

(382) シームレス鋼管の二軸圧潰挙動について

——油井用鋼管の強度に関する研究-8——

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、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⁾において、降伏までのS-S曲線が理想に近い弾完全塑性を示す鋼管の二軸圧潰強度、負荷径路の影響について検討した。本報では、通常工程品の油井用鋼管を用いて、その二軸圧潰挙動を検討したので報告する。

2. 実験方法

供試材は、API 5AのK, N, API 5AXのPグレードのシームレス鋼管で、外径177.8 mm, 肉厚6.9 ~ 11.5 mmの受入れのまゝの製品である。試験片(L/D = 6.7)の製作方法は前報²⁾と同じで、定軸力負荷の条件で実験し、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した。

3. 実験結果

図1に代表的な二軸圧潰実験結果を示す。この図では、二軸圧潰圧力(P_{CA})—単軸圧潰圧力(P_{CO})比、軸応力(σ_z)—降伏強さ(σ_y)比によって結果を整理した。ここで、単軸圧潰圧力は理想的な弾完全塑性型のS-S曲線を示す鋼管の単軸圧潰挙動に応じて二つの計算式による圧力を用いた。すなわち、降伏圧潰域に対応する外径—肉厚比をもつ鋼管に対しては既報の実験式²⁾による圧潰圧力を、弾性圧潰域の鋼管に対してはBarlowの式による降伏圧力を用いた。図1には、比較のためAPIの式による圧潰楕円³⁾を破線で示す。図1から、実製品の二軸圧潰挙動は次のようになる。

- ① 降伏圧潰域の鋼管で、単軸圧潰圧力が理想に近い圧潰圧力を示す鋼管(N-80, $t=11.51$ mm)の二軸圧潰強度は圧潰楕円と一致する。理想的な材料に比べて低い単軸圧潰圧力を示す鋼管(P-110, $t=11.51$ mmなど)は、軸力が小さい範囲は圧潰圧力が若干低下し、軸力がある値以上になると圧潰楕円と一致する。
- ② 弾性圧潰域の鋼管の場合、軸力が小さい範囲で圧潰圧力が一定の鋼管(K-55, $t=6.91$ mm)および暫次圧潰圧力が低くなる鋼管(P-110, $t=8.05$ mm)がある。後者の鋼管の単軸圧潰強度は理論弾性圧潰圧力よりも低い。いずれも軸力がある値以上になると降伏楕円(図の圧潰楕円に一致する)と一致する。
- ③ 以上のように、鋼管それぞれの実単軸圧潰圧力を基準とする圧潰楕円のみによって、その二軸圧潰強度を推定することはできない。

1) 鉄と鋼 65(1979)11, S813 など

2) 鉄と鋼 65(1979)11, S812

3) API Bul 5C3, 第二版(1974)

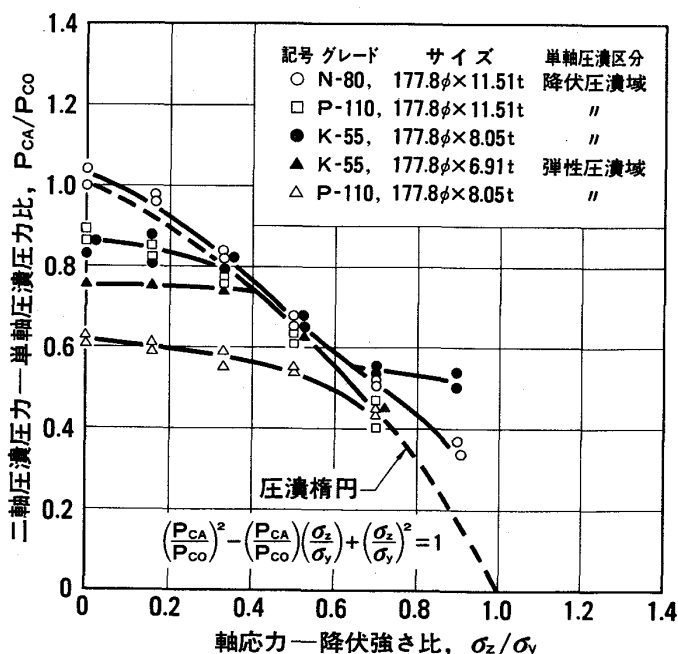


図1 製品の二軸圧潰実験結果