

東京大学 大学院 学生員 ○安藤裕元
 東京大学生産技術研究所 正会員 龍岡文夫
 地盤調査事務所 小野義久

1. はじめに 伸張補強材として不織布(Unwoven Geotextile)を用いた補強土の安定解析を行う上で、不織布の材料特性、特にその引張り特性を把握することは重要である。そこで、不織布の引張り特性を調べる試験法を確立するためにさまざまな条件での引張り試験を行った。さらに、補強土中の状態をシミュレートした不織布の引張り試験装置を開発し、引張り特性を調べた。今回はこれらの結果について報告する。

2. 試験方法の確立 実験に使用した不織布は1984年に作成した補強盛土¹⁾に用いた不織布と同種類のものである。また、不織布の引張り特性には異方性があることがこれまでに判明している²⁾ので、繊維の長手方向の一方に引張り試験を統一した。前述の実際の補強盛土においても不織布の長手方向に引張り力が働くように不織布が配置されている。

不織布の持つ引張り特性に影響を及ぼす要因を調べるために、①引張り速度、②試験体の長さ L 、③試験体の幅 W 、の3つの条件を変えて引張り試験を行った。図-1に引張り速度を変えて引張り試験を行った結果を示す。図にある $W/L(\text{cm}) \approx \infty/3$ とは、長さ $L=3\text{cm}$ 、 $W \approx \infty$ (中空円筒、図-4参照)の試験体を用いたことを意味している。図より引張り速度が $1.0\%/min$ 以下では、引張り特性に大きな違いはみられないが、引張り速度が大きくなるに従ってピーク強度も大きくなることから分かる。図-2は不織布の長さ $L(\text{cm})$ を3, 5, 10, 20とした時の引張り試験結果を示したものであるが、それぞれの特性に顕著な違いはみられない。一方、図-3は幅 W の違いが不織布の引張り特性に及ぼす影響を調べた図であるが、それぞれの特性に顕著な違いがある。すなわち、同一の長さ $L=3\text{cm}$ の試験体で得られた結果を比較すると、幅が小さいもの程、ピーク強度及び初期の剛性の低下が著しい。特に初期の剛性については $W/L(\text{cm})$ が $20/20$ や $30/3$ のものでさえも $W/L \approx \infty/3$ 及び $W/L = \infty/3$ (平面ひずみ試験、詳細は後述)と比較するとその剛性はかなり小さい(図-3(a)、図-6参照)。以上の結果より不織布の引張り特性には、引張り速度及び不織布の幅が影響することが判明した。

3. 補強土中にシミュレートした引張り試験 補強材として不織布を用いる場合、不織布は当然土中にあり、①不織布には土によって拘束圧が加わる。また、②長盛土のような土構造物を補強する場合、その長手方向はほぼ平面ひ

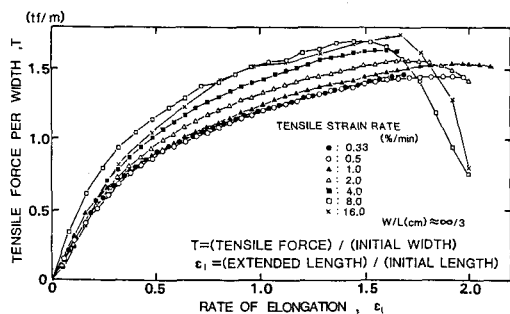


図-1 引張り特性①—引張り速度の影響—

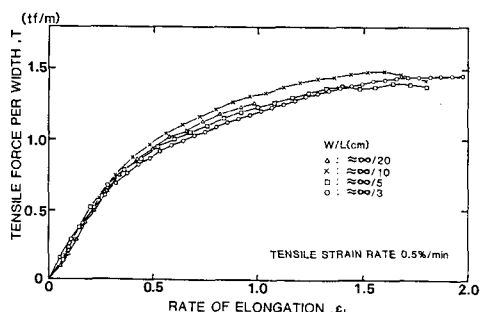


図-2 引張り特性②—試験体の長さの影響—

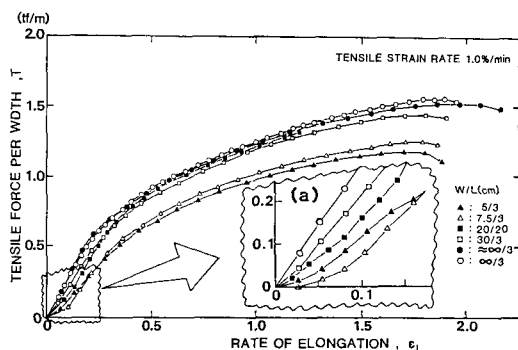


図-3 引張り特性③—試験体の幅の影響—

ずみ状態（不織布の幅Wは一定）になっている。不織布の幅が引張り強度及び剛性に影響することは既に述べた。従って補強材としての不織布の引張り特性を把握するためには、実際の引張り試験もこの2つの条件を満足させて行う必要がある。そこで図-4に示すような装置を新たに開発した。この装置は圧力セル内で中空円筒の不織布にゴムメンブレンを介して内圧 σ_i 、外圧 σ_o 。それぞれ独立の圧力を加えることにより、上述の2つの条件を同時に満足することが可能である。この装置を用いて、(1) $\sigma_i = \sigma_o =$ 一定にした引張り試験（等圧試験と呼ぶ）と(2)円周長一定（幅一定）になるように σ_i を調整（初期状態では $\sigma_i = \sigma_o$ ）した引張り試験（平面ひずみ試験と呼ぶ）の2種類の試験を各拘束圧下で行った。なお、引張り速度は1.0%/minとし、不織布の長さLは3cmとした。また、引張り力はゴムメンブレンの張力及び内圧 σ_i の変化による補正をして求めた。

