

付着損失領域の大きい RC 梁における耐アルカリ性ガラス繊維ネットのひび割れ抑制効果

九州大学工学研究院 正会員 ○山崎智彦 九州大学工学研究院 フェロー 大塚久哲
NEXCO 西日本(株) 非会員 李 靖 太平洋マテリアル(株) 正会員 竹下永造

1. 研究の目的

コンクリート構造物の維持管理において、コンクリート部材へのひび割れ発生は、構造物の耐久性低下に繋がることから、ひび割れ抑制手法について検討した補強材が多数開発されている。その中で、耐アルカリ性ガラス繊維ネット（以降、HN と称す）は、ひび割れ抑制材料として近年注目を浴びており、使用実績も年々増加している。しかし、そのひび割れ抑制効果については、不明な点が多く明らかになってはいない。そこで本研究では、異形鉄筋と丸鋼鉄筋を用いて、鉄筋とコンクリートとの付着に着目し、HN による付着損失領域の改善効果を確認することを目的とし、試験を実施した結果について報告する。

2. 実験概要

2.1 供試体概要

図 1 に試験体概要を示す。図 1 より、試験体は、長さ 1600mm、断面 200×200mm の RC 梁である。支間間は 1200mm とし、2 点間の荷重スパンを 400mm とした。コンクリート設計基準強度は 40N/mm² で配合し、かぶりを 30mm とした。鉄筋は主鉄筋 D16、帯鉄筋 D10 とし、150mm ピッチで配筋した。計測装置は、ひずみゲージを下面主鉄筋に 3 測点×2 本、変位計を荷重点と中央部に 3 台、πゲージを荷重点間に 11 台設置している。

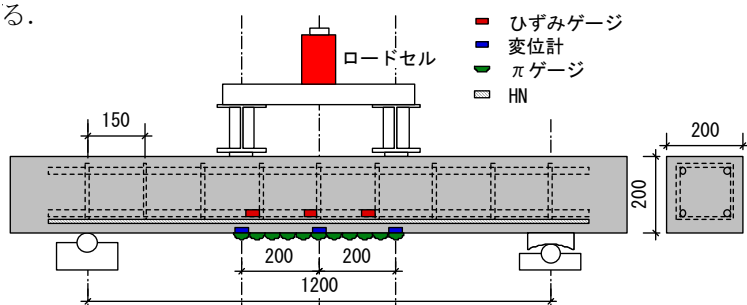


図 1 試験体概要

表 1 実験ケース

試験体	主鉄筋種類	HNの有無
No.1	異形 (SD295)	無
No.2		有
No.3	丸鋼 (SR235)	無
No.4		有

表 2 材料特性

項目	特性値
HNあたり繊維量 (mm ²)	17.1
メッシュサイズ (mm)	30×30±8
引張強度 (N/mm ²)	1500
弾性係数 (N/mm ²)	74000

2.2 実験ケース

表 1 に実験ケースを示す。No.1 と No.2 の HN の有無のケースを標準とし、主鉄筋の種類をパラメータとして 4 体の試験体を用いた。丸鋼鉄筋を用いたのは、鉄筋とコンクリートの付着の有無を目的としている。表 2 に HN の材料特性を示す。

3. 実験結果

3.1 荷重－変位・ひび割れ幅・鉄筋ひずみ関係

図 2 に荷重－変位曲線を示す。図より、HN 有りの試験体 No.2, No.4 において最大荷重の増加が確認された。これは、各グラフにおいて顕著に現れているひび割れ発生後の荷重－変位曲線の変曲点である断面降伏荷重の増加による効果であるものと推察される。このことより、HN を使用することによる効果は、鉄筋部材に影響を及ぼしている可能性が高いことが分かる。また、丸鋼鉄筋 No.4 では、5mm 程度の変位において、荷重－変位曲線の勾配変化の違いが顕著に現れており、No.4 に比べ、No.3 は勾配低下が早めに行っていることが分かる。このことより、鉄筋との付着が無い場合に、HN の効果が顕著となることが分かる。

