

(a) light micrograph (b,c) Electron micrograph
Photo. 3. Microstructure of Mn-Cr steel transformed isothermally at 350°C for 120s.

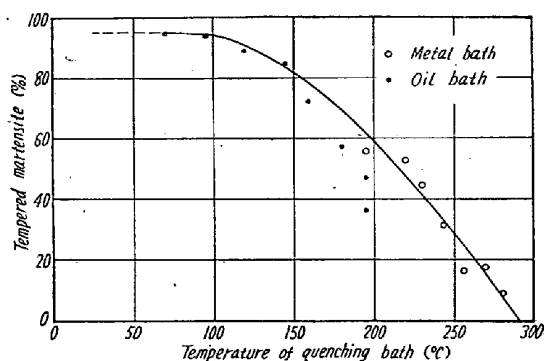


Fig. 2. Martensite transformation diagram.

に再加熱して、焼戻マルテンサイト量と温度との関係を探る。Fig. 2 に示す。腐食液としては 5% 硝酸アルコールにツエフラン・クロライドを加えた液を用いた。Ms 点は Fig. 2 の曲線を外挿して 0% 焼戻マルテンサイトの点を求めた所、Ms 点は 290°C であった。Table 1 の化学組成よりの計算値は 307°C である。なお、この曲線の 200°C 付近では油浴に急冷した場合、生成マルテンサイト量が鉛浴のそれよりも低く測定される。これは油浴の場合に 200°C で冷却能が悪化するため、焼入試料が Ms 点以下の領域をゆっくり冷却するので、オーステナイトの安定化が行われ、生成マルテンサイト量が減少するものと思う。また 200°C 以下の油浴の場合、曲線より外れないのは油の冷却能が十分あるためと考えられる。この点については E. G. Ramachandran² が油浴と塩浴について 180°C 付近で生成マルテンサイト量に相異のあることを報告し、オーステナイトの安定化によるものと結論している。

なお、この Mn-Cr 鋼においては常温付近で 4~5% の残留オーステナイトが存在する。この Fig. 2 の曲線

より 25, 50, 75% のマルテンサイトを生成する温度を求め、またこの曲線の飽和点を以て Mf として Fig. 1 に付記した。

(3) 機械的性質

硬度変化は Fig. 1 の図中に付記したが、650°C 以下 350°C までの 7 段階の温度で恒温変態した試料につき引張試験を行い抗張力、降伏点、伸びなどを測定し、また引張衝撃法により衝撃試験を行なった。

文 献

- 1) J. Hollomon, L. D. Jaffee, D. E. McCarty & M. R. Norton: Trans. Am. Soc. Met., Vol. 38 (1947) p. 807~847
- 2) E. G. Ramachandran C. Dasarthy: J. Iron & Steel Inst., Vol. 192, No.3 (1959) p. 268

(123) 非磁性鋼の窒化処理と疲労強度の関係について

神戸製鋼所, 神戸研究部

西原 守・中野 平・後藤督高

Effect of Nitriding on Fatigue Strengths of Non-magnetic Steels.

Mamoru Nishihara, Taira Nakano and Tadataka Gotō.

I. 緒 言

非磁性鋼の用途は特殊艦船用の軸材料、あるいは電気機器用部品など最近注目を浴びるようになってきているが、耐摩耗性と耐疲労性の同時に要求される場合も多く、その場合の表面硬化法としては窒化処理が殆んど唯一の方法と考えられるので、数種のオーステナイト鋼について窒化処理の疲労強度におよぼす効果を試験と、今後の応用面に対する参考とした。

II. 供 試 材

供試材は Table 1 に示す 5 鋼種で、いずれも塩基性 500 kg 高周波炉で溶製した 350 kg 鋼塊を 30 mm 角材に鍛伸して作製した。

III. 実 験 結 果

1) 疲労試験片の製作方法

Table 1. Chemical composition of samples.

