

TRU 廃棄物処分におけるガス移行連成挙動評価手法の開発（その1） —界面を有する充填材（モルタル系材料）のガス移行試験（その2）—

（公財）原環センター 正会員 古賀 和正，大和田 仁
（株）大林組 正会員 ○鈴木 健一郎，西村 政展

1. はじめに

放射性廃棄物処分施設では，廃棄物に含まれる金属の還元腐食その他による水素などのガスの発生が想定される．このうち TRU 廃棄物処分施設の人工バリア内におけるガス移行特性やガス発生影響を詳細に把握するためには，気液二相流解析や力学を連成させた二相流解析を行う必要がある．これらの解析では処分施設の構成材料の気液二相流特性が必須となる．

本研究の主な目的は，人工バリアの構成材料である廃棄体間の充填材として想定されているモルタル材料の透水・透気試験を実施し，その結果を整理することによって，上記解析に必要なモルタルのガス移行特性データを取得すること等である．

これまで筆者らは，人工バリア内において卓越したガス移行経路となることが懸念される充填材打継部（材料内界面）のガス移行特性を把握してきた¹⁾．

本報告では，廃棄体とモルタルの異種材料間界面がガス移行経路となる場合を想定し，それを模擬した供試体を作製し，そのガス移行試験を行い，取得したデータを評価することで，界面の有無が充填材のガス移行特性に及ぼす影響等について検討した．

2. 界面模擬供試体および試験方法

本研究で対象とする，TRU 廃棄物処分概念（グループ2）における人工バリアのイメージを図-1 に示す．廃棄体間がセメント系充填材で充填されるため，そこに異種材料間界面が介在することになる．この界面を模擬した供試体を図-1 左下のように作製した．モルタルの配合は，表-1 に示す通り既報¹⁾と同等とした．

なお，TRU 廃棄物（グループ2）を収めたキャニスターは熱（80℃程度）を発生することから，これに起因して熱を持った廃棄体容器（炭素鋼）周辺に打設された充填材（モルタル）は，比較的短時間で廃棄体と同一温度となることが予想される．そこで，炭素鋼板を入れた供試体（界面有供試体）を常温で打設し，写真-1 に示すようにモールドのまま耐熱性のビニール袋で密封し，80℃の熱水中に浸漬することで，モルタルが廃棄体容器表面に接する状態を模擬した．その後，所定の期間養生を行い，常温で透水・透気試験を実施した．比較のため，炭素鋼板を入れない供試体（界面無供試体）について，常温の水中養生と 80℃熱水養生の2 ケースを実施した．

80℃養生の影響を調べるために，別途一軸圧縮試験用供試体も作成した．さらに直径 50mm 高さ 100mm の一軸圧縮試験用供試体には，熱電対を挿入し，養生時の供試体内の温度を計測した．計測結果を図-2 に示す．水温 80℃の水槽に初期温度 25℃の供試体を浸漬すると 30 分で同一温度となり，2 時間後に 80℃に

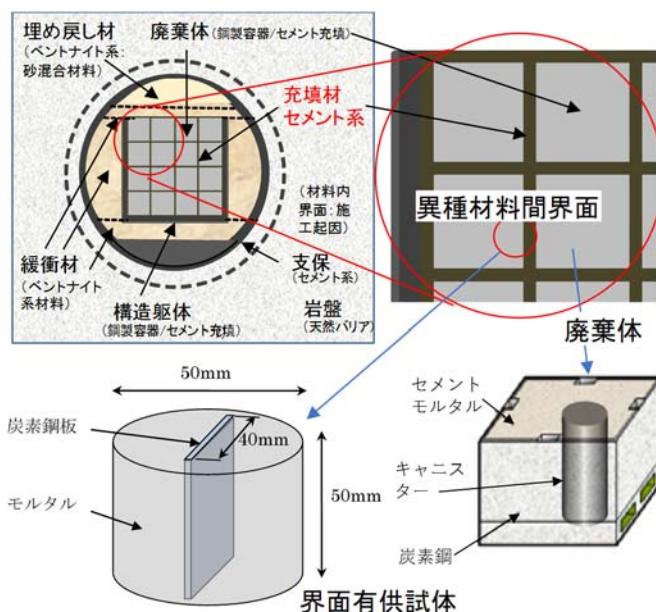


図-1 人工バリアと異種材料界面および供試体

表-1 モルタルの配合¹⁾

ケース ¹⁾	W/C ¹⁾ (%)	S/C ¹⁾ (%)	単位重量(kg/m ³) ¹⁾					計測値 ¹⁾ エア量 (%)
			W ¹⁾	C ¹⁾	S ¹⁾	混和剤 ¹⁾ (×1000)	消泡剤 ¹⁾ (×5)	
混和剤 有 ¹⁾	65 ¹⁾	15 ¹⁾	407 ¹⁾	626 ¹⁾	938 ¹⁾	5.2 ¹⁾	2.1 ¹⁾	11.8 ¹⁾



写真-1 供試体養生法

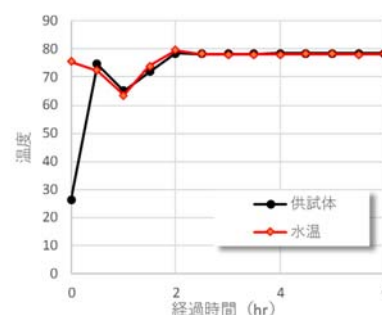


図-2 養生中の供試体温度

キーワード TRU 廃棄物処分，充填材，モルタル，ガス移行，廃棄体，界面

連絡先 〒204-8558 東京都清瀬市下清戸 4-640 (株)大林組 技術研究所 TEL 042-495-0916

達して以降は定常状態が維持できていることを確認した。

91 日間の養生後、真空槽を用いた脱気浸水を 48 時間行い、図-3 に示す透水・透気試験装置にて、透水試験を実施した後に初期透気試験を行った。初期透気試験において定常状態が得られたところで、水飽和の透過係数（有効透過係数）を算定した。その後、45℃の乾燥炉で 48 時間乾燥させた時点を実験乾燥状態として透気試験を行い、透気係数を算定した。透水試験および透気試験の試験方法の詳細は、既報¹⁾を参照されたい。

