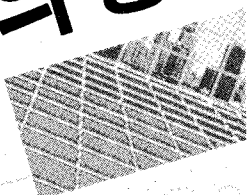


집중연구 / 무기질 단열재③

# 단열재의 종류별 특성과 시공



전세계의 산업경제에 상당한 영향을 미쳤던 지난 1·2차 석유파동으로 모든 국가는 에너지 소비의 규제, 에너지의 절약, 대체에너지로서의 새로운 에너지원개발 등에 노력을 기울이고 있으며 이중에서도 가장 손쉽고 효과가 큰 에너지 절약에 대한 관심은 날로 증대되고 있다.

한편 우리나라의 에너지 정책도 큰 변화를 가져와 에너지절약으로 또 하나의 에너지원이라는 차원에서 모든 부문의 에너지절약과 이용의 합리화를 촉진하기위해 에너지절약 정책을 강화하고 있다. 따라서 본지는 에너지절약을 위한 실질적이고 적극적인 방법으로 단열재의 종류별 특성을 고찰하고 단열시공에 관해 집중연구키로 한다. <편집자 주>

## 규산칼슘

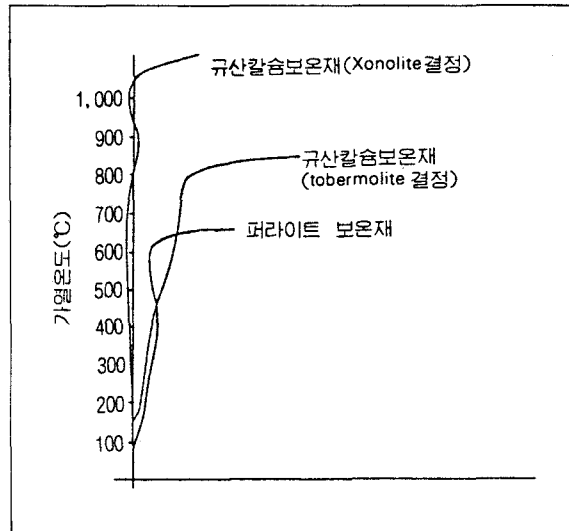
규산칼슘 재료는 함수(含水) 규산칼슘과 보강섬유 등 첨가재의 복합재료이다. 함수 규산칼슘은 규산질원료, 석회질원료와 물을 100~250℃의 열수(熱水)에 반응시켜 합성된다.

함수 규산칼슘의 결정(結晶)은 규산질 및 석회질원료와 배합될 경우, 반응온도, 시간 등의 조건에 의해 각종 결정으로 합성되는데, 현재 천연 및 합성물 등을 합해 23종의 결정이 알려져 있다. 그 중 산업용으로서 수열(水熱)합성으로 제조되고 있는 주요 결정은 Tobermolite( $5CaO \cdot 2SiO_2 \cdot 5H_2O$ )와 Xonolite( $6CaO \cdot 6SiO_2 \cdot H_2O$ ) 등의 2종류가 있다.

Tobermolite 결정은 주체(主體)로 하는 성형체는 경량이면서 강도가 높고, 범용의 보온재나 불연 건축자재로 사용되고 있다. 이에 비해 Xonolite 결정은 내열성이 우수해 1,000℃까지 견딜 수 있다.

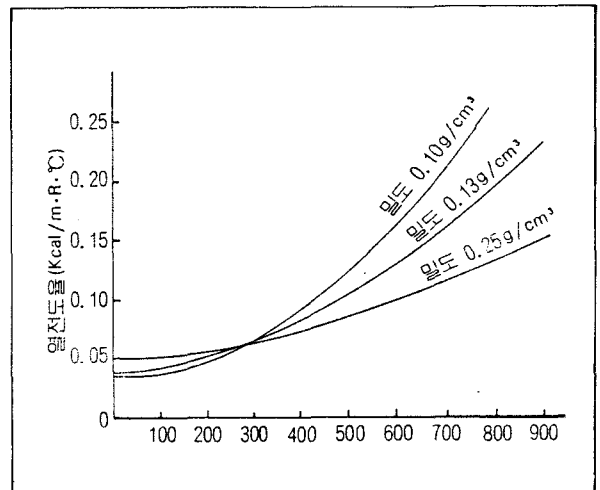
Xonolite결정을 생성하는 데는 순도가 높은 원료를 사용, 고온고압을 요하므로 산업적인 제조가 힘들거나 특히 내열성이 요구되는 경우에 용이하다. 그러나 최근에는 Xonolite의 새로운 합성기술이 개발되어 Xonolite결정을 보온재, 단열재로서 제작하는 것이 비교적 용이해졌다.

Tobermolite와 Xonolite 등의 함수 규산칼슘결정은 가열되어 결정수(結晶水)를 상실할 때 변화되어 약 800℃에서 무수(無水) 규산칼슘결정이 Wollastonite( $CaSiO_3$ )로 전이



〈그림 1〉 규산칼슘 보온재와 퍼라이트 보온재의 열간 수축곡선

〈그림 2〉 밀도의 차에 따른 Xonolite질 보온재 온도에 따른 열 전도율



(轉移)되고, 더욱 가열되어 1200℃가 되면 Pseudo-Wollastonite ( $CaSiO_3$ )로 전위(轉位)한다. 함수 규산칼슘의 내열성은 이러한 결정변화와 함께 원자(原子)의 재배열 정도로서 결정되고, 실제 제품에는 실용상의 가열수축률과 가열 후의 보지(保持)강도를 고려하여 내열 온도를 결정한다.

