

## 画像解析によるジオグリッドの引張り試験

(株) 複合技術研究所

正 ○篠田昌弘

GeoEngineering Centre at Queen's-RMC, Royal Military College of Canada Richard, J. Bathurst

東京大学工学部

正 龍岡文夫

(株) 複合技術研究所

正 堀井克己

はじめに：永久補強土構造物の長期安定性を確保するために、補強材のクリープ試験が主に行われており、一定荷重下のクリープ破断強度が設計に使用されている。一方で、現実には補強材の長期挙動にはクリープ変形と共にリラクセーションも起こることが考えられるが、補強材のリラクセーション試験はほとんど行われていないのが現状である。これは、補強盛土内の補強材張力測定が困難であり、現実の補強材張力の挙動が明確に把握されていないため、リラクセーションの重要性が認識されていないからである。本研究では補強材の時間依存変形特性を調べるために、ポリプロピレン (PP) ジオグリッドを用いて無拘束圧下で定ひずみ速度試験、クリープ及びリラクセーション試験を行った。また、クリープ中の荷重低下の影響を把握するために、所定の荷重から非常に遅い荷重速度で除荷試験を行った。補強材の引張りひずみ測定には画像解析を用いた。

表1 補強材物性及び変形強度特性

基布素材	ポリプロピレン
構造	樹脂系
表面素材	NA
重量 (g/m <sup>2</sup> )	215
開き目 (mm)	
縦方向	25
横方向	33
厚さ (mm)	
ストランド	1
交点	2.9
引張り強度 (kN/m)	
5%ひずみ	8.3
最大値	12.5

Notes: NA: Not applicable

実験方法：本研究で用いたジオグリッドは、PP ジオグリッドであり、ASTM D 4595<sup>1)</sup>による引張り強度は 12.5 kN/m である (表1)。全長約 1m、幅 20cm の供試体の上下端を巻き込み型のクランプを使用して供試体を巻き込み、クランプ間の補強材長さを約 20cm とした (図1)。試験開始直後の供試体の緩みを除くため先行荷重として 0.187 kN 加えてから引張り試験を行った。試験温度は 22±2℃ である。定ひずみ速度引張り試験では、ひずみ速度を 0.1 %/min, 1.0 %/min, 10 %/min, 100 %/min とした。クリープ及びリラクセーション試験では、所定の荷重レベルまで定荷重速度 (0.5 kN/min) 及び定ひずみ速度 (10 %/min) で載荷を行い、その後 24 時間クリープ及びリラクセーション試験を行った。クリープ荷重及びリラクセーションを開始する初期荷重は、定ひずみ速度 10 %/min での引張り試験結果から得られた平均引張り強度 (基準引張り強度:  $T_{max}$ ) の 10, 25, 37, 50, 60, 75 %、21, 41, 54, 62, 69, 72 % とした。リラクセーション中の応力緩和速度を基にして、所定の荷重から荷重制御により 0.001, 0.0025, 0.005, 0.01 kN/min で除荷試験を行った。

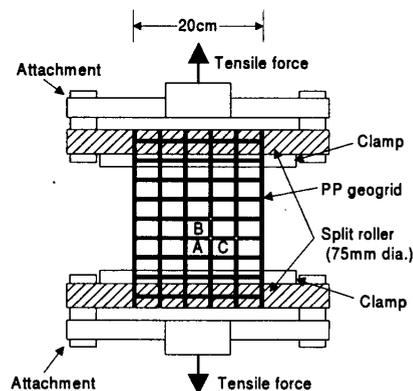


図1 引張り試験装置概要

画像解析手法：引張りひずみ測定のための画像解析は引張り試験中に自動的に行われるように設定した。すなわち、供試体正面に CCD カメラを設置して、送信されてくる画像を基に供試体上に描かれた測定点 (図1中の A, B, C) を自動追尾できるように設定し、各測定点のコンピューター画面上の座標を試験中に記録した。試験終了後、これらの座標をひずみに換算した。

