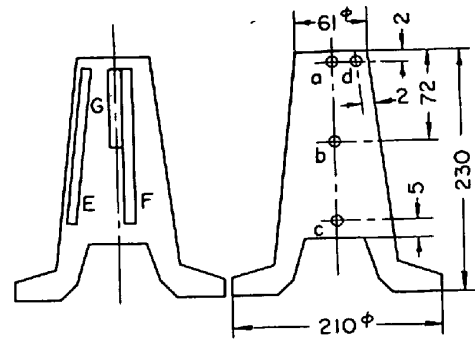


を増した場合の効果は期待できない。

文 献

- 1) 武市, 中川: 材料学会講演会前刷, (1966) 5, p. 65
- 2) E. SIEBEL and M. PFENDER: Arch. Eisenhüttenw., (1933/34) 7, p. 407
- 3) B. L. AVERBACH and M. COHEN: Trans. Amer. Soc. Metals, 41 (1949), p. 1024



(mechanical properties)  
(micro structure)

Fig. 1. Sampling situation of die forgings.

(204) 純酸素転炉, 連続鑄造により製造した炭素鋼鍛造材の材質について  
(連続鑄造により製造した鋼の材質について—Ⅳ)

北日本特殊鋼, 八戸工場

工博 小池 伸吉・○木村 皓

On the Quality of Carbon Steel Forgings from Billet by LD Converter and Continuous Casting Process

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

Dr. Shinkichi KOIKE and Akira KIMURA

1. 緒 言

前回までの報告<sup>1)~3)</sup>で連続鑄造により製造した鋼を線材または板材に圧延した場合に, 鋼塊法により製造した生産材と比較してほぼ同様の結果を得ることができた。

本報では純酸素転炉—連続鑄造により製造した炭素鋼を型打鍛造材とリング材に鍛造し, その鍛錬比と材質の関係を調査し, 鋼塊法により製造した生産材との比較を行なった。

2. 試 料

鋼番 A, B, C とも砂鉄溶銑を主原料として, 10 t 純酸素転炉でキャッチカーボン法により吹錬し, 連続鑄造機により, 鋼番 A は 115φ ビレットに, 鋼番 B, C は 165φ ビレットに鑄造したものである。これら試料の鋼種, 鑄造ビレットサイズおよび化学成分を Table 1 に示した。鋼番 A, B は S45C でビレットサイズは異なるが, 同一鍛造工程によつて型打鍛造材としたものである。両者とも全面グラインダー疵取りを施し, 所定の単重に切断後, 同一温度条件のもとに鑄造方向に荒地鍛造を行ない, つづいて型打鍛造を実施した。熱処理条件は焼準 (820~840°C, 1hr, 空冷)→焼入 (820~840°C 1hr, 油焼入)→焼戻 (580~650°C, 1.5hr, 水冷) である。

この場合の鍛錬比は型打鍛造材に仕上げて, 鋼番 A (115φ ビレット) では 4S, 鋼番 B (165φ ビレット) で

は 8S 程度である。これら型打鍛造材と鋼塊法により製造した生産材について, マクロ組織, ミクロ組織, 機械的性質の比較を行なった。

鋼番 C は S10C, 165φ ビレットをグラインダー部分疵取りし, 所定の単重に切断後, 据込み, 穴明け, 穴拡げ鍛造を行ない, リング材としたもので, 鍛錬比は約 1/1.2U 2.5E である。

3. 調 査 結 果

3.1 型打鍛造材

試験に供した型打鍛造材の機械試験片の採取位置と顕鏡位置を Fig. 1 に示した。

3.1.1 マクロ組織

Photo. 1 に鋼番 A, B の連続鑄造ビレットのマクロ組織を示したが, この組織は高炭素鋼連続鑄造ビレット<sup>4)</sup>に見られるものと同様に, 外周部にチル晶があり, その内側にデンドライトが発達し, 中心に多孔質部がある。165φ ビレットのチル晶の内側に表面に対して直角方向の微細な内部割れが 2, 3 ヶ見られ, 多孔質部も 115φ ビレットのものより大きい。

