第6章　コンクリートブロック造の課題と期待の国際的な広がり

6．1　低品質のコンクリートブロック造の課題の地域的な広がり

(1) 概要

本プロジェクトでは、コンクリートブロックを広く活用し、深刻な課題に直面しているフィリピンを対象に活動を行っている。その中で、同様の課題が他の多くの国で共通していることが分かってきた。本章では、これらの国々で実務をされている方の協力を得て、実態把握を行った。いずれの国でも、フィリピン同様に、ブロック自体の品質、施工技術などに課題があり、今回、開発に取り組んでいる、フィリピンでの安全性向上のアプローチは、これらの国にも基本的に適用できると考えられる。従って、今後、フィリピンでの成果を活用して、これらの国を対象とした活動を行うことが考えられる。

(2) 西アフリカ（ブルキナファソ、レソト）における実情

JICA は、資金協力事業を中心に、開発途上国における様々なインフラ整備を支援している。そのなかで、教育・保健分野では、学校、病院、保健施設など数多くの建築物を手がけている。なかでも学校建設については各国から多くの支援要請があり、その要請に応えるべく、現地仕様や現地施工業者を活用することによってコスト低減を図り、より多くの学校を建設しうる事業形態（スキーム）も採用している 。これらの学校施設の多くは平屋または 2 階建てであり、建物壁などにはコンクリートブロック（以下「CB」とする）やレンガなどの組積体が広く採用されている。その状況について、この業務について技術的なアドバイスを行ってきている、JICA 国際協力専門員である、沼田秀一氏と三部信雄氏とにより、主に西アフリカ地域（ブルキナファソ、レソト）で普及している CB 造の現状と課題についてとりまとめていただき、建築学会大会学術講演で報告いただいた。その内容は、第7章7．1　日本建築学会大会における成果の発表の参考資料として収録されている（国際的な視野からの補強コンクリートブロック造の可能性の研究　その 7　西アフリカ地域における組積造の現状　を参照）。

(3) アフリカなどにおける実情（エチオピア、マダガスカル、セネガル、ニジェール、ベナン、パレスチナ）

JICA では、前節の説明の通り、多くの開発途上国において、資金協力事業（通称、無償資金協力）による支援を行ってきている。本年度は、こうしたプロジェクトにおいて、建築設計、工事監理などの業務を実施しているコンサルタントの方に、プロジェクト実施国（エチオピア、マダガスカル、セネガル、ニジェール、ベナン、パレスチナ）について、当事国の建物タイプ別の構造種別とコンクリートブロックの使用状況、コンクリートブロックの製造、品質等の現状、施工法、構造基準・製品規格などについての報告をいただいた。その結果、これら総ての国でコンクリートブロックが主要な建築材料として利用され、多くの国でフィリピンと同様の低品質の製品などの課題を有することが確認できた。各国の状況の詳細は以下のとおり。

(4) アフリカ諸国におけるコンクリートブロックの使用状況と課題（㈱毛利建築設計事務所）

目　次

対象国　その 1：エチオピア 287
対象国　その 2：マダガスカル 292
対象国　その 3：セネガル 297
対象国　その 4：ニジェール 302
対象国　その 5：ベナン 307
対象国　その 6：パレスチナ 312
別添参考資料 317

対象国　その 1：エチオピア

1.　対象国一覧表（基本情報）

正式名称	エチオピア連邦民主共和国
人口	1 億 1,208 万人（2019 年世銀）
言語	アムハラ語、オロモ語、英語など
民族	オロモ族、アムハラ族、ティグライ族など約 80 の民族
宗教	キリスト教、イスラム教他
首都	アジスアベバ
通貨	ブル
GDP	約 1000 億ドル（2020 年）
一人当たりの GDP	994 ドル（2020 年）
在留邦人	92 人（2020 年）

出典：JETRO WEB SITE　https://www.jetro.go.jp/world/

2.　対象国の調査結果

①　建物タイプ別の構造種別の概況と主要な建築材料

・高層建物：

高層建物（複合ビル）の建設現場1

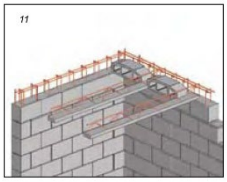
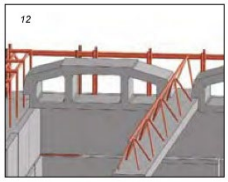
高層建物（複合ビル）の建設現場2

構造体　：RC フレーム構造で、鉄骨造は皆無である。

壁の材料　：空洞コンクリートブロック（以下「CB」と略す）で、煉瓦の使用は皆無である。

床版材　：以前はコンクリートスラブだったが、床版用 CB が主流化している。（西アフリカではウルディブロックと呼ばれる）。

・中層小規模建物:

	  出典:Low-Cost Housing Technical Manual Vol.2, Addis Ababa, GTZ, 2005.
中層建物(複合ビル)の建設現場	床版用 CB と模式図
構造体　:RC フレーム構造が大部分で、鉄骨造は工場や倉庫など大スパンの建物の屋根架構(柱・梁は RC フレーム構造)などに限られる。 壁の材料　:CB で、煉瓦の使用は皆無である。 床版材　:以前はコンクリートスラブだったが、床版用 CB が主流化している。	

・戸建て住宅:

戸建て住宅(高所得者向け)	戸建て住宅(中所得者向け)の建設現場
構造・壁材:CB を用いる住宅は高・中所得者向けの RC フレーム構造である。 床版の材料:高・中所得者向けの住宅は、以前はコンクリートスラブだったが、近年は床版用の CB が主流になっている。	

② CB の製造、品質の実態と課題の概況

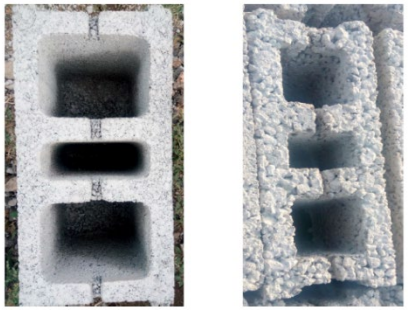
・製造の状況

首都アジスアベバには、比較的品質が高い CB の製造会社(小・中規模)があるが、地方では品質が低い製造会社(小規模)が多く存在する。エチオピアでは、CB の製造を建設会社が独自で建設

現場内で行うケースもある。

・品質

アジスアベバの比較的品質が高い製造会社の製品は、日本やアジア諸国と比較して劣っているが、一定の整形性、強度は確保されている。一方で地方の製造会社や建設会社が現場で製造を行う場合は、品質が低く同国の基準に満たないものが多い。

