

硬化促進剤を用いた低炭素型のコンクリートの施工事例

前田建設工業株式会社 正会員 ○白根 勇二 正会員 太田 健司 宮澤 友基
正会員 今井 嵩弓 宮野 和樹

1. はじめに

地球温暖化防止対策のひとつとして、ポルトランドセメントの一部分あるいは大部分を混和材で置き換えたコンクリートの利用が注目されており、著者らはこれまでに多成分の結合材で構成される低炭素型のコンクリートについて検討を行ってきた。今回、実験施設の土間コンクリートに適用するに至ったが、冬季（2月末）の施工であったため、凝結特性の改善を目的として C-S-H 系早強剤（以下、硬化促進剤）を使用した配合とした。また、結合材のほとんどをプレミックス材として使用することで 68m³ の施工を行うことができた。本稿ではこの施工事例について報告する。

2. 実施工の概要

表-1 にコンクリートの使用材料を、表-2 に配合を示す。適用した低炭素型のコンクリートは HBF と HBF-HA の 2 種類とし、いずれの結合材も早強ポルトランドセメント（H）、高炉スラグ微粉末（BS）およびフライアッシュ（F）の質量割合が H:BS:F=25:45:30 の多成分型で、これらの結合材をプレミックス材として使用した。また、自己収縮の低減を目的に膨張材（EX）を結合材の内割として 10kg/m³ 使用した。さらに HBF-HA には、硬化促進剤（HA）を練混ぜ水の一部として結合材質量に対して 2%使用した。

コンクリートの製造は JIS 認証工場で行い、容量 3.1m³ の強制二軸ミキサを使用して 1 バッチあたりの練混ぜ量を 2.0m³ とした。2 バッチ分のコンクリートをアジテータ車に積載して出荷したが、結合材をプレミックス材としたため 1 台分のコンクリートの製造に要した時間は 5 分程度で、通常のコンクリートとほぼ同様の出荷が可能となった。施工数量は 68m³ で、HBF を 8m³、HBF-HA を 60m³ とした。図-1 に打設後 2 週間の外気温の変化を示す。

3. 硬化促進剤を用いたコンクリートの品質

硬化促進剤の効果を確認するため、本施工時のコンクリートから試料を採取して、簡易断熱試験、ブリー

表-1 コンクリートの使用材料

記号	材料	仕様
C	混合セメント	3成分プレミックス材（セメント、高炉スラグ微粉末、フライアッシュ）、密度2.75g/cm ³
W	水	地下水
S1	細骨材	陸砂、表乾密度2.58g/cm ³
S2		砕砂、表乾密度2.67g/cm ³
G	粗骨材	石灰碎石2005、表乾密度2.73g/cm ³
EX	膨張材	石灰系膨張材（低添加型）、密度3.16g/cm ³
Ad1	AE減水剤	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剤	高アルキルカルボン酸系陰イオン界面活性剤と非イオン界面活性剤の複合体
HA	硬化促進剤	C-S-H系早強剤

表-2 コンクリートの配合

配合名	単位量 (kg/m ³)							
	W	結合材B		S1	S2	G	Ad1 B×%	Ad2 B×%
		C	EX					
HBF	165	403	10	524	224	958	1.4	適量
HBF-HA								

配合条件：スランブ18±2.5cm、空気量4.5±1.5cm
W/B=40%, s/a=45%

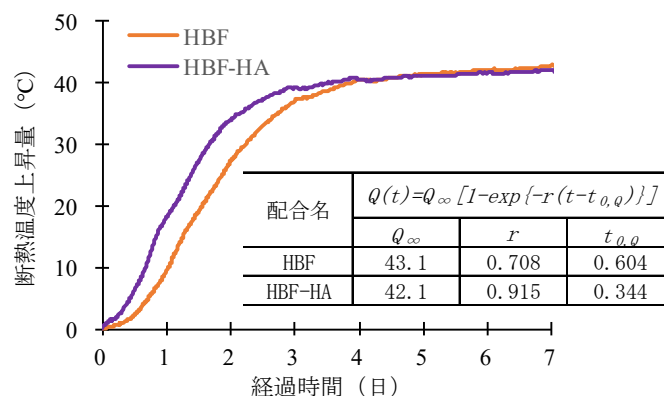
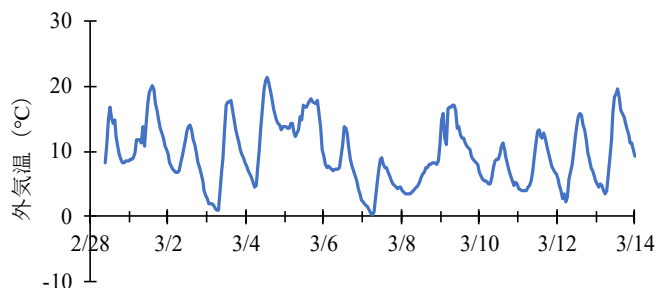


