

斜張橋主桁のコスト縮減策に関する検討について

近畿地方整備局 阪神国道事務所 調査課 専門員 森谷 信也

1 はじめに

近年、公共事業については、より安く、より質の高い事業が求められ、各種技術開発によるコスト縮減の検討が行われている。

当事務所で調査・計画を行っている大阪湾岸道路西伸部においても、積極的に設計・施工計画等に関するコスト縮減策の検討を実施している。

大阪湾岸道路西伸部は、関西空港自動車道（りんくうJCT）から神戸淡路鳴門自動車道（垂水JCT）を結ぶ延長約80kmの大阪湾岸道路のうち、未整備となっている約21kmの区間である（図 - 1 参照）。

そのうち神戸市東灘区向洋町東（六甲アイランド）から同市長田区駒ヶ林南間について、現在、都市計画手続きを進めている。この区間の道路構造は高架構造で検討しており、海上部では神戸港内の航路を跨ぐスパン500m～600m級の斜張橋を3橋計画している。

本報告は、事業費に占める割合が大きい斜張橋について、コスト縮減の検討結果と課題を報告するものである。



図 - 1 位置図

2 検討内容

2.1 橋梁形式の検討

コスト縮減策の検討にあたり、3橋の航路橋のうち最もスパンが大きい新港航路橋をモデルに検討を行った。

新港航路橋は、400mの航路幅を斜めに横断するため、スパンが600mとなり、適用スパン長から斜張橋（図 - 2）と吊橋（図 - 3）の比較検討を行なった。その結果、吊橋については、海上に大きなアンカレイジの設置が必要となり、新技術であ

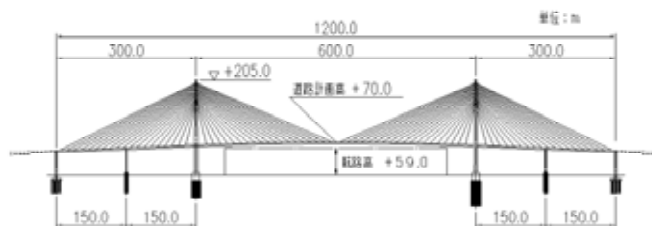


図 - 2 斜張橋モデル

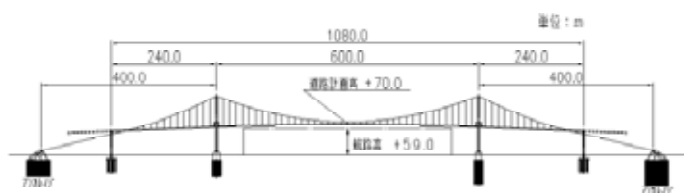


図 - 3 吊橋モデル

るオープングレーチング桁及び海中アンカレイジを活用しても経済的とはならず（LCCでも斜張橋の約1.2倍）、斜張橋が有利となった。

2.2 主桁形式の検討

主桁形式については、風による落橋を防ぐため耐風性を含めた検討を行う必要がある。スパンが延びると主桁の固有振動数が低くなり低風速の風で振動しやすくなる。風による振動は図-4に示すように発散振動（フラッター）と限定振動に区分されるが、前者の振動は落橋に至らしめるため発生を回避しなければならない。大阪湾岸道路西伸部では、100年再現期待値としての基本風速が43m/sであり、主桁位置（海面上70m程度）では57m/s程度となる。フラッター照査風速はこれの1.2倍であることから、68m/s程度以上の耐風安定性を有する主桁断面が必要となる。

