

GCL の自己修復力における損傷形状の影響

佐賀大学 ○学 東郷 悠人 同 齋藤 昭則

同 PRONGMANEE NUTTHACHAI 同 正 柴 錦春

1. はじめに

ジオシンセティッククレイライナー (GCL) は、透水性が低く、設置が容易かつ経費が安いいため、ごみ処理場等のライナーとして広く使用されている。現場では、設置中に GCL に損傷を与えても損傷個所の透水量係数は経過時間とともに減少することがわかっている。その現象を自己修復 (self-healing) と呼んでいる。そのメカニズムは GCL の一部であるベントナイトが吸水膨張し、損傷穴を塞ぎ漏水量が減少することである。本研究では、GCL の自己修復力に及ぼす損傷穴の形状の影響について定水位漏水試験を行い、その結果より検討を行った。

2. 定水位漏水試験

2.1 試験装置と方法

今回使用した試験装置の模式図を図 1 に示す。この剛性の壁を持つ定水位試験装置を用いて、損傷穴がある GCL の漏水量を測定した。上載圧力は、BF シリンダーを介して圧縮空気を用いて加えた。ピストンにポーラスストーンをセットし、にその背面に 40kPa の上載圧力をかけた。垂直変位は、ダイヤルゲージによって測定した。浸透液としては水道水を使用し、一定水頭を 320mm とした。試験中、漏水量を定期的に記録し、最後に損傷穴の形状を測定し自己修復率を計算した。

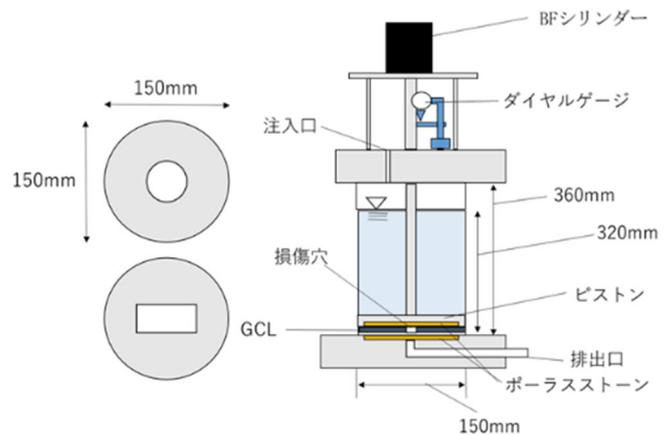


図 1 試験装置の模式図

2.2 試料

使用した GCL の諸量は、GCL の単位面積重量は 0.5kg/m^2 、その中のベントナイトの単位面積重量は 4.0kg/m^2 、液性限界 $w_L=581\%$ 、塑性限界 $w_p=64\%$ 、自由膨張率 43ml/2g であった。

2.3 試験手順

- 1) 約 $200\text{mm}\times 200\text{mm}$ の寸法で正方形の GCL シートを、直径 150mm の円形試験片に切り出した。次に試験片上に損傷穴作製シートを置き、シートの境界線に沿って鋭利なカッターで試験片に損傷穴を作製した。
- 2) 試料の初期重量および厚さを測定し、記録した。
- 3) 底部およびピストン内のポーラスストーンを 30 分間沸騰し飽和させ、使用する直前まで浸水させた。ポーラスストーンにろ紙を置き、次いで GCL 試験片を設置した。その後、ピストンを試験片の上部にセットした。
- 4) 水道水をセル内に一定の高さまで満たし、底部排水弁を閉じた。その後、載荷装置をセットした。
- 5) 試験片の上部に 40kPa の圧力をかけ、変位を記録した。漏水試験前に 24 時間そのままの状態を保持した。
- 6) 底部排水バルブを開き、漏水試験を開始した。
- 7) 漏水量を定期的に記録した。
- 8) 漏水量が安定状態に達した後、漏水試験を終了し、自己修復率の計算のため写真を撮った。
- 9) 損傷部のベントナイトの重量および含水比を測定した。

3. 結果と考察

損傷部の形状を水理学より径深(Rh)を用いて表現する。

$$Rh = \frac{A}{L} \quad (1)$$

ここで A=損傷部の面積、L=損傷穴の周長
また、自己修復率 α は以下の式で計算する。

$$\alpha = \frac{A_i}{A} \quad (2)$$

ここで A_i =修復した損傷面積、A=全損傷面積

図2に径深と自己修復率の関係を示す。

同じ損傷面積でも形状によって自己修復率が異なることがわかった。長方形損傷の場合 Rh が大きくなるにつれて自己修復率は小さくなっていくことがわかった。

しかし、同じ損傷条件で円形損傷の場合、Rh が長方形（正方形を含む）のものよりかなり大きいが、 α 値は大きい。その理由について、いわゆる「角の影響(corner effect)」によるものと考えている。これは、長方形または正方形の形状の損傷穴の場合、穴の角が接する2つの辺のベントナイトが穴に入るとき、互いに押し合い結果として穴に入る質量が小さくなることである。また、修復面積は小さくなり α 値が小さくなる。

