

土質系遮水材 HCB-F の乾湿繰り返し試験

東洋建設(株) 正会員 ○山崎 智弘
 東洋建設(株) 村井 伸之
 東洋建設(株) 角田 紘子

1. 目的

石炭火力発電所の稼働増加に伴い、灰捨て場の確保が課題となっている。土質系遮水材 HCB-F (ハイブリッド・クレイ・バリア・フライアッシュ) は、管理型廃棄物最終処分場建設の際に適用可能な遮水材であり、フライアッシュを主材として有効利用できることがひとつの特徴である。既往の研究開発・施工実績¹⁾では、海面処分場の水中部への適用を対象としてきた。本研究では陸上処分場における底面遮水工に適用することを目的とし、乾燥や降雨または地下水による浸水を繰り返す環境下における品質(要求遮水品質:層厚 50cm 以上において透水係数 $k=1 \times 10^{-6}$ cm/s 以下, 基準省令²⁾) の変化を一軸圧縮試験および三軸透水試験により検証した。

2. 方法

表-1 HCB-Fの配合表

ケース	フライアッシュ FA(kg)	セメント C(kg)	ベントナイト B(kg)	短繊維材 v(kg)	水 W(kg)	Total (kg)
1	435.1	150.0	108.8	5.4	720.0	1419.3
2	505.7	100.0	126.4	5.4	700.0	1437.5

乾湿繰り返し試験に用いた土質系遮水材 HCB-F の配合を表-1 に示す。主材のフライアッシュに加え、フライアッシュに含有される重金属の溶出を抑制するためのセメント、初期の透水係数を $k=1 \times 10^{-7}$ cm/s 程度とするためのベントナイト、変形時に靱性を発揮するための短繊維材を、ブリーディング水を発生させずにポンプ圧送可能な程度の水と配合した。

試験は、供試体(φ5cm, H10cm, 材令 28 日)に対して乾燥(恒温庫, 60°C, 24h)と水中養生(水槽 L55×B34×H11cm, 22°C, 24h 以上)を 15 サイクル繰り返した(写真-1)。一軸圧縮試験(JIS A 1216, 写真-2)は、1~8, 10, 15 サイクルの乾燥後に実施し、併せて含水比を測定した。三軸透水試験(変水位法, 水浸脱気法)は 0, 15 サイクルの供試体により実施した。



乾湿繰り返し(0~15サイクル)



写真-1 乾湿繰り返し試験状況

3. 結果

乾燥後の供試体の外観は、白色化していたが剥離などの劣化は 10 サイクル以降も確認できなかった(写真-3)。

一軸圧縮試験における応力ひずみ曲線を図-1 に、一軸圧縮強度 q_{umax} と含水比 w の変化を図-2 に示す。ケース 1, 2 とも乾湿繰り返し後も靱性効果は維持し、 q_{umax} は微増した後に一定となる傾向であった。含水比 w は 10%未満に漸減した。

透水試験結果を表-2 に示す。いずれの透水係数 k も基準省令値 1×10^{-6} cm/s 以下を満足した。ケース 1 の k は、0, 15 サイクル

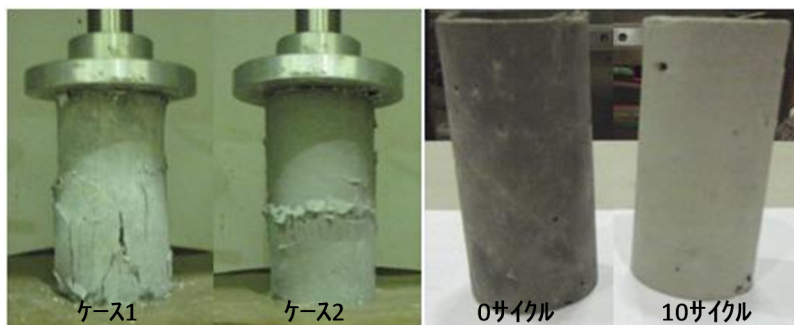


写真-2 一軸圧縮試験状況(0サイクル) 写真-3 供試体の外観(ケース2)

キーワード 土質系遮水材, フライアッシュ, 乾湿繰り返し試験, 一軸圧縮強度, 透水係数, 底面遮水工
 連絡先 〒663-8142 兵庫県西宮市鳴尾浜 1-25-1 東洋建設(株)土木事業本部鳴尾研究所 TEL 0798-43-5903

ともケース 2 より小さく、またケース 1, 2 とも乾湿繰り返り後の k の増大率は 10 倍未満であった。

4. 考察

(1) 含水比にみる試験条件

供試体 (φ5cm, H=10cm) を風乾 (20°C, 110 日間) させた別途の試験結果では、ケース 1 の含水比 w は初期 103%から 30%に、ケース 2 では同 90%から 15%に減少した。乾湿繰り返り試験では、乾燥温度を 60°C としたため、風乾状態により含水比が小さくなった。よって一軸圧縮試験および透水試験は自然環境より過酷な条件下の供試体を用いて実施したことになる。

