

現場技術

Charcoal Powder Injection을 이용한 Cupola 熔解

張文碩*, 李光節**, 朴利潤***

Cupola Melting Operation with Charcoal Powder Injection

M.S.Chang *, K.J.Lee** and L.Y.Park***

1. 序 論

현재 中小企業 鑄物工場들은 品質의 安定, 生産費 低下, 工程의 合理化 등 여러가지 난제를 가지고 있으며 이런 난제들을 解決해 나가야만 發展하는 企業으로 存在할 수 있다. 현재 鑄物工場의 熔解設備중 cupola 내지는 유도로가 거의 주를 차지하고 있으며 특히 우리나라에서는 石油不在라는 차원에서 볼때 앞으로 cupola의 熔解技術 開發은 무엇보다 중요하다고 본다.

그러나 cupola 操業에 있어서는 成分調節의 난점이 있을뿐만 아니라 燃料과 地金の 費用節減과 熔湯의 性狀에 있어서도 항상 어려움이 뒤따른다.

本 資料에서는 이런 문제를 조금이나마 해결하고자 charcoal powder injection을 이용한 cupola 熔解操業의 資料를 정리해 보았다.

2. 吹入材料와 吹入裝置

취입장치의 개략적인 그림은 그림 1과 같다.

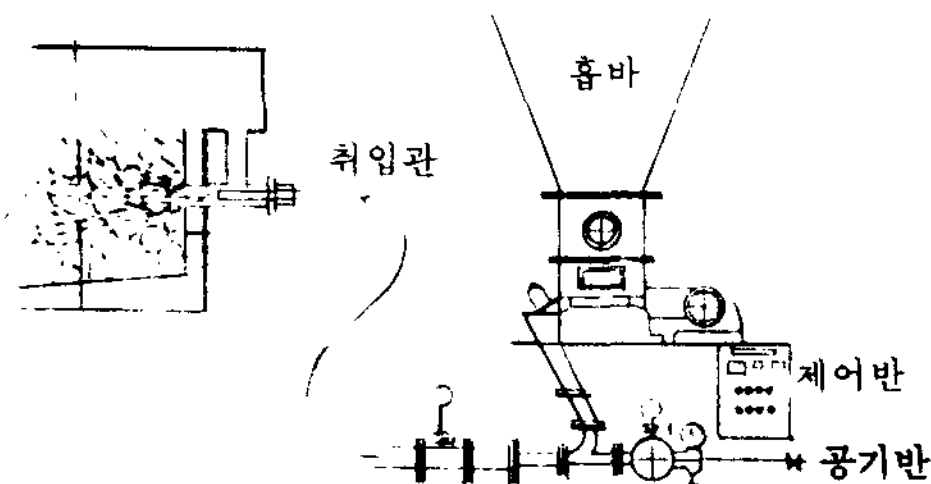


그림 1. 吹入裝置의 개략도

本 資料은 1986年度 釜山·慶南支部 講演會에서 發表

- * 釜山鑄工株式會社 技士
** 釜山鑄工株式會社 部長
*** 釜山鑄工株式會社 理事

그림 1에서 보면 흡바의 저부는 원료의 압력을 일정하게 해주는 교반기가 설치되어 있어 원료의 bridging을 방지하고 균일화를 이룰 수 있으며 항상 정량의 powder량을 유지 공급할 수 있다.

제어반은 모터의 회전속도를 제어해 주는 것으로서 charcoal powder 투입량의 조절을 해주는 주역할을 하고 있다. 공기반은 송풍기의 송풍관에서 따온것으로 그 자체 풍압으로는 부족하여 압축공기를 이용한 booster를 통하면서 약 2,500 mm Ag 정도의 압력으로 올려줄 수 있으나 작업상 800~1,000 mm Ag 정도에서 작업을 하고 있다. 그리고 이 기계의 용량은 3.7kw로써 5HP에 해당한다.

