

제조방법에 의한 전해수의 성질

차진우, 최용철, 배한수*, 배기서, 노덕길*

충남대학교 섬유공학과, *(주) 무길염공, 청운대학교

1. 서 론

최근 전기 전자 기술의 발달로 전기분해 기술도 발달함으로서 물을 전기분해하여 얻게 되는 전해 산화수와 전해 환원수의 응용에 관한 관심이 날로 높아지고 있으며 일부 분야에서는 실용에 이용하여 좋은 결과를 얻고 있으며 용수를 다량으로 사용 하는 섬유 산업은 전해수 생산량이 필요량에 미치지 못하여 이용에 한계가 있었으나 현 시점에서는 이러한 문제도 어느 정도 해결되어 실용에 박차를 가하고 있다.

섬유공업의 습식공정인 염색 가공 공정 중 전해수의 이용에 관하여는 본 연구진이 이미 몇 차례에 걸쳐 발표한 바가 있으며, 건 섬유, 정련, 폴리에스테르의 정련 및 감량 기술은 산업 현장에 적용하여 성공을 거두어 약제의 절약과 환경오염 방지에 크게 기여하고 있다.

한편 전기분해 기술은 이미 오래 전부터 전기화학적 측면에서 체계적으로 연구, 완성되었으나 물의 전기분해에 관해서는 최근 일본, 러시아를 위시한 일부 선진국에서부터 연구가 시작되어 아직 초보단계에 있다고 보며, 우리나라의 기술 특히 대용량의 전해수를 이용하는 섬유 공업 분야에의 이용은 상당한 수준에 도달되었다고 본다.

그러나 전해수를 섬유공업에 이용하는 데는 몇 가지 구비해야할 조건이 있으며 그중에서 한 가지가 전해수 성질의 안정성이다. 그러나 이에 관한 연구는 찾아보기 어려운 바 전해수 제조 방법에 따른 전해수의 성질을 연구 검토하였다.

전해수를 생산하는 방법에는 크게 격막식과 무격막식으로 나누어지고 격막식에 의해서 전해환원수와 전해 산화수가 얻어지며 무격막식에서는 첨가하는 전해질에 따라 산화수 또는 환원수가 얻어진다.

그러므로 섬유산업에 이용될 수 있는 전해 환원수를 생산하는 방법에 따라 생성된 전해수의 성질을 검토하고자 제조하는 몇 가지 조건에 따른 전해수의 성질을 pH, 산화환원 전위(ORP), 점촉각, 표면장력, 계면활성, 굴절율, 전기전도도, 흡수성, 세정력 등으로 검토하여 전해수 이용 기술의 발전에 기여하고자 한다.

2. 실험

2.1 전해수 제조장치

실험에 사용된 전해수 제조장치는 격막식(용량: 2 ton/day, 전해질: NaCl, 전극: Pt/Ti, 국내 S사제)과 무격막식(Flow system)(용량 : 10ton/day, 전해질: NaOH, 전해전류 : 30 mA max., 전극 : Pt/Ti, 국내 S 사) 그리고 무격막식(Dead end system)(용량 : 4 ℓ, 전해 질 : NaOH, 전해전류 : 50mA max., 전극: Pt/Ti, 자체제작)을 사용하였다.

2.2 전해수의 성질 평가

전해수의 성질 평가는 pH, ORP, 접촉각, 표면장력, 계면활성(유화), 굴절율, 전기전도도, 흡수성, 세정력 등으로 평가하였으며 특히 흡수성은 자체 제작한 장치에 의해 시료의 흡수에 의한 무게 변화로 평가하였으며 세정력은 섬유제품의 방오성 시험방법 : 기름 오염 제거법 (KS-K 0610)에 의하여 측정 평가하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 저장시간에 따른 pH 와 ORP

염가공 공정에 사용되는 처리수는 조제를 하여 즉시 사용하는 경우와 많은 량을 저장하여 일시 또는 연속적으로 사용하는 경우가 있다. 따라서 생성된 전해수의 저장시간에 따른 물성의 변화를 검토할 필요가 있으므로 pH와 ORP를 중심으로 검토한 결과를 Fig. 1, 2 에 나타내었다. Fig. 1에서 격막식 전해 환원수의 ORP는 저장 시간에 따라 -800mA~-900mA범위를 유지하고 있으나 무격막식 전해수의 ORP는 -150mA범위에서 -100mA까지 점점 올라가고 있는 것을 알 수 있다. 한편 pH는 격막식 전해 환원수가 12정도, 무격막식 전해 환원수는 12.5정도로서 두 시간까지는 큰 변화가 없다는 것을 알 수 있다.

3.2 전해수의 접촉각

Fig. 2와 3은 저수식 무격막 전해수에서 전해 전류를 변화시켜 생성한 전해수의 PET, nylon 필름에 대한 접촉각을 측정한 결과이다. PET 필름의 경우 증류수는 접촉각이 78° 인 것을 고려할 때 NaOH를 전해질로 한 저수식 무격막 전해수의 경우 65°~69°의 보다 낮은 접촉각 을 나타내었고 전해 전류가 높을수록 낮은 접촉각을 나타내었다. 또한 전해처리 시간에 따른 접촉각의 변화는 큰 차이가 없다는 것을 확인하였다.

