

(119) 上路式吊床版構造の道路橋への適用
(湯の花橋)

玉川町役場	建設課	森	真二
(株)カコ	設計 事業部	桧垣	英治
住友建設(株)	技術・設計部	正会員	中積 健一
住友建設(株)	四国支店	正会員	○児山 祐樹

1. はじめに

湯の花橋(写真-1)は、愛媛県玉川町(図-1)の観光地「鈍川溪谷」に架橋された上路式吊床版道路橋である。鈍川溪谷は、えひめ自然100選にも選ばれている景勝地で、近くには温泉もあり、観光客の多いところである。

本橋の計画にあたっては、

- ①自然公園内に架橋されるため、自然破壊を極力抑えること(支保工の設置は不可)。
- ②架橋地点までの進入路が狭いため、プレキャストの大部材および大型重機が進入不可能なこと。
- ③架橋地点付近に上部工製作ヤードが確保できないこと。

上記の条件を考慮し、支保工や大型重機を用いずに、広いヤードがなくても施工可能で、かつ、その独特の造形により観光地のシンボルマークともなりうる上路式吊床版橋が選定された。

ここでは、上路式吊床版構造を現行の示方書に対応する道路橋に適用した、日本で初めての事例となる、本橋の設計と施工について概要を報告する。

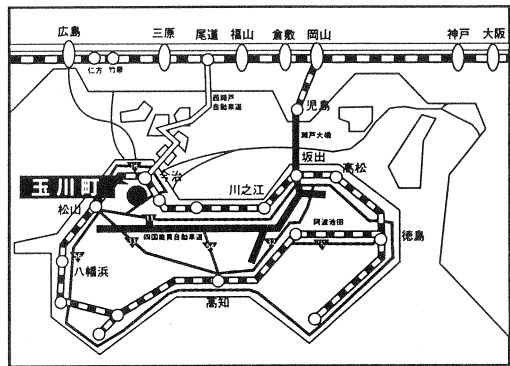


図-1 橋梁位置図

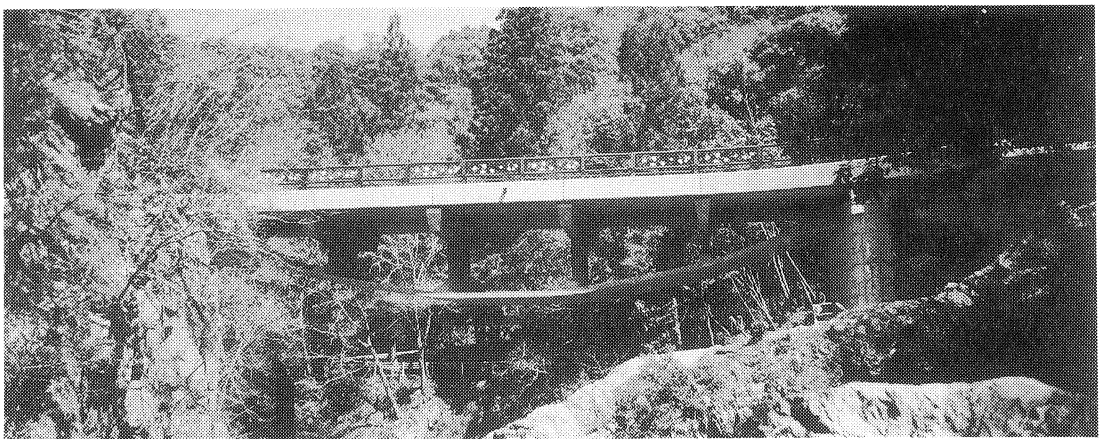


写真-1 湯の花橋の全景

2. 橋梁概要

湯の花橋の一般図を図-2に示す。

2-1 橋梁諸元

- 道路規格 : 第3種5級
- 活荷重 : A活荷重
- 橋長 : $L = 34.500\text{m}$
- 支間 : $l = 22.000\text{m}$ (吊床版支間)
- 幅員 : $W = 0.600\text{m} + 5.750\text{m} + 0.600\text{m} = 6.950\text{m}$
- 構造形式 : 上部構造 ; 単径間上路式PC吊床版橋
下部構造 ; 直接基礎 (グラウンドアンカー併用)

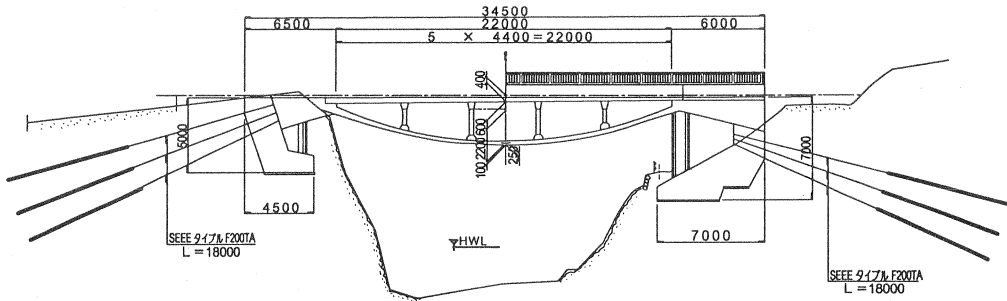
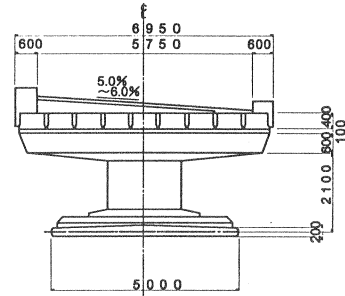


