

既設レンガ構造物から採取したコアの強度試験

東日本旅客鉄道(株) 正会員 ○ 木野 淳一
 東日本旅客鉄道(株) 正会員 菅野 貴浩
 東日本旅客鉄道(株) 正会員 古谷 時春

1.はじめに

東京・浜松町間のレンガ造アーチ高架橋（以下、東京レンガ高架橋）は、明治 43 年に完成し、以降約 90 年間にわたって供用されてきた。この間、関東大震災や地盤の不同沈下等に見舞われたが、数回にわたる補強を経て現在も山手線・京浜東北線の運行がなされている。今後も東京レンガ高架橋を供用していくにあたり、新しい耐震基準に適合した補強・変状に対する補修等が必要となる場合がある。しかし、レンガの物性値試験はあまり事例がなく、保有耐力の解析の際の材料特性をどのように設定したらよいかは明確ではない。

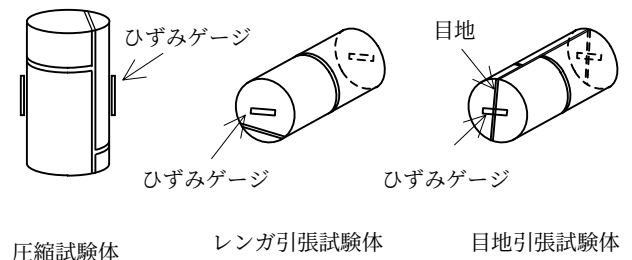
そこで、本報告では、既設のレンガ造構造物から採取したコアについて、圧縮強度、引張強度、弾性係数の試験を行った結果について述べる。

2.試験概要

試験体は既設の東京レンガ高架橋 3 構造物の橋脚部より採取した、 $\phi 100 \times 200$ 、および約 $\phi 65 \times 130$ の目地を含むコアを整形して試験体とした。このうち、 $\phi 100$ のコアは 1 構造物から採取したもので、8 体の試験体を作成した。また、 $\phi 65$ のコアは 2 構造物から採取したもので、それぞれ 30 体の試験体を作成した。

試験は圧縮試験、割裂引張試験を行った。また、それぞれの試験体にひずみゲージを貼り、弾性係数を測定した。圧縮試験体では、目地部分にひずみゲージが含まれないようひずみゲージを貼り付け、割裂試験については、目地が割裂面となるもの（目地引張試験）と、割裂面とならないもの（レンガ引張試験）に分類して試験を行った（図 1 参照）。

また、比較試験のために、コンクリート製の試験体（呼び強度 30、 $\phi 100$ ）について、同様にひずみゲージを貼り付けた試験をおこない、比較した。



3.試験結果

(1)強度・弾性係数について

表 1 に、3 構造物から採取したコアの強度試験結果を示す。コアの圧縮強度は、一般的な鉄筋コンクリート構造物で用いられている設計基準強度の 24N/mm^2 をほとんどが超えていたが、一部のコアについては他のものと比較してかなり小さい値が得られた。この原因としては、コアの目地部分が欠損しているコアについてのものが低強度であったことが挙げられる。破壊後の状態で目地部分に欠陥がなかったものについて比較すると、データのバラツキは $\pm 10\%$ 弱と、比較的少なくなった。弾性係数については、強度よりもバラツキが大きかったものの、概ね $12 \sim 15\text{kN/mm}^2$ と、コンクリートの $1/2$ 程度の値であった。

割裂試験結果については、レンガ、目地ともにバラツキが大きい結果となった。引張強度が 1.0N/mm^2 以下のかかなり低強度のものについては、想定割裂面以外の目地部分で破壊が生じたり、目地割裂試験において目地部分がかなり早い段階で目地とレンガの界面で破壊が生じたものである。これらの試験体は目地の施工

