

スランプ保持型混和剤を使用した 35℃を超える暑中コンクリートの経時変化

ポゾリス ソリューションズ(株) 正会員 ○小泉信一 菅 侯 匠 阿合延明
横浜国立大学 正会員 細田 暁 学生会員 森 陽香
鹿島建設(株) 正会員 芦澤良一 大橋雅恵 渡邊賢三 柳井修司
国際企業(株) 正会員 筒井達也

1. はじめに

近年、都市部のヒートアイランド現象等により、打込み時のコンクリート温度が 35℃を超えるおそれが高まっている。2017 年制定コンクリート標準示方書〔施工編：施工標準〕では、打込み時のコンクリート温度は 35℃以下を標準とし、これを超えるおそれがある場合には所要のフレッシュコンクリートおよび硬化コンクリートの品質が確保できることをあらかじめ確認することとしているが、個々の工事においてこれらを検討することは容易ではない。一方、昨今では、従来の化学混和剤よりもスランプ保持性が高く、かつ、適切な凝結遅延性を有する混和剤（スランプ保持型混和剤と称す）の技術開発が進められている¹⁾。

本検討では、昨年度の標準期における検討^{3),4)}に引き続き、打込み時のコンクリート温度が 35℃を超える暑中コンクリートに対するスランプ保持型混和剤の有効性を確認するため、外気温 25℃を超える暑中コンクリートの標準的な施工時間（練混ぜから打終わりまでの時間: 1.5 時間以内、許容打重ね時間間隔: 2 時間以内）の上限である練混ぜから 3.5 時間後に打ち重ねたコンクリートの施工実験を行った。本報告では、施工実験に使用したコンクリートの経時変化について報告する。

2. 実験概要

使用材料、コンクリートの配合を表-1, 2 に、実験ケースおよび施工条件を表-3 にそれぞれ示す。Case1 は AD1 を用いた一般配合、Case2 は新たに制定される JSCE-D 504-2023 に適合するプラント添加型の AD2 に変更したスランプ保持配合であり、市中の生コン工場からコンクリートを出荷した。いずれの施工条件も外気温 25℃を超える暑中コンクリートの標準的な施工時間の限度である 3.5 時間に設定し、屋外で試験体(1800×500×900mm)を作製した。試験体は、コンクリートを 2 層（45cm/層）で打ち込むため、Case 毎にトラックアジテータを 2 車用意した。試験項目は表-4 に示す通りである。ここで、本実験におけるフレッシュ試験および

表-1 使用材料

材料	記号	種類および物理的性質
セメント	C	普通ポルトランドセメント(密度: 3.16g/cm ³)
細骨材	S1	砕砂(表乾密度: 2.63g/cm ³ , 粗粒率: 2.95)
	S2	山砂(表乾密度: 2.60g/cm ³ , 粗粒率: 1.60)
	S3	石灰砕砂(表乾密度: 2.69g/cm ³ , 粗粒率: 2.90)
粗骨材	G	碎石(表乾密度: 2.71g/cm ³ , 実積率: 59.5%)
水	W	地下水(練上がり温度を35℃程度とするため45℃に加温)
混和剤	AD1	AE減水剤 遅延形／高機能タイプ リグニンスルホン酸化合物とポリカルボン酸エーテルの複合体
	AD2	AE減水剤 遅延形／超保持型高機能タイプ(プラント添加型) リグニンスルホン酸化合物とポリカルボン酸エーテルの複合体

表-2 コンクリートの配合 (27 12 20N)

Case*	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)						混和剤	
			W	C	S1	S2	S3	G	種類	(C×%)
1-1	53.0	46.0	170	321	415	166	248	1000	AD1	1.15
1-2									AD1	1.15
2-1									AD2	1.15
2-2									AD2	1.15

