

VI-80

P C 斜張橋の高機能施工管理システム

大成建設㈱ 正員○関 文夫 大成建設㈱ 正員 石川 育
大成建設㈱ 正員 田中 茂義 大成サービス㈱ 小沢 敏夫

1. まえがき

P C 斜張橋は、主桁の張出し施工に伴いその不静定次数が刻々と変化するため、橋体各部の応力度、斜材張力、たわみ性状は複雑な挙動を示す。そして、主桁の剛性が低いことから、設計計算で用いられた諸量の仮定値（コンクリート弾性係数、単位重量、作業荷重等）と実測値との差が、施工中の挙動特にたわみ性状に関して敏感に影響するものと考えられる。本稿では、著者らが開発したP C 斜張橋一括施工管理システムのうち、特にたわみ管理に関わる管理システムについて述べるものである。本システムは、従来の設計値と実測値の比較管理の単一システムとは異なり、誤差要因の分析、将来形状の予測、骨組解析による新設計値の算定まで行えるという観点から「高機能施工管理システム」と呼べるものである。

2. たわみ管理

たわみ管理は、施工状態を正確にシミュレートした解析による設計値を基に、実際の挙動と照合しながら形状管理を行うものである。高精度の形状管理を行うためには、早期かつ迅速な誤差要因の分析、将来形状の予測が重要な鍵となる。本システムのフローを図-1に示す。

(1)第1段階（予測システム①）

温度による影響値を補正し、同一温度条件での実測値と設計値の比較を行う。そして、各施工段階の誤差を定量的に求め、その傾向が今後も続くものとして帰納的に将来予測をする。この時に、管理基準値を超える場合、形状管理上支障がない範囲で型枠高さの調整により、誤差補正を行う。

(2)第2段階（誤差要因分析システム）

型枠の高さの調整による誤差補正だけで修正不可能な場合、まず温度の影響値算定方法と実際の挙動との間に誤差の影響を補正する。実際の挙動に合わせた温度の影響値の算定方法を導き、実測値に含まれる誤差を除去する。次に、設計諸量仮定値の誤差の影響を補正する。影響量の大きいコンクリート弾性係数、コンクリート重量、作業荷重をパラメータとし、各要因の感度解析を行い補正係数を算出する。

(3)第3段階（予測システム③）

誤差要因分析の結果を受けて、各施工段階毎に骨組解析を行い新設計値を算定する。この時、実測値及び予測値と新設計値との誤差が将来的に管理基準を超える場合、斜材の張力調整を行い再度骨組解析を実施する。最終形状、斜材張力、各部応力度が許容誤差内に収まることを確認して、データベースの値を更新する。

