

GRS 一体橋梁における載荷速度の違いに着目したジオテキスタイル気中引張試験

ジオテキスタイル 載荷試験 載荷速度

鉄道総合技術研究所

正会員 ○佐々木 徹也, 加藤 久也

国際会員 西岡 英俊, 小島 謙一

複合技術研究所

正会員 木口 峰夫

1. はじめに 補強材 (ジオテキスタイル) を介して補強盛土と橋梁を一体とした GRS 一体橋梁では, 橋梁の温度伸縮により日単位, 年単位となる載荷速度の遅い伸縮作用が繰返し生じる. 一方, 地震時においては載荷速度の速い伸縮作用が繰返し生じることとなる (図 1 参照). 作用の特性により補強材が発揮する強度や剛性が変わることが考えられるため, 載荷速度の違いによる補強材の特性を把握する目的で, ジオテキスタイルの気中引張試験を実施した.

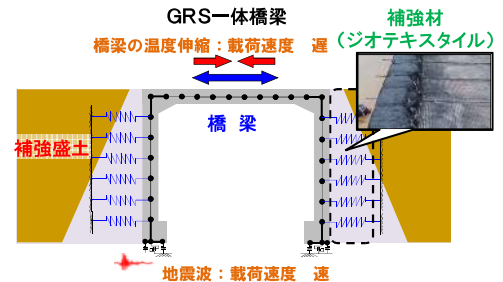


図 1 GRS 補強材概念図

2. 試験概要

2.1 試験諸元および試験装置

ジオテキスタイル端部をローラークランプで固定し, ジャッキを用いて強制的に変位を与えるジオテキスタイルの気中繰返し引張試験を行った. 試験の概要を図 2 に示す.

計測機器は, 引張力に容量 50kN の門型ロードセル, ジャッキ変位に容量 100mm の接触式変位計をそれぞれ使用した. なお, ジオテキスタイルのひずみ計測は, 三軸圧縮試験で使用する局所変位計 (LDT) および接触式変位計を用いた. 試験に使用したジオテキスタイルの諸元を表 1 に示す.

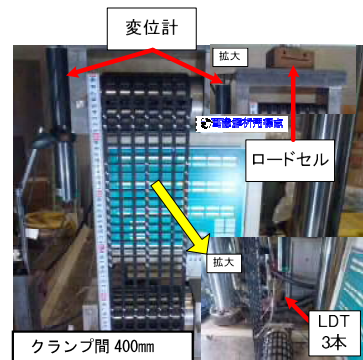


図 2 試験の概要

2.2 載荷ケース

載荷速度の違いによる特性を把握するため, 載荷速度をパラメータとして 3 ケースの試験を実施した. ジャッキの速度を制御することで載荷速度を変えており, 最も遅い No.5 の載荷速度 (0.2mm/s) に対して, No.4 で 10 倍 (2mm/s), No.3 で 100 倍 (20mm/s) の差がある. 載荷条件を表 2 に示す. 載荷は, まず予備載荷として 5600N の引張載荷を行い, 変位一定とした時の張力の低減を確認するために変位保持としたクリープ載荷として 30 分保持を行った. 除荷を行った後, 本載荷としてジャッキ変位で 5mm 相当変位の荷重を与え, クリープ載荷を 30 分間行っている. その後, 一度除荷を行った上で, 5mm 相当変位の載荷と同じ荷重で 100 回の繰返し載荷 (繰返し載荷時の周波数は表 2 参照) を行った. なお, 10mm 相当変位についても同様の載荷を行った. さらに, 単調載荷により破断を確認するまで載荷を行った. なお, 各荷重の除荷後はジオテキスタイルに緩みの出ないように, 一定の荷重 (800N) を与えている. No.5 における荷重の載荷履歴を図 3 に示す.

