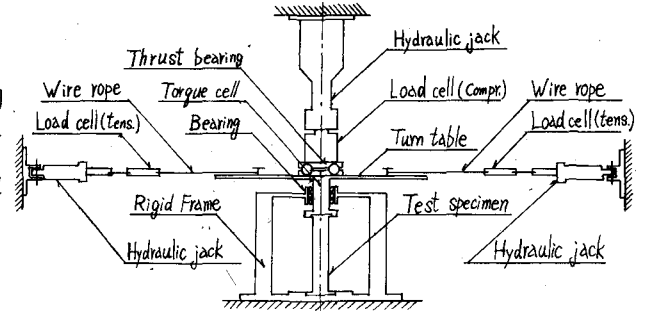


大阪大学 正員 小松定夫
〇崎元達郎

1) まえがき: 組合せ応力状態における降伏現象と塑性硬化現象を明確にするため、従来から、数多くの実験が行なわれてきた。ここでは、一般構造用炭素鋼鋼管 (JIS G-3444 STK-41) が、圧縮とねじりの組合せ負荷を受ける場合について、若干の実験結果を得たので報告する。

2) 実験装置: 装置の模式図を、図-1 に示す。ねじりは、油圧ジャッキで、回転円板に偶力を与えることにより载荷した。偶力の腕の長さやジャッキの種類を組み合わせて、圧縮とねじりの比率を変化させる。容量は、圧縮 75t、ねじり 2.5tcm である。



3) 供試体: 図-2 に示す供試体には、熱間仕上継目無鋼管を用いた。断面諸量と材料試験結果を表-1 に示している。

FIG. -1 COMBINED COMPRESSION AND TORSION TESTING APPARATUS

4) 実験方法: 载荷径路として、比例負荷 ($\tau/\sigma = \text{一定}$) の場合と、それに対応する一定圧縮漸増ねじり負荷の二種について行なった。圧縮荷重は、ロードセルにより、ねじり荷重はトルクセルにより測定し、動圧計の表示も参考とした。ひずみの測定は、供試体中央断面上に、45° 間隔で張りつけた8枚の三軸ゲージのうち、90° 間隔の4点を静ひずみ計で測定し、残りの4点を3ペンシXYレコーダー及び、データレコーダーに記録した。ねじり角は、試作の変位計で測った。

Specimen	t (mm)	$\bar{D}$ (mm)	A (cm ²)	I_p (cm ⁴)	$2\pi t^2 \bar{E}$	$\bar{\sigma}_{yu}$	$\gamma = \bar{\sigma}_y / \bar{\sigma}_x$	$\bar{\sigma}_B$	$\bar{E}_y$	$\bar{E}$	$\bar{G}$
SPH-1	4.21	100.11	12.69	57.76	60.84						
SPH-2	4.10	100.16	12.37	57.10	59.43	4200	4110	4920	2000 _μ	2.16×10^6	8.26×10^5
SPH-3	4.05	100.14	12.23	56.46	58.75						
SPH-4	5.14	88.26	13.40	52.73	55.78						
SPH-5	5.05	88.27	13.20	52.00	54.94	3560	3490	4960	1630 _μ	2.29×10^6	8.63×10^5
SPH-6	5.14	88.16	13.14	52.56	55.65						
SPH-7	5.16	88.35	13.49	53.03	56.11						

