

流動性を長時間保持しコールドジョイントの発生を防止できるコンクリートの開発

(株) 大林組 正会員 ○桜井邦昭, 正会員 平田隆祥

1. はじめに

コンクリートは時間経過に伴い流動性が低下する。流動性の低下は圧送時の閉塞や充填不良の要因となる。また、コンクリートを2層以上に分けて打ち重ねる場合、先に打ち込んだコンクリートの硬化が始まる前に、上層に打ち重ねしないとコールドジョイントが生じ、鉄筋コンクリート構造物の耐久性が低下する。このため、コンクリート標準示方書では、練混ぜから打ち終わるまでの時間や許容打ち重ね時間間隔の限度を定めるとともに、配筋条件や締固め作業高さに応じて打込みの最小スランブを設定し、場内外の運搬に伴う流動性の低下を考慮して出荷時や荷卸し時の目標スランブを選定するよう定めている(表1, 図1)。汎用的に使用されている大半のコンクリートで、表1の時間の限度まで所要のスランブ(打込みの最小スランブ)を確保するには、相当に大きなスランブのコンクリートを製造する必要があり不経済であるとともに、水量やセメント量の増加により温度・収縮ひび割れの要因となる。

また、昨今では生コン工場の集約化が進んでおり、現場までの運搬時間が長時間化して現場内での作業可能な時間が短くなる事例も多い。さらに、近年では夏期に猛暑となることも多く、コンクリートの流動性を保持することが年々難しい環境条件になっている。

そこで、生コン工場で製造したコンクリートに特殊混和剤(液状, JIS A 6204 適合品)を後添加するだけで、流動性を長時間保持でき、コールドジョイントの発生を防止できるコンクリートを開発した。本稿では、このコンクリートの概要を報告する。

2. 特殊混和剤による流動性保持の概念

特殊混和剤による流動性保持の概念を図2に示す。現在、汎用的に使用されているコンクリートにはAE減水剤や高性能AE減水剤などの減水剤が用いられている。練上がり直後は、これらの減水剤がセメント粒子の表面に吸着し、セメント粒子を分散させることで所要の流動性を確保している。しかし、時間経過に伴い、水和反応が進行すると水和物が減水剤を覆うため、セ

表1 コンクリート標準示方書における時間の限度

条件	外気温が25℃を超える	外気温が25℃以下
練混ぜから打ち終わるまでの時間	1.5時間	2.0時間
許容打ち重ね時間間隔	2.0時間	2.5時間

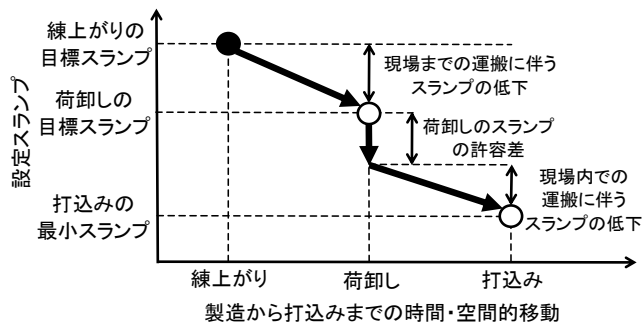


図1 各施工段階の設定スランブとスランブ経時変化の関係(コンクリート標準示方書)

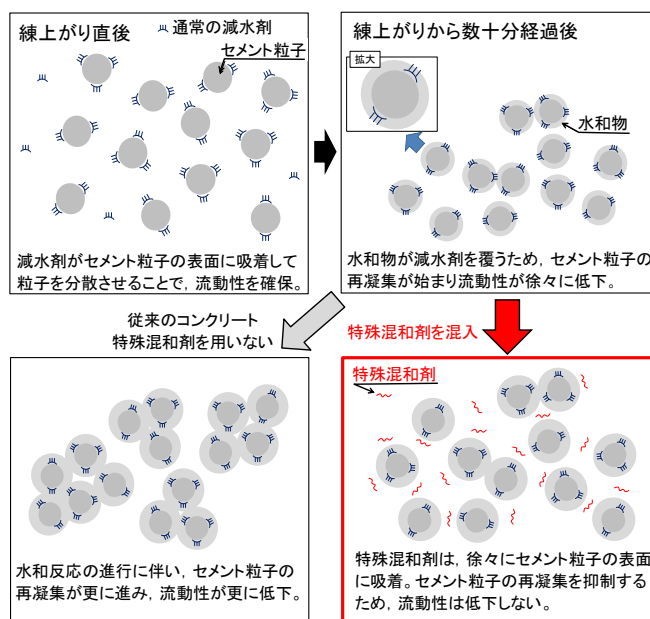


図2 特殊混和剤による流動性保持の概念図

メント粒子同士が凝集して流動性が徐々に低下する。

一方で、特殊混和剤は、添加直後にはセメント粒子に吸着しないため、セメント粒子の分散は生じず流動性は変化しない。その後、徐々にセメント粒子の表面に吸着していき、セメント粒子同士の凝集を抑制するため、長時間にわたり同じ流動性を保持できる。

3. 検証実験

特殊混和剤を用いたコンクリートの効果を検証するため、20℃の室内で試験練りを行った。コンクリート

キーワード 流動性, コールドジョイント, 許容打ち重ね時間間隔, ブリーディング, 混和剤, 後添加

連絡先 〒204-8558 東京都清瀬市下清戸 4-640 TEL042-495-1012

表2 コンクリートの配合

目標 スランプ (cm)	目標 空気量 (%)	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)				混和剤 (C×%) WR
				W	C	S	G	
18±2.5	4.5±1.5	55.0	44.0	175	318	786	1007	0.20

