

されたことは、この非金属介在物の生成経路を知る上に重要な手掛りを与える。すなわち造塊条件の下で脱酸剤および鋼中の珪素が酸化した場合は普通珪酸塩を生ずる。また特殊の場合クリストバライトが生成する可能性もあるが石英が生ずることはあり得ないと考えられる。したがって、非金属介在物の中少くとも一部分は、造塊用耐火物の細片が熔鋼流に巻込まれたものと判断される。すなわちこの種の非金属介在物はスピネル鉱物、石英および少量の α -アルミナから成立していることを確認した。

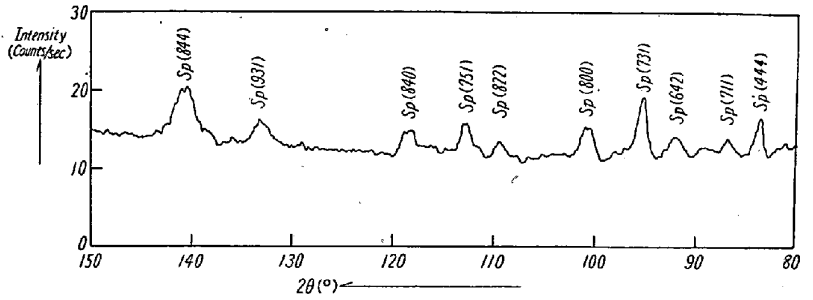


Fig. 9. X-ray diffraction powder pattern (back reflections) of non-metallic inclusions in an ingot of ball-bearing steel (sample C). (Sp: spinel).

IV. 結 言

1) 非金属物質によつて鋼塊に生ずる疵はつぎのように分類出来ることが判つた。

非金属物質によつて鋼塊に生ずる疵の分類表

疵	{	内部疵—非金属介在物	{	スピネル
				カーバイド
				α アルミナ
				珪酸塩
				其の他
		表面疵	{	川砂疵
				スカム疵 (ノロ疵)
				α アルミナ疵
				川砂附着
				スカム+煉瓦破片
				α -Al ₂ O ₃

2) 川砂疵は作業を入念に行えば無くすることが出来る。

3) α -アルミナ疵は軟鋼特に硬鋼製造の際脱酸剤としてアルミニウムを用いる際その酸化によつて生ずるもので、アルミニウムを用いないと全く生じない。

4) スカム疵は、造塊耐火物のスポーリングおよび化学侵蝕によつて生ずるものである。

5) 内部に生ずる非金属介在物は、温硫酸法で取り出すとスピネルが主成分で、少量の α アルミナを伴う。また微量の石英を伴うこともある。

本研究に要した費用の一部は文部省科学試験研究費を以てし、また現場試験には大阪製鋼 K.K. 社長高石義雄氏の御助力を受けたことを付記して感謝の意を表す。

(昭. 33-7 寄稿)

トレーサー使用による砂疵試験について*

永見勝茂**・神谷 稔**・勝部 進**

ON THE BRICK INCLUSION TESTS BY USING A CoO TRACER

Katusige Nagami, Minoru Koya, Susumu Katube

Synopsis:

The brick inclusions that presented in the 450kg ingots (killed, bottom pouring) are occurred by the erosion and fusion of the casting refractories. In this test, the authors investigated the degree of the brick inclusions occurred by the nozzle, the trumpet and the main runner bricks by use of a CoO tracer (not radio active). These three parts were considered the most important bricks concerning the brick inclusions from the previous several investigations.

The results were as follows:

(1) Assuming that scums occurred by erosion and fusion are mixed uniformly and float throughly in the mold, the floatability of these scums caused by nozzle, trumpet and main runner bricks during casting is indicated by the proportion 17:1:2 respectively. Calculated in terms of the unit length of these refractories, the floatability of scums correspond to the

* 昭和 32 年 10 月本会講演大会にて発表 ** 住友金属, 小倉製鉄所

proportion 3*6:1*4:1 respectively.

(2) The proportion of the amount of scums which would not float is 1:110:39 respectively. These scums should be the cause of the brick inclusions.

With a view to decrease the brick inclusions in ingots, therefore, it will be advisable to improve mainly the quality of the trumpet bricks and the main runner bricks.

