

669.14.08.49:669.15.26
 28'292-194.62/165.233
 539.434:621.285.31

度はほとんどマルテンサイト中の炭素濃度のみ影響されるので、当然このような結果が得られるのである。880°C 加熱の際にほとんど焼入硬度に変動が認められなかつたのは、すべての供試鋼のマルテンサイト中の炭素濃度が、マルテンサイト硬度に対する飽和値に達しているためと考えられる。

3) 炭化物の固溶速度
 急速短時間加熱した後油冷した試料は、加熱時間の増加に伴って炭化物が固溶するために、その焼入硬度も漸次上昇することが Table 2 から判る。しかしそれぞれの鋼の間には炭化物の固溶速度に差があるので、この硬度増加の傾向も異なっている。この現象に対する成分変化の影響は、前項の焼入硬度に対する場合とほぼ同様に、C は炭化物の固溶を容易にし、硬度増加を早めるが、Cr, Mo は相乗的に炭化物を安定化し、硬度増加を遅らせる。

IV. 結 言

高炭素 Cr-Mo-V 鋼における C, Cr, Mo の比較的小範囲の変化が、焼入性状にいかなる影響をおよぼすかを、直交表によつて定めた 8 種の供試鋼によつて調べた。その結果それぞれの成化変化の影響はつぎのごとく認められた。

- 1) C は炭化物の固溶を促進するために焼入硬度を高める。焼入性に対しては Cr, Mo との組合せ効果があり、Cr, Mo の高い場合にのみ焼入性を向上せしめる。
- 2) Cr は炭化物を安定化するので焼入硬度を低くする。焼入性に対しては C との組合せ効果が大きく、低炭素レベルでは焼入性を減じ、高炭素レベルは焼入性を増すという興味深い効果を見出した。
- 3) Mo は Cr とほぼ同様の効果を示すが、焼入硬度に対しては鈍感で、焼入性に対しては敏感である。

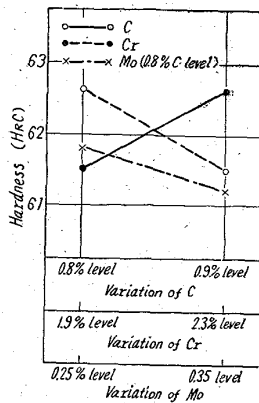


Fig. 2. Effect of variation of C, Cr and Mo on as-quenched hardness. (Austenitizing temperature: 850°C)

(148) 蒸気タービン軸用 Cr-Mo-V 鋼のクリープ破断強度におよぼすオーステナイト化温度および冷却速度の影響

(蒸気タービン軸用 Cr-Mo-V 鋼の高温強度に関する研究-II) 1959~1960

日本製鋼所室蘭製作所研究所

熊田 有宏・〇本間 亮介

工博 渡辺 十郎

Effect of Austenitizing Temperature and Cooling Rate on Creep-Rupture Strength of a Cr-Mo-V Steel for Steam Turbine Shafts.

(Studies on the high-temperature strength of a Cr-Mo-V steel for steam turbine shafts— I)

No. 62/48

Yūko KUMADA, Ryōsuke HOMMA and Dr. Jūrō WATANABE.

I. 緒 言

前報¹⁾において、Cr-Mo-V 鋼大型タービン軸車は、同一製造方案で製作され、室温における諸機械的性質も所定の規格に合格しているにもかかわらず、そのクリープ破断性質にはかなりのばらつきが存在すること、およびこのばらつきの原因を確かめるために焼戻温度のクリープ破断強度におよぼす影響について実験を行ない、焼戻温度の差異はこのばらつきの要因の一つとして挙げ得ることを報告した。本報においてはクリープ破断強度におよぼすオーステナイト化温度および冷却速度の影響について行なつた実験結果についてのべる。

II. 材料および試験方法

実験に供した材料は、前報と同じで C 0.33%, Cr 0.93%, Mo 1.11% および V 0.28% を含む Cr-Mo-V 鋼である。

熱処理は、まずオーステナイト化温度の影響をみるために、950°C, 1000°C および 1050°C でそれぞれ 2h 保持した後 100°C/h の冷却速度で炉冷した。つぎにオーステナイト化温度からの冷却速度の影響をみるために、950°C で 2h の保持後油冷した。この場合 500°C 付近での冷却速度は約 200°C/mn である。これらの試料について 675°C, 3h の焼戻を行なつた。焼戻後の組織は、炉冷したものでは若干の初析フェライトの混在した焼戻ベイナイト、油冷したものは焼戻ベイナイトである。

試験は平滑および切欠試験片によるクリープ破断試験、引張試験、および参考までに行なつた V-notch Charpy 試験片による衝撃破面遷移温度測定から成る。

クリープ破断試験片は、平滑試験片として直径 6mm, 標点距離 50mm, 切欠試験片として切欠底の直径 6mm, 切欠の角度 60°, 先端半径 0.17mm のものを用いた。試験温度は前報と同じく 510°C, 538°C, 565°C および 593°C の 4 温度で、試験結果は Larson Miller の master rupture curve によつて整理した。