図3に損傷穴に入ったベントナイトの質量 (mb) と Rh の関係を示す。傾向は α 値の変化と同じである。長方形の場合、Rh の増加によって mb が小さくなった。ベントナイトは損傷穴の周長(L)から穴に入るの、同じ面積でも Rh が大きくなると L が小さくなる。そして、穴に入るベントナイトの量が減少する。

4. まとめ

損傷穴を持つ GCL の自己修復率における損傷穴の形状の影響について定水位漏水試験装置を用いて検討した。

(1) 損傷穴の形状は、自己修復率(α)に大きな影響を与える。同じ損傷面積で長方形（正方形を含む）の場合、径深(Rh) (損傷面積/損傷穴周長)が大きくなるほど α 値が小さくなる。しかし、同じ面積では円形損傷の Rh が一番大きいがその α 値は相対的に高い。考えられる理由としては、「角の影響」により、長方形損傷の場合、穴に入ったベントナイトの量が相対的に少ないことである。

(2) 同じ損傷面積で損傷穴に入ったベントナイトの質量(mb)と Rh の関係は、 α と Rh の関係と類似している。

参考文献

1)Chai J.-C., Sari, T, Hino.T.(2013) Effect of type of leachate on self-healing capacity of geosynthetic clay liner Geosynth. Eng. J. Japan Chapter, IGS, 28, pp. 93-98
2)Sivakumar Babu, G.L., Sporer, H., Zanzinger, H. and Gartung,E.,(2001). Self-healing properties of geosynthetic clay liners. Geosynthetics International, 8(5), pp. 461-470.

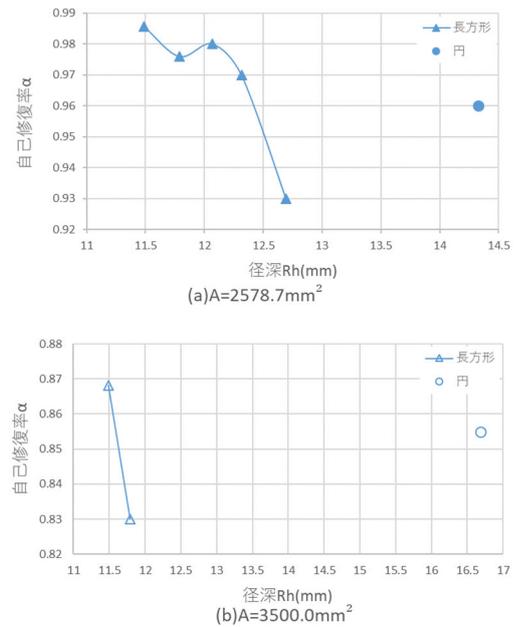


図2 径深と自己修復率の関係

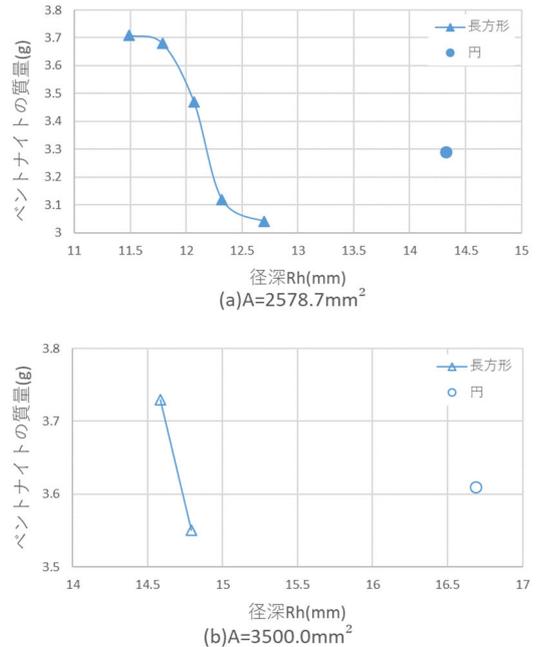


図3 径深と損傷穴に入ったベントナイトの質量の関係