



PCF壁高欄工法

ビニロン繊維補強セメント複合材料 (VFRC) を
埋設型枠に用いた場所打ち壁高欄工法



① 瀧上工業株式会社

② 東海コンクリート工業株式会社

瀧上工業株式会社

名古屋本社	〒454-8517	名古屋市中川区清川町2-1	TEL (052) 351-2211(代)
東京支店	〒104-0043	東京都中央区湊1-9-9	TEL (03) 3552-6681(代)
大阪支店	〒550-0014	大阪市西区北堀江2-10-19	TEL (06) 6532-5355(代)
札幌営業所	〒064-0808	札幌市中央区南八条西20-1-10	TEL (011) 561-5482
仙台営業所	〒980-0811	仙台市青葉区一番町2-7-5 (飯田ビル)	TEL (022) 267-3791
静岡営業所	〒420-0858	静岡市葵区伝馬町11-6	TEL (054) 252-1807
岐阜営業所	〒500-8176	岐阜市県町2-12-12 (チサンマンション岐阜)	TEL (058) 212-3556
広島営業所	〒730-0013	広島市中区八丁堀6-11 (グレースビル)	TEL (082) 227-6532
福岡営業所	〒810-0042	福岡市中央区赤坂1-12-6 (赤坂Sビル)	TEL (092) 741-1253
半田工場	〒475-0826	愛知県半田市神明町1-1	TEL (0569) 21-4111(代)

●お問い合わせ窓口：技術開発グループ TEL (052) 351-2269 (平成24年3月まで)
TEL (0569) 21-4111 (平成24年4月以降)

東海コンクリート工業株式会社

本社	〒511-0274	三重県いなべ市大安町大井田2250	TEL (0594) 77-0511(代)
三重工場	〒511-0274	三重県いなべ市大安町大井田2250	TEL (0594) 77-1511(代)
販売推進本部	〒451-0041	名古屋市中西区幅下1-10-28	TEL (052) 587-2320(代)

●お問い合わせ窓口：第二営業部 TEL (052) 587-2335

CONTENTS

- 2 PCF壁高欄工法とは
- 3 技術の特色
- 5 従来工法との比較
- 6 PCF壁高欄工法の適用範囲
- 6 製品の性能・形状
- 7 施工順序
- 8 PCF版の製品紹介
- 9 実績写真
- 11 性能確認試験結果

はじめに

近年、公共事業において、工期短縮をはじめとして、工事の安全性の向上、構造物の品質向上、環境負荷の軽減など様々な課題を解決することが求められています。特に市街地における橋梁工事では、工期短縮による交通規制・交通渋滞の最小化、高架下の安全性の確保、ライフサイクルコストの縮減、生活環境への配慮などが重要課題となります。

そこで橋梁工事の壁高欄施工において、これらの課題を解決できる、PCF壁高欄工法を開発しました。内側のみでの施工は安全上、第3者被害を防止することができ、鋼製型枠に変わる製品として国土交通省の新技术情報提供システム（NETIS）の平成23年度少優良実績技術にも選定されました。

PCF壁高欄工法の概要

本技術は、ビニロン繊維補強セメント複合材料による高靱性のプレキャストコンクリート型枠の適用により、ひび割れ、凍結融解、中性化に対し高性能化を図り、また、ライフサイクルコストの削減を可能にした壁高欄型枠です。

