

地下空洞型処分施設性能確証試験における

底部・側部埋戻し材施工確認試験に関する検討(その2)

—低熱ポルトランドセメントとフライアッシュ、石灰石微粉末を使用したコンクリートの諸性能—

鹿島建設(株) 正会員 ○武地 真一 横関 康祐 取達 剛

(財)原子力環境整備促進・資金管理センター 正会員 窪田 茂(現大成建設) 石橋 勝彦 寺田賢二

東電設計(株) 正会員 鈴木 康正 新井 慶将

1. はじめに

発電所廃棄物の余裕深度処分などを対象とした地下空洞型処分施設の、施工性の評価や施工時の品質確認等の検討を行うために、実規模大の施工となる地下空洞型処分施設性能確証試験¹⁾が実施されている。ここでは、人工バリアのセメント系材料に関する今後の検討に資することを目的とし、地下空洞型処分施設のうち底部・側部埋戻し材施工確認試験で施工した低熱ポルトランドセメントとフライアッシュ、石灰石微粉末を使用した配合のコンクリートの諸特性を報告する。

表-1 使用材料

材料	記号	概要
セメント	LPC	低熱ポルトランドセメント 密度=3.22 g/cm ³ 、 比表面積=3,400cm ² /g
細骨材	S	石灰砕砂：密度=2.67g/cm ³ 、FM=2.69
粗骨材	G	石灰碎石：最大骨材寸法=20mm、 密度=2.69g/cm ³ 、FM=6.69
石灰石微粉末	LS	密度=2.70g/cm ³ 、 比表面積=3,850cm ² /g
膨張材	LEX ^{※2}	石灰系膨張材 密度=3.15g/cm ³
フライアッシュ	FA	II種：密度=2.28g/cm ³ 、 比表面積=3,910cm ² /g
混和剤	Ad ^{※1}	AE減水剤： ポリカルボン酸系化合物
	SP ^{※2}	高性能AE減水剤： ポリカルボン酸エーテル系化合物 と分子内架橋ポリマーの複合体
	AS	空気量調整剤： ポリアルキレングリコール誘導体

※1:スランプ型, ※2:高流動型²⁾

2. 使用材料と配合, 練混ぜ方法

使用材料を表-1に、コンクリートの配合を表-2に示す。また、既往の検討による高流動型配合²⁾で使用された材料、配合を併せて示す。使用材料や基本となる配合は、長期力学安定性や水理・化学バリア機能、施工性の観点から文献調査、室内試験などを行って決定した¹⁾。試験は圧縮強度(JIS A 1108)、自己収縮(JCI-SQA5)、透水試験(アウトプット法、インプット法)、空隙率(水銀圧入法)を実施した。圧縮強度については、室内試験のほか、実規模試験¹⁾における品質管理供試体でも試験し、圧縮強度、透水試験、空隙率については、構築された構造体から採取したコアによる試験も実施した。

表-2 コンクリートの配合

	スランプ ^{※1} (cm)	空気量 (%)	W/B (%)	W/P (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)							混和剤 ^{※2}
						W	LPC	FA	LEX	LS	S	G	
スランプ型	18±2.5	2.5±1.5	45	32	50	175	272	117	—	150	812	819	Ad=0.85
高流動型 ²⁾	65±5	2.5±1.5	45	26.4	51.5	160	229	107	20	249	831	783	SP=1.15

※1:下段はスランプフロー

※2: Ad, SP=P (LPC+FA+LEX+LS) × %

3. 試験結果と考察

3. 1 圧縮強度

圧縮強度を積算温度で整理した結果を図-1に示す。試験結果には室内試験のほか、2007年9月～2008年1月の間に7回の打設が行われた実規模試験¹⁾において、品質管理として採取した標準養生(製造時供試体採取)と現場水中養生(現場荷卸し時供試体採取、養生温度11～19℃)供試体による試験結果、構築された構造体から採取したコアによる試験結果と高流動型配合での試験結果(標準養生)²⁾

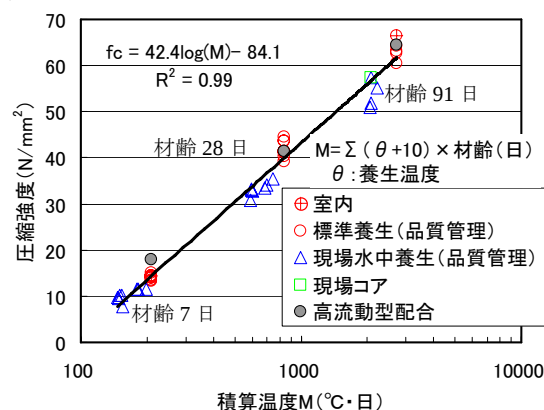


図-1 積算温度と圧縮強度の関係

キーワード 放射性廃棄物, 余裕深度処分, 人工バリア, セメント系材料
連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 T E L 042-489-7788

を併記した。なお、標準養生、現場水中養生の供試体はいずれも同一のアジテータ車から採取した。いずれの結果も積算温度と圧縮強度には良好な相関関係が認められた。また、ほぼ同等な材料で試験された高流動型配合²⁾との差異は小さく、水結合材比 W/B が同じであれば配合の違いによる影響は小さいと考えられる。