I. 結 言

鋼塊に発生する煉瓦疵（あるいは砂嚙、砂疵などともいうが）は、主として熔鋼による耐火物の侵蝕、剝離などによつて発生するものと考えられている。その他、精錬過程および熔鋼内で発生する微細な脱酸生成物の微粒子が核となつて、脱酸生成物間で次第に成長して行くものもあるが、これらは顕微鏡下で見出し得る程度の大きさのものであつて、一般には非金属介在物と呼んで肉眼的に観察される煉瓦疵と区別するのが普通である。

当所では、眼鏡型の鑄型を使用して 80 kg、450 kg という小さな鋼塊を製造しており、したがつていずれの鋼種も下注式を採用しているが、煉瓦疵の発生が多い。下注法は、造塊用耐火物としては、鍋煉瓦、ストッパーおよびスリーブ煉瓦、湯口煉瓦の他、下注法特有の定盤煉瓦として、注入管煉瓦および湯道煉瓦を必要とするので、上注法に比して煉瓦消費量が非常に多い。さらに当所のような小型鋼塊を製造するところでは、一層定盤煉瓦の使用量が増加する上、小型鋼塊では大型鋼塊に比較して冷却速度が速く、したがつて凝固速度も早くなり、熔融または剝離された耐火物が熔鋼から分離して浮上する十分な時間がないので、鋼塊にまき込まれて、煉瓦疵として鋼塊および圧延疵になる機会が多くなるものと考えられる。

この煉瓦疵を減少させるために、今までに煉瓦疵の発生状況の実態調査ならびに発生原因の検討を行い、前者については定盤内鋼塊位置、湯流れの方向に対する面方向、鋼塊長さ方向などにはそれぞれ疵の表われ方にほぼ一定の傾向のあること、また、後者については、チャージ間の検討結果から、作業条件では熔鋼の化学成分と注入速度が最も大きな要因であることが明らかとなつたがさらに進んで定盤煉瓦の化学成分、物理的性質を比較検討した結果では、定盤煉瓦の品質が非常に問題となることを知る事が出来た。したがつて煉瓦疵の防止対策としては、作業管理上の問題はあつても、これには自らある限界があるわけであるから、結局は煉瓦品質の改善が必要になるわけである。

しかしながら、使用される煉瓦の数が多く

多岐にわたりかつ定盤に配置された各部の煉瓦熔損量、鋼塊位置別の疵の発生状況から、疵発生にあまり影響を与えないと考えられる部分もあつたので、重点的に検討を進めることにした。

以上のような観点から、この論文では注入管、湯道主道および湯口の各煉瓦に CoO を混入させた煉瓦を製作して、この CoO を trace することによつて、これらの煉瓦の中、いずれがどの程度の影響を煉瓦疵に与えるかを調査した結果について報告するものである。

以下、湯口、注入管、湯道の順に調査要領および結果を述べ、これらの結果に対して若干の考察を加えることにする。

II. 調 査 要 領

450 kg キルド鋼塊を対象とし 14 チャージにつき実施した。その内訳は、

- (1) ノズル煉瓦に CoO を混入したもの。第 1 回試験 3 チャージ。第 2 回試験 5 チャージ。計 8 チャージ。
- (2) 注入管煉瓦および A 煉瓦に CoO を混入したものの。3 チャージ。
- (3) 湯道 B 煉瓦に CoO を混入したものの。3 チャージ。

