

I-186

対話形式による数値最適設計支援システムの開発について

室蘭工業大学 学生員 亀廻井寿明、正員 杉本博之
新日本製鐵株式会社 山村和人

1. まえがき 汎用最適化プログラムADS¹⁾を使用するに当り、ユーザーにはADSをコールするためのメインプログラムの作成、最適化手法および初期値の設定、内部パラメーターの変更などが要求される。また一般の工業最適設計の問題においては、設計変数の数もかなり多く最適解の予想はつきにくい。従って初期値の与え方によっては、解が最適解に収束しなかったり、効率が悪くなることが予想される。さらに問題が複雑であることから、1回の最適化計算だけでは満足できる解が求まらないことが多く、その場合には手法、初期値、および内部パラメーターを変更して再計算する必要がある。この際にユーザーは最適化計算の結果を見て、設計の質の良否、最適解である確信が持てるかどうかを検討し、再計算するかどうかの判断をしなければならない。本研究は、ユーザーがこれらの作業および判断を行う上で、できるだけユーザーの負担を軽減し、ADSの使用性、効率性を向上させることを目的として、最適化手法の自動設定、初期値改良、内部パラメーターの変更、最適解収束過程のグラフ表示、再計算の実行の機能を持った対話形式による数値最適設計支援システムの開発を試みた。

2. 数値最適設計支援システムの前処理および後処理について この数値最適設計支援システムは、大きく分けて前処理と後処理²⁾から構成される。図-1にその流れ図を示す。

前処理には、ADSの引数の定義、最適化手法の自動設定、初期値改良³⁾、内部パラメーターの変更がある。ADSをコールするうえであらかじめ与える必要のある引数は、INFO、ISTRAT、IOPT、IONED、IPRINT、IGRAD、NDV、NCON、X、VLB、VUB、IDG、NRA、NCOLA、NRWK、NRIWKの16である。これらのうち内部パラメーターの変更を行う際に用いるINFOは代入文として-2を入力し、最適化手法(ISTRAT、IOPT、IONED、IPRINT)を除く引数は入力ファイルからの入力とした。最適化手法の設定については、ADSに馴染みの薄いユーザーには手法を選択するための知識があまり無いため、問題に応じたより良い手法を設定することはかなり困難である。従ってADSに熟知している者の経験にしたがって最適化手法を自動設定することを試みた。自動設定をしないのであれば、ユーザーが画面上から入力するものとした。

一般に数値最適設計法によって解かれる最適設計問題の解の精度、その効率性は初期値に依存するところが大きい。従ってユーザーはできるだけ良い初期値を与えることが要求される。求めようとする問題に対し精通している経験豊富なユーザーであれば、ある程度初期値の目処が立つこともあるが、一般には適切な初期値を与えることはなかなか難しい。従って、この様な問題に対し、このシステムではユーザーの与えた初期値を改良する機能を前処理の一部として組み込んでいる。

ADSの内部パラメーターには実数パラメーターと整数パラメーターがある。最初内部パラメーターは、平均的な最適化問題に相当であると思われる値に設定されているが、ユーザーは問題に応じて自由にそれらの値を対話形式により変更することができる。

後処理には、最適解収束過程のグラフ表示、再計算の実行がある。

再計算の必要性はすでに述べたが、今までのシステムでは数値結果のみが表示されるだけであったので、目的関数の増減、設計変数および制約条件式の収束状況などを頭の中にイメージするのが困難であった。一般に人間が物を判断する際に、デジタルな情報よりもグラフィックな情報の方が直接目で見れるだけ情報量が豊富であると考えられる。解が最適解にた

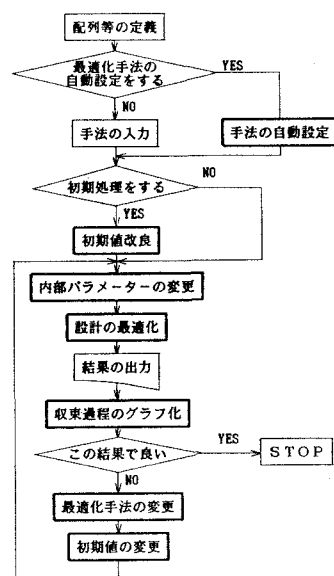


図-1 前処理、後処理の流れ図

どり着く過程において、問題の性格、最適化手法および初期値の設定の仕方によっては収束状況が非常に不安定となる場合があり、実際にこの動きを目で追うことができれば再計算するか否かの判断を下すうえでの信頼性が向上すると考えられる。また再計算は2回3回と繰り返し行うことが予想されるので、このシステムには「計算⇒グラフ表示⇒再計算」という一連の過程を繰り返し実行できるような機能を組み込んでいる。

