

鏡川橋における混合橋(鋼・PRC)の施工について

ドーピー建設工業(株) 東北支店 工事部 正会員 ○廣澤 義晴
 東日本高速道路(株) 東北支社 仙台工事事務所 飯田 茂
 新日本製鐵(株) 相模原技術センター鋼構造設計部 岡本 有造
 ドーピー建設工業(株) 東北支店 工事部 正会員 山崎 正弘

1. はじめに

常磐自動車道は埼玉県三郷市から千葉県・茨城県・福島県を経由して、宮城県仙台市に至る 350 km の高速道路である。現在までに約 200 km が開通しており、宮城県内では山元 IC(仮称)～亶理 IC間(11.9 km)で建設を進めている。

鏡川橋は、山元～亶理間のほぼ中央に位置し、汽水湖となっている鳥の海に注ぐ4本の並列する排水路に架かる橋梁である。

鏡川橋は橋長 196.9mの3径間連続混合箱桁橋である。その中央部の支間長は、排水路全体をまたぐ必要性から94.5mと大きなものとなっている。

混合橋における重要な部位としては、異種材料である鋼部材とコンクリート部材をつなぐ接合部が挙げられる。接合部は鋼桁とコンクリート桁の力の伝達を確実にを行う構造であることが必要であり、本橋では「中詰コンクリート方式」と呼ばれる接合部全体をコンクリートで充填する接合構造を採用した。(写真-1)

本文は、施工において重要課題となった接合部の試験体施工を中心に報告する。

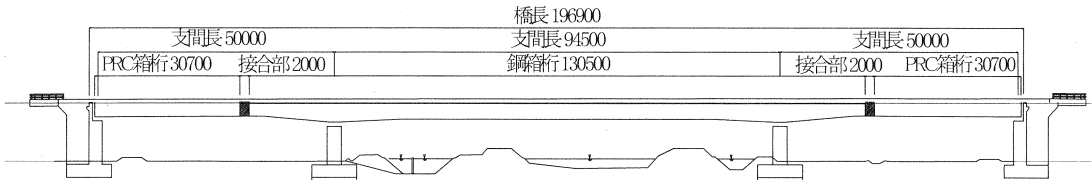


図-1 橋梁一般図

2. 工事概要

本工事概要は以下のとおりである、表-1に主要材料の数量を示す。

工事名称：常磐自動車道 鏡川橋(鋼・PC上部工)工事

工事場所：宮城県亶理郡亶理町長瀬～逢隈高屋地内

工 期：平成15年12月3日～平成17年12月21日

発注者：東日本高速道路株式会社 東北支社 仙台工事事務所

構造形式：3径間連続箱桁橋+PRC箱桁橋

架設方法：鋼桁(送出し架設)PRC桁(固定式支保工)

橋 長：196.900m (桁長：195.900m)

支 間：50.000m+94.500m+50.000m

有効幅員：9.500m

道路区分：第1種第2級B規格

活 荷 重：B活荷重

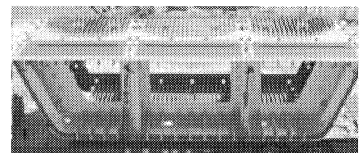
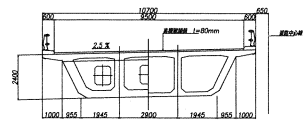


写真-1

表-1 主要数量

種 別	仕 様	単 位	数 量	摘 要
コンクリート A1-1	$\sigma_{ck}=30\text{N}/\text{mm}^2$	m ³	430	鋼桁部
コンクリート P3-2	$\sigma_{ck}=36\text{N}/\text{mm}^2$	m ³	500	PRC部
コンクリート P3-2(A)	$\sigma_{ck}=36\text{N}/\text{mm}^2$	m ³	60	接合部
鉄 筋	SD345	t	190	
PC鋼材	SWPR19 1S28.6	kg	10,416	縦締め

