

(262) 焼入れによる残留応力と焼割れについて

金沢大学 工学部

工博 小谷 茂

篠原 俊英

安倉 信博

1. 緒言: 焼割れは焼入れによるひずみとともに鋼を焼入れたときには生ずる障害である。これは鋼を高湯から焼入れを行なった際に材料内に生ずる熱応力と変形応力によるものである。このとき冷却後材料内に残留応力を生ずる。残留応力は熱処理にさいして生じた過剰的な内部応力の最終の状態のものである。したがって残留応力を調べることで内部応力の発生経過を推定でき焼割れにかんして知見をうることが出来る。実際の焼割れの発生状況を見ると、材料の組成、形状、冷却方法その他によつてその発生状況は種々雑多である。ここでは、単純円筒状の円筒形の各種直径の試料について、これを各種の温度から焼入れをして焼割れの発生状況を調べ、またこれらの試料の残留応力を測定して、焼割れと残留応力との関連を調べた。

2. 実験方法: 用いた試料は S55C, SK5, SK3 の 3 種である。試料寸法は、 $24\text{mm}\phi \times 80\text{mm}$, $21\text{mm}\phi \times 70\text{mm}$, $15\text{mm}\phi \times 60\text{mm}$, $11\text{mm}\phi \times 60\text{mm}$, $8\text{mm}\phi \times 60\text{mm}$ で、これらの試料を $820 \sim 1000^\circ\text{C}$, あるいは $850 \sim 1000^\circ\text{C}$ の間の 4 段階の各温度に加熱し、水焼入れを行なった。実験にさいし、1 条件に 3 ～ 4 本の試料を用い、各試料を金網でつくつたガールの中に入れて所定の温度のバス中で加熱し、これを攪拌した水槽内に投入して焼入れを行なった。残留応力の測定は各条件中の焼割れを行なっていない試料について行なつた。応力の測定は X 線回折法によつて行ない、試料の軸方向、円周方向、および半径方向の残留応力を測定し、試料内全断面の残留応力分布を求めた。

3. 実験結果: 焼割れは円筒軸方向の外面に生ずる焼割れと、円筒円周断面において同心円状に生ずる同心割れが生ずる。前者の焼割れは、S55C, SK5, SK3 材の $8\text{mm}\phi$ から $15\text{mm}\phi$ までの試料にすべてあらわれており、焼入れ温度の高いものほど発生率は大である。後者の同心割れは S55C 材の $21\text{mm}\phi$, $24\text{mm}\phi$ のものに発生している。また、残留応力の測定にさいし、外層除去過程に内部に新しく割傷線が生ずる場合がある。このとき以後内部の残留応力は急激に低下している。焼割れに対する残留応力の関連として、図に示すように、焼割れには、断面内の残留応力分布において外表より内部にむかう円周方向の応力の变化の勾配と、内部の引張残留応力の最大値が関係し、同心割れには、同じく応力变化の勾配と、このとき断面内の最高応力と最小応力との差が関係している。いずれの場合も円周方向の残留応力の分布と大きくは焼割れに関連があるようである。円周残留応力分布としては、S55C, SK3 材はそれぞれ各条件のものも一定の傾向の分布をみえ、SK5 材の残留応力分布はこの中間的状態である。

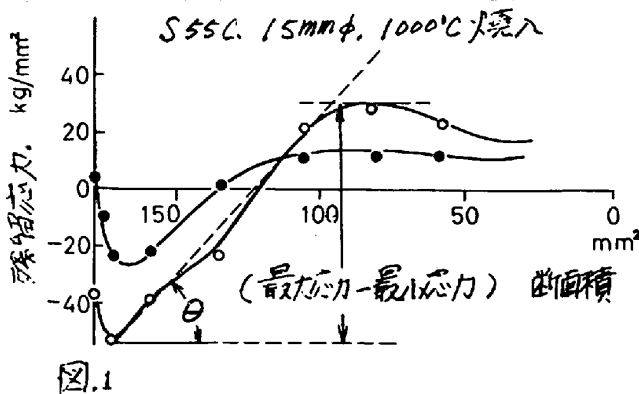


図.1

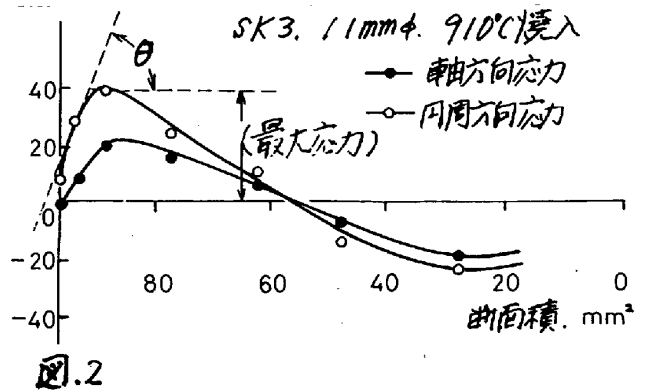


図.2