

石積みアーチの破壊特性に関する研究

東海大学 海洋学部 〇窪田 大
 東海大学 海洋学部 菊地 由訓
 東海大学 大学院 学生員 小倉 洋一
 東海大学 大学院 学生員 大洞 光央
 東海大学 海洋学部 正員 アイダン・オメル

1. 序論

日本の住宅では、木造家屋が中心であるが、世界人口の約7割は、石・レンガ積み構造で造られた建築物で生活している。また、遺跡のほとんどは石・レンガ積み構造物であり、その保全と修復が重要な課題となっている。図1は沖縄における修復された首里城のアーチ門を示す。本研究では石積み構造物の中で、アーチ構造に対する地震等の動的挙動と安定性に着目し、振動台を使用した破壊特性に関する実験を行った。この報告で、実験結果の一部を紹介し、破壊形態について述べる。



図1 城壁におけるアーチ構造

2. 実験概要

本実験では、琉球石灰岩で作成した5種類のアーチ模型を使用した。それぞれの模型において、アーチ部分が2つのブロックによって構成されるもの4種類と、6つのブロックに分けたものに分類できる。

2.1 実験条件

破壊特性の実験条件は、振動台の入力周波数を3 [Hz] と一定にし、アーチ模型が破壊するmだで入力加速度を増加させた。また全ての実験ケースでは、図2.1と図2.2に示すように、アーチの上部の被り厚さを $h=1H, 2H$ 、アーチの横幅も $d=1D, 2D$ と変えて、それぞれ条件の違いによる挙動を調べた。さら

に振動台の振動方向に対してアーチの設置角度を0, 45, 90度とした場合のアーチの動的挙動と破壊形態も検討した。

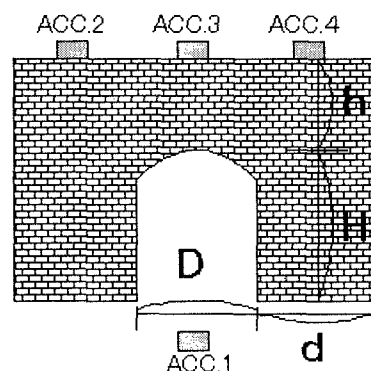


図2.1 加速度計(ACC)の取り付け状況

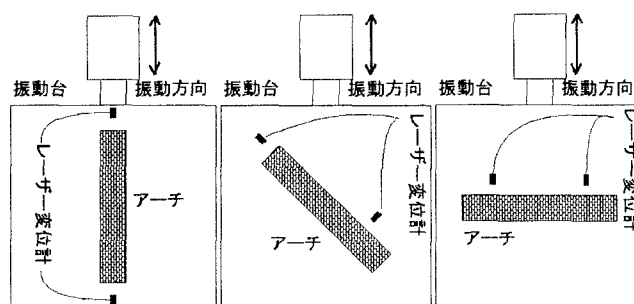


図2.2 振動の入射角(左から0, 45, 90度)

3. 実験結果と考察

3.1 計測データに関する結果と考察

入射角度0度での実験の計測記録を図3.1～図3.5に示す。図3.1と図3.2を見ると入力加速度が増加に伴って、アーチ上部の加速度が増幅していることがわかる。さらに、図3.2と図3.3を比較すると、図3.2の図中に示した1つ目の矢印付近では、図3.3と比較すると、変形量が大きくなり始めている。つまり、端部の変位が増すとアーチ上部での加速度の変化量が増している。2つ目の矢印付近では、変形を計測しているブロックが、すべりによって変位を計測できないくらい、動いていることがわかる。

図3.4は、横幅 d が1D、図3.5は、横幅 d が2D

におけるアーチ上部における加速度記録を示している。図 3.4 では、加速度記録が緩やかに右上がりになっている。これは、加速度計を付けているブロックが左側に移動しやすい状況であることを示している。一方、図 3.5 では、横幅が広いために、ブロックが左右のどちらにも変形しにくいことがわかる。

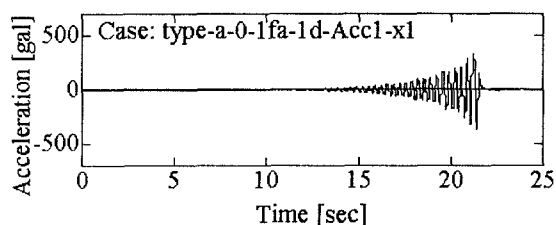


図 3.1 入力加速度 ACC1 (振動方向)

