

31 品質管理

強く美しいコンクリートを目指して ～スランプ値12cmへの警鐘～

岡山県土木施工管理技士会

株式会社荒木組

課長 主任

宮 脇 潤○ 斎 藤 衛

1. はじめに

本工事は、岡山環状線道路網計画における国道180号線岡山西バイパス区間の橋梁下部工事となっている。主な工事数量は以下の通りである。

・橋梁下部工

P11橋脚 (H = 10.6m, w = 14.7m, L = 2.5m)

・場所打杭工 (Φ1200mm, L = 15.5m) N = 20本

・土留め・仮締切工

鋼矢板IV型 L = 13m N = 144枚

・仮設工他 1式

工事概要

(1) 工事名: 令和4年度岡山西バイパス

北長瀬高架橋下部工事

(2) 発注者: 国土交通省 中国地方整備局

(3) 工事場所: 岡山県岡山市北区日吉町地内

(4) 工期: R5年4月1日～R6年3月29日

P11橋脚の施工において、2つの目標を設定した。1つ目の目標として、劣化因子を浸入させる要因である有害なひび割れやコンクリート表面の不具合（豆板、沈下ひび割れ等）の無い緻密なコンクリートを施工すること。そして2つ目の目標は完成時の美観にこだわり目違いや砂筋の発生を抑制する事である。この2つの目標により「強く美しいコンクリートを目指して」と題して取り組んだ事例を以下に取りまとめる。

2. 現場における問題点

(1) 設計標準スランプ12cmについて

弊社実績において、同発注者の平成29年度工事よりコンクリートの設計スランプ値が8cmから12cmになっている。その背景としては、まず構造物鉄筋の過密化によりコンクリートの自己充填性を向上させる必要があった点である。近年の過密鉄筋により、コンクリート打設時にコンクリートポンプ車の筒先やバイブレーターが挿入しにくい箇所が発生していた（図-1）。これによりコンクリートの充填不足による品質低下が懸念され対策が必要であった。次に生産性向上の一環としてのワーカビリティの確保である。少子高齢化により建設業の技能職が減少している昨今、コンクリート打設時の施工性向上を図った取り組みとして、スランプ値を大きくし流動性を高め、ワーカ



鉄筋径 D22～35 平均ピッチ 150mm 標準隙間 128mm

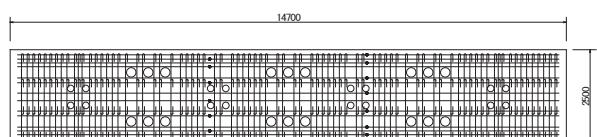


図-1 P11橋脚天端部における過密鉄筋

ビリティを確保するといった事である。これらの2つの理由により設計標準スランプ12cmへ変更になっている。

しかしながら、設計標準スランプが12cmへと変更になった初年度のカルバート工事において、乾燥収縮による規則性のあるひび割れが数多く発生した（図-2）。この工事以降も土木工事共通仕様書に基づいて適正に施工したにも関わらず、有害なひび割れが発生する事例がその後も続いている。コンクリート材料への対策が必要であると考えられた。



⑤ブロック 東内

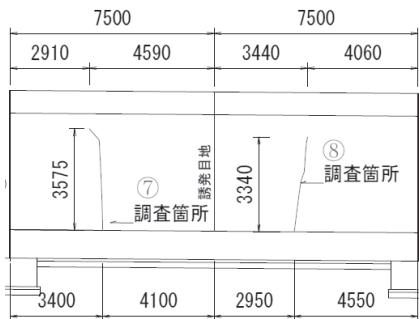


図-2 カルバート工ひび割れ調査状況・結果
(全ブロック内外に同様のひび割れ発生)

