

# 第7章 構造細目

## 7.1 適用の範囲

この章は、連続繊維補強材を用いたコンクリート橋の設計における構造細目に適用する。

ここでは連続繊維補強材を使用した場合に特に考慮すべき構造上の細目について記述したもので、特に触れていない部材形状・寸法をはじめコンクリート橋として必要となる細目は道路橋示方書の6章以下各章を遵守することとする。

## 7.2 一般

連続繊維補強材を用いたコンクリート橋の設計にあたっては、構造物に損傷が生じないための措置、構造上の弱点を作らない配慮、弱点と考えられる部分の補強方法、施工方法等を考慮し、設計に反映させるものとする。

## 7.3 形状および部材寸法

- (1) ウェブ、横桁および隔壁の厚さは、連続繊維補強材、鉄筋、PC鋼材(シーブを含む)および緊張材の定着具が無理なく配置でき、所定のかぶりが十分にとれるものとする。また、コンクリートの打込みが困難とならないようにするものとする。
- (2) 部材の接合部等応力が集中しやすい部位は、応力の伝達が円滑に行われる形状とするものとする。
- (3) (4)および(5)項による場合は(1)項を、(6)および(7)項による場合は(2)項を満足するとみなしてよい。
- (4) ウェブの厚さは表-7.3.1の値以上とするものとする。

表-7.3.1 ウェブの最小厚さ(mm)

けたの種類	ウェブの最小厚さ
場所打ち鉄筋コンクリートげた	250
場所打ちプレストレストコンクリートげた	140
プレキャストげた	130

- (5) 横げたおよび隔壁の最小厚さは200mmとするものとする。
- (6) ウェブ又はフランジの厚さを変化させる場合には、1/5よりゆるい傾斜とすることが望ましい。
- (7) 部材の接合部等応力が集中しやすい部位には、ハンチを設けるものとする。

#### 7.4 最小補強鉄筋量

- (1) 部材には、所要のじん性を確保する補強筋を配置するものとする。
- (2) 部材には、乾燥収縮や温度勾配等により、有害なひび割れが発生しないように補強筋を配置するものとする。

#### 7.5 プレストレストコンクリート構造の引張補強筋

- (1) プレストレストコンクリート構造では、計算上想定しないひび割れが生じた場合でも、その幅の拡大や集中を防ぐとともに、所要のじん性を確保するものとする。
- (2) 補強筋を(3)項により配置した場合は、(1)項を満足するとみなしてよい。
- (3) 設計荷重作用時に部材断面のコンクリートに引張応力が生じる場合は、引張応力が生じるコンクリート部分に(4)および(5)項に規定する引張補強筋を配置するものとする。ただし、緊張材とコンクリートの付着がない部材については、設計荷重作用時のほか、次の荷重の組合せを考慮するものとする。

死荷重+1.35×(活荷重+衝撃)+有効プレストレス

- (4) 引張応力が生じる部材断面に配置する引張補強筋の断面積は、次の値以上とするものとする。

$$1) A_s = T_c / \sigma_{sa} \quad \dots \dots \dots (7.5.1)$$

ここに、 $A_s$  : 引張補強筋の断面積(mm<sup>2</sup>)

$T_c$  : コンクリートに生じる引張応力の合力(N)

$\sigma_{sa}$  : 引張補強筋の許容引張応力度(N/mm<sup>2</sup>)で、表-4.3.1の値とする。

- 2) 引張応力が生じる部分のコンクリート断面積の0.5%

なお、コンクリートの全断面を有効として算出したコンクリートの引張応力度が3N/mm<sup>2</sup>をこえる場合は、鉄筋コンクリート構造と同様にコンクリートの引張応力を受ける部分を無視して引張補強筋量を算出するのがよい。

- (5) 次に示す2つの条件をともに満足する場合は、連続繊維緊張材を引張補強筋とみなすことができる。この場合の許容引張応力度は、(6)項によるものとする。

- 1) 連続繊維緊張材とコンクリート付着がある場合

- 2) コンクリートに生じる引張応力の合力をその部分に配置する連続繊維緊張材の断面積で除した応力度と連続繊維緊張材の引張応力度との和が、連続繊維緊張材の許容引張応力度以下の場合。

