

슬래그 재활용기술

많은 금속은 산화물의 광석형태로 지구상에 존재한다. 즉 용광로에서 철광석으로부터 철을 만드는 경우에는 철광석 중의 규소, 알루미늄, 칼슘 등은 환원되지 않고 산화물 형태로 남아 용융한다, 하부에 용융 철이 모이고, 상부에 이들의 용융산화물이 남는다 이 용융한 산화물이 슬래그이지만 똑같이 銅등의 비철금속의 정련 시에도 슬래그가 발생한다. 더욱이 이 용융한 산화물을 냉각하여 돌이나 모래로 한 것도 슬래그로 이같이 금속의 정련에 동반하여 발생한다. 도시 쓰레기 및 하수오니의 소각재도 규소, 알미늄, 칼슘등의 산화물이므로 이들의 소각재를 똑같이 고온으로 가열하여 용융, 냉각하여 고화한 것도 슬래그이다...

1. 고로 슬래그 처리기술

철광석에는 인체에 유해한 중금속이 포함 되 있는 경우는 적어 생긴 슬래그는 그대로 돌이나 모래, 흙의 대체품으로 사용할 수 있다, 기타의 금속 정련로에서 발생하는 슬래그도 거의 같다, 철광석으로부터 철을 만드는 경우는 고로에서 환원하여 轉爐에서 정련을 행한다. 이 두 가지 공정에서 고로 슬래그와 전로 슬래그가 발생한다.

고로 슬래그는 슬래그의 대표이며, 시멘트 공업에서 대규모로 사용되고 있다. 발생량의 2/3가 시멘트용, 1/5이 도로용으로 이들 양자가 고로 슬래그 용도의 대부분을 점하고 있다. 고로슬래그 쇄석의 도로재로의 이용 역사는 길며, 용도의 확대로 로 반재 만이 아니고 표층재, 기층재, 지반개량재, 아스팔트용 골재 등의 도로건설재료의 전반에 걸쳐 사용되고 있다. 콘크리트의 골재로서 이용하는 것도 역사가 매우 길으며, 큰 것은 쇄석으로서, 작은 것은 모래로 이용한다,

고로 슬래그는 발생량도 많아 이전부터 이용 되 왔으나, 최근 들어 발생량과 수요량의 관계가 무너져서 새로운 리사이클의 방도가 필요하게 되었다. 록울, 벽타일, 도기, 유리의 부 원료 및 발포조제와 함께 소성하여 경량 건재로 하는 연구 및 건축용의 인조석의 시험 제작도 행해지고 있다

2. 기타 슬래그의 처리기술

전로 슬래그는 고로 슬래그와 달리 팽창자괴성(자연적으로 붕괴하는 성질)이 있어, 도로 건설용자재로의 이용이 늦어졌다. 이 팽창자괴성은 에이징 및 아스팔트에 덮는 것으로 방지할 수 있게 되었다. 현재는 아직 고로 슬래그에 비하여 활용은 충분

하다고 할 수 없으나, 금후에는 개선될 것으로 전망된다. 전로 슬래그는 고로 슬래그에 비하여 천연석 및 생물의 부착이 많기 때문에 커다란 전로 슬래그의 덩어리를 해저에 퇴적하여 어초로 하는 시도 및 중간크기의 덩어리는 상자에 넣어 어초로 하는 시도가 행해지고 있다. 농업분야에서는 전로 슬래그는 철을 포함하는 자재로서는 농사용 특수비료에 또한 발농사 및 목초, 시설원예용의 비료로서도 기대되고 있다.

동의 정련시에도 슬랙스가 발생한다, 동 슬래그는 철의 산화물과 규소의 산화물이 주가 되며, 시멘트원료 및 토목, 건축용 골재, 매립용 자재, 제철용 원료로 이용된다. 광물의 제조에 있어서는 生砂型, 中子造型 등으로부터 괴상모래나 미분 등의 폐사가 발생한다. 폐사는 재생하여 그 대부분을 이용하지만 재생공정에서 주물사로 재생할 수 없는 폐사는 시멘트원료로 이용한다, 시멘트 공장에서는 규사의 함유량이 85% 이상의 경우는 실리카 원료로, 그 이하의 경우는 점토의 대체로 이용한다. 또한 토목용으로는 아스팔트 필러재, 로반재, 생콘크리트 원료등의 용도가 있으며, 기타 용도로는 도관,기와, 제철용 후렉스, 비료, 토양개량재등이 있다

3. 해외 신기술동향

1) 쓰레기 용융 슬래그를 포장재료로 재활용

대량의 용융 슬래그 처리가 문제가 되는 것에 대응한 것으로, 아스팔트 함재의 제조플랜트를 활용하여 포장재의 10%정도에 용융 슬래그를 재이용하는 것이다

