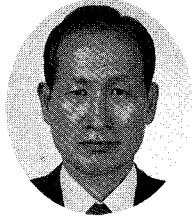


폐기물화학에 관한 논의

— 폐자원이용면의 고려 —

〈하〉



朴在柱

(환경관리공단 기술이사)

8.2 함수 규산염

점토광물은 자연계에 존재하고 있는 (함수)규산염이다. 점토광물로 말하고 있는 것에는 카오린, 벤토나이트, 세리사이트, 제오라이트, 산성백토(몬모리로나이트), 아로퀸(진소토) 등이 있다.

① 벤토나이트

건설공사 현장에서 대량으로 발생하는 오토로써 이 처리가 문제로 되어 있는 벤토나이트도 알루미늄규산염이다. 벤토나이트는 미국의 와이오밍주에 분포한 벤톤층이라 부르는 오래된 지층에 있는 점토에서 명명된 것으로 몬모리로나이트가 정식 광물명이다. 몬모리로나이트라는 광물은 프랑스의 몬모리론 지방에 분포한 점토에서 유래되었다.

벤토나이트는 흡수성이 높고 원래 체적의 5배 이상으로 팽창하는 성질이 있다. 이렇기때문에 팽윤토라고도 말한다. 벤토나이트에는 나트륨을 함유한 나트륨벤토나이트와 칼슘을 함유한 칼슘벤토나이트도 있다. 칼슘벤토나이트는 팽창성이 낮으므로 탄산소다

등을 가해 팽윤성을 높일 수 있다.

일본에서는 나트륨벤토나이트와 칼슘벤토나이트도 산출한다. 강산현 입장에서 산출한 입장점토는 미세한 벤토나이트와 카오린으로된 점토이다.

벤토나이트는 물에 잘 분산하여 콜로이드상으로 된다. 벤토나이트와 물이 혼합된 것에 CMC(카르복시메틸 셀룰로스)를 가하여 점성을 높이고 벤토나이트의 침강을 어렵게하는 안정액(니수)을 사용하여 굴삭하는 공법을 니수공법(안정액굴삭공법)이라 한다. 벤토나이트는 안정액(니수)의 주성분으로 굴삭된 벽면의 붕괴를 방지하고 지하의 용수를 저지시켜 벽면을 안정시키고 굴삭된 토사를 지표까지 운반하는 역할을 한다.

주강용생형의 주물사에는 규사가 사용된다. 이 규사의 점결제로써 벤토나이트를 사용한다. 벤토나이트의 점결체는 성형성이 좋은 안정성이므로 내수성도 있기 때문에 융착하지는 않고 모래를 털면 좋은 미관을 갖는 주물이 된다.

② 카오린

카오린은 중국 강서성의 고령에서(중국어로는 가오린)에서 산출하는 내화성의 백색점토로 만드는 명칭으로 자기의 원료이다. 화학적으로는 카오리나이트, 가수할로이사이트, 할로이사이트, 댓카이트, 나크라이트 등 점토광물의 총칭이다. 일본에서도 각지에서 카오리나이트를 함유한 점토가 산출된다. 채굴된 것은 분쇄하여 물을 가하여 철분외의 불순물을 제거한 후 탈수, 건조하여 제품화한다.

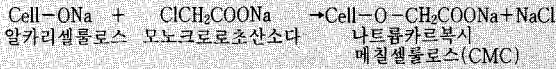
카오린은 백색고급자기의 원료, 양지의 표면코팅재, 고무나 염화비닐의 증량재나 안정제로써도 이용한다. 이외에 도료, 안료, 화장품 등에도 사용한다.

③ 점토

점토는 카오린, 셀리사이트, 몬모리로나이트 등의



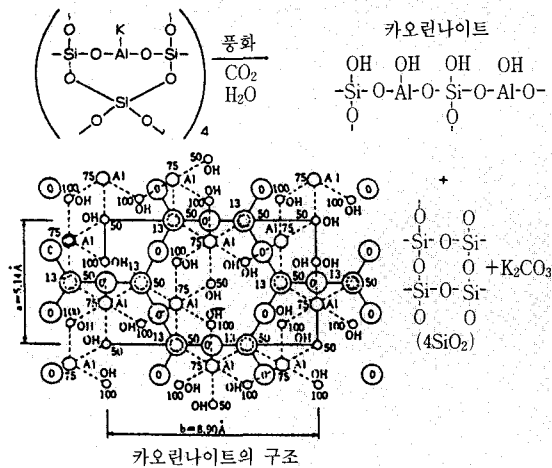
셀룰로스와 가수소다를 반응시켜 알카리셀룰로스를 만든다.



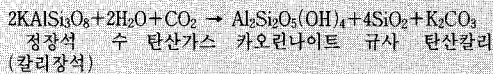
알카리셀룰로스나 모노클로로초산소나를 반응시키면 수용성의 CMC가 된다.

물에 녹으면 호상으로 되어 보호콜로이드제료써의 용도에 의해, 아이스크림 등의 안정제료도 사용한다.

8-2-a 카르복시메칠셀룰로스(CMC)

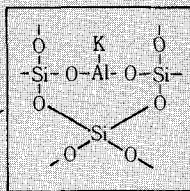


8-2-b 점토광물카오린나이트



장석이란 암석이 공기중의 탄산가스와 물에 의해 우수한 탄산칼리가 빠져서 풍화되어 생성된 것이 카오린이다.

