

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

富山県立大学
川田工業株式会社

○伊藤 始 (正会員)
栗山 浩 窪田 一沙
泉谷 智之 中畔 大夢

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 (PS) 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、北陸地方で多様な構造物への適用が進んでいるフライアッシュ (FA) の適用を検討している ²⁾。本研究では、FA を添加した高強度コンクリートを対象に、フレッシュ性状と初期強度の両方を満たす配合選定を目的とした。研究では、ベースセメントの種類と水結合材比をパラメータに、スランプフロー試験、空気量試験、圧縮強度試験を実施した。

2. 試験概要

(1) 制約条件の整理

本構造に用いるコンクリートには、以下の制約条件を満たすことが求められる。まずフレッシュ性状では、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と、運搬を考慮した流動性の保持性能が必要である。次に PS 導入のために、材齢初期のコンクリートの圧縮強度が必要である。サイクル工程確保の観点から PS 導入時の材齢を 5 日~7 日と設定し、そのときの圧縮強度を 50N/mm² または 60N/mm² に設定する。3 つ目に配合条件について、水結合材比を低くすることで圧縮強度を確保できるものの、セメント量の増加により収縮ひび割れの可能性が高まるとともに、フレッシュ性状の制御が難しくなる懸念があり、水結合材比をできる限り低くする必要がある。FA を添加した場合でも、これらを満たす配合条件を試験で検討した。

(2) 試験ケースとコンクリートの配合

試験ケースは、表-1 のように、ベースとするセメント種類を普通ポルトランドセメントと早強ポルトランドセメントの 2 種類、水結合材比 W/B (W/(C+FA)) を 26%, 29%, 32% の 3 水準に変えた 6 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。配合では単位水量 W を 150kg/m³, 単位粗骨材を 1005kg/m³ と固定した。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。

(3) 試験方法

試験は、表-2 のようにスランプフロー試験と空気量試験、圧縮強度試験を実施した ³⁾。スランプフロー試験と空気量試験は、運搬による性状変化を検討するために、練り上がり直後と 20 分後に実施した。圧縮強度試験は、材齢 5 日と 7 日に実施した。

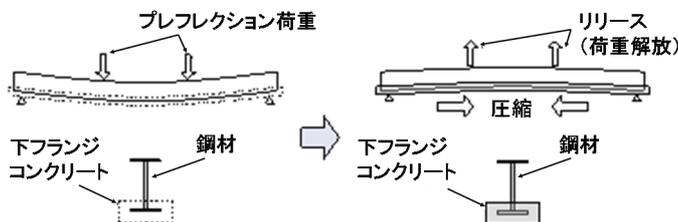


図-1 プレビームの工法概要

表-1 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-26	普通	26.0	37.1	479	98	150	588	1005
N-29		29.0	39.0	430	88		637	
N-32		32.0	40.7	389	80		684	
H-26	早強	26.0	36.9	479	98		583	
H-29		29.0	38.9	430	88		635	
H-32		32.0	40.5	389	80		679	

表-2 試験項目と試験時期

試験項目	規格	試験時期
スランプフロー試験	JIS A 1147	練り上がり直後, 20分後
空気量試験	JIS A 1128	練り上がり直後, 20分後
圧縮強度試験	JIS A 1108	材齢 5日, 7日

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, 初期強度, フレッシュ性状
連絡先 〒939-0398 富山県射水市黒河 5180 TEL0766-56-7500

3. 試験結果

(1) フレッシュ性状と時間変化

フレッシュ性状として、セメント種類によらず水結合材比が小さくなると、コンクリートの粘性が高くなったものの、所定の流動性を確保することができた。図-2 に練り上がり直後のスランプフローと 20 分後の値の関係を示す。スランプフローは直交する 2 方向の値の平均値とした。グラフには 1 対 1 の破線と管理範囲 (40±5cm) の破線を併せて示す。20 分後のスランプフローは、H-32 を除き、練り上がり直後の値に比べて小さくなった。20 分経過による減少量は、N のケースで大きく、最大で N-29 の 5.0cm (減少率 11.3%) であった。

図-3 に練り上がり直後の空気量と 20 分後の値の関係を示す。スランプフローと同様に 1 対 1 の破線と管理範囲 (4.5±1.5%) の破線を示す。練り上がり直後の空気量は、N-32 を除き 4.0% 付近にあり、安定した値が得られた。20 分経過による減少量は、最大で N-32 の 0.7 ポイント (減少率 12.5%) であった。

