

669.14.018.41:669.15'24-194:539.411.42
 :669.24:669.24:669.74

(231)

低温靱性に及ぼす合金元素 (Ni, Mn) の影響

(低温用ニッケル鋼の研究-I)

70231

新日本製鐵(株)東京研究所 ○長島晋一 大岡耕之 矢野清之助
 技術研究所 藤島敏行

1 序 言 液体窒素温度までの使用に耐えるフェライト系の鋼としては従来9%Ni鋼が知られている。しかしNiは高価であるのでより少量の含有Ni量で液体窒素温度まで使える鋼の開発が望まれていた。本研究ではNi鋼の靱性に及ぼす合金元素の影響を詳細に検討し、その結果5.5%Ni鋼で9%Ni鋼と同等以上の特性を持つ低温用鋼を得た。

2 実験結果 (1) Ni含有量の靱性への影響 水冷焼もどし材の靱性に及ぼすNi含有量の影響を図1に示す。Ni含有量9%の試料の化学組成は9%Ni鋼のASTM規格を満足するものであり、他の試料の化学成分はNi含有量が低いほかはすべて共通である。焼もどし温度は各試料の最適なものを選んだ。一般に知られているようにNi含有量の増加と共に靱性は向上する。微視組織はNiが9%では安定なオーステナイトの島を含む焼もどしマルテンサイトであるが、Ni5.5%では焼もどし時に形成されるオーステナイトは不安定でマルテンサイトに変態する。Niが3%では均一な焼もどしマルテンサイト、Niを含まない時は針状フェライトが混入してくる。またNi含有量が減少するに従い組織は粗大化する。

(2) Ni鋼に及ぼすMn含有量の影響 焼入れ焼もどし5.5%Ni鋼の靱性に及ぼすMn含有量の影響を焼もどし温度の関数として図2に示した。最適の熱処理を選べばMn含有量1~2%で靱性はもっとも良く、-196℃での衝撃値も5kg-mを越える。ただし焼もどし温度が低いとMn含有量の増加と共に衝撃値は低下する。焼入れ条件は0.8%Mn以下では水冷、1.1%Mn以上では空冷の方が焼もどし後の靱性が良い。組織は水冷では0.8%Mn以上ではマルテンサイト、空冷では0.8%Mnでは一部フェライトが混在するが3.5%Mnでは完全焼入れになる。Mn%が増加すると焼入れ焼もどし組織は緻密になるほか焼もどし中に析出するオーステナイトの量が増加し形態は微細になりかつ安定になる。それと同時にセメントライトがオーステナイトに吸収され、微視組織としては9%Ni鋼のそれに近いものになる。

シャルピー試験の破面観察結果によれば、脆性破面は0.8%Mn以下では主として劈開破面よりなるが1.7%Mn材では本実験の焼もどし温度の全範囲にわたって顕著な粒界破断が認められた。特に低温(500℃)の焼もどしではMnが1.7%を越すと全面粒界破断を生じている。これは高Mnであるために焼戻脆性による脆化を受けたことを示している。

3 結 論 焼入れ焼もどし材でNi含有量を9%から減少させるに従い靱性が低下するが、同時に微視組織も粗大化する。5.5%Ni鋼のMn含有量を増加させると組織は9%Ni鋼に類似してくると共に衝撃値も上昇する。しかし同時に焼戻脆化の影響を受け高温の焼もどしでも粒界破断を起こすようになり9%Ni鋼のような高い靱性は得られない。

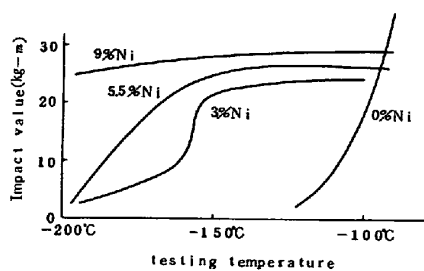


図1 水冷焼もどし材の衝撃遷移曲線
 基本成分C0.1%, Si0.25%, Mn0.8%(5.5%NiはMn0.4%)

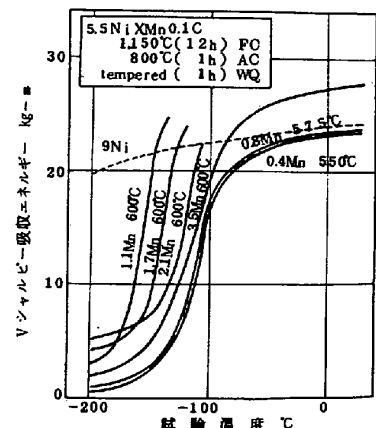


図2 5.5NiXMn0.1C鋼の最適焼もどし材の遷移曲線(800℃空冷焼もどし水冷)