

(42) 架け換え橋に適した中空合成床版橋の設計と施工

APPLICATION OF HOLLOW COMPOSITE SLAB BRIDGES TO NEW CONSTRUCTION
BRIDGES FOR RIVER IMPROVEMENT

佐藤 政勝* 橋本 良昭** 石原 謙治**
By Masakatsu SATO, Yoshiaki HASHIMOTO, Kenji ISHIHARA

Hollowtype composite slab bridges have newly been developed as simple supported road bridges. They consist of deformed flange T-shapes, bottom steel plates and expansive concrete in upper slab's zone. The depth of these slab bridges is much smaller than those of conventional bridges.

Moreover, since the steel girders act as concrete forms, erection work is very simple, rapid and safe. Therefore, the number of order for the new bridges is yearly increasing as new construction bridges for river improvement and railway overbridges. The structural characteristics and design method of the new slab bridges are described. In addition examples of fabrication and erection of the bridges are reviewed.

1. はじめに

東京都をはじめとする大都市部を流下する河川においては、従来、水源の函養地であった上流域の山地や丘陵地に開発の手が入り、宅地化されることによって保水能力が減少している。このため、雨水の大部分は降雨後に保水されことなく短時間に河川に流入することとなり、一旦、集中豪雨などが発生すると、ただちに河川水量の増大となって現れ、下流域において浸水被害が発生するという状況が多発している。

これの防止策として河川改修事業が推進されているが、その一環である既存橋梁の架け換えに際しては、種々の制約が生じ架け換え工事を難しくしている。それは、

- 1) 河積断面を増加させることが河川改修の主たる目的であるので、その上に架る橋のスパンは既存橋に対し、当然長大化する。
- 2) 同様に河川の計画高水位も上昇することが多い。
- 3) 前記1)に対応するためには、構造物は必然的に構造高さの高いものとなる。
- 4) 一般に既存橋梁の周辺地域は人家が集合しており、上記2) 3)に対応するための橋梁取付け道路全体の嵩上げは、地域住民の賛成を得られず、困難を伴うことが多い。

等の理由によるものである。

このため、既存橋梁の架け換えにあたっては、河川の計画高水位を保持できる桁下空間を有し、かつ、取付け道路のフォーメーション に対し嵩上げする必要のない、桁高の低い構造物が要求される。

* 工博 川崎製鉄(株) 橋梁・鋼構造事業部技術部

** 川崎製鉄(株) 橋梁・鋼構造事業部技術部

また、この様な箇所は一般に道路線形も複雑であることが多く、道路構造の関係から橋端に拡幅が必要となる場合や、橋の斜角自体も小さいなど種々の条件が付加される。したがって、架け換えられる橋梁は、これら要求される諸要素に加えて、低い構造高でも十分な耐力を有し、任意の平面形状に対応でき、しかも、景観上優れたものであることが望ましい。

これらの諸要求に対応すべく、鋼橋とコンクリート橋の特徴を兼ね備えた充実合成床版橋を開発し、商品化した。

充実合成床版橋は 図-1 に示すように、フラッグの外面に突起を有するH形鋼（これを DFI ; Deformed Flange II-shape という）を ω のほぼ中央で半裁して、突起付きCT形鋼（以下、DFT ; Deformed Flange Cut-T Shape という）とし、これを底板（下フラッグに相当する）に取り付けて開断面鋼箱桁状とし、この中に膨張コンクリートを充填したものであり、その構造の特徴、設計法及び施工実績については、先に報告したとおりである[1][2]。

しかしながら、上記の充実タイプでは、支間が大きくなるほど鋼材の許容応力に占める死荷重の割合が高くなり、支間が 22m を越えると単位当たりの鋼材使用量が急速に増大し、他形式に比べて割高となる。この対策として、床版コンクリート部の半分以上を比重の小さい発泡スチロールに置き換えることや、薄鋼板による型枠によって中空部を設けることにより、死荷重を低減させ、鋼材使用量を適正水準に抑えた中空合成床版橋を実用化した。この中空合成床版橋に対しても、小さい斜角に対応できるように、斜角 30° を有する中空合成床版橋の載荷実験と FEM 解析を実施し、その構造特性を明らかにした[3]。