한편 nylon 필름의 경우 증류수는 59°인 반면 저수식 무격막 전해수는 45°~48°의 접촉각

을 나타내었으면 PET 필름과 마찬가지로 전류가 높을수록 낮은 접촉각을 나타내었다.

3.3 전해수의 흡수성

물을 전기분해하면 물분자 크기가 작아지는 것으로 알려져 있고, 전해수의 표면장력, 접촉각의 저하 등이 흡수성에 영향을 미칠 것으로 기대되어 Fig. 4와 같은 흡수성 측정 장치를 제작하여 필름과 직물에 대한 흡수속도와 양을 측정하여 Fig. 5에 나타내었다.

Fig. 5는 nylon 필름에 있어서 전해수의 제조 방법에 따른 흡수성을 측정한 결과로서 전체적으로 물에 의한 흡수보다는 전해수에 의한 흡수성이 보다 빠르고 크다는 것을 알 수 있으며 격막식에 의한 전해수가 무격막식에 의한 것보다 흡수 속도와 양이 빠르고 크다는 것을 알 수 있다. 이는 격막식 전해환원수가 보다 안정하고 물 분자의 크기가 작기 때문에 나타나는 현상이라고 생각된다.

또한 물에 계면활성제를 첨가한 것보다 전해수만의 흡수량이 크게 나타나는 것으로 보아 전해수의 계면 활성 작용 및 우수한 흡수 침투력을 확인 할 수 있었다.

3.5 전해수의 세정력

물이 전기분해되는 과정에 OH^- 이온이 H_2O 와 결합하여 H_3O_2^- 로되어 이 것이 계면활성 작용과 환원제로서 중요한 역할을 하여 전해수의 세정력이 뛰어나고 특히 유성 오염의 세정에 효과가 있다고 보고 되었다. 따라서 제조 방법을 달리한 전해수의 세정력을 비교 검토하기 위하여 유성 오염법에 의해 세정 시험을 한 결과를 Photo. 1에 나타내었다.

여기에서 알 수 있는 바와 같이 물에 계면활성제를 첨가하여 세정한 것과 같이 전해수만으로 세정하여도 유성 오염이 거의 제거되었음을 알 수 있었다.

4. 결론

전해수를 제조하는 방법에 따라 전해수의 물리 화학적 성질의 차이를 pH, 산화환원 전위 (ORP), 접촉각, 표면장력, 계면활성, 굴절율, 전기전도도, 흡수성, 세정력 등으로 비교 검토한 결과 전해 방법에 따라 생성된 전해수의 성질이 상당히 차이가 많은 것을 확인하였으며 필요에 따른 전해 방법과 안정한 전해수 제조 방법을 선택하는 것이 요구됨을 알 수 있었다.

5. 참고 문헌

- 1) 배기서, 박광수, 하현주 “전해수를 이용한 견섬유정련 및 세리신 회수(1)” 한국염색가공학회지, 14, 8, pp.53-62, 2002.08
- 2) 배기서, “전해수특성 및 전해수와 초음파를 이용한 PET의 가수분해” 한국염색가공학회 춘계학술발표회 논문집, 15,1, pp144-148, 2003.04
- 3) 배기서, “전해수를 이용한 PET 직물의 정련 및 수세” 한국염색가공학회 춘계학술발표회 논문집, 14권 1호, pp.102-105, 2002.04
- 4) C. J. Israilides, A. G. Vlyssides, V. N. Mourafeti, and G. Karvouni, Olive oil wastewater treatment with the use of an electrolysis system, *Bioresource Technology*, 6, 163-170 (1997).
- 5) I. J. Wilk, R. S. Altmann, and J. D. Berg, Anti-microbial activity of electrolyzed saline solutions, *Science of the Total Environment*, 63, 191-197 (1987).
- 6) Koukichi Hanaoka, Physico-chemical properties of electrolyzed functional water and its application, *Fragrance Journal*, pp 18-22, 1999.

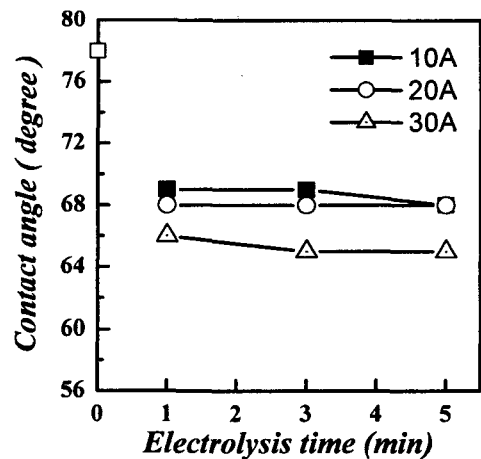
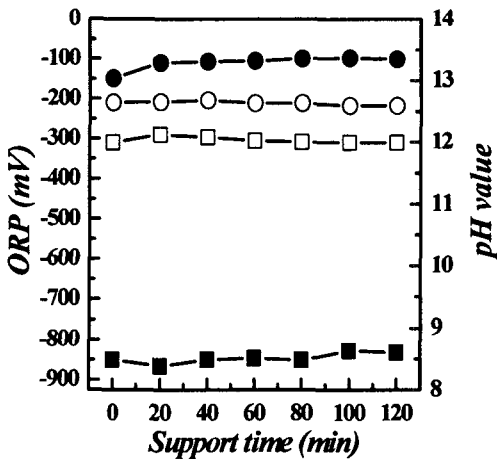


