

高流動・高強度コンクリートの製造管理方法に関する一考察

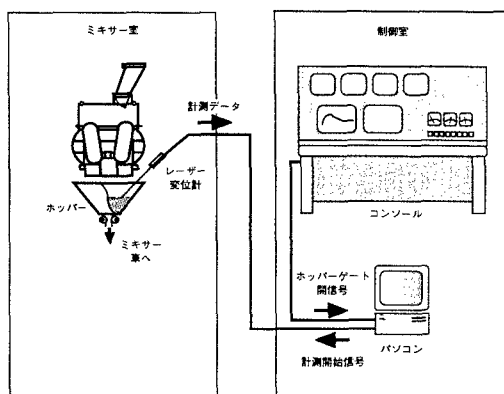
清水建設名古屋支店	正会員	戸栗智仁
清水建設技術研究所		山川裕司
清水・大林 JV		中島安正・吉野政彦
東邦ガス知多緑浜工場		桐山 久

1. はじめに

LNG 地下タンクでは、貯蔵容量の大規模化に伴い掘削時の山留め壁である地下連続壁（以下、連壁）を高強度化し、さらにスランブフローで管理する、いわゆる高流動コンクリートを用いることが多くなってきた^{1), 2)}。高流動コンクリートの製造管理は、スランブモニタなどによるミキサ負荷で行っているのが現状で、ミキサ形式、練混ぜ方法によってはミキサ負荷で適切に管理できない場合がある。このように、高流動コンクリートの製造管理方法は、まだ十分確立されていない。そこで、本報告では、高流動コンクリートの管理方法として、コンクリートをプラントのホッパーからアジテータトラックに積込むときの流下状況による管理方法について提案し、LNG 地下タンクでの施工実績を報告する。

2. 管理システムの概要

同じ配合のコンクリートを大量に製造する場合の変動要因には、細骨材の表面水、粒度の変動などがある。とくに、高流動コンクリートでは表面水の変動の影響が大きく、これによってコンクリートの粘性も変化する。本製造管理システムは、この点に着目して、この変動を大型のロートであるホッパーからの流下状況で管理するもので、本システムの概要を図-1に示す。本システムの特徴は、コンクリートがホッパーから流下するときのコンクリート天端の変化をコンピュータ制御したレーザ距離計で測定し、所定距離を流下する時間でコンクリートの品質を全バッチ管理できることにある。本工事では、ミキサから排出したコンクリート天端から10cm～60cmまでの流下時間を管理項目として設定し、測定精度、製造効率などを考慮して流下時間が約10～30秒になるようにプラントのホッパーゲート開度を調整した。本システムは、ロートの出口であるホッパーゲートの開度の安定性が精度上重要である。



図一 1 管理システム概要

3. 施工の概要

連壁の施工には5プラントを用い、その示方配合を表-1に示す。スランプフローの目標値は 60 ± 5 cm、空気量の目標値は $4.5 \pm 1.0\%$ である。使用したセメントは低熱ポルトランドセメント、混和剤はポリカルボン酸系の高性能AE減水剤にグリコール系の増粘剤を混合した1液タイプのものを用いた。骨材は、それぞれのプラントで使用しているものを用い、粗骨材の容積を同一とし、材料分離抵抗性、加圧ブリーディング量の目標を満足するように細骨材(S1, S2)または粗骨材(G1, G2)の混合比率を調整した。連壁の諸元は、壁厚1.4m、長さ約100m、幅

表-1 コンクリートの配合

MaxSize (mm)	スランプ フロー (cm)	空気量 (%)	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)				
					W	C	S	G	Ad
25	60	4.5	35.6	48.7	160	450	819	900	2.1

はAエレメントが4.5m、Bエレメントが8.3mである。連壁の長さのうち上部の約65mが表-1の配合である。

表-1 コンクリートの配合

MaxSize (mm)	スパン* フロ (cm)	空気量 (%)	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m3)				
					W	C	S	G	Ad
25	60	4.5	35.6	48.7	160	450	819	900	2.1

キーワード：高流動・高強度コンクリート，製造管理方法，レーザ距離計，流下時間，地下連続壁
〒460 名古屋市中区錦1丁目3-7 TEL052-211-6349 FAX052-201-7635

4. 施工結果および考察

4.1 品質管理結果

連壁コンクリートの現場でのプラントA～Cの品質管理結果の一例を表-2に示す。なお、プラントD、Eの結果は割愛した。現着時スランプフロー（以下、SFs）の平均値は、約61～64cm、その標準偏差は約2～3cmで、よく管理されており、プラントA～Cでは施工回数が多くなるにしたがって標準偏差は約2cm以下と小さくなっている。現着時50cmフロータイム（以下、FTs）の平均値は、6～10秒で、プラントD、Eが小さい。また、施工回数が多くなるにしたがって約2～3秒である標準偏差が2秒以下と小さくなっている。これは、同一の品質のコンクリートではSFsが大きくなれば粘性が小さくなり、この結果FTsも小さくなることによる。なお、プラントDは表面水自動測定装置を設置しており、安定したコンクリートの製造ができています。図-2にプラントAのSFsとFTsの試験結果の例を示す。練り始めは、変動が幾分大きいですが、その後は比較的緩やかに変動しているようである。この傾向は、他のプラントでも同様である。

