

세계의 高温 가스 開發의 動向

세계의 高温 gas 炉의 研究開發協力は 활발하게 움직이고 있다. 주로 미국, 서독, 일본등을 중심으로해서 이分野의 協力에 대해서 간단히 論해보기로 한다. 核燃料자원과 에너지 供給源 이라는 점에서 高温 가스 炉는 그 존재意義가 새삼스럽게 인식되어가고 있다해도 좋을 것이다. 왜 그러냐하면 高温 가스 炉는 그 增殖率이 그 자체로서 1에 가깝다는 것, 또는 高速增殖炉와 Symbiotic 하게 共存시키는 시스템을 취하며는 장기적인 核연료자원의 공급, 즉 濃縮 우라늄 없이도 天然우라늄과 토리움만으로서 자원을 가장 유효하게 이용할 수 있는 시스템을 취할 수가 있기 때문이다. 또, 에너지 공급의 면에서 보더라도 역시 한정된 核연료자원을 核分裂시킬 경우 발생하는 에너지를 가장 유효하게 활용할 수 있는 시스템을 취할 수가 있기 때문이다. 昨속, 석유자원의 燃料利用의 限界의 가능성도 보여질때, 핵분열 에너지를 되도록 高温의 1000℃에서 꺼집어 내어 近代 代學工業에서의 석유연료의 代替도 할 것,

그리고 핵분열 에너지를 되도록 有効하게 이용하고 原子炉로 부터 水中 또는 空중에 排기하는 熱量을 가장 적게하는 炉 System을 취할 수가 있는 특징을 가지고 있다.

이와같은 특징을 가진 高温 가스 炉는 최근의 석유공급의 문제, 에너지 有効이용의 문제, 환경오염의 문제 등으로부터 새삼스럽게 선진국에서

再認識되어 가고 있다. 各國은 각자의 나라의 에너지 資源과 그 供給 狀況을 배려하면서 자기 나라의 에너지 需給의 體系속에 高溫 가스 爐가 차지하는 位置를 발견하고 있다.

즉 이와같은 에너지 狀況下에서 미국 및 서독은 특히 이 문제를 重視하여 高溫 가스 爐의 개발에 독자적인 배려를 하고 있다.

△西獨 81년에 原型 爐運開로

에너지 資源이 결핍한 서독에서는 研究技術部 (BMFT) 指導下에 石油의 代替 energy 를 얻기 위해서 高溫 가스 爐와 그 利用系의 개발에 적극적으로 努力하고 있다해도 좋을 것이다. Pebble-bed 型 실험도 (AVR) 는 1967년 運轉開始하고 74년에 950℃의 헬륨 가스 (helium gas) 出口 溫度를 달성하고 현재 운전중이며 爐型의 實證, 燃料의 실증등이 行해졌다. 이어서 原型 爐 THTR-300 的 건설이 개시 되었으나 안전 심사를 위한 기준의 변경, 機器의 納入 지연등으로서 건설 도중에 있으며 81년에 운전 개시할 예정이다. 이와같이 오래 전부터 西獨에서는 특유한 Pebble-bed 型的 高溫 gas 爐가 개발되고 있으나 그 이용系의 개발에도 힘을 쓰고 있으며 78년 및 79년의 西獨이 투입하는 자금은 과학기술부와 노오스라이너리 웨스트화렌州政府에서 나와 KFA 유릿히 연구소와 民間會社에 분활되고 있으나 그 내역은 제 1표에서 나타내고 있다.

高溫 가스 爐의 이용系의 개발의 HHT (高溫 gas 爐 Helium Turbine) 계획은 高溫 가스에 직접하는 gas-Lurbiue 的 개발을 행한다. 이 계획에는 서독의 民間會社 뿐만아니라 스위스 미국의 民間會社가 참가

하여 第1期계획은 69년부터 시작하여 77년에 끝났으나 직접 Cycle 高温 gas 發電炉의 개념의 설계를 행하였다. 여기에 계속되는 6년간의 第2期計劃에서는 65萬kw의 Demonstration 炉의 설계를 행하고 82년에 안전심사를 거쳐서 건설허가를 얻을 계획이다.

第3期계획에서는 84년에 건설을 개시한다고 하고있다. 그리고 이 HHT계획에는 HHV (高温 헬륨 연구시설, 을 건설하여 운전하는 것이 포함되어 있다. 이 100 p에서는 流量每秒 200 kg에서 1000℃의 헬륨에 의해서 45萬 MW의 헬륨 터-빈, 1000℃의 配管, 中間 열교환기의 実証이 행해지고 있다.

