

스틸 폐캔 再活用방법과 自動化 처리장치

*朴 馨 圭

韓國資源研究所 資源活用研究部

A Process for Recycling of Used Steel Can and Automatic Treatment System

Hyung-kyu Park

Minerals & Materials Processing Division, Korea Institute of Geology, Mining and Materials

요 약

본고는 스틸 폐캔을 재생 스틸로 용해시 금속 회수율을 높이기 위하여 스틸 폐캔을 예비처리하는 방법과 연속적으로 처리하기 위한 자동화 장치에 관한 국내 개발 기술사례이다. 본 개발기술은 스틸 폐캔 더미의 와해, 이물질제거, 알루미늄 폐캔 분리, 도료와 락카제거 등의 예비처리 공정들과, 락카제거된 스틸 폐캔들을 다시 압착하여 일정한 크기의 더미로 제조하는 공정으로 구성되어 있으며, 스틸 폐캔 용해시에 적합한 형태로 처리하는 것을 최종목표로 하였다. 또한, 락카 제거시에 부산물로 발생된 철분과 알루미늄 분말 혼합물을 자력선별기를 사용하여 분리 회수하였다. 이와 같은 일련의 처리를 통해서 제강공장에서 재활용하기에 적합한 형태로 스틸 폐캔을 처리할 수 있으며, 전 공정을 자동화시킴으로써 대량의 스틸 폐캔을 효과적으로 처리할 수 있다.

주제어: 재활용, 스틸 폐캔, 예비처리, 자동화 장치

ABSTRACT

In the present paper, a current technical progress for recycling of used steel can is described. The developed technology was a kind of pre-treatment through an automatic equipment system to increase recycling and melting efficiency of used steel can. The process consisted of several unit processes such as breaking of steel can bale, removing dust, separation of aluminum can, delacquering, and compressing to bale. Also, aluminum powders were recovered as a by-product at the delacquering step. The process was carried out automatically through by use of the developed equipment system. The automatic system could be very available in mass treatment of used steel can.

Key words: Recycling, used steel can, pre-treatment, automatic equipment system

1. 서 론

금속캔은 재활용이 용이한 포장용기로서 자원이 부족한 우리나라로서는 금속 폐캔의 효율적 재활용 기술은 자원재활용 측면에서 매우 중요한 일이다. 금속캔은 크게 스틸캔(철캔이라고도 함)과 알루미늄캔으로 구분할 수 있다. 최근 몇 년간의 국내 금속캔 생산량과 재활용율을 요약하여 나타내면 Table 1 과 같다.¹⁾ 1998년의

경우에는 경기침체 여파로 캔 소비가 다소 줄었으나 1999년부터는 소비량이 다시 늘어나는 추세로서, 국내에서는 아직까지 스틸캔의 소비가 알루미늄캔보다 훨씬 많은 것을 볼 수 있다. 폐캔의 재활용율은 1994년의 13.1%에 비해 1997년에 48.4%로 크게 증가하였다. 1997년의 경우 스틸캔 재활용율은 49.3%를 기록하였고, 알루미늄캔의 경우는 34.8%였다. 1998년부터는 국내 금속캔 재활용율이 50%를 넘어선 것으로 추정된다.

국내에서는 폐캔을 수거해서 수집된 폐캔 중의 스틸캔과 알루미늄캔을 수동 또는 자력선별기로 분리시킨

* 2000년 4월 26일 접수, 2000년 9월 30일 수리

* E-mail: parkhk@kigam.re.kr

Table 1. Consumption and recycling rate of metal cans in Korea

(unit : million cans, wt. : 1,000 tons)

		'94	'95	'96	'97	'98	'99	2000	
Consumption (Domestic)	cans	Total	5,501	6,051	6,653	5,987	4,789	5,268	5,795
		ST	4,319	4,840	5,324	4,579	3,663	4,029	4,432
		AL	1,182	1,211	1,329	1,408	1,126	1,239	1,363
	wt.	Total	319	357	398	373	299	328	361
		ST	302	339	375	352	282	310	341
		AL	17	18	23	21	17	18	20
Recycled Amount (1,000 ton)	Total	41.8	63.5	114.6	180.7	200	213.5	231	
	ST	35.2	60	110	173.4	190.8	203	220	
	AL	6.8	3.5	4.6	7.3	9.2	10.5	11	
Recycling Rate (%)		13.1	17.8	28.8	48.4	66.9	65.1	64.0	

* '94~'97은 실적이며 '98~2000은 추정치임.

