

つぎに 8 Mn-6 Ni-5 Cr 系のものも加工温度が 650 °C になると炭化物を析出して伸びが低下する。また冷間加工を施したものを 400 °C に加熱した場合には導磁率はほとんど変化しないが、600 °C に加熱すると導磁率が急激に大となることが判明した。

(125) オーステナイト高 Mn 鋼の炭化物析出におよぼす Ni, Cu の影響

東北大学金属材料研究所

工博 今井勇之進・〇斎藤利生・中沢 巖

Effect of Ni and Cu on Carbide Precipitation of Solution-Treated Austenitic Manganese Steel.

Yunoshin Imai, Toshio Saito and Iwao Nakazawa.

I. 緒 言

高 Mn 鋼に対する Ni の添加は溶接棒または鋳物用としてすでに一部実用に供されており、再加熱による脆化が少ないとされている。この Ni の効果はオーステナイトを安定化して再加熱による炭化物の析出を阻止するためと予想されるが、この種の鋼種について炭化物の析出に関する報告の例はみられず、僅かに機械的性質におよぼす影響がみられるに過ぎない。

著者等は前報でハッドフィールド鋼の炭化物析出におよぼす微量の V, Ti, Zr の影響を調べて、これらの元素がいずれも標準鋼材に比べて炭化物析出を促進することを明らかにした。本報ではオーステナイトを安定化する元素として Ni および Cu を選び、炭化物析出におよぼす影響を確かめてみた。

II. 実験試料および方法

供試材の分析結果は Table 1 に示した如くで、高周波炉により 3.5 kg 鋼塊を溶製、熱間鍛伸して 10 mm ϕ および 6 mm ϕ 丸棒とした。

Table 1. Chemical composition of steels tested.

Specimen No.	C	Si	Mn	N	Added element
H 1	0.90	0.50	15.29	0.013	—
H 2	0.99	0.59	15.45	0.020	Cu 3.02
H 3	0.93	0.52	14.83	0.012	Ni 3.16

供試料はオーステナイトを安定化する Ni, Cu の影響を確かめるため、特にハッド・フィールド鋼の C の低目の範囲を選んだものである。試料は 1050 °C $\times$ 1/2h WQ

の溶体化処理を施したのち、350~900 °C の各温度に最大 100 h 迄の各時間恒温保持し水冷した。

炭化物の析出は前報と同様主として光学顕微鏡により測定し、その他硬度計、示差膨脹計、弾道磁力計などを利用した。検鏡用試片の大きさは 10 mm ϕ $\times$ 5 mm 厚で前報と同じ要領により電解面について検鏡した。ただし Cu を含有する H2 試料の電解に際しては、前回の電解条件では極めてきたない電解面となつたが、一次電圧を 50V に低下して同じ電流密度で約 20 s 電解すると清浄な電解面が得られた。

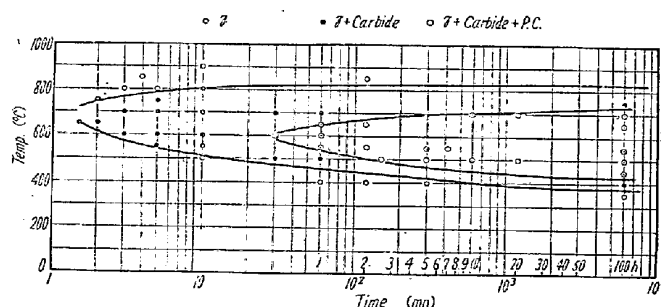


Fig. 1. Isothermal precipitation diagram for H1 steel, solution-treated and reheated.

III. 実験 結果

1) 低 C 鋼の炭化物析出

本実験の基準材とした H1 試料の C 曲線測定結果は Fig. 1 に示した。前報に報告した C 1.2%, Mn 13.71 %の標準ハッドフィールド鋼の C 曲線と比べると、全般的な曲線の形態は同様であるが、析出温度範囲が狭くなりかつ析出時間が遅くなっている C 低下の影響が明瞭に認められる。すなわち、粒界炭化物生成線は約 700 °C をノーズとする C 曲線であるが、ノーズの生端の析出時間の遅れは C の低下により僅かしか変化していない。之に対して析出温度区間は標準鋼の約 300~900 °C の広い区間に対して、約 380~830 °C と狭い範囲に変化している。

一方、P. C. 生成線はノーズの先端がいちじるしく後退していると同時に、温度区間も標準鋼の約 370~780 °C に比べて、430~740 °C の狭い範囲に縮小されている。

析出物の形態は前報といちじるしい変化はないが、特異な点としては低温域の長時間保持においても針状（板状）析出が見られないこと、および P. C. 析出線の後退により 700~750 °C 付近で現われる粒界炭化物フィルム（凝集）のいちじるしいことなどが挙げられる。P. C. 析出のいちじるしい範囲で長時間保持した試料には前報で述べたと同様、常温で ϵ が現出している。

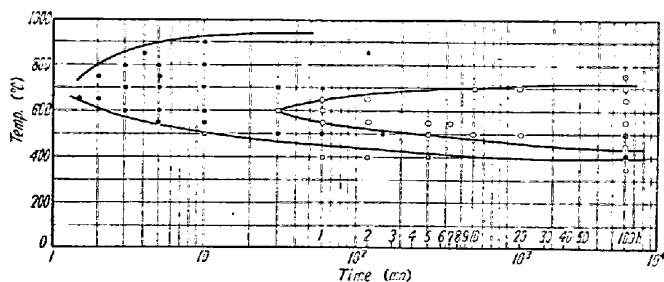


Fig. 2. Isothermal precipitation for H2 steel, solution-treated and reheated.

