

III-849 連続長繊維混入土の変形強度特性の異方性

東京工業大学
東京理科大学
五洋建設（元東京理科大学大学院）
東京理科大学大学院
東京理科大学大学院

正 桑野 二郎
正 今村 芳徳
正 ○櫻井 実
学 今成 達郎
学 木村 隆之

1. はじめに

砂に連続した繊維を絡ませる連続長繊維混入土による構造物は、繊維を3次元的にかき混ぜたようなものになるといわれているが、実際には、その施工方法から繊維の打設方向が一定となり、堆積層をイメージしたようなものになる。そのため、繊維の打設する角度によって、変形強度特性に強い異方性が認められている。そこで、連続長繊維混入土の単純せん断試験を行い、供試体に生じるひずみを考慮して、打設角の補強効果への影響を検討した。また、同時に一面せん断試験も行い、連続長繊維混入土の変形強度異方性を調べた。

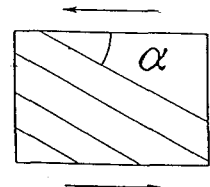


図-1 打設角の定義

2. 試験概要

単純せん断試験装置は文献(1)の通り、正方形のせん断箱要素を積み重ねた積層型の単純せん断試験機である。また、一面せん断試験機は文献(2)の通りである。試料には、比較的粒径のそろった千葉県君津産の山砂（ $D_{50}=0.38\text{mm}$, $U=2.75$ ）、繊維には太さ 0.05mm のポリエステル無撚糸を用いた。供試体の作製については、本補強土専用の供試体作製機を使用し、補強土と繊維を混入していない無補強砂の2種類について、それぞれ打設角 α を 0° から 180° までの6通りに変化させた供試体を用意し、鉛直応力を $0.2, 0.4, 0.8\text{kgf/cm}^2$ としてせん断を行った。また、せん断中は、鉛直応力を一定に保ち、単純せん断試験はせん断ひずみ γ の増分が約 $1\%/min$ のひずみ制御方式とし、一面せん断試験はせん断箱下段を 0.25mm/min で押すことによりせん断力を与えた。

3. 試験結果

試験により得られた応力～ひずみ関係では、 45° が最も強くでており、 0° や 135° はせん断抵抗が小さかった。

また、せん断ひずみと鉛直ひずみから、図-3のようにひずみのモール円を描いて、供試体に生じるひずみの状態を調べた。この円から、供試体の中での最小主ひずみ方向 ξ を求めることができる。最小主ひずみ方向 ξ とせん断ひずみの関係では、繊維の打設角によらず、せん断をはじめてすぐに、水平面から 50° 近辺に収束している。つまり、 50° あたりが最も引っ張られる方向であることになる。