다음, 상대적으로 고가인 알루미늄 페캔은 용해시 금속 회수율을 높이기 위하여 세편, 도장 및 락카제거 등의 전처리를 행한 후에 용해시켜 재생 알루미늄괴를 제조하고 있는데,²⁾ 스틸캔은 별도의 전처리를 하지 않고 운송을 용이하게 하기 위하여 압착시킨 후 제강공장이나 주조공장으로 납품되는 경우가 대부분이다. 특히, 스틸 페캔을 더미로 수거하는 경우 별도의 전처리 공정을 거치지 않고 단순히 용해만 하여 재생지금을 만들고 있기 때문에, 제조공정이 대부분 단속적이며 수동식 처리 작업에 의존함으로써 재활용 효율을 저하시키는 원인으로 지적되고 있다.

종래 기술의 경우, 스틸 페캔의 용해 시 용기내부 락카의 기화에 의한 용탕 산화 등이 야기됨으로써 금속의 산화손실이 많아진다. 따라서, 페캔의 전처리 공정으로서 내부 락카와 외부 도료를 제거하는 것이 필요하다. 또한, 현재 국내의 식음료용 캔은 알루미늄캔과 스틸캔 두 가지가 있기 때문에 수거된 스틸 페캔 중에는 다수의 알루미늄캔이 섞여 있는 경우가 대부분이어서 압착된 더미로 스틸 페캔을 수거하여 알루미늄 페캔을 분리시키지 않고 바로 용해하는 경우에는 상대적으로 고가인 알루미늄의 손실을 초래할 뿐만 아니라 용탕을 오염시키기도 한다. 국내에서는 스틸 페캔으로부터 알루미늄캔의 선별작업이 수동으로 이루어지는 경우가 많으며, 이에 따른 인력소요와 단속적이고 수동작업에 의한 효율성 저하가 문제점으로 지적되고 있어서 페캔을 대량 처리할 수 있는 연속공정의 개발이 필요하다. 또, 음료용 스틸캔은 몸체는 스틸이고 마개는 알루미늄합금으로

구성되어 있는데, 스틸 페캔을 재활용하는 경우 스틸 페캔 중의 알루미늄 마개를 회수하는 방법이 일부 알려져 있었으나³⁾ 자동화 처리장치가 개발되지 않았기 때문에 이에 대한 기술개발도 요구되었다.

따라서, 본 고에서는 최근 국내에서 개발된 기술로서 스틸 페캔을 제강공장에서 용해하기에 적합하도록 일련의 예비처리를 행하는 방법과 대량의 스틸 페캔 더미를 연속적으로 처리할 수 있는 자동화공정 및 시험조업 결과를 간략히 소개하고자 한다.

2. 스틸 페캔 처리 공정 및 연속처리장치

이 방법에서는 스틸 페캔 또는 페캔 더미(Bale)를 와해(Bale Breaking), 불순물제거, 알루미늄캔 분리, 도장 및 락카제거(Delacquering), 압착 등을 행하여 스틸 페캔에 섞여 있는 알루미늄을 회수함은 물론, 스틸 페캔 용해시에 금속 회수율을 높이려고 하였다. 단위공정별 처리장치로서 더미로 수거된 스틸 페캔을 처리하기 위하여 전단식 와해기를 제작하여 사용하였고, 흙, 유리조각, 먼지 등 이물질 제거하기 위하여 진동스크린(Vibrating Screen)을 사용하였으며, 자력선별기를 사용하여 철캔 중의 알루미늄캔을 분리하였고, 로타리킬른에서 락카를 제거함과 동시에 철캔에 붙어 있는 알루미늄 마개가 조각이 되어 떨어지는 것을 진동분리기에서 분리, 회수하였으며, 락카가 제거된 스틸 페캔을 프레스에서 더미 형태로 압착하여 제강공장 용해시료로 사용하도록 하였다. 또한, 각 공정들간에 콘베이어를 사용하여 시료를 이송

