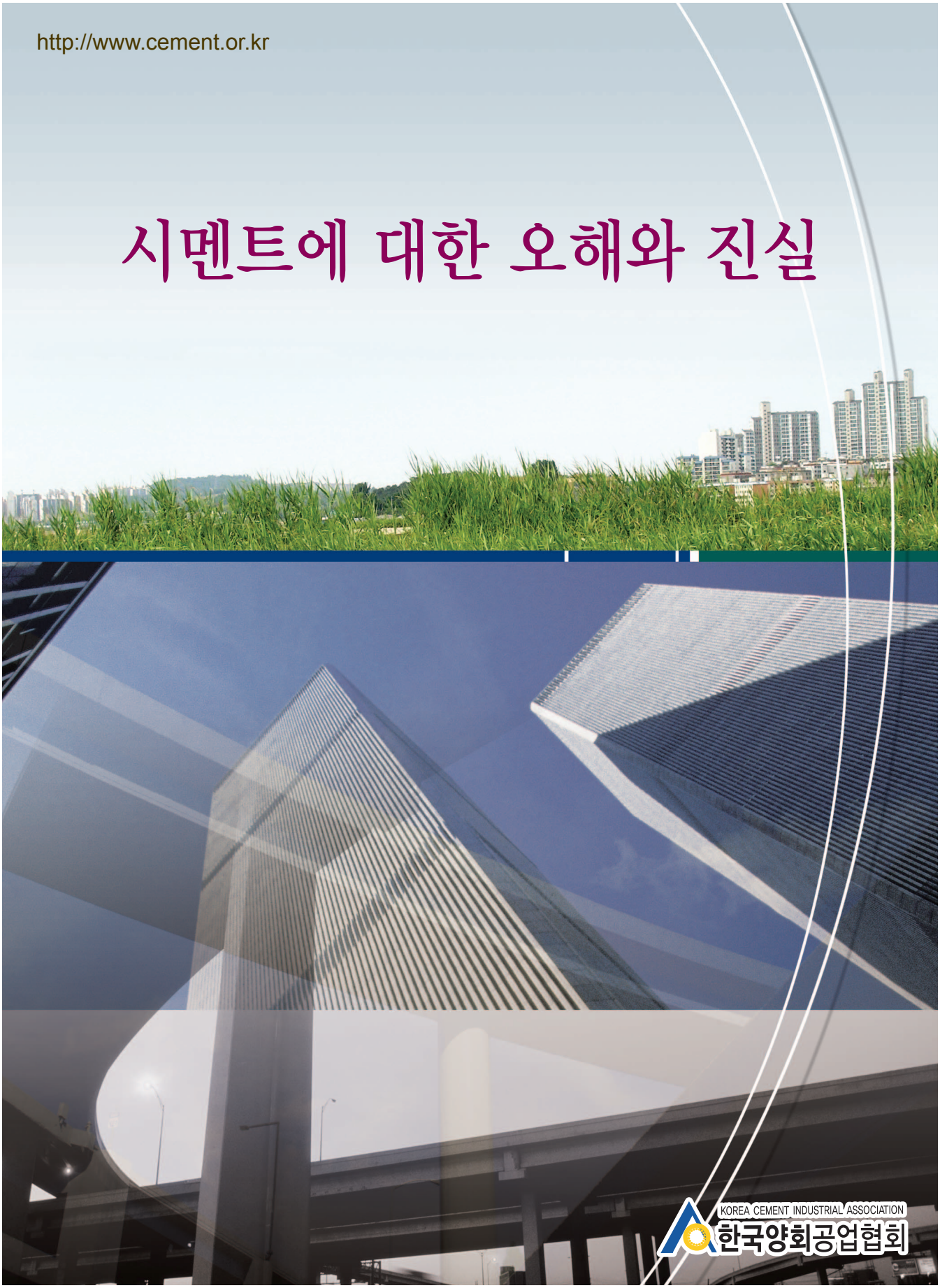
http://www.cement.or.kr

시멘트에 대한 오해와 진실



KOREA CEMENT INDUSTRIAL ASSOCIATION
한국양회공업협회

Contents

발간사 시멘트에 대한 오해와 진실 /04

제1장 시멘트는 안전합니다

제1편 시멘트와 국민건강

1. 시멘트는 아토피를 유발시키는 원인과는 무관합니다. /08
2. 새집증후군도 시멘트와는 관련이 없습니다. /09
3. 시멘트 벽돌을 넣은 어항 속에서 금붕어가 폐사하는 이유는 중금속 때문이 아니라 시멘트의 특성이 강알칼리이기 때문입니다. /10
4. 콘크리트 모형집 안에서 생쥐가 죽은 원인은 저체온 때문입니다. /12
5. 폐기물 사용 시 시멘트 내 중금속은 어느 정도 증가하지만 인체나 환경에 영향을 미치지는 않습니다. /13
6. 시멘트에 함유된 중금속의 양은 천연 토양에 함유되어 있는 정도입니다. /14
7. 시멘트에 포함된 6가크롬은 일반인에게 유해한 영향을 미치지 않습니다. /16
8. 시멘트 관련 산업 종사자의 안전을 위해서도 노력하고 있습니다. /17
9. 6가크롬은 유럽에서만 법으로 규제하고 있습니다. /18
10. 콘크리트로 만들어진 정수장의 물도 안심하고 드실 수 있습니다. /19

제2편 시멘트와 지역환경

1. 시멘트공장 주변 주민들의 암 발병율은 전국 평균보다 23%나 낮습니다. /20
2. 폐기물 사용은 대기 배출가스에 영향을 미치지 않습니다. /21
3. 시멘트공장 주변지역 토양의 중금속 함유량은 기준치 이하입니다. /22
4. 모발검사의 진실은 이렇습니다. /23

제3편 시멘트제조공정의 안전성 및 환경성

1. 시멘트산업에서 폐기물을 사용하는 것은 전세계적인 추세이며 환경을 지키는 일입니다. /25
2. 시멘트 제조공정은 가장 완벽한 폐기물 처리 공정이며 시멘트공장에서의 폐기물 처리는 더욱 늘어나게 될 것입니다. /27
3. 시멘트공장의 유해배출가스 발생량은 미미합니다. /29
4. 폐기물은 엄격한 절차와 사전시험 및 검증을 통해 사용하고 있습니다. /30
5. 외국에서 수입하는 폐기물은 국내 조달이 어려운 일부 자원에 한정되어 있으며, 국내 천연자원을 대체하는 것입니다. /31
6. 시멘트의 안전성 검증 및 투명성 확보에 더욱 노력하겠습니다. /32

제2장 시멘트 역사와 제조 공정

1. 인류문명과 함께한 시멘트 역사 /34
2. 시멘트 제조공정 /35
3. 레미콘제조 공정 /37

제3장 시멘트 통계

1. 시멘트 생산업체 현황 /39
2. 국내 시멘트 생산, 소비, 수출입 현황 /40
3. 시멘트 운송수단별 수송 추이 /42
4. 세계 시멘트 부문별 10대 주요국가 /42
5. 세계 시멘트 시장 동향 /44

http://www.cement.or.kr

• 발행 겸 편집인 : 강동석 • 발행처 : 한국양회공업협회 • 주소 : 서울 강남구 역삼동 837-26 (삼일프라자 16층)
• 전화 : (총무팀/기술팀)538-8230 / (기획팀)538-8235 • FAX : 538-1720,8229 • 회장실 : 538-8228 • 디자인 · 인쇄처 : 고대닷컴 (02-2277-9190)

시멘트에 대한 오해와 진실

최근 신문과 방송을 통해 시멘트가 인체와 환경에 치명적이라는 보도를 자주 접하게 되면서 불안과 우려를 갖고 계실 것입니다. 하지만 이러한 보도는 전문성이 부족한 일부 환경운동가의 주장을 언론들이 사실 확인없이 기사화함으로써 발생된 문제로서 실체적 진실과는 많은 부분이 왜곡되어 있다고 말씀드릴 수 있습니다.
이와 같은 보도로 콘크리트 구조물에서 살아갈 수밖에 없는 일반 국민들에게 큰 불안감을 심어주게 되고 시멘트산업을 믿고 함께 하고 계신 수많은 기업체 관계자 및 환경 파수꾼이라는 든든한 자부심으로 일하고 있는 재활용업계 관계자 분들을 비롯한 많은 이해관계자 분들께 깊은 심려를 끼쳐드리게 되어 매우 유감스러운 일이 아닐 수 없습니다.

시멘트는 안전합니다.

우선 시멘트는 절대 위험하거나 인체에 해를 끼치는 제품이 아닙니다.
시멘트가 물과 섞여 콘크리트로 굳어지게 되면 인체 및 주변환경에 해로운 아무런 물질도 발생하지 않습니다. 건전지 속에도 많은 중금속이 들어 있지만 사용하는데 아무런 문제가 없는 것과 같은 원리인 것입니다.

특히 최근에 문제가 되고 있는 6가크롬은 여러 종류의 천연광석에 함유되어 있으며 시멘트에 미량이 함유되어 있다고 하더라도 콘크리트로 굳어졌을 경우, 인체에는 무해합니다. 이는 늘 시멘트분진을 접하게 되는 시멘트산업 종사자들을 대상으로 매년 실시하는 건강검진에서 수십 년간 이와 관련된 이상이 전혀 없었다는 결과가 뒷받침하고 있습니다.

우리나라 시멘트의 품질은 세계적으로 인정 받고 있습니다.

우리나라 시멘트는 전세계 시멘트 생산국 중 세계 7위, 수출부분 세계 8위의 국제적 수준의 시멘트입니다. 시멘트의 품질은 콘크리트로 되었을 때의 압축강도 및 내구연수(구조물의 수명) 등이 좌우합니다. 우리나라 시멘트는 이미 좋은 품질로 인정 받아 매년 500~600만톤씩 미국, 일본 등 전세계 20여 개국에 수출되고 있으며, 앞으로 더욱 고도의 품질이 요구되는 100층/200층의 초고층빌딩에 사용되는 시멘트도 모두 우리나라에서 만들어질 것입니다.

시멘트산업은 적극적으로 환경을 지키는 대표적인 자원순환형 산업입니다.

시멘트산업은 대표적인 비금속광물 제조업으로서 석회석 등의 천연 자원을 주원료로 사용하기 때문에 어느 정도 자연 훼손이 불가피한 측면이 있습니다. 또한 연료의 대부분을 차지하는 유연탄은 국내 생산이 불가능해 전량 수입에 의존하고 있을 뿐 아니라 지구 온난화의 중요한 원인이 되는 온실가스를 다량 배출할 수 밖에 없는 단점을 지니고 있습니다.

따라서 외국에서는 이미 2~30년 전부터 천연자원과 유사한 성분을 함유한 각종 부산물 및 폐기물을 시멘트의 원료로 개발하여 사용하고 있으며, 각종 가연성 폐기물을 순환자원으로 개발하여 유연탄을 대체함으로써 자연환경을 보존하기 위한 노력을 정부와 국민의 협조 하에 해오고 있습니다.

우리나라도 해외의 선진사례를 바탕으로 각종 부산물 및 폐기물을 순환자원으로서 사용하고 있는데, 시멘트 1톤을 만드는데 약 200kg의 부산물과 폐기물이 사용됩니다. 만약 시멘트공장에서 활용하지 않았다면, 이 폐기물들은 바다에 버려지거나 땅에 매립되어 우리의 땅과 바다를 오염시키는 한편 소각 과정에서 우리가 숨쉬는 맑은 공기를 오염시켜 우리의 생활환경을 지금보다 더욱 악화시켰을 것입니다.

최근 일각에서 단순히 쓰레기를 사용한다고 해서 이를 쓰레기 시멘트라고 주장하는 것은 오해에서 비롯된 것이거나 사실을 왜곡하는 것입니다. 시멘트산업은 자원이 빈곤한 우리나라에서 각종 폐기물 및 부산물을 환경 친화적으로 재활용하여 자원순환형 사회를 구축하는데 앞장 서고 있는 대표적인 산업입니다.

산업용 폐기물을 활용하여 시멘트를 제조하는 일은 선진국에서는 이미 일반화 된 일입니다

시멘트산업의 역사가 100년이 넘은 유럽 및 일본 등에서는 각종 부산물 및 폐기물의 사용 역시 오래된 역사와 경험을 가지고 있습니다. 더욱 놀라운 일은 시멘트의 원료 및 연료의 대체 차원을 넘어서 사회적인 문제가 되고 있는 PCB(폴리염화비페닐), CFC(염화불화탄소), 육골분(광우병 폐사 소의 소각 잔재분), 기름 오염 토양 등 각종 유해폐기물을 처리하는 중요한 수단으로 인식되고 있다는 것입니다.

이들 선진국에서는 우리보다 더 많은 종류의 폐기물 및 부산물을 순환자원으로 사용하고 있다는 것은 시멘트산업이 그 만큼 폐기물을 사용하고 처리하는데 있어서 우수한 설비라는 것이 입증된 결과라고 할 수 있습니다. 최근 우리나라에서 문제가 되고 있는 중금속에 대한 인체 유해성 논란 역시 전 세계적으로 보고된 바가 없음은 물론 우리나라 시멘트를 수입하고 있는 해외에서도 도저히 이해할 수 없는 일이라고 이야기하고 있습니다.

국내 시멘트 산업은 국가 발전의 초석을 이루어 낸 산업입니다.

국내 시멘트산업은 국가 기간산업으로서 도로, 항만 등 사회간접자본과 주택 건설에 일익을 담당하며 국가 경제 발전과 국민생활 향상에 기여해 왔으며 앞으로도 우리나라 시멘트산업은 국가발전과 생활향상, 환경개선과 지역사회발전을 위해 더욱 힘쓸 것입니다.

