



# 巨大地震対応の免震装置付き水槽の提案

－免震装置の有無による水槽構造の動的非線形解析－

森松工業株式会社

## 概要

最近、日本では、巨大地震が頻繁に発生している。しかし、そのすべての巨大地震に耐え得る水槽を作るのは経済的に不可能である。そこで、その地震動の構造物への伝搬を極力抑制する免震装置を水槽底面の下に配置することにより、コスト面からも優位となる水槽の設計ができると考えた。

その設計の第一歩として、960 m<sup>3</sup> (16 m × 10 m × 6 m) の水槽をモデル化し、水槽底面の周囲の相対する2辺に低層建築物向けの高減衰ゴム系積層ゴムを5個ずつ配置し、それと並行する中央部に弾性すべり支承を配置した。Engineer's Studio を用いて非線形時刻歴応答の動的解析をおこない、免震装置の有無の場合の反力および部材の照査結果を比較した。その結果、免震装置の有意な効果が認められたので、ここに報告する。

## モデル図および解析条件

図1に、免震装置を配置した水槽のモデル図（骨組表示）を示す。

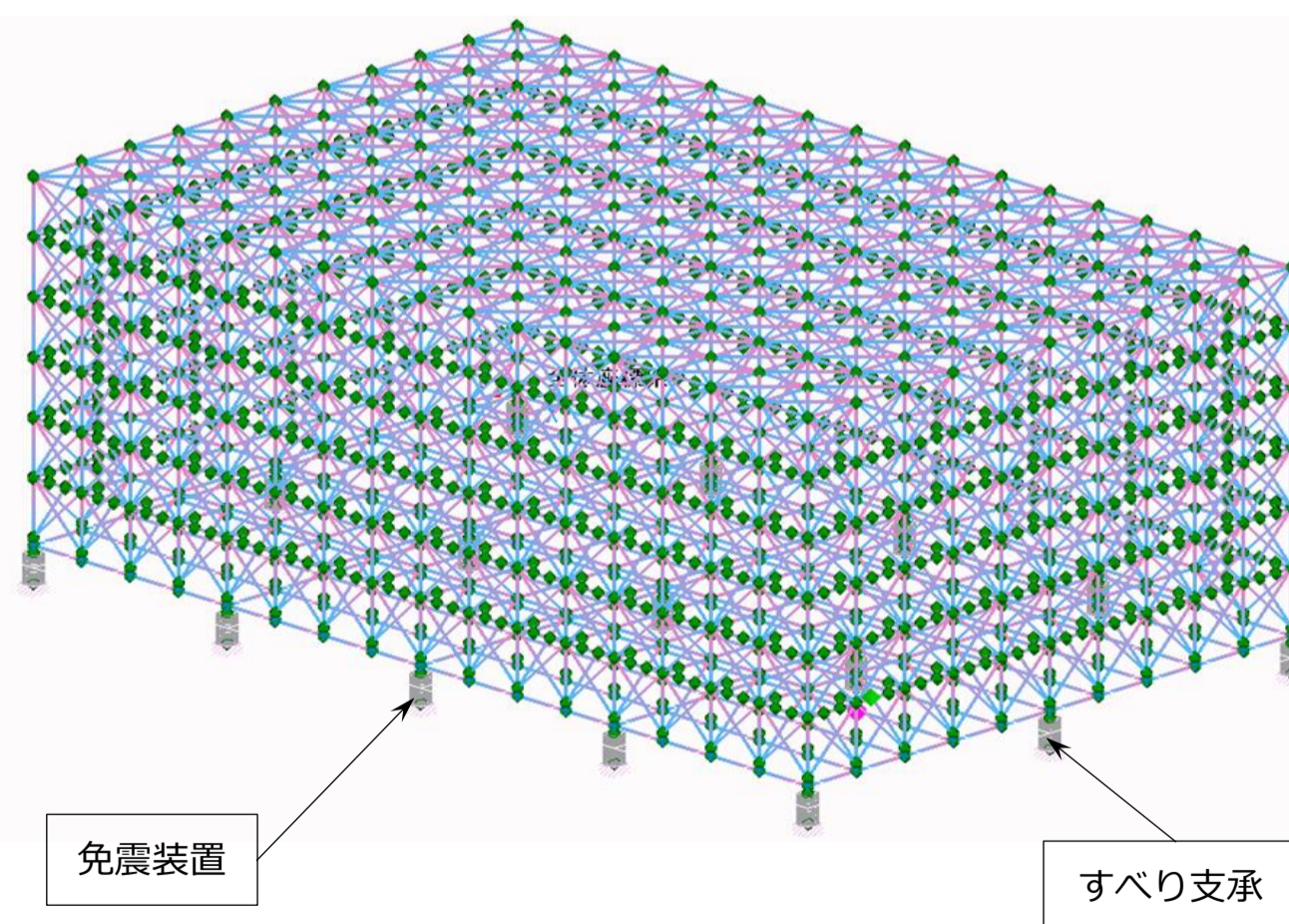


図1 モデル図（骨組表示）

### 【解析手法】

非線形時刻歴応答解析

### 【非線形特性】

非線形バネ (bi-linear)

### 【使用材料】

高減衰ゴム系積層ゴム

ステンレス鋼

SS400

### 【設計地震動】

道路橋示方書の加速度

波形Ⅱ-I-1

## 検討結果

表1、表2に、免震装置の有無の場合について非線形時刻歴応答解析による反力および部材の照査結果の比較を示す。

表1 免震装置有無の場合の支点反力の比較

	X方向に地震波入力	Z方向に地震波入力
有効質量 [ton]	422	601
支点反力 [kN]免震装置 無し	4744	8634
支点反力 [kN]免震装置 有り	1157	1407
免震装置上部の変位[mm] 免震装置 有り	236	223

表2 免震装置有無の場合の照査結果の比較 (Z方向地震時)

グループ	免震装置無し		免震装置有り	
	状態	ε 歪値  [μ]	状態	ε 歪値  [μ]
縦補強	圧縮レベル1	4.10E+03	損傷なし	8.80E+02
ツバ45度	圧縮レベル1	4.10E+03	損傷なし	5.29E+02
X方向側板	圧縮レベル1	4.10E+03	損傷なし	8.80E+02
Z方向側板	圧縮レベル1	2.33E+03	損傷なし	8.80E+02
縦補強1段目	圧縮レベル1	4.10E+03	損傷なし	8.80E+02
縦補強2段目	圧縮レベル1	1.75E+03	損傷なし	5.29E+02

- ① 免震装置の配置により、支点反力はX方向で76%、Z方向で84%減少する。
- ② 免震装置（直径600mm、ゴム総厚160mmの積層ゴム）の許容変位は約350mmであるので、両方向とも許容範囲内である。
- ③ 免震装置の配置により、部材の照査結果は、圧縮レベル1から損傷なしの状態に変化する。

## まとめ

免震装置有無の場合の水槽（960 m<sup>3</sup>）について非線形時刻歴応答の動的解析をおこなって反力および部材の照査結果を比較した。その結果、免震装置を配置することにより水槽の反力が80%程度減少し、各部材の照査結果も損傷無しの状態になることがわかった。このことから、水槽への免震装置の配置は効果的であるといえる。

今後は、異なる寸法の水槽について免震装置の効果を検証するとともに、水槽のトータルコストの比較をおこなう予定である。