

FCC—PC鋼より線を用いた片持ち張出し工法

1. 一般

(1) 工法の概要

FCC (Free Cantilever erection with Cables) は、PC 橋梁を片持ち張出し施工する場合の工法の一種で、PC 鋼材として PC 鋼より線を組み合わせた PC ケーブル (ケーブルシステム) を用いた工法である。PC ケーブルは、高強度かつ可撓性に優れており、この特徴を生かし経済性・施行性・耐久性の向上を目指している。

(2) FCC における PC 鋼材

通常の連続桁では、PC 鋼材は支承付近で局部的に付加されるものを除き桁内に連続的に配置され、桁端部で定着される。しかし、片持ち張出し施工では、ブロック施工を行うため、PC 鋼材を各ブロックごとに段階的に緊張・定着してゆく。したがって、図-1 に示すように曲げモーメント分布に相似な PC ケーブルの配置となり、合理的な鋼材配置となっているのが特徴である。

FCC では、桁内に配置する PC ケーブルはすべて後挿入し、その役割および挿入時期により図-2 に示すように呼んでいる。

ここで、カンチレバーケーブルは、片持ち張出し

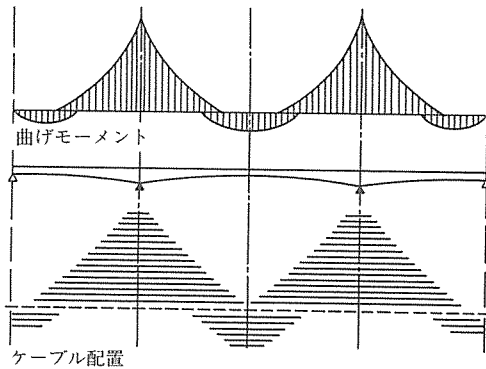


図-1 FCC における曲げモーメントとケーブル配置

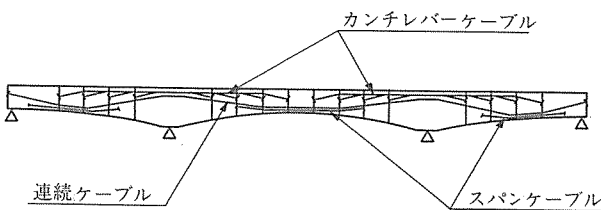


図-2 ケーブル概念図

施工時に発生する負の曲げモーメントに抵抗し、主に図-3 に示すようにウェブ上縁、もしくは上床版に配置する PC ケーブルである。

また、スパンケーブルは、構造完成以降に発生する正の曲げモーメントに抵抗し、主に図-4 に示すようにウェブ下縁、もしくは下床版に配置する PC ケーブルである。

(3) FCC の特徴

FCC では、PC 鋼材として PC 鋼より線を組み合わせた PC ケーブルを使用することにより、以下のような特徴を有している。

(a) 設計面の特徴

- ① PC 鋼より線は、材料強度が高く、所要鋼材量が節減できる (表-1)。
- ② PC 鋼より線を組み合わせることにより、大容量の PC ケーブルとして使用でき、鋼材本数を少なくすることができる (図-5)。
- ③ PC ケーブルでは、各種容量のケーブルおよび各種の定着具を応用できるなど、PC 鋼より線の組合せに対する自由度が高い。
- ④ PC 鋼より線は可撓性に優れており、断面力

