

鑄鋼品の回収率 및 品質改善과 관련된 發熱保温 스템의 경제성 검토 — 실례를 중심으로 —

남 원 식* 정 순 채** 엠. 제이. 이소우트***

An Economic Study on the Risering of Steel Castings Using Exo-Iso Sleeves for Better Casting Yield and Quality

W.S.Nam, S.C.Chung, M.J.Issott

1. 序論

最近 繼續되는 불경기와 수출경쟁 속에서 가장 심각하게 要求되는 問題點이 “어떻게 하면 더 經濟的인 鑄鋼品을 生産하느냐” 하는 것이라 생각한다.

經濟的인 鑄鋼品이라 함은 결함이 없는 鑄鋼品을 값싸게 生産하는 것, 즉 Profitable casting을 生産하는 것으로 이러한 관점에서 좀 더 깊이 연구 검토한다면 우리나라 鑄鋼工業이 더 發展할 수 있는 새로운 계기가 될 수 있으리라 본다.

물론 生産性向上을 위한 設備改善이나 製造技術, 品質管理 등을 도입함으로써 원가절감은 되겠으나 여기서 강조하고 싶은 것은 각 工場마다 한정되어 있는 일정한 용해량으로부터 더 많은 鑄鋼品을 生産할 수 있는 기본적인 押湯 凝固理論에 따라 회수율을 50%에서 70~80% 까지 향상시킬 수 있다는 것이다.

鑄鋼品은 一般的으로 製品에 따라 정도의 차이는 있지만 형상이 다양하고 두께 차이가 있으므로 각 부분의 凝固速度가 다르고 수축으로 因하여 결국 凝固時 feeding이 안되어 内部收縮孔이 存在하게 된다. 따라서 두꺼운 부위마다 押湯을 설치하

여야 하고 단순한 형상이라도 급탕거리가 한정되어 押湯數量도 많아진다.

따라서 주입용탕에 대한 製品 회수율이 낮아질 뿐만 아니라 절단면적이 크기 때문에 절단, 그라인딩 후처리가 어렵고 비용도 많이 소모된다.

品質向上과 원가절감면에서 적정크기의 押湯決定은 대단히 중요하므로 Chvorinov, Wlodawer, Caine, Bishop 등 많은 사람들의 研究結果에 의하여 지금은 理論적으로나 현장적용면에서 편리한 方法이 정립된 狀態라 할 수 있고 또한 많은 學者들이 研究하고 있음은 주지의 사실이다.

美國, 日本, 유럽 등 先進外國의 鑄鋼工場에서 이미 오래전부터 發熱保温스템 適用에 의한 押湯縮小를 검토한 결과, 品質向上과 원가면에서 큰 利益이 된다는 것이 증명되어 대부분의 砂型押湯이, 發熱保温스템 押湯으로 변모하고 있다. 發熱保温스템의 기본특성은 그림 1에 나타낸 것과 같이 鑄型으로 방출되는 열손실을 차이를 이용하여 최소의 열손실을 유지하기 위한 것으로 押湯의 熔鋼과 鑄型 사이에 斷熱障壁을 만들어 주는 것이다.

發熱保温스템에 의한 押湯縮小는 동일한 鑄込量에서 높은 회수율로 많은 數量의 鑄鋼品을 生産

* 한국호세코(주) 기술과장
** 한국호세코(주) 상무이사
*** 한국호세코(주) 사장

할 수 있어 이는 곧 에너지절감을 의미한다.

석유 한방울 나지않는 우리나라에서는 에너지가 격이 다른나라에 비하여 훨씬 비쌀뿐만 아니라 불안정한 狀態에서 계속 상승추세이므로 세계시장에서 경쟁력을 키우기 위해서는 반드시 연구 검토되

