

(132) 3% Cr-Mo 鋼の歯車材への適用 (3% Cr-Mo 鋼大型鍛鋼品に関する研究—II)

日本製鋼所室蘭製作所

工博 川口 三郎・○緒方 博

Application of 3% Cr-Mo Steel for Pinions.

(Studies on large forgings of 3% Cr-Mo
steel—II)

Dr. Saburo Kawaguchi and Hiroshi Ogata.

I. 緒 言

最近船舶の大型化高速化にともない、歯車材には高硬度強靱性の材料が望まれている。筆者などは各種大型歯車材の製造に当ると共に、大型鋼材としての新鋼種の開発に努めているが、3% Cr-Mo 鋼の大型鋼材への適用を考え、一連の試作研究を進めている。

その第一報として、タービンローター材への適用について本会第 59 回講演大会において報告した。この時の諸試験により、3% Cr-Mo 鋼が、強さ、靱性共に優れ、質量効果試験によりその焼入性の良いこと、すなわち機械的性質、顕微鏡組織の均質性の良いことなどから、高級大型構造用鋼としての優秀性を報告した。現在すでにタービンローター材およびピニオン材として実用化しているが、本報告ではピニオン材への適用について報告したい。

II. 供 試 材

ピニオンは、塩基性電気炉で溶製し、10 t 鋼塊に鑄込み、鍛造、焼鈍後 Fig. 1 に示す形状に機削して調質を行つた。胴径約 470 mm、全長約 1,700 mm のものである。なお同時に化学成分も掲げる。

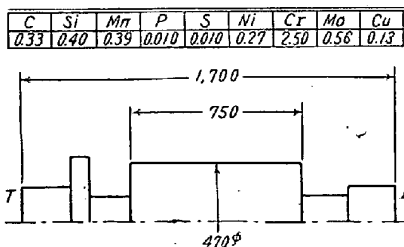


Fig. 1. Outline drawing the 1st pinion of the L.P. steel.

III. 内部性状および機械的性質

Fig. 1 の形状に機削した後、軸端面および胴端面よりサルファ・プリントを採取したが、Fig. 2 に示すように輪状ゴーストが内部に寄り、歯切面の健全性に良い傾向を示している。またゴーストによる異方性も軽減される

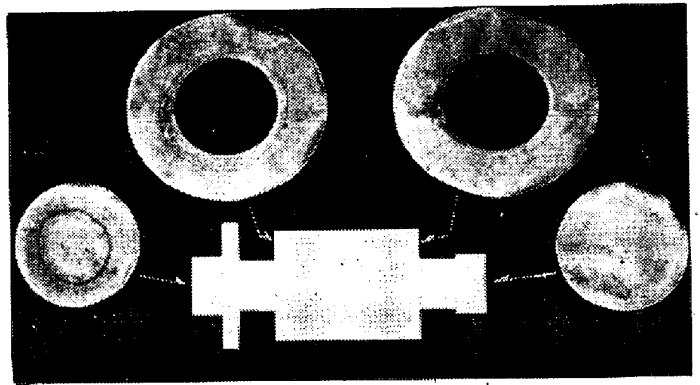


Fig. 2. Sulphur print of the 1st pinion of the L. P. steel

であろう。

このピニオンを引張り強さ 79 kg/mm^2 を目標にして、 880°C でオーステナイト化し、 820°C で一旦保持後油焼入を行い、 660°C に焼戻した。軸端および胴端から採取した試験片でその機械的性質を調査した結果を Table 1 に示した。 79 kg/mm^2 という目標に対し 90 kg/mm^2 以上という非常に高い値を示し、伸び、絞りの値もこの強さに対して相当大きく良い結果を得た。これをさらに 655°C で焼戻しを行い、引張り強さ約 85 kg/mm^2 を得た。そして靱性、特に衝撃値を大きく向上させた。またその異方性を見ると、縦方向に対する横方向の値は良い値を示しており、製品化したものについても同じく異方性は小さい。これらを他の鋼種と比較すると同じ強さに対し靱性が優れており、その遷移温度 (50% 靱性破面温度) は軸端で -14°C 、胴肩で $+10^\circ\text{C}$ とかなり低い温度であり、しかも最大吸収エネルギーは 12 kg-m/cm^2 以上と高い値を示した。すなわち低温脆化を起し難い鋼種である。その遷移温度曲線を Fig. 3 に示す。

これら材料試験を行つた後、最も苛酷に使用される歯部について疲労試験を試みた。その結果を他の鋼種と比較して Table 2 に示す。なお 3% Cr-Mo 鋼タービンローターの軸部について試験した結果も並記した。歯部についての疲労試験法については、種々異論があるが本試験では、一般に行なわれているものとの比較の上から小野式回転曲げ疲労試験をおこなつた。各鋼種共平滑の場合と切欠を入れた場合の試験を行なつたが、3% Cr-Mo 鋼は引張り強さに対する疲れ強さは、平滑 (σ_w/σ_B) 切欠 (σ_{KW}/σ_B) いずれも高く、従来使用されているピニオン材に比し、疲れ強さが高いことが知られる。また切欠に対する感受性 (σ_w/σ_{KW}) を見た場合、3% Cr-Mo 鋼は 2% Ni-Cr-Mo 鋼よりも低い。すなわち 3% Cr-Mo 鋼は、今迄のピニオン材に比し耐久性が大きいことがわかつた。

Table 1. Mechanical properties of the 1st pinion.

