実機製造した高強度フライアッシュコンクリートの流動性と材料分離抵抗性に関する検討

富山県立大学　○伊藤 始（正会員）
川田工業株式会社　栗山 浩（正会員）　窪田 一沙
泉谷 智之　田島 久嗣

１．はじめに

プレストレストコンクリート（PC）構造は，一般に PC 鋼材でコンクリートに圧縮力を加えてひび割れを制御する構造である．この PC 鋼材の代わりに，鋼桁の曲げ剛性を利用して下フランジコンクリートにプレストレスを導入する構造形式としてプレビームがある（**図-1**）[1]．この構造形式に用いられるコンクリートには高い流動性と早期の強度発現，鋼桁周囲の補強鉄筋を含む鋼材の保護性能が求められる．

本構造形式において，鋼材の保護性能を向上するために，フライアッシュ（FA）の適用を検討している [2]．既報ではフレッシュ性状と初期強度の両方を満たす高強度 FA コンクリートの配合を選定した [2]．本研究では，実機においてベースセメントの種類と FA 添加の有無を変えたコンクリートを製造し，そのコンクリートのスランプフロー試験，空気量試験，各種施工性能試験，圧縮強度試験を実施した．

２．試験概要

(1) 試験方法

本構造形式に使用するコンクリートには，鋼材と型枠に囲まれた狭隘な空間を確実に充填できる流動性や材料分離抵抗性が必要である．施工では流動性のあるコンクリートを用い，振動締固めを行う．そこで試験は，**表-1** の流動性の比較に L 形フロー試験，加振による流動性や締固め性の比較に加振スランプ試験，材料分離抵抗性の比較に V 漏斗試験，充填性(加振なし)の比較に U 形充填試験を用いた [3]．

(2) 試験ケースとコンクリートの配合

試験ケースは，**表-2** のように，ベースとするセメント種類と FA 添加の有無を変えた 4 ケースとした．配合条件は目標スランプフローを 40cm, 粗骨材最大寸法 25mm, 目標空気量を 4.5%とした．FA 添加の配合では水セメント比 W/C を 29.0%，単位水量 W を 150kg/m^3 とした．FA は JIS Ⅱ種相当のもので，ベースセメントに質量割合 15%で置換した．外気温は 8～9℃，コンクリート温度は 12～15℃であった．なお, NF, H, HF の圧縮強度は, 材齢 5 日には 50 N/mm^2 を上回っており，N の圧縮強度は 7 日で上回った．

３．試験結果

(1) フレッシュ性状の時間変化

図-2 にスランプフローの履歴を示す．スランプフローは直交する 2 方向の値の平均値とした．練り上がり後 20 分で混和剤の効果が得られ, スランプフローが増加して, 60 分ではすべてのケースの値が同程度になった．H と HF のスランプフローは，60 分まで徐々に増加した．

図-3 に空気量の履歴を示す．練り上がり直後の空気量は，4.0%から 5.0%付近にあり，FA を添加しても安定した値が得られた．練り上がり後 60 分での減少量は，0.3～0.6 ポイントと小さかった．本研究の高強度 FA コンクリートは，実機製造においても

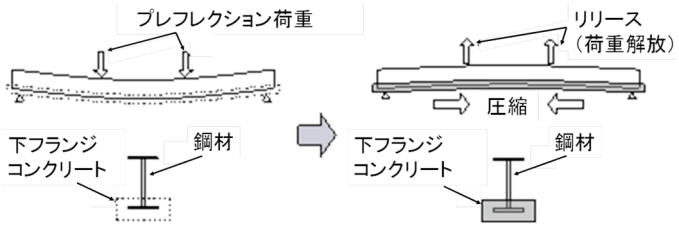

図-1 プレビームの工法概要

表-1 試験項目と試験時期

評価性能	試験項目	試験時期
フレッシュ性状	スランプフロー試験	練り上がり直後，20分後，60分後
	空気量試験	
流動性	L形フロー試験	20分後のフロー試験，空気量試験の終了後
加振締固め性	加振スランプ試験	
材料分離抵抗性	V漏斗試験	
充填性(加振なし)	U形充填試験	
強度	圧縮強度試験	材齢 5日，7日

表-2 試験ケースとコンクリートの配合

	セメント種類	W/B (%)	s/a (%)	単位量(kg/m^3) C	FA	W	S	G
N	普通	31.2	41.8	465	0	145	717	1005
NF		29.0	39.0	430	88	150	637	
H	早強	31.8	42.0	456	0	145	723	
HF		29.0	38.9	430	88	150	635	

キーワード　プレビーム，フライアッシュ，高強度コンクリート，流動性，材料分離抵抗性
連絡先　〒939-0398　富山県射水市黒河 5180　TEL0766-56-7500

安定したフレッシュ性状が得られた.

(2) 各種施工性能の比較

図-4 に L 形フロー試験の流動距離を示す. 流動距離と 20 分後のスランプフローにはある程度の直線関係が見られ, 初期性状の影響が大きく, FA 添加の影響が小さいことが確認できた.

図-5 に加振スランプ試験のスランプフローの比較を示す. 加振後の FA ありの NF と HF では, FA なしの N と H よりもスランプフローが大きくなった. 加振による変形量 10±3cm を NF と HF ともに満たしており, FA 添加のケースで加振締固めによる流動性と充填性が確保できることを確認した [3].

図-6 に V 漏斗試験の流下時間を示す. HF の流下時間が H の値に比べて大きくなった. NF では, 1 回目の試験で粗骨材の詰まりが見られ, 2 回目の再試験では滑らかに流動した. FA を添加したときコンクリートの粘性が大きくなるため, 細骨材率 s/a の小さい本研究の FA 配合では粗骨材のかみ合わせが起こりやすいことが確認できた. 細骨材率 s/a を見直すことで改善されると考えられる.

