

VI-31 部定式斜張橋のアンカレイジの最適設計

五洋建設(株) 正員 安藤浩平 正員 新関 浩
九州大学 正員 大塚久哲
大成建設(株) 正員 石川 育

1. はじめに 部定式斜張橋研究会(委員長 大塚久哲)では昭和63年度より部定式斜張橋の試設計を鋼斜張橋, PC斜張橋, 複合斜張橋の3形式について行ってきた。部定式斜張橋のトータルな経済性を考慮に入れた上でこれら3形式の斜張橋の比較検討を行う場合, それ自体が巨大構造物であるアンカレイジの経済性は無視できないものとなる。このことより, 本研究会ではこれら3形式の斜張橋において同一レベルで純然たる比較検討を行うため, アンカレイジの試設計に対して数値計画法(可能方向法)に基づく数値最適設計を適用し, アンカレイジの形状を設計変数とした最小重量設計を行った。本稿ではアンカレイジの最適設計手法および数値結果の一例として水平反力載荷時におけるアンカレイジの最適形状を示す。

2. 最適設計の概要

アンカレイジの構造形式は重力式直接基礎形式とする。

(1)設計変数

図1に設計変数($X_i, i=1, 11$)を示す。但し, 設計変数は全て連続値をとるものとする。また, 軀体は橋軸に対して対称形であるとして, 境界 Γ_1, Γ_2 については, それぞれ設計変数をパラメータとする以下に示すような2次関数で表されるものとする^{[1][2][3]}。

$$\Gamma_1; \quad g_1(S) = \sum_{i=1}^3 \phi_i(S) \{D_i\} \quad (-1 \leq S \leq 1) \quad \text{式(1)}$$

$$\Gamma_2; \quad g_2(S) = \sum_{i=4}^6 \phi_i(S) \{D_i\} \quad (-1 \leq S \leq 1) \quad \text{式(2)}$$

但し,

$$\begin{aligned} \{D_1\} &= \{X_1, X_2, 0\}, \quad \{D_2\} = \{X_3, X_4, H/2\}, \quad \{D_3\} = \{0, X_5, H\} \\ \{D_4\} &= \{X_6, X_7, 0\}, \quad \{D_5\} = \{X_8, X_9, H/2\}, \quad \{D_6\} = \{X_{10}, X_{11}, H\} \\ \phi_1 &= \phi_4 = \frac{S(S-1)}{2}, \quad \phi_2 = \phi_5 = (S+1)(1-S), \quad \phi_3 = \phi_6 = \frac{S(S+1)}{2} \end{aligned}$$

また, H はアンカレイジの高さとし, 定数とする。

(2)目的関数

アンカレイジ部体積を目的関数とする。すなわち,

$$W = \gamma \int_V f(X_i, S) dV \longrightarrow \text{MIN} \quad \text{式(3)}$$

但し, W をアンカレイジ部重量, γ をコンクリートの単位体積重量とする。

(3)設計拘束条件

水平反力載荷時における滑動, 転倒, 地盤支持力を満足すべき設計拘束条件とし, 常時, 地震時(水平震度0.20)に対して検討を行う。設計荷重に関しては10000tの水平反力が橋軸方向に載荷されているものとして計算を行った。但し, アンカレイジの滑動, 転倒, 地盤支持力の算出に対してはアンカレイジ軀体を剛体として静力学的に算出し, 地盤の許容支持力, 各種安全係数については本四基準および道路橋示方書に従った。

3. 数値結果 初期設計形状を($B \times H \times L$) = (34m × 30m × 50m)の直方体とし, 最適設計を行った結果を図2, 図3, 図4に示す。図2には最適計算におけるイタレーションごとの重量変化が, また図3,

4には初期形状と最適形状の比較および最適形状に対する鳥瞰図がそれぞれ示されている。アンカレイジ重量に関しては初期状態では119,850 トンであったが最適状態で33,114トンであり、図2に示されているように初期状態に対し約四分の一まで減少した。また、初期状態においては常時における地盤支持力がアクティブな設計拘束条件であったが、最適状態においては地震時における滑動、常時および地震時における地盤支持がアクティブとなった。

4. おわりに 本稿では部定式斜張橋のアンカレイジ最適設計の概要について述べ、計算の一例として橋軸方向水平反力載荷時における最適設計結果について示した。その結果、アンカレイジの形状が与えられた荷重条件に対し、より軽量な方向に効率よく変化することが示されている。また、ここで紹介できなかった3形式の斜張橋におけるアンカレイジの試設計比較検討結果についても、別の機会に報告する予定である。

5. 謝辞 部定式斜張橋研究会参加会社の各位のご協力に感謝します。特に鹿島建設株式会社安永氏にはご指導・助言を頂いた。ここに、記して感謝の意を表します。

参考文献

- [1]"Three-Dimensional Shape Optimization of Arch Dams with Prescribed Shape Functions", Klaus Wassermann, J. STRUCT. MECH., 11(4), 465-489(1983-1984)
- [2]"Three-Dimensional Shape Optimization", M. Hasan Imam, INT. J. FOR NUMER. METHODS IN ENG., VOL. 18, 661-673(1982)
- [3]"Minimum Weight Design of 3-D Solid Components", M. Hasan Imam, GENERAL MOTORS RESEARCH LAB., WARREN, MICHIGAN, 119-126

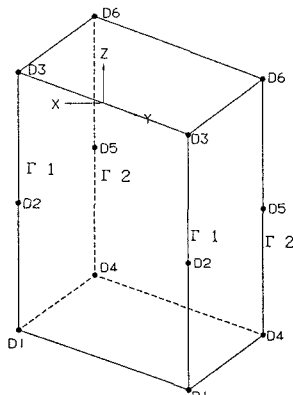


図1 設計変数

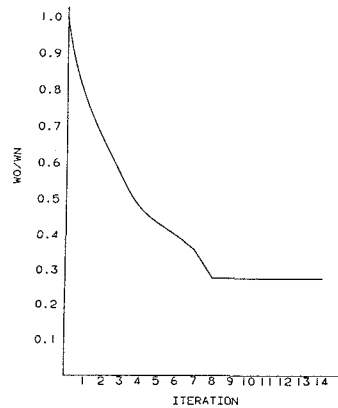


図2 イタレーションごとの重量変化

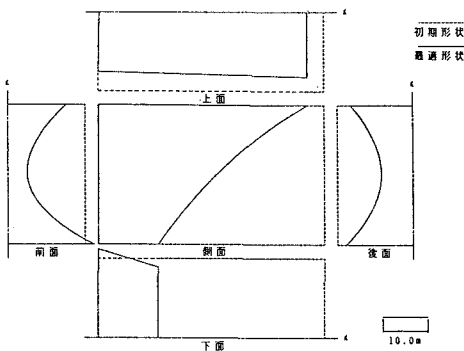


図3 初期形状と最適形状の比較

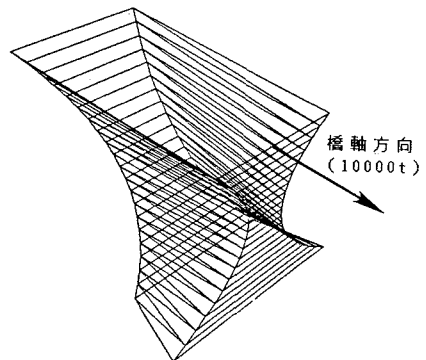


図4 鳥瞰図