

Fig. 3. Mechanical properties of 0.1% C-12% Cr steel at high temperatures.

8. 熱間加工性

熱間振り試験の結果を Fig. 4 に示す。トルクにおいては大気溶解材と真空アーク再溶解の差は殆んど認められないが、破断回転数においては明らかに真空アーク再溶解のものが大きいことが判る。

9. クリープ・ラプチャー試験

550°C で試験した結果を Fig. 5 に示す。試験を行なった範囲では殆んど差は認められない。

IV. 結 言

真空アーク溶解した 0.1% C-12% Cr 耐熱鋼の基礎

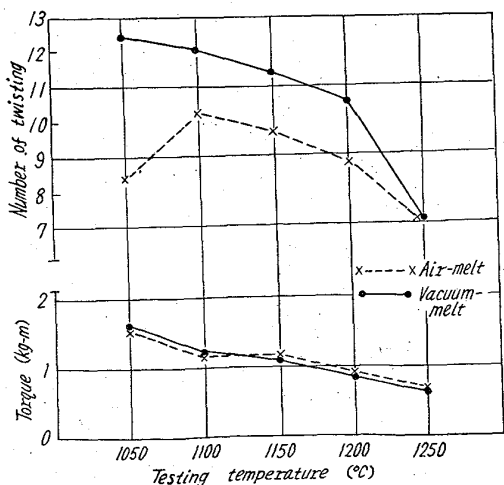


Fig. 4. Hot twist test of 0.1% C-12% Cr steel.

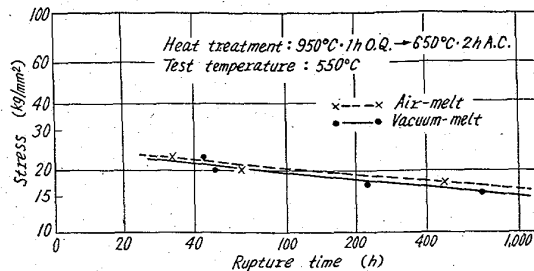


Fig. 5. Creep rupture design curves of 0.1% C-12% Cr steel.

的研究を行なった。その結果本鋼を真空溶解することによつて、

1. 清浄度がいちじるしく改善される。
2. 焼入性は殆んど変らない。
3. 常温および熱間の機械的性質は強度、硬度においては幾分減少するが、延性および靱性がいちじるしく改善される。
4. 熱間加工性を改善する。
5. 1000 h のラプチャー時間程度のクリープ・ラプチャー強度は殆んど変らない。

文 献

- 1) K. J. IRVINE: J. Iron & Steel Inst. (U.K.), 195 (1960) p. 386~405

669.14.018,44:669.15'26'28'292-
194>621.165-233:539.434:539.4.016,3
(167) 12% Cr 耐熱鋼の蒸気タービン用
軸材への適用性について

日本製鋼所室蘭製作所 63167
阪部喜代三・〇本間 亮介

Applicability of 12% Cr Heat-Resisting Steel to Turbine Shaft Forgings. 601~603
Kiyozō SAKABE and Ryōsuke HOMMA.

I. 緒 言

近年における発電機用タービンの蒸気温度の上昇により、タービン軸に対してもより優れた高温性質を有する材料の開発が要求されつつあるが、タービン軸のごとき大型、高速回転軸へ適用する材料としては、単なる高温性質のみならず、内部欠陥はもとよりその他一般の機械的性質に対する考慮が必要である。

本報告は、12% Cr-Mo-V 耐熱鋼によるタービン軸材の試作を行ない、その健全性、各種機械的性質ならびにそれらにおよぼす C 量、熱処理などの影響について 2, 3 検討した結果である。

II. 軸材の試作結果とその検討

(1) 軸材の製造工程とその健全性: 製造工程は溶解(塩基性電弧炉)、造塊(真空鑄込, 9t 鋼塊)、鍛造、焼鈍、機削、調質(1050°C → 噴霧冷却, 680°C → 炉冷)から成る。Table 1 に軸材の化学成分, Fig. 1 に形状を示す。

