

(18) トラス・クスカ併用工法によるRCアーチ橋の斜材張力調整について

宮崎県土木部	黒木 英利
宮崎県西臼杵支庁	相良 一久
オリエンタル建設(株)	高木 良二
(株)ピー・エス	正 ○志道 昭郎

1. はじめに

青葉大橋は、宮崎県高千穂町の向山地内で、高千穂峽を渡河する鉄筋コンクリート固定アーチ橋である。本橋は橋長270m、アーチ支間180mで、完成時にはコンクリートアーチ橋として国内3番目の規模の橋となる(図-1参照)。本橋の架設工法は、合成アーチを併用工法に適用したトラス・クスカ併用工法としている。本文はアーチ施工時における斜材のプレストレス量の設定、及び管理手法について報告するものである。

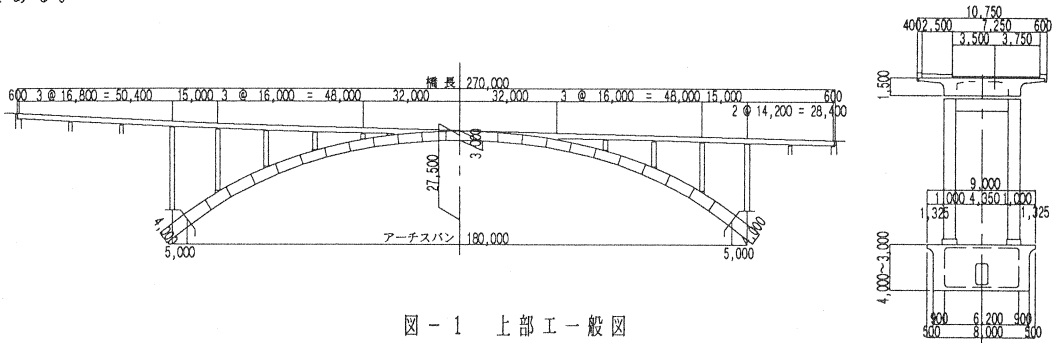


図-1 上部工一般図

2. 施工方法

施工順序は図-2に示すとおりである。施工は端アバットからアーチアバット(以下陸上部と呼ぶ)までの部分とアーチリング部(以下渓谷部と呼ぶ)とに大別される。この内、渓谷部の施工は、トラスカンチレバー部、合成鋼管部に分かれる。トラスカンチレバー部はアーチリング、斜材、鉛直材、補剛桁の施工を1サイクルとし、この繰り返しにより進める。斜材の張力は補剛桁、バックステイを経てアンカー体に伝えられる。斜材は、主にアーチリングの断面力の調整を目的として、主要施工段階毎に導入プレストレスの調整を行っていく。トラスカンチレバー部完成後、鋼管架設を行い、鋼管内にコンクリートを充填し合成アーチ部材とした後、コンクリートを巻き立てアーチリングを閉合する。以下、中央部補剛桁施工後、架設材等を撤去し橋面工を施工して完成となる。

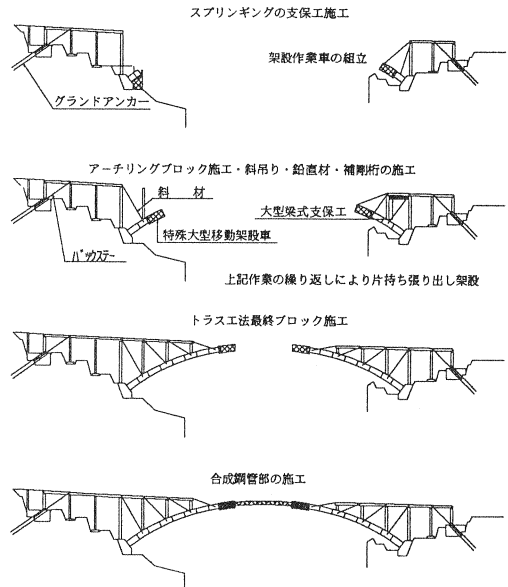


図-2 施工順序図

3. 斜材張力の設定

設計計算は図-2に示す施工要領に従って、構造系の変化を追い施工中のクリープ、乾燥収縮の影響を考慮しながら主に平面骨組構造解析により進めた。図-3に構造解析骨組モデルを示す。

