

Table 6. Example of 13 Cr stainless steel.

Stage	Chemical analysis (%)					
	C	Si	Mn	P	S	Cr
After blowing off	0.03	tr	0.20	0.011	0.017	0.06
Addition of Fe-Cr and Fe-Si						
Before tapping	0.07	0.20	0.21	0.030	0.013	12.41
Ladle	0.10	0.43	0.73	0.034	0.014	12.10

多いので、その投入の回数や方法については、まだ多くの問題点を残しているし、また、この方法自体の適否や鋼質の面にもなお多くの検討すべき点がある。

### V. 結 言

純酸素転炉による合金鋼の製造について論じ、特に溶製上の問題点となる Cr 添加について、次の三つの方法を述べた。

- (1) 吹錬によりあらかじめ吹止温度を高温に保ち、炉内に合金鉄を投入する方法。
- (2) Fe-Si と Fe-Cr とを炉内に投入し、追加吹きによつて温度上昇と Cr 添加をはかる方法。
- (3) 発熱性合金鉄を使用して、取鍋中へ Cr を投入する方法。

Cr の添加量や出鋼温度など、その製造条件に応じて適当な手段を選び得るが、転炉による合金鋼の製造が十分可能で、製造例として、機械構造用合金鋼、バネ鋼、および、13 Cr ステンレス鋼について述べた。これらは機械的諸性質、焼入性、清浄度など満足すべき結果を示したが、転炉による高級鋼の製造に関して、なお検討すべき多くの問題を残している。

## (49) 純酸素転炉による 60kg/mm<sup>2</sup> 級高張力鋼 (Wel-ten) の溶製について

八幡製鉄所、製鋼部

佐々木清和・武田 雅男  
○黒岩 康・椿原 治  
〃 特殊鋼管理部 森 良彦

### On the Manufacture of Weldable High-Tensile Steel of 60kg/mm<sup>2</sup> Class (Wel-ten) by LD Converter Process.

Kiyokazu SASAKI, Masao TAKEDA  
Yasushi KUROIWA, Osamu TSUBAKIHARA  
and Yoshihiko MORI

### I. 結 言

近年わが国の工業技術の発展は著しいものがあり、溶接構造物においても引張強さ、および降伏点高くしかも溶接性の良い鋼材を使用し構造物の重量を軽減し高性能化と材料の節減を図る方向に進んでいる。当所でもこの気運に対処して昭和 35 年 4 月厚板工場に熱処理設備を

新設後 60kg/mm<sup>2</sup>, 80kg/mm<sup>2</sup>, 100kg/mm<sup>2</sup> 級の 高張力鋼板の製造が行なわれている。従来、八幡製鉄所においては、50, 55kg/mm<sup>2</sup> 級の 高張力鋼は転炉および平炉で溶製されてきたが 60kg/mm<sup>2</sup> 級高張力鋼 (Welten 60) の溶製は電気炉で溶製されていた。

しかし、転炉キルド鋼の溶製技術の進歩および品質水準の向上に伴ない転炉で溶製する方がコスト、生産性の点で有利であるとの考えにより、転炉による Welten 60 の溶製を行ない、現在では電気炉鋼に匹敵する優良品質のものが得られている。以下その溶製法と鋼板の材質について報告する。

### II. 成分および材質規格

WEL-TEN 60 の成分および材質規格を Table 1 に示す。60kg/mm<sup>2</sup> 以上の引張強さと高い降伏強度を有し、特に降伏比は 80% 以上を示している。さらに低炭素で微量の合金元素を添加した独自の成分系と熱処理により切欠靱性、溶接性および加工性においても非常に秀れた特性を有している。

### III. 溶 製 方 法

溶製法としては次のような条件を満足させるため脱燐の点から two-slag 法を採用している。

1. 造塊注入方式が下注であり、そのために高温で出鋼しなければならない。
2. 成品成分適中のため迅速分析待をしており、したがつて終点温度はさらに高温となり 1690°C 位に達する。
3. 成品 P は一応の目標として 0.025% 以下としている。

