

マイコンによる座屈試験のオンライン自動制御化について

京都大学工学部 正 員 円羽 義次

京都大学工学部 正 員 渡辺 英一

京都大学大学院 学生員 〇 勇 秀憲

1. はじめに

鋼構造物、特に薄肉断面部材の耐力は初期変形、偏心、残留応力等に大きく影響される。この初期不整は、構造物の架設中あるいは供用中に大変形の履歴を受けて経年変化し、残留変形の累積に伴ない劣化が進行することになる。このような現象は、材料学的・幾何学的非線形問題として把握することができ、その実験的検証はかなり困難である。

本報告は、反復した弾塑性大変形を受ける薄肉構造物の耐力およびその劣化特性を解明するために、マイコンを用いたオンライン自動制御システムを開発したので、その概略を示す。

2. 実験システム

本実験システムは、図-1に示すように大別してサーボ試験機グループ、計測機器グループ、そしてマイコングループの3つのグループから成る。

サーボ試験機グループは、油圧源からの高圧油がサーボバルブに導かれ関数発生器からの信号波形に等しくアクチュエータを駆動させることにより、試験体に荷重あるいは変位を与えるグループである。

計測機器グループは、試験体の示す荷重、変位、ひずみなどの応答量を検出するグループである。

また、マイコングループは、実験全体の

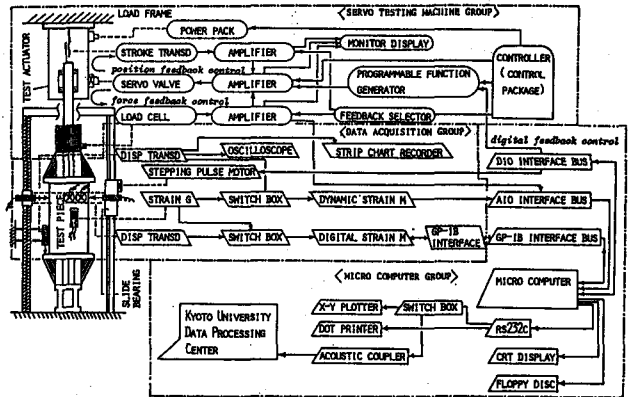


図-1 実験のシステム

制御・監視の中核である。応答データのオンライン処理や大型計算機の端末の機能をもつ。アナログデータ受信のためAIOインターフェース、デジタルデータ送受信のためGP-IBインターフェース、およびサーボ試験機制御用の関数発生器のためDIOインターフェースを用いた。

3. 実験フローチャート

本実験で対象とした試験体は、箱型柱、十字型柱、円筒シェルであり、その繰返し圧縮載荷を行なった。このうち、箱型柱と十字型柱については、その構成する4つの板パネルのうち幅の広い2つの板パネルの局所座屈が、柱としての全体座屈に先行して生じるように設計した。ここに、局所座屈板パネルを「破壊部」、残りの板パネルを「非破壊部」と呼ぶ。

いままでの座屈耐力実験とは異なり、本実験は、1つの供試体で「初期変形を計

測し圧縮载荷のうち耐荷力を検出したら直ちに除荷し、再び残留変形を初期変形として計測し圧縮载荷する、という過程を何回か繰返すことができる。

実験の簡単なフローチャートは、図-2に示す。図中、特に载荷サブステップ数とは、圧縮载荷中あるいは除荷中にアナログデータを入力した回数を示す。

まず、STARTは、計測・制御に必要なすべてのパラメータの入力および初期化を行なうプログラムである。

DISPは、試験体の面外変形を自動計測するプログラムである。本実験では特製の治具を設計し、少数の変位計で多くの変位計測が可能になった。

PLOTは、DISPで得られた変位計測データを、X-Yプロッタに作図するためのプログラムである。

そして、KLOADは、各载荷ステップごとに、あらかじめ設定した目標荷重に全体の荷重が達するまで圧縮载荷を続けるのか、あるいは破壊部の分担する荷重が耐荷力に到達したものとして除荷するのか、を判定するプログラムである。

非破壊部のみずみデータをアナログ値として連続的に入力し、最小自乗法により応力分布を求め、非破壊部の分担する荷重を計算する。そして、別個に測定された全体の荷重からこの非破壊部の荷重を差引くことにより、最終的に破壊部の分担する荷重を決定することができる。

試験体の破壊部の分担する荷重が、極限耐荷力に到達したかどうかは、以下の2つの「除荷条件」により判定される。

(1) 荷重変動による除荷条件： 破壊部の分担する载荷サブステップごとの荷重の変動が、ある設定値より大きくなる条件である。こ

の設定値は、サーボ試験機の感度とA/D変換器の分解能をもとにして定める。

(2) 荷重-変位曲線の勾配による除荷条件： 破壊部の分担する荷重と軸方向変位の関係を示す曲線の勾配が、低荷重域でのその初期勾配に比べて著しく小さくなる条件である。この初期勾配は、破壊部の荷重がその予想耐荷力の $1/4$ と $1/2$ のときの曲線の勾配として定める。

各载荷サブステップごとに、この判定条件の検証が連続的に行なわれ耐荷力が検出される。

4. 実験例

図-3は、補剛箱型柱の破壊部パネルの分担する荷重と平均軸方向ひずみの関係を示す。マイコン制御によりその極限荷重が繰返しとらえられて

いる様子がよくわかる。

詳細は、当日発表する予定である。

なお、本研究は昭和56年度文部省科学研究費の援助をいただいたことを付記する。

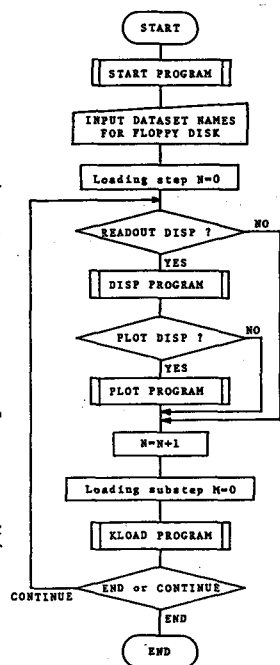


図-2 実験のフローチャート

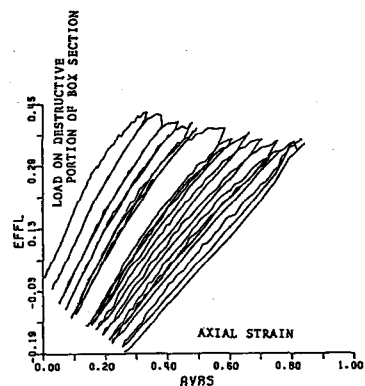


図-3 補剛箱型柱の破壊部パネルの耐荷力