

東九州自動車道 上町川橋の施工 - 内ケーブル方式へのPCグラウト -

オリエンタル白石(株)	福岡支店	施工・技術部	上野 学
オリエンタル白石(株)	福岡支店	施工・技術部 正会員	吉村 徹
西日本高速道路(株)	九州支社	延岡高速道路事務所	花田 克彦
西日本高速道路(株)	九州支社	延岡高速道路事務所	高原 良太

1. はじめに

上町川橋は、東九州自動車道日向IC～都農IC間の宮崎県児湯郡に架設されるPRC11径間連続箱桁橋である。本橋の基本設計では、主方向のPCケーブル形式に内外併用構造が採用されており、内ケーブルは1S28.6のプレグラウトPC鋼材、外ケーブルには19S15.2が計画されていた。計画では、グラウト未充填などの不具合の防止や、現場作業の省力化といった観点からプレグラウト鋼材が使用されていたが、シングルストランドを単径間毎にたすき掛けするケーブル配置であったため、PCケーブル重量が増加傾向にあった。そこで、受注後の設計においてケーブル重量の軽減を目的として、ケーブルをカップリング構造で接続する全内PCケーブル形式(12S12.7)に変更した。

主ケーブルの変更により、実工事でPCグラウトの施工が発生するため、使用するグラウトの品質・施工の両面における性能を確認するために、実物大相当のPCグラウト試験を実施した。グラウト試験では、設置した注入口・排出口位置の適切性が確認できるとともに、有害となる残留空気を無くするための適切な排出量が得られた。また、注入作業中の充填確認方法の問題点などが明確になった。

