

GCL の自己修復能力における溶液の性質と形状の影響

佐賀大学理工学研究科 学生会員 田中 良芽
 佐賀大学理工学部 齋藤 昭則
 佐賀大学理工学研究科 正会員 柴 錦春

1. まえがき

最終処分場の遮水材としてジオシンセティックスクレイライナー(GCL)が世界中で使われている。GCL には、施工中 GCL に損傷があっても芯材ベントナイトの水和膨潤により損傷穴を埋める性能、いわゆる自己修復能力がある。しかし、陽イオン溶液の場合、ベントナイトが膨潤しにくく GCL の遮水性能と自己修復能力が低下する。そこで本研究では陽イオン溶液中でも膨潤できる重合ベントナイト(PB)を用いた PB-GCL 及び天然ベントナイト(UB)を用いた UB-GCL の自己修復試験を行い、その性能を比較した。用いた溶液は蒸留水と 0.6 M の NaCl 溶液であった。また、損傷穴形状の違いによる自己修復能力の差を調べるため、円形・四角形損傷での試験とした。

表-1 液性限界・塑性限界・自由膨張率

	ベント ナイト	液性限界 w _L (%)	塑性限界 w _p (%)	自由膨張率 (ml/2g)
蒸留水	PB	1002	44	220
	UB	716	46	43
0.6M NaCl	PB	395	41	29.5
	UB	276	44	16.5

2. 重合ベントナイトの生成及び特徴

使用した Na⁺基ベントナイトはアメリカ産のものであった。本研究では遊離基重合法により PB を作成した。重合にはアクリル酸とアクリルアミドを用い、比率を 0.5 とした。蒸留水と 0.6M NaCl の液・塑性限界、自由膨張率は表-1 の通りである。PB の自由膨張率は UB より高いことが分かる。

3. GCL の自己修復試験

本研究で用いた GCL は 2 層のジオテキスタイルの間にベントナイトを挟む構造であった。装置は直径 150 mm の定水位透水試験装置であった。試験を始める前に直径 150 mm の GCL の中心部に円または四角形の穴を設け拘束圧を 20 kPa とした。浸透流速一定または浸透しなくなるまで試験を行った。試験前後の損傷穴の面積から、修復率 α (修復面積/初期損傷面積) を測定した。

4. 試験結果

4.1. 溶液の影響

図-1、写真-1 から、蒸留水の PB-GCL は損傷穴直径 100 mm でも修復率は 100%となった。一方 0.6M NaCl の場合、直径 D = 20 mm の修復率は約 92%となった。今回使用した PB の最大修復可能面積は、蒸留水の場合、0.6M NaCl の約 44

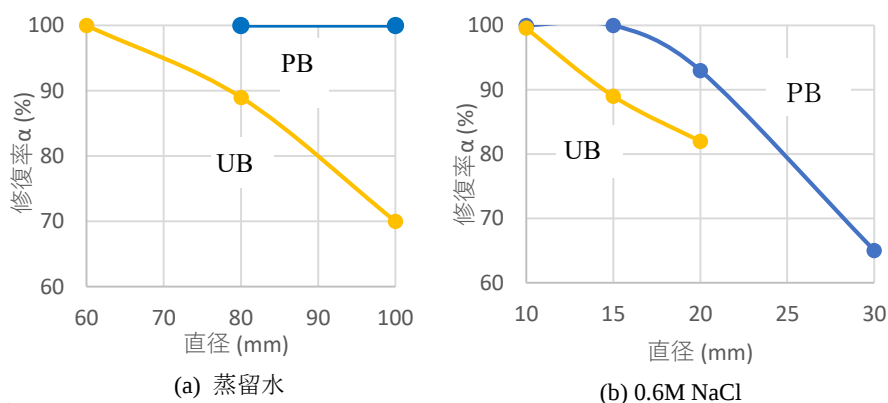


図-1 修復率 α

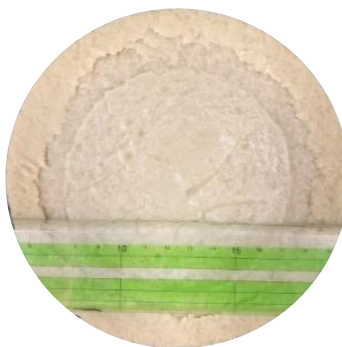


写真-1 蒸留水 D=100 mm
PB

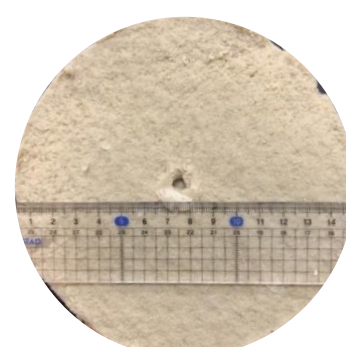


写真-2 0.6M NaCl D=20 mm
PB

倍になることが分かった。UB-GCL の場合も、蒸留水の修復能力は 0.6M NaCl 溶液の修復能力より遥かに大きくなった(図-1)。

4.2. PB-GCL と UB-GCL の比較

図-1 のように、PB-GCL の修復能力は UB-GCL より高い。0.6M NaCl 溶液、損傷穴 $D=20\text{ mm}$ の場合、PB-GCL の修復率は約 92%で UB-GCL より約 10%大きくなった。PB の液性限界・自由膨張率は UB より大きいため、高い修復率となった。このため、本研究で生成した PB は陽イオン濃度が高い環境下で遮水材として利用できる可能性がある。

