

- 4 剛性・耐力偏心構造物の性能評価法開発に関する フィージビリティスタディー

Feasibility Study on the Evaluation Method for Seismic Performance of Buildings with Irregularities of Stiffness and Strength

(研究期間 平成 15 年度)

構造研究グループ

Dept. of Structural Engineering

国際地震工学センター

International Institute of Seismology and Earthquake Engineering

加藤 博人

Hiroto Kato

斎藤 大樹

Taiki Saito

楠 浩一

Koich Kusunoki

The main purpose of this study is to grasp the tendency between displacement response and torsional response of buildings with the eccentricity, which was almost linear relationship by a previous test results. The eccentricity has not an effect on the maximum response displacement at the center of gravity, but the maximum rotational angle was sensitive to the value of them. The maximum rotational response and displacement response had a correlation, which was almost linear in the results obtained from this study.

【研究目的及び経過】 偏心によるねじれ振動が原因で崩壊したと思われる建築物が、阪神・淡路大震災を始めとする近年の大地震において度々観察されている。そのような被害を軽減していくためには、偏心が構造物のねじれ振動性状に及ぼす影響を適切に評価して、耐震設計に採り入れることが重要である。現行の耐震設計基準では、偏心率の計算とそれに基づく形状係数を算出して設計地震力を割り増す形でねじれの影響を考慮している。ただし、現在の設計法は剛性だけに着目したものとなっており、その他の要因、例えば耐力偏心の影響を考慮するものとはなっていない。

偏心率をパラメータとした過去の実験研究では、重心における最大応答変形と最大応答回転角の間には、弾性域から弾塑性域に渡って何らかの相関関係が存在する可能性が見られた¹⁾。そこで、剛性および耐力に起因する偏心が建築構造物の地震応答に及ぼす影響について、特に応答水平変形と回転の関係に着目して検討し、耐震設計における偏心に関する影響評価の精度向上を図る必要がある。研究の方向付けと実施計画の策定を行うため、フィージビリティスタディー (FS) として予備的検討を行った。

【研究内容】 FSにおいては、次の項目について調査検討を行った。

1) 文献調査

既往の文献、並びに設計の現状について調査し、剛性偏心、耐力偏心に関する設計上の扱いなどについて、問題点の整理・分析を行う。

2) 偏心構造物のねじれ応答に関する予備解析

過去の実験研究の試験体と同じモデル¹⁾を用いて解析を実施し、解析的にも実験結果を再現できることを検証

する。さらに、偏心率をパラメータとした解析を実施して、最大応答変形と最大応答回転角の関係について基礎的傾向を把握する。解析パラメータは 1 層の偏心率 Re で、一軸偏心として X 方向に $Rex=0.00 \sim 0.45$ を 0.05 刻みで 10 ケース、二軸偏心としては $Rex = Rey = 0.00 \sim 0.45$ を 0.05 刻みで 10 ケース設定し、これに実験で行った偏心率を加えた計 12 ケースについて実施した。

図 1 の立体骨組モデルを用いて、弾塑性応答解析を行った。各階の RC 造スラブを剛とし、スラブの質量は回転慣性が試験体と同等となるように 5 質点に分配した。解析における柱長さはスラブ厚さ等を含んでいるため、試験体の柱の可撓長さ (1500mm) 以外の部分を剛域として材端部に配置した。柱部材には、部材両端に軸方向、並びに曲げ変形を表現するためのマルチスプリングを配置し、それらに 2 方向せん断、およびねじれを表現できるバネを直列結合したモデルを用いた。

数値積分は、実験と同じく中央差分法で行い、粘性減衰は初期剛性比例形でモデルの 1 次周期に対して 1% を仮定した。入力地震波は、兵庫県南部地震 (1995 年) 時の神戸海洋気象台 NS 波で、実験時の入力波を使用している。

【研究結果】 図 2 に、入力加速度の最大値を $16.4m/s^2$ に基準化した場合の無偏心試験体および二軸偏心試験体の X 方向 1 層層間変形時刻歴を、実験結果と比較して示す。解析結果は、実験から得られた試験体の周期特性を良く再現している。しかし、偏心率が大きくなるに従って解析結果は応答値を過大評価する傾向があり、最大応答以降では、実験結果と解析結果との間にずれが見られる。

実験と同じケースについて解析を行い、X 方向変形と

回転角の最大値をプロットしたものを図3に示す。図中、白抜きの印は実験結果を表す。多少のばらつきはあるものの、水平変形の増大に伴って最大回転角がほぼ直線的に大きくなる傾向が見られ、実験結果および解析結果は、ほぼ同様の傾向を示している。

