

斜張橋

斜張橋架設工法概論

根本文夫 Fumio NEMOTO

(鹿島建設株式会社土木設計本部)

1. まえがき

PC斜張橋は構造の合理性、景観性、長大化の可能性などの観点から最近特に注目を集めている構造であるが、我が国では昭和38年に島田橋が完成して現在までに30橋以上の実績がある。世界的に見ればスペインのルナ橋(中央径間長440m)に代表される欧米諸国のめざましい発展に比べ規模、数の面で立ち遅れていたが、今年我が国最大のPC斜張橋呼子大橋(中央径間長250m)が竣工し、また現在計画中のものも数多く、本格的発展段階を迎えようとしているところである。

PC斜張橋の大きな特徴の1つに構造の多様性があげられ、今までの実績を見ても、その形式・施工法は多岐にわたっている。ここでは、PC斜張橋の施工概要ということで特に主要工種について整理し、特有の留意点を述べる。

表-1 日本のPC斜張橋実績一覧表
(中央支間80m以上)

1989年6月現在

No.	橋名	所在地	完成年	支間(m)	全幅(m)
1	呼子大橋	佐賀県	1989	121.0+250.0+121.0	10.9
2	青森大橋	青森県	工事中	128.0+240.0+128.0	25.0
3	新猪名川大橋	大阪府	計画中	199.0+199.0	20.7
4	東名足柄橋	静岡県	工事中	92.5+185.0+92.5	18.35
5	東光大橋	北海道	工事中	70.0+140.0+70.0	27.0
6	白屋橋	奈良県	工事中	124.3+99.3	8.2
7	志摩丸山橋	三重県	1989	113.4+113.4	11.5
8	碓氷橋	群馬県	工事中	110.2+110.2	21.4
9	新綾部大橋	京都府	1988	51.5+110.0+77.50	10.75
10	ミュンヘン大橋	北海道	工事中	107.7+64.0	28.6
11	上妻橋	群馬県	工事中	104.0	10.75
12	日中大橋	福島県	1989	101.0+101.0	4.7
13	松ヶ山橋	神奈川県	1978	96.0	4.2
14	衡原大橋	兵庫県	1986	86.3+86.3	6.36
15	小本川橋	岩手県	1979	45.65+85.0+45.65	7.0



写真-1 呼子大橋

2. 施工法の概要

PC斜張橋は大別して主桁・主塔・斜材の3要素より成り立っており、図-1に示すように各要素には種々の構造が考えられる。その施工法を選定する場合、架橋地点の自然条件、制約条件、橋梁規模などの一般的諸条件のほかにPC斜張橋特有の構造条件、すなわち、主桁の断面形状、主塔の形状寸法、斜材の構造、配置形状などを総合的に判断して、これらの諸条件に最適で、かつ合理的、経済的な工法を検討する必要がある。

各要素の施工法については次節以下にその概要を述べるが、全体フローについては、橋梁個々の構造形式、形状、規模などによって異なってくる。特に主桁の施工サイクルが全体工程を左右するケースが多いので、主塔、斜材の施工と主桁の施工を関連させた十分な施工法の検討が必要である。

