

シームレス鋼管の圧潰強度に及ぼす外径-肉厚比と機械的性質の影響

(443)

—油井用鋼管の強度に関する研究—4—

新日本製鐵(株) 製品技術研究所 ○井上 靖介, 加門 稔邦
玉野 敏隆, 柳本 左門

1. はじめに

鋼管に外圧を負荷した場合、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。この圧潰強度に影響する因子として、幾何学的形状（外径-肉厚比・偏肉率・真円度）・材料特性（S-S曲線・降伏強さ・ヤング率・ポアソン比）・残留応力等がある。本研究においては、すぐれた圧潰特性を有する鋼管に必要な、各種因子の許容範囲を明らかにすることが目的である。前報¹⁾においては明瞭な降伏強さを示す材料（K-55）についての実験結果を報告した。ここでは、明瞭な降伏強さを示さない焼準処理タイプのN-80クラスの油井用鋼管を用いて、圧潰試験を行ない、前報の結果と併せて、圧潰強度に及ぼす外径-肉厚比、機械的性質の影響について検討したので報告する。

表1 機械的性質

クラス	σ_y (kg/mm ²)	σ_B (kg/mm ²)	EI(%)
N-80	63~64	93~94	19~20
K-55	43~46	77~80	23~26

が目的である。前報¹⁾においては明瞭な降伏強さを示す材料（K-55）についての実験結果を報告した。ここでは、明瞭な降伏強さを示さない焼準処理タイプのN-80クラスの油井用鋼管を用いて、圧潰試験を行ない、前報の結果と併せて、圧潰強度に及ぼす外径-肉厚比、機械的性質の影響について検討したので報告する。

2. 実験方法

厚肉の継目無鋼管をSR処理して残留応力の影響を除き、これから、外径を一定(126.5mm)として、内・外面を機械加工した鋼管を供試材とした。この供試材の機械的性質を表1に、軸方向引張のS-S曲線を図1に示す。

圧潰試験は両端開放の条件で、外径-肉厚比が12.5~30の範囲について行ない、試験体の長さは端部拘束の影響を考慮して、試験体長さ-外径比が2および6を併用した。

3. 実験結果

① 明瞭な降伏強さを示す材料の圧潰挙動は、外径-肉厚比によって、弾性圧潰・降伏圧潰にわかれ、明瞭な降伏強さを示さない材料は、弾性圧潰・塑性圧潰・降伏圧潰にわかれる。弾性圧潰の領域は、厚肉管の式により計算した内表面の応力が比例限応力以下、塑性圧潰と降伏圧潰の境界は、Barlowの式により計算した応力が耐力に相当する外径-肉厚比として定義した。

② 従来の式からの計算圧力と実験結果を比較すると、弾性圧潰では、理論式とよく一致するが、塑性圧潰では、理論式（弾性圧潰の式に、S-S曲線から求めた相当弾性係数を導入した式）は過少評価にあたることを示す。

③ 降伏圧潰では、両材料とも前報で求めた実験式とよく一致する。以上の結果を図2に示す。

$$* \quad \sigma = P \cdot (D/t)^2 / 200 / \{(D/t) - 1\}$$

$$** \quad \sigma = P \cdot (D/t) / 200$$

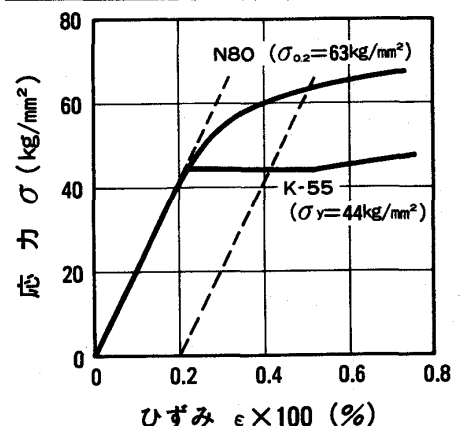


図1 供試材のS-S特性

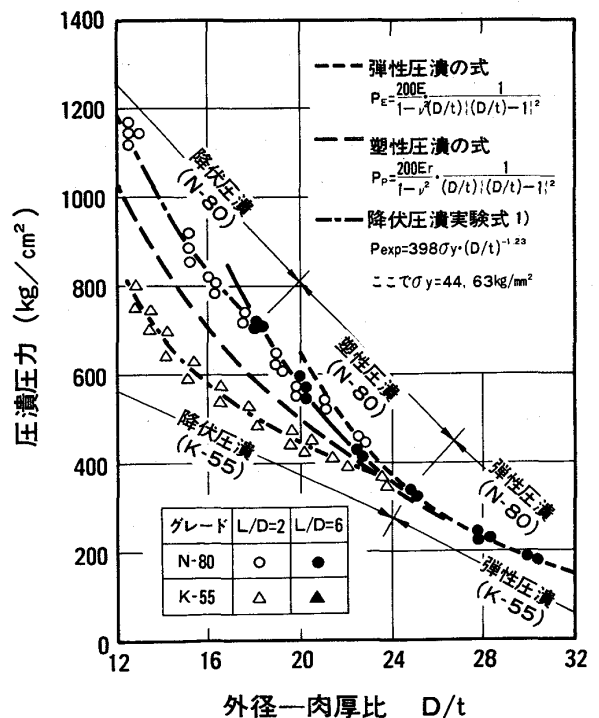


図2 実験結果と理論式、実験式との比較

1) 鉄と鋼 63(1977)11, P311