

長大吊橋を想定した2箱桁断面の空力アドミッタンス

川崎重工業株式会社 正会員 阿部 和浩
 同上 正会員 尾立 圭巳
 同上 正会員 下土居秀樹

1. はじめに

近年、経済性・耐風性に優れた長大吊橋の桁断面として、桁中央部に開口部を有する2箱桁断面に対する検討が盛んに行なわれている^{1), 2)}。これらの検討は、フラッタ特性・渦励振特性に対するものが多いが、長大吊橋の耐風性検討においては、ガスト応答の検討も重要な課題となる。そこで、ここでは2箱桁断面に対する空力アドミッタンスの計測結果を1箱桁断面と比較して報告する。

2. 風洞試験概要

使用模型は、図1に示す4車線相当の幅員を有する2箱桁断面および1箱桁断面の2次元剛体模型（縮尺1/100）とした。また、乱流の生成にあたっては、50mm×50mmのアルミ製パイプを200mm等間隔で水平に配置したスクリーンを用いた。なお、気流特性の計測は、熱線流速計を用い、模型を設置していない状態でスクリーンから下流側1750mmの位置で実施した。模型に作用する変動空気力は、乱流中で模型をロードセルにより固定支持することにより計測した。なお、計測迎角は=0°とした。

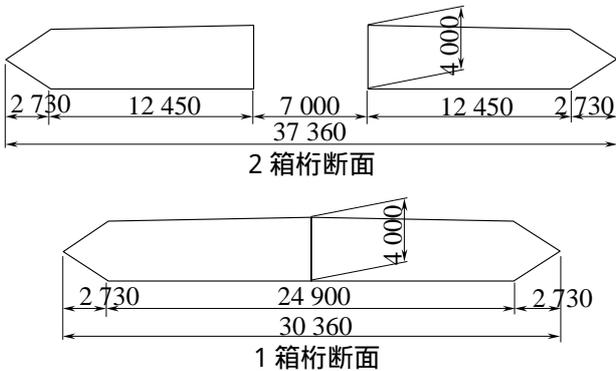


図1 桁断面

3. 気流特性計測結果

主流方向、および鉛直方向の変動気流のパワースペクトル密度関数を図2に示す。また、2点間同時計測により得られたコ・コヒーレンスの一例を図3に示す。図3中には、振動数および乱れのスケールに対して試験結果に合うよう補正したRoberts&Surry式³⁾に基づく近似結果も示しているが、スクリーンにより生成した気流のコ・コヒーレンスに対しては良好な近似を行なうことができなかった（例えば、主流方向、 $fB/U=0.004$ における $L=0.2m \sim 0.6m$ 付近など）。なお、本気流の乱れ強さは $I_u=13.8\%$ 、 $I_w=12.8\%$ で、乱れのスケールは $L_u^x=0.067m$ 、 $L_w^x=0.033m$ であった。

