

> 技術報告 <

轉爐에서의 Steel Can Scrap 재활용처리의 현황 및 전망

鄭宇陽·表在浩·洪相福
포항종합제철주식회사 생산기술본부

1. 서 론

최근 환경 보호에 대한 범 세계적인 관심의 고조와 함께 국내에서는 폐기물 발생량을 원천적으로 감소시키고 재활용 비율을 향상시키기 위한 각종 관련제도장치의 마련 및 사회운동이 활발히 전개되고 있으며, 제강업계에서도 이에 적극 동참하기 위하여 주원료로 Steel Can Scrap 사용 확대를 추진하고 있다.

그러나 Steel Can Scrap에는 Sn, Ni, Cr 등 잔류 성분이 높아 품질에 악영향을 미치며, Can의 내용물 잔량 및 각종 이물질로 인하여 작업성이 나빠져서 제강업계 특히 高爐~轉爐~압연 공정을 위주로 하는 일관제철소에서는 그 사용량을 소량으로 제한하고 있다.

본 稿에서는 당사가 내년부터 Steel Can Scrap을 사용하기 위하여 조사한 해외 일관 제철소의 Steel Can Scrap 사용 현황과 당사 포항제철소 2 제강공장 轉爐에서의 Steel Can Scrap 주원료 사용시험 중간 결과 및 향후 사용 계획에 대하여 서술한다.

2. 전로 주원료로서의 Steel Can Scrap 검토 및 해외 사용현황

2.1. 전로 주원료로서의 Steel Can Scrap 검토

전로는 용선, 고철, 냉선 등의 주원료와 석회석, 백운석, 형석 등의 부원료를 투입하고 다량의 기체 산소를 고압, 고속으로 취입(Blowing)하여

용선중의 C, Si, Mn, P, Fe 등의 성분을 산화시켜 용강(Molten Steel)을 제조하는 공정으로서, 주원료로 사용되는 고철은 가능한 Cu, Sn, Cr 등 잔류 성분이 적어야 하며, 비축이 커야 하고 또 운반 및 전로 장입시 부서지지 않도록 충분한 강도를 가져야 한다.

그러나 Steel Can Scrap은 첫째, Sn이 높아 제품의 표면 결함을 발생시키고, 다량의 Al이 함유되어 있어 전로내 열 Balance 변화 및 내화물 용손을 증가시킬 것으로 예상되며, 둘째 Steel Can 중 수분, Oil 및 각종 이물질이 함유되어 분진 및 화염이 다량 발생하고 철 실수율이 저하될 것이며, 셋째 국내에는 빈 Can의 수거, 가공 및 공급 체계가 미흡하여 다량을 안정적으로 공급하는 것이 곤란할 것으로 예상된다.

이러한 문제점으로 인해 일본, 미국 등에서 수거된 대부분의 Steel can Scrap은 전기로 업체에 재활용되어 왔으며 轉爐 공정을 가지는 일관제철소에서는 그 사용량을 소량으로 제한하여 왔다.

2.2. 일본 신일본제철의 사용현황

일본의 '90년도 조강생산량은 11,024 만톤, 제품생산량은 10,522 만톤으로 이중 125 만톤이 석도원 판이었다. 또한 동년의 Steel Can 생산량은 114 만톤이었으며 44.8%가 재활용된 것으로 발표되고 있다. 재활용된 Steel Can Scrap은 대부분 전기로 업체를 중심으로 한 제강사에서 사용되었으며 轉爐제강 중심인 일관제철소에서의 사용된 양은 매

Table 1. 일본의 Steel Can Scrap 분석실적 일례
(wt %)

성분	Sn	Al	Ni	Cr	Cu
Press	0.20	1.87	0.04	0.08	0.06
	0.16	0.11	0.09	0.11	0.04
Shredder	0.22	0.96	0.06	0.13	0.02
	0.21	1.06	0.07	0.08	0.03

우 적을 것으로 추정된다. 그리고 일본에서 유통되는 Steel Can Scrap 성분은 Table 1 과 같이 Sn 은 0.16~0.22%수준이며, Ni 과 Cr 은 일반 고철대비 다소 높게 나타나고 있다.

