

【報 告】

FCC工法の特徴と利点

Introduction of Free Cantilever Erection Method with Cables

得能達雄*
Tatsuo TOKUNOU

〔要旨〕 PC長大橋架設工法の一つである片持架設工法においては、我が国における工法発展の経移から、ディビダーク鋼棒を使用するパーシステムを用いて、その多くが施工されてきた。しかしヨーロッパにおいては早くから、鋼線を使用するケーブルシステムが採用されており、我が国においてもケーブル使用の有意性が認められてきている。本報告は、このケーブルシステムの利点を生かした片持架設工法FCC工法（Free Cantilever Erection with cables）の設計、施工、経済性および施工管理面について説明するものである。

FCC工法の設計では、使用するケーブルシステム、新しいケーブルジョイント工法であるCS工法、さらにはケーブルの選定についても説明する。またFCC工法に使用するトラベラーの形式、装置の特徴について説明を加える。施工についてはFCC工法特有な項についてのみ若干説明し、現在施工中のFCC工法によるPC橋の概要を最後に述べる。

1. まえがき

我が国にプレストレストコンクリート（以下PCと呼ぶ）が初めて紹介されたのは、昭和14年11月に吉田宏彦氏による「鋼弦コンクリート」（Stahlsaiter Betou）である。これに先立つ7年前、昭和7年に、PCに関する原理特許「補強コンクリート製品の製造法」が、フランスのフレシネーにより取得され、戦後の措置令により昭和31年5月まで有効とされた。

昭和27年にフレシネー工法の技術導入および特許代行のため、極東鋼弦コンクリート振興株式会社が設立された。これが我が国におけるPC技術の本格的な開発の先駆となった。PC橋が最初に架設されたのは昭和27年石川県七尾市の長生橋（支間3.4m、3連から成るプレテンション桁橋）であり、ポストテンション方式のPC桁は、昭和29年大戸川鉄道橋（支間30.0m）、昭和30年上松川橋（福島県、支間40.7m）が架設されて以来急速に発展した。当時は、全支保工による施工がPC橋架設の主流であったが昭和31年7月に我が国におけるフレシネーの原理特許が失効すると同時に、フレシネー以外の欧米のPC工法（BBRV、マグネル、ディビダーク、レオンハルト、VSL、CCL、SEEE工法等）が続々と技術導入され、この間には国産工法（MDC、安部式、OSPA、OBC工法等）も開発され、さらには、材料の高品質化、設計技術の進歩、合理化あるいは標準化、省資源、公害問題の顕在化等によりPC技術は、より広範囲に用いられるようになった。

特にPC橋におけるスパンの長大化は、建設機械の発達と施工方法、進歩によるところが大きく、その代表的な工法が片持架設工法（Free Cantilever Erection）である。

2. 片持架設工法

片持架設工法とは、一般に橋脚よりスパン中央に向けて、橋体をブロック毎に継ぎ足し、張出し施工する方法であり、場所打片持架設工法およびプレキャストブロック片持架設工法に大別され、さらに架設機械により細区分される（図-1）。

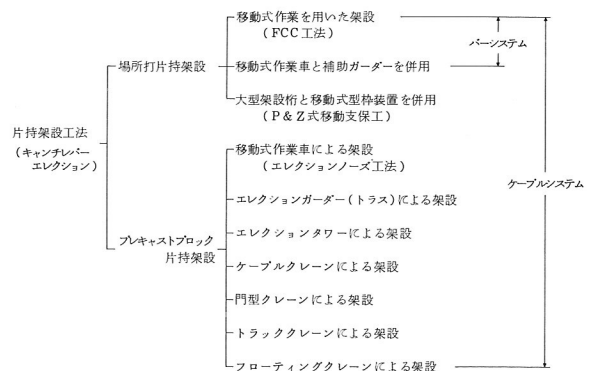


図-1 片持架設工法の分類

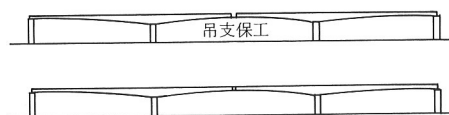
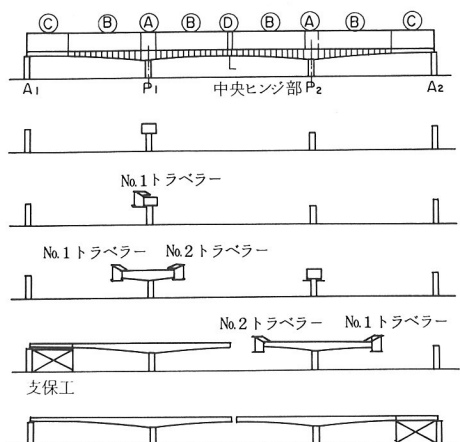
* 川田建設機工事本部技術部長

片持架設工法の特徴を示せば次の通りである。

- 1) 張出し架設であり、地上からの支保工は必要としない。
- 2) 橋梁直下(桁下空間)の地形条件および河川、道路、鉄道等に左右されず施工が可能である。
- 3) 橋体をブロック毎に継ぎ足し施工するため、固定支保工に比べて、少ない施工機械で、長大橋の施工が可能である。
- 4) 主たる作業がトラベラー内に限定されるため、上屋、

一方ヨーロッパにおいては、片持架設工法に早くからPCケーブルが用いられており、我が国でも約10年にわたるパーシステムの独占的な時代の後に、ケーブルシステム(フレシネー工法)を用いた大淀大橋(宮崎県、スパン68.7m)が架設され、以来10余年の間に約100橋におよぶ実績を有するに至った。

現在オーストラリアで施工中のGate Way橋(写真-1)は、世界最大級のPC桁橋(中央径間260.0m)



