

S344

(182) ピアノ線の応力弛緩と歪時効に及ぼすニ、ニの要因について

八幡製鉄K.K. 光製鉄所 技術部 岡本 一生
合 上 〇 江口 直記

I 序 言

PC用ピアノ線では伸線加工後ブルーイング熱処理を施し実用に供される。本報はこの場合の歪時効に及ぼす熱処理、加工率の影響を、鉄中の固溶C、Nの効果に注意を払い下ら実験し、併せて応力弛緩との関連を求めたものである。

II 実験結果及び考察

実験試料は SWRS 2A 及び SWRH 6A の 0.8% C 鋼で、A (Sol. Al 0.004%, Sol. N 0.0090%), B (Sol. Al 0.003%, Sol. N 0.0080%) は粗粒鋼、C (Sol. Al 0.009%, Sol. N 0.0056%) は細粒鋼で、LP 後 2.6_{mm}^{ϕ} に伸線し $900^{\circ}C \rightarrow 500^{\circ}C$ LP 及び $900^{\circ}C$ AP 後 2.2_{mm}^{ϕ} (red. 28%), 1.5_{mm}^{ϕ} (67%), 1.0_{mm}^{ϕ} (85%) に伸線し $80 \sim 600^{\circ}C$ の間の各温度に種々な時間加熱し試験した。試験結果によれば、歪時効による $\sigma_{0.2}$ の最高上昇温度は LP, AP とも $160 \sim 200^{\circ}C$ にあられ $\sigma_{0.2}$ 増加率は伸線加工率、熱処理で異なり、AP では加工率と共に増加するが、LP では加工率と共に一旦増加し次いで減少し更に加工率が増すと再び増大する。歪時効速度は LP が AP より速く、また加工率が高い程速く、B は C よりやや速い。これら試料の内部摩擦を測定し Snoek peak の最大高さ $(1/Q)_{max}$ から固溶 N, C の相対的な比較をした。B の $(1/Q)_{max}$ は C よりやや高く、また $(1/Q)_{max}$ は LP, AP とも加工により最初は急激に増加し、加工が進むにつれ漸減し、時効温度が $400^{\circ}C$ までは温度時間の増加と共に減少し、それ以上の温度では増加することが判った。 $(1/Q)_{max}$ が加工により増加するのは LP, AP まで固溶 N, C が転位又は亜粒界に trap され $(1/Q)$ に関与しないが、加工により開放されるため、更に加工が進むと転位密度が増しこれが析出 site となって $(1/Q)$ は減少する。LP 材の $\sigma_{0.2}$ 増加率が加工度に対し max. がある理由の一つはこれによる。また歪時効速度の差は Fe_3C の微細度が転位密度、固溶 N, C の析出に影響するためと思われる。

次に A を $30^{\circ}C$ で応力弛緩した場合、As Draw と Blueing とでは $\sigma_{0.2}$ に対する同比率の負荷に対しても前者の弛緩は著しく大きく且長期間にわたって弛緩が継続する。そこで B, C を用い $100 \sim 600^{\circ}C$ の間で時効させ $\sigma_{0.2} \times 0.8$ の応力で試験した結果、応力弛緩は $200^{\circ}C$ 時効で最少となり $300^{\circ}C$ 以上で増加し、 $500 \sim 600^{\circ}C$ では再び減少する。応力弛緩はワイヤの微視的塑性変形によるものと考へられるが、Blueing 材の弛緩が少いのは微細に析出した炭化物が転位の平均移動距離を縮めていること、また C, N による転位のピン止めにより動き得る転位密度が減少していることなどが原因であろう。さうに As Draw では複雑な内部応力が存在しこれが外力と重畳し低い応力でも動き得る転位が存在することが考へられる。従って応力弛緩する応力より高い応力で予めストレッチしておけば転位は安定化し且これをピンニングさせれば弛緩は少くなる筈で、時効の最も進行する $200^{\circ}C$ 附近でホットストレッチすれば最も効果的と考へ、この条件を実験的に確かめた。Over ageing した時、弛緩が増加するのは転位の固着程度がゆるくなるためであり、 $500^{\circ}C$ 以上では転位の減少、固溶 N, C の増加によるであろう。