

V-160 高強度地下連続壁コンクリートの流動性のバラツキを抑制する特殊増粘剤の効果

鹿島技術研究所 正会員 瀬戸謙一郎

鹿島技術研究所 正会員 大友 忠典

鹿島(株)北陸支店 正会員 坂田 昇

1. はじめに

地下構造物の多様化や大型化のニーズの高まりに伴って、地下連続壁の高品質化が検討され、その一環として設計基準強度 $600\sim 800\text{kgf/cm}^2$ の高強度化を目指した研究開発が進められている¹⁾。地下連続壁の高品質化を図るためには、鉄筋が密に配置された安定液中において隅々までコンクリートが充填するよう、コンクリートはスランプフロー 65cm 程度の高流動性と材料分離抵抗性とを併せ持つ必要がある。しかし、このような高流動コンクリートは、セメントの種類、コンクリート温度、あるいは細骨材の表面水率の変動等によって、流動性が敏感に変化する難点のあることが知られている。筆者らは、ある種の特殊増粘剤がこの流動性のバラツキを抑制する効果が大きいことを報告したが²⁾、本報文は、地下連続壁を対象とした高強度・高流動コンクリートにこの特殊増粘剤を使用した場合の効果について室内試験で検討したものである。

2. 実験概要

配合及び使用材料を表-1に示す。材齢91日の配合強度は 950kgf/cm^2 (設計基準強度 700kgf/cm^2)であり、スランプフローの目標値は $65\pm 5\text{cm}$ とした。表-2

表-1 配合及び使用材料

配合 No.	W/C (%)	s/a (%)	スラ 70- (cm)	空気量 (%)	単位量 (kg/m^3)				SP剤* (C×%)	消泡剤 (C×%)	増粘剤 (W×%)
					W	C	S	G			
1	30.0	45.0	65 ± 5	2 ± 1	165	550	751	939	1.7	0.001	0.05
2	30.0	45.0	65 ± 5	2 ± 1	165	550	751	939	1.05	0.001	0

*高性能AE減水剤

に本実験で検討した要因及び水準を示す。シリーズ1では実験要因は細骨材の表面水率の錯誤量であり、変動の幅は特殊増粘剤添加のケースで $\pm 1.0\%$ 、無添加のケースで $\pm 0.5\%$ とした。表面水率の錯誤量は、単位水量と細骨材量の増減によって調整した。シリーズ2では実験要因はコンクリート温度で、 20°C を中心に $\pm 10^\circ\text{C}$ の幅で変化させた。コンクリートの練混ぜ

使用材料

セメント:高ビーライト系ポルトランドセメント(比重 3.22)

細骨材:上野原産川砂と君津産山砂の6:4の混合砂

(比重 2.59, F.M. 2.76, 実積率 70.3%, 吸水率 2.4%)

粗骨材:八王子産硬質砂岩砕石 (Gmax 20mm, 比重 2.65, F.M. 6.66, 実積率 60.6%, 吸水率 0.6%)

高性能AE減水剤:ポリカルボン酸塩

消泡剤:シリコン系

特殊増粘剤:水溶性ポリサッカライド(ウエランガム)

には水平二軸型強制練りミキサ(100ℓ, 60rpm)を用い、練混ぜ量は50ℓとした。練混ぜ時間はモルタル先練り90秒間、その後粗骨材投入後90秒間とした。流動性試験にはスランプフロー試験を適用し、練上り5分後に最初の測定を行った。なお、シリーズ2では、設定したコンクリート温度に応じて、それぞれ10、20及び 30°C の恒温室において、練上りから90分間のフレッシュコンクリートの品質の経時変化を測定した。

表-2 実験要因及び水準

シリーズ	要 因	水 準
1	細骨材の 表面水率 の錯誤量	増粘剤添加: $\pm 1.0\%$, $\pm 0.5\%$, 0% ($0.05W\%$) 増粘剤無添加: $\pm 0.5\%$, 0%
2	コンクリート 温度	増粘剤添加: 10°C , 20°C , 30°C ($0.05W\%$) 増粘剤無添加: 10°C , 20°C , 30°C

3. 実験結果及び考察

3.1 細骨材の表面水率の錯誤量の影響

試験結果を表-3及び図-1に示す。図-1から表面水率の錯誤量が $\pm 0.5\%$ の幅で変化すると、スランプフローは増粘剤無添加のケースで、 $51.5\sim 72.0\text{cm}$ に大きく変化し、一方、増粘剤添加のケースでは、 $64.5\sim 67.5\text{cm}$ でその変化幅は無添加に比べて極めて小さくなった。増粘剤添加のケースで、表面水率の錯誤量が $\pm 1.0\%$ の場合でもスランプフローは $59.0\sim 71.5\text{cm}$ で目標範囲 $65\pm 5\text{cm}$ をわずかに外れる程度であった。

JIS A5308-93レディーミクストコンクリートでは、スランプ8cmのコンクリートに対して許容差 $\pm 2.5\text{cm}$ としており、コンクリート標準示方書[施工編]を参考にスランプ2.5cmの変化に相当する単位水量の変化を概算すると約 5kg/m^3 となる。これは細骨材表面水率では約0.6%に相当し、すなわち、通常のコンクリー

