

キーワード：拘束引張り試験、二軸引張り試験、不織布、織物、編物

概要

不織布や織物、編物等の繊維材料は広範な産業用途に用いられています。それら産業用繊維材料には、用途に応じて様々な性能が求められますが、とりわけ力学的な特性は基本的、かつ重要な性能の一つです。通常、面状の繊維材料の力学特性は、単一の軸方向の引張り試験で評価するのが一般的です。しかし、用途によっては一方の軸方向が拘束された状態で、もう片方の軸方向に応力を受けたり、あるいは二軸方向に同時に応力を受ける場合があります。前者の場合には一軸拘束・他軸引張り時の特性把握が必要であり、また後者の場合には二軸同時引張り時の力学特性の評価が求められます。

二軸引張り試験機は、上述のような特殊な条件下における面状材料の力学特性を評価する試験機です。ここでは、試験機の概要ならびにジオシンセティックス（土木用繊維・高分子材料）などの試験結果を例示して解説します。

二軸引張り試験機の仕様

この試験機は、図1に示すようにX軸・Y軸が個別にコンピュータ制御されており、X軸を自動荷重 - ひずみ制御で荷重拘束し、Y軸に荷重をかけて引張る拘束引張り試験（一軸拘束・他軸引張り試験）および X軸・Y軸に均等に同時に荷重を負荷する二軸引張り試験に対応できます（図1は拘束引張り試験を例示）。試料のつかみ部は正方形試料に対し、試料の1辺当たり各4個のチャックで均等に把持し、試験時に各チャックが試験片の自由変形に応じて連動し、移動できる機構になっています。試験機的主要仕様は次の通りです。

- 有効試験片寸法：最大 200mm × 200mm
- 最大荷重容量：X軸、Y軸ともに 49kN
- 最大測定変位：X軸、Y軸ともに 400mm
- 引張り速度範囲：0.1 ~ 500mm/min
- 試験温度範囲：-20 ~ 200

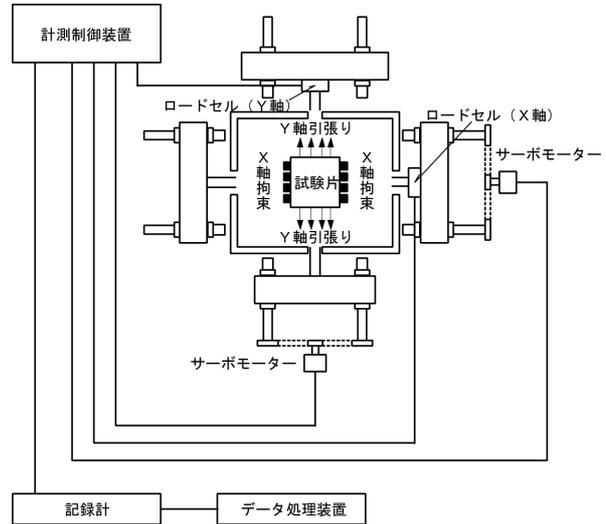


図1 二軸引張り試験機概念図

代表的な試験例

土木用途で利用する繊維、高分子材料をジオシンセティックスと総称します。盛土の補強材として使用するジオシンセティックスの場合、材料の引張り強度は設計時に不可欠なパラメータです。また単に強度だけではなく、その変形特性がきわめて重要であり、特に、実際の土中での挙動を反映しうる方法による評価が必要です。通常の引張り試験と土中での挙動を比較した場合、大きな相違は土による拘束の有無です。土中では土による拘束を受けるので、拘束状態での引張り特性の考察が重要となります。表1は、粘性土盛土の補強材に使用する立体編物とプラスチックコアタイプのジオシンセティックスに関し、通常の引張り試験と拘束引張り試験の結果を比較したものです。どちらの試験も試験片寸法 200mm × 200mm、引張り速度 100mm/min の条件で試験を行っています。上記の2材料は、通常の引張り試験ではネッキング現象が生じ、ひずみ特性はその影響を受けます。表1の結果では、両試験における破断時の引張り強さに大差はないものの、拘束引張り試験では伸び率が減少しています。すなわち、拘

表 1 拘束引張り試験例

試料	通常の引張り試験		伸び率 (%)	拘束引張り試験		伸び率 (%)
	引張り強さ (kN/m)			引張り強さ (kN/m)		
	5%伸長時	破断時	5%伸長時	破断時		
立体編物	24.0	79.9	18.1	28.3	68.5	13.1
プラスチックコア	43.5	82.8	32.1	68.3	89.3	12.7

