

## 四辺単純支持 SFRC 矩形床板の耐衝撃挙動

専修大学道短期大学 土木科 正会員 三上 敬司 King Mongkut Institute of Technology Piti Sukontasukkul  
 UBC Dept of Civil Eng Sidney Mindess UBC Dept of Civil Eng. Nemkumar Banthia

### 1. まえがき

プレーンコンクリート材料は非等質であるために静的荷重に対して脆性的であり、引張力に対して脆弱でありかつ靱性に乏しいことが上げられ、動的荷重に対しても同様なことが言える。これらの弱点を補うためにはプレーンコンクリート内に鉄筋を配置することはもちろんのこと、ファイバーを混入することによって静的にも動的にも靱性を改善させることができる。静的および衝撃荷重に対する鉄筋コンクリート梁や床版における挙動に関する研究は明らかにされている。一方、静的および動的荷重を受ける繊維補強コンクリート梁の挙動に関する研究は明らかにされつつあるものの、床版の衝撃問題に関する研究は繊維の種類、拘束条件が各エネルギーに及ぼす影響について未だ解明されていない点が多くあるものと思われる。

そこで、本研究ではエネルギー論の観点から重錘落下衝撃力を受ける四辺単純支持 SFRC (Steel Fiber Reinforced Concrete) 矩形床板の耐衝撃挙動に対して、三種類 (Hooked END, Crimped, Flattened END) の鋼繊維補強が及ぼす影響について静的および衝撃実験を行い、Plain 床板と比較検討した。

### 2. 実験の概要

静的実験はプリティッシュ・コロンビア大学土木工学科に設置されている直径 100mm の平底円柱形状の載荷版をもつ最大容量が 1781 kN の万能試験機によって行った。一方、衝撃実験は写真 - 1 に示したように大型衝撃実験装置を用いて行った。衝撃力は質量 578kg の重錘を落下高さ  $H=250\text{mm}$  から自由落下させることによって発生させている。なお、重錘の先端 (Tup) の形状は平底でその直径が 100mm の円である。試験体は形状寸法  $400 \times 400 \times 75\text{mm}$  で、写真 2 に示したように寸法  $300 \times 300\text{mm}$  の鋼製支持台上に単純支持されている。また、重錘が受ける衝撃力は Tup 内に埋め込まれているロードセルによって測定されている。床版中央裏面には床版載荷点直下の変位と床版の慣性力を求めるために加速度計が取り付けられている。両実験データはデータ処理システムに基づいた高速コンピュータによって得られている。表 - 1 は試験体名を示している。これらの試験体名は PL がプレーンを、HE が Hooked END を、FL が Flattened END を、CP が Crimped を、0 は静的載荷、250 は重錘の落下高さ 250mm を意味している。コンクリートの 28 日圧縮強度はいずれの試験体も 40MPa になるように設計されている。

### 3. 実験結果

図 - 1(a), (b) は衝撃力の時刻歴応答を示している。また、衝撃力  $P(t)$  は Tup のロードセルから得られた衝

キーワード：衝撃実験，衝撃力，破壊エネルギー，鋼繊維，床板

専修大学北海道短期大学 (〒079 0197 美唄市光珠内町, TEL 01266-3-0249, FAX 01266 3 3666



写真-1 大型衝撃実験装置



写真-2 四辺単純支持 SFRC 床板

撃力  $P_i(t)$  から床版の慣性力  $P_i(t)$  を差し引いて次式のように求めた。

$$P(t) = P_i(t) - P_i(t) \tag{1}$$

$$P_i(t) = \frac{320}{243} \rho h \ddot{u}_0(t) l_d^2 \tag{2}$$

ここで、 $\rho$  : SFRC 床版の密度、 $h$  : 床版の厚さ、 $\ddot{u}_0(t)$  : 床版裏面中央の加速度、 $l_d$  : 純スパン対角線長さ/2

