

## 破壊試験による旧式建造物の現有強度調査

東海旅客鉄道株式会社 ○正会員 船山 和人 杉原 佳明 大崎 明  
正会員 小久保将寿 篠谷 正樹

## 1. はじめに

JR 在来線のレンガ橋脚は1884年(明治17年)から1912年(明治45年)という古い年代に建設され現在でも現役として供しているが、経年を増す毎に劣化及び変状が進行する恐れがあり、将来に亘り維持管理を確実に進めていかなければならない。本報告では、レンガの特性を把握するため各強度試験を実施し100年以上経過した現有強度について調査したものである。

## 2. レンガ破壊試験

今回、橋りょうの改良に伴い発生した、明治33年建設のレンガ橋脚を試験体として、100年以上が経過したレンガブロック及び構造体としての劣化状態並びに各種強度試験を下記(1)～(3)について把握した。

## (1) レンガ破壊試験

## 1) レンガ供試体圧縮及び引張強度試験

レンガ橋脚からコア(目地無し:径100mm×高さ200mm、目地有り:径50mm×高さ100mm)として抜き取った供試体の圧縮及び引張強度試験を実施した結果、目地無しの平均圧縮強度は $21.1\text{N/mm}^2$ となり、引張強度は圧縮強度の約1/10であった。

目地有りの圧縮強度については目地無しの約70%となり、応力-ひずみ曲線から得られたポアソン比については目地無しが0.117～0.230で鉄筋コンクリートの0.17と同等であるのに対し目地有りは0.047～0.077と低い。目地有り供試体の破壊が目地部から発生しており、目地モルタルが強度に大きく影響することを確認した。

## 2) レンガブロック圧縮及び引張強度試験

当該橋脚が建設された当時の品質管理基準は不明であるが、1925(大正14)年3月のJES「普通煉瓦」によると上焼規格値が圧縮強度 $14.71\text{N/mm}^2$ 以上、吸水率20%以下で規定されていた。試験結果を図1に示すが、上記の上焼規格値を上回る結果であった。さらに、吸水率は圧縮強度の推定に影響を与えないことがいえる。

## (2) 目地モルタル試験

## 1) せん断強度試験

RCDコンクリート水平打継目部のせん断強度把握で使用実績のある、一面せん断試験により目地モルタルのせん断強度を測定した。図2から、せん断強度は $1.05\text{N/mm}^2$ であり、既往文献のレンガ造供試体における目地部の押し抜きせん断試験結果<sup>1)</sup>と比較しても概ね同等であることが確認できた。

## 2) 付着強度試験

建築タイル貼付モルタルの付着強度把握で使用実績のある、建研式接着力試験により目地モルタルの付着強度を測定した。表1から水平面と比較して鉛直面における目地モルタルの付着強度は約半分しかなかった。これは、鉛直面の目地モルタルはレンガを積んだ後に施工、すなわち後施工でレンガ間に挿入することから、欠損部になり易いことがいえる。

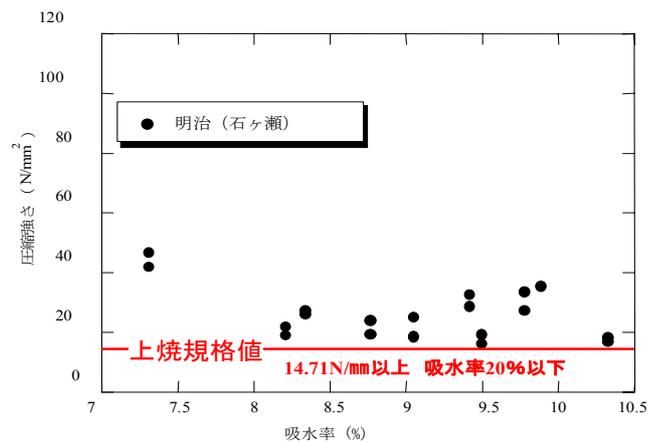


図1 吸水率と圧縮強度の関係

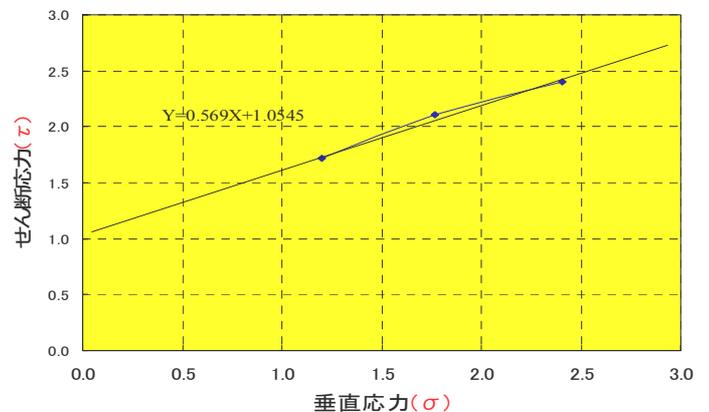


図2 レンガ目地モルタルのせん断強度試験

キーワード：旧式建造物、破壊試験、目地モルタル

連絡先 〒453-0801 愛知県名古屋市中村区太閤1丁目15-5

TEL052-451-7146

また、表2の材齢26日目のモルタルとレンガの付着力に示す値より高い付着強度が得られている。材齢の違い並びに試験体の乾燥が進んでいたことも影響しているが、明治時代の目地モルタルが十分な付着強度を発揮していることが確認できた。

