

リサイクルレンガを用いたアーチ構造の実験的研究

鹿児島大学工学部 学生員 ○西村 亨
 鹿児島大学工学部 正会員 吉原 進

1.はじめに

過去のレンガ橋は大型のものが多数現存するが、離散体アーチ構造の特性は不明な点が多い。本研究では、2種類のリサイクルレンガを使用し、列数、層数を変えて作成した8種のアーチ構造の特性を、静的荷重試験により検討した。

2.実験概要

本研究のアーチ構造は、表1にある2通りのレンガで作成した。アーチ構造の形状、寸法は図1にあるような6分円型である。目地材には石膏を用いる。石膏の物性値は表2のとおりとなる。また、表3は本研究における全8種類のアーチ構造である。表中に使用レンガの個数も合わせて示してある。荷重は、図1のように、アーチの頂点部における1点荷重を19.6kN間隔で繰り返して荷重した。このとき、頂点部、支承部、支承部から1/6、1/4、1/3に設置した変位計とひずみゲージの値を計測した。また、2列のときのひずみの測点は、表2の右側のような左右対称な配置であるから、片側だけとした。

3.実験結果と考察

1点荷重の場合は、変形が拘束されないで、アーチ全体の変形が大きくなる。図2は、1層2列アーチにおける頂点部の荷重-変位曲線である。図上では、焼却灰レンガアーチのほうが、最大荷重が大きくなっている。そして、下水汚泥レンガアーチのほうがアーチの剛性が高い。他のパターンにも同様の傾向が見られるときもあるが、今年度入手した下水汚泥レンガは、焼き過ぎによってクラックが多数見られ、それにより剛性が大きくないところも結構見られる。また、次頁の表4は、全パターンの最大荷重をま

表1:使用レンガの標準寸法と特性

	下水汚泥レンガ	焼却灰レンガ
長さ(mm)	① 59 ② 99 ③ 199	51 115 227
重さ(kgf)	2.51	2.76
圧縮強度(N/mm ²)	105.67	101.18
弾性係数(kN/mm ²)	36.54	18.66

表2:石膏の物性値

圧縮強度(N/mm ²)	2.03
弾性係数(kN/mm ²)	1.84

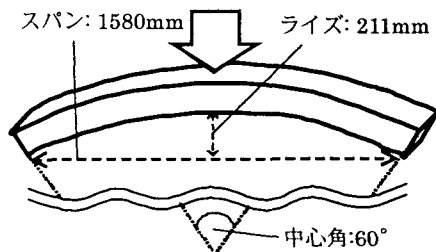
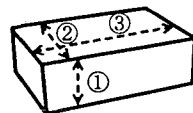


図1:アーチ構造の形状と寸法

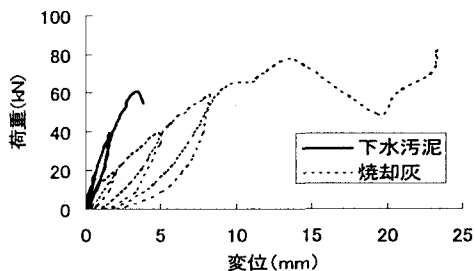
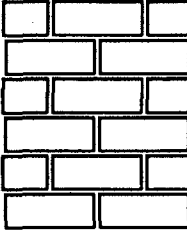


図2:1層2列アーチの頂点部の変位

表3:本研究のアーチ構造のパターン

	下水汚泥レンガ	焼却灰レンガ											
1層	<table border="1"><tr><td rowspan="2">レンガ数</td><td>1列</td><td>全形=29個</td></tr><tr><td>2列</td><td>全形=44個 半マス=28個</td></tr></table>	レンガ数	1列	全形=29個	2列	全形=44個 半マス=28個	<table border="1"><tr><td rowspan="2">レンガ数</td><td>1列</td><td>全形=33個</td></tr><tr><td>2列</td><td>全形=50個 半マス=32個</td></tr></table>	レンガ数	1列	全形=33個	2列	全形=50個 半マス=32個	
レンガ数	1列		全形=29個										
	2列	全形=44個 半マス=28個											
レンガ数	1列	全形=33個											
	2列	全形=50個 半マス=32個											
2層	<table border="1"><tr><td rowspan="2">レンガ数</td><td>1列</td><td>全形=60個</td></tr><tr><td>2列</td><td>全形=90個 半マス=60個</td></tr></table>	レンガ数	1列	全形=60個	2列	全形=90個 半マス=60個	<table border="1"><tr><td rowspan="2">レンガ数</td><td>1列</td><td>全形=68個</td></tr><tr><td>2列</td><td>全形=102個 半マス=68個</td></tr></table>	レンガ数	1列	全形=68個	2列	全形=102個 半マス=68個	2列のときは、上のよう にレンガを並べる。
レンガ数	1列		全形=60個										
	2列	全形=90個 半マス=60個											
レンガ数	1列	全形=68個											
	2列	全形=102個 半マス=68個											