- (6) (5)項の規定により、連続繊維緊張材を引張補強筋とみなせる場合には、式(7.5.1)の許容引張応力度 $\sigma_{sa}$ は、主荷重および主荷重に相当する特殊荷重に対して、表-4.3.1の値とし、その他の荷車の場合に対しては3.1の規定により割増しするものとする。

- (3) ここでは、連続繊維緊張材使用のPC部材の使用実績が増大し、これらの考え方に関する実験的裏付けが充実するまでは、「道路橋示方書Ⅲコンクリート橋編」を踏襲することとした。また、引張補強筋として用いる連続繊維補強材は、その目的の意図する所から、コンクリートとの付着の良い材料とするのがよい。

## 7.6 連続繊維補強材の配置

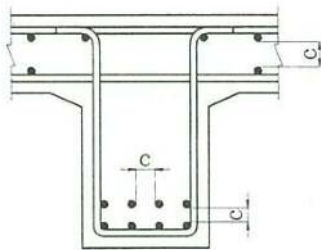
### 7.6.1 連続繊維補強材のかぶり

- (1) コンクリートと連続繊維補強材との付着を確保するために必要なかぶりを確保するものとする。
- (2) かぶりは、連続繊維補強材および粗骨材の最大寸法の4/3倍以上とする。
- (3) 特に耐火性を必要とする構造物におけるかぶりは、連続繊維補強材の耐熱特性、加熱の温度や継続時間等を考慮して、これを定めることとする。

(3) ここで耐火性を必要とする構造とは、火災にあってもほとんど損傷や弱点を生じさせないようにした構造物を指す。既往の実験によると連続繊維補強材の耐熱特性は種類によって大きく異なるので、かぶりの決定にあたっては耐火性能を確認しておく必要がある。また必要に応じて耐火被覆等も考慮しなければならない。

### 7.6.2 連続繊維補強材のあき

- (1) 連続繊維補強筋や緊張材(シースを含む)の周囲にコンクリートが十分に行きわたり、かつ、確実にコンクリートを締固められるように連続繊維補強材のあきを設けるものとする。
- (2) コンクリートと連続繊維補強材とが十分に付着し、両者が一体となって働くために必要な連続繊維補強材のあきを確保するものとする。
- (3) (4)および(5)項による場合は、(1)および(2)項を満足するとみなしてよい。
- (4) 主連続繊維補強筋および緊張材(シースを含む)のそれぞれのあき、ならびに主連続繊維補強筋と緊張材(シースを含む)のあきは、それぞれ40mm以上かつ粗骨材の最大寸法の4/3倍以上とするものとする。ただし、プレキャスト部材においては、それぞれ20mm以上かつ粗骨材の最大寸法の4/3倍以上とするものとする。
- (5) 主連続繊維補強筋のあきは、(4)項の規定によるほか、連続繊維補強材の直径の1.5倍以上とするものとする。



ここに、 $c$  : 連続繊維補強材のあき

図-7.6.2 連続繊維補強材のあき

### 7.6.3 連続繊維補強材の定着

- (1) 連続繊維補強筋の端部は、連続繊維補強筋とコンクリートが一体となって働くように、確実に定着するものとする。
- (2) (3)から(7)項による場合は、(1)項を満足するとみなしてよい。
- (3) 連続繊維補強筋の端部は、次の規定のいずれかの方法によりコンクリートに定着するものとする。
  - 1) コンクリート中に埋込み、連続繊維補強筋とコンクリートとの付着により定着する。
  - 2) 定着板等を取り付けて機械的に定着する。
- (4) 連続繊維補強筋とコンクリートの付着により定着する場合の定着長は、7.6.5(4)に規定する連続繊維補強筋の重ね継手長に等しい長さ以上とするものとする。
- (5) フックをつけて引張補強筋を定着する場合の定着長は、(4)項に規定する定着長の2/3以上とするものとする。
- (6) スターラップは、引張補強筋を取り囲み、圧縮部のコンクリートに定着するものとする。
- (7) はり、柱等の接合部では、はりの主鉄筋は、はりの断面力が柱に十分に伝達される長さだけのばし、定着するものとする。

