

# 免震模型の設計・制作と振動台実験

## (その3) ウレタンアイソレータによる免震効果の検討

長谷川研究室  
01512133 中村 佳祐

### 1. はじめに

前報から、ウレタンアイソレータにおいても積層化が有効との結論を得た。そこで本報では、同様な方法でウレタンアイソレータを制作して振動台実験を行い、免震による建屋の応答低減効果を非免震模型との比較で検討した。

### 2. 模型試験体と振動台実験

模型試験体と振動台実験の概要を図1に示す。ここでは、図のように非免震模型と免震模型を同時加振し、それぞれ基礎と建屋の加速度応答波形を記録した。実験ケースの一覧を表1に示す。同表では非免震模型と免震模型に分けて実験パラメータを示した。ここで、免震模型については、建屋応答の低減効果を検討するため、アイソレータの幅高さ比  $B/H$  を変えて免震周期  $T_M$  を計算し、建屋周期  $T_B$  に対する比が  $T_M/T_B=1\sim 4$  の範囲で4ケースの免震模型 A~D を制作した。

免震模型の制作方法と振動台実験の方法は(その2)と同様である。ただし、ここでは建屋応答に着目するため、入力波は建屋周期にあたる  $T=0.1$  秒の正弦波で与え、その加速度振幅を  $A_g=100Gal$  として振動台入力した。

### 3. 建屋応答の比較検討

振動台実験から得られた基礎(#1, #3)と建屋質点(#2, #4)の加速度応答波形を図2に示す。まず、(a)の免震模型では基礎が入力と逆位相になって、入力の遮断効果が見られる。一方、(b)の非免震模型では基礎と入力は同挙動であるから、建屋質点は共振して、(a)の免震模型Cの約3倍の加速度応答を示している。(c)には、建屋質点における加速度応答波形を非免震模型と免震模型A~Dの比較で示した。これから分かるように、建屋周期  $T_B$  に対する免震周期  $T_M$  の比  $T_M/T_B$  が大きくなると、すなわち  $T_M$  が  $T_B$  から離れて長周期化するに従い、免震による建

屋応答の低減効果が大きくなる。

表1には、基礎上端と建屋頂部の加速度応答振幅を一覧して示した。これを入力振幅  $A_g (=100Gal)$  で除して加速度応答倍率の建屋分布として表示すると、図3のようになる。これを見ると、おおよそ  $T_M/T_B > 2.5$  (免震模型C, D)になると基礎での入力遮断効果が現れ、建屋頂部の応答低減効果が顕著となる。なお、免震模型において建屋応答が基礎よりも過大となる理由は、入力の遮断効果が不十分なためと考えられる<sup>1)</sup>。この点を改良するには、さらに免震周期を長周期化する必要がある。免震材料や支承形状の改良、さらには「すべり支承」の導入などが今後の課題と考えられる。

最後に、免震模型Cを用いて東日本大震災の築館波(NS成分)を最大加速度400Galで入力し、非免震模型の応答と比較した。結果は図4に示す通りで、さほど大きな免震効果は見られないが、80~90秒付近の主要動部において応答低減効果が顕著である。

### 4. まとめ

免震模型を設計・制作して振動台による実証実験を行った。その結果、以下の点が明らかになった。

- ① 建屋周期  $T_B$  と免震周期  $T_M$  との比  $T_M/T_B$  が大きくなるように材料を選べば、応答低減効果が理解しやすい免震模型が設計・制作できることを確認した。
- ② 積層ゴムと同様、ウレタン支承においても積層化が有効である。この点は免震支承の設計・制作において極めて重要なポイントになる。
- ③  $T_M/T_B$  が大きくなるに従い、すなわち建屋周期に対して免震周期が離れて長周期化するほど、免震による建屋の応答低減効果が強く現れる。