조강생산량 2,700~2,800 만톤/년으로 세계 최대의 일관제철소인 新日本製鐵은 轉爐에서 Steel Can Scrap 을 주원료로 사용하기 위해 '91 년에 최초로 3,098 톤을 시험 사용하였다.

그 결과 전로에 Heat 당 5 톤 이상을 사용하였을 때 화염 및 분진이 다량 배출하여 일반용선 취련시는 최대 Heat 당 5 톤, 예비처리선(탈린용선) 취련시는 최대 1 톤으로 그 사용량을 제한하고 있다.

또한 Steel Can Scrap 사용에 따른 강중 [Sn] Pick Up 이 품질에 미치는 영향을 고려하여 냉연재 등에 대해 최대 [Sn] 잔류 허용량을 0.008%로 규제하고 있다. 향후 新日本製鐵은 Steel Can Scrap 사용에 따른 경제성 검토 및 Al 혼입에 따른 전로 내화물의 용손과 품질에 미치는 영향 등의 기술적 문제를 해결하여 '93 년에 50 천톤, '94 년에 80 천톤, '95 년에는 최대 10 만톤 수준으로 그 사용량을 늘릴 계획이다.

2.3. 미국 U.S. Steel 의 사용 현황

미국 최대의 제철소인 U.S. Steel 은 환경 보호 및 자원 재활용에 대한 각종 사회 단체의 운동 및 정부의 장려 정책으로 '87 년부터 Al 및 Steel Can Scrap 을 수거하여 Al Can 은 제강의 탈산제로, Steel Can 은 轉爐의 고철을 대용한 주원료로 사용하여 왔다(Table 2).

그러나 사용 초기에는 Steel Can Scrap 의 결보기 밀도가 작고 각종 이물질 등이 많이 함유되어 전

로 작업성을 안정적으로 확보하기 위한 조업기준 마련에 많은 어려움을 겪은 것으로 알려지고 있으며 현재는 결보기 밀도를 최소 1.2 g/cm³ 이상 유지하고, 각종 이물질 및 수분과 Oil 을 엄격히 규제하고 있다. 한편 Sn 제거 Scrap (Detinned Scrap) 은 Sn 이 완전 제거되지 않고 일반 Steel Can Scrap 보다 톤당 30~40 \$ 高價여서 사용되지 않고 있다.

3. 당사 전로에서의 Steel Can Scrap 사용시험 중간 결과 및 계획

3.1. 국내 Steel Can 생산실적 및 전망

당사의 석도원판 공급량은 '90 년 253 천톤, '91 년 291 천톤에서 올해 광양제철소 5 냉연공장 준공과 함께 그 공급량이 대폭 늘어나 내년에는 433 천톤, '95 년에는 545.5 천톤 수준으로 전망되며 Steel Can 의 생산량은 '91 년의 314.5 천톤에서 '95 년에는 553.5 천톤으로 늘어날 전망이다(당사 내부검토 자료인용).

3.2. 전로에서의 Steel Can Scrap 사용시험 중간 결과

가) 시험방법

경북 포항시 인근 지역에서 수거된 호 Steel Can Scrap 을 약 70 톤 구입하여 개당 100~350 kg 단위로 압축한 후, 포항 2 제강공장 전로에 Heat 당 2~6 톤으로, 총 19 Heats 를 사용하여 제강 작업성을 관찰하였다.

그리고 Steel Can Scrap 사용량에 따른 성분 변화를 확인하기 위해 전로 취련 작업후 Slag 와 연주공장에서 용강 Sample 을 채취하였다. 또한 유도용해로에서 시료를 용해한 후 Sample 을 채취, 성분을 분석하였다. Table 3 에는 포항제철소 2 제강 공장전로의 주요 사양을 나타내었다.

