

# I-15 CS橋の現場施工とたわみ・応力測定

(株) 釧路製作所 正員 井上 稔康  
 北海道大学工学部 正員 渡辺 昇  
 北海道大学工学部 正員 佐藤 浩一  
 北海道大学工学部 正員 林川 俊郎

## 1. CS橋について

コンクリート合成鋼床版橋 (Concrete Composite Steeldeck Bridge) を略してCS橋といい、構造の概要は図-1の通りである。特長については文献<sup>1), 2)</sup>に詳細に示してある。

施工例として、北海道開発局石狩開発建設部札幌河川事務所管内に昭和62年度に竣工した野々沢川2号橋<sup>3)</sup>および1号橋がある。

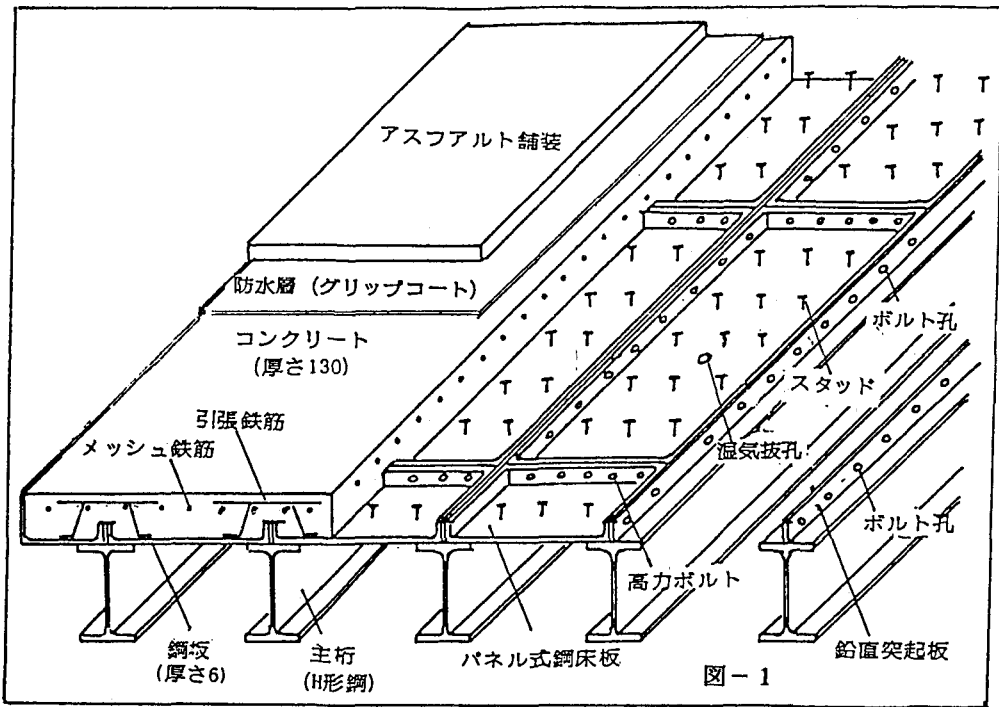


図-1

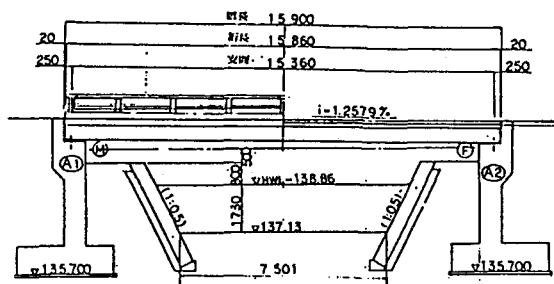


図-2

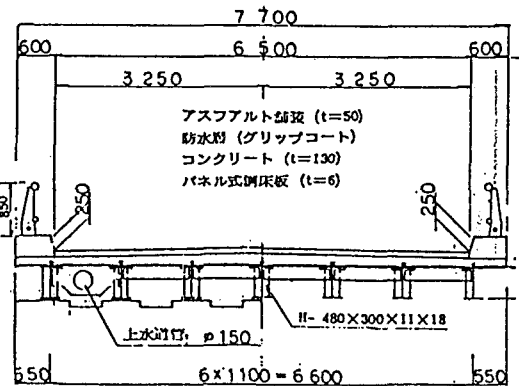


図-3

これらのCS橋を現場において架設するとき、鉛直突起板のついた主桁と主桁との間に、プレハブ式鋼床板パネル（厚さ6 mm）をはめこみ、高力ボルトで結合させるため、パネル式鋼床板はコンクリート合成前主桁の有効幅に算入できる<sup>4,5)</sup>。また、現場において床版コンクリートを打設するとき、鋼床板パネル自身が型枠の役目を果たし、床版コンクリート（厚さ13 cm）が硬化すると、頭つきスタッドジベルによりコンクリート合成鋼床版となる。その上にアスファルト舗装（5 cm）をする。コンクリート合成鋼床版と主桁上フランジとは、鉛直突起板の高力ボルト連結により一体となるから、橋全体が合成桁構造となり、コンクリート合成鋼床版の断面が主桁の有効断面の一部として計上できる<sup>5)</sup>。従って、主桁断面の設計は従来のコンクリート合成桁橋の鋼主桁断面の設計と同じである。

