

# 合成床版の製作検討

## Examination of Fabrication of Steel Members for Steel/Concrete Composite Slab

千葉正幸\*<sup>1</sup> 引間隆\*<sup>2</sup> 岩波陽子\*<sup>3</sup> 佐藤徹\*<sup>4</sup> 高橋秀幸\*<sup>5</sup>  
 Masayuki CHIBA Takashi HIKIMA Yoko IWANAMI Tohru SATO Hideyuki TAKAHASHI  
 高橋亘\*<sup>6</sup>  
 Wataru TAKAHASHI

### Summary

To increase the loading capacity and durability of bridge slab, the authors have developed the steel/concrete composite slab (QS Slab). Prior to the fabrication of steel members for QS Slab, confirmation tests were conducted to discuss the cutting, drilling, and welding of I-section steel. The key process is straightening to maintain the accuracy and productivity of steel members. The quantitative data of straightening is acquired for actual fabrication.

キーワード：床版，合成床版，I形鋼，形鋼切断，型枠，シャーコネクター

### 1. はじめに

建設業の工費縮減が云われて久しい。橋梁における床版の性能は耐荷力・耐久性・施工性・経済性に優れたものが要求されている。最近の道路橋では、特に耐久性向上が求められているところである。現在、従来の鉄筋コンクリート床版に代わって、プレレストコンクリート床版や鋼・コンクリート合成床版（以下、合成床版）が注目されている<sup>1)</sup>。

当社の合成床版Slabは、合成型枠橋梁（QS Bridge）をベースにして橋梁床版構造に応用したもので、QS Bridgeが合成構造として差し込み鉄筋を多用しているのに対して、QS Slabパーフォボンド孔と半割のI形鋼を使用することで鉄筋補強をほとんど使用しないところに特長がある。

本報告は、合成床版を実橋に適用するに際して、主として製作上の観点から種々検討したその結果を整理するものである。

### 2. 加工検討

合成床版の基本構造を図-1に示す。

薄板底板（ $t=6\text{mm}$ ）上にT形横リブを配し、コンクリートとのシャーコネクターとして $50\phi$ のパーフォボンド

孔を設けている。

製作上のポイントは薄鋼板加工の変形量の把握と矯正

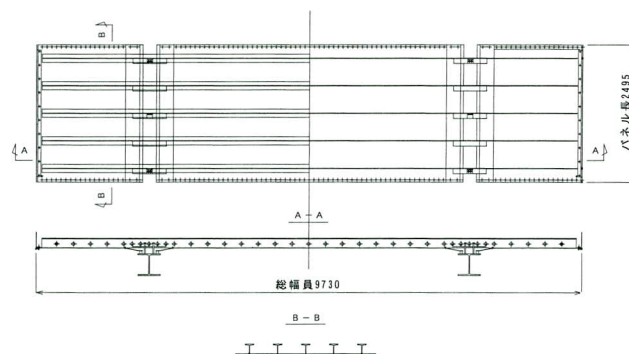


図-1 合成床版 基本構造

方法に加えて、I形鋼の切断方法とパーフォボンド孔の加工方法とその順序などである。

#### (1) I形鋼の切断

一般的に、H形鋼やI形鋼はロール過程における冷却速度のアンバランスにより、かなりの残留応力が内在する。冷却速度の速いウェブは圧縮の残留応力、フランジは引張残留応力状態となる<sup>2)</sup>。

予備検討として、図-2に示すように全長6,000mmのI形鋼をレーザー切断した場合には両端開き型の変形を生じ、最大変形量は30~50mmとなった。孔加工前の切断であっ

\*<sup>1</sup>松本工場製造部製造課課長

\*<sup>2</sup>技術本部設計部保全技術課課長

\*<sup>3</sup>松本工場製造部製造課

\*<sup>4</sup>技術本部技術開発部技術開発課課長

\*<sup>5</sup>製造部計画課

\*<sup>6</sup>松本工場製造部部長

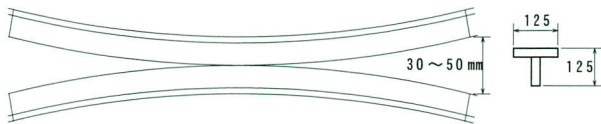


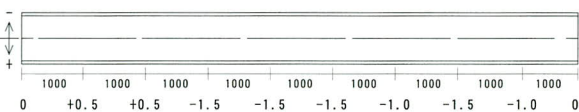
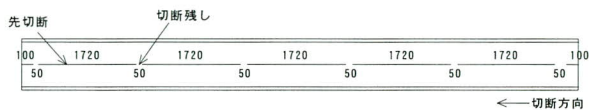
図-2 I形鋼レーザー切断時の変形量