吹錬方法は従来採られていた two-slag 法<sup>1)</sup>とほぼ同様であり目標を達成している。脱酸剤の投入については炉内に Fe-Cr 全量、Fe-Mn の半量を投入し鎮静した後出鋼し、Fe-Mn, Fe-Si, Fe-V, Al を鍋内に投入する。

Table 2 にその溶製の一例を示す。

Mn, V, Cr の各合金歩留は溶製例からもわかるごとく 90~100% と高く電気炉鋼並の値であり、非金属介在物については成品試料でない<sup>2)</sup>と正確な比較にならない<sup>3)</sup>と思うが取鍋下の試料では Table 3 に示すごとく良好な成績であり、また転炉鋼の特徴として鋼中 [H] は低い値を示している。

また WEL-TEN 60 は従来の高張力鋼に比して目標成分範囲が狭く、平炉、転炉における溶製上の一問題点となつていたが今回、転炉溶製において終点管理、終点スラグの排滓、合金鉄投入図表の利用などを行なつた結果 Fig. 1 のごとく成分適中状況は非常に良好で Mn に

Table 1. Specification of wel-ten 60.

Plate thickness mm	Chemical Composition (%)								Yield point kg/mm <sup>2</sup>	Tensile strength kg/mm <sup>2</sup>
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	V		
6~50	≤0.16	≤0.55	≤1.30	≤0.040	≤0.040	≤0.40	≤0.60	≤0.15	≥46	60~70

Plate thickness mm	Elongation			Cold bend property		Impact value at 0°C kg m/cm <sup>2</sup>
	Specimen	Plate thickness mm	Elongation %	Plate thickness mm	Endside radius	
6~50	JIS No. 5	≤13	≥20	≤13	1.0 t	≥8.0
	JIS No. 1	>13	≥16	>13	1.5 t	
	JIS No. 4	>13	≥25	>13	1.5 t	

Table 2. Operating data for making WEL-TEN 60.

Raw materials	Hot metal 57.2 t/ch Steel scrap 6.0 t/ch							
Total fluxes	Burnt lime 4.89 t/ch Mill scale 3.71 t/ch Fluospar 0.8 t/ch Heating sources (Fe-Si 250 kg/ch coke 300 kg/ch)							
Alloys and de-oxidizing agents	Spiegel (converter) 100 kg/ch Fe-Mn (converter) 500 kg/ch Fe-Mn (ladle) 400 kg/ch Al (ladle) 46 kg/ch Fe-Si (ladle) 365 kg/ch Fe-Cr (converter) 180 kg/ch Fe-V (ladle) 74 kg/ch							
Composition	Hot metal (%)	C	Si	Mn	P	S		
		4.36	0.52	0.73	0.200	0.024		
	Metal at the first blowing (%)	C	Si	Mn	P	S		
		3.02	—	0.09	0.025	0.016		
	Metal at the end of blowing (%)	C	Si	Mn	P	S		
	0.10	—	0.14	0.014	0.013			
	Ladle analysis (%)	C	Si	Mn	P	S	Cr	V
		0.13	0.45	1.21	0.017	0.012	0.22	0.06
	Slag (%)	T.Fe	SiO <sub>2</sub>	CaO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	FeO		
		12.20	14.70	55.10	2.18	12.87		
Blowing time	24min							
Charge to tap time	61min							
Metal temperature at the first blowing	1375°C							
Metal temperature at the end of blowing	1690°C							
Metal yield	95.1°C							

