

(233) 板厚方向に強度分布の異なる軟鋼板の曲げ特性 —軟鋼板へのイオン注入の応用 第3報—

理化学研究所

吉田清太 林 央

新日本製鐵(株) 製品技術研究所 戸来稔雄 ○佐藤泰一

I 緒 言

イオン注入技術と圧延、焼鈍を組合わせることにより鋼板の板厚方向に種々のパターンの添加元素の濃度分布が形成可能なことを前報⁽¹⁾⁽²⁾にて示した。添加元素に鋼板の強度を高める元素を選び、板厚方向に強度分布の異なる薄鋼板を作製し、その引張り特性および曲げ特性を調べた。

板厚方向に材質の異なる鋼板の機械的特性の感度の良い検出方法として曲げ試験を再検討し、実験と平行して、若干の計算をも行ない、比較を試みた。

II 実験方法

強化元素には少量の添加で効果の大きい炭・窒化物形成元素を用いた。被イオン注入材料として、Ti 入り純鉄 (Ti 0.26%, C 0.014%) を、注入元素として、N (N_2^+ の形で注入) を使用した。注入における加速電圧は 150 kV (濃度のピーク位置がおおよそ $1000 \text{ \AA}$)、注入量 $1 \sim 5 \times 10^{17}$ イオン/ cm^2 で、片面注入、両面注入の両方を試みた。注入後、 $300^\circ\text{C} \sim 600^\circ\text{C}$ の温度範囲で 1~2 時間の拡散ないし析出処理を行ない試験材とした。板厚方向の強度分布は板厚断面の硬度測定により求めた。

曲げ試験は 2 種—自由支点 V 曲げおよび下型付 V 曲げ—実施した。前者で曲げの荷重—ストローク曲線、後者でスプリングバック挙動を求めた。試片のサイズは引張り試験曲げ試験共に板厚 0.3 mm、板巾 6 mm である。

III 実験結果

(i) 注入材の曲げ荷重は注入のままで変化はないが、熱処理を加えると低温では降伏挙動の高温では最高荷重の変化が著しい。図 1

(ii) 硬度測定結果によれば 600°C 程度の熱処理温度で線形に近い強度分布変化が得られていることが判明した。

(iii) 今回の実験における最大注入量 2×10^{17} ions/ cm^2 で比較した場合、最も強度の大きくなる条件 (600°C 1h) で引張り強さの上昇は素材の 20% 弱であるのに対し曲げ試験最大荷重では 60% 以上に達した。

(iv) 板厚方向に強度分布が存在する鋼板の曲げの計算を単純曲げ理論により行ない、不均一性の検出力を検討し、同時に実験結果との比較を試みた。図 2。

(v) 注入した窒素原子の分布と存在状態の詳細については現在検討中である。

IV 参考文献

- (1) 吉田, 佐藤, 岩木, 林 鉄と鋼 62 (1976)
No. 11, S665
- (2) 吉田, 佐藤, 鈴木, 岩木, 鉄と鋼 63 (1977)
No. 4, S310

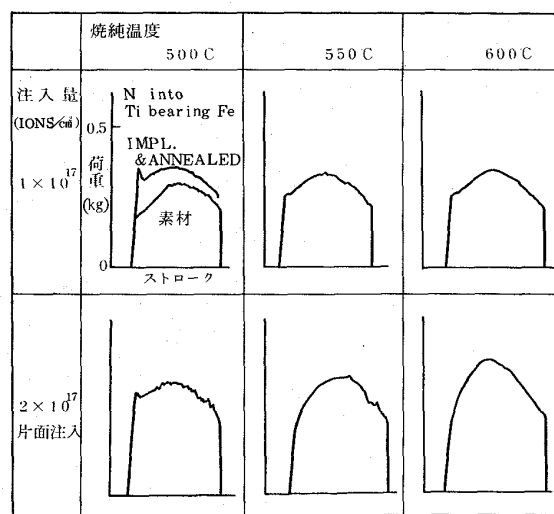


図1 N注入Ti入り純鉄の曲げ挙動例

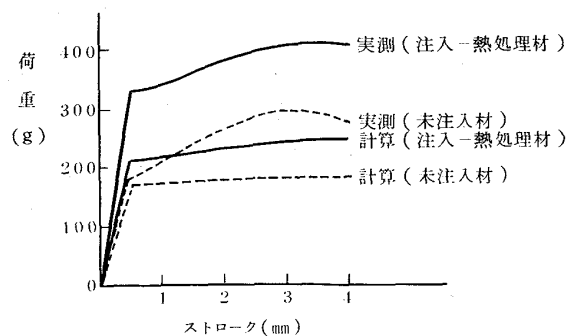


図2 曲げ荷重—ストローク 計算—実験, 比較例