

繊維補強コンクリートの曲げ挙動に及ぼす支承構造の影響

Influence of Loading Apparatus on Flexural Behavior of Fiber Reinforced Concrete

趙 力采*・小林 一輔*・西村 次男*・今泉 和郎*

Ryokche CHO, Kazusuke KOBAYASHI, Tsugio NISHIMURA and Kazuro IMAIZUMI

1. は し が き

繊維補強コンクリートの曲げ挙動で普通コンクリートと著しく異なる点は、ひびわれ発生後も繊維によって引張応力が伝達され、耐力を保持する結果、かなり大きい見掛けのたわみ変形を生ずる点にある。このことは、供試体の支承部分での回転角が大きくなることを意味し、もし支承が回転を拘束するようなことがあれば、すなわち支承構造如何によっては繊維補強コンクリートの曲げ性状も異なってくる事が予想される。

本文は、この影響を調べるために、曲げによる変位の拘束度の異なる3種の支承を用いて行った繊維補強コンクリートの曲げ試験結果をとりまとめたものである。

2. 実験の概要

2.1 使用した曲げ支承の構造

実験に用いた曲げ支承は、i) 供試体の軸方向に回転可能な上下各1組のローラー(φ30mm)から成る支承で、その上下各1方のローラーはその下部に供試体のわずかな振れの影響を除くために鋼球を組み込んで前後に傾くようになっているもの、ii) i)と同様に供試体の振れの影響を除く構造となっており、供試体に接する部分は半径15mmの円弧であるが、供試体の軸方向への回転は拘束されているもの(JISやASTMでは普通コンクリートの曲げ強度試験方法の中でこのような支承を規定している)およびiii)可動部分が全くなく、供試体とは幅6mmの面接触となる支承の3種である(図1参照)。

これらの支承はいずれも、スパンが30cmで載荷点距離が10cmのものであって、これらの間が剛接されているので、支承自体の軸方向への水平移動は生じないような構造となっている。

2.2 繊維補強コンクリート供試体

繊維補強コンクリートはいずれも水セメント比(50%)、細骨材率(60%)、および粗骨材最大寸法(15mm)を一定としたコンクリートマトリックスにそれぞれ鋼繊維と

ポリエチレン繊維を容積百分率で2%混入したものである。供試体は上記コンクリートによりすべて10×10×40cm角柱体を作製し、材令2週まで水中養生を行った。なお、鋼繊維は0.3×0.7×30mmのせん断ファイバーを用い、ポリエチレン繊維は換算直径が0.9mmで長さが40mmのものを用いた。

2.3 測定方法

曲げ載荷はすべて三等分点二点載荷により行った。図2は2.1の各種の曲げ支承の構造が繊維補強コンクリートの曲げ特性に及ぼす影響を明らかにするために、供試体各部に設置した抵抗線ひずみゲージ(ゲージ長30mm)と変位計(1000×10⁻⁶/mm)の位置を示したものである。ゲージ①と②は支点と載荷点とを結ぶ線上の梁高さ中央の位置で線と直角方向に、ゲージ③と④は梁下面の支点から5cm、梁幅の1/2の位置で長手方向に張り付けたものである。前者より曲げ荷重によって生じるせん断力による斜め引張ひずみ値との関係を求め、後者より曲げ荷重と引張縁のひずみ値との関係を求めた。また、変位計はスパン中央点の梁下面に設置し、曲げ荷重たわみ曲線を求めた。なお、ゲージ①と②および③と④はそれぞれ並列に結線して平均のひずみ値を求めた。一方、梁供試体は各試験装置について、鋼繊維およびポリエチレン繊維補強コンクリートをそれぞれ各3本とした。また載荷は島津製作所製のオートグラフ(容量10t)により、クロスヘッドの速度を毎分1mmとして実施した。

3. 実験結果と考察

図3は3種の曲げ支承を用いてそれぞれ鋼繊維およびポリエチレン繊維補強コンクリート梁供試体の曲げ試験を実施した結果であって、それぞれ曲げ荷重とスパン中央点のたわみ量との関係を示したものである。この図より、繊維補強コンクリートの曲げ特性は、用いる支承の構造如何によって相当に異なって評価されることがわかる。すなわち、I)最大荷重およびタフネスは支承I、IIおよびIIIを用いた順に大きく評価され、支承Iの場合に比して支承IIIを用いたものの値は最大荷重およびたわみ量

