

低層免震建築物の風圧時応答に関する考察
その2: 免震層の復元力特性について

○正会員 花井 勉^{*3}
同 黒澤 隆志^{*1}
同 三宅 辰哉^{*2}

1. 序

前編では低層免震建築物の風圧時応答加速度は、免震層の初期剛性、減力剛性および、それらの下での減衰性に支配されることを示した。本編では、地震時および風圧時の応答加速度を許容範囲に納め得る免震層の復元力特性を明らかにすることを目的として、応答解析シミュレーションにより復元力特性を規定する諸特性が応答に与える影響について考察し、低層建築物用の免震設計の方向性を探る。

2. 解析モデルの設定

対象とする上部構造および振動モデルは前編と同じとする。免震層の復元力特性の設定方法も前編と同じであり、図-1に示すバイリニア型モデルに粘性減衰が付加されたものとする。復元力特性を規定する諸特性値は次の範囲とする。

初期剛性 $k_s = 5.0 \sim 15.0 \text{ t/cm}$

2次剛性 $k_2 = 0.6 \text{ t/cm}$

降伏せん断力係数 $\alpha_s = 0.005 \sim 0.15$

粘性減衰定数 $h = 0.05, 0.10$

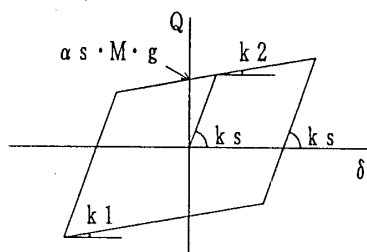


図-1 免震層の復元力特性

3. 応答解析シミュレーション

3-1 風圧時応答と地震時応答の比較

風圧時応答解析に用いる風圧力波は前編で作成した10種の模擬波であり、想定平均風速 U_h は15, 30m/sの2種とする。地震時応答解析には EL CENTRO NS (1940/5/18) と HACHINOHE EW (1968/5/16) の2波とし、最大速度を50kineに規準化したものを用いる。解析方法は前編と同様である。

図-2に風圧時応答例、図-3に地震時応答例を示した。いずれも上段が免震層の荷重変形履歴曲線、下段が応答加速度波形である。風圧時応答の場合は変形は1方

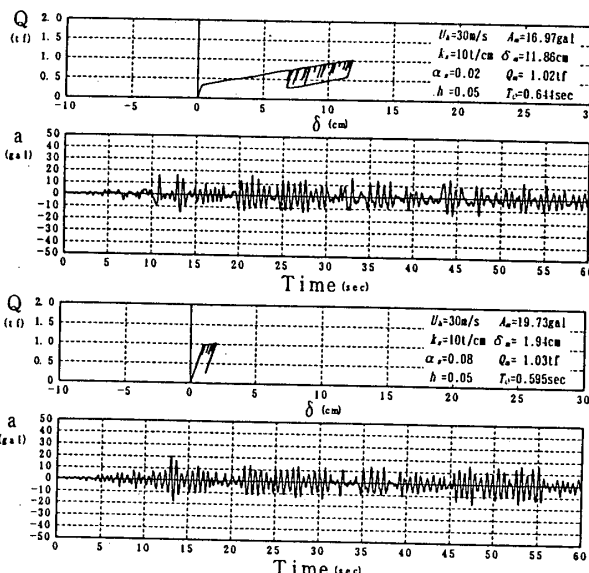


図-2 風圧時応答

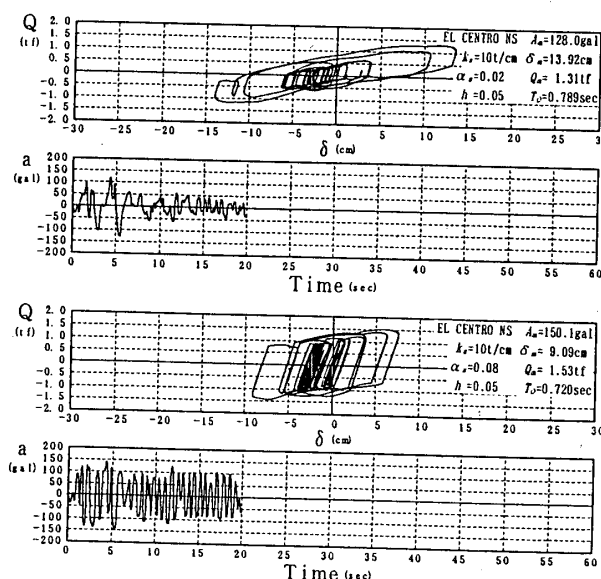


図-3 地震時応答

向のみに生じ、地震時応答のように正負両方向に繰り返すことは無い。風圧時応答加速度波をもとにゼロクロッシング法によって求めた平均周期 T_0 を図-2中に示した。本振動モデルの初期剛性下における固有周期は $k_s = 10.0 \text{ t/cm}$ の場合0.568sであるが、 T_0 はこの値に近く、風圧時応答は主に初期剛性および減力剛性下で生じる。

A study on the response of Few-story Base-isolated Building under wind force

Part 2: Hysteresis characteristics of base-isolation system

HANAI Tsutomu et al.

