

モルタルブロックアーチ模型の振動実験

熊本高等専門学校 建築社会デザイン工学科 正会員 岩坪 要

熊本高等専門学校 非会員 尾崎弘治

1. はじめに

熊本県には数多くの石橋が残存している。石ブロックを積み上げて作られた石橋には地域の風景として地域住民から親しまれており、可能な限り保存していくことが必要な土木構造物の一つであると考えられる。しかしながら、経年劣化による風化・劣化による損傷が目立っているのも少なくない。また、石橋については、構造上の特徴や地震時などの振動特性など不明確な点が多く、基本的な構造上の特徴を調べることが保存技術の確立には必要である。そこで本研究では、基本となる石アーチ構造の振動特性を調べ、地震時などでの石アーチ構造の挙動を明確にすることを目的としている。

2. 実験概要

2.1. 実験方法

本研究では、モルタル製のブロックを用いたアーチ模型を振動台上に設置して加振する。加振する振動波は、正弦波と地震波とした。測定は模型全体の挙動と石ブロックの加速度を調べた。具体的には次の点に関するデータ収集を目標とした。

- ① 石アーチ模型の固有振動モードの特定
- ② 石ブロックの振動時の挙動
- ③ 種々の加速度による振動モードの変化

2.2. 実験手法

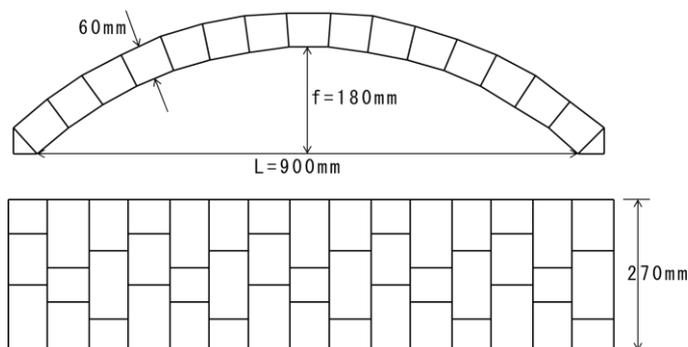


図1 実験模型の寸法

供試体の寸法を図1に示し、振動台への設置状況を図2に示す。模型の両端は振動台に固定したアクリル製の壁で支持する形式とし、支保工をジャッキアップした状態でブロックを並べた後、徐々にジャッキダウンしながら組み立てるようにした。表1には測定に使用した機器を示す。

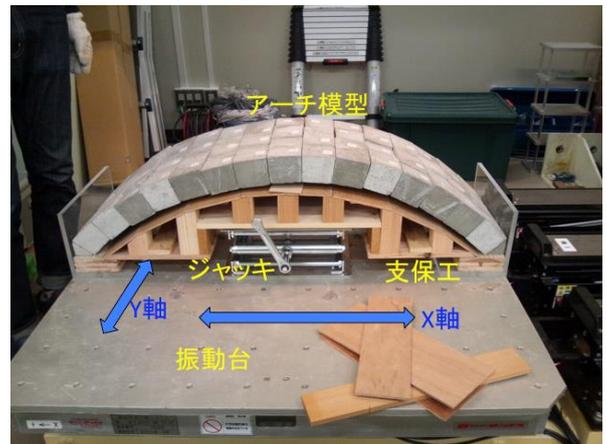


図2 振動台への設置状況

表1 使用機器

振動台	2軸振動台 (サンエス)
加速度計	ARF-20 (東京測器 1軸) ARF-20A-T (東京測器 3軸)
ロガー	DC-204R, TMR-211 (東京測器)
その他	3次元モーションキャプチャ「Venus3D」 (ノビテック)

2.3. モルタルブロックの製作

モルタルブロックは次の配合条件で製作した。図2に示すように、同時に打設した小型の円柱供試体で圧縮試験を行い、圧縮強度とヤング係数を調べた。表3に圧縮強度試験の結果を示す。

表2 配合条件

材料	比重	量
水	1	11.3kg
普通ポルトランドセメント	3.15	22.5kg
細骨材	2.6	67.6kg



(a) 打設後 (b) 圧縮試験

図3 モルタルブロックの製作

表3 圧縮試験の結果 (w/c=50%)

No.	高さ mm	直径 mm	最大荷重 (kN)	圧縮強度 (N/mm ²)
1	99.0	50.5	37.0	18.48
2	102.0	50.4	26.2	13.14
3	100.0	50.5	32.7	16.33
4	100.5	50.7	44.6	22.10
5	102.0	50.4	39.2	19.66
平均	100.7	50.5	35.94	17.94

