

I-383

既製形鋼を用いる平面骨組構造物の全応力設計に関する一考察

室蘭工業大学 学生員 山 本 洋 敬
室蘭工業大学 正 員 杉 本 博 之

1. まえがき 設計変数を連続量として全応力設計を行うと解は1つであるが、これを離散量とすると解は複数あることの可能性が指摘されている。¹⁾ そこで、本研究では、離散量として、H型鋼、鋼管、山型鋼の3種類の既製形鋼を用い、いくつかのトラス構造物と平面骨組構造物の離散的な全応力設計を行い、解の複数性の確認と、その検討を行うことにする。本研究で用いた、許容応力度、有効座屈長の計算、強度照査式、安定照査式、局部座屈の照査式は、すべて道路橋示方書に従った。

2. 全応力設計について 変数を連続量とした時の全応力設計の定義は、構造物のすべての部材が少なくとも1つの荷重条件下において、その許容応力に達するという設計として定義される。一方、変数が離散量の場合は、許容応力度と作用応力度が一致するのはまれで、構造物のすべての部材が少なくとも1つの荷重条件下において、トラス構造物の場合は、軸力に関する照査式を、平面骨組構造物の場合は、強度、安定、局部座屈の照査式を可能な限りアクティブに近い状態で満足する設計と定義される。

本研究の離散的全応力設計は以下の手続きで求められる。

- ① 任意の初期値を与える。
- ② 構造解析を行い、各部材の断面力を求める。
- ③ 各部材毎に、部材断面積の少ないランクから検討し、最初にすべての照査式を満足するランクをその部材のランクとする。
- ④ 収束していなければ③の結果を初期値として②へ帰り、収束していれば計算を終了する。

ここで、③の照査式とは、トラス構造物の場合は、許容軸力に関する照査式、平面骨組構造物の場合は強度、安定、局部座屈の照査式を使用した。また、断面ランクとは、使用断面を、断面積の小さい順に並べ換え番号付けをしたものである。使用断面は、JIS規格に定められている断面を使用した。すべてを使用したわけではなく、トラス構造物で用いたH型鋼は21断面、平面骨組構造物に用いたH型鋼は29断面、鋼管については29断面、山型鋼については20断面をそれぞれ適当に選択した。

3. 計算結果について 本研究では、トラス構造物については5種類、平面骨組構造物については10種類の計算を行った。離散的全応力設計の複数性は、初期値を理由とする。そこで、すべての計算において、構造物の規模に応じた数の初期値を乱数として発生させ、それらを用いて行った離散的全応力設計の結果を整理した。ここではそれらの内、図-1に示す3部材2変数トラスの結果について説明する。既製形鋼は鋼管とし、鋼種はSTK50とした。荷重Pは282.8 tfとし、設計変数は部材1、3のランク I_1 と部材2のランク I_2 である。表-1は、この問題の結果を表したものである。結果は、断面ランクの値で表し、目的関数は、それぞれの結果

の全容積であり、回数
は、乱数を発生させ初
期値を与えた数、頻度
は、その設計に収束し
た数を表している。こ
れによると、回数を
900とした時、全応力
設計となる部材の組み
合わせは5種類存在

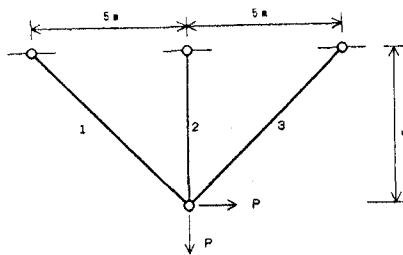


図-1 3部材2変数トラス

表-1 3部材2変数トラスの結果

設計変数		1	2	目的関数 (cm^3)	頻度/回数
部	材	1-3	2		
結果	①	15	4	280326	752/ 900
	②	16	2	291307	35/ 900
	③	16	3	295517	37/ 900
	④	16	4	303377	41/ 900
	⑤	17	1	307496	35/ 900

し、この結果では、回数が900ケースの初期値の内、結果①に752ケース収束していることがわかる。また、目的関数の最大値(⑤)と最小値(①)の差は、約10%であった。

図-2は、この問題の設計空間を表した図である。
・は、初期値、丸付数字は、ある・を初期値とした時、そこに収束することを表し、表-1の番号に対応している。実際にすべての組み合わせだけ初期値を与えると、結果①に最も多く収束し、乱数により初期値を与えた時の割合と同じ傾向になっている。

