

技術ノート

2 径間連続プレビーム桁

3 点プレフレクション工法の設計・製作

Design and Fabrication of Two-Span Continuous Pre-beam Girders
Used in Three-Point Pre-flexion Method

岩 村 二三男*
Fumio IWAMURA

上 田 正 俊**
Masatoshi UEDA

橋 本 利 幸***
Toshiyuki HASHIMOTO

米 田 達 則****
Tatsunori YONEDA

但 田 明 洋*****
Akihiro TADA

The girder elements of a pre-beam continuous girder were usually fabricated at one place, while the intermediate support elements of the girder at another. However, the use of the Three-Point Pre-flexion Method has made it possible to produce the girder in one process step by conducting pre-flexion and release operations once and at the same time. The method grew from a demand that had been made by those who were to construct Kitsu Bride shorter in span, for the capability of building the girder without using girder joints.

Further, the combined use of the above method and the Segmental Construction method has enabled a much longer bridge to be built and proved to be economically effective. This paper describes some of the results of a test to study the validity of the method, the design and fabrication of the bridge.

Key words : pre-beam continuous girder, girder element, intermediate support portion, Three-Point Pre-flexion.

1. はじめに

木津橋は、富山県西部の高岡市内を流れる千保川に架設された橋梁で、わが国最初の3点プレフレクション工法（3点Pf工法）による2径間連続プレビーム合成桁橋である。

千保川は、度重なる氾濫により数回の堤防の嵩上げが行われてきた。このたびの河川改良に伴う橋梁架け替え工事においても、市街地であることから桁高が厳しく制限された。この制限条件で、鋼桁形状を箱桁とすると、鋼桁腹板高は170 mmの低い桁高となり、桁継手ができない。しかし、連続桁形式の製作施工が可能であれば、桁継手の必要がなく、経済性、走行性に優れることから3点Pf工法が提案された。

3点Pf工法とは、1本の連続プレビーム桁を一度のプレフレクションとリリースの作業により応力導入が完了できる、桁継手を必要としない新工法である。

本文では、設計と製作および、本工法の妥当性を確認するために行った試験について報告する。

表-1に本橋の主要諸元、写真-1にプレフレクション作業全景を示す。

表-1 主要諸元

橋 梁 形 式	2径間連続プレビーム合成桁
製 作 方 法	3点プレフレクション工法
活 荷 重	TL-20
P B 桁 長	25.320 m
支 間	2@12.410 m
主 桁 間 隔	11@1.050 m
P B 桁 高	0.450 m (床版上面から桁下面まで)
鋼桁腹板高	0.170 m (フランジ厚40 mm一定)
鋼 桁 形 状	箱断面 (現場継手なし)



写真-1 プレフレクション作業全景

*川田工業(株)富山技術部設計課課長 **川田工業(株)富山工事部工事課工事長 ***川田工業(株)生産事業部富山工場生産技術課係長

****川田工業(株)富山技術部設計課係長 *****川田工業(株)生産事業部富山工場品質管理課

2. 設計の概要

(1) プレフレクション荷重の設定

3点プレフレクション工法と従来の工法との比較を表-2, 3に示す。

本工法は、表-2に示すように3点のPf荷重によって径間部の設計曲げモーメントを包括するプレフレクションモーメントを与えて、2径間連続のプレビーム桁を製作する。ここに、中間支点位置のPf荷重の方向は、径間部のPf荷重と逆向きとなり、その大きさはプレビーム桁の輸送および架設時の正の曲げモーメントによって発生する引張り力と（図-1）、完成時の負の曲げモーメント

表-2 2点Pf応力導入と3点Pf応力導入の比較

2点プレフレクション工法	3点プレフレクション工法
設計モーメント プレフレクションモーメント	設計モーメント プレフレクションモーメント

表-3 3点Pf工法と3点Pf工法の比較

	2点プレフレクション工法	3点プレフレクション工法
a		
b		
c		
d		
e		
f		
g		
h		

表-4 下フランジコンクリートの応力度 (kgf/cm²)

	径間部		中間支点部	
	累計応力度	許容応力度	累計応力度	許容応力度
リリース時	-271.1	-276.5	-127.1	-276.5
輸送時	-215.2	-276.5	3.9	25.0
架設時	-166.8	-276.5	8.2	25.5
持続荷重時	-27.3	0.0	-57.0	0.0
設計荷重時	65.5	67.1	-120.6	-166.7

