

分割練混ぜ工法（SEC 工法）の橋梁上部工コンクリートへの適用

大成建設（株）関西支店 正会員 ○熊谷 徹¹⁾、塚本 英樹¹⁾、岡本修一
 リブコンエンジニアリング（株） 長谷 優司

1. はじめに

SEC 工法は、練混ぜ水を最適な比率で2分割して投入・練混ぜを行うことでコンクリートを製造し、通常の練混ぜ方法と比べてブリーディングを抑制でき、コンクリートのポンプ圧送性や圧縮強度の改善を図れる工法であり、吹付けやダムコンクリートで多くの実績を有する^{1) 2)}。しかし、PC 橋梁上部工の大量打設への適用は今回の丹波綾部道路瀧谷高架橋上部工事（図-1）が初めてである。本稿では、適用に当り実施した検討概要と結果、ならびに実施工での品質管理結果について報告する。

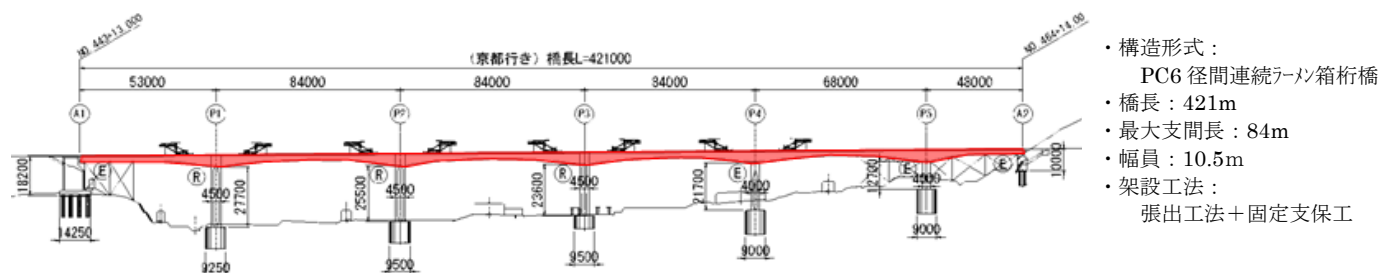


図-1 丹波綾部道路瀧谷高架橋上部工概要（■が SEC 工法適用箇所）

- ・構造形式：
PC6 径間連続7-11箱桁橋
- ・橋長：421m
- ・最大支間長：84m
- ・幅員：10.5m
- ・架設工法：
張出工法＋固定支保工

2. SEC 工法適用に向けての課題

SEC 工法に期待する効果は、ブリーディングが抑制されることで骨材や鉄筋などの下部に発生する空隙が減少し、結果としてコンクリート自身を緻密化（今回は強度改善効果で判断）できる点である³⁾。しかし、市中の生コンプラントで製造し橋梁上部工を施工するには、実績もなく以下のような懸念があった。

【コンクリートの製造】

- ①低 W/C の配合での分割練混ぜは、さらに水の少ない状態で1次練りを実施する必要がある（表-1）、ミキサの負荷が増大し、プラント設備によっては混練できない可能性がある。
- ②練混ぜを2回に分けると、自ずと合計練り時間も通常の約1.5～2倍と長くなり（表-2）、単位時間当たりの生コン供給量が減少する。

【配 合】

- ③橋梁上部工のコンクリートは、PC 構造なので早期に高強度が得られる仕様となっている。したがって、W/C が小さく（今回は37%）元々ブリーディングも少ない。このようなコンクリートでも SEC 工法により、更なる緻密化による強度改善効果が得られるか。

【コテ仕上げの作業性】

- ④一般的に高強度コンクリートは、W/C が小さくブリーディングが少ないので、表面仕上げ時の作業性が悪くなる。SEC 工法によりブリーディングが抑制されると、更に作業性が悪くなる可能性がある。
- ①に関しては、プラントの設備を確認し、最終的には実機で試験練りを行い、練混ぜサイクルも含め検討し解決を行った。②に関しては、運搬時間約10分とプラントが施工現場に近かったこと、また、部材の殆どが張出施工で1回の打設量が少なかった（張出施工において55～70m³/回）、大きな問題とはならなかった。③④に関しては、室内および実機試験練りを実施し、コンクリートの性状を確認することとした。

表-1 コンクリートの配合

W/C	単位量(kg/m ³)					
	C	W		S	G	Ad
37%	446	121	44	679	1038	3.12

W1：一次練り水量、W2：二次練り水量

表-2 室内試験練りでの練り混ぜ手順

通常練り	S, C, G投入→10秒→(W+Ad)→90秒→排出
SEC工法	S, W1投入→30秒→C投入→60秒→(W2+Ad), G→60秒→排出

キーワード SEC 工法、生コンプラント製造、分割練り混ぜ、ブリーディング抑制、PC 橋梁上部工

連絡先 1) 〒542-0081 大阪市中央区南船橋 1-14-10 大成建設（株）関西支店 TEL 06-6265-4603

3. 試験練りの概要と結果

(1) 室内試験練りの結果

ミキサはプラント試験室のパン型ミキサ使用し、1バッチの練り混ぜ量は40リットルとした。総練り混ぜ時間は、表-2で示したように、通常練りで100秒に対しSEC工法は150秒とした。管理値は、スランブ：12±2.5cm，空気量：4.5±1.5%である。

