

I-539 鋼繊維補強コンクリート版の衝撃による貫通について

金沢大学工学部 正 榎谷 浩
 金沢大学工学部 正 梶川康男
 富 山 県 伊藤彰規

1. まえがき

鋼繊維コンクリートの耐衝撃性、特に低速度の衝突を受けた場合の部材の終局状態の一つである貫通（打ち抜き）についてはあまり研究されていないのが現状である。著者らは落石により衝撃を受ける落石覆工について研究を進めてきているが、覆工の限界状態としては構造全体の崩壊の他に屋根部スラブの打ち抜きもその一つと考えられる。鋼繊維コンクリート版の貫通に関する耐衝撃性能が明らかになればより安全性の高い覆工の設計に役立つと考えられる。そこで本研究では、最も基本的な問題として鋼繊維補強コンクリートスラブに対し静的載荷実験ならびに重錘落下による衝撃実験を行い、各種条件下での破壊形式の特徴、スラブの貫通に必要なエネルギーなどの基本的な特性について検討した。

2. 実験方法

実験に用いた繊維は両端部にフックを有し、混合前には水溶性接着材で束ねられている鋼繊維である。用いた鋼繊維の寸法を表-1に示す。以後、本報告では長さ60mmのものをロングファイバー、30mmのものをショートファイバーと呼ぶことにする。ロングファイバーでは鋼繊維混入率 V_f が0.5, 1.0, 1.5%の3種類、ショートファイバーでは0.5, 1.0%の2種類を用いた。プレーンコンクリートを含むと全体で合計6種類である。

実験に用いたSFRCスラブは75cm×75cm×5cmの寸法であり、コンクリートの材料特性値を表-2に示す。鋼繊維の引張強度は1.13GPa、2%ひずみによる降伏強度は1.01GPaである。

衝撃実験装置は図-1に示す重錘自由落下型の実験装置であり、供試体は4辺単純支持の状態に設置した。衝突用の重錘としては円筒状で先端が半球になっている直径81mmで質量が異なる3種類の鋼製重錘（3.60kg、7.24kgと10.78kg）を用い、落下高さを3m（衝突速度：7.67m/s）と一定とし、重錘が貫通するまで自由落下による衝撃載荷を繰り返した。

3. 実験結果および考察

実験により得られた供試体のクラック図の典型的な例を図-2に示す。打撃部分の裏面剥離はプレーンコンクリートスラブ（ $V_f=0.0\%$ ）ではどの場合においても認められたが、SFRCスラブでは完全な裏面剥離は貫通時にしか認められなかった。繊維量が多いほどクラック本数も少なく純粋な貫通に近いことがわかった。貫通後はプレーンコンクリートではクラックの発達により版は完全に分裂し脱落したが、SFRC

表-1 用いた鋼繊維のタイプ

	Length (mm)	Diameter (mm)	Aspect Ratio l/d
Long Fiber	60	0.80	75
Short Fiber	30	0.50	60

表-2 コンクリートの特性値

Compressive Strength (MPa)	Poisson's Ratio	Modulus of Elasticity (GPa)	Tensile Strength (MPa)	Flexural Strength (MPa)
36.7	0.195	26.2	3.31	5.62

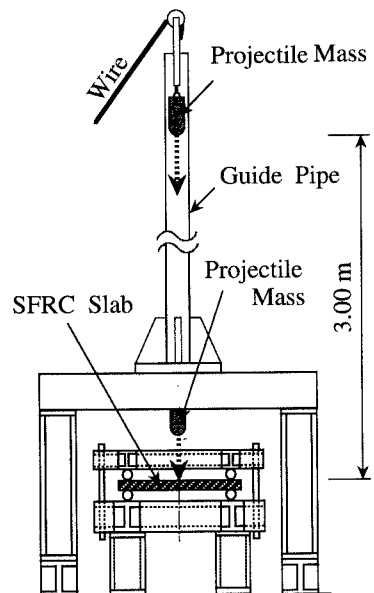


図-1 実験装置

スラブでは分裂して脱落するものはなかった。また、ショートファイバースラブの方がロングファイバースラブに比べ比較的クラック量が多いことが観察された。これはファイバーの引き抜けによるタフネスがロングファイバーの方が大きいためだと考えられる。

