

ネット状連続繊維補強材を併用した RC はりの曲げひび割れ抑制に関する実験的検討

群馬大学工学部 学生会員 ○杉浦 亮介
 群馬大学大学院 正会員 李 春鶴
 群馬大学大学院 フェロー会員 辻 幸和
 太平洋マテリアル(株) 正会員 郭 度連

1. はじめに

構造物の維持・管理にあたり、ひび割れは重要とされており、ひび割れ抑制技術の確立が重要とされている。その一つにネット状連続繊維補強材(以下、連続繊維と称す)がある。これは、引張応力の働く箇所に的確に施工することで効率的にひび割れを抑制できる。既往の研究^{1),2)}によれば、連続繊維を RC はりの引張鉄筋に配置することで曲げひび割れの分散性やひび割れ幅抑制に効果があることが認められた。

本研究では、連続繊維による曲げひび割れ抑制効果の定量的な評価を目的とし、鉄筋と併用して配置した連続繊維が、RC はりに及ぼす影響を実験により検討し、曲げひび割れの抑制を評価する方法を提示する。

2. 実験概要

2. 1 供試体概要

RC はりの形状寸法を図-1 に、供試体の概要を表-1 にそれぞれ示す。供試体は、高さを 300mm、幅を 300mm、長さを 1500mm とし、かぶり、引張鉄筋比、連続繊維の配置枚数を変化させた RC はり供試体を 6 体作製した。打込み終了後、材齢 2 日で脱型し、材齢 105 日まで湿布養生してから載荷試験を行った。載荷方法は、等曲げモーメント区間を 400mm とする 2 点集中載荷とした。

2. 2 使用材料

コンクリートは目標圧縮強度が 24N/mm^2 のレディミクストコンクリートを使用した。

連続繊維は耐アルカリ性ガラス繊維をネット状にしたもので、幅が 210mm、ネット間隔が $30\text{mm} \times 30\text{mm}$ の一軸方向に配置されており、引張強度は $15000(\text{N}/\text{幅})$ 以上である。

引張鉄筋に D16 を、圧縮鉄筋には D13 をそれぞれ 2 本、せん断補強筋には D10 をせん断スパン内に 80mm 間隔でそれぞれ配置した。

3. 実験結果および考察

3. 1 荷重および破壊形式

表-2 に各種荷重および破壊形式を示す。連続繊維を配

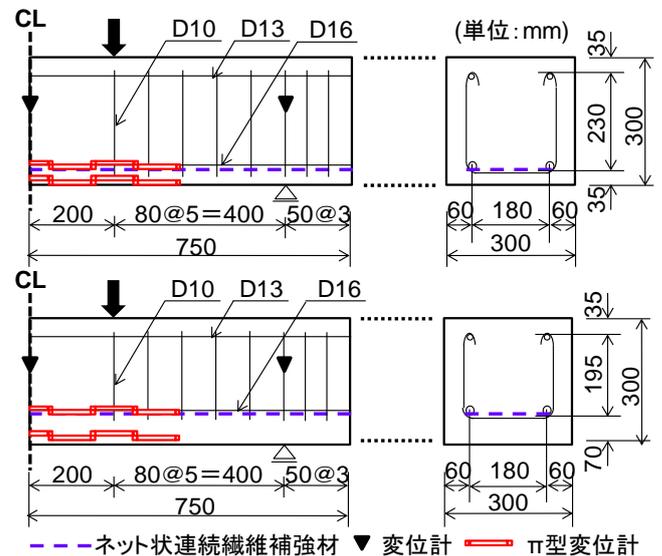


図-1 供試体の形状寸法

表-1 供試体の概要

供試体名	引張鉄筋の呼び名	かぶり (mm)	引張鉄筋比 (%)	繊維枚数 (枚)
C35D16-0	D16	35	0.52	0
C35D16-1				1
C35D16-2				2
C70D16-0		70	0.60	0
C70D16-1				1
C70D16-2				2