本報告は、野々沢川2号橋（図-2側面図、図-3断面図）において主桁のたわみと歪みの現場測定を行い、簡易計算法（通常の合成桁理論）と比較したものである。

## 2. 測定方法について

野々沢川2号橋は図-2、3のように鋼主桁（7主桁）にH形鋼（H-488×300×11×18）を用いている。7主桁を図-4に示すようにG1、G2、G3、G4、G5、G6、G7桁とする。

### （1）主桁のたわみ測定

図-4のH形鋼の主桁G1、G2、G3、G4桁の各L/6点、各L/4点、各L/3点、L/2点（○印）にダイヤルゲージをセットし、載荷してレベルを用いてたわみを測定した。

### （2）主桁の歪み測定

図-4のH形鋼の主桁G1、G2、G3、G4桁の各L/4点（□印）に主桁1本につき5箇所ストレインゲージを図-5に示すように貼布し、載荷して歪みを測定した。

歪みの測定結果は文献<sup>5)</sup>に示してある。

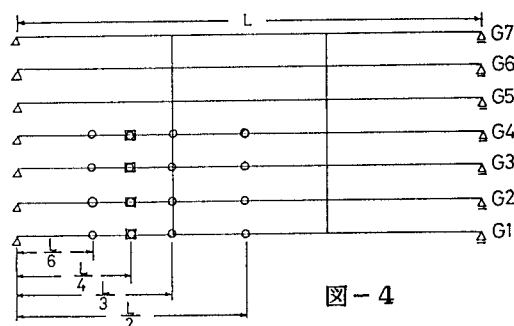


図-4

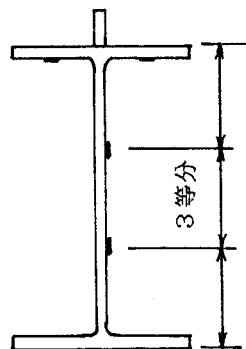


図-5

## 3. コンクリート合成前の測定値と簡易計算値

コンクリート打設時のコンクリート自重による各主桁のたわみおよび歪みを測定した。コンクリート合成前はパネル式鋼床板も主桁の有効幅に算入できるので<sup>4)</sup>、道路橋示方書 8.3.4 により断面値を計算する。

