

水上打設におけるスランプの経時変化を考慮した配合変更

前田建設工業(株) 正会員 ○上田 晃輝
 前田建設工業(株) 正会員 袋井 孝洋
 前田建設工業(株) 正会員 並川 武

1. はじめに

本工事は熊野川に架橋するPC7径間連続箱桁橋のうち3.5径間分の上部工及び、張出架設の起点となる3基の脚頭部を築造する工事である。河川内のコンクリート打設では、資材運搬用の台船にバケットを積載し、打設場所まで生コンクリートを運搬した後、コンクリートポンプ車で圧送する計画となっていた。この打設方法は、港湾土木請負工事積算基準に基づき1日の打設数量と水上運搬距離から定められたものであるが、本工事ではバケット(静置状態)の水上運搬に約25分要することから、スランプの経時変化に伴うワーカビリティの低下が懸念された。一方、静置状態に着目し、スランプの経時変化を検証した文献は少ない。本稿では、現地試験によりスランプの経時変化を実測し、最小スランプを確保する配合の検討を行ったのでその詳細を報告する。

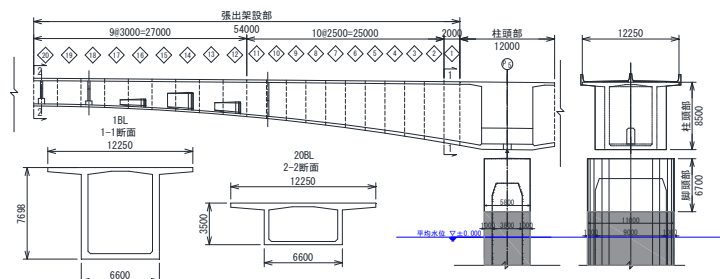


図-1 橋梁一般図

本工事は熊野川に架橋するPC7径間連続箱桁橋のうち3.5径間分の上部工及び、張出架設の起点となる3基の脚頭部を築造する工事である。河川内のコンクリート打設では、資材運搬用の台船にバケットを積載し、打設場所まで生コンクリートを運搬した後、コンクリートポンプ車で圧送する計画となっていた。この打設方法は、港湾土木請負工事積算基準に基づき1日の打設数量と水上運搬距離から定められたものであるが、本工事ではバケット(静置状態)の水上運搬に約25分要することから、スランプの経時変化に伴うワーカビリティの低下が懸念された。一方、静置状態に着目し、スランプの経時変化を検証した文献は少ない。本稿では、現地試験によりスランプの経時変化を実測し、最小スランプを確保する配合の検討を行ったのでその詳細を報告する。

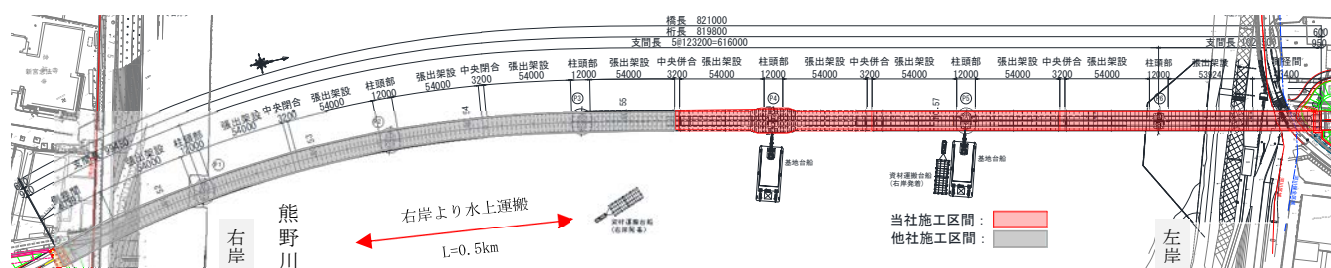


図-2 橋梁平面図

2. 最小スランプ

最小スランプとは、コンクリートの打ち込みにおいて必要となるスランプの最小値であり、2007年以降のコンクリート標準示方書では、部材の種類、鋼材量、配筋条件、締締め作業高さ等から設定する考え方が示されている。本稿では練り混ぜから打ち込み完了までを1.5時間以内とし、その間に同示方書より求めた最小スランプを下回らないことを配合選定の要件とした。

