

現場技術

抵周波誘導爐의 銑鐵冷材 操業方法 改善

權煥榮*

1. 現況

鑄鐵의 熔解에는 一般的으로 常用周波數 (60HZ) 를 使用하는 抵周波 誘導爐가 많이 이용된다. 抵周波 誘導爐는 誘導 電流에 의한 攪拌作用으로 熔湯이 均質化되며 合金元素의 酸化 소모가 적고 成分조정이 용이하여 一般鑄鐵 및 高級鑄鐵, 合金鑄鐵의 製造에 많이 이용되고 있다. 그러나 抵周波 誘導爐의 冷材操業 Start時에는 爐용량의 1/3 정도의 Starting Block 이 必要하게 되므로 이를 對備하여 미리 Starting Block을 製作해야 하는 缺點이 있다. 또한 合金鑄鐵의 경우에도 各 材質에 따라 해당 Starting Block을 製作 準備해야만 한다. 冷材 操業을 시작한 誘導

爐의 2번째 熔解에는 殘湯 操業을 하기 때문에 연속 작업이 이루어지게 된다. 그러나 現場의 조건에 따라 週末이면 일시적으로 爐의 操業이 중단되므로 이에 따라 每週 Starting Block의 製作이 必要하게 된다.

現在 當社의 冷材操業 Start는 每週 日曜日 夜間 勤務者가 Starting Block(2ton)을 裝入 熔解하고 있으며 冷材操業時 ton당 소모전력을 보면 표1과 같다. 또한 이를 $\bar{x} - R$ 관리도로 나타내면 표2와 같다. 또한 Starting Block를 製造하기 위한 製造 電力費는

$$2 \text{ ton/個} \times 750 \text{ KWH/ton}^{(*)} \times 46.50 \text{ W/KWH} = 69,150 \text{ W/個}$$

(* : 年 平均 出湯 所要 전력)

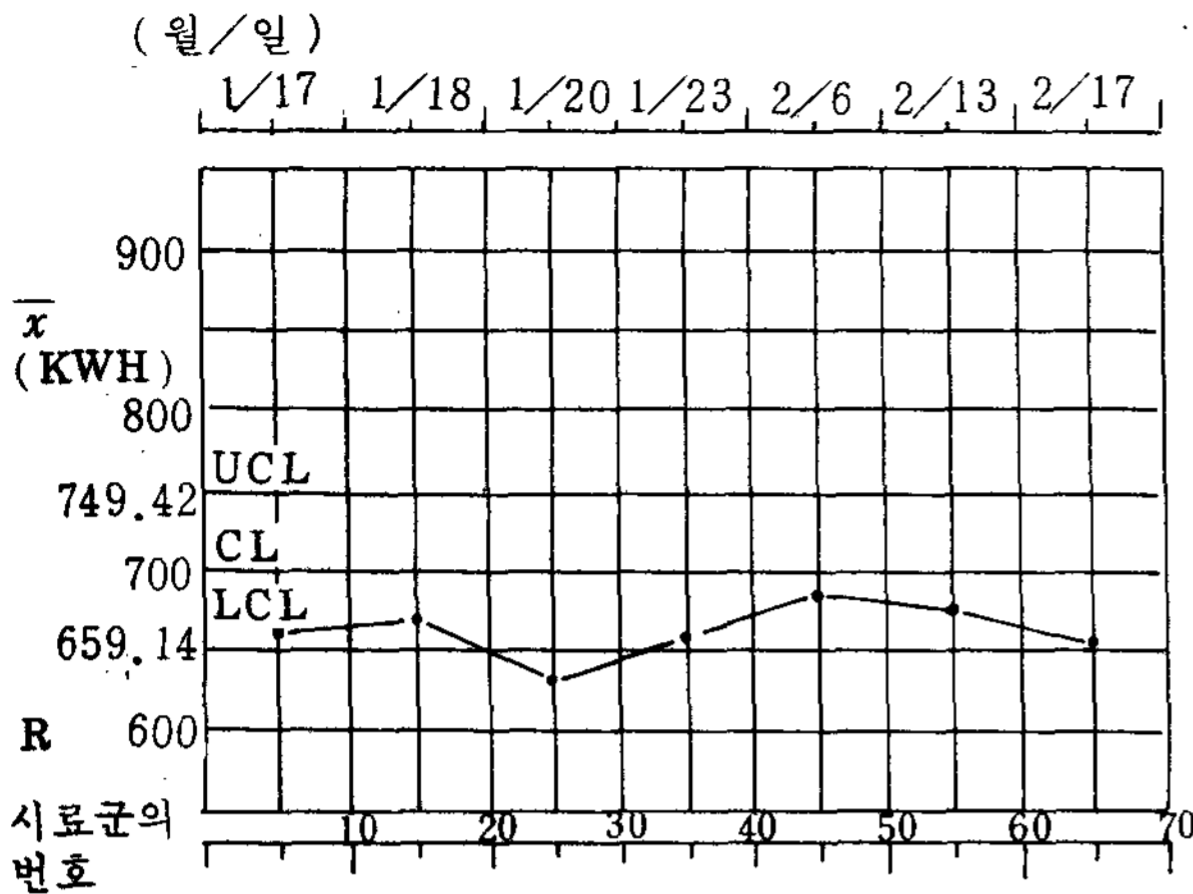
(표 1) Starting Block 용해시 ton당 소모 전력 $\bar{x} - R$ 관리도 자료표