再計算に関しては、初期条件の変更(最適化手法、初期値、内部パラメーター)をすべて対話形式で行うことにより手続きの合理化がなされ、一連の作業の能率性が向上すると考えられる。

3. ユーザーが提供するプログラム SOLVER について ユーザーは本研究で開発した数理最適設計支援システムを利用して最適化計算を行う場合、設計問題を解析し、目的関数、制約条件式を計算するプログラム SOLVER のみを作成すればよい。SOLVERはシステムの中で次のコール文によりコールされる。

CALL SOLVER (ICALC,X,G,OBJ,A,DF,IC,NCON,NGT,NRA)

ICALC はSOLVERをコントロールする整数パラメーターである。残りの引数については、ADSの引数と同じであるのでここでは説明を省略する。(参考文献¹⁾参照)

4. システム使用例 ここでは特に、グラフより再計算の判断をする例を挙げることにする。図-2のような、先端に集中荷重のかかる片持ちばりの最小重量設計をする。設計変数($x_1 \sim x_{10}$)は部材要素間の桁高とし、制約条件は、各断面における応力($g_1 \sim g_9$)と、はり先端における変位(g_{10})とする。図-4、5、6はそれぞれこの問題を手法SQPで解いた時、実際に画面上に出力される収束状況のグラフである。図-4を見ると、目的関数はスムーズに減少し、収束している様子が良くわかる。図-5では、設計変数の大小の相対的な関係が良くわかるが、9、10番に着目すると大小関係が逆転している。これは問題の性格上から疑問を感じる。

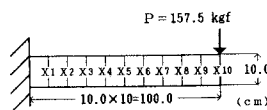


図-2 初期形状

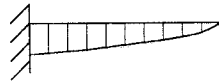


図-3 最適形状

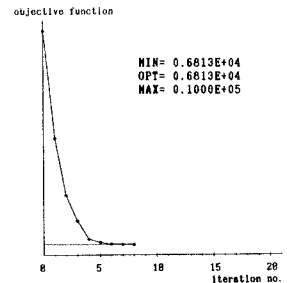


図-4 目的関数

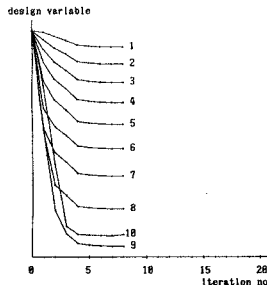


図-5 設計変数

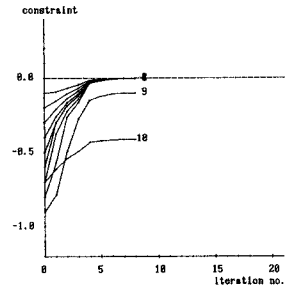


図-6 制約条件

5. まとめ 本研究により得られた結論を以下に箇条書きにする。(1)このシステムを使用するに当り、ユーザーは設計問題を解析するプログラム SOLVER のみを与えればよい。(2)最適解収束過程のグラフ表示をさせることにより、目で直接収束過程の状況をつかむことができるようになり、再計算の判断を下すうえで信頼性が増した。(3)前処理、後処理の一連の過程を対話形式で行うことにより、これらの手続きを簡単に行うことができるので、ADSを使用して最適設計を行う際の使用性、効率性を向上させることができた。

6. 参考文献 1) Vanderplaats, G.N. and Sugimoto H.: A GENERAL-PURPOSE OPTIMIZATION PROGRAM FOR ENGINEERING DESIGN, Computers and Structures, Vol. 24, No. 1, pp. 13-21, 1986. 2) 杉本博之・山村和人; 対話形式による数理最適設計の前処理および後処理について, システム最適化に関するシンポジウム講演論文集, PP. 67-72, 1989, 11. 3) 杉本博之・山村和人; 数理最適設計における初期値の改良について, 第13回電算機利用に関するシンポジウム講演集, PP. 123-130, 1988, 10.