

大阪大学工学部

正 員 西村宣男

大阪大学大学院

学生員○小西英明

(株)建設企画コンサルタント

正 員 武 伸明

(株)建設企画コンサルタント

正 員 木谷紋太

1. はじめに 現在明石海峡大橋を上回る規模の超長大吊橋の計画が国内外で計画されている。近畿圏一帯は最も活発なプロジェクトが展開されている地域で、明石海峡大橋の効用を一層高め、大阪湾一帯をより活性化するために紀淡海峡を連絡するというプロジェクトが進められおり、官民の研究機関で様々な新形式吊橋の構想が提唱されている。一般に吊橋は中央支間長の増大とともに暴風時の水平たわみ量が急激に増大することが知られている。超長大吊橋の実現のために不可欠である静的構造特性について、各種ケーブルシステムが荷重に対しどのような効果を有するかを検討する必要がある。今回の報告では、静的構造特性に及ぼす各種ケーブルシステムの効果を有限変位解析を行い考察を加える。

2. 解析モデル 想定した解析モデルはスパン 3000m のバックステイを有する単径間吊橋で以下のケーブルシステムを有する。

①従来型吊橋 (Type-S)

②デュアルケーブル吊橋 (Type-D)

③モノケーブル吊橋 (Type-M)

デュアルケーブル吊橋とは、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新形式吊橋である。ケーブルシステムの概略図を図-1に示す。また純粋に各ケーブルシステムの有する構造特性を比較するために構造諸元は基本的に従来型吊橋に従うものとする。構造諸元を表-1に示す。

3. 解析結果および考察 風荷重および、鉛直偏心荷重に対して解析を行った。

3.1 風荷重載荷 本州四国

連絡橋公団の基準¹⁾より、基本風速を $46(m/sec)$ として設計風荷重を求め、解析を行った。解析結果として、水平変位、鉛直軸回りの曲げモーメント分布、橋軸回りの回転角を示す。解析結果をそれぞれ図-2、図-3、図-4に示す。水平変位においては Type-S と Type-M はほぼ同様の变形をしており、Type-D では 80% に抑えられている。最も大きな差異が

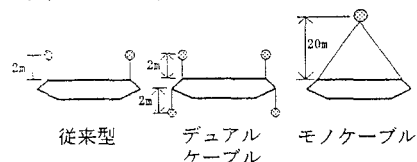


図-1 検討するケーブルシステム (l=1500)

表-1 解析モデルの構造諸元
(unit:mm, t/本)

メインケーブル直径	1300
メインハンガー直径	100
桁高	7000
桁幅	40000
サブケーブル直径*	400
サブハンガー直径*	60
サブケーブルライズ*	80.5
プレストレス*	15

