

歴史的レンガ造構造物における目地部の剥離・せん断強度に関する実験的検討

関東学院大学 学生会員 ○瀧深 瑞翔 関東学院大学 富岡 大暉
 関東学院大学 正会員 岸 祐介 関東学院大学 正会員 北原 武嗣

1. はじめに

日本におけるレンガ造構造物の地震被害事例を振り返ると、レンガ部分よりも、目地位置での破壊や剥離が多く見受けられる。つまり、地震によるレンガ造構造物の崩壊の原因として、レンガ目地間での剥離破壊、せん断破壊が一つの要因と考えられる。

明治・大正期には、レンガ同士の凝結剤として石灰入りのモルタルが使用されており、現行基準のモルタルと比べ材料特性が、異なっていたと考えられる。

一般的にはレンガ造構造物の耐震性能は低いものと認識されており、将来的に大規模地震が発生した場合、現状のままでは耐えられない可能性もある。そのため、今後もより良い状態で供用し続けていくには、最新の技術を用いてレンガ造構造物の補修・補強を行う必要がある。補修・補強手法を検討するためにも、まずは破壊形態について十分把握する必要がある。

そこで本研究では、現行基準のモルタルと石灰入りモルタルを使用した場合のレンガ造試験体に関して、破壊強度に着目し検討を行った。

2. 実験内容

本研究では、剥離強度試験体とせん断強度試験体の 2 種類のレンガ造試験体を作製し、目地部材には配合質量比の異なる 2 種類のモルタルを使用した。配合に関して、現行基準のモルタルはセメント：石灰：砂を 1：0：3 の質量比、石灰入りのモルタルは 1：1：3 の質量比で配合している。水セメント比に関しては、どちらのモルタルも 50%とした。これらの試験体に対して、剥離強度試験およびせん断強度試験をそれぞれ行い、比較・検討を行なった。

2.1 剥離強度試験

剥離強度試験においては、**図-1**に示すような 2 枚のレンガを互い違いに合わせ、目地には 2 種類のモルタルを用いた試験体を作製した。Khalaf の実験¹⁾を参考に、**図-1**に示す要領試験体の両端を支持した状態で鉛

直下向きに荷重を漸増させ、目地位置において剥離が見られた時点で実験を終了し、剥離強度を求めた。

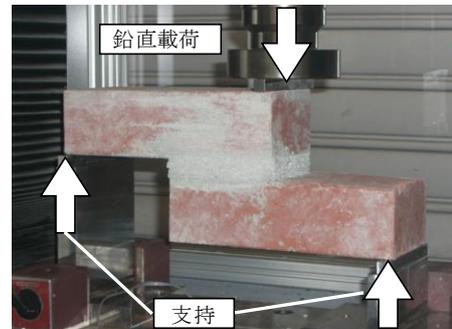


図-1 剥離強度試験

2.2 せん断強度試験

せん断強度試験においては、**図-2**に示すような 3 段積みのレンガ造試験体を作製し、目地には剥離強度試験体と同様、2 種類のモルタルを用いた。せん断強度試験は**図-2**に示すように油圧ジャッキを用いて試験体の鉛直方向を拘束し、その拘束のもと、水平方向からアクチュエーターを用いて漸増荷重を加えた。レンガと目地部分がせん断破壊した時の荷重を計測し、せん断強度とした。

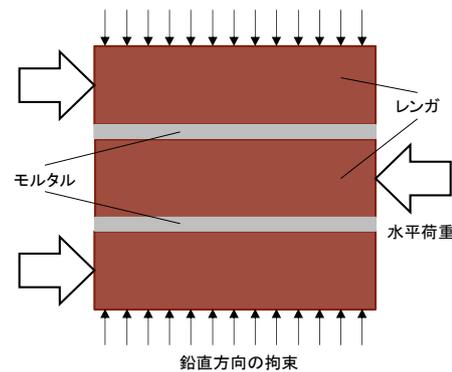


図-2 せん断強度試験

3. 実験結果

3.1 モルタル強度試験

目地材の材料特性について 2 種類のモルタルの圧縮強度、引張強度および弾性係数を**表-1**示す。

キーワード レンガ造構造物, 破壊強度試験, 剥離強度, せん断強度, 石灰入りモルタル

目地材の材料特性を比較すると、圧縮強度、引張強度ともに現行基準モルタルの値が大きく、弾性係数も大きい。石灰入りモルタルに比べて現行基準モルタルの方が単位質量あたりのセメントの配合質量が多く、水和反応が促進されているためであると考えられる。