施工面では、橋梁床版上における内側からの施工を可能にし、外側に残存型の埋設型枠を使用して一体性を図った壁高欄工法です。



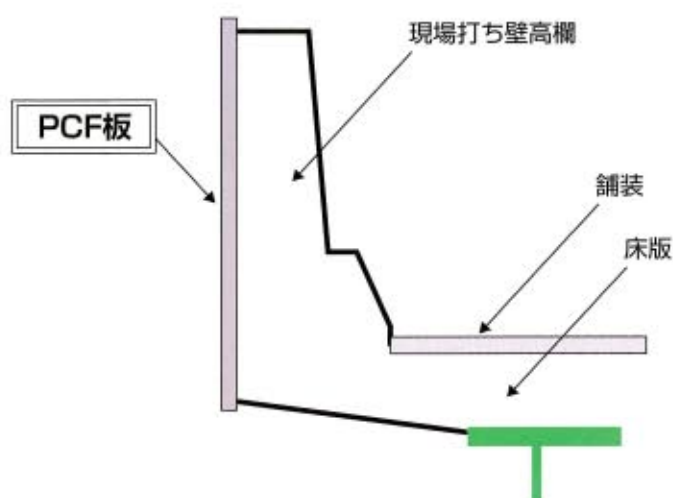
PCF壁高欄（模型サンプル）

PCF壁高欄工法とは

PRECAST CONCRETE FORM

プレキャストコンクリートフォーム（コンクリート製型枠）の頭文字を取ったもので、工場にて製作したPCF版を埋設型枠として壁高欄の外側に設置し、場所打ちコンクリートを打設して壁高欄を形成する壁高欄工法です。

PCF壁高欄工法（VFRCタイプ）の特徴は従来の鋼製型枠と同等以下の重量で、ビニロン繊維補強セメント（VFRC）を使用した厚さ30mmです。無筋構造であることから現場での取り扱いが容易であり、また工場製品であることから、品質の確保と、プレキャスト化により現場での工期短縮が図ることができます。さらに鋼製型枠の補修塗装が不要となり、ライフサイクルコストが低減可能となります。



〔安全性〕

橋面（床版）上の作業のため、施工の安全性が向上します。通常の壁高欄に比べて、車両衝突時に飛散するコンクリートの量が少なく、高架下の安全性が向上します。

〔合理化・省力化〕

コンクリート製の工場製品を用いるため足場や防護工の設置解体作業が軽減され、現場作業が省力化できます。

〔耐久性〕

品質管理の整った工場で製造される製品であるため、高強度で耐久性に優れた製品です。

〔環境に優しい〕

足場や木製型枠の使用量を減らして工期短縮が図れることから、周辺環境や地球環境に優しい工法です。

〔経済性〕

コンクリート製品でメンテナンスが少なく、在来工法の鋼製型枠に比べ、ライフサイクルコストの削減が可能となります。

PCF壁高欄工法：壁高欄の外側の足場が省略できます。コンクリート製の型枠はそのまま残すため、解体する必要がありません。



合板型枠工法：壁高欄の外側に木製型枠と足場を設置します。施工後、型枠と足場を解体します。

技術の特色

①足場が省略できます。

(※)は当社の従来工法のPCF壁高欄工法(トラス鉄筋タイプ)を示す

道路上の張り出し足場を省略して、交通規制を緩和することができます。民家が接近している場合で、張り出し足場が設置できない場合にも有効です。

合板型枠工法
交通の障害とならない
範囲は足場防護工を
設置し施工しました。

PCF壁高欄工法を採用して、PCF版の設置
時を除いて、常時の通
行は1車線の交通規制
を行わず施工しまし
た。渋滞の緩和につな
がりました。



国土交通省中国地方整備局(広島県内)での施工例(※)

民家が接近して足場が設置できない
ため、PCF壁高欄で施工しました。



福岡北九州高速道路公社での施工例

②景観に配慮した壁高欄の製作が可能です。

PCF版を工場で製作するため、壁高欄にデザインを施すことができます。下の写真は、PCF版の上側に段差を付けて橋梁の景観に配慮した例です。



国土交通省四国地方整備局(愛媛県内)での施工例(※)



施工風景(合成床版に先付け施工)

③コンクリート製であるため錆びが発生しません。

(※)は当社の従来工法のPCF壁高欄工法
(トラス鉄筋タイプ)を示す

従来の鋼製型枠は将来的に錆びが発生してしまいます。錆びにより景観が悪くなり、このためには定期的に補修(塗装や亜鉛溶射)を必要とします。PCF壁高欄はコンクリート製の型枠であるため錆びが発生しないため、補修費の軽減が図れます。



