

オールプラスチック極超長大橋の必要性和その試設計

八千代エンジニアリング 正会員 宗澤研郎

東京都立大学 フェロー 前田研一* 東京都立大学 正会員 中村一史

長 大 正会員 池田虎彦 土木研究所 正会員 明嵐政司

1. まえがき 近年における新素材の開発の進展は著しく、なかでも繊維強化プラスチック(FRP)の性能の進歩には目を見張るものがあり、土木構造物の1次構造材料として注目されている。特に最近では、吊橋の総死荷重に占める主ケーブルの自重の割合は長径間になればなるほど大きくなることから、鋼製ケーブルの代わりに CFRP 製ケーブルを超長大吊橋の主ケーブルに用いることによって、死荷重を大幅に低減でき、より効果的であることが指摘されている。さらに、支間 5,000m 級の極超長大吊橋では、塔高の制約からサグ比の低減が求められる場合、補剛桁にも CFRP を用いることが不可欠であると予測されている。本研究は、このような観点から、その必要性を検討した後、実現可能性を確かめるため、中央径間長 5,000m、サグ比 1/20 のオールプラスチック極超長大吊橋の試設計を行ったものである。

2. オールプラスチック橋の必要性 吊橋の中央径間の主ケーブル形状が放物線と仮定すると、主ケーブルの最大張力 T および許容応力度 σ_a との関係は以下の式で表される。

$$T = \frac{(w_c + w_s)\ell^2}{8f} \sqrt{1 + 16\left(\frac{f}{\ell}\right)^2} = \frac{(w_c + w_s)\ell}{8n} \sqrt{1 + 16n^2} \quad (1)$$

$$T/A \leq \sigma_a \quad (2)$$

ここに、 ℓ , n ($=f/\ell$), A , w_c , w_s は、それぞれ支間長、サグ比、ケーブル断面積、ケーブルの自重、吊構造部死荷重と活荷重の合計荷重である。主ケーブルの単位体積重量が γ_c のとき、 $w_c = \gamma_c A$ となることから上記の関係式は以下ようになる。

$$\ell \leq \frac{8n\sigma_a A}{(w_c + w_s)\sqrt{1 + 16n^2}} = \frac{8n\sigma_a}{\gamma_c(1 + w_s/w_c)\sqrt{1 + 16n^2}} \quad (3)$$

これより、限界支間長 ℓ_{cr} はサグ比 n と荷重比 w_c/w_s で表される。 γ_c と σ_a が表-1 で表されるとき、限界支間長 ℓ_{cr} と荷重比 w_c/w_s との関係を図-1 に示す。中央径間長が 5,000m の吊橋で、塔高を約 300m に抑えるためには、サグ比を 1/20 程度とする必要があり、この図より、鋼製主ケーブルの場合、実現が困難なことが解り、主ケーブルと補剛桁ともに CFRP を用いる必要があることが確かめられる。

3. 試設計結果 サグ比 1/20、両側径間 2,000m、中央径間 5,000m の極超長大吊橋について立体骨組構造の有限変位解析モデルを作成し、構造特性を比較するため、2 ヒンジ吊橋モデル、連続吊橋モデルの 2 通りの試設計を行った。一般図を図-2 に示す。主ケーブル、ハンガーおよび補剛桁には CFRP を用い、補剛桁断面は耐風安定性を考慮して、ねじり剛性が高く、抗力係数を低く抑えられる楕円形状とし、楕円中を車両が走行する新形式とした(図-3)。

表-1 単位体積重量と許容応力度

	Steel	CFRP
γ_c : 単位体積重量 [N/m ³]	77	15.7
σ_t : 引張強度 [N/mm ²]	2156	2450
ν : 安全率	2.2	2.5
σ_a : 許容応力度 [N/mm ²]	980	980

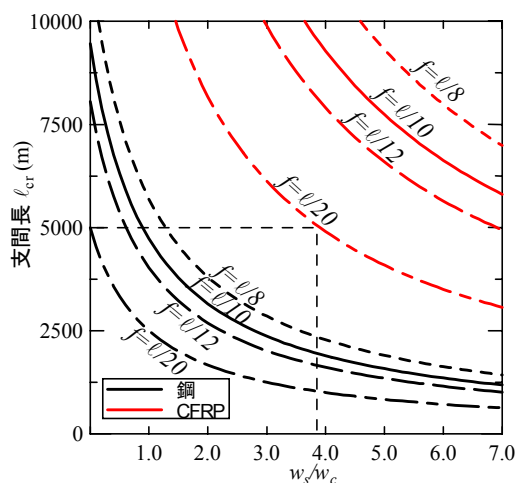


図-1 限界支間長 ℓ_{cr} と w_c/w_s

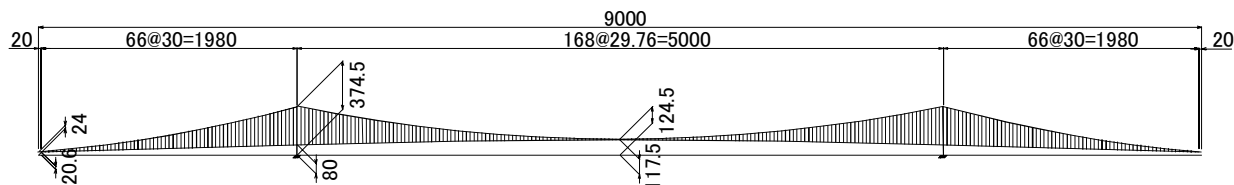


図-2 一般図

Key Words: 極超長大橋, CFRP, 吊橋, サグ比

連絡先*: 〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1 TEL. 0426-77-1111 FAX. 0426-77-2772

