

I-A 316 多径間連続全断面溶接I桁橋に対する形状管理の一方法

川田工業（株） 正員○平野健二 川田工業（株） 正員 橋 吉宏
川田工業（株） 正員 越後 滋

1. はじめに

添接部の全断面を現場溶接するI桁橋は、最近徐々に採用される傾向にある。これは、合理化断面を採用した場合、高力ボルトを用いる構造と比較して鋼重が低減でき、さらに景観上好ましい事に起因する。

しかしこの形式の橋梁の場合、高力ボルトを用いる構造と比較して架設後のキャンバー管理に自由度がない。さらに製作精度や溶接縮みによる影響が直接キャンバーを変化させる要因となる。また、プレキャスト床版を有する構造の場合には、主桁間のキャンバー相対差が大きくなると、床版が敷設できなくなる可能性もある。ここで、製作精度がキャンバーに及ぼす影響は工場出荷時における部材組立シミュレーションで対処することが可能であるが、現場溶接による縮み量は予測することが難しい。さらに多径間連続構造の場合、地組立てした桁の誤差によって、地組された桁同士の添接部分がルートギャップの許容値内に収まらない可能性もある。

そこで本報告では、各径間ごとに地組立を行ったのち順次架設を行っていく工法を前提としてキャンバーの誤差を極小にする方法について提案する。これは、地組みされた部材を3次元計測し、まだ地組みされていない部材のルートギャップ量を許容値内で最適化することによってキャンバーの誤差を極小にし、規定値を満たす構造とすることを目的とする方法である。

2. 部材の製作から架設までの流れと形状管理

図-1に示したように、工場において製作された部材はすべて3次元計測する。そして、すべての製作が終わった段階で全橋にわたってシミュレーションを行う。その結果、全橋が整合性のとれた配置となる。現場においては、地組立された桁を3次元計測する。さらに他の地組立が行われていない部材に関しては部材製作後に計測したデータを用いて、ルートギャップを許容値内で最適化することによって、キャンバーの誤差を極小にする。

3. 最適化手法

最適化には、遺伝的アルゴリズム¹⁾（以下GA法）を用いた。GA法をI桁のキャンバーの最適化に用いる手法は、文献2にみられるようにすでに適応性が確認されている。以下に、使用した目的関数、制約条件を記す。

$$\text{目的関数: } E = \sum_{n=1}^m |C_n - c_n| \quad \cdots \cdots \text{式-1}$$

→ minimize E

mは、架設管理に必要なキャンバーの数

制約条件: $\min \leq \delta^{(u)}_k, \delta^{(l)}_k \leq \max$ ($\min \cong 3mm, \max \cong 12mm$)

C_n : 設計で求めた、ある場所の理想的なキャンバー

c_n : ある場所の解析したキャンバー

$c_n = f_n(\mathbf{R})$

f_n : ある場所のキャンバーを求める関数

$\mathbf{R}$: ルートギャップ列

ex.) $\mathbf{R} = (1, 3, 7, 2, \dots, \delta^{(u)}_k, \delta^{(l)}_k, \dots, 6, 3)$

目的関数は、ルートギャップ列の関数になっているが、式展開による陽な形で示すことは困難なため、コンピュータシミュレーションによる陰な形で与えた。また図-2に本報告における要素座標系およびルートギャップの定義を示した。

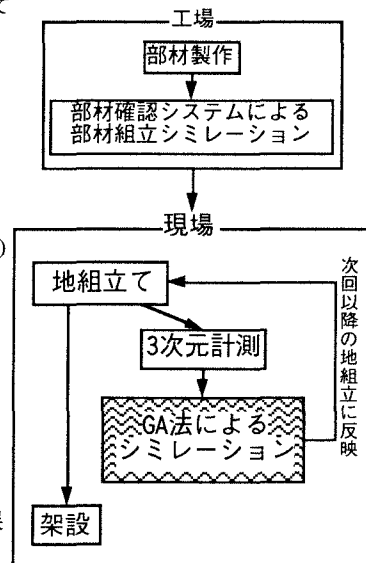


図-1 部材製作から架設までの流れ

交叉は、1点交叉を用いた。ここで、ルートギャップ列は前の世代の個体同士の交叉による個体と、世代と世代が交代する際に任意の場所のルートギャップが突然変異する個体の2種類を用いた。誤差は、各橋体の設計キャンバーと解析したキャンバーとの差の絶対値の合計を用いた（式-1）。また、各世代を構成する個体数分だけ世代が進んだときに、それまで最も適応度が高かった個体を抽出して次の世代とすることができるようになった。

