

切欠きはりによる SFRC の耐衝撃性能の評価

大成建設(株) 正会員 ○村田 裕志, 正会員 福浦 尚之, 正会員 山仲 俊一朗, 正会員 西田 与志雄

1. はじめに

コンクリートのじん性を向上させる目的で鋼繊維を混入した SFRC（鋼繊維補強コンクリート）が利用されている。本報では、鋼繊維の混入率を 0.0～1.0Vol.% で 0.2Vol.% ずつ変化させた SFRC の耐衝撃性能の評価を目的として、100×100×400mm と 200×200×680mm の切欠きはりにおいて、鋼球落下による衝撃載荷試験を実施した結果について報じるものである。

2. 試験概要

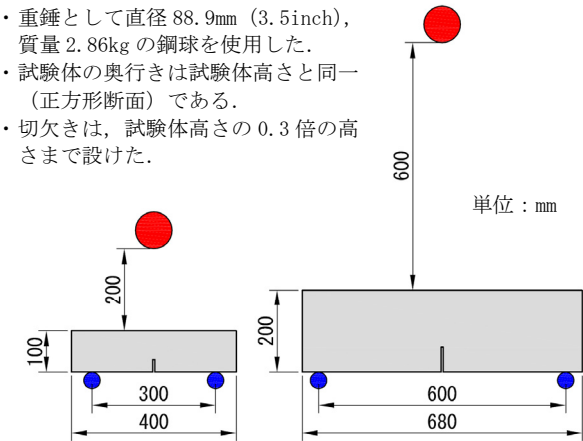
衝撃載荷試験は、図－1に示すように、100×100×400mm または 200×200×680mm の試験体の中央部に質量 2.86kg の重錘（鋼球）を落下させることで、破壊に至るまでの落下回数から耐衝撃性を相対的に比較した。試験体中央部には試験体高さの 0.3 倍の高さまで切欠きを入れ、ひび割れが試験体中央部に集中するようにした。試験ケースを表－1に示す。試験パラメータは、鋼繊維の混入率と試験体のサイズとした。鋼球の落下高さは、試験体高さが 100mm のケースでは 200mm、試験体高さが 200mm のケースでは 600mm とした。鋼球はマグネットスタンドにより固定しておき、磁力を解放することで落下させた。試験では、目視によりひび割れの進展を観察し、ひび割れ発生時の落下回数、ひび割れが試験体上部まで貫通した時の落下回数、ならびに試験体が破壊した時（自重によって崩落した時）の落下回数を記録した。なお、ケース 1～6 では 1 回目の落下でひび割れが発生したが、ケース 7 と 8 ではひび割れ発生時の落下回数が 3～10 回であったため、ひび割れ発生前を弾性挙動と見なして、ひび割れ貫通時と破壊時の落下回数をひびわれ発生時の落下回数を 1 回目と数えたものに補正した。

3. 試験結果および考察

図－2にひび割れ貫通時と破壊時の落下回数と繊維混入率の関係をグラフ化したものを示す。鋼繊維の混入率が増えるほど、落下回数が増加し、耐衝撃性が向上していることが確認できる。無混入のケース 1 では、1 回目にひび割れが発生した後に 2 回目に破壊まで達したため、ひび割れ貫通も 2 回目としている。試験体高さが 100mm のケース 1～6 では、鋼繊維の混入率が 0.8Vol.%（ケース 5）と 1.0Vol.%（ケース 6）が破壊時の落下回数のバラツキが大きくなる傾向となった。試験体高さが 200mm のケース 7～8 では、鋼繊維の混入率が 0.4%（ケース 8）の破壊時の回数にバラツキがあった。

試験後に破断面の鋼繊維の露出本数を数え、落下回数と繊維本数の関係に再整理したものを図－3に示す。ケース 1～6 では、ひび割れ貫通時、破壊時ともに明らかな相関が確認できた。ケース 7～8 ではデータ数が少ないこともあり、ケース 1～6 のような相関は確認できなかった。

ケース 1～6 とケース 7～8 を同じ指標で比較するため、縦軸を単位面積当りの累積落下エネルギーとし、横軸を単位面積当りの繊維本数としたものを図－4に示す。累積落下エネ



図－1 衝撃載荷試験概要

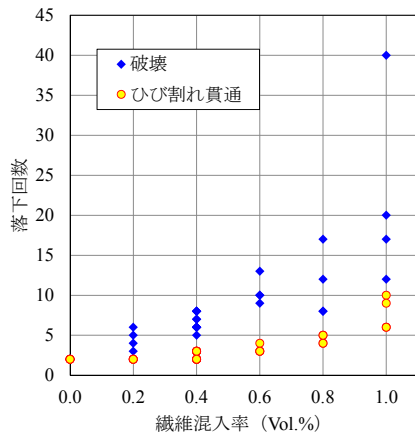
表－1 試験ケース

ケース番号	試験数	鋼繊維混入率	試験体寸法 (mm)	圧縮強度 (N/mm ²)
1	4	無混入	100×100×400mm	57.2
2	4	0.2Vol.%		63.9
3	12	0.4Vol.%		62.0
4	4	0.6Vol.%		56.8
5	4	0.8Vol.%		57.6
6	4	1.0Vol.%		56.8
7	5	無混入	200×200×680mm	59.9
8	5	0.4Vol.%		59.7

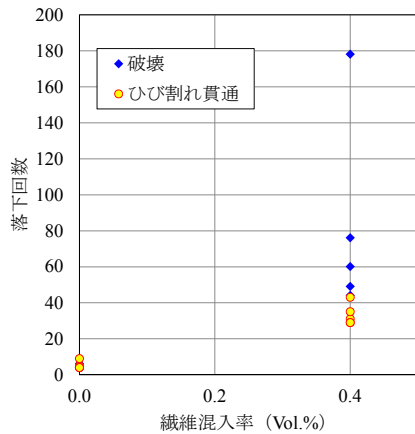
※鋼繊維は、両端フックタイプ、直径0.5mm、長さ30mm（アスペクト比60）のものを使用した。

