク積算.....	41
表 18	3,000m ³ の PC タンク積算.....	42
表 19	4,000m ³ の PC タンク積算.....	43
表 20	8,000m ³ の PC タンク積算.....	44
表 21	8,000m ³ の RC タンク積算.....	45

表 22	18,000m ³ の PC タンク積算	46
表 23	18,000m ³ の RC タンク積算	47
表 24	地上式配水池の容量別建設費比較結果	48
表 26	パイロット事業候補地のショートリスト	55
表 27	パイロット事業実施スケジュール案	59
表 28	協力金額概算	61
表 29	有償資金協力事業への PC タンク導入の候補地	64
表 30	NWSDB が実施中の大型上水道施設建設事業における JICA の位置づけ	66
写真 1	大型 RC 貯水池を控え壁で補強（ガンパハ県チャーチヒル）	11
写真 2	RC 貯水池を PC 鋼材で補強（マータラ県ガバダーウィーディヤ）	11
写真 3	RC 貯水池を PC 鋼材で補強（マータラ県ヌーペ）	11
写真 4	膜（シート材）を膨らませた状況	15
写真 5	事務所での現場説明	20
写真 6	建設中の PC タンクを視察	20
写真 7	エアードーム工法による施工例	49
写真 8	コンクリート PC パネルによる施工例	49

要旨

本調査は、(株)安部日鋼工業（以下、ABE）の水道用プレストレストコンクリート製配水池（以下、PCタンク）の建設事業をスリランカにおいて展開し、同国における日本のODA案件や、その他の上下水道事業への導入につなげるための事業計画を策定すること目的として実施した。特に本調査では、事業計画策定に必要な基礎事項についての情報収集・確認を行った。

調査期間は、2013年9月26日から2014年2月28日までの約5か月であり、うち3か月間はスリランカにおける現地調査を行った。調査団員の構成は、ABEから4名、(株)かいはつマネジメントコンサルティング（以下KMC）から4名（いずれも補強各1名含む）の計8名であった。調査に当たっては、スリランカ上下水道庁（National Water Supply and Drainage Board: 以下NWSDB）、在スリランカ日本大使館、JICAスリランカ事務所から、情報提供などの協力を得た。なお、一部の現地調査をCeywater Consultantsに外注し、社会経済調査に調査補助員を備上した。

当調査により、スリランカにPCタンクを導入することにより、コスト削減、工期短縮、耐久性向上などの同国のニーズに応えられること、同国にはPCタンクの導入にふさわしい貯水池の建設計画があること、PCタンク建設に必要な資材が現地調達可能なこと、現地建設業者の技術力が満足できるレベルであること、パイロット事業として民間提案型普及・実証事業のスキームが有効に活用できることなどがわかった。また、調査を通じて、NWSDBなど関係者のABEのPCタンクに関する理解や興味が深まり、将来の事業展開への有益な第一歩となった。

1. 対象国における当該開発課題の現状及びニーズの確認

スリランカでは現在、安全な飲料水へのアクセスが確保されているのは全人口の87.7%であり、水道普及率は43%である。同国の開発政策では、2020年までに水道普及率を60%にすると同時に、スリランカ全土に安全な飲料水を供給することが目標となっている。NWSDBの事業計画では、2016年までに水道普及率を52.4%に引き上げるのが中期目標である。

NWSDBは同国の上水道事業において主要な役割を果たしており、ABEのPCタンクの納入先として想定されるのは、現在のところNWSDBのみと考えられる。

NWSDBは、大規模な水道施設の新設・更新を、海外からの資金援助を活用して実施しているが、NWSDBの債務返済額や債務利子額の負担は年々深刻化していることから、水道施設の建設費用の節減は重要である。ABEのPCタンクは従来の鉄筋コンクリートタンク（RCタンク）に比べて建設費が安価なことから、同製品の導入は、上述のNWSDBの財務負担の軽減に貢献するものである。

NWSDBは現在、数多くの浄水場および貯水池の新設・更新を予定している。保健衛生や生活の便利性の向上、内戦被災地の復興などを目的として、同国では地方給水施設の整備が急がれている。NWSDBへのインタビューでも、地方給水の整備事業はどれをとっても緊急であり、PCタンクの導入による工期の短縮に期待するとの意見が表明された。

地方で建設予定の貯水池は小規模なものである。日本の経験から、小規模貯水池の容量と形状を規格化すると様々な利点があることがわかっている。このような規格化が実現すれば、ABEがもつプレキャスト・コンクリートによるPCタンク建設技術の導入が可能となり、これにより現場の工事期間を大幅に短縮することができる。工事期間の短縮は、上述の地方給水施設整備の緊急ニーズに応える

ものである。

大規模な上水道施設の建設予定は西部州に集中しており、これらは RC で建設される予定とみなされる。これは NWSDB が PC タンクの特徴や利点に関して十分な認識を持っていないためである。今後、ABE は、技術移転や普及活動による意識づけを NWSDB に対し行い、PC タンクを計画に盛り込むよう働きかける予定である。

貯水池の修理やメンテナンスの事例を確認したところ、大型円筒形 RC 貯水池が長年漏水し、使用不可能になっていたものを補修・補強した例、設計・施工上の問題から円筒形の RC 貯水池に漏水が発生し、PC 鋼材で補強した例などがいくつか見られた。このような事例は、同国において、貯水池の設計・施工技術の向上と、ABE の PC 技術の導入による、貯水池の品質や耐久性向上のニーズが高いことを示している。

2. 提案企業の技術の活用可能性及び将来的な事業展開の見通し

ABE は、水道用 PC タンクを昭和 32 年に開発し、日本で初めて PC タンクを設計施工した PC タンクのパイオニアである。ABE は現在、日本の PC タンクの 6 割のシェアをもつ。また ABE は、PC タンクの設計施工指針の策定に携わり、PC タンクを日本における一般的な工法にまで成長させてきた。その結果、現在、国内の配水池の 7 割に PC タンクが採用されている。

ABE はまた、安全性が高いエアードーム工法や、設計・工期の短縮に有効なプレキャスト・コンクリートによる PC タンクの建設技術を開発・保持しており、これらは他国・他社の PC タンク建設業者が追従できない分野である。

本調査では、スリランカにおいては、鉄道・道路・橋梁の PC 材料を生産している企業は数社あるが、PC タンクの建設経験がある企業はないことがわかった。近隣国では、インド、中国、シンガポール、マレーシアの企業に PC タンク建設の実績がある。これらの企業は PC タンク建設の実績はあるが、上述のエアードーム工法やプレキャスト・コンクリートによる建設の実績はないという情報を得ており、これらの技術の海外における活用が、今後、近隣国との差別化において重要と考える。

日本の新規水道配水池建設の件数は大幅な減少傾向にある。ABE は市場拡大と社の活性化を図るため、海外進出を必須と考えている。また、海外業務を展開し、これまで養ってきた ABE の PC 技術を若手社員に継承し、社内の人材育成を行う計画である。

また ABE の海外進出の経験から得た情報や教訓を、中部地方の企業と共有し、同企業の海外進出を後押ししていく計画であり、本調査団は 2013 年 12 月 25 日に中部地方の関係者を対象としたセミナーを開催した。

今後の事業計画としては、まず 2014 年に、民間提案型普及・実証事業のスキームを活用し、スリランカに PC タンクを建設し、同国の地方給水状況の改善に貢献するとともに、PC タンクの本格導入・普及に必要な技術・営業環境を整備する。次に、2016 年から、同国の大型貯水池建設案件に PC タンクを導入するべく、国際入札に応札する計画である。これについては、国内外の企業と JV を組んだり、同企業の下請けとして入札する予定である。また、同国の経済発展に伴い、下水処理施設、高速道路、モノレールなどの都市交通の重要性が増すことが予想され、2018 年以降は、それらの分野へ事業展開する計画である。

このような事業展開に必要な ABE の現地パートナーを検討するため、本調査では、スリランカの代表的な民間の建設会社 5 社について情報収集した。いずれの業者も、経営方針や技術力に問題はなく、また、下請けや JV の形で ABE のパートナーとなることにも積極性を示した。道路や橋梁の PC 技術やプレキャスト製品の経験のある業者もある。

今後の事業展開上の技術的課題としては、設計と施工に関する基準の整備、NWSDB の設計担当者が入札図書用の PC タンクの基本設計ができるよう支援することなどが挙げられる。NWSDB が、PC タンクの優位性を理解し、PC を積極的に取り入れる方針を打ち出すことが営業上の課題である。まず、NWSDB が入札図書の特記仕様書に PC タンクの提案を記載すること、貯水池計画に PC タンクを盛り込むことなどが具体的に必要である。

3. 製品・技術に関する紹介や試用、または各種試験を含む現地適合性検証活動

スリランカには、ゴール県に一基、コロンボ県に 2 基（うち 1 基は現在建設中）PC タンクがあることがわかった。しかし、NWSDB 職員をはじめ関係者の多くは、スリランカに PC タンクがあるのかわかっておらず、また、PC タンクが普及する傾向にはない。

PC タンクが普及に至っていない第一の理由としては、PC タンクの設計・建設の技術が普及していないことが挙げられる。第 2 の理由は、PC タンクのコスト面の優位性がはっきり示されていないことであり、これについては、同国で RC タンクの設計概念が統一されておらず、比較において、どのような設計概念の RC タンクと PC タンクを比較するのが難しいことも一因である。

現在建設中の PC タンクを視察したが、打ち継処理などの仕上がりが粗悪であり、鋼材配置が非効率であった。また、緊張作業中にいくつかの不具合が発生しているが、受注者である中国企業には十分な対応ができていない。このように、スリランカでは過去に数基 PC タンクを建設しているが、その技術が普及しておらず、PC タンクの設計と施工に係る技術は十分でない。

同国における浄水地や貯水池の耐久性、工期の短縮、工事費の節減に関するニーズを検証したところ、以下のことがわかった。

- 既存の貯水池はある程度の耐久性が確保されていること、地下式の貯水池の漏水は目に見えないこと、貯水池の修理やメンテナンス作業の内容や費用などの情報が取りまとめられていないことから、NWSDB は貯水池の修理やメンテナンスの負担の削減や、耐久性の向上を緊急のニーズとしてあまり認識していない。しかし、一部の工事が粗悪な貯水池には耐久性の問題がみられ、また、大型貯水池が漏水し修理・補強したり、高架式貯水池を PC 鋼材で補強したりといった事例もあることから、貯水池の品質の向上と耐久性の強化が必要とされていると考えられる。
- スリランカの農村部では近年、農薬等による地下水の汚染が問題になっており、腎臓病が多発している地域もあり、地方における上水普及の緊急性が以前にも増して高くなっている。このため、地方給水事業の工期短縮のニーズは大変高く、NWSDB 幹部からは、PC タンクについて、工事費に大きな優位性がなくとも工期が短縮できれば大歓迎、との意見も聞かれた。このようなことから将来、エアードーム工法やプレキャスト・コンクリートによる施工など、ABE の施工技術の導入により、同庁の工期短縮のニーズに応えることが期待される。
- NWSDB は、上水道設備の新設や更新に海外からの資金援助を活用しており、借入金額、借入利子支払い額は同庁の財政の大きな負担となっている。上水道設備の新設や更新における建設費の削減のニーズは大変高い。

PC タンクと円筒形 RC タンクの建設費の比較を行うべく、詳細な分析を行ったところ、スリラン

カでは、2,000m³の中容量のものを含め、どんな容量のものでも PC タンクに価格優位性があることがわかった。

PC 鋼材およびその他の建設資材は、日本から輸入する必要はなく、スリランカで現地調達できることがわかった。現地調達できる製品は、品質面でもスリランカ国内で適用されている BS 規格を十分満たしており、かつ日本からの輸入品よりも安価である。

当調査の一環として開催したキックオフミーティングや最終セミナーにより、PC タンクの特徴や優位性、ABE の持つエアードーム工法や PC コンクリートパネルによる貯水池の施工技術に関して、NWSDB や地元関係者の理解を深め、興味を高めることができ、ABE の今後の事業展開における積極的な第一歩となった。特にセミナーにおいて NWSDB の幹部が、入札図書の特記事項に PC タンクの建設を認める一文を追加する必要性や、デザインビルドによる公示により、将来、PC タンク建設に有利な条件を整備する必要性があると言及したことは評価に値する。

4. ODA 案件化による対象国における開発効果及び提案企業の事業展開に係る効果

第 5 章で提案している民間提案型普及・実証事業は、バールワラ地域の給水状況の改善に大きく貢献するものである。

また上述の通り、スリランカの配水池建設における、耐久性の向上、工期間の短縮、工事費の節減のニーズは大変高い。今後、ABE が大型貯水池の建設に参入し、これが普及することによりこれらのニーズに応えることができる。特に、エアードーム工法やプレキャストコンクリートパネルによる工法などの ABE の技術を将来同国に導入することにより、配水池建設の工期を大幅に短縮することができ、同国における、緊急事業の早期完成や、水道普及率達成の早期実現に貢献できる。

5. ODA 案件化の具体的提案

上記の調査結果を受け、将来の ODA 案件化に関し以下のように計画している。

(1) 民間提案型普及・実証事業

PC タンクを普及させるには、次のステップとして、PC タンクの優位性や、PC タンクの設計・施工に係わる ABE の技術力をスリランカにおいて実証し、NWSDB 幹部がそれらを確信する必要がある。このため、民間提案型普及・実証事業のスキームを活用し、「パイロット事業」として PC タンクを一基建設し、デモンストレーションすることが効果的である。また建設と並行して、PC タンクに係わる計画、設計、施工の技術移転を行い、同国における今後の事業展開の環境づくりを行う必要がある。

西部州カルタラ県のバールワラ市が、パイロット事業の第一候補地であり、現在、同地で 2,000m³の貯水池を建設するべく NWSDB と協議を進めている。NWSDB からは、同事業への関心表明が出され、事業形成への協力と、用地取得、整地、付属施設建設の責任と費用を負担することが表明された。

(2) 大型貯水池建設案件への応札と日本の有償・無償資金協力事業との連携の可能性

ABE は民間提案型普及・実証事業の実施を経て、同国の大型貯水池建設案件に応札する計画である。現在、NWSDB は、西部州内に 5 か所の大規模なタンク(3,000m³以上)の建設を計画している。これら

の貯水池建設事業は、詳細設計や建設業者の選定の段階にはなく、ABEの参入の余地がある。

日本は現在、同国の上水道セクターにおいて、ADBに次ぐトップドナーである。実施中の事業数も群を抜いて多い。このような傾向が今後も続けば、ABEが事業展開のターゲットとしている大型貯水池建設案件も、日本の有償・無償資金協力事業として実施される可能性がある。現在、同国の有償資金協力案件において中国企業によりPCタンクが建設されているが、技術面で克服すべき課題があることを本調査では確認するに至った。このような課題を踏まえ、ABEは、将来の事業展開において日本の有償・無償資金協力案件と連携し、ODA案件における貯水池建設の品質の確保に貢献したいと考えている。

案件化調査 スリランカ:途上国における経済的な水道整備に資するPCタンク普及のための 案件化調査

企業・サイト概要

- 提案企業:株式会社安部日鋼工業
- 提案企業所在地:岐阜県岐阜市
- サイト・C/P機関:スリランカ国西部州・スリランカ国上下水道開発庁

スリランカの開発課題

- 水に由来する病気および農村での地下水枯渇により迅速な浄水供給システムの整備が必要とされている。
- 都市部における貯水池用地は限られている。
- 上下水開発庁の財政を維持するために建設コストを下げる必要がある。
- 円形の貯水タンク建設技術およびPCタンクの設計/施工技術に課題を抱えている。

中小企業の技術・製品

安部日鋼工業のPCタンクの利点

- ・ 少ない建設費用
- ・ 短い工期
- ・ 少ない建設用地
- ・ 日本におけるPCタンク技術でトップクラス
- ・ 耐久性がよく維持管理不要

これらのことから、貯水タンクの建設にかかる時間とコストを節約し、迅速な上水供給に貢献しうる。

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

- 2014年度・民間提案型普及実証事業を活用した詳細な調査およびパイロット事業の実施
- ＜期待される効果＞ 安部日鋼工業のPCタンクのデモンストレーションおよびその設計・施工にかかる技術移転

日本の中小企業のビジネス展開

- 大規模貯水池建設事業において契約業者もしくは下請け業者として受注
- PC下水タンクおよびPC橋梁や高速道路の受注
- 周辺国の水セクターに対するビジネス展開



はじめに

1) 本調査の背景

日本の水道普及率が97%の現在、市町村合併や施設更新における新規の水道配水池建設はあるものの、その件数は大幅な減少傾向にある。このような背景の下、ABEは市場拡大と社の活性化を図ろうとしており、その有力な手段として海外進出を考えていた。また、日本国内における業務減少により技術継承と開発や工夫への挑戦が課題となっており、日本国内においてこれまでPCタンクの開発・普及で養ったABEの技術を海外移転することにより、技術継承を行うことも目指していた。

そのためABEは2010年に、「水のいのちとものづくり中部フォーラム」に入会、JICA中部国際センターの「スリランカ調査団」に参加し、NWSDB職員にPCタンクの技術説明を行うなど準備を進めていた。

これらの活動を通してスリランカにおける上水道施設の現状を調査したところ、上水道施設の新設・更新・増強の計画が数多くあること、工期短縮や建設コストの縮小などのニーズが高いことがわかった。そこで、現在スリランカで一般的なRCタンクと比較して工期、建設費用、耐久性などの面で優れているABEのPCタンクを同国に導入・普及することにより、上述の開発課題の早期克服やニーズの充実に貢献することができると判断し、本調査を実施するに至った。

2) 本調査の目的

本調査の目的は、建設費用が安価で耐久性のある水道用プレストレストコンクリート製配水池（以下、PCタンク）の建設事業をスリランカにおいて展開し、スリランカNWSDBが関わる日本のODA案件や、その他の上下水道事業への導入につなげるための事業計画の見通しをつけることである。特に本調査では、調査期間を鑑み、事業計画策定に必要な基礎的な事項についての情報収集・確認を行い、その後、JICA「民間提案型普及・実証事業」、「有償資金協力有償資金協力」など、実現可能性の高いODAスキームにつなげたり、連携したりすることをねらいとする。

3) 調査概要

a. 現地調査スケジュール

第1回調査

団員氏名	所属	担当分野	調査期間
西尾 浩志	ABE	総括	2013年9月30日～10月5日
堅田 茂昌	ABE	技術調査統括	2013年9月26日～10月6日
田村 智子	KMC	業務主任者、社会経済調査	2013年9月26日～10月6日

第2回調査

団員氏名	所属	担当分野	調査期間
堅田 茂昌	ABE	技術調査統括	2013年10月24日～11月2日
宮島 朗	ABE	施工関連調査	2013年10月24日～10月30日
ヒン・ラッチャナー	ABE	送配水施設調査	2013年10月24日～11月7日
田村 智子	KMC	業務主任者、社会経済調査	2013年10月24日～11月7日

第3回調査

団員氏名	所属	担当分野	調査期間
宮島 朗	ABE	施工関連調査	2013年11月17日～11月26日
ヒン・ラッチャナー	ABE	送配水施設調査	2013年11月17日～11月26日
田村 智子	KMC	業務主任者、社会経済調査	2013年11月17日～11月30日
岡部 寛	KMC	事業計画策定 1/ ODA 案件化	2013年11月21日～11月30日

第4回調査

団員氏名	所属	担当分野	調査期間
西尾 浩志	ABE	総括	2013年12月18日～12月21日
堅田 茂昌	ABE	技術調査統括	2013年12月15日～12月21日
田村 智子	KMC	業務主任者、社会経済調査	2013年12月5日～12月21日
岡部 寛	KMC	事業計画策定 1/ ODA 案件化	2013年12月15日～12月21日
川元 美歌	KMC	事業計画策定 2/ 業務調整	2013年12月5日～12月21日
山田 雅雄	KMC	地域貢献	2013年12月15日～12月21日

b. 調査団員リスト

団員氏名	所属	部署、職位	担当分野
1) 西尾 浩志	ABE	専務取締役 海外事業統括	総括
2) 堅田 茂昌	ABE	技術工務本部 容器技術部長	技術調査統括
3) 宮島 朗	ABE	中部支店 工事部 工事課 工事長	施工関連調査
4) ヒン・ラッチャナー	ABE	補強 (中日本建設コンサルタント)	送配水施設調査
5) 田村 智子	KMC	国際協力部コンサルタント	業務主任者/ 社会経済調査
6) 岡部 寛	KMC	代表取締役	事業計画策定 1/ ODA 案件化
7) 川元 美歌	KMC	国際協力部コンサルタント	事業計画策定 2/ 業務調整
8) 山田 雅雄	KMC	補強 水のいのちとものづくり 中部フォーラム顧問)	地域貢献

第1章 対象国における当該開発課題の現状及びニーズの確認

1-1 対象国の政治・経済の概況

スリランカ民主社会主義共和国は、面積 65,610km² (北海道の約 0.8 倍)、人口 2,027 万人 (2012 年)、シンハラ (73%)、タミル (18%)、スリランカ・ムーア (8%) などが暮らす多民族国家である。首都はスリジャヤワルダナプラコッテであり、政治体制は、大統領を置く共和制を採用している。1983 年から 2009 年まで反政府軍との内戦が続いていたが、内戦終結後はラージャパクシャ大統領のイニシアティブの下、国家開発政策「マヒンダ構想 (Mahinda Chintana)」に基づき、地方経済の活性化、市場経済の発展、貧困削減、財政改革等を進めている。また内戦終結後は治安状況も大きく改善した。

1) 政治概況

スリランカは 1948 年の独立以来、選挙により政権が選ばれる民主主義国家である。知識人や富裕層を基盤とする統一国民党 (UNP) と、農村部や労働者層を基盤とするスリランカ自由党 (SLFP) の 2 大政党が選挙によって交互に政権を担ってきた。2013 年 11 月現在は、2005 年 11 月の大統領選挙で当選したラージャパクシャ大統領が率いる SLFP を中核とする統一人民連合 (UPFA) が政権を担っている。1983 年以降 25 年以上にわたり、スリランカ北・東部を中心に居住するタミル人の反政府武装勢力である「タミル・イーラム解放の虎 (LTTE)」が北・東部の分離独立を目指して活動し、政府軍と内戦状態にあったが、2009 年 5 月に政府軍が LTTE を制圧するかたちで内戦が集結した。

内戦終結後、ラージャパクシャ大統領は、任期を 2 年残し、2010 年 1 月に大統領選挙を繰り上げて実施し、再選された。同年 4 月に総選挙が実施され、SLFP を中核とする UPFA が過半数を大きく上回る 144 議席を獲得して、引き続き政権運営にあたることとなった。最大野党の UNP が 43 議席、タミル国民連合 (TNA) が 14 議席、人民解放戦線 (JVP) が 7 議席を獲得している。2010 年 11 月、ラージャパクシャ大統領は 2 期目の任期を開始し、以降も、安定した政権運営を行ってきている。2013 年 11 月現在、政府は首相に加え 58 省 65 大臣 (うち 10 名が上級相)、38 副大臣、2 事業大臣によって構成されている¹。

外交に関しては、スリランカは非同盟の立場を維持している。歴史的、文化的にも関係が深い隣国インドとは、政治・安全保障上きわめて重要な国とみなし、良好な関係維持に努めている。また経済社会開発の観点から日本を含む先進諸国との関係を重視しており、近年では、中国との外交関係も強化されてきている。また、南アジア地域協力連合 (SAARC) の加盟国であり、発足当初よりその発展に積極的に関与したほか、2006 年にはアセアン地域フォーラム (ARF) にも加盟し、域内および東南アジア諸国との協力関係強化にも力を入れている²。

