我が国における近年の鋼・コンクリート複合橋梁[†]

栗田 章光^{*1}・大山 理^{*2}

概要 近年の我が国において、鋼・コンクリート複合橋梁は、コンクリート橋および鋼橋に継ぐ第3の橋梁形式として注目されるようになってきた。複合橋梁実現へのアプローチには2つあり、1つは鋼橋からであり、他の1つはコンクリート橋からである。本文では、我が国における最近の複合橋梁に関する6つの施工事例と構造的特徴などについて紹介することにする。

キーワード：鋼・コンクリート複合橋梁、合成構造、混合構造

1. はじめに

近年の我が国において、鋼・コンクリート複合構造は、鋼構造およびコンクリート構造に継ぐ第3の構造として注目されるようになってきた。鋼・コンクリート複合構造は、鋼とコンクリートとの僅か2つの材料の組み合わせによって構成されるが、それら単一の材料では得ることができない望ましい力学特性を作り出すことに特徴がある(図-1参照)。

土木分野では、図-2に示すとおり、複合構造を総称名として、これを合成構造と混合構造に大別している¹⁾。

合成構造は、部材の断面が鋼とコンクリートの組み合わせによって構成され、それらが一体化して作用するものを指す。一方、混合構造は、鋼部材とコンクリート部材を継手によって接合した構造システムを指す。

ところで、鋼橋の市場は、かつて、約5000億円と言われ、これは、コンクリート橋とほぼ同等であった。しかし、経済不況下の我が国においては、両市場とも下落

傾向にある。その中で、鋼・コンクリート複合橋梁の占める割合は、4~7%と言われ、徐々に増加する傾向にある。これは、鋼・コンクリート複合橋梁が大きな社会的要望であるコスト縮減政策に対応できるからであるといえよう。

そこで、本文では、我が国における最近の鋼・コンクリート複合橋梁に関する計6つの施工事例と構造的特徴などについて紹介することにする²⁾。

2. 合成橋梁

2.1 鋼橋からのアプローチ

(1) 連続合成桁橋

町屋川橋(工事名:員弁川橋)は、第二名神高速道路に建設されたプレキャストPC床版を用いた橋長373.5m、支間86.2+91.5+97.5+96.7mの4径間連続2主箱桁橋である。町屋川橋の一般図を図-3に示す³⁾。

本橋では、高強度コンクリート($f_{ck}=50\text{ N/mm}^2$)を使用したプレキャストPC床版が用いられた。特徴として、スタッド本数を低減させるために、道路橋示方書・同解説の規定⁴⁾にはない直径25mmで材質がSM570相当の高強度スタッドが採用されている。

連続合成桁橋の場合、中間支点部では負曲げモーメントが作用するため、コンクリート床版には引張力が作用し、場合によっては有害なひび割れ発生の原因となる。そのため、この引張応力を低減する目的で、中間支点上50~60mの範囲のコンクリート床版に、写真-1に示すとおり、プレストレスを導入している。

(2) 合成トラス

椿原橋は、東海北陸自動車道の富山県と岐阜県の県境に近い、椿原ダムの下流側の谷間に架かる橋長322m、支間82.3+155.0+82.3mの3径間連続複合トラス橋である。椿原橋の一般図を図-4に示す⁵⁾。

本橋は、鋼トラス上弦材とPC床版とを合成し、PC床版に主構としての機能をもたせた合成トラス橋であり、

[†]：本文は、第1回fib会議2002で発表したものの要約である。

図-1 鋼とコンクリートの複合

図-2 複合構造の分類

*1 くりた・あきみつ/大阪工業大学教授 工学部 都市デザイン工学科(正会員)

*2 おおやま・おさむ/片山ストラテック(株) 技術本部 橋梁設計部 橋梁設計一課(正会員)

図-3 町屋川橋の一般図

写真-1 プレストレス導入状況

また、橋軸方向プレストレス導入の際、通常の構造では、鋼トラス部材より大きな拘束を受けるため、必要プレストレス量が非常に大きくなる。そこで、図-5に示

すとおり、まず、スタッド部を箱抜きし、それ以外の鋼トラス上弦材とPC床版間にゴムパットを敷設し、両者を縁切りした状態で緊張を行い、その後、箱抜き部にコンクリートを打設することにより合成構造とする施工方法。つまり、スタッドのグループ配置が適用された。

2.2 コンクリート橋からのアプローチ：波形鋼板ウェブ PC 橋

従来の PC 箱桁橋のウェブを波形鋼板に置き換えたのが波形鋼板ウェブ PC 橋であり、フランスにおいて開発された。我が国においてもこの技術を導入し、日本道路公団を中心に施工実績を増やしている。その主な採用理由として、以下のことが挙げられる。

