

低アルカリ性セメントを用いた吹付けコンクリートの原位置適用性試験 (その 1) —坑道支保工としての吹付けコンクリート配合の選定—

(独) 日本原子力研究開発機構 正会員 ○野口 聡
大成建設 (株) 正会員 北川 義人

中山 雅 正会員 岸 裕和
南出 賢司

1. はじめに

水酸化カルシウムなどの影響により、一般的なコンクリートからの浸出水の pH は概ね 12.5 以上の高アルカリ性となることから、高レベル放射性廃棄物(以下 HLW)の地層処分においては人工バリアを構成する緩衝材の膨潤性能および天然バリア(岩盤)への影響が懸念される。このため、浸出水の pH が 11 以下になるような低アルカリ性セメントの開発が国内外で進められている。

原子力機構では、ポゾラン反応による水酸化カルシウムの消費により珪酸カルシウム水和物のカルシウムシリカモル比を低下させることで浸出水の pH の低下を図ることを目的に、普通ポルトランドセメント(以下 OPC)の 50%以上をシリカフェーム(以下 SF)とフライアッシュ(以下 FA)で置き換えた、フライアッシュ高含有シリカフェームセメント(以下 HFSC)を開発してきた。

HLW 処分技術の実証を目的に建設中の幌延深地層研究センター(図 1: 以下幌延 URL)の 140m 調査坑道において、OPC, SF および FA の混合比を 4:2:4 とする HFSC を用いた吹付けコンクリートの原位置施工試験を 2009 年 6 月より実施した。

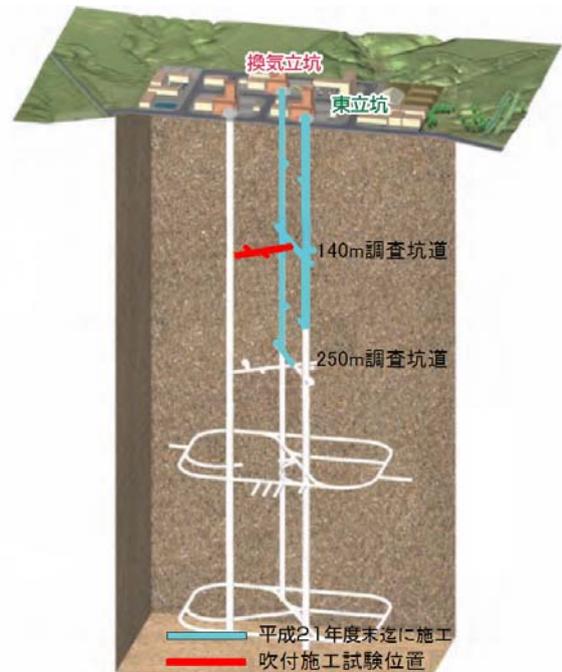
本件では、これに先立ち、HFSC の配合選定と 2009 年 3 月に実施した地上での吹付け試験を中心に報告する。

2. 開発の経緯

表 1 にこれまでの経緯を示す。まず、SF, FA などを種々に混合したセメントペーストに対する物性試験を行い、その結果をもとに HLW 地層処分施設の支保工に適した HFSC を検討してきた(1)¹⁾。

次に HFSC の配合を試行的に行い、水結合材比(以下 W/B) 50% の HFSC のベースコンクリートで

25N/mm²以上、吹付けコアで 35N/mm²以上の材齢 28 日圧縮強度を達成した(3)²⁾。その後、幌延 URL の設計基準強度 36N/mm²に対して高強度用の配合選定を実施した(4)。さらに現地骨材を使用した配合選定(5)、現地プラントを用いた配合選定を実施し、地上での吹付け施工試験を実施した(6) (図 2)。



このイメージ図は、今後の調査研究の結果次第で変わることがあります

図 1 幌延 URL 全体図

表 1 低アルカリ性吹付けコンクリート開発の経緯

試験名・実施時期	試験概要	結果
(1) 物性試験 (1998年)	OPC, SFセメント, FAセメント, HFSCなどで基礎物性試験を実施し、結合材の組み合わせを選定。	SF, FAによる影響を把握。
(2) 配合選定(I) (2001年)	OPCを20%ずつFAとSFに置換したHFSC226でW/B=60, 55, 50, 45%で物性試験を、W/B=50%で吹付け試験を実施。	HFSC226ではベースコンの強度確保が困難。
(3) 配合選定(II) (2002年)	OPCの40%をFA, 20%をSFに置換したHFSC424のW/B=50%などで物性試験を、HFSC424で吹付け試験を実施。	HFSC424の吹付けコアの28日強度で35N/mm ² 以上。
(4) 配合選定(III) (2005年)	HFSC424等の結合材を用い、設計基準強度36N/mm ² を満たす配合をW/B=45, 40, 35%から選定し、吹付け試験を実施。	HFSC424のW/B=40%を選定。
(5) 配合選定(IV) (2007年)	HFSC424において現地骨材を使用し、細骨材率55, 60, 65%, W/B=35, 40, 45%から選定。	細骨材率60%, W/B=35%の配合を選定。
(6) 吹付け試験 (2009年)	現地の施工機材, 骨材を使用し、吹付け施工に適したHFSC424の配合を選定し、地上で吹付け試験を実施。	W/B=30%の配合を選定。
(7) 原位置試験 (2009年)	(6)の吹付け試験で選定した配合を用いて幌延URLの140m調査坑道に吹付けコンクリートとして施工。	HFSC424(W/B=30%)で74mを吹付け施工。

