

日経
NIKKEI
CONSTRUCTION

コストラクション

特集

2017年の土木40語

前編

建設行政や業界動向の行方を占う

■トピックス

「アルジェリア」の教訓

工期・工費巡り激闘、着工から10年で和解

■ズームアップ

“固まらない”生コンでひび割れ防ぐ

写真1 ■ 橋脚の梁底部の高さ50cmに超遅延剤を添加した“固まらない”コンクリートを打設する。その後、通常の生コンをそのまま打ち重ねる。スランプは12cm。生コンの性状や締め固め方法は同じだ（写真13ページまで特記以外は本誌）

ズームアップ



橋

長崎57号下井牟田赤崎高架橋下部工事(長崎県)

“固まらない”生コンでひび割れ防ぐ

幅23m、厚さ2.5mの壁式橋脚の柱と梁にコンクリートを打設する。温度ひび割れを防ぐために採用したのは、超遅延剤を添加して10日間も“固まらない”コンクリートだ。柱と梁の底部にそれぞれ打設して、既設コンクリートとの縁を切った。

(瀬川 滋)

写真2 ■ 午前7時から始まった橋脚梁部のコンクリート打設。国道57号(写真左)に沿って2車線の自動車専用道を設けて、雲仙・島原方面へのアクセスを改善する。西海建設は近隣で施工した橋台1基にもNDRを採用した。右は島原鉄道



ひび割れ誘発目地が一切不要に

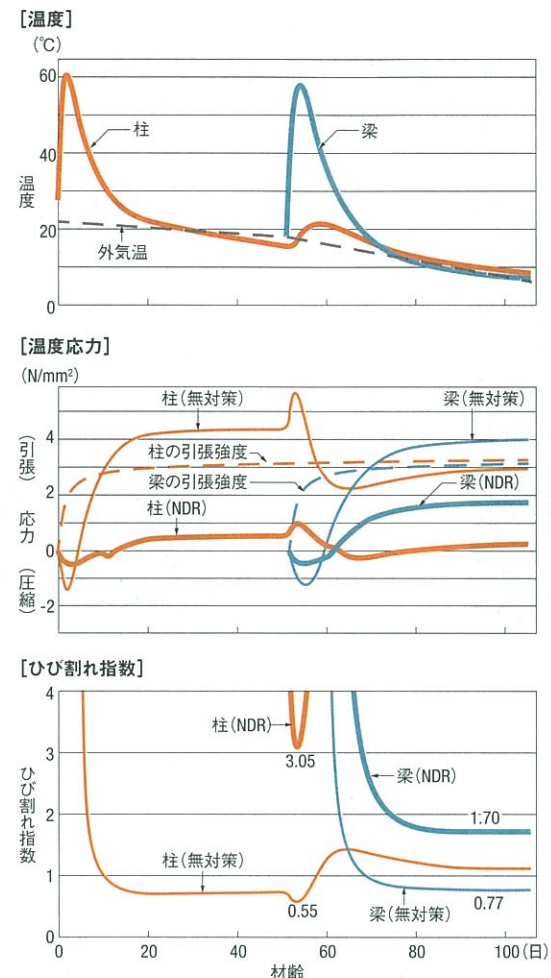
2016年11月下旬の午前7時。有明海の空がようやく白み始めるなか、2台のポンプ車がうなりを上げた。幅23mの壁式橋脚の梁にコンクリートを打設する工事が始まったのだ(写真1、2)。約50日前に打設を終えた橋脚の柱の上に、梁のコンクリートを6層に分けて打ち重ねる。梁のコンクリートは、硬化時の水和熱によって打設から数日で中心温度が60℃近くまで上昇。その後、1週間ほどかけて温度を下げ、コンクリートは収縮する。このとき既設の

