

炭素繊維ネット補強によるコンクリートの乾燥収縮ひびわれ制御

九州大学 学生員 〇楊士傑 九州大学 正会員 牧角龍憲
九州大学 東宏治 九州大学 正会員 古賀源象

1. まえがき

炭素繊維ネットを補強材に用いた場合、ネット横線部分に腹圧が生じる機械的抵抗が得られるため、引張力に対する定着長は鉄筋に比べて短くなると考えられる。定着長が短くなればひびわれ幅を小さく制御することが可能になる。本研究では炭素繊維ネット（以下ネットと称する）によるひびわれ幅制御効果について鉄筋の場合と比較検討した。その結果をもとに乾燥収縮ひびわれ試験を行い、ネットの効果について調べた。

2. 炭素繊維ネットによるひびわれ幅制御の解析

ネット補強時のひびわれ幅 W は、ひびわれの両側のネットが、定着されるメッシュに至るまでのネット縦線のすべり出し量 $\Delta \varepsilon$ と乾燥収縮 S の和とすると、

$$W = 2 \times \sum (\Delta \varepsilon_{.1} + S) L \quad (1)$$

で表される（図1参照）。ここに、 L :メッシュ間隔。 $\Delta \varepsilon_{.1}$ はネット縦線のひずみ $\varepsilon_{f.1}$ とコンクリートの引張ひずみ $\varepsilon_{c.1}$ との差より求められる。均等に引張力に抵抗するコンクリートの断面積を A_c とすると、力の釣合より

$$P = E_c \cdot A_c \cdot \varepsilon_{c.1} + E_f \cdot A_f \cdot \varepsilon_{f.1} \quad (2)$$

よって (1)式は

$$W = 2L \cdot \sum \{ \varepsilon_{f.1} (1 + E_f \cdot A_f / E_c \cdot A_c) - P / E_c \cdot A_c + S \} \quad (3)$$

表1

ただし

$$\varepsilon_{f.1} = (C_{1.1} \cdot P - C_{2.1} \cdot k \delta_1) / E_f \cdot A_f \quad (4)$$

$$\delta_1 = C_{4.1} / C_{3.1} \times m \cdot P \quad (5)$$

$$m = L / E_f \cdot A_f$$

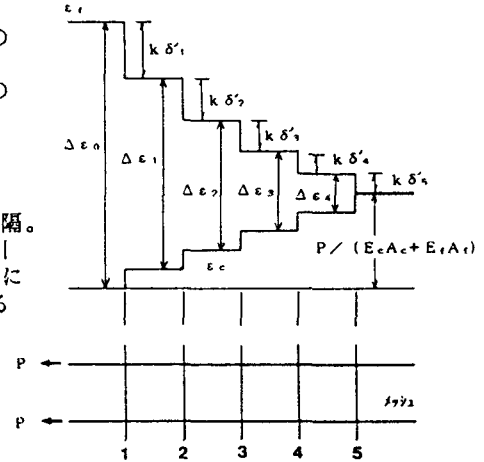


図1

係数	各定着メッシュにおける値				$\beta = m \times k$
	$i=1$	$i=2$	$i=3$	$i=4$	
C1.i	1	$1+\beta$	$1+3\beta+\beta^2$	$1+6\beta+5\beta^2+\beta^3$	
C2.i	1	$2+\beta$	$3+4\beta+\beta^2$	$4+10\beta+6\beta^2+\beta^3$	
C3.i	1	$1+\beta$	$1+3\beta+\beta^2$	$1+6\beta+5\beta^2+\beta^3$	
C4.i	0	1	$2+\beta$	$3+4\beta+\beta^2$	

ここに $C_{1.1} \sim C_{4.1}$: m とみかけのバネ定数 k とて定まる定数（表1参照）
その計算結果は図2に示す。

鉄筋で補強した場合、RC示方書設計編7.3.4(2)に規定されている次式により計算した。その結果を図3に示す。

$$W = K \{ 4C + 0.7(C_s - \phi) \} (\sigma_{se} / E_s) \quad (6)$$

ここに K :異形鉄筋の場合=1.0, ϕ :鋼材径, σ_{se} :補強材応力度の増加量, C :かぶり

図2、図3にみられるように、同じ補強材比でもネットのほうがひびわれ幅が小さく、同じひびわれ幅に制御する場合にはネットの補強材比がかなり小さくなることが分かる。また、メッシュの間隔が小さいので、定着されるまでのメッシュ数が2から4まで変化しても、ひびわれ幅の変化の差は顕著でない。以上のことから、ネットでの補強は鉄筋での補強よりひびわれ幅制御の効果が高いということが分かる。