국민 여러분의 깊은 이해와 성원을 부탁 드리며, 저희는 언제나 국민이 신뢰할 수 있는 안전하고 좋은 품질의 시멘트를 지역사회와 함께 깨끗한 공장, 깨끗한 지역에서 만들어 감은 물론 새롭게 부여되고 있는 자원순환형 사회 구축의 핵심산업으로서 우리나라의 환경개선에 더욱 노력할 것임을 국민 여러분께 굳게 약속 드리겠습니다.

감사합니다.

한국양회공업협회 회원사 일동

‖ 제 1 장 ‖

시멘트는 안전하다 . . . .

시멘트의 안전성에 대한 문제는 크게 2가지로 구분하여 생각할 수 있습니다. 그 첫번째가 시멘트에는 6가크롬 등 중금속이 포함되어 있기 때문에 아토피성 피부염과 새집 증후군을 유발시키는 원인물질이라는 것입니다.

두번째는 시멘트 제조과정에 각종 폐기물을 무분별하게 반입하여 사용함으로써 배출가스를 뿜어 내어 대기 및 토양 등 주변 생활환경을 오염시키고 결국에는 지역 주민들의 건강에 나쁜 영향을 미치고 있다는 것입니다.

따라서 이를 국민건강과 지역환경에 미치는 영향이라는 두 가지 관점에서 제1편과 2편으로 구분하여 설명하겠으며, 제3편에서는 시멘트제조공정에서 폐기물을 순환자원으로 사용하게 된 이유와 안전성 및 환경성에 관하여 설명하겠습니다.

○ 제1편 시멘트와 국민건강

1 시멘트는 아토피를 유발시키는 원인과는 무관합니다.

시멘트의 안전성 논란 중 일반 국민들에게 가장 큰 불안감을 주는 것 중 하나가 바로 아토피성 피부염(이하 아토피)이 시멘트와 상관관계가 있다는 주장입니다.

아토피란 가려움을 수반하는 만성적인 염증성 피부질환으로 대개 피부에 습진성 병변이 발생하는데 이는 나이에 따라 부위가 다르게 나타납니다.

어린아이의 경우 천식이나 알레르기비염과 같이 알레르기반응에 의해 일어나는 질환으로 이들 질환과 함께 나타나는 경우도 많습니다. 전 세계적으로 흔한 질병으로 선진국으로 진행될수록 유발율이 증가하는 것으로 알려져 있습니다. 전 인구의 약 10-20%가 아토피로 고생하고 있으며, 발병 요인의 40~50%는 먹는 음식과 관련이 있다고 알려져 있습니다.

그 외에도 흡인성(호흡을 통한) 및 접촉성 알레르겐(아토피를 일으키는 직접적인 물질)으로 집먼지 진드기, 실내 외 곰팡이, 알레르기 꽃가루(화분), 애완동물 털 등이 밝혀져 있는데, 그 중 대표적인 것이 집먼지 진드기로 흡인성 알레르기 원인의 70~80%를 차지합니다. 집먼지 진드기는 소아뿐 아니라 성인에게도 만성 아토피의 중요한 알레르겐 요소로 작용하고 있습니다.

이와 같이, 현재까지 밝혀진 아토피의 주요 원인 중 시멘트가 원인이라는 주장은 그 어디에서도 찾아 볼 수 없으며, 또한 시멘트중의 6가크롬이 아토피의 원인이라는 그 어떤 과학적인 연구결과도 보고된 바 없습니다.

그럼에도 일부에서는 “시멘트에 6가크롬이 함유되어 있으며, 6가크롬이 아토피 피부염의 원인물질이다, 고로 시멘트는 아토피 피부염의 원인물질이다” 라는 식의 3단 논법식 비논리적 주장을 하고 있습니다.

하지만 6가크롬은 콘크리트 안에 굳어지면 거의 밖으로 유출되지 않으며, 오래된 건축물을 해체할때 날리는 폐콘크리트 가루에서도 거의 유출되지 않기 때문에 아토피와는 직접적인 관련이 없습니다.

최근 국립환경과학원이 일반 생활환경보다 더욱 가혹한 실험 조건에서 폐벽돌과 폐콘크리트를 대상으로 실시한 6가크롬 용출실험 결과, 분석한 시료 모두에서 6가크롬은 검출이 되지 않았습니다.

현재 유럽 및 미국 등 세계 어느 곳에서도 시멘트에 함유된 6가크롬과 아토피의 연관성에 대한 문제가 보고된 바 없으며, 젖은 상태의 시멘트를 취급하게 되는 건설현장의 근로자들도 마스크나 장갑 등 보호장구를 갖추기만 하면 피부자극의 위험은 없는 것으로 알려져 있습니다.

2 새집증후군도 시멘트와는 관련이 없습니다.

아토피 못지않은 큰 관심사는 새집증후군입니다. 새집증후군이란 집이나 건물을 새로 지을 때 사용하는 건축자재나 벽지 등에서 포름알데히드, 휘발성 유기화합물 같은 유해 화학물질이 발생하여 실내 공기가 오염되고 오염된 실내공기가 주택에 거주하는 거주자에게 일시적 또는 만성적인 아토피성 피부염, 천식, 두통, 어지러움, 구토 등 건강에 이상을 일으키는 증세를 말합니다.

새집증후군을 발생시키는 오염원으로는 소나무 목판, 조각목 바닥재, 고무 바닥재, PVC 바닥재, 코르크 타일, 카펫, 단열재, 벽지 등의 건축 내장재와 페인트, 접착제, 광택재 등의 휘발성 유기화합물을 꼽을 수 있지만, 무기물로 이루어진 시멘트는 새집증후군에 직접적인 영향이나 상관관계가 없습니다.

지난 7월 환경부가 페인트와 벽지류 등 건축자재 5백 종을 수거해 검사해 보았더니, 휘발성 유기화합물의 방출량이 기준치를 넘어선 자재가 69종에 달했으며 방출기준을 초과한 유해 제품들은 지난 2005년에는 18종, 지난해는 58종이었는데 해마다 꾸준히 늘고 있다고 발표하고 이 건축자재를 실내에서 사용하지 못하도록 조치했습니다.

이러한 새집증후군에 대한 해결방안으로 환경부는 지난 2006년 1월 1일부터 100세대 이상의 아파트에 포름알데히드 210㎍/㎥ 이하, 벤젠 30㎍/㎥ 이하, 톨루엔 1,000㎍/㎥ 이하, 에틸벤젠 360㎍/㎥ 이하, 자일렌 700㎍/㎥ 이하, 스티렌 300㎍/㎥ 이하의 건축 자재만을 사용토록 하는 오염물질권고기준을 마련, 『다중이용시설 등의 실내공기질관리법 시행규칙 일부 개정령』을 시행 중에 있습니다. 그렇지만 시멘트에 대해서는 어떠한 제도적 규제가 없다는 것으로 미루어 봐도 시멘트와 새집증후군은 상관관계가 없음을 알 수 있습니다.

○ 제1편 시멘트와 국민건강

3 시멘트 벽돌을 넣은 어항 속에서 금붕어가 폐사하는 이유는 중금속 때문이 아니라 시멘트의 특성이 강알칼리이기 때문입니다.

시멘트의 유해성을 주장할 때 가장 자주 보여주는 실험 중 하나가 금붕어를 넣은 어항 속에 시멘트 벽돌을 집어넣은 후 금붕어의 생존 여부를 확인하는 금붕어 실험일 것입니다.

어항 속에 시멘트 벽돌을 넣은 후 일정시간이 지나자 금붕어가 피부가 벗겨지고 진액이 나오면서 죽는 모습은 일반 국민들에게 충격과 함께 마치 시멘트 중의 중금속이 건강에 엄청난 해를 미치는 것으로 인식되게 했습니다.

하지만 흔히 '시멘트 독' 이라 불리는 금붕어 실험이야 말로 시멘트의 고유 특성을 전혀 이해하지 못한 비전문가의 실험행태로서 학계 등 콘크리트 관련 전문가들로부터 비난 받고 있는 실험입니다.

이 실험의 진실은 이렇습니다.

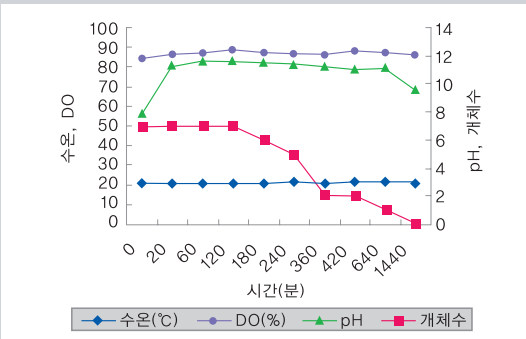
시멘트는 물과 혼합되면 pH(수소이온 농도 지수)값이 12~13에 이르는 강알칼리성을 가진 재료입니다. 시멘트가 강알칼리성이기 때문에 오랜 시간 안전성을 유지해야 하는 건축재료로 사용이 가능한 것입니다.

건설현장에서 시멘트가 철근과 함께 사용되었을 때 강알칼리성을 유지할 수 없다면 철근이 부식되어 팽창이 되며, 철근과 콘크리트가 맞닿은 부분에서 박리(剝離)가 일어나 균열이 생기는 등 건축물의 수명을 단축시키고 내구성에 큰 위협을 주기 때문입니다

그런데 물고기가 생존할 수 있는 조건은 물의 pH가 중성(pH 7~8)일 때입니다. 방송에서의 실험장면을 보면 금붕어의 몸에서 허물이 벗겨지고 진액이 나오는데 이는 시멘트중의 중금속에 의한 영향이 아니라 용액의 강알칼리성에 의한 것입니다.

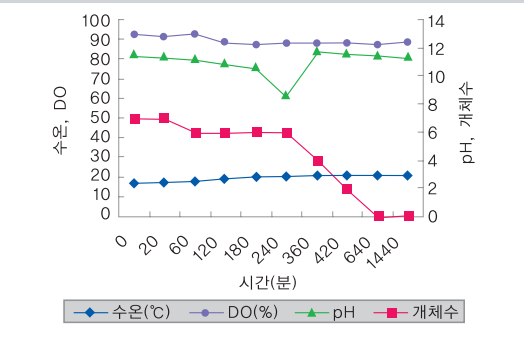
금붕어를 대상으로 재실험을 실시한 다음의 실험결과도 위와 같은 사실을 뒷받침 해 주고 있습니다.

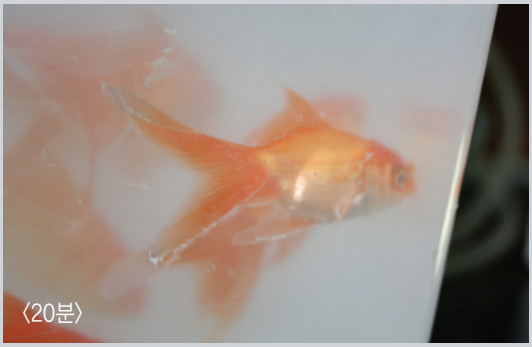
〈그림-1〉 국내산 시멘트 페이스트 공시체



- 공시체 투입 20분 후 pH가 11.37, 2시간 후 11.60, 640분까지 11.0 이상 유지
- 공시체 투입 20분 후부터 비늘이 벗겨지기 시작, 640분에 모두 폐사

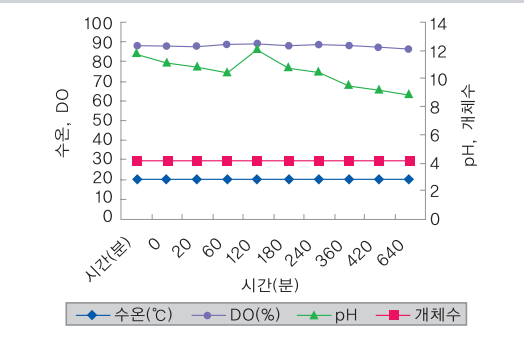
〈그림-2〉 pH 11.5 용액 (CaO 조정)





- 초기 CaO 용액으로 pH 11.5 조정, 이후 pH가 8.65까지 하락, CaO 첨가하여 pH 11.5이상 유지 하였음
- 20분 후부터 금붕어 비늘이 벗겨지고 움직임이 둔화 되는 것이 관찰되었으나, pH 하락하면서 금붕어가 활동적으로 움직임. 180분 이후 pH를 11.5이상으로 계속 유지 시 640분에 모두 폐사
- 국내산 시멘트 공시체 투입 시와 같은 금붕어 비늘이 벗겨지는 동일한 현상이 관찰됨.

〈그림-3〉 6가 크롬 (2mg/L) 용액



- pH는 7.66~8.12수준
- 1440분 후 개체 수 변화는 없음

〈그림-1〉은 시멘트로 만든 페이스트 공시체(시멘트와 모래로 만든 벽돌)를 넣은 것으로 공시체 투입 후 20분 후부터 허물이 벗겨지면서 640분만에 모든 금붕어가 폐사했습니다.

〈그림-1〉에 있는 그래프를 보면 금붕어가 폐사한 640분까지 pH가 11 수준으로 계속 유지되고 있으며, 이와 동일한 환경인 pH를 11.5이상으로 계속 유지시킨 〈그림-2〉에서도 금붕어 폐사상황이 유사함을 알 수 있을 것입니다.