とめたものである。これより、1列から2列になっても、荷重が2倍ほど大きくならないことがわかる。また、変形の大きさからか、層数を増やすのは列数を増やすよりも最大荷重が大きくなかった。

右の図3は、1層2列焼却灰レンガのアーチの78.4kN 載荷時における応力分布である。測点の位置は中心からの角度で表し、この場合は2列なので、全形および半マスの測点にはそれぞれ全、半というふうに区別をつけた。図3より、支承部から1/6である20°付近では、下部応力が、載荷点である0°付近では上部応力が卓越していることが明らかである。また、この図は破壊直前の様子であるが、最大だと思われる応力が22.4N/mm²と、焼却灰レンガの圧縮強度よりも小さい。これより、レンガの下部および上部に応力が集中して圧縮強度よりも小さい値でレンガが破壊、またはアーチの変形の変曲点において石膏とレンガが剥離することによってアーチの破壊が起こることが考えられる。さらに、2列の場合は、同じ位置にあるレンガの応力が大幅に異なるので、同じ位置の測点でも異なる変形をしていることがわかる。このことから、断面力解析は、1列の場合においてのみ行った。

図4は39.2kN 載荷時の1層1列下水汚泥レンガアーチの軸力、図5は39.2kN 載荷時の1層1列アーチの曲げモーメント、図6は49kN 載荷時の2層1列焼却灰アーチの曲げモーメントを、曲げ公式による断面力解析によって表したものである。3パターンとも、一樣な変形の場合と比べ、変化に富んだ分布が求められた。そして、軸力と曲げモーメントが大きいところに対応していることがわかる。また、支承部の曲げモーメントがほぼ0であることから、変形の影響により、支承部は完全な固定端ではなく回転していることがわかった。図6より、上層と下層では、異なる変形をしていることがわかる。

4.まとめ

本研究では、現存するレンガ橋やアーチ橋のように、上路部などの構造で変形を拘束しなかった影響が、アーチの変形の変曲点における石膏とレンガの剥離などの形であらゆるところで顕著に表れ、列や層の増加に伴う最大荷重の増加に完全に結びつかない結果となった。また、離散体構造では、連続体の場合と異なり、ある程度は一樣だが、同じような変形をせず個々の部材でばらばらに変形することも明らかになった。2列以上のものにおける同じ位置のレンガの変形の適当な取り扱いかたの解明が、今後の課題である。

表 4: アーチ構造全パターンの最大荷重

	下水汚泥レンガ	焼却灰レンガ
1層1列	52.92	49.196
1層2列	60.76	82.418
2層1列	52.332	76.342
2層2列	72.52	105.84

(単位:kN)

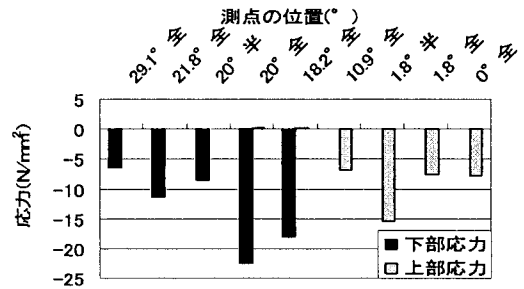


図 3: 1層2列焼却灰レンガの応力分布
(78.4kN 載荷時)

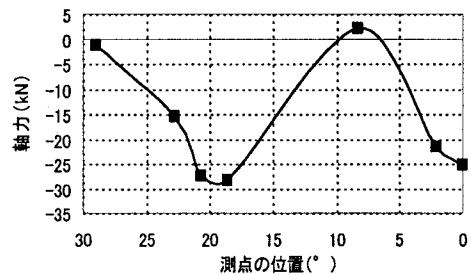


図 4: 1層1列下水汚泥レンガの軸力
(39.2kN 載荷時)

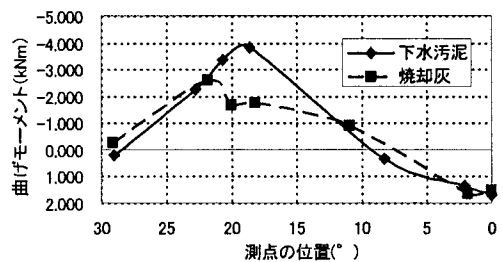


図 5: 1層1列の曲げモーメント
(39.2kN 載荷時)

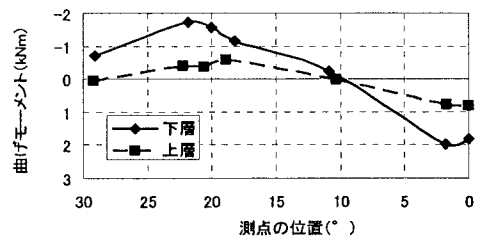


図 6: 2層1列焼却灰の曲げモーメント
(39.2kN 載荷時)