

論文・報告

キーワード

プレビーム連続合成桁
尻無川新橋
二上大橋
設計
施工

プレビーム連続合成桁の設計と施工

Design and Construction of Pre-Beam Continuous Girder Bridge

渡 辺 晃*
Hiroshi WATANABE

岩 村 二三男**
Fumio IWAMURA

津 浦 敏 春***
Toshiharu TSUURA

樋 口 雅 善****
Masayoshi HIGUCHI

1. まえがき

プレビーム合成桁橋は、昭和43年にわが国で初めて玉津橋が完成して以来、道路橋および鉄道橋に数多く採用され、現在約350橋以上の施工実績がある。最近では、現場でのプレビーム製作ヤードが不要となるブロック工法が開発され、ますますその需要が見込まれている。

プレビーム連続合成桁は、経済性、耐震性、走行性に優れており、実橋への適用が早くから望まれていた。このため、昭和54年より大阪大学橋梁研究室と共同でプレビーム連続合成桁の模型実験が行われ、昭和56年3月「プレビームを用いた連続合成桁の静的載荷試験および疲労試験報告」として発表された。次いで富山県の渡大橋(二上大橋)にプレビーム連続合成桁が上部工形式として提案されるに至り、渡大橋技術検討委員会(委員長前田幸雄・大阪大学名誉教授)が発足し、既往の試験結果なども参考にして基本思想、設計、施工面から検討が加えられた。その結果、昭和60年4月「渡大橋(プレビーム連続合

成桁橋)報告書」が作成され、諸問題に対する対策を踏まえ十分な配慮を行えば、プレビーム連続合成桁は安全性にも問題がなく、所期の目的に対して十分実用に供しえるという結論を得た。

そして、最近ほぼ同時期に2橋のプレビーム連続合成桁が大阪市内(尻無川新橋)と富山県内(二上大橋)に施工された。本文では、この2橋の設計と施工および竣工後の実橋載荷試験について報告する。尻無川新橋と二上大橋の完成写真を写真-1, 2に、一般図を図-1, 2に示す。

2. 設計

プレビーム連続合成桁の基本的な考え方は、図-3に示すように、死荷重による曲げモーメントの変曲点で2部材に分けて説明することができる。

(1) 径間部

死荷重モーメントが正となる区間であり、構造特性がほぼ単純桁と同様と考えられるため、通常のプレビームを用いる。



写真-1 尻無川新橋

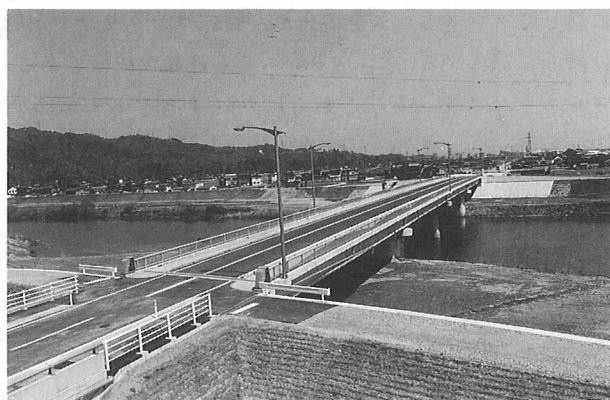
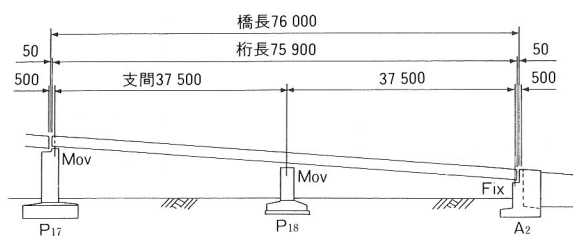
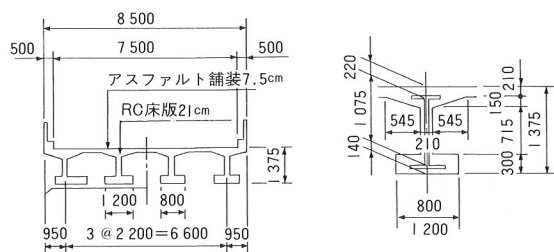