Materials	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Ather
347	0.084	0.93	1.62	0.010	0.009	10.56	18.33	Cb 1.19
347. high-C	0.25	0.88	1.90	0.010	0.012	10.40	17.58	Cb 2.52
302. high-C	0.27	0.75	1.83	0.017	0.010	8.81	17.96	—
SEH 4	0.42	2.35	0.60	0.015	0.005	14.01	14.38	W 2.40
316	0.083	0.68	1.81	0.010	0.017	13.56	16.80	Mo 2.66

試験片は 1100°C (SEH 4 のみ 1150°C) で溶体化処理後、窒化温度よりも 50°C 高い温度で 7 時間の時効処理→中間機械加工 (径 1.5 mm 残し)→歪取焼鈍 (550°C / 5 h 徐冷)→仕上加工→窒化処理→ペーパー研磨、の工程により作製した。窒化温度は 650°C とし、347, 347 高 C 材は 550°C においても行なつた。窒化時間はいずれも 100 h で、窒化硬度分布の代表的なものを Fig. 1, Fig. 2 に示す。

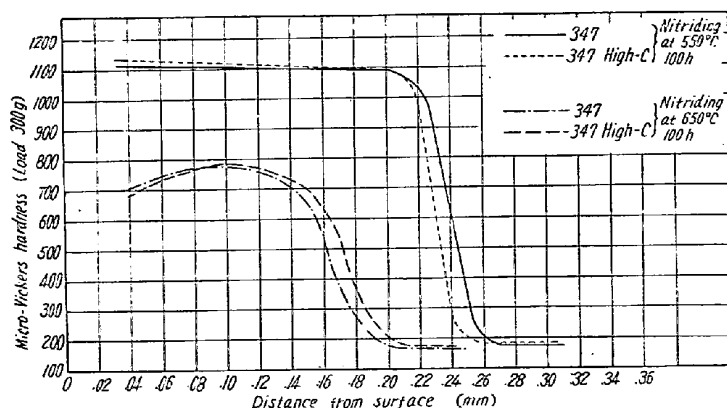


Fig. 1. Nitrided hardness distributions of 347, 347 high-C steel.

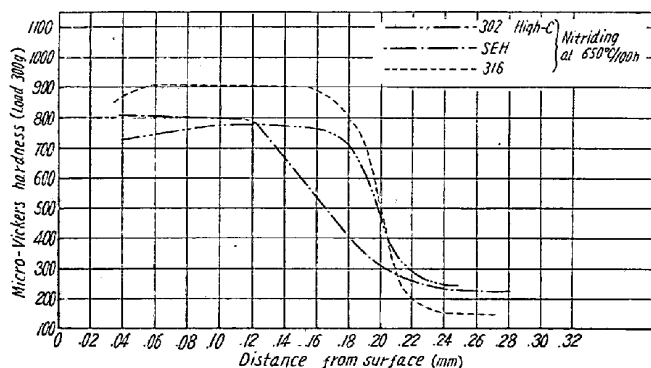


Fig. 2. Nitrided hardness distribution of 302 high-C, SEH 4, 316 steel.

2) 疲労試験

疲労試験は小野式回転曲げ疲労試験機を用い、窒化処理による疲労限の上昇と、切欠効果に対する影響を試験

した。試験片の形状を Fig. 3 に示す。いずれの鋼種も窒化処理により疲労限のいちじるしい上昇を示し、30 kg/mm² 以上の値が確保された。唯、347 を 650°C で窒化した場合にあまり疲労限の上昇効果が認められないのは、Fig. 1 に認められる如く、表面脆化層の生成に起因するものと考えられる。

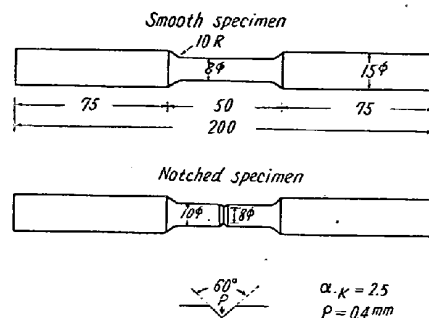


Fig. 3. Dimension of fatigue test specimen.