일시	시료군의 번호	측 정 치					계	평균치	범 위	적 요
		x_1	x_2	x_3	x_4	x_5				
	1	753.33	766.67	715.00	730.00	725.00	3690	738	51.67	
	2	721.67	783.33	773.33	656.67	685.00	3620	724	126.66	
	3	770.00	680.00	696.67	660.00	693.33	3500	700	110.00	
	4	713.33	640.00	625.00	671.67	670.00	3320	664	88.33	
	5	668.33	681.67	718.33	650.00	683.33	3401.66	680.33	68.33	
	6	703.33	658.33	646.67	713.33	645.00	3366.66	673.33	68.33	
	7	628.33	718.33	671.67	691.67	706.67	3416.67	683.33	90.00	
	8	720.00	686.67	725.00	665.00	716.67	3513.34	702.67	60.00	
	9	663.33	705.00	693.33	650.00	688.33	3399.99	780.00	55.00	
	10	755.00	745.00	688.33	681.67	703.33	3573.33	714.67	73.33	
	11	671.67	673.33	656.67	706.67	715.00	3423.34	684.67	58.33	
	12	743.33	706.67	673.33	648.33	703.33	3474.99	695.00	97.00	
	13	748.33	686.67	738.33	726.67	678.33	3578.33	715.67	70.00	
	14									
\bar{x} 관리도		R 관리도					계 45278.31	9155.67	1016.98	
UCL = $\bar{x} + A_2 \bar{R} = 749.42$		UCL = $D_4 \bar{R} = 165.45$					$\bar{\bar{x}} = 704.2823$	$\bar{R} = 78.229$		
LCL = $\bar{x} - A_2 \bar{R} = 659.14$		LCL = $D_3 \bar{R} =$					$\frac{n}{4}$	$\frac{A_2}{0.73}$	$\frac{D_4}{2.28}$	$\frac{D_3}{-}$
							5	0.577	2.115	-

기사 : ① 82年度 爐操業日誌 分析 Data 임 (Starting 作業)
 ② LCL은 의미가 없으나 下限値를 알아보기 위함.

* 효성중공업 (주) 구조부장

(표 2) \bar{x} -R 관리도



기사: 冷材 Starting 으로 6 ton 1450~1460℃까지 ton당 소모 전력의 \bar{x} -R 관리도

(표 3) 電力料金票

(1983.3. 現在)

구분	단위	단가(원)	시간
중부하	W/KWH	46.50	06:00~18:00
경부하	"	31.20	22:00~06:00
대부하	"	93.55	18:00~22:00

이다. Starting Block 의 製造 原價 構成은 副資 料費, 電力費, 人件費, 감가상각비 등이 적용된다(鐵 資材費는 全量 回收되므로 除外됨).

2. 改善 操業 方法

Starting Block 生産으로 인한 作業의 반복 및 전 력 소모에 의한 經濟的 손실이 크므로 종래에 使用해 오던 Starting Block 대신 銑鐵塊 및 Punching Scrap 을 混合 裝入한 후 冷材操業을 실시하여 전력 비 즉 용해경비를 절감하기 위함이다.

