

学生員 ○ 峰 松 敏 和 (日本大学 大学院)

正会員 小 林 一 輔 (東京大学 生産技研)

正会員 魚 本 健 人 (東京大学 生産技研)

1. まえがき

近年、鋼繊維補強コンクリートの施工例が増加しているが、そのなかでも鋼繊維補強コンクリートのせん断強度特性に着目してNATMによって掘進するトンネルの一次ライニングに適用しようとする動きが活発である。しかしながら、コンクリートのせん断強度の標準試験方法が未だ確立されていないため、鋼繊維補強コンクリートのせん断強度特性に関する研究は極めて少ない。そこで本報告では、鋼繊維補強コンクリートのせん断強度試験方法として二面せん断試験と間接一面せん断試験をとりあげ、鋼繊維補強コンクリートならびにポリエチレン繊維補強コンクリートのせん断試験を実施し、この結果に基づいて、以上の2つの試験によって得られたせん断強度の相互関係を検討した。

2. 実験の概要

2・1 使用材料および配合

鋼繊維は、 $0.5 \times 0.5 \times 30 \text{ mm}$ のせん断ファイバーと平均断面積が 0.318 mm^2 で長さが 30 mm の切削ファイバーを用い、さらに比較のために $\phi 0.8 \times 40 \text{ mm}$ のポリエチレンファイバーも使用した。細骨材は富士川産の川砂、粗骨材は最大寸法が 15 mm の岐阜両神産の碎石で、セメントは普通ポルトランドセメントを使用した。なお、コンクリートの配合は、全てのコンクリートともスランプ 8 cm が得られるようにこれを定めた。

2・2 試験方法

二面せん断試験は、 $10 \times 10 \times 40 \text{ cm}$ の供試体を用いて図-1に示すように載荷し、せん断強度は $\tau_2 = P/2A$ として求めた。この治具は従来の二面せん断試験が載荷面全体に載荷するのに対し、せん断面近傍のみに載荷するために供試体下面中央部に働く曲げ応力の影響が小さくなるので従来の二面せん断試験装置よりすぐれていると考えられる。一方、間接一面せん断試験は、図-2に示すような形状寸法の供試体を用いて行ない、せん断強度は $\tau_1 = P/A$ として求めた。この間接一面せん断試験は線載荷で実施する方が望ましいと考えられるが、本実験のように部分載荷とした場合でも、せん断面に働く応力は線載荷の場合とほぼ同じであることが弾性解析の結果得られたため試験が簡便に実施できる部分載荷とした。なお、せん断変形状は、二面せん断試験の場合、鋼繊維を用いた水セメント比50%のコンクリートについて精度 $1/1000 \text{ mm}$ の変位計で測定し、間接一面せん断試験の場合は、鋼繊維およびポリエチレン繊維を用いた水セメント比50%のコンクリートのせん断面の変形をルゲージを用いて測定した。

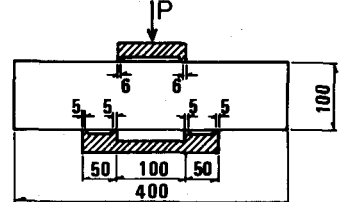


図-1 二面せん断試験方法

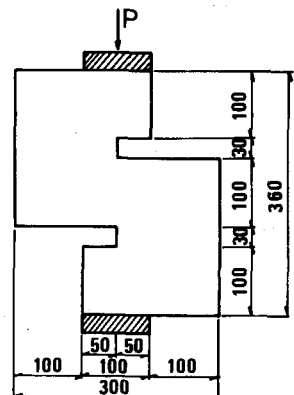


図-2 間接一面せん断試験方法

3. せん断強度とせん断変形状

二面せん断試験と間接一面せん断試験における各種繊維の繊維混入率とせん断強度の関係を図-3に示し、また図-4に各々の繊維補強コンクリートの普通コンクリートに対するせん断補強効果を示す。これらの図より鋼繊維補強コンクリートでは、せん断ファイバーより切削ファイバーの方が補強効果は若干大きい、いづれも繊維混入率の増加に伴ってせん断強度は増大する。またせん断ファイ

バーを用いた間接一面せん断試験の場合を除けば、繊維混入率10%程度までの補強効果が大きく、繊維混入率20%における補強効果は二面せん断試験で1.7倍程度、間接一面せん断試験で2倍強である。さらに、水セメント比の影響に関しては、水セメント比の小さい方が鋼繊維による補強効果が大きいようである。一方、ポリエチレン繊維の場合は、混入率とせん断強度の関係が鋼繊維の場合ほど明確でない。例えば、間接一面せん断試験では混入率20%で最も大きい