トでは細骨材の表面水率で 0.5% 程度の錯誤が生じた場合でも、スランブ値が許容範囲内に収まるものと考えられる。図-1から、高流動コンクリートでは増粘剤を使用しない場合には、表面水率の錯誤量が 0.2~0.3% 程度で流動性の目標範囲（スランブフローで ± 5 cm）を外れてしまうことになり、流動性の管理が実用上極めて難しいことを示している。特殊増粘剤はこの問題を解決する上で有効な一策と考えるものである。

増粘剤添加のケースの圧縮強度は表-3に示したように、細骨材表面水率の錯誤量 $\pm 1.0\%$ の変化に対して材齢 91 日強度は $1016 \sim 1123 \text{ kgf/cm}^2$ に（錯誤量 0% の 1082 kgf/cm^2 に対して $-66 \text{ kgf/cm}^2 \sim +41 \text{ kgf/cm}^2$ ）変化した。今回の試験では、設定した配合強度 950 kgf/cm^2 に比べて全般に大きめの強度を示したため問題ではないが、実施工にあった場合はスランブフローが許容上限である 70 cm を超えると材齢 91 日圧縮強度が 60 kgf/cm^2 程度低下することを考慮して、配合計画を立てる必要がある。

3.2 コンクリート温度の影響

試験結果を表-4に示す。増粘剤無添加のケースでは、スランブフローはコンクリート温度 20°C で 65.5 cm であったが、 10°C 及び 30°C では 61.0 cm と 54.5 cm で、 20°C に比べていずれも小さい値を示した。また、コンクリート温度が高いほどスランブフローが時間経過と共に急激に低下した。一方、増粘剤添加のケースでは、実験の範囲で温度にかかわらず練上り時のスランブフローが 63.0~65.0 cm で、温度 20°C 以下では、練上り後 90 分程度は目標とした流動性の範囲を維持した。

以上、細骨材表面水率のわずかな錯誤やコンクリート温度の変化によってスランブフローが敏感に変化し、目標範囲を容易に外れてしまう、さらに、流動性が下限を外れる場合には充填性不良部が生じることが懸念される、という高流動コンクリートの難点の解決策の一つとして、特殊増粘剤（水溶性ポリサッカライド）の適量使用が有効であることが確認された。

4. おわりに

上述したように、特殊増粘剤は高流動コンクリートの施工管理に極めて有用であるが、特殊増粘剤は流動性のバラツキを緩和する一方で、配合の変化を流動性の変化で検出し、フィードバックするという従来の品質管理手法になじまない面も有する。この課題は高強度コンクリートの場合により顕在化するものと考えられ、現在水セメント比の推定等の別途の早期品質管理方法について適用性の検討を進めている。

（参考文献）

- 1) 坂田, 田沢, 大友, 瀬戸; 高性能地下連続壁のコンクリート配合に関する実験的研究, コンクリート工学年次論文報告集, Vol. 16-1, 1994
- 2) 万木, 坂田, 岩井; 特殊増粘剤を用いた締固め不要コンクリートに関する研究, コンクリート工学年次論文報告集, Vol. 14-1, 1992

表-3 試験結果（シリーズ1）

配合 No.	表面水率 錯誤量 (%)	スランブ フロー (cm)	空気量 (%)	圧縮強度 (kgf/cm^2)		
				7 日	28 日	91 日
1	-1.0	59.0	1.9	461	871	1123
	-0.5	64.5	1.8	455	861	1107
	0	65.0	1.8	447	833	1082
	+0.5	67.5	1.5	409	813	1050
	+1.0	71.5	1.1	397	790	1016
2	-0.5	51.5	1.8	457	864	1145
	0	65.5	1.6	451	853	1085
	+0.5	72.0	1.4	446	840	1079

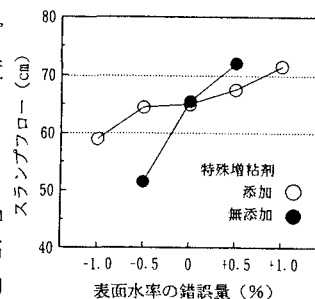


図-1 細骨材の表面水率の錯誤量とスランブフローの関係

表-4 試験結果（シリーズ2）

配合 No.	コンクリート 温度 ($^\circ\text{C}$)	スランブフロー (cm)				空気量 (%)	圧縮強度 (kgf/cm^2)		
		5 分	30 分	60 分	90 分		7 日	28 日	91 日
1	13.0	64.5	65.0	64.0	60.5	1.8	496	848	1027
	20.6	65.0	65.0	65.0	64.0	1.8	447	833	1082
	30.2	63.0	58.5	49.5	46.0	1.6	504	856	1090
2	12.6	61.0	56.0	43.0	29.0	1.9	443	825	1035
	20.1	65.5	50.5	29.0	—	1.6	451	853	1085
	30.8	54.5	30.0	—	—	1.8	467	814	1036