

トンネル型処分施設用コンクリートの実スケールモデル打設実験における物性評価

(株)大林組 正会員 ○古賀和正 正会員 三浦律彦
正会員 森 拓雄 正会員 志村友行 正会員 武内邦文

1. はじめに

低レベル放射性廃棄物処分のうち余裕深度処分の施設概念案では、核種の移行を長期にわたって抑制できるバリアシステムとして、低透水バリアであるベントナイト層と低拡散バリアのセメント系材料の組合せが考えられている¹⁾。ここで使用されるコンクリートピットや低拡散層には低熱ポルトランドセメントにフライアッシュを30%混合した低発熱性のセメントの採用が検討されてきており、さらにひび割れ抑制の観点から膨張材も併用予定である。しかし、このようなコンクリートは施工実績が少ないため、強度発現性や凝結、硬化過程以降の収縮特性についての評価が必要と考えた。そこで、それら物性の確認を目的とした実スケールモデルの打設実験を実施して物性評価を行った。

2. モデルの概要

打設したモデルは、図-1 に示すようなトンネル型処分施設の一部を切り出した形で、図-2 に示すようなコンクリートピット・低拡散層・低透水層・側部埋戻しからなる構造とした。各部材の厚さは、文献2)を参考にして図-2のように決定した。また、文献3)を参考に側部コンクリートピットにプレート定着式せん断補強筋を採用した。

3. 使用材料、配合

文献4)を参考として、同様な材料を用いて試験練りを行い、膨張材(LEX)有無の影響を考慮した配合を選定した。ピットコンクリートは目標スランプ $18 \pm 2.5\text{cm}$ の締固め配合とし、低拡散層はスランプフロー $68 \pm 5\text{cm}$ 程度の高流動モルタルとした。夏期の屋外施工であったため $28 \sim 33$ 程度の高温となり、混和剤添加率はピットコンクリート用の高機能型AE減水剤で $B \times 0.55\%$ 、高性能AE減水剤で $B \times 0.80\%$ となり、低拡散層モルタルの高性能AE減水剤は文献2)よりやや多くなった。ピットコンクリートおよび低拡散層モルタルの配合を表-1に示す。

4. コンクリートの製造、及び施工方法

コンクリートの製造は移動式のドライバッチミキシングプラント(ミキサー容量 1.0m^3)を使用した。また、コンクリート打設はそれに付属するスクイズ式ポンプと延長約6mの配管を用いて行った。

5. 実験結果と考察

5.1 凝結、ブリーディング性状

室内試験(20)における凝結時間とブリーディング試験の結果を表-2に示す。膨張材の添加によって凝結時間は30分ほど早くなったが、ブリーディング率への影響は認められなかった。

キーワード 余裕深度処分、人工バリア、コンクリート、低拡散層、強度特性、膨張・収縮特性

連絡先 〒108-8502 東京都港区港南2-15-2 (株)大林組技術本部原子力本部 原子力環境技術部 TEL03-5769-1309

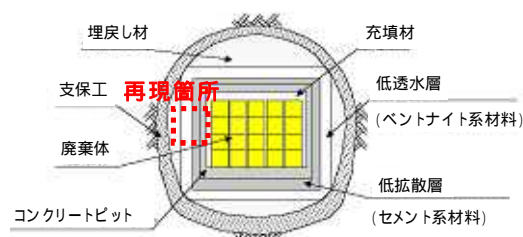


図-1 余裕深度処分施設の概念例¹⁾

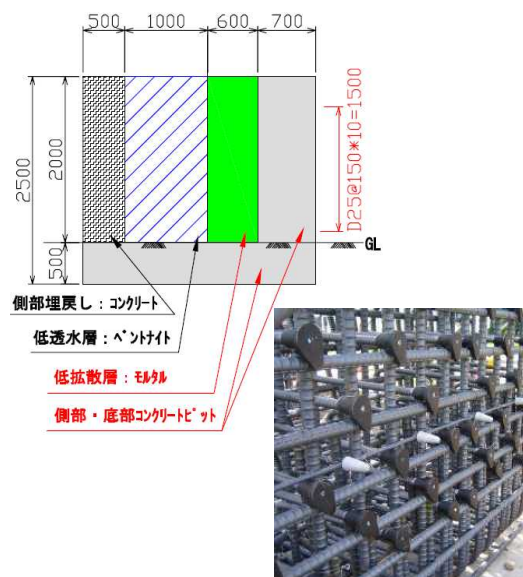


図-2 実スケールモデルの概要とせん断補強筋(コンクリートピット)

表-1 コンクリート及びモルタルの配合

配合№	単位量 (Kg/m ³)							実スケールモデル 打設位置	
	W	粉体P				LS1	S1		G1
		結合材B							
		LPC	FA	LEX					
№0	175	272	117	-	150	809	824	室内試験(膨張材無)	
№1	175	252	117	20	150	808	824	コンクリートピット	
№2	230	338	153	20	307	1223	-	低拡散層	

5.2 膨張・収縮特性（長さ変化率）

室内試験（20℃）における乾燥収縮試験結果を図-3に示す。13週以降の乾燥収縮ひずみの変化は少なく、膨張材の有無が乾燥収縮ひずみに及ぼす影響も少ないことが確認された。26週の収縮ひずみはピットコンクリートで300 μ 、低拡散層モルタルで470 μ となった。