### （1）断面値（図-6参照）

支間  $L = 1536 \text{ cm}$

主桁間隔  $2b = 110 \text{ cm}$

$$\frac{b}{L} = \frac{55}{1536} = 0.036 < 0.05$$

$$\lambda = b = 55 \text{ cm}$$

断面積  $A = 243.9 \text{ cm}^2$ 、

断面二次モーメント  $I = 112108 \text{ cm}^4$

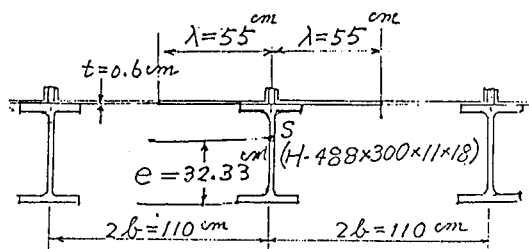


図-6

## (2) たわみ測定値

コンクリート自重による各主桁のたわみ測定値は表-1の通りである。

簡易計算法による1主桁支間中央点のたわみ  $w$  は

$$q = 0.0024 \text{ kg/cm}^3 \times 110 \text{ cm} \times 13 \text{ cm} = 3.43 \text{ kg/cm}$$

$$w = \frac{5qL^4}{384EI} = \frac{5 \times 3.43 \times 1536^4}{384 \times 2.1 \times 10^6 \times 112108} = 1.05 \text{ cm}$$

となり、たわみの点からみれば、道路橋示方書による有効幅を用いた簡易計算法によっても良いことがわかった。

(3) 歪み測定値は文献<sup>5)</sup>に示してある。

歪みの点からみても、道路橋示方書による有効幅を用いた簡易計算法によっても良いことがわかった。

## 4. コンクリート合成後の測定値と簡易計算値

コンクリート硬化後(コンクリート)で防水層を塗布した後、アスファルト打設時(厚さ 5cm、打設時温度約140℃)の温度変化(熱荷重)による各主桁のたわみを測定した。

また、開通後トラック荷重による各主桁のたわみと歪みを測定した。コンクリート合成後はコンクリート床版も主桁の有効幅に算入できるので<sup>5)</sup>、道路橋示方書により断面値を計算する。

コンクリート床版の上にアスファルト舗装をしているので、最初にアスファルトをコンクリートに換算し、つぎに、コンクリートを鋼に換算して合成断面とした。

(1) アスファルト舗装のヤング率について

室内実験および参考文献により検討した<sup>6)</sup>

(イ) 室内実験の結果より

室内温度 22℃～23℃で、アスファルトのヤング率は  $E_a = 3.8 \sim 4.2 \times 10^3 \text{ kg/cm}^2$  であり、鋼とアスファルトとのヤング係数比は  $N_a = 556 \sim 504$  であった。

(ロ) 次の参考文献

鈴木康一；鋼床版舗装工法の概況、橋梁、1982.2.

によると、ドイツの研究調査例としてグースアスファルトのヤング率について、次のような値を示している。-18℃  $E_a = 7 \times 10^4 \text{ kg/cm}^2$   $N_a = 30$

49℃  $E_a = 6 \times 10^2 \text{ kg/cm}^2$   $N_a = 3500$

以上の値を温度  $t$ ℃とヤング率の比  $N_a$  を指数関数で近似すると

$$N_a = 110 \times e^{0.07t}$$

という関係があることが判明した。

(2) 断面値(図-7参照)

コンクリート合成後の断面値は

表-2の1・に示してある。

コンクリートとアスファルト

硬化後(合成後)の  $t = 10$ ℃

の場合の断面値は表-2の2・

に示してある。

表-1 主桁のたわみ (cm)

|       | L/6  | L/3  | L/2  |
|-------|------|------|------|
| G 1 桁 | 0.50 | 0.90 | 1.01 |
| G 2 桁 | 0.55 | 0.95 | 1.06 |
| G 3 桁 | 0.60 | 0.98 | 1.09 |
| G 4 桁 | 0.65 | 1.02 | 1.14 |

表-2 合成断面の断面値

|                    | 1・     | 2・     |
|--------------------|--------|--------|
| $A_v(\text{cm}^2)$ | 446.1  | 449.6  |
| $I_v(\text{cm}^4)$ | 176392 | 177696 |
| $e(\text{cm})$     | 43.01  | 43.16  |