図-2に代表例として、一般的な現場

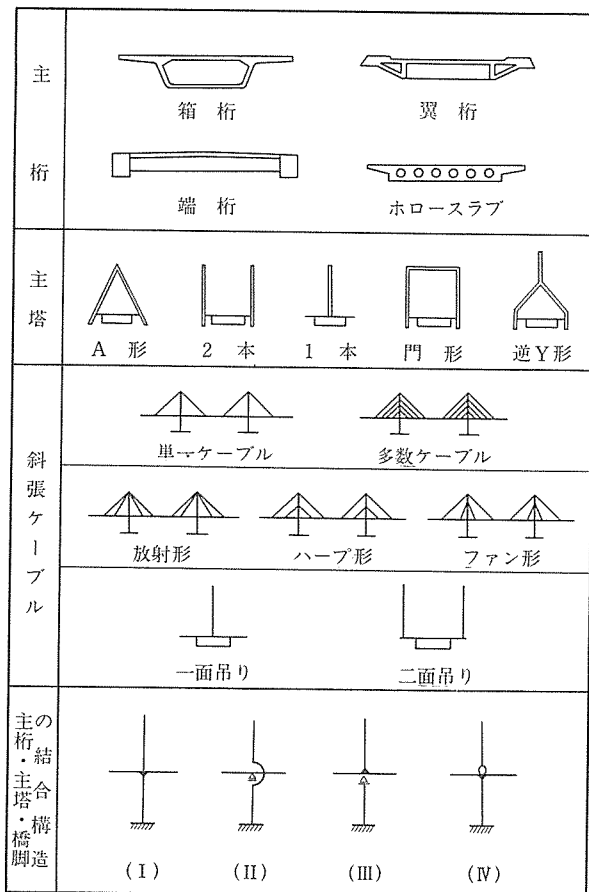


図-1 斜張橋の構造形式

打ち張出し架設する3径間連続PC斜張橋の施工順序図を示す。

3. 各工種の概要

以下に主要工種である主桁工、主塔工、斜材工、施工管理並びに仮設備計画について述べる。

3.1 主桁工

主桁工は通常のPC桁橋の施工と基本的には同じであるが、主塔、斜材の施工と関連づけてその施工法を選定する必要がある。

従来の施工実績では支保工架設（固定式支保工と接地式移動支保工）と張出し架設に大別でき、工法選定には桁下空間の制約条件、規模、支間長などを考慮しなければならない。一般的には、規模、支間長が小さい場合は固定式支保工が多く採用され、規模、支間長が大きい場合はワーゲン（移動式作業車）を使用した張出し架設が採用されている。特に最近では多段斜材ケーブル方式が多く採用されており、斜材で主桁を吊り下げながら張出し架設する方法はPC斜張橋の構造部材を最大限利用できるという利点から実績が増えている。