施工区分は、図-3に示すように④柱頭部、⑤張出し施工部、⑥側径間支保工部、⑦中央連結部の四つに分けられる。

- i) 最初に橋脚上の柱頭部④を支保工を用いて施工する。
- ii) 完成した柱頭部上に1台目のトラベラーを組立て1ブロックを施工し、トラベラーを1ブロック前進させた後、反対側に2台目のトラベラーを組立てて2ブロック目を施工する。
- iii) 以後交互にバランスをとりながら張出し施工する。
- iv) 張出し施工部⑤の施工終了後、⑥の区間を施工する。この方法としては、一般的には支保工を組んで施工する。
- v) 側径間支保工部⑥の施工終了後、中央径間部⑦区間を吊支保工で施工し、橋面上に施工して橋梁は完成となる。

図-2 PC桁橋の施工順序図

養生設備を設置することにより、全天候施工が可能となり、品質、工程管理など施工管理が容易である。

- 5) 1ブロック当りの作業内容は一定の繰返し作業であり、作業員の熟練度が早く、省力化が可能である。
- 6) 片持架設工法は、桁橋に採用されて以来、種々の橋梁型式に適用されている。その使用例は、斜張橋、トラス橋、アーチ橋などの長大スパンの橋梁である。

片持架設工法による桁橋の施工順序図を示すと、図-2の通りである。片持架設工法で最初に架設されたのは、1950年に西ドイツのLahn橋(スパン62.0m)であり、我が国においては9年後の1959年に嵐山橋(神奈川県、スパン51.0m)が架設されて以来、ピロン工法や仮支柱の併用などの技術の進歩により、現在供用中の桁橋では世界最長のスパンを誇る浜名大橋(スパン240m)に至るまでに発展した。

これらの橋梁の多くは、パーシステム(ディビダーク鋼棒使用)により架設されてきたことから、PC定着工法の一つであるディビダーク工法がそのまま、片持架設工法の代名詞として用いられてきた。

でありケーブルシステムを用いた場所打片持工法として、国際的に注目されている。



写真-1 Gate way 橋完成予想図

3. FCC工法とは

FCC工法とは、Free Cantilever Erection With Cablesの略称であり、片持架設における使用PC鋼材に、高強度で可撓性のあるPC鋼線(PCストランド)を用いる工法である。

本工法の合理性は、ケーブル配置が曲げモーメントに対して、相似な形で配置ができ、かつその配置が架設中の各施工段階に対応していることである。すなわち、各ケーブルは、架設中に必要となる時点で配置、緊張され、余分な接続や緊張作業を必要としない。さらにFCC工法の発展過程では新しい型式のスティパネル構造（写真-2）プレキャストブロック工法、軽量コンクリート構造等、新しいPC技術の応用もなされている。

バーシステムおよびケーブルシステムについての比較表を示すと表-1の通りである。

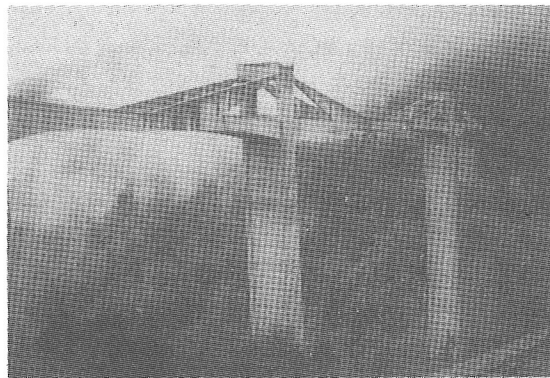


写真-2 スティパネル構造のガンダー橋

表-1 PC鋼材比較表

使用PC鋼材	工法名	システム呼称	P C 鋼 材					緊 張 力						
			端部 定加 着工	種 類 鋼 鋼 棒 線	加工 長の 指定	挿入 時の 作業 性		設計荷重時						
								$\sigma_{ps} \leq 0.6 \sigma_{pu} \quad 0.75 \sigma_{py}$ (t)						
								100	200	300	400	600	700	
ケーブル システム	フレシネー	マルチシステム	内式クサビ	—	○	無	容 易							
		V "	外式クサビ	—	○	"	"							
		モノグループ "	"	—	○	"	"							
	V S L	E タイプ	外式クサビ	—	○	無	容 易							
		EC "	"	—	○	"	"							
		U "	ループ	—	○	有	"							
バー システム	ディビダーク	A, B種	転造ネジ	○	—	有	良	+++						

4. FCC工法の特徴

FCC工法の特徴を設計、施工、経済性、および施工管理に区分けして説明すれば次の通りである。

4-1 設計面の特徴

設計面では、表-2に示すような高強度のPC鋼材を使用するため、次のような特徴を有している。

- 1) 大容量ケーブルの使用が可能であり、所要鋼材本数が少なくなり、断面内の鋼材配置が容易となる（図-3）。
- 2) 可撓性のあるケーブルを使用するため、曲げ配置が容易であり設計上有利となる。
- 3) 導入力に対する自由度が高く、最適なケーブルシステムの選択と、合理的な鋼材配置が可能となる。
- 4) 接続具を用いる事によって連続したケーブルを作る事も可能である。
- 5) ループ定着工法を使用すれば、固定定着に対しても後挿入が可能である（図-4）。

表-2 PC鋼材の導入力と鋼重の比較表

項目	種類 規格 径	P C 鋼 棒		P C ス ト ラ ン ド			
		SBPR80/105	SBPR95/120	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(mm ²)		804.2	804.2	92.90	138.7	98.71	138.7
単位重量(kg/m)		6.31	6.31	0.729	1.101	0.774	1.101
引張荷重(kg)		84,500	96,500	16,300	23,100	18,700	26,600
引張強度(kg/mm ²)		165	120	175	165	190	190
降伏荷重(kg)		64,400	76,400	13,900	19,700	15,900	22,600
降伏強度(kg/mm ²)		80	95	150	140	160	160
許容引張力(t)		48.3	57.3	9.78	13.86	11.22	15.96
引張力に対する鋼重(kg/t)		0.131	0.110	0.075	0.079	0.069	0.069

*B種相当

4-2 施工面の特徴

施工面の特徴としては、バーシステムの場合、緊張力（表-1）がケーブルシステムに比較して小さいことから、鋼材本数が多くなり、緊張、組立、接続等のPC工に関する一連の作業が、工程上のクリティカルになるなどの反面、カップラー使用により、定着、接続が自由に選択できる。これらに比べFCC工法においては次の特徴をもっている。