3. 施工順序

施工順序を図-2に示す。

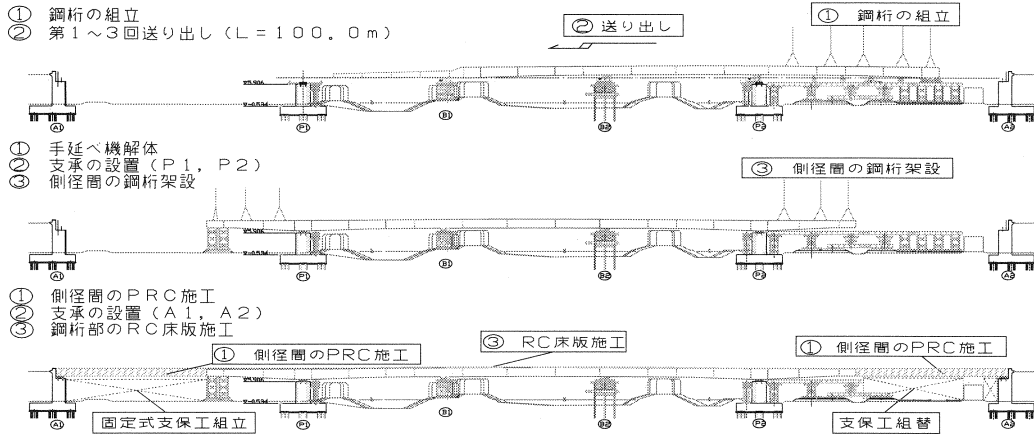


図-2 施工順序

4. 高流動コンクリート

配合・品質は「土木学会高流動コンクリート指針」から自己充填性ランク2の性能基準を満たすものとし、PC桁用コンクリートに「高性能AE減水剤」と「増粘剤」の添加により流動性を付加させるもので、流動性・材料分離抵抗性が要求される。

[主な仕様] 強度 36 N/mm^2 以上、スランプフロー $630 \text{ mm} \pm 50 \text{ mm}$ 、空気量 $4.5\% \pm 1.5\%$

[施工条件] 8月下旬の早朝打設；気温 (25°C 以上)・運搬等時間 (40分) 打設量 $30 \text{ m}^3 \times 2$ 箇所
生コン工場での出荷実績もないため、基準試験から長期に渡り、その性能と特性を検証した。

本橋接合部における高流動コンクリートの配合下記に示す。

表-2 示方配合

目標 スランプフロー (mm)	W/P (%)	S/a (%)	単 位 量 (kg/m ³)							
			C	W	S1	S2	G(20)	高性能AE 減水剤	増粘剤	膨張材
630±50	43.0	51.5	377	175	686	172	847	7.733	0.21	30

5. 試験体施工

5-1 試験確認項目

本橋での混合橋の採用は、全国でも数例で施工実績が少なく、接合部内はスタッドジベル・鉄筋・PC鋼線が非常に密に配置されかつ鋼桁で囲まれているので、本橋での充填性の照査が難しく実物大の部分モデルによる試験体施工を行うこととし、以下の内容を検証することを目的とした。(写真-2)

(1) コンクリートの流動性及び打設状況

- ・配合設計された高流動コンクリートが打設の際に、流動しながら隅々まで自己充填されるかを確認する。(写真-3)
- ・施工実績が少ないため、施工性及び施工速度について計画が妥当であるかを確認する。

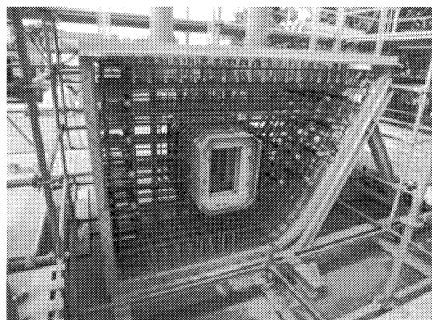


写真-2 試験体

(2) 充填状況の確認

・上フランジ面には、応力を伝達するためのスタッドジベルが多数配置されており、そのスタッドジベルの周辺及び隅角部への充填を確認するため、模型の必要箇所へ透明なアクリル板を使用し、確実な充填を確認する。