한편, 일부에서 주장하는 시멘트의 6가크롬의 유해성을 확인하기 위하여 6가크롬을 수조 속에 투입하여 금붕어의 폐사 상황을 확인했지만 금붕어의 개체 수는 변화가 없었습니다. (〈그림-3〉)

한편, 수조 속의 중금속 농도는 임의적으로 6가 크롬을 투입한 〈그림-3〉을 제외하고는 모두 검출한계 이하로 나왔습니다.

제1편 시멘트와 국민건강

4 콘크리트 모형집 안에서 생쥐가 죽은 원인은 저체온 때문입니다

생쥐를 콘크리트로 만든 모형집과 황토로 만든 모형집에 각각 집어넣고 얼마동안 생존하는지 살펴보는 실험이 있었습니다. 실험은 황토집의 생쥐보다 일찍 죽는 콘크리트집의 생쥐를 보여주면서, 폐사의 주요 원인은 시멘트의 중금속이 집안으로 유출되기 때문이라고 주장하고 있습니다.

또한 목포대의 H교수도 방송을 통해 콘크리트 모형집 안의 실험쥐가 폐사한 원인이 시멘트 안에 들어 있는 중금속 때문이라는 왜곡된 주장을 하고 있습니다.

이 역시 콘크리트의 특성을 왜곡한 실험이 아닐 수 없습니다.

콘크리트는 '냉복사'라고 하는, 주변의 열을 빼앗는 성질이 있습니다. 콘크리트 건물에 들어가면 한여름에도 시원함을 느낄 수 있는 이유가 바로 그것입니다. 생쥐 실험에서도 이러한 콘크리트의 냉복사로 인해 생쥐의 체온이 낮아져서 죽은 것이지 시멘트의 중금속 유출로 폐사했다는 주장은 옳지 않습니다. 중금속 유출이 되었다면 중금속 유출에 대한 정확한 조사가 있어야 할 것입니다.

콘크리트에 중금속이 함유되어 있는 것은 사실이나, 굳은 콘크리트는 중금속을 구성물질에 가두는 특성이 있기 때문에 중금속이 유출될 가능성은 거의 없습니다.

이 실험은 황토재료 분야의 전문가인 H교수가 콘크리트보다 황토가 우수하다는 것을 주장하기 위해 콘크리트의 특성을 왜곡한 실험을 한 것이며, 방송사에서도 콘크리트 전문가의 확인 없이 그대로 방영하여 신뢰성을 인정 받지 못하고 있습니다.

5 폐기물 사용 시 시멘트 내 중금속은 어느 정도 증가하지만, 인체나 환경에 영향을 미치지는 않습니다.

시멘트 제조과정에서 폐기물은 부원료와 보조연료로 사용됩니다. 슬래그 등 무기성 폐기물은 부원료로 사용되며, 폐타이어, 폐플라스틱 등 가연성 폐기물은 보조연료로 재활용되고 있습니다.

이 중 보조연료로 사용되는 가연성 폐기물은 고온으로 가열하는 과정을 통해 대부분 연소되어 없어지기 때문에 시멘트의 중금속 함량에 미치는 영향은 거의 없습니다.

〈크링카의 중금속 특성〉

시료	시료명	카드뮴 (Cd)	구리 (Cu)	납 (Pb)	6가크롬 (Cr^{6+})	비소 (As)	시안 (CN)	수은 (Hg)
A-1	유연탄만 사용	0.01	0.01	0.1	3.97	N.D	N.D	N.D
	유연탄 + 폐기물	0.01	N.D	N.D	4.07	N.D	N.D	N.D
A-2	유연탄만 사용	0.02	0.04	0.1	3.99	0.04	N.D	N.D
	유연탄 + 폐기물	0.01	0.04	0.1	3.44	0.002	N.D	0.000
B-1	유연탄만 사용	0.02	0.02	0.1	1.28	0.004	N.D	N.D
	유연탄 + 폐기물	0.01	N.D	N.D	0.82	N.D	N.D	N.D

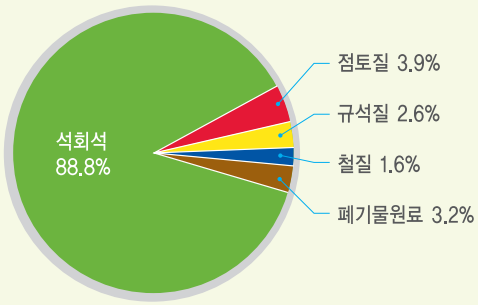
→ 주) 1. N.D : Not Detected
2. 출처 : "시멘트 소성시설에서 폐기물 투입시 오염물질 배출특성", 국립환경과학원

따라서 시멘트의 중금속은 대부분 부원료로 사용되는 물질에서 기인합니다. 시멘트의 반제품인 크링카의 원료 구성비율을 살펴보면 천연원료와 부산물이 약 97%를 차지하고, 폐기물 원료는 3% 정도에 불과합니다.

폐기물을 부원료로 사용함으로 인해 중금속 함량이 다소 증가하는 것은 사실이나, 시멘트는 물과 결합하여 굳어지는 과정에서 중금속을 붙잡아두는 특성이 있기 때문에 실제로 환경이나 인체에 영향을 미치지는 않습니다.

〈시멘트의 구성성분〉

항	목	구성비(%)
천연원료 및 부산물	석회석	88.8
	점토질	3.9
	규석질	2.6
	철 질	1.6
	소 계	96.8
폐기물	폐기물 원료	3.2
합 계		100.0



○ 제1편 시멘트와 국민건강

6 시멘트에 함유된 중금속의 양은 천연 토양에 함유되어 있는 정도입니다.

흔히 중금속은 인체에 유해하다는 막연한 거부감을 갖고 있습니다. 그렇지만 땅속에는 중금속 원소가 존재하기 때문에 이러한 자원을 이용하는 모든 건설 재료에는 중금속이 자연스럽게 존재하게 되어 있습니다. 물론 시멘트도 예외가 아닙니다.

〈토양과 시멘트 중금속 함량 비교〉

(단위 : mg/kg)

항 목		보통 포틀랜드시멘트 [1]		흙 [2]
		평균치	범위	범위
크롬(Cr)	총크롬(T-C)	98	52~204	5~1500
	6가크롬(Cr^{+6})	10.8	0.4~32.4	-
구리(Cu)		140	18~243	2~250
아연(Zn)		511	205~1435	1~900
비소(As)		18.9	3.3~106.3	0.1~40
셀레늄(Se)		<1	-	0.01~12
카드뮴(Cd)		2.0	0.6~7.8	0.01~2
수은(Hg)		0.023	0.002~0.127	0.01~0.5
납(Pb)		111	7~421	2~300

→ 주 : 1. 1995년 채취한 시멘트(일본)
2. H.J.Brown : 환경무기화학,1983

과거 천연자원만을 이용해 시멘트를 제조하던 시대에도 시멘트에는 중금속 성분이 미량 포함되어 있었고, 그 함유량은 대체로 천연토양에 함유된 정도의 범위 내에 있습니다.

또한, 시멘트 속의 중금속 원소는 시멘트 공정 과정 중에 광물 내부에 갇혀 외부로 유출되지 않고 안정화되기 때문에 직접적으로 인체에 미치는 유해요소는 없습니다.

우리의 식생활과 밀접한 관계가 있는 식기, 칼, 수저 등으로 사용되는 스테인리스강에도 크롬이12-27%(120,000- 270,000ppm) 정도 함유되어 있으나 크롬이 밖으로 흘러나오지는 않습니다. 그 이유는 스테인리스강 상태에서는 크롬이 용출되지 않기 때문입니다.

시멘트도 이와 같습니다. 시멘트는 방사성물질이나 중금속을 포함한 유해 폐기물을 매립 처리할 때 주위 토양으로의 중금속 용출을 막기 위해서 사용되는 재료로 법에서 정할 만큼 중금속 차단효과가 매우 우수한 재료입니다.

국립환경과학원에서 분석한, 굳지 않은 시멘트의 중금속 용출 특성 관련 자료에서도 시멘트에서는 6가크롬 이외의 중금속이 용출이 되지 않는 것으로 나타났습니다.

〈포틀랜드시멘트 및 크링카 용출시험 결과〉

(단위 : mg/ℓ)

	시안 (CN)	6가크롬 (Cr^{6+})	구리 (Cu)	카드뮴 (Cd)	납 (Pb)	비소 (As)	수은 (Hg)
시멘트 1	N.D	1.08	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
시멘트 2	N.D	1.06	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
시멘트 3	N.D	0.51	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
시멘트 4	N.D	1.70	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
시멘트 5	N.D	0.96	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
크링카 1	N.D	0.09	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
크링카 2	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D

→ 자료원 : 국립환경과학원, (시험방법 : 폐기물공정시험방법(용출시험))

○ 제7편 시멘트와 국민건강

7 시멘트에 포함된 6가크롬은 일반인에게 유해한 영향을 미치지 않습니다.

6가크롬은 각종 질병을 유발하는 유해한 물질로 알려져 있습니다. 하지만 시멘트에 포함된 6가 크롬은 아무런 보호장비 없이 시멘트를 취급하는 매우 제한적인 경우에 한하여 알레르기 접촉성 피부염을 일으킬 수 있다고 알려져 있습니다.

또한 시멘트는 시멘트만 단독으로 사용되는 경우는 거의 없고 골재(모래와 자갈)가 첨가되어 콘크리트 상태로 주로 사용됩니다. 콘크리트 배합 시 골재는 시멘트 양의 3~4배 정도가 투입되므로 실제 건설현장에서 작업자가 접하는 콘크리트의 6가크롬 농도는 시멘트 보다 1/4~1/5로 희석됩니다. 이 때문에 피부염에 민감한 작업자가 접촉하더라도 비교적 안전한 수준입니다.

뿐만 아니라 콘크리트는 대부분 레미콘의 형태로 시공되고 있어 인체와의 직접적인 접촉이 없습니다. 일부 수작업으로 작업을 하는 곳에서도 장갑을 착용토록 하고 있어 시멘트에 함유된 6가크롬이 인체에 미치는 영향은 거의 없다고 할 수 있습니다.

더욱이 시멘트나 콘크리트 관련 분야 작업자 이외에 일반 국민이 접하는 시멘트 제품은 이미 굳은 콘크리트입니다. 굳은 콘크리트는 중금속을 자체 구성물질에 가두어 외부로 용출시키지 않는 특성이 있으므로 6가크롬 역시 콘크리트 안에 굳어져 밖으로 유출되는 경우는 거의 없습니다.

〈폐콘크리트 용출시험 결과〉

(단위 : mg/ℓ)

	구리	카드뮴	납	수은	6가크롬	시안	비소	유기인
한국기준	**3.0>**	**0.3>**	**3.0>**	**0.005>**	**1.5>**	**1.0>**	**1.5>**	**1.0>**
미국기준	–	1.0>	5.0>	0.2>	5.0>	–	–	–
폐콘크리트 1	0.24	ND	0.01	ND	ND	ND	ND	ND
폐콘크리트 2	0.019	0.006	0.049	ND	0.117	ND	0.437	ND
폐콘크리트 3	0.09	0.014	0.03	ND	ND	ND	ND	ND
폐콘크리트 4	0.52	0.094	ND	ND	ND	ND	0.151	ND

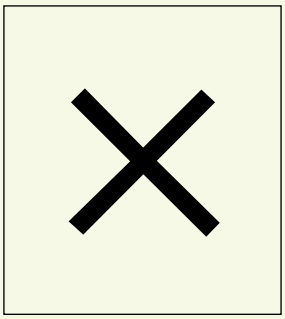
→ 자료원 : 한국지반공학회논문집, 폐콘크리트의 유효활용을 위한 환경특성 평가 (2001년)

8 시멘트 관련 산업 종사자의 안전을 위해서도 노력하고 있습니다.

일반 국민들은 시멘트나 콘크리트와 직접 접촉되는 일이 적지만 시멘트업계 및 콘크리트산업 등 관련 산업 종사자들은 작업환경에서 시멘트나 콘크리트를 직접 접촉하게 됩니다. 그러나 이들에게서 시멘트와 관련된 질병이 발생했다는 사례는 전세계적으로 보고된 바가 없습니다. 시멘트 속의 중금속이 물과 접촉하기 전까지는 인체에 유해한 환경을 만들지 않기 때문입니다. 다만, 시멘트가 물과 혼합되는 과정에서 강한 알카리성을 가지게 되는데 이때 보호장구를 사용하지 않고 직접 접촉하게 되는 경우 피부를 자극하게 되며, 또한, 6가크롬이 용출되어 일부 피부가 예민한 사람들에게는 피부염을 유발할 수 있는 우려가 있는 것으로 알려져 있습니다.

이를 위해 시멘트업계는 시멘트 생산업 종사자, 실험 · 연구 관련자, 콘크리트 현장 작업자의 안전을 위해 제조물책임법(PL) 및 물질안전보건법(MSDS)에 따라 마스크, 장갑 등 안전보호구를 착용하는 등 취급 시 요령에 대하여 지대 및 납품서 등에 게재하고 작업장에 배포하여 안전규정을 준수하도록 고지하고 있습니다.

(산업안전보건법 제41조 규정에 의한 경고표지)
1종 포틀랜드 시멘트



자극 · 과민성 물질

⚠주 의

- 시멘트는 물이나 땀, 눈물 등의 수분과 접촉하면 강한 알칼리성이 되어 피부, 눈, 호흡기 등을 자극하거나 점막에 염증을 일으키는 경우가 있습니다.
- 눈에 들어가지 않도록 주의하시고, 만일 눈에 들어간 경우 즉시 깨끗한 물로 잘 닦고 전문의의 진찰을 받아 주십시오.
- 피부에 닿지 않도록 해주십시오.
- 취급 시에는 방진안경, 방진마스크, 고무장갑을 착용하여 주십시오.
- 유아나 어린이에게는 닿지 않도록 주의하여 주십시오.
- 기타 자세한 사항은 물질안전보건자료(MSDS)를 참조 하십시오.

