

로의 종류와 배출오염물질

(첫번째)

郭 錦 南

(원주환경지청 지도과)

차례

- I. 서론
- II. 종류와 배출오염물질
- III. 결론

I. 서론

공업이 발전함에 따라 산업이 다양해지면서 오염물질을 배출하는 시설 또한 복잡하여 환경보전법상의 배출시설에 대한 적용에도 어려운 점이 대두되고 있다.

따라서, 관계공무원 및 배출시설 관리인등 환경관계 종사자들이 배출시설 설치 허가등 환경업무를 하는데 어려움이 많을 것으로 예상되는 바, 본고는 환경보전법 시행규칙 제3조 별표 2 “배출시설”의 “가스 입자상 물질 및 악취배출 시설” 중 “금속의 용융 또는 열처리 시설”에 관련된 각종 로(furnace)에 대한 구조및 종류등에 대하여 고찰함으로써 환경관계 종사자들의 이

해를 돕고 오염물질의 저감에 도움을 주고자하며 본 내용은 공장에서 사용하는 로(furnace)의 종류 및 원료물질, 형태등이 다양하기 때문에 전반적인 내용을 언급하기에는 기술상에 다소의 어려움이 있어 가급적 보편적인 내용을 기술하였음을 양지하기 바란다.

II. 종류와 배출오염물질

1. 전기로(electric furnace)

가. 개 요

전기로는 철강에서는 도가니로와 산성평로를 대신하여 고급탄소강 및 합금강 등 특수강을 제조하고 기타 비철금속 및 비금속 물질등을 용해하는데 광범

위하게 사용하는 주요 爐이다. 로의 형태는 용해물질에 따라 다양하나 간단하며, 로체, 크칭, 로상, 로벽 등으로 되어 있다.(그림 1)

종류는 전기에너지로 용해하는 방법에 따라 아아크로(arc furnace)와 유도로(induction furnace)로 대별된다.

- 1) 유도로(induction furnace)는 철강제조에서 고급합금강 제조시 많이 이용하는데 주파수에 따라서 고주파, 저주파 및 중주파 유도로가 있는데 원리는 각 중에 유도전류를 발생시켜서 그 저항열에 의하여 금속을 용해하는 것으로 기본 원리는 변압기와 유사하다. 즉, 1차 coil에 교류전류를 통하여 2차 coil인 로내 장입물에 유도전류가 흘러 그 저항열로써 장입물을 가열용해하는 것인데 오염물질(분진등)에 대한 큰 문제는 없다.

- 2) 아아크로 아아크로는 철강(鐵鋼)은 물론 비철금속등 다양한 물질을 용해하는데 광범위하게 사용되는데 직접 아아크로인 3상 전기 아아크로가 가장 많이 이용되며 원리는 탄소 아아크(arc)를 전극과 용강(熔鋼)과의 사이에 발생시켜서 장입물을 가열 용해하는 것으로 고급강의 생산은 불가능하나 보통강을 대량으로 생

산하는데는 이점이 많은데 현재 용해시간을 단축하여 생산성을 향상시키기 위하여 신기술의 용해방법이 다양하게 사용되고 있다.

나. 공정설명(아아크로)

철을 용해하는 전기로(電氣爐)의 작업공정을 간단히 설명하면 전기로에 원료(선철 및 고철 등, 합금첨가제, 석회석 등, flux)를 보통 천정에서 기중기에 의해 노정으로 장입하며 아아크는 필요한 아아크 전압을 유지하기 위해 전극을 상하로 움직이는 자동 조절기에 의해 조절된다.