* -#は、#台目、#層目を表す

表-3 実験ケースおよび施工条件

Case	対象	混和剤	練混ぜから打終わりまで		打重ね時間間隔	練混ぜから打重ねまでの合計
			1層目	2層目		
1	一般配合	AD1	1.5時間	1.5時間	2.0時間	3.5時間
2	スランプ保持配合	AD2	1.5時間	1.5時間	2.0時間	3.5時間

表-4 試験項目

試験項目	試験方法	備考
外気温	ロガー付温度計	テント下で30分毎
コンクリート温度	JIS A 1156	テント下で30分毎
スランプ	JIS A 1101	テント下で30分毎
空気量	JIS A 1128	テント下で30分毎
ブリーディング	JCI-S-015-2018	テント下(蓋あり), 90分後に採取 テント外(蓋なし), 90分後に採取
凝結時間	JIS A 1147	テント下, 90分後に採取
圧縮強度 (7, 28日)	JIS A 1108	出荷時と90分後に採取→日陰に存置 →2日後に脱型→ 20℃水中養生

凝結試験の経過時間は、トラックアジテータ 1 車あたり 2 バッチの積込みにおいて 1 バッチ目と 2 バッチ目の出荷伝票に記載される時刻の中間を起点として各試験を行った。実験中の外気温は 32～36℃であった。

3. 実験結果

コンクリート温度、スランプおよび空気量の経時変

キーワード 施工標準, 暑中コンクリート, 酷暑期, スランプ保持型混和剤, スランプ保持性, 凝結遅延性
連絡先 〒253-0071 神奈川県茅ヶ崎市萩園 2722
ポゾリス ソリューションズ(株) TEL 0467-84-9640

