

単位水量を減少させた低水セメント比コンクリートのフレッシュ性状実験

JR 東日本 研究開発センター 正会員 ○在田 浩之

JR 東日本 構造技術センター 正会員 細田 暁

JR 東日本 研究開発センター 正会員 高桑 靖匡

1. はじめに

高強度かつ低水セメント比のコンクリートについては、単位水量および単位セメント量を減少させることがコンクリートの自己収縮・温度上昇を抑制することにつながる。今回、低水セメント比かつ練混ぜ直後のスランプフローが 550mm 程度のコンクリートを対象として、単位水量・セメント量を減少させ、さらに細骨材率と骨材種類を変えたコンクリートの練り上がり状況について確認したので報告する。

2. 実験概要

2. 1 実験方法

第1ステップとして、強制二軸ミキサー（容量 50 L）を用いてポリカルボン酸系の高性能 A E 減水剤（以下 S P と略す）を添加して、W/C（=30%）一定のまま、単位水量・セメント量を減少させたコンクリートの練り上がり状況を確認した。この際、ワーカブルなコンクリートの配合条件を保つ配合設計方法として、粗骨材のかさ容積を一定にして単位セメントペースト量の減少分を細骨材量で補うこととした。また、基本配合は、関東圏の生コンプラントにおいて W/C =30%，目標スランプフロー 550±50mm の場合に標準とされている配合（No.1）とした。これらの条件のもと、スランプフローを高性能 A E 減水剤の使用量の増減によって 3 水準に変化させ、おのおの単位水量・セメント量を減少した場合についてフレッシュ性状実験を行った。

第2ステップでは、上記結果をもとに、細骨材率を変化させた場合についてフレッシュ性状実験を行った。さらに第3ステップでは、骨材自体を単位水量を抑えることが可能な良質なものに置き換え、上記第1ステップを参考に 11 配合の練混ぜを行った。

2. 2 使用材料および実験結果

コンクリートの配合およびスランプフロー平均値、空気量、温度等の実験結果を表－1に示す。

2. 2. 1 使用材料

使用セメントは全て低熱ポルトランドセメントであり、第1，2ステップで用いた細骨材は、関東圏の生コンプラントで生産されるコンクリートを想定し、細骨材に砕砂と陸砂の混合砂（密度 2.60g/cm³），粗骨材には碎石（密度 2.71g/cm³）を用いた。第3ステップでは、良質な天然骨材を使用したときの減水効果を確認するために、細骨材に北海道産の川砂（密度 2.66g/cm³），粗骨材に静岡産の川砂利（密度 2.64g/cm³）を用いた。混和剤はすべてポリカルボン酸系の高性能 A E 減水剤を用いた。

表－1 配合および実験結果

実験 ステップ	配合 No.	水セメント比 W/C (%)	細骨材率 s/a (%)	単位量 (kg/m ³)					粗骨材 G	混和剤	スラブ (cm)	スラブ 平均値 (mm)	空気量 (%)	温度 (℃)						
				水 W	セメント C	細骨材														
						S ₁	S ₂													
1	30	1	47.5	165	550	546	234	899 (0.555) (かさ容積 m ³ /m ³)	SP8SB	C×1.25%	—	575	2.1	12.5						
		2	49.1	155	517	582	249			C×1.5%	—	450	2.4	13.0						
		3	49.1	155	517	582	249			C×1.7%	—	520	2.4	13.0						
		4	50.7	145	483	620	266			C×1.7%	—	255	3.2	14.0						
		5	50.7	145	483	620	266			C×3.0%	—	520	2.5	14.0						
		6	50.7	145	483	620	266			C×4.0%	—	560	2.2	14.0						
		7	52.1	135	450	667	281			C×4.0%	18.0	325	3.0	13.5						
		8	52.1	135	450	667	281			C×7.0%	20.0	380	3.1	13.5						
		9	51.4	140	467	638	274			C×4.0%	23.5	465	2.7	13.5						
		10	49.9	150	500	602	258			C×1.7%	—	405	2.5	14.5						
		11	49.9	150	500	602	258			C×3.0%	—	560	2.0	14.0						
		12	49.1	155	517	582	249			C×3.0%	—	630	1.9	14.0						
2	30	13	48.7	145	483	596	256	934(0.577)	SP8SB	C×3.0%	23.5	410	2.5	11.0						
		14	52.7	145	483	645	277	861(0.532)			20.5	340	2.6	12.0						
		15	50.7	145	483	620	266	899(0.555)			22.5	390	2.6	12.0						
		16	46.7	145	483	571	245	972(0.600)			—	505	2.3	12.5						
3	30	17	44.0	155	517	766	—	966(0.565)	SP8SB	C×1.2%	—	740	0.7	13.0						
		18	44.0	135	450	814	—	1027(0.601)		C×1.2%	—	680	1.3	13.0						
		19	48.0	125	417	912	—	—		C×1.0%	—	535	3.1	14.0						
		20	49.5	115	383	968	—	—		C×1.5%	7.0	—	4.1	14.0						
		21	48.8	120	400	942	—	—		C×3.0%	18.0	310	3.4	14.0						
		22	48.8	120	400	942	—	—		C×7.0%	21.0	385	3.6	14.5						
		23	47.3	130	433	888	—	982(0.574)		C×0.7%	—	560	2.8	14.0						
		24	46.5	135	450	859	—	—		C×0.7%	—	565	2.5	14.0						
		25	48.0	125	417	912	—	—		C×0.7%	—	395	3.5	14.0						
		26	49.5	115	383	968	—	—	SP8HL	C×3.0%	15.0	—	4.0	14.0						
		27	46.5	135	450	859	—	—	SP8SV	C×0.85%	—	635	3.3	14.0						