表3 使用材料

項目	記号	物理的性質など
セメント	C	普通ポルトランドセメント, 密度3.16g/cm ³
水	W	上水道水
細骨材	S	陸砂, 表乾密度2.63g/cm ³ , F.M.2.77
粗骨材	G	砕石2005, 表乾密度2.65g/cm ³ , 実積率58.9%
混和剤	WR	AE減水剤。コンクリート製造時に使用(C×0.2%)
特殊混和剤	—	保持性コンクリートに使用。 練上がり30分後にC×0.5%添加
流動化剤	—	流動化コンクリートに使用。 スランプが低下した後C×0.3%添加
超遅延剤	—	遅延コンクリートに使用。 練上がり30分後にC×0.3%添加

配合を表2, 使用材料を表3に示す。汎用的なコンクリートを想定し, 普通セメントを用い, W/C55%とした。

検討ケースは, ①比較用の普通コンクリート, ②荷卸し時点(練上がり30分後に設定)で特殊混和剤を後添加したコンクリート(以下, 保持性コンクリートという), ③流動性が低下した後に流動化剤を添加した流動化コンクリート, および④荷卸し時点で超遅延剤を添加した遅延コンクリートの4種類とした。

スランプの経時変化を図3に示す。比較用の普通コンクリートは時間経過に伴い流動性が低下した。一方, 荷卸し時点(練上がり30分後)で特殊混和剤を後添加した保持性コンクリートの場合, 添加に伴う流動性の変化は認められず, 180分後まで所定のスランプを保持できた。スランプ低下後に流動化剤を添加した場合, スランプは一時的に回復したがその後急激に低下した。

各種コンクリートの許容打重ね時間間隔, 凝結時間, ブリーディング率および圧縮強度の測定結果を表4に示す。普通コンクリートの許容打重ね時間間隔は3時間であるのに対し, 保持性コンクリートは5時間に延長できた。一方, 両者の凝結の始発および終結時間の差は約1時間であり, 材齢24時間の圧縮強度は同程度であった。また, ブリーディング率も同等であった。超遅延剤を用いた場合は, 図3に示すように, 保持性コンクリートと同様に180分後まで目標とするスランプを確保できたが, ブリーディング率が著しく増大するとともに, 凝結の終結時間も遅延し, 材齢24時間の圧縮強度は1N/mm²以下と小さい結果になった。

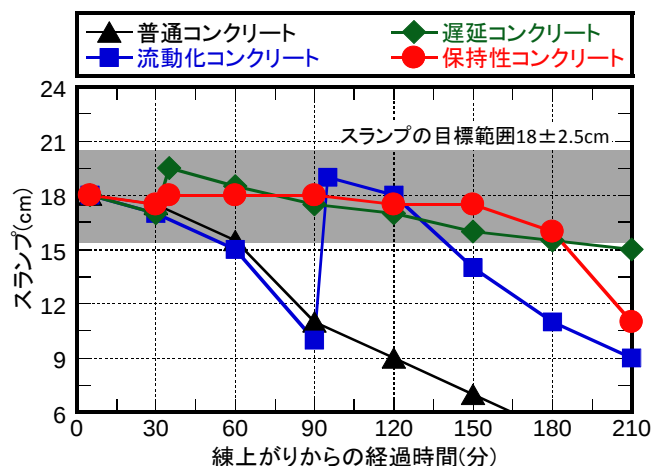


図3 各種コンクリートのスランプの経時変化

表4 各種コンクリートの試験結果

コンクリートの種類	許容打重ね 時間間隔*1 (h-m)	凝結時間 (h-m)		ブリー ディング 率 (%)	24時間 圧縮強度 (N/mm ²)
		始発	終結		
普通コンクリート	3-00	6-20	8-30	4.4	5.4
保持性コンクリート	5-00	7-40	9-50	4.5	4.9
流動化コンクリート	3-30	7-20	10-10	5.1	5.0
遅延コンクリート	12-00	16-00	18-50	14.6	0.9

*1 ブロクター貫入試験で貫入抵抗値0.1N/mm²に達する時間¹⁾

なお, 本稿では, 一例として汎用的なコンクリートの結果を示したが, セメントやコンクリートの種類によらず同様の効果が得られることを確認している^{2), 3)}。

4. おわりに

今回開発したコンクリートは, ①練上がりから打込み完了までの時間が長い場合, ②施工面積が広く打重ねに長時間を要する場合, ③暑中期で流動性の低下が著しい場合, ④突発的なトラブル(天候の急変, 生コンの遅延, ポンプ車の故障等)に特に効果的である。今後は, これらの状況に積極的に適用し, 耐久性に優れたコンクリート構造物の構築に役立てる予定である。

最後に, 本開発では竹本油脂(株)に多大なるご協力をいただきました。記して御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 土木学会：コンクリートライブラリー103 コンクリート構造物のコールドジョイント問題と対策, pp.7-20, 2000
- 2) 桜井邦昭他：生コンの鮮度を保ちコールドジョイントを防止する「フレッシュキープ工法」の開発, セメント・コンクリート, No.829, pp.39-45, 2016.3
- 3) 三浦貴幸他：開業直前にインバート盤ぶくれ対策を施工, トンネルと地下, 第46巻6号, pp.7-16, 2015.6