束状態ではネッキング現象が生じず、低ひずみ時の強度が増し引張り剛性が增大することがわかります。拘束引張り試験時の両材料の破断時伸び率は15%以下であり、一方、乱れた粘性土が最大強度を示す時の破壊ひずみは約15%なので、このことから、土中における両材料のひずみ特性は粘性土に対して調和のとれた関係にあることが考察されます。

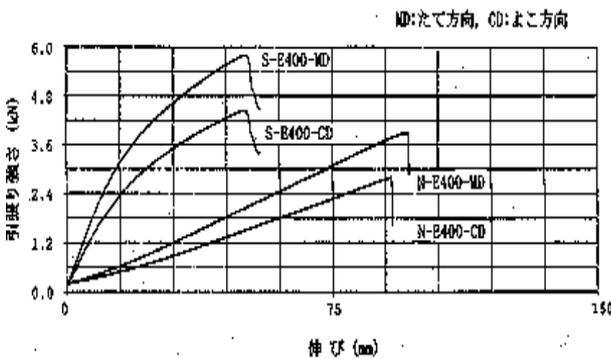


図 2 不織布の二軸引張り試験結果

図 2 はポリエステル製спанボンド不織布 (S-E400) と短繊維不織布 (N-E400) の二軸引張り試験における引張り強さ - 伸びの関係を示します。不織布は、それぞれ厚さ 4mm、単位面積質量 400g/m² であり、試験片寸法 200mm × 200mm、X・Y 軸の引張り速度 100mm/min の条件で試験を行っています。試験の状況を図 3 に示します。図 2 の結果から得られる最大ひずみ値は、通常の引張り試験時の 30 ~ 40% に相当します。元来、不織布は引張りひずみの大きいことを特徴とする材料ですが、二軸方向に同時に荷重が作用した場合には、著しくひずみが低減することがわかります。

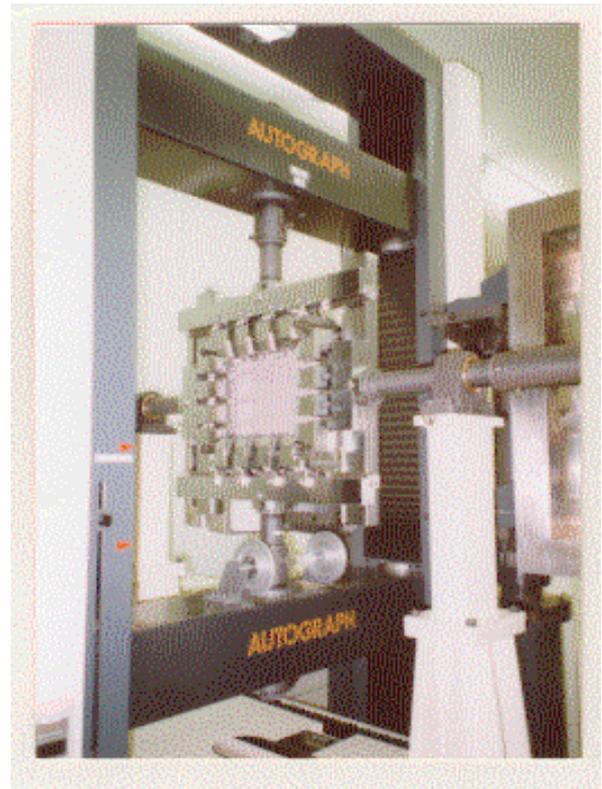


図 3 二軸引張り試験の状況

用途

二軸引張り試験機は繊維材料だけではなく、厚さ 20mm までの各種面状材料に適用可能です。ここで紹介した盛土補強用途のジオシンセティックス、あるいは港湾の護岸工事に用いる防砂シートの評価に利用できます。ジオシンセティックス分野に関するものでは、廃棄物最終処分場に用いる遮水シートや保護用マットは、従来に比べてより一層高度な材料評価が求められる傾向にあり、今後この試験機を利用した評価が考えられます。その他、膜材料やルーフィング材料などの建築資材や自動車関連材料、各種複合材料の力学特性評価に利用されています。

参考文献

- 1) 日本繊維機械学会不織布研究会編、不織布の基礎と応用