

PLC를 이용한 Dual Tower Drier 운전 적용에 관한 연구

° 박종범\*, 박익수\*, 조황\*\*

\*한국전력공사 전력연구원 \*\*광운대학교 제어계측공학과

An Application of a PLC to a control System for a Dual Tower Drier in Nuclear Power Plant

° Jong Beom Park\*, Ik Soo Park\*, Whang Cho\*\*

\*Korea Electric Power Research Institute \*\*Control & Instruments Eng., Kwangwoon Univ

**Abstract** - A control system using a PLC has been developed for a dual tower drier(DTD) in a CANDU type nuclear power plant. This system will replace the existing DTD control system which was implemented with mechanical timers and relays. The new control system makes it possible for an operator to perform more precise time and dew point control for the DTD, thanks to the high efficiency and flexibility of the PLC. The operational cost for the control system is much reduced compared to the existing system.

어 동시에 재생운전 될 수 없으며 재생온도는 175℃ 로 설정되어 있다.

1. 서 론

CANDU형 원자로의 중수증기 회수 계통은 원자로 건물안의 습분을 고려하지 않고 기계식 타이머를 이용해 일정 시간마다 계통의 운전모드를 전환시키는 시퀀스제어로 설계되어 설비가 비효율적이며 중수회수 능력 저하 및 작업자의 삼중수소(Tritium) 피폭을 증가시키는 등의 결과를 초래하고 있다. 이러한 기존제어의 문제점들을 해결하기 위해 기존 기계식 타이머 방식을 Micro Processor가 내장된 PLC를 사용한 타이머 방식으로 바꾸었다. 또한 제어의 정확성과 효율성 향상을 위해서 노점제어 방식을 프로그램화하여 PLC 제어가 되도록 설계하였는데 이러한 두 방식은 운전원의 선택에 따라 시간 및 노점제어가 가능하게 되어 있다. 중수증기 회수 계통은 크게 Single Tower 형태와 Dual Tower 형태로 나누어지는데 지면상의 제약으로 본 논문에서는 Duale Tower 형태에 대해서만 논의 하고자 한다.

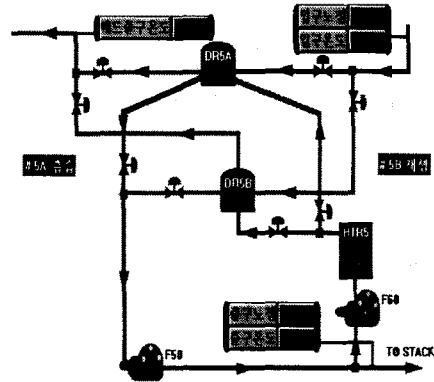


그림 1. 5A/B Dual Tower Drier 계통도

2. 중수증기 회수 계통의 특성

원자로 건물은 많은 계통과 기기들이 들어있는 운전지역과 출입지역이 있어 원자로 운전중 또는 정지 및 보수 기간 중에 중수증기나 액체 중수의 누설이 발생된다. 이러한 지역은 크게 두 개의 지역으로 나누어 삼중수소의 오염을 줄이도록 설계되어 있다. 즉, 중수증기 회수 계통과 환기계통 지역으로 나누어지며 중수 누설가능성이 큰 지역에는 중수증기 회수 계통을 설치하여 오염된 공기를 순환시켜 오염방지는 물론 고가의 중수를 회수하는 반면, 누설 가능성이 작은 지역에는 환기계통을 설치, 오염된 공기를 저장시킨후 대기로 방출시킴으로써 격납 용기내의 삼중수소의 축적을 방지하고 있다.

3. 기존 제어시스템

Dual Tower Drier의 구성은 5A/B, 11A/B 되어 있으며, 그림1은 5A/B, 그림2는 11A/B를 나타내고 있다. 각 두 개씩 묶여 한 계통을 이루고 재생 5시간, 흡습 5시간으로 고정 설정되어 있다. 또한 이들은 기계식 타이머에 의하여 제어되고 있으며 서로 연동되어 있

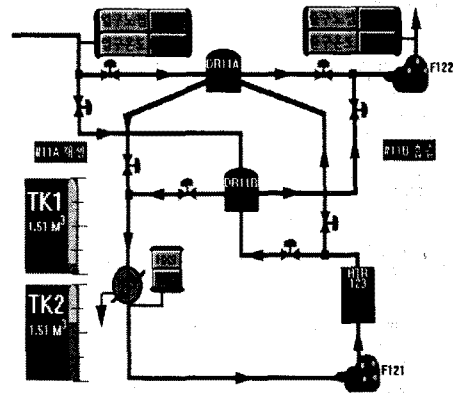


그림 2. 11A/B Dual Tower Drier 계통도

그림3과 같이 기존제어는 기계식 타이머를 이용하여 제어시간을 설정하기 때문에 정확한 시간 설정이 불가능하므로 이로 인한 오차시간이 여러주기 동안 누적될 경우 주기가 적은 쪽이 두번 연속 재생모드에 들어가게 되고 다른 한쪽은 인터락으로 인해 상대편 재생이 끝날 때까지 흡습상태로 대기해야 한다. 결국 재생시간 만큼 더 흡습 후 재생에 들어가야 하므로 Dryer는 포화상태가 되어 출구노점은 입구노점보다 높아지게 된다. 또한 모드전환의 주요한 기능을 맡고 있는 기계식 타이머의 잦은 점점 고장으로 모드전환이 제대로 이루어지지 않은 채 한쪽 Dryer는 계속 재생모드, 상대편 Dryer는 계속

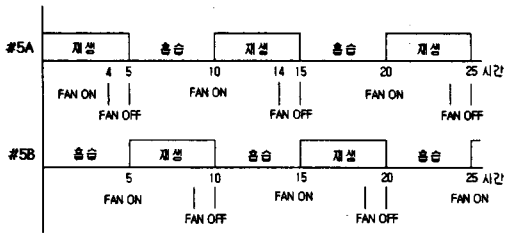


그림 3. 기존 제어

흡수모드로 운전되어 Dryer의 성능을 제대로 발휘하지 못한다.

