

- 4) K. KIUKKALA and C. WAGNER: J. of Electrochem. Soc., 104 (1957) 379
 5) J. F. ELLIOTT and J. CHIPMAN: J. Amer. Chem. Soc., 73 (1951), p.2682
 6) C. B. ALCOCK: Phys. Chem. and Technology of Steelmaking Conference to Commemorate the Career of J. CHIPMAN. MIT (1962)

炭素鋼の合成粉末スラグ処理の効果について*

(合成スラグによる溶鋼処理に関する研究—II)

加藤 剛 志**

On the Effects of Treating with Synthetic Powdered Slag on a Carbon Steel.

(Study on the treatment of molten steel with synthetic slag—II)

Koshi KATO

Synopsis:

Molten carbon steels were treated with a small quantity of synthetic powdered slag consisting of CaO, Al₂O₃ and so on at pouring period in order to accelerate the desulfurization or deoxidation, and to change the shapes and qualities of inclusions and improve the steel qualities.

It was found that (1) the desulfurization of molten steel advances rapidly and (2) mainly the sulfide inclusions decrease and the stringer-type inclusions do in the case-hardening steels and (3) larger inclusions turn into smaller inclusions and (4) the toughness of steels, particularly, its impact value, is improved remarkably.

Thus, it was evidenced that the treatment of molten steel with synthetic powdered slag would be useful for the rapid refining of steels.

(Received 26 Apr. 1963)

I. 緒 言

一般に溶鋼の精錬にはスラグが関与するわけであるが第I報¹⁾においては軸受鋼を酸性溶滓で処理することにより、主としてその非金属介在物の形態を変化せしめることを試み、それが鋼質におよぼす影響について調査した。

ここではスラグによる溶鋼の精錬およびそれともなう非金属介在物の変化を迅速に行なわしめ、これを鋼の迅速精錬、品質改善と結びつける目的で溶鋼を出鋼時、各種の合成した粉末スラグを添加、処理することによつて、それが介在物の挙動および鋼質におよぼす影響について調査した。利用した各スラグの組成は主に基礎実験の結果、溶鋼に対して脱硫および脱酸作用の秀れたものである。したがつて、本研究のねらいは脱硫および脱酸にあるので、介在物の変化が考えられ、しかも好ましい方向への変化が期待される。

II. 小型誘導炉溶解による炭素鋼の合成粉末スラグ処理

(1) 実験試料の溶製

雰囲気調整可能な実験用の塩基性高周波真空誘導炉により、約6kgの炭素鋼(C 0.17%)をアルゴンガス雰囲気中で溶解し、溶け落ち後、硫黄(試薬硫化鉄(S 33.7%)により)を添加して高目にした。ついで、炉蓋を開放して大気雰囲気とし、まず約半分の溶鋼を金型に出鋼し、つづいて残つている溶鋼にTable 1に示すような各種の合成スラグをそれぞれ添加し、充分に攪拌した。なお、この間ふたたび通電しインマージョンパイロメーターにより測温を行なうとともに2~5mn保持してからさきの鑄型にふたたび出鋼した。用いた坩堝はマグネ

* 昭和37年10月本会講演大会にて発表

昭和38年4月26日受付

** 大同製鋼株式会社中央研究所

Table 1. Conditions for treatment with synthetic slag.

Charge No.	Composition of synthetic slag, (%)	Added slag, (%)	Temperature on slag mixing, (°C)	Slag treating time, (mn)
V 863	CaO 45, Al ₂ O ₃ 40, CaF ₂ 8, Na ₂ CO ₃ 7	3	1560	3
V 864	CaO 30, SiO ₂ 5, CaF ₂ 65	2	1540	2
V 865	CaO 53, Al ₂ O ₃ 46, SiO ₂ 1	3	1590	3
V 866	CaO 72, Al 3, CaF ₂ 25	1	1560	4
V 867	Na ₂ CO ₃ 100	3	1520	5

Table 2. Chemical compositions of steels melted. (%).

