

連続合成桁橋の架設時における導入応力の測定について

(第一報)

保田市兵衛. 榎場重正. 小堀為雄
吉田 博. 酒井雅夫*

On the Measurement of Transferred Prestress at the Erection of the Composite Girder Bridge

by Ichibee HODA, Shigemasa HASABA, TAMEO KOBORI,
Hiroshi YOSHIDA and Masao SAKAI

This paper describes the measurement of the prestress transferred at the erection of a 3—span continuous composite girder in Tateyama highway bridge crossing the Jōganji river in Toyama prefecture, and the comparison of the result with the calculated value.

This bridge was designed and constructed to act as a composite girder on the intermediate supports as well as elsewhere by canceling the tensile stress of concrete slab due to various vertical loads with the compressive prestress transferred by the lowering of the girder on the intermediate supports and tensioning of the steel bars arranged in the concrete slab near those supports.

1. 緒 言

本報告は富山県常願寺川に架設中の立山橋の3径間連続合成桁に対して、その架設時に導入された応力の測定結果について計算値と比較検討を行なったものである。

本橋は桁中間支点の降下および中間支点附近のコンクリートスラブ内に配置された鋼棒の緊張とによってコンクリートに圧縮応力を導入し、諸種の垂直荷重によって生ずる中間支点附近におけるコンクリートスラブの引張応力を消去して、それらの部分においても合成桁として作用するように設計、施工されたものである。

2. 立山橋の概要

立山橋の概要は次の通りである。

橋 格	1等橋 (T. L - 20)
橋 長	345.80 m
有効幅員	6 m
型 式	単純および連続合成桁
径 間	左岸より $2 \times 46 \text{ m} + 3 \times 46 \text{ m} + 2 \times 46 \text{ m} + 23 \text{ m}$ (2径間連続) (3径間連続) (2径間連続) (単純)
主 桁 高	2 m
主 桁 数	2本
主桁間隔	3.90 m
主桁材料	高張力鋼 (SM 50)

* 富山県土木部技師

3. 主桁の架設順序および応力導入方法

著者らが導入応力の測定を行なったのは、前項概要に記した径間のうち、中央部の3径間連続合成桁に対してである。その架設順序および応力導入方法の概略を述べると次の如くである。

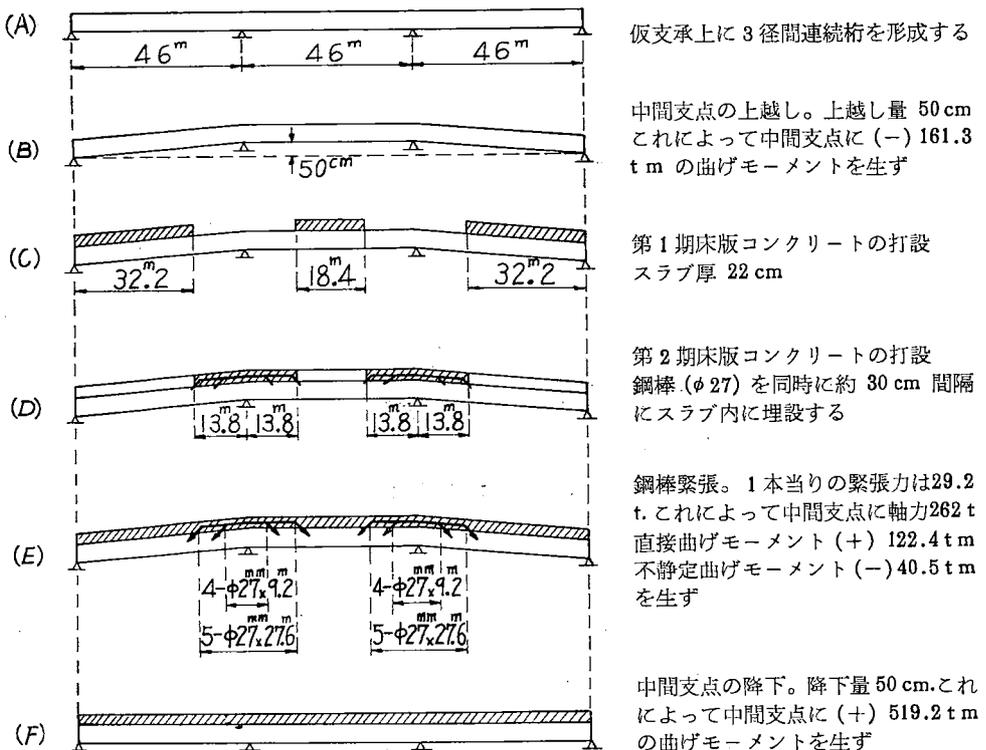
第1段階。まず主桁の両端および中間2支点の合計8支承を所定計画高より50cm高く数枚の堅木板で仮支承し、木造の支保工上における主桁の添接、横桁、対傾構および下横構の鉋鉋完了後、支保工を撤去して第1図(A)に示す3径間連続鋼桁を完成する。