칼리장석은 그 구조가 부형으로 만들어진 것이다.



카오린 나이트의 화학성분 (단위: %)

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MaO	K ₂ O	Na ₂ O	Ig. Loss
41.60	41.96	0.34	0.80	0.44	0.56	0.47	11.70
46.90	37.40	0.65	0.29	0.27	0.84	0.44	12.95

8-2-c 카오린의 생성

점토광물과 석영, 장석의 미립자로부터 된 물질이다. 시멘트, 도기, 타일, 와, 토관 등의 원료로써 옛날부터 사용되었다.

동해지방에서 산출된 와목점토는 원광중에 석영이나 장석의 조립을 함유하는데 이것이 개구리 눈과같이 빛을내게 보이므로 이름을 와목점토라 지었다. 와목점토는 카오린이 주인 점토광물과 석영립(규사)로부터 된다.

와목점토화학적분표

(단위: %)

점토점후	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	Ig. Loss
삼하점토	55.06	28.56	5.96	0.37	0.34	-	-	9.81
상굴점토 (구암)	67.01	16.62	2.80	0.99	0.46	1.47	0.75	10.07
주니토	66.13	21.42	4.11	0.21	0.07	0.85	2.12	5.45
석주와점토	62.66	19.99	4.18	1.06	0.59	1.79	-	8.96

벤토나이트의 화학조성예

(단위: %)

종 류	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Na ₂ O	K ₂ O	CaO	MgO
Na-벤토나이트	79.06	13.69	1.43	2.16	0.16	0.40	1.04
Ca-벤토나이트	68.89	12.30	1.51	1.28	1.46	1.32	2.23

산성백토의 화학성분표

(단위: %)

산 지	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Na ₂ O	K ₂ O	MgO	CaO	H ₂ O
신갈현사어천	68.60	14.13	3.04	0.66	0.66	3.78	1.32	9.63
석천현축제	67.67	9.82	1.30	0.39	0.54	2.47	1.40	16.12

점토분과 규사를 분리하기 위해 수리한다. 수리라는 것은 물중에서 현탁된 미립자를 침강속도의 차를 이용하여 분리하는 방법이다. 이 수리의 공정에서 침강이 어려운 미립의 카오린과 킬라로 칭하는 킬라킬라 빛이 있는 운모의 미립자가 나온다. 이전에는 이것이 하천으로 흘러 수질오탁의 원인이 되었다. 현재에는 이 킬라점토를 와, 토관, 식목착용의 원료로 사용한다. 산사리의 수선공정에서 발생하는 점토도 도기원료로 사용한다. 운모도 알루미늄 규산염이다.

④ 산성백토(활성백토)

산성백토는 벤토나이트와 같은 몬모리로나이트에서 되나 벤토나이트와 같이 물을 흡수하여 팽윤하는 성질은 있지 않다. 할로이사이트사의 산성백토도 산출한다. 벤토나이트와 같이 산성백토도 일본각지에서

산출한다.

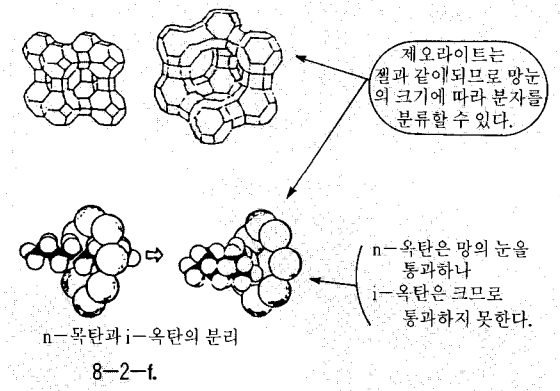
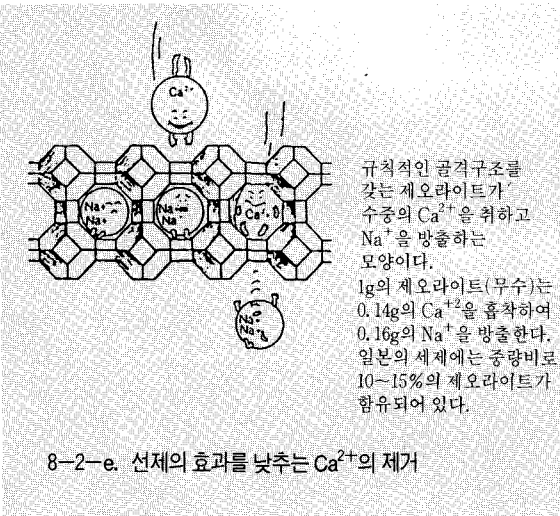
산성백토는 흡착력이 강하므로 석유, 식물유, 동물유, 낱밀, 조청 등의 탈색정제에 사용한다. 산성백토는 논카본지의 발색조제로도 사용한다.

산성백토를 황산과 반응시켜 가용성성분을 제거하고 활성화된 산성백토를 활성백토라고 한다. 유의 정제처리공정에서는 기름투성이인 백토가 발생한다. 이것이 유니라는 것이다.