규산칼슘 재료가 사용된 보강용 섬유는 종래의 경우 석면섬유가 주를 이루었으나 석면이 인체에 해롭다는 지적

때문에 석면대신 펄프나 그라스섬유 등을 사용한 제품이 개발되었다.

규산칼슘 재료에는 목적과 용도에 따라 밀도가 극히 작아  $0.1g/cm^3$ 인 경량제품에서 비교적 밀도가 높은 약  $1.8g/cm^3$ 의 제품까지 다양한 종류가 있다. 이는 모두 불연성으로서 절단 등의 가공성이 좋고, 비(比) 강도가 높으며, 단열성이 우수한 특징이 있다.

열전도율은 밀도가 낮을수록 적으므로 저밀도 제품이

우수하고, 강도는 밀도가 높을 수록 커지므로 고밀도제품이 고강도가 된다. 이에 비해 저밀도제품의 경우, 강도보다도 단열성이 중요시되므로 보온재로 사용되고 중(中) 밀도제품에서는 어느 정도의 강도를 필요로 하므로 단열재로서 경량·불연 건축자재로 사용된다.

### (1) 보온재

규산칼슘 보온재에는 경질(硬質) 성형보온재와 무정형(無定形)인 현장시공용의 물로 반죽된 보온재가 있다. 경질 성형보온재의 용도는 각종 보일러, 요로, 가열로, 일반기기, 배관 등의 보온·단열에 사용되는데, 규산칼슘 보온재 가운데 절반을 차지하고 있다. 물로 반죽된 보온재의 용도는 일반보온재의 외장 보강용으로서 밸브, 플랜지 등의 복잡한 형상부분에 사용된다.

〈그림1〉은 펄라이트 보온재와 비교한 규산칼슘 보온재의 열간(熱間)에서의 치수안정성을 높이는 것을 나타낸 것이다. 그림에 의하면 규산칼슘 보온재 중에서 Tobermolite 결정의 보온재 보다도 Xonolite 결정의 보온재가 열에 대한 치수안정성이 더욱 높음을 알 수 있다.

보온재의 밀도가 작아지면 열전도율이 저하되므로 현장에서의 시공이 용이하게 되는 등의 이점이 있어서, 일본의 경우, 최근 제조기술의 진보에 따라 저밀도의 보온재(JIS 규정)가 제조되고 있다. 예를 들어 밀도  $0.15 \text{ g/cm}^3$ , 최고사용온도  $650^\circ\text{C}$ 의 보온재와 밀도

$0.13 \text{ g/cm}^3$ , 최고사용온도  $850^\circ\text{C}$ 인 보온재, 밀도  $0.1 \text{ g/cm}^3$ , 최고사용온도  $1,000^\circ\text{C}$ 인 보온재 등이 있다.

〈그림2〉에 밀도가  $0.10 \text{ g/cm}^3$ ,  $0.13 \text{ g/cm}^3$  및  $0.25 \text{ g/cm}^3$ 로서 각기 다른 Xonolite질(質) 보온재의 온도에 대한 열전도율의 변화를 표시하였다. 그림에 의하면 상온에서  $300^\circ\text{C}$  부근까지는 밀도가 작은 보온재가 열전도율이 낮으므로 밀도  $0.10 \text{ g/cm}^3$ ,  $0.13 \text{ g/cm}^3$ ,  $0.25 \text{ g/cm}^3$ 의 순으로 열전도율이 높아진다. 그러나 밀도가 적은 보온재의 온도변화에 대한 열전도율이 컸던 반면에  $300^\circ\text{C}$  부근에서 3종류 보온재가 모두 열전도율이 일치하게 된다. 이보다 온도가 더욱 상승하면 반대로 밀도가  $0.25 \text{ g/cm}^3$ ,  $0.13 \text{ g/cm}^3$ ,  $0.10 \text{ g/cm}^3$ 의 순으로 열전도율이 높아진다. 더욱 고온에서도 밀도  $0.1 \text{ g/cm}^3$ 인 보온재의 열전도율의 증가폭이 커지고, 밀도  $0.25 \text{ g/cm}^3$ 인 보온재와의 열전도율 차가 확대된다. 따라서 가장 적절한 보온 시공을 하는데는 이러한 사용 온도에 적합한 밀도를 가진 보온재를 선택할 필요가 있다.

보온재를 시공한 금속의 부

식방지를 고려한 보온재도 있다. 그일레로오스테나이트강의 응력부식으로 인한 균열을 방지하는 보온재중에 미량(微量)을 함유시키는 염소나 불소 등의 할로젠량을 낮추고자 하는 원료배합측면이 있고, 부식에 대해 억제효과가 있는  $\text{Na}_2\text{O}$ 와 가용성(可溶性)  $\text{SiO}_2$ 의 억제제(制) 처리를 한 보온재도 있다. 그외에도 강제(鋼制) 탱크나 배관의 습식(濕食)을 방지하는데에는 발수제(撥水制)나 발수성으로 처리하는 발수성 보온재도 있다.