- 1) コンクリートウェブを波形鋼板に置き換えることにより従来の PC 橋よりも 20~30% 程度の重量低減を図ることが可能となる。
- 2) コンクリートウェブが不要となるため、型枠・鉄筋の組立、解体作業が軽減され、工期短縮および省力化が可能となる。
- 3) 鋼板を波形とすることにより高いせん断座屈耐力が得られ、さらに、波形鋼板は軸力に抵抗しないた

Recent Steel-concrete Hybrid Bridges in Japan

By A. Kurita and O. Ohyama

Concrete Journal, Vol.41, No.6, pp.3~8, Jun. 2003

Synopsis The steel-concrete hybrid bridges have been remarkably developed during the last decade in Japan due to the technological and economical advantages throughout the design and construction process and service life. There are two ways to realize the hybrid bridges. First one is from the steel bridge and the other one is the approach from concrete bridge. The steel-concrete hybrid bridge consists of composite- and mixed bridge. Therefore, not only latest composite bridge examples, but also mixed ones are reported in this paper. In addition to those superstructures, one example of the substructures by using the idea of the composite columns is also introduced herein.

Keywords : composite bridge, mixed bridge, corrugated steel web plate, composite column

図-4 椿原橋の一般図

図-5 鋼トラス上弦材とPC床版の格点部の構造

め、コンクリート床版のみに効率よくプレストレスが導入できる。

コンクリート床版と波形鋼板の接合方法においては、様々な研究が行われており、その一例を図-6に示す¹⁾。

ここで、施工事例の一つとして、第二名神高速道路において、現在建設中の栗東橋について紹介する。栗東橋の一般図を図-7に示す⁶⁾。

本橋は、世界初の全外ケーブルによる波形鋼板ウェブを用いたPCエクストラドーズド橋である。また、斜材定着部や外ケーブル偏向部にも鋼構造を採用することにより、従来のコンクリート隔壁に比べて主桁自重を大幅に軽減している。

図-6 波形鋼板ウェブとコンクリート床版の接合方法

図-7 栗東橋の一般図

3. 混合橋—鋼桁とコンクリート桁の連結—

中央径間部に軽くて架設・施工性が良い鋼桁を、また橋梁全体の死荷重によるバランスをとるため、側径間側にコンクリート桁を用いたのが鋼・コンクリート混合橋である。ここでは、四国横断自動車道・新川橋（高松中央～高松東IC間）について紹介する。新川橋の一般図を図-8に示す⁷⁾。本橋は橋長 278.0 m で、支間割は、39.2+40.0+118.0+40.0+39.2 m、つまり、側径間と中央径間の支間長比が約 1：3 である。

混合橋の接合部では、剛性の異なる鋼桁と PRC 桁の接合面に作用する断面力に対して滑らかな応力伝達が行えるような構造とする必要がある。そこで、本橋では、写真-2に示すとおり、断面の周辺と腹板部分をマルチセル構造とし、鋼殻セル内に充てんした中詰めコンクリートと後面支圧板を介して力を伝達する方式が採用されている。また、上記の接合部鋼殻セル内に用いるずれ止め構造として、孔明き鋼板（Perfobond-Leiste）ジベルが採用されている。

本橋は連続桁橋であり、鋼桁と PRC 桁の接合部は負

の曲げモーメントが作用する位置にある。したがって、軸力伝達は、鋼殻セル内に配置された孔明き鋼板ジベルと後面支圧板によってなされるものとし、引張を受ける上フランジ側のセルについては、PC 鋼材でプレストレスを導入することにより、接合面のコンクリートに引張応力が生じない設計としている。

写真-2 新川橋での接合部

図-8 新川橋の一般図

4. 混合ラーメン橋—鋼2主桁とRC橋脚の連結—

鋼2主桁とRC橋脚とを剛結した複合ラーメン橋である。橋長188.5m（支間：48.2+81.5+57.2m）の東九州自動車道・今別府川橋（末吉～隼人東IC間）について紹介する。

まず、今別府川橋の一般図を図-9に示す⁸⁾。

つぎに、剛結部の構造概要を図-10に示す。剛結部は、主桁腹板と支点上横桁でRC橋脚を囲み、さらに、横桁間を結ぶダイアフラムを配置した構造としている。このダイアフラムと横桁に配置した垂直補剛材に孔明き鋼板を用い、ずれ止めとしての効果も期待した設計がなされている。