詳細の施工計画をたてるにあたっては、PC斜張

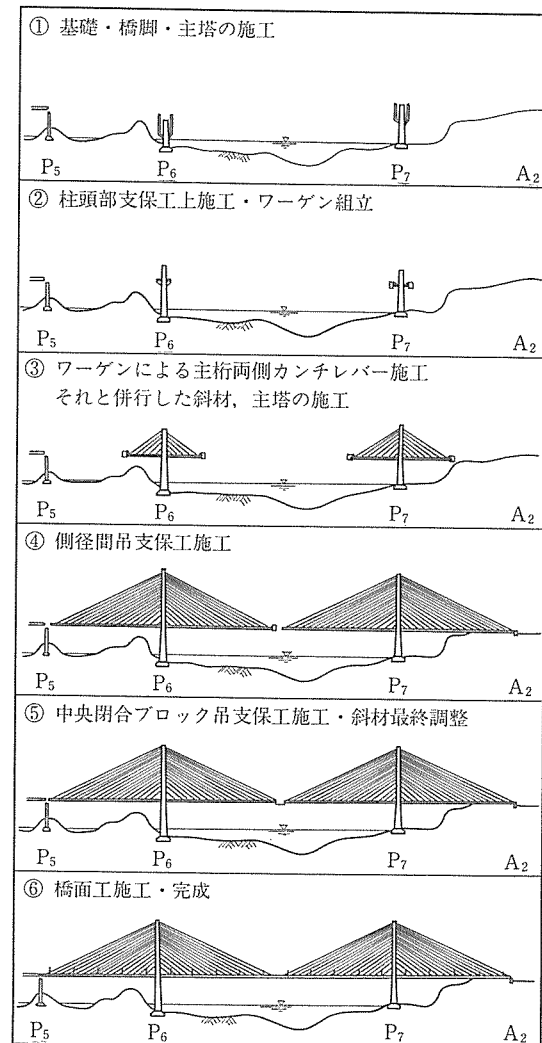


図-2 施工順序図

橋の特徴を踏まえ、次の点を十分考慮検討する必要がある。

- 1) 断面形状は、箱桁、端桁が主流であり等桁高の例が多い。一般に桁高が小さく部材も薄く、また斜ウェブの採用例もあり、一般の桁橋に比べ施工管理に注意を要する。

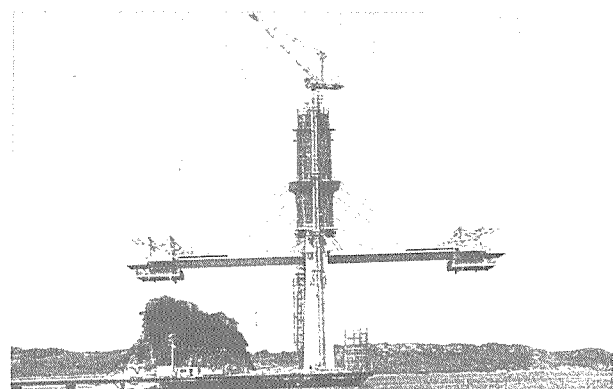


写真-2 張出し架設状況

- 2) 斜材定着部には定着部突起および横桁があり、特に多段斜材ケーブル方式の場合その頻度も多い。また定着部金物は重く補強も多くなるので、施工が複雑となる。
- 3) 長大橋では立地条件によっては風による振動が発生する。この振動が大きい場合、および日照によるたわみ変動の大きい場合には側径間、中央径間閉合時に主桁の制振処置を要する。

3.2 主塔工

主塔工については高橋脚や煙突のような塔状構造物の施工と基本的には同じである。

今までの実績では総足場型枠工法と移動型枠工法に大別でき、工法選定には塔高、形状と密接な関係がある。総足場型枠工法は地上もしくは橋面から直接作業用足場を組み立て、その足場上で各々の作業を行う工法で、塔高の比較的小さい場合や塔形状が複雑な場合に用いられる。移動型枠工法は足場と一体になった型枠に自動昇降装置を組み込んだもので、その足場や型枠の昇降方法の違いによりクライミングフォーム工法、スリップフォーム工法などの呼称があり、地上や橋面から足場を組み立てずに高所作業が行われるため、今後計画されるものは規模の大型化に伴い多く利用されると思われる。

詳細の施工計画をたてるにあたっては、PC斜張

橋の特徴を踏まえ、次の点を十分考慮検討する必要がある。

- 1) 高さ方向に変断面となる場合が多く、A形、逆Y形などの場合は軸線が傾斜する。
- 2) 高軸力を受ける部材であり、かつ斜材定着部の据付けの関係より高い鉛直精度が要求される。
- 3) 斜材定着部は箱抜き型枠であり、補強も多い。また美観、維持管理、保守点検を考慮した断面となっており、一般の塔状構造物より複雑である。
- 4) 塔高が大きい場合は、施工中に仮のストラットを一時的に剛結する必要があることがある。
- 5) 主塔本体の施工のほか、斜材ケーブルの架設、緊張、跡処理作業のための足場の配慮が必要である。
- 6) 塔高が大きいので、コンクリートばかりでなく諸資材の揚重運搬方法も十分に検討しなければならない。

