

SFRC 版の衝撃破壊と耐衝撃性に関する実験的研究

金沢大学工学部
金沢大学大学院
金沢大学工学部
日本サミコン

正会員 梶谷 浩
○学生員 外山 正修
石井 裕介
正会員 山本 満明

1. はじめに

SFRC の耐衝撃,特に衝突を受けた場合の終局状態であると考えられている打ち抜き(貫通)についてはあまり研究されていない。¹⁾そこで本研究では,ASTM(American Society of Testing And Materials)によって規定されている鋼繊維に関する試験を行った。さらに,SFRC 版に対して静的試験,衝撃試験を行い,これらの結果についての比較により SFRC 版の打ち抜き評価への利用についても検討を行った。

2. 試験概要

ASTM 試験は, $\Phi 15.2\text{cm} \times$ 厚さ 6.4cm の円盤状供試体に高さ 45.7cm から重さ 4.5kgf の重錘を落下させ,破壊ま

での回数を測定するものである。²⁾図-1 に ASTM 試験の概要図を示す。また,静的試験と衝撃試験の供試体は 4 辺支持で,いずれの試験においても供試体の中央にそれぞれ载荷および落下するように設置した。また,衝撃試験においては重さ 10.0kgf の重錘を用い,それを繰返し 2m の高さから落下させた。図-2 に SFRC 版の形状を,図-3 に SFRC 版の衝撃試験の概要図を示す。今回用いた鋼繊維はブリジストン社製のタフグリップで,長さ 3.0cm ,直径 0.05cm ,アスペクト比 $1/75$ である。また,用いたコンクリートの圧縮強度は $5086.2 (\text{N}/\text{cm}^2)$, 静弾性係数は $2.56 \times 10^6 (\text{N}/\text{cm}^2)$, 引張強度は $302.4 (\text{N}/\text{cm}^2)$ であった。なお,試験は静的試験においては供試体中央の変位がその供試体の板厚以上に達した時,その状態を貫通と等価と仮定し試験を終了した。

3. 試験結果および考察

(1)ASTM 試験結果

図-4 に ASTM 試験結果を示す。最初のひびわれが入るまでの回数の平均は鋼繊維混入率 V_f の増加に対し,単調に増加している。一方,破壊までの回数の平均は, V_f の増加によって飛躍的に増加していることがわかる。また,どの場合においてもひびわれ面では鋼繊維の破断は認められず,コンクリートと鋼繊維間の付着破壊による引き抜けが観察された。

