

フライアッシュコンクリートの収縮ひび割れに関する検討

北電総合設計(株) 正会員 ○齋藤 敏樹
 北海道電力(株) 正会員 山城 洋一
 北海道大学 正会員 名和 豊春

1. はじめに

フライアッシュは自己収縮ひずみを低減させる効果を有するとする報告があるが、乾燥収縮と合算された場合の収縮ひび割れ抵抗性については、強度レベルや拘束条件などの影響が不明なため現時点でも定説はない。本研究では、フライアッシュコンクリートの収縮ひび割れ抵抗性を把握することを目的に、鉄筋による内部拘束条件における乾燥収縮ひび割れの発生状況や収縮応力に関して検討を行った。

2. 実験概要

2.1 使用材料および配合

使用材料を表-1に、コンクリート配合を表-2に示す。コンクリートの配合条件は、水結合材比 50%、スランプ 18±1.5cm、空気量 5±0.5%であり、セメントは普通ポルトランドセメント(N)、高炉セメントB種(BB)および普通ポルトランドセメントにフライアッシュを 15%置換したケース(FB)の3水準とした。

2.2 実験項目および方法

(1) 力学的性質

圧縮強度は JIS A 1108 に、引張強度は JIS A 1113 に、静弾性係数は JIS A 1149 に準拠し、材齢 3,7,28 および 91 日で測定を行った。

(2) 自由乾燥収縮ひずみ

低弾性埋込型シリコンコーティングゲージを用いて、コンクリートの自由乾燥収縮ひずみを測定した。自由乾燥収縮ひずみを測定した供試体は、φ125mm×h250mm の円柱供試体を用いた。

(3) 拘束条件下での収縮応力

JCI SAS3-2「コンクリートの自己収縮応力試験方法（改訂版 2002）」に準拠して、鉄筋による内部拘束条件での収縮応力を求めた。供試体は□100mm×100mm×1500mm の角柱供試体とし、鉄筋には長さ 1600mm の異形棒鋼(D32)を用い、中心部 300mm のリブを除去し、鉄筋軸ひずみからコンクリート中に生じた応力を算出した。

(4) 養生方法

全ての実験において養生方法は同じくし、供試体を作製後3日間封緘養生し、その後温度20℃相対湿度60%の気中養生とした。

表-2 コンクリート配合

配合 ケース	セメント 種類	F A 置換率	水結合材 比	細骨材 率	単位 粗骨材 かさ密度	単 位 量 (kg/m ³)							フレッシュ性状の実測値		
						水 W	セメント C	フライ アッシュ F	細骨材 S	粗骨材 G	混 和 剤				
											AE減水剤 (g/m ³) ※1	AE剤 (g/m ³) ※1			
													スランプ (cm)	空気量 (%)	温度 (°C)
N	普通	—	50	44.1	0.62	170	340	—	774	1007	850 (0.25)	2.72 (0.0008)	18.5	4.9	19.5
BB	高炉B種	—	50	43.8	0.62	170	340	—	764	1007	850 (0.25)	5.10 (0.0015)	18.0	4.7	19.0
FB	普通	15	50	44.6	0.62	162	275	49	789	1007	810 (0.25)	11.34 (0.0035)	18.5	5.4	20.0

※1 () 内はC+Fに対する百分率

キーワード フライアッシュ、収縮ひび割れ、乾燥収縮、収縮ひずみ、収縮応力

連絡先 〒060-0031 北海道札幌市中央区北1条東3-1 北電総合設計(株)技術研究所 TEL 011-385-7823

3. 実験結果

3.1 力学的性質

強度試験の結果を図-1に示す。気中養生のためか、材齢28日以降では圧縮強度および圧縮試験での静弾性係数は増進がほとんど認められなかった。他方、引張強度ではBBおよびFBにおいては材齢28日以降停滞もしくは低下する傾向を示した。圧縮強度と静弾性係数の関係は、土木学会式および建築学会式で近似できるが、同一圧縮強度におけるBBの静弾性係数はNおよびFBより小さい傾向を示した。

3.2 自由乾燥収縮ひずみ

自由乾燥収縮ひずみの測定結果を図-2に示す。材齢3日までの封緘養生では、NおよびBBの自由乾燥収縮ひずみは -200×10^{-6} 程度であるが、FBでは -100×10^{-6} 程度と小さい値を示した。その後気中養生を開始すると、NおよびFBは同程度の自由乾燥収縮ひずみを示したが、BBは気中養生開始直後から自由乾燥収縮ひずみが増大し、NおよびFBと乖離する傾向が認められた。