### (2) 연돌(煙突) 라이닝재

이 제품은 빌딩과 집합주택용 연돌라이닝재로 사용되고 있다. 일반적으로 규산칼슘재는 내산성이 부족하다. 연돌내의 배가스 중에는 유황산화물 등이 함유되어 있으므로 이 제품에는 Xonolite질(質)에 내산성을 구비한것, 규산칼슘을 모재(母材)로 한 연돌측에 고실리카층을 설치한 내산성을 개량한 것 등이 있다.

이 성능 치를 〈표1〉에 표시한다. 모두가 벽돌 등의 라이닝재에 비해 열전도율이 작고, 단열성이 좋으며, 유니트화(化)되어 있어 시공이 용이

〈표1〉 규산칼슘 연돌라이닝재의 성능치

종 류	고실리카층 형성품	Xonolite 질제품
안전사용온도(°C)	400	
최고사용온도(°C)	1300	1000
밀 도( $\text{g/cm}^3$ )	0.6(고실리카층)/0.45(규산칼슘층)	0.4
곡 면 강 도( $\text{kg/cm}^2$ )	43	25이상
압 축 강 도( $\text{kg/cm}^2$ )	45	30이상
열 전 도 율( $\text{Kcal/mh}^\circ\text{C}$ )	$0.082+0.000005\theta$ (고실리카층)	0.047
	$0.065+0.00007\theta$ (규산칼슘층)	$+0.00009\theta$
내 산 성	양 호	양 호

〈표2〉 용융금속용 단열재의 성능치

구 분	석면사용제품 (예비소성후)		어스버스트프리제품 (예비소성 없음)
	제 품 I	제 품 II	
밀 도 (g/cm <sup>3</sup> )	0.58	0.76	0.79
표 면 강 도 (kg/cm <sup>2</sup> )	70	110	775
보 지 령 (kg)	140	120	150
650℃ 소성			
수 축 륜 길 이 (%)	0.4	0.2	0.3
수 축 륜 두 께 (%)	0.6	0.6	0.7
중 량 감 소 (%)	5.0	3.1	3.5
850℃ 소성			
수 축 륜 길 이 (%)	2.3	0.6	0.5
수 축 륜 두 께 (%)	24.1	1.7	2.0
중 량 감 소 (%)	6.2	4.0	5.5
열 전 도 율 (Kcal/mh℃)	0.177-0.000056 $\theta$	0.091+0.000025 $\theta$	0.091+0.000025 $\theta$

하고 공기(工期)를 단축시키는 등의 특징이 있다.

### (3) 용융금속용 단열재

규산칼슘은 비철금속이 용융되어 있는 탕(湯)에 섞이지 않는 특징이 있으므로 용융비철금속(특히 알루미늄)의 보지(保持), 급탕, 이송용 단열재 등에 적용되고 있다. 규산칼슘 재료는 열용량이 적고, 단열성이 우수하여 탕의 열을 빼앗기는 일이 없으므로 낮은 용해온도에서 주조가 가능하다. 따라서 조(槽)의 내장(內張)과 통(桶)과 같은 판(板)과 조립하는데 사용되는 경우도 있다.

최근에는 종래 석면(Asbest)을 다량 함유했던 단점을 보완한 제품도 개발되었다. 금속의 탕(湯)과 석면이 접촉하면 석면이 분해되어 결정수(結晶水)를 방출, 탕에 기포가 발생되는 원인이 되므로 석면을 사용한 제품의 경우에는 사용전에 미리 소성처리하여 열분해시 발생하는 수분을 제거하는 것이 필요했지만, 이 제품

은 이러한 사용전의 소성처리를 할 필요가 없는 특징을 가지고 있다.

### (4) 규산칼슘판(板)과 ALC

규산칼슘판은 석면 등의 섬유원료와 규산질원료, 석회질원료, 물 등을 초조(抄造)성형후, 오토크레이브 양생(養生)하여 제작하는 석면시멘트 규산칼슘판의 통칭이다. 규산칼슘판은 두께가 4~12mm의 비교적 얇은 보드에 폭이 600~1,210mm 이고, 길이는 1,820~2,730이다. 이것은 석면시멘트

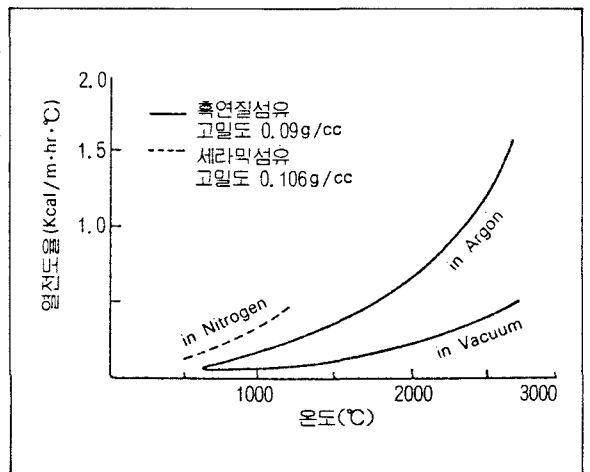
트판 등의 기타 건축용 보드와 비교해 볼 때, 내화, 단열성이 우수하고, 흡습(吸濕), 흡수 및 치수변화가 적은 특징이 있다.

