

大阪大学工学部

学生員○小西英明

大阪大学工学部

正員 西村宣男

建設企画コンサルタント 正員 武 伸明

建設企画コンサルタント 正員 木谷紋太

1. まえがき

約60年前に、中央径間が1000(m)を越えるジョージワシントン橋が建設されて以来、吊橋の支間長は長大化の一途をたどっており、現在建設中の明石海峡大橋が完成すると、中央径間が2000(m)を越える超長大吊橋の時代に突入する¹⁾。超長大吊橋の実現には、さらなる技術革新や経済効果に対する配慮が必要となってくる。そこで、今回は支間長が3000(m)の吊橋を対象として、長大化に伴い最も問題になるであろうと思われる、風荷重による変形および断面力に主眼を置き、新構造形式吊橋の提唱、およびその実現可能性も含めた報告を行う。

2. 解析モデルと解析方法

超長大吊橋では風荷重による変形が構造部材断面決定に大きく影響するため、従来型に代わる新形式として、補剛桁下部にケーブルを付加し、剛性を高めたデュアルケーブル形式(図-1)を考えた。今回想定した解析モデルは①従来型吊橋(図-2)②デュアルケーブル吊橋(図-3)の2種類である。デュアルケーブル吊橋は、補剛桁下部にサブケーブルを設け、プレストレスを導入することにより、耐風索としての効果を期待した構造形式である。解析には、マトリックス変位法による立体骨組み構造の有限変位解析プログラムを用いて行った。また橋梁の長大化に伴い、死荷重と活荷重の比率における死荷重の比率が高くなるため、死荷重載荷時の釣り合い条件は厳密に設定した。

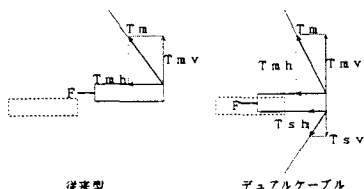


図-1 従来型吊橋とデュアルケーブル吊橋のシステム

項目	条件
形式	単径間吊橋
支間長	3000(m)
ケーブル間隔	40(m)
補剛桁横軸方向形状	1.5%段物線分配

項目	条件
形式	単径間吊橋
支間長	3000(m)
ケーブル間隔	40(m)
補剛桁横軸方向形状	1.5%段物線分配
サブケーブルサイズ	70(m)
プレストレス	25(t)

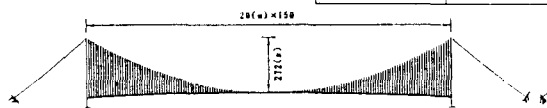


図-2 従来型吊橋

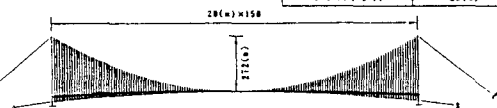


図-3 デュアルケーブル吊橋

3. 解析結果

明石海峡大橋の設計基準より基本風速を46.0(m/sec)として求めた風荷重²⁾を載荷して解析した結果を示す。

1) 水平変位について(従来型吊橋: 図-4, デュアルケーブル吊橋: 図-5)

従来型の吊橋とデュアルケーブル吊橋を比較した時、変位および、曲げモーメントは60%に減少していることが分かる。サブケーブルの引張力の水平成分が補剛桁を変位させない方向に作用するため、補剛桁の剛性が見かけ上高くなっていることが分かる。