JIS-B法による拘束膨張試験結果を図-4に示す。№1および№2の配合試験結果を見ると分かるように、高温になるほど膨張過程での膨張反応は促進される傾向にあるが、乾燥過程での収縮ひずみも大きくなり、98日後の長さ変化率はほぼ同程度となった。低拡散層モルタルは乾燥過程での収縮ひずみが大きくなり、№0の膨張材無添加のピットコンクリートと同じ収縮量（180 μ ）となった。この対策として膨張材の増量や収縮低減剤の併用などが考えられる。一方、ピットコンクリートにおいては約3ヶ月間の乾燥収縮を補償できる程度の拘束膨張ひずみが蓄積でき、98日時点での長さ変化率をほぼ0にできることが確認できた。膨張過程を含むJCI法による自己収縮試験結果を図-5に示す。膨張材の有無によらず、何れの配合も材齢2日以降の収縮過程における自己収縮ひずみは40 μ 程度と非常に少ないことが確認された。ピットコンクリートの自由膨張ひずみは450 μ 程度生じ、時間が経過しても400 μ 以上の残留が認められた。

5.3 強度試験結果

実スケールモデル打設実験における圧縮強度、引張強度、静弾性係数の試験結果を表-3に示す。0.5 $\text{m}^3 \times 8$ パッチで打設したコンクリートピット底版においては、表面水の設定誤差で実質の水量が少なくなったことと、練上り温度が32℃程度になったため、強度は少し高くなった。0.7 $\text{m}^3 \times 9$ パッチで打設したコンクリートピット側壁では、冷水使用等によって練上り温度を28℃まで低減し、表面水管理を厳密に実施した結果、設計通りの単位水量、水結合材比が達成できた。材齢91日の圧縮強度は68 N/mm^2 、割裂引張強度は5.6 N/mm^2 が得られた。

6. まとめ

今回実施した余裕深度処分の人工バリア実スケールモデル打設実験において、スランブ18cmの締固め配合でも、ピット側部や側部埋戻しに十分適用できることが確認できた。また、実際の製造時の品質管理手法や収縮特性、強度特性、それに高温下での性状など、人工バリアの構築に向けたより現実的で有益な施工技術を獲得することができた。

<参考文献>

- 1)日本原燃：低レベル放射性廃棄物処分の次期埋設施設の検討状況、原子力安全委員会放射性廃棄物・廃止措置専門部会低レベル放射性廃棄物埋設分科会、p-13、2005.9
- 2)枝松他：低熱ポルトランドとフライッシュ、膨張材を使用したコンクリートおよびモルタルの材齢1年までの諸特性(その1)、63th-JSCE CS05-28
- 3)原環センター：平成19年度地下空洞型処分施設性能確認試験報告書、平成20年3月
- 4)武地他：地下空洞型処分施設性能試験における底部・側部埋戻し材施工確認試験に関する検討(その2)、63th-JSCE CS05-25

表-2 凝結試験・ブリーディング試験結果（20℃）

配合No	凝結時間		ブリーディング	
	始発時間 (h-min)	終結時間 (h-min)	量 (cm^3/cm^2)	率 (%)
No0	5-10	7-05	0.046	1.05
No1	4-45	6-30	0.047	1.08
No2	4-10	5-45	0.018	0.31

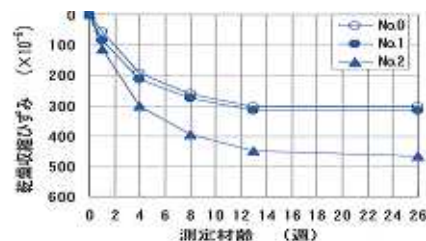


図-3 乾燥収縮試験における収縮ひずみの変化

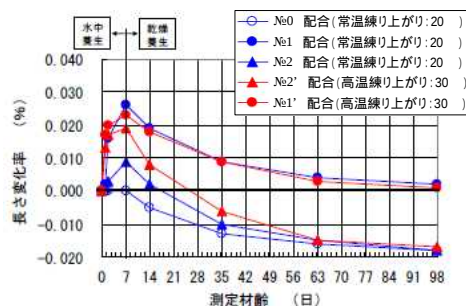


図-4 拘束膨張試験結果（JIS B法）

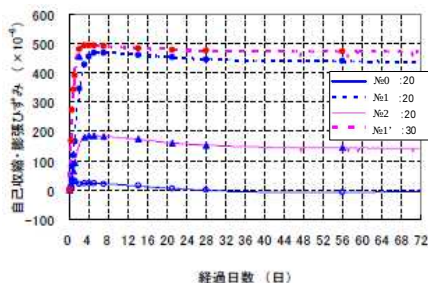


図-5 自己収縮試験結果（膨張を含む）

表-3 圧縮・引張強度試験結果と弾性係数

配合№	打設部位	圧縮強度					静弾性係数				割裂引張強度		
		(N/mm ²)					(kN/mm2)				(N/mm2)		
		1d	3d	7d	28d	91d	3d	7d	28d	91d	7d	28d	91d
№0	底部コンクリートピット	4.40	12.3	19.4	46.1	69.9	17.2	26.0	36.6	41.4	1.88	4.22	5.38
№1	側部コンクリートピット	3.53	9.26	18.8	44.3	68.4	-	26.3	36.1	40.4	1.91	4.31	5.57
№2	低拡散層	4.72	12.8	22.0	52.2	81.4	-	21.5	30.5	36.1	2.12	4.37	4.66