このことはブリーディング水による劣化のメカニズム（図-3）の影響がスランプ値を向上させたことで、大きくなっていることが想定された。

(2) コンクリート表面の緻密性・美観の確保

表面の緻密性と美観を確保するために、型枠工における水密性の確保が課題であった。特に重要な点として、「①橋脚梁部の支保工水平変位の防止 ②型枠端部加工部の水密性不足 ③水平打ち継ぎ部の処理」以上の3項目であった。①に関しては、型枠支保工の計算書上では、水平応力に対しても問題ないと想定されたが、傾斜のついた型枠支保工はコンクリートから水平力を受け

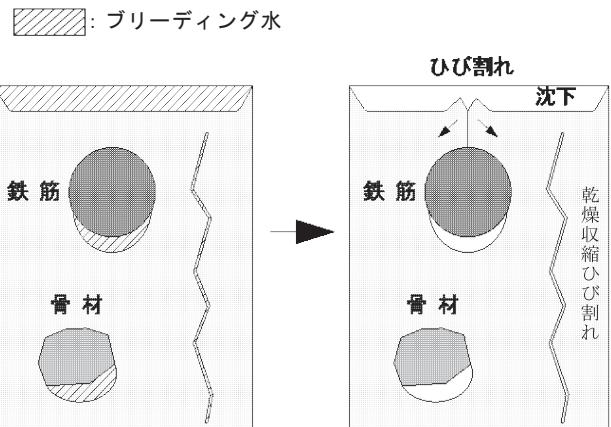


図-3 ブリーディング水による劣化メカニズム

るので実際には水平変位や滑動に対して補強を慎重に検討する必要があった（図-4）。

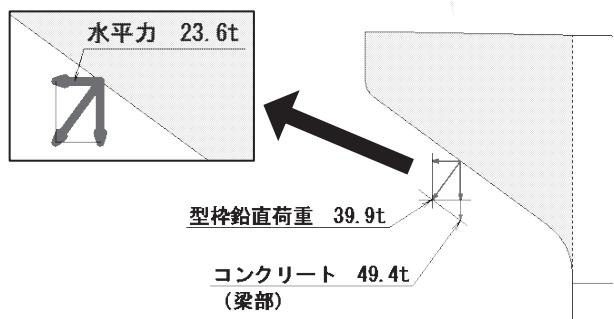


図-4 型枠支保工水平滑動応力の影響

そして、②に関して型枠端部加工部は面木により水密性が確保されているものの、ノロの流出により砂筋が発生する事も多くある。そのため、面木以外の水密性の確保を検討する必要があった。最後に、③に関しては打ち継ぎ処理がうまくいっていない構造物が多くある。その原因として、既設構造物に型枠を添わす際に、何らかの隙間が発生し、目違いやノロの流出による豆板が多くみられることが原因であった（図-5）。

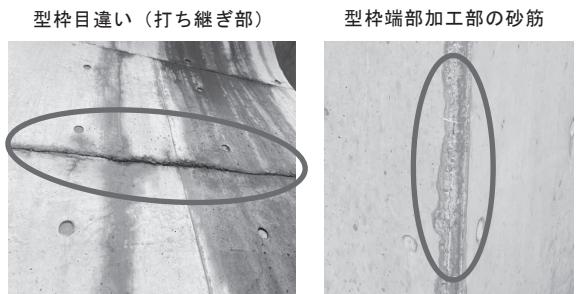


図-5 打継部の目違い、型枠端部の砂筋

3. 工夫・改善点と適用結果

(1) スランプ値の変更 (12cm→8cmへ)

コンクリート材料への工夫として、スランプ値を設計12cmから8cmへ低減させることで、フレッシュコンクリートの配合設計における単位水量およびセメント量を低減する取り組みを採用した。それにより、ワーカビリティと自己充填性が低下するため、対策として、現場添加によりスランプ値を大きくさせ、ワーカビリティおよび自己充填性を確保する「こわばり低減剤」を採用した(図-6)。試験練りの結果、コンクリート4m³に対して、2袋添加により平均2cmのスランプ値の上昇を確認できた。そのため、施工時のスランプ値は10cm相当の施工を想定した。

