



Table 1. 제조업체별 dross 발생량 (1994년)

구분	생산량 천 톤	Dross발생량		Metal 회수량		Dross찌꺼기 천 톤
		%	천 톤	%	천 톤	
압연업체	1165	5.1	59	33.3	20	39
압출업체	1190	2.7	32	26.9	9	23
주물업체	373	5.3	20	30.0	6	14
Die cast	694	5.3	38	33.3	13	25
2차지급	1553	10.2	158	25.0	40	118
총계			307		88	219

꺼기 발생량은 1,800천톤으로 보고되었다.

#### 4. Al dross 처리기술 현황 및 전망

##### 4.1 종래의 dross 처리기술

###### 1) 일본의 dross 처리기술

표준적인 처리 process를 그림 1에 나타내었다. 용해로에서 나온 hot dross를 MRM(Metal Reclaiming Machine)법에 의해 Al을 회수하고 나머지 dross는 냉각 후 전문업체에 Al 회수를 의뢰하는 것이 일반적이다.

MRM법은 hot dross를 회전자로 교반하여 금속을

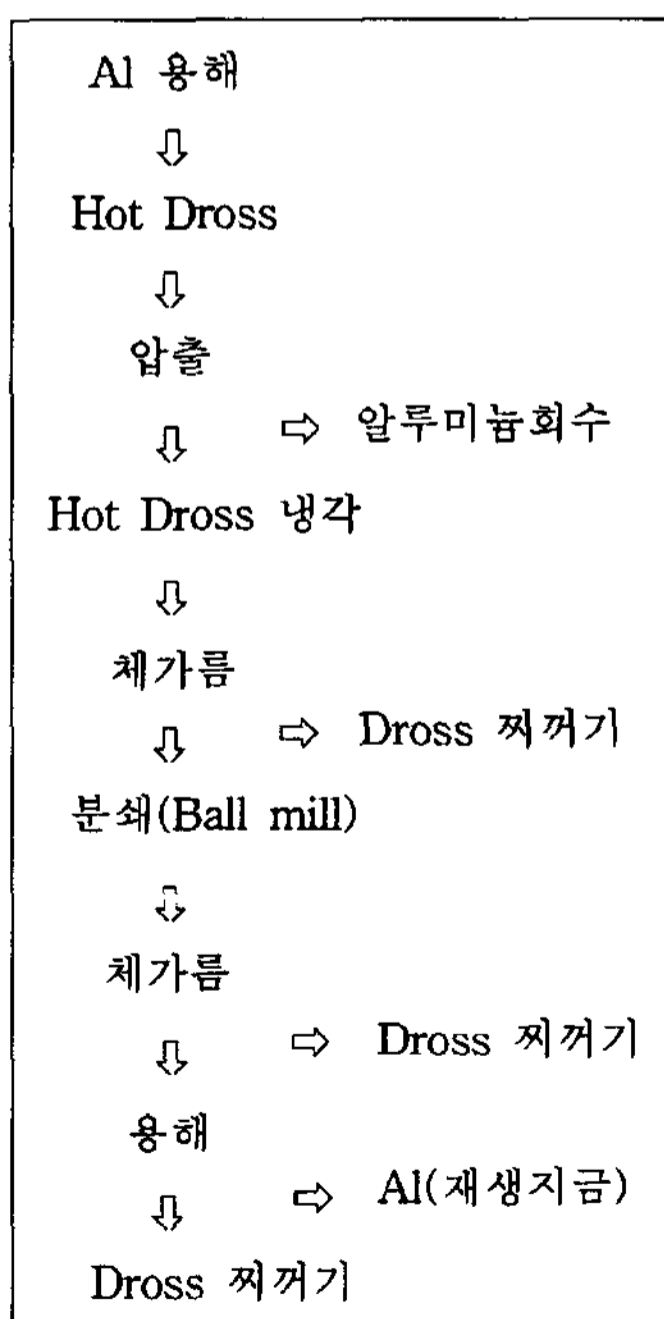


그림 1. 일본에서의 dross 처리과정

응집침강시켜 회수한다. 금속회수 후 남은 것은 통상 수냉식 rotary drum으로 냉각시킨다. Al회수업체에서는 dross를 분쇄용해하여 Al을 회수한다. 분쇄는 ball mill로 하며, 금속을 많이 함유한 dross를 회전로·도가니로 등에서 용해하여 Al을 회수한다. 이 경우 flux는 산화물과 금속의 분리를 위해 소량 사용한다. Dross찌꺼기중 Al 함유율이 철강조제제로 적합하면 철강조제 flux로 이용되고, 나머지는 폐기물로 처리된다.