Charge No.		C	Si	Mn	P	S	sol. Al	insol. Al	N	O	[H] cc/100g
Raw material		0.17	0.21	0.46	0.013	0.012	—	—	—	—	—
V 863	(A)	0.13	0.27	0.56	0.012	0.024	0.048	0.006	0.006	0.0102	0.9
	(B)*	0.13	0.24	0.51	0.014	0.012	0.023	0.003	0.010	0.0072	0.5
V 864	(A)	0.13	0.22	0.53	0.013	0.025	0.004	<0.002	0.006	0.0076	1.0
	(B)*	0.13	0.17	0.49	0.013	0.017	<0.002	<0.002	0.009	0.0070	0.5
V 865	(A)	0.12	0.26	0.48	0.014	0.028	<0.002	<0.002	0.005	0.0050	0.9
	(B)*	0.11	0.21	0.42	0.014	0.022	<0.002	<0.002	0.010	0.0066	0.7
V 866	(A)	0.14	0.26	0.53	0.013	0.024	<0.002	<0.002	0.006	0.0041	1.2
	(B)*	0.14	0.13	0.49	0.014	0.014	<0.002	<0.002	0.011	0.0082	1.0
V 867	(A)	0.13	0.24	0.55	0.014	0.026	<0.002	<0.002	0.010	0.0094	1.1
	(B)*	0.14	0.05	0.49	0.012	0.021	<0.002	<0.002	0.014	0.0181	1.1

(Remarks); (B)* are treated with synthetic slag.

シア製であり、その組成は MgO 96.5, Al₂O₃ 0.5, SiO₂ 1.2, CaO 1.4, Fe₂O₃ 0.1% である。

(2) 実験結果および考察

i) 化学成分の変化

化学成分の変化は Table 2 に示すように (同一溶解のスラグ添加処理したものを B, 処理しないすなわちさきに出鋼した分を A で示した。) 合成粉末スラグ処理により、各溶解ともに S が顕著に減少している。すなわち合成スラグの迅速脱硫作用が認められる。合成スラグは CaO を主成分 (V 867 以外) とするものであり、このようなスラグの脱硫作用は基礎実験で確かめてあるが、実際作業における溶鋼精錬でこのような合成スラグを利用するには本実験のような出鋼時の粉末スラグ添加、攪拌も有効な一方法といえよう。

S 以外の変化としては Si および H が減少の傾向を示し、N が増加している。O についてはスラグ処理により減少しているもの (V 863, V 864) もあるが全体としてはマチマチであつて、明らかではない。ただ、Na₂CO₃ で処理した V 867 においては O の増加がいちじるしかった。

ii) 顕微鏡観察による介在物の変化

もつとも期待される介在物の変化については化学成分の変化からまず、硫化物系介在物の減少が予想される。

各溶解の鑄造試料および鍛造試料 (加工比 8) における介在物の顕微鏡写真のうち 1 例を Photo. 1 に示した。これらの写真からつぎのことが認められる。① V 867 (Na₂CO₃ 処理) を除いてほかの溶解では合成スラグ処理により、介在物の大きさが平均して小さくなつていく。② とくに鍛造材で加工方向に伸びた介在物が処理しない (A) に比べ、処理した (B) では短かく、しかも細かい。すなわち、長い介在物がほとんどみられない。③ 合成スラグ処理した (B) の介在物にはガラス状球形 (2~3 μ) 介在物が比較的多いが、処理しない (A) には灰色の硫化物系介在物が多い。④ Na₂CO₃ 処理した V 867 には 10 μ 前後の比較的大きな塊状介在物が処理した (B) に多く認められた。

つぎに JIS 清浄度測定法により、各溶解の試料について求めた清浄度を Table 3 に示す。これによると、V 867 以外では合成スラグ処理により清浄度 *d* の値は減少し、改善されている。その内訳は *d*A ないし *d*C

