

高じん性セメント複合材料の引張軟化曲線の推定

学生氏名 長谷川 哲也
指導教員 栗原 哲彦

1. はじめに

高じん性セメント複合材料(以下,DFRCC)は、直径が数十~数百ミクロンのポリエチレン繊維やビニロン繊維等の有機繊維や鋼繊維を体積で1~2%程度含有しているもので、数%のひずみ能力を有するひずみ硬化特性とマルチプルクラック特性を示すところが、従来のコンクリートや繊維補強材料と大きく異なる特性である。この材料は、一般的なコンクリートの脆性的な性質を克服していることから、コンクリート構造物の構造性能や耐久性の大幅な向上が期待できる。また、従来のセメント系材料に代わる高性能な補修用材料、衝撃緩衝材料、鋼材の被覆材料等、新しい各種の用途が期待でき、土木 建築のコンクリート工学分野に技術革新をもたらす可能性を有している。

この材料を評価するには、架橋則(引張軟化曲線)を推定することが有効であり、本研究では DFRCC の引張軟化曲線の推定を試みる。

2. 実験概要

表1 配合表

表1に本実験で用いるDFRCCの配合表を示す。表1のDFRCCよりはり供試体100×100×400mmを作製した。供試体にはひび割れ位置を抑制するために、はり中央に切欠き(深さ30、50mm)を設けた(nor3、nor5シリーズ)。さらに、はり

W/C (%)	単体量 (kg/m ³)					Ad ^{*5} (%)	フロー値 (mm)	練り温 ()
	W	C ^{*1}	S ^{*2}	V ^{*3}	F ^{*4}			
30	342	1264	395	0.9	14.6	3	168	26

*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

側面にも切欠き(深さ10mm)を設けた供試体(new3、new5シリーズ)も作製した。これらの供試体で3点曲げ試験を実施し、荷重、載荷点変位、切欠き肩口開口変位(以下CMOD)を計測した。図1に3点曲げ試験の略図を示す。CMODの計測をクリップゲージで、また載荷点変位の計測を高感度変位計(ストローク長25mm)を用いて行った。載荷試験は、本研究室内にある曲げ試験機で行った。この試験機は電動モーターにより載荷スピードを調節できるものである。

3. 解析概要

本研究では、有限要素法(FEM)による逆解析法(CI法¹⁾)及び、修正J積分法²⁾)を用いて引張軟化曲線を推定する。

() 有限要素法(FEM)による逆解析¹⁾

荷重-CMOD曲線(mシリーズ)、荷重-載荷点変位曲線(pdシリーズ)から有限要素法(FEM)を用いた多直線近似法による逆解析により推定する。多直線近似法は、多直線により順次推定する逆解析法の一つで、ひび割れが進展するごとに引張軟化曲線の傾きを荷重-変位関係の計測結果と照らし合わせ、その一致性から傾きを順次決定していき、全体の形状を推定する方法である。また、多直線近似法によるシリーズ名としてシリーズ名の先頭にTをつけた。

() 修正J積分法²⁾

荷重-載荷点変位曲線を用いて内田らによって提案された修正J積分法によって

引張軟化曲線の推定する。この方法は軟化開始点の推定ができないため、軟化開始点応力は割裂引張試験時の第1ピーク応力とした。また、修正J積分法によるシリーズ名としてシリーズ名の先頭にJをつけた。

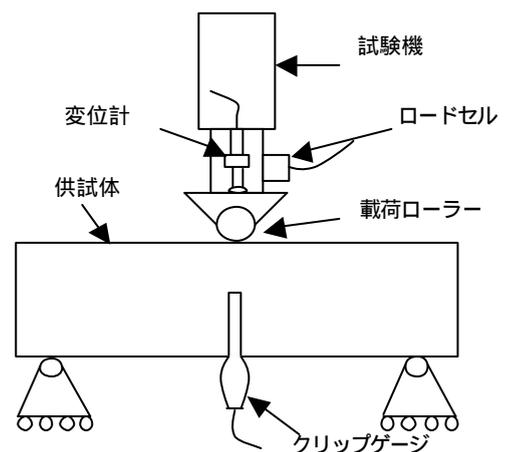


図1 3点曲げ試験

4. 実験結果

図2に引張軟化曲線を示す。いずれのシリーズも軟化開始後、大きな応力の低下が見られるが、その後応力が回復している区間が確認できた。この回復した応力は、繊維補強によるひずみ効果特性が働いたためと考えられる切欠き深さによる影響については、new3シリーズ以外では明確な違いが見られなかった。また、両サイドに切欠きを設けたものと、設けていないnor5、new3、new5シリーズを比較してみても大きな違いは確認されなかった。どのシリーズにおいても仮想ひび割れ幅が0~0.5mmの間ではばらつきが見られる。これは修正J積分法では軟化初期の伝達応力が推定できないという問題点があり、本研究では、割裂引張試験時の第1ピーク応力を用いていることが原因と考えられる。両解析方法においては用いるデータが異なり、0~0.5mmの区間では、荷重CMOD曲線(cmシリーズ)0.5mm以降は荷重-変位曲線(pdシリーズ)を用いて推定し、その二つを組み合わせる推定するのがよいと考えられる(図3参照)。今回の研究では切欠きによる違いは見られなかったが、解析をする上で微細ひび割れは生じないものが好ましいので、切欠きによる微細ひび割れの抑制は、引張軟化曲線を推定する上で重要であると考えられる。