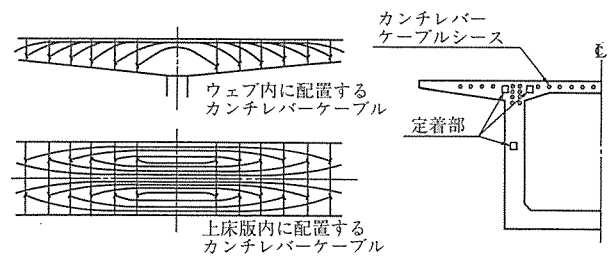


図-3 カンチレバーケーブルの配置

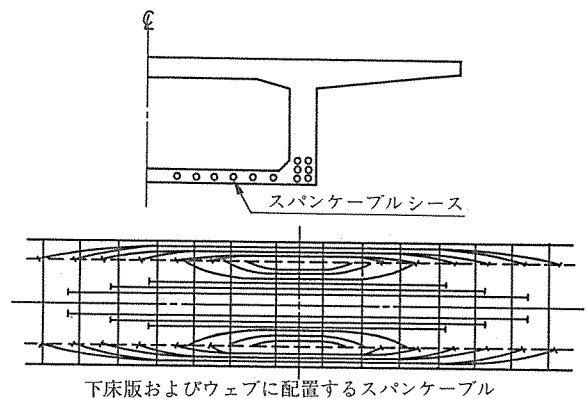


図-4 スパンケーブルの配置

表-1 PC鋼材の導入力と鋼重の比較表

項目	種類 規格 径	PC鋼棒		PC鋼より線			
		A種2号	B種2号	A種		B種	
		φ32	φ32	7本より 12.4	7本より 15.2	7本より 12.7	7本より 15.2
公称断面積 A_p (mm ²)		804.2	804.2	92.90	138.7	98.71	138.7
単位重量 W_p (kg/m)		6.31	6.31	0.729	1.101	0.774	1.101
引張荷重 P_u (kg)		84,500	96,500	6,300	24,500	18,700	26,600
引張強度 σ_{pu} (kg/mm ²)		105	120	175	175	190	190
降伏荷重 P_y (kg)		64,400	76,400	13,900	20,800	15,900	22,600
降伏強度 σ_{py} (kg/mm ²)		80	95	150	150	160	160
許容引張力 P_a (t)		48.3	57.3	9.78	14.7	11.22	15.96
P_p/P_a (kg/t)		0.131	0.110	0.075	0.075	0.069	0.069

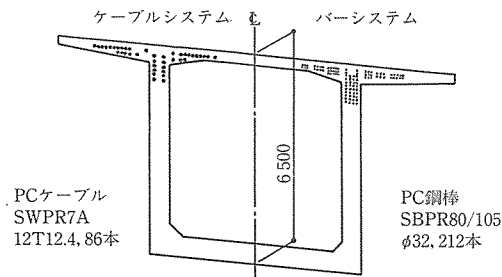


図-5 PC鋼材断面配置の比較

に則した鋼材配置が可能である。

(b) 施工面の特徴

- ① PCケーブルはすべて後挿入するためPC鋼材のカップリングは不要であり、またコンクリート打設時にはシースのみを配置しておけばよく、施工は容易となる(写真-1)。
- ② 前述したように鋼材本数が少なくなるので、シース組立て・コンクリート打設・緊張・グラウト等の施工性は良くなり、構造物の耐久性も向上する。
- ③ PCケーブルの挿入に関連しては、次のような特徴がある。
 - ・挿入はコンクリート養生中に行われるので、

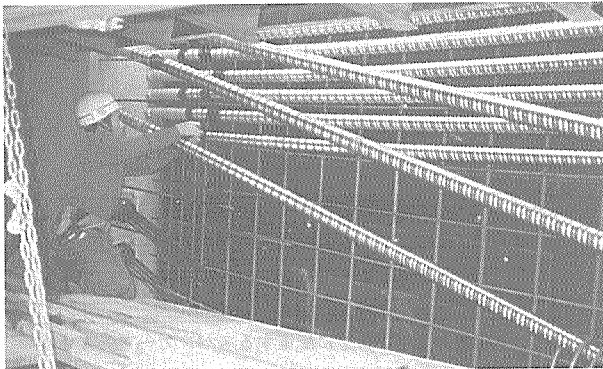


写真-1

工程上のクリティカルとならない。

- ・挿入はプッシュスルーマシンを用いて行われるので挿入作業は容易である。
- ・挿入は緊張直前に行えばよく、PC鋼材の防錆上優れている。

④ PCケーブルには、緊張端部のネジ切り加工は不要である。そのためPCケーブルでは、挿入後、所要の余長を確保して切断すればよく、PC鋼材の測長管理は不要である(ただしSEEE工法等は例外)。

