

# 短繊維補強モルタルを用いた 新型 PCF 壁高欄型枠の開発

プレストレストコンクリート床版研究  
プロジェクトチーム

## 1. まえがき

市街地における都市高架橋の施工では、工期短縮による時間的制約や、高架下の交通を供用した状態での施工による空間的制約を受けることが多い。これらの制約条件を解決するために、東海コンクリート工業(株)との共同開発により、プレキャスト製の埋設型枠を用いた壁高欄の施工法を開発している<sup>1)</sup>(以下、従来型 PCF 壁高欄と呼ぶ)。本工法は、RC 壁高欄の型枠にプレキャストコンクリート製品を用いることで、型枠施工を橋面上のみの作業で行なうことを可能としたものである。したがって、工期短縮を図ることができるうえ、朝顔や足場などの空間的制約を受けるものを省略することができる。この PCF 壁高欄は近年採用が増えているが<sup>2)</sup>、従来の形式はいくつか改善項目を抱えている。特に、PCF 版の厚さが 50mm と厚く、さらに現場打ちコンクリートと一体化を図るためのトラス鉄筋が PCF 版から 50mm 突出している(図 - 1(a))。そのため、壁高欄内部の配筋や管路との干渉を引き起こす場合がある。

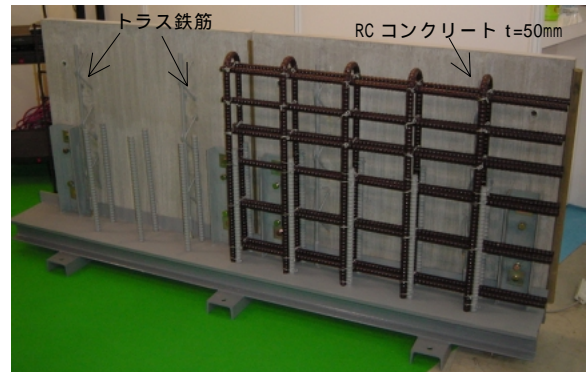
そこで、従来型 PCF 壁高欄の問題を解消するために、短繊維補強モルタルを用いた薄型の PCF 壁高欄(以下、新型 PCF 壁高欄と呼ぶ)を検討している(図 - 1(b))。本論文では、短繊維補強モルタルを用いた新型 PCF 壁高欄の基本性状、型枠としての安全性、供用後の壁高欄としての安全性などの検証結果を報告する。

## 2. 新型 PCF 壁高欄の特徴

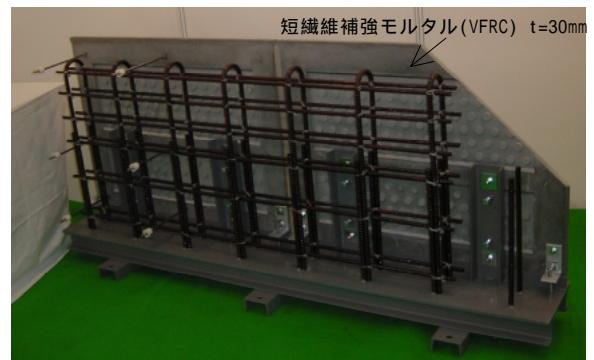
短繊維補強モルタルを用いた新型 PCF 壁高欄の特徴を図 - 2 に示す。主な特徴は以下の通りである。

通常の RC コンクリートに比べて引張強度が大幅に向上するため、薄肉化・軽量化・無筋構造化が図れる。(壁高欄高  $h=1.2\text{m}$  に対して、新型 PCF 壁高欄:約  $72\text{kgf/m}$ 、従来型 PCF 壁高欄:約  $147\text{kgf/m}$ 、鋼製型枠:約  $80\text{kgf/m}$ )

