

## 低 pH コンクリートの初期強度発現性

大成建設(株)土木技術研究所 ○正会員 岡本 礼子, 正会員 大脇 英司  
 大成建設(株) 原子力本部 正会員 井尻 裕二, 正会員 城 まゆみ  
 大成建設(株) 札幌支店 正会員 南出 賢司, 正会員 名合 牧人

## 1. はじめに

放射性廃棄物処分施設の構造部材や充填材として用いられるセメント系材料について、処分施設で用いられるベントナイトなどの人工バリアの変質を防ぐこと等を目的として、その pH を低減する技術が開発されている[1]。一方、処分施設は地下への構築が想定されており、トンネル掘削の施工サイクルに合わせた性状が要求される。例えば、材齢 1 日において  $10\text{N}/\text{mm}^2$  程度の強度が発現することが求められる。しかし、当該コンクリート（以下、低 pH コンクリート）はポルトランドセメントを多量のフライアッシュやシリカフュームで置換するため、水和初期の強度発現が十分でないことが予想された。初期の強度発現性を確認したところ、 $10\text{N}/\text{mm}^2$  には至らなかった。低 pH コンクリートの初期強度増進に適切な早強剤とその添加量を見出したので報告する。

## 2. 材料および配合

低 pH コンクリートに用いるセメントと配合に関する基本情報を表 1 に示す。配合①、②では単位結合材量が異なり、そのため、水結合材比も異なる。ポルトランドセメントは JIS R 5210:2009 に示される普通ポルトランドセメントを、フライアッシュは JIS R 6201:1999 に示される II 種を、シリカフュームは  $\text{SiO}_2:96.6\%$ 、 $45\mu\text{m}$  ふるい残分:  $0.17\%$ 、かさ密度:  $2.85\text{g}/\text{cm}^3$  のものを使用した。混和剤には高性能 AE 減水剤を使用し、適宜 AE 剤を添加した。早強剤は市販の 4 種類を選択した(表 2)。早強剤 A と D は単位水量の一部として練混ぜ水に混合して添加した。早強剤 B と C は外割添加とし、コンクリートの練上り後に添加して練り混ぜた。

## 3. 早強剤の選定

フレッシュ性状に関する要求性能を、練上り後 60 分のスランブが  $18\pm 2.5\text{cm}$  であることとした。表 1 に示す配合物に早強剤を添加して、所定のスランブとなる配合物を作製した(表 3)。早強剤の添加率は結合材に対する質量割合として示す。早強剤 D では、配合①において添加率が  $0.5\%$  を超える場合および配合②について、所定のスランブを満足する配合物が得られなかった。

所定のスランブが得られた配合物について  $\phi 10\text{cm}\times 20\text{cm}$  の型枠に打設して試験体とし、材齢 1 日で脱型して圧縮強度試験を行った(図 1)。

配合①では早強剤を添加しない場合の強度は  $4.3\text{N}/\text{mm}^2$  であった(図中、黒線)。

図から明らかなように、早強剤 A を添加すると添加率の増加に対応して初期強度の増加が期待できることが分かる。一方、早強剤 B, C, D では顕著な強度の増加は認められなかった。また、配合②として結合

表 1 低 pH コンクリートの配合の特徴

配合名称	水結合材比 %	細骨材率 %	結合材量 $\text{kg}/\text{m}^3$	結合材の質量比		
				ポルトランドセメント	フライアッシュ	シリカフューム
①	37.5	42.5	385	4	4	2
②	32.5	42.5	443			

表 2 検討した早強剤の主要成分

名称	A	B	C	D
特徴	亜硝酸塩、硝酸塩の混合物	水溶性アルミニウム塩	ケイ酸塩化合物	ケイ酸カルシウム水和物

キーワード コンクリート, 放射性廃棄物, pH, 初期強度, 早強剤, フライアッシュ, シリカフューム  
 連絡先 〒245-0051 神奈川県横浜市戸塚区名瀬町 344-1 大成建設(株)土木技術研究所 TEL045-814-7231

材量を増した場合でも、同様に早強剤 A について初期強度の増進が期待できることが分かった。

以上から、4種の早強剤から A を選択した。

**4. 添加量の検討**

スランブに対する要求に加え、材齢 1 日の圧縮強度が 10N/mm<sup>2</sup> 以上であることを要求性能として追加し、早強剤 A の添加量について検討した。早強剤 A は図 1 に示す添加率の範囲では 10N/mm<sup>2</sup> に達しないため、さらに添加率を増したが、所定のスランブを満足できなかった(表 4)。なお、“測定不能”はこわばりによりスランブが 0 cm であったことを示す。図 1 の結果から強度の増進が期待できる配合②について、添加率を変えて性状を評価した。その結果、添加率が 7.0~8.3% の場合にスランブと強度に関する要求を同時に満足することが明らかになった(表 4)。

