

(14) 合成アーチ巻立て工法による玉川温泉橋(仮称)の施工

秋田県 自然保護課 長谷川 清寿  
 (株)ピー・エス 東北支店 正会員 桜林 美津雄  
 (株)ピー・エス 本社 正会員 ○渡辺 浩良  
 (株)ピー・エス 本社 正会員 日高 重徳

1. はじめに

玉川温泉橋(仮称)は、秋田県雄物川の支流玉川の最上流部にあり、全域が十和田・八幡平国立公園の中に位置している。また、本橋は秋田県が推進している「八幡平・阿仁・田沢湖大規模リゾート整備」の重要整備地区にも指定され整備が進むブナ森地区と渋黒台地区を連絡する橋として計画された、橋長172m、アーチ支間110mの鉄筋コンクリート固定アーチ橋である。

本橋の架設地点は、急峻なV字形地形で強酸性の温泉地帯であり、国立公園内のため周辺環境に調和する形式として種々の比較検討した結果、耐酸性、維持管理、美観性に優れる鉄筋コンクリート固定アーチ橋が選定され、アーチリブの施工方法として該当アーチスパンに適合した合成アーチ巻立て工法が採用された。

この工法で施工されたアーチ橋は国内で11橋の実績があるが、アーチスパンが国内最大規模であることから、その構造と施工の概要を報告するとともに、近年注目されている合成構造となるアーチリブの施工において、施工順序に従って応力状態を測定したのでその結果についても報告する。

2. 工事概要

工事名称：新玉川橋梁上部工工事  
 工事場所：秋田県仙北郡田沢湖町玉川地内  
 道路規格：3種4級  
 橋格：一等橋(TL-20)  
 橋長：172.0m  
 幅員：車道7.5m 歩道2.5m  
 橋梁形式：鉄筋コンクリート固定アーチ橋  
 (アーチ支間：110.0m)  
 架設工法：CLCA(合成アーチ巻立て)工法

表-1 アーチリブ主要材料

種別	規格	単位	数量
コンクリート	$\sigma_{ck}=400\text{kgf/cm}^2$	m <sup>3</sup>	1,490
鉄筋	SD295A	tonf	220
鋼管材	SS400	tonf	226

図-1に一般図を示す。

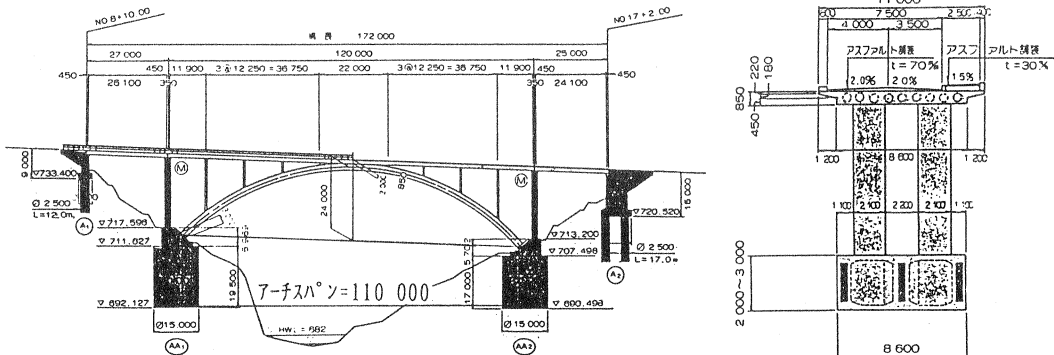


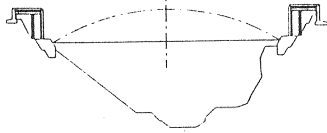
図-1 玉川温泉橋(仮称)一般図

3. 施工

3.1 施工順序および施工工程

施工順序を図-2に示す。工程表を表-2に示す。

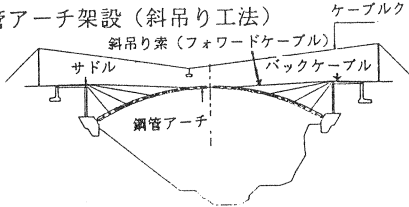
1) 側径間施工(支保工による)



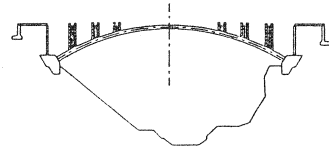
5) アーチリブの巻立て施工



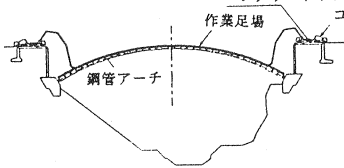
2) 鋼管アーチ架設(斜吊り工法)