- 1) ブロック製作時にはシースのみ配置し、PC鋼線（ストランド）は後挿入とするため、バーシステムに比べ

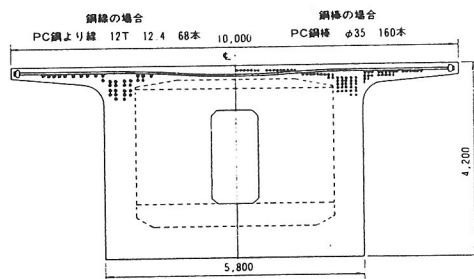


図-3 PC鋼材配置比較図

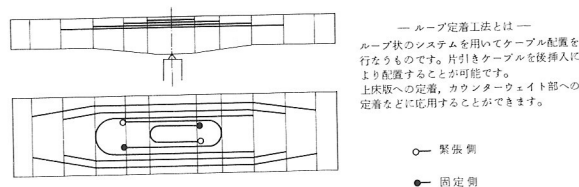


図-4 ループ定着工法概念図

作業性が良く、工程上有利な面が多い。

- 2) 鋼材本数が少ないため、シーす組立、緊張、グラウトなどの作業性が良い。
- 3) PC鋼線（ストランド）を養生期間中に挿入するため、作業性が良く、工程上有利となる。
- 4) ストランドをドラムより直接シーす内へ挿入することが可能であり、ハンドリングが容易である。
- 5) 接続具を必要としないため、グラウトの施工が確実かつ容易である。
- 6) ストランドが後挿入で、柱頭部施工時に、バーシステムのように鋼材配置をしないため、海岸線で架橋され、冬期間に作業を中止するような地域などでは、塩害対策上も有利である。

4-3 経済面での特徴

経済面での特徴は次の通りである。

- 1) 引張強度の高いPCストランドを使用することにより、PC鋼材量の低減が可能である（表-3）。
- 2) 定着具が少ないことからケーブル組立、緊張作業が少なく、ハンドリングが容易であり、経済面で有利となる。

4-4 施工管理面の特徴

施工管理面での特徴は次の通りである。

- 1) PCストランドは、緊張直前に挿入するため、損傷、

表-3 鋼材量比較表

橋 名	コンクリート (m^3)	主ケーブル 鋼材量 (ton)	1 m^2 あたり 鋼材量(kg)	型 式
利根川橋 上り線	5,659	(12T12.4) 236.2	44.5	移動架設桁による張出し 架設5径間連続箱桁
利根川橋 下り線	5,593	(φ32) 361.6	69.1	移動作業車による張出し "
西大寺大橋	4,228	(12T12.4) 180	42.6	6径間連続有ヒンジ ラーメン橋
新 橋 橋	3,883	(12T12.4 12-φ7 φ26) 267 68.8		6径間連続箱桁
浜名大 橋	19,300	(φ32) 1,900	98.4	5径間連続有ヒンジ ラーメン橋
球磨川 橋	1,817	(φ32) 92.8	51.1	5径間連続 ラーメン橋
球磨川 橋	1,817	(12T12.4) 60.7	33.4	

錆に対する危険性が少なくなる。

- 2) プレストレスの管理は、荷重計の示度とPC鋼材の伸び量の両者により行うため、導入プレストレスに対する信頼性が高い
- 3) 予備シーすを配置することにより、施工中のトラブルに対処することも可能である。
- 4) 施工管理上、最も重要な撓み量については、各施工段階の、コンクリート自重、トラベラーおよび型枠重量、導入プレストレス、クリープ等による影響を施工管理用コンピュータを用いて解析し、施工中の測定値と比較、分析し、補正が可能であるシステムにより管理する（図-5）。

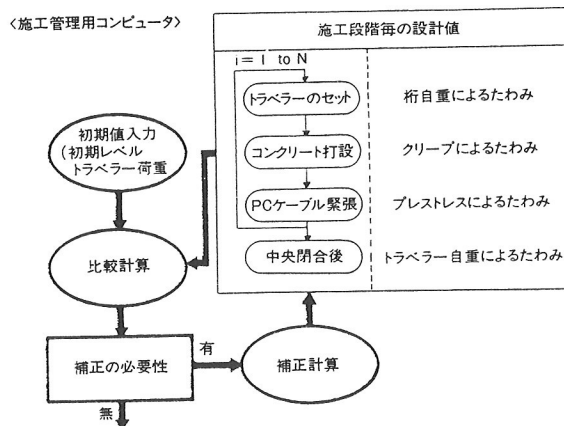


図-5 施工管理用フローチャート

5. FCC工法の設計

FCC工法の設計においては、張出し架設時および設計時の断面力に対して合理的かつ経済的なPCケーブルを配置することが重要である。

5-1 設計概要

片持架設工法の設計では、張出し架設時の検討と設計荷重時の検討を行う必要がある。特に、架設時の検討においては、主桁の検討の他に下部工（橋脚）の安定に対する検討が必要である。

上部工の設計に当っては、架設時と設計荷重作用時には構造系が異なるため、コンクリートのクリープによる不静定力を考慮する必要がある。また、ラーメン形式の場合、水平方向の移動が拘束されるため、乾燥収縮あるいは温度変化等による不静定力をも考慮しなければならない。

架設時の検討においては、架設方法、すなわち架設中の補助工法によってケーブル配置が異なってくるので注意を要する。補助工法としては、ピロン、仮支柱工法等が考えられる。

FCC工法では一般にケーブルを後挿入するため、シースの配置に当っては、施工中のシースの破損あるいは施工中にプレストレスの追加が必要となった場合のためにスペアシースを設けると良い。FCC工法における設計フローチャートを示すと図-6の通りである。

5-2 ケーブルシステムの分類

片持架設工法による施工を行う場合、橋体上縁には引張、下縁には圧縮応力が作用するので、架設中の引張応力に対処するためにカンチレバーケーブルを配置する。またラーメン橋および連続桁タイプの橋梁においては、中央部を連続ケーブルを用いて連続する。緊張材はこのように使用目的、使用箇所等により分類される（図-7）。

