

誌上討論

(論文) 凝固時における CO 気孔の生成機構

野村 宏之・森 一美

鉄と鋼, 64 (1978) 8, pp. 1143~1152

【質問】

新日本製鉄(株)製品技術研究所 浅野 鋼一

1) [%C]の変化によつて気孔の大きさが変化する点についての御説明は、論文に書かれていますが、Photo. 2によると [%C]の変化によつて気孔の数も変化しておりますが、この点はどうか考えたら良いでしょうか。

2) 論文は気孔中のガス成分を CO あるいは、CO + CO₂ としてその生成機構を説明されておられますが、実用鋼の場合には先ず水素ガスが問題になると思います。水素ガスを考慮した場合にはどの様に考えたら良いでしょうか。

3) Fig. 4 によると [%C]_L > 0.15 の場合には気孔生成のための [%O]_L の臨界組成は、0.0025% と一定とされていますが、Al, Si などの脱酸性元素が共存する場合にはこの値はどの様に変化するとお考えですか。

4) 実験装置の上から凝固速度を大幅に変化させることは難しいかも知れませんが、凝固速度が大幅に変わつたら気孔の発生状況はどの様になるとお考えでしょうか。

【回答】

名古屋大学工学部 野村 宏之・森 一美

1) Photo. 2 からは C 濃度の減少とともに気孔半径は小さくなり、気孔の数は多くなる傾向がうかがわれます。とくに [%B] が 0.05% 以下の場合には、Photo. 2 (a) のように短い気孔が多数生じており、この原因としては次の 2 つが考えられます。i) C, O の拡散量が少なく気孔成長の継続が不可能である、ii) 気泡が凝固界面によつて拘束されずに浮上し、気孔が分断する。Photo. 2 (a) の場合 [%O] が 0.017 とかなり高く、i) は気孔分断の原因になりにくいと考えられます。一方 C 濃度が低くセル状凝固組織が支配的な場合には、なめらかなセル壁では生成気泡が拘束されにくく、結果として不連続的なマクロ気孔が生成すると考えられます。すなわち ii) の原因により、C 濃度低下とともに小さい気孔が多くなると考えます。

2) 実用鋼の場合の気孔生成のガス成分としては CO, CO₂ のほかにおもに H₂ および N₂ が考えられます。たとえば CO, CO₂, H₂ のガスが存在する場合には、気孔生成条件としては本文(2)式は $p_{total} = p_{CO} + p_{CO_2} + p_{H_2} = 1 + 2\sigma/\gamma$ のように書き改められると考えます。H₂ ガスが存在する場合でもマクロ気孔発端部小気孔の形状はほとんど変化しないと考え、 p_{total} は一定とすると、気孔生成に必要な $p_{CO} + p_{CO_2}$ は本研究の場合より小さ

くなります。したがつて本研究で決定された臨界濃度曲線以下の C, O 濃度でマクロ気孔が生成することが十分考えられます。なお H は鉄中の拡散速度が大きく、気孔成長に寄与する H₂ が広範囲にわたるため、マクロ気孔が成長方向に太くなつてゆくことが考えられます¹⁾。

3) 脱酸元素を含む場合の CO 気孔生成については現在当研究室で研究中です。Si を例にとり、約 0.1% の C 濃度の場合²⁾³⁾を考えますと、[%O] = 0.005~0.010% の簡図では CO マクロ気孔生成の臨界濃度は Si のみによつて決まり、臨界 Si 濃度として 0.022~0.025% が得られています。その場合臨界 Si 濃度に対する O 濃度の影響は小さく無視できます。このことから御質問の [%C] > 0.15% の場合についても上記とほぼ同様に考えることができます。ただし臨界 Si 濃度は C 濃度に依存していると考えられ、[%C] ≈ 0.05 では約 0.015%, [%C] ≈ 0.20 では約 0.028% が得られております。Mn を添加した研究においても上記の結果と同様の傾向が得られております⁴⁾。したがつて Al 添加の場合にも、気孔生成が O 濃度にあまり関係なく Al 濃度のみにより決まると推定されます。

4) 凝固速度を変化させた場合のマクロ気孔生成の臨界組成については当研究室で現在研究を進めています。攪拌浴からの凝固の場合にはすでに報告したように⁵⁾、4 mm/min ~ 14 mm/min の凝固速度の範囲では [%C] ≈ 0.1 に対して気孔生成の臨界酸素濃度はほぼ一定で、約 0.004% となつております。一方、いつたん生成したマクロ気孔の成長に対しては凝固速度の影響は大きいと考えられます。すなわち [%C] ≈ 0.1 で凝固速度が約 5 mm/min の場合には論文の Fig. 6 で示したように、気孔消滅の酸素濃度は 0.001~0.002% となつていますが、凝固速度が約 9 mm/min になると気孔消滅の酸素濃度が約 0.003% に増加する結果がその後の研究で得られております。

文 献

- 1) H. FREDRIKSSON and I. SVENSSON: Met. Trans., 7B (1976), p. 559
- 2) 森 一美, 野村宏之, 中島敏洋: 鉄と鋼, 63 (1977), S 106
- 3) K. MORI and H. NOMURA: The 6-th Japan-VSSR Joint Symposium on Physical Chemistry of Metallurgical Processes, Special Report No. 25, p. 95 (1977)
- 4) 野村宏之, 城阪欣幸, 森 一美: 鉄と鋼, 64 (1978), S 198
- 5) 森 一美, 神森章光, 出口幹郎, 下田輝久: 鉄と鋼, 59 (1973), p. 887