

I - B96

明石海峡大橋照明柱の耐風性検討

住友重機械工業総合技術研究所

正会員 齊藤善昭

本州四国連絡橋公団

正会員 岩屋勝司

本州四国連絡橋公団

正会員 帆足博明

1. まえがき

本実機照明柱は、丸ポールの採用ならびに従来の灯具に比べ形状が特異であること、過去の事例^{1), 2)}等から有風時の有害な振動の発現が予測されたため耐風性の照査が必要と考えられた。

本検討では、明石海峡大橋の照明柱を対象に風洞試験を主体に、①照明柱の耐風応答特性を調査、②制振対策となる制振装置（フェンダ）の設計データを取得、③空力制振対策として有効である円弧デフレクターの制振効果の検証等を検討したのでここに報告するものである。対象とした実機照明柱を図1に示す。

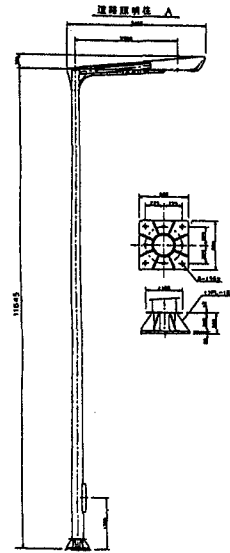


図1 試験対象断面

2. 風洞模型及び試験条件

3次元弾性模型は、実機と模型のRe数相似を行うために支柱模型表面に粗度を設置した。模型縮尺は $S=1/6$ で、試験時の風向はアーム部が上流を向いた位置を水平偏角： $\beta=0^\circ$ と定義した。試験は、一様流中ならびに乱流中（ $I_u=11\%$ 程度）で実施した。模型の各振動モード形状を図2に、試験条件を表1にそれぞれ示す。

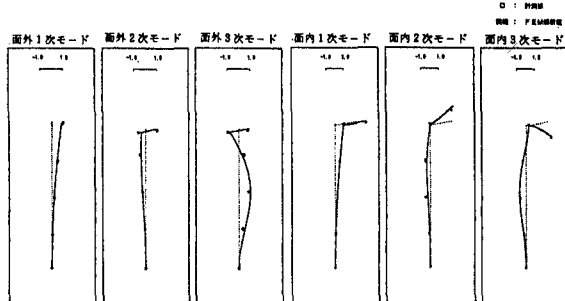


図2 模型の各振動モード形状

表1 試験条件

モード種類	固有振動数：f [Hz]			等価質量：m _e [kgf·m ² /m]	対数減衰率：δ
	実験解析値	模型解析値	実験値		
面外1次	1.267	3.103	3.174	0.149	0.002
2次	5.621	13.768	13.38	0.121	0.004
3次	10.142	24.842	25.59	0.123	0.008
面内1次	1.272	3.116	3.223	0.148	0.002
2次	5.973	14.631	13.87	0.128	—
3次	12.552	30.745	29.98	0.126	—

3. 風洞試験結果

3-1 振動応答試験結果

水平偏角 $\beta=5^\circ$ 時の面外振動における風速-振幅曲線図（V-A図）を図3に示す。面外振動は、低風速より1次、2次、3次と順に渦励振が発生、高風速時では1次卓越の不規則振動が発生する。本試験で発現した各振動モードより、面外3次の水平偏角と渦励振振幅（最大値と $RMS \times \sqrt{2}$ 値）の関係を図4にまとめる。図より、各振動モードで偏角特性は異なり最大振幅が発生する偏角は面外3次が偏角 $\beta=5^\circ \cdot 180^\circ$ ならびに面外2次は $\beta=0^\circ$ となり、気流直角方向の振動が卓越する結果となった。

