

東海地方の高速道路構造物におけるフライアッシュコンクリートの標準的な使用に向けた検討

中日本高速道路（株）正会員 ○牧田 通 上東 泰

（株）JERA 額瀨 由雄 杉山 徹

中日本高速技術マーケティング（株）正会員 小野 聖久

1. はじめに

近年、良質な骨材資源が枯渇しつつあるが、環境保全や貴重な資源の活用の観点から、コンクリート構造物の建設においては品質の良否を問わずあらゆる種類の骨材を使用することが必要である。一方で、骨材に起因するコンクリート構造物の変状は古くより認識されており、特にアルカリシリカ反応（ASR）による劣化は大きな問題となっている。耐久性の高い構造物を造ることはライフサイクルコストを小さくできる点で利点があるとともに、維持管理に費やす労力を削減することになることからカーボンニュートラルに寄与することも考えられる。

フライアッシュはコンクリートにおける ASR 発生抑制やコンクリート構造物の耐久性の向上を目的として、これまで日本各地で広く使用されてきているが、東海地方では十分に活用されてこなかった。（株）JERA と中日本高速道路（株）（以下、NEXCO 中日本）は、東海地方で産出するフライアッシュを有効に利用し高速道路のコンクリート構造物の耐久性を高めることで、ライフサイクルコストの低減やカーボンニュートラルへの寄与を図ることを目的に、フライアッシュコンクリートの標準的な使用に向けた共同研究を 2021 年に開始した。

2. 骨材の状況

NEXCO 中日本名古屋支社管内のある地域においてコンクリート構造物に使用される可能性がある骨材を対象に、アルカリシリカ反応性の試験を実施した。試験法として、JIS A1145 化学法（以下、JIS 化学法）および ASTM C 1260 促進モルタルバー法（以下、ASTM 促進モルタルバー法）を適用した。図-1 に各試験結果に基づく骨材の ASR 判定区分の比率を示す。JIS 化学法では約 4 割の骨材が無害でないという判定となった一方、ASTM 促進モルタルバー法では約 8 割の骨材が潜在的に有害という判定となった。ASTM 促進モルタルバー法は日本とは骨材の岩種が異なる北米で開発された試験法であり、試験結果の取扱いには注意が必要であるが、遅延膨張性骨材に対応できる唯一の試験法であり¹⁾、コンクリート構造物の長期保全の観点からは適切に活用していくのがよいと考えられる。現在、ASR 抑制対策は JIS A 5308 附属書 B の規定に従って実施しているが、対策方法の中で混和材の使用が骨材資源の有効活用と耐久性の向上を同時に実施可能であるため最善の方法だと考える。

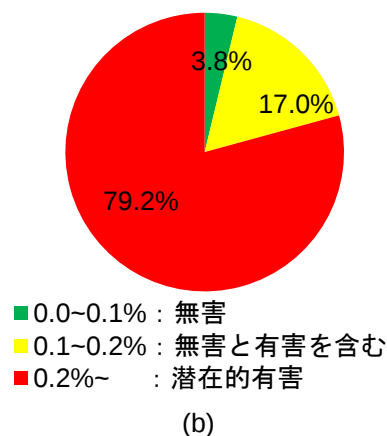
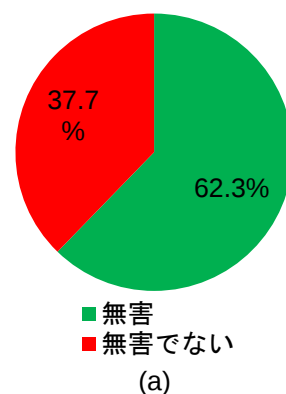


図-1 骨材の ASR 判定区分(a)JIS 化学法、(b) ASTM 促進モルタルバー法

3. フライアッシュ

本研究で使用するフライアッシュは（株）JERA 碧南火力発電所で産出するもので、JIS A 6201 の規定で II 種に相当する品質を有するものである。表-1 にフライアッシュの品質を示す。碧南火力発電所では、これまでの現場での適用に基づき、使用性の向上を目的として、湿分、強熱減量および比表面積の品質管理上の基準値を JIS II 種の規格値より厳しく

