

I - B62

2箱桁/1箱桁を併用した2500m級超長大吊橋の耐風安定性

川崎重工業 正会員 野上 千秋
 同 上 正会員 小川 一志
 同 上 正会員 下土居秀樹
 同 上 正会員 岸田 和人

1. はじめに

紀淡海峡架橋計画をはじめとする将来の海峡横断プロジェクトへの適用を想定した経済性と耐風性（フラッタ安定性）に優れた2500m級超長大橋の開発が求められている。筆者等はこれらの要求を満たす橋梁形式として2箱桁/1箱桁併用吊橋の開発^{1), 2), 3)}を実施してきた。今回の報告においては本橋梁形式の構造概要について紹介し、さらに本橋梁案の海峡横断プロジェクトへの適用性について検討を行った結果について説明するものとする。

2. 2箱桁/1箱桁併用吊橋の概要

これまでの検討によって我々は幅員中央に開口部を設けた2箱桁断面は1箱桁よりもフラッタ安定性の面で有利との見解を得ている。しかしながら桁幅が1箱桁よりも広くなるため主塔柱間隔（基礎工規模）の増加および補剛桁鋼重の増加等の不経済要因も内包している。これに対して本橋梁形式は耐風性への影響が大きい主径間中央部にフラッタ安定性の良好な2箱桁を配置し、塔付き部には桁幅の狭い1箱桁を配置することにより、優れた耐風安定性（フラッタ限界風速80m/s以上を本橋の目安とする）と経済性を両立することを目標としている。図-1に完成予想図を、図-2.aに桁の配分図を示す。また、メインケーブル間隔を近接させ、1箱桁部のハンガーロープを斜め吊りとし、全体系としてのねじれ剛性増加を期待する一方、2箱桁部のハンガーロープを鉛直吊りとし、道路建築限界も確保している。図-2.bにハンガー形状を示す。

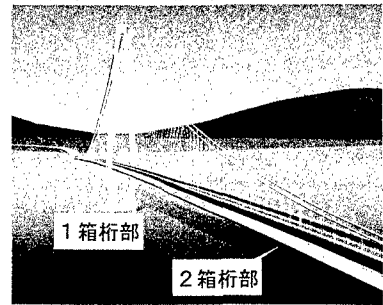
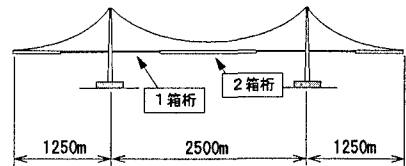
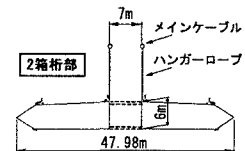
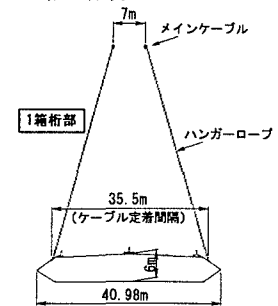


図-1 完成予想図



a. 桁の配分



b. ハンガー形状

3. 改良断面を用いた場合の耐風安定性

本検討に用いた2箱桁断面は、桁の静的ねじれ変形を低減するための空力対策⁴⁾が施されている。2箱桁/1箱桁併用吊橋にこの改良断面を適用した場合の影響を調査するため静的変形解析を実施した。解析結果を図-3に示す。風の傾斜角 $\alpha=0^\circ$ 、風速80m/sの風に対して対策前の基本断面では -14° の過大な桁の回転変形が生じているが、対策を施した改良断面を用いた場合変形量が -5° まで低減されていることがわかる。しかしながら $\alpha=-3^\circ$ 、風速80m/sの風に対する回転変形量は -8° と大きい。本改良断面については -7° を越える迎角に対してフラッタ安定性が低下することが確認されているため⁴⁾、負傾斜角の風に対してはフラッタ特性が低下する可能性がある。このため架設地点の風況によっては何らかの低減対策が必要であると考えられる。

次に、風の傾斜角 $\alpha=0^\circ$ におけるフラッタ解析結果を図-4に示す。これによると対策前の基本断面では風速67m/sでフラッタが発生しているのに対し、改良断面を適用した場合、フラッタ限界風速は80m/s以上に向上することが確認された。

4. 主塔モデル化の影響

静的変形解析における主塔のモデル化の影響を調査した。主塔モデルを省略し塔

図-2 2箱桁/1箱桁併用吊橋の概略構造

吊橋、2箱桁、耐風性、フラッタ / 連絡先：明石市川崎町1-1 川崎重工業(株) TEL 078-921-1641, FAX 078-921-1607

頂サドル部でケーブルの橋軸直角方向の変位を拘束した場合と、主塔をモデル化し塔頂の変位に応じてケーブルの変位を許した場合の双方における桁の回転変位の比較を図-5に示す。これによると主塔をモデル化した場合桁の回転変形が若干低減されることが分かる。これは塔頂が下流側に撓むことによりケーブル全体の水平変位量が増加し、図-6に示すようなケーブルと桁の相対水平変位によって形成される桁の回転変形が緩和されることに起因すると考えられる。