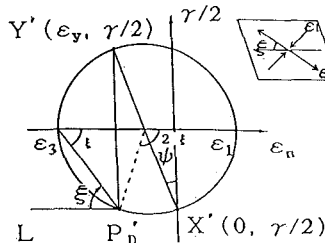


図-3 ひずみのモール円

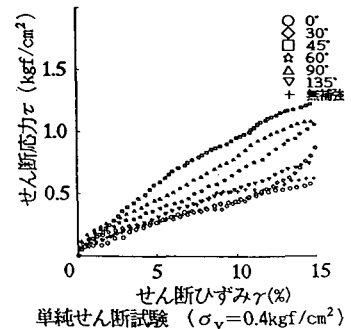


図-2 せん断応力～せん断ひずみ

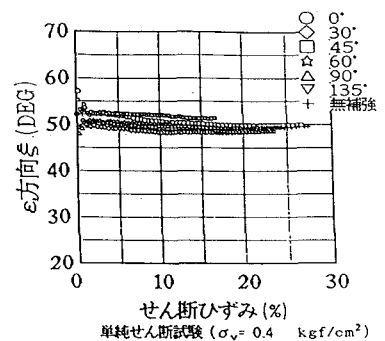


図-4 最小主ひずみ方向～せん断ひずみ

今回行った単純せん断試験では、破壊に至るまでせん断を行えなかったため、せん断強さを求めることが出来なかった。そこで、図-5のようにせん断ひずみ $\gamma=5\%$ 、 15% でのせん断応力を打設角ごとに比較した結果、打設角が最小主ひずみ方向に近い、 45° のときが最も強くなった。従って、本補強土は、補強材である繊維を最小主ひずみ方向に打設すると、最も強さを発揮することになる。このとき繊維は引張りに対して最も有効に抵抗し、土を拘束することができ、その結果、せん断抵抗が大きくなったと考えられる。また、せん断ひずみ 5% 、 15% での連続長繊維混入土と砂のみの無補強砂のせん断応力を比較すると、両者は同じ様な異方性を示した。

また、一面せん断試験から、同様に打設角ごとに最大せん断応力を比較すると、単純せん断試験と異なり、図-6に示すように $\alpha=90^\circ$ で強度が最も高くなった。従って、破壊面に対しては、繊維は垂直に入っているほうが強度は増加すると考えられる。

ここで、単純せん断試験において供試体の土圧係数を 0.5 、砂の内部摩擦角を 30° と仮定し、破壊面が水平面となす角度を求めてみた。その結果、図-7のように破壊面の角度 θ_f は 38° となり、破壊面に垂直な角度は、水平面から 52° となった。従って、破壊面と繊維の打設角との関係に着目すると単純せん断試験結果と一面せん断試験結果とは良く対応しているといえる。そして、単純せん断試験で、ほぼ破壊面に沿って打設されたと思われる、無補強砂の 135° では、実際には 0° で打設されたものよりもせん断抵抗は小さくなった。また、特にせん断初期において、 $\alpha=45^\circ$ におけるせん断抵抗の増加が顕著に見られた。

4. まとめ

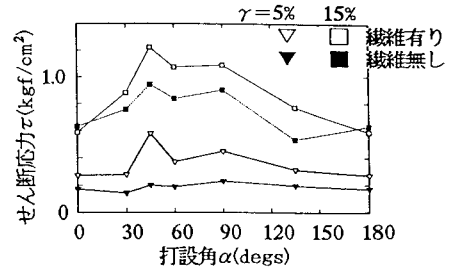
単純せん断試験結果から、連続長繊維混入土には、強い強度異方性があり、繊維を最小主ひずみ方向に打設すると、最も強さを発揮した。また、今回用いた一面せん断試験機では、破壊面に着目すると、単純せん断試験に対応する結果が得られた。今後、破壊形態を考慮し、有効な打設角についての検討が必要と思われる。

5. 謝辞

本研究に際し、御助力頂いた日特建設㈱の菊地洋司氏、中山守人氏、堀江直樹氏に感謝の意を表します。

参考文献

(1) 桑野・小川・櫻井：連続長繊維混入土の単純せん断試験，土木学会第48回年次学術講演会，1993 (2) 桑野・櫻井・木村・今成・菊地：セメントを混入した連続長繊維混入土の変形強度特性，土木学会第49回年次学術講演会，1994



単純せん断試験 ($\sigma_v=0.4\text{kgf/cm}^2$)

図-5 せん断応力～打設角

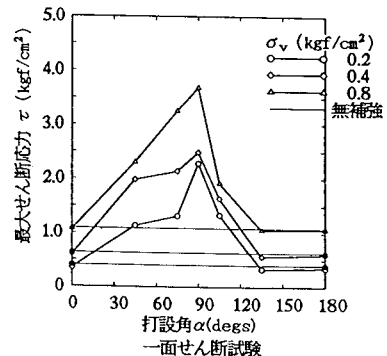


図-6 最大せん断応力～打設角

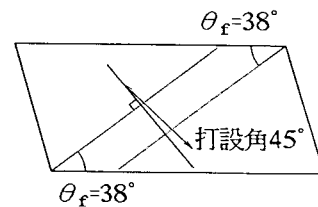


図-7 破壊面と打設角との対応関係