

I-B 61 来島大橋主塔の振動実験

住友重機械工業(株)	正会員	中村 幸	本州四国連絡橋公団	正会員	佐々木 雅敏
石川島播磨重工業(株)	正会員	小池 裕二	NKK	正会員	佐藤 豪
川崎重工業(株)	正会員	玉木 利裕	日立造船(株)	正会員	田中 洋
三井造船(株)	正会員	大森 龍一郎			

1. まえがき

来島大橋の主塔架設はタワークレーンを使用した。橋脚が小さく塔柱とタワークレーンとの間隔が短く、さらに、塔柱とタワークレーンのポストとの剛性に差が少ないため、タワークレーン独自の振動モードの存在が予想された。また、本橋2P、3P主塔においては従来の摩擦接合による継手方式に加え引張接合による継手方式を採用している。

本報告はこれらの特徴による影響の検証および耐風性評価の基礎となる振動特性データの収集とともに制振装置の効果の確認を目的として、来島第一・第二・第三大橋の各主塔の独立時および2P、8P主塔では架設時について振動実験を実施した結果について述べるものである。

2. 実験方法

主塔架設時(2P、8P)および独立時において、振動実験を実施した。加振方法は、主塔制振用に設置したAMDを起振機として使用し、南北両側に設置した2台を同相または逆相で正弦波駆動し主塔を加振した。実験対象モードは面外曲げ1次、ねじれ1次および面外曲げ2次とし、主塔架設時はタワークレーン面外曲げ1次モードも加振対象とした。実験項目は、常時微動計測、定常加振試験ならびに自由減衰試験を実施し、主塔の振動特性として固有振動数、構造減衰率および振動モード形状を計測した。

3. 実験結果

各主塔独立時の固有振動数の実測値を表-1、3~6、8に示す。これによると、面外1次モードにおいて計算値に比べ実測値がやや高めの値となっているが、その他のモードに関してはおおむね一致している。

また、各主塔独立時の構造減衰の実測値を表-1、3~6、8に、実測値の一例として8P主塔の面外曲げ1次モードでの振動波形を図-2、減衰特性を図-3に示す。主塔のみの対数減衰率をみると面外曲げ1次では、本四公団耐風設計基準の定めている標準値0.01より低い値となるケースがある。これに対し、ねじれ1次および面外曲げ2次の対数減衰率は全ての主塔において標準値より大きな値となっている。さらに、図-2より制振装置を作動させることによる減衰付加効果は大きく、制振装置が有効に機能していることが確認できる。

次に、主塔架設時(図-1(D))の固有振動数および構造減衰の実測値を表-2、7に、モード形状の一例として8P主塔のモード形状の実測値と計算値を図-4に示す。モード形状は全てのモードにおいて、実測値と計算値がよく一致していることが確認できる。さらに、当初予想された架設用タワークレーンの卓越したモードも発生していることが分かる。また、対数減衰率は全てのモードにおいて標準値を上回る結果となっている。なお、8P主塔面外曲げ2次については塔頂クレーンの共振が確認され、この影響により減衰が付加されたものと考えられる。

