

汎用構造解析プログラム (MARC) による鋼柱の耐荷力計算

中部大学 学生員 佐藤満晴

中部大学 正 員 塩見弘幸

豊田高専 正 員 桜井孝昌

1. はじめに

有限要素解析のための汎用プログラムは広く普及し始めている。MARCもこの内の一つであり、材料非線形と幾何学的非線形を考慮したいわゆる複合非線形問題の解法にすぐれているといわれている。筆者らは鋼柱特に変断面柱の耐荷力に関する研究のための一アプローチとして、同プログラムの利用を考えたが、汎用プログラムといえどもその使用に当たっては工学的な判断や、熟練を必要とすることから、とりあえずMARCを用いて基本部材に関する複合非線形問題を解き、本来の研究目的である変断面柱解析のための基礎資料を得ることを目的とした。本報告ではこの過程および得られた結果について述べる。

2. 計算モデル

計算モデルは図-1、表-1に示す鋼箱型等断面柱の3体とし、いずれも中心軸圧縮荷重を受けるものとする。これらのモデルは、文献1)における等断面柱に関する耐荷力実験供試体の内の一部である。残留応力分布の値は実測データを平均化したもので、初期たわみはそれぞれの実測値である。今回は局部座屈の起こらない寸法諸元が選ばれている。文献2)では一個のH型断面柱モデルについて、MARCとFEAPによる非線形解析が行われ、両方法の結果から正当性評価が行われている。本報告では文献2)で行われた実験結果と比較することにより評価を行う。

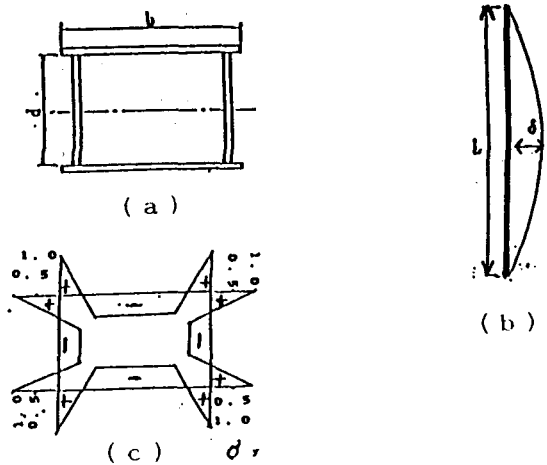


図-1

3. 計算結果

MARCではこの種の解析のためのメニューとして、はり要素による解析法が選ばれ、数値積分が実行される。最初に軸方向の分割要素数と精度の関係を調べた。

その結果、図-2に示すように20分割程度でかなり収束する様子がみられるが、今後の計算は安全を考え40分割で行うことにした。

図-3はT3-80の計算結果と実験結果を示したものである。実験では初期たわみがsinの半波にもかかわらず、最初に負方向へわずかにたわみ、その後正方向へ変化している。しかし、計算結果はその履歴を追跡していない。実験の場合は供試体セットを力学中心としておこなうため、仕上げ上のわずかな幾何学

表-1

Specimen	Flange	Web	t (mm)	L (mm)	A_s (cm^2)	I (cm^4)	r (mm)	L/r
	b (mm)	d (mm)						
T3-80	154	122	4.3	4 258	23.7	658.5	52.7	80.8
T3-60	155	122	4.3	3 192	23.8	661.9	52.7	60.6
T3-40	156	122	4.3	2 128	23.9	665.4	52.7	40.4

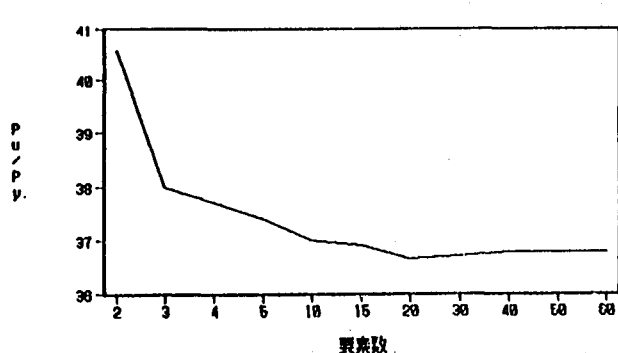


図 - 2

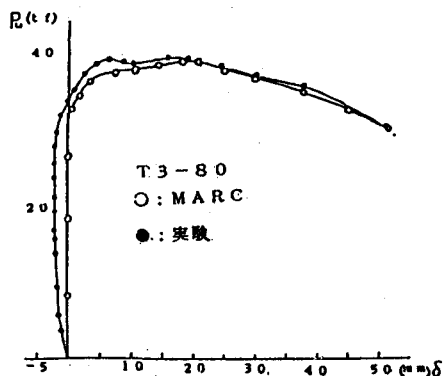


図 - 3

的な誤差によりこのような現象が起こることが考えられるが、計算モデルにそこまでの寸法諸元を与えることはむずかしいので、計算では最初に変位した方向へ一方的にたわむものと考えられる。以上のこともあり、終局強度に達する位置は実験値に対して計算値はずれているが、終局強度の値は良好な近似をみる。表-2に計算結果と実験結果を表示した。他のいずれのモデルについても良好な近似を示している。図-4は降伏荷重で無次元化したものを修正細長比に対して図示したものであり、終局荷重についても良好な近似を示すことが分かった。

表 - 2

Specimen	δ/L	P_y (tf)	P_u (実) (tf)	P_u/P_y	P_u (計) (tf)	(実-計) (実) %
T3 - 80	1/11000	61.62	39.44	0.64	38.72	1.9
T3 - 60	1/ 5800	60.69	47.24	0.78	45.61	3.6
T3 - 40	1/ 7600	59.84	56.37	0.94	55.22	2.1

4. 考 察 汎用構造解析プログラムMARCを用いて複合非線形問題の一例として鋼箱型等断面柱の解析を試み、先に行った実験結果と比較した。その結果MARCによる計算結果は、実験結果の終局強度に対し良好な近似を示し、荷重履歴曲線も比較的精度よく実験曲線を説明している。したがって、この種の部材の弾塑性解析には有用な計算プログラムであると考えられる。しかし、冒頭にも述べたように、使用に当たってはかなりの熟練と工学的判断が要求されることが分かった。降伏応力の相違および初期たわみの相違による終局強度の変化をT3-80モデルについて計算を試みた。その結果、降伏応力が10%大きくなると、終局強度は約5%高くなる。また、初期たわみが30%大きくなると、終局強度は0.5%減少する。このことから、計算対象となる部材の素材試験のばらつきの大きさによっては、平均値的な値の採用は真の値からの誤差を大きくする。したがってこのような場合にはばらつきを考慮したシュミレーション解析や、従来から提案されている鋼柱の耐荷力曲線などを参考にする必要があろう。

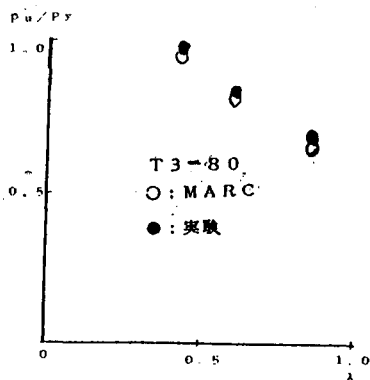


図 - 4

参考文献 1) 石川, 塩見, 青木: 変断面中心軸圧縮柱の耐荷力実験, 土木学会46回年講, 1991. 2) 伊藤, 宇佐見: 初期不整を考慮した鋼構造物の強度と靱性を求めるための有限要素解析, 12th MARC Users' Meeting 1992.