

最後に酸素使用量, 炉床面積, 出鋼量, 製鋼時間, 製鋼能率, 入熱量, 燃料原単位それぞれの関係をもとに各種の計算ができ, それらの諸関係を Fig. 1 のような一括計算図表にまとめると便利である. これらの事から平炉内焰の伝熱を有効に利用し, 熱効率をあげ, 製鋼能率を向上できるので従来のかかなり経験的炉型設計から, 合理的炉型設計へと一歩進むことができたことと確信する.

文 献

- 1) Flame Radiation Joint Committee 報告: 学振 19 委 2 分科会で紹介
- 2) T. I. Ess: Iron & Steel Eng., 25 (1948), 1, p. 19~70
- 3) L. BRUNO: Riv. d. metallurgù, 35 (1938), 1, p. 52~72; 131~142
- 4) W. C. BUELL: The Open Hearth Furnace, Its Design, Construction and Practure. 1 (1936), 2 (1937), 3 (1939). Penton, Pub. Co., Cleaveland.
- 5) G. GRJMAILLO: Flow of Gases in Furnaces. (1923) John Wiley & Sons Inc.

669,183.2/1.22:669,764.1  
 (97) マグネシアスタンプ炉床の性状  
 におよぼす施工条件の影響

(平炉用炉床の研究—I)

八幡製鉄所, 技術研究所 No.64259  
 工博 大庭 宏・杉田 清・島田康平

Influence of Bottom Making Conditions  
 on Properties of Magnesia Rammed  
 Hearth.

(Study on magnesia rammed hearth for open  
 hearth furnaces—I)

Dr. Hiroshi OHBA, Kiyoshi SUGITA  
 and Kōhei SHIMADA.

I. 結 言

平炉および電気炉の炉床には, マグネシアスタンプが採用されている場合がきわめて多い. また, 炉床は常に溶鋼に接している点で, 精錬上最も重要な耐火材内張であるといえる.

マグネシアスタンプ炉床については, 特に米国において各種の研究結果<sup>1)~6)</sup>が報告されているが, 大部分が材質に関するものである. スタンプ炉床の性能は, 使用材料の品質のみならず, 粒度構成, 結合剤の添加量, スタンプ時間, 乾燥条件などの施工条件によつても影響をうける.

今回, それらの施工条件が炉床の性状におよぼす影響について実験, 調査したので, その概要を報告する.

II. 粒度分布と苦汁添加量の影響

1. クリンカーの性状

供試したクリンカーは当所で常用している海水マグネシアクリンカーで, その性状は Table 1 に示したとおりで, 使用に際して粗粒と微粉を混合している.

2. 空隙率の測定

粗粒と微粉の混合比率によつて充填率, あるいは空隙率が変化することが, 当然考えられるので, 両粒分の混

Table 1. Properties of ramming materials for bottoms.

True specific gravity		3.54	Grain size distribution (%)		
Chemical analysis (%)	Ig. loss	0.48		"Coarse"	"Fine"
	SiO <sub>2</sub>	1.68	>3mm	5.0	
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.63	1~3	52.1	0.6
	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.42	0.5~1	22.2	2.5
	MnO	0.19	0.2~0.5	9.2	23.7
	CaO	0.16	<0.2	11.5	73.2
	MgO	93.15	Size of MgO crystal:		10~50 μ

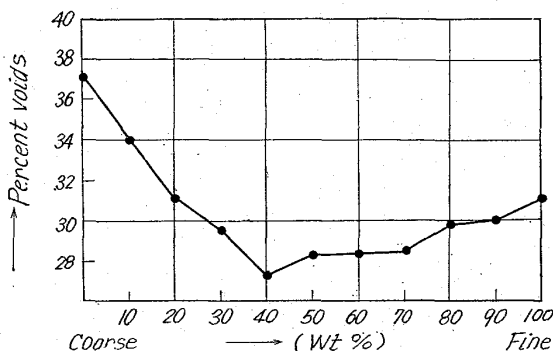


Fig. 1. Relation between coarse-fine ratio and voids percent of ramming mixture.

合比と空隙率の関係を調べた.

空隙率の測定法は, 両粒分の合種混合物をそれぞれ 300 g 調製し, メスシリンダー中で約 200 回の上下振動を与え, その容積 (見掛容積) を測定して次式より空隙率を算出する方法である.

$$\text{空隙率 (\%)} = \{V_a - 1\} / V_a \times 100$$

ただし  $V_a = \text{見掛容積} / (\text{粗粒真容積} + \text{微粉真容積})$

測定結果は Fig. 1 のごとくで, 粗粒:微粉=60:40 (重量比) の混合比の場合に最密充填となることが判つた.

