

日本発

腐食しないコンクリート構造物用補強材CFCC®



・ NETIS登録番号：

補強筋：CBK-130003-VE (H31.1.23)

緊張材：CBK-130004-VE (H31.2.28)

THE BEST SOLUTION

東京製綱インターナショナル(株)

土木建築事業部

Confidential



～CFCCの特性～

- ・Carbon Fiber Composite Cable
炭素繊維複合材ケーブル
- ・より線状のCFRP
- ・PAN系の炭素繊維とエポキシ樹脂で
構成される複合材



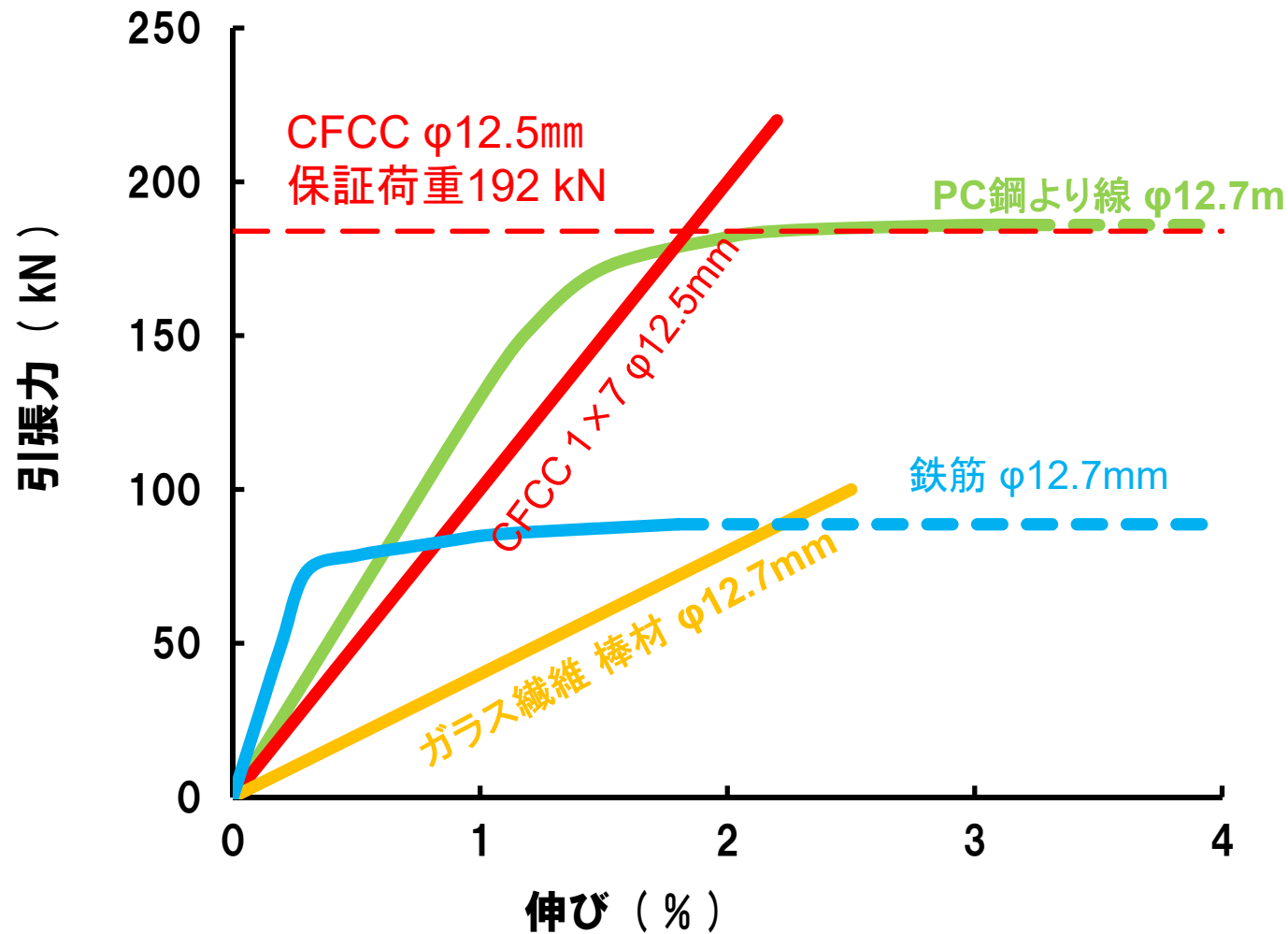
Confidential

種類	Length	Weight
CFCC1×7 15.2φ	10 m	2.5 kg
PC鋼より線1×7 15.2φ		11.0 kg

～CFCCの特性～

Confidential

荷重－伸び特性



CFCC guaranteed breaking load of CFCC is equivalent to steel strand breaking load.

～CFCC規格改定(2019年末予定)～

Confidential

■ 緊張材用途: CFCC-PC

構成	呼称	直径 (mm)	有効 断面積 (mm ²)	保証破断 荷重 (kN)	単位長さ 質量 (g/m)	弾性係数 (平均値) (kN/mm ²)
単線	U 5.0 φ	5.0	15.9	40.4	30	165
7本より	1X7 7.9 φ	7.9	31.1	79.3	60	150
	1X7 10.8 φ	10.8	57.8	147.2	112	150
	1X7 12.5 φ	12.5	75.6	192.5	146	150
	1X7 15.2 φ	15.2	115.6	294.4	223	150
	1X7 17.2 φ	17.2	151.1	385.0	292	150
	1X7 19.3 φ	19.3	186.7	475.6	360	150
	1X7 26.2 φ	26.2	339.2	864.1	655	150
	1X7 28.9 φ	28.9	412.5	1,051	796	150
19本より	1X19 34.3 φ	34.3	567.0	1,342	1,095	145
37本より	1X37 40.9 φ	40.9	798.7	1,765	1,544	145

緊張材:

強度 10%アップ°



緊張材本数の削減



コストダウン

■ 補強材用途: CFCC-RC

構成	呼称	直径 (mm)	有効 断面積 (mm ²)	保証破断 荷重 (kN)	単位長さ 質量 (g/m)	弾性係数 (平均値) (kN/mm ²)
単線	U 5.3 φ	5.3	17.9	31.7	34	160
	U 7.2 φ	7.2	32.7	58.1	62	160
	U 9.7 φ	9.7	59.5	105.6	112	160
7本より	1X7 13.0 φ	13.0	83.3	147.8	159	150
	1X7 15.9 φ	15.9	125.0	221.7	238	150
	1X7 18.4 φ	18.4	166.7	295.6	317	150
	1X7 19.5 φ	19.5	187.5	332.6	357	150
	1X7 26.8 φ	26.8	354.2	628.2		
	1X7 29.1 φ	29.1	416.7	739.1		

補強材:

低グレード
炭素繊維使用
(緊張材使用できない)



約3割のコストダウン

過去実績シミュレーション(栈橋床板):
緊張材・補強材合計で約17%の効果

～材料認定～

Confidential



港湾関連民間技術の 確認審査・評価 報告書

第18005号

炭素繊維複合材ケーブル CFCC® ～軽量で腐食しないコンクリート構造物の補強材・緊張材～

審査・評価依頼者：東京製綱インターナショナル株式会社

平成31年3月



一般財団法人 沿岸技術研究センター

評価証



第18005号

【技術の名称】

炭素繊維複合材ケーブル CFCC®
～軽量で腐食しないコンクリート構造物の補強材・緊張材～

1. 依頼者

法人の名称 東京製綱インターナショナル株式会社
住 所 東京都中央区日本橋3-6-2

2. 評価の前提

- (1) 本技術を活用する炭素繊維複合材ケーブル CFCC およびコンクリートは、適正な品質管理のもとに製造あるいは施工されるものとする。
- (2) 本技術の適用にあたっては、本報告書の留意事項に示す値、依頼者が推奨する方法で使用するものとする。

