

VI-11

高流動コンクリートを用いたコンクリートセグメントの新しい製造システムの検討

都築コンクリート工業 正会員 吉富太彦
 同 上 正会員 赤坂信夫
 青木建設 研究所 山形順彦
 同 上 正会員 牛島 栄
 同 上 正会員 谷口秀明

1. はじめに

PL法、ISO9000の制定あるいは阪神大震災の発生により、建設業においても製造物に対する品質保証が一層要求される。一方、バブル崩壊後の景気低迷を受けて、各業界では様々な合理化が展開されている。コンクリートセグメント（以下、セグメントと称す。）の製造においても現状の製造ラインを見直し、生産性、作業環境あるいは品質の向上を可能とする、製造システムの将来像を明らかにする必要があるものと考えられる。

筆者らは、セグメントに振動・締固めを必要としない高流動コンクリートの適用を検討し、概ね実用化が可能であることがわかった¹⁾²⁾。本報では、これまでの実験結果を取りまとめ、高流動コンクリートを用いたセグメントの製造システムの適応性を検討した。

2. 製造実験結果の概要

高流動コンクリートの使用材料、配合及び性状を、表-1に示す。高流動コン

表-1 高流動コンクリートの使用材料、配合及び性状

使用材料	材料名	種類・物性・成分		記号				
	セメント	普通ポルトランドセメント	比重3.16		C	P		
混和材	高炉スラグ微粉末	比重2.89		B				
細骨材	砕砂	表乾比重2.64		S				
粗骨材	砕石2005A	表乾比重2.71		G				
混和剤	高性能AE減水剤(ポリアミン酸系)			SP				
標準配合	W/P (%)	s/a (%)	単 位 量 (kg/m ³)				SP (Px Wt%)	
			W	P		S		G
	29.2	49.9	175	300	300	805	829	1.20
性状	スランプフロー	55~70cm	V漏斗流下時間		5~15秒			
	空気量	1.5%	28日圧縮強度		50~70MPa			

表-2 高流動コンクリートを用いた製造実験の結果

項目	手 段	結 果	決定した手段
型枠	立 置 き	現設計では上面の精度が問題	現状では平置き
	平 置 き	上面のあばた処理が必要	将来は立置き
運搬 打設	フォークリフト・漏斗型ホッパー	骨材沈下に伴う閉塞	ポンプが最も良い
	フォークリフト・スクリュウホッパー	流量調整機能の付与で良好	運搬距離が短い
	サイドダンプバケット ポンプ車	流速遅く、流量調整できず 良好、小型のものが必要	場合にはスクリュウホッパーでも良い
仕上げ	なし	鋼製型枠のみ	上面に多くのあばたが発生
	こて	透水ボード貼付	あばた発生なし、転用性の検討
	こて均し	鋼製型枠のみ 透水ボード貼付	コシ離れが悪く、作業しにくい 作業性良好、10回以上転用可能
脱型 までの 養生	外気養生	約48時間存置(冬、5~15℃)	特に冬期は加熱が必要
	温水養生	約36時間存置(冬、15~20℃)	
	TTB方式[2]	24時間以内で脱型・吊上げ可能	

クリートは普通コンクリートに比べて粉体量が多く必要であるが、セグメントは設計基準強度が45MPa以上のことが多いことから、高流動コンクリートを使用しやすい。コンクリートの自己充填性能のみで充填するためにはスランプフローが約55cm以上必要であるが、逆に大き過ぎると材料分離を生じることからその上限を70cmとした。また、コンクリートの粘性が高すぎると型枠内部の継手金物などの障害物を巻き込むことができず、セグメントに適したコンクリートの流動性状があることが実験によって確認されている。

これまでに実施した実験結果から得られた製造上の知見を、表-2に示す。高流動コンクリートは、配合あるいは流動性状の特徴から伏せ型枠などの鋭角部分にあばたを生じやすい。また、セグメントは断面が薄い反面、幅・長さ方向には大きく、また内部に鉄筋や継手金物などが狭い間隔で、かつ複雑に設置されていることから、型枠内のコンクリートの流れが制約を受ける。さらに、運搬時の振動による骨材の沈降や高性能AE減水剤を多量に使用することによる早期強度発現の遅れなど、セグメントに高流動コンクリートを使用