<특징>

① 용융 슬래그를 포장재로 채용한 시험포장을 개시, 괴상의 냉각 슬래그 및 모래상의 수쇄 슬래그를 마쇄기로 가공, 천연모래를 대체하는 아스팔트 혼합물용 세골재로서 리싸이클 하는 기술을 확립하였으며, 시험 시공에서 강도 등의 문제가 없는 것을 확인하였다

② 슬래그의 발생량은 연간 수십 만 톤에 이르며, 절반이상은 매립되고 있으나, 처리장이 한계에 달하고 있으며, 슬래그를 포장재로서 저가로 재생하는 경우, 폐기물 처리장으로부터의 운반비가 최대의 장애이나, 전국에 150개의 합재공장을 배치하여 취급수량이 증가하는 것으로 장래에는 비용적인 잇점이 높은 것으로 판단하고 있다

2) 운전비 절감 하수오니 용융장치

하수오니의 용융비용을 종래의 절반으로 억제한 장치로, 오니를 가열하여 고형물로 하는 용융로의 로벽에 오니의 성분과 반응이 어려운 내화재를 붙여 반응에 의한 열화를 억제하여 냉각수를 사용하는 종래의 구조를 간략화 하였다.

<특징>

- ① 용융로는 건조한 오니를 1400℃정도로 가열, 유기물을 완전 연소시킨 후에, 무기물을 고형상의 슬래그로 한다
- ② 개발한 내화재는 산화크롬을 원료로 한 새로운 내화재이며, 고온 하에서도 알루미늄 및 규소를 주성분으로 하는 슬래그와 반응이 어려워 슬래그가 표면에 부착하지 않는다
- ③ 냉각에 의한 열손실이 없으므로, 로심의 온도를 유지하기 위하여 도시가스를 여분으로 소비할 필요가 없다
- ④ 오니건조에 용융로의 배가스로 가열한 증기를 내뿜는 신방식을 채용하였고, 건조시에 오니로부터 나오는 증기를 가열장치에 순환시켜 재 가열하여 오니 건조에 사용하며, 건조설비에 증기가 충분해 있기 때문에 오니가 늘어붙을 염려도 없다

3) 철강부산물로부터 규산칼리 비료 제품화(NKK)

철강제조공정의 부산물을 이용한 완효성 규산칼리비료로서, 제로 슬래그 프로세스(ZSP)와 슬래그 유효이용의 일환으로서 제조기술을 개발한 것이다.

<특징>

제조법은 철강제조 프로세스에 있어서 용선의 탈 규소처리 과정에서 생성되는 용융 실리카에 탄산 칼리를 첨가하여 균일하게 혼합, 냉각 후에 분쇄하는 것으로, 철강제조 프로세스중에서 제조하므로 새로운 에너지를 필요로 하지 않아 슬래그의 유효 이용에 기여한다.

4) 폐기물이용 투수 세라믹 포장재

도시쓰레기 등 폐기물을 주원료로 하는 투수성 세라믹 포장재로서 원료에 타일폐재 및 도시쓰레기 및 하수오니의 용융 결정화 슬래그를 사용하여 폐기물의 유효이용에 공헌할 수 있다.

<특징>

투수성에서 종래의 콘크리트 블록의 2배이고, 우천시 빗물 고임문제를 해결할 수 있으며, 1㎡당 12ℓ 이상의 우수한 보수성을 갖기 때문에 포장면의 태양빛 반사에 의한 heat 아일랜드 현상을 억제하며, 더욱이 지금까지의 폐기물제 블록의 약점인 강도에 대해서도 통상의 콘크리트 블록의 3배의 평균강도를 갖는다.

5) 폐기물을 활용한 경질 다공성 흡음재 개발- 토신(ト-シン)

산업폐기물과 리사이클재의 혼합에 의한 환경 친화적인 경질 다공성 흡음재로서, 리사이클 재인 분쇄 유리 소결체와 철의 고로 생성 시에 나오는 폐기물의 수쇄 슬래그를 혼합하여 다공질의 훼손 없이 고화 하는 것에 성공하여 탄생한 제품이다.

<특징>

- ① 철로 레일주변에 부설하는 것만으로 3-5 데시벨 경감할 수 있고, 체감소음을 약 30% 낮출 수 있으며, 지하철 구내에서도 음 반향을 저감할 수 있다.
- ② 제진 블록은 흡음블록에 부틸 고무를 붙인 것으로 선박의 엔진 룸 벽의 제진 및 흡음에 적합하다.

6) 쓰레기 소각재 처리용 프라즈마 장치-닛쇼이와이케미막(日商岩井ケミマック)

<장치개요>

소각재를 1500℃ 정도의 고온에서 용융하여 슬래그로 하여 도로의 노반 등으로 재 이용할 수 있게 하는,쓰레기 소각재 처리용 프라즈마 발생장치.

<특징>

- ① 고온에서 용융하여 슬래그 화 하는 것으로 다이옥신을 분해할 수 있고, 폐기하는 경우에도 용적의 삭감에 기여한다.
- ② 장치가격은 3억 엔 정도이다.

