

■ライフサイクルマネジメントの視点からFRP補強材に期待すること

北海道大学大学院工学研究院教授 横田 弘

1. はじめに

昨今、既設インフラ構造物に対する維持管理の欠如に起因する種々の問題が数多く報道されており、ユーザーからこれら構造物の信頼性に疑問が投げかけられるようになってきています。これは大変残念なことではありますが、この現状を受けて国土交通省等では構造物の長寿命化に関する様々な施策を展開しており、逆にこの機会を利用して構造物の耐久性や診断技術、補修技術等が大きく進歩し、構造物の信頼性が早期に回復されることを期待しています。

構造物の信頼性を長期間保つためには、言うまでもなく、耐久的な構造物を確実に設計し、欠陥のない構造物を構築し、適切に維持管理するという事に尽きます。このことは、2012年制定のコンクリート標準示方書[基本原則編]においても、改めて明記され、その必要性を喚起しているところです。このための技術の枠組みとして、構造物のライフサイクルマネジメントの構築を目指した活動を行っています。FRP補強材に代表される建設用先端複合材料は、ライフサイクルマネジメントを実行する上で有望と思われる多くの性能を有しています。本稿ではそれらについて、期待も込めて述べさせていただきます。



2. ライフサイクルマネジメントとFRP補強材

ライフサイクルマネジメントとは、計画・設計段階から供用段階を経て撤去・更新段階に至るまでの構造物の総合的な管理を効果的に実施するための技術の体系です(図1参照)。構造物の機能および性能を確保し、長寿命化を達成するためには、供用中の維持管理の方法を反映した設計がなされる必要があり、一方で、維持管理を適切に実施するには、その構造物がどのように考えられて設計されたのかを知っておく必要があるのは自明のことです。しかし、設計と維持管理とで情報の伝達やフィードバックが十分に行われていないのが実情です。このために、図中に示す「シナリオ」を設定し、これらを構造物の現状に応じて適宜見直すことで、設計-施工-維持管理の協調と関係を図るようにしています。

構造物の寿命は、設計供用年数(設計耐用年数ということもあります)として考えられています。寿命には、劣化に代表される物理的寿命だけでなく、その時代のライフスタイルを反映する社会

3. FRP補強材への期待

実務において、FRP補強材等をコンクリート構造物に用いようとする、まだハードルが高いのが実情ではないでしょうか。土木学会の委員会活動の一環として今から10年程度前にある部局において、なぜこれらの建設系先端複合材料が使われにくいのかについて調査したことがあります。その結果、意外なことに、耐久性が真にいいのかどうかわからない、情報が無い、と言う意見がありました。また、積算体系が整っていないので発注作業が円滑に進まないといった指摘もありました。上述のように、FRP補強材は高い耐久性を有するものと思っていますが、個々の局所的な環境において、型録どおりの性能が長期間発揮されるのかが懸念されているようでした。この調査から時間も経過し、研究や実構造物での実績も広がってきていると考えられますので、新たな知見も蓄積されていると思います。これらについての多くの情報を的確に発信していただきたいと思います。また、積算に関しては、最近では初期建設費のみならず、供用中の維持管理費用等も含めたライフサイクルコストを評価するようになりつつあります。一般的に、より多くの初期建設費を投入して耐久的な構造物を構築する方が、結果的にライフサイクルコストは低減されるという算定結果が得られています。しかし、ライフサイクルコストの計算は仮定の積み重ねであり、一つの指標となり得るものの、万能ではありません。そのようなことにも対応できるような情報発信をお願いできればと思います。

4. あとがき

今後のサステナビリティの重要性を考えますと、FRP補強材に代表される建設用先端複合材料への期待は大きいものがあります。関連するISO規格の制定など、これらの材料を適用できる環境は今後も整いつつあり、ますます適用し易い状況になってきつつあります。今後より多くの構造物でFRP補強材等が適用されることを期待します。