 出典：Hollow Concrete Block Production & Quality Management Guidelines, Addis Ababa, GTZ, 2008.	 出典：SURAFEL, LEUL(2017), Hollow Concrete Block Production and Quality Control (A Case of Adama Town), Master Thesis, Adama University.
CB 製造工場の様子	CB の品質の差（左が良、右が不良）

③　CB の施工法

・職人

ブロック積みを行う職人が施工しているが、技能者の資格制度はない。ドナー関連の建設プロジェクトでは稀に技能訓練プログラムが行われている。

・モルタル

殆どが現場練り。体積ベースの配合比（セメント:砂）が、技術仕様書に指定されている。実務では厳密ではなく、現場によっては守られていない場合もある。

・目地の幅

15 ㎜以下と技術仕様書に指定されている。実務で厚くなることが多い。

・機器などの使用

専用の鏝を使用している。一部に、横の目地モルタル置きための型枠・型板を使う職人がいる。水糸、下げ振り、水平器は、現場によって使用していない場合がある。

・主要なブロック壁の仕上げ

外壁は、「モルタル吹付の上に塗装」、「セメントモルタル 20mm の上に塗装」、「石タイル張り」。室内間仕切り壁は、「セメントモルタル 20mm の上に塗装」。

・鉄筋による補強

エチオピアでは CB を RC フレーム構造の非構造壁として使用するのが一般的で、その場合は後述のとおり、鉄筋による補強は必要とされていない。なお、エチオピアでは CB の空洞にモルタルを部分的に充填する職人もいるが、仕様書には記載がないので実施しないことが多い。

④　構造基準上の CB に関する規定と遵守状況

・構造壁

エチオピア建築基準（EBCS: Ethiopian Building Codes and Standards）の中に Masonry 関係の規定が存在する。構造壁にはクラス A とクラス B の CB を使用する。

・非構造壁

非構造壁にはクラス C の CB を使用する。なお、建築基準では非構造壁での CB の鉄筋補強は必要とされていない。

遵守状況：各クラスの強度など順守されていない場合が多い。

⑤　製品規格上の CB に関する規定と遵守状況

・製品規格

エチオピアの建築基準（EBCS）で以下の様に規定されている。

規格サイズ（一般的なもの）	幅	高さ	長さ
	100 mm	200 mm	400 mm
	150 mm	200 mm	400 mm
	200 mm	200 mm	400 mm

CB のクラス	A	B	C
クラス別用途	構造壁	構造壁	非構造壁
圧縮強度(6 個平均)	4.2 N/mm2	4.0 N/mm2	2.0 N/mm2
圧縮強度(単体)	3.0 N/mm2	3.0 N/mm2	1.0 N/mm2

規格遵守のための製造工場の認定制度、製品の検査制度はない。遵守状況は、アジスアベバの品質が高い製造会社以外では不十分で、多くの製造会社ではほとんど守られていない。実際は製造会社から CB を購入する際や建設会社が現場で CB を製造したものの中から供試体を 6 個抜き取り、検査施設で圧縮試験を行って強度を確認する。購入予定の CB が強度不足の際には、製造会社を替えることもある。また、建設会社が現場で CB を製造したものが強度不足の場合、CB を製造し直す。

⑥　設計事例の概要

・概要（設計：毛利建築設計事務所、施工：現地業者）

案件名：　南部諸民族州小中学校建設計画（JICA 案件）

サイト：　南部部諸民族州　中学校　　：10 サイト　小学校　：11 サイト

棟名	対象	教室数／部屋数	階数	面積（㎡）
教室棟 A	中学校	普通教室（4 教室）	平屋建て	244.20
教室棟 B	中学校	普通教室（8 教室）	2 階建て	537.90
図書室棟 A	中学校	図書室（200 人収容）	平屋建て	244.20

図書室棟 B	中学校	図書室（100 人収容）	平屋建て	183.15
実験室棟 A	中学校	実験室（	平屋建て	152.63
実験室棟 B	中学校	実験室、ICT センターなど	平屋建て	213.68
実験室棟 C	中学校	実験室、製図室	平屋建て	213.68
管理棟 A	中学校	校長室、事務室など	平屋建て	183.15
管理棟 B	中学校	教員室、教科長室など	平屋建て	183.15
トイレ棟 1	中学校	8 ブース	平屋建て	29.76
トイレ棟 2	中学校	4 ブース	平屋建て	14.88
教室棟	小学校	普通教室（4 教室）	平屋建て	264.00

延べ面積　　:29,762.㎡

・設計図面

平面図、立面図、断面図、詳細図（CB の部分）に関しては、添付を参照のこと。

⑦　CB 製品、CB 造についての課題

・ブロックの品質

設計事例で紹介した案件では、建設会社が CB 製造会社から製品を購入する際に、供試体の圧縮試験を行っていた。この案件で使用した CB は全て非構造壁に用いるクラス C であったが、平均値が 2.0 N/mm2 をかろうじて上回ることもあった。現場搬入されてくる製品の中には欠けたものもあり、返品することもあった。

・納期

CB の納期は発注から 3～4 週間が一般的だが、大量発注した場合はそれ以上かかる。工期に影響が出ないように余裕をみて製造会社を視察して選定する必要がある。

・施工レベル

ブロック積み職人の技能資格制度はなく、能力差が大きいため、ブロック積みの初期段階での監理が重要である。施工後にモルタルや石などで仕上げられ、粗が目立たなくなってしまうため、目地の処理などの手抜きをする職人も多い。CB の空洞への部分的なモルタル充填や CB の目地幅には注意が必要である。なお、現地では CB の施工不良による事故など大きな問題になった事例はないが、CB の壁の仕上げに亀裂や剥離を生ずることがよくある。

⑧　CB についての社会の認識

エチオピアでは 1936 年～1941 年のイタリアによる占領期に RC フレーム構造の建築が建設され、非構造壁に CB が用いられた。その後の 1950 年代以降、様々な建築において、非構造壁として CB が使用され、広く普及し現在に至り、RC フレーム構造に使用する壁材として認知されている。

対象国　その 2:　マダガスカル

1.　対象国一覧表（基本情報）

正式名称	マダガスカル共和国
人口	2,769 万人（2020 年）
言語	マダガスカル語、フランス語
民族	土着マダガスカル人（90%）
宗教	キリスト教、土着宗教他
首都	アンタナナリボ
通貨	アリアリ
GDP	約 137 億ドル（2018 年）
一人当たりの GDP	1,613 ドル（2018 年）