図-2 コンクリートの断熱温度上昇量（簡易断熱）

キーワード 低炭素、高炉スラグ微粉末、フライアッシュ、硬化促進剤、フレッシュ性状、施工事例

連絡先 〒179-8914 東京都練馬区旭町1-39-16 前田建設工業（株）技術研究所 TEL 03-3977-2241

ディング試験，凝結試験，圧縮強度試験を実施した。
図-2 に，厚さ 20cm の断熱材に覆われた空間 (45cm 角) にコンクリートを打ち込み，断熱温度上昇曲線を求めた結果を示す。HBF と HBF-HA の終局断熱温度上昇量 Q_{∞} の差はほとんどないが，硬化促進剤を用いることで発熱開始時間が早まり，温度上昇速度も速くなり，水和の促進が認められた。

図-3 に，ブリーディング試験および凝結時間試験の結果を示す。HBF-HA のブリーディングの終了時間は HBF よりも約 1.5 時間早く，ブリーディング率も 3.0% から 0.6% に大幅に低減した。また，凝結の終結時間は HBF よりも約 2 時間短縮した。

表-3 に圧縮強度試験の結果を示す。試料は荷卸し時と筒先で採取し，材齢 3 日まで施工場所において封かん養生とし，材齢 3 日に脱型して現場気中養生または標準水中養生を施した。養生中の外気温は図-1 に示すとおりである。材齢 3 日の圧縮強度は，HBF は 7.0N/mm^2 (荷卸し) と 6.8N/mm^2 (筒先) で，HBF-HA は荷卸し，筒先とも 8.5N/mm^2 となり，硬化促進剤によって若材齢の圧縮強度は約 20% 増加した。以降も HBF-HA の圧縮強度が高い状態で推移しており，長期の強度増加を阻害せず，有効であることが確認された。

4. 施工状況

写真-1 および写真-2 に施工状況を示す。圧送はコンクリートポンプ車によって行ったが，HBS および HBS-HA とも圧送圧力の上昇や大きな変動はなく，通常の施工と同様に行うことができた。また，通常のコンクリートに比べると凝結時間が遅くなる傾向にあったが，硬化促進剤によって仕上げの完了時間を早めることができた。なお，施工後のコンクリート表面状態は，目視で確認する限りひび割れの発生などはなく良好であった。

5. まとめ

低炭素型のコンクリートの冬季施工において硬化促進剤を使用することで，ブリーディング量の大幅な減少，凝結時間の短縮に効果があり，施工性の改善に有効であることを確認した。また，通常のコンクリートと同様に JIS 認証工場で製造および出荷を行い，施工数量 68m^3 の低炭素型のコンクリートを実験施設の土間コンクリートに適用することができた。

参考文献

1) 土木研究所，大成建設，前田建設工業：低炭素型セメント結合材の利用技術に関する共同研究報告書(IV)，第 474 号，2016. 1

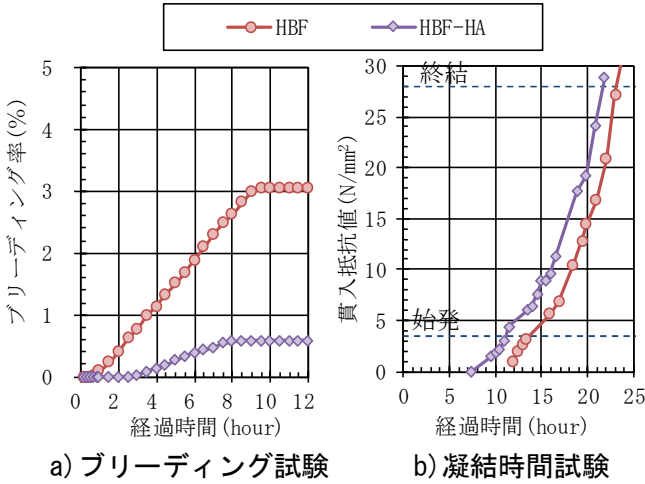


図-3 ブリーディングおよび凝結試験結果

表-3 圧縮強度試験結果

材齢	3日	6日	28日	28日
養生条件	現場封かん	現場気中養生 (材齢3日から)	現場気中養生 (材齢3日から)	標準水中養生 (材齢3日から)
HBF (荷卸し)	7.0	16.2	33.6	37.9
HBF (筒先)	6.8	15.9	31.9	37.2
HBF-HA (荷卸し)	8.5	19.4	37.9	40.2
HBF-HA (筒先)	8.5	19.5	37.6	40.9

(単位: N/mm^2)



写真-1 打込みおよび締固め状況



写真-2 施工完了および養生状況