

(216) 各種鋼の凝固点直下の高温延性に及ぼす凝固条件の影響

愛知製鋼研究部 山本俊郎 ○花井義泰
岡崎能久

1. 緒言

グリーンブル試験などによって鋼の凝固点直下の高温延性を調べた従来の報告によれば、凝固時に延性が生じ始める温度(NDT_c)は昇温時に延性が消失する温度(NDT_h)よりもかなり低くなることが指摘されているが、これに及ぼす凝固条件の影響については考慮がなされていないようである。ところで、液相が混合状態にあり凝固完了部分では拡散がない場合には、固相濃度C_sは次式で与えられる。⁽¹⁾

$$C_s = k_E C_o (1 - g)^{k_E - 1}$$
 (k_E: 実効分配係数、C_o: 平均濃度、g: 凝固率) k_Eは凝固速度に依存するので、上述のような実験では最終凝固部の濃度は凝固条件によって変化することが予想される。そこで本研究では、幾つかの商用鋼について凝固速度を変えてNDT_cを測定し、凝固偏析との関係を調査した。

1. 実験方法

グリーンブル試験機(通電加熱式横型高温引張試験機)を用いて引張試験片の中央部に溶鋼保持のための石英管を被せ、この部分を一旦溶融(溶融幅: 24mm)させた後、所定の冷却速度で凝固させながら種々の温度で引張試験($\dot{\epsilon} \sim 5/s$)を行なった(図1)。また、凝固終了した試験片を高温から急冷後、最終凝固部における成分の偏析状況を調べた。

2. 実験結果

1) 平居ら⁽²⁾の求めた鋼の成分と固相線温度との関係式($T_s = (Fe - C固相線温度) - 20.5(\%Si) - 6.5(\%Mn) - 2(\%Cr) - 11.5(\%Ni) - 5.5(\%Al) - 500(\%P) - 700(\%S)$)を便宜上用いて、平均組成から求めたT_sと冷却速度2℃/sで試験片中央部を冷却し凝固させた場合のNDT_c実測値との関係を図2に示す。全鋼種でNDT_c < T_sとなり、その差は最大5℃程度であった。

2) 破断形態は、NDT_c以上の温度ではデンドライト間、NDT_c以下では粒界破壊が主体となる。

3) 凝固時の冷却速度を遅くするとNDT_cは低温側に移行する(図3)。各凝固条件における最終凝固部の成分変化を調べた結果(図4)、凝固過程における成分偏析(特にC, S, P)がNDT_cに大きな影響を与えていることが明らかとなった。

(1) W.G. Pfann: 'Zone Melting', John Wiley & Sons, New York (1958)

(2) 平居、金丸、森: 学振製鋼19委員会研究報告、凝固46(1968)

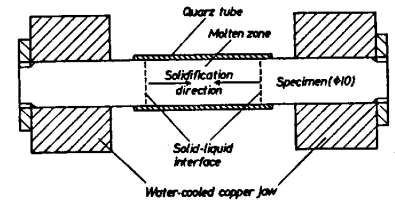


Fig.1 Schematic view of solidification process by using Gleeble apparatus.

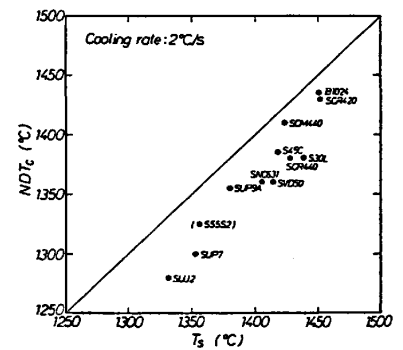


Fig.2 Relationship between NDT_c and T_s for various steels.

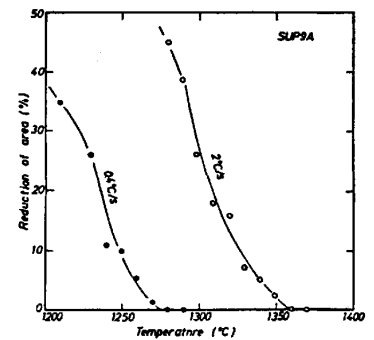


Fig.3 Change in ductility with cooling rate during solidification.

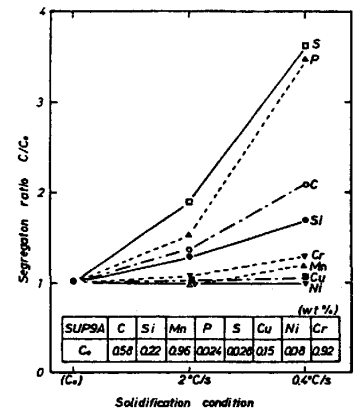


Fig.4 Change in segregation ratio with cooling rate during solidification.