1・ はコンクリート合成後

2・ はコンクリートと  
アスファルト合成後

### (3) 温度変化(熱荷重)による主桁のたわみ

コンクリート合成後でアスファルト打設時(打設時温度約140℃)による各主桁のたわみは表-3の通りであった。この現象はアスファルトの自重により各主桁が基準面下方にたわむが、温度変化(熱荷重)による基準面より上方にたわむ量が多いことを示している。コンクリート上面と鋼桁の下フランジとの温度差  $\Delta T$  が約 14℃ の場合の簡易計算法によるたわみ曲線を示した。

$$w(X) = \frac{qL^4}{24EI_u} \left\{ \frac{X}{L} - 2\left(\frac{X}{L}\right)^3 + \left(\frac{X}{L}\right)^4 \right\} - \frac{1}{2} \cdot \frac{\alpha \cdot \Delta T}{h} \cdot L^2 \cdot \left(\frac{X}{L}\right) \cdot \left(1 - \frac{X}{L}\right)$$

ここで、 $\alpha$  : 線膨張係数 0.000012/℃、 $\Delta T$  : 版のコンクリートと鋼桁との温度差 ℃

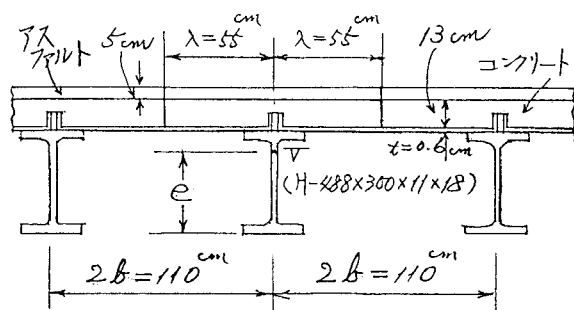


図-7

表-3 主桁のたわみ (cm)

|       | L/4    | L/2    |
|-------|--------|--------|
| G 1 桁 | - 0.12 | - 0.16 |
| G 2 桁 | - 0.31 | - 0.35 |
| G 3 桁 | - 0.42 | - 0.57 |
| G 4 桁 | - 0.50 | - 0.60 |

### (4) トラック荷重による主桁のたわみ

橋面の中央にトラック荷重(静止、自重10t、  
碎石13t)を載荷した時の各主桁のたわみは  
表-4の通りであった。

表-4 主桁のたわみ (cm)

|       | L/4  | L/2  |
|-------|------|------|
| G 1 桁 | 0.27 | 0.38 |
| G 2 桁 | 0.35 | 0.45 |
| G 3 桁 | 0.41 | 0.53 |
| G 4 桁 | 0.43 | 0.55 |

## 5. あとがき

C S 橋においてコンクリート合成後の  
コンクリート床版を主桁の有効幅に  
算入できることが現場実験から確認  
された。即ち、道路橋示方書による  
有効幅を用いた簡易計算法によつて  
もよいことが判明した。

## 参考文献

- 1) 渡辺昇、井上稔康：C S 橋の開発的研究—鉛直突起板の設計について—、  
土木学会北海道支部論文報告集、第43号、pp.31-36、1987。
- 2) 渡辺昇、井上稔康：C S 橋の開発的研究—鋼パネル板のリップの設計について—、  
土木学会北海道支部論文報告集、第43号、pp.37-42、1987。
- 3) 馬場仁志、橋本謙秀、渡辺昇、井上稔康：C S 橋の設計・製作・施工について、  
第17回日本道路会議一般論文集、pp.800-801、1987。
- 4) 柳原優登、渡辺昇、佐藤浩一、井上稔康：C S 橋の有効幅について、  
土木学会第42回年次学術講演会講演概要集 I、pp.398-399、1987。
- 5) 及川昭夫、渡辺昇、佐藤浩一：C S 橋のコンクリート合成後の主桁の有効幅について、  
土木学会北海道支部論文報告集、第44号、1988。
- 6) 北海道大学工学部橋梁研究室：鋼床版の構造特性ならびに変形性状に関する研究、  
本州四国連絡橋公団委託研究報告書、1976.3.(昭和51年3月)。