この際、これらの tracer 煉瓦は使用後における減量を測定した。

鑄込中の鑄型内浮游物を半定盤から出来るだけ綿密に採取した上、塊、粉に分けて分析した。鋼塊付着物についても同様である。

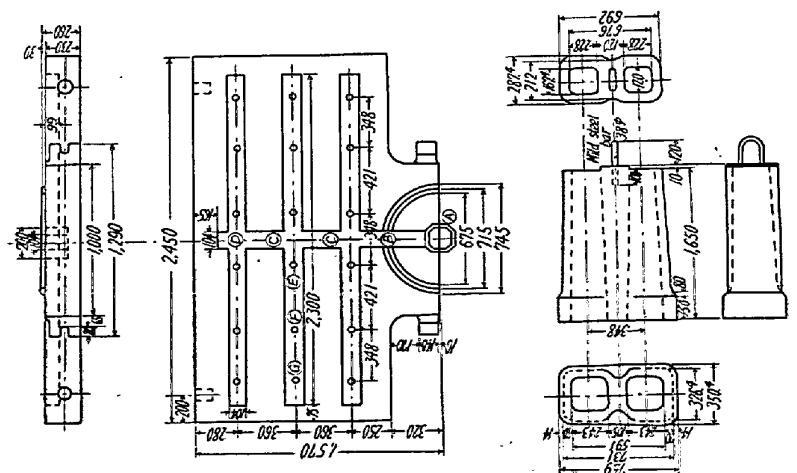


Fig. 1. Measurement of using a bottom plate and a mould.

(4) 本試験に使用した定盤および鑄型寸法をFig. 1に示す。

III. 湯口煉瓦に CoO を混入した場合の調査

(1) 第1回試験とし3チャージ, 第2回試験として5チャージを行つた。

湯口煉瓦に CoO を混入した場合の造塊条件は, Table 1のごとくである。

作業標準は出鋼温度 1620±15°C, 湯上り速度は 300 250mm/mn の範囲であり, 大体その範囲内に収まっている。

(2) 湯口煉瓦の物理的性質
試作煉瓦の物理的性質は Table 2のごとくである。

化学成分については Table 4に記載のとおりである。

(3) 実施要領

(a) 湯口は使用前後に於いて秤量し, 熔融減量を測定した。

(b) 鑄込中の鑄型内浮游物を極力綿密に半定盤から

採取した上, 塊, 粉に分けて分析した。鋼塊付着物についても同様。以下注入管煉瓦および湯道B煉瓦に CaO を混入した試験においても同様な要領で行つた。

(c) 普通のシャモット質湯口を使用した時には, レードルサンプル中には, 金属 Co は trace 程度しか存在しないことを予備調査の上確めたが, CoO tracer 煉瓦使用の場合もこれと同じ値を示したので, 熔融された煉瓦の CoO は還元されることなく, ほとんど全部が熔鋼と分離された状態にあることを確めた。

(d) 湯口の使用前後における秤量結果は Table 3のごとくである。

(e) 湯口についての調査結果: 各チャージのスカム分析を行つた結果は Table 4のごとくである。

湯口の熔損により地金中に入つて来る Co はレードルサンプル 0.02% で差物前の炉前ハーティサンプルも 0.02% で地金中には混入しないことがわかつた。

つぎに鑄込中の浮游物および鋼塊表面に付着するスカム中の CoO% は Table 4に示すように湯口の CoO% に比較してかなり低く, したがつて他の部分の熔損耐火

Table 1. Ladle analysis and casting condition.

	charge No.	C	Si	Mn	P	S	Tapping temp. °C	Pouring velocity mm/mn (1~4 bottom plates)			
								No. 1	No. 2	No. 3	No. 4
	1191	0.12	0.08	0.47	0.074	0.040	1630	304	—	—	—
	1608	0.10	0.08	0.47	0.075	0.038	1626	295	225	178	238
	1616	0.11	0.06	0.47	0.061	0.033	1616	235	236	225	—
	5471	0.12	0.06	0.44	0.087	0.048	1617	298	276	234	240
	5485	0.12	0.05	0.37	0.067	0.043	1645	295	294	295	295
	5499	0.12	0.06	0.38	0.070	0.042	1628	287	304	253	366
	5512	0.09	0.06	0.36	0.077	0.043	1617	295	299	275	352
	5525	0.12	0.07	0.45	0.085	0.040	1650	287	276	240	236

Table 2. Chemical composition.