本稿では、実施したPCグラウト試験概要とそれを踏まえた実施工の概要、そこで得られた知見について報告する。

2. 工事概要

本工事の概要を以下に示す。図-1に断面図、図-2に側面図を示す。

工事名：東九州自動車道上町川橋(PC上部工)工事

発注者：西日本高速道路(株)九州支社

工期：H22.12.15～H25.12.28

構造形式：PRC 11径間連続箱桁橋

橋長：444.9 m

有効幅員：9.260 m

縦断勾配： ↘ -1.6% ~ ↗ +2.0%

横断勾配： ↘ 2.5%

平面線形：R=3500m

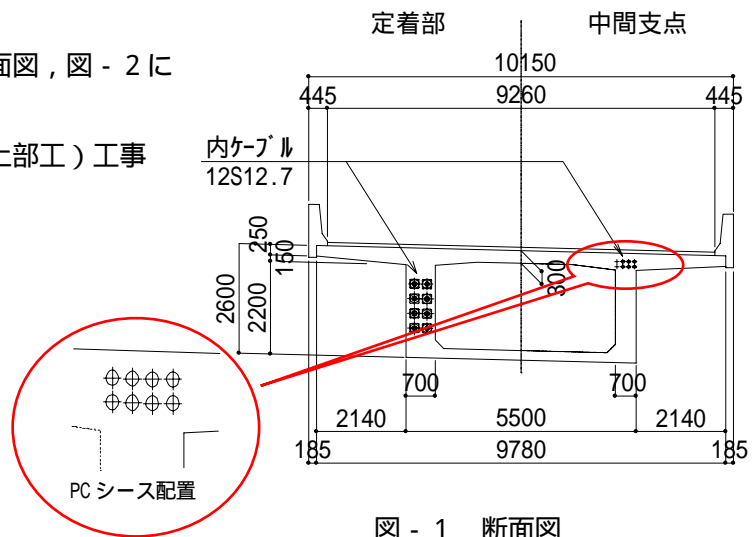


図-1 断面図

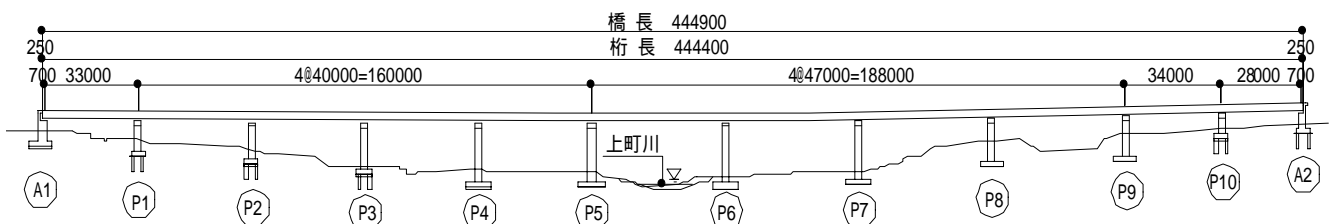


図-2 側面図

3. PCグラウト実物大試験

3.1 試験概要

上町川橋工事で実施したPCグラウト試験の試験フローを図-3に、各試験の実施日および試験内容を表-1に示す。

本試験は、性能照査型の体系を念頭に発行された「PCグラウトの設計施工指針(平成17年12月)」(以下、設計施工指針)に準拠して実施した。設計施工指針によれば、超低粘性型PCグラウトで施工を行う場合、注入速度は10~20L/分が推奨されている。そこで、これまでの実績を考慮した上で15L/分と20L/分の2ケースで注入速度試験を実施し、決定した速度で実物大試験および定着具・接続具試験をそれぞれ実施した。シースは内径70mmのポリエチレンシース(乳白色)を使用し、シース内部にはPC鋼材(12S12.7)を配置した。また、定着具・接続具はフレシナー工法Vシステムを使用した。なお、全ての試験はオリエンタル白石(株)の技術研究所にて実施した。

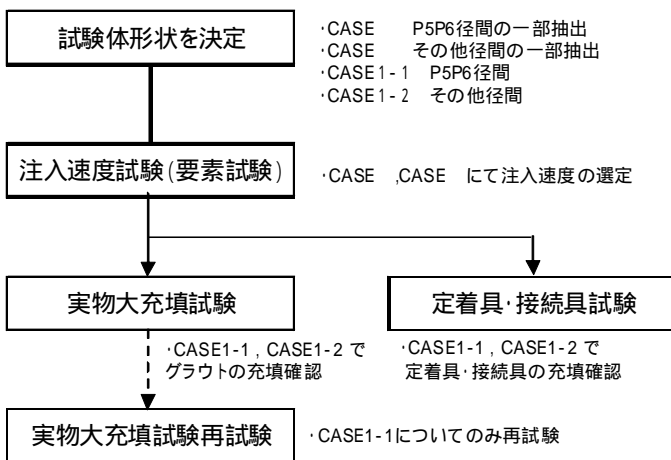


表-1 試験実施日および試験ケース

試験項目	試験ケース	注入速度(L/分)	実施日	気温
注入速度試験	CASE -15	15	H23.10.4	14
	CASE -20	20		
	CASE -15	15		
	CASE -20	20		
実物大充填試験	CASE 1-1	15	H23.10.26	13
	CASE 1-2			
定着具・接続具試験	CASE 2-1	15	H23.11.15	10
	CASE 2-2			
実物大充填試験再試験	CASE 1-1	15	H23.11.15	10

図-3 試験フロー

3.2 注入速度試験

注入速度試験は、ケーブルの配置勾配と注入速度が充填性に及ぼす影響を確認することを目的として実施し、先流れ挙動や残留空気の経時変化に着目した。異なるケーブル形状と速度の組合せから、表-1に示すように4ケース実施した。図-4にケーブル形状図を示す。

試験では、注入速度の違いによって硬化後の充填性状に違いは見られなかったが、CASE のケースで注入時の充填状況に違いが確認された。CASE -15 では、残留空気が最高点の中間排気口からすべて排出された後にグラウトが排出されたが、CASE -20 では、残留空気とグラウトが混然となって中間排気口から排出された。CASE -20 では、残留空気がシース内の残る可能性が懸念されたため、本工事では15L/分の速度が適切と判断した。なお、CASE では、注入速度の違いにより充填状況に違いは確認されなかった。

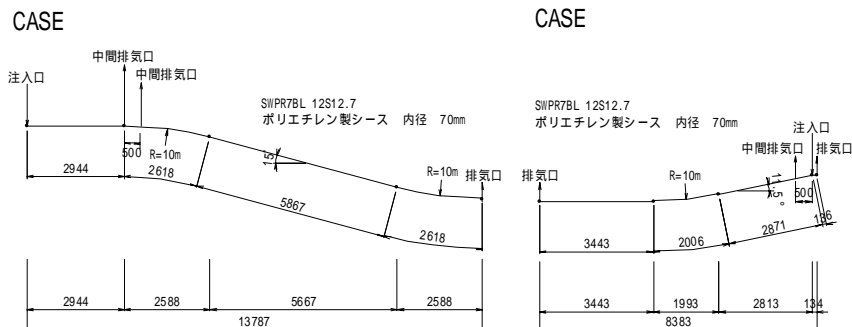


図-4 注入速度試験のケーブル形状図

3.3 実物大充填試験および定着具・接続具試験

実物大充填試験は、注入試験同様にグラウトの先流れ挙動や残留空気の経時変化に着目し、注入試験で決定した速度 15L/分 で実施した(表 - 1)。図 - 5 にケーブル形状図、写真 - 1 に試験状況を示す。