2) 炭化物析出におよぼす Cu の影響

Cu 添加試料 H 2 の C 曲線は Fig. 2 に示した。Fig. 1 と比較すると、粒界炭化物生成のノーズの位置はほぼ同様であり、また C 曲線の下側も変化はないが、上側線は極めて高温側に広がっておりかつ析出の時間も早い。これに反して P. C. の生成線は Cu 添加によりほとんどその形状を変化していないが、P. C. の成長速度は H 1 に比してわずかに遅い。

H 2 の分析結果は H 1 に比してやや C% が高いため、当然炭化物の析出は促進される筈であるが、P. C. の析出が H 1 より僅かに遅いのは Cu 添加の効果が現われていると見てよい。また粒界炭化物析出を高温側で促進しているのは C 量のための効果とみられ、Cu 添加による影響と見做される。

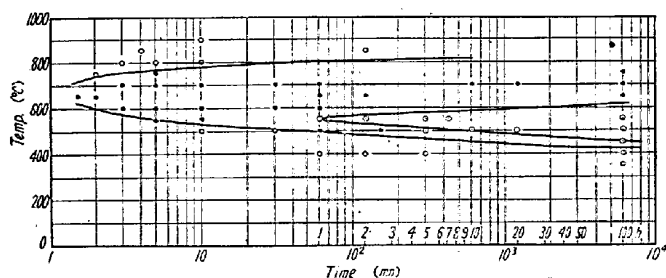


Fig. 3. Isothermal precipitation for H3 steel, solution-treated and reheated.

3) 炭化物析出におよぼす Ni の影響

Ni 添加試料 H 3 の C 曲線は Fig. 3 の如くである。粒界炭化物のノーズの位置は 3 試料ともほぼ同様であるが、C 曲線の下側線は長時間側で約 40°C 上方に移動している。また高温側の線も僅かに下方に移動するものと思われる。特に顕著な影響は P. C. 析出範囲の縮小であり、C. C. 析出線のノーズの先端は約 1 h で核生成が始めて認められ、その温度範囲も 450~630°C と極めて大巾に狭くなっている。

Ni の添加により P. C. 核生成が遅滞されると同時に P. C. の爾後の成長も極めて遅くなり、500°C×100 h 保持後においても常温で ϵ の生成は認められない。

4) 機械的性質におよぼす影響

溶体化処理状態において Cu, Ni 添加により抗張力、降伏強さを改善する効果は望めず僅かに低下するが、一方伸び、絞りはやや改善される。この伸び、絞りの増加は Ni, Cu の添加が高 Mn 鋼の加工硬化能を低下する結果として現われる現象と思われる。

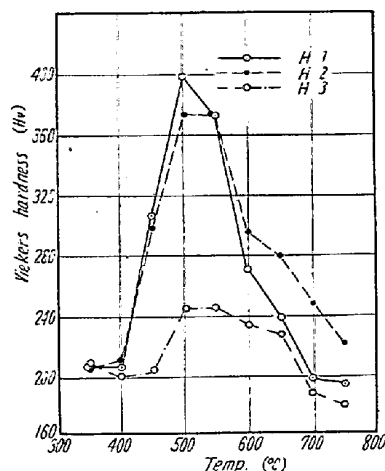


Fig. 4. Results hardness measurement after isothermally 100 h heating in solution-treated steel.

350~750°C の各温度に 100 h 保持水冷した試料の硬度測定結果は Fig. 4 の如くで、500°C で最大の硬度値を示している。Cu 添加の H 2 は H 1 より僅かに最高硬度値は低く、P. C. 析出量の少い影響が現われているが、600°C 以上の高温範囲では H 1 より高い硬度値を示し、粒界炭化物析量の多い結果が現われている。

Ni 添加の H 3 は全般に硬度曲線は下廻り、炭化物析出特に P. C. 析出の阻止に Ni 添加が極めて効果的であることが明瞭に認められる。

IV. 要 約

C 0.9%, Mn 15% の高 Mn 鋼の炭化物析出におよぼす Cu および Ni それぞれ 3% 添加の影響について主として C 曲線の測定により確めた。

Cu の添加は P. C. の析出は僅かに阻止する効果が窺えるが、粒界炭化物の析出は高温側でいちじるしく促進する。また Ni の添加は粒界炭化物および P. C. ともに析出を遅滞せしめる効果がいちじるしく、特に P. C. の析出範囲を縮小しその成長を妨げる効果が極めて大きい。