산성백토는 흡착성이 있으므로 여과기의 여과조제로써 구조토와 함께 사용한다.

⑤ 제오라이트

제오라이트는 결정중에 수분을 흡착하고 있으며 급속히 가열하면 수분이 비등하므로 별명을 불석이라 한다.



제오라이트에는 양이온을 교환하는 성질이 있으므로 옛날에는 경수의 연수제로 사용하였다. 제오라이트는 흡착성이 강하므로 가축의 체내독소를 흡착시켜 발육을 촉진시키기 위해 가축의 사료중에 첨가한다. 또한 방부제로써 축사에 살포하기도 한다. 제오라이트의 양이온 교환성을 이용하여 토양개량제로 이용하며 비료의 첨가제로써 사용한다. 건조된 것은 흡습력이 강하므로 건조제로도 이용한다. 이외에 제지용충진제로 고급지나 경량지의 제조에 석유 정제용의 촉매로도 사용한다.

가정에서 사용하는 합성세제에 트리포린산소다의 대용으로 제오라이트를 가해 무인 세제로 판매한다. 이외에 인공적으로 합성된 제오라이트는 크기나 형상에 의해 분류되는데 모리쿠라이시트(분자채)로 질소와 산소의 분리, 직쇄의 탄화수소와 측쇄의 탄화수소의 분리 등에 이용한다.

제오라이트에는 여러가지 구조가 있는데 이중에 섬유상의 제오라이트가 있다. 나트로라이트(소다불석), 에리로나이트(에리온불석), 몰턴나이트(몰턴불석), 닷갈나이트(닷갈불석) 등이 여기에 해당된다.

1981년 터키의 갓빠도키아 지방에서 80세가 넘는 흉막중피종증의 환자가 발견되었다. 이전부터 아스베스토(석면)의 미세한 섬유를 폐가 흡입하면 중피종이 되는 것을 알았으나 이지방에는 석면공장은 없다. 이지방의 가옥의 벽재로 사용하고 있는 응회암중에 섬유상의 제오라이트의 일종인 에리로나이트가 다량 함유되어 있는 것을 알게 되었다.

제오라이트의 화학조성

(단위 : %)

산 지	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	K ₂ O	Na ₂ O	Ig. Loss
추전현황수시	72.96	9.72	4.95	3.27	0.13	4.98	3.81
공성현백석시	66.87	15.82	1.65	3.07	1.34	2.12	8.80
추전현대삼정	70.37	14.01	2.85	1.94	0.09	0.11	6.83
정정	71.98	13.32	0.56	1.54	2.14	1.30	7.91
도근현대전시	65.99	12.86	1.82	2.30	1.64	2.60	6.99

점토광물의 염기치환용량의 예

(Meq : 100g)

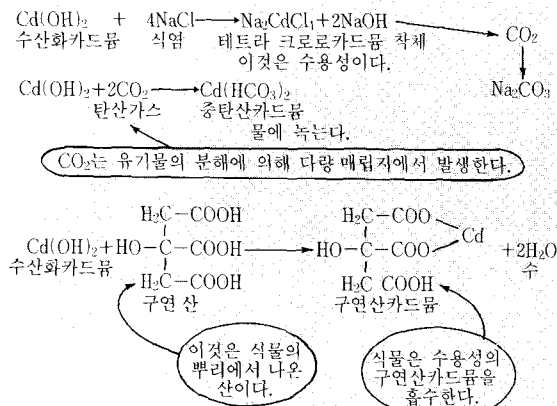
광 석	C. E. C	교 환 성 양 이 온		
		Ca ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺
제오라이트	153.0	15.9	72.1	74.9
벤토나이트	97.9	16.4	96.6	5.3

석면섬유이외에도 ①체내에서 녹지않고 장기간 존재하거나 ②미세하고 긴 형상의 섬유가 있으면 ③화학적 조성이나 결정구조에 관계없이 모두 중피종을 발증시킨다는 결과가 동물실험에 의해 판명되었다.

자연계에 존재하여 독성이 있는 것은 상상도 할 수 없는 점토광물과 같은 것까지도 발암성이 인정되는 것은 신제품의 개발에 있어 유의해야 할 점이다.

제9장 매립지중의 유해물질과 오니

현행의 용출시험을 통과하여 최종처분지에 매립한 유해물질은 매립지 내부에서 어떤 상태로 될까? 유감스럽게도 지금까지 어떻게 되는지 상세히 조사한 예가 없다. 따라서 이것에 대해서는 가능성이 있는 모든 케이스에 대해 예상할 수 밖에 없다.



9-a

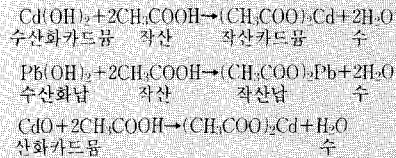
최종처분지에 매립되어 있는 쓰레기의 종류는 천차만별이므로 매립지의 내부에서 일어나고 있는 화학반응도 다양하다.

부패성의 유기물이 매립되어 있는 처분장에서는 우선 쓰레기는 부패하여 유산이나 초산과 같은 유기산이 생성된다. 이 유기산은 수산화물이나 염화물의 상태를 한 유해중금속을 잘 용해한다. 오히려 배진중에는 유해물질이 수산화물이나 산화물의 상태로 함유되어 있는 경우도 많다.

