

## レンガ積み建物の耐震実験

途上国における耐震建物の普及を目指して

防災システム研究センター 研究参事 箕輪親宏



### はじめに

途上国の地震で人的被害が広がるのは石積、レンガ積み建物が壊れるのが原因の一つです。5月12日に中国の四川省で発生した地震でも、多くの組積造が崩壊している様子が報道されました。当所は、建築研究所（代表機関）、政策研究大学院大学、三重大学と共同で2006年度から科学技術振興調整費研究「地震防災に関するネットワーク型共同研究」において、途上国における耐震建物の普及向上の研究を実施しています。

耐震化の普及を訴えるには、耐震化を考慮していない建物を振動台に載せ、実際に観測された強震動で加振し、崩壊する様子を見ていただくのが効果的な方法です。

そこで、実物大のレンガ積み建物を造り、つくばの大型耐震実験施設（水平1方向加振）を使い、崩壊実験を行うことにしました。

### モデルレンガ建物

モデルレンガ建物は、平面寸法3 m x 3 m、高さ3mとし、パキスタンから輸入したレンガ（23cm x 11cm x 7cm）を、長辺、短辺を一段ごとに換えるイギリス積みで作成し、壁厚は23cmとしました（図1）。

レンガの接着にあたっては、途上国で一般の民衆が施工することを念頭に置き、砂の多いモルタル（砂セメント比 8:1、水セメント比

100%）を使用し、目地厚は1cmとしました。

本来、パキスタンの施工法でこの建物を作るべきですが、工程の制約から、セメントには日本製の早強セメントを用い、日本の経験ある作業員が施工しました。完成から2週間の養生期間を置き実験を行いました。なお、実験開始時の建物の卓越振動数は30Hz以上でした。

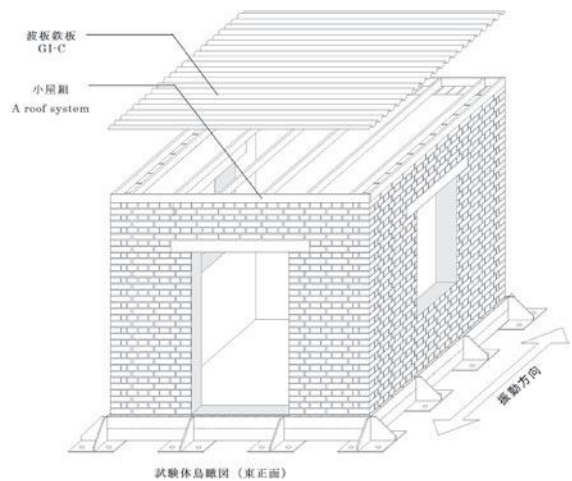


図1 モデルレンガ試験体

### 入力地震動

2003年12月26日イラン・バム強震記録（加速度0.8G、速度127cm/s、変位58cm p-p、以降、Bamと呼ぶ）が手元にあり、原波の加速度振幅で、振動台速度100cm/sが出るように時間軸を縮め加振することとしました。

また、Bamで壊れない場合には、兵庫県南部地震神戸海洋気象台NS波（0.82G、92cm/s、35cm p-p、以降JMA KOBEと呼ぶ）を100cm/s（110%）にし、加振することとしました。

## 実験結果

予備実験では、Bamで最大速度10cm/sから100cm/sまで段階的に加振しましたが、目視では損傷は見られませんでした。JMA KOBE (100cm/s)で加振しても、同じく損傷は見られません。さらに、2種類の正弦波 (15Hz,1G)、(1Hz,0.4G)を入力しましたが、損傷は見られませんでした。

そこで、5秒周期の最大変位2cmの矩形波を2度入力したところ、1回目の衝撃で1.7Gの加速度が加わり、2回目で建物の一部に亀裂が確認され、崩壊実験へと進む見通しが得られました。

崩壊実験では、まずBam (100cm/s)で加振したところ、崩壊はしないものの、開口部四隅から亀裂が斜めに大きく走りました。次にJMA KOBE (100cm/s)で実験したところ、**写真1、2**のように、亀裂が広がり完全な崩壊に至りました。

なお、本崩壊実験は、約100名の方が見学し、その中には研修のため日本に訪れていた約30名の発展途上国の技術者が含まれていました。また、この実験結果のビデオはパキスタンをはじめとする国々へ送る予定で、各国の建物耐震化に役立つことを願う次第です。

## 今後の課題

今回のモデルレンガ建物は、当初考えていたよりも大きな耐震強度を示しました。この原因としては、①壁厚に対して比較的小さな平面サイズであったこと、②施工が入念であり完成後の養生条件も屋内であったこと、③水平一方向加振であったこと、④建物基礎が振動台に固定されており、地盤沈下・傾斜等が生じない良好な条件であったこと、などが考えられます。

これらの原因を解明し、今後の実験計画等に反映させるためには、実際に現地で使用されているレンガ積み建物の施工実態に関する調査や上下動を含む3次元加振の影響に関する研究も必要と考えています。

組積造の耐震性の問題は、途上国だけではなく、寺院等の組積造の建物を持つ国では、それらが観光資源としての価値があるため、大切なことです。

日本でも、昨年の新潟県中越沖地震では、保存しようとしていた柏崎精油所レンガ倉庫が崩壊してしまいました。多くの国々、多くの方々に組積造の地震安全性への関心を高めて貰うために、E-ディフェンスで大規模な組積造建物の3次元加振実験が行われることを期待しています。



写真1 開口部四隅から広がる亀裂



写真2 崩壊したモデルレンガ試験体