

東大生産技術研究所 正員 ○ 小林一輔
全 上 正員 伊藤利治

1. ま え が き

主として鋼繊維の形状特性が鋼繊維混入コンクリートの補強効果に及ぼす影響について検討を行なったものである。使用した鋼繊維は、引抜鋼線を切断してつくったA型繊維と、冷延鋼板をせん断してつくったB型繊維の2系統である。A型繊維については、直径を0.15～0.45 mm、長さを10～36 mmとして、アスペクト比を40～120の範囲に変化させたものの合計8種類を使用し、B型繊維は換算径0.5 mm、長さ30 mmのものをを用いた。

2. 鋼繊維の限界混入率

コンクリート中に或る一定量以上の鋼繊維を混入すると、繊維同志がからみ合ってボール状となったり、練りまぜが困難になることなどにより、もはやコンクリート中に繊維を一様に分散させることが不可能となる限界の混入量が存在する。これを限界混入率と定義し、これに影響する諸要因について検討を行なった。

図-1は限界混入率に及ぼすアスペクト比の影響を示したもので、この図より、アスペクト比が100の繊維に対して、60の繊維を用いた場合には約2倍、40の場合には約3倍の限界混入率となり、アスペクト比が限界混入率の支配的要因であることがわかる。一方、コンクリートの性質も限界混入率に影響し、とくに粗骨材最大寸法の影響が顕著である。例えば、最大寸法が15 mmの場合に対して10 mmの場合は約1.5倍、5 mm（モルタル）の場合は約2.5倍の限界混入率となる。コンシステンシーの影響については、スランプが5～15 cmの範囲ではスランプの値が小さいほど限界混入率が大きくなる。

3. 鋼繊維によるコンクリートの補強効果

繊維の混入量を増すとコンクリートの引張強度はほぼ直線的に増加する（図-2）。また、繊維の混入率を一定とした場合、アスペクト比が80程度までは、アスペクト比の大きい繊維を用いるほど引張強度は改善される（図-3）。一方、繊維混入率の増加にともなって toughness は著しく増大し、混入率2.4%ではプレーンコンクリートの値の約40倍に達している（図-4）。toughness はさらにアスペクト比が大きき、直径の太い繊維を用いるほど大きくなり、とくに後者の影響が顕著である（図-5および図-6）。

鋼繊維混入コンクリートにおいて、このような大きい toughness が得られる原因は、荷重の増大にともなってコンクリート部分にひびわれを生じたあとは、繊維のみで引張荷重に抵抗し、しかもこれが徐々に引き抜けながら破壊に至ることによるものである。

4. コンクリートの引張特性改善に有効な鋼繊維の形状特性

以上の実験結果を、繊維混入コンクリートの引張強度を支配するパラメータとされている繊維の平均間隔とコンクリートの引張強度との関係として表わしたものが図-7である。この図から、同一種類の繊維でもその表面状態によって引張強度は大きく左右され、さらにアスペクト比と断面積が同じでも、断面形状が台形状で付着面積が大きいB型繊維の場合に高い引張強度が得られることが明らかであって、繊維とコンクリートとの付着強度の増大を図ることが、鋼繊維混入コンクリートの引張強度の改善を図る上で極めて重要な課題であることを示している。一方において、平均間隔係数を小さくするほど、すなわち、前述のように繊維の混入量を増すほど引張強度が改善されるが、このためには出来得る限り大きい限界混入率が得られるようなアスペクト比の繊維を使用し、これを、粗骨材の最大寸法が小さく、比較のコンシステンシーの小さい配合のコンクリートに混入することが望ましい。たゞし、以上のようにして引張強度の改善を図ろうとすれば、相対的に toughness が減ずることは避けられない。