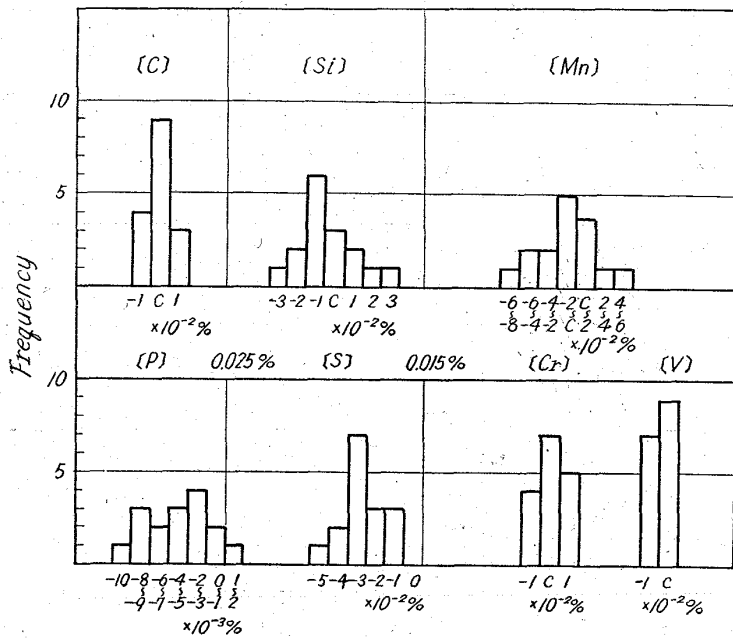
Table 3. Hydrogen content and cleanliness in steel by different steelmaking process.

Steelmaking process	Hydrogen content (p. p. m)	Cleanliness (%)			
		dA × 10 <sup>-3</sup>	dB × 10 <sup>-3</sup>	dC × 10 <sup>-3</sup>	Total × 10 <sup>-3</sup>
LD Converter	1.0~2.5	20~40	0~10	5~20	30~60

Table 4. Mechanical properties.

plate thickness : 20~30mm

Steel making process	Yield point kg/mm <sup>2</sup>	Tensile strength kg/mm <sup>2</sup>	Elongation %	vE0°C kg m/cm <sup>2</sup>
LD Converter	56.3	64.9	30.1	21.3
Electric furnace	56.2	64.7	29.8	22.7



Note, C: the center in the desired composition

Fig. 1. Distribution of ladle analysis.

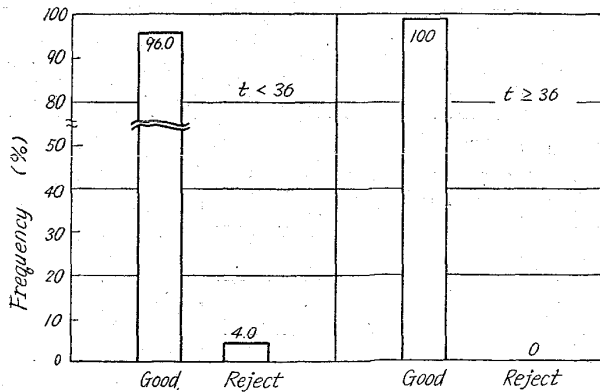


Fig. 2. Ultrasonic test.

においてはやや電気炉鋼に劣るけれども他元素についてはバラツキも小さく良好であり、十分かかる成分範囲でも出鋼できることが確認された。

#### IV. 鋼材の性質

##### 1. 機械的性質

Table 4 に板厚 20~30mm の場合の機械試験値を示す。

引張試験値は電炉材と同等の熱処理条件で規格を十分満足しており曲げ試験値も非常に良好な値を示している。また衝撃試験値も規格に対して余裕のある値を示しており、注文仕様に十分対処できる。

##### 2. 超音波探傷試験

超音波探傷により内部欠陥を調査したところ、Fig. 2 のごとき非常に良好な結果を示しむしろ電気炉材よりも良好である。これは純酸素転炉材は低水素でありまた比較的介在物の少ない清浄な鋼板を得ることができるからである。

##### 3. 溶接性、加工性

溶接性、加工性についても強度が高いにもかかわらず良好な成績を示している。

#### V. 結 言

以上述べたごとく、純酸素転炉製 WEL-TEN 60 は電炉製のそれと同程度の材質を示し、あらゆる用途に対し十分使用できることを確認し

た。

#### 文 献

- 1) 若林, 武田, 鉄と鋼, 48 (1962), p. 470.