

(93) 溶鉄の水素溶解度におよぼす Al, B, Ge, Ta, Sn および Zr 添加の影響
70369

東北大学 工学部

○ 藪谷 志郎
不破 祐

I 緒言 溶融鉄合金中水素の物理化学的挙動を知るため、著者らは Sieverts 法を改良し、種々の鉄合金の水素溶解度を測定する一連の研究^(1,2)を行って来たが、その後引続き測定を行った Fe-Al, Fe-B, Fe-Ge, Fe-Ta, Fe-Sn および Fe-Zr の結果について報告し、さらにこれまでの結果をまとめて比較検討した。

II 方法 本研究は金属のガス溶解度測定法の一つである Sieverts 法により、水素 1 気圧下における鉄合金の水素溶解度を測定するものであり、前報^(1,2)において実験装置、方法および Sieverts 法の改良点などについて詳細に記述した。反応管は外径 52mm の透明石英製で水冷二重壁になっており、冷却水出口の水温を 35 ± 1°C に調節する。溶解用加熱炉は 8kVA 真空管式高周波炉を使用し、温度測定は光高温計による。試料を挿入した状態における本装置の反応管内実容積は、室温にて 80 ~ 85 cc、測定温度 1450 ~ 1670°C の範囲では 45 ~ 50 cc である。溶解試料は電解鉄および合金元素を配合し水素気流中で溶製したもの約 50g を 1 回に使用した。ルツボは純粋のラム および市販の焼結アルミルツボである。

溶解試料を反応管内に挿入し、1 ~ 2 時間水素気流中で溶解後、反応管内を真空に排気してからヘリウムを反応管内に導入して各測定温度における反応管内実容積 (hot volume) を測定する。次いで再びヘリウムを排気後水素を導入して各温度における水素導入量を求め、その差より各測定温度における水素溶解度を求める。

以上の方法により 1548°, 1610°, 1672°C の各温度につき、合金元素については可能な限り広い濃度範囲について、水素 1 気圧下における水素溶解度を測定した。測定値の再現性はほぼ ± 1% / 100g である。

III 結果と考察 水素が純鉄に溶解する場合の平衡定数を K_{Fe} 、溶解度を [%H]、また鉄合金中のそれを K_{Fe-j} および [%H'] とすれば、溶解反応および溶鉄中水素の活量係数におよぼす合金元素の影響 f_H^j は (1), (2) 式で示される。

$$\frac{1}{2} H_2(g) = H \text{ (in liquid iron)} \quad K_{Fe} = \frac{[\% H]}{\sqrt{P_{H_2}}} \quad \dots \dots \dots (1)$$

$$\log f_H^j = \log K_{Fe} - \log K_{Fe-j} = \log [\% H] - \log [\% H'] \quad \dots \dots \dots (2)$$

上式より各合金系の相互作用助係数 $e_H^j = \frac{\partial \log f_H^j}{\partial [\% j]}$ と相互作用母係数 $\epsilon_H^j = \frac{\partial \ln f_H^j}{\partial X_j}$ を求めれば次のようである。

Fe-Al 系 $e_H^{Al} = 38.3/T - 0.0097 \dots \dots Al < 10\%$, $\epsilon_H^{Al} = 4260/T - 0.563 \dots \dots X_{Al} < 0.3 \dots \dots (3)$

Fe-B 系 $e_H^B = 0.058 \dots \dots B < 2.5\%$, $\epsilon_H^B = 3.41 \dots \dots X_B < 0.1 \dots \dots (4)$

Fe-Ge 系 $e_H^{Ge} = 0.0109 \dots \dots Ge < 10\%$, $\epsilon_H^{Ge} = 2.97 \dots \dots X_{Ge} < 0.2 \dots \dots (5)$

Fe-Ta 系 $e_H^{Ta} = 0.0017 \dots \dots Ta < 25\%$, $\epsilon_H^{Ta} = -0.96 \dots \dots X_{Ta} < 0.1 \dots \dots (6)$

Fe-Sn 系 $e_H^{Sn} = 0.0057 \dots \dots Sn < 7\%$, $\epsilon_H^{Sn} = 0.0057 \dots \dots X_{Sn} < 0.1 \dots \dots (7)$

Fe-Zr 系 $e_H^{Zr} = -76.5/T + 0.0321 \dots \dots Zr < 2\%$, $\epsilon_H^{Zr} = -28800/T + 11.43 \dots \dots X_{Zr} < 0.1 \dots \dots (8)$

以上の結果を総括し、さらに著者らがこれまで測定してきた合金系も含め 18 元素について各元素間の比較 effective free electron 数との関連性、元素周期律表との関連性、溶解熱などにつき若干の考察を試みたが、著者らのこれまでの結果は、炭素を除けば元素周期律表や、溶解熱によく対応することも示している。

文献(1) 野崎, 藪谷, 不破, 的場, 小野; 鉄と鋼 52 (1966) P 1823 ~ 1833

文献(2) 藪谷, 不破, 小野; 鉄と鋼 53 (1967) P 101 ~ 116