Photo. 2 に荒地鍛造後および熱処理後の型打鍛造材のマクロ組織を示し, a, c, e は鋼番 B (165φ ビレット) b, d, f は鋼番 A (115φ ビレット), h は鋼塊法によりおのおの製造したものである。荒地鍛造後の横断面 (a, b) と縦断面マクロ組織 (c, d) を見ると 165φ ビレットからのものではデンドライトはほとんど消滅しているが, 115φ ビレットからのものではかなり残存している。ビレット時の中心の多孔質部も 165φ ビレットからのものでは痕跡程度にしか残存していないが, 115φ ビレットからのものでは残存程度がやや多い。またビレット時に見られた微細な内部割れは完全に圧着し疵として残っていない。熱処理後の型打鍛造材でのマクロ組織 (e, f, h) を比較すると, 鋼塊法によるものは明瞭に織

Table 1. Chemical composition (Ladle).

Steel No.	Steel quality	Cast billet size	C (%)	Si (%)	Mn (%)	P (%)	S (%)	Cu (%)	Ni (%)	Cr (%)
A	S45C	115 mm φ	0.48	0.25	0.64	0.020	0.017	0.01	0.01	0.04
B	S45C	165 mm φ	0.44	0.27	0.62	0.025	0.022	0.01	0.01	0.04
C	S10C	165 mm φ	0.09	0.23	0.31	0.021	0.014	0.03	0.02	0.02



left-165 φ billet right-115 φ billet

Photo. 1. Macro-etched structure of continuously cast billet.



a, c; rough forg. from 165 φ billet } trans. & longit.  
 b, d; rough forg. from 115 φ billet } section  
 e; die forg. from 165 φ billet }  
 f; die forg. from 115 φ billet } longit. section  
 h; die forg. from ingot }

Photo. 2. Macro-etched structure of forgings.

維状組織を示しているが、165 φ ビレットからのものでは繊維状組織がわずかに見られ、ビレット時の中心の多孔質部は完全に消滅している。115 φ ビレットからのもの

のはデンドライトもわずかに残り、中心の多孔質部も完全には消滅していない。したがって、連続鋳造ビレットを鍛造材として使用する場合にマクロ組織から判断すると 6~7S の鍛錬比が必要であると考えられる。

### 3.1.2 ミクロ組織

型打鍛造材からの顕微鏡試料の採取位置は Fig. 1 に示したように、連続鋳造ビレットの中心の多孔質部が鍛造によつて受ける影響について調査するため、中心の多孔質部に相当する位置 (a, b, c) と外周部 (d) とを比較した。Photo. 3 に示したように鋼番 A (115 φ ビレット) からの型打鍛造材のミクロ組織を 1-a, b, c, d に、鋼番 B (165 φ ビレット) からのものを 2-a, b, c, d に、鋼塊法によるものを 3-a, b, c, d に区分した。ミクロ組織は連続鋳造ビレットによる試験材も鋼塊法による生産材もフェライトの網目状組織を示し、内部ほどフェライト量が増加している点では特に差は認められないが、鋼塊法による生産材のフェライト量がやや少ない傾向にある。