###### 2) 구미의 dross 처리기술

구미에서 일반적으로 사용되고 있는 방법은, 분쇄·분리공정은 일본과 동등하지만 용해 공정은 금속 회수율을 높이기 위해 salt cake(염화칼륨-염화 나트륨계 혼합염)를 다량사용하는, 점이 다르다.

그림 2에 처리공정을 나타내었다. 이 방법은 Al 회수율은 높지만 salt cake의 폐기물 규제 문제 때문에 후술하는 것처럼 환경오염방지 및 자원 유효활용을 위한 recycling 기술과 salt cake를 사용하지 않는 dross 처리기술 개발이 진행되고 있다.

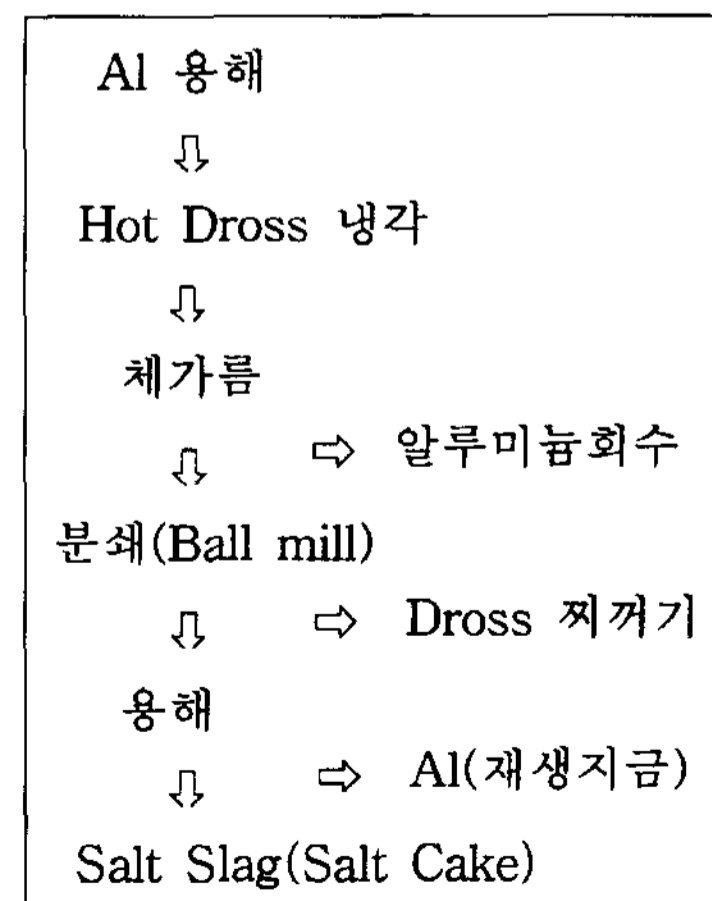


그림 2. 구미에서의 dross 처리과정

Table 2. 알루미늄 회수율 (%)

1차 처리방식 Dross의 재질	MRM법		IGDC법		비고
	A3004	A5182	A3004	A5182	
1차처리	53	50	21	20	로에서 나온 dross에 대하여 1차처리하여 회수한 metal의 중량비
2차처리	25	26	54	50	1차처리한 드로스에 대하여 2차처리하여 회수한 metal의 중량비
총계	65	63	64	60	로에서 나온 dross에 대하여 1차·2차 처리하여 회수한 metal의 총 중량비

4.2 새로운 dross 처리기술

Dross 중의 Al은 고효율, 저비용으로 양호한 작업환경에서 회수하는 것이 중요하다. 세계 각국에서 여러 종류의 기술 개발이 추진되어 오고 있다.

