

## 수중방전을 이용한 물 전기분해에 관한 연구

이정민\*, 이재현, 목형수, 최규하, 최동규\*\*  
 (주)효성 중공업연구소\*, 전국대학교, 호엔텍\*\*

### A Study on the Water Electrolysis using Underwater Electric Discharge

J.M. Lee\*, J.H. Lee, H.S. Mok, G.H. Choe, D.K. Choi\*\*  
 R&D Institute of Hyosung Corp.\*, Konkuk Univ., HOH en-tech Co.\*\*

#### ABSTRACT

수소와 산소를 얻기 위한 일반적인 전기분해방법은 대전류, 저전압방식을 이용한다. 본 논문에서는 기존의 방식과 차별화된 고전압, 저전류방식의 수중방전을 이용하여 물을 전기분해하였다. 이러한 물 전기분해에 대한 특성을 고찰하고, 시험을 통하여 전압구간별로 발생량을 비교 분석하였다.

#### 1. 서론

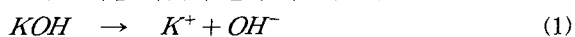
물을 전기분해하여 얻어지는 수소가스, 일명 HOH Gas 또는 브라운가스는 수소와 산소가 물의 구성비와 동일하게 구성된 혼합가스로서, 연소시 불꽃의 직진성, 응폭(Implomion)에 의한 안전성 및 모재에 따른 열핵반응 등 매우 독특한 불꽃특성으로 인해 청정에너지원으로써 국내·외에서 물을 이용한 산업용 연료가스의 활용성을 주목받고 있다. 이러한 물을 전기분해하기 위해서는 전류원의 제어가능한 직류전원이 필요하며, 일반적으로 저압용 강압변압기와 대전류형 정류기를 장착한 직류전원기가 대부분이다. 또 다른 방식으로는 인버터를 이용한 펄스형 전류원을 구성하고, 발생효율을 최대화하기 위한 특정 주파수의 펄스를 제어하는 방식이 있다.<sup>[1]</sup>

본 논문에서는 기존의 물 전기분해 전원방식인 저전압 대전류 방식과 차별화된 고전압 저전류 방식을 통하여 물을 전기분해, 또는 수중 방전<sup>[2]</sup>시키고 이때 수소, 산소의 발생특성에 대하여 고찰하고자 한다.

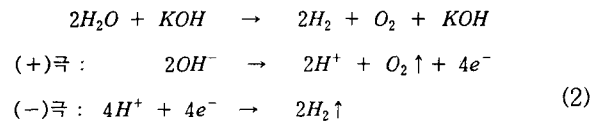
#### 2. 본론

##### 2.1 물의 전기분해 특성

일반적으로 물을 전기분해하기 위해서는 산화되기 어려운 금속판 2개와 전기분해시 필요한 전압의 크기를 줄이기 위한 전해질(KOH), 물(이온화되지 않은 순수한 물)로 구성된 전해조와 전기에너지 공급원인 직류전원을 필요로 한다. 전해질을 사용하는 이유는 순수한 물(H<sub>2</sub>O)분자를 분해하기 위해서는 높은 전압을 필요로 하므로 촉매인 전해질(KOH)을 첨가하면 필요한 전압을 크게 줄일 수 있기 때문이다. 물에 녹아 있는 전해질(KOH)은 다음 식(1)과 같이 이온화된다.



칼륨양이온(K<sup>+</sup>)은 물(H<sub>2</sub>O)과 반응성이 매우 크므로 접촉하면 즉시 수소양이온(H<sup>+</sup>)을 물에서 떼어내는 산화반응을 하여 결국 물을 수소양이온(H<sup>+</sup>)과 수산화음이온(OH<sup>-</sup>)으로 분리시킨다. 전원이 인가되면 칼륨양이온(K<sup>+</sup>)보다 환원력이 더 큰 수소양이온(H<sup>+</sup>)이 전기적인 인력으로 음극으로 끌려가 전자를 얻는 환원반응을 하고 양극에서는 수산화음이온(OH<sup>-</sup>)이 전기적인 인력으로 끌려와서 산화반응(H<sup>+</sup>이 전자 2개를 잃어서 H<sup>+</sup>으로 바뀌는 반응)을 하게 된다. 이와 같은 내용을 화학반응식으로 표현하면 다음 식(2)와 같이 간단히 나타낼 수 있다.