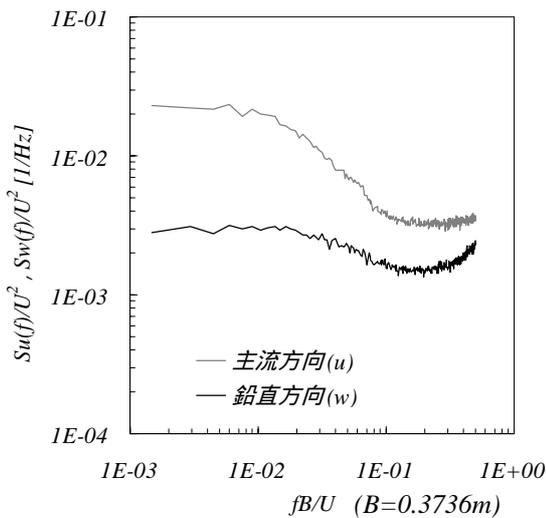


図2 変動気流のパワースペクトル密度関数

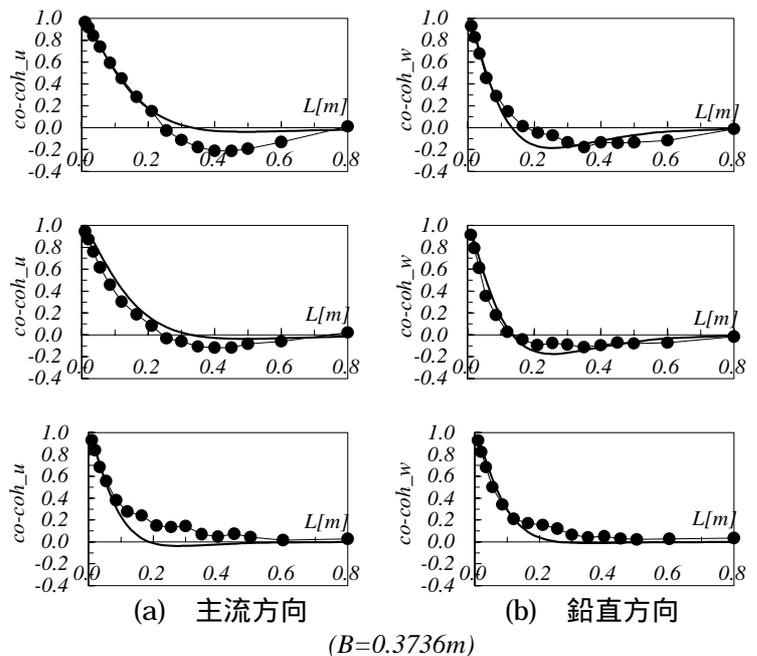


図3 変動気流のコ・コヒーレンス (●: 実験値, 太実線: Roberts&Surry 式)

キーワード：風洞試験，2箱桁，1箱桁，空力アドミッタンス

連絡先：〒673-8666 明石市川崎町1番1号 TEL(078)921-1641 FAX(078)921-1607

4. 空力アドミッタンス計測結果

空力アドミッタンスは次式により算出した。なお式中のジョイント・モード・アクセプタンスの算出にあたっては、前述のとおり、コ・コヒーレンス計測値と近似式との適合が良くなかったため、コ・コヒーレンス計測値を直接、模型スパン方向に数値積分することにより求めた。

$$|X_D(f)|^2 = \frac{S_D(f)}{(UDC_D)^2 \cdot S_u(f) \cdot |J_u(f)|^2 \cdot \ell^2} \quad (1)$$

$$|X_L(f)|^2 = \frac{S_L(f)}{\left\{ \frac{1}{2} UB \left(\frac{dC_L}{d\alpha} + C_D \right) \right\}^2 \cdot S_w(f) \cdot |J_w(f)|^2 \cdot \ell^2} \quad (2)$$

$$|X_M(f)|^2 = \frac{S_M(f)}{\left(\frac{1}{2} UB^2 \frac{dC_M}{d\alpha} \right)^2 \cdot S_w(f) \cdot |J_w(f)|^2 \cdot \ell^2} \quad (3)$$

：空気密度、 U ：平均風速、 B ：桁幅、 ℓ ：模型長、 $S_D(f), S_L(f), S_M(f)$ ：変動抗力、揚力、モーメントのパワースペクトル密度関数、 $S_u(f), S_w(f)$ ：気流変動のパワースペクトル密度関数、 $J_u(f), J_w(f)$ ：ジョイント・モード・アクセプタンス、 C_D, C_L, C_M ：抗力係数、揚力係数、モーメント係数（乱流中における三分力係数を使用。）

図4に2箱桁断面および1箱桁断面の空力アドミッタンスを示す。図4中には、設計要領⁴⁾による値も示した。

試験結果より、抗力、揚力、モーメントの各成分とも、2箱桁と1箱桁の空力アドミッタンスに大きな違いは認められない。また、抗力成分は、大きさ、傾向ともに比較的設計要領に近い特性を示した。一方、揚力成分およびモーメント成分は、低周波領域においては設計要領より小さい値を示し、無次元周波数（ fB/U ）が0.1付近より高い周波数では設計要領に近い値となった。

5. まとめ

スクリーンにより生成した乱流中における、2箱桁断面および1箱桁断面の空力アドミッタンスの計測を実施し、以下の結果が得られた。

抗力、揚力、モーメント成分ともに、2箱桁と1箱桁の空力アドミッタンスに大きな差異は認められなかった。

抗力成分については、いずれの断面も設計要領に比較的近い値を示し、揚力およびモーメント成分については、低周波領域において設計要領より小さい値を示した。

なお、本研究は独立行政法人土木研究所・本州四国連絡橋公団・財団法人土木研究センター・民間8社からなる共同研究「経済性を考慮した超長大橋の耐風設計に関する研究」の一環として実施したものである。