写真-2 二上大橋

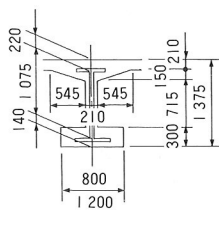
*川田工業㈱大阪支社技術部部長 **川田工業㈱富山本社技術部設計課係長 ***川田建設㈱富山支店工事二課係長 ****川田工業㈱大阪支社技術部設計課



a) 側面図



b) 断面図

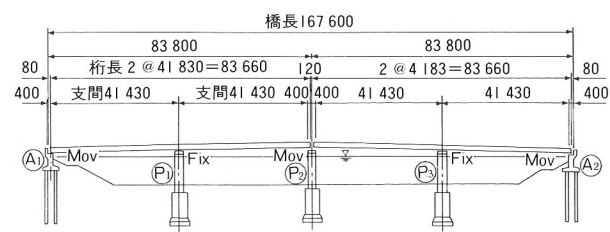


c) プレベーム断面

(設計条件)

形 式	2 径間連続プレベーム合成桁
橋 格	一等橋(TL-20)
橋 長	76.000 m
桁 長	76.900 m
支 間 長	2 @ 37.500 m
幅 員	車道：7.600 m
総 幅 員	8.500 m
縦 断 勾 配	6.95%
横 断 勾 配	車 1.5%山形勾配 歩 なし
斜 角	90°
桁 高	1 375 m (床版上面～桁下面)
舗 装	車 アスファルト舗装 $t=75\text{mm}$ 歩 なし
床 版	RC床版 $t=210\text{mm}$ ($K_1=1.2$)
雪 荷 重	なし
適 用 図 書	道路橋示方書(昭和55年 2 月) プレベーム合成桁橋設計施工指針

図-1 尻無川新橋一般図



3. 施工

プレビーム連続合成桁は、径間部材と中間支点部材をおのおの別に製作し、架設時に各部材を連結し1本の桁にする。表-1に施工順序を示す。

(1) 尻無川新橋の施工

尻無川新橋は、ブロック工法を採用し、部材製作および応力導入は工場で行った。

a) 主桁製作方法

- ① 径間部＝径間部材は、従来のブロック工法を用いた単純プレビーム桁と同様であり説明は省略する。
- ② 中間支点部材＝中間支点部材の下フランジコンクリートは、設計荷重時に大きな圧縮力を受けるため、 $\sigma_{ck}=500 \text{ kg/cm}^2$ のコンクリートを打設した。

b) 主桁架設

主桁架設は、平面道路を使用したトラッククレーンベント工法とした。架設手順を下記に示す。

- ① 工場で製作したブロック桁を、 A_2 橋台背面の取り付け道路上で地組する。
- ② 中間支点部材を80t吊り油圧クレーン2台による相吊りで、ベントおよび P_{18} 橋脚にて仮支持する(写真-3参照)。
- ③ 径間部材を同様に架設する(写真-4参照)。
- ④ 径間部材と中間支点部材の仕口合わせを行い、高

