

フライアッシュを使用した裏込め充填材について

北海道電力(株) 正会員 ○開 洋介
 北海道電力(株) 正会員 関谷 美智
 北電総合設計(株) 正会員 齋藤 敏樹

1. はじめに

近年,トンネル覆工コンクリートの施工技術において,防水シートを使用した裏込め充填を行う工法があり,充填材には一般的に,普通セメントを使用したモルタルが使用されている.本研究では,普通セメントにフライアッシュを置換し,流動性,強度発現性の実験を行い,フライアッシュの有効性を検討した.また,防水シートに使用されている不織布に対する性能の比較を模擬試験により行なった.

2. 実験概要

2.1 使用材料および実験水準

本実験で使用した材料を表-1に,配合条件を表-2に,実験ケースを表-3に,配合を表-4に示す.フライアッシュを使用しない標準モルタルの砂結合材比は3.0, 2.5, 2.0の3水準とし,配合条件を満足した砂結合材比の1水準に対してフライアッシュ置換率を10, 20, 30%の3水準としたFAモルタルの各実験を行った.

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:3,360cm ² /g
フライアッシュ (JIS II種)	密度:2.31g/cm ³ ,比表面積:3,950cm ² /g, SiO ₂ :66.2% 湿分:0.18%,強熱減量:1.3%,フロー値比:111%,活性度指数:81%(28日),100%(91日),MB吸着量:0.31mg/g
細骨材	陸砂1 表乾密度:2.64g/cm ³ ,吸水率:1.21%,実積率:63.3%, 微粒分量:0.4%,F.M.:1.92
	陸砂2 表乾密度:2.61g/cm ³ ,吸水率:2.77%,実積率:60.6%, 微粒分量:1.2%,F.M.:1.92
練混ぜ水	上水道水

2.2 実験項目および方法

(1) フレッシュ性状

モルタルの練混ぜはJSCE-F 505に準拠した.流動性試験はJSCE-F 541に準拠し,練混ぜ直後と漏斗内にモルタルを充填して1分静置後の流下時間を測定した.ミニスランプフロー試験は,JIS A 1171に規定されるスランプコーン(高さ150mm)を使用し,JIS A 1150に準拠してスランプフローを測定した.ブリーディング試験はJSCE-F 542に準拠した.

表-2 配合条件

流下時間 J ₁₄ 漏斗 (sec)	圧縮強度	
	材齢15時間 (N/mm ²)	材齢28日 (N/mm ²)
7±1	1.2	21.5

表-3 実験ケース

実験ケース	砂結合材比 S/(C+F)	フライアッシュ置換率 F/(C+F) (%)	細骨材種類
標準	N3.0	3.0	—
	N2.5	2.5	—
	N2.0	2.0	—
FA	F10	10	2水準
	F20	20	
	F30	30	

(2) 流動性模擬試験

流動性模擬試験は,不織布上の流動性を確認するために実験装置(写真-1)を作製し,流動した最大フローを測定した.

表-4 配合表

実験ケース	細骨材種類	砂結合材比 S/(C+F)	フライアッシュ置換率 F/(C+F) (%)	水結合材比 W/(C+F) (%)	単位量 (kg/m ³)				
					水 W	結合材 C+F	セメント C	フライアッシュ F	細骨材 S
標準	陸砂1	3.0	0	74.1	338	456	456	—	1,367
		2.5		61.7	328	532	532	—	1,330
		2.0		52.4	328	626	626	—	1,251
FA	陸砂1	2.5	10	60.0	320	533	480	53	1,333
			20	58.3	312	535	428	107	1,337
			30	57.8	308	533	373	160	1,332
標準	陸砂2	3.0	0	86.0	370	430	430	—	1,289
		2.5		71.0	358	504	504	—	1,260
		2.0		58.3	350	600	600	—	1,201
FA	陸砂2	2.0	10	56.9	342	601	541	60	1,203
			20	56.0	336	600	480	120	1,201
			30	55.6	332	597	418	179	1,195



写真-1 流動性模擬試験装置

キーワード フライアッシュ, 充填材, 圧縮強度, 漏斗流下時間, 流動性

連絡先 〒059-1742 勇払郡厚真町字浜厚真 615 北海道電力(株)火力部石炭灰リサイクル推進室 TEL 0145-28-2146

(3) 圧縮強度

圧縮強度はJSCE-G 505に準拠し、材齢15,18,21,24,36時間および28日で強度を測定した。養生方法は、打込み後36時間まで封緘養生(温度 $20 \pm 2^\circ\text{C}$)、その後水中養生(温度 $20 \pm 2^\circ\text{C}$)した。

(4) 付着確認試験

縦横 200mm の不織布に内径 100mm、高さ 100mm の塩ビ管を置き、モルタル打込み後 15 時間で塩ビ管を持ち上げ、供試体と不織布の付着を確認した。養生方法は封緘養生(温度 $20 \pm 2^\circ\text{C}$)とした。