전반적으로 공통된 목표는 hot dross를 비산화분위기에서 냉각. 또는 단시간에 금속을 회수하여 산화억제와 작업환경 개선을 도모하는 것이며, salt cake를 사용하지 않는 처리기술 개발이 주된 목표이다.

1) 불활성 가스 분위기에서 dross를 냉각하는 방법

Alcan사에서 개발한 IGDC(Inert Gas Dross Cooler) 법은 용해로에서 나온 dross를 dross cooler 중앙에 놓고 Ar 가스를 취입하여 불활성분위기를 만들어 금속의 산화를 방지하는 것이다. 이 방법은 산화 loss가 적고 작업환경이 양호하지만 냉각시간이 4~8시간이 요구되기 때문에 dross 발생량이 많은 경우는 다수의 dross cooler가 필요하다. 냉각한 dross는 2차처리를 하여 금속을 회수할 필요가 있는데 2차처리로서 증유연소식 회전로를 사용한 경우 총 금속 회수율은 MRM

법이 IGDC법보다 좋으며(표2) 적절한 용해방법을 선정하는 것이 필요하다[3].

2) 냉각, 파쇄 장치를 조합한 저산소분위기에서 처리하는 방법

Waagner-Biro사에서 개발한 AROS법에서는 Ar가스 등을 사용하지 않고 dross 공급장치를 기밀화하여 냉각 drum 분위기 중의 산소를 금속과 반응하여 소모시킨 후 저산소 상태를 유지시켜 금속의 산화를 제어하는 것이다. 단, 산소농도 측정치는 없다. 냉각·파쇄는 compact한 설비에서 가능하며 비교적 소량의 dross 처리에 적합한 방법이다. 장치 개요도를 그림 3에, 회수율의 비율은 표 3에 나타내었다. 이 장치는 1983~1993년에 21기(북미2, 남미2, 아프리카1, 유럽16)가 설치되었다.

3) 압력하에서 Al을 압출하는 방법

Pechiney사의 COMPAL법[4], Altek사의 The Press법[5], 일본경금속의 MADOC법 등이 비슷한 방법이며, hot dross를 용기에 넣어 상부에서 정압 또는 동압을