**5. 中長期性状の確認**

早強剤を用いた初期の強度増進が長期材齢における性状に与える影響について、材齢 91 日までの強度試験により確認した(図 2)。順調な強度発現が認められ、本結果からは好ましくない影響は受けていないことが確認できた。なお、コンクリートに求められる中長期の性能は圧縮強度に限定されるものではないため、その他の性状について継続して試験を実施している。

**6. まとめ**

低 pH コンクリートの初期の強度発現性を向上する目的で、複数の早強剤を添加して、その効果を確認した。無機塩を主成分とする早強剤 A を 7.0~8.3% 程度添加することで、練上り後 60 分のスランブが 18±2.5cm であり、材齢 1 日の圧縮強度が 10N/mm<sup>2</sup> 以上であるコンクリートを得た。また、初期の強度発現は促進されるが、その後も材齢 91 日までの期間では順調に強度が発現することが確認できた。

中長期の物性について確認中ではあるが、放射性廃棄物の処分施設の施工サイクルに合致する低 pH コンクリートが供給できる可能性を示すことができた。

**参考文献**

[1] 核燃料サイクル機構, 大林組: 放射性廃棄物処分場用セメント系材料, 特許第 2941269 号。

表 3 早強剤の種類とフレッシュ性状

配合名称	早強剤	添加率 %	スランブ (cm)		
			0分	60分	90分
①	なし	0	21.5	18.0	14.5
	A	1.4	22.7	18.7	15.8
		4.2	21.2	18.9	19.0
		5.6	20.5	20.0	19.1
		8.3	19.9	20.0	19.7
	B	0.1	21.1	18.0	11.1
	C	0.1	21.7	17.5	12.8
	D	0.3	22.2	18.9	16.0
		0.5	22.4	17.5	12.0
		2.0	22.0	7.0	—
3.0		22.3	2.5	—	
②	A	4.9	21.7	20.9	20.1
		5.6	20.7	20.0	19.0
	B	0.1	22.2	19.8	14.0
	C	0.1	21.8	15.8	9.7

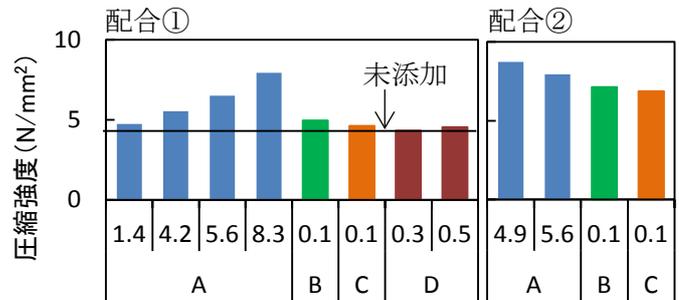


図 1 早強剤の種類と初期強度

表 4 早強剤 A の添加量とコンクリートの性状

配合名称	添加率 %	スランブ (cm)			圧縮強度 1d N/mm <sup>2</sup>
		0分	60分	90分	
①	9.7	16.8	10.0	測定不能	—
②	7.0	19.0	19.5	17.0	10.4
	8.3	20.0	18.3	13.1	11.7
	11.1	19.5	測定不能	測定不能	—

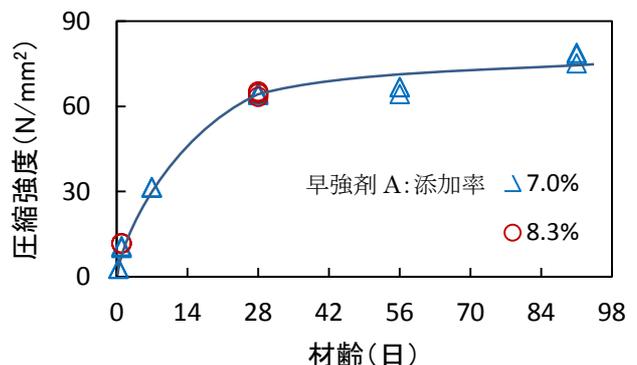


図 2 早強剤 A を用いたコンクリートの強度発現