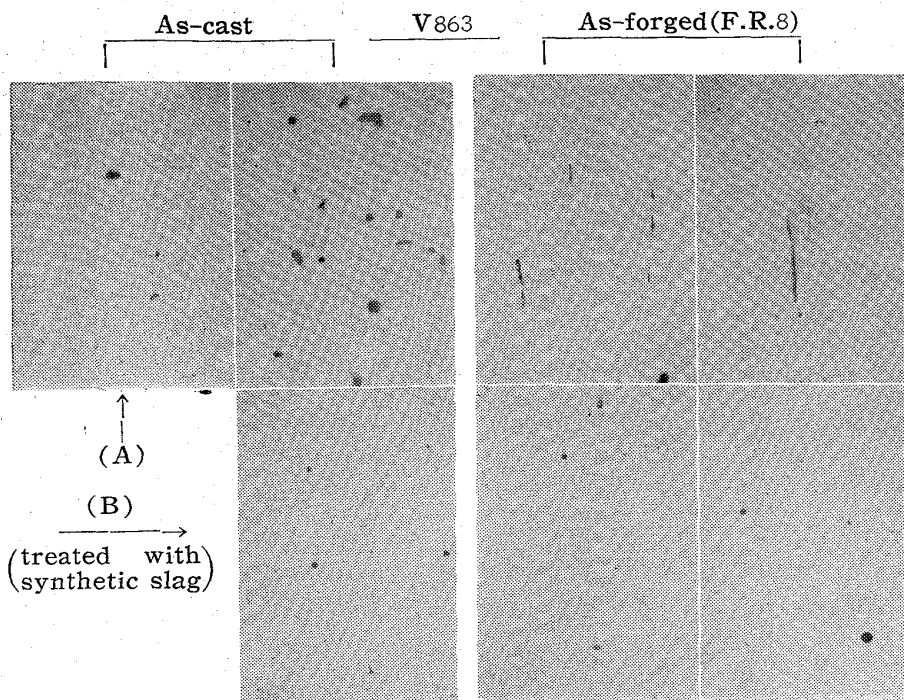


Photo. 1. Nonmetallic inclusions in the steels treated and non-treated with synthetic slag. $\times 530$ (1/2)

させてから磁気分離によりセメンタイト、そのほかの磁性体を分離除去した。ついで残った介在物を自記記録式X線回折装置にかけて介在物の同定を行なった。

条件は合成スラグ処理しない(A)についてはCoターゲット、合成スラグ処理した(B)についてはCuターゲットを用い、30kV、10mAで回折した。回折線の解析の結果をTable 4に、また回折チャートの一例をFig. 1に示した。X線回折の結果をまとめると、つぎの通りである。①各溶解ともに合成スラグ処理しない(A)では介在物は主としてFeS、 α -MnSなどの硫化物およびファイアライト($2\text{FeO}\cdot\text{SiO}_2$)、 α -クリストバライト(SiO_2)などの SiO_2 -FeO系介在物、 α - Al_2O_3 など

の減少である。

いま一つ、注目すべき点は合成スラグ処理した(B)には巨大介在物が認められないということである。

以上の結果は主として合成粉末スラグ処理(V867以外)の迅速脱硫作用、したがって硫化物系介在物の減少に関係があるとみてよい。

iii) 介在物のX線回折

各試料についてコッホ・ズンデルマン式電解分離装置により、電解液として5%クエン酸ソーダ+1.2%臭化カリ+0.6%沃化カリ水溶液を用い、電流密度0.02 Amp./ cm^2 で電解残渣を抽出し、超音波をかけて十分に分散

の Al_2O_3 系介在物、ロドナイト($\text{MnO}\cdot\text{SiO}_2$)などから構成されている。②合成スラグ処理した(B)では硫化物系介在物はほとんどなくなり、ファイアライト、 α -クリストバライトなどの SiO_2 -FeO系介在物が主な構成成分となっている。そのほか α - Al_2O_3 、ムライト($3\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 2\text{SiO}_2$)、FeSなども若干存在するようである。

以上の結果は定性的ではあるが、介在物の顕微鏡観察、清浄度測定の結果とよく一致している。

iv) 機械的強度試験

上述のように短時間の合成粉末スラグ処理により、主として脱硫、したがって硫化物系介在物の減少という効

Table 3. Cleanliness of specimens tested.

Charge No.		Inclusions cleanliness (%)					Larger inclusion [length \times width (μ)]
		Area number	d	$d A$	$d B$	$d C$	
V863	(A)	60	0.09	0.08	0	0.01	
	(B)*	"	0.04	0.02	0	0.02	
V864	(A)	"	0.06	0.02	0	0.04	A; 1800 \times 10, 5100 \times 20
	(B)*	"	0.05	0.04	0	0.01	B; 1100 \times 4
V865	(A)	"	0.06	0.05	0	0.01	A; 450 \times 8, 400 \times 12
	(B)*	"	0.05	0.04	0	0.01	A + B; 1700 \times 10
V866	(A)	"	0.05	0.03	0	0.02	
	(B)*	"	0.04	0.03	0	0.01	
V867	(A)	"	0.12	0.05	0.02	0.05	A; 1200 \times 18
	(B)*	"	0.17	0.08	0.01	0.08	A; 800 \times 17

(Remarks); (B)* are treated with synthetic slag.