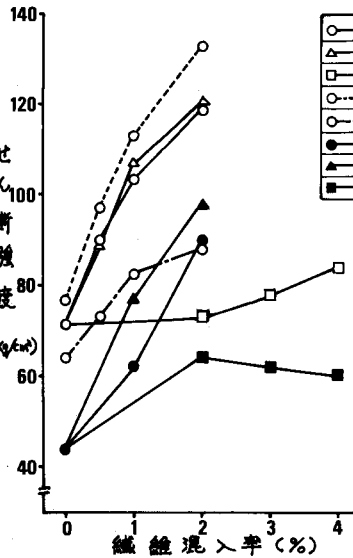


図-3 せん断強度と繊維混入率の関係

○	せん断ファイバー
△	切 削ファイバー
□	ポリエチレンファイバー
○	せん断ファイバー
△	せん断ファイバー
□	せん断ファイバー
○	せん断ファイバー
△	せん断ファイバー
□	せん断ファイバー
○	せん断ファイバー
△	せん断ファイバー
□	せん断ファイバー

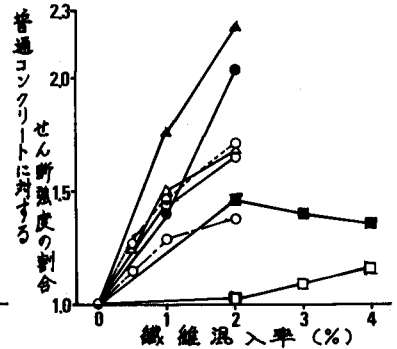


図-4 せん断強度比と繊維混入率の関係

が、それ以上混入しても補強効果は期待できない。次に、これらの二面せん断強度と間接一面せん断強度は、図-5に示すような関係にあり、ポリエチレン繊維に関してはあまり明確な関係がみとめられないが、鋼繊維の場合には両者の間にはほぼ直線的な関係が認められ、しかも二面せん断強度 (t_2) は間接一面せん断強度 (t_1) より若干大きい。図-5より実験式を求めると $t_2 = 0.9t_1 + 20$ と表わすことができる。

図-6および図-7は、二面せん断試験および間接一面せん断試験時の荷重-変形曲線と弾性解析による理論値を同時に示した図である。これらの図より、二面せん断試験における鋼繊維補強コンクリートの荷重-変形曲線はせん断ファイバーおよび切削ファイバーの双方とも最大荷重に達したのち、除々に耐力が低下し、ある変形量で急激にせん断耐力は低下する。一方、間接一面せん断試験における鋼繊維補強コンクリートの荷重-変形曲線は、せん断ファイバーより切削ファイバーの方が、最大荷重は大きい、その後の耐力の低下も若干大きいようである。また、ポリエチレン繊維では普通コンクリートの最大荷重付近で一時的に荷重が低下する傾向がみられる。同様な傾向は曲げ荷重-変形曲線においてもみとめられるものであって、これはポリエチレン繊維のヤング率が小さいためにおこると考えられる。さらに

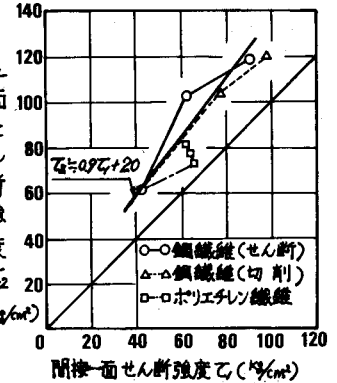


図-5 t_2-t_1 の関係

弾性解析による理論値と実験値は間接一面せん断試験においては良く一致しているが、二面せん断試験では理論値と実験値が一致しなかった。この原因は、載荷面積が小さいために、治具がコンクリートに食いこむことによるため、理論値に治具がコンクリートに食いこんだ量を加えると良い一致がみられた。

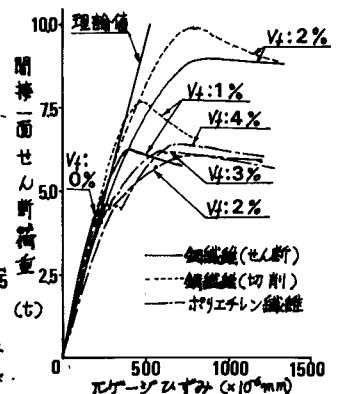


図-6 二面せん断試験における荷重-変形曲線

図-7 間接一面せん断試験における荷重-変形曲線

なお、本研究の一部は、昭和54年度文部省科学研究補助金・総合研究A（研究代表者国分正胤教授）を受けて行ったものである。ここに厚くお礼申し上げます。