⑤ FCCでは、PCケーブルを後挿入するので、プレキャストブロックによる橋体の片持ち張出し施工が可能である。

(4) FCCの適応

FCCの適応としてはPC斜張橋がある。特に鉄道橋に応用する場合、振動やたわみの問題から剛性を高める必要があり、最近では、斜ケーブルをコンクリートパネル内に配置したステイパネル形式の実績もある。

2. 架設機材の構造

(1) トラベラー

FCCでは、トラベラーと称する移動式作業台車を用いて片持ち張出し施工を行う(図-6)。

表-2 トラベラー標準仕様

トラベラーの種類	200tトラベラー (中型)	350tトラベラー (大型)
許容曲げ耐力 (t・m)	200	350
最大施工ブロック長(m)	4.0	5.0
トラベラー重量 (t)	58(75)	(83)135
作用位置 (m)	1.0	1.5

注) 上記は2フレーム当りの値を示す。

()は型枠・足場・上屋・付属機器・安全設備も含めた主桁設計照査用のトラベラー重量

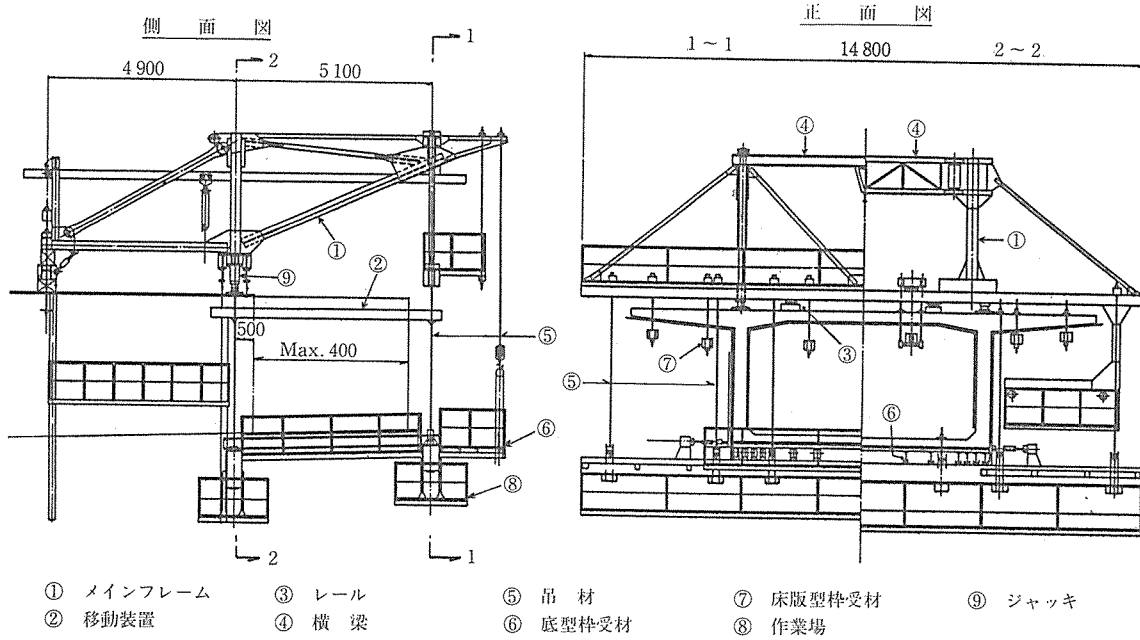


図-6 トラベラー概念図〔中型2主桁〕(参考図)

トラベラーの仕様の一例を表-2に示す。ここで、トラベラー容量は、最大施工ブロック長および打設ブロックのコンクリート重量による作用曲げモーメントによって規定される。

(2) PCケーブル挿入システム

FCCでは、PCケーブルの挿入にFCCスタンドとプッシュスルーマシン(写真-2, 3, 4)を使用し、コイルからシース内に、直接挿入する連続システム(図-7)を採用している。