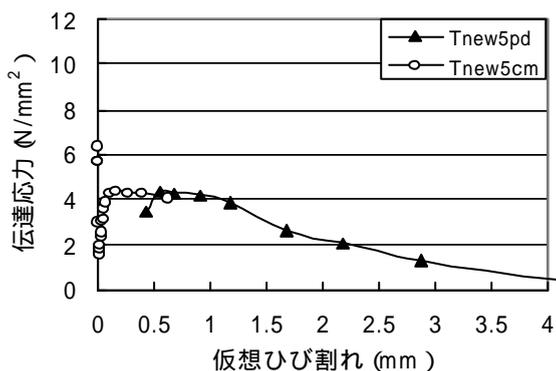
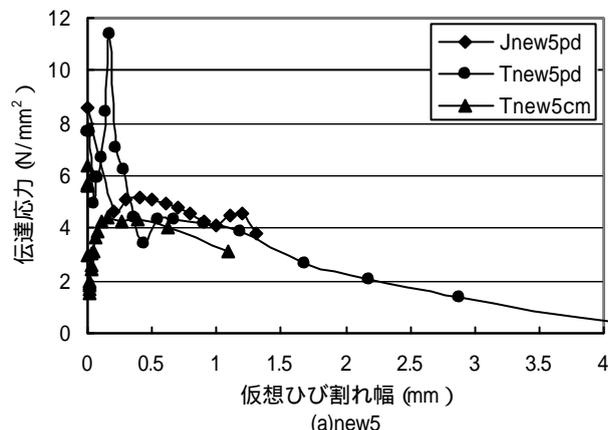
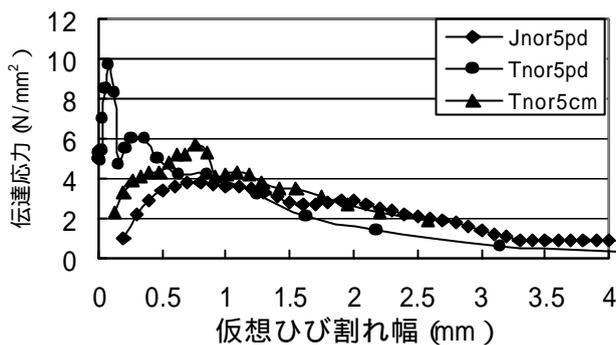


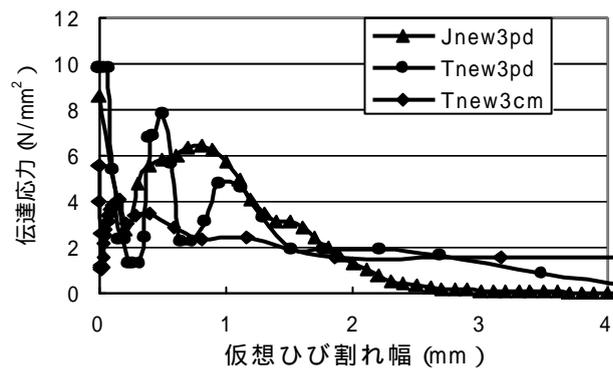
図3 cmとpdによる引張軟化曲



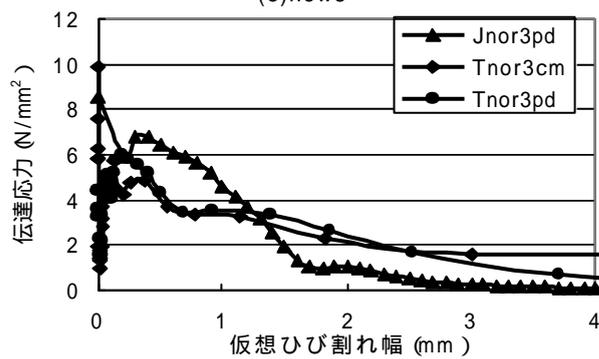
(a)new5



(b)nor5



(c)new3



(d)nor3

図2 引張軟化曲線

5. まとめ

今回は、DFRCCの引張軟化曲線の特徴が確認することができた。切欠きによる引張軟化曲線への影響は明確にすることはできなかった。今後さらに計測機器の改良、実験、調査が必要であると考えられる。

【参考文献】

- 1) 日本コンクリート工学協会：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、95p、2001年5月。
- 2) 内田裕市、六郷恵哲、曲げ試験に基づく引張軟化曲線の推定と計測土木学会論文集、No426/V 14、pp.203-212、1991。