

フライアッシュコンクリートの中性化における k 値に関する一考察

北海道電力(株) 正会員 安藤 睦
北電総合設計(株) 正会員 ○齋藤 敏樹

1. はじめに

「2012 年制定コンクリート標準示方書[設計編]」ではコンクリートの中性化速度係数の特性値を、有効水結合材比と結合材の種類から予測することになっており、混和材の種類により定まる定数 k 値が設定され、フライアッシュの k 値は 0 とされている¹⁾。他方、「循環型社会に適合したフライアッシュコンクリートの最新利用技術」では k 値を再検討し、水結合材比とフライアッシュ置換率によって k 値を提案している²⁾。そこで本研究では、促進中性化試験を実施し k 値の検討を行った。

2. 実験概要

2.1 使用材料および実験水準

本試験で使用した材料を表-1 に、実験ケースを表-2 に、配合表を表-3 に示す。コンクリートの配合条件は、粗骨材最大寸法 20mm, スランプ 18±2.5cm, 空気量 4.5±1.5%とした。水結合材比は、材齢 28 日の呼び強度が 24,30,39N/mm²になるように変動係数を 10%(割り増し係数 1.2)として設定した。フライアッシュ置換率は 15%とした。養生方法は封緘養生(室温 20±2℃)とし、養生期間は 1,6,12 ヶ月とした。

2.2 実験項目および方法

(1) 促進中性化試験

促進中性化試験は JIS A 1153 に準拠し、供試体の断面が 100mm×100mm, 長さ 400mm の角柱供試体とし、打設後約 24 時間で脱型し所定養生まで封緘養生(室温 20±2℃)を行った。その後温度 20±2℃, 相対湿度 60±5%の恒温恒湿室に 3 週間静置し、供試体の打設面、底面および両端面をブチルゴム系アルミ箔ポリエステルテープを用いてシールを行い、更に 1 週間静置してから促進中性化試験(温度 20±2℃, 相対湿度 60±5%, 二酸化炭素濃度 5±0.2%)を行った。測定は促進期間が 1,4,8,13,26 週になった時に行った。

表-1 使用材料

種 類	諸 元
セメント	普通ポルトランドセメント 密度:3.16g/cm ³ , 比表面積:3280cm ² /g
フライアッシュ (JIS II 種灰)	強熱減量:0.9%, SiO ₂ :60.8%, 密度:2.33g/cm ³ 比表面積:3740cm ² /g, 45μm ふるい残分:17% 活性度(28日):92%, 活性度(91日):108%, フロー値比:106%, MB吸着量(電発法):0.56mg/g
細 骨 材 (陸砂)	表乾密度:2.70g/cm ³ , 吸水率:1.29%, F.M.:2.83 単位容積質量:1.94kg/L, 実積率:72.7%
粗 骨 材 (採石2005)	表乾密度:2.65g/cm ³ , 吸水率:2.23%, F.M.:6.67 単位容積質量:1.56kg/L, 実積率:60.3%
混和剤	AE減水剤 変性リグニンスルホン酸化合物 AE剤 アルキルエーテル系陰イオン界面活性剤
練り混ぜ水	上水道水

表-2 実験ケース

実 験 ケース	呼 び 強 度 (N/mm ²)	セメント 種類	フライアッシュ 置換率 F/(C+F) (%)	水結合材 比 W/(C+F) (%)	養生条件	養生期間 (月)
N24	24	普通	—	65.0	封緘養生 20±2℃	1, 6, 12
N30	30			57.5		
N39	39			48.5		
FB24	24	フライアッシュ B種	15	61.0		
FB30	30			53.0		
FB39	39			44.0		

表-3 コンクリート配合およびフレッシュ性状

実験 ケース	セメント 種類	呼び強度 (N/mm ²)	水結合材 比 W/(C+F) (%)	フライッシュ 置換率 F/(C+F) (%)	細骨材率 s/a (%)	単位質量 (kg/m ³)						フレッシュ性状			
						水 W	セメント C	フライッシュ F	細骨材 S	粗骨材 G	AE減水剤	AE剤 (g/m ³)	スランプ (cm)	空気量 (%)	温 度 (℃)
N24	普通	24	65.0	—	48.5	154	237	—	951	991	2.37	1.18	17.5	4.1	17.8
N30		30	57.5	—	47.8	154	268	—	924	991	2.68	1.35	18.5	4.2	18.5
N39		39	48.5	—	46.6	154	318	—	882	991	3.18	1.59	17.5	4.2	18.5
FB24	フライッシュ B種	24	61.0	15	48.7	146	203	36	959	991	2.39	5.27	16.5	4.2	18.8
FB30		30	53.0	15	47.9	146	234	41	927	991	2.75	5.51	18.5	4.5	19.0
FB39		39	44.0	15	46.5	146	282	50	876	991	3.32	5.31	17.5	4.2	19.0

キーワード フライアッシュ, 中性化, 養生期間, k 値

連絡先 〒060-0031 札幌市中央区北 1 条東 3 丁目 1 北電総合設計(株)技術研究所 TEL 011-222-4458

3. 実験結果

3.1 促進中性化試験

促進期間と中性化深さの関係を図-1に、養生期間と中性化速度の関係を図-2に示す。養生期間が1ヶ月の場合FBはNより中性化速度が大きい、養生期間の経過に従いFBの中性化速度係数はNと同等になるのが分かる。また、呼び強度が高くなるほどFBとNの差は小さくなるのが分かる。