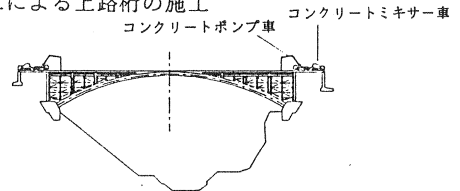
6) 鉛直材の施工



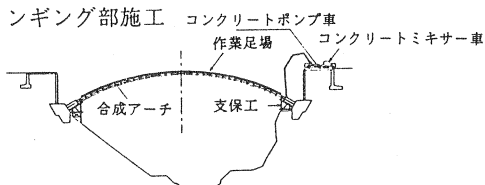
3) 鋼管充填コンクリート打設



7) 支保工による上路桁の施工



4) スプリング部施工



8) 完成

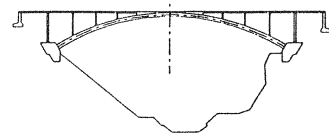


図-2 玉川温泉橋(仮称)施工順序

表-2 玉川温泉橋(仮称)工程表

平成6年	4	鋼管架設準備工	
	5		
	6		
	7		架設工
	8		充填コンクリート工
	9		27°傾斜部 作業準備立
	10		
	11	作業準備立(一部)	
	12	橋架準備	
	平成7年	1	冬期休止
		2	
		3	準備工
4			
5			
6		作業準備立(一部)	
7		作業準備立(一部)	
8		鉛直材工	
9		作業準備立	
10		作業準備立	
11		橋架準備	
12		橋架準備	
平成8年	1	冬期休止	
	2		
	3	準備工	
	4		
	5		補修工
	6		橋面工(地盤工・舗装工・歩道工・防水工・神隠し工)
	7		
	8		
	9		
	10		
	11		
	12		片付け工

### 3. 2 鋼管アーチの架設

鋼管アーチの架設は、アーチスパンが大きく、A 2 側に大型重機の進入が困難なことから種々の条件より斜吊り工法を採用した。この工法は、まず、ケーブルクレーンにて斜吊り用の鉄塔を組立て仮トラワイヤーで仮固定する。次に、バックスティケーブルを取付け、鋼管アーチの架設進捗に従いフォワードケーブルを所定の位置に取付け、鋼管アーチ部材を架設するものである。鋼管部材の架設は組立精度の向上と施工の合理化のため3本を地上にて仮組みをし、足場を取り付けた上で同時に架設した。施工状況を写真-1に示し、図-3に架設要領図を示す。

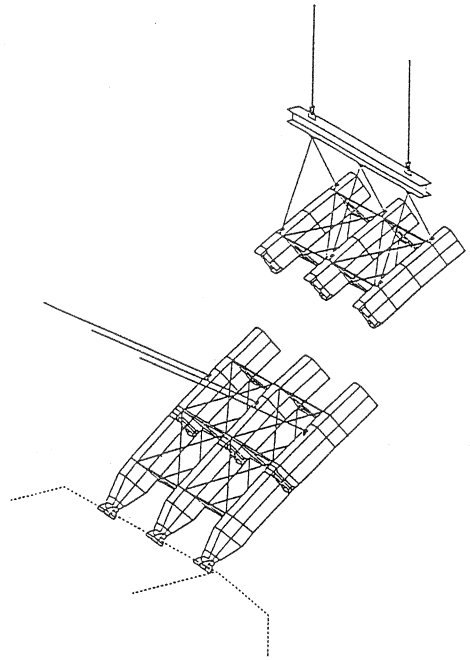


図-3 鋼管部材の架設要領図

### 3. 3 充填コンクリート打設

鋼管アーチ架設完了後、鋼管内に充填コンクリートを充填し、鋼とコンクリートの合成部材、いわゆる「合成鋼管アーチ」を形成する。

充填コンクリートは、あらかじめ鋼管アーチに設けてある投入孔よりポンプ車2台を使用し、AA 1 側とAA 2 側より同時に施工した。

充填コンクリートは、その打設時期が7月中旬だったことと、数量が270m<sup>3</sup>程度と多かったので、2回に分けて（1日目130m<sup>3</sup>，2日目140m<sup>3</sup>）打設した。鋼管内の充填を確実にするために時間経過によるスランプロスの少ない流動化剤を工場投入したものを使用した。

### 3. 4 スプリング部施工

スプリング部の施工は、充填コンクリート打設後、支承部の固定と巻立て作業車の組立スペースを確保するため、支保工により施工した。支保工の組立は、鋼管アーチ架設前に行い、鋼管アーチ部材の第1ブロックの架設に使用した。