出典：外務省 WEB SITE 等　https://www.mofa.go.jp/mofaj/area/madagascar/data.html

2.　対象国の調査結果

①　建物タイプ別の構造種別の概況と主要な建築材料

マダガスカルの建築は、かつては煉瓦の組積造が主流であった。丘陵地帯の農村部では今でも煉瓦組積造 2 階建ての農家が見られる。近年は都市部を中心に RC フレーム造の建物が増えている。壁材としては、低層建物は依然煉瓦を使用し、中高層建物になると CB を使用することが多い。

・高層建物

高層建築は首都のオフィスビル等数棟存在するもののまだ少ない。構造は RC フレーム構造で、鉄骨造は皆無である。壁の材料は CB である。

・中層建物

5 階建てホテル（アンタナナリボ）	4 階建てホテル（トアマシナ）
構造体　　：RC フレーム構造が大部分で、鉄骨造は工場や倉庫などに限られる。	

壁の材料　:CB または煉瓦。 床の材料　:ウルディブロックでのスラブが一般的。

・戸建て住宅:

戸建て住宅(都市部)	戸建て住宅(中央山岳地帯農村部)
RC フレーム＋煉瓦壁	煉瓦の組積造

② CB の製造、品質の実態と課題の概況

・製造の状況

殆どの CB メーカーは数名で経営する小規模会社であり、大手 CB メーカーは首都アンタナナリボにおいても多くない。首都にある最も有名な CB メーカーは UBP (http://www.sebtp-madagascar.com/societe_membre/ubp-madagascar/)である。

地方では CB の製造を建設会社が建設現場内で行うケースが多い。型を使用して人力により一個一個現場で製作する。調合割合はセメント 300kg／砂 1m3 である。製作と養生は屋根のある場所で行われる。一般的に製造後 14 日間を経れば施工開始となる。

・品質

前述の大手メーカーの製品は、日本やアジア諸国と比較して劣っているが、一定の整形性、強度は確保されている。一方で地方の製造会社や建設会社が現場で製造を行う場合は、品質が低く同国の基準に満たないものが多い。強度を確認するための圧縮試験は、契約で求められれば行うが、行わないケースも多い。

③ CB の施工法

・ブロック職人

ブロック積みを行う職人が施工しているが、技能者の資格制度はない。

・目地モルタル

殆どが現場練り。体積ベースの配合比(セメント:砂)が、技術仕様書に指定されている。実務では

厳密ではなく、現場によっては守られていない場合もある。
・目地の幅
10 ㎜が標準である。
・機器などの使用
専用の鏝を使用している。
・主要なブロック壁の仕上げ
外壁・内壁供に、「モルタルの上に塗装」が最も一般的。
・鉄筋による補強
マダガスカルでは CB を RC フレーム構造の非構造壁として使用するのが一般的で、その場合は鉄筋による補強は必要とされていない。しかし、JICA 案件では特別に挿入し、その個所はモルタルを充填した。(⑦参照のこと)

④　構造基準上の CB に関する規定と遵守状況
マダガスカルの検査基準(LNTPB, National Laboratory for civil engineering)によれば CB の構造基準はフランス基準 NF P 14-301 に準拠している。(添付を参照のこと)

⑤　構造基準上の CB の強度
・製品強度
フランス基準 NF P 14-301 で以下の様に規定されている。

	中空ブロック			中実および穴明ブロック		
CB のクラス	B40	B60	B80	B80	B120	B160
圧縮強度 MPa	4	6	8	8	12	16

⑥　設計事例の概要
・概要(設計:毛利建築設計事務所、施工:現地業者)
案件名: マダガスカル国第 4 次小学校建設計画(JICA 無償資金協力案件)
1) 場所
アツィナナナ県 4 学区(トアマシナ I、トアマシナ II、ブリッカビル、バトマンドリ)
2) 施設
ア　サイト数　:22 サイト(22 校)　延べ面積:9,022.㎡
イ　施設棟数合計　:教室棟 30 棟　トイレ棟 30 棟
ウ　教室数合計　:92 教室
エ　校長室・倉庫合計　:15 室
オ　トイレブース数合計　:124 ブース
カ　雨水貯水槽合計　:5 個
3) 家具

机、椅子、戸棚、掲示板、黒板等

4)参考写真

現場製作の CB(JICA 案件)	CB 養生(JICA 案件)
CB 組積工事(JICA 案件)	CB 組積工事(JICA 案件)

⑦　CB 製品、CB 造についての課題

・ブロックの品質

設計事例で紹介した案件では、CB 製造会社からの購入ではなく、現場で CB 製作を行っていた。製品強度は 2MPa に設定し、試験場で圧縮試験を行って確認していたが、比較的強度は安定していた。

しかしながら、雨天も多く、日差しも強いことから、強度確保のため、製作と養生は屋根付きの場所で行うことを徹底する必要がある。

・施工レベル

ブロック積み職人の技能資格制度はなく、職人による能力差は大きいが、組積作業においては水糸を張り、水平・垂直を確認しながら作業を進めているため、フランス基準に準拠している国々の中では、施工精度は高い印象がある。

また、上記案件では、径 10mm の鉄筋を水平方向に 800mm ピッチ、径 6mm の鉄筋を垂直方向に 400mm ピッチで配置し、壁の補強を行っている。

なお、左官工事において、下地への散水や適切な養生期間が確保されていないことで仕上げに

亀裂が入ることはあるが、CB 自体に亀裂が入るような事例はない。

⑧　CB と煉瓦についての社会の認識

マダガスカルの中央部では伝統的に煉瓦の組積造建築が建設されてきたため煉瓦は安い建材として普及している。RC フレームはフランス占領期に採用され、現在では最も一般的な構造となっている。RC フレームに充填する非構造壁材料としては、煉瓦と CB の両方が存在している。CB のメリット・デメリットについて現地では以下のように認識されている。

・CB のメリット

現場製作が出来るため運搬不要

工期が短い

基準を満たせば品質が高い

環境に優しい（森林伐採を防げる）

・CB のデメリット

煉瓦よりやや高価

現場で品質管理を怠れば品質は劣悪になる

対象国 その 3: セネガル

1. 対象国一覧表（基本情報）

正式名称	セネガル共和国
人口	1,674 万人（2020 年世銀）
言語	フランス語（公用語）、ウォロフ語など
民族	ウォロフ族、プル族、セレール族など
宗教	イスラム教、キリスト教、伝統的宗教
首都	ダカール
通貨	CFA フラン
GDP	約 249.11 億ドル（2020 年世銀）
一人当たりの GNI	1,430 ドル（2020 年世銀）
在留邦人	1,030 人（2020 年 12 月）

