방사성폐기물의 유리고화 기술 현황

송 명 재
한전 전력연구원 방사선안전그룹장

원자력발전소에서 발생되는 방사성 폐기물을 안정된 폐기물로 만들어 환경 문제를 극소화시키고, 또한 폐기물의 부피를 혁신적으로 감소시켜 처분비를 줄일 수 있는 방법 중 현재 가장 적합한 방법으로 시행되고 있는 기술은 폐기물의 유리 고화 기술일 것이다. 고준위 폐기물의 유리 고화 기술은 이미 상용화되고 있고, 중 · 저준위 방사성 폐기물의 유리 고화 기술은 이미 실증 시설의 설계 · 건설 단계에 와있다.
우리 나라의 경우 현재 방사성 폐기물 처분장 확보에 큰 어려움을 겪고 있는데, 이 기술이 성공하면 중 · 저준위 방사성 폐기물의 처분 문제가 크게 줄어들 것이다.
방사성 폐기물의 유리 고화 기술의 개발 이용 현황과 앞으로의 과제 등을 알아본다.

지구상에는 인류가 탄생하기 훨씬 전부터 흑요석黑曜石이라는 천연 유리가 있었다.

그러나 사람의 필요에 따라 만들어지는 인공 유리는 누가 어떻게 처음 만들었는지 확실히 알려져 있지 않다.

고대 페니키아 상인들이 우연히 제조법을 발견하였다는 설이 인공 유리의 기원을 가장 그럴듯하게 설명하고 있다.

페니키아 상인들이 항해 도중 시리아의 해안에 상륙하여 배에 싣고 온 천연 탄산 소다 덩어리로 모래 사장에 간이 화덕을 만들고 불을 지펴 음식을 준비하였다.

한참 동안 여러 가지 음식을 요리해 맛있게 먹고 난 뒤, 다음 목적지로 출발하기 위해서 취사 도구를 정리하고 임시로 만든 화덕을 치우게 되었다.

화덕을 걷어내자 그 자리에 무엇인가 딱딱하고 매끄러운 돌 같은 것이 형성되어 있는 것이 발견되었다.

탄산 소다와 모래가 화덕의 불길에 의해 딱딱하게 뭉쳐져 유리가 만들어졌던 것이다.

이렇게 해서 사람들은 유리를 만드는 법을 터득하게 되었다고 한다.

하지만 실제로는 페니키아인들이 유리를 만들기 시작한 시점보다 훨씬 전부터 동양과 이집트에서 유리를 만들고 있었다는 증거가 있다.

사람이 처음으로 만든 유리는 거의 대부분 색깔이 있는 불투명한 것으로, 몸에 붙이고 다니는 장신구나 보석으로 사용되었다고 한다.

오늘날 사용되는 것 같은 투명한 유리를 만들기 시작한 것은 기원전 2000년경으로 추산되고 있으므로 투명한 인공 유리의 역사는 약 4000년 정도가 아닌가 생각된다.

투명한 유리가 만들어지고 또 유리 만드는 기술이 발달되자 유리 술잔이

나 향유병 등 각종 공예품이 만들어졌다.

유리 공예품은 고대나 중세까지는 주로 왕족이나 귀족들이 애호하는 귀한 물건으로 전해 내려왔고, 일반 서민들이 유리 제품을 쓰기 시작한 것은 산업 혁명 이후라고 한다.

사람들은 투명한 유리에 일종의 매력을 느끼기 시작하였다.

투명한 유리의 맑고 아름다움 속에 무엇인가 신비함이 서려 있는 것처럼 느꼈다.

신비한 유리에는 온갖 삼라만상을 투영하여 아주 멀리 있는 사물을 꿰뚫어 보는 능력이 담겨 있는 것 같기도 하고, 또 미래나 과거에 일어난 일들을 보여줄 수 있는 것 같기도 하였다.

그리하여 투명한 유리로 만든 공은 점술가나 마술가들에게 신통한 능력을 제공하는 수단처럼 여겨졌고, 마술가들이 사용하는 맑고 깨끗한 유리공은 무슨 요술이든지 다 부릴 수 있는 것처럼 알려지던 때가 있었다.

유리의 마술과 방사성폐기물

옛날에는 유리공이 먼 곳의 사물을 꿰뚫어 보거나 미래의 사건을 점쳐주는 마술을 부리는 것으로도 여겨졌으나, 현대에 와서는 유리가 방사성 물질을 가두어 두는 신비한 능력을 발휘하는 도구로 사용되고 있다.

