

# 低構造高橋梁の試設計

## Trial Design of a Slender Composite Slab Bridge

君島 信夫\* 興 梶 亜紀子\* 佐藤 栄彦\* 高橋 亘\*\*  
 Nobuo KIMIJIMA Akiko KOROGI Toshihiko SATO Wataru TAKAHASHI

### Summary

The QS-Bridge represents a bridge structure developed by our firm so as to suit bridges with short- and medium-length spans ranging from about 6 m to about 25 m. This type of structure was developed with the intention of simplifying site operations and greatly shortening the work time needed to construct bridges. This bridge structure comes in two types: (1) the F-1 type, characterized by girders filled with concrete; (2) the F-2 type, characterized by a filler being used instead of concrete in the sectional tensile zone. The desire for a bridge with a girder far less in depth than previous types led to the trial design of a bridge with a steel-concrete composite slab girder of the F-1 type, of which one end was rigidly buried into one abutment. The trial design proved that this bridge was capable not only of eliminating the need for bearings and instead having a jointless structure by integrating its superstructure and substructure into one, but also was capable of having slender girders by reducing the bending moment on the center of the bridge's span.

キーワード：合成床版橋，剛結構造，上・下部一体構造

### 1. まえがき

公共工事のコスト縮減に向けて鋼橋の合理化に係わる研究・開発が盛んである。一方では河川改修に伴う橋梁の掛け替えや、都市計画による路線の変更・拡幅に伴う小規模橋梁の新設では桁下空間を確保するため、極端に桁高が低い構造が求められている。このような設計条件に対応するため、当社では以前から合成床版橋(F-1, F-2)を開発して実橋に提供してきた。

橋長20m程度の小規模橋梁の構造高を低減する方法に、上・下部工を一体構造として構造物の不静定次数を高め、結果として梁部の設計曲げモーメント軽減するという着眼は必ずしも目新しいものではない。しかしながら、上・下部工を一体構造とすると支承・伸縮装置が不要となり、ジョイントレス構造とする事ができる等のメリットがある反面、橋台に作用する土圧の取り扱いや踏掛版の構造・裏込め材の選定など解決すべき課題も多い。上・下部一体構造として当社では、日本道路公団横浜青葉IC橋Dランプで鋼桁上部工とRC橋脚を差込鉄筋を用いて剛結した実績がある。そこで、この工法と合成床版橋のF-1タイプを組み合わせて片端部を鋼・RCの剛結構造とし、片端を可動とする事で低構造高橋梁の可能性を探る目的で試設計を行った。

### 2. 合成床版橋の概要

合成床版橋は6m～25m程度の中小支間橋梁用として、現場施工の簡略化と工期の短縮を目指して開発されたものである。旧国鉄で実用化されたH型鋼埋め込み桁を原型として、道路橋用に改良を加えたもので、断面の構造により、コンクリートを充填するF-1タイプと引張側のコンクリートを軽量充填材(例えば硬質ウレタン)に置き換えたF-2タイプがある。

### 3. 合成床版橋(F-1タイプ)の設計要領

コンクリートを充填するF-1タイプの代表的な構造を図-1に示す。基本構造はSRC合成構造である。この構造はコンクリートの充填が確実に行われている事・鋼材の断面重心と部材の断面重心がはなはだしく離れていない事が前提である。その他の設計要件は下記のとおりである。

- ① 鋼材および鉄筋は所要のかぶりを有し、軸方向鉄筋・スターラップを配置する
- ② 鋼材比(部材の断面積に鉄骨と軸方向主鉄筋の占める割合)は1～8%程度とする事
- ③ 鋼材鉄筋比を10以下とする事
- ④ 差込鉄筋の位置を下フランジ上面から100mm程度とする事

\* 技術本部技術部技術課

\*\* 技術本部技術部長

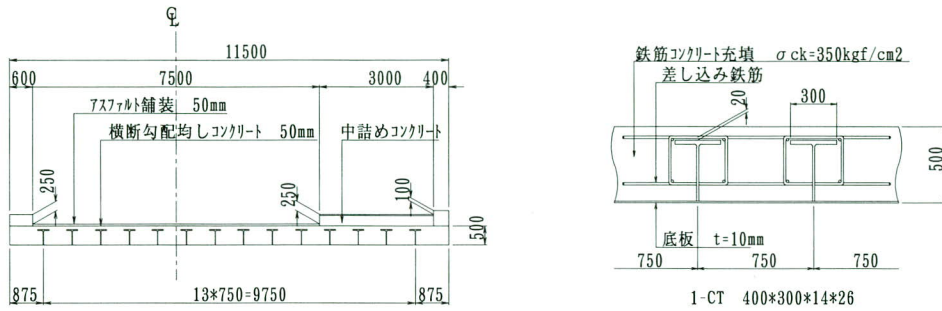


図-1 F-1タイプ構造図

基本的な構造細目をこうする事で、合成後死荷重によるクリープ・乾燥収縮の照査を省略する。これは、道路橋の場合合成後の死荷重は一般的に舗装のみであり、その影響が少ないと考えられるからである。なお、コンクリートを充填した合成床版橋（F-1タイプ）の活荷重によるたわみの制限は、道路橋示方書のその他の構造と考え1/600としている。