個々のケーブルについて説明すれば次のようになる。

④：カンチレバーケーブル

架設時の張出しモーメント、および設計時の支承付近の負の曲げモーメントに対処するケーブルで、上床版、またはウェブ内に配置し、各ブロック製作時にケーブルを挿入し、プレストレスを導入する。

⑧：側径間ケーブル ⑨：中央径間ケーブル（スパンケーブル）

設計時の側・中央径間部の正の曲げモーメントに対処するケーブルで、径間部の下床版または、ウェブ内に配置し、径間閉合時または、閉合後にケーブルを挿入し、プレストレスを導入するケーブルであり、次の2種類に区分けされる。

B₁ ケーブル：径間閉合時にプレストレスを導入

B₂ ケーブル：構造系完成時にプレストレスを導入

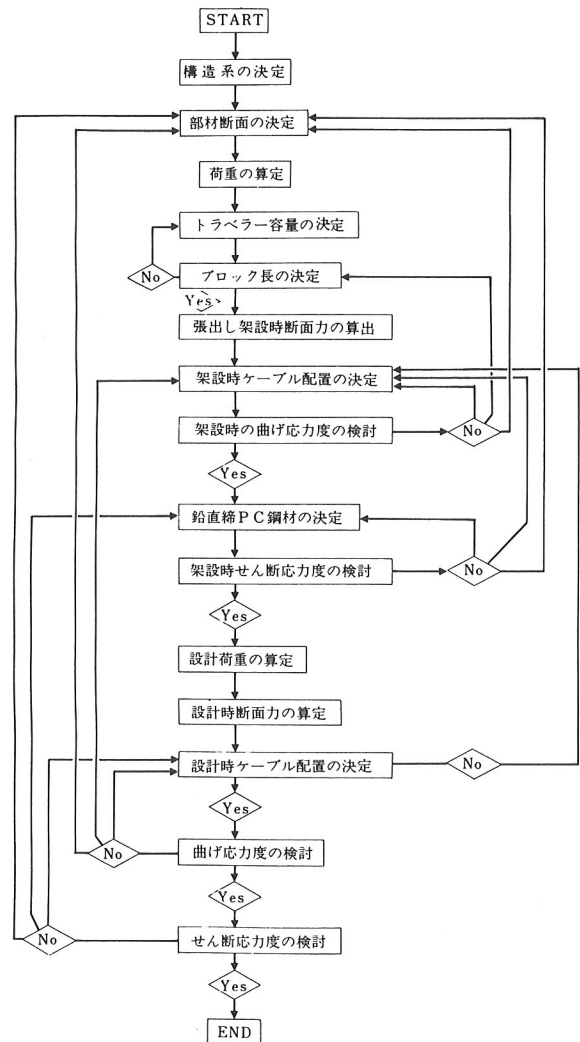


図-6 設計のフローチャート

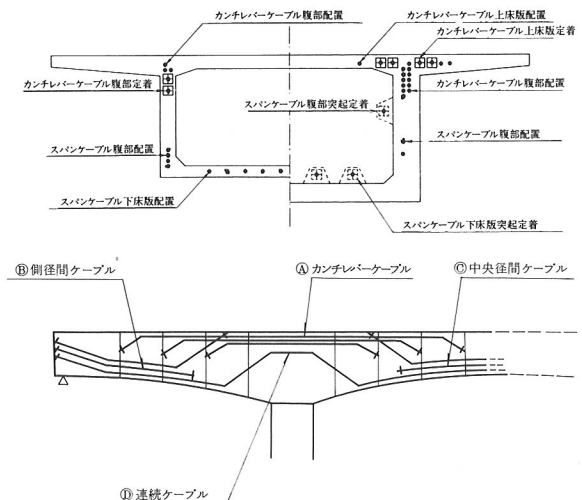


図-7 ケーブル概念図

⑩：連続ケーブル

設計時の支承付近の負の曲げモーメント、および、径間部の正の曲げモーメントに対処するケーブルであり、径間部から支承上を越えてウェブ内に配置する。構造系完成時にケーブルを挿入し、プレストレスを導入する。

⑪：連結ケーブル

連結ケーブルとは、カンチレバーケーブルと、スパンケーブルを接続、プレストレスを導入するものである。ケーブル配置はカンチレバーケーブルを仮定着しておき、中央閉合後にスパンケーブルを挿入し、連結緊張する。又カンチレバーケーブル仮定着用のアンカーヘッドを反力として、スパンケーブルにプレストレスを導入するCS工法もある(図-8)。

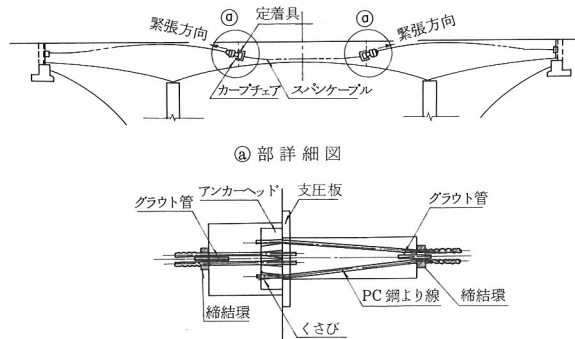


図-8 CS工法ケーブル図

CS工法の特徴を示せば次の通りである。

- 1) 緊張接続により、カンチレバーケーブルと、スパンケーブルの緊張力が同一となり、一本の連続ケーブルとなる。
- 2) ウェブ、および下床版に定着突起を必要としない。
- 3) ケーブル配置の重複をさけることが可能であり、PC鋼材量が節約できる。

5-3 ケーブル導入力の選定

FCCの設計に当っては、構造、規模、施工順序、施工方法などを考慮して、バランスの良いケーブル配置のために、適切な導入力を選定する必要がある。すなわち、設計断面におけるプレストレスの量、定着断面の数(ブロック数)とその配置などによって決定する。