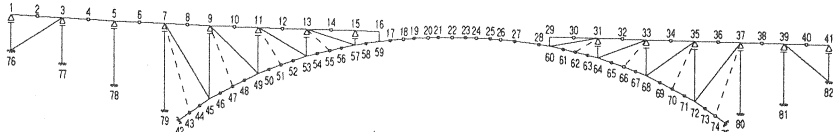


図-3 計算用骨組図

主要部材の応力計算結果は、表-1のとおりとなった。斜材張力は、アーチリング部の構成部材であるアーチリング、鉛直材、補剛桁、合成アーチの発生応力度が、許容応力度内に収まり、且つ、極力変位を押さえるように設定するが、特に応力変動幅の大きい鉛直材に注意して調整した。斜材のプレストレスの許容値は、導入プレストレス以外に下記の要素を考慮し、 $0.7 P_u$ 以下となるようにした。

表-1 応力計算結果

部 材	アーチリング			補剛桁		鉛直材		
	σ_c	σ_s	$\sigma_{s'}$	σ_u	σ_l	σ_c	σ_s	$\sigma_{s'}$
架設時	88	483	-1292	59	-10	112	281	-1577
静荷重時	77	-989	-1155	56	70	—	—	—
設計荷重時	91	-1041	-1354	64	77	—	—	—
部 材	合成鋼管			H [*] ボックス-		斜材		
	σ_c	σ_s	$\sigma_{s'}$	σ_u	σ_l	P t		
架設時	200	730	-2358	-3	14	52		

- 1). 風荷重 (3.0 m/s)
- 2). 斜材温度変化 ($\pm 30^\circ C$)
- 3). 施工誤差 (5%)

注) P_u はPC鋼材の引張応力度

設計計算上仮定した骨組構造や剛度の実構造物との相違が考えられるため、各主要部材に埋設した計測器により施工中の応力変化を追い、導入プレストレスの補正を行うこととした。

図-4に張力調整の施工段階における施工順序例を示す。

(注) : アーチリング・鉛直材・合成鋼管の記号

σ_c : コンクリートの圧縮応力度 (kgf/cm²)

σ_s : 引張鉄筋の応力度, 正が引張 (kgf/cm²)

$\sigma_{s'}$: 圧縮鉄筋の応力度, 正が引張 (kgf/cm²)

補剛桁・ボックスターの記号

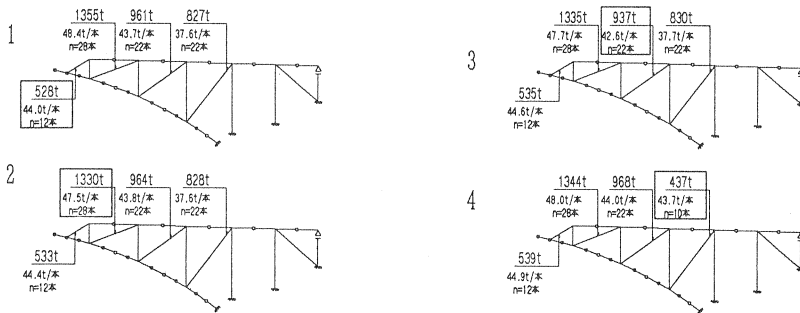
σ_u : 上縁応力度 (kgf/cm²)

σ_l : 下縁応力度 (kgf/cm²)

斜材の記号

P t : 張力 (tf)

鉛直材の静荷重以降は応力微少であり省略



注) : 調整斜材

図-4 張力調整順序

4. 斜材張力調整

斜材のプレストレス導入状況を写真-1に示す。斜材は、異形PC鋼棒D36 (n=20~32本/ヶ所)を使用した。架設時の部材応力は、斜材張力の影響を大きく受けるため、施工段階毎の導入張力をできるだけ正確に把握する必要がある。導入誤差を最小限に押さえるために、ジャッキ背面にロードセルを使用し、緊張作業を行った。

最大張り出し時には、調整本数は100本にも及ぶ。図-5に架設斜材配置図を、表-2にその数量を示す。斜材は図-5に示すようにアーチリングウェブ内より補剛桁上での定着となる。各斜材設置時にあらかじめ振動測定を行い、斜材張力と斜材振動数とのキャリブレーションカーブを作成した。写真-2に斜材の振動測定状況を図-6にキャリブレーションカーブを示す。これにより正確な張力導入と作業の効率化がなされたと考えられる。また、コンクリート打設等、主荷重載荷後にも振動測定を行い応力挙動の確認を行った。斜材張力と振動数の関係は次式により表される。

$$P = \alpha \cdot m \cdot L^2 \cdot f^2$$

ここに

P: 導入プレストレス力 (tf)