(3) 上面に発生する気泡の発生状況

・高流動コンクリートは巻込み等のエアーが多くなり上面に気泡が生じ易いので、発生状況を確認し実施工の際の空気孔の適切な配置、増設等を検討する。

(4) 水和熱による表面のひび割れ状況の確認

・本橋はマスコンクリートのため水和熱により相当の内部温度上昇が予測され、打設直後のひび割れ発生可能性がある。従って、実施工時の鉄筋量の追加の可否を検討する。

(5) MSセンサーによる充填の照査

・PC橋のシーす内のグラウト充填検知や函渠工事の頂版コンクリートの検知などに使用されているMSセンサーを設置して、狭小部及び隅角部への充填を確認する。(写真-4)

(6) スタッドジベル周辺の充填確認

・目視等での充填確認の他に、コンクリートの硬化後のコア採取により、スタッドジベルの充填を確認する。(写真-5)

(7) コンクリートのひび割れ発生状況の確認

・目視等での打設状況の確認の他に、コンクリート硬化後のひび割れ状況を追跡調査し、対策を検討する。

(8) コア採取による骨材の分布状況及び圧縮強度の確認

・試験体から橋軸方向に水平コアを採取し骨材の分布及び強度を確認する。(写真-6)

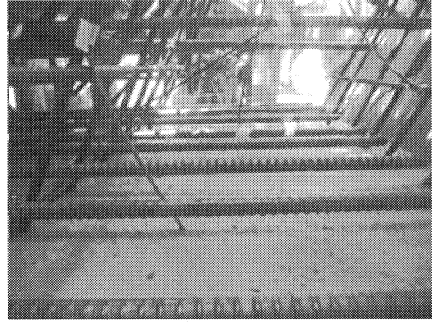


写真-3 試験体内部自己充填状況

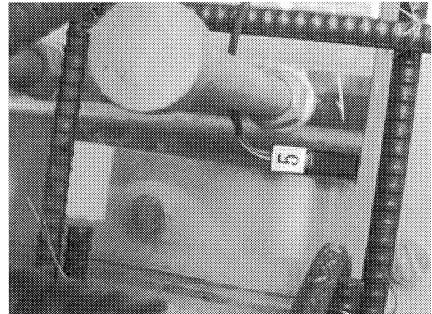


写真-4 MSセンサー

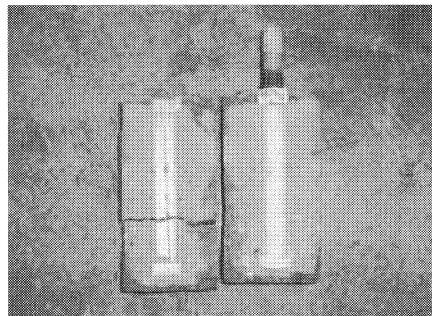


写真-5 スタッドジベル部コア採取

5-2 試験体施工の確認結果

1) コンクリートの流動性及び充填性について

コンクリートの流動性及び充填性については、各項目について満足できる結果となった、特にスタッドジベルの周辺及び狭小隅角部への充填は、目視およびコア採取により充填が確認できた。また、MSセンサーによる充填性についても目視結果と同様な結果が得られた。

2) 計測およびひび割れについて

温度計測については、あらかじめFEM解析結果より、82℃程度まで上昇する結果となったが計測結果でも89℃となり違いはあるものの概ね想定範囲内であった。

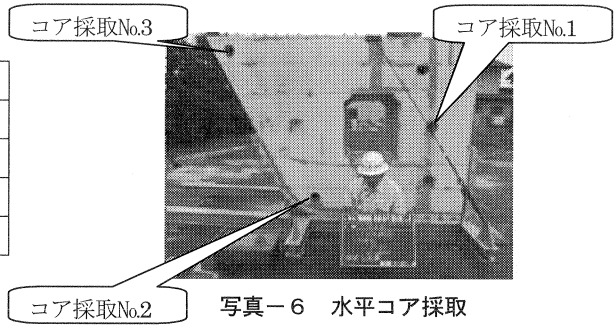
ひび割れについては打設5日後型枠を取り外し試験体を放置した結果、材令14日・28日・56日と調査したがひび割れは発生しなかった。