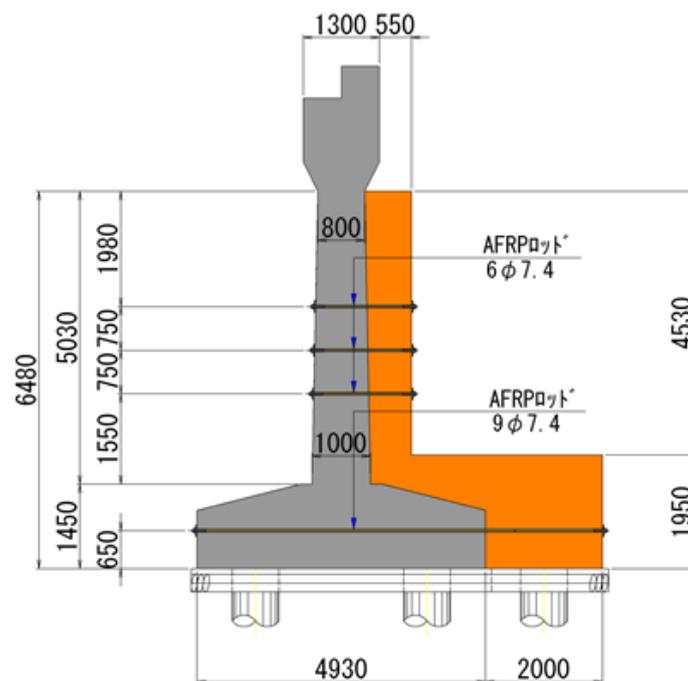
テクノロジーFRP緊張材を用いた耐震補強された橋脚フーチングの拡幅 ＝大府跨線道路橋 P11 耐震補強工事＝

継続実績より
512

一般国道 155 号線は第1次緊急輸送道路に指定されています。そのため、大規模な地震が発生した場合でも、その機能を保持しなければなりません。特に、東海道本線との立体交差区間で、1969年に供用を開始した大府跨線橋(JR名:横須賀跨線橋)は、緊急輸送路として機能確保と共に、落橋による鉄道への影響を回避する必要がある重要な高架橋です。

これを受けて、愛知県はJR東海に業務委託し、鉄道施設に隣接する跨線橋の橋脚に対する耐震補強工事を施工しました。この工事は、鉄道施設に対する建築限界の制約などを有し、橋脚の片側のみでのRC巻立耐震補強とそれに伴うフーチングの増設が必要となりました。これらの耐震補強工事で、テクノロジーFRP緊張材は、既設橋脚と橋脚の片側増厚工との緊張接合、および、既設フーチングと拡幅されるフーチングの緊張接合に用いられました。

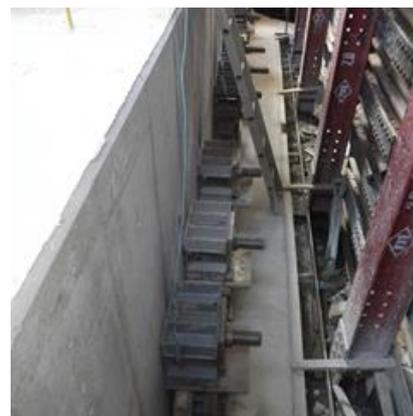
テクノロジーロッドは、9φ7.4mmと6φ7.4mmの緊張材として、総延長760m使用されました。