※ 건조한 장소에 보관하시고 개봉후 되도록 빠른 시간내에 사용하십시오.

제1편 시멘트와 국민건강

9 6가크롬은 유럽에서만 법으로 규제하고 있습니다.

현재 시멘트에 포함된 6가 크롬을 규제하고 있는 나라는 유럽 이외에는 없습니다. 그러나 유럽의 규제도 사람과 접촉이 있을 경우에 한정하고 있어 보편적인 시멘트에 대한 규제치라고는 할 수 없습니다. 그 외에 일본 시멘트업계는 자율적인 기준을 수립하여 이를 준수하기 위하여 노력하고 있습니다.

우리나라도 6가크롬에 대한 국민들의 불안감을 해소하기 위하여 2005년 환경부와 민간단체가 참여한 민관정책협의회를 구성하여 6가크롬에 대한 자율관리기준을 도입하기로 합의했으며, 연구용역을 통해 시험방법과 기준 및 도입일정 등을 확정했습니다.

현재 우리나라 시멘트업계는 6가크롬을 자율관리기준인 20ppm 이내로 관리하기 위하여 크롬이 높은 부원료의 사용을 제한하고 소성로 표면을 보호하기 위하여 사용하는 내화물(耐火物)의 재질을 변경하는 한편 소성로 내에서 6가크롬이 쉽게 만들어 지기 어려운 소성조건을 연구하는 등 제반 노력을 기울이고 있으며, 현재 20ppm 을 준수할 수 있는 수준에까지 도달해 있습니다.

10 콘크리트로 만들어진 정수장의 물도 안심하고 드실 수 있습니다.

최근 국립환경과학원에서는 폐벽돌과 폐콘크리트의 중금속 용출시험결과를 발표한 바 있습니다. 이를 두고 국정감사에서 납 용출량이 음용수 수질기준보다 높기 때문에 국민들이 안심하고 물을 마실 수 없다는 문제가 제기된 바 있습니다.

그러나 이 역시 잘못된 기준을 적용함으로써 생긴 문제입니다.

일반적으로 모든 정수장은 콘크리트로 저수조를 만들어 활용하고 있으며, 환경부에서는 매년 모든 음용수 관련 시설에서 수질검사를 실시하고 있습니다만, 이제껏 단 한번도 음용수에서 납이나 6가크롬 등의 중금속이 검출되어 음용수로 부적합하다는 판정을 받은 바 없습니다.

모든 시험에는 그 환경에 적합한 합리적인 시험방법이 필요합니다. 우리나라에서는 아직 그에 대한 시험방법이나 기준들이 정립되어 있지 않기 때문에, 미국의 시멘트 건축자재에 대한 음용수 기준 용출 시험방법 (ANSI 61-2007)을 통해 시멘트의 유해성을 평가하여야 할 것입니다.

시멘트업계는 향후 관련기관 및 환경단체들과의 공동조사를 통해 콘크리트로 만든 정수장의 안전성을 증명할 것입니다.

○ 제2편 시멘트와 지역환경

1 시멘트공장 주변 주민들의 암 발병율은 전국 평균보다 23%나 낮습니다.

국립환경과학원이 강원도 영월군 서면지역 주민들의 건강자료를 검토한 결과 후두암 발병율이 전국 평균보다 3.48배 높게 나타난 것에 대하여 그 발병 원인이 주변에 있는 시멘트공장의 폐기물 사용 때문이라는 주장이 있습니다.

후두암은 얼굴과 목 부분에 발생하는 암으로 우리나라에서는 위암, 간암, 폐암, 자궁경부암, 유방암 다음으로 많이 발생한다고 알려져 있습니다. 다른 종류의 암과 마찬가지로 40대부터 60대에서 자주 발병하며 흡연이 결정적인 원인이 되기 때문에 주로 담배를 피우는 남성에게 많고 여성에게서는 드문 것으로 알려져 있습니다.

그런데 이 건강자료의 요약부분에 첫 번째 항목에는 "영월군 서면 암 발생 및 암 사망자는 전국 평균에 비하여 23% 낮음. 다만 서면지역 후두암 발병자는 전국에 비해 다소 높아 보이지만, 통계적으로 유의하지 않음"이라고 언급하고 있습니다.

즉, 국립환경과학원이 현지조사를 통해 지난 1999년부터 2005년까지 7년 동안 서면지역의 남성 중 후두암 발병자가 4명(그나마 1명은 의무기록조차 확인되지 않았습니다)으로 조사되었는데 같은 기간의 전국 후두암 발병율과 비교한 결과 3.48배 높지만 발병율이 높다고 인정하는데 무리가 있다는 뜻입니다.

이미 앞에서도 언급하였듯이 흡연을 하는 성인 남성에게서 압도적으로 발병율이 높은 질병인 만큼 먼저 후두암 발병자의 성별과 흡연 여부에 대한 조사가 선행되어야 합니다.

국립환경과학원도 후두암 발병과 시멘트공장과의 관련 여부를 평가하기 위해서는 먼저 흡연 여부에 대한 정확한 파악이 필요하다고 언급하였습니다.

시멘트가 인체에 유해하다면 기타 다른 종류의 암 발병율도 높아지는 것이 상식인데, 서면지역의 전체 암 발병율이 전국 평균치에 비해 23%가 낮다는 것은 시멘트의 후두암 관련성 유해성 논란이 의미가 없음을 의미합니다.

그럼에도 지역주민들과 일반 국민들의 의구심을 해소하기 위하여 시멘트업계는 환경부와 함께 지역주민의 건강에 관한 역학조사는 물론 주변환경에 미치는 영향 등에 관한 연구용역을 추진하고 있으며, 이를 바탕으로 불신을 해소하기 위한 노력을 계속해 나갈 것입니다.

2 폐기물 사용은 대기 배출가스에 영향을 미치지 않습니다.

시멘트산업의 주요 오염물질은 먼지입니다.

시멘트업계에서는 먼지 발생을 최소화하기 위해 최적의 방지시설인 백(Bag) 필터를 설치·운영하여 먼지 배출량을 법적 배출허용 기준치의 1/10수준으로 관리하고 있습니다. 또한 굴뚝에 장착된 자동측정기로 먼지 배출량을 측정한 후 실시간으로 정부의 관제센터로 전송하여 정부가 투명하게 관리하고 있습니다.
시멘트의 중금속은 시멘트 제품 내에 고정되어 대기중에 거의 배출되지 않습니다. 또한, 시멘트 제조시 폐기물을 사용한다고 하더라도 사용전이나 배출가스의 차이는 없습니다. 이는 국립환경과학원 보고서의 중금속 측정결과에 잘 나타나 있습니다.

〈시멘트 소성로 배출가스 중 중금속 측정결과〉

(단위 : ppm)

항 목	납(Pb)	구리(Cu)	비소(As)	카드늄(Cd)	크롬(Cr)	수은(Hg)
배출허용기준(소각로)	0.2	10	0.5	0.02	0.5	0.1
쌍용양회 동해공장	불검출	불검출	0.014	불검출	불검출	0.0039
쌍용양회 영월공장	불검출	0.009	0.034	불검출	불검출	0.0017
라파즈 한라	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	0.0065
동양시멘트	불검출	불검출	0.065	불검출	불검출	0.0049

→ 출처 : 폐기물소각시설로서의 시멘트 소성로관리기준 개선연구(국립환경과학원)

또한 국내 대기오염도 측정결과 시멘트 공장이 위치한 지역의 대기오염은 전국 평균치와 차이가 없는 것으로 나타났습니다.

〈2005년 대기오염도〉

항 목	전국 평균	강릉	동해	제천
황산화물 SO_2 (ppm)	0.006 (0.020)	0.005	0.003	0.006
질소산화물 NO_2 (ppm)	0.022 (0.050)	0.016	0.019	0.019
오존 O_3 (ppm)	0.022	0.027	0.025	0.022
일산화탄소 CO (ppm)	0.6	0.5	0.6	0.5
미세분진 PM_{10}($\mu g/m^3$)	57 (70)	55	53	42
납 Pb($\mu g/m^3$)	0.0517 (0.5)	강원 : 0.0513 충북 : 0.0389		

→ 출처: 대기환경연보(2005), ( )안은 연평균 환경기준치

○ 제2편 시멘트와 지역환경

3 시멘트공장 주변지역 토양의 중금속 함유량은 기준치 이하입니다.

흔히 시멘트공장의 주변 지역은 공장에서 배출되는 먼지로 인해 토양이 오염되어 있을 것이라고 생각할 수 있습니다.
그러나 시멘트공장에서 배출되는 먼지는 법적 허용기준치의 1/10정도의 수준으로 엄격하게 관리되고 있으며, 실시간으로 배출량과 농도가 정부기관에 보고되는 등 철저하게 관리되고 있습니다.
또한 시멘트공장에서 배출되는 먼지를 통해 유해한 중금속이 외부로 빠져 나오는 경우는 거의 없기 때문에 먼지가 주변지역 토양에 미치는 영향은 매우 미미하다고 할 수 있습니다.

2006년 3월 영월군의 의뢰로 강원대학교에서 수행한 연구결과에서는 시멘트공장 주변의 토양오염도가 「기준치 이하」라는 측정결과가 발표되었고, 2007년 8월 환경부와 강릉대 산학협력단에서 실시한 시멘트공장 주변지역 토양정밀조사 실시 결과에서도 10개의 조사지점 중 9개 지점이 기준치를 밑도는 것으로 나타나 공장 배출 먼지가 주변 토양에 영향을 미치지 않는 것으로 밝혀졌습니다. 기준치를 초과한 1개 지점도 그 원인이 토양 자체의 특성 때문인 것으로 분석되었습니다.

이러한 명백한 조사결과를 무시한 채 시멘트공장 주변지역은 토양오염이 심각할 것이라는 막연한 추측만으로 문제를 제기하는 것은 지역 농산물의 판로를 막고 가격 하락까지 불러올 수 있는 중대한 문제가 될 수도 있으므로 문제 제기에 보다 신중해야 할 것입니다.

〈시멘트 공장 주변지역 토양오염 조사결과〉

(단위: mg/kg)

구 분	Pb(납)	Cu(구리)	Cd(카드뮴)	Cr^{6+}(6가크롬)	As(비소)	Hg(수은)
토양환경기준(우려기준)	100	50	1.5	4	6	4
2004년 전국평균(우려지역)	9.569	7.522	0.129	0.026	0.517	0.083
영월 지역	0.2574	0.2988	0.0246	미검출	0.2182	0.0112
동해 지역	1.5482	0.5322	0.0072	미검출	1.3828	0.0114
삼척 지역	0.4322	0.5766	0.0306	미검출	0.3324	0.0030
옥계 지역	3.2280	0.4338	0.1360	미검출	0.1828	0.0066

→ 출처: 1. 시멘트소성로의 폐기물소각에 따른 주변환경피해 영향 조사연구(2005년, 강원대)
2. 2004년 토양오염도 측정 자료(국립환경과학원)

4 모발검사의 진실은 이렇습니다.

시멘트의 유해성 논란 중에 지역 주민들에게 큰 불안감을 준 것은 어느 한 개인이 시멘트 공장 주변에 사는 주민들을 대상으로 모발검사를 실시한 결과 중금속 오염이 심각하다는 주장이었습니다.

모발검사란 모발조직 내에 존재하는 여러 미량 원소들의 형태와 양을 분석한 후 체내 중금속 오염과 영양상태를 영양의학적으로 해석하여 건강을 체크하고 질병을 예방하는 과학적인 검사방법입니다. 하지만 모발검사만으로 모든 상황을 유추하는 것의 신뢰성에 대해 논란이 끊이지 않고 있습니다.

미국의 존스 홉킨스 블룸버그 공중보건대학(Johns Hopkins Bloomberg School of Public Health)의 Melissa Frisch박사와 미 육군 건강증진 및 예방의학센터의 Deanna K. Harkins박사의 견해를 인용하여 모발검사의 의의를 정리해 보자면 이렇습니다.

첫째, 모발 속의 물질로부터 건강에의 직접적인 영향 여부를 예측하는 것은 불가능하다는 것입니다.

둘째, 모발은 성장 속도가 빠르기 때문에 현재의 모발로 과거에 영향을 미친 원인들을 평가하는 데 한계가 있다고 밝히고 있습니다. 이는 샴푸나 표백제, 염색제 같은 다양한 물질에 의해 영향을 받을 수 있기 때문이며 어떠한 분석기술도 모발상에 나타난 원소의 출처를 신뢰할 수 있게 만들 수 없다고 언급하고 있습니다.

셋째, 메틸수은을 제외한 모발검사는 주변 환경에의 노출이나 내부 신체 잔류량 혹은 병이나 독성의 검출 방법으로서 신뢰성이 떨어진다고 언급하고 있습니다. 따라서 굳이 실시한다면 혈액, 소변검사 등 다른 신뢰할 수 있는 검사들이 병행되어야 한다고 덧붙이고 있습니다.

넷째, 위와 같은 문제점으로 인해 지난 1994년 미국 의학협회는 모발을 대상으로 한 화학적 분석을 반대하였으며, 모발검사의 가치는 차치하더라도 분석을 수행한 실험실의 보고서가 신뢰할 만한 것인지도 여전히 의심스럽다고 밝히고 있습니다.

