

침출수 처리 응용 펄스전원 시스템

장성록*, 안석호*, 류홍제**, 임근희**

*과학기술연합대학원대학교, **한국전기연구원

Pulsed Power System for Leachate Treatment Application

S.R. Jang*, S.H. Ahn*, H.J. Ryoo**, G.H. Rim**

*University of Science & Technology, **KERI

ABSTRACT

This paper deals with the water treatment of the leachate from sewage filled ground by a pulsed power technology. Leachate from sewage filled ground should be treated below regulation level of COD in order to prevent environmental pollution and usually treated by a chemical method. Among the pollutants mixed in the leachate, chemical compounds of benzene series are known to be difficult to break down, and need to use high cost treat methods. The treatment of the benzene compounds by high power pulsed power supply was studied. For the high-rate, cost-effective treatment of leachate, pulsed power supply should have high repetition rates and require switching devices of long lifetime. In order to meet the demands of the above condition, pulsed power generator based on semiconductor switches using IGBTs as primary switches were developed. The experimental results verified that benzene compounds can be treated effectively by high voltage electric pulses, and this fact indicates that the treatment method by pulsed power source is a promising substitute.

1. 서론

침출수처리를 위한 펄스전원장치는 높은 반복률 및 펄스의 빠른 상승 시간 등이 요구된다. 또한 장시간구동에 따른 유지 보수 비용이 작아야하는데, 기존의 가스 스위치를 사용하는 방식은 스위치를 영구적으로 사용하지 못하는 단점이 있어 이와 같은 펄스응용분야에 적합하지 못하다. 이런 이유로 인해 최근 반도체스위치기반 펄스전원장치에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.^[1] 본 논문에서는 유지보수의 필요성이 없을 뿐만 아니라 원하는 반복률 및 인가되는 펄스의 폭, 전압의 변동이 자유롭게 변화 시킬 수 있는 반도체 스위치를 기반으로 개발된 펄스전원을 소개한다. 또한 개발된 펄스전원장치를 이용하여 침출수를 처리하기 위해 만들어진 시스템에 대하여 기술하도록 한다. 침출수는 방류하기 이전에 정부의 규제에 의해 정해진 COD 수치 이하로 떨어뜨려야 하는데, 현재는 대부분 화학적인 방법을 통해 처리되고 있다. 또한 침출수에 포함되어있는 벤젠계열의 성분은 처리하기가 매우 어렵고, 그 비용이 크다는 단점이 있다. 본 논문에서는 고휘력 펄스에 의한 벤젠계열의 성분 분해에 대하여 기술하도록 한다. 기본적인 실험을 통하여 펄스파위에 의한 벤젠계열의 분리를 위한 조건을 알아보고, 실험결과를 통해 펄스파위 적용의 가능성을 검증 하도록 한다.

2. 본론

2.1 반도체스위치 기반 펄스전원장치

침출수 처리를 위해 사용된 반도체 스위치를 기반으로 한 펄스전원장치의 상세 사양은 아래와 같다.

- Pulse output voltage: 0-60kV
- Pulse output current: 300A
- Average pulse output power: 15kJ/s
- Pulse width: 2 μ S - 50 μ S
- Pulse repetition rate: 1 - 3000Hz
- Pulse rising time < 500nsec.



그림 1 최대 펄스출력 실험파형 (10kV/div, 100A/div)
Fig. 1 Waveforms of Maximum Pulse Output

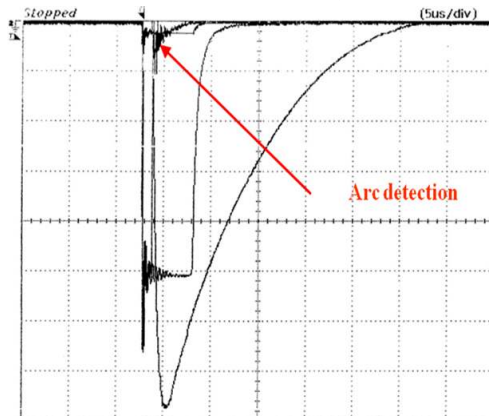


그림 2 아크발생시 출력전압 및 전류파형
Fig. 2 Waveforms of Output Voltage and Current at ARC Condition (10kV/div, 200A/div)

이 장치는 출력전압을 0~60kV로 변화시킬 수 있어 침출수 처리용 방전관 설계가 비교적 자유롭고, 반복률 및 펄스폭의 조절이 가능하기 때문에 방전관 입력전압 조건에 따른 침출수 처리 결과를 비교 분석하기 용이하다는 장점을 가진다. 그림1은 개발된 펄스전원장치의 최대 펄스 출력파형을 보여준다. 또한 펄스전원 응용분야에서 빈번히 발생하는 부하단에서의 아크에 대해서도 뛰어난 보호성능을 가지도록 설계되었는데, 그림2의 파형을 통해 확인 할 수 있다.

2.2 수처리를 위한 펄스전원장치

침출수 처리 실험을 위하여 제작된 시스템은 그림3과 같이 침출수를 방전관을 통하여 순환 할 수 있도록 하는 펌프와 침출수내부에 공기를 주입하기위한 공기 주입구, 적절한 거리를 가지도록 설계된 방전관 및 펄스전원장치로 구성된다. 또한 방전관에 병렬로 풀다운 저항이 연결되어 있는데, 이는 커패시턴스 성분의 방전관으로 인하여 증가하는 펄스의 하강시간을 줄여 반복률을 높이기 위함이다.

