

阪神高速道路公団 正員 金治 英貞， 馬場 茂
日本建築総合試験所 井上 隆二， 完山 利行

1. まえがき

高架橋を通過する自動車による高架橋振動が、周辺建物に振動を及ぼす場合がある。今回、実際の建物にTMDを適用し、この振動の制御を試みたので、その概要を報告する。なお、当公団では、建物モデルを用いた振動台実験により、既にTMDの効果を確認しており、今回はその実証実験としての位置づけとなる。

2. 対象建物の概要

対象建物は、阪神高速道路環状線の信濃橋出口付近の本線高架橋直下の2階建（高さ7.6m、総重量188ton）の建物である（写真1）。この建物は、1階がピロティ形式であるため、上層が重く、減衰の少ない、揺れ易い構造特性を有している。

地盤および建物の振動特性を把握するために、これらの常時微動測定を実施した。主要なモードが得られる代表的な位置でのデータ（40秒間×30回平均）を用いて、地盤に対する2階の加速度応答倍率から建物の固有振動数と減衰定数を求めた（表1）。なお、減衰定数は加速度応答倍率から $1/\sqrt{2}$ 法により求めた。

3. TMDの設計と調整

TMDの質量比を建物総重量の1%程度とした場合、建物の減衰定数が2%のときのTMDの最適値は、これまでの検討結果により、固有振動数比が0.983、減衰定数が7%程度であることがわかっている。今回の制振対象モードは3.54Hzのねじれ1次振動（橋軸直角方向）であり、前述の検討結果より、TMDの固有振動数と減衰定数を設定した。TMDの基本剛性には板ばねを、減衰にはシリコンオイルを用いた粘性ダンパーを用い、また固有振動数の微調整にはコイルばねを適宜付加できる構造とした。その諸元は表2のとおりである。

なお、TMDは図1に示すように2階の階段から最も離れた北端の橋軸直角方向に可動するように2個設置した。ここで、TMDの有無による加速度応答倍率の変化を図2に示す。

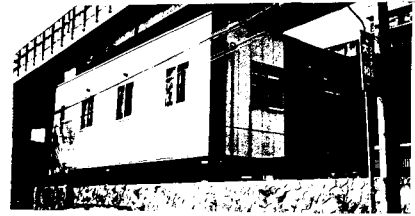


写真1 対象建物の外観

表1 建物の振動特性

振動モード	固有振動数	減衰定数	備考
ねじれ1次	3.54Hz	2.0~2.3%	主に橋軸直角方向の揺れ
ねじれ2次	4.43Hz	1.6~1.8%	主に橋軸方向の揺れ

表2 TMDの諸元

	可動部重量	固有振動数	減衰定数
TMD 1	1010kg	3.475Hz	6.38%
TMD 2	1010kg	3.576Hz	6.60%

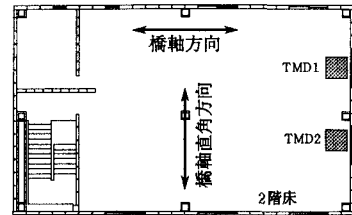


図1 TMDの設置位置

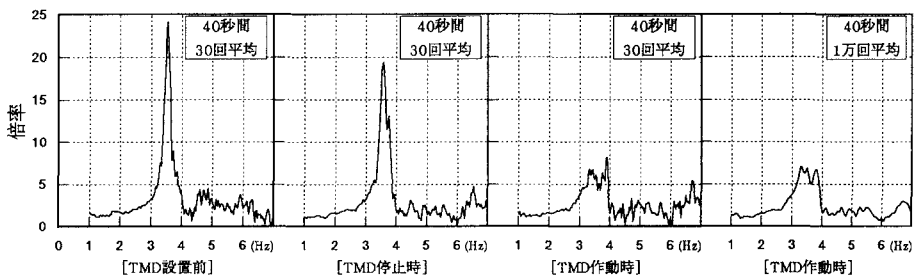


図2 加速度応答倍率の変化

4. TMDの効果

対象建物は、振動レベルやスペクトル形状が日時によって変動する地盤振動を受けているため、TMDの設置前と設置後で各々約1週間の振動測定を実施した。以下、これらを比較する。