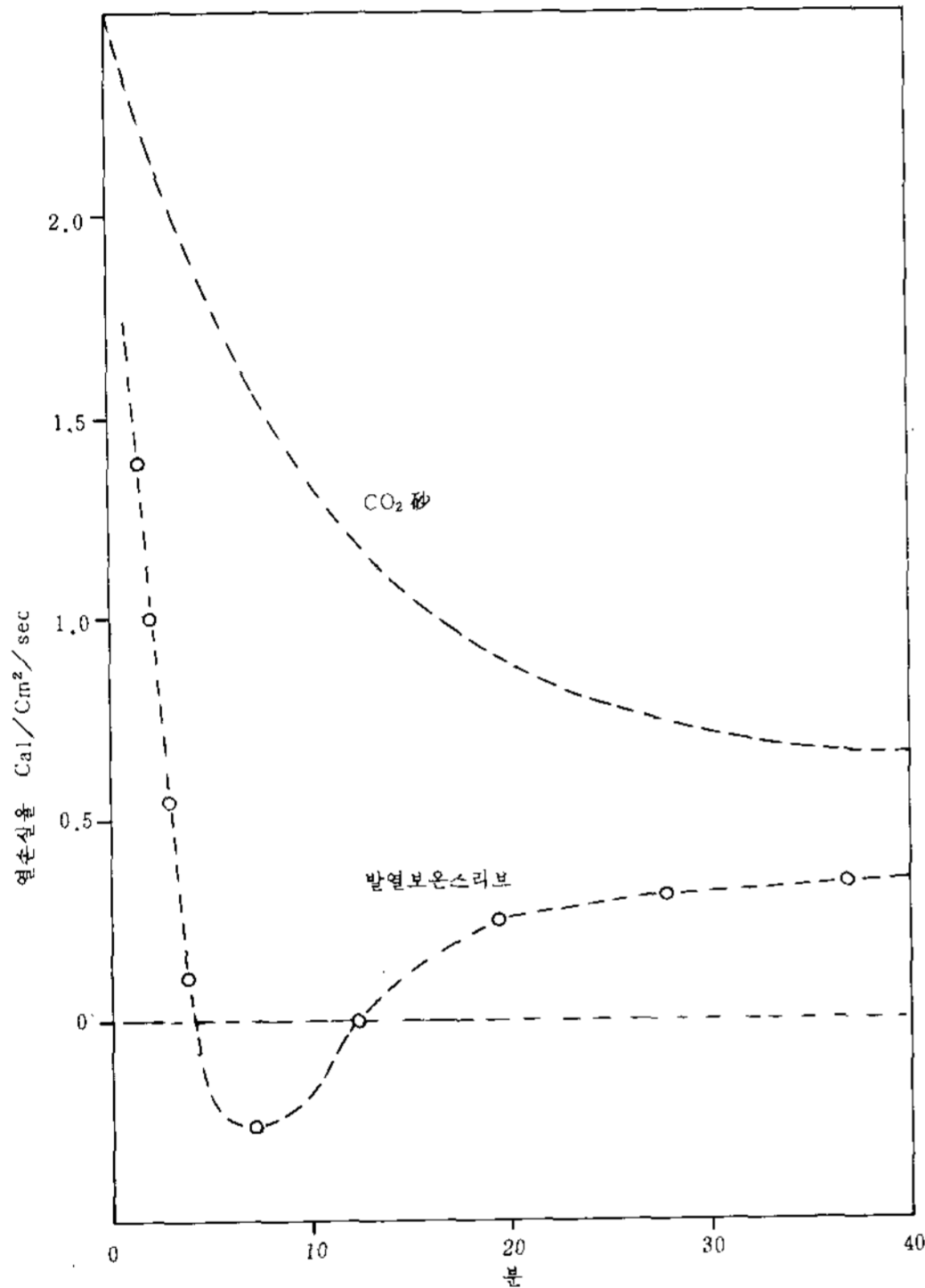


그림 1 : CO₂ 砂와 발열보온스리브의 열손실율 비교 (FOSECO AMITEC TESTER)

어야 할 것이다.

高品質의 押湯用 資材인 發熱保溫스리브와 發熱材를 正確하게 適用하는 경우 회수율증가와 원가절감면에서 획기적인 效果를 얻을 수 있으며, 내부 미세한 收縮孔이 허용되지 않는 高品質의 鑄鋼品으로써 평균회수율은 다음과 같이 기대할 수 있다.

船尾製品, Trunion	; 70~75%
大型Block과 같은 鑄鋼品	; 70~80%
Gear, Wheel, Ring	; 75~80%
一般高級鑄鋼品	; 70~80%

이들 鑄鋼品에 砂型押湯을 適用한 경우 평균회수율은 50% 이상을 기대하기가 어렵게 될 것이다.

따라서 본 보고에서는 발열보온스리브 適用에 의한 회수율증가로 원가절감효과와 鑄鋼工場 전체에 미치는 이윤증가사향을 몇가지 方法으로 검토하고자 한다.

2. 회수율의 比較實驗

정육면체 (1변의 길이 75 mm)의 鑄造品에 대하여 砂型押湯과 發熱保溫스리브를 使用한 경우 fe-

표 1 : 砂型押湯과 發熱保溫스리브의 비교

	砂型 押湯	發熱保溫스리브
정육면체 크기	75 mm	75 mm
정육면체 중량	3,312 kg	3,312 kg
압 탕 크기	φ 90 × 90 H	φ 50 × 50 H
압 탕 중량	4,107 kg	0,565 kg
정육면체 모듈	1.5 cm	1.5 cm
압 탕 모듈	1.8 cm	1.8 cm
회 수 율	44.6 %	85.4 %

