

高じん性セメント複合材料の引張軟化曲線の推定

武蔵工業大学
武蔵工業大学
武蔵工業大学

○学生会員 野田 誠
正会員 栗原 哲彦
フェロー会員 小玉 克己

1.はじめに

高じん性セメント複合材料(以下,DFRCC)は,引張応力下における微細なひび割れの分散(マルチプルクラック特性)と,ひび割れ後も耐力が上昇する特徴(ひずみ硬化特性)を有する高じん性な材料であり,補修・補強材としての利用が期待されている¹⁾.しかし,材料としても未だ未解明な部分が多く,破壊力学特性もそのひとつである.また,コンクリートの引張軟化特性に関する研究は,国内外問わず,多くの成果が報告されており,その成果の一部が,コンクリート標準示方書「構造性能照査編」(2001 年度制定)に紹介されることとなった.



写真1 ポリエチレン繊維

そこで本研究では,DFRCC の引張軟化特性を明らかにし,さらに切欠きの深さや形状が DFRCC の引張軟化曲線に与える影響について検討した.

表1 配合表

W/C %	単位量 (kg/m ³)					Ad*5 %
	W	C*1	S*2	V*3	F*4	
30	342	1264	395	0.9	14.6	3

2.実験概要

繊維には径 12 μ m,長さ 13mmのポリエチレン繊維(写真1)を使用した.セメントは早強ポルトランドセメント,細骨材には 7 号珪砂,増粘剤には非イオン系水溶性セルロースを用いて,DFRCC のはり供試体(寸法 100×100×400mm)を作製した.表1に DFRCC の配合を示す.

*1:早強ポルトランドセメント *2:7 号珪砂 *3:増粘剤
*4:ポリエチレン繊維(体積混入率 1.5%) *5:高性能 AE 減水剤(結合材に対する質量比)

はり供試体には,中央に切欠き(幅 3mm)を設けた.切欠き深さは 30,50mm の 2 種類とした.また,ひび割れの分散を抑えるために切欠きを 3/4 周(両側面の切欠き深さ 10mm)入れた供試体も作製した.試験方法で 3 点曲げ試験とし,ロードセルとクリップゲージにより,それぞれ荷重と切欠き肩口開口変位(以下,CMOD)を測定した.図1に試験概略図を示す.シリーズ名は供試体下縁のみ切欠きを設けたものを nor,3/4 周入れたものを new とし,その後切欠き深さの値をシリーズ名として設けた.

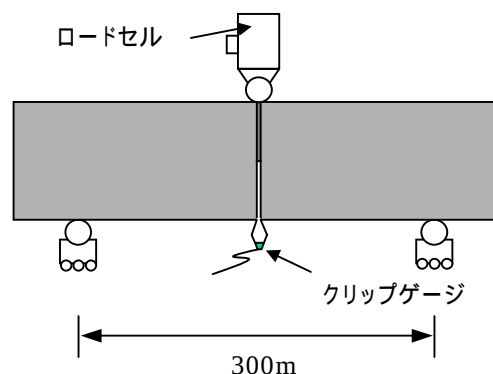


図1 試験概略図

3.引張軟化曲線の推定

測定した荷重 - CMOD 曲線から多直線近似法により引張軟化曲線の推定を行った.ただし,クリップゲージの許容が 4mm 程度なので以降の CMOD は計測ができなかった.荷重 - CMOD 曲線より推定した引張軟化曲線は応力ゼロにならないため,仮想ひび割れ幅 3mm までとした.

4.実験結果

図2に荷重 - CMOD 曲線の平均曲線を,図3に引張軟化曲線を示す.

平均の荷重 - CMOD 曲線の形状は,切欠き深さ 30mm では,最大荷重後,速やかに滑らかな荷重低下が認められ

Keyword: DFRCC, マルチプルクラック特性, 引張軟化特性, 引張軟化曲線

連絡先: 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 武蔵工業大学 都市基盤工学科 構造材料工学研究室

TEL: 03 - 3703 - 3111(内線 3240)

るが、切欠き深さ 50mm では、最大荷重後も明確な荷重低下がなく、変位だけが進行する領域が存在することがわかった。このときのひび割れ図の一例を図 4 に示す。はり側面に切欠きを入れない nor シリーズは、主ひび割れの周囲に微細なひび割れが数多く生じていることが分かった。これに対して、はり側面に切欠きを入れた new シリーズでは、ひび割れはリガメント部にのみ発生し、微細ひび割れは全く生じていなかった。

