

固化材を用いた日干しレンガの改良（簡易ブロック作製機）

千葉工業大学 学生会員 ○神代 達也 山田 慶介
千葉工業大学 正会員 渡邊 勉

1. はじめに

乾燥地帯では樹木が少なく、あっても貴重であるため、たやすく得られる日干しレンガや石材が一般的な建築材料として使用されている。途上国では経済的理由により、耐震基準は低く施工が不備になりがちのため、さほど強くない地震でも建物が倒壊し大きな被害が発生している。日本と同じ地震国のイランでは、過去に地震で多くの犠牲者を出した。人的被害のほとんどが建物倒壊によるものであり倒壊した多くの建物は、日干しレンガを積み重ねただけの無補強組積造で壁が厚く屋根が重いという特徴が挙げられる。個々の日干しレンガは脆く崩れやすく、地震動のような水平荷重に抵抗する構造的な構造がないため非常に脆弱な構造物である。本研究はレンガの簡易圧縮試験機を試作し、日干しレンガにかわる強度・安定性のあるプレスブロックを作成すると同時に従来のプレス機の生産性を向上させ、ブロックの形状を変化することによる構造上の安定性、軽量化を図る基礎的研究を行なった。

2. 使用する試料

使用する試料は、現地の粒径に近似している比較的手に入れやすい関東ロームと砂質分の足りない部分を補うため 8 号硅砂を混合割合を変えて粒度試験を行い、現地試料に近い試料を求め、結果を図 1 に示す。

その結果、湿潤関東ロームと 8 号硅砂を 8 : 2（乾燥質量比）の割合で混合した土を使用する。

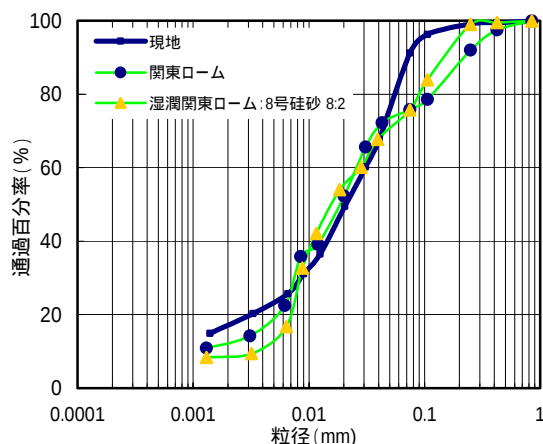


図1 粒径加積曲線

3. 実験内容

ブロック作製機による混合土の締固め試験：締固め荷重毎、締固め試験を行い、最大乾燥密度と最適含水比を求める。

ブロック作製：ブロックの形状は、高さ 60 mm、寸法 210mm × 100mm（レンガの形状と同じ）。荷重毎、ブロックの高さをそろえるため事前に、試料の質量を求める。

圧縮試験(JIS R 1250)、曲げ試験(JIS R 2213)：7 日間自然乾燥養生後、圧縮応力、曲げ応力を求める。

浸水崩壊度試験(JHS 722)：7 日間自然乾燥養生後、浸水させて 24 時間後の形状で判断する。

吸水率試験(JIS R 1250)：7 日間自然乾燥養生後、24 時間吸水させ、吸水前と吸水後の質量から吸水率を求める。

凍結融解試験(JIS A 5208)：7 日間自然乾燥養生、24 時間吸水と 24 時間凍結(-25℃)を 1 サイクルとして、何サイクルまでブロックが耐えられるか試験を行なう。

4. 簡易圧縮試験機

現地では、動力が乏しいため、土を型枠に入るだけの脆く崩れやすい日干しレンガが主流となっている。そこで人的動力のみで強度安定性のあるレンガ状ブロックを作製する両締め用の簡易プレス機を試作した。既往の研究を踏まえ手動での圧縮機を作るにあたって両締めのテコ、歯車の原理を用いたものを試作したテコ（歯車）の概要を図 2 に示す。両締めの場合、両面から締め固められ密度が増しブロックの強度安定性が上がると考えられる。荷重に耐えられるよう本研究ではシャフト長の長さを短くし、さらに 2 個のブロック型枠装置を作製することで、圧縮、脱型を交互に行い、生産性を向上させた。また、レバーを長くすることで、プレス圧が自体の向上を図った写真 1 に試作機の全景を示す。

その結果、圧縮力は、従来の圧縮機の 2 倍の力を出せる仕様になったが、中央部の縦のシャフトが荷重をかけると変形し、圧縮力が既往の簡易ブロック作製機の 1.3 倍程度までしか出すことができなかった。