##### 2.2 수중방전에 의한 전기분해

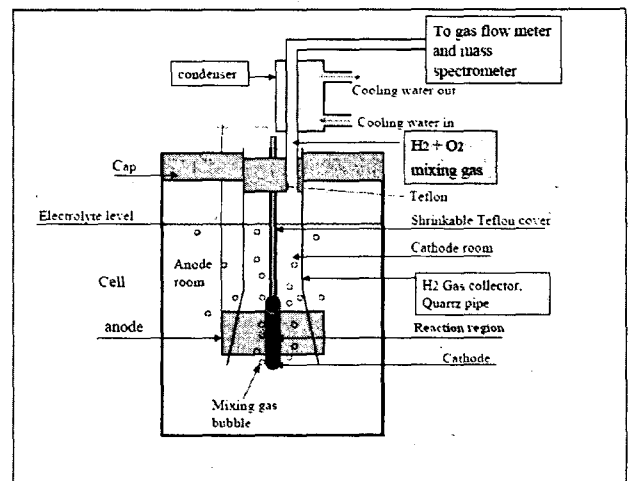


그림 1 수중방전 모식도  
 Fig. 1 Diagram of Underwater Electric Discharge

저전압 대전류 방식에 의한 물 전기분해 방식은 전해질(KOH)을 첨가하여 전극사이의 전압(셀당 2V 내외)을 줄이며 이온화에 의한 대전류를 흐르게 한다. 반면에 그림1과 같이 수중방전을 이용한 물 전기분해 방식은 높은 전압을 인가하기 위하여 전해질(KOH)의 농도를 줄이고, 단위 셀 구조에 의한

Anode와 Cathode사이의 일정거리를 확보해야 한다.

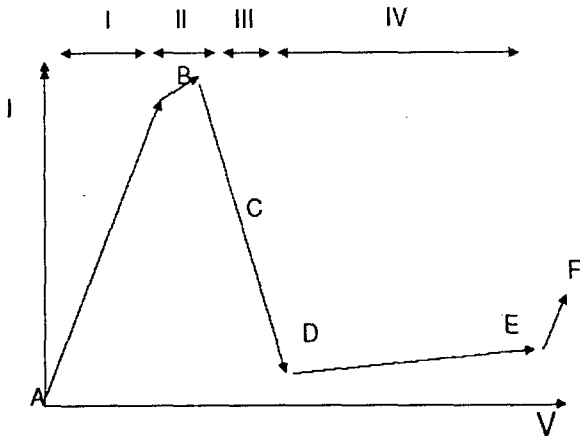


그림 2 수중방전의 전압 전류특성 곡선  
Fig. 2 Characteristic Curve of Voltage & Current at Underwater Electric Discharge

가변 전압 직류전원을 사용하여 전극간 전압을 상승시키면 그림2와 같은 전류특성을 보인다. I, II 구간에서는 인가전압에 따라 전류가 상승하는 비례영역특성을 나타내며, III 구간에서는 전압을 상승시키면 전류가 감소하는 반비례특성을 보인다. IV 구간에서는 전압 상승에 대해 전류의 크기가 일정한 특성을 나타내며, E-F영역에서 수중방전현상이 발생한다.

### 2.3 시험구성 및 시험결과

수중방전용 전해조를 그림1을 토대로 중심전극(Cathode)과 원통전극(Anode)으로 구분하여 그림3과 같이 제작하였다. 일정 전압원을 공급 가능한 가변직류전원과 발생가스량을 측정하는 유량계, 전해조 및 냉각시스템을 그림 4와 같이 구성하였다.

전해조의 전해질(KOH)의 농도는 수 M 이하이며, 전극사이에 인가한 전압은 초기 50[V]에서 50[V]간격으로 300[V]까지 인가하였다. 이때 전원장치는 전압제어에 의해 구동되었다.

