

鋼繊維補強コンクリートの破壊特性試験法に関する研究

岐阜大学大学院 学生会員 ○青木 正雄

岐阜大学工学部 正会員 内田 裕市

岐阜大学工学部 正会員 森本 博昭

1. はじめに

鋼繊維補強コンクリート(SFRC)の力学性能を評価するためには引張軟化曲線を定量化することが重要である。現在、SFRCの引張軟化曲線を求める試験方法として、切欠きはりを用いた曲げ試験^[1]が提案されている。しかし、SFRCでは通常、切欠きがなくても、最大荷重以降の荷重-変位関係を安定に計測することが可能であり、現場においては、切欠きを入れること自体、煩雑である。そこで、本研究では切欠きの無い曲げ供試体を用い SFRC の引張軟化曲線を推定する方法について検討した。

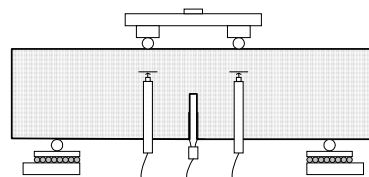


図-1 3等分点載荷

2. 実験概要

コンクリートは水セメント比を60%として、 $\phi 0.6 \times 30\text{mm}$ の両端フック付き鋼繊維を1%混入したものを用いた。断面高さを10cmと15cmの曲げ供試体を作製し、図-1に示すように3等分点載荷により試験を行った。表-1に供試体の種類を示す。切欠き無しの供試体は荷重(P)-載荷点変位(δ)曲線、切欠き有りの供試体はP- δ 曲線及び荷重(P)-切欠き肩口開口変位(CMOD)曲線を計測した。引張軟化曲線を求めるには、修正J積分法および多直線近似解析法を用いた。

表-1 供試体の種類

供試体名	切欠き	形状寸法(mm)	本数
H10	無	100×100×400	5
H15		150×150×530	5
H10N	有	100×100×400	5
H15N		150×150×530	5

3. 実験結果

実験より得られたP- δ 曲線及びP-CMOD曲線より、引張軟化曲線を推定した結果、以下のことが明らかになった。

修正J積分法は、軟化曲線の初期部分(ひび割れ幅40 μm 以下)の推定には適さないが、多直線近似解析法に比べより大きいひび割れ幅まで推定できる。(図-2)

初期部分を除けば、引張軟化曲線の概形は多直線近似解析法と修正J積分法で、ほとんど差は無い。(図-2)

切欠きの有無、供試体寸法が軟化曲線に及ぼす影響はほぼ無い。(図-3、4)

P- δ とP-CMODから求めた引張軟化曲線ではほとんど差はない。(図-5)

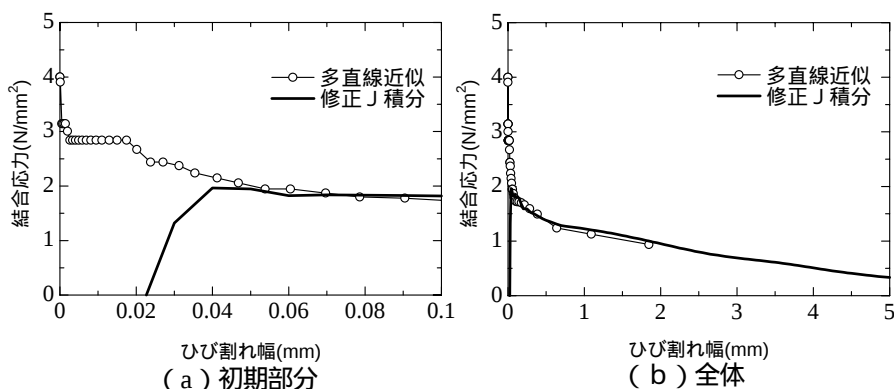


図-2 引張軟化曲線 (H10)

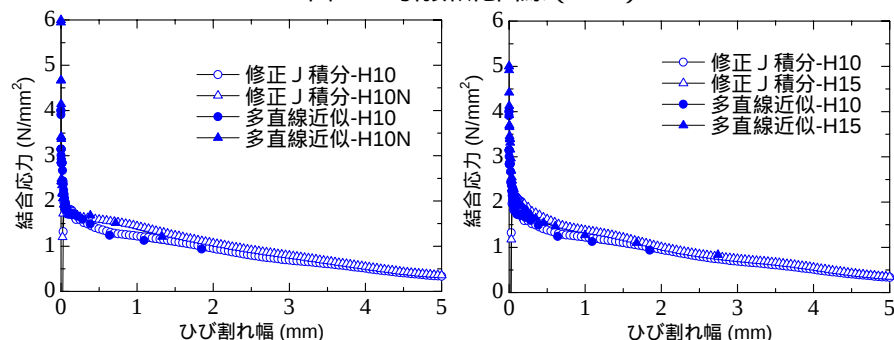


図-3 切欠きの影響 (H10)

図-4 供試体寸法の影響 (切欠き無し)

key words : 鋼繊維補強コンクリート、引張軟化曲線、多直線近似解析法、修正J積分法

〒501-1193 岐阜市柳戸 1-1 TEL 058-293-2406 岐阜大学大学院工学研究科土木工学専攻

4. 軟化曲線初期部分の推定

引張軟化曲線の推定に修正 J 積分法を用いる場合、軟化初期部分の推定が困難になる。そこで修正 J 積分法では推定できない軟化曲線初期部分を以下の方法で推定し、その妥当性を解析的に検討した。