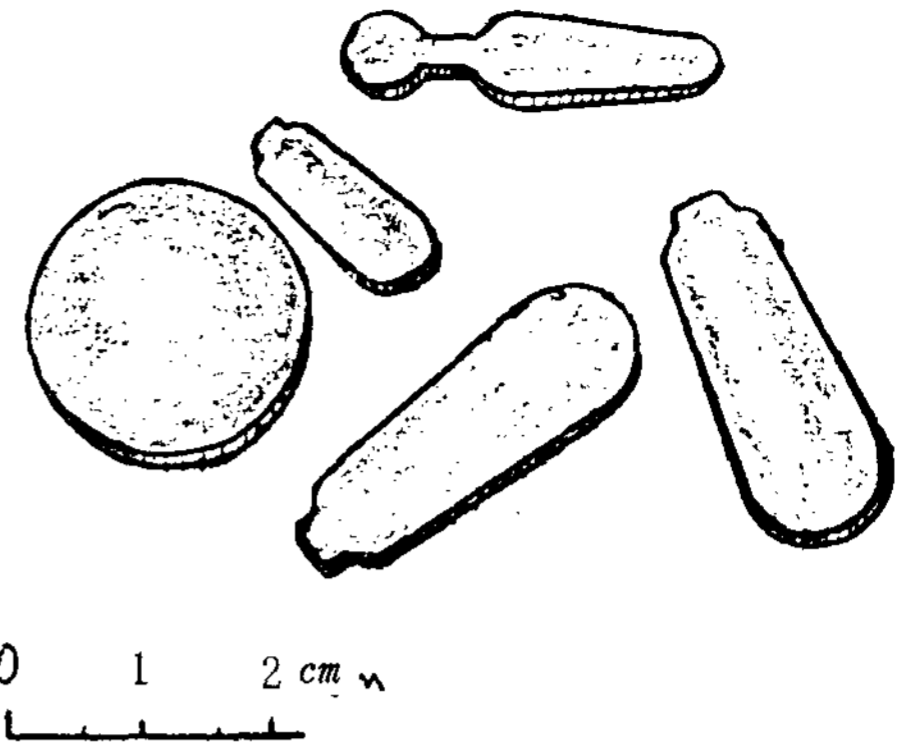
2-1 使用材料

2-1-1 銑鐵塊

일반 鑄鐵用 포함 銑鐵로써 무게가 3~5 kg이며 크 기는 220 mm × 100 mm × 70 mm이다.

2-1-2 Punching Scrap

Low Carbon Steel 및 Silicon Steel Scrap. (當社에서 소형 모터의 철심 제작 후 발생되는 철편 으로 월 15 ton 정도 생성됨). 크기는 9 mm × 25 mm × 0.5 mm으로 모양은 그림 1 과 같다.

