

(187) 炭素鋼の高温強度におよぼす微量添加元素の影響

(経済的な耐熱鋼の開発に関する研究-I)

日本鋼管 技術研究所 耳野 亨 ○木下和久

服部圭助

1 緒言 炭素鋼の高温強度、とくに長時間クリープ破断強度に関する研究は古くから多くなされておられ、ヨーロッパにおけるそれは非常にさかんである。これらの研究の結果、炭素鋼の長時間クリープ破断強度はかなり広い範囲にバラつくこと、またそのバラツキの主原因をなす微量元素の働きなどは、かなり明確に解明されている。しかし、これらの微量で高温強度に影響をおよぼす元素について、不純物として含まれる量あるいはそれより若干多い量の範囲で、高温強度におよぼす影響を定量的に調査した結果はほとんど発表されていない。

本研究では、低炭素鋼をベースに、微量で高温強度に影響をおよぼすと考えられる元素(Cu, Cr, Mo, V, Nb, N)と、炭素鋼に必ず含まれ、高温強度に影響をおよぼすと考えられるMnを要因としてとりあげ、実験計画法により27種類の実験鋼を溶解して、その個々の元素の常温および高温の強度におよぼす影響を明らかにした。

2 実験方法 常温の強度に最も大きな影響をもつCは、その効果がかかなり正確にわかっており、高温強度におよぼす影響は、常温強度におよぼす効果より小さいが、その効果の大きさもほぼわかっているため、変動要因の数を減らすため、一定(0.12~0.15%)とした。また、Si, P, Sも変動させず、脱酸用のAlは使用しなかった。

表 各元素の添加量の水準 (%)

水準 \ 元素	Mn	Cr	Mo	Cu	V	Nb	N
1	0.5	0	0	0.1	0	0	0.006
2	1.0	0.2	0.05	0.2	0.03	0	0.012
3	1.5	0.4	0.1	0.3	0	0.03	0.018

各元素の水準は3水準とし、その目標値を右表に示すようにとった。Nの0.006%は、とくに添加せず溶解したものである。溶解は50Kg高周波炉を用い、各鋼とも1溶解で1本の鋼塊を作成し、12mm厚の板に圧延後、900°C×30min空冷の焼準

処理をほどこしたものと、さらに650°C×4hrの応力除去焼鈍をしたものを試験に供した。試験としては、常温および350°Cにおける高温引張試験(一部の試料について400°Cも実施)と、500°Cにおけるクリープ破断試験を、すべての供試材についておこなった。

3 結果 試験した範囲内での各元素の働きをまとめると、つぎのとおりである。

(1) Mnは常温および高温の引張強さ、耐力を上げるのに非常に効果的であるが、クリープ破断強度に対しては、破断曲線の勾配を急にし、長時間強度に対しては効果がない。

(2) Cuは応力除去焼鈍(以下SRと略す)に対する抵抗性を若干増すが、高温強度に対してはあまり効果がない。

(3) Crは常温の引張強さに対してMnより大きな効果をもつが、耐力は増さず、高温引張強度に対してMnとほぼ同じ効果をもつ。さらにクリープ破断強度に対して大きな効果をもつ。

(4) Moは常温強度を変化させないが、高温引張強度を著しく上げ、またSRに対して常、高温とも抵抗性を増す。クリープ破断強度に対して大きな効果を持ち、破断曲線の勾配を小さくする効果がある。

(5) Vは常温の耐力を上げ、SRに対する抵抗性、クリープ破断強度に対してMoと同様の効果がある。

(6) Nbは常温の耐力を高める大きな効果があり、またSRに対する抵抗性も高めるが、高温引張に対してはあまり効果なく、クリープ破断強度にはかえってマイナスの効果がある。

(7) NはTotal Nが常温の耐力を高め、SR抵抗性を増し、Sol. Nが高温の引張強さを増すのに効果がある。しかし、高温(500°C)長時間側のクリープ破断強度に対してはほとんど影響をおよぼさない。