

日本のウラン濃縮技術 開發現況

日本에서는今年度에 들어와 우라늄濃縮技術 開發이 활기를 띠고 있다. 動力爐·核燃料開發事業團이 '84년부터 建設한 원심분리법에 의한 우라늄濃縮原型플랜트가 4月25日 본격적인稼動에 들어갔으며, 政府의 지원을 받아 旭化成이 연구개발을 추진해온 化學交換法에 의한 우라늄濃縮이 世界最初로 5月16日 原子力發電所의 核燃料로 사용할 수 있는 3% 농축에 성공하였다. 다음은 일본의 우라늄濃縮技術 開發現況이다.

經濟性도 國際水準에 도달

세계에서 최초로 3% 농축에 성공한 日本 旭化成의 화학농축법은 同社가 독자적으로 개발한 기술로서 우라늄235와 238의 화학적인 성질의 차이를 이용하여 吸着劑를 채운 농축탑을 산화제, 우라늄용액, 환원제의 순으로 순환시켜 濃縮度를 높이는 방법이다.

日本 官崎縣 日向市の 동사 우라늄농축연구소에서 1980년부터 실험을 시작하여 '82년4월 소형농축설비로 3.1%, '84년에는 중형농축설비로 3.2%의 농축에 성공했다.

'85년4월 대형모델플랜트를 완성시켰으나 고장으로 인해 중단되었으며, 그후 경제성을 높이기 위해 종래의 방법과 비교해 산소와 수소의 사용량이 30%로 가능한 「슈퍼法」을 개발했다.

'87년6월부터 대형모델플랜트에 의한 실험에 들어가 7월에 1.5%, 12월에 1.8% 농축을 달성하였으며, 금년 3월24일에서 4월8일까지 16일간의 연속운전으로 3% 농축에 성공해서 약 10kg

의 농축우라늄을 채취했다.

同연구소의 武田邦彦所長은 이번의 성공에 대해 「슈퍼法の 개발로 기술적으로 간소화된 결과 低코스트의 우라늄농축이 가능해져서 1kg 당 125\$의 국제가격을 100\$ 이내로 인하할 수 있는 등 경제적으로도 國際水準에 도달했다」고 평가하여 새로운 기술에 의한 우라늄濃縮市場으로의 참여에 강한 의욕을 보였다.

또한 化學法은 핵무기로 전용되기 쉬운 高농축우라늄의 달성이 곤란하기 때문에 核非擴散의 견지에서도 유력한 농축기술로서 부상하게 될 것이다.

同社에서는 더욱 개량을 추진하여 코스트 저감화에 의해 기업경쟁력을 높이려 하고 있다.

飛躍적으로 높아진 分離能力

動力爐·핵연료개발사업단이 岡山縣 人形峠에서 본격운전에 들어간 원심분리법에 의한 原型플랜트의 농축능력은 연간 200톤SWU(분리작업단위)로서 100만 kW급 원자력발전소의

1.6基分 밖에 되지 않지만, 日本原燃産業이 1991년에 운전개시를 목표로 青森縣 六個所村에 건설하는 연간 1,500톤 SWU의 상업플랜트에 그 성과가 활용되는 중요한 의미를 갖는다.

금년 가을에 생산될 농축우라늄은 關西電力에 인도된다.

그러나 이 原型플랜트가 본격운전에 도달하는 과정은 고난의 역사 그 자체였다고 할 수 있다. 핵무기와 연관되는 濃縮技術은 각국 모두 비밀로 취급하고 있어서 無의 상태에서 출발한 것이다. 일본이 國策事業으로 원심분리법에 의한 우라늄농축의 기술개발에 착수한 것이 1972년이므로 16년의 세월을 거쳐 商業化의 일보직전이 되는 原型플랜트의 운전개시에 도달했다.

年間 濃縮能力은 200톤SWU이나 이번에 운전 들어간 것은 그 반인 100톤 SWU이고 나머지의 제2운전단위는 내년 초에 운전 들어갈 예정인데, 이로서 岡山縣 人形峠에서 시작된 파일로트플랜트와 보조를 맞춘 動燃事業團의 개발프로젝트는 모두 종료하게 된다.

原型플랜트는 1984년10월 敷地정지작업에 착수, 다음 해인 '85년11월에 건물건설을 시작했고, '86년11월부터 기계설치를 개시하여 금년 3월부터 제1운전단위의 시험운전에 들어갔었다.

제1운전단위와 제2운전단위를 합한 부지면적은 47,000㎡로서 같은 敷地에서 운전중인 파일로트플랜트 4만㎡와 비교할때 그 능력이 향상 되었음을 알 수 있다.

구체적으로 캐스케이드室 자체를 비교하면 잘 알 수 있는데, 파일로트플랜트가 5,290㎡인데 반해 原型플랜트는 능력이 4 배로 높아져 있음에도 불구하고 3,660㎡로 작다.

이것은 動燃事業團이 독자적으로 개발한 집합형 원심분리기에 의한 것으로써 지금까지 캐스케이드에 의해 연결되어 있던 각기 분리기를 20機 정도로 집합시켜 그 성능향상을 도모한 것이다.

파일로트플랜트의 最新銳機 OP-2의 單機當으로 비교하면 1.5배 상승한 것이 되며, 집합된 원심분리기를 「單機」로 간주하면 20배나 상승한 것이 된다.