一般に高合金耐熱鋼の場合、健全鋼塊製作の困難さなどの面で大型品製造上の問題があるが、本鋼による試作では製造上特に困難はなく、また超音波探傷試験あるい

Table 1. Chemical composition of shaft forgings and test materials. (wt. %)

| Designations | C | Si | Mn | P | S | Ni | Cr | Mo | V | Remarks |
|--------------|------|------|------|-------|-------|------|------|------|------|--|
| SH | 0.23 | 0.19 | 0.50 | 0.028 | 0.032 | 0.67 | 11.1 | 1.05 | 0.31 | Shaft forgings Test material* // // |
| HC | 0.23 | 0.36 | 0.46 | 0.023 | 0.028 | 0.51 | 11.0 | 1.10 | 0.22 | |
| MC | 0.19 | 0.37 | 0.50 | 0.020 | 0.022 | 0.49 | 11.8 | 1.01 | 0.22 | |
| LC | 0.16 | 0.33 | 0.50 | 0.026 | 0.026 | 0.53 | 11.7 | 1.01 | 0.27 | |

* 20mm dia. bars forged from 50kg ingot.

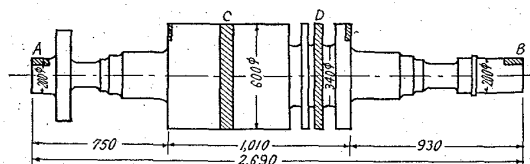


Fig. 1. Dimension of shaft forging and locations of specimens for mechanical testing.

は切断調査からも重視すべき欠陥は検出されなかつた。

Photo. 1 は縦断面のカラー、チェックの結果である。

(2) 機械的性質: Table 2 に試作軸材の室温引張および衝撃性質を示す。引張および降伏強さは各試験位置共大差ないが、伸びおよび絞りは胴部の表面から中心にかけて劣化している。胴部の表層および中心部から採取した試片を同一条件で熱処理しても内外の靱性の差は消失しない (Table 2 D)。一方 Table 3 はオーステ

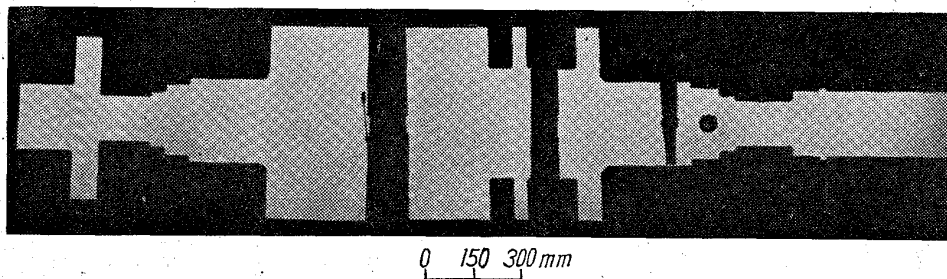


Photo. 1. Result of colour-check test on the longitudinal cross-section of shaft forging.

ナイト化温度からの冷却速度の影響を調べた結果であるが、ほとんど影響は認められない。すなわち胴部内外の靱性の差は熱処理効果の差によるものではない。組織調査の結果からも胴部中心まで熱処理効果が十分およんでいることが認められた。

Fig. 2 は機械的性質におよぼす C 量およびオーステナイト化温度の影響を示すものである。機械的性質は 1000°C 以上で大凡安定するが、HC (0.23% C) の場合絞りの顕著な劣化が注目される。LC (0.16% C) の場合は全温度域で 2% 程度の δ -フェライトが存在するがその影響はほとんど現われていない。従つて炭化物の固溶化を十分ならしめるべく 1000°C 以上に加熱する場合は C 量は低目とすべきである。

