

| |
|-------|
| 鉄道一般 |
| 車両 |
| 施設 |
| 電気 |
| 運転・輸送 |
| 防災 |
| 環境 |
| 人間科学 |
| 浮上式鉄道 |

プレキャストコンクリート部材を用いて高架橋を建設する

プレキャストコンクリート部材を用いた鉄道高架橋は、施工の省力化や工期短縮など多くのメリットがあり、今後、適用拡大が期待されています。鉄道高架橋として数多く建設されているラーメン高架橋は、柱、はり、スラブなど、さまざまな部材で構成されています。そのため、プレキャストコンクリート部材を用いてラーメン高架橋を建設する場合、各部材を接合する必要があります。ここでは、ラーメン高架橋の部材の接合や組み立て方法、プレキャストコンクリート部材を用いた高架橋の建設事例、高架橋のプレキャスト化に関する取り組みについて紹介します。



田所 敏弥
Toshiya Tadokoro
構造物技術研究部
コンクリート構造研究室
室長
【専門分野】コンクリート工学



中田 裕喜
Yuki Nakata
構造物技術研究部
コンクリート構造研究室
副主任研究員
【専門分野】コンクリート工学



岡本 大
Masaru Okamoto
構造物技術研究部
鋼・複合構造研究室
室長
【専門分野】コンクリート工学

はじめに

鉄道建設の現場では、熟練の技能工の減少により、構造物の品質の低下が懸念されています。また、国土交通省より、i-Constructionが提示され、ICTの活用とともにコンクリート構造物の施工の省力化のため、プレキャスト部材の利用が促進されています。

代表的な鉄道構造物であるラーメン高架橋は、列車の走行性や建設コストに優れるため、これまで、数多く建設されてきました。ラーメン高架橋は、高架橋を構成する柱、はり、スラブの各部材が結合されているため、力学的にも優れた構造形式です。その反面、ラーメン高架橋のプレキャスト化にあたっては、各部材を確実に接合する必要があります。工場で製作したプレキャスト部材の接合、組み立ては、ラーメン高架橋のプレキャスト化における重要なポイントであり、これまで、さまざまな取り組みがなされてきました。

プレキャスト化のメリット

場所打ちのラーメン高架橋の建設には、鉄筋の組み立てに熟練した技能工が必要です。また、都市部の改良工事

では、営業線近接の工事が多く、安全確保などの観点から、現場作業をできるだけ少なくすることが求められています。このような背景から、近年、コンクリート構造物のプレキャスト化が求められています。そのほかにも、プレキャスト化には、以下に示すメリットがあります。

- ① 計画的な生産
- ② 工期の短縮
- ③ 品質の安定
- ④ 環境・安全に配慮した施工
- ⑤ 狭隘空間での施工

プレキャスト部材は、工場で製作するため、鉄筋については、設置誤差が小さいこと、また、コンクリートについては、生産効率をあげるため、コンクリートの配合は、比較的セメント量が大きく、蒸気養生(☞参照)が用いられることから、品質が安定します。