3. 評価の範囲

評価の範囲は、依頼者より提出された開発の趣旨、開発目標に対して、試験結果等により確認できる範囲とする。詳細は港湾関連民間技術の確認審査・評価報告書（第18005号）に示す。

4. 評価の結果

- (1) 試験において素材が耐久性に優れ、特に沿岸や港湾などの腐食環境下における耐食性が優れていることが確認された。
- (2) 試験において沿岸や港湾などの腐食環境下におけるコンクリート構造物等の補強材や緊張材に適用できることが確認された。

一般財団法人沿岸技術研究センターが定める港湾関連民間技術の確認審査・評価に関する実施要領に基づき、上記の内容を確認した。
なお、評価証の有効期限は5年間とする。

平成31年3月31日

一般財団法人 沿岸技術研究センター
代表理事・理事長 高橋 重雄

～材料認定～

- ・「港湾技術基準」(H19年版)より連続繊維補強材が使用できるようになりました。
 - ・沿岸技術センター「港湾関連民間技術の確認審査・評価報告書」第18005号
 - ・NETIS登録番号:
 - 補強筋:CBK-130003-VE (H31.1.23)
 - 緊張材:CBK-130004-VE (H31.2.28)
 - ・東京都港湾局
新材料・新工法登録番号:
 - 緊張材:26007
 - 補強筋:26008
 - ・「連続繊維補強材を用いたコンクリート構造物の設計・施工指針(案)」を改訂中
(令和元年秋完成予定)

～NETIS登録番号:CBK-130003-VE(補強筋)～



【区分】 レベル1 港湾・港湾海岸・空港～レベル2 上部工

詳細説明資料

様式3

技術の名称	CFCC(コンクリート補強筋)	
開発会社名	東京製綱株式会社	
NETIS登録番号	□登録済み・登録番号【 】 ■未登録	
申請先の地方整備局	中部地方整備局 名古屋港湾空港技術調査事務所	
分類	〔レベル1:港湾・港湾海岸・空港〕、〔レベル2:上部工〕、〔レベル3:上部コンクリート工〕、〔レベル4:鉄筋〕	
使用可能な工事の種類	腐食環境下における構造物の補強をしたい場合、磁性体の使用を避けたい場合、ケーブルの重量を軽くて施工性の向上を図りたい場合	
比較対象とする従来技術	技術名称	鉄筋(鉄筋を補強材に用いたコンクリート構造物)
	選定理由	コンクリート構造物の補強材として最も一般的に使用される補強筋が鉄筋であるため。
その他		

評価項目			申請者記入欄		備考
大	中	小	従来技術のコスト	申請技術のコスト	従来技術との比較<結果>
経済性	イニシャルコスト	初期設置費	24,000円/m ²	97,200円/m ²	初期コストは405%増加
	ランニングコスト	補修・更新費	125,500円/m ²	0円/m ²	13年経過し、従来技術RC床板に補修を行うと、その補修費用だけで、コストは逆転する
		—	—	—	—
	その他	—	—	—	—
	トータルコスト		149,500円/m ²	97,200円/m ²	13年経過時点で、コストは逆転して、申請技術のコストが小さくなる。

評価項目			申請者記入欄		備考
大	中	小	①現行基準値等	②申請技術について実証により確認した数値等	③従来技術との比較<結果>
安全性	構造	—	—	—	—
	施工段階	作業員の安全性	重量物の運搬に注意が必要	軽量なため、従来技術に比べて運搬が容易で安全である。	優れている。軽量なので扱いやすく、人力での運搬可能
耐久性	※仮設工については施工段階の安全性は含まない。	物性	強度 400～690N/mm ² 以上	2300N/mm ² 以上	向上(3倍以上)
	形状	外観	リブ付き棒鋼	より線状	—
		—	—	直径5.0φ単線から、1×37 40φ単線まで作製可能	—
	能力	リラクセーション性能	2.5%以下	1.30%	向上(PC鋼より線の低リラクセーションタイプに匹敵する)
		クリープ性能	—	クリープひずみ 0.07×10 ³	向上
品質・出来形	材料	耐熱、耐寒性	—	80℃で耐力に変化なし、-20℃で耐力に変化なし	—
		耐アルカリ性	—	60℃のpH13アルカリ溶液に1ヶ月浸漬の引張強度は93%を保持	—
		耐酸性	—	3%硫酸水溶液に浸漬させ、52週間後に取り出したが引張強度に変化なし	向上
		線膨張率	線膨張係数:12.1×10 ⁻⁶ /℃	線膨張係数:0.6×10 ⁻⁶ /℃	向上(1/20)
施工性	施工	—	—	—	—
	完成物	重量	単位長さ質量:774kg/km	単位長さ質量:145kg/km	向上(重量は約1/5)
	合理化	取扱い性	現場における通常の施工管理手法で施工可能	現場における通常の施工管理手法で施工可能	同等
	現場条件	現場状況	特に制限はない	特に制限はない(塩害地での使用に適する)	向上
	適用範囲	適用範囲	塩害地で施工する場合には、塩害対策を行う必要がある。	塩害対策を必要としない	—
	自腐食条件	塩害対策	PC鋼棒、PC鋼より線 ・引張強度:安定・重量:4%減少	・引張強度:安定・重量:安定	向上
	施工管理	補修費用	断面修復+表面被覆塗装:150,000円/m ²	必要なし(ただし、定期的な点検は必要)	向上
	簡易度	施工簡易度	作業者の習熟度等には依存しない	従来技術と同様	同等
周辺環境への影響	社会環境	周辺への影響	—	連続繊維補強材(CFCC)は、錆びることがないので補強材の発錆破断、かぶりコンクリートの剥離、剥落が生じない	優れている
	作業員環境	作業員環境	作業時の安全の確保	従来技術と同様	同等

その他	独自基準等の有無	技術指針・設計基準等	有無他() ・連続繊維補強材を用いたコンクリート構造物の設計・施工マニュアル(案) 2003年5月 ACC ・FRPを使用したコンクリート部材の耐久性の調査・検討報告書 2000年 3月 ACC ・ライフサイクルコスト適用検討研究会 報告書2002年6月 ACC ・FRPを用いたコンクリート建造物のライフサイクルコストのケーススタディ 2002年6月 ACC ・FRPを補強材に用いたコンクリート構造物のライフサイクルコストのケーススタディ 2006年 10月ACC
		核算基準等	有無他() 過去の施工実績による
		施工管理基準等	有無他() 連続繊維補強材を用いたコンクリート構造物の設計・施工マニュアル(案) 2003年5月 ACC
	その他		

～コスト比較(補強筋の場合)～

Confidential

栈橋床板補修工事を想定したライフサイクルコストを比較

	従来技術 (鉄筋使用)	申請技術 (CFCC使用)	従来技術との比較
イニシャルコスト 初期設置費	24,000円/m ²	97,200円/m ²	初期コストは、 402%増加
ランニングコスト メンテナンス費	125,500円/m ² 13年目断面修復工 13年目塗装工 仮設費	0円/m ²	13年経過し、従来 技術RC床板に補修 を行うとその補修費 用だけでコストは逆 転する。
トータルコスト 15年後の合計	149,500円/m ²	97,200円/m ²	13年経過時点でコ ストは逆転して、申 請技術のコストが小 さくなる。

