

凝結促進用混和材を用いたコンクリートの仕上げ作業時間短縮効果に関する検討

清水建設技術研究所 フェロー ○浦野真次

正会員 黒田泰弘 高橋圭一 依田侑也

デンカ 青海工場セメント・特混研究部 正会員 石井泰寛 伊藤慎也

1. はじめに

建設業において、就業者数の大幅な減少は深刻であり、労働力不足を補い、若手就業者を確保するためには、生産性を向上するとともに、残業時間を減らすなどの処遇改善を図ることが重要と考えられる。特に、寒冷期におけるコンクリートの床やスラブ状構造物の施工では、仕上げに適した状態に凝結が進行するまでの待ち時間が長くなり、残業や深夜業になるケースも多く、その解決には材料・施工の両面からの検討が必要である。

これまで、著者らは現場において投入・混合できる凝結促進用混和材(ACF)を開発し、凝結時間の短縮やブリーディング低減効果、硬化後の性状や耐久性に及ぼす影響について報告した^{1), 2)}。そこで、実際の現場で施工される均しコンクリート部分を利用して、凝結時間を短縮する ACF を混入し、仕上げの作業時間の短縮効果について検討した結果を報告する。

2. 施工試験の概要

使用材料の一覧を表-1 に、レディーミクストコンクリートの配合(呼び名 24-15-20N)を表-2 に示す。ACF は白色粉末状で、サルフォ系塩を主成分(主な化学成分は Al_2O_3 : 28~30%, SO_3 : 68~70%) とし、流動性を確保するための界面活性剤を予め添加したものを使用した。混和材の添加量は、過去の検討結果¹⁾をもとに、3, 4kg/m³の2水準(配合名 ACF3, ACF4)とし、無混入の Plain と比較することとした。

ACF のアジテータ車への投入は、現場到着後、粉末が拡散しないように予め水溶性の紙袋に封入したものを扱い、均一に混ざるように投入後3分間の高速攪拌を行った。試料を採取し、スランプ等のフレッシュ性状の試験のほか、ブリーディング試験(JIS A 1123)および凝結試験(JIS A 1147)を実施した。

圧送や打込み作業は通常通り行った後、それぞれの ACF 添加量の水準で打ち込んだ個所ごとに、一般の直押さえ床と同様、レベル出し(かき板均し)、ハンドトロウエルによるアマ出し(円盤)、金ゴテ仕上げ(プロペラ)の各作業を、専門工事業の通常感覚により実施し、その着手時間等を記録した。実験実施日の天候は晴れ、外気温最低 6.0℃、最高 12.0℃であった。

表-1 使用材料の一覧

種類	記号	材料
セメント	C	普通ポルトランドセメント 3.15g/cm ³
細骨材	S1	砕砂 表乾密度 2.63g/cm ³
	S2	川砂 表乾密度 2.60g/cm ³
粗骨材	G	碎石 表乾密度 2.64g/cm ³
化学混和剤	AD	AE 減水剤高機能タイプ
凝結促進用混和材	ACF	サルフォ系塩(界面活性剤入り)

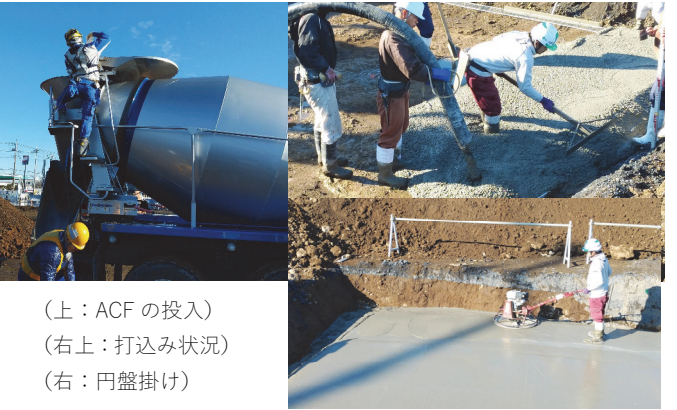
表-2 レディーミクストコンクリートの配合

W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)					AD (C×%)
		C	W	S1	S2	G	
55.0	46.5	319	175	416	410	958	1.15

上記に、凝結促進用混和材 ACF を 3kg/m³投入したものを ACF3、4kg/m³投入したものを ACF4 とした。

表-3 フレッシュ性状

配合	荷卸しからの時間 (分)	スランプ (cm)	空気量 (%)	コン温度 (℃)
Plain	0	16.5	4.3	15
	45	14.5		15
ACF3	0	18.5	3.6	15
	45	6.5	-	15
ACF4	0	19.0	3.7	16
	45	4.0	-	15



(上：ACF の投入)
(右上：打込み状況)
(右：円盤掛け)

