

アンバランスな支間割を有する3径間連続ラーメン箱桁橋の張出し施工について —大滝根川橋—

(株)ピーエス三菱 正会員 工修 ○大沼礼亨
 (株)ピーエス三菱 正会員 遠藤 靖
 東日本高速道路(株) 横尾和嗣
 東日本高速道路(株) 塩畑英俊

1. はじめに

大滝根川橋は、磐越自動車道の4車線化に伴い船引三春IC~小野ICの大滝根川に架設され、PC3径間連続ラーメン箱桁(桁長199.1m)とPRC4径間連続2主版桁橋(桁長104.8m)で構成される。本橋の設計・施工の課題は以下の通りであった。1) PC3径間連続ラーメン箱桁部の支間構成のアンバランスの影響を考慮し、移動作業車荷重以外のカウンターウェイトを必要としない施工ステップ及び桁高の検討を行った、2) 12月~3月まで冬期期間となりグラウト施工が不可能であるため、架設内ケーブルに砂付き樹脂被覆PC鋼材を使用することによって防錆対策を講じ、その定着具・PC鋼材に関する性能確認試験を実施した、3) 架設内ケーブルPCグラウトの施工管理に新しいグラウトの管理手法を適用した。本報告では、これらの課題について報告するものである。

2. 橋梁概要

工事名 : 磐越自動車道 大滝根川橋(PC上部工)工事
 発注者 : 東日本高速道路株式会社(旧日本道路公団)東北支社
 工事場所 : 福島県田村市船引町大字春山地内
 工期 : 平成16年10月15日~平成19年2月1日