キーワード フライアッシュ、ASR、耐久性向上、コンクリート構造物、高速道路

連絡先 〒460-0003 愛知県名古屋市中区錦 2-18-19 中日本高速道路株式会社（株） TEL 052-222-1594

設定している。2011～2020 年における毎月の試験値の平均値と変動係数から、I 種に近い高い品質を保ちつつ変動も小さいフライアッシュであるといえる。

フライアッシュの使用では供給体制が重要であり、現状では東海地方に 3 基の中継サイロが設置されており、各中継サイロの周辺でフライアッシュ専用のサイロを設置するコンクリートプラントの数が徐々に増加しているところである。コンクリートプラントにおけるサイロの設置では初期費用の高さが障害となることがあるが、近年ではサイロをリースする動きがあり 2)、今後のフライアッシュの使用拡大において期待される。

表-1 フライアッシュの品質

項目		JIS II種規格	碧南産基準値	平均値*	変動係数*
二酸化けい素含有量 (%)		45.0 以上	45.0 以上	58.5	0.04
湿分 (%)		1.0 以下	0.5 以下	0.1	0.39
強熱減量 (%)		5.0 以下	3.5 以下	2.1	0.19
密度 (g/cm ³)		1.95 以上	1.95 以上	2.29	0.01
粉末度	45μm ふり残分 (%)	40 以下	40 以下	11	0.40
	比表面積 (cm ² /g)	2,500 以上	3500±450	3,633	0.04
フロー値比		95 以上	95 以上	107	0.02
活性度指数 (%)	材齢 28 日	80 以上	80 以上	85	0.03
	材齢 91 日	90 以上	90 以上	101	0.03

*2011～2020 年における毎月の試験値の平均値と変動係数

4. 置換率の検討

フライアッシュコンクリートを場所打ちで鉄筋コンクリート構造物に使用することを想定し、ASR 抑制の観点からフライアッシュの内割置換率を検討した。ASR の抑制効果は ASTM 促進モルタルバー法により評価した。安山岩碎石を骨材として使用し、置換率を 0・13・18・23% の 4 ケースで設定して、水結合材比が 50% となるようモルタルバー (40×40×100mm) を作製した。図-2 に各置換率のモルタルバーの膨張率の経時変化を示す。置換率 18% で 14 日の膨張率が 0.08% で「無害」と判定されるが、試験に使用したモルタルバーは ASTM C 1260 規格 (1×1×12inch) より厚く、規格通りのもので試験していれば膨張率は大きくなっていた可能性がある。この点を踏まえ、置換率は 20% とすることとした。

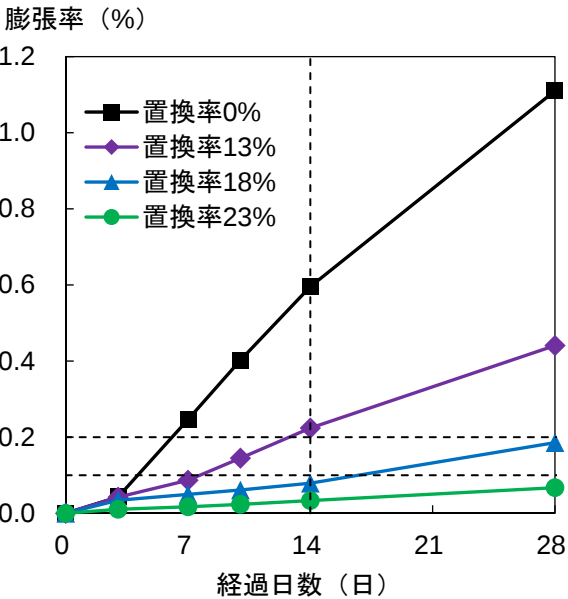


図-2 ASTM 促進モルタルバー法による膨張率の経時変化

5. おわりに

現在、フライアッシュコンクリートを場所打ちにより鉄筋コンクリート構造物およびプレストレストコンクリート構造物に使用することを想定して、フレッシュ性状や硬化性状について検討を実施している。また、実機練り試験や施工試験の実施も計画している。本研究の成果を基に、フライアッシュコンクリートの標準的な使用が可能となるよう、配合・製造および施工マニュアルを作成する予定である。

参考文献

1) 蟹谷他：遅延膨張型堆積岩系骨材のアルカリシリカ反応性の評価、コンクリート工学年次論文集、Vol. 33、 No. 1、 2011、 pp. 959-964

2) (株)セメント新聞社：テクノ中部と中電オートリース サイロリースでフライアッシュ普及拡大、月刊コンクリートテクノ、Vol. 40、 No. 3、 2021 年 3 月、 pp. 10-13