図-2 全体一般図

2-2 構造および使用材料

上部構造は、吊床版、鉛直材および上床版より構成されるが、その大部分をプレキャスト化している。また、その1個当り重量は、架設条件より最大4tfまでとしている。分割数は、吊床版8ブロック、鉛直材12ブロック、上床版45ブロック、合計65ブロックであり、上部工のプレキャスト化率は、約76%となっている。なお、鉛直材を除き、プレキャスト版どおしの接合部には、場所打ち部を設けている。

基礎形式は、基礎地盤が軟岩～中硬岩と良好であるため、グラウンドアンカーを併用した直接基礎としている。主要材料の数量を表-1に示す。

表-1 主要材料の数量

区分	材料	仕様	単位	数量
橋体工	コンクリート	プレテン桁: $\sigma_{ck}=500$ その他: $\sigma_{ck}=400$	m^3	101
	鉄筋	SD295A	tf	12
	PC鋼材	吊床版: F200, 8T12.7 鉛直材: $\phi 23, \phi 32$ 上床版: 1T15.2	tf	6
橋台工	コンクリート	$\sigma_{ck}=300, 210$	m^3	440
	鉄筋	SD295A	tf	24
	G.アンカ	F200TA L=18m/本	本	24

3. 設計概要

3-1 上部工の設計

(1) 吊床版形状の決定および構造解析

橋台に作用する水平力を小さく抑え、構造全体の安定性を向上させるためには、できるだけサグ量を大きく小さくすることが望ましい。本橋では、過去の実績、施工性等を総合的に判断し、吊床版のサグ・スパン比を1/10に設定した。

構造解析にあたっては、本橋の構造より、完成系では全体剛性が高く荷重載荷による変形が微小であることから、微小変形理論に基づき完成系断面力を算出した。また、架設時においては、吊床版接合部の場所打ちコンクリートが施工される以前は、1次ケーブルのみで自重を受け持っているため、ケーブル理論により1次ケーブルの張力を算出した。なお、各施工段階での吊床版1次ケーブルや上床版の形状を決定するための施工計算は、有限変形理論によった。

上部工鉛直材部の詳細図を図-3に示す。

(2) 吊床版の設計

架設系の設計は、1次ケーブルの張力照査を行った。完成系においては、活荷重などにおいて生じる引張力に対して、ケーブルも含めたコンクリート断面全体で抵抗するため、コンクリート断面に軸方向引張力が生じる。この引張力に対しては2次ケーブルによるプレストレスで抵抗させた。

吊床版は、曲げ剛性を有するケーブル構造であるため、鉛直材直下や橋台付け根などに局部的な曲げモーメントが生じる。この曲げモーメントに対してプレストレスで抵抗させる設計を行った場合、必要プレストレス量が過大となり（試算では、2倍程度）不経済な設計となるため、鉄筋で補強し、曲げひび割れ幅を制御した。

橋台付け根の作用軸力を表-2に示す。吊床版には1次ケーブルとしてF200を4本、2次ケーブルとして8 T12.7を13本配置した。なお、吊床版ケーブルの主荷重に対する安全率は、2.5とした。

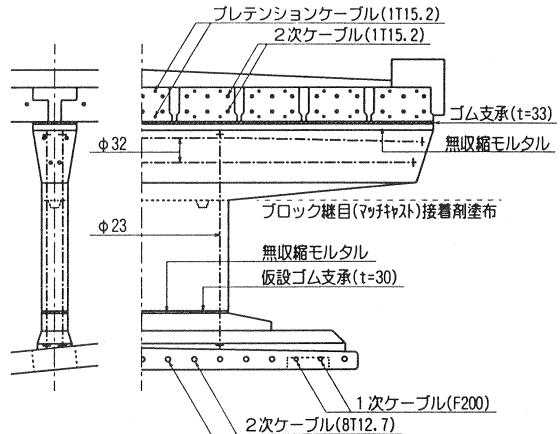


図-3 上部工鉛直材部詳細図

表-2 橋台付け根の作用軸力 (tf)

荷重状態	部材作用力	各構成部材に作用する力		
		コンクリート	1次ケーブル	2次ケーブル
自重載荷時	-274	—	-274	—
死荷重時	-457	470	-254	-673
活荷重時 Nmin	-610	323	-256	-677
温度変化時 -15℃	-634	300	-256	-678
地震時	-504	425	-255	-674

(3) 鉛直材の設計

鉛直材は高さが低いため、上床版との結合条件は、ゴム支承を介し自由とした。これにより、鉛直材下端には過大な曲げモーメントは発生せず、RC部材として設計可能となる。ただし、接合部への用心として、支柱断面に 10kgf/cm²のプレストレスの導入を行っている。