용출시험에 사용한 순수에 가까운 물에는 용해되지 않아도 유기산을 함유한 오수에 잘 용해되는 것은 쉽게 예상할 수 있다.

환경관리인. 1992.12

유기물의 부패가 더욱 진전되면 매립지의 내부는 혐기성이 되어 메탄이나 탄산가스가 발생하게 된다. 이러한 혐기성상태에서는 쓰레기중의 유황분이 유화수소로 되고 유해중금속과 반응하여 중금속을 불용성의 황화물로 변환시킨다.



중금속의 작산염은 물에 잘 녹는다. 작산은 유기물의 부패에 의해 생성한다.

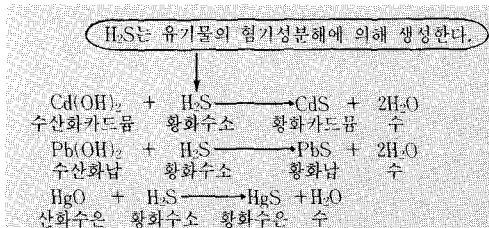
Cd(OH)₂는 암모니아와 안민 착체를 생성하여 용해한다.



이것을 물에 녹인다.

9-b 매립지 내에서 일어나는 화학반응

한쪽에서는 유기물의 부패에 의해 암모니아가 생성된다. 카드뮴과 같은 유해중금속은 암모니아와 암모니아 착체를 형성하여 녹게된다. 또한 암모니아와 황화수소와 반응하여 생성하는 황화암모니아에 의해 불용성의 금속황화물은 다황화물요체를 형성하여 녹는 것도 고려한다.



중금속은 유화물을 아주 물에 녹지 않는다.



수은의 다황화물착체는 물에 녹는다.

박테리아에 의해 황산철은 산화되어 수용성의 황산철로 변한다.

9-c 매립지 내부에 있어서 불용성 황화물의 생성과 가용성 다황화물의 생성반응

이외에도 고농도의 식염 등에 의한 착체의 생성, 탄산가스에 의한 중탄산염생성에 의한 용해, 부민산에 의한 용해, 매립지 내부에서는 중금속을 녹이거나 불용성으로 하는 다양한 화학반응이 일어나는 것으로 예상된다.

일반적으로 중금속의 황화물은 물에 녹지 않으나 박테리아 등의 작용에 의해 녹는 것으로 알려져 있다. 금속광산에서는 박테리아를 이용하여 금속황화물을 녹여 금속을 회수하는 것도 일부에서 행해지고 있다. 이 방법을 박테리아리칭이라 한다.

이와같이 매립지 내부에서는 유해물질을 용해시키는 반응과 불용성으로 하는 반응과의 양쪽을 예상할 수 있다.

지금까지 유해물질을 매립할 수 있는 처분지에 대하여 여기에서 유해물질의 거동을 상세히 조사할 필요가 있는 것으로 생각하지는 않는다.

제10장 오니의 자원화

오니의 처리라고 하는 것은 시멘트고화(콘크리트고화)에 결부시킬 수 있으나 여기에서는 오니를 시멘트 자료로 이용하는 방법에 대해 검토해보자.

10.1 시멘트란

시멘트라고 말하면 물과 반응하여 수화물을 형성하여 경화하는 수경성시멘트를 말하나 이외에도 시멘트라고 할 수 있는 것은 있다. 대량으로 생산하고 있는 포틀랜드시멘트는 규소, 알루미늄, 칼슘, 철, 산소 등의 원소로 된 화합물이다. 시멘트화학의 분야에서는 실리카(산화규소)를 S, 알루미나(산화알루미늄)를 A, 산화칼슘을 C, 산화철을 F, 물을 H, 라고 하는 관습이 있다. 수경성시멘트에는 다음과 같은 종류가 있다.

(1) 포틀랜드시멘트

포틀랜드시멘트에는 다음과 같은 종류가 있다.

① 보통포틀랜드시멘트

일반적으로 광범위하게 사용하고 있는 시멘트로 규산3칼슘을 50~60% 함유하고 있다.

② 조강포틀랜드시멘트

물과의 반응이 빠르게 규산3칼슘의 함유량을 높이고

미분쇄한 시멘트이다.

③ 중용열포틀랜드시멘트

규산3칼슘을 50%이하, 알루미나3칼슘을 8% 이하로 한 시멘트로 경화 속도는 늦으나 발열이 낮기 때문에 댐 등 대량의 콘크리트를 타설하는데 사용한다.

이산화규소(실리카)	SiO ₂	약칭하여 S	} S.A.C.F는 화합물의 약칭이고 원소 기호는 아니므로 주의
산화알루미늄(알루미나)	Al ₂ O ₃	약칭하여 A	
산화칼슘	CaO	약칭하여 C	
산화철2철	Fe ₂ O ₃	약칭하여 F	

요업관계에서는 화합물을 산화물이 결합한 상태로 표시한다.

3CaO · SiO₂ → C₃S
규산3칼슘

3CaO · Al₂O₃ → C₃A

2CaO · Fe₂O₃ → C₂F

10-1-a 시멘트 화학분야의 관습

시멘트 업계의 표시

탄소와 유황의 화합물은 아니다.