2) 治安状況

内戦中、スリランカ国内では要人を狙った自爆事件などが頻発していたが、内戦終結後はこのような事件は発生しておらず、治安は大幅に改善された。頻繁だった道路封鎖は 2009 年 11 月頃より減少し、通行止め区間の解除、検問の緩和が実施され、2011 年 8 月末には「非常事態令」が解除された。また、2013 年 9 月には州議会選挙が LTTE の拠点があった北部州で実施された。一方で、物価高騰等を背景に、窃盗などの犯罪が増加傾向にあり、在スリランカ日本大使館は注意喚起している。

¹ スリランカ政府 HP <http://www.priu.gov.lk/Govt_Ministers/Indexministers.html>

² 外務省 HP <<http://www.mofa.go.jp/mofaj/area/srilanka/data.html>>

3)人口、世帯数

上述のとおり、スリランカの全人口は2012年現在2,027万人である。全人口の30%近くがコロンボ県やガンパハ県がある西部州に集中している。人口増加率は2001年から2012年の平均で0.71%と、緩やかな増加傾向にある。アヌラーダプラ県、ハンバントータ県、モネラーガラ県、ポロンナルワ県、クルネーガラ県、アンパーラ県などのドライゾーンでの人口増加が顕著である。西部州ではカルタラ県とガンパハ県での人口増加が目立つ。ガンパハ県の人口増加は、県内にある輸出加工区が他県からの人口移動を促していると考えられる³。人口増加率は平均0.71%であり(2012年)、平均寿命も男性68.8才、女性77.2才(2000-2001年)と、南アジア諸国のなかでは最も高く、また平均出生率も1.9(2000年)と低いことから、将来の高齢化が懸念されている。なお、世帯数は510万世帯であり、各世帯の平均構成人数は4人⁴である。州および県別の人口、人口増加率、人口密度は、添付1表1の通りである。

4)マクロ経済指標

スリランカは国連や世界銀行などの所得階層別分類によると、中所得国に属する。また、一人当たりGDPは、南アジア諸国の中ではモルディブに次ぎ高い。スリランカの実質GDPは2010年が8.0%、2011年が8.2%であり、内戦の終結による復興需要や経済活動の活性化によって高い成長率が達成されている。ただし2012年には欧米からの外需の低迷や国内の金融引き締め政策により、実質GDPは6.4%と減速している。インフレ率は国内の供給体制の改善などにより2012年には7.6%まで低減している。経済の拡大を背景に雇用機会が拡大し、失業率は年々低下し2012年は4.0%となっている。

表1 スリランカ主要経済指標

項目	2008	2009	2010	2011	2012 (推定)
一人当たり GDP (米ドル)	2,014	2,057	2,400	2,836	2,923
一人当たり GNP (米ドル)	1,966	2,033	2,370	2,805	2,866
実質 GDP 成長率 (前年同期比、%)	6.0	3.5	8.0	8.2	6.4
産業構造 (対 GDP : %)					
農業	13.4	12.7	12.8	12.1	11.0
工業	29.4	29.7	29.4	29.9	31.5
サービス業	52.8	57.2	57.6	58.0	67.5
産業別成長率 (%)					
農業	7.5	3.2	7.0	1.4	5.8
工業	5.9	4.2	8.4	10.3	10.3
サービス業	5.6	3.3	8.0	8.6	4.6
インフレ率 (年平均、%) ⁵	22.6	3.5	6.2	6.7	7.6
貿易収支 (百万米ドル)	-5,981	-3,122	-4,825	-9,710	-9,409
経常収支 (対 GDP 比、%)	-9.5	-0.5	-2.2	-7.8	-6.6
海外直接投資額 (百万米ドル)	889	601	516	1066	1338
労働力人口 (10歳以上) 比率 (%) ⁶	49.5	48.7	48.1	48.2	47.2
失業率 (%) ⁶	6.0	5.8	4.9	4.2	4.0
財政収支 (対 GDP 比、%)	-7.0	-9.9	-8.0	-6.9	-6.4

出典: "Sri Lanka socio economic data 2013", 2013, Central Bank of Sri Lanka および

³ "Population of Sri Lanka by district", 2012, Department Census and Statistics, Sri Lanka.

⁴ "Household income and expenditure survey 2009/2010", 2011, Department of Census and Statistics, Sri Lanka.

⁵ 2008年は(2002=100)、2009年以降は(2006/07=100)とした数字。

⁶ 2012年以外は北部州除く。

GDP の産業別構造は、サービス業が約 60%、製造業が 30%、農業が 11%である（2012 年現在）。就業人口比率はサービス業が約 45%、製造業が 25%、農業が 30%である⁷。

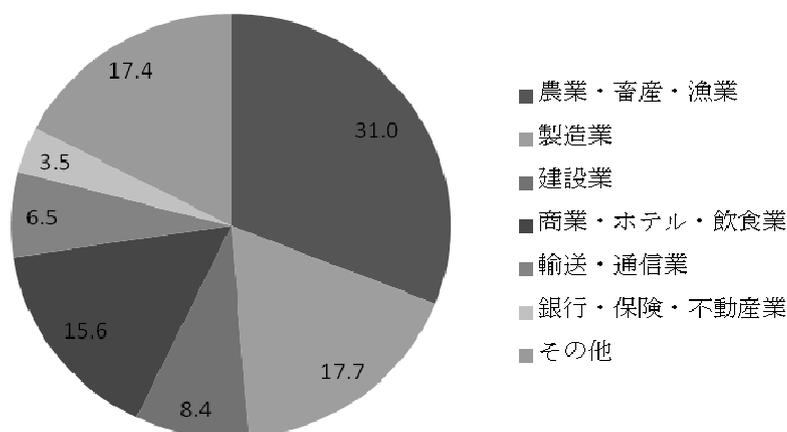


図 1 産業構造別人口比率

出所: “Sri Lanka socio economic data 2013”, 2013, Central Bank of Sri Lanka

1-2 対象国の対象分野における開発課題の現状

スリランカの中長期開発政策は、2005 年の大統領選においてラージャパクシヤ大統領が掲げた公約を基に策定された国家開発政策「マヒンダ構想」（2006 年-2016 年）である。2006 年版の主要な課題としては、内戦の終結、電力、港、空港、給水・灌漑、道路・輸送などの大規模インフラ開発、農業と国内企業の再生、公的サービスの強化、民間セクターの振興、農村開発などであった。その後、2010 年に策定された改訂版では、環境へ配慮しつつ、迅速な経済発展を遂げるために、電力、給水、教育、保健医療施設へのアクセスなどを重点項目としており、質の高く安定した社会、新興市場経済国としての地位の確立および世界経済への統合と国際競争力の強化などを目標として掲げている(添付 1 表 2 参照)。

1-3 対象国の対象分野の関連計画、政策および法制度

1) 上水道セクター政策

上述の「マヒンダ構想」では、2012 年現在 43% の水道普及率を 2020 年までに 60% までに引き上げる こと、2020 年までにスリランカ全土に安全な飲料水を供給することを目標として掲げている。この目標に対する戦略的アプローチとして、都市部へ集中する人口への対応、および経済活動の活発化を支えるため、キャンディ、ハンバントータ、トリンコマリ、ダンブッラ、ジャフナ、ゴール、ガンパハ、クルネーガラ、ヌワラエリヤなどの都市、およびワウニヤ、バドゥッラ、マータラ、アヌラーダプラ、ラトナプラなどの地方都市における大規模な上水供給システムの整備を挙げている。また、

⁷ “Sri Lanka socio economic data 2013”, 2013, Central Bank of Sri Lanka

小規模都市における水需要の高まりに対応すべく、上水供給システムの更新・拡張を進めるとしている。農村地域においては、基本的には掘り井戸が利用されているが、地域の必要に応じて小規模給水システムの導入を行うとしている。また、給水の拡大と同時に、水質向上にも取り組む方針であり、必要に応じて浄水施設の更新を行うとしている。

2) 開発計画

NWSDB は上記の国家開発政策を受け、「Cooperate Plan 2012-2016」を策定した。第一の目標は給水の向上であり、具体的な達成課題としては、2016年までに水道普及率を52.4%⁸にまで引き上げるとして、以下のような戦略を立てている。

- 計画されている事業の遂行（添付1表3）
- 現在実施中の大規模給水プロジェクト、中小規模の給水プロジェクトの完了
- 新しい需要地域の選定
- 復旧・拡張中のスキームに給水範囲の拡大を盛り込む
- 既存の給水施設からの配水・送水範囲の拡大を重点的に実施

また、第2の目標として、安全な飲料水供給の拡大を挙げている。今後数年の具体的な目標値は表2の通りである。

表 2 安全な水へのアクセス目標値 (%)

項目	2013	2014	2015	2016
上水道合計	47	48.8	50.6	52.4
NWSDB による上水道	36	37.4	38.9	40.4
掘り井戸	30.5	30	29.5	29
チューブ井戸・手押しポンプ	7.5	7	7	7
雨水活用その他	1	1	1	1
合計	86	86.8	88.1	89.4

出典: “Cooperate plan 2012-2016”, 2012, NWSDB,

3) 法規制

NWSDB の責務、権限、機能などは NWSDB 法 (No.2 of 1974) によって定められている。主なものは以下の通りである。

- NWSDB の上水道に関する一般責務（16条）
 - 公的機関、一般家庭、工業目的の上水道および送配水における効率的、統合的な開発、提供、運営管理
 - 地方自治体などから移譲された上水道の引き継ぎ、サービス提供の継続
 - 地方自治体、政府部局、その他の機関、個人に対する上水の供給、送配水、バルク販売
- NWSDB の上水道に関する権限（17条）
 - 水のバルク購入

⁸ NWSDB の担当地域スキームに関しては 40.4%。

- ・ 水の供給、開発、メンテナンスに関わる調査、データ収集・記録
- ・ 上水道の供給、開発、メンテナンスのための政府部局およびその他の大臣承認のジョイント・スキームへの参入
- 17条にあるジョイント・スキームへの参入においては、NWSDBが上水道設備の敷設の監督、運営管理を担う（19条）。
- 大臣承認およびNWSDBの特別許可がない限りは、NWSDBの管轄地域においてNWSDB以外の個人および機関が水道供給を行うことはできない（21条）。
- NWSDBは管轄地域において住民に水を供給するための取水口、フィルター、タンク、水道管などの建設を行うことができる（22条）。
- NWSDBは必要な場合、道路、個人所有の建築物、土地などの下にパイプを敷設することができる。ただしNWSDBは、敷設工事を関係者に前もって告示し、工事によって損害が生じた場合には保証する（23条）。

4) 上水供給におけるNWSDBの役割と組織

NWSDBは上下水道省の下部組織としてスリランカ国における上水道および下水処理施設の供給を担っている。NWSDBの職員数は約9,000人であり、内訳は、常勤職員が8,500人、非常勤職員が300人、契約職員が140人である。なお、契約職員のほとんどは、外国からの資金協力プロジェクトに従事している。9,000人のうち、約1,000人が管理職、2,000人強が技術職・事務職であり、3,000人が熟練労働者、2,500人ほどが非熟練労働者である。また、職員の82%が給水システムの運営・維持管理、12%がサービス、6%が開発・建設を担っている⁹。全体の組織は添付1図1のとおりである。

各州には地域サポートセンター（RSC）があり、副ジェネラル・マネージャー（DGM）が各RSCの責任者である。RSCは、アシスタント・ジェネラル・マネージャー（AGM）以下の職員が給水システムの運営維持管理および開発を担っている。RSCへの人材配置は地域によって異なるが、例えば南部州ゴール県（84,846世帯への給水規模）では、地域マネージャー（Regional Manager）の下、エリア・エンジニア、アシスタント・エンジニアとOIC（officer in-charge）が配置されている。

なお、スリランカ投資委員会（Board of Investment）、港湾局（Sri Lanka Ports Authority）、航空局（Ministry of Airport and Aviation）、輸出加工区（Export Processing Zones）、民間の開発によるハウジングスキーム、ホテル、病院、その他いくつかの政府機関および民間組織は、小規模水処理施設や貯水施設を所有している。しかし、これらの水処理施設や貯水施設の多くはごく小規模なものであり、またNWSDBが給水しているところも多い。このようなことから将来、ABEのPCタンクの納入先として想定されるのはNWSDBのみと考えてよい。

なお、農村部や地方都市の一部では、地方自治体やNGO、住民組織などが所有・運営維持管理するコミュニティ給水スキームがある。NWSDBはこれらの給水スキームを新設・更新する際、設計や建設を支援しており、また、運営維持管理にかかるトレーニングなども実施している。

5) NWSDBの財務状況

NWSDBの損益計算書を添付1表4に示した。消費者の拡大や定期的な料金値上げにともない、水

⁹ “Annual report and financial statements 2009”, 2010, NWSDB

道料金売上は順調に増加しており、水道事業の直接原価を差し引いた水道事業純利益は近年、黒字を維持している(図 2)。また NWSDB は、料金回収率の向上のために、メーター設置の徹底、未払い世帯への断水処置、漏水対策など、様々な活動を実施しており、これらも売り上げの増加に貢献していると考えられる。

直接原価に大きな割合を占めるのは、ポンプ運転の電気代である。近年、電気料金が高騰しているにもかかわらず、直接原価の上昇が低く抑えられているのは、効率の悪い古いポンプの更新などの NWSDB 経営効率改善努力の成果といえる。

給与などの一般管理費や減価償却費などを差し引いた営業純利益は、2009 年と 2011 年は黒字、2008 年と 2010 年は赤字である。債務利子支払い(ファイナンスコスト)などを含めた当期純利益は、近年赤字が続いていたが、2011 年は黒字を達成した。これは 2011 年の債務利子支払額が少なかったことが影響している¹⁰。

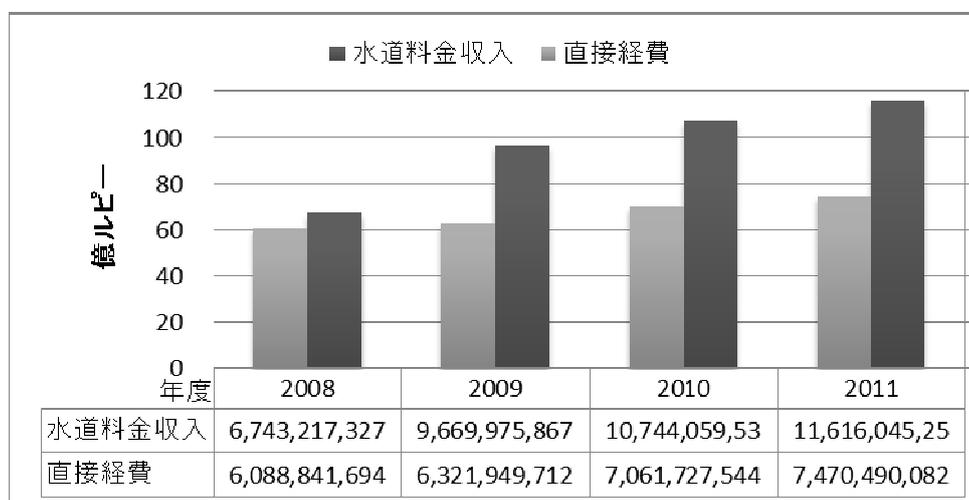


図 2 水道事業損益

出所:Financial Statements 2011, Financial performance, NWSDB ウェブサイト

下記の表 3 が示す通り、債務支払い能力を示す流動資産/流動負債率は年々減少傾向にある。また、資本における債務負担の比率を示す負債資本比率も、わずかではあるが年々増加している。図 3 に示したように債務額も増加傾向にあり、年々、NWSDB の債務返済負担が深刻化していることがわかる。

NWSDB では大規模な水道施設の新設・更新については、海外からの資金援助を活用している。スリランカの給水事業、特に地方給水は、基本的ニーズの充足という観点から、無償のものも多かった。しかし同国は 2016 年を目途に中進国入りを目指しており、経済発展とともに、給水事業への資金援助は、北東部などの紛争影響地域への給水などの人道支援を除いては、有償資金援助が多くを占めるようになってきている。また近年では、NWSDB は、ODA に加えて、中国や中東の商業銀行からの借り入れも利用している。また、上水の普及に伴い、将来は、下水施設の建設の必要性も増す見込みである。現在同国では主要都市を除いて、下水施設はほとんど整備されておらず、将来、下水施設建設のため

¹⁰ ODA による借款事業では、財務省が借入人となり、NWSDB は財務省から借り入れる仕組みがとられている。通常 NWSDB が返済を負担するのは、都市給水事業の場合は総借入額の 50%、地方給水事業の場合は 15%であり、残りは財務省が返済を負担している。

の資金調達の可能性も増大する。

これらのことから、NWSDB の債務返済額や債務利子額の負担は今後も増額する見込みがあり、水道施設の新設・更新における建設費用の節減は今後ますます重要となる。ABE の PC タンクの導入は建設コストを削減につながり、上述の債務返済額や債務利子額の負担の軽減に貢献することができる。

表 3 NWSDB 財務状況分析

(単位：Rs)

年度	2008	2009	2010	2011
水道事業利益(損失)	654,375,633	3,348,026,155	3,682,331,990	4,145,555,172
営業利益(損失)	(1,715,465,026)	183,914,741	(843,736,152)	1,760,825,044
税引き前当期純利益(損失)	(2,848,316,204)	(1,336,244,891)	(5,849,893,747)	474,465,508
流動資産	15,190,005,979	13,459,886,117	14,983,760,862	14,479,323,348
固定資産	115,632,092,867	135,978,000,418	149,210,491,460	178,292,202,270
資産合計	130,822,098,846	149,437,886,535	164,194,252,322	192,771,525,618
流動負債	5,315,152,986	7,379,031,197	9,337,862,666	10,586,107,688
固定負債	20,280,618,236	23,324,387,929	26,475,317,479	31,473,853,450
資本金+準備金	105,226,327,632	118,734,467,409	128,381,072,178	150,711,564,480
負債・資産合計	130,822,098,854	149,437,886,535	164,194,252,323	192,771,525,618
営業利益率	-1.31%	0.12%	-0.51%	0.91%
営業費用率	90.3%	65.4%	65.7%	64.3%
流動資産/流動負債	2.86	1.82	1.60	1.37
負債資本比率	24.3%	25.9%	27.9%	27.9%

出所:Financial Statements 2011, Financial performance, NWSDB ウェブサイト

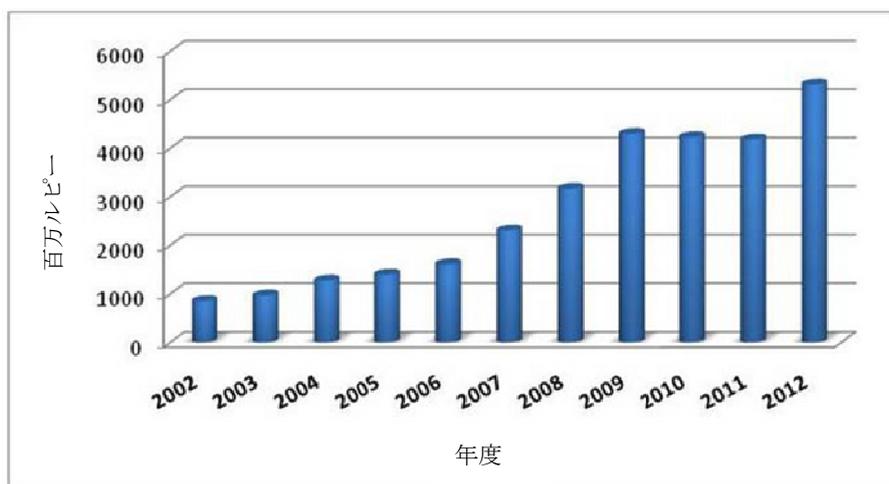


図 3 債務未払い金額

出所: Financial performance, NWSDB ウェブサイト

6) 上水道普及の現状と計画

スリランカでは現在、井戸や表流水を含めた安全な飲料水へのアクセスが確保されているのは全人

口の 87.7%であり(表 4)、上水道の普及率は 43%である¹¹。

都市部においては、イギリス統治時代に建設された上水道施設が老朽化したり、水需要の増大による既存の施設の供給能力が不足したりしており、送配水施設や配水池などの上水道施設の更新・増設の必要性が高い。例えば、カルタラ県などコロomboのベッドタウンとして人口が増加している地域では、水需要の急激な高まりに対応するため、既存施設の拡大が強く望まれている。また、上水道整備には地域格差が顕著であり、コロombo市のある西部州の上水道普及率は 44%であるが、貧困度の高いウバ州では 24%、紛争影響地域である北部州ではわずか 11%である¹²。

上水道のない世帯では、主に井戸水を飲用しているが、地下水にはバクテリアや塩分が混入している場合も多く、保健衛生上の問題が多い。たとえば、北中部州のアヌラーダプラ県では、ドライゾーンであることから十分な水資源が無く、上水道の整備が遅れ、多くの住民は飲用水を井戸から得ている。近年、この地域一帯の地下水から国の安全水準を超える高濃度のフッ素が検出された。高濃度のフッ素による骨や歯への影響、および腎臓病への被害が大きな問題となり、現在、上水道の整備が火急の課題となっている。また、地下水の乏しい地域では、特に乾季、飲料に適する水源への水くみ労働が住民の負担となっている。このようなことから、地方における上水の整備は喫緊の課題である。また、内戦の影響を受けた北部、および東部への水道供給も課題である。

このように、保健衛生の観点および生活の便宜性の向上、内戦被災地の復興などを目的として、同国では地方給水施設の整備が急がれている。NWSDB へのインタビューでも、地方給水の整備のプロジェクトはどれも緊急であり、PC タンクの導入による工期の短縮に期待するとの意見が表明された。

表 4 安全な飲用水へのアクセスがある世帯の割合 (%)

項目		ある	ない
スリランカ全体		87.7	12.3
セクター別	都市部	97.4	2.6
	農村部	87.6	12.4
	エステート	60.3	39.7
州別	西部	95.7	4.3
	中央	81.2	18.8
	南部	86.2	13.8
	北部	96.2	3.8
	東部	96.0	4.0
	北西部	91.4	8.6
	北中部	91.7	8.3
	ウバ	69.9	30.1
	サバラガムワ	70.4	29.6

出所: “Household income & expenditure survey 2009/10”, 2011, Department of Census and Statistics, Sri Lanka

¹¹ “Summary of progress status on the corporate action plans as at end of second quarter 2012”, 2012, NWSDB

¹² “Population and housing data 2012(provisional)”, Department of Census and Statistics, Sri Lanka

現在、NWSDB は表 5 に記した給水スキームを運営している。

表 5 NWSDB 管轄地区別給水スキーム数(2012 年 8 月現在)

番号	管轄区	管轄区に含まれる県名	上水スキームの数
1	中央	キャンデイ、マータレー、ヌワラエリヤ	51
2	東部	トリンコマリー、アンパーラ、バティカロア	31
3	北部中央	アヌラーダプラ、ポロンナルワ	23
4	北西部	クルネーガラ、プッタラム	30
5	北部	ジャフナ、ヴァヴニア、マナー、キリノッチ、ムラティヴ	31
6	サバラガムワ州	ラトナプラ、ケゴール	19
7	南部	ゴール、マータラ、ハンバントータ	51
8	ウバ州	バドゥッラ、モネラーガラ	35
9	西部-中央	コロンボ	13
10	西部-北	ガンパハ	22
11	西部-南	カルタラ	17
合計			323

出所：NWSDB Diary 2013

7) 浄水場・貯水池の現状

スリランカ全土にある貯水池の容量を調査したところ、西部州には大容量のものがいくつかあるが、地方ではそのほとんどが 1,000m³ 以下の小規模なものであり、しかも、容量が、350 m³, 400 m³, 500 m³, 750m³ などと様々であることがわかった（現在スリランカにある浄水場および貯水池の詳細は添付 1 資料 1 に示した）。