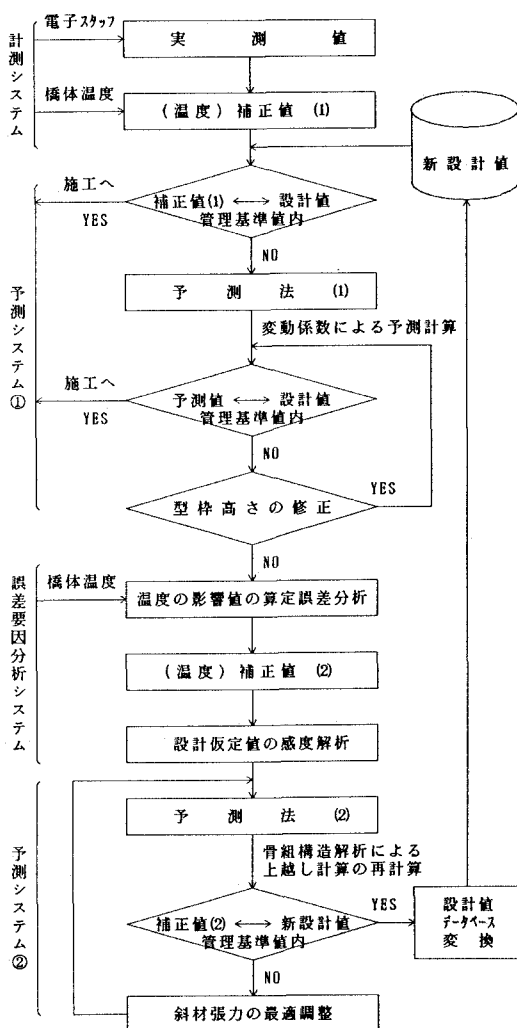


図-1 たわみ管理フロー図

3. 誤差要因分析システム

(1) 温度による影響値の誤差分析

橋体の温度変化によるたわみ影響値の算定式は次式による。

$$\Delta y = \sum_{i=1}^6 (T - t_i) [K_i]$$

Δy ; 温度変化による計算たわみ値

T ; 基準温度

$[K_i]$; 各部材毎の温度影響マトリックス

t_i ; 各部材計測温度 { 橋脚, 主塔, 主桁, 斜材
床版温度差, 主塔左右温度差 }

ここで、 Δy を温度の影響による実測たわみ値とすると、

$$\Delta y = \alpha_i \sum_{i=1}^6 (T - t_i) [K_i]$$

となる α_i を各部材毎に補正係数として求める。

(2) 設計仮定値の感度解析

図-2 に設計仮定値の感度解析のフローを示す。

各管理点毎の感度解析によるたわみ y_{pi} は、次式で示される。

$$y_{pi} = y_{pi} (P_E^* \cdot E, P_W^* \cdot W, P_P^* \cdot p)$$

E ; コンクリート弾性係数設計仮定値

W ; コンクリート重量設計仮定値

p ; 作業荷重設計仮定値

P_E^*, P_W^*, P_P^* ; 各感度係数

この感度解析によるたわみは、各パラメータに感度係数を乗じて骨組計算により算出している（図-3 感度解析概念図）。

各管理点での実測たわみを y_{oi} とすると、 y_{pi} との差が最小となる感度係数を収束計算にて求める（図-2）。

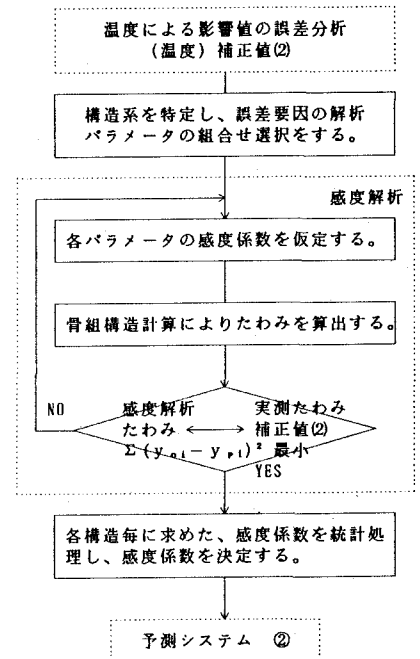


図-2 設計仮定値の感度解析フロー

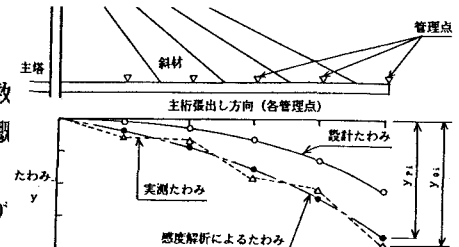


図-3 感度解析概念図

4. 結論

高機能施工管理システムの完成により、次に挙げる成果が得られる。

- ① 計測データのリアルタイム処理を行い、常に最終形状を予測した高精度の形状管理が行える。
- ② 厳密な温度補正の実施に加えて、誤差要因分析が合理的に行える。
- ③ 誤差要因分析結果を受けて、骨組解体計算を再実施し、新たな設計値を算定することができる。
- ④ パソコン通信機能を保有しており、橋梁架設現場以外の場所でもデータの収集・分析が可能である。

今後の展望として、形状管理の判断にファジィ理論の導入、さらに誤差の分析、予測の理論展開にカオス理論の導入を検討中である。

5. あとがき

本システムの動作確認及び数値チェックは、日中大橋（東北農政局，1989年3月竣工）の施工データを用いて検証済である。また、現在施工中の東名足柄橋（日本道路公団）において本システムが稼働される予定である。本稿では、紙面の都合上たわみ管理に限定したが、張力管理、応力度管理についても最新の計測システム、分析システムも兼ね備えた総合施工管理システムであることを追記しておく。最後に、本システムの開発により、今後の長大PC斜張橋の施工管理は、より簡便で合理的なものになるものと確信する。