#### 【参考文献】

- 1) 大崎順彦監修：わかりやすい免震建築，理工図書，60-61，1987。

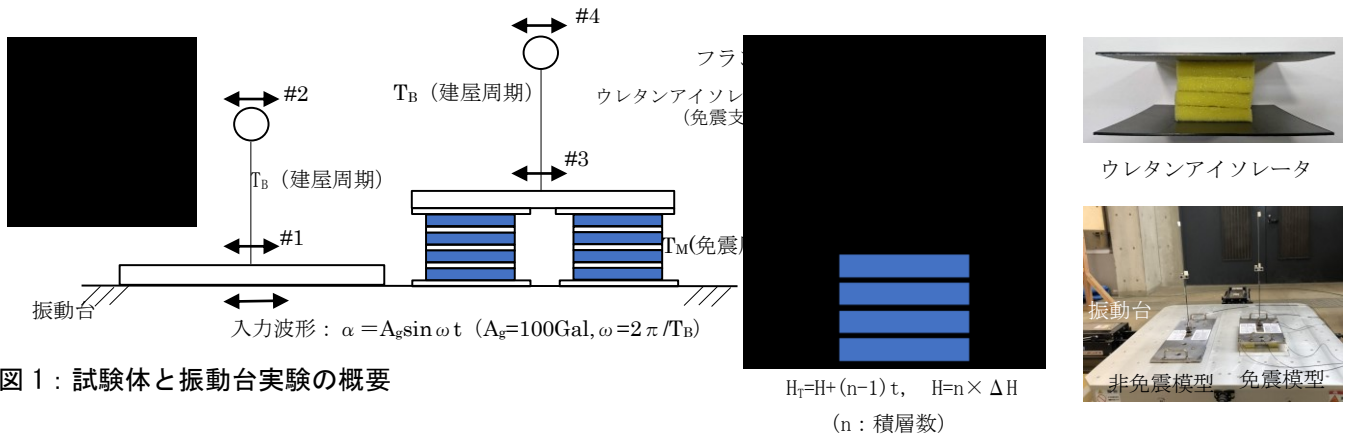


図1：試験体と振動台実験の概要

表1：実験パラメータと最大応答加速度の一覧

諸元	非免震模型	免震模型			
		A	B	C	D
免震支承	—	—	—	—	—
幅B (cm)	—	4	4	4	6
分割層厚 ΔH (cm)	—	1	1	1	1
有効高さH (cm)	—	4	8	12	8
幅高さ比B/H	—	1.0	0.5	0.3	0.75
周期	—	—	—	—	—
免震周期T <sub>M</sub> (sec)	—	0.28	0.4	0.49	0.35
建屋周期T <sub>B</sub> (sec)	0.2 (0.1)	0.2	0.2	0.2	0.1
周期比 T <sub>M</sub> /T <sub>B</sub>	—	1.4	2	2.45	3.5
応答	—	—	—	—	—
基礎上端(#1, #3) (Gal)	100 (100)	102	150	53	67
建屋頂部(#2, #4) (Gal)	962 (-)	669	606	286	225

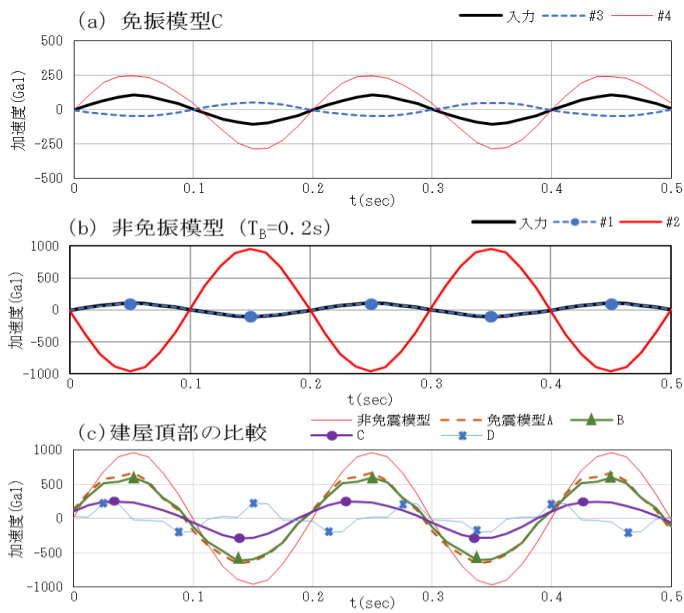


図2：加速度応答波形

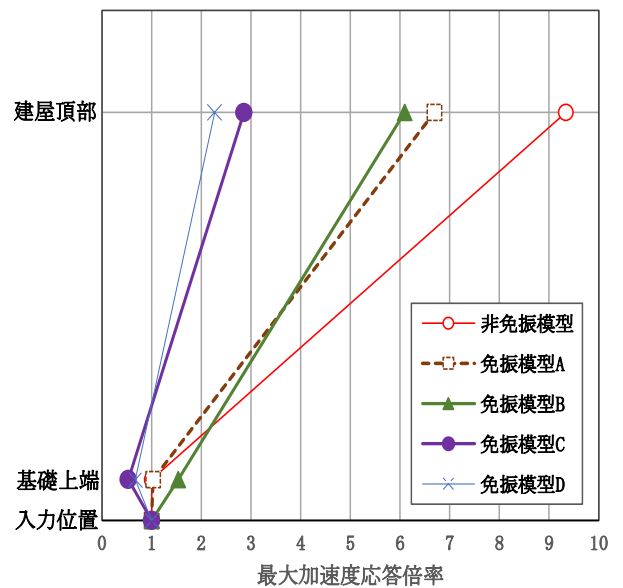


図3：加速度応答倍率

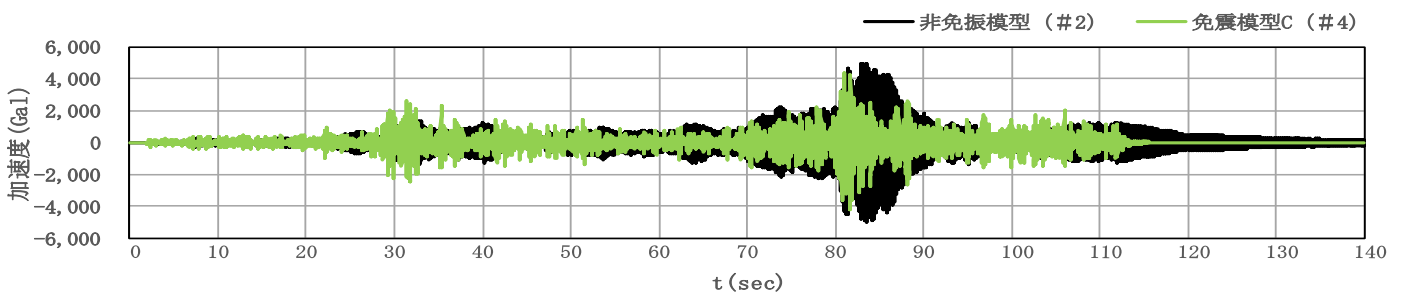


図4：2011年東日本大震災・築館波 (NS成分, A<sub>max</sub>=400Gal) 入力時の建屋頂部加速度応答波形の比較