

Table 2. The change of mechanical properties during cold drawing to the utmost limit. (Specimen B)

Item	W.D(mm φ)		0.820	0.720	0.630	0.555	0.485
	Coil No.						
Tensile strength (kg/mm <sup>2</sup> )	1		220	239	258	277	—
	2		219	234	257	271	291
Number of twist to failure	1		38	34	32	28	—
	2		37	37	29	27	27
Kink test	1		good	no good	no good	no good	no good
	2		good	no good	no good	no good	no good

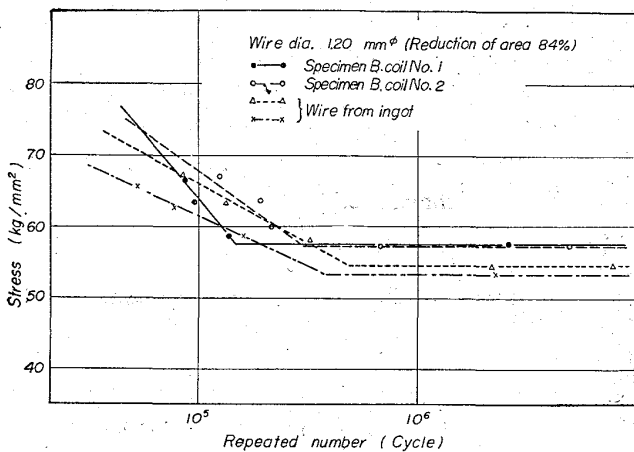


Fig. 3. Stress-repeated number curve of SWRH 4A である。

- 1) 115 mm φ 铸造ビレット内の各位置における成分偏析はほとんど認められなかつた。
- 2) 115 mm φ 铸造ビレットの中心部に多孔質部が存在するが、5.5 mm φ に圧延することにより完全に圧着していることが認められた。
- 3) 5.5 mm φ における表面疵の調査の結果、铸造ビレットについては表面処理の工程を省略しうることが期待された。
- 4) 生引および焼入伸線中に1回の断線もなく、引抜き性は良好であつた。
- 5) 極限引においても96.5%の加工度まで伸線できたことは、鋼塊法により製造した生産材とほぼ同様の結果であつた。
- 6) 疲労強度は鋼塊法により製造した生産材と比較した結果、顕著な差は認められなかつた。

文 献

- 1) S. AMMARELLER & W. KNORR: Stahl u. Eisen, 80 (1960) 21, p. 1417
- 2) 永見, 他: 鉄と鋼, 50 (1964), p. 218

(97) 連続铸造により製造したバネ鋼の材質について

(連続铸造により製造した鋼の材質について—II)

北日本特殊鋼, 八戸工場 工博○小池伸吉

On the Quality of Spring Steel from Continuously Cast Billet.

(On the quality of steel from continuously cast billet— I)

Dr. Shinkichi KOIKE.

1. 結 言

北日本特殊鋼八戸工場における連続铸造機は稼働を始めてからほぼ1年半を経過し、この間铸造ビレットおよびスラブの表面肌状況および材質については铸造基準の確立とともに安定した品質を示し、またその圧延材および鍛造材の材質について種々の試験を行なつてきた。本報はバネ鋼を連続铸造により製造し铸造ビレットおよびその圧延材について調査するとともに鋼塊法により製造した生産材との比較試験を行なつたものである。

2. 試 料

調査した試料は SUP3 および SUP9 バネ鋼でその化学成分を Table 1 に示す。試料AおよびBは10t電気炉で溶製後連続铸造法により115 mm φ ビレットとしAは60×6 mm, 100×10 mm および125×13 mm に、Bは60×6 mm, 80×10 mm および100×16 mm に圧延した。調査試料は铸造ビレットおよび圧延材より採取した。試料CおよびDは鋼塊法により製造した生産材から採取したものである。

3. 調査結果

3.1 铸造ビレット

3.1.1 S-プリントおよびマクロ組織

両鋼種について縦横断面のS-プリントおよびマクロ組織を調べた結果 Photo. 1 に示すようになりに広い自由晶部を持ち、よく発達したデンドライトが認められる。さらに中心部には軽いV偏析が存在し、それに沿つ