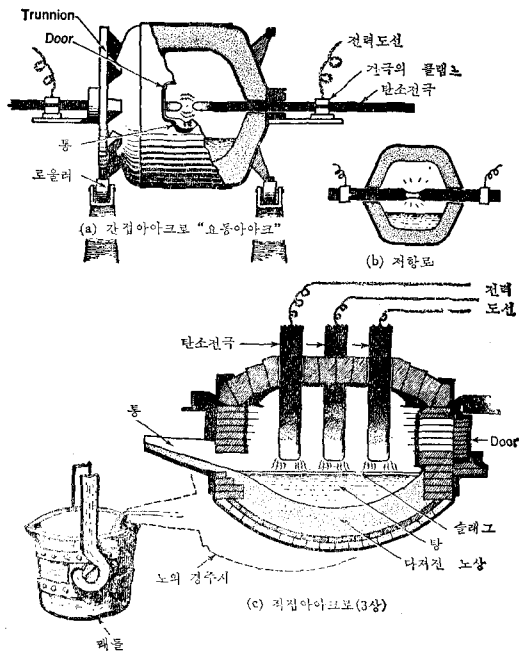
내화재로는 마그네시아(magnesia), 돌로마이트(dolomite) 재질의 것을 사용하며 전류가 전극을 통하여 공급되면 장입물이 용해된다.

금속이 용해하면 각종 산화반응이 개시되는데 산화기에는 P.Si.Mn.C 기타 물질의 산화가 이루어 진다. 이때 슬라그가 형성되기 시작하는데 슬라그는 산화를 감소하고 금속을 정련하고 용융금속과 아아크로부터 방사되는 막대한 열로부터 지붕과 옆벽을 보호하도록 하기 위하여 용탕(熔湯)위에 그대로 유지시킨다. 생산성을 향상시키기 위하여 용해중에 분탄을 주입하고 산소를 취입 시킬수도 있다.

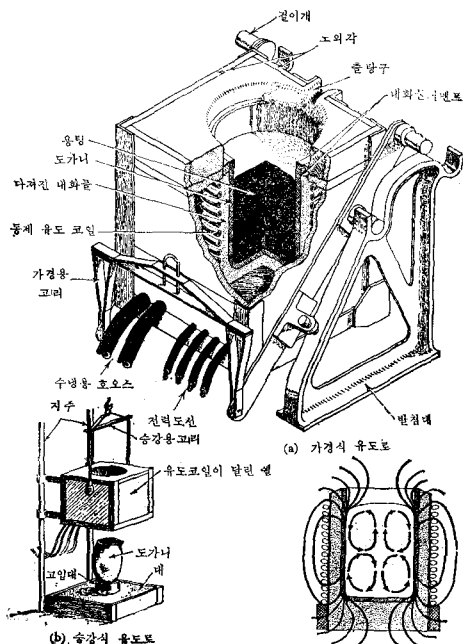
용해가 완료되면 전극을 상승시키고 로를 기울여 금속을 래들(ladle)에 옮겨 기중기로 다음 공정으로 운반된다.

전극은 거의 흑연전극이 사용되며 용강(熔鋼)의 온도는 약

(그림 1)



아아크 전기로



무철심 유도로

1,600°C정도이다. 용강은 출탕(出湯)하여 다음공정인 주조공정으로 이동된다.

다. 배출오염 물질

전기로에서의 주 오염물질은 분진인데 성분은 대부분 철분이며, 기타 Mn, SiO₂, CaO 등의 산화물로 구성되어 있으며 분진이 가장 많이 발생하는 시기는 원료 장입시와 용탕(熔湯)을 출탕(出湯)할 때이며, 정련기에는 배출량이 상당히 감소한다. 전기로(電氣爐) 조업에서의 가장 큰 문제는 오염물질의 포집과 비산분진 배출문제인데 로의 상부에 커다란 hood를 설치하여 duct를 이용, 송풍기로 흡입하여 집진기(백필터를 많이 사용)로 제진하는데 배출가스의 온도가 높으므로 백(bag)의 선택및 관리에 유의해야하며, 비산분진 대책으로는 보통 철강 공장에서 R.E.P.(Roof Electrestatic Preaipitator)등을 설치 사용하고 있으나 오염물질의 성상의 문제로 커다란 실효를 거두지 못하고 있다.

