

수리기술로 수상받은 Lafarge

孫 浩 碩 (譯)

〈韓國洋灰工業協會 技術課〉

1. 개 요

수리할 것인가? 교체할 것인가? 무언가 잘못되었을 때 경영진에게 직면하는 보편적인 문제에 대해 영국의 Lafarge 특수시멘트보수팀은 철강과 진보된 용접기술을 응용, 수리함으로써 때로는 처음 상태보다도 더 좋은 성능을 발휘할 수 있다는 것을 보여주었고 이 노력으로 산업상을 수상한 바 있다.

영국의 Essex주 Grays의 테임즈강 주변에 위치한 Lafarge 특수시멘트공장은 1926년 가동 이래 처음에는 국내 석회석과 보크사이트를 수입, 사용하여 내수용 알루미늄 시멘트를 생산하여 왔다. 현재는 공장 인근에서 채광활동을 하지 않기 때문에 원료 수송에 필요한 시설만을 운영하고 있는데 이 공장에서는 최적의 원료수송 및 분쇄, 소성공정에 중점을 두고 있다.

2. 설비 및 제품

Lafarge에서는 Secar, Fondu 및 Alag라는 품명의 3가지 제품을 생산하고 있다. Secar는 1969년에 건설된 로타리 키른과 같은 시기에 세워진 밀로 제조하고 있으나, 현재는 가공하지 않은 원료인 석회석은 영국 북부지방에서 생산되는 석회로, 보크사이트는 수입 알루미늄분말로 대체하였다. 제품은 고내화성, 내산성 및 초조강성의 백색분말로써 전문가들의 다양한 요구를 충족시키고 있다. 또한

알루미나시멘트인 Fondu 및 Alag는 프랑스 던커크의 Lafarge 자회사로부터 수입된 Fondu 크링카로 생산하고 있으며, Grays에 있는 Lafarge공장은 1983년까지 Fondu 크링카 생산을 위해 소성로를 가동하였으나 지금은 분쇄설비만 가동하고 있다. Grays의 Fondu 밀은 1988년 설치된 Polysius사의 폐회로 설비로서 가장 최근 것이다.

그러나 현대의 대형 분쇄설비로 소량생산한다면 채산성 문제가 있기 때문에 1960년대부터 이러한 시멘트 생산용으로 소형 볼밀을 별도 설치하여 운전하고 있다.

3. 수명과 마모

보수 및 수리기술은 설비의 수명과 제품의 품질에 직결되므로 Lafarge Grays 공장은 이 두가지를 중요하게 생각하고 있다.

Lafarge Grays 공장은 지난해로 가동 70년을 맞았다. 장기간의 가동이력을 지닌 다른 많은 공장 과 마찬가지로 Lafarge도 매우 노후된 시설을 가지고 있는데 분쇄설비는 30년이 넘으면 수명을 다하기 때문에 가동을 계속하기 위해서는 적절한 보수작업이 필수적이다. Lafarge사도 품질문제로 인해 설비의 적절한 보수가 필요했다. 알루미늄시멘트는 높은 초기강도와 열·화학적 침식에 대한 저항성이 높은 것으로 알려져 있으나 시멘트의 강도를 높이는 데는 보통시멘트나 슬래그시멘트의 경우보다도 더욱 많은 기계적 마모가 뒤따른다. Grays에서 생산

되는 Secar시멘트는 약 70%의 알루미늄을 함유하고 있으며 높은 마모성을 갖고 있다.

보수비용이 전체 생산비용에서 대부분을 차지한다는 것은 놀라운 이야기가 아니다. Lafarge 공장의 연간보수비용은 약 100만파운드에 달하는 것으로 보고되고 있다. 매년 정기보수를 위한 생산중단은 2월 및 7월경으로 계획하고 있고, 밀의 가동중단은 생산계획에 따라 결정된다. 즉 수명을 연장하기 위해 노후설비수리에 많은 비용을 투자하고 있으며 Lafarge는 최신의 용접기술을 사용하여 높은 성과를 올린 바 있다.

지난해 이 공장은 용접 전문회사인 Eutecti & Castolin이 후원하여 수여하는 Conservationist 상을 수상하였다. 이 상은 매년 전산업을 상대로 설비의 수명을 연장시키고 수리비용을 절감하는데 필요한 전문적 수리기술을 얼마나 사용하였는가를 평가하여 주는 상이다.