組織は概して粗大であるが衝撃破面遷移温度は胴部の表面で 58°C、中心部で 64°C と比較的良好である。これは本鋼種の良好な焼入性に関係するものと考えられる。

Fig. 3 は軸材胴部内外の温度 538~621°C、破断時間約 500h までの条件におけるクリープ・ラプチャー強度である。表層および中心部共はほぼ同一直線上にのる。600°C、3000h 程度までの外挿では、この結果は R. SCHINN¹⁾ によつて同様鋼種の軸材について報告されている結果と大凡同等である。

Fig. 4 はクリープ・ラプチャー強度におよぼす C 量の影響を示すものである。C 量の増加

Table 2. Room temperature mechanical properties of shaft forgings.

| Location of specimens | Depth from the surface (mm) | Direction of specimens | Tensile strength (kg/mm ²) | 0.2% yield strength (kg/mm ²) | Elongation (%) | Reduction of area (%) | Impact value (kg-m/cm ²) |
|-----------------------|-----------------------------|------------------------|--|---|----------------|-----------------------|--------------------------------------|
| A | — | Longitudinal | 85.5 | 67.3 | 16.9 | 30.2 | 6.5 |
| B | — | // | 82.8 | 65.1 | 19.6 | 36.7 | 6.1 |
| C | 20 | Tangential | 81.0 | 62.7 | 18.5 | 37.5 | 5.2 |
| // | 145 | // | 82.9 | 64.0 | 17.2 | 31.6 | 4.8 |
| // | 295 | // | 82.5 | 65.6 | 9.2 | 21.1 | 4.6 |
| D* | 35 | // | 91.3 | 73.2 | 17.8 | 45.6 | 4.2 |
| //* | 265 | // | 91.4 | 73.8 | 13.3 | 32.2 | 3.7 |

Specimens: for tensile test-9.9mm dia., 35 mm gauge length for impact test (U-notch Charpy)

* Reheat-treated in laboratory: 1050°×1h→OQ, 675°C×3h→AC

Table 3. Effect of cooling rate from austenitizing temperature on the mechanical properties.

| Test material | Heat-treatment | Tensile strength (kg/mm ²) | 0.2% yield strength (kg/mm ²) | Elongation (%) | Reduction of area (%) | Impact value (kg-m/cm ²) |
|---------------|------------------------------------|--|---|----------------|-----------------------|--------------------------------------|
| HC | 1050°C→AC, 675°C→AC | 100.5 | 77.8 | 17.5 | 45.6 | 4.0 |
| // | 1050°C→FCto 600°C→50°C/h, 675°C→AC | 100.0 | 76.7 | 17.1 | 42.6 | 4.4 |
| MC | 1050°C→AC, 675°C→AC | 93.5 | 74.1 | 18.7 | 55.6 | 6.0 |
| // | 1050°C→FCto 600°C→50°C/h, 675°C→AC | 94.2 | 74.3 | 19.1 | 54.1 | 7.0 |

Specimen : for tensile test-9.9mm dia., 35mm gage length for impact test (U-notch Charpy)