용도를 보면, 빌딩, 창고, 공장 등 모든 건축물의 천정, 내외벽과 내화물 사이의 경계면 등이다. 또한 관통 또는 반(半)관통의 구멍(穴)의 모든 흡음성(吸音性)을 위한 천정, 벽 등의 방음부재료로도 사용된다.

ALC(Autoclaved Lightweight Concrete)는 석회질원료, 규산질원료와 물에 금속분말과 표면활성제인 발포제와 기포제를 첨가하여 기포를 형성한 후, 오토크레이브양생하여 다공질(多孔質)의 규산칼슘 재료에 철근과 같이 보강(補強)한다. ALC는 두께가 75~200mm인 비교적 두꺼운 패널로서 폭은 600mm, 길이는 1,800~3,500mm이다. 최근에는 ALC로서 50mm의 얇은 두께도 많이 사용되고 있다. 또한 종래 폭의 3배인 1,800mm의 대형 ALC도 제조되고 있다.

ALC는 밀도가 0.45~0.55 g/

〈그림 3〉 흑연질 섬유펠트와 세라믹 섬유펠트의 열전도율



cm<sup>3</sup>, 압축강도는 30kg/cm<sup>2</sup> 이상으로서 보강철근과 일체(一體)형의 경우 충분한 힘을 발휘하고 있다. 체적(體積)의 약 70%가 미세한 독립기포로 구성되어 있어 우수한 단열성을 갖춘 제품도 있다. 용도로는 일반주택에서 최고층 빌딩까지 모든 건축물의 외벽, 바닥, 틈새가 있는 벽 등이다.

### (5) 프리엑세스 플로어

프리엑세스 플로어는 전자 계산기실, 빌딩과 대형플랜트 공장의 콘트롤실, 상하수도의 기계실 등에 사용되고 있다. 이 제품은 기기의 중량에 충분히 견디는 강도, 온·습도의 변화에 좌우되지 않는 균일한 재질, 사람의 피로를 적게하는 안정된 보행성(歩行性) 등의 조건을 만족하고 있다.

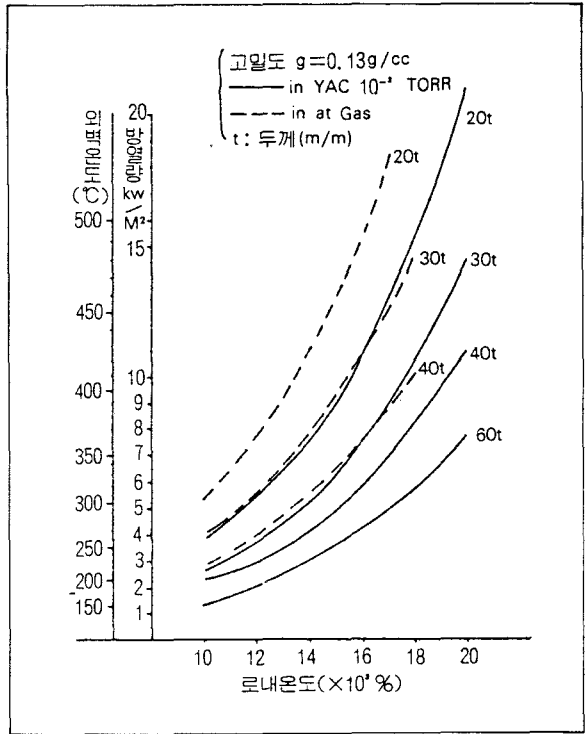
규산칼슘질(質) 플로어 판넬은 보강섬유의 효과와 규산칼슘과 같은 0.13g/cm<sup>3</sup>의 밀도로 성형하여 오토크레이브 양생하는 것으로서 구부림강도가 250kg/cm<sup>2</sup> 이상으로 고강도이다.

프리엑세스 플로어 판넬의 기타 재질로는 금속을 들 수 있다. 규산칼슘 플로어를 금속 플로어와 비교할때, 단열성이 우수하고, 특히 바닥아래부분을 에어챔버로 사용하는 경우, 그 냉열이 바닥을 통해 상부 공간에 전달되는 일이 적은 특징이 있다.

### 탄소섬유질 단열재

새로운 구조용재료 및 공업용재료로서의 탄소섬유는 많은 특징이 있으므로 각종 용

〈그림4〉 성형단열재의 로내온도와 방열량의 관계



도에 이용되고 있다.

탄소질, 흑연질섬유 단열재는 세라믹섬유 펠트, 금속판 단열재 등의 단점을 보완한 내열성, 치수안정성을 가진 고온영역에까지 사용, 열용량이 적고, 열 에너지를 절약하는 외에도 경량이므로 시공이 간단하여 성력화(省力化)되므로 진공로 및 불활성가스 분위기로의 단열재로서 최적이다.

탄소질, 흑연질섬유 단열재로서는 펠트와 탄소질, 흑연질 바인더에 압축성형하는 성형 단열재가 일반적으로 사용되고 있다.