このPCケーブル挿入システムには、以下のよう

な特徴がある。

- ① PC鋼より線は、コイルの形状でFCCケーブルスタンドに格納されており、防錆保護されている。
- ② FCCケーブルスタンドのコイルを乗せるテーブルには、旋回機能が挿入時に発生するヨリを除去することができるようになっている。

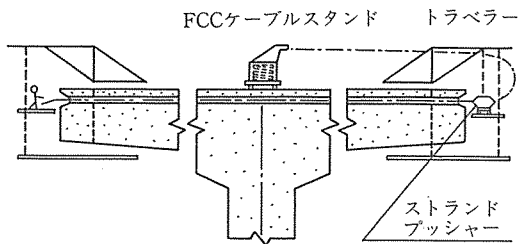


図-7 PCケーブル挿入システム

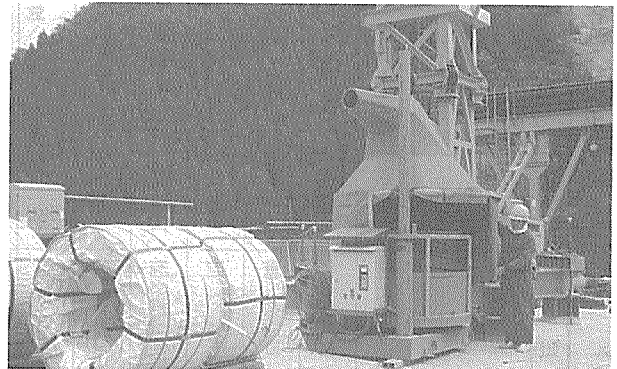


写真-3 FCCスタンド

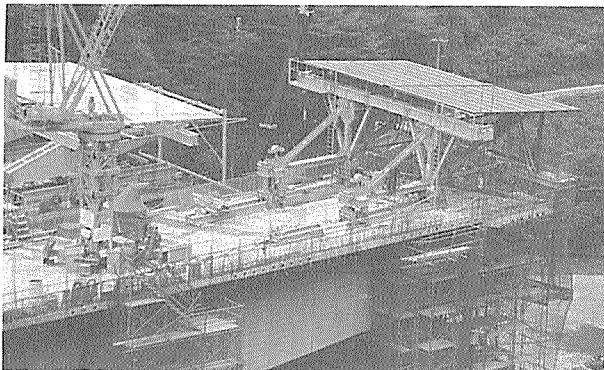


写真-2 トラベラーおよびPCケーブル挿入システム全景

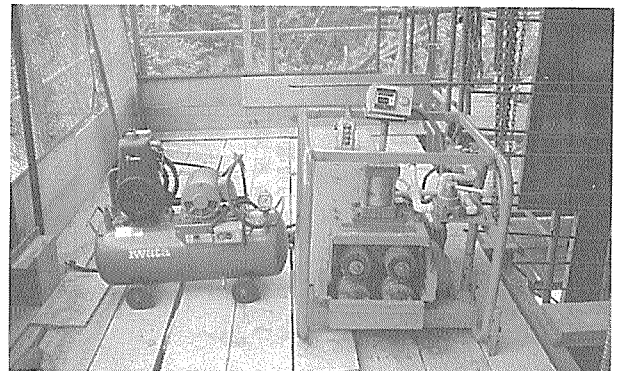


写真-4 プッシュスルーマシン

表-3 国内における代表的なFCCの実績

	橋名	施工地	発注者	施工年	構造形式	橋長	幅員	径間割	備考
1	長橋	福井県	福井県	1976年	3径間有ヒンジラーメン橋	140.0 ^m	12.3 ^m	35.0+70.0+35.0 ^m	フレシネー 12 T 12.4
2	利根川橋	群馬県	日本道路公団	1982年	7径間連続桁	560.0	10.65	7×80.0	フレシネー 12 T 12.4
3	BT 153 工区 高架橋	東京都	首都高速道路公団	1984年	3径間連続桁	335.6	26.5	46.0+58.0+46.0	フレシネー 12 T 15.2
4	宮野原橋	新潟県 長野県	建設省	1985年	3径間連続桁	224.0	15.3~18.3	70.3+120.0+32.25	VSL EC 5-7(B)
5	川越火力発電所 水路横断橋	三重県	中部電力(株)	1985年	1径間2ヒンジ桁	224.0	8.45	50.0	VSL E 5-12(B)
6	球磨川第三橋	熊本県	日本道路公団	1986年	5径間連続ラーメン橋 6径間連続ラーメン橋	480.0	9.0	37.8+3×60.0+37.5 36.7+4×37.2+37.1	フレシネー 12 T 12.4
7	番ノ州高架橋	香川県	本州四国連絡橋公団	1986年	3径間連続桁	214.3	9.97	(71.15+72.0+71.15)×2	VSL E 5-12(B)
8	港川橋	沖縄県	沖縄県開発庁	1986年	3径間連続桁	178.8	12.5	51.9+74.0+51.9	フレシネー 12 T 12.4