Refractoriness sk	Porosity %	Absorption %	Apparent density	Compressive strength kg/cm ²
32	14.9	6.0	2.88	690

Table 3. Nozzle erosion and its percent.

	charge No.	Before use (g)	After use (g)	Weight loss (g)	Percent
1st test	1191	9840	8980	860	8.7
	1608	9855	9355	500	6.1
	1611	9840	9380	460	4.6
2nd test	5471	9790	9410	380	3.8
	5485	9770	9060	710	7.3
	5499	9815	8795	1020	10.4
	5512	9780	8940	840	8.6
	5525	9785	8900	885	9.0

Table 4. Chemical composition of scums and nozzles.

	charge No.	Bottom plate	Floating substance during pouring							
			lumps				fines			
			CoO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	T.FeO	CoO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	T.FeO
1st test	1191	No. 1+No. 2	0.32	24.90	58.10	5.00	0.34	58.20	15.60	9.50
	1608	No. 1+No. 2	0.38	19.30	54.40	3.05	0.38	30.50	17.43	3.70
	1616	No. 1+No. 2	0.22	—	—	—	0.24	—	—	—
2nd test	5417	No. 1	0.08	45.12	38.16	4.00	0.10	54.21	22.36	10.77
		No. 2	0.09	41.32	38.20	4.65	0.07	22.84	46.78	7.96
		No. 3	0.06	44.82	46.71	3.58	0.06	—	—	—
		No. 4	0.08	40.90	46.21	4.00	0.03	—	—	—
	5485	No. 1	0.07	37.18	34.56	7.45	0.06	31.77	44.04	9.12
		No. 2	0.11	28.28	50.68	21.38	0.08	22.18	50.22	11.68
		No. 3	0.05	30.00	48.42	5.91	0.08	23.90	48.46	11.41
		No. 4	0.16	27.28	44.50	10.88	0.08	19.84	54.20	8.10
	5499	No. 1	0.17	33.81	44.20	3.61	0.06	38.08	28.28	11.02
		No. 2	0.08	32.70	39.69	7.37	0.06	—	—	—
		No. 3	0.05	19.54	49.36	7.74	0.06	22.32	39.38	12.24
		No. 4	0.06	34.66	49.00	3.84	0.05	26.88	48.90	6.68
	5512	No. 1	0.08	25.10	53.80	5.30	0.14	29.88	34.44	11.13
		No. 2	0.10	31.58	37.62	4.12	0.06	—	—	—
		No. 3	0.13	—	—	—	—	—	—	—
		No. 4	0.13	15.63	70.70	4.00	—	—	—	—
	5525	No. 1	0.07	37.72	41.70	5.33	0.11	46.10	42.72	11.50
		No. 2	0.14	37.4	36.1	4.46	0.07	29.39	39.88	10.00
		No. 3	0.09	28.75	33.88	12.39	0.10	36.94	37.42	10.26
		No. 4	—	—	—	—	—	—	—	—

物および脱酸生成物のために薄められた形になっていることが考えられる。しかし脱酸生成物としての、SiO₂, Al₂O₃ はかなり低い値であるから、大部分は耐火物の熔損によるものと考えられる。

第1回試験では、第1定盤、第2定盤の混合サンプルによる分析結果であるが、第2回試験では定盤間のCoO分布状況を詳細に調査した。

IV. 注入管および湯道煉瓦に CoO を混入した場合の調査

つぎに注入管(含A煉瓦)および湯道B煉瓦に CoO を混入した場合の調査方法は以下のごとし。

(1) 使用区分

(a) 注入管煉瓦とA煉瓦に CoO を混入したもの3チャージ。

(b) 湯道B煉瓦に CoO を混入、他はシャモット質を使用。3チャージ

(c) CoO は (a), (b) に別々に含有させたものを第1定盤に使用した。

(d) 使用状況は Fig. 2 のごとし、すなわち (a)

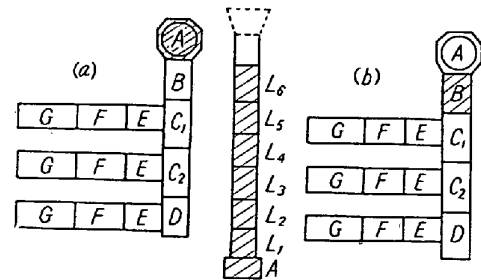


Fig. 2. Arrangement when CoO tracer bricks (hatched) are tested at trumpet and B brick.

