

(238)

高温用鋼管材料の高温強度

住友金属工業 中央技術研究所 行俊照夫 阿部 隆
西田和彦 °吉川州彦

1. 緒言 高温用材料の高温強度は設計の観点から多数チャージの製品について求めることが望ましく、最近各国で精力的に試験が進められている。そこで我々はボイラ用および化学工業用高温用鋼管を対象として多数チャージの製品について広範囲にわたる試験を実施し、機械的性質、高温強度、組織等を検討したので報告する。

2. 試験内容 供試材は炭素鋼、低合金鋼、オーステナイトステンレス鋼であり、一部の鋼種については熱処理条件の検討も行なった。供試材はすべて現場材で、同一鋼種に対して6チャージ以上を目標とし、とくに開発鋼種については製品寸法を変えた多数チャージより採取し、試験片は原則として鋼管製品肉厚部から採取した。

試験は、管の常温性質（引張試験、衝撃値、実用試験等）、高温引張試験、クリープ破断試験および破断材についての光学顕微鏡、電子顕微鏡観察、抽出残渣の成分分析、X線解析、電子線解析等でありこれらの試験結果から現場製品のチャージのバラツキを含めた高温強度および組織変化を求め、高温強度と組織の関係を総合的に検討した。またこれらの多数のクリープ破断データを整理するため、解析法についても検討した。

3. 結果と考察 クリープ破断試験結果の一部を表1～3に示した。

炭素鋼のクリープ破断強度に対してはactive Nが大きい影響を与えるが、クリープ領域の温度が低いため常温強度の影響も大きい。これに対し低合金鋼では炭化物の分布状況が大きい要因となり、鋼種、熱処理により複雑な挙動を示す。STBA 22では短時間側ではAnn.材の方が強度が高く、高温長時間側ではNT材の方が高いが、STBA 24では全く逆の傾向を示し、炭化物の挙動により説明できる。オーステナイトステンレス鋼では、C安定化鋼種のSUS 29HTB、SUS 43HTBは650°Cまでは高い強度を示すが、700°C以上の長時間では強度がかなり低下する傾向がある。

またクリープ破断データ整理におけるパラメータ法の使用は、試験応力・温度により定数が増減する場合が多く、現在のところ、これにより強度を求めることは適当でないと考えられる。

表1. 炭素鋼のクリープ破断強度 (%)

鋼種	H. T.	400°C		450°C	
		10 ⁴ h	10 ⁵ h	10 ⁴ h	10 ⁵ h
STB 35	Nor.	(22.9)	—	14.8	(11.1)
STB 42	Nor.	25.8	(18.1)	13.7	(9.7)
HCS	Nor.	30.5	(22.0)	17.1	(11.7)

() : 外挿値

表2. 低合金鋼のクリープ破断強度 (%)

鋼種	H. T.	500°C		550°C		600°C	
		10 ⁴ h	10 ⁵ h	10 ⁴ h	10 ⁵ h	10 ⁴ h	10 ⁵ h
STBA 12	Ann.	230	(17.0)	(82)	—	—	—
HCMV ⁽¹⁾	Nor.	234	(153)	93	(5.1)	—	—
HCMK ⁽²⁾	Ann.	(243)	—	94	(5.1)	—	—
STBA 22	Ann.	253	(15.7)	10.1	(6.6)	4.8	(2.8)
STBA 23	Ann.	233	(138)	98	(7.0)	5.3	(3.0)
STBA 24	Ann.	(164)	—	11.5	(8.8)	7.1	(4.7)
STBA 25	Ann.	—	—	(8.4)	—	(4.9)	—
STBA 26	Ann.	—	—	—	—	(5.7)	—

(1) 0.2Cr - 0.3Mo - 0.05V 鋼

(2) 0.5Cr - 0.5Mo 鋼

表3. オーステナイト・ステンレス鋼のクリープ破断強度 (%)

鋼種	H. T.	600°C		650°C		700°C		800°C	
		10 ⁴ h	10 ⁵ h	10 ⁴ h	10 ⁵ h	10 ⁴ h	10 ⁵ h	10 ⁴ h	10 ⁵ h
SUS 27HTB	S. T.	14.2	(10.9)	9.7	(7.0)	(6.1)	—	(25)	—
SUS 29HTB	S. T.	19.8	(135)	12.5	(7.3)	7.0	(39)	(25)	—
SUS 43HTB	S. T.	19.0	(132)	12.2	(7.1)	(6.0)	—	(15)	—
SUS 32HTB	S. T.	19.6	(152)	11.7	(8.4)	7.4	(52)	31	(2.0)
HR 7-TA ⁽³⁾	S. T.	—	—	—	—	6.8	(5.0)	35	(2.3)

(3) 20Cr - 30Ni - Ti - A ϕ