するに当たっては、一般構造物に打設する場合と異なって留意すべき点も多い。これらの事柄に関して表-2に示すような手段を講じる必要がある。

現 在	型 枠	製作 → 組立 → 清掃
	鉄筋・金物	製作・加工 → 取付
	普通コンクリート	計量 → 練混ぜ → 排出 → 運搬 → 打込み → 締固め → 仕上げ → 養生 → 脱型 → 搬出 → 仮置き → 養生 → 搬出
製 品		
将 来	高流動コンクリート	計量 → 練混ぜ → 排出 → 打込み → 養生 → 脱型

図-1 セグメントの製造工程

3. 高流動コンクリートの適用性
高流動コンクリートの使用によって、環境の改善、人員の削減、工場敷地の縮小、品質の向上、形式の多様化あるいは設備投資の軽減が可能になる。製造工程上でのメリットは、図-1のように運搬、締固め及び仕上げの作業軽減が図れる。

表-3は、現状の製造ライン・設備を変更せず、高流動コンクリートをセグメントの製造に使用した場合の適応性をまとめたものである。高流動コンクリートを用いてセグメントの製造の合理化を図るためには、現状の工場ライン

を変え、安定したコンクリートの供給ができるように工場を改造する必要がある。例えば、①サンドスタビライザーや骨材分級設備などの新設、②コンクリート製造プラントからポンプなどによるコンクリートの連続供給、③型枠の立置き（打設作業スペースが現状の5割程度になる）、④生産性向上（現状の2割アップ）と需要や型枠コストを考慮した最適な生産量の設定等が挙げられる。しかし、さらにコストを削減し、高流動コンクリートを製造ラインに組み込むためには、地中構造物で二次覆工されるセグメントの表面仕上げの必要性や現状のセグメントの組み方（海外に比べてジョイントの要求精度が高い。）等についても見直す必要があるものと考えられる。

4. まとめ

コンクリートセグメントに高流動コンクリートを使用し、製造工場の合理化が図れることを実験結果及び想定工場による製造性の検討によって確認された。しかし、将来的な合理化を進める上では、高流動コンクリートに適した製造設備の構築や生産性の考え方が必要であること、また現状のセグメントの考え方や要求性能についても検討する必要がある。

参考文献

[1] 駒田他:コンクリートセグメントの製造方法の合理化に関する検討, 土木学会第50回年次学術講演会概要集V, pp. 422-423, 1995
[2] 牛島他:コンクリートセグメントへの高流動コンクリートの適用, コンクリート工学年次論文報告集Vol. 17, No. 1, pp. 243-248, 1995

表-3 セグメントの製造に対する高流動コンクリートの適応性

項 目	普通コンクリート			高流動コンクリート(平置き)			
	特徴	人員	時間	特徴	人員	時間	
作業 内 訳	型枠組立・配筋		14	7		14	7
	練混ぜ	2分/バ'好	1	8	3分/バ'好	1	7
	打込み・締固め	6分/m ²	14	8	3分/m ²	4	7
	仕上げ	外側全面	10	8	投入のみ	3	6
	養生	製品養生	2	8	保温養生	4	6
	脱型・吊出し・立起し		14	7		14	7
	型枠清掃	型枠のみ	3	6	型枠・透水シート	4	6
評 価	作業 効率	人数	100(58人)		76(44人)		
	時間		100(52時間)		88(46時間)		
	敷地 面積	打設場所	100(6400m ²)		100(6400m ²)		
		工場全体	100(66000m ²)		100(66000m ²)		
	費 用	材料費	100		120		
		労務費	100		67		
		工場稼働費	100		67		
設備投資費		100		100			
総 合	100		100 ?				
作業 環境	騒 音	内部振動機使用時 65~70dB		無			
	振 動	振動機を持つ作業員の労力大		無			

ただし、型枠は1リング 6300x1200x300相当を使用し、20リング(コンクリート量136m³)/サイクルで計算した。