

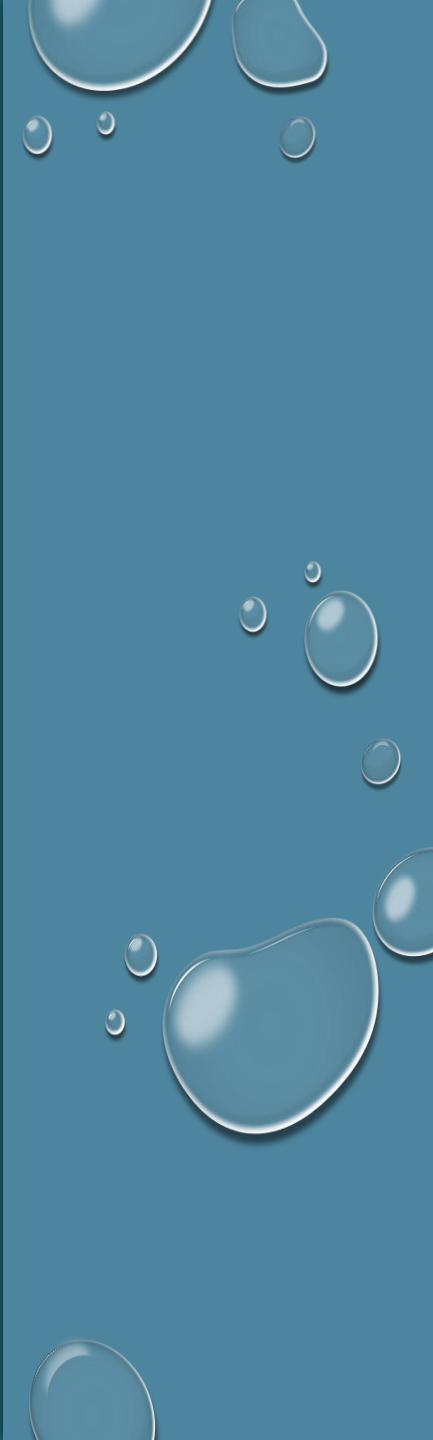
養生および混和材料技術に着目した
コンクリート構造物の品質・耐久性確保システム
研究小委員会(356委員会)
成果報告会

横浜国立大学 細田 暁

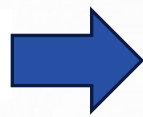
2023.11.27

WG2成果報告

化学混和剤の活用による
品質向上を伴った
コンクリート構造物の品質確保



高性能な化学混和剤の活用



生産性向上を伴ったコンクリート
構造物の品質確保の可能性

「スランプ保持型混和剤」

1. 時間延長を可能にする混和剤の最新技術
2. 35°Cを超える暑中コンクリートの品質確保

解説 表 1.1.1 [施工編：施工標準]で対象とする標準的な施工方法

作業区分	項目	標準	
運搬	現場までの運搬方法	トラックアジテータ	
	現場内での運搬方法	コンクリートポンプ	
打込み	自由落下高さ（吐出口から打込み面までの高さ）	1.5m 以内	
	一層当りの打込み高さ	40～50cm	
	練混ぜから打終わりまでの時間	外気温 25°C 以下の場合	2 時間以内
		外気温 25°C を超える場合	1.5 時間以内
許容打重ね時間間隔	外気温 25°C 以下の場合	2.5 時間	
	外気温 25°C を超える場合	2.0 時間	
締固め	締固め方法	棒状バイブレータ	
	挿入間隔	50cm 程度	
	挿入深さ	下層のコンクリートに 10cm 程度	
	一箇所当りの振動時間	5～15 秒	

スランプ保持型混和剤の種類

- プラント添加型混和剤(スランプ保持型AE減水剤)

コンクリートプラントにおいて、練混ぜ水と同時にミキサに添加する混和剤
→従来のAE減水剤高機能タイプよりも流動保持性を大幅に向上させた
スランプ保持型のAE減水剤高機能タイプ

