

## 報告

## 高速道路の床版取換技術とその施工条件

大田 孝二

博（工）、NPO 法人 道路の安全性向上協議会 理事（〒108-0074 東京都港区高輪 4-8-9-502）

わが国では建設依頼 50 年以上の供用を経た高速道路も出現し、補修を要する橋梁やトンネルなどが話題になっている。鋼橋の床版取替の多くは、供用を中止した状況下で施工されており、その床版取替工法の実態を報告する。今後、徐々に交通量の大きな箇所での床版取替に移行することになるが、その施工条件は一般道の条件に近づき、その床版取替工法は一般道に適用できる可能性がある。高速道での今後の床版取替技術が一般道の橋梁にも活用・転用できることを期待し、一層の工法開発、技術開発を期待したい。

キーワード：床版取換，供用中止，交通切替え，高速道路，一般道路

## 1. はじめに

NEXCO では建設から 50 年を経過した高速道路の路線が出現し、橋梁を始めとした多くの構造物に改良・改築が要求されるにいたっている。NEXCO 各社は 2015 年から 15 年計画で、高速道路リニューアルプロジェクトと称し、多くの路線で鋼橋の床版取替を実施している。

筆者はそのうちのいくつかの床版取替の現場に立ち会うことができ、床版取替技術の最近の実態を見学することができた。15 年計画の最初の 5 年が経過しようとするタイミングではあるが、この 5 年の間にも新たな工法による床版取替がなされてきており、これからの 10 年の一層の技術開発を期待したいと考えている。

一方で、わが国の橋梁技術の発展を振り返ると、その発展の原動力は、高速道路の多くの橋梁建設における技術開発ではなかったかと考える。現在高速道路で実施されている床版取替の技術もまた国道や県道以下の橋梁に適用、応用できる技術を含んでおり、その技術開発やノウハウは高速道路の橋梁の何倍もの数の一般道の橋梁に適用・応用されることが期待される。

ここでは、現在高速道路で実施されている床版取替技術の現状を報告し、今後予想される一般道の床版取替との施工条件の相違を考慮し、現在の技術の適用性を検証することとする。

2. 高速道路の床版取替技術の現状<sup>1)</sup>

床版取替の技術はこの 5 年間でも大きく変化してきている。プレキャスト（以下 PCa）のプレストレス導入（以下 PC）パネルを用いることはほぼ共通であるが、例えば

パネルとパネルの継ぎ目は当初はループ継手<sup>2)</sup>（図 2.1 上側）で接続していたが、継手幅を縮小するためのいくつかの工夫がみられる。また、さらにこの継手幅の一層の短縮を図り、同時に継手部をも PC 化とし、橋軸方向のプレストレスをも導入する取換え技術も出現してきている。

これらの技術開発によってパネル継手部や壁高欄の現場打設部が改善され、現場施工が省略あるいは皆無に近くなり、現地の作業が簡素化して工期の短縮が実現するようになっている。ここではこれら技術開発の流れを紹介する。

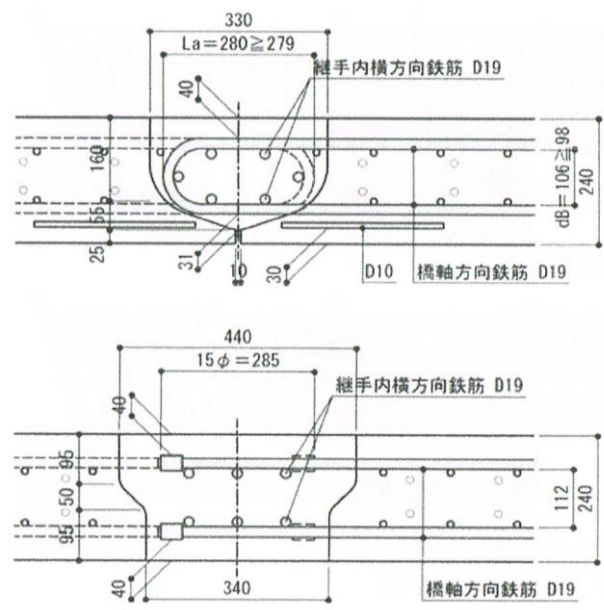


図 2.1 ループ継手と初期のエンドバンド継手<sup>3)</sup>

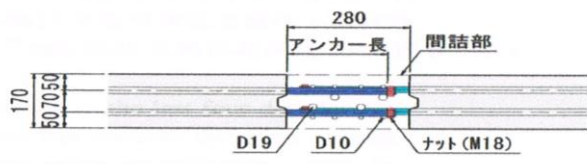


図 2.2 最近のエンドバンド継手<sup>3)</sup>



写真 2.1 パネル間継手のエンドバンド継手



写真 2.2 主桁部のパネル間の RC 構造の継手

## 2.1 パネル間継手の技術開発

床版のパネル継手部は、当初、いわゆるループ継手と呼ばれる鉄筋コンクリート (RC) 構造の継手構造が採用されてきた。床版の PCa 部は PC 構造であるが、継手部が RC 構造であり、床版全体から見れば PC と RC が交互に現れるという変わった構造となっている。