港湾インフラの「予防保全」にCFCCが貢献

～NETIS登録番号:CBK-130004-VE(緊張材)～



【区分】 レベル1 港湾・港湾海岸・空港～レベル2 上部工

詳細説明資料

様式3

技術の名称	CFCC(緊張材)	
開発会社名	東京製綱株式会社	
NETIS登録番号	口登録済み:登録番号【 】 ■未登録	
申請先の地方整備局	中部地方整備局名古屋港湾空港技術調査事務所	
分類	〔レベル1:港湾・港湾海岸・空港〕、〔レベル2:上部工〕、〔レベル3:上部コンクリート工〕、〔レベル4:鉄筋〕	
使用可能な工事の種類	港湾や沿岸のコンクリート構造物で、維持管理(点検や補修補強工事)が困難な重要構造物など	
比較対象とする従来技術	技術名称	PC鋼より線(PC鋼より線を使用したPC構造物)
	選定理由	PC鋼より線は、プレストレストコンクリート(PC)構造物に緊張材として最も一般的に使用されている製品であるから。
その他		

評価項目			申請者記入欄		備考
大	中	小	従来技術のコスト	申請技術のコスト	従来技術との比較結果>
経済性	イニシャルコスト	初期施工費	129,841円/m ²	209,266円/m ²	初期コストは60%増加
		補修(表面被覆塗装工)[建設後30年間で2回]	2 x 10,000円/m ²	0円/m ²	申請技術は不要
		ランニングコスト	補修(全面断面修復工)表面塗装後劣化(30年間で1回)	0円/m ²	申請技術は不要
		その他	足場工[上記の補修時30年間で2回]	0円/m ²	申請技術は不要
		トータルコスト	30年後のトータルコスト	209,266円/m ²	30年後にコストは逆転して、申請技術のコストが小さくなる。

評価項目			申請者記入欄		備考
大	中	小	①現行基準値等	②申請技術について実証により確認した数値等	③従来技術との比較結果>
安全性	構造	—	—	—	—
耐久性	物性	破断荷重	183kN以上	CFCC125φの規格破断荷重:184kN	ほぼ同等
		形状	CFCCより本数	—	ほぼ同等
		筋力	リラクセーション性能	1.30%	向上(低リラクセーションタイプとほぼ同等)
		クリープ性能	—	クリープひずみ 0.07 x 10 ⁻³	—
		耐熱、耐寒性	—	80℃で耐力に変化なし、-20℃で耐力に変化なし	—
品質・出来形	材料	耐アルカリ性	—	80℃のpH13アルカリ溶液に1ヶ月浸漬の引張強度は93%を保持	同等
		耐酸性	—	3%硫酸水溶液に浸漬させ、52週間後に取り出したが引張強度に変化なし	向上
		線膨張率	線膨張係数:12.1 x 10 ⁻⁶ /℃	線膨張係数:0.6 x 10 ⁻⁶ /℃	向上(1/20)
		施工	—	—	同等
		完成物	重量	CFCC1 x 7 12.5φ単位長さ重量:145kg/km	向上
施工性	環境化	取扱い性	PC鋼より線7本より12.7mmの単位長さ質量:774kg/km	—	同等
		現場条件	現場における通常の施工管理手法で施工可能	現場における通常の施工管理手法で施工可能	同等
		適用範囲	特に制限はない	特に制限はない(塩害地での使用に適する)	向上
		自然条件	塩害地で施工する場合には、塩害対策を行う必要がある	塩害対策を必要としない	—
		施工管理	自然暴露	緊張材として連続繊維補強材を使用した場合	優れている
周辺環境への影響	社会環境	補修費用	緊張材としてPC鋼材を使用した場合・部材の残存耐力:50～80%(塩害環境下で3年間暴露後)	部材の残存耐力:90%以上	同等
		施工難易度	断面修復(1回)+表面被覆塗装(2回):104,000円/m ²	必要なし(ただし、定期的な点検は必要)	向上
		作業者の習熟度等には依存しない	作業者の習熟度等には依存しない	従来技術と同様	同等
		周辺への影響	塩害地での長期間使用で補強材に錆びが発生し、補修が必要となる	連続繊維補強材は錆びることがないので補強材の発錆破断、かぶりコンクリートの剥離、剥落が生じない	優れている
		作業員環境	作業員の安全の確保	従来技術と同様	同等

その他	独自基準等の有無	技術指針、設計基準等	有無他() ・連続繊維補強材を用いたコンクリート構造物の設計・施工マニュアル(案) 2003年5月 ACC ・FRPを使用したコンクリート部材の耐久性の調査・検討報告書 2000年 3月 ACC ・ライフサイクルコスト適用検討研究 報告書2002年6月 ACC ・FRPを用いたコンクリート構造物のライフサイクルコストのケーススタディ 2002年6月 ACC ・FRPを補強材に用いたコンクリート構造物のライフサイクルコストのケーススタディ2 2006年 10月ACC
		従来基準等	有無他()過去の施工実績による
		施工管理基準等	有無他()連続繊維補強材を用いたコンクリート構造物の設計・施工マニュアル(案) 2003年5月 ACC
		その他	

～コスト比較(緊張材の場合)～

Confidential

塩害地域のPC構造物上部工のライフサイクルコストを比較

	従来技術 (鉄筋使用)	申請技術 (CFCC使用)	従来技術との比較
イニシャルコスト 初期設置費	129,841円/㎡	209,266円/㎡	初期コストは、 60%増加
ランニングコスト メンテナンス費	77,000円/㎡ 断面修復工 10,000円/㎡×2 桁表面塗装工 3,500円/㎡×2 足場工	0円/㎡	建設後20年目に桁 の表面塗装、8年 後に再劣化のため に全面断面修復と 表面塗装を実施
トータルコスト 30年後の合計	233,841円/㎡	209,266円/㎡	30年経過時点でコ ストは逆転して、申 請技術のコストが小 さくなる。

港湾インフラの「予防保全」にCFCCが貢献

国際バルク戦略港湾 釧路港 国際物流ターミナル

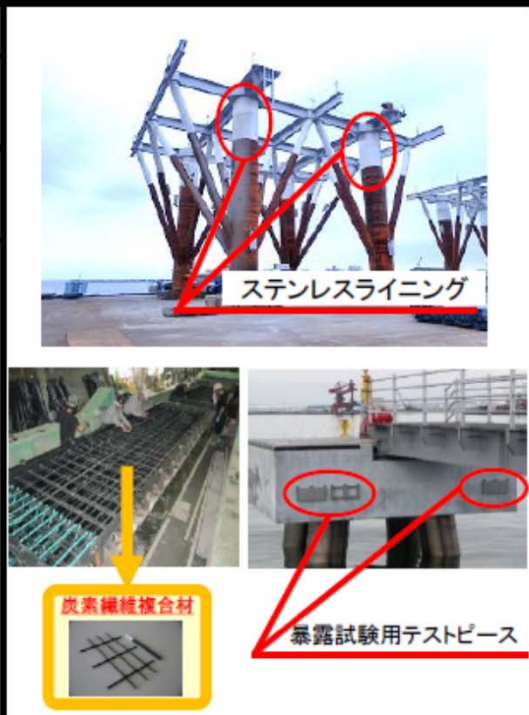
●第3回インフラメンテナンス大賞 優秀賞案件 2019年9月受賞

●2019年日本港湾協会技術賞受賞



写真提供：北海道開発局釧路港湾事務所

第3回「インフラメンテナンス大賞」 優秀賞受賞(2019.9.30発表)