3) コア採取による骨材の分布状況及び圧縮強度について

材令22日後に試験体よりコア採取し切断および研磨を行い供試体質量により、見かけ密度は $\pm 80 \text{ kg/m}^3$ 程度のばらつきであった、全体的には骨材が中央から下の方に偏りが見られた。また、材令28日圧縮強度については、ほぼ同様な結果が得られた。(表-3参照)

表-3 見掛け密度・圧縮強度

採取箇所	見掛け密度	圧縮強度
供試体(試体)	2,360 (kg/m ³)	46.0 (N/mm ²)
コア採取No.1	2,320 (kg/m ³)	43.8 (N/mm ²)
コア採取No.2	2,360 (kg/m ³)	46.0 (N/mm ²)
コア採取No.3	2,210 (kg/m ³)	44.4 (N/mm ²)



4) 試験体施工から本施工に反映されたこと

上フランジ面に気泡の残留が約4mm程度の厚さであり応力伝達の即時性を向上するため、バキュームによる強制的な気泡排除を行った。さらに、本施工では、①上フランジより20cmのところ一度打設を休止しコンクリートをおちつかせた、②打設時の巻込みエアーを少なくするため落下高さを低く抑えた、③出荷時の空気量も規格範囲内で低く抑えた、といった対策を施した。

充填性については試験体施工で確認されているが上フランジ面に気泡が発生したため、本施工ではMSセンサーの配置とバキュームでの吸引効果を確認した。

6. 本橋の施工

本工事は鋼箱桁部の架設を平成17年1月から3月までに完了した。PRC箱桁部の施工は5月から開始し接合部を8月下旬に施工し、鋼桁部床版コンクリートを10月下旬から11月上旬で行い以後橋梁付属物工の施工を行った。

6-1 鋼箱桁部の架設

鋼箱桁部の架設工法は、現地状況を考慮して送り出し工法を採用した。主な設備として、P2橋脚～A2橋台間にベントと軌条桁による送り出しヤードを組立て、P1～P2橋脚間の河川管理区域内に送り出しを支持するベントを2基設置した。桁の送り出しには鉛直ジャッキ能力300tの送り出し装置を使用し、送り出しヤード長の制約から3回のステップに分けて桁の組立・送り出しを行った。

6-2 PRC箱桁の施工

PRC箱桁部は鋼箱桁部の架設とA1・A2橋台の完成後に着手した、現地状況より固定式支保工による施工となった。また、側径間のPRC桁及び接合部の施工は鋼桁の架設後となり、接合部の高流動コンクリートの弱材令中に、鋼桁が温度伸縮するため引張が生じるなどの悪影響が懸念されるため、接合鋼桁端部の添接部のボルト本締めはPRC桁の緊張後に行った。

7. おわりに

鏡川橋(鋼・PC複合上部工)工事は平成17年1月に着工以来厳しい工程の中、平成17年12月に無事工事を完成することかできました。全国の施工実績は6橋と少なく、東北地方での採用は初めてで今後同種の橋梁建設の参考になれば幸いである。

最後に本橋の施行に当たり東日本高速道路株式会社東北支社仙台工事事務所および関係各位の方々の多大なるご指導、ご助言を頂いたことに深く感謝の意を表します。

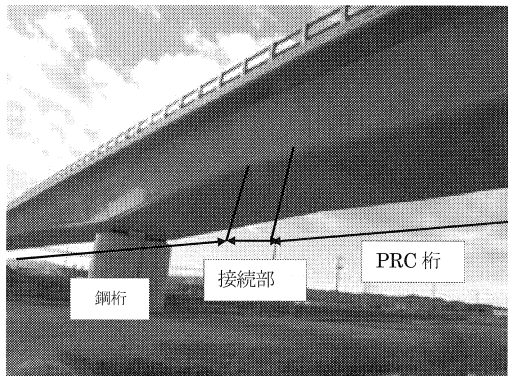


写真-7 接合部付近