表-1 最小スランプ

構造物	設計配合	部材	混和剤	最小スランプ
脚頭部、柱頭部	40-12-25N	柱	AE減水剤	9cm
張出架設部	40-12-25H	壁	AE減水剤	12cm

3. 試験方法

配合の異なる各3種類の生コンクリートをトラックミキサー車で運搬し、到着後は容器に移して静置させておき、所要時間が経過した時点で切返しを行ってからスランプを計測する。スランプの計測方法はJIS A1101:2020に準じて行い、測定結果は0.5cm単位で記録する。試験は普通セメントを使用する脚頭部・柱頭部を対象とした試験①と、早強セメントを使用する張出架設部を対象とした試験②に区分し、計2回実施した。打設時期を考慮して、前者は3月上旬、後者は9月中旬に実施した。試験に用いた配合の諸元を表-2、3に示す。なお、混和剤の比率はセメント質量に対する割合を示す。



写真-1 静置試料の外観

キーワード 水上打設, スランプロス, 最小スランプ, 静置試験, 混和剤, 高性能 AE 減水剤

連絡先 〒541-8529 大阪府大阪市中央区久太郎町 2-5-30 前田建設工業(株) TEL 06-6243-2383

表-2 試験①配合諸元(普通セメント)

試験①	配合	セメント量	単位水量	混和剤
		kg/m ³	kg/m ³	
配合No.1	40-12-25N	435	160	AE減水剤(0.1%)
配合No.2	40-15-25N	457	168	AE減水剤(0.1%)
配合No.3	40-18-25N	465	171	高性能AE減水剤(標準形0.5%)

表-3 試験②配合諸元(早強セメント)

試験②	配合	セメント量	単位水量	混和剤
		kg/m ³	kg/m ³	
配合No.4	40-18-25H	515	175	高性能AE減水剤(標準形0.65%)
配合No.5	40-18-25H	515	175	高性能AE減水剤(遅延形0.65%)
配合No.6	40-18-25H	515	175	高性能AE減水剤(遅延形0.80%)

4. 試験結果及び考察

本章では練り混ぜから 90 分後に最小スランプを確保する配合を選定する。但し、製造段階での品質のばらつきを考慮し、受入時の許容誤差(±2.5cm)に応じた下限値相当に補正して評価する。なお、水平配管を伴う張出架設部(試験②)については、コンクリート標準示方書に基づき、水平換算距離に応じた圧送ロス 1.5cm を考慮した。試験結果を表-4、5 に、補正を考慮した経時変化グラフを図-3、4 に示す。

試験①は場外運搬中のスランプ低下は小さいが、静置状態(練り混ぜから 40 分以降)では低下量が大きくなり、練り混ぜから 90 分の時点では最大 7.0cm 低下する。この時最小スランプを上回るのは、配合 No. 3 のみであった。

試験②は静置状態であっても練り混ぜから 60 分までのスランプ低下は最大 1.0cm と小さい。しかし、75 分が経過した時点では配合 No. 4 のみ急激なスランプ低下が確認された。試験①と比較して低下量が大きいのは、早強セメントを使用していること、平均気温が高いことが要因と考えられる。一方、遅延形の混和剤を使用している配合 No. 5、6 では 90 分の時点でもスランプ低下は最大 2.0cm と小さく、両者ともに最小スランプを上回った。混和剤の添加量が多いほどスランプ保持性能が高まる傾向があり、配合 No. 5 は 90 分が経過した時点で急激なスランプ低下が確認された。しかし外気温 25℃を超える場合において、練り混ぜから打設完了までの時間は 90 分以内が標準であり、混和剤の過度な添加は材料分離に繋がるリスクもあることから添加量は必要最小限に抑えることとした。

