

本四斜張橋・樋石島橋における面材架設時の施工管理（その1）

— 架設精度管理システムの開発 —

本州四国連絡橋公団

金沢 克義

本州四国連絡橋公団

佐藤 昭光

三菱・川田・钢管・宮地・日橋 JV

清水 紹夫

三菱・川田・钢管・宮地・日橋 JV

正員 中村 公信

三菱・川田・钢管・宮地・日橋 JV 正員○町田 文孝

1. まえがき

斜張橋は、高次の不静定構造物のため何ら調整を行わない場合、製作・架設誤差等種々の要因により完成時に設計許容値を上回る誤差が生じることも少なくない。そのため、特に長大斜張橋の架設に際しては、種々の要因による誤差を実測結果に基づいてリアルタイムでデータ処理し、誤差を可能な限り架設中に除去しなければならない。従って、施工管理システムの性能が、架設時の安全性、完成時の品質ばかりでなく、工期をも左右することが十分に考えられる。本文は、本州四国連絡橋児島～坂出ルートに属し、樋石島と岩黒島とを結ぶ樋石島橋（全長 790 m、中央径間 420 m のマルチファン型 3 径間連続道路鉄道併用橋、図-1 参照）に採用された、コンピュータ技術を駆使した面材架設時の施工管理システム（写真-1 参照）の開発について報告するものである¹⁾。なお、管理結果については、本概要集の別稿で報告している。

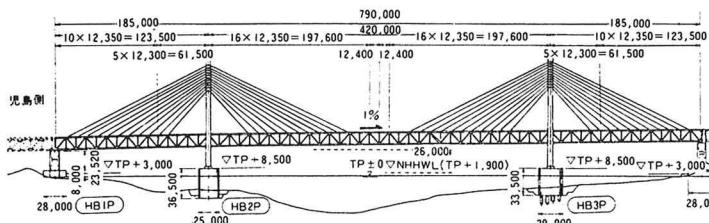


図-1 樋石島橋一般図



写真-1 施工管理システム

2. システム概要

管理は工程上一晩で計測～シムトライアル～シム調整～確認計測を行わなくてはならず、管理システムとして迅速性が最も要求され、また架設現場における使用から、操作性、機動性、結果の明確さも要求された。この様なことから、コンピュータ技術を駆使した管理システムを適用することとした。以下、本システムの概要と特色について述べる（図-2、3）。

計測作業は管理工程の中で最も時間的にクリティカルになることが経験上明らかである。このため、計測は原則としてコンピュータ制御による自動計測とした。特に、本橋の場合ケーブル本数が多いため、ケーブル張力計測では多ケーブル同時計測を実施した。

シム調整量は、調整対象ケーブルや管理項目数が少ない場合、単位シムの影響値を用いて手作業によって計算することが可能であるが、本橋の様にそれらが多い場合にはコンピュータによる合理的な算出方法を用いなければ莫大な時間を要してしまう。そのため、本橋では最適化手法により複数ケースのシム調整量をコンピュータにより求めた後、担当技術者の工学的判断を加味してシム調整量を決定する方法とした。

次に、架設時の誤差量を把握するために基準となる管理値（設計値）は、明らかに管理直前の実際の荷重状態で修正計算されねばならない。従って、ケーブルのサグ等の斜張橋特有の非線形性を考慮するために、

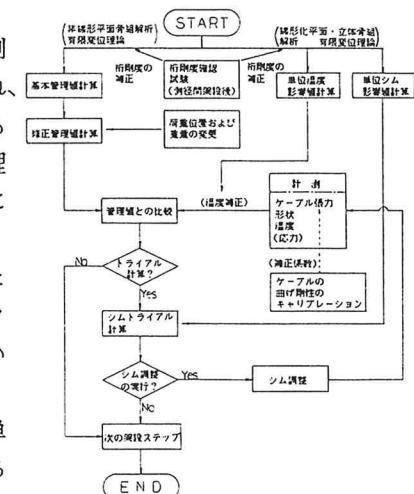


図-2 施工管理フロー

計算規模、精度、時間等の点から大型電算機の支援を受けることとした。

以上の事項等を満足するため、2P側に大型電算機の支援を受けず、単独でも計測～シム調整量の決定まで行えるミニコンを中心としたシステム²⁾を設置し、3P側には、全橋の管理値修正計算用の大型電算機とのオンライン機能³⁾を持たせることとし、管理値計算以外の大規模計算も大型電算機において実行できるため、計測制御と末端機能を持つパソコンを中心としたシステム⁴⁾を設置することとした。