프랑스 · 영국 · 미국 등 선진국에서는 이미 사용후 원전 연료를 재처리할 때 생기는 고준위 방사성 폐기물을 유리 속에 안전하게 가두어 두는 유리 고화 기술을 개발하여 상용화하고 있다.

방사성 폐기물을 유리 고화하면 우선 폐기물의 부피가 혁신적으로 감소되고, 또 유리 고화된 폐기물은 기계적 · 화학적 또는 방사선 조사에 대해 매우 안정한 성질을 가지기 때문에 환경 영향을 극소화시킨다는 특성이 있다.

이처럼 좋은 기술을 이용해서 방사성 폐기물을 유리고화하자면 상당한 비용이 소요되기 때문에 지금까지는 주로 고준위 방사성 폐기물 처리에만 유리 고화 방법이 적용되어 왔다.

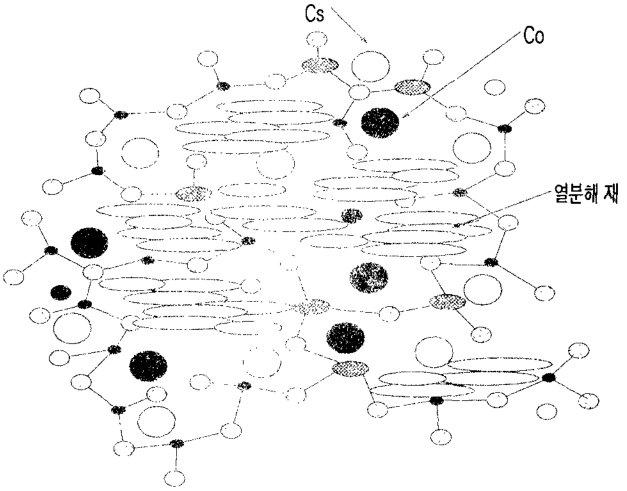
하지만 최근 들어 중 · 저준위 방사성 폐기물 처분에 막대한 경비가 소요되고 또 환경에 대한 국민들의 관심이 고조되기 시작하자, 폐기물의 부피를 혁신적으로 줄이고 환경 영향이 적은 유리 고화 기술을 중 · 저준위 방사성 폐기물의 처리에 적용시키기 위한 기술 개발이 시작되었다.

방사성 폐기물을 유리 고화하는 기본 원리는 그리 복잡하지 않다.

유리는 대체로 산소 및 규소로 이루어진 유리 조직의 주체와 나트륨 · 칼슘 및 붕소처럼 유리의 특성을 결정하는 보조 원소들로 구성된다.

그리고 형태는 석영 같은 결정성 유리와 보통의 유리인 비결정성 유리로 구분할 수 있다.

비결정성 유리 속에 들어 있는 보조 원소인 나트륨이나 붕소의 함량을 적절히 조정하면, 음이온과 양이온이 강하게 결합된 유리의 분자 구조 일부가 흐트러지고 거기에는 다른 금속 이온들이 들어갈 수 있는 큰 구멍이 생기게 된다.



〈그림 1〉 방사성 핵종과 유리 구조

비결정성 유리의 분자 구조에 생긴 구멍 속으로 방사성 폐기물 속에 들어 있는 방사성 핵종을 집어 넣는 기술이 바로 방사성 폐기물의 유리 고화 기술이다.

방사성 폐기물 속의 방사성 핵종을 유리 분자의 구멍에 집어 넣는 과정은 주로 섭씨 1천도 이상의 고온에서 이루어진다.

유리 성분과 방사성 폐기물의 조합 방법 및 고온을 제공하는 용융로의 종류 등에 따라서 방사성 핵종을 함유하는 유리 화합물의 물성이 달라질 수 있다.

고준위 방사성폐기물의 유리고화

고준위 방사성 폐기물이란 사용후 원전 연료를 재처리하고 난 후에 발생하는 방사능 농도가 매우 높은 방사성 폐기물을 말한다.

고준위 방사성 폐기물에서 방출되는 방사선은 그 세기가 너무 높아 사람이 직접 다룰 수 없다.

따라서 대부분 원격 조종 장치를 이용해 자동 처리한다.

고준위 방사성 폐기물은 대부분 유리 재료와 함께 고온에서 용융되어 유리 고화(vitrification)된다.

