

Ⅱ-6. Fe-Ni 合金液体の粘性と密度について

阪大工 足立 彰 荻野 喜清

筆者等は冶金学の立場から液体金属の諸性質をしらべているが、鉄および鉄系合金液体の構造、性質については、高温測定に伴う精度上の困難から、定量的ないしはいわゆる基礎的な立場からの議論にたえる測定値をうることがむずかしい。しかしながら、鉄および鉄系合金は、固体においてそうであるように、液体においても温度、組織により変化に富んだ挙動を示すもので、これを明らかにすることは工学的のみならず理学的立場からみても興味ある問題と思われる。

Fe-Ni系合金は状態図からみると比較的単純な合金系であるが、液体における熱力学的ないしは物理化学的諸性質は、この合金の液体構造が組成によって複雑に変化することを示唆している^{1)~4)}。筆者らはこの点をさらに明らかにすることを目的として、構造敏感な粘性、密度の測定を行なっている。その結果、現在までに2, 3の興味ある事実が明らかにされたので紹介したい。測定法は、粘性はるつぽ回転振動法、密度は浮場溶解法である。

〔実験結果と考察〕

粘度の温度依存性を各組成についてみると (Fig. 1), 30, 75 および 80 at % の場合, 1500℃ 近傍において屈折点が観察され, η/T と $1/T$ の関係をとると, 屈折点の上下で直線の勾配が異なる。一方密度 (Fig. 2) においても, ばらつきが大きい, やはり 1500℃ 近傍で段階的变化が観察され, 高温側で密度が高くなる。ただし, 密度においては, 純ニッケルの場合を除き, 測定した全ての組成でこのような変化が観察された。これらの事実は, Fe-Ni合金液体は 1500℃ 近傍で何らかの構造上の変化を生ずることを示唆している。純鉄においても, 1610℃ 近傍で構造に変化を生ずることはすでに報告⁵⁾⁶⁾ したとおりである。

粘度と組成の関係 (Fig. 3(a)) をみると, 全般に加成性からいくらか負に偏寄した変化を示すが, 75 at % 近傍で小さなピークを生ずる。同様の事実

は川合⁷⁾らによっても見出されている。また $\ln \eta$ と $1/T$ の関係から粘性流動の活性化エネルギー E_η を求めると Fig. 3 (b) のようになり、粘度にピークがみとめられた 75 at % および 30 at % 近傍で極大値をとる。粘度の温度依存性と屈折点が観察された組成は丁度これらの極大値をとる組成に一致しており、図中に点線で示したように、屈折点以下の温度域では高温域におけるより E_η はいちじるしく高い値をとる。

一方、Fe-Ni 系状態図をみると、 η 、 E_η が極大値をとる 75 at % においては、503°C 以下で FeNi_3 の規則格子が形成され、また 25 at % においては Kachi⁸⁾ により 800°C 以下の温度で Fe_3Ni なる規則格子が形成されうることが明らかにされている。たゞし、 Fe_3Ni は拡散がいちじるしく促進されるような特殊な条件のもとでなければ形成されにくいもののようである。一般に、固体で中間化合物を形成する組成近傍においては、液体においてもクラスター状の化合物構造ないしは特別なイオン間相互作用が存在することが多くの合金系において観察されている。このような観点からすると、本実験における上記の対応関係は、Fe-Ni 合金液体においても 25 at % および 75 at % 近傍で Fe_3Ni および FeNi_3 に相当する規則性ないしは両イオン間の特別な相互作用が存在することを示唆するものと考えられる。なお、また、 $\eta-T$ 曲線に屈折点が現われる約 1500°C 以上においても η 、 E_η のピークが消失しないことからすると、この屈折点は化合物構造の消失というよりは純鉄において観察されたのと同様の構造変化が生じたものとみるべきであろう。

これらの事実は冶金学に重要な物理化学的諸性質ともよく対応している。すなわち、Fig. 4 に一例を示すように、炭素の溶解度 (1350°C) は約 30 および 75 at % で急な変化を示し、また水素、酸素の溶解度 ($\sim 1600^\circ\text{C}$) も約 75 at % で不連続的に変化することが知られている。これらの変化は本実験結果から、溶媒の液体構造の変化に起因するものと考えられる。

参 考 文 献

- 1) R.G.Ward and J.A.Wright: J. Iron Steel Inst., 194(1960) 304
- 2) T.Bagshaw, D.Engledow and A.Mitchell: J. Iron Steel Inst., (1965) Feb., P. 160
- 3) 後藤和弘, 万谷志郎, 的場幸雄: 鉄と鋼 49(1963), P. 26
- 4) L. S. Darken: Trans. AIME: 239(1967) P. 90
- 5) 森田, 荻野, 垣内, 足立: 日本金属学会誌, 34(1970) P. 248
- 6) 荻野, 森田, 前花, 横谷, 足立: 鉄と鋼, 56(1970), P. 59
- 7) 川合保治, 辻 正宣: 鉄鋼基礎共同研究会, 溶鋼溶滓部会提出資料 (1967. 12. 5)
- 8) S.Kachi, Y. Bando, and S. Higuchi: Japan J. Appl. Phys., 1(1962), P. 307