취입재료로서는 토상흑연분을 사용하며 토상흑연분의 成分과 粒度는 표 1과 표 2와 같다. 취입하는 곳은 3군데로 하단 tuyere에 취입하며 풍압은 800mmAg 정도이며 취입량은 투입 coke 량에 대한 4.4~11.4% 범위이다.

표 1. Charcoal powder의 成分

Table with 5 columns: 고정 탄소 (%), 회 분 (%), 휘발분 (%), 수 분 (%), S (%). Values: 86.07, 11.08, 2.58, 0.27, 0.46.

표 2. Charcoal powder의 粒度成分

Table with 10 columns: Mesh No., 30, 40, 50, 70, 100, 140, 200, 270, PAN. Values: 53.0, 9.4, 8.0, 8.0, 6.0, 5.0, 4.0, 2.4, 4.2.

3. Cupola 操業條件

본 實驗에서 사용되어진 cupola는 冷風, 水冷式, 2 段 分割式 酸性 cupola이며 熔解能力은 4T/H이다. Cupola의 주요제원은 표 3과 같다.

표 3. Cupola 제원

Cupola 內徑	740 mm
Tuyere Ratio 上	10.57
Tuyere Ratio 下	6.77
Tuyere 間격	650 mm
유 효 고	4.7
Bed cokes 높이	1,500 mm
1 회 장입 지금 重量	400 kg
송풍분할비 上:下	1 : 7.5

Charcoal powder injection을 이용 cupola 몸체로 들어가는 흑연분말의 투입량은 표 4와 같다.

표 4. Charcoal powder 투입량

RPM	100	150	200	250	300	350	400	450	500
투입량 (kg/h)	23	27	33	38	42	46	51	55	59
%	4.4	5.2	6.4	7.4	8.1	8.9	9.9	10.6	11.4

一般操業과 흑연분말 투입시 操業(吹入操業)의 材料配合 예는 표 5와 같다.

표 5. 材料配合比

操業種類		一般操業	吹入操業
材 料 (%)			
선 철		30 %	17.5 %
고 철		30 %	35 %
회 수 철		40 %	47.5 %
Fe - Si		1.1 %	1.05 %
추 입 Cokes		15 %	11.75 %
Bed Cokes		1,500 mm	1,500 mm
출 탕 온 도		1,500°C	1,500°C
풍 량	上	6N m ³	6 m ³
	下	45N m ³	45 m ³

4. 測定項目

操業중 출탕온도, 용탕의 成分, C. E, chill depth 引張強度 및 組織檢査를 實施하였다. 引張強度 시험편은 CO₂ 주형으로 간인장시험 NIK법(cupola handbook 참조)을 이용하여 측정하였고 그 파단면을 polishing 하여 組織을 檢査하였으며 용탕의 성분은 분광 분석기(spectro meter)로, C.E는 C.E 측정기를 이용하여 실시하였다.

5. 操業結果

5.1 一般操業과 吹入操業의 比較

熔解에 있어서는 재질의 변화폭이 적은 것이 건전한 操業이라 하겠다. 여기에서 一般操業과 吹入操業의 時間經過에 따른 C.E와 chill depth의 變化를 比較해 보면 그림 2 및 그림 3과 같다.