4. まとめ

本実験により、各主塔独立時および架設時の振動特性データが得られ、さらに、本主塔の制振装置が十分な制振性能を有し機能していることが確認できた。

本実験で得られた結果が、今後の耐風設計資料として役立てば幸いである。

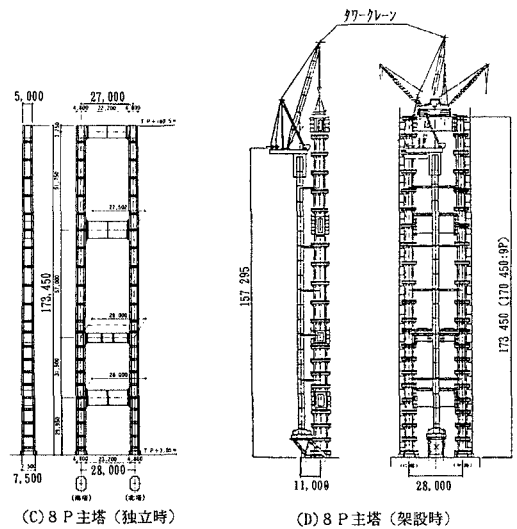
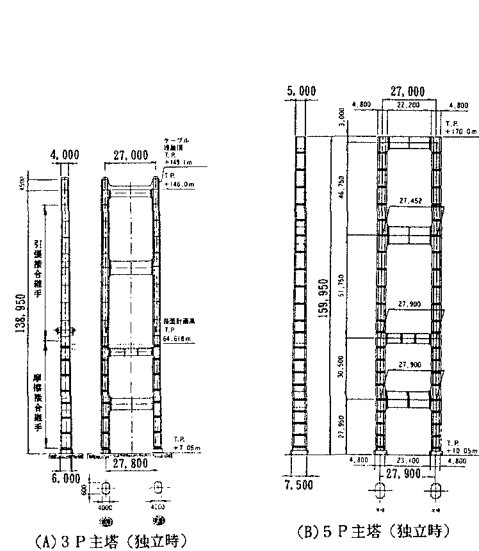


表-1 固有振動数と対数減衰率（2 P主塔：独立時）（塔高：106.450m）

モード	固有振動数(Hz)		対数減衰率
	計算値	実測値	
塔面外曲げ1次	0.264	0.280	0.017
塔ねじれ1次	0.959	0.950	0.025

表-2 固有振動数と対数減衰率（2 P主塔：架設時）

モード	固有振動数(Hz)		対数減衰率
	計算値	実測値	
塔面外曲げ1次	0.234	0.256	0.075
塔ねじれ1次	0.936	0.945	0.067
塔ねじれ1次 #1	1.116	0.960	0.037
塔面外曲げ2次	1.670	1.755	0.093

#1: タワークレーン卓越

表-3 固有振動数と対数減衰率（3 P主塔：独立時）

モード	固有振動数(Hz)		対数減衰率
	計算値	実測値	
塔面外曲げ1次	0.192	0.204	0.010
塔ねじれ1次	0.815	0.784	0.038
塔面外曲げ2次	1.150	1.120	0.045

表-4 固有振動数と対数減衰率（5 P主塔：独立時）

モード	固有振動数(Hz)		対数減衰率
	計算値	実測値	
塔面外曲げ1次	0.183	0.198	0.0047
塔ねじれ1次	0.837	0.831	0.017 ~ 0.032
塔面外曲げ2次	1.110	1.114	0.032

表-5 固有振動数と対数減衰率（6 P主塔：独立時）（塔高：137.450m）

モード	固有振動数(Hz)		対数減衰率
	計算値	実測値	
塔面外曲げ1次	0.236	0.242	0.009
塔ねじれ1次	0.976	0.944	0.033

表-6 固有振動数と対数減衰率（8 P主塔：独立時）

モード	固有振動数(Hz)		対数減衰率
	計算値	実測値	
塔面外曲げ1次	0.160	0.168	0.008
塔ねじれ1次	0.777	0.762	0.055
塔面外曲げ2次	0.915	0.930	0.022

表-7 固有振動数と対数減衰率（8 P主塔：架設時）

モード	固有振動数(Hz)		対数減衰率
	計算値	実測値	
塔面外曲げ1次	0.141	0.136	0.038
クレーン面外曲げ1次	0.690	0.584	0.055
塔ねじれ1次	0.770	0.714	0.034
塔面外曲げ2次	0.891	0.840	0.315

表-8 固有振動数と対数減衰率（9 P主塔：独立時）（塔高：170.450m）

モード	固有振動数(Hz)		対数減衰率 #1
	計算値	実測値	
塔面外曲げ1次	0.161	0.175	0.012
塔ねじれ1次	0.819	0.788	0.053 0.018
塔面外曲げ2次	0.973	1.020	0.071

#1: 左は大振幅時、右は小振幅時

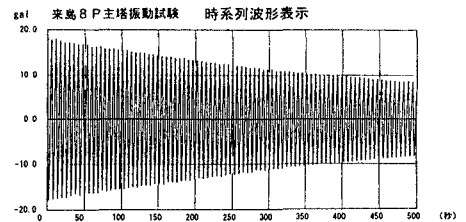


図-2 振動波形（塔面外曲げ1次）