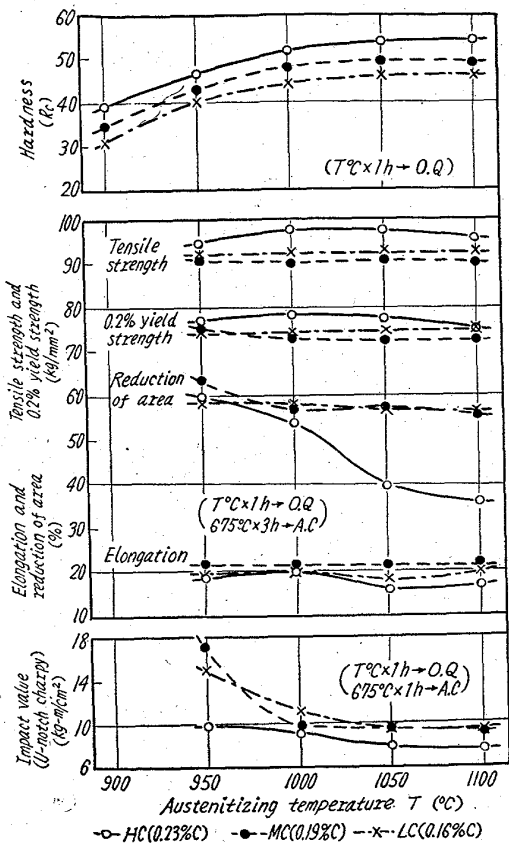
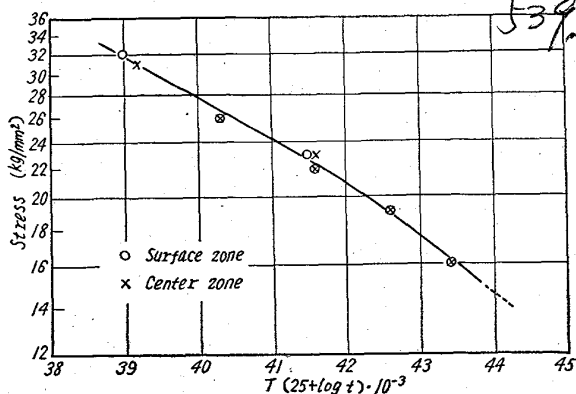


Fig. 2. Effect of carbon content and austenitizing temperature on of the mechanical properties.



T: Test temperature (°P), t: Rupture time (h)
Fig. 3. Creep rupture strength of specimens taken from the body of shaft forging.

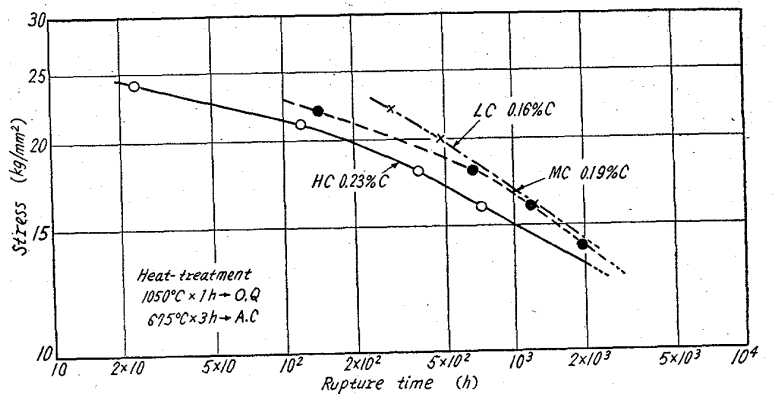


Fig. 4. Effect of carbon content on the creep rupture strength.

によりクリープ・ラプチャー強さが劣化する傾向が認められる。

III. 結 言

12% Cr-Mo-V 耐熱鋼の GT 鋼塊によるタービン軸材の試作を行ない、つぎの結果が得られた。

- (1) 製造上特に困難な点はない。
- (2) 焼入性は良好で、大断面の軸材についても内部まで十分熱処理効果がおよぶ。
- (3) C 量は、靱性およびクリープ・ラプチャー性質の改善する意味で低目とすることが望ましい。

文 献

1) R. SCHINN: Stahl u. Eisen, 81 (1961) 24, p. 1632~1643

669.14.018.44:669.15'26-194:539

669.434:669.28:669.25:669.24
(168) 12% Cr 耐熱鋼の諸性質におよぼす Mo, Co, Ni の影響

関東製鋼 63168
工博 大沢 秀雄・山田 誠吉

Effects of Mo, Co, Ni on Some Properties of 12% Cr Heat-Resisting Steels.
Dr. Hideo ŌSAWA and Seikichi YAMADA.

I. 結 言 603~605

12% Cr 系耐熱鋼はタービン翼車ならびに翼、ローター・シャフトなどに使われており研究論文も数多く公表されているが、著者らはこれらをさらに改良するための基礎資料を得るために、0.2% C-12% Cr の基本組成に