TABLE-1

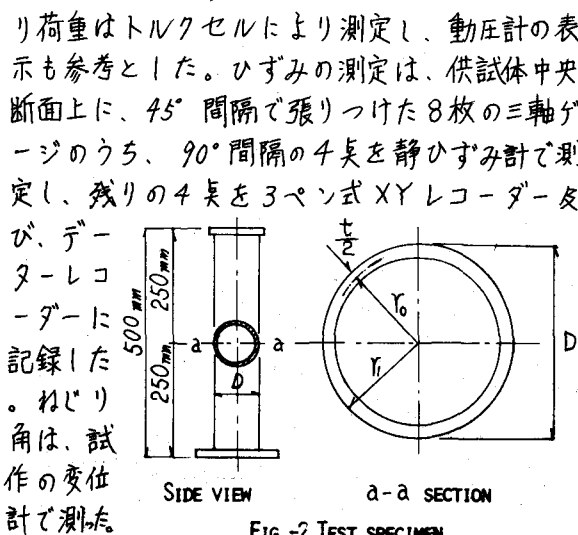


FIG. -2 TEST SPECIMEN

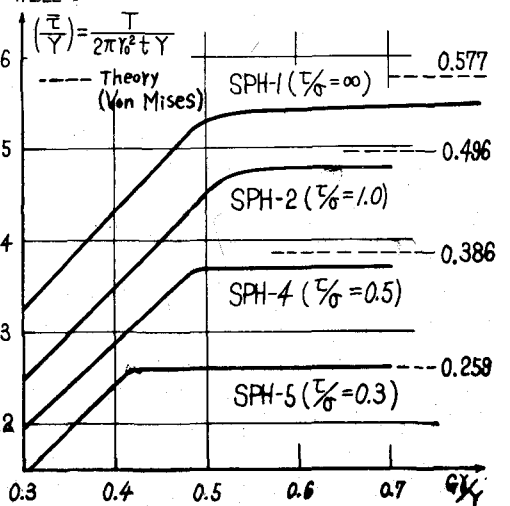


FIG. -3 SHEAR STRESS-STRAIN CURVES

荷重は、弾塑性域では、止めずに、連続載荷し、動的に測定を行なった。

5) 実験結果: 比例負荷の場合の平均せん断応力-せん断ひずみ曲線を図-3に示す。また、相当応力 ($\sigma_E = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2}$) - 相当ひずみ ($\epsilon_E = \sqrt{\epsilon^2 + \frac{1}{3}\gamma^2}$) 曲線を図-4に示す。本実験における極限応力状態を、降伏限界曲線、および他の実験結果と対比して図-5に示している。試験後、供試体には、応力比のいかにかわらず、主応力の方向と、 $48^\circ \pm 3^\circ$ をなすすべり線が、肉眼で観測された。

6) 考察: 図-3において、 $(\bar{\tau}/\gamma) - (\gamma/\gamma)$ 曲線の勾配が変化する領域の大きさは、単純ねじりの SPH-1 の場合に最大で、最高荷重の6%程度手前から始まっている。これは、縦軸を平均応力 (板厚方向に勾配を持っているせん断応力分布の平均値) に取ったためと考えられる。この領域は、圧縮が支配的になるほど小さくなり、SPH-5 ($\tau/\sigma = 0.3$) では、曲線は、かなり急激に折れ曲がり、塑性流れを起こしている。この傾向は、図-4においても認められる。図-4により、相当応力-相当ひずみ曲線が、引張試験の応力-ひずみ曲線と比較的よく一致することが解かる。上述の板厚方向のせん断応力勾配を考慮すれば、さうによく一致するものと考えられる。最終状態を相当応力でまとめると表-2のようになり、最大6.5%、平均3%程度、実験値が理論値 (Von Mises の降伏理論) より低目の値を与えている。この原因としては、供試体製作上の不整 (板厚の5%程度の偏肉があった) や完全な一様圧縮状態を実現するのが困難であること等が考げられるが、今のところ明らかでない。

本研究は、文部省科学研究費補助金 (46年度 一般C) を受けた。また、装置の製作にあたって、日立造船株式会社技術研究所の協力を得たことを記し、謝意を表したい。

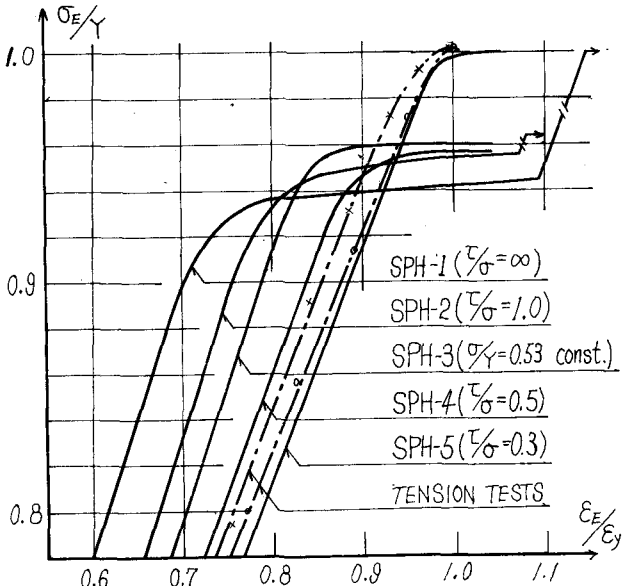
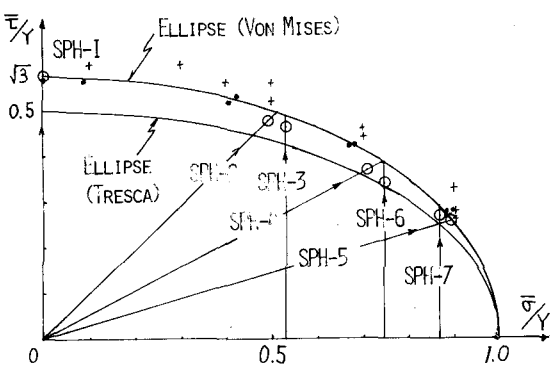


FIG. 4 EQUIVALENT STRESS-STRAIN CURVES



- + TESTS BY TAYLOR AND QUINNEY (TENSION-TORSION, 1931)
- TESTS BY SIEBEL (BENDING AND TWISTING, 1952)
- TESTS BY KOMATSU AND SAKIMOTO (COMPRESSION-TORSION)

FIG. 5 YIELD CRITERION

Specimen	Loading Cases	σ_E	σ_E / γ	$\frac{\gamma - \sigma_E}{\gamma} \times 100$
SPH-1	$\tau/\sigma = \infty$	4100	0.998	0.2%
SPH-2	$\tau/\sigma = 1.0$	3963	0.964	3.6%
SPH-3	$\tau/\sigma = 0.53$	3941	0.959	4.1%
SPH-4	$\tau/\sigma = 0.5$	3335	0.956	4.4%
SPH-5	$\tau/\sigma = 0.3$	3483	0.998	0.2%
SPH-6	$\tau/\sigma = 0.75$	3263	0.935	6.5%
SPH-7	$\tau/\sigma = 0.87$	3429	0.983	1.8%

TABLE-2