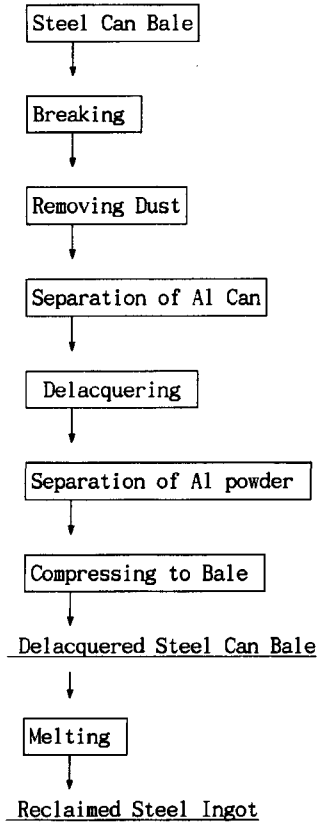
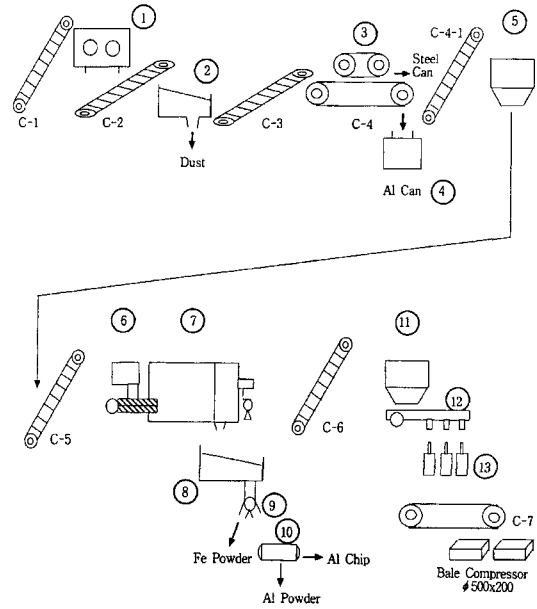


Fig. 1. Process flowsheet for recycling of used steel can.

시킴으로써 일련의 폐켄 처리조업을 연속적, 자동적으로 행할 수 있도록 하였다. 이와 같은 방법에 따라 스틸 폐켄을 처리하면 제강 공장에서 락카제거된 스틸 폐켄을 효율적으로 용해하여 재활용할 수 있으며, 아울러 락카 제거 과정에서 철분말과 알루미늄분말을 공정부산물로 회수할 수 있는 잇점이 있다.

스틸 폐켄 더미에서부터 최종 처리형태인 락카제거된 스틸 폐켄 더미를 생산하기까지 일련의 공정을 차례대로 나타내면 Fig. 1 과 같다. Fig. 1 에서 락카제거된 스틸 폐켄 더미는 용해공정인 제강공정의 원료로 공급된다. Fig. 1 에서의 공정 수순과 사용 장치의 개략도를 그림으로 나타내면 Fig. 2 와 같다. Fig. 2 에서처럼 스틸 폐켄 더미를 콘베이어(C-1)를 사용하여 와해기(Bale Breaker, 1)에 장입시키면, 와해기에 설치된 회전식 칼날들에 의해 폐켄 더미는 낱개의 폐켄으로 와해된다. 와해된 폐켄들은 와해기 하부의 시료 배출구 밑에 설치된 콘베이어(C-2)를 통하여 경사진 진동스크린(Vibrating



1. Bale Breaker, 2. Vibrating Screen, 3. Magnetic Separator, 4. Al Can collecting Basket, 5. Hopper, 6. Vibrating Feeder, 7. Rotary Kiln, 8. Vibrating Screen, 9. Magnetic Separator, 10. Rotary Sieve, 11. Hopper, 12. Mesh Conveyor, 13. Sizing Press, C1-7: Conveyor

Fig. 2. Schematic diagram of equipment system for processing of used steel can.

Screen, 2)으로 이송되고 스크린을 진동시켜서 폐켄 내부의 흙, 유리조각, 먼지 등 이물질들을 제거한다. 이물질을 제거한 폐켄 들은 콘베이어(C-3)을 통해서 자력선별기(Magnetic Separator, 3)으로 이송되어 스틸 폐켄 중에 섞여 있는 알루미늄 폐켄들을 분리시킨다. 자력선별기는 정치형 자력선별기(Suspended Magnetic Separator)와 풀리형 자력선별기(Magnetic Pulley)를 1조로 구성하였다. 분리한 알루미늄 폐켄은 수집통(Basket, 4)에 따로 모아서 재생 알루미늄 지금으로 재활용한다. 자력선별기를 통과한 스틸 폐켄들은 콘베이어(C-4 및 C-4-1)를 타고 호퍼(Hopper, 5)로 이송되어 일시 저장된 다음 호퍼 하부에 설치된 콘베이어(C-5)를 통해서 로타리킬른 입구에 설치된 진동공급기(Vibrating Feeder, 6)를 통해서 로타리킬른(Rotary Kiln, 7) 내부로 공급된다. 호퍼(5)는 폐켄을 로타리킬른에 적정속도로 균일하게 공급하고, 로타리킬른에 장입하기 전 시료를 일시 저장할 필요가 있을 경우에 대비해서 설치하였다.

