

## ボイラ鋼管用高張力低合金鋼の開発

(経済的な耐熱鋼の開発に関する研究-Ⅱ)

日本鋼管 技術研究所 耳野 亨 ○木下和久

服部圭助

1 緒言 現在ボイラ用など高温用の鋼種は、炭素鋼の上に0.15%Mo, 0.5%Mo鋼等があるが、前報でえた各合金元素の効果を考慮すると、これらのMo鋼は、高温強度をうる上で経済的に考えて、十分にその合金元素の効果を利用しきっていないうらみがある。そこで、各合金元素の効果を最も経済的に利用することを考え、新しい高張力低合金鋼を開発した。

2 合金設計 現行のボイラ用鋼管の規格中STB42, STBA11(0.15%Mo:最近のJISでは廃止されたが、発電用火技術基準には存続している)およびSTBA12(0.5%Mo)について、350~500°Cにおける許容応力と、実際の高温強度のデータ(引張強さ×0.25, 耐力×0.625, 10<sup>5</sup>hrクリープ破断強さの平均値の60%)を比較してみると、つぎのようなことがわかる。

炭素鋼STB42は、400°C以上でクリープ破断強さが許容応力を支配するようになり、400~450°Cの強度を高めるにはクリープ破断強さを高める必要がある。しかし、0.15%Moを含むSTBA11は、Moの効果によりクリープ破断強度が飛躍的に上がったにもかかわらず、高温引張強さが不足しているために、400~450°C附近の許容応力はあまり高くない(現行の許容応力はデータからみると実力以下にしかとられていないが)。0.5%Moを含むSTBA12は、クリープ破断強度がさらに上昇し、耐力も非常に高くなっているが、引張強さが不足しているので450°C附近の許容応力はあまり高くない。

ここで合金元素の量を経済的に考えると、MoはVやNbに匹敵するコストを要し、CrやMnの数10倍である。したがって、0.15%Mo程度の合金元素のコストで400~450°C附近の耐力、引張強さを十分に上昇させれば、クリープ破断強度は0.15%Mo鋼程度でも、この温度附近の許容応力をかなり上昇させることが可能となる。また、規格の性質上高温の許容応力を上げるには常温の強度もある程度上げることが必要になる。

これらのことを考慮し、前報の重回帰分析結果を適用すると、常温の強度をC, Mn(一部をCrで)で十分な値に保ち、高温強度をCr, Mo, Vの組み合わせで保つことが最も効果的であるということがわかる。そこで、400~450°Cでの高温強度を効果的に高くした高温用の低合金鋼として、0.2%C, 1.1%Mnをベースとして、0.2%Cr, 0.07%Mo, 0.07%Vという微量添加元素を組み合わせた新鋼種を開発した。

3 新高張力低合金鋼とその実用試験結果 新鋼種の諸特性を調査するためにLD転炉による溶解(1ch)と、実験炉(50Kg高周波炉)による溶解(4ch)をおこなった。LD転炉溶解したチャージは、実際に製造プロセスを通った製品が期待どおりの高温強度を示すことを確認するため、分塊、熱間製管圧延、冷間引抜の工程を通して、最終的に外径50.8mm, 肉厚8mmの鋼管に製造し、焼準の熱処理をほどこした。

この鋼の標準的な金属組織は、少量のベイナイトを含んだフェライト-パーライトである。高温引張試験とクリープ破断試験は供試材全数についておこない、クリープ破断試験結果はほぼ10,000hrまでえられている。これらの高温強度のデータからJISあるいは発電用火技術基準によって許容応力を算出すると表に示すようになる。

表 各温度における許容応力

温度(°C)	400以下	425	450	475	500
許容応力(Kg/mm <sup>2</sup> )	11.5	11.1	10.5	8.4	5.5

ボイラ用鋼管としての加工性、溶接性を含めた確性試験の結果はほとんど炭素鋼と同様に扱えるものである。また、実用ボイラでの試験的使用もおこなわれている。