9	万江川橋 (沢水第二橋)	熊本県	日本道路公団	1987年	(2+3+3)径間 連続ラーメン橋	527.35	20.4~24.75	2×61.0/74.75+90.00+ +84.8/45.0+60.9+45.0	VSL EC 5-12(A)
10	名立川橋	新潟県	日本道路公団	1987年	4径間連続ラーメン橋	219.5	10.0	42.250+2×60.0+55.35	フレシネー 12 T 12.4
11	鳥原川橋	兵庫県	神戸電鉄(株)	1988年	3径間連続桁	114.0	9.1	31.3+50.0+31.3	VSL EC 5-12(A)
12	信貴畑橋	奈良県	奈良県	1988年	2径間Tラーメン橋	127.5	8.85	2×63.15	フレシネー 12 T 12.4
13	男神橋	秋田県	建設省	1988年	4径間連続ラーメン橋	430.0	5.5	83.5+130.0+130.0+83.5	VSL EC 5-12(A)
14	登俣第2橋	熊本県	日本道路公団	1989年	2径間Tラーメン橋	184.0 200.0	8.5	91.0+91.0, 99.0+99.0	VSL EC 5-12(A)
15	淀川橋	大阪府	大阪市	1989年	3径間ラーメン橋	185.3	16.8~32.0	38.6+81.9+64.8	フレシネー 12 T 12.7
16	長淵川橋	岩手県	日本道路公団	1989年	4径間連続ラーメン橋	254.0	上り 9.25 下り 9.75	57.7+90.0+75.0+29.7	SEEE-/PAC 12 T 12.4
17	勝平新橋	秋田県	秋田市	1988年	3径間2室連続ラーメン橋	163.0	7.0+2×2.5	49.0+64.0+49.0	VSL EC 5-12
18	動く歩道橋	神奈川県	住宅・都市整備公団	1988年	3径間2室連続桁	171.3	4.3+2×3.7	56.4+76.2+38.2	VSL EC 5-12 EC 6-12
19	大倉大橋	福島県	福島県	1990年	3径間連続箱桁	280.0	7.9	79.1+120.0+79.1	フレシネー 12 T 12.7
20	新空知大橋	北海道	北海道開発局	1990年	3径間連続桁	269.1	11.75	80.0+107.3+80.0	フレシネー
21	清水川橋	鹿児島県	日本道路公団	1991年	4径間連続桁	257.0	10.4	48.5+2×80.0+48.5	フレシネー 12 T 12.4