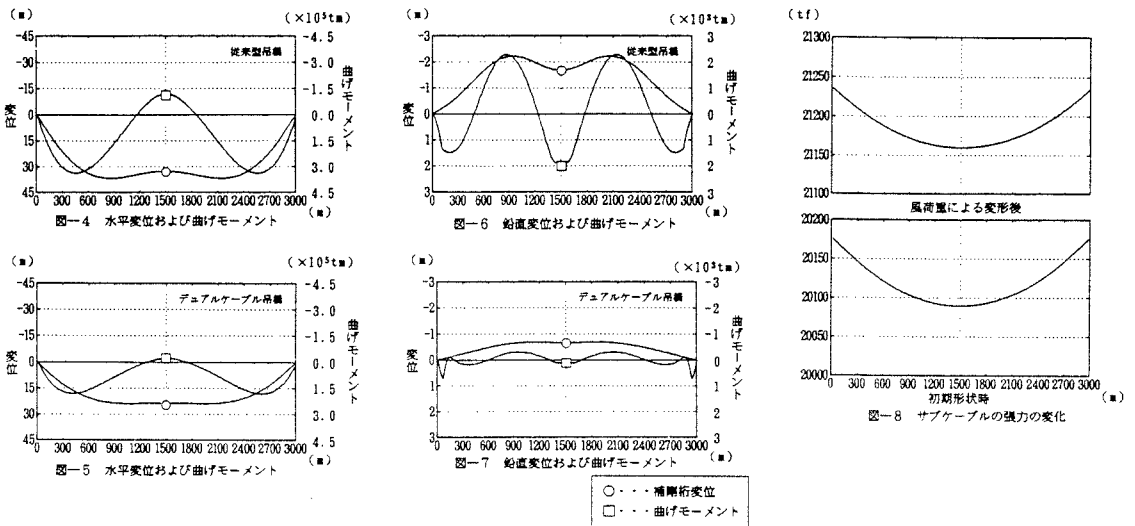
2) 鉛直変位について(従来型吊橋: 図-6, デュアルケーブル吊橋: 図-7)

同様に比べた場合、変位は30%、曲げモーメントは20%に減少していることが分かる。サブケーブルの引張力が鉛直下向きに作用するため補剛桁が浮き上がるのを抑制していることが分かる。これらの解析結果からサブケーブルの効果により、補剛桁変形の抑制が可能であることが分かる。

Hideaki KONISHI, Nobuo NISHIMURA, Nobuaki TAKE and Monta KITANI

3) サブケーブルの張力の変化(図-8)

サブケーブルの張力を風荷重載荷前後で比較したところ、5%の増加にとどまった。このことから、サブケーブルの断面を決定するのは、プレストレスの大きさに依るところが大きいということが分かる。



ここで、耐風安定性の照査を行うため、2つの解析モデルに対しSerbergの経験式³⁾を用いて限界風速を求めた。従来型吊橋の限界風速は72.66(m/sec)であり、デュアルケーブル吊橋では99.66(m/sec)となっており、デュアルケーブル吊橋が従来型吊橋に比べて耐風安定性に優れた構造特性を持つことが分かる。

4. プレストレスの導入方法

従来型吊橋とデュアルケーブル吊橋の最大の相違点は、プレストレスを導入する工程である。端部を引っ張ってサブケーブルに直接、全プレストレスを導入するのはプレストレスの大きさを考慮すると困難である。そこで、今回提案する工法は、サブハンガーにプレストレスを導入することで、間接的にサブケーブルにプレストレスを導入する方法(図-9)と、サブケーブル定着部において、油圧ジャッキを用いてサブケーブルを直接引っ張ることで、プレストレスを導入する方法を併用する方法である。両方法で導入するプレストレスの配分等に関しては、現在検討中である。

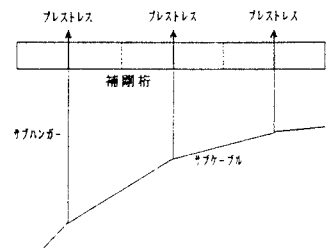


図-9 プレストレスの導入方法

5. まとめ

- ① 風荷重による水平変位およびそれに伴う鉛直変位に対しては、デュアルケーブルの効果が十分に認められ、耐風安定性の向上も期待できる。
- ② 従来型吊橋に比べ、より経済的な吊橋の設計が可能である。
- ③ 架設段階における詳細な検討を必要とする。

《参考文献》

- 1) Niels J. Gimsing 著, 伊藤 学 監訳, 藤野陽三, 長井正嗣, 中村俊一 訳: 吊型式橋梁, 建設図書, pp.6~45, 1990.
- 2) (社)建設コンサルタント協会近畿支部: 吊橋の実橋調査報告, pp.149~153, 1991.
- 3) 平井 敦: 鋼橋Ⅲ, 技報堂, pp.527~546, 1967.