- 別途添加型混和剤(後添加型スランプ保持剤)

あらかじめ練り混ぜられたベースコンクリートに対し、コンクリートプラントからの出荷時あるいは施工現場に到着した後に添加する混和剤
→添加することによりベースコンクリートの流動保持性を大幅に向上させる
後添加型のスランプ保持剤

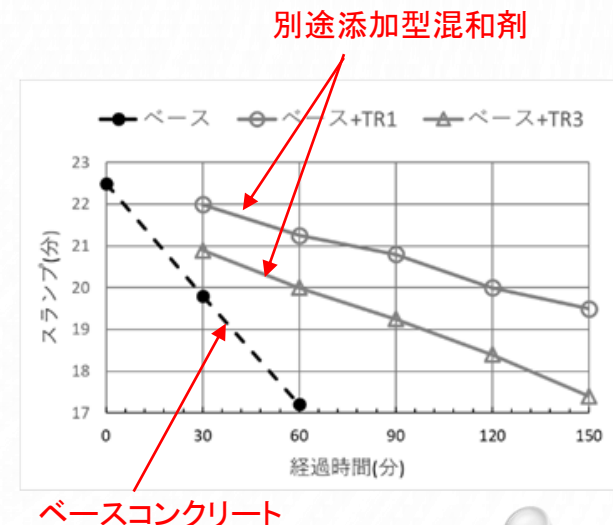
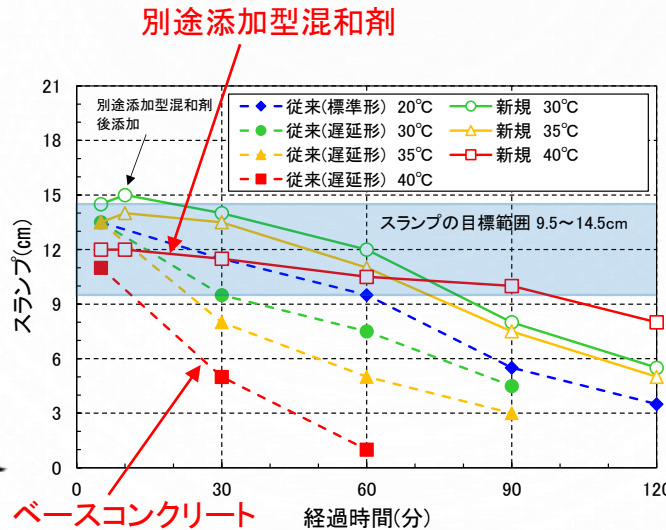
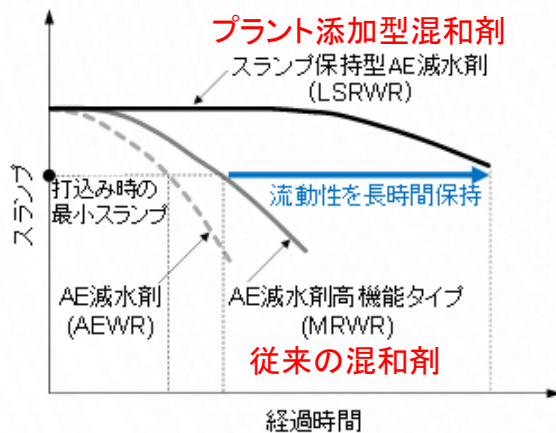
いずれの種類のスランプ保持型混和剤についても、主に標準期に使用するタイプや、暑中期の凝結時間(許容打重ね時間間隔)を調整できる機能を併せ持つタイプなどがある。

