

혼합형 플라즈마 토치 전원공급시스템

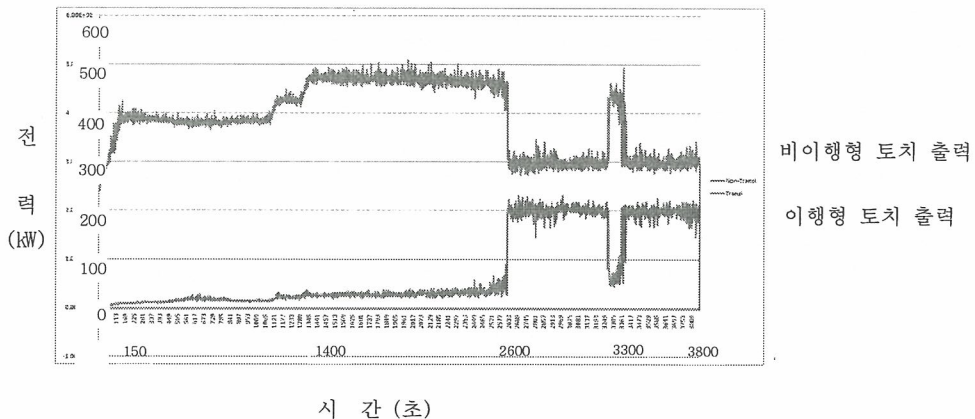
김영일, 박승철, 박종길

한국수력원자력(주) 원자력발전기술원, 대전광역시 유성구 장동 25-1번지

kvi0705@khnp.co.kr

1. 서론

한국수력원자력(주) 원자력발전기술원은 방사성폐기물을 처리하기 위해 이행형, 비이행형과 두 가지 방식이 동시에 가능한 혼합형 플라즈마 토치 용융시스템을 개발하였다. 이행형 플라즈마 방식은 토치 몸체 내 전극과 전기 전도성이 있는 용융 대상 폐기물을 전극으로 사용하는 것으로써 아크의 복사 및 대류열과 폐기물 내 흐르는 전류로 인한 주열(Joule)열을 폐기물의 가열에 이용한다. 이 방식은 가열효율이 높고 배기체 발생량이 적으나 토치의 운전이 용융물의 전기전도도 변화에 민감하다. 반면, 비이행형 플라즈마 방식은 두 개의 전극 모두가 토치 내부에 설치되어 있으며 아크의 복사와 대류열만을 사용하여 폐기물의 표면을 가열하는 방식이며 또한 폐기물의 전기적 특성에 무관하게 토치의 운전이 상대적으로 안정적이나 가열효율이 낮고 배기체 발생량이 많은 특징이 있다. 원자력발전기술원은 혼합형 플라즈마 토치 전원공급시스템을 개발하여 국내·외에 특허 출원하였으며, 본 전원공급시스템은 폐기물의 전기전도도 변화에 따라 이행형 또는 비이행형 모드로 자동 전환이 가능하고 이행형과 비이행형 아크를 동시에 발생시킬 수 있다[1].



시 간 (초)
그림 1. 혼합형 플라즈마 토치의 성능시험 결과

2. 시스템 구성

그림 2는 혼합형 플라즈마 토치 전원공급시스템의 구성도이다.

2.1 Incoming Panel

입력 부스바(Bus Bar)는 3상 380VAC 입력을 연결하는 곳이고, 교류전류 변환기(AC CT (Current Transducer))는 입력단자에서 주변압기(Main Transformer)로 흐르는 전류를 직류 전압으로 전환하여 제어기의 A/D(Analog/Digital) 변환기(Converter)로 보내어주며 R상과 T상에만 설치되어 있다. NFB(No Fuse Breaker)는 입력부에 설치하여 주전원을 투입 하거나 차단하는 역할을 한다. 또한 과전류에 대한 차단 능력이 있어서 전원 및 장치를 단락으로부터 보호할 수 있고 트립 코일(Trip Coil)이 내장되어 있어 전원 이상 시와 비상정지 스위치를 누를 경우 입력전원을 차단한다. 퓨즈(Fuse)는 과전류 시 용단되어 회로를 차단하여 입력 전원부를 보호하고 이때 정류기는 정지된다. CHMC(Charging Magnetic Contact)는 초기 돌입 전류로부터 회로를 보호하기 위해 작동하며 충전이 90%이상 진행되면 동작을 멈추게 되고 ACB(Air Circuit Breaker)가 동작한다. 그리고 주변압기는 3권선 변압기로서 역률이 좋고 고조파(高調波) 성분이 적은 Δ - Δ -Y 권선으로 결선되어 있다.