応募部門	ア メンテナンス実施現場における工夫部門	
案件名	国際バルク戦略港湾における官民共同による効率的な維持管理の取組	
代表団体名	釧路港国際バルク戦略港湾施設整備検討会	
(概要)	我が国の飼料用穀物の流通に関し、重要なバルク貨物の荷役に利用する栈橋式岸壁の長寿命化や効率的なメンテナンスを実現するため、設計時、施工時、維持管理計画書作成時において国、港湾管理者、民間が共同して構造や維持管理に配慮した工夫の検討を行い、被膜防食にステンレス等を採用する等、施設の長寿命化を図りつつ、耐食性部材(炭素繊維複合材等)の採用を考慮した点検の省力化、点検費用のコスト削減を行った。	

Confidential

第42回土木学会関東支部技術研究発表会

CFRPを使用する港湾PC木口一桁の 実物大載荷実験

2015年3月6日

東京製綱

正会員

○榎本 剛

東京製綱

古瀬 徳明

港湾空港技術研究所

正会員

加藤 絵万

港湾空港技術研究所

正会員

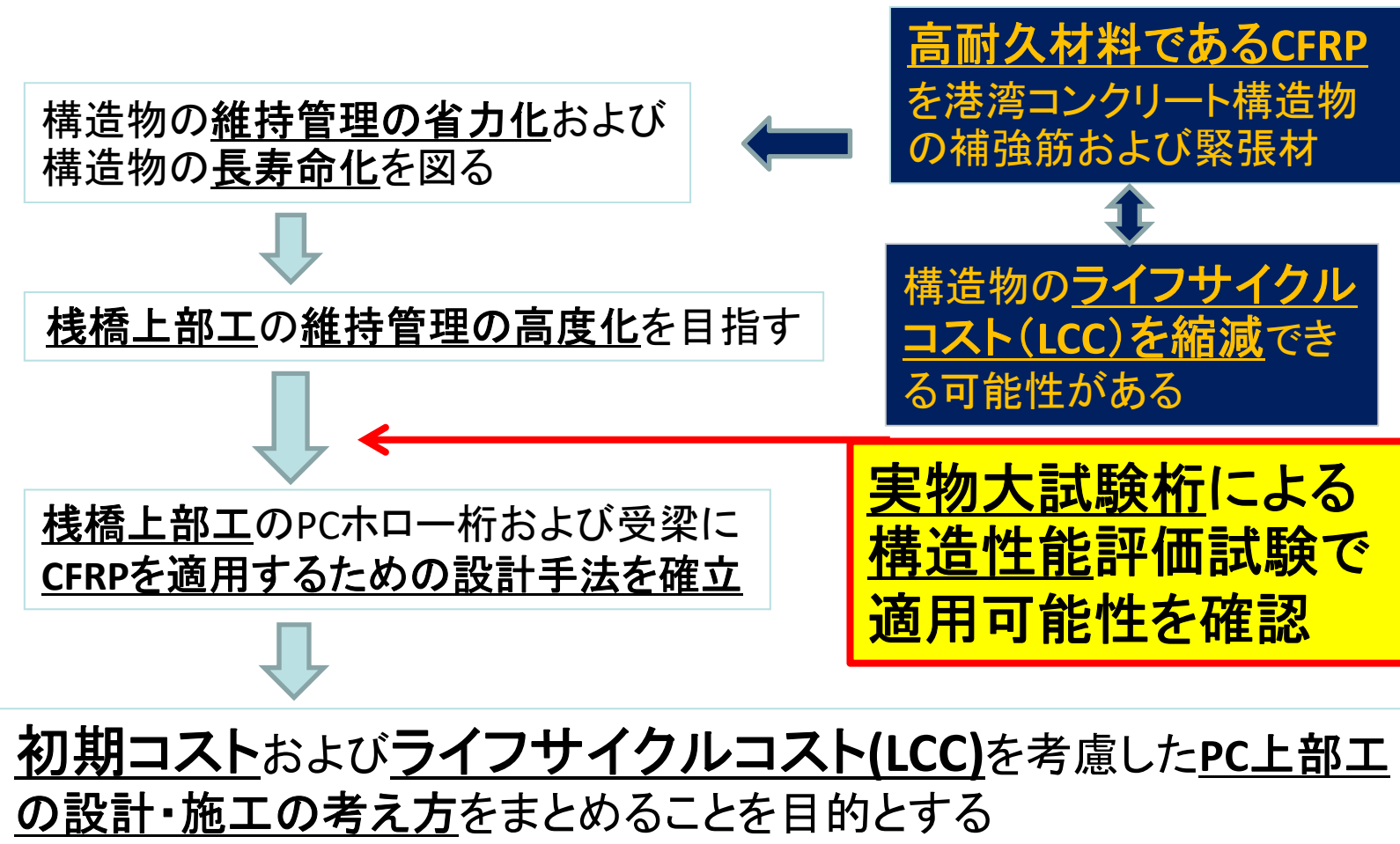
岡崎 慎一郎

北海道大学大学院

フェロー会員 横田 弘

～港湾空港技術研究所殿と共同研究～

Confidential



Confidential

<目的>

実物大試験桁による構造性能評価試験で
適用可能性を確認

PC床版のPC主桁であるPCホロー桁に、
CFRPを緊張材および補強筋として適用



従来のPCホロー桁（鋼材の補強材のみ）と
同様の構造性能を有することを確認

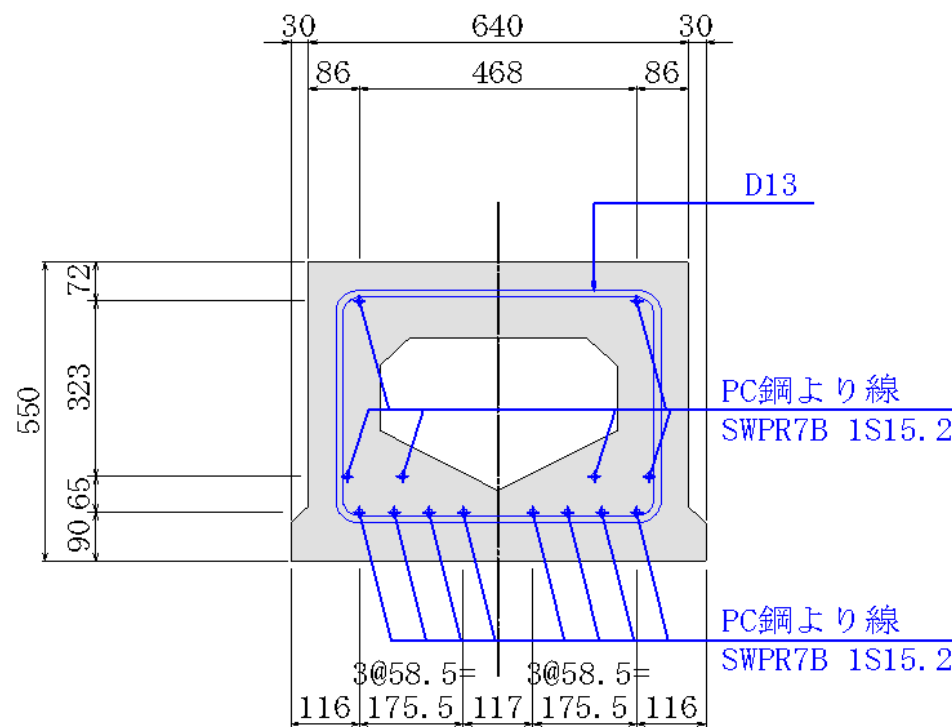
～港湾空港技術研究所殿と共同研究～

Confidential

供試体(比較材:Case-0)の考え方

実際のPC栈橋上部工のPC主桁を実物大でモデル化(単純桁)