성형단열재는 펠트가 탄소질, 흑연질바인더에 압축성형되어서 평활(平滑)한 표면과 충분한 강도를 지녀 자립성(自立性)이 있다. 여기에 로내가스의 배기, 도입 즉, 가스가 고속도로 유출·유입, 분진

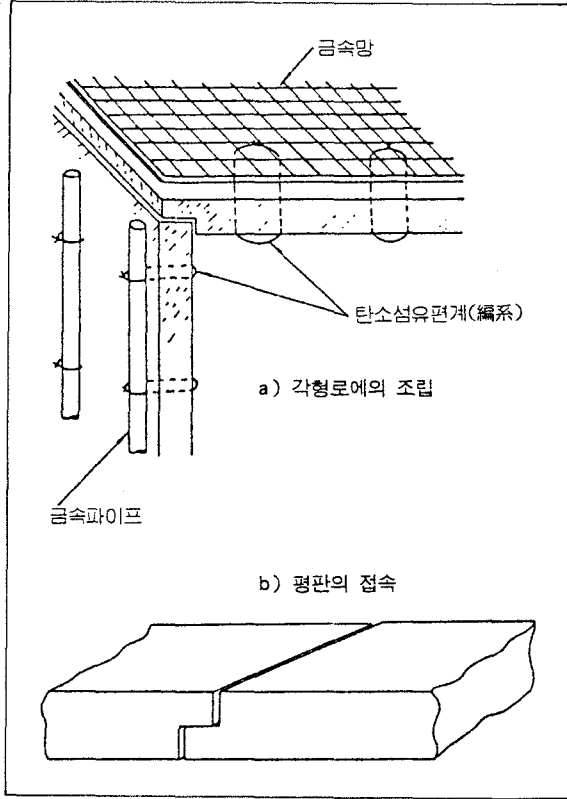
과 펠트단계(單系)의 비산(飛散)이 있는 제품에 대해 영향이 없다. 또한 압축성형된 고밀도의 균일한 로내 온도분포가 안정되어 제품품질의 안정화를 기할 수 있다.

흑연질 섬유펠트의 열전도율을 세라믹섬유펠트와 비교하여 〈그림3〉에 표시한다. 또한 성형단열재의 고밀도 0.13g/cc에서 진공(眞空)과 알콜 분위기중의 로내온도와 방열량의 관계를 〈그림4〉에 든다. 여기에서 보면 동일한 고밀도 두께에서는 진공중에서의 단열효과가 우수하다.

특히 성형단열재는 1500°C 이하에서 고밀도 0.13g/cc 이상에서 단열성의 차이가 없으므로 고온영역에서는 고밀도의 영향이 있는 것으로 선택할 필요가 있다.

탄소질, 흑연질섬유의 흡습

〈그림 5〉 각형 단열재의 시공방법



성(吸濕性)은 탄소질 약 10%와 세라믹섬유에 상당하는 흑연질에는 그래파이트파우더와 같은 모양이 거의 없다. 종래의 탄소질섬유는 습도에 영향받기 쉽고, 실제사용에는 로가동울에서 시료(試料)의 취출온도를 100℃ 이하로 해도 된다. 또한 다실형(多室型) 열처리로는 가열실이 항상 가열되고 있으므로 개방시 로내 습도는 무시할 수 있을 정도로 작고, 최초로 탈습(脫濕)운전을 하므로 그 후의 운전에 있어서는 수분(水分)의 영향이 적다.

탄소질, 흑연질섬유는 조성적(組成的)인 탄소함유율이 각각 95% 이상, 99.8% 이상이며, 고온에서 산화된다. 일반적으로 공기중에서 흑연질섬유의 산화개시온도는 450℃이고, 탄소질의 경우는 350℃이다. 종래에는 단열재의 산화소모를 방지하고, 일정한 단열효과를 유지하기 위해 공기와의 접촉온도를 산화개시온도 이하로 하는 것이 필요하다.

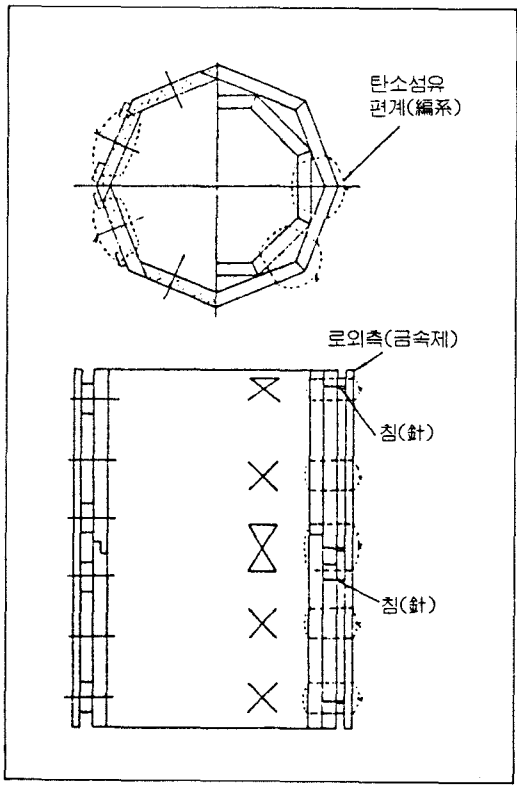
탄소질, 흑연질섬유의 특징에 의해 탄소질 단열재는 연속로 등의 산화 및 흡습성의 문제가 없는 로에 적합하고, 흑연질 단열재는 고온진공배치(Batch)형 로 및 고진공을 요하는 로에 적합하다.