#### 4. 低構造高橋梁の試設計

図-2に示す河川断面を対象に低構造高橋梁の試設計を行う。比較対象は合成床版橋（F-1タイプ）を適用した単純梁構造と梁部に合成床版橋（F-1タイプ）を使用し片端部を橋台と剛結した埋め込み梁構造である。この時の想定横断面を図-3に示す。

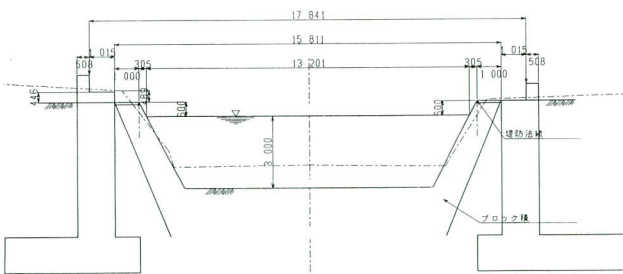


図-2 対象河川断面

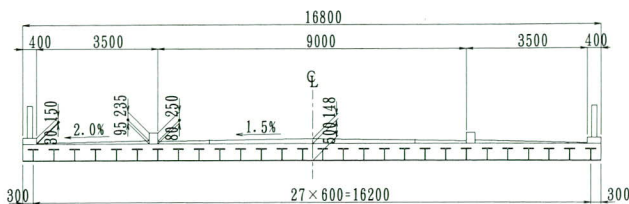


図-3 規定横断面図

#### (1) 構造高試算結果

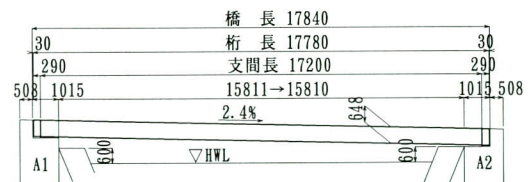
構造高の比較結果を表-1に示す。これによると単純梁構造とした場合にはH=500mm必要であり、埋め込み梁構造とした場合にはH=400mmとなる。単純梁構造でH=450mmとした時には上面コンクリートの応力度が119 kgf/cm<sup>2</sup>となり、後述するようにコンクリートの応力度を100kgf/cm<sup>2</sup>以内に納めたいとの判断から除外して考える事にした。

単純梁構造でH=500mmとした橋梁側面を図-4に、埋め込み梁構造とした橋梁側面を図-5に示す。

表-1 構造高試算結果

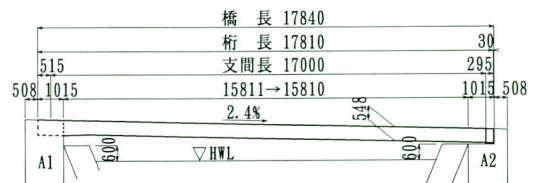
梁構造	単純梁		
	埋め込み梁	H=500	H=450
構造高(mm)	H=400		
コンクリート応力(kgf/cm <sup>2</sup> )	88	97	119
鋼桁応力(kgf/cm <sup>2</sup> )	2017	1749	2043

※ 構造高は舗装厚(148mm:CL)を含まない。



最低構造高：148(舗装)+500(主橋体)+52(支承) = 700

図-4 単純梁構造側面図



最低構造高：148(舗装)+400(主橋体)+52(支承) = 600

図-5 埋め込み梁構造側面図

## (2) 埋め込み梁構造

構造高の低減を目的として支持形式を片側埋め込み、片側可動とする構造である。梁部には合成床版橋（F-1タイプ）を使用し、埋め込み構造に差し込み鉄筋を用いる。この構造とする事で支間中央部の曲げモーメントが軽減され構造高をH=400mmとする事が出来る。

また、活荷重たわみも1/600程度に収まり当然のことながら伸縮装置が不要となる。

この構造の施工手順を図-6に示す。剛結部のコンクリートを後打設としたのは固まらないコンクリートの負担を軽減するためである。埋め込み梁構造とした時の構造一般図を図-7に結合部の構造を図-8に示す。

## 5. 考察

合成床版橋（F-1タイプ）を梁部に使用し、橋台と剛結することで最低構造高H=400mmとする事ができた。単純梁構造と比較してその差違は高々H=100mmではあるが、取り付け道路の線形改良などを考慮するとそれなりの効果を期待できると思われる。

