

東北学院大学 学生会員 ○宮田 謙介
東北学院大学 非会員 一條 勇治
東北学院大学 正会員 李 相勲

1. はじめに

昔から多くの地震を経験し、その都度耐震技術を向上してきた先進国日本ではその技術を適用できる技術者や材料、装備などが揃えているのに対して、ネパールやインドネシアなどの発展途上国には、住宅を建設するための環境が非常に乏しく、耐震どころか、現場で入手可能な限られた材料、人力、技術を用いなければならない。しかし、現場の状況では材料や施工管理の品質は保証できず、日本と同じく地震が多いにも関わらず地震に対して安全な構造物を造る技術が皆無に近い。

本研究では、有限要素解析汎用プログラムを用いて、現地で用いられているレンガ造住宅に対して耐震性能を検討することで低レベルの材料や技術による安全な構造物造りに寄与することが目的である。

2. 解析プログラム

本研究で用いるプログラムは **midas FEA** である。有限要素解析（FEA）とは、製品やシステムの構造または性能における潜在的な問題や既知の問題を特定して解決することを目的に、バーチャルな環境で実行されるモデリング手法のひとつで、非常に複雑な構造上の問題や流体の問題、マルチフィジクス（連成）の問題を数学的にモデリングし、数値で解析する。

3. 地震荷重の設定

本検討では、地震荷重の設定として震度法を用いた。すなわち地震荷重＝（構造物の重量）×（設計震度）の関係を用いて構造物の耐震計算を行った。ここで設計震度は、構造物の耐震設計で考えるべき地震動の大きさを表す無次元係数であり、**0.2** を採用した。耐震設計を行う場合の解析法は、静的解析と動的解析の2つに大別される。地震動は動的現象であり、構造物の

応答も動的であるから、動的解析法が本来の姿である。しかし、通常の構造物の耐震設計においては、このような解析法は煩雑すぎるので、しばしば静的解析法による耐震設計が行われている。本研究では、震度法に基づいた静的解析の結果について報告する。

4. 発展途上国の一般住宅の解析

4.1 解析対象

本研究では、実際にインドで設計された鉄筋が少なくレンガ間にモルタルを用いている住宅(A家)図1と、インドネシアで設計された鉄筋が多くモルタルを用いていない住宅(B家)図2の二種類の住宅のモデルを作成し、静的解析より耐震性能を検討した。