이렇게 유리 고화된 고준위 방사성 폐기물은 영구 처분장이 건설될 때까지 일시 보관한다.

고준위 방사성 폐기물 처리에 사용되는 유리는 대부분 Na_2O-B_2O_3-SiO_2와 같은 화학적 성분을 갖는 붕규산 유리이다.

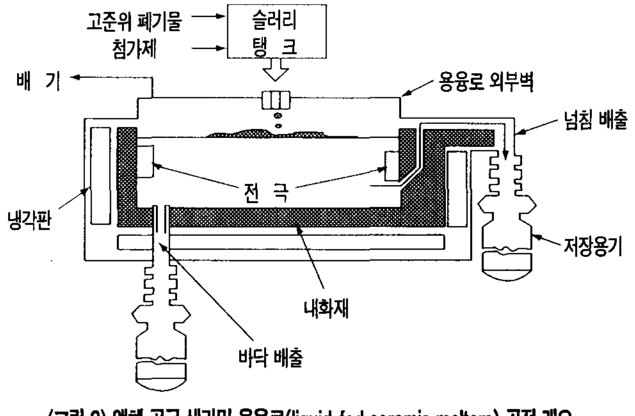
붕규산 유리는 유리 속의 빈 구멍에 방사성 핵종을 잘 포획하는 구조를 가지고 있어 방사성 폐기물의 유리 고화에 가장 많이 사용되는 유리 재료이다.

폐기물을 유리 고화하는 공정은 폐기물의 전처리 방법, 유리를 용융시키는 방법 등에 따라 분류되며, 전세계적으로 운전되고 있는 유리 고화 공정은 〈그림 2〉와 같은 액체 공급 세라믹 용융로(LCFM liquid-fed ceramic melters)와 〈그림 3〉과 같은 회전 하로/금속 용융로(RKMM rotary klin/metallic melters)로 구분될 수 있다.

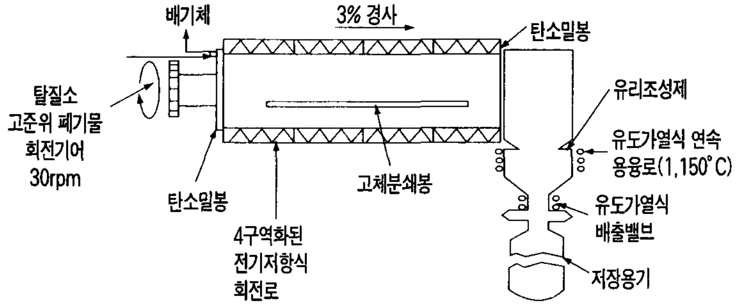
LFCM은 미국에서 개발되어 프랑스·영국을 제외한 대부분의 유리 고화 시설 보유국에서 채택하고 있는 공정으로서, 용융 유리 속에 삽입된 전극 사이에 흐르는 교류 전류 때문에 발생되는 줄(Joule)열로 가열되는 용융로이다.

발생된 열은 유리를 용융 상태로 유지시킨다.

이 용융로는 처리 용량의 증대가 용



〈그림 2〉 액체 공급 세라믹 용융로(liquid-fed ceramic melters) 공정 개요



〈그림 3〉 회전 하로/금속 용융로(rotary klin/metallic melters) 공정 개요

이하고, 처리 용량에 제한이 없으며, 우수한 특성을 가진 유리 고화체를 생산할 수 있는 장점을 가지고 있다.

RKMM은 프랑스에서 개발된 공정으로서 처리 용량을 증가시키기 위해 액체 폐기물을 회전로에서 하소(煆燒, calcination)시킨다.

하소된 폐기물은 금속 용융로로 유입되며, 용융로 내의 유리와 하소된 폐기물 혼합체는 용융로 주위의 유도 전류 발생 장치에 의해 발생되는 유도 전류에 의해 가열된다.

유리 형성제와 하소물은 연속적으로 용융로에 첨가되며, 용융체가 일정한 수위에 도달하면 고정 밸브를 통해 처분 용기로 배출된다.

고준위 방사성 폐기물의 유리 고화 기술은 이미 완성되어 현재 세계 각국에서 이 방법을 이용해서 고준위 방사성 폐기물을 처리하고 있다.

<표 1>은 현재 세계적으로 운영되고 있는 고준위 방사성 폐기물의 유리 고화 설비 현황을 보여준다.

