

集約型層剛性モデルによるRC建物の動的耐震 検討：横浜市立大曽根小学校第二校舎

古明地, 洋佳 / 木村, 築 / YOSHIDA, Nagayuki / KAWAI,
Yuto / KIMURA, Kizuku / KOMEICHI, Yousuke / 吉田, 長行 /
河井, 雄登

(出版者 / Publisher)

法政大学情報メディア教育研究センター

(雑誌名 / Journal or Publication Title)

法政大学情報メディア教育研究センター研究報告 / 法政大学情報メディア教育研
究センター研究報告

(巻 / Volume)

30

(開始ページ / Start Page)

36

(終了ページ / End Page)

41

(発行年 / Year)

2016-04-01

(URL)

<https://doi.org/10.15002/00013436>

集約型層剛性モデルによる RC 建物の動的耐震検討

-横浜市立大曾根小学校第二校舎-

Earthquake Resistance Analysis of RC Structures by Reduced Layer Model

-Osone Elementary School-

古明地 洋佳¹⁾ 木村 築¹⁾ 河井 雄登²⁾ 吉田 長行²⁾

Yosuke Komeichi, Kizuku Kimura, Yuuto Kawai, Nagayuki Yoshida

¹⁾ 法政大学大学院デザイン工学研究科建築学専攻

²⁾ 法政大学デザイン工学部建築学科

This study proposes a simple elasto-plastic analysis for the dynamic earthquake resistance diagnosis. The reduced layer model is very effective to get the total judgment quickly. The basic data for a building is obtained by microtremor observation together with its plan and measurement. The numerical results are certificated by the analysis based on the three dimensional frame model and the observation data.

Keywords : Reduced layer, Three-dimensional frame, Microtremor observation

1. はじめに

本研究では、動的耐震診断に有効な簡易解析手法を提案する。建物の地震応答解析には精度の高い「立体骨組モデル」が用いられる。これにより、部材レベルでの詳細な弾塑性挙動を把握することが出来るが、動的耐震診断では結果の得やすい簡易な解析手法も必要となる。そこで、層内の柱、壁などの部材の層間変位を等しく置くことにより、弾塑性解析の簡易化を図った「集約型層剛性モデル」を提案し、精度と有効性を検討する。解析に用いるデータは図面と実測に基づき得られたものである。

年が経過しているが、2005年には改修工事を行い、1階、2階の一部にブレースの増設が施されている。構造体としては、1階から3階までほぼ同寸法の柱が連続しており、比較的単純な構造である。X方向Y方向ともに1.0Hz付近において1次ピークが見られた。これにより観測固有周期は1s程度になると考えられる。また、建物高さが10.18mであるので、建物高さから算出する固有周期は0.203sと算出できる。学校建築であることや耐震改修がなされていることから新耐震施行以前の一般的な建築物と比較し高い剛性を有するすると比較的良好的な観測結果が得られている [1],[2]。

2. 動的耐震検討のための常時微動観測

本研究では横浜市立大曾根小学校の北側校舎を対象として常時微動観測を行った。

2.1 対象建物

神奈川県所在の、横浜市立大曾根小学校内にある教室棟のひとつであり、鉄筋コンクリート造地上3階建ての学校建築である。1965年の竣工から約50



図.1 対象建物外観

Fig.1 Appearance of the observed building

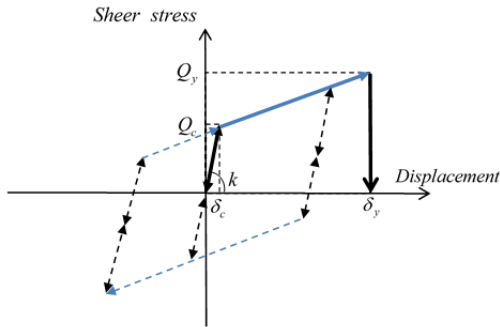


図.3 トリリニア・バイリニア骨格曲線と履歴曲線
Fig.3 Skeleton curve and trilinear hysteresis and bilinear one

(1) トリリニアモデル hysteretic

骨格曲線は弾性を表す第1勾配、クラック発生後の第2勾配、および降伏後の第3勾配からなる。

(2) トリリニアモデル上のバイリニア領域

移動点は上下に平行する2本の第3勾配線に挟まれた領域から出ることにはできない。第2勾配または第3勾配上の分岐点から分岐線が発生する。平行する他の勾配線上で再度分岐が生じると、この点を偶点とし、平行する上下勾配線に内接する平行四辺形の移動領域が生じることになる。