無筋構造であることから、PCF 版の切断・穴明け加工が可能となり、現場での寸法合わせが容易と



(a) 従来型 PCF 壁高欄



(b) 新型 PCF 壁高欄

図 - 1 PCF 壁高欄の模型

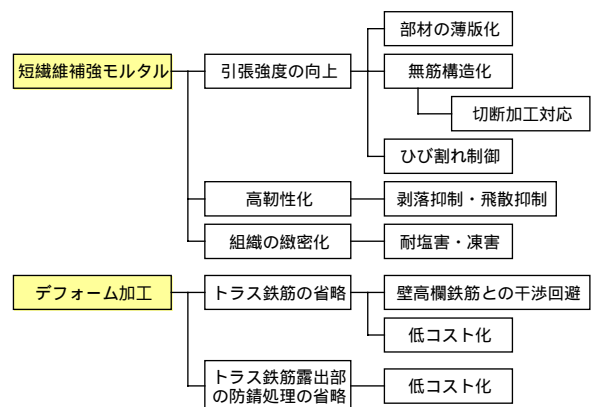


図 - 2 新型 PCF 壁高欄の特徴

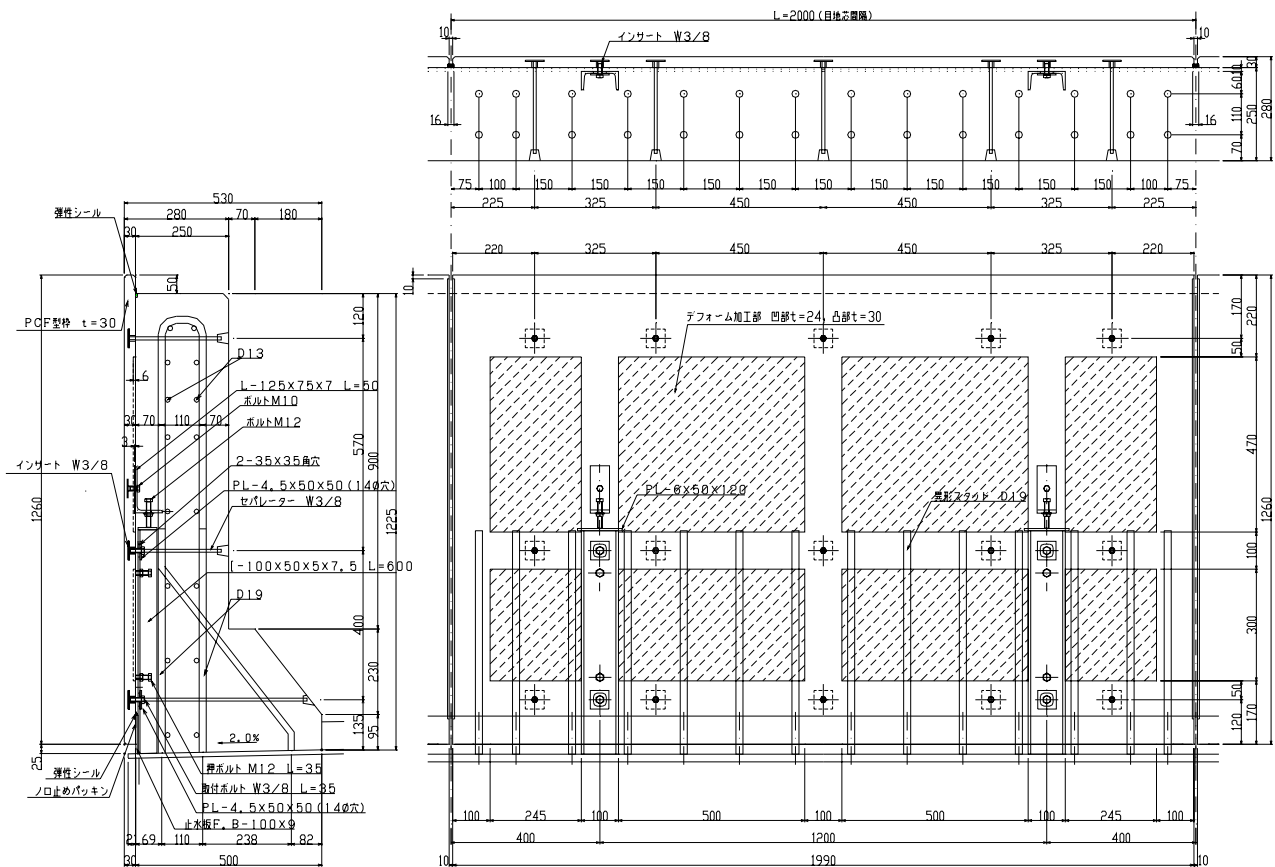


図 - 3 新型 PCF 壁高欄の標準図

なる。また、異形の PCF 版の製作に対して、標準形 PCF 版を切断することで対応が可能である。靱性に富んだ材料であるため、コンクリートの剥落抑制効果がある。また、車両衝突時にコンクリートの飛散を抑制する効果がある。高密度セメント材料であるため、塩害、凍害、中性化に対する耐久性が向上する。表面に設けた円形の凹凸(デフォーム加工)によって、現場打ちコンクリートと一体化を図る構造である。したがって、トラス鉄筋が不要となるため、壁高欄鉄筋や管路との干渉がほとんど無くなる。また、トラス鉄筋の製作および防錆処理に関する費用面でコストが削減される。

新型 PCF 壁高欄の標準図を図 - 3 に示す。これは、名古屋高速道路公社の鋼構造物標準図表<sup>3)</sup>の壁高欄形状を参考にしたものである。図面は鋼床版に取り付くタイプであるが、合成床版等にも適用が可能である。

### 3. 短繊維補強モルタルを用いた PCF 版の製作

短繊維補強モルタルに使用した繊維は、比較的安価な繊維であるビニロン繊維である(VFRC : Vinylon

Fiber Reinforced Cementitious composites)。ビニロン繊維の写真を図 - 4 に示す。ビニロン繊維の標準長は 12mm で、混入率は体積で 2~3%程度としている。VFRC の練り混ぜには特殊なミキサーを使用し、繊維が均等に分散するように配慮している(図 5)。



図 - 4 ビニロン繊維 図 - 5 練り混ぜの様子

PCF 版の製作に用いた型枠を図 - 6 に示す。製作型枠は以下の点に配慮した形状としている。 PCF 版の外側は壁高欄の外側に位置することから、型枠面によって美しく仕上げるため、PCF 版の内面は、現場打ちコンクリートとの一体化を図るためのデフォーム加工を施す必要があることである。

