

超長大吊橋主塔の耐風安定性に関して

三菱重工業(株) 正会員 所 伸 介 正会員 本 田 明 弘
三菱重工業(株) 正会員 増田伊知郎 中 島 行 弘

1. はじめに

次世代の海峡横断プロジェクトとして中央径間が 2,000m を超える規模の超長大吊橋が計画されており、著者らは桁断面の空力特性に着目して種々の検討を実施してきた¹⁾。一方で、このような超長大吊橋では主塔も非常に柔な構造となるため橋梁完成時、自立時ともに渦励振振動などの空力振動に対する検討は必要不可欠であり、機械的制振を加える場合には必要な制振装置の規模も比較的大きくなることから、その空力性能がプロジェクト全体の経済性に及ぼす影響も大きいと考えられる。本稿は、超長大吊橋主塔の耐風安定性に関して、三次元弾性体模型を用いた検討経過の概要についてまとめるとともに今後の展望について述べるものである。

2. 風洞試験概要

ここでは、縮尺 1 / 150 の主塔三次元弾性体模型を用いて、より空力的に不安定となる自立時の振動に着目した応答試験を実施した。また、振動モードとしては、最もクリティカルとなると考えられる面外 1 次振動を対象として一連の試験を実施した。

尚、塔柱断面は経済性を考慮して既往のセル型ではなくパネル構成による断面案の採用を基本とし、比較的隅切り率の小さな断面を基本形状として選定した。また、この基本断面に対して既往の隅切り形状²⁾を参考にしながら、パネル構成でも可能であることを条件として 2 種の対策断面を設定した。(図 - 2)

3. 橋軸直角風における空力特性

橋軸直角風(風向 0 度と定義する)における面外 1 次モードの渦励振振動は、実橋換算風速 5 ~ 9 m / s の比較的狭い風速域において発生し、その減衰 - 振幅特性を明石海峡大橋の結果³⁾と比較したものを図 - 3 に示す。本図より、現状断面は明石基本断面よりもやや不安定な特性を示すことが判るが、これは、図 - 4 に示すように今回対象とした橋梁は塔柱断面が比較的大きいにもかかわらず、4 車線構成の桁断面が採用されることから、“塔柱間隔 / 塔柱断面寸法の比が小さくなる”ことの影響によるものと思われる。また、今回試験した対策断面では、渦励振振幅を約半分程度に抑制する制振効果が認められるが、明石最終断面と比較すると未だ改善の余地があると考えられる。

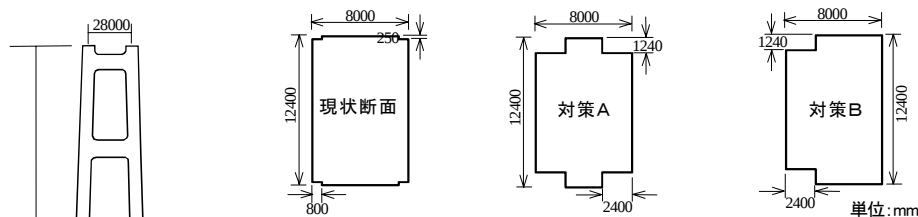


図-2 塔柱断面形状

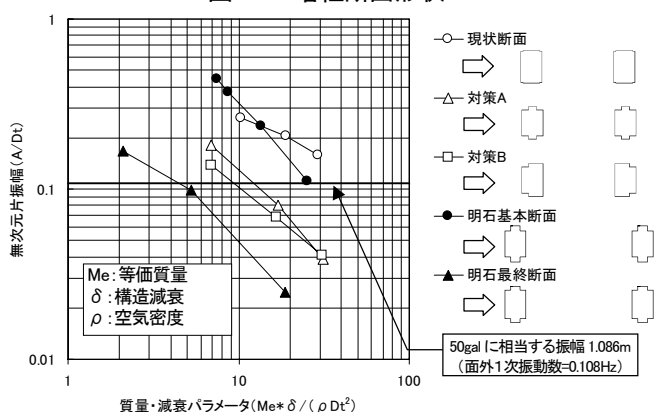


図-3 減衰 - 振幅特性(風向0度)

