

(V-22) CFRCロッドで補強したモルタルの力学的性状

群馬工業高等専門学校 正会員 ○古川 茂
 群馬大学 工学部 正会員 辻 幸和
 群馬大学 工学部 大谷杉郎

1. まえがき

モルタルの補強材として連続炭素繊維を一次元に配置する場合、炭素繊維にセメントペーストを含浸させて棒状に成形したCFRCロッドとして用いる方法は、炭素繊維とマトリックスとの付着強度の確保、炭素繊維の有効利用および部材の曲げ耐力の向上のみならず、作業性の改善等に効果があると考えられる¹⁾。

本研究では、炭素繊維の種類を変えたCFRCロッドをモルタル中に一次元に配置した炭素繊維補強モルタルのはりを作製し、ひびわれの発達状態および破壊曲げモーメント等について実験した結果を報告する。さらにCFRCロッドの作製のために炭素繊維に含浸させるセメントの種類についても検討した。

2. 実験の概要

連続炭素繊維は、表-1に示す性質を持つPAN系の高性能品およびビッチ系の高性能品と汎用品を用いた。セメントは普通ポルトランドセメントを、また繊維に含浸させてCFRCロッドを造るセメント(含浸用セメントと呼ぶ)には、ブレーン値が9200cm²/gのグラウト用のものを用いた。さらにナフタリンスルホン酸塩系の高性能減水剤も使用した。

モルタルの配合は、重量比で水セメント比を40%、砂セメント比を1.0とした。

CFRCロッドの作製は、まず、炭素繊維の本数を整え、これに水セメント比を50%とした普通セメントを用いたセメントペースト、あるいはグラウト用セメントに高性能減水剤をセメントの重量の1%添加したセメントペーストをそれぞれ含浸させ、これを棒状に仕上げた。仕上げたCFRCロッドは、1日間室内に放置した後、材令7日まで20±2℃の水中養生を行った。

CFRCロッド中の炭素繊維の混入率およびはり供試体中の炭素繊維の総断面積とモルタルの総断面積の比率Acf/bhは、それぞれ表-3の通りである。CFRCロッドはいずれのはりも2本ずつ使用した。

40×40×400 mmのはり供試体の作製は、まず型枠底部にモルタルを厚さ2mm程度敷き、この上にCFRCロッドを有効高さが3.5cmになるように配置し、最後にモルタルを補充して仕上げた。また、圧縮強度試験用にφ5×10cmの円柱供試体も作製した。各供試体は材令1日で脱型し、それ以後強度試験の材令7日まで20±2℃の水中養生を行った。

はり供試体の曲げ強度試験は、14cm+6cm+14cmの位置の2点載荷で行った。同時にはり供試体の中央部における荷重

表-1 炭素繊維の性質

連続炭素繊維の種類		繊維直径 (10 ⁻³ mm)	比重	引張強度 (kgf/cm ²)	弾性係数 (10 ⁵ kgf/cm ²)	伸 度 (%)
PAN系	高性能品	7.5	1.78	30000	23	1.3
ビッチ系	高性能品	10.0	2.15	26900	51	0.53
	汎用品	17.5	1.62	8500	3.8	2.45

表-2 CFRCロッドの諸元

供試体	繊維の種類	平均直径(mm)		繊維混入率(%)		Acf/bh ²⁾ ×100(X)
		普通 ¹⁾	グラウト用 ¹⁾	普通	グラウト用	
A-1	PAN系 高性能品	4.6	3.9	3.2	4.4	0.066
A-2		5.7	4.6	4.2	6.4	0.132
B-1	ビッチ系 汎用品	6.3	5.3	6.9	9.8	0.27
B-2		6.5	5.6	8.7	11.7	0.36
C-1	ビッチ系 高性能品	4.0	2.7	5.0	10.9	0.079
C-2		4.5	3.5	5.9	9.7	0.118
D-1	ビッチ系 ³⁾ 混用	5.5	4.5	8.1	12.0	0.239

1)セメントの種類、2)Acf:炭素繊維の総断面積、bh:モルタルの総断面積、
 3)ビッチ系の汎用品6000本と高性能品6000本

一たわみ曲線をX-Yレコーダに記録した。

3. 結果および考察

1) CFRCロッドの作製に含浸用セメントに微粒のグラウト用セメントを用いると、普通セメントを用いる場合よりロッド中の炭素繊維の混入率を高めることが可能である(表-2参照)。