☞ 蒸気養生

コンクリートの硬化を早めることを目的として、高温の水蒸気中で行う促進養生の総称。大気圧下で行う常圧蒸気養生と、高温高圧下で行うオートクレーブ養生があります。



図1 プレキャストはり・スラブの施工



図2 営業線直上のプレキャスト高架橋の施工

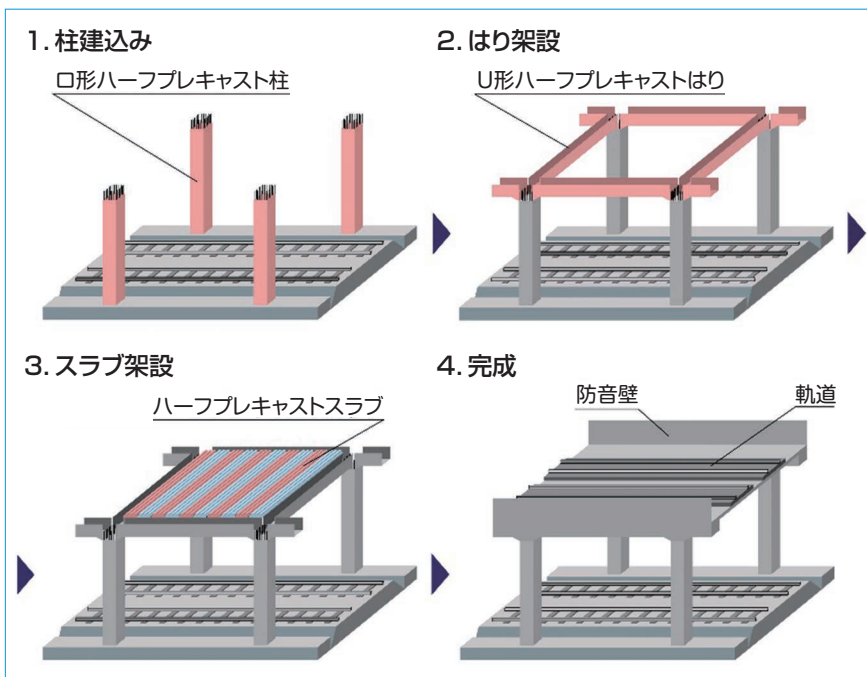


図3 プレキャスト高架橋の架設・組み立ての例

表1 プレキャスト高架橋の架設・組み立て

| | |
|------------------|--|
| ステップ1 【柱建込み】 | 基礎を施工した後、プレキャスト柱を建込み、中詰めコンクリートを打ち込みます。 |
| ステップ2 【はり架設】 | プレキャストはりを架設し、固定金具を用いて柱に固定します。 |
| ステップ3 【スラブ架設】 | プレキャストスラブを架設し、はりおよびはりと柱の接合部、スラブにコンクリートを打ち込みます。 |
| ステップ4 【完成】 | 軌道などの施工を行い、プレキャスト高架橋が完成します。 |

架橋を構築した蒲田高架橋（京急電鉄、2010年）があります（図2）。最近では、北陸新幹線福井開発高架橋（施工中）²⁾などでプレキャスト高架橋が建設されています。

プレキャスト高架橋の建設事例

近年、鉄道構造物の建設時における施工の制約が大きくなっているため、プレキャストコンクリート部材を用いたラーメン高架橋（以下、プレキャスト高架橋）の建設事例が増加し、今後、さらなる適用拡大が期待されています。

プレキャスト高架橋のおもな建設事例¹⁾は、建設用地や工期の制約により、はり、スラブをプレキャスト化したあおなみ線高架橋（名古屋臨海高速鉄道、2004年）（図1）、住宅密集地の営業線

直上に高架橋を建設するため、工期、環境および安全対策の観点から、はり、スラブをプレキャスト化した東横線複々線化にともなう元住吉駅付近高架橋（東急電鉄、2006年）、また、営業線間という狭隘な用地における安全対策と工期の制約で、スラブをプレキャスト化したおおさか東線久宝寺駅付近高架橋（JR西日本、2008年）などがあります。さらに、柱、はり、スラブすべてをプレキャスト化した事例として、住宅密集地の営業線直上に大規模に高

プレキャスト高架橋の施工方法

プレキャスト高架橋の実績の多くは、ハーフプレキャスト部材とよばれるコンクリート部材が用いられた工法です。ハーフプレキャスト工法は、工場で作成した柱、はり、スラブを現場へ運搬し、クレーンなどで架設した後、コンクリートを打ち込み接合する工法です（図3、表1）。ハーフプレキャスト部材は、コンクリート硬化後、構造部材の一部として機能し、現場で打ち込まれたコンクリートと一体となって荷重

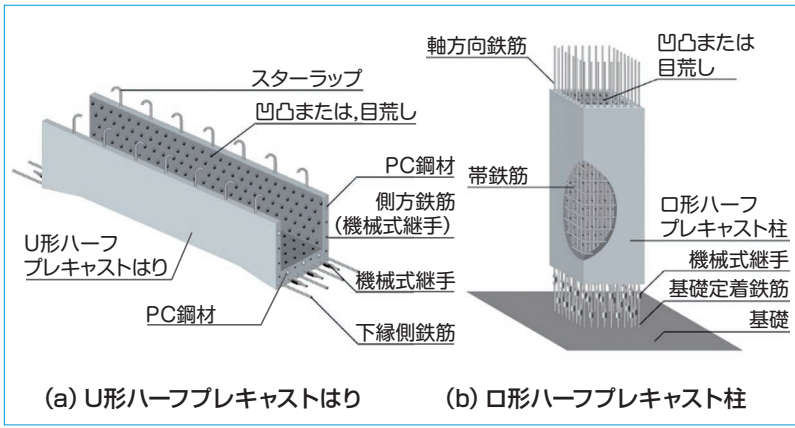


図4 プレキャスト部材の例

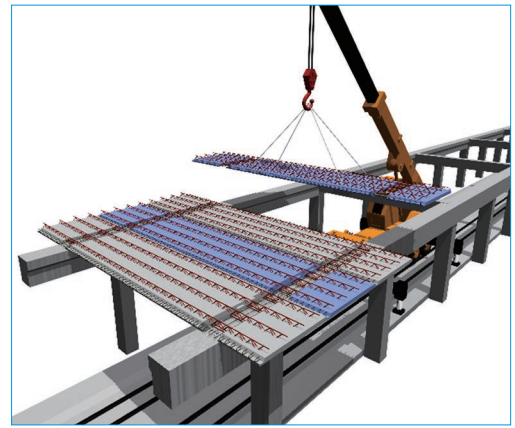


図5 狭隘な用地内からのスラブの架設の例



図6 片持ちスラブの架設(支保工あり)



図7 一体化プレキャストスラブの架設(支保工なし)

に抵抗します。ハーフプレキャスト部材は、コンクリート部材の外殻であるため、軽量で、運搬、架設に適しています(図4)。また、プレキャスト部材どうしの接合面は、構造および耐久性において、弱点箇所となるおそれがありますが、ハーフプレキャスト部材では、現場で打ち込むはりと柱の接合部内となります。なお、架設は、クレーンが配置できる側道や作業ヤードがある場合は、移動式クレーンにより行いますが、スペースがない場合は、狭隘な用地内からの架設を行うか、あるいは移動式の直接高架施工機などによって架設します(図5)。

