

HT-80鋼管の組合せ応力状態における弾塑性挙動について

大阪大学工学部 正員 小松定夫

○崎元達郎

1) まえがき；著者らは、一般構造用炭素鋼鋼管が圧縮とねじりの組合せ負荷を受ける場合について、実験を行ない、その弾塑性域における応力-ひずみ関係、特に、ねじり挙動について、報告を行ってきた。今回は、超高張力鋼について、同様の実験を行ったのでその概要を報告する。

表-1 Wel-Ten 80 の化学組成

C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	V	B	Ceq
0.13	0.26	0.85	0.007	0.006	0.26	1.2	0.53	0.43	0.04	0.001	0.53

2) 供試体；製作に用いた母材は、

Wel-Ten 80 (100×1800×2200 mm)であり、その化学成分は、表-1のようである。鋼管供試体の製作寸法を図-1に示している。製作にあたっては、まず、厚さ100 mmの圧延厚板よりφ80 mmの円柱をけずり出し、さうに肉厚が4 mmになるように、旋盤による中ぐり加工を行った。図-2に示すように鋼管供試体と同一母材より、8本の4号試験片(φ20丸鋼)をとり出し、4本について引張試験を、残りの4本について、ねじり試験を行った。供試体の寸法諸元と材料試験結果が、表-2にまとめてある。

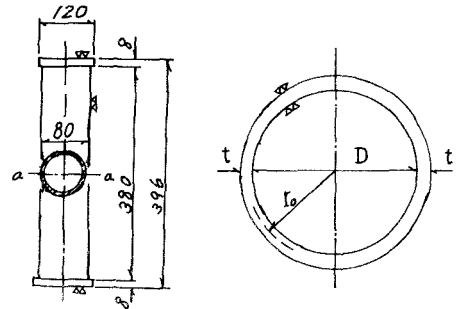


図-1 供試体

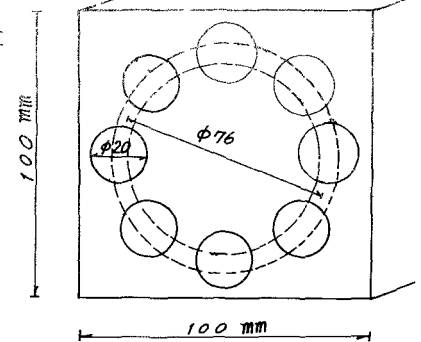


図-2 材料試験片の取り出し位置

3) 実験方法；載荷装置は、文献(1)の図-1に示すものを用いた。載荷経路として、比例負荷3体(HT-1； $\frac{F}{G}=0.5$, HT-2； $\frac{F}{G}=0.25$, HT-3； $\frac{F}{G}=1.0$)と、 $\sigma=0.7\sigma_y$ における一定圧縮-漸増ねじり負荷(HT-4)について行った。ひずみの測定は、供試体中央断面に90°間隔にはりつけた4枚の3軸ゲージについて行い、それらの平均を実験値とした。これらは、圧縮および、ねじり荷重と共に、データーレコーダーおよび、X-Yレコーダーに、連続的に同時記録された。

4) 実験結果と考察；

表-2 供試体寸法と材料試験結果

実験結果を図-3へ6に示している。図-3では、各曲線とも、最終荷重の18%程度低目の所

	平均厚 (mm)	平均直径 (mm)	断面積 (cm^2)	$\frac{1}{2}(\sigma_y + \sigma_{0.2})$	降伏 応力 σ_y	引張り 強度 σ_B	降伏 ひずみ ϵ_y	伸び	ヤング 係数 E	せん断弾性 係数 G
HT-1	4.02	79.88	9.58	36.44	7010 kg/cm^2	7820 kg/cm^2	5000 $\times 10^{-6}$	25 %	2.14 $\times 10^4$ kg/cm^2	8.26 $\times 10^4$ kg/cm^2
HT-2	3.96	80.03	9.46	36.10						
HT-3	3.98	80.06	9.51	36.29						
HT-4	4.06	80.08	9.70	36.96						

から、勾配が小さくなり始めているが、これは降伏が、外縁から内部へ進行する影響(5%)と、母材の比例限度が、降伏応力の10~15%低めであるという二つの影響が、粗み合わさって含まれていると考えられる。図-4は、HT-1とHT-4について、応力とひずみ