*はデュアルケーブルのみ

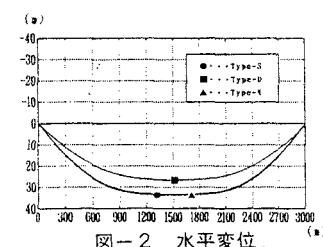


図-2 水平変位

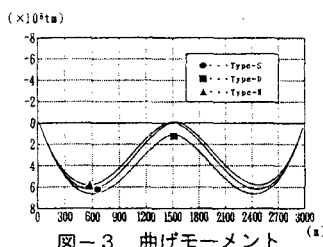


図-3 曲げモーメント

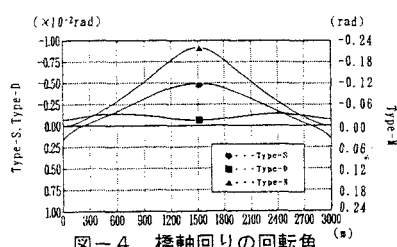


図-4 橋軸回りの回転角

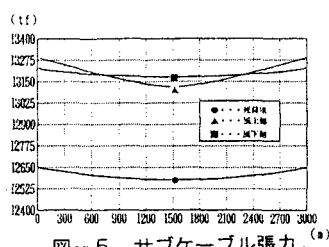


図-5 サブケーブル張力

認められるのは橋軸回りの回転角であり Type-S, Type-D においてはそれぞれ最大で $-0.49 \times 10^{-2}(\text{rad})$, $-0.18 \times 10^{-2}(\text{rad})$ とほとんど無視できる程度であったにが, Type-M は最大で $-0.22(\text{rad})$ となっており, ねじれやすい特性を顕著に表している。Type-S のスパン両端で回転角が逆転しているのは主塔の変形の影響である。荷重載荷前後のケーブル張力を図-5 に示す。サブケーブルの張力が荷重載荷前後を比較すると 5% の上昇が見られる。特に風上側のケーブル張力がスパン両端において張力が大きくなっていることにより, 主塔の変形が回転角におよぼす影響を打ち消している。また風下側のケーブル張力はほぼコンスタントな値を示しており, 補剛桁の回転を拘束する効果があることが分かる。サブケーブル張力が増大することにより全体としての剛性がさらに大きくなり変位を抑制するというデュアルケーブルの効果が現れている。

3.2 鉛直偏心荷重載荷時

本州四国連絡橋公団の基準

2) に基づいて偏心満載荷重を載荷し解析を行った。解析結果として, 鉛直変位, 橋軸直角軸回りの曲げモーメント分布, 橋軸回りの回転角を示す。解析結果をそれぞれ図-6, 図-7, 図-8 に示す。鉛直変位, 曲げモーメント分布に関してはほとんど差が見られなかった。しかし橋軸回りの回転角は風荷重のときと同様に, Type-M が最大であり, 特にスパン中央でねじれやすい特性が現れている。

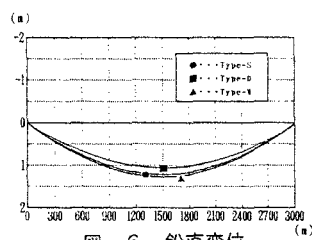


図-6 鉛直変位

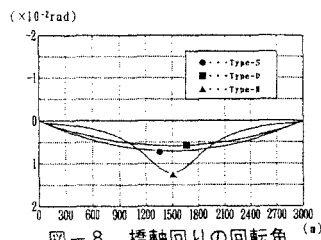


図-8 橋軸回りの回転角

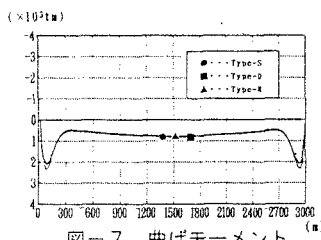


図-7 曲げモーメント

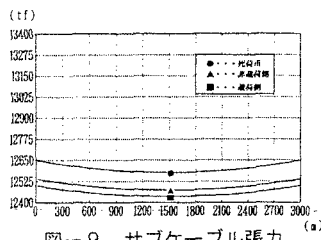


図-9 サブケーブル張力

また荷重載荷前後のサブケーブル張力を図-9 に示す。サブケーブル張力は荷重を載荷することにより減少している。特に荷重載荷側では鉛直変位が大きくなり, より張力が減少しており, また荷重非載荷側では鉛直変位により張力が減少しているものの非載荷側より大きな張力が入っている。プレストレスが減少するため, デュアルケーブルの効果は薄れているものの, 補剛桁の回転を拘束していることになる。

3. まとめ ①風荷重のように変形が大きくなるような荷重条件に対しては, デュアルケーブルの効果が顕著に現れる。変形による付加張力がサブケーブルに入っていることにより大きな復元力が得られることによる効果である。 ②鉛直荷重に対してはプレストレスが減少することになりデュアルケーブルの効果は薄くなる。 ③モノケーブル吊橋はスパン中央でねじれやすいという特性を有する。 ④超長大吊橋のように設計が風荷重に支配される橋梁においてはデュアルケーブルが効果的に働いていることが分かる。

《参考文献》

- 1) 本州四国連絡橋公団：明石海峡大橋耐風設計要領・同解説, 1992 年 4 月
- 2) 本州四国連絡橋公団：上部構造設計基準・同解説, 1989 年 4 月