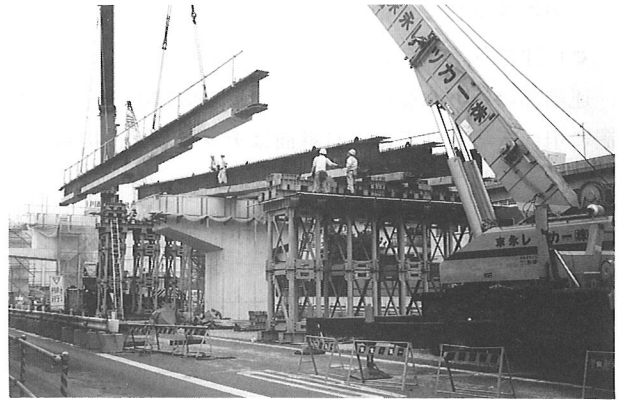


写真-3 中間支点部の架設



写真-4 径間部の架設

表-1 連続形式の施工順序

	施 工 段 階	適 要
(1)	・ 桁製作 	径間部および中間支点部の桁を架設し高力ボルトにて連結する。一ムとし、中間支点部はプレストレスの導入しない鋼桁と下フランジコンクリートの合成した桁とする。
(2)	・ 桁架設 	径間部及び中間支点部の桁を架設しHTボルトにて連結する。
(3)	・ 桁連結部下フランジコンクリート打設 	桁継手部の下フランジコンクリートを打設する(図斜線部)。
(4)	・ 場所打ちコンクリート打設 	床版および横桁に所定の鉄筋を配しコンクリートを打設する(図斜線部)。なお打設順序は径間部を初めに、中間支点部は最終とする。
(5)	・ 合成後死荷重および活荷重載荷 	床版コンクリート合成後、橋面工が施工され活荷重が載荷される。

力ボルトにて連結する。

c) 連結部下フランジコンクリートの施工

連結部の軸方向筋は、ラップ継手と機械継手を千鳥配置に用いて組み立てた。打継面はチッピング後接着剤を塗布し、膨張コンクリートを打設した。

膨張コンクリート使用に際して、単位膨張材混入量を30, 40, 50, 60 kg/m³の4種類についてJISA6202B法による試験を行った。その結果、乾燥収縮によって発生する計算引張り力を十分包括する膨張量が得られる混入量として50 kg/m³を得た。

d) 床版工

床版工以降は、従来のプレビーム桁および連続桁の施工と同様であり、説明は省略する。

(2) 二上大橋の施工

二上大橋の主桁の応力導入および中間支点部の下フランジコンクリート打設は、架設付近のヤードで行った。

a) 主桁架設

主桁架設は出水期(4月～10月)に重なり、流水部にベントの設置ができなかった。このため、高水敷にベントを設けエレクションガーダーによる吊り下げ架設およびエレクションガーダー併用によるクレーン架設とした。

架設手順は、

- ① A₁～P₁径間部材を製作ヤードより自走台車にて引き出し、エレクションガーダーにて吊り込み、A₁橋台およびベントにて仮支持する。
- ② P₁中間支点部材を①と同様に引き出し、径間部材とジャッキアップダウン工法により仕口合わせを行い、連結する。
- ③ エレクションガーダーをP₁～P₂径間に移動し、P₁～P₂径間部材は架設桁上を引き出して架設し、中間支点部材と連結する。
- ④ P₃～A₂径間部材は右岸主桁製作ヤードよりトレーラーにて左岸側に運搬し、エレクションガーダー併用のトラッククレーン架設を行う。
- ⑤ 以下、P₂～P₃径間にエレクションガーダーを移動し、P₃中間支点部材、P₂～P₃径間部材の順序で架設し、おのおの連結する。なお、主桁の横取りはエレクションガーダーと一体に行った。

b) 床版工

中間支点部床版の設計はプレストレス導入を行い、設計荷重時にある程度の引張り力(20 kg/m²)を認めるリミテッドプレストレスの考え方によっている。ケーブルはシングルストランド19本(PCより線21.8 mm)とし、主桁1本当たり14本で合計70本使用した。また、ケーブルの定着は中間横桁位置とした。

PCケーブルによる応力導入状況を把握する目的でストレーンゲージを中間支点部材付近に貼り付け、ケーブ

ル5本ごとにひずみを計測した(表-2 参照)。この結果、部分プレストレスによる応力度は、ケーブル本数増加に伴いほぼ直線的に導入され、最終導入応力も床版、下フランジとも設計値に近いものであった。

