

(531) Cr-Mo 低合金鋼のクリープ強度 における固溶Moの効果

新日本製鐵(株) 厚板条鋼研究センター ○徳納一成, 武田鐵治郎

1. 緒言

クリープの進行過程は、主として一次から三次までの三段階に分けられる。中でも二次クリープは工業的にも重要であり、同系鋼種ではこの過程の歪速度が小さいものほどクリープ破断強度が大きい傾向にある。一般に、二次（定常）クリープは、回復と加工硬化の速度がつり合った段階と考えられるから、その歪速度 $\dot{\epsilon}_s$ は第一次近似として、

$$\dot{\epsilon}_s \propto \exp(-Q_s/RT)$$

と書けるはずである。Qs は二次クリープの見かけの活性化エネルギーである。圧力容器用鋼材として重要な Cr-Mo 低合金鋼の使用温度域では、二次クリープは原子空孔の移動が律速すると考えられる。本報では、原子空孔との相互作用が強いMoの固溶濃度とCr-Mo低合金鋼のQs値との関係について検討した。

2. 実験方法

供試鋼の化学組成と熱処理条件を Table 1 に示す。Table 1 Chemical compositions and production of steels used. クリープ試験は500 ~ 600°Cの温度範囲で10kgf/mm²の負荷応力で行い、測定した $\dot{\epsilon}_s$ の対数を 1/TプロットすることによってQsを求めた。供試鋼中の固溶Mo濃度は、全濃度から電解抽出残さ中の濃度（非固溶Mo濃度）を差し引くことによって求めた。

steel	C	Si	Mn	Cr	Mo	V	Nb	Ti	Ti	T.B	T.N
3Cr-1.5Mo	0.16	0.22	0.54	2.92	1.42	<0.01	<0.002	0.009	<0.0001	0.002	
3Cr-1Mo	0.18	0.22	0.52	2.93	0.96	<0.01	<0.002	<0.002	0.0001	0.002	
2.25Cr-1Mo	0.16	0.21	0.52	2.21	0.97	<0.01	<0.002	<0.002	<0.0001	0.003	
3Cr-1Mo-V-Ti-B	0.16	0.22	0.52	2.98	0.95	0.24	<0.002	0.025	0.0011	0.002	
3Cr-1Mo-V-Nb	0.16	0.22	0.52	2.98	0.96	0.25	0.042	0.002	0.0001	0.002	

Production: 10 kg VF → HR at 1250°C → 930°C×1h, AC → 690°C×16h, AC

3. 結果及び考察

Fig.1 は、供試鋼の $\dot{\epsilon}_s$ の対数の 1/T に対する関係を示す。 $\dot{\epsilon}_s$ の絶対値はクリープ破断強度が大きい鋼種ほど小さい傾向にある。これらの各点を最小自乗法によって結んだ直線の傾きからQsを求め、これを固溶Mo濃度C_{Mo}との関係で整理した結果を Fig.2 に示す。Qs は固溶Mo濃度に対して直線的に増加する。このことは、二次クリープ中の回復過程を律速する移動中の原子空孔と固溶Moの相互作用によって、原子空孔の移動の活性化エネルギーが見かけ上増加することを意味する。Qs (kcal/mol) とC_{Mo} (wt%) の関係を整理すると、Qs = 33 C_{Mo} + 8 となる。

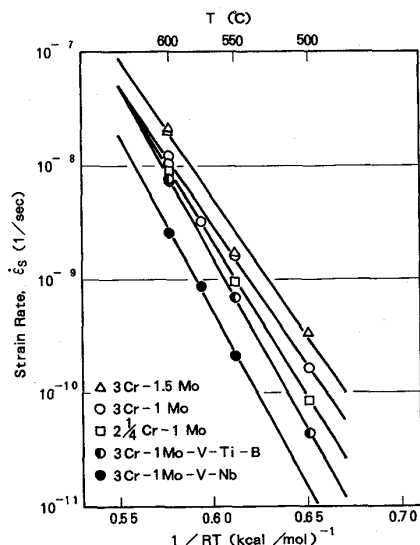


Fig. 1 Arrhenius plottings of strain rate of secondary creep stage.

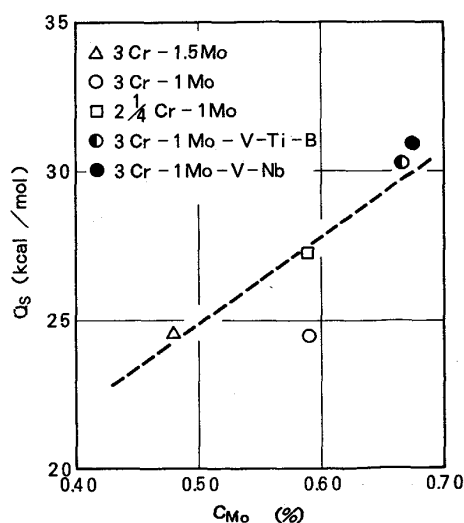


Fig. 2 Relationship between Qs and C_{Mo}.