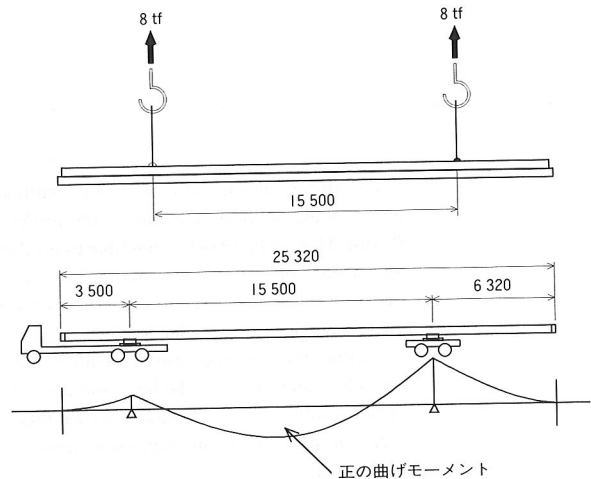


図-1 輸送および架設時の桁支持状態

による圧縮力に対してともに許容応力度内となるPf荷重としている（表-4）。

また、リリース後の上桁正転時の支間も架設時の吊り支間と同様の15.5 mで行った。

(2) 不等沈下による影響

本工法は、2径間分を1本のプレビーム桁で製作するため、製作キャンバーによる支点標高差および、現場の支承標高差に施工誤差が生じた場合、不等沈下の影響として、プレビーム自重による断面力に加算されるために主桁応力計算にこの影響を考慮した。

不等沈下の量は、中間支点上で±10 mmを設定したが、

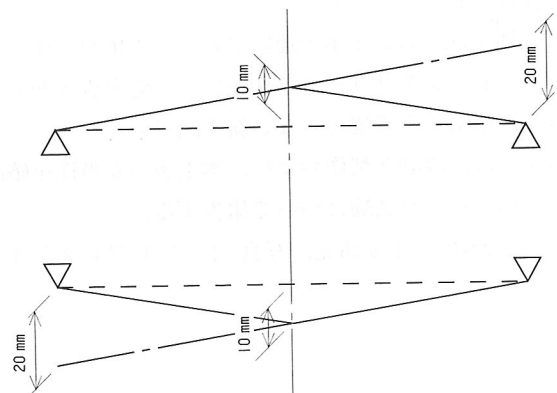
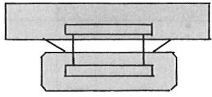
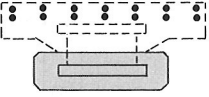


図-2 支点標高差の許容誤差

表-5 主桁の抵抗断面構成

	正の曲げモーメント	負の曲げモーメント
床版	床版コンクリートとプレビーム桁との合成	鉄筋のみ考慮
下フランジコンクリート	鋼桁との合成	鋼桁との合成
形状		

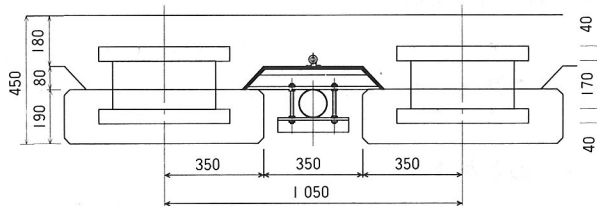


図-3 埋設型枠

これと同時に端支点上では ± 20 mmの不等沈下を考慮したことになる(図-2)。

(3) 中間支点上の主桁の抵抗断面

中間支点上の床版には、連続桁の負の曲げモーメントによって引張応力が作用するが、床版は鉄筋のみが抵抗するノンプレストレスの連続合成桁とした(表-5)。ただし、床版上面には防水層を設けた。

(4) 埋設型枠

通常、桁高の低い桁は添架物の取り付けに困難を極めるが、本橋も例外ではなかった。本橋は、主桁純間隔が350 mmと狭く、型枠には溶融亜鉛メッキによる埋設型枠を使用した。型枠形状は、 $\phi 100$ のガス管支持金具を添架するために舟底型の埋設型枠とした(図-3)。

