

免震層簡易風応答評価法への高減衰積層ゴムの適用

その3 適用事例

免震構造 高減衰積層ゴム 風応答
簡易評価法

1.はじめに

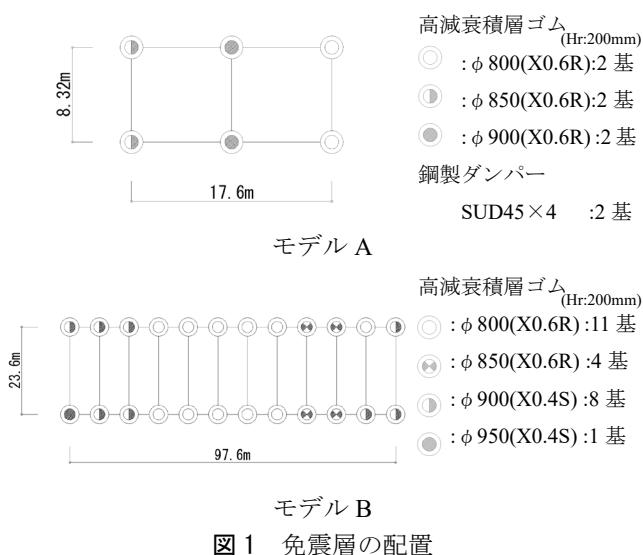
その1, その2で免震建築物の風応答評価¹⁾に利用される簡易風応答評価法（以下、簡易評価法）に高減衰積層ゴムの復元力モデル²⁾を適用するための計算法を示した。その3では、実際の免震建築物のモデルに本提案法を適用した計算結果について検討を行う。

2.検討した建築物モデル

検討した建築物モデルの諸元を表1に、免震層の配置を図1に示す。モデルAはRC造10階建ての基礎免震構造で、免震部材に高減衰積層ゴム（X0.6R）のみと高減衰積層ゴム（X0.6R）と鋼製ダンパーの組み合せの2ケース、モデルBはRC造4階建ての基礎免震構造で、免震部材に高減衰積層ゴム X0.6R と X0.4S の2種類を配置した。

表1 建築物諸元

	モデルA	モデルB
構造種別	RC造10階建て 基礎免震	RC造4階建て 基礎免震
建設地	東京都23区内	埼玉県
地表面粗度区分	III	III
基準風速	34(m/s)	32(m/s)
建築物形状	高さ30.1(m) 見付幅17.6(m) 奥行8.32(m)	高さ21.3(m) 見付幅97.6(m) 奥行23.6(m)



正会員 ○河合 謙¹ 同 貝谷 淳一¹
同 山崎 久雄² 同 岩本 裕史²
同 竹内 貞光³

表2に建築物に作用する風荷重再現期間500年の風方向 W_D と風直交方向 W_L の風荷重を示す。図2に検討する風方向と風直交方向の荷重を示す。図中に免震層の降伏耐力（青線）を示す。全風荷重は、免震層の降伏耐力に対してすべてのケースで大きくなっているが、変動成分の風荷重に対しては弾性範囲内（赤線）となっている。再現期間50年の風荷重では全荷重が降伏耐力以下であることを確認していることから、免震層のランクはB相当¹⁾となる。

表2 風荷重(再現期間500年)

	モデルA		モデルB	
	W_D	W_L	W_D	W_L
全荷重 (kN)	1200	422	3500	1230
ガスト影響係数 G_f	2.21	-	2.36	-
平均成分 (kN)	543	-	1486	-
変動成分 (kN)	657	422	2014	1230

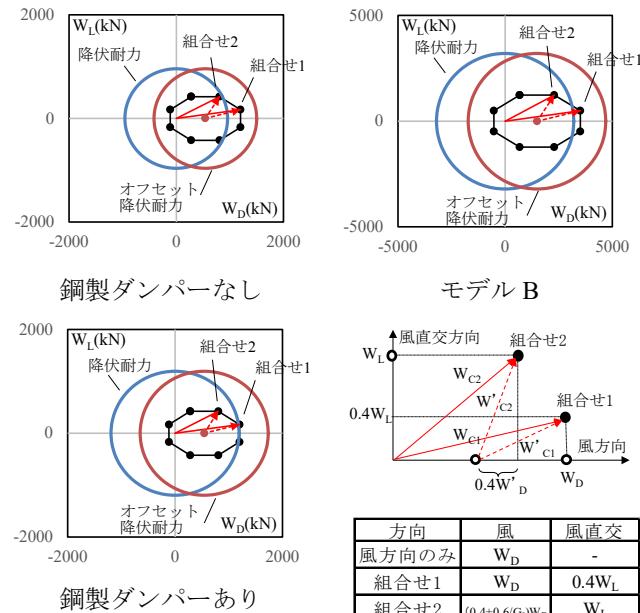


図2 風方向風荷重と風直交方向荷重

3.提案法による応答評価

その1, その2で示した簡易評価法の計算法により、免震層の風応答を求める。風荷重は、風方向のみ、組合せ1,

組合せ2の3つのケースとした。組合せの荷重を考慮した計算は、その2に示した方法①($(\tau_{max,D}^2 + \tau_L^2)^{0.5}$ (D =風方向, L =直交方向)を τ_{max} のベクトル成分 $\bar{\tau}_{max}$ とした場合と、方法② γ_{max} を見かけの $\gamma_{max,D}$ として求まる $\tau_{max,D}$ を $\bar{\tau}_{max}$ とした場合の2つの方法でおこなう。

