

I-205

衝撃質量ダンパー (IMD) のさぬき府中湖橋主塔への適用 (実機性能試験)

日本道路公団 正員 小島治雄 日本道路公団 正員 井手俊也
 川崎重工業(株) 正員 小川一志 川崎重工業(株) 正員 齋藤敏雄
 川崎重工業(株) 正員 古川満男 三井造船 (株) 正員 江藤徹郎

1. まえがき

さぬき府中湖橋の塔は風洞試験の結果¹⁾によると、橋梁完成後橋軸方向の風を受けて橋軸直角方向の曲げ1次振動を発生させ、耐風制振対策が必要である。ここでは、耐風制振対策として衝撃質量ダンパー (IMD) を採用するに当たって、実機IMDを使った工場内試験を実施し、制振性能、衝撃力、衝撃音について検証を行ない、さらに実橋での現地振動試験を実施し、制振装置として問題のない事を確認した。本報では実機IMDを使った工場内試験および現地振動試験の実験結果に関し以下に報告する。

2. 工場内試験概要

工場内試験では図1に示すごとく、全長8.9mの塔模型に実機と同仕様のIMDを取りつけ制振性能、衝撃力、衝撃音に関する実験を行った。IMDの重錘には重量733kgfの鋼製ブロックを使用し、H型鋼製の振子をピン接合を介し、架台より吊下げた。また振子と重錘もピン接合とした。重錘と塔の間には緩衝材として厚さ300mmの硬質ゴムを塔模型に取付け、緩衝材(硬質ゴム)と重錘との間の隙間はゼロとなる様に調整した。制振性能の実験においては重錘重量を733kgfとし、重錘の振動数を振子の長さを変えることにより調整し、塔と重錘の振動数比に対するIMDの付加減衰の関係を検証した。また、重錘重量を変えて、重錘と塔の一般化質量比とIMDによる付加減衰の関係を検証した。衝撃力の実験においては、重錘にロードセルを取り付け衝撃力を直接計測し、さらに塔基部に歪ゲージを取付け塔基部応力が衝撃力によりどう影響を受けるかを検証した。さらに衝撃音の実験においては、IMDを作動させ、その時衝突により発生する衝撃音を騒音計にて計測し、その結果をもとに実橋桁上での騒音レベルを算出した。

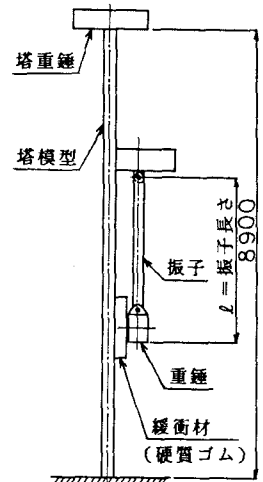


図1. 試験装置

3. 工場内試験結果

①制振性能

重錘重量を733kgf (IMDと塔の一般化質量比 $\mu = 0.0159$) にし、塔と重錘の振動数比 (N_0/N) を1.9~2.3まで変化させ、その時の塔と重錘の振動数比に対するIMDの付加減衰の関係を調べた。試験結果を図2に示す。これによれば振動数調整誤差が±15%以内であれば付加減衰で $\delta = 0.13$ 以上期待出来る。次に重錘重量を549kgf ($\mu = 0.0101$) に変えて一般化質量比 (μ) の影響を調べた。この場合図2に示す様に $N_0/N = 2.12$ のとき付加減衰 $\delta = 0.12$ となることがわかった。

②衝撃力

IMD作動時における衝撃力、支柱基部の応力および支柱変位の波形を図3に示すが、ブロックの衝突により支柱基部の応力の波形に特別な立上がりは生じていない。すなわち衝撃力により、塔基部には過大な曲げ応力が生じていないことが確認された。

③衝撃音

騒音計により計測したデータをもとに実橋桁上での音圧レベルを推定すれば62dB(A) (phone)である。この値は、自動車騒音以下であり、何ら問題のないことが予想される。