では注入管煉瓦およびセンター煉瓦に CoO を含有させ (b) では湯道主道に CoO を含有させた。それらの煉瓦はハッチングに示す部分である。

(2) 試験結果

(a) 造塊条件: 鋼塊化学成分, 出鋼温度, 湯上り速度は Table 5 のごとし。

これらは湯口煉瓦の場合と同様に作業標準内にある。

(b) 試験要領: 湯口の場合と同じ。

(c) 注入管 A 煉瓦および湯道 B 煉瓦による調査結果:

分析結果は Table 6 のごとくである。

Table 4. Continued

	Charge No.	Bottom plates	Substances attached to ingot surface								Nozzle bricks			
			lumps				fines				CoO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	T.FeO
			CoO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	T.FeO	CoO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	T.FeO				
1st test	1191	No. 1+No. 2	0.39	51.50	15.50	12.20	—	—	—	—	2.67	40.28	54.50	2.50
	1608	No. 1+No. 2	0.20	—	—	—	0.19	—	—	—	2.98	41.28	53.24	1.50
	1616	No. 1+No. 2	0.19	—	—	—	0.19	—	—	—	2.67	—	—	—
2nd test	5417	No. 1	0.06	26.68	56.50	3.20	0.06	37.14	37.86	6.35	1.07	38.45	53.70	2.48
		No. 2	0.05	30.2	58.5	5.00	0.07	36.40	38.31	3.14				
		No. 3	0.06	—	—	—	—	—	—	—				
		No. 4	0.07	—	—	—	0.06	—	—	—				
	5485	No. 1	0.01	25.40	35.10	6.99	0.09	54.21	27.38	7.99	0.91	39.07	52.50	4.52
		No. 2	0.14	43.08	43.21	4.24	0.10	17.73	48.32	13.07				
		No. 3	0.08	35.00	56.50	4.00	0.05	26.75	57.02	5.43				
		No. 4	0.08	30.54	56.52	4.00	0.07	—	—	—				
	5499	No. 1	0.20	33.66	49.08	4.89	0.18	30.14	47.41	9.20	1.00	36.78	57.60	2.19
		No. 2	0.11	33.08	48.00	5.11	0.10	23.53	47.96	9.99				
		No. 3	0.10	33.62	54.04	3.00	—	—	—	—				
		No. 4	—	—	—	—	—	—	—	—				
	5512	No. 1	0.11	32.42	49.20	4.00	0.16	27.64	59.12	6.24	0.94	35.11	56.24	3.06
		No. 2	0.13	31.00	48.42	12.42	0.08	—	—	—				
		No. 3	0.07	28.54	55.86	4.00	0.05	—	—	—				
		No. 4	0.04	28.48	53.40	4.00	0.05	27.90	57.16	5.37				
5525	No. 1	0.09	26.78	45.86	4.38	0.07	—	—	—	0.93	34.51	57.84	3.94	
	No. 2	0.06	38.56	38.56	10.46	—	—	—	—					
	No. 3	0.08	30.06	52.08	6.32	0.07	—	—	—					
	No. 4	0.07	32.18	44.20	4.80	0.07	—	—	—					

Table 5. Casting conditions.

	Charge No.	Ladle analysis					Tapping temp. °C	Pouring velocity mm/mn
		C	Si	Mn	P	S		
1st test	6137	0.11	0.09	0.48	0.080	0.042	1630	315
	6150	0.11	0.06	0.42	0.068	0.048	1616	299
	6178	0.11	0.05	0.44	0.062	0.045	1608	277
2nd test	6189	0.10	0.07	0.44	0.074	0.037	1623	299
	6192	0.11	0.08	0.46	0.078	0.040	1635	299
	6491	0.10	0.08	0.44	0.063	0.030	1620	299

つぎに減量測定であるが、第1定盤における使用前後の減量を秤量した結果は Table 7 のごとくである。

V. 考 察

以上の結果にもとずき、以下若干の考察を加えて見る。湯口煉瓦、注入管煉瓦およびB煉瓦のそれぞれの試験においてスカム中の CoO% および熔融量にバラッキがあるが、考察を進める上に一応平均値で考えることとする。したがって各グループの母体とスカム中の CoO% および熔損量はつぎのようになる。

- (1) 湯口に CoO を混入した場合 (Table 8 (a))
これより1チャージ当り熔融全量 = $706 \times 1.85 / 0.17 = 7683 \text{ g}$
- (2) 注入管およびA煉瓦に CoO を混入した場合
Table 8 (b)
これより定盤につき熔融全量 = $3067 \times 0.76 / 0.07 = 33299 \text{ g}$
- (3) 湯道B煉瓦に CoO を混入した場合 (Table 8 (c))
これより半定盤につき熔融全量 = $575 \times 0.91 / 0.05 =$