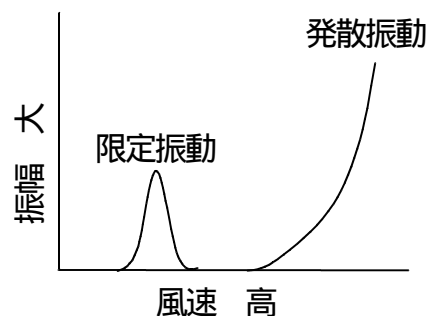


図-4 桁振動の種類

よって、大阪湾岸道路西伸部における斜張橋桁形式の検討については、まず、実績のある桁形式の中から比較検討を行うこととした。

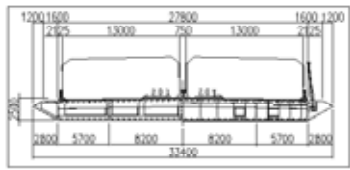
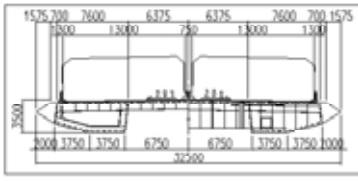
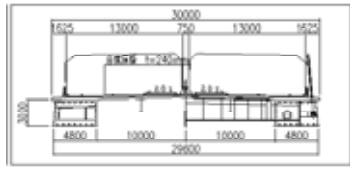
我が国で建設されたスパン400m以上の斜張橋の主桁形式を表-1に示す。このうち、鋼橋では1箱桁及び2箱桁を比較検討案とした。また、近年、諸外国で多く採用されているコンクリート床版を合成した2箱桁も比較案とした。なお、トラス桁は桁重量が大きくなること、外面塗装面積が他案に比べ大きくなり維持管理性に劣ることから比較案とはしなかった。

表-1 我が国でスパン400m以上の斜張橋に適用された主桁形式の事例

主桁形式	橋梁名（Lc：中央スパン長m）
鋼床版1箱桁	たたら 多々羅大橋(Lc=890)、めいこう 名港中央大橋(Lc=590) つるみ 鶴見つばさ大橋、名港東大橋(Lc=410)、名港西大橋(Lc=405)
鋼床版2箱桁	いぐち 生口橋(Lc=490)
トラス桁	東神戸大橋(Lc=485)、横浜ベイブリッジ(Lc=460)、 ひつし 櫃石島橋、いわくる 岩黒橋(Lc=420)

比較案として選定した上記3案を維持管理費も含め比較した結果を表-2に示す。鋼床版では1箱桁が経済的となった。合成桁は、初期コストが安くLCCでも鋼床版と同等であるが、死荷重が鋼床版に比べ約2倍重くなるため、支持地盤がよくない状況からも塔及び下部工も含めた総合的な比較が必要となる。このことから、現在耐震性能も含め検討中である。

表 - 2 主桁断面形式比較表

形式	(a) 鋼床版 1 箱桁	(b) 鋼床版 2 箱桁 ¹⁾	(c) 合成 2 箱桁 ²⁾
断面図			
死荷重強度	189kN/m/Br. (1.00)	179kN/m/Br. (0.94)	373kN/m/Br. (1.95)
維持管理性	外面部材が少なく、外面塗装面積も少ない。	外面部材が多く、外面塗装面積も多い。	外面部材が多く、外面塗装面積も多い。
初期コスト費	1.0 (ウェブ縮小)	1.01 (架設補強含む)	0.90
LCC比	1.00	1.10	1.01

3. コスト縮減の検討

3.1 スパン600m級の斜張橋における主桁応力への着目

前述の主桁形式の比較により、1箱桁が最も経済的となったが、さらなるコスト縮減を図るため桁の軽量化に着目し、表-2(b)に示す死荷重の最も軽い鋼床版2箱桁を適用する場合について、死荷重と活荷重の作用に対する応力度を解析した。主桁の各断面における上下縁の応力分布は図-5(a)のようになる。主桁断面の最少板厚は、道路橋示方書によりデッキプレートでは12mm、下フランジでは10mmとしているため、中央径間においては、作用応力度が100N/mm²に満たない状況である。

