

PS I-10 PC斜張橋の精度管理における最適斜材張力調整量の決定法と実施例

山口大学工学部 正会員 ○古川浩平
住友建設（株） 正会員 新井英雄
住友建設（株） 正会員 春日昭夫

1. はじめに

本格的な長大PC斜張橋が数多く計画・建設されてきている現在、筆者らは鋼斜張橋にはないコンクリートのクリープ特性を利用した精度管理における最適化手法を提案してきた¹⁾²⁾。それによると、従来から用いられてきた斜材張力調整量の二乗和を最小にする最適性規準よりも、張力調整およびクリープ変化による仕事を最小にする最適性規準の方が、残留誤差・残留応力を小さくできることが明らかになった。

また、設計で決定された斜材張力に対し誤差が生じた場合は、それに起因するクリープによる張力変化が発生し、クリープ終了時に許容残留誤差を満足しなくなる可能性がある。そして、この制約を満足するためには、クリープ終了時までをも考慮した最適化を行う必要があり、制約条件にクリープによる張力変化量を組み込んだ定式化を行った。以下、この手法を新綾部大橋³⁾と布施田浦橋⁴⁾に適用した結果を示し、その有効性を確認するとともに、施工誤差と精度管理における張力調整の関係について考察を加える。

2. 目的関数

筆者らが示した最適性規準²⁾のうち、ここでは次の2つについて比較を行う。

規準Ⅰ：斜材張力の導入量の二乗和を最小にする最適性規準

$$U_I = \Delta P_0^T \cdot \Delta P_0 \rightarrow \min \quad (1)$$

規準Ⅱ：張力調整およびクリープ変化（張力の施工誤差によるものを含む）による仕事を最小にする最適性規準

$$U_{II} = (E_E \cdot \Delta P_0)^T \cdot \Delta P_0 - (E_\gamma (T \cdot \Delta P_0 + \Delta P_{C0}))^T (T \cdot \Delta P_0 + \Delta P_{C0}) \rightarrow \min \quad (2)$$

ただし、 ΔP_0 は斜材張力の導入量、 T は斜材張力の影響マトリックス、 E_E は単位導入量による仕事の影響マトリックス、 E_γ はクリープによる単位張力変化量の影響マトリックスである。

3. 新綾部大橋の実施例

最大支間110mの3径間PC斜張橋である新綾部大橋に本手法を適用した結果を図-1に示す。主桁形状の残留誤差は規準Ⅰと規準Ⅱでほとんど差がないが、斜材張力の残留誤差は規準Ⅱの方が小さくなっている。したがって、橋脚下端の残留応力も約60%になる。本橋の特徴としては、右側径間の主桁形状が許容値を満足していない部分があり、これを修正するために側径間の斜材を引き、また左側径間はクリープで桁が下がる方向、つまり、張力が入ることを見込んでそれほど張力調整を行っていないことが挙げられる。右側径間のように、張力が少なめで桁が下がっている場合は、斜材の張力を導入するだけで誤差修正を行い、クリープによる張力変化を余り利用しない傾向にあることが分かる。

4. 布施田浦橋の実施例

支間114mの2径間PC斜張橋である布施田浦橋に本手法を適用した結果を図-2に示す。新綾部大橋と同様、規準Ⅰより規準Ⅱの方がアクティブなポイント以外でも斜材調整を行っており、誤差の出方も同じ傾向といえる。右側径間の主桁形状に違いが出たのは、張力を導入してクリープによる変化量を小さくすることにより、クリープ終了時までの仕事を最小にするからである。新綾部大橋は、左側径間が閉合する前に張力調整を行っているため、本橋ほど差がついていないが、いずれにせよ、規準Ⅱはアクティブな点以外の主桁形状残留誤差を小さくできるといえる。