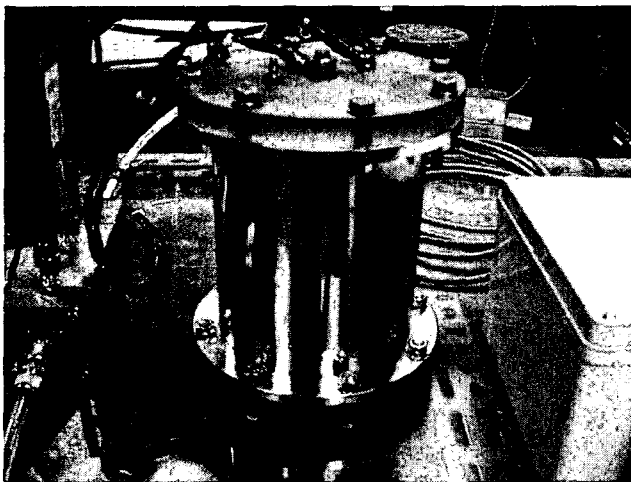


그림 3 전해조  
Fig. 3 Electrolyzer

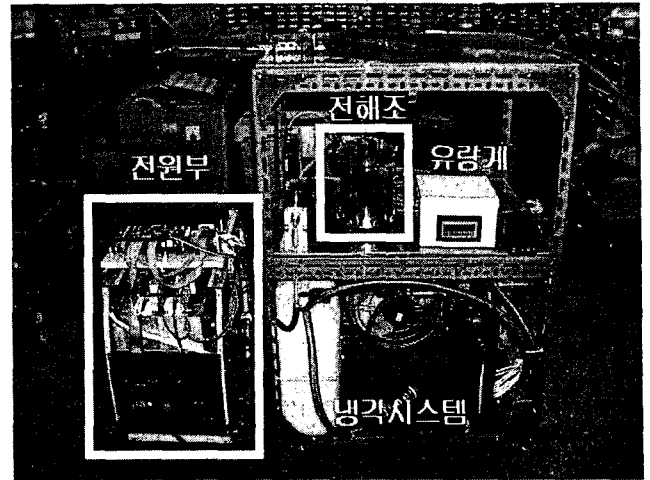


그림 4 시험장치 구성  
Fig. 4 Composition of Experimental Equipment

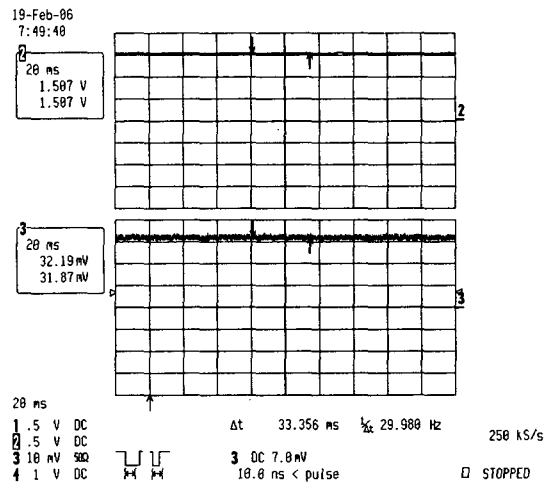


그림 5 전압 및 전류 비례영역 150V, 15.68A  
(CH2 : 50V/div, CH3 : 5A/div)  
Fig. 5 Proportional Area between Voltage & Current 150V, 15.68A  
(CH2 : 50V/div, CH3 : 5A/div)

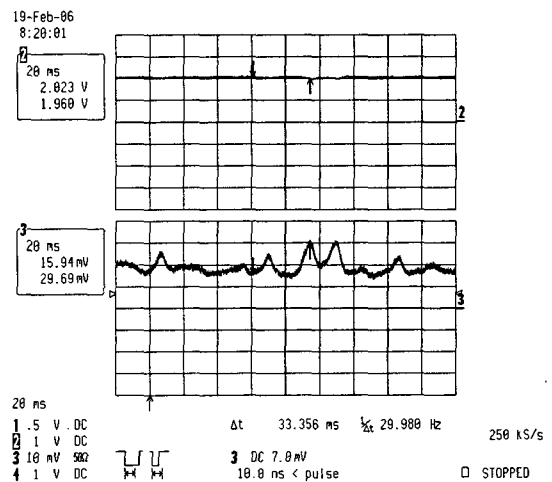


그림 6 전압 및 전류 반비례영역 200V, 9.08A  
(CH2 : 100V/div, CH3 : 5A/div)  
Fig. 6 Inverse Proportional Area between Voltage & Current 150V, 15.68A (CH2 : 100V/div, CH3 : 5A/div)

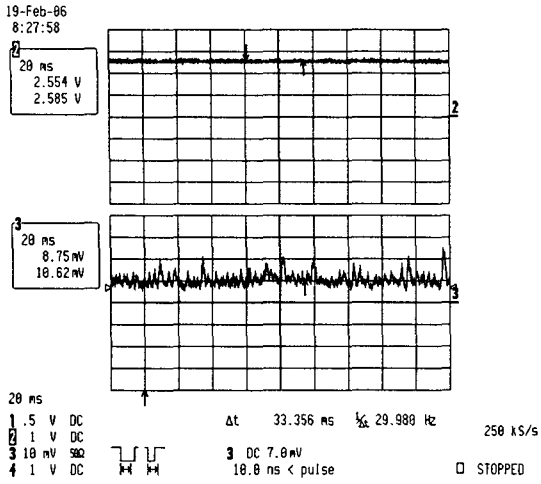


그림 7 전압 및 전류 일정영역 250V, 5.3A  
(CH2 : 100V/div, CH3 : 5A/div)  
Fig. 7 Uniform Area between Voltage & Current 250V, 5.3A  
(CH2 : 100V/div, CH3 : 5A/div)