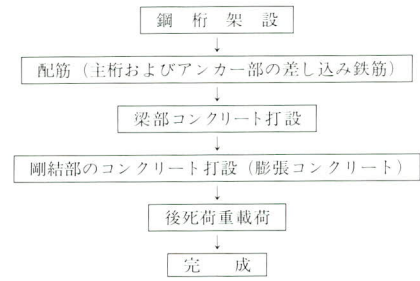


図-6 規定施工手順

試算ではコンクリートの基準強度を $\sigma_{28} = 350 \text{ kgf/cm}^2$ とし、合成構造のコンクリートの許容応力度を $\sigma_{ca} = 100 \text{ kgf/cm}^2$ を上限と考えた。合成床版橋は引張側の鋼材を多めに使用して低構造高を目指したもので、たしかに、圧縮側のコンクリートの強度を高めれば結果としてより一層の低構造高を達成できる可能性はある。最近、合成床版橋の場合には主桁間隔が狭く、床版としての作用力が小さいこと・コンクリートの硬化後は多セルの箱断面として挙動し主桁間の不等沈下が拘束されるとの判断から、コンクリートの許容応力度を従来の $\sigma_{ck}/3.5$ から $\sigma_{ck}/3.0$ に変更しても良いのではないかと云う考えもあるようであるが、この種の低構造高橋梁が建設される場