PCF 版の養生は蒸気養生を行ない、打設から脱型までの所要時間は約 1 日である。完成後の PCF 版の外観を図 - 7 に示す。



図 - 6 PCF 版製作用の型枠

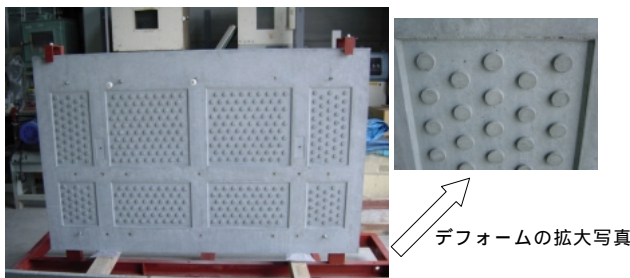


図 - 7 脱型後の PCF 版

表 - 1 検証試験項目

項目	検証内容
材料試験	短繊維補強モルタルの材料性能
アンカー引き抜き試験	インサートの引き抜き耐力
PCF版の静的荷重試験（架設時）	PCF版の曲げ耐力および破壊形態 FEMによる架設時の安全性の検討
付着試験	PCF版と現場打ちコンクリートとの付着力
PCF壁高欄の静的荷重試験（供用時）	壁高欄としての終局耐力および破壊形態
施工試験	取り付け時の作業性、ノロ漏れ等

表 - 2 圧縮強度試験の結果

測定値 (N/mm <sup>2</sup> )			平均値 (N/mm <sup>2</sup> )
99.4		93.8	96.4
100.0		92.5	
102.4		90.3	

圧縮設計基準強度  $c_k = 50.0\text{N/mm}^2$

表 - 3 曲げ強度試験の結果

測定値 (N/mm <sup>2</sup> )		平均値 (N/mm <sup>2</sup> )
17.6		15.5
15.6		
13.2		

曲げ設計基準強度  $b_k = 12.0\text{N/mm}^2$

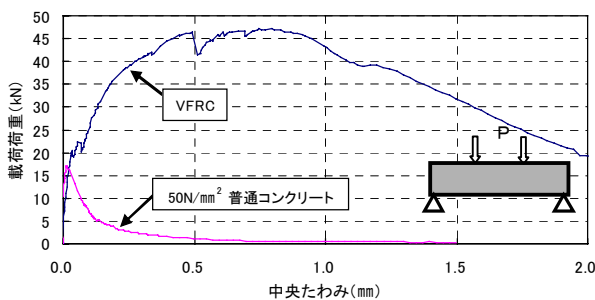


図 - 8 曲げ試験による荷重 変位曲線

#### 4. 性能検証試験の項目

性能検証試験の検証項目を表 - 1 に示す。本論文では ~ の結果について報告する。の施工試験は今後実施する予定であるが、作業手順は従来型 PCF 壁高欄と同じである。

#### 5. 短繊維補強モルタルの材料試験

VFRC に対して、圧縮強度試験と曲げ強度試験 (JIS R 5201) を行なった。試験体の寸法は  $40 \times 40 \times 160\text{mm}$  の角柱供試体である。圧縮強度試験 6 体の結果を表 - 2 に、曲げ強度試験 3 体の平均値を表 - 3 に示す。今回、VFRC の設計基準強度として、圧縮強度  $c_k = 50.0\text{N/mm}^2$ 、曲げ強度  $b_k = 12.0\text{N/mm}^2$  としている。圧縮強度試験の平均値が  $96.4\text{N/mm}^2$ 、曲げ強度試験の平均値が  $15.5\text{N/mm}^2$  であるため、設計基準強度を上回っていることが確認できた。

参考として、 $100 \times 100 \times 400\text{mm}$  の角柱供試体の曲げ強度試験 (JIS A 1106) で得られた荷重 - 変位曲線を図 - 8 に示す。図中には比較のために、圧縮強度  $50\text{N/mm}^2$  の普通コンクリートの結果も載せている。VFRC は初期ひび割れが発生しても繊維が引張力を伝達するため、普通コンクリートに比べて引張強度および靱性が大幅に向上していることが分かる。

#### 6. アンカー引き抜き試験

図 - 3 の標準図のように、PCF 版には取り付け用 M12 インサートとセパレータ用 W3/8 インサートを埋め込んでいる。インサートに作用する荷重は、施工時の風荷重とコンクリート打設時の側圧によって生じる引き抜き力である。したがって、VFRC に埋め込まれたインサートの引き抜き試験を実施した。引き抜き試験では、図 - 9 に示すラムチェアーを用いて、センターホールジャッキによって垂直方向に引き抜き荷重を与えた。インサートの形状は、底板が  $50 \times 50 \times 5\text{mm}$ 、埋め込み長が  $20\text{mm}$  である。2 種のインサートについて、試験体 3 体ずつの試験結果を表 - 4 に示す。最大引き抜き荷重の平均値は、取り付け用 M12 インサートで  $21.9\text{kN}$ 、セパレータ用 W3/8 インサートで  $20.7\text{kN}$  である。図 - 10 に示すように、いずれの試験体もインサートの底板を起点としたコーン破壊によって破壊に至った。なお、施工時にインサートに作用する荷重は、第 8 節の有限要素解析によって算出する。



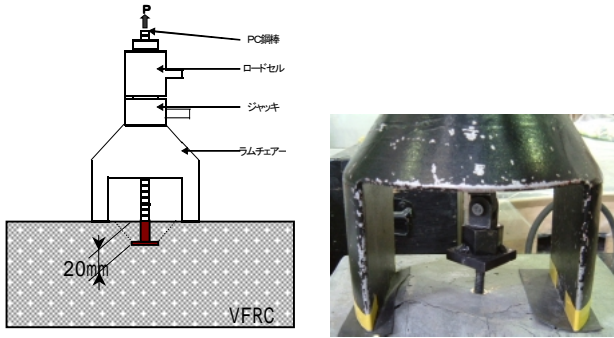
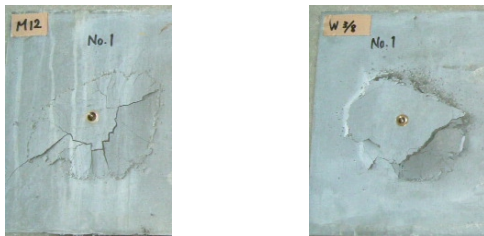