スランプ保持剤の性能

● 流動保持性を大幅に向上

プラント添加型混和剤

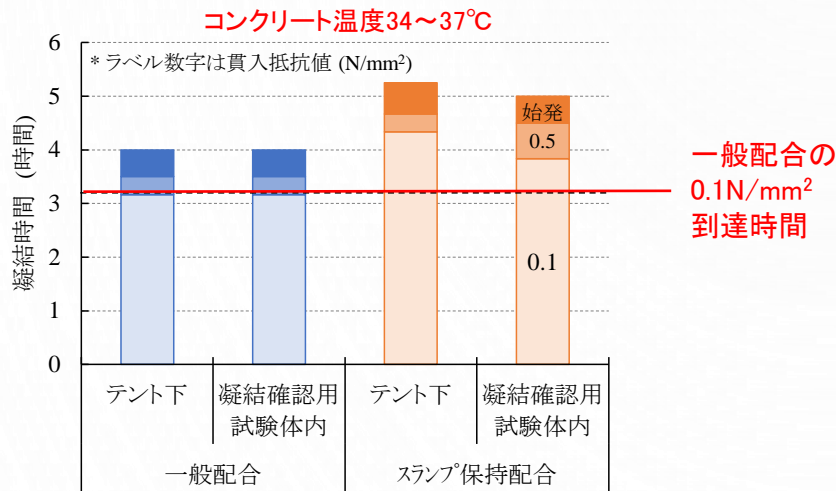
別途添加型混和剤



いずれのタイプの混和剤を使用した場合でも所要の流動性を長時間にわたり保持可能

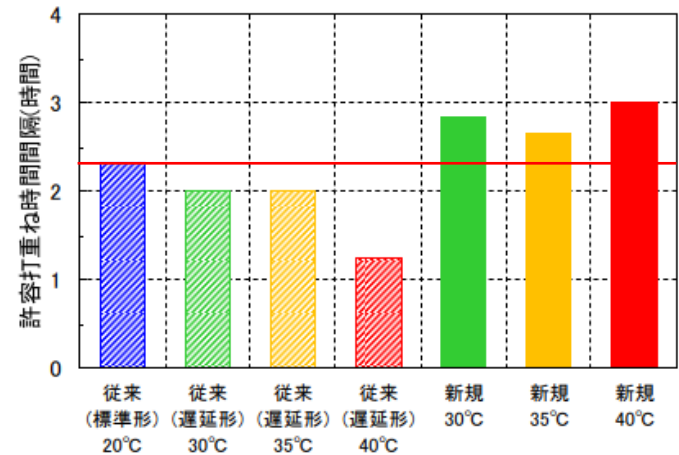
スランプ保持剤の性能

● 凝結時間の調整(許容打重ね時間間隔の延長)