出典：外務省 WEB SITE　https://www.mofa.go.jp/mofaj/area/index.html

2. 対象国の調査結果

① 建物タイプ別の構造種別の概況と主要な建築材料

・高層建物：

出典：https://www.flickr.com/photos/12167448@N05/3624920317

高層建物（西アフリカ諸国中央銀行）の建設現場 1

出典：https://www.lateranga.info/LA-TOUR-DES-MAMELLES-LIVREE-DANS-UN-AN_a74465.html

高層建物（複合ビル）の建設現場2

構造体　：RC フレーム構造、部分的に耐力壁が用いられる。

壁の材料　：CB、部分的に耐力壁もある。

床版材　：高層建物ではコンクリートスラブが主流。

・中層小規模建物:

 出典:https://landportal.org/pt/node/51943	
中層建物(複合ビル)の建設現場	床版用 CB(ウルディブロック)
構造体　:RC フレーム構造。 壁の材料　:CB。 床版材　:ウルディブロックを使用したウルディスラブ工法が主流化している。	

・戸建て住宅:

 出典:https://agence-immobiliere-senegal.com/properties/villa-de-284-m%c2%b2-a-vendre-a-la-somone/	 出典:https://www.planete-senegal.com/int/annonces/vente-villa-r-1_4_114508
戸建て住宅(高所得者向け)	戸建て住宅(中所得者向け)の建設現場
構造体　:RC フレーム構造。 壁の材料　:CB。 床版材　:ウルディブロックを使用したウルディスラブ工法が一般的。	

② CB の製造、品質の実態と課題の概況

・製造の状況

セネガルでは CB が非常に一般的な建築材として使用されているため、建設会社が独自に CB の製造を建設現場内で行うのが一般的である。中・大規模な建設会社では自社の CB 製造工場を有しており、CB の大量生産や調達・品質の管理を独自に行っているため、外部から CB を購入することは稀である。首都ダカールで実施された中学校教室建設計画（JICA 案件）の現場では、工事を受注した建設会社が所有するコンクリートプラントで CB を製造し、15 ヵ所の現場へ CB を運搬していた。ダカールに限らず、建設現場内に CB を製作するための十分な場所がなく、CB 製造工場を有していない建設会社は外部の CB を購入している。

・品質

首都ダカールには、比較的品質の高い CB を製造する会社（小・中規模）があり、公認のラボで定期的に圧縮試験を行うなどの品質管理を行っているが、第三者（設計事務所など）によって監理された建設現場では、CB サンプルの圧縮試験を独自に行うことが一般的になっている。

ブロックの養生期間は 5～7 日間（日陰の場合 7 日）としている。

CB 製造工場の様子	CB 製造用の型
CB 製造に使われる砂利	養生中の CB

③ CB の施工法

・職人

ブロック積みを行う職人が施工しているが、技能者の資格制度はない。

・モルタル

殆どが現場練り。体積ベースの配合比（セメント:砂）が、技術仕様書に指定されている。実務では厳密ではなく、現場によっては守られていない場合もある。

・目地の幅

一般的に 15～20 ㎜で施工されている。JICA 案件では 10 ㎜と技術仕様書に指定していた。

・機器などの使用

専用の鏝を使用している。水糸、下げ振り、水平器は、現場によって使用していない場合がある。

・主要なブロック壁の仕上げ

外壁は、「モルタル吹付塗装」、「セメントモルタル 25mm の上に塗装」、「石タイル張り」。室内間仕切り壁は、「セメントモルタル 25mm の上に塗装」、「石タイル張り」。

・鉄筋による補強

セネガルでは CB を RC フレーム構造の非構造壁として使用するのが一般的で、鉄筋による補強は必要とされていない。また、空洞部分にモルタルを充填することもない。

④　構造基準上の CB に関する規定と遵守状況

現地の基準はなく、フランス・ヨーロッパ基準（NF EN: Normes françaises et européennes）の中にある Masonry 関係の規定 NF EN 1996-1-1+A1 を使用している。

・構造壁

フランス基準（NF: Normes françaises）にある NF DTU 20.1 を使用。

・非構造壁

フランス基準（NF: Normes françaises）にある NF DTU 20.1 を使用。

⑤　製品規格上の CB に関する規定と遵守状況

・製品規格

規格サイズ（一般的なもの）	幅	高さ	長さ
	100 mm	200 mm	400 mm
	150 mm	200 mm	400 mm
	200 mm	200 mm	400 mm

・遵守状況

第三者（設計事務所など）によって監理された建設現場では、仕様書内で規定された規格・強度が遵守されている。

⑥　設計事例の概要

・概要（設計：毛利建築設計事務所、施工：現地業者）

案件名： セネガル国カオラック州、ティエス州、ファティック州中学校建設計画

（JICA 案件）

サイト数: 中学校　:21 サイト

施設概要

棟名	対象	教室数／部屋数	階数	面積（㎡）
教室棟 2SDC	中学校	普通教室（2 教室）	平屋建て	170.20
教室棟 3SDC	中学校	普通教室（3 教室）	平屋建て	255.30
教室棟 4SDC	中学校	普通教室（4 教室）	平屋建て	342.70
教室棟 5SDC	中学校	普通教室（5 教室）	平屋建て	427.80
管理棟 BA-C	中学校	校長室、教員室など	平屋建て	141.68
トイレ棟 BH-6	中学校	6 ブース	平屋建て	28.80
トイレ棟 BHa-6	中学校	6 ブース	平屋建て	23.76
トイレ棟 BH-8	中学校	8 ブース	平屋建て	36.72
トイレ棟 BH-10	中学校	10 ブース	平屋建て	44.64
トイレ棟 BLR-6	中学校	6 ブース	平屋建て	28.80
トイレ棟 BLRa-6	中学校	6 ブース	平屋建て	23.76
トイレ棟 BLR-8	中学校	8 ブース	平屋建て	36.72
トイレ棟 BLR-10	中学校	10 ブース	平屋建て	44.64

延べ面積　:19,875.44 ㎡

・設計図面

平面図、立面図、断面図、詳細図（CB の部分）に関しては、添付を参照のこと。

⑦　CB 製品、CB 造についての課題

遮音性能や断熱性能は課題としてある。CB は固い建材なのでオリジナリティな建築デザインには適していない。CB 内は配管・配線がしにくいので、場合によっては建設費が高くなる要因になる。また、CB の施工不良による事故など大きな問題になった事例はない。

