

ジオシンセティックスの施工中損傷が長期クリープ強度に及ぼす影響

エターナルプレザーブ(株) 正会員 久保 幹男, ○横山 公明, 倉知 禎直

1. はじめに

ジオシンセティックスからなる補強材(以下、「補強材」という.)の耐衝撃性は、施工時の盛土材の特性及び転圧機械による転圧力に起因している。通常、代表的な土や重機を用いて耐衝撃性試験を行い材料安全率を設定しているが、盛土材への建設発生土の有効活用で、トンネルズリのような、粒径の大きな岩塊が含まれる盛土材が使用されるケースがある。また、近年施工の効率化を目的に、大型の転圧機械が使用されるようになってきている。トンネルズリ等を使用し、大型の転圧機械を使用した場合、補強材の損傷が懸念される。さらにその大きな損傷を受けた補強材の長期耐久性については不明点が多い。そこで、今回大きく損傷を受けた補強材のクリープ試験を当社にて実施し、長期耐久性について確認した。

2. ジオシンセティックス

図-1に、今回使用した補強材(パラリンク)の概要を示す。高強度ポリエステル長繊維を並行かつ非常に密に引き揃えて芯材とし、その繊維束をポリエチレンで被覆したものを縦帯としている。この縦帯を等間隔に並べ、面状の補強材としての形状を保持するために横帯(芯材:アラミド繊維)を用いた高強度帯状ジオシンセティックスである。

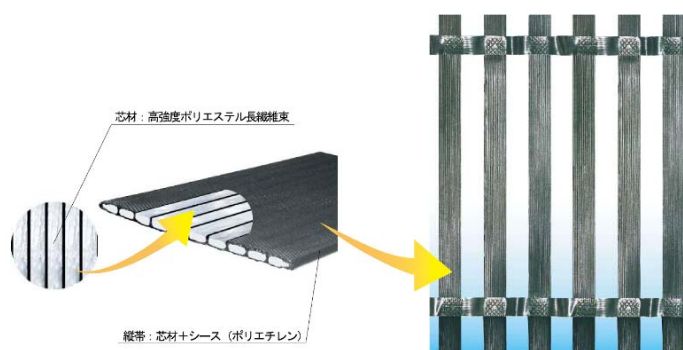


図-1 ジオシンセティックス概要

3. 耐衝撃性試験

試験では、クラッシャーラン(C-40)を用いて、巻出し厚30cmとし、締固め度95%で管理した。今回使用した転圧機械(酒井重工業(株)SV512D-1)の転圧力は324kNである。締固めは試験施工を実施し、最大転圧力324kNの状態、3回転圧で締固め度95%を確保することが確認されたが、試験の転圧回数は4回とした。

耐衝撃性試験を実施した品番は強度の異なる5種類(100~600kN/m)の補強材を使用し、表記のM, Lは、高強度ポリエステル長繊維を被覆しているポリエチレンシース材の厚さが異なる(M:被覆が厚い, L:通常被覆)。引張強さ試験は国内のQTECにて「JIS L 1908 ジオテキスタイル試験方法」により低速伸長型引張試験機を使用して引張速度20%/minの条件で行った。引張強度試験結果を表-1に示す。試験体の品番に応じて、損傷安全率 $F_c^{(1)}$ が変化していることがわかる。強度が低く、被覆材の薄い100Lの結果は、損傷の影響が大きいことがわかる。一方、300M及び強度が高く被覆材の厚さが厚い500L, 500M, 600L, 600Mのケースでは、粗粒材料と転圧力の影響を受けていない。今回の試験結果からポリエステル繊維芯材の量が多い厚みのある高強度の材料は損傷影響度合いが大きいということ、また低強度でポリエチレンシースの被覆が薄い100Lのような場合には損傷影響が生じるということが分かった。

表-1 引張強度試験結果

品番		100L	300M	500L	500M	600L	600M
QTEC 強度(kN)	損傷後	14.7	56.2	92.6	93.7	111.3	113.6
	損傷前	18.3	59.1	95.9	95.1	112.5	113.2
強度保持率 β (%)		80.3	95.1	96.6	98.5	98.9	100.4
短期損傷安全率 F_c		1.24	1.05	1.04	1.01	1.01	1.00

キーワード ジオシンセティックス, 耐久性, 耐衝撃性, 損傷, 長期クリープ強度

連絡先 〒113-0034 東京都文京区湯島 2-10-10 ESSビル 3F エターナルプレザーブ(株) TEL:03-5844-3155

4. クリープ試験

耐衝撃性試験により損傷を確認した 100L, 300M, 500L の 3 種類の補強材の損傷後の長期クリープ特性を把握するために、クリープ試験を実施した。従来のクリープ試験は、10,000 時間レベルの試験結果から長期クリープ特性を演繹する方法であるが、今回従来のクリープ試験と促進試験として Stepped Isothermal Method SIM (ASTM D 6992) を併せて実施し、長期のクリープ特性について信頼性の高い結果を得た。クリープ試験は、TRI/Environmental Inc. (TRI) で実施した。