이렇듯 모발검사에 대한 논란은 해외에서 이미 오래 전부터 제기되어 왔습니다.

모발검사에 대한 위와 같은 해외 전문가들의 견해를 바탕으로 어느 개인이 자의적으로 해석, 발표한 모발검사의 허구성을 살펴보겠습니다.

첫째, 모발검사를 의뢰 받아 실시한 충남대(한국분석기술연구소)의 전문가는 시료를 받아 단순히 분석결과만을 제시하였습니다. 그런데 비전문가인 개인이 데이터를 자의적으로 해석하여 사태의 심각성을 야기시켰습니다.

둘째, 모발검사 결과와 대조할 비교군의 시료수가 20명에 불과해 비교군의 대표성에 문제가 있습니다. 그것도 서울, 광명, 광주지역을 대상으로 선정한 것으로서 지역성에 객관성이 결여된 것입니다. 비교군이란 실험자와 타 지역 사람의 모발검사를 비교할 때 객관성을 확보할 수 있어야 하는데 특정지역에 사는 주민 20명과의 단순비교는 비교실험 자체에 모순이 생길 수 밖에 없습니다.

또한 모발검사 결과 영월지역 주민들에게서는 중금속의 일종인 바륨이 1.495ppm 검출되었는데 이 수치는 비교군의 0.068ppm에 비해 22배나 높다고 주장하고 있습니다. 하지만 독일인의 평균 바륨 수치는 1.747-3.000입니다. 시멘트산업에 대한 환경규제가 엄격하다는 독일인 평균 바륨 수치가 국내 비교군 보다 무려 26-44배까지 높게 나왔는데 이는 어떻게 설명해야 할까요?

모발검사는 염색이나 퍼머 등으로 인한 모발의 손상여부, 평소 사용하는 샴푸 등의 미용제, 생활 습관에 따라서 같은 지역에 사는 주민이라도 다르게 평가될 수 있습니다. 이 실험은 주민의 현재 상태에 대한 면밀한 조사가 선행되지 않은 단순한 모발검사로서 신뢰성이 떨어질 수 밖에 없는 것입니다.

많은 전문가들은 이 실험에 관하여 어떤 한 두 가지의 원인이 결정적인 영향을 미친다는 인과관계 규명은 대단히 어려운 문제라고 언급하고 있습니다.

그럼에도 불구하고 시멘트 제조에 사용되는 폐기물 성분과 모발검사 결과를 단편적으로 연관지어 모든 원인이 시멘트공장에 있는 것처럼 발표하여 일반국민과 주민의 불안감을 조장하는 것에 대해 시멘트업계는 유감스러울 뿐입니다.

○ 제3편 시멘트 제조공정의 안전성 및 환경성

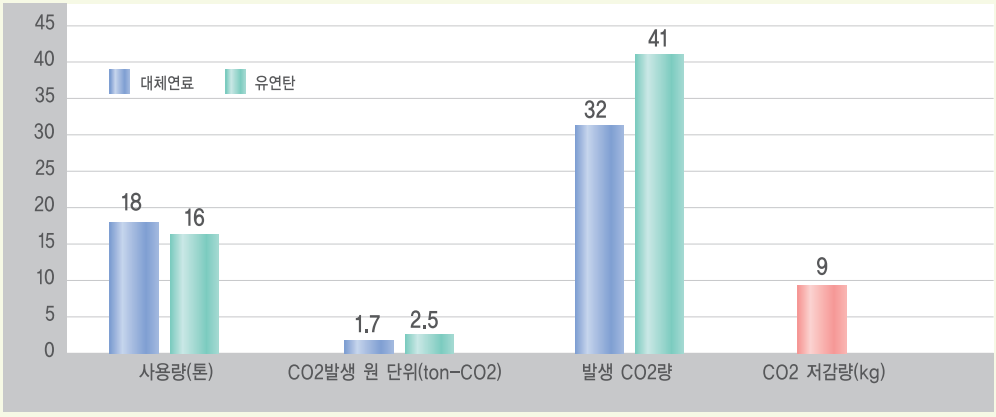
1 시멘트산업에서 폐기물을 사용하는 것은 전세계적인 추세이며 환경을 지키는 일입니다.

시멘트는 주원료(80~90%)인 석회석과 부원료인 점토와 규석, 철광석 등을 일정하게 혼합하여 섭씨 1450도 이상의 높은 온도로 구워서 만드는 제품입니다.

이 과정에서 동일한 원료 성분을 포함하고 있는 일부 부산물과 폐기물 들이 천연원료를 대체하여 일부 사용되고 있습니다. 주연료로는 유연탄을 사용하고 있습니다만, 유연탄은 온실가스를 배출하는 대표적인 화석연료입니다. 기후변화협약에 따라 유연탄을 대체하여 온실가스를 감축하기 위한 노력이 전세계적으로 추진되고 있으며, 우리나라 역시 가연성 폐기물을 유연탄 대체자원으로 개발하여 사용하기에 이른 것입니다.

원료로 사용되고 있는 석회석 등 천연자원과 수입에 의존하고 있는 유연탄은 유한한 자원으로서 이를 대체한다는 것은 그만큼의 천연자원을 채굴할 때 발생할 수 있는 산림훼손이나 자연파괴를 막을 수 있는 것이며, 또한 폐기물과 부산물을 시멘트 원료 및 연료자원으로 효율적으로 대체하여 이용하게 됨에 따라 매립, 해양투기, 소각에서 발생되는 각종 환경위해요인을 감소시켜 우리나라의 전체적인 환경부하를 감소시키고 나아가 사회적 이익을 가져 오게 되는 것입니다.

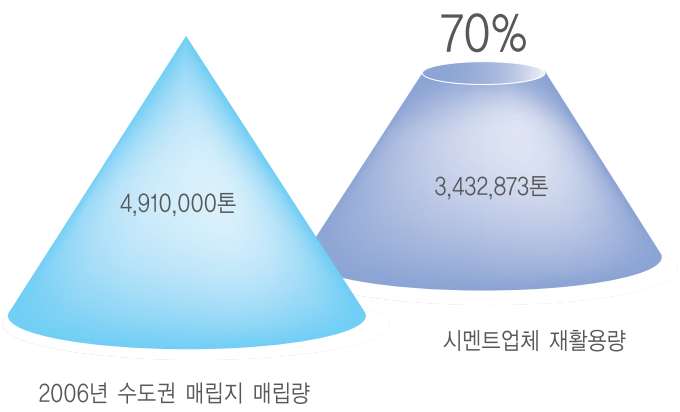
〈대체연료 사용에 의한 유연탄 대체 및 CO_2 저감량〉



최근 한국리싸이클링학회에서 발표한 "순환자원 처리방법에 따른 LCA 비교"1)연구결과에 따르면, 시멘트 업계에서 시멘트 1톤을 생산할 때 유연탄 대신 폐타이어 등 폐기물을 연료로 사용함으로써 약 16kg의 유연탄을 대체하고 순수 저감량 기준 약9kg, 국가 전체적인 측면에서 약 41kg의 이산화탄소 배출량을 저감할 수 있으며, 이를 연간으로 환산할 경우 약79만 톤의 유연탄 절약과 순저감 기준 약 43만 톤의 이산화탄소 배출이 저감되는 것으로 나타났습니다.

만약 폐기물을 시멘트산업에서 원료로 사용하지 않을 경우 소각 또는 매립하여야 하는데, 이는 현재 수도권 매립량의 약 70%에 해당하는 양입니다. 좀 더 구체적으로 표현하면 시멘트산업에서 재활용 하지 않을 경우 월드컵경기장의 약 1.6배에 해당하는 매립장이 추가로 필요하게 된다는 것입니다.

〈수도권 매립지 매립량과 시멘트업체 재활용량 비교〉



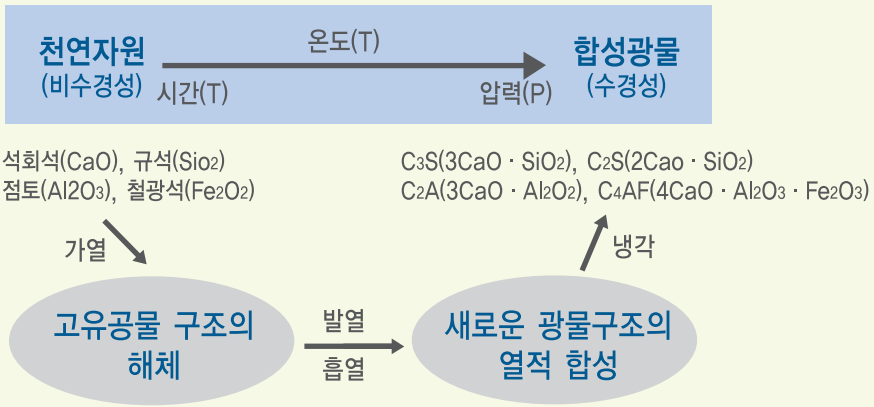
국내 시멘트산업에서의 폐기물 재활용은 우리의 수려한 자연을 보존하고 더불어 우리의 생활환경을 아름답게 지켜 나가는데 있어서 매우 중요한 역할을 수행하고 있으며, 온실가스 저감 및 매립장 수명연장 등으로 인하여 연간 1,740억원의 사회적, 경제적 이익을 가져다 줄 수 있는 중요한 요소인 것입니다.

1) LCA(Life Cycle Assessment) 전과정 평가 : 제품시스템의 전 과정에 걸친 투입물과 산출물에 의해 발생할 수 있는 잠재적인 환경영향을 정성적, 정량적으로 평가하는 기법.

2 시멘트 제조공정은 가장 완벽한 폐기물 처리 공정이며 시멘트공장에서의 폐기물 처리는 더욱 늘어나게 될 것입니다.

아래 그림은 시멘트가 어떻게 만들어 지는 지를 화학기호를 사용하여 나타낸 것입니다. 그림에서 볼 수 있듯이 석회석 등 천연광물을 구성하고 있는 CaO, SiO_2, Al2O3 및 Fe2O3등이 1450℃ 이상의 고온에서 화학적 결합을 통해 새로운 인공광물인 시멘트로 만들어집니다.

〈시멘트 제조 공정에서의 광물생성〉



시멘트 제조공정을 아래 표에서 볼 수 있듯이 소각로와 비교하게 되면 시멘트 제조공정이 폐기물을 처리하는데 있어서 왜 안전한지를 알 수 있습니다.

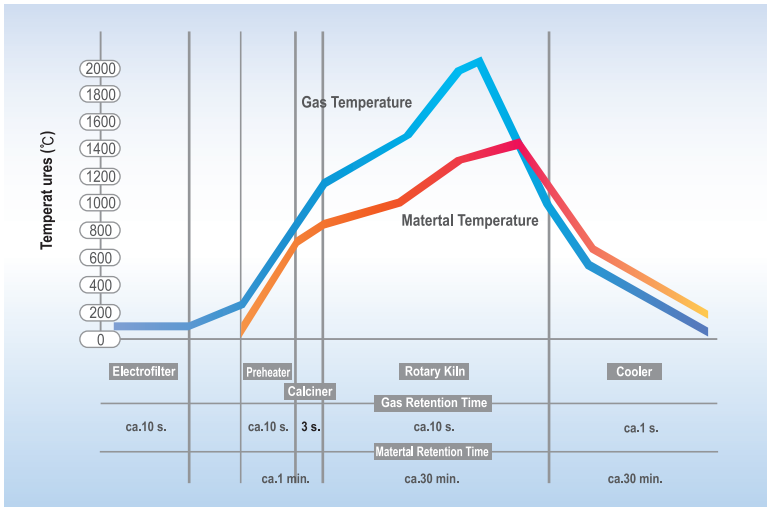
〈시멘트소성로와 소각로의 특성과 차이점〉

구분	시멘트 소성로	소각로
설치목적	시멘트생산 (제조 기능)	폐기물 중간처리 (처리기능)
내부온도	가스온도 : 2,000℃ 물질온도 : 1,450℃ (온도변동시 불량 발생)	가스온도 : 800~1,000℃ (온도변동 극심)
연소재의 처리	시멘트 원료화	2차 폐기물 발생 (매립처리)
주원료	석회석 (85%)	폐기물 (100%)
주연료	유연탄 (보조연료:폐기물)	폐기물 (보조연로:경유/등유)
주관리항목	시멘트 품질 / 원가	감용 / 회전율
폐기물 사용시	에너지 회수 (유연탄 대체)	에너지 미회수 (생활폐기물 소각시설은 일부 열회수)

시멘트 소성로의 고유 목적은 시멘트 제품을 생산하는 것입니다. 따라서 소성로에서는 폐기물을 사용할 때도 완벽한 시멘트 제품을 생산할 수 있도록 사전에 천연자원과의 혼합과정이 정밀하게 관리됩니다. 또 열처리 측면에서 보면 시멘트 소성로의 온도분포는 가스온도가 2000℃에 이르며 1200℃ 이상에서의 체류시간도 3초 이상이고 또한 소성로를 통과하는 물질의 체류 시간도 30~40분에 이르기 때문에 거의 대부분의 폐기물이 분해 또는 산화되어 다이옥신 류 등의 유해물질이 발생되지 않습니다. 반면 소각로는 폐기물의 처리가 목적이므로 폐기물의 성상(性狀)과 함유된 수분량에 따라 소각로 내부 온도가 극심하게 변하게 됩니다. 이에 따라 다이옥신 등 유해물질이 배출될 가능성이 높아집니다.