表 1 使用したジオテキスタイルの諸元

主材料	公称目合 (mm×mm)	引張強度の特性値 (kN/m)	製品保証値 (kN/m)
ビニロン繊維	主: 15, 従: 23	101	81

表 2 載荷条件

ケース No	載荷速度 (mm/s)	繰返し載荷周波数(Hz)		主従方向	試料の長さ(mm)	試料幅
		5mm 時	10mm 時			
No.3	20	2	1	従	400	7ストランド
No.4	2	0.2	0.1			
No.5	0.2	0.02	0.01			

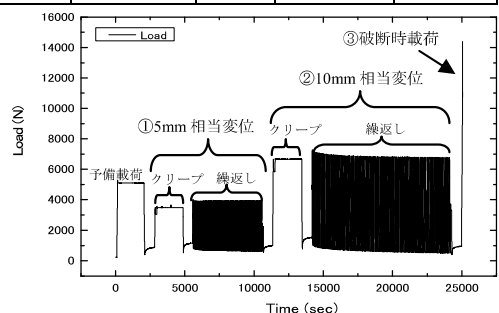


図 3 No. 5 における荷重の載荷履歴

2.3 本試験における補強材ひずみの取り扱い

本試験では, 補強材のひずみについて, 「試験開始」から「10mm 相当変位繰返し載荷」までは LDT による補強材ひずみを用い, 「破断時載荷」では変位計によるクランプ間変位を初期変位で除することによって得られるクランプ間ひずみを LDT ひずみと整合するように補正して用いるものとした. なお, 補強材ひずみは画像解析を合わせて実施しており, 各計測方法によるひずみと整合が取れていることを別途確認している.

3. 載荷速度の違いによる影響

3.1 載荷速度と荷重, ひずみの関係

補強材のひずみとロードセルで計測された引張荷重の関係図を図4に示す。荷重とひずみの関係より、荷重およびひずみについては載荷速度が速い程大きくなる結果となり、同じ荷重レベルにおいては、載荷速度が速い方が、剛性が大きいことが確認された。次に、載荷速度の違いによる破断強度、破断ひずみへの影響を確認するため、破断時荷重および破断ひずみを表3に示す。なお、載荷試験始めを初期値としている。載荷が速くなるほど破断荷重、破断ひずみが増加する傾向が見られ、100倍の速度増加で、荷重で20%、ひずみで11%程度の上昇が生じている。

3.2 繰返し載荷時の剛性への影響

繰返し載荷時における剛性への影響を確認するため、繰返し載荷時の剛性(図5参照)を繰返しループ毎に算出した。なお、繰返し載荷は5mm相当変位載荷と、10mm相当載荷の2回実施している。繰返し載荷時の荷重とひずみの関係を図6に、繰返し毎に算出した剛性を図7に示す。剛性については、載荷ケース全てを合わせてプロットしている。

剛性は、載荷初期においてパラつきが見られるものの、繰返しにより剛性の差が小さくなっていき、最終的には最大でも10%強程度の差となっていることが確認できる。また、5mm相当変位時と10mm相当変位時において繰返しの剛性に差は見られないことから、変位レベルによる剛性の差は少ないことが確認できる。なお、繰返し載荷後の剛性の関係から、載荷速度が速くなるにつれて剛性は増加するが、載荷速度で10倍の差があるNo.3(20mm/s)とNo.4(2mm/s)においては剛性の差は小さい。

3.3 繰返し載荷時の履歴減衰への影響

繰返し載荷時における補強材の減衰への影響を確認するため、繰返し載荷時における履歴減衰を繰返しループ毎に算出した。なお、減衰については、図5に示した式¹⁾により評価した。図8に繰返し載荷における履歴減衰を示す。この結果、履歴減衰は繰返しにより低下していくが、7~8%程度の値で推移していることがわかる。また、繰返しにおける各ケース間の差は10%以内となっている。