橋脚の耐震補強の概要図



テクノロジーFRP緊張材の配置



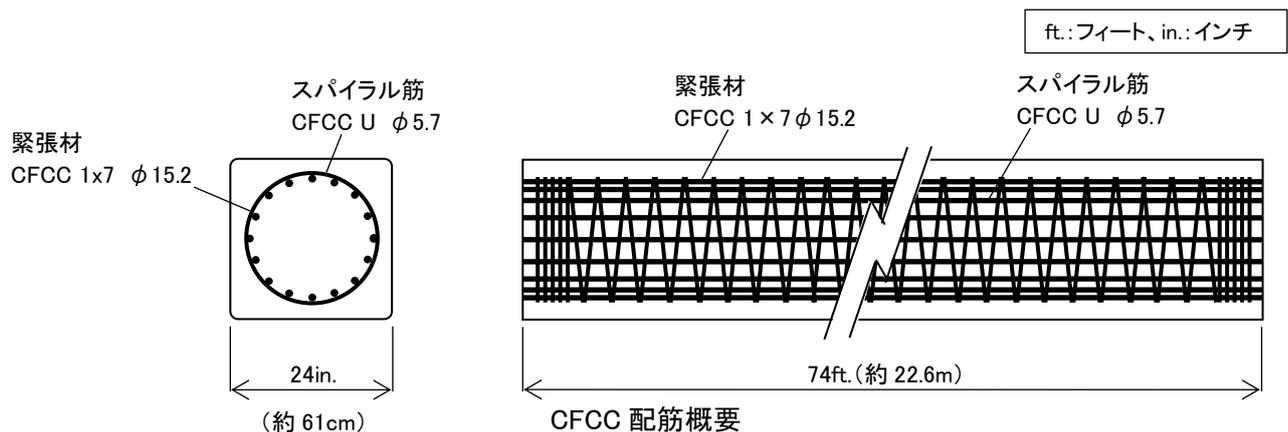
緊張後>グラウト注入>養生状況

CFCC を使用した PC パイル
 =Nimmo Parkway Bridge=

継続実績より
523

米国バージニア州では、PC パイルが沿岸構造物の下部工として多く使用されています。しかし、それらの PC パイルでは塩害による補強鋼材腐食劣化が深刻な問題となっています。Nimmo Parkway Bridge は、川と湿地を跨ぐ全長 1500ft.(約 457.2m)の区間に架けられる PC 橋です。この橋は、現在バージニア州交通局が交通渋滞緩和のため建設中のバージニア・ビーチへのアクセス道路の一部となります。CFCC が、この橋の橋脚部全体の約 10%にあたる PC パイル 16 本に、錆びない緊張材および補強筋として採用されました。PC パイルの断面は一辺 24in.(約 61cm)の正方形で、長さは 74ft.(約 22.6m)の角柱です。84ft.(約 25.6m)のテスト用パイル 2 本と合わせて、緊張材に CFCC 1×7 φ 15.2 が延べ約 6600m、および、スパイラル筋に CFCC U φ 5.7 が延べ約 5100m 使用されました。