図-1に橋梁一般図および工事計画工程表を、写真-1に工事着手前の状況を示す。

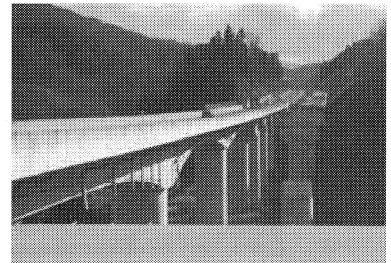


写真-1 着手前

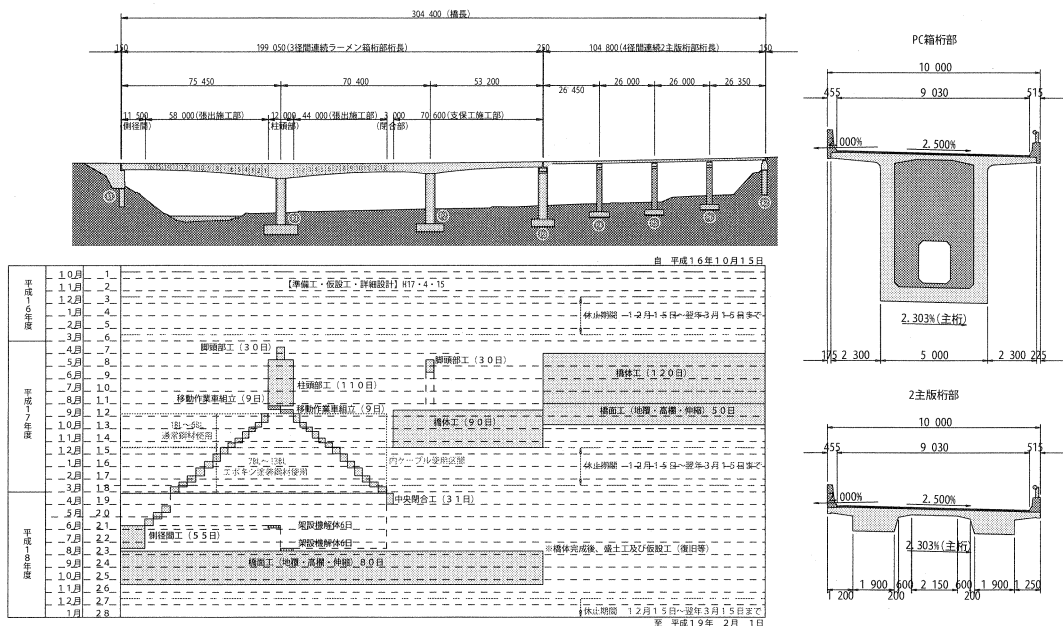


図-1 橋梁一般図および工事計画工程表

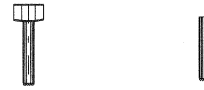
3. 設計・施工上の課題と解決策

3. 1 支間構成によって発生するアンバランスへの対処

図-2に、施工ステップ図を示す。

図-2に示すとおり、P1 張出架設部を対称ブロックまで張出架設し、中央閉合を先行させて、最後に A1 側の残りの張出ブロックおよび A1 側径間部を施工するステップとした。これにより A1 側のアンバランス分のブロックの施工によって発生するアンバランスモーメントに対して、P1~中央径間~P2 によって構成される π ラーメンで抵抗することが可能となる。図-2に示すステップにてカウンターウェイトを移動作業車荷重程度に抑えるためには、P1~中央径間~P2 によって構成される π ラーメンの剛比が非常に大きな影響要因となる。従って、中央径間の最適桁高をトライアルし、応力度的に問題のない桁高を求めた。図-3は、各検討断面での応力度を抽出したものである。桁高 H=3500mm の場合は、P1 橋脚下端で鉄筋応力度が許容値を満足しない。また、桁高 H=4000mm および桁高 H=4500mm の場合については、双方とも鉄筋応力度ならびにコンクリート応力度は満足している。しかし施工数量を比較すると、表-1に示すとおり、コンクリート体積の変化のみの違いであるため、コストを比較すると H=4000mm の方が明らかにメリットがある。従って本橋においては、図-2に示す施工ステップで、中央径間の桁高を H=4000mm とすることとした。

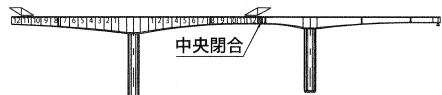
Step1 柱頭部施工



Step2 P1対称ブロック張出施工 P2支保工施工
Step3 中央径間吊支保工荷重載荷時



Step4 中央閉合部施工



Step5 P1残りブロック張出施工



Step6 A1側径間部施工



Step7 橋体完成



図-2 施工ステップ図

表-1 検討桁高の概略数量

項目	単位	H=3500	H=4000	H=4500	
コンクリート体積	m ³	1879.9	1896.2	1912.7	
PC 鋼材	内ケーブル	kg	20101	20101	20101
	外ケーブル	kg	52238	49101	49106

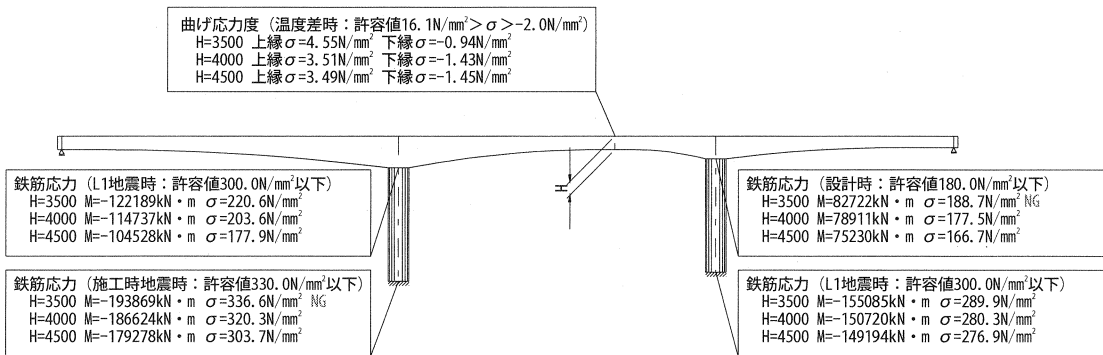


図-3 桁高の違いによる応力度の比較

3. 2 架設内ケーブルに対する防錆対策

本橋は寒冷地であるため、12月～3月までは日平均気温が5度を下回り、グラウトの施工が不可能となることが想定された。その際、グラウトの施工が不可能となる約4ヶ月間に、緊張された架設内ケーブル(PC鋼材は住友電工スチールワイヤー(株)製、定着工法はディビダーク工法)が、シース内で発錆しないよう、架設内ケーブルの防錆対策として砂付きエポキシ樹脂塗装 PC 鋼材を使用することとした。本橋においては、使用する架設内ケーブルに対して各種試験を実施し、その品質保持を確認することとした。