この報告は、実橋に適用した中空合成床版橋の構造特性、橋梁規模、支間桁高比のほか、神田川改修工事に伴う架け換え橋の設計と施工、分割施工の事例等を紹介する。

2. 構 造

合成床版橋の構造は下記のとおりである。

- 1) DFT を下フラッグの上面に、横断方向にほぼ等間隔に溶接し、橋梁幅員を構成する。
- 2) 示方書の規定に従い、6m 以下の間隔で横桁を配置する。
- 3) 幅方向の外側部は、地覆形成の型枠設置の基準とするための側板を、また、橋軸方向の桁端には同様に端板を取りつける。
- 4) 横継手（橋軸方向の接合）は一般のプレートガーターと同様に、DFT の上フラッグ、 ω 及び下フラッグは高力ボルトによる添接とし、縦継手（橋軸直角方向の接合）は橋梁の y 方向の作用力の小さいことから、現場すみ肉溶接としている。

合成床版橋には、前述のように鋼桁内にコンクリートを全充填した充実タイプと、頂版部分から最小厚さ 30cm 程度についてコンクリートを打設した中空タイプがある。

中空タイプでは、床版コンクリート下面から底板面までの中空部を確保する必要があり、通常は発泡スチロールを充填しているが、床版コンクリート下面に薄鋼板によるゲッキートを敷いた埋込み型枠を用いることもある。（図-2 参照）また、このとき DFT の上面に配置する鉄筋には、死荷重と輪荷重による作用力が発生するので、これに対処できる配筋としておく必要がある。

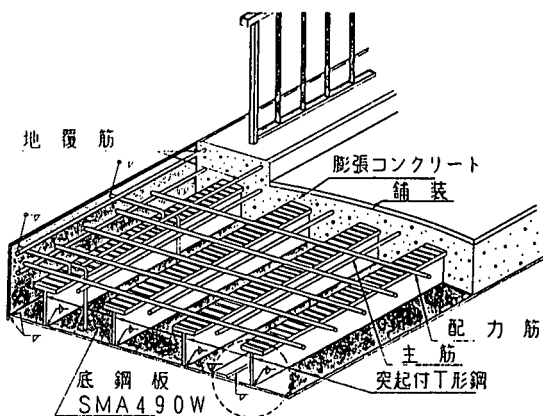


図-1 充実合成床版橋の概要

3. 特 長

図-3に示すように、中空合成床版橋は従来からある各種の構造形式に比べ、はるかにその構造高さを低くできることが最大の特性である。

施工実績では、活荷重はTL-20が多く、支間桁高比で1/32~1/43の範囲にあり、ばらつきはあるものの、平均的にはおおむね1/40とみなされる。(図-3)

また、ほとんどの場合、縦断勾配がついているので、支承上ではさらにこれより低くなっている。ただし、ここで注意しなければならないのは、図-3はあくまでも構造高さであり、道路中心の路面高は、この構造高に縦・横断勾配を形成する調整コンクリート厚さ、及び舗装厚を加えたものになることである。

合成床版橋は上記の桁高の点に加えて、次のような特長も備えている。

1) 維持管理が容易。

構造が単純であり、外気に触れる箇所の凹凸がほとんどないので、防食性に関する条件としては有利であり、維持管理性も良好である。特に外面部を耐候性鋼板とした場合は、ほぼメンテナンスフリーとすることができる。

2) 現地工事の工期が短縮できる。

RC床版を有する通常のプレートガーダーの現地工事にみられるような、床版コンクリートの型枠作業がほとんど不要であるので、この分工期を大幅に短縮できる。

3) 現地工事の安全性が高い。

上下フランジの断面が大きいため鋼桁自体の剛性が高く、背の高いI形桁に比べ、橋体吊込み時の安全性が高い。さらに、鋼桁架設後は、橋面積の全面にわたって底板が存在しており、墜落の危険性がなく、架設後引き続き実施される橋体連結工や橋面工の作業に対する安全性が高い。写真-1に鋼桁架設時の状況を示す。