<표 1> 상용 고준위 방사성 폐기물 유리 고화 설비

국 가	시설 위치	처리용량	운전개시(예정)일	비 고
프랑스	Marcoule	30l/h	1978	유도가열식 용융로
	La Hague	60l/h×3	1989	
영 국	Windscale	30l/h×3	1991	유도가열식 용융로
미 국	Hanford	30l/h	1984	전극가열식 용융로
	Savannah River	225l/h	1994	
	West Valley	150l/h	1995	
	Hanford	150l/h	(2000)	
일 본	Tokai-Mura	36l/h	1994	전극가열식 용융로
		70l/h	(1998)	
		45l/h	(2000)	

중저준위 방사성폐기물의 유리고화

저준위 방사성 폐기물 유리 고화는 처리 대상 폐기물의 종류 · 발생량 · 화학적 조성 등이 고준위 방사성 폐기물과 현저히 다르기 때문에 고준위 폐기물 유리 고화에 적용하는 기술을 그대로 저준위 폐기물 유리 고화에 적용할 수는 없다.

중 · 저준위 방사성 폐기물은 폐기물의 종류에 따라 적절히 전처리를 하여야 한다.

예를 들면 가연성 고체 방사성 폐기물이나 폐수지 등은 소각로에서 1차 소각한 후 소각재만 유리 고화하는 방법이 있을 수 있고, 또 유리 용융로에 폐기물을 직접 투입하여 열분해시킨 후 잔존물이 유리 고화되도록 하는 방법이 있을 수 있다.

또한 중 · 저준위 폐기물 중 액체 상태의 폐기물은 고준위 폐기물 유리 고화 방법과 마찬가지로 하소로에서 1차 건조한 후 잔여 분말을 유리와 섞어 용융시키는 방법이 있다.

중 · 저준위 방사성 폐기물의 유리 고화 설비는 고준위 방사성 폐기물의 유리 고화 설비와는 달리 폐기물 속에 유기 성분이 많이 들어 있어 다양한 배기체를 생성시키므로 배기 설비를 잘 만들어야 한다.

중 · 저준위 방사성 폐기물의 유리 고화체 생성 방법도 많은 연구가 필요한 분야이다.

우수한 특성을 가지는 유리 고화체를 만들기 위해서는 방사성 폐기물의 조성과 유리 재료의 적절한 배합 비율을 알아야 하고, 또 유리 고화체를 형성시키는 용융로를 어떻게 설계할 것인가도 중요하다.

현재 전세계적으로 이미 상용화된 중 · 저준위 방사성 폐기물의 유리 고화 설비는 아직 없다.

다만 연구실에서 또는 파일럿 플랜트를 이용해서 개발중인 유리 고화 연구 시설이 있을 뿐이다.

다음은 현재 세계적으로 개발중인 중 · 저준위 방사성 폐기물의 유리 고화 설비 현황이다.

1. 프랑스 SGN사

프랑스의 SGN사는 국가 연구 기관인 CEA의 의뢰에 따라 저준위 방사성 폐기물 유리 고화에 대한 경제성 평가를 수행한 바 있다.

CEA는 SGN사의 평가 결과에 따라 저준위 방사성 폐기물 유리 고화에 대한 연구 방향을 설정하였다.

SGN사는 종래의 고준위 방사성 폐기물 유리 고화에 이용된 용융로를 개선한 저온벽 직접 유도 용융로(cold-crucible direct induction melter)를 대상으로 기술성 및 경제성 분석을 수

행하였다.

증발기 농축 폐액에 대해 기술성 및 경제성 분석을 한 결과, 유리 고화 설비의 감가 상각 기간이 7년 이상이면 종래의 시멘트 고화법보다 더 경제적이라는 결과를 얻었고, 현재 운전중인 고준위 폐기물 유리 고화 시설이 15년 동안 운전하였음에도 아무런 문제점이 없으므로 개발중인 저온벽 용융로의 수명은 15년 이상일 것이라고 예측하고 있다.

따라서 저준위 폐기물의 유리 고화는 충분한 경제성이 있다고 판단하여 실용화를 위한 연구에 박차를 가하고 있다.

〈그림 4〉는 프랑스에서 개발하고자 하는 용융로를 이용한 원전에서 발생하는 폐기물의 처리 개념을 보여주고 있다.

저온벽 직접 유도 가열 용융로의 특징은 다음과 같다.

가. 전기 가열 특징

고온로는 노 주위의 유도 전류자(inductor)에 의해 가열되는데, 유도 전류는 노벽 주위에서 줄(Joule)열을 발생시킨다.

