

(221) Si 3~8% を含有する強靱な Fe-Si 合金の開発に関する研究

関西大学 エ博 オ太田鶏一

I. 緒言

Fe-Si 合金が Si の含有量 2% を境に急激に靱性を失うのは r Loop をはずれることによって生ずる結晶粒の異常な粗大化が原因で本質的に脆化したものではないとの構想の下に 3% 以上の Si を構造用の材料に利用する研究を行なった。結果は予想通りで Mn, Ni, Cr などの元素を添加して A_3 変態点を下げ r Loop を拡大し結晶粒の粗大化を防ぐことによって 8% までの Si を有効に利用しうることを知った。しかもこの C を含まぬ Fe-Si 合金は強靱性がすぐれているだけでなく、铸造性、鍛造性、溶接性、耐熱性、耐食性、耐寒性、時効硬化性もまたきわめて良好で Fe-C 合金(鋼)の追従を許さぬ多くの貴重な特性を持つことがわかったので 1959 年に 銑 (siteel) と命名した。

1962 年 INCO で 18% Ni Maraging steel が開発され B47 の Quill shaft などに採用されるに及んで C を含まない鉄合金が脚光を浴び各国で研究が始まった。当時我国では超低炭素の鉄合金を製造する設備も技術もなかったのが傍観せざるを得なかったが、かねて研究中だった日本鋼管の富山電気製鉄所で昨年真空溶融脱炭精錬法の開発に成功されたので工業的に生産する途が開けた。そこで待望久しい強靱 Fe-Si 合金の開発を行なうことを決意し、今までの研究並びに試作の経過を報告することにした。

II. 研究、試作経過

昭和 17 年「鉄と鋼」に「Ferrite に及ぼす Si の影響について」として Si 含有量の 2 倍に相当する Ni を添加して A_3 変態点を下げ結晶粒の微細化を行なった Si 2.5% を含有する超低炭素鋼 (C 0.02%) が Ni-Cr-Mo 鋼に匹敵する強靱性を有することを報告し、近い将来この種の C の働きに依存しない鉄合金が特性の優秀さから考え、鋼に代わって構造用の金属材料の王座を占める可能性の大きいことを予見した。

その後の調査により、Si 3~8% を含有し Mn と Ni の含有量の和を Si の含有量の約 2 倍を目標に加減することによって A_{c3} 変態点を 750°C 以下に下げた事実上 C を含まない Fe-Si 合金 (C 0.01%, Si 4%, Mn 3%, Ni 6%, Cr 12%, Mo 1%, Fe res.) が σ_B 110 kg/mm^2 において δ 55%, ψ 75%, ρ_c 33 m^2/cm^2 という Sorbite の 2 倍以上の靱性を有することを知った。

この豊富な靱性を利用して更に強さを増大する目的で次の研究並びに試作を行なった。

(1) 常温加工による方法

上記の成分の Fe-Si 合金を径 10 mm に熱間圧延した丸棒を常温で線引きを行ない径 4 mm のピアノ線を試作し、引張り試験を行ない下表の結果を得た。

状 態	Hv	σ_s (kg/mm^2)	σ_B (kg/mm^2)	δ (%)	ψ (%)
線引きのまま	610	≈ 100	205	25	45
$500^{\circ}\text{C} \times 1/2 \text{ hr A.C.}$	640	≈ 150	220	20	40

(2) 時効による方法

時効用として研究した Fe-Si 合金 (C 0.01%, Si 5%, Mn 2%, Ni 10%, Cr 15%, Mo 2%, V 2%, Fe res.) は 18% Ni Maraging steel に比べて時効硬化性では劣るが、耐熱強さにおいては遙かにまさり耐熱用材料としても使用しうることを示した。

熱 処 理	$1100^{\circ}\text{C} \times 1 \text{ hr A.C.}$	$450^{\circ}\text{C} \times 24 \text{ hr A.C.}$	$750^{\circ}\text{C} \times 12 \text{ hr A.C.}$
機 械 的 性 質	Hv	Hv ρ_c	Hv ρ_c
Fe-Si Alloy	260	550 5	500 7
18% Ni Maraging steel	290	610 4	350 6