

사용후 핵연료 처분용기 제조원가 추정

김성기

한국원자력연구소 대전광역시 유성구 덕진동 150
sgkim1@kaeri.re.kr

요 약

본 논문에서는 PWR 사용후핵연료의 처분용기를 원가대상으로 단위당 제조원가를 추정하였다. 추정결과, 처분용기의 내부는 구상흑연주철로 외부는 순동판으로 후판 제작하였을 경우, KDC-1 처분용기의 단위당 제조원가는 약 2억 3천만원으로 추정되었다. 또한 외부용기를 순동 주물로 제조하였을 경우는 단위당 제조원가가 약 2억 1천만원으로 추정되었다. 그리고 외부용기를 후판제작할 경우, 총제조원가 대비 각 제조원가의 3대 요소별로 비율을 살펴보면, 직접재료비는 38%, 직접노무비 50%, 제조간접비 12%로 추정되었다. 따라서 한국형처분장 개념설계에서 36,000tU를 처분하는데 소요되는 처분용기 14,210개중 PWR 처분용기 11,375개를 고려하였을 경우, 처분용기 총원가는 사용후핵연료 처분 총원가의 주요한 원가동인임을 확인하였다.

1. 제조원가 추정방법

가. 공학적 원가추정방법

생산방법, 생산효율, 조업시간 등에 대한 원가행태를 계량적으로 분석하는 방법으로서 장점은 공학적 개념설계에 근거하여 추정함으로써 다른 방법보다 정확한 원가의 추정이 가능하며, 상품화가 되어 있지 않은 제품일 경우, 즉, 과거의 자료가 없는 경우에 적용이 용이하다. 또한 단점은 다른 방법보다 비용이 많이 들며, 조업도와 원가 사이에 명확한 관계를 파악하기 힘들 경우에는 별로 유용하지 않다.

나. 원가자료분석법

(1) 계정분석법(account classification method)

원가담당자가 각 계정에 기록되어 있는 모든 원가를 전문가적 판단에 따라 변동원가와 준변동원가 및 고정원가로 구분하여 추정하는 방법이며, 장점은 원가추정이 신속히 이루어지고 비용이 적게 소요되며, 원가구조가 변화하더라도 추정원가를 수정하기가 용이하다. 단점은 과거자료에 비효율성이나 비정상적인 상황이 포함되어 있을 경우 원가구조를 왜곡시킬 수 있다.

(2) 고저점법(high-low method)

과거의 원가자료 중에서 최고조업도와 최저조업도의 두 가지 값을 이용하여 고정원가와 변동원가의 원가함수를 추정하는 방법이다. 이 추정방법의 장점은 주관적인 판단이 개입되지 않아 객관적이고, 적은 시간으로 계산이 가능하다. 그러나 단점으로써 최고조업도나 최저조업도가 비정상적인 상황에서 이루어진 것이라면 원가행태를 왜곡할 수 있다.

(3) 회귀분석법(regression analysis method)

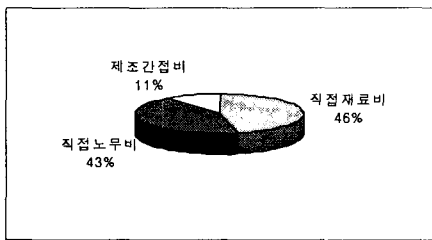
하나 또는 둘 이상의 독립변수의 변화에 따라 종속변수의 평균적 변화량을 측정하는 통계적 방법으로서 독립변수의 값에 대응하는 종속 변수의 값을 예측하고자 하는 분석방법이다. 장점은 모든 관찰 값을 포함하여 통계적 방법으로 원가함수를 추정하는 가장 객관적인 방법이며, 변수의 움직임과 관계의 정도, 통계적 유의성, 오차나 분산의 크기를 결정할 수 있다. 단점은 통계를 이용하므로 계산과정이 복잡하며, 선형성과 오차의 정규분포 등 통계학적 가정이 충족되어야 한다.

2. 처분용기의 개략적인 제작절차

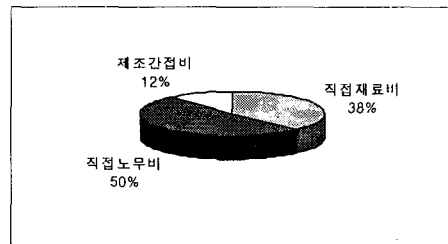
내부용기 제작은 탄소강 주조용융물과 스텐레스강 바스켓의 접촉을 피하기 위하여 바스켓을 탄소강과 스텐레스강의 이중구조로 작업하며, 외부용기 튜브 제작은 50mm 두께의 외부용기 튜브를 제작하기 위하여 60-65mm 두께의 구리판을 Rolling machine에 걸어 반원통형상 두개를 가공한 다음, 가공상태를 검사한후, 이상이 없을 경우, 진공실에서 이 두개의 반원통을 길이방향으로 접하여 전자빔으로 용접한다. 그리고 외곽튜브의 윗뚜껑과 아래 덮개는 무산소 순수구리의 원통형바에 열을 가하면서 연단한 다음 선반가공 하고, 내부용기의 윗 뚜껑은 탄소강판을 기계가공으로 제작한다. 또한 외부용기 튜브와 아래 덮개와의 용접은 튜브를 수평으로 놓고 아래 덮개를 수직으로 접합시키며, 전자빔을 수직으로 가하여 원주방향으로 회전시키면서 용접한다. 마지막으로 내-외부용기를 접합한다.

3. 제조원가 비율 및 단위당 제조원가

가. 외부용기 주조제작



나. 외부용기 후판제작



단위[원]

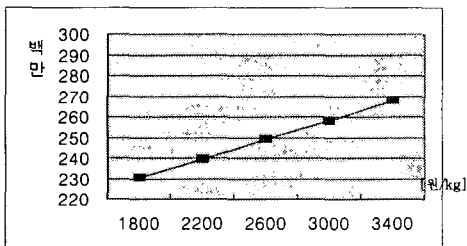
	주조제작	후판제작
직접재료비	100,849,200	86,832,250
직접노무비	93,396,000	115,710,000
제조간접비	23,721,660	27,483,612
단위당 제조원가	217,966,860	230,025,862

PWR 처분용기(KDC-1) 제원

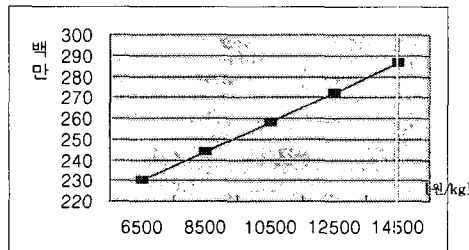
내부 주철	102cm ϕ x 461.5cm(아래 덮개 6.5cm 포함)
바스켓(4개)	22.4cm x 22.4cm x 455cm
바스켓 간격	13cm
외부 구리두께	5cm

4. 구리 및 주철가격에 대한 단위당 제조원가 민감도(후판제작)

가. 구상흑연주철(GCD 450)



나. 순동판



5. 결론

사용후핵연료 처분용기의 제조원가를 추정한 결과, 외부용기를 구리후판으로 제작할 경우, 단위당 제조원가는 약 2억 3천만원으로 추정되었으며, 제조원가의 3대요소의 비율은 직접노무비가 50%로 가장 높게 추정되었다. 결국 처분용기의 총원가는 사용후핵연료 처분 총원가의 주요한 원가동인으로 나타났으며, 보다 정확한 처분용기 제조원가 산정을 위하여 확률론적 분석방법 등을 이용한 계속적인 연구가 필요하다.