図 3 に荷重－最大ひび割れ幅の関係を示す。同一荷重時において比較すると HN の効果により、最大ひび割れ幅を抑制していることが分かる。ここで、60kN に着目すると、No.1 は 0.26mm に対し、No.2 は 0.21mm、No.3 は 0.50mm に対し、No.4 は 0.35mm であった。このことより、HN のひび割れ抑制効果は、鉄筋との付着の有無による影響が大きいことが分かる。

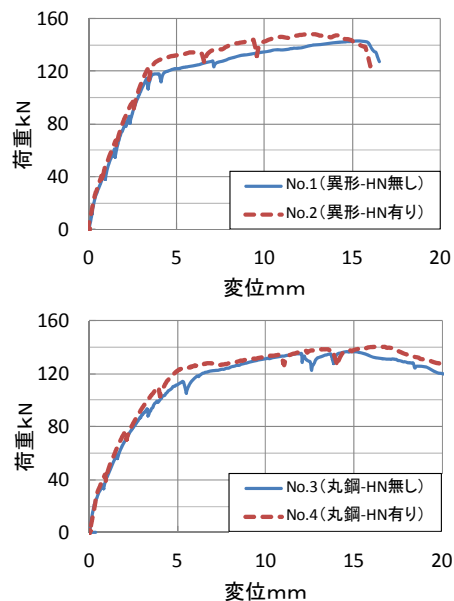


図 2 荷重－変位曲線

キーワード：耐アルカリ性ガラス繊維ネット、丸鋼鉄筋、ひび割れ抑制効果

連絡先：〒819-0395 福岡市西区元岡 744 092-802-3374

図4に荷重－最大鉄筋ひずみ関係を示す。図より荷重増加に伴い増大する鉄筋ひずみがHNにより抑制されており、No.4において顕著であることが分かる。

これまでの結果から、HNのひび割れ抑制メカニズムは、鉄筋との付着に対して効果的である可能性が高く、特に、鉄筋の付着損失領域を改善し、ひずみ及びひび割れ幅を低減する効果があるものと推察される。

3.2 実験結果による定量的な評価

HNの有無によるひび割れ幅の低減効果、分散効果および抑制効果について評価した。

低減効果については、式(1)に示す同一鉄筋ひずみ時(500, 1000, 1500μ)における最大ひび割れ幅を比較することで、ひび割れ幅の低減効果を表す指標Wを算出した。

$$W = W_{HN} / W_{PL} \dots\dots (1) \quad W : \text{ひび割れ幅低減効果を表す指標, } W_{HN} : \text{HN補強の試験体に生じる最大ひび割れ幅}$$

$$W_{PL} : \text{無補強の試験体に生じる最大ひび割れ幅}$$

分散効果については、無補強およびHN補強試験体の荷重－変位曲線において、鉄筋降伏ひずみ2000μ到達時の面積を算出し、式(2)に示すひび割れ分散効果を表す指標Dを算出した¹⁾。

$$D = D_{HN} / D_{PL} \dots\dots (2) \quad D : \text{ひび割れ分散効果を表す指標, } D_{HN} : \text{HN補強の荷重－変位曲線における鉄筋降伏までの面積}$$

$$\alpha = W / D \dots\dots (3) \quad D_{PL} : \text{無補強の荷重－変位曲線における鉄筋降伏までの面積}$$

抑制効果については、ひび割れ分散効果の指標値Dは、ひび割れ本数についても評価しており²⁾、HNによる総ひび割れ幅の低減効果の指標値Wとの比により式(3)のひび割れ抑制効果の指標αを算出し定量的に評価した²⁾。

式(1)～(3)にて算出した結果を表3, 4, 5に示す。結果より、各指標値のNo.1, No.2(異形鉄筋)とNo.3, No.4(丸鋼鉄筋)との比は、Wでは0.71, Dでは1.70, αでは0.43であった。このことより、HNが鉄筋との付着に影響を及ぼしていることが分かる。また、一般汎用解析ソフトFINALにて、非線形有限要素解析を行い、同様に指標値を計算し実験値と同等の値になることも確認した³⁾。このことから、HNは鉄筋とコンクリートの付着損失領域の改善に繋がり、ひび割れ幅の低減および分散効果に期待できるものと推察される。