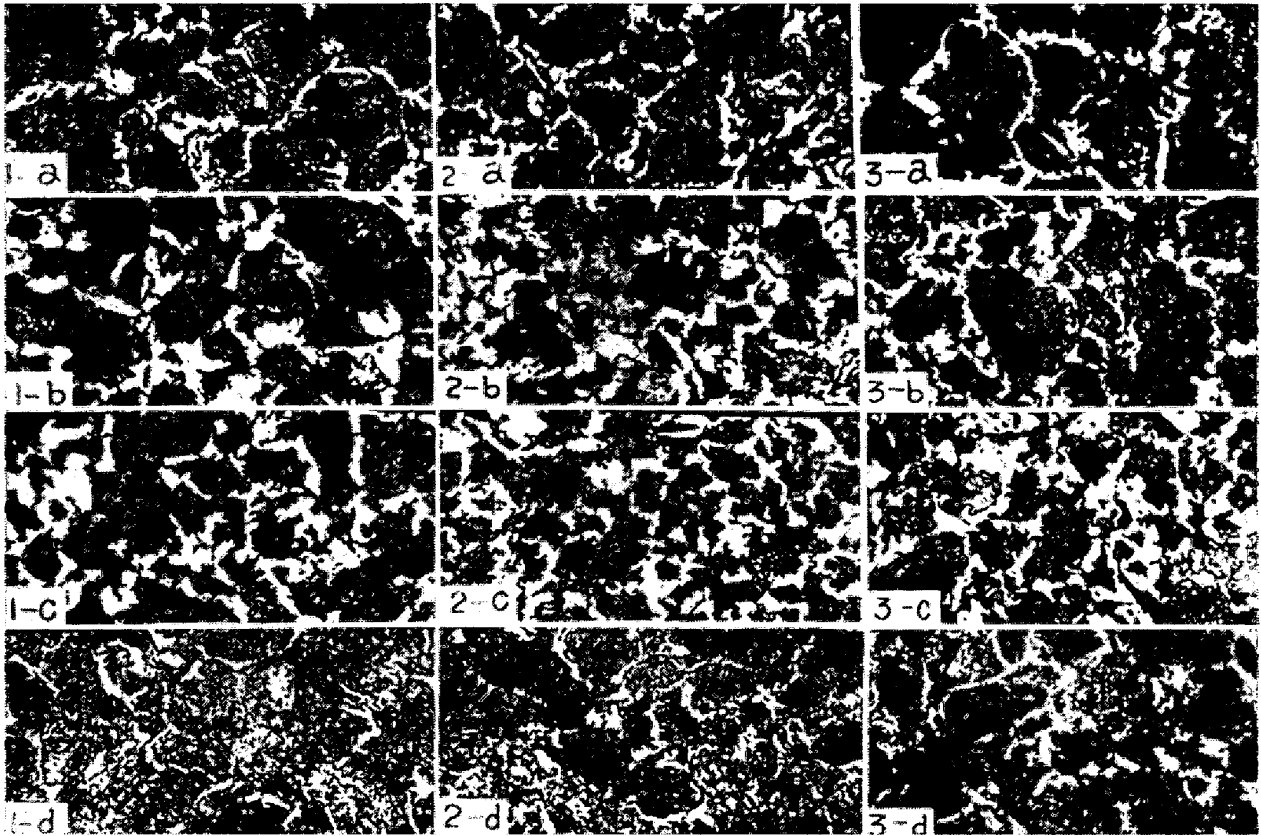
鍛錬比の少ない 115 φ ビレットからの試験材の中心部組織は 165 φ ビレットからのものと同様で、ビレット時の中心の多孔質部は完全に圧着してほぼ均質な組織を示した。

### 3.1.3 機械的性質

Fig. 1 に示したように型打鍛造材の外周部 (E) と中心部 (F) から引張り試験片を、中心部 (G) から衝撃試験片を採取した。鋼番 A の型打鍛造材 3 コ (1, 2, 3) 鋼番 B のもの 3 コ (4, 5, 6) および鋼塊法によるもの 3 コ (7, 8, 9) の計 9 コからおのおの各試験片を採取し、機械試験を実施した結果を Table 2 に示した。連続鋳造ビレットからの試験材では鋼塊法による生産材よりも引張り強さ、降伏点および硬度が低く、伸びおよび衝撃値がやや優れ、絞りはほぼ同一であつた。連続鋳造ビレットは砂鉄銑を主原料とした純酸素転炉鋼であるため、Table 1 に示したように Cu, Ni などの微量不純元素の含有量が非常に少なく、電気炉鋼に比較して質量効果がやや大きい。この試験材を油焼入したため、引張り強さ、降伏点および硬度に鋼塊法による生産材との差を生じたと考えられ、当社の転炉鋼では C, Mn 含有量をやや高くする必要があると思われる。鍛錬比の大きい 165 φ ビレットからの試験材では 115 φ ビレットによるものよりも伸び、絞りおよび衝撃値がやや優れているが、両者の化学成分の相異などを考慮すればほとんど差を認めることはできなかつた。

### 3.2 リング材

165 φ ビレットから穴抜き鍛造によつて外径 270 mm φ、肉厚 32 mm、長さ 196 mm のリングを製造した。Photo. 4 に 165 φ ビレットの横断面マクロ組織 (a)、リングの縦断面マクロ組織 (b) およびリングのミクロ組織 (c) を示した。S10C のビレットのマクロ組織は高炭素鋼の場合とは異なり、デンドライトの発達が著しく、外周から中心部まで達し、中心の多孔質部は高炭素鋼のものよりも小さい。リングのマクロ組織ではデンドライトは完全に消滅し、穴抜きの過程で中心の多孔質部



1: forg. from 115φ billet 2: forg. from 165φ billet 3: forg. from ingot ×400(9/10)

Photo. 3. Micro structure of die forgings.