断面形式: PCホロー桁
 桁長 : 9.9 m
 断面寸法: 右図参照
 かぶり : 70 mm (下縁鉄筋)
 緊張材 : PC鋼より線
 SWPR7B 1S15.2
 補強筋 : 異形鉄筋D13, D16
 [SD345]



✦ PC鋼より線 SWPR7B 1S15.2

～港湾空港技術研究所殿と共同研究～

Confidential

供試体(CFRP適用: Case-6)の考え方

比較材 Case-0 と同じ桁断面(寸法)・桁長さの
単純桁

＜耐久性向上＞

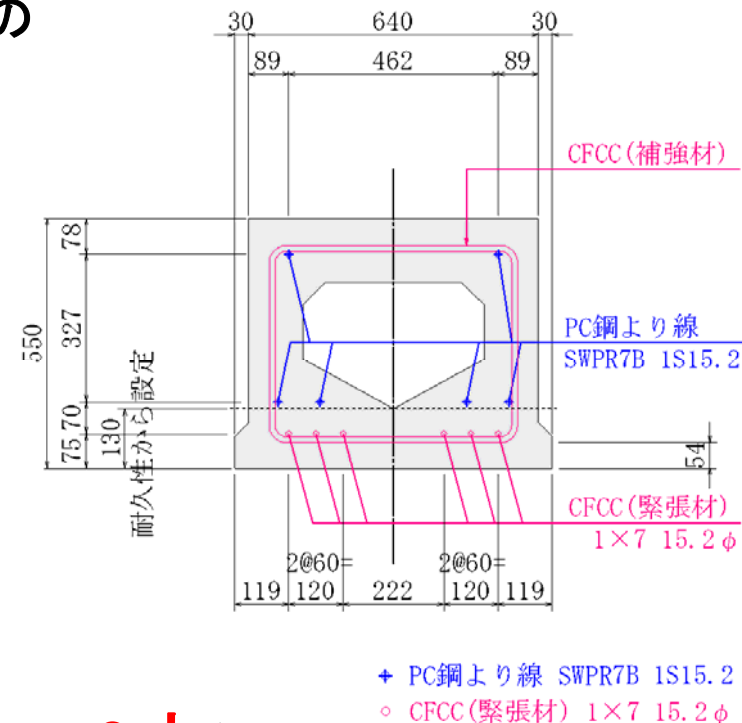
最下段の緊張材およびスターラップに
CFRPを使用

- ・下縁CFRPコンクリートかぶり50mm程度
- ・塩害の影響を受けない範囲は鋼材使用

＜桁の構造性能＞

「使用限界状態の変動荷重」作用時の
桁中央断面応力状態を同等に設計※

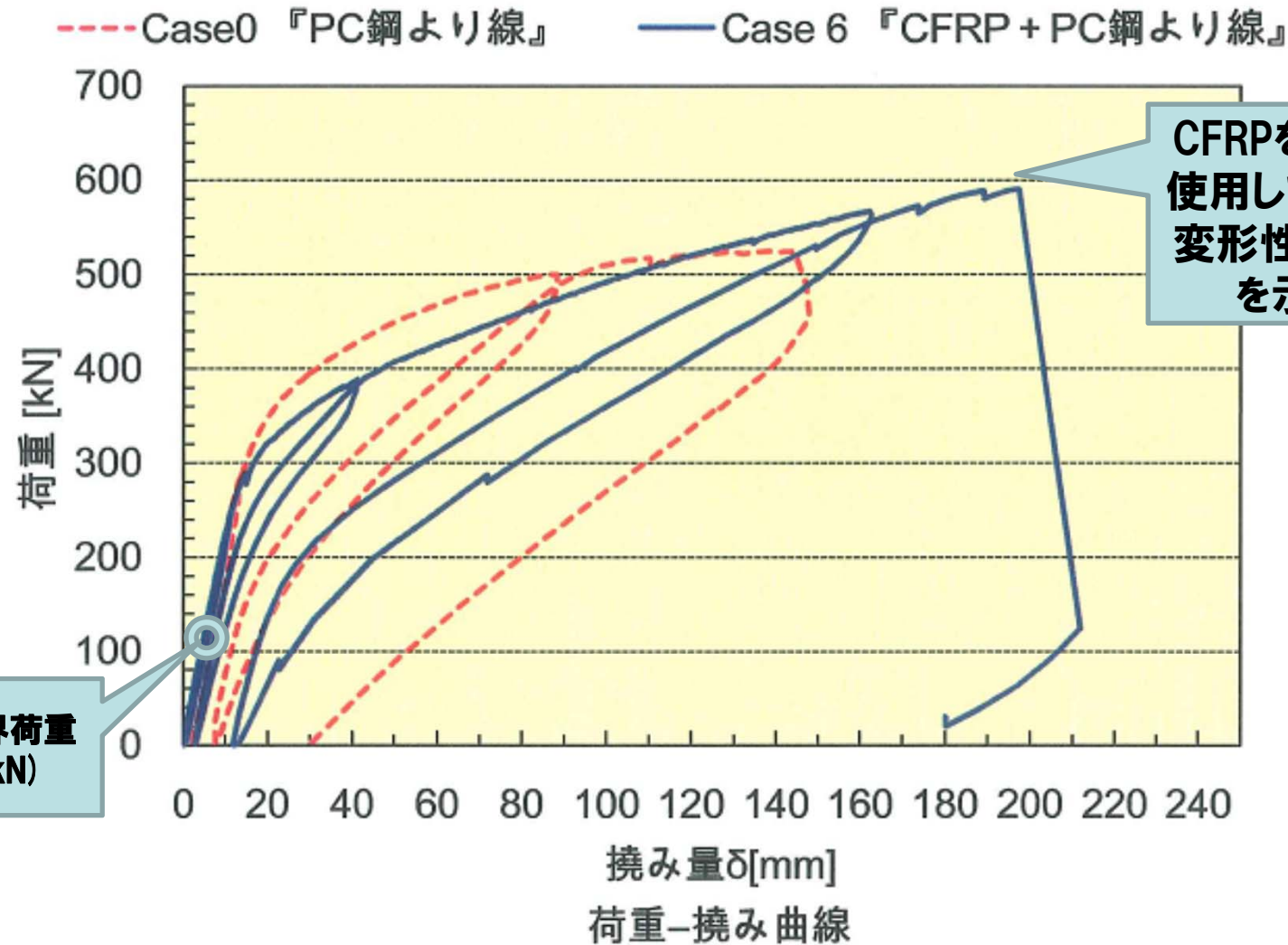
⇒ (最下段の緊張材 8本 → 6本)



※設計: 土木学会コンクリートライブラリー88
「連続繊維補強材を用いたコンクリート構造物の設計施工指針(案)」を参照

～港湾空港技術研究所殿と共同研究～

Confidential



Confidential

まとめ

CFRPをPC桁の緊張材および補強材
に使用した場合、従来のPC鋼より線を使用
した場合と同等の曲げ性能を有する
栈橋用PCホロー桁を設計できること
が確認できた。