(2) 供試体の性状変化と乾湿繰り返り回数

セメントおよびフライアッシュを配合した供試体を水中養生する場合、水中の pH が上昇する。5 サイクル目には、水槽内に 20 本の供試体を養生し、水中の pH は 7.5 から 24h 後には 9.3 に上昇した。10 サイクル目以降は 5 本の供試体を養生し、12 サイクル目以降は同 8.0 までの上昇にとどまった。一軸圧縮強度 q_{umax} が 3~5 サイクル以降にはほぼ一定となったこととあわせ、12 サイクル以降は、供試体の性状が一定になったと考えられる。15 サイクルは恒常的な結果が得られる繰り返り回数とした³⁾。

(3) 配合と透水係数の変化

供試体には低膨潤性のベントナイトを配合した。ベントナイトの膨潤による遮水効果に加え、セメントの固化効果により、ケース 1 の透水係数 k は小さくなったと考えられる。

15 サイクルの k が増大した要因は、供試体が乾燥状態から再度湿潤する際にベントナイトの膨潤力が初期と同程度に機能しなかった可能性が挙げられる。これはベントナイトを高膨潤性のものに代替することで改善することが可能であり、いずれにしても透水係数 k は基準省令値を超過することはないと考えられる。

(4) 施工厚を考慮した要求遮水品質

土質系遮水材 HCB-F を施工する際の最小打設厚は、出来形管理の面より基準省令と同値の 50cm 以上である。よって HCB-F への要求遮水品質は、乾湿繰り返り後の状態も含めて基準省令値の透水係数 $k=1 \times 10^{-6} \text{ cm/s}$ 以下であり、これを満足することが確認できた。

5. まとめ

土質系遮水材 HCB-F を対象とし、自然環境より過酷な条件下における乾湿繰り返り試験を実施した結果、陸上処分場の底面遮水工としての遮水品質を満足し維持することが確認でき、現地適用の可能性が示唆できた。

参考文献

- 1) 山崎智弘ら:フライアッシュを主材とした土質系遮水材 HCB-F, 電力土木, Vol. 369, pp. 92-94, 2014. 1.
- 2) 総理府・厚生省:一般廃棄物の最終処分場および産業廃棄物の最終処分場に係る技術上の基準を定める命令の一部を改正する命令, H10. 6
- 3) 小竹望ら:繊維補強による固化処理土の乾湿繰り返り抵抗性の向上効果, ジオシンセティックス論文集, 28, pp. 161-166, 2013.

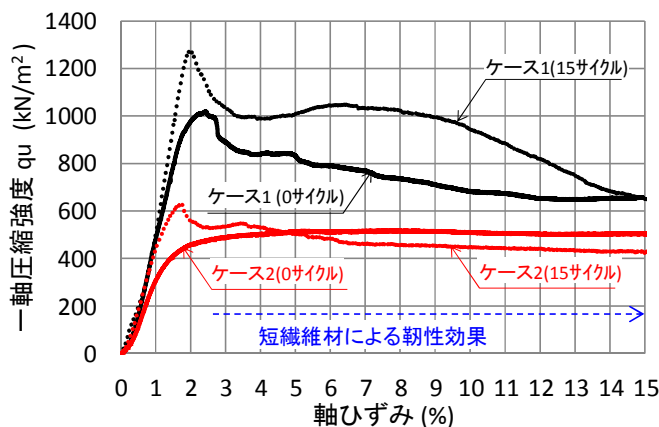


図-1 一軸圧縮試験結果

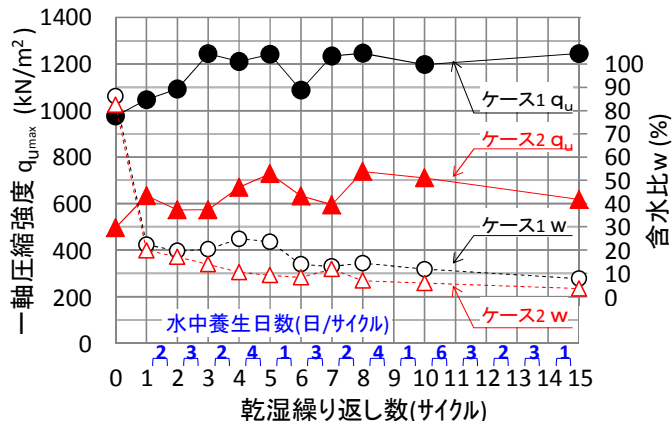


図-2 乾湿繰り返り試験結果

表-2 透水試験結果

ケース	透水係数 k (cm/s)		増大率 (15サイクル/0サイクル)
	0サイクル	15サイクル	
1	9.94×10^{-8}	6.74×10^{-7}	6.8
2	1.02×10^{-7}	8.80×10^{-7}	8.6
基準省令値	1.0×10^{-6} 以下		