

$C \times P$	2,324	2	1,162	3.13	$F(0.05) = 3.63$
$B \times D$	6,813	8	852	2.33	$F(0.05) = 2.59$
$B \times P$	5,211	4	1,303	3.57*	$F(0.05) = 3.01$
$D \times P$	1,555	2	777	2.16	$F(0.05) = 3.63$
$C \times B \times D$	18,245	16	1,140	3.12*	$F(0.05) = 2.33$
$C \times B \times P$	9,296	8	1,162	3.18*	$F(0.05) = 2.59$
$C \times D \times P$	4,311	4	1,080	2.96	$F(0.05) = 3.01$
$B \times D \times P$	6,812	8	852	2.33	$F(0.05) = 2.59$
$E$	5,945	16	365		
Total	196,719	89			

V. 総 括

1) ドリル穿孔に依る鋼塊表面の人工気泡がリム材のすじ疵と全く同系統であり、すじ疵の長さは、気泡の直径に比例し、素材の延伸比と同程度迄伸され、その深さには関係しない、又鋼塊四面の何れの気泡も製品のすじ疵として確認された。

2) 製品のすじ疵に対する分散分析の結果、すじ疵の発生を有意に変える要因は charge 間、及び第二第五の定盤間、及加熱条件間 (Block) にあることを確認した。

3) 鋼塊表気泡に対する分散分析の結果、気泡の発生を有意に変える条件として脱酸程度の良否、定盤間の造塊条件の差によることを確認した。

4) 以上二つの分散分析結果は明らかに製品のすじ疵が表面気泡に原因していることを示しているが、これを相関分析によつて更に確認した。

5) 即ち相関分析の結果は

- i) 製品のすじ疵数と気泡数との相関
- ii) 製品のすじ疵数と鋼塊表面下 3mm 深さ範囲の気泡数との相関
- iii) 製品の 40mm 以上のすじ疵数と直径 2mm 以上の気泡数との相関
- iv) 40mm 以下のすじ疵数と 2mm 以下の気泡数との相関
- v) 鋼塊 Top, Mid, Bot, 区画内の気泡数と該当位置内の製品すじ疵との相関

に対して以上各項夫々 1% 以下の危険率で相関々係を認めた。

6) 製品のすじ疵数と不良率との相関の有意性を確

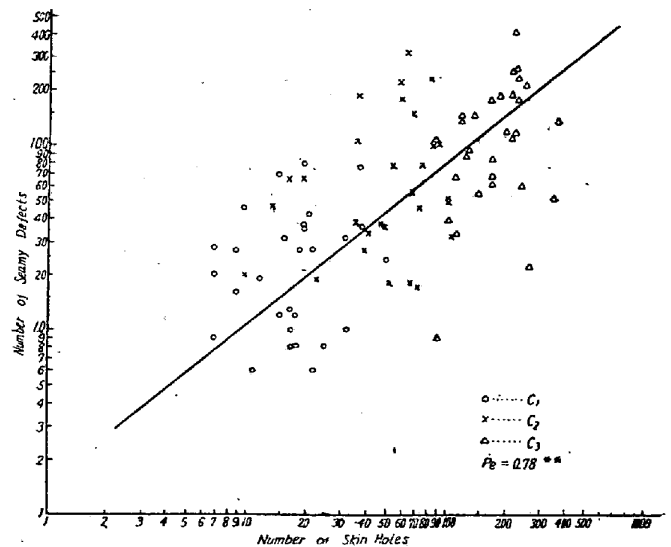


Fig. IV-a Regression curve of skin holes v.s seamy defects.

認、表面気泡数とすじ疵数の相関表と関連せしめ、表面気泡数による製品歩留を回帰直線により推定、気泡判定法の基礎とした。

7) 実験結果に基づき作業条件を変更した、特に脱酸、鑄型内面状況の改善を行つた。これによつて表面気泡は顕著な減少を示し、製品歩留は著しく向上した。

8) 改訂された作業標準に基づき、すじ疵に関する総合的な管理方式を確立、各要因に対し管理図によつて現在日常管理を行つている。

(53) 含ボロンばね鋼 TS50 B60 に関する研究 (I)

(Research on the Boron-Treated Spring Steel TS50 B60 (I))

Kichiya Suenoki Lecturer, et alius.

