

たものは、1025°C 程度の温度まで結晶粒度番号 6 以上の細粒であることが明らかとなつた。すなわちコアの結晶粒の粗大化はケースのそれにほぼ 100°C 先行すると云つて良い。

VI. 粗大マルテンサイトの防止策

粗大マルテンサイトを防止するためには、結晶粒の粗大化温度を高める必要がある。高周波炉にて Ti を 0.033%, 0.039%, および 0.044% 含有する SCR22 を溶製し、浸炭焼入後の組織を検鏡したが微細マルテンサイトを示した。また鋼中 N の含有量を高めることも効果があるが、同じく高周波炉にて 0.010% より 0.033% まで 10 チャージ溶解したところ Al 単味添加では、安定した製品とするためには 0.018% 以上の N を要し実用的でない。次に高温で一旦 AlN を溶解させ、AlN を再析出分散させることにより粗大化温度を高めることが可能だが、粗大マルテンサイトのみられる前記 Table 1 の試料を 1200°C の焼ならしを行なつたところ、粗大マルテンサイトは全くなくなつた。(Fig. 2) 欧米の機械工業界の焼ならし温度が 950°C 近辺で若干高く、保持時間に至つては、6h 以上におよんでいることは、この問題との関連性を予想させる。

文 献

- 1) 大沢秀雄: 学振19委, 5606, 結晶18
- 2) W. PETER, et al: Stahl und Eisen 82 (1962) p. 23

621, 785, 52, 621, 78, 019, 7, 621, 833

(128) 浸炭焼入歪に関する統計的実験

日立製作所亀有工場 ○佐々木 敏 美

Statistical Study on the Distortion of Case Hardning. 63318

Toshimi SASAKI.

I. 緒 言 1502~1504

焼入歪については従来数多くの実験がためされ、焼入歪の性質に対する個々の要因の影響はほぼ明らかにされている。それにも拘らず加工工程中での焼入歪の定量が困難で、加工における大きな隘路となつているのは次のような理由による。

- (1) 焼入歪に最も大きな影響をおよぼすのは、被焼入品の形状および大きさで、大量生産の場合を除いては、これを事前に知ることが殆んど不可能である。
- (2) 焼入歪に影響をおよぼす要因の数が多く、そのうちどのようなものの影響が一番大きいのか、または2種以上の要因の組み合わせがそれらが単独でおよぼす影響と

は異なつた形をとるのではないかなどがよく判らない。

最近、製造過程における総計的手法の導入は活発で、大きな成果を挙げつつあるが、焼入歪に対してもこれを応用すれば利益が大きいと思われるにも拘らず応用例が見当らない。そこで我々は、浸炭焼入を施すギアの内径スプラインの焼入歪に対して、直交配列を用いた実験を行ない、主として上記(2)の問題を解決すると共に焼入歪の解明を製造工程でいかにすれば可能か、その手法の一端を明らかにした。

II. 実験および実験方法

試験片としたギアは、Fig. 1 に示すようなもので材質は SNC22 である。これらの化学成分を Table 1 に示す。

各々のテストギアについて、実験は素材のチャージ、浸炭前の歪取焼鈍の有無、浸炭深さ、吊り方および冷却温度を要因として、H<sub>2</sub>-16 直交配列表によつて行なつた。他の要因はすべて一定とした。浸炭焼入はオールケース型ガス浸炭炉によつて行なつた。実験工程を Table 2 に示す。

結果の測定は、内径スプラインの歪および表面硬度について行なつた。スプラインの変形は、歯厚の変化がその主なものであるので、Fig. 2 のようにオーバピン径の変化量によつて表わした。測定点は Fig. 3 のように1コのギアについて6点で、6点の測定値から最大値、平均値、および最小値をとり、各ギアについて得られた各々16コの測定値から解析を行なつた。これは同様な実験<sup>2)</sup>で行なつて効果の得られた方法である。

浸炭層の硬度分布および組織、並びに心部の硬度および組織は、全測定終了後各ギアから1コづつ計2ケを任意にえらび切断して調査した。ただしこの2コは浸炭層厚の異なつているものである。

