

実橋データを用いた斜張橋架設管理の精度向上に関する検討

川崎重工業(株) 正会員 ○上野善彦, 石田五郎, 並木裕治, 川口喜史, 梅田聡
北海道開発局 清見博英

はじめに

斜張橋の張出し架設時には、主桁形状、主塔の倒れ及びケーブル張力の管理を行いながら架設作業を進めていくのが通常である。この架設精度管理を合理的かつ効率的に実施するシステムとして、筆者らが開発した斜張橋架設精度管理システム（Control System of Construction Accuracy for Cable-Stayed Bridges, 通称 COSCOA）¹⁾がある。本システムの特徴は、主桁形状、主塔の倒れ及びケーブル張力の設計値と計測値の差「誤差」から、主桁の角折れや重量誤差、ケーブル長などの誤差を生じる原因「誤差要因」を同定する機能を有していることである。同定された誤差要因から将来架設するステップの誤差発生性状を予測することもでき、各ステップで実施される精度管理作業を支援できるシステムである。このシステムを用いて、既に多くの斜張橋の架設精度管理が実施されており有効性が確認されているが、次の問題点も明らかになってきた。

- ・ケーブル架設の段数が進むと、ある架設ステップにおいて、主桁がケーブル導入張力により仮受けベントから浮き上がる。そのステップ前後で誤差要因の同定結果にバラツキが生じ、結果として将来架設ステップの予測誤差の性状も変わってしまうケースがある。

昨年、北海道江別市において、美原大橋（斜張橋）の中央径間が架設され、P 1 主桁の架設精度管理として COSCOA が適用された。側径間をベント架設し、その後、ケーブルを張りながら中央径間の架設を実施した。ベントから主桁が浮き上がる架設ステップがあり、実測データを用いて上述の問題点の原因及び改善策に関する検討を実施したのでその結果を報告する。

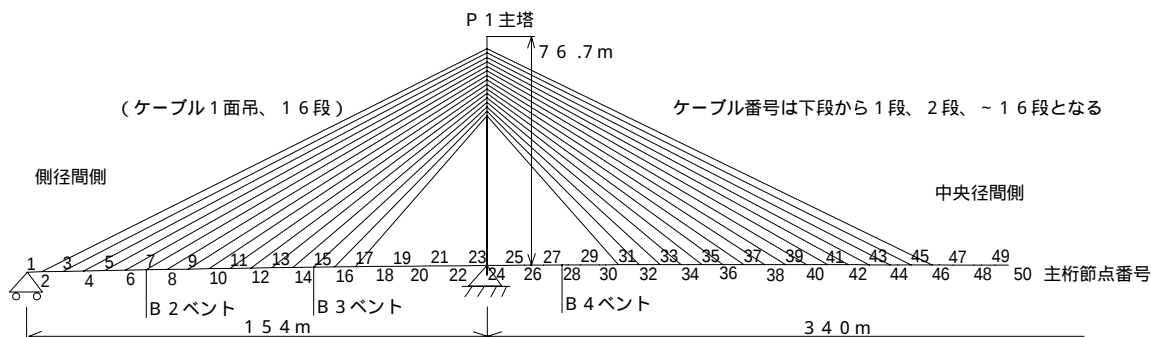


図1 美原大橋 P 1 側構造図

1. 誤差要因の同定と将来架設ステップの発生誤差の予測

ある架設ステップにおいて、誤差と誤差要因の関係は感度マトリックスを介して式(1)となる。

$$\{Y\} = [H] \{R\} + \{E\} \quad \cdots (1)$$

$\{Y\}$: 誤差ベクトル（主桁の形状、主塔の倒れ、ケーブル張力などを含む断面力）

$\{R\}$: 誤差要因ベクトル（主桁角折れ、主塔角折れ、重量、ケーブル長さなど）

$[H]$: 感度マトリックス

$\{E\}$: 計測誤差を含む残差

残差 $\{E\}$ を最小にするため、最小2乗法を適用すると、誤差要因 $\{R\}$ は式(2)により同定される。

$$\{R\} = ([H]^T [W] [H])^{-1} \cdot [H]^T [W] \{Y\} \quad \cdots (2) \quad [W]: \text{誤差の重み係数マトリックス}$$

現ステップの誤差要因同定量を将来ステップの関係式(1)に代入すれば、将来ステップの誤差が算出される。

キーワード：斜張橋、架設精度管理、同定、予測

連絡先：〒675-0180 兵庫県加古郡播磨町新島 8 番地 TEL 0794-35-2102 FAX 0794-35-2152

このことにより、将来ステップの誤差予測が可能となっている。常に的確な将来予測を実現するには、この同定量がどの架設ステップにおいても安定する必要がある。

2. 現状の調査

精度管理はケーブル2段毎に実施された。誤差要因としてケーブル長さ、主桁角折れ、主塔角折れなどが採用されている。ケーブル2段目架設時にB4ベントが撤去され、6段目でB3ベントが撤去され、さらに10段目でB2ベントが撤去された。図2より、B2ベント撤去前後（10段ケーブル設置）において、側径間主桁の角折れ同定量の変化が大きいことがわかる。これが8段目ケーブル設置（ベント撤去前）からの誤差予測と10段目ケーブル設置からの誤差予測に差異が生じた主因であると考えられる。