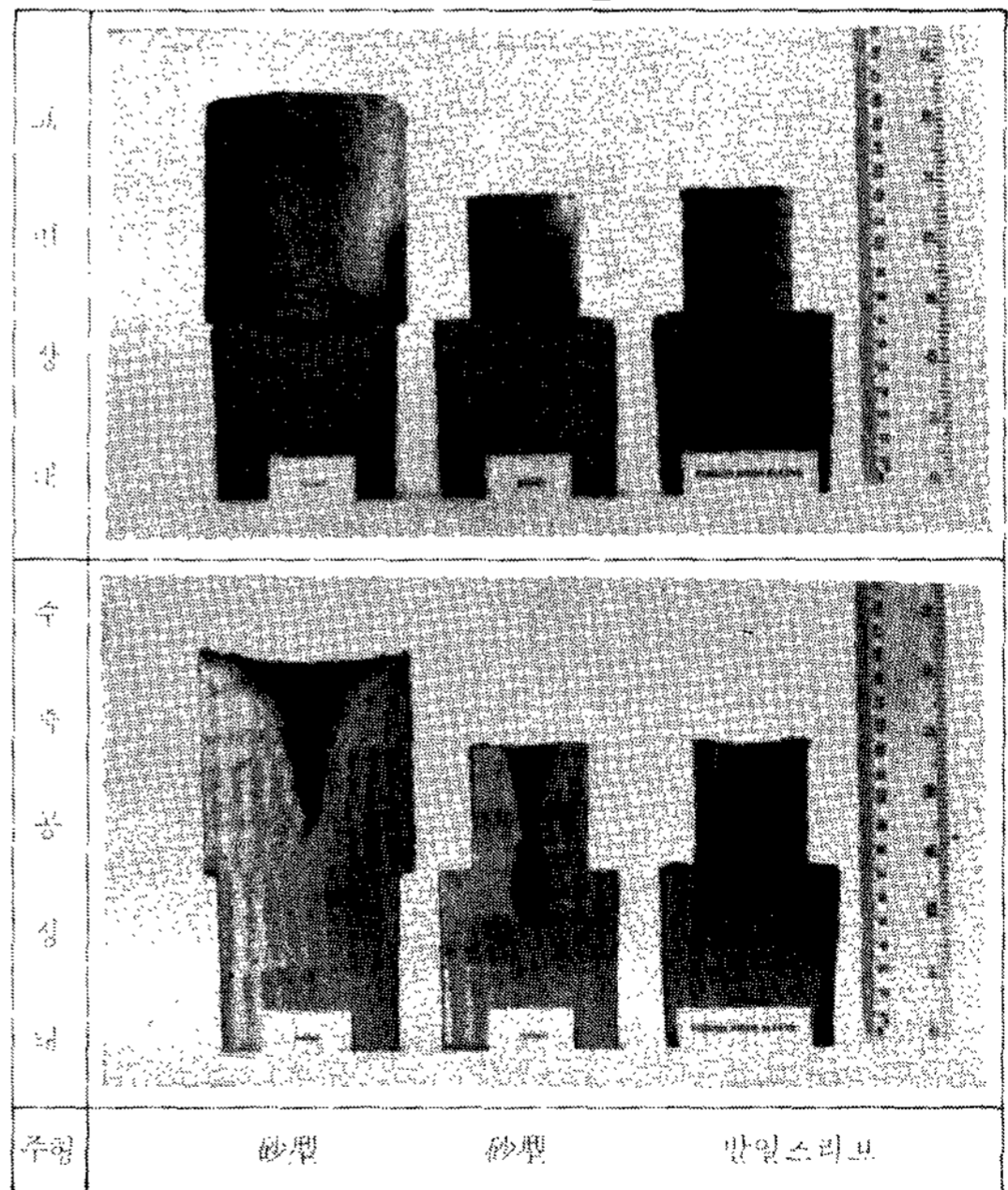


그림 2 : 정육면체주조품에 대한 砂型押湯과 發熱保溫 스텀브의 feeding 효과비교.

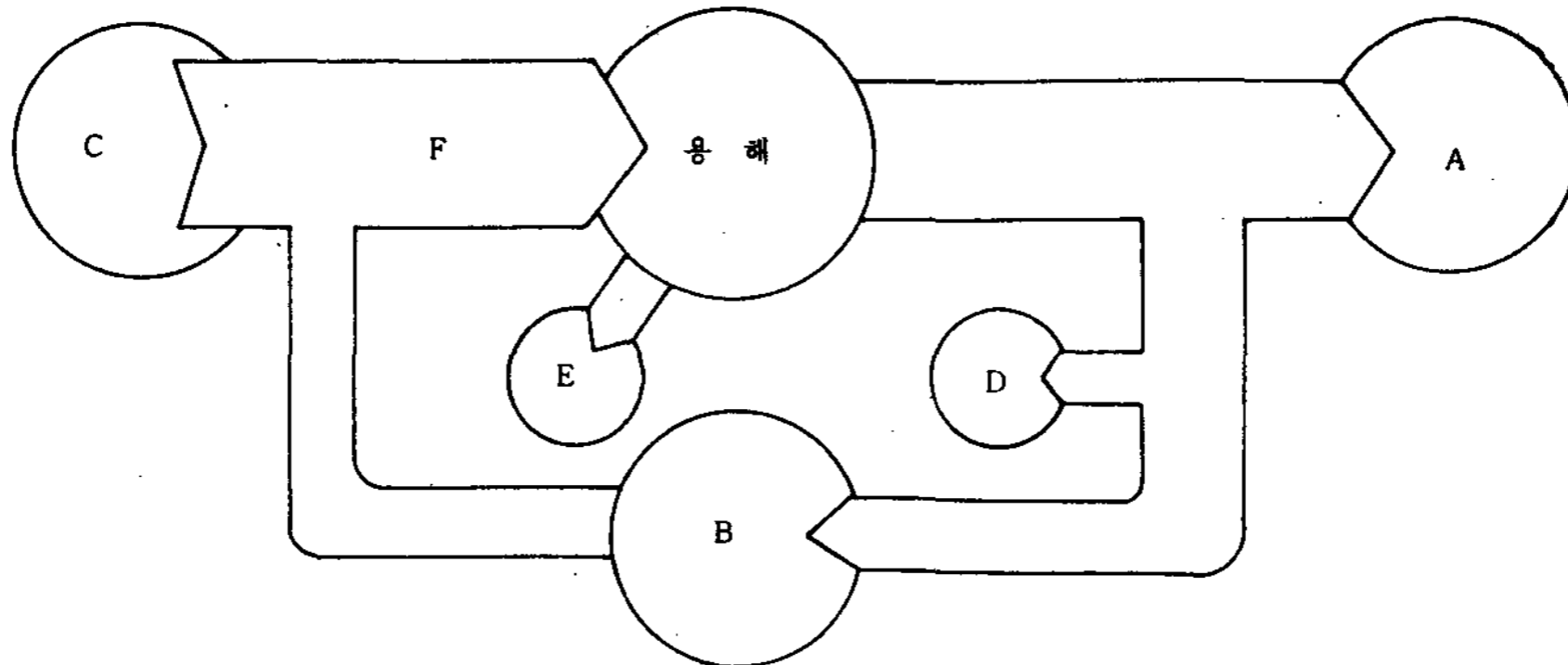
eding 효과에 관한 實驗結果를 표1 및 그림2에 表示한다.