### 3. 5 アーチリブの巻立て施工

スプリング部施工終了後、巻立て作業車を（全重量34t）使用して、35ブロックのうち33ブロックを施工した。

ブロックの施工は、スプリング部側からクラウン部に向け、順次交互に繰り返した。1ブロックの施工長は、鉛直材と横げたの配置や作業車の能力にあわせて3.3m～3.8mと変化した。

アーチリブの形状は3次元的な

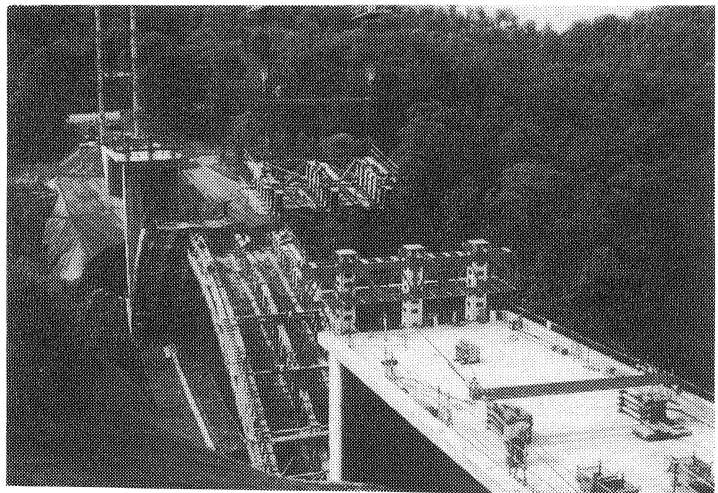


写真-1 鋼管部材の施工状況

曲線形状なので、3次元光波測定器を用いて距離や高さを厳密に測定しながら巻立てていった。また、施工場所が豪雪地帯のため片側5ブロックずつ巻立てたところと鉛直材の施工を終了した時点とで、冬期による作業の中断が余儀なくされた。越冬時の対策として次のことを行った。

- ①現場閉鎖時と再開時アーチリブの出来形および発生応力度の確認
- ②巻立て作業車の上部構造の撤去・下部構造の固定および巻立て作業車の付属器機の一時的撤去
- ③ケーブルクレーンのフックの固定およびウィンチの一時的撤去
- ④ヤード内の仮設建物及び施工足場の雪害対策

写真-2、写真-3に施工状況及び越冬状況を示す。表-3に1ブロック当たりの施工サイクルを示す。

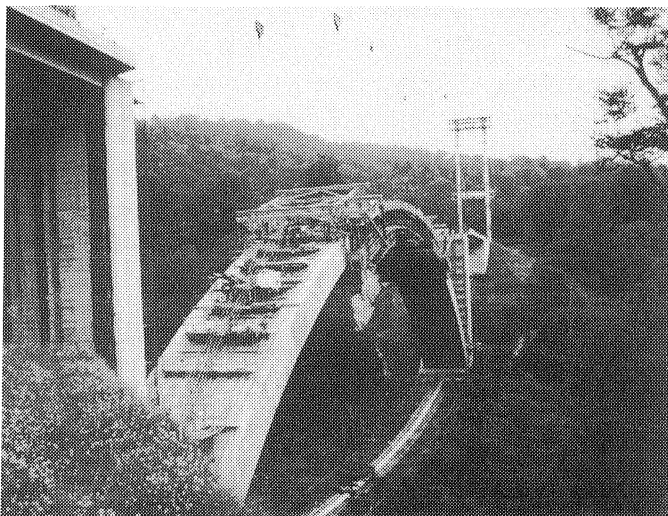


写真-2 アーチリブの巻立て施工状況

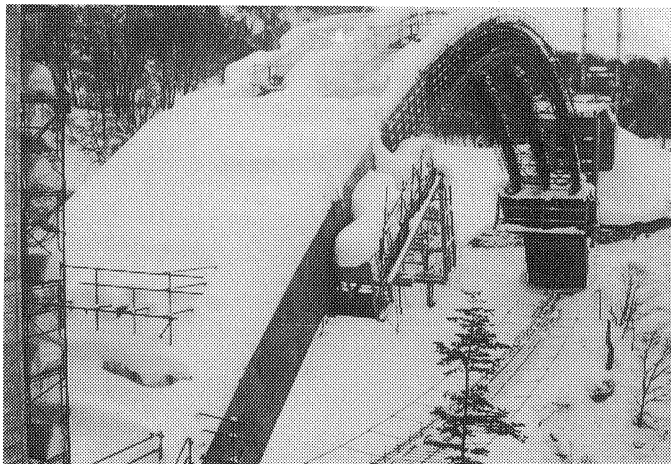


写真-3 玉川温泉橋（仮称）の越冬状況

### 3. 6 鉛直材及び上路桁の施工

鉛直材とアーチリブとの鉄筋の取り合いは、ネジ継ぎ手とし6本の鉛直材のコンクリートを5回に分けて打設した。上路桁のコンクリートは、梁式支保工と枠組み支保工を併用し、3回に分けて打設した。