鋼製型枠の劣化状況



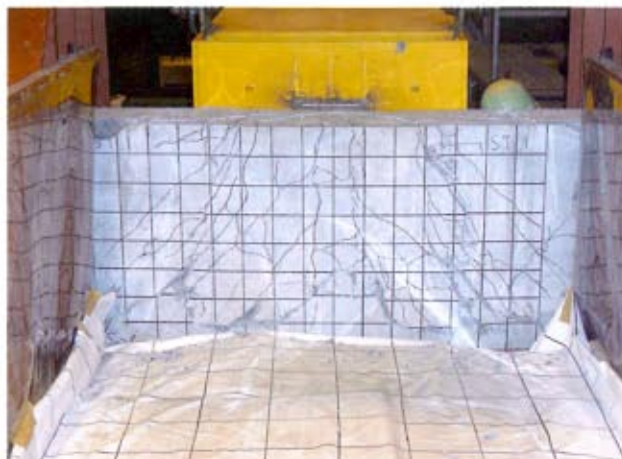
PCF壁高欄での施工例(※)

④車両が衝突した時のコンクリート片の飛散を大幅に軽減します。

PCF版はビニロン繊維を補強材として混入しているので、車両が壁高欄に衝突した時のコンクリート片の飛散を大幅に軽減します。コンクリート片が高架下へ落下することを軽減できるため、高架下の車両や通行者に対する2次災害を軽減できます。



従来工法の壁高欄の破壊状況



PCF壁高欄の破壊状況

⑤壁高欄の取り替え補修工事にも使用することができます。

PCF壁高欄は、新しく建設する壁高欄だけでなく、車両が衝突して破損した壁高欄の補修工事や、有害なクラック発生等により壁高欄の取り替え工事でも使用することができます。



高欄の取り替え工事の施工例

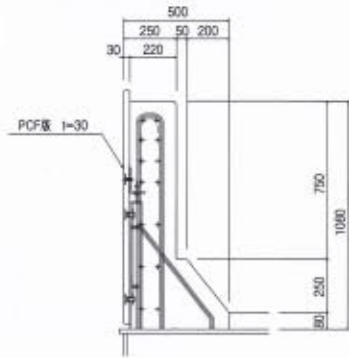
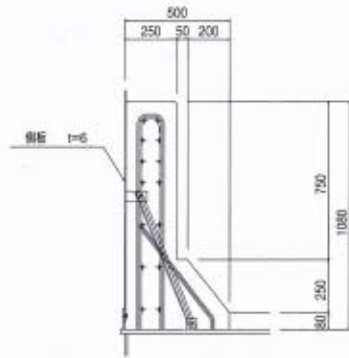