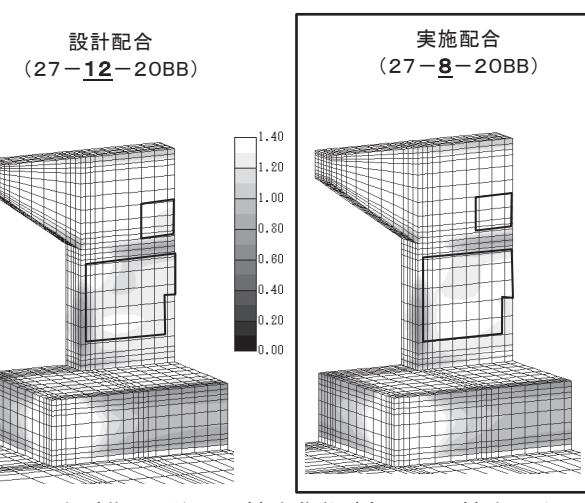


図-6 試験練り状況・試験結果表

この取り組みにより設計配合と実施配合を比較すると単位水量・セメント量は橋脚1基あたり「単位水量3,624kg、セメント量6,644kg」を削減する事ができた(-表-)。よって、ブリーディング水による各種劣化現象や温度応力によるひび割れの抑制(図-7)を図ることができる。

-表- スランプ値による材料比較表

単位水量				
	コンクリート数量	スランプ8cm	スランプ12cm	差
底版	410 m ³	68,880 kg	71,340 kg	2,460 kg
柱	76 m ³	12,768 kg	13,224 kg	456 kg
台座	118 m ³	19,824 kg	20,532 kg	708 kg
				単位水量削減合計 3,624 kg
セメント量				
	コンクリート数量	スランプ8cm	スランプ12cm	差
底版	410 m ³	132,840 kg	137,350 kg	4,510 kg
柱	76 m ³	24,624 kg	25,460 kg	836 kg
台座	118 m ³	38,232 kg	39,530 kg	1,298 kg
				セメント量削減合計 6,644 kg



※色が薄いほど、ひび割れ指数が高い→ひび割れにくい

図-7 温度応力解析によるひび割れ指数比較

(2) 型枠水密性の確保について

①橋脚梁部の型枠支保工変位

型枠支保工の計算書においては水平方向の移動は検討されることが少ない。実際には水平滑動応力はかなり大きく、補強が必要となる場合が大半である。補強の方法は数多くあるので、ここでは本工事で行った補強を紹介したい。以下に記す5つの対策を行った(図-8)。