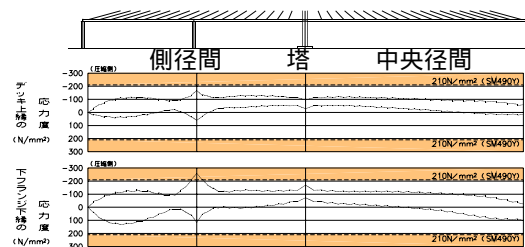


図 - 5 (a) 作用応力度

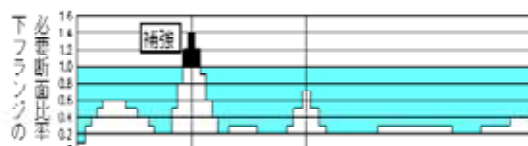


図 - 5 (b) 許容応力度に対する余裕

SM490Y材が製作費に対する強度効率が大きいので、これを使用すると、下フランジの所要断面を求めると、図-5(b)のようになる。塔や橋脚付近を除くほとんどの区間において、下フランジ幅、すなわち、箱幅を、2割～4割程度に細くすることが可能であると判断できる。このことから、SM490Y材の鋼材強度を余さないように断面を定めることができれば、1箱桁に比べ1橋あたり、約15% (約2,500t) の鋼重削減が可能であるとの概算結果を得た。

このことから、主桁断面を決定できれば、大きなコスト縮減が期待できる。

3.2 コスト縮減のための検討課題

前記の検討において、主桁下フランジの応力にかなり余裕があることが確認できたことから、初期コストの縮減に関し、使用鋼材の強度を有効利用することを考えると、図-6に示すように、2箱桁の各箱幅をさらに細く、究極的にはI断面にすることが考えられた。このことから、まず静的な概略検討を行ったところ、主桁(1箱桁)に対し20

%～25%のコスト縮減が見込まれる結果を得た。今後、このような構造についてより詳しく試設計を行い、コスト縮減効果を検証する必要がある。



図 - 6 主桁断面のコスト縮減案

また、このように断面形状を変更すると、空力特性が変わり、主桁のねじり剛性も低下することから耐風性能の低下が推測される。国内の中央スパン長400m以上の斜張橋では初めての桁形式であるため、耐風安定性について風洞試験などで検証する必要がある。なお、所定の風速における耐風性能が確保できなかった場合は、最少鋼重を維持しながら耐風性能を改善する必要がある。耐風性能の改善には、図 - 7 に示すように、断面中央部を開口したり、主桁側部に張出し部を設けるなどの方策が考えられる。これについても、風洞試験などで改善効果を検証する必要がある。

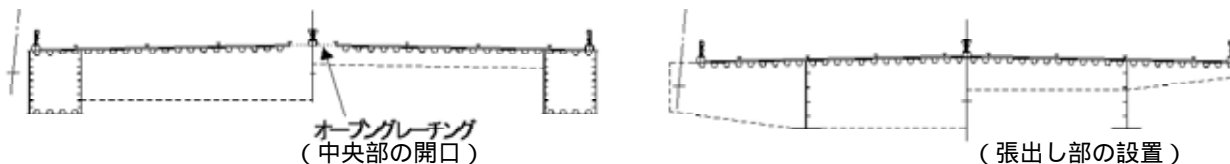


図 - 7 主桁断面のコスト縮減案に対する耐風性能改善案

一方、このような開断面型の構造にすると、桁下面における梁やリブ等の床組構造が暴露されるので、外面塗装面積がかなり増大することになる。したがって、維持管理コストを縮減するために主桁間を外面板で覆うなどして外面塗装面積を減らす工夫や、長期耐久性のある塗装・被覆材料の適用性に関する調査や検討も重要となる。

4 まとめ

本検討結果により、実績のある桁形式では最小板厚の規定から必ずしも経済的、効率的なものではないことが分かった。今後は今回提案した細幅箱桁、I断面の風洞実験を行い、空力特性を確認し耐風安定性の検証を行うとともに、併せて維持管理性や施工性にも着目して検証しなければならない。建設までには更なる新技術の開発が考えられるので、それらについても積極的に取り入れコスト縮減に努めたい。

さいごに、ご協力くださった関係者各位に深く感謝致します。

参考文献

- 1) 京都大学大学院工学研究科環境地球工学専攻気圏工学講座・(社)システム総合研究所, 阪神高速道路 公団委託: 経済性を考慮した長大斜張橋桁断面の耐風性に関する調査研究, 平成10年3月.
- 2) 京都大学大学院工学研究科環境地球工学専攻気圏工学講座・(社)システム総合研究所, 阪神高速道路 公団委託: 乱流中の長大斜張橋の耐風安定性に関する調査研究, 平成11年3月.