7) 쓰레기 소각재를 활용한 제품개발-쇼와콘크리트공업(昭和コンクリート工業)

<제품개요>

쓰레기의 소각재를 활용한 콘크리트 2차 제품 「박스칼바이드」와 「L형 옹벽」으로, 가격은 1kg당 전자가 33엔, 후자가 36 엔 부터이다.

<특징>

- ① 「박스칼바이드」는 통 형태의 건설자재로 토양 중에 수로를 만들어 물을 통하기 위한 것이고, 「L형 옹벽」은 택지조성 및 도로 확장 시에 경사면 등의 보강에 사용한다.
- ② 두 가지 모두 쓰레기 소각재 및 소각잔재를 1300℃ 이상의 고온에서 용융 슬래크화 한 입자를 12% 혼입하였으며, 형틀에 투입할 때 진동을 가하지 않아도 좋은 유동성의 콘크리트를 사용, 슬래그가 균일하게 배합하도록 하였다.
- ③ 용융 슬래그는 유리상으로 고화 하였기 때문에 다이옥신이나 6가 크롬 등의 유해물질을 유출하지 않으며, 제품의 강도 및 내구성은 슬래그를 혼합하지 않은 제품과 거의 동등하다.

8) 토사와 소각장의 슬래그를 이용한 투수성 블록개발-사또우건설(佐藤建設)

<제품개요>

용융로에서 나오는 슬래그를 시멘트 및 토사와 혼합하여 소성한 투수성 블록(상품명 몰사)으로 투수성이 높아, 인터로킹 블록이나 평판블록으로 사용될 수 있다.

<특징>

- ① 몰사는 시멘트, 토사, 슬래그에 독자의 첨가제(바인더)를 혼합하여 소성한 블록으로, 투수성이 있으면서 압축강도가 1㎠당 200-250kg으로 시멘트만큼의 강도와 저가화를 실현하였다.
- ② 입자의 간극이 많은 토사를 사용하여 투수성을 높여, 빗물이 포장면으로부터 직접 지하에 침투하므로 로면의 우수방지 및 지하수의 함양에 유용하다.

③ 주차장 등의 복사열방지 및 흡음성이 있어 자동차의 경음방지 효과도 있다.

9) 슬래그 활용기술 확립-NKK 환경엔지니어링본부

<개요>

도시 쓰레기소각로에서 발생하는 소각재를 용융 처리한 후에 생기는 슬래그를 지반의 액상화 대책공사에 활용하는 기술.

<특징>

- ① 천연 쇄석을 사용하는 종래방법에 비하여 공사비를 5-15% 삭감할 수 있다.
- ② 지반에 투수성이 좋은 쇄석으로 만든 배수기둥을 설치, 지진 발생시에 지중의 수압상승을 억제, 지반이 액상화 하는 것을 막는다.
- ③ 금번 쇄석 시험 및 투수시험, 막힘 시험 등을 실시, 쓰레기소각로의 슬래그를 천연 쇄석으로 대체 사용할 수 있는 전망이 컸다.

10) 쓰레기 이용 포장(鋪裝)재- 도레이(東レ)

<제품개요>

쓰레기나 하수오니로 부터 생성한 용융 슬래그를 주 원료로 한 포장용 세라믹 블록.

<특징>

- ① 투수성과 보수성이 우수하여, 우수의 유효이용이나 인공적인 열이 많은 대도시에서 기온강하가 어렵게 되는 "히트아일랜드현상"의 억제에 효과가 있다.
- ② 용융 슬래그는 쓰레기 등을 수백℃의 고온에서 소성하여, 재를 결정화 한 것으로, 이것에 부 원료를 혼합하여 성형, 소성하면 세라믹 블록이 얻어진다.
- ③ 보도등에 깔면 강우 시에 빗물을 투과하므로 물이 잘 고이지 않는다.

④ 여름에는 물을 뿌리면 블록이 일시적으로 보수능력으로, 서서히 증발시키므로 주변의 기온상승을 억제하는 것도 가능하다.

11) 용융 슬래그를 석재화(石材化)-쯔기시마기계(月島機械)

<개요>

용융 슬래그를 서냉에 의해 천연석과 다름없는 석재로 하는 것으로 석재화로에서 3시간에 걸쳐서 보온한 후, 서냉하는 것에 의해 용융 슬래그를 석재화 하는 기술이다.

<특징>

① 이爐는 쓰레기를 열분해로에서 소석회를 투입하고, 400-600℃에서 가스화, 염화수소를 중화하고, 분해가스는 1000℃정도의 연소로에서 다이옥신을 발생하지 않고 연소한다.

② 미 연소분의 타르나 재는 용융로에서 1400℃에서 용융, 발생하는 슬래그는 천천히 서냉 하여 석재화 하여 완전 리사이클 한다.

③ 재를 완전히 석재화하고, 분해가스와 타르를 분리하여 타르만을 용융한다.

④ 열 분해로에서 염소분이 90%이상 저감되므로 다이옥신 발생이 극히 적다.