3. 苦汁添加量と強度の関係

粗粒/微粉混合比 60/40 および 40/60 の 2 種類の配合について, 結合剤として 30°Bé の苦汁を添加し, 30×30×35 mm 形状のブリケットを手打成形し, 苦汁添加量とブリケットの圧縮強さの関係を調べた. 苦汁添加量の増加とともに圧縮強度は増加し, 10% 付近で最大値を示している (Fig. 2).

4. 考 察

以上の実験結果より, まず粗粒と微粉の混合比は, 現状の両粒分の場合粗粒 60/微粉 40 のものが最低の空隙率を示しており, したがつてスタンプ後の炉床も緻密になると考えることができる. しかし, 実際にはスタンプ作業中に粒が破壊されることが予想できるから, 粗粒の比率はこの値より過剰にしておくことが望ましい. 70粗粒+30微粉が適正であろう.

結合剤としての苦汁の添加量は, 今回の手打ブリケットの結果では 10% 付近が強度の点で最適と考えられるが, 加圧効果の大きいランマーによる実際作業条件を考慮すると 8% 付近で十分であろう. また乾燥の面からも

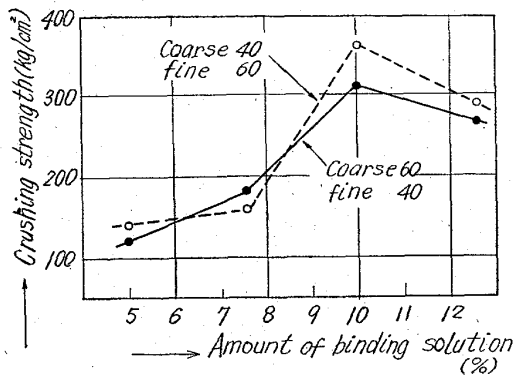


Fig. 2. Relation between amount of binding solution (brine bitter, 30°Bé) and crushing strength.

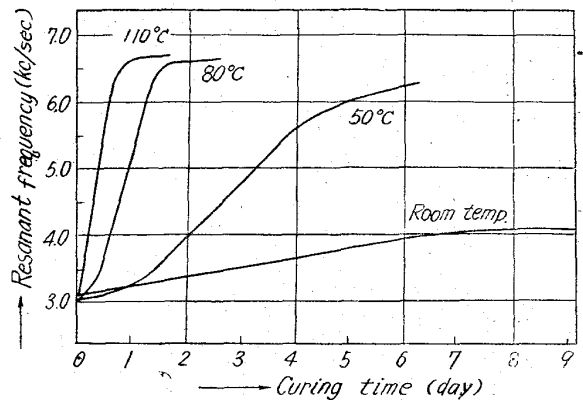


Fig. 4. Relation between characteristic resonant frequency and curing time.

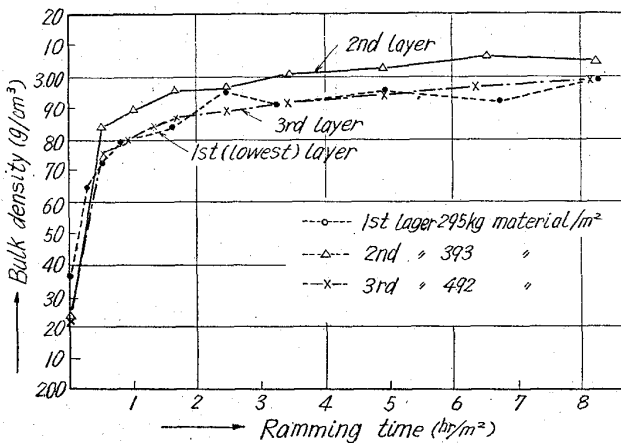


Fig. 3. Influence of ramming time on bulk density of rammed layers.

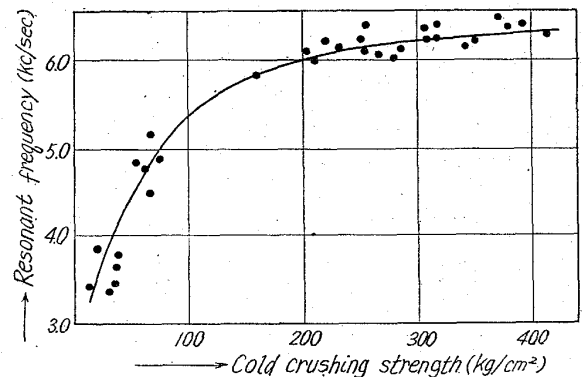


Fig. 5. Relation between characteristic resonant frequency and crushing strength.