2) はりは、繊維量の多いPAN系繊維を用いたA-2およびビッチ系繊維を用いたB-2の場合は、せん断破壊した。それ以外は、CFRCロッドの切断による曲げ破壊であった。曲げ引張破壊した場合の破断面を観察した結果、いずれの繊維を用いても、繊維は破断面で一様に切断し、マトリックスとCFRCロッドのずれは認められなかった(図-1参照)。

3) 含浸用セメントにグラウト用セメントを用いると、たわみおよび破壊曲げモーメントは、いずれの繊維を用いても、普通セメントを用いる場合より大きい(図-2、表-3参照)。

4) CFRCロッドで補強しても、曲げひびわれ発生モーメントの増加はほとんど期待できない(表-3参照)。

5) 破壊曲げモーメントの実測値は、普通セメントを用いた場合が計算値の62~94%、グラウト用セメントを用いた場合が80~107%の値となった(表-3参照)。

6) たわみは、繊維の本数を一定にしても当然ながら繊維の種類によっても相違する(図-3参照)。

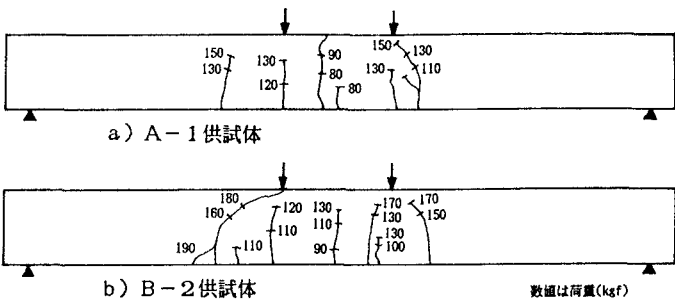


図-1 ひびわれ状態

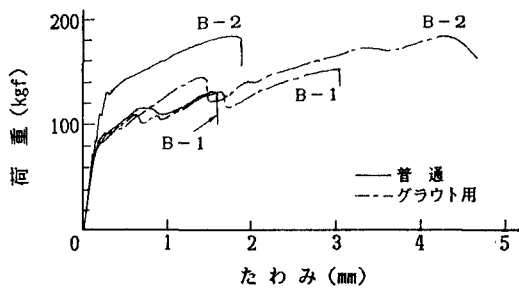


図-2 たわみに及ぼすセメントペーストの影響

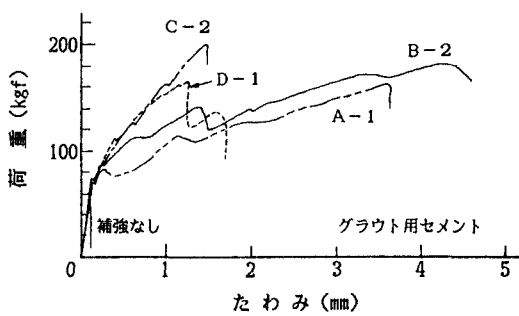


図-3 繊維別のたわみ(繊維の本数一定)

表-3 ひびわれ発生モーメントおよび破壊曲げモーメント

供試体	ひびわれ発生モーメント(kgf.cm)		破壊曲げモーメント(kgf.cm)			
			実測値		計算値	
	普通	グラウト用	普通	グラウト用		
補強なし	448		448			
A-1	525	525	1022 (94%)	1162 (107%)	1082 (100%)	
A-2	525	525	1886 (90%)	1757 (84%)	2103 (100%)	
B-1	455	490	910 (73%)	1061 (85%)	1246 (100%)	
B-2	455	490	1260 (77%)	1313 (80%)	1643 (100%)	
C-1	525	525	882 (77%)	1015 (89%)	1147 (100%)	
C-2	455	525	1050 (62%)	1407 (83%)	1696 (100%)	
D-1	455	490	945 (88%)	1120 (104%)	1069 (100%)*	

*各繊維別の破壊曲げモーメントの合計

参考文献

1) 古川、辻、宮本：セメントペーストを
含浸させた連続炭素繊維を補強材として用
いたモルタルの力学的性状、セメント技術
年報 41、 pp.457~478、1987年