

多層壁フレーム建築物における高次モード応答せん断力の評価  
Evaluation of Higher Mode Shear Responses for Multi-story Wall-Frame Buildings

○ 倉本 洋  
○ Hiroshi Kuramoto

A method of evaluating the higher mode components of story shears contributed by the shear walls and frames in RC wall-frame buildings is proposed. Time history earthquake response analysis and pushover analysis for 4 types of 12 story RC wall-frame building which has the different wall arrangement are executed to examine the prediction accuracy of earthquake responses by the proposed method. Almost good agreements between the results of the proposed method and the earthquake response analysis are obtained in the story shears contributed by the shear walls and frames.

### 1. はじめに

壁フレーム建築物は連層耐震壁の存在によって地震時における建築物全体の振動モード形が1次モード支配型となるため、地震応答（応答せん断力と応答変形）の評価が比較的容易である。その一方で、純フレーム建築物の場合とは異なり、耐震壁とフレーム間で境界梁を介した複雑なせん断力の相互伝達（境界効果）が生じ、耐震壁およびフレーム個々の負担応答せん断力の評価が難しい。

本研究では、地震時に壁フレーム建築物の耐震壁およびフレームに生じる高次モード応答せん断力の評価に関する一方法を提案する。

### 2. 層せん断力の高次モード成分の評価

1次モードに対する建築物全体の等価質量を ${}_i\bar{M}$ とし、 ${}_i\bar{M}$ における耐震壁およびフレームの分担質量をそれぞれ ${}_{1w}\bar{M}$ および ${}_{1f}\bar{M}$ とすると、次式が成り立つ<sup>1)</sup>。

$${}_i\bar{M} = {}_{1w}\bar{M} + {}_{1f}\bar{M} \quad (1)$$

$$\text{ここに、} {}_{1w}\bar{M} = \frac{{}_{1w}S_{amax}}{{}_1S_{amax}} \cdot \sum_{i=1}^N m_i \cdot {}_{1w}\beta \cdot {}_{1w}u_i \quad (2)$$

$${}_{1f}\bar{M} = \frac{{}_{1f}S_{amax}}{{}_1S_{amax}} \cdot \sum_{i=1}^N m_i \cdot {}_{1f}\beta \cdot {}_{1f}u_i \quad (3)$$

$${}_{1w}\beta \cdot {}_{1w}u_i = {}_{1w}P_{imax} / (m_i \cdot {}_{1w}S_{amax}) \quad (4)$$

$${}_{1f}\beta \cdot {}_{1f}u_i = {}_{1f}P_{imax} / (m_i \cdot {}_{1f}S_{amax}) \quad (5)$$

ここで、 ${}_1S_{amax}$ は等価1自由度系の最大応答値に相当するMAP解析<sup>2)</sup>の荷重ステップでの建築物全体の応答加速度であり、 ${}_{1w}S_{amax}$ および ${}_{1f}S_{amax}$ はその耐震壁およびフレーム成分を示す。また、 ${}_{1w}P_{imax}$ および ${}_{1f}P_{imax}$ は当該荷重ステップにおける耐震壁およびフレームの*i*層における作用水平力を表す。また、建築物全体の*i*層における層せん

断力の高次モード成分を ${}_hQ_i(t)$ 、およびその耐震壁およびフレームの負担成分を ${}_{hw}Q_i(t)$ および ${}_{hf}Q_i(t)$ とすると、

$${}_hQ_i(t) = {}_{hw}Q_i(t) + {}_{hf}Q_i(t) \quad (6)$$

の関係がある。一方、層せん断力の高次モード成分 ${}_hQ_i(t)$ は地動の加速度 $\ddot{x}_0(t)$ に比例するという性質を利用すると、次式で近似できる<sup>2)</sup>。

$${}_hQ_i(t) \approx {}_2Q_i(t) - \sum_{j=1}^N \left\{ m_j \left( 1 - \sum_{s=1}^2 \beta_s u_j \right) \right\} \cdot \ddot{x}_0(t) \quad (7)$$

ここに、 ${}_2Q_i(t)$ は*i*層の応答せん断力の2次モード成分であり、 ${}_s\beta_s u_j$ は*s*次の刺激関数を表す。

さらに、式(1)の関係を考慮すると、式(7)は

$$\begin{aligned} {}_hQ_i(t) &\approx \left[ {}_2Q_i(t) - \sum_{j=1}^N \left\{ m_j \left( 1 - \sum_{s=1}^2 \beta_s u_j \right) \right\} \cdot \ddot{x}_0(t) \right] \\ &\times \left( \frac{{}_{1w}\bar{M}}{{}_1\bar{M}} + \frac{{}_{1f}\bar{M}}{{}_1\bar{M}} \right) = \frac{{}_{1w}\bar{M}}{{}_1\bar{M}} {}_hQ_i(t) + \frac{{}_{1f}\bar{M}}{{}_1\bar{M}} {}_hQ_i(t) \end{aligned} \quad (8)$$

と書き換えることができる。したがって、式(6)および(8)より、耐震壁およびフレームの負担ベースシアの高次モード成分 ${}_{hw}Q_i(t)$ および ${}_{hf}Q_i(t)$ は次式で与えられる。

$${}_{hw}Q_i(t) = \frac{{}_{1w}\bar{M}}{{}_1\bar{M}} {}_hQ_i(t), \quad {}_{hf}Q_i(t) = \frac{{}_{1f}\bar{M}}{{}_1\bar{M}} {}_hQ_i(t) \quad (9)$$

### 3. まとめ

壁フレーム建築物の耐震壁およびフレームに生じる高次モード応答せん断力の評価法を提案した。

#### 参考文献

- 1) 秋田知芳、倉本洋：限界耐力計算によるRC造壁フレーム建築物の地震応答評価、コンクリート工学年次論文集、第27巻、第2号、pp.49-54、2005.6
- 2) 倉本洋：多層建築物における等価1自由度系の地震応答特性と高次モード応答の予測、日本建築学会構造系論文集、第580号、pp.61-68、2004.6