

川崎製鉄 技術研究所 ○阿部英夫, 杉江英司, 大坪 宏, 片岡義弘
千葉製鉄所 中村 宏, 大谷輝夫, 中沢正敏

1. まえがき

UOE鋼管の拡張は寸法精度の向上を目的とする工程であるが, Maxeyら¹⁾の提案するように拡張圧力(P_R)から管の降伏強度(Y_S)を全数検査することができれば品質管理上非常に有効である。水圧式拡張の場合その機構が比較的簡単であり水圧-時間曲線から精度よく Y_S を測定できる。^{1,2)}筆者らは機械式拡張圧力から Y_S を測定する方法について検討した結果, Maxeyらの実験と解析では説明できない次の問題点があることがわかった。(1)拡張ラム-行程曲線が管の応力-歪曲線と相似でない。(2)拡張1行程毎に管を移動する長さ(フィード長, FL)による P_R の変化 (3)再拡張すると P_R が1回目の P_R の25~40%減少する。この現象を説明すべく拡張過程のより厳密な力学的解析をし, 本方法の測定精度について検討した。

2. 力学的解析結果

解析方法の詳細な説明は省略するが, Maxeyらの解析と異なるおもな点は図1に示すように1行程で拡張される部分をその歪履歴により管長手方向に6つの領域に分割し, 且つ拡張行程末期におけるリリース弁の減圧速度特性を考慮し動的な解析をしたことである。解析の結果次の点が明らかになった。(1)ラム圧力と行程の関係は FL により大きな影響をうけ, 管の応力-歪曲線とは等価でない(図2)。(2)拡張工程末期においてラムの慣性と残圧のため, ラム圧力は減少するがラムが約0.05秒間, 2mmオーバーランをし拡張がさらに進行する過程が存在する(図2)。(3)再拡張時の最大ラム圧力は1回目のそれに比し約25~40%減少するが, それは工具と材料間の接触長さの差と, ラムのオーバーランに起因する。

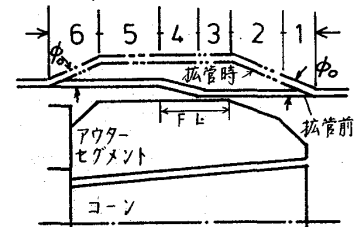


図1. 機械式拡張工具配列

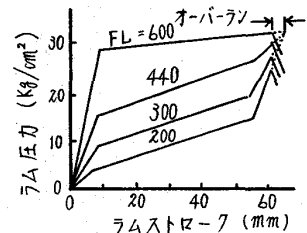


図2. ラム圧力-ストローク曲線（計算結果）

3. 測定精度

最大ラム圧力に及ぼす各要因の実操業上の変動幅を想定し, 管降伏強度の測定精度を計算検討した結果, 誤差要因として大きいのは肉厚, 拡張前素管の管径, 拡張工具コーンとアウタセグメントとの間の摩擦, オーバーランおよび拡張時の領域1, 6の管傾斜角(ϕ_0)のバラツキである。 P_R が小さいほど誤差が大きい。実操業最大ラム圧力のデータから上記解析により求めた管の降伏強度(Y_S), 降伏圧力($Y_P = 2 Y_S \times \text{肉厚}/\text{外径}$)と引張試験から得られる値との比較を図3, 4に示す。 $P_R > 70 \text{ kg/cm}^2$ のロットの Y_S の測定精度(標準偏差/平均値)は4%であり, 水圧式拡張の場合(3.4%)に比し精度が劣る。

4. 結論

(1)UOE鋼管の機械式拡張のより厳密な力学的解析をし, ラム圧力に及ぼすフィード長の影響, ラムのオーバーラン, 再拡張時の圧力の大幅な減少の原因を明らかにした。(2)本方法の測定精度は $\pm 3\%$ 平均値で評価すると $\pm 12\%$ である。

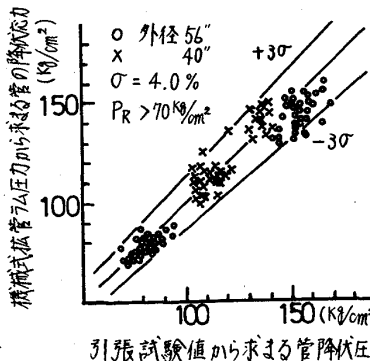


図4. 拡張ラム圧力から求める降伏圧力(Y_P)

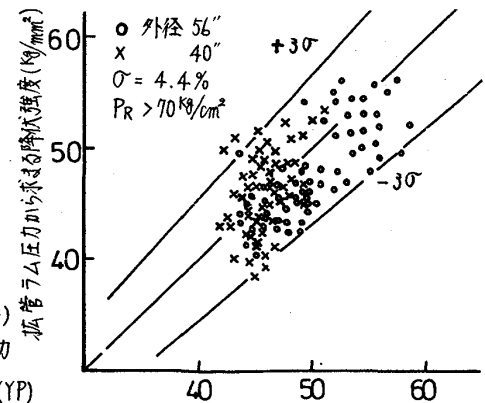


図3. 拡張ラム圧力から求める降伏強度

文献 1) W.A. Maxey et al. AGA Catalogue No. L 2227 (1973) 12

2) 白川ら: 鉄と鋼 63, 4 (1977) S 206