PNP (核熱利用原型炉) 계획에서는 核熱이용의 연구와 石炭 또는 褐炭 (西獨유릿허에 가까운 한밭하에서는 露天掘가능의 24億톤의 갈탄의 채굴이 현재 행해지고 있다)의 가스化的 연구개발이 행해지고 있다. HBR (高温 gas 炉연료 Cycle) 계획에서는 高温가스炉연료, 토리움연료의 재처리, 高레벨 폐기물의 glass 化的 연구개발이 행해지고 있다. 이들의 계획을 수행하는 개발체제로서는 발전용 HTR, Process need 用 HTR 및 核熱공급의 3개의 Consociam를 78년말에 서독 국내에 완성시키고 있다.

日本과 西獨은 分擔으로서 開發費를 低減化하고 있다.

일본과 서독은 정부간의 과학기술분야에서의 협력에 관하는 協定 下에 日・西獨科學技術協力合同委員會에 高溫가스爐에 관해서 76年 6월 Pammel (部會)가 설치되어 검토한 결과 KFA 유릿히 研究所와 日本原子力研究所사이에 研究협력협정이 79年 2월 2일 체결되었다.

이 협정은 77年 10월 잠정적인 memorandum가 교환되고 협정의 실적은 점차로 진행되고 있다. 78年 6월에 협정의 initial 이 행해졌다. 이 협정에는 서로 균형이 잡힌 성과, 보고, 논문등의 기술정보의 교환을 행하는 외에 전문가회의의 개최, 연구원의 상호 파견등이 약조되어 있다. 그리고 이 협정에는 일본과 서독 쌍방의 관련하는 민간회사를 포함해서 앞서 말한 협정이 되어 있으므로 양국의 성과가 有効적으로 활용된다. 그 연구의 영역으로서 KFA 유릿히 연구소에서는 爐物理, 원자로안정성, 원자로 및 構造工學, 燃料要素를 맡고 일본원자력연구소에서는 爐物理, 熱流力, 原子爐安全, 原子爐 및 構造工學燃料要素를 들고있다. 이 협정은 양 연구소에서 특정연구과제 (TASK)를 설정하고 있는것이 특징이다.

이 데스크의 항목분야로서는 ①연료 ②黑鉛 ③耐熱금속재료 ④計測量 ⑤주요機器 ⑥耐震이 현재 선전되고 있다. 이 항목들의 어느것에서도 쌍방의 연구소에서 책임자를 지명하고 兩者사이에서 작업의 실무가 행해지나 그것은 PWS(Project Work Statement)

와 연구 협력회의에서 추진된다. 이 Task설치의 취지는 ① 같은 연구항목에 대해서는 양 연구소에서 분담하여 연구한다. ② 한쪽의 연구소에서 개발된 성과는 다시 他方의 연구소에서 再 研究開發을 행하지 않고 데이터를 활용한다. 는 등으로서 연구개발비의 低減化를 의도한것으로 되어있다. 그 實例를 들면 최근 서독의 안전심사에서는 耐震문제가 크로즈-업되어 있으나 이점은 유릿히연구소에서 일본원자력연구소에서 실시하고 있는 耐震研究의 성과를 전면적으로 활용하며 유릿히연구소에서는 중복된 실험을 행하지 않은 것, 또 일본원자력연구소에서 개발한 高温用中性子檢出器를 유릿히연구소에서 성능확인실험을 행하여 성능이 만족되며는 서독측으로서는 연구개발을 행하지 않고 그대로 實用化한다는 등이다. 한편 일본원자력연구소에서는 黒鉛, 연료등에 관해서 유릿히연구소에서 오랫동안 照射를 포함해서 연구개발해온 試料에 대해서 전면적으로 자료를 입수하여 적절 한것이 있으면 활용한다고 하는 사고방식에 서고있다.

앞으로 이상의 사항들을 발판으로 일본원자력연구소는 일본내의 관련 민간회사와 이 협정에 따른 협정을 체결하여 이 협정의 實益을 더욱 높이게 하는 동시에 일본원자력연구소 多目的高温가스 實驗炉의 設計, 建設, 運轉에 도움이 되게 했으면하고 있다.

美國은 新型 爐의 開發 育成으로

美國 에너지省은 78년 10월 13일 현재 가스冷却 爐協會 (GCRA)가 설계, 建設, 運轉을 예정하고 있는 Lead Plant 90萬kw의 蒸氣 Cycle 高溫 gas 發電 爐의 원조를 중지하고 ADVANCED 高溫 가스 爐의 개발을 육성할 생각을 명백히 하였다. 이 ADVANCED 高溫 가스 爐 개발에는 直接 사이클 즉 가스 터빈 高溫 가스 發電 爐와 多目的 高溫 가스 爐의 개발이 포함되어 있다.

