

参考資料 6-A 超高層試設計モデルの室内挙動

1. 超高層試設計モデルの床応答について

第6章の性能評価例における超高層試設計モデルの各層最大応答加速度を図1に再掲する。また、表1に、2階、25階、48階における床応答の最大値をまとめて示す。

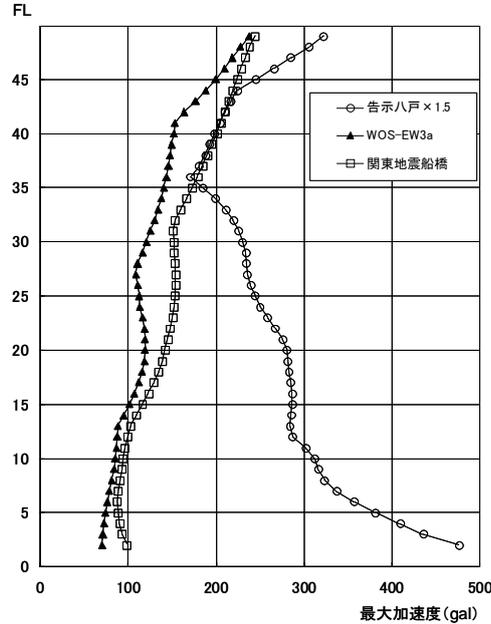


図1 各層最大応答加速度

表1 TMDを作動させた場合とさせない場合のフロアレスポンスの比較

		告示 (極稀 1.5 倍)	南海 (西大阪)	関東 (船橋)
48階	最大加速度 (m/s ²)	3.04 (3.25)	2.28 (2.77)	2.38 (3.93)
	最大速度 (m/s)	2.10 (2.19)	1.67 (2.34)	1.98 (2.87)
	最大変位 (m)	1.95 (2.18)	1.38 (2.06)	1.73 (2.49)
	F_e	0.23(0.24)	0.22(0.19)	0.19(0.22)
25階	最大加速度 (m/s ²)	2.48 (2.52)	1.12 (1.34)	1.53 (2.00)
	最大速度 (m/s)	1.06 (1.17)	0.73 (1.04)	0.85 (1.40)
	最大変位 (m)	0.94 (1.02)	0.64 (0.95)	0.77 (1.18)
	F_e	0.37(0.34)	0.24(0.21)	0.29(0.23)
2階	最大加速度 (m/s ²)	4.76 (4.76)	0.70 (0.70)	0.98 (0.98)
	最大速度 (m/s)	0.72 (0.72)	0.24 (0.24)	0.36 (0.36)
	最大変位 (m)	0.60 (0.60)	0.20 (0.20)	0.26 (0.26)
	F_e	1.05(1.05)	0.46(0.46)	0.43(0.43)

注1) ()内は、TMDを作動させない場合の数値である。

注2) 変位及び速度は、それぞれ絶対変位、絶対速度とする。

注3) $F_e = A/(2\pi V)$

図1に示す通り、告示波の場合、中間階から下層階においても床応答加速度は大きくなっている。一方、南海(WOS-EW3a)と関東では同様の傾向を示し、中間階以下では床応答加速度は告示波と比較し大きくないが、最上階及びその近傍では告示波とほぼ同程度の床応答加速度が生じている。

南海等の長周期地震動に対する場合には、地表面上での最大加速度がそれほど大きくない場合で

あっても、共振現象により建築物頂部において応答が大きく増幅される場合のあることが分かる。

表1によると、南海、関東において、最上階(48階)の応答はTMDによりかなり低減されている。一方、25階及び2階ではこの応答低減効果はそれほど顕著ではない。また、告示波に対する場合の25階の応答であるが、加速度は他の場合に対し、より大きくなっているが、最大速度及び最大変位はそれほど大きな値とはなっていない。

以上に示した試設計モデルの床応答の特徴を抽出し、室内挙動に着目した場合の耐震性能を考察できるように、以下の4ケースについて建研式大ストローク振動台により室内状況を再現する。

- 1) ケース1：告示波25階(TMD有り)
- 2) ケース2：南海25階(TMD有り)
- 3) ケース3：南海48階(TMD有り)
- 4) ケース4：南海48階(TMD無し)