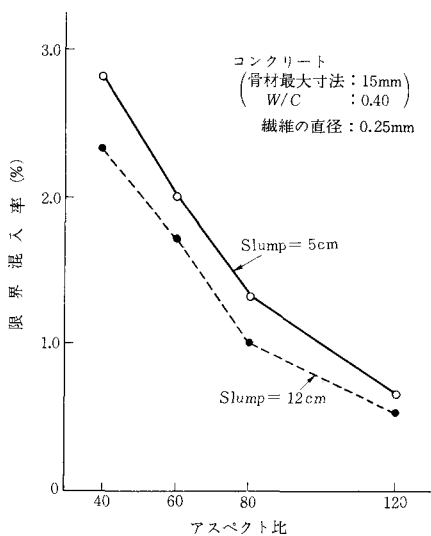


図 - 1 限界混入率とアスペクト比

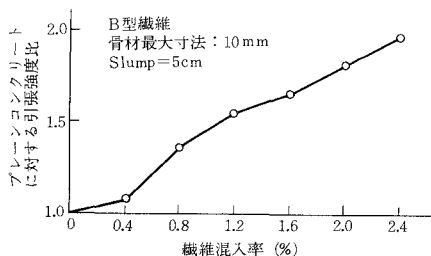


図 - 2 繊維混入率と引張強度

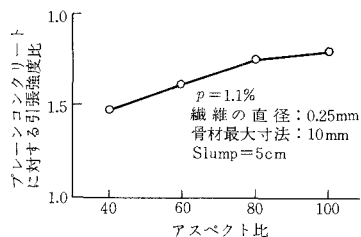


図 - 3 アスペクト比と引張強度

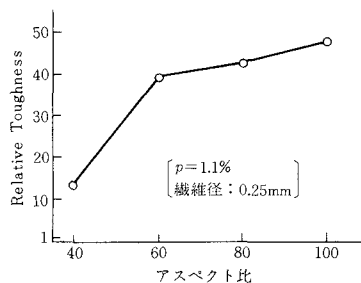


図 - 5 アスペクト比と toughness

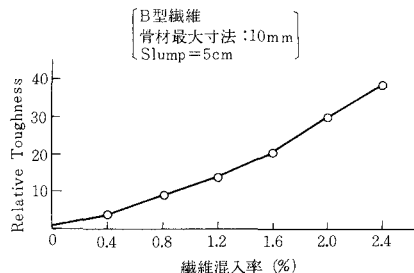


図 - 4 繊維混入率と toughness

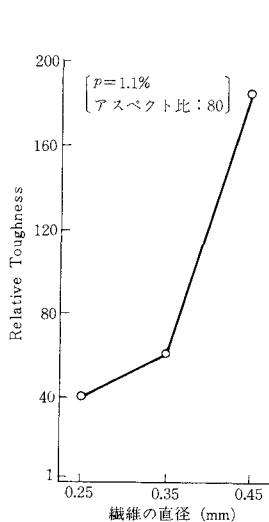


図 - 6 繊維径と toughness

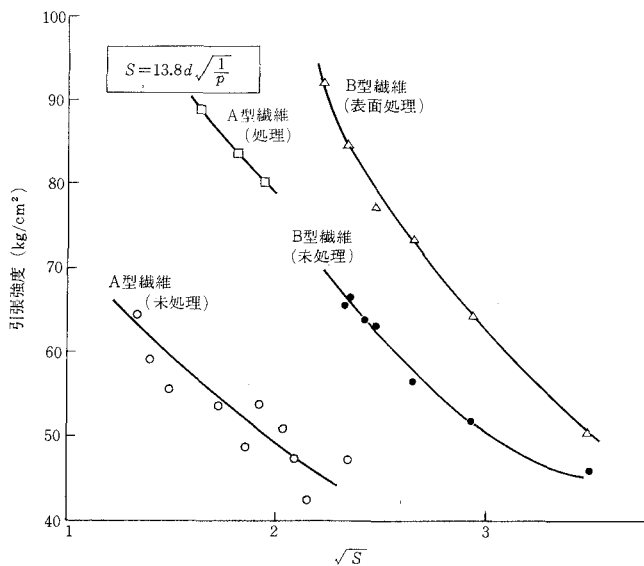


図 - 7 平均間隔係数と toughness