기존 시스템은 타이머 고장에 대한 경보장치가 설치되어 있지 않아 운전원의 고장 감지가 어려운 실정이며, Dual Tower Drier의 중요 기능은 아래와 같다. 5A/B는 원자로건물 연료장전실(R-107,108)에서 기존의 Single Tower Drier에서 회수하는 설비의 보조역할을 담당한다. 연료장전실은 중수의 누설률도 다른 장소보다 높으며 삼중수소 농도도 다른 장소보다 높아 삼중수소 오염의 확산을 최소화시키기 위해서 건물 출입지역보다 압력을 낮게 유지시키는 기능을 담당한다. 또한 11A/B는 증기발생기실(R-501)을 담당하며 이지역은 다른 장소보다 중수의 누설이 작으며 다른 계통과는 다르게 원자로건물 안에 설치되어 있다. 이 지역은 핵연료의 교체가 없으면 운전중 연속적으로 출입이 가능하여 유지보수가 가능하다. Dual Tower Drier은 이와 같이 독특한 기능을 담당하며 그림4는 기존제어 방식의 흐름도를 나타내고 있다.

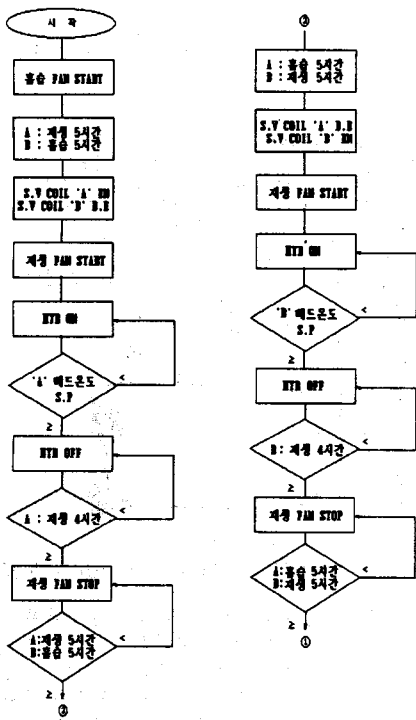


그림 4. 기존시스템의 Flow Chart

#### 4. 개발한 제어 알고리즘

기존제어 방법으로 운전할 경우에는 입구노점과 주위

온도의 변화에 대해 시스템을 자동운전할 수 없으므로 Dryer 출구노점은 전혀 제어하지 못할 뿐만 아니라 원자로 건물내 삼중수소의 농도를 적절히 감소시키지 못한다. 또한 5A/B쪽에서 문제가 발생할 경우 R-107,108에 부압을 걸어주지 못해 원자로건물 전체로 오염이 확산될 수 있다. 11A/B는 정상운전중에는 문제가 없으나 핵연료 교체 작업중 이거나 원자로건물내 삼중수소 농도가 높거나 하는 문제로 운전원이 출입하지 못하는 경우 현장에 문제발생시 운전불능상태를 초래 한다. 이런 점들을 해결하기 위해서 출구노점과 베드의 온도를 제어변수로 사용한 제어 알고리즘을 PLC 운전 프로그램인 Ladder Diagram 으로 그림5와 같이 구현하였고 11A/B는 원자로건물밖에서 원격제어가 가능하도록 개발하였다.

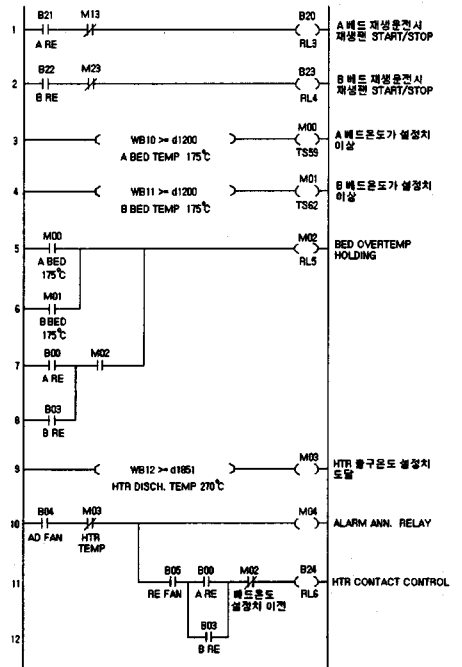


그림 5. Ladder Diagram

PLC로 운전되는 제어방식을 살펴보면 흡수에서 재생으로의 운전모드 전환시 Dryer 출구노점을 제어인자로 이용하였으며 재생에서 흡수으로의 운전모드 전환은 냉각중 일때의 베드온도를 이용하였다. 즉, 흡수운전중 시간의 흐름에 따라 베드가 점점 중수증기를 많이 흡수하여 흡착성능이 저하되면 Dryer 출구노점이 상승하게 되고, 설정점 -40°C에 도달하면 흡수에서 재생모드로 운

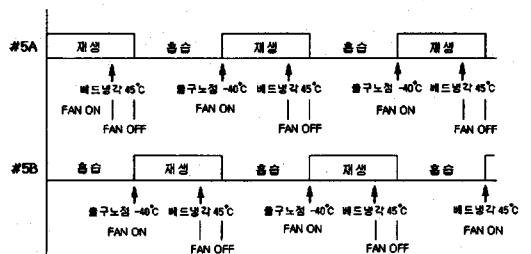


그림 6. 개발한 알고리즘(Dual Tower)