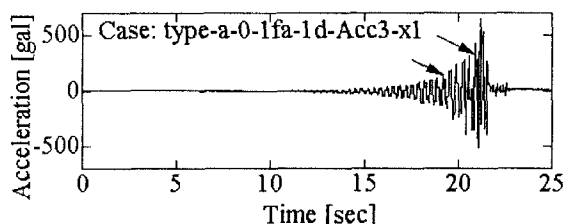


図 3.2 アーチ上部の加速度 ACC3 (振動方向)

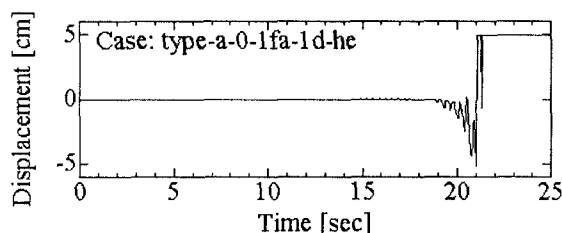


図 3.3 水平方向の変位記録 (振動方向)

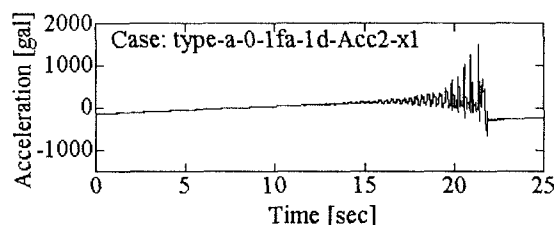


図 3.4 アーチ上部の加速度 ACC2 幅 1D (振動方向)

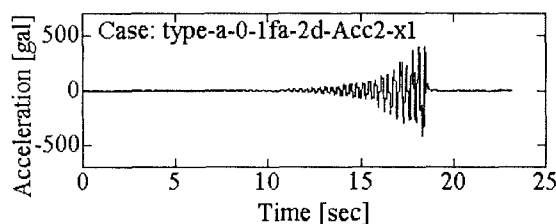


図 3.5 アーチ上部の加速度 ACC2 幅 2D (振動方向)

3.2 振動入射角の違いによる破壊

振動入射角度を 0, 45, 90 度の 3 パターン行い、破壊に至るまでの挙動を調べた。実験後の模型の様子を図 3.6～3.8 に示す。図 3.6 は、振動方向に対してアーチが平行のために、アーチの両端部分がすべ

り、アーチの中心に向かって回転しながら崩壊している。図 3.7 は、振動入射角度が 45 度の場合では、模型にねじれが発生し、回転とすべりが複合して曲線を描いて崩れている。図 3.8 は、振動方向に対してアーチが垂直のために、前後方向に一体化して転倒して崩壊に至っている。

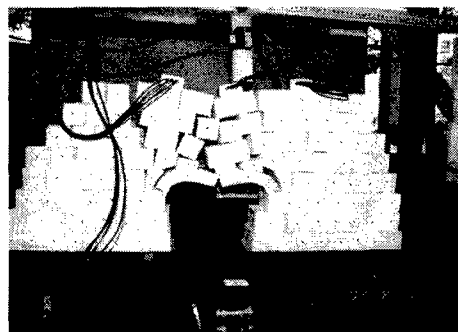


図 3.6 入射角度 0 度における破壊状況

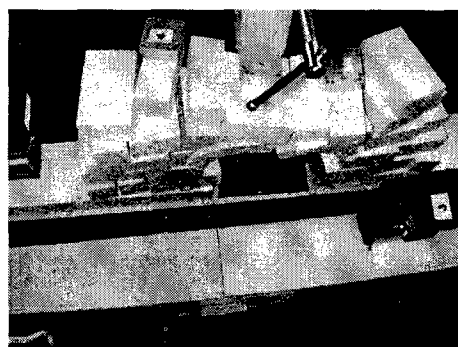


図 3.7 入射角度 45 度における破壊状況

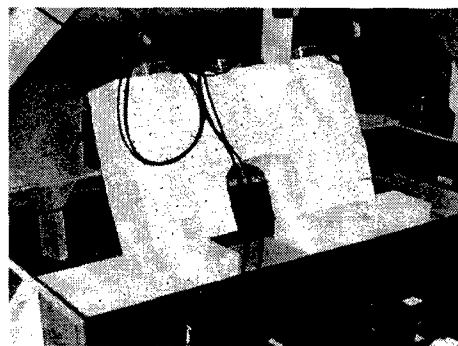


図 3.8 入射角度 90 度における破壊状況

4. 結論

以上をまとめて結論とすると、

- ① 石積みアーチ構造の破壊は、振動入射角によって異なる。破壊は大きく 3 つに分離することができる。すなわち、すべり、転倒および複合すべり・転倒破壊である。
- ② 横幅 d が広い場合では、アーチを含む壁の安定性が増すことがわかった。
- ③ 振動の入射角度が 90 度の場合で、破壊に至る最大加速度の値は最も小さい。