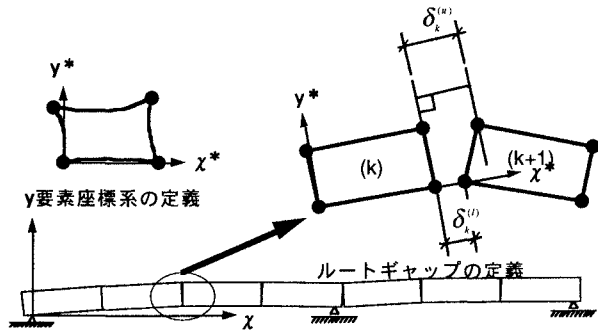


図-2 要素座標系とルートギャップの定義

多径間連続化構造を対象としているが、最適化は架設順序にしたがって1径間ごと順次行った。また、径間と径間の接合部についても、1径間を最適化する時と同様の制約条件を適用した。ここでもし制約条件をはずれる場合にはその接合部を持つ、架設順序が遅い側の径間のルートギャップを再び最適化する。したがって、ルートギャップの制約条件を満たす接合部を持ち、径間ごとに最適化された連続I桁が形成されるようにした。

4. 本手法による例題の解析

図-3のような例題を作成し、最適化を実行した。計算するに当たってルートギャップの初期値は2mmを与えた。この値は、溶接が可能であるルートギャップの最小値として与えた。そのままでは、径間と径間の接合部分で部材同士がぶつかってしまうことになる。これを本手法を用いて最適化を行った。

GA法では世代が進むに従って進化が起こる。また、一つの世代にはある人口が存在し、その人口を構成する個体が今回の場合はルートギャップ列である。このルートギャップ列は、世代が進むにつれて同世代の個体と交配し次世代の個体を構成しながら進化していく。この例題を本手法を用いて10回の最適化計算を行って平均した結果（ただし1世代の人口サイズを20個体とした）、84世代において許容値を満足する結果が得られた。また、200世代まで求めた場合、EWS（NEC製・EWS・4800/350）でおおよそ7分の計算時間を要し、十分実務に対応できる計算時間であった。

5. おわりに

本報告では、多径間連続全断面溶接I桁橋に対してルートギャップを許容値内で最適化することによって、キャンバーの誤差を極小にする方法について提案した。

今後、ここで提案した最適化手法を実際に現場で適用し、より現実問題に即した手法を提案していきたい。本報告に際して、武蔵工業大学土木工学科 皆川 勝助教授にはGA法に関して貴重な助言を頂いた。ここに記して、深く感謝します。

【参考文献】1) 北野宏明 編：遺伝的アルゴリズム、産業図書、平成5年6月2) 三上市蔵 他：土木構造物の知識情報処理に関する調査研究、土木学会関西支部、平成6年7月

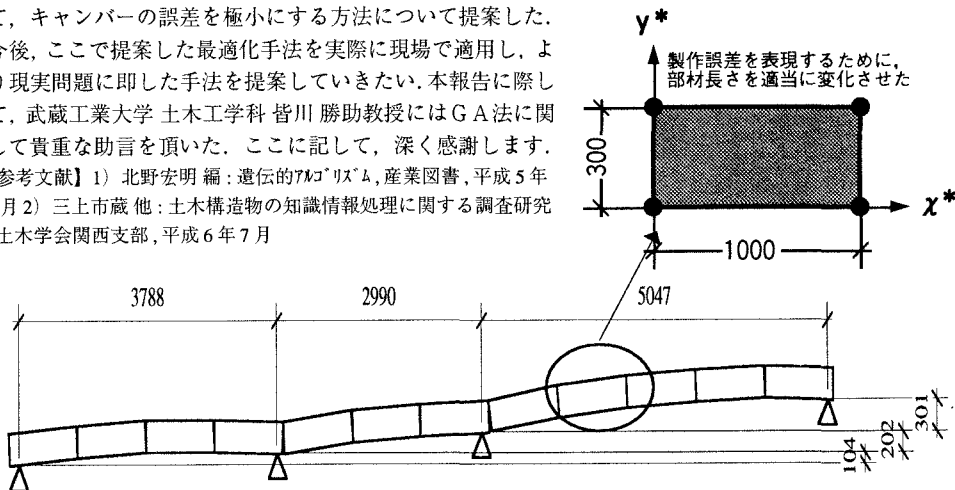


図-3 例題に用いた諸量

（単位：cm）