5. クロスハンガー効果の検討

静的回転変形低減対策としてクロスハンガーを設置した場合の効果进行调查した。クロスハンガーの設置位置、設置組数を変化させた場合の桁の回転変形量を表-1に示す。これによると最も効果のあった中央径間L/4点の1箱桁部にクロスハンガーを設置した場合でも非設置時の変形量の10%程度の低減効果しか得られず、更に他の位置に追加設置してもその効果は僅かであった。このことから本検討橋梁において更に高度な桁の回転変形対策が必要となる場合、クロスハンガーの設置以外に、例えば1箱桁断面の空力特性改善等が必要となるものと考えられる。

6. まとめ

- ・ 2箱桁/1箱桁併用吊橋において空力対策の施された2箱桁断面を用いることにより、未対策断面適用時に生じた -14° の過大な桁の回転変形が -5° まで低減されることが確認された。
- ・ 2箱桁/1箱桁併用吊橋において空力対策の施された2箱桁断面を用いることにより、風の傾斜角 $\alpha=0^\circ$ におけるフラッタ限界風速は80m/s以上となることが確認された。
- ・ しかしながら本検討案では風の傾斜角 -3° における桁の回転変形が大きく、これに伴いフラッタ特性が低下する可能性があると考えられる。これについては1箱桁断面の空力特性改善等で対処する必要があると思われる。

尚、本検討は、建設省土木研究所、本州四国連絡橋公団、(財)土木研究センターおよび民間企業8社からなる『耐風性および経済性に優れた超長大橋の開発に関する共同研究』の一環として実施したものである。

参考文献:1)小川,橋本,岸田:2箱桁/1箱桁を併用した超長大吊橋の開発(その1:構造特性),第51回土木学会年次講演会,1996;2)下土居,小川,野上:2箱桁/1箱桁を併用した超長大吊橋の開発(その2:フラッタ特性),第51回土木学会年次講演会,1996;3)小川,下土居,橋本:2箱桁と1箱桁を併用した超長大吊橋のフラッタ特性,第14回風工学シンポジウム,1996;4)下土居,小川,野上:2500m級超長大橋に適合した箱桁形状の研究,第52回土木学会年次講演会,1997

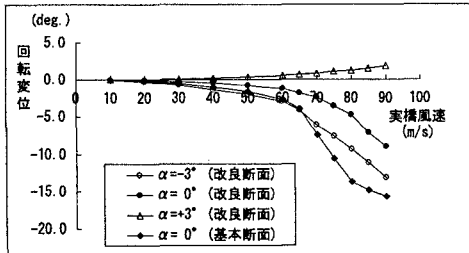


図-3 風速と静的変形の関係

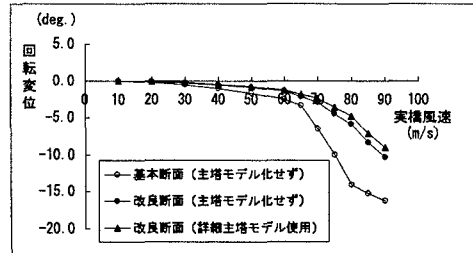


図-5 主塔モデルが静的変形におよぼす影響

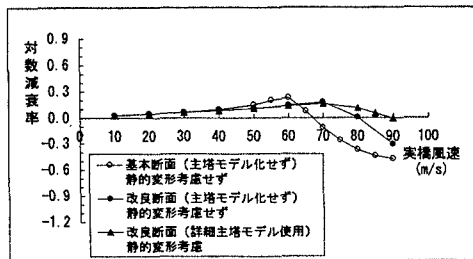


図-4 風速と対数減衰率の関係

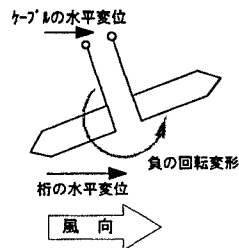


図-6 桁の回転変形

表-1 クロスハンガー設置による静的変位の変化

クロスハンガー設置位置	回転変位
設置せず	-7.7°
L/4点・2箱桁部	-7.6°
L/4点・1箱桁部	-6.9°
L/4点・1箱桁部+L/2点	-7.0°
L/4点・1箱桁部+L3/8点	-6.8°
L/8点	-7.5°
L/4点・1箱桁部+L/8点	-6.8°

注. 風の傾斜角 α ; 吹上げを正, 桁の回転変位; 頭上げを正とする
回転変位量はいずれも主径間中央の桁における値とする