4) 部材重量が軽い。

架設部材の重量は、同一支間であればPC桁に比べてはるかに軽いので、架設作業用のクレーンをはじめとする重機は小型のものでよい。

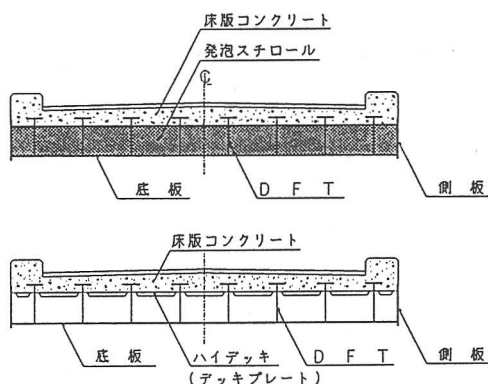


図-2 埋め込み型枠の例；発泡スチロールとハイデッキ

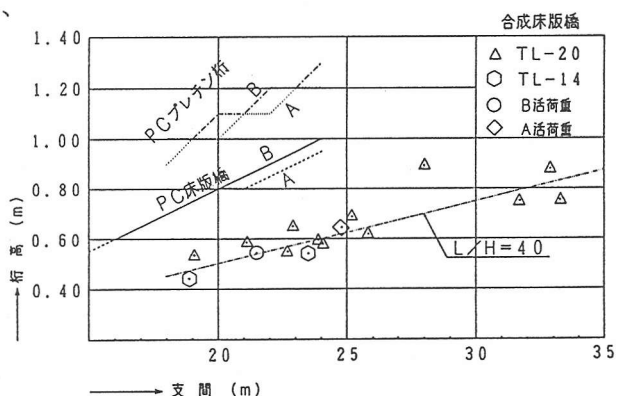


図-3 合成床版橋の桁高

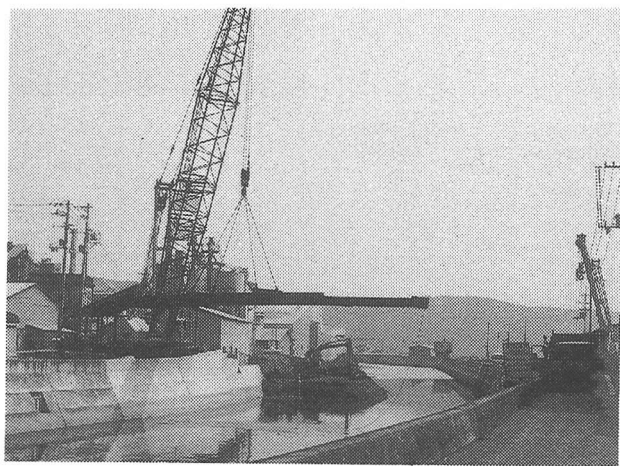


写真-1 合成床版橋の架設状況

- 5) 分割施工が可能。： 合成床版橋は幅員方向の分割が可能であるので、道路の全面通行止めをすることなく新橋への架け換え工事が実施できる。
- 6) 景観設計の要求に対処しやすい。： スリッパ型な構造であるので、本来、景観性は優れているが、さらに、支間中央付近や橋端部にバルコニーを設置する場合などへの対応が容易である。

4. 神田川改修工事に伴う架け換え橋の設計と施工

神田川は秋の台風シーズンになるとしばしば出水するため、現在、鋭意改修事業が進められている。

中之橋は JR飯田橋駅にほど近い目白通りの大曲付近にある橋で、神田川の右岸側には首都高速道路の高架橋が河川と平行しており、中之橋より少し下流になると、 77° の関係で河川の両岸に高速道路が取り付いている。地上部は河岸道路に沿ってビル街が連なる、正に都心に位置している。

このような条件下での改修であるので、川幅を広げることは不可能に近いので、現況の河川底を掘り下げるにより、河積断面を増加させるほか、新橋の両端には防水門扉を設置している。

中之橋は橋長 22.1m、幅員 10.8m、直橋で縦断勾配 6.0%、支間桁高比 1/36 である。写真-2 には旧橋を、また写真-3 は合成床版橋により架け換えられた新橋を示す。

