

전 바나듐계 레독스-흐름전지용 Carbon/PVC
복합전극의 제조 및 전기화학적 특성
The Preparation and Electrochemical Characteristics
of the Carbon/PVC Composite Electrode
for All-Vanadium Redox Flow Battery

유철휘 · 김종철 · 강안수
명지대학교 화학공학과

전 바나듐계 레독스-흐름전지(all-vanadium redox flow battery, VRFB)는 야간의 잉여전력 및 태양광 발전의 저장과 전기자동차의 동력원 등 응용 분야가 넓은 대용량 전기화학 에너지 저장 시스템으로서 활발히 연구되고 있다. VRFB의 구성 요소 중 이온교환막과 전극은 전지의 성능에 가장 중요한 역할을 하며, 전기전도도, 기계적 강도, 투과도, 전기화학적 반응성 및 전해질 내에서의 화학적 안정성 등이 양호한 carbon/polymer 복합전극의 제조와 carbon felt의 활성화는 VRFB의 연구 개발에서 필수적인 과제가 되고 있다.

본 연구에서는 VRFB용 복합전극인 CPCE(carbon PVC composite electrode)의 제조 및 전기화학적 특성에 대하여 연구하였다. 또한 전극의 산화/환원 반응성 향상을 위하여 GF20-3 및 GF20-5 carbon felt를 양극 산화한 후 CPCS(carbon PVC composite sheet)와 결합하여 CPCE를 제조하였으며, 표면 특성과 전극 반응속도를 연구하였다.

실험 결과, G-1028 80 wt%, PVC 10 wt%, DBP 5 wt% 및 FS 5 wt%의 조성에서 비저항 $0.31 \Omega\text{cm}$ 인 우수한 VRFB용 집전체를 제조하였다. XPS 분석 결과 양극 산화 후 carbon felt 표면의 산소 함량이 증가하였으며 carbon felt 표면에 네 종류의 carbon/oxygen 관능기가 존재함을 알 수 있었다. 양극 산화 후 CPCE의 CV에서 산화/환원 peak가 증가하였으며, 이는 carbon felt 표면에 도입된 친수성 관능기의 영향으로 생각되었다. CV 측정 결과 PAN계열의 GF20-3 carbon felt보다 rayon계열의 GF20-5 carbon felt가 VRFB용 전극으로 보다 적합하다는 것을 알 수 있었다. Tafel plot 측정 결과 SOC 80 %에서 V(IV/V) 및 V(II/III) 용액의 교환전류밀도는 각각 $2.28 \times 10^{-4} \text{ A/cm}^2$ 및 $3.31 \times 10^{-5} \text{ A/cm}^2$ 로 측정되었고, 반응속도상수는 $4.27 \times 10^{-5} \text{ cm/s}$ 및 $9.54 \times 10^{-6} \text{ cm/s}$ 이었다. 정전류 200 mA에서 충/방전 실험 결과 기존의 전극 assembly와 CPCE를 이용한 VRFB의 에너지 효율은 각각 77.24 %와 84.14 %이었으며 CPCE가 VRFB용 전극으로 적합함을 확인하였다.