* 東京大学生産技術研究所 第5部

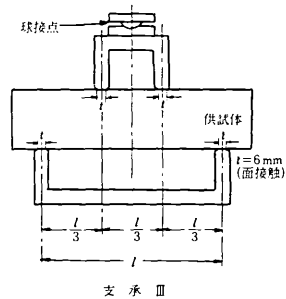
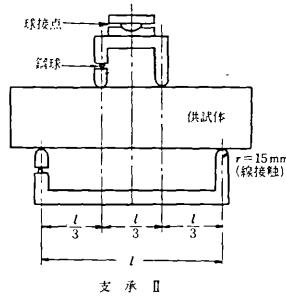
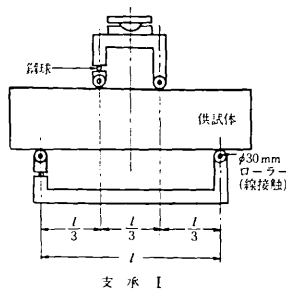


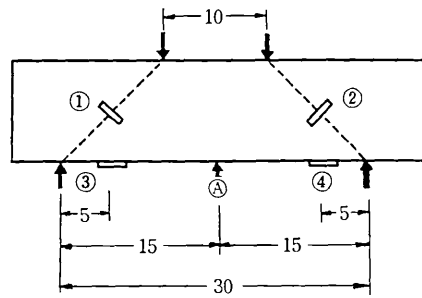
図1 本実験に用いた曲げ試験装置

が4mm時の荷重において、鋼繊維ではそれぞれ約1.6倍および3倍、ポリエチレン繊維を用いたものは約1.6および3.4倍に達する、2) 鋼繊維補強コンクリートのひびわれ発生荷重は支承の構造によって著しく変化するが、ポリエチレン繊維を用いたもののひびわれ発生荷重は支承の構造の影響をほとんど受けない、ことなどが明らかである。

これらの結果のうち、1) に関してはひびわれ発生後の曲げ荷重による梁供試体の回転角およびずれ量の増大を拘束する程度が支承I、IIおよびIIIの順序で大きくなることによるものと考えられるが、2) に関しては以上の要因と鋼繊維補強コンクリートとポリエチレン繊維補強コンクリートにおける補強材の特性ならびに強化機構の差の相乗的作用に起因するものと思われる。

3.2 供試体の変形特性の検討

図4(a)は3種の支承を用いて鋼繊維補強コンクリ



①②③④: ワイヤストレーンゲージ番号

Ⓐ: 変位計

単位: cm

図2 ゲージおよび変位計の位置

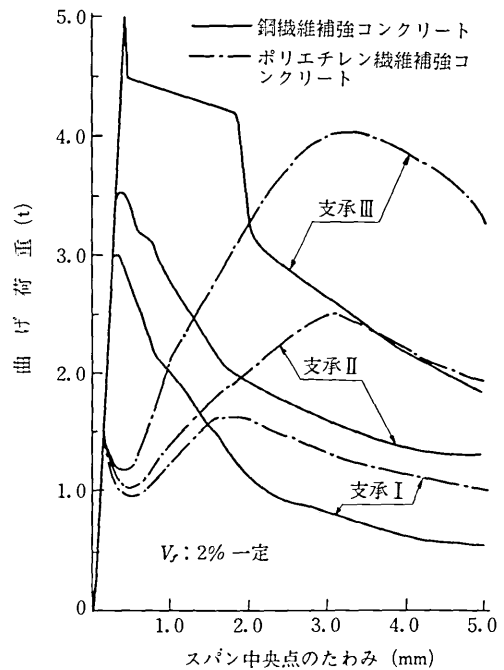


図3 曲げ荷重たわみ曲線に及ぼす支承条件の影響

ート梁供試体の曲げ試験によって得られた曲げ荷重と斜め引張ひずみ値ならびに引張縁のひずみ値との関係を示したものである。なお、図4(b)は同時に得られた曲げ荷重-たわみ曲線を示したものである。図4(a)より明らかなことは、1) 斜め引張ひずみ値は支承の種類にかかわらずほぼ一致しており、最大荷重時まではほぼ直線的に増大すること、2) 支承Iを用いた場合、引張ひずみ値は最大荷重時まで増大するが、支承IIとIIIを用いたものは3t前後(支承Iの場合の最大荷重時)から減少しつつ最大荷重に達する、3) 支承Iを用いた場合、斜め引張ひずみ値は引張縁ひずみ値に比べてかなり小さい

