

## 須津川大橋 (アーチリブの省力化施工) の設計と施工

静岡県富士農林事務所  
セントラルコンサルタント㈱

住友建設㈱静岡支店 須津橋作業所 正会員  
住友建設㈱PC設計部 正会員○  
住友建設㈱静岡支店 須津橋作業所 正会員

田島章次  
高山博文  
黒澤 淳  
齋藤謙一  
片 健一

### 1. はじめに

須津川大橋 (仮称) は静岡県富士市の須津川溪谷に新設される道路橋である。急峻な地形を考慮した経済比較の末、単径間上路式アーチ橋が採用された。架設工法には溪谷の自然への影響が少なく、経済的、かつアーチへの適用実績も多い、場所打ち片持ち張出し施工が選ばれた。

アーチの張出し架設における問題点は、架設系と完成系との断面力差が大きいため、フォアステイ、ピロン、メラン、バックステイといった仮設材が必要となることである。特にピロンとバックステイは通常コンクリートで作られるため、完成後に産業廃棄物として処理しなければならない。またコンクリートアーチ橋には、「アーチリブの施工が水平に行えず、施工性が悪い。」という、特有の課題もあった。

本橋ではこれらの課題を踏まえ、仮設材低減と施工省力化を図り、以下の施工提案を行った。

- ① ウィングを利用した合理的なグラウンドアンカー配置による、バックステイ構造の省略
- ② フォアステイの毎ブロック小口緊張による、架設鋼材の低減
- ③ ブロック鉄筋、PC 鋼材、型枠のプレファブ化による現場作業の省力化

本報告はこの3点に主眼を置き、設計と施工の概要を報告するものである。

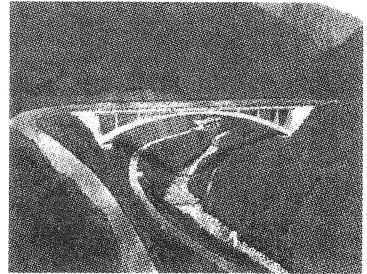


図-1 完成予想パース

### 2. 橋梁概要

橋梁諸元を表-1に、橋梁一般図を図-2に示す。

アーチリブの基本形状は、100m 上流にある名勝「大瀬の滝」の景観を損なわずに周辺の山々と溶け込むように、スパンライズ比 7.78、スパン桁高比 75 のスレンダーなアーチとし、断面形状を桁高 2.2~1.4m、幅員 5.6m の矩形一室箱桁とした。

補剛桁は RC 中空床版で、鉛直材は 10m 間隔に 6 本配置した。また下部構造はアーチアバットが直接基礎であり、その上にエンドポストとウイングを設けた。

表-1 橋梁諸元

工事名	: 平成12年度ふれあい林道整備 愛鷹線橋梁工事
工期	: 平成12年7月~平成15年1月
位置	: 静岡県富士市比奈地内
道路規格	: 林道区分 自動車道1級
形式	: 上路式RC固定アーチ橋
荷重	: A活荷重
橋長	: 110.0m
アーチスパン	: 105.0m
アーチライズ	: 13.5m (スパン・ライズ比 7.78)
有効幅員	: 7.0m (車道 5.0m + 歩道 2.0m)

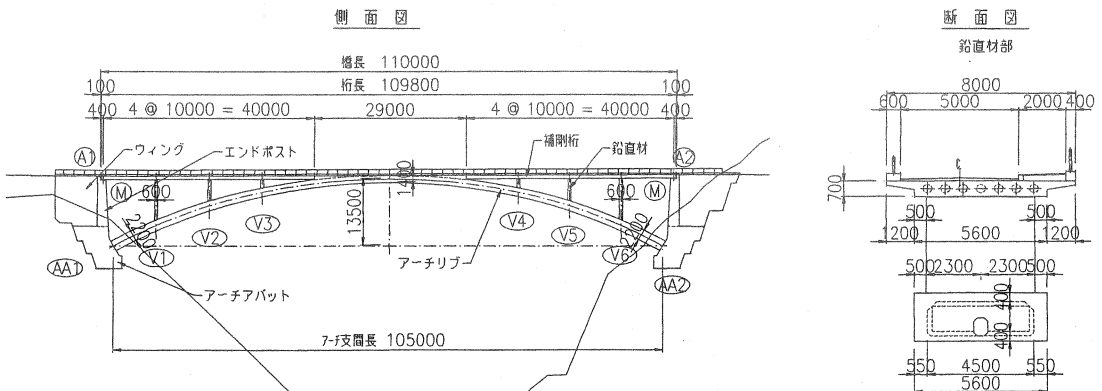


図-2 橋梁一般図

### 3. 施工要領

施工要領を図-3に示す。下部工はバックホーとブレイカによるベンチカット掘削の後、高炉セメントを用いた24 N/mm<sup>2</sup>のコンクリートでポンプ打設し、アーチアバットを3ロットで構築した。その後、30 N/mm<sup>2</sup>の普通セメントを用いたコンクリートでエンドポストとウイングを同時に2ロットで立ち上げた。