2. 반사로(air fumace)

가. 개 요

반사로는 특수주물제조 및 Cu제련 및 Al, Pb 용해 등 비철 금속 제조에 널리 사용되는데 특히 철강이나 다량의 용탕(熔湯)을 일시에 출탕(出湯)할 수 있고 금속의 성분조정이 용이하며 저탄소의 용탕(熔湯)을 얻을 수 있을 뿐만 아니라, 출탕온도의 조정이 용이하다는 이점이

있어, 많이 사용하며 비철용해에서는 보통 2차 용련로로써 사용된다.

로의 구조는(그림 2)에서와 같이 본질적으로 평로와 비슷하나 용해대상물질에 따라서 그 형태가 달라진다. 용량은 1회의 용해량으로 나타내며 크기는 5톤 이내의 소형으로부터 40톤 정도의 대형에 이르기까지 다양한데 우리나라에서는 5톤이내의 소형이 많이 사용된다.

나. 공정설명

철강제조에서의 반사로(反射爐) 공정은 원료(선철 및 고철)를 로에 장입한 후 가열은 한쪽으로부터 되는데 화염이 천정을 따라 용해실로 들어가서 연돌로 빠져 나가는 통로의 중간에 놓여진 장입물이나 용탕(熔湯)이 천정으로부터의 복사열과 용탕의 반응열에 의해서 가열된다.

로의 하부에는 용탕(熔湯)에 고일 수 있는 푸울(pool)이 있고 출탕구는 측벽에 만들어져 있으며 용해후 정기적으로 재장입한다. 연료는 중유가 많이 사용되는데 가스 미분탄등도 이용되고 있다.

조업시 爐內온도를 고온(1,300°C)으로 유지시키기 위하여 가능한 외부공기의 유입을 차단하여야 생산성을 향상시킬 수 있다.

다. 배출오염 물질

반사로에서 배출되는 오염물질의 종류 및 농도는 용해물질에 따라서 달라진다. 즉, 동 제련에서는 황산화물과 분진제어가 중요하며 철용해에서는 원료

철의 성상 및 연료에 따라 오염물질의 기여도가 크게 변화한다.

그리고, Al용해에서는 제품의 질을 높이기 위하여 중질유 대신 경유나 청정가스(LPG)등을 사용하는 경우가 많고 2차 용련이기 때문에 제진설비에 큰 문제는 없다. 집진설비는 동 제련에서는 고효율의 전기집진기 및 황산화물의 제어설비가 필요하며 철 및 비철의 용련(溶鍊)에서는 백하우스 및 원심력집진시설 등이 많이 이용된다.

3. 轉 爐(converter)

가. 개 요

전로는 1940년경부터 철금속 용해에 사용되었는데 용해시 기포가 많이 발생하여 주강의 제조에는 별로 사용하지 못하였으나, 그후 LD전로(순산소전로) 제강법이 개발되어 타제강법에 비하여 높은 생산성, 설비비, 경제성 및 효율성 때문에 현재는 거의 이 방법이 이용되고 있으며, 동 제련등 비철제련은 물론 특히 우리나라와 같이 고철이 적고 대형고로에 의한 값싼 용선(熔銑)을 얻어 처리할 수 있는 경우에 가장 적합한 제강법이다.

LD 전로의 구조는 로체, 로구, 로저의 3부분으로 크게 나누며 그 형태는(그림 3)과 같다.

나. 공정설명

철강에서의 전로조업은 용銑과 고철을 적당한 비율(보통 7

이)로 배합한 주원료와 소석 석회석, 형석과 같은 용제 (x)를 장입한다.

산소가스는 수냉랜스를 통하여 보통 10-13kg/cm²의 압력으로 장입물위에 투입된다.

