

張弦P C橋の経済的構造諸元の検討

熊本大学工学部 学生員 ○當麻 美智子 (株)ピー・エス 正員 前田 文男
熊本大学工学部 学生員 伊藤 雪 熊本大学工学部 正員 嶋元 達郎

1. はじめに

現在のところ、P C橋では表-1 に示すように、中規模支間(50~100m)において有効な構造形式に乏しい。特に、同スパンの単純桁については有効な構造形式がない。ここでは、P C箱桁の下弦にストラットを用いて鋼線(外ケーブル)を配置し、桁高以上にP C鋼材を偏心させる構造「張弦P C橋」について検討する。本研究では、「張弦P C橋」に対して、サグ量、桁高、外ケーブル本数、内ケーブル本数等を変動させ、個別に設計する事により、その経済性の検討を行った。

表-1 P C橋の適用支間

	50 100 (m)									
プレテン桁										
中空床版										
単純T桁										
合成桁										
単純箱桁										
連続箱桁(張出し)										
連続箱桁(張出し)										
連続箱桁(張出し)										

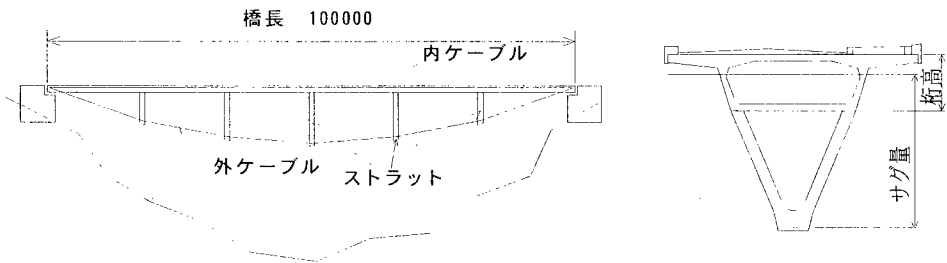


図-1 張弦P C橋の側面図と断面図

2. 解析方法

骨組解析によるP C橋設計プログラムを使い解析する。図-1 のような構造の橋長 100m の張弦P C橋を主桁の応力度が許容範囲内に収まるように設計する。解析パラメータを表-2 に示す。外ケーブルには $P_u=712tf/本$ を用い、導入張力を 50tf 単位で調整する。また、強度の許容値は $0.55P_u$ とする。内ケーブルは $P_u=225tf/本$ のものを用いる。解析手順は、まずストラット数・サグ量・桁高を固定し、次に最小外ケーブル本数を求め、必要ならば内ケーブルを入れることにした。

表-2 解析パラメータ

ストラット数(本)	3, 5, 7
サグ量(m)	10, 12, 15, 17, 20
桁高h (m)	2.5, 2.7, 3.0, 3.2, 3.5, 3.7, 4.0
外ケーブル(本)	1~15
内ケーブル(本)	0~36(偶数本)

3. 解析結果および考察

1) ストラット本数

ストラット3本の場合、ストラット間隔が広がるため曲げモーメントが大きくなり、内ケーブルが多く必要となる。ストラット5本と7本の場合では、内ケーブル量は7本が若干少なくなるが、ほぼ同じとなる。また、ストラット本数に関係なく、外ケーブル量は同じである。工費を比較すると、ストラット5本の場合が経済的である(図-2)。よって解析は、ストラット本数5本に絞って行う。

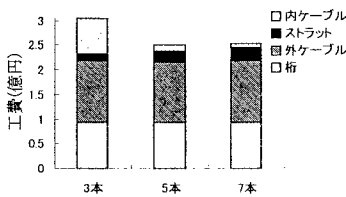


図-2 ストラット本数による工費比較

2) 活荷重による外ケーブルの応力変動量

活荷重による外ケーブルの応力変動量を示す(図-3)。道路橋示方書では、ケーブル応力度の許容値は外ケーブルでは0.4Puとなっている。その場合、応力変動量はメーカー保証値で20~30kgf/mm²まで許容されている。ここでは、内ケーブル方式のPC橋に準じて0.6Puとし、それに温度変化の影響を考慮して0.55Puとしているため、応力変動量の許容値を10kgf/mm²とした。このグラフより桁高hが大きいほど剛性が高くなり、応力変動量が小さくなる事がわかる。また、サグ量が大きいほど外ケーブル量が少なくなり、応力変動量は大きくなる事がわかる。