RC の継手部の配筋仕様はレオンハルトの配筋法<sup>2)</sup>に倣っており、ループの中に鉄筋を挿入する必要から道路幅員の外側からの鉄筋挿入を行わざるを得ない配筋法となっていた。

この不便の解消を図り、いくつかの改善案が開発された。一つは、ループ継手の型枠目的の部分 (通称アゴと呼ばれる) を廃止し、床版厚を薄くして床版下面からの現場型枠で対応する RC 構造である。図 2.1 の下側の図のように PC パネルから突出した鉄筋はループ形状ではなく、写真 2.1 に示されるように直線状で、鉄筋先端にねじを切ってナット止めをしたり、鋼製のエンドバンドがかしめて取り付けられているものもある。継手は RC 構造で変わりはないが、鉄筋の引張力をコンクリートの付着のみではなく、支圧をも期待した定着構造とし、配筋を簡略化している。

レオンハルトの接続部鉄筋配置をそのまま継続し、配筋上の工夫を行った事例も見られる。写真 2.2 は床版の曲げが小さい主桁近くの位置を選んで橋軸方向鉄筋の位置やサイズを変え、この位置から橋軸直角方向に鉄筋を

挿入する方法である。こうすることで鉄筋挿入の施工が簡略化される。挿入する橋軸直角方向鉄筋は、短くして重ね継手とする例が多い。ある例では写真 2.3 のように主桁近くの橋軸方向鉄筋をフック形状のカプラー継手とし、カプラーの着脱を利用して橋軸直角方向鉄筋の挿入を一層容易にした例も見られた。

最近の試みではあるが、パネル間継手に新たな試みがなされている。敷き並べ後に橋軸方向にも現場でプレストレスを導入する二方向 PC 床版である。パネルの間隔は 2~3cm で、上記の RC 部分はなく、構造的には PC 構造のみとなる。パネルの敷き並べ状況を写真 2.4 に示す。パネルの精度などから、ランプ部など横断縦断の勾配変化が大きい箇所では使いにくいことが推測される。このパネルの場合、壁高欄を含めて PCa 化が可能となる。

二方向 PC 床版のデメリットをいくつか挙げておこう。まずはパネルのコストアップである。PC 鋼材を両方向に用いることによるコストアップ、また、接続部が数 cm という間隔幅となるために生じる精度管理の厳しさや、現場でのプレストレス導入作業などによるコストアップ等が生じると考えられる。写真 2.5 では PCa パネル端部相互を直角に対面させる目的から、徐々に変化する曲線部の床版パネル端部の工夫がみられる。これらもコストアップ要因の一つと考えられる。

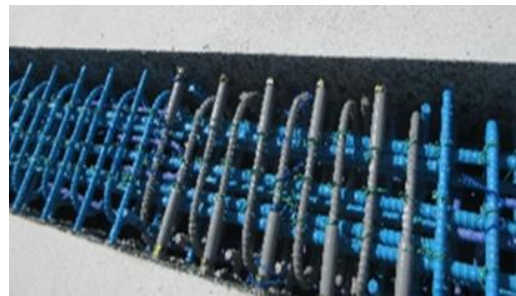


写真 2.3 継手部のカプラー継手



写真 2.4 2方向 PC 床版パネルの接続部



写真 2.5 二方向 PC パネルの特殊端部



写真2.6 壁高欄の現場鉄筋の組み立て

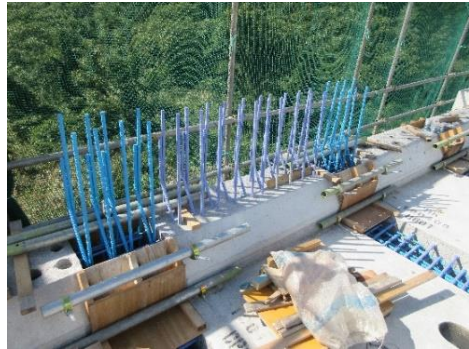


写真2.8 壁高欄の一部高さをPCaとした例



写真2.7 PCa スラブ壁高欄の現場打設状況



写真2.9 連続壁高欄部のカプラー継手

## 2.2 壁高欄の接続工法

PCaの床版パネルを用いた場合でも、壁高欄の施工は現場での配筋、打設が当初は一般的であった。初期の現場配筋の様子を写真2.6に示す。いうまでもなく現場作業として鉄筋組立、現場での型枠取付け、コンクリート打設、硬化養生、硬化後の型枠撤去などが必要となる。PCのPCaパネルを用い、壁高欄をも工場製作とした場合、現場でRCの接続部継手を設ける際に、写真2.7のように現場での鉄筋組立て、型枠作業が必要である。