キーワード：ジオグリッド、クリープ、リラクセーション、画像解析

連絡先：〒107-0052 東京都港区赤坂 2-15-16-7F (株) 複合技術研究所 技術部

Tel: 03-3582-3373、Fax: 03-3582-3509、E-mail: shinoda@igi.co.jp

実験結果及び考察： 図 2 に定ひずみ速度での引張り力-引張りひずみ関係を示す。図中には供試体上に設置した接触式の変位計を用いた引張り試験結果<sup>2)</sup>も同時に示した。ひずみ速度 10 %/min での引張り強度は、13.1 kN/m であり、ASTM D 4595 による引張り強度の 12.5 kN/m とほぼ同値であった。図 2 から PP ジオグリッドはひずみ速度の増加に伴って引張り強度が増加し、ひずみ速度の影響を大きくうけることが分かる。また、異なるロールから得られた供試体の物性の相違により、多少のばらつきはあるものの、全体的に接触式の変位計を用いた引張り試験結果とほぼ一致し、今回用いた画像解析手法の妥当性が確認できた。図 3 に各引張り荷重ごとのクリープひずみとクリープ時間の関係を示す。PP ジオグリッドは荷重レベルの増加と共にクリープひずみが増加して、基準引張り強度の 75 % でクリープ破壊した。図 4 にリラクセーション中の引張り力比とリラクセーション時間の関係を示す。PP ジオグリッドはリラクセーションを開始する初期荷重が高い程、荷重低下が顕著であるのが分かる。図 5 に基準引張り強度の 50 % で載荷したクリープ試験結果と基準引張り強度の 50 % からの応力制御除荷試験結果を示す。図 5a は、引張り力-引張りひずみの関係、図 5b はクリープ中の引張りひずみの時刻歴である。クリープ中に図 4 から求めた応力緩和速度と同等の非常に遅い速度で除荷すると、クリープ変形が抑制され最大値を示すのが分かる。その最大値は、所定荷重からの除荷速度が遅いほど大きくなった。これらの事実は裏込材のリラクセーションに起因する補強材のリラクセーションや、補強材自体のリラクセーションなどが補強材のクリープ変形中に生じた場合、クリープ変形がある極限值を持つことを示唆するものである。

まとめ： 補強材の時間依存変形特性を把握するために、定ひずみ速度試験、クリープ試験、リラクセーション試験、所定荷重からの除荷試験を行った。試験結果から、本研究で用いた引張りひずみ測定における画像解析手法の妥当性が確認できた。また、補強材のクリープ変形中に応力緩和が生じるとクリープ変形が大幅に抑制されることが分かった。この事実は適切に設計された補強盛土内に敷設された補強材の過大なクリープ変形の非現実性を指摘したものであり、応力緩和が全く生じないとして、クリープ変形の影響しか考慮しない設計法はクリープ変形量を過大評価する可能性が高い。

参考文献： 1) ASTM D 4595: Standard test method for tensile properties of geotextiles by the wide-width strip method”, American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, Pennsylvania, USA. 2) Burgess, C. G. P., 1999, “Two full-scale model geosynthetic-reinforced segmental retaining wall”, Master thesis, Department of Civil Engineering, Royal Military College of Canada, Kingston, Ontario, Canada.

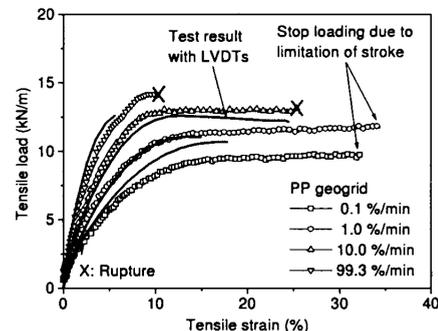


図 2 定ひずみ速度試験結果

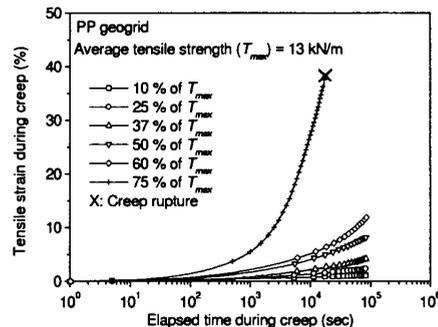


図 3 クリープ試験結果

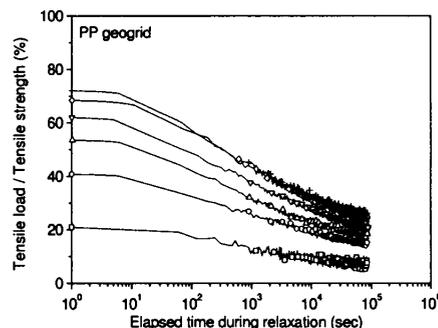


図 4 リラクセーション試験結果

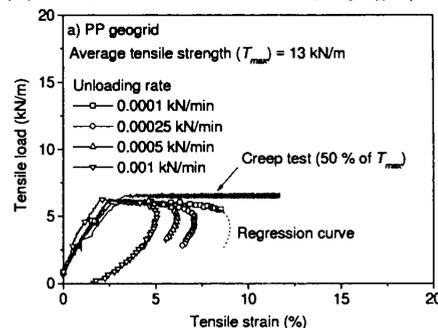


図 5a 応力制御除荷試験結果

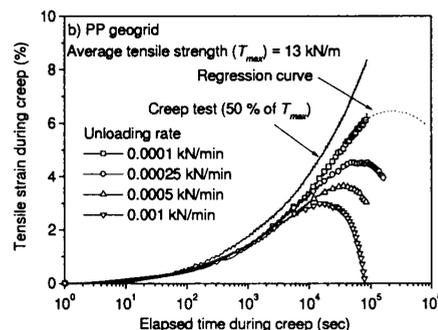


図 5b 除荷中のクリープひずみ時刻歴