民家が近接していることから内側のみの施工が可能なPCF版を採用。

PCF版

従来工法との比較

従来工法との比較を下記に示します。6mmの鋼製型枠と比べた場合、初期、長期コストは経済的となります。

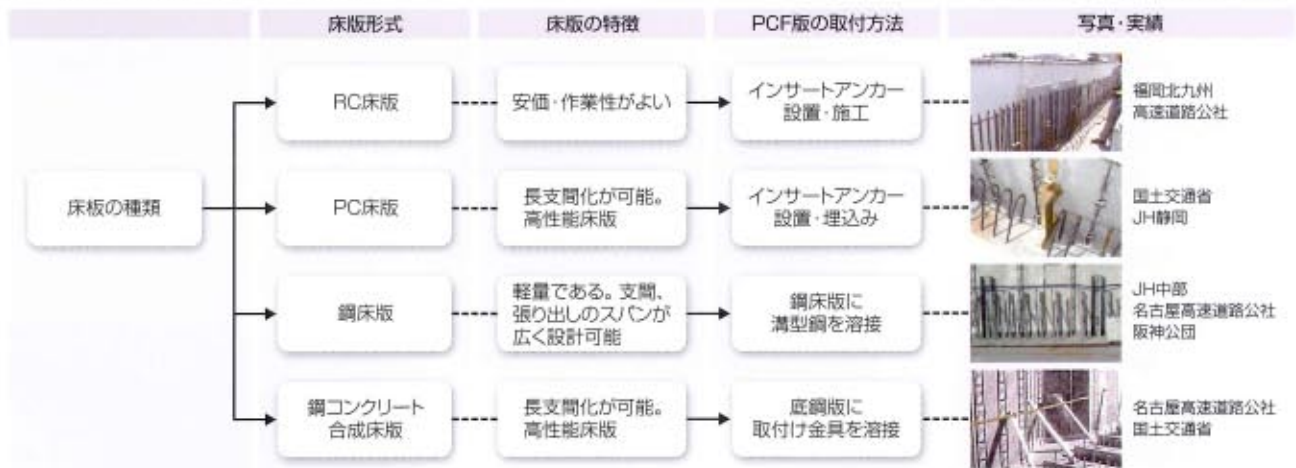
	PCF型枠	鋼製型枠
工法概要	PCF壁高欄工法（VFRCタイプ）は、あらかじめ工場にて製作したPCF版（Precast Concrete Form）を埋設型枠として壁高欄の外側に設置し、場所打ちコンクリートを打設して壁高欄を形成する壁高欄工法です。PCF版は、ビニロン繊維補強セメント複合材料（VFRC）を使用した厚さ30mmの埋設型枠です。設置後の内型枠組立・配筋配筋・コンクリート打設は鋼製型枠壁高欄と同様です。	鋼製型枠壁高欄は、厚さ6mmの側鋼板（メッキ仕様）と、縦方向および横方向の補剛材（L30×30×5など）で構成される鋼製型枠です。あらかじめ工場で作製し、現場にて設置する。その後、内型枠組立、鉄筋配筋、コンクリート打設を通常の壁高欄と同様に施工します。
型枠の外観		
外側からの外観	 施工風景（合成床版に先付け施工）	 施工風景（合成床版に先付け施工）
概略断面図		
経済性 （初期コスト）	試算条件100m以上施工時、PCF運搬距離100km 1.00	鋼製型枠6.0mmで試算 1.15
経済性 （ライフサイクルコスト）	1.00	補修コスト 0.35 【20年毎に補修と仮定した場合】 ※メッキ補修・足場分は考慮していない額 1.50
品質	PCF版は、高強度で緻密な繊維補強モルタルである。無筋構造であるため中性化しにくく、メンテナンスフリーである。メッキまたは塗装により防錆処理されるが、将来的には塗り替えや補修が必要になる。	

（注意）実際の製品費は輸送、施工数量により変動しますので見積書の依頼をお願いします。

PCF壁高欄工法の適用範囲

■床版形式によるPCF版の取付例

様々なタイプの床版に取付可能です。

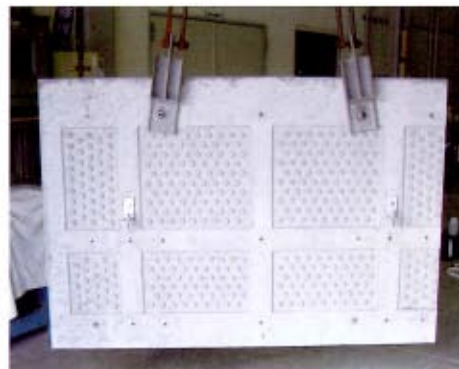


製品の性能・形状

PCF版は、早強ポルトランドセメント、細骨材、水、混和材（剤）、ビニロン繊維からなる複合材料です。ビニロン繊維を補強材としたセメント系複合材料によって製作しています。版厚30mm（標準）～50mm程度の無筋構造です。PCF版は壁高欄の外側に残存型埋設型枠として使用し、完成後は壁高欄の高耐久性向上に寄与する構造です。