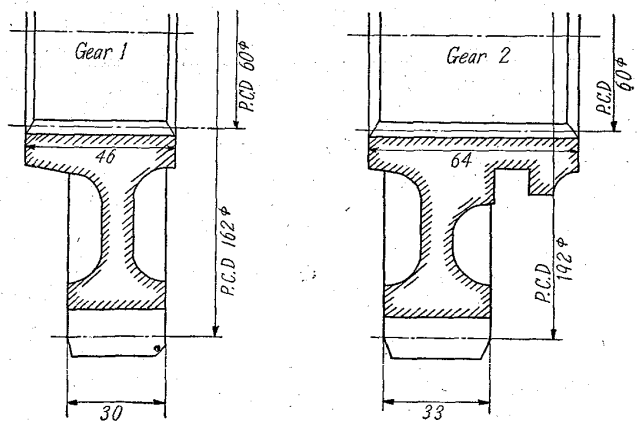
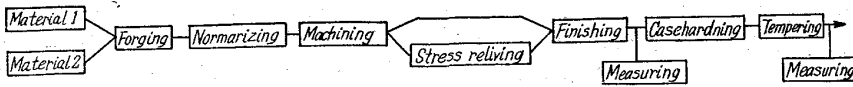


Fig. 1. Test gears.

Table 1. Chemical analysis of specimens. (%)

Ch. #	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	G. S. No
SNC 22	0.12~0.18	0.15~0.35	0.35~0.65	<0.030	<0.030	3.00~3.50	0.70~1.00	—
16757	0.15	0.35	0.52	0.018	0.009	3.24	0.88	7.0
16662	0.15	0.29	0.48	0.012	0.009	3.22	0.78	7.3
35172	0.15	0.30	0.48	0.016	0.008	3.09	0.76	8.0
44554	0.16	0.24	0.53	0.011	0.012	3.38	0.81	8.0

Table 2. Manufacturing process of test gears.



に対して 95~99% の信頼度をもって有意差ありといえるのはチャージの違いのみである。Table 1 に示される成分表から、これらチャージの差を定量的に求めんとしたを得られなかった。

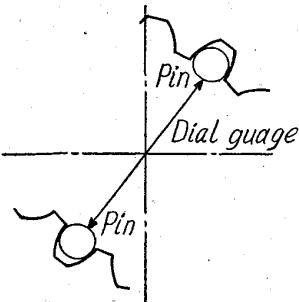


Fig. 2. Measuring method.

III. 実験結果および考察

内径スプラインの変形および表面硬度に関する実験結果を Table 3 に示す。結果の分散分析表を Table 4 に示す。ただし表面硬度については、いずれも Hs 80~83 の間にあり、特に分析の必要はないと考えられたので省略した。

Table 4 の結果から、内径スプラインの浸炭焼入歪

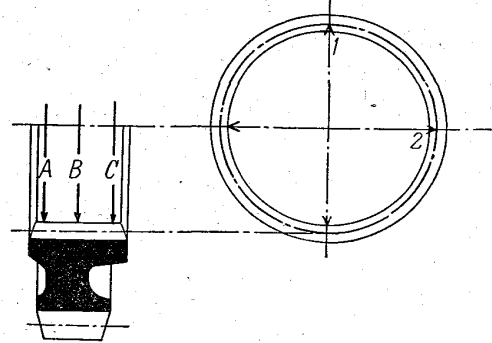


Fig. 3. Plot of measuring of test gears.

Table 3. Result of distortion and hardness.