キーワード；明石海峡大橋、照明柱、風洞試験

〒254 神奈川県平塚市夕陽ヶ丘63-30 総合技術研究所 TEL 0463-21-8492 FAX 0463-21-8456

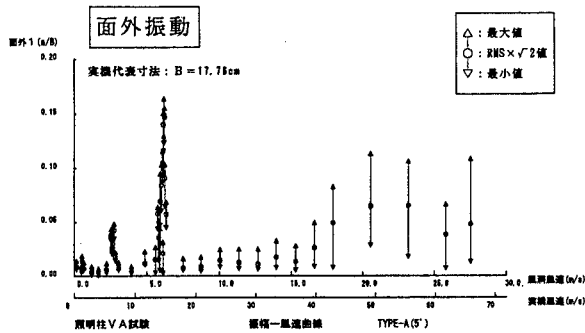


図3 風速－振幅の関係（ $\beta = 5^\circ$ ）
《面外振動》

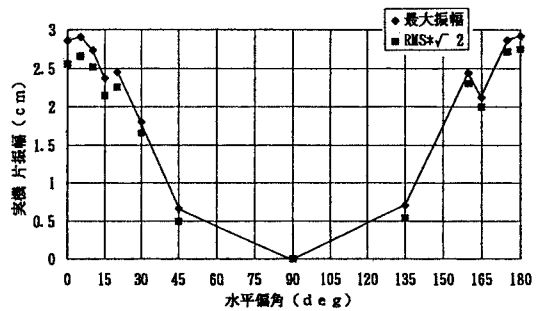


図4 水平偏角と渦励最大振幅の関係
《面外3次モード》

3-2 Sc-A試験結果

制振対象と判断された面外2次・3次を対象に、最悪の条件となる偏角において構造減衰率を段階的に増加させ構造減衰率と応答振幅の関係を調査した。面外3次の応答最大振幅と付加減衰率の関係を図5にまとめる。図より、構造減衰率が $\delta = 0.008$ の場合は、最大加速度が7 G以上になると推定されたため、照明灯具の限界加速度から応答振幅の低減が必要と判断した。また、面外3次の対数減衰率が $\delta = 0.04$ の場合ならびに面外2次の対数減衰率が $\delta = 0.006$ の場合で、灯具の加速度は約1 Gとなり照明灯具の限界加速度を下回ることが判った。

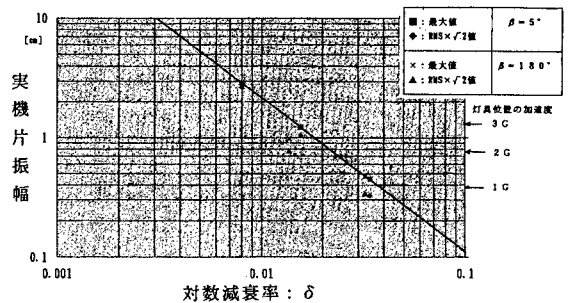


図5 応答最大振幅と付加減衰率の関係
《面外3次モード》

3-3 乱流による影響

一様流中で発生した不規則振動の振幅が乱流の影響で振幅増加することが懸念されるため、乱流中での応答を偏角 $\beta = 90^\circ$ を対象に調査した。試験結果は、面内方向の不規則振動の振幅が実機風速 $V_p = 45 \text{ m/s}$ 付近で一様流の約2倍に増加すること、減衰付加による振幅低減率は小さいことが判った。

6. まとめ

- 1) 本照明柱の応答偏角特性は、面外3次が $\beta = 5^\circ$ と 180° 、面外2次は $\beta = 0^\circ$ で渦励振最大振幅となる。また、高風速時では1次卓越の不規則振動が発生、その振幅は乱流中で約2倍に増大することが判った。
- 2) 制振対象である面外3次の $\beta = 5^\circ$ と 180° 、面外2次の $\beta = 0^\circ$ における構造減衰率と応答振幅の関係を調査した結果、本実機照明柱に設置される制振装置（フェンダー）による減衰の付加が面外3次で対数減衰率が $\delta = 0.04$ 以上、面外2次で対数減衰率が $\delta = 0.006$ 以上であれば灯具位置の加速度は1 G以下となることが判明した。
- 3) 空力対策の円弧デフレクターを設置した場合、面外方向の渦励振振幅の低減が確認されており、制振装置との併用も可能と考えられる。

《参考文献》

- 1) 山田、秋元、「大鳴門橋照明柱の耐風検討」、本四技報、Vol.9、No36
- 2) 和田、恵谷他、「横浜ベイブリッジの耐風対策」、橋梁と基礎、Vol.23、89年8月