### 퍼라이트의 특징과 용도 및 시공

#### 원료와 제조방법

퍼라이트는 지하에서 분출된 용암이 지표의 호수로 흘러들어 급격히 냉각, 고화(固化)한 것과 광물의 결정립(粒)

〈그림 6〉 이중 원통형 단열재의 시공방법



을 거의 함유하지 않은 그라스상(狀)의 암석 등이 있다. 이것은 천연그라스라 불리우는 것으로서 이 천연 그라스를 분쇄하여 급격히 가열하면 팽창된 다공질(多孔質)의 극히 가벼운 사상(砂狀)의 물질 즉, 퍼라이트를 얻는다.

천연그라스에는 본래 다공질 경석(輕石)과 화산암재, 화산회(灰)도 함유하고 있고, 퍼라이트 원석(原石)으로서 이용되고 있는 것은 암석같은 외관(外觀) 및 함유수분에 의해 흑요석(Obsidian), 진주암(Perlite) 및 송지암(Pitchstone) 등의 3종류로 분류된다. 본래 진주암을 퍼라이트라고 하지만, 상업적인 이용가치가 있는 팽창성 천연그라스를 총칭하여 퍼라이트라고 부르고, 소성품도 또한 일반적인 퍼라이트라고 부르고 있다.

천연그라스의 팽창은 연화(軟化)하는 온도까지 급열시켜 함유되어 있는 수분을 급속히 기화, 체적(體積)이 팽창되어 연화(軟化)하는 그라스부분을 팽창시키는 것에 의해 발생시킬 수 있다.

퍼라이트공업은 1940년 미국에서 생산이 시작되면서 확립되어 1947년 이후부터 급격히 발전되었다. 일본의 경우에는 1956년부터 본격적인 생산이 시작되었는데, 당초 경량골재로서 생산되던 퍼라이트는 용도에 따른 제품 개발이 진전되면서 단열용 퍼라이트콘크리트, 보온보냉통판(筒板), 극저온을 함유하는 저온용에서 고온용까지의 충전(充填) 단열재 등 단열분야로 그 이용이 확산되었다.

원석산(原石山)에서 채굴되어 공장으로 반입되는 퍼라이트원석은 분쇄 및 떨림공정에 의해 용도에 알맞은 입도(粒度)로 조성되어져서 소성로에 보내진다. 소성로는 보통 로터리킬른 또는 입형(立形)로가 사용되며, 900~1,200℃에서 급열되어 조업은 각 용도에 알맞는 방법으로 제작되고 있다.

퍼라이트의 일반적인 성질은 다음과 같다.

- 화학성분 :  $\text{SiO}_2$  약 75%,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  약 15%, 기타( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{MgO}$ )약 10%.
- PH : 약 7(중성)
- 단위용적중량 : 0.04~0.25 kg / l

### 특징

퍼라이트는 무기질, 경량, 단열, 내화, 내산·내알칼리, 무해(無害), 장기간 보존해도 변질·변색이 안되는 등의 특징을 가지고 있다.

### 단열재로서의 퍼라이트

단열재로서 최적인 퍼라이트는 진주암(眞珠岩)계의 퍼라이트로서 단위용적중량 0.04~0.06kg / l 정도의 1.2mm 이하의 미세한 입자가 적당한 분포로 혼합되어 있다.

퍼라이트의 단열재로서의 이용법은 2종류로 대별된다. 즉, 입상(粒狀)상태로 저온영역의 충전재 및 판통상(板筒狀)의 성형품(보온재)으로서 이용된다.

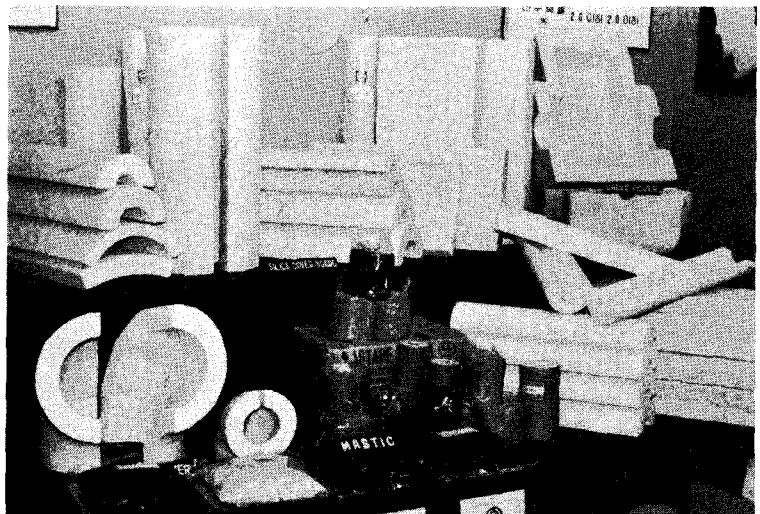
무기질단열은 열전도를 및 흡습율이 비상시에는 적게 되므로 적용온도범위가 1,000~1,200℃로 넓어 우수한 단열특성을 유지하는 재료이다.