また、表-1の結果において、結果②、③、④と結果①、④において、設計変数の片方が同一であるのに対し、他方の値が異なるという設計となっている。この現象について若干の説明を加える。図-3は、設計変数の I_1 を16に、図-4は設計変数の I_2 を4に固定した時の軸力と、断面積およびランクの関係を表したものである。○は、変数を離散量とした時、点線は、変数を連続した時の許容軸力、実線は作用軸力を表し、●は、表-1に示す収束した点を表している。

これを連続的な全応力設計法を用いて設計すると、良く知られているように、図-2では常に許容軸力を満足しているので、 A_2 は 0 cm^2 となり、図-3では、交点の値 179.2 cm^2 となる。一方、離散的な全応力設計法で設計すると、例えば図-3において、 I_2 の初期値をランク5に与えたとすると、許容軸力を満足し、ランクを4に下げても、ランク5の作用軸力はランク4の許容軸力を満足する。次に、ランク4では、やはり許容軸力を満足するので、ランクを3に1つ下げると、ランク4の作用軸力はランク3の許容軸力を満足しないので、ランク4に収束することになる。次に、ランク3を初期値とした場合は、許容軸力を満足するので、ランクを2に1つ下げると、ランク3の作用軸力はランク2の許容軸力を満足しないので、ランク3に収束することになる。他も同様に説明できる。これは図-2においてイの方向を探索したことを意味する。図-4においても、図-3と同様に説明でき、これは図-2において、ロの方向を探索したことを意味する。他の構造物でも、ほとんどのケースにおいて同様に複数の全応力設計の確認がされている。

4. まとめ 本研究の成果として、変数を離散量とした時、全応力設計は複数存在し、それらの目的関数の値にはかなりの差のあることが確認された。その他の構造物における結果は、当日発表する。

5. 参考文献 1) 山梨高裕：既製形鋼を用いる骨組構造物の設計のための効率的離散最適化アルゴリズムの開発に関する基礎的研究、室蘭工業大学、平成元年度卒業論文。

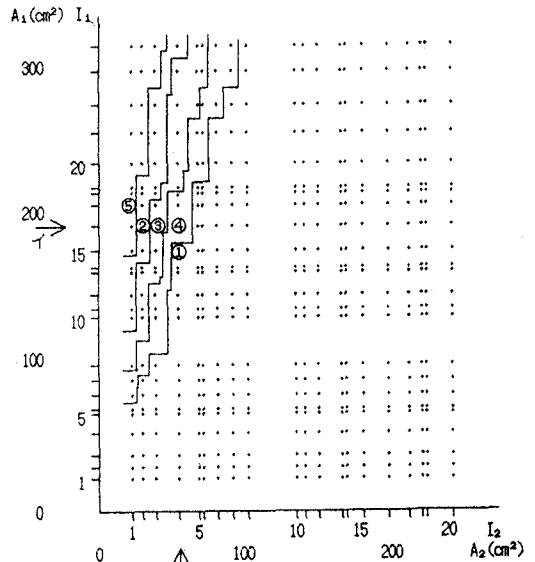


図-2 3部材2変数トラス構造物の設計空間

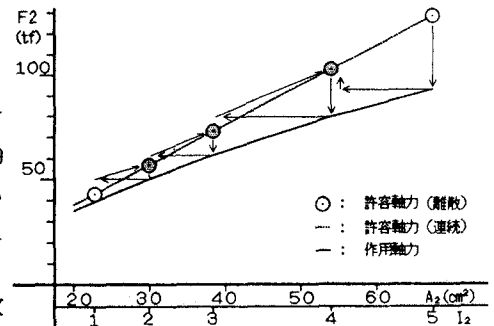


図-3 設計変数2についての考察

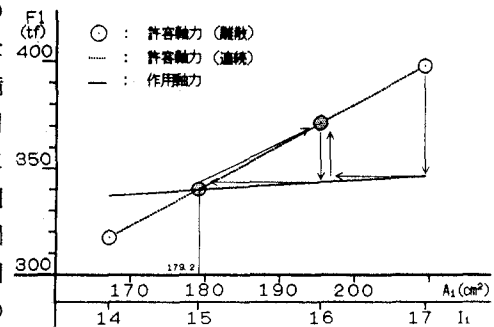


図-4 設計変数1についての検討