繊維補強コンクリートの曲げ試験における支承条件の影響

岐阜大学　正会員　○内田　裕市
Griffith University　非会員　Loic Thomann

１．はじめに

繊維補強コンクリート(FRC)の曲げ試験方法に関しては，我国では土木学会 [1]，日本コンクリート工学会 [2]（以下，JCI），欧米では ASTM[3]，RILEM[4]の規準，あるいは規準案がある．これらのうち，JCI と RILEM の方法では両支承の水平方向を可動としているのに対して，他の方法では可動となっていない．本報告はこの支承条件の違いが FRC の曲げ試験結果に及ぼす影響について実験的に検討したものである．

２．実験概要

2.1 支承条件

本実験では，**図-1** に示すように切欠きはり(10×10×40cm，切欠き深さ 30mm)の 3 点曲げ試験において，支承を JCI 規準に準じてピン（丸棒）＋ローラーとした場合(**図-1**(a))と土木学会規準に準じてピンのみとした場合(**図-1** (b))について検討した．水平方向を可動とする場合には両ピン支承の下にローラーを挿入し，水平方向を固定する場合にはピン支承を試験機のテーブルに固定した．

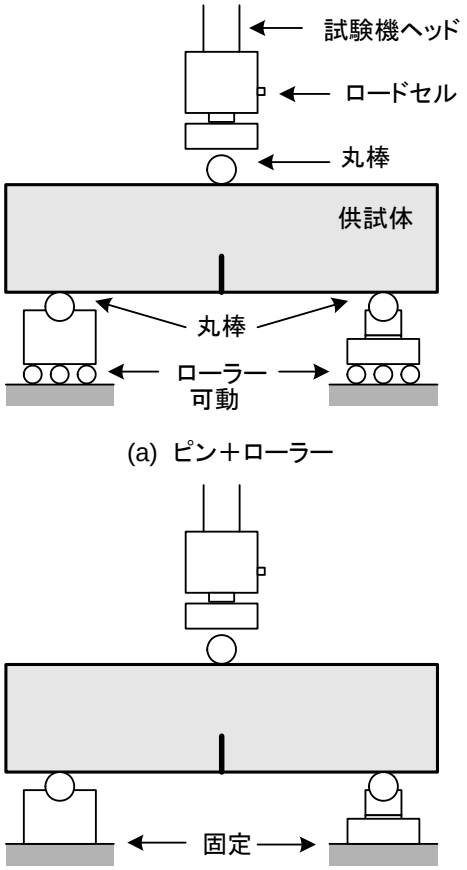


図-1 支承条件

2.2 FRC

FRC としては両端フック付きの長さ 30mm，直径 0.6 ㎜の鋼繊維を用いたコンクリートとした．繊維の混入率は 1.0%であり，コンクリートの圧縮強度は曲げ試験時材齢で 41.5N/mm^2 である．FRC の配合を**表-1** に示す．供試体数はばらつきの影響を確認するために 1 条件あたり 6 本とした．

2.3 計測方法

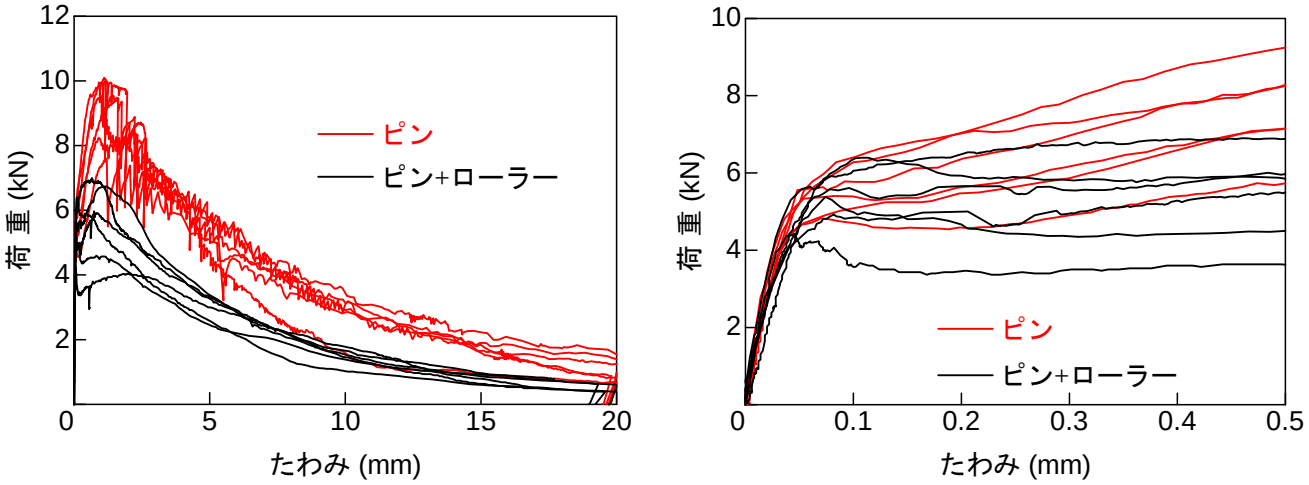
計測は JCI 規準に準じて行うこととし，荷重，切欠き肩口開口変位，および載荷点たわみとした．開口変位はクリップゲージ(容量 5mm)，たわみは支承直上，供試体の側面に取り付けた計測治具を介して，高感度変位計(容量 25mm)を用いて計測した．計測された荷重-たわみ曲線より逆解析と修正 J 積分方により引張軟化曲線を推定した．