Treatment	Location	Directions	Yield point kg/mm ²	Tensile strength kg/mm ²	Elongation %	Reduction of area %	Impact value (U-notch) kg-m/cm ²	H _B
After the 1st tempering	Journal	T	79.0	96.0	20.3	56.4	11.6	266
		B	80.5	96.5	16.8	54.3	8.6	277
		T	75.5	92.3	18.0	45.3	5.8	277
		B	72.5	90.0	20.5	55.2	8.1	269
	Body	T	76.0	92.0	22.3	57.2	14.1	266
		B	76.2	92.8	21.2	53.7	12.2	262
After the 2nd tempering	Journal	T	68.5	85.2	23.5	65.8	20.5	246
		B	68.8	86.6	23.5	64.4	16.0	—
		T	70.0	85.5	18.7	50.0	10.4	241
		B	66.5	83.0	23.0	58.7	16.5	231
	Body	T	65.5	86.3	22.7	57.0	15.9	237
		B	69.2	86.0	23.1	58.5	17.8	240

Table 2. Result of endurance test.

Name	Materials	Specimens	Tensile strength kg/mm ² σ_B	Rotary bending endurance limit		$\frac{\sigma_W'}{\sigma_B}$	$\frac{\sigma_{KW}'}{\sigma_B}$	$\frac{\sigma_W'}{\sigma_{KW}'}$
				Polished kg/mm ² σ_W'	Notched kg/mm ² σ_{KW}'			
The 2nd pinion	3%Ni-Cr-Mo-V	Transverse	95.2	42.5	25.5	0.447	0.268	1.67
"	2%Ni-Cr-Mo	"	84.3	36.7	20.6	0.435	0.244	1.78
The 1st pinion	3%Cr-Mo	"	85.0	39.5	23.5	0.465	0.276	1.68
H. P. Turbine rotor	"	Longitudinal	75.2	36.2	—	0.467	—	—
L. P. Turbine rotor	"	"	80.0	38.5	—	0.481	—	—

IV. 結 言

3% Cr-Mo 鋼の歯車材への適用について記して来たが、本試験により歯車材として優れた性質を持つことが明らかになった。この鋼種は前回の報告で焼入性がすぐれ、質量効果が小さく、高い靱性を持った高級構造用鋼としてすぐれた鋼であることを報告した。本試験においては、さらに高硬度で強靱性を得るとともに疲れ強さが高

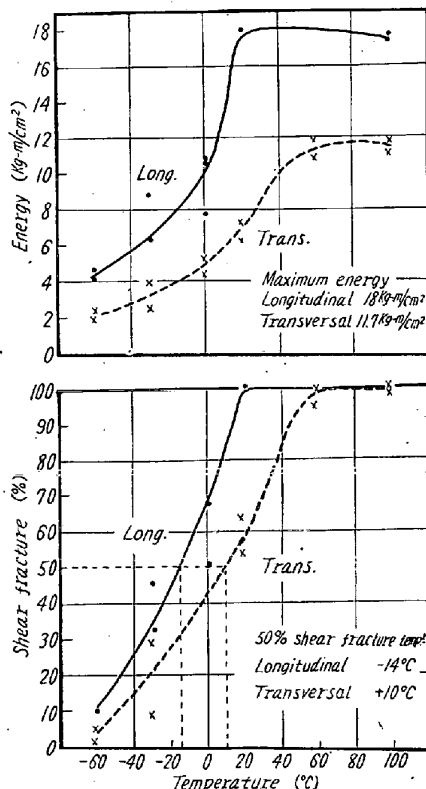


Fig. 3. Transition point curve of pinions.

く、切欠に対する感受性の低い材料であることを知った。また横方向の強さ、降伏比、靱性が高く、遷移温度が低温側である。

これらの結果から、歯部の硬さが高いにもかかわらず脆性が小さく、従って歯の折損を防ぐのに有効であり、設計上有利に作用すると考えられ、従来使用されている Ni 系のピニオンと同様に用いることができる。

(133) 輸入大型発電機用軸材の評価

日本製鋼所室蘭製作所

阪部喜代三・〇本間 亮介

Evaluation of the Imported Heavy Shaft Forgings for Turbo-Generator.

Kiyozō Sakabe and Ryōsuke Homma.

I. 結 言

発電機用軸材の品質に対する要求は、最近の単機容量の増大とともに益々高度化しており、われわれ粗材メーカーとしてもこれに応ずるべく不断の努力を重ねている