3.2 k 値

養生期間とk値の関係を図-3に、水結合材比とk値の関係を図-4に、(水結合材比)×(フライアッシュ置換率)^{0.25}と中性化速度係数の関係を図-5に示す。図-3より、養生期間が1ヶ月ではk値は0.1以下でフライアッシュが中性化抑制効果に対する貢献度はほとんど見られない。しかし、養生期間が経過するに従いk値は大きくなり、養生期間が6ヶ月では0.28以上、12ヶ月では0.45以上のk値となった。図-4より、水結合材比が大きくなるほどk値は小さくなる傾向だが、養生期間が経過するほど水結合材比の影響は小さくなる傾向であった。図-5より、本実験ではフライアッシュ置換率は15%の1水準であったため、図-4と同傾向であった。

4. まとめ

促進中性化試験を実施した結果、フライアッシュの中性化への貢献度(k値)は、封緘養生期間が1ヶ月と6ヶ月以上を比較すると、フライアッシュの中性化への貢献度(k値)は0程度から0.5程度に向上し、中性化深さは同一呼び強度では普通コンクリートと同程度になることが明らかになった。

今後、実環境化における性能などの検討により、フライアッシュの効果を確認する予定である。

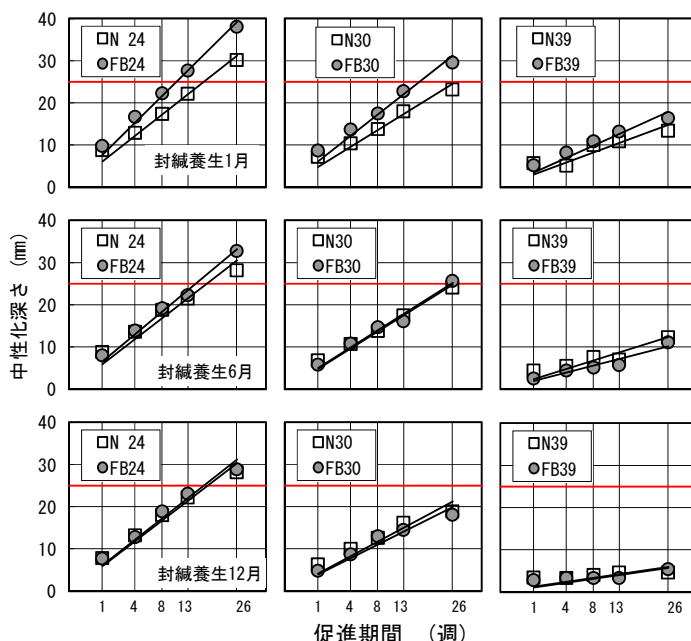


図-1 促進期間と中性化深さ

参考文献

- 1) 土木学会：2012 年制定コンクリート標準示方書[設計編]，pp.147-148，2013.3
- 2) 土木学会：循環型社会に適合したフライアッシュコンクリートの最新利用技術—利用拡大に向けた設計施工指針試案—，コンクリートライブラリー，No.132，pp.137-140，2009.12

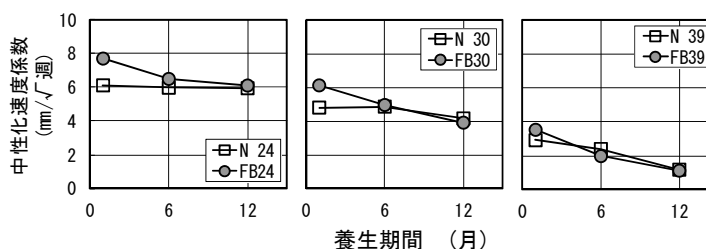


図-2 養生期間と中性化速度係数

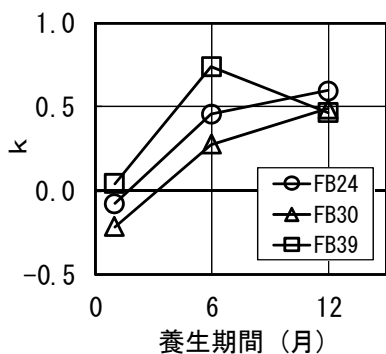


図-3 養生期間とk値

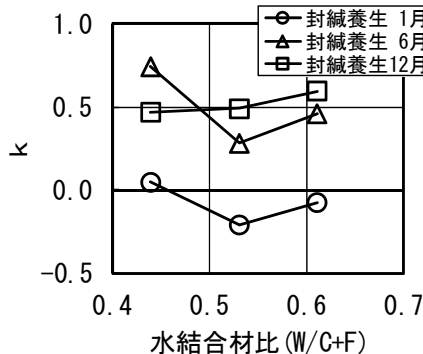


図-4 水結合材比とk値

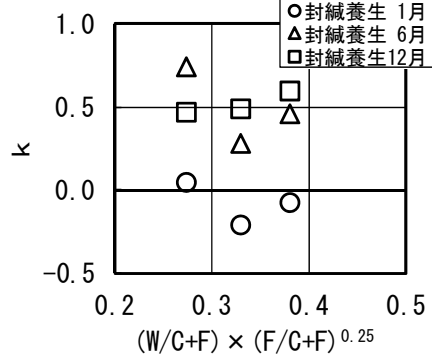


図-5 $(W/C+F) \times (F/C+F)^{0.25}$ とk値