

### III. 分析方法

試料は 150×10φ 前後とし、よく研磨して4%硫酸第一鉄、2% 塩化第一鉄、3% 硫酸、0.4% クエン酸アンモン水溶液を電解液とし、試料を陽極、銅板を陰極とし電流密度 3A/dm<sup>2</sup> pH, 4 で 3~4 時間電解する。pH の保持は pH 約 3 に調節した同じ組成の電解液と電解中常に交換される様にした。

電解残渣を 20% クエン酸アンモン-アンモニア水溶液で湯煎上 10.分間 H<sub>2</sub> ガスを通じながら処理しマンガ化合物を分解し、これを濾過して (1+9) 塩酸で CO<sub>2</sub> を通じながら H<sub>2</sub>S を発生させ S を定量する。H<sub>2</sub>S 発生後の溶液から Mn を定量し FeS に固溶した MnS について補正し硫化鉄を算出する。

### IV. 実験結果

C: 0.06~0.09, Si 0.10~0.12, P 0.028~0.050, S 0.082% 前後の高周波炉鋼につき行つた結果を Table 1 に示す。

Table 1. Changes of SFeS by heating

Specimen		SFeS/Stotal %		
Mn%	S%	Before heating	800°C 2h	1000°C 2h
0.53	0.085	43.5	38.3	35.0
0.85	83	39.1	32.6	34.0
1.24	82	34.0	31.0	30.0
1.57	83	29.0	31.8	30.0
2.00	84	28.5	26.1	28.1
2.53	80	27.3	28.0	27.3

即ち加熱温度の高い程 FeS の減少が大きい様であるが 2h 程度では、はつきりしない。加熱時間を 6~12h 程度とし温度を更に高くした場合の結果を Fig. 1 に示す。

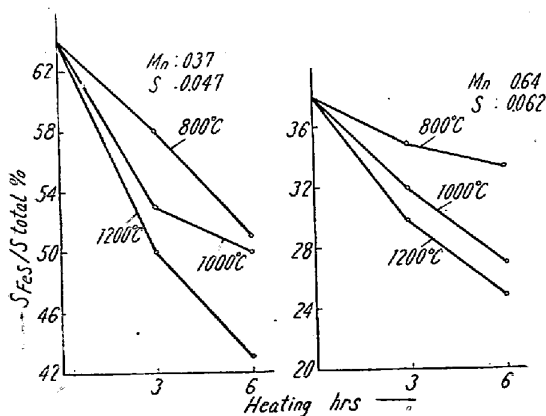
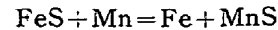


Fig. 1. Variation of FeS with temperatures and heating hours.

以上の結果について



の反応の平衡から考えると、固態に於ける FeS→MnS の反応は不可逆的であつて、この反応は鋼中の S が拡散して MnS を生じこれが凝集し粒が生長するものである。

反応速度の温度係数は極めて小さく、活性化エネルギーとして 1 kcal 程度であり、この事は鋼中の S の拡散の温度係数の小さい事に対応している。

以上を総括してみると、鋼中の硫化鉄が加熱によつて硫化マンガに変化する量は SFeS/Stotal として 1h につき 1% 以下であり実際操業上殆んど問題とならない。また FeS→MnS の変化は主に S の拡散によつてコントロールされる様であり、温度係数も小である。

### (97) 低合金鋼の常温並に高温強度について

#### Room and High Temperature Strength of Low Alloy Steels.

Toshiji Yamamoto, et alii.

株式会社神戸製鋼所研究部

土屋秀介・谷藤弥寿生・山本俊二

### I. 緒言

低合金鋼の常温並に高温強度については今までに可成り実験されており、ある程度の比較検討は行われている様である。しかし例えば蒸気タービン素材にしても、最近新しい鋼種が採用され始めている。この様な新しい鋼種を従来より使用されて来た Ni-Cr-Mo 鋼或は Cr-Mo 鋼と常温並に高温の機械的性質を比較検討したので一部報告することにする。

### II. 供試材

供試材は Table 1 の如き Cr-Mo-V 鋼, Ni-Cr-Mo 鋼, Ni-Mo-V 鋼, Cr-Mo 鋼の 4 鋼種で何れも 30mm 角に鍛伸、焼準、焼戻の予備処理を行い供試した。焼入条件は A, B を 1000°C/2h 他は 880°C/2h オーステナイト化後空冷処理を採用した。A, Bは何れも Cr-Mo-V 鋼で最近蒸気タービン・ローターシャフト素材の製作に採用されつつあるものであり、E, F は 1.5% Ni-Cr-Mo 鋼, K は 2% Ni-Mo-V 鋼, L は 1% Cr-Mo 鋼である。

Table 1. Chemical composition of the specimen tested.