Table 4. X ray diffraction of non-metallic inclusions isolated.

	V 863		V 864		V 865		V 866		V 867	
	(A)	(B)*	(A)	(B)*	(A)	(B)*	(A)	(B)*	(A)	(B)*
Major constituent	Fayalite FeS α -MnS	Fayalite	Rhodonite FeS α -MnS Fayalite	Fayalite α -Cristobalite	Fayalite FeS α -MnS	Fayalite α -Cristobalite	FeS α -MnS	Fayalite	—	Feyalite
Minor constituent	α -Cristobalite α -Al ₂ O ₃	Mullite α -Cristobalite	Fayalite α -Tridymite	α -Cristobalite FeS α -Al ₂ O ₃	α -Cristobalite α -Al ₂ O ₃	α -Al ₂ O ₃	Fayalite	FeS α -Cristobalite	—	FeS α -Cristobalite

(Remarks); (B)* are treated with synthetic slag.

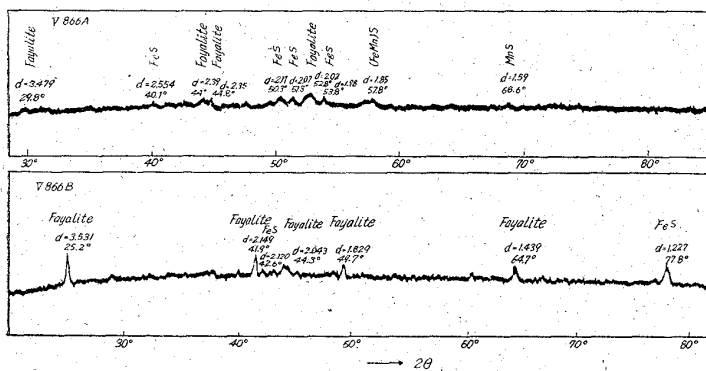


Fig. 1. X ray scanning diagram of non-metallic inclusions isolated.

果が認められたが、これが実際に鋼質にどんな影響を与えるかを調べるために機械的強度に関する試験を行なった。すなわち、各溶解の合成スラグ処理した(B)と処理しない(A)の各鍛造材より、引張試験については JIS, 4号試験片を、シャルピー衝撃試験については JIS 3号試験片をそれぞれ作成し、一次焼入 900°C × 30mn 油

冷、二次焼入 750°C × 30mn 水冷、焼戻 180°C × 30mn 空冷の熱処理を施こした後、それぞれの試験を行なった。

得られた結果を Table 5 に示した。V 863, 864 および 867 の (A) については材料不足のために引張試験片が得られなかったが、(B)についての試験成績をほかの溶解のものと比較して推定し、まとめるとつぎのことがいえる。

①合成スラグ処理した(B)の耐力および引張強さは処理しない(A)とくらべ、多少の差はあるが同程度の水準の数値といえる。②伸び、絞りについては一般に合成スラグ処理したものの方が秀れた値を示している。③シャルピー衝撃値については(A)と(B)の間に顕著な差が認められ、合成スラグ処理したものがいずれもいちじるしく高い値を示した。なお、この場合、各試験片の硬度はブリネル 150~170 の間にあり、大差はなかった。

(3) 小 括

Table 5. Mechanical properties of steels tested.

Charge No.		Yield strength (0.02% offset) (kg/mm ²)	Tensile strength (kg/mm ²)	Elongation (%)	Reduction of area (%)	Hardness (H _B)	Charpy test	
							Impact value (kg m/cm ²)	Hardness (H _B)
V 863	(A)	—	—	—	—	—	15.8	170
	(B)*	29.8	55.8	34.8	72.8	169	28.3	163
V 864	(A)	—	—	—	—	—	22.0	163
	(B)*	33.4	55.6	35.9	69.7	159	24.4	164
V 865	(A)	31.4	54.7	34.0	69.0	177	23.4	156
	(B)*	32.4	52.9	34.0	70.5	159	30.0	150
V 866	(A)	30.5	56.1	22.0	33.7	154	20.5	163
	(B)*	32.1	53.0	34.0	72.1	167	29.2	156
V 867	(A)	—	—	—	—	—	19.3	170
	(B)*	29.5	53.0	33.4	68.2	158	25.7	156

(Remarks); (B)* are treated with synthetic slag.