〈표3〉 규산나트륨의 예

보 온 재	가용성 $\text{Ca}$ (ppm)	$\text{Na}_2\text{O} + \text{SiO}_2$ (ppm)
퍼 라 이 트	100	68,200
실리카라이트	210	2,200
커피사이드	250	20,900
커피사이드®	160	67,800
#570하드시멘트	270	2,100

### 퍼라이트 보온재

퍼라이트 보온재는 통상 판통상(板筒狀)으로 성형되는



단열재라 부른다.

### 1) 제조법

퍼라이트 보온재의 제조에 사용되는 퍼라이트는 단위용적중량 0.04~0.06kg/l, 12mm 이하의 미세한 입자가 적당한 분포로서 혼합되는 것이 보통이다. 이것은 무기질 섬유를 균일하게 배합하여 그 위에 접착제 및 물을 첨가하고 프레스성형하여 건조시켜 마무리한다.

### 2) 특징

#### ① 일반특징

본래 보온재는 경량이면서 공극율(空隙率)이 많고 단열성이 있으며 기계적 강도가 최저 수송, 저장과 현장에의 설치 등 취급이 용이한 점이 요구되었던 이래, 근래와 같은 기술혁신 및 에너지 절약 시대에서는 650℃까지 사용되는 중래제품의 특성과 다른 점이 있다.

즉,

- 흡수·흡습성이 적은 재료
- 내약품성(耐藥品性)이 큰 재료 즉, 보온재 취급후 정치내로 새어들어간 유체 및

보온외장(外裝)을 통해 침입한 유체등으로 인해 열화되는 반응이 없는 재료.

- 안전온도범위 내에서 장시간 사용해도 열화되든가 변형이 극히 적은 재료.

- 오스테나이트계 스테인레스강재에 대한 반응부식, 균열 및 보통강에 대한 부식성이 극히 적은 재료.

등의 특성이 요구되고 있다.

② 퍼라이트 보온재의 특성  
가) 발수성(撥水性)이 있다 (흡수성이 적은 것)

이 성질은 보온재의 운반, 보관, 취급 등에 특히 유효하며, 외장재의 외장, 물의 저항의 불충분과 장소(개소) 등에서 빗물의 침입에 대해 수분의 흡수를 적게 하고 장기간 형상, 품질의 변화, 특히 빗물의 영향에 의한 열전도율의 저하현상이 발생되지 않는다.

보온재중에 수분이 침입하면, 가령 고온부로 취급되는 경우에도 보온재의 표피부(表皮部)는 상온에서 완전히 증발되는 것이 어렵다. 따라서 열전도율이 0.5이상 되어도 수분이 침입하게 되면 아무리

우수한 보온재라도 그 효과가 현저히 감소된다. 이와 관련된 경량보온재는 열전도율이 0.1이하로 급격히 감소된다.

나) 용력부식 균열의 억제제 역할을 지닌 것

최근 보온재 중에 포함되어 있는 Cl분(分)의 영향으로서 오스테나이트계 스테인레스강의 용력부식 균열이 발생하는 것에 따른 문제 때문에 용력부식 균열 억제제 역할을 하는 보온재료가 요구되고 있다.

용력부식 균열발생의 최대 환경인자는 염화물로서, 퍼라이트 보온재는 다른 재료에 비해 Cl의 함유량이 극히 적고, 또한 발수성 등의 특징이 있으므로 Cl분이 많은 지역이나 빗물침입에 의한 Cl분 축적현상이 발생하는 문제 및 퍼라이트 보온재의 접착제인 규산소다가 억제제로서 효과가 있다.

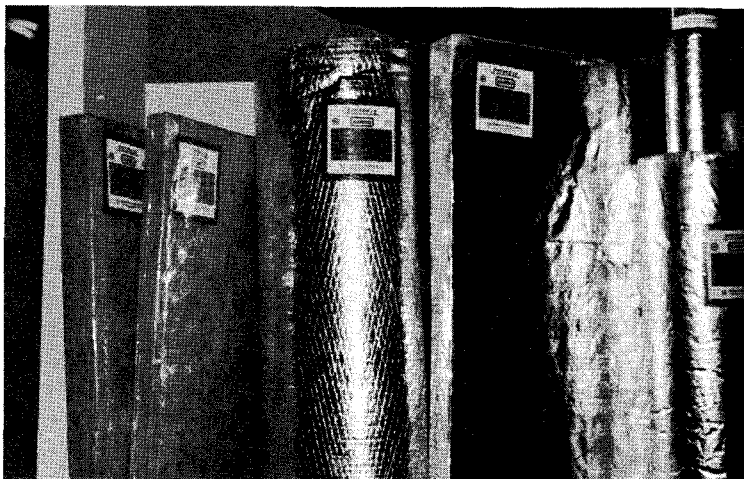
규산소다(Sodiumsilicate)가 용력부식 균열억제제로서 효과가 있다는 것은 미국 Du-pont 사(社)의 사고경험사례 및 Wick test 등으로서 명백히 증명되고 있다.

다) 내약품성이 우수하다.

퍼라이트 보온재의 황산, 초산 등에 대한 내약품성은 극히 우수하다. 예로서 농(濃)황산, 초산 등에 장기간 침지(浸漬)시킨 후 재건조되어도 형상, 강도 등이 거의 영향을 받지 않는다.