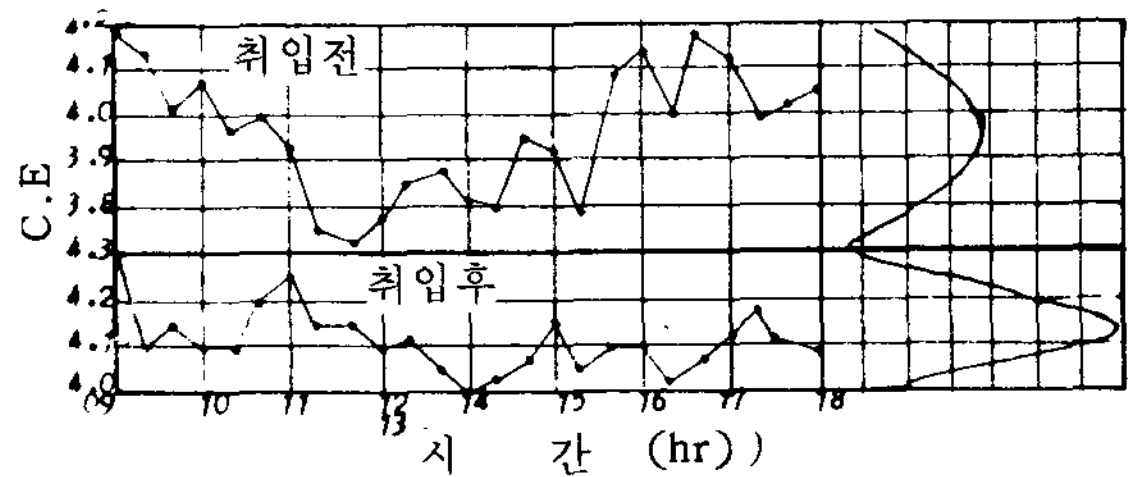


그림 2. 時間經過에 따른 C.E의 變化

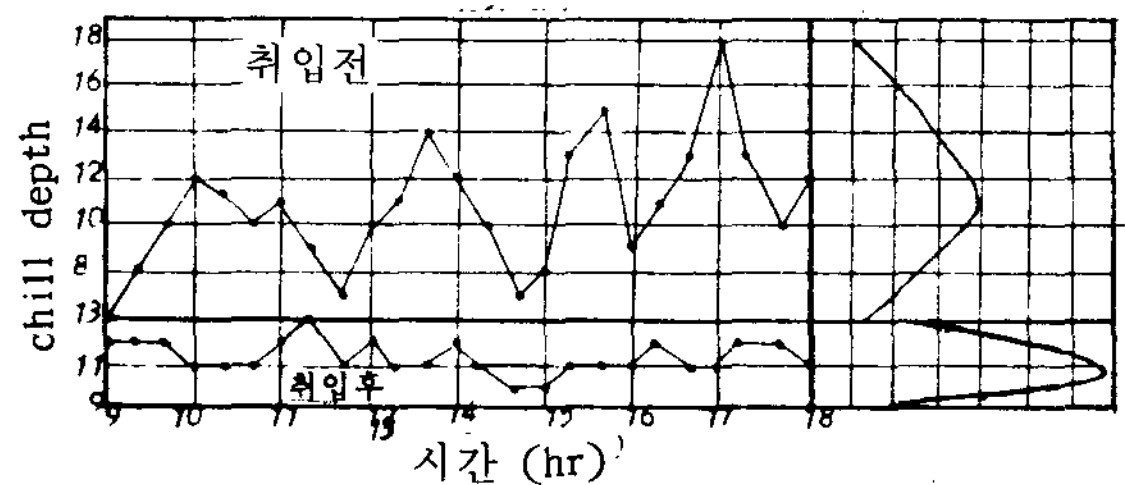


그림 3. 時間經過에 따른 chill depth의 變化

앞의 그림에서 보면 charcoal powder 투입시 C.E chill depth의 변화폭이 적으므로 취입량은 약 20~30 分 間隔으로 CE meter M/C를 利用하여 調整 性狀은 거의 일정할 것이다. 특히 一般操業에서는 출탕온도 또는 C%가 下落할때는 보탄을 한후 약 20~30 分 정도가 지나야 원하는 熔湯을 얻을수 있지만 charcoal powder injection을 使用시는 약 5~10 分 사이에 원하는 熔湯을 얻을 수 있다.

또 다른 효과로는 일반조업에서는 얻을 수 없는 고압 송풍 효과를 얻을 수 있다. 즉 charcoal powder를 투입하기 위한 송풍으로 인하여 본체까지 고압송풍이 되므로 이로 인하여 노중심부까지 송풍이 되어 노해체 시 노벽에 지금이 적게 붙고 bed bokes의 연소도 충분히 시켜서 연소대의 위치를 필요이상으로 올리지 않도록 하여 준다. 일반적으로 연소대가 상승하면 CO에의 확원작용이 약해지기 때문에 특히 소형로에서는 용탕이 산화되기 쉽고 또 용탕후 용적의 과열이 약해져서 출탕온도의 저하가 생길 우려가 있어 연소대의 높이를 적절하게 맞춰주는 것도 cupola의 용해 기술이라 하겠다.