生コン工場から本構造の製作現場までの運搬には、これらの減少量を考慮する必要がある。

(2) 結合材水比と圧縮強度の関係

図-4 に結合材水比 ((C+FA)/W) と圧縮強度の関係を示す。グラフには 50N/mm² と 60N/mm² の破線も併せて示す。圧縮強度は 4 つのセメント種類と材齢の組み合わせにおいて、結合材水比の増加に比例して増加し、典型的な傾向が得られた。セメント種類について、H ケースの圧縮強度は、N ケースの値に比べ大きくなった。材齢について、7 日の圧縮強度は 5 日の圧縮強度に比べて大きくなり、N ケースで 1.3 倍程度、H ケースで 1.12~1.21 倍となった。

PS 導入の材齢と PS 導入に必要な強度の両方を満たす配合ケースを表-3 に示す。H ケースでは水結合材比の選定で、全ての条件を満たすことができた。N ケースでは材齢 7 日の条件を満たすことができた。

4. まとめ

- (1) 20 分経過によるスランプフローの減少量は最大 5.0cm、空気量の減少量は最大 0.7 ポイントであり、製作現場までの運搬に考慮が必要である。
- (2) セメント種類と材齢によらず圧縮強度は結合材水比に比例した。早強 H ケースでは水結合材比の選定で、全ての PS 導入条件を満足した。

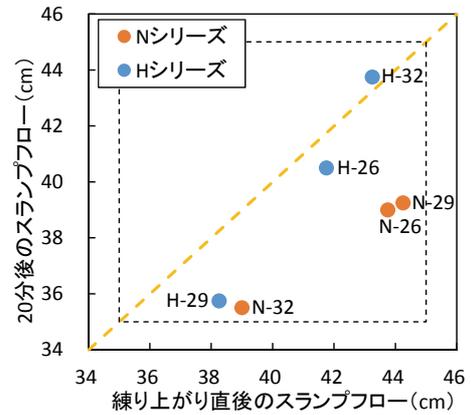


図-2 スランプフローの変化

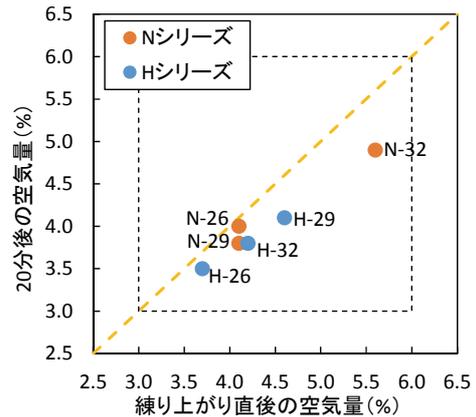


図-3 空気量の変化

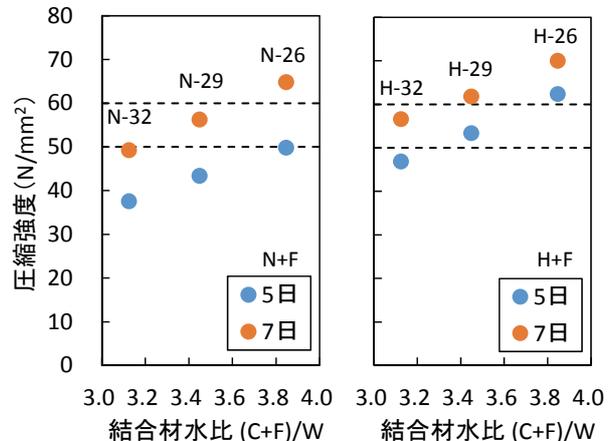


図-4 結合材水比と圧縮強度の関係

表-3 PS 導入条件ごとの配合の選定

		プレストレス導入に必要な コンクリート強度 (N/mm ²)	
		50	60
プレストレス 導入材齢	5日	H-29	H-26
	7日	H-32 (N-29)	H-29 (N-26)

参考文献

- 1) (財) 国土開発技術研究センター：プレビューム合成げた橋設計製作指針 (第 3 版), 1997
- 2) 宮里, 鳥居, 伊藤：北陸産分級フライアッシュによるコンクリートの遮塩性向上効果に関する地域特性を踏まえた評価, コンクリート工学年次論文集, Vol.35, No.1, 2013
- 3) 土木学会：コンクリート標準示方書・規準編, 2013