(1) 応力一定法

軟化初期の応力を一定として、修正 J 積分法で求められた曲線から軟化開始点を外挿した。

(2) 直線法

軟化開始点を割裂強度試験より求めた引張強度 (F_t) とし、初期勾配をプレーンコンクリートの引張軟化曲線として提案されている 1/4 モデルから推定した。ここで破壊エネルギー G_F は次式で求めた。[2]

$$G_F = (d_{\max})^{1/3} \cdot f'_{ck}{}^{1/3} \quad (\text{N/m})$$

ここで、 $d_{\max}$: 粗骨材の最大寸法 (mm) f'_{ck} : 圧縮強度の特性値 (設計基準強度) (N/mm^2) なお、本研究では $d_{\max}$ を 50mm と 15mm の 2 種類とし、2 点目以降は応力一定法の値を用いた。

以上の方法で推定した引張軟化曲線より荷重 - たわみ曲線を計算した。また、供試体寸法の影響を調べるため、断面高さを 50cm とした曲げ供試体の荷重 - 載荷点変位関係も計算した。図 - 7、

8 より引張軟化曲線の初期部分を推定する場合、荷重 - 変位曲線のピーク荷重付近を精度よく推定するためには、多直線近似解析法の結果を用いる必要があるが、荷重 - 変位曲線の全体を推定するのであれば、応力一定法でもプレーンコンクリートとして仮定し求めても大きな差は無い。

5. まとめ

以上の結果より、繊維混入率が 1% 程度の SFRC の場合、切欠きを設けない通常の曲げ供試体から荷重(P) - 載荷点変位(δ)曲線を計測し、修正 J 積分法によって引張軟化曲線を推定できることが明らかになった。

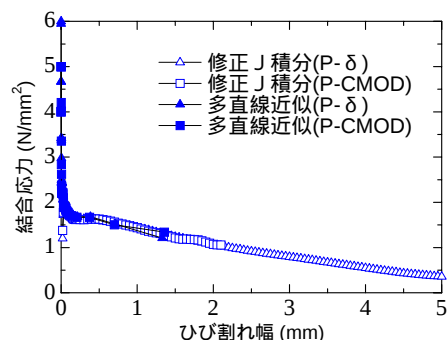


図 - 5 引張軟化曲線(変位の違い, H10N)

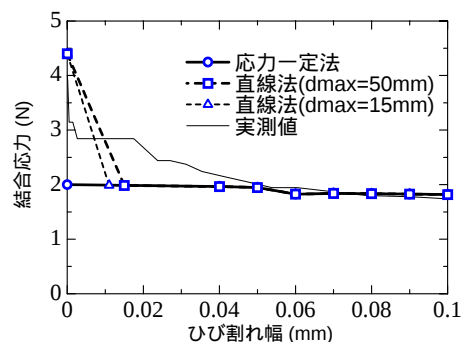
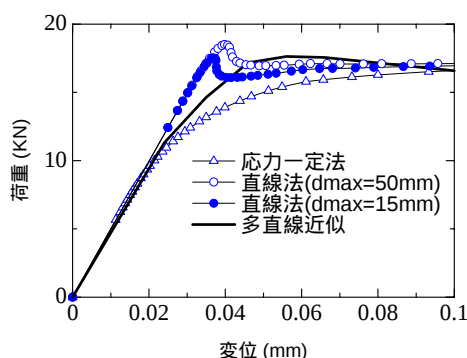
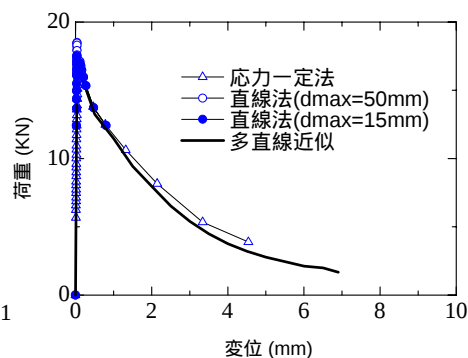


図 - 6 軟化曲線初期部分の推定

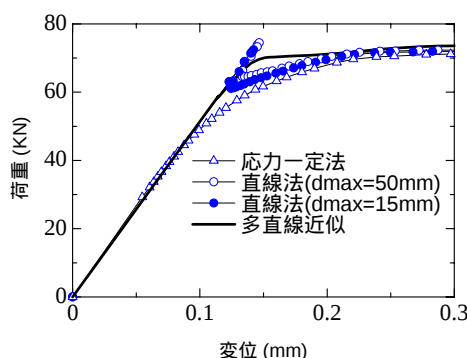


(a) 初期部分

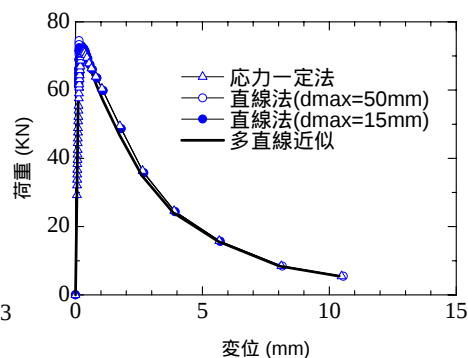


(b) 全体

図 - 7 荷重 - 載荷点変位曲線の推定 (断面高さ 10cm)



(a) 初期部分



(b) 全体

図 - 8 荷重 - 載荷点変位曲線の推定 (断面高さ 50cm)

【参考文献】[1] JCI : コンクリートの破壊特性の試験方法に関する調査研究委員会報告書、2001,5

[2] 中村成春・橋高義典・三橋博三・内田裕市 : コンクリートの引張軟化特性の標準試験法に関する基礎的検討、コンクリート工学論文集、第 10 巻第 1 号、1999,1