⑧　CB についての社会の認識

セネガルでは、現地で入手可能な CB の種類が多く、必要に応じて希望する用途（建物の基礎、プール建設、簡易な間仕切壁など幅広いニーズに対応できる）やサイズの CB を調達できる。また、CB は施工が容易にできる上、耐火性能があり、P60～P200 タイプになると耐震や耐圧に優れた壁としても機能する耐久性に優れた建材と認識されている。

対象国　その 4：ニジェール

1.　対象国一覧表（基本情報）

正式名称	ニジェール共和国
人口	2,421 万人（2020 年世銀）
言語	フランス語（公用語）、ハウサ語など
民族	ハウサ族、ジェルマ・ソンガイ族、カヌウリ族、トゥアレグ族、トゥープー族、プル族など
宗教	イスラム教、キリスト教、伝統的宗教、無宗教
首都	ニアメ
通貨	CFA フラン
GDP	約 136.8 億ドル（2020 年世銀）
一人当たりの GNI	540 ドル（2020 年世銀）
在留邦人	6 人（2021 年 3 月）

出典：外務省 WEB SITE　https://www.mofa.go.jp/mofaj/area/index.html

2.　対象国の調査結果

①　建物タイプ別の構造種別の概況と主要な建築材料

・高層建物：

 出典：https://www.lesahel.org/inauguration-de-lhotel-presidentiel-radisson-blu-de-niamey-un-hotel-de-grand-standing-qui-surplombe-la-capitale/	
高層建物（ホテル）	高層建物（複合ビル）の建設現場
構造体　：RC フレーム構造、部分的に耐力壁が用いられる。 壁の材料　：CB、部分的に耐力壁もある。 床版材　：高層建物ではコンクリートスラブが主流。	

・中層小規模建物：

中学校教室棟（JICA 案件）の建設現場	ウルディスラブ施工の様子
構造体　：RC フレーム構造。 壁の材料　：CB。 床版材　：ウルディブロックを使用したウルディスラブ工法が主流化している。	

② CB の製造、品質の実態と課題の概況

・製造の状況

ニジェールでは CB が非常に一般的な建築材として使用されているため、建設会社が独自に CB の製造を建設現場内で行うのが一般的である。首都のニアメ市内に複数の建設現場を持つフランス系やインド系の建設会社は、ニアメ市郊外にコンクリートプラントを所有し、同敷地内で CB の大量製造（自社での使用のみ、販売はしない）を行っている。現場内に CB 製造の場所が確保できれば、CB 製造機を現場に持ち込み製造している。

フランス系施工会社の現場で使用されている CB 製造機と CB の型	フランス系施工会社の現場内観 セキュリティの高い施設のため、CB は外壁などには使用されていない

ニアメでは小・中規模の CB 製造会社があり、中規模の殆どは外資系建設会社（トルコ系、チャド系など）が所有する CB 製造会社である。

トルコ系建設会社が所有する CB 製造工場の様子	現場での検品で不良と判断された CB

・品質

小規模の CB 製造会社や小・中規模の建設会社では CB の品質管理（規格・強度）が行われていないことが殆どである。そのため、第三者（設計事務所など）によって監理された建設現場では、施主または施主代理（設計事務所など）が建設会社へ公認のラボでの圧縮試験実施を指示して、CB サンプルの品質検査を（サイズ・圧縮試験）行うことが一般的になっている。また、現場で製作された CB については、CB の供試体を落として強度を確認する簡易検査も実施されている。

③　CB の施工法

・職人

ブロック積みは左官工が施工している。ニジェールでは左官工の資格制度はないものの、現場で働くにはある程度の職業訓練や左官の見習いの経験が求められる。

・モルタル

殆どが現場練り。体積ベースの配合比（セメント:砂）が、技術仕様書に指定されている。実務では厳密ではなく、現場によっては守られていない場合もある。

・目地の幅

一般的に 20 ㎜で施工されている。JICA 案件では 10 ㎜と技術仕様書に指定していた。

・機器などの使用

専用の鏝を使用している。水糸、下げ振り、水平器は、現場によって使用していない場合がある。

・主要なブロック壁の仕上げ

外壁は、「モルタル吹付塗装」、「セメントモルタル 25mm の上に塗装」、「石タイル張り」。室内間仕切り壁は、「セメントモルタル 25mm の上に塗装」、「石タイル張り」。

・鉄筋による補強

CB を RC フレーム構造の非構造壁として使用するのが一般的で、鉄筋による補強は必要とされて

いない。また、空洞部分にモルタルを充填することもない。

④　構造基準上の CB に関する規定と遵守状況

現地の基準はなく、ヨーロッパ基準にある Masonry 関係の規定 Eurocode 6 を使用している。

・構造壁

フランス基準（NF: Normes françaises）にある NF DTU 20.1 を使用。

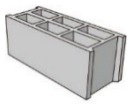
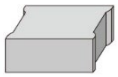
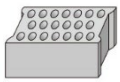
・非構造壁

フランス基準（NF: Normes françaises）にある NF DTU 20.1 を使用。

⑤　製品規格上の CB に関する規定と遵守状況

現地の基準はなく、フランス・ヨーロッパ基準（NF EN: Normes françaises et européennes）の FN EN771-3 を使用している。

規格サイズ（一般的なもの）	幅	高さ	長さ
	100 mm	200 mm	400 mm
	150 mm	200 mm	400 mm
	200 mm	200 mm	400 mm

名称	モルタル仕上げ用		仕上げなし		強度 Rc (Mpa)
	軽量骨材 (Mvn ＜ 1750kg/m³)	一般骨材 (Mvn ≧ 1750kg/m³)	軽量骨材 (Mvn ＜ 1750kg/m³)	一般骨材 (Mvn ≧ 1750kg/m³)	
Blocs creux 	L25				2.5
	L40	B40	LP40		4.0
			LP55		5.5
		B60		P60	6.0
		B80		P80	8.0
				P120	12.0
Blocs pleins または Blocs perforés  	L35				3.5
	L45		LP45		4.5
	L70		LP70		7.0
		B80			8.0
		B120		P120	12.0
		B160		P160	16.0
				P200	20.0

・遵守状況

第三者（設計事務所など）によって監理された建設現場では、仕様書内で規定された規格・強度が遵守されている。

⑥　設計事例の概要

・概要（設計：毛利建築設計事務所、施工：現地業者）

案件名： ニジェール国中学校教室建設計画（JICA 案件）

サイト数: 中学校　:11 サイト

施設概要

棟名	対象	教室数／部屋数	階数	面積（㎡）
教室棟 2SDC	中学校	普通教室（2 教室）	平屋建て	170.20
教室棟 3SDC	中学校	普通教室（3 教室）	平屋建て	255.30
教室棟 4SDC	中学校	普通教室（4 教室）	平屋建て	342.70
教室棟 2-6SDC	中学校	普通教室（6 教室）	2 階建て	604.13
教室棟 2-8SDC	中学校	普通教室（8 教室）	2 階建て	774.33
管理棟 BA	中学校	校長室、教員室など	平屋建て	113.62
トイレ棟 BH-2	中学校	2 ブース	平屋建て	9.79
トイレ棟 BH-P	中学校	2 ブース	平屋建て	7.90
トイレ棟 BL-2	中学校	2 ブース	平屋建て	9.79
トイレ棟 BL-P	中学校	2 ブース	平屋建て	7.90