발생된 열은 전도에 의해 유리로 전달된다.

저온로 또한 유도 전류자의 코일에 의해 둘러싸여 있지만, 전자기장의 상대적인 투과성을 확보하기 위해 노가 몇 개의 부위로 구획되어 있다.

유도 전류자에는 고주파 교류가 공급되는데 여기서 용융 유리 내에 전류를 유도한다.

이 전류가 줄 효과에 의해 열을 발산한다.

유도 전류자 전류의 주파수 선택은 매우 중요한데, 그 이유는 전기 효율에 관계되어 있기 때문이다.

유도된 전류가 유리 내부로 침투되는 깊이는 유리의 저항, 전류의 주파수와 관계가 있다.

좋은 효율을 얻기 위해서는 침투 깊이가 노의 반경보다 작아야 한다.

유리를 녹이기에 적절한 주파수 범위는 100~500kHz이다.

나. 냉각 및 밀봉

유도 전류자는 구리 튜브로 만들어져 있고, 이 튜브 안으로 냉각수가 흐르면서 유도 전류자를 냉각시킨다.

저온로의 각 구역에 설치된 전류 루프는 열을 발생시킨다.

저온로를 냉각시키기 위해서 각 구역에는 냉각수가 흐를 수 있는 유로가 설치되어 있다.

노벽의 온도는 60°C 이하로 유지되므로 노벽과 접촉하는 용융 유리가 고화되어 얇은 층을 형성하게 되어 금속 용융로의 밀봉성을 확보한다.

다. 노의 구조

노는 스테인리스강으로 만들어진 직사각형 판을 여러 개 연결하여 원통형으로 만들어진다.

각각의 직사각형 판에는 냉각수의 유입구와 유출구가 있고 판 사이에는 절연체가 삽입되어 있다.

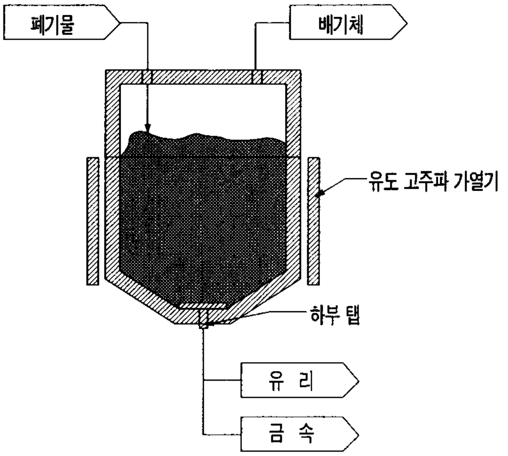
노의 바깥쪽에는 내화 벽돌로 만들어진 지지벽이 존재한다.

저온로는 콘크리트 구조물과 스테인리스판으로 만들어진 지지대 위에 설치되는데, 스테인리스판에는 두 개의 노즐과 아르곤 또는 공기 주입기가 여러 개 존재한다.

이 노즐들은 용융된 유리를 처분 용기로 배출할 때 이용되는데, 노즐 중의 하나는 연속 운전이 가능하도록 항상 충분한 양의 용융 유리 배출에 이용된다.

주입된 공기 또는 아르곤은 용융 유리를 혼합시켜 열적·화학적 균일성을 도모한다.

노에는 유도 전류자, 고주파 발생기 및 트리머(trimmer)가 필요하고, 노



〈그림 4〉 SGN사의 유리 용융로와 폐기물 처리 개념

의 기동을 위해 유리 예비 가열 계통이 필요한데, 예비 가열은 극초단파 발생기에 의해 이루어진다.

하소기와 유리 용융에서 발생하는 방사성 기체는 먼지 세정기로 유입된다.

먼지 세정기는 질산 용액을 비등점으로 유지시키기 위해 가열된다.

세정액은 하소기로 재순환되고 배기 기체는 별도의 처리 계통을 거쳐 굴뚝으로 방출된다.

2. 미국 VECTRA사

VECTRA사는 미국에서 국방 폐기물 처리에 이용되고 있는 LFCM(liquid-fed ceramic melter)의 용융로를 개선하여 수냉각식 Joule-heated 용융로를 개발하고 있다.

수냉각식 용융로를 채택한 이유는 용융로의 수명을 연장시키기 위한 것이며, 이 개념은 프랑스에서 개발중인 저온로의 개념을 도입한 것 같다.