1) 砂付きエポキシ樹脂塗装 PC 鋼材とコンクリートならびに定着具との性能確認試験

JSCE-E 503 に準拠し、砂付きエポキシ樹脂塗装 PC 鋼材とコンクリートならびに定着具との性能確認試験を行った。試験の結果、表-2 および表-3 に示すとおり JSCE-E 503 に示す判定を満足した。

2) 砂付きエポキシ樹脂塗装 PC 鋼材の腐食抵抗性試験

砂付きエポキシ樹脂塗装 PC 鋼材の塗膜が、ポリエチレンシース内で擦れながら挿入される際に損傷し、その耐久性を損なわないことを確認する腐食抵抗性試験を行った。

無張力状態における確認試験では、PC 鋼材を温度 40℃、湿度 80% の恒温恒湿装置に入れて約 4 ヶ月放置し、腐食の状況を確認した。また、高張力状態における確認試験では、PC 鋼材に緊張力を与えた簡易供試体を作成し、それをグラウト施工不可能となる冬期間橋面に暴露して、PC 鋼材の発錆の有無及びその状況を確認することとした。写真-2 に 4 ヶ月恒温恒湿装置に放置した PC 鋼材を、写真-3 に橋面暴露試験後の PC 鋼材を示すが、いずれの PC 鋼材も有害な錆を発生していなかった。

3) 砂付きエポキシ樹脂塗装 PC 鋼材の付着性能試験

砂付きエポキシ樹脂塗装 PC 鋼材とグラウトおよびコンクリートとの付着性能を確認する付着性能試験を行った。供試体は、PC 鋼より線に普通 PC 鋼より線を使用したものと、砂付きエポキシ樹脂塗装 PC 鋼材を使用したものの 2 体を作成した。試験結果は図-4 に示すとおり、いずれの供試体も設計耐力値(252.0kN)を上回った。また、ひび割れ本数は、通常鋼材の供試体が 8 本に対し、砂付きエポキシ樹脂塗装 PC 鋼材の供試体が 9 本と 1 本多く、砂付きエポキシ樹脂塗装 PC 鋼材を使用した試験体のひび割れ分散性が、通常の PC 鋼より線を使用した試験体と比較して同等以上であることを確認した。

表-2 定着具とコンクリートを組合わせた性能試験結果

荷役段階	緊張力(kN)	最大ひび割れ幅(mm) (0.100 以下)
0.7Pu	2192.4	0.050
0.9Py	2397.6	0.100

表-3 定着具と PC 鋼材を組合わせた性能試験結果

荷役段階	荷役荷重(kN)	定着効率(%) (95.0%以上)
0.95Pu	2975.4	95.0
Max	3012.2	96.2

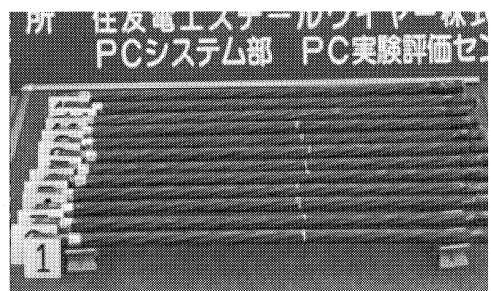


写真-2 腐食抵抗性試験結果(無張力状態)

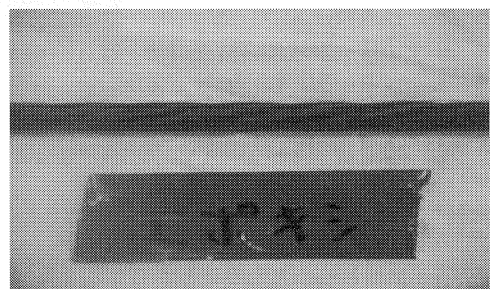


写真-3 腐食抵抗性試験結果(高張力状態)