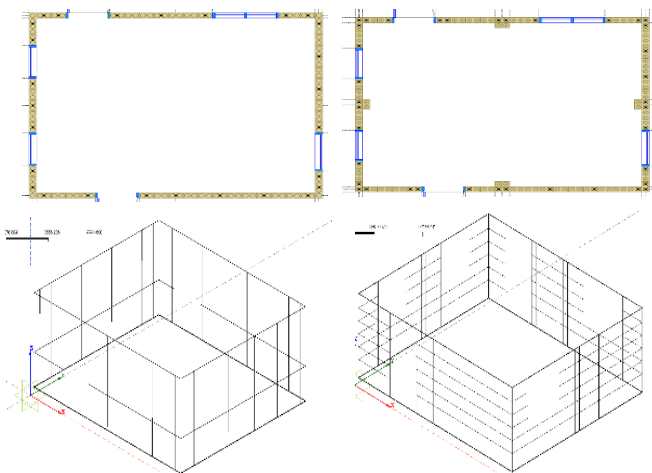


図1 A家の配筋図

図2 B家の配筋図

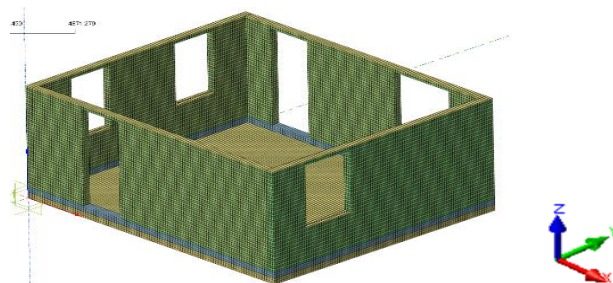


図3 住宅の解析モデル（A家、B家）

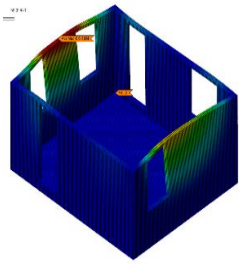


図 4 A 家の変位図

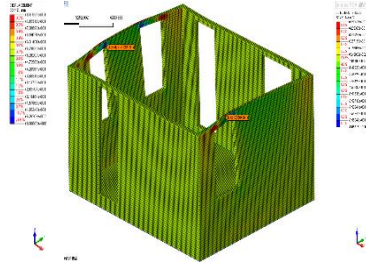


図 5 A 家の Y 軸応力図

表 1 住宅モデル解析の最大絶対値

	A 家	B 家
変位	0.839244mm	0.949833mm
Y 軸応力	-1.0638N/mm ²	-1.2066 N/mm ²
Z 軸応力	-0.463535N/mm ²	-0.5504N/mm ²

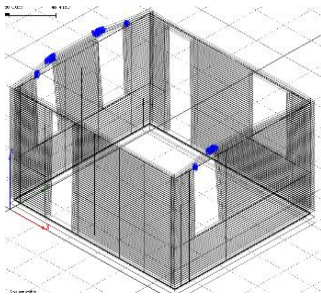


図 6 A 家のひび割れ

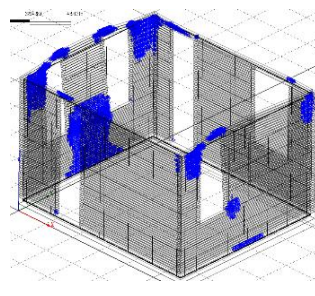


図 7 B 家のひび割れ

表 2 補修住宅モデル解析の最大絶対値

	A 家 (コンクリート巻)	B 家 (コンクリート巻)
変位	0.709957mm	0.782227mm
Y 軸応力	1.5078N/mm ²	1.49869 N/mm ²
Z 軸応力	-0.414006N/mm ²	-0.435832N/mm ²

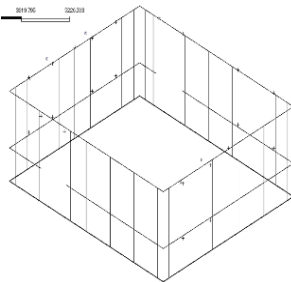


図 9 補強 A 家ひび割れ

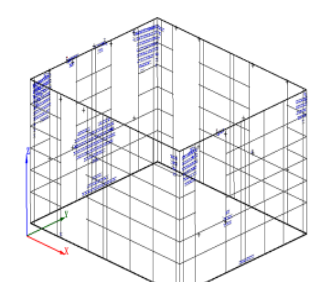


図 10 補強 B 家ひび割れ

4.2 解析結果

図 3 に示す解析モデルに対し地震動を想定した震度法による地震荷重を与えて解析を行った。その結果の内、A 家の変位図と Y 軸応力図をそれぞれ図 4 と図 5 に示す。

最も変位と Y 軸方向の応力が大きい部分は窓と窓の間にある壁の上部に集中していることがわかる。A 家と B 家それぞれの最大変位、Y 軸と Z 軸方向の応力の最大値を表 1 に示す。いずれの値についても B 家の方が A 家より 13~18% 程度大きくくなっている。また A 家と B 家に発生したひび割れをそれぞれ図 6 と図 7 に示す。各住宅におけるひび割れ発生場所が確認でき、補強すべき箇所を見ることができる。

B 家では鉄筋が A 家に比べて約 2 倍の量が使われているにもかかわらず、変位、応力、ひび割れのいずれの項目についても大きい値が出ている。これは、レンガの中心に通す鉄筋は、耐震性能にあまり効果が無く、モルタルを使用した方が効果的であることを示している。

次にそれぞれの住宅の上部部分をコンクリート梁で巻くように補強した場合にどのくらいの耐震性能を発揮するのか検討した。それぞれの住宅に対する変位と Y 軸、Z 軸方向応力を表 2 に示す。また、ひび割れの分布図をそれぞれ図 9 と図 10 に示す。応力はコンクリート補強梁に集中し、多少大きくになっているが、変位とひび割れの発生が補強の前後で格段に向上していることが確認できる。

5 結論

- 1) レンガ造積間にモルタルを使わず多く補強鉄筋を使用する B 家より、モルタルを使うが鉄筋が少ない A 家の方が耐震性が高い。
- 2) 壁の上部をコンクリート梁巻きで補強した場合、耐震性能は向上する。

参考文献

動的解析と耐震設計、第 1 巻地震動・動的物性：著者 土木学会