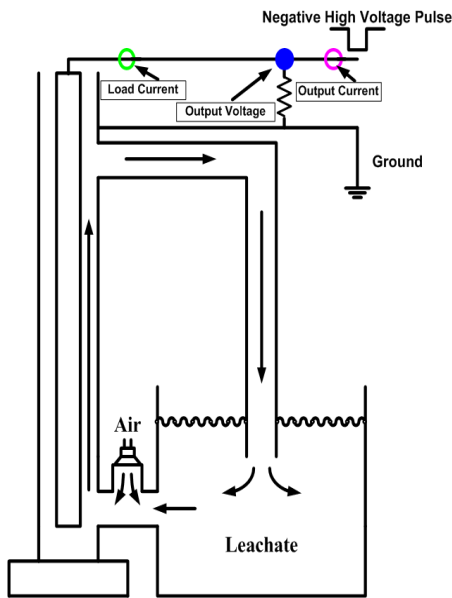


그림 3 침출수 처리 시스템 구조
Fig. 3 Structure of Leachate Water Treatment System

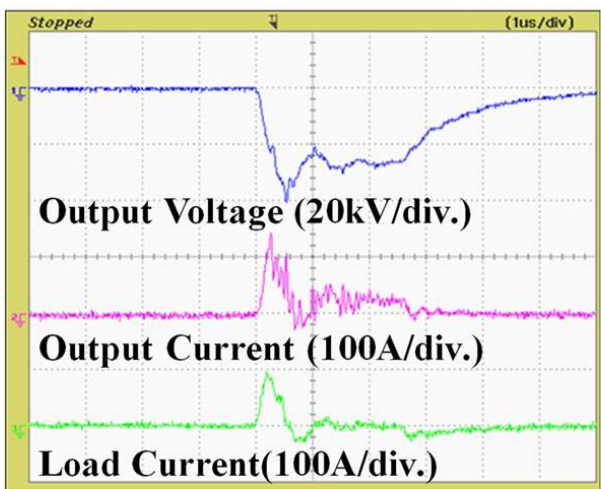


그림 4 침출수 처리 실험파형
Fig. 4 Experimental Waveforms of Leachate Treatment

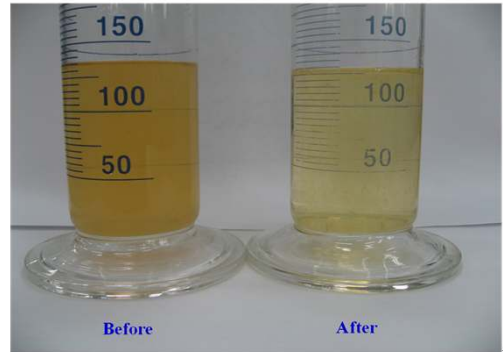


그림 5 침출수 처리 전/후 비교 사진
Fig. 5 Comparison of leachate water pictures between before treatment and after treatment.

40kV의 펄스 전압, 2.5us의 펄스폭, 1kHz의 반복률로 실험을 하였고, 이때 방전관에 흐르는 전류는 200ns 정도의 상승시간을 가지고 최대 100A정도로 흐르는 것을 확인 하였다. 그림4는 이때의 방전관 인가전압(Output Voltage), 펄스전원장치의 출력전류(Output Current) 및 방전관 전류(Load Current)의 파형을 보여준다. 이 조건에서 10분간 동작을 시킨 결과 그림5에 보이는 것과 같이 외관상으로도 확연히 구분 할 수 있을 정도의 결과를 얻을 수 있었고, 벤젠계열의 COD측정결과 150ppm에서 8ppm으로 줄어든 것을 확인 하였다. 이는 15ppm이하의 규제를 만족시키는 결과이다.

3. 결론

본 논문에서는 펄스파워기술을 이용한 침출수 처리 시스템을 제안한다. 고전압 펄스를 이용한 침출수 처리 방법은 기존의 화학적인 방법에 비하여 비용 및 효율적인 면에서 우수하다고 할 수 있다. 또한 제안된 시스템은 실험을 통하여 가능성 및 처리의 효과를 검증 하였다. 앞으로 방전관에 인가되는 펄스 전압의 극성 및 상승시간, 펄스 폭, 반복률 등의 조건에 따른 수처리 결과에 대한 비교분석의 연구가 필요하다고 본다.

참고 문헌

- [1] G.H Rim et al., "Semiconductor switch based pulsed power generator for Plasma source ion implantation", IEEE International Power Modulator Conference2004
- [2] G.H Rim et al., "Solid state marx generator using series connected IGBTs", IEEE International Power Modulator Conference2004
- [3] J.H Kim, G.H Rim et al., "IGBT Stacks based pulsed power generator for PIII&D", IEEE Pulsed power Conf.,2005
- [4] H.J Ryoo et al., "Development of 60kV Pulse power Generator Based on IGBT Stacks for Wide Application", Conf. rec. of PMC2006, pp511-514.
- [5] H. J. Ryoo, G. Gushev, and S. R. Jang, "Development of 10kV, 50A, 50kHz High Repetitive Pulsed Power Modulator Based on IGBT Stacks," IEEE International Power Modulators and High Voltage Conf. pp.384-387, 2008.