ケーブル導入力の選定に当っては次の事項に留意し選定する必要がある。

- 1) 所要導入力は、架設時および設計時の断面力によって決定するが、施工管理、あるいは全体のケーブル配置などを考慮して、同一のケーブル導入力を使用する。
- 2) カンチレバーケーブルは、ウェブまたは、上床版ハンチ部で定着するため(図-7)各ブロックでの定着が断面内で左右対称となるようなケーブル配置とする。
- 3) 一般には、できるだけ大容量のケーブルを用いて、本数を減少させることが経済的となる(図-9)。

5-4 ケーブル配置本数の決定

5-4-1 カンチレバーケーブル

カンチレバーケーブルは、張出し架設中に生ずる負の曲げモーメントの最も大きい断面(中間支点断面)で所要本数が決定される。カンチレバー施工における負の曲げモーメントは、支保工施工する場合に比べてやや大きく(5-10%程度)なることに注意する必要がある。所要配置本数は、各設計断面で2次パラボラ分布として求めて差支えない。またインフレクションポイント付近の曲げモーメントは、架設中および設計荷重時の曲げモーメントに対し十分配慮する必要がある。

またカンチレバーケーブルの配置は、施工方法(対称施工および非対称施工)により異なる。ケーブル配置図を示すと図-10の通りである。

5-4-2 スパンケーブル

スパンケーブルの配置は、設計時における径間部の正の曲げモーメントに対してのみ考慮する。所要本数は図-11のように配置する。インフレクションポイント付近においては、すでに配置されているカンチレバーケーブルの導入力を考慮する必要がある。また連続ケーブルを配置する場合には、これらの本数を差し引いた本数のみ配置する。

5-4-3 連続ケーブル

連続ケーブルは、設計時の支承上の曲げモーメントがカンチレバー施工時の断面力より大きな場合に配置するケーブルであり、中央閉合後に挿入、緊張する。設計時に必要なプレストレスを全てカンチレバーケーブルとして配置する方法もあるが、コンクリートのクリープ、乾燥収縮による鋼材応力度の減少あるいは、カンチレバー施工中の緊張作業などを考慮し、カンチレバーケーブルを必要以上に配置する必要はない。また連続ケーブル

工 法 名	定着方法	鋼 材	定着寸法	接 続 具	セッロス	使用状態 Pa (ton)
フレンジャー 12713 (橋東鋼鉄)	内式 くさび式	12712.4 mm $A_p = 1115 \text{ mm}^2$ $\omega = 8.75 \text{ kg/m}$	支 圧 板 □ 240 mm 定着具配置 ④ 270 mm	$\phi 190 \times 970$	12 mm (8)	117.4
V S L E5-12 (大成建設)	外式 くさび式	同 上	□ 250 mm ④ 290 mm		6 mm	117.4
ディビダーク SBPC 80/105 (住友建設)	ネジ式	$\phi 32 \text{ mm}$ $A_p = 789 \text{ mm}^2$ $\omega = 6.31 \text{ kg/m}$	グロケット $\phi 170 \text{ mm}$ ④ 220 mm	$\phi 60 \times 110$ カブラー	なし	47.3

図-9 ケーブルユニット比較表

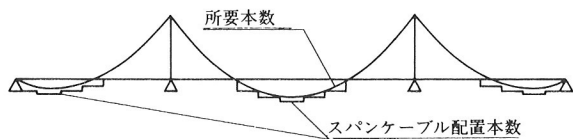


図-11 スパンケーブルの配置本数

を用いることによって、スパンケーブルの定着を少なくすることができる。

5-5 構造形式

片持架設工法によって架設される橋梁の構造形式および形状は、架橋地点の地形、地質、あるいは横断施設（道路、鉄道、河川等）の配置上の制限の他に、美観上の条件等、種々の要素を総合的に検討して決定すべきである。

FCC 工法により架設される橋梁で一般に用いられている構造形式は、図-12 に示す通りである。ここに示した構造形式は、基本構造であり、橋梁計画においてはこれらの構造形式を組合せる場合がある。

5-6 主桁の断面形状

主桁の断面形状については、桁高、横断形状、橋軸方向の桁高変化形状について検討を行う。

5-6-1 桁 高

桁高については、等断面と変断面が考えられるが、片持架設工法では、後者の実績が多く、桁高の目安は次に示す関数を用いて選定すると良い（図-13）。

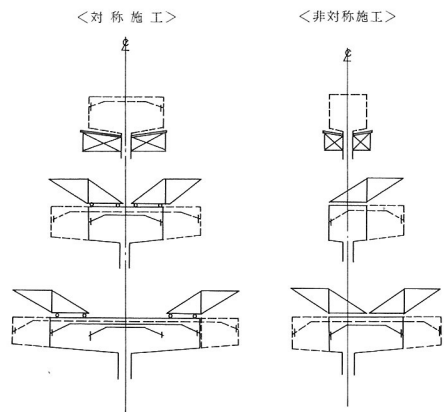


図-10 カンチレバーケーブルの配置

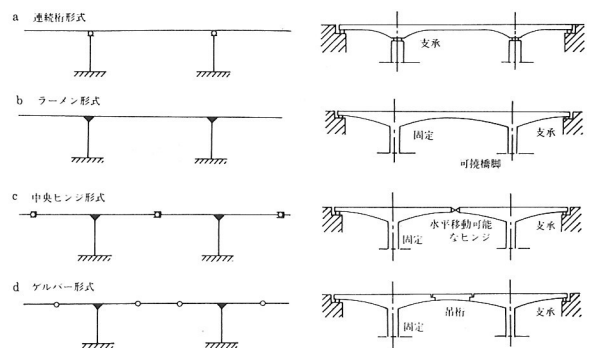


図-12 構造形式

5-6-2 断面形状

片持架設工法により施工される橋梁は、一般に支間は50.0 m以上であり、主桁としての必要な効率を経済的に得るためには、箱桁断面とするのが普通であり、寸法形状は、幅員との関連において決定される（図-14）。