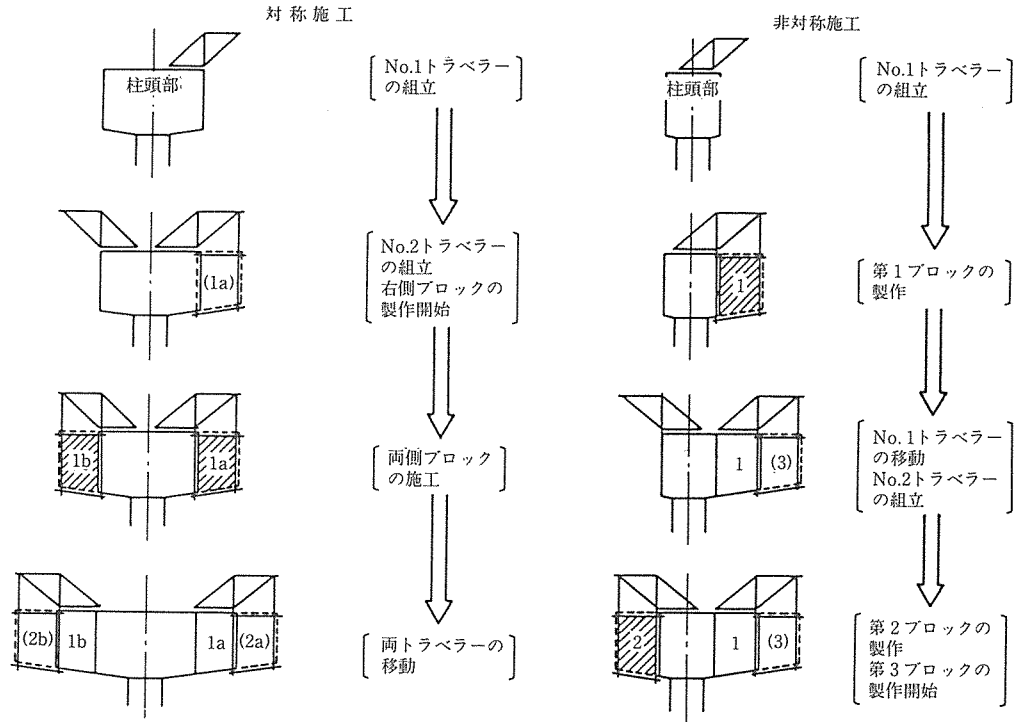


図-8 対称施工と非対称施工

(PCケーブルの挿入には、その他の方法として) プルスルー方式もある。

3. 施工方法

(1) 張出し方法

FCCの張出し方法には対称施工と非対称施工がある(図-8)。

(2) 施工サイクル

FCCにおける稼働率を考慮した1ブロック当りの施工日数は10~10.5日である。図-9に大型・2主桁で稼働率を考慮した連続桁タイプのサイクル工程を示す。

(3) 施工上の留意点

FCCではPCケーブルを後挿入するため、シースは標準のものより多少太径のものを用いる。また、張出しブロックの製作時(特にコンクリート打設時)にシースの変形を防ぐため、あらかじめシースの中にはポリエチレン管等のフレキシブルなパイプを通しておく(図-10)。

4. 施工実績

FCCによる橋梁は、1955年にChazey橋が施工されて以来、ヨーロッパを中心に世界各国で数多く実績を有しており、現在、世界最大級では主径間260mのGateway橋(オーストラリア)が完成している。

一方、我が国においては、1966年プレキャストカンチレバーによる目黒架道橋が、また1969年には場所

工種	日数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
プレストレッシング		■									
トラベラー移動据付け			■								
下床版ウェブ配筋				■							
シース組立					■						
内型枠組立						■					
上床版配筋							■				
小口型枠設置								■			
コンクリート打設									■		
養生工										■	
R/C鋼線挿入											■
緊張準備											■

〈注〉上表は大型・2主桁で稼働率を考慮した連続桁タイプの工程である。

図-9 1サイクル工程

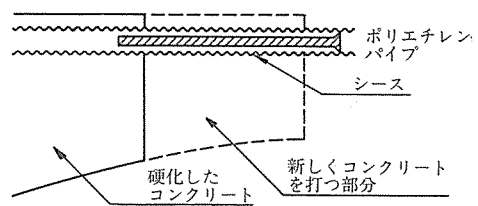


図-10 シースの保護

打ち工法による大淀大橋がフレシネーカンチレバーを用いて施工されて以来、道路橋および鉄道橋に実績がある。FCCの主な国内実績を表-3に示す。

問合せ先
FCC協会 事務局
〒163 東京都新宿区西新宿1-25-1 新宿センタービル
大成建設(株)土木設計部内
TEL 03-348-1111