たため、残留応力が一気に開放されたためと思われる。部材形状から、この変形の矯正は非常に困難なものである。

次に松本工場の保有設備、床上型横フライス中ぐり盤（東芝機械）を用いてパーフォボンド孔を先行加工してガス切断加工をした場合には、レーザー切断の場合と逆の変形状態となった。これは、先切断や孔加工により、残留応力分布が変化したものと思われる。この変形状態は矯正作業も比較的容易である。

図-3にガス切断加工検討状況を示す。

①先切断



②後切断

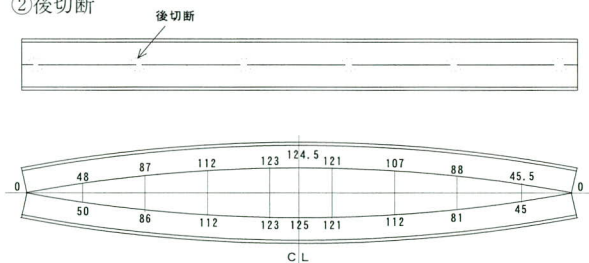


図-3 I形鋼ガス切断加工状況

(2) パーフォボンド孔の加工

I形鋼の孔明け加工方法としてはガス、レーザーなどの熱切断の他、パンチ、ドリルなどの機械的方法が考えられる。要求される孔精度を勘案するとパンチ加工で十分とも思われたが、松本工場の所有設備の内、床上型横フライス中ぐり盤（東芝機械）を使用した。加工状況を写真-1, 2に示す。