Test gear No.	Material's charge No.	Stress relieving	Case depth (mm)	Method of charging	Quenching oil temp. (°C)	Results							
						Gear 1 (μ)				Gear 2 (μ)			
						Max.	Mean.	Min.	Hs	Max.	Mean.	Min.	Hs
1	1	Done	1.0	V	60	12	0	-7	80	7	-7	-20	81
2	1	//	1.0	H	90	12	-3	-11	80	0	-10	-18	81
3	1	//	1.2	V	90	-6	-9	-13	81	6	-1	-12	81
4	1	//	1.2	H	60	2	-2	-7	83	2	-9	-16	81
5	1	Non	1.2	H	90	10	6	0	80	5	-3	-9	82
6	1	//	1.2	V	60	3	0	-6	82	1	-7	-13	80
7	1	//	1.0	H	60	5	2	-4	83	5	-6	-15	81
8	1	//	1.0	V	90	7	3	-3	81	4	-6	-12	80
9	2	//	1.0	H	90	0	-5	-10	80	-2	-11	-19	80
10	2	//	1.0	V	60	2	-4	-10	81	1	-8	-14	83
11	2	//	1.2	H	60	-2	-6	-11	83	-5	-12	-17	80
12	2	//	1.2	V	90	-4	-8	-13	80	-1	-8	-15	81
13	2	Done	1.2	V	60	0	-4	-9	83	-3	-11	-16	81
14	2	//	1.2	H	90	-3	-9	-17	81	1	-13	-22	80
15	2	//	1.0	V	90	-4	-9	-17	82	0	-10	-24	82
16	2	//	1.0	H	60	5	0	-7	82	2	-9	-16	81

Table 4. Variance analysis of results.

	Factor	Max.			Mean.			Min.		
		df	SS/df	Fo	df	SS/df	Fo	df	SS/df	Fo
Gear 1	Material's ch. No.	1	961	13.7**	1	1764	12.7**	1	1849	15.5**
	Stress relieving	1	529	7.6	1	576	4.1	1	961	8.1
	Case depth	1	25	0.4	1	4	0	1	25	0.2
	Method of charging	1	361	5.2	1	196	1.3	1	121	1.0
	Quenching oil temp	1	225	3.2	1	400	3.0	1	400	3.4
	Error	10	70	—	10	139	—	10	119	—
	Gear 2	Material's ch. No.	1	2209	9.0**	1	1089	11.5**	1	784
Stress relieving		1	289	1.2	1	81	1.2	1	900	7.0*
Case depth		1	289	1.2	1	225	3.1	1	144	0.9
Method of charging		1	289	1.2	1	225	3.1	1	600	3.8
Quenching oil temp		1	169	0.7	1	49	0.7	1	16	0.1
Error		10	245	—	10	68	—	10	158	—

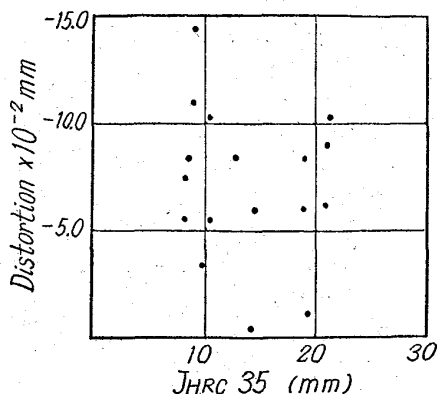


Fig. 4. Relation between distortion and hardenability.

一例として焼入性と歪量の相関を Fig. 4 に示す。

浸炭前の歪取焼鈍の有無, 浸炭深さ, 吊り方および冷却温度については, いずれもチャージの違い程の影響を示さなかつた。

IV. 結 言

浸炭焼入による焼入歪に関する実験の結果, 焼入歪の量は, 形状および表面硬度を一定にすると, 材質やチャージなど材料固有の値によつてほとんど決まり, 熱処理条件の変化によつて左右される分量は極めてわずかであることがわかつた。

文 献

- 1) 田中: 東京工大学報, No. 2, 1949
- 2) 佐々木, 他: 未発表

669.14.018.2980621.785.52-977

= 621.78.019.7

(129) 肌焼鋼 S15CK の高温浸炭による変形について 63319

(鋼の高温浸炭による変形に関する研究—I)

関西大学工学部

1504~1505  
工博○森田善一郎・中村康彦・中島弘紀

岡山大学教育学部

菅田角夫

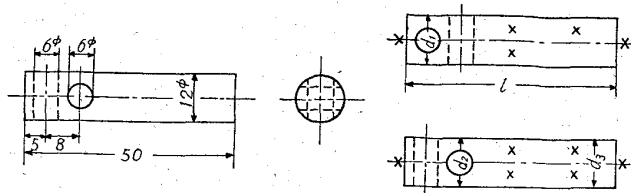
On the Dimensional Change of Case Hardening Steel S15CK After High Temperature Carburizing.