Table 1. Chemical analysis. (Ladle) (%)

Specimen	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni
A	0.85	0.32	0.40	0.022	0.010	0.14	0.09
B	0.58	0.32	0.84	0.026	0.009	0.82	0.06
C	0.56	0.31	0.69	0.024	0.023	0.72	0.08
D	0.56	0.31	0.74	0.029	0.010	0.74	0.08

て収縮孔が断続している。

3.1.2 成分の偏析

横断面より中心部、中間および表面部の3カ所の分析を行なった。その結果は Table 2 に示すように成分偏析はほとんど認められない。

3.2 圧延材

鑄造ビレットはビレットグラインダーにより全面手入れを行なった後圧延した。表面手入れの歩留は 96~98%、圧延歩留は 90% 程度で総合歩留は従来の鋼塊法

に比較して 10% 程度の向上が期待し得た。圧延後磁気探傷法により表面検査を行なったが良好な成績であった。

3.2.1 内質検査

(1) カラーチェックおよびマクロ組織

両鋼種とも全サイズについて横断面のカラーチェックを行なった。欠陥の存在は認められず鑄造ビレットの断面に見られた中心収縮孔は完全に圧着しているものと考えられた。マクロ組織については Photo. 1 に示すように全サイズとも中心部にマクロ組織上の異常部が存在することが認められた。しかしこれは欠陥というほどのものでないと考えられる。

(2) 顕微鏡組織

全寸法についてマクロ組織に見られた中心偏析部とそれに近接する正常部の顕微鏡組織を調べた。偏析部を正常部と比べた場合、結晶粒が若干細かいが組織的には大差ない。Photo. 2 にその1例を示した。

(3) 非金属介在物

圧延材の中心偏析部と正常部において非金属介在物を測定した。結果を Table 3 に示す。

3.2.2 焼入性

Fig. 1 に両鋼種のジョミニテストの結果を示す。両鋼種ともジョミニ曲線は接近しており、鑄造ビレットの均質性の一端を示しているのではないと思われる。

3.2.3 機械的性質

(1) 引張試験

両鋼種とも Table 4 に示すように JIS 規格に合格している。

(2) シャルピー試験

鑄造ビレットから圧延されたものは、圧延比が比較的小さいため圧延比の大きい所で使用される一般のものに比べ方向性が少ないといわれるので、シャルピー試験によつて鋼塊法により製造した生産材との比較試験を行なった。

Fig. 2 に試料採取位置を示し、試験結果を Table 5 に示す。

4. 結 言

連続鑄造法により SUP3 および SUP9 バネ鋼の 115 mm φ を鑄造し、鑄造ビレットおよびその圧延材の材質調査を行ない鋼塊法材と比較検討した。この結果は次のごとくである。

Table 2. Segregation in transversal-section of cast billet. (Specimen A and B)

Specimen	Place	C	Si	Mn	P	S	Cr
A	S	0.87	0.32	0.42	0.019	0.009	0.15
	M	0.86	0.32	0.42	0.019	0.009	0.15
	C	0.87	0.32	0.43	0.021	0.010	0.16
B	S	0.57	0.32	0.85	0.024	0.008	0.83
	M	0.57	0.32	0.86	0.024	0.008	0.83
	C	0.59	0.32	0.87	0.025	0.010	0.84