引張試験は平行部直径 9.9mm, 標点距離 35mm の

試験片を用い、室温で行なつた。

III. 実験結果ならびに検討

Table 1 に室温における引張試験結果と、衝撃破面遷移温度を示す。オーステナイト化温度の上昇とともに引張強さは上昇し、同時に伸びおよび絞りは減少している。オーステナイト化温度からの油冷と炉冷との比較では前者が引張強さ、伸び、絞りとも大きい。衝撃破面遷移温度はオーステナイト化温度によつては大きな変化を示していないが、油冷した試料についてはいちじるしく低温となつている。

Table 1. Tensile test results and fracture transition temperature of various heat-treated specimens.

Heat treatment	Y.S. kg/mm ²		U.T.S. kg/mm ²	Elong. %	A.R. %	Fracture trans. temp.
	0.02%	0.2%				
950°C·F.C.* 675°C·O.Q.†	59.7	64.0	85.3	18.1	53.0	100
1000°C·F.C. 675°C·O.Q.	81.6	89.8	102.5	15.2	38.7	103
1050°C·F.C. 675°C·O.Q.	84.8	94.4	105.8	11.1	22.2	105
950°C·O.C. 675°C·O.Q.	93.2	93.2	97.7	21.2	65.5	-75

Tensile test specimen dia. 9.9mm, G.L. 35mm.
* furnace-cooled. † oil-quenched.

平滑および切欠試験片についてのクリーブ破断試験結果をFig. 1 に示す。平滑試験片のクリーブ破断強度はオーステナイト化温度を 950°C から 1000°C および 1050°C へ上昇させることによつていちじるしく増大している。また冷却速度を早めること(油冷)によつても増大している。これに対して 1000°C, および 1050°C でオーステナイト化した切欠試験片のクリーブ破断強度は950°C でオーステナイト化した場合に比して、低応力側ではあまり大きな差はないが、高応力側ではかなり低下している。各熱処理の場合の平滑試験片と切欠試験片のクリーブ破断強度を比較すると、950°C から炉冷し場合を除いていずれも切欠試験の強度が低下している。すなわち、オーステナイト化温度が上昇することによつて材料の切欠感受性が増大している。この傾向を図示したのがFig. 2 である。この図はオーステナイト化温度と 538°C, 500h および 1000h における notch rupture strength

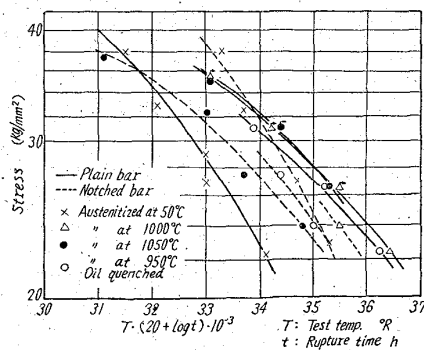


Fig. 1. Master rupture curves of various heat-treated specimens.

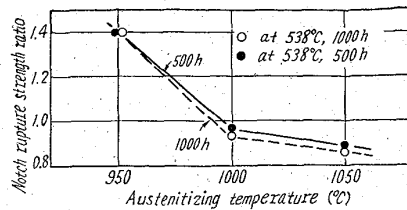


Fig. 2. Relationship between notch rupture strength ratio and austenitizing temperature of various heat-treated specimens.

ratio の関係を示したもので、500h, 1000h の場合とも同様の傾向である。なお、オーステナイト化温度よる油冷した場合の notch rupture strength ratio は0.98で、炉冷した場合に比べて切欠感受性は増している。

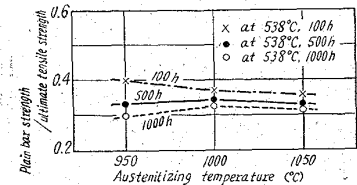


Fig. 3. Relationship between (plain bar strength)/(ultimate tensile strength) and austenitizing temperature of various heat-treated specimens.

Fig. 3 は室温引張強さと平滑試験片によるクリーブ破断強さとの比を、オーステナイト化温度との関係として示したものである。前報において、538°C, 500h のクリーブ破断強さをとつた場合、この比は焼戻温度に関係なく一定であることをのべたが、今の場合も 538°C, 500h の場合についてはオーステナイト化温度に関係なくほぼ一定である。しかもその値も前報の場合と同様約 0.33 である。

IV. 結 言

オーステナイト化温度および冷却速度を変えた Cr-Mo-V 鋼についてクリーブ破断試験を行なつた。オーステナイト化温度を上昇させることによつて平滑試験片のクリーブ破断強度は大巾に増大したが、同時に切欠感受性も増大した。オーステナイト化温度から炉冷した場合と油冷した場合についても、後者がクリーブ破断強さ、切欠感受性ともより大なる結果が得られた。

文 献

- 1) 渡辺, 本間, 熊田: 鉄と鋼, 47(1961) .10, 1475.