

I - B57

超長大スパン新形式補剛桁構成案の空力弾性特性について

横浜国立大学大学院 正会員 山田 正人

横浜国立大学工学部 正会員 宮田 利雄

横浜国立大学工学部 正会員 山田 均

1. 研究目的及び背景

今後の超長大橋プロジェクトには経済性を満たしつつ耐風安定性を確保することが最重要課題であるが、その方法としてはねじれ固有振動数を上昇させるために剛性を増すなどの構造的対策や空力的に優れた桁を採用する空力的対策が挙げられる。本研究では空力的対策に着目し、耐フラッター性に優れた並列二箱桁断面の空力特性についてフラッター、渦励振等には動的、また桁幅が大きくなることで懸念されるダイバージェンスに対し静的の両面を風洞試験により検討し、一考察を加えることで超長大橋のフィージビリティについて論ずる。

2. 実験概要

実験は3種類の実験を行った。Ⅰ) 相似模型によるバネ支持試験、Ⅱ) 三分力試験、Ⅲ) 非定常空気力の推定、の3種類である。

実験に使用した模型は図1に示すように端部にフェアリングを有し、高欄の充実率を変化させたタイプA、タイプBとフェアリングの代わりに大型遮風柵を用いたタイプC

(図2)でそれぞれ一箱桁と分離二箱桁とがありそれぞれをSingle, Twinと呼ぶ。

3. 実験結果

Ⅰ) 相似模型によるバネ支持試験について

実験諸元は表1のとおりである。諸元は中央径間が3500m級の超長大吊橋を想定している。バネ支持試験の結果は図2に

一部示すように全てのケースにおいてフラッター発振風速ではTwinがSingleを上回りTwinの耐風安定性を示している。なかでもTwin-Cは設計風速を超えてもフラッターは発生しなかった。これは注目すべき事であるが低風速で渦励振が発生しておりこれへの対処が必要となる。その他のパラメータでは、高欄の充実率を変化させたタイプAとタイプBの間では差ほどの変化は現れなかった。

表1 実験諸元

重量 (kgf/m)	極慣性 モーメント (kgfm ² /m)	たわみ 振動数 (Hz)	ねじれ 振動数 (Hz)
6.385	0.397	1.205	1.589

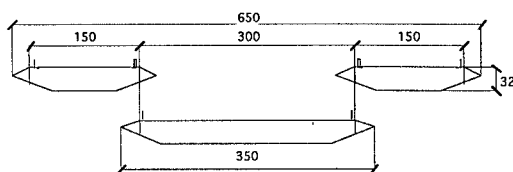


図1 一箱桁、分離二箱桁断面図

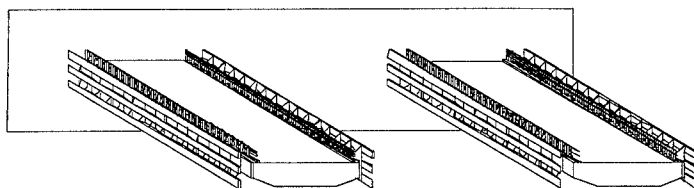


図2 タイプC(大型遮風柵)見取図

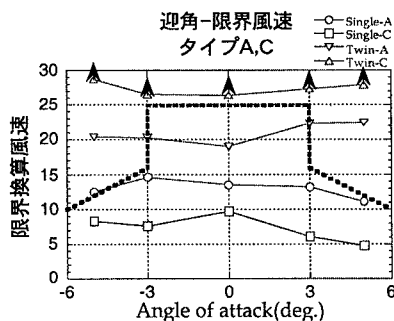


図3 迎角-限界風速図

超長大橋、スピンドルタイプ、空力特性、耐風設計

〒240 横浜市保土ヶ谷区常盤台79-5 TEL 045-339-4042 FAX 045-331-1707

II) 三分力試験について

三分力試験では、Twinについては、三成分の各係数が風速によって異なったため2(m/s)から26(m/s)まで2(m/s)ピッチで計測した。結果は図3に示すように抗力係数 C_D についてはTwinがSingleと比較して約6割程度大きくなりいわゆる風荷重に対して注意が必要となる。空力モーメントに関しては迎角0度での係数の値がSingleではほぼ0であるのに対し、Twinでは正の値を持っており、これは迎角0度でも風による空力モーメントが生じると考えられ、ダイバージェンスに対する注意が必要とされるが、迎角が増すとその増加の度合いは、Singleに比べると急激ではなく徐々にねじれ変形を起こすものと考えられる。一方、Singleに関しては、桁高が低くより平板に近い桁形状を有しているため従来の箱桁より空力モーメント係数及び揚力係数が大きく平板翼から求められる理論値に近いため、迎角による増加の度合いはTwinより急激になっている。よって空力モーメント係数の勾配より計算したダイバージェンス風速はこの桁の場合Singleの方がTwinより低くなっている。