地上貯水池は丸形のほうが建設費は安くなるが角形が多い。その理由を、関係者にインタビューしたところ以下の通りであった。

- ・ 小規模の場合、ポンプハウスやサンクションパイプ設置用のサンプを併設することができる。
- ・ 型枠作成などの面で建設が容易（特に容量の小さい貯水池は地方の小規模建設業者が建設することになるので四角で提案されることが多い）
- ・ 土地が四角の場合、有効利用のため。

上述のように、国内で多く建設されている小規模の貯水池は容量、さらに設計基準も統一されていないのが現状である。建設技術の容易さが優先され、コスト高の四角形のものも建設されることも多い。

一方、日本の経験からは、小規模貯水池の容量と形状を規格化する¹³と様々な利点があることがわ

¹³ 標準化とは、例えば中・小規模貯水池の容量について、300 m³, 500 m³, 1,000 m³, 1,500m³ のみとし、350m³ や 750m³ のものは基本的に建設しない。設計については、これら 4 種類に関し、最も合理的な

かっている。たとえば、設計にかかる時間や労力が短縮でき、品質の管理も容易になる。また、このような容量と形状の規格化が実現すれば、ABE がもつプレキャスト・コンクリートによる PC タンク建設技術の導入が可能となる¹⁴。プレキャスト・コンクリートによる PC タンク建設技術が導入されれば、貯水池の品質の標準化と工期の大幅な短縮が実現し、6)で述べたように、地方の地下水汚染を背景とした地方給水施設整備の緊急ニーズに応えるものである。NWSDB 幹部とこれについて協議したところ、前向きな姿勢が示された。規格化の導入について ABE は今後も NWSDB に働きかけていく予定である。

8) 浄水場・貯水池の建設計画

各地域での今後、建設が計画されている浄水場および貯水池の詳細については添付 1 資料 2 に示した。将来計画においても、地方で建設予定の浄水場や貯水池はほとんどが小さなものであり、大規模なものは西部州に集中していることがわかる。

また、計画書などには、これらの貯水池が RC なのか PC なのかについて特段記載がないが、現在、NWSDB は PC 技術に関する認識や、導入計画を持っていないため、これらの貯水池は RC で建設され予定であるとみなされる。これは NWSDB が PC タンクの特徴や利点に関して十分な認識がないためと思われる。今後 ABE は、技術移転や普及活動により NWSDB に意識づけを行い、PC 技術を用いて建設するのが最も相応しいと思われる貯水池を特定し、計画に盛り込むよう働きかける予定である。

9) 貯水池の維持管理上の問題

貯水池や送水・配水管などの水道施設のメンテナンスの作業は、各 OIC 事務所が記録しているが、地方センターや本部で、これらの記録を特段取りまとめていないため、貯水池のメンテナンスについても、作業頻度や費用などの定量的な情報は得られなかった。

そのため本調査では、貯水池のメンテナンス事例を確認することとした。その結果、貯水容量 18,000m³ の大型円筒形 RC 貯水池の地上に露出した壁から長年漏水し、使用不可能となっていたものを、壁外側に控え壁を増設して補修・補強された例が確認できた。補修補強前の写真（赤枠）では鉛直方向にひび割れが生じていたことがわかる。PC 技術を利用して側壁外側に PC 鋼材を配置・緊張すれば、漏水箇所のひび割れが閉じ、簡便に経済的な補修補強が行えたと考えられる。また、設計・施工上の問題から円筒形の RC 貯水池に漏水が発生し、PC 鋼材で補強した例もいくつか見られた。このような、RC 貯水池の漏水例やメンテナンスの事例は、同国において、貯水池の設計・施工技術の改善と、ABE の PC 技術の導入による、貯水池の品質や耐久性の向上のニーズが高いことを示している。

形状（縦横高さ）の貯水池を設計し、特別例を除き、常時その設計図を使用する。

¹⁴ プレキャスト・コンクリートによる工法では、貯水池の容量に合わせた形状の型枠が必要になる。型枠は比較的高価であることから、貯水池の建設時に容量に合わせた型枠を作成するのは効率的ではない。例えば上の例のように、中小規模の貯水池の容量は 4 種類で形状も規格化されれば、4 種類の型枠があればすべての貯水池を建設できる。



写真 1 大型 RC 貯水池を控え壁で補強（ガンパハ県チャーチヒル）



写真 2 RC 貯水池を PC 鋼材で補強（マータラ県ガバダーウィーディヤ）



写真 3 RC 貯水池を PC 鋼材で補強（マータラ県ヌーペ）

1-4 対象国の対象分野の ODA 事業の事例分析および他ドナーの分析

1) 外務省および JICA の対スリランカ支援方針における上水道セクターの位置づけ

平成 24 年策定の「対スリランカ民主社会主義共和国国別援助方針」では、「上水道整備については、大規模都市の大型給水プロジェクトを引き続き実施していく。他方、大規模都市の上水道整備は概ね目処がついてきたことも踏まえ、今後は PPP 等を通じた支援への移行等についても検討していく。」としている。同方針では、事業展開計画として、表 6 にある 5 つの上水道セクター事業業が挙げられている。

表 6 JICA 上水セクター事業概要

事業名	スキーム	予定期間	支援額 (億円)	注 ¹⁵
水セクター開発計画	有償	～平成 27 年 終了予定	132.31	コロombo圏及びキャンディ圏において、上水道整備（貯水池整備、配水網拡張、ポンプ場整備等）等（キャンディ圏における下水道整備にかかるコンサルティング・サービスを含む）
水セクター開発計画(II)	有償	～平成 27 年 終了予定	83.88	大コロombo圏における上水システムの整備・拡張及びコロombo市内における無収水対策等
キリノッチ上水道復旧計画	無償	平成 25 年	6.77	贈与契約署名済み、詳細設計実施中
東部州給水開発計画	有償	平成 22 年～ 平成 27 年 終了予定	49.04	東部州アンパーラ県における上水道整備（送水網及び配水網の整備、浄水施設建設等）の他、同州上水道未整備地域における小規模給水設備の建設
アヌラダプラ県北部 上水道整備準備調査	有償	平成 25 年～ 平成 29 年	51.66	

出所:「スリランカ民主社会主義共和国国別援助方針」2013 年、外務省

<http://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/seisaku/houshin/pdfs/srilanka-2.pdf>

¹⁵ JICA スリランカ事務所での聞き取りまたは JICA プレスリリース<<http://www.jica.go.jp/press/index.html>>より

2) 外務省および JICA によるスリランカの上水道セクター支援の現状と計画

現在進行中の外務省および JICA によるスリランカの上水道セクター支援事業を表 7 に示した。今後の計画について、JICA スリランカ事務所に問い合わせたところ、具体的な予定は明らかにできないが、NWSDB の優先度を重視して支援をする意向とのことであった。ただし、スリランカは 2016 年を目途に中進国入りを目指しており、中進国の上水道整備は、自国の資金で実施するか、民間の資金を活用していくことを期待しているとのコメントもあった。

表 7 現在進行中の JICA 支援による上水道セクター事業

プロジェクト名	地域	タイプ	裨益者数	期間	予想費用 (Rs. million)	費用 (実績： 2010 年)	進捗 状況 (%)
水セクター開発計画サブプロジェクト 4 大キャンディ圏上水道整備 Phase I Stage II ¹⁶	中央州 キャンディ	拡張	616,000	2007-2012	4,164.00	4,681.63	94
東部州給水開発計画	東部州 アンパーラ	新規		2010-2015	6,526.00	1,407.16	70
キリノッチ上水道復旧計画 ¹⁷	北部州 キリノッチ		15,000	2013-2015	1,900.00	-	
アヌラダプラ北部上水道整備計画 ¹⁸	北中部州 アヌラダ プラ			2013-2015	9,736.00	-	
水セクター開発計画 I TNC 給水 stage II	西部州 コロンボ	拡大	200,000	2007-2014	6,490.00	5,750.36	97
水セクター開発計画 大コロンボ圏給水システム復旧	西部州 コロンボ	修復	100,000	2007-2015	4,785.00	3,476.78	74
水セクター開発計画(II) カルガンガ給水プロジェクト Phase I Stage II ¹⁹ & コロンボ市無収水率削減プロジェクト	西部州 コロンボ			2008-2015	10,846.00	4,650.60	66
コロンボ市無収水率削減能力強化プロジェクト	西部州 コロンボ			2010-2011	201	30.6	100

出所: NWSDB ウェブサイト

3) 他ドナーによるスリランカ上水道セクターの支援の現状と計画

2013 年 6 月現在、スリランカは ADB、デンマーク、オーストラリア、インド、中国、韓国、オーストラリア、アメリカ輸出入銀行、ハンガリー、オランダ、ドイツ、スペイン、ベルギー、UNIHA Wesser

¹⁶ マスタープランでは 70,000t までの拡張を計画している。

¹⁷ コントラクターは大豊建設。

¹⁸ 2012 年に Phase1 の L/A、2013 年に Phase2 の L/A を調印済み。

¹⁹ 現在 Phase1 の Stage2 として 60,000t の浄水池を建設中。マスタープランでは、2045 年までに 90,000t の浄水池を 2 つ建設する拡張を予定している

Technologie 社（オーストリア）から大規模上水道プロジェクトのための支援を受けている（添付 1 表 5 参照）。現在資金協力を交渉中であるのは以下のとおり。

- ADB：コンボ南部ゴタトゥワでの上水道事業、ドライズーン都市部上下水道整備プロジェクト（プッタラム県、マナー県）
- フランス：コロンボ県カラトゥウエワの上水整備
- インド：カルタラ県上水道整備
- 韓国：ルフナプラ上水道整備（ハンバントータ県）

第2章 提案企業の技術の活用可能性及び将来的な事業展開の見通し

2-1 提案企業および活用が見込まれる提案製品・技術の強み

1) 業界分析、提案企業の業界における位置付け

ABEは、建設費用が安価で耐久性のある水道用PCタンク（図5参照）を昭和32年に開発し、かつ日本で初めてPCタンクを設計施工した。以来、今日までPCタンクのパイオニアとして、地域の建設業者を指導、また、PCタンクの設計施工指針の策定に携わり同タンクを一般的な工法にまで成長させてきた。

ABEが開発したPCタンクは、水道の配水池として使われる。図4が示すように、水道の配水池は、浄水場で処理された安心して飲める水を末端の蛇口まで送る途中に設置され、水需要の時間変動を吸収し、所定の水压を確保する機能を持つ。配水池は、コンクリートを主な材料として建設され、配水池の7割²⁰にPCタンクが採用されているが、スリランカで一般的なのは鉄筋コンクリート製のRCタンク(Reinforcement concrete tank)である。



図4 浄水場から末端の蛇口まで

PCタンクの原理は、図5に示すように樽に例えることができる。樽は、多くの側板をたがで締め付けることで、側板と側板が密着するため²¹、液体を入れても漏れることがない。PCタンクは、側板をコンクリートに、たがをPC鋼材に置き換えて考えることができる。日本におけるこれまでの実績から、PCタンクの特長と優位性を簡単にまとめると以下のようなになる。なお、優位性はタンク容量が増すに従い高まる。

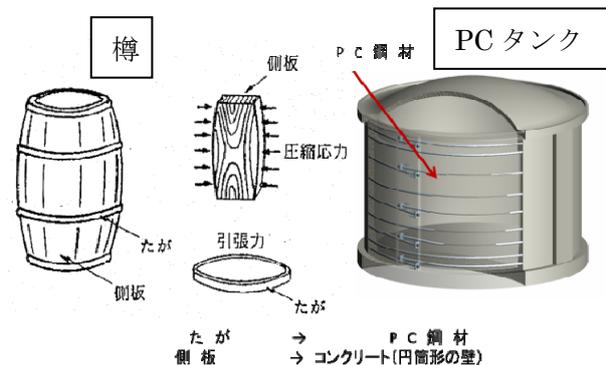


図5 PCタンクの原理

- ① 高い水密性と耐久性が確保できるため、漏水がなく維持費が削減できる

コンクリートは圧縮に強く引張には弱いという欠点があるが、PCタンクはその欠点を解消する技術である。PC鋼材を締め付けることでコンクリートに圧縮力が導入され、通常の鉄筋コンクリートでは防げないコンクリートのひび割れをなくすことができる。このように、RCタンクと比較して強く、水密性と耐久性に優れているので、ひび割れや漏水が発生しない。このため漏水もなく維持費が大幅に削減できる。

- ② 水深を高くでき、かつ部材を薄くできるため、工事費が削減できる

従来のRCタンクは、水压によって生じるコンクリートのひび割れを制御するため水深は6m程度が限界である。しかし、PCタンクはPC鋼材を締め付けることで水压を相殺でき、ひび割れが生じないので水深をこれより高くとることができる。さらにPCタンクはPC鋼材を締め付けることでコ

²⁰ 愛知県企業庁 調整池仕様一覧

²¹ 側板と側板が圧縮力により密着する。PCタンクはPC鋼材を予め締め付け、コンクリートに圧縮力を与えており、これをプレストレスという。

ンクリートに引張力やひび割れが生じないため、従来の RC タンクに比べて壁厚を薄くできる。そのため、コンクリートなどの材料が少なくて済む。このようなことから、建設に必要な面積が削減され、用地取得面積や土工事量が少なくなり、また材料費や作業量も減るため、工事費を削減することができる。

③ 最新技術の適用により工期の短縮が可能となる

- ・他国に真似できない安全に施工できるエアードーム工法

さらに、PC タンクの屋根建設に、図 6 や写真 4 が示すようなエアードーム技術を採用すれば、空気膜型枠によって、従来工法で必要となる型枠・足場・支保工などを大幅に削減できる。また、空気膜上の作業であり墜落災害がなく、高所作業である型枠・足場・支保工の組み立て解体作業が無くなることに加えて工期を 1 ヶ月以上短縮できる。

- ・PC タンクのプレキャスト化

ABE が開発・普及させたプレキャストタンクは、下水道事業団と共同開発したプレハブ式オキシデーション法 POD、北海道スラリータンク等がある。スリランカにおけるプレキャストタンクを規格化すれば、設計や工期を短縮できるのでさらに効果がある。

- ・横矢板工法

現場でコンクリートを打設する場合は、PC タンク側壁コンクリートを一度に打設する横矢板工法（特許番号 第 26515550 号）を導入することで、品質管理と施工管理が容易で工期短縮を図ることができる。

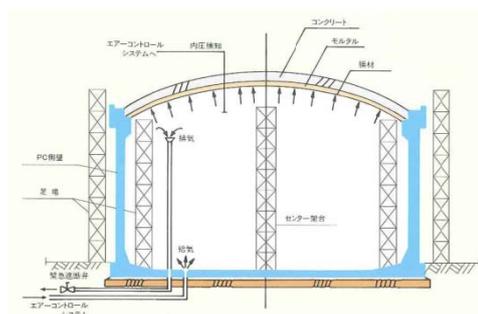


図 6 エアードーム工法(空気膜型枠)



写真 4 膜(シート材)を膨らませた状況

PC タンクは欧米の企業も建設しているが、大規模なものが主である。日本の技法は、小規模のタンクにも適用可能であるという優位性をもつ。なお、日本国内に建設されている PC タンクの貯水容量は、最小 50m³/池から最大 85,000m³/池までであるように、建設にあたって容量の制約はない。

ABE は現在までに 5,000 基以上の PC タンクの建設実績を持ち、日本で 6 割のシェアを誇る。海外においても水道施設の建造は喫緊の課題である。ABE は水の確保が重要課題となる乾燥地エジプトで 6 池、ヨルダンで 3 池の建設実績を有している。今後は、スリランカへの PC タンクの導入・普及を足掛かりとし、南アジア周辺国にも営業展開を図る予定である。

2) 国内外の同業他社比較、類似製品・技術の概況

(1) スリランカ国内における PC 技術を持った他社の状況

State Engineering Corporation (SEC)²²および State Development and Construction Corporation (SD&CC)²³

²² State Engineering Corporation (SEC; Website: <http://www.secs.lk>)

は PC 構造物建設の実績があるスリランカの公社である。SD&CC は PC 梁や送電線の柱、土管、橋梁材料、コンクリートブロックおよびプレキャスト製品を 3 つの工場生産している。International Construction Consortium Pvt. Ltd (ICC) ²⁴ は、スリランカにおける PC 構造物建設にかかる第一人者であり、PC パイル、鉄道・道路・橋梁の PC 材料などを生産している。このようにスリランカ国内には、PC 技術をもった企業は数社あるが、PC タンクの建設の経験がある企業はない。

(2) 近隣国における PC タンク建設実績のある他社の状況

近隣国では、インド、中国、シンガポール、マレーシアの企業に PC タンク建設の実績がある。これらの企業は PC タンク建設の実績はあるが、エアードーム工法は採用しておらず、プレキャスト・コンクリートによる PC タンクの建設についても実績がないという情報を得ており、これらの技術の活用が、今後、近隣国との差別化において重要と考える。なお、これら近隣国の PC タンク建設業者が ABE にどこまで追いついているか、価格面の競争力はどうか、などに関し、今回の調査では時間が足りず、十分な情報を得るに至らなかった。これらに関する情報収集・分析は、今後の課題である。

- The Freyssinet Pre-stressed Concrete Co. Ltd. (FPCC) (インド) Website: <http://www.freyssinet-india.com/>
- The Jiangsu Xinzhu Pre-stressed Engineering Co. Ltd. (中国) Website: <http://www.jsxzc.com>

2-2 提案企業の事業展開における海外進出の位置づけ

1) 提案企業の事業展開方針

ABE の「社是」は、「会社は仕事することによって、利潤を産み出し、その利潤によって、会社を発展させ従業員の生活を向上させねばならない。また、吾々は、国家の一員として自分の仕事を通じて国家に貢献すると言う尊い理念を持たねばならない。会社だけがよくて従業員が悪くても、従業員だけがよくて会社が悪くてもいけない。社長始め全員が一体となって努力せねばならない」である。ABE はこのように、会社の発展や社員の生活向上と同時に、事業を通じた社会への貢献をモットーとしている。

日本の水道普及率が 97% の現在、市町村合併や施設更新における新規の水道配水池建設はあるものの、その件数は大幅な減少傾向にある。このような背景の下、ABE は市場拡大と社の活性化を図ろうとしており、その有力な手段として海外進出を必須と考えている。また、日本国内における業務減少により若手社員への技術継承と技術開発が困難になっており、日本国内においてこれまで PC タンクの開発・普及で養った ABE の技術の海外展開を図ることにより、社内の技術継承を行う計画である。このように、海外進出の位置づけは、海外の国々の開発課題解決へ貢献するとともに、市場拡大、社の活性化、技術継承を図り、将来の事業拡大と経営の安定化に繋げることである。そのために、海外で事業展開できる技術と人材の育成に取り組んでいる。

2) これまでの準備状況

以上のような方針のもと、ABE はスリランカへの進出に向けて、これまで表 8 のとおり積極的な取り組みを行ってきた。

²³ State Development and Construction Corporation (SD&CC; Website: <http://www.sdcc.lk>)

²⁴ International Construction Consortium Pvt. Ltd (ICC; Website: <http://www.icc-construct.com>)

表 8 ABE の海外進出を目指したこれまでの活動

年月	取り組み概要
2010年	「水のいのちのものづくり中部フォーラム」に入会
2012年7月	シンガポール国際水週間水エクスポ（SIWW）へ出展し、ニーズ調査を実施
2012年9月	JICA 中部国際センター“スリランカ調査団”に参加し、スリランカ NWSDB 職員 100 名に PC タンクの技術説明を行う。その結果、同庁の開発担当アシスタント・ジェネラルマネージャーより PC タンク（容量 3,000m ³ ）の問合せを受け、図面と数量を提出
2012年11月	スリランカ NWSDB 長官が来日時名古屋市内にある ABE の施工した PC タンクを見学。9 月に開催した技術説明会の反応を踏まえ、同庁技術職員全員に PC タンク技術情報をメールで配信
2013年2月	同庁が PC タンクに強い関心を示していることを、上述した「協力準備調査（BOP ビジネス連携促進）」の事業化検討会から情報を入手。なお、本調査には KMC 社員も団員として参画しており、ABE と KMC による、スリランカにおける PC タンク事業の共同推進の契機となる。
2013年 3～4月	スリランカ現地踏査のほか、同庁職員へ技術説明とともに、日本大使館、JICA スリランカ事務所、NJS、上下水道省、財務計画省など訪問し、情報収集を行った。
2013年9月 ～	本調査を実施。

2-3 提案企業の海外進出による日本国内地域経済への貢献

1) 国内における雇用への影響

経済的な水道整備に資する水道用配水池の開発と普及により地域経済に大きく貢献する。

ABE は、PC タンクを昭和 32 年に開発し、かつ日本で初めて PC タンクを設計施工した。また水道用や工業用水のみならず下水道用にも適用展開している。以来、今日まで PC タンクのパイオニアとして、PC タンクを日本における一般的な工法にするまで成長させてきた。

さらには、このような実績と経験を踏まえ、社員を大学に講師として派遣し、講義や工場視察により、将来の社会インフラに携わる学生に PC 技術を伝えている。今後は PC 技術の海外展開を通し雇用を拡大し、海外で指導的な役割を担う人材育成を図ると共に、閉塞感のある中部地域あるいは全国の建設業界に“若者の夢”という新風を吹き込みことができる。

2) 中小企業が所在する地域の産業振興策との関連性

ABE は日本の PC タンク施工の 6 割に携わり、水道事業において不可欠ともいえる配水池に関して耐震性・耐久性・水密性を有し合理的・経済的な構造体を提供するとともに、全国の水道事業推進に大きく貢献し、中部地方の経済発展にも寄与してきた。

本調査ではスリランカ国における水道事業、土木建設業界、資材調達、コンサルタント業界などに関する多くの知見とともに有用な人材との繋がりが得られた。これらの知見と人的資源を、岐阜県産業振興センター、十六銀行、岐阜大学、「水のいのちのものづくり中部フォーラム」を通じて中部地方の企業と共有することにより、これらの機関・団体あるいは名古屋市などの協力を得て、中部地区の水道資機材メーカーを代表するトップランナーとして、水関連の技術を有する地元企業の海外進出を後押ししていく（図 7 参照）

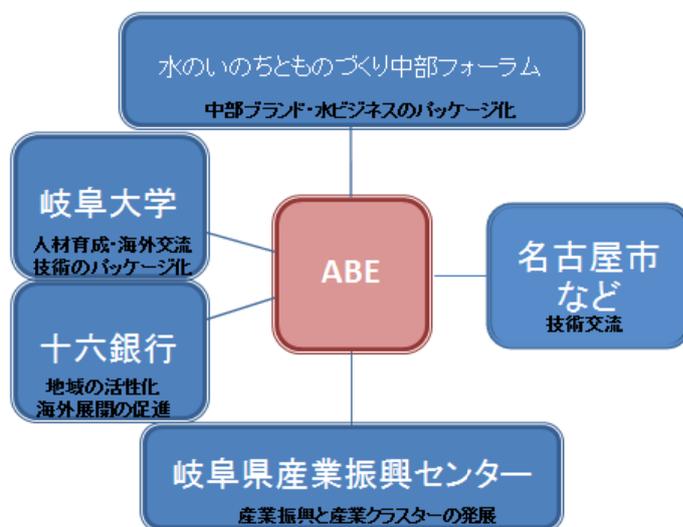


図 7 ABE の地域連携の概略図

本調査ではその第一弾として「水のいのちものづくり中部フォーラム」の協力を得て 2013 年 12 月 25 日にセミナーを開催した。以下に同セミナーの概要を記す。

- ・日 時 2013 年 12 月 25 日午後 2 時より午後 5 時まで
 - ・場 所 名古屋市東区武平町 5-1 名古屋栄ビルディング内中部経済連合会会議室
 - ・参加者 水のいのちものづくり中部フォーラム会員 約 30 名
 - ・内 容 水に関する国際協力の必要性、スリランカの水事情と配水池などの現状、PC タンクの優位性、12 月 19 日スリランカで開催したセミナーなどの報告と質疑を行った
- 中部ブランドの“水ビジネスパッケージ展開”として、海外水ビジネスへチャレンジする第一歩として大きく貢献できた。