4.3. 損傷形状の影響

形状による修復率を比較するため、表-2 に示すような PB-GCL を用いて同一損傷面積($A = 706.9\text{ mm}^2$)の円、正方形及び長方形損傷穴、0.6M NaCl 溶液で試験を行った。形状による影響を評価するために、径深(損傷面積/損傷穴周長)を用いた。写真-3 に試験後の正方形 $26.59 \times 26.59\text{ mm}$ と長方形 $13.3 \times 53.3\text{ mm}$ の様子と、図-2 に径深と修復率の関係を示す。径深の増加によって自己修復能力が低下することが明らかになった。しかし、円の径深は正方形より大きく修復率も高くなった。これは、四角形損傷穴の場合、角部分のベントナイトが互いに影響を与え、損傷穴に侵入する量が減少したためである。この現象を角の影響と定義²⁾している。

5. まとめ

本研究では GCL の自己修復能力について溶液(蒸留水、0.6M NaCl)、ベントナイト(PB、UB)、損傷形状(円、正方形、長方形)の影響を試験的に検討した、

(1)蒸留水の最大修復可能面積は 0.6M NaCl の約 44 倍である。

(2)PB の液性限界・自由膨張率は UB より高いため、PB-GCL の修復率は UB-GCL より遥かに高い。

(3)損傷穴形状の影響について、損傷穴の径深が小さくなるほど修復率は高くなる。ただし、同一損傷面積の円と正方形の場合、円の修復率が高くなる。

参考文献

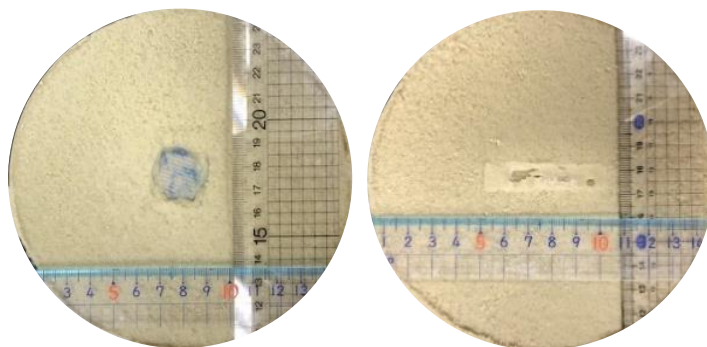
1) 勝見武・小河篤史・沼田修吾・深川良一・Craig H. Benson・Dale C. Kolstad・Ho-Young Jo・Tuncer B. Edil. ジオシンセティッククレイライナーの遮水性能に及ぼす 1 価および 2 価カチオン混合溶液の影響, ジオシンセティックス論文集, 第 17 巻, p. 49, 2002.

2) Nutthachai PRONGMANEE・Jin-Chun CHAI

Effect of Shape of Damage Hole on Self-Healing Capacity of GCL, ジオシンセティックス論文集, 第 32 巻, p. 59, 2017

表-2 四角形の形状

損傷面積 mm^2	形状	幅 mm	長さ mm	直径 mm	径深 mm
706.9	円			30	7.5
	正方形	26.59	26.59		6.65
	長方形	18.8	37.6		6.27
	長方形	13.3	53.2		5.32



(a) 正方形 26.59 × 26.59 mm

(b) 長方形 13.3 × 53.3 mm

写真-3 A = 706.9 mm² 四角形(0.6M NaCl PB)

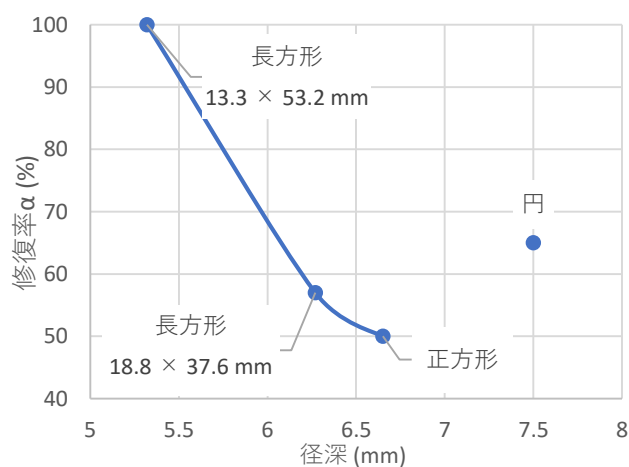


図-2 径深と修復率 A = 706.9 mm² PB