#### 7.6.4 フックおよび曲げ形状

- (1) 補強筋の曲げ形状は、加工が容易にでき、かつ、補強筋の材質が傷まないような形状とするものとする。
- (2) 補強筋の曲げ形状は、コンクリートに大きな支圧応力を発生させないような形状とするものとする。
- (3) 連続繊維補強材のフックおよび曲げ形状は、大幅な強度低下が生じないように、各連続繊維補強材の材料特性を考慮して成形したものとし、曲げ成形部の強度を試験などで確認しなければならない。

(3) 曲げ成形された連続繊維補強材を用いるときは、曲げ成形による強度の低下を考慮しなければならない。曲げ成形の影響を考慮した連続繊維補強材の許容応力度は、(解7.6.4)によって算出した低減係数  $\alpha_1$  を、表-4.3.1に示す許容応力度に乗じて求めてもよい。

$$\alpha_1 = 0.05 \cdot r / \phi + 0.3 \quad \dots \dots \dots \text{(解7.6.4)}$$

ただし、 $\alpha_1 \leq 1.0$ とする

ここに、r：曲げ内半径

$\phi$ ：連続繊維補強材の公称径

ただし、矩形断面の連続繊維補強材は曲げ成形面内の断面厚を適用する。

上記の低減係数  $\alpha_1$  は、「土木学会FRP指針案」に基づき安全側の値を示したもので、別途の試験等によって曲げ成形の性能が確認されている場合は、その結果を用いてもよい。

表-解7.6.4に既往の実験結果の一例を示す。

表-解 7.6.4 連続繊維補強筋の曲げ加工部の引張特性試験結果

種類	連続繊維補強材	曲げ加工内径	強度保持率 <sup>*)</sup>
CFCC <sup>1)</sup>	CS-270kN	2.0 $\phi$ (30mm)	50%
		3.3 $\phi$ (51mm)	60%
FiBRA	直径5~6mm	5~6 $\phi$ (30mm)	76~80%
	AB-96kN	3 $\phi$ (30mm)	70%
ネフマック <sup>2)</sup> (H10) <sup>**)</sup>	---	1.0 $\phi$	60%
		1.5 $\phi$	70%
		2.0 $\phi$	77%
		2.5 $\phi$	75%
		3.0 $\phi$	86%

\*) 強度保持率とは、曲げ加工部の引張耐力の母材引張荷重に対する割合を百分率で表したものだ。

\*\*) H10とは、炭素繊維とガラス繊維を組み合わせた連続繊維補強材であり、本マニュアルには記載されていない。

1) 丸山、本間、岡村：「FRPロッドの曲げ加工部の引張耐力に関する実験的研究」コンクリート工学年次論文報告集12、1990

2) 宮田、鳥取、寺田、関島：「曲げ加工した「FRP筋の引張耐力に関する実験的研究」コンクリート工学年次論文報告集11、1989

### 7.6.5 連続繊維補強筋の継手

- (1) 連続繊維補強筋を継ぐ場合は、部材の弱点とならないようにするものとする。
- (2) (3)から(4)項による場合は、(1)項を満足するとみなしてよい。
- (3) 連続繊維補強筋の継手位置は、一断面に集中させないものとする。また、応力が大きい位置では、連続繊維補強筋の継手を設けないのが望ましい。
- (4) 引張補強筋に重ね継手を用いる場合は、式(7.6.1)により算出する重ね継手長 $l_a$ 以上、かつ、連続繊維補強筋の直径の20倍以上重ね合わせるものとする。また、重ね継手部は、継手に直角に配置した2本以上の連続繊維補強筋で補強するものとする。

$$l_a = \frac{1}{\alpha_1} \times \frac{\sigma_{sa}}{4\tau_{oa}} \cdot \phi \quad \dots \dots \dots (7.6.1)$$

ここに、 $l_a$ ： 付着応力度より算出する重ね継手長(mm)

$\sigma_{sa}$ ： 連続繊維補強筋の許容引張応力度(N/mm<sup>2</sup>)

$\tau_{oa}$ ： コンクリートの許容付着応力度(N/mm<sup>2</sup>)で、 $\gamma_c$ は1.3として(7.6.2)より求めてよい。

$$\tau_{oa} = 0.28\alpha_2\sigma_{ck}^{2/3} / \gamma_c \quad \dots \dots \dots (7.6.2)$$