研究速報

が、支承ⅡとⅢを用いた場合は、最大荷重時の斜め引張ひずみ値が引張縁のひずみ値より大きいこと、などである。なお、鋼繊維補強コンクリートの曲げ破壊は用いた支承の種類にかかわらず、スパン中央付近に生じた単一のひびわれが拡大して生じた。支承Ⅰを用いた場合の結果は純粋な曲げ荷重に近い状態で試験が行われたことを示すものであるが、支承ⅡとⅢを用いた場合の結果は、支承Ⅰによる最大荷重(約3t)以上の増分は鋼繊維によってブリッジされた供試体両切片が支承の拘束によってせり持ち、曲げよりもせん断が卓越した荷重状態となったことを示している。

図5(a)は同一条件の曲げ試験を実施したポリエチ

(鋼繊維補強コンクリート)

レン繊維補強コンクリート梁供試体より得られた曲げ荷重とひずみ値との関係を示したものであり、図5(b)は同時に得られた曲げ荷重たわみ曲線を示したものである。図5(a)より明らかになったことは、1) ひびわれ荷重時までの引張縁のひずみ値は用いる支承の種類にかかわらずほぼ一致し、最大荷重時のひずみ値は支承Ⅰの場合が他に比して最も大きい、2) 支承Ⅰを用いた場合、斜め引張ひずみ値は引張縁のひずみ値に比べてかなり小さいが、支承ⅡとⅢを用いた場合には、支承Ⅰを用いた場合とは全く逆に、ひびわれ発生荷重から最大荷重時まで、斜め引張ひずみ値が増大するのに対して引張縁のひずみ値の増加はほとんどなく、最大荷重時における

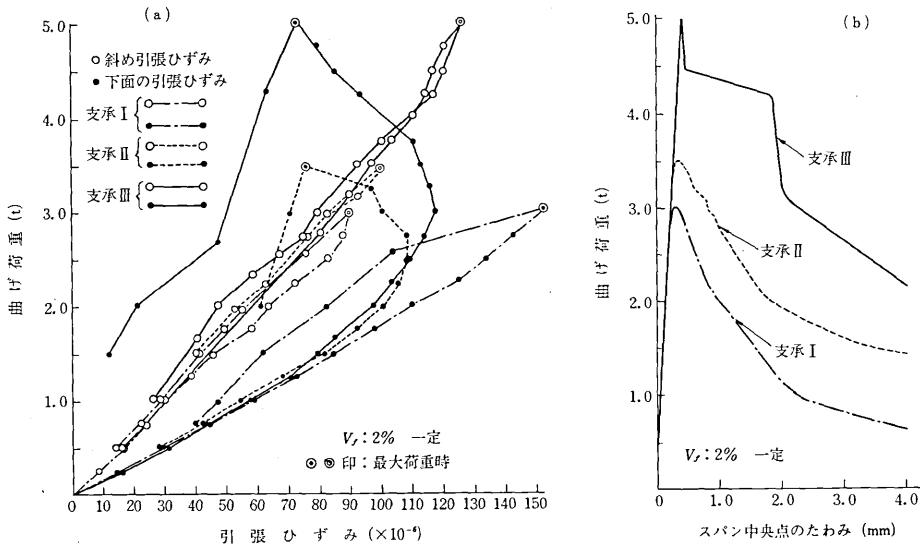


図4 各種試験装置による曲げ荷重と斜め引張ひずみ、引張ひずみおよびたわみとの関係

(ポリエチレン繊維補強コンクリート)