延べ面積　　:13,871.07 ㎡

・設計図面

平面図、立面図、断面図、詳細図（CB の部分）に関しては、添付を参照のこと。

⑦　CB 製品、CB 造についての課題

湿気や結露対策をしていないと雨季に湿気る。CB は重いので建物にかかる荷重が大きい。現地では CB の施工不良による事故など大きな問題になった事例はないが、CB の壁の仕上げに亀裂や剥離を生ずる事例や、洪水が起こるエリアでは雨水の浸透の事例がある。

⑧　CB についての社会の認識

遮音性能や断熱性能の面で優れている。壁に CB を使用することで建物の見た目が良くなる。

対象国 その 5: ベナン

1. 対象国一覧表（基本情報）

正式名称	ベナン共和国
人口	1,212 万人（2020 年世銀）
言語	フランス語（公用語）
民族	フォン族、ヨルバ族（南部）、アジャ族（モノ、クフォ川流域）、バリタ族、プール族（北部）、ソンバ族（アタコラ山地、トーゴ間）など 46 部族
宗教	イスラム教、カトリック、プロテスタント、ブードゥー教、その他キリスト教、伝統的宗教
首都	ポルトノボ
通貨	CFA フラン
GDP	約 156.5 億ドル（2020 年世銀）
一人当たりの GNI	1,280 ドル（2020 年世銀）
在留邦人	30 人（2020 年 10 月）

出典：外務省 WEB SITE　https://www.mofa.go.jp/mofaj/area/index.html

2. 対象国の調査結果

① 建物タイプ別の構造種別の概況と主要な建築材料

・高層建物：

	 出 典 ： https://www.goafricaonline.com/bj/10252-dyjesck-batiment-travaux-publics-cotonou-benin#prettyPhoto
高層建物の建設現場 1	高層建物（複合ビル）
構造体　：RC フレーム構造。 壁の材料　：CB。 床版材　：高層建物ではコンクリートスラブが主流。	

・中層小規模建物:

中層小規模(事務所)	床版用 CB(ウルディブロック)
構造体　:RC フレーム構造。 壁の材料　:CB。 床版材　:ウルディブロックを使用したウルディスラブ工法が主流化している。	

② CB の製造、品質の実態と課題の概況

・製造の状況

ベナンでは CB が非常に一般的な建築材として使用されているため、建設会社が独自に CB の製造を建設現場内で行うのが一般的であるが、年々、現場内で CB を製造せず、CB 専門会社から購入する建設会社が増えてきている。

現場内での CB 製造の様子 JICA 案件	現場内での CB 養生中の様子 JICA 案件

・品質

アトランティック県で実施された小学校建設計画（JICA 案件）では、建設会社へ公認のラボでの圧縮試験実施を指示して、CB サンプルの品質検査を（サイズ・圧縮試験）行った。CB の管理強度は、穴あき 4Mpa、ソリッド 8Mpa と技術仕様書内に規定している。ブロックの養生期間は少なくとも 15 日間としている。

③　CB の施工法

・職人

ブロック積み職人の資格制度はないものの、年々、職業訓練校卒業資格を有する人や左官工としての見習い期間を経て現場にでている人が増えている。

・モルタル

殆どが現場練り。体積ベースの配合比（セメント:砂）が、技術仕様書に指定されている。実務では厳密ではなく、現場によっては守られていない場合もある。

・目地の幅

一般的に 20 ㎜で施工されている。

・機器などの使用

専用の鏝を使用している。水糸、下げ振り、水平器は、現場によって使用していない場合がある。

・主要なブロック壁の仕上げ

外壁は、「セメントモルタル 25mm の上に塗装」、「石タイル張り」。室内間仕切り壁は、「セメントモルタル 25mm の上に塗装」、「石タイル張り」。

・鉄筋による補強

ベナンでは CB を RC フレーム構造の非構造壁として使用するのが一般的で、鉄筋による補強、空洞部分へのモルタル充填は必要とされていないが、比較的規模の大きい建物では鉄筋を入れるケースがある。現在、コトヌ市内で建設中のソフィテルホテルの現場では CB 壁に鉄筋を入れている。

④　構造基準上の CB に関する規定と遵守状況

現地の基準はなく、フランス基準（NF: Normes françaises）の中にある Masonry 関係の規定 DTU 20.1 を使用。

・構造壁

フランス基準（NF: Normes françaises）にある NF DTU 20.1 を使用。

・非構造壁

フランス基準（NF: Normes françaises）にある NF DTU 20.1 を使用。

⑤　製品規格上の CB に関する規定と遵守状況

・製品規格

規格サイズ（一般的なもの）	幅	高さ	長さ
	100 mm	200 mm	400 mm
	150 mm	200 mm	400 mm
	200 mm	200 mm	400 mm

・遵守状況

第三者（設計事務所など）によって監理された建設現場では、仕様書内で規定された規格・強度が遵守されている。

⑥　設計事例の概要

・概要（設計：毛利建築設計事務所、施工：現地業者）

案件名：ベナン国アトランティック県小学校建設計画（JICA 案件）

サイト数：小学校　：33 サイト

施設概要

棟名	対象	教室数／部屋数	階数	面積（㎡）
教室棟 2C	小学校	普通教室（2 教室）	平屋建て	178.61
教室棟 2CD	小学校	普通教室（2 教室）、校長室	平屋建て	208.37
教室棟 3C	小学校	普通教室（3 教室）	平屋建て	267.91
教室棟 3CD	小学校	普通教室（3 教室）、校長室	平屋建て	297.68
教室棟 4C	小学校	普通教室（4 教室）	平屋建て	357.21
教室棟 4CD	小学校	普通教室（4 教室）、校長室	平屋建て	386.98
教室棟 6C	小学校	普通教室（6 教室）	2 階建て	596.30
教室棟 6CD	小学校	普通教室（6 教室）、校長室	2 階建て	655.83
トイレ棟 2E	小学校	2 ブース	平屋建て	11.36
トイレ棟 2LE	小学校	3 ブース	平屋建て	12.78

