第Ⅲ部門

大阪府立大学工業高等専門学校 正会員 〇新納 格 同上 学生員 平山政義

1. はじめに

高レベル放射性廃棄物処分の人工バリアは、ベン トナイトが地下水を吸水し膨潤することで、ガラス 固化体などを収納した金属製オーバーパックを物 理・化学的に保護する構造である¹⁾.近年になって腐 食で溶出する金属イオンの影響で、ベントナイトの 膨潤圧が低下する可能性が指摘されている²⁾.本研究 は、塩化鉄水溶液を鉄腐食で溶出する鉄イオンとみ なして吸水させる膨潤圧試験を行い、平衡膨潤圧に 対して鉄イオンが与える影響を調査した.比較のた めに塩化ナトリウム水溶液の実験も行っている.

2. 実験方法

表-1に実験ケース一覧を示す.ベントナイトはNa⁺ 型のクニゲルV1である.供試体は含水比10%程度の 粉体状のベントナイトを圧縮速度1mm/分程度で静 的に圧縮して作成した.図-1に使用した膨潤圧試験 装置を示す.膨潤圧試験装置に供試体リングをセッ トし0.1kN以下の初期荷重を確認した後に,15kPa程 度の背圧で下部排水経路から脱気した水溶液を吸水 させた.上部排水経路は大気開放している.吸水させ た塩化鉄水溶液は2価鉄と3価鉄が混在した状態であ る.なお,本研究の平衡膨潤圧は,膨潤圧が2時間に わたり下降した場合の下降に転じる直前の値である.

3. 結果と考察

図-2に全実験の膨潤圧曲線を示す.目標乾燥密度 1.7Mg/m³で塩化鉄水溶液0.01Mを吸水させた実験 名称「1.7Fe0.01」が,蒸留水を吸水させた「1.7W」 の平衡膨潤圧を僅かに上回っている以外は,同じ目 標乾燥密度において水溶液の平衡膨潤圧は蒸留水の それを下回っている.乾燥密度が大きいほど平衡膨 潤圧は大きくなる傾向が表れている.図-3に平衡膨 潤圧と乾燥密度の関係を示す.蒸留水の二次近似曲

Tadashi NIIRO, Masayoshi HIRAYAMA niiro@osaka-pct.ac.jp

線が最上位に分布し、その下にFe-0.30M,その下に Na-0.30Mの順で分布している.水溶液濃度0.30Mを 吸水させた場合は、蒸留水に比べて平衡膨潤圧が低 下し、その低下の程度は塩化鉄水溶液より塩化ナト リウム水溶液の方が大きい.図-4に平衡膨潤圧到達

表-1 実験ケース一覧

		1						
実験 名称	水溶液種別	圧縮成型直後				膨潤圧試験後		亚維膨調
		乾燥密度	含水比	間隙比	飽和度	含水比	飽和度	干) 王 (kPa)
		$\rho_{\rm d}({\rm Mg/m^3})$	w(%)	е	<i>S</i> r(%)	w(%)	<i>S</i> r(%)	Ξ. (in d)
1.2W	蒸留水(W) pH=6.35	1.208	10.1	1.19	22.6	46.0	99.4	376
1.4W		1.407	10.4	0.88	31.3	34.9	103.3	880
1.6W		1.605	11.2	0.65	45.8	26.6	101.5	2302
1.7W		1.699	10.8	0.56	51.3	26.7	107.9	2914
1.2Fe0.01	FeCl ₂ (濃度0.01M) pH=4.55	1.228	11.0	1.16	25.2	48.5	105.1	240
1.4Fe0.01		1.402	11.6	0.89	34.5	37.7	105.9	523
1.6Fe0.01		1.601	11.8	0.66	47.7	29.2	103.4	1658
1.7Fe0.01		1.702	11.5	0.56	54.8	25.4	103.2	2929
1.2Fe0.30	FeCl ₂ (濃度0.30M) pH=3.15	1.209	10.8	1.19	24.1	49.7	99.7	154
1.4Fe0.30		1.406	9.4	0.88	28.1	34.8	102.4	522
1.6Fe0.30		1.607	11.5	0.65	47.2	24.8	100.2	2099
1.7Fe0.30		1.688	11.2	0.57	52.3	25.0	100.2	2394
1.2Na0.01	NaCl (濃度0.01M) pH=6.26	1.209	12.1	1.19	27.0	47.7	103.2	279
1.4Na0.01		1.410	11.3	0.88	34.0	35.9	103.7	613
1.6Na0.01		1.619	11.9	0.64	49.5	27.0	102.8	1953
1.2Na0.30	NaCl (濃度0.30M) pH=5.82	1.231	10.3	1.15	23.7	52.3	100.1	91
1.4Na0.30		1.452	11.0	0.83	35.4	35.1	101.5	475
1.6Na0.30		1.600	11.8	0.66	47.8	26.8	102.6	1656
注)土粒子の密度ρ s=2.650Mg/m ³ ,実験名称は圧縮成型時の目標乾燥密度,水溶液種別,濃度を示す(例え								
ば, 1.2Fe0.01は目標乾燥密度1.2Mg/m ³ , FeCl ₂ , 濃度0.01Mである), 1M=1mol/dm ³ .								





時間率と乾燥密度の関係を示す.図中の100%ライン が蒸留水の場合となる.図からFe-0.30Mは実験した 乾燥密度全体にわたって100%ラインより下に分布



し、蒸留水に比べて平衡膨潤圧に到達するまでの時 間が短縮された.Na^{-0.30M}も同じ傾向であるが、乾 燥密度1.6Mg/m³程度で100%ラインと交差し蒸留水 と同等となった.水溶液濃度0.01Mは水和イオン種 類に関係なく、100%ラインより上で逆凸型に分布す る傾向を示した.図-5に平衡膨潤圧率と乾燥密度の 関係を示す.水溶液濃度0.30Mで乾燥密度と平衡膨 潤圧率は比例的関係にある.Fe^{-0.30M}はNa^{-0.30M} よりも平衡膨潤圧率が上に分布し、塩化鉄水溶液の 膨潤圧低下効果は塩化ナトリウム水溶液より小さい. 水溶液濃度0.01Mの場合、乾燥密度1.2Mg/m³から 1.50Mg/m³付近までは水溶液濃度0.30Mより大きい 60%から75%の一定の平衡膨潤圧率を示している.

4. おわりに

塩化ナトリウム水溶液および塩化鉄水溶液を吸水 させた平衡膨潤圧は,同程度の乾燥密度の蒸留水の それを下回り,水溶液濃度や乾燥密度で傾向が異な ることが判明した.

参考文献

1)小峯秀雄ほか:放射性廃棄物処分特集,地盤工学会誌,地盤工学会,63-6, pp.1-35, 2015.

2)N.Kozai, Y.Adachi etal.:Characterization of Femontmorillonite:A simulant of buffer materials ccommodating overpack corrosion product, Jour. of Nuclear Science and Technology, Vol.38, No.12, pp.1141-1143, December 2001.