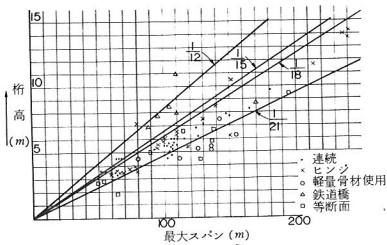
5-6-3 橋軸方向の形状

片持架設工法によるPC橋の橋軸方向の形状は、等断面および変断面に大別され、変断面には図-15 に示すような桁高変化形状が用いられている。

5-7 荷 重

FCC 工法の設計では、架設方法あるいは、各施工段

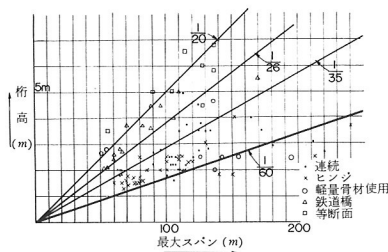
④ 中間支点上桁高



道路橋 $1/16 \sim 1/21 \cdot \ell$
 鉄道橋 $1/12 \sim 1/15 \cdot \ell$

ここで
 ℓ : 最大支間長
 (通常 50m ~ 80m)

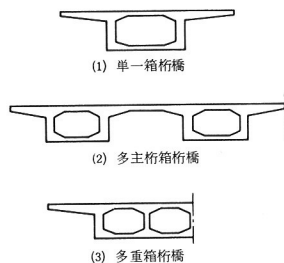
⑤ 支間中央桁高



道路橋 $1/35 \sim 1/60 \cdot \ell$
 鉄道橋 $1/20 \sim 1/26 \cdot \ell$

※ 桁高が 1.4m 以下の場合
 注意を要する。
 (内空高 1.0m 以下は施工性が悪くなる)

図-13 スパン-桁高比



	市員 ℓ (m)	
	PC	RC
単一	12m 以下	6m 以下
多重	12 ~ 17m	6 ~ 9m
多主	17 ~ 22m	9m 以上

※ 我国の実施工例では、単一箱桁で市員 14m までである。

図-14 断面形状

階によって構造系が異なるので、各々の荷重は、その荷重が作用する時点での構造系との関連で考慮する必要がある。

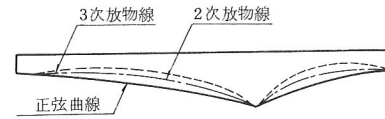
荷重は、片持架設中および主桁完成後（中央閉合後）について以下に示す荷重を考慮する。

1) 片持架設時に考慮する荷重

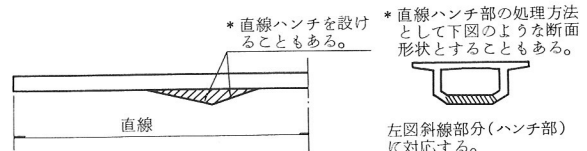
- イ) 桁自重
- ロ) トラベラー自重あるいは架設機械重量
- ハ) 作業荷重
- ニ) 仮支柱、ピロン等の反力あるいはジャッキアップ等
- ホ) 地震時の慣性力
- ヘ) 風荷重

2) 主桁完成後

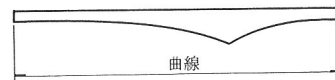
- イ) 橋面荷重
- ロ) 活荷重



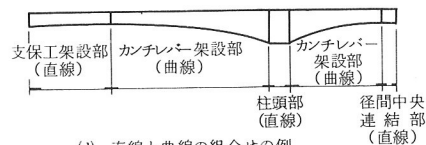
(a) 桁高変化曲線の等長



(b) 直線の例



(c) 曲線の例



(d) 直線と曲線の組合せの例

図-15 橋軸方向の形状

- ハ) トラベラー、吊支保工等の撤去荷重
 - ニ) 温度変化
 - ホ) コンクリートのクリープおよび乾燥収縮
 - ヘ) 風荷重
 - ト) 支点沈下等
- 上記荷重の内トラベラーに関して説明する。

5-7-1 トラベラー装置

FCC 工法に用いるトラベラーは橋梁形式、施工規模、施工条件等により下記の 3 タイプに区分される。

- ① コンクリート自重を上から吊る方式
- ② コンクリート自重を下から支える方式
- ③ 架設ガーダーを併用する方式

トラベラー形式の代表例(①タイプ)を図示すれば、図-16 に示す通りである。

5-7-2 トラベラー重量

FCC 工法に用いるトラベラー装置の代表的な形式の①タイプの重量は、トラベラーの主構、附属機器、型枠、足場、上屋、安全設備等の自重の他に、作業荷重を考慮する。トラベラー自重は、使用するトラベラーの容量により異なる。設計に使用するトラベラー重量は表-4 に