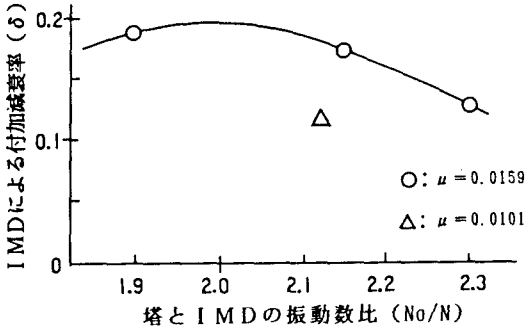


図2. 制振性能試験結果

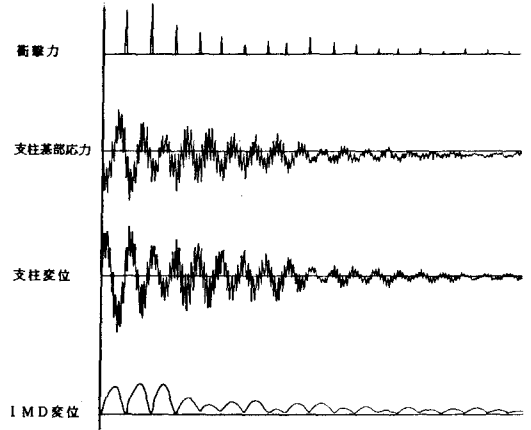


図3. 支柱基部応力の波形

4. 現地振動試験概要

現地振動試験では、計器を図4に示す計器配置の通りセットし、重錘を塔に衝突させ塔を加振し、制振性能及び桁上での衝撃音を計測した。

5. 現地振動試験結果

①制振性能

橋梁完成時の試験結果においては、塔の自由減衰波形を図5に示す。これによれば塔の構造減衰は $\delta = 0.022$ であり、IMD作動時における塔の構造減衰は $\delta = 0.226$ である。すなわちIMDによる付加減衰は $\delta = 0.204$ となる。橋梁完成状態での構造減衰の所要値は $\delta = 0.08$ であり、試験結果は十分これをクリアしている。IMDにより塔は所定の減衰特性を有していることが確認された。

②衝撃音

IMD作動時における桁上での騒音計測値は最大60dB(A) であり、この値は自動車走行中の騒音レベル67dB(A) より小さく何ら問題のないことがわかった。

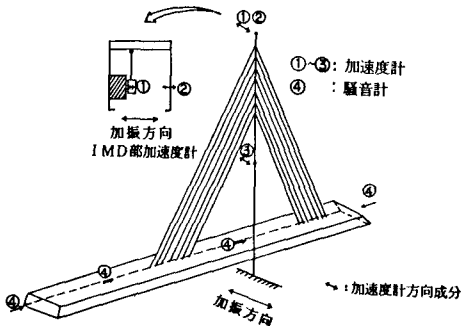


図4 計器配置

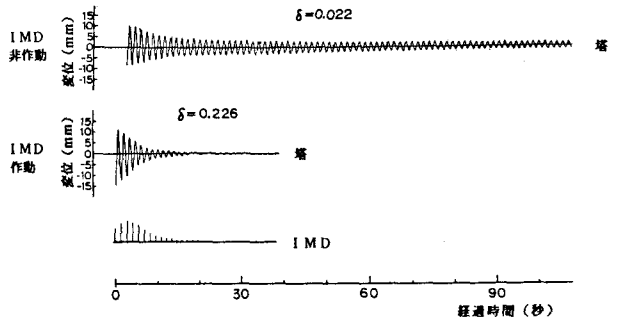


図5 IMD非作動時・作動時の波形

6. あとがき

さぬき府中湖橋塔の制振装置として衝撃質量ダンパー (IMD) を適用するに当り実機IMDを使用した工場内試験を実施し、その有効性を確認した。さらに、現地振動試験においても制振性能、衝撃音に関し何ら問題のないことを確認した。

(参考文献) 1) 小島、井手、小川、斎藤、古川、江藤: 衝撃質量ダンパー (IMD) のさぬき府中湖橋主塔への適用 (風洞試験)、土木学会第47回年次学術講演会、第1部、('92)