Table 6. Conditions for treatment with synthetic slag (25 kg melt).

Charge No.	Composition of synthetic slag (%)	Added slag (%)	Temperature on slag mixing (°C)	Slag treating time (mn)
W3102	CaO 45, Al ₂ O ₃ 40, CaF ₂ 8, Na ₂ CO ₃ 7	2.5 (300 g)	1630	1'55''
W3103	CaO 30, SiO ₂ 5, CaF ₂ 65	〃	1625	1'56''
W3104	CaO 55, Al ₂ O ₃ 44, SiO ₂ 1	〃	1630	1'52''

Table 7. Chemical composition (%) of steels melted (25 kg melt.)

Charge No.		C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	sol. Al	insol. Al	N	O
W3102	(A)	0.16	0.23	0.48	0.023	0.014	0.17	0.09	0.13	0.012	<0.002	0.011	0.0067
	(B)*	0.16	0.18	0.51	0.023	0.010	0.18	0.09	0.14	0.011	<0.002	0.012	0.0068
W3103	(A)	0.13	0.22	0.45	0.012	0.023	0.14	0.09	0.07	0.018	0.004	0.011	0.0062
	(B)*	0.13	0.21	0.48	0.011	0.019	0.14	0.09	0.08	0.017	0.003	0.013	0.0061
W3104	(A)	0.14	0.21	0.55	0.011	0.024	0.14	0.09	0.10	0.017	<0.002	0.012	0.0044
	(B)*	0.14	0.19	0.55	0.011	0.021	0.15	0.09	0.10	0.016	<0.002	0.013	0.0050

(Remarks); (B)* are treated with synthetic slag.

合成粉末スラグによる溶鋼の処理は脱硫あるいは脱酸を迅速に進行させ、これによつて介在物の形状、質などを好ましい方向に変化ないしは減少させることを目標とするものであり、上述の炭素鋼に対する試験結果からCaOを主体とし、これにAl₂O₃あるいは少量のSiO₂, Alなどを添加した合成粉末スラグによる溶鋼処理により、主として脱硫効果が認められ、これによつて大きな硫化物系介在物はいちじるしく減少してほとんど小さな介在物のみとなり、その結果、鋼の機械的強度、とくに靱性がいちじるしく改善されることがわかつた。

III. 炭素肌焼鋼の合成粉末スラグ処理

前節において合成した粉末スラグを少量用いて溶鋼を短時間、処理することにより、介在物を調整することができ、しかもこれによつて鋼の品質を向上できることを小型の実験炉による溶解によつて認めたが、本節ではさらにこれを確認するために同じような試験を炭素肌焼鋼について25kgの高周波誘導炉を用いて行なつた。ただし、肌焼鋼対象のために粒度調整用としてAlを添加した。

(1) 溶製試験

溶解は25kg溶解用の塩基性高周波誘導炉により、母材として炭素鋼(C 0.09, Si 0.14, Mn 0.41%)を用い、これに加炭し、さらにSi, Mnを適当に調節して炭素肌焼鋼を溶製した。出鋼前にAl(金属Al, 含有量99.9%)を0.03%添加してからインマージョンパイロ

メーターにより、測温した。ついで溶鋼を取鍋に受け、そこから半分の溶鋼を鑄型に鑄込んで約13kgの鋼塊とした。残つた溶鋼にはTable 6に示すような合成粉末スラグをそれぞれ300g添加してバールでよく攪拌した後、約2mm保持し、ついで別の鑄型に鑄込んだ。

