

## 233 大きな圧縮予歪を受けた溶接構造用鋼材の諸強度について

広島大学 工学部

日本鋼管(株) 総合材料技術研究所

元日本鋼管(株)

広島大学 工学部

山本元道, 矢島 浩

栗原正好

東田幸四郎

○ 松崎拓也

Mechanical Properties of Steels for Welded Structure having Experienced Large Compressive Prestrain  
by Motomichi Yamamoto, Hiroshi Yajima, Masayoshi Kurihara, Koshiro Tsukada and Takuya Matsuzaki

## 1. はじめに

大型溶接鋼構造物に大地震などにより過大な荷重が作用すると、局部構造部材が座屈崩壊する場合がある。引き続き当該部材に、引張あるいは繰り返し引張荷重が付加されると、亀裂が容易に発生・進展し、大破壊事故へと発展してしまう場合がある。この原因の一つとして、座屈部に発生する大きな圧縮の塑性変形(圧縮歪)による、材質の劣化・脆化が考えられる。本稿では、大型溶接構造物用鋼板として大量に使用されている、JIS溶接構造用圧延鋼材を対象に、大きな圧縮の塑性歪が鋼材の機械的性質に及ぼす影響について、定量的な評価を試みた結果について報告する。

## 2. 供試鋼板および試験方法

供試鋼板としては、降伏比の違いを考慮して、板厚35mmのJIS SM490C 2種類(記号MSおよびMK)、板厚28mmのJIS SM490A(記号ML)、および比較のためのJIS SS400(記号SS)の4種類を用いた。ミルシートによる機械的性質を、Table 1に示す。

この4種類の供試鋼板から、円柱試験片をその長さ方向が圧延方向と一致するように削り出し、室温・大気中にて軸力圧縮予歪材を製作した(Fig.1参照)。圧縮予歪材中央部から、Fig.1(b)に示したように、直径3, 4, 12.5mmの3種類の引張試験片を削り出し、室温・大気中にて引張試験を行なった。また、付与した予歪量は、対数歪( $\epsilon_{pre(t)}$ )で整理した。

## 3. 引張試験結果とその考察

Fig.2およびFig.3に、予歪材の降伏応力( $\sigma_y$ )を母材(予歪量0%)の降伏応力( $\sigma_{y0}$ )で除して無次元化した値と圧縮予歪量との関係、ならびに予歪材の引張強さ( $\sigma_B$ )を母材の引張強さ( $\sigma_{B0}$ )で除して無次元化した値と圧縮予歪量との関係を示す。圧縮予歪を付与した試験片では明瞭な降伏点が現れなかったため、0.2%耐力を $\sigma_y$ として表わした。

Table 1 Mechanical properties of steel plates used

Steel	Y.P. (MPa)	T.S. (MPa)	Y.R. (%)	El. (%)
MS	389	519	74.9	28.5
MK	431	529	81.5	27.0
ML	363	539	67.3	28.0
SS	274	436	62.9	28.0

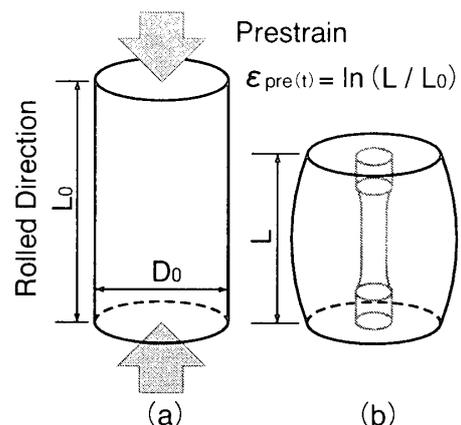


Fig.1 Axial compressive prestrain specimen

Fig.2を見ると、4鋼種とも圧縮予歪の増加とともに $\sigma_y$ が上昇している。MS・MK・MLの3鋼種では、ばらつきはあるものの、 $\sigma_{y0}$ からの増加の割合がほぼ同程度である。一方、SSでは、MS・MK・MLの3鋼種に比べて、 $\sigma_{y0}$ からの増加の割合が非常に大きくなっている。