Table 2. Mechanical properties of die forgings.

Casting condition	Products No.	Specimen	Tensile strength (kg/mm <sup>2</sup> )	Yield point (kg/mm <sup>2</sup> )	Elongation (%)	Reduction of area (%)	Hardness (H <sub>B</sub> )	Impact value (kg·m/cm <sup>2</sup> )
115φ Billet	1	{ E	75.7	48.6	26.8	55.0	212	G-Specimen 7.0
		{ F	74.0	45.8	25.8	53.0	212	
	2	{ E	75.0	48.6	26.0	55.0	223	
		{ F	73.4	45.0	26.4	55.0	217	
	3	{ E	74.7	49.3	26.6	56.8	207	
		{ F	73.4	46.0	25.6	52.0	207	
165φ Billet	4	{ E	73.4	50.0	29.4	58.9	197	8.3
		{ F	71.7	44.6	28.6	57.8	207	
	5	{ E	72.7	48.0	28.2	58.9	207	
		{ F	72.1	45.7	27.6	57.8	207	
	6	{ E	73.1	45.1	26.6	56.8	197	
		{ F	71.0	43.8	26.6	55.0	207	
Ingot	7	{ E	84.1	52.5	24.8	56.8	229	7.0
		{ F	86.1	53.3	24.2	55.0	212	
	8	{ E	84.4	51.9	25.0	57.8	229	
		{ F	86.4	53.0	23.8	55.0	217	
	9	{ E	83.1	51.2	25.6	58.9	235	
		{ F	81.2	47.5	24.2	55.9	223	

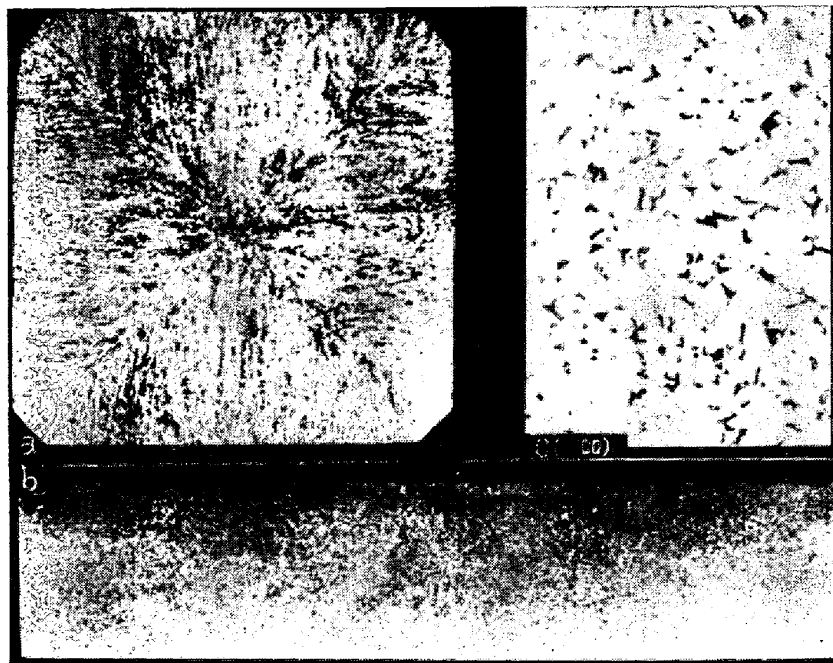
Table 3. Mechanical properties of ring.

Specimen	Tensile st. (kg/mm <sup>2</sup> )	Yield pt. (kg/mm <sup>2</sup> )	Elongation (%)	Hardness (H <sub>B</sub> )
Standard Steel No. C	>21 25.6	>32 38.3	>33 40.4	101~156 109

が除去されたため、比較的微細な均一組織で欠陥は全くなく、マイクロ組織も標準の焼鈍組織である。リングの長さ方向から機械試験片を採取し、試験した結果をTable 3に示したが十分規格を満足するものであつた。

#### 4. 結 言

純酸素転炉鋼の連続鑄造ビレットを鍛造用素材として



a; macro-etched structure of 165 f billet  
 b; macro-etched structure of ring  
 c; micro structure of ring

Photo. 4. Macro-etched and micro structure of billet and ring.