건전한 鑄造品을 만들기 위해서는 회수율에 있어서 發熱保溫스리브의가 砂型押湯에 비하여 약2배가 됨을 나타내고 있다.

3. 원가계산비교

1) 회수율 (Yield) 變化에 따른 원가비교

일반주강품의 생산량이 일일 5ton으로 月間 150 ton을 生産하는 鑄鋼工場에서 砂型押湯과 發



회수율	A	B	C	D	E	F
(A/F)	출고량/月	회수고철 (F-A-E-D)	구입고철 (F-B)	절단손실량 (F-A-E)의10%	산화손실량 (%)의 4%	장입중량 A÷회수율
45%	150 Ton	153 Ton	180.3 Ton	17 Ton	13.3 Ton	333.3 Ton
50%	150 "	124.2 "	175.8 "	17.8 "	12.0 "	300.0 "
65%	150 "	64.4 "	166.4 "	7.2 "	9.2 "	230.8 "
70%	150 "	50.1 "	164.2 "	5.6 "	8.6 "	214.3 "
75%	150 "	37.8 "	162.2 "	4.2 "	9.0 "	200.0 "

그림 3 : 고철 및 주조품의 Flow Chart 및 회수율別 古鐵量

熱保溫스리브 使用에 따른 회수율 개선에 대한 원가를 比較하였다.

그림 3는 古鐵 및 鑄造品의 흐름圖와 회수율에 따른 使用古鐵의 量을 나타내었다.

砂型押湯을 使用하는 경우 회수율을 50%라 하고 發熱保溫스리브를 사용하므로 회수율은 65% 또는 75%로 증가하는 것으로 가정하여 이로 인한 원가절감액에 대한 比較를 표2에 表示한다.

표2의 發熱保溫스리브는 使用에 의하여 회수율
주조 Vol.2, No.2(1982)

이 (가) 50%에서 65%로 증가하는 경우와 (나) 50%에서 75%로 증가하는 경우로 구분하였다.

① 구입고철절감

회수율의 증가에 의한 구입고철의 절감량을 비교하면 회수율이 50%에서 65%로 15% 증가하는 경우 구입고철의 절감량은 월간 9.4 ton으로써 金額으로 월간 1,034,000 원이 절감되며 또한 회수율이 50에서 75%로 25% 증가하면 구입고철 절감량은 13.6 ton으로 월간 1,496,000 원을 절감

하게 된다.

② 용해비용절감

용해비용절감은 장입중량으로 계산하면 회수율이 50%에서 65%로 증가하는 경우 월간 장입중량절감량은 69.2 ton으로 5,882,000원이 절감

되며 회수율이 50%에서 75%로 증가하는 경우 용해비용은 11,713,000원이 절감되게 된다.