④ 내황산염포틀랜드시멘트

알루미나3칼슘의 함유량을 3%이하로 하고 해수나 황산염용액에 대한 내수성을 강하게 하기 위한 시멘트이다.

⑤ 백색포틀랜드시멘트

시멘트의 착색성분인 산화철, 산화티탄, 산화망간, 산화크롬 등을 낮게 분쇄하여 알루미나불을 이용한 시멘트로 안료를 가해 칼라시멘트로 만든다.

(2) 알루미나 시멘트

알루미나1칼슘을 주성분으로 한 시멘트로 규산3칼슘보다 경화속도가 빠르기 때문에 시급을 요하는 토목공사 등에 이용한다.

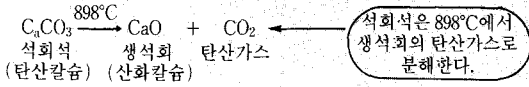
(3) 고로시멘트 용융되어 있는 고로슬러그를 물중 용융되어 있는 고로슬러그를 물중에 떨어뜨려 파쇄한 수쇄와 포틀랜드시멘트크링카를 배합하여 분쇄한 시멘트로 수화에 의해 발열이 적어 부식되지 않는 성질이 있다.

10.2 시멘트의 제조

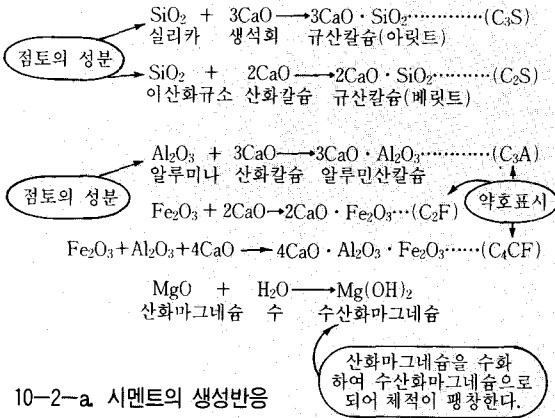
포틀랜드시멘트의 주원료는 석회석(탄산칼슘)과 점토(규산알루미늄)이고 여기에 산화철을 가한다.

이 원료를 분쇄 배합하여 용점이하의 온도에서 소성시킨다. 고체를 반응시키는 것이므로 완전히 반응시

키기 위해서는 원료 분말을 가능한한 잘게 분쇄하고



시멘트 원료 { 점토 (mSiO₂ · nAl₂O₃) 알루미노실리케이트
동제련슬라그 산화철(Fe₂O₃)



고온에서 반복하여 소성할 필요가 있다.

점토중의 결정수는 500°C부근에서 탈수되고 석회석은 900°C부근에서 산화칼슘과 탄산가스로 분해한다. 고온에서 산화칼슘과 점토는 반응하여 규산2칼슘, 알루미나산칼슘, 아철산칼슘 등이 생성한다. 다음에 고온에서 용액이 되면 반응되지 않는 규산3칼슘이 생성한다.

이론적계수 및 비율

계수 및 비율	화 학 식	적용범위
1) 시멘트 계수(C.I) Cementation index(Eckel)	$\frac{2.8S+1.1A+0.7F}{C+1.4M} \approx 1.0$	A/F > 0.64
2) 석회포화도(K.S.G) Kalksättigungs grad. Lime Saturation ration (L.S.R) (Kühl)	$\frac{C}{2.8S+1.1A+0.7F} \approx 1.0$	"
3) 석회포화도(L.S.R) (Lea · Parker)	$\frac{C}{2.8S+1.18A+0.65F} \approx 1.0$	A/F > 0.64
4) 석회화합도 (Lea · Parker)	$\frac{C - Fr.CaO}{2.8S+1.18A+0.65F} \approx 1.0$	A/F > 0.64
5) 석회포화도 (Guttman · Gill)	$\frac{C}{2.8C+1.65A+0.35F} \approx 1.0$	"
6) 석회포화도(L.S.R) (영국규격 B.S.S)	$\frac{C - 0.7 \times \text{SO}_3}{2.8S+1.2A+0.65F} > 0.66$ < 1.02	A/F > 0.64

포틀랜드시멘트의 원료 혼합 비율은 경제성 있는 표 1의 수경율, 규산율, 철율, 활동계수, 석회비철반토비를 이용하여 된 것이다. 또한 점토분과 석회분이 가능한 결합상태에서 이론적으로 계수나 비율을 구한 것을 표2에 나타냈다.