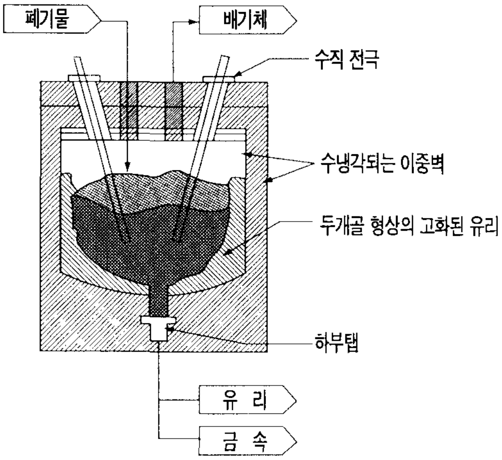
VECTRA사는 EPRI와 저준위 방사성 폐기물 유리 고화 기술 개발에 대한 연구 협약을 맺어 추진하다가, EPRI 측의 연구진이 해체되어 독자적으로 개발을 추진하고 있다.

가연성 건조 폐기물 · 붕산 농축 폐액 · 이온 교환 수지 등에 대해 실험실적 유리 고화 가능성 시험을 수행하였고, 〈그림 5〉와 같은 개념에 입각한 설비를 만들고 있다.

VECTRA사의 유리 고화 시설은 모듈식으로 설계되어 이송 및 설치가 편리하다.

VECTRA사의 유리 고화 시설은 가연성 잡고체 폐기물(DAW)과 폐수지를 직접 용융로에 투입하여 용융 유리 위의 기체화 구역에서 열분해시키는 개념을 채택하고 있다.

액체 폐기물은 증발/건조기를 거쳐 용융로에 투입한다.



〈그림 5〉 VECTRA사에서 개발중인 용융로와 폐기물 처리 개념

DAW와 폐수지는 반연속적으로 용융로에 투입하며, 액체 폐기물은 연속적으로 주입한다.

3. 플라즈마 이용 유리고화 기술

최근 들어 플라즈마에서 나오는 고온을 이용해 폐기물을 처리하는 연구 개발 활동이 급격하게 늘어나고 있다.

특히 일반 산업 폐기물을 플라즈마 토치나 플라즈마 아크 방법을 이용해서 처리하는 기술은 거의 상용화되어 가고 있는 추세이다.

폐기물 처리에 이용되고 있는 플라즈마 토치 시스템은 기체 상태의 전기적 도전체로부터 발생된 줄열 또는 유도 전류에 의하여 발생된 플라즈마 아크로부터 발생하는 에너지를 사용하여 유기 성분을 파괴하고 폐기물을 용융시키는 시스템이다.

플라즈마 토치는 보편적으로 구리나 내열 금속성 전극을 이용한 아크 플라즈마 토치가 있다.

플라즈마 가열 방법은 플라즈마 아크 내부를 통한 유도 전류 및 아크 저항의 전기적 에너지를 열 에너지로 전환하는 방법을 사용한다.

아크 플라즈마 토치는 전극의 종류에 따라 이동식(transferred) 아크와 고정식(non-transferred) 아크로 구성되며, 플라즈마 아크와 고체 전극 사이에 단자와 음이온 단자를 구성하는 단자점을 필요로 한다.

반면에 유도 플라즈마 토치의 전극은 초기에 전도 진로를 확보할 때 외에는 전극을 필요로 하지 않는다.

플라즈마 토치는 미국 등 여러 곳에서 의학 폐기물과 석면 폐기물 같은 전문화된 고가 폐기물 처리에 처음으로 응용되었다.

상업적으로 프랑스에서는 석면 처리 기술에 응용하고 있으며, 일본에서

는 과거 몇 년 동안 도시 고체 폐기물의 소각재를 유리 고화하는 데 이용하여 왔다.

그밖에 러시아 · 유럽 · 미국 등에서 유독성 폐기물, 노후된 군사 용품, 의학용 폐기물, 석면 폐기물, 저준위 방사성 폐기물의 처리 및 부피 감소를 위해 플라즈마 기술을 개발하고 있다.