第2段階。スラブのコンクリート打設完了後コンクリートに圧縮応力を導入するために必要な中間支点の降下に具えて、コンクリート打設前に中間支点を所定量だけ上越しておかねばならないが、本橋ではまず両端支点を降下し、後に中間支点を降下する方法を採用した。すなわち両端部の横桁を能力150tのオイルジャッキ各2台で主桁を支承し、除々に50cm降下して主桁の両端を所定位置の支承脊上に載置し第1図(B)の状態にした。この降下によって主桁の中間支点部に(-)161.3t \cdot mの曲げモーメントが生ずることになる。

第3段階。緊張用の鋼棒を配置する中間支点附近を除いて、第1図(C)に示す部分を第1期床版として厚さ22cmのコンクリートを打設した。

第4段階。第1期床版のコンクリートの硬化後、中間支点附近のスラブ内に緊張用鋼棒として主桁1本当りに対し、 $\phi 27$ mm、長さ9.2mのもの4本、同じく長さ27.6mのもの5本を30cm間隔に配置し、第1図(D)に示す部分を第2期床版としてコンクリートの打設を行なった。

第5段階。第2期床版のコンクリート硬化後、第1図(E)に示す短い方の鋼棒は片引き、また長い方の鋼棒は両引きにより各緊張力29.2tを与え、これによって中間支点部に262tの軸力と(+)直接曲げモーメント122.4t \cdot m、不静定曲げモーメント(-)40.5t \cdot mを生ず



第1図 3径間連続合成桁の架設順序および応力導入法図

導入応力の測定は前記の各施工段階終了毎に行なったが、さらにコンクリートの乾燥収縮およびクリーブによる導入応力の変化状態を調査するために、施工完了後1カ月、3カ月、6カ月、1年および2年経過する毎に測定を行なう計画をたて、去る10月中旬に6カ月目の測定を行なった。また鋼桁およびコンクリートスラブにおける温度分布の測定については各季に1昼夜にわたって2時間毎に行なっている。