試験結果を表-3に示す。SEC工法では、タッピング時の水上が若干少ない傾向は認められたが、仕上げ作業に支障を来すほどではなかった。また、圧縮強度に関しては、分割練りとすることで約9%向上し、コンクリートの緻密化が間接的に確認された。

(2) 実機試験練りの結果

図-2に、実機試験練りでの練混ぜ要領を示す。今回は、ミキサの負荷低減のため“モルタル先練り”とした。練混ぜ時間は、通常練りの約60秒で排出に対し、SEC工法では約130秒で排出としたが、実施工では、混練中のミキサ負荷確認結果（図-3）を踏まえ、1次練り、2次練りとも約10秒短縮し、約110秒で排出とした。練り混ぜ容量は、何れも1バッチ2m³で、通常練りは2m³，SEC工法は4m³製造した。SEC工法にて製造したコンクリートは、ミキサ車で現場まで運搬、ポンプ車で約25m上方へ圧送し、P2橋脚脚頭部ブラケット足場上のブロック供試体（900×900×900mm）を3体打設する模擬施工を行った（写真-1）。

表-4にコンクリートの性状確認試験結果を示す。コンクリートは、練り上り後90分までスランブ、空気量ともに安定しており、圧送後のワーカビリティ低下もなく、ブロック供試体での締固め状況も問題は認められなかった。また、表-5に示すように、ブリーディング率は何れも0.4%と少なく差異は出なかったが、圧縮強度は室内試験練りと同じくSEC工法のほうが高くなる傾向が再現され、実際のプラントミキサで製造しても、コンクリートの緻密性向上効果が得られることが確認された。

4. 実施工での品質管理結果

瀧谷高架橋上部工事では、延べ約4,000m³にSEC工法を適用した。その施工管理結果は、コンクリートの総打設回数56回に於いて、スランブの平均値は12.2cm（標準偏差：0.59），空気量の平均値は4.1%（標準偏差：0.42）と安定しており、打設中の供給トラブルもなく平成26年1月に無事に最終打設を完了した。

5. おわりに

SEC工法は、練混ぜ水を最適な比率で2分割して投入・練混ぜを行うことで、コンクリートが本来持っているポテンシャルを引き出せる良い工法である。しかしながら、市中の生コンプラントで製造する際には、生コンプラントや生コン組合の理解と協力を得られなければ実施する事が難しいのが現状である。本工法が今後も実績を増やし認知されてゆくことを期待する。

参考文献

- 1) NETIS 登録公開資料 「登録No. KT-100097-A」，2) 建設技術審査証明書 「建技審証 第0309号」
- 3) 田澤他：ダブルミキシングで製造したコンクリートの圧縮強度，土木学会論文集，第408号，V-11，1989.8

表-3 コンクリートの試験結果

測定項目	SEC工法 フレッシュコンクリート	通常練り
スランブ	13.5 cm	14.0 cm
空気量	3.0 %	3.4 %
1hrの後のコ テ仕上げ状況	 OK (タッピング時の水よりやや小)	 OK
圧縮強度		
材齢3日	38.4 N/mm ²	35.1 N/mm ²
材齢7日	63.2 N/mm ²	58.0 N/mm ²

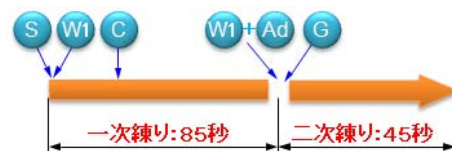


図-2 実機試験練りでの練混ぜ手順

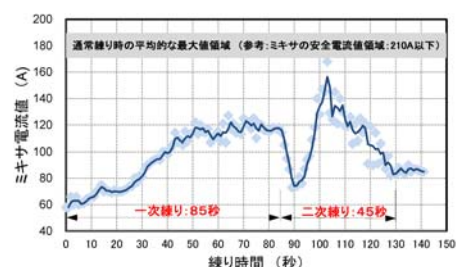


図-3 混練中のミキサの負荷確認結果



写真-1 模擬打設状況

表-4 性状確認試験結果(1)

測定時間	圧送前 (荷卸し)		圧送後 (筒先)	
	スランブ	空気量	スランブ	空気量
SEC工法				
練り上り	12.0 cm	3.2 %	—	—
1.0hr後	11.5 cm	3.6 %	11.5 cm	3.5 %
1.5hr後	10.0 cm	3.5 %	9.5 cm	3.5 %

表-5 性状確認試験結果(2)

	SEC工法	通常練り
ブリーディング率		
練り上り時	0.4%	0.4%
圧縮強度		
材齢3日	48.0 N/mm ²	44.2 N/mm ²
材齢7日	56.1 N/mm ²	52.5 N/mm ²