5.2 Charcoal powder 투입량에 따른 여러 성질 변화

一般操業에서는 가탄을 필요로 할때는 보탄을 실시하나 정확한 目標 탄소%로는 얻기가 힘들다.

그러나 취입을 할시는 그림 4와 같이 흡탄량이 거의 직선적으로 比例하므로 원하는 目標成分으로 誘導할 수 있다는 것이 큰 잇점이라 하겠다.

그림 5와 그림 6에서는 charcoal powder 투입에 따른 용탕의 機械的 化學的 및 組織變化를 나타내었다. 이 實驗에서는 6.0~8.0% charcoal powder 투입시 가 가장 적합한 것으로 나타나 있다. 즉 charcoal powder를 통한 組織의 미세화 뿐만 아니라 접종효과를 나타내고 있으며 기지組織도 ferrite의 소실현상을 나타내 주고 있다.

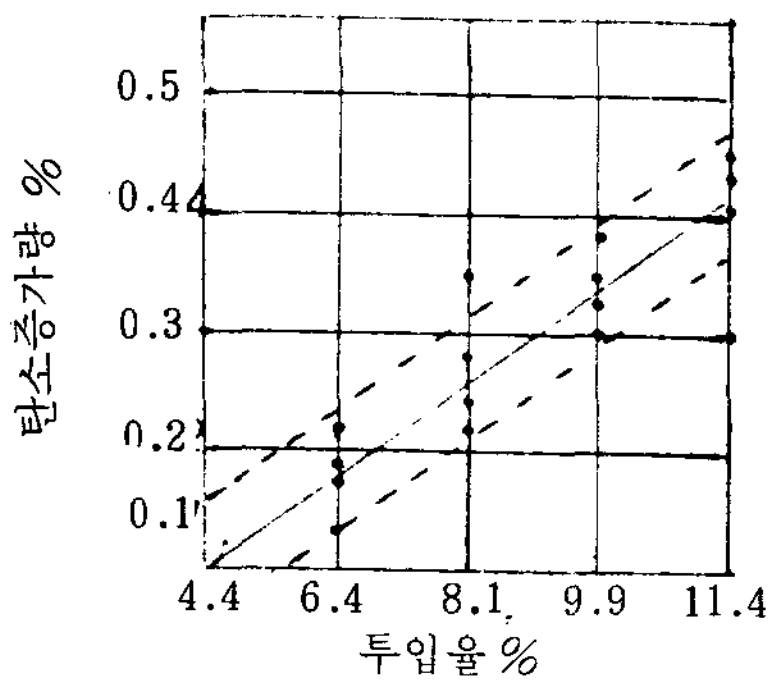


그림 4. Charcoal powder 투입률에 따른 탄소 증가량

6. 結 論

이상과 같이 charcoal powder injection을 이용한 cupola 용해 조업법을 정리해 보면 표 6과 같다.

