

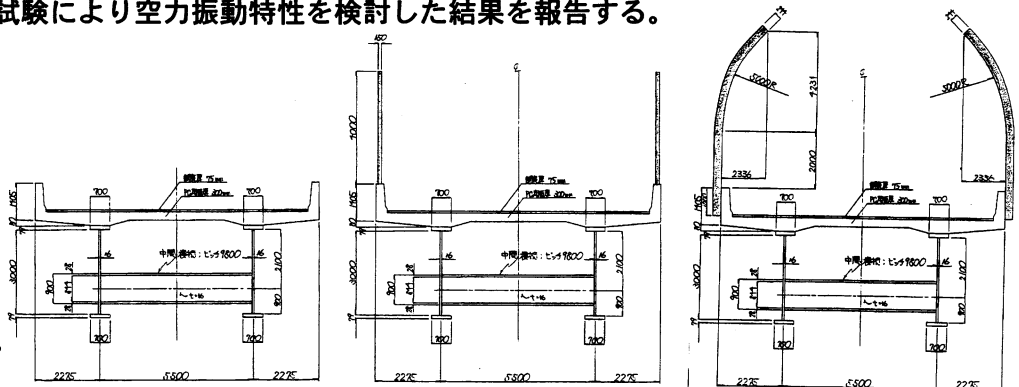
合理化構造型式 2 主桁橋梁の空力振動特性

日立造船 正会員 植田利夫 正会員 山口映二 正会員 猪原 茂

1. まえがき 最近、合理化構造形式の橋梁が多数建設されているが、2主桁の場合でもその支間は増大の傾向があり、70～90mに達するものも出現している。この種の2主桁では幅員Bと桁高Hの比 B/H が小さく、長大化した場合には空力振動を十分に認識しておく必要があると考えられる。とくに、高い遮音壁が設置されることも多く注意を要する。ここでは、6径間連続の2主桁橋梁の中、最大支間約75mを取り上げ、2次元ばね支持風洞試験により空力振動特性を検討した結果を報告する。

2. 風洞試験要領

図1(a)に示すような断面を有する2主桁橋梁を対象とした。主桁間隔は5.5m、桁高は3mで30cm厚のPC床版を有する。実橋諸元は表1のとおりである。鉛直たわみおよびねじれ振動数は立体骨組にモデル化して振動解析により求めた。



(a) 基本断面

(b) 鉛直タイプ遮音壁

(c) 円弧タイプ遮音壁

図1 対象断面

鉛直たわみ1次モードは図2に示すように最長支間部が卓越したモードである。ねじれ1次振動と鉛直曲げ1次振動の振動数比は1.42と小さい。風洞試験は図1(a)の基本断面の他、図1(b),(c)に示すような鉛直タイプ遮音壁(高さ1, 2, 3, 4m)および円弧タイプ遮音壁(2+3R, 2+4R, 2+5R: Rは円弧部半径)を設置した断面を対象とした。2次元剛体模型の縮尺は1/70、模型長は1.8mで表1にばね支持試験条件を示す。構造減衰は鉛直たわみ、ねじれともに約0.02である。

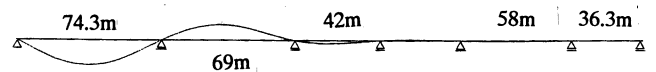


図2 鉛直たわみ1次モード

表1 実橋諸元と風洞試験条件

項目	単位	実橋諸元値	模型試験値
代表値	幅	m	10.05
	高さ	m	7.643
振動数	鉛直たわみ	Hz	1.179
	ねじれ	Hz	1.669
振動数比	ねじれ/鉛直たわみ		1.416
慣性	質量	$\text{Kg} \cdot \text{s}^2 / \text{m}$	1500.7
	質量慣性モーメント	$\text{Kg} \cdot \text{s}^2 \cdot \text{m} / \text{m}$	16557.1
対数減衰率	鉛直たわみ		0.02
	ねじれ		0.0202
風速倍率	鉛直たわみ		17.22
	ねじれ		17.31