新理研工業株式会社平井工場 理 安 田 洋 一  
○鈴木吉弥

I. 緒 言

TS50 B60 はボロンばね鋼としてアメリカに於て製造され良好な成績を得られたといはれている。我が国に於ても二、三試作されている様であるがその詳細なデータは比較的少い。この鋼種は製造原価からいつても SUP 6 等より特に高くなるとは考えられないので後者より材質的に優れている点があればばね鋼として有望なものと考えられる。当社においては今後のばね用鋼種選定の資料に供すべく現在我が国で最も広く用いられている SUP 6 を始め最近検討されつつある SAE 5160 (Mn-

Table 1: Composition of steels used.

Sample name	Steel	Specification Charge No.	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Cu	V	B	N
B	A I S I TS50B60	Specification	0.55 ~ 0.65	0.20 ~ 0.35	0.75 ~ 1.00	≤0.040	≤0.040		0.40 ~ 0.60		≤0.35		0.0005 mn.	
		6165	0.65	0.26	0.82	0.028	0.015	0.11	0.43	0.03	0.28	—	0.0028	0.0072
S	J I S Sup6	Specification	0.55 ~ 0.65	1.50 ~ 1.80	0.70 ~ 1.00	≤0.035	≤0.035	≤0.30	≤0.20		≤0.35			
		5684	0.60	1.70	0.75	0.019	0.017	0.08	0.09	0.03	0.31	—	—	0.0119
V	S A E 6150	Specification	0.48 ~ 0.53	0.20 ~ 0.35	0.70 ~ 0.90	≤0.040	≤0.040		0.80 ~ 1.10			≥0.15		
		7195	0.53	0.30	0.70	0.020	0.022	0.12	0.90	0.03	0.23	0.13	—	0.0146
M	S A E 5160	Specification	0.55 ~ 0.65	0.20 ~ 0.35	0.75 ~ 1.00	≤0.040	≤0.040		0.70 ~ 0.90					
		5935	0.60	0.30	0.76	0.021	0.012	0.09	0.87	0.03	0.28	—	—	0.0136

(Cr系) 及 S A E 6150 (Cr-V系) の低合金系 3 鋼種と比較の形に於て出来るだけ詳しくその性能の試験を行った。

II. 試料

各鋼種とも 7t 塩基性電弧炉にて溶解を行いボロン鋼はボロン合金 Fe-Ti-B (B 3.1%, Ti 30.5%, Al 22.7%, Si 1.5%) をボロン 0.0035% 目標に取鍋添加した。各鋼種とも鋼塊は 260 kg φ 型鋼塊であり皮削酸洗疵取りを行い 80φ ピレットに圧延後 7×70 mm 及 32 mm φ 棒鋼にした。Table 1 に各鋼の化学成分及規格を示す。各鋼粒とも 1 チャージであるので鋼種検討の場合は将来再吟味必要の点も出るかも知れぬが一応の目安とはなり得ると信ずる。尚以下の試験においては各鋼種とも Table 1 に示した略号 (Sample name) で呼称する。

III. 試験方法及結果

(1) 非金属介在物: 平鋼より試料を採取し学振法により非金属介在物の測定を行った。A系は清浄度 0.5~0.6 平均厚 1~2μ, B系は清浄度 1.0~1.3 平均厚さ 3μ で各鋼とも殆んど差が認められない。

(2) 変態点: 本多佐藤式熱膨脹計にて変態点を測定した結果, A<sub>1</sub> 点については, V鋼>M鋼≒S鋼>B鋼, 又 A<sub>3</sub> 点については V鋼>M鋼>B鋼≒S鋼である。

