

組積造壁面の振動台実験と補強法の提案

金沢大学工学部	香水 提介
金沢大学大学院自然科学研究科	中西 雄大
金沢大学理工研究域 正会員	池本 敏和
金沢大学理工研究域 正会員	宮島 昌克

1. 本研究の背景と目的^{1),2)}

現在、世界の人口の約6割がレンガや日干しレンガ(焼成していないレンガで、一般的にアドベと呼ばれる)を始めとする組積造構造物に居住している。特に、途上国では補強されていない組積造構造物も多く、これらの構造物は地震に対して非常に脆弱であり、一度倒壊すると復元が難しい。

そこで、組積造構造物の耐震性の向上による、組積造構造物の倒壊防止を検討する。ただし、途上国では財政資源が乏しいため、経済的に実行可能であり、かつ高度な専門知識や技術を必要としない手法を考える必要がある。最近では、組積造構造物の中でも、レンガで構成された構造物が増加してきているため、本研究ではレンガ構造物を対象とする。

2. 耐震補強材について

引張力の弱い組積造構造物を補強するには、引張力の強い補強材を用いる必要がある。そして、世界中どこでも入手可能で、かつ安価である必要がある。これらの条件を踏まえて、芳賀らの研究³⁾を参考、検討した結果、今年も麻を補強材に用いることとした。また、麻は非常に生命力の強い植物であり、現在栽培されていない地域でも気候さえ合えば容易に栽培できるため、使い勝手の良い補強材である。

なお、麻の中でも強度の高いラミー(苧麻)を今回使用する。ラミーの特徴を以下に挙げる。

- (1)主産地はブラジルやフィリピン、中国、東南アジアなどの南方系である。
- (2)繊維が長く太く硬い。(羊毛の4倍、綿の2倍)
- (3)多年生の植物で、年に数回収穫が可能である。

この麻を用いて、対象となる組積造構造物の一体性を高めるように取り付ける。組積造構造物構造上の特徴により、クラックは対角線上に生じるため、補強材も対角線に取り付ける。

3. 振動台実験

振動台実験で使用する供試体モデル、補強材及び

加速度計取り付け位置をまとめた図を図-1に示す。

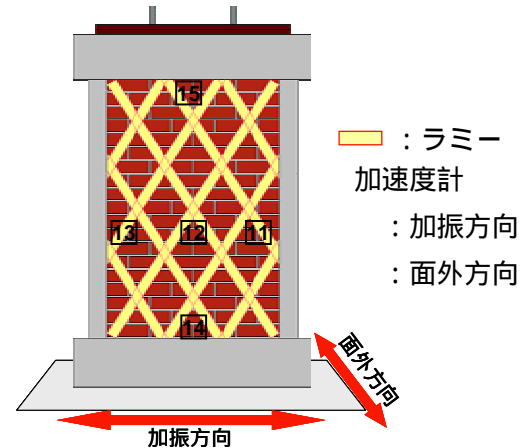


図-1 供試体モデル及び補強材、
加速度計取り付け位置

振動台実験では、補強なしとありのレンガ壁を同じ条件で加振させることでラミーの補強効果を確認する。レンガ壁の全体のサイズは幅1220mm、高さ1810mm、奥行き600mmであり、総重量約1300kgfである。この供試体モデルは振動を与えた際にレンガ壁面の2つの柱から成るフレームせん断変形することにより、レンガ壁面にせん断力を与え、実際に生じる組積造構造物のせん断破壊を再現させることを目的とした。

図-1の1~10の加速度計は加振方向の加速度を計測する加速度計であり、11~15の加速度計は面外方向を計測する加速度計である。ここで、加振方向とは供試体の壁面方向であり、面外方向とは供試体の加振方向の垂直の方向を示す。図-1の場合、供試体のレンガ壁面の手前と奥が面外方向である。

始めに、供試体の固有振動数を調べるために、スweep試験を行う。図-1の振動台の加振方向加速度No.1に対する上部コンクリートの加振方向加速度No.7の比、つまり、加振方向加速度No.7/加振方向加速度No.1の比から算出した応答倍率が最も大きくなるような振動数をその供試体の固有振動数とする。

求めた固有振動数のもと、テーパーを前後で5秒ずつ、本振時間10秒の合計20秒の正弦波による振動を入力する。加速度は100gal, 200gal, 400galの順に入力する。ここでは、振動台に400galを入力したときの結果について考察する。