PCF版の外観（砕石タイプ）



PCF版の外観（VFRCタイプ）

■標準品の寸法及び質量

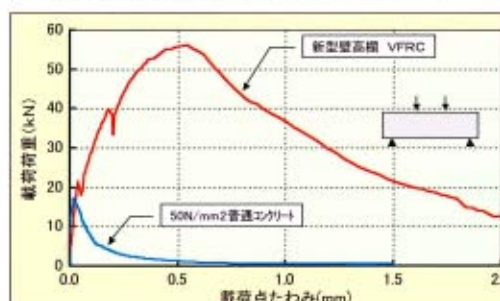
幅 (m)	1.0
長さ (m)	2.0
板厚 (mm)	30
質量 (kg)	135

※PCF版 単位質量 21kN/m²。
取り付け金物 5kg/mと仮定した場合。
※mあたりの死荷重は壁高欄高1.2mの場合で、78kg程度である。
※鋼製型枠高欄の死荷重とほぼ同じ重量である。

■強度特性及び性能

圧縮強度 σ_{ck}	50N/mm ²
曲げ強度 σ_{bk}	12N/mm ²
中性化	なし
塩分浸透	良好
凍結融解	良好
耐衝撃性	良好

■材料の曲げ強度特性（曲げタフネス試験データ）



■ビニロン繊維



●PCF版は、ビニロン繊維が混入していることにより、靱性の高い製品となっているため剝離抑制機能を有している。
注）VFRC:Vinylon Fiber Reinforced Cementitious composite. (ビニロン繊維を補強材として混合したセメント複合材料)

施工順序

鋼桁架設完了

鋼床版
コンクリート床版
合成床版 PC床版

取付金具の設置

PCF版の設置

鉄筋組立

内側型枠組立

場所打ち部の
コンクリート打設

コンクリート養生

内側型枠の脱型

壁高欄施工完了



① クレーンでPCF版を吊り込み、設置します。



② 壁高欄内部の鉄筋を組立てます。



③ PCF版同士の目地部を
シール材で塞ぎます。



④ 内側の型枠 (木製型枠) を
組立てます。



⑤ コンクリートを打設して、養生します。



⑥ 施工完了です。

PCF版の製品紹介

VFRCタイプ

今回新たに開発した、ビニロン繊維補強セメント複合材料 (VFRC) を用いた厚さ30mmの薄型のPCF版です。場所打ちコンクリートとの一体性は、PCF版の表面に設けた凹凸 (デフォーム加工) または砕石によって確保します。

【VFRCタイプのメリット】

- ①PCF版が薄肉であるため、壁高欄内部の鉄筋や管路との干渉がほとんどなくなります。
- ②目地部に配力筋の配筋を避けることでPCF本体はかぶりとして考慮することが可能です。
- ③無筋構造であるため、側面アンカーの削孔や切断が可能です (右写真)。