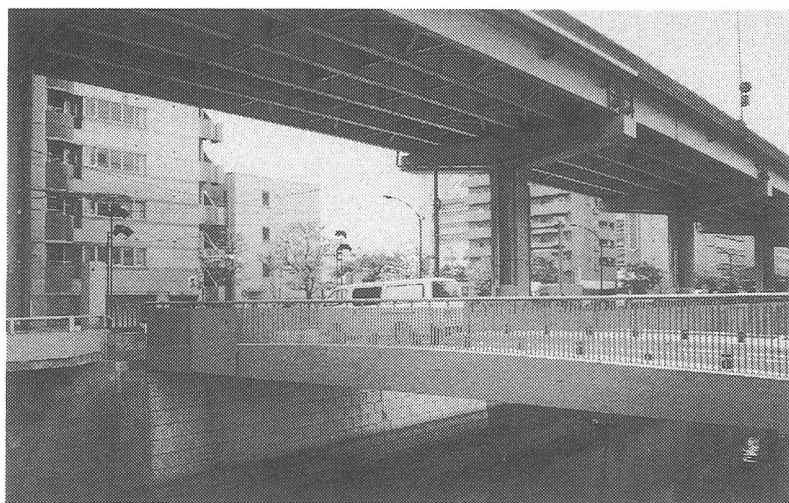


写真-3 中之橋・新橋



写真-2 中之橋・旧橋

5. 分割施工の事例

不発橋は名古屋空港に近い小牧市の南東寄りにあり、旧橋は2車線で6径間のRCのT桁橋であったが、河川の拡幅に伴い架け換えられたものである。この路線は一宮市、小牧市、春日井市を結ぶ東名高速道路に並行する国道155号線のバイパス的な道路となっており、極めて交通量が多く、特に朝夕のラッシュ時には橋の前後に信号があることもあって、橋上で常に渋滞が発生していた。

不発橋は橋長 34.0m、完成時の幅員 13.8m、直橋の一等橋（TL-20）である。この橋の施工状況を以下に記す。

1期工事は、まず下流側に架設の迂回橋を設置して下り線を通し、その後旧橋の幅員の半分を撤去したのち、旧橋のあった空間に新橋を架設する。このときの幅員は 7.1mである。新橋は完成断面では 2.75mの歩道が両側に設置されることになっているが、1期工事ではこの部分も車道として供用される。したがって、1期工事分の設計にあたっては、全幅車道とした1期のときと、完成断面の双方についてその影響度を検証しておく必要があり、これを実行したところ、1期工事の場合で構造断面は決定された。

新橋の1期工事が完成すると、旧橋を走行していた上り線を切り回して新橋側にもってゆく。半分残っている旧橋を撤去した後、2期工事分の新橋を架け、架設済みの1期工事側の橋体と接合する。その後、1期工事側の歩道マウントアップを設置し、最後の交通切り回しを行って上り下りともに新橋に移したのち、仮設橋を撤去して全体工事の完成となる。

この橋では中空部を形成する埋め込み型枠として、発泡スチロールを用いた。発泡スチロールは、近年、EPS盛土工法として軟弱地盤における地盤改良工法の1手法として、多用されているが、合成床版橋の埋め込み型枠として用いる際は、前記のEPS盛土に適用するような高級品は必要でなく、呼称 D-12（発泡倍率 83.3、密度 12kgf/cm^3 、圧縮強さ 0.2kgf/cm^2 ）で十分である。1期工事の施工中と完成状況をそれぞれ写真-4、5に示す。