(3) T形鋼横リブの矯正検討

T形鋼の断面中立軸は、ほぼフランジ近傍に在ること

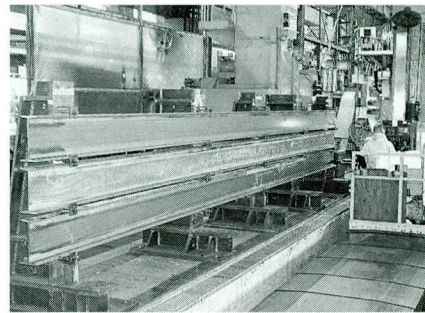


写真-1 I形鋼孔明け

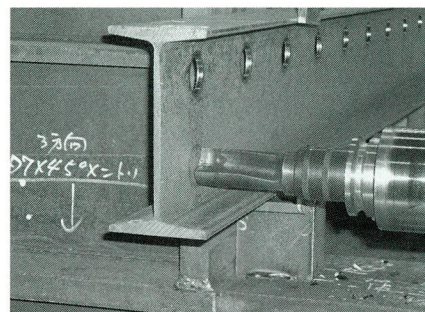


写真-2 I形鋼孔明け（アップ）

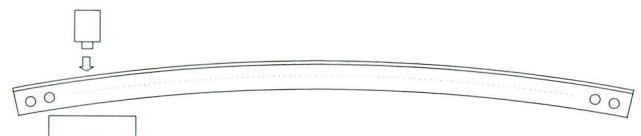


図-4 T形鋼矯正方法（上から見た図）

から加熱矯正の効果を見出せない。よって図-4のように、横プレスによる機械矯正をすることにした。

(4) 溶接検討

改造2電極キャリアボーイを搭載し自動溶接を行った。溶接試験体を図-5に、変形量を表-1に示す。

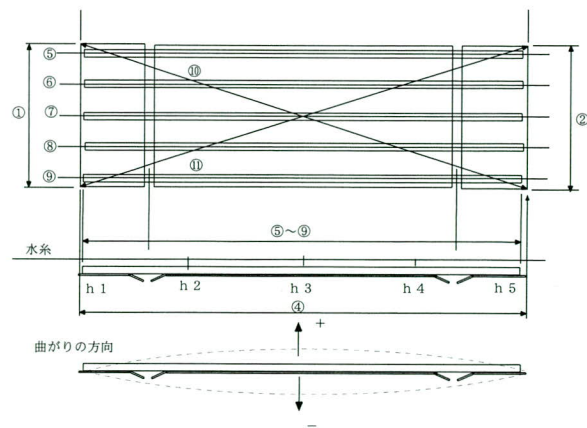


図-5 試験体図面



表-1 溶接条件と変形量

①溶接条件				
溶接ワイヤ	SM-1F 1.2φ			
電流	220A			
電圧	22V			
速度	52cm/分			
②変形量				
測定部位	組立後	溶接後	矯正後	差
	A		B	
1	2494	2492	2492	-2
2	2494	2492	2492	-2
3	9682	9680	9679	-3
4	9680	9678	9678	-2
5	9527	9527	9526	-1
6	9526	9526	9524	-2
4	9526	9526	9525	-1
8	9525	9525	9523	-2
9	9526	9526	9525	-1
5	h1	0	0	0
	h2	2	13	3
	h3	0.5	17	3
	h4	1	12	3
	h5	0	0	0
6	h1	0	0	0
	h2	1.5	9	1
	h3	1	13	1.5
	h4	0	8	1.5
	h5	0	0	0
7	h1	0	0	0
	h2	-2	7	-1
	h3	-3	10	-1
	h4	-3	7	0
	h5	0	0	0
8	h1	0	0	0
	h2	-3	6	-1
	h3	-3	10	-1
	h4	-3	5	-2
	h5	0	0	0
9	h1	0	0	0
	h2	-2	10	1
	h3	-3	14	0.5
	h4	0	10	0.5
	h5	0	0	0

(5) 溶接結果のフィードバック

今回の試験体形状（全幅約10m）では矯正後の縮みは最大3mmである。このことから製作に際しては0.3mm/mの縮み代を考慮することとする。

また、幅員のマイナスは許容されないことから、縮み代を考慮に入れ最終の全幅は0~+15mmを目標とする。

曲がり量は溶接後最大で17mm発生しているが、加熱矯正により±3mmに押さえることが出来、良好な結果であった。

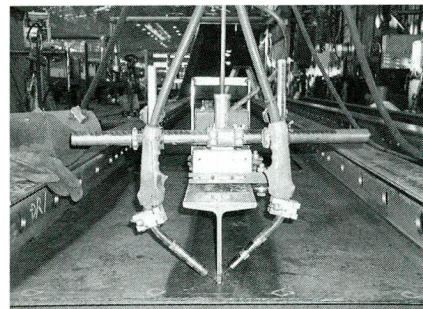


写真-3 改造2電極キャリアボーイ

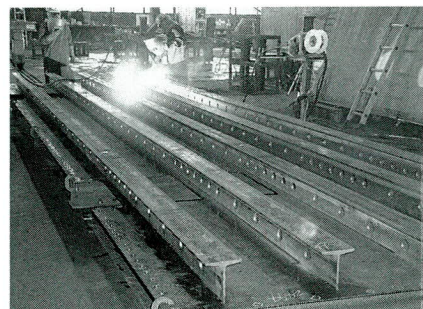


写真-4 試験体溶接中

### 3. 実施工

当社は既に2橋の合成床版を施工済みである。標準的な製作フローを図-6に、加工工程写真を①～⑨に示す。

#### (1) 製作フロー

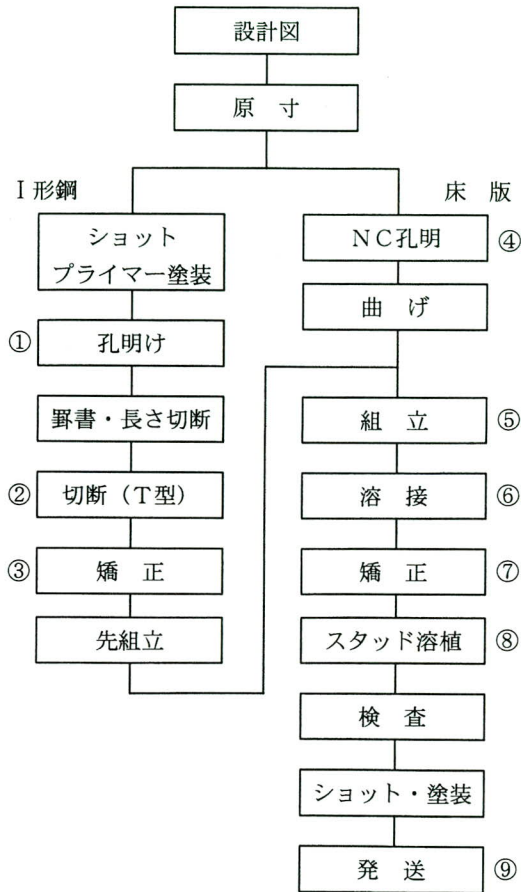
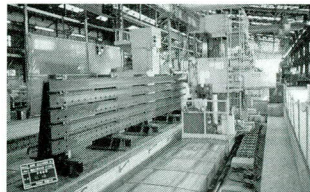


