

Fig. 2 Ultrasonic test result. (12h after rolling)    Fig. 3 Ultrasonic test result. (18h after rolling)    Fig. 4 Ultrasonic test result. (42h after rolling).

数日経つても再現しなかつた。

#### 5) 鋼片徐冷の影響

分塊圧延後 600°C から 200°C まで約 95 h かけて徐冷した試料 D と同一チャージの鋼片から圧延された 60 mm 厚の鋼板は、仕上圧延後空冷しても欠陥を発生しなかつたが、同時に圧延された 100 mm 厚の鋼板は 5 日後に軽度の欠陥を生じ、鋼片の徐冷の効果があることおよび板厚の大きい方が割れに対する感受性が大きいことがわかつた。

#### 6) 仕上圧延後の早期熱処理

3) 項で欠陥の発生するまでの潜伏期間は約 12 h であると述べたが、その期間内に再加熱すれば欠陥の発生は防ぎうるものと思われるので、これを確かめるために鋼片を徐冷した試料 D について鋼板圧延後約 10 時間経って焼準を行なつたところ、欠陥は全然現われなかつた。

### III. 考 察

上記の調査および実験からわかるように、この種の欠陥は水素が関連して生ずるもので、ミクロ偏析部の変態応力の高い部分に、鋼中の過飽和固溶水素が水素分子となつて析出し、白点状の欠陥になるものと思われる。

欠陥発生時の潜伏期間は、割れを生ずるに必要な水素量の拡散時間に相当し、欠陥が再加熱圧延により消失するのは、介在物だけに起因しないことを示し、鋼片の徐冷や、早期熱処理の効果も水素の減少によつて説明できる。

以上の見地から鋼材の製造過程における水素含有量の変化についてさらに理論的実験的考察を加えた。

### IV. 結 言

水素含有量の高い板厚 40 mm 以上、引張強さ 50 kg/mm<sup>2</sup> 以上のキルド厚鋼板の水素に起因する内部欠陥について研究し、その発生と生長状態および防止法について考察した。

### 文 献

- 1) 大竹, 青木, 権藤, 佐々木: 鉄と鋼, 46 (1960), 1, 29~34

### (157) 真空鑄造法による大型鍛鋼品のゴーストの耐疲れ性について

神戸製鋼所中央研究所    西原 守  
中野 平・山本俊二・○後藤督高  
〃 高砂工場    井上正義

#### Study of Fatigue Strength of the Ghost Zone in Large Forgings Made by Vacuum Casting.

Mamoru NISHIHARA, Taira NAKANO,  
Shunji YAMAMOTO, Tadataka Gotō  
and Masayoshi INOUE.

#### I. 緒 言

大型鍛鋼品において製品の仕上表面にゴーストが現出した場合、耐疲れ性などの機械的性質が往々にして問題にされ試験もなされたが、そのほとんどすべてが小試験片によるものであるのでその結果をただちに大型製品に適用するにはかなりの飛躍があつた。一方、ゴースト全部をまったく製品表面に現出しないようにすることは製品の形状によつてはかなりむずかしい問題であるので、ゴーストの健全性を高めその悪影響を消滅ないしは軽減させることも一つの有効な解決手段と考えられる。かかる観点から真空鑄造を行なつた大型鍛鋼品のゴーストについて、大型回転曲げ疲れ試験機による耐疲れ試験その他の試験を行なつたのでその結果を報告する。

#### II. 試験材および試験要領

試験材は中炭素鋼 (S F 55) 大型鍛鋼品で、塩基性電気炉溶解→真空鑄造 (38 t 鋼塊) →鍛錬 (直径 800 mm) →焼ナマシ→機械加工切斷→断面サルファープリント (ゴースト位置確認) →小割り (120 mm φ × 400 mm L) →熱処理 (850°C / 5 h 空冷 → 650°C / 5 h 空冷) →機械加工 → 摺み部焼嵌 → 仕上加工の工程にしたがつて大型鍛鋼品の

外周部, ゴースト部から, 縦目, 横目両方向の試験片を製作し, 大型回転曲げ疲れ試験, 小野式回転曲げ疲れ試験, 引張試験, シャルピー衝撃試験, 曲げ試験の機械的諸試験とサルファープリント試験, マグナフラックス試験, 顕微鏡試験, サンドおよびガス分析試験などによるゴーストの性状試験を実施した。