現場での作業を少しでも少なくしようとする工夫として写真2.8に示すように、床版パネルと壁高欄の基部を一体として工場製作し、現場では鉛直方向鉄筋と橋軸方向の通し鉄筋を組み併せて打設する例もみられた。二方向PC床版では壁高欄をもすべて工場製作とすることができる。写真2.10にその接続部を示す。ただ、PCaで天端高さや通りの精度を確保することは、かなり大変な作業と想像する。写真2.10に示すように隣接する壁高欄との間隔は2~3cmであり、壁高欄の鉛直方向の角度なども正確でないと壁高欄の通りがきれいには仕上がらない。ランプ部の橋梁などでは横断線形のみならず、縦断線形も変化する。PCaの壁高欄天端の通りの仕上がり精度(とくに横断勾配が変化する壁高欄の鉛直精度はランプ部などではその精度管理は難題である)に現場打設の壁高欄の施工精度がそのまま適用されていると聞くと、精度確保のためにコストアップすることが想像される。合理的な精度の規定を望みたい。

二方向PC床版では、現場作業の配筋、型枠設置、打設、硬化待ち時間など、多くの作業、それに要する施工時間が省略できる。コンクリートの現場打設は雨天を考



写真2.10 二方向PCパネル壁高欄接続部

慮して余裕を持った工程とする必要もあり、また、交通規制を行っての施工であり、渋滞等を心配して交通解放を余裕を持って迎えるためには工期の短縮を図るメリットも大きい。

## 2.3 床版構造以外の補修補強

交通規制して高速道路の補修を大々的に実施する機会には、当然ながら稀有な機会である。そのため現場では床版取替と同時に脚の耐震補強や、桁の落下防止対策、そのための連続化など、今後の橋梁全体の維持管理の効率化を目的として改築を行っているケースも多い。写真2.11は桁の連続化によって伸縮継手をなくする試みである。写真では連続化によって生じる中間支座位の負曲げに対応した上フランジのテンションプレートによる桁接続、水平補剛材の増設、ウェブのボルト添接による補強が見られる。死荷重が作用するため、現場では溶接を用いることができず、精度を確保してのボルト孔の穿孔作業は結構大変な作業と想像する。



写真2.11 支店部の上フランジの連続化

### 3. 高速道路と一般道の施工条件の相違<sup>1)</sup>

#### 3.1 高速道路の床版取替の施工条件

過去、高速道路で採用されてきた技術が一般道に適用される事例は多い。最近では少主桁構造やそれに伴うPCa床版や厚肉構造における現場溶接の技術、また、古くは都市内高速道路で生じた鋼構造の疲労対策技術などが挙げられる。今回の床版取替においても一般道に利用できる技術の開発を期待したいところである。

現在、高速道路で行われている主な施工条件を整理すると、その条件は以下のようなものである。

- ①交通止めを行い、通過交通のない状態での床版取替を行っている。
- ②床版はPCaのPCで2車線幅での床版取替(幅員10m程度)が一般的で、パネル継手は橋軸直角方向が多く、橋軸方向のパネル継手がある場合は稀である。
- ③パネル敷き並べのクレーンは橋梁上に置き、パネル上をクレーンが走行して施工している。

これらは高速道路でも条件が整っている箇所での例であり、15年の期間の初期の5年の実施例のため、比較的交通量が小さい箇所から実施したことを示している。ただ、次第に交通量が大きな個所の例も出現してきており、写真3.1に示すロードジッパー<sup>1)</sup>のように、対面交通として供用する車線が3車線以上の場合で朝夕の交通量に大きな差がある場合には、解放する車線のレーン数を朝夕で変更することも実施されている。



写真3.1 ロードジッパー

#### 3.2 一般道の橋梁構造とその施工条件

一般道では歩道部が車道に比べて1段高くなったいわゆるマウントアップ構造などの橋梁もあり、高速道路の橋梁構造とは異なる床版構造も多い。また、施工は半幅での施工が多く、都市内に見られる幅員が大きな橋梁では幅員の1/3ずつ施工するような事例もある。交通止めができない橋梁も多く、信号機を利用して半幅の施工を昼夜兼行で行う施工や、夜間のみ施工で昼間は全幅を開放する現場もある。また一般に高速道路に比べて橋梁規模は小さく、その意味でPCaとした床版パネルのロットはまとまらず、PCaを採用するにはコスト面で不利な状況といえるかもしれない。

ただ言えることは、繰り返しになるが、一般道の橋梁の数の多さである。高速道路が供用されるはるか前から供用された橋梁も多く、損傷床版を抱えた橋梁が多いことは想像に難くない。

#### 4. おわりに

高速道路の床版取替は日本のインフラの維持として重要な位置づけであることは間違いない。そして、一般道の床版の維持管理もまた、我が国のインフラ維持の観点からそれと同等以上の重要性を持つ。それら双方の重要性を認識し、高速道路における技術開発、工法開発、試験施工、コスト削減などの技術を一般道の床版取替に適用・応用することを大いに期待するものである。

#### 参考文献)

- 1) 大田, Bridge Slabs, 第2版, 9~10章(pp.92~113) 2020.1. NPO 法人 道路の安全性向上協議会
- 2) F.レオンハルト, E.メニッヒ, 成井信, 上坂康雄他, レオンハルトのコンクリート講座, 1985, 鹿島出版会,
- 3) 吉松, 松井, 大澤, 中山, 床版取換え用プレキャスト PC 床版の合理化継手の開発, 構造工学論文集, Vol.60A, 2014.3, 土木学会