(3) ジョミニイ焼入性試験: B鋼は試験片を炉中(無ボロン) 鑄込始, 中, 終期より採取しジョミニイ一端焼入試験を行ったがボロンの効果は認められ又 Fading は認められなかつた。(註: 其の後の実験によればボロン

の Fading は母合金の添加法に注意すれば殆ど起らぬ様である) 又他鋼のジョミニイ試験は鑄込中期のもので行った。其の結果は Fig. 1 に示す。図の曲線より計算した焼入理想直径 D<sub>I</sub> は V鋼 4.5 M鋼 4.0 B鋼 3.8 S鋼 2.1 in. であり B鋼は M鋼と大差ない。

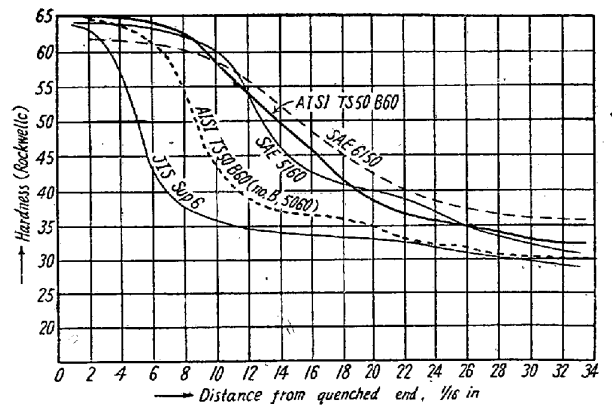


Fig. 1. Results of hardenability tests.

(4) 焼入熱膨脹曲線: 5φ×70<sup>2</sup> mm の試験片を行い佐藤式焼入試験機にて空冷及油焼入した場合の自硬性及び油焼入時の Ar<sup>11</sup> 点を比較観察した。自硬性は M鋼が最も高く B鋼は V鋼と S鋼の中間にあり S鋼は最も低く, 又 Ar<sup>11</sup> は次の順に高い。S鋼>B鋼>V鋼>M鋼 (3) 及び (4) の結果から焼入性は M鋼, V鋼に次いで B鋼であり現用 S鋼よりも相当焼入性が良い事が分る。

(5) 焼入残留応力の測定: 焼割感受性の参考資料とするため前項同様寸法の試験片を用い焼入後両端を蠟で防蝕し酸溶液で溶解しつつその際の溶解断面積に対する長さの変化を 10<sup>-3</sup> mm 迄正確に測定し, 残留応力を Heyn

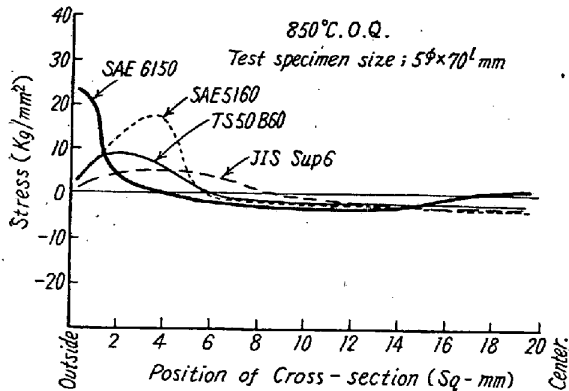


Fig. 2. Results of residual stress tests.

の式によつて計算した。その結果は Fig. 2 に示す如くであり、各鋼とも変態応力型であり表面部応力順は V 鋼 > M 鋼 > B 鋼 > S 鋼で B 鋼は M 鋼と S 鋼のであるがその応力の最高点は V 鋼に次いで表面に近い。

(6) 焼割感受性試験: 6×70×100 mm の試験片で 750~950°C 間を 3 種に加熱の後水及び油焼入し加熱温度、表面条件、焼入剤の焼割に及ぼす影響を試験した。その結果油焼入のものは焼割は認められず焼割傾向は残留応力の傾向と良く一致している。表面の影響としては黒皮のものは幾分焼割が多目に思われた。