(3) 構造体による梁試験

図3、図4に示すとおり、橋脚を比較的大きな構造体として採取した状態のまま梁試験を実施し、荷重・変位ひび割れの進展状況を確認した。荷重方法<sup>1</sup>は一方向3サイクルとし、荷重時には変位ステップ0.1mm毎増加させ滑らかな荷重～変位ループが得られるよう漸増させる変位制御を、除荷時についても滑らかな荷重～変位ループが得られるよう漸減させる荷重制御を実施した。

1) 荷重－変位の関係とひび割れ幅

荷重及び除荷の繰り返し梁試験を実施した結果、最大荷重 7.58tf、最大変位 0.78 mmで、その直後にレンガ梁は急激な破壊に至った。これにより、レンガ構造物について滑らかな荷重と変位の関係が得られた。また、図5にひび割れ幅の履歴曲線を示すが、同変位ステップ内においても1～3サイクル目までの間でひび割れの進行性があり、そのひび割れ幅は0.1mm程度であることが把握できた。

2) 破壊形態

レンガ梁の破壊形態を確認したところ、クラックは荷重に伴い下面から進行するが、下面側は目地部が、上面側はレンガブロックが破壊する傾向であった。これは、基本的にレンガ構造物は目地部が弱点であることを示唆している。

3. まとめ

研究を進める過程で様々な試験を実施してきたが、明治時代のレンガ橋脚が非常に高い技術で建設されたことを認識した。コンクリート及び鉄筋コンクリート製の橋脚については、様々な研究機関において日進月歩の技術向上を遂げており、維持管理に関する手法も多く確立されてきた。その一方でレンガ橋脚のような旧式構造物については維持管理手法が非常に数少ない。しかしながら、我々鉄道建造物を維持管理する者にとって、旧式構造物の維持管理は避けられない現実であり、経年を増す毎にレベルアップしなければならない。

今回の破壊試験で得られたデータは、今後、構造物の変状原因の特定、診断、保有耐力の評価を目的とする解析的検討を実施していく上で必要なパラメータ設定の基本となると考える。今後も多くのデータを蓄積し強度特性に関する研究を行っていく。

測定位置		付着強度 (N/mm <sup>2</sup> )	備考
No.1	水平面	1.593	モルタル破壊
No.2	水平面	1.593	レンガ破壊
No.3	水平面	2.231	レンガ破壊
No.4	水平面	2.390	レンガ破壊
No.5	水平面	1.434	モルタル破壊
No.6	水平面	2.071	モルタル破壊
全平均		1.885	
モルタル破壊平均		1.699	
レンガ破壊平均		2.071	
No.7	鉛直面	0.956	モルタル破壊
No.8	鉛直面	0.956	モルタル破壊
平均		0.956	

表1 目地モルタル付着強度試験結果

れんがの種類	モルタル配合	付着力(N/mm <sup>2</sup> )	
		水中に置く	湿気中に置く
普通れんが	1:1	0.39	0.46
	1:2	0.32	0.39
	1:3	0.26	0.32
焼過ぎれんが	1:1	0.17	0.23
	1:2	0.19	0.22
	1:3	0.13	0.16

表2 モルタルのレンガの付着力(26日目)

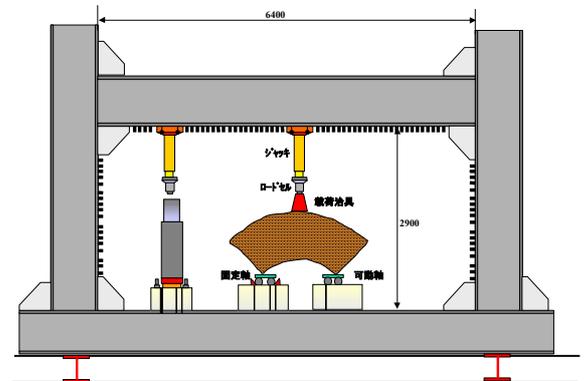


図4 梁試験機全体図

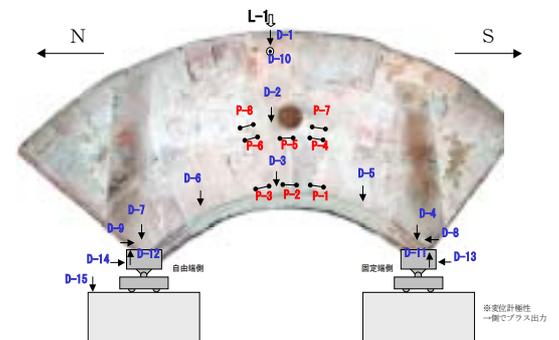


図3 採取したレンガ梁

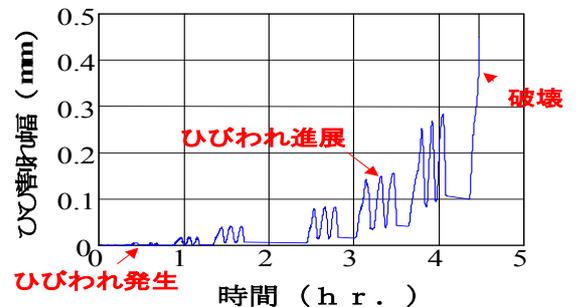


図5 ひび割れ幅の履歴特性

参考文献

- 1) 鉄道総研：「レンガ・石積み・無筋コンクリート構造物の補修・補強の手引き」
- 2) 小林、古谷、森：旧式構造物の強度試験－その2、土木学会第38回年次学術講演会