3. 改善策の検討

ベント近傍の主桁角折れ誤差要因の不採用

図3より、B2ベント（節点7）近傍（節点6，8）の角折れはその近傍の主桁形状よりも遠方の主桁形状に影響を及ぼしていることがわかる。そのため、同定の精度が悪い場合、他の節点の同定量にも悪影響を与えている。

主塔角折れ誤差要因の固定

主塔自立時（ケーブル未架設）主塔角折れ誤差要因は正確に計測可能である。これ以降の架設ステップでこの主塔自立時同定量を用い、架設ステップごとに主塔の角折れを誤差要因に選択しないこととする。

4. まとめ

上記改善策を実施した結果、図4より、いずれの架設ステップでも誤差同定量はほぼ一定値を示していることがわかる。その結果、図5に示すとおり、将来の架設ステップの誤差発生性状も比較的安定した結果が得られた。設定する誤差要因を適切に選択することの重要性が改めて明らかになった。これらの検討結果を将来実施する架設精度管理に活用していきたいと考えている。

【参考文献】1) 坂井他：斜張橋架設精度管理システム（COSCOA）の開発，川崎重工技報第112号，1992.4

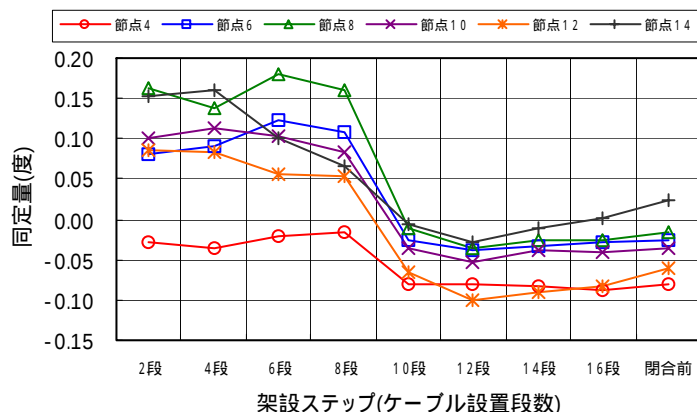


図2 側径間主桁角折れ誤差同定量の変化(改善前)

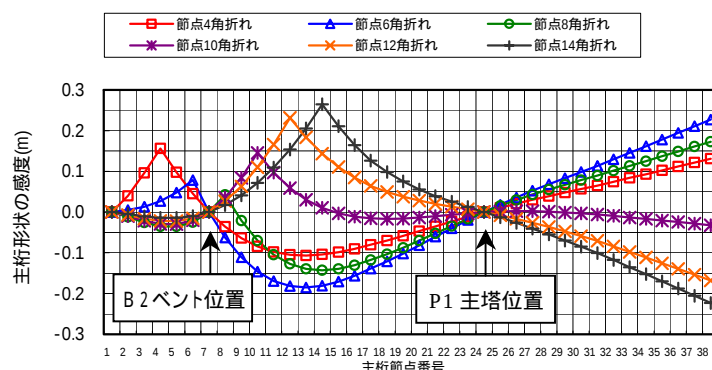


図3 側径間主桁角折れによる主桁形状誤差の感度(B2ベント撤去前)

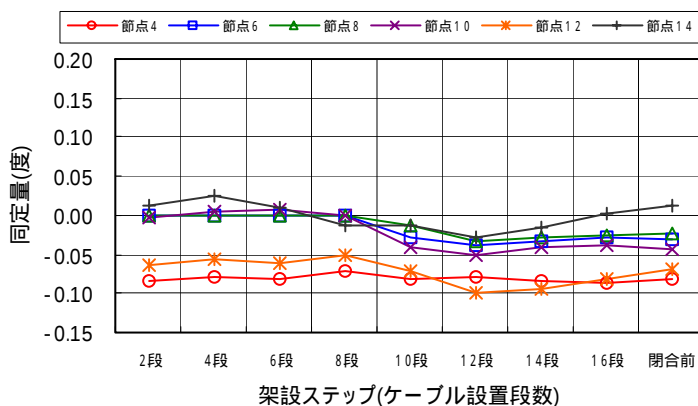


図4 側径間主桁角折れ誤差同定量の変化(改善後)

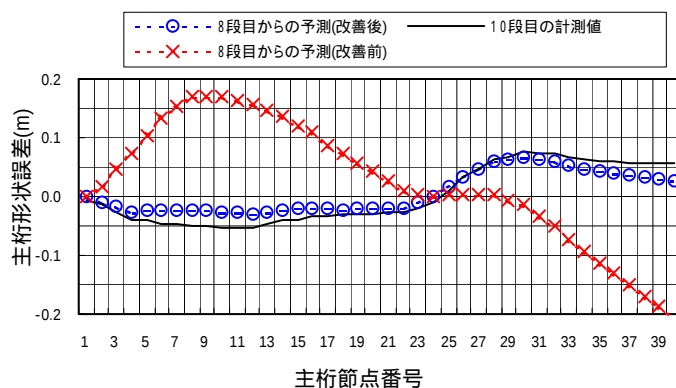


図5 ベント撤去前後での主桁形状誤差予測