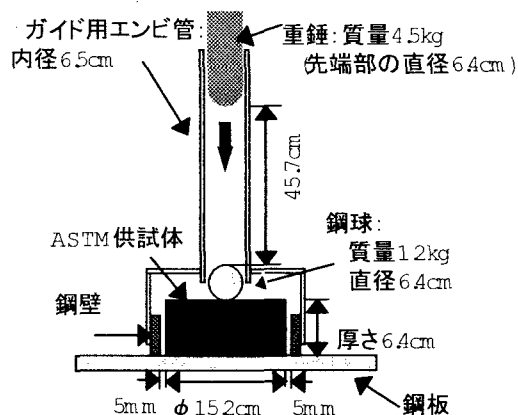


図-1 ASTM 試験概要図

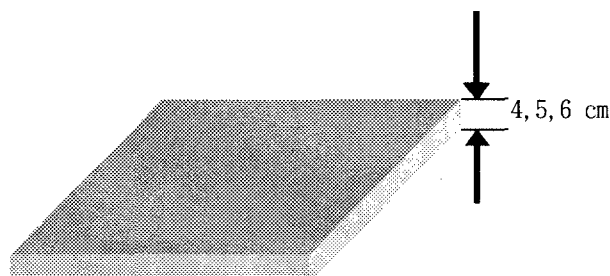


図-2 SFRC 版の形状

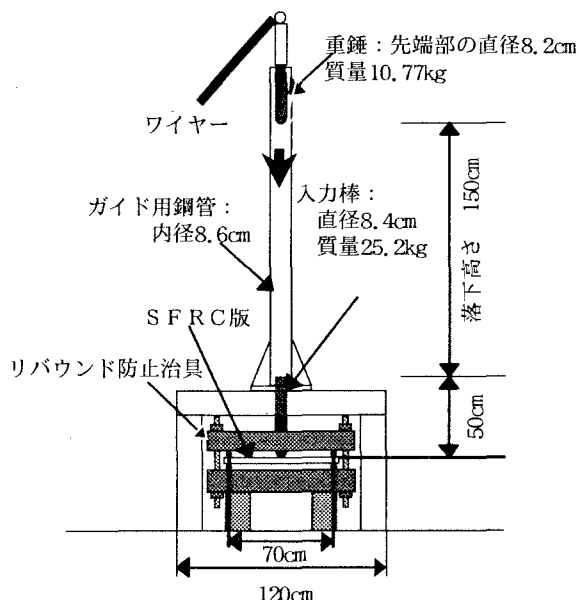


図-3 衝撃試験概要図

(2) 衝撃試験結果

貫通エネルギー U_p の平均と鋼繊維混入率 V_f の関係を図-5 に示す。ここで、図中の貫通エネルギーは $U_p = n U$ (ここに、 U : 衝突エネルギー $-0.5 m v_0^2$ (J) , n : 貫通するまでの錘の落下回数、 v_0 : 衝突落下速度 (m/sec) , m : 衝突体の質量である) であらわされる。これより、どの厚さにおいても鋼繊維混入率が高くなるにつれて、貫通エネルギーは大きくなり版厚が厚いほど貫通エネルギーは大きくなることわかる。図-6 は鋼繊維混入率と ASTM 試験における打撃回数および SFRC 版衝撃試験における貫通エネルギーとの関係を示したものである。なお、 $V_f=0\%$ での打撃回数と SFRC 版の貫通エネルギーで無次元化し、示してある。ここに、 n_c : ASTM 試験において初めのクラックまでの重錘の平均落下回数、 n_{c0} : n_c の $V_f=0\%$ における値、 n_d : ASTM 試験における破壊までの平均落下回数、 n_{d0} : n_d の $V_f=0\%$ における値、 E_4 : 衝撃試験においておのおの厚さ 4cm の SFRC 版の貫通までに要するエネルギー、 E_{40} : E_4 の $V_f=0\%$ における値である。衝撃試験の値 E_4/E_{40} に比べて n_c/n_{c0} は比較的近い値を示しているが、ASTM 試験の n_d/n_{d0} には混入率 V_f が他に比べ非常に大きく影響していることがわかる。

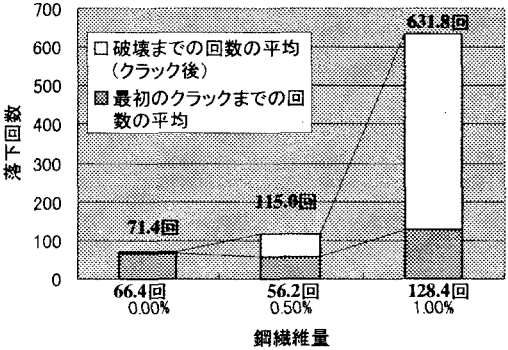


図-4 ASTM 試験結果

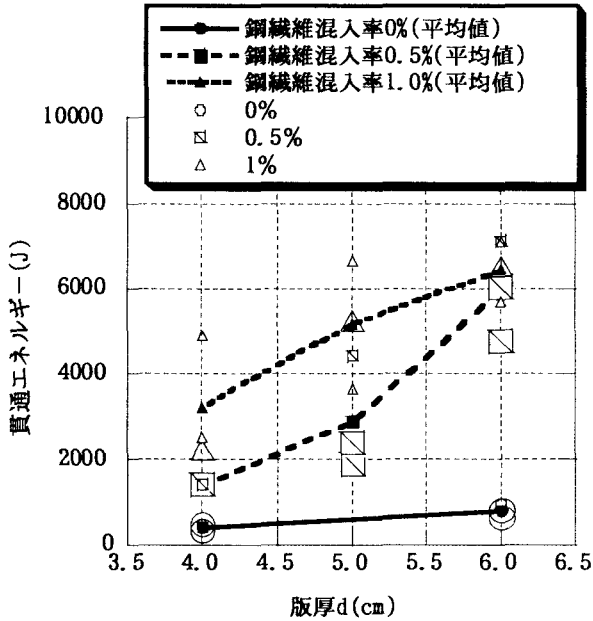


図-5 U_p の平均と V_f の平均

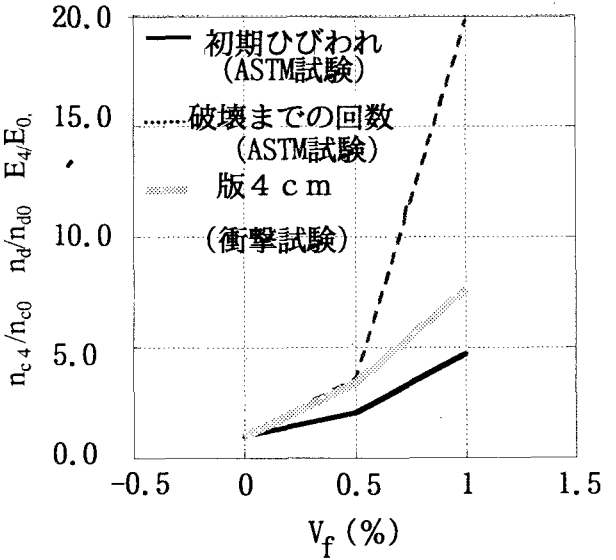


図-6 ASTM試験打撃回数と貫通エネルギー比

4. まとめ

- 本報告は SFRC 版の衝撃実験を中心に検討したが下のようにまとめられる。
- 1) 各種条件下の SFRC 版の破壊状態と貫入エネルギーについて実験的に明らかにした。
 - 2) 鋼繊維補強版では鋼繊維によるコンクリートの靱性が改善され、特に衝撃荷重下においては優れたコンクリート構造であることを実験的に確認した。
 - 3) ASTM 試験と SFRC 版における衝撃試験を比較すると ASTM 試験の方が鋼繊維混入率の増加に伴うタフネス耐力の向上が顕著であった。
- 今後、より詳細な実験と共に、今回の実験の解析を行うことにより、鋼繊維コンクリートにおける打ち抜き(貫通)についてより一般的な評価が行えるように研究を行うものである。

参考文献

- 1) 土木学会：構造物の衝撃挙動と設計法, 土木学会, pp.275~291, 1993.
- 2) ACI : ACI Materials Journal , November-December, pp.588~589, 1988.