各溶解における鋼塊の化学成分をTable 7に示した。なお、合成スラグで処理した鋼塊を(B)、処理しない比較用の鋼塊を(A)で示した。

(2) 実験結果および考察

i) 化学成分の変化

Table 7からわかるように溶解した3チャージにおいて合成粉末スラグ処理により変化した成分は第一にSであり、前節と同じく短時間のスラグ処理により、脱硫効果が認められた。そのほかの成分としてはAlおよびSiの若干の減少が認められた。

ii) 顕微鏡観察による介在物の変化

各鋼塊を1150°Cに30mn加熱後、30mm丸に鍛造(加工比8)して顕微鏡試料を切り出した。それぞれの溶解のスラグ処理した(B)と処理しない(A)の介在物の例をPhoto. 2に示す。これよりわかることはスラグ処理により、灰色の硫化物系介在物が減少すること、および介在物の大きさが平均して小さくなる(微細介在物の集団が小さくなることも含めて)ことである。これらの結果は前節と同じ傾向である。ただし、溶鋼にAlが添加してあるので、ガラス状の球形介在物はほとんど認められなかつた。

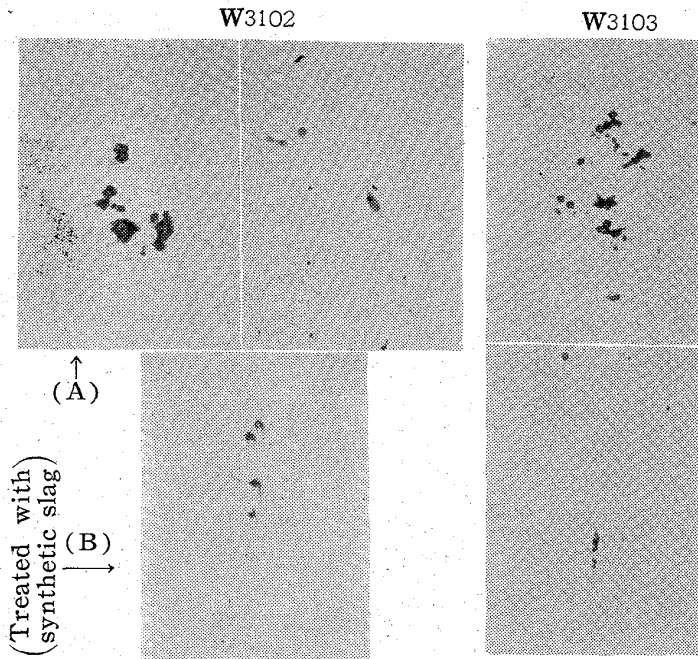


Photo. 2. Non-metallic inclusions in the forged specimens treated and non-treated with synthetic slag. $\times 530$ (1/2)

Table 8. Cleanness of specimens tested (25kg melt).

Charge No.		Inclusion cleanliness (%)				
		Area No.	d	dA	dB	dC
W3102	(A)	60	0.08	0.04	0.01	0.03
	(B)*	//	0.07	0.03	0	0.04
W3103	(A)	//	0.14	0.03	0.07	0.04
	(B)*	//	0.07	0.05	0.01	0.01
W3104	(A)	//	0.11	0.04	0.03	0.04
	(B)*	//	0.10	0.04	0.03	0.03

(Remarks); (B)* are treated with synthetic slag.

Table 9. Mechanical properties & austenitic grain size of steels tested (25kg melt).

Charge No.		Yield strength (0.02% offset) (kg/mm ²)	Tensile strength (kg/mm ²)	Elongation (%)	Reduction of area (%)	Hardness (HB)	Charpy test		Austenitic grain size No. (at 925°C)
							Impact value (kg-m/cm ²)	Hardness	
W3102	(A)	33.1	58.2	33.4	65.3	187	16.2	167	2.6
	(B)*	33.2	55.3	34.6	70.5	181	26.5	174	7.7
W3103	(A)	34.7	49.3	38.0	75.7	156	36.4	146	7.6
	(B)*	35.0	48.8	39.4	77.4	152	37.2	144	7.6
W3104	(A)	34.4	52.2	36.0	73.2	164	32.7	156	7.8
	(B)*	33.7	51.8	35.6	75.0	165	36.4	149	7.7

(Remarks); (B)* are treated with synthetic slag.

iii) 清浄度

鍛造材より JIS 法による清浄度測定用試片を切り出し、900°C で滲炭焼入れして清浄度を測定した。その結果を Table 8 に示す。

合成スラグ処理による清浄度の変化は前節の結果とよく似ているが、この場合 (Al 添加した炭素肌焼鋼) の特徴は各試料に B 系介在物が存在することであり、これは粒度調整用の Al 添加により、生成したものと解釈される。しかも、スラグ処理により B 系介在物が減少する傾向が認められる。とくに W3103 の変化はいちじるしい。

iv) オーステナイト結晶粒度および機械的強度

各溶解の鍛造材より試験片を切り出し、JIS、オーステナイト結晶粒度試験法 (滲炭法) にしたがって結晶粒度を測定した。その結果を Table 9 に示す。W3102 のスラグ処理しない (A) を除いてはいずれも細整粒であり、合成粉末スラグ処理の粒度調整に対する弊害は全く認められない。

