

京都大学工学部 正員 丹羽 義次
岐阜県 正員 岩清水 善隆

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、特に薄肉構造物の極限強度は初期変形、偏心、残留応力等に大きく影響される。また構造物は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、劣化が進行することになる。こうした現象は、材料的にも幾何学的にも非線形な問題として眺めることができるが、その実験的検証は困難であり制御が複雑である。

そのため、マイコンを用いたオンライン自動制御実験システムを開発した¹⁾。本報告では、マイコンシステムによる座屈実験の概要を述べ、例として反復弾塑性大変形を受ける圧縮補剛板の耐力力とその劣化特性について示す。

2. 実験概要 鋼構造物の安全性を正しく評価するためには、その強度、特に破壊時等の極限状態の挙動を正確に把握することが必要である。本実験では、マイコンを使用しその複雑な挙動を適確に把握し、試験機を自動制御しようとするものである。

図-1は本実験システムの詳細を示す。図中、サーボ試験機グループは、関数発生器からの信号波形に等しく、油圧源からの高圧油によりアクチュエータを駆動させ、試験体に荷重あるいは変位を与えるものである。また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ものである。

そしてマイコングループは、実験全体の監視・制御の中核として、主に応答データの即時処理・データの記憶や大型計算機端末等の機能をもつものである。ここで、アナログデータの入力にはAIOインターフェース、デジタルデータの入出力には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にはDIOインターフェースを活用した。

本実験の対象とした試験体は、箱型柱、十字型柱、円筒柱であるが、ここでは箱型柱の繰返し圧縮軸荷実験を中心に述べる。箱型柱を構成する4枚の板のうち幅の広い2枚の板の局所座屈が、柱としての全体座屈に先行して起こるように箱型柱を設計した。以後、局所座屈板を「破壊部」、残りの板を「非破壊部」と呼ぶことにする。

本実験の流れを図-2に示す。図中、載荷ステップとは「破壊部の面外変形を計測・作図した後、箱型柱全体の荷重がある目標荷重値まで圧縮軸荷されるステップ」であり、一方載荷サブステップとは、「圧縮軸荷中あるいは除荷中にアナログデー

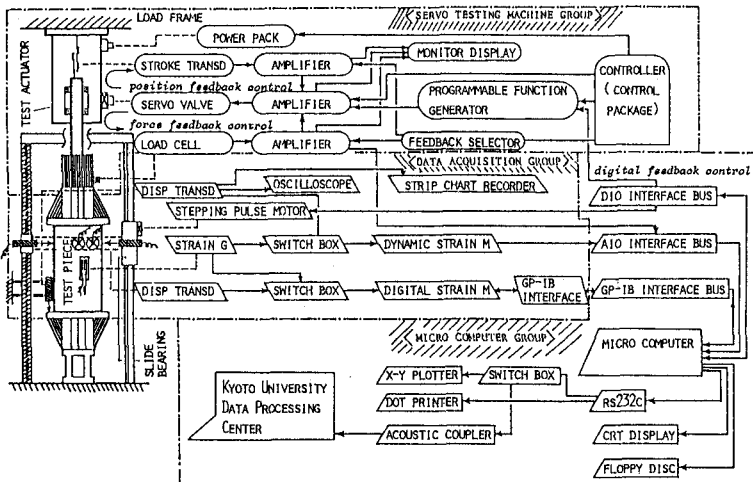


図-1 実験システム

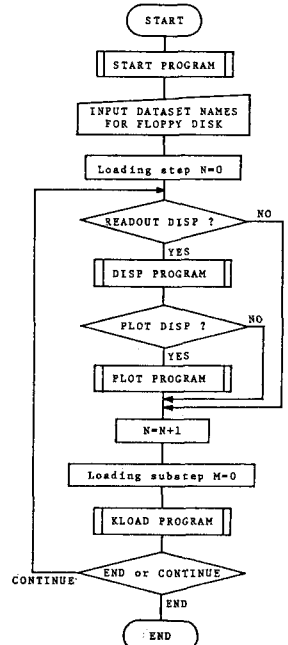


図-2 実験のフローチャート

々を入力した回数」に対応する。

まずSTARTで計測・制御に必要なすべてのパラメータの入力・初期化をし、DISPとPLOTで特製の治具を用いて試験体の面外変形を自動計測してX-Yプロッタで作図する。

KLOADは実験制御の中核プログラムである。各載荷ステップごとに、箱型柱の全体にかかる荷重があらかじめ設定した目標荷重に達するまで圧縮載荷し続けるのか、あるいは破壊部の分担する荷重が極限荷重に到達したとして除荷するのかが、を判定する。試験体の破壊部の分担する荷重が極限荷重に達したかどうかは、各載荷サブステップごとに以下の2つの「除荷基準」により連続的に判別される。