従来の混和剤 プラント添加型混和剤

0.1N/mm²到達時間を延長



ベースコンクリート 別途添加型混和剤
添加コンクリート

35°Cを超える温度でも20°Cと同等以上の許容打ち重ね時間間隔を確保

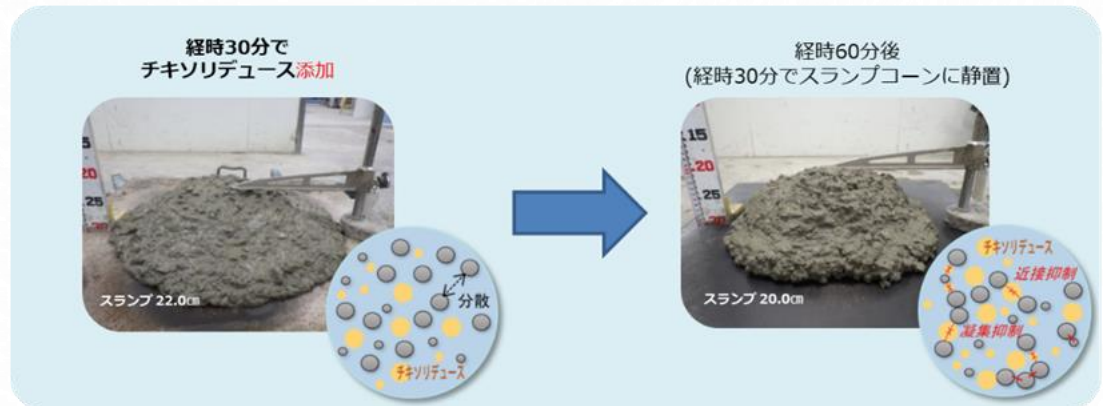
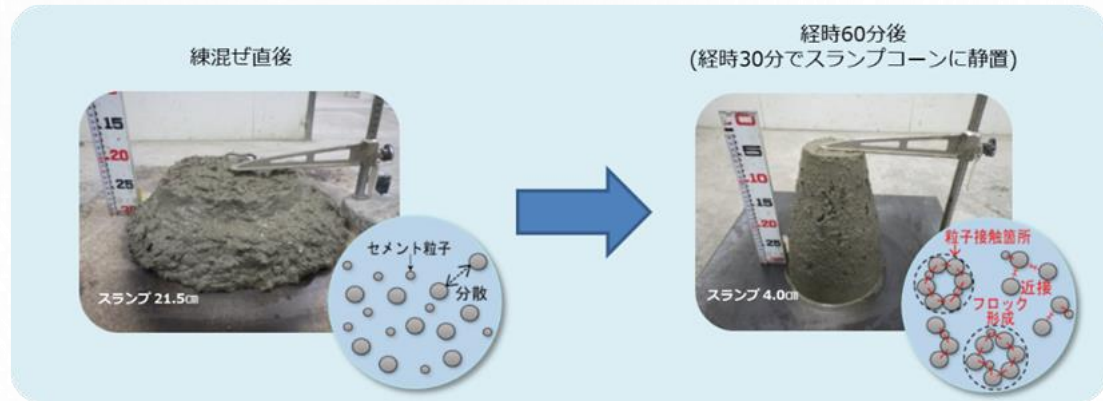
スランプ保持剤の性能

● 施工性の改善(こわばり抑制)

こわばりのイメージ



こわばり抑制効果を有する
別途添加型混和剤の
こわばり抑制のイメージ

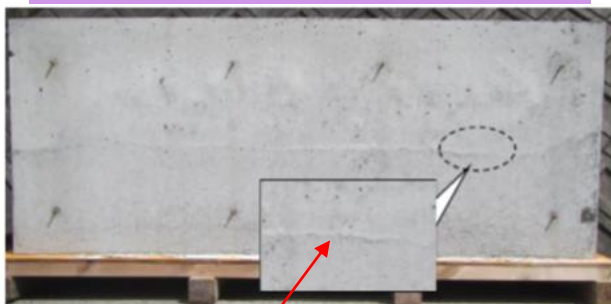


スランプ保持型混和剤の用途と効果

用途	効果
長距離, 長時間運搬への対応	・所要の流動性の確保
場内運搬の長時間化への対応	・所要の流動性の確保
暑中期の施工性改善	・許容打重ね時間間隔の延長 ・こわばり抑制 ・仕上げ作業性の向上
35°Cを超える暑中コンクリートへの対応	・所要の流動性の確保 ・許容打重ね時間間隔の延長 ・施工性の向上 ・ コールドジョイントや充填不良の防止

● 別途添加型混和剤による35°Cを超える暑中コンクリートの施工性向上の一例

従来のコンクリート (37°C)