キーワード 単位水量，単位セメント量，スランプフロー

連絡先 〒331-8513 埼玉県さいたま市北区日進町2丁目0番地 JR東日本研究開発センター TEL 048-651-2552

2. 2. 2 実験結果

(1) 第1ステップのフレッシュ性状

実験の結果、練混ぜを行った生コンプラントの標準配合である単位水量 165 kg/m^3 で良好なフレッシュ性状を得られることを確認した。そして、これを基準として単位水量を 135 kg/m^3 まで減少させた配合で、SPの使用量を変化させてコンクリートを練混ぜた。その結果、図-1に示すように、SPの使用量を増加することにより、単位水量が $140 \sim 145 \text{ kg/m}^3$ まで練混ぜが可能であり、基準配合から $20 \sim 25 \text{ kg/m}^3$ 程度まで単位水量を減少させることが可能であることが確認できた。しかし、ワーカブルなコンクリートという条件を満足するためには、単位水量 150 kg/m^3 、単位セメント量 500 kg/m^3 が妥当であること、単位水量 135 kg/m^3 では、SPの使用量を大幅に増大させてもフレッシュ性状の変化が困難であること等が確認できた。

(2) 第2ステップのフレッシュ性状

第1ステップでは、ある程度ワーカブルなコンクリートを確保するためには、単位水量として少なくとも 150 kg/cm^3 程度が必要であると判断した。そこで、さらに単位水量を小さくさせる方法として、細骨材率を変化させた場合によるスランプフローの増大効果を検討した。単位水量は 145 kg/m^3 一定として、図-2に示すように、細骨材率を 46.7% 、 48.7% 、 50.7% 、 52.7% の場合について実験した。その結果、細骨材率を小さくすることにより、スランプフローが大きくなること、細骨材率 46.7% のときにワーカブルなコンクリートが得られたことから、単位水量を小さくする方法として細骨材率を変化（減少）させることも有効な手法であることが確認できた。

(3) 第3ステップのフレッシュ性状

第1ステップでは単位水量 135 kg/m^3 は困難であるという結果であったが、図-3に示すように、骨材の種類を川砂利、川砂に変えることにより単位水量 135 kg/m^3 でワーカブルなコンクリートが製造可能であることが確認された。また、単位水量 $125 \sim 130 \text{ kg/m}^3$ でもある程度ワーカブルなコンクリートとなるが、良好なフレッシュ状態とするためには、単位水量 135 kg/m^3 、単位セメント量 450 kg/m^3 、SP (SP8SB) 使用量 0.7% 、細骨材率 46.5% 、粗骨材かさ容積 $0.574 \text{ m}^3/\text{m}^3$ の配合が妥当であると判断した。

単位水量 120 kg/m^3 以下ではSPの使用量を増大させても、また分散性の高い混和剤（超高強度コンクリート用高性能減水剤：SP8HU）を用いても単位水量の減量は期待できないことが分かった。

3. まとめ

本実験の結果、以下のことが確認できた。

(1) 砕石と砕砂・陸砂を使用した単位水量 165 kg/m^3 のコンクリートでは、高性能AE減水剤の使用量を増加させることにより、単位水量を 15 kg/m^3 減少させても充分ワーカブルなコンクリートを得ることができた。

(2) 骨材の種類、高性能AE減水剤の使用量などを変えて単位水量の減少を図った結果、単位水量 165 kg/m^3 のコンクリートについては、単位水量を 40 kg/m^3 まで減少させても、スランプフローを満足するコンクリートを得ることができた。ただし、これらは粗骨材が目立つ荒々しいコンクリートであるため、充分ワーカブルなコンクリートを得るためには単位水量を 25 kg/m^3 程度減少させることが妥当であると判断した。

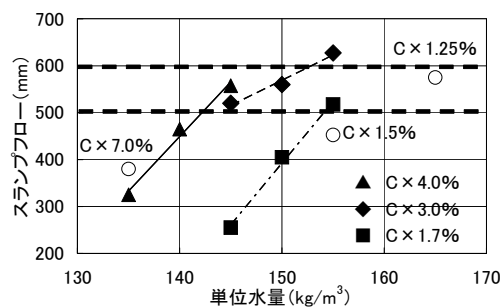


図-1 スランプフローと単位水量

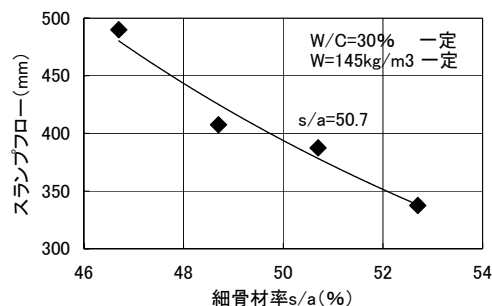


図-2 スランプフローと細骨材率

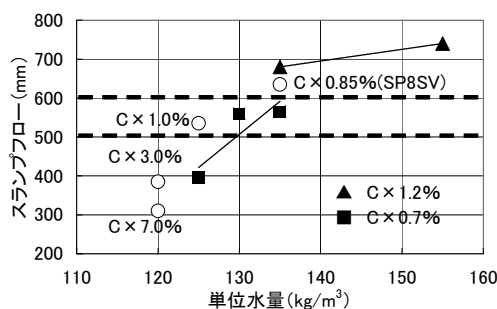


図-3 スランプフローと単位水量
(天然骨材使用)