

(614) 21/4Cr-1Mo鋼の高温強度特性に及ぼす合金元素の影響

(高強度 2 1/4 Cr-1 Mo鋼の開発 第1報)

日本鋼管(株) 中央研 ○長江守康 塚本裕昭 中村智仁
安部仲繼 田川寿俊

1. 緒言

高温高压水素環境下で使用される圧力容器用鋼として、高強度でかつ耐水素侵食性に優れた21/4Cr-1Mo鋼の開発に対する要求が高まっている。ここでは引張強さとクリープ破断強度のバランスに着目して、強度上昇に及ぼす合金元素

添加の影響を検討した結果について報告する。

2. 実験方法

供試した8鋼種の実験室溶解材の化学成分範囲を、Table 1

のAに示す。再熱割れ、低温割れおよび耐水素侵食性を改善するためにC含有量を低減し、焼入性を高めるためにNiおよび微量のTi, Bを添加した21/4Cr-1Mo鋼を基本成分とし、VおよびNbの添加量を変化させた。12mmまで圧延後、板厚250mmの水焼入れをシミュレートし、690℃×24時間のPWHT^{*}を施した。またTable 1のBに示す板厚50mmと250mmの工場材を試作し、γ化温度(900~1100℃)ならびにPWHT条件(T.P.^{**}=20.4~21.1×10³)を変化させて試験に供した。常温と高温の引張試験および500~600℃で最長7,000時間のクリープ破断試験を実施した。^{*}:溶接後熱処理 ^{**}:焼もどしパラメータ

3. 実験結果

(1) Fig. 1に482℃×10万時間に相当するクリープ破断強度と常温におけるTSとの関係を示す。V, Nbの添加によりTSとクリープ破断強度は上昇するが、単独添加系に比べV, Nbの複合添加系で、引張強さの上昇に対するクリープ破断強度の上昇が顕著となる。

(2) 1050℃で焼ならし後、PWHT条件を変えて強度を変化させた工場試作材の結果をFig. 1に併せて示すが、VとNbを複合添加した実験室材と同様、相対的に高いクリープ破断強度を示している。

(3) 熱処理条件を変えた工場試作7種類の結果からASME Sec. VIII Div. 2に準じて許容応力を算出した結果、Fig. 2に示すように482℃では非クリープ領域となり、現行のSA387-22 C12に比べて482℃での許容応力を約4 kgf/mm²高めることができる。

Table 1 Chemical composition of steels used (wt%)

	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	V	Nb	Ti	B	solAl	tN
A	0.09	0.28 0.30	0.58 0.62	0.004	0.004	0.51 0.55	2.16 2.24	0.98 1.00	tr. 0.34	tr. 0.12	0.008 0.010	0.0006 0.0008	0.020 0.032	0.0021 0.0035
B	0.11	0.06	0.54	0.003	0.001	0.51	2.42	0.97	0.34	0.02	0.006	0.0009	0.016	0.0037

A: Test heat, B: Commercial heat

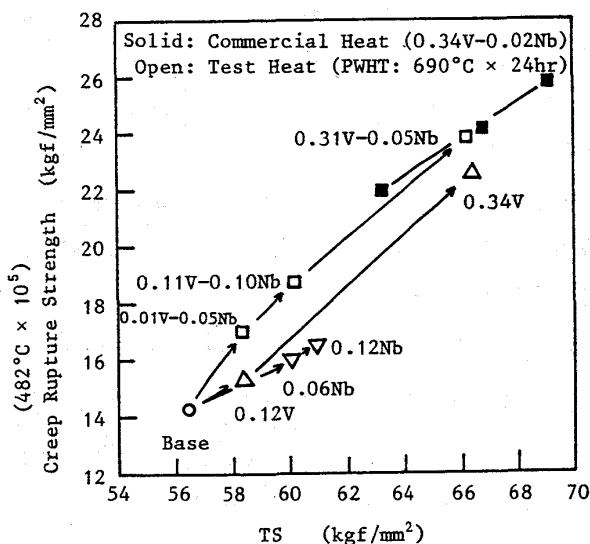


Fig. 1 Effect of V, Nb addition on relationship between TS and creep rupture strength

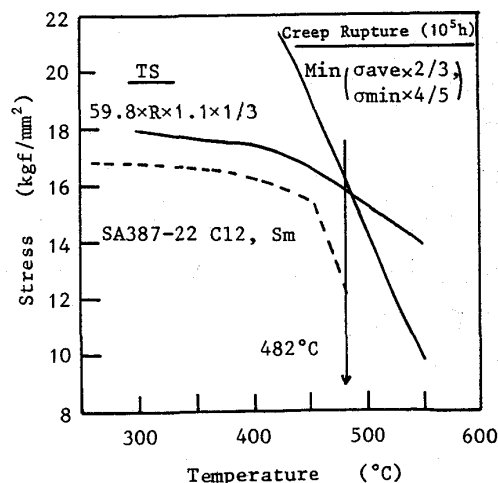


Fig. 2 Allowable strength of commercial heat (0.34V-0.02Nb)