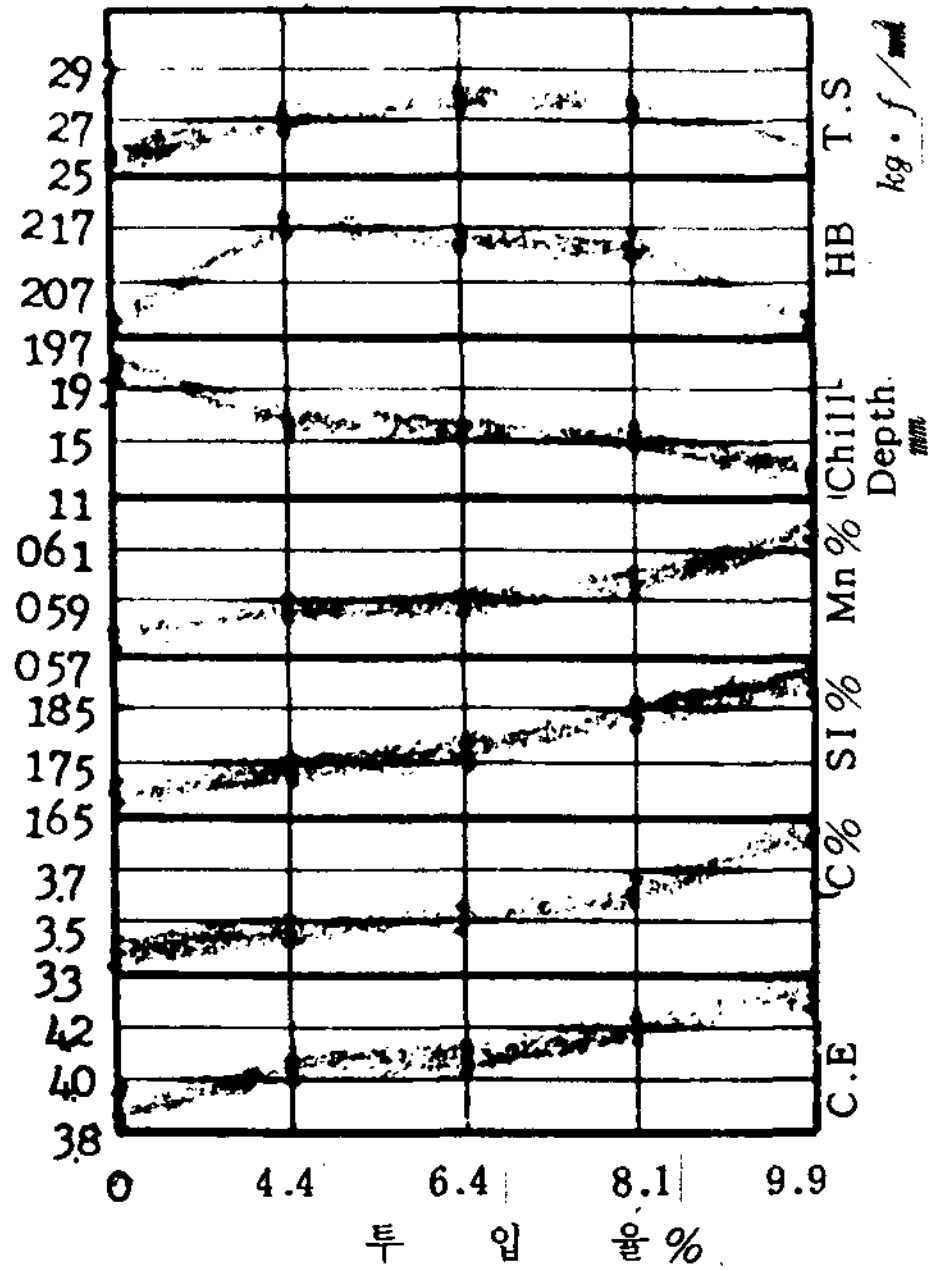


그림 5. Charcoal powder 투입률에 따른 기계적·화학적 성질변화

표 6. 조업결과 비교표

操業種類		一般操業	吹入操業
coke ratic.	주입	14.0 %	11.75 %
	분탄	0	0.87 %
	합계	14.0 %	12.62 %
C	배합	2.9 %	2.5 %
	출탕	3.46 %	3.41 %
가 탄 율		16.2 %	26.7 %
Si	배합	2.33 %	2.08 %
	출탕	1.79 %	1.72 %
회 수 율		76.8 %	82.7 %
용탕 성분	C	3.45 ± 0.13	3.40 ± 0.08
	Si	1.80 ± 0.29	1.70 ± 0.12
출 선 량		3.7ton/hr	4.5 ton/hr

따라서 표 6을 통하여 다음과 같은 결과를 얻을 수 있다.