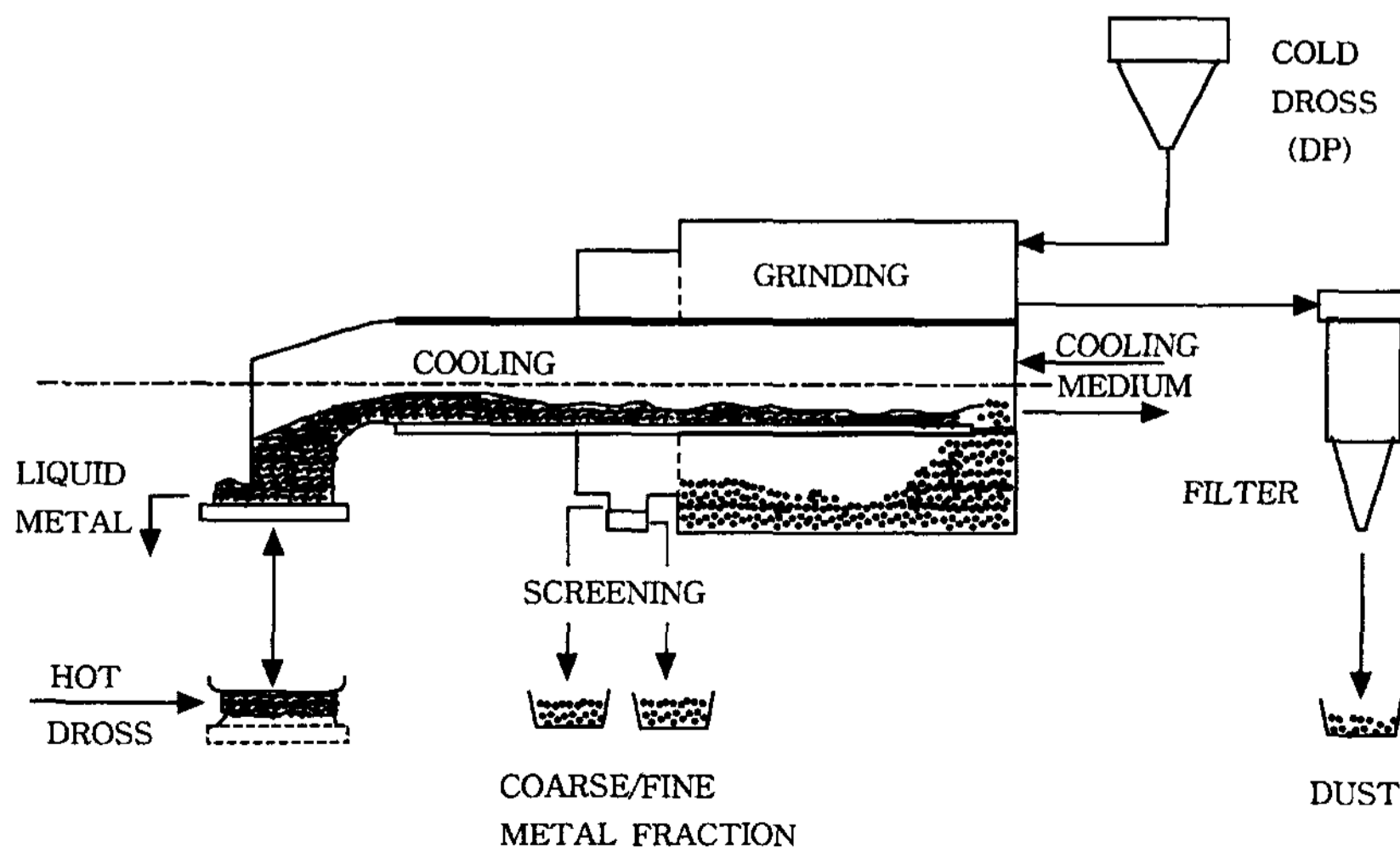


그림 3. AROS 장치 개략도

Table 3. 금속함유율에 대한 회수율

	회수율(%)	Metal 함유율
Drain	5~20	100
조립	10~25	90
세립	35~40	70~75
Dust	35~40	20~25

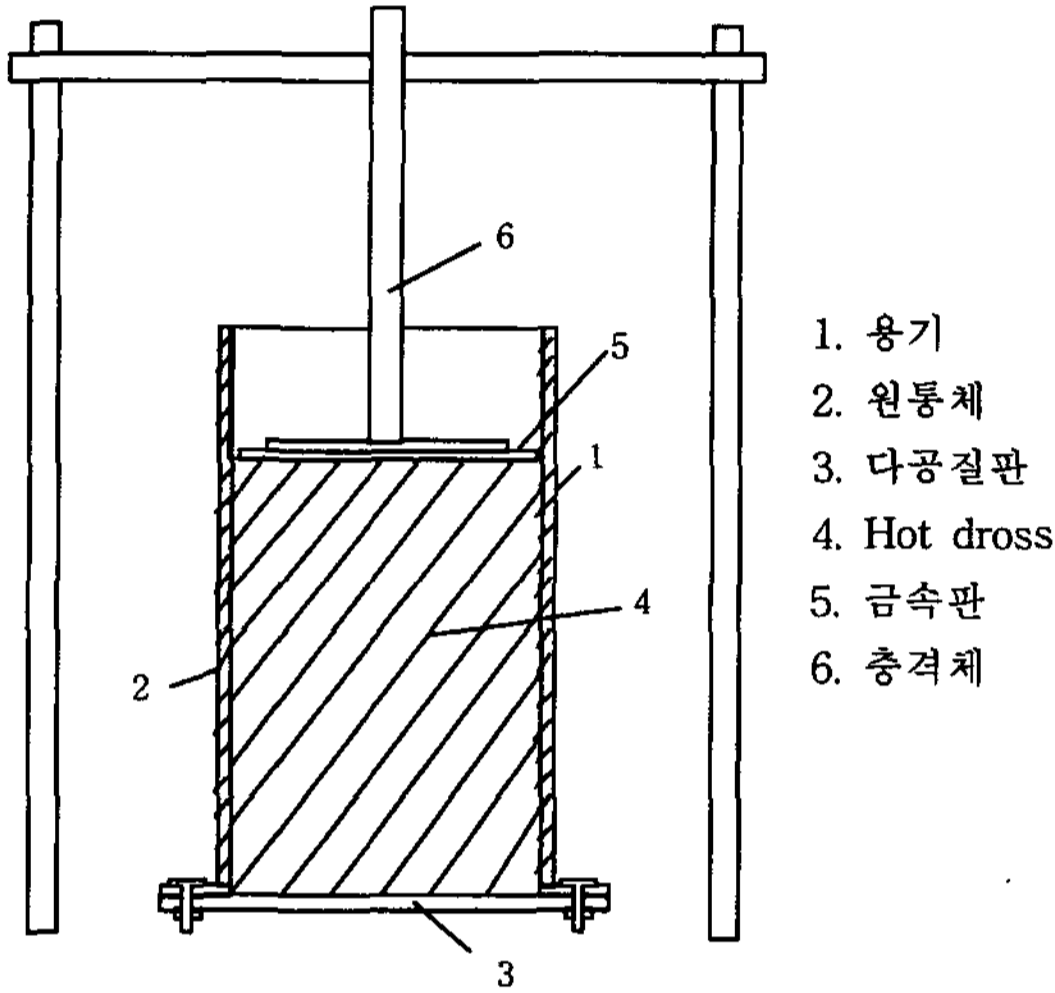


그림 4. SPM법 장치개략도

걸어 Al을 회수하는 방법이다. 그림 4에 SPM법의 개념을 도시하였다.

Al 회수율은 30~50%로 MRM법보다 약간 적지만, 작업환경 측면에서는 우수한 특징이 있다. Al을 회수한 후에도 dross cake 중에 30%이상 회수할 수 있는 Al이 남아 있기 때문에 철강조제제로 이용하는 것이 고려되고 있다.

4) Plasma를 이용한 처리법

냉각된 dross를 plasma arc로 급속 가열 용해하여 Al을 회수하는 방법이다. Alcan사 및 Plasma Processing Corporation사에서 개발된 것으로서 salt flux를 사용하지 않은 냉각 dross에서 고효율로 금속을 회수할 수 있다. 이 방법에서는 salt를 사용하지 않기 때문에 산화물을 주성분으로 하는 dross찌꺼기는 후술하는 바와 같이 "NOVAL" 로서 이용된다. Dross 1ton당 전력이 250~300 KwH가 소모되는 것으로 보고되어[6] 있어서 전력 cost가 문제가 되고 있다.