本橋は、米国において CFCC の PC パイルを実橋に使った最初の事例です。



パイル製作状況

CFCC 1×7 φ 15.2

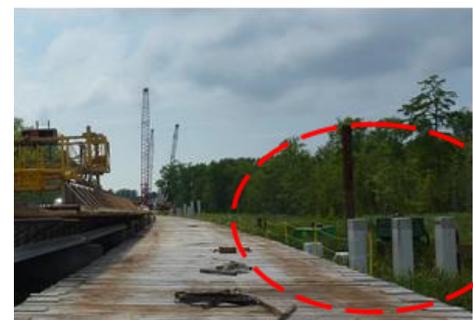
CFCC U φ 5.7



完成したパイル



パイル打ち込み作業



打ち込み作業後のパイル

CFCC を緊張材及び補強筋に用いたプレキャスト PC 橋
 =M-102 (8 mile road) Bridge over Plum Creek=

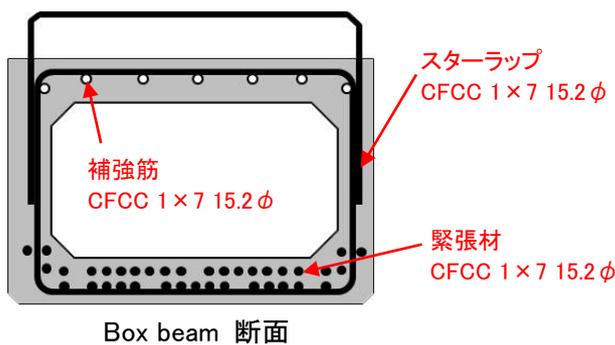
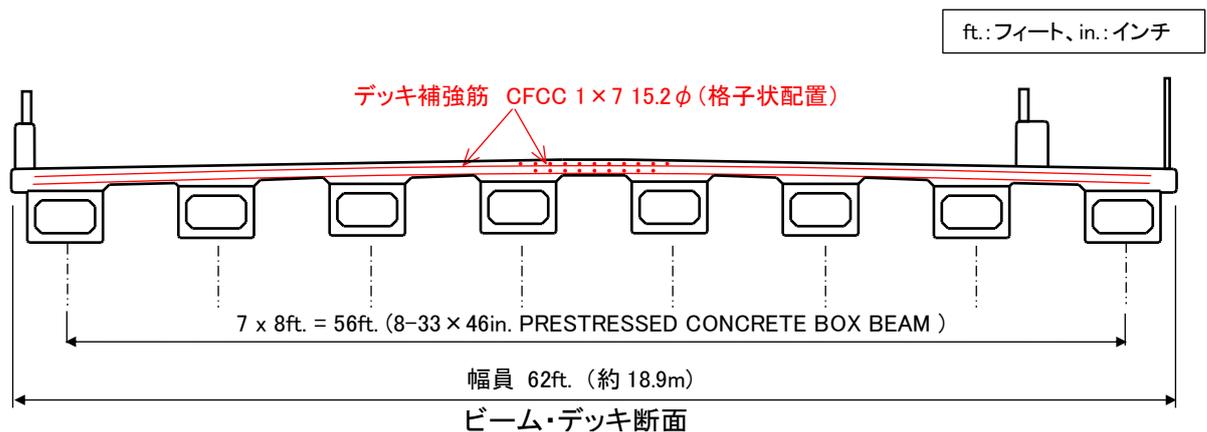
継続実績より
524

M-102 Bridge over Plum Creek は、米国ミシガン州サウスフィールド市の幹線道路に属する橋です。冬季に撒かれる凍結防止剤の影響により、既設コンクリート橋の補強鋼材が著しく腐食し劣化したため架け替えられることとなりました。この架け替え工事で、CFCC が新設 PC 橋の錆びない緊張材及び補強筋として全面的に採用されました。

本橋は、プレキャストの PC Box beam を架設し、その上面に打設する現場打ちデッキからなる PC 橋で、East bound (東行き)と West bound (西行き)の 2 橋で構成されています。どちらの橋も橋長約 75ft.(約 22.9m)、幅員約 62ft.(約 18.9m)です。

CFCC 1×7 φ 15.2 が Box beam の緊張材、スターラップおよびデッキスラブの補強筋として使用され、その総延長は East bound と West bound を合わせて約 63000m です。

East bound は 2013 年に完成しており、West bound は 2014 年に完成の予定です。



Box beam キャスティング (CFCC の緊張材と補強筋)