また、図5に示すようにTwinの場合風速によって空力モーメント係数は大きく変化する。これは風速が変化することにより桁周辺の流れの状況が変化し、特に上流側の桁で流れが剥離することで後流側の桁に大きな変化を受けていると想像される。

III) 非定常空気力係数の推定について

振動する桁に作用する非定常空気力を求めるには、自由振動法を拡張したモード分解再構成法を用い、Single-AとTwin-Aで行った。まずSingle-Aについては従来より平板翼に近い桁高が低い形状のため各係数ともTheodorsenの平板翼理論値にほぼ一致しておりこの方法の有効性を示すことができた。Twin-AについてはこれまでTheodorsenの平板翼理論を拡張した並列翼理論で3次元骨組みモデルの解析に用いてきたが、後流側の桁が上流側の桁で起きた流れの変化を無視した仮定のため、その仮定の妥当性に疑問を残していたが、今回推定した結果を見

ると、迎角0度ではばらつきがやや大きいものの並列翼理論に近い値となっている。また、パネ支持試験でのSingleとTwinの限界風速の差もフラッター現象に関係を及ぼすと考えられる係数 $M_{\theta I}$ を図6で比較してみると風速が上がるにつれTwinの方は値が小さくなっており、これはねじれ変位を起こすことで桁自身の減衰力を増加させる効果と考えられ、パネ支持試験で得られた結果を証明したといえる。

4. まとめ

今回の実験により、3500m級分離二箱桁形式吊橋の空力特性を把握した。設計風速を満足するレベルにするにはこの桁と従来の箱桁を橋軸方向に配置したスピンドル桁を採用するなどさらなる対応をして満足すべきである。

参考文献 1) 大瀧、宮田、山田；二床版無補剛タイプ長大吊橋桁の空力応答に関する基礎実験、土木学会第50回年次学術講演会、1995年 2) 辻、宮田、山田；スピンドルタイプ補剛桁超長大吊橋の強風時応答特性について、土木学会第52回年次学術講演会、1997年 3) 宮田、岡内、白石、成田、奈良平；明石海峡大橋の耐風設計に関する予備的検討、構造工学論文集 Vol.33A、1987年etc.

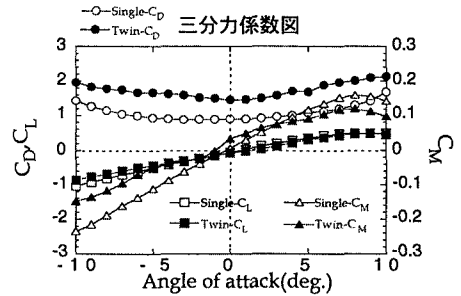


図4 三分力係数図

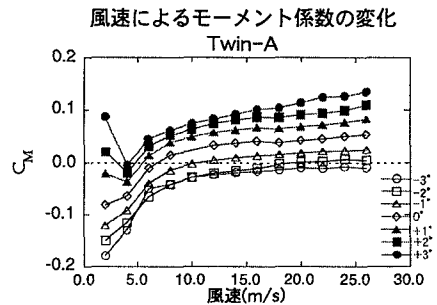


図5 風速によるモーメント係数の変化

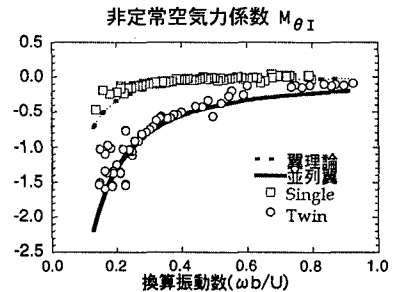


図6 非定常空気力係数図($M_{\theta I}$)