3. 実験結果

3.1 フレッシュ性状

図-1より、砂結合材比が3.0では、1分後の J_{14} 漏斗流下時間は練混ぜ直後より遅くなり分離傾向が認められた。図-2より、ブリーディング率はフライアッシュの置換率が増加するほど小さくなった。図-3より、ミニスランプフローは220~250mm程度であった。

3.2 流動性模擬試験

図-4より、最大フローはフライアッシュの置換率が増加するほど大きくなる傾向が認められた。

3.3 圧縮強度

図-5より、陸砂1の場合は砂結合材比3.0では材齢15時間の圧縮強度が配合条件を満足しないため砂結合材比は2.5が最適配合となった。陸砂2の場合、砂結合材比2.5では材齢15時間の圧縮強度が配合条件を満足しないため砂結合材比は2.0が最適配合となった。

FAモルタルは、フライアッシュ置換率30%までは配合条件を満足する結果であった。

3.4 付着確認試験

全てのケースで付着していることを確認した。写真-2 に一例を示す。

4. まとめ

フライアッシュ置換率 30%までのFAモルタルは圧縮強度を満足し、流動性に優れた性状を示し、単位セメント量を $160 \sim 180\text{kg/m}^3$ 程度減少させる事ができた。

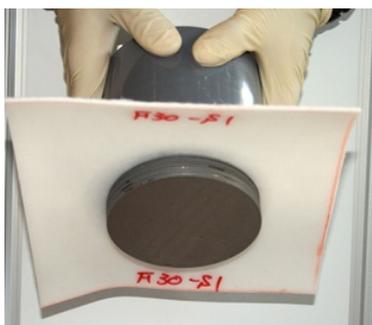


写真-2 付着確認試験の一例

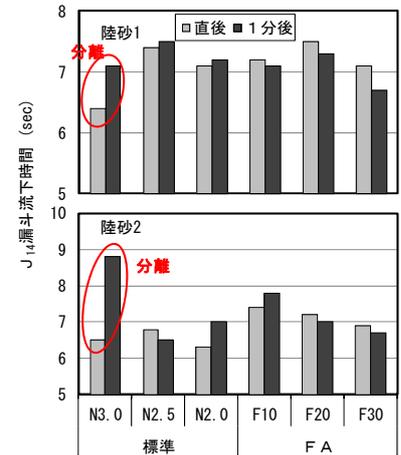


図-1 J₁₄ 漏斗流下時間

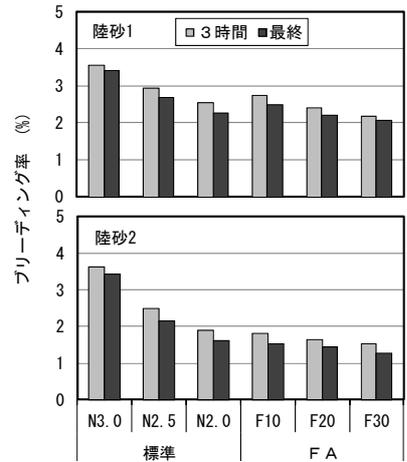


図-2 ブリーディング率

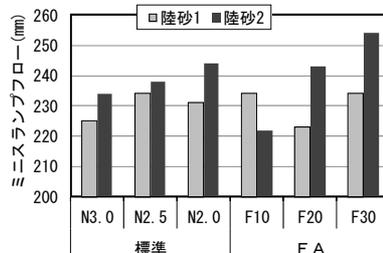


図-3 ミニスランプフロー

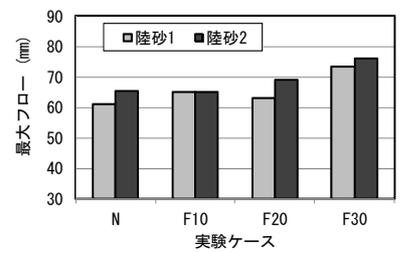


図-4 流動性模擬試験最大フロー

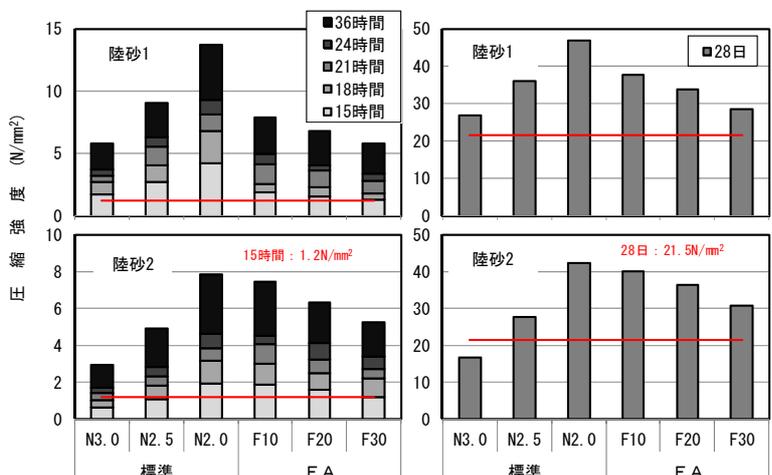


図-5 圧縮強度