

I-315 斜張橋の架設精度管理システムの開発

川崎重工業 正員 梅田聡
 川崎重工業 正員 坂井藤一
 川崎重工業 正員 磯江暁

1. まえがき

橋梁の架設時においては、架設中に生じる誤差をはじめ、設計段階での仮定鋼重や仮定剛度などによる誤差、および製作段階で生じる誤差などにより、設計時に仮定した形状・応力状態にはならないことが多い。これまで、現場熟練者の経験から、トライ＆エラー的な手法により、このような架設時に表われる形状・応力の誤差を所定の範囲まで小さくすることがなされてきた。今回、架設精度管理を見直すことにより、管理をシステムティックに扱うためには、架設時だけではなく、架設時前段階で対象とする橋梁の特徴を正確に把握しておくことが重要になってきた。著者らは、これまで斜張橋を対象として、確率有限要素法を使って各種の誤差要因が架設系や完成系の形状・応力に及ぼす影響の解析や、計測値から誤差の生じる原因を同定する手法を研究してきた。現在、これらの研究をベースに、架設前段階である設計・製作と現場における架設からなる総合的な架設精度管理システムを開発中である。そこで、本システムの概要と実橋への適用例について説明する。

2. 本システムの概要

本システムのフローを図-1に示す。

(1) 架設前段階

各架設段階における変形と応力の状態を解体計算より求め、架設時に目標とすべき計画値を算出する。しかし、実際の架設時には計画値とのずれ(誤差)が発生する可能性がある。従来は、ずれの見込み量に関し必ずしも明確な根拠があったとはいえない。本システムでは、確率有限要素法を用いて誤差要因の結果として生じる誤差の影響値解析を実施することにより、管理基準値の合理的な設定をするための有意義な情報を提供することができる。また、誤差の影響解析から、主要な誤差要因をあらかじめ検討しておくことにより、架設時の誤差要因の同定解析の信頼性を高めることができる。同時に、同定解析を正確に実施するために必要な計測項目と計測精度が明確になる。

(2) 架設段階

各架設段階では、現場計測に基づき、①同定・②予測・③調整の一連の解析を繰り返し、また、それまでの架設段階の誤差も考慮することにより、信頼性の高い精度管理を実施する。

①まず、ある架設段階において、計測値、計画値および感度行列から最小2乗法を用いて誤差要因を同定する。この時、測定誤差による同定結果のばらつきを確率的に評価することも可能である。

②次に、現架設段階で発生している誤差要因が将来の変位・

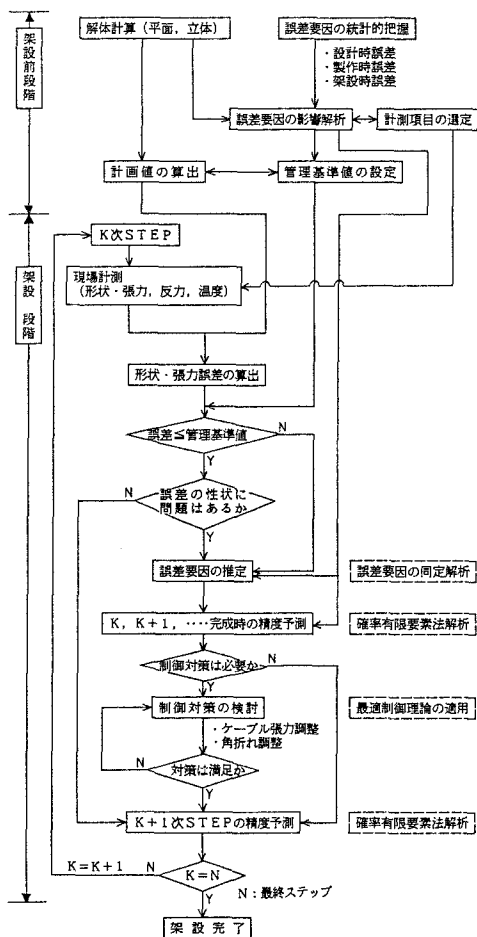


図-1 本システムのフロー

断面力状態にどのような影響を及ぼすかを確率有限要素法を用いて予測する。

③さらに、すでに述べた誤差要因の同定結果と将来の形状・断面力状態も考慮した上で、誤差の調整方法を決定し、その調整後の状態を予測する。具体的には、調整対象ケーブル本数、調整量の上下限、調整後に発生する主桁・塔の誤差曲げモーメント量などの制約を考慮した最適化問題を解くことになる。

