

川崎製鉄株式会社技術研究所 ○高田 庸, 片岡義弘
山口繁之

1. 緒言 鋼管成形時の曲げおよび拡管などの冷間加工により、鋼管の衝撃特性は素材のそれより劣化する。この冷間加工による衝撃特性の劣化の程度を明らかにすることは鋼管素材の材質設計上必要である。そこで、今回鋼管素材の冷間加工による衝撃特性の劣化におよぼす冷間加工の種類および加工量の影響を調査した。

2. 試験材および試験方法 厚板ミルで製造したA~G 7種類のAPI 5 L X X 6 0およびX 7 0の鋼板を試験材として用いた。A, BおよびCはすべて強いコントロールド・ローリング(CR)を行つた圧延のままのNb-V系のX 7 0で、板厚はそれぞれ2 1.4 mm, 1 5.3 mmおよび1 6.7 mmである。DとEは強いCRを行つたNb-Mo系のX 7 0で、板厚は2 6.9 mmと2 7.4 mmである。Fは軽いCRを行つたNb-Mo系のX 6 0で、板厚は2 0.3 mm, Gは1.5%のNiを含有する焼入れ、焼もどし(QT)を行つたX 7 0であり、板厚は2 5.0 mmである。

これらの試験材に、引張、曲げ、曲げ-平板化、曲げ-平板化後の引張および圧縮の予ひずみをそれぞれ1~5%与えた。予ひずみ後の試片の板厚中央部より、厚さ10 mm, 平行部幅10 mmおよび平行部長さ30 mmの引張試験片および2 mm Vノッチフルサイズのシャルピー試験片を採取し、引張試験とシャルピー試験を行つた。また、B, C, EおよびFの4鋼種については圧延面とL断面のX線試料を採取し、予ひずみによる集合組織の変化を調べた。

3. 試験結果 予ひずみ後の衝撃特性は素材のそれらに比べて劣化するが、予ひずみによるエネルギー値の劣化よりも、延性-脆性遷移温度の劣化のほうが明りようである。図1に示すように予ひずみによるflow stress(ここでは、予ひずみ後の引張における1%ひずみ時の応力)の増加量と遷移温度の上昇量是对应しており、圧縮の場合を除くと、すべて予ひずみによりflow stressが5 Kg/mm²増加すると遷移温度は約10℃上昇する。しかし、圧縮予ひずみの場合には同一予ひずみによるflow stressの増加が他の場合より小さいにもかかわらず遷移温度の上昇は著しく大きい。

鋼種EとFの圧延面とL断面の圧縮と引張の予ひずみによる集合組織の変化を図2と図3に示す。圧縮予ひずみの場合は、引張予ひずみの場合と逆に予ひずみの増加とともにへき開面である(200)面が圧延面では減少し、L断面では増加している。また、その程度は強いCR材であるEのほうが大きい。この集合組織の変化は、圧延面の靱性の向上によるシャルピー試験におけるセパレーションの減少とL断面すなわち破断面の脆化を誘起する。この両者によつて、圧縮予ひずみによる遷移温度の著しい上昇がもたらされたものと考えられる。

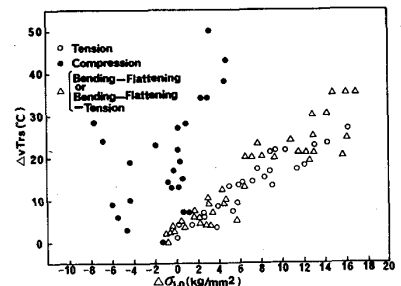


図1 予ひずみによるflow stressの変化(Δσ₀.₀₁)と遷移温度の変化(ΔTₙ)の関係

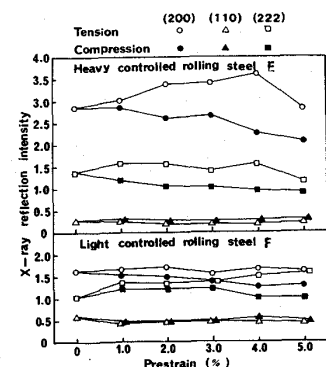


図2 予ひずみと圧延面におけるX線反射強度の関係

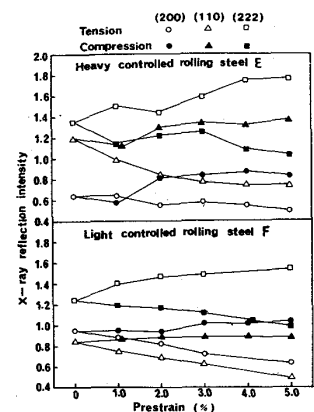


図3 予ひずみとL断面におけるX線反射強度の関係