図-7 に U 形充填試験の充填高さを示す. HF の充填高さが H の値に比べて 20mm 程度小さくなり, 加振なし（自己流動）の場合には充填性が低い傾向が見られた. しかしながら, 加振締固め性が良いため, 加振との組合せにより改善できると考えられる.

4. まとめ

(1) 本研究の高強度 FA コンクリートは, 時間経過に伴う空気量の減少量が小さく, 実機製造においても安定したフレッシュ性状が得られた.

(2) FA コンクリートは, 加振締固めによる流動性と充填性が確保できることを確認した.

(3) FA コンクリートは, 粗骨材とモルタルの材料分離抵抗性と加振なしの充填性が FA 添加なしに比べて低くなった. 細骨材率の見直しや加振との組合せにより改善できると考えられる.

謝辞

本研究は, SIP（ 戦略的イノベーション創造プログラム, 代表：金沢大学・鳥居和之教授 ）の一環として実施した.

参考文献

1) (財) 国土開発技術研究センター：プレビーム合成げた橋設計製作指針（第 3 版), 1997
2) 伊藤, 栗山, 窪田, 泉谷, 中畔：フライアッシュを添加した高強度コンクリートのフレッシュ性状と初期強度に関する検討, 土木学会第 71 回年次学術講演会, V-137, 2016
3) 日本コンクリート工学会：施工の確実性を判定するためのコンクリートの試験方法とその適用性に関する研究報告書, pp.23-34, 2009

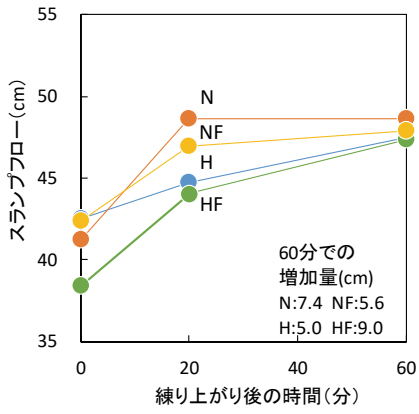

図-2 スランプフローの履歴

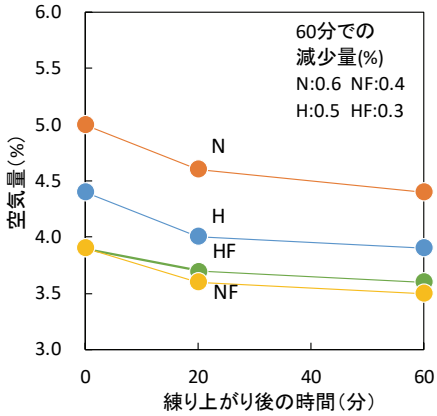

図-3 空気量の履歴

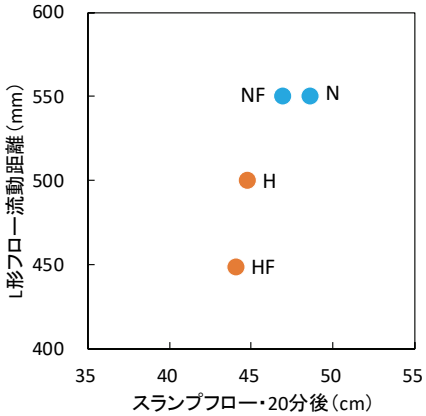

図-4 L 形フロー流動距離

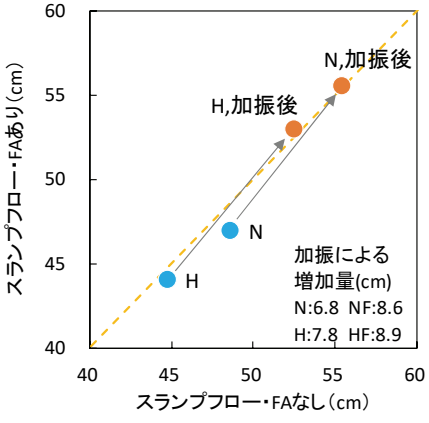

図-5 加振前後のフローの比較

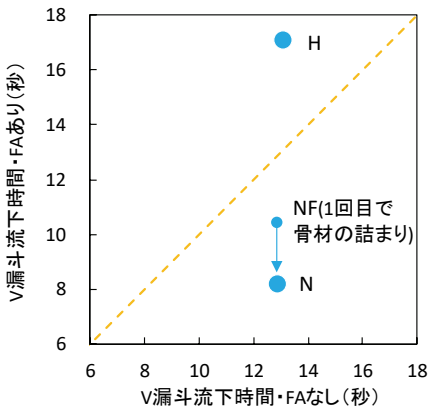

図-6 V 漏斗流下時間の比較

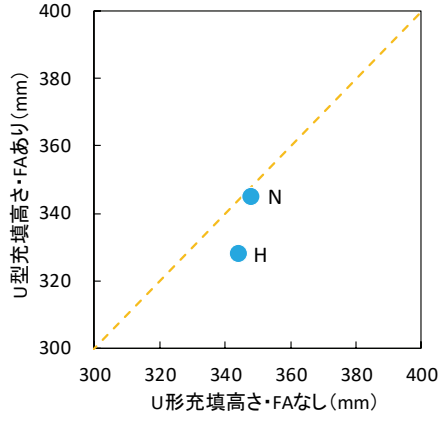

図-7 U 形充填高さの比較