写真1 格点4 鋼桁ヒズミ計

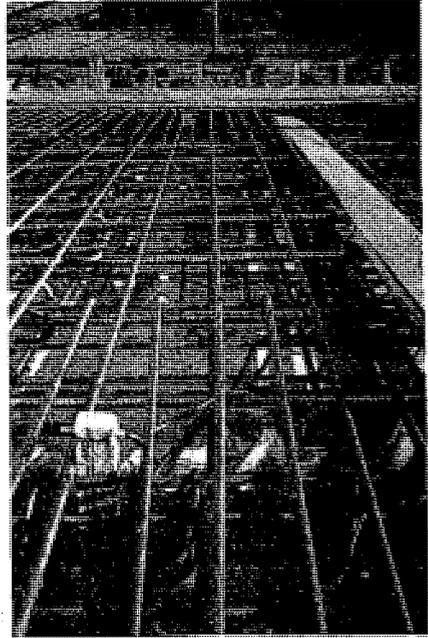


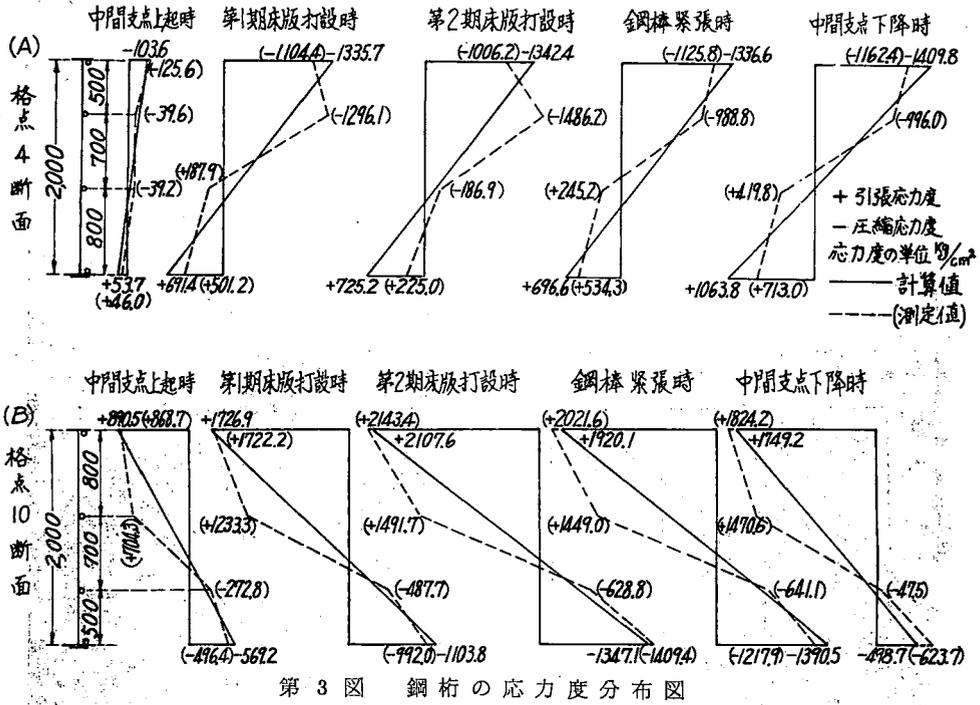
写真2 格点10コンクリートスラブヒズミ計および温度計

5. 測定結果および考察

(A) 導入応力度測定

前記の各施工段階毎に導入された応力度の測定値と計算値とを鋼桁部について図示すれば第3図(A)(B)の如くであり、またコンクリートスラブ部に対しては第1表に示す如くである。

最終の施工段階である中間支点の下降後に測定した結果から、鋼桁部の全導入応力度についてみると、格点4における上下フランジの実際に導入された応力度は計算値より約20%少なく、また格点10(中間支点)の上下フランジにおいては逆に計算値よりも5~20%余分に応力が導入されたことになる。このことは格点4は応力を導入するための鋼棒を緊張する領域外にあり、また下降する中間支点から離れているためなどから、それらの影響が理論通りにおよぼさないためと想像され、逆に格点10における測定値が計算値より大きいことは、応力導入の作用中心であるため、それらの影響がより大きいためではないかと考えられる。また鋼桁腹部における応力度の分布は従来の一般理論によれば、軸推力および曲げモーメントによるウェブの応力度分布は直線であるが、われわれの測定結果によると第3図(A)(B)に示す如く直線的ではない。かかる現象については従来あまり発表されていないから、今後続ける測定結果および理論的研究あるいは模型実験などによって検討したい。



第3図 鋼桁の応力度分布図

測定位値	第2期床版打設時		鋼棒緊張時		中間支点下降時		備考
	計算値	測定値	計算値	測定値	計算値	測定値	
格点4	-1.4	-10.3	-0.3	-2.5	-14.5	-29.4	3測点平均値
格点10	-	-	-28.0	-39.3	-61.8	-94.8	5測点平均値
格点15	-3.4	-0.2	-0.6	-2.3	-38.6	-39.5	3測点平均値