또한, 소각로의 경우에는 소각후 2차 폐기물인 소각 잔재물이 발생하여 이를 매립해야 하지만 시멘트소성로의 경우는 소각잔재물의 구성성분이 시멘트의 새로운 인공광물로 구성되어 시멘트로 만들어 지기 때문에 2차 폐기물이 생기지 않는 완벽한 처리가 가능합니다.

〈키른 내부 온도분포 및 가스체류시간〉



이와 같이 시멘트 제조공정에서 각종 폐기물 및 부산물을 순환자원으로 재활용하는 것은 매립 또는 소각시 발생되는 환경부하를 크게 감소시킬 수 있음은 환경적으로 매우 안전하게 처리할 수 있는 것입니다.

3 시멘트공장의 유해배출가스 발생량은 미미합니다.

국내 대기 오염물질에 대한 배출허용기준은 대기환경보전법 시행규칙에 규정되어 있습니다.

시멘트 소성로에 대한 대기환경보전법상 배출허용기준 항목을 살펴보면, 일산화탄소를 제외한 나머지 규제항목은 소각시설과 거의 차이가 없습니다.

다만 시멘트 소성로는 일반 소각시설에 비해 배출 규제 항목이 적어 마치 시멘트 소성로는 일반 소각시설에 비해 중금속에 대한 배출규제가 허술한 것으로 오인될 수 도 있습니다.

시멘트 소성로를 일반 소각시설과 비교할 수 없는 이유는 다음에 있습니다. 시멘트 소성로는 용광로 등과 같은 산업 생산시설에 포함되는 것이지, 폐기물 소각을 목적으로 하는 소각시설과는 역할의 차이가 있기 때문입니다.

특히 시멘트산업에서 일산화탄소 발생은 흔히 볼 수 있는 현상입니다. 시멘트 생산을 위해서는 1,800~2,000도에 이르는 고온 유지가 필수적이기 때문입니다. 단 일산화탄소는 밀폐된 공간에서 노출되었을 때 인체에 매우 위험한 물질이지만 시멘트산업에서와 같이 굴뚝을 통해 대기 중으로 배출된 후 확산되는 경우에는 인체에 거의 영향을 미치지 않습니다.

이러한 이유 때문에 유럽, 미국, 일본 등 선진국에서는 시멘트 소성로에 일산화탄소를 규제하지 않고 있습니다.
다만, 유럽의 경우 총 연료의 40% 이상을 유해폐기물로 대체했을 경우에 한하여 일산화탄소를 규제하고 있는 실정입니다.

또한 환경부에서 조사한 2005년도 전국 대기오염도(21페이지 〈2005년 대기오염도〉 참조)를 살펴보더라도 시멘트 공장이 위치한 지역의 일산화탄소 농도는 전국 평균치보다 낮거나 같은 수준으로 나타나고 있습니다.

제3편 시멘트 제조공정의 안전성 및 환경성

4 폐기물은 엄격한 절차와 사전시험 및 검증을 통해 사용하고 있습니다.

일부에서 시멘트업계가 폐기물을 무분별하게 반입하여 사용하고 있다고 주장하고 있습니다만 이는 시멘트에 대한 전문적인 지식이 부족한데 따른 오해입니다.

시멘트 부원료로 사용할 수 있는 것은 시멘트의 구성성분을 가지고 있는 석탄회(점토 대체), 슬래그(철광석 대체), 재생주물사(규석 대체) 등으로 제한적이며, 연료로 사용할 수 있는 것 중에서도 PVC 등 염소함량이 높거나 폐유 등 지정폐기물로 분류되어 있는 가연성폐기물은 사용하지 않고 있습니다.

또한, 사용 여부를 결정하기 위하여 성분 분석을 포함한 여러 단계의 검토 및 검증과정을 거치게 되며, 이는 시멘트 업체별로 사내 표준을 정립하여 관리하고 있습니다.

업계 공통의 반입기준은 다음과 같습니다.

1. 폐기물관리법 등 국내외 관련법규를 준수하고 규제치를 만족 할 것.
2. 시멘트의 생산 및 판매에 이르는 사업활동 전과정에서 새로운 환경부하가 발생하지 않을 것
3. 다른 산업 또는 다른 처리방법보다 시멘트산업에서 재활용하는 것이 충분히 환경적, 경제적인 면에서 동등하거나 또는 우수할 것
4. 생산공정 문제 및 제품의 품질문제를 일으키지 않으며, 현재의 기술수준에서 충분히 관리할 수 있을 것
5. 작업자의 건강에 피해를 일으키지 않으며, 지역과 지역주민의 불편을 야기시키지 않을 것

또한, 폐기물을 사용하는 과정에서도 공정별로 관리항목을 설정하여 주기적으로 체크하고 있습니다. 원료생산 공정에서는 온라인 분석 시스템에 의해 전자동으로 성분 분석이 이루어지고 그 결과가 실시간으로 피드백되어 원료성분의 비율을 변경하게 됩니다. 이처럼 시멘트업계에서는 치밀한 관리과정을 거쳐 폐기물을 사용함으로써 일정한 품질의 시멘트를 생산하고 있습니다.

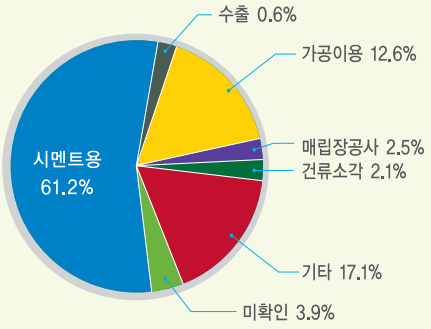
5 외국에서 수입하는 폐기물은 국내 조달이 어려운 일부 자원에 한정되어 있으며, 국내 천연자원을 대체하는 것입니다.

현재 국내 시멘트 업계는 석탄재와 폐타이어 등을 일본에서 수입하고 있습니다. 이를 두고 '일본에서 버려지는 폐기물을 우리나라에 가지고 와서 시멘트를 만들고 있다' 라는 오해를 받고 있습니다. 일본에서 수입하는 석탄재와 폐타이어는 일본에서도 똑같이 시멘트 산업의 원료와 연료로 쓰이고 있습니다. 일본에서는 문제없이 사용되는 폐기물이 우리나라에서만 불량 재료로 취급 받는 것은 폐기물의 자원화에 대한 이해가 부족하기 때문입니다.

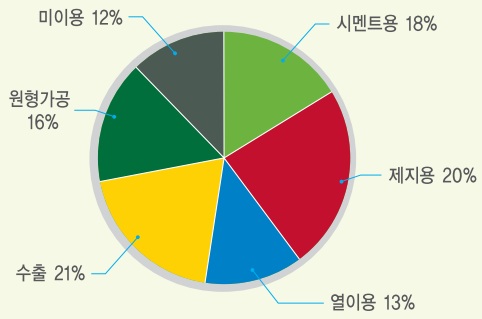
또한 국내 시멘트산업에서 사용되는 폐기물은 기본적으로 국내에서 발생되는 석탄재와 폐타이어를 사용하고 모자라는 부분만큼 일본에서 수입하고 있습니다. 이는 국내에서 발생되는 석탄재와 폐타이어가 시멘트 공장에서 필요로 하는 양만큼 공급되지 않기 때문입니다.

한편 석탄재나 폐타이어 등을 수입하지 않는다면, 추가적인 대체원료 개발을 위하여 국내의 삼림 훼손이 불가피하며, 국내에서 생산되지 않는 유연탄 등을 더 많이 수입해야 하는 어려움이 있습니다.

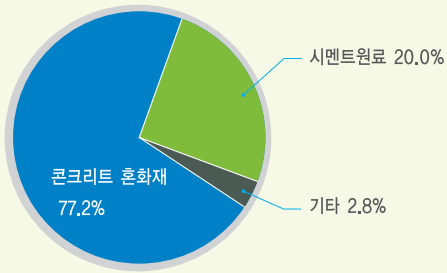
석탄재와 폐타이어 등은 이미 선진국에서 시멘트 원료와 대체연료로 사용해 오고 있는 재료로 안전성을 인증 받았으며, 모든 폐기물의 수입은 적법한 절차를 통해 이루어지고 있습니다.



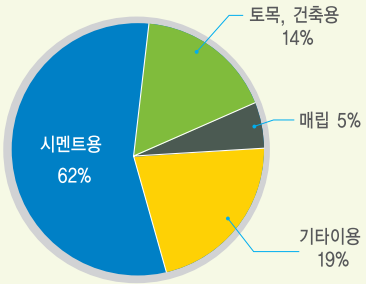
〈국내 폐타이어 재활용 현황(2006년)〉



〈일본 폐타이어 재활용 현황(2005년)〉



〈국내 석탄재 재활용 현황(2005년)〉



〈일본 석탄재 재활용 현황(2005년)〉

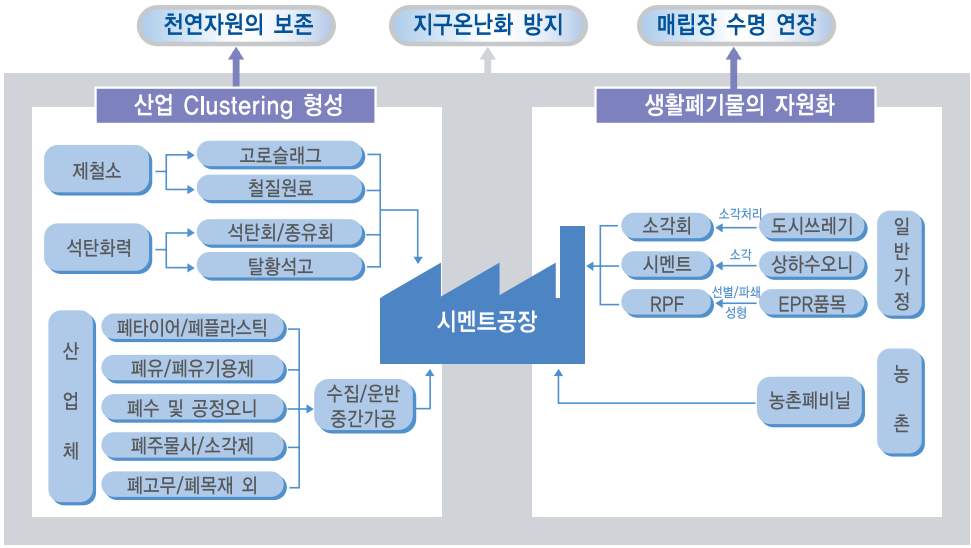
○ 제3편 시멘트 제조공정의 안전성 및 환경성

6 시멘트의 안전성 검증 및 투명성 확보에 더욱 노력하겠습니다.

현재 제기되고 있는 시멘트의 안전성 논란은 순환자원으로 사용되는 폐기물의 양이 증가하면서 비롯되었다고 할 수 있습니다.

시멘트업계로서는 폐기물 사용에 대해 지역주민과 일반 국민들에게 이해를 구하는 노력이 부족했습니다. 또한 시멘트와 콘크리트의 안전성을 평가하는 방법과 기준이 모호해 입장이 서로 다른 이해 관계자들이 각각의 시험방법과 기준에 의해 일방적으로 문제를 제기하면서 의도하지 않은 방향으로 문제가 확대 재생산되어 왔던 면이 있다고 할 수 있습니다.

〈자원순환형 사회 구축을 위한 시멘트산업의 새로운 역할〉



시멘트업계는 향후 시멘트 산업에서 폐기물을 사용하는 것이 국가 폐기물처리정책의 주요한 수단이라는 점만을 강조하기 보다는 폐기물을 사용해도 시멘트공장 주변의 환경문제나 시멘트 제품의 안전성 등에 문제가 없다는 검증 작업에 적극 협력해 나갈 것입니다. 또한 보다 합리적인 절차를 수립하고 이를 투명하게 공개함으로써 지역주민과 국민들로부터 신뢰 받을 수 있도록 노력하겠습니다.

뿐만 아니라 폐기물을 순환자원으로 가공하여 공급해 주는 재활용업체 및 수집운반업체 들과 공동으로 각 단계별 환경부하를 감소시키고 환경위해 요인이 발생하지 않도록 폐기물 활용의 전 과정에서 완벽한 관리체제를 구축하겠습니다.

또한 세계 각국의 현황을 조사하여 시멘트나 콘크리트의 안전성을 검증할 수 있는 시험방법과 기준 등을 도입하고 정립하기 위한 노력도 아끼지 않겠습니다.

‖제 2 장‖

시멘트 역사와 제조공정 · · ·

1 인류문명과 함께한 시멘트 역사

현재 우리나라는 전세계 시멘트 생산량 7위에 위치하는 시멘트 강국으로서, 한 해 동안 우리나라에서 사용되는 시멘트는 약 5천만 톤으로 이 정도 양이면 대전광역시 정도의 도시를 건설할 수 있습니다. 이것은 시멘트가 끊임없이 새로운 문명을 창조하고 있다는 사실을 보여주고 있으며 고층빌딩, 아파트, 도로, 교량 그리고 각종 산업시설에서 예술품까지 우리는 항상 시멘트와 함께 생활하고 있습니다.

흔히 시멘트라고 하면 1820년경 영국에서 탄생한 포틀랜드 시멘트를 가리키므로 그 역사는 200년을 넘지 못합니다. 그러나 넓은 의미의 시멘트는 무기질 교착재나 결합재를 의미하므로 그 역사는 최소한 5천년 전까지 거슬러 올라갑니다.

피라미드에 사용된 시멘트는 석회와 석고를 혼합한 것이고, 로마시대에는 석회와 화산재를 혼합한 것이다. 이들 시멘트들은 기경성 시멘트로서 18세기 경까지 사용되었습니다.