5. おわりに

2橋の実施例より以下のようなことが言える。

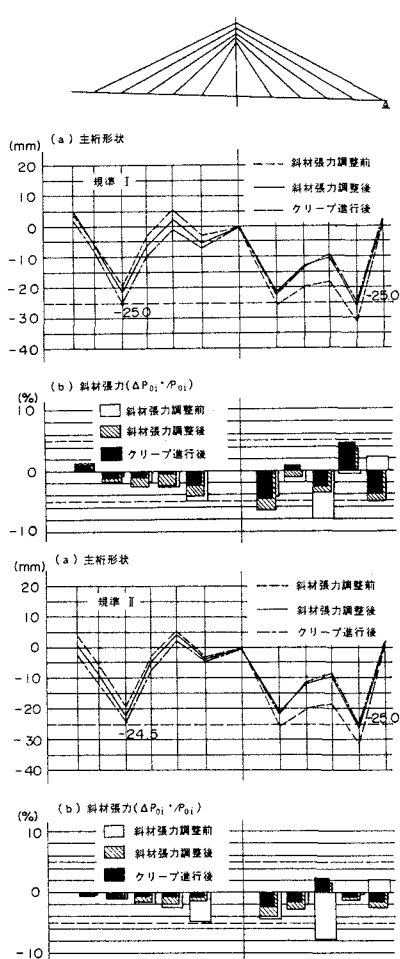


図-1 新綾部大橋の調整結果

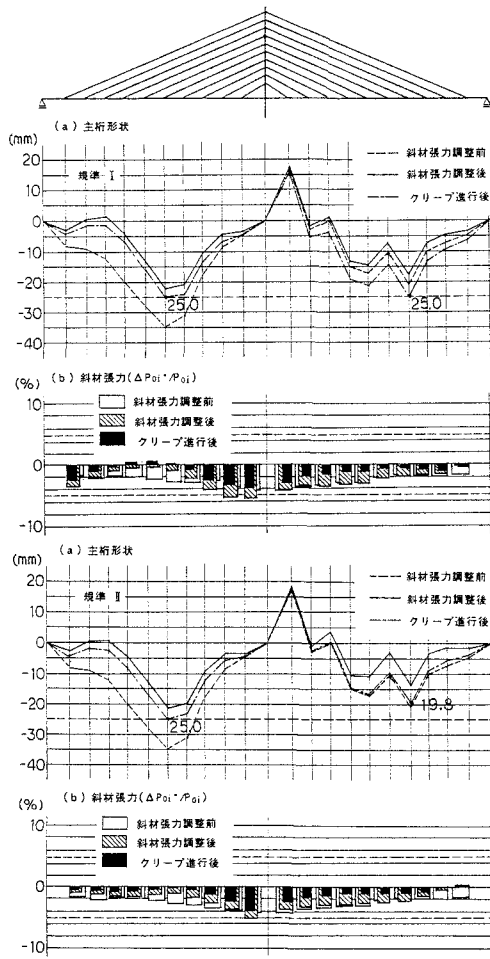


図-2 布施田浦橋の調整結果

PC斜張橋の施工時におけるクリープ・乾燥収縮の影響は、設計計算で考慮できるが、仮に考慮せずに施工誤差として取り扱うとしても、両橋の例で明らかなように張力誤差と形状誤差はともにマイナスの方向に発生するため、張力調整でほぼ修正可能である。

架設時精度管理は、それまでのデータを基に将来の誤差の出方を予測することがポイントになる。そして、張力調整前に全ての誤差が許容値を満足しており、調整を行わないのが理想であると言える。したがって、架設中は誤差の予測により、この状態を目指して精度管理を行うのである。しかしながら、架設中に許容値を満足しない誤差が発生したならば、それを無理に修正しようとせずに、最終の張力調整で修正し易いように誤差をコントロールして行くのがよいと思われる。その場合本手法が有効に適用できる。

今後は、本手法を組み込んだ誤差コントロールをシステムとして構築する予定である。

参考文献 1)古川浩平・新井英雄・春日昭夫：PC斜張橋の精度管理における最適斜材張力調整法に関する一研究，土木学会第43回年次講演会，I-285，昭和63年10月。 2)古川浩平・熊谷紳一郎・新井英雄・春日昭夫：新綾部大橋における精度管理のための斜材張力調整量の決定法，構造工学論文集，Vol.35A，1989年3月。 3)高野叔和・佐藤伸次・植田卓文・新井英雄：新綾部大橋上部工の施工，プレストレストコンクリート，Vol.30，No.2，pp.21-32，1988年。 4)加藤光徳・立花 充・小田徳昌：布施田浦橋（仮称）の施工，橋梁と基礎，第23巻，第1号，pp.1-8，1989年1月。