表-1 モルタルの物性

	現行基準モルタル	石灰入りモルタル
圧縮強度	43.9	12.3
引張強度	2.58	0.88
弾性係数	2.78×10^4	9.88×10^3

(単位 : MPa)

3.2 剥離強度試験

剥離強度試験の結果を表-2 に示す。現行基準モルタルの剥離強度平均値は 0.47N/mm^2 、石灰入りモルタルの剥離強度平均値は 0.37N/mm^2 となり、比較すると現行基準モルタルを用いた試験体の方が 1.3 倍程度、剥離強度が大きく、モルタルの配合質量比の違いがレンガと目地の接着強度に影響すると考えられる。

また、変動係数を見ると、現行基準モルタルが 40% を超えており、石灰入りモルタルよりもばらつきが大きかった。

表-2 剥離強度試験結果 (平均値)

	現行基準モルタル	石灰入りモルタル
剥離強度	0.47 MPa	0.37 MPa
変動係数	40.3 %	27.9 %

3.3 せん断強度

せん断強度試験の結果を表-3 に示す。表-3 から現行基準モルタル、石灰入りモルタルのどちらも拘束圧が大きくなるとせん断強度も大きくなっている。

変動係数を見ると、現行基準モルタルはいずれの拘束圧においても 20% を超えている。石灰入りモルタルではどの値も 15% を超えているが、剥離強度試験よりはばらつきが小さい結果となった。

図-3 に拘束荷重-せん断強度関係を示す。図-3 より、現行基準モルタルも石灰入りモルタルもせん断強度の平均値がほぼ回帰直線上にあり、拘束荷重とせん断強度の間には線形関係があることがわかる。

表-3 せん断強度試験結果

拘束荷重 (kN)	現行基準モルタル		石灰入りモルタル	
	せん断強度 (MPa)	変動係数 (%)	せん断強度 (MPa)	変動係数 (%)
0	1.34	19.1	1.04	15.6
10	1.66	50.9	1.25	16.2
20	2.07	20.1	1.39	19.1
30	2.53	21.1	1.77	21.1

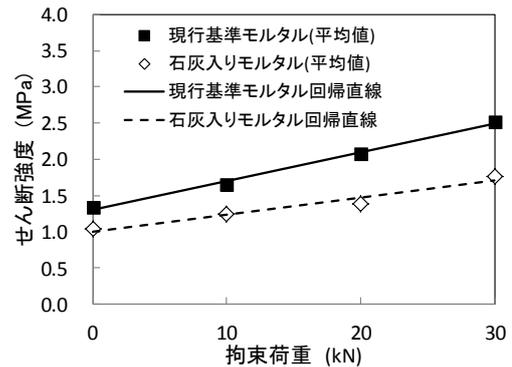


図-3 拘束荷重-せん断強度の回帰分析結果

4. まとめ

本研究では、現行基準モルタルと石灰モルタルを使用した場合の 2 種類のレンガ造試験体に関して、剥離強度およびせん断強度の検討を行なった。以下に本研究で明らかとなったことを記す。

- (1) 剥離強度試験においては上部のレンガと目地材の部分で剥離し、現行基準モルタルを用いた場合の方が石灰入りモルタルを用いた場合より 0.1N/mm^2 程大きい値となった。
- (2) せん断強度試験においては、現行基準モルタルを用いた試験体の方が、石灰入りモルタルを用いた試験体に比べて約 1.39 倍強度が大きくなった。また、せん断強度と拘束荷重には線形関係があり、拘束荷重が大きくなると、せん断強度も大きくなる傾向がある。

謝辞: 本研究は平成 24 年度 JSPS 科研費 (若手研究(B), 課題番号 24700929, 代表 : 岸祐介) の助成を得た。記して謝意を表す。

参考文献

1) Fouad M. Khalaf, "New Test for Determination of Masonry Tensile Bond Strength." *Journal of Materials in Civil Engineering*, Vol.17, No.6, pp.725-732, 2005.