表-3 1ブロック当たりの標準施工サイクル

工種	日	1	2	3	4	5	6	7	8
作業車移動・セット									
鉄筋組立									
小口型枠セット									
側・内型枠セット									
上面型枠セット									
コンクリート打設									
養生・脱型									

稼働効率を考慮した日数 8. 0日×1/0.75 = 11日

4. アーチリブの応力測定

4. 1 計測の目的

本橋において、下記の目的のために施工中のアーチリブの応力度を測定した。

- ① 施工中のアーチリブに発生する応力度を測定し、施工中の安全性を確認する。
- ② 冬季に施工を休止するため、休止前と休止後にアーチリブに生じている実応力度を把握しておく。
- ③ 実応力度を測定し、設計値と比較することによって今後の設計・施工に役立たせる。

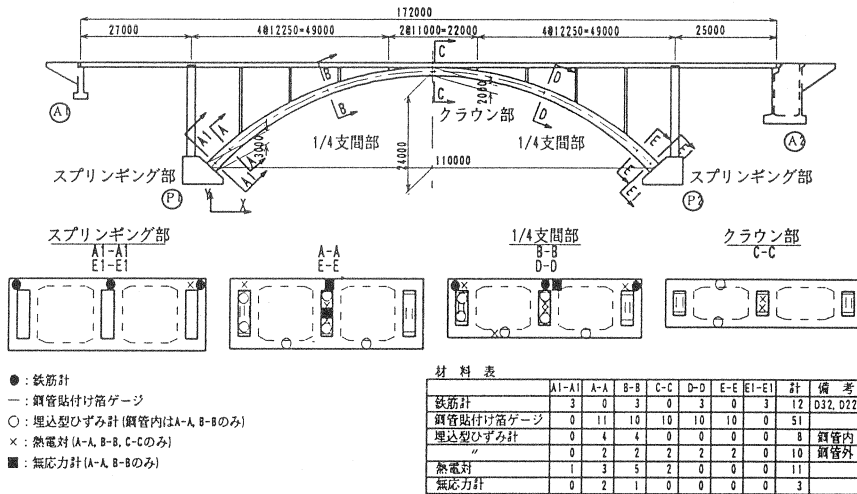


図-4 計測ゲージ配置図

4. 2 充填コンクリート打設時の鋼管応力度

図-5に代表的な充填コンクリート打設時の鋼管応力度の測定結果を示す。これらより鋼管部材はほぼ設計通りの挙動を示していることがわかる。充填時のウェブの鋼管貼付けゲージは、断面の図心近くの内側に配置してあるため曲げによる影響は受けないが軸力の増加とコンクリートの側圧により圧縮応力度が漸増していることがわかる。

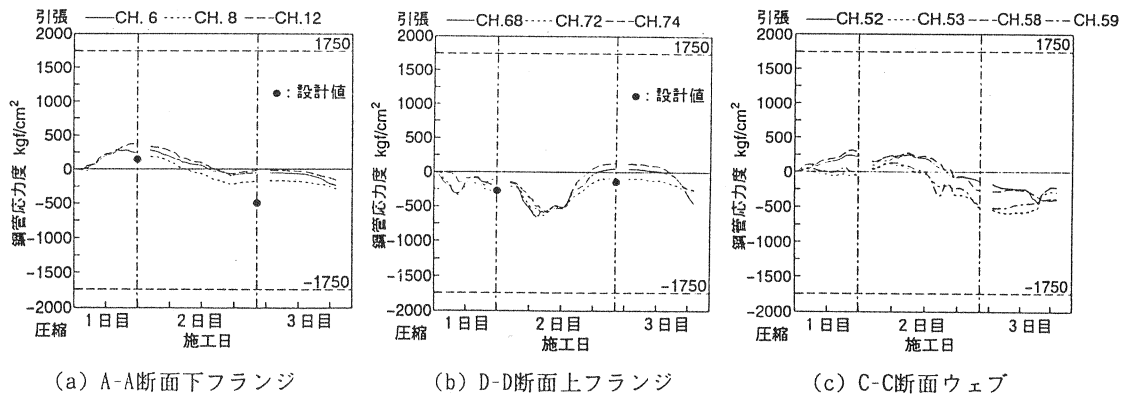


図-5 充填コンクリート打設時鋼管応力度

鋼管にコンクリートを充填する場合には1度に充填することが一般的であるが、本施工では充填コンクリート打設数量が多かったため2回に分けて充填した。測定結果として、1日目のコンクリートが硬化し剛性が変化することによる影響が懸念されたが、各断面とも剛性変化の影響を考慮しないで求めた設計値とほぼ同じ挙動を示した。このことにより、充填コンクリートの打設を2日に分けたことによる影響は少ないと考

