

V-151

高流動コンクリートの流動性保持性能の向上に関する一実験

鹿島技術研究所 正会員 坂田 昇
 鹿島東京支店 正会員 鈴木 健一
 鹿島技術研究所 正会員 横関 康祐
 鹿島技術研究所 正会員 本橋 賢一

1. はじめに

締固め作業を行わなくとも自重により流動し型枠内に密実に充填する性質を有する、いわゆる高流動コンクリートは、すでに中小規模の構造物に適用され、実用性の高いことが検証されてきている。今後、大型構造物や打込み場所が制約される等の難しい与条件の構造物に適用されていくと予測されるが、その場合打込んだコンクリートが流動・充填するのに要する時間が長くなり、その間コンクリートが適正な流動性を確保しなければ、未充填部等の品質欠陥を生じる恐れがある。本研究は、打設面積約 8,000㎡の実工事を想定して高流動コンクリートの流動性保持性能の向上対策を検討したもので、高性能減水剤とスランプ保持剤の適量使用により大幅な凝結遅延を生じることなく練混ぜ後約6時間まで所要の流動性を確保できる見通しが得られた。この室内配合試験について報告する。

2. 実験概要

使用材料及びコンクリートの配合をそれぞれ表-1及び表-2に示す。特殊増粘剤として水溶性ポリサッカライド¹⁾を用いた高流動コンクリートで、セメントに低発熱型三成分系セメント、高性能減水剤（以下、SP剤と記す）にβ-ナフタリンスルホン酸塩、スランプ保持剤（以下、SC剤と記す）に徐放性分散剤を用いた。セメント 320 kg/㎡に石灰石粉 180kg/㎡を加えて、微粉末量を確保している。スランプフローの目標値は65±5cmに設定した。コンクリートは二軸型強制練りミキサ（容量 100ℓ）を用いて、粗骨材、細骨材、セメント、石粉、水+混和剤の順に投入し、その後90秒間練り混ぜた。特殊増粘剤は袋状のものを練混ぜ開始5秒後にミキサ内に投入した。実験要因はSP剤及びSC剤の添加量とし、スランプフロー、空気量及び目視によるワーカビリチーの経時変化を測定、観察するとともに、凝結硬化速度試験を行った。

3. 実験結果及び考察

図-1に、SC剤添加率が一定（ $P \times 0.16\%$ 、Pはセメントと石粉の総量）でSP剤添加率を変化させた場合について、スランプフローの経時変化を示す。練上り直後のスランプフローはSP剤添加率が $P \times 1.4 \sim 1.8\%$ の範囲で大きいほどわずかに大きくなるが、変化の幅は狭く61~65cmであった。スランプフローは練混ぜ直後からある時間幅でほぼ不変の傾向を示し、以後徐々に低下した。図-2はスランプフローの設定下限値である60cmに達した時間を示したもので、この時間はSP剤添加率と正の一次相関を示し、SP剤添加率 $P \times 1.8\%$ では目標とした流動性を約6時間保持することが確認された。SP剤添加量によって、練上り直後のスランプフローを大きく変化させることなく、流動性保持時間を調整できるという結果である。この特性は特殊増粘剤とSP剤及びSC剤との組合せによってもたらされと考えられ、SP剤のセメントに対する強力な分散効果を特殊増粘剤が緩和し²⁾、また、SP剤が流動性保持調整剤として働いていると推測されるのである。なお、空気量のデータは割愛するが、空気量の経時変化は小さく、いずれの配合も $4.5 \pm 1.0\%$ の範囲にあった。次に、SP剤添加率を一定（ $P \times 1.6\%$ ）とし、SC剤添加率を変化させる実験を行った。

表-1 使用材料

使用材料	
セメント	三成分系セメント (M社製、比重 2.76、C:S:F=20:57:23、比表面積 4860cm ² /g)
石粉	舗装用石灰石粉 (JIS A 5008規格品、比重 2.70、比表面積 3080cm ² /g)
細骨材	山砂 (比重 2.60、F.W. 2.57、実積率 70.6%)
粗骨材	石灰砕石 (Gmax20mm、比重 2.67、F.W. 7.28、実積率 70.6%)
高性能減水剤 (SP剤)	β-ナフタリンスルホン酸塩
スランプ保持剤 (SC剤)	徐放性分散剤 (ポリカルボン酸系微粒化物)
空気量調整剤 (AC剤)	徐放性空気連行剤 (樹脂酸系)
特殊増粘剤	水溶性ポリサッカライド (ウエランガム)

表-2 コンクリート配合

W/C (%)	s/a (%)	目録スランプフロー (cm)	目録空気量 (%)	単 位 量 (kg/㎡)				特 殊 粉体 (セメント+石粉) 増粘剤 に対する添加率 (P×%)			
				水	セメント	石粉	細骨材	粗骨材	AC剤	SP剤	SC剤
46.9	47.0	65±5	4.5±1.5	150	320	180	759	893	0.350	0.30	*1) *2)