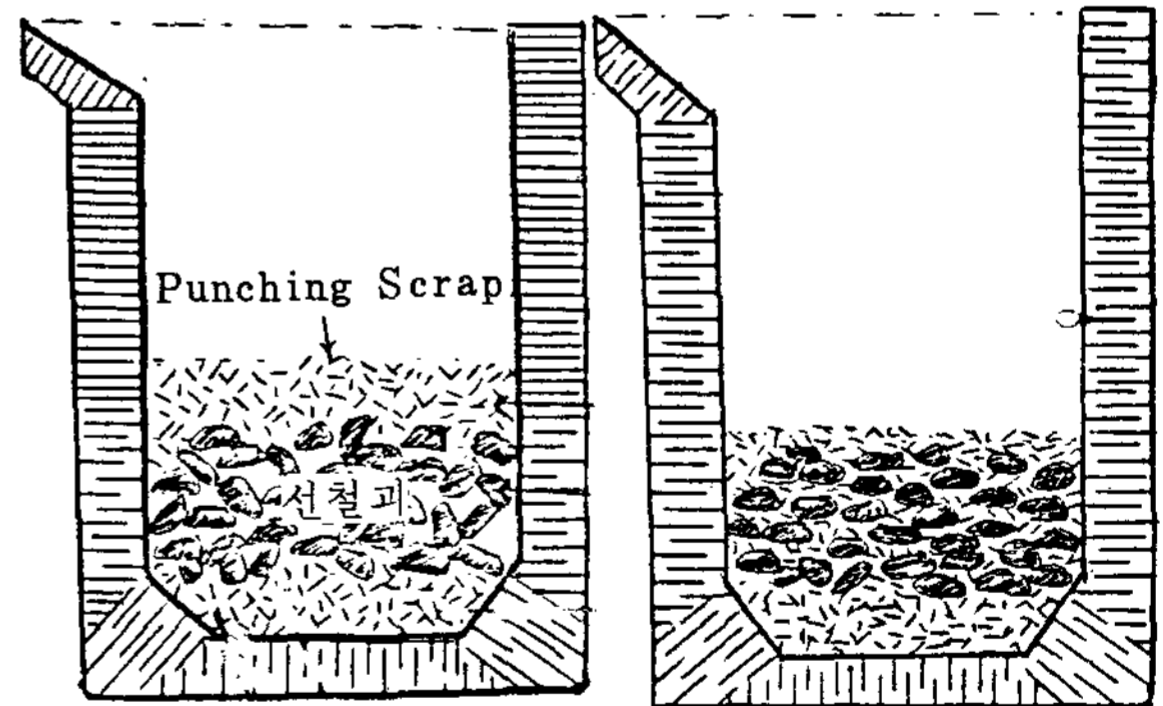


(그림 1) Punching Scrap 의 모양

2-2 裝入方法

먼저 Punching Scrap 을 爐底에 400 kg 정도 깔아 서 銑鐵 투입시 충격을 緩化시켜 lining 의 파손을 防止한다. 銑鐵 1,200 kg 을 투입한 후 나머지 Pun- ching Scrap 을 (400 kg) Charge 한다. 그림 2 참 조

장입물이 일정량 Charge 된 후 通電하기에 앞서 유 도로 운전조작 tap 을 5 tap (爐電力 效率이 80%) 으로 2~3회 순간적으로 Switch on & OFF시키면 그림 3 과 같이 銑鐵塊 틈새에 자화된 Punching Sc- rap 이 모두 끼어 들어 로의 lining 까지 밀착상태 가 된다.



(그림 2) 銑鐵塊 및 Pun- (그림 3) Charge 후 ching Scrap 통전을 하였을 Charge 時 時

2-3 熔 解

通電 方法은 Starting Block 裝入할 時와 同一한 方法으로 進行시켰다.