切欠効果はこの種オーステナイト鋼の特徴として非常に小さく、1 に近い。さらにいちじるしい特色として、窒化処理を施した場合切欠試験片の方が平滑試験片よりも逆に高い疲労限を示した。この理由は明らかではないが窒化処理は一般に切欠効果をいちじるしく小さくする効果あり、またオーステナイト鋼は降伏点が高い為に疲労試験を降伏点よりも高い応力で行うことになるので、繰返し応力によつて加工硬化現象が生じ、特に切欠部は応力集中によりこの効果がいちじるしいことなどが理由として考えられる。

疲労試験の一覧を Table 1 に示す。

IV. 結 言

非磁性鋼として、347, 347 高 C 材, 302 高 C 材, SEH 4, 316 の 5 鋼種について、550°C, 650°C でそれぞれ 100 時間の窒化処理を施して疲労強度に対する効果を試験した結果、切欠のない場合で最大 36% の上昇、切欠のある場合で最大 81% の上昇率が示された。

この種オーステナイト鋼の特徴として、切欠効果は非常に小さいが、窒化を施すと切欠のある場合の方が寧ろ

Table 2. Effect of nitriding on fatigue strengths.

Materials	Fatigue strengths (kg/mm ²)					Smooth (No nitriding) Fatigue strength /Tensile strength	Increase of fatigue strength by nitriding (%)			Notch factors B _K	
	Smooth specimens			Notched specimens			Smooth (550°C)	Smooth (650°C)	Notch (650°C)	No nitriding	Nitriding at 650°C
	No nitriding	Nitriding at 550°C	Nitriding at 650°C	No nitriding	Nitriding at 650°C						
347	28.1	35.4	30.1	23.8	29.7	0.45	26	7	25	1.18	1.01
347. high-C	26.2	35.5	33.2	21.6	39.1	0.40	36	27	81	1.21	0.85
302. high-C	31.3	—	38.5	30.6	46.6	0.40	—	23	52	1.02	0.83
SEH 4	34.1	—	41.3	29.7	52.3	0.43	—	21	75	1.15	0.79
316	25.0	—	30.5	—	—	0.42	—	22	—	—	—

疲労強度が大きくなるという傾向が認められた。この事実はオーステナイト鋼の窒化処理が切欠を有する一般機械部品に対して極めて有効であることを示すものである。

(124) Mn 系非磁性鋼の研究

特殊製鋼

工博 山中直道・日下邦男・○外岡 耀

Study on Non-Magnetic Manganese Steels.

Naomichi Yamanaka, Kunio Kusaka
and Akira Tonoooka.

I. 緒 言

最近大型のタービン発電機が製造されるにともない。回転子の一端に使用する非磁性鋼エンド・リングにかなりの高降伏点が要求されるようになり各方面で研究されつつある。高降伏点オーステナイト鋼を大別すると熱処理によつて性能を出すものと冷間または温間加工によつて降伏点を上昇せしめるものとの二つになる。前者については著者らは昨年の講演において 19Cr-10Ni 系オーステナイト鋼におよぼす各種添加元素の影響について報告し N_2 添加が降伏点の上昇にきわめて有効であることを報告した。今回は冷間または温間加工によつて降伏点を高めて使用される Mn 系オーステナイト鋼の各種について添加元素の影響をしらべたものである。供試材は Table 1 に示すようなものであり 35 kVA 高周波誘導炉によつて 7 kg 鋼塊を熔製しこれを 16φ に圧延して使用した。

II. 実験結果

A) 18Mn-3Cr 系

添加元素の影響としては C 0.5, Si 0.4, Mn 18 のものに Cr を種々に添加した Mn 18, Cr 4.5 に一定にして C を変化させてその影響をみた。

(1) 機械的性質

1050°C 油冷状態では降伏点は低く伸び、絞り是非常に大であり、Cr 添加量の多くなるにつれて降伏点は次第に上昇するが伸び、絞り、衝撃値は Cr 3~4% で最高となりこれ以上 Cr の増加につれて低下する。常温で 15% 加工を行なうと降伏点はいちじるしく向上し 70 kg/mm² 以上となり Cr の多いほど大となるが、伸び、絞りは Cr 3~5% で最大となる。20% 冷間加工を行うと降伏点は 90 kg/mm² 以上に上昇する。つぎに 400°C にて 23% 温間加工を行つた結果は Fig. 1 (B) に示すと

Table 2. Chemical composition of steels tested.