ただし、 $\tau_{oa} \leq 3.2$  N/mm<sup>2</sup>とする。

$\alpha_2$ ： 連続繊維補強筋の付着強度に関する係数で、付着強度が異形鉄筋と同等以上のときには $\alpha_2=1.0$ とし、それ以下の場合には試験結果に応じて低減する。

$\phi$ ： 連続繊維補強筋の直径(mm)

$\sigma_{ck}$ ： コンクリートの設計基準強度(N/mm<sup>2</sup>)

$\alpha_1$ ：  $\alpha_1=1.0$  ( $k_c \leq 1.0$ の場合)

$\alpha_1=0.9$  ( $1.0 < k_c \leq 1.5$ の場合)

$\alpha_1=0.8$  ( $1.5 < k_c \leq 2.0$ の場合)

$\alpha_1=0.7$  ( $2.0 < k_c \leq 2.5$ の場合)

$\alpha_1=0.69$  ( $2.5 < k_c$ の場合)

ここに、

$$k_c = C / \phi + 15A_1 / S\phi \cdot E_t / E_0$$

C： 主補強材のかぶりの値と定着する補強材のあきの半分のうち小さい方

$A_1$ ： 仮定される割裂破壊面に垂直な横方向補強材の断面積

S： 横方向補強材の中心間隔

$E_t$ ： 横方向補強材のヤング係数

$E_0$ ： 基準となるヤング係数

(4) 「土木学会FRP指針案」を参照した。

連続繊維補強筋とコンクリートの付着強度は、連続繊維補強筋の構成、形状、表面性状などによって異なり、付着の破壊形式も異なる。したがって、重ね継手は異形鉄筋と同等の付着特性を有する、連続繊維補強筋に適用するものとする。

ネフマックの重ね継手長は、格子間隔の3倍または呼称の数字(mm)の30倍のうち大きい方の値以上とする。

### 7.6.6 連続繊維緊張材の配置

- (1) 連続繊維緊張材は、摩擦による損失が少なくなるように配置するとともに、部材全長にわたって連続繊維緊張材の断面積に急激な増減がないように配置するものとする。
- (2) 連続繊維緊張材は、コンクリートに局部的な応力が生じたり、緊張材自体に付加応力が生じないように配置するものとする。
- (3) 連続繊維緊張材は、部材縁において有害なひび割れが生じないように配置するものとする。
- (4) (5)から(8)項による場合は、(1)から(3)項を満足するとみなしてよい。
- (5) 連続繊維緊張材は、定着具の支圧面から所定の区間を直線状に配置するものとする。
- (6) 連続繊維緊張材を曲線状に配置する場合には、曲線部の連続繊維緊張材に損傷を与えないことを試験などによって確認しなければならない。
- (7) 荷重の組合せにより曲げモーメントの符号が異なる断面付近においては、連続繊維緊張材を断面の図心位置に集中させずに、部材断面の上下縁部近くに分散させて配置するのが望ましい。
- (8) けたの端支点においては、連続繊維緊張材の一部は下面に沿ってのぼし、端部下縁近くに定着するのが望ましい。

(6)一般に緊張材は直線と円曲線または放物線を組み合わせた形状で配置される。この時の曲線の曲率半径が小さいと中心方向に大きな分力が発生してコンクリートに過大な局部応力が発生したり、連続繊維緊張材自体にも付加応力が作用し強度低下を起こす可能性がある。