グラウンドアンカーはウイングとエンドポストの上の架台上にボーリングマシンを設置して、ウイングを空掘りし、地山を削孔する。その後、上からアンカーを挿入し、グラウト注入を行った。緊張による地盤反力とウイング自身の応力を許容値以下に抑えるために、10段のグラウンドアンカーを分散して緊張し、フォアステイとバランスさせながら施工する方法とした。

A1側ではグラウンドアンカーの定着を予定していた深さに厚さ2m程度の脆弱な地層が認められた。そのため脆弱層の下の健全な岩層に余裕を持ってグラウンドアンカーを定着するとともに、再緊張可能なネジ定着のシステムを採用した。

アーチリブは、スプリングの両端8mを接台式支保工にて施工し、残る渓谷上は移動作業車を用いたブロック長4.0(クラウン付近3.5)mの場所打ち片持ち張出し施工とした。数量表を表-2に示す。

表-2 数量表

	材料	仕様	数量	単位	適用
コンクリート	アーチリブ	$\sigma_{ck} = 35 \text{ N/mm}^2$	681	m <sup>3</sup>	早強一部普通
	鉛直材	$\sigma_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$	79	m <sup>3</sup>	普通セメント
	補剛桁	$\sigma_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$	313	m <sup>3</sup>	普通セメント
	ウイング	$\sigma_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$	707	m <sup>3</sup>	普通セメント
	エンドポスト	$\sigma_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$	777	m <sup>3</sup>	高炉セメント
鉄筋		SD345	391	t	
	PC鋼材	9~19S15.2(SWPR7/BL)	25	t	亜鉛メッキ
	桁内鋼棒	$\phi 32$ (SBPR930/1180)	8	t	
グラウトアンカー		SWPR7/BL	14	t	ネジ定着

### 4. 設計

アーチリブのコンクリートは35 N/mm<sup>2</sup>、鉄筋は全てSD345である。張出し架設中はフォアステイの緊張、開放により全断面有効計算での上下縁引張応力を1.7 N/mm<sup>2</sup>以下に抑えたため、配筋は完成系のみで決定された。スプリングでは設計荷重時、温度時、および支点沈下時の下縁圧縮鉄筋で決まり、下床版にD29ピッチ125mm×3段が配置されている。その他の区間では鉄筋の圧縮・引張応力の両方が支配的となった。塑性ヒンジ領域外では段落しを行い、最小の上床版クラウン付近でD25ピッチ250mm×2段にまで低減した。また、スターラップはスプリング付け根のD22を除いて、D19ピッチ125mmとした。