3. 風洞試験結果

3.1 振動応答特性 図3(a)に基本断面の迎角 $\alpha = 0^\circ$ 、 $\pm 3^\circ$ の応答を示す。約40～60m/sでねじれの限定的振動、70m/sからねじれの発散的振動がみられる。図3(b)に鉛直タイプ遮音壁設置断面の中、高さ3mの応答を示す。遮音壁の高さにより振動応答は若干変化するが、50～60m/sでねじれの限定振動のみで、90m/sまで発散的振動はみられない。70m/sからギャロッピング的な鉛直たわみが発生する傾向である。円弧タイプ遮音壁設置断面の中、2+3Rの振動応答例を示すと図3(c)のとおりである。約60m/sで若干小さなねじれの限定的振動、70m/s以上でギャロッピングが発生している。高架橋での設計風速55m/s、発散的振動に対する照査風速66m/sを耐風性の評価基準とすると、鉛直タイプや円弧タイプの遮音壁は動的耐風性の面では不利とはならない。以上の結果から、設計風速以下で発生するねじれの渦励振に関して、幅高さ比 B/H と $V/f \cdot H$

キーワード : 2主桁橋梁、合理化構造、風洞試験、空力振動

連絡先 : 大阪市大正区船町2-2-11、(TEL)06-6551-9239 (FAX)06-6551-9841

(f_θ :ねじれ渦励振発生風速)の関係を示すと図4のとおりで、任意の幅高さ比の断面に関して渦励振の発生風速を予測することができる。

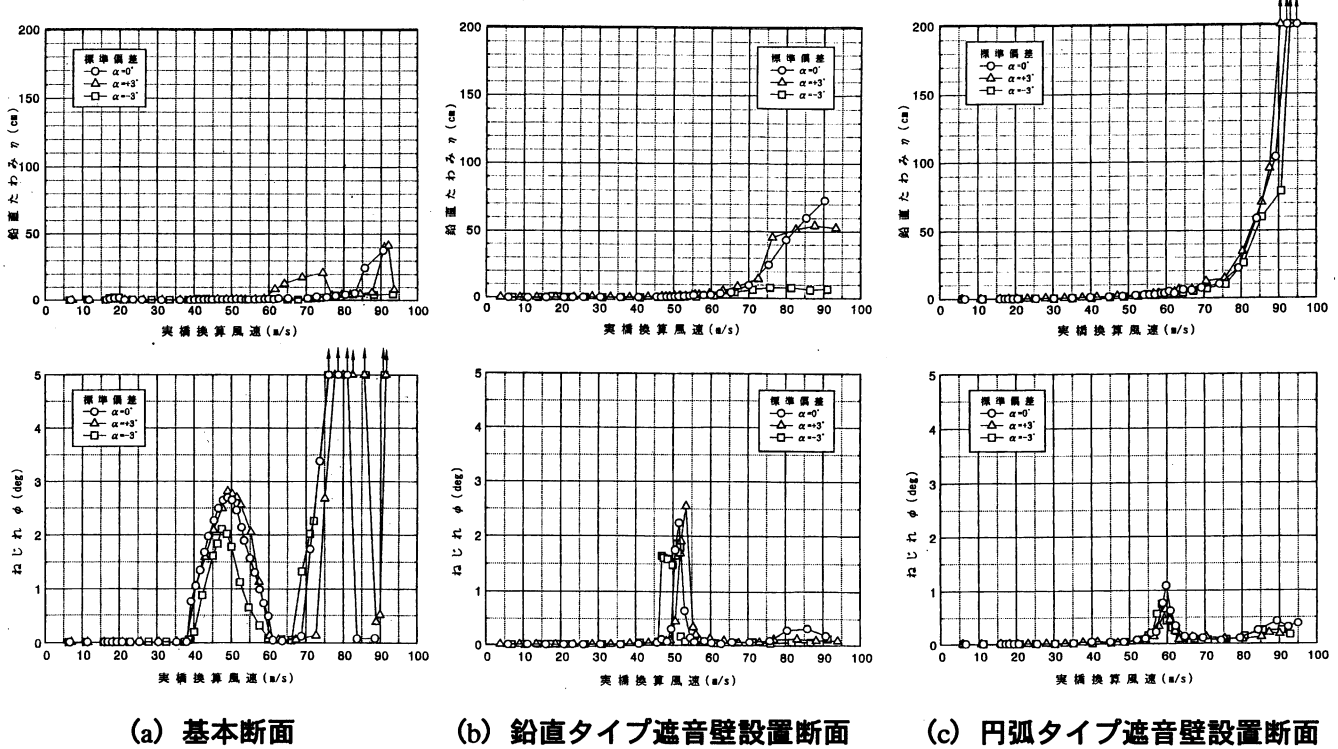


図3 振動応答

3.2 減衰付加による振動抑制効果 ねじれの限定振動に関して、減衰を付加した場合の振動抑制効果を調査した結果を図5に示す。基本断面では0.04程度の減衰で振動は消滅する。また、鉛直タイプ3m高遮音壁設置断面では0.06程度の減衰で振幅1°程度に振動を抑制することができる。