3. 2 収縮特性

自己収縮試験結果を図-2に示す。比較のために表-2に高流動型配合²⁾から膨張材を除いて試験した結果を併記する。スランプ型配合では、高流動型配合²⁾に比べ試験開始から28日経過後で約半分であった。また、高流動型配合²⁾に比べ初期の収縮が小さい。石灰石微粉末は共存するセメントの初期の水和反応を促進させ、コンクリートの自己収縮を増大させる場合がある³⁾との報告がある。高流動型配合²⁾はスランプ型配合に対して石灰石微粉末量を約2倍使用しており、このことが自己収縮が大きい要因の一つと考えられる。図-1に示す積算温度 210℃・日(材齢7日)における圧縮強度に着目すると、高流動型配合の値がスランプ型配合の値より高い値であったことも、石灰石微粉末が初期の水和反応を促進させているという推察を裏付けていると考えられる。

3. 3 バリア性能

空隙率と透水係数の関係について、安田ら⁴⁾の研究の結果と比較して図-3に示す。いずれのデータも安田らによるフライアッシュを用いたコンクリートの空隙率と透水係数の相関関係とほぼ同等な傾向を示した。

3. 4 その他の性能

その他コンクリートの諸性能は表-3のとおりであり、アルカリ骨材反応や中性化速度に対して、化学的安定性が高いコンクリートと言える。

4. まとめ

圧縮強度は養生方法によらず積算温度で整理され、同じ水結合材比の高流動型配合²⁾と同等であった。また、石灰石微粉末の大量使用は自己収縮を増大させる可能性があり、空隙率と透水係数の関係は既往の研究で示される相関関係⁴⁾とほぼ同等であった。なお、本報告は経済産業省からの委託による「管理型処分技術調査等委託費(地下空洞型処分施設性能確証試験)」の成果の一部である。

参考文献

- 1) 窪田茂ほか：地下空洞型処分施設性能確証試験における底部・側部埋戻し材施工確認試験に関する検討(その1)―施工確認試験の概要―，土木学会第63回年次講演会，2008，投稿中
- 2) 杉橋直行ほか：低熱ポルトランドセメントとフライアッシュ，膨張材を使用したコンクリートおよびモルタルの諸特性，土木学会第62回年次講演会，2007
- 3) 日本コンクリート工学協会：石灰石微粉末の特性とコンクリートへの利用に関するシンポジウム，委員会報告書・論文集，1998
- 4) 安田和弘ほか：カルシウム溶出に伴うコンクリートへの物理性能及び物質移行性能の変化に関する性能，セメントコンクリート論文集，No.56,2002,pp.492-498

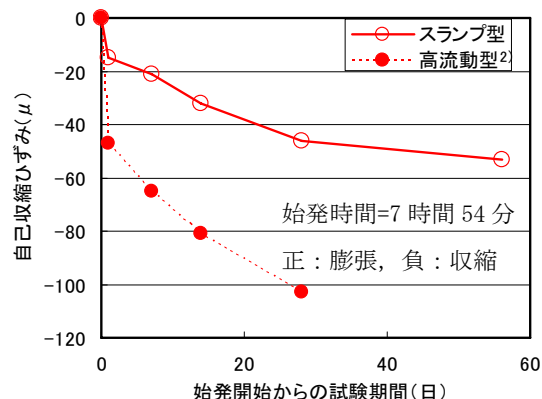


図-2 自己収縮試験結果

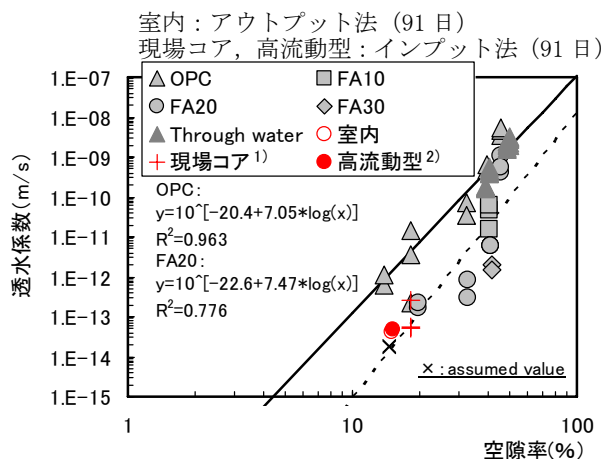


図-3 空隙率と透水係数の関係

表-3 各試験結果

試験	単位	材齢	値	一般
圧縮強度	N/mm ²	91日	66.5	-
静弾性係数	kN/mm ²	91日	39.8	-
割裂引張強度	N/mm ²	91日	4.31	-
クリープ係数	-	28日	1.2	1.5
長さ変化	μ	5カ月	337	600※
間隙水pH	-	91日	13.1	13.5
熱拡散率	10 ⁻⁶ m ² /s	14日	0.68	0.83~1.1
比熱	KJ/kg℃	14日	1.248	1.05~1.26
熱伝導率	W/m℃	14日	1.99	2.6~2.8
断熱温度上昇	℃	14日	29	-
アルカリ骨材反応	%	6ヶ月	0.0	0.1以下
中性化速度係数	mm/√年	28日	0.7	2.2※

※コ示(低熱・フライアッシュ)による算定