

(381) 二軸圧潰強度に及ぼす負荷経路の影響 ——油井用鋼管の強度に関する研究-7——

新日本製鐵(株)製品技術研究所

○井上靖介 玉野敏隆

三村 宏 柳本左門

1. はじめに

鋼管に外圧を负荷した場合、鋼管はリボン状、トラフ状に座屈する、いわゆる圧潰現象をおこす。これまでは、外圧のみによる圧潰強度、すなわち単軸圧潰強度について検討してきたが、実際の油井においては、自重による軸力と外圧とが同時に作用する条件で圧潰現象をおこすことから、より実際の使用条件に近い油井用鋼管の圧潰強度、すなわち二軸圧潰強度を明らかにする必要がある。前報¹⁾では、軸力と外圧とが比例する負荷経路(以下、比例負荷という)により二軸圧潰強度を検討したが、実際の油井では一定の軸力を负荷したあと外圧を负荷する負荷経路(以下、定軸力負荷という)による試験に近い。そこで、本報では、実製品を用いて、二軸圧潰強度に及ぼす前記二つの負荷経路の影響について検討したので報告する。

2. 実験方法

供試材はAPI 5A, J-55, N-80の継目無鋼管で、表1に示すサイズ、機械的性質を有する受入れのまゝの製品である。肉厚8.05mmのN-80の単軸圧潰挙動は弾性圧潰であり、その他の供試材はいずれも降伏圧潰である。試験片は長さ1200mm($L/D=6.7$)の鋼管の両端に軸力负荷用の治具を溶接して製作した。圧潰圧力は圧潰にいたるまでの最大圧力とした。

3. 実験結果

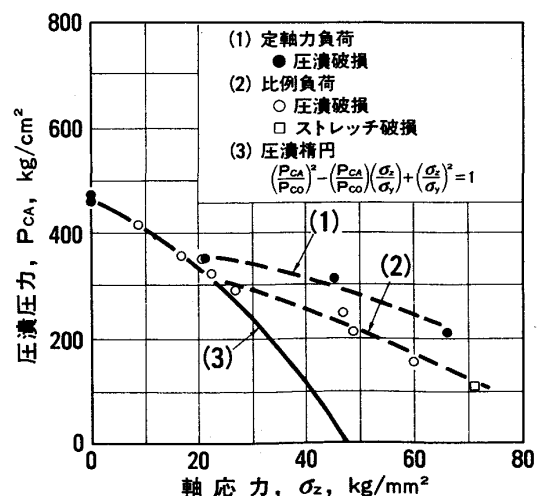
- ① 単軸圧潰で弾性圧潰を示す鋼管は、圧潰楕円内²⁾にて圧潰する場合は負荷経路による圧潰圧力の差はない。
- ② 降伏比が大きく、かつ単軸圧潰で降伏圧潰する鋼管(N-80, $t=9.19$ mm)は軸力の大きさに拘わらず圧潰楕円に沿って圧潰し、負荷経路による圧潰圧力の差は見られない。
- ③ 降伏比が小さく、かつ単軸圧潰で降伏圧潰する鋼管(J-55, $t=9.19$ mm)は、軸力が小さい範囲では圧潰楕円に沿って圧潰する。軸力がある値よりも大きくなると圧潰楕円の外で圧潰するようになり、この場合に定軸力負荷の圧潰圧力は比例負荷に比べて高くなる。(図1)

4. まとめ

二軸圧潰強度の評価法として、圧潰に至るまでの最大圧力をもって圧潰圧力として評価すると、圧潰楕円外で圧潰する場合に、定軸力負荷と比例負荷とでは二軸圧潰圧力が異なり、かつ材料の降伏比の大小によって異なることが明らかになった。

表1 供試材の寸法と機械的性質

グレード	寸法 (mm)	σ_y (kg/mm ²)	σ_B (kg/mm ²)	EI (%)
J-55	177.8 ϕ ×9.19t	47.6	75.2	30
N-80	177.8 ϕ ×9.19t	68.8	75.9	27
N-80	177.8 ϕ ×8.05t	75.6	79.6	23

図1 J-55($D/t=19.3$)ケーシングの二軸圧潰強度に及ぼす負荷経路の影響

1) 鉄と鋼 65(1979)11, S813
2) API Bul 5C3, 第二版(1974)