トイレ棟 2L2E	小学校	4 ブース	平屋建て	18.46
トイレ棟 3L	小学校	3 ブース	平屋建て	10.65
トイレ棟 3LE	小学校	4 ブース	平屋建て	16.33

延べ面積　　:17,691.70 ㎡

・設計図面

平面図、立面図、断面図、詳細図（CB の部分）に関しては、添付を参照のこと。

⑦　CB 製品、CB 造についての課題

煉瓦と比べると断熱性にやや劣る。施工不良により非構造壁に用いた CB が崩落した事故が過去に合った。また、モルタルの配合ミス、適さない砂の使用、散水不足による CB 壁の仕上げの亀裂や剥離の事例、塩害により腐食した鉄筋による錆汚れも起きる。さらに海岸沿いでは養生不足とかぶり厚不足による塩害による鉄筋の腐食も確認される。

⑧　CB についての社会の認識

耐久性・耐火性能があり、安価で、施工が簡単。

対象国　その 6：パレスチナ

1.　対象国一覧表（基本情報）

正式名称	パレスチナ暫定自治政府
人口	約 497 万人（2019 年、パレスチナ中央統計局） （西岸地区　約 298 万人、ガザ地区　約 199 万人）
言語	アラビア語
民族	アラブ人
宗教	イスラム教（92%）、キリスト教（7%）、その他（1%）
首都	エルサレム（法律上）　ラマッラ（暫定首都）
通貨	イスラエル・シェケル
GDP	約 147.5 億ドル（2020 年　IMF 推定）
一人当たりの GDP	2,894.07 ドル（2020 年　IMF 推定）
在留邦人	45 人（2020 年）

出典：外務省 WEB SITE　https://www.mofa.go.jp/mofaj/area/index.html

2.　対象国の調査結果

①　建物タイプ別の構造種別の概況と主要な建築材料

・高層建物：

 出典：https://pload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b7/Palestine_Trade_Tower.jpg	 出典：https://www.google.com/imgres?imgurl=https%3A%2F%2Flookaside.fbsbx.com%2Flookaside
高層建物（複合ビル）	高層建物（ホテル）
構造体　：RC フレーム構造、部分的に耐力壁が用いられる。 壁の材料　：CB、部分的に耐力壁もある。 床版材　：高層建物ではコンクリートスラブが主流。	

・中層小規模建物:

中層建物(市役所)	中層建物(複合ビル)の建設現場
構造体　:RC フレーム構造、部分的に耐力壁が用いられる。 壁の材料　:CB、部分的に耐力壁もある。 床版材　:ウルディブロックを使用したウルディスラブ工法が主流化している。	

・戸建て住宅:

戸建て住宅(高所得者向け)	戸建て住宅(高得者向け)
構造体　:RC フレーム構造。 壁の材料　:CB。 床版材　:ウルディブロックを使用したウルディスラブ工法が主流化している。	

② CB の製造、品質の実態と課題の概況

・製造の状況

現地の基準(CB 基準)に従って製造する製造会社(規模は大、中、小、様々である)が大半であり、品質が低い製造会社は極めて少ない。

・品質

上述のように、製造会社の製品は現地の基準(CB 基準)に従っており、一定の整形性と強度が確保されている。

 出典：https://pal-cp.com/products/hollow-blocks/	
CB 製造工場の様子	CB の施工の様子（バンド 2 カ所あり）

③　CB の施工法

・職人

ブロック積みを行う職人が施工しているが、技能者の資格制度はない。しかし、職人の技術への意識は高い。

・モルタル

基本的には現場練り。体積ベースの配合比（セメント:砂）が、施工技術仕様書に指定されており、基本的には守られている。

・目地の幅

10 ㎜以下と施工技術仕様書に指定されており、施工時もほぼ守られている。

・機器などの使用

専用の鏝、横の目地モルタル置きための型枠・型板、水糸、下げ振り、水平器などを使用している。

・主要なブロック壁の仕上げ

外壁は、「セメントモルタル 20mm の上に塗装」、「石タイル張り」、「石タイル打ち込み RC 壁」。室内間仕切り壁は、「セメントモルタル 20mm の上に塗装」。

・鉄筋による補強

パレスチナでは CB を RC フレーム構造の非構造壁としてのみ使用する。鉄筋による補強はないが壁にバンドを 2 ヵ所設けることで補強している。なお、空洞部分にモルタルを充填することはない。

④　構造基準上の CB に関する規定と遵守状況

・非構造壁

現地の基準（CB 基準）により規定されている。

遵守状況：強度は順守されている。

⑤　製品規格上の CB に関する規定と遵守状況

・製品規格

現地の基準（CB 基準）で以下の様に規定されている。

規格サイズ	幅	高さ	長さ
	100 mm	200 mm	400 mm
	150 mm	200 mm	400 mm
	200 mm	200 mm	400 mm

圧縮強度は 3.5N/m㎡のみである。

・遵守状況

製造工場の認定制度、製品の検査制度はないが、遵守されている。

⑥　設計事例の概要

・概要（設計：毛利建築設計事務所、施工：現地業者）

案件名：パレスチナ ヨルダン川西岸地区学校建設計画（JICA 案件）

サイト数：7 サイト

施設概要

学校名 学年 コンポーネント	ベイタ男子校	ワディ・ファラ女子校	ベイト・ダジャン男子校	ジェリコ男子校	アル・ファラ男子校	マルジ・アルガザル女子校	マルジ・アルガザル共学校
	1-8	6-12	1-12	5-12	10-12	1-12	1-10
教室	16	16	12	16	9	12	6
図書室	1	1	0	1	1	1	1
事務部門	1	1	0	1	1	1	0
教員室	小 2	小 2	中 1	小 2	中 1	中 2	小 1
保健室	1	1	1	1	1	1	1
ソーシャルワーカー室	1	1	1	1	1	0	0
一般理科室	0	0	0	0	1	1	1
化学・生物実験室	1	1	0	1	0	0	0
物理・技術実験室	1	1	0	1	0	0	0
美術工作室(多目的室)	1	1	0	1	1	1	0
コンピューター室	1	1	0	1	1	1	1
家庭科室	0	1	0	0	0	1	0
倉庫	1	1	1	1	1	1	1
トイレ	小 2	小 2	中 1	小 2	中 1	小 2	0
カンティーン（売店）及びシェード（日除け庇）	1	1	1	1	1	1	1