柱に収縮を拘束されると、梁のコンクリートに引張力が作用して温度ひび割れが生じてしまう(図1、2)。施工する西海建設(長崎市)はひび割れを防ぐため、「NDリターダ工法」を九州地方で初めて採用した。日本コンクリート技術(東京都墨田区)が開発し、全国で実績を伸ばしつつある工法だ。梁の1層目となる高さ50cmに「NDリターダ」と呼ぶオキシカルボン酸塩系の超遅延剤を添加したコンクリート(NDR)を打設。2～6層

目は温度ひび割れ対策として通常使われる膨張材と高性能AE減水剤を加えたコンクリートを打ち重ねた。NDRが硬化し始めるのは、打設から10日も後。この間に2～6層目のコンクリートは発熱後の温度低下によって収縮するものの、1層目のNDRがまだ硬化していないので、収縮は妨げられない。その結果、ひび割れの発生を抑えられる。西海建設は橋脚の柱のコンクリートを打設した際にも、底部の高さ40cmにNDRを採用。フーチングの

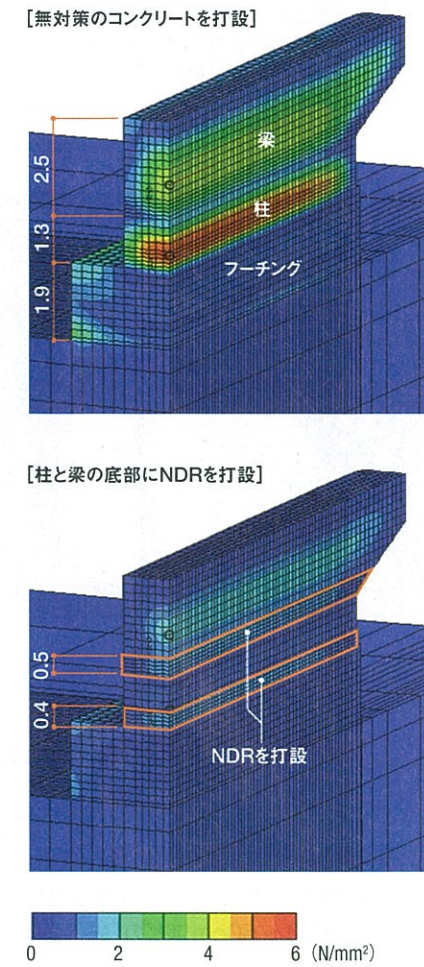
既設コンクリートとの縁を切った。脱型は打設から15日後。コンクリートの温度ひび割れを照査する指標として使われるのが「ひび割れ指数」だ。コンクリートの材齢に応じた引張強度を、その時点の収縮によって作用する引張応力で除した値だ。通常は1を下回らないように配合や打設方法を検討する。「膨張材と高性能AE減水剤のほか、骨材に山口県産の石灰石を使うことで、ひび割れ指数を1以上にで

図1 ■ 橋脚の柱と梁の温度解析結果



ひび割れ指数はコンクリートの引張強度を引張応力で除した値。柱と梁の底部にNDRを打設することで、ひび割れ指数はそれぞれ3.05、1.70に改善。ひび割れが発生する確率は極めて低くなる(資料:右も日本コンクリート技術)

図2 ■ 温度応力分布の比較



柱と梁の底部にNDRを使うことで、コンクリートに作用する引張応力は柱で最大0.99N/mm²、梁で1.73N/mm²に抑えられる。いずれも引張強度を大幅に下回る

図3 ■ 打設したコンクリートの配合表

呼び強度 (N/mm ²)	スラブ(cm)	粗骨材の最大寸法(mm)	単位量(kg/m ³)					
			水	セメント	膨張材	細骨材	粗骨材	高性能AE減水剤
24	12±2.5	20	153	259	20	777	1099	1.40

セメントは高炉B種、骨材は石灰石を使う。柱と梁の底部にそれぞれ打設するコンクリート(NDR)は、膨張材と高性能AE減水剤の代わりに、超遅延剤「NDリターダー」をセメント量に対して0.95%添加する(資料:13ページも西海建設)