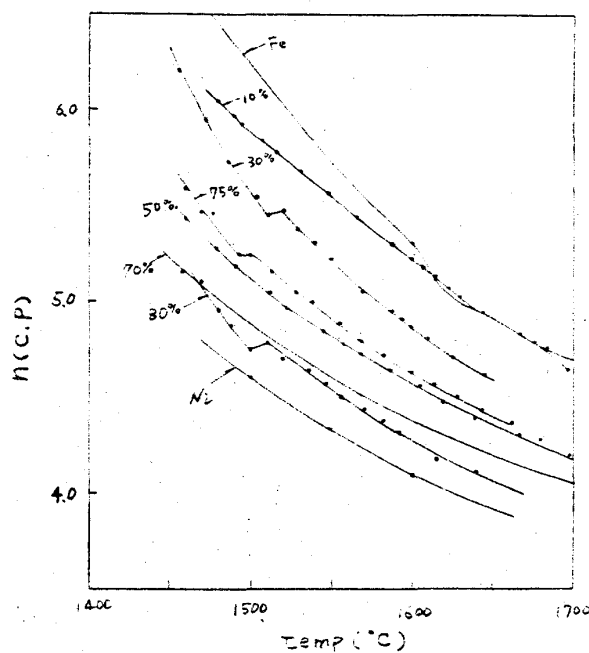


Fig. 1 Fe-Ni 合金の粘度

Fe-Ni 合金液体の粘性と密度について

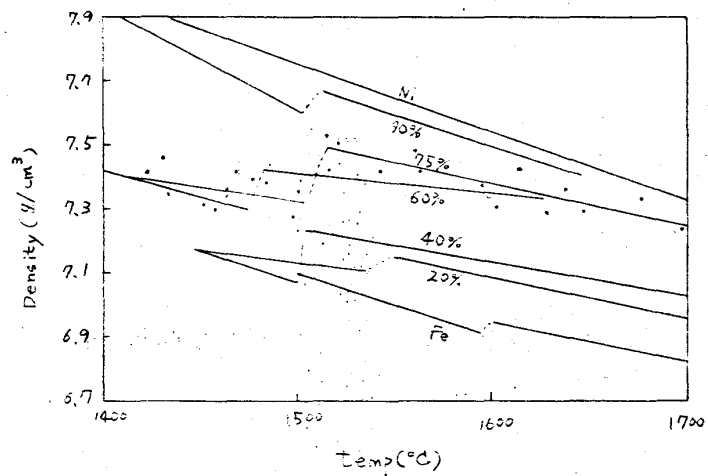


Fig. 2 合金の密度

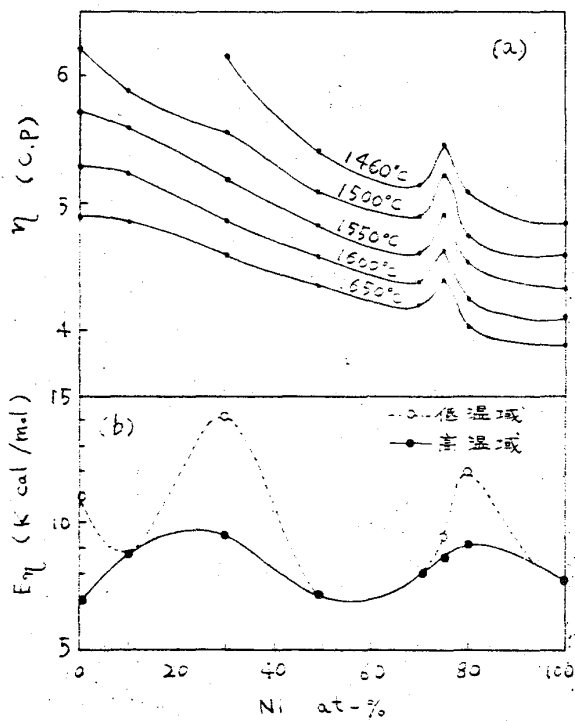


Fig. 5 Fe-Ni 合金の粘度 (a) と粘性流動の活性化エネルギー (b)

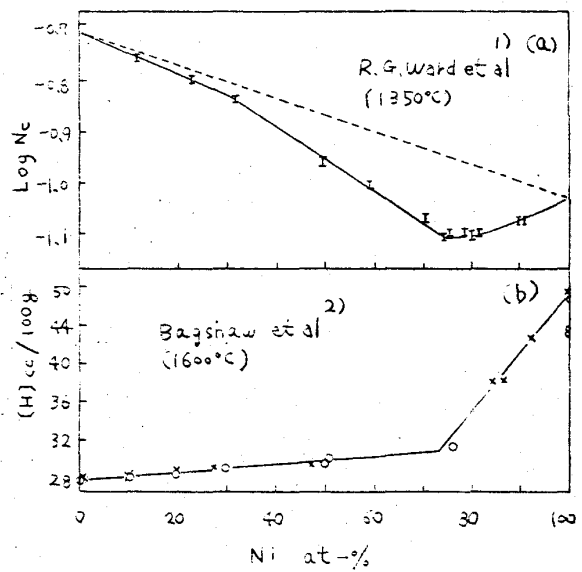


Fig. 4 Fe-Ni 合金の元素、水素溶解度