Fig. 2 의 로타리킬른(7)에서 시료는 로타리킬른 버너의 화염과 역방향으로 이송되면서 락카가 열분해되어 제

거되는데, 로타리킬른의 온도는 배기가스 배출구에 자동 온도조절기를 설치하여 조절하였다. 본 기술의 시험조업에서는 배기가스의 온도를 400~450°C로 조절하였으며, 로타리킬른 내부에서 시료의 체류시간을 10분으로 하였다. 로타리킬른 내부가 가열, 회전하면서 폐켄 외부 도장과 내부 락카의 제거가 진행되는 동안 스틸 폐켄은 서로 부딪히기도 하고 로타리킬른 벽과 부딪힌 충격에 의하여 몸체에 붙어 있는 알루미늄 마개가 칩(chip)과 분말 형태로 잘게 부서지며, 스틸 폐켄 몸체로부터도 가열에 따른 철산화스케일 분말이 떨어진다. 로타리킬른 배출구에서 빠져 나온 시료는 배출구 아래에 설치된 진동스크린(Vibrating Screen, 8) 위에 떨어지고, 스크린이 진동되면서 산화스케일인 철 분말과 알루미늄마개 조각들이 스틸 폐켄 몸체로부터 분리 제거된다. 진동스크린에서 빠져 나온 철분과 알루미늄 조각들은 진동스크린 하부에 설치된 자력선별기(Magnetic Separator, 9)를 사용하여 철분과 알루미늄 조각으로 분리시키고, 알루미늄 조각들은 로타리시브(Rotary Sieve, 10)에서 입자가 큰 것과 작은 것으로 분류하여 회수한다. 로타리시브는 일종의 경사진 회전형 망체로서, 로타리시브가 회전함에 따라 내부의 시료가 같이 회전하면서 망체 구멍보다 작은 시료들은 아래로 빠지고, 큰 것은 회전 망체의 경사에 따라 배출구로 배출되는 원리이다.

락카가 제거된 스틸 폐켄 몸체는 로타리킬른(7) 배출구로부터 콘베이어(C-6)를 통해서 호퍼(Hopper, 11)로 이송되고, 호퍼(11) 하부에 설치된 압축기 공급용 메쉬 콘베이어(Mesh Conveyor, 12)를 통해서 폐켄 압착프레스(13)로 이송되어 원하는 형태와 크기로 압착되며, 압착된 스틸 폐켄 더미는 콘베이어(C-7)을 통해서 제품으로 출하된다. 본 기술의 시험조업에서는 외경 500 mm, 높이 200 mm 크기의 원통형 더미로 제조하였다.

3. 시험조업결과

3.1. 스틸 폐켄의 도료 및 내부락카 제거실험

도료와 내부락카는 로타리킬른에서 폐켄 시료를 가열함으로써 열분해시켜 제거하였다. 시료들을 로타리킬른의 배기가스 온도 350~450°C 범위에서 1시간동안 가열하면서, 시간에 따라 락카가 제거되는 상황을 알아보기 위하여 5, 10, 20, 30, 40, 50, 60분에 시료를 꺼내어 도료와 락카가 제거되는 여부를 조사하였다. 온도와 시간에 따라 도료와 락카제거를 행한 후 폐켄 시료들의 도료와 락카제거 상태를 육안으로 검사해서 그 결과를

Table 2. Result of delacquering with variation of temperature and retention time (o: fully delacquered, x: partially delacquered)

\Time(min.) Temp.(°C)	5	10	20	30	40	50	60
350	x	x	x	o	o	o	o
400	x	o	o	o	o	o	o
450	o	o	o	o	o	o	o

락카제거가 잘 된 것과 불충분한 것 두 가지로 분류하여 나타내면 Table 2 와 같다. 이 표에서 보면 로타리킬른 배기가스부의 온도가 400°C 이하에서는 락카제거가 30분 이내에는 안 되고, 400°C 이상의 온도에서는 락카제거가 잘 되며 온도가 올라갈수록 락카제거에 소요되는 시간이 짧아지는 것을 알 수 있다. 그러나 온도가 올라갈수록 시료표면의 산화가 많아져서 철 스케일이 많이 생기기 때문에 락카제거는 400~450°C에서 10분 정도가 적절하였다.

