

鋼繊維補強コンクリートのひずみ軟化特性

岐阜大学工学部 正会員 小柳 治 六郷恵哲

岐阜大学工学部 学生員 ○鈴木泰生 岩佐正徳 瀬古繁喜

1. まえがき

ひび割れの進展に伴うコンクリートの破壊現象のシミュレーションを実際の現象に則して忠実に行う場合、ひび割れ域に於けるコンクリートの引張軟化曲線（減少する引張応力と開口変位との関係）および破壊エネルギーを取り入れることが効果的である。

RILEM¹⁾よりブレンコンクリートに対して3点曲げ引張試験による破壊エネルギーの測定方法が提案されている。本研究では鋼繊維補強コンクリートの引張軟化曲線を直接引張試験により計測し寸法依存性について検討すると共に、曲げ引張試験および直接引張試験により求めた破壊エネルギーの値を比較することによって、鋼繊維補強コンクリートへのRILEMの方法の適用性について検討を行う。

2. 鋼繊維補強コンクリートの直接引張試験

a) 試験方法 両引き法による直接引張試験方法を図-1に示す。表-1に示す3種類の寸法の供試体を各種6本ずつ製作した。供試体両端にネジ付き鋼棒を埋め込み側面中央部の対称面に左右合計して供試体の幅の30%の深さの切り欠きを加工した。この切り欠き部の開口変位を図-1に示すように合計4個の高感度変位計を用いて計測し、更に開口変位計によって左右の切り欠き部の開口変位を計測した。図-2に示すような形状のインデント付鋼繊維（ $\phi 0.6 \times 30 \text{mm}$ ）を容積比で1%または2%混入した鋼繊維補強コンクリート（圧縮強度はそれぞれ 486kgf/cm^2 、 500kgf/cm^2 ）を使用した。

b) 結果と考察

鋼繊維混入率2%の3種類の寸法の供試体から求めた引張軟化曲線を図-3に示す。また引張軟化曲線下の面積として求めた破壊エネルギーの値を表-1に示す。これによると破壊エネルギーには明確な寸法依存性はみられない。供試体寸法は同一（ $10 \times 10 \times 40 \text{cm}$ ）とし鋼繊維混入率を1%と2%とした引張軟化曲線を図-4に示す。混入率が2%の場合に比べ1%の場合には破壊エネルギーがやや小さくなっているが、その差は小さい。後述の曲げ引張試験によって求めた破壊エネルギーとの比較より鋼繊維混入量が1%の直接引張試験に問題があったものと考えられる。

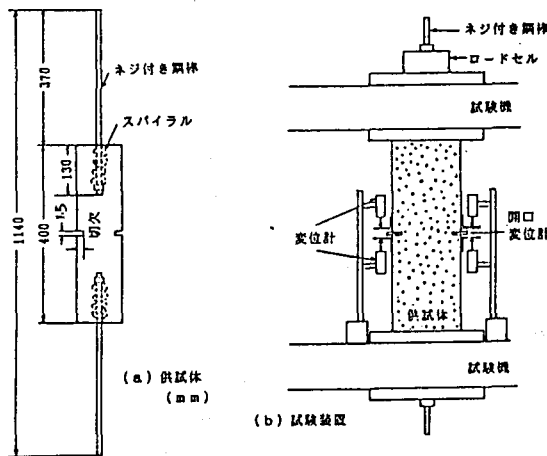


図-1 直接引張試験試験装置

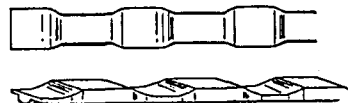


表-1 直接引張試験供試体種類 図-2 フィバー外観図

種類	鋼繊維混入率	供試体寸法 幅×高さ×長さ-ノッチ cm	荷重-変位曲線 下の面積 $\text{kgf} \cdot \text{cm}$	最大荷重 kgf	最大変位 mm	断面積 cm^2	破壊エネルギー kgf/cm
T1MT	1%	10x10x40-1.5	417	2744	11.6	72.2	5.8
T2ST	2%	7.5x7.5x40-1.13	313	1885	11.9	41.0	7.6
T2MT		10x10x40-1.5	451	2722	11.8	73.1	6.2
T2LT		15x15x40-2.25	1331	6035	13.1	159.6	8.3

