フライアッシュモルタルの中性化速度の推定

○北海道電力(株)　正会員　林　　透
北海道電力(株)　正会員　中井雅司
北電興業(株)　　正会員　齋藤敏樹
北電興業(株)　　正会員　今井和宏

１．はじめに

石炭灰の有効利用促進は電気事業者にとって重要な課題であり，コンクリート分野において利用拡大を図るためには，フライアッシュコンクリートの不利な点とされている初期強度発現および中性化に与えるフライアッシュの影響を把握し，その対策を検討することが必要となる．本報告は，中性化に関する研究のうちフライアッシュモルタルを用いた促進中性化試験を実施し，モルタル配合およびフライアッシュの品質が中性化速度に与える影響について検討したものである．

２．試験概要

使用材料を**表－１**に，フライアッシュモルタルの配合を**表－２**に示す．供試体は JIS A 6201 に準拠して作製し材齢 1 日で脱型した．その後，材齢 4 週まで水中養生(温度 20±2℃)を行い，供試体を二分割して気中養生(温度 20±2℃，相対湿度 60±5%)を 4 週間した後(3 週目で端面を除く 5 面をエポキシ樹脂で被覆)，促進中性化試験および圧縮強度試験を行った．促進中性化試験は，温度 20±2℃，相対湿度 60±5%，二酸化炭素濃度 5±0.2%の雰囲気下で中性化を促進し，中性化深さは，フェノールフタレイン 1%溶液を噴霧し赤く発色しない部分をノギスにより測定した．また，圧縮強度試験は，供試体を温度 20±2℃，相対湿度 60±5%，二酸化炭素濃度 0%の雰囲気下で養生(非炭酸化)し，所定材齢経過後水和反応を停止させるため供試体をアセトンに 1 日浸漬し D 乾燥を行い，JIS A 6201 に準拠して圧縮強度を測定した．

表－１　使用材料

名　称	品　　質
セメント	普通ｾﾒﾝﾄ 密度:3.16g/cm^3 比表面積:3290cm^2/g
ﾌﾗｲｱｯｼｭ	6炭種13試料 SiO_2:36.7～68.8% 密度:2.07～2.61g/cm^3 比表面積:1600～4700cm^2/g
細骨材	標準砂(JIS R 5201規定)
水	上水道水

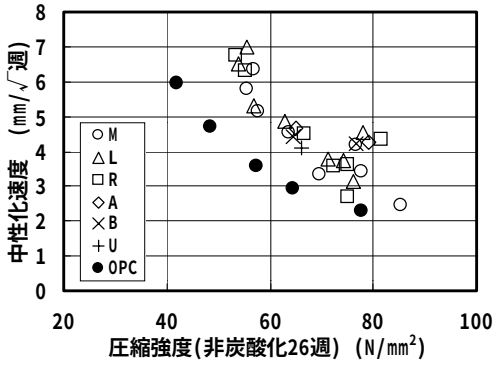
表－２　フライアッシュモルタルの配合

ケース	炭　種	FA置換率 F/(C+F) (%)	水粉体比 W/(C+F) (%)	細骨材容積比 S/(W+C+F+S) (%)
FA置換	M,L,R,A,B,U	20,30,40	40,45,50,55	57.4
FA無置換	OPC	0	50,55,60,65,71.4	

３．試験結果および考察

(1)圧縮強度と中性化速度

圧縮強度(非炭酸化 26 週材齢)と中性化速度の関係を**図－１**に示す．圧縮強度が大きくなるにしたがい中性化速度は小さくなる傾向を示し，同一圧縮強度では，フライアッシュ置換のケースは無置換に比べ中性化速度が大きくなる結果となった．これは，フライアッシュのポゾラン反応により水酸化カルシウムが消費され，ｐＨが低下することによるものと考えられ，フライアッシュの品質により中性化速度が変動していることがわかる．



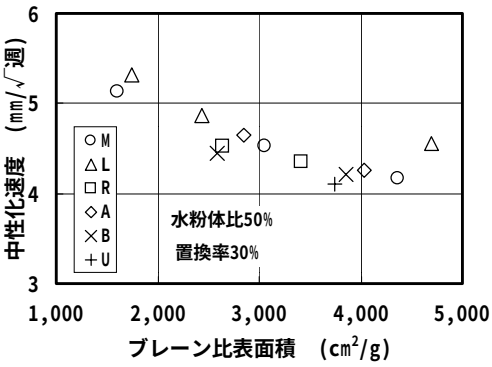
図－１ 圧縮強度(非炭酸化 26 週)と中性化速度

(2)フライアッシュの品質と中性化速度

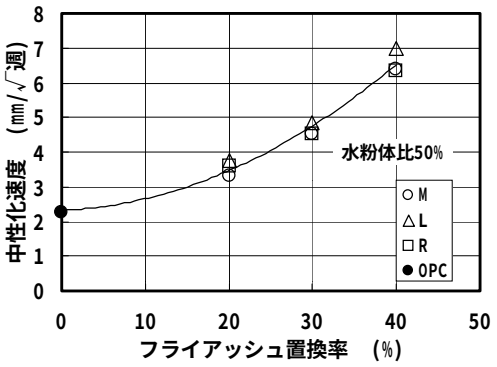
水粉体比 50%，フライアッシュ置換率 30%におけるフライアッシュのブレーン比表面積と中性化速度の関係を**図－２**に示す．フライアッシュの品質が中性化速度に与える要因を検討した結果，ブレーン比表面積は中性化速度と相関性が高いことが明らかになった．一般に，ブレーン比表面積が大きいフライアッシュはポ