4. 사용된 기술

Lafarge는 약 16가지의 응용기술을 제시하였다. 즉 키른 패드 수리, 불밀밴드의 강화, 키른 노우즈 링과 마모성이 높은 운반부품에 대한 개선 등이 그것인데 그 기술은 진보된 용접기술과 고성능 강철을 이용하여 연강부분을 수리하고 교체하는데 초점을 두어 접합재료 및 표면피복재료를 사용하였고, 대부분의 수리작업은 보수 비용절감을 위해 수행되었다고 한다. 과열되기 쉬운 부분들은 MMA 전극을 이용, 내균열성·내열성 니켈합금강으로 수리되었다. 이 회사의 Eutectic & Castolin의 경험과 기술에 따른 상세한 설명은 다음과 같다.

1) 키른 노우즈 링

문제 : 키른($\phi 1.87m$) 끝부분은 상승되는 온도에 의해 고열을 받기 쉬운데 이로부터 연약해진 부분의 봉합과 열전달을 높이기 위해 310 스테인레스강으로 교체키로 하였다.

수리 : 키른의 부식된 부분은 사각형을 유지하면서 용접기로 절단 제거한다. 새 노우즈 링은 췌기로 받쳐서 일렬로 정렬시키고 용접부의 루우트 간격을 점검한다. 다음 얇은 버터링층을 저탄소강의 날 위에 놓고 항상 위쪽에서 작업하기 위해 키른을 크

랭크에 연결하면서 3.2mm Nucleotec 2222 용접봉을 사용하여 연속적으로 용접한다. Nucleotec 2222는 높은 신장률을 갖고 있기 때문에 특히 서로 다른 금속간의 용접에 적합하다. 또한 용접부위는 키른이 받는 950°C~1000°C의 열에 견딜 수 있다.

2) 불밀 케이스

문제 : 이제까지 밀은 과도한 온도에서 가동되기 때문에 살수기로 밀 표면을 냉각시켜왔으나 이는 밀 본체를 11~35mm 정도 부식시키고 때로는 균열을 일으키는 원인이 된다. 따라서 효과적으로 수리하지 않으면 밀이 갈라지므로 이를 교체해야 된다.

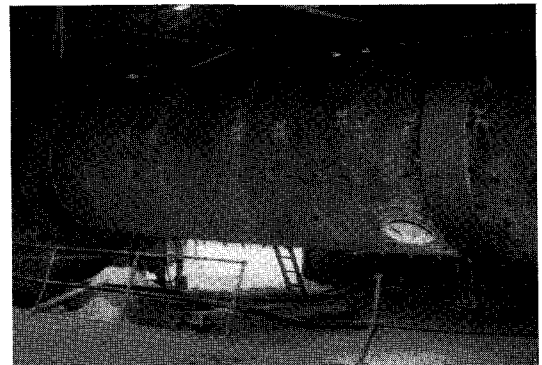
수리 : 새로운 강화밴드를 부착하기 전에 Shell 내부의 균열부위를 수리하고 살수기로 스케일을 제거한다. 강화밴드를 정치하고 Pulling jig를 이용하여 고정시킨다. 완전히 불밀을 한바퀴 도는 이 용접은 Xuper 680-S 용접봉과 수작업의 금속아크용접을 이용하여 수행되며 키른링 수리의 경우처럼 위쪽에서 작업하기 위해 밀은 크랭크에 연결한다.

강화밴드를 적용할 때의 수리비용은 7,000 파운드이나 본체 Shell을 교체할 경우에는 10,000파운드 이상의 비용이 소요될 것으로 본다.

3) 키른패드

문제 : 이 부분은 원래 저산소전극으로 용접하였으나 용접하는동안 응력때문에 실패하였다.

수리 : 용접부위의 균열이 발견되어 이전에 용접된 부분을 완전히 제거하여 새로운 패드를 맞추기로 하였고 모든 용접은 단일용접으로서 위쪽에서 작업하였다. Nucleotec 2222는 높은 내열성과 신장률



〈사진-1〉 강력밴드를 이용한 불밀의 수리

때문에 이용되었다.