3. 結果 및 檢討

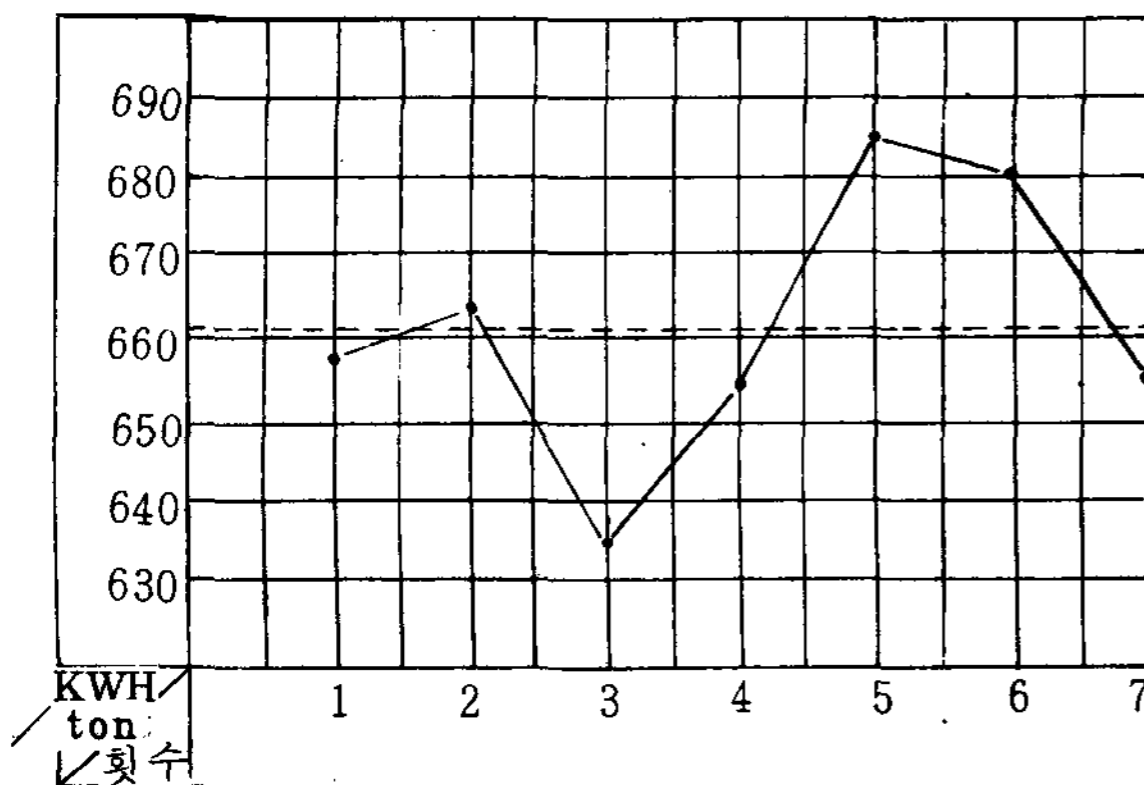
鑄鐵塊 및 Punching Scrap 을 사용한 冷材 操業

에서 6 ton 熔解時까지 (1,450~1460 C) 의 ton當 소모 전력 및 용해시간은 표 4 와 같다.

(표 4) 개선방법에서의 용해시간 및 ton 당 소모 전력량

No	측정일	총소모전력 (KWH)	소요시간	톤당소모전력 (KWH)
1	83. 1.17	3950 KWH	5 : 10	658. 33
2	1.18	3980 KWH	5 : 10	663. 33
3	1.20	3800 KWH	4 : 15	633. 33
4	1.23	3920 KWH	4 : 20	653. 33
5	2. 6	4110KWH	7 : 20	685. 00
6	2.13	4080KWH	6 : 20	680. 00
7	2.17	3920KWH	5 : 30	653. 33
$\sum x = 4626.65$				
$\bar{x} = 5:26$				$\bar{x} = 660.95$

(표 5) Ton 당 소모 전력량



3-1 Ton 당 소모 전력량

Starting Block 을 사용한 冷材 操業에서 6 ton 까지 熔解時의 平均 ton 당 소모 전력은 704.28 KWH/ton 에서 改善方法 (표 5 참조) 에서는 660.95 KWH/ton 으로 감소되었다. 그러나 LCL (659.14 KWH/ton) 에 가까운 수치이므로 t 검정을 하여 보 면은

$H_0 : \mu = \bar{x}$

$H_1 : \mu > \bar{x}$

$\bar{x} = 660.95$

$n = 7$

$\phi = 6$

$S = \sum x^2 - CT = 1,880.544$

$\delta_e = \sqrt{S/\phi} = \sqrt{313.424} = 17.704$

$\bar{x} = 660.95$ 이므로

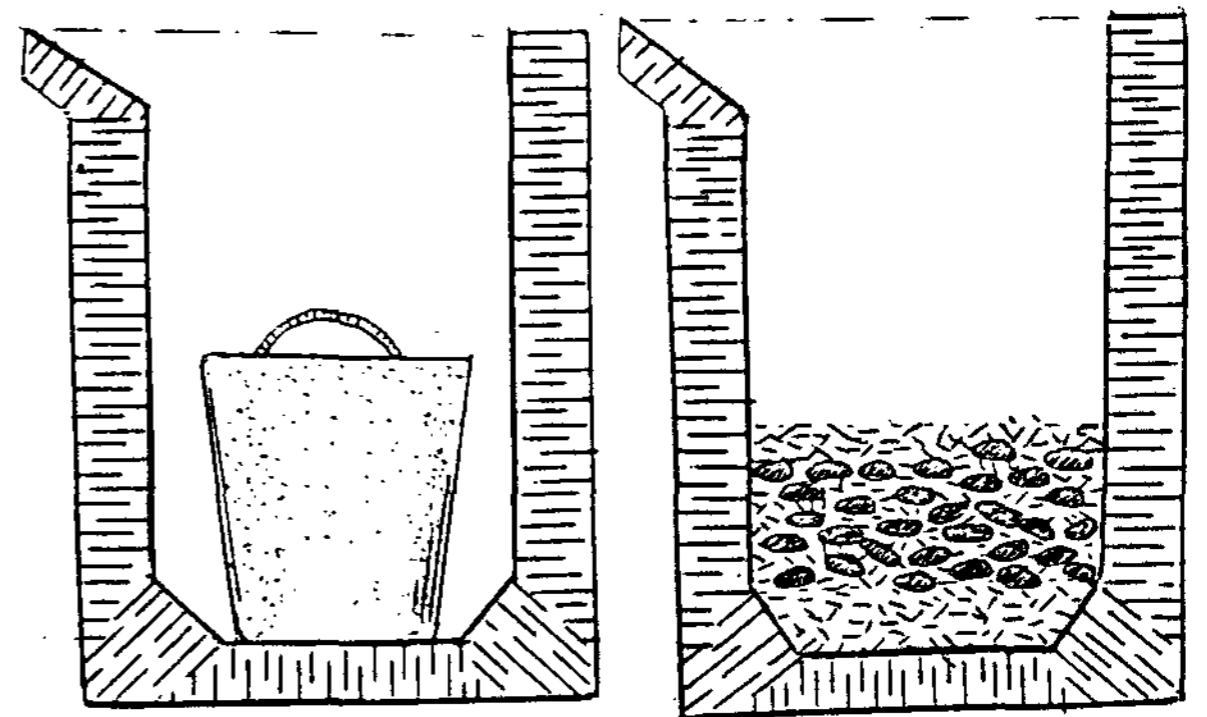
$t_0 = \mu - \bar{x} / \delta_e / \sqrt{n} = 704.28 - 660.94 / 17.704 / \sqrt{7}$

