

冷間圧造用耐歪時効線材

Non-Strain-Hardening Steel Wire for Cold-Forging

小山隆治/Ryuji Koyama・小倉製鉄所 条鋼技術室

塚本 孝/Takashi Tsukamoto・小倉製鉄所 条鋼技術室 参事

萩原利明/Toshiaki Hagiwara・小倉製鉄所 条鋼技術室(名古屋支社) 参事

萩田兵治/Hyoji Hagita・小倉製鉄所 条鋼技術室(中国支社) 参事

要 約

自動車用のボルト・パーツの成形において冷間鍛造の割合が高まっている。しかしながら、冷間鍛造では、材料加工中の歪時効硬化による工具寿命の低下が問題となっている。本稿では、この問題を解決するために開発した当社の冷間圧造用耐歪時効線材について解説した。本鋼種の特徴は、Al/Nの制御および圧延後の過時効処理により、歪時効を抑制することである。

Synopsis

Recently, the proportion of cold-forge utilization has been increasing in automobile parts manufacturing. However, one problem with cold-forging is that the die-life decreases because of the material's strain aging. In this paper, we describe non-strain-hardening steel for cold-forging. This steel has reduced the strain aging because of the control of Al/N ratio and overaging treatment.

1. 緒 言

近年、ボルトフォーマ等の発達に伴い、各種形状の部品が冷間鍛造により製造されるようになった。これらの冷間鍛造は、高い加工度と歪速度で行われる傾向にある。このような加工に供される素材は、加工中に100～200℃程度まで温度上昇し、青熱脆性温度域へ入る。このため、素材が冷鍛中に時効硬化し、工具寿命を低下させることが問題となっている。

歪時効は、塑性加工での転位の導入と、温度上昇による固溶炭素、固溶窒素の運動によって引き起される。すなわち、炭素、窒素による転位の固着が歪時効の原因となる。したがって、歪時効の抑制には、固溶炭素、固溶窒素の低減が有効である。

本稿では、上記の考え方に基づいて開発された耐歪時効線材について解説した。

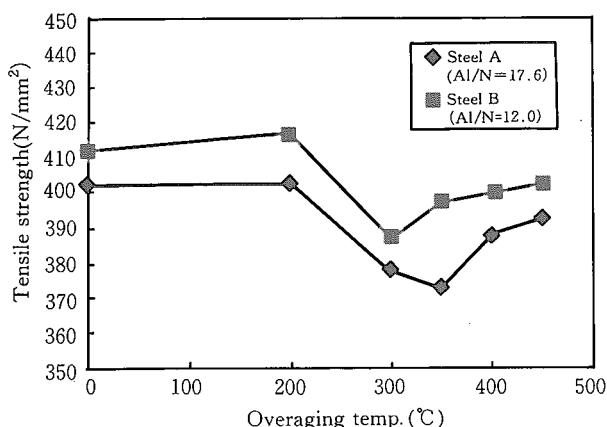
2. 開発の概念

本節では、開発鋼の基本概念について記述する。前節で述べた通り、歪時効硬化の抑制には固溶炭素および固溶窒素の低減が有効である。

本開発鋼では、固溶炭素量低減のため低温焼鈍（過時効

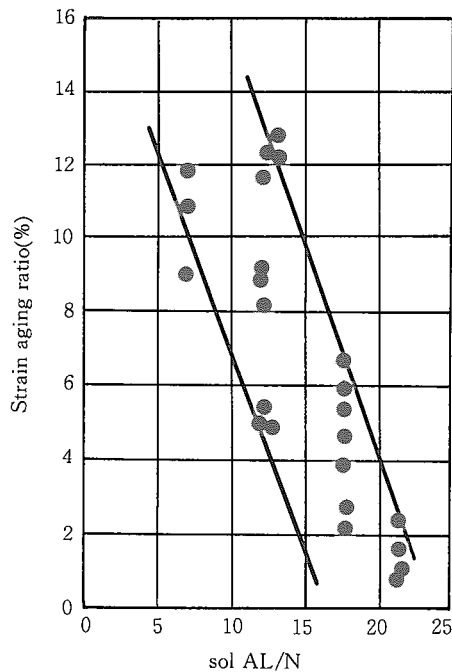
処理）を適用した。第1図に0.05%C鋼の、過時効処理温度と引張強さとの関係を示す。過時効処理時間は1時間である。第1図より、引張強さは過時効処理温度が300～350℃の時、極小となることが判る。このことから、本開発鋼には低温の過時効処理を適用することとした。

また、本開発鋼では固溶窒素低減対策として、Al/N比の制御を行なった。第2図にAl/N比と歪時効硬化率との関係を示す。歪時効硬化率は、素材の引張強さと加速時効



第1図 過時効処理温度と熱処理後の引張強さとの関係
Fig.1 Relationship between tensile strength after heat treatment and overaging temperature

(80°C × 2 hr)による強度上昇の比で算出した。第2図より、Al/N比が高い程、歪時効硬化率が低く抑えられることが判る。本開発鋼では、Nによる時効を最小限に抑えるため、Al/Nが20以上となるよう成分調整を行なった。



