

669.141.24-415:620.172.22/24

S 124

(124) 軟鋼板の n 値とその材質的要因

70400

八幡製鉄 技術研究所 工博 武智 弘 河原田 実

増井 浩昭 杉山 源昭

1. 緒言：軟鋼板の伸び、張出し特性を表わすのに n 値がよく用いられている。n 値を支配する材質的要因（化学成分、粒度）の効果については、これまでもいくつかの報告があるが、それらは必ずしも統一して理解されうる状態にはない。そこで各種化学成分系の軟鋼を作り、n 値におよぼす材質的要因を調べて整理し、解釈を試みた。

2. 実験方法：供試材は電解鉄を基材として、真空溶解により、純鉄成分系およびリット鋼成分系に C, S, P, O 等を主として単独添加して作った。これを 1250°C 加熱、仕上温度 900°C 以上で熱延後、70% の冷延を行い、これを 750°C × 4 hr で焼鈍、炉冷を行った。この焼鈍材（板厚 0.8 mm）を、インストロン引張試験機により、20 mm/min で引張試験を行い、その荷重-伸び曲線から数値を求めた。

3. 結果と考察：通常、荷重-伸び曲線より求めた応力 σ と歪 ϵ とから、 $n = (\epsilon / \sigma) \cdot (d\sigma / d\epsilon)$ により n 値を求めている。ところで軟鋼板の場合、いわゆる均一伸び付近までのかなり広い歪領域において、近似的に $\sigma = \sigma_0 + K \cdot \epsilon$ (σ_0, K : 材料定数) が成立している。供試材 3 種について σ_0 と n, K の関係を求めると図 1 が得られた。高 P 材を除いて、一様に曲線上にのる傾向を示している。

さて、 $\epsilon = n$ 近傍で軟鋼板の加工硬化率がある種の状態に達し、そこまでの塑性変形に要する仕事が、軟鋼板程度の強度水準の変化程度では、ほぼ一定の値 (E) をとるといふ仮説を考える。

以上に述べた諸関係から、n, σ_0 , K の関係を示す近似式が求まる。

$$\sigma_0 = K \cdot (1 - n), E \approx \sigma_0 \cdot n + (K \cdot n^2) / 2$$

これは、図 1 の実験結果を良く説明している。

この結果から、n 値が σ_0 を介して説明されることになるが、供試材の σ_0 を鋼種別に整理すると、図 2 のようになる。図 2 の A は、フェライト粒径の効果がよくあらわれる鋼種であり、この場合は、

$$n = K \cdot n / (K \cdot n + \sigma_i + k \cdot d^{-1/2}) \approx 10 / (10 + \sigma_i + k \cdot d^{-1/2})$$

(d: 粒径 (mm), σ_i, k : 材料定数)

の関係が導かれる。一方、図 2 の B は、粒径の効果以外に、化学成分の直接効果（固溶硬化等）があらわれやすい鋼種である。B の各鋼種について、フェライト粒径の効果を差し引いたところの

化学成分の直接効果を見るために、その各の鋼種における成分増加量と、 σ_0 の増加分との関係を求めたのが図 3 である。図 3 によれば、 σ_0 の増加におよぼす C, S の直接効果は小さく、P のそれは大きい。これは、常温における、鉄への固溶量および固溶硬化能の差によるものと考えられる。

文 献

(1) W.B. Morrison; Trans. ASM, 59 (1966), P824

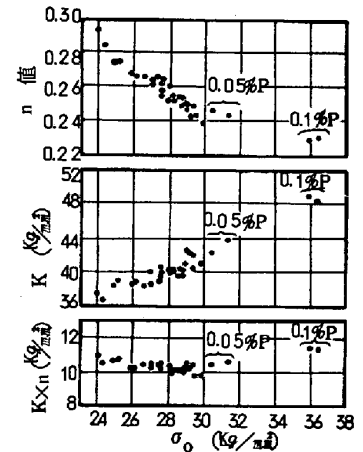


図 1. σ_0 と n, K との関係

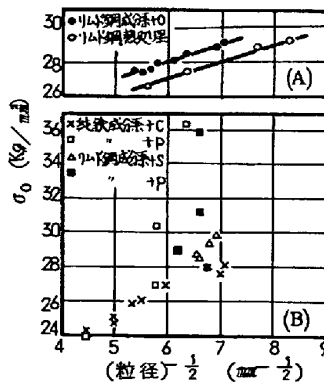


図 2. σ_0 とフェライト粒径との関係

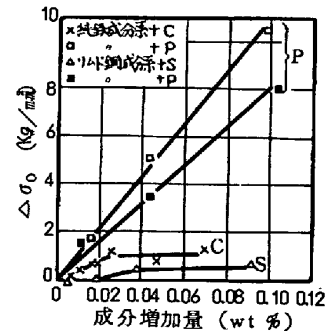


図 3. 各鋼種における成分 (C, S, P) の増加量と σ_0 の増加分 ($\Delta \sigma_0$) との関係