砕石タイプのPCF版



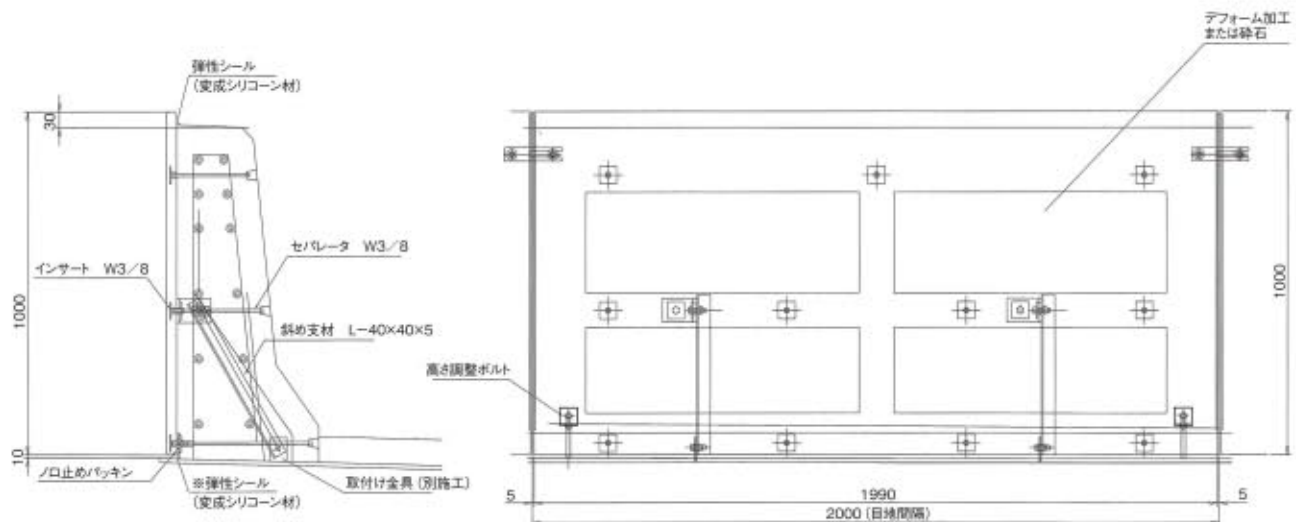
VFRCタイプのPCF版



PCF版の切断



PCF版の削孔
(側面のアンカー等)



PCF版の概略図

国土交通省中部地方整備局

【床版：I格子床版】



①PCF版の搬入



②設置状況1



③設置状況2



④PCF版の設置完了



⑤桁運搬中（一括架設）



⑥架設完了

福岡北九州高速道路公社

【床版：RC床版（壁高欄の補修）】



①取付作業



②設置状況1



③設置状況2



④天端付遮音壁アンカー



⑤完成状況



⑥施工試験状況（工場）

国土交通省四国地方整備局

【床版：合成床版】



①全景



②合成床版敷設作業



③設置状況



④取付金具



⑤配筋状況



⑥(参考) 鋼製型枠

国土交通省中国地方整備局

【床版：PC床版（場所打ち）】



①全景



②場所打ち張出し架設



③設置状況 (内面)



④設置状況 (外面)



⑤設置状況



⑥内側表面

性能確認試験結果

施工試験

施工試験により、PCF版の設置作業性、コンクリート打設の作業性を確認しています。

1. PCF版の吊込作業

- ①ハンドリング時にひび割れが発生しないことを確認。
- ②専用吊り治具を使用することによる作業性の確認。

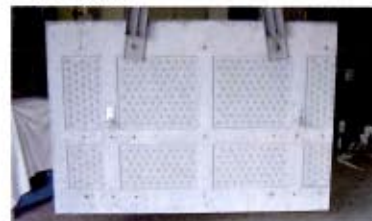
2. PCF版の取付作業

- ①あらかじめ床版に設置された取り付け金具へのPCF版の取付け施工性の確認。
- ②調整金具による水平・垂直位置の調整機能の確認。
- ③全ての作業が床版上から実施可能なことの確認。