3. システム機能

管理システムは2P側、3P側ともほぼ同様の機能を有し、計測・シムトライアル・ファイル編集の3構成で構築されている(図-4、5)。以下、主な機能について示す。

温度計測 — インターパルまたは任意の時点でコンピュータ制御により各部材温度を自動計測する。

形状計測 — レーザーセオドライバーと受光板を組合せたレーザー式変位計により塔の倒れ量および水管式水準測量により主桁形状を計測し、手入力する。

張力計測 — 振動法(常時微動計測)⁵⁾にて行い、振動計測～FFTパワースペクトル解析～張力換算までをすべてコンピュータによる自動計測にて行う。

温度補正 — 計測された諸データを計測時の実温度から、設計基準温度(20°C)時の値に補正する。補正には、線形化有限変位理論により平面トラスモデルとして求めた単位温度の影響値を用いる。

最適シム量の計算 — 計測された形状・張力誤差量から最小自乗法ロジック⁶⁾によって複数ケースのシム調整量を、線形化有限変位理論により立体骨組モデル(魚骨モデル)として求めた単位シムの影響値⁷⁾を用いて算出する。

任意シム入力 — 調整対象ケーブルを限定する場合、最適シム量の計算において算出したシム調整量が実用に適さない場合等に用いる。

管理値の修正 — 管理直前の荷重状態を調査し、ケーブルのサグの影響も考慮した非線形有限変位理論⁸⁾により管理値を再計算、修正する。⁹⁾

4. あとがき

斜張橋の架設精度管理システムは、今後、ハイテク時代の影響も受け変化していくと思われ、本報告がその際の一資料となれば幸いである。

(参考文献) 1) 金沢・佐藤・武山: 潜石島橋の形状管理、本四技報、No.42、1987、2) 岐田・大久保・斎藤・五十嵐・斎: 混合斜張橋(秋葉橋)上部工の施工、橋梁と基礎、VOL.19、No.12、1985、3) 越後: パソコンによるデータ通信について—RS232Cオンライン機能とその応用、土木とコンピュータ、No.6、1985、4) 前田・内海: 斜張橋の施工管理システム、橋梁と基礎、VOL.20、1986、5) 新家・広中・頭井・西村: 振動法によるケーブル張力の実用算定式について、土木学会論文報告集、No.294、1980、6) 斎藤: 斜張橋架設時のシム量決定方法、橋梁と基礎、VOL.18、No.9、10、1986、7) 野村・中崎・内海・前田・斎藤: 斜張橋の設計、架設設計プログラムシステム-KASUS-、橋梁、VOL.21、No.5、1985～(9回連載)8) 前田・林・前田: サグを考慮したケーブル部材の計算式、土木学会論文報告集、No.257、1977、9) 前田・内海・斎藤: 斜張橋の設計支援システムと施工管理システム、土木学会第10回耐震機利用に関するシンポジウム論文集、1985、10) 金沢・武山・伊藤・甲斐・西岡・片山: 本四斜張橋、潜石島橋における面材架設時の施工管理(その2) - 管理方針と管理結果、土木学会第42回年次学術講演会概要集、1987。

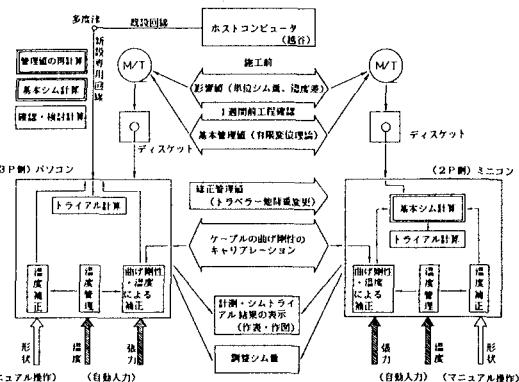


図-3 管理システム

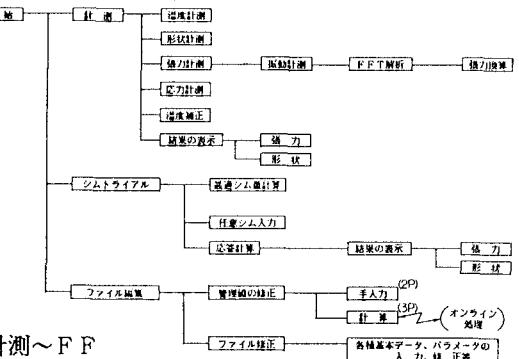


図-4 システム構成

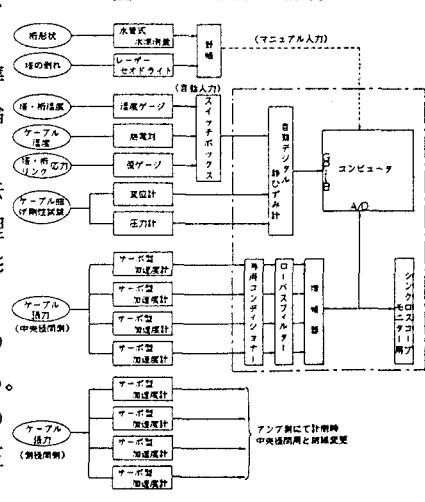


図-5 計測ブロック図

内は構成框上付箇所