キーワード 低アルカリ性セメント, 吹付けコンクリート, ポゾラン反応, 高レベル放射性廃棄物処分施設
連絡先 〒319-1194 茨城県那珂郡東海村4-33 (独)日本原子力研究開発機構ニアフィールド研究グループ TEL029-282-1111

3. 現地プラントを用いた幌延 URL の 140m 調査坑道の仕様を満足する配合の選定

配合選定は次に示す流れで実施した. 表2の材料を用いて, 2007年の試験(5)で選定した配合をもとに, 表3の基本配合を選定し, スランプ 21±2cm を満たす HFSC ベースコンクリートの配合を選定した.

HFSC の基本配合と選定した配合を表3に示す. まず基本配合をもとに, スランプ調整のため, 減水剤量および単位水量を調整し, 繊維補強材を含まない選定配合1を選定した. そして, 繊維補強材を混和した選定配合2を選定した.

表2 使用材料の主な仕様

セメント材料	OPC	密度=3.16g/cm ³
	SF	マイクロシリカ940grade, 密度=2.20g/cm ³
	FA	JISII種相当, 密度=2.20g/cm ³ , 北電苫東厚真火力発電所産
骨材	細骨材	幌延町浜里産, F.M.=2.78, 密度=2.66g/cm ³
	粗骨材	浜頓別産, 密度=2.66g/cm ³
混和剤	減水剤	SP8SV(HFSC), NT-1000(OPC)
	急結剤	ナトミックTYPE-10, 高強度吹付け用, 粉末, 標準添加率=HFSC×10%
補強繊維		バルチップM-K, 密度=0.91g/cm ³

表3 吹付け用 HFSC ベースコンクリートの基本配合と選定した配合

セメント種別	W/B (%)	細骨材率 (%)	単位量(kg/m ³)								スランプ (cm)
			水	OPC	SF	FA	細骨材	粗骨材	減水剤	繊維	
基本配合	35.0	59.7	175	200	100	200	935	628	5.25	9.1	-
選定配合1	30.0	59.7	150	200	100	200	974	655	3.25	-	23.0
選定配合2	30.0	59.7	150	200	100	200	974	655	3.25	9.1	21.0

4. 地上吹付け施工試験

上記で選定した配合を用いて, 比較対象とした OPC とともに, 地上でパネル型枠への HFSC の吹付け施工試験を行った. その結果, 選定した配合の HFSC コンクリートは, OPC と同様に吹付け施工が可能であることを確認した(図2).

また, パネル型枠から採取したコアの 28 日強度の平均は, OPC が 44.5N/mm², HFSC が 38.2N/mm²であり, 3 時間および 24 時間後の初期強度とあわせて幌延 URL の地下施設の設計基準強度を満足するものであった(図3).

そして, HFSC のリバウンド率を測定した結果, OPC の 23.9%に 対し 13.3%であった. OPC よりもリバウンド率が小さいことから, 調査坑道での吹付け施工時においても粉じん量の減少が期待される.

5. まとめ

地下坑道の支保工の吹付けコンクリートへの適用を目的とした HFSC の配合選定試験および地上での吹付け施工試験を行い, 要求される品質を確保し得ることを実証し, 原位置への適用の見通しを得た.

謝辞

低アルカリ性セメントの開発に関わる基礎研究にご協力下さいました, 入矢桂史郎氏ほか(株)大林組の皆様に, 厚く御礼申し上げます.

参考文献

- 1) 大和田他: 放射性廃棄物地層処分システムにおけるセメント系材料の検討—浸出液の pH を低くしたセメント系材料の施工性と機械的特性—, JNC TJ5410 2005-002, pp.3.2-1 - 3.2-2, 2005.3.
- 2) 入矢他: 幌延深地層研究センターにおけるコンクリート材料の施工性に関する研究(III), JNC TJ5400 2003-002, 2003.2.



図2 地上での吹付け試験状況

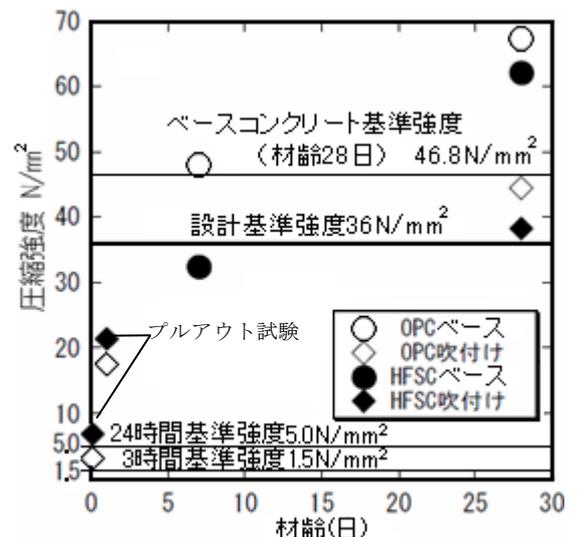


図3 地上での強度試験結果