クリープ試験前に、クリープ試験の基準となる強度を評価するために、損傷前・損傷後の試験体で引張試験を実施した。引張試験結果を表-2 に示す。特に 100L において損傷後引張強度が TRI と表-1 の国内の QTEC 試験結果では異なっている。これは引張試験の試験体を固定するクランプ構造の違いによるものとする。クリープ特性の基準値は、TRI で実施したデータを基に決定した。

図-2.1 は、品番 100L のクリープ強度とクリープ破断時間の関係を示している。クリープ強度は損傷前強度で除した百分率で表記している。ここでは、損傷前試験体と損傷後試験体の結果を示している。損傷前試験体のロットは今回損傷後のロットと同ロットでないが、損傷前試験体の結果は従来クリープ試験と SIM 試験から得られている。損傷後試験体のロットは今回の損傷ロットのデータ結果であり、損傷後試験の結果は従来クリープ試験と SIM 試験より得られている。損傷前の 114 年 (10^6 時間) のクリープ強度は 70.38% に対し損傷後のクリープ強度は 65.04% でありクリープ強度低減率は $65.04/70.38=92.4\%$ である。施工中の損傷 (短期) の強度低減率は $17.0/18.6=91.4\%$ であるので、短期に受けた損傷がそれ以上に影響を及ぼさず長期強度を保持していることが分かる。

図-2.2 は、大きく損傷を受けていない品番 300M 及び 500L のクリープ強度とクリープ破断時間の関係を示している。これまでの知見から得られている損傷前の 114 年 (10^6 時間) のクリープ強度は、72% である²⁾。損傷後のクリープ強度は、71.51% であったのでクリープ強度低減率は $71.51/72=99.3\%$ である。施工中の損傷 (短期) の強度低減率は 95~96% レベルであることから、その短期損傷がそれ以上に長期強度に影響を及ぼしてはいないといえる。

5. おわりに

損傷を受けた補強材の長期強度に及ぼす影響を確認した結果、当該材料のようなコンポジットタイプ補強材は、短期損傷が長期強度に及ぼす影響は見られないことが分かった。短期損傷安全率 $F_c \leq 1.24$ であれば短期損傷安全率を考慮して設計強度を上回っていれば長期の強度は信頼性高く問題ないとする。

参考文献

- 1) ジオテキスタイル補強土工法普及委員会・一般財団法人土木研究センター (2013) : ジオテキスタイルを用いた補強土の設計・施工マニュアル第 2 回改訂版, pp. 91-94.
- 2) 建設技術審査証明報告書 (建技審証 第 1306 号) 「パラリンク」, pp. 37-45.
- 3) BSI Standards Publication BS 8006-1:2010, pp. 214-215.

表-2 引張強度試験結果

品番		100L	300M	500M
TRI 強度 (kN)	損傷後	17.0	55.8	90.5
	損傷前	18.6	57.4	94.9
強度保持率 β (%)		91.4	97.2	95.4
短期損傷安全率 F_c		1.09	1.03	1.05

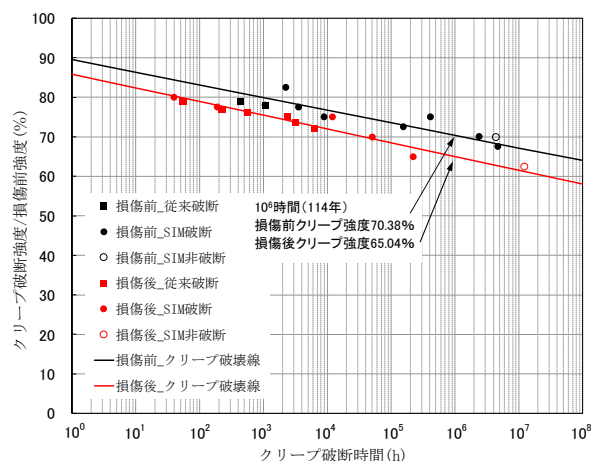


図-2.1 クリープ破壊線図 (100L)

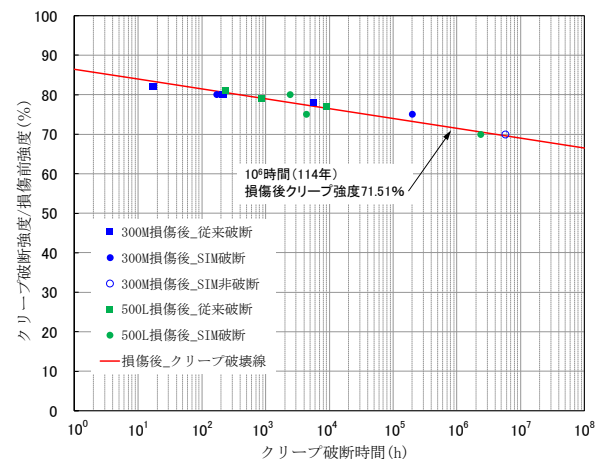


図-2.2 クリープ破壊線図 (300M, 500L)