

I - 563

主塔のねじれ振動に及ぼす乱れの効果

来島大橋主塔8P・9PJ V

正員○宮崎正男

正員 斉藤善昭

本州四国連絡橋公団

正員 大橋治一

磯江 浩

1. はじめに 本試験で対象とする来島第三大橋は、中央径間が1030m、主塔が180m程度の吊橋である。本報告は、来島第三大橋8P主塔を対象に、ねじれ振動に及ぼす乱れの効果について検討を加えた成果を報告するものである。

2. 試験概要 使用した模型は、縮尺1/90の3次元弾性模型である(図1)。乱流条件は、境界層乱流で主流方向の乱れ強さ $I_u=10\%$ 、ベキ指数:1/7である。

3. 試験結果と考察

図2および図3に、一樣流中の水平偏角 $\beta=0^\circ$ および $+10^\circ$ の応答図を示す(構造減衰率: $\delta=0.01$)。 $\beta=0^\circ$ では、塔面外曲げ1次振動と2つのねじれ1次振動の渦励振が発生している。 $\beta=+10^\circ$ では、 0° で発生していた2つ目のねじれの渦励振がなくなり、新たなねじれ振動が発現した。

[偏角と振動発生風域との関係]

ねじれ1次振動を対象に、偏角と振動発生風域との関係を図4にまとめる。図中から、①の振動は、各偏角ともほぼ同じ風域で発生している振動であるが、②の振動は $+5^\circ$ 以上では発生していないことが判った。また、③の振動は $+10^\circ$ 近傍のみで発生しているのが特異であった。

[①と②の振動に及ぼす乱れの効果]

図5に、①および②で発生している渦励振最大値に及ぼす乱れの効果を各偏角でまとめた。これは、一樣流中の渦励振最大値に対し、乱流中の渦励振最大値がどの程度増減したかを比較したものである。②の振動は、乱れの効果で低減しているが、①の振動は $\beta=+5^\circ$ 、 $+10^\circ$ で増加していることから、①と②は発生メカニズムが異なっている振動と考えられる。本断面では、振動モードによって偏角に及ぼす乱れの効果が異なって現れることが判明した。

[③の振動の推定: $\beta=+10^\circ$ で検討]

③の振動を推定するために、以下の2点について検討した。

- (1) 一樣流中において、構造減衰率の変化による応答の変化を調査した。図6にその応答図を示す。この図から、構造減衰率の増加に伴い発生風速が高風速側にシフトすることが判った。
- (2) 乱流中において、構造減衰率の変化による応答の変化を調査した。図7に応答図を、実橋風速約60m/secでのA点(構造減衰率 $\delta=0.007$ の場合)とB点(構造減衰率 $\delta=0.020$ の場合)の振動応答波形とスペクトルを図8および図9にそれぞれ示す。応答波形から、上流柱に比べ下流柱の振幅が小さい振動モードであることが判った。また、応答波形がねじれ1次振動の比較的きれいな振動波形となっており、従来の不規則振動(ハフティング振動)に見られるような波形では無かった。スペクトルからは、ねじれ1次振動が卓越しており、塔面外曲げ1次振動も発生していることが判った。

以上の(1)と(2)の検討結果から、③の振動はねじれの発散振動とも考えられるが、制振装置の対策により○ねじり1次用TMDで $\delta=0.05$ 以上を確保、○乱流中でも、 $\delta=0.02$ 程度で許容振幅以下、○現架設状態は2週間程度と短期間、等の理由から、安全性は確保されると判断された。

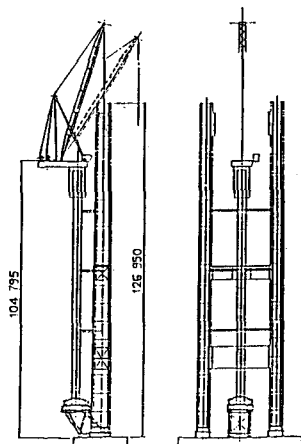


図1 対象断面

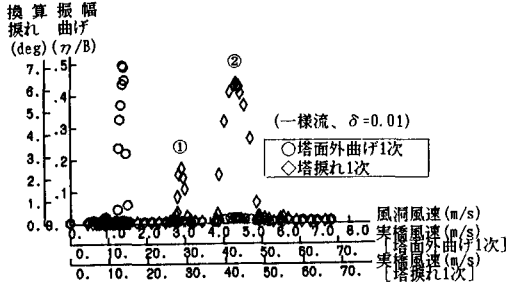


図2 応答図 ($\beta = 0^\circ$)