표2 대표적인 포틀랜드시멘트의 화학성분예

화학성분	보 통(I형)			중용열(II형)			조 강(III형)			저 열(IV형)			내기신염(V형)
	범	용	평균	범	용	평균	범	용	평균	범	용	평균	
CaO	66-62	64	65-62	63	67-63	65	65-58	60.5	64				
SiO ₂	23-29	21	24-20	22	22-18	20	26-22	24	26				
Al ₂ O ₃	8-5	6.5	6-4	5	7-4	5.5	6-3	5	2.5				
Fe ₂ O ₃	4-2	2.5	6-3	4	4-2	3	6-2	4.5	1.5				
MgO	4-1	2.5	4-2	3	7-0.6	2.3	4-1	3	2.5				
SO ₃	2.5-1	2.1	2-1	1.5	3-2	2.5	2-1	1.7	2				
lg Loss	2.5-1	1.3	2-1	1.1	2-0.8	1.5	2-1	1.1	1.3				
In. Res	0.08-0.01	0.02	0.05-0.01	0.02	0.07-0.01	0.02	0.03-0.01	0.02	0.02				
화합물조성	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
C ₃ S		48		43		57		20	39				
C ₂ S		27		30		20		52	33				
C ₃ A		12		7.5		11		6	4.5				
C ₄ AF		8		12		7		14	16				

일반적으로 알루미나 성분이 많은 원료는 시멘트중

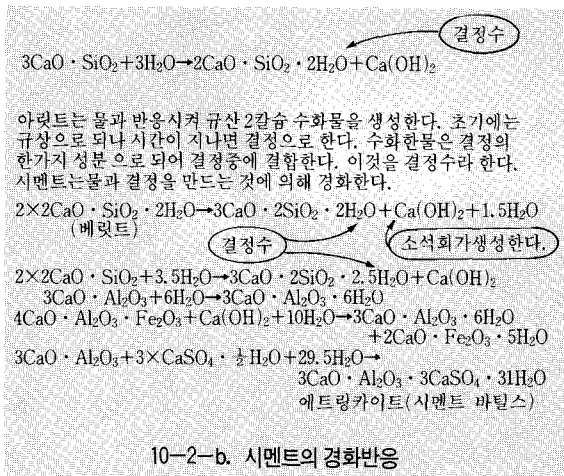
실제적제비율 및 계수

명 칭	성분비율	한 계	[실 제 예]
1) 수경율(H.M) Hydraulic modulus	C S+A+F	1.7~2.4	보통(2.12), 조강(2.25), 중용열(1.98)
2) 규산율(S.M) Silica modulus	S A+F	1.8~3.2	보통(2.75), 조강(2.80), 중용열(2.90)
3) 철 율(I.M) Iron modulus	A/F	0.7~2.0	-
4) 활동계수 Activity index(AI)	S/A	2.5~6.0	-
5) 수경계수 Hydraulic index	(S+A)/C	0.42~0.48	-
6) 석회비 Lime ratio	C/(S-A)	< 2.85	-
7) 철토비 Iron oxide / Alumia	F/A	1.4~0.5	-

{주} C=CaO, S=SiO₂, A=Al₂O₃, F=Fe₂O₃; 단위%
배합시멘트보다 콘크리트의 H.M을 구하는 경우에는 석회로부터 나온다. CaO분을 차인하기 때문에 다음식을 이용한다.
 $H.M = \frac{\text{CaO} - 0.7\text{SO}_3}{\text{S} + \text{A} + \text{F}} = 1.8 \sim 2.4$

의 알루미늄산3칼슘의 생성량이 많고 시멘트의 품질을 저하시키므로 좋지않다. 이때문에 점토를 정선하여 알루미늄이 적은 IM비를 적게하여 안정도가 높은 시멘트가 제조된다. 표3에 대표적인 포틀랜드시멘트의 조성예를 나타냈다.

통상의 시멘트 제조에서는 석회석, 점토, 소량의 연규석, 동제련슬라그 등이 원료로 이용되고 있다. 크링카 1톤당 평균적인 원단위는 석회석 1200kg, 점토 232kg, 규석 38kg, 동제련슬라그 25kg, 기타 3kg으로 되어 있다. 또한 크링카 1톤당 석고 31kg을 경화지연제로 가한다.



10.3 시멘트 원료로서의 오니

포틀랜드시멘트 크링카 1톤 제조하는데 점토가 232kg 필요하다. 일본에서는 시멘트를 연간 약 8000만톤 제조하고 있으므로 원료인 점토는 약 1800만톤이 필요하게 된다. 현재 처리가 곤란한 오니중에는 시멘트 제조용의 원료로서 충분히 사용가능하다고 추정되는 물질이 많이 있다.

그중 몇가지에 대해서 검토해 보자.

포틀랜드시멘트와 기타의 물질 조성을 비교한 것을 그림1에 나타냈다.

(1) 규조토

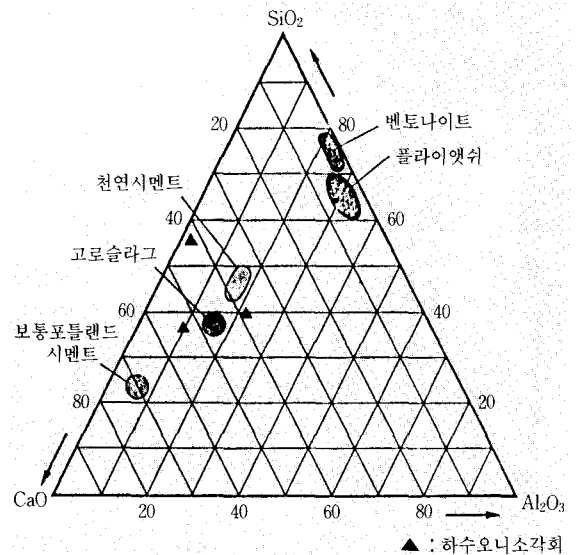
맥주공장 등에서 여과조제로 사용하고 있는 규조토의 주된 성분은 실리카로 연규석과 동일한 조성이다. 당연히 규조토오니는 시멘트 원료인 연규석의 대체품으로 이용될 수 있는 폐기물이다.

