

フライアッシュを用いた新潟地区の ASR 抑制対策について

東日本旅客鉄道(株) 正会員 坂本 真紀
 東日本旅客鉄道(株) 正会員 井口 重信
 新潟生コンクリート協同組合 小林 和行

1. はじめに

新潟駅付近の連続立体交差化事業で使用を予定している新潟地区産骨材について、既往の研究¹⁾により、アルカリシリカ反応(以下 ASR)を示す岩石種のうち安山岩が反応速度の大きな膨張を発生させていることが確認されている。そのため適切な ASR 抑制対策が求められている。そこで、比較的安定した供給が可能で当該骨材に対して抑制効果が確認されたフライアッシュ¹⁾を用いて、フライアッシュの置換率及び安山岩の比率をパラメータとした ASR 抑制効果確認試験を行い、当該骨材における最適なフライアッシュ置換率を検討した。また想定されるフライアッシュ置換率でのコンクリート特性試験を行ったのでその結果を報告する。

2. ASR 抑制効果確認試験(モルタルバー法)

ASR 抑制効果確認試験は JISA1146「骨材のアルカリシリカ反応性試験方法(モルタルバー法)」に準拠し試験片の膨張率の差を計測した。試験で使用した材料を表-1 に示す。なお、次項の特性試験でも同材料を用いた。試験を実施するため当該骨材の岩種調査を行い、反応性骨材である安山岩と非反応性骨材とに選別採取した。試験片のセメントはフライアッシュ(種)を 10%, 15%, 20%混和材として置換し、骨材は安山岩を全骨材中の質量比 10%, 20%, 30%, 40%で混入した。また、実際に骨材を採取した時に含まれる安山岩の比率は 5~10%程度と推定されている¹⁾。試験の結果を図-1 に示す。なお比較用にフライアッシュ未置換の結果も併せて示す。フライアッシュ未置換、置換率 10%については、安山岩比率に関わらず膨張率 0.1%を超える結果となり、フライアッシュ置換率 15%では安山岩比率 10%まで抑制効果があり、フライアッシュ置換率 20%では安山岩比率を 40%にしても膨張率 0.023%と抑制する結果となった。

表 - 1 各試験で使用した材料

使用材料	記号	品目	密度 (g/m ³)
セメント	N	普通ポルトランドセメント	3.15
	BB	高炉セメント B 種(高炉スラグ 45%)	3.05
混和材	F	コンクリート用フライアッシュ 種	2.29
骨材	S1	陸砂 (E 水系 F 産地) 粒度調整用細砂	2.57
	S2	陸砂 (B 水系 C 産地)	2.57
	G	陸砂利 25~5 (B 水系 C 産地)	2.61
混和剤	AD	AE 減水剤標準形 種 (特性試験で使用)	-

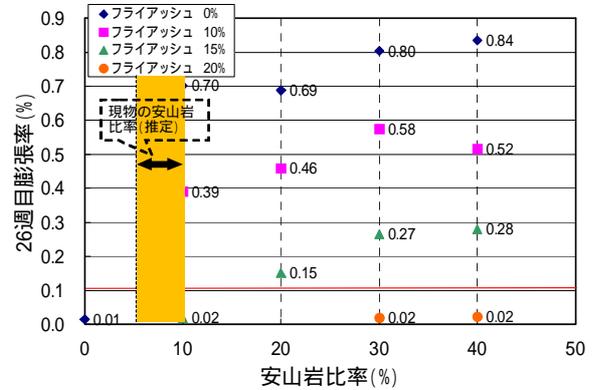


図 - 1 モルタルバー法試験結果

3. フライアッシュコンクリートの特性試験

フライアッシュコンクリートの諸特性を把握するため、圧縮強度試験 (JISA1108), 割裂引張強度試験 (JISA1113), 乾燥収縮試験 (JISA1129), 中性化促進試験を行った。配合を表-2 に示す。

表 - 2 試験で使用したコンクリート配合

試験体名称	呼び強度 (N/mm ²)	スランブ (cm)	空気量 (%)	F 置換率 (%)	W/C (%)	S/a (%)	単位量 (kg/m ³)						
							W	C	F	S1	S2	G	AD
N	27	12	4.5	0	49.5	38.9	155	313	-	108	612	1125	3.13
F10				10	48.0	38.2	152	285	32	103	583	1128	3.17
F15				15	47.0	38.2	152	275	48	103	578	1122	3.23
F20				20	45.5	38.2	152	267	67	100	576	1122	3.34
BB				0	48.0	38.7	153	319	-	103	591	1114	3.19

試験体は基準配合となるフライアッシュ未置換(N),フライアッシュ置換率 10%(F10),15%(F15),20%(F20),高炉セメント(BB)の5種類である.図-2~図-5に試験結果を示す.