写真3 ■ NDRを打設する梁底部の側面の型枠には、余剰水の排水を促す透水性シートを張った(写真:右も西海建設)



写真4 ■ 柱部のコンクリートは、脱型直後も水分の蒸発を防ぐシートを張って2週間以上養生した。NDRを打設した部分は色がやや濃くなるものの、埋め戻される範囲なので美観上の問題はない

【工法開発】材料自体を見直して引張応力を50%以上低減

NDリターダー工法を2012年に開発した日本コンクリート技術は、その4年前に「ND-WALL工法」を開発している。高さ30~50cmほどの「先行壁体部」にひび割れ誘発目地を2~3m間隔で設けておき、底版と同時にコンクリートを

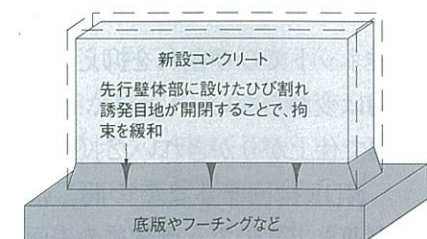
打設する。その上に後日、打設した壁体のコンクリートが収縮しても、目地が開閉して拘束を緩和できる仕組みだ(図4)。しかし、「この方法では引張応力を20%以上低減するのが難しかった」と、同社の篠田佳男社長は話す。

すでに国土交通省や自治体が発注したボックスカルバートや橋脚など十数件の工事で採用され、いずれも良好なひび割れ抑制効果を発揮している(写真5)。

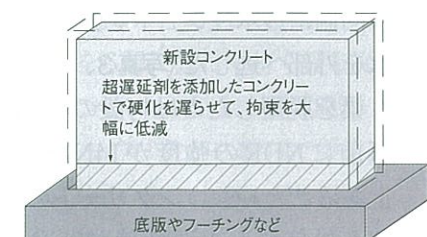
NDRの遅延日数や打設高さは、温度解析をもとに決定。さらに、実際の生コン工場で試験練りをして、超遅延剤の添加量を定める。「超遅延剤は“劇薬”。コンクリート1m³当たりの添加量が数百グラム変わるだけで、遅延日数が倍半分にになる」(篠田社長)。今後、実績が増えれば、こうした手間は減るとみられる。

図4 ■ 壁体下端の拘束を低減

【ND-WALL工法】



【NDリターダー工法】



(資料:日本コンクリート技術)

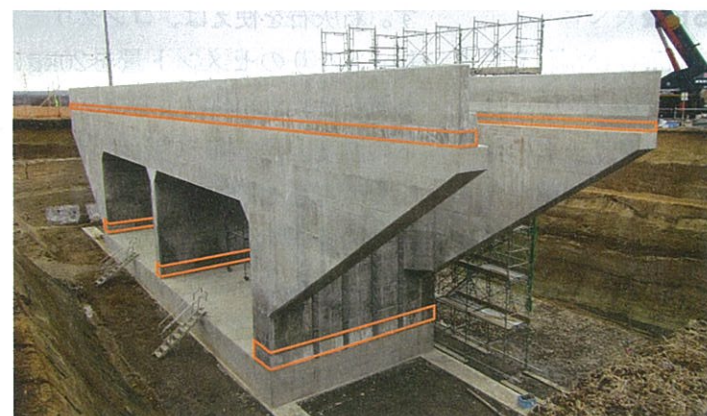


写真5 ■ 国土交通省北海道開発局が発注した工事でNDR(枠部分)を採用した例。函体の側壁だけでなく、高欄の下端にも使った(写真:玉川組)

温度解析結果を踏まえて採用



国土交通省九州地方整備局長崎河川国道事務所建設監督官 岩屋 安彦

コンクリートはひび割れ指数が1以上となるように設計しているものの、打設時期に応じて配合などを見直し、必要な費用は認めている。施工者からはひび割れを抑えるための様々な提案があった。NDRは温度解析の結果などを踏まえ、施工承諾として認めた。コンクリートの品質向上のためには適正な施工管理が最も重要だが、有用な新技術は今後も採用を考えていきたい。(談)