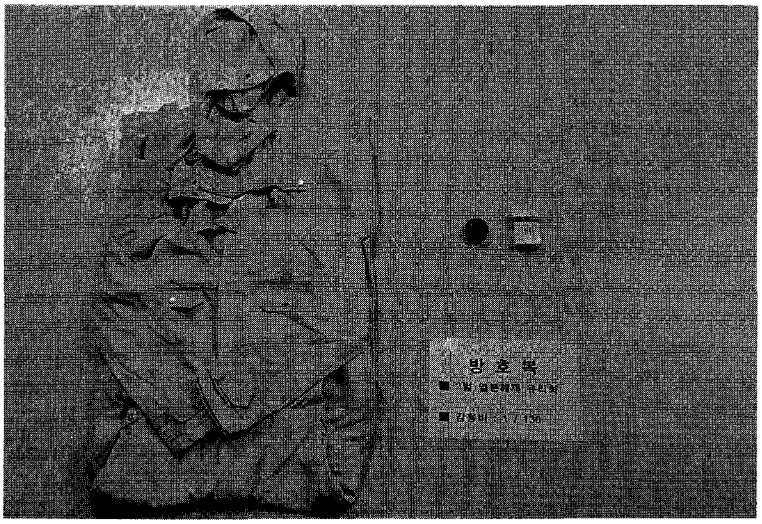
미국의 DOE는 전처리 없이 바로 폐기물을 처리할 수 있는 플라즈마 화로 공정을 개발할 계획을 세우고, 공정의 실현 가능성을 평가하기 위한 1단계 시험을 수행하여, 다양한 폐기물의 처리 능력, 드럼을 통째로 처리할 수 있는 능력, 유기 물질의 파괴 제거 효율, 유리 고화체의 내침출성 등을 시험하였다.

앞으로 2단계에서는 더욱 다양한 폐기물을 이용하여 모든 환경 규제에 대한 적합성 시험을 하고, 3단계로 상업적 규모의 시설을 건설할 예정이다.

한편 플라즈마를 이용한 중 · 저준위 방사성 폐기물의 처리에 대한 연구는 주로 휘발성 방사성 핵종들의 처리에 중점을 두고 있다.

중 · 저준위 방사성 폐기물 속에 많이 들어있는 방사성 세슘은 휘발성이 매우 강해, 플라즈마의 고온으로 인해 유리 고화체에 잔존물로 남지 않고 배기체로 날아가 버릴 가능성이 있기 때문이다.

현재는 미국 · 스위스 · 프랑스 등지에서 중 · 저준위 방사성 폐기물의 플라즈마 처리에 대한 연구가 활발히 진행중이다.



원전 종사자 방호복과 1/130로 유리화된 모습

전망 및 유리고화 효과

방사성 폐기물의 유리 고화 기술은 고준위 방사성 폐기물의 유리 고화 설비에서 이미 확립되어 상용화되고 있는 기술이다.

그리고 또 유리 고화체의 안정성이나 유리 고화 결과 얻어지는 폐기물 부피의 감용 효과 등은 매우 뛰어난 것으로 평가받고 있다.

그럼에도 불구하고 이 기술이 중 · 저준위 방사성 폐기물의 처리에 응용되지 않고 있었던 이유 중 가장 큰 것은 바로 경제성이다.

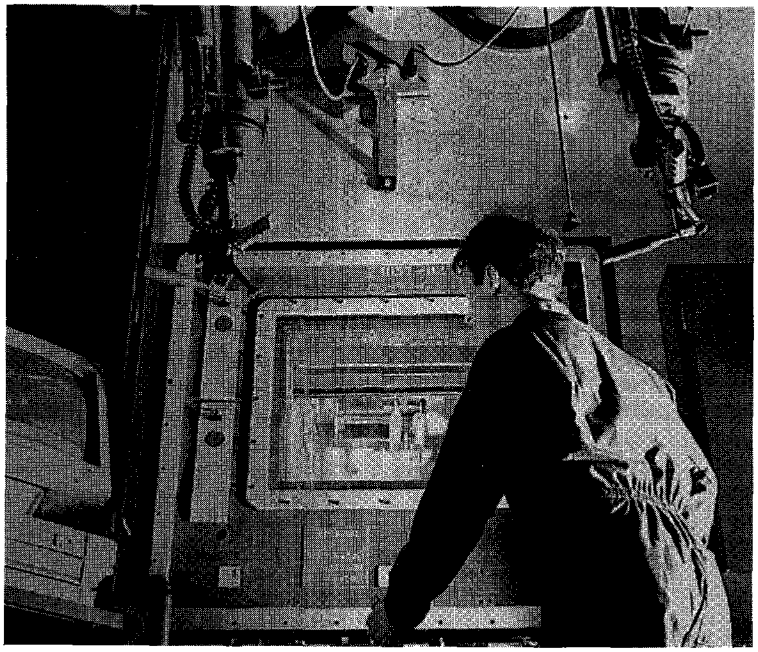
과거에는 미국 · 프랑스 등 고준위 방사성 폐기물의 유리 고화 기술을 보유하고 있었던 국가에서 중 · 저준위 방사성 폐기물의 처분장을 확보하는 데 오늘날처럼 어려운 문제가 없었고 또 처분비도 그리 큰 부담을 주지는 않았다.