表-2 プレストレスによる応力度

		実 測 値	設 計 値
床	版	-50.1	-42.9
ウ	ェ	-31.0	-
下フランジ コンクリート	上 面	-31.8	-32.5
	下 面	-26.8	-27.8

(単位kg/cm²)

4. 実橋における載荷試験

施工中の各種の測定により二つの橋梁はほぼ設計どおりに施工されたことが確認されていたが、竣工後の全体挙動と、構造特性をより明確に把握するために実橋の載荷試験を行った。二上大橋の載荷実験は平成元年3月9日、尻無川新橋は同年6月7日に実施した。

主な着目点は、

- ① 径間部のたわみ
- ② 径間部材と中間支点部材の連結部近傍の応力度
- ③ 中間支点部材の応力度
- ④ 径間部材の応力度
- ⑤ 振動特性

などである。これらは実測値と設計値を比較することで評価した。

(1) 試験方法

静的載荷試験では、図-4に示すように、幅員中央4台載荷、片側2台偏芯載荷についてそれぞれ径間部・連結部にあらかじめ検量した総重量約20tのトラックを載荷した。振動試験では、径間部幅員中央にて荷重車の後輪を枕木から落下させた。

(2) 測定方法

a) ひずみ

測定はひずみゲージを用い、二上大橋ではG2, G3桁、尻無川新橋ではG1, G2の中間支点部、径間部、連結部において床版上面、床版下面、ウェブ、下フランジ上面および下フランジ下面で行った。