脱型するまでは不安

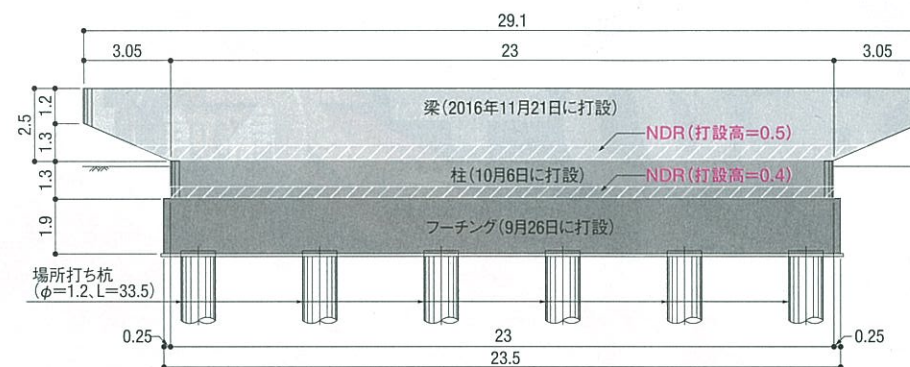


西海建設 監理技術者 野口 勇

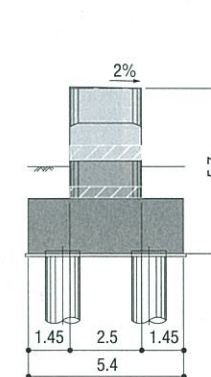
超遅延剤は生コン工場で添加する。NDRの後に続いて出荷する通常の生コンに影響がないように、プラントを一度洗浄することになった。1日で打設する橋脚梁部のコンクリートは174m³と決して多くないにもかかわらず、打設開始が午前7時と早かったのはこのためだ。NDRは10日間、型枠内で生コンの状態が続く。約2週間後に脱型するまでは不安だったが、問題なく施工できた。(談)

■ 橋脚の一般図

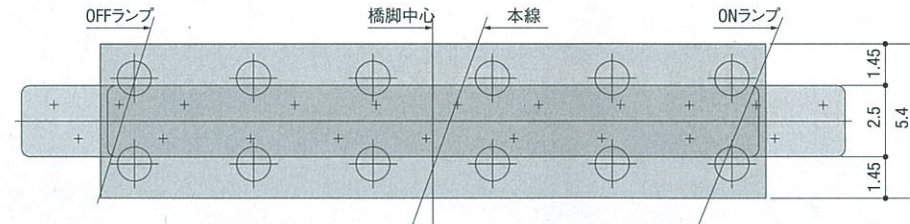
【正面図】



【側面図】



【平面図】



■ 位置図



【現場概要】

■名称=長崎57号下井牟田赤崎高架橋下部工(AP3)外工事 ■施工場所=長崎県諫早市森山町 ■発注者=国土交通省九州地方整備局長崎河川国道事務所 ■設計者=セントラルコンサルタント(AP3橋脚)、大日コンサルタント(A1橋台) ■施工者=西海建設(現場代理人:川下明弘、監理技術者:野口勇、担当技術者:河野真由美) ■主な専門工事会社=島原福吉建設(型枠・コンクリート)、町田工業(鉄筋)、黒木建設(土工・基礎)、児玉工業(足場・支保工)、小野田ケミコ(地盤改良) ■工期=2016年1月~12月 ■工費=1億8654万8400円(当初・税込み)、2億6096万400円(第2回変更契約・税込み) ■入札方式=総合評価落札方式(施工能力評価型I型)による一般競争入札 ■予定価格=2億1300万円(当初・税込み)



隣接する工区で別の建設会社が施工した橋脚。こちらは梁などにひび割れ誘発目地を設けている