1. 용탕의 성분 변화폭이 감소하므로 대량 생산 시 품질의 안정화를 기할 수 있을 뿐만 아니라 statistical process control을 용이하게 할 수 있다.

	<p>charcoal powder : 0 pearlite : ferrite=70 : 30 graphite size : 70% size 3-4A type and 30% D type excessive D.E type 5% picric acid (x100)</p>
	<p>charcoal powder : 0.044% pearlite : ferrite=90:10 graphite size : 90% size 4-5 A type and 10% D type 5% picric acid (x100)</p>
	<p>charcoal powder : 0.064% pearlite : ferrite=95:5 graphite size : 95% size 4-5A type and 5% D type 5% picric acid (x100)</p>
	<p>charcoal powder : 0.081% pearlite : ferrite=95:5 graphite size : 90% size 5-6 A type and 10% size 3-4 A type 5% picric acid (x100)</p>
	<p>charcoal powder : 0.099% pearlite : ferrite=80:20 graphite size : 60% size 3-4 A type and 40% size 4-5 A type 5% picric acid (x100)</p>

그림 6. Charcoal power 투입률에 따른 조직변화

charcoal powder injection시 용탕의 탄소를 고려해보면 고온의 용탕이(1,700°C 정도) bed cokes를 통과시 cokes powder를 분사시킴으로서 용탕방울에 powder가 흡착되어 가탄의

효과를 증대시키며 신속·정확하게 목표 탄소 %로 조절 가능하다. 또한 C의 환원력이 풍부하여 용탕의 과산화를 방지해준다.

3. 적절한 투입으로 인하여 원탕의 재질 개선을 기

할 수 있다.

즉 용탕의 과산화에 따라 과냉도가 증가함으로써 생기는 흑연의 D.E type 을 방지해주며 투입된 charcoal powder 가 접종제 역할을 해주므로 균일하며 미세한 흑연을 얻을 수 있다.

- 4. Silicon recovery rate 에 대해서 고려해 보면 부도와(Boudouard) 반응이 powder 투입시 촉진되어 CO gas 가 풍부해지므로 장입 지금 및 용탕의 과산화를 방지해 줌에 따라 $2FeO + Si \rightleftharpoons 2Fe + SiO_2$ 의 정반응을 억제해 줌으로 Si% 의 회수율이 증가하고 있다.
- 5. Coke ratio 을 보면 상당히 감소한 것을 알 수 있다.

이것은 coke 에 의한 용탕의 carbon up 을 charcoal powder 로 대신해 줌으로 가탄의 효율이 증가하며 집중적인 발열로 인하여 용해대의 온도가 상승한 결과이다.

- 6. 값이 비싼 선철의 량을 줄이고 고철의 량을 증가시킬 수 있어 재질적인 면에서 뿐만 아니라 원가적인 측면에서도 잇점이 있다.

이런 여러가지 잇점을 고려해 보면 현재 대의 경쟁력 강화라는 면에서 원가 down 이라는 것은 필수적이며 주철 주물의 고급화 및 statistical process control 을 하여 품질의 안정화 및 품질의 보증화를 실현시키기 위해서는 charcoal powder injection 기술과 응용이 크게 기대되는 바이다.



國內外鑄物關係行事

1987

6월4일 ~ 6월5일

Canadian Foundry Association
Annual Meeting
Prince of Wales Hotel, Ontario, Canada

7월 30일 ~ 31일

대한금속학회
1987년도 하계 학술강연회
다이야몬드호텔, 울산시, 경남

6월11일 ~ 6월17일

Look Ease Enterprises Ltd. and Chinese Foundry
Assoc. Preparatory Committee
Foundry China '87
Beijing, Peoples Republic of China

10월4일 ~ 10월7일

日本鑄物協會
제112회 전국강연대회
金澤大學, 金澤市, 日本

7월 11일 ~ 12일

한국주조공학회
1987년도 하계주물기술강연회
내장산호텔, 정주시, 전북

11월 22일 ~ 11월 26일

CIATF
54th International Foundry Congress
Vieyan Bhavan, New Delhi, India