なお、地域連携に関連する各団体の機能と役割は以下の通りである。

- ・ 水のいのちものづくり中部フォーラム

中部経済連合会が主導する「水のいのちものづくり中部フォーラム」は、産官学連携による、世界的な水問題の解決と国際貢献を果たすことを目的としており、その活動の一環として、「水」にかかる技術や経験を有する地元の異業種企業が協同・連携して水関連ビジネスの展開を推進している。ABE も本フォーラムの主要メンバーであり、本案件化調査によって得られた知見をもとに、今後地元企業（プラントメーカー、水道資機材メーカー、建設業など）がグローバル競争に打ち勝てるような国際戦略や企業連携にも結び付けるべく使命が与えられており、本フォーラムからの全面的なバックアップを得ている。

なお、本案件化調査で得られた情報は、本フォーラムにて共有しており、水道メーターやフロートバルブなど中部地区の中小企業がスリランカをビジネス展開の対象として検討し始めるなど、後述の民間提案型普及・実証事業においては、本フォーラムメンバーとの共同による事業を計画しており、中部の総合力を活用した水ビジネス展開を期待されている。

- 岐阜県産業振興センター

ABEの拠点である岐阜県は、岐阜県産業振興センターを通じて、産業経済に関する調査及び研究を実施するとともに、中小企業に必要な情報事業を総合的に行い、創業及び経営基盤の強化、経営の合理化・安定化、新産業の育成、その他中小企業の経営環境を改善するための事業の推進を図っている。岐阜県内の産業振興を促進し、産業クラスターの発展を目指すために、本調査の知見を、当センターを通して岐阜県内に展開していく。その第一歩として、当センターおよび岐阜大学のバックアップのもとセミナーを開催する予定である。

- 十六銀行

ABEのメインバンクである十六銀行は、海外ビジネスサポート“じゅうろく海外サポート・ネットワークサービス”を行っているが、県内や東海地区の経済や地域活性化策について提言する組織として新たにシンクタンク（株式会社十六総合研究所）を設立（2013年6月）した。ABEは、十六銀行ならびに当シンクタンクと連携していくとともに十六銀行が開催するセミナー等を利用して、海外展開のトップランナーとして中部地域の活性化に貢献していく。

3) その他、地方自治体、地域の研究機関や大学等との連携の可能性

岐阜大学などと連携するとともに名古屋市などとの技術交流により、計画・設計業務とともに技術基準作成などスリランカ国NWSDBに対して技術移転を行うとともに、わが国においてもPCタンクに関する技術継承と海外展開の知見を伝えることで活気ある若い技術者を育成する。

- 岐阜大学

PCタンクに係る技術移転としてはPCタンク設計施工基準のスリランカ版を作成し、技術の普及を図る。この設計施工基準の作成にあたっては、岐阜大学の六郷恵哲工学部長を中心とした多彩な教授陣と連携する予定である。この作業の過程で必要に応じてスリランカ国のコンクリート工学を専門とする大学との連携を図る。

また大学や一般社団法人名古屋環未来研究所など地域研究機関が企業間の強力な接着剤としてマネジメントを行うことにより、国際競争力あるビジネスの可能性を広げ、“中部地域の活性化”に結び付けることが期待される。海外展開で得られた知見は、岐阜大学地域交流協力会や岐阜大学コンクリート研究会など同大学の活動を通じて、中部地域の技術と企業を集積した“ビジネスのパッケージ化”を目指す。

- 名古屋市

スリランカ国NWSDBに対する技術協力については、100年の歴史を持つ名古屋市上下水道局との技術上の情報交換や交流を密に行っている。

同局ではJICAの無収水対策などの研修を引き受けており、スリランカを始め多くの研修生とのネットワークづくりをJICA事業に関わった職員によって構成されている「名古屋JICA会」との共同作業で行っている。11月29日に実施された研修生との交流会にスリランカ国NWSDBの設計部門の主任技術者が参加しており、ABEから現在施工中であるPCタンクの視察を提案し、研修のない

日に愛知県半田市の現場を案内し PC タンクの技術的な詳細を理解してもらった。(下写真)

また同局は BOP ビジネス連携促進でスリランカの水道事業について調査した経験を持つとともに 2013 年度から草の根技術協力によりスリランカ国における無収水対策として水道管管理の能力強化を行っている。これらの成果も踏まえ、名古屋市などの協力を得て、PC タンク計画・設計あるいは同施工基準のスリランカ版作成に際しては、スリランカ国の事情に合った効果的な内容とする考えである。



写真 5 事務所での現場説明



写真 6 建設中の PC タンクを視察

2-4 想定する事業の仕組み

1) 流通・販売計画（販路の確保状況、販売方法、販売網の構築）

(1) 上水道施設への事業展開

前述のとおり、本調査では、PC タンクの市場として、NWSDB の他に、スリランカ投資庁、港湾局、航空局なども検討してみたが、いずれについても独自の貯水池を建設する計画は当面なく、NWSDB の施設を使用する計画であった。また、私企業の投資による住宅スキームやホテル建設における PC タンク市場についても検討したが、いずれも貯水池の容量が小さいため、PC の有利性を生かすには至らないことがわかった。将来、ガスタンク建設の計画もセイロン電力公社や私企業にあるが、まだ具体的ではない。このようなことから当面、PC タンクの納入先は NWSDB のみであると考えられる。

後述のとおり、次のステップとしては民間提案型普及・実証事業のスキームを活用し、スリランカに ABE の PC タンクを建設し、同国の地方給水状況の改善に貢献するとともに、PC タンクの本格導入・普及に必要な環境整備と ABE の事業計画の策定を行う。

その後、同国の大型貯水池建設案件に PC タンクを導入する計画である。具体的には大型貯水池建設案件の国際入札に応札することになるが、ポンプや送配水管の設置を含む上水道システムへの入札となる場合は、国内外の建設企業と JV を形成したり、それら企業の下請けという形で参入する可能性が高い。貯水池単体の工事入札となった場合は ABE が単独で入札する可能性もある。入札の際には、PC タンクのドーム屋根を安全かつ適切に構築できるエアードーム工法をスリランカ国に適用し、工期の短縮、安全性の確保といった面での競争力を確保する考えである。この工法は、AD 制御機器と空気膜で構成されており、他国には真似できない独自工法であるため安部日鋼工業の優位性を確保したビジネス展開が期待できる。

エアードーム工法の導入にかかる投資計画は、初年度に当社独自の型枠保持具の加工機のコスト 500 万円、2016 年にスリランカ用のエアードーム制御機器制作費 1,000 万円、2018 年に周辺国向けのエアードーム制御機器制作費 1,000 万円を計画している。

また万が一、民間提案型普及・実証事業を活用したパイロット事業の実施に時間がかかるか、何等かの理由により実施の見込みがない場合は、同事業を経ずに大型貯水池建設案件に応札する可能性を検討する。この場合は、ABE にとっては同国における初めての PC タンク建設となり、パートナー企業の技術や方針、現地の建設や商習慣、材料調達などの面での経験が十分でない可能性を考慮し、まず、国内外の企業の下請けとしての参入する可能性が高い。

(2) 下水処理タンク、橋梁、高速道路事業などへの事業展開

同国の上水道の普及に伴い、将来、下水処理施設の建設の必要性が増すことは必然であり、また同国では経済成長に伴い、高速道路やモノレールなどの都市交通の開発が急務となっている。また、老朽化した橋梁の架け替えも多数予定されている。また同国ではすでに高速道路や橋梁の一部に PC 技術が適用されている。このような現状と将来の計画から、PC タンクに関わる事業展開を通し ABE は日本国内では、上水分野に加え、下水、橋梁、高速道路などの分野で事業展開を行っており、スリランカにおいても、上水道施設建設の経験を足場として、将来、下水、橋梁、高速道路や都市交通システム事業などへの事業展開が可能と考える。

なお、PC タンクの技術移転においては、「水といのちのものづくり中部フォーラム」メンバーの産官学のネットワークと連携する予定であり、水道計画論において名古屋市上下水道局、また、水道施設設計においては、中日本建設コンサルタントなどのメンバーを想定しており、橋梁・鉄道など他分野への事業展開においても、これらのネットワークを活用する計画である。

2) 売上規模、市場規模感、市場マーケットにおいて想定する需要の見込み等

(1) スリランカ国内での事業展開

この調査で確認できた配水池の建設計画は、地上式貯水池 90 基（総容量 112,000m³）、高架式貯水池 50 基（総容量 45,000m³）、市場規模として 60 億円と試算できる。スリランカでの売り上げ規模は、事業展開当初は年間 1 億円程度を見込み周辺国への事業展開準備を進める計画である。

また、マーケットにおいて想定する需要の見込みについては、今後 10 年程度は、西部州マスタープランなどで最低 5 基の大型貯水池の建設が計画されている。加えて、前述のとおり、中小規模貯水池の規格化に働きかけ、これが実現すれば、地方給水のための中小規模の貯水池をプレキャスト・コンクリートを用いた PC タンクで建設する需要（貯水容量 1,000m³ 以下は 38 基）が見込まれる。

また、下水処理施設については、現在ほとんど建設されていないが、将来、上水施設の普及にともない、確実に需要が増すと思われる。日本の例でも、中小規模の下水施設を PC プレキャストタンクで 340 施設に係わった実績があり、NWSDB もマスタープラン作成の予定もあるとの情報を得ており、同プランにより将来計画や施設需要について把握し、事業展開の準備をする計画である。

(2) 近隣国への事業展開

スリランカの現在の浄水普及率や緩やかな人口増加率を考慮すると、将来同国では、給水需要の増加に歯止めがかかると予想される。パイロット事業やその後の事業展開を通して、現地企業パートナーへの技術指導・提携等を進め、スリランカを拠点とする営業体制を構築し、人口増加の著しく、水需要の増加が見込まれる周辺国のインド、パキスタン、バングラデシュなど南アジア諸国への事業展開の可能性をさぐる。

2-5 想定する事業実施体制・具体的な普及に向けたスケジュール

1) 進出と事業展開にかかる基本方針とスケジュール

今回の調査では、現地では英国標準に基づき適切な現場管理が行われていることが確認できたため、PC 技術移転を主とした代理店進出の可能性が確認できた。今後は、民間提案型普及・実証事業のスキームを活用し、パイロット事業を実施することにより、進出の確実性を把握し、また、現地パートナーを確保し、進出形態についてさらなる検証を行う予定である。

また、実際に PC タンクを建設することを通じて、本調査では把握しかねたリスクや利点を把握し、それをもとに事業進出の際のより詳細な対策を立案することとする。今後のスケジュールについては図 8 を参照のこと。

なおパイロット事業では、現地パートナー企業に全ての資機材の調達、施工ならびに施工管理（労務管理も含む）を発注し、ABE は総合的なマネジメントならびに PC 技術管理を行う計画である。

① Vonlan Construction

- 水、道路、電気、港/空港などのインフラを扱っている。海外での仕事の経験はモルディブのみである。クライアントは、日本、韓国、フランスなど。親会社の Sanken Lanka(日系企業)は Sanken Overseas という部署があり、中東、ケニア、セーシェル、モルディブに支社がある。
- PC についてはコストや時間についてのメリットも認識しており、橋梁工事に PC 技術を採用している。
- コンクリートプラントを 3 か所所有しており、同社の事務所裏（アンバタレー）、カトゥナーヤカ、ペーリヤゴダに所在する。
- アンバタレーのプラントの会社名は City Concrete (Sanken の子会社) であり、生産量は平均 30m³/h、最大 500m³/day が可能である。現在、セメントサイロは 50m³が一基だが、100m³を一基新しく準備中である。60km 離れた所にもコンクリートを供給している。ミキサー車を 15 台所有している。
- カトゥナーヤカのプラントの会社名は San Redimix (Sanken の子会社) である。生産量は 500m³/day である。50m³, 75m³, 500m³ の 3 つのセメントサイロがある。平均 30km ほど離れた所にコンクリートを供給、最大 100km 離れた所にも供給経験がある。ミキサー車を 15 台所有している。骨材の砂はプラントから 200km ほど離れたマヒヤンガナから、メタルは 30km ほど離れた所から入手している。フライアッシュはプッタラムの火力発電所およびインドから入手している。
- ペーリヤゴにあるのは Sanken Lanka の直轄プラントである。生産量は 70m³/h、1,000m³/day が可能である。350m³ のセメントサイロが 2 つある。ここ数ヶ月の供給は 200~300m³/day であり、需要によって 400~500m³/day 供給することもある。60km 離れた所にコンクリートを供給可能である。ミキサー車を 30 台所有している。骨材は国内で調達している。生コンプラントの隣に、鉄筋曲加工工場がある。

② Access Engineering

- PC 技術はないが、必要な技術であるため展開したいと述べていた。
- 社員 350 人（うち 250 人は専門職、100 人はエンジニア）で、労働者は自社と外注を入れて 2,500 人である。
- 2013 年の当期利益は 2012 年に対して倍増しており、内戦終結後の建設ブームにのり、急成長している（2013 年はグループで 140 億ルピー、エンジニアリングは 110 億ルピー）。
- 機材はほとんど自前であるが、ABE と組む場合に必要な機材があれば購入する。
- 社長は NWSDB に 20 年間の勤務経験があり、2007 年から Access に入社した。

③ ICC (International Construction Consortium (PVT) Ltd)

- ICC はプレキャスト製品を作っており、橋梁にもプレテンションの製品を作っている。しかし、タンクのような円形のものに PC 技術を導入したことはなく、専用のジャッキも持っていない。ABE の技術に興味があり、ぜひ一緒に仕事をしたいと述べていた。
- カタール、モルディブでの工事経験あり、スリランカ国内では日本、中国のコントラクターと組んだ経験がある。社員 600 人（うちエンジニアは 50 人）。労働者は 6,000 人。派遣会社から

労働者を調達した場合でも、現場管理は ICC が実施するとのことであった。

- コンクリートプラントを所有している (50m³/h、過去日最大生産 900m³/day)。コンクリート用量 2,000m³以上の現場では現場コンクリートプラントを設置するとのことであった。
- プレキャスト工場は、橋梁ビームから縁石まであらゆる 2 次製品を作っている。PC 鋼材はインドの TATA から調達し、定着金具はイギリス (CCL Stressing International 社) から調達している。プレキャスト工場は 1990 年から開始した。プレキャスト製品の型枠は自社で制作している (鉄骨工場がある)。
- 売上は、200 億ルピーである。

④ KDA Weerasinghe

- PC 技術は持っていないが、会長はプレキャスト部門に力を入れたい意向である。現在は舗装用タイルのプレキャスト製品を作っている。数年前までは道路が主なビジネスであったが、今は水道である。近い将来は橋梁のようなものが増える見込みで、PC 技術に期待しているとのことであった。
- 社員・労働者含み 3,000 人 (うち 80~90 人はエンジニア) で、労働者は自社と外注がある。
- 水道施設全般の経験があり、そのうち大規模の水道事業の経験は 4~5 件である。貯水ダム (水道用一部) の経験もある。
- コンクリートプラント、採石場を所有し、ほとんどの建設機械をも所有している。プレキャストの型枠は自社制作している。
- 是非 ABE と組みたいとのことであった。

⑤ Tudawe Brothers

- PC の施工経験は無いが、会長は PC 技術を認識している。
- 社員・労働者含め 1,000 人 (うち 200 人はエンジニア) で、労働者は自社と外注がある。
- 会社は 72 年前に設立された。当初は建物の建築を主体としたが、28 年前から土木工事を開始した。日本、インドの下請けの経験がある。自前のコンクリートプラントを Katunayake に所有している。

⑥ MAGA Engineering

- ポストテンションスラブ等の工事経験はあるが、すべて外注 (Ultracon) によるものである。ビームのプレキャストも施工したことがあるが、既製品を購入した程度である。
- エンジニアは 250~300 人で、労働者は自社と外注を入れて 7,500 人である。
- モルディブの空港の土木工事をを行った経験がある。

以上の建設業者の PC・水道施設関連の経験をまとめると表 9 の通りとなる。

表 9 現地建設会社の PC・水道施設関連の経験

項目	Vonlan	Access	ICC	KDAW	Tudawe	MAGA
PC 関連構造物の経験	あり。橋梁工事に PC を採用	あり。新自社のビルのスラブにポストテンションを外注	あり。橋梁、プレキャスト製品	なし	なし	あり。高層アパートのガレージにポストテンションスラブを外注
容器構造物建設の経験	あり 円形配水地	あり 円形配水地	あり 円形配水地	あり。 円形配水地	あり 円形配水地、65m の配水塔	あり 円形配水地
水道施設建設の経験	あり。配水池、高架水槽、取水施設の土木工事	あり。配水池、高架水槽、浄水場、配管等の土木工事	あり。配水池、高架水槽	あり。配水池、高架水槽、取水施設、ダム、配管	あり。配水池、高架水槽、配管、浄水場	あり。配水池、高架水槽、取水施設の土木工事

3) ABE の JV 先もしくは競争相手となる可能性のある海外の企業

スリランカでの上水事業建設の実績を持ち、将来、ODA 有償事業案件などで ABE の JV 先もしくは競争相手となる代表的な海外の企業は以下の通りである。

China Geo-Engineering Corporation Sri Lanka (中国)

2005 年に北京に設立され、10 か国以上に営業所や支店をもつ。China Geo-Engineering Corporation Sri Lanka は、同社の現地法人であり、カルガンガ上水事業、ケラニ川右岸浄水所建設、大コロombo 県下水事業、バティカロア・ハンバントタ上水事業など、スリランカの大規模上下水道事業を受注している。

Kolon Global Engineering Corporation²⁶ (韓国)

国内外で、高速道路、地下鉄、高速鉄道、橋梁、ハウジングスキームの建設などに従事している。海外事業を行っているのは Kolon Global Corporation であり、スリランカでも大ゴール県上水事業、ルフヌプラ上水事業（ハンバントタ県）、マハナーマ橋（マータラ県）の建設などを実施した経験がある。現在は、キャンディ市下水事業、ジャフナ・キリノッチ上水事業、マータラ IV 上水事業を現地中である。同社はスリランカでの事業の設計に、当調査の外注先である Ceywater Consultant の支援を得ている。

²⁶ 住所: 03, Rockwood, Colombo 07; ウェブサイト: <http://www.kolonglobal.com/eng/business/construction/>

Compagnie d'Enterprises CFE SA²⁷ (ベルギー)

建設、鉄道、浚渫、船舶工学、不動産なども手掛け、全世界に営業所をもつ国際企業。PPP 事業にも積極的である。スリランカではコロナ・バラゴダ上水事業を実施中である。同社はスリランカでの事業の設計に、当調査の外注先である Ceywater Consultant の支援を得ている。

Salcon Berhad Malaysia (マレーシア)²⁸

アジアでも有数の上下水道エンジニアリング会社。1974年に設立以後、マレーシア、タイ、ベトナム、中国などで事業を展開している。スリランカでは現在、ハンバントータ県とバティカロア県での ADB IV 事業、ケラニ側右岸浄水事業、カルガンガ上水事業を請け負っている。

NCC (Nagarjuna Construction Company Ltd.) (インド)²⁹

インドの代表的な建設業者。スリランカでは現地企業との JV でいくつかの事業実績がある。

Keangnam Enterprises (韓国)³⁰

韓国の代表的な建設業者。スリランカでは Lunawa Environmental Improvement and Community Development Project (排水路整備事業) や高層ビルの建設実績がある。

日系企業では、大成建設がスリランカの上下水道セクターでの実績が高く、現在は、バドデーガマ浄水場建設を実施中である。南部高速やコロombo外環高速建設の実績もある。

4) 普及・販売等に関する具体的なスケジュール、課題等

(1) 原材料の調達見込み

PC タンクの建設には、型枠材、鉄筋材、レディーミクストコンクリートなど RC 構造物と同様な資機材と、PC 鋼材、緊張機材の PC 構造物専用の資機材に大別することができる。RC 構造物の資機材は、スリランカ国内で通常に使用されている資機材であり、国内の調達が十分に可能である事が確認された。以下は、PC 構造物専用の資機材の調達の見込みについて記述することとする。

現在スリランカ国内で建設されている PC 構造物は、橋梁をはじめ商業ビルや駐車場の空間を確保するためのポストテンション方式の PC 構造であることが、本調査を通じてわかった(次項 3-4 3 参照)。このような構造物に使用されている PC 鋼材他の資機材は、シンガポールに拠点を置く、スリランカに営業所を持つ ULTACON 社によって納入ならびに技術指導が行われている。同社は PC 業界世界大手の Dywidag 社の商社であり、スリランカ国内において PC 資機材を納入した多くの実績を有しており、日本企業への納入実績もある。本調査において同社と協議をし、販売ルートや商品リストを確認し、PC タンクの建設に必要な材料が調達可能であることを確認した。

このように本調査では、PC 鋼材その他の資材につき、日本製のを日本から輸入する必要はなく、スリランカで現地調達できることがわかった。同社の製品は、品質面でもスリランカ国内で適用されている BS 規格を十分満たしており、かつ日本からの輸入品よりも安価であることから、ABE のスリ

²⁷ Sri Lanka Office: 07, Botheju Mawatha, Thimbirigasyaya, Colombo 05; Tel: 94-11-2592699; <http://www.cfe.be>

²⁸ Head Office: 15th Floor, Menara Summit, Persiaran Kewajipan, USJ1, 47600, UEP Subang Jaya, Selangor Darul Ehsan, Malaysia; Tel: General: 6(03) 8024 8822; Fax: 6(03) 8024 8811; <http://www.salcon.com.my>; Sri Lankan office: 70/20, suite 16, Lucky Plaza, St. Anthony's Mawatha, Colombo 3, Sri Lanka; Tel: +94 11237 2787; Fax: +94 11237 0251

²⁹ NCC Limited, 'NCC House', Madhapur, Hyderabad, 500 081, AP India; Tel: +91 40 2326 8888; Fax: +91 40 2312 5555; <http://www.ncclimited.com>

³⁰ Sri Lankan Office: 815, E.W. Perera Mawatha, Etul Kotte, Sri Jayewardenepura; <http://www.kne.lk>

ランカにおける PC タンクの導入・普及における採算性の確保に貢献するものと思われる。

(2) 技術的課題

本調査の結果、PC タンクを普及させるための技術的課題として以下の点があることがわかった。

- 水道整備計画立案者が検討候補に PC タンクを挙げるための資料を整える必要がある。
- PC タンクの品質を計画時から確保するため、設計と施工に関するルール（基準）を整える必要がある。
- 同様に、入札事業の場合は NWSDB が基本設計をするため、NWSDB の設計担当者が PC タンクの基本設計が的確にできるような能力を獲得する必要がある。プレストレスコンクリートの導入のニーズも高いが、プレストレスコンクリートの特性上、設計で検討する項目が多くあり、全てを理解させるには時間を要するので、設計を単純（ブラックボックス）化して設計できる工夫が必要である。

また、民間提案型普及・実証事業の候補地のヒアリングにおいて、提供される情報が 2 転 3 転したり、重要な情報が不備であったり、といった傾向がみられた。このように、水道整備計画の手順や順序に一貫性がなく、場当たりの状況が見受けられたため、日本国内の水道事業体の経験を踏まえた技術支援が有効と考える。また、地上式 RC タンクは円形が経済的であるが施工が難しいため角形が多いとの声も聞かれたため、円形容器構造物の施工技術についても技術支援の必要性があると思われる。