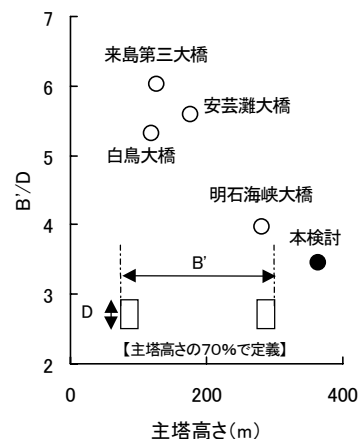


図-4 塔高と塔柱間隔比

図-1 想定主塔形状

キーワード：超長大吊橋，主塔，弾性体模型，渦励振，隅切

三菱重工業(株) 長崎研究所 〒851-0392 長崎市深堀町 5-717-1 Tel : 095-834-2580 Fax : 095-834-2585

4. 風向偏角を有する場合における空力特性

風向偏角を有する場合の現状断面、対策断面の風向 - 振幅特性をその可視化写真とともにまとめたものを図 - 5 に示す。本図より、風向 0 度では、対策断面は現状断面よりも優れた空力特性を示すものの、風向偏角が大きくなった場合には、逆に現状断面よりも空力特性が劣化する傾向が認められた。この要因の詳細については明らかでないが、可視化写真も併せて考慮すると、図 - 6 に示すような並列角柱の相互の干渉度合いが大きく影響し、風向偏角の変化によって空力特性の優劣が逆転したものと推察される。本傾向は、対策 B の下流側外形材を撤去した場合（図 - 5 の ▲；但し、質量の変化分は未考慮）に風向偏角が大きくても優れた空力特性を示すことから定性的に裏付けられると考えられる。