図 - 9 アンカー引き抜き試験装置

表 - 4 アンカー引き抜き試験の結果

(a) M12インサート (取り付け用)		(b) W3/8インサート (セパレータ用)	
測定値 (kN)	平均値 (kN)	測定値 (kN)	平均値 (kN)
25.5	21.9	24.5	20.7
23.1		20.2	
17.1		17.4	



(a) 取り付け用インサート (b) セパレータ用インサート

図 - 10 アンカー引き抜き試験の破壊形状

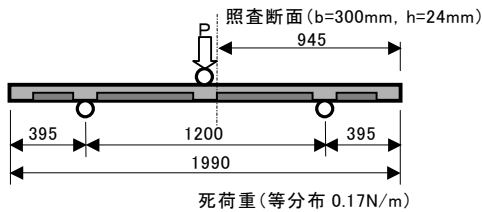


図 - 11 PCF 版曲げ試験の方法 (負曲げ方向)



図 - 12 PCF 版曲げ試験の様子 (正曲げ方向)

表 - 5 PCF 版曲げ試験結果

曲げ方向	載荷荷重 (kN)	曲げ応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	
		測定値 (N/mm <sup>2</sup> )	平均値 (N/mm <sup>2</sup> )
正曲げ	1.31	14.0	16.4
	1.80	18.7	
負曲げ	1.91	19.8	17.3
	1.38	14.7	

曲げ設計基準強度  $b_k = 12.0\text{N/mm}^2$

## 7. PCF 版の静的載荷試験

材料試験の曲げ強度試験において、VFRC の曲げ設計基準強度が  $12.0\text{N/mm}^2$  を満たしていることを示した。ここでは、PCF 版の実物供試体において曲げ設計基準強度を満たしているかを静的載荷試験によって検証する。

静的載荷試験の試験方法を図 - 11 に、試験の様子を図 - 12 に示す。試験機の大きさの制約があったため、PCF 版の最も薄い部分を幅 300mm で切り出して試験体としている。試験体を 2 点支持し、中央に集中荷重を載荷した。現場打ちコンクリートの側圧の作用方向を考慮して、図 - 12 の載荷方向を正曲げと呼び、図 - 11 のモデル図の載荷方向を負曲げと呼ぶ。

試験結果の最大荷重と、最大荷重時の曲げ応力度を表 - 5 に示す。曲げ応力度の照査断面は、図 - 11 に示す支間中央付近の厚さ 24mm の位置である。この位置は実際に破断面となった位置である。なお、PCF 版の死荷重も考慮して、曲げ応力度を算出している。試験結果の正曲げ・負曲げともに、曲げ応力度の平均値が設計基準強度  $12.0\text{N/mm}^2$  を上回っていることが確認できた。

## 8. FEM による施工時の安全性の検討

PCF 版を型枠として使用する場合、施工時には以下の荷重状態に対して安全でなければならない。

- (a) 風荷重によって生じる応力度。
- (b) コンクリート打設時の側圧によって生じる応力度および変形量。

上記の荷重状態に対する PCF 版の安全性を有限要素解析によって検討する。

### 8.1 解析モデル

有限要素解析には、汎用解析コード DIANA (ver.8.1.2) を用いた。(a) 風荷重時と (b) コンクリート側圧時の解析モデルを図 - 13 に示す。両者の違いは、セパレータの有無と荷重条件のみである。境界条件は PCF 版の中央で対象条件とした 1/2 モデルで、チャンネル (支持金具) 下端で固定としている。

使用した要素タイプは、PCF 版とチャンネルが 8 節点シェル要素である。取り付けボルトは 2 節点ばね要素 (ばね定数  $8.23 \times 10^5\text{N/mm}$ )、セパレータは 1 節点ばね要素 (ばね定数  $4.54 \times 10^4\text{N/mm}$ ) である。取り付けボルト部分とセパレータ部分は、インサート底板の大きさ (50×50mm) を考慮した面支持としている。これは、アンカー引き抜き試験の破壊性状が、