補強なしとありの加振方向加速度 No.1 に対する各加振方向加速度計 Nos.2~7 の応答倍率を図-2, 3に示す。図-2, 3 から、コンクリートに取り付けた加速度計 Nos.2~7 の応答倍率は高さが高くなるにつれて大きくなっている。しかし、図-2では、レンガ自体に取り付けた加速度計 Nos.8~10 は高さと同じであるにも関わらず、大きくばらつきがある。一方、図-3では補強なしの供試体と違い、加速度計 Nos.8~10 の応答倍率はほとんどばらつきがない。これらの加速度のデータから、補強されていないレンガ壁を構成するレンガは所々で加速度が異なるが、補強材を貼り付けることで、レンガ壁自体の一体性が増し、補強材でレンガ壁が一体化したと考えられる。

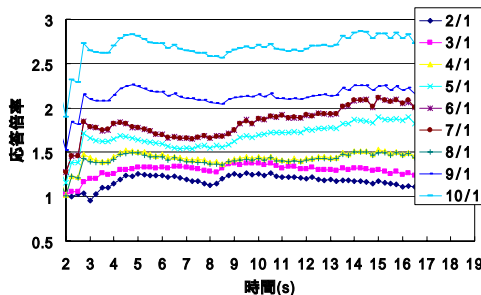


図-2 振動台実験結果(補強なし)

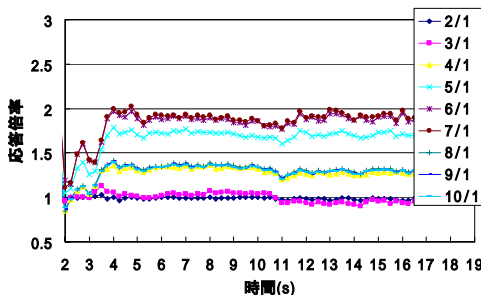


図-3 振動台実験結果(補強あり)

4. Diagonal 試験

Diagonal 試験は、圧縮試験機からの垂直圧縮応力を左右均等に 45°方向に変換してやることができ、その力をレンガ壁体の4辺に作用させることにより、純せん断力を付与することができる。純せん断力とは、物体を切断したとき、その切断面にせん断力のみが作用している場合の力である。この純せん断力をレンガ壁体に与えることにより、レンガ壁体内部に引張応力が発生する。引張力のみをレンガ壁体内

に作用できるため、補強効果の検証ができると考えた。Diagonal 試験では補強なしとありの2つの供試体を使用した。

試験結果から求めたせん断ひずみとせん断応力の関係のグラフを図-4, 5に示す。補強なし、ありとも供試体はせん断応力が約3MPaになったときにクラックが入った。補強なしの供試体はクラックが生じた瞬間完全に崩壊した。一方、補強ありの供試体は、補強していない供試体と違い、クラックが生じた後、ある程度の力を加えても崩れ落ちることはなかった。

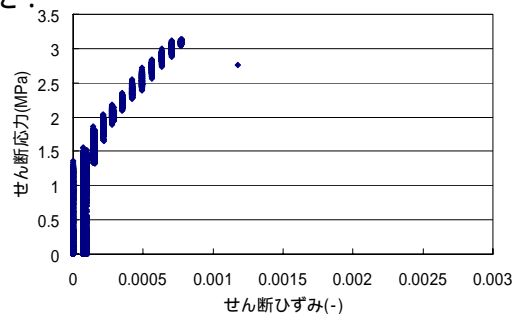


図-4 Diagonal 試験結果(補強なし)

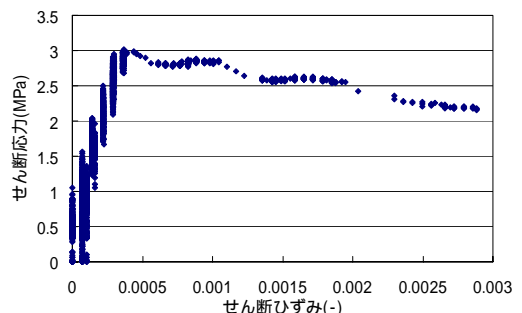


図-5 Diagonal 試験結果(補強あり)

5. まとめ

振動台実験の結果から補強することにより、供試体が一体化したことを立証できた。Diagonal 試験では、補強ありの供試体は崩壊することなく一定の力までクラック後も耐えられることが立証され、建物の崩壊自体を防いだり、住民が避難する時間を稼ぐことが可能であると言える。したがって、麻には十分に補強効果があると言える。

参考文献

1) 目黒公郎:経済的で簡便な組積造構造物の効果的耐震補強法の実証実験 実大建物モデルを用いた振動台破壊実験 ,<http://www.iis.u-tokyo.ac.jp/topics/2005/051214.pdf>,2) Coburn,A.and SpenceR.,Earthquake Protection, john Wiley & Sons,West Sussex,England,1992,3)芳賀裕司:組積構造物における地震時崩壊危険度の軽減対策,平成20年度金沢大学学士学位論文,2008.