③ 고철운반비용

회수율향상에 따라 용해반과 후처리반은 매일 회수되는 고철 운반량이 줄어든다. 이러한 운반비용

표 2 . 회수율증가에 의한 원가계산비교

	(가) 50%에서 65%증가		(나) 50%에서 75%로증가		비 고
구입고철절감	회수율 50% 회수율 65%	구입고철 175,800 kg 구입고철 166,400 kg <u>9,400 kg</u> 구입고철절감량 9,400 kg × 110 원 / kg = 1,034,000 원 구입고철절감금액	회수율 50% 구입고철 75%	구입고철 175,800 kg 구입고철 162,200 kg <u>13,600 kg</u> 구입고철절감량 13,600 kg × 110 원 / kg = 1,496,000 원 구입고철절감금액	합금철도 동일비율로 구입되므로 구입고철가격을 110 / kg으로 하였음.
용해비용절감	회수율 50% 회수율 65%	장입중량 300,000 kg 장입중량 230,800 kg <u>69,200 kg</u> 장입중량절감량 69,200 kg × 85 원 / kg = 5,882,000 원 장입중량절감금액	회수율 50% 회수율 75%	장입중량 300,000 kg 장입중량 162,200 kg <u>137,800 kg</u> 장입중량절감량 137,800 kg × 110 원 / kg = 11,713,000 원 장입중량절감금액	용해비용은 전기요금, 전극봉비용 용해인건비, 노보수비용, 레들보수 및 예열비등 합계 85 원 / kg으로 하였음.
고철운반비용절감	회수율 50% 회수율 65%	회수고철 124,200 kg 회수고철 64,400 kg <u>59,800 kg</u> 회수고철감소량 59,800 kg × 0.7 원 / kg = 41,860 원 회수고철운반비절감액	회수율 50% 회수율 75%	회수고철 124,200 kg 회수고철 37,800 kg <u>86,400 kg</u> 회수고철감소량 86,400 kg × 0.7 원 / kg = 60,480 원 회수고철운반비절감액	회수고철의 운반비를 700 / Ton으로 하였음.
총원가절감액	총 절 감 액 6,957,860 원 발열보온스리브사용금액 3,750,000 원 실제절감액(월간) 3,207,860 원 / 月 실제절감액(년간) 38,494,320 원 / 年		13,269,480 원 발열보온스리브사용금액 3,750,000 원 실제절감액(월간) 9,519,480 원 / 月 실제절감액(년간) 114,233,760 원 / 年		

은 미국의 통계자료에서는 5 \$ / ton로 되어있으나 인건비가 비교적 싼 우리나라에서는 미국의 20%로 보아 700 원 / ton으로 추정하면 운반비는 회수율이 50%에서 65%로 증가하는 경우 월간 41,860 원이 절감되고 회수율이 75%로 증가하면 60,480 원이 절감될 것이다.

④ 총원가절감액

구입고철절감액, 용해비용절감액 및 고철운반비용 절감액을 모두 합한 총원가절감액에서 실제 원가절감액의 계산을 發熱保溫스리브 使用金額을 감해 주어야 할 것이다. 鑄造品 重量에 대한 發熱保溫스리브 金額은 鑄造品 형태와 크기 適用된 押湯크기에 따라 차이가 많으나 대략적인 평균금액은 생산제품에 대하여 25,000 원 / ton정도가 된다. 따라서 실제 원가절감액은 회수율이 50%에서 65%로 增加하면 월간 3,207,860 원이 절감되며 또한 75%로 增加하는 경우 월간 9,519,400 원이 절감되게 된다.

⑤ 기타 이점

각 鑄鋼工場의 狀況에 따라 重要性에 대한 차이는 있으나 회수율 증가에 따라 다음과 같은 이점도 고려할 수 있다.

㉠ 조형과 후처리시설에 여분이 있다면 용해시설을 擴張하지 않고도 生産量을 증가시킬 수 있어서 間接的인 施設投資 效果를 얻을 수 있고 生産性 向上을 達成할 수 있다.

위의 예에서 볼 때 용해능력이 300 ton / 月이라면 회수율 50%로 150 ton 生産할 때에 비하여 회수율 65%인 경우는 195 ton을 生産할 수 있어서 生産성향상이 30%, 회수율 75%인 경우는

225 ton을 生産할 수 있어서 生産성이 50% 향상된다.

㉡ 용해시설이 많은 鑄造工場 경우는 鑄造品 출고량을 일정하게 유지하면서 실제 용해로 가동수를 줄일 수 있다.

㉢ 發熱保溫스리브 사용에 의하여 크기가 작은 押湯이 되어 절단 및 다듬질비용이 현저히 감소되므로 실제로는 표 3의 원가절감액보다 많아진다.

경우에 따라서 發熱保溫스리브에 breaker core를 병용한다면 절단 및 후처리비용은 획기적으로 감소될 수 있다.

㉣ 회수율 向上은 단위 鑄造品에 대한 에너지 비용절감을 의미한다. 에너지가격은 불안정한 狀態에서 상승할 要素가 많으므로 용탕이 押湯이나 탕구 등으로 낭비되지 않고 제품화 된다는 것은 에너지절감면에서 앞으로 더욱 더 重要的 要素가 될 것이다.

2) 회수율변화에 따른 전체 주강공장의 순익계산.

회수율증가에 따른 용해, 조형, 후처리과정과 인건비 고정비용등을 종합한 주강공장의 이윤증가 효과에 대하여 검토하고자 한다.

회수율 50%로 1년에 2,000 ton을 생산하는 공장의 각 공정 소요비용을 표 3으로 가정하고 경기 변동에 따른 상황을 아래와 같이 고려할 때 각 狀況에 따른 製造經費, 순이익변화는 표 4와 같다.

가) 연간 총용해량은 4,000 ton이고 鑄鋼品 출고량은 2,000 ton으로 연간 매출액이 15억원인 工場으로 각 공정 소요비용비율은 표 3과 같고 순

표 3 : 회수율 50%로 2,000Ton/年 生産공장의 각 공정 소요비용 비율

판매금액의 분류	총자재비용 분류	직, 간접인건비 분류
총 자 재 비 용 : 50 %	용 해 자 재 : 65 %	용 해 인 건 비 : 20 %
직, 간접인건비 : 25 %	조 형 자 재 : 27 %	조 형 인 건 비 : 40 %
고 정 비 용 : 10 %	후 처 리 자 재 : 8 %	후 처 리 인 건 비 : 40 %
총 이 익 : 15 %		

이익은 표 4에서 보는 바와같이 7,500 萬원이다.