なお、本報告書の 1-3-7) に記載した通り、現場工期が短く品質確保が容易なプレキャスト製品による配水池（地上タンクと高架タンク）導入のニーズが確認されたが、短期間で貯水池の設計を規格標準化するのには難しいと考えられる。また、プレキャスト製品の導入のほかにも、コンクリートを場所打ちする工法においても現場工期を短縮できる方法もあり、これについても導入を検討する価値がある。まずは、現場で全て施工する在来工法による PC タンクの実証を行い、その後、プレキャスト製品やその他の技術の導入を進める計画である。

(3) 営業展開上の課題と対策

水道施設建設の発注条件は、スリランカ政府の独自資金の場合と JICA などドナーの資金を活用する場合で異なる。ドナー資金を活用する場合、配水池や浄水場などの大きなパッケージは国際入札となり、配管工事などは国内入札となることが多い。スリランカ政府の独自資金であれば一つのパッケージで国内入札をし、ローカル企業（地元）へ発注となる。ABE が PC タンクを導入しようとしている大型のタンクの建設は、国際入札となると考えられる。

現在、NWSDB は PC タンクの優位性についての明確な認識がないため、有償資金協力事業の国際入札図書において、PC タンクの建設が指定される可能性は低い。また、PC タンクを前提とした入札図書で入札をかけた場合、応札できる会社が限られ競争とならず、工事金額が高くなることを NWSDB の一部に懸念する声も聞かれた。

このような状態であることから、将来 ABE が事業を展開するためには、NWSDB が、PC タンクの優位性を理解し、PC を積極的に取り入れる方針を打ち出すことが必要となる。ABE はそのために段

階的に働きかけていく計画である。

本調査の次の段階として、パイロット事業で、ABEのPCタンクの施工方法、完成品をNWSDBに見てもらい、利点や優位性、ABEの技術力などを立証する計画である。これについては第4章で詳細を述べる。

その次の段階としては、NWSDBが、RCタンクの入札図書に、Employer's Recommendation(特記仕様書)の欄に「PCを提案してもよろしい」とオプションとして記載するよう働きかけることが考えられる。NWSDBがPCタンクの優位性を確信すれば、この文言を書くことについてはさほど問題はないと考えられる。しかし、オプションとしての記載である場合、ABEがPCタンクを提案しようとすると、入札図書に提示されているデザイン、BOQ、Engineer's Estimate(予定価格)が使えない。そのため、ABEはデザインやBOQの作業を追加で実施することになり、事前の入念な準備が必要となる。

また、NWSDBがデザインビルド方式でタンクを発注すればABEがPCタンクを提案できる余地がかなりある。しかしその場合、NWSDBはPCタンクに係わる基準を整備する必要があるため、パイロット事業を通じて、同基準を提案する予定である。

また、本調査を通じて、プレキャスト・コンクリートによるPCタンクの建設には、貯水池の容量やデザインの標準化が必要なこともわかった。前述のとおり、スリランカでは、西部州には大容量の貯水池がいくつかあるが、地方ではそのほとんどが1,000m³以下の小規模なものであり、しかも、容量が、350 m³, 400 m³, 500 m³, 750m³などと様々である。これは将来の計画においても同傾向である。このように、貯水池の容量やデザインの標準化が進んでいないことから、本調査を通じて、貯水池の標準化による設計や施工の期間や労力の短縮などの利点をNWSDBの幹部と話し合ったところ、標準化について関心が高いことがわかった。標準化が行われると、ABEのPCタンクの施工技術の一つである、プレキャスト・コンクリートを用いた施工の導入による工期短縮を実現することができることも併せ、標準化の利点や必要性について、今後も同庁と話し合う予定である。

(4) 遵守すべき建設規格

スリランカ国内の土木工事は、英国規格協会(BSI)³¹によって定められた英国標準(BS)に従って施工されている。Codes of Practicesは、地上貯水池、高架貯水池を含む通常のRCタンクや液体貯蔵機能を持つRC構造物に使用されている。地上貯水池、高架貯水池のCodes of Practicesは、表10の通りである。

表 10 地上式配水池および高架配水池の規格

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">・BS 8110 - Part 1: Structural Use of Concrete - Code of Practices for Design and Construction・BS 8110 - Part 2: Structural Use of Concrete - Code of Practices for Special Circumstances・BS 8110 - Part 3: Structural Use of Concrete – Design Charts・BS 8007 – Designing of concrete structures for retaining aqueous structures |
|--|

³¹ BSI (British Standard of Institute, 389, Chiswick High Road, London; Website: <http://www.bsi-global.com>)

上水道関連事業の標準スペックは、ICTAD³² (Institute for Construction, Training and Development)により発行されており、スリランカ国内の工事に使用されているものは、表 11 の通りである。

表 11 上水道関連事業の標準スペック

<ul style="list-style-type: none"> ・SCA/3/1 Specifications for Irrigation and Land Drainage ・SCA/3/2 Water Supply Sewage and Storm Water Drainage ・SCA/3/3 Reclamation works ・SCA/3/4 Ground Water Explorations and Exploitation ・SCA/4 Building Works (Volume 1) ・SCA/4/II Building Works (Volume 11) ・SCA/5 Roads and Bridges ・SCA/6 Coastal Harbour Engineering works ・SCA/8 Electrical and Mechanical Works ・ICTAD/DEV/16 Board and Cast In-Situ Reinforced Concrete Piles ・ICTAD/DEV/17 Site Investigation for Building works and Sample Bill of Quantities

上記に加え、上水道事業の設計および施工の際には、NWSDB の発行する設計・施工規格を遵守する必要がある (表 12)。

表 12 NWSDB の規格

<ul style="list-style-type: none"> ・NWSDB Planning Procedure and Design Manuals from NWSDB ・Procedure Manual P1 on Project planning and Preparation of Feasibility Reports (2009) ・Procedure Manual P2 on Procedures for Obtaining and Evaluating Tenders for Civil Engineering Contracts (1988) ・Procedure Manual P3 on Guidelines for Commissioning a Water Supply Project (1988) ・Design Manual D1 on Rural Water Supply (1988) ・Design Manual D2 on Urban Water Supply (1988) ・Design Manual D3 on Water Quality and Treatment (1989) ・Design Manual D4 on Ground Water (1989) ・Design Manual D5 on Mechanical, Electrical and Instrumentation Aspects of Water Supply Design (1989) ・Design Manual D6 on Guidelines for Latrine Selection and Construction (1988) ・Design Manual D7 on Wastewater Treatment (1989)
--

³² ICTAD (Institute for Construction, Training and Development, "Savsiripaya", 123, Wijerama Mawatha, Colombo 07; Website: <http://www.ictad.lk>)

• 土木構造物建設の際の契約上の基準や条件

国際競争入札による契約の場合には、FIDIC³³が発行する契約条件が適用される。国内競争入札による契約の場合には、ICTAD が発行する契約条件が適用される。主な契約条件は、表 13 の通りである。

表 13 土木構造物建設の契約の基準や条件

入札種類	発行先	基準
国際競争入札	FIDIC	<ul style="list-style-type: none"> ・For Building and Engineering works designed by the Employer ・For Plant and Design-Build Contracts (D&B Contracts) ・For EPC/Turnkey Contracts ・For Design, Built and Operate Contract (DBO Contracts)
国内競争入札	ICTAD	<ul style="list-style-type: none"> ・ICTAD/SBD/01 - Standard Bidding Document – Procurement of Works ・ICTAD/SBD/02 - Standard Bidding Document – Major contracts ・ICTAD/SDB/03 - Standard Bidding Document – Minor Contracts ・ICTAD/SBD/04 - Standard Bidding Document – Design & Build Contracts ・ICTAD/SBD/05 & ICTAD/SBD/06 – Standard Bidding Documents – Minor works (reference)

スリランカにおける建設業者の登録は、ICTAD によって行われている。建設業者の登録とランク付けは、契約者の財政、人員、工場および機械施設、技術力、経験で評価される。ICTAD の登録は政府との契約を得るための要件となっており、2,500 を超える建設業者が ICTAD に登録している。

同登制度は、建設・土木工事を行う目的で、スリランカで登録されている業者を対象としており、これは、会社法³⁴か地方自治体に会社登録をおこなっているか、もしくは 60%以上の所有権をスリランカ国民が保持している業者に適用される。登録は3年間有効で、それ以降は更新をする必要がある。

なお、外国の業者は、国際競争入札、自主的な提案書や援助金によるプロジェクト等において、スリランカ国内での契約を受注するために、ICTAD の登録制度に従う必要はない。しかし、外国の業者が国内競争入札による受注を目指す場合は、ICTAD の登録基準を満たす必要がある。

(5) 順守すべき環境基準

スリランカの環境法 (The National Environmental Act, No. 47 of 1980) では、特定事業のための環境許可を施工前に取得することが求められている。同法によれば、地下水を 500,000 m³/日を超えて汲み上げるすべての事業および処理量が 500,000 m³/日を超える水処理施設の建設においては、認可を得る必要がある。

³³ FIDIC (International Federation of Consulting Engineers, Case Postale 311, CH-1215 Geneva 15, Switzerland; Website: <http://www.fidic.org>)

³⁴ Companies Act (<http://www.drc.gov.lk/App/ComReg.nsf>)

スリランカでは一般に、社会環境に重大な影響を与えるプロジェクトや自然保護区などに事業を計画している場合は³⁵、環境許可を取得するために、環境影響評価（EIA）や初期環境調査（IEE）報告書の作成が義務付けられている。事業を認可する機関である中央環境庁（Central Environmental Authority（CEA））³⁶ は、EIA 報告書の内容を精査するとともに、公聴会などを開催したうえで、いくつかの前提条件および定期的なモニタリング実施を条件に、公式に許可を与える。

EIA 報告書に記載される前提条件に加え、騒音制御、粉塵および蚊発生への制御、土壌浸食防止、汚染防止などが、スリランカにおける建設契約上の義務事項として規定されている。

通常、NWSDB の実施する貯水池や浄水場の建設においては、自然保護区などに建設を予定していなければ、環境許可の所得や EIA, IEE は必要とされていない。なお、建設に当たっては、通常の構造物の建設の際と同様、地方自治体に設計図などを提出し、建設許可を得る必要がある。

2-6 リスクへの対応

・想定していたリスクへの対応結果

技術分野における課題やリスクは 2-5 に示した通りである。技術分野以外では、以下のようなリスクが想定され、それぞれの対処方法は表 14 のとおりと考える。なお、下表のリスクは現在想定されるものであり、民間提案型実証・普及事業を実施するにあたっては、建設・施工管理上のリスクの特定を早期に行い、対処策を準備する予定である。

表 14 事業化に関し想定されるリスクと対処法

予想されるリスク	対処法
1) カントリーリスク 資機材の輸出入規制、政策・税制・投資優遇策の変更、政権交代・経済政策の変更や治安悪化による資金回収の困難	スリランカ日本商工会や JETRO コロンボ事務所、日本大使館などとコミュニケーションを取り、情報の早期入手に努める。
2) 労務 現地従業員雇用や解雇に関する制約、労働争議、ストライキ	在スリランカ日系企業から、雇用や解雇についての制約、雇用契約書のひながた、解雇の際におこるトラブル、労働争議の例などについて情報を収集し、必要な対策をもちこむ。
3) 商習慣に基づくリスク 取引先、資材業者、下請け業者などの商習慣の違い	NWSDB や水道分野で実績のあるコンサルタントや建設会社、スリランカ日本商工会、JETRO などから、スリランカ特有の商習慣について聞き取り、日本との違いについて理解に努める。
2) 技術者の転勤・移動 技術を習得した人材が転職したり、海外へ転出する事例があり、人材の確保と定着に工夫が必要である。	特定の人材に技術移転するのではなく、できるだけ多数の人材に技術移転を行う。 技術者個人への技術移転に加えて、NWSDB や関係会社の組織的な記憶となるよう、PC タンクの技術標準の設定を行う。

³⁵ EIA の必要性は、環境への影響の大きさ（20MW 以上の発電所、99 部屋以上のホテル、10km 以上の国道、セメント工場、4ヘクタール以上の湿地帯の埋立など）および立地（建設予定地の全部または一部が森林・野生動物保護区や考古学的保護区に当たる場合）により決められる。

³⁶ Central Environmental Authority, 104, Denzil Kobbekaduwa Mawatha, Battaramulla; Website: <http://www.cea.lk>

第3章 製品・技術に関する紹介や試用、または各種試験を含む現地適合性 検証活動

3-1 製品・技術の紹介や試用、または各種試験を含む現地適合性検証活動の概要

本調査開始時に NWSDB 職員を対象としたキックオフミーティングを開催し、続いて第3次現地調査時に現地建設業者数社を訪問し、ABEのPCタンクの特徴や優位性について説明した。また現地調査終了時には関係者を対象にワークショップを開催した。

3-2 製品・技術の紹介や試用、または各種試験を含む現地適合性検証活動の結果

1) PCタンクの位置づけ

上記の活動から、スリランカにおけるPCタンクの位置づけに関し、以下のことがわかった。

(1) PCタンクに対する認識は低い

事前打ち合わせや、キックオフミーティングにおいて、NWSDB 幹部職員を対象に PC タンクの概要や特徴の説明をし、スリランカに PC タンクはあるのかと質問したところ、PC タンクがあることを認識していた職員が数名いた。しかし多くの職員は、PC タンクについての認識がなく、スリランカに PC タンクが存在することを知らなかった。後述のとおり、スリランカには、ゴール県に一基、コロombo県のマーリガーカンダに2基（うち1基は現在建設中）PCタンクがあり、マータラ県にはRC貯水池をPC鋼材で補強した例が2基ある。なお、外注先である Ceywater Consultant の会長は、ゴール県も建設された PC タンクは、試験的に導入されたものであると言及している。同タンクの施工状態は良好で、現在で不具合なく使用されている。マーリガーカンダの PC タンクは、大容量のタンクの建設の必要性があったが、用地が限られているため PC タンクを建設したようである。また後日、NWSDB の計画・設計課の職員と、現在コンサルタント会社に勤務している元 NWSDB 職員が、PC タンクに関する修士論文を執筆していることもわかった³⁷。

このように、スリランカではわずかながら PC タンクが建設されており、技術的な研究もされているものの、普及に至っていない。

(2) PC技術への興味や関心は高い

貯水池への PC 技術の適用は普及していないが、現地調査では、橋梁、高速道路、枕木、ビル内の駐車場のスラブの建設に PC 技術が導入され、普及しつつあることがわかった。地元の建設業者を数社訪問したところ、自社の建築物に PC 技術を採用したり、PC 部材を製造したりしている会社もあり、PC 技術に関する知識があることがわかった。中には、橋梁などの PC 技術と円筒形構造物の PC 技術の違いを理解している技術者もいた。このような会社や技術者は特に、PC 技術の貯水池への適用に高い興味や関心を示した。

³⁷“Comparison of R.C.C. and pre-stressed concrete circular water tanks” Riyaz Sammer, A.R.Mundhada, Snehal Metkar, International of Emerging Technology and Advanced Engineering December 2012, “Comparison of pre-stressed and reinforced concrete ground reservoirs, K. M.N. S. Fernando, Department of Civil Engineering, University of Moratuwa, December, 2008.

(3) PCタンクが普及に至っていない理由

上述のように、PC技術への興味や関心はあり、PCタンクが数基建設されているものの、PCタンクが普及に至っていない理由としてまず、PCタンク設計・建設の技術が普及していないことが挙げられる。本調査において、現在マリーガーカンダで建設中のPCタンクを視察し、同タンクの施工管理を担当している技術者にインタビューしたところ、同PCタンクには設計・施工上の問題がいくつか発生していることがわかった。同タンクの建設は、地元のコンサルタント会社の設計であるが、設計上、不適当な点がいくつも見られること、建設は中国の業者が請け負っているが、PCの緊張作業の際にもオペレーターレベルの人材のほかは、緊張の資格や技術力のある中国人技術者が派遣されていないこと、これに代わる国内の技術者も見当たらないことなどが確認された(詳細は後述)。

PCタンクが普及に至っていないもう一つの理由としては、PCタンクの特徴とコスト面の優位性を上下水道省が認知していないことが挙げられる。本調査でも、PCタンクとRCタンクのコスト比較は容易ではなかった。その理由のひとつに、RCタンク的设计概念が統一されていないため、どのような設計概念のRCタンクとPCタンクを比較するのかという定義づけが難しいことが挙げられる。

NWSDBのRCタンク的设计概念は大きく分けて二つある。一つは、従来の余裕を見込んだ設計と有限要素解析によった合理的設計である。現存の貯水池は、従来の余裕を見込んで設計されたものが多い。一方近年は、若い技師を中心として、有限要素解析により経済性を優先した設計が採用されており、この概念で貯水池を設計した場合、壁の厚さが従来の設計概念のものに比べて薄く、したがって工事費も従来にくらべて安価である。また、従来のRCタンクにも、丸形のものと同角形のものがあり、スリランカで一般的な角形のほうが工事費は割高である³⁸。このように、従来のRCタンクといっても一つではなく品質レベルが異なるため、PCタンクとRCタンク的设计費用を比較し、PCタンクの優位性を立証する際には、どのタイプのRCタンクと比較するのか慎重に検討し、説得力のあるものとする必要があり、容易ではない。

(4) 本調査主催のセミナーにおける質問やコメント

本調査の一環として、2013年12月19日に、関係者を対象とするセミナーを実施した。セミナーでは、ABEのPCタンクの概要や特徴の紹介、PCタンクとRCタンクの比較優位性について発表した。セミナーには、NWSDB幹部22名、地元建設会社幹部6名、日本側関係者5名、調査団6名、現地コンサルタント4名の合計43名が出席した。セミナー配布資料は添付2を参照のこと。

当セミナーでは出席者から以下のような意見や質問が出され、調査団はこれに対し説明を行った。

- 水質によっては、PCタンクの耐久性に問題がおきることがあるか
- PCタンクの側壁にパイプの引込口や排水口などを空けておくことは可能か
- PC鋼材の緊張は、どの工程で行うか
- タンクの壁と底板の結合部について3種類(ローラー、ピン、固定)があり、スリランカでは一般的にはローラーかピンタイプの結合が使用されているが、PCタンクには固定タイプを勧めるとのことであった。この場合、緊張作業の際に、底板にひび割れによる変形などが入る可

³⁸角形の場合、水圧の関係で、タンクの壁をより厚くする必要があり、コンクリートや鋼材の量が多くなるからである。しかしスリランカでは、現存および計画されている地上式配水池のほとんどは角形である。これは、コンクリート容器構造物の施工技術の未熟さから、円形のを建設しようと思っても、うまく円形にならなかったり、円形配水池の漏水により補修したりといった過去の経験から、円形の配水池の建設を避ける傾向があることが背景となっている。

能性はないか？

- PC タンクに使用するコンクリートは何か。コンクリート打設の際に、壁を薄くするための特殊技術が必要か。
- スリランカでは、円形、矩形、円筒形、円錐形等さまざまな形のタンクはあるが、パイロット事業で提案されているのは円形の地上貯水池である。その理由は何か

セミナーでは、PC タンクの特徴や優位性、および、ABE の持つエアードーム工法や PC コンクリートパネルによる貯水池の施工技術に関して、NWSDB や地元関係者の理解を深め、興味を高めることができ、ABE の今後の事業展開における積極的な第一歩となった。特に、NWSDB の幹部が、入札図書の特記事項に PC タンクの建設を認める一文を追加する必要性や、デザインビルドによる公示により、将来、PC タンク建設の条件整備をする必要があると言及したことは大きな進捗である。

一方、セミナー出席者の質問内容からは、PC タンクや PC 技術、十分理解していない点があることがわかる。また、NWSDB の局長からは、PC タンクの特徴については理解できたが、工事案件の特記事項への PC タンクの記載、さらには、PC タンクの公示については、マネジメントレベルの判断が必要であり、そのためには、PC タンクの優位性や、PC タンクの設計・施工に係わる ABE の技術力をスリランカにおいて実証し、NWSDB 幹部がそれらを確信する必要があるとの意見が表明された。

2) 既存の PC タンクの現状と課題

前述のとおり、スリランカの貯水池は数基を除いてすべて RC タンクである。PC タンクについては現在、PC 技法が設計時より採用された貯水池が 3 基あり（うち一基は建設中）、補修の目的で PC 技法を用いて強化された貯水池が 3 基ある。PC タンクに係わる特許は無い。しかし、PC 鋼材を緊張して固定する金具や使用する工法によっては、工法使用料（ロイヤリティー）が発生する場合がある。

(1) 設計時より PC 技術が採用された貯水池

- ゴール県ベッカに 1976 年に建設された PC タンク。容量は 9,000m³ で現在もゴール市内 23,000 世帯への送水を担っている。
- コロンボ市のマーリガーカンダに 1980 年代に建設された PC タンク。

(2) PC 鋼材により補強された貯水池

- マータラ県スーペにある 1960 年代に建設された RC 高架貯水池 2 基は、使用しているうちに補強が必要となったため、1992 年に ADB の資金を得て円筒形側壁の外側に PC 鋼材を巻き付け強化された。
- カルタラ県ミリスワッタに建設された RC 貯水池は、漏水などの問題に対処するべく、PC 技術で強化された。

本調査で、設計時より PC 技術が採用された既存および建設中の PC タンクを視察した。1976 年と 1980 年に建設された PC タンク 2 基は、側壁下端と底版は分離した構造が採用されている。PC タンクの外観からは、側壁コンクリートを高さ 1m 毎に打ち重ねた後が確認され、打継の処理や漏水などの目立った不具合がなく、丁寧に施工されていた。

現在、JICA の有償資金協力案件「Grater Colombo Water Rehabilitation Project」の一環としてマーリガー一カンドの PC タンクの敷地内に建設中の、円筒形地上 PC タンク（容量 22,000m³、内径 53m、水深 11.4m）は、側壁は壁厚 500 mm であり、PC 鋼材を固定するための定着柱が 4 つ設けられている。屋根は直径 600 mm の柱でコンクリートスラブを支えている。本調査で視察した際は、緊張作業実施前であり、関係者へのインタビュー時は、緊張作業を実施している最中であった。

同タンク建設の契約書の仕様によると、壁の施工と緊張作業用に、タンクの壁外側および定着柱ごとに、高さに応じた足場と作業台が設けられることになっており、PC 鋼材は、壁のコンクリート打設後に設置され、緊張作業はコンクリートが 28 日強度に到達した後に行われるべきであるとされている。緊張作業は最初 50%の緊張力をかけ、その後 50%の緊張力を追加するとしている。一回の緊張作業の対象となる PC 鋼材の数は、ジャッキの数によって決められ、4 本まで同時に緊張できるとしている。緊張・固定作業ののち、鋼材の腐食を防ぐためのグラウトを注入することになっている。作業スケジュールからは、一日に 2 列づつ緊張し、ジャッキの再配置に半日かかると想定していることがわかる。同タンクの建設はチャイナ GEO エンジニアリングのスリランカ現地法人³⁹が請け負っており、PC 作業を含むすべての施工が同社によって行われている。

同 PC タンクには、大型型枠（オーストリア DOKA 社製に類似）が使用され、打ち継処理など粗悪な仕上がりが見受けられた。また、日本国内の大型 PC タンクでは、円周方向 PC 鋼材を緊張・定着する柱を 6～8 ヶ所設置し、摩擦による損失を少なくする設計が一般であるが、同タンクの緊張・定着柱は 4 か所のみであり、非効率な鋼材配置となっている。また、緊張作業中にもいくつかの不具合が発見されている。前述のように、PC の緊張作業の際にもオペレーターレベルの人材のほかは、緊張の資格や技術力のある中国人技術者が派遣されていないこと、これに代わる国内の技術者も見当たらないことから、本調査団にアドバイスを求めてきた。過去に PC タンクの建設を実施しているものの、その技術が普及しておらず、既存の PC タンクの設計と施工に係る技術は十分でない。