表3 ひび割れ幅の低減指標値

試験体	種類	W ₁ (500μ)	W ₂ (1000μ)	W ₃ (1500μ)	W _{平均}
No.1	W _{PL}	0.138	0.268	0.386	0.91
No.2	W _{HN}	0.099	0.267	0.387	
No.3	W _{PL}	0.240	0.780	1.660	
No.4	W _{HN}	0.210	0.540	0.655	

表4 ひび割れの分散指標値

試験体	面積mm ²	D
No.1	D _{PL}	1.13
No.2	D _{HN}	
No.3	D _{PL}	1.92
No.4	D _{HN}	

表5 ひび割れの抑制指標値

試験体	W	D	α
No.1	0.91	1.13	0.80
No.2			
No.3	0.65	1.92	0.34
No.4			

4. 結論

HNを用いたコンクリート梁の曲げ載荷試験の結果より、ひび割れ幅の低減効果、分散効果および抑制効果については、鉄筋付着が小さい場合に効果が増加し、HNは鉄筋との付着損失領域の改善に繋がると推察できる。

参考文献

(1) 国枝稔, 森川秀人, 山下賢司, 六郷恵哲: 複数ひび割れを生じる高韌性セメント複合材料のひび割れ分散性の評価, コンクリート工学年次論文報告集, Vol.26, No.1, pp.285-290, 2004

(2) 杉野雄亮, 竹下永造, 郭度連: 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報告集, Vol.32, No.1, pp.1847-1852, 2010

(3) 竹下永造・大塚久哲・李靖, 耐アルカリ性ガラス繊維ネットを用いた鉄筋コンクリート梁のひび割れ抑制メカニズム, コンクリート工学年次論文集, Vol.34, 2012 (投稿中)

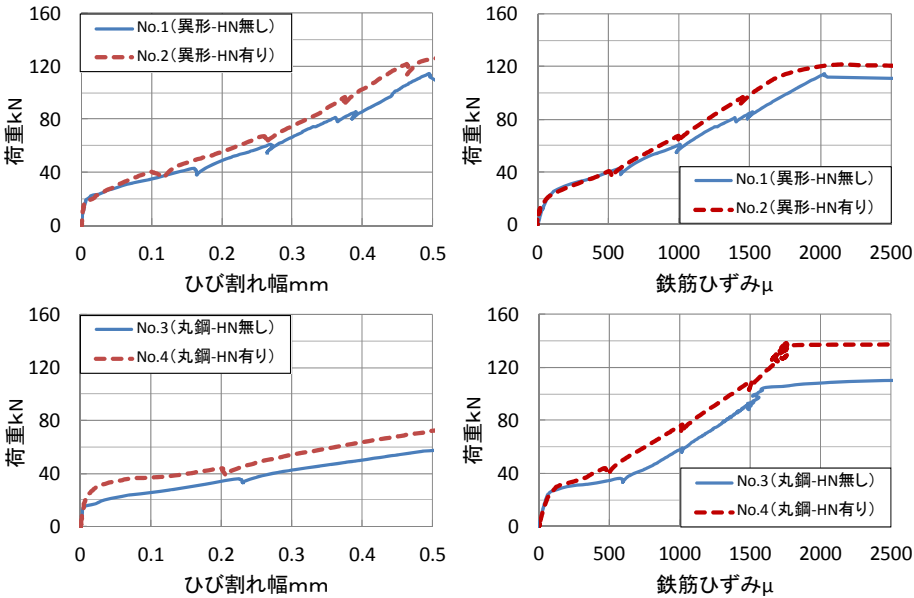


図3 荷重－最大ひび割れ幅

図4 荷重－最大鉄筋ひずみ