(2) 벤토나이트

벤토나이트의 주성분은 실리카와 알루미늄이다. 따라서 건조상태의 것은 시멘트 원료로 이용된다.

(3) 하수오니

하수오니의 소각회를 조립소결하여 인공골재를 제조하고, 이것을 콘크리트 공사용 재료로서 판매하는 것을 계획하고 있는 도시가 있다. 일본에서는 올림픽 이후 건설붐이 일어나 천사리나 천사를 채취하였고 산사리를 채굴하거나 쇄석을 사용하였으나 엔고로 어느 정도 에너지비용이 싼 석유를 사용한 인공골재를 제조한 것은 자연에서 채취한 것과는 경쟁이 안되었다. 자연에서 채취한것이 훨씬 비용이 적게된다.



10-3-a. CaO-SiO₂-Al₂O₃삼성분계도

하수오니의 성분은 미생물 등의 유기물 성분과 점토나 응집제로써 가한 철분, 거기에 중화제, 여과조제로써 가한 소석회이다. 대규모의 하수처리장에서 발생하는 하수오니의 대부분을 소각처리한다. 소각에 의해 유기물은 연소하며 후에 소각재로 남는다. 하수오니의 소각재의 조성을 표4에 나타냈다.

여기에 의하면 하수오니소각재는 칼슘분, 실리카알루미늄, 산화철 등 시멘트의 원료로 될 수 있는 성분이 어느정도 있다. 게다가 칼슘분의 함유량이 많으므로 시멘트 원료로 유리하다.

표4. 하수오니조성에

항 목	시료명		소화오니	생오니	소각회(A)	소각회(B)	소각회
		%					
화	SiO ₂	%	19.06	11.04	32.00	24.33	32.41
	CaO	〃	18.54	23.62	31.12	37.52	29.42
	P ₂ O ₅	〃	2.71	2.87	5.94	6.48	6.02
학	SO ₃	〃	2.82	2.21	4.23	4.08	4.02
	Fe ₂ O ₃	〃	8.36	6.68	15.00	14.45	13.04
조	MgO	〃	3.74	2.75	3.72	3.06	3.06
	ZnO	〃	0.14	0.16	0.13	0.16	0.14
	Al ₂ O ₃	〃	3.42	2.49	17.36	7.64	2.95
	Na ₂ O	〃	<1	<1	<1	<1	<1
성	K ₂ O	〃	<1	<1	<1	<1	<1

처분이 곤란한 나라에서는 하수오니로부터 시멘트를 만들고 그 시멘트를 사용하여 하수공장을 진척시키는 것도 있다.

시멘트를 제조하는 데는 점토만도 연간 1800만톤이 필요하므로 대도시에서 발생하는 하수오니소각재 만으로는 채울 수 없다. 하수오니로부터 본격적으로 시멘트를 제조하게 되면 오니소각을 그만두고 오니중의 유기물을 시멘트를 제조할 때에 사용하는 연료로 사용하는 방법도 고려할 필요가 있다.

이렇게 되면 성에너지, 성자원과 동시에 오니 처리 문제도 일거에 해결할 수 있다. 필자는 10년전부터 하수오니의 시멘트 원료화를 계속 주장하였으나 최근 겨우 하수처리 오니로부터 시멘트를 제조하고 있는 공장이 세워졌다.

(4) 상수오니

상수도의 정수장에서 발생하는 정수 오니의 주성분은 점토이다. 따라서 수분이 많으므로 건조시키기 위한 에너지를 사용해야만 되는 경우에는 경제적으로 타산이 안맞다. 따라서 처리비보다 건조비가 낮으면 가능성은 충분히 있다.

(5) 산성백토, 제오라이트

점토광물인 산성백토나 제오라이트는 시멘트 원료로 사용한다.

(6) 기타 폐기물

① 석탄회

오니는 아니나 석탄화력발전소에서 대량으로 발생하는 석탄회의 주성분도 점토광물의 구성과 비슷하다. 현재 석탄회는 시멘트 원료로 사용되기 시작했

며 양질의 포틀랜드시멘트로 제조할 수 있다.

② 주물사

주물사는 시멘트 원료로 사용한다. 특히 실리카분이 많은 규사질의 것이 최적이다. 그러나 경질로 분쇄하기 위해 대량의 에너지를 필요하게 되는 것은 좋지 않다.

③ 도시쓰레기

영국에서는 1일 600톤의 도시쓰레기를 시멘트 소성킬른 중에 연료로 넣으며 소각회를 시멘트로 회수하는 프로세스를 가동하고 있다.

10.4 시멘트원료의 제약조건

점토광물에 가까운 성분의 폐기물이면 원칙적으로 거의 시멘트 원료로 이용되나 시멘트 성분중에 들어 가면 곤란한 성분도 있다.

(1) 마그네슘

마그네슘은 시멘트 소성중에 산화마그네슘(마그네시아)으로 된다. 마그네시아는 콘크리트중에서 서서히 물과 반응하여 수산화마그네슘으로 변화하여 콘크리트의 균열을 일으키는 원인이 되는 체적팽창을 일으킨다. 이때문에 석회석의 마그네시아 함유량은 3~3.5%이하로 억제해야 한다.