(3) バイリニアモデル

骨格曲線は弾性を表す第1勾配、クラック発生後の第2勾配からなる。第2勾配を越えると耐震壁の剛性はゼロになる。

(4) 勾配上の移動

第1勾配上は正負両方向移動可能、第2、第3勾配上は正または負方向のみ移動可能、載荷時正方向移動可能、除荷時負方向移動可能となる。

(5) 分岐後の移動

骨格曲線の第2(3)勾配上で分岐が生じると、移動点は第1勾配で始まる分岐線に移動する。

平行するもう一方の勾配線上で再分岐が生じた場合、発生するバイリニア領域が移動領域となる。

移動点がバイリニア領域の右上端または左下端の隅点を超える瞬間、バイリニア領域から骨格曲線の第2(3)勾配線上に脱出することができる。

4.3 弾塑性解析に必要な情報

弾塑性解析を行う上で必要な情報を以下に示す。

(1) 柱

$$M_c = (\sigma_c + N/bD)Z, \quad \sigma_c = 0.56\sqrt{F_c} \quad (40)$$

$$M_y = 0.8a_t\sigma_y D + 0.5ND(1 - N/bDF_c) \quad (41)$$

$$a_t = p_t bD, \quad p_t \geq 0.004 \quad (42)$$

($N/bD \leq 0.4F_c$ の場合)

$$\lambda_c = \frac{Q_y - Q_c}{Q_y / \alpha_y - Q_c} = \frac{M_y - M_c}{M_y / \alpha_y - M_c} \quad (43)$$

$$\alpha_y = \left(0.043 + 1.64n \cdot p_t + 0.043 \frac{M}{QD} + 0.33 \frac{N}{bDF_c} \right) \left(\frac{d}{D} \right)^2$$

$$\cong \left(0.141 + 0.0215 \frac{H'}{D} + 0.33 \frac{N}{bDF_c} \right) \left(\frac{d}{D} \right)^2, \quad (2 < M/QD \leq 5) \quad (44)$$

$$d \square D - 50$$

$$\lambda_y = 0.001 \square 0.01 \quad (45)$$

(2) 梁

$$M_c = \sigma_c Z, \quad \sigma_c = 0.56\sqrt{F_c} \quad (46)$$

$$M_y = 0.9a_t\sigma_y d, \quad a_t = p_t b d, \quad p_t \geq 0.004 \quad (47)$$

$$\lambda_c = \frac{Q_y - Q_c}{Q_y / \alpha_y - Q_c} = \frac{M_y - M_c}{M_y / \alpha_y - M_c} \quad (48)$$

$$\alpha_y = \left(0.043 + 1.64n \cdot p_t + 0.043 \frac{M}{QD} \right) \left(\frac{d}{D} \right)^2$$

$$\cong \left(0.141 + 0.0215 \frac{H'}{D} \right) \left(\frac{d}{D} \right)^2, \quad (2 < M/QD \leq 5) \quad (49)$$

$$d \square D - 5.0 \text{ (cm)}$$

$$\lambda_y = 0.001 \square 0.01 \quad (50)$$

(3) 壁

$$\gamma_c = 0.2 \times 10^{-3} \quad (51)$$

$$\gamma_y = 0.2 \times 10^{-2} \quad (52)$$

$$\lambda_c = 0.1 \quad (53)$$

$$\alpha_y = 0.19 \quad (54)$$

5. 実建物に対する動的耐震検討

5.1 検討用地震波入力

時刻歴応答解析には地震波として兵庫県南部地震を用い、解析を行った。兵庫県南部地震および入力地震波を図4に示す。

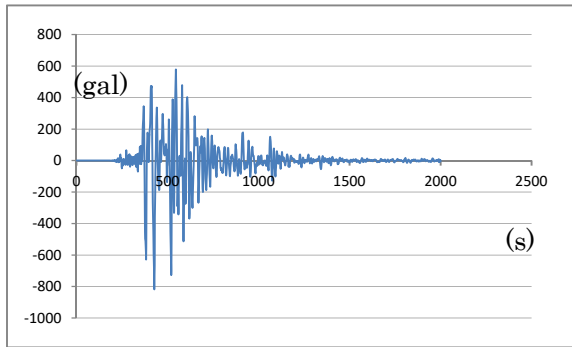


図.4 入力地震加速度
Fig.4 Input seismic acceleration.