シースを用いたポストテンション方式の場合では、最小の曲げ半径をシース径の100倍以上とすることが望ましい。

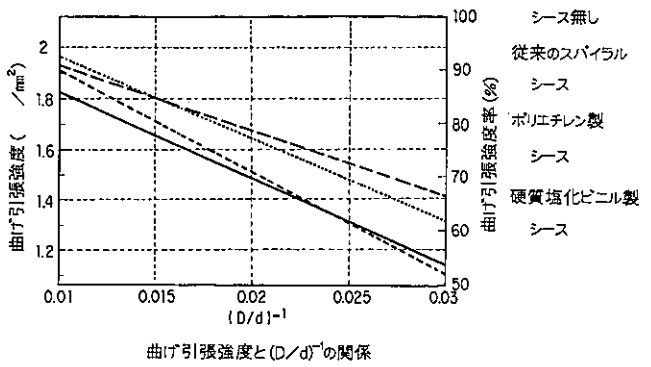
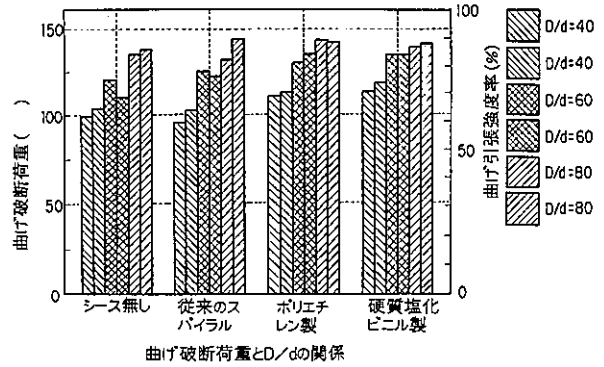
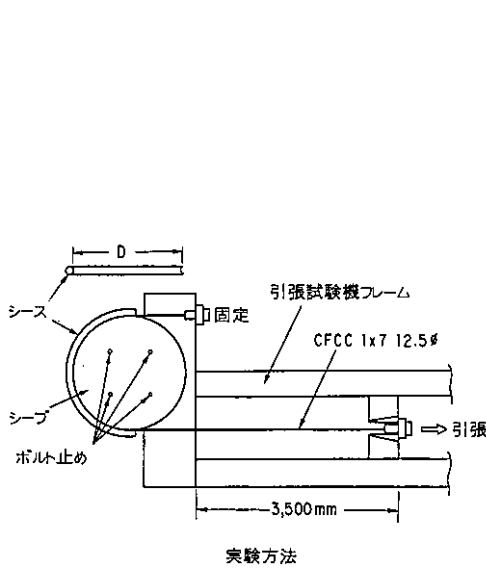
プレテンション方式においてベントアップを行う場合には、曲げ上げ点での支持具の曲線半径・材質・曲げ上げ角度の影響を受け、連続繊維緊張材の強度低下を起こす危険性が高い。したがって実施工に先立ち、試験によって強度などを確認することが必要である。

なお、曲げ上げ配置などに関する既存の実験結果を参考資料として掲載する。

(参考7.1) 鋼製のシーブを介して曲げた状態で緊張して強度を測定し、シーブ径と接触部の材質を変化させ比較した。シーブ径が小さくなるほど引張強度が低下するが接触部にポリエチレンシーブや硬質塩化ビニル製シーブを介在させると、引張強度の低下を小さくする効果が見られた。

使用緊張材：CFCC(1×7 12.5φ)

曲率内径：40φ、60φ、80φ



実験条件

シーブ径(mm)	D/d	シーブの種類	備考
500	40	① シース無し	シーブ外径 35~40mm 実験数 各条件n=2 溝ゆきシーブ使用
750	60	② 従来のスパイラル	
		③ ポリエチレン製	
100	80	④ 硬質塩化ビニル製	

D:シーブ径 d:緊張材の径=12.5mm

涌井：「曲げ引張強度・曲げ加工部引張強度の試験」(財)鉄道総合技術研究所、1993年12月



(参考7.2) 0~6° のベントアップを行ったプレテンションコンクリート部材の曲げ試験の結果より、梁の最大耐力を比較すると一般に用いられる4° 程度の曲げ上げ角度までは大きな耐力低下は生じないことが確認された。

使用緊張材：アラプリ\* (AP-95KN)