第2図 Al/Nと歪み時効硬化率の関係
Fig.2 Relationship between strain aging ratio and Al/N

3. 開発鋼の紹介

3-1 化学成分

上記概念に基づいて、開発鋼の化学成分を決定した。第1表に開発鋼 SNH08の化学成分を示す。

3-2 製造プロセス

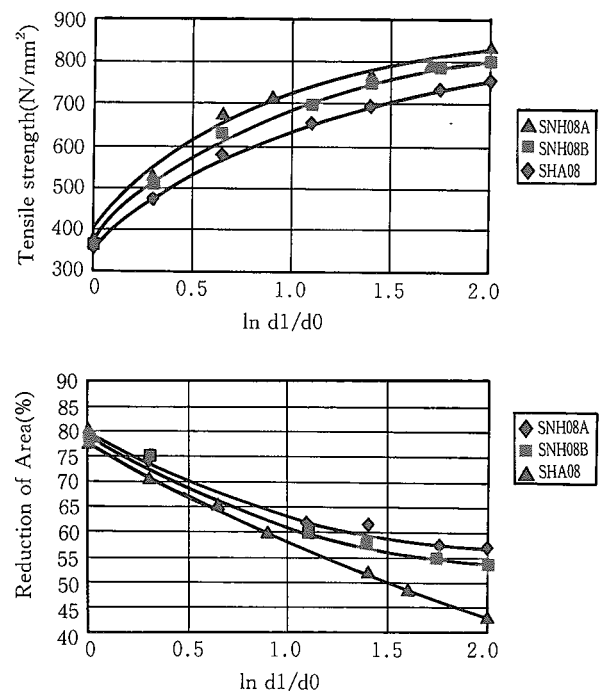
第3図に従来鋼と開発鋼の製造プロセスを示す。開発鋼には、2章の結果に基づき過時効処理を採用した

(SNH08A)。また、製品の必要強度の高いものについては、過時効処理を省略する場合もある (SNH08B)。

3-3 開発鋼の特徴

(1)成形荷重の低減

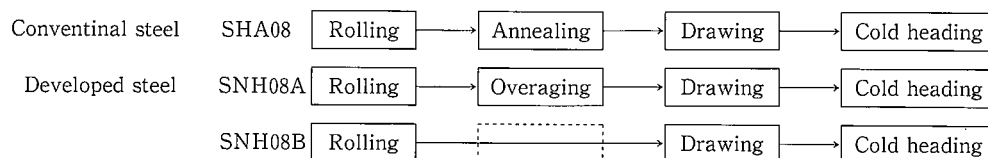
第4図に上記従来鋼と開発鋼の加工度曲線を示す。引張強さは伸線なし (真歪=0) のときは、ほぼ同一レベルだが、真歪が高くなるに従って顕著な差異が認められる。引張強さはSHA08 (従来鋼)、SNH08B (過時効処理なし)、SNH08A (過時効処理あり) の順で低くなっており、開発鋼の成形性が従来鋼に比べ高いことが判る。また、絞りについても顕著な差異が認められる。真歪が1.5~2.0の高い領域では、従来鋼の絞り値が50%以下となっている



第4図 加工度曲線
Fig.4 Relationship between mechanical properties and strain for non-strain-hardening steel

第1表 開発鋼の化学成分 (mass%)
Table 1 Chemical composition of materials (mass%)

Steel grade		C	Si	Mn	P	S	Al/N
SNH08	Developed	≤0.10	≤0.10	0.30/0.50	≤0.025	≤0.035	≥20
SHA08	Conventional	≤0.10	≤0.10	0.30/0.50	≤0.025	≤0.035	—



第3図 製造プロセス
Fig.3 Production process

製品・技術紹介

のに対し、開発鋼はいずれも55%前後を保っている。

(2)金型寿命の改善

次に、冷鍛パーツフォーマでの金型寿命の向上例を示す。第2表に従来鋼と開発鋼の金型寿命を示す。従来鋼での金型寿命が1ダイスにつき、約4万個であったのに対し、開発鋼適用後は約6万個に増加した。したがって、本例において開発鋼は工具寿命を大幅に向上させることが判る。

第2表 金型寿命の比較（冷鍛パーツフォーマ）
Table 2 Comparison of die life (Parts former)

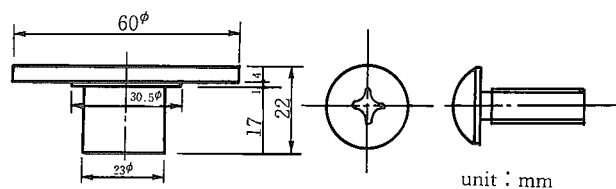
	SHA08 (Conventional)		SNH08A (Developed)
Die life (Pieces/die)	42 000	→	58 000

4. 冷鍛部品への適用例

第5図に本開発鋼の適用例を示す。プレートヨーク、小ねじの素材サイズは各々24φ、5.5φであり、本開発鋼は様々なサイズの強加工を施す部品に広く適用可能であることが判る。

Plate yoke

Bolt



第5図 製品適用例
Fig.5 Examples of application

5. 結 言

当社の冷間圧造用耐歪時効線材について解説した。耐歪時効線材は、過時効処理および Al/N の制御によって各々固溶炭素、窒素を低減することで歪時効を抑制し、冷間圧造時の工具寿命改善を可能とする。

実用化状況は、本稿で紹介した SNH08 (0.08%C) を中心に、C量0.06~0.20%の鋼種を実用化済である。

問合せ先
小倉製鉄所
条鋼技術室
☎093-561-8096 小山