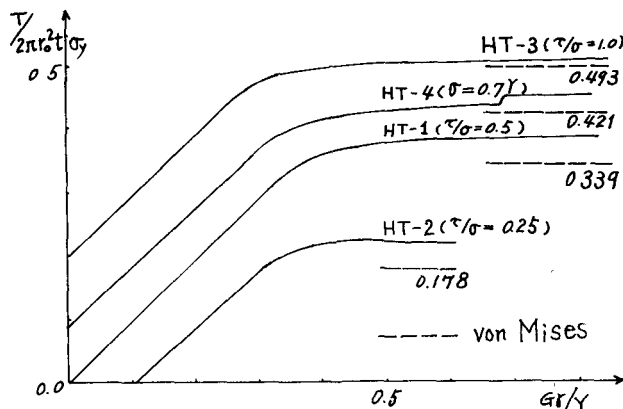


図-3 平均せん断応力-平均せん断ひずみ曲線

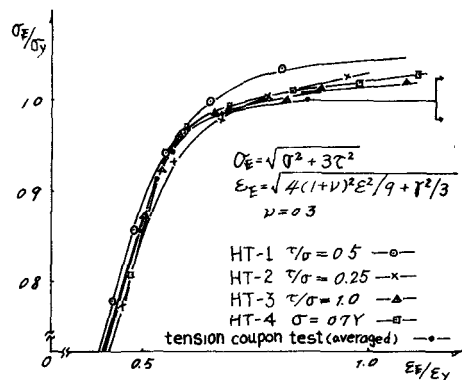


図-5 有効応力-有効ひずみ曲線

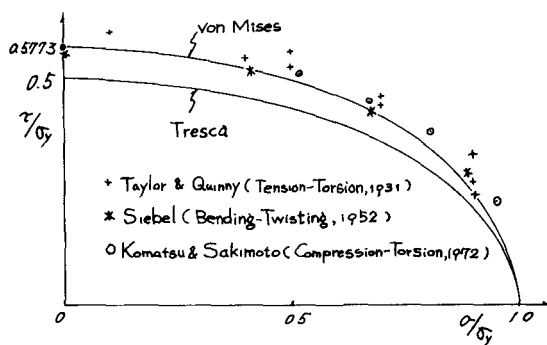


図-6 降伏条件

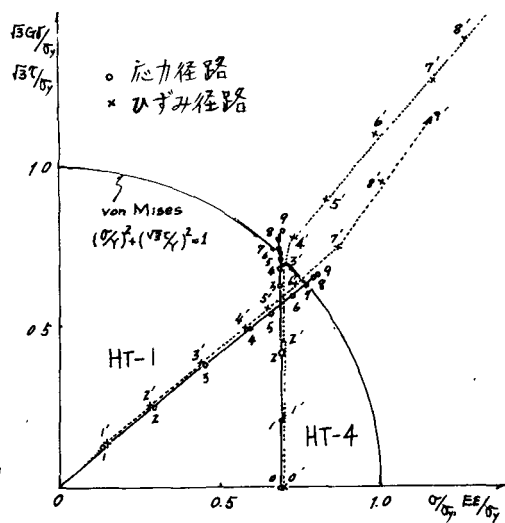


図-4 応力とひずみの変化

表-3 最終応力状態

供試体	負荷経路	$\sigma_E = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2}$	$\frac{\sigma_E - \sigma_y}{\sigma_y} \times 100$
HT-1	$\tau/\sigma = 0.5$	7334	4.6%
HT-2	$\tau/\sigma = 0.25$	7184	2.5%
HT-3	$\tau/\sigma = 1.0$	7136	1.9%
HT-4	$\tau/\sigma = 0.7$	7254	3.5%

の径路を図示したものである。比例負荷 (HT-1) の場合は、各応力-ひずみ状態に対する関係にあったが、降伏の進行と共に、応力状態は一瞬にとどまり、ひずみだけが、それまでと同じ放射方向に増大する。HT-4 の場合、それまで応力径路と対応していたひずみ径路は、降伏の進行と共に、急激に折れ曲がり、放射方向を向く。図-5 は、実験結果を有効応力 σ_E と有効ひずみ $E\varepsilon$ で整理したもので、Coupon Test の結果と非常によく一致している。最終応力状態を図-6 および、表-3 に示している。実験値は、von Mises の理論値に比較的良く一致しており、この結果からは超高張力鋼 (Wet-Ten 80) の降伏条件が、軟鋼と異なるとは考えられない。

最後に、供試体の製作に援助いただいた阪神高速道路公団および、日立造船技術研究所に謝意を表します。

- 1) 小松・崎元；関西支部年次学術講演会概要 I-47 昭47年6月
- 2) ；第27回年次学術講演会概要集 I-91 昭47年10月