

## 下ケーブルを有する吊橋の静的力学性状に関する基礎的研究

宮崎大学大学院 学生員 伊藤 真

宮崎大学工学部 正 員 今井 富士夫

宮崎大学工学部 正 員 中澤 隆雄

## 1. まえがき

一般に中央支間 600m を越す長大橋には補剛桁が軽量の鋼斜張橋や鋼吊橋が使用されており、P C 橋での現在の適用支間は Skarnsundet 橋 (P C 斜張橋) の支間 530m が最長となっている。吊橋でコンクリート補剛桁が採用されない理由の 1 つに桁自重の大きさが挙げられる。そこで、本研究では下ケーブルを付した吊橋を考え、上下のケーブルとこれらを連結するハンガーに初期緊張力を与えることにより、補剛桁に対する活荷重の依存度を軽減することを試みた。このような吊橋は耐風サグのある吊橋でも見かけられるが、本研究で参考としたものは、ケーブル工法の 1 つである P C T 工法<sup>1)</sup> であり、よって下ケーブルを有する吊橋を P C T 橋と称することにする。本報告では後藤らが誘導したケーブル解析法<sup>2)</sup> による静的解析を行い、通常の吊橋との比較から P C T 橋の優位性を検討した。

## 2. 解析モデル

図-1 は解析に採用した中央支間 700m の単径間 P C T 橋で、基本諸元 (表-1) は白鳥大橋を参考にした<sup>3)</sup>。比較に使用した吊橋は、図-1 の下ケーブルと下ハンガーを除いたものとなる。

ケーブルやハンガーは圧縮力には抵抗できない非抗压材であるが、これらに予め引張力 (プレストレス力) を導入しておけば、部材に圧縮力が作用しても部材が引張域にあれば抗压材として機能できる。

P C T 橋は上下ケーブルおよびハンガーに、通常の吊橋と同様な死荷重に対するプレストレス力を導入するもので、これにより補剛桁を上下ハンガーで 2 重に支えることができる。すなわち、プレストレス力が導入された下ハンガーにより、荷重に対する上ハンガーの張力負担、補剛桁の断面力を大きく低減できるとともに、補剛桁が上下に支えられていることから、ねじり剛性も向上するので、耐風安定性も向上すると思われる。

## 3. 解析結果

## (1) 無補剛 P C T 橋

P C T 橋では、死・活荷重ともに上下ケーブルにほぼ依存するものと考え、まず桁剛性を期待しない無補剛橋の解析を行った。図-2 は、吊橋に対する P C T 橋の初期プレストレス比を 0.4~1.0 まで変化させたときの桁のたわみを示したものである。P C T 橋は

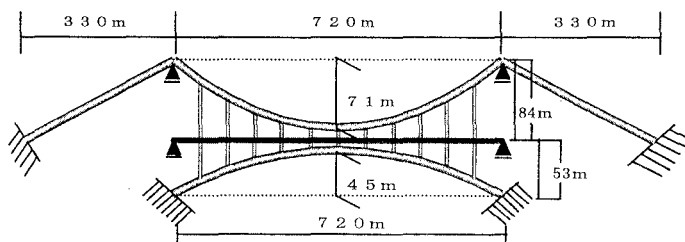


図-1 解析モデル

表-1 基本諸元

|              |                                      |
|--------------|--------------------------------------|
| 支間長          | 720 m                                |
| 補剛桁断面積       | 0.718 m <sup>2</sup>                 |
| 補剛桁断面2次モーメント | 0.7942 m <sup>4</sup>                |
| ケーブル断面積      | 0.14 m <sup>2</sup>                  |
| ハンガー断面積      | 0.016 m <sup>2</sup>                 |
| 補剛桁弾性係数      | $2.1 \times 10^7$ tf/m <sup>2</sup>  |
| ケーブル弾性係数     | $1.97 \times 10^7$ tf/m <sup>2</sup> |
| ハンガー弾性係数     | $1.97 \times 10^7$ tf/m <sup>2</sup> |

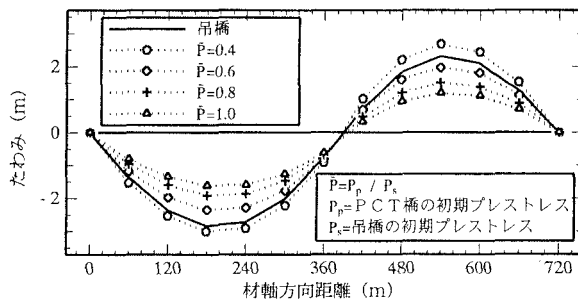


図-2 桁全体のたわみ (無補剛 P C T 橋)