キーワード レンガ イラン 地震

連絡先 〒275-0016 千葉県習志野市津田沼 2-17-1

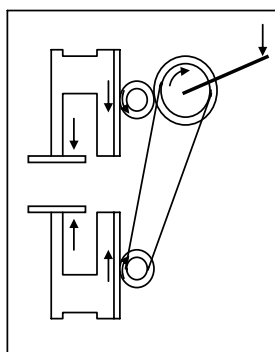


写真1 簡易ブロック作成機

図2 ギアによる圧縮の概略図

5. 実験結果

圧縮試験: 実験結果[図 3][表 1]から、片締めより両締め、プレス圧を上げれば上げるほど圧縮強度は増すことが分かった。また、固化材 5%を添加する事により若干強度の向上を図ることができ、固化材で強度を補うことにより、少ない圧縮で強度の高いブロックを作製できる。密度を測定した結果、圧縮力を下げた分、単位体積重量が少なくなり、軽量化もできる。

曲げ試験: 圧縮試験同様にプレス圧を上げれば上げるほど、固化材を添加すればするほど、曲げ強度は増す。

浸水崩壊度試験: 3000kN/m²、6000 kN/m²、9000kN/m²のプレス圧別でそれぞれ、固化材無添加、固化材 5%添加のブロックで浸水崩壊度試験を行なった。いずれも浸水させてからすぐに気泡が噴出し、3000kN/m²、6000kN/m²の固化材添加、無添加それぞれのブロックと9000kN/m²の固化材無添加では24時間後、スレーキングが起こり形状に変化が見られた。9000kN/m²の固化材 5%添加では、形状の変化も見られず維持することができた。

吸水率試験: プレス圧別のブロックと固化材の添加、無添加で吸水率を比較した。プレス圧を上げるほど吸

水率は低くなったが固化材を 5%添加しても吸水率に変化は見られなかった。

凍結融解試験: 浸水崩壊度試験で破壊されなかった 9000kN/m²の固化材添加のブロックで凍結融解を行なった。2サイクル目の吸水の段階でブロックに崩壊が見られた。凍結させた際にブロック内の水分が膨張し、ブロック内に間隙ができ、その後の吸水に耐えられなかったと考えられる。

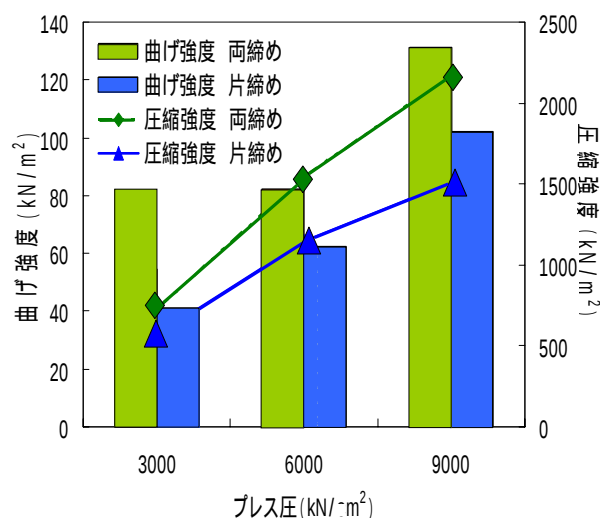


図3 片締め、両締め別強度試験

6. あとがき

固化材を用いることで、ブロックの強度を向上し、単位体積重量の減少で軽量化できることが実証できた。しかし吸水率の大幅な変化は見られず、また簡易ブロック作製機のシャフトの変形により、プレス圧の大幅な向上も見られなかった。これにより吸水率に関しては、ブロックに表面加工(撥水加工)すれば解決できるし、簡易ブロック作製機に関しては、シャフトの形状を再考慮する必要があると考えられる。

表1 強度試験結果

固化材添加割合	A 5%	B 5%	C 5%	D 5%	E 0%	F 0%
プレス圧 (kN/m ²)	3000	3000	3000	3000	3000	286
作製時含水比 (%)	65	65	65	65	60	85
破壊時含水比 (%)	34.33	34.96	40.75	37.75	40.99	41.23
破壊時湿潤密度 (g/c ³)	1.140	1.180	1.161	1.155	1.170	0.892
曲げ強度 (kN/m ²)	107.35	41.68	21.54	138.42	54.68	33.23
圧縮強度 (kN/m ²)	887.63	730.16	721.44	1149.62	723.45	364.31

A,セメント石灰複合系固化材

B,セメント石灰複合系固化材

C,セメント系固化材

D,セメント系固化材

E,固化材無添加

F,固化材無添加

参考文献

- 1) 平成 19 年度卒業論文 簡易圧縮機を用いた粘性土の固結化に関する研究 陣野 孝壽 渡邊 建則
- 2) 日本工業標準調査会ホームページ <http://www.jisc.go.jp/>