

早稲田大学理工学部

工 博

長谷川 正 義

橋 詰 俊 雄

○ 渡 辺 祐 一

研究目的——Nb 処理鋼はわずかな Nb の添加によって大巾な強度上昇がもたらされるものとして近年注目を集めている。しかし一般に鋼に影響を与えるとされる様々の冶金因子が Nb 処理鋼の強化作用にいかなる影響を与えるかについてはまだ十分に明らかにされていない。本報告はこの冶金因子として合金元素を採り挙げ Nb 処理鋼の強化作用に及ぼす共存合金元素の影響を調べたものの一部で、特に炭化物生成元素に注目してその単独添加が Nb 処理鋼の機械的性質にどのような影響を与えるかを検討することを目的とした。なお共存炭化物生成元素としては表 1 に示す炭化物生成元素のうち比較的強い炭化物生成元素である Ti, Zr, Hf, V, Ta, Cr, Mo, W を選んだ。

実験方法——Fe - 0.2 C - 0.1 Si - 0.4 Mn - 0.07 Nb 鋼を基本の Nb 処理鋼とし、これに上記の 8 種の合金元素をそれぞれ単独に添加した鋼を実験室溶製した。合金元素添加量は炭化物生成傾向に従って決定し、Ti, Zr, Hf, V, Ta は 0.1 % 以内、Cr, Mo, W は 0.8 % 以内の 2 ~ 3 段階とした。更に合金元素のみを添加して Nb を含まない比較材、および合金元素量を一定として Nb 量を 0 ~ 0.07 % に変化させた鋼種等合計 50 種類を大気溶製した。インゴットは各 1 kg で 10 mm 角に鍛造後熱処理を加えて試験に供した。

合金元素添加により最適熱処理条件が変化すると考えられるが、本実験は特にこれを考慮せず、全て単純 Nb 処理鋼と同じ条件の熱処理を加えた。実用鋼の熱間圧延に相当する処理として 1200℃ 30 min の溶体化後空冷を行いこれを基本処理とし、他に数種の熱処理による特性変化も測定した。

試験は引張試験、硬さ試験、顕微鏡観察等を主に行った。

実験結果——1) 炭素鋼に対する Nb 添加は、1200℃ 溶体化の場合、0.04 % 以上加えることによりその効果をかえって減少させる傾向が見られるが、この傾向は溶体化温度を更に高めることにより消失することが認められた。これは Nb の固溶量の変化として説明出来るものである。

2) 第 4 族元素の Ti, Zr, Hf では若干の類似性が認められた。これ等の合金元素と 0.07 % Nb が共存するとその強化量は合金元素単独の強化量にほぼ等しく、あたかも Nb 添加の効果がほとんど消失するように観察された。

合金元素単独 (Nb と共存しない場合) の炭素鋼に対する影響は Ti, Zr, Hf の順に弱くなり、Hf では熱処理による炭化物の固溶、析出が少なく、鋼に対する影響は非常に小さいことが認められた。

3) 第 5 族 V, Ta が Nb と共存する場合の強化量は V, Nb, Ta それぞれ単独の強化量の和にほぼ一致するようであり、特に特別な複合添加による強化作用は観察されなかった。これは V, Ta が Nb と類似性を持つためであろう。

4) 第 6 族の Cr, Mo, W においても Nb との複合添加による特殊な効果は認められなかった。しかし Mo, Cr では Nb が 0.01 % で、それぞれ単独の強化作用の和にほぼ等しい強化量が得られたが、Nb の増加とともに強化量が減少し、図 1 に示したように 0.01 % Nb でその効果が飽和傾向を持つことが認められた。

Cr, Mo 量を変化させた場合にもやはりその量が少ないものにおいてその強化量がそれぞれ単独の効果の相加されたものにほぼ等しく、添加量の増加に伴って強化作用が減少している。Mo では特に 0.05 % 程度の添加が有効であるという興味ある結果が得られた。

表 1. 周期率表における炭化物生成元素

	IV	V	VI	VII	VIII		
3	Ti*	V*	Cr*	Mn	Fe	Co	Ni
4	Zr	Nb	Mo				
5	Hf	Ta	W				

*印 添加

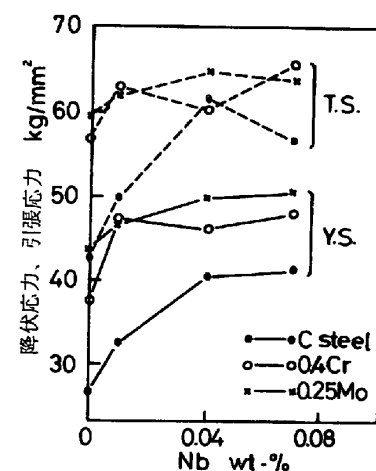


図 1. 炭素鋼、0.4%Cr鋼、0.25% Mo鋼に及ぼすNb量の影響