$\bar{P}=0.4$  では吊橋よりも大きなたわみが生じているが、 $\bar{P}=0.6$  を越えると、吊橋よりも小さなたわみとなっている。

図-3は吊橋との初期プレストレス比に対するたわみ比とケーブル系の体積比を比較したものである。ここで、体積比とは吊橋に対するもので、PCT橋のケーブル系の体積は基本諸元を用いて解析したケーブル系の張力から概算したものであり、合計体積とはケーブルとハンガーの総和を表している。初期プレストレス比、すなわち桁の重量比が増加すれば、ケーブル系の体積比は増大し、たわみ比は減少する傾向にある。また、合計体積比から明らかなように、ケーブル系のなかでハンガーの体積の割合は少ない。ケーブル系の体積比から初期プレストレス比が0.6以下で、たわみ比からはプレストレス比が0.45以上であれば、無補剛PCT橋でも吊橋より有利となる。

## (2)補剛PCT橋

ここではPCT橋の桁に剛性を与えた場合について考えた。図-4はPCT橋の吊橋に対する補剛桁の剛性比を変化させたときの吊橋に対する最大たわみ比を示したものである。補剛桁の剛性はたわみをわずかに改善するだけのようで、無補剛桁から吊橋と同等な剛性に変化させても、わずかに初期プレストレス比では0.1程度しか有利とはならない。そこで、吊橋に対する剛性比を0.5とした場合のケーブル系の体積比とたわみ比について整理したものが図-5である。補剛桁の剛性を増加させても、ケーブル張力は無視できる程度しか低減しなかった。この結果、ケーブルの体積比については無補剛PCT橋と変化はなく、たわみ比については、重量比で約0.05程度の有利性の広がりが見られた。

## 4. あとがき

PCT橋は上下にケーブルを配置するため、通常の吊橋に比べてケーブルを多く使用するように思われるが、上下のケーブルにより全体剛性が高くなるので、剛性を期待しない無補剛桁でも吊橋よりも有利となる可能性が本解析により見いだされた。このことは、プレキャストコンクリート床版などの薄い補剛桁を使用したPC吊橋へ応用できると考えられる。

### 【参考文献】

- 1) 菊池 他：土木構造・材料論文集、Vol.11、1995
- 2) 後藤 他：土木学会論文報告集、Vol.194、pp.55-68、1971
- 3) 西本 他：橋梁と基礎。Vol.5、pp.23-32、1996

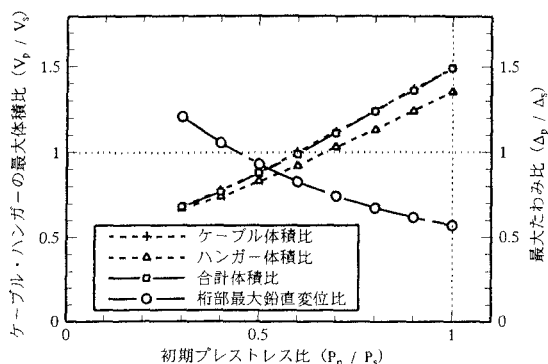


図-3 ケーブルの体積比と最大たわみ比  
(無補剛PCT橋)

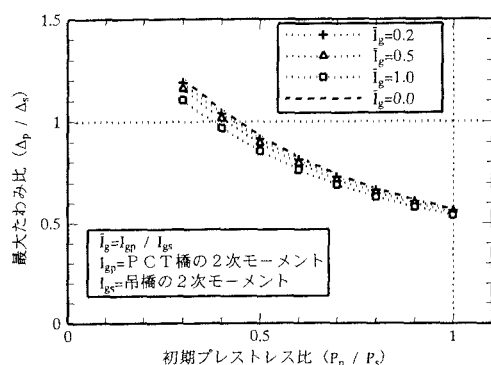


図-4 PCT橋の剛性比の変化に対する最大たわみ比

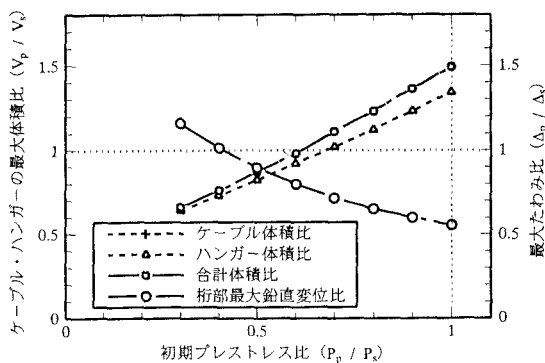


図-5 ケーブルの体積比と最大たわみ比  
(補剛PCT橋・剛性比=0.5)