3) 同国における耐久性、工期間の短縮、工事費の節減のニーズ

上述のように、PC タンクの主な優位性として、耐久性、工期間の短縮、工事費の削減、が挙げられる。スリランカの上水施設の現状や計画を調査し、耐久性、工期間の短縮、工事費の節減に関するニーズを検証したところ、以下のことがわかった。

(1) 耐久性

既存の貯水池はある程度の耐久性が確保されていること、地下式の貯水池は漏水していても目に見えないこと、貯水池の修理やメンテ作業の内容やコストなどの定量的情報が取りまとめられていないことから、NWSDB は貯水池の維持管理の負担の削減や、耐久性の向上を緊急のニーズとしてあまり認識していない様子である。しかし、英国時代に建設された貯水池、一部の工事が粗悪な貯水池には耐久性の問題がみられる。前述のとおり、大型貯水池が漏水し、添え壁で補強したり、高架式貯水池を PC 鋼材で補強したりしている例もある。このような事例からは、貯水池の品質の向上と耐久性の強化が必要とされていることがわかる。

³⁹ China Geo-Engineering Corporation Sri Lanka Address: 140/4-1/1, W.A. De Silva Mawatha, Colombo 06, Sri Lanka; Tel: 94-11-2366877/2366882/4517201; Fax: 94-11-2367516; Website China Geo-International: [http:// www.chinageo.com.cn](http://www.chinageo.com.cn) and www.cgicint.com

(2) 工期

スリランカのいくつかの地域では近年、農薬等による地下水の汚染による腎臓病が多発しており、地方における上水普及のニーズが極めて大きく、工期を短縮して施工数を増やす必要性が大変高い。たとえば、JICA が円借款で支援しているアヌラダプラ上水道計画では、工期を2年縮め2016年までに完成させるよう、財務計画省はNWSDB および JICA に強く要請している。NWSDB 幹部からは、PC タンクについて、工事費に大きな優位性がなくとも、工期が短縮できれば大歓迎するという意見も聞かれた。将来、エアードーム工法やプレキャスト・コンクリートによる施工など、ABE の施工技術の導入による工期短縮のニーズは非常に高い。

(3) コスト

「1-2.5) NWSDB の財務状況」に記述したように、NWSDB は、上水道設備の新設や更新に、海外からの資金援助を活用しており、借入金額、借入利子支払い額は同庁の財政の大きな負担となっている。上水道設備の新設や更新における建設費の削減のニーズは大変高い。

また、NWSDB の局長からは、同庁では、コストや工期の短縮により水需要に早急に応える必要性に加え、環境に優しい事業展開の必要性を認識しており、資源の有効活用の面からも、コンクリートや鉄筋の使用量が比較的少ない PC タンクに期待しているとの発言があった。

4) PC タンクの比較優位性の分析

(1) 建設コスト

本調査の当初、容量 2,000m³ と 3,000m³ の 2 事例で、PC タンクと既存角形 RC タンクの建設費比較を行い、キックオフミーティングにおいて PC の優位性を示したが、PC が円筒形であるから RC タンクも円筒形の条件で比較すべきとの指摘を受けた。また、比較対象とした既存の RC タンクの壁が 450～500mm と厚いことから、これらは過剰設計であり、比較に適さないとの指摘もあった。

このような指摘をもとに本調査では、PC タンクと円筒形 RC タンクの建設費の比較を行うべく、詳細な分析を行った。キックオフミーティングの指摘を受け、配水池の形状はいずれも円筒形とした。また、内径と水深は、実際には、用地面積や水圧などによって決定されるが、当比較では、最も経済的な設計である内径／水深比率 3～4 を採用した。

RC タンクの設計には、同国の貯水池の設計に通常適用されている英国標準 BS8007（コンクリート製貯液用途構造基準）を適用し、過剰設計とならないよう、コンピュータの解析ソフトを用いた最も合理的な設計とした。PC タンクの設計には、同国で PC 橋梁などに適用されている BS8110 part1 Class1 の条件を設定した。設計条件の詳細については表 15 を参照のこと。

表 15 RC と PC の価格比較における設計条件

項目		RC	PC
構造分析	設計負荷	自重、積載、水圧	
	構造解析	FEM・SAP2000 のソフトを使用	
	設計照査	仕様限界状態および終局限界状態	
	接合方式	ドーム屋根、壁接合はピン方式	
		壁と底板の接合は固定方式	
コード	設計基準	BS8007: 1987 および BS8110: 1985	

資材	コンクリート	G35A	G35A
	鋼材	$f_y = 460 \text{ N/mm}^2$	$f_y = 460 \text{ N/mm}^2$
			$f_{yt} = 1860$ (High tensile steel tendons)
耐久性	許容ひび割れ幅	0.1 ~ 0.2 mm	なし

これらのコードによる設計では、円筒形タンクに水が貯まった際に、側壁円周方向に軸引張力が生じる。RCタンクの設計基準では、コンクリートの引張強度を無視して円周方向軸引張量の全てを鉄筋に担わせ、ひび割れ幅を制限する概念であり、多少のひび割れを許容する設計となっている⁴⁰。一方、PCタンクの設計概念は、予め水圧相当を上回るプレストレスを与えてひび割れが発生しない設計となっている（PCタンクの設計ではひび割れを許容しない）。

以上の設計条件に基づき、それぞれの容量のPCタンクとRCタンクの概略設計を行った。以下に、2,000m³、8,000m³、18,000m³のPCタンクの概略設計を例として示した。

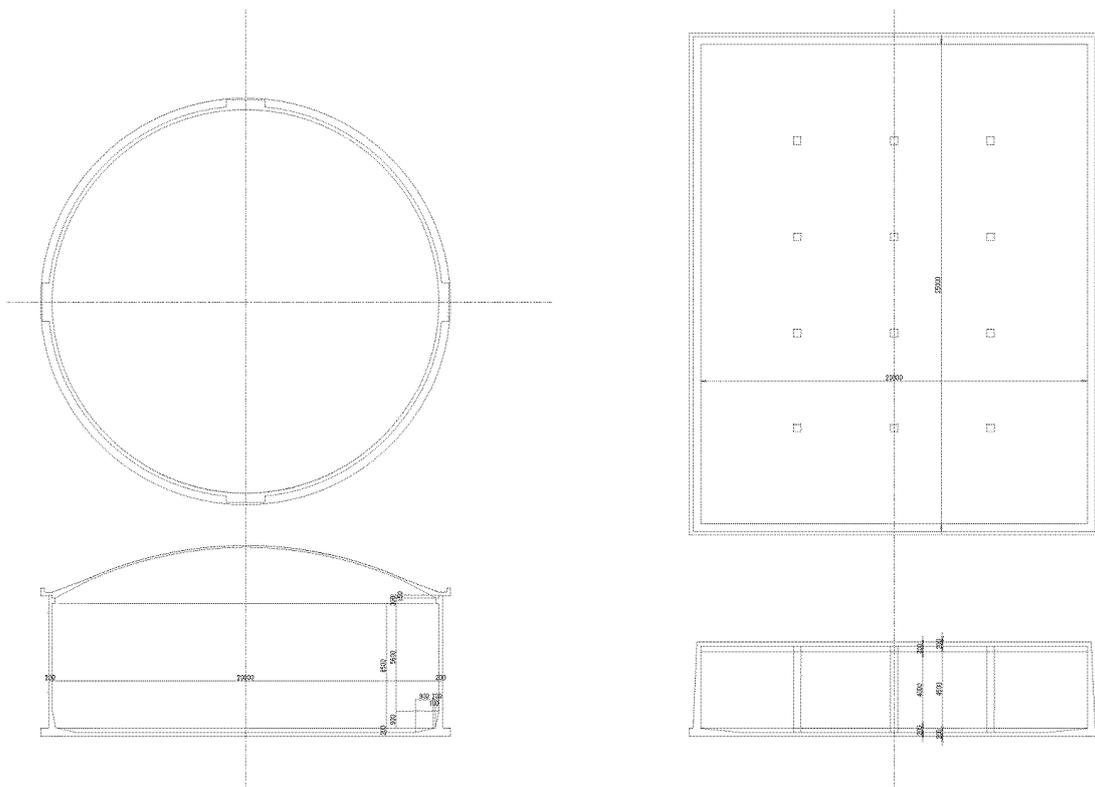


図 9 2,000m³ PC タンク概略設計

⁴⁰ スリランカのRCタンクの設計が、多少のひび割れを許容している背景には、スリランカには冬がなく、気温差によるコンクリートの変形が限られていること、またこれまで地震がほとんどないことから耐震性を考慮していないことが挙げられる。

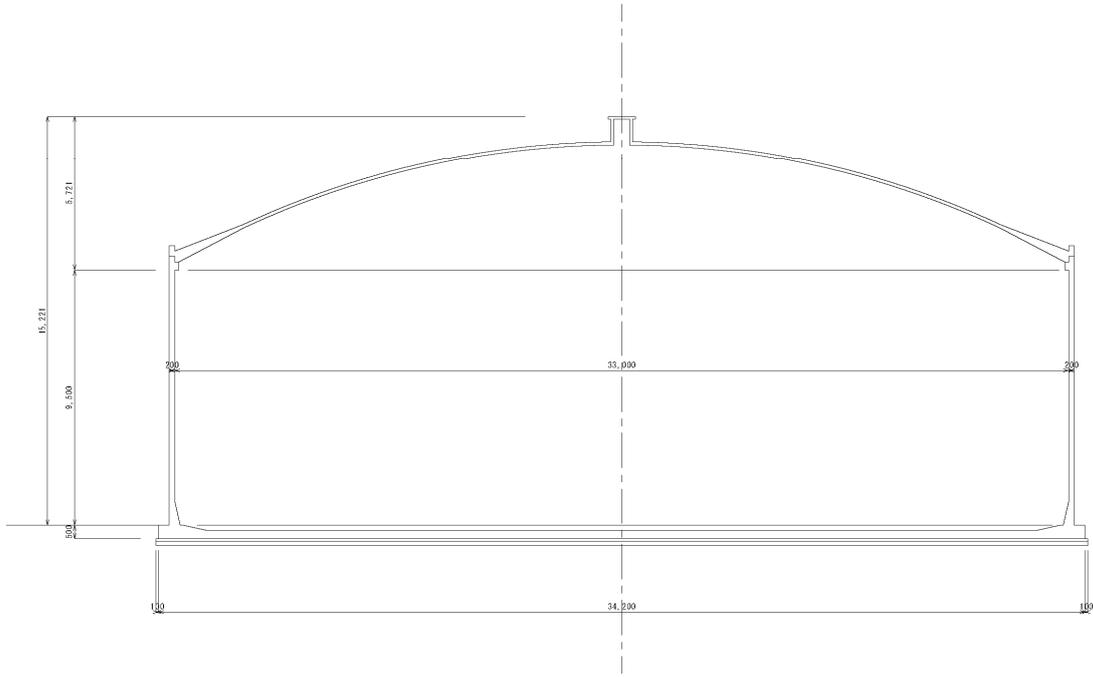


図 10 8,000m³ PC タンク概略設計

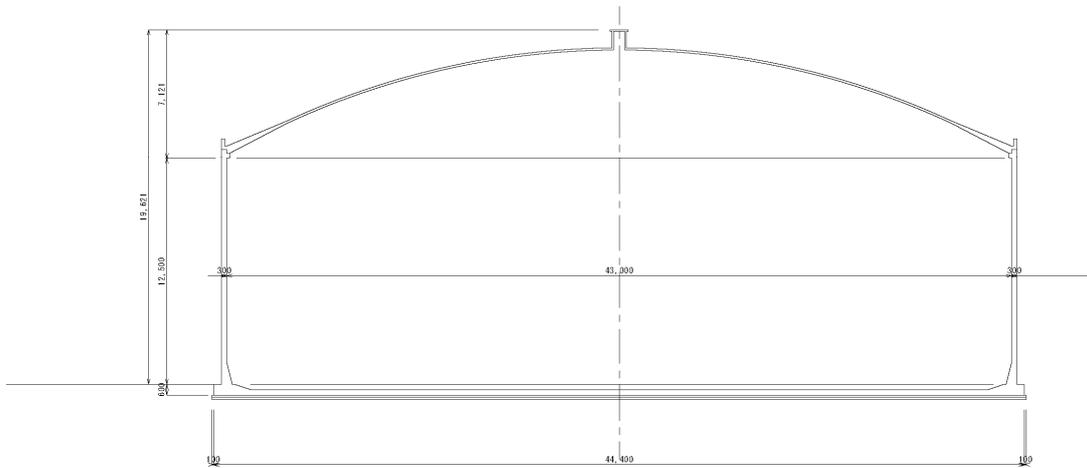


図 11 18,000m³ PC タンク概略設計

以下に、それぞれの積算結果を示す。

表 16 2,000m³のPCタンク積算

Items		Foreign Currency US\$	Local Currency SLRs.	Custom Duties SLRs.
1	Demolition and site clearance Earch work, Excavation for foundations Diaposal of earch In-situ concrete (Provision of concrete)		8,417,173	
2	In situ concrete (placing oc concrete) Reinforced concrete Grade 35A Concrete ancillaries(formwork) Plane vertical (rough finish)		1,917,475	
3	Concrete ancillaries (formwork, contd.) Curbed forms, etc., Steel reinforcements		9,097,953	
4	Concrete ancillaries (formwork, contd.) Expansion joint in base slab Inserts, Pipe work (fitting and vales)	2,768	133,233	69,200
5	Pipe work (manholes and pipe work ancillaries) Miscellaneous metalwork Painting, coating and finishing Water proofing Water tightness testing and disnfiction		2,904,658	
6	Micellaneous work PC work		4,099,000	
Sub Total		2,768	26,569,494	69,200
Grand Total (Rs.)		Rs. 26,984,694		

表 17 2,000m³の RC タンク積算

Items		Foreign Currency US\$	Local Currency SLRs.	Custom Duties SLRs.
1	Demolition and site clearance Earth work, Excavation for foundations Disposal of earth In-situ concrete (Provision of concrete)		8,459,833	
2	In situ concrete (placing of concrete) Reinforced concrete Grade 35A Concrete ancillaries(formwork) Plane vertical (rough finish)		1,947,085	
3	Concrete ancillaries (formwork, contd.) Curbed forms, etc., Steel reinforcements		17,129,369	
4	Concrete ancillaries (formwork, contd.) Expansion joint in base slab Inserts, Pipe work (fitting and valves)	2,768	468,253	69,200
5	Pipe work (manholes and pipe work ancillaries) Miscellaneous metalwork Painting, coating and finishing Water proofing Water tightness testing and disinfection		2,649,537	
6	Miscellaneous work		99,000	
Sub Total		2,768	30,753,079	69,200
Grand Total (Rs.)		Rs. 31,168,279		

表 18 3,000m³のPCタンク積算

Items		Foreign Currency US\$	Local Currency SLRs.	Custom Duties SLRs.
1	Demolition and site clearance Earch work, Excavation for foundations Diaposal of earch In-situ concrete (Provision of concrete)		10,948,973	
2	In situ concrete (placing oc concrete) Reinforced concrete Grade 35A Concrete ancillaries(formwork) Plane vertical (rough finish)		2,487,574	
3	Concrete ancillaries (formwork, contd.) Curbed forms, etc., Steel reinforcements		11,822,866	
4	Concrete ancillaries (formwork, contd.) Expansion joint in base slab Inserts, Pipe work (fitting and vales)	2,768	133,233	69,200
5	Pipe work (manholes and pipe work ancillaries) Miscellaneous metalwork Painting, coating and finishing Water proofing Water tightness testing and disnfiction		3,469,189	
6	Micellaneous work PC work		6,099,000	
Sub Total		2,768	34,960,836	69,200
Grand Total (Rs.)		Rs. 35,376,037		

表 19 4,000m³のPCタンク積算

Items		Foreign Currency US\$	Local Currency SLRs.	Custom Duties SLRs.
1	Demolition and site clearance Earth work, Excavation for foundations Disposal of earth In-situ concrete (Provision of concrete)		12,902,160	
2	In situ concrete (placing of concrete) Reinforced concrete Grade 35A Concrete ancillaries(formwork) Plane vertical (rough finish)		2,927,226	
3	Concrete ancillaries (formwork, contd.) Curbed forms, etc., Steel reinforcements		13,581,680	
4	Concrete ancillaries (formwork, contd.) Expansion joint in base slab Inserts, Pipe work (fitting and valves)	2,768	133,233	69,200
5	Pipe work (manholes and pipe work ancillaries) Miscellaneous metalwork Painting, coating and finishing Water proofing Water tightness testing and disinfection		4,043,588	
6	Miscellaneous work PC work		8,099,000	
Sub Total		2,768	41,686,890	69,200
Grand Total (Rs.)		Rs. 42,102,090		

表 20 8,000m³のPCタンク積算

Items		Foreign Currency US\$	Local Currency SLRs.	Custom Duties SLRs.
1	Demolition and site clearance Earch work, Excavation for foundations Diaposal of earch In-situ concrete (Provision of concrete)		22,560,031	
2	In situ concrete (placing oc concrete) Reinforced concrete Grade 35A Concrete ancillaries(formwork) Plane vertical (rough finish)		10,505,583	
3	Concrete ancillaries (formwork, contd.) Curbed forms, etc., Steel reinforcements Deformed High Yield Steel Bard BS 4449 Inserts		20,339,335	
4	Pipe work (fitting and vales) Pipe work (manholes and pipe work ancillaries) Miscellaneous metalwork Painting, coating and finishing, Water proofing	2,768	3,240,865	69,200
5	Water tightness testing and disnfiction PC work		18,939,000	
Sub Total		2,768	75,584,815	69,200
Grand Total (Rs.)		Rs. 76,000,015		

表 21 8,000m³のRCタンク積算

Items		Foreign Currency US\$	Local Currency SLRs.	Custom Duties SLRs.
1	Demolition and site clearance Earth work, Excavation for foundations Disposal of earth In-situ concrete (Provision of concrete)		22,326,344	
2	In situ concrete (placing of concrete) Reinforced concrete Grade 35A Concrete ancillaries(formwork) Plane vertical (rough finish)		5,195,250	
3	Concrete ancillaries (formwork, contd.) Curbed forms, etc., Steel reinforcements		48,415,590	
4	Concrete ancillaries (formwork, contd.) Expansion joint in base slab Inserts, Pipe work (fitting and valves)	2,768	896,651	69,200
5	Pipe work (manholes and pipe work ancillaries) Miscellaneous metalwork Painting, coating and finishing Water proofing Water tightness testing and disinfection		5,949,575	
6	Miscellaneous work		99,000	
Sub Total		2,768	82,882,412	69,200
Grand Total (Rs.)		Rs. 83,297,613		

表 22 18,000m³のPCタンク積算

Items		Foreign Currency US\$	Local Currency SLRs.	Custom Duties SLRs.
1	Demolition and site clearance Earch work, Excavation for foundations Diaposal of earch In-situ concrete (Provision of concrete)		37,059,228	
2	In situ concrete (placing oc concrete) Reinforced concrete Grade 35A Concrete ancillaries(formwork) Plane vertical (rough finish)		17,278,388	
3	Concrete ancillaries (formwork, contd.) Curbed forms, etc., Steel reinforcements Deformed High Yield Steel Bard BS 4449 Inserts		32,918,665	
4	Pipe work (fitting and vales) Pipe work (manholes and pipe work ancillaries) Miscellaneous metalwork Painting, coating and finishing, Water proofing	2,768	4,638,984	69,200
5	Water tightness testing and disnfiction PC work		42,439,000	
Sub Total		2,768	134,334,266	69,200
Grand Total (Rs.)		Rs. 134,749,466		

表 23 18,000m³の RC タンク積算

	Items	Foreign Currency US\$	Local Currency SLRs.	Custom Duties SLRs.
1	Demolition and site clearance Earch work, Excavation for foundations Siaposal o earch In-situ concrete (Provision of concrete)		45,316,731	
2	In situ concrete (placing oc concrete) Reinforced concrete Grade 35A Concrete ancillaries(formwork) Plane vertical (rough finish)		10,484,292	
3	Concrete ancillaries (formwork, contd.) Curbed forms, etc., Steel reinforcements		66,868,826	
4	Concrete ancillaries (formwork, contd.) Expansion joint in base slab Inserts, Pipe work (fitting and vales)	2,768	1,184,946	69,200
5	Pipe work (manholes and pipe work ancillaries) Miscellaneous metalwork Painting, coating and finishing Water proofing Water tightness testing and disnfiction		11,082,636	
6	Micellaneous work		99,000	
Sub Total		2,768	135,036,433	69,200
Grand Total (Rs.)		Rs. 135,451,633		

これらの積算結果を取りまとめると下表のようになった。日本の実績では、貯水池の容量が大きくなるに従い、PC の価格優位性が増すが、上表の結果からは、容量が大きくなるに従い PC と RC の価格差が少なくなっていることがわかる。この背景には、PC と RC の品質レベルが同一でないことが関係する。上述の通り、RC はひび割れを許容してコンクリート中の石灰分と二酸化炭素が反応して生成される炭酸カルシウムによりひび割れを塞いで漏水を防ぐことを期待した設計であり、PC はひび割れを発生させない設計である。貯水容量に関係なく RC タンクの壁厚を一定として鉄筋を増やしてひび割れ幅を制御しており、RC タンク容量 8,000m³ではコンクリートの引張強度を超えた軸引張力が生じるので確実にひび割れ漏水に至る⁴¹。

⁴¹ なお前述のとおり、キックオフミーティングでの指摘を受けて、RC の設計を、コンピュータの解析ソフトを用いた最も合理的なものにした結果、壁が超薄型となった。同国の既存の円形貯水池の壁厚は一般的にこれより厚く、特に、大型貯水池でこのような超薄型のもは存在しない。つまり、表 9 に示した RC の設計は、理論上は成立しても、スリランカの施工技術では実現しない可能性が高い。また、ひび割れを許容した設計であるため、特に大型のものは漏れが発生しやすく、1-3 4) と 2-2 に示したように、補修補強が必要となる可能性が高い。

表 24 地上式配水池の容量別建設費比較結果

No	容量	建設事業予定地	スリランカでの建設費 (Rs)	
			PC の場合	RC の場合
1	2,000 m ³	ベールワラ	26,984,694	31,168,279
2	3,000 m ³	カトナーヤケ	35,376,037	-----
3	4,000 m ³	カトナーヤケ	42,102,090	-----
4	8,000 m ³	アンバタレー	76,000,015	83,297,613
5	18,000 m ³	カラトウワワ	134,749,466	135,451,633

本調査の分析では表 16 のとおり、スリランカでは、2,000m³ の中容量のものを含め、どんな容量のものでも PC タンクの価格優位性があることがわかった。インドの研究者⁴²や日本の実績からは、貯水池の容量が大きくなるに従い、PC の価格優位性が増すが、スリランカでも同様であるかどうかは、PC と既存の RC の設計条件の違いから、はっきりした結論を導き出すに至らず、設計基準の調整や、事例研究などによる、さらなる調査・分析が必要である。

(2) 工期

円形の地上式配水池を通常の工法で建設した場合、PC タンクと RC タンクの建設工期に大きな違いはない。しかし前述のとおり、ABE の施工技術を適用することで工期短縮が期待できる。

例えば、大型の地上式配水池のドーム屋根にエアードーム工法を採用することで1ヶ月の工期短縮が期待できる⁴³。また、同じ容量と設計の貯水池を複数建設する計画がある場合、貯水池の壁用のプレキャスト・PC コンクリートパネルをあらかじめ製造しておくことで、現場での工期の大幅な短縮が見込める。

図 12 5,000m³ の地上貯水池のドーム屋根の建設における工期比較



出所：日本エアードーム協会ビデオ

⁴² Rizaz Sameer, COMPARISON OF R.C.C. AND PRESTRESSED CONCRETE CIRCULAR WATER TANKS, pp394, December 2012, IJETAE