今後、ライフサイクルコストの低減と併せ
た設計施工の考え方を整理する。

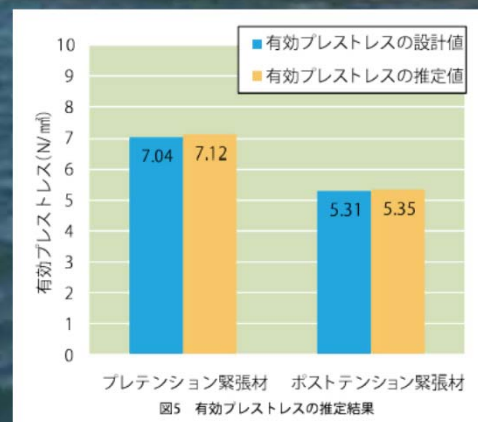
～耐久性の確認(施工20年後)～



技術

沿岸リポート

施工後20年経過した CFRP床版の健全性 調査報告



一般財団法人沿岸技術研究センター
港湾 PC 構造物研究会

プレストレストコンクリートVol55, No.6

北九州港葛葉地区栈橋

(施工:1992年)

目視調査結果: 最小かぶり厚38.5mm

CFRP床版の下面にひび割れがなく健全

載荷試験結果:

CFRP床版の剛性低下は、確認されず

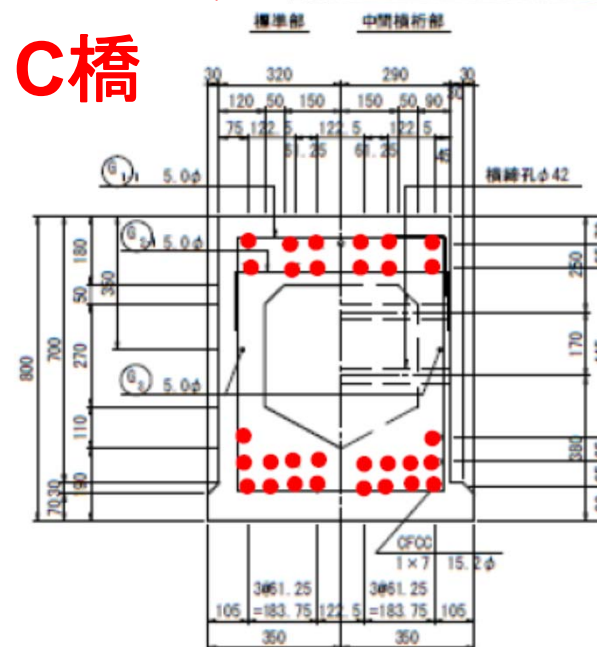
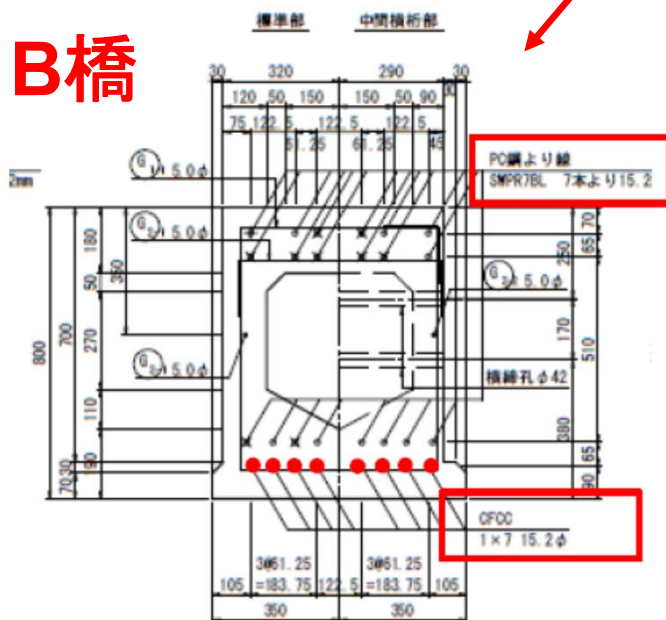
有効プレストレス力調査結果:

設計プレストレス以上であることを確認

緊張材に炭素繊維を用いた
プレキャストPC床版の長期的に
わたる有用性を確認

～最近の施工事例(小名浜港)～

小名浜港東港地区岸壁細部設計工事(パイロット事業) 2017年7月



A橋: ALL PC鋼材
B橋: ハイブリッド
C橋: ALL CFCC

Confidential

～最近の施工事例(小名浜港)～

小名浜港東港地区岸壁細部設計工事(パイロット事業) 2017年7月



B橋(ハイブリッド橋)
プレテンション緊張風景

C橋(ALL CFCC)
スターラップ配線



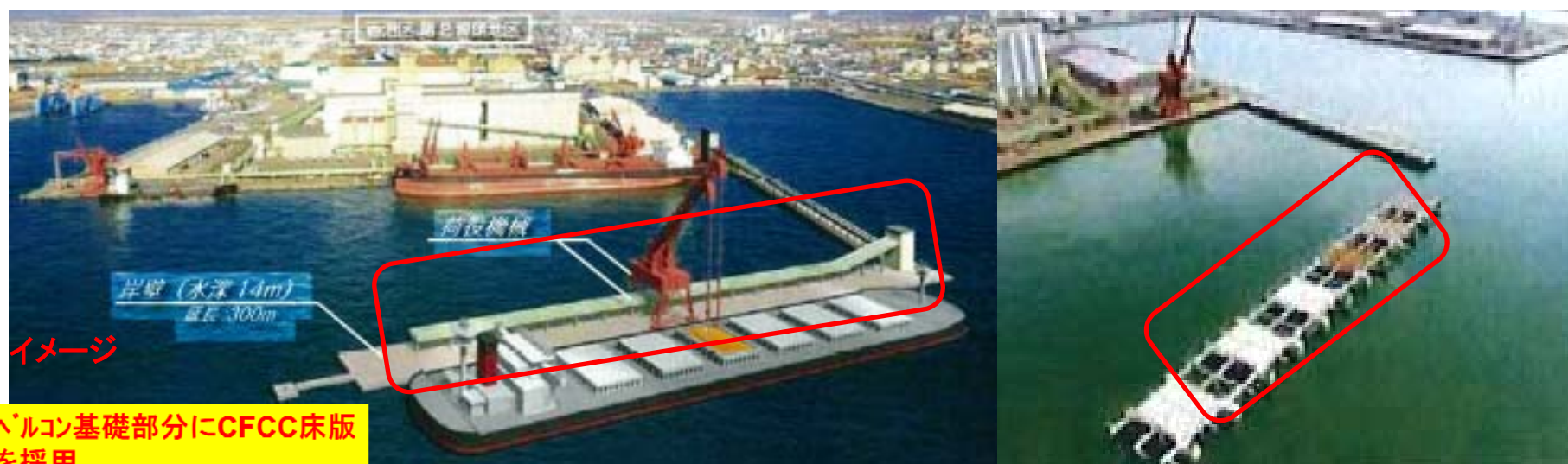
Confidential

～最近の施工事例(釧路港)～

釧路港西港地区-14m岸壁床版その他工事

2017年8月

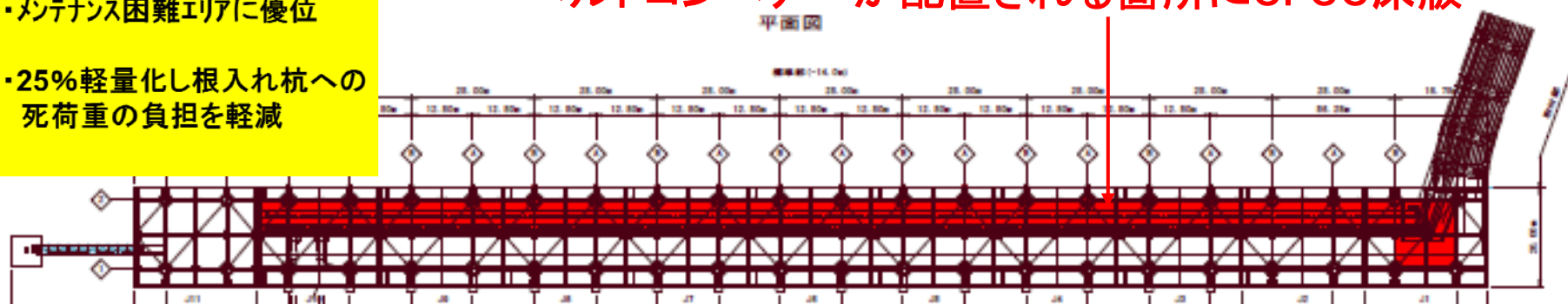
Confidential



ベルコン基礎部分にCFCC床版を採用

- ・メンテナンス困難エリアに優位
- ・25%軽量化し根入れ杭への死荷重の負担を軽減

ベルトコンベアーが配置される箇所にCFCC床版

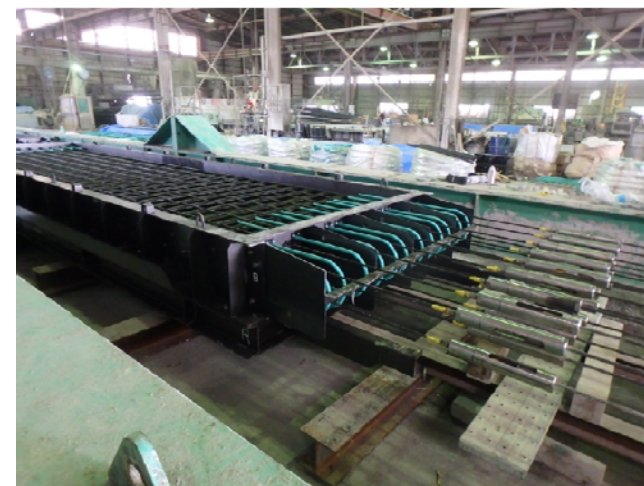
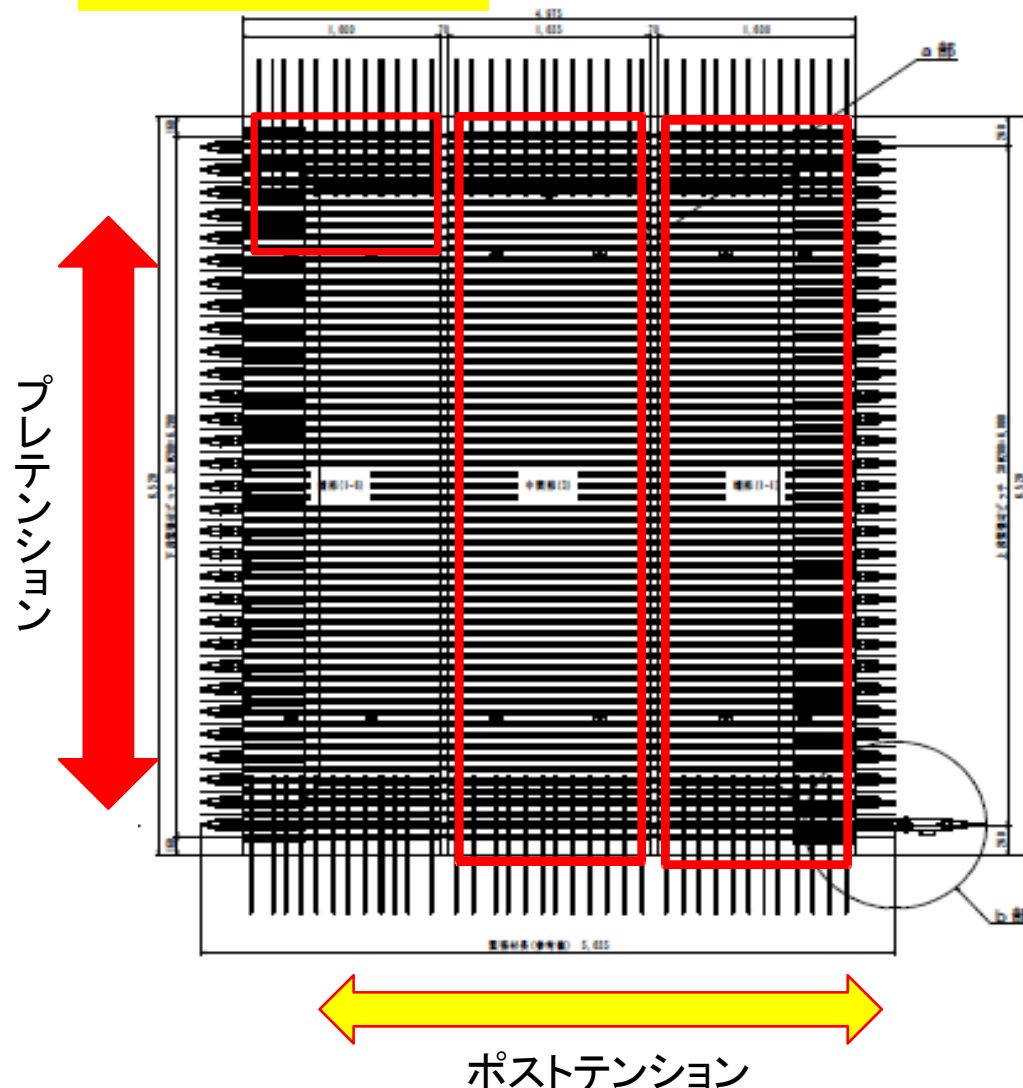