時刻歴応答解析を用いた耐震照査により、①面内でアーチリブは降伏しないが、中央寄りの鉛直材下端が

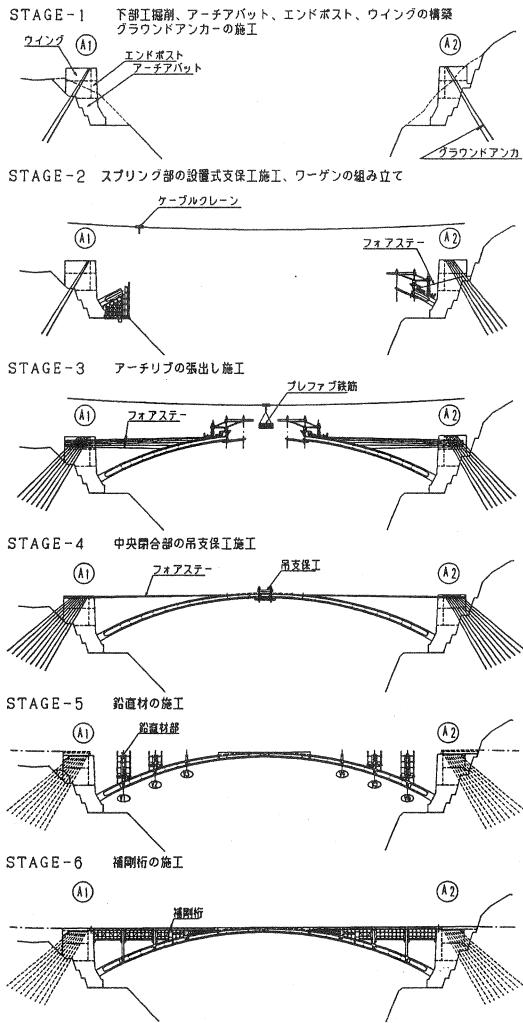


図-3 施工要領

降伏すること、②面外ではアーチリブのスプリングのみが降伏すること、③降伏箇所はいずれも許容塑性率以下で、せん断に対しても耐力が上回り、全ての照査項目を満たすこと、以上3点を確認した。

## 5. 施工

### 5.1 合理的なグラウンドアンカー配置

アーチリブの張出し架設ではこれまで前方への転倒モーメントに抵抗するために、エンドポスト（もしくはその上に立てられたピロン）とグラウンドアンカーを連結する、バックステイと呼ばれる仮設部材の施工が必要であった。

これに対し本橋では図-4に示すように、ウイングを用いてグラウンドアンカーとフォアステイをたすき掛けに定着する方法を提案した。この提案によりバックステイ鋼材の架設・緊張定着・開放作業および、巻たてコンクリート構築作業の一式が省略され、工程短縮と産業廃棄物の低減が可能となった。

アーチアバット・エンドポスト・ウイングの三者が一体となって転倒モーメントに抵抗できるように、ウイング下端の橋軸方向長さをアーチアバットの天端に揃えて結合する部分を長くするとともに、平面的にもエンドポストとコの字形に同時打設して全体剛性を高めた。

ウイングはPC部材となるため、コンクリートの設計基準強度を $30\text{N}/\text{mm}^2$ に引き上げるとともに、PC材の配置と定着スペース確保のために部材厚を片側1枚当たり1.25mに設定した。

### 5.2 張出し架設鋼材の低減

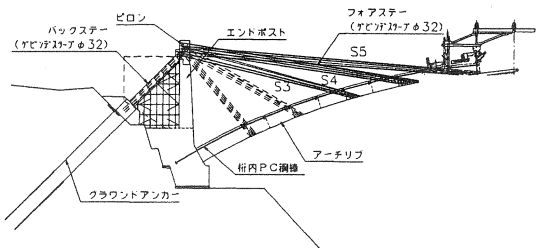
アーチリブのフォアステイにはこれまでPC鋼棒が多く用いられてきたが、この鋼棒が移動作業車のトラスや推進装置と干渉するために小口緊張が困難であった。また、小口から数ブロック遅れて緊張されるため、遅れた分だけ本数が増えて集中定着されるケースが多かった(図-4)。集中定着されると密な配置となって施工性が落ちるとともに、定着スペースも大きく必要となり、定着横桁などの補強用の仮設部材が必要となる場合もある。

また小口緊張でないために、移動作業車付近の上縁引張応力が改善できない。そのため桁内にも仮設鋼棒を配置してプレストレスを与え、応力改善を図らなければならなくなる。しかしこの桁内鋼棒は完成後に必要とならないばかりかプレストレス2次力が不利な方向へ働くことから効率が悪く、これまでは緊張力を解放するなどしてその低減が試みられてきた。

本橋ではフォアステイのシステム、配置、および移動作業車の部材に以下の3点の改良を加えることで、フォアステイの施工性向上、および桁内鋼棒の低減を行った。

- ①フォアステイを、PC鋼棒の代わりにPC鋼より線とし、システムもコンパクトな12S15.2程度にして毎ブロック定着とした。
- ②桁側(アーチリブ側)では張出し先端の小口で、2枚のウェブ中心上側に定着するとともに、平面的に桁外側へ逃がして途中での移動作業車のトラスとの干渉を避けた。また橋台側では2枚のウイング背面で定着、緊張して、2面吊り構造とした。