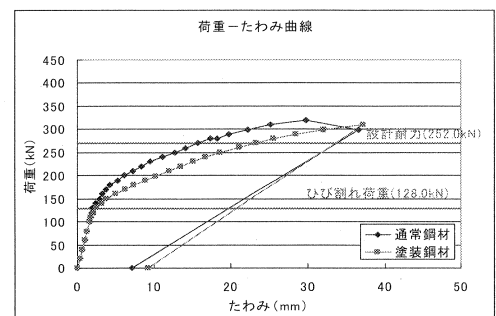


図-4 荷重-たわみ曲線

3. 3 PC グラウトの管理手法

本橋におけるPC グラウトは、構造物施工管理要領¹⁾に示す手法を用いて管理することとした。

1) 実施詳細設計段階でのPC グラウトへの配慮

実施詳細設計を行うに当たり、特にPC 鋼材配置について留意した。PC 鋼材が2 段以上配置されていると、硬化後における充てん確認検査において、現状の非破壊検査手法ではPC グラウトの充てん確認が困難であるため、PC 鋼材の鉛直方向の配置は床版内に1 段配置とした。また、その非破壊検査精度がPC 鋼材の配置間隔及び深さにも影響を受けるため、PC 鋼材の断面配置は間隔125mm 以上、深さ200mm 以内とした。PC 鋼材の鉛直方向配置角度は、10° 以下の場合において、PC グラウトの粘性に関わらず充填されることが確認されているので、ケーブルの鉛直方向の最大配置角度を10° 以下に設定した。

2) PC グラウトの計画

表-4 グラウト注入圧力の計算

ダクト・管路	内径	長さ	注入圧力(Mpa)			備考
	(mm)		単位当	全長当	累計	
排出ホース	19.0	1.0	0.059	0.059	0.059	
ダクト	80.0	60.0	0.008	0.480	0.539	
注入ホース	19.0	1.0	0.059	0.059	0.598	<Pmax= 0.6 Mpa
ポンプホース	25.4	30.0	0.022	0.660	1.258	
ΣP					1.258	<Pmax= 2.0 Mpa

PC グラウトは、主桁の橋面線形および主桁の上げ越し量を考慮して最も低い位置から高粘性混和剤を使用して注入する計画とし、表-4 に示す注入圧力の計算結果から、本橋ではシース長60.0m 以上ものについては、ステップバイステップによって注入する計画とした。

3) PC グラウト充てん確認

PC グラウトの充てん状況を、注入時はMS センサーで、硬化後は広帯域超音波探傷法

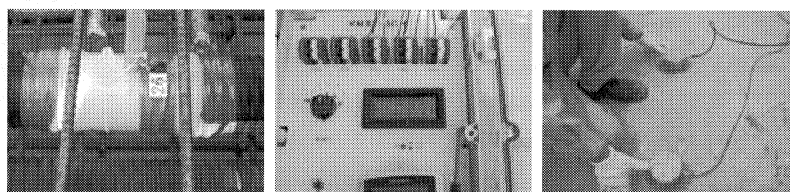


写真-4 MS センサーとその検測値ならびに広帯域超音波探傷試験実施状況

を用いて確認した。写真-4 に充てん試験状況を示す。現段階では、注入時のPC グラウトの充てんを確認した(硬化後の検査は解析中)。

4. まとめ

本橋は平成18年5月現在、鋭意施工中である(写真-5)。設計・施工を通じて、次のことが確認できた。



写真-5 平成18年5月時状況

- アンバランスな支間割を有する3 径間連続PC ラーメン箱桁橋は、その支間構成によるが、施工ステップや桁高の変更により、カウンターウェイトを設置することなく設計および施工することができた。
- 寒冷地においてPC グラウト施工不可能時期が工程内に存在する場合の架設内ケーブルの防錆対策について、本橋において使用した砂付きエポキシ樹脂PC 鋼材は、各種実験の結果、その性能を満足していることを確認できた。
- PC グラウトの管理手法について、実施詳細設計段階からPC グラウトの管理を視野に入れて設計を行うことで、適切にPC グラウトを注入することができた。またPC グラウトの充てん検査は、注入時のPC グラウトが確実に充てんされていることを定量的に評価できた(硬化後の検査は解析中)。

今後、本橋の様な支間構成の橋梁の設計・施工に、本報告が少しでも参考となれば幸いである。

最後に、本橋の各種PC 鋼材試験に関しては、住友電工スチールワイヤー株式会社のご支援を頂いた。関係各位に、心より御礼申し上げます。

参考文献 1)日本道路公団 構造物施工管理要領 平成16年4月