5) 원심력을 이용하여 Al을 회수하는 방법

FOCON사에서 개발한 ECOCENT법은 dross를 converter에 넣어 재가열 한 후 원심분리기에서 금속을

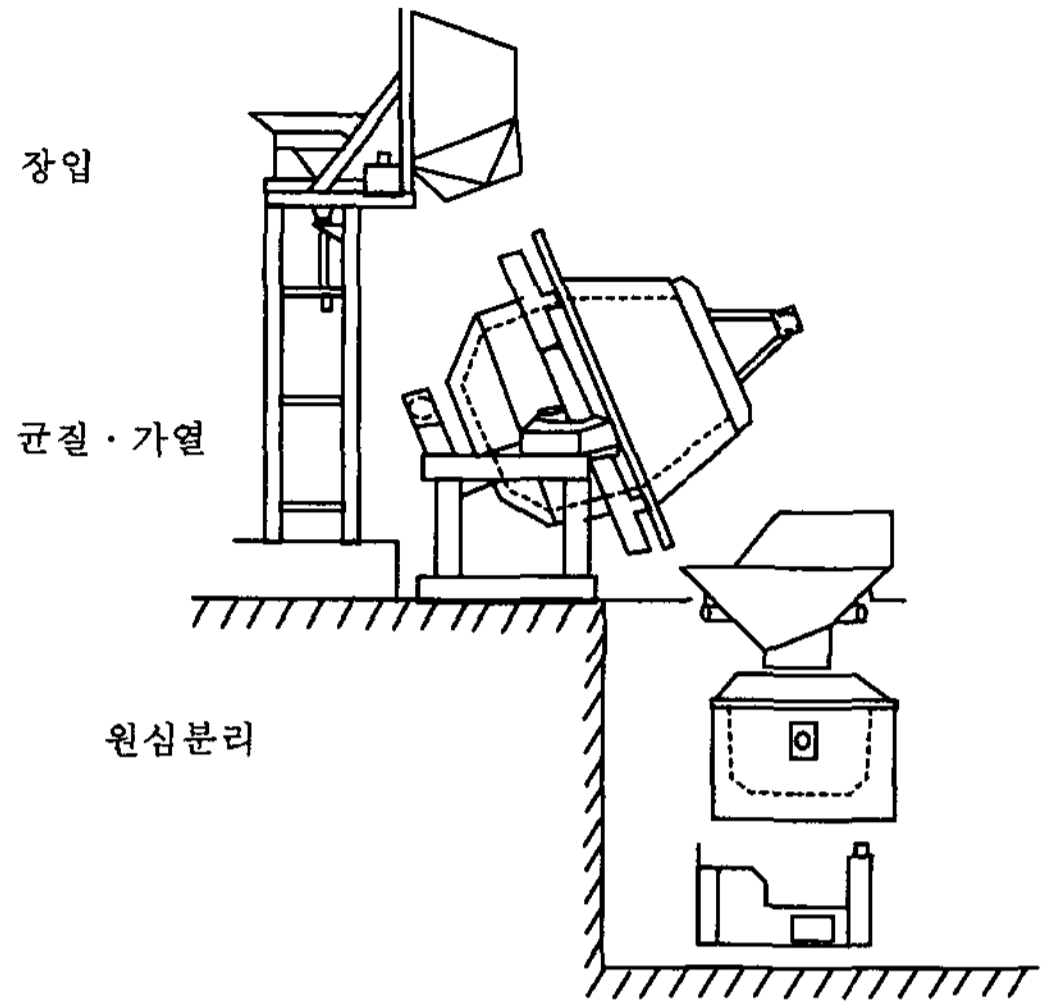


그림 5. ECOCENT법의 개요도

분리한다(그림5). 이 장치의 특징으로서는 salt를 사용하지 않고 처리하는 것, 회수율이 90%이상으로 높다는 것, 에너지 소비량이 적다는 것을 들 수 있다. 현재 실용단계에 있다.

6) 산소 burner 부착 회전로에 의한 무염처리법

냉재 처리법인 rotary salt로 공정의 환경, 경제 측면의 문제를 해결하기 위하여 Al dross 및 scrap 용해에 대하여 새로운 무염처리법이 개발되었다. 이 장치는 회전로에 산소 burner를 설치하여 고열효율과 분위기 제어성을 향상시킨 것으로 test plant는 1994년에 가동되었으며 종래의 염욕처리법에 비해 열효율, 금속회수율, 환경 측면에서 좋은 결과를 얻고 있다.

7) Dross 교반, 금속회수를 Ar gas 분위기하에서 실시하는 방법

MRM법을 개량한 이 방법은 dross 윗부분을 Ar gas에 의해 비산화 분위기로 하여 dross의 온도상승을 억제하여 산화 loss를 최소화 하는 방법이다.

1차 처리에서 산화 loss를 4%감소시킬 수 있으며, 회수율은 종래에 행하던 방법의 87%에서 95%까지 향상시킬수 있는 것으로 보고되었다[7].

5. Dross찌꺼기 처리 및 이용법

Al recycling이 촉진될수록 dross찌꺼기는 그에 비례하여 증가하나 철강용 이외는 대부분 매립처리되고 있어서 자원의 유효이용과 환경보존의 관점에서 이는 Al

업계 전체의 중요한 관심사이다.