Table 6. Chemical composition of scums and B bricks.

charge No.		Floating substance during pouring				Substance attached to ingot surface			
		CoO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	T.FeO	CoO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	T.FeO
6137	lumps	0.06	38.7	45.2	6.67	0.06	37.4	42.3	9.71
	finer	0.07	56.2	19.8	15.70	0.06	39.0	38.3	9.89
6150	lumps	0.07	40.2	36.6	5.01	0.06	46.3	36.1	8.06
	finer	0.13	35.2	23.5	15.24	0.03	52.5	20.9	17.95
6178	lumps	0.05	35.8	41.8	7.08	0.10	39.6	37.0	9.15
	finer	0.05	47.2	29.0	12.09	0.08	42.6	29.2	17.21
6189	lumps	0.07	41.8	25.1	8.72	0.03	49.8	36.9	7.09
	finer	0.02	48.6	17.3	13.47	0.03	58.6	22.3	9.64
6192	lumps	0.05	36.4	35.7	11.11	0.07	37.1	44.0	9.37
	finer	0.04	43.4	13.6	21.89	0.04	38.1	19.9	17.11
6491	lumps	0.06	32.78	42.60	12.32	0.07	36.78	40.96	8.22
	finer	0.04	40.49	36.88	13.59	0.05	35.11	43.00	13.43

charge No.		A or B bricks				Trumpet						
		CoO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	T.FeO	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	L ₅	L ₆	
						CoO	CoO	CoO	CoO	CoO	CoO	
6137	lumps finer	A	0.55	28.92	61.44	4.96	0.58	0.58	0.62	0.54	0.62	0.46
6150	lumps finer	A	0.72	27.23	64.82	3.01	0.86	0.78	0.75	0.67	0.79	0.91
6178	lumps finer	A	0.53	26.74	55.33	7.19	1.18	1.20	1.40	0.80	0.77	0.75
6189	lumps finer	B	0.80	28.91	57.83	6.53						
6192	lumps finer	B	1.18	25.53	64.00	8.05						
6491	lumps finer	B	0.75	30.68	65.40	1.63						

Table 7. Weight loss of trumpet and A & B bricks after use.

	Ch. No.	A (g)	B (g)	L ₁ (g)	L ₂ (g)	L ₃ (g)	L ₄ (g)	L ₅ (g)	L ₆ (g)	Total (g)
Trumpet test	6137	95		375	430	300	335	285	150	1960
	6150	90		400	450	310	145	110	130	1635
	6178	90		2350	1130	910	700	295	120	5595
B brick test	6189		770							770
	6192		775							775
	6491		250							250

10465 g

以上の結果より熔融全量にかなりの差を生じたが、この場合つぎの前提条件の下に考えを進めて来た。すなわち、

(a) CoO が他の熔融耐火物と均一に混合するもの

とした。または

(b) 熔融耐火物が全部鑄型内に入つて浮上し、あるいは鋼塊付着物として全部採取したものとする。

この二つの条件の中、一つを満足することが出来るならば CoO バランスより熔融全量を導出することは可能

Table 8. (a)

	Ch. No.	Initial CoO (%)	Weight loss (g)	CoO aver. (%)
1st test	1191	2.67	860	0.35
	1608	2.98	500	0.28
	1616	2.67	455	0.21
2nd test	5471	0.94	380	0.08
	5485	1.00	710	0.11
	5499	0.91	1020	0.15
	5512	1.07	840	0.12
	5525	0.93	885	0.09
Aver.		1.85	706	0.17

Table 8. (b)

Ch. No.	Initial CaO (%)	Weight loss (g)	CaO aver. (%)
6137	0.57	1960	0.06
6150	0.78	1635	0.07
6178	0.95	5595	0.07
aver.	0.76	3067	0.07

Table 8. (c)

Ch. No.	Initial CoO (%)	Weight loss (g)	CoO aver. (%)
6189	0.80	775	0.04
6192	1.80	700	0.05
6491	0.75	250	0.06
aver.	0.91	575	0.05