따라서 중 · 저준위 방사성 폐기물을 압축 또는 시멘트화하는 등의 간단한 처리 과정을 거친 후 바로 영구 처분장으로 손쉽게 이송되었다.

따라서 상당한 경비가 초래되는 폐기물의 유리 고화 기술을 중 · 저준위 방사성 폐기물 처리에 응용할 필요성을 별로 느끼지 못했던 것 같다.

그러나 근래 들어 전세계적으로 원전의 사고가 겹치고 또한 님비 현상으로 인해 방사성 폐기물의 처분장 부지 확보가 어렵게 되었다.

원자력발전소에서 방사성 폐기물은 계속 생성되는데 이것을 처분할 처분장 부지는 새로이 확보되지 못하고,



유리화 공장에서 작업하고 있는 모습

또 방사성 폐기물은 대단히 위험하여 환경 문제를 야기시킨다는 주장이 확산되어가자 방사성 폐기물의 처분 단가는 천정부지로 솟구쳐 올라갈 수밖에 없었다.

사태가 이렇게 진전되자 대단히 안정된 폐기물을 만들어내 환경 문제를 극소화시키고 또한 폐기물의 부피를 혁신적으로 감소시켜 처분비를 줄일 수 있는 방안을 찾게 되었고, 그러한 방안으로서 가장 적합한 방법이 바로 유리 고화라는 결론에 도달하게 된 것이다.

그러나 고준위 방사성 폐기물에 사용되고 있는 유리 고화 기술을 중·저준위 방사성 폐기물의 처리에 적용하기 위해서는 몇 가지 연구 개발이 필요하다.

첫째가 중·저준위 방사성 폐기물 속에 들어 있는 유기 물질을 효과적으로 분해시키는 방법을 찾는 일이다.

현재는 열분해라는 전처리 과정을 통해서 분해시키는 방법이 가장 많이 모색되고 있다.

둘째는 유기물이 분해될 때 배출되는 배기 가스에 공해 물질과 방사성 핵종들이 섞여 나올 수가 있는데 이를 어떻게 처리할 것인가를 연구하는 문제이다.

마지막으로 방사성 폐기물이 열분해된 후 남게 되는 잔존물이 유리 성분과 혼합될 때 생기는 유리 고화체가 균질하고 또 안정되어야 하는데, 이러한 안정되고 균질한 고화체를 어떻게 만들어 낼 것인가 하는 문제들이 있다.

이러한 문제점들을 해결하여 하나의 완성된 설비를 개발하기 위한 연구가 전세계적으로 진행되고 있으며, 우리 나라에서도 한전 전력연구원에서 이미 연구 개발에 착수하였다.

전세계적으로 이미 실험실 연구 단계를 벗어나 실증 시설의 설계·건설 단계에 있는 이 기술이 성공적으로 개발되면 우선 방사성 폐기물의 부피가 혁신적으로 감소된다.

우리 나라의 경우 현재 방사성 폐기물의 처분장 확보에 대단히 큰 어려움을 겪고 있는데, 이 기술이 성공하면 중·저준위 방사성 폐기물의 처분 문제가 크게 완화될 전망이다.

그리고 또 이 기술로 생성되는 유리 고화된 폐기물은 대단히 안정된 고화체이므로 방사성 폐기물 처분장에 처분되더라도 환경 문제를 극소화할 수 있다는 장점이 있다.

에너지 자원이 부족한 우리 나라의 원자력 산업이 성공적으로 수행되기 위해서는 중·저준위 방사성 폐기물의 유리 고화 기술 개발이 꼭 필요하다고 생각된다.

그리고 이러한 연구 개발 사업의 규모가 대단히 크고 또 모두들 처음 도전하는 미개척 분야라서 앞으로 많은 난관이 예상되기도 하지만, 사업의 중요성에 비추어 볼 때 이 기술 개발은 꼭 성공되어야 하겠다.