α : 係数 (= 0.4)

m: 斜材単位重量 (tf/m)

L: 斜材定着間距離 (m)

f: 周波数 (Hz)

PC鋼材の初期導入緊張力は、0.5Pu程度となるが、調整PC鋼材の張力調整量は1~10t/本程度と微小なため作業の効率化を考慮し、斜材1グループの中の部分的な調整に留め、グループ全体の張力を目標張力にすることも選択肢の一つとした。また従荷重の影響及び作業荷重の変化等の経時変化の追跡のため、代表斜材にロードセルを常時設置し、計測を行った。

斜材は、他部材と比べて外気温の影響を強く受ける。部材の急激な温度変化を避けるため断熱材を斜材1本1本に設置した(写真-3)。また風荷重による局部的応力疲労を防ぐためロープ等で斜材間を固定した。

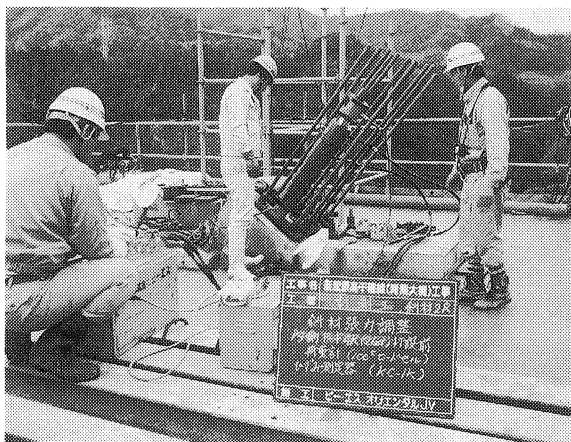


写真-1 斜材のプレストレス導入状況

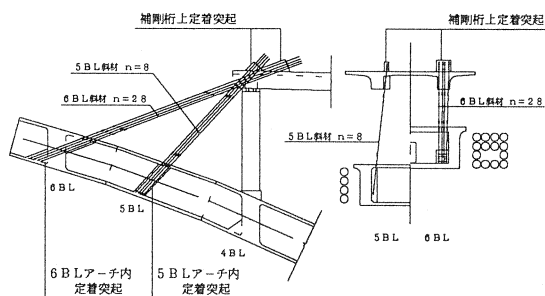


図-5 架設斜材配置図

表-2 架設斜材数量

	単位	数量	摘要
斜材	t	50.2	ケ'ビ'ン'テ'スタ-7'φ36
補剛桁上突起	m ³	26.8	σck=40 N/mm ²
アーチ内突起	m ³	40.8	σck=40 N/mm ²

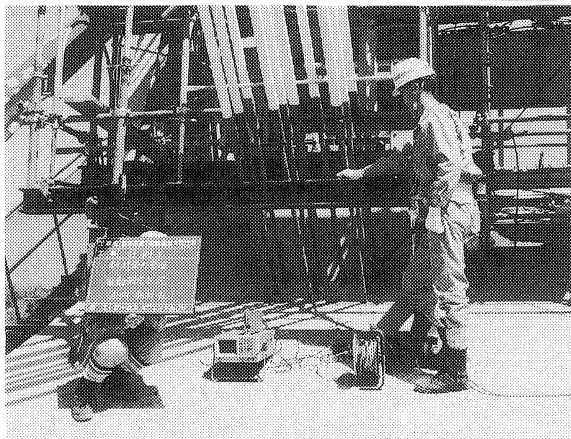


写真-2 斜材の振動測定状況

図-7に斜材張力の測定値と計算値の比較を示す。トラスカントレバー部施工時は、特に部材変位が大きいので斜材張力の変動も大きく、斜材張力を正確に把握することが必要である。図に示されるように、荷重や導入プレストレスによる斜材張力の変動が概ね把握でき、計算値に近い良好な施工ができたと考えられる。図-8にアーチリング応力の計測値と計算値を示す。部材応力は構造系が変化する毎に正負が交番する複雑なものになっている。図-8は主荷重や導入プレストレスによる応力変動をある程度捉えていると考えられる。計測値と設計値の分析等により、実橋の応力状態の把握に努め、必要に応じて斜材の導入プレストレス量の補正等実施し、安全性を確保することができたと考えられる。