置した供試体の曲げひび割れ発生荷重および引張鉄筋降伏荷重は、連続繊維を配置していない供試体より大きくなっている。また、破壊形式は全ての供試体でまず引張鉄筋が降伏し、その後、圧縮縁のコンクリートが圧縮破壊する曲げ引張破壊を生じた。

3. 2 最大曲げひび割れ幅と引張鉄筋ひずみ

図-2 に最大曲げひび割れ幅と引張鉄筋のひずみ関係を示す。曲げひび割れ幅は、供試体側面の引張縁から 10mm の位置で測定された値で、最大ひび割れ幅については、最大値を示す 1 本のひび割れを対象とした。

図に示すように、最大曲げひび割れ幅と引張鉄筋ひずみの関係は概ね直線関係を持つことが確認でき、引張鉄筋ひずみが増加するほど、最大曲げひび割れ幅が比例して増加

キーワード ネット状連続繊維補強材, 最大曲げひび割れ幅, 引張鉄筋ひずみ, 曲げひび割れ幅算定式

連絡先 〒376-8515 群馬県桐生市天神町 1-5-1 TEL:0277-30-1111 FAX:0277-30-1020

することが確認できた。また、連続繊維を1枚配置したものは、連続繊維を配置していないものよりも同じ最大曲げひび割れ幅に対して引張鉄筋ひずみが大きく、連続繊維の配置によるひび割れ抑制効果は小さいが、連続繊維を2枚配置することで、同じ最大曲げひび割れ幅に対して引張鉄筋ひずみが小さくなり、連続繊維が負担していることが認められる。

図-3は、引張鉄筋ひずみが500, 1000, 1500 μ 時の、連続繊維を配置した供試体の最大曲げひび割れ幅と連続繊維を配置していない供試体の最大曲げひび割れ幅の比と引張鉄筋のひずみの関係である。連続繊維を1枚配置したものに関しては、連続繊維を配置していないものよりひずみが大きく、ひび割れの低減傾向が見られない。これは、実験上のばらつきであると考えられ、再度検討が必要である。しかし、連続繊維を2枚配置したものに関して、本研究の範囲内では、引張鉄筋ひずみに関わらず、概ね0.7になっていることが認められた。以降の検討は連続繊維を2枚配置した供試体のものを対象とする。

3.3 曲げひび割れ幅算定式への適用

図-4に、計算値と実験値の比較を示す。3.2で議論した連続繊維の配置によるひび割れ幅の低減効果を、土木学会コンクリート標準示方書の曲げひび割れ幅の算定式³⁾へ反映した式(1)より求めた計算値と実験値の比較を示している。

$$w = 1.1k_1k_2k_3k_4\{4c + 0.7(c_s - \phi)\}(\sigma_{se}/E_s + \epsilon_{cs}') \quad (1)$$

ここに、 k_1 :鋼材の表面形状がひび割れ幅に及ぼす影響を表す係数(異形鉄筋の場合は1.0)、 k_2 :コンクリート品質がひび割れ幅に及ぼす係数、 k_3 :引張鋼材の段数の影響を表す係数、 k_4 :連続繊維によるひび割れ抑制効果を示す係数、 c :かぶり(mm)、 c_s :鋼材の中心間隔(mm)、 ϕ :鋼材径(mm)、 σ_{se} :鋼材位置のコンクリートの応力度が0の状態からの鉄筋応力度の増加分(N/mm²)、 E_s :鋼材の弾性係数(N/mm²)、 ϵ_{cs}' :コンクリートの収縮およびクリープ等によるひび割れ幅の増加を考慮するための数値である。ここに連続繊維の影響を考慮し、 k_4 を0.7とすることで、連続繊維を配置したRCはりの曲げひび割れ幅が概ね予測できると考えられる。

