

レンガ積み構造へのコンクリート構造解析手法の適用性について

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 木野 淳一
東日本旅客鉄道（株） 正会員 古谷 時春

1. はじめに

レンガ積み構造物は、明治から大正、昭和初期にかけて数多く構築され、経年 70 年以上の現在も、適切な維持管理のもと供用していく必要のあるものも少なくない。しかし、物性値を含め、レンガ積み構造についての確立された解析手法は少なく、老朽化したレンガ積み構造物を適切に維持管理していくためには、その解析手法の確立が不可欠である。今回、既設のレンガ積み構造物からコアを採取し物性値試験を行い、その結果をもとにコンクリート構造解析手法の適用性についての検討を行ったので、以下に報告する。

2. レンガ積みの物性値

既設のレンガ積み構造物から $\Phi = 100 \times 200 \text{mm}$ または $\Phi = 70 \times 140 \text{mm}$ 程度の目地を含んだコアを採取し、圧縮強度、圧縮側の弾性係数（以下、圧縮弾性係数）、引張強度、引張側の弾性係数（以下、引張弾性係数）について試験した結果を図 1 に示す。圧縮強度、圧縮弾性係数は、JIS A 1108 を参考に荷重と圧縮ひずみの測定により、引張強度、引張弾性係数は、JIS A 1113 を参考に荷重とひび割れ直角方向のひずみの測定により、それぞれ求めた。図 1 より、個々の値にばらつきは見られるが、構造物としての挙動は一般に小さい物性値に支配されることを考慮し、本検討で用いる物性値を表 1 のように定めた。なお、ここで、レンガ積みの場合、コンクリートと異なり、圧縮側と引張側の弾性係数が大きく異なり、引張側は圧縮側に比べ約 1/5～1/6 程度であることが確認された。

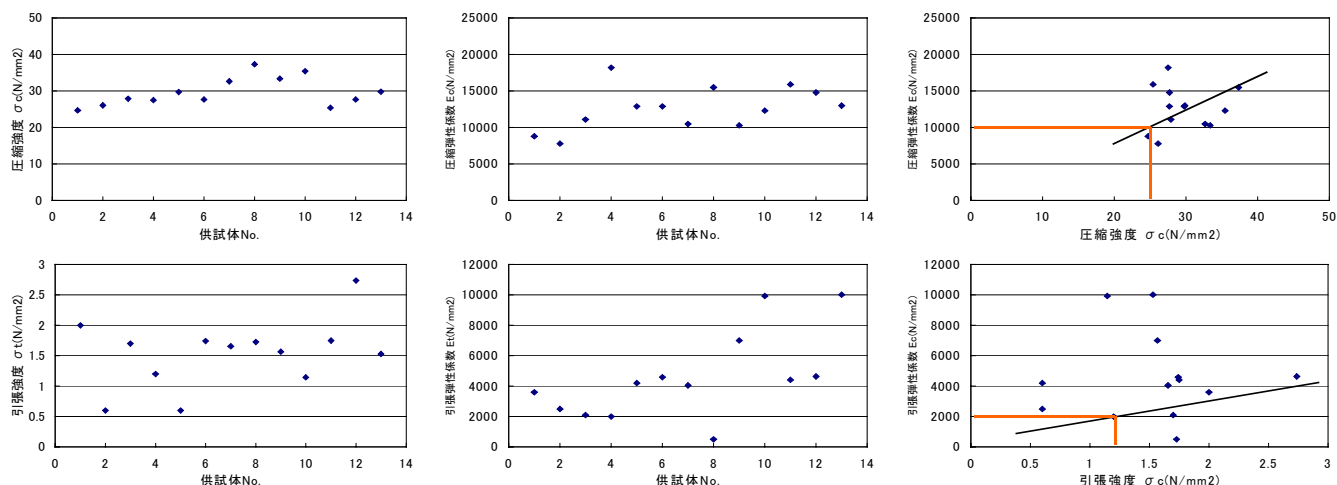


図 1 レンガ積みコアによる物性値試験結果

3. 平面保持の仮定をもとにした耐力計算

平成 8 年に実施したレンガ積み梁の曲げ試験²⁾の供試体諸元を表 2 に、試験概要を図 2 に示す。文献 2)3)では、レンガ積み構造は目地による異方性は認められず、目地を含んだレンガ積みの物性値にてマクロ的に扱えることが述べられている。そこで、ここでは表 1

表 1 検討に用いた物性値

圧縮強度 σ_c	25.0 N/mm ²
圧縮弾性係数 E_c	1.01×10^4 N/mm ²
引張強度 σ_t	1.2 N/mm ²
引張弾性係数 E_t	1.81×10^3 N/mm ²