4-1 振動レベルの経時変化と制振効果

1時間につき120秒の加速度記録のうち最大加速度相当P5(上位5番目の値;異常値を除くため)の経時変化を図3に示す。TMDの効果を見るため、この経時変化の波形を平均化して建物の地盤に対する比率を求めると、橋軸直角方向では9.2から5.1に、また橋軸方向では6.0から4.0に低下している。また、最大加速度相当の地盤振動と地盤振動に対する2階振動の比率の関係は図4のようになるが、これより、TMDを作動させたことで、橋軸直角方向のこの比率は、4~19程度から2~10程度に低下していることがわかる。

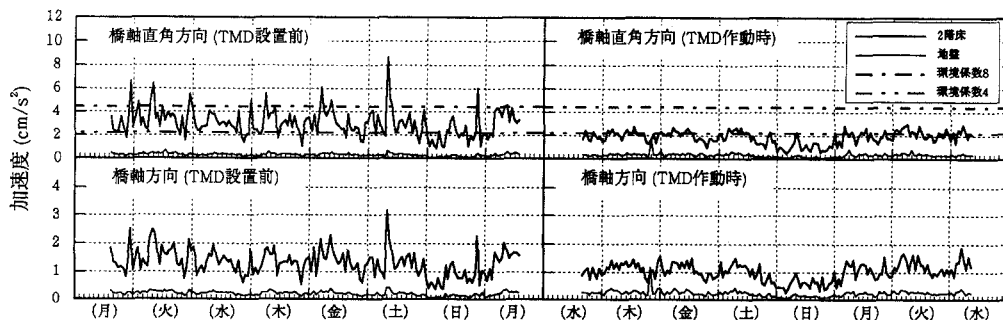


図3 最大加速度相当の経時変化

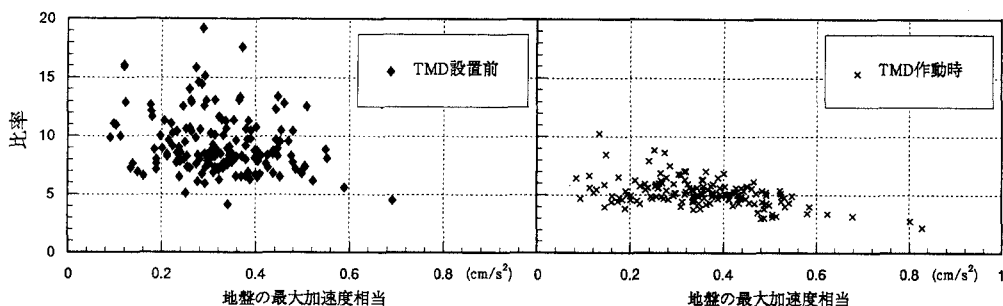


図4 地盤に対する2階の最大加速度相当の比率

4-2 振動環境評価

鉄筋コンクリート構造計算基準・同解説(日本建築学会)の床スラブの振動評価曲線を図3に併せて示す。これより、環境係数8(作業所相当)の基準値を超えていたものが、概ね環境係数4(事務所相当)の基準値以内に収まっていることが確認できる。

5. あとがき

TMDは本来最適設計値に調整すればよいが、現場における調整作業は設計通りには行かないのが実状である。今回用いた調整方法は、地盤に対する2階の加速度応答倍率を求めながら行うもので、このようにTMDを調整すれば、ランダム波を受けている実建物においても実験室レベル同様の効果が得られることが確認された。研究レベルの今後の課題としては、建物の場合、壁の影響を振動解析に考慮することが困難なことから、TMDの設計条件となる振動特性諸元を精度良く把握する振動調査方法を確立することであろう。