또한 1機當의 면적도 적기 때문에 20機를 「1 유니트化」함으로써 설치면적을 60%나 소화할 수 있었다.

經濟性を重視

일본에서 우라늄농축을 목적으로 하여 처음으로 원심분리법이 개시된 것은 1959년이었다.

그러나 그 다음해인 1960년에 美國이 핵무기로의 전용을 방지하기 위해 가스확산법은 물론

(表) 파일로트플랜트와 原型플랜트의 諸元比較

項目	파일로트플랜트 (PP)	原型플랜트 (DP)
① 公称分離能力	50tswu/Y 以上	200tswu/Y
② 敷地面積	約 4万㎡	約 4.7万㎡
③ 主棟建築面積	約 1.3万㎡	約 0.8万㎡
④ 建物總建築面積	約 1.7万㎡	約 1.5万㎡
⑤ 原料使用量	約 60t-U/Y	約 300t-U/Y
⑥ 製品濃度	4% 以下	5% 以下
⑦ 製品生産量	約 10t-U/Y	約 60t-U/Y
(發品生産量)	(約 50t-U/Y)	(約 240t-U/Y)
⑧ 原子炉等規制法	使用施設	加工施設
⑨ 増設方式	-	DOP-1의 運轉을 繼續하면서 DOP-2를 増設한다.
⑩ 保守保全	年 1回의 法定點檢時에는 플랜트를 停止 시킨다.	10年間無停止 (運轉을 繼續하면서 法定點檢을 實施한다)
[各室의 面積等]		
① 中央操作室	760㎡	230㎡
② 高周波電源室	330㎡	350㎡
③ UF6操作室		
發生回収室	1,730㎡	1,340㎡
④ 均質操作室		
局所排氣室	1,010㎡	700㎡
⑤ 캐스케이드室	5,290㎡	3,660㎡
⑥ 캐스케이드室 (容積)	42,990㎡	22,690㎡

(註) PP와 DP에서는 製品濃度와 廢品濃度가 다르기 때문에 原料使用量과 製品生産量의 比가 다르다.

원심분리법에 관한 기술정보를 비밀로 취급하기에 이르러 부득이 완전한 「自主開發」을 해야만 했다.

일본이 이미 實用化되고 있는 가스확산법 우라늄농축기술을 채용하지 않고 원심분리법을 선택한 이유는 ① 사용전력이 가스확산법의 1/10로 가능하고, ② 비교적 소규모 공장에서도 경제성을 얻을 수 있는 등 일본의 실정에 적합했기 때문이다.

특히, 값싼 사용전력이 매력이었다. 실제로 가스확산법에서는 그 농축코스트의 절반 이상이 전기요금인 점에서도 그 선택은 틀림없었다. 평화이용을 목적으로 할 경우 그 경제성은 특히 중요하기 때문이다.

限界까지 온 極限技術

원심분리기의 원리 그 자체는 현재과학의 연상선상에 있다고 한다. 그러나 「製作」하게 되면 기술의 영역에 들어가 그 벽은 높고 두껍다. 그 포인트는 회전체의 周速을 얻기위한 인버터(周波數變換裝置)와 고속회전에 견딜 수 있는

回轉胴材料의 개발이다.

일본 원심분리기의 기본방침이 굳혀진 것은 1973년으로서, 軸系統의 메카니즘벽이 돌파된 것을 계기로 오늘날의 원심분리기의 原型이라고 할 수 있는 원심기의 구상이 완성되었다.

1979년9월에는 파일로트플랜트인 「OA-1A」(1,000대)가 운전을 개시하여 「濃縮國」의 일원이 되었다.

1년 후인 1980년 9월에 운전에 들어간 OP-1B(3,000대)의 성능은 OP-1A의 1.5배가 되었고, 1982년3월 새로 추가된 OP-2(3,000대)는 당초의 OP-1A의 2배로 성능이 향상되었다.

이 시점에서 일본의 원심분리기술이 세계수준에 도달한 것을 당시 관계자의 발언을 통해 알 수 있다. 「캐스케이드의 배치를 사진으로만 독하면 서독, 네덜란드, 영국의 공동농축사업회사인 『우렌코』와 거의 같으며, 이로 미루어 보아 농축시설의 면적과 원심분리기의 대수에서 대충의 성능을 추측할 수 있다」

실제단계에서는 1%의 고장률을 전망했으나, 실제로 운전에 들어가서는 0.5% 이하를 기록함으로써 우렌코의 고장률과 거의 같은 정도이므로 기술적으로는 같은 수준으로 보아도 무방하다.

원심분리기의 성능은 회전체의 길이와 周速으로 결정된다. 회전체의 길이를 길게 하면 그에 비례하여 분리능력이 향상된다. 그러나 회전체는 고속으로 회전하기 때문에 길게 하는데에는 어려움이 따른다. 왜냐하면 그 분리능력도 周速의 4乘에 비례해서 상승해 가기 때문이다.

이와 같은 점을 고려하면 이번의 原型플랜트 능력은 거의 극한에 가까운 수준까지 왔다고 할 수 있으며, 다음 단계는 고속회전에 견딜 수 있는 素材開發이라고 할 수 있겠다.