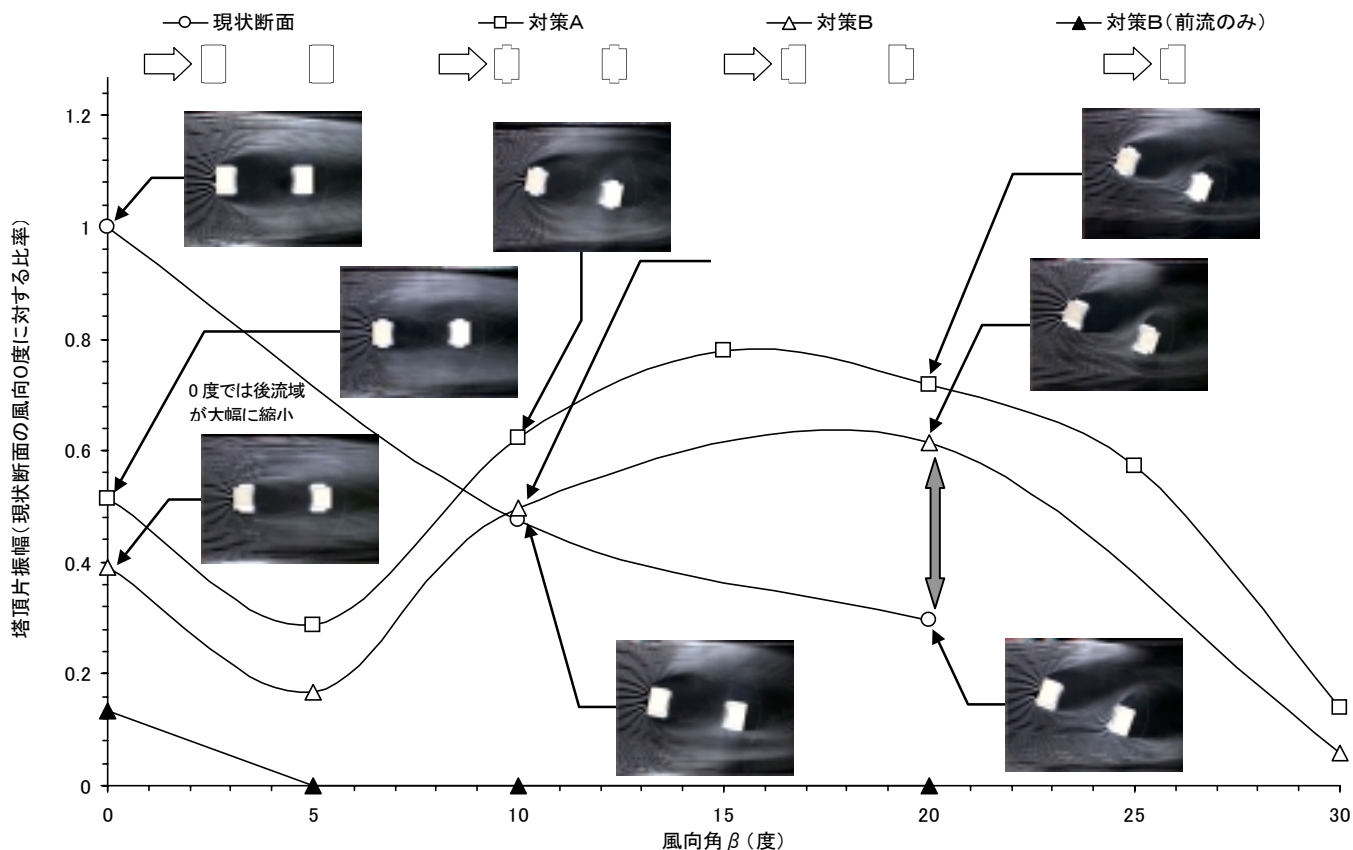


図-5 風向-振幅特性

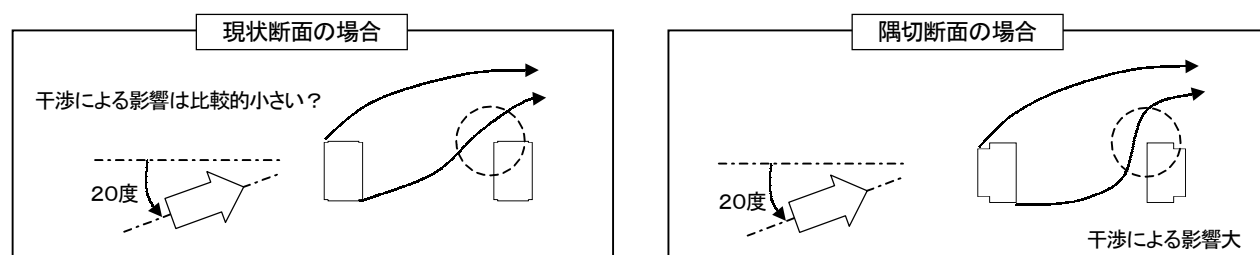


図-6 風向偏角がある場合における並列柱の干渉効果

5. あとがき

今後は橋軸直角風向におけるさらなる空力特性の改善を図るとともに、並列角柱の干渉効果に着目して、風上側塔柱後縁部及び風下側塔柱前縁部の隅切形状に工夫を施すことによって風向偏角がある場合についても空力特性の改善を図っていく予定である。

尚、本検討は、国土交通省土木研究所、本州四国連絡橋公団、(財)土木研究センター及び民間企業 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法に関する研究」の一環として実施したものである。

【参考文献】1)例えば、所、増田他、“超長大吊橋を想定した開口一箱桁断面のフラッター特性”，土木学会第 55 回年次学術講演会概要集 2)白石、藤沢他“斜張橋の塔(1本柱)の耐風性の改善法について”，土木学会第 42 回年次学術講演会概要集 3)例えば、A.HONDA, et al., "AERODYNAMIC CHARACTERISTICS OF THE TOWER OF THE AKASHI-KAIKYO BRIDGE", Proc. of 9th ICWE, 1995.