である。

しかしながら湯口、注入管、A煉瓦およびB煉瓦のそれぞれの試験において熔融全量にバラッキを生じた。この原因については以下のことが考えられる。湯口煉瓦、注入管煉瓦、A煉瓦、およびB煉瓦の熔融耐火物はおのこの場所によりスカムとして均一に混合浮上して来る割合が違うために、分析値に表われる CoO% に変動を生じたものではないかと考えられる。例えば湯口煉瓦の熔融耐火物は、現在比較している他の耐火物注入管、B煉瓦よりも熱い熔鋼に接し、鑄型までの距離も遠いので熔鋼流によつて鑄型内に混入して浮上される機会が多いと考えられ、注入管、A、B煉瓦では湯の熱は低下し均一に混合する時間も短いことによるためと考えられる。

試験結果より算定された耐火物熔融量は、実際の湯道煉瓦の熔損より測定した結果では、1チャージ 30~35 kg であり、したがつて1定盤では大体 7.5~8.5 kg となり、上記の数値と比較すると非常に差異を生じている。これは各部分の熔融耐火物が均一に混合浮上して来る割合が違つてくることによると考えられるので、その割合を湯口、注入管(含A煉瓦)、湯道B煉瓦および他

の熔融耐火物について、それぞれ $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ とする。したがつて1定盤についてのスカム構成因子としては、

煉瓦種類	実熔損害	母体の CoO	Scum 中の CoO	係数
Nozzle	1/4·Wn	Con	Con'	α
Trumpet	Wt	Cot	Cot'	β
B-runner	Wb	Cob	Cob'	γ
Other refractories	Wr	Cor	Cor'	δ

全部混合浮上した場合の CoO% を Co とし
スカム中の CoO% を Co' とする。

ここで例えば実際の湯口に CoO を混入し完全に浮上混合した場合は次式で表わされる。

$$Co = (1/4 \cdot Wn + 2 \cdot Con) / W / 2$$

$$= (1/4 \cdot Wn \cdot \alpha + 2 \cdot Con) / W \dots \dots \dots (1)$$

1チャージに4定盤使用するので、1定盤当りの湯口熔融量は1チャージの熔融量の1/4とする。

ここで実際の場合に合わせるために上記の係数を入れると、

$$Con' = 1/4 \cdot (Wn \cdot \alpha + 2 \cdot Con) / (1/4 Wn \cdot \alpha + 2 \cdot Con) / W$$

$$= 1/4 \cdot Wn \cdot \alpha / W' \dots \dots \dots (2)$$

同様に注入管の場合は

$$Cot' = Wt \cdot \beta / W' \dots \dots \dots (3)$$

同様にB煉瓦の場合は

$$Cob' = Wb \cdot \gamma / W' \dots \dots \dots (4)$$

となる。(2)(3)(4)式より

$$W' = (1/4 \cdot Wn \cdot \alpha) / Con' = (Wt \cdot \beta) / Cot'$$

$$Cot' = (Wb \cdot \gamma) / Cob' \dots \dots \dots (4')$$

したがつて

$$\alpha : \beta : \gamma = Con' / (1/4 \cdot Wn \cdot \alpha) :$$

$$Cot' / (Wt \cdot \beta) : Cob' / (Wb \cdot \gamma) \dots \dots \dots (5)$$

となる。湯口、注入管、B煉瓦の各グループの試験結果の平均値を(5)式に代入する。

$$Wn \quad Con \quad Con' \quad Wt \quad Cot \quad Cot' \quad Wb \quad Cob \quad Cob'$$

$$706 \quad 1.85 \quad 0.17 \quad 3067 \quad 0.76 \quad 0.07 \quad 575 \quad 0.91 \quad 0.05$$

$$\alpha : \beta : \gamma = 0.17 / (1/4 \cdot 706 \cdot 1.85) : 0.07 / 3067 : 0.05 / 575$$

$$= 17 : 1 : 2 = 1 : 1/17 : 2/17 \dots \dots \dots (6)$$

これより注入管煉瓦およびB煉瓦は熔融してスカムになる場合、均一に混合浮上する割合はそれぞれ湯口の1/17, 2/17の割合になり、湯口にくらべて浮上し難いということがわかる。