따라서 dross찌꺼기의 처리 및 이용법은 여러 가지로 개발이 진행되어 왔으며, 현재는 cement등의 재료로 실용화가 기대되고 있다.

일본에서는 dross찌꺼기의 고온가열에 의한 악취 원인이 되는 질화 Al을 분해하여 산화 Al로 변화 시키는 처리법[8]과 염소성분을 제거하는 처리법[9]에 관해 특허가 있다. 일본에서는 염소성분을 제거하는 처리법을 이용하여 회전식고온소성로에서 금속 Al 0.1%이하, 질화 Al 0.1%이하, 염소 0.01%이하를 이루는 소성조건이 개발되었다. 이의 실용화를 위해 cost 절감을 검토 중이며, 용도로서는 cement원료, 연마제, 내화물이 고려되고 있다.

또한, 구미에서도 최근에 산업폐기물 규제가 강화되어 dross찌꺼기를 예전처럼 매립처리하는 것이 곤란하다. 이 때문에 dross처리를 전술한 것처럼 salt를 사용하지 않는 방법으로 개발이 진행되고 있다.

Alcan사에서는 plasma arc로에서 금속을 회수한 후의 dross에는  $Al_2O_3$  70~95%와 소량의 금속 Al, 질화 Al, 마그네시아 spinel을 함유한 "Noval" 이란 상품명으로 ceramic, 연마제 등의 원료로 사용되고 있다.

IMSAMET사에서는 1990년초부터 salt cake의 재생 수단으로서 cement 산업분야에서 염가의  $Al_2O_3$  원료로 이용하고 있으며 이 용도에 유해한 염소분은 salt cake를 수세하여 0.1%이하로 억제하고 있다[10].

또 IMCO사에서는 salt cake로부터 금속을 회수할 때 부산물로서 칼륨비료(상품명 K-soil)를 제조하는 방법을 개발하였다고 보고하고 있다[11].

또, Alcoa사는 salt cake를 내화재료로 이용하기 위해 연구하고 있으며, 품질만족을 위해서는 불순물(특히 Si, Ca)을 제거하는 기술개발이 필요하다고 보고하고 있다[12]

## 6. 결 론

Al recycle 촉진과 더불어 dross찌꺼기 발생량이 증가하고 있으므로 dross중의 Al 회수는 자원 재활용과 환경보호 측면에서 매우 중요한 문제이다.

따라서 장래에는 dross로부터 금속 회수율을 최고로 높이고, 발생한 dross찌꺼기를  $Al_2O_3$ 화 처리에 의해 무해화·가치화 하는 것이며, 이것을 조기에 실현하기 위해서는 Al소재 maker, 재생합금 maker, dross찌꺼기 maker의 관련 업계가 협력하여 dross의 발생억제, 금속 회수, recycle 재이용, 재자원화를 하고자 하는 공동노력이 필요하다.

## 참 고 문 헌

- [1] (財)金屬系材料開發センター (財)資源環境センター報告書 (1995) 265
- [2] (財)金屬系材料開發センター (財)資源環境センター報告書 (1994) 49
- [3] 可賀谷, 大園: 輕金屬學會 第89回 秋季大會 講演概要集, (1995) 125
- [4] G. Zahorka: Light Metals (1986) 769
- [5] D. J. Roth, A. R. Beevis: Light Metals (1995) 815
- [6] S. Lavoie, J. Lachance: "3rd Int. Sympo. on Recycling of Metals and Engineered Materials" (1995) 791
- [7] (財)金屬系材料開發センター (財)資源環境センター報告書 (1996) 78
- [8] 特許公開平 6-135761
- [9] 特許公開平 6-263496
- [10] D. A. Zuck: "3rd Int. Sympo. on Recycling of Metals and Engineered Materials" (1995) 925
- [11] F. R. Hubbard: "3rd Int. Sympo. on Recycling of Metals and Engineered Materials" (1995) 917
- [12] J. N. Hryn, E. J. Daniels: "3rd Int. Sympo. on Recycling of Metals and Engineered Materials" (1995) 905