従来の架設鋼材の配置



今回提案の架設鋼材の配置

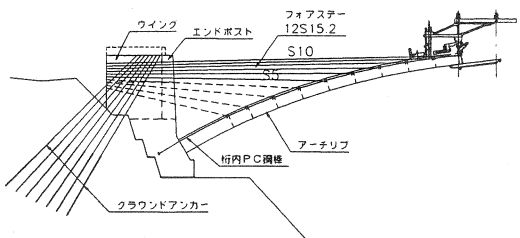


図-4 架設材の合理化配置

③移動作業車の推進装置においては、これまで突出して邪魔になっていた部品をレールの内側に納めるなどの若干の改造を加えることで、装置とフォアステイの干渉を避けた。

このような張出し架設方法は国内初の試みとなる。ここに述べたようなフォアステイの毎ブロック小口定着・緊張により、フォアステイの数量は18ト(より線への応力換算値)から25トへ増加するが、桁内鋼棒の数量は22トから8トへ低減できた。

### 5.3 ブロック鉄筋のプレファブ化

プレファブ鉄筋とは、鉄筋、PC材、小口枠をあらかじめ地上で組み立て移動作業車に吊り込むことで、大幅な工期短縮と現場施工の省力化を可能とする手法である。実績としては京都府にある保津橋<sup>1)</sup>に続き2橋目であるが、アーチに対しては本橋が初の試みとなる。

今回の採用目的は、アーチリブという勾配のきつい斜面上で強いられる、現場作業の省力化である。本橋では鉄筋やPC材の接合<sup>2)</sup>を改良することで吊り込み後の現場作業を極力低減する方針で計画を進めており、その結果、重量比率で97%のプレファブ化が可能となった。

一方、設備投資に関してはケーブルクレーンが既に有るため、架設・運搬設備が不要となった。

本橋での施工概念を図-5に示す。A1橋台背面に組み立てたヤードを設置し、そこで組み立てた鉄筋籠をケーブルクレーンで桁先端まで運搬し、上から移動作業車内に吊り込み架設する。

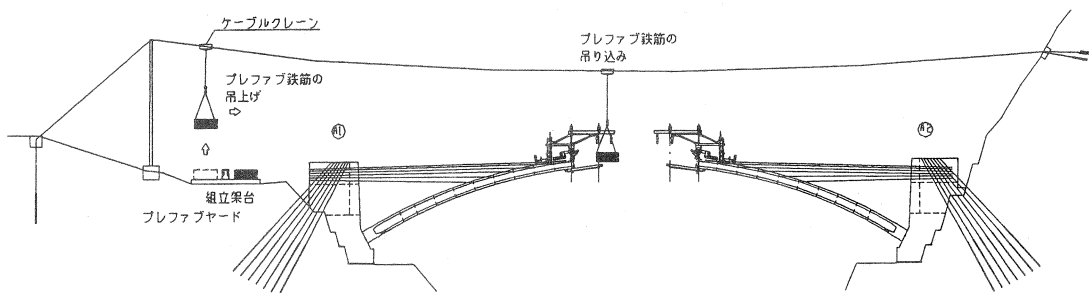


図-5 プレファブ鉄筋の施工概念

## 6. あとがき

コスト縮減、および品質・安全性の向上が望まれる今日、本橋では①合理的なグラウンドアンカー配置、②フォアステイの毎ブロック小口緊張、③アーチリブの鉄筋プレファブ化という、3つの施工改善を行い、架設材数量の低減と現場作業の省力化・安全確保に取り組んだ。

本橋架設工事は平成12年7月に着手して以来順調に進捗し、平成13年7月現在はスプリングを支保工施工中である(図-6)。上部工工事はこれから佳境を迎え、本稿で紹介した試みが始まる。本報告が今後のアーチの設計・施工の一助となれば幸いである。

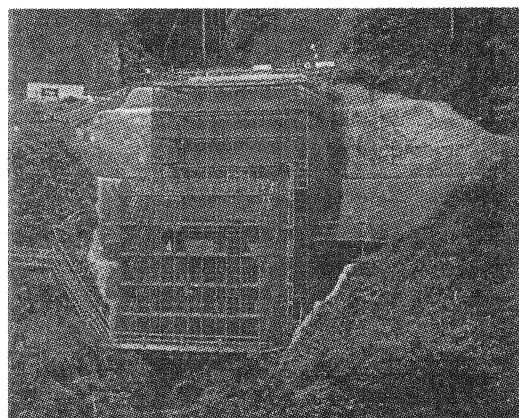


図-6 A2橋台の現況

## 参考文献

- 1) 角山・住田・塩見・牧田・新井・吉岡：保津橋の設計と施工，橋梁と基礎，pp.2~9，2000.9
- 2) 小田切・新井・岸上・山崎：繰り返し高圧縮応力を受ける全数ループ継手の性能評価，第9回PCシンポジウム，pp.503~508，1999.10