Steel No.	Chemical composition (%)						
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr
HMN							
— 6	0.54	0.51	18.56	0.034	0.010		0.08
— 7	0.55	0.48	18.58	0.038	0.011		2.93
— 8	0.53	0.52	18.70	0.034	0.010		5.07
— 9	0.53	0.53	18.60	0.033	0.010		8.07
—10	0.53	0.56	16.30	0.038	0.009		10.33
—11	0.46	0.62	17.19	0.047	0.009		4.85
—12	0.56	0.61	17.43	0.041	0.011		4.71
—13	0.72	0.61	17.77	0.048	0.008		4.58
—14	0.77	0.64	17.75	0.051	0.009		4.62
—15	0.35	0.39	8.27	0.025	0.012	6.95	5.72
—16	0.42	0.39	8.36	0.025	0.013	6.75	5.81
—17	0.54	0.40	8.48	0.024	0.010	6.89	5.77
—18	0.62	0.39	8.36	0.027	0.010	6.55	5.70
—19	0.78	0.47	9.27	0.028	0.015	6.60	4.25
—20	0.83	0.41	8.48	0.028	0.009	6.67	5.88
—34	0.67	0.72	7.94	0.022	0.016	6.53	3.03
—35	0.66	0.33	7.92	0.021	0.018	6.50	4.12
—36	0.68	0.34	8.03	0.026	0.018	6.45	5.05
—37	0.70	0.38	7.97	0.028	0.019	6.30	5.99
—38	0.70	0.40	7.76	0.028	0.020	6.45	7.02
—26	0.10	0.35	5.90	0.026	0.019	10.23	12.15
—27	0.21	0.34	6.08	0.026	0.020	10.32	12.15
—28	0.29	0.37	6.02	0.026	0.015	10.13	12.07
—29	0.40	0.39	6.06	0.030	0.014	10.13	12.33

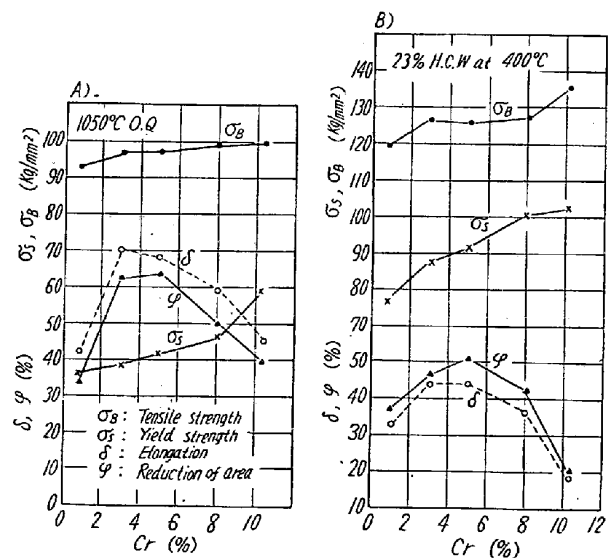


Fig. 1. Effect of Cr on the mechanical properties of 0.55C-18Mn-3Cr type non-magnetic steel.

おりで降伏点は Cr の多くなるにつれて大となるが伸び絞りは Cr 3~6% で山を生ずる。加工温度を上昇して 650°C にて 15% 温間加工を行うと 400°C の場合にくらべて降伏点の上昇が少いのはもちろんであるが炭化物析出によつて伸び、絞りの低下がいちじるしい。したがつて降伏点を上昇せしめるための温間加工温度は 400°C 以上に上昇しないようにする必要がある。