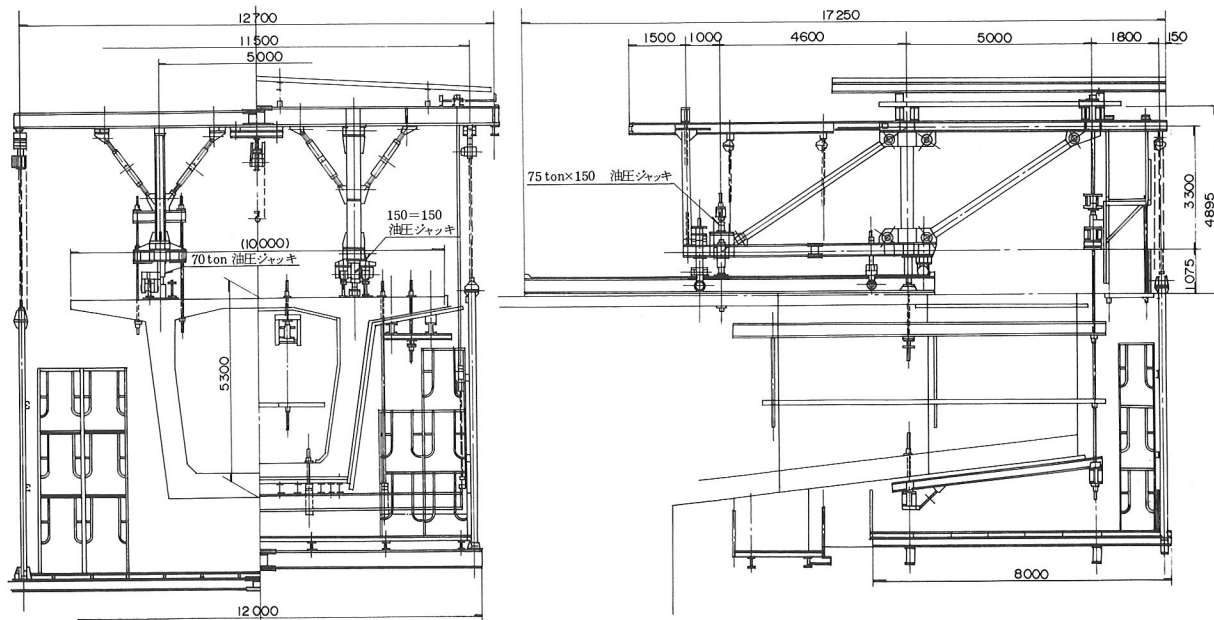


図-16 トラベラー装置図

示す値を用いて良い。

5-7-3 トラベラー装置の特徴

FCC工法に使用する①タイプのトラベラー装置の特徴は次の通りである。

- 1) トラベラーの出発点(柱頭部)が短かくできる(表-5)。
- 2) ハンドリングが容易である。
- 3) 揚重設備を組み込むことが可能である。
- 4) カンチレバーケーブル作業が容易である。

6. FCC工法の施工

場所打片持工法は、トラベラーを使用し、型枠を組み立てコンクリートを打設した後、トラベラーを移動して、順次橋体を製作する方法であり、橋脚より両側に張出し施工を行う方法として図-17に示す通り、対称施工と非対称施工がある。

対称施工と非対称施工の作業を比較すれば、非対称施工の方が作業の流れが良く、対称施工に比較して施工速度は早い。しかしながら、トラブルが生じた場合、非対称施工の方が作業のリズムが乱れ易く、対称施工では、工程内で対処できる時間的な余裕が生じる。

FCC工法の張出しブロック施工のフローチャートを

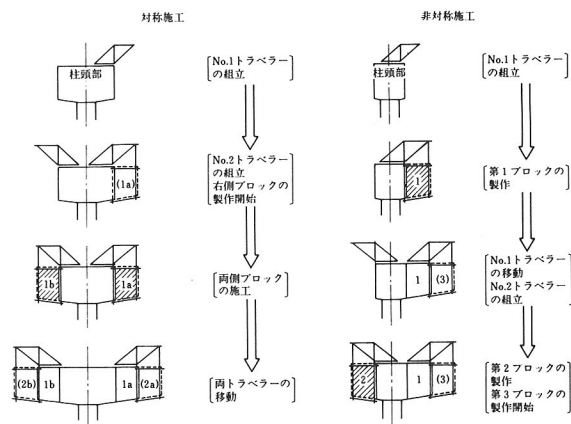


図-17 対称施工と非対称施工

示すと図-18に示す通りである。

6-1 施工中のFCC工法による橋梁

6-1-1 祖山橋

祖山橋は、富山県東礪波郡平村祖山地内に架設される橋梁であり、地域の人々が「夢のかけ橋」として待望していた橋梁である。本橋は庄川を跨ぎ国道156号と平村を結ぶ唯一の道路である村道祖山線に架設され、落石や雪崩の危険地帯となっていることを解消するため、豪雪地帯対策特別措置法に基づき、富山県の

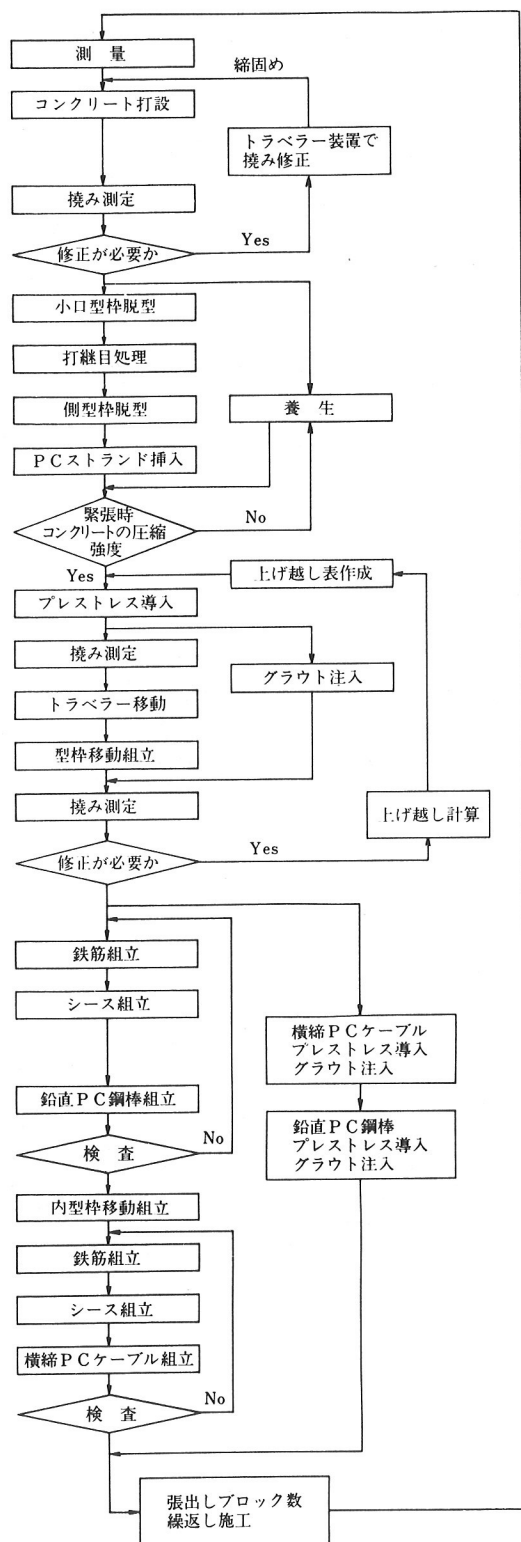


図-18 張出しブロック施工のフローチャート

表-4 トラベラー標準示様

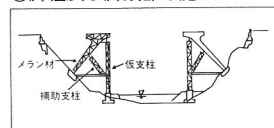
トラベラーの種類	200tトラベラー (中型)	350tトラベラー (大型)	トラベラー重量作用位置
許容曲げ耐力 (t・m)	200	350	
最大施工ブロック長 (m)	4.0	5.0	
トラベラー重量 (t)	7.50	13.50	
作用位置 (m)	1.0	1.5	