表-1 FRC の配合

G_{max} (mm)	空気量 (%)	W/C	s/a	単位量 (kg/m^3)					
				W	C	S	G	鋼繊維	混和剤
15	5.0	0.58	0.58	195	336	943	697	78.5	1.0

キーワード　繊維補強コンクリート，曲げ試験，支承条件，引張軟化曲線
連絡先　〒501-1193　岐阜市柳戸１－１　岐阜大学工学部社会基盤工学科　ＴＥＬ058-293-2406

© Japan Society of Civil Engineers



(a) 全体　　(b) 初期部分

図-2　荷重-たわみ曲線

3．実験結果

図-2 に 3 点曲げ試験で得られた荷重-たわみ曲線を示す．左側の(a)は荷重-たわみ曲線の全体であり，右側の(b)は載荷初期部分を拡大したものである．同図よりばらつきはあるものの，支承の水平方向を固定した場合(ピン)の最大荷重は，可動(ピン+ローラー)とした場合にくらべ 6 割程度高くなり，軟化域においても可動とした場合より荷重が高くなった．なお，水平方向を固定した場合の荷重変位曲線において，最大荷重点以降，曲線が振動しているのは供試体底面と丸棒の間でスリップが生じた瞬間に荷重が低下し，スリップが繰り返し生じたためである．一方，右側(b)の載荷初期の段階では，ひび割れ発生点（荷重−たわみ曲線において剛性が変化する点）までは両者に差は見られない．しかし，水平方向を固定した場合にはひび割れ発生直後も荷重が単調に増加するのに対して，水平方向を可動とした場合にはわずかに軟化し，一定荷重を維持したままたわみが増加している．

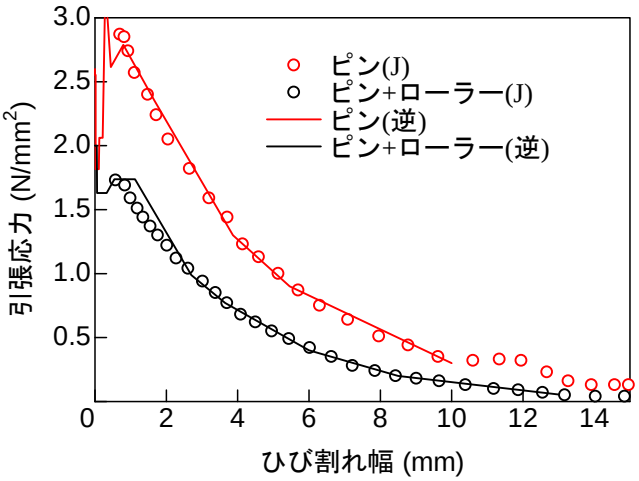


図-3 引張軟化曲線

図-3 には荷重−たわみ曲線から得られた引張軟化曲線を示す．なお，修正 J 積分法を適用する場合には，供試体の変形を切欠き断面の上縁を回転中心とする剛体変形と仮定して，たわみから切欠き先端の開口変位を求めた．同図に示すように水平方向を固定した場合には軟化時の応力が 6 割程度高くなった．

4．まとめ

繊維補強コンクリートの曲げ試験において，支承の水平方向を可動状態にしないと荷重が高くなり，荷重−変位関係から求められる引張軟化曲線の応力も高くなることを示した．ただし，ひび割れ発生点までは水平方向の条件は影響しないことからプレーンコンクリートの曲げ強度試験では，水平方向は固定でも問題ないと考えられる．

参考文献

1) 土木学会：鋼繊維補強コンクリート曲げ強度および曲げタフネス試験方法(JSCE-G552-2013)
2) 日本コンクリート工学会：切欠きはりを用いた繊維補強コンクリートの荷重-変位曲線試験方法(JCI-S-002-2003)
3) ASTM：C78，C293
4) RILEM TC 162-TDF：Test and Design Methods for Steel Fibre Reinforced Concrete

© Japan Society of Civil Engineers