インサートの底板を起点としたコーン破壊性状を示したためである。

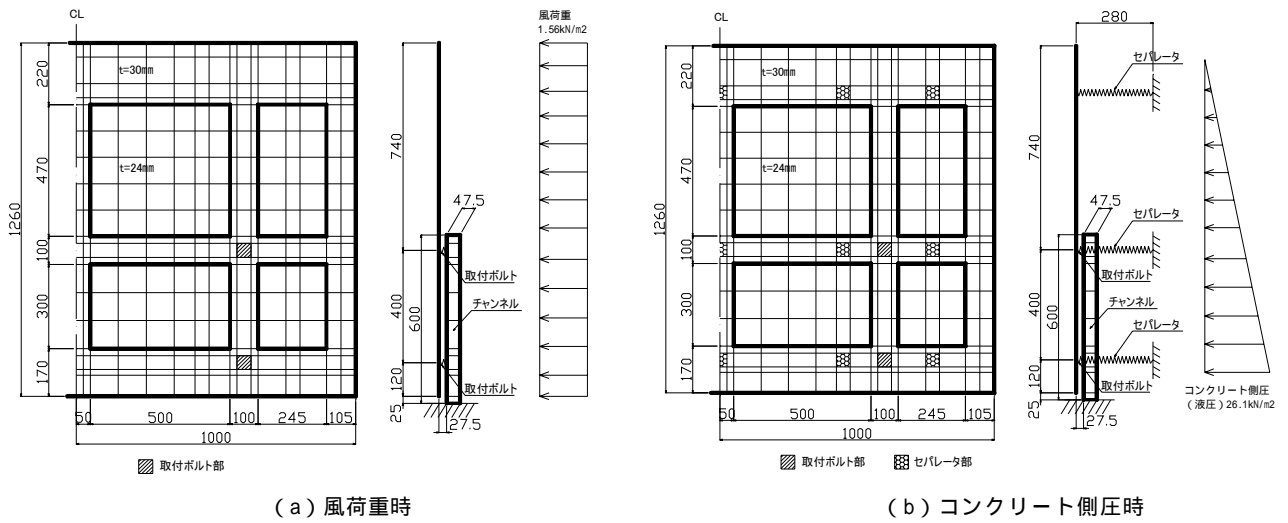


図 - 13 解析モデル

表 - 6 解析結果の一覧

	風荷重時	コンクリート側圧時
変形図	<p>(10倍表示)</p>	<p>(300倍表示)</p>
表面の引張主応力度(橋面外側)	<p>1.6N/mm<sup>2</sup></p> <p>2.6N/mm<sup>2</sup></p>	<p>2.3N/mm<sup>2</sup></p>
表面の引張主応力度(橋面内側)	<p>5.0N/mm<sup>2</sup></p>	<p>4.4N/mm<sup>2</sup></p>

## 8.2 載荷荷重

### 8.2.1 風荷重

風荷重は、PCF 版の全面に等分布荷重で載荷し、作用方向は橋面内からの載荷とした。実際の風荷重は橋面内と橋面外の両方向から作用するが、応力の符号が逆転するだけである。風荷重の大きさは、名古屋高速道路公社の鋼構造物架設設計要領<sup>4)</sup>に準じて次式により算出した。

$$P_w = 1/2 \cdot \rho \cdot C_D \cdot V_D^2 = 1.56 \text{ kN/m}^2$$

ここに、 $\rho$  : 空気密度 ( $1.23 \times 10^{-3} \text{ kNs}^2/\text{m}^4$ )、 $C_D$  : 抗力係数 (平板またはそれに近い形状の場合 2.2)、 $V_D$  : 基準風速 (34m/s)

### 8.2.2 コンクリートの側圧

コンクリート打設時の側圧は、安全側の評価として液圧を仮定した。PCF 版下端では止水板が側圧に抵抗するため、側圧の載荷位置は現場打ちコンクリートの天端から止水板の上端までとしている。止水板上端の位置における側圧荷重は次式で算出される。

$$P_{cmax} = \rho \cdot g \cdot h = 26.1 \text{ kN/m}^2$$

ここに、 $\rho \cdot g$  : フレッシュコンクリートの単位重量 ( $23.0 \text{ kN/m}^3$ )、 $h$  : 打設高 (1.135m)

## 8.3 許容応力度の算出

VFRC の許容応力度は、安全率を 3.0 として以下のように算出される。

風荷重時の許容曲げ応力度

$$\text{設計曲げ基準強度 } b_k = 12.0 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{許容曲げ応力度 } b_a = 12.0 / 3.0 = 4.0 \text{ N/mm}^2$$

割増し後の許容曲げ応力度<sup>4)</sup>

$$b_a' = 4.0 \times 1.25 \times 1.1 = \underline{5.5 \text{ N/mm}^2}$$

コンクリート側圧時の許容曲げ応力度

$$\text{設計曲げ基準強度 } b_k = 12.0 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{許容曲げ応力度 } b_a = 12.0 / 3.0 = 4.0 \text{ N/mm}^2$$

割増し後の許容曲げ応力度

$$b_a' = 4.0 \times 1.25 = \underline{5.0 \text{ N/mm}^2}$$

取り付け用 M12 インサートの許容引き抜き力

$$\text{実測引き抜き力 } P_1 = 21.9 \text{ kN}$$

$$\text{許容引き抜き力 } P_{1a} = 21.9 / 3.0 = \underline{7.3 \text{ kN}}$$

セパレータ用 W3/8 インサートの許容引き抜き力

$$\text{実測引き抜き力 } P_2 = 20.7 \text{ kN}$$

$$\text{許容引き抜き力 } P_{2a} = 20.7 / 3.0 = \underline{6.9 \text{ kN}}$$

## 8.4 解析結果

### 8.4.1 変形量

有限要素解析による変形図を表 - 6 に示す。コンクリートの側圧による最大たわみは 0.3mm である。したがって、この程度のたわみであれば、型枠として使用しても全く問題がない。

### 8.4.2 PCF 版の引張主応力度

有限要素解析による、PCF 版の表面に生じる引張主応力度を表 - 6 に示す。PCF 版の表面については、橋面内側の面と橋面外側の面の 2 面の結果を示している。

風荷重時において、PCF 版に生じる最大引張主応力度は取り付けボルト近傍で  $5.0 \text{ N/mm}^2$  である。許容応力度の  $5.5 \text{ N/mm}^2$  以下であるため、風荷重に対して PCF 版の応力度は安全である。

コンクリート側圧時の最大引張主応力度は、中段の外側セパレータの近傍で  $4.4 \text{ N/mm}^2$  である。許容応力度の  $5.0 \text{ N/mm}^2$  以下であるため、コンクリート側圧時においても PCF 版の応力度は安全である。