3. 試験結果と考察

(1) **一軸圧縮試験結果**：養生温度の違いによる一軸圧縮強さと単位体積重量の計測結果を表-2 に示す。80℃養生では、28 日養生で 89%, 91 日養生で 84% まで低下する。同様な実験結果²⁾からは、80℃養生の圧縮強度は 20℃養生のその約 1/3 まで低下しており、今回の結果に比べて大きな低下を示している。

単位体積重量については、80℃養生の方が 28 日養生で 2%、91 日養生で 3% の低下で非常に小さいが、少なくともこの分 80℃養生の方が間隙が多いことになる。

(2) **透水試験結果** 透水試験から求めた透過係数を図-4 に示す。28 日養生では、養生温度によらず界面有供試体の方が 1 桁大きな透過係数となった。しかし、91 日養生の四角印の場合には 20℃養生と 80℃養生で大きな違いが出たが、界面の有無による違いは無いといえる結果となった。

(3) **透気試験結果** 透水試験後の飽和状態からガスを透過させた試験における透過係数と界面有無の関係を示したのが図-5 である。プロットは全て 91 日養生のもので、80℃養生では、界面有供試体の透過係数が界面無供試体のものより大きい傾向にある。20℃養生では、バラつきが大きく、界面の影響は明確ではない結果となった。

4. まとめと今後の課題

異種材料間界面を模擬したモルタル供試体に対して、透気試験によってガス移行特性を検討した。施工時の廃棄体の温度を考慮して 80℃養生を行って界面の影響を調べた結果、91 日強度では常温養生の 86% の強度発現であった。透水性は養生温度による影響はほとんどないが、透気特性に関しては、実際の施工時の温度条件に近い 80℃養生の方が、常温養生より、さらに界面が有る方がガスの移行経路となりやすい傾向となった。本研究で明らかとなったこれらのガス移行特性等をモデル化し、二相流解析に反映することが今後の課題である。

本報告は経済産業省資源エネルギー庁からの委託事業である平成 29 年度 高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発事業（TRU 廃棄物処理・処分技術高度化開発）の成果の一部である。

参考文献

- 1) 古賀和正, 大和田仁, 鈴木健一郎, 志村友行, 西村政展: TRU 廃棄物処分におけるガス移行連成挙動評価手法の開発 (その 3) —界面を有する充填材 (モルタル系材料) のガス移行試験—, 土木学会第 72 回年次学術講演会/VII-0.46, pp. 91-92, 2017
- 2) 杉山秋博, 飯坂武男, 吉田弥智: 高温養生下におけるモルタルの強度と水セメント比の関係について, 土木学会第 43 回年次学術講演会, V-231, pp. 510-511, 1988

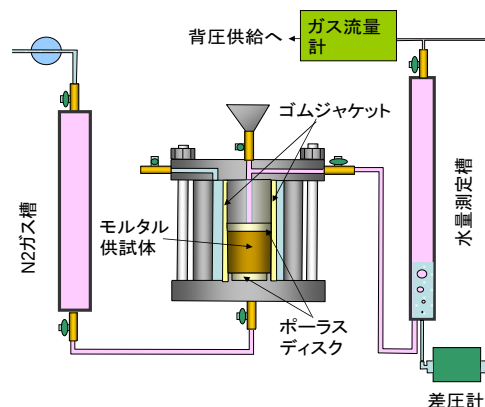


図-3 透水・透気試験装置概念図

表-2 一軸圧縮試験と単位体積重量試験結果

	一軸圧縮強さ (MPa)	
	28 日	91 日
20℃養生	21.26	26.00
80℃養生	18.95	21.94
	単位体積重量 (kN/m ³)	
	28 日	91 日
20℃養生	0.1920	0.1926
80℃養生	0.1886	0.1863

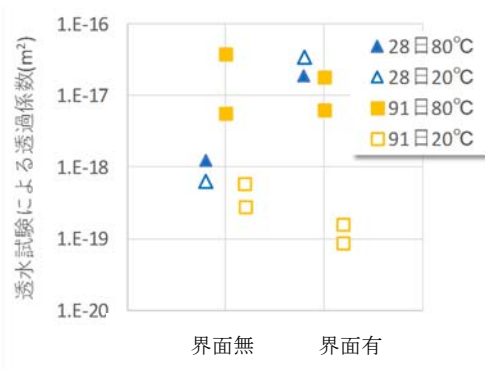


図-4 界面の有無と透水試験から求めた透過係数の関係

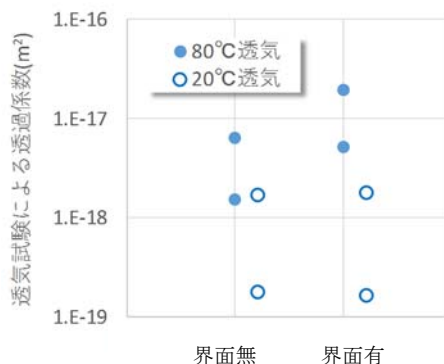


図-5 界面の有無と透気試験から求めた透過係数の関係