図-3は重錘の質量と貫通に要したエネルギーの関係を繊維混入率と繊維タイプ別に示したものである。これより貫通に要するエネルギーは重錘の質量の増加に伴い減少し、繊維混入率の増加に伴い増加することがわかる。ロングファイバーにおいては、 $V_f=1.0\%$ が $V_f=0.5\%$ と $V_f=1.5\%$ の間に位置することが予想されたが、一部この傾向が認められない部分もあった。これは繊維の不十分な分布（特に打撃部分）のためと推測される。また、 $V_f=1.0\%$ だけは重錘の質量の違いの影響はほとんど認められない。

図-4は貫通に要したエネルギーのプレーンコンクリートに対する比 κ と繊維混入率の関係を重錘質量で区別せずに示したものである。ここに、 κ はプレーンコンクリートに対するSFRCスラブの貫通エネルギーの比である。これより、貫通に必要なエネルギーはショートファイバースラブに比べロングファイバースラブの方が非常に大きいことがわかる。 κ の値はロングファイバースラブで5.8~12.0の範囲、ショートファイバースラブでは2.4~4.3の範囲であった。つまりロングファイバースラブの方が貫通に関する耐衝撃性が優れていることがわかる。

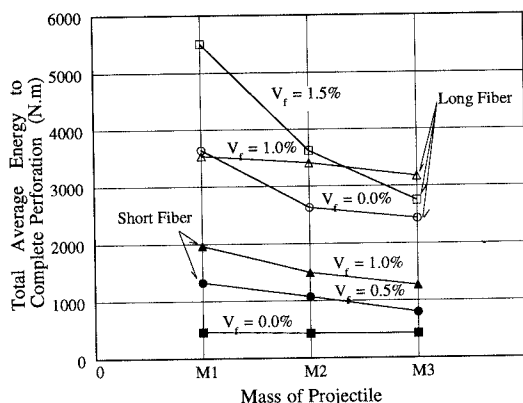


図-3 貫通に要したエネルギー

4. あとがき

本研究では最も基本的な問題としてSFRCスラブの衝撃による貫通実験を行い、破壊形式、貫通エネルギーなどの基本的特性について検討した。今後さらに実験データを蓄積し低速度の衝撃に対する鋼繊維補強コンクリートスラブの貫通の評価に関する一層の研究が必要と考えている。

謝辞 実験ならびにデータ整理にあたって様々な御助力を頂いた井原朋美技術官に謝意を表す。

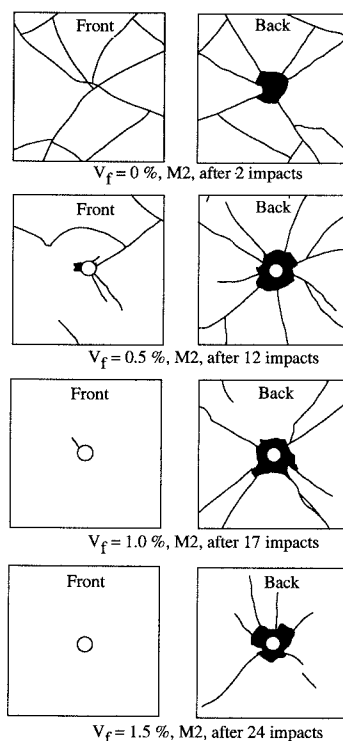


図-2 典型的なクラック
(ロングファイバー, 重錘質量M2=7.24kg)

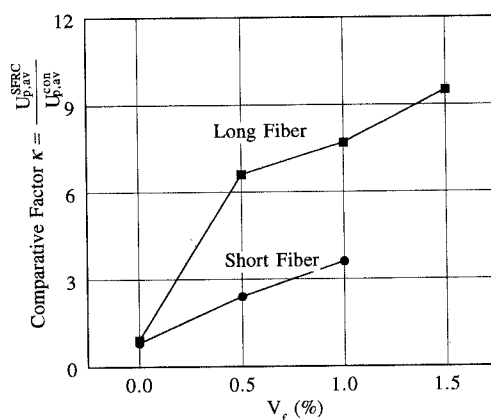


図-4 貫通エネルギーへの鋼繊維の影響