—印 圧縮応力度，応力度の単位 kg/cm²

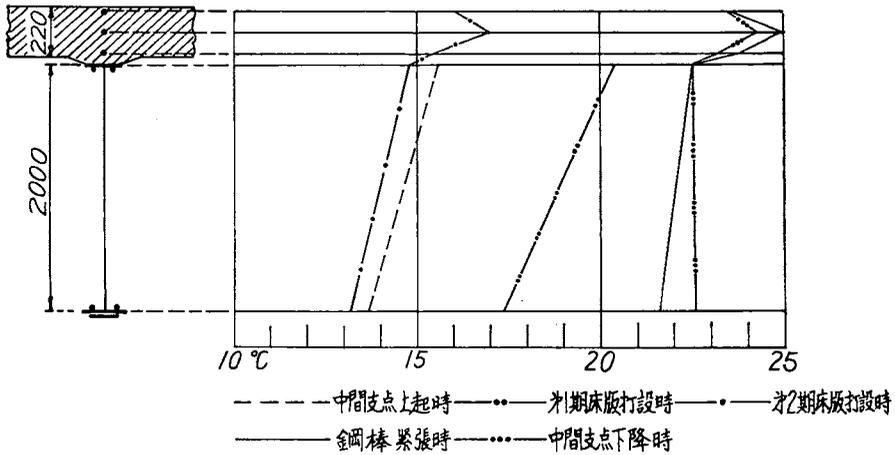
第1表 コンクリートスラブ中央部の応力度表

次にコンクリートスラブの全導入応力度は、格点4および10においては計算値の約1.6~2.0倍大きい結果が得られた。しかし第1表の計算値は鋼とコンクリートの弾性係数比を $n=7$ とした結果であるが、後述の如くコンクリートのテストピースの実験から得られた $n=6.3$ を計算に採用すれば、上記の割合は約1.3~1.7倍となる。いずれにしてもこれらの部分におけるコンクリートには予想以上の応力が導入されたことになる。しかし導入された圧縮応力度の大きいことは安全側であるから、悪い結果でなく、また日時の経過と共に乾燥およびクリープによって導入応力は相当減少するものと想像される。

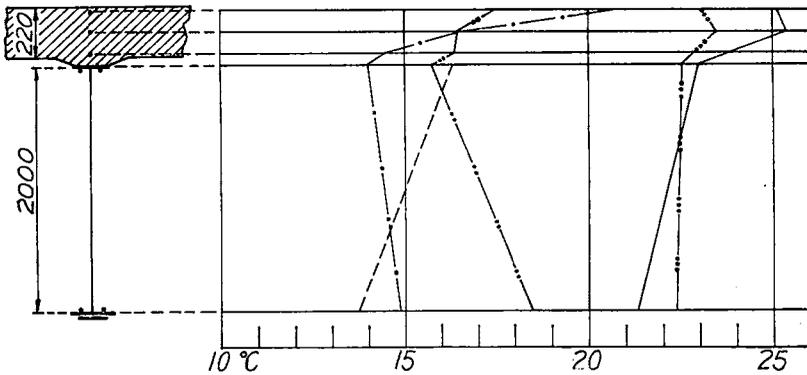
(B) 温度測定

ヒズミ測定に並行して温度分布について測定した結果を示すと第4図(A)(B)の如くである。

この測定は3月~5月の春季昼間時の測定結果であるが、床版コンクリートの方が鋼桁部より高温であり、その最大差は6°Cであった。コンクリート内の温度分布は直線的でなく、図示の如く中間層は上下層よりも高温であり、合成桁の設計施工指針に示されてある一様分布とは異なっている。この温度分布については、さらに他の季節や夜間における測定を行なって検討してみたい。



第4図(A) 格点10断面温度分布図



第4図(B) 格点15断面温度分布図

(C) 床版コンクリートの弾性係数

第2期床版コンクリート打設時に採取したテストピースを実験室において電気抵抗線ヒズミ計 (KP-8) を使用して弾性係数を測定した結果平均 $E_c = 33,800 \text{ kg/cm}^2$ を得た。従って $n = 6.3$ となる。またコンクリートの平均破壊強度は $\sigma_{21} = 632 \text{ kg/cm}^2$ であった。

6. む す び

導入応力については大体所期の目的が達せられているが、測定値と計算値との間に20%内外の差があり、今後コンクリートの乾燥収縮およびクリープによる応力度の変化状態を調査し、さらに引き続き行なっている2径間連続合成桁に対する導入応力の測定結果と比較検討して、連続合成桁に対するこの種の応力導入方法について有益なる資料を確立したいと考えている。また温度分布に関しても各季節における変化状態を十分調査する計画である。

この測定に当っては富山県土木部ならびに川田工業株式会社から多大の御援助をいただいたことを附記して深謝の意を表します。

(原稿受付 1962年11月12日)