3. 鋼繊維補強コンクリートの曲げ引張試験

a) 試験方法 RILEMの試験方法に準じて、切り欠きを入れた梁供試体の3点曲げ試験を行った。供試体寸法は10x10x84cm(λ_n≧80cm)、切り欠き深さを5cmとし、直接引張試験と同じく鋼繊維を容積比で1%または2%混入した合計2種類の供試体(圧縮強度はそれぞれ484kgf/cm²、480kgf/cm²)を各6本ずつ製作した。これらの試験中に供試体載荷点のたわみ量および切り欠き先端の開口変位を計測し荷重-変位曲線を記録した。さらにRILEMの方法に準じて式(1)により破壊エネルギーを求め、直接引張試験より求めた破壊エネルギーと比較検討した。

$$G_f = (W_o + m_o \cdot u_o) / A \quad \dots\dots\dots (1)$$

ただし、 G_f : 破壊エネルギー(kgf/cm)、 W_o : 荷重-変位曲線で囲まれた面積から求めた仕事量(kgf・cm)、 m_o : 供試体自重(kgf)、 u_o : 最大変位量(cm)、 A : 破断面断面積(cm²)

b) 結果と考察 曲げ試験から得られた荷重-変位曲線を図-5に示す。またRILEMの方法により求めた破壊エネルギーの値を表-2に示す。鋼繊維混入率の違いによる破壊エネルギーの差が明確に現れている。直接引張試験の結果に比べ、曲げ引張試験の破壊エネルギーの値は、1%の場合やや小さいが、2%の場合逆に大きくなっている。しかし結果のばらつきを考慮すると鋼繊維補強コンクリートに対してもRILEMの方法を適用することはある程度可能であると思われる。

5. あとがき

鋼繊維補強コンクリートの直接引張試験を行い、その引張軟化曲線と破壊エネルギーを測定した。その結果、鋼繊維補強コンクリートの引張軟化試験と破壊エネルギーには寸法依存性は明確には現れなかった。また、直接引張試験法とRILEMの試験法(切り欠き供試体の3点曲げ試験)とにより求めた破壊エネルギーの比較より、鋼繊維補強コンクリートにRILEMの方法を直接用いることはある程度可能である事が明らかになった。

参考文献: 1) RILEM TC-50-FMC; Matériaux et Constructions, Vol. 18; No. 106, pp. 285-290, 1985.

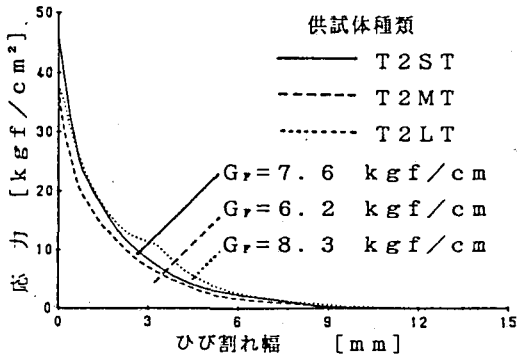


図-3 引張軟化曲線

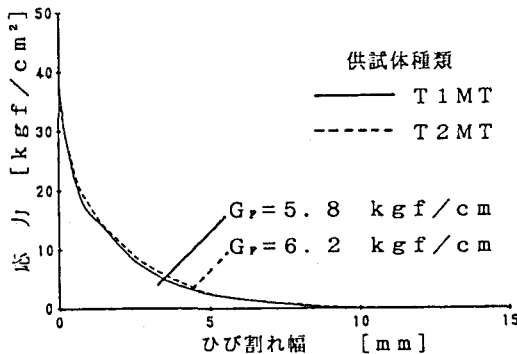


図-4 引張軟化曲線

表-2 曲げ引張試験供試体種類

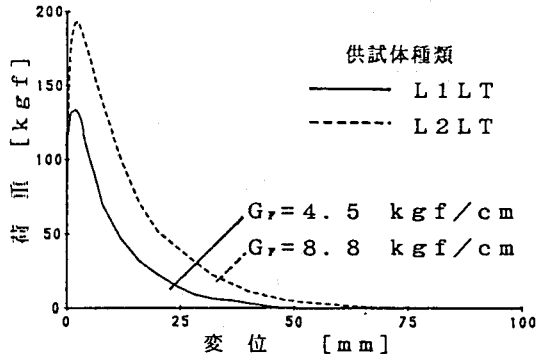


図-5 荷重-変位曲線

種 類	供試体寸法 幅×高×長	鋼繊維 混入率	荷重-変位曲線 下の面積kgf・cm	最大荷重 kgf	最大変位 mm	自重 kgf	断面積 cm ²	破壊エネルギー kgf/cm
L1LT	10x10x84 λ _n ≧80	1 %	156	133.9	48.0	20.5	51.6	4.9
L2LT	10x10x84 λ _n ≧80	2 %	309	192.9	72.0	20.9	52.0	8.8