えられる。また、2日目の打設完了時の測定結果は設計値と比較して小さくなる傾向があり、鋼とコンクリートとの合成効果の影響があると考えられる。

#### 4.3 巻立てコンクリートによりアーチリブに発生する応力度

図-6にE1-E1断面の上縁に配置した鉄筋計の測定結果を示す。これより同じ箇所に配置した3本の鉄筋計の値にバラツキがあるものの全体に設計値との傾向は一致している。鉄筋応力度の値は、E1-E1断面で最大になる施工段階18で1797.7kgf/cm<sup>2</sup>、1304.1kgf/cm<sup>2</sup>、1720.0kgf/cm<sup>2</sup>程度であり設計値1864.7kgf/cm<sup>2</sup>より小さい値となっている。これは、設計時に鋼管を無視して設計しているが、アーチリブは鋼管も含めた合成構造として挙動しているためと考えられる。

図-7にC-C断面の鋼管の上フランジに配置した鋼管貼付け箔ゲージの測定結果を示す。コンクリートが巻立てられるまでの断面は鋼管を鉄筋として換算したRC断面として設計しているが、実測値と設計値がほぼ等しいことにより、この設計法が妥当であると考えられる。

#### 4.4 冬季施工休止による影響

施工段階9と施工段階10の間に冬季施工休止区間があるがどの測点においても測定値から求めた応力度の結果は連続しており、冬季施工休止による影響は特にないと考えられる。

#### 4.5 まとめ

本橋において鋼管架設からアーチリブコンクリート巻立て完了までの鋼管およびアーチリブに発生する応力度を測定した。その結果次のようなことがわかった。

- ①アーチリブコンクリート、鉄筋および鋼管応力度の値は、全体的に許容値を下回っており構造物として安全である。
- ②巻立て後のアーチリブは、鋼管部材がコンクリートと合成した合成構造として挙動していると考えられる。
- ③巻立て前の合成鋼管は鋼管を鉄筋として考えたRC断面として設計してもよい。
- ④本橋において冬季施工休止による影響は認められなかった。
- ⑤本橋において充填コンクリートを2日に分けて施工した影響はほとんどなかった。

#### 5. おわりに

アーチ橋は景観的にも美しく、完成時には構造的にも優れた構造であるが、その一方で設計や施工が複雑で、他の橋種に比べて施工時に特別な配慮が必要な形式であるといえる。ここに紹介した合成アーチ巻立て工法は、まずはじめに構造系としてのアーチを完成させ、漸次コンクリートを巻き立てていく工法である。したがって、施工時の構造系の変化が少なく、たわみなどの変化が少ないため施工管理が容易で安全性の高い工法である。本報告が今後のアーチ橋の計画設計施工の参考になれば幸いである。

本橋は、7月現在橋面工の施工中である。本橋の施工に当たり、関係各位の多大なるご指導、ご助言を頂いたことに深く感謝申し上げます。

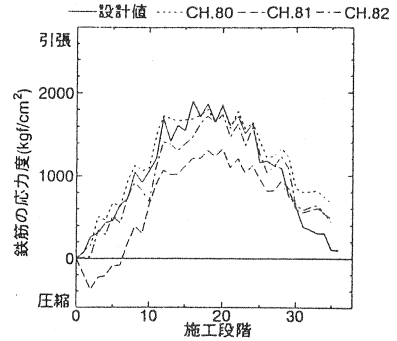


図-6 E1-E1断面上縁側鉄筋応力度

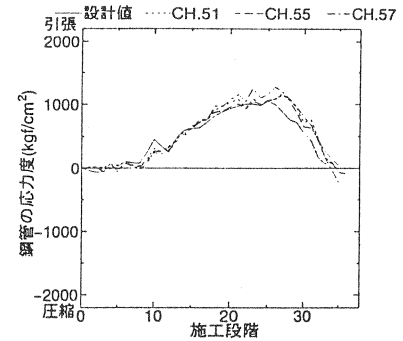


図-7 C-C断面鋼管上フランジ応力度