

日本大学大学院 学生員 岡村雄樹

東京大学生産技術研究所 正会員 小林一輔

1. はしき

鋼繊維補強コンクリートの曲げ強度は、鋼繊維の混入率が増加するに従って増大することが一般的に認められている。しかし、この曲げ強度は、コンクリートマトリクスの強度、鋼繊維の形状寸法と混入率、締固め条件などが一定であってもかなり変動する。本文では、この原因をコンクリート中における鋼繊維の分散および配向状態が骨材などの配合要因によって影響されることによるものと考え、粗骨材の最大寸法や細骨材率など配合要因が曲げ強度に及ぼす影響を実験的に検討するとともに、バッチ内における鋼繊維補強コンクリートの曲げ強度の変動に及ぼす諸要因の影響についても調べた。

2. 実験概要

(1) 使用材料：鋼繊維は寸法が $0.5 \times 0.5 \times 30$ mm のせん断品を用いた。粗骨材の最大寸法は 10, 15, 25 mm の種類とし、それぞれ標準強度曲線に入るように調整した碎石を用いた。細骨材は川砂を用いセメントは早強ポルトランドセメントを使用した。

(2) 配合及び供試体の作製：鋼繊維補強コンクリートの配合は、水セメント比が 50 % でスランプは 8 ± 2 cm とした。供試体の成形方法として、試料はその中の鋼繊維の配向状態をなるべく乱すことのないように注意して試料を 2 層にわけて充填し、その締固めは振動台により 4 ～ 5 秒程度行なった。供試体は、 $10 \times 10 \times 40$ cm の角柱体を使用し、各々の条件で 9 本ずつ作製した。

(3) 試験方法：曲げ強度は、所定の養生を終った直後の状態で等分点載荷により求めた。なお曲げ強度試験を終了した試験片を、破壊断面近くの個所で切断し断面の繊維本数を数えて、それを確率統計学的に処理し、分散係数として次式¹⁾によって求めた。 $\alpha = e^{-\psi^2}$ ($\psi = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{n}} / \mu$, $\mu = \frac{\sum x_i}{n}$, n : 要素数, x_i : 要素に含まれる繊維数)

3. 実験結果と考察

図-1 は、粗骨材の最大寸法と鋼繊維補強コンクリートの曲げ強度及び繊維の分散度との関係を示したものである。これによると粗骨材の最大寸法が曲げ強度に及ぼす影響は繊維混入率が 1 % 程度では比較的小さいが、1.8 % 程度になると極めて明確となる。

すなわち 15 mm 程度としたときに最も高い強度が得られるが 25 mm の場合には繊維による補強効果が著しく減殺される。繊維の分散度においても粗骨材の最大寸法が 15 mm 程度で最もその値が大きくなり、上記の傾向とよく一致している。この理由については、粗骨材の最大寸法が大きくなると繊維が一樣に分散しなくなり、局部的に繊維の平均間隔の大きな部分を生ずる結果、鋼繊維補強コンクリートの強度がこの部分によって支配されるためと考えられる。ただし、コンクリートマトリクス中における粗骨材の存在は鋼繊維を均等に分散させる媒体の役割を果たしており、図-1 において、10 mm を用いた場合よりも 15 mm を用いた場合の強度が高くなっているのは、この理由によるものと思われる。図-2 は、細骨材率と鋼繊維補強コンクリートの曲げ強度及び繊維の分散度との関係を示したものである。これによると、細骨材率が曲げ強度に及ぼす影響は繊維混入率が 1 % 程度では比較的小さいが、1.8 % 程度では細骨材率の値を 60 % 程度以上とする