⁴³ エアードーム工法ではそのほか、タンク内での作業がないことから工事の安全性が増し、加えて、足場がほとんど必要ないことから、足場を仮置きする建設ヤードを建設地付近に確保することが困難な場合にも有利である。



写真 7 エアードーム工法による施工例



写真 8 コンクリート PC パネルによる施工例

3-3 採算性の検討

本調査を通じて、日本とスリランカの貯水池の要求性能には大きな違いがあることがわかった。日本では、地震対策や四季の気温変動に対応できる性能となっているに対し、スリランカでは、これまで大きな地震がなかったこと、年の気温の変化が少ないことなどから、求められる性能が日本とは異なる。NWSDB や関係者との討議を重ね、日本のスペックを同国に持ち込む必要はなく、同国で一般的に必要とされている品質基準に沿った経済的なものであると同時に、耐久性を特徴とした ABE の PC タンクの優位性が確保できるレベルの性能の製品を同国へ導入・普及することが最適であることが理解できた。

本調査では、パイロット事業用の貯水池などの基本設計と積算を実施するなかで、上述の性能に近いデザインとなるよう工夫と検討を重ねた。今後、パイロット事業においてはさらに検討を重ね、施設建設費を抑えながら品質を確保することで、PC タンクの早期普及に応えるべく、日本での実施例の設計も参考にしながら、最適な性能を確保した製品を提案する予定である。

このように、性能については日本のものを持ち込む必要がないこと、また、後述のように、現地の建設業者が一定の施工技術や設備を備えていること、PC 鋼材などの資材が現地調達可能なこと、また、スリランカにおける積算上の労務単価が、日本の 1/10～1/15 であることなどから、パイロット事業の段階においては、ABE の社員が現地に多勢常駐する必要はなく、現地の人材と資機材を活用することで、採算性を確保することができると思う。

このようなことから、将来の有償資金協力事業その他への事業展開においても、採算性は確保できるものと考えられるが、パイロット事業の実施を通じて、詳細を検討したい。

第4章 ODA案件化による対象国における開発効果及び提案企業の事業展開に係る効果

4-1 提案製品・技術と開発課題の整合性

スリランカに未給水地域の水道整備や老朽施設の更新は同国の優先ニーズであり、かつそれら工事の際のコスト削減は、同庁の財務状況の改善にとっても重要課題である。本調査では、PCタンクの導入により、コスト削減、工期短縮、耐久性向上などの同国のニーズに応えられること。また、貯水池の修理やメンテナンスの事例を確認したところ、大型円筒形 RC 貯水池が長年漏水し、使用不可能になっていたものを補修・補強した例、設計・施工上の問題から円筒形の RC 貯水池に漏水が発生し、PC 鋼材で補強した例などがいくつか見られた。このような事例は、同国において、貯水池の設計・施工技術の向上と、PC 技術の導入による、貯水池の品質や耐久性向上のニーズが高いことを示している。また、過去の不具合や技術などが継承されていないことが関係者へのヒアリングでわかっており、現地関係者と一緒にマニュアルや点検記録簿の作成など技術移転が開発課題でもある。

4-2 ODA案件化を通じた製品・技術等の当該国での適用・活用・普及による開発効果

3-1 に記した通り、スリランカの配水池建設における、耐久性、工期間の短縮、工事費の節減のニーズは大変高く、ABE の PC タンクの導入によりこれらのニーズに応えることができる。

さらに、ABE の技術が将来、多くの上水施設の拡張・更新事業に導入されれば、NWSDB の上水道事業にかかるコストが短縮されるため、同庁の財政コストの削減や財務状況の改善に貢献することができる。また、エアードーム工法やプレキャストコンクリートパネルによる工法など、ABE の技術を将来同国に導入することにより、配水池建設の工期を短縮することができ同国における、緊急事業の早期完成や、水道普及率達成の早期実現に貢献できる。

なお、第5章で提案している民間提案型普及・実証事業は、バールワラ地域の給水状況の改善に大きく貢献するものである。同地域は、既存の貯水池の容量が限界にきているため、隔日給水となっており、消費者に不便をきたしている。また、住民からの新規接続の要求も多いが、送水量が足りていないため、接続の申し込みを受け付けていない状態である。当事業が実施されれば、24 時間給水が実現し、また完成後 2 年間で合計約 9,000 世帯への新規接続が実現する見込みである。

4-3 ODA案件の実施による当該企業の事業展開に係る効果

ODA 案件の実施による ABE の事業展開に係る効果は以下の通り。

1) 海外展開への足がかり

本調査を通じて、スリランカにおける PC タンク導入・普及のニーズは高く、具体的な配水池の建設・更新の需要もあり案件化の可能性のあること、また将来は、同国において、下水施設、橋梁、高速道路などの事業への参入可能性があることもわかった。第5章で提案している民間提案型普及・実証事業は、ABE の海外事業展開の次のステップであり、これを成功させることで、将来の大型貯水池

建設事業へ自信をもって応札することができる。

2) 技術移転を経験することが何よりの技術継承

前述のとおり、日本の水道普及率は97%であり、新規の貯水池建設件数は大幅な減少傾向にあるため、海外への事業展開による ABE の市場拡大と活性化は緊急課題である。また、PC タンクの開発・普及で養った技術を同国に移転し、事業展開することにより、社内の若手技術者への技術継承と事業拡大・安定経営の効果が見込まれる。

第5章 ODA案件化の具体的提案

5-1 ODA案件概要

1) 民間提案型普及・実証事業を活用したパイロット事業の実施

本調査の結果を踏まえ、次のステップとして、PCタンクの優位性や、PCタンクの設計・施工に係わる ABE の技術力をスリランカにおいて実証し、NWSDB 幹部がそれらを確信する必要がある。このため、JICA の民間提案型普及・実証事業のスキームを活用し、パイロット事業を実施することを計画している。パイロット事業では、スリランカのコロンボ近郊都市において PC タンクを建設することにより、従来の RC タンクとの比較優位性を実証するとともに、ABE の PC タンクの設計、施工、施工管理の技術をスリランカの関係者にデモンストレーションをすることを目的とする。また同事業では、PC タンクの建設のみでなく、PC タンクに係わる計画、設計、施工の技術移転を通して、建設や施工管理に関する技術移転のあり方を検討し、同国における今後の事業展開の環境づくりを行う。

2) 日本の援助方針における位置づけ

2012年6月に策定された「対スリランカ国別援助方針」では、後開発地域に配慮した経済成長の促進を大目標としており、重点分野として、経済成長の促進、後開発地域の開発支援、脆弱性の軽減を掲げている。経済成長の促進を目標とした事業展開計画では、運輸、電力と並んで上下水道・環境改善分野のプログラムを推進することとなっている。上下水道分野の協力プログラムの計画は以下のとおりである。

- 上水道整備については、大規模都市の大型給水プロジェクトを引き続き実施していく。他方、大規模都市の上水道整備は概ね目処がついてきたことも踏まえ、今後は PPP 等を通じた支援への移行等についても検討していく。
- 無収水対策については、大都市圏を中心に老朽化した配水管の交換について支援を検討し、その過程において無収水対策を併せ行う。
- 下水道整備については、現状と課題の分析を行い、NWSDB と対応策を検討しつつ、優先事業を特定し、今後の方向性を検討する。

パイロット事業の候補地には、地方の経済拠点を支える上水道整備を目指す日本の国別援助方針と整合性を取るため、地方都市を選定する。具体的には、コロンボ件に隣接するカルタラ県に位置するベールワラを第一候補地とする。詳しくは後述するが、2013年3月より NWSDB は、「カルタラ給水スキーム増強プロジェクト」と題して、ベールワラ地域の送水管約 11.3km の更新を実施している。同更新は、送水管容量の増大を目的とするものであり、同時に、漏水防止による無収水対策という側面も持つ。同送水管の一部にはアスベストコンクリート製の古いものが使用されており、変形による漏水が問題となっていた。同プロジェクトではこの送水管を PE 管に変えており、これによる無収水率の向上が期待されている。パイロット事業は同プロジェクトの一部として実施される予定であり、老朽化した配水管の交換による無収水対策を重点分野とする国別援助方針と合致する。

またベールワラ地域は、漁業や、地場産業（ココナツ繊維製品など）が盛んであるが、内戦の終結

とともに、海岸地方を中心にツーリズムの復興や開発が進んでいる。同地方への給水施設拡張は、これらを後押しするものと考えられる。

5-2 具体的な協力内容及び開発効果

1) 事業の目的

ベールワラ地域に PC タンクを建設することにより、同地域の給水状況を改善するとともに、同国における PC タンク導入・普及の環境整備と事業展開の詳細計画の策定を行うことが、本事業の目的である。

2) 事業実施により期待される成果

本事業の実施により期待される効果は以下の通りである。

<同国の開発課題の解決に関する効果>

- ベールワラ地域の給水状況が改善される（24 時間給水の実現および完成後 2 年間で合計 9,000 世帯への新規接続）。
- PC タンク導入の環境が整備される、今後の貯水池建設における、工事費・工期の短縮、品質の向上などの実現可能性が高まる。

<PC タンクの導入・普及の環境整備に関する効果>

- NWSDB の職員および現地コンサルタント会社が PC タンクの計画・設計・施工管理を適切に実施できる能力を身に着ける。
- NWSDB 及び現地関係者が PC タンクの施工現場を折に触れて視察し、PC タンクの特長や利点、RC タンクとの比較優位性、施工上の留意点・リスクなどを理解する。
- PC タンクの設計施工に係わる技術標準が策定される。

<ABE の事業展開上の効果>

- ABE の社員がスリランカにおける PC タンクの設計・建設・施工管理の経験を積む。
- 上記経験を通じて、今後の事業展開に係わる利点やリスクが明らかになる。
- 地元の建設業者の技術力、経営方針、商習慣、施工管理能力などが明らかになり、ABE の将来の事業展開におけるパートナーの目途がつく。
- 近隣国の PC タンク建設業者の技術力、価格競争力などが明らかになる。
- 上記に基づき、PC タンク導入・普及に関する ABE の事業計画の詳細が策定される。

<中部地方関係者への効果>

- PC タンク及び関連施設の開発計画策定や維持管理における課題やニーズが明らかになり、中部フォーラム会員の同国での事業展開のための情報が提供される。
- ABE が同国での事業展開を通して得た経験や教訓が中部フォーラム会員と共有され、活用される。

3) 投入計画

<スタッフ>

- PC タンク計画・設計・施工の指導監督（安部日鋼工業）8MM
- ベールワラ地域の水道整備基本計画の妥当性確認と指導（名古屋市上下水道局）0.5MM
- 配水池に係わる付属施設と配管の設計（中日本建設コンサルタント）1MM

- 建設施工アシスタント（国内コンサル） 6MM
- 地域貢献（環研究所） 0.3MM
- ビジネス展開・マーケティング業務・事業評価（KMC） 1.5MM

<セミナー・研修など>

- キックオフ・ミーティング開催による事業目的や期待される成果などを関係者と情報共有
- PC タンクの計画・設計・施工管理に係わるセミナー（2~3回）
- PC タンク建設現場の視察・研修会（3~4回）
- 技術標準策定のための委員会の結成と会合の開催(3~4回)
- 最終セミナーの開催による事業の成果および今後の計画等の情報共有

<資機材>：PC タンク建設に必要な資機材（全て現地調達）

<投入金額>：約 1 億円

4) 活動

- ベールワラ地域の水道整備基本計画・用地取得状況などの確認
- PC タンクの施工に関する入札図書を作成
- 現地建設会社（コントラクター）の調達
- PC タンク施工に関する日本国内研修（建設業者 4 名程度）
- PC タンクの建設（上記、国内研修含む）
- セミナー、視察会などによる技術移転の実施
- 技術標準作成
- 近隣国の PC タンク建設業者に関する調査の実施
- 今後の事業計画の策定

5) サイト選定

民間提案型普及・実証事業の実施に最も相応しいサイトを選定すべく、下記のようなクライテリアと手順でサイト選定を実施した。

建設工事費の予算額により建設可能なタンクの容量が決まってくることから、民間提案型普及・実証事業の協力金額の上限である 1 億円で建設可能なタンクの容量を検討し、建設するタンクの最大容量を 3,000m³と設定した。

加えて、民間提案型普及・実証事業の目的を鑑み、サイト選定の基準を表 25 のとおり設定した。

表 25 パイロット事業のショートリストの選定基準

選定基準	最適な状態
タンク容量	1,000 m ³ - 3,000 m ³
タンクの種類	地上式貯水池
立地	西部州内。NWSDB からアクセスが便利
貯水池建設の緊急性・優先度	高い
貯水池建設後の活用	完成後すぐに活用
貯水池用地	用地取得完了
資金援助・建設業者	未定

これらの選定基準にそって、NWSDB の貯水池建設計画のレビューや地方事務所へのインタビューを行い、表 26 に示すショートリストを作成した。その後、ショートリストのサイトを訪問し、ニーズ、用地取得状況、活用可能性、立地などを確認するとともに、建設の際の条件、技術的懸念事項などを慎重に検証した。その結果、NWSDB 本部および地方事務所と協議のうえ、貯水池建設のニーズが明らかであり、準備状況が良好で、用地取得もほぼ完了しているベールワラをパイロットプロジェクトのサイトの第一候補として選定した。

表 26 パイロット事業候補地のショートリスト

候補地	ベールワラ	カトナーヤカ	ドダンゴダ	マトウガマ
立地	コロンボから約 52km。漁業や観光が盛んな地方都市。	コロンボから約 35km。国際空港の近く。	コロンボから約 52km。内陸部の丘陵地帯。	コロンボから約 55km。内陸部の丘陵地帯。
配水地域	住宅地	国際空港および輸出特別区(工業団地)	住宅地	住宅地
用地取得	NWSDB 事務所に隣接する私有地の取得プロセスがほぼ完了(補償金の支払いのみ)。	候補地は航空局の所有。これを NWSDB に譲渡する旨、基本同意済。同局の役員会の正式承認待ち。	取得済み。	取得中。経過要観察。
住民移転	2 世帯。補償金額等に同意済み。	必要なし	必要なし	必要なし
貯水池建設後の活用性	タンクは、既存の送配水管に接続し、完成後すぐ活用できる。現在、送水管の増強工事を実施中であり 2014 年 3 月末完成予定。	送配水管を建設中であり 2014 年末に完成予定。タンクは完成後すぐに活用できる。	送水管の新設後活用可能。送水管の建設のためにインドの資金の調達を検討中。	送水管の新設後活用。送水管の建設のためにインドの資金の調達を検討中。
その他	現在の施設による給	空港付近のため、夕	送水管の建設が早急	発破工事が必要であ

候補地	ベールワラ	カトナーヤカ	ドダンゴダ	マトゥガマ
	水量が限界にきており、近年、同地域への給水は隔日。新規接続も制限している。住民からの給水拡張の要望が高い。	ンクの高さ制限は5.5mであり、1,000m ³ 以上の建設は困難。1,000m ³ だとデモンストレーション用としてインパクトがあるか疑問。浄水場から遠方にあり、タンクまでの自然流下の可否も検討要。	に開始されなければ、タンク完成後、しばらく活用されない可能性がある。	りリスク要因。送水管の建設が早急に開始されなければ、タンク完成後、しばらく活用されない可能性がある。



図 13 パイロット事業候補地の位置図

6) 事業の背景と概要

現在、同地域の配水システムの概略は図 14 のとおりである。ケッヘーナ浄水場から送水された浄水を NWSDB の管理事務所敷地内の地下水槽に貯留し、同敷地内のポンプで高架水槽に揚水し、ベールワラ市とアルトゥガマ市に重力配水している。現在、約 20 万世帯に給水しており、一世帯あたりの一日の給水量は約 1 トンである。地下水槽は 22 年前に建設されたもので、容量は 1,350m³である。高架水槽の容量も 1,350m³である。

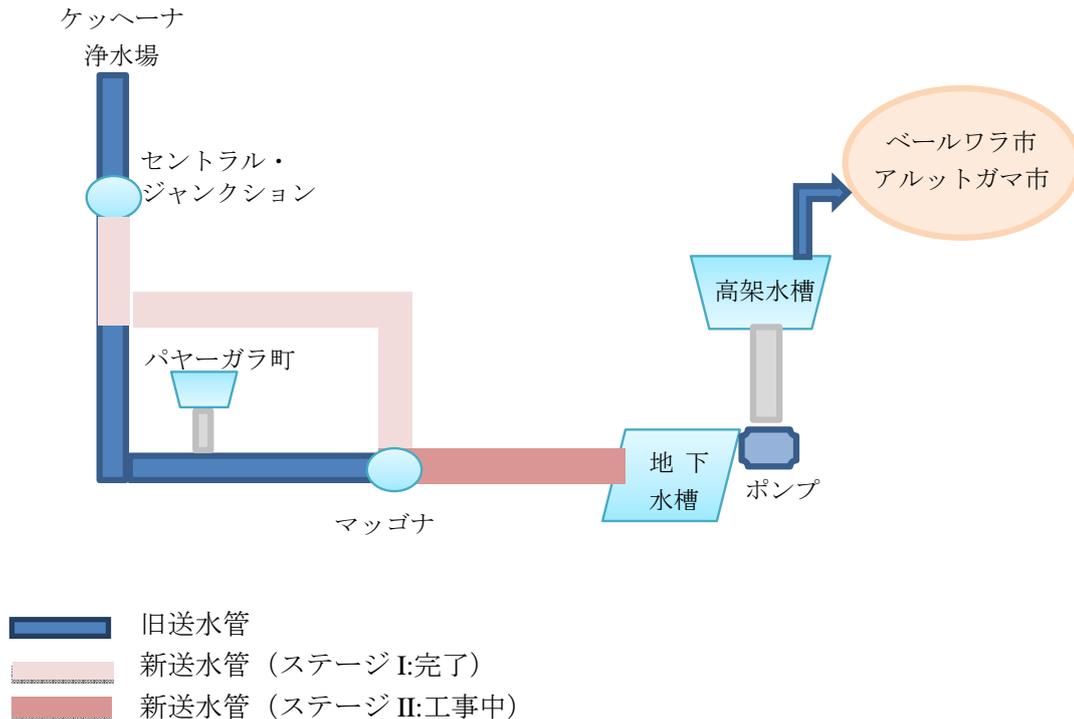


図 14 バールワラ地域給水システム(2013年12月現在)

送水管および地下水槽の容量が限界にきているため、NWSDB による同地域への給水は隔日給水となっている。また、配水管の延長は近年実施しておらず、住民からの新規接続の要望に応えられていなかった。

現在、浄水地から地下水槽への送水管を拡張しており、ステージ I の工事が完了した。これにより浄水場からの送水量がやや増加したため、数か月前より、新規接続の申し込みを受け付けている。ただし、配水管を延長するほど送水量が増えていないため、新規接続を受け付けるのは、既存の配水管がある地域にとどめている。送水管拡張工事のステージ II は、2013年3月末に完了する予定である。同工事が完了すれば、地下水槽への送水量がさらに増加し、一部の地域で24時間給水が実現する見込みである。

このように送水管の更新により同地域の給水状況は、ある程度の改善される見込みがあるものの、地下水槽の容量が制限されているため、抜本的な改善とはならない。NWSDB は、同地域の給水状況の抜本的な解決および将来の需要に応えるため、貯水池の新設が必要と判断し、これを実現すべく、同管理事務所に隣接する私有地の取得を進めるとともに、貯水池の建設資金の調達を検討していた。

パイロット事業は、NWSDB が取得を進めている土地に $2,000\text{m}^3$ の PC タンクを建設し、浄水の貯留能力を増強させることにより、バールワラ市とアルトウガマ市への給水能力を増加させ、将来需要に応えるものである。これにより、同地域の24時間給水が実現し、完成1年後には約4,000世帯、2年後には約5,000世帯、合計9,000世帯への新規接続が可能となる計画である。なお、PCタンクは高台に建設されるため、従来通り、高架水槽に揚水し配水する従来の方法に加え、PCタンクから重力配水(直接自然流下)でも配水できる見込みであり、ポンプ稼働にかかる電気代の節約にも貢献できる。

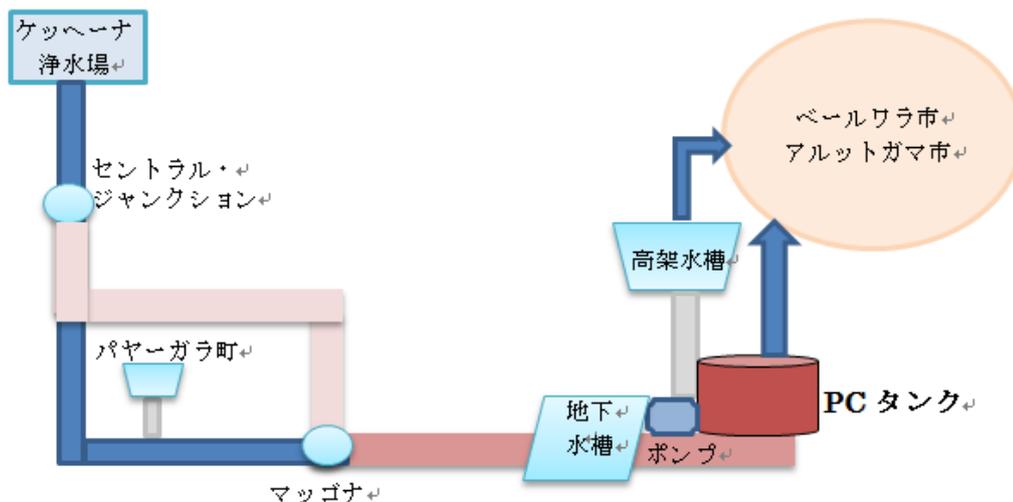


図 15 ベールワラ地域給水システム(将来計画)

7) 概略設計

既存 RC 配水池は地中に埋設されているが、送水管更新により浄水場からの送水圧力が 17m 相当改善される見込みであり、新たな地上式配水池の有効水深を 17m として計画する。地上式配水池とすることで土工事を大幅に縮減できるメリットが生まれる。

設計条件

貯水容量 2,000m³

内径 D=12.3m

有効水深 H=17.0m

構造形式

地上式円筒形プレストレストコンクリート

断面諸元

天井ドーム 0.40m~0.12m

側壁 0.20m

底版厚 0.50m~0.25m

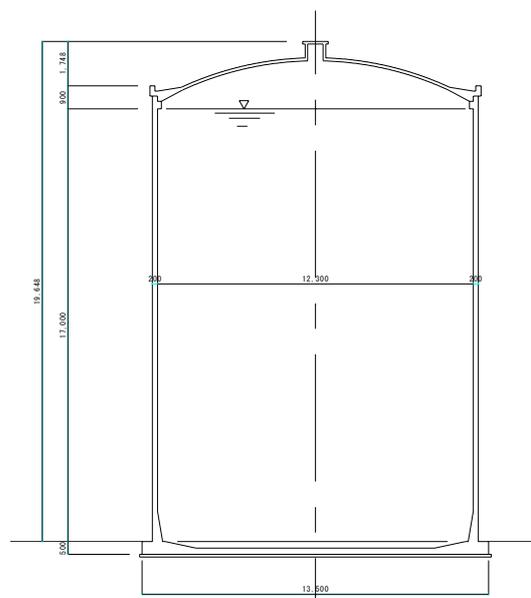


図 16 概略設計

ベールワラ地区は浄水場からの送水管を AC パイプから PE パイプへ更新中、送水管更新が完了すれば、無収水問題も改善され水圧にして 17m 相当の圧力が確保され、ABE の PC タンクが建設されればベールワラ市（ヘナ地区など）とアルットガマ市の未給水地区に、来年 4,000 世帯、再来年 5,000 世帯、合計 9,000 世帯への給水が可能になる。