(4) 上床版の設計

上床版はプレテン桁を採用した。架設時断面力に対してはプレテンションで抵抗させ、桁と桁を連結し連続構造となってから生じる断面力に対しては2次ケーブルを配置して抵抗させることとした。

3-2 下部工の設計

吊床版橋の橋台は、一般の橋台とは異なり、常に大きな水平力を受けている。ちなみに、本橋の死荷重時水平力は 444tf、活荷重による水平力増加は 153tfとなっている。これに対し、グラウンドアンカーの緊張力は、地盤のクリープ等を考慮して低減し、さらに、常に橋台の底面および背面の全面に地盤反力度が作用する（台形分布）よう、その仕様および本数を決定した。

地盤反力度は、A1橋台温度変化(-15℃)時、底面先端にて40tf/m²、背面上端にて1tf/m²となった。

4. 施工概要

4-1 施工順序

- 1) 橋台、グラウンドアンカーを施工し、下1.5段（6本）のアンカーを緊張する。
- 2) 仮設ワイヤーブリッジを設置し、吊床版1次ケーブルを張り渡す。
- 3) 吊床版プレキャスト版を架設し、残り6本のアンカーを緊張する。
- 4) 鉛直材組立用足場を設置し、鉛直材プレキャスト柱を建て込む。

- 5) 鉛直材上にゴム支承を配置し、上床版プレキャスト桁を架設する。
- 6) 吊床版接合部コンクリートを打設し、吊床版2次ケーブルを緊張する。
- 7) 上床版間詰部・連結部コンクリートを打設し、上床版2次ケーブルおよび横締めケーブルを緊張する。
- 8) 橋面工を施工し、仮設ワイヤーブリッジを撤去する。→(施工完了)

4-2 上部工の施工

プレキャスト部材の架設は、全てA1橋台背面より120tf吊油圧式トラッククレーンを用いて行った。また、吊床版のサグ管理において、温度変化によるサグ量の変化が微小であったため、これを無視した。

(1) 吊床版架設工

吊床版プレキャスト版は、取付角度が最も大きなもので約20度にもなるため、固定治具により強固に固定するとともに、版の間に幅木を入れて滑動を防止した。

吊床版架設後、サグ量の微調整を行った。サグ量誤差は、1次ケーブルの張渡し張力が0.3tf/本と極端に小さく、橋台部(両側で11m、支間の1/2の長さ)において、ダクトやケーブル保護ゴム板と1次ケーブルとの摩擦の影響が想定以上に大きかったこと等が原因と考えられた。本調整以降の架設時サグ量誤差は±20mm程度となり、精度よく施工できた。

(2) 鉛直材架設工

鉛直材は、上床版受梁部、支柱部、台座部に3分割されており、それら全てをマッチキャストとすると、施工誤差等による鉛直材の倒れを修正できないことが懸念された。そのため、支柱部と台座部の間に厚さ30mmの仮設ゴム支承を配置し鉛直材を正確に設置した後、この隙間に無収縮モルタルを注入する構造として対処した。

(3) 上床版架設工

上床版プレキャスト桁の架設は、吊床版のバランスと安全性を考慮し、断面の中央から両サイドに向けて橋軸方向1列ずつ、対称に架設した(写真-2)。

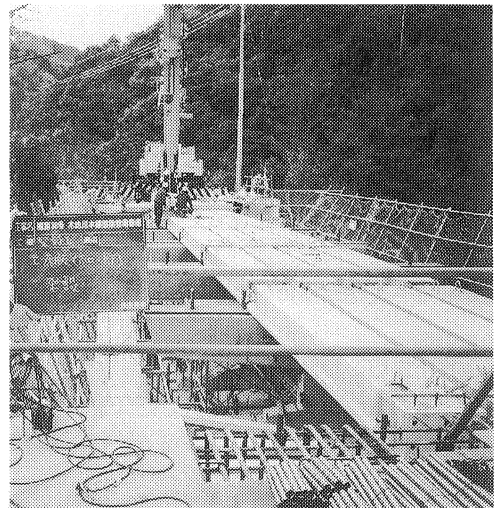


写真-2 上床版架設状況

5. おわりに

以上、上路式吊床版構造を道路橋に適用した、湯の花橋の設計と施工についてその概要を報告した。湯の花橋は現在、取付道路の施工中であり、その後実橋載荷試験を実施する予定である。本報告が今後の上路式吊床版橋の発展の一助となれば幸いである。

最後に、本橋の計画、設計、施工にあたり、多大なご指導、ご尽力いただいた関係各位に深く感謝の意を表する次第である。

参考文献

- 1) 鈴木昭夫・渡邊信幸・和田直隆・鈴木 勲・菅沼信夫・久米計生：菊川橋の設計，橋梁と基礎
Vol. 28, No. 11, P. 23~28, 1994. 11
- 2) 田島 宏・鈴木 勲・大塚博司・鈴木辰夫・近藤真一：潮騒橋の施工と管理，橋梁と基礎
Vol. 29, No. 6, P. 2~8, 1995. 6