C: Center M: Middle S: Surface

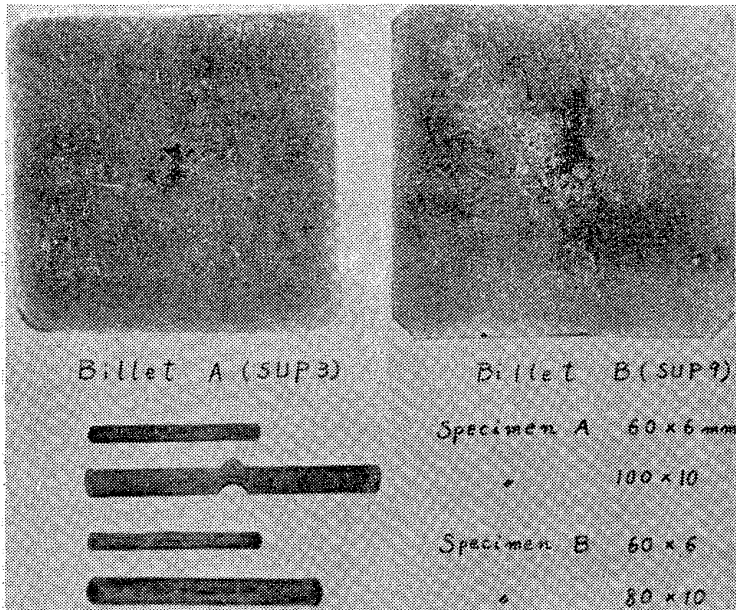


Photo. 1. Macro structures of cast billet and rolled productions.

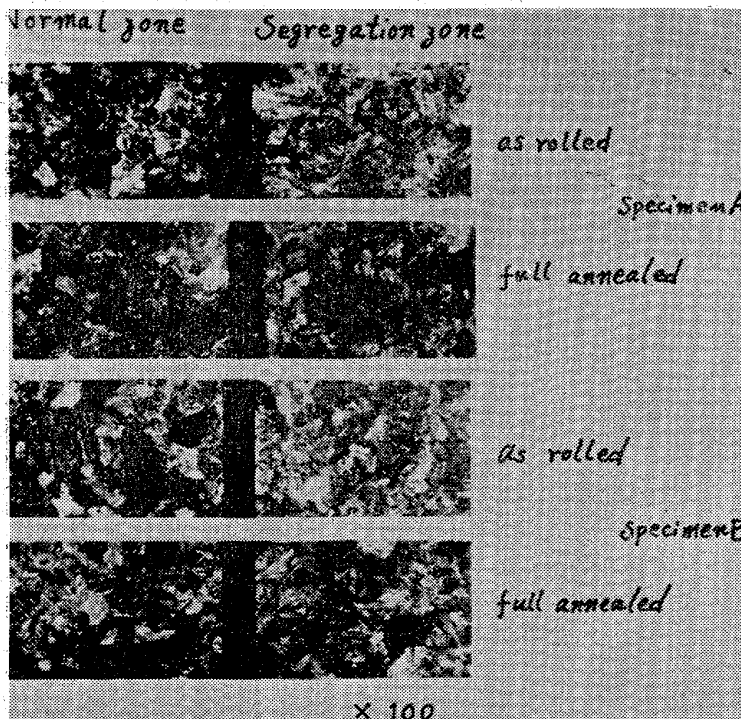


Photo. 2. Micro structure of transvers section.

Table 3. None-metallic inclusion of specimen A and B.

Specimen	Size mm	Center-segregation zone				Normal zone			
		d	d <sub>A</sub>	d <sub>B</sub>	d <sub>C</sub>	d	d <sub>A</sub>	d <sub>B</sub>	d <sub>C</sub>
A	125×13	0.054	0.050	0	0.0042	0.071	0.062	0.0083	0
	125×13	0.087	0.083	0.0042	0	0.087	0.087	0	0
	100×10	0.071	0.071	0	0	0.054	0.054	0.0042	0.0042
	100×10	0.079	0.075	0	0.0042	0.067	0.062	0	0.0042
B	100×16	0.075	0.071	0.0042	0	0.050	0.050	0	0
	100×16	0.092	0.087	0	0.0042	0.046	0.046	0	0
	80×10	0.067	0.062	0	0.0042	0.071	0.062	0	0.0083
	80×10	0.054	0.050	0	0.0042	0.067	0.058	0	0.0083

Table 4. Mechanical properties of specimen.