CFCC 格子状配置

拡大



CFCC 格子状配置

ACC 施工実績一覧表 続報

NO	施主	名称	所在地	規模	用途・緊張方式	使用材料及び使用量	施工
510	JR東海	大府跨線橋P10	愛知県	橋脚とフーチング1基	フーチング補強 橋脚シート巻き立て補強	テクノラ 9φ 7.4mm 425m テクノラ 6φ 7.4mm 129m	2011年度
511	九州電力株式会社	八丁原発電所1号冷却塔設備更新工事のうち敷地造成工事	大分県	アンカー長 14.73m~24.53m	グラウトアンカー	CFCC 1x7 φ 12.5 L=10515m	2012年12月
512	JR東海	大府跨線橋P11	愛知県	橋脚とフーチング1基	フーチング補強 橋脚シート巻き立て補強	テクノラ 9φ 7.4mm 595m テクノラ 6φ 7.4mm 165m	2013年度
513	国土交通省 中部地方整備局 名古屋国道事務所	藤井高架橋(北部)	愛知県	橋脚8基	橋脚RC巻き立て補強	テクノラ 9φ 7.4mm 2493m	2013年度
514	国土交通省 中部地方整備局 名古屋国道事務所	藤井高架橋(南部)	愛知県	橋脚8基	橋脚RC巻き立て補強	テクノラ 9φ 7.4mm 2448m	2013年度
515	宮城県	高倉橋 P3	宮城県	橋脚1基	橋脚RC巻き立て補強	テクノラ 9φ 7.4mm 292m	2013年度
516	神奈川県	足柄大橋	神奈川県	橋脚4基	橋脚RC巻き立て補強	テクノラ 9φ 7.4mm 2742m	2013年度
517	岡山県備中県民局	第39-2、36-1号 単県 道路工事 (橋梁上部工) 明神橋	岡山県	橋長 31.5m、幅員 9.75m	RC床版上面補強	高弾性リドライン HM12φ 150m	2013年2月
518	沖縄県	伊良部大橋橋梁整備第3期工事 (上部工その10)	沖縄県	PC14径間連続箱桁橋、橋長935m、総幅員9.7m、有効幅員8.5m	下床版及びウェブマツヒ面ひび割れ防止対策 支承マルチ補強対策	CFCC U 5φ 7015m	2013年3月
519	京都府丹後土木事務所	温江加悦線橋梁改良工事 温江加悦線道路緊急安全確保小規模改良(交安)工事	京都府	橋長 35m、幅員 6m	RC床版上面補強	高弾性リドライン HM8φ 310m、高弾性リドライン HM12φ 520m	2013年6月
520	鳥取県東部総合事務所	県道猪ノ子国安線(源太橋)橋梁補強工事	鳥取県	橋長 357.91m、幅員 7.5m (全幅)	RC床版上面補強	高弾性リドライン HM12φ 9800m	2013年6月
521	京都府中丹西土木事務所	平成24年度橋梁補修(長寿命化)工事 橋梁維持修繕工事(高杉橋)	京都府	橋長 40.28m、幅員 8.39m (全幅)	RC床版上面補強	高弾性リドライン HM12φ 1500m	2013年6月
522	高松市	高橋橋梁補修工事	香川県	橋長 47.8m、幅員 5m	RC床版上面補強	高弾性リドライン HM12φ 630m	2013年7月
523	ヴァージニア州交通局	Nimmo Parkway Concrete Pile	米国ヴァージニア州	PCパイプ(PC杭)の長さ 25.6mx2本、22.56mx16本、断面 60.96cm正方形	プレテンション緊張材、スハイラル補強筋	CFCC 1x7 φ 15.2 6600m、 CFCC U φ 5.7 5100m	2013年11月
524	ミシガン州交通局	M-102 Bridge over Plum Creek (East bound)	米国ミシガン州	橋長 23m、幅員 19m	プレテンション緊張材(PCホロー桁)、補強筋(PCホロー桁、床版)	CFCC 1x7 φ 15.2 緊張材合計長さ 8000m、補強筋合計長さ 25000m	2013年11月
525	宿毛市	鼻前橋上部工事	高知県	橋長 10.76m、幅員 6.20m	支承部沓座マルチ補強	CFCC U φ 5.0 138.9m	2014年1月
526	鹿児島県北薩地域振興局	総合流域防災(河川)工事(銀杏木川工区)	鹿児島県	PC桁長 8.0mx2本 歩道橋	PC桁底版部補修	CFCC U φ 5.0 41.8m	2014年2月
527	神奈川県 小田原土木事務所	平成25年度地すべり対策工事(公共)当初3号その1	神奈川県	アンカー長 11.24m~16.74m	グラウトアンカー	CFCC 1x7 φ 12.5 L=886m	2014年3月



編集後記

会員様からの情報を積極的に掲載してまいります。ご寄稿をお待ちしております。

建設用先端複合材料技術協会

事務局(榎本) 〒103-8306 東京都中央区日本橋 3-6-2 日本橋フロント 東京製綱株式会社内
Tel.03-6366-7797 Fax.03-3276-6870 E-mail: info@acc-club.jp