引張軟化曲線はいずれのシリーズも軟化開始後、急激に引張応力が減少するが、応力が回復する区間があることが明らかとなった。この応力回復は、繊維による架橋効果が発揮されたためと考えられる。切欠き深さによる影響については、いずれのシリーズも切欠き深さが深い方が、引張軟化曲線の応力レベルが高く、切欠き深さの影響が明確に現れた。はり側面に切欠きのない nor シリーズでは、微細ひび割れの発生の著しい nor30 の方が引張軟化曲線の応力レベルが小さくなった。はり側面の切欠き有無に関しては、軟化初期の段階では、はり側面に切欠きが無いものの方が応力の伝達が高いが、ひび割れが進むにつれてはり側面に切欠きがある方が応力の伝達が大きくなっている。これは既往の研究からも伺い知ることが出来る。ひび割れが分散したコンクリートの引張軟化曲線と切欠きを入れてひび割れを局所化したコンクリートの引張軟化曲線を比較すると、後者の方が応力の伝達が高いことが報告されている²⁾。引張軟化曲線がひび割れを介して伝達される引張応力とその位置でのひび割れ幅との関係を示すものであるなら、微細ひび割れの影響の少ない破壊パターンが望ましく、nor30 と nor50 とでは、nor50 の方がより適切な引張軟化曲線の形状であると言える。さらに、はり側面の切欠きの有無については、切欠きのある方が微細ひび割れの発生が抑制でき、もっとも適切なひび割れ発生・進展状況となる。したがって、DFRCC のような微細ひび割れが数多く発生するものでは、ひび割れの分散を極力押さえたはり供試体から引張軟化曲線を推定する必要があると考える。本研究では、new50 の結果がより適切な引張軟化曲線形状であると考えられる。

5. まとめ

今回は、DFRCC の引張軟化曲線の特徴を確認することができた。引張軟化曲線の推定にはひび割れ分散が少ない new50 シリーズがより適切であると考えられた。また、切欠き深さによる影響が確認できた。

今後さらに実験を行い、切欠き深さの影響を調査する必要があるものと考えられる。

【参考文献】

- 1) (社)日本コンクリート工学協会:高靱性セメント複合材料の性能評価と構造利用研究委員会報告書 2002.1
- 2) 荒川健 尾崎公則 栗原哲彦 六郷恵哲:引張軟化曲線による鋼繊維補強コンクリートの性能評価,コンクリート工学年次論文報告集,Vol.19,No.2,1997,pp105-110

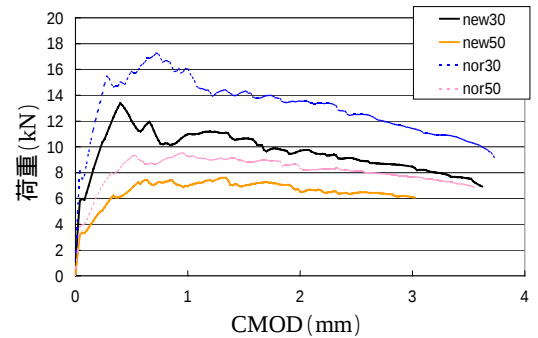
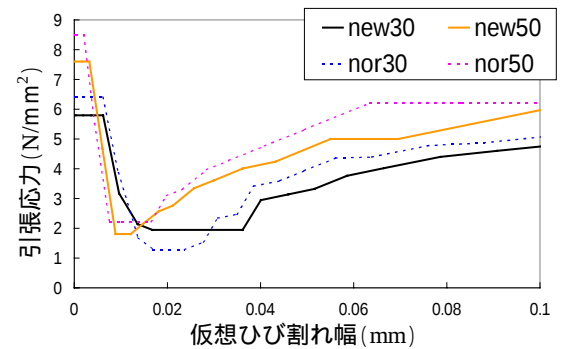
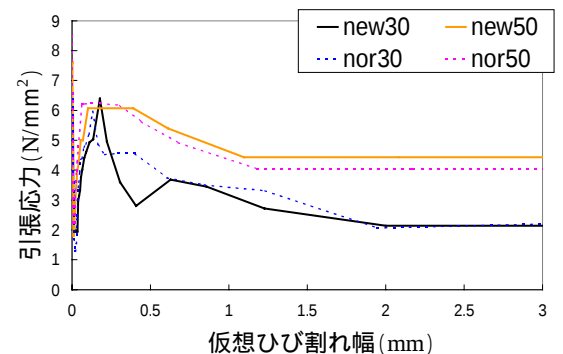


図 2 荷重 - CMOD 曲線



(a)初期



(b)全体

図 3 引張軟化曲線

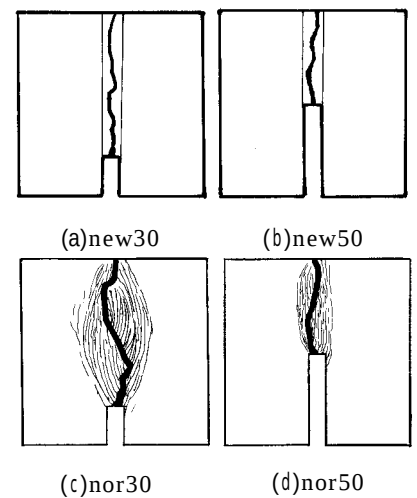


図 4 ひび割れ図