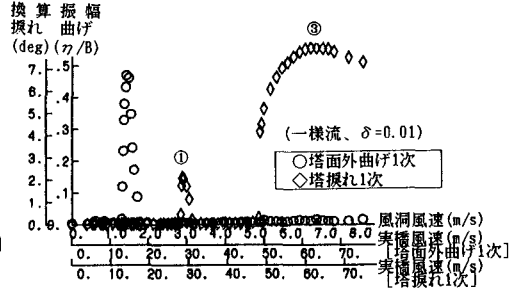


図3 応答図 ($\beta = +10^\circ$)

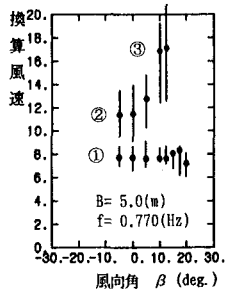


図4 偏角と振動発生風速

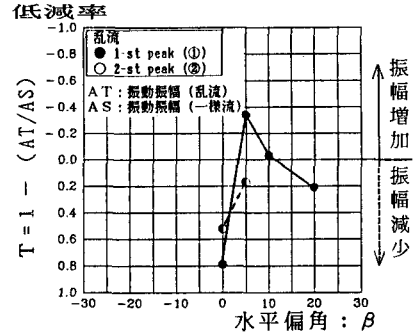


図5 偏角と低減率の関係

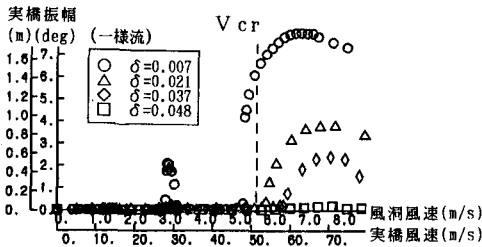


図6 減衰率と応答の関係 ($\beta = +10^\circ$)

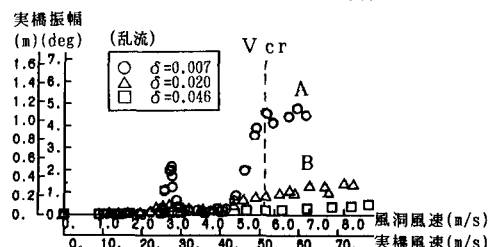


図7 減衰率と乱流応答の関係 ($\beta = +10^\circ$)

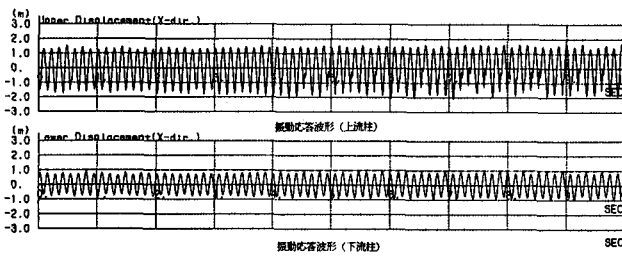


図8 A点の振動応答波形 ($\delta = 0.01$)

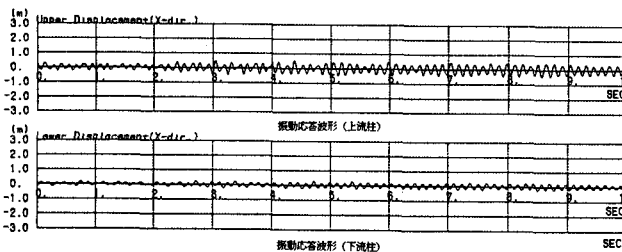
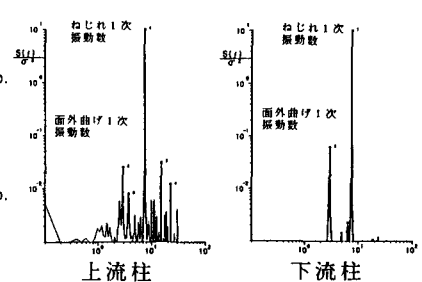


図9 B点の振動応答波形 ($\delta = 0.02$)