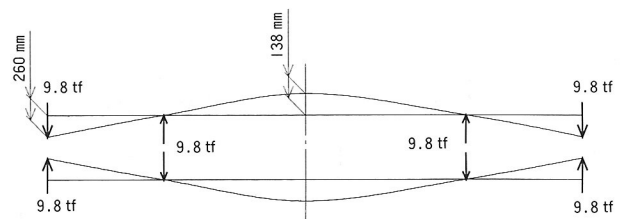
3. 工場製作

本橋の工場製作における重要な点は、連続桁を一度のPf作業でしかも継手なしで製作するため、3点Pf荷重の導入順序および、製作キャンバーをいかに正確に製作し管理するかであった。

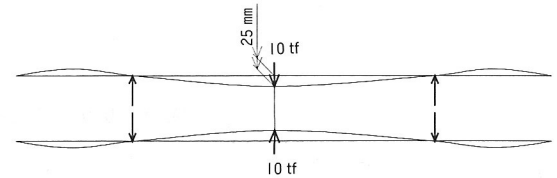
(1) たわみの管理

a) 組み付け作業治具の作成

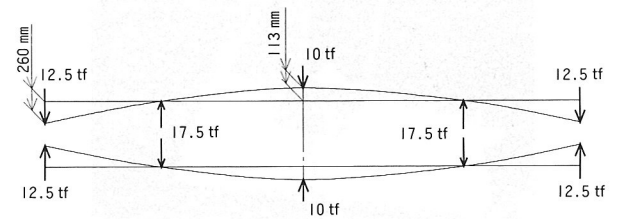
本桁は、箱断面で腹板高が低く、しかも上下フランジ厚が40 mmと厚いことから溶接の作業性やひずみに関するデータ収集のため供試体を作成した。これにより、溶接の開先形状や箱桁組立順序および溶接順序等を確認して箱桁組み付け作業に反映した。箱桁組み付け作業には組み付け作業用治具を作製し、桁の支持点は上下方向にスライドできる構造とした。この構造を利用して溶接作業と計測を繰り返し行って製作キャンバーの管理をした。



(a) 第1段階Pf導入



(b) 第2段階Pf導入



(c) Pf導入完了

図-4 Pf導入作業順序

b) 2点支持での計測

2径間連続桁のキャンバーを測定するためには、多点支持が一般的であるが、本橋では鋼桁およびプレビーム桁のキャンバーを2点支持で計測した。これは、3点あるいは多点支持による反力管理を行わず、反力の明解な2点支持で計測し、計測結果から3点支持の値を計算により算出して支点標高を管理した。

(2) プレフレクション導入作業

Pf導入は、残留たわみ除去後、図-4のように2段階施工で行う。

第1段階のPf導入は、桁両端部を載荷フレームにより最終の変形量まで絞り、緊結ボルトで固定する。この場合のPf荷重は、見掛けの9.8 tf、変形は260 mmとなる。

第2段階のPf導入は、中間支点位置のPf点を最終のPf荷重まで絞り、緊結ボルトで固定してPf導入作業を完了する。この場合の中間支点のPf荷重は10 tf、変形は25 mmとする。これによって、桁端部には12.5 tfが作用し径間部のPf点には17.5 tfが作用する。