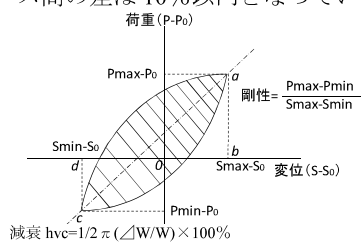


図5 剛性および履歴減衰¹⁾の概念図

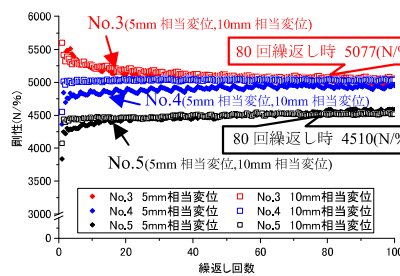


図7 繰返し載荷における剛性

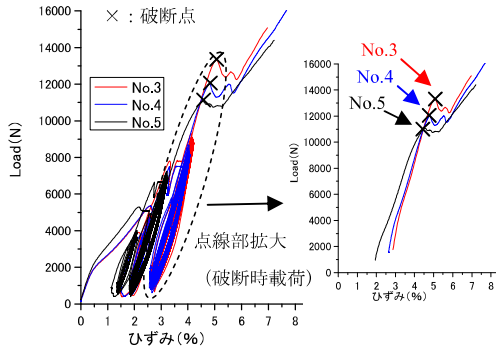


図4 補強材のひずみと引張荷重の関係図

表3 破断時荷重および破断ひずみ

	No.3	No.4	No.5	No.3/No.5
破断時荷重(N)	13323	12019	11060	1.20
破断時ひずみ(%)	5.06	4.81	4.56	1.11

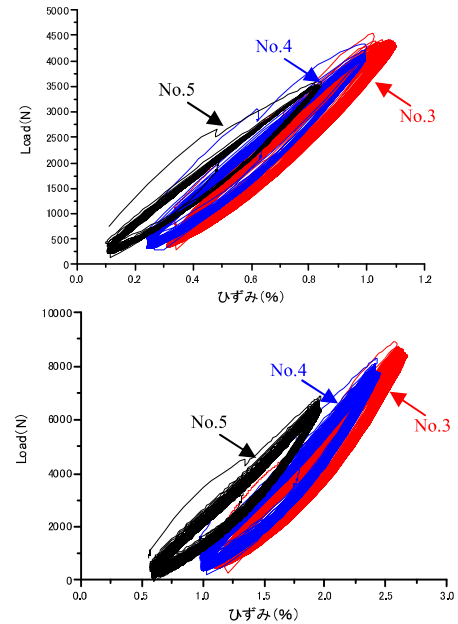


図6 繰返し載荷時の荷重とひずみの関係(上:5mm相当変位,下:10mm相当変位)

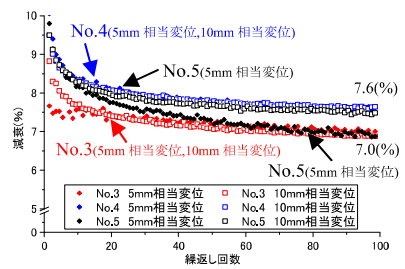


図8 繰返し履歴載荷における減衰

4. まとめ 載荷速度の違いに着目した補強材(ジオテキスタイル)の引張試験から得られた知見について以下にまとめる。

- (1) 破断時の挙動(破断時荷重, ひずみ)については、載荷が速くなるほど大きくなり、No.5(0.2mm/s)に対する速度比が100倍であるNo.3(20mm/s)との間で、荷重で20%、ひずみで11%程度の差がある。
- (2) 繰返し載荷時における剛性については、5mm相当変位時と10mm相当変位時において剛性に差が見られないことから、変位レベルによる剛性の差は少ない。また、載荷速度が速い程剛性は大きくなる傾向であるが、繰返し載荷後における各ケース間の剛性差は最大10%強程度である。
- (3) 繰返し載荷時における履歴減衰については、載荷速度による明確な差はなく、繰返し載荷により補強材の材料特性としての履歴減衰は概ね一定(7~8%程度)となっている。

なお、今回の載荷速度による差について、確認された範囲においては設計上の影響は少なく、設計上用いられている諸々の安全係数を考慮することで概ね包括できていることから、設計上考慮することは不要と考える。

参考文献 1) 杭の鉛直載荷試験方法・同解説(第一回改定版), 地盤工学会, 2006.