第1基準 破壊部の分担する荷重の変動が、サーボ試験機の感度とA/D変換器の分解能により定められるある許容値より大きくなる条件である。

第2基準 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、低荷重域での初期勾配に比べて著しく小さくなる条件である。

3. 実験結果 箱型柱の破壊部の補剛性は断面積比がほぼ一定(0.05~0.07)で、曲げ剛比 γ が γ^* (DIN4114の最小剛比)の0.8, 1.3, 2.8倍の3種類のものを用いた。

図-3は、載荷開始から除荷終了までの1サイクルごとの破壊部のすべての極限荷重と補剛性の提案した多補剛材板の耐力曲線を比較している。本実験システムによって破壊部の極限耐力がかなり正確に評価できるものと思う。

図-4は、破壊部の分担する荷重をその断面の降伏荷重で無次元した値と、平均軸方向ひずみを材料の降伏ひずみで除した値との関係を示す。図-4(a)は $\gamma/\gamma^*=2.8$ の剛な補剛材の場合で、主に補剛材が節線を形成する変形を生じ、サイクルごとの極限荷重はほぼ一定である。一方、図-4(b)は $\gamma/\gamma^*=0.8$ の補剛材で、典型的な屋根型の崩壊機構が形成され、サイクルごとの極限荷重はしだいに低下している。どちらの場合も、この実験システムによりその極限耐力が十分に把握されることがわかる。

詳細は当日発表する。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。

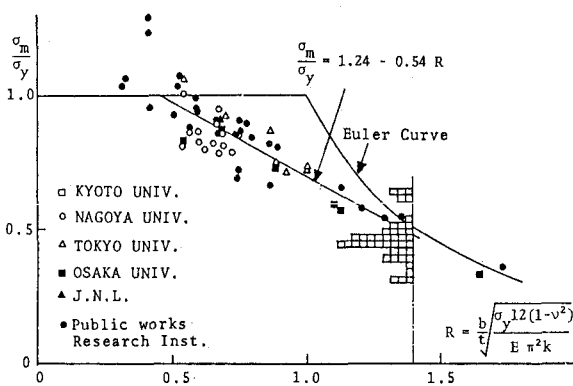


図-3 補剛材板の耐力曲線

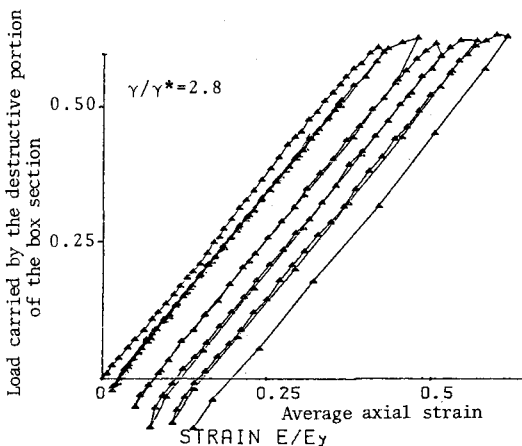


図-4(a) 補剛材の荷重-ひずみ曲線 ($\gamma/\gamma^*=2.8$)

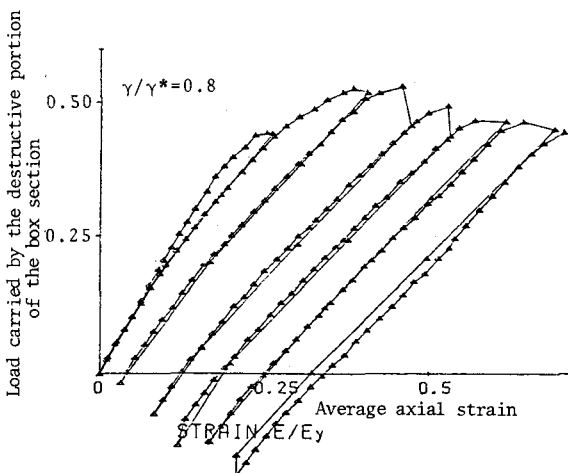


図-4(b) 補剛材の荷重-ひずみ曲線 ($\gamma/\gamma^*=0.8$)

1) 丹羽, 渡辺, 勇: 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。昭和57年度土木学会関西支部年次学術講演会, I-70, 1982。

2) Fukumoto, Y. et al.: Strength and reliability-based design of steel structural members, Journal of Bridge and Foundation Engineering, Vol.14, Nos.11,12, 1980, pp.33-41, 38-44。