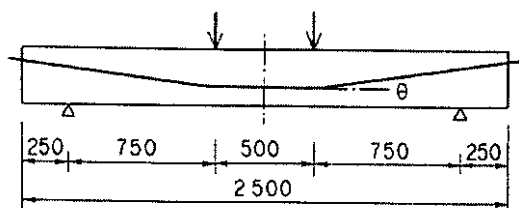
曲率半径 :  $r=11\text{mm}$

アラプリ (AP-95KN) の曲げ試験結果

曲げ上げ角度	最大荷重 (tf)	比較
0°	5.90	100
2°	5.78	98
4°	5.40	92
6°	5.14	87

試験体の種類および実験結果

試験体	AFRPの配置方法	曲げ上げ角度	コンクリート応力(kgf/cm <sup>2</sup> )				ひび割れ発生荷重 (tf)	最大荷重 (tf)	最大たわみ (mm)	破壊モード
			上縁		下縁					
			中央	端部	中央	端部				
No.1	縦置き	0°	-11		46		3.6	5.84	27.15	曲げ引張
No.2	横置き	0°	-11		46		3.5	5.90	32.29	曲げ引張
No.3	横置き	2°	-11	6	46	29	3.5	5.78	29.19	曲げ引張
No.4	横置き	4°	-11	13	46	22	3.3	5.40	28.91	曲げ引張
No.5	横置き	6°	-11	39	46	-4	3.0	5.14	20.92	曲げ引張



緊張材配置状況

村山、天野、奥村：「帯板状AFRPを折線配置したPC梁の荷重試験」

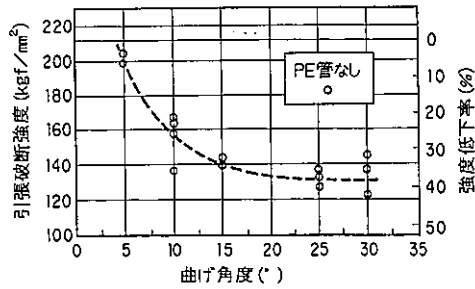
土木学会第47回年次講演会、1992年9月

\*：現在アラプリは製造されておりません。

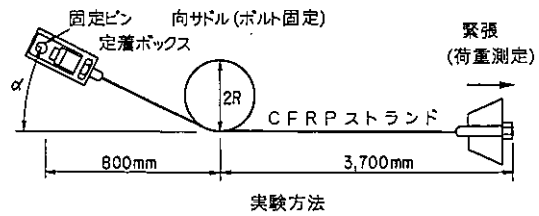
(参考7.3) CFCC(CS-142KN)をサドルによって曲げながら緊張し破断強度を測定した結果、曲げ内径が12φ、16φ、24φのいずれも曲げ角度が5°までは強度低下率は10%に満たないが5°を越えると強度低下が大きくなり曲げ半径の影響も大となる。CFCCとサドルとの間に緩衝材を設けると強度低下の軽減に効果がある。

使用緊張材：CFCC (1×7 12.5φ)

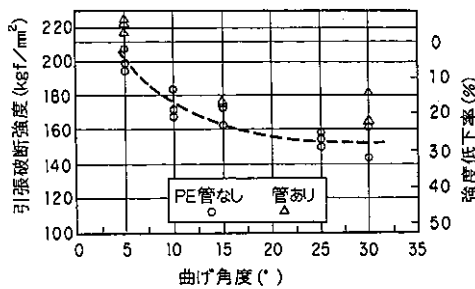
曲率内径：12φ、16φ、24φ



(a)曲げ半径: R/r=32(R=200mm)の場合

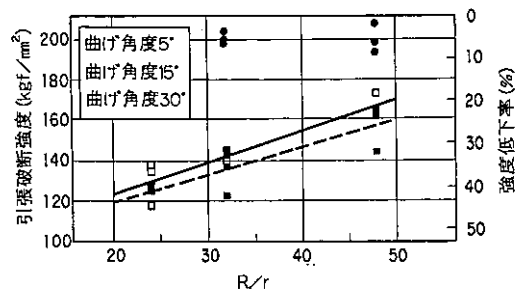


実験方法



(b)曲げ半径: R/r=48(R=300mm)の場合

曲げ角度と引張破断荷重の関係



曲げ半径と引張破断荷重の関係

榎本、山藤：「CFRPストランドの曲げ引張耐力に関する実験的研究」

土木学会第48回年次学術講演会、1991年9月

### 7.6.7 連続繊維緊張材の定着

- (1) 定着具の位置は、部材に所定のプレストレスを導入できるように、また、部材に有害なひび割れが生じないように選ぶものとする。
- (2) (3)から(4)項による場合は、(1)項を満足するとみなしてよい。
- (3) 部材の中間に定着具を設ける場合は、活荷重による応力変動の大きな点から十分離れた断面の断面図心に近い位置か、圧縮部のコンクリートに定着するのがよい。
- (4) 定着具は、けたのウェブに設けるものとする。ただし、やむを得ず上フランジ下フランジあるいは、ウェブ側面に沿わせて定着する場合は、7.6.8の規定により補強するものとする。
- (5) 数多くの定着具を同一而内に配置する場合は、定着具の数、引張力の大きさ、各定着具の必要最小間隔等を考慮して、定着部のコンクリートの断面形状および寸法を定めるものとする。