i 水平壁つなぎの設置

ii 外部セパレーターによる支保工左右の連結

iii 支保工足元ジャッキのアンカー固定

iv 橋脚底版からの直接支持

v 単管による足場との連結

②型枠端部加工部の水密性確保

軸体端部の砂筋の発生防止を図るために、水の浸

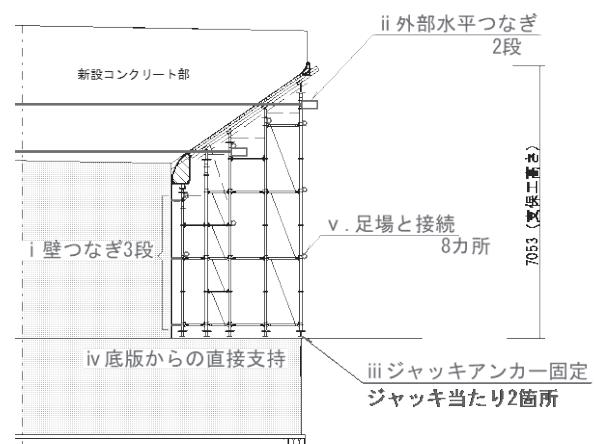


図-8 支保工追加補強内容

透により膨張し隙間を埋める作用のある止水テープを型枠に設置した。それによりコンクリート打設時のノロの流出を防ぎ、砂筋の防止を図った。

③水平打ち継ぎ部の処理

水平打ち継ぎ部分にはセパレーターを打ち継ぎ近くに配置し、ノロ止めテープとパネルキャッチャーにより型枠を圧接させ既設躯体と型枠との隙間を無くす対策を実施した。

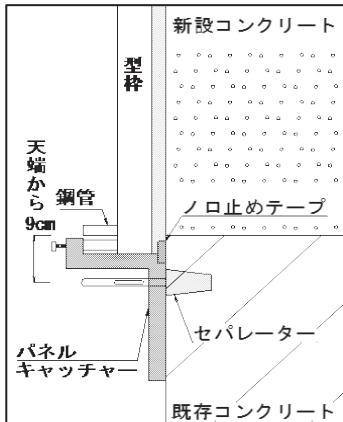


図-9 型枠水密性確保対策

4. 評価

(1) コンクリート表面の劣化要因の発生状況

①有害ひび割れ無し

フーチング部において0.2mm以下のひび割れが発生したが、柱や梁部分においては沈下ひび割れを含め、ひび割れはなくスランプ値低減の減水効果・抑熱効果が出たと考えられる。

②表面の緻密性の確保・良好な美観

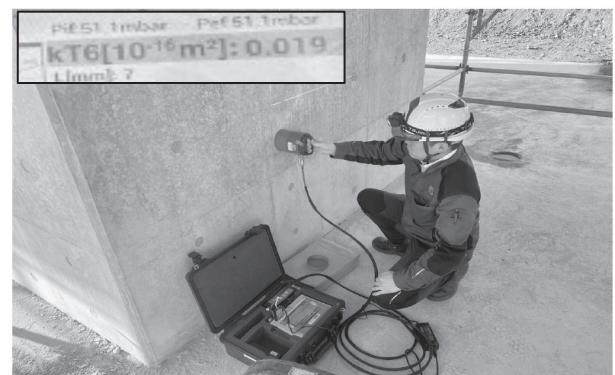
鉄筋コンクリートの劣化要因に直結するような目立った砂筋や豆板は発生しなかった。また、型枠においては水平変位防止対策や水密性の向上による効果が確認できた。水平応力による梁底型枠の変位は平均24mmであり、広がりがあったものの、面木により水密性が確保され良質な表面であった。変位の大きな原因として、大引き受けのジャッキ部が変位したことが要因であり、支保工そのものの変位は防げたと考えられる。

(2) コンクリート表面の緻密性の評価透気試験

コンクリート表面の緻密性を評価する試験として「透気試験」を採用した。この試験はコンク

リート表層部分の空気の透過性（透気係数）を測定する試験方法である。評価値クラスが良いほどコンクリート表面が緻密であり、CO₂等の劣化因子の浸入を防ぐ高品質のコンクリートとなる。

本橋脚においては、透気係数0.019の値であり評価としては「良い」であった。今回の様々な対策の効果が良好に評価されたと考えている。



クラス	透気係数 (KT値)	コンクリートの品質
PK1	0.01未満	非常に良い
PK2	0.01以上～0.1未満	良い
PK3	0.1以上～1.0未満	普通
PK4	1.0以上～10未満	悪い
PK5	10以上	非常に悪い

図-10 透気試験状況および透気係数評価表

5. おわりに

近年の設計標準スランプ12cmに関しては土木工事共通仕様書の標準養生期間等に乖離が発生していると考えている。そのため、標準施工を行った構造物へひび割れ等の悪影響が出ているのではと推測している。本論文はスランプ12cm標準への警鐘とし、土木工事共通仕様書の改定もしくは適正なスランプ選定を土木技術者が行う契機になればと思っている。



図-11 P11橋脚全景