のマクロ的な物性値を用い、コンクリート構造解析の一手法である平面保持を仮定した耐力計算（計算 1）と

キーワード：レンガ積み、物性値、弾性係数、平面保持の仮定、FEM 解析

連絡先：〒151-8578 東京都渋谷区代々木 2-2-2 東日本旅客鉄道(株) TEL.03-5334-1288 FAX.03-5334-1289

文献 2)の試験値との比較を行う。図 3 に結果を示すが、計算 1 は試験値を比較的精度良く表現していると言える。なお、比較のため、コンクリート

のように弾性係数を圧縮側、引張側同値（引張弾性係数 $=1.01 \times 10^4 \text{N/mm}^2$ ）とした計算結果（計算 2）も合わせて示すが、この場合、計算値は耐力をかなり小さく評価することがわかる。

4. 材料構成則を考慮した FEM 解析

3. に示すレンガ積み梁供試体の曲げ試験結果と、材料構成則を考慮した FEM 解析結果との比較を図 4 に示す。解析には、一般にコンクリート構造の解析に用いられるプログラムを使用し、材料構成則として表 1 のレンガ積みの物性値を用いた（解析 1）。すなわち、レンガ積み構造を、レンガ積みの物性値を有したコンクリート構造として解析したことになる。なお、比較のため、コンクリートのように弾性係数を圧縮側、引張側同値（引張弾性係数 $=1.01 \times 10^4 \text{N/mm}^2$ ）とした解析結果（解析 2）も合わせて示す。図 4 より、表 1 の物性値を用いた解析 1 は、試験値を比較的精度良く表現していることがわかる。一方、弾性係数を圧縮側、引張側同値とした場合（解析 2）には、荷重、変位ともに、試験値と大きな隔たりがあることがわかる。

表 2 梁の曲げ試験供試体諸元

供試体 No.	幅 b (mm)	高さ h (mm)	スパン L (mm)	せん断スパン a (mm)
1	380	355	450	150
2	300	330	600	200
3	365	400	1030	345

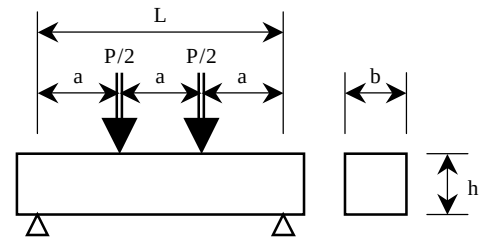


図 2 梁曲げ試験概要

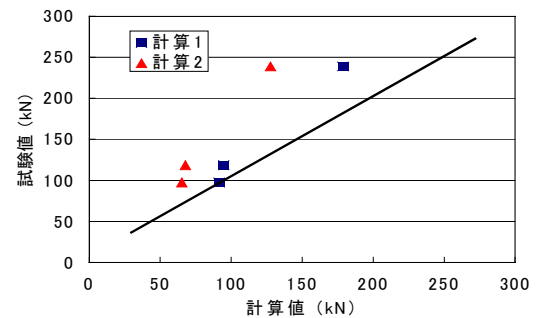


図 3 平面保持を仮定した耐力計算結果

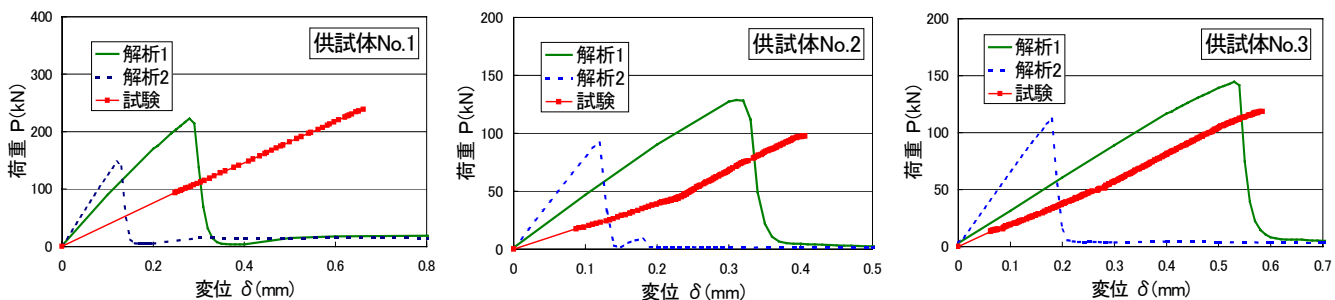


図 4 FEM 解析による曲げ試験解析結果

5. まとめ

以上の結果からわかったことを以下に述べる。

- ①レンガ積みの物性は、圧縮側と引張側とで弾性係数に大きな違いがあり、引張側の弾性係数が圧縮側に比べ相当小さいという特徴がある。
- ②レンガ積み梁の曲げ耐力は、物性値を適切に設定した場合、コンクリート構造解析の一手法である平面保持の仮定により算定できる。
- ③レンガ積み梁の曲げ挙動は、物性値を適切に設定した場合、レンガ積みの物性値を有したコンクリート構造として、FEM 解析手法により解析できる。

【参考文献】

- 1)木野他：既設レンガ構造物から採取したコアの強度試験、第 56 回土木学会年次学術講演会、2001.10
- 2)松田他：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、1997
- 3)岩田他：レンガアーチ高架橋の耐震性能に関する一考察、SED No.8、1997.5