

(110)

鉄およびニッケルの凝固時における気孔生成に

および水素の影響

金属材料技術研究所 〇檀 武弘 宇田 雅広

1. 緒言

鉄鋼中の水素は水素せい化、遅れ破壊とならんで、凝固時に気孔を生じ、材料の健全性に悪影響をおよぼす。しかし、気孔生成のメカニズム解明に関する基礎的な研究は少ないのが現状である。今回、全圧1および0.5気圧におけるFe-HおよびNi-H系の凝固時における気孔生成について化学冶金的見地より検討を加えたので、その結果を報告する。

2. 実験方法

純鉄および電解ニッケル数gを各種水素分圧下(全圧 $P_{H_2}+P_{Ar}=1$ および0.5気圧)、種々の温度でレビテーション溶解し、溶融金属-ガス間の平衡が達成されたのち、銅モールドに鋳込んで急冷した。これらの凝固試料中の気孔は比重測定、X線透過写真撮影、断面検査によって観察した。

3. 実験結果

3.1 Fe-H系(全圧 $P_{H_2}+P_{Ar}=0.5$ 気圧) 水素分圧 $P_{H_2}=0.025$, 0.050, 0.075(気圧), 1900~2100°Cの温度範囲で実験を行った。

Fig.1に示すFe-H系PCT状態図上に実験結果を示す。なお、 $P_{H_2}=1$ 気圧での平衡水素溶解度には学振の推奨値をもちい、各水素分圧における溶解水素濃度はSievertの法則をもちいて、この推奨値より算出した。本実験結果より全圧0.5気圧における本系の気孔生成臨界水素濃度を求めると9%wtFeとなる。全圧1気圧におけるこの値は13%wtFe¹⁾であったが、この差は溶鉄内の気泡圧によるものである。なお、気孔は試料表面のごく

近くから発生し、凝固組織にそって成長していることが特徴である。Fig.1に示されるように、溶鉄中の水素溶解度は温度低下とともに減少し、さらに凝固点における固液相間の溶解度差は著しい。これらの溶解度差が気孔生成のdriving forceとなるわけであるが、本実験結果より、気孔生成は凝固時において進行することがわかる。さらに、気孔生成の臨界水素濃度が凝固点における溶鉄の平衡水素溶解度($P_{H_2}=1$ 気圧で25.2%wtFe, $P_{H_2}=0.5$ 気圧で17.8%wtFe)よりもかなり低いという実験事実が凝固界面前方において水素の濃化現象が生じていることを示している。本実験条件は急冷であり、凝固速度は変化するが、簡単のため、凝固速度一定と仮定し、Grigorenko, Tillerらの²⁾一次元凝固モデルを本実験結果に適用すると、溶鉄側の界面濃化ピークの水素濃度は凝固距離百数十ミクロンで、凝固点における溶鉄の平衡水素溶解度をこえ、本実験結果をよく説明する。なお、この時、みかけの実効分配係数を推定すると0.5となり、平衡値0.32からかなりずれているが、これは本実験条件が急冷であるためであろう。

3.2 Ni-H系(全圧 $P_{H_2}+P_{Ar}=1$ および0.5気圧) 全圧1および0.5気圧での気孔生成の臨界水素濃度はそれぞれ20%wtNiであった。2価のニッケルの平衡水素溶解度($P_{H_2}=1$ 気圧で35.1, $P_{H_2}=0.5$ 気圧で24.8%wtNi;凝固点)より低く、Fe-H系と同様、界面濃化現象を考慮すれば、本実験結果をよく説明しうる。

1) 鉄と鋼, 投稿中; 溶接学会全国大会講演概要第15集, p.170.

2) G.M. Grigorenko; Auto-Weld., (1970) 10, p.12; W.A. Tiller et al.; Acta Met. 1 (1953), p.28.

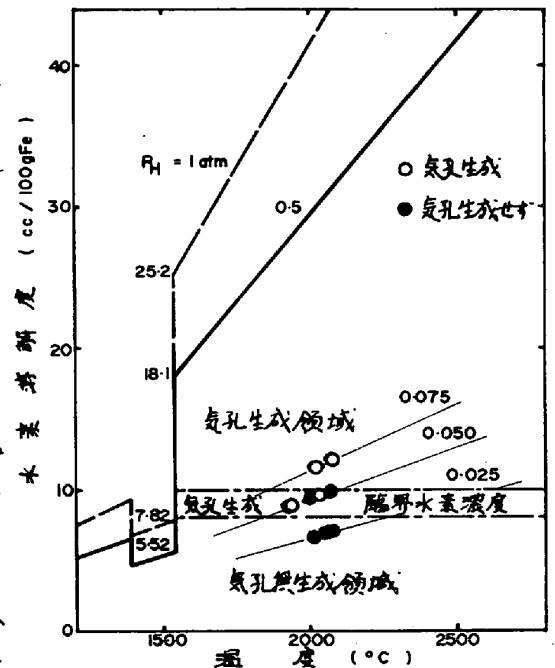


図1. Fe-H系PCT曲線と気孔生成との関係(全圧 $P_{H_2}+P_{Ar}=0.5$ 気圧)