### 8.4.3 インサートの引き抜き力

有限要素解析による、取り付けボルトおよびセパレータのインサートに生じる引き抜き力を図 - 14 に示す。取り付け用 M12 インサートに生じる最大引き抜き力は、風荷重時において 2.209kN である。許容引き抜き力の 7.3kN 以下であるため、引き抜き力に対して安全である。セパレータ用 W3/8 インサートに生じる最大引き抜き力は、コンクリート側圧時に 3.976kN である。許容引き抜き力の 6.9kN 以下であるため、引き抜き力に対して安全である。

以上の結果より、施工時の荷重条件に対して PCF 版が十分な耐力を有していることが確認できた。

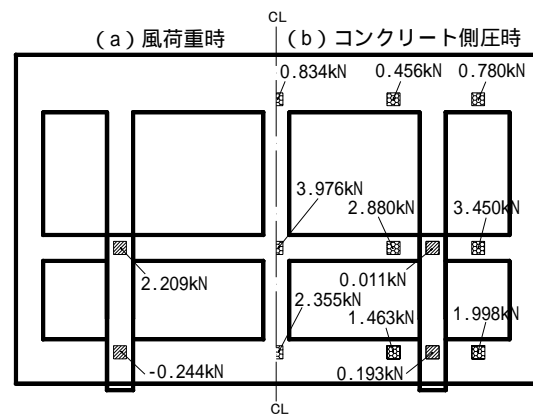


図 - 14 インサートの引き抜き力

9. PCF 版と現場打ちコンクリートの付着試験

供用時の壁高欄に作用する外力は、主に風荷重と衝突荷重である。これらの外力によって、PCF 版と現場打ちコンクリートとの界面に面内せん断力が生じる。新型 PCF 壁高欄は、デフォームの凹凸によって、面内せん断力に抵抗する構造である。一方、PCF 版を面外にはく離させる力はほとんど生じないと考えられるが、現場打ちコンクリートとの一体性を表す 1 つの指標を得るために、付着試験を実施した。

付着試験は、図 - 15 に示すラムチェアーを用いて、PCF 版のはく離方向に荷重を与えた。PCF 版と現場打ちコンクリート ( $f_{ck} = 24.0\text{N/mm}^2$ ) を一体とした後、100mm × 100mm 四方の切り込みを入れ、PCF 版の表面にアタッチメントを接着して試験体とした。PCF 版 + 現場打ちコンクリートの試験体は 3 体である。比較のために、現場打ちコンクリートのみの試験体も 3 体製作している。

付着試験の破壊状況を図 - 16 に示す。両試験体とも、現場打ちコンクリート表面のペーストと骨材の界面で破壊しており、破壊形状は同一であった。したがって、PCF 版と現場打ちコンクリートは十分一体性が確保されている。最大付着応力の結果を表 - 7 に示す。最大付着応力の平均値は、PCF 版 + 現場打ちコンクリートで  $1.61\text{N/mm}^2$ 、現場打ちコンクリートで  $1.85\text{N/mm}^2$  であるため、両者ともほぼ同等の結果であった。

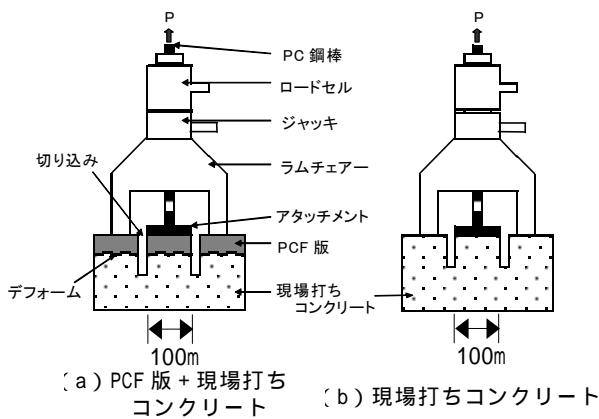
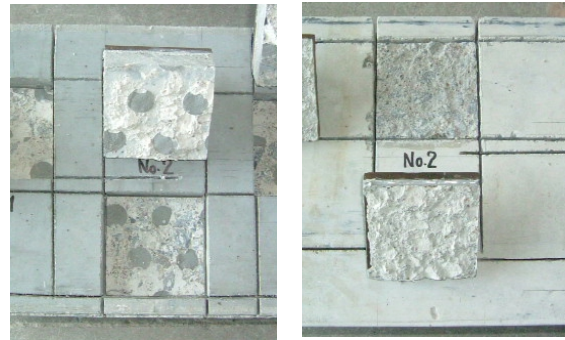


図 - 15 付着試験装置

表 - 7 最大付着応力

(a) PCF版+現場打ちコンクリート		(b) 現場打ちコンクリート	
測定値 (N/mm <sup>2</sup> )	平均値 (N/mm <sup>2</sup> )	測定値 (N/mm <sup>2</sup> )	平均値 (N/mm <sup>2</sup> )
1.97	1.61	2.01	1.85
1.41		1.79	
1.45		1.75	