図-6 製作フロー

#### (2) 加工工程

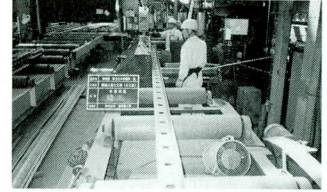
工程①  
I形鋼孔明け



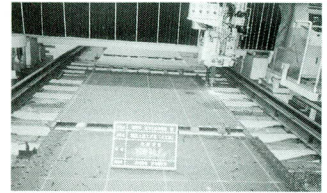
工程②  
I形鋼切断



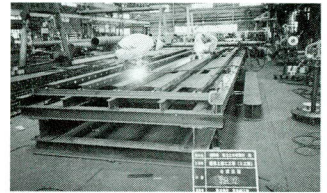
工程③  
T形鋼  
横プレス矯正



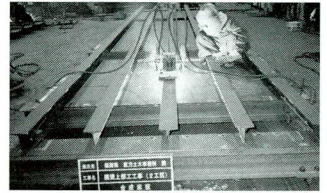
工程④  
床版NC孔明け



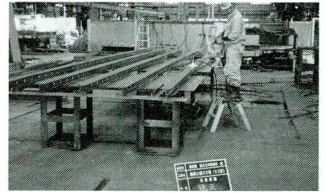
工程⑤  
床版組立



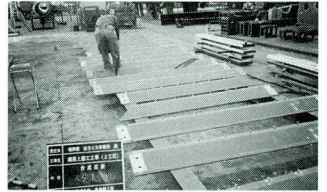
工程⑥  
床版溶接



工程⑦  
床版加熱矯正



工程⑧  
ハンチプレート  
スタッド溶植



工程⑨  
発送積込状況





## 4. 課題

当社合成床版は既に2橋の製作を行い、いくつかの課題を確認した。これらはいずれも実績づくりを主眼に施工方法を種々模索しながらの製作であり、今後は次に示す設計・施工上の課題に関して関係部署の知見を基に改善策を検討する必要がある。

### (1) 設計・開発

現在はコンクリートの充填を最優先に考えてI形鋼を使用しているが、材料の調達やコスト面からH形鋼の使用を検討する必要がある。鋼製型枠と云った観点からは、当然水密性が要求される場所であり、橋軸方向・橋軸直角方向の継手構造も施工性と合わせて見直しが必要である。

また、鋼材とコンクリートとの付着に係る鋼材の塗装仕様も同様である。

### (2) 製作加工

薄板鋼材の加工について、更に習熟度を増す必要がある。ライン化に向けてT形リブの孔明け・切断・矯正作業の改良と、組立・溶接作業の一元化が挙げられる。軽量製品の工場内移動を極力なくす事で、生産効率を向上させることも必要である。また、輸送効率にも目を向ける必要がある。

### (3) 現場施工

床版のプレハブ工法と云った観点からは、足場の省略を目指すことが重要である。出来るだけ上面からの作業を前提に部材の搬入、敷設方法の合理化をすると共に、止水構造とコンクリートの配合設計を見出す必要もある。

## 5. まとめ

橋梁における床版は従来鉄筋コンクリートが一般的であったが、計画を上回る交通量や過積載車両の走行などにより過酷な使用状況にある。より高機能的な橋梁床版として鋼・コンクリート合成床版があり、耐久性は独立行政法人土木研究所の輪荷重走行試験により確認済みである<sup>3)</sup>。

本文は当社が開発したT形リブを使用した合成床版の製作に先立って実施した事前検討と、引き続き実施した2件の合成床版の主として加工面の報告をした。

2橋の製作経験で当面合成床版の加工を軌道にのせることが出来た。但し、量産に向けての課題も残っており、関係部署の協力を得て改良を進める所存である。

### <参考文献>

- 1) 佐藤，能登：鋼・コンクリート合成床版（QS Slab）の開発研究（その1），宮地技報No17，pp.41～52
- 2) 石川，藤盛：熱間圧延H形鋼の残留応力計測，非破壊検査昭和60年度春季大会講演概要集，IV-3，pp.176～177，非破壊検査（昭和60年2月号別冊）
- 3) 佐藤，能登，山下，岩下：鋼・コンクリート合成床版（QS Slab）の開発研究（その2），宮地技報No18

2003. 1. 29 受付

## グラビア写真説明

### 奥裾花大橋

奥裾花大橋は、奥裾花自然園入り口の奥裾花ダム湖上に位置する、林道にかかる日本最長の中路式ローゼ橋です。奥裾花自然園は、長野県鬼無里村を流れる裾花川の源流部にあり、ミズバショウの群生地として行楽シーズンには、多くの観光客が訪れますが、自然園に続く林道大川線は、道幅が非常に狭く、観光シーズンでの大型バスの片側交互通行が余儀なくされ、交通渋滞が発生します。

奥裾花大橋は、林道大川線の一部として周辺の森林資源の開発と活用を図ると共に、交通渋滞を緩和することを目的として建設されます。  
(山田)