囲まれた中間スラブとはりの外側に設置する片持ちスラブで構成されています。スラブを現場で打ち込む場合、型枠と支保工の配置が必要となります。プレキャストの中間スラブを用いる場合、中間スラブを縦ばりに架設できるため、型枠と支保工が不要となります。しかし、片持ちスラブでは、先端部分に支保工が必要です(図6)。このため、片持ちスラブと中間スラブを一体化したプレキャストスラブが開発されています(図7)。このスラブは、片持ち部の支保工が不要となるだけでなく、一括架設が可能となり、施工スピードの向上が図れます。

めコンクリートを打ち込むハーフプレキャストのはり、柱が用いられてきましたが、最近では、中詰めコンクリートの打ち込みが不要なフルプレキャスト部材、さらに、はりと柱の接合部をプレキャスト化した工法²⁾が開発されています(図8)。北陸新幹線福井開発高架橋では、この工法を用いて、ラーメン高架橋を建設しています(図9)。フルプレキャスト高架橋では、プレキャスト部材どうしを接合するため、接合面を有する部材の耐震性能や疲労耐力を載荷試験³⁾により確認しています(図10)。フルプレキャスト部材を用いることによって、現場におけるコンクリートの打ち込み作業を減らすことができるため、さらなる施工の省力化が期待されます。

プレキャストスラブの改良

ラーメン高架橋のスラブは、はりで

フルプレキャスト高架橋の建設

従来は、コンクリートの外殻に中詰



図8 プレキャスト化されたはりとの柱の接合部



図9 フルプレキャスト高架橋

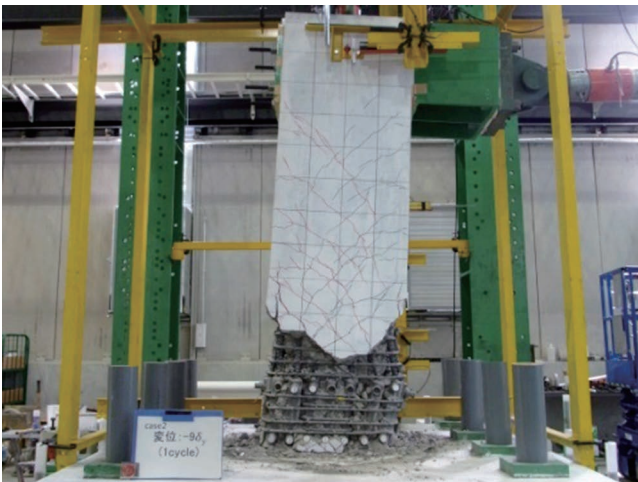


図10 プレキャスト柱の正負交番荷重試験



図11 簡素化されたはりとのスラブの接合部

プレキャスト化を前提とした設計

プレキャスト高架橋では、部材の接合に機械式継手(☞参照)が用いられます。機械式継手の使用にあたっては、設計時に、継手径を考慮したかぶり(☞参照)、さらには、継手の配置や強度を検討する必要があります。また、通常は、はりとのスラブのコンクリートを同時に打ち込むため、一体として設計します。しかし、プレキャスト部材で

は、別々に製作するため、一体を前提としない設計を行うことで、はりとのスラブの接合方法の簡素化が図れます(図11)。

施工段階でプレキャスト化の検討を行うと、設計の再検討だけでなく施工の省力化もできなくなる場合がありますため、設計段階からプレキャスト化を前提とした設計を行うことが、重要となります。

☞ 機械式継手

スリーブやカブラーといった筒状の部品を介して鉄筋を機械的に接合する方法。複数の接合方式がありますが、プレキャスト部材どうしの接合では、スリーブにモルタルなどの充填材を注入し、一体化するモルタル充填継手が用いられます。

☞ かぶり

鉄筋や継手からコンクリート表面までの距離。コンクリート構造物の耐久性を高めるためには、決められたかぶりを確保する必要があります。コンクリートの品質や建設地点の環境に応じて、確保すべきかぶりが定められています。

おわりに

代表的な鉄道構造物であるラーメン高架橋のプレキャスト化の取り組みを紹介しました。プレキャスト化の技術は、今後の労働人口減少に対応していくために、さらなる進歩、適用拡大が期待されています。**RRR**

文献

- 1) 黒岩俊之, 王肇明, 服部尚道, 小西哲司: 狭隘な市街地の連続立体交差事業の課題を解決する鉄道高架橋のプレキャスト化, コンクリート工学, Vol.56, No.9, pp.719-724, 2018
- 2) 喜多直之, 三倉寛明, 岡本大, 田所敏弥: 建築プレキャスト工法の鉄道高架橋への展開, コンクリート工学, Vol.55, No.9, pp.815-819, 2017
- 3) 鉄道総合技術研究所: モルタルスリーブ継手を用いたプレキャストラーメン高架橋の設計・施工指針, 2015