混合浮上して鋼塊表面にスカムとして現われないもの

は、一応鋼塊中の非金属介在物になると考え、それぞれの割合をX, Y, Zとするとつぎのようになる。

$$X:Y:Z = \{1-2/(\alpha+\beta+\gamma)\} : \{1-\beta/(\alpha+\beta+\gamma)\} : \{1-\gamma/(\alpha+\beta+\gamma)\}$$

ゆえに重量比は

$$1/4 \cdot W_n(\beta+\gamma)/(\alpha+\beta+\gamma) : W_t(\alpha+\beta)/(\alpha+\beta+\gamma) : W_b(\alpha+\beta)/(\alpha+\beta+\gamma) \dots\dots\dots (7)$$

(7) 式に W_n, W_t, W_b および (6) 式の α, β, γ の値を代入すると、

$$X:Y:Z = 1/4 \cdot 706 \cdot (1+2)/(17+1+2) : 3067 \cdot (17+2)/(17+1+2) : 2 \cdot 575 \cdot (17+1)/(17+1+2) \\ \approx 1:110:39$$

すなわち熔融したそれぞれの耐火物の中、鋼塊表面に現われないで鋼塊内部に混入される重量比は1:110:39となり注入管煉瓦は煉瓦疵として大きな影響を与えることが考えられる。

しかしそれぞれの耐火物の重量が違っているために、こゝで熔鋼に接触した単位長さについて考えてみると、それぞれの長さは、270 mm, 185 mm, 400 mm となり単位長さにおける各耐火物の混合浮上割合を α', β', γ' とすれば

$$\alpha':\beta':\gamma' = 0.17/(1/4 \cdot 706 \cdot 1.85 \cdot 1/270) : 0.07/(3067 \cdot 0.76 \cdot 1/1857) : 0.05/(1150 \cdot 0.91 \cdot 1/400+2)$$

$$\approx 0.145:0.056:0.04 = 3.6:1.4:1$$

いずれにしても、注入管、B煉瓦は混合浮上し難い。ゆえに使用耐火物中特に品質改善の要ありと思われる。

VI. 結 論

CoO tracer を少量混入した湯口、注入管およびB煉瓦を使用してそれぞれの耐火物が熔融してどのような割合で、スカムとして浮上するか、その係数を調査した結果大体つぎのようなことがいえるようである。

(1) 湯口、注入管、および定盤B煉瓦が熔融して鑄型内および鋼塊表面でスカムを生成する場合均一に混合浮上する割合 $\alpha:\beta:\gamma=17:1:2$ であり、それぞれの耐火物が熔鋼に接触した単位長さで検討すると $3.6:1.4:1$ となり、いずれにしても、注入管煉瓦、B煉瓦は熔融してもスカムにはなり難く、鋼塊内に混入されたり、湯道、注入管などに溜り、浮上し難いことがわかった。

(2) 1定盤に発生する鋼塊付着物以外の表面に現われない非金属介在物、すなわちこれは砂疵の大きな因子になると考えられるが、これについてのそれぞれの重量比は $1:110:39$ であり、やはり注入管煉瓦が最も大きく影響し、つぎに定盤、B煉瓦で、これらの耐火物について品質改善の必要がある。(昭. 33-7 寄稿)

焼入、常温時効および焼戻による長さの変化と靱さについて*

(低W-Cr 工具鋼 (SKS 2) の低温熱浴焼入—II)

立 川 逸 郎**

LENGTH CHANGES AND TOUGHNESS ON QUENCHING, AGING AND TEMPERING

(Hot-Bath Quenching of a Low W-Cr Tool Steel (SKS 2)
in Low Temperature Range—II)

Itsuro Tatsukawa

Synopsis:

In this article, using cylindrical specimens of a 1.0% C-1.0% Cr-1.4% W tool steel, length changes on hot-bath quenching under certain conditions at temperatures both above and below its Ms point (162°C), subsequent aging at room temperature and tempering were measured. Their intensity of magnetization, hardness and toughness in statical bending test were also measured, being compared with those in the case of oil quenching and tempering.

* 昭和 31 年 10 月 本会講演大会にて発表 ** 熊本大学工学部機械工学教室