2.2 Converter Panel

다이오드(Diode) 정류부는 다이오드를 사용하여 3상 교류 전기를 전파 정류하여 직류 전기로 변환하고, 축전기(Capacitor)부는 정류부에서 정류되어진 직류 전기를 충전하는 역할을 한다. 단속기(Chopper)는 정류된 전기를 IGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor) 스위칭에 의하여 출력 전압 및 전류의 크기를 결정하며, 직류전류 변환기(DC CT)는 단속기에서 출력되는 전류를 감지하여 제어기의 A/D 변환기부로 아날로그(Analog) 값을 전송한다. 완충기(Snubber)부는 정류부에서 발생하는 노이즈를 차폐하여 안정된 정류를 보장하는 역할을 하고, 수배관부는 장치의 과도한 온도 상승을 막기 위해 수배관을 통하여 냉각수를 공급한다.

2.3 Reactor Panel

리액터(Reactor)부는 서로 다른 용량을 갖는 3대의 직류 리액터가 직렬로 연결되어 있으며 안정적인 전원을 공급하는 역할을 하고, 출력부는 판넬 상단부에 P1, P2, N의 부스바가 위치하며, 수배관부는 냉각수로 시스템을 냉각시킨다[2].

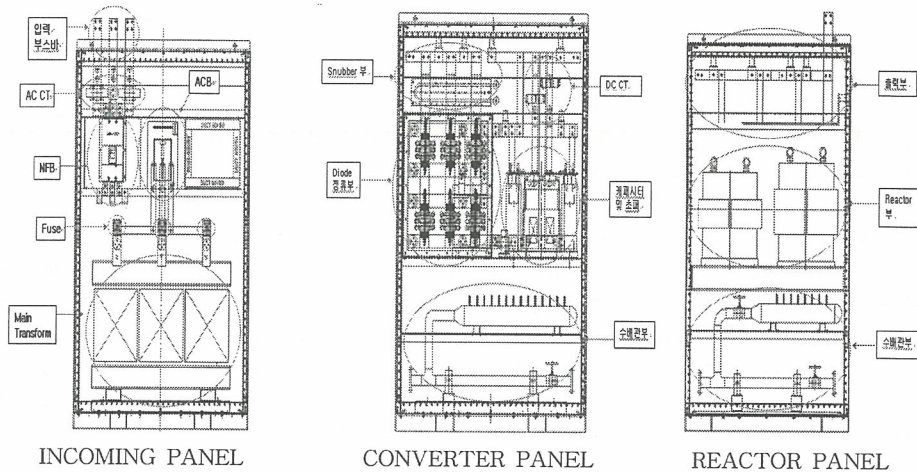


그림 2. 혼합형 플라즈마 토치 전원공급시스템의 구성도

3. 결 론

본 혼합형 플라즈마 토치 전원공급시스템은 IGBT 소자를 사용하여 이행형과 비이행형에 사용되는 전류 비율을 적절하게 분배할 수 있고 최적화할 수 있다. 기존의 다른 전원공급시스템은 이행형 토치와 비이행형 토치에 각각 다른 독립적 전원을 공급하고 있으나 원자력발전기술원의 전원공급시스템은 한 개의 시스템으로 두 개 운전모드(이행 및 비이행)를 원하는 비율로 자유롭게 혼합할 수 있다. 그리고 토치 기동시에 아르곤 가스를 사용하므로 낮은 전압으로도 플라즈마를 형성할 수 있어 토치를 안정적으로 점화(Ignition)하여 운전할 수 있다. 또한 이 시스템은 전류 제어소자로 IGBT를 사용하기 때문에 정류 후에 Chopping을 하여 고조파(高調波)를 발생시키지 않을 뿐만 아니라 별도의 역률 보상회로 없이 95% 이상의 역률을 얻을 수 있다.

참고문헌

1. Y.S Kim 의 3인, Development of a plasma torch melting system for nonflammable LLRW, 2007.
2. (주)에드플라텍, 500kW 혼합형 플라즈마 토치 용융로 제작/설치 준공도서, 2008.