結合剤の添加量はなるべく少ないことが望ましい。

### III. スタンプ時間の影響

実際の炉床は4~5層にスタンプ層を積重ねてつくられる場合が多い。したがって、下部のスタンプ層は長時間のスタンプ効果をうけていることになる。各種の予備実験の結果、スタンプ時間を各層について一定とするときは、上層に移るにしたいがい単位面積当りの炉床材量を多くする。すなわち、上層程スタンプ層を厚くする方法が、スタンプ時間短縮の点からも、また均一なスタンプ炉床を得るためにも好ましいことが判つた。

Fig. 3は、実験用木型(360φ×520mm)での三層スタンプ実験の結果からスタンプ時間と嵩比重(木型内容積よりの計算値)の関係を示したものである。

実験条件は粗粒/微粉=60/40の混合比とし、結合剤は35°Béの苦汁8%を添加し、7~8 kg/cm<sup>2</sup>の空気圧のランマーを使用した。第1層(最下層)には295 kg/m<sup>2</sup>、第2層393 kg/m<sup>2</sup>、第3層492 kg/m<sup>2</sup>の炉床材を使用した。Fig. 3の横軸は木型断面積から1m<sup>2</sup>当りの時間に換算したものである。

Fig. 3にみられるように、嵩比重はスタンプ作業の初期に急激に増加し、1 hr/cm<sup>2</sup>以降は増加率が鈍る。WORTMAN<sup>6)</sup>は炉床スタンプ後の嵩比重は280 g/cm<sup>3</sup>以上が望ましいと報告しているが、今回の実験結果からは各層とも1 hr/m<sup>2</sup>のスタンプ時間で十分であることが

判る。ただし、木型と実際の炉床の相似関係については今後検討の余地がある。

### IV. スタンプ材の硬化速度

#### 1. 実験方法と原理

スタンプ材は苦汁中のMgCl<sub>2</sub>、MgSO<sub>4</sub>と反応してMgO-MgCl<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>O系、あるいはMgO-MgSO<sub>4</sub>-H<sub>2</sub>O系のマグネシアセメントを生成して硬化する。硬化により強度あるいは弾性率が増加するので、その増加状況を非破壊試験的に測定する方法として音波振動法<sup>7)</sup>を利用した。すなわち硬化の進行とともに共振周波数が増加する関係を利用した。

実験条件は、スタンプ材粗粒60%+微粉40%(苦汁35°Bé)12%の配合より手打により40×40×160mmの試片を成形し、各温度に保持して養生乾燥し、所定時間毎に試片の共振周波数(基本波)を測定した。また、別途に同一条件で作成した試片について固有振動数と圧縮強さの関係を求めた。

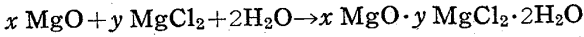
#### 2. 実験結果と考察

Fig. 4は、各温度での養生乾燥時間と固有振動数の関係を示したもので、Fig. 5は圧縮強さと固有振動数の関係を示したものである。

これらの諸結果から判ることは、マグネシアセメントの硬化速度に対して温度が大きく影響していることである。すなわち室温での自然乾燥では硬化は十分に進行せず、50°Cでも硬化は遅い。80°Cあるいは110°Cの結果は低温の場合に比べ著しく速い硬化状況を示してお

り、40 hr 以内で一定強度 (約 200 kg/cm<sup>2</sup> 圧縮強さ) に達している。

したがって、炉床造成後の乾燥は 80°C 以上でおこなうことが望ましい。ただし、マグネシアセメントの形成は下記のように水和物の生成であるから、



セメント形成に必要な水分の蒸発やセメントの分解 (250°C 以上<sup>8)</sup>) との関連を考慮しておく必要がある。

V. 総 括

マグネシアスタンプ炉床の性状、特に強度および密度におよぼす施工条件の影響を調べた。粒度配合は粗粒分 60% と微粒分 40% が最密充填を示し、苦汁の添加量は 8~10% が適正である。スタンプ時間は 1 hr/m<sup>2</sup> 以内で十分である。

スタンプ炉床の硬化には温度の影響が大きく、80°C 以上で急速な硬化が起ることが判つた。

文 献

- 1) R. SMITH: J. Metals, 2 (1950) 5, p. 754
- 2) M. P. FEDOCK: ibid., 4 (1952) 3, p. 247~249
- 3) W. E. BRANDT: Proc. Open-Hearth, 35 (1952) p. 103~104
- 4) H. M. KRANER: ibid., 35 (1952) p. 87~102
- 5) R. R. FAYLES: STEEL, 132 (1953) p. 87~88
- 6) S. WARTMAN: Iron & Steel Eng., (1959) 11, p. 127~133
- 7) 吉木文平: 耐火物工学 (昭37) p. 154, 技報堂
- 8) B. KASSNER: Tonind-Ztg., 82 (1958) p. 290~291

669.162.266.24:621.746.32-26

(98) シェーキング・レイドルの試作  
(シェーキングレイドルについて-I)

尼崎製鉄 大黒竹司  
〃 呉製鋼所 森 玄三  
〃 技術開発研究部 No.64260  
林 登・〇矢倉林之助・福島 章

A New Shaking Ladle.

