

歴史的建造物における煉瓦の物性調査

大成建設(株) ○永井 香織

1 はじめに

近年、昭和初期までの近代的な歴史的建造物の調査・保存・復原工事が数多く実施されている。工事では、保存に先立ち、煉瓦やコンクリートなどの主要な材料調査が必須条件となっている。しかしながら、実物件における煉瓦の物性試験などの材料調査を含む報告は少ないのが現状である。

本報告では、大正期の建物における外壁煉瓦の物性調査結果について報告する。

2 建物概要

建物概要は、以下に示す。本建物は、震災復興期に建設された貴重な建物である。

竣工年：1926年（大正15年）

構造：鉄筋コンクリートフラットスラブ構造

規模：地上3階、塔屋1階

仕上：外壁セメント塗、一部煉瓦張り

3 試験概要

試験概要を表1に示す。本建物では、外装の一部に煉瓦が使用されている。その施工状況を確認する目的で、現地での付着試験を建研式引張試験機を用いて実施した。あわせて、物性試験も行った。

表1 試験概要

試験実施箇所	試験項目
現地試験	付着試験 4箇所
室内試験 (煉瓦単体)	煉瓦の寸法測定 密度・吸水率 曲げ強度・圧縮強度
室内試験 (煉瓦+目地材複合材)	目地の付着強度 圧縮強度

現地での付着試験は、目地部にカッターを入れ、エポキシ樹脂で治具を固定し試験を実施した。

室内試験は、表2に示す試験方法に準拠し、実施した。

表2 試験方法

試験項目	試験方法	試験体数
煉瓦寸法	ノギスにて測定	77個
吸水試験	JIS A 1108	50×50×100 6個
曲げ強度	JIS A 5201	40×40×160 16個
圧縮強度	JIS A 1108	φ33×50 φ33×65 12個
目地を含む 圧縮強度	JIS A 1108	40×40×80 12個
目地の付着 強度	インストロン試験機で実施。	50×100 8個

4 試験結果

4.1 現地試験

付着試験結果を表3に示す。試験を実施した4箇所のうち、1箇所は切り込みを入れた時に剥離したため、測定できなかった。それ以外の付着強度は、0.02と0.27Mpaであり、ばらつきが大きかった。

表3 付着試験結果

	NO.1	NO.2	NO.3	NO.4
最大荷重	3.28	0.19	—	0.25
付着強度	0.27	0.02	—	0.02

4.2 室内試験（煉瓦単体）

1) 煉瓦の寸法

各箇所における煉瓦の寸法は、ばらつきがあり、下記に示す4種類に大別できた。

本試験結果は、JIS R 1250に比較すると、測定された4種類の寸法は、いずれも合致していないことが確認された。

60×110×110 (mm) , 60×165×105 (mm)

60×195×105 (mm) 60×225×110 (mm)

Physical properties investigation of brick in historical landmark

Kaori NAGAI

2) 密度・吸水試験

密度および吸水試験測定結果は、平均値が下記の通りであった。JIS R 1250と比較すると、吸水率が高いことがわかった。

密度：1.6(g/cm³)，吸水率：18(%)