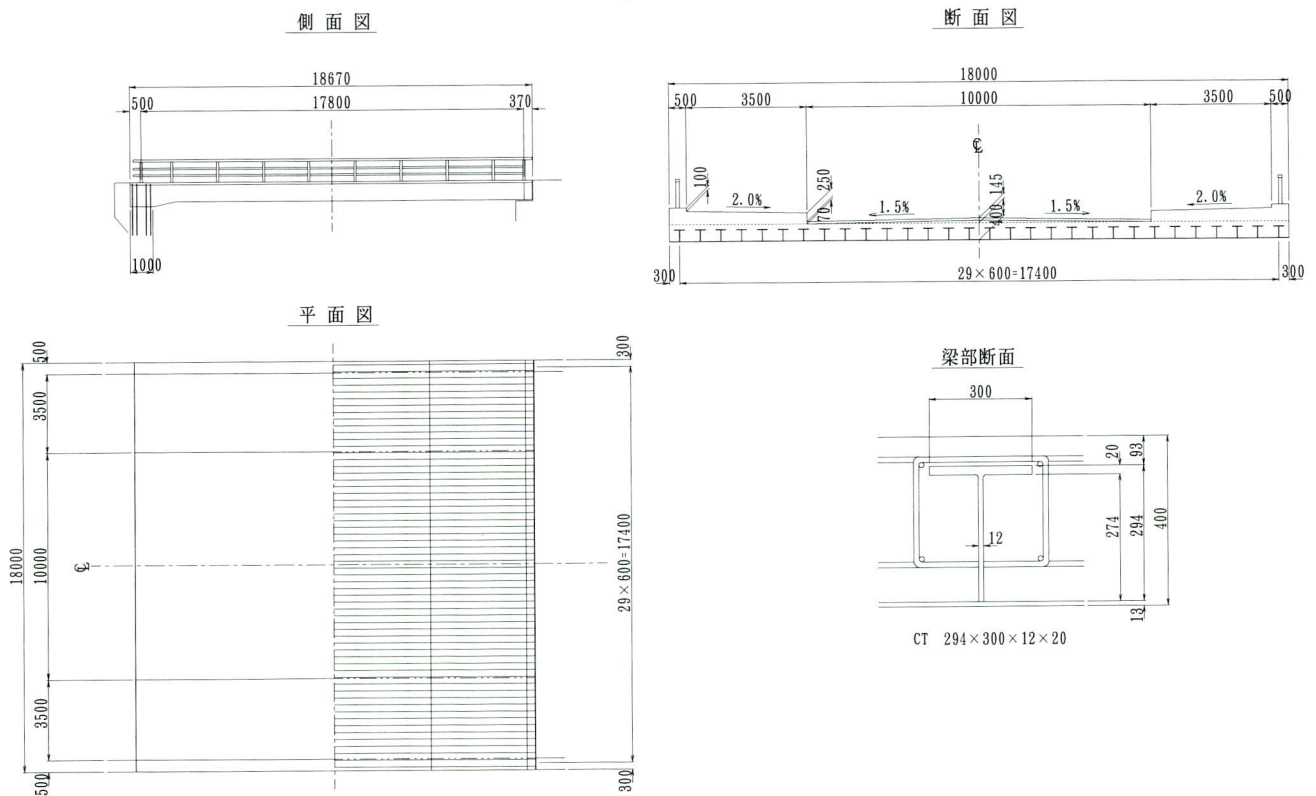


図-7 構造一般図

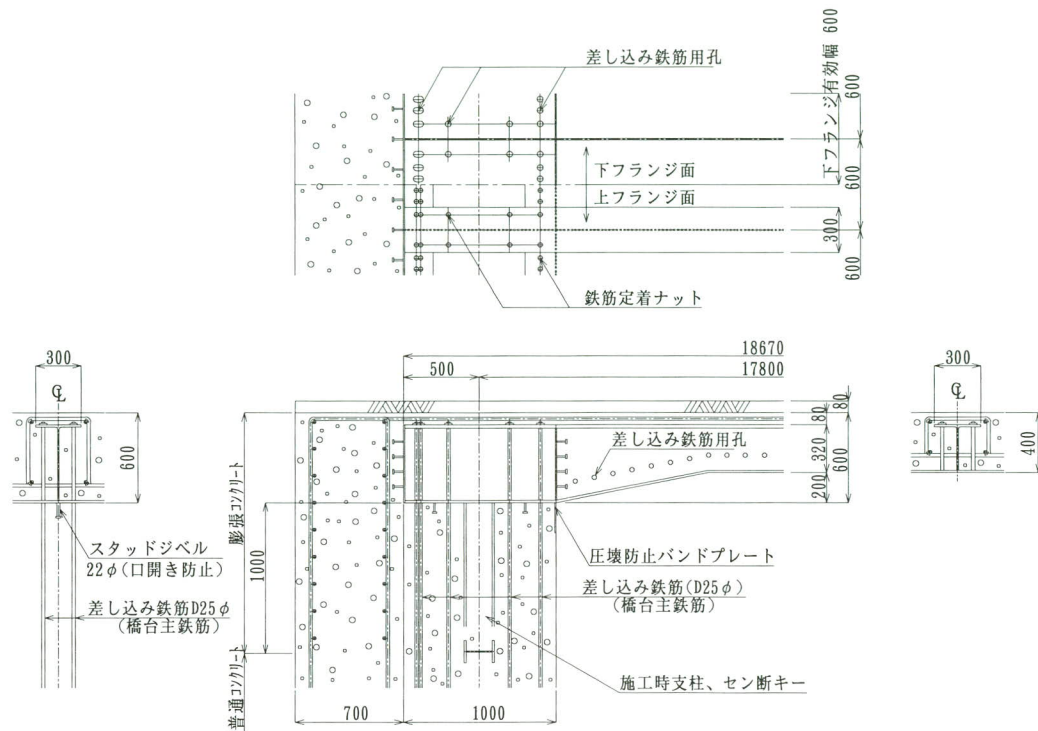


図-8 結合部構造

所は比較的市街地であり、頻繁な大型車両の通行等を勘案すると必ずしも適切な判断とは云いがたい。さらに、上・下部工の一体施工を念頭におくとコンクリートの許容圧縮応力度は $\sigma_{ca}=100\text{kgf/cm}^2$ が妥当と思われる。

## 6. まとめ

低桁高構造を目指して、梁部に合成床版橋（F-1タイプ）を使用し片側を橋台と剛結した埋め込み梁構造で試算した結果、橋長・構造高比で1/45をと云う低桁高を達成出来た。桁端部での上・下部工一体構造の着眼は以前から、支承が不要・ノージョイント化などのメリットがある反面、主として下部工に作用する土圧の軽減法や踏掛版の構造・裏込め材料などの課題に加えて工事範囲などの問題もあり、実現には至っていない。本文は当社の既存の技術を組み合わせる事で低構造橋梁を達成できる事を例示したものである。

## <参考文献>

- 1) 財団法人鉄道総合技術研究所：鉄骨鉄筋コンクリート構造物設計指針，平成5年7月
- 2) 株式会社宮地鐵工所技術部：合成型枠橋梁（F-1タイプ）設計要領，平成9年7月
- 3) 合成床版橋研究会：合成床版橋設計・施工指針（案），平成10年8月
- 4) 埼玉大学：鋼桁を鉄筋コンクリート橋脚に剛結した複合構造に関する研究，株式会社宮地鐵工所・埼玉大学共同研究成果，1995, 3
- 5) 渋谷，高橋：鋼-RC複合ラーメン構造の結合部に関する2・3の考察，宮地技報 No.13, 1997
- 6) 渋谷，永見他：鋼-RC複合ラーメン橋の設計・施工（横浜緑IC・Dランプ橋），宮地技報 No.13, 1997
- 7) 鋼橋技術研究会：上下部一体構造研究部会報告，平成5年5月

1998.10.31 受付