～最近の施工事例(釧路港)～

釧路港西港地区-14m岸壁床版その他工事 2017年8月

Confidential

最小かぶり厚26.0mm



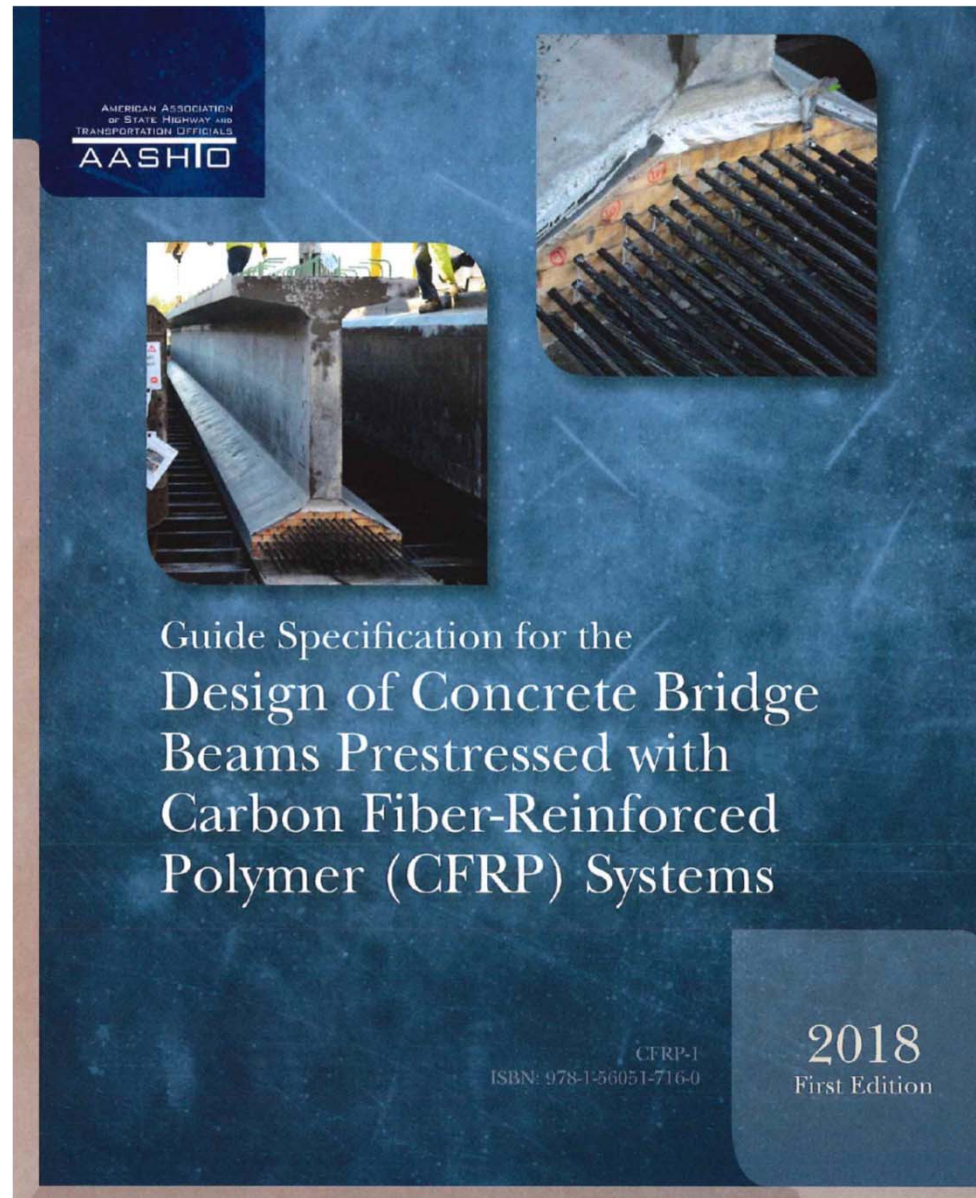
プレテンション方式(緊張中)



ポストテンション緊張用端末
(グラウト強度発現後切断)

2018年 米国でCFRP(CFCC)が規格化 ～日本の新しい技術が米国で認められました～

Confidential



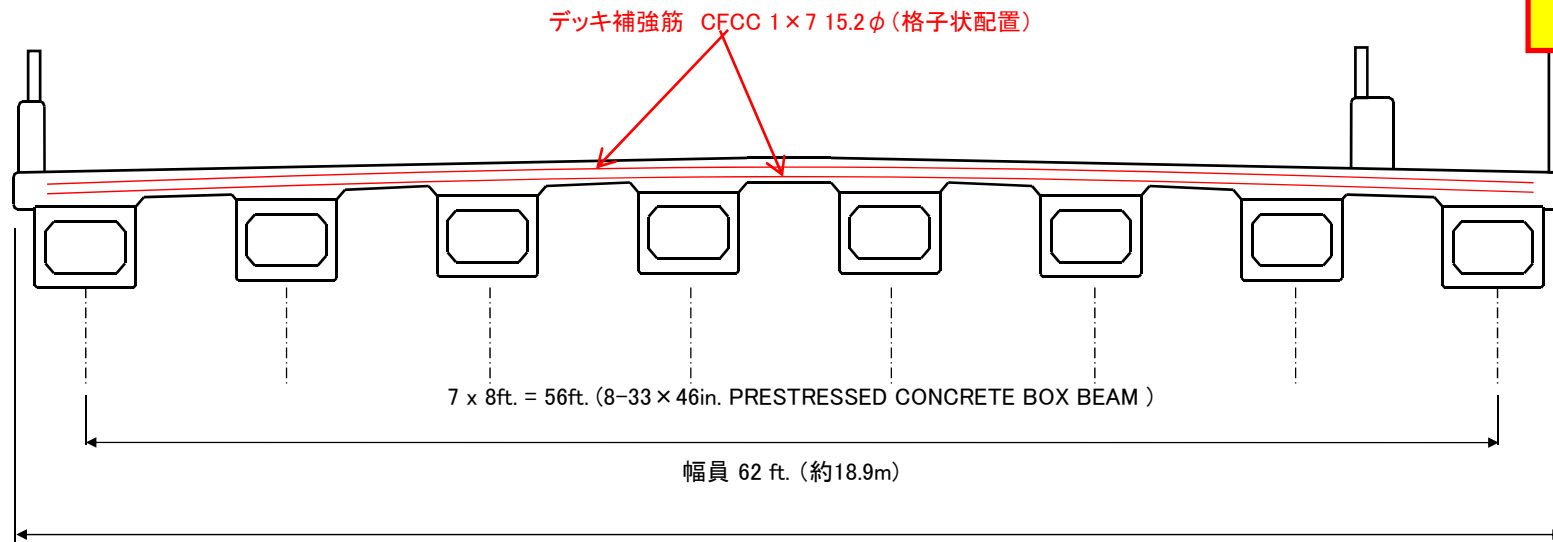
AASHTO:

米国全州道路交通運輸行政
官協会

全米の高速道路の規格に関
する基準設定機関であり、ア
メリカ合衆国の高速道路はす
べてこの協会が設定する規格
に則って設計及び建設されて
いる。

Prestressed Concrete Box Beam for M-102 over Plum Creek

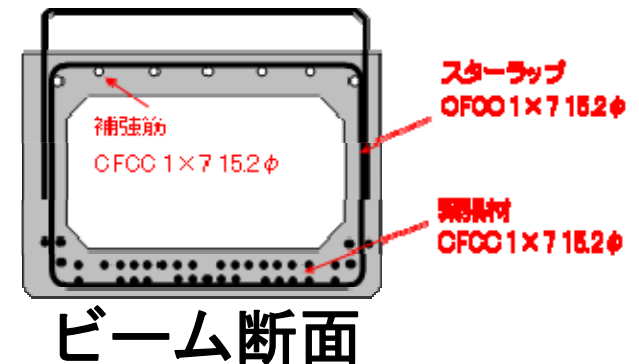
Confidential



ビーム・デッキ断面



→
拡大



CFCC格子状配置(デッキスラブ)

Client : Michigan Department of Transportation

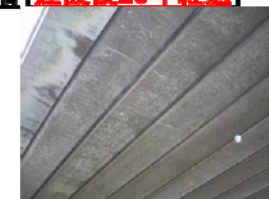
～CFCCの特性を活かした用途のご提案～

特長	CFCCの特性を活かした主な用途
高耐食	港湾分野において補修費を抑えるためにメンテナンスフリーが要求される構造物全般
軽量	鋼材と比べ軽さが1/5のため重機が使用できない環境での施工
高強度	鋼材より細くできる可能性があり、過密鉄筋で施工が困難な用途
非磁性	わずかな磁気でセンサーに障害がでる事を避けたい構造物への適用
切削性	TBMの発進立坑のようにコンクリートをはつるときに刃物の損傷を避けたい用途

架替え前のRC橋の状況 [建設後20年経過]



CFCCを適用した新しい新宮橋 [建設後20年経過]



名古屋港飛島ふ頭舗装補修工事(自動搬送機使用のため)



ご清聴ありがとうございました

東京製綱インターナショナル株式会社

CFCC土木建築部

東京都中央区日本橋3-6-2 日本橋フロント 6階

担当: 田中 徹 E-mail: tooru.tanaka@tokyorope.jp