3.3 斜材工

斜材ケーブルは、工場で作成して現場に搬入される「プレハブケーブル」と、主桁、主塔の施工と並行して現場で製作する「現場製作ケーブル」に分けられる。

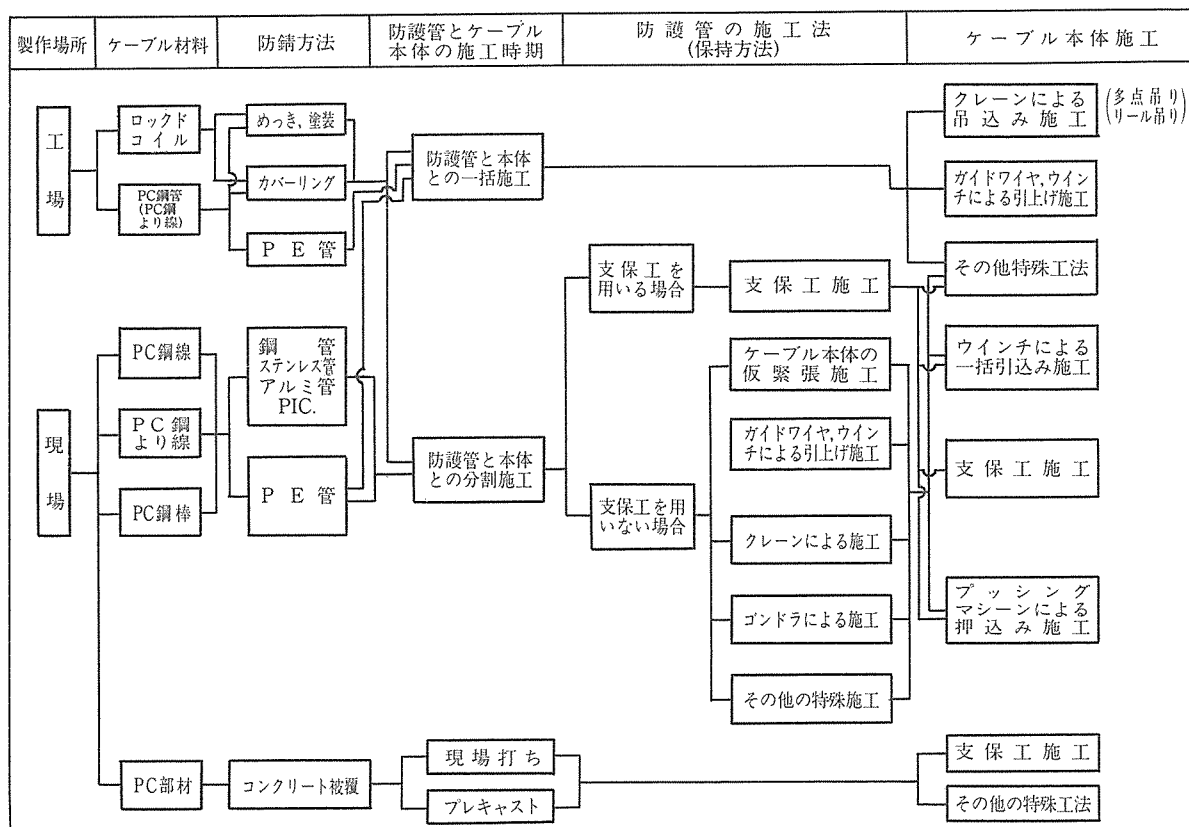


図-3 斜材架設工法選定フロー

プレハブケーブルはプレハブケーブル本体を直接クレーン等により吊り込むか、ガイドワイヤーと電動ウィンチ等を用いて引き込む方法で架設することが多い。一方、現場製作ケーブルでは、ガイドワイヤー等を用いて保護管をケーブル本体に先駆けて架設した後にケーブル本体を挿入することが多い。また、防護方法としては、主にケーブル本体を直接亜鉛メッキやポリエチレン被覆する方法と、鋼管やポリエチレン管を防護管として内部をグラウトする方法がある。このように架設現場条件、使用材料、防錆方法、防護管材料等は架設方法と密接に関係しており、実績的にも様々な工法が採用されている。したがって、斜材の架設工法を選定する場合、橋梁規模、主塔形状、斜材の配置形状、斜材のケーブル材料、防錆方法などを十分考慮し、主桁、主塔の施工法とも関連づけて、最も合理的・経済的かつ安全性の良い架設工法を選定する必要がある。

斜材の架設工法選定のフローを図-3に示す。

3.4 施工管理

PC斜張橋の施工に際して材料の品質管理は勿論のこと、たわみ管理（主桁および主塔）と斜材張力管理および各部応力管理を重点的に行う必要がある。

このたわみと斜材張力、各部応力には密接な関係があり、総合的に管理しなくてはならない。

特に張出し架設する場合、完成時にたわみ形状や応力状態を所定の精度で確保するためには各施工ステップでの精度を高めなくてはならない。斜張橋は高次の不静定構造で挙動が複雑であり、各施工ステップでの管理項目、管理頻度が多くデータが膨大となるため、マイコンや現場計測用センサーを組み合わせた施工管理システム（図-4）が必要になってくる。

3.5 仮設備計画

ここでは特に張出し架設するPC斜張橋特有の主な仮設備について述べる。

(1) ワーゲン

斜張橋に使用するワーゲンは通常のPC桁橋施工用のものと基本的には差異はないが、斜材との取合いの関係でメインフレーム数の変更、レール・車輪幅の縮小などの改造や、主桁の下で支える下支え型ワーゲンを採用した例もある。またワーゲン先端を斜材で吊り下げた構造の特殊ワーゲンの採用例もある。