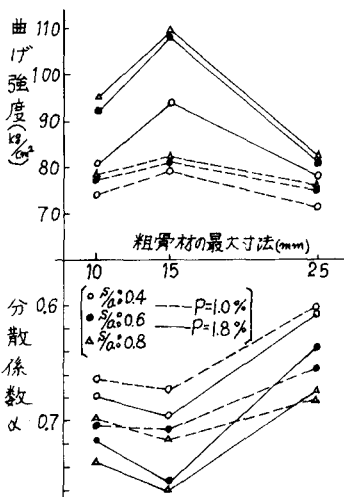


図-1 粗骨材の最大寸法と鋼繊維補強コンクリートの曲げ強度及び分散度との関係

と曲げ強度が高くなっている。このことは、図-2の細骨材率と繊維の分散度との関係で細骨材率の値が大きくなる程、分散度が大きくなる傾向を考慮すれば、粗骨材の最大寸法の場合と同様に、鋼繊維の均等な分散が得られる条件が、即ち曲げ強度を大きくする条件となっていることを示すものである。図-3、4は、それぞれ鋼繊維補強コンクリートの曲げ強度の変動と粗骨材の最大寸法、及び細骨材率との関係を示したものであるが、両者の間に相關関係は認められないようである。図-5は、鋼繊維の混入率と曲げ強度の変動との関係を示したものである。これによると、粗骨材の最大寸法によって変動の程度は異なるが、いずれの場合も繊維の混入率にほぼ比例して、曲げ強度の変動が大きくなる。これは、鋼繊維補強コンクリートの曲げ強度を、マトリクスコンクリートの分担によるものと、鋼繊維によって補強される分とに分けて考えた場合、繊維量の少ない場合には前者の寄与が卓越するのに対し、繊維量の多い場合には後者の寄与が卓越することによるものと考えられる。

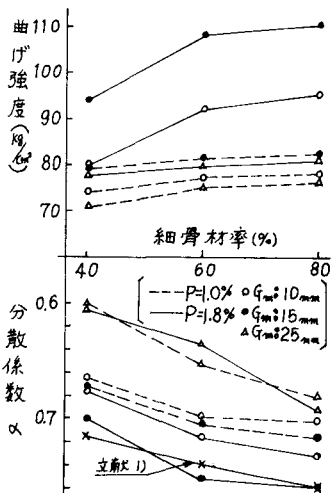


図-2 細骨材率と鋼繊維補強コンクリートの曲げ強度及び分散度との関係

4. 結論

本研究で得られた結果を要約すると、(1)鋼繊維補強コンクリートの曲げ強度は、コンクリートマトリクスの強度、鋼繊維の形状寸法と混入率、締固め条件が一定であれば、粗骨材の最大寸法、細骨材率などの骨材要因によって変化し、長さ30mm程度の鋼繊維を用いて、最も大きな補強効果を得るためには、細骨材率を60%程度以上、粗骨材の最大寸法を15mm程度とすること

が望ましい。(2)鋼繊維補強コンクリートの曲げ強度のバッチ内変動は、(1)と同様な条件下では、主に鋼繊維の混入量によって支配される。

参考文献

- 1) 山王, 小林: 生産研究, Vol. 28, 1976.9.

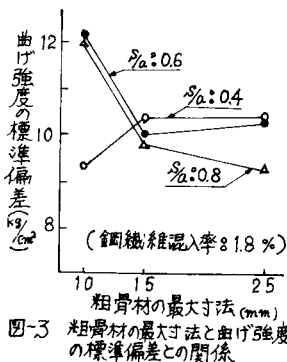


図-3 粗骨材の最大寸法と曲げ強度の標準偏差との関係

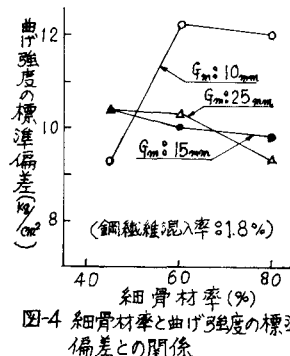


図-4 細骨材率と曲げ強度の標準偏差との関係

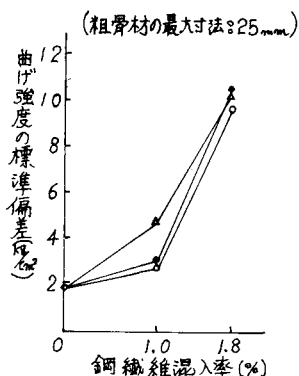
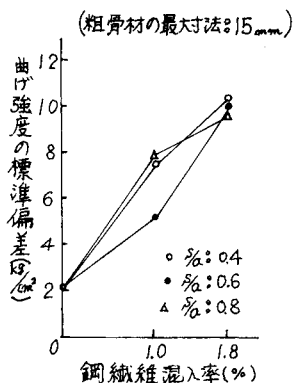
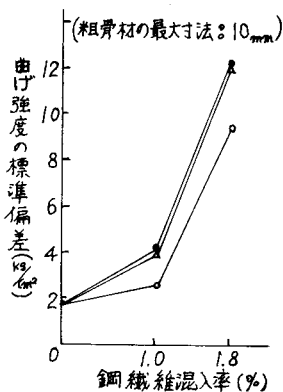


図-5 鋼繊維の混入率と曲げ強度の標準偏差との関係