3) 曲げ強度

曲げ強度は、鉛直方向および水平方向の2方向について、異方性の比較を行った。結果を図1に示す。曲げ試験については、いずれの方向も同程度の値を示した。

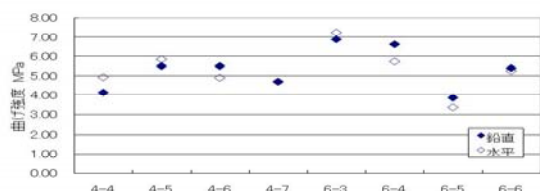


図1 異方性による曲げ試験結果

4) 圧縮強度

圧縮強度結果を異方性の比較として、図2に示す。鉛直方向が20～30Mpa，水平方向が15～25Mpaと水平方向が鉛直方向に比較し、若干高い値を示した。

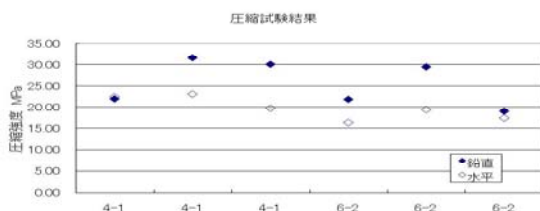


図2 異方性による圧縮試験結果

4.3室内試験（煉瓦＋目地複合材）

1) 圧縮強度

目地を含む煉瓦の圧縮強度の試験結果は、8～20Mpaの範囲であった。煉瓦単体と目地を含む煉瓦についての試験結果を表4に示す。試験結果、目地を含む煉瓦が一番低く、煉瓦単体の鉛直方向による圧縮強度に比べ約5割低下していることがわかった。

表4 条件別圧縮試験結果の範囲

圧縮強度(Mpa)	10	15	20	25
煉瓦単体(鉛直)			←→	
煉瓦単体(水平)		←→		
目地含む煉瓦	←→			

2) 目地の付着強度

目地の付着強度は、目地の充填による影響も加味し、充填された面積を用いて強度を算出した。空隙率と付着強度の関係を図3に示す。試験結果から、空隙率と付着強度には相関が認められなかった。

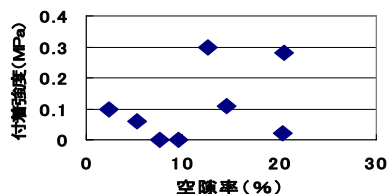


図3 充填率と付着強度の関係

5 時代の違いによる煉瓦の圧縮強度

明治から昭和初期の歴史的建造物に使用されていた煉瓦の圧縮強度試験結果^{1), 2), 3), 4) 5)}を表5に示す。その結果、時代とともに、煉瓦の圧縮強度が向上していることがわかる。これは、製造工程に起因している本試験結果は、大正時期の煉瓦の圧縮強度と同程度であることが確認できた。

表5 時代別煉瓦の圧縮強度

圧縮強度(Mpa)	10	15	20	25	30	35	40
明治	←→						
大正			←→				
現在			←→				

本試験結果の範囲

6 まとめ

大正期の歴史的建造物について、記録保存を目的に煉瓦の物性調査を行った、その結果以下のことが確認された。

- 1) 本建物に使用された煉瓦は、化粧として用いられており、下地との付着強度は低い値を示した。
- 2) 煉瓦の寸法は、4種類があり、密度1.6(g/cm³)，吸水率16～18%であった。
- 3) 煉瓦単体の曲げ強度は4～7Mpaの範囲で、異方性による強度の違いはない。圧縮強度は、鉛直方向が20～30Mpa，水平方向が15～25Mpaであり、水平方向に比較し、鉛直方向が若干高い値を示した。
- 3) 目地を含む圧縮強度は、ばらつきがあるが、煉瓦単体より低い値を示した。
- 4) 目地の付着強度は、ばらつきがあり、充填率と付着許度の相関は認められなかった。
- 5) 本建物で使用された煉瓦単体の圧縮強度は、同時期に使用されていた煉瓦の強度と同程度の値を示した。

「参考文献」

- 1) 河原利江他，小野田徳利窯に用いられた煉瓦品質の変遷，日本建築学会構造系論文集，p.87-94,2006.4
- 2) 中浜貴生他，醸造試験所の煉瓦の力学性能評価に関する実験的研究その2，日本建築学会大会学術梗概集，1472，2006.9
- 3) 井上正樹他，中央合同庁舎赤れんが棟保存改修工事，コンクリート工学vol.33，NO.4，1995.4
- 4) 馬場明生他，竣工後70年経過した無菌煉瓦倉庫の耐力調査その1，日本建築学会大会梗概集，1112,1979
- 5) 馬場明生他，竣工後70年経過した無菌煉瓦倉庫の耐力調査その2，日本建築学会大会梗概集，2559,1979