3.3 収縮応力

拘束条件における収縮応力の経時変化を図-3に示す。鉄筋のひずみからJCIの方法に基づいて算出したコンクリート応力は、材齢3日まではほぼ0であるが、気中養生を開始し収縮が増大するとこれに対応してコンクリートの引張応力が増大するのが分かる。図-3において、コンクリートにひび割れが発生するとコンクリート中の応力は解放され急激に低下する。図-3に示したコンクリートの引張強度と比較すると、BBはコンクリート中の引張応力が引張強度と同程度になったときひび割れが発生した。これに対し、NおよびFBはコンクリート中の応力が引張強度に達する前にひび割れが発生した。これはセメントペーストのクリープ特性などの性状が異なったことに起因するものと考えられ、今後検討を重ねていきたい。

図-4に各配合ケースでのひび割れ発生日数を示す。BBが最も早くひび割れが発生し、次いでNにひび割れが発生した。FBはNより強度発現が小さいにも拘わらずひび割れ発生日は最も遅かった。これは、フライアッシュはひび割れの抑制効果を有することを示唆するが、強度レベルが異なる実験での結果であり、今後、強度レベルおよび拘束条件の影響など検討する予定である。

4. まとめ

水結合材比50%の配合条件では、FBはNより強度発現は小さいが自己収縮および乾燥収縮によるひび割れ発生はNより遅く、フライアッシュはひび割れ抑制効果を有することが示唆された。

参考文献

- 1) 中川隆夫ほか：フライアッシュを用いたコンクリートの乾燥収縮ひび割れ性状，コンクリート工学年次論文集，Vol.26，No.1，pp.483-488，2004

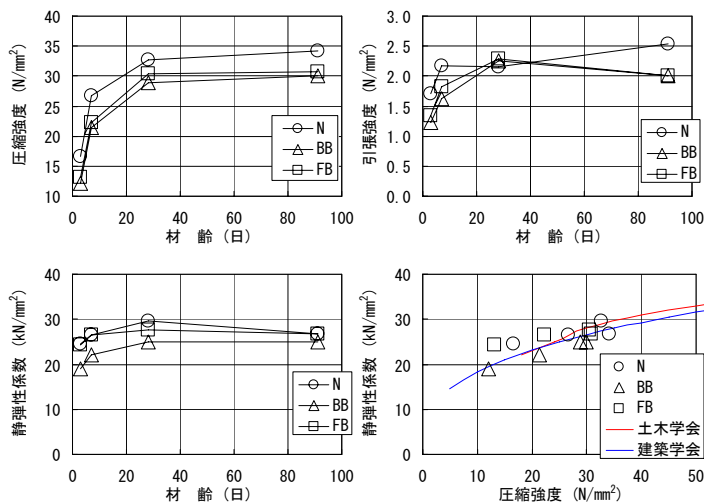


図-1 強度試験結果

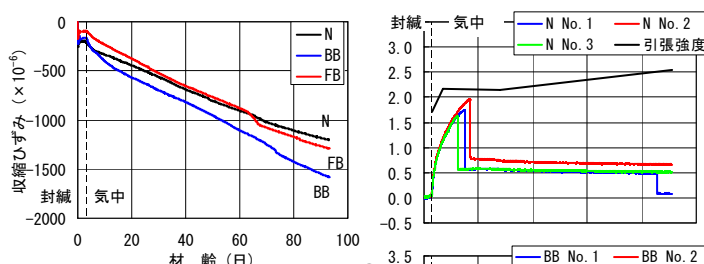


図-2 収縮試験結果

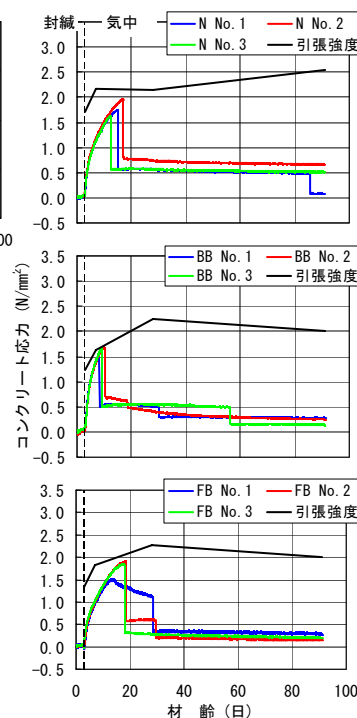


図-3 収縮応力試験結果

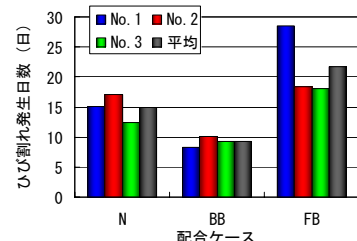


図-4 ひび割れ発生日数