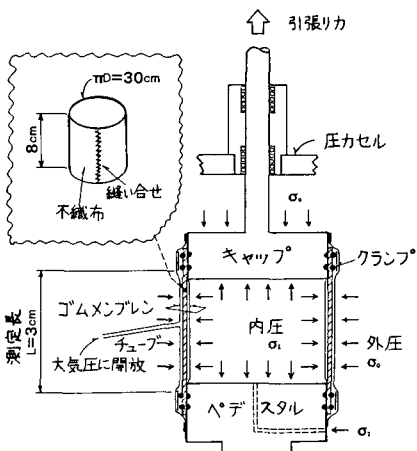


図-4 開発した引張り試験装置

図-5は平面ひずみ引張り試験を外圧 $\sigma_o = 0, 1.0, 2.0 \text{ kgf/cm}^2$ のもとで行った結果を示したものである。拘束圧が大きくなるに従って、ピーク強度及び初期剛性が増加している。また、同時に内圧の発生量 Δu も大きくなっている。これは化学繊維が拘束圧の作用によってお互いに接触度を高め、その相互のすべりが摩擦抵抗によってある程度抑えられたことによるものと思われる。図-6は(1)(2)の試験条件の違いが引張り特性に及ぼす影響を示したものである。 R_t はピーク強度、 $(Et)_{0.15}$ は $\epsilon_1 = 0.15$ の時の割線変形係数に不織布の厚さを掛けた値を示している。2つの試験法による結果の差は小さい。これは測定長が3cmと短いため、等圧試験でもキャップ、ペダスタルが不織布の内側へのたわみを拘束するため、試験体の平面ひずみ条件（円周長一定の条件）がほぼ満足されていることを示唆するものである。

4. まとめ 不織布の引張り特性は、引張り速度、不織布の幅、拘束圧等によって大きな影響を受けることが今回の研究で明らかになった。この他にクリープの影響も調べたが、他の機会に紹介することにする。今後、これらの結果を用いて補強盛土の安定解析を行う予定である。

（謝辞） 今回の実験を実施するにあたり、三井石油化学工業(株)の岩崎高明、末永昭紀、小林是則の各氏には種々の便宜をはかていただいた。ここに謝意を表します。（参考文献） 1) 中村・田村・龍岡・佐藤・岩崎・内藤：不織布で補強した関東ロームの試験盛土の施工，第39回土木学会年次学術講演会，Ⅲ-189，1984。 2) 龍岡・佐藤・岩崎・山田・内藤：不織布で補強した関東ロームの試験盛土の挙動，土木基礎，Vol.31, No.9, 1983。

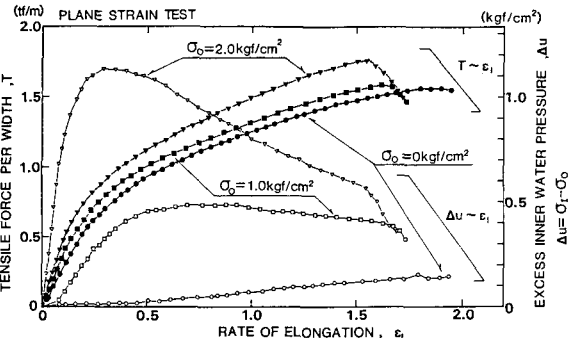


図-5 平面ひずみ引張り試験結果

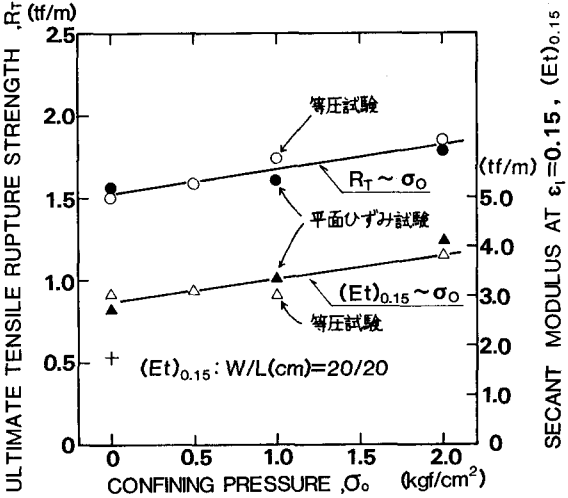


図-6 ピーク強度及び初期剛性と拘束圧の関係