使用することは技術的にも経済的にも興味ある点であり、その1例として型打鍛造材とリング材を製造し次の結果を得た。

(1) 型打鍛造材でピレット時の中心の多孔質部が完全に圧着し、十分なマクロ組織を得るためには、鍛錬比は6~7Sを必要とするが、機械的性質は鍛錬比4Sのものでも8Sのものと同様の結果を得た。したがって、当社の転炉鋼で質量効果を考慮すれば、一般生産材と変わらない鍛造材を連続鍛造ピレットから製造でき、十分に使用に耐えることが期待された。

(2) 連続鍛造ピレットからの型打鍛造材で鍛錬比8Sのものではデンドライトは消滅し、ピレット時の中心多孔質部は完全に圧着していることがマクロおよびミクロ組織により確認され、微細な内部割れも圧着して欠陥として現われていない。

(3) リング材のように穴拡げ鍛造を行なうものではピレット時の中心の多孔質部がある程度除去されるため非常に均質な組織が得られ、使用上の問題は全くなかった。

文 献

- 1) 小池, 木村: 鉄と鋼, 52 (1966) 3, p. 273
- 2) 小池: 鉄と鋼, 52 (1966) 3, p. 275
- 3) 山口, 小池: 鉄と鋼, 52 (1966) 10, p. 1648

(211) 各種ステンレス刃物鋼の諸性質について

特殊製鋼

工博 日下邦男・村井弘佑  
 ○堀越弘彦

On the Properties of Various Stainless Steels for Cutleries

Dr. Kunio KUSAKA, Kōsuke MURAI and Hirohiko HORIKOSHI

1. 緒 言

刃物用ステンレス鋼としてはTable 1に示すような鋼種が用いられておりCr量によつて分けると13Cr系と17Cr系になる。従来は主として420系と440系が用いられており前者は洋食器用ナイフ後者は高級刃物として手術用メス包丁などに用いられている。また最近ステンレスカミソリ鋼として1% C13Cr および0.6% C14Crの鋼種が採用されるようになった。これら刃物に要求される性質としては切れ味と耐久性の2つがありこれに対応する特性値としては硬度、靱性、耐摩耗性、耐食性などがあげられる。耐摩耗性を大にするためには

普通Cを高めてマルテンサイト地に残留炭化物を多く分布させれば良いわけであるがCが多くなると靱性、耐食性が低下するので使用目的によつてCならびにCrを適当にきめていく必要がある。これらステンレス刃物鋼についてはすでに多くの報告<sup>1)~5)</sup>があるが断片的なものが多いので著者らはCおよびCrの影響を明らかにするため各特性について比較を行なつた。

2. 供試材および実験方法

Table 1は供試材の化学成分を示したものでいずれも800 kg鋼塊より鍛伸または圧延により丸30 mmに作成し各試験に供した。残留オーステナイト量測定は10 f × 50試片を用い磁気法<sup>6)</sup>により行なつた。すなわち焼鈍状態および焼入状態の磁気飽和値をそれぞれ4πI<sub>∞</sub>, 4πI'<sub>∞</sub>とすれば4πI<sub>∞</sub> - 4πI'<sub>∞</sub> / 4πI<sub>∞</sub>が残留オーステナイト量になる。磁場の強さを2000エルステッドにすると磁氣的にほとんど飽和するのでこの強さを用いて近似的に残留オーステナイトを求めた。

耐摩耗性は大越式迅速摩耗試験機により行ない軸受鋼2種(焼鈍状態)と供試材との摩耗特性を表わす比摩耗量により比較を行なつた。比摩耗量と摩耗量の関係は次

Table 1. Chemical composition of steels.

Steels	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo
A 1	0.37	0.63	0.53	0.025	0.008	12.55	—
A 2	0.56	0.35	0.34	0.020	0.017	14.05	—
A 3	0.63	0.26	0.64	0.019	0.017	12.43	—
A 4	0.95	0.24	1.03	0.021	0.024	13.39	—
B 1	0.51	0.64	0.65	0.022	0.013	17.60	0.56
B 2	0.66	0.87	0.64	0.022	0.017	17.01	0.52
B 3	0.81	0.57	0.59	0.015	0.007	17.53	0.50
B 4	0.99	0.21	0.49	0.023	0.009	17.09	0.47