キーワード：フライアッシュ，中性化，圧縮強度，水セメント比，ブレーン比表面積
連絡先：北海道電力(株)総合研究所　〒067-0033 江別市対雁 2-1　Tel 011-343-8007 FAX 011-385-7553

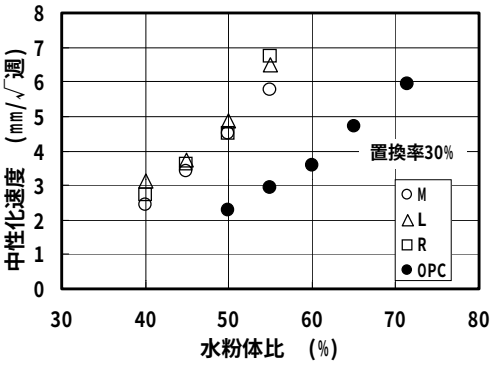
ゾラン反応性が高く，消費される水酸化カルシウムも多くなり，ｐＨが低下すると考えられるが，ブレーン比表面積が大きいフライアッシュはペースト組織の緻密化により細孔量が減少し中性化速度が小さくなったものと考えられる．



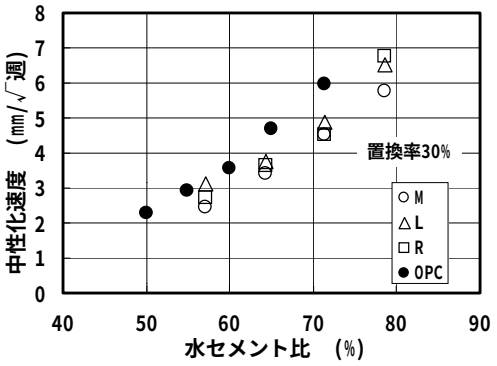
図－２ ブレーン比表面積と中性化速度



図－３ フライアッシュ置換率と中性化速度



図－４ 水粉体比と中性化速度



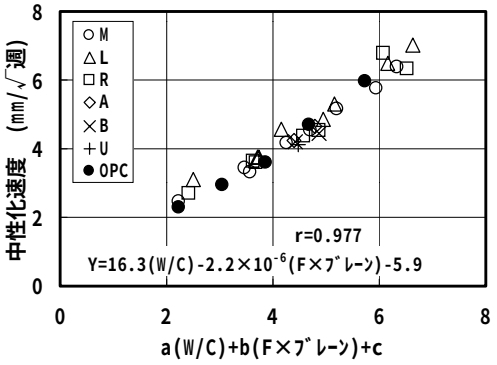
図－５ 水セメント比と中性化速度

(3)配合と中性化速度

水粉体比 50%におけるフライアッシュ置換率と中性化速度の関係を**図－３**に示す．フライアッシュ置換率の増加にしたがい中性化速度は大きくなり，置換率 30%では無置換の 2 倍程度の値を示した．

フライアッシュ置換率 30%における水粉体比と中性化速度の関係を**図－４**に,水セメント比と中性化速度の関係を**図－５**に示す．水粉体比の増加にしたがい中性化速度は大きくなり，同一水粉体比では，フライアッシュ置換のケースは無置換に比べ中性化速度は大きくなる結果となった．しかし，同一水セメント比では，フライアッシュ置換のケースは無置換に比べ中性化速度は小さくなる結果となった．

(4)中性化速度の推定



図－６ 推定値と中性化速度

以上のことから中性化速度に影響を与える主要因は，水セメント比，フライアッシュ置換率およびフライアッシュのブレーン比表面積であると考えられる．これらの要因(フライアッシュ置換率を単位量に置換えた)を用いて重回帰分析を行った．その結果を**図－６**に示す．これらの要因から推定したモルタルの中性化速度と試験結果との相関性は高く，モルタルの中性化速度は，水セメント比，フライアッシュの単位量およびブレーン比表面積から推定可能と考えられる．

４．おわりに

本報告はモルタルによる試験結果であるが，今後コンクリートについても同様の試験により中性化速度推定変数の妥当性の検討，ポゾラン反応による水酸化カルシウムの減少および細孔構造の変化が中性化速度に与える影響などの検討を実施する予定である．

【参考文献】

1)黄光律，野口貴文，羽原俊祐，友澤史紀；フライアッシュを外割混合使用したモルタルの中性化特性，コンクリート工学年次論文報告集，Vol.21,No.2,1999,pp.109～114

2)佐伯竜彦，米山紘一，長瀧重義；初期養生以降のセメントの水和の影響を考慮した中性化進行予測，土木学会論文集，No.508/V-26,1995,pp.33～44