1)と2)の結果を比較することにより、中間階において高次モードの影響により床応答加速度が大きくなることの室内挙動に与える影響を検討する。また、3)と4)の結果を比較することにより、TMDによるフロアレスポンスの低減効果を検討する。

各ケースの変位波形を図2~4に示す。

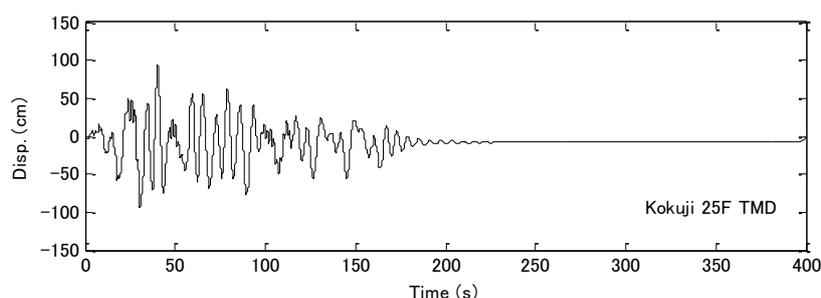


図2 絶対変位時刻歴(告示波25階、TMD有り)

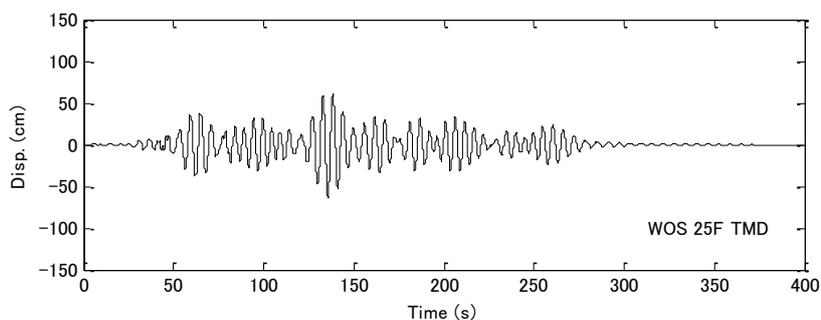


図3 絶対変位時刻歴(南海25階、TMD有り)

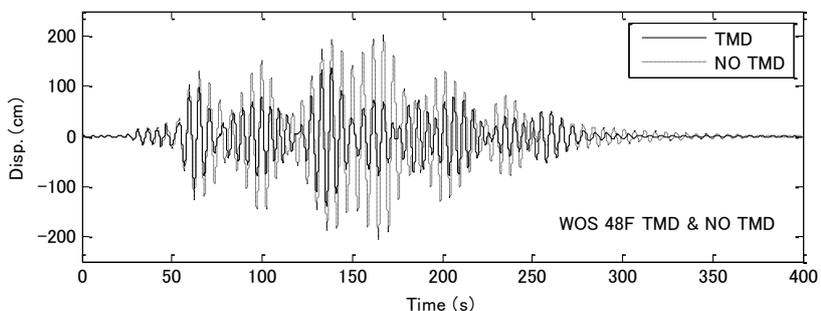


図4 絶対変位時刻歴(南海48階、TMD有りと無し)

なお、TMD有りの場合の地震動終了後の南海48階の変位波形を示すと図5となり、これより、

対数減衰率として減衰定数を求めると 5.6%となる。

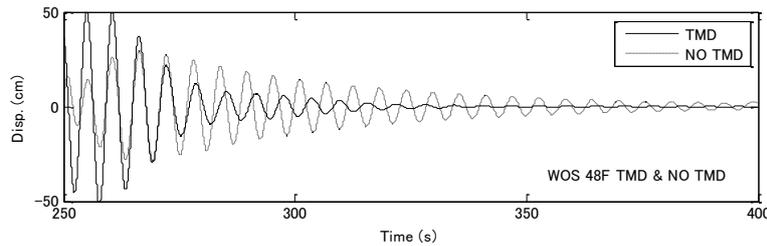


図 5 自由振動変位波形(地震動終了時刻は 300s)