4.2 プラントでの製造管理結果

実施工の結果、ホッパーゲート開度の安定性が、ゲートを開閉している空気圧に左右され、プラントの設備能力などにより開度の安定性が確保できないプラントもあった。よって、以下には開度の安定性の比較的良好なプラントAの結果について考察する。練上がり直後のスランプフロー（以下、SFp）と各バッチに対応する流下時間Tとの関係の一例を図-3に示す。図示のようにSFpとTとの相関は比較的良好だが、一部のデータが大ききはずれるものがある。この原因には、サンプリング方法、ゲート開度の安定性などがある。また、SFsの目標に対して約20cm小さく、コンクリート温度が低いことの影響が大きいと考えられる。次に、SFsとコンクリートの製造時の平均流下時間（以下、Tav）との関係の例を図-4に示す。SFsとFTsとの相関係数 r は、0.75～0.95でよい相関を示している。このようにゲート開度が安定していればTavをSFsの管理に用いることができる。

5. まとめ

高流動コンクリートのプラントにおける品質管理方法として、ホッパーゲートからのコンクリートの流下時間による方法を提案し、本方法が管理に用いられることを示した。

参考文献

- 1) 高木貞人ほか；高強度・高流動コンクリートによる高止水性連続地中壁の施工—東京ガス扇島工場LPG地下式貯槽工事—、コンクリート工学 Vol.34, No.12, pp.26-29 (1996)
- 2) 瀬戸謙一郎ほか；地中連続壁用高強度・高流動コンクリートの品質安定性、土木学会第51回年次学術講演概要集第5部, pp.684-685 (1996)

表-2 品質管理結果

プラント名	エレメントNo.	データ数 n	SFs			FTs		Tp
			$\bar{x}$	σ	$\bar{x}$	σ	$\bar{x}$	
A	A-11	16	62.4	2.2	11.4	3.2	13.0	
	A-15	19	61.8	2.7	10.8	3.0	9.8	
	A-8	27	62.9	1.6	8.2	1.3	12.0	
	B-1	23	62.2	1.9	9.6	1.4	9.3	
B	A-11	17	62.5	1.7	8.7	2.5	12.9	
	A-6	17	62.6	1.9	7.8	2.2	12.8	
	A-8	27	61.8	1.8	9.2	2.3	12.3	
	A-10	16	62.4	1.1	8.2	1.7	9.0	
C	A-19	20	62.6	2.5	8.7	2.2	15.2	
	A-15	17	63.8	2.3	8.5	2.0	11.1	
	A-10	16	62.7	1.7	9.8	1.6	10.5	
	B-1	24	62.9	1.1	9.2	1.7	10.5	

注： $\bar{x}$ ：平均値、 σ ：標準偏差

・SFs：現着時スランプフロー、FTs：現着時50cmフロータイム

・Tp：コンクリート温度

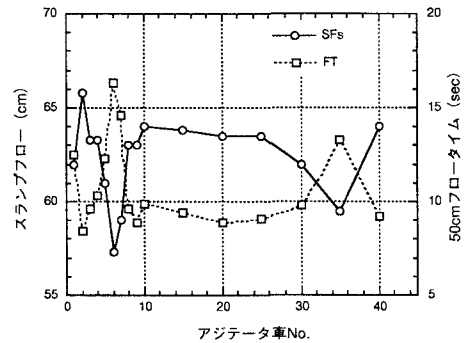


図-2 SFsおよびFTsの管理状況

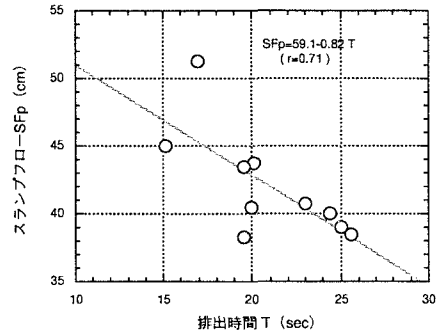


図-3 SFpと流下時間との関係

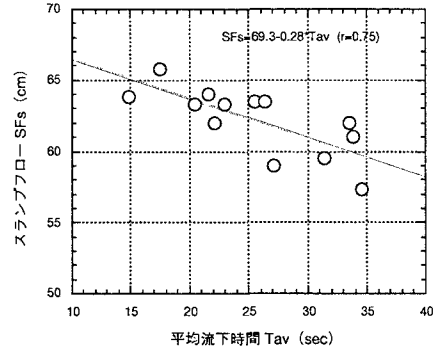


図-4 SFsと平均流下時間との関係