- 1) 圧縮強度試験については,今回設定した基準配合(N)に比べ,材齢3日ではF20が0.77,BBで0.73と圧縮強度の発現が遅いが,材齢28日では,F20が0.99,BBが1.03とNとほぼ同強度となった.
- 2) 割裂強度試験については,今回設定した基準配合(N)に比べ,材齢3日ではF20が0.78,BBで0.72と割裂強度の発現が遅い.材齢28日では,F20が0.96とNとほぼ同強度の結果を示したのに対しBBは0.88と強度発現が劣る傾向を示しその差が顕著であることが確認できた.
- 3) 乾燥収縮試験については,材齢26週において今回設定した基準配合(N)に比べフライアッシュ置換の収縮率が小さい傾向を示し,BBはNと同程度の値を示したがその差異は小さい.
- 4) 中性化促進試験については,材齢26週において今回設定した基準配合(N)に比べフライアッシュ置換及びBBの中性化深さの値が大きく,特にBBの中性化進行度合いが顕著である.

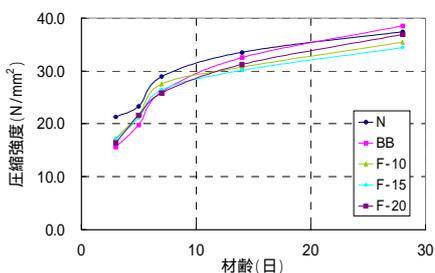


図 - 2 圧縮強度試験結果

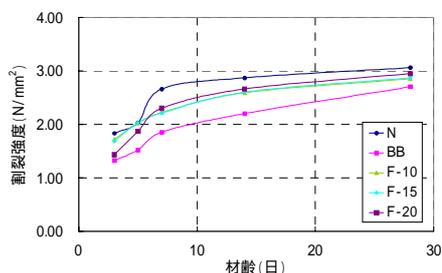


図 - 3 割裂強度試験結果

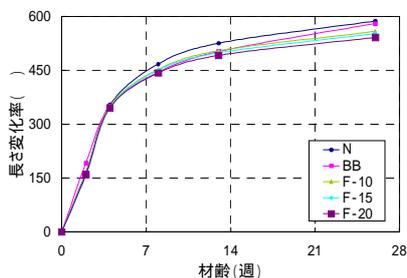


図 - 4 乾燥収縮試験結果

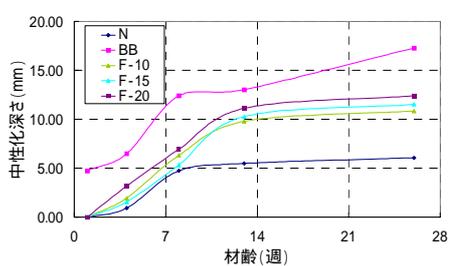


図 - 5 中性化促進試験結果

4.まとめ

新潟地区産骨材の ASR 抑制対策として,確認試験の範囲内で,以下の結果を得た.

今回確認した骨材に対して,フライアッシュ(種)置換率 15%では安山岩比率 20%以上の抑制効果が低く,フライアッシュ(種)置換率20%では安山岩比率40%まで抑制効果が確認できた.実際に骨材を採取した時に含まれる安山岩の比率が5~10%程度と推定されているが,確実に ASR を抑制するために今回は当該骨材の ASR 抑制対策で,フライアッシュ(種)を混和材として用いた場合の置換率を 20%とした.

今回確認した配合においては,フライアッシュを置換することで乾燥収縮はやや抑制される結果となり,圧縮強度及び割裂強度試験で,材齢5日以前では高炉セメントと比べ強度発現は優れ,普通セメントと比べると強度発現が遅い結果となり,特にコンクリート打ち込み後の養生方法や養生期間についての検討が必要である.中性化促進試験では高炉セメントと比べフライアッシュ置換の中性化深度が小さい結果となった.

参考文献

- 1) 古賀誠,小林将志,大庭光商:フライアッシュの置換率を変えたコンクリートの ASR 抑制効果及び硬化特性,コンクリート工学年次論文集,Vol.32, No.1,2010