キーワード 繊維補強コンクリート, 鋼繊維, 耐衝撃性能, 落下エネルギー

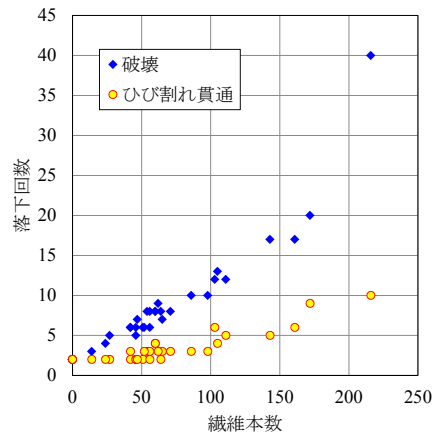
連絡先 〒245-0051 神奈川県横浜市戸塚区名瀬町 344-1 大成建設(株) 技術センター TEL 045-814-7230



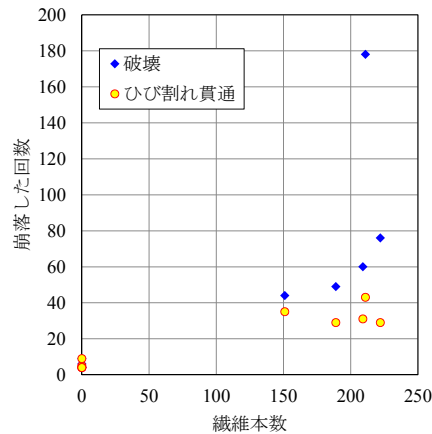
(a) ケース 1～6



(b) ケース 7～8



(a) ケース 1～6



(b) ケース 7～8

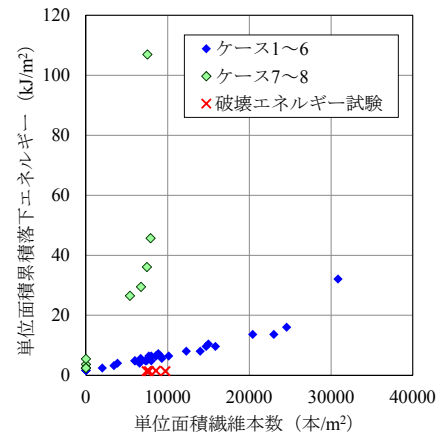


図-4 単位面積での累積落下エネルギーと繊維本数の関係

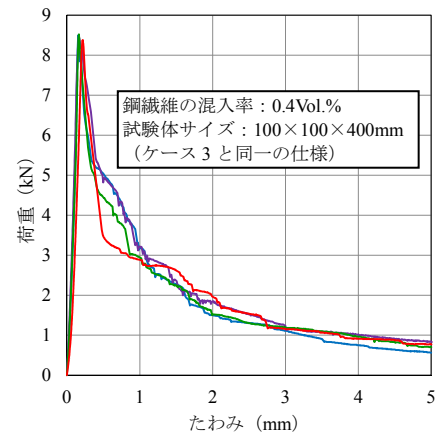


図-5 破壊エネルギー試験での P-δ 関係

図-2 落下回数-繊維混入率関係

図-3 落下回数-繊維本数関係

図-5 破壊エネルギー試験での P-δ 関係

ルギー (kJ) は、鋼球の質量 (2.86kg) × 重力加速度 (9.81m/s²) × 落下高さ (0.2m or 0.6m) × 落下回数 ÷ 1000 で算出した。この累積落下エネルギーと繊維本数を、試験体断面の切欠きより上部の面積 (ケース 1～6 : 0.007m², 7～8 : 0.028m²) で除して単位面積当りの値とした。図-4より、ケース 1～6 と 7～8 では大きな乖離があることが確認できる。これは落下エネルギーのうち、切欠き上部のひび割れの進展に消費されるエネルギーは一部であり、その割合は試験体の大きさや鋼球の重量や高さによって大きく変化することを表しているものと考えられる。また、RC はりの衝撃破壊の研究¹⁾では、落下エネルギーが同一であっても、運動量が異なれば RC はりの破壊性状が異なるという知見もある。

図-4には、別途実施したケース 3 試験体での破壊エネルギー試験における、たわみ 5mm までの消費エネルギーについても示している。図-4中の「破壊エネルギー試験」のプロットでは、単位面積当りの累積落下エネルギーは図-5に示した破壊エネルギー試験の P-δ 関係の面積を切欠きより上部の面積で除して算出し、単位面積当りの繊維本数も衝撃試験用の試験体と同様に数えた本数を切欠きより上部の面積で除して算出した。これより、破壊エネルギー試験の P-δ 関係から算出されるエネルギーは衝撃試験の累積落下エネルギーの 4 分の 1 程度であり、落下エネルギーの多くがひび割れ面以外で消費されていることが確認できる。

4. 結論

同一試験体サイズで鋼球の落下方法が同一であれば、ひび割れ貫通時と破壊時に必要な落下エネルギーは繊維本数と高い相関があることが確認できた。今後は、落下エネルギーとひび割れ面で実際に消費されるエネルギーとの関係についての検討が必要である。

参考文献

- 1) 西村洋平, 中田吉彦, 榎谷 浩 : RC はりの衝撃破壊に及ぼす衝突時運動エネルギーおよび運動量の影響について, 土木学会 第 56 回年次学術講演会講演概要集, I-B072, pp.144-145, 2001