

施工時の損傷が高分子補強材の力学特性に及ぼす影響

防衛大学校建設環境工学科 学○高村真史 正 宮田喜壽 正 平川大貴
French Military School of St Cyr JACOB Patrick

1. はじめに

高分子補強材を用いた補強土構造物は様々な方面で活用されている。その設計法は世界的に限界状態設計法に移行しているが、高分子補強材の設計引張り強さの評価法には信頼性の考えは十分に導入されておらず、整合性の確保に課題がある。本文では、設計引張り強さの評価法の課題について考察し、施工時の損傷が高分子補強材の力学特性に及ぼす影響を調べた実験結果を報告する。

2. 高分子補強材の設計引張り強さの評価法の課題と本研究の内容

現行の設計法では次式で高分子補強材の設計引張り強さを評価している。

$$T_d = T_{ult} / (F_1 F_2 F_3 F_4) \tag{1}$$

ここで、 T_{ult} :製品基準強度、 $F_1 \sim F_4$:クリープ、耐久性、施工中の損傷、接合部の強度低下に関する材料安全率。各種材料安全率は独立された試験で評価される。この評価法の課題として、使用条件に関わらず一定の材料安全率が用いられる点と、各種強度低減要因の複合効果が考慮されていない点が挙げられる。

3. 実験の概要

本研究では、研究の第1段階として、施工時の損傷が引張り強さとクリープ変形特性に及ぼす影響を調べた。一連の実験には、PP製のジオグリッド、 $T_{ult}=14.0\text{kN/m}$ を用いた。供試体を損傷させる試験では、粒状土 ($D_{max}=9.5\text{mm}$, $D_{50}=4.8\text{mm}$)を約5cmまき出し、その上にジオグリッドをおいて、さらに同じ種類の粒状土を約5cmまき出した状態で、2.5kgランマーを所定の回数落下させた。落下回数は、0, 42, 84, 125, 167回とした。それに対応する締固めエネルギーはそれぞれ0, 23, 46, 68, 91 kJ/m^2 となる。こうして用意した5段階の損傷レベルのジオグリッドに対し、引張り試験(ひずみ速度1 mm/min)と試験時環境温度の制御による促進クリープ試験を実施した。一連の実験には図-1に示す多機能型引張試験装置を用いた¹⁾。

4. 損傷レベルと引張り強度・クリープ変形特性

5種類の締固めエネルギーで損傷させたジオグリッドの表面写真を図-2に、その表面粗さ解析結果を図-3に示す。本研究では、次式で定義される表面粗さを損傷レベルの評価指標DF(Damage Factor)として用いる。

$$DF = (1/n) \sum_{i=1}^n |d_i| \tag{2}$$

ここで、 d_i は位置*i*における供試体表面の相対高さ、 n はデータ数である。このDFと締固めエネルギーの関係を図-4に示す。両者の関係はほぼ線形で、締固めエネルギーが大きいくときほど損傷の程度が大きくなる傾向を定量的に表現できる。

引張り試験の結果を図-5に示す。損傷試験時のエネルギーが大きいくときほど、測定される引張り強さのばらつきが大きくなった。図中のMode1~3は観察された破壊モードの種類を表し、損傷レベルが小さいときには横リブに沿って破断する破壊モード(Mode 1)が主であるが、損傷レベルが大きくなるにしたがい、横リブにクワックを伴う破壊モード(Mode 2)、縦リブで破断する破壊モード(Mode 3)が観察された。

クリープ試験の結果を図-6に示す。ひずみレベルが10%を超えるような変形レベルになると、損傷の影響がみられるが、一般的な補強土構造物で観察されるひずみレベル3%以下では、損傷の影響は小さいことが明らかになった。