(2) 斜材緊張用ゴンドラ

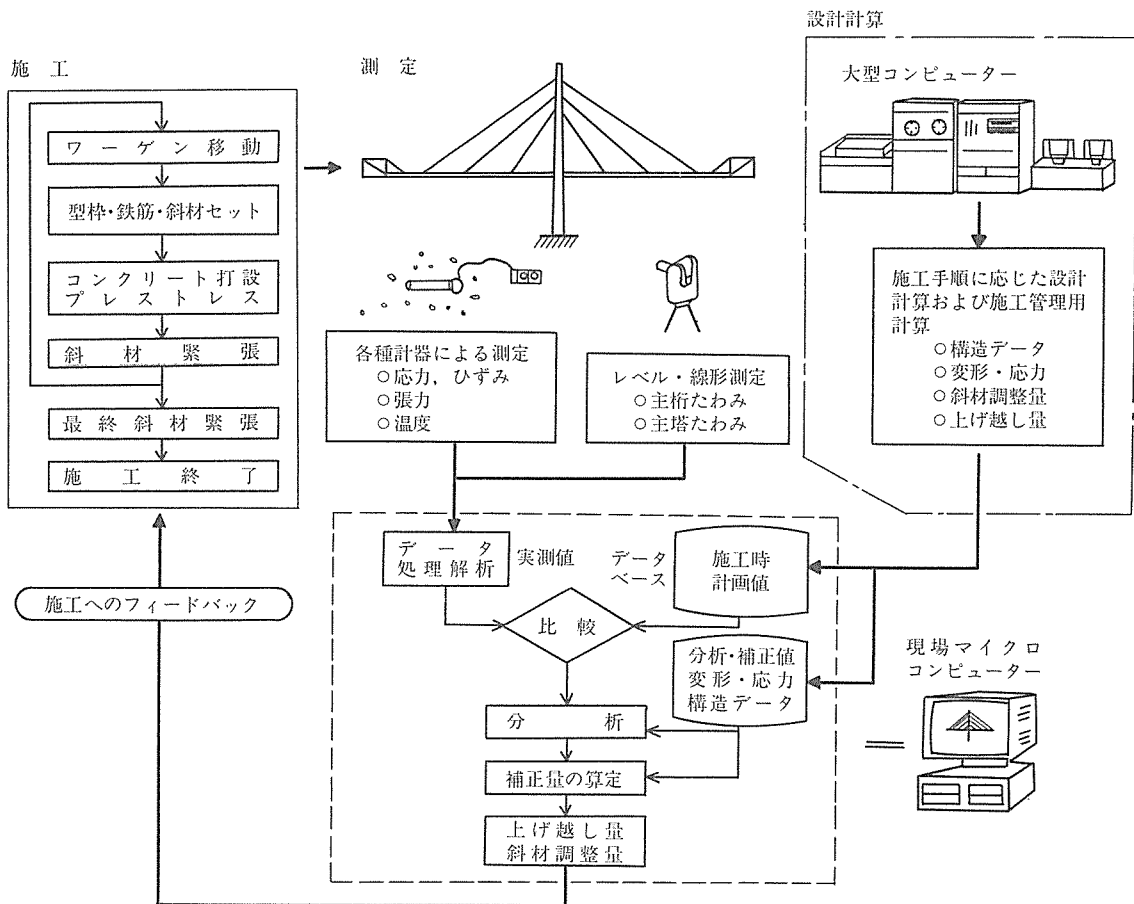


図-4 施工管理システムの例

斜材緊張を主桁側で行う場合、張力導入および調整の際、主桁下面をカバーするゴンドラを必要とする場合がある。このゴンドラは張出し床版先端より懸垂させる構造で自動走行装置で移動させる。

(3) 揚重設備

斜張橋の場合、主塔、斜材の施工をも考慮すると、揚重設備としてはクライミング式タワークレーンが一般に用いられる。主塔脇に設置し主塔の施工に合わせて上昇させるもので、100~180 t・m の能力のものが用いられる。

また、橋面、主塔への昇降設備として一般に0.5~1.0 t の人荷用エレベーターを設置する。

4. おわりに

以上、PC斜張橋の施工概要を述べてきたが、実績も増えてきたので個々の詳細については各々の工事

報告等文献を参照して頂ければ幸いである。

次章以降にPC斜張橋に関する新技術・新工法を紹介するが、PC斜張橋の施工に大掛りな設備を必要としないという特色をもっており、従来技術をPC斜張橋にうまく適合させて使っているといえる。しかし今後、一層の長大化、工期短縮、省力化、耐久性向上、景観重視といった種々のニーズに対応するためには、設計・計画面での工夫以外に、画期的新工法の開発、新素材の利用、情報化、自動化の促進といった新技術、新工法の開発が不可欠であり、我々橋梁技術者に課せられた永遠の課題として取り組む必要があると考える。

参 考 文 献

- 1) PC斜張橋資料, 昭和63年3月, (株)プレストレストコンクリート建設業協会