b) たわみ

測定は高感度変位計を用い、全桁の径間部における下フランジ下面の変位量で行った。

c) 振動数

測定はサーボ型振動計を、外桁の各径間中央部に4台設置して行った。

(3) 試験結果

a) ひずみ測定結果

- ① 中間支点部材と径間部材との連結部は、下フラン

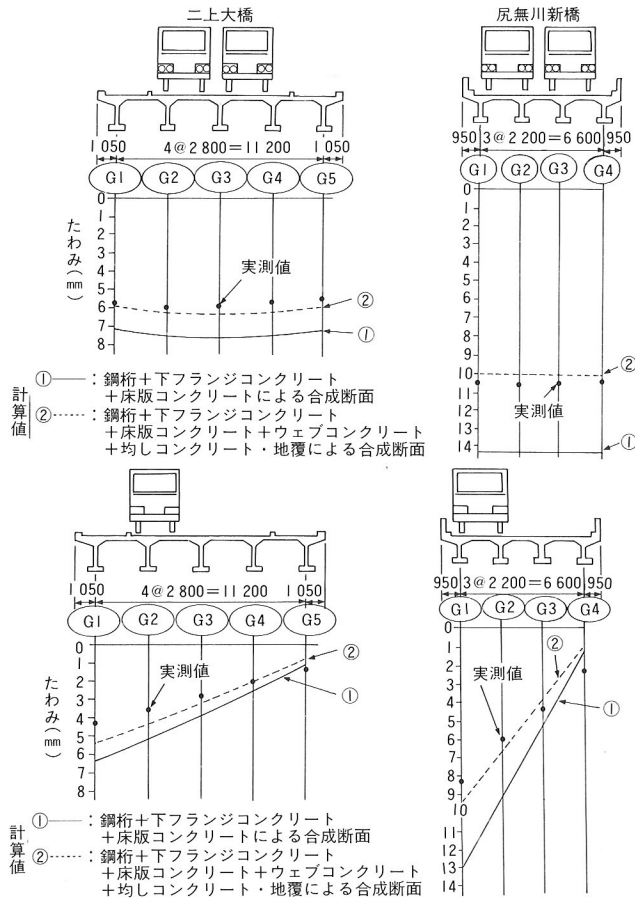


図-4 径間部中央におけるたわみ測定結果

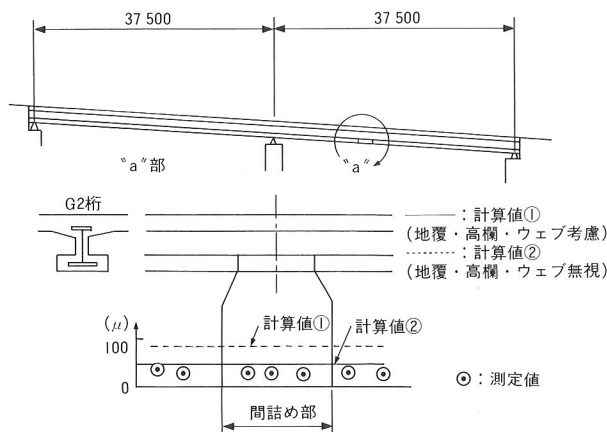


図-5 下フランジ下面のひずみ

ジコンクリートおよび床版コンクリートともひずみは実測値が設計値より若干小さい傾向ではあったが、いずれも滑らかな分布を示し、連結部は一連の桁として正常な挙動をしていた(図-5参照)。

- ② 中間支点部材は床版コンクリートおよび下フランジコンクリート設計上は無視しているとも合成断面として挙動していた。
- ③ 径間部材は下フランジコンクリートも応力抵抗断面として寄与している。均しコンクリート、地覆、およびウェブコンクリートは現状では応力抵抗断面として寄与している。

b) たわみ測定結果

たわみ測定位置に対して正の荷重、負の荷重とも同様の性状を示し、連続桁として正常な挙動を示している。

正の荷重時の結果を図-4に示す。測定値は地覆、ウェブコンクリートなどを抵抗断面に含めた計算値に近似しており、ウェブコンクリートなどが桁剛性に寄与しているものと推定される。

(4) 考察

今回の荷重試験で最も留意した点は、変曲点近傍における主桁の連続性を確認することであった。測定の結果、2橋ともひずみおよびたわみは滑らかに連続していたことが確認されており、これはこの連続桁が一体となった1本の梁として挙動していたことを示すものである。

たわみは、地覆などを含む全断面を抵抗断面と考えた連続桁の設計値とよく一致している。これは、共に竣工直後の測定であり、橋体全体が載荷荷重(ダンプトラック)に抵抗しているためである。

また分配性状は格子計算による解析値より若干優れているようである。これは、プレビーム橋の横桁は床版と一体となって構成されているため、分配性状は格子理論と版理論の中間の解析値に近くなる傾向があるためである。この分配性状を理論計算に考慮すると、測定結果は計算値にほぼ一致する。これはプレビーム連続合成桁の設計施工の考え方が妥当であったことを示すものである。

5. あとがき

この2橋はわが国で初めてのプレビーム連続合成桁であり、長期にわたる実験および研究の成果が集約されて竣工をみたものである。最後にこの2橋の計画から設計施工および竣工後の実験にいたるまで多大なご協力をいただいた大阪大学工学部松井繁之助教授、大阪工業大学栗田章光講師、大阪市建設局の皆様、富山県土木部の皆様および渡大橋(ニ上大橋)検討委員会の皆様に深く謝意を表する次第である。

参考文献

- 1) 松井繁之・栗田章光・渡辺 滉・武田芳久: プレビーム連続合成桁の設計と施工, 第2回合成構造の活用に関するシンポジウム講演概要集, 平成元年9月。
- 2) 渡大橋技術検討委員会: 渡大橋(プレビーム連続合成桁橋)報告書, 昭和60年4月。
- 3) 大阪大学工学部土木工学科橋梁研究室: プレビームを用いた連続合成桁の静的荷重試験および疲労試験報告書, 昭和56年3月。
- 4) プレビームの連続, 連結, ブロック工法について, 川田技報, Vol.3, 1983年1月。