Fig. 1 Variation of ORP & pH according to the support time of electrolyzed water. open : pH, solid : ORP
 ● : ERW(ND), ■ : ERW

Fig. 2 Contact angle of electrolyzed waters on PET film according to the electrolyze ampere and electrolysis time.

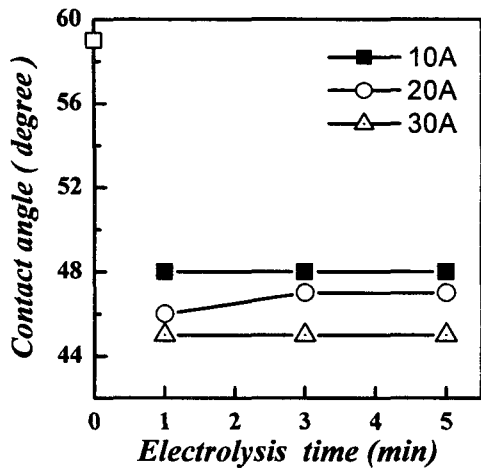


Fig. 3 Contact angle of electrolyzed waters on nylon film according to the electrolyze ampere and electrolysis time.

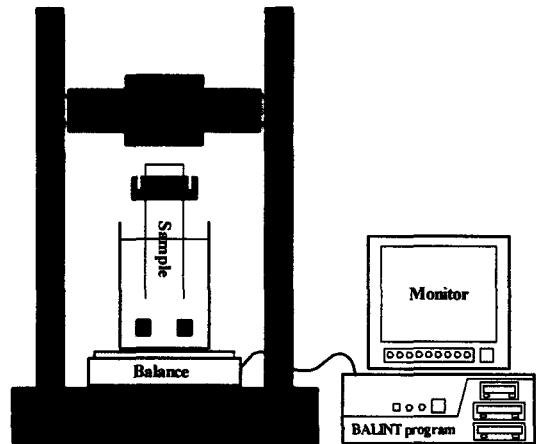


Fig. 4 Diagram of measurement apparatus for water- absorbance weight.

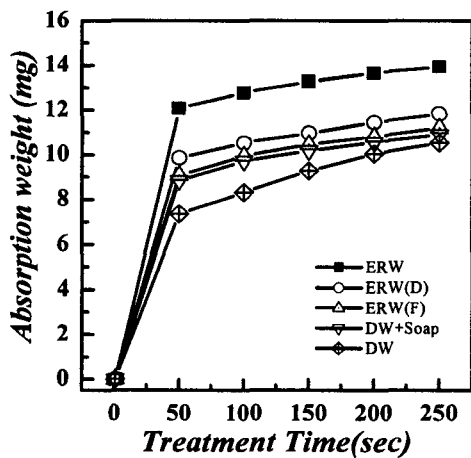


Fig. 5 Water-absorption weight with treatment time on nylon film

- : Diaphragm system
- : dead-end non-diaphragm system
- △ : flow non-diaphragm system
- ▽ : distilled water with soap
- ◇ : distilled water

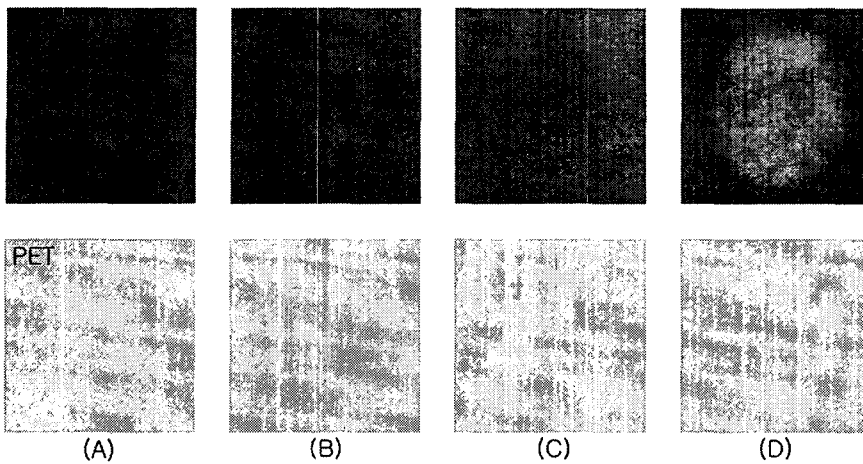


Photo. 1. Washability of electrolyzed water by oily stain release method

(A) Non-diaphragm flow system

(B) Non-diaphragm dead-end system

(C) Distilled water with surfactant (D) Distilled water