18세기에 이르러, 과학 기술의 발달과 때를 같이하여 1756년 스미턴(Smeaton)은 에디스톤(Eddystone) 등대를 재건할 때, 점토분이 있는 석회석을 굽게 되면 우수한 수경성이 있음을 발견하였고, 1824년에는 영국의 벽돌공 J.애스프딘이 오늘날의 것과 거의 같은 시멘트를 발명하여 특허를 얻었습니다. 그는 석회석과 점토를 혼합한 원료를 구워서 시멘트를 만들었고 겉모양 · 빛깔 등이 포틀랜드섬의 천연석과 비슷하다고 하여 포틀랜드 시멘트라 명명하였습니다. 이것이 오늘날 사용하고 있는 포틀랜드 시멘트의 기원입니다.

1850년에는 4개의 포틀랜드 시멘트 제조 공장이 건설되어 조업을 개시하였으며, 1851년 런던 박람회에서 그 품질의 우수성이 널리 알려졌고, 그 후 시멘트 제조방법은 전 세계로 전해짐으로써, 19세기 후반에 들어와 시멘트 공업은 세계 각국에서 그 형태를 갖추게 되었습니다.

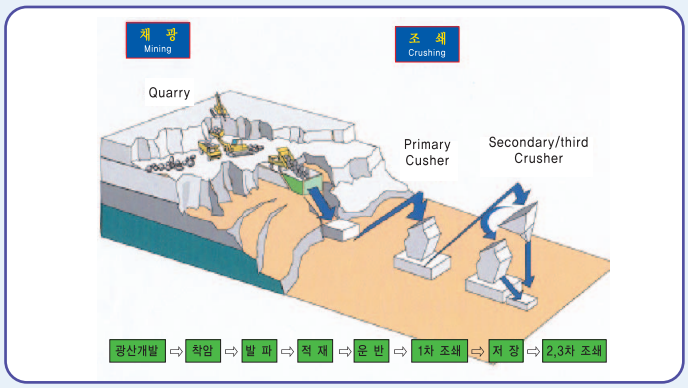
20세기에 들어와 로터리 키른(Rotary Kiln)이 실용화되었으며, 시멘트는 각종 토목 건축공사의 기초재료로서의 위치를 확고하게 굳혔고 시멘트의 종류도 다양화되기 시작하였습니다.

빨리 굳고 강도를 높일 수 있는 초속경시멘트, 초조강시멘트, 유정이나 저열성 공사에 쓰이는 유정시멘트 및 저열시멘트, 기타 특수 조건에 사용되는 시멘트 등 각종 용도에 적응하는 기능을 갖춘 시멘트가 개발되면서 오늘날 시멘트는 건설 현장에서 없어서는 안될 중요한 요소에 이르렀습니다.

2 시멘트 제조공정

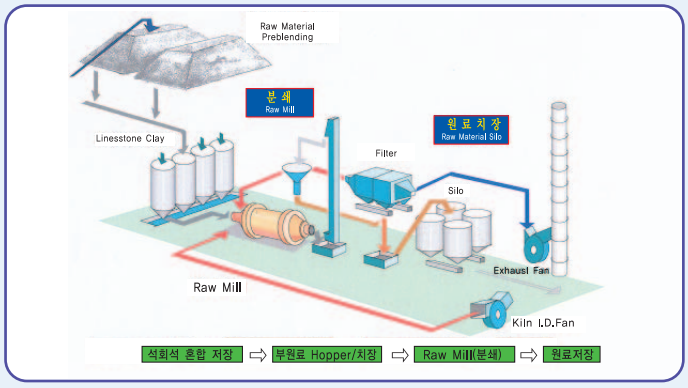
시멘트 제조공정은 원료인 석회석을 캐내는 채광과정, 채광한 석회석 덩어리를 부수는 조쇄과정, 품질산포를 줄이기 위해 부서진 석회석을 섞는 혼합과정, 혼합된 석회석을 기타 부원료와 함께 분말상태로 더욱 잘게 부수는 원료분쇄과정, 원료를 고온으로 가열시켜 각종 화학반응이 일어나 클링커가 제조되는 소성과정, 고온의 크링카를 냉각하는 냉각과정, 크링카에 석고를 첨가하여 더욱 잘게 부숴 시멘트를 완성하는 분쇄과정 등의 여러 단계의 과정을 거쳐 완성됩니다.

(1) 채광(Mining) 및 조쇄(Crushing)



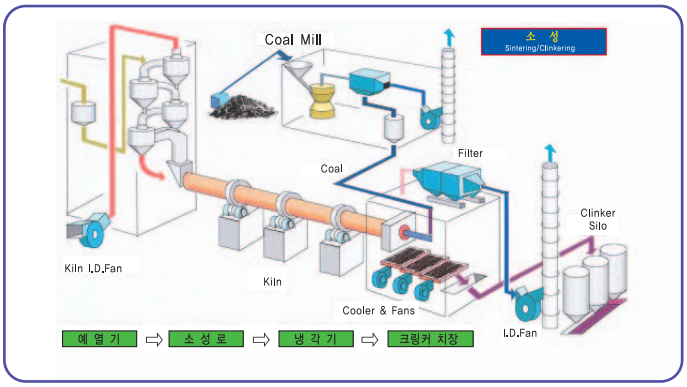
채광 및 조쇄공정은 광산에서 채광된 석회석을 적재, 운반 후 조쇄기에 투입하여 1, 2차 조쇄공정(필요시 3차 공정 포함)을 거쳐 30mm이하의 크기로 조쇄 후, 석회석의 품질이 일정하도록 혼합 및 저장하여 다음 공정인 원료분쇄기로 석회석을 공급하는 공정입니다.

2) 분쇄(Raw Mill) 및
원료치장(Raw Material Silo)



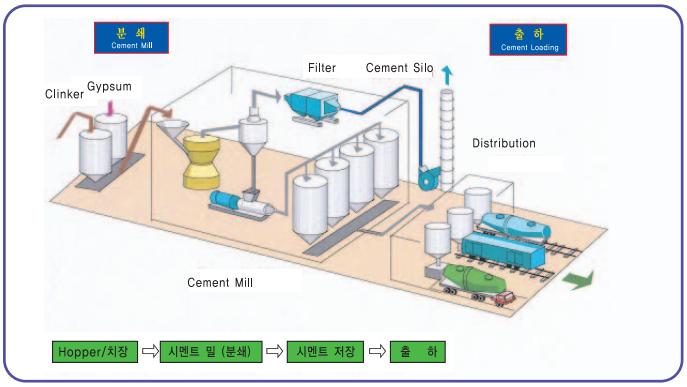
분쇄 및 원료치장 공정에서는 광산에서 공급하는 석회석과 함께 시멘트 원료로서의 성분규격에 맞도록 석회석 자체에서 부족한 부원료(점토질, 철질원료 등)를 계측해 원료분쇄기에 투입합니다. 그 후 건조, 미분쇄 등의 공정을 거쳐 차기공정에서 생산되는 시멘트 반제품인 크링카(Clinker)를 만드는데 적합하도록 입자크기를 88㎛이하로 분쇄한 후 균일한 성분 분포가 되도록 혼합과정을 거쳐 원료저장고에 원료를 저장합니다.

(3) 소성(Sintering / Clinkering)



소성공정은 시멘트 제조공정 중에서 가장 중요한 공정으로 원료분쇄기에서 공급하는 원료를 약 850~900℃까지 예열하고, 이 원료를 회전식 소성로에서 약 1,450℃까지 고온으로 소성하여 시멘트 반제품인 크링카를 제조생산, 냉각공정을 거쳐 클링커 저장설비에 저장하는 공정입니다.

(4) 시멘트 분쇄(Cement Mill) 및 출하(Cement Loading)



분쇄 및 출하공정은 소성공정에서 생산된 크링카와 함께 응결지연제로서 사용하는 석고를 계량하여 시멘트 분쇄기에 투입, 입자를 44㎛ 이하로 아주 곱게 분쇄하여 시멘트저장고인 싸이로(Silo)에 시멘트 완제품을 저장하고, 저장된 시멘트 완제품을 소비자의 요구에 따라 포장 혹은 벌크(Bulk) 상태로 화차 및 트럭을 이용하여 소비자 및 출하기지로 수송합니다.

가장 일반적인 출하방법으로 지대(紙袋)로 포장된 포장품의 형태와 벌크상태로 선박 · 화차 · 트럭 등을 통해 출하가 이루어진다. 최근에는 레미콘 공급이 할성화 됨으로써 갈수록 벌크 상태의 출하가 늘어나고 있는 추세입니다.

4 레미콘 제조 공정

레미콘 제조 공정은 저장된 시멘트를 이송하여 저장빈(Storage bin)에 투입하고, 계량된 골재와 적절히 혼합한 후 레미콘이라는 제품으로 생산하게 됩니다.

레미콘은 제조한후 트럭믹서 또는 에지데이터트럭을 이용하여 공사현장까지 운반합니다. 또한 타설이나 배합시 펌프카 등을 이용하여 작업하기 때문에 작업자가 시멘트에 직접 접촉되는 일은 거의 없습니다.

↖ 레미콘 믹서트럭

↖ 펌프카 작업 현장

‖ 제 3 장 ‖

시멘트 통계

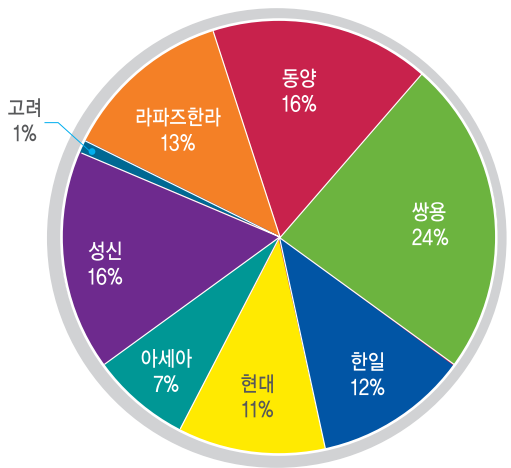
1 시멘트 생산업체 현황

(단위:백만원, 명)

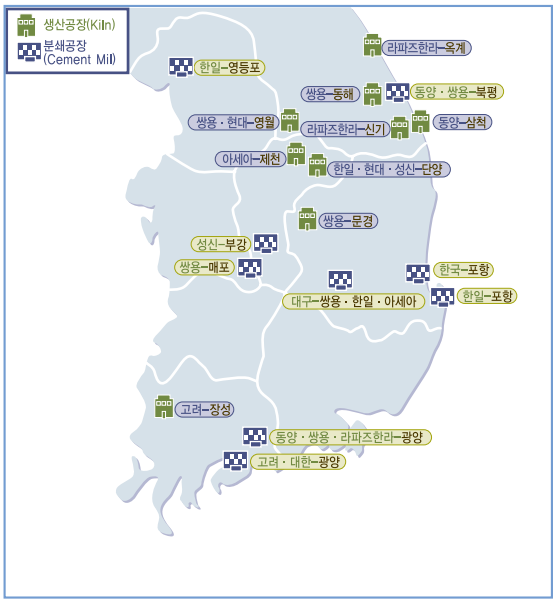
회 사 명	설 립	자본금	매출액	종업원수	본사소재지
동양시멘트(주)	1957.6	50,000	512,935	931	서울시 종로구 서린동
쌍용양회공업(주)	1962.5	401,516	1,038,259	1,256	서울시 중구 저동
한일시멘트(주)	1961.12	37,726	511,717	659	서울시 강남구 역삼동
현대시멘트(주)	1963.9	36,720	297,554	1,011	서울시 서초구 서초동
아세아시멘트(주)	1957.4	23,695	251,301	475	서울시 강남구 역삼동
성신양회(주)	1967.3	104,180	471,591	868	서울시 종로구 인사동
고려시멘트(주)	1962.12	19,789	116,436	161	광주 북구 신안동
라파즈 한라시멘트(주)	1978.1	221,737	342,587	761	강원도 강릉시 옥계면
한국시멘트(주)	1976.2	11,143	75,333	117	광주시 북구 중흥동
대한시멘트(주)	1995.4	6,000	85,730	134	전남 광양시 태인동
합 계		**912,506**	**3,703,443**	**6,373**	
유니온*	1964.1	7,111	63,370	235	White Cement 생산업체

※ 2006년 기준

‖ 회사별 주요 생산 (Kin) 능력 ‖



‖ 시멘트 생산공장 소재지 ‖



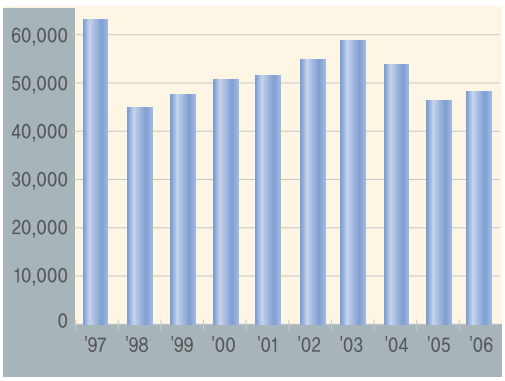
2 국내 시멘트 생산, 소비, 수출입 현황

(단위:천톤, %)