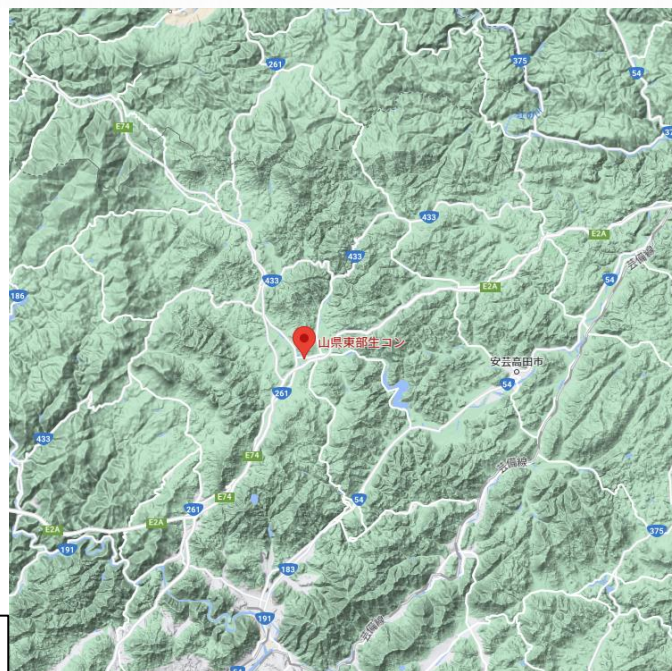
打重ね部分に若干の打重ね線

別途添加型混和剤添加コンクリート (37°C)



コールドジョイントや充填不良なく良好な仕上がり

年間を通して保持型混和剤を使用している生コン工場様について



所在地：広島県 山県郡 北広島町

- ✓ 出荷コンクリートは土木配合がメイン
⇒災害復興現場へ納入することが多い
- ✓ 工場が山間部に立地しており、運搬時間が長い傾向

暑中コンクリート用混和剤の試験規準案について

JSCE-D504「暑中環境下におけるコンクリートのスランプの経時変化・凝結特性に関する混和剤の試験方法」

プラント添加型混和剤，別途添加型混和剤

何をする試験か？

コンクリートを用いて，暑中環境下における混和剤のスランプの経時変化と凝結特性を試験する方法

試験室およびコンクリート温度(C-T)： 36 ± 2 °C

- 練上がり時および練混ぜ開始から60分後のスランプ，空気量の測定
- プロクター貫入抵抗試験で始発までの凝結の測定

各混和剤を用いたコンクリートの経時変化試験の試験手順

コンクリートの種類	バッチ	試験手順
プラント添加型混和剤使用	1	練混ぜ → 練り舟に排出 → スランプ(S_0)、空気量(A_0)の測定 → → → → → 練混ぜ開始から60分まで練り舟で静置 → スランプ(S_{60})、空気量(A_{60})の測定
別途添加型混和剤使用	1	ベースコンクリートの練混ぜ → 練り舟に排出 → スランプ(S_0)、空気量(A_0)の測定 → 練上がりから添加時間まで練り舟で静置 → スランプ、空気量の測定
	2	ベースコンクリートの練混ぜ → → 練上がりから添加時間までミキサ内で静置 → 別途添加型混和剤を添加後練り混ぜて練り舟に排出 → スランプ、空気量の測定 → ベースコンクリートの練混ぜ開始から60分まで練り舟で静置 → スランプ(S_{60})、空気量(A_{60})の測定

- スランプ、空気量の経時変化試験は、練り舟で静置させて行う
- 別途添加型混和剤の添加時間は、ベースコンクリートの練上がりから5～15分の間で決定しておく
- 別途添加型混和剤は、添加時間になったら所定量をミキサ内のコンクリート表面に散布し、強制練りミキサでは30秒間、重力式ミキサでは60秒間練り混ぜる
- スランプおよび空気量の経時変化量の計算

$$S_d = S_0 - S_{60}$$

$$A_d = A_0 - A_{60}$$

凝結時間

- 36 ± 2 °Cに保たれたコンクリート試験室内で、JIS A 1147によって行う
- 試料の採取時期
 - プラント添加型混和剤を用いたコンクリート：練混ぜ直後
 - 別途添加型混和剤を用いたコンクリート：ベースコンクリートに別途添加型混和剤を添加して練り混ぜた直後
- 測定は、貫入抵抗値が0.1, 0.5, 1.0および3.5 N/mm²に到達する時間が把握できるように適切な時間間隔で行う