架設手順は、まず、中間支点の主桁・横桁を単材架設した後、鋼桁とRC橋脚の剛結部において、コンクリートが打設された。つぎに、コンクリートの養生後、脚を挟んで左右の主桁を単材架設し、張り出し架設に用いる機材を桁上で組み立てた後、鋼桁の架設が行われた。

5. 鋼管・コンクリート合成橋脚

鋼管・コンクリート合成橋脚とは、コンクリートに埋め込まれた鋼管と外周に配置された鉄筋で構成された橋脚のことをいう。本橋脚の構造概要を図-11に、その構造的特徴を以下に列挙する。

図-10 剛結部の構造概要

図-11 鋼管・コンクリート合成橋脚の概要

図-9 今別府川橋の一般図

写真-3 鋼管・コンクリートの合成橋脚の施工事例

- 1) 鋼管と PC ストランド帯鉄筋両者の効果により、優れたせん断耐力とじん性が発揮され、高い耐震性能が得られる。
- 2) 定着部においては、外側リブ付き鋼管を採用し、さらに、リング鉄筋で補強することにより、鋼とコンクリートの一体化を図ることができる。
- 3) 鋼管の高い剛性を利用することにより、鋼管および鉄筋の先行立ち上げができるため、コンクリートの急速施工が可能になる。

本橋脚構造を採用することにより、工費で約 30%、工期で約 35% 低減可能であるといわれている。写真-3 に示すものは、第二名神高速道路・池山高架橋⁹⁾の例であり、本形式橋脚の施工実績は増えつつある。

6. おわりに

本文では、我が国における最近の鋼・コンクリート複

合橋梁に関する 6 つの施工事例について紹介した。

鋼・コンクリート複合橋梁は、相反する性質をもつ鋼とコンクリートを適切に組み合わせることにより、鋼橋またはコンクリート橋単独では対応しきれない領域をカバーすることができる、また、設計の構造的、美観的自由度が鋼橋またはコンクリート橋単独の場合よりもはるかに拡大することから、複合橋梁は、ますます発展していくと考えられ、その将来性に期待したい。

謝 辞 本文を執筆するにあたって、日本道路公団から有用な資料を頂きましたことに感謝致します。

参 考 文 献

- 1) 土木学会・鋼構造委員会：鋼・コンクリート複合橋梁の最新の進歩，2001 年 11 月
- 2) Akimitsu Kurita, Osamu Ohya : Recent Development of Steel-Concrete Hybrid Bridges in Japan, Proceedings of the 1st fib congress Session 5 Composite Structures, pp. 217-232, 2002. 10
- 3) 倉田幸宏・宮地 崇・松野憲司：「町屋川橋」プレキャスト PC 床版 4 径間連続合成 2 主桁桁橋の検討，石川島播磨技報，pp. 191～196，2001 年
- 4) ㈱日本道路協会：道路橋示方書・同解説Ⅱ：鋼橋編，平成 14 年 3 月
- 5) 永山弘久・西岡秀和・永谷秀樹・能登有恩：鋼・コンクリート複合トラス橋（椿原橋）の設計，宮地技報 No. 17, pp. 3～19，2001 年 12 月
- 6) 第二名神高速道路 栗東橋—波形鋼板ウェブ PC エクストラードード橋—パンフレット
- 7) 望月秀次・山田 稔・安藤博文・縄田俊文・高田嘉秀・宮地真一：鋼・PC 混合橋（新川橋）の設計と施工，橋梁と基礎，Vol. 34, No. 11, pp. 2～8，(株)建設図書，2000 年 11 月
- 8) 中村和典・今泉安雄・兼重 寛・中東 剛・佐々木保隆・小川尊直：今別府川橋の設計・施工—張出し架設工法を用いた鋼 2 主桁複合ラーメン橋—，橋梁と基礎，Vol. 34, No. 12, pp. 2～9，(株)建設図書，2000 年 12 月
- 9) 第二名神高速道路 池山高架橋，パンフレット

《図書案内》

JCI 2002

コンクリート工学年次論文集 Vol. 24

＜CD-ROM 版＞

B5 判・1730 ページ (No. 1)，1644 ページ (No. 2) の 2 巻分を集録
定価 31 500 円 (税込)，会員特価 21 000 円 (税込)／送料 400 円

* 印刷版論文集は完売いたしました。

●申込先：(社) 日本コンクリート工学協会「書籍販売係」

〒102-0083 東京都千代田区麹町 1-7 相互半蔵門ビル 12 階／電話 (03) 3263-1573

〈申込方法〉 書籍名・送付先を明記のうえ，前金 (現金書留) にてお申込み下さい。