

一定軸力を受ける鋼部材の繰返しねじり実験

名古屋大学工学部 正 員○水野英二
 名古屋大学大学院 学 員 沈 赤
 名古屋大学工学部 正 員 宇佐美勉

1. 緒言 一軸さらには二軸繰返し応力状態での構造用鋼材に関する一連の実験データの蓄積が現在まで少ないため、多軸応力状態での構成モデルの妥当性を一般に検証することは容易でなかった。本研究では、筆者らによる提案二曲面モデル¹⁾の多軸繰返し応力状態での有効性を実験的に確認するため、JIS G 3466-1988一般構造用角形鋼管(50x50x3.2 mm)の繰返しねじり・圧縮実験を行った。まず、引張・圧縮試験用のMTS810試験機(最大容量25 tonf)を用いた、新しいねじり実験装置について述べた後、繰返し純ねじり実験および一定軸圧縮力下での繰返しねじり実験データを基に、筆者らの二曲面塑性モデルの有効性を二軸応力空間で吟味した。

2. ねじり実験装置の概要 図-1はねじり実験の概略で、供試体にねじりモーメントを作用させるための鉛直力はMTS試験機で、軸圧縮力はセンターホールジャッキで与えている。写真-1に、供試体および治具をMTS試験機に取り付けた様子を示す。ねじりモーメントの伝達システム、供試体の支持条件および鉛直力載荷位置、および圧縮力の伝達システムの詳細については文献2)に示す。

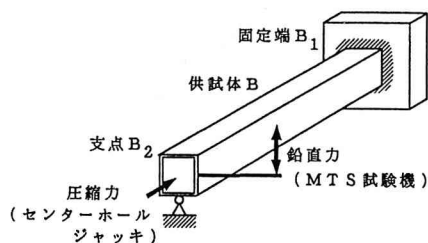


図-1 圧縮力およびねじりモーメントを受ける角型鋼管の概要

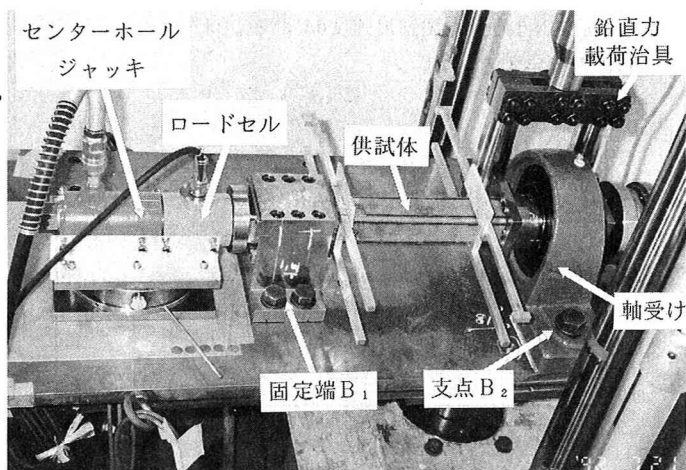


写真-1 ねじり実験装置の概要

3. ねじり実験の概要

3.1 供試体 本実験では、供試体全体が一様にねじり変形を受け、鋼材のねじり実験が素材のねじり実験に近い状態となるように、図-2のような薄肉正方形角形鋼管を用いることにした。本実験で採用した鋼管STKR400は四辺周方向にかなりの塑性変形を受けかつ軸方向に溶接処理のため残留応力も存在している。それゆえ、塑性変形を受けた鋼管材料を処女材料の状態に戻すため、供試体に熱処理（完全焼きなまし）を行った。

3.2 ねじり実験の種類 本実験の種類は、以下のようである。

- ① 繰返し純ねじり実験(4体)。
- ② 各種一定軸圧縮力($P = 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 P_y$; P_y は全断面降伏軸力)の下での繰返しねじり実験(8体)。ここで、 P_y は短柱圧縮実験より13 tonfを得た。

4. 実験結果および数値計算結果

4.1 材料定数およびモデルパラメータ 完全焼きなまし後の部材から切り出した6本のJIS 5号引張試験片から得られた材料定数の平均値を表-1に示す。さらに、本数値計算で用いたモデルパラメータの値は、