延べ面積　　：13,255.58 ㎡

・設計図面
平面図、立面図、断面図、詳細図（CB の部分）に関しては、添付を参照のこと。

⑦　CB 製品、CB 造についての課題
・ブロックの品質
設計事例で紹介した案件では、建設会社が CB 製造会社から製品を購入する際に、供試体の圧縮試験を行っていた。
・納期
CB の納期は発注から 1 週間以内が一般的である。
・施工レベル
ブロック積み職人の技能資格制度はないが、能力に大きな差はない。
・その他
CB の施工不良による事故など大きな問題になった事例は聞いていない。

⑧　CB についての社会の認識
・CB のメリット
施工が容易
躯体が軽くなる
設備配管の施工が容易
断熱性能が良い
・CB のデメリット
特にない

別添参考資料

① エチオピア参考資料

・JICA 案件の一般図（平面図、立面図、断面図）

・JICA 案件の詳細図（CB がわかるもの）

・エチオピア建築基準（EBCS: Ethiopian Building Codes and Standards）の 6 巻（Design of Masonry Structures）

・エチオピアの技術仕様書（BATCODA: Building and Transport Construction Design Authority が作成）

② マダガスカル参考資料

・JICA 案件の一般図（平面図、立面図、断面図）

・JICA 案件の詳細図（CB がわかるもの）

・フランス基準 NF P 14-301EBCS

・JICA 案件の CB スペック

③ セネガル参考資料

・JICA 案件の一般図（平面図、立面図、断面図）

・JICA 案件の詳細図（CB がわかるもの）

・技術仕様書

④ ニジェール参考資料

・JICA 案件の一般図（平面図、立面図、断面図）

・JICA 案件の詳細図（CB がわかるもの）

⑤ ベナン参考資料

・JICA 案件の一般図（平面図、立面図、断面図）

・JICA 案件の詳細図（CB がわかるもの）

・フランス基準（NF: Normes françaises）の NF DTU 20.1

⑥ パレスチナ参考資料

・JICA 案件の一般図（平面図、立面図、断面

・JICA 案件の詳細図（CB がわかるもの）

・施工技術仕様書 Project Technical Specification

・ヨルダン施工仕様書 6 章 穴あきコンクリートブロック

・CB 基準

6．2　地球環境問題の観点からの期待

近年、重視されるようになった地球環境問題、脱炭素社会への移行などの観点から、コンクリートブロックは、新たな観点からの再評価されるべき状況が生まれてきている。ここでは、現場打鉄筋コンクリート造と焼成煉瓦との比較における特長等を述べる。

(1) コンクリートブロックの特長と期待（現場打鉄筋コンクリートとの比較）

コンクリートブロックは、戦後、鉄筋コンクリートと比較して廉価な耐火性構造として、政策的に導入、推奨された。その後の経済社会状況下で、その優位性は減じている。しかしながら、近年の地球環境問題、脱炭素社会への移行など新たな社会的な要請の観点から、その優位性が再評価されるべきと考えられる。ここでは、その骨子について検討する。（定量的な検討は、第4章 4.2　環境負荷評価、炭素排出量を参照。）

①　材料、製造法の特長と優位性

フィリピン、日本で広く使われている通称、空洞コンクリートブロックは、多くの空洞部を有し、それにより材料の節減と、空洞部を利用した補強の鉄筋による構造強度の向上を実現している。製造法は、高度に品質管理をされた材料と製造プラントにより、高品質を低コストで実現している。その特徴は、1）少ないセメント量、水量の超固練りの母材材料を用い、2)製造プラントにより強力な振動により締固めを行い、3)母材の材料のスランプが0の特長を生かして、即時の脱型を行い、4)脱型後は高温、高湿度で養生することにより、早期の強度発現を実現している。

②　工法、施工法の特長と優位性

施工について、5)空洞部を残すことにより自重を減じて、建物の地震荷重を低減、6)型枠を必要としないため、型枠材料、支保工などの節減、7)現場でのコンクリート打設が不要となりそのための機材、工程の節減を実現している。

③　現場打鉄筋コンクリート造との比較

- ・セメント量の節減：空洞部による母材の量の節減、セメントの貧配合により、セメント量を節減
- ・空洞部による軽量化により、地震荷重を低減し、構造体の部材料を低減
- ・型枠材料、支保工などの現場打コンクリート造の場合に必要となる部材が不要（ブロックの製造時の金型等との比較となる）
- ・現場でのコンクリート打設の機材、工程が不要（製造時のプラント、製造に要する労力との比較となる）

(2) 課題の多い焼成煉瓦の代替への期待

焼成煉瓦は世界で古くから用いられてきた建材である。しかしながら、原料である粘土は採掘による土壌侵食、粘土を焼成するための燃料、焼成に伴う排気、排煙などによる大気汚染など環境面の課題があり、特に開発途上国の小規模メーカーでは深刻となっている。このため、その改善が世界的な課題とされており、国際機関などによる改善の支援が行われている（表 6.2.1。詳細は、第4章 4.2　環境負荷評価、炭素排出量を参照）。

表 6.2.1　バングラデシュの煉瓦産業に対する国際機関の支援の例

国連開発計画 2010-2014	Green Brick Program	エネルギー効率のよい煉瓦焼成技術を普及により、温室効果ガスの削減と労働者の訓練、融資、政策制度上のサポートを行う。
世界銀行 2009-2016	Brick Kiln Efficiency Project	煉瓦製造において、クリーンな技術を促進し、環境的に持続可能な煉瓦産業に変換することを目的とする。
世界銀行 2009-2014	Clean Air and Sustainable Environment Project	大気の主要な汚染源である、交通と煉瓦産業に関する制度改革、大気質のデータ管理・モニタリング等の技術支援。
アジア開発銀行 2011-2015	Financing Brick Kiln Efficiency Improvement Project	煉瓦事業者が銀行金融機関より資金を借り入れて中長期の設備投資を行うことを支援。

一方、焼成煉瓦を代替する材料の開発も取り組まれており、その有力候補としてコンクリートブロックが取り上げられている。特に、煉瓦壁は補強材を入れることが難しく、地震時の甚大な被害が世界的な課題となっている一方、空洞ブロックはその空洞や成型による形状を活用するなどにより合理的に補強材をいれることができる工法となっており、地震防災の観点からも優位性を有している。このため、援助機関による代替材開発に対する支援も行われている。

写真 6.2.1　政府の研究機関である住宅建築研究所による種々の代替品の開発の試作品

写真 6.2.2　JICA による無焼成煉瓦プロジェクトの表示板

写真6.2.3　JICA供与の無焼成煉瓦の製造プラント（故障中）

写真 6.2.4　JICA 供与のプラントによる無焼成煉瓦の製品

（楢府龍雄）