

4. 人力加振実験と計測結果

4.1 実験方法

TMD の非作動時と作動時の 2 ケースの振動実験を行い、減衰の大きさの比較から TMD の効果を確認する。主塔の振動を計測するサーボ型加速度計を主塔に配置し、橋軸直角方向加速度を計測した(図 - 1 参照)。加振方法は人力加振で行い、加振人員が同じ動きができるように相互に肩を組み、FEM の解析値 0.923Hz に合わせて上半身を橋軸直角方向に繰返し移動することで行った。(図 - 2 参照)。TMD 非作動時には、3P 主塔の N 塔側頂部および S 塔側頂部に各々 10 人で加振した。TMD 作動時には加振人員は、3P 主塔の N 塔頂部を 30 人で加振した。TMD 非作動時、作動時にそれぞれ 3 回の加振実験を行った。

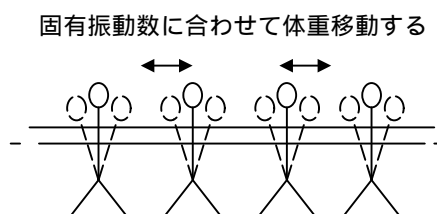


図 - 2 加振方法

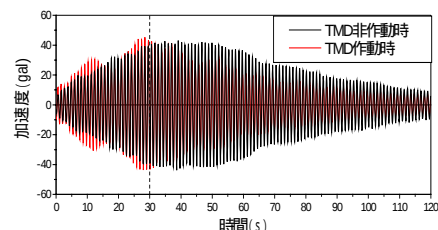


図 - 3 計測波形

4.2 計測結果

図 - 3 は、人力加振による 3 回目の TMD 非作動時と作動時の N 塔頂部の橋軸直角方向加速度の波形である。サンプリングレート 0.05 秒、データ数 2400 個、計測時間 120 秒として計測した。図 - 3 より TMD 非作動時に比べ TMD 作動時の方が加速度が早く減衰し、TMD の効果が現れている。

5. 固有振動特性の推定

人力加振を始めて 30 秒後の自由減衰振動波形から FFT 法²⁾と Subspace 法³⁾を用いて固有振動特性の推定を行う。FFT 法の解析結果を図 - 4 に示す。N 塔頂部、中間部、S 塔頂部、中間部いずれも 0.927Hz が卓越している。ゆえに主塔の橋軸直角方向の固有振動数は 0.927Hz であると考えられる。

Subspace 法の解析結果を表 - 2 に示す。振動数は TMD の非作動時、作動時共に平均値 0.927Hz で両者が一致している。対数減衰率は TMD 非作動時より作動時の方が 0.001 大きく、TMD によって減衰付加されている。

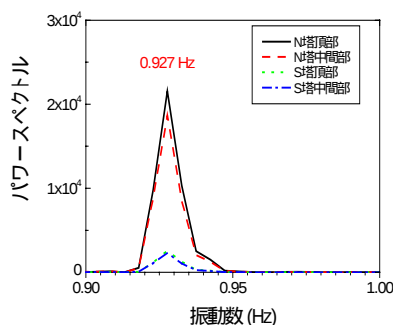


図 - 4 FFT 法によるスペクトル

表 - 2 人力加振によって得られた固有振動数と対数減衰率

TMD の状態	項目	1 回目	2 回目	3 回目	平均値
非作動時	振動数 (Hz)	0.925	0.928	0.927	0.927
	対数減衰率	0.019	0.022	0.020	0.020
作動時	振動数 (Hz)	0.927	0.927	0.927	0.927
	対数減衰率	0.030	0.031	0.029	0.030

6. まとめ

女神大橋の主塔について TMD 非作動時と作動時の 2 ケースの加振実験により計測波形から TMD の効果を確認することができた。FFT 法と Subspace 法を用い固有振動数の推定を行った結果、両者とも 0.927Hz になり、FEM の結果 0.923Hz と一致した。このことにより主塔を含めた解析モデルの妥当性が明らかにされた。Subspace 法で求めた対数減衰率は 0.030 となり耐風安定性を確保するための必要な対数減衰率 0.026 を満たしたことから、TMD の効果が検証できた。

参考文献

- 1) 谷田宏次, 久保喜延: 構造物の耐風工学、第 9 章、pp.337 - 370、東京電気大学出版局、1997
- 2) 日野幹雄: スペクトル解析、第 1 章、pp.9 - 22、朝倉書店、1977
- 3) 片山徹: システム同定 - 部空間法からのアプローチ、朝倉書店、2004