

## ダブルパンチ法によるSFRCの引張強度評価の試み

日本大学工学部 学生員 ○横尾 彰彦

日本大学工学部 学生員 富塚 勉

日本大学工学部 正 員 原 忠勝

## 1. はじめに

鋼繊維補強コンクリート(SFRC)は、コンクリート中に短い長さの鋼繊維を容積比で1～2%程度混入させたものである。またSFRCは、通常のコンクリートに比べて、引張強度や曲げ強度、じん性などに優れているため、これらの性質を改善させる目的で使用されている。

本実験では、SFRCに対する引張強度試験としての統一的な試験方法がないため、局部載荷重によって生じる横方向の引張力に着目したダブルパンチ引張強度試験<sup>1)</sup>により、SFRCの引張強度を評価しようとするものである。ここでは、両端鉤型繊維を用いて、鋼繊維長を2種類、鋼繊維混入率を5種類に変化させ、ダブルパンチ法による引張強度試験を行ない、主として割裂引張強度との比較検討を行ったものである。

## 2. 実験概要

使用材料は、早強ポルトランドセメント、福島県東白川郡棚倉町産の陸砂（比重=2.58）、福島県東白川郡棚倉町産の砕石（硬質砂岩、Gmax=15mm、比重=2.67）、および高性能減水剤を用いた。また、鋼繊維は、両端鉤型の繊維長=30mm（ $\phi 0.6 \times 30\text{mm}$ 、アスペクト比=50）、および繊維長=40mm（ $\phi 0.6 \times 40\text{mm}$ 、アスペクト比=66.7）の2種類を用いた。

コンクリート配合は、表-1に示すように、水セメント比(W/C)=55%、設計スランプ=10cm、および目標空気量=4.5%の一定とし、鋼繊維混入率に従って細骨材率を変化させた。なお、鋼繊維混入率は、 $V_f=0.0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 \text{ vol.}\%$ の5条件である。

実験では、圧縮、曲げ、せん断、割裂引張、およびダブルパンチ法による引張強度試験を行った。これら各試験のうち、ダブルパンチ引張強度試験は、図-1に示すように、円柱の上下面より支圧板を介して荷重を作用させ、それによって生ずる横方向引張力によって供試体を破壊させる、いわゆる支圧引張強度試験とも言える方法である。なお、ダブルパンチ引張強度試験に用いる供試体は、 $\phi 10 \times 20\text{cm}$ の円柱供試体を切斷したものを用い、支圧板は $2a=25\text{mm}$ のものを使用した。

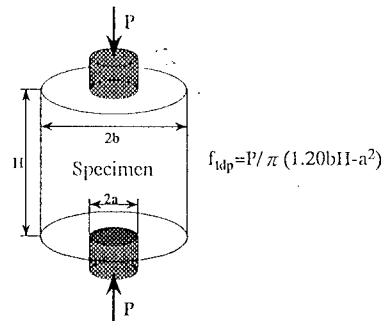


図-1 ダブルパンチ引張強度の概要

表-1 コンクリートの配合表

| Vf(vol.%) | W/C  | s/a  | Unit Weight(kgf/cm^3) |       |        |       |       |        |
|-----------|------|------|-----------------------|-------|--------|-------|-------|--------|
| lf=30mm   |      |      | W                     | C     | S      | G     | SF    | NL4000 |
| 0.0       | 55.0 | 47.0 | 171.8                 | 318.2 | 852.9  | 995.1 | 0.0   | 3.2    |
| 0.5       | 55.0 | 50.0 | 176.7                 | 327.3 | 890.6  | 921.7 | 39.3  | 3.3    |
| 1.0       | 55.0 | 55.0 | 191.5                 | 354.5 | 938.9  | 795.1 | 78.5  | 3.5    |
| 1.5       | 55.0 | 60.0 | 206.2                 | 381.8 | 979.9  | 676.0 | 117.8 | 3.8    |
| 2.0       | 55.0 | 65.0 | 225.8                 | 418.2 | 1000.3 | 557.2 | 157.0 | 4.2    |
| lf=40mm   |      |      |                       |       |        |       |       |        |
| 0.0       | 55.0 | 47.0 | 168.6                 | 318.2 | 852.9  | 995.1 | 0.0   | 6.4    |
| 0.5       | 55.0 | 50.0 | 173.5                 | 327.3 | 890.6  | 921.7 | 39.3  | 6.5    |
| 1.0       | 55.0 | 55.0 | 187.9                 | 354.5 | 938.9  | 795.1 | 78.5  | 7.1    |
| 1.5       | 55.0 | 60.0 | 202.4                 | 381.8 | 979.9  | 676.0 | 117.8 | 7.6    |
| 2.0       | 55.0 | 65.0 | 221.6                 | 418.2 | 1000.3 | 557.2 | 157.0 | 8.4    |

### 3. 実験結果および考察

圧縮強度は、 $V_f = 0.0 \text{ vol. \%}$  の場合  $280 \text{ kgf/cm}^2$  程度で、混入率の増加にともない、 $V_f = 1.0 \text{ vol. \%}$  (約  $350 \text{ kgf/cm}^2$ ) まで増加傾向を示したが、 $V_f = 1.5, 2.0 \text{ vol. \%}$  の場合は、 $V_f = 1.0 \text{ \%}$  までに比べその傾向が示されず、若干の増加傾向にとどまった。