以上の結果より、試験①(脚頭部・柱頭部)では配合 No. 3、試験②(張出架設部)では配合 No. 5 の配合を選定した。

5. まとめ

本稿では静置試験によりスランプの経時低下量を実測し、最小スランプを確保するための配合変更を検討した。水上運搬中(静置状態)に生じるスランプ低下は、製造段階のばらつきや圧送ロスと比較して極めて大きく、コンクリートの品質変化を考慮した配合設定は必須であることがわかった。今後は室内試験等により、セメント・混和剤の種類、気温等の条件別にスランプの経時変化を測定・整理するとともに、同工法による他工種の施工実績も蓄積していくことで検討手法の汎用化を図りたい。

参考文献

- ・コンクリート標準示方書【施工編】，公益社団法人 土木学会，2017年3月
- ・港湾土木請負工事積算基準，公益社団法人 日本港湾協会，令和3年4月

表-4 試験①結果

No.	経過時間(分)	配合No.1 40-12-25N		配合No.2 40-15-25N		配合No.3 40-18-25N	
		測定値(cm)	下限値(-3.0cm)	測定値(cm)	下限値(-3.5cm)	測定値(cm)	下限値(-1.0cm)
0	0	12.5	9.5	16.0	12.5	16.5	15.5
1	40	12.0	9.0	14.0	10.5	16.5	15.5
2	5	45	11.5	8.5	14.0	10.5	15.5
3	15	60	9.0	6.0	13.0	9.5	14.5
4	10	70	9.0	6.0	12.5	9.0	12.0
5	10	80	8.5	5.5	10.0	6.5	11.0
6	10	90	8.5	5.5	9.0	5.5	10.0
7	15	105	8.5	5.5	8.0	4.5	8.5
8	15	120	6.5	3.5	8.0	4.5	7.0
90分後スランプ低下値		-4.0cm		-7.0cm		-6.5cm	

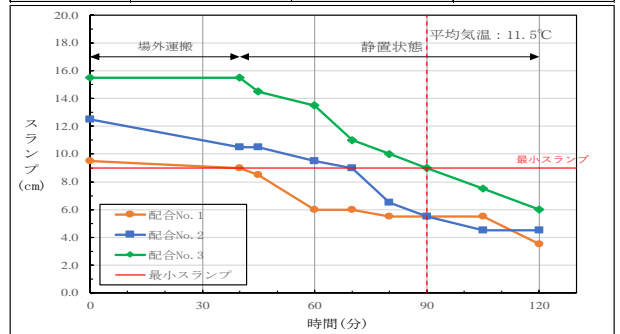


図-3 試験① スランプの経時変化

表-5 試験②結果

No.	経過時間(分)	配合No.4 標準形0.65%		配合No.5 遅延形0.65%		配合No.6 遅延形0.80%	
		測定値(cm)	下限値(-4.0cm)	測定値(cm)	下限値(-5.0cm)	測定値(cm)	下限値(-6.0cm)
1	30	18.0	14.0	19.0	14.0	20.0	14.0
2	15	45	18.5	14.5	18.5	13.5	19.5
3	15	60	17.0	13.0	18.5	13.5	20.0
4	15	75	9.5	5.5	17.0	12.0	18.5
5	15	90	9.5	5.5	17.0	12.0	18.5
6	30	120	5.5	1.5	9.5	4.5	17.0
90分後スランプ低下値		-8.5cm		-2.0cm		-1.5cm	

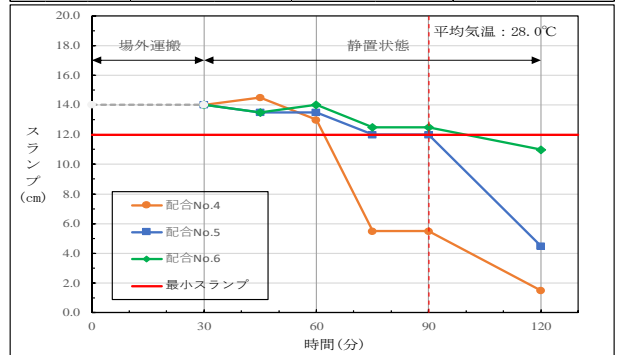


図-4 試験② スランプの経時変化