III. 横断面サルファープリントおよび  
マグナフラックス試験

直径 800mm の試験用鍛鋼品の原鋼塊における頭部, 中間部, 底部の横断面についてサルファープリント試験を行なった結果, ゴーストは大気造塊材に較べてやや外周部の方に分散する傾向が認められた。また, マグナフラックス試験の結果, 亀裂はまったく存在せずゴーストの健全性が確認された。

IV. サンドおよびガス分析

昨年 6 月より実施している真空鑄造実施材の中炭素鋼

でのサンドおよびガス量は, サンド量が 0.006~0.007%程度, 酸素量が 0.004~0.005%程度, 窒素量が0.006~0.007%程度で, 真空鑄造の実施によりそれぞれ 40%, 50%, 15%程度の減少を示しているが, 本試験材についても従来の真空鑄造材との比較を行なう意味でサンドおよびガス分析を行なった。試験結果を Table 1 に示す。

V. 小型試験片による機械試験

直径 800mmの鍛鋼品の外周部とゴースト部とから, 縦目, 横目の小型試験片を採取して引張試験, シャルピー衝撃試験, 曲げ試験, 小野式回転曲げ疲れ試験を行なった結果は Table 2 に示すとおりでゴースト部と外周部との差異の小さいことが認められた。

VI. 大型試験片による回転曲げ疲れ試験

Fig. 1 に示す要領で試験片を採取し, 大型回転曲げ疲れ試験機を用いて試験した結果, 小野式回転曲げ疲れ

Table 1. Chemical analysis and sand- and gas-content of specimens tested (%).

C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	V	
0.36	0.28	0.65	0.022	0.014	0.13	0.07	0.06	0.076	
Position		SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	Total sand	Σ O <sub>2</sub>	Σ N <sub>2</sub>
Top side	Surface	0.0005	0.0061	Tr	None	None	0.0066	0.0047	0.0089
	Ghost	0.0007	0.0060	//	//	//	0.0067	0.0044	0.0092
	Center	0.0009	0.0065	//	//	//	0.0074	0.0064	0.0092
Bottom side	Surface	0.0004	0.0050	Tr	None	None	0.0054	0.0066	0.0094
	Ghost	0.0002	0.0045	//	//	//	0.0047	0.0041	0.0086
	Center	0.0003	0.0042	//	//	//	0.0050	0.0057	0.0075

Table 2. Mechanical test by using small test pieces.

Positions	Tensile test				Charpy test (kg·m/cm <sup>2</sup> )	Ono's type rotary bending fatigue test		
	Y.S. (kg/mm <sup>2</sup> )	T.S. (kg/mm <sup>2</sup> )	El. (%)	R.A. (%)		σ <sub>w</sub> (kg/mm <sup>2</sup> )	σ <sub>w</sub> /r <sub>s</sub>	Reduction ratio by ghost (%)
Longitudinal surface	36.4	58.5	32	56	9.0 9.2 9.0 7.7	26.0	0.45	0
	35.4	58.5	31	56				
Longitudinal ghost	35.5	59.4	30	50	7.4 7.1 6.7 7.1	26.5	0.45	
	33.5	58.5	31	52				
Transverse surface	35.4	57.5	30	44	5.5 6.4 5.8 6.2	23.0	0.40	8.7
	34.1	57.5	28	39				
Transverse ghost	34.8	58.2	27	39	6.4 5.8 5.8 3.3	21.0	0.36	
	35.1	58.2	27	44				

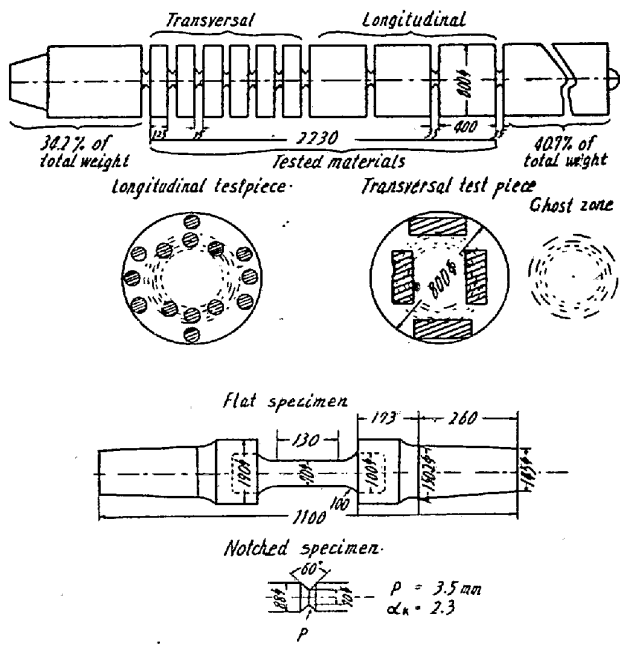


Fig. 1. Sampling positions of test pieces and size of large size fatigue-test specimens.