注) 上記は2フレーム当りの値を示す。

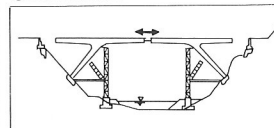
表-5 標準的な柱頭部の施工長

施工方法	トラベラーの種類	200t (中型)	350t (大型)
対称施工		12.0m	15.0m
非対称施工		10.0m	13.0m

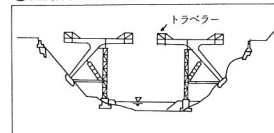
①脚柱及び脚頭部の施工



③応力調整工



②主桁張出し施工



④側径間の施工

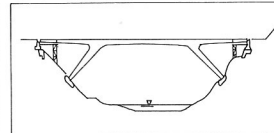


図-19 施工順序概要図

代行事業として実施しているものである。

橋梁型式は、維持管理が容易で自然景観との調和がとれたPC方杖ラーメン橋が採用され、橋長は148m、アーチスパン107.98mでこの種の橋としては日本最長となる。

また設計、施工、構造面においても仮支柱を使用した片持架設工法とし、脚にはメランを使用したSRC構造とするなど種々の技術的特色を生かした橋であり、昭和62年には、機能的で優美な姿を庄川峡谷に現すことになる(写真-3)。施工順序を示すと図-19の通りである。

6-1-2 球磨川第三橋

球磨川第三橋は、九州縦貫道の一環として、熊本県人吉市に架けられるPCラーメン橋である。

本橋は、5径間連続ラーメンの主橋部(37.80m+3@60.0m+37.5m)と、6径間連続ラーメンの取付部(36.7m+4@37.0m+37.1m)から構成されるPC箱桁橋で、橋長480.0mの橋梁である。施工方

は、架橋位置が日本三大急流河川の球磨川を横断するため、下部工と共用の仮橋を10月～5月の渇水期に設置し、これらを利用して資機材を運搬し、FCC工法により主橋部を施工し、取付部も片持架設を行う。張出し施工に使用するトラベラーは中型機を4基使用する。本橋は㈱白石と共同企業体で上下部工を施工する(写真-4)。

6-1-3 番ノ州高架橋

番ノ州高架橋は児島～坂出ルートの終点に近い坂出市番ノ州地区に架設される全長2,455.2mのダブルデッキタイプ(道路、鉄道併用橋)の高架橋である。上層部は鋼構造連続箱桁の道路橋、下層はPC構造連続桁の鉄道

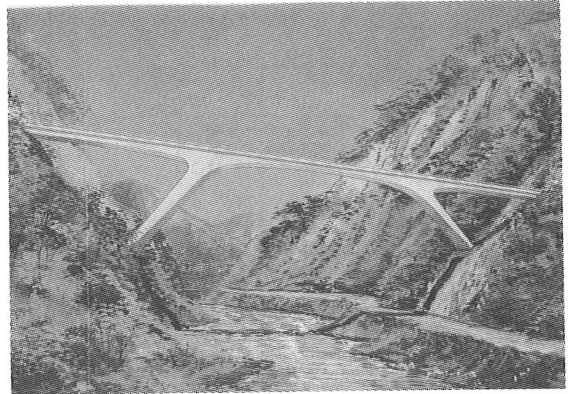


写真-3 祖山橋完成予想図

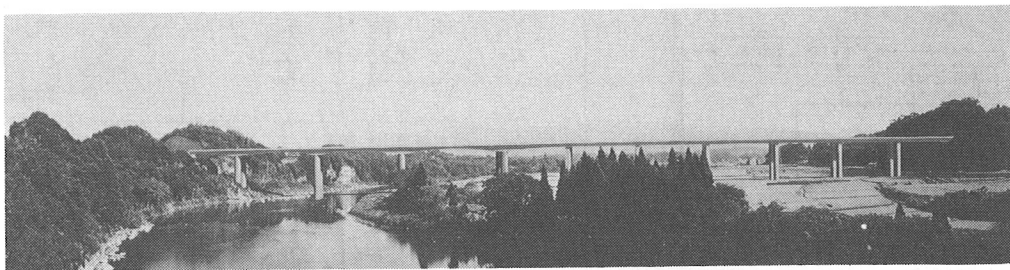


写真-4 球磨川第三橋完成予想図

橋となっている。FCC工法を採用して施工するのは、併用高架部から単独高架部への分岐部近く(31P～37P区間の約432.0m)であり、3径間連続箱桁2連から構成される。施工は中型トラベラー4基を使用して行い。本橋は、上部工を大成建設㈱と共同企業体で施工する(写真-5)。

7. あとがき

FCC工法は従来のパーシステムを用いた片持架設に対して、ケーブルを用いる事によって生れる数々の利点を生かすべく考えられた工法である。これは諸外国はもとより、我国でもその成果を十分発揮するものと考えられる。昨年10月にPCC協会が発足して以来、多方面にPRを行っており、今回は現在施工中の3橋についてその概要を述べるにとどめたが後日、機会があれば設計、施工についての工事報告を行い、さらにFCCに対する理解を深めてゆきたいと考えている。最後に本文を記すに当たり資料を提供して下さい。FCC協会の方々に感謝するとともに、本工法が飛躍的な発展を遂げることを願うものである。



写真-5 施工中の番ノ州高架橋全景

参考文献

- 1) 木村・得能・坂巻：FCCの概要，橋梁，Vol.19，No.12，1983．
- 2) 木村・得能：オーストラリアで建設中のゲイトウェイ橋，ポーウェン橋，土木技術，Vol.39，No.3，1984．
- 3) 木村・得能・坂巻：ゲイトウェイ橋の概要，プレストレストコンクリート，Vol.26，No.3，1984．