

鋼繊維補強モルタルの引張軟化曲線

金沢大学 正会員 ○五十嵐心一
金沢大学 正会員 川村 満紀

1. まえがき

鋼繊維補強コンクリートの靱性は一般に、荷重-たわみ曲線下の面積をタフネスと称して評価がなされている。しかし、この値は材料固有の特性値とみなすことはできず、主に相対的な比較の指標にすぎない。一方、これに対して、破壊エネルギー(G_F)と引張軟化曲線($\sigma-w$ 曲線)を求めることにより、コンクリートの靱性および変形特性が評価できることから、これを繊維補強コンクリートに適用することにより、靱性のより合理的な評価が可能となると考えられている。しかし、繊維補強セメントに対してこれらを求めることは必ずしも容易ではないようであり、繊維がひびわれ面を架橋する領域のモデル化等検討すべき点も多いようである。

本研究は、鋼繊維の付着試験結果をもとに繊維架橋域をモデル化し、J積分を用いて簡便に推定した鋼繊維補強モルタルの引張軟化曲線の適用性を有限要素解析により検討する。

2. 実験概要

(1) モルタルの配合および供試体作成

使用したモルタルの水セメント比は0.55、セメント：砂=1:1.5である。細骨材には豊浦標準砂を用いた。使用した鋼繊維は直径0.6mm、長さ20mmの円形断面ストレート繊維であり、繊維混入率は1%とした。4×4×30cmの供試体を作成し、水中養生を行った。

(2) 切欠きはりの3点曲げ試験

荷重方法を図-1に示す。スパン(=24cm)の中央に高さの1/2までダイヤモンドカッターにより切欠きを導入し、荷重、たわみおよび切欠き下端の開口変位を測定した。

(3) 鋼繊維の付着試験

図-2に示すように、モルタル中に鋼繊維を埋め込み(埋め込み長さ=30mm)、水中養生を行った。材令28日にて引き抜き試験を行い、付着強度を求めた。

3. 引張軟化曲線の推定方法

繊維が3Dランダム配向の場合の単位断面積当りの繊維本数を次式により求めた[1]。

$$N = 0.5V_f/A_f \quad (1) \quad (V_f: \text{繊維混入率}, A_f: \text{繊維断面積})$$

これをリガメント部に均一に平行に配置した理想的な状態を仮定する(図-3)。リガメント部の応力分布を図-3のように仮定し、圧縮縁から中立軸までの距離を x として、 Δa のひびわれの進行に対して次式を考える。

$$0.5\sigma_{cr}x^2/(W-a-x) = \sigma_{cr}(W-a-x)/2 + T_2(w) + F_i(w) \quad (2)$$

ここに、 $T_2(w)$:マトリックスの $\sigma-w$ 曲線から求めるひびわれ部引張力

$F_i(w)$:ひびわれ部に存在する繊維の負担荷重で、繊維位置のひびわれ幅から定める

$$a: a_0 + \Delta a$$

実験で得られた切欠き開口端変位に対して、 Δa のひびわれの進展を仮定し、(2)式から中立軸を決定した。これを用いて内部抵抗モーメントを求め、作用外力(P_{cal})を計算して実験値(P_{exp})と比較し、 $|P_{cal} - P_{exp}| < \delta$ となるまで Δa の仮定を繰り返した。

(2)式の繊維負担荷重は引き抜き試験により得られた荷重-変位曲線(図-4)を繊維の埋め込み長さに関

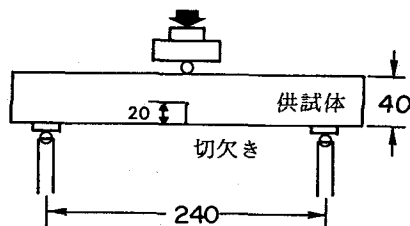


図-1 切欠きはりの曲げ荷重方法

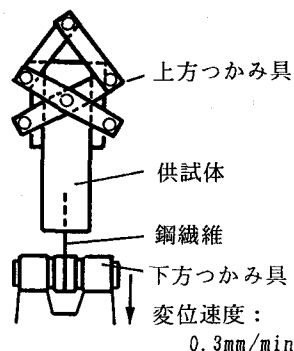


図-2 付着試験方法