2. 実験結果

実験に用いた部屋モデルの様相を写真 1 に示す。建研式大ストローク振動台上に部屋モデルを設置し、その床に、キャスター付きのテレビ模型及び本棚を載せている。キャスター付きテレビ台の摩擦係数を、表 2 に示す。

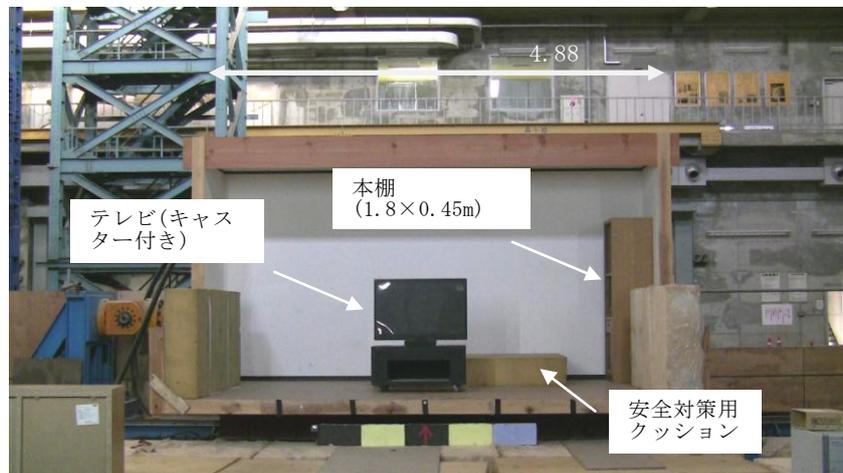


写真 1 部屋モデル

表 2 テレビ台摩擦係数

ストッパーを効かせない場合	0.014
ストッパーを効かせた場合	0.715

前章で述べた 4 つのケースの実験結果の様相を写真 2～5 に示す。

写真 2 と 3 は、ケース 1 と 2 の場合であり、25 階の室内挙動に対する地震動による揺れの違いの影響を検討している。両者の比較により、ケース 1 の告示波の場合において、高次モードの発現により、床応答加速度が大きくなる場合でも、テレビ台の滑りで見れば、ケース 2 の南海の場合と大差はなく、高次モードはそれほど室内挙動には影響しないことが見て取れる。なお、本棚は両ケースの場合で転倒していない。

写真 4 と 5 は、ケース 3 と 4 の場合であり、48 階の室内挙動における TMD の効果を検討したものである。TMD を作動させない写真 5 の場合には本棚が転倒した。ただし、テレビは、キャスターのストッパーを効かせていないため、TMD を作動させた写真 4 の場合でも、側壁に衝突している。

写真 6 と 7 は、同様にケース 3 と 4 の場合であるが、ここでは、テレビ台のストッパーを効かせている。テレビ台はケース 3 と 4 の両者の場合とも滑動しなかった。キャスター付き家具の安全対

策としてストッパーを効かせることが有効と言える。



写真2 実験結果(告示波2.5階(TMD有り))
[テレビ台のストッパーを効かせない場合]



写真3 実験結果(南海2.5階(TMD有り))
[テレビ台のストッパーを効かせない場合]



写真4 実験結果(南海4.8階(TMD有り))
[テレビ台のストッパーを効かせない場合]



写真5 実験結果(南海4.8階(TMD無し))
[テレビ台のストッパーを効かせない場合]



写真6 実験結果(南海4.8階(TMD有り))
[テレビ台のストッパーを効かせない場合]



写真7 実験結果(南海4.8階(TMD無し))
[テレビ台のストッパーを効かせない場合]

3. まとめ

試設計モデルの地震時室内挙動を、建研式大ストローク振動台により再現し、地震時における室内安全性を検討した。中間階の2.5階より、最上階の4.8階の方が、家具は倒れやすく、また、キャスター付き家具は滑動し易くなる。本試設計モデルの場合には、家具の転倒防止にはTMDにより建築物に減衰を付加することが、キャスター付き家具の滑動を小さくするには、ストッパーを効かせることが有効であった。地震時室内安全性を確保するには、建築構造物に対し減衰を大きくする等の対策を施す他、個別の家具への対処が求められると言える。