試験結果例

混和剤	種類	使用量 (Cx%)	スランプ (cm)			60分後の 低下量 (cm)	空気量 (%)			60分後の 低下量 (%)	コンクリート温度 (°C)			凝結時間 (時間)			
			0分	10分	60分		0分	10分	60分		0分	10分	60分	(N/mm ²)			始発
														0.1	0.5	1.0	
プラント 添加型	マスター レオシュア	1.2	14.0	-	12.0	2	4.0	-	3.9	0.1	36	-	36	4:20	5:00	5:25	5:40
ベースコンクリート + 別途添加型	AE減水剤	1.2	14.0	10.0	-	1.5	4.8	3.9	-	0.8	36	36	-	3:50	4:35	4:55	5:20
	マスターシュア	0.3	-	12.5	12.5		-	4.2	4.0		-	36	36				
示方書施工編基準値						6以下				±1.5				3:30 以上			12 以内

W/C (%)	s/a (%)	Unit content (kg/m ³)					
		W	C	S1	S2	S3	G
53.0	46.0	170	321	415	166	248	1000

S1 東京都八王子市 砕砂 (表乾密度: 2.63 g/cm³, FM: 2.95)

S2 千葉県富津市 山砂 (表乾密度: 2.60 g/cm³, FM: 1.6)

S3 埼玉県秩父郡横瀬町 石灰砕砂 (表乾密度: 2.69 g/cm³, 吸水率: 2.90)

G 東京都青梅市 碎石 (表乾密度: 2.71 g/cm³, 実積率: 59.5 %)

土木学会コンクリート標準示方書への反映・基準について

「7章 35°Cを超える暑中コンクリート」

2017年制定 特殊コンクリート

- 1章 総 則
- 2章 流動化コンクリート
- 3章 高流動コンクリート ⇒ 施工標準へ
- 4章 高強度コンクリート
- 5章 膨張コンクリート
- 6章 短繊維補強コンクリート
- 7章 海洋コンクリート ⇒ 施工標準へ
- 8章 水中コンクリート
- 9章 吹付けコンクリート
- 10章 プレストレストコンクリート
- 11章 プレキャストコンクリート
- 12章 工場製品 ⇒ 一部, 施工標準へ
- 13章 軽量骨材コンクリート

2023年制定 目的別コンクリート

カテゴリ	1章 総 則
生産性の向上	2章 プレキャストコンクリート 3章 締固めを必要とする高流動コンクリート 4章 流動化コンクリート
環境負荷の低減	5章 混和材を大量に使用したコンクリート 6章 再生骨材コンクリート
機能の付与・性能の向上	7章 35°Cを超える暑中コンクリート 8章 膨張コンクリート 9章 短繊維補強コンクリート 10章 高強度コンクリート 11章 軽量骨材コンクリート
特別な方法での施工	12章 プレストレストコンクリート 13章 水中コンクリート 14章 吹付けコンクリート