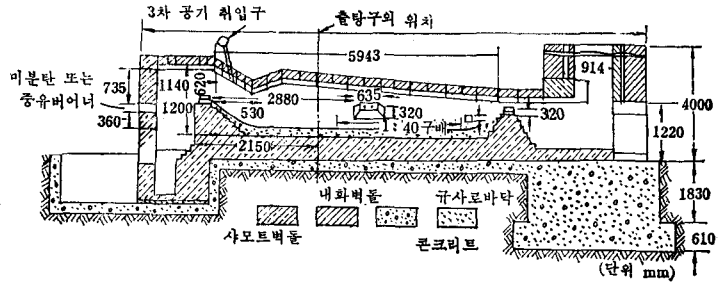
제강과정에서는 용선중에 합금 탄소(C), 인(P), 규소(Si), 유황(S) 기타의 불순물이 함유되므로써 용선은 용강이 된

다음 용강래들(ladle)에 출강 후 합금첨가제가 투입되며 용강의 crane에 의해서 주조설비로 운반된다.

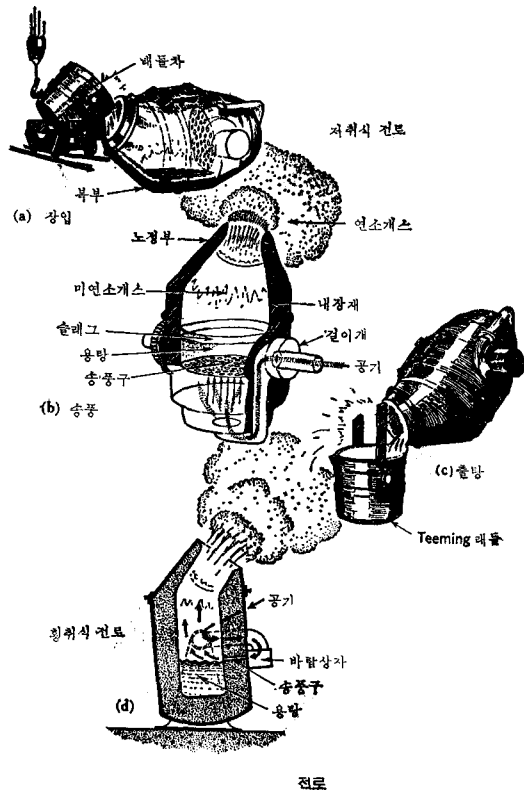
슬래그(slag)는 슬래그 래들 배출되어 슬래그 용기에 받쳐 처리된다.

전로 제강에서 일어나는 반응 발열반응이므로 평로나 전기로와 같이 열원을 외부에서 공급하지 않고 용강내 Si등의 산화를 열원으로 한다. (동 제련에서는 S산화열이 열원의 대부분) LD 전로는 산소와 강속(강속)과의 충돌하는 지점 즉 용강은 2,000°C이상인 고온조업에서 내화물의 충격이 크고 정전시부터 출강까지의 급격한 온도변화에 견디야 하므로 내화물은 화학적인 내식성, 용강류에 의한 내마모성, 내마멸성, 내격성등이 요구되는데 이러한 조건을 구비한 내화물의 종류는 상당히 곤란하므로 각 용강의 사용조건에 따라 dolomite 연화, 소성 dolomite연화, magnesia연화 등을 각 부분에 사용한다.

(그림 2)



(그림 3)



다. 배출 오염 물질

배출되는 오염물질은 비철 제련에서는 원료의 화학물에 따르는 화학조성에 따라 달라지며 (예 : 동 제련에서는 황산화물과 분진이 많이 발생함) 철강제련

에서는 가스상 물질의 제거보다는 분진 배출량이 매우 많기 때문에 고농도의 분진 제어설비인 Venturi scrubber 등이 사용되며 분진의 성분은 Fe₂O₃가 거의 대부분이다. <다음호에 계속>