図-2は、鋼繊維混入率と曲げ強度の関係を示したものである。図に示すように、 $L_f = 30, 40 \text{ mm}$  ともに  $V_f = 1.5 \text{ vol. \%}$  付近に達すると強度の増加が少なくなった。また、せん断強度場合は、 $V_f = 1.0 \text{ vol. \%}$  より同程度の強度となった。

ダブルパンチ法によって引張強度を評価する場合、Chen<sup>1)</sup>は、供試体高さ支圧板直径の比  $H/2a = 4$  を提案している。これより図-3は、 $H/2a = 4$  ( $H = 10 \text{ cm}$ ) における鋼繊維混入率とダブルパンチ引張強度の関係を示したものである。図に示すように、 $V_f = 1.0 \text{ vol. \%}$  程度までは、引張強度の増加が見られたが、繊維長の長い  $L_f = 40 \text{ mm}$  の場合、 $30 \text{ mm}$  の供試体ほど顕著ではなかった。また図-4は、割裂引張強度とダブルパンチ引張強度の関係を示したものである。割裂引張強度とダブルパンチ引張強度は、混入率が少なく、かつ  $L_f = 30 \text{ mm}$  の場合、両者の関係は比較的良く一致する結果が得られた。このことは、繊維長が長くなると、本実験で用いた直径  $100 \text{ mm}$  程度の供試体では、混入率が多くなるにしたがって、繊維が型枠の拘束を受け、分散状態<sup>2)</sup>が悪くなり、鋼繊維による補強効果が少なくなったためと思われる。

### 4. まとめ

SFRCに対する引張強度試験として、統一的な方法がなく、ここでは、ダブルパンチ法の適用を試みた。

本実験条件では、繊維長  $L_f = 30 \text{ mm}$  の場合  $V_f = 1.0 \text{ vol. \%}$  までは引張強度の増加が見られたが、 $L_f = 40 \text{ mm}$  の場合あまり強度増加は見られなかった。これは、鋼繊維が型枠の大きさに拘束されていると考え、ある鋼繊維混入率の範囲内であれば、引張強度の評価試験として適用可能である。今後は、鋼繊維が型枠によって拘束されない大きさの供試体で実験し、ダブルパンチ法による鋼繊維混入率の範囲内を明らかにする必要がある、さらに3次元ではなく、2次元のダブルパンチ法についても検討する必要がある。

### <参考文献>

- 1) Chen, W.F.: "Double Punch Test for Tensile Strength of Concrete", ACI Journal, Proc. Vol. 67, No. 12, pp. 993-995, Dec. 1970.
- 2) 小林: "鋼繊維補強コンクリート", オーム社, 第1版第1刷, July 1981.

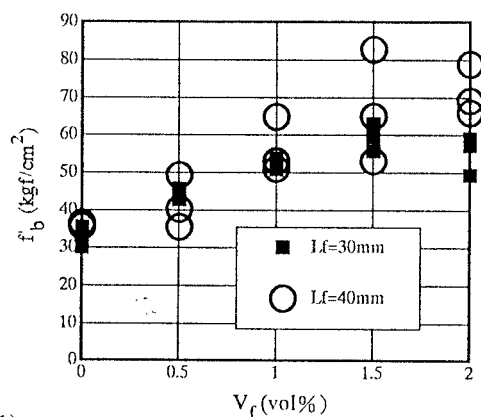


図-2 鋼繊維混入率と曲げ強度の関係

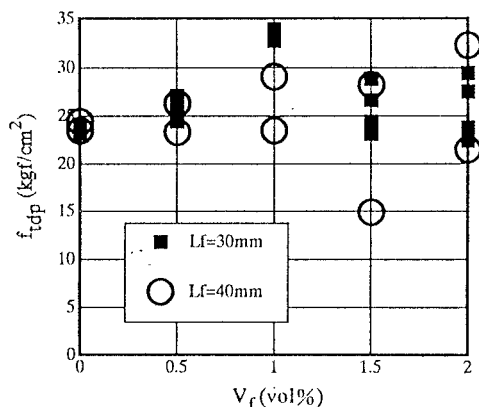


図-3 鋼繊維混入率とダブルパンチ強度の関係

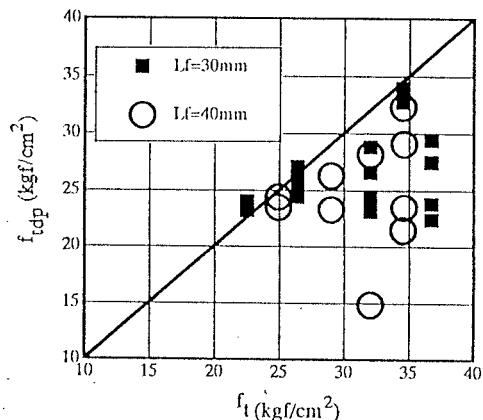


図-4 割裂引張強度とダブルパンチ引張強度の関係