Table 2. U.S. Steel 의 Steel Can Scrap 사용실적

년 도	'87	'88	'89	'90	'91
재사용	7,330	7,750	17,940	34,450	63,920

Table 3. 포항제철소 2 제강공장 전로 주요사양

형 식	NK-CB(복합취련)
용 량	300 Tons × 3
산소유량	Max. 70,000Nm ³ /Hr
저취 Gas	N ₂ /Ar

나) 시험 중간결과

-비중 및 강도

Steel Can Scrap 을 가로 64 cm, 세로 61 cm, 높이 32~71 cm 의 상자 형태로 압축하여 비중 및 강도를 측정 한 결과는 Table 4 와 같이 겉보기 비중은 평균 1.13 이나 Piece 당 Can 줄류 구성비 및 압물 함량에 따라 그 표준 편차는 0.175 로 비교적 크게 나타났다. 또한 지상 7 m 의 위치에서 낙하 시험한 결과 Scrap 의 형상은 파괴되지 않아 강도는 양호한 실적을 보였다.

-성분 및 철 실수율

Steel Can Scrap 을 유도용해로에 용해, 성분을 분석한 결과는 Table 5 와 같이 [Sn]은 0.38, 0.37%로 일본의 Steel Can Scrap 실적 0.16~0.22%보다 매우 높게 나타났다.

이는 일본과 우리나라의 TFS 비율차에 의한 것으로 추정되며 강중 Tot.[Al]은 2.48%로 예상치보다 낮게 나타났는데 이는 용해 작업중 다량의 [Al]의 산화된데 기인한 것으로 추정된다. 한편 용해로 장입 전후의 중량차에 의해 조사한 철 실수율은 78~83%로 일반 고철의 95%이상 수준 대비 매우 열위한 것으로 나타났다.

-제강 작업성

Can 중 음료 및 식품 잔량으로 인해 Steel Can Scrap 에 악취가 많이 발생하였고 파리, 모기 등이

Table 4. Steel Can Scrap 의 형상 및 비중 측정결과

항 목	N	평 균	σ	Min	Max.
Demension(64×61×높이, cm)	25	56.5	11.56	32	71
Weight(kg/Piece)	25	250.7	66.04	105	348
Bulk Density(g/cm ³)	25	1.13	0.175	0.84	1.42

서식하여 향후 수거 및 가공시 관리방법을 변경, 강화하여야 한다.

轉爐에 장입시는 화염 발생은 많지 않으나 용선 장입시 다소 발생하였고 특히 Steel Can 3~4 Tons /Heat 이상에서 극심하게 발생하여 현 Steel Can Scrap 의 품질 수준에서는 그 사용량을 Heat 당 2 톤 이하로 유지할 필요가 있다.

-성분 Pick up 량

Fig.1, 2 에 도시한 바와 같이 포항제철소 2 제강 300 톤 전로에서 Steel Can Scrap 을 1 톤 사용시마다 [Sn]은 약 0.001%, 전로 Slag 중 (Al₂O₃)는 0.27% 상승하였으며 기타 잔류성분으로 [Ni], [Cr], [Mo], [Cu] 등은 영향이 적었다(Table 6).