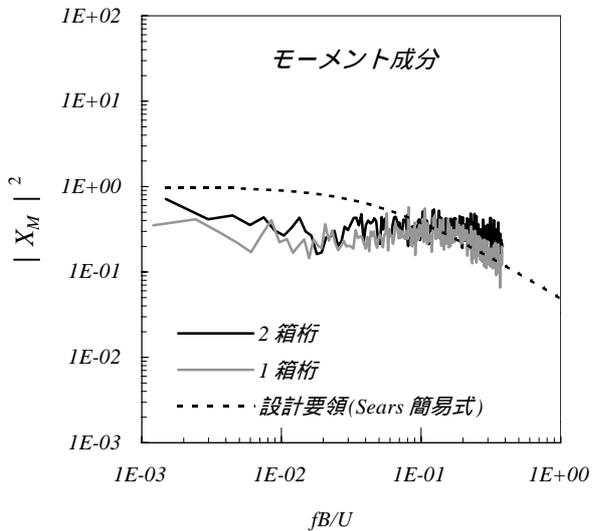
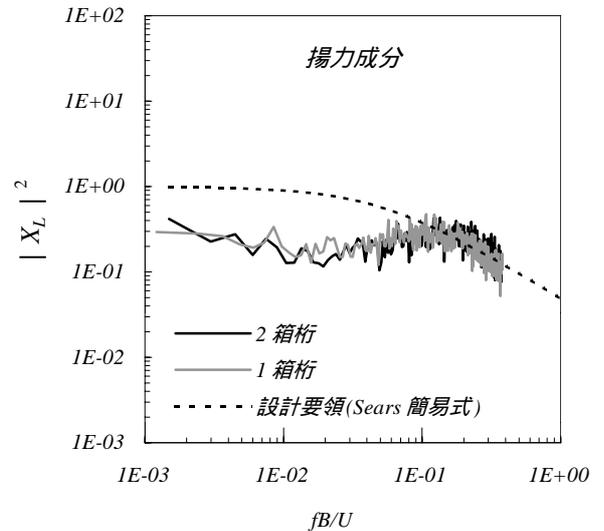
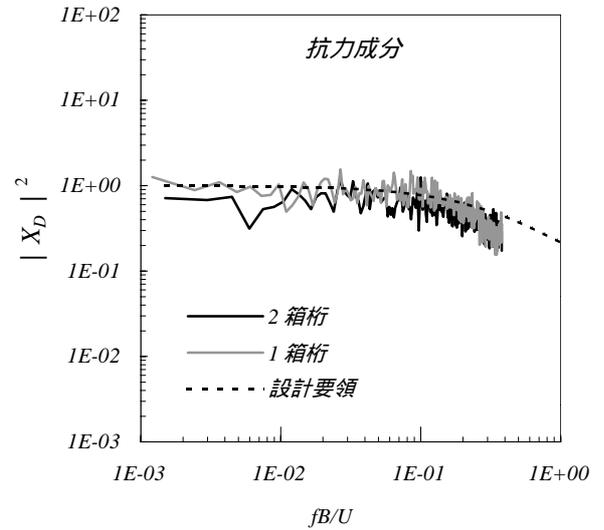


図4 空力アドミッタンス

【参考文献】

- 1)小川,下土居野上: 2500m級超長大吊橋への適用を想定した2箱桁断面の空力特性第15回風工学シンポジウム,1998.12.
- 2)麓,秦,榎原,平野,大廻: 二箱桁断面の耐風安定性に関する検討,土木学会第47回年次学術講演会,pp.975-976, -488,2002.9. など
- 3)J.B.Roberts and D.Surry: Coherence of Grid-Generated Turbulence, J.Eng.Mech.Div.ASCE,99,No.EM6,1973.,pp.1227-1245
- 4)本州四国連絡橋公団: 明石海峡大橋風洞試験要領 同僚誌, 1990.2.