3. 実験結果

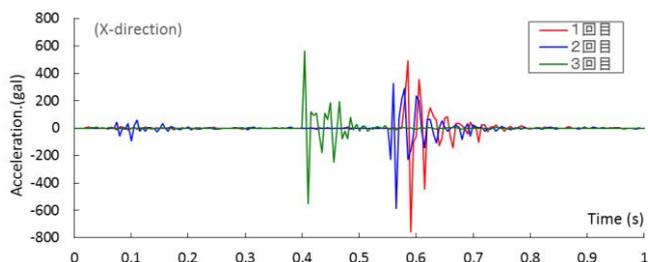
3.1. 打音試験

模型の固有振動数を調べるために、スパンの L/4 点を木槌で叩き、アーチ頂部に設置した 3 軸加速度計で 3 軸の加速度を測定した。図 4 (a) に計測データから打音の前後 1 秒間を切り出した時刻歴の加速度波形を示す。これを 3 回実施しそれぞれのフーリエ振幅スペクトルを FFT で求め、平均した図が (b) の図である。図 4 (b) より、ピークが出る周波数は 3 軸とも似ており、概ね 10Hz~20Hz 付近、30Hz~50Hz 付近、70Hz~90Hz 付近に現れていることが分かる。従ってこれらの周波数帯域での加振波が与えられると、一方向の揺れだけでなく、ねじれ振動のような複雑な振動モードになると予想される。

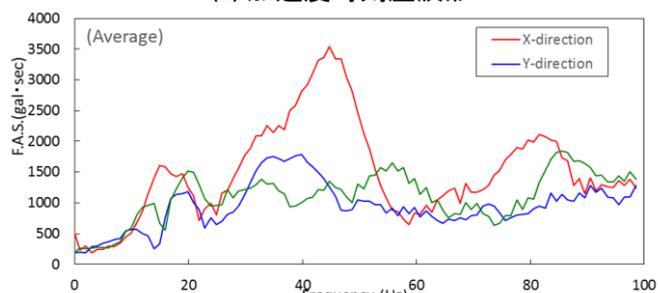
3.2. 正弦波加振実験

打音試験の結果を参考にして正弦波加振実験を行った。加振条件としては、45Hz, 30Hz, 15Hz の 3 種類の周波数に対して、それぞれ最大加速度が 50gal, 100gal, 150gal, 200gal とし 30 秒間の時間とした。図 5 に X 軸方向に 45Hz と 15Hz で加振した時の 3 軸の最大応答加速度をプロットした図を示す。原因はまだ特定できていないが、150gal で加振した時に応答加速度が減少する状況が確認された。各方向については、入力加速度が図 4 で確認した 45Hz であっ

ため、X 軸方向に大きく揺れており、入力加速度が大きくなると極端に大きくなることが分かった。



(a) 加速度時刻歴波形



(b) フーリエ振幅スペクトル (3 回の平均)

図4 打音試験の結果

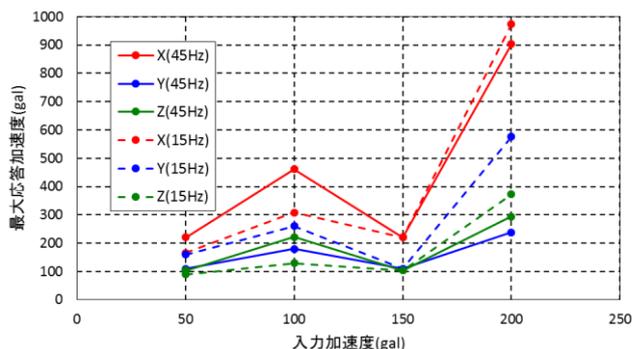


図5 入力加速度と応答加速度の関係 (45Hz)

4. まとめ

実際の石橋には壁石が存在し、それらの自重と接触面の増加に伴い、さらに応答が変わることが予想される。また振動実験の様子から、ブロック間の隙間の発生が全体的な模型の挙動に影響を与えていると考えられる。本原稿を執筆時点も実験は継続中であるが、さらに実験データを収集し、分析を行う予定である。

【謝辞】

本験を行うに当たり、熊本大学の山尾研究室所属の学生諸君や熊本高専の小原氏、東山氏、磯道氏にはサポートをして頂いた。ここに期して謝意を表す。

【参考文献】1) 山尾他：石橋模型を用いた損傷を有するアーチ部材の挙動特性実験，土木学会年次学術講演会講演概要集 Vol162, 1-154, 2007. 2) 工藤他：「3 列組石アーチの挙動特性に及ぼす損傷形態の影響について」，土木学会年次学術講演会講演概要集 Vol163, 1-465, 2008.