3.2. 락카제거 전, 후 스틸 폐켄 및 부산물 회수량

본 기술개발 시에 사용한 시료는 국내에서 수거한 스틸 폐켄 더미 시료로서 대부분 식음료용으로 사용된 폐켄이었으며, 폐켄 더미에는 알루미늄 폐켄이 일부 섞여 있었다. 폐켄 더미의 크기는 직경 500 mm, 높이 200~500 mm 크기였다. 앞서 기술한 스틸 폐켄 처리장치를 사용해서 5톤의 스틸 폐켄 더미 시료를 처리시 각 단위공정별 물질수지를 조사하였다. 먼저 폐켄 더미 시료를 와해시키고, 진동스크린에서 흙, 유리 등 이물질질을 제거한 다음, 자력선별기에서 알루미늄캔을 분리하였다. 이물질과 알루미늄캔 양은 수거한 폐켄 더미의 상태에 따라 다르지만, 본 시험조업에서는 폐켄 시료 5톤 중의 이물질과 알루미늄캔을 분리한 결과 4,808 kg의 스틸캔과 103 kg의 알루미늄캔을 회수하였으며, 흙, 유리 등 이물질과 먼지 등으로 인한 손실(loss)이 89 kg 발생하였다. 이로부터 시료 투입량의 약 0.9%가 이물질, 먼지 등이며, 알루미늄 폐켄 함유량이 2% 정도인 것을 알 수 있었다.

이와 같이 전처리를 행한 후 스틸 폐켄 1,000 kg 씩을 4회에 걸쳐 락카제거 공정에 투입해서 각 실험 회수별로 락카제거된 스틸 폐켄 몸체, 철스케일 분말과 스틸 폐켄의 마개 성분인 알루미늄 조각을 각각 회수하였는데, 특히 알루미늄 조각들은 구멍 간격 5 mm의 회전형 망체를 사용하여 직경 5 mm 이상인 것과 5 mm 이하인 것으로 따로따로 회수하였다. 4회에 걸쳐 실험을 행

Table 3. Recovered materials at the delacquering step of used steel can

Sample\Exp. No.	1	2	3	4	average	
Charged Steel Can (kg)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	
Output (kg)	Delacquered Steel Can	904	893	900	906	900
	Fe Powder	25	27	25	24	25
	Al Chip	26	29	27	25	27
	Al Powder	31	33	33	30	32
	Loss	14	18	15	15	16

한 결과를 정리해서 나타내면 Table 3 과 같다. Table 3 에서 Al chip은 스틸 페켄으로부터 분리된 알루미늄 마개 조각들 중 직경 5 mm 이상인 것이고, Al powder는 직경 5 mm 이하인 것을 나타낸다. 또, loss는 페켄 내, 외부의 락카와 도료가 열분해되어 기화된 것과 먼지 등으로 손실된 양이다. 이상의 시험조업을 통하여 스틸 페켄 투입량의 90%를 제강공장 등에서의 재활용 용도로 사용할 수 있으며, 부산물로서 투입량 대비 평균 2.5%의 철분과 6.0%의 알루미늄 조각을 회수할 수 있었다. 또한 스틸 페켄 자동화 처리시스템을 사용함으로써, 각 공정들 간에 시료가 컨베이어를 통하여 자동으로 이송되어 연속조업을 할 수 있으므로 스틸 페켄의 대량처리에 효과적이었다.

4. 결 론

본 고에서는 국내에서 최근 개발한 스틸 페켄의 처리기술과 처리장치시스템을 소개하였다. 이 방법에서는 수거한 스틸 페켄을 와해, 불순물제거, 알루미늄캔 분리, 도장 및 락카제거, 압착 순으로 연속 처리함으로써 제강공장에서 스틸 페켄을 재활용하기 용이하도록 하였으며, 처리장치를 자동화시킴으로써 스틸 페켄을 대량 처리할 수 있도록 하였다. 여기서 소개한 기술과 처리장치들은 스틸 페켄을 수집한 후 이를 재활용하는 공장 및 사업체에서 페켄의 처리를 자동화시키

고, 대량 처리하는데 효율적으로 사용할 수 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

1. 한국자원리싸이클링학회 : "1999 리싸이클링백서", 문지사 간, pp. 86-89 (1999).
2. 박형규, 김준수, 이후인 : "알루미늄페켄 파일롯플랜트 시운전 결과", 한국자원리싸이클링학회 1998춘계 학술대회발표집, pp. 125-126 (1998).
3. 박형규 외 4인 : 과학기술부 연구보고서 KR-93-(B)-30, 한국자원연구소간 (1993).

朴 馨 圭



- 1979년 서울대학교 금속공학과 졸업, 공학사
- 1981년 서울대학교 대학원 금속공학과 졸업, 공학석사
- 1989년 서울대학교 대학원 금속공학과 졸업, 공학박사
- 1981~1985년 풍산금속공업(주) 근무
- 1989년 동부제강(주) 근무
- 1995년 미국 South Dakota School of Mines and Technology, 객원연구원
- 현재 한국자원연구소 자원활용연구부 근무(한국자원리싸이클링학회 편집위원)