また、1層のX方向最大層間変形 - 最大層間回転角関係について、一軸・二軸偏心骨組のパラメトリックスタディの結果を図4に示す。一軸および二軸偏心ともに、1層に関しては偏心率0.25以下の解析ケースにおいては、加振ステップ 16.4m/s²で最大回転角を記録しており、加振ステップ 24.0m/s²において最大回転角は減少している。偏心率 0.30 以上の解析ケースに関しては、塑性化の進行に伴い、最大回転角が増加する傾向が強まり、偏心率が大きくなるほど最大層間変形と最大層間回転角が弾性から塑性範囲まで、ほぼ比例関係となる。

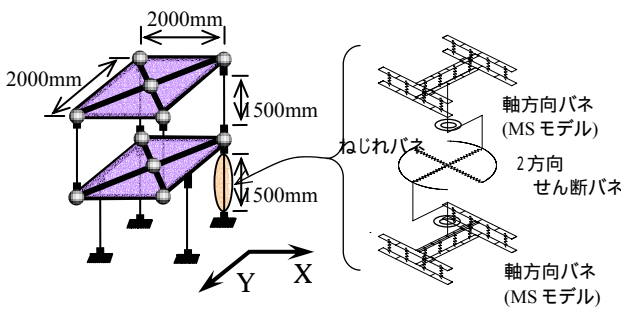


図1 解析モデル

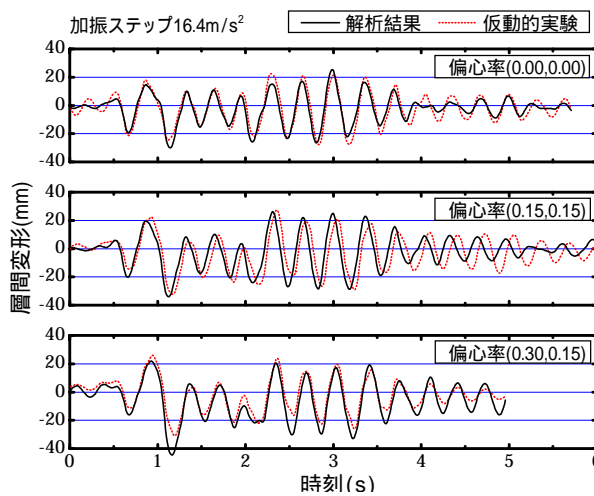


図2 応答変位 (解析と実験の比較)

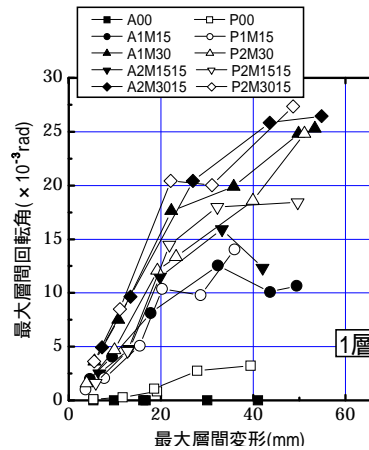


図3 最大応答 (解析と実験値との比較)

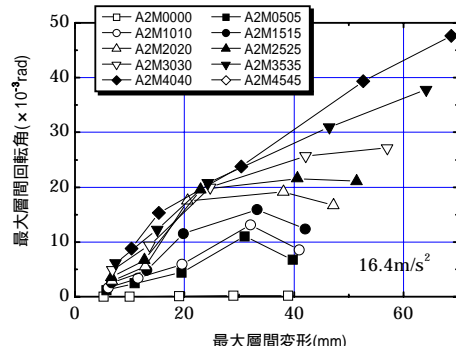
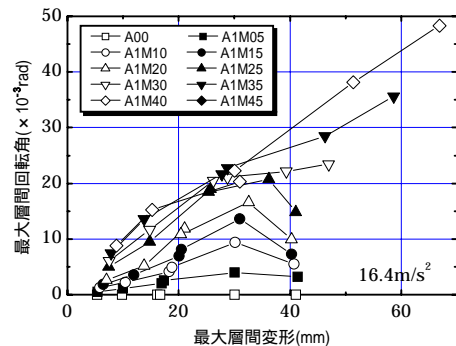


図4 最大応答変形と最大回転角の関係

偏心が構造物のねじれ応答に及ぼす影響を見るため、簡単な2層のモデル架構について偏心率をパラメータとした予備解析を実施した。その結果、過去の実験で得られた結果と同様、重心位置での応答変形と応答回転角の間には線形に近い関係が見られ、その傾きは偏心率の大きさによって変化する傾向が見られた。

【参考文献】 1. 加藤博人, 福田俊文, 楠浩一, 隈澤文俊, 廣崎裕一; 偏心を有する鉄骨造骨組のねじれ地震応答性状に関する実験研究, 鋼構造年次論文報告集, 第9巻, pp.389-396, 2001年11月