	C	Mn	Si	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	V
A	0.34	0.64	0.19	0.025	0.018	—	—	1.13	1.16	0.21
B	0.35	0.72	0.27	0.026	0.031	0.19	0.14	1.04	1.14	0.24
E	0.32	0.56	0.16	0.011	0.013	—	1.74	0.97	0.24	—
F	0.32	0.31	0.40	0.009	0.016	—	1.62	0.88	0.56	—
K	0.29	0.55	0.29	0.016	0.014	—	2.26	0.42	0.28	0.062
L	0.33	0.60	0.29	0.017	0.015	0.08	0.06	1.29	0.30	—

### III. 実験結果

#### (1) 常温並に高温引張強度

各供試材につき焼準処理後 A, B は 700°C/4h, E, F は 680°C/4h, K は 670°C/4h, L は 660°C/4h の空冷焼戻処理を実施し, 常温~700°C において, 引張試験を行つた. 尚, 高温引張試験は予め引張試験機に設置した加熱炉中で 1h 保持後約 5mm/mm の引張速度で行つた. この結果大略常温引張強度の高い程, 高温引張強度も高くなる傾向を有する.

#### (2) 衝撃転移曲線

各供試材につき焼準, 焼戻処理後 JIS シャルピー試験片に加工し, 試験温度を変えてその衝撃転移曲線を求めた. 結果は Fig. 1 に示す如くで, E, K, L について

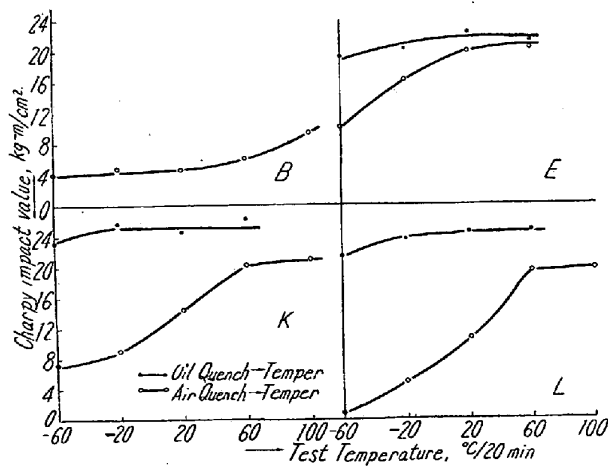


Fig. 1. Impact transition curve.

は, 30mm 中材につき, 油焼入, 焼戻空冷処理した場合の衝撃転移曲線も同時に示しておく. この結果より考えると, 焼入条件の変化による常温衝撃値の低下は, E(Ni-Cr-Mo 鋼) が最も少く, 30mm 中空気焼入処理の採用によつて, 常温シャルピー衝撃値で比較すると, K(Ni-Mo-V 鋼) は油焼入処理の 45%, L(Cr-Mo 鋼) は 65% の低下を示す. このことより常温衝撃抗力が略々焼入硬化能の大小により左右される衝撃転移曲線の移

動に関係するものであることを確認した. 又焼入時のオーステナイト結晶粒度の差についても検討し, Cr-Mo 鋼においては特にこの影響が大きく, 常温の衝撃値が可成り低下するのを確めた.

#### (3) クリープ強度

各供試材共焼準焼戻処理後直径 8 mm 中のクリープ試験片を製作し, 500~550°C で 300 h クリープ試験を行つた. 尚測定方法は JIS 規格案に準じて行つた. 500°C に於けるクリープ強度測定結果は Fig. 2 に示す如くで Cr-Mo-V 鋼が最もクリープ強度が大きく, 次いで Ni-Mo-V, Ni-Cr-Mo 及び Cr-Mo 鋼である. 特に Ni-Cr-Mo 鋼においては, Mo 含有量の差異が可成りクリープ強度に影響し, 従来の実験結果と一致するのを確めた. Cr-Mo 鋼, Ni-Mo-V 鋼のクリープ強度は Ni-Cr-Mo 鋼に匹敵するが, 常温機械的性質特に衝撃値は焼入条件の変化により可成り変動し, Cr-Mo 鋼においては Ni-Mo-V 鋼よりも大きく低下することより, 焼入速度の遅くなる大型材料に対する適用には充分注意する必要がある.

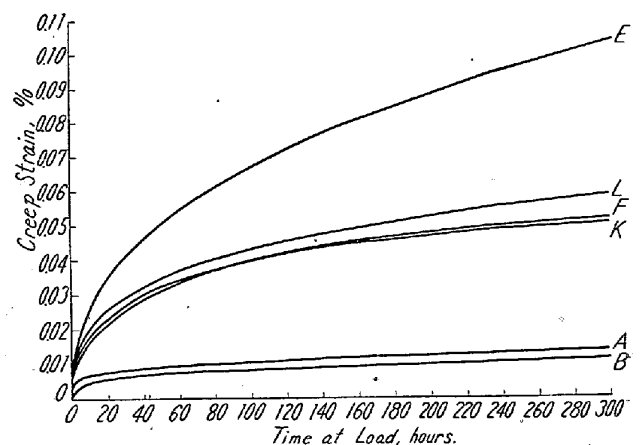


Fig. 2. Creep curve.  
(500°C, 14 kg/mm<sup>2</sup>)