더우기 황산의 경우에는 농(濃)황산에서 저농도(15%) 저온(6℃)에서 영향받기 쉬우나, 퍼라이트 보온재는 거의 영향을 받지 않는다.

라) 큰 직경의 커버(통칭





P보드)의 작업성

최근 보온효과의 상승을 피하기 위해 기기(탑(塔), 조(槽)류)용 보온재로서 기기의 외경(外徑)에 알맞는 커버가 제작되고 있다.

### 3) 장래 보온재의 추세

보온공사시공에 알맞는 재료선택은 매우 중요하므로 메이커에서는 품질개선양상에 주력해야한다. 예를 들어 고온용 보온재에 있어서,

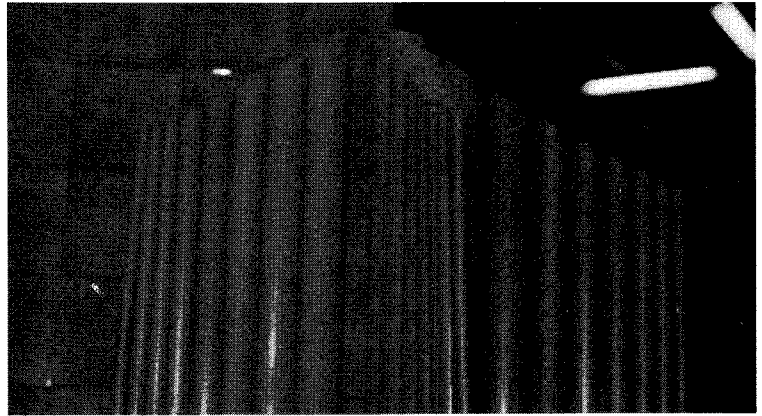
- 흡수 · 투습성 (透濕性) 이 적고, 불연성을 겸비한 재료.
- 시공비를 포함한 재료의 가격이 저렴한 것.

등 퍼라이트 보온재에 있어서도 이후에는 현밀도 0.20을 0.18~0.16으로, 열전도율 0.040 이하의 제품제조를 위해 연구개발해야 하겠다.

퍼라이트 보온재의 시공법 및 용도

### 1) 시공법

퍼라이트 보온재의 사용및 공사시공은 다른 보온재(규산칼슘보온재)와 거의 동일하며, 피(被)보온면에 부착후, 철사 등으로 보지(保持) 시켜 외장재로서 컬러철판으로 마무리하는 것이 일반적인 공법이다.



보통 퍼라이트 보온재는 발수성이 있으므로 큰 직경의 커버도 제작되고 있는데, 방습재로서의 아스팔트루핀, 표면마무리재로서 하드시멘트 등의 부(副)자재 사용은 불필요하다.

### 2) 용도

퍼라이트 보온재는 안전사용온도가 650℃로서 높은 발수성이 있으므로 그 용도는 극히 다방면에서 사용되고 있는데, 주요 수요처는석유화학, 석유정제, 화학플랜트 등의 장치용, 화력발전소, 원자력발전소 등의 파워플랜트용 증유배관 등이다.

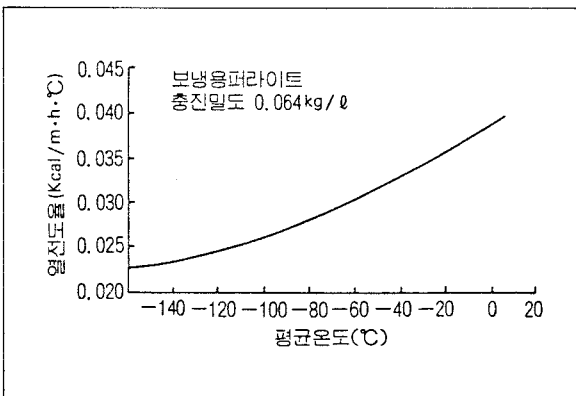
저온탱크의 충전용단열재로서의 퍼라이트

공기분리장치 등의 저온기기의 보냉충진용 및 최근 크린에너지로서 각광받고 있는 LPG, LNG 저장탱크의 보냉충진용으로 퍼라이트가 대량으로 이용되고 있다.

최근의 저온탱크, 특히, LPG, LNG 탱크는 대형화 하고 있어서, 탱크 1기당 사용되는 퍼라이트의 양도 대량이 되고 있고, 조정(調整)된 퍼라이트 원석(정석(精石)이라 칭한다)을 탱크의 사이트에 소성하여 충전하는 공법이 일반화되어 있다.

공기분리장치, 에치렌탱크 등 중(中) 규모탱크의 충전방법은 트네이드식 공기수송방식으로서 충전하는 것이 일반적이다.

저온기기 · 저온탱크의 보냉충진용 퍼라이트는 기타 재료, 예를 들어 로크화이버, 그라스화이버에 비해 가격이 저렴하고, 시공이 용이하며, 단열성이 우수하여 퍼라이트의 우수성을 입증, 그 용도가 광범위하다. 또한 멘프렌방식의 LPG운반선(運搬船)의 발수처리에도 퍼라이트가 대량으로 사용되고 있다. \*



〈그림 7〉 보냉 충전용 퍼라이트의 열전도율과 온도