년도	생 산	%	소 비	%	수 출	%	수 입	%	비교
1990	33,575		31,803		1,952		2,106		
1991	37,335	111.2	37,115	116.7	1,671	85.6	7,071	335.8	
1992	42,620	114.2	41,115	110.8	1,720	102.9	5,550	78.5	
1993	46,894	110.0	45,563	110.8	4,369	254.0	1,119	20.2	
1994	51,635	110.1	52,668	115.6	4,308	98.6	2,318	207.1	
1995	55,130	106.8	56,502	107.3	3,679	85.4	2,082	89.8	
1996	57,260	103.9	60,013	106.2	2,334	63.4	3,605	173.2	
1997	**59,796**	104.4	**61,752**	102.9	1,185	50.8	**2,989**	82.9	
1998	46,091	77.1	44,615	72.2	2,824	238.3	178	6.0	
1999	48,157	104.5	44,721	100.2	4,998	177.0	615	346.3	
2000	51,225	106.4	48,000	107.3	4,886	97.8	680	110.4	
2001	52,046	101.6	50,055	104.3	4,646	95.1	1,084	159.6	
2002	55,514	106.7	54,292	108.5	3,393	73.0	1,192	109.9	
2003	59,194	106.6	58,302	107.4	3,147	92.7	1,879	157.6	
2004	54,330	91.8	54,942	94.2	4,061	129.1	3,420	182.0	
2005	47,197	86.9	46,286	84.2	5,970	147.0	3,403	99.5	
2006	**49,199**	104.2	**48,386**	104.5	**6,197**	103.8	**3,198**	94.0	

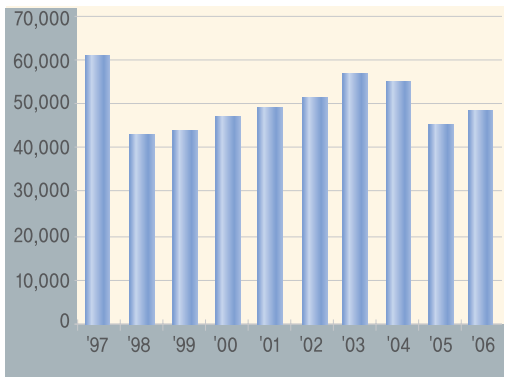
※ 수출입은 크링카 포함

‖ 시멘트 생산 추이 ‖



→ 1. 시멘트 생산은 '90년 이후 건설경기 활황으로 '97년도 최고조에 달했으나 '98년 IMF이후 급격한 수요감소를 겪음.
2. 완만한 회복세를 보이고 있으나 지속적인 건설경기 침체와 수입 시멘트 증가의 영향으로 회복이 늦춰지고 있음.

‖ 시멘트 소비 추이 ‖



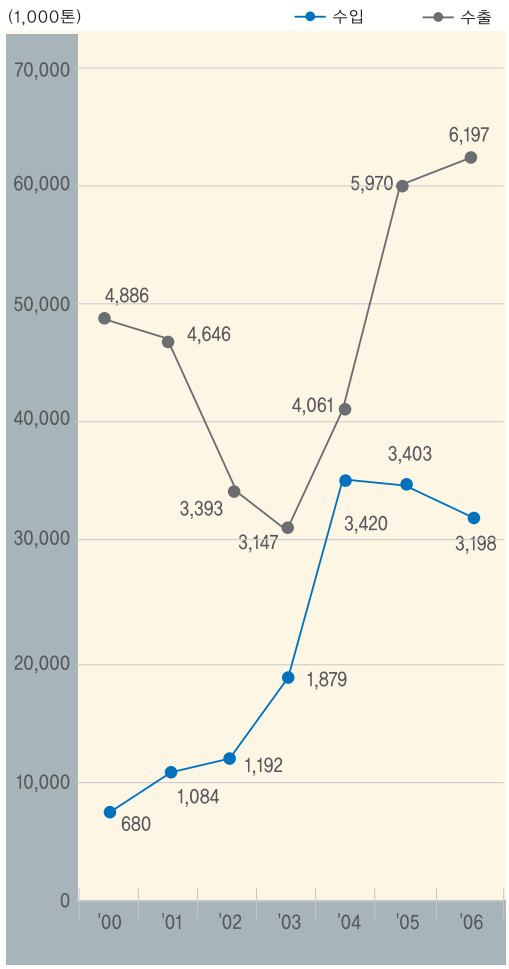
→ 1. 시멘트 소비 역시 '97년도 최고조에 달했다가 급격한 수요감소 이후 회복중에 있으나 증가세가 둔하게 나타남.

‖ 국별 시멘트 수출입 현황 ‖

수 출		수 입	
국가명	수출량	국가명	수입량
일본	889	중국	1,658
방글라데쉬	315	일본	1,540
카타르	97		
터키	91		
스페인	46		
미국	2,637		
푸에르토리코	174		
칠레	129		
트리니다드토바고	96		
도미니카	84		
자마이카	41		
파나마	50		
과테말라	168		
에콰도르	27		
아이보리코스트	217		
가봉	15		
가나	145		
케냐	108		
탄자니아	41		
토고	50		
베닌	44		
라이베리아	25		
시에라리온	20		
나이지리아	503		
남아프리카공화국	168		
기타	17		
계	**6,197**	**계**	**3,198**

※ 2006년 기준, *크링카 포함

‖ 년도별 수출 & 수입 추이 (2000~2006) ‖



*크링카 포함

3 시멘트 운송수단별 수송 추이

(단위:천톤)

년도	철 도	%	도 로	%	선 박	%	비교
1990	12,370	35.6	12,037	34.6	10,365	29.8	34,772
1995	18,476	31.2	21,321	36.0	19,362	32.7	59,159
1996	18,003	30.3	22,374	37.6	19,069	32.1	59,446
1997	19,323	31.7	22,144	36.4	19,398	31.9	60,865
1998	15,559	32.8	14,384	30.4	17,450	36.8	47,393
1999	15,805	31.7	25,023	30.2	18,995	38.1	49,823
2000	16,519	30.7	17,067	31.7	20,235	37.6	53,821
2001	17,353	31.3	17,874	32.2	20,235	36.5	55,462
2002	18,347	31.8	19,374	33.6	19,936	34.6	57,657
2003	19,094	31.8	20,515	34.1	20,488	34.1	60,097
2004	17,465	30.8	19,575	34.6	19,593	34.6	56,633
2005	14,741	30.1	15,361	31.4	18,874	38.5	48,976
2006	**15,182**	**29.7**	**15,494**	**30.4**	**20,361**	**39.9**	**51,037**

4 세계 시멘트 부문별 10대 주요국가

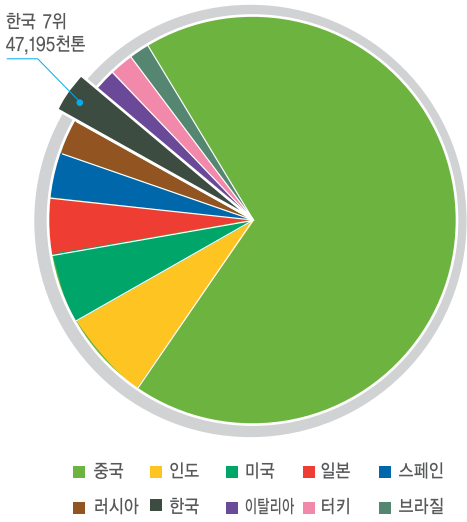
(단위:천톤)

순위	생 산		수 출		수 입		소 비		1인당 소비(kg)	
	국 가	수 량	국 가	수 량	국 가	수 량	국 가	수 량	국 가	수 량
1	중국	1,038,300	중국	22,157	미국	33,261	중국	1,027,748	아랍에메이트	4,030
2	인도	136,672	태국	15,723	스페인	10,719	인도	130,862	카타르	3,358
3	미국	100,000	터키	10,523	방글라데쉬	5,500	미국	126,793	안도라	1,822
4	일본	68,652	일본	10,157	나이지리아	5,404	일본	59,039	키프로스(남)	1,914
5	스페인	50,347	인도	9,966	이탈리아	4,995	스페인	51,509	키프로스(북)	1,568
6	러시아	48,739	대만	7,033	베트남	4,095	러시아	46,629	세인트피에르 미켈론	1,500
7	**한국**	**47,195**	독일	6,238	네델란드	3,742	**한국**	**46,283**	스페인	1,253
8	이탈리아	46,411	**한국**	**5,970**	아랍에메이트	3,641	이탈리아	46,052	쿠웨이트	1,224
9	터키	45,572	그리스	5,626	**한국**	**3,403**	브라질	35,645	룩셈브르크	1,170
10	브라질	36,673	캐나다	5,485	홍콩	3,163	멕시코	34,000	아일랜드	1,143
	계	**1,618,561**	**계**	**98,878**	**계**	**77,923**	**계**	**1,604,560**		

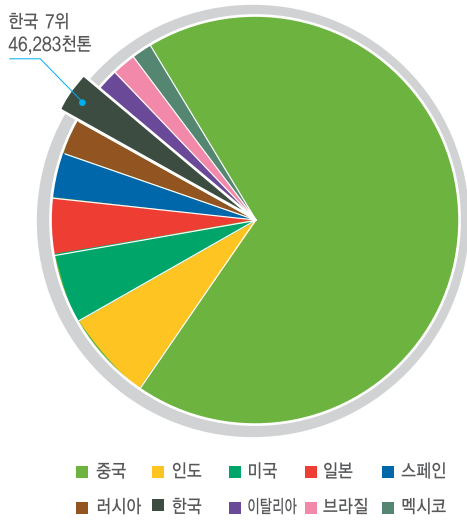
※ 2005년 기준

1. 한국은 시멘트 생산, 소비, 수출, 수입 부문에 있어 세계 10위 국가임
2. 특히, 시멘트 생산과 소비량 부분에 있어 세계 7위 수준임.
3. 한국의 1인당 시멘트 소비량은 979kg/인으로 세계 13위

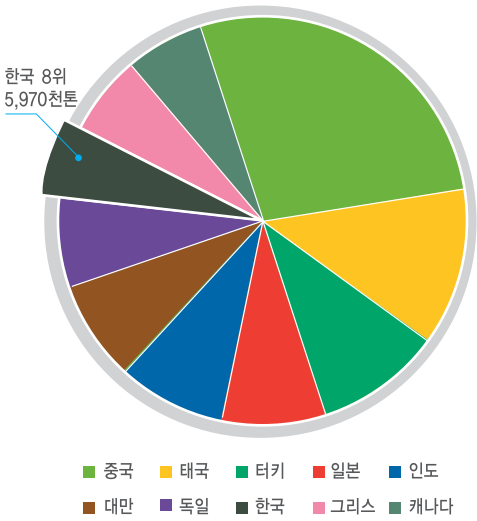
‖ 시멘트 세계 10대 생산국 ‖



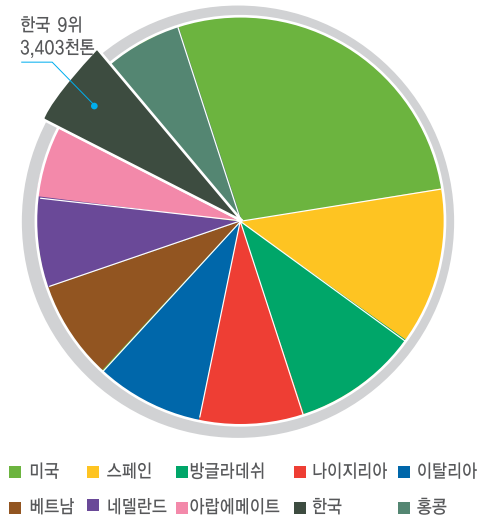
‖ 시멘트 세계 10대 소비국 ‖



‖ 시멘트 세계 10대 수출국 ‖



‖ 시멘트 세계 10대 수입국 ‖



5 세계 시멘트 시장 동향

(단위:천톤, %)

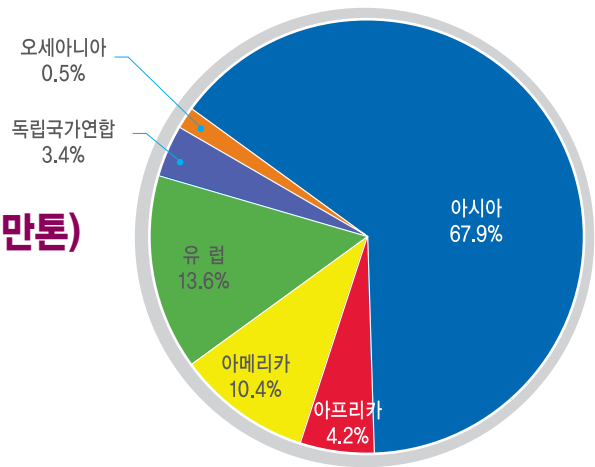
지 역	생 산	수 입	수 출	소 비	1인당소비(kg)
유럽	313,211	40,580	45,468	294,600	491
독립국가연합	77,953	4,916	6,943	75,749	272
오세아니아	10,612	2,696	92	11,938	360
아시아	1,563,692	56,848	91,673	1,540,905	412
아프리카	95,822	23,898	10,496	112,200	116
아메리카	240,681	42,032	17,304	260,121	284
계	**2,301,971**	**170,970**	**171,976**	**2,295,513**	**356**

※ 2005년 기준

1. 아시아의 시멘트 생산과 소비는 타지역 대비 가장 높은 수치임.
2. 시멘트 1인당 소비량의 경우도 타지역 대비 높은 편임.

‖ 세계 시멘트 생산 점유율 ‖

(2005년 총 2,302백만톤)



사람과 환경을 생각하는 시멘트

KOREA CEMENT INDUSTRIAL ASSOCIATION
한국양회공업협회
서울특별시 강남구 역삼동 837-26(삼일프라자 16층)
(총무팀/기술팀)02-538-8230 / (기획팀) 02-538-8235