(On the shaking ladle-I) PP1795~1797  
Takeshi OKURO, Genzo MORI,  
Noboru HAYASHI, Rinnosuke YAGURA  
and Akira FUKUSHIMA.

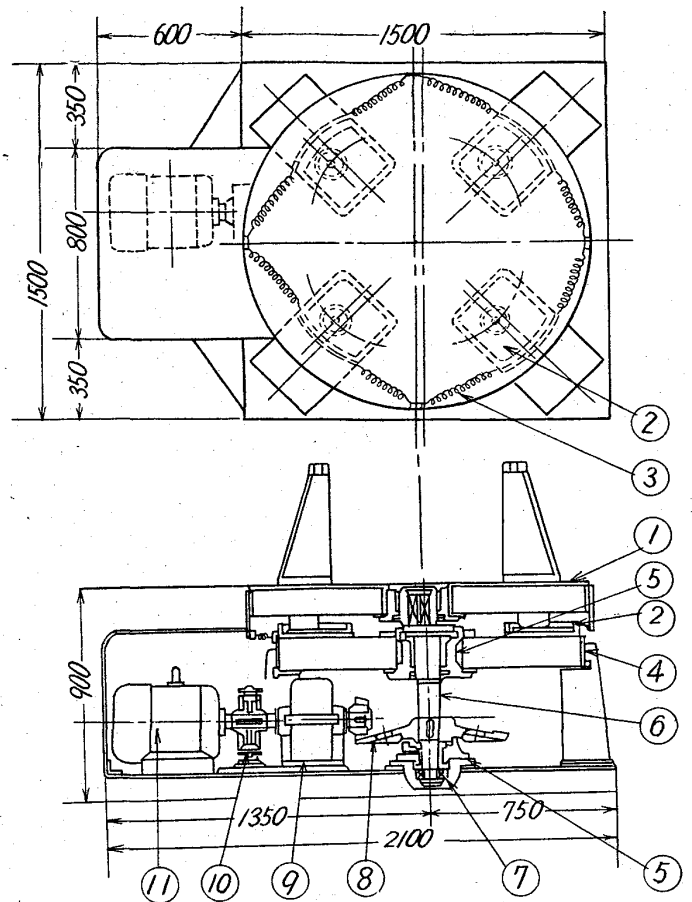
I. 結 言

前報<sup>1)2)</sup> では新しい揺動法の発見と鑄鉄溶湯への適用結果について報告した。その際行なつた揺動は、正逆両方向の偏心回転を行ないつつ、偏心量を変化させる方式であつた。しかし、偏心量の変化は、新揺動法の特徴である溶湯の渦巻き状運動発生<sup>3)</sup>の必須条件ではなく、しかも装置を複雑化するという欠点がある。したがって実用装置では当然偏心量一定という方針を採るべきであると考へた。

今回、上記方針にしたがつた 5~600kg の小容量装置を試作し、脱硫について二三の実験を行なつた。以下にその概要を報告する。

II. 装置および方法

Fig. 1 に揺動装置本体の略図を示す。この装置は次の



① Shaking table, ② Flat metal, ③ Spring, ④ Frame, ⑤ Plain bearing, ⑥ Vertical crank shaft, ⑦ Thrust bearing, ⑧ Bevel gear, ⑨ Reducer, ⑩ Brake, ⑪ Motor 7.5 HP.

Fig. 1. General view of the shaking ladle designed by the authors.

ようにして作動する。電動機<sup>11)</sup>により起された回転は、減速機<sup>9)</sup>を経て傘歯車<sup>8)</sup>に伝えられる。これによりクランクシャフト<sup>6)</sup>が回転し、揺動台盤<sup>1)</sup>に偏心回転運動が伝えられる。取鍋を揺動台盤に装着することにより、溶湯は偏心回転を行なう。慣性バネ<sup>3)</sup>は揺動台盤の自転防止の役目を果たす。

偏心量 (a) は 45mm, 回転数は毎分 97 である。これらの値は、筆者らが別に求めたブレイク現象の現われる回転数の一般実験式をもとにして決定したものである。

取鍋は前報<sup>1)</sup>の実験結果から、円筒型を採用した。最初予備実験用として内径 534mm のものを試作し、続いて内径 609mm のものを製作した。Fig. 2 にこれら取鍋の概略の形状、寸法を示す。

実験には製鋼用銑を使用した。すなわち、装置を当社高炉炉前に設置し、出銑時、湯道に設けた支流より溶銑を採取し、実験に供した。

脱硫剤には市販のインジェクション用カーバイドを用いた。Table 1 にその化学組成、粒度分布を示す。

正逆偏心回転は、6.8sec 通電、1.5sec 休止のサイクルとした。

温度測定には、浸漬温度計を用いた。