3) 材料工費

必要材料量に、表-3に示す単価をかけて材料工費を求めた(図-4)。

表-3 単価表

コンクリート(桁)	12万円/m ³
コンクリート(ストラット)	36万円/m ³
外ケーブル	500万円/t
内ケーブル	200万円/t

このグラフより、桁高hが小さいほど工費は安くなっているといえる。これは、桁高に鋼材料があまり影響しないので、桁のコンクリート量が少ないほど工費は安くなるからである。また、サグ量に対しては15mあたりで工費最小になっていることがわかる。

次に、外ケーブル量について応力変動量が10kgf/mm²より大きくなる場合についてはそれ以下になるように外ケーブル量を増やしたものについて工費を求めた(図-5)。このグラフより、桁高hが大きいほど工費が安くなる事がわかる。これは、桁高が大きいほど応力変動量に有利となるため外ケーブルの増分が少なくすむからである。

4) 敏感度

実際に施工する場合、外ケーブルの張力調整に対する桁応力度の変動量(敏感度)が問題になる。そこで、最適導入張力を3%調整させた場合の敏感度を調べた(図-6)。このグラフより、桁高hが高くサグ量が大きいほど外ケーブルの張力調整に対する敏感度が小さく、より施工しやすいといえる。

4. 結論

活荷重による外ケーブルの応力変動量や外ケーブルの張力変動に対する敏感度を考慮すると、ストラット5本、桁高4.0m、サグ量17m(支間サグ比 約1/6)の構造が最も経済的であるといえる。また、橋面工費を2.5万/m²、支保工費を0.3万/m³、経費を直接工費の45%とした場合、支間100m幅員11mの張弦PC橋の総工費は約5.0億円となり、同寸法の鋼アーチ橋(総工費 約5億円)に比較しても、競合できる可能性を持っている。

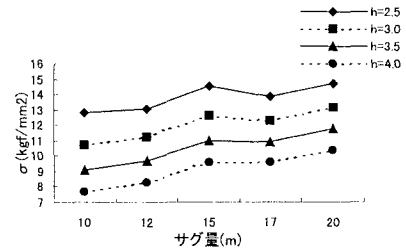


図-3 活荷重による外ケーブルの応力変動量

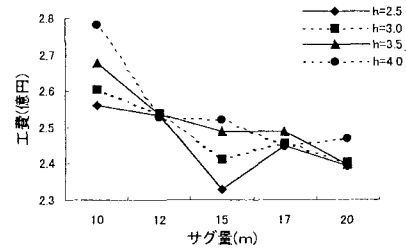


図-4 応力変動量の制限を設けない場合の材料工費

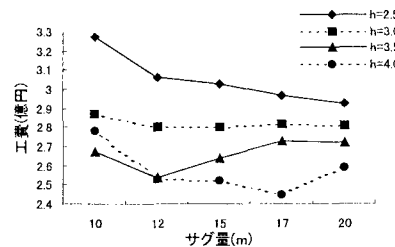


図-5 応力変動量の制限を設けた場合の材料工費

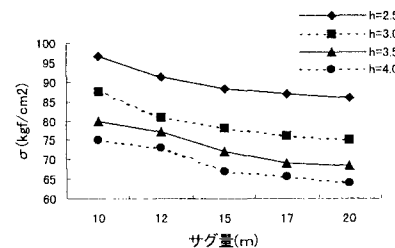


図-6 張力調整(3%)に対する桁応力度の変動量

参考文献 1) 前田, 崎元; 中規模PC橋の構造形式に関する一提案, 土木学会第51回年講V-450, 平成8年9月, pp 900-901

2) 伊藤, 前田, 崎元; 張弦PC橋の経済性を考えた構造諸元の検討, 土木学会西部支部研究発表会 平成8年度