図 1 試験体概要図

キーワード：レンガ造構造物、圧縮強度、引張強度、弾性係数
 連絡先：渋谷区代々木 2-2-2 TEL03-5334-1288 FAX03-5334-1289

表1 東京レンガ高架橋圧縮・割裂試験結果

構造物	試験体数量	圧縮強度 (N/mm ²)	圧縮弾性係数 (kN/mm ²)	引張強度 (レンガ) (N/mm ²)	引張弾性係数 (レンガ) (kN/mm ²)	引張強度 (目地) (N/mm ²)	引張弾性係数 (目地) (kN/mm ²)
A	圧縮 10	平均値 28.7	平均値 11.9	平均値 1.74	平均値 5.6	平均値 1.48	平均値 12.3
	レンガ 10	最大値 34.2	最大値 13.5	最大値 2.65	最大値 7.0	最大値 2.03	最大値 16.0
	目地 10	最小値 22.1	最小値 10.3	最小値 0.33	最小値 4.2	最小値 0.81	最小値 8.6
B	圧縮 3	平均値 26.2	平均値 9.2	平均値 1.40	平均値 2.7	平均値 0.90	平均値 3.1
	レンガ 3	最大値 27.9	最大値 11.1	最大値 2.00	最大値 3.6	最大値 1.20	最大値 4.2
	目地 2	最小値 24.7	最小値 7.8	最小値 0.60	最小値 2.1	最小値 0.60	最小値 2.0
C	圧縮 10	平均値 30.1	平均値 13.4	平均値 1.60	平均値 5.6	平均値 1.97	平均値 11.7
	レンガ 10	最大値 36.6	最大値 17.8	最大値 2.90	最大値 11.9	最大値 2.80	最大値 21.8
	目地 10	最小値 24.9	最小値 10.1	最小値 0.67	最小値 0.9	最小値 0.62	最小値 2.2

状況が良くなかったために低強度になったと考えられる。

弾性係数についても、引張強度同様バラツキが大きい、レンガで割裂した場合と目地で割裂した場合で結果が大きく異なっている。レンガで割裂した場合の平均値は、圧縮側で得られた弾性係数の 1/2 以下であるが、目地で割裂した場合は比較的圧縮側で得られた弾性係数と同程度の結果が多かった。この原因としては、目地部分の施工が完全である場合に、引張応力の発生する部分に目地モルタルがある試験体ではモルタルの弾性係数が強く影響するためであると考えられる。B 構造物においては、引張強度が他の構造物のサンプルに比べて小さいが、このように目地とレンガの界面の付着強度が完全でない場合には弾性係数も小さい値となっている。既存の文献では、レンガ梁試験体の曲げ試験において、荷重－変位曲線から全断面有効として弾性係数を算出した場合、約 1.5～1.6kN/mm² となったという報告があるが⁽¹⁾、今回の試験結果はそれよりも若干大きな結果となった。

(2) コンクリートとの比較

コンクリート試験体で圧縮・割裂試験を行った場合と、レンガ試験体で圧縮・割裂試験を行った場合のそれぞれの応力－ひずみ曲線を図 2,3 に示す。

圧縮試験における結果では、コンクリートの応力－ひずみ曲線が放物線状になるのに対し、レンガでは直線的な形状を示している。応力ピーク時のひずみはレンガがコンクリートの 2 倍程度であった。一方、割裂試験による結果では、どちらも直線的な形状となっているが、レンガの方がひずみが約 3 倍となっている。

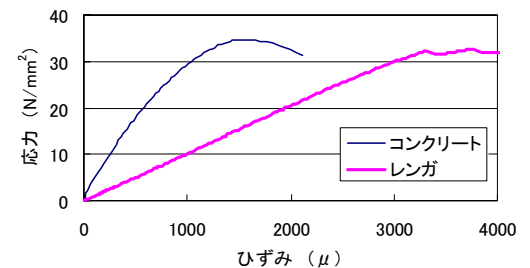


図2 圧縮試験における応力－ひずみ曲線

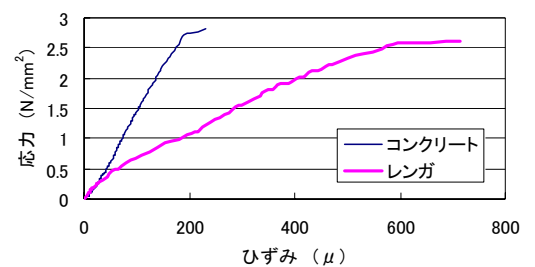


図3 割裂試験における応力－ひずみ曲線

4. まとめ

本試験においては、以下のことがわかった。

- ・ 供用 90 年を超えるレンガ造構造物について、コア採取による圧縮強度、引張強度試験を行ったところ、圧縮強度については 24N/mm² 以上、引張強度については目地の施工状況によるものとおもわれるバラツキが大きいもののほぼ 1.0N/mm² 以上の強度が得られた。
- ・ レンガの弾性係数はコンクリート構造物に比べて小さく、圧縮側でコンクリートの 1/2 程度、引張側では圧縮側の 1/5～1/2 のものが大半であった。
- ・ レンガの破壊時のひずみはコンクリートより大きく、圧縮側 2 倍、引張側 3 倍程度のものが得られた。

参考文献

- (1) 松田、岩田、八巻、山内：既設レンガ部材の力学的性状について、コンクリート工学年次論文報告集、Vol.19、No.1、pp.541～546、1997