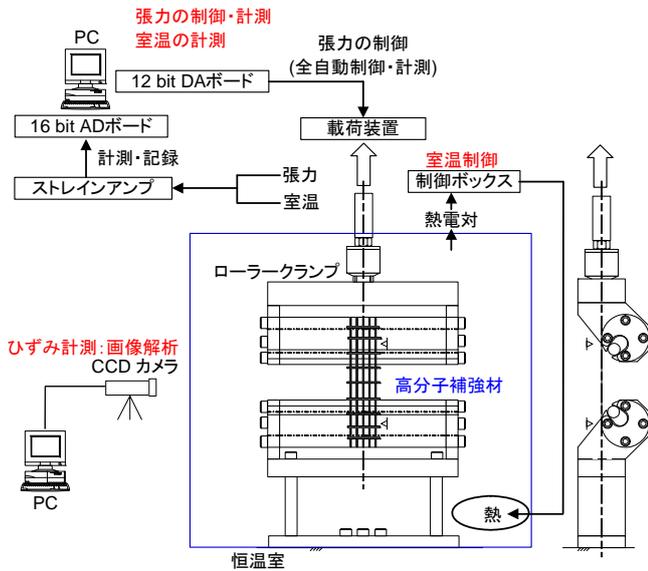


図-1 多機能高分子補強材引張り試験装置

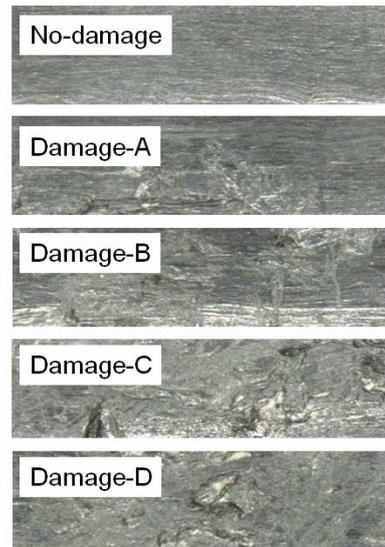


図-2 損傷した高分子補強材の表面

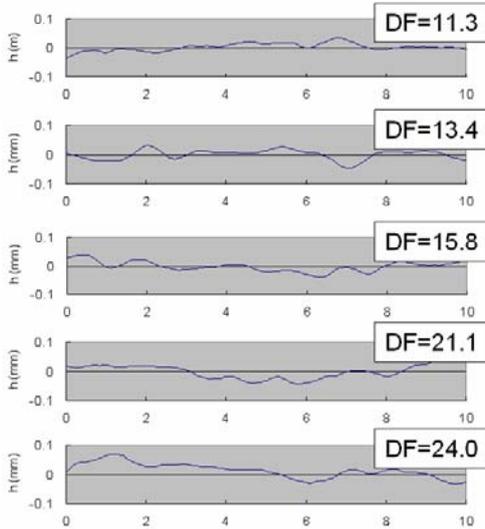


図-3 損傷した補強材の粗さ解析と損傷指標

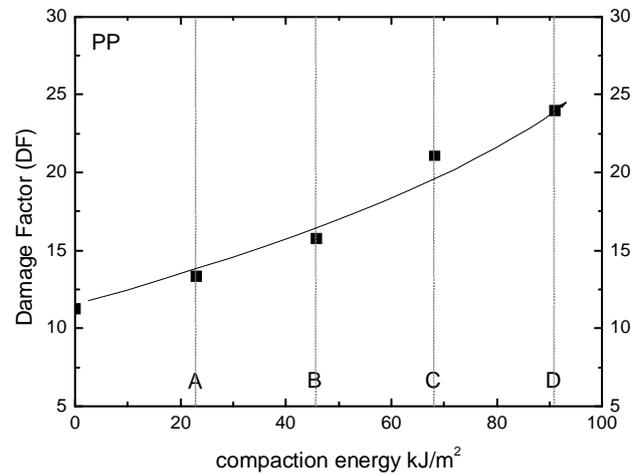


図-4 締固めエネルギーと損傷指標

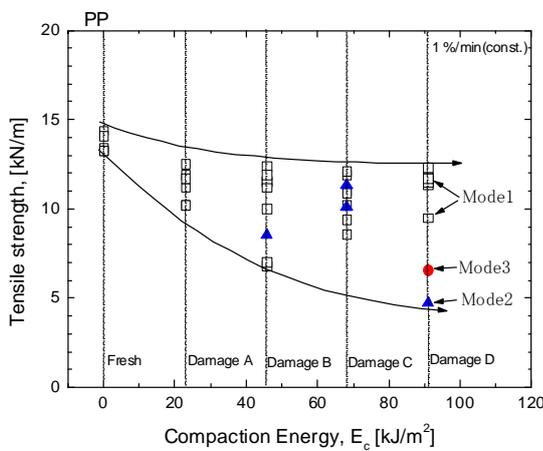


図-5 引張り試験結果

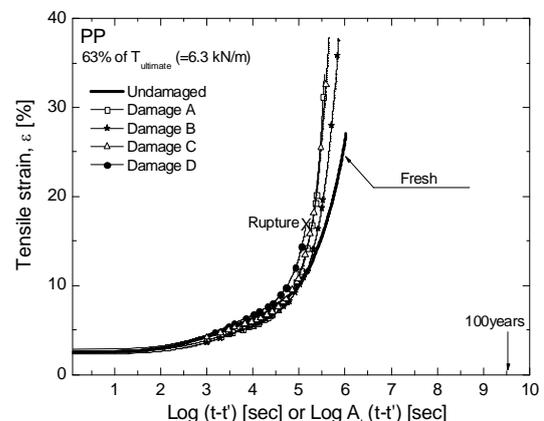


図-6 クリープ試験結果

謝辞：本研究は、科学研究補助金(21360229)による研究成果である。

参考文献：1) 平川大貴, 宮田喜壽：促進クリープ試験によるジオグリッドの長期クリープ変形量の評価, ジオシンセティックス論文集, pp.83-89, 2009.