3.3 付加物による振動抑制効果 基本断面において充腹自動車防護柵の外側に45°～120°の挟み角を有する小型フェアリングを設置した場合の $\alpha=0^\circ$ の応答を検討した結果、挟み角70°の場合、発散的振動は鉛直たわみ、ねじれとも80m/s以上、鉛直たわみ限定振動は4cm、ねじれ限定振動は0.5°弱で、振動をかなり抑制することができることがわかった。この場合、迎角を $\pm 1^\circ, \pm 3^\circ$ に変化させた場合でも、鉛直たわみは8cm、ねじれは2.5°程度である。ねじれ2.5°では、作用応力度は約2500kgf/cm²で割増し許容応力度約3000kgf/cm²を下回り、初期通過破壊に到ることはないと考えられる。

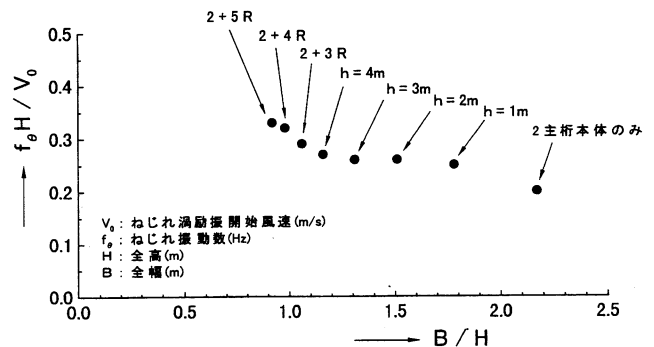


図4 B/H と $V/f_\theta H$ の関係

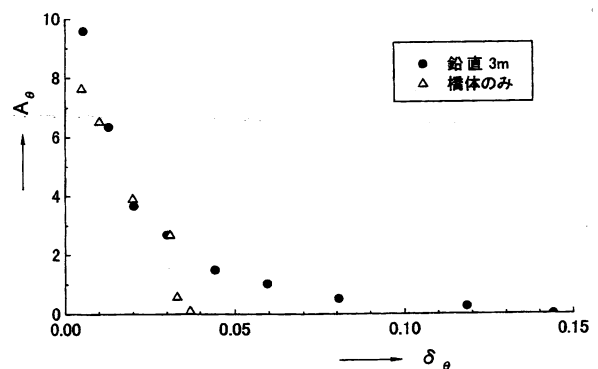


図5 付加減衰と振動応答の関係

4. あとがき 合理化構造2主桁では支間長が増大すると、ねじれの限定的振動が問題となる可能性があることがわかった。鉛直や円弧タイプの遮音壁を設置した場合、空力振動面では必ずしも不利とはならない。基本断面で振動を抑制するには、TMDのような減衰付加で十分に対処できると考えられる。一方、自動車防護柵の外側に約70°の挟み角を有する小型フェアリングを付設することにより振動を抑制できることもわかった。今後の設計資料に参考となれば幸いである。