이 에너지 省의 정책의 전환은 西獨의 高溫 가스 爐의 개발에 步調를 맞추는 것인데 輕水 爐와 비교해서 그다지 利點이 없는 증기 사이클 高溫 가스 發電 爐 대신에 西獨에서 이미 착실하게 진전하고 있는 HHT 계획에 협력해서 가스 터 - 빈 高溫 가스 發電 爐의 개발을 의도하고 있다. 이것은 연료 사이클 中에서도 輕水 爐에 続行하는 爐型이라는 思考方式을 취하고 있는 것으로 보인다.

이 가스 터빈 高溫 가스 發電 爐는 歐洲 및 미국에서 최근 심히 주목되고 있었던 爐 시스템 이라고 해도 좋은 것이다. 그 특징은, - (1) 증기 사이클에서 볼 수 있는 물의 潛熱에 의한 熱損失도 없고 가스 - 터빈 發電 效率이 40%, recuperator에 의한 200℃ 전후의 증기, 온수의 이용 효율이 40%에 달한다. 따라서 각종의 열 이용이 가능하고 立地的으로도 有利하다. (2) 20% 廢熱의 小型 dry Cooling Tower 방식이 사용된다. 이것은 해안 또는 하천가에 입지할 필요가 없고 內陸에 高溫 가스 爐의 설치가 가능하게 된다. (3)

Helium Coolant 의 가스炉를 위해서 종업원 被曝線量이 현저하게 저하하는것 , 다시 방사성 폐기물의 양이 극히 적다는 것 등이다. 이상에서의 高温가스炉의 특징이 최근 갑작스럽게 세계 각국에서 인식되게 되었다.

System 開發에 國際協力の 파도

앞에서의 記述 한 바와 같은 특질을 가지는 高温가스炉 시스템의 必要性을 인식하여 미국의 에너지省은 각국의 연구투자의 한계등을 배려하고 국제협력에 의한 개발을 提唱하고 있다. 第2表는 미국, 서독, 일본의 최근의 연구비를 表로 한 것이다. 79 회계년도의 3국의 연구개발비총액은 우리나라 돈으로 1000 億원정도가 된다. 이 액수는 하나의 炉型 시스템을 개발하는데 필요한 년간의 연구개발비라고 생각된다. 따라서 각국의 연구개발의 중복을 피하기 위한 국제협력의 必要性이 提高되고 있다.

미국과 서독 사이의 政府間의 가스 冷却炉개발의 協定은 77년부 터 10년간의 기한으로 이미 발족하고 있으며 프랑스 및 스위스도 部分的으로 加盟하고 있다. 이 협정의 協力分野는 ① 가스 冷却熱中性子炉 ② 가스冷却高速炉 ③ 高温가스 冷却炉燃料 사이클이며 그 領域은 기초연구부문부터 工學的인 共同開發까지를 포함하고 있다.

일본원자력연구소도 미국에너지 省의 義向에 동의하여 우선 실무 레벨의 교섭으로서 미국의 高温가스炉 연구의 센터인 Oak Ridge

국립연구소와 연구협력의 태세가 되도록 노력을 할 생각을 가지고 있는것 같다.

이상에서와 같이 多目的高温가스炉는 現今의 에너지 문제, 核燃料資源問題 등의 관점에서 앞으로 더욱 그 開發과 시스템의 완성이 要請되리라고 생각되므로 이와같은 線에 따라 국제적인 노력이 기우려질 것으로 생각한다.

제 1 표 西獨의 高溫 gas System
 開發費 (1978 년)

항 목	예 산 (百 萬 DM)	비 고
AVR 운전	8	운 전
THTR - 30 설 계 건 설	134	설 계 , 건 설
HHT 설 계 연 구 개 발	61	helium.gas turbine 발전

PNP 설계, 건설	85	Process heat 이용연구
설계, 건설	26	石炭의 gas 化 연구
MBK 연구개발	23	고온 gas 炉의 연료개발 Thorium 연료재처리 (JUPITER) 高 Level 폐기물의 glass 化

第 2 表 各國의 高溫 gas 의
개발비 (利用系를 포함)

회계 년도 국 명	1976	1977	1978	1979
億 円 日 本 (政府出資)	41.0	43.0	39.0	47.9
百萬 佛 美 国 (D.O.E)	18.1	17.1	32.0	42.0 (약 170 億 원)
西 独 (BMFT 他)	1.798		203.8 이외에 THTR, 300 에 135	256.8 (약 643 億 원)