

(308) 圧潰特性に及ぼす形状および強度の影響 (圧潰の研究 第3報)

新日本製鐵(株) 八幡製鐵所 丸山和士, 矢崎陽一, 神山藤雅  
佐藤隆樹, 上野正勝

1. 目的; 油井用ケーシングの圧潰特性は, APIにおいて High Collapse Casing HC95 の規格化が, 討議される等, 近年増増その重要性は高まって来た。

動 本報では当社の API 規格シームレス油井用鋼管の J,K 55, N,L80, C95, P110 グレードを対象に, 圧潰圧力と外径肉厚比 (D/t) の関係の統計解析を行ない, 得られた結果をもとに圧潰圧力に及ぼす D/t および強度 (耐力  $\sigma_y$ ) の影響について調査した。尚, 実用面からの評価ならびに理論研究の反映という狙いから, Cline-dinst の統計解析<sup>(1)</sup>結果および井上, 玉野らの式<sup>(2)</sup>を考察の参考とした。

2. 実験方法; 実験に用いた圧潰試験機および測定方法に関する詳しい内容は前報<sup>(3)</sup>で報告したので, ここでは簡単に説明する。1) 圧潰圧力測定: 超精密ブルトン管の値を正として電気式圧力変換器を用いた圧潰圧力値の記録, 2) 試験機のタイプ: 横型, 開放管端方式, 3) 試験体長さ; 外径比 L/D,  $D \leq 9 \frac{5}{8}$  inch に対し  $L/D > 8$

3. 供試管; 供試管の機械的性質, 形状特性, 試験条件 (L/D) を表1に示す。注) データは主として標準製品であるが一部確性試験材も含む。

4. 統計解析; 今回の解析は日立統計計算汎用プログラム HITAC BMD を用い, グレード別に計算した。解析の方針としては, D/t を2領域に大別し, D/t 小の領域では圧潰圧力は, D/t の指数関数として, D/t 大の領域では, Timoshenko の弾性圧潰式を基本として, 50%非破壊率  $P_{av}^{cal}$ , 95%非破壊率  $P_{95}^{cal}$  を求めた。

5. 解析結果; 1) D/t の影響について: N, L80 を例にとれば図1に示すように①  $P_{95}^{cal}$  は真円度の影響を考慮した理論式の70~80%に位置し  $P_1^{API(1)}$  より高い。②  $P_1^{API}$  も  $p_{cal}$  も現行API規格の塑性域で D/t の大きい領域において理論値より極端に低下している。これは実用鋼材が完全弾塑性材料と異なることが主な原因で, 強度依存性の小さい弾性圧潰域から強度依存性の大きい塑性圧潰域に移る D/t の領域では, 応力歪線図の影響が最も大きく, 圧潰特性改善の今後の課題と思われる。2) 強度の影響について: 今回解析した各種グレードの計算結果 ( $P_{95}^{cal}$ ) から, 強度が圧潰圧力に及ぼす影響を, 油井設計の立場から D/t 値による影響の差異, および  $P_2^{API(1)}$  の統計解析と比較対照することを考慮し, 図2に示す。図より, ①  $P_{95}^{cal}$  と  $P_2^{API}$  の図中の分布はよく似た傾向を示し  $P_{95}^{cal} > P_2^{API}$  である。② 弾性域では圧潰圧力に強度はほとんど依存しない。③  $D/t < 20$  で C95 以上のグレードの領域が圧潰圧力に及ぼす強度の効果が大きいこと等がわかる。

引用文献; (1) 現行のAPI規格:  $P_1^{API}$ , W.O.Clinedinst API Report (1977.3);  $P_2^{API}$ , (2) 鉄と鋼 Vol 63(1977.11) P310, 311, 312, (3) 鉄と鋼 Vol 64(1978.3) ケーシングパイプ用圧潰試験機の開発 (圧潰の研究 第2報)

表1. 供試管の機械的性質および形状特性

Grade	API Yield Strength $\sigma_y$ (ksi)		Residual Stress $\sigma_r$ (ksi)		Ovarity %		Eccentricity %		L/D	No. of Tests
	Av.	$\sigma$	Av.	$\sigma$	Av.	$\sigma$	Av.	$\sigma$		
P110	84.4 (120.1)	3.8 (5.4)	-9.2 (-13.1)	7.7 (10.9)	0.20	0.11	4.16	1.96	7.8	29
C95	73.1 (103.9)	3.6 (5.1)	-6.8 (-9.7)	13.0 (18.5)	0.15	0.08	4.21	2.02	9.4	29
NL80	63.6 (90.5)	4.1 (5.9)	-14.1 (-20.0)	10.9 (15.5)	0.16	0.08	4.86	2.26	9.0	78
KJ55	44.3 (63.0)	1.4 (2.0)	-3.5 (-5.0)	2.0 (2.9)	0.23	0.11	4.83	2.31	7.6	19

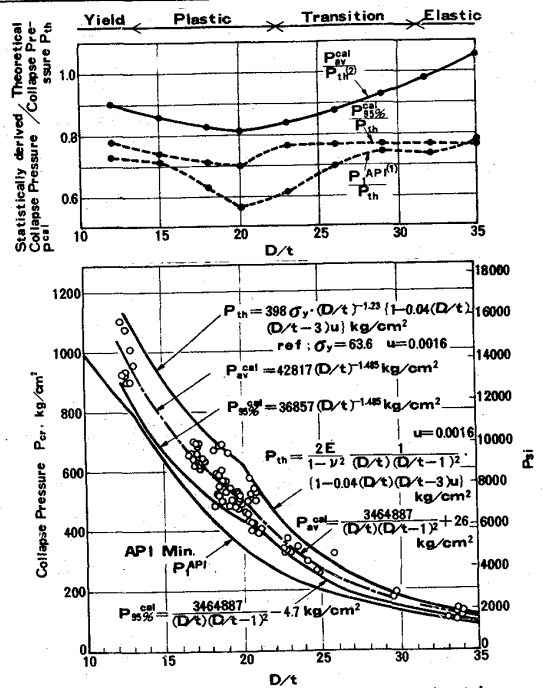


図1. API N80, L80 の圧潰圧力

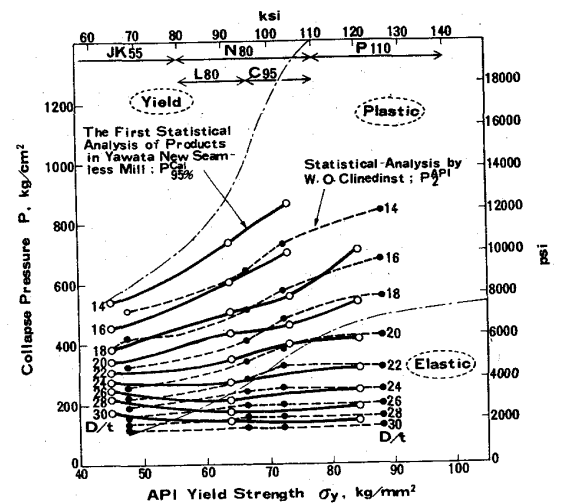


図2. 圧潰圧力に及ぼす強度の影響