本橋の架設工法上の一つに、鉛直材、補剛桁を完成系構造にて架設することが上げられる。このため斜材の配置は定着突起内及び補剛桁内、アーチリング内を通過することとなる。コンクリートの部材内への配置長が長く、シース等との接触を完全に除くことができなかつたため、張力管理に影響し計算値と計測値が相違した斜材もあった。今後の課題として改善策を検討していく。

5. おわりに

本橋は平成8年4月にアーチリングの閉合を終え斜材撤去を完了し、各部材の応力状態も落ちついたものとなった。

本年度秋期の完成を目指し安全最優先で今後とも注意深く施工を進めていく。

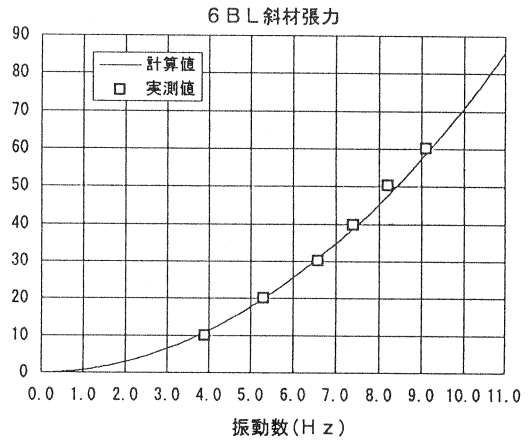


図-6 斜材張力キャリブレーションカーブ

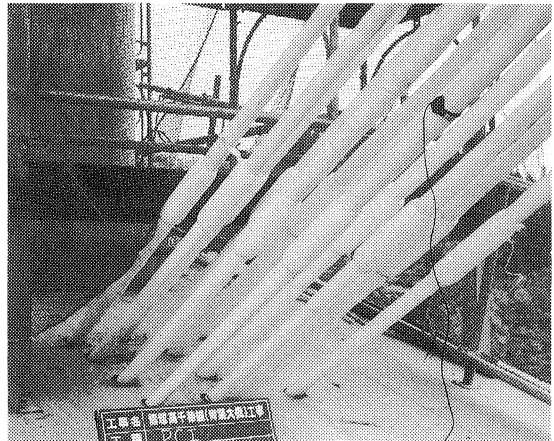


写真-3 断熱材の設置

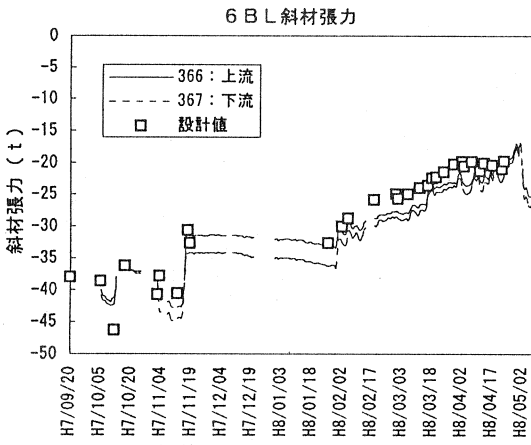


図-7 斜材張力測定結果と計算値との比較

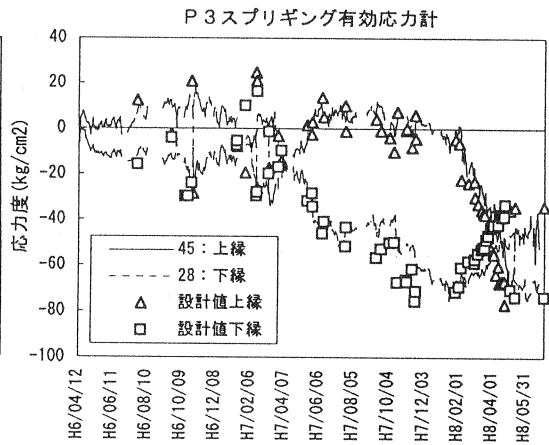


図-8 アーチリング応力測定結果