나) 동일한 용해량 4,000 ton/年으로 회수율 50%에서 65%로 증가시켜 생산량을 증가시킬 경우 이 때는 순이익이 5%에서 14.9%로 증가한다.

다) 판매량을 더 이상 증가시킬 수 없는 상황으로 생산량은 2,000 Ton으로 고정되어 있으나 회수율이 50%에서 65%로 증가되면 순이익은 2

배이상 증가된다.

라) 불경기나 기타 여건으로 인하여 생산량이 2,000 Ton에서 1,500 Ton으로 25% 감소할 경우 회수율이 그대로 50%인 경우는 손실률이 1.7%로 된다.

마) 생산량이 감소될 지라도 회수율을 50%에서 65%로 향상시키면 순이익 3.5%를 유지할 수 있다.

표 4 : 생산량 변동 및 회수율 증감에 따른 제조경비 순이익 변화

	(가)	(나)	(다)	(라)	(리)
용 해 량/년	4000톤	4000톤	3080톤	3000톤	2310톤
생 산 량/년	2000톤	2600톤	2000톤	1500톤	1500톤
회 수 율 %	50 %	65 %	65 %	50 %	65 %
판매총액/년	₩15억(100%)	₩19.5억(100%)	₩15억(100%)	₩11.25억(100%)	₩11.25억(100%)
재 료 비 용					
1) 용 해	4.875억	4.875억	3.75억	3.66억	2.82억
2) 조 형	2.025억	2.63억	2.03억	1.52억	1.52억
3) 후처리	0.6억	0.78억	0.6억	0.45억	0.45억
	7.5억(50%)	8.285억(42.5%)	6.38억(42.5%)	5.63억(50.0%)	4.79억(42.6%)
직접및간접인건비					
1) 용 해	0.75억	0.75억	0.58억	0.56억	0.43억
2) 조 형	1.50억	1.95억	1.50억	1.13억	1.13억
3) 후처리	1.50억	1.95억	1.50억	1.13억	1.13억
	3.75억(25%)	4.65억(23.8%)	3.58억(23.9%)	2.82억(25.1%)	2.69억(23.9%)
압탕용부자재비용	-	0.65억(3.3%)	0.5억(3.3%)	-	0.38억(3.3%)
고 정 비	1.5억(10%)	1.5억(7.7%)	1.5억(10%)	1.50억(13.3%)	1.5억(13.3%)
총 계	12.75억(85%)	15.085억(77.4%)	11.96억(79.7%)	9.95억(88.4%)	9.36억(83.2%)
총 이 익	2.25억(15%)	4.415억(22.6%)	3.04억(20.3%)	1.3억(11.6%)	1.89억(16.8%)
관 리 판 매 비	1.50억(10%)	1.50억(7.7%)	1.05억(10%)	1.5억(13.3%)	1.5억(13.3%)
순 이 익	0.75억(5%)	2.915억(14.9%)	1.54억(10.3%)	-0.2억(-1.7%)	0.39억(3.5%)

* 주조품 판매금액은 ₩ 750,000 /톤, 발열보온스리브 사용금액은 ₩ 25,000 /톤으로 가정한 것임.

표 5 : Gear Wheel 에 대한 원가계산기초

<p>1) 재질 : SC46 (C : 0.2 ~ 0.25 %) 2) Gear Wheel 중량 : 235.1 kg 3) 주입온도 : 1580 °C 4) 구입고철가격 : 90 원 / kg 5) 장입총비용 : 110 원 / kg용탕 (고철, 합금철 기타 부자재 총계) 6) 용해비용 : 79 원 / kg용탕 (전기료, Arc 봉, 용해인건비, 보수비) 7) 주입비용 : 6 원 / kg용탕 (래들에 열비, 보수비, 인건비) 8) 용탕비용 : 5) + 6) + 7) = 195 원 / kg 9) 회수고철가격 = 구입고철가격 10) CO₂ 주물사 가격 10) 표면사 : 인조규사 (30 원 / kg) + 물유리 (9원 / kg 주물사) + CO₂ Gas (4.5 원 / kg 주물사) = 43.5 원 / kg 주물사 이면사 : 표면사가격 (43.5 원) - 인조규사가격 (30 원) = 13.5 원 / kg 주물사</p>	<p>11) 조형인건비 : 40 원 / kg 제품 12) 주물사의 조형자재 비용 : 10 원 / kg 제품 13) 절단·사상인건비 및 자재비용 = 3 원 / cm² 절단면적 14) 기타 후처리 비용 : 20 원 / kg 제품 15) 용해중 산화손실율 : 장입중량의 4 % 16) 압탕 절단시 손실율 : 압탕중량의 10 % 17) 발열보온스リーブ가격 : 1000 원 / EA 18) 발열제 가격 : 500 원 / kg 발열제 19) 판매금액 : 750 원 / kg 제품 20) 주물사 사용량 표면사 : 1100 × 1100 × 165 mmH = 320 kg 이면사 사형압탕방안 : 1100 × 1100 × 465H = 581 kg 발열보온스リーブ방안 : 1100 × 1100 × 415 H = 484 kg</p>
--	---

3. Gear Wheel 에 대한 원가계산實例

마지막으로 실제 鑄鋼工場에서 많이 생산되고 있는 Gear Wheel 의 원가를 비교하고져 한다.