7.2 混和剤

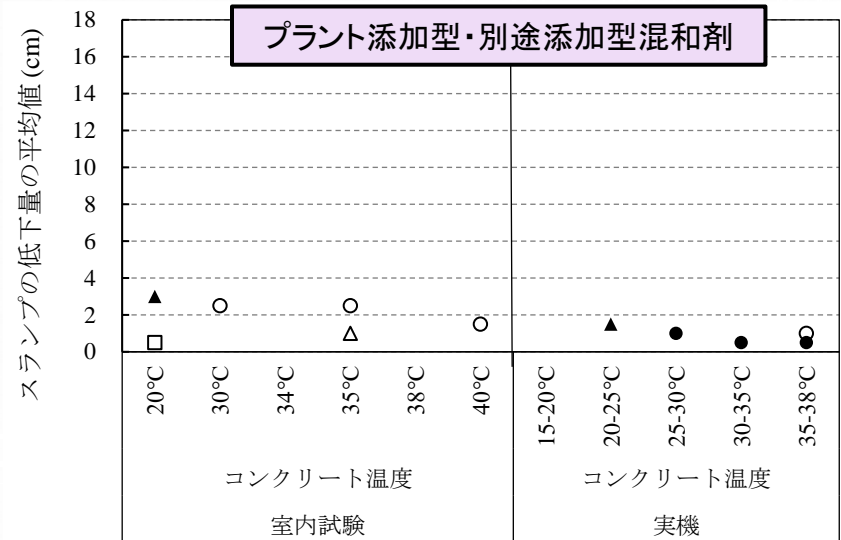
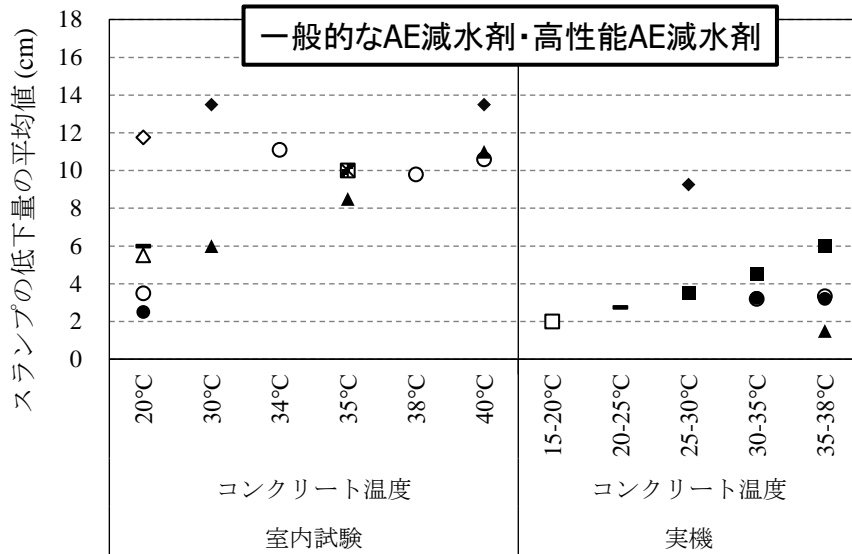
打込み時のコンクリート温度が35°Cを超えるおそれがある場合には、JSCE-D504に示される試験を行い、表7.2.1の基準を満足する混和剤を用いるものとする。

表7.2.1 混和剤に求める基準(試験時の室内温度:36±2°C)

項目	判定基準
練混ぜから60分後のスランプの低下量	6cm以内
練混ぜから60分後の空気量の変化量	±1.5%以内
貫入抵抗値が0.1N/mm ² に達する時間	練混ぜから3.5時間以上
凝結の始発	練混ぜから12時間以内

* 混和剤には、「プラント添加型」と「別途添加型」がある。

7.2 混和剤



改訂資料 図5.7.1 練混ぜから60分後のスランプの低下量
(コンクリート温度35~38°C, 目標スランプ12cm)

→ プラント添加型・別途添加型混和剤は高温時, 長時間にわたり
スランプ保持

7.2 混和剤

貫入抵抗値が0.1N/mm²に達する時間：練混ぜから3.5時間以上

- 貫入抵抗値0.1N/mm²に達する時間：コールドジョイントを生じることなく打重ねできる時間
- 練混ぜ開始から3.5時間以上：下記の合計 *施工標準に示される日平均気温25°C超の時の値
 - ・練混ぜから打終わりまでの時間の限度 1.5時間
 - ・許容打重ね時間の限度 2.0時間

凝結の始発：練混ぜから12時間以内

- コンクリートの凝結が過度に遅延することによる硬化コンクリートの品質への悪影響や脱型時期の遅延等も避けるため.

35°Cを超える暑中コンクリートの現状と留意点

- 今回、専用の混和剤の使用する場合に限り、打込み温度を緩和。
他にも、流動性を高めたコンクリートを用いる方法等もある。
- 混和剤を使用すればOKではない。事前に十分な施工計画を立て実施。
 - ・温度が高くなならないよう日よけ等を設ける
 - ・打込み、打重ねはできるだけ速やかに行う
 - ・こわばり・ひび割れの生じないよう仕上げ・養生を行う
- 現在、「暑中コンクリートの設計・施工指針に関する研究委員会(253 委員会)」が活動中
2年後、暑中コンクリートに関する指針が発刊される予定