$t(6, 0.01) = 3.707$

$t_0 (6.477) > t(6, 0.01)$ 이므로 유의 수

준 1%로서 확실히 감소했다.

Starting Block 사용시 보다 電力이 감소된 要因으로는 그림 4 에서와 같이 Starting Block 를 사용 할 시에는 爐壁과 Starting Block 과의 공간부를 통과하는 磁束은 損失 磁束으로서 無效하나 銑鐵과 Punching Scrap 을 사용할 때에는 그 공간부를 Punching Scrap 로 메꾸게 되므로 磁束의 損失이 적고 效率이 높아지며 또한 裝入物이 Starting Block 과 같이 한 덩어리일 때 보다는 작은 덩어리일 때가 磁束損失이 작아져 電力效率이 증가하기 때문이라고 생각된다.



(A) S.b Charge 시

(B) 개선방법으로 Charge 시

(그림 4) S.B 사용시와 개선방법후의 장입물 상태

3-2 熔解 소요시간

용해 소요시간은 5시간 26분으로 연장되지 않았다. (82年度 Starting Block 용해 施行 結果에 대한 시간측정이 안되어서 냉재조업의 Starting time 을 檢討할 수 없었다)

4. 結 論

銑鐵과 Punching Scrap 만으로도 低周波 誘導爐의 Starting Block 冷材 操業과 같은 效果를 얻었으며 또한 低周波爐에서는 필히 Starting Block 을 사용 해야만 冷材 操業 Start가 可能하다는 고정관념을 撤回시켰다.

소요 전력面에서도 Starting Block 사용時의 Block 을 生産키 위한 熔解 經費를 節減하여 二重效
 704.28 KWH/ton 에서 改善 方法 實施후 660.95 果를 얻었다.
 KWH/ton으로 현저히 감소했다. 또한 Starting

AFS Technical Publication For Sale

(1)

	Non Member	AF S Member
Analysis of Casting Defects	\$ 48.00	\$ 24.00
Blast Cleaning and Allied Processes	\$ 47.00	\$ 47.00
Casting Defects Handbook	\$ 30.00	\$ 15.00
Cleaning Castings	\$ 70.00	\$ 35.00
Fettling and Cleaning of Iron Castings	\$ 36.00	\$ 36.00
Foundry Technology of the 80's	\$ 60.00	\$ 60.00
Foundry Engineering	\$ 28.95	\$ 28.95
Foundry Metallography	\$ 24.00	\$ 24.00
Gases in Cast Metals	\$ 40.00	\$ 20.00
History Cast in Metal	\$ 30.00	\$ 30.00
History of the Metal casting Industry	\$ 50.00	\$ 25.00
Industrial Engineering in the Foundry	\$ 66.00	\$ 33.00
International Atlas of Casting Defects	\$ 40.00	\$ 40.00
Metal Casting and Molding Process	\$ 70.00	\$ 35.00
Metalcaster's Reference and Guide	\$ 90.00	\$ 45.00
Patternmaker's Guide	\$ 90.00	\$ 45.00
Steel Castings Handbook	\$ 35.00	\$ 35.00
Welding Technology	\$ 20.60	\$ 20.60
Cost Methods for the Machine Shops of Non-Ferrous Foundries	\$ 7.00	\$ 7.00