

長岡技術科学大学 学生員 中平幸芳
長岡技術科学大学 正員 島居邦夫

1. はじめに

鋼構造物の建設では、一般に工場内で製作した各部材を現場で組み立てている。しかし、製作された部材には部材長・接合角等について製作段階に生じた誤差が含まれているため、それらを結合した構造物全体の完成状態を保証する事が必要となる。その方法として、工場内での仮組みを行なっているのが現状であるが、それに費す工費・工期・仮組みエリア等が大きな割合を占めているのも見逃せない。よって筆者は、各完成部材の所要寸法を実測した後、電算機によってそれらの部材を組み立てることにより構造物が所期の状態になることを証明するという方法を研究の主旨としている。ここでは、寸法の実測方法については触れず、信頼できる値が得られたとして進めていく。今回は部材長に関する誤差を取り扱うが、確定誤差として実測された部材長誤差、不確定誤差としてボルト径とボルト穴とのクリアランスが部材長に及ぼす影響を考える。

2. 解析方法

3次元骨組構造として変位法を用いて解析するので、静定・不静定、また軸力部材・曲げ部材に関係なく適用できる。まず、確定誤差である実測部材誤差を考慮した構造全体の挙動を調べる。一般的な構造に対するアルゴリズムとして、誤差を持つ部材に、引張・圧縮・曲げ・ねじり等のある力をくわえて所期の形状に修正したとする。修正した部材に、それに要した力を逆方法に外力(仮想上の外力)として作用させ、それを一つの部材構造系と考える。各部材についてこの操作を行ない、接合で結合し、変位法を用いて構造全体の挙動を解析した後、結果として得られる応力から前に作用させた仮想上の外力を差し引くという方法を用いている(図-1)。

次に、ボルト径とボルト穴とのクリアランスによる部材長の変動を検討する。例えば、部材上に一ヶ所の接合部があり、ボルト径 $\geq 2mm$ 、ボルト穴 $\geq 4.5mm$ で連結されている場合、部材長は $\pm 1.25mm$ の範囲で変化することになる。ここでは、この変化の確率を正規分布と仮定し、各部材の変化が構造全体の応力と変位に及ぼす影響を求め、それらを重ね合わせる。得られた応力と変位も正規分布する確率変数となり、それらは互いに相関を持つので、統計学的手法により判別関数を作り、それによって求めた確定誤差を持つ構造として解析した応力と変位を当てはめて、所期の状態となることを保証できるかを決定する(図-2)。もし棄却されれば、どれかの部材を修正する必要がある。修正する部材の選定には、最小限の部材数の修正で所期の状態を満足することが望ましく、そのあたりは検討の余地が残されている。

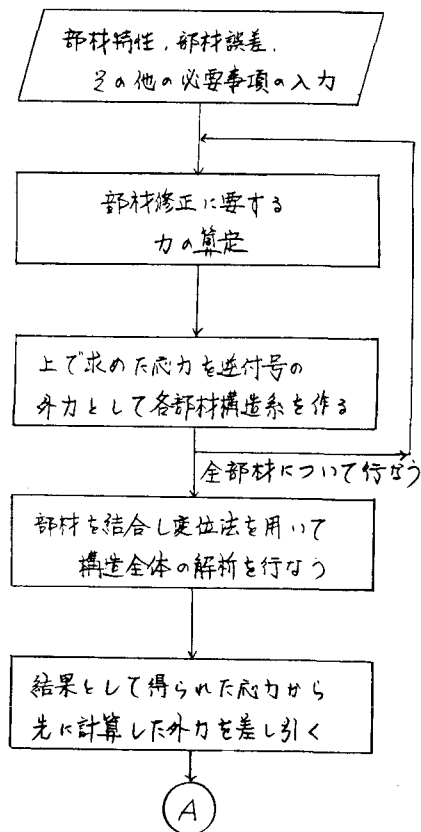


図-1

確定誤差を考慮した
構造の挙動を求め
フローチャート

3. トラス構造への適用

例として、平面トラス構造の解析を説明する。先ず、実測された部材長誤差による構造全体の歪動を求る。図-3の様に正の誤差を持つ部材の場合、修正を施した部材構造系は図-4の様に軸方向に引張りの外力が作用しているものとなる。各部材構造系を結合し(図-5)、解析を行なう。その後、応力として得られた軸力から部材構造系において作用させた外力を差し引く。トラスの場合、静定構造なので得られた軸力は作用させた外力と大きさが等しく、それらは相殺され、結果として応力(軸力)は生じることなく、接合変位のみが得られる。

次に、部材長の变化とある正規分布と仮定し、各部材長が变化した時の各接合変位の変化(標準偏差)を求る。各部材長の変化は互いに独立であるとするので、各接合変位の変化は重ね合わせが可能である。各接合変位間の相関係数を求め、接合変位を変数とする判別関数を作成する。それを用いて、先に実測誤差を考慮して解析した各変位の値をサンプルとし、ある確率で棄却されるか否かを判定する。棄却されれば、どれかの部材長を修正する必要がある。

4. あとがき

発表の際には、実際のトラス橋に適用する予定である。なお、製作誤差としては、部材長の他に接合角、ねじり角等いろいろ考えられるが、今後、その方への拡張を行ないたい。

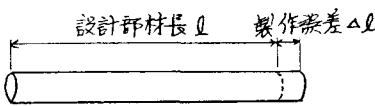


図-3

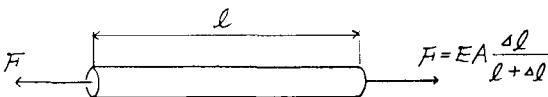


図-4

組み合わせる

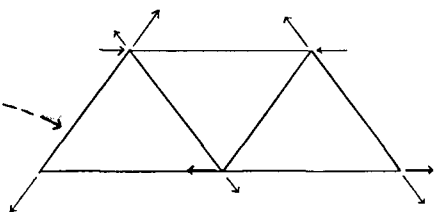


図-5

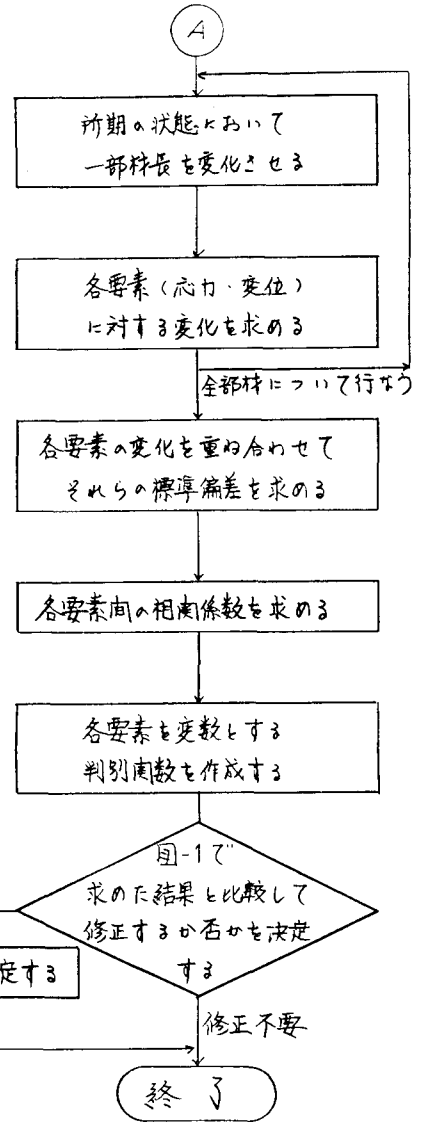


図-2

初期の状態の保証を行なう
フローチャート