図3に、風方向の免震層の荷重 Q と変位 U を示す。図中、赤線は地震応答時の復元力特性、青線は水平クリープを考慮した復元力特性を示している。組合せ1と2の応答結果は、応答変位の大きい方法②で求めたものである。風方向の最大変位 $U_{max,D}$ は、2方向の影響を受ける組合せ1が最も大きくなるが、差異は小さい。風方向のみの応答と比べて組合せ1は、差異の最も大きいモデルA鋼製ダンパーありで+0.8%である。組合せ2は、変動成分の荷重が風方向のみや組合せ1より小さい。そのため、平均変位 $U_{m,D}$ も変動成分の荷重の影響を受け小さくなる。風方向のみの応答と比べて組合せ2は、差異の最も大きいモデルA構成ダンパーありで-48%である。風方向の残留変位 $U_{r,D}$ は、風方向の最大変位と同様に組合せ1が最も大きくなるが差異は小さい。風方向のみと比べて組合せ1は差異の最も大きいモデルA構成ダンパーありで+1.6%である。組合せ2は、最大変位が最も小さいことから残留変位も最も小さくなる。モデルA鋼製ダンパーありの場合、鋼製ダンパーの1次剛性が戻りの復元力に影響を与えるため、鋼製ダンパーなしに比べて最大変位は小さいが残留変位は大

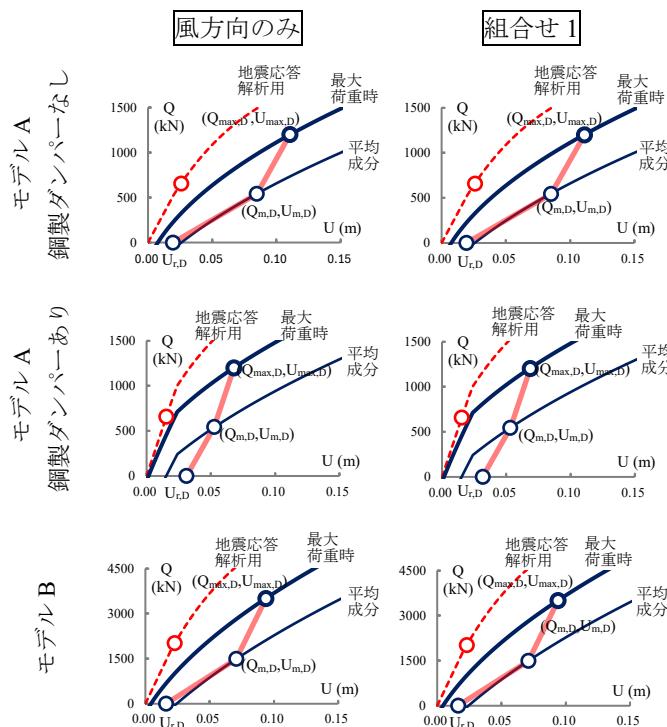


図3 荷重-変位(風方向)図

きくなる。

図4に最大変位 U_{max} 、平均変位 U_m 、残留変位 U_r の風方向 U_D と風直交方向 U_L の結果を示す。図4には、組合せを考慮した計算時に適用した方法①、方法②の結果を示している。両者の計算結果の差はわずかである。検討したモデルは、いずれも風直交方向の荷重が風方向より小さいため、平均成分の風荷重の影響が大きい風方向に向けて大きく変位している結果となっている。

4.まとめ

免震建築物の風応答評価に利用される簡易風応答評価法を高減衰積層ゴムに適用した手法を用いて、実際の免震建築物のモデルの風応答評価を行った。今後、さらにケーススタディを行うとともに、その妥当性の検証を行なっていく。

参考文献

- 日本免震構造協会：免震建築物の耐風設計指針、2023.3
- 石田安澄、森隆浩、竹内貞光、鈴木重信、中村昌弘：高減衰ゴム系積層ゴムの風荷重によるクリープ変形および残留変形の検討、日本建築学会大会学術講演梗概集、2017.8

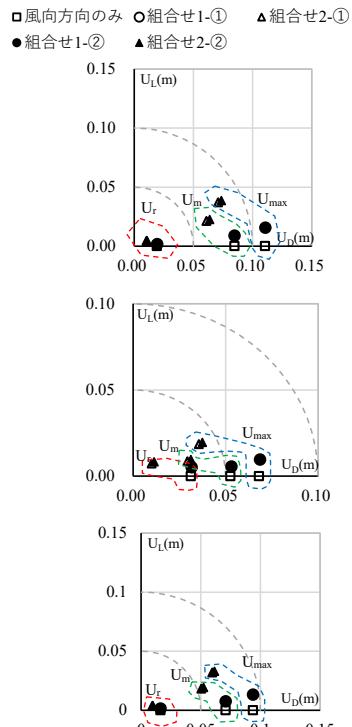


図4 応答変位

*1 能勢建築構造研究所

*2 ユニオンシステム

*3 ブリヂストン

*1 Nose Structural Engineering

*2 UNION SYSTEM Inc.

*3 Bridgestone Corporation