(a) PCF 版 + 現場打ちコンクリート (b) 現場打ちコンクリート

図 - 16 付着試験体の破壊状況

10. 新型 PCF 壁高欄の静的載荷試験

PCF 壁高欄の設計において、現在のところ PCF 版は型枠材として扱い、壁高欄の有効断面には算入していない場合が大半である。全厚 280mm の新型 PCF 壁高欄と全厚 250mm の RC 壁高欄の耐力を比較した場合、新型 PCF 壁高欄の耐力が RC 壁高欄の耐力を下回ることはないと考える。しかし、新型 PCF 壁高欄の終局状態において、RC 壁高欄とは異なった破壊形態を示す可能性がある。特に、PCF 版のはく離や落下といった問題は重要である。そこで、新型 PCF 壁高欄の破壊形態を把握するために、実物大の新型 PCF 壁高欄に対して静的載荷試験を行なった。比較のために、RC 壁高欄についても静的載荷試験を行なっている。

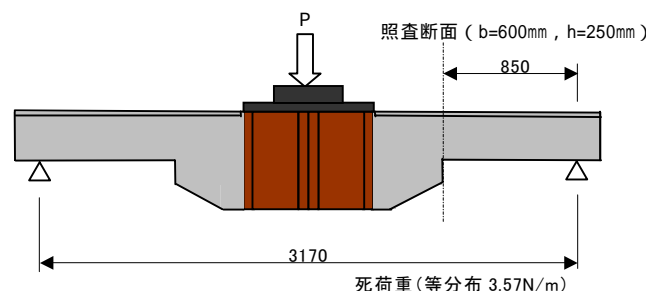


図 - 17 新型 PCF 壁高欄の曲げ試験の方法



図 - 18 新型 PCF 壁高欄の曲げ試験の状況



10.1 試験方法

新型 PCF 壁高欄の試験体は、図 - 3 の標準図の中央 600mm の幅(主鉄筋 3 本を含む)を対象とした。これは、チャンネル部分を含まない試験体とすることで安全側の評価とするためである。したがって PCF 版と現場打ちコンクリートは、PCF 版の付着力とセパレータのアンカー効果のみで一体化していることになる。RC 壁高欄の試験体は、新型 PCF 壁高欄の現場打ちコンクリート部分と同じ形状とし、同パッチのコンクリート ( $f_{ck} = 24.0\text{N/mm}^2$ ) で製作している。

試験方法を図 - 17 に、試験の様子を図 - 18 に示す。静的載荷試験は、同種の試験体を基部にて剛性の高い治具に連結し、単純ばりとして中央に荷重を載荷した。試験体は新型 PCF 壁高欄同士の連結を 2 体と、RC 壁高欄同士の連結を 2 体、の計 4 体である。

10.2 設計曲げモーメントと終局曲げモーメントの算出

実験値との比較のために、RC 壁高欄に対して、通常の許容応力度法で設計した場合の設計曲げモーメント  $M_d$  と、終局曲げモーメント  $M_{ud}$  を算出する。照査断面は図 - 17 に示している壁高欄基部の位置である。

10.2.1 設計曲げモーメント  $M_d$

設計曲げモーメント  $M_d$  の値は、4m 遮音壁が設置された場合の風荷重による曲げモーメント、衝突荷重による曲げモーメントの大きい方とする。

風荷重による曲げモーメント  $M_w$

$$M_w = W \cdot b \cdot h^2 / (2 \cdot \dots) = 18.86\text{kN} \cdot \text{m}$$

ここに、 $W$ : 風荷重 ( $3.0\text{kN/m}^2$ )、 $b$ : 壁高欄幅 (0.6m)、 $h$ : 遮音壁天端から照査断面位置までの距離 (5.015m)、 $\dots$ : 割増し係数 (1.2)

衝突荷重による曲げモーメント  $M_{h1}$

$$M_{h1} = P_{h1} \cdot b \cdot L / \dots = 7.20\text{kN} \cdot \text{m}$$

ここに、 $P_{h1}$ : 衝突荷重 (20.0kN)、 $b$ : 壁高欄幅 (0.6m)、 $L$ : 壁高欄天端から照査断面位置までの距離 (0.9m)、 $\dots$ : 割増し係数 (1.5)

$M_w > M_{h1}$  であるため、設計曲げモーメントとして  $M_d = M_w = 18.86\text{kN} \cdot \text{m}$  とする。

10.2.2 終局曲げモーメント  $M_{ud}$

終局曲げモーメント  $M_{ud}$  は、等価応力ブロックを用いて算出すると以下の値となる。

$$M_{ud} = 56.27\text{kN} \cdot \text{m}$$

算出に用いた基本条件は、コンクリートの設計基準強度  $24.0\text{N/mm}^2$ 、材料係数 1.3、鉄筋の降伏強度  $345\text{N/mm}^2$ 、鉄筋のヤング係数  $200\text{kN/mm}^2$ 、部材係数 1.15 である。

10.3 試験結果

10.3.1 終局曲げモーメント  $M_{ud}$

載荷荷重と支間中央の変位の関係を図 - 19 に示す。図中には設計曲げモーメント  $M_d$ 、設計終局曲げモーメント  $M_{ud}$  の値も載せている。試験体が終局状態に至った後、荷重を除荷している。

図 - 19 に示すように、壁高欄の初期剛性は、RC 壁高欄(全厚 250mm)に比べて新型 PCF 壁高欄(全厚 280mm)の方が大きい。これは PCF 版が壁高欄の剛性に寄与しているからである。終局耐力に関しても、新型 PCF 壁高欄の方が約 8% 程度 RC 壁高欄を上回っている。したがって、PCF 版の剛性は終局状態まで有効であることが分かった。