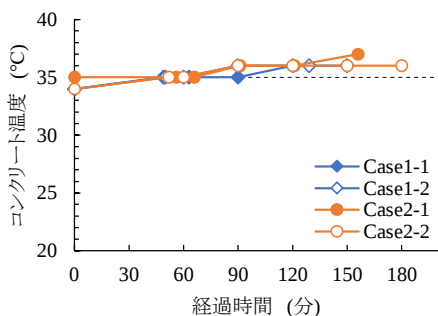


図-1 コンクリート温度の経時変化

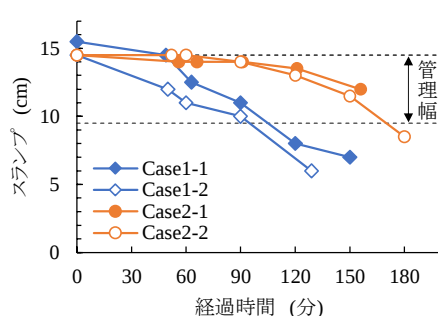


図-2 スランプの経時変化

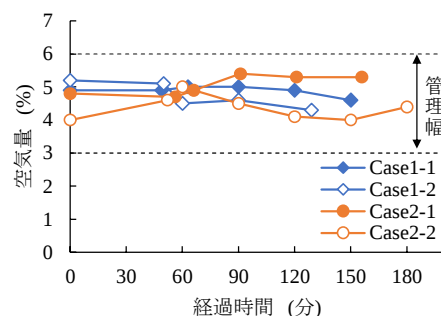


図-3 空気量の経時変化

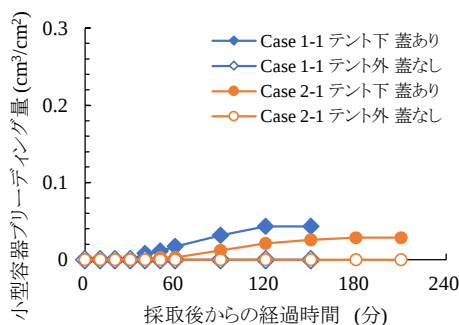


図-4 小型容器ブリーディング量

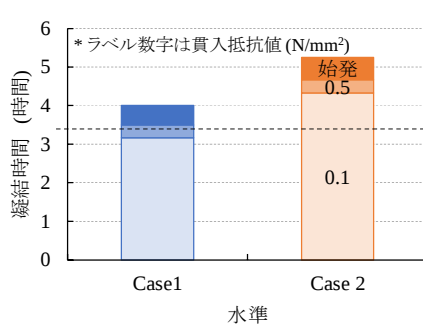


図-5 凝結時間

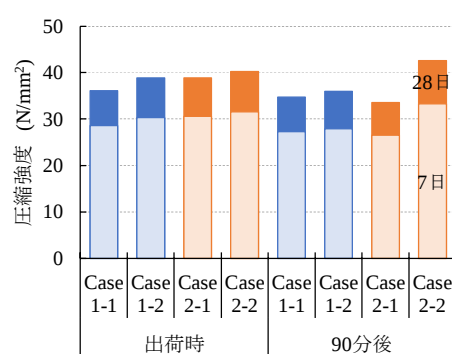


図-6 圧縮強度

化を図-1～3に示す。出荷時のコンクリート温度は34～35℃で打込み時は36～37℃まで上昇した。スランプは、一般配合のCase1-1, 1-2は120分で管理幅を下回ったのに対して、スランプ保持配合のCase2-1, 2-2はスランプの管理幅内を150分以上保持した。空気量は、いずれの水準も測定終了まで管理幅内であった。

テント内外および容器の蓋の有無で実施した試験体採取後(練混ぜから90分後)からの小型容器ブリーディング量の測定結果を図-4に示す。テント下で容器に蓋をした場合のブリーディング量はCase1で0.04cm³/cm²、Case2で0.03cm³/cm²であり、Case2においてスランプ保持性と凝結遅延性を高めたことによるブリーディングの過大な発生は認められなかった。なお、テント外で容器の蓋なしで実施した場合のブリーディング量は、Case1, 2ともに0cm³/cm²であったことから、直射日光や風があたる実際の施工では、これらの影響があることを念頭に置いた対処が必要であると考えられた。

凝結試験結果を図-5に示す。一般配合のCase1-1の貫入抵抗値が0.1N/mm²に達した時間は3:10であり、試験体への打込み時である3.5時間後の貫入抵抗値は0.5N/mm²であった。一方、スランプ保持配合のCase2-1の貫入抵抗値が0.1N/mm²に達した時間は4:20で、試験体へ打ち込む3.5時間よりも遅延するとともに、かつ、始発時間は5:15と大幅な遅延は見られなかった。

圧縮強度試験結果を図-6に示す。Case1に対して

Case2は同等以上の強度が得られた。また、出荷時と90分後にそれぞれ採取した供試体の強度差が認められるが、図-3に示す空気量の差を考慮するといずれも同等であると考えられる。

4. まとめ

スランプ保持型混和剤の利用によって35℃を超えた暑中コンクリートにおいても外気温25℃を超える暑中コンクリートの標準的な施工時間を満足するスランプ保持性と凝結遅延性が確保できることを示した。打重ね実験結果は別報にて報告する。

参考文献

- 1) 小泉信一, 作榮二郎: 流動性を長時間保持するAE減水剤・超保持型高機能タイプ, コンクリート工学, Vol. 57, No.1, pp.12-15, 2019.1
- 2) 小泉信一, 菅俣匠, 阿合延明, 細田暁, 藤岡彩永佳, 渡邊賢三, 柳井修司, 筒井達也: スランプ保持型混和剤を使用したコンクリートの経時変化, 令和4年度土木学会全国大会第77回年次学術講演会, V-394, 2022
- 3) 藤岡彩永佳, 渡邊賢三, 柳井修司, 細田暁, 小泉信一, 阿合延明, 菅俣匠, 筒井達也: スランプ保持型混和剤を使用したコンクリートによる品質確保に関する一考察, 令和4年度土木学会全国大会第77回年次学術講演会, V-395, 2022