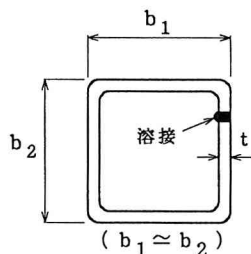


図-2 供試体断面

測定したヤング係数 E および降伏応力 σ_y を基に、文献1) に示す SS400 鋼材に対するモデルパラメータの値より決定した。これらの値を表-2 に示す。

表-1 材料定数

ヤング係数 $E(\text{kgf/cm}^2)$	ポアソン比 ν	降伏応力 $\sigma_y(\text{kgf/cm}^2)$	降伏棚の 長さ(%)	塑性ひずみ硬化係数 $E_{\text{pl}}(\text{kgf/cm}^2)$	引張強度 $\sigma_u(\text{kgf/cm}^2)$	伸び率 (%)
2.02×10^5	0.28	2.3×10^3	1.7	5.03×10^4	3.85×10^3	46

表-2 モデルパラメータ¹⁾

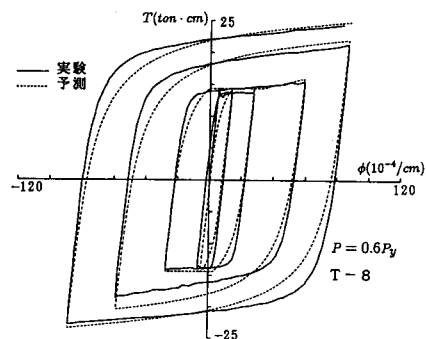
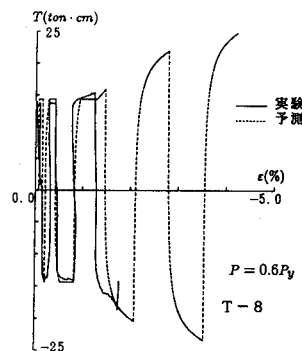
弾性域の減少	a	-0.505	b	2.17
	c	14.4	α	0.191
形状関数	e	5.83×10^2	f (kgf/cm^2)	6.06×10^5
降伏棚の減少	M	-0.37		
境界曲面	$E_{\text{op}}(\text{kgf/cm}^2)$	1.81×10^4	(cm^2/kgf)	1.2×10^{-3}
	$\bar{\kappa}_0(\text{kgf/cm}^2)$	2.64×10^3	ζ	7.63×10^2

4. 2 実験結果と数値計算結果との比較および考察

解析結果の一例として、軸力 $P = 0.6P_y$ が作用する場合のねじり実験結果 (T-8) とモデルによる予測結果との比較を図-3 ~ 4 に示す。図中、実験値は実線で、予測は破線で示してある。図-3 には、ねじりモーメント T - ねじり率 ϕ 関係を、さらに、図-4 には、ねじりモーメント T - 軸ひずみ ε 関係を示す。これら実験値との比較より分かるように、曲線の曲がり方など細かい所で実験値と予測の間には差が見られるものの、用いた材料が焼きなまし材であり、モデルパラメータの値が SS400 の圧延のままの材料から得られたものであることなどを考えると、予測値は実験値に対して十分な一致を示していると考えられる。

5. 結論 本研究では、著者らの弾塑性二曲面モデルの有効性を二次元応力状態で検討するため、一軸引張・圧縮繰り返し実験用 MTS810 試験機を用いた、新しいねじり実験装置を試作した。このねじり実験装置により一定軸圧縮力を受ける薄肉正方形角鋼管の繰り返しねじり実験を行い、筆者らの二曲面モデルを検討した結果、良好な一致をみた。

【参考文献】1) Shen, C., Mizuno, E. and Usami, T.: A Generalized Two-Surface Model for Structural Steel under Cyclic Loading, submitted to Structural Eng./Earthquake Eng., Proc. of JSCE, 1992. 2) 水野英二, 沈赤, 宇佐美勉: 鋼部材の繰り返しねじり実験と二曲面モデルによる数値シミュレーション, 構造工学論文集, Vol. 39A, 1993 年登載予定。

図-3 T- ϕ 曲線 (T-8 ; $P=0.6P_y$)図-4 T- ε 曲線 (T-8 ; $P=0.6P_y$)