本システムにおいては、架設段階での処理をミニコンピュータを用いた会話型処理にて実行できるように考えている。

3. 実橋への適用例

図-2に示すような斜張橋の架設時において、従来の精度管理手法に加え、本システムも適宜使用し、精度管理を実施した。ここでは、上から3段目のケーブルを引っ込む際に行なった検討について説明する。

計測値から主径間の主桁のエレベーションとケーブル張力に大きな誤差が生じていることがわかった（図-2）。同定解析を実施した結果、原因は導入張力が大きすぎたことと、主桁の無応力形状が負側の誤差を持っていたためであると推定され（図-3）、同定結果を基に、完成時の形状・応力状態の確率的な予測を実施した（図-4）。これらの解析結果から残り3段の導入張力を決定したが、既に架設されたケーブルのうち、管理基準値を越えているケーブル張力の再調整は避けられないものと考え、全ケーブル架設後、調整を実施した。この調整決定には従来の手法と今回新たに開発した最適化手法を併用したが、両者の結果は類似しており、調整後の予測形状も実橋とほぼ一致する結果が得られた（図-5）。

参考文献

- 梅田, 坂井: "斜張橋における施工誤差のシステム同定に関する研究" 土木学会第44回年次講演会
遠藤他: "花畔大橋の架設と架設精度管理" 川崎重工技報(106), (1990.7)

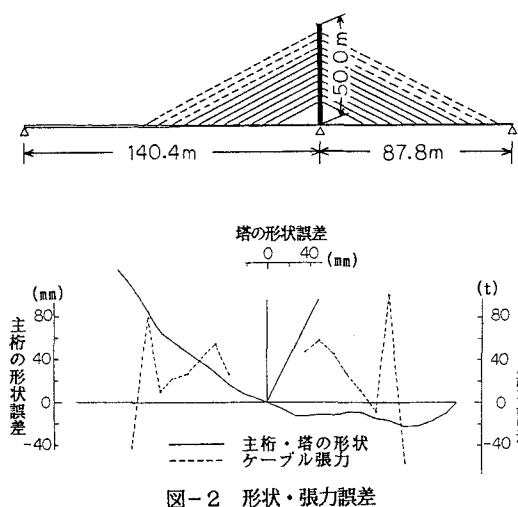


図-2 形状・張力誤差

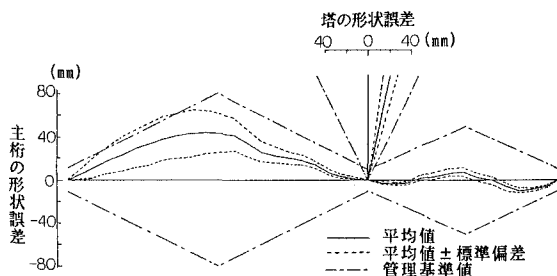
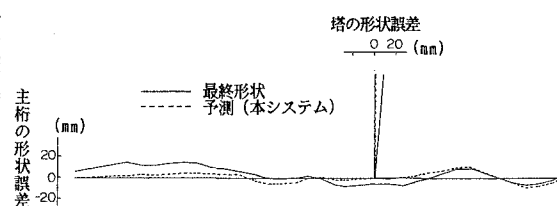


図-4 誤差の予測結果



(a) 主桁・塔の形状誤差

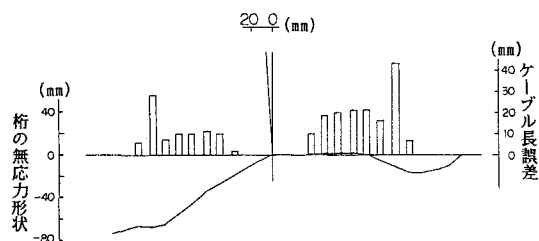
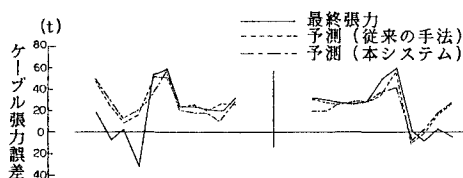


図-3 誤差要因の同定結果



(b) ケーブル張力誤差

図-5 最終形状・張力誤差と予測