5.2 解析結果

動的解析によって得られた結果により作成した層間変位-剪断力グラフを以下に記す。ただし、層間変位-剪断力グラフは縦軸が剪断力[M]、横軸が層間変位[m]。

(1) 剛性低減率無し

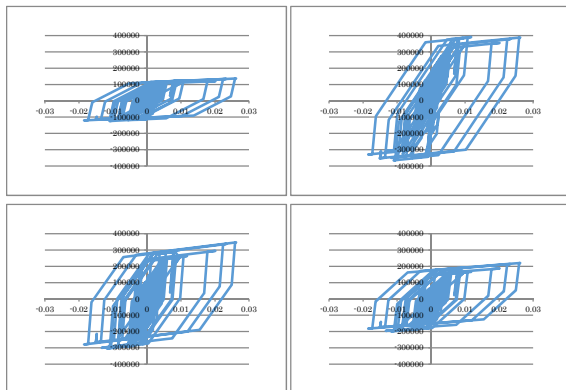


図.5 1階柱
Fig.5 1F column

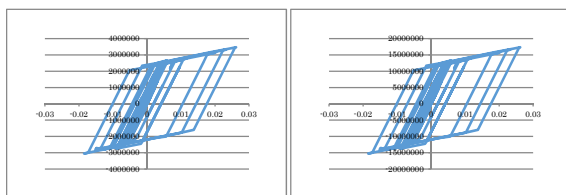


図.6 1階 壁・層
Fig.6 1F shear wall and floor

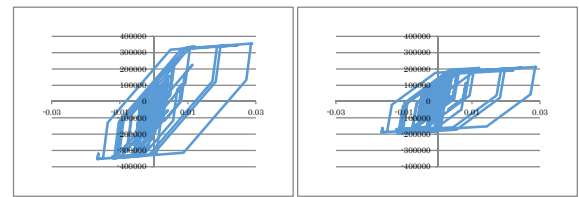
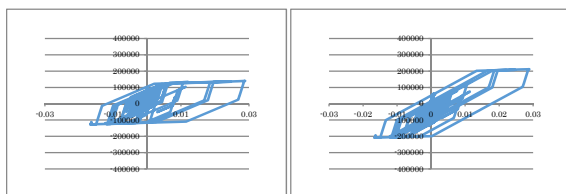


図.7 2階柱
Fig.7 2F column

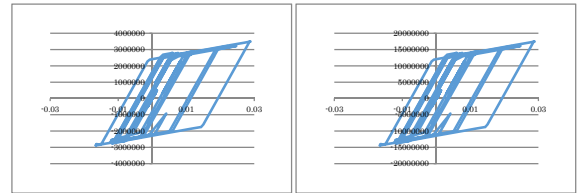


図.8 2階 壁・層
Fig.8 2F shear wall and floor

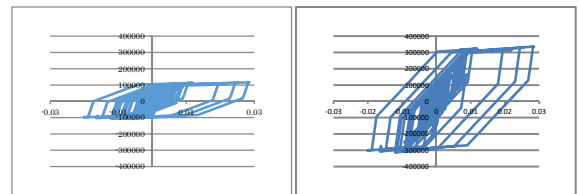


図.9 3階柱
Fig.9 3F column

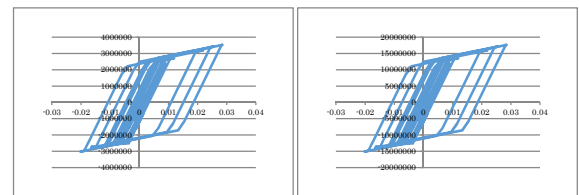
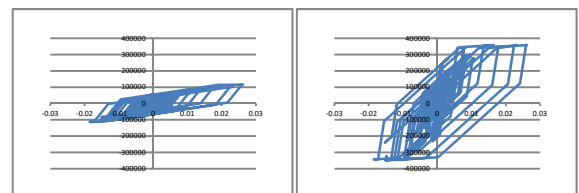