注入時の充填状況は、CASE1-1・CASE1-2 とともに良好な充填状況であり、残留空気の経時変化も想定通りの挙動を示した。内部センサー (MS センサー) による計測結果に問題は見られなかったものの、内部センサーと併用した内視鏡 (CCD カメラ) による撮影では、動画での充填確認はできるが画像が鮮明でなく、静止画像での確認判定は困難であった。よって、本試験終了後に CCD カメラ用ジョイントシースに改良を加えることとした。改良方法については 4.2 に示す。

定着具・接続具試験は、実物大試験同様に実施工での注入方向が 2 方向想定されたため、それぞれを再現できるように試験ケースを決定した。写真 - 2 に定着具・接続具試験状況を示す。

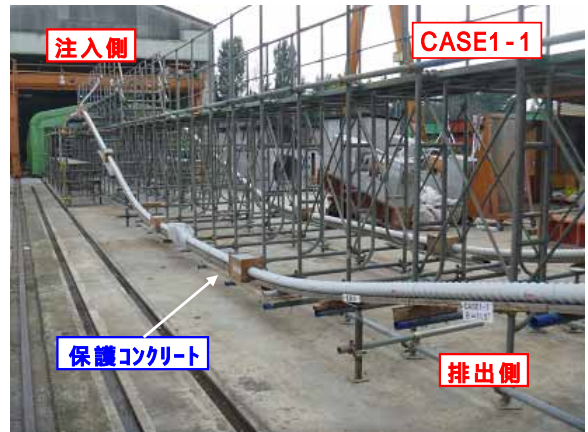


写真 - 1 実物大試験状況 (CASE1-1)

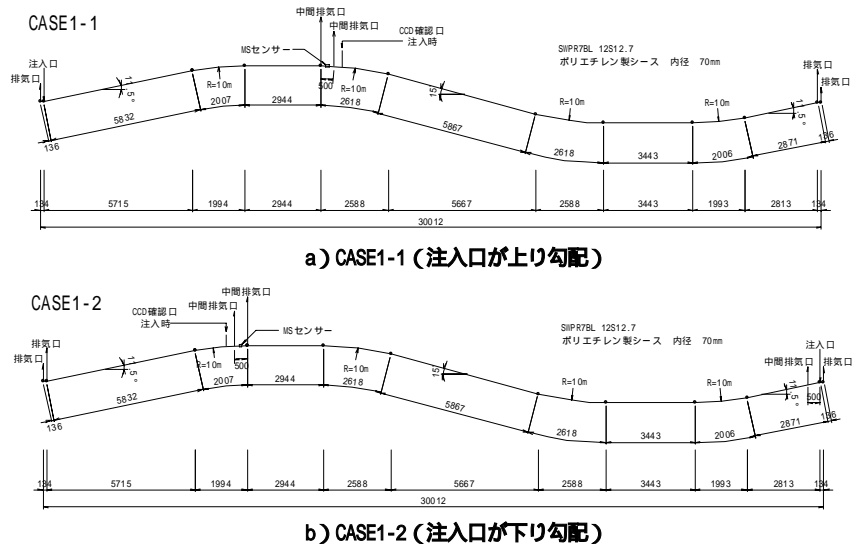


図 - 5 実物大試験のケーブル形状図

3.4 試験結果のまとめ

本工事で実施した実物大充填試験および定着具・接続具試験の結果を表 - 2 に示す。CCD カメラによる目視確認を除き、全ての試験は良好な結果が得られた。

表 - 2 試験結果 (実物試験, 定着具試験)