なお、リリースは、桁両端部のPf荷重を解放することによって完了する。

(3) Pf作業用治具

箱断面では、緊結ボルトや載荷台固定の取り付けができないために、H断面の治具を鋼桁に取り付けPf作業を可能にした(写真-2)。

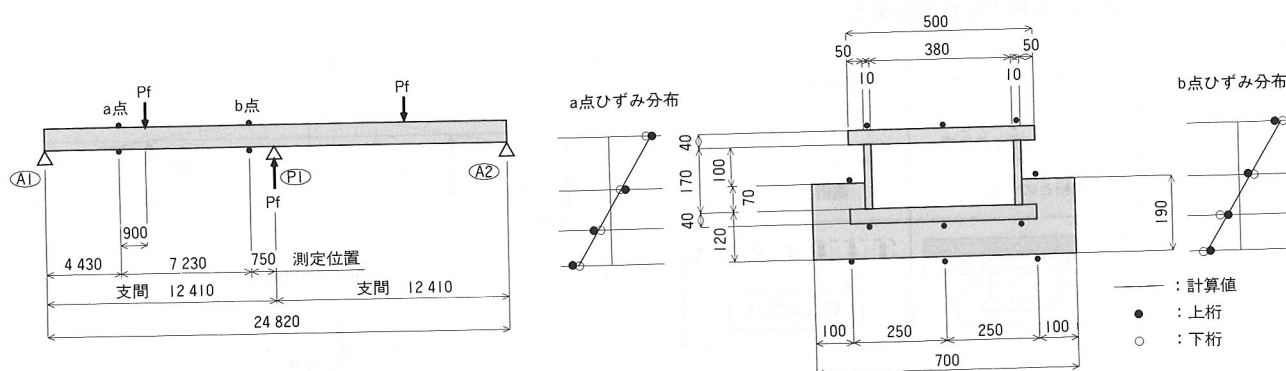


図-5 リリース時のひずみ測定位置とひずみ分布

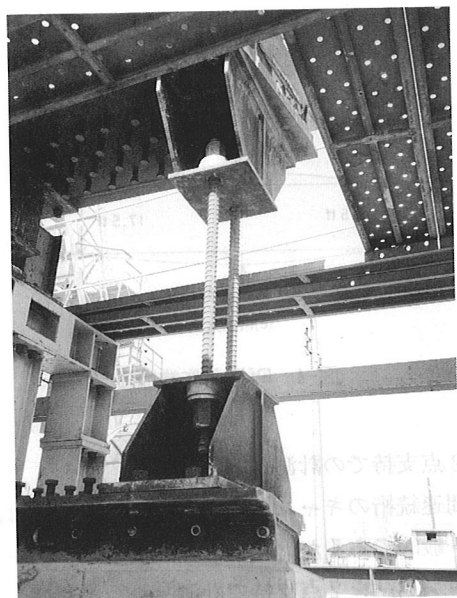


写真-2 Pf作業用治具

4. 応力ひずみ測定

(1) ひずみ測定位置とひずみ分布

3点Pf工法の妥当性を確認するため、プレフレクションおよびリリース時のひずみを測定した。ひずみ測定位置は、径間部と中間支点部のPf点に着目し、フランジの拡幅部と上下フランジのジベルを避けて図-5の位置とした。

ひずみ分布にみるように径間部、中間支点部ともに所定のプレストレスが導入されたことが確認された。

(2) 下フランジコンクリートのヤング係数

下フランジコンクリートには、高性能AE減水剤標準形(ダーレック・スーパー100PHX)を使用し、ヤング係数の測定を行った。ヤング係数測定用のテストピースは空中養生とし、測定はリリース時と材令28日の2回行った。

この結果から、リリース時の発生応力付近のヤング係数は、 $E_c = 3.23 \times 10^5 \text{ kgf/cm}^2$ となり、鋼とコンクリートのヤング係数比は $n = 6.5$ となった。また、材令28日のヤング係数は、 $E_c = 3.71 \times 10^5 \text{ kgf/cm}^2$ となり、ヤング係数比は

$n = 5.7$ を得た。

5. あとがき

3点プレフレクション工法のひずみ測定の結果、上桁と下桁では僅かの違いが生じたが、ほぼ設計理論値通りのプレストレスの導入が確認できた。これは、桁自重の等分布載荷とPf作業用治具自重の集中荷重載荷の区別や、圧縮ジャッキの自重による上桁と下桁の荷重分担などの影響をじゅうぶんに配慮し、各作業段階ごとにたわみ量とひずみ値の測定を行い、理論値と比較しながら作業を進めた結果といえる。

このように、3点プレフレクション工法によるプレストレス導入の妥当性が確認できたことから、今後本橋より長支間の橋梁でも、3点プレフレクション工法は、ブロック工法を行うことにより採用可能である。

また、この工法は、従来の径間部と中間支点部に分割して製作する2点プレフレクション工法に比べて、プレフレクション作業回数を減らすことができ、製作作業の省力化を可能にしたもので、経済性に優れた工法といえる。

今後ますます経済性が追求されることが予想され、3点プレフレクション工法によるプレビーム連続合成桁の施工機会が増えることを期待するものである。

参考文献

- 1) 木津橋設計図書。
- 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。