3. コンクリート打設

- ①場所打ちコンクリート打設時に目地部からノロ漏れが無いことの確認。
- ②場所打ちコンクリート打設時にPCF版にひび割れ・有害変形などが生じないことの確認。

■吊込作業



■取付作業



■コンクリート打設



PCF版の曲げ試験

PCF版の曲げ試験を実施し、PCF版の曲げ耐力を確認しています。PCF版に生じる架設時の応力度はFEM解析により算出しています。

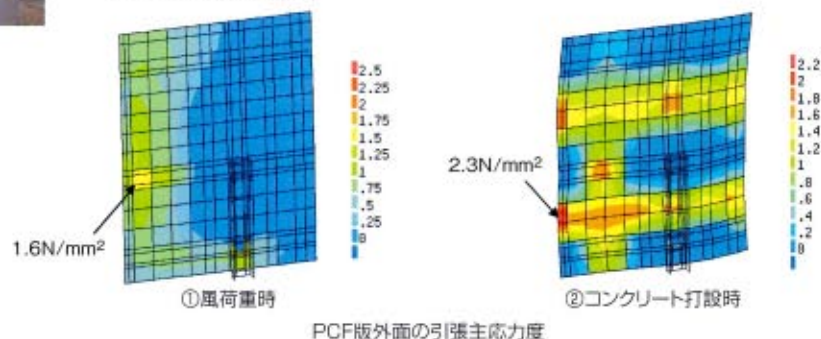
■試験装置



■試験結果

曲げ方向	曲げ応力度 (N/mm ²)	
	測定値	曲げ設計基準強度
正曲げ	16.4	12.0
負曲げ	17.3	12.0

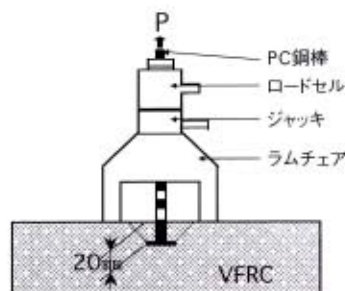
■FEMの解析結果



アンカー引き抜き試験

PCF版に埋め込まれたインサート（セパレータ用およびPCF版取付用）の引き抜き試験を実施し、架設時に生じる引き抜き力に対して安全であることを確認しています。

■試験装置



■破壊状況



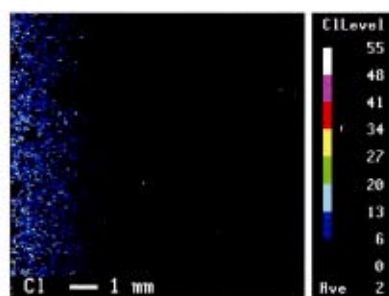
■試験結果

	測定値 (kN)	架設時作用力 (kN)
取付用インサート	21.9	2.21
セパレータ用インサート	20.7	3.98

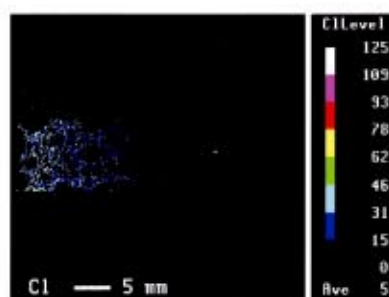
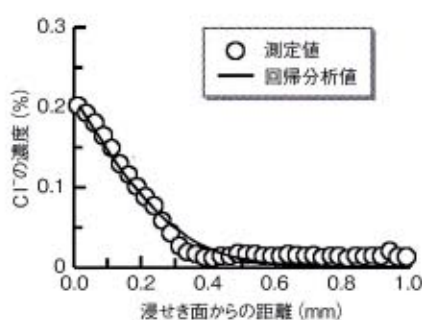
※架設時作用力は、風荷重とコンクリート打設時を想定したFEM解析より算出。

塩害試験

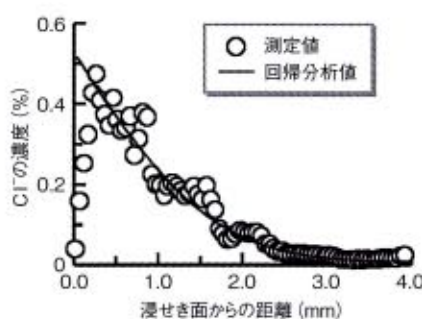
耐塩害性を充分有することを確認しています。



①VFRC



②普通コンクリート (NC)



鋼材位置 c (mm)	海岸からの 距離 (km)	表面濃度 C ₀ (kg/m³)	到達年数 t (年)	
			VFRC	NC
50	飛沫帯	13	61	2
	汀線付近	9	75	2
	0.1	4.5	125	4
	0.25	3	193	7
	0.5	2	200以上	14
	1.0	1.5	200以上	29