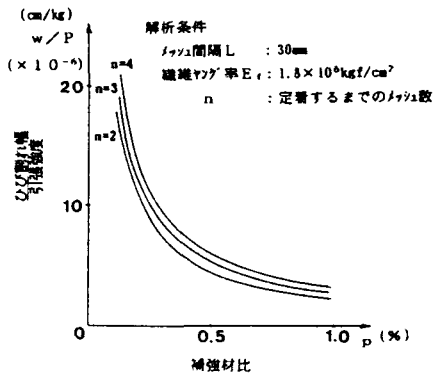


図2

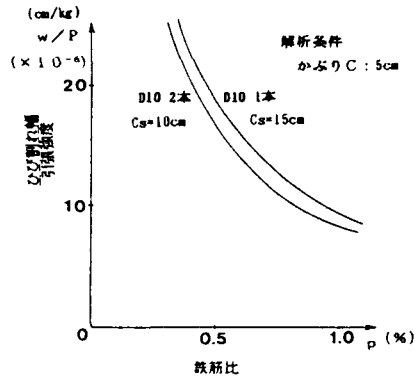


図3

3. 乾燥収縮ひびわれ試験

解析結果にみられるように、同じひびわれ幅に制御するために必要なネットの補強材比は鉄筋のそれよりかなり小さくなる。そこで鉄筋比 $\approx 0.5 \sim 1.0\%$ 、ネット断面積比 $\approx 0.2 \sim 0.4\%$ となる補強材比を有するコンクリートの乾燥収縮ひびわれ試験を行った。供試体の形状・寸法を図4に示す。ひびわれ制御用補強材にはピッチ系連続繊維ネット（素線径 $10\mu\text{m}$ 、 $E_f=1.8 \times 10^6 \text{ kgf/cm}^2$ 、縦線 $6\text{k} \times 3$ 、横線 $3\text{k} \times 3$ 、 $k=1000$ 本、メッシュ間隔 30mm ）およびD10を使用した。補強材の配置状況を図5および補強材比を表2に示す。

表2

	①	②	③	④	⑤
補強材比 (%)	0.48	0.95	0.188	0.377	0.188
かぶり (cm)	5	5	1	1	5

またコンクリートの配合および使用材料は表3、表4に示す。

表3

W/C (%)	G _{max} (mm)	s/a (%)	単 位 量 (kg/m ³)				混和剤 (cc)	スランプ (cm)	air (%)	
			#	C	S	G(15-10)				G(10-20)
50	20	44	170	340	771	426.4	639.5	1020	8	4±1

表4

セメント	普通ポルトランドセメント			
資材	種別	比重	吸水率	F. M
細骨材	海砂	2.57	0.70	2.61
粗骨材	久山砕石	2.79	1.80	

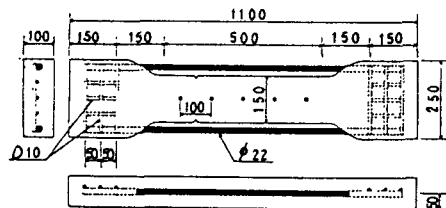


図4

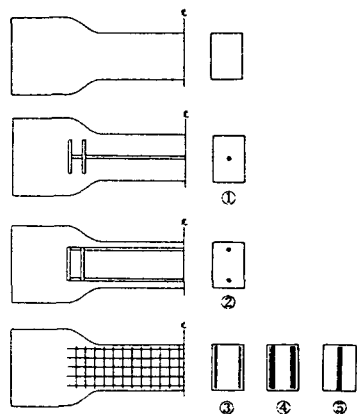


図5

供試体は材令7日から温度 $20 \pm 1^\circ\text{C}$ 、湿度 $60 \pm 3\%$ の恒温恒湿室内に搬入し、また二面乾燥させるため側面をシールし非乾燥とした。現時点においてひびわれが発生した供試体は一体であり、以上の検討の詳細は当日発表する予定である。

参考文献:

- 1) 牧角、阪本、南、炭素繊維ネットによるひびわれ制御について、セメント技術大会講演概要集、1991
- 2) 牧角、阪本、南、炭素繊維ネットの表層補強によるP C部材のひびわれ制御とその活用