

環境配慮型吹付けコンクリートの開発

ーフライアッシュと早強ポルトランドセメント併用配合の品質・施工性評価ー

Development of Low-Carbon Sprayed Concrete

- Evaluating the Quality and Constructability of Concrete Mixtures Incorporating Fly Ash and High-Early-Strength Portland Cement -

御器谷直子* 齋藤隆弘* Biswas Rajib Kumar* 廣中哲也**
Naoko Gokitani, Takahiro Saito, Biswas Rajib Kumar, Tetsuya Hironaka

研究の目的

建設分野ではカーボンニュートラル実現に向けて、コンクリートの低炭素化が重要な課題である。山岳トンネルの施工においては大量のコンクリートが使用され、その主要材料であるセメントの製造時には多量の CO₂ が排出される。このため、セメントの一部をフライアッシュ等の混和材で置換し、セメント使用量を少なくすることが有効な対策とされている。一方で、セメント量の低減や低温下におけるフライアッシュの反応性低下により、初期強度の発現性が低下する可能性がある。本研究では、トンネル支保工に必要な強度を初期から長期にわたり確保することを目的として、フライアッシュおよび早強ポルトランドセメントを併用した環境配慮型吹付けコンクリートの強度発現性および施工性を検討した。

研究の概要

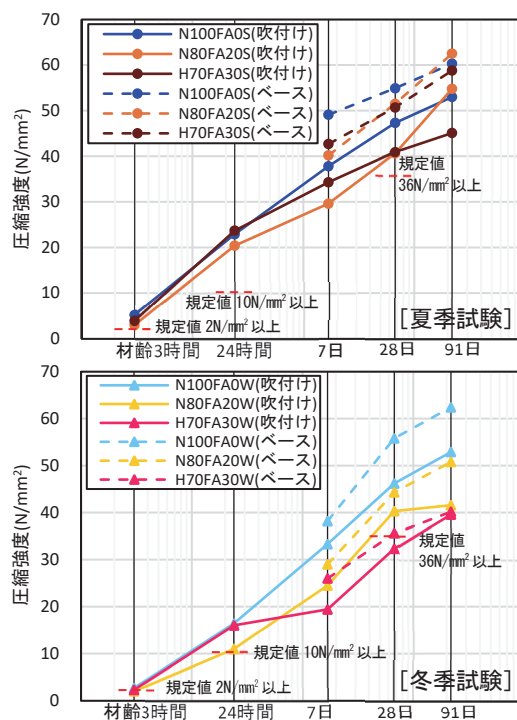
セメント種類およびフライアッシュ置換率の異なる吹付けコンクリートの配合において、夏季（高温環境下）および冬季（低温環境下）に実機吹付け試験を実施した。結合材には普通ポルトランドセメント、早強ポルトランドセメントおよびフライアッシュ、急結剤には粉体助剤併用型のアルカリフリー酸性急結剤を用いた。レディーミクストコンクリート工場で製造した急結剤添加前のコンクリート（ベースコンクリート）をポンプ圧送（吐出量 10m³/h、圧送距離 15m）し、吹付け機先端のノズル手前で圧縮空気により液体急結剤および粉体急結剤を添加した後、模擬トンネルの半断面に吹き付けた。コンクリートのフレッシュ性状、圧縮強度（初期：ピン貫入試験、長期：コア圧縮強度試験）、はね返り率等を測定し、配合条件およびはね返り率から CO₂ 排出量を算出した。

写真-1 に吹付け状況を示す。フライアッシュの使用により、圧送時に顕著な脈動や閉塞のない安定した圧送性および吹付け時にははね返りの少ない付着性の向上が得られた。

図-1 に夏季および冬季における圧縮強度試験結果を示す。フライアッシュおよび早強ポルトランドセメントの併用により、高強度吹付けコンクリートの初期強度の規定値を満たし、長期的な強度発現性を確保した。



写真-1 吹付け状況



配合名) N: 普通ポルトランドセメント, H: 早強ポルトランドセメント
FA: フライアッシュ, S: 夏季試験, W: 冬季試験
記号後の数字は結合材の重量比率 (例えば H70FA30 = H70: FA30)

図-1 夏季および冬季の強度試験結果

研究の成果

- フライアッシュと早強ポルトランドセメントを併用した吹付けコンクリートは、高温環境および低温環境のいずれにおいても、トンネル支保工に必要な初期強度を確保できた
- フライアッシュの置換率を高めた配合においても、材齢の経過に伴う長期的な強度増進が確認された
- はね返り率は、フライアッシュ置換率の増加に伴って低減する傾向を示し、早強ポルトランドセメント使用のフライアッシュ置換率 30% 配合では、はね返り率を夏季で 10%、冬季で 8% 程度まで低減できた
- セメント使用量の削減およびはね返り率低減の効果により、CO₂ 排出量は従来配合に対して約 30% の削減となることを確認した