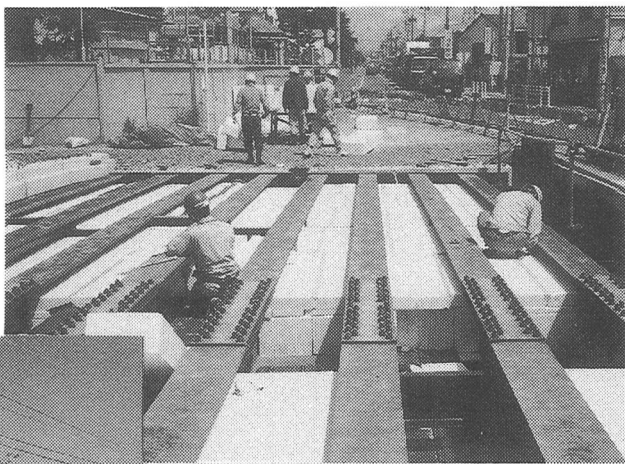


写真-4 不発橋 1期工事施工中

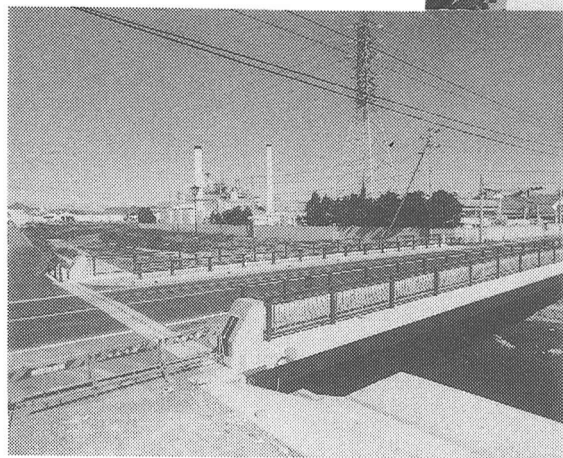


写真-5 不発橋 完成状況

6. 斜角の小さい架け換え橋の事例

斜角の小さい橋梁に適用した事例とその主要諸元を表-1に示す。

斜角が 45° 以下の斜め中空床版橋の場合には、活荷重により鋭角部が浮き上がるおそれがあるので、同一支間の直橋の場合に必要なとする支承厚の2倍程度の厚さを有する角型のゴム支承を採用し、さらに写真-6に示すように、鋭角部の桁端コンクリートの全充填面積を大きくするなどの工夫をしている。

全充填部を含む床版コンクリートには、乾燥収縮によるひび割れを防止する目的で、 30kgf/m^3 の膨張材を添加した膨張コンクリートを用いた。その配合は土木学会編「膨張コンクリート設計施工指針」によった。

床版コンクリートの打設順序は、キャバーの戻りに大きな影響を及ぼすため、十分注意する必要がある。特に斜角の小さい場合には、文献[4]を参照してコンクリート打設計画を作成し、その手順にしたがって施工することが肝要である。

7. あとがき

今後は施工実績を踏まえて、合理的な中空部上方の鉄筋の配筋方法、斜め床版橋の鈍角部における床版コンクリートに生じるねじりに対するより具体的な補強方法などについて鋭意研究する必要がある。

平成6年2月の道路橋示方書の改訂において新たに定められた活荷重に対し、耐荷力不足の橋梁が増加することが予想され、それらの架け換え橋梁の設計・施工に際し、本報告が何らかの参考になれば幸いである。

参 考 文 献

- [1] 佐藤政勝, 石渡正夫: 新しい形鋼を用いた合成床版橋の構造特性並びに設計法, 第30回構造工学シンポジウム, No.9, pp79~86, 1984
- [2] 佐藤政勝, 中西良知: 都市整備改良に伴う架け換え橋として開発された合成床版橋, アーバンライフ・テクノロジー推進会議, 第2回技術研究発表論文集, pp101~106, 1990
- [3] 佐藤政勝, 田中裕人: 斜角の小さい中空合成床版橋の構造特性と実橋への適用, 日本鋼構造協会, 鋼構造論文集第1巻第2号, pp.81~90, 1994
- [4] 田中裕人, 佐藤政勝: 斜め合成床版橋のコンクリート打設に関する一考察, 土木学会第42回年次学術講演会, 1-158, 1987

表-1 斜中空合成床版橋の実績

橋 名	支間Ls	幅員	斜角	桁高/Ls
かきぞえ橋	25.80	10.25	$33^{\circ}26'$	1/42
中 川 橋	24.05	10.30	$31^{\circ}30'$	1/42
石 門 橋	22.70	8.20	$45^{\circ}0'$	1/41

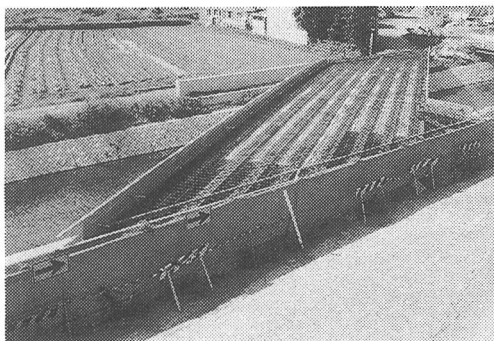


写真-6 かきぞえ橋の桁端コンクリートの形状