機械的強度に関しては引張試験用に JIS 4 号試験片をシャルピー衝撃試験用には JIS 3 号試験片を作成して材料試験を行なった。各試験片の熱処理は一次焼入 900°C \times 30mn 油冷、二次焼入 750°C \times 30mn 水冷、焼戻 180°C \times 30mn 空冷である。得られた結果を Table 9 に示す。これよりわかることは一般に合成スラグ処理により、伸び、絞りおよび衝撃値などの靱性が向上することであり、なかでも衝撃値の改善はいちじるしい。これらの結果は前節と同じ傾向のものであり、合成スラグ処理が機械的強度の改善におよぼす効果が確認されたわけである。

(3) 小 括

25kg 溶解用塩基性高周波誘導炉溶解により、出鋼時取鍋中で合成した CaO を主成分とする合成粉末スラグの少量で炭素肌焼鋼の溶鋼を短時間処理し、つぎの結果

を得た。

(1) 合成スラグ処理により、溶鋼の脱硫が短時間に進行する。すなわち、迅速精錬の効果が認められる。

(2) ほかに Al, Si などが若干減少する。O はこのような処理では大きな変化を示さぬことが多い。

(3) 合成スラグ処理により、硫化物系介在物は減少し、一般に介在物の大きさが小さくなる傾向が認められる。

(4) これにともなつて清浄度も向上の傾向を示す。

(5) 合成スラグ処理により Al を用いる肌焼鋼の粒度調整に対し、害はなく細粒が得られる。

(6) 合成スラグ処理により機械的強度の改善、すなわち伸び、絞りなどの値が向上し、とくに衝撃値の向上はいちじるしい。

以上の結果は前節の小型実験炉による試験結果と同じ傾向を示しており、その結果を確認したものといえる。

IV. 結 言

溶鋼の合成粉末スラグ処理は鋼の迅速精錬をねらつたものであり、本実験の結果、主として脱硫の推進により鋼質改善に効果のあることがわかつた。ここでは炭素鋼を対象としたが、さらにひろい応用、精錬のメカニズムに関する基礎実験などについては別に報告する。

終りにのぞみ、本研究に対し、懇切なる御指導ならびに御鞭撻を下さつた大同製鋼、中央研究所長、浅田千秋博士に深く感謝する。

文 献

- 1) 加藤：鉄と鋼，48 (1962) 13, p. 1659~1666

鋼種による熱応力亀裂の発生度合を比較するための 高温弾性率および熱膨脹率の測定*

(鋼塊の熱応力亀裂に関する研究—III)

原 隆啓**・高田正男**・太田邦夫**・鳥谷 徹**

The Measurement of Modulus of Elasticity at High Temperature and Coefficient of Thermal Expansion for the Comparison of the Rate of Frequency of Thermal Stress Crackings in Various Steels.

(Study of thermal stress cracks in steel ingots—III)

Takahiro HARA, Masao TAKATA,
Kunio ŌTA and Tōru KARASUDANI

Synopsis:

According to the kinds of steels there are some differences in the frequency of thermal stress crackings which occur in the heating process of ingots. In this report, we measured Young's modulus and the coefficient of thermal expansion of typical steels, within the temperature range of room temperature to 1000°C, because they influence the thermal stress. And using the results we compared the rate of frequency of thermal stress crackings according to the kinds of steels.

The results obtained are as follows:

(1) It was found that the Young's modulus decreases rectilinearly up to 400°C and curvilinearly over about 500°C to 600°C in all the steels tested. And the modulus is not influenced greatly by a small change of the components, the inclusions heat treatment, etc. of steels, but there is some difference among the kinds of steels classified roughly.

(2) As for the coefficient of thermal expansion there is little difference with a small change in heat treatment for the same kind of steels but a considerably large difference

* 昭和37年10月本会講演大会にて発表 昭和37年10月13日受付

** 山陽特殊製鋼株式会社