4) Darg chain Sprocket

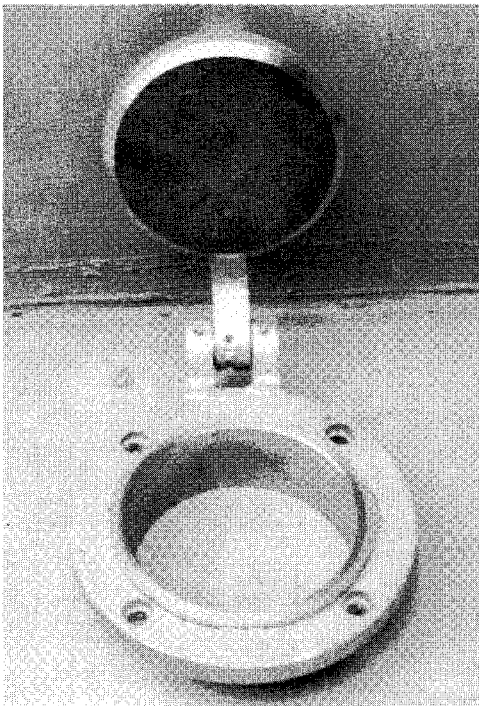
문제 : 드래그 체인은 내구성을 높이기 위해 재질을 향상시켰으나 금속끼리의 마찰로 인해 망간성 스프라켓 톱니의 더 큰 마모원인이 되었다.

수리 : 최적의 수리방법은 스프라켓을 새로 코팅하는 것이지만 기본부분을 재생함으로써 stripping down 시간을 절약할 수 있다. 수작업의 아크 용접은 XHD646을 사용한다. 스프라켓의 내구성을 증진시키기 위해서는 스프라켓과 체인을 동시에 교체해야 하는데 이는 생산을 중단하거나 단일 스프라켓을 교체할 필요가 없기 때문에 운전비용을 절감할 수 있는 주안점이 된다.

5) Fuller-Kinion pump의 Clap Valve

문제 : 압력하에서는 시멘트먼지로 인해 주표면과 실링 링이 닳게 되고, Seal이 마모되면 효율이 저하된다.

수리 : 양쪽 실링표면은 위쪽에서 아크용접을 실시한 후, 선반에 올려 원하는 치수로 가공한다. 이



〈사진-2〉 Fuller-Kinion 펌프로 수리한 클랩밸브 수리

러한 용접은 우수한 기계적 부착물을 제공하여 내구성을 향상시킴으로써 새로운 부분에 대한 비용을 절감하고 수리를 효과적으로 할 수 있다.

6) Fuller-Kinyon Conveying Screw

문제 : 시멘트입자를 올리는데 사용되는 저탄소강 스크류는 마모가 일어나기 쉬우므로 정기적으로 교체해야 한다.

수리 : 교정의 질을 높이기 위해 jig는 스크류를 움직여 수동으로 회전될 수 있도록 한다. Castomig 408 용접공정은 Endotec DO 15를 사용하여 위쪽에서 작업하는데, 이 용접봉의 낮은 열 특성으로 인해 뒤틀림의 위험을 줄일 수 있다. 용접 후 스크류는 필요한 형태로 가공되는데 이런 교정은 새로운 부분비용의 절감효과를 제공해 준다.

5. 효과

Lafarge는 발전된 용접기술을 16개의 프로젝트에 응용함으로써 15만파운드의 비용절감효과를 얻었다고 한다. 효과적일 수리가 없었다면 많은 문제를 가진 공장들은 해체되었을 것이다. 예로서 키른에 대한 예전의 Ring seal 수리는 대략 18개월 이상 소요되었으나 310 스테인레스 강철 링을 사용하는 요즈음의 수리는 9개월에 불과하다. 생산공정에서 마모, 마멸된 부분을 downstream에 위치한다 큰 기계류로 바꿀때 그 작업에는 잠재적인 위험이 뒤따른다. 예를 들면 크랭카치장의 드래그 체인은 내구성을 높이기 위해 재질을 개선시키지만 금속과 금속의 마찰로 인하여 스프라켓 톱니의 더욱 큰 마모를 가져오게 된다. 그러므로 스프라켓 톱니는 보다 견고한 강철로 코팅해야 한다. 생산팀은 이와 관련된 수리작업을 실시함으로써 설비수명을 효과적으로 연장시켰으며 그것을 생산라인에 직접 응용할 수 있었다.

체인과 스프라켓은 일정비율로 마모되므로 양쪽 모두 단 한번의 가동중단으로 교체가 가능하다. Lafarge 특수시멘트보수팀은 최신의 용접기술로 많은 설비의 수명을 연장했고 가동중단기간을 줄였으며 수리비용 또한 절감하였다. 이런 기술들은 여타 시멘트공장이 겪고 있는 똑같은 상황에 적용할 수 있다. ▲