*1) SP剤の添加率: 1.4, 1.6, 1.8 %

*2) SC剤の添加率: 0.0, 0.08, 0.16, 0.32 %

図-3にスランプフローの経時変化を示す。SC剤添加率を $P \times 0 \sim 0.32\%$ の範囲で増加させると、練上り直後のスランプフローはごくわずかに小さくなり、また0.16%及び0.32%の場合には練上り1時間後にスランプフローが最大となる傾向を示した。スランプフローの経時変化の傾向は前述のSC剤添加率一定の場合とは若干異なるものの、スランプフローの目標範囲に十分納まっている。図-4はスランプフロー60cm保持時間とSC剤添加率との関係を示したものである。両者は比較的良好の正の一次相関を示し、スランプフロー60cm保持時間はSC剤添加率0%で約2時間、0.3%で約6時間となった。SP剤単独でも通常の工事では支障のない約2時間という流動性保持性能を有していることが分った。空気量はいずれの配合もスランプフローを測定した時間の範囲で $4.5 \pm 1.5\%$ を満足した。なお、図-1及び図-3に示した配合は全て目視観察でワーカビリティは良好であった。

図-5にスランプフロー60cm保持時間と凝結硬化時間との関係を示す。SP剤添加率を変えたケース、SC剤添加率を変えたケースともに流動性保持時間を長くすると凝結時間は伸びるが、その程度はわずかであり、スランプフロー60cm以上を6時間保持させても凝結硬化時間は始発で15時間程度、終結で24時間程度となった。なお、同一のセメント及び骨材とポリカルボン酸塩系高性能AE減水剤を用いたスランプ18cmの配合（ $C = 280\text{kg}/\text{m}^3$, $W/C = 55\%$ ）では、始発が11時間、終結が20時間であり、凝結時間では今回の結果と同レベルであると言える。

4. おわりに

特殊増粘剤を用いた高流動コンクリートの流動性保持対策を検討した結果、SP剤またはSC剤の添加量を調整することにより、流動性保持性能が比較的容易に調整でき、大幅な凝結遅延を生じることなく6時間程度まで高流動コンクリートに適した流動性を保持させ得ることが明らかとなった。このような利点は特殊増粘剤とSP剤及びSC剤の相互作用によってもたらされると推測され、そのメカニズムについて今後検討していく予定である。

（参考文献）

- 1) 坂田 昇・中下兼次・深田敦宏・万木正弘：高流動コンクリートの配合が施工性及び充填性に及ぼす影響，コンクリート工学年次論文報告集，Vol. 15-1, 1993. 6
- 2) 坂田 昇・万木正弘・岩城 実：特殊増粘剤が高流動コンクリートの流動性を安定させる効果—コンクリート温度の影響—，土木学会第48回年次学術講演会概要集，第5部，1993. 9

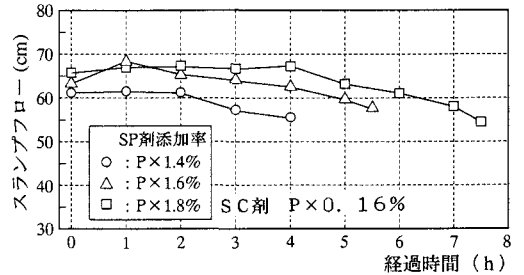


図-1 スランプフローの経時変化（SP剤添加率の影響）

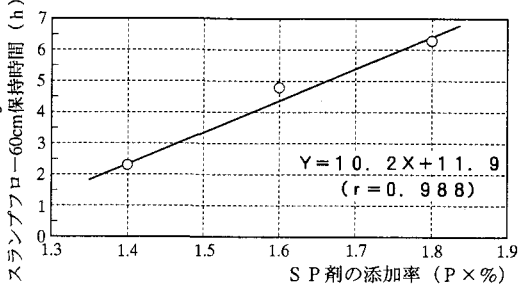


図-2 SP剤の添加率とスランプフロー60cm保持時間の関係

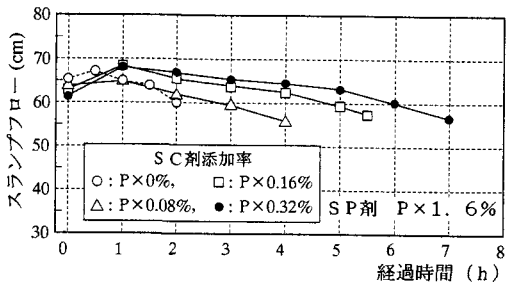


図-3 スランプフローの経時変化（SC剤添加率の影響）

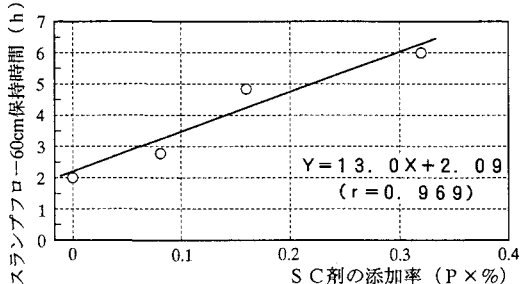


図-4 SC剤の添加率とスランプフロー60cm保持時間の関係

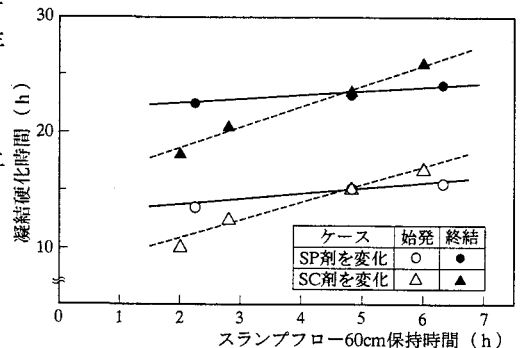


図-5 スランプフロー60cm保持時間と凝結硬化時間の関係