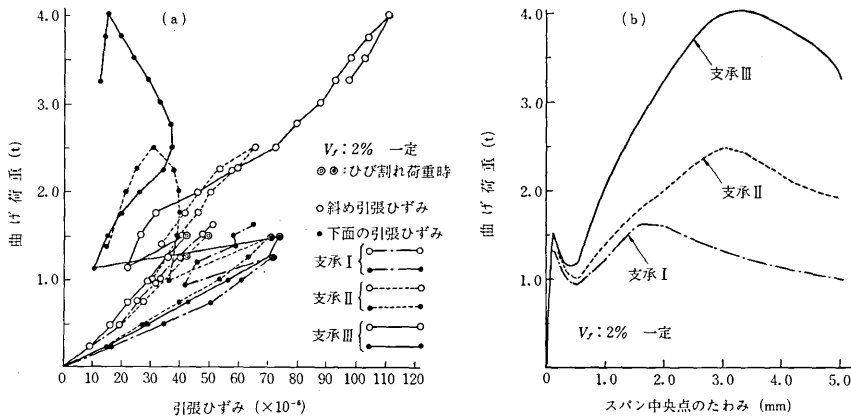


図5 各種試験装置による曲げ荷重と斜め引張ひずみ、引張ひずみおよびたわみとの関係

研究速報

その差は著しく大きくなる, ことなどである. これらの傾向は鋼繊維補強コンクリートにおける場合とほぼ同様なものである.

すなわち, 支承Ⅰを用いた場合には純粋な曲げ荷重に近い状態で試験が行われたことを示しているが, 支承ⅡおよびⅢを用いた場合の結果はひびわれ荷重後の曲げ挙動が支点の拘束条件の影響を受け, 鋼繊維補強コンクリートにおける場合と同様な機構, すなわちひびわれ後の両切片がせり持って, 曲げよりもせん断が卓越した載荷状態になった結果, 荷重が増大したことを示すものである.

一方, ポリエチレン繊維補強コンクリートのひびわれ発生荷重が支承の種類に拘らず大差がないことは図3より明らかであるが, このことはポリエチレン繊維がコンクリートのひびわれ発生に対する補強効果を有しないことを考慮すると, プレーンコンクリートの曲げ強度が本

実験の範囲内の支承条件では大差なく求めうることを示唆するものである. すなわち, 10×10×40 cmの供試体を用い, スパン30 cmで載荷した場合, ひびわれ荷重時におけるスパン中央点のたわみ量は0.04 mm程度と非常に小さく, 支承における回転角やずれ量も極めて小さいものであって, 支承の拘束条件の影響が明確には表れない範囲となっていることによるものと考えられる. なお, 予備実験として, 支承Ⅰに用いた載荷点の装置を支承ⅡとⅢの支点条件に用いた場合についても検討を行い, 載荷点の装置が結果にほとんど影響を与えないことを確認している.

以上の結果は, 繊維補強コンクリートの曲げ特性を正しく評価するためには, 軸方向に回転可能なローラーを支承とした載荷装置を用いる必要があることを示している.

(1979年7月30日受理)

次号予告(12月号)

研究速報

無限列細長体と規則波の干渉について.....	木 下 健
UBETの応用に関する研究(第1報) —軸対称問題への適用(1)—	{ 木 内 学 村 田 良 美
極限解析の圧延加工への応用(第1報) —圧延材の内部欠陥の挙動に関する検討—	{ 木 内 学 向 四 海
複合材の押出し・引抜き加工に関する研究(第1報).....	{ 木 内 学 伊 藤 澄 彦
鋼繊維補強コンクリートの乾燥収縮に関する研究(2) —拘束条件下における収縮性状—	{ 小 林 一 輔 魚 本 健 人 峰 敏
高炉水砕スラグの被粉砕性に関する一実験.....	{ 小 熊 一 輔 魚 谷 本 健 人
New Method for the Calibration of the Inertia of Resonant Column Devices.....	{ 龍 岡 文 夫 マーシャル L. シルバー
シリカアルミナから合成した固体超強酸におけるアンモニアの微分吸着熱.....	{ 谷 口 人 文 増 田 立 男 堤 高 和 男 橋 浩

総索引

生産研究・生研報告発行リスト(1979)