砂型和 發熱保溫스リーブ를 각각 使用한 押湯方案

은 그림 4 및 그림 5 와 같고 원가계산에 사용된 산출기초는 표 5 에 나타나 있으며 실제 원가계산 결과는 표 6 과 같다.

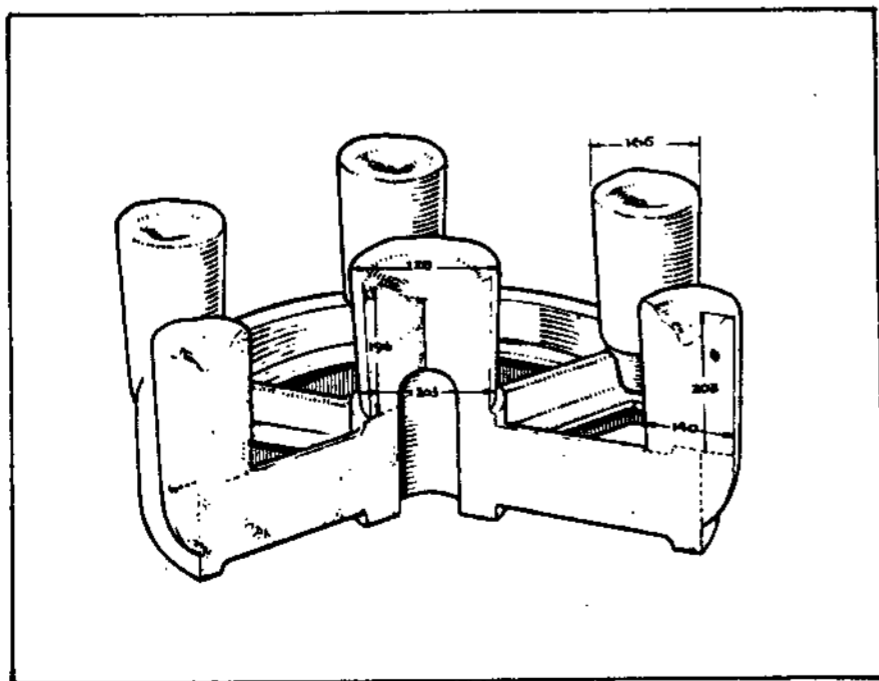


그림 4 : 사형압탕방안

주조 Vol.2, No.2(1982)