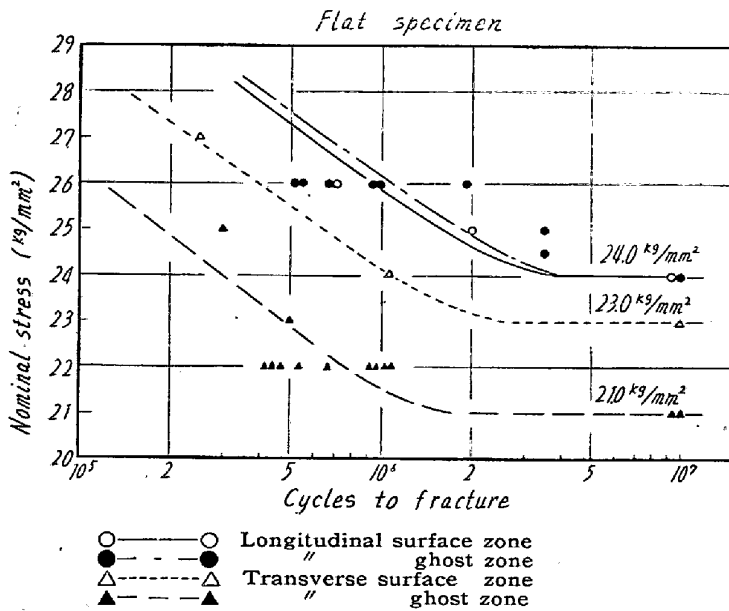


Fig. 2. S-N Curve of rotary bending fatigue test by using large size specimens.

験とほぼ同様の結果を示す、縦目では平滑、切欠両者ともゴーストの影響はほとんど認められず、横目ではわずかに認められるがその低下率は8.7%程度で小さいことが確認された。また、疲れ限度の寸法効果は90~100%で小型試験片と大型試験片の結果に大した差異が認められなかった。Fig. 2, 3にそれぞれ平滑および切欠試験片による疲れ試験の結果を示す。

VII. 結 言

1) 大型鍛鋼品のゴーストは真空鑄造の実施により、

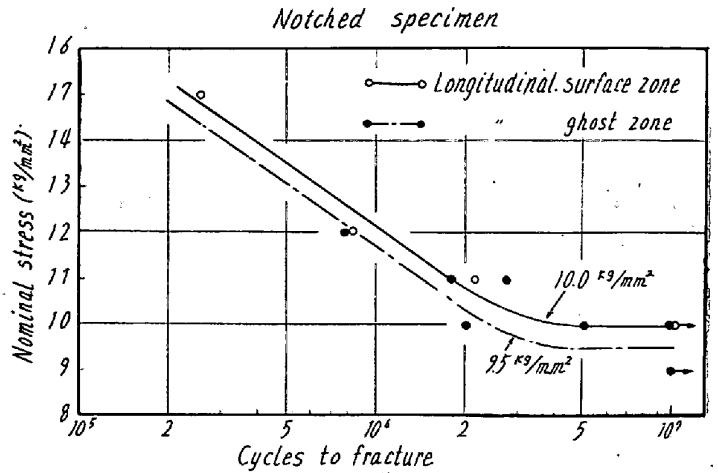


Fig. 3. S-N Curve of rotary bending fatigue test with large size specimens.

クラックをまったく伴わず、またサンド、ガス量の減少により健全性の向上が期待される。

2) 小型試験片による引張試験、シャルピー衝撃試験、曲げ試験、小野式回転曲げ疲れ試験の結果、ゴースト部と外周部の間にいちじるしい差異がみられなかった。

3) 大型試験片による回転曲げ疲れ試験の結果は小型試験片の場合とほぼ同様の傾向を示し、縦目の場合は平滑および切欠の両者ともゴーストの耐疲れ性におよぼす影響はほとんど認められず、横目の場合には若干認められるが低下率は8.7%程度で軽微である。

4) 大気鑄造材でも作業管理を充分に行なうことにより、ゴースト部の健全性を確保することが可能であるが、往々にしてクラックその他の欠陥を発生する可能性を含んでいるので、この点より真空鑄造の実施は信頼度の高い大型鍛鋼品を得る上において非常に効果的である。