

순간정전이 하나로 운전에 미치는 영향 분석

Analysis of the Momentary Interruption Impact on the HANARO Operation

김형규, 정환성, 최영산, 우종섭

한국원자력연구소

대전광역시 유성구 덕진동 150

1. 서론

전력은 원자력 설비를 포함한 모든 분야에 필수적인 동력원으로 안정적인 전압 및 주파수를 가진 신뢰성 높은 전력의 공급이 요구된다. 그러나 전력에 포함된 많은 왜란들은 공급자의 제어가 불가능한 자연적인 현상들이 많기 때문에 완벽한 전력을 공급하기 어렵다. 전압강하 및 정전 등의 전력 불안정은 하나로의 불시정지 등 안정적인 운전에 영향을 준다. 순간정전 보상장치를 이용하면 순간정전 및 전압강하의 영향을 줄일 수 있다. 본 논문에서는 순간정전 보상장치를 하나로에 적용 가능성을 검토하기 위하여 순간정전이 하나로의 제어봉 및 정지봉 계통, 1차 및 2차 냉각계통에 미치는 영향을 조사 분석하였다.

2. 제어봉 및 정지봉에서의 순간정전 영향

2.1 제어봉

제어봉은 전자클러치의 전자력에 의해 구동장치와 연결되어 있으며 스테핑 모터에 의해 구동된다. 전자클러치의 전자력이 상실되면 제어봉이 자유낙하 하여 원자로는 정지된다. 전자클러치는 교류전력을 직류전력으로 변환하는 직류전원 공급 장치로부터 12V의 직류전력을 공급받는다. 대부분 직류전원 공급 장치들은 변압기, 인덕터 및 커패시터 등으로 구성되어있어 에너지 저장능력을 가진다. 제어봉은 직류전원 공급장치에 교류 10V의 전압이 525msec 이상 지속하여 공급되면 전자력 상실로 낙하한다[1].

2.2 정지봉

정지봉 계통에 대한 전압강하의 영향은 제어회로를 구성하는 전자접촉기의 개방에 의하여 펌프의 전원공급이 차단되고, 그 결과 정지봉 낙하하는 것이다. 전자접촉기의 코일 조작전압은 110V이나 70V의 전압이 50msec 이상 지속될 때 전자력 상실로 개방되며, 정지봉은 펌프의 전원이 상실되면 수압 실린더의 압력 상실로 1000msec 후에 낙하하기 시작한다[1].

프의 전원공급이 차단되고, 그 결과 정지봉 낙하하는 것이다. 전자접촉기의 코일 조작전압은 110V이나 70V의 전압이 50msec 이상 지속될 때 전자력 상실로 개방되며, 정지봉은 펌프의 전원이 상실되면 수압 실린더의 압력 상실로 1000msec 후에 낙하하기 시작한다[1].

3. 1차 및 2차 냉각계통에 대한 순간정전 영향

1차 및 2차 냉각펌프는 정전이 발생하면 부족전압 계전기가 동작하여 펌프는 정지되며 복전이 되어도 자동으로 재 기동하지 않는다. 부족전압 계전기는 계통전압의 50%, 시간지연은 4초에 설정되어 있다. 완전정전이 발생하였을 때 부족전압 계전기의 동작시간은 약 2.4초이다.

1차 냉각계통은 정전이 발생하면 약 5.5초 후에 1차 냉각수 저유량 신호가 발생하여 원자로를 정지시킨다.

2차 냉각계통의 유량은 원자로 열 출력 계산에 사용되므로 정전 후 부족 전압 계전기가 동작할 때까지 유량변화를 확인하였다. 표 1은 정전이 발생한 경우 2차 냉각계통의 유량 변화이다. 펌프정지 1초 후의 유량은 정상 유량에서 약 2.6% 감소되었으며, 2.4초 후에는 약 3.5%가 감소됨을 확인하였다. 펌프정지 후 이 시간 동안 2차 냉각수의 온도가 일정하다고 가정하면 열 출력은 유량변화에 관계된다. 하나로가 열 출력 30MW로 운전되고 있는 경우 유량감소에 의한 열 출력 변화는 1초 후에 0.78MW, 2.4초 후에는 1.05MW가 감소됨을 알 수 있다. 따라서 부족전압 계전기가 동작하는 시간까지는 N/T mismatch에 의한 원자로 정지는 발생하지 않을 것으로 예상된다. 그림 1은 정전 이후 2차 냉각계통의 유량 변화이다[2].

표 1 2차 계통 유량변화

	유량 (kg/sec)	유량변화(%)
정상운전	950	
정전 1초 후	925.5	2.6
정전 2.4초 후	916.7	3.5

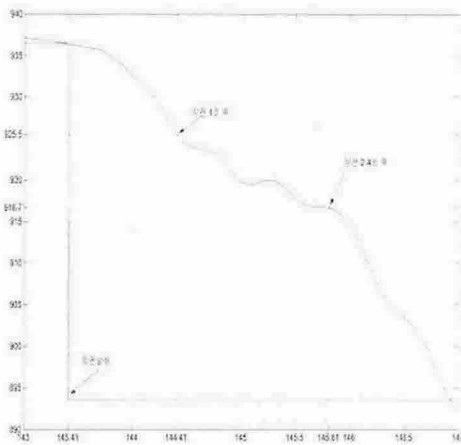


그림 1. 2차 냉각계통의 유량변화

4. 요약

1) 제어봉의 전자 클러치는 직류전원 공급 장치에 의해 12V의 직류 전력을 공급받으며 전압 강하에 대한 내성이 좋다. 제어봉은 10V의 전압이 525msec 이상 지속될 때 전자력 상실로 낙하한다. 완전정전(0V)이 발생하여도 직류전원 공급 장치는 500msec 동안 전자클러치에 직류전력을

공급하여 제어봉의 연결 상태를 유지하도록 한다.

2) 정지봉 계통에 대한 전압강하의 영향은 제어회로를 구성하는 전자접촉기의 개방에 의하여 펌프의 전원공급이 차단되고, 그 결과 정지봉이 낙하한다. 정지봉은 펌프의 전원이 상실되면 수압 실린더의 압력 상실로 약 1000msec 후에 낙하하기 시작한다. 그림 2는 제어봉 및 정지봉에 대한 정전 영향을 시간에 따라 표시한 것이다.



그림 2. 제어봉, 정지봉에 대한 순간정전 영향

3) 1차 및 2차 냉각계통의 부족전압 계전기에 의해 펌프가 정지할 때까지 저유량 신호 및 N/T mismatch 신호에 의한 원자로 정지신호는 발생되지 않는다. 따라서 정지봉 및 제어봉 계통에 적용하고자 하는 순간정전 보상장치는 부족전압 계전기 동작시간 이내의 보상시간에서만 가능할 것이다.

5. 참고문헌

- [1] 김형규, 정환성, “하나로 정지봉 및 제어봉 계통 순간정전 영향시험”, HAN-RS-CR-04-015, 내부통신문, 2004. 6.18.
- [2] 김형규, 정환성, “공정계통의 순간정전 영향”, HAN-RS-CR-04-018, 내부통신문, 2004. 7. 4.