(1)、(3) 定着区間内のプレストレスの分布は、部材端で0%となり定着長分だけ入ったところで100%となる二次放物線と考えてよい。

各連続繊維緊張材の定着長は材質、表面形状、導入力などでその長さは各々異なる。ここでは連続繊維緊張材の付着性能は、PC鋼より線と同等もしくは、それ以上と考えた。付着特性の大きく異なるものについては試験などによって定着長を確認することを原則とする。表-解7.6.7に各連続繊維緊張材の定着長の試験結果をしめす。

また、プレテンション部材においてプレストレスの分布の調整のため、緊張材の一部を中間定着する場合があるが付着をなくす緊張材の量は全緊張材の1/2以下とするのがよい。

表-解 7.6.7 連続繊維緊張材の定着長（試験結果）

種類	連続繊維緊張材	定着長	導入応力度
CFCC	CS-270KN	45φ	0.80Pu
FiBRA	AB-64KN	30~35φ	0.68Pu
テクノーラ	AD-56KN	30~40φ	0.70Pu
	AD-81KN		

ここにφ：連続繊維緊張材の直径

(5) 緊張材の配置および定着に関する一般的事項は道路橋示方書、「土木学会FRP指針案」などに準拠することとし、ここでは各連続繊維補強緊張材の定着具の配置間隔の資料を以下に添付する。なお、表-解 7.6.8の表示は、図-解 7.6.7によるものである。

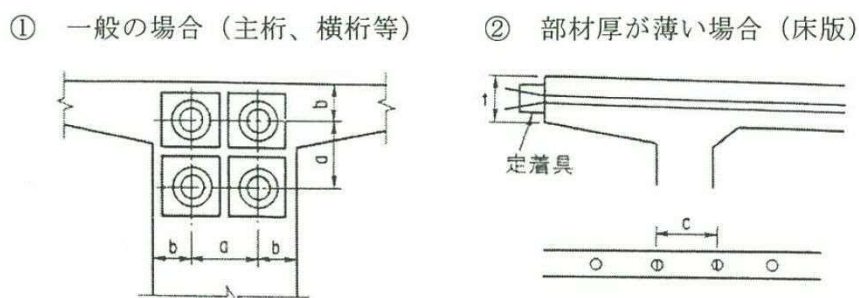


図-解 7.6.7 定着部配置間隔説明図

表-解 7.6.8 連続繊維補強緊張材の定着具の最小配置間隔(mm)

種 類	定着具の共通表示	Pu(kN)	a	b	t	c
CFCC	1IBN - 76	76	120	60	120	150
	1IBN - 141	141	120	60	120	150
	1IBN - 184	184	130	80	160	160
	1IBN - 270	270	170	120	240	200
	1IBN - 350	350	220	135	-	-
	1IBN - 316	316	120	60	120	150
	1IBN - 467	467	120	60	120	150
	1IBN - 594	594	130	80	160	160
	1IBN - 841	841				
	1IBN - 1200	1200				
	3IBN - 460	460	150	100	200	180
	3IBN - 680	680	170	120	240	200
	6IBN - 920	920	225	133	-	-
	7IBN - 1570	1570	240	145	-	-
12IBN - 1830	1830	270	180	-	-	
12IBN - 2680	2680	270	180	-	-	
NACC ストランド	1IBN - 588	588	210	110	240	280
	1IBN - 980	980	270	140	300	360
	5IBN - 1372	1372	330	170	370	430
	9IBN - 2468	2469	430	220	480	560
FiBRA	1IBN - 112	112	90	45	90	120
	1IBN - 172	172	110	55	110	140
	1IBN - 225	225	130	65	130	160
	1DWN - 112	112	90	45	90	120
	1DWN - 172	172	110	55	110	140
	1DWN - 225	225	130	65	130	160
	1IFN - 112	112	90	45	90	120
	1IFN - 172	172	110	55	110	140
	1IFN - 225	225	130	65	130	160
	3IFN - 675	675	-	-	-	-
テクノーラ	3IBN - 225	225	140	90	160	140
	7IBN - 525	525	160	120	160	160
	9IBN - 675	675	180	120	240	200
	12IBN - 900	900	200	150	240	240