Specimen	Size mm	Tensile strength (kg/mm <sup>2</sup> )	Elongation (%)	Hardness (H <sub>RC</sub> )
A	125×13	129	12	39.1
	125×13	136	10	
	100×10	138	13	40.4
	100×10	133	11	39.1
	60×6	132	11	41.8
	60×6	130	11	41.8
B	80×10	137	11	41.8
	80×10	137	11	41.8
	60×6	133	14	40.4
	60×6	133	13	40.4

Specimen A: 830°C oil quench, 510°C water cool

Specimen B: 830°C oil quench, 490°C air cool

1) 鑄造ビレットの表面肌は良好であり、表面の全面手入れを行なつても疵取歩留は 96~98% 程度を期待し得る。

2) 鑄造ビレット横断面における成分偏析は認められない。

3) 鑄造ビレットの圧延歩留は 90% 程度で、総合歩留は従来の鋼塊法に比較して 10% 程度の向上が期待できた。

4) 鑄造ビレットの中心部には収縮孔が断続しているが、本調査の対象とした圧延比 7 以上では完全に圧着している。

5) 圧延材のマクロ組織には中心部に偏析帯状のものが見られるが顕微鏡組織、非金属介在物およびシャルピーなどの試験によつて特に云々すべき点はなく欠陥とは考えられない。

Table 5. Results of charpy test for specimen B, C, and D.

Specimen	Handness (H <sub>RC</sub> )	Charpy impact value (kg·m/cm <sup>2</sup> )	Specimen	Handness (H <sub>RC</sub> )	Charpy impact value (kg·m/cm <sup>2</sup> )	Specimen	Handness (H <sub>RC</sub> )	Charpy impact value (kg·m/cm <sup>2</sup> )	
B1-1	44	2.7	C1-1	42	1.9	D1-1	43	1.9	
	2	43		2	43		2	44	2.4
	3	44		3	43		3	43	2.2
	4	45		4	43		4	44	2.4
B2-1	44	2.7	C2-1	42	2.4	D2-1	44	2.7	
	2	43		2	43		2	44	1.9
	3	43		3	43		3	44	2.2
	4	43		4	43		4	44	2.2
B3-1	45	3.1	C3-1	43	3.6	D3-1	43	3.1	
	2	44		2	43		2	44	3.1
	3	43		3	43		3	44	2.7
	4	45		4	44		4	43	3.4
B4-1	45	2.7	C4-1	43	3.4	D4-1	43	3.1	
	2	43		2	44		2	43	3.1
	3	45		3	44		3	43	3.1
	4	44		4	43		4	44	3.1
B5-1	43	2.7	C5-1	44	3.6	D5-1	44	2.7	
	2	43		2	44		2	44	3.1
	3	44		3	44		3	44	3.1
	4	43		4	43		4	44	2.7
B6-1	43	4.8	C6-1	44	3.9	D6-1	43	2.7	
	2	44		2	43		2	44	3.4
	3	43		3	43		3	45	3.1
	4	43		4	43		4	44	3.1

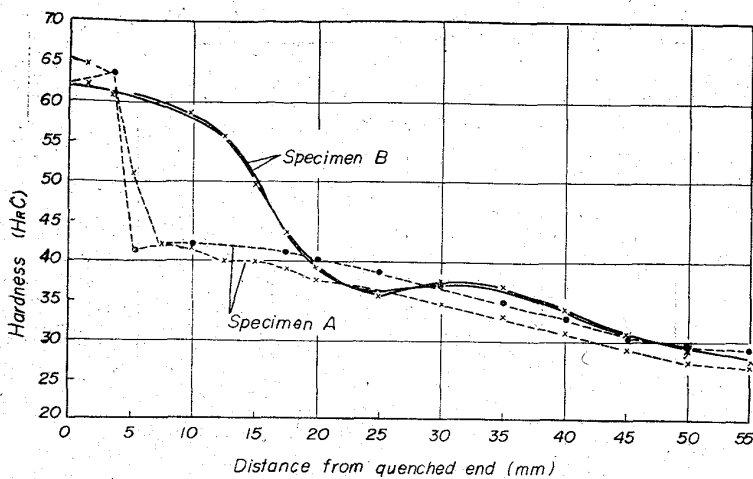
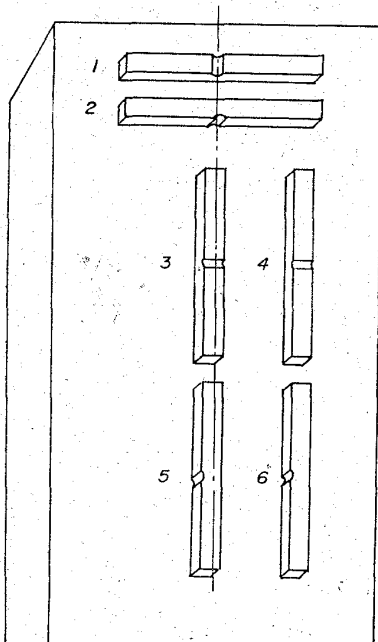


Fig. 1. Jominy curves of specimen A and B.