図-1 施工状況

キーワード 凝結, 仕上げ作業, ブリーディング, 待機時間

連絡先 〒135-8530 東京都江東区越中島 3-4-17 清水建設(株)技術研究所 TEL 03-3820-5504

3. 実験結果および考察

フレッシュコンクリートの性状（荷卸し時および容器に採取して45分静置後）を表-3に、ACFの投入、打込み、均し等の施工状況を図-1に示す。ベースとなるPlainのスランプ16.5cmに対して、ACF添加直後はACF3で18.5cm、ACF4で19.0cmとなり若干増大した。これはACFに含まれる界面活性剤の影響である²⁾。一方、45分間静置後のスランプはACFを混入した場合で大きく低下した。ただし、ACFを添加後、30分以内に打込みが終了すれば、施工上問題がないことを確認している。

ブリーディング試験の結果を図-2に示す。Plainがブリーディング率2.91%で5時間近くまで継続したのに対して、ACF3で0.14%（50分）、ACF4で0.01%（40分）となり、ACFを添加したものはこれまでと同様に早期にブリーディングが終了することが確認された。

凝結試験の結果を図-3に示す。始発である3.5N/mm²の経過時間はPlainで約7時間50分、ACF3で約6時間0分、ACF4で約5時間0分となり、それぞれ1時間50分、2時間50分ほど短縮され、凝結時間の短縮を確認できた。

仕上げの各作業について、そのタイミングと時刻を図-4に示す。無混入のものは9:15の打込み終了から13:30まで待機時間があったが、ACF3では1時間15分後、ACF4では1時間後に円盤掛けの作業に入ることができた。待機時間の短縮効果は、金ゴテ仕上げ（プロペラ）終了までの合計時間で5時間以上となり、凝結の始発の時間短縮約3時間以上の効果となり、1日の作業内容の生産性向上の効果が確認された。なお、作業に着手した時点での貫入抵抗値は、いずれの水準でもアマ出し（円盤）で0.1~0.3N/mm²、金ゴテ仕上げ（プロペラ）で0.6~0.7N/mm²のタイミングで実施されていた。仕上げ作業の専門工事業の感覚においても、違和感なく実施でき、作業時間短縮の高い効果を感じるとの感想であった。

4. まとめ

凝結時間を短縮する現場添加型混和材を混入し、仕上げの作業時間の短縮効果について検討した結果、外気温12℃程度以下の条件で、打込み終了から仕上げ終了までの時間について、混和材の添加量が4kg/m³の場合に合計で5時間以上の時間短縮効果を得ることができた。今後実際の床工事などに展開して、生産性向上に寄与できるよう検討していく予定である。

参考文献

- 1) 石井ら：寒冷期における凝結時間調整のための混和材の効果に関する検討，コンクリート工学年次論文集，Vol.40，No.1，pp.231-236，2018
- 2) 石井ら：凝結時間調整のための混和材がコンクリートの耐久性に及ぼす影響，コンクリート工学年次論文集，Vol.41，No.1，pp.155-160，2019

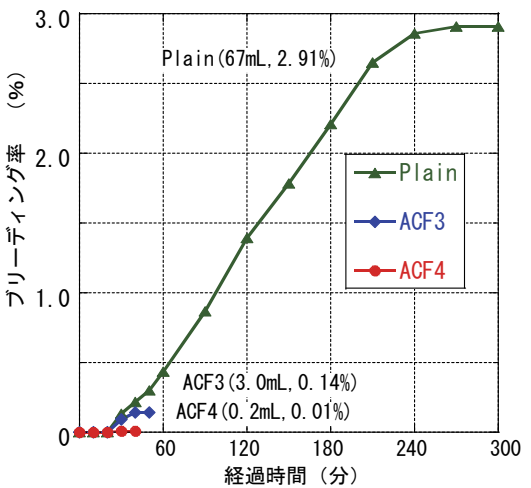


図-2 ブリーディング試験結果

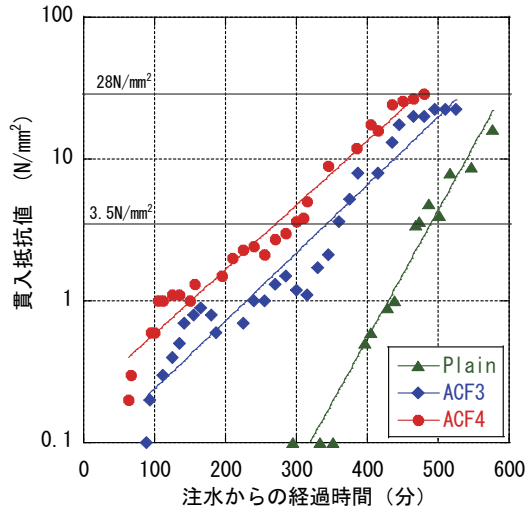


図-3 凝結試験結果

作業事項と時刻									
Plain	作業	打込み	特に作業なく待機 4時間15分（9：15～13：30）					円盤	待機 1時間半
	時刻	9：00～ 9：15						13：30～ 13：45	15：15～ 15：30
ACF3	作業		打込み	待機 1時間15分	円盤	待機 1時間半	プロペラ		
	時刻		9：15～ 9：30		10：45～ 10：55		12：30～ 12：40		
ACF4	作業		打込み	待機	円盤	待機	プロペラ		
	時刻		9：45～ 10：00	約1時間	10：55～ 11：05	25分	11：30～ 11：40		

図-4 仕上げ作業のタイミング