次に、Fig.3に示した $\sigma_B$ の結果を見ると、4鋼種とも圧縮予歪量が増加するにつれて、ほぼ線形に増加している。また、4鋼種の $\sigma_{B0}$ からの増加の割合は、ばらつきはあるものの、ほぼ等しくなっている。

Fig.2およびFig.3中には、圧縮予歪材の降伏応力および引張強さの推定式および推定結果も示してある。実験結果と推定結果とはよく対応しており、本推定式を使用すれば、大きな圧縮予歪を受けた鋼材の降伏応力および引張強さを、概略推定可能である。

Fig.4に、降伏比と圧縮予歪量との関係を示す。4鋼種とも、圧縮予歪量-20%程度までに降伏比が急激に上昇しており、その後ほぼ一定値となっている。MS, MK, MLの3鋼種を比較すると、母材の降伏比が一番小さいMLの値が、他の2鋼種に比べて若干小さくなっている。また、SSは、MS・MK・MLと比べると母材の降伏比は小さいが、圧縮予歪量が-20%程度付与されると、その降伏比は90%以上に急激に大きくなっている。

4. おわりに

大きな圧縮予歪が溶接構造用圧延鋼材の機械的性質に及ぼす影響を把握した。すなわち、圧縮予歪の影響で、降伏応力・引張強さ・降伏比が上昇する。さらに、大きな圧縮予歪を受けた鋼材の降伏応力ならびに引張強さ推定式を提案した。

$$\sigma_y / \sigma_{y0} = \begin{cases} \text{MS} \cdot \text{MK} \cdot \text{ML} & (1 - 0.186 \epsilon_{pre(t)})^{0.206} \\ \text{SS} & (1 - 0.868 \epsilon_{pre(t)})^{0.198} \end{cases}$$

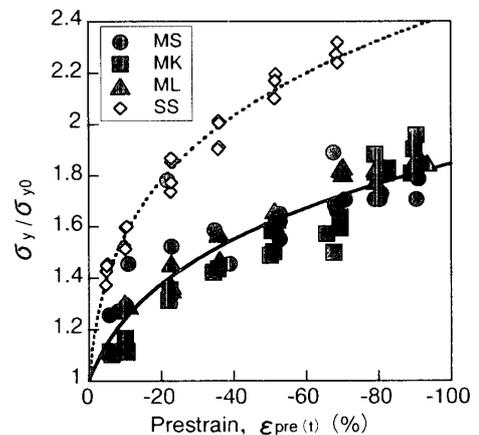


Fig.2 Relation between yield stress and prestrain

$$\sigma_B / \sigma_{B0} = 1 - 6.28 \times 10^{-3} \epsilon_{pre(t)}$$

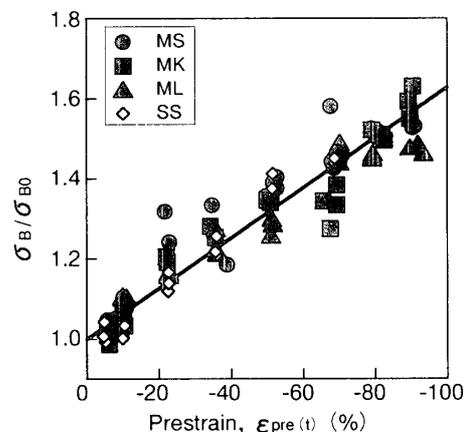


Fig.3 Relation between tensile strength and prestrain

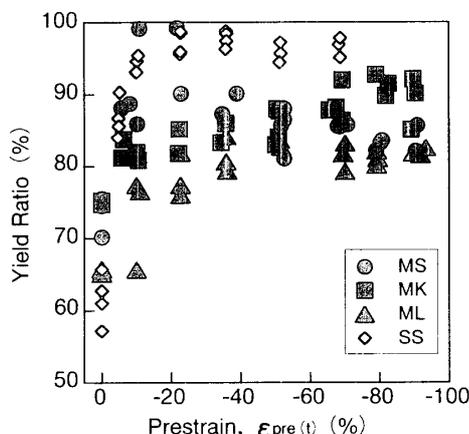


Fig.4 Relation between yield ratio and prestrain