Specimen: B 80×10mm  
Notch: 1.5mm, U-notch  
Treatment: 845°C oil quench  
485°C air cool

Fig. 2. Charpy specimen from rolled steel B.

- 6) シャルピー試験による方向性調査の結果は連続铸造法と鋼塊法との間に大差は認められない。  
7) 機械的性質および焼入性は一般材と差は認められない。

## (98) 発熱性押湯スリーブについて

八幡製鉄, 技術研究所

工博一戸正良・梶岡博幸・○福田正博

An Evaluation of Exothermic Hot Tops.

Dr. Masayoshi ICHINOE, Hiroyuki KAJIOKA  
and Masahiro HUKUTA.

### 1. 結 言

キルド鋼塊の押湯方法の選択は, 鋼塊品質におよぼす

影響や分塊歩留りの点から重要視されている。押湯方法としては古くから種々の方法があるが, 最近では簡便な成型スリーブが従来の煉瓦に代つて広く採用されつつある。成型スリーブは発熱性スリーブ断熱性スリーブに大別できるが, ここでは積局的な押湯方法と考えられる発熱性スリーブについて検討した。

発熱性スリーブは金属 Al を配合したスリーブで, 溶鋼が接触すると発熱反応を起こし, 押湯部の溶鋼に熱を供給するか, あるいは溶鋼から吸収する熱量を小さくすることを目的としたものである。したがって発熱源である Al の配合量が重要な役割りを果たすと考えられるので, Al 配合量-発熱量-鋼塊頭形状の関係について実験した。

### 2. 実験要領

実験条件は次のとおりである。

Al 配合量: 10%, 20%, 30%, 40%

酸化剤配合量: 一定

形状: 1t 上広押湯付

鋼種: 低炭素キルド鋼

フリカケ剤: 6.0kg/Ingot

凝固後の鋼塊残留パイプに水を注入してパイプ量を測定するとともに, 鋼塊を縦断してパイプ形状を調査した。また押湯効果を熱バランスの面から検討するため示差熱分析法でスリーブの発熱量を測定するとともに, 実験に当つては下記に示す位置に Pt-Pt·Rh 線を埋込みスリーブ内の温度分布を求めた。なお比較のため煉瓦押湯の鋼塊も切断して調査した。

A点: 押湯内溶鋼の中心部。

B点: スリーブと接する位置の鋼塊肌部。

C点: 鋼塊とスリーブの境界。

D点: スリーブの発熱層。

E点: 発熱層と裏張耐火材の境界。

F点: スリーブの外表面。

### 3. 実験結果および検討

#### 3.1 鋼塊頭形状

鋼塊頭形状の測定結果を一括して Table 1 に示す。パイプ量は前述したように水を注入して測定したが, 全収縮量は注入線と鋼塊頭頂面の空間の体積を算出し, パイプ量に加算して求めた。

試験鋼塊の全収縮量は側壁の収縮もあるため<sup>2)</sup>理論値よりやや小さくなっているが, 3.5~4.0% でほとんど一定であり, スリーブの配合組成とは無関係である。そのバラツキが小さいことよりパイプ形状の検討に試験鋼塊は適していると言える。

分塊歩留りに関係するのは鋼塊に残留するパイプ量やパイプ深さである。これには Al 配合量が関係していることが伺われる。すなわち

(i) 煉瓦を使用した場合に較べて発熱性スリーブのパイプ深さは著しく小さい。

(ii) Al 配合量が高くなるとパイプは浅く, それを形成しているメタル量も小さい。

鋼塊本体の凝固の進行とともに押湯部の溶鋼は凝固収縮を補うため鋼塊本体に供給される。注入後の経過時間にもなる溶鋼頭頂面の降下量を Fig. 1 に示した。同図