3-2 風圧時応答を支配する主たる要因について

免震層の復元力特性を規定する諸特性のうち、降伏せん断力係数 α_s 、初期剛性 k_s 、粘性減衰定数 h に注目して、それらが応答に与える影響について考察する。風圧時応答は10種の模擬波による平均値を対象とする。

図-4、5は風圧時応答に関するものであり、図-4は縦軸を最大応答加速度 A_m 、図-5は縦軸を最大応答変位 δ_m とし、図-4・5(a)は横軸を α_s 、(b)は横軸を k_s とした。 A_m は α_s にはほとんど影響されず、 k_s が大きいほど若干減少する。 δ_m は α_s に強く影響され、 k_s にはあまり影響されない。

図-6、7は地震時応答に関するものであり、図-6は縦軸を最大応答層せん断力係数 C_m 、図-7は縦軸を最大応答変位 δ_m とし、図-6・7(a)は横軸を α_s 、(b)は横軸を k_s とした。 C_m は α_s が大きいほど大きくなるが k_s にはほとんど影響されない。 δ_m は α_s が大きいほど小さくなるが、その傾向は風圧時に比べ弱い。また k_s が大きいほど δ_m は若干減少する。

図-8は文献1)に示される設計用風圧時加速度応答スペクトルに、本検討による風圧時応答結果をプロットしたものである。図中実線は減衰定数を0.01~0.10とした場合の設計用加速度応答曲線であり、一般の非免震低層鉄骨造建物($h=0.02$, $f=3.5$ Hzと仮定)の位置を◇で示す。免震層の初期剛性及び減衰を増すことで同レベルの応答値とすることができる。

免震建築物の設計目標を $C_m \leq 0.2$ と仮定し、図-6(a)から $\alpha_s = 0.06$ とすれば、図-5(a)から風圧時の δ_m は約5cmとなる。再現期待値が50年の暴風時にこの程度の変形は許容できるとすれば、別途建物下部に質量を付加するなどの特別な処置を講じなくても、低層建築物の免震化は可能となる。

5. まとめ

風圧時および地震時の応答解析シミュレーションの結果、低層建築物の免震化に関する可能性と問題点が次のように確認できた。

- ①低層免震建築物の風圧時の応答加速度は、免震層の降伏せん断力係数にはほとんど影響されず、応答加速度を低減するには初期剛性と初期剛性下での減衰性を高めることが有効である。
- ②したがって、免震層の降伏せん断力係数は地震時に所定の免震効果が得られるように設定すれば良い。
- ③ただし、そのとき暴風時の最大変位量が数cmになり、これが許容されるか否かは今後の研究課題である。

参考文献

1)前編の参考文献1)と同じ

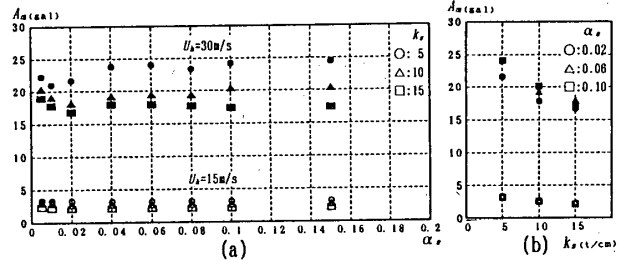


図-4 風圧時最大応答加速度 $h=0.05$

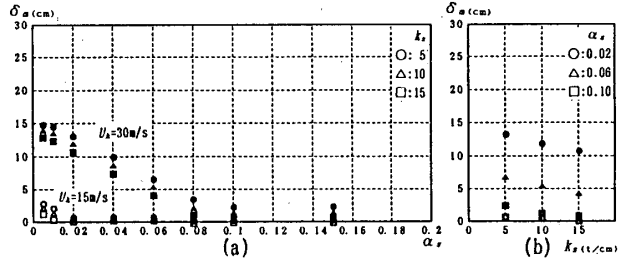


図-5 風圧時最大応答変位 $h=0.05$

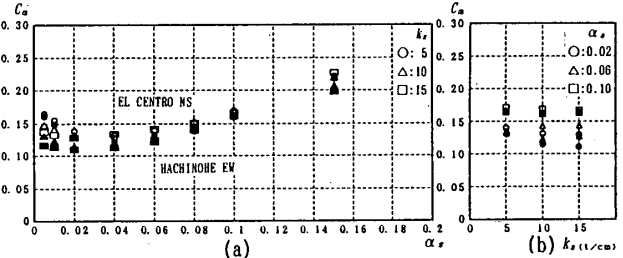


図-6 地震時最大応答層せん断力 $h=0.05$

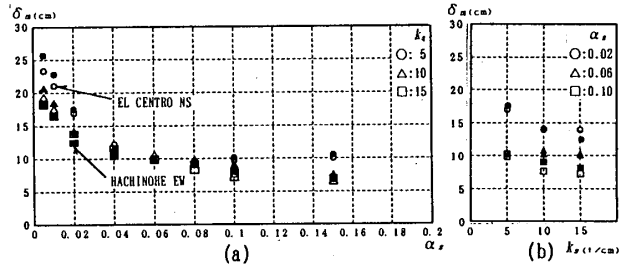


図-7 地震時最大応答変位 $h=0.05$

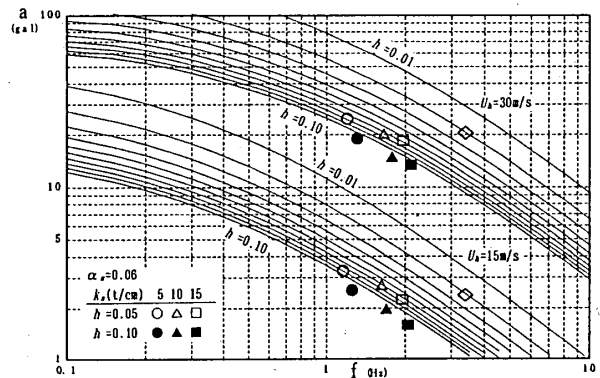


図-8 風圧時応答加速度スペクトル

*1 旭化成工業
*2 名古屋工業大学大学院生 (日本システム設計)
*3 日本システム設計

Asahi Kasei Kogyo
Graduate Student, Nagoya Institute of Technology
Nihon System Sekkei