전로내 탈 [Sn]율은 기화 및 Slag 에 의한 회석

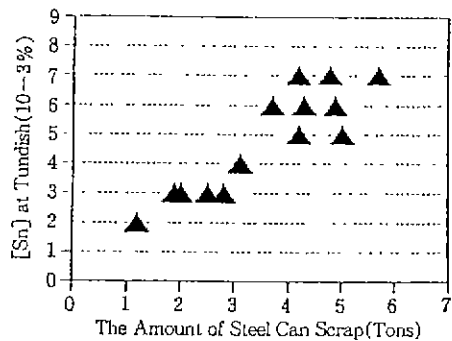


Fig.1. Steel Can Scrap 사용에 따른 연구, T/D 에서의 [Sn]변화

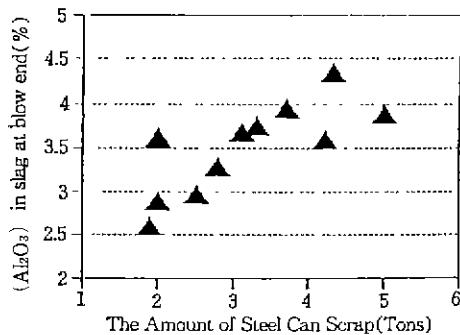


Fig.2. Steel Can Scrap 사용에 따른 전로 Slag 중 (Al₂O₃) 변화

Table 6. 연수 Tundish 에서의 잔류성분 수준 비교

구 분	Can Scrap 사용			미 사 용		
	[Ni]	[Cr]	[Cu]	[Ni]	[Cr]	[Cu]
N	17	17	16	69	69	69
평 균	1.29	1.71	1.93	1.35	1.12	1.65
최대치	2	2	4	3	3	3

효과로 약 28~35%로 추정되었으며, Slag 중 (Al_2O_3) 상승에 의한 전로 내화물 용손 증가 및 출강중 유출 Slag 중 (Al_2O_3) 상승에 의한 품질 영향은 추가 시험을 통하여 상세 검토할 예정이다.

- Sn 상승이 품질에 미치는 영향

Sn 이 품질에 미치는 정량적 영향은 파악되지 않고 있으나 강중에 다량 함유되면 고온 취성 및 Cu-Sn 의 편석을 초래하여 Sliver 등 표면품질 불량과 성형성 악화, 경도 상승을 유발한다고 한다. 현재 냉연재 2 Heats 에 대해 그 품질을 확인 중에 있다.

- 추가시험 내용

'92년 12월 1일부터 제강공장 전로별 작업성과 강종별 품질 영향을 조사하기 위해 Steel Can Scrap 을 약 700톤 구입하여 포항제철소 1, 2 제강 공장과 광양제철소 2 제강공장에서 전로 주원료 사용 시험을 진행중에 있다.

3.3. 향후 사용계획

포항제철소 2 제강공장에서 사용 시험한 중간 결과 및 당사의 증장기 철원 Balance 와 고급강 생산 계획 등을 감안시 Steel Can Scrap 의 최대 사용 가능량은 년 7만톤 수준으로 전망된다. 따라서 당사는 현재 진행중인 Steel Can Scrap 사용 시험과 '93년 추가 시험을 통해 전로 작업성 확보등의 기술적 문제를 해결하고 포항, 광양제철소 인근지역에 공급업체 확보시 '93년에 5만톤, '94년에 6만톤 그리고 '95년부터 최종 7만톤 사용이 가능하다.

4. 결 과

최근 환경 보호와 자원 재활용에 대한 정부의 시책 및 각종 사회 단체의 운동에 적극 동참하고 지역 사회에 기여하기 위하여 당사는 Steel Can Scrap 을 제강 전로의 주 원료로 재활용하는 것을 추진중에 있다. 현재까지의 시험 결과는 포항제철소 2 제강공장 300톤 轉爐에서 작업성과 관련하여 Heat 당 2톤까지 사용 가능하였으며 향후 강중 [Sn] 상승에 따른 품질 영향 등의 기술적 문제를 해결하고 포항, 광양제철소 인근지역에 공급업체 확보시 '93년에 5만톤, '94년에 6만톤, 그리고 '95년부터는 7만톤의 Steel Can Scrap 을 사용할 수 있다.

폐유리병 재활용 운동

한국공업협동조합은 최근 유리병 회수율을 높이기 위해 폐유리병 재활용 캠페인을 전개기로 했다. 조합은 이를 위해 우선 '유리병을 사용하는 사람들은 자연을 사랑하는 사람들입니다.' 라는 케치프레이드를 실은 홍보지 1만장을 제작 각 기관을 비롯 기업체, 민간 단체등에 배포할 계획이다.

유리조합 김영길 전부는 '유리병은 재활용 과정에서 부산물이나 쓰레기를 남기지 않고 100% 재활용 가능한 포장재' 라며 '국민 모두가 유리병을 자발적으로 수집하는 습관을 지르도록 유도하겠다' 고 말했다.

유리조합은 앞으로 플라스틱이나 캔용기보다 재활용에 유리한 유리병 사용을 확대해 나가도록 각 기업 등에 권장키로 했다.