試験種類	検査時期	種類	設置および確認場所	試験体名	試験結果
実物大充填試験	注入時	目視による充填確認	全長	CASE1-1	良好
				CASE1-2	良好
		内部センサー (MSセンサー)	中間排気口	CASE1-1	良好
				CASE1-2	良好
	内視鏡 (CCDカメラ) による目視確認	最頂部	CASE1-1	改善が必要	
			CASE1-2	改善が必要	
注入後	目視による充填確認	全長	CASE1-1	再試験の結果、良好	
			CASE1-2	良好	
定着具・接続具試験	注入後	目視による充填確認	内部	CASE2-1	良好
				CASE2-2	良好



写真 - 2 定着具・接続具試験体外観

4. CCDカメラ用ジョイントシースの改良

4.1 問題点の抽出

記録したCCDカメラ画像から注入前後を静止画にて比較したが、確認口の内側に設置したプラスチック板が多少変色するだけであり、静止画による充填確認の判定は困難であった。写真-4に改善前の画像を示し、問題点を以下に記す。

写真-3に示すように確認口が鉛直配置であるため、シース内にCCDカメラを挿入し撮影する際にカメラ先端から発する光源が直接カメラレンズに跳ね返り、不鮮明な画像となっていた。

主方向ケーブル配置が多段配置となるため(図-1)、主桁上縁より2段目以下のケーブルには残留空気のためやすいシース頂点に確認口を配置できない。



写真-3 従来型 CCD カメラ用ジョイントシース

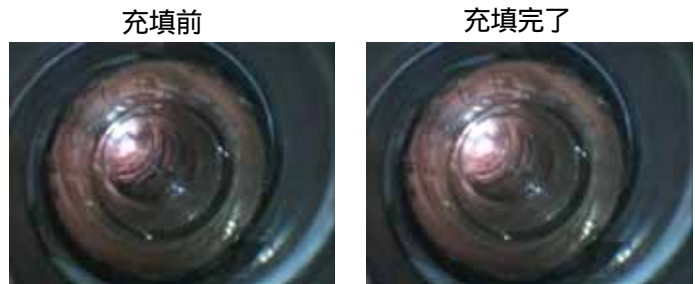


写真-4 改善前の CCD カメラ画像

4.2 ジョイントシースの改良

前項で上げた問題点を改善するため、写真-5に示すような、CCDカメラを斜め上方から挿入できるような改良型のジョイントシースを製作した。この改善により、CCDカメラ先端からの光源の跳ね返りが少なくなり、写真-6に示すようにシース内部を鮮明に撮影することが可能となった。また、確認口部の材質に透明の塩化ビニルを採用したことで、より鮮明な画像を撮影することができた。さらに、確認口が斜めに傾いているため鉛直間隔の狭いケーブルにも設置可能となり、全てのケーブルの最頂点をCCDカメラにて撮影することができた。

撮影された動画は、充填されるPCグラウト材が流れる様子や流れる方向も判別できる。また、残留空気であろう気泡なども確認できるほど鮮明となった。



写真-5 従来型 CCD カメラ用ジョイントシース

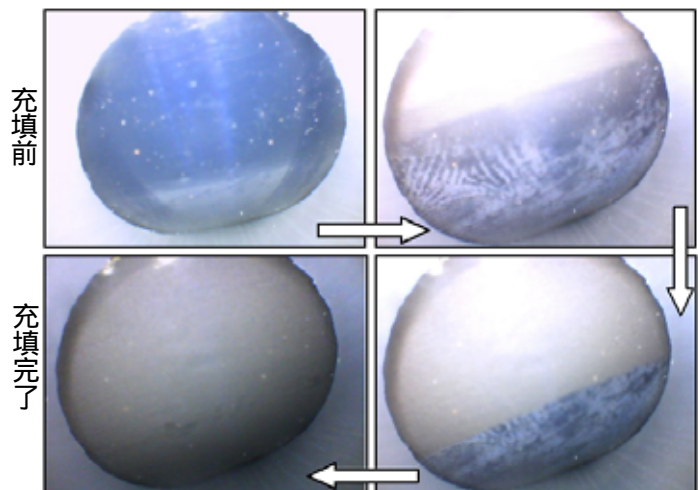


写真-6 改善後の CCD カメラ画像

5. おわりに

2013年5月現在、11径間のうち7径間分のPCグラウト充填作業が完了している。改善策を施したCCDカメラより得られる鮮明な画像、内部センサーによる測定値、実物大試験より得られたグラウト排出量を一括して管理することで、問題なくPCグラウトの施工を続けている。最後に、見える化に配慮したPCグラウトの確実な施工にあたり、ご指導・ご協力頂いた関係各位に対し深く感謝いたします。