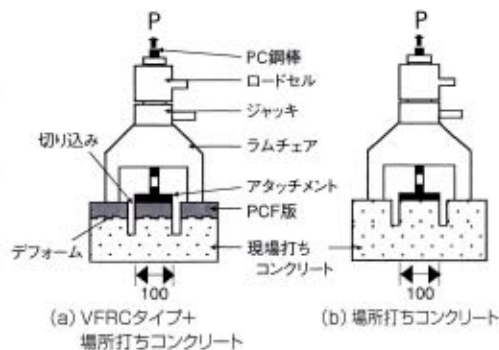
鋼材位置における塩化物イオン濃度が
鋼材腐食発生限界濃度に達する年数

性能確認試験結果

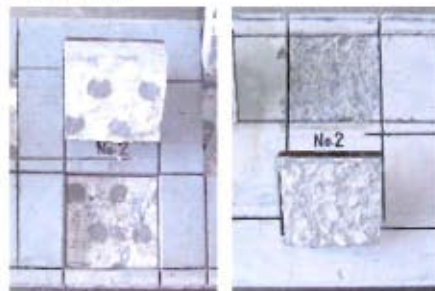
付着試験

PCF版を鉛直方向に引張り、PCF版と場所打ちコンクリートの付着強度を確認しています。場所打ちコンクリートのみの水準と比べて、破壊形状、付着強度ともに同等です。

■試験装置



■破壊状況



■試験結果

	測定値 (N/mm ²)
PCF版+場所打ちコンクリート	1.61
場所打ちコンクリート	1.85

静的載荷試験

PCF壁高欄の静的載荷試験を行ない、供用時の安全性を確認しています。PCF壁高欄の終局耐力は在来型のRC壁高欄を上回り、終局状態においてもPCF版はがく離して落下することはありません。

■試験装置



■破壊状況



①RC壁高欄

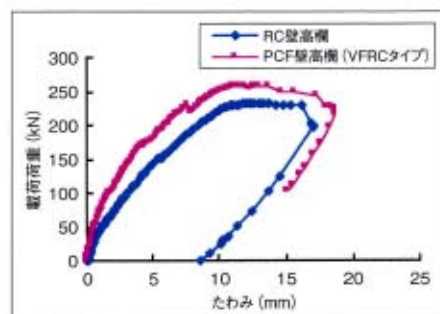


②PCF壁高欄 (VFRCタイプ)

■試験結果

		終局曲げモーメント Mu (kN・m)	風荷重による設計曲げモーメント Md (kN・m)	安全率 Mu/Md
RC壁高欄	①	105.0	18.86	5.6
	②	105.4		5.6
PCF壁高欄 (VFRCタイプ)	①	112.8		6.0
	②	116.9		6.2

■荷重—変位曲線



衝撃性能試験

壁高欄への車両衝突を想定した衝撃荷重試験を行ない、PCF壁高欄のコンクリート飛散抵抗性能を確認しています。在来型のRC壁高欄に比べて、PCF壁高欄はコンクリートの飛散抑制に効果があります。

■試験装置



装置外観

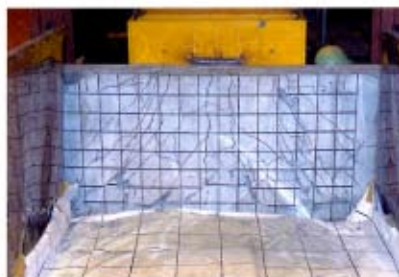


試験体固定状況

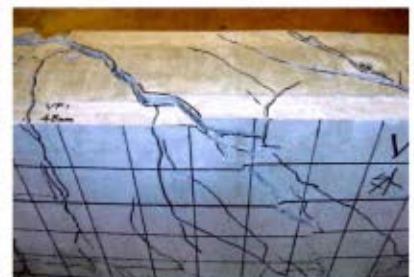
■破壊状況



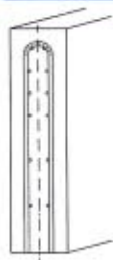
現場打ち壁高欄



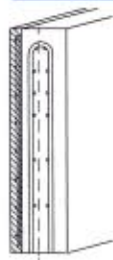
PCF壁高欄



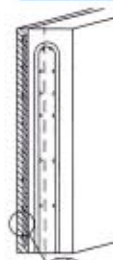
現場打ち壁高欄



PCF壁高欄

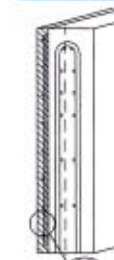


短繊維補強PCF壁高欄



ビニロン繊維

長繊維補強PCF壁高欄



アラミド繊維メッシュ

■コンクリート片飛散防止効果

同一の荷重強度による飛散コンクリートの総重量・最大重量を示す。