図.10 3階 壁・層
Fig.10 3F shear wall and floor

5.2.2 剛性低減率有り



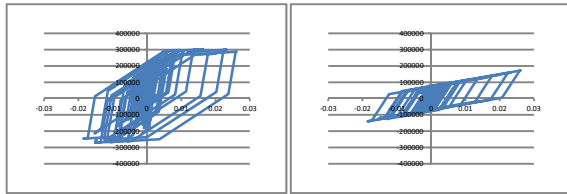


図.11 1階柱
Fig.11 1F column

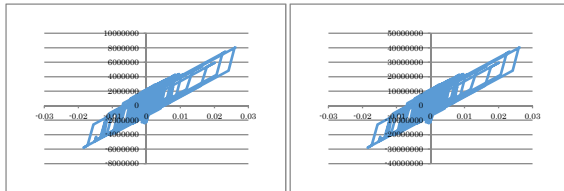


図 12 1階 壁・層
Fig.12 1F shear wall and floor

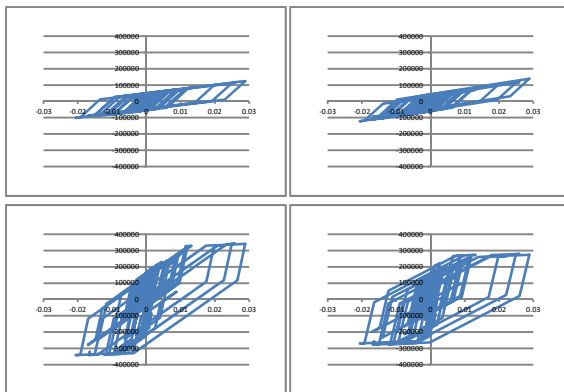


図.13 2階柱
Fig.13 2F column

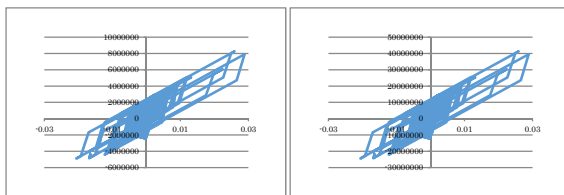


図.14 2階壁・層
Fig.14 2F shear wall and floor

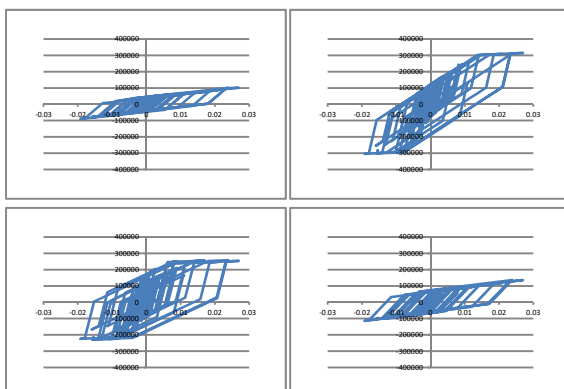


図.15 3階柱
Fig.15 3F column

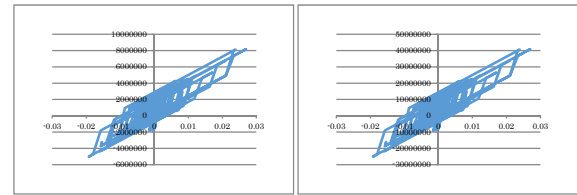


図 16 3階壁・層
Fig.16 3F shear wall and floor

6. 検討・考察

6.1 検討・考察

立体骨組モデルよりせん断剛性の算出を行い、集約型層剛性モデルにおける剛性と比較低減を行うことで、実際の建物の性能に近い集約型層剛性モデルを作成することができた。

指定した履歴特性を表現することが出来た。

D_s 値を算出した結果は 0.45 であった。この値は 0.3~0.5 の範囲でありこれらの数値は有効であるため、この低減方法は有効なものであると考えられる。以上から集約型層剛性モデルによる簡易な弾塑性解析は動的耐震診断において有益な手法となりうることが判明した。

参考文献

- [1] 柴田明德著、“最新 耐震構造解析 第2版”、森北出版株式会社、2003年
- [2] 田村幸雄、佐々木敦、塚越治夫、“RD法による構造物のランダム振動時の減衰評価”、日本建築学会構造系論文報告集 第454号、pp.29-38、1993年
- [3] 藤谷義信、藤井大地、野中哲也、“パソコンで解く骨組の静的・動的・弾塑性解析”、丸善株式会社、2000年
- [4] 社団法人 日本建築構造技術者協会、“耐震構造設計ハンドブック”、オーム社、2008年
- [5] 社団法人 日本建築学会、“鉄筋コンクリート構造計算基準 2010”、丸善株式会社、2010年
- [6] 戸川隼人著、“有限要素法による振動解析”、サイエンス社、1975年
- [7] 川井忠彦、藤谷義信、“振動および応答解析入門”、培風館、1991年