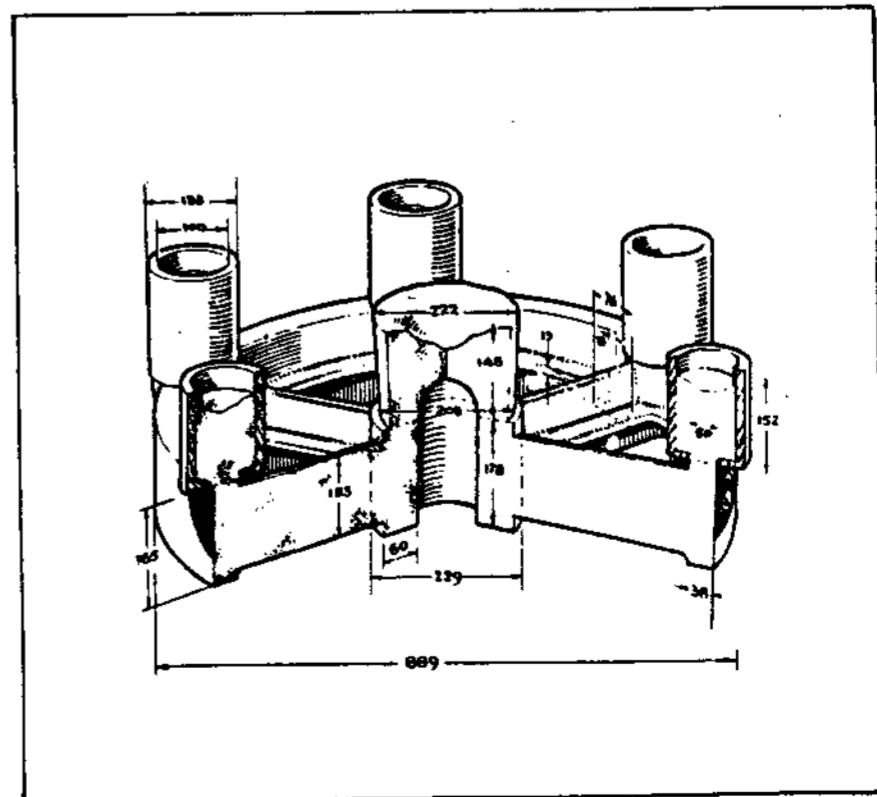


그림 5 : 발열보온스リーブ 적용방안

표 6 : Gear Wheel 에 대한 원가 계산 비교

		사형압탕방안(그림 4)	발열보온스리브방안(그림 5)
기 준 자 료	주조품 중량	235.1 kg	235.1 kg
	판매금액	235.1 kg × 750원 = 176,325 원	176,325원
	탕구, 탕도 Padding 중량	26.8 kg	8.4 kg
	압탕중량	207.5 kg	73.6 kg
	총주입 중량	469.4 kg	317.1 kg
	회 수 율	50.1%	74.1%
	압탕절단손실량	(26.8 + 207.5) × 0.1 = 23.4kg	(8.4 + 73.6) × 0.1 = 8.2 kg
	회수 고철 중량	210.9 kg	73.8 kg
1. 주입 용탕 비용	195 원 × 469.4 kg = 91,533 원	195 원 × 317.1 kg = 61,835 원	
2. 주물사 사용금액	표면사 : 320 kg × 43.5 원 = 13,920 원 이면사 : 581 kg × 13.5 원 = 7,844 원	표면사 : 13,920 원 이면사 : 484 kg × 135 원 = 6,534 원	
3. 조형인건비	235.1 kg × 40원/kg = 9,404 원	9,404 원	
4. 기타 조형자재 비용	235.1 kg × 20원/kg = 4,702 원	4,702 원	
5. 절단, 사상인건비 및 자재비용	2061 cm ² (절단면적) × 3 원/cm ² = 6,183 원	794 cm ² × 3 원/cm ² = 2,382 원	
6. 기타 후처리 비용	235.1 kg × 20 원/kg = 4,702 원	4,702 원	
7. 회수 고철 (-)	210.9 × 90 원 = 18,981 원	73.8 kg × 90 원 = 6,642 원	
8. 발열보온스리브 및 발열제 사용	2 kg (발열제사용량) × 500 원 = 1,000 원	1 kg × 500 원 = 500 원 6EA × 1,000 원 = 6,000 원	
소 계	120,307 원	103,337 원	
9. 관리판매비 (판매금액의 10%)	17,633 원	17,633 원	
10. 고정비 (판매금액의 10%)	17,633 원	17,633 원	
소 계	35,266 원	35,266 원	
총 계	155,573 원	138,603 원	
11. 이 익 금 액	20,752 원	37,722 원	
판매금액에 대한 이윤 비율	11.8원	21.4 원	

* 11항의 이익 금액에는 불량율과 각종 세금은 고려하지 않은 것임.

표 6에서 보는것과 같이 發熱保溫스리브 使用에 의한 원가절감금액은 Gear Wheel 1개당 16,970 원(155,573 원 - 138,603 원)이고 이윤은 11.8%에서 21.4%로 약 2배 정도 증가함을 볼수 있다.

4. 結 論

鑄鋼品生産에 있어서 砂型押湯과 發熱保溫스리브를 사용하는 경우 다음과 같은 3가지 方法에 대하여 원가계산 비교 결과를 나타낸다.

1) 150 ton/月 생산하는 공장에서 회수율이 50%에서 75%로 증가할 경우 年間 원가절감액은 1억 1400 만원이다.

2) 회수율 50%로 年間 2,000 ton을 生産하는 工場에서 동일 용해량으로 회수율을 65%로 증가시켜 2,600 ton을 생산할 경우 年間 순이익 증가액은 2억 1650 만원이다.

3) 發熱保溫스리브 適用에 의한 Gear Wheel 個當 원가절감액은 16970 원이고 600개/月(140

Ton/月)로 年間 7,200 개를 생산한다면 1억 2200 만원의 원가절감을 達成할 수 있다.

상기와 같은 막대한 원가절감은 위험한 시설투자나, 많은 자금을 일시에 투입하지 않고 단순히 기술자의 노력에 의하여 달성할 수 있을 것으로 기대된다.

현재 우리나라 鑄鋼工場의 약 90%이상이 재래식 砂型押湯을 그대로 사용하고 있으며 1981년도 鑄鋼生産량을 약 9만톤으로 볼 때 이를 砂型押湯에서 發熱保溫스리브로 바꾸어 生産한다면 동일 용탕으로서 2.4만톤의 제품을 더 생산할 수 있든지 아니면 9만톤의 제품을 基準한다면 3.7만톤의 고철을 절감할 수 있다고 볼 수 있으며 이러한 効果는 國家的인 면에서나 企業的인 면에서 經濟發展에 더욱 더 큰 보탬이 될 것이다.

따라서 재래식 砂型押湯 技術에서 기술 집약적이고 더욱 경제적인 發熱保溫스리브 押湯技術로의 전환이 시급하다고 본다.

49th International Foundry Congress Papers

(1)

AUSTRIA....."Cast Iron with Vermicular/Compacted Graphite - State of the Art ; production Properties, Applications"

ROMANIA..... "Romanian Contribution to the Understanding and Production of Vermicular Graphite Cast Irons"

FINLAND..... "Basic Principles and Practical Experience in Rigid Molding-An Advantageous Method in the Production of Medium to Heavy Components Cast in Gray or Ductils Iron"

FEDERAL REPUBLIC OF GERMANY..... "Special Questions Concerning the Impact Molding Process - Investigation of Molding Machines and Their Molding Sands"

ITALY..... "Heredity in Cast Iron - Physical Aspect of the Phenomenon"

GERMAN DEMOCRATIC REPUBLIC..... "Production of Flake Graphite Cast Iron Using Synthetic Foundry Pig Iron"