図-1(a) ~ (d)には各床版における重錘衝撃力（静的荷重）と床版中央変位との関係を示している。また、表-1 には図-1 に示している荷重と変位の関係を積分して求めた静的および衝撃荷重における各床版中央変位 5mm までの破壊エネルギーを示している。PL0

表-1 供試体名および破壊エネルギー

Specimen Designation	Percent volume fraction of fibers (%)	Dropped Height (mm)	Fracture Energy (Nm)
PL0	0	0	0.35
5HE0	0.5	0	299.8
5CP0	0.5	0	208.7
5FL0	0.5	0	286.2
PL250	0	250	98.9
5HE250	0.5	250	297.3
5CP250	0.5	250	284.7
5FL250	0.5	250	208.8

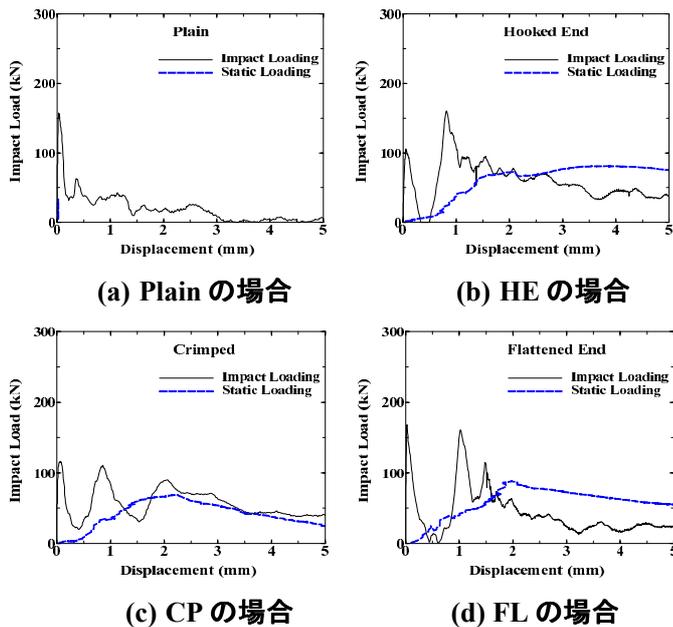


図-1 各床版における衝撃荷重（静的荷重）と変位との関係



(a) Plain の場合(静的) (b) Plain の場合(衝撃)



(c) HE の場合(静的) (d) HE の場合(衝撃)

図-2 Plain および HE における SFRC 床版裏面の破壊パターン

の場合は荷重および変位ともに極微小で瞬間的に脆性破壊

を、PL250 の場合でも変位が微小で卓越した衝撃力が生じてその後変位が 3mm 程度で脆性破壊を生じている。一方、各 SFRC の場合は 静的の場合では放物線的で滑らかな波形を、衝撃の場合では多くのピーク点を持つ波形を示している。この現象は鋼繊維のブリッジング、延性、強度復元によるものと思われる。表-1 に示したように、PL0 における破壊エネルギーは極めて小さく、PL250 の場合では SFRC 床版と比較して 50%以下となりやや小さ目となっている。一方、CP250 の場合では CP0 の場合に比べて 1.4 倍を示し、それ以外の HE および FE の場合は静的の場合に比べてやや小さめな破壊エネルギーを示していることがわかる。図-2(a) ~ (d)は静的および衝撃荷重を受けた Plain, Hooked End の場合の床版裏面の破壊パターンを示している。静的荷重を受ける Plain 床版の場合は床版を 4 分割して脆性的に曲げ破壊を、HE の場合では 6 分割して曲げ破壊を生じているものの、鋼繊維のブリッジング効果によって脆性的には破壊していないことがわかる。一方、衝撃荷重を受ける Plain 床版の場合は床版を 5 分割して脆性的に曲げによって破壊される。図-1 の結果により、HE の場合は前述したように鋼繊維のブリッジングやアンカー効果によって強度復元が生じるためにピーク点が多く現れていることが推察される。このことは他の CP や FL の場合も同様な効果が現れており、SFRC 床版は Plain 床版に比較して静的および衝撃的にも破壊エネルギーが大きいことが明らかとなった。