

(158) 鋼の高温割れに関する基礎的研究

川崎製鉄 技研

○坂元祥郎 木下勝雄

工博中西恭二 鶴岡一天

1. 緒言 鋼の造塊あるいは連铸工程で発生する割れは、工程での歩止りと著しく低下せしめ、さらに製品における欠陥の重大な原因となる。割れ発生の機構は、発生する温度とともに不純物元素に支配されるが、その詳細については明らかでない。今回、この割れ発生の機構を明らかにするため、新しい装置を作製し、凝固過程での割れについて調べた。

2. 実験装置および方法 装置は、図1に示すように縦型引張試験機と高周波誘導加熱装置とから構成される。試験片は大気中で溶解し、温度制御は試験片表面をパイロスコープで測温し、行なう。本装置では、割れ発生にともなう Acoustic Emission (AEと略す) の測定系を設けた。試験片は直径 20 mm、つかみ部を除いた長さが 200 mm の丸棒で、これと口径を合わせた透明石英管で被覆し、溶解部の脱落を防止する。(図2) さらに凝固にともなう熱収縮が軸中心に对称に形成され、その結果、拘束荷重が均一に作用するように、試験片には、上方から溶解域上端に達するドリル孔をあけておく。AEセンサーは、試験片上部にネジ込んだ棒に取り付けた。

試験片は荷重を制御し、無負荷の状態昇温溶解する。溶解後、クロスヘッドを固定し、試験片を拘束した状態で、加熱出力を停止する。凝固の進行とともに、熱収縮により拘束力は増加するが、所定の荷重に達したところで拘束を解放し、無負荷のまま冷却する。割れは、液浸法および顕鏡により調べた。

3. 実験結果 図3は、純鉄系の素材に、0.1%のSを添加した材料について、荷重、温度およびAEの経時変化を示す。試料表面温度は、加熱停止後、約10秒で100℃低下し、この間に表面の凝固が完了する。さらに、40ないし45秒まで、温度は比較的ゆるやかに減少するが、この間は固液共存域にあるため、凝固潜熱の放出が行なわれるからである。AEは、荷重の増加に際して、断続的に発生し、除荷後、その発生は認められない。しかし、多くの試験結果におい、割れとAEとの統一的な対応は今のところ得られていない。

種々のS濃度において、拘束荷重を変えて試験を行ない、割れの有無を調べた。その結果、割れの発生は、S濃度に著しく依存するが、これを温度と荷重のみに注目してみると図4のようになる。図中の黒丸、白丸はそれぞれ割れの有無に対応する。荷重は、多少のバラツキがあるが、温度が減少するにしたがい、図の実線のように、二次曲線的に増加する。図中の点線は、そのうちの2例についての実荷重の変化を示している。多くの場合、割れは、1350℃以上の温度領域に集中しており、図3に示した測温結果を考慮すれば、割れは固液共存域にて発生することがわかる。

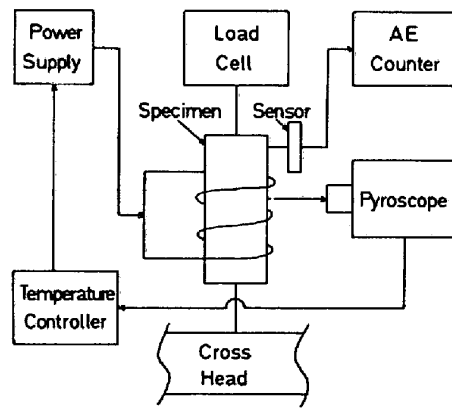


図1 装置のブロックダイアグラム

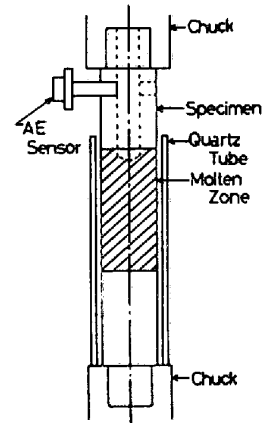


図2 試験片形状

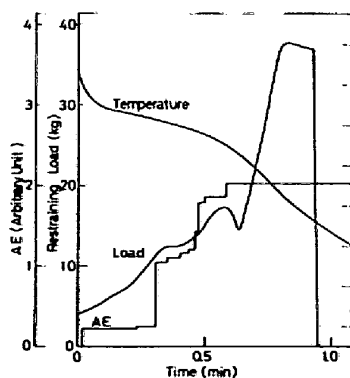


図3 荷重、温度およびAEの経時変化

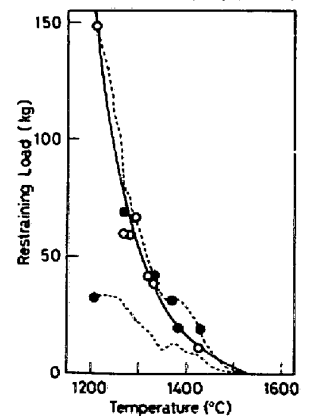


図4 荷重、温度と割れの関係