

I-178

PC斜張橋のコスト最小設計

熊本大学工学部 正 員 ○小林 一郎
山口大学工学部 正 員 古川 浩平
住友建設（株） 正 員 新井 英雄
同 上 正 員 春日 昭夫

1. はじめに PC斜張橋は鋼斜張橋に比べ経済的であるとして欧米では多くの橋梁に採用されている。また、わが国でも維持管理費等も考慮してPC斜張橋を採用することが多くなるものと思われる。このため、PC斜張橋のより経済的な設計を行なうための研究が望まれる。最適設計に関しては「ひずみエネルギー最小規準」による斜材張力の最適化に関する研究^{1),2)}はあるが、「コスト最小規準」に関する研究³⁾は少ない。本研究では、PC斜張橋のコスト最小設計を試み、ひずみエネルギー最小規準との相違点についても若干の考察を行なう。

2. PC斜張橋の最適設計問題 構造解析は変位法を用い、主として文献1)に従い、以下のような仮定を設けた。

- 1) 主桁のクリープを考慮する。
- 2) 主桁のPC鋼棒は引張に対してのみ入れる。
- 3) 解析モデルの骨組形状は左右対称とする。
- 4) 主桁断面は主桁高 H_g 以外は定数とする。
- 5) 死活荷重ともに考慮する。
- 6) 塔は別途に設計するものとし、最適設計の対象としない。最適設計問題を以下のように設定する。

設計変数：

斜材張力 P 、主桁高 H_g

目的関数：

$$W = C_c W_c + C_g W_g + C_b W_b \quad (1)$$

ただし、 W_c 、 W_g 、 W_b はケーブル、主桁、PC鋼棒の重量、 C_c 、 C_g 、 C_b は各材種の単位重量当りのコスト比とする。

制約条件式：

- 1) 主桁の応力度制限

$$\sigma_{ij}/\sigma_{ca} - 1 \leq 0 \quad (2)$$

$$1 - \sigma_{ij}/\sigma_{ta} \leq 0 \quad (3)$$

ただし、 σ_{ij} は i 部材の j 端の部材応力度、 σ_{ca} 、 σ_{ta} は部材の許容応力度である。

- 2) PC鋼棒数制限

$$n/n^U - 1 \leq 0 \quad (4)$$

$$-n \leq 0 \quad (5)$$

ただし、 n はPC鋼棒の数、 n^U はPC鋼棒の上限値である。

- 3) 設計変数の制限

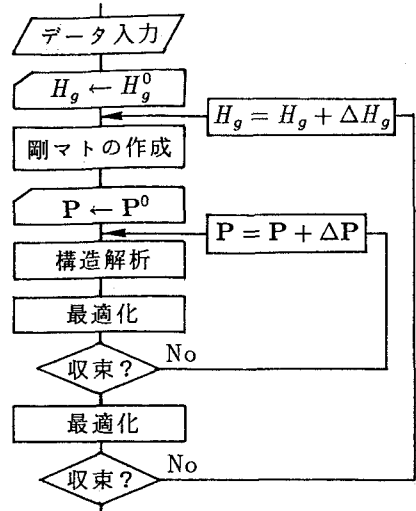


図-1 最適化の流れ図

$$p_i/p_i^U - 1 \leq 0 \quad (6)$$

$$1 - p_i/p_i^L \leq 0 \quad (7)$$

ただし、 p_i は第 i 番目の斜材のプレストレス量であり、添え字 U 、 L は上下限值であることを示す。

- 4) 主塔曲げモーメントに関する斜材張力の等号条件式

$$p_i^L \cos \theta_i^L - p_i^r \cos \theta_i^r = 0 \quad (8)$$

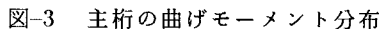
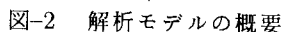
ただし、添え字 l 、 r は塔を挟んだ左および右側の一对のケーブルの値であることを示す。

図-1 に最適化の流れ図の概要を示した。

3. 数値解析例 図-2 は数値解析に用いた3径間連続PC斜張橋（ファン形式10段）の骨組形状と主桁の断面形状である。構造の対称性を考慮し、左半分のみを設計の対象とし、主桁を48要素に分割した。なお、各材種のコスト比は $C_c : C_g : C_b = 2.000 : 0.084 : 1.100$ とした。

図-3 は $H_g = 1.50m$ での最適斜材張力 p^* における完成系の主桁の曲げモーメント分布図である。図において、点線は斜材張力 (Pre)、一点鎖線はクリープ (Cre)、二点鎖線は死荷重 (Dead)、実線はそれらの合計された (Dead + Pre + Cre) 曲げモーメントである。

参考文献 1) 古川、角谷、熊谷、新井：プレストレスコンクリート斜張橋の最適斜材張力決定法に関する研究、土木学会論文集、第 374 号/I-6, pp.503-512, 1986. 2) 藤井、宮本、小深田：P C 斜張橋の斜材張力および主桁プレストレスの最適化に関する研究、土木学会論文集、第 408 号/V-11, pp.31-40, 1989. 3) 古川、角谷、新井、春日：コスト最小規準による P C 斜張橋の最適斜材張力決定法に関する研究、土木学会論文集、第 392 号/I-9 pp.411-414, 1988.



	Initial	Optimum
p ₁	620.00	367.92
p ₂	560.00	613.86
p ₃	673.23	807.38
p ₄	890.00	972.47
p ₅	930.00	907.14
p ₆	939.75	782.76
p ₇	800.00	701.32
p ₈	603.84	739.00
p ₉	650.00	843.29
p ₁₀	930.00	685.91
C ₀ W ₂	411.52	411.52
C ₂ W ₂		269.53
C ₃ W ₂		28.444
W ₂	308.94	297.79
W	720.46	709.3

P (kg)	ケーブルコスト (kg)	P.C. 鋼材コスト (kg)
10	280	80
20	275	60
30	270	45
40	265	35
50	260	28
60	255	22
70	250	18
80	245	15
90	240	12
100	235	10

図-5 主桁高と最適解の関係（その1）

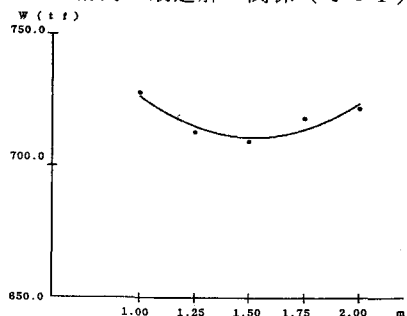


図-6 主桁高と最適解の関係(その2)