終局荷重時の終局曲げモーメント  $M_{ud}$  の結果を表 - 8 に示す。 $M_{ud}$  には、死荷重による曲げモーメントも考慮している。設計曲げモーメント  $M_d$  に対して、RC 壁高欄では安全率 5.6、PCF 壁高欄では安全率 6.0 を有している。したがって、新型 PCF 壁高欄は RC 壁高欄以上の終局耐力を有しており、設計曲げモーメントに対して十分な安全性を確保している。

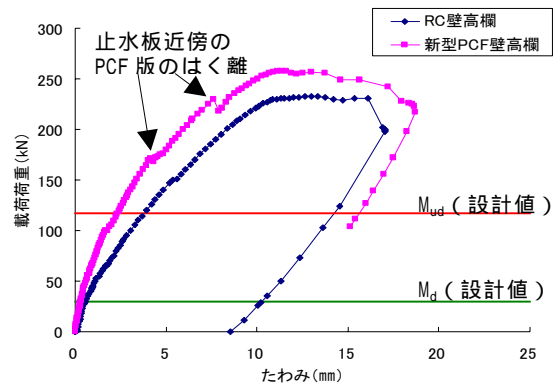


図 - 19 荷重 - 変位曲線

表 - 8 終局曲げモーメント

試験体	終局曲げモーメント	設計曲げモーメント	安全率 $M_{ud} / M_d$
	$M_{ud}$ (kN・m)	$M_d$ (kN・m)	
RC壁高欄	105.0	18.86	5.6
	105.4		5.6
新型PCF壁高欄	112.8		6.0
	116.9		6.2



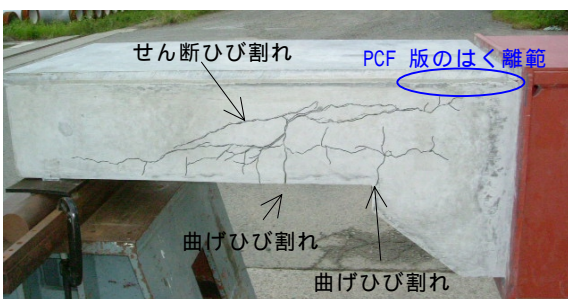
### 10.3.2 破壊形態

試験体の破壊状況を図-20に示す。図-20(a)のRC壁高欄の破壊は、照査断面における曲げひび割れ、異形スタッド先端の断面における曲げひび割れ、せん断ひび割れの順に進行し、最終的にせん断破壊によって破壊した。図-20(b)に示すように、新型PCF壁高欄についても同じ破壊形態である。PCF版のはく離は止水板の近傍で生じたが、終局状態においてPCF版全体がはく離して落下することはなかった。また、PCF版のはく離が開始する荷重は図-19に示すように、設計曲げモーメント $M_d$ に比べて十分大きいため、PCF版のはく離や落下に対して安全であることが分かった。

以上の結果から、供用時の壁高欄としての安全性が確認された。



(a) RC壁高欄



(b) 新型PCF壁高欄

図-20 試験体の破壊状況

## 11. 今後の展望

新型PCF壁高欄の初期剛性および終局耐力に対し、PCF版の剛性が寄与することを示した。したがって、高強度で高靱性のPCF版を有効に利用すれば、PCF版を壁高欄の有効断面に算入した設計も可能であると考えられる。

## 12. まとめ

本論文では、橋梁用壁高欄の埋設型枠として短繊維補強モルタルを用いたプレキャスト版を使用するために、各種の性能検証試験を実施し、その結果を

報告した。短繊維補強モルタルの材料性能、PCF版の施工時の安全性、新型PCF壁高欄の安全性を検討した主な結果は以下の通りである。

- (1) ビニロン繊維を使用した短繊維補強モルタルの圧縮強度と曲げ強度は、設計基準強度 $50.0\text{kN/mm}^2$ と $12.0\text{kN/mm}^2$ を満足する。
- (2) 有限要素解析を用いて、風荷重とコンクリートの側圧によって生じるPCF版の曲げ応力度を算出した結果、許容曲げ応力度以下であった。また、インサートに生じる引き抜き力についても許容引き抜き力以下であった。したがって、施工時のPCF版の安全性が確認された。
- (3) 静的載荷試験による、新型PCF壁高欄とRC壁高欄の終局耐力を比較した結果、新型PCF壁高欄はRC壁高欄の終局耐力を上回り、設計荷重に対して十分な耐力を有していることが確認された。また、終局状態においてもPCF版がはく離によって落下することは無く、PCF版と現場打ちコンクリートの一体性が確保されていることが分かった。

### 【参考文献】

- 1) 森久芳、志水公敏、村田茂、稲熊唯史：プレキャストコンクリート型枠壁高欄の衝撃荷重に対する性能評価試験、土木学会第57回年次学術講演会、pp.125-126、2002
- 2) 村田茂、亀山誠司：重交通でのPCF壁高欄施工事例報告-天満川ランプ橋-、技報たきがみ Vol.21、pp.15-19、2003
- 3) 名古屋高速道路公社工務部：鋼構造物標準図表、2004.4
- 4) 名古屋高速道路公社工務部：鋼構造物架設設計要領、2001.4

### プロジェクトチーム

高木録郎(営業本部)  
左合玄一(生産本部)  
西澤正博(工事グループ)  
広村修(技術開発グループ)  
杉山幸夫(東海コンクリート工業)

### ワーキングチーム

村田茂、所泰行(工事グループ)  
広村修、亀山誠司、橋本保則(技術開発グループ)  
森田健司、電子学(技術設計グループ)  
中島義信、稲熊唯史、竹田憲史、岡田健男  
柳沢啓悟、秋田英輝(東海コンクリート工業)