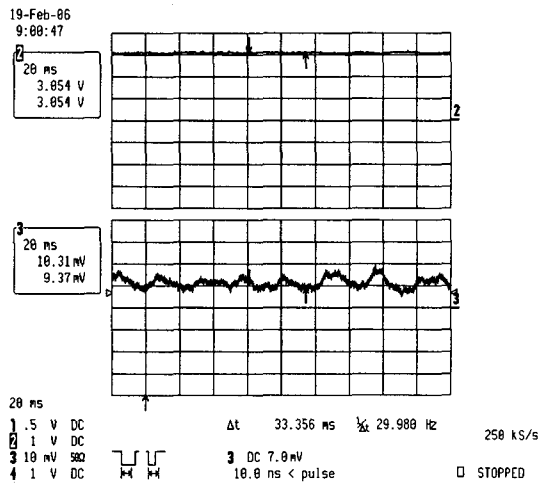


그림 8 전압 및 전류 방전상태 300V, 5.29A  
(CH2 : 100V/div, CH3 : 5A/div)  
Fig. 8 Voltage & Current at Electric Discharge 300V, 5.29A  
(CH2 : 100V/div, CH3 : 5A/div)

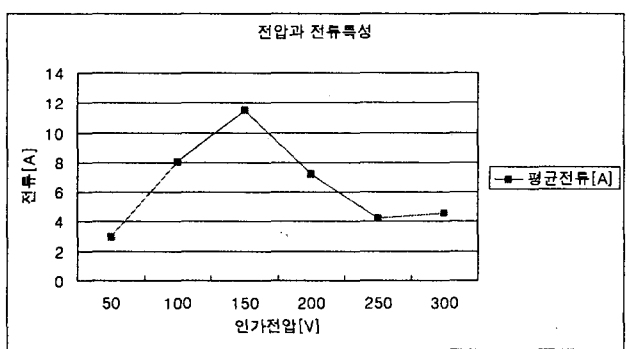


그림 9 전압 및 전류 특성곡선  
Fig. 9 Characteristic Curve of Voltage and Current

그림5, 6, 7, 8은 인가된 직류전압에 대한 전류의 파형이며, 전원장치의 전압지령치에 따른 전압제어가 원활히 됨을 확인할 수 있다. 전류파형은 부하의 상태에 따라 맥동함을 알 수 있다.

그림9와 같이 150[V]까지는 인가전압과 전류가 비례하는 특성을 보이고, 150[V] 이상은 방전영역이며, 150~250[V]에서는 전압과 전류의 반비례 특성결과를 얻었다. 250~300[V]에서는 전압이 상승하더라도 전류가 일정한 구간이며, 250[V] 이상에서 수중방전현상이 활성화되었다.

그림10에서는 인가전압과 수소, 산소 발생량을 비교하였으며 수중방전이 활성화되는 250[V] 이상 영역에서 최대로 증가함을 알 수 있다. 수중방전이 활성화되기 전 구간에서 발생률이 낮은 이유는 전해조의 온도를 높이는 데 전기에너지가 소모되는 데 기인한다.

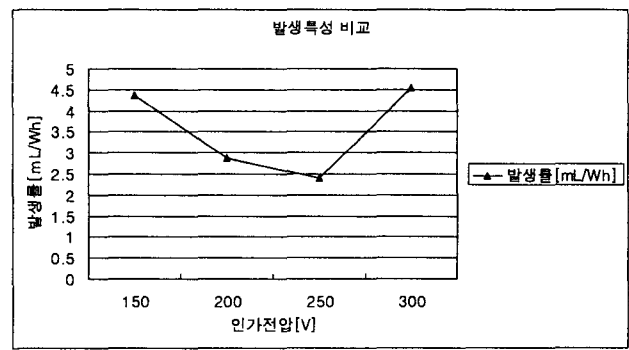


그림 10 전압과 가스발생 특성곡선  
Fig. 10 Characteristic Curve of Voltage and Gas Generation

#### 4. 결론

본 논문에서는 기존의 물 전기분해 전원방식인 저전압 대전류 방식과 차별화된 고전압 저전류 방식을 통하여 물을 전기분해 시켰으며, 수중방전현상으로 인해 인가한 전압과 전류특성을 확인할 수 있었다. 상대적인 비교 시에 수소, 산소의 발생률은 수중방전영역 중 방전이 활성화되는 영역에서 가장 높았다. 본 연구에서는 제한된 시험조건 내에서 비교평가를 수행하였으며 향후 실용화를 위해서는 다양한 전원특성 및 Cell 조건에서의 수중방전에 대한 연구가 필요하다.

이 논문은 2005년 산학연공동기술개발컨소시엄의 연구비 지원에 의하여 연구되었음

#### 참고 문헌

- [1] 이정민, 강병희, 목형수, 최규하, "펠스전원에 의한 수산화 가스 발생기에 관한 연구", 전력전자논문지, 제6권 5호, pp. 377-385, 2001.
- [2] D.Y.Chung, Y.Aoki, F.Senfle, T.Misuno, "Experimental study of glow discharge in light water with W electrodes", ICCF 2004, 2004, Oct..
- [3] George Wiseman, "Brown's Gas, Book1", Eagle Research, pp. 10-15, 1995.