(Studies on the distortion of steels in high temperature carburizing—I)

Dr. Zenichiro MORITA, Yasuhiko NAKAMURA, Hironori NAKAJIMA and Kakuo KANDA.

I. 結 言

最近, 鋼の浸炭処理の作業能率を高めるため, 従来の浸炭温度よりもさらに高い温度で短時間に処理をするいわゆる高温浸炭法が開発されてきた。しかしこの場合, 浸炭材料の結晶粒粗大化や変形など種々の困難な問題が残されており, なかでも変形の問題は, 加工精度の向上が要求せられている現在ではきわめて重要であるといえる。そこで著者らは, とくに高温浸炭における変形の問題をとりあげ, 今回はまず肌焼鋼 S15CK (C: 0.16, Si: 0.28, Mn: 0.55, P: 0.011, S: 0.013%) につき



unit: mm.

$l, d_1, d_2, d_3$ : Distortion was measured.  
x: Hardness was tested.

Fig. 1. Size of specimen.

検討を加えた結果をここに報告する。

II. 実験方法

Fig. 1 のごとき標準試料<sup>1)</sup>を作成し浸炭条件(温度および時間)を変えて浸炭処理した場合, ならびにさらに焼入および焼戻しをおこなつた場合の変形量と表面硬度および内部硬さを測定した。

すなわち, 浸炭処理はガス浸炭炉を用いてRXガスにより 930, 980, 1050°C の温度でそれぞれ 1, 2, 3, 5, 10h おこない, いずれもガスを調節して試料の表面炭素濃度が 1.0% になるようにし, また浸炭後の試料はRXガス中で徐冷した。つぎにこれらの試料をさらにRXガス中で 850°C に 1.5h 加熱し, 同温度より油焼入 (50°C) をおこない, 続いて空气中 150°C で 1h 焼戻しをおこなつた。また焼入時, 試料の冷却槽への投入方向は内部応力の発生に影響し変形量を左右すると考えられるので, 試料はいずれもドリル穴のある端よりそれぞれ液面に向つて垂直になるよう投入した。

変形量の測定は, 試料の直径方向 ( $d_1, d_2, d_3$ ) と軸方向 ( $l$ ) についておこない, 各試料とも浸炭後, 焼入後および焼戻し後, それらの 1cm あたりの変形量を 1/1000mm 精度のマイクロメーターを用いて測定した。

また試料の表面硬さの測定は, 浸炭後の試料についてはロックウェルAスケールにより, 焼入後および焼戻し後のものについてはCスケールを使用し, 一方内部硬さはロックウェルBスケールにより測定した。

III. 実験結果ならびに考察

各種浸炭処理後, 焼入後および焼戻し後の変形量を Fig. 2 に示す。

浸炭後の変形量については, 直径方向および軸方向とも, 同一浸炭温度では浸炭時間の長いほど, また同一浸炭時間では浸炭温度の高いほど, すなわち浸炭量が大であるほど変形量も増大している。また同一試料では, いずれも直径方向の変形量は軸方向のそれよりも大であり,  $d_1, d_2, d_3, l$  の順になつている。つぎに同一浸炭深さの場合についてみれば, 変形量は浸炭温度が高くなるとわずかに増加する傾向が見られるが, 大体においていずれの浸炭条件の場合も変形量に大差はないとみて差支えない。すなわち本実験結果からでは, 一応高温浸炭をおこなつても, 変形量の著るしい増加はほとんど無いものと期待される。なお, この浸炭による変形は, 主として試料表面の浸炭にもとづく膨張によるものと考えられる。

焼入後の変形量については, いずれも浸炭後におけるよりも著るしく増大しており, またその傾向は浸炭後の