8) 事業実施スケジュール

土地の造成した後のスケジュールを表 27 に示す。

表 27 パイロット事業実施スケジュール案

月数	工程名	月数																										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
0	採択・契約	☆契約																										
	プロジェクトチーム結成(方針会議)	[Red bar]																										
2	キックオフミーティング	☆キックオフミーティング																										
	現地事務所設置	☆現地事務所設置																										
	水道整備計画の確認と技術指導	☆セミナー																										
3	設計条件の確認	☆設計条件確認																										
	PCタンクの設計、設計技術の移転	☆セミナー																										
4	設計図書の承認	☆設計承認																										
	建築許可取得	☆許可取得																										
5	施工業社選定(入札実施)	☆入札																										
	造成工事	[Red bar]																										
6	PCタンク建設工事	☆業者研修 ☆セミナー ☆竣工検査																										
13	配管接続と場内整備工事	[Red bar]																										
24	瑕疵検査	水密性の実証:外観目視検査(4ヶ月毎) ☆瑕疵検査																										
	PCタンク設計施工指針の方向性確認	☆指針策定中間会議																										
	プレキャストタンク規格化検討	☆規格化判断会議																										
25	クロージングセミナー	☆セミナー																										

月数	工程名	ABE	国内コンサル & Ceywater	中部F 名古屋市	中部F 中日本	中部F 環研究所 地域貢献	KMC	建設業者	NWSDB
0	採択・契約	○							
	プロジェクトチーム結成(方針会議)	○	○	○	○	○	○		
2	キックオフミーティング	○	○				○		○
	現地事務所設置	○	○				○		
	水道整備計画の確認と技術指導	○	○	◎	○				●
3	設計条件の確認	○	○	○	○				○
	PCタンクの設計、設計技術の移転	◎	●	○	○				
4	設計図書の承認								○
	建築許可取得								○
5	施工業社選定(入札実施)		○						
	造成工事								○
6	PCタンク建設工事	◎	○	○	○		○	●	○
13	配管接続と場内整備工事								○
24	瑕疵検査		○					○	○
	PCタンク設計施工指針の方向性確認	○	○	○	○				●
	プレキャストタンク規格化検討	○	○	○	○		○		●
25	クロージングセミナー	○	○	○	○	○	○	○	○

◎技術移転実施機関、 ●技術移転先

9) 実施体制

パイロット事業の実施体制は図 17 のとおりを計画している。

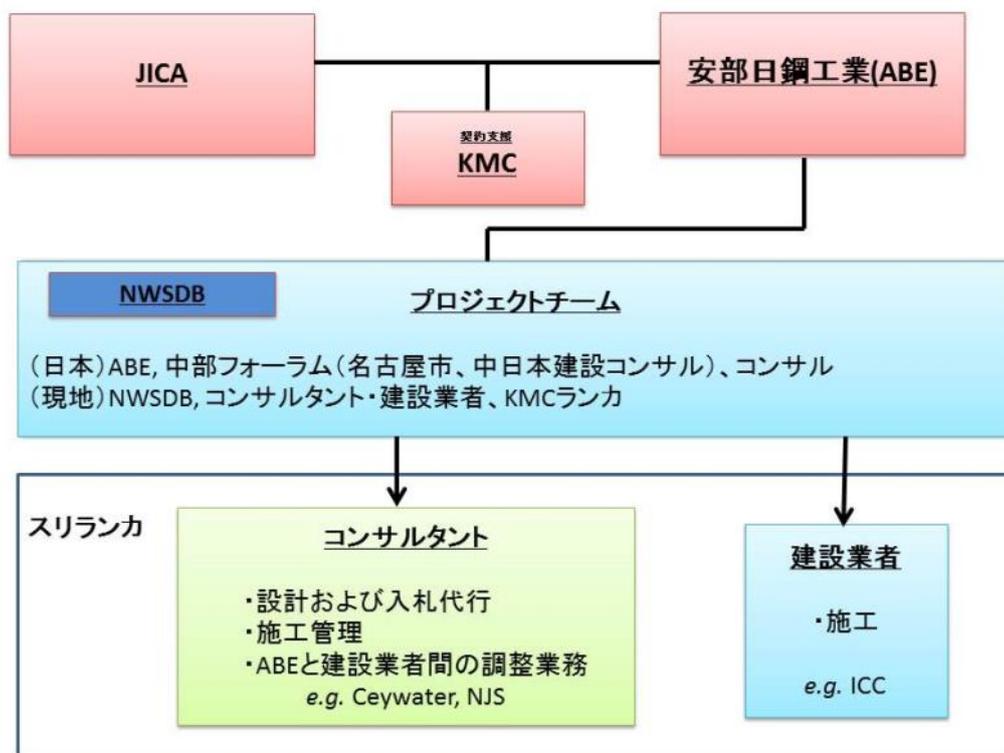


図 17 パイロット事業実施体制図

10) NWSDB（先方実施機関）の役割

パイロット事業の実施に際し、前述のようにNWSDBのチェアマンから関心表明のレターが提出されており（添付1資料3）、同レターでは、パイロット事業の趣旨を理解し、積極的に協力する旨が表明されている。これまでの協議やレターでは、パイロット事業の実施にあたって以下の事項を実施し、同事項の費用を負担することでNWSDBは調査団と同意している。

- PCタンク建設予定地の用地取得と補償金の支払い完了
(1/30付けで地権者に保証金を支払い済み、家の持ち主が2月初旬に引越している。)
- PCタンク建設予定地の整地
- PCタンクの付属施設の建設（ポンプハウス、ポンプ、送水管の接続、サイトへのアクセス道路の整備など、必要に応じて）

NWSDBは、PCタンクの新設にあたって、ポンプやポンプハウスを新設する必要はなく、既存のものが使用できるとしている。送水管は、PCタンク建設予定地に隣接するNWSDBの管理事務所内の地下水槽まで敷設されており、そこからPCタンクまで約200m延長するのみであり、敷設作業や予算に関して特段の問題はない。

なお、通常の水道施設の新設時と同様、NWSDBは、PCタンクの建設完了後、必要な検査を実施し、同施設をテイクオーバーする。これをもって同施設の所有権および運用維持管理の責任はNWSDBに移管される。PCタンクの運用維持管理は、日常の目視点検であり、日本国内の実績では、50年間

特別な維持管理を必要としない。PCタンクを建設するのはNWSDBの管理事務所内であることから、目視検査は担当職員が実施するため費用は発生しない。

なお、PCタンクは、配水池内面のかぶり厚を確保することで100年間の耐用年数⁴⁴を確保でき、かつ、内面補修を省略できる仕様とする。

11) 協力額概算

民間提案型普及・実証事業を活用した協力金額の概算は表28の通りである。

表 28 協力金額概算

I. 実証事業費	61,817,000 円
1. 直接経費	56,198,000 円
(1) 機材購入・輸送費	35,000,000 円
(2) 実証活動費	7,592,000 円
(3) 旅費(航空賃、日当・宿泊料等)	12,686,000 円
(4) 国内研修費	920,000 円
2. 管理費	5,619,000 円
II. 外部人材活用費 (日本からの専門化派遣、技術移転)	30,124,000 円
1. 直接人件費	10,146,000 円
2. 間接原価	11,371,000 円
3. 一般管理費等	8,607,000 円
III. 小計	91,941,000 円
IV. 消費税及び地方消費税の合計金額 (小計の8%)	7,355,280 円
V. 合計	99,296,280 円

PCタンクの建設にあたっては、地元の資格を持つ業者が実施する必要があるとあり、また、資材調達や労務管理などに関する、地元のノウハウを活用することが効率的であるため、国内競争入札により地元の建設業者を選定する。選定にあたっては、価格、経験、資格、財務状況などを総合的に検討できるようなクライテリアを設け、それに沿って評価・決定する。

ABEからは、協力期間を通じ、社員1名を常駐させ、事業全体のマネジメントを担当するとともに、事業の立ち上げ、入札評価、PC鋼材の緊張作業、技術移転などのために、専門性のある社員を短期で派遣する予定である。

なお、下記の項目を外注し、効率的に事業を実施する予定である。

- 詳細設計・施工管理補助

スリランカでは英国標準 (BS) やその他の設計・施工基準にそった詳細設計と入札図書の準備が必要であり、同業務に精通する現地建設コンサルタントを雇用する。案件化調査でも、パイロット事業

⁴⁴ 堅田茂昌：PCタンクの長寿命化対策－100年耐用のPCタンクの提案－、プレストレストコンクリート、Vol.55, No.6, pp52, 2013

や将来の事業の簡易設計や積算を外注した。外注先の **Ceywater Consultant** は、協力状況も良好であり、また同業務を通じて同社には、**PC** タンクの設計、施工、積算に関する知識が蓄積されたことから、同社をパイロット事業の詳細設計・施工管理補助の外注先として想定している。

- 現地入札業務代行

国内競争入札により施工業者を選定するが、**ABE** はスリランカ法人資格を持たないため、同入札をかける資格を持たない。そのため、現地建設コンサルタント会社が、**ABE** に代わって入札業務を実施する計画であり、同業務を外注する予定である。同作業の代行については、上記の **Ceywater Consultant** から内諾を得ている。

- 建設施工アシスタント

建設施工開始から完了までの期間、現地の建設施工の経験があり、日本の安全基準や施工慣行などにも理解のある技術者を1名採用し、**ABE** の駐在員の補助を行う。

- ビジネス展開・マーケティング業務

パイロット事業を今後のスリランカにおける今後のビジネス展開の第一歩とするため、同事業実施中に、将来のビジネス展開の準備を行う予定である。そのためには、代理店や法人の設立などの条件や手続き、**NWSDB** の新規事業の動向などに関する詳細な情報収集を行うとともに、**NWSDB** 職員や地元関係者を対象としたパイロット事業のマーケティングやプロモーションを随時実施し、**PC** タンクの優位性や **ABE** の技術力に関し、関係者を説得する計画である。このような業務を、スリランカにおける類似の業務経験のあるコンサルタントに外注する計画である。

- 技術移転関連

上下水道庁出先機関のヒアリングにおいて、水道整備計画の手順や順序に一貫性がなく、場当たりの整備状況が見受けられ、本事業に係る計画全般のレビューを行うことが必要と考えられる。また、ケッヘーナ浄水場とベールワラのポンプ施設において機械設備の点検記録など無く、メンテナンスに課題があり、“水のいのちのものづくり中部フォーラム”の会員である名古屋市上下水道局と中日本建設コンサルタントへの業務委託（計画論全般の確認と指導に係わる業務委託）を行う。

12) 技術移転計画

PC タンクに係る技術移転のスケジュールと概要を以下に示す。

- 日本の経験を踏まえた水道計画の確認と支援（時期：パイロットプロジェクト着手時）
ベールワラ **PC** タンクのパイロットプロジェクト着手に当たり、ベールワラの現状と計画を、中部フォーラム会員（名古屋市上下水道局）の支援を受け効率的な水道整備計画を討議する技術指導を行う。
- **PC** タンクの設計技術支援
PC タンクの構造計算から施工図に至る設計過程を、上下水道庁設計部と地元コンサルタント **Ceywater** 等に示し、中部フォーラム（中日本建設コンサルタントなど）の支援を受け **OJT** による技術移転を行う。
- **PC** タンクの施工技術支援
PC タンクの最新技術(2-1 参照)を用いない施工過程を、上下水道庁と地元建設業社に示し、

OJTによる技術移転を行う。また、上下水道庁には施工監理のポイントを示しながらスリランカにおける施工監理の有り方を整理する。

- プレキャストタンク規格化検討

PCタンクの計画から施工の段階において規格統一の事前検討と協議を行う。PCタンク竣工時の情報と知見を踏まえプレキャストタンク規格化に着手する。

- PCタンクの設計施工基準（マニュアル）の方向性

パイロット工事完了後、関係者一同によるセミナーを開催し②③技術支援の検証を行い、PCタンクの設計施工基準の必要性など討議して技術支援成果の取りまとめを考える。基準策定は上下水道庁と協議、方針を固めた後にICTADとすり合わせる。

- 中部フォーラム（名古屋市上下水道局など）との連携をはかり草の根技術支援など別スキームによる上記基準の策定を行う。

13) 用地取得状況

2014年2月中旬現在、候補地の用地取得のプロセスがほぼ完了しており、移転対象世帯は補償金に合意している（調査団は、移転対象世帯の補償金額への同意書を入手している（シンハラ語））。NWSDBは、本年度の予算に補償金額を計上済みであり、2014年1月30日に小切手支払いを済ませている。NWSDBによれば、移転世帯はすでに移転先の住宅を建設しており、補償金の支払い後ただちに移転の用意があるとのことであった。また、2月上旬に転居するとの情報を得ている。このように、用地取得および住民移転と補償金の支払いについて、特段の問題はなく、実証普及事業の提案書の提出までには、いずれも完了する見込みであるが、引き続きこれらの経過を観測し、用地取得および住民移転が問題なく完了したか、移転世帯から問題提起がないか、などについて順次確認することとする。

14) C/P機関との協議状況や今後の課題

パイロット事業の提案に関するNWSDBの協力状況は良好であり、必要な情報の提供がなされている。候補地ではここ数年、給水状況の改善や新規接続に関し、住民から強い要望があり、パイロット事業は、このような住民の要望に応えるものとしてNWSDBは高い期待を寄せている。また、前述のセミナーを通じて、NWSDBのPCタンクへの興味や理解が深まった結果、パイロット事業に関し、NWSDBチェアマンの関心表明のレターが発信された（添付1資料3）。

なお、2013年12月、ベールワラ地区の計画設計を担当しているNWSDB職員、G.M.マトウラネーサン氏が、名古屋市上下水道局による草の根技術支援「水道施設設計・施工 管理能力強化プロジェクト」の一環で来日していた。この機会を活用し、調査団は12月7日に、愛知県半田市においてABEが実施しているPCタンク建設現場に同氏を案内し、PCタンクの設計・施工について視察してもらい、技術的事項の説明・協議を行った。これにより同氏のPCタンクに関する理解が深まり、パイロット事業における技術移転の良いスタートとなった。

5-3 他ODA案件との連携可能性

2-5にも記載したとおり、ABEは民間提案型普及・実証事業を活用したパイロット事業の実施を経て、大型貯水池建設案件に応札する計画である。上水道システムのパッケージとなる場合、ABEは国内外の企業とJVを形成して応札し、貯水池単独のパッケージであればABEは単独で応札する計画

である。万一、民間提案型普及・実証事業を活用したパイロット事業の実施に時間がかかるか、何等に理由により実施が困難である場合はまず、国際企業の下請けとしての参入する見込みである。

このため、本調査において、同国における ABE の将来の事業展開のターゲットを特定すべく、NWSDB が現在建設を計画中の大型貯水池(3,000m³以上)を、西部州マスタープラン更新版や、NWSDB の地域事務所からの情報収集などによりリストアップした(表 29)。これらの貯水池は現在、詳細設計や建設業者の選定の段階にはなく、ABE の参入の余地がある。また、スリランカでは、大規模な上水道事業はドナーの資金援助を得て実施されることがほとんどであり、これらの貯水池の建設も、ドナーによる有償資金協力事業となる可能性が高く、その場合、国際競争入札によりコントラクターが選定されると考えられる。ABE は今後、パイロット事業の結果を踏まえ、将来の事業実施体制や資金計画などを再検討の上、これら貯水池の建設にコントラクターとして参入し、PC タンクを普及したいと考えている。

表 29 有償資金協力事業への PC タンク導入の候補地

県	町・市名	容量 (m ³)	資金協力予定
コロombo	ゴタトゥワ	15,000	ADB
	カラトゥワワ	18,000	AFD
	モラトゥワ	17,000	
	アンバタレー	8,000	
カルタラ	パーナドゥラ	10,000	

表 29 の貯水池計画について基本計画や用地取得状況などを調べ、建設予定地の視察を実施した結果は以下の通りである。

① ゴタトゥワ

当貯水池の新設は、コロombo市に隣接するコロンナーワ、コチカーワッタ、ムッレリヤーワ、コーッテ地域への送配水システムの改善を図るものである。

ゴタトゥワは、コロombo市の東にあり同国の給水システムの要地である。ゴタトゥワにはすでに高架式配水池があり、現在、同敷地内に 1,200m³ の高架式配水池も新設中である。同配水池には、アンバタレー浄水場とラブガマ・カラトゥウエワ浄水場からの送水管が接続されており、コロombo市と周辺への配水を担っている。現在、配水池の容量が足りず、拡張が必要とされており、第 1 ステージとして 2015 年か 2016 年までに 15,000m³ の配水池とポンプシステムの新設が提案されている。新設は緊急であり、AFD (Agence Française de Développement) の事業資金が供与される計画である。

詳細設計、地質調査は未実施である。建設実施スケジュールは未定。建設予定地は保健省の所有であり、200 年前に作られた IDH (感染症専門病院) の職員宿舎があるが取り壊しの予定である。NWSDB は用地取得を進めている。その他の環境社会配慮の特記事項はない。

② カラトゥワワ

当配水池の新設は、ホーマガマ、ミーペ、ゴダガマ、ジャルタラ、ラナーラなどのコロombo県東部地区への配水能力の強化を図るものである。同地域はコロomboのベッドタウンとして水需要が急速に高まっている、現在同地域への配水は、カラトゥワワ浄水場とラブガマ浄水場からの送水本管から配

水している。直接配水のため、同浄水場の貯水容量では、一日の水需要の変化に対応できておらず、不安定な配水となっている。18,000 m³の配水池をカラトゥワに新設することにより、同地域への安定した重力配水（自然流下）を実現し、給水能力の増加を図る計画である。

詳細設計、地質調査は未実施である。建設実施スケジュールは未定であり、資金調達は ADB と交渉中である。

NWSDB は予定地を特定している。予定地は2世帯が住む私有地であり、現在1世帯（1エーカー）は交渉済みであるが、もう一方の世帯との交渉が終わっておらず、用地取得手続きはまだ始まっていない。ただし、PCタンクであれば現在交渉済みの用地面積でも建設が可能である。予定地は現在茶畑になっており、丘の中腹斜面は約50度、使用可能な用地は約60m×70mである。擁壁がうまく作れるかどうかは地質調査をしてみないと不明である。

③ モラトゥワ

当配水池の新設により、モラトゥワ市周辺の給水能力の拡張が図られる予定である。モラトゥワ市は、コロombo県の南方に位置する。現在同地域には、カルガンカ浄水場から丘陵地にあるホラナ貯水池、パーナドゥラ、ケセルワッタを中継して給水されている。送水本管からの給水となっている地域もある。モラトゥワのNWSDB管理事務所には現在、JICA支援の水セクター開発事業Ⅱの一環として高架水槽を建設中であり、将来、この高架水槽の横に同水槽への送水、およびモラトゥワ市への直接送水用の地上貯水池（17,000 m³）が必要とされている。

候補地はNWSDB所有であり、現在同局の職員宿舎があるが、古いため取り壊し、同敷地内に新宿舎を建設し、職員世帯を移転させる予定である。

④ アンバタレー

当貯水池の新設は、アンバタレー浄水場からの送配水能力の増強を図るものである。アンバタレーはスリランカ最大の浄水場で、一日400,000m³の浄水能力を持つ。当浄水場は、コロombo市への給水を一手に行っており、同浄水場に設置された数々のポンプによりコロombo各地に送水されている。同浄水場にある配水池は最大限に利用されており、これ以上の浄水を貯水することができない状態にある。現在、ヒンブターナやコチカーワッタなどの周辺地域には、送水本管から配水されているが、将来同地域の需要拡大が見込まれるため、最大8,000 m³貯水池を新設し、そこから配水する方式に切り替える方針である。

詳細設計、地質調査は未実施である。建設実施スケジュールは未定であり、資金調達は ADB と交渉中である。入札方式はデザインビルドになる可能性が高い。用地はアンバタレー浄水場敷地内に確保されている。環境社会配慮の特記事項はない。

⑤ パーナドゥラ

当配水池の新設により、パーナドゥラ市周辺の給水能力の拡張が図られる予定である。パーナドゥラ市はカルタラ県の北部に位置する。現在同地域にはカンダーナ浄水場よりホラナを経由して重力送水されている。同地域の将来の水需要を鑑み、同貯水能力や送配水能力などを含む同地域への給水システム全体の増強が早急に必要となっている。

予定地はまだ特定されておらず、詳細設計、地質調査、建設実施スケジュール、資金調達も未定である。

なお、1－4にも記載のとおり、日本はスリランカの上水道施設建設への支援に積極的に取り組ん

でおり、特に大型上水道施設建設事業における日本の貢献とプレゼンスは高い。下表が示す通り、日本は上水道セクターにおいてはADBに次ぐトップドナーである。実施中の事業数も群を抜いて多い。

表 30 NWSDB が実施中の大型上水道施設建設事業における JICA の位置づけ
(2014年2月14日現在)

ドナー名	実施中の事業数	事業予算合計 (百万ルピー)
ADB	4	89,838
JICA	10	45,320
Australia	2	29,090
China	5	27,807
DANIDA	3	25,885
Korea	1	13,131
Spain	2	12,618
US Exim Bank	1	10,397
India	1	9,593
Hungary	1	8,100
Dutch	1	7,302
German	1	6,220
Belgium	1	4,658
Austria	2	3,890
UNIHA	1	2,126

出所：NWSDB ウェブサイト、Large Scale Water Supply Projects (on-going)より調査団作成

このように大型上水施設整備案件における日本のプレゼンスが非常に高いという現状から、ABEが将来事業展開をターゲットとしている上記の事業を含む大型建設案件においても、日本がODA案件として支援をする可能性があり、その場合はABEの事業展開と日本の有償・無償資金協力案件の連携が実現する。ABEの将来の事業展開に、日本の有償・無償資金協力案件との連携を位置づけているのは、ODA案件における貯水池の建設の品質の確保に大きく貢献したいという考えからである。

本報告書の3-2に記したように、現在、日本の有償資金協力案件の一環として建設中のPCタンクは中国企業が受注・建設しているが、本調査では様々な不具合が発生していることが確認された。これら不具合の多くは、設計・施工技術の未熟さが原因である。

このような事態が日本の有償資金協力案件で起こっていることをABEは大変危惧している。PCタンク建設の豊富な実績を誇り、また、耐久性や品質確保のための十分な技術をもつABEが施工を請け負った場合、このような事態が起こる心配は全くない。日本のODA案件にABEが参入するのは、ODA案件の品質の確保という意味で大変有用と考える。

なお、上述の中国企業の問題が発生したのは、同企業の施工技術の未熟さのみが原因ではなく、NWSDBにもPCタンクに関する設計の経験や施工技術が蓄積されていなため、このような問題が事業の計画段階で検出されなかったことも一因と考えられる。これについては、民間提案型普及・実証事業を活用し、NWSDBや現地のコンサルティング会社にPCタンクの適切な設計技術をABEが移転することにより、事業の計画・設計段階から品質が確保できるよう働きかける計画である。

また近年、建設業界では中国・韓国企業の進出が目覚ましく、ODA案件でもインフラ建設を日本企

業が受注するのは大変難しくなっている。上水道事業においても同様のことがいえる。そのような状況のなかで、ABE が耐久性の向上や工期・コストの短縮できる PC タンクを提案し、さらに、エアードーム工法により近隣国企業との差別化を図ることにより、日本の有償資金協力案件の受注が実現すれば、2－3 に示したように国内経済へ好影響を与え、国内への同種の企業へも大きな励ましともなる。

収集資料リスト

NWSDB Financial Statement 2011

NWSDB List of sewage treatment facility

NWSDB law

NWSDB List of ongoing project

Rate book NWSDB

British Standard 8007, BS8011

Conditions of Contract for Construction for Building and Engineering Works Designed by the Employer,
FIDIC

Companies Act, No. 07 of 2007

Hanbantota Water Supply Project Contract (一部)

PC 鋼材などのカタログ (Utracon 社)

建設業者カタログ・年次報告書など