### 7.6.8 定着具付近の補強

- (1) 定着具付近のコンクリートは、定着具背面に生じる引張応力に対して十分抵抗できる構造とするものとする。
- (2) (3)および(4)項による場合は、(1)項を満足するとみなしてよい。
- (3) 連続繊維補強材定着具付近のコンクリートは、連続繊維補強材と直角な方向に生じる引張応力に対してスターラップ、格子状の補強筋、らせん補強筋等で補強するものとする。
- (4) 部材中間に定着具を設ける場合には、定着具付近のコンクリートに対して補強筋で補強するものとする。

(4) 定着部付近の補強は通常のPC鋼材を定着した場合に準ずればよいが、プレテンション部材端部の補強をする場合には、連続繊維補強材の体積変化などを起因とする割裂力の発生に注意する必要がある。なお、これらの端部補強や局部応力に対する補強には十分な剛性を持った補強材もしくは、鉄筋を使用するとよい。

### 7.6.9 スターラップおよび折曲げ補強筋の配置

- (1) スターラップおよび折り曲げ補強筋は、有効に働くように配置するものとする。
- (2) (3)から(4)項による場合は、(1)項を満足するとみなしてよい。
- (3) 計算上スターラップが必要な場合には、スターラップの間隔は、けたの有効高さの1/2以下で、かつ、300mm以下とするものとする。また、7.4の規定によりスターラップを配置する場合には、スターラップの間隔は、けた高の3/4以下で、かつ、400mm以下とするものとする。
- (4) 折曲げ補強筋を斜引張鉄筋として用いる場合、その間隔は、式(7.6.3)により算出する値以下とするものとする。

$$a = \frac{1 + \cos \theta}{2} \cdot d \quad \dots \dots \dots (7.6.3)$$

ここに、a：斜引張鉄筋の部材軸方向の間隔(mm)

θ：折曲げ鉄筋が部材軸となす角度

d：有効高さ(mm)

連続繊維補強材をスターラップおよび折曲げ補強筋として使用する場合は、その材料特性を十分考慮してその配筋を検討しなければならない。

### 7.6.10 ねじりモーメントに対する補強筋の配置

- (1) ねじりモーメントに対して配置する補強筋は、有効に働くように配置するものとする。
- (2) (3)から(6)項による場合は、(1)項を満足するとみなしてよい。
- (3) ねじりモーメントに対する補強筋は、計算上必要な区間の両端にそれぞれ部材断面の長辺(けたの場合にはけた高)に等しい長さを加えた区間に配置するものとする。
- (4) 横方向補強筋の間隔は、部材断面の長辺(けたの場合にはけた高)の0.4倍以下で、かつ、300mm以下とするものとする。
- (5) 軸方向補強筋は、少なくとも横方向補強筋の各隅部に各1本配置するものとし、その間隔は300mm以下とするものとする。
- (6) ねじりモーメントに対する軸方向補強筋は、原則として部材断面の上下左右に対称に配置するものとする。

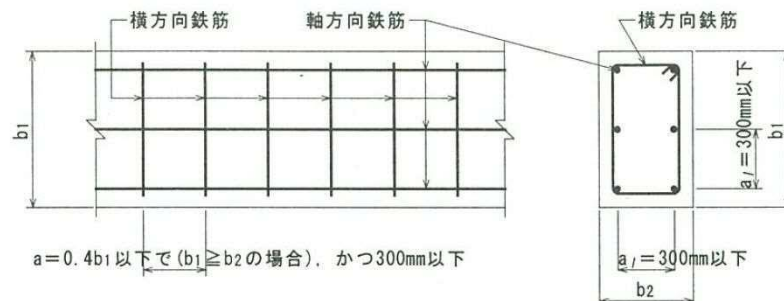


図-7.6.5 ねじりモーメントに対する補強筋の配置

連続繊維補強材をねじりの補強筋として使用する場合は、その材料特性を十分考慮してその配筋を検討しなければならない。