4. まとめ

ネット状連続繊維補強材がRCはりの曲げひび割れに及ぼす影響を検討し、土木学会式にその影響を考慮することで、曲げひび割れの抑制効果を概ね評価することができた。

謝辞

本研究の実験の実施にあたって、群馬大学大学院工学研究科 山中辰則氏をはじめ、当研究室の皆様にご協力をお願いしました。ここに、深く感謝の意を表します。

表-2 各種荷重および破壊形式

供試体名	ひび割れ発生荷重 (kN)	引張鉄筋降伏荷重 (kN)	破壊形式
C35D16-0	48.2	177.2	曲げ引張破壊
C35D16-1	54.8	192.0	
C35D16-2	53.1	197.1	
C70D16-0	45.7	152.9	
C70D16-1	50.0	164.1	
C70D16-2	54.9	175.5	

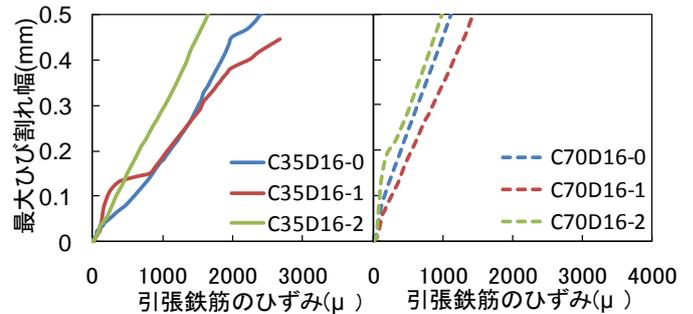


図-2 最大曲げひび割れ幅—引張鉄筋ひずみ

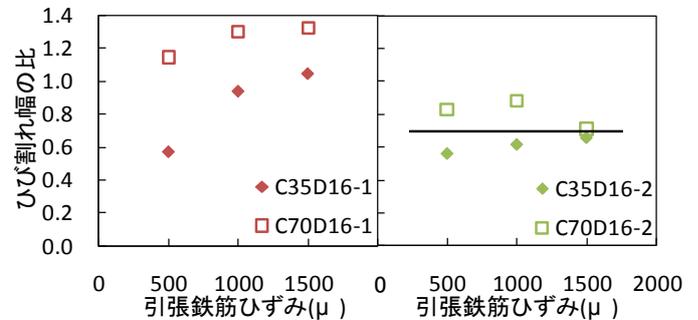


図-3 ひび割れ幅の比—引張鉄筋ひずみ

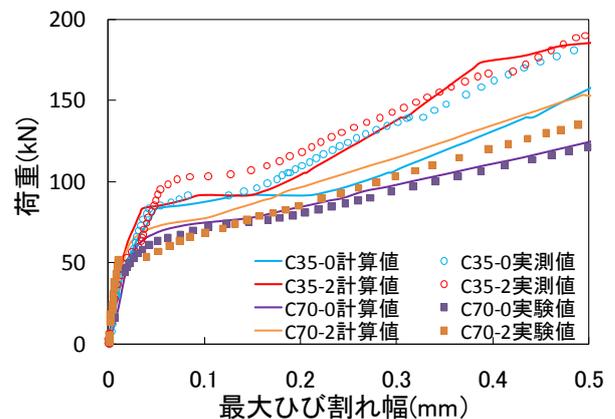


図-4 計算値と実験値の比較

参考文献

- 1) 栗原貢介ほか: ネット状連続繊維補強材を併用した RC はりの曲げ性状, コンクリート工学論文集, Vol.21, No.2, 2010.5, pp.25-33
- 2) 杉野雄亮ほか: 耐アルカリ性ガラス繊維ネットのひび割れ抑制効果に関する研究, コンクリート工学年次論文集, Vol.32, No.1, 2010.7, pp.1847-1852
- 3) 土木学会コンクリート標準示方書[設計編], 土木学会, 2009.3, pp.102-105