아스베스토(석면)에는 규산마그네슘으로부터 될 수 있는 것이 있다. 이때문에 시멘트 원료로는 사용하지 않는다.

(2) 나트륨과 칼륨

쇄석으로써 사용하고 있는 안산암가운데에는 나트륨이나 칼륨 등 알칼리 금속의 수산화물과 용이하게 반응하는 반응성이 좋은 실리카를 함유하고 있는 것이 있다. 이러한 쇄석을 사용한 콘크리트 구조물은 우수 등이 침투하면 실리카와 알칼리가 반응하여 규산알칼리(규산소다)를 생성하여 체적팽창을 일으키는 것으로 알려져 있다. 이 반응을 알칼리 골재 반응이라 부른다. 현재 알칼리골재 반응에 의해 균열을 일으키는 콘크리트 구조물이 각지에 만들어져 커다란 문제로 되어 있다.

이때문에 나트륨 함유량이 높은 유리찌꺼기 등이 혼입되는 도시쓰레기 소각재는 시멘트 원료로써는 약간 문제가 있다. 알칼리와 반응되지 않는 골재를 사용하면 시멘트중의 알칼리는 문제가 없다.

제1장 유기성 오니의 자원화

유기물에는 생물이 생화학적으로 만든 생물분해성의 유기물과 인간이 인공적으로 제조한 유기물로 생물이 분해할 수 없는 유기물이 있다. 당연히 유기오니중에도 생물분해성의 것과 생물분해되지 않는 유기오니가 있다.

유기성 오니로는 활성오니법 폐수처리시설에서 발생하는 잉여오니(하수오니 등), 오니소화조에서 발생하는 소화오니, 제지슬러지, 맥주핏트오니, 세모오니 등 공장폐수 등의 처리후에 남는 니상의 물질을 말한다. 이외에 각종제조업의 제조공정에서 나온 날 것 같은 니상의 유기물도 유기성오니이다. 수산이나 구연산 등의 수용성유기산을 제조하고 있는 공장에서 발생하는 니상을 띠고 있는 산의 불량품으로 폐기된 것은 유기성오니라고 한다. 또한 이 폐기물이 니상이 아닌 수용액으로 된 경우에는 폐산이 된다. 이와같이 동일한 물질에서도 그 상태에 따라 산업폐기물의 분류가 변한다. 유기성오니와 비슷한 것에 커피찌꺼기, 다찌꺼기, 장유찌꺼기, 치즈찌꺼기, 감자찌꺼기, 술찌꺼기, 맥주찌꺼기, 포도찌꺼기, 조청찌꺼기, 전분찌꺼기, 비지, 고물찌꺼기, 밀기울, 쌀겨, 대두찌꺼기, 유찌꺼기, 풀찌꺼기, 보일찌꺼기, 부패우유, 부패치즈, 식품가공잔사 등이 있다. 이 폐기물은 일반적으로 수

분이 높아 부패성인 유기성오니와 성상이 유사하나 식품가공공장이나 주조공장에서 발생하는 이 물질은 산업폐기물의 분류에서는 동식물성잔사로 분류한다.

또한 가축의 분뇨도 유기성오니에 가까운 것이나 산업폐기물의 분류에서는 가축분뇨로 별도 분류한다. 산업폐기물의 분류에서는 별도 종류로 분류되고 있는 가축분뇨, 동식물성잔사 등은 활성오니처리에 의해 발생하는 잉여오니 등과 같이 언제라도 생물기원의 수분을 많이 함유한 유기물이다.

따라서 이 산업폐기물은 자주 비슷한 처리기술에 의해 처리할 수 있다.

생물분해성 유기오니의 특성으로써 다음과 같은 점을 거론할 수 있다.

- (1) 수분이 많다 : 탈수하여 통상의 유기성오니로 80%전후의 수분을 함유한다.
- (2) 부패성이 있다 : 수분이 많기 때문에 부패한다. 부패라는 것은 생물분해하기 쉽다는 것이다.
- (3) 악취가 있다 : 많은 경우 유기물이 부패하면 악취를 발생한다.
- (4) 수분을 낮추면 자연성이 있다 : 수분이 낮은 유기물은 태운다.
- (5) 여과 등에 의해 탈수가 극히 어렵다 : 여과기가 곧 막히게 된다. ◀

대양바이오테크(株)

폐수 수질 / 토양 / 식품 분석계: DR 2000

고활성 미생물 처리제재(Super~7), 별킹억제제(별히비타) 및 계측장비 등을 판매, 공급하고 있는 대양바이오테크(주) (대표이사·서정원)는 미국 HACH 사로부터 중금속을 포함한 120종류(COD, N, P, 중금속등)를 단한대로 신속, 정확하게 측정할 수 있는 DR 2000(Spectrophotometer)(사진)을 공급 개시

* 제품의 주요 특징 *

- 검광선의 작성 불필요 ○시약의 조제 불필요
- 측정 Data가 Digital로 화면에 표시

* 문의처 * ○TEL : (02)243-0825, 5592

환경업계소식