(7) 結晶粒成長試験: 850~1150°C 間にて試験した結果各鋼とも 1050°C 以下においては差なくそれ以上では急に成長するが B 鋼は他鋼に比し安定している。これはボロン合金中の Ti, Al の影響もあると思われる。

(8) 脱炭性試験: パフ研磨迄に仕上げられた小試験片を特別の加熱炉に入れ乾燥した空気を 0.5cc/mm<sup>2</sup>/10min 送り 850~1150°C 間 4 種を 30 分間保持の後徐冷し脱炭状況を試験した。その結果脱炭傾向順は次の通りである。Ferrite 100% の深さ S 鋼 > (V 鋼 = B 鋼 = M 鋼), Ferrite 50% の深さ S 鋼 > V 鋼 > M 鋼 > B 鋼, 組織の変わり目迄の深さ S 鋼 > V 鋼 > M 鋼 > B 鋼。

(9) スケールの発生傾向: 前項の脱炭試験の場合と同一熱処理を行いスケール層を顕微鏡で精密に測定した。その結果は脱炭性と逆の傾向にある。

(10) 表面肌アレ傾向: 脱炭試験の場合と同一熱処理を行つた試験片を約 350°C の溶融苛性ソーダにてスケールを除きスケール層直下の金属肌の状況を投射角 30 度の光線で 20 倍に拡大して比較した。その成績良好順は次の通りである。S 鋼 > V 鋼 > B 鋼 > M 鋼。

#### IV. 結 言

主として以上は基礎的材質の試験を行つたが T S 50 B .60 は製鋼上に於いても難点は認められず焼入性も S A E

5160 と殆んど同様で Sup 6 よりは遙かに良く焼割も油焼入では心配ない。熱に対してはスケールの発生及び肌の状況等は Sup 6 に劣るが脱炭層は非常に少くむしろこの事はばね鋼の生命とする疲労限には有利な一要素である。

#### (54) 含ボロンばね鋼 TS50B60 に関する研究 (II)

(Reserch on the Boron-Treated Spring Steel TS50B60 (II))

Yoichi Yasuda, Lecturesr, et alius.

新理研工業株式会社平井工場 理○安 田 洋 一  
鈴木 吉 弥

#### I. 緒 言

第 1 報に引続き同じ試料を用い、焼戻性能曲線、切欠引張試験、低温衝撃試験及び疲労試験等主として機械的性質に関する研究を行つた。

#### II. 試験方法及結果

(1) 焼戻性能曲線: 850°C で油焼入、350~650°C 間を焼戻後引張及び衝撃試験を行つた。焼戻抵抗は V 鋼は他より特に優れているが B 鋼は M 鋼, S 鋼より 400~550°C 範囲で優れている。又同一硬度に対する機械的性質は Fig. 1 の通りで V 鋼が特に優れて、伸、絞、シャルピー値が高く B 鋼は低硬度即ち高温焼戻状態では S 鋼, M 鋼より絞が高いが B H N 388 附近では機械的性質は大差ない。靱性率は (シャルピー値/抗張力)×100 であるがその傾向はシャルピー値と略々同様である。

(2) 切欠引張試験: 切欠強度、切欠強度と抗張力の関係、並びに従来の研究によれば切欠強度と密接な関係があるとされている繰返打撃強度の推察のため、前項と同一熱処理を行い 4 号試験片類似のものに 45° のノッチを入れ 375 kg/sec の負荷速度で試験した。B 鋼は切欠抗張力高く又 V 鋼は焼戻抵抗大である。抗張力/切欠抗張力は 450°C 戻まで急激に下るがそれ以上では約 0.8~0.7 となる。硬度との関係は Fig. 1 に示す如くである。その他切欠試験に於ける伸、絞及び破断面の状況から見ても B 鋼, V 鋼は M 鋼, S 鋼に比して良好であり打撃疲労試験に於いても B 鋼が優れた性質を示す事が期待される。

(3) 低温衝撃試験: 低温における衝撃値及び遷移温度を比較するために 850°C で油焼入後 B H N 388 に焼戻