

CSPE의 화학·전기적 상태감시에 미치는 해수·담수침지의 영향

신용덕*, 이정우*
원광대학교*

Effects of Seawater and Freshwater Soaking on Chemical and Electrical Condition Monitoring of CSPE

Yong-Deok Shin*, Jeong-U Lee*
Wonkwang University*

Abstract - The volume electrical resistivity of $3.777 \times 10^{13} \Omega \cdot cm$ of dried CSPE for 660~750 days after seawater & freshwater soaking is lower than $4.011 \times 10^{13} \Omega \cdot cm$ of that before seawater soaking. The peak binding energy of oxygen and sulphur of CSPE after seawater & freshwater soaking are shifted above 1.0eV. The grass transition temperature(T_g) of $-19.76^\circ C$ of seawater & freshwater soaked CSPE are lower than $-19.59^\circ C$ of that of non-soaked CSPE. The melting temperatures(T_m) of seawater & freshwater soaked and non-soaked CSPE are $45.58^\circ C$ and $45.59^\circ C$, respectively.

1. 서 론

2013년 대규모 정전사태(black out)를 겪은 이후로 국내에서는 전력 공급문제가 최고의 이슈이기도 하지만 원자력 발전소내의 안전문제가 가장 큰 이슈가 된 한해였다. 원자력 발전소가 좋은 효율을 보유하고 있음에도 사들들로 하여금 많은 걱정을 유발하게 된 계기는 20세기 최초로 발생한 체르노빌 사건이 발생함에 있다. 체르노빌 사건이 잊혀 질 무렵 2011년 또 하나의 큰 사건이 일본 후쿠시마에서 발생하고 사람들은 지진 해일 등의 자연 재해 무서움에 대하여 경각심이 생기는 하나의 경고라고 생각되었다[1-4].

본 연구에서는 원전 케이블용 CSPE의 쓰나미에 영향을 고찰하기 위해서 해수침지 전·후의 화학·전기적 특성을 분석하고 그에 따른 케이블 교체에 대한 방안을 제시하고자 한다.

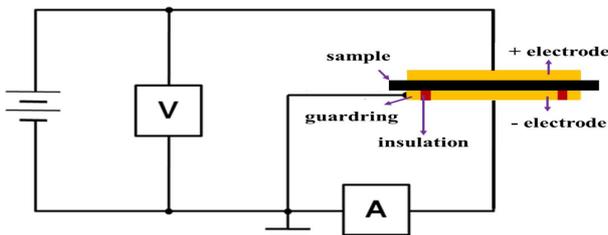
2. 본 론

2.1 해수담수 침지

영광원자력 발전소의 해수와 전주 맑은 물 사업소의 담수를 각각 채취하여 5일 동안 침지하였다. 채취한 해수·담수의 성분은 국립수산물과원과 전주 맑은 물 사업소에 의뢰하여 분석 하였다. 해수의 경우 PH 8.00, 염분 32.10% 총 질소 0.467mg/L, 총인 0.035mg/L의 성분이고, 담수의 경우 질산성질소 2.0mg/L, 경도 55mg/L, 수소이온농도 6.9mg/L, 염소이온 9mg/L, 중발잔류물 86mg/L, 황산이온 7mg/L 등의 성분을 나타내었다.

2.2 3단자-체적전기저항률 측정시스템

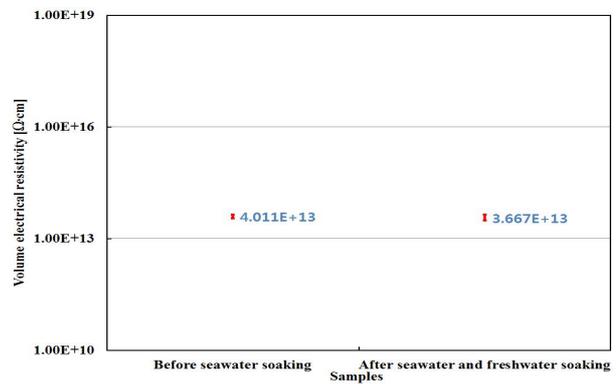
가속열화 전·후 CSPE의 체적전기저항률은 KSM3015에 의거하여 그림1과 같이 설계·제작한 3단자-체적전기저항률 측정시스템[5]을 이용하여 측정 하였다.



〈그림 1〉 3단자-체적전기저항률 측정시스템
〈Fig. 1〉 Measuring system of 3 terminal-volume electrical resistivity

2.3 3단자-체적전기저항률

해수 침지 전·후 CSPE의 체적전기저항률은 그림 2에 나타난 바와 같이 각각 $4.011 \times 10^{13} \Omega \cdot cm$, $3.777 \times 10^{13} \Omega \cdot cm$ 이다. 해수·담수 침지 후의 체적전기저항률이 해수침지 전 보다는 낮게 나타나고 있다.

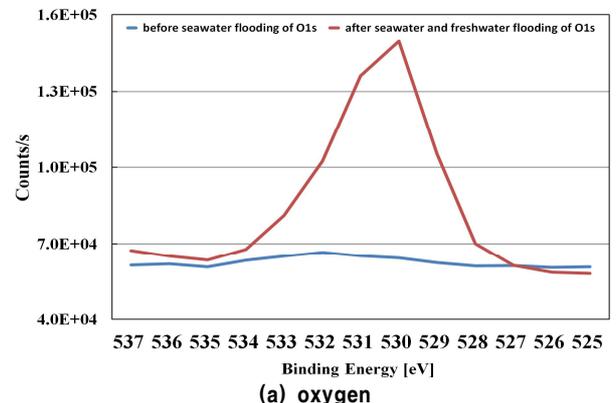


〈그림 2〉 해수 침지 전·후 CSPE의 체적전기저항률
〈Fig. 2〉 Volume electrical resistivity of CSPE before & after seawater and freshwater soaking

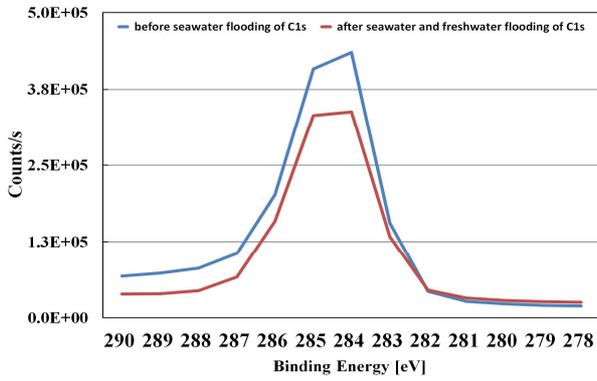
2.4 X-ray 광전자분광기(XPS, X-ray Photoelectron Spectroscope)

XPS는 샘플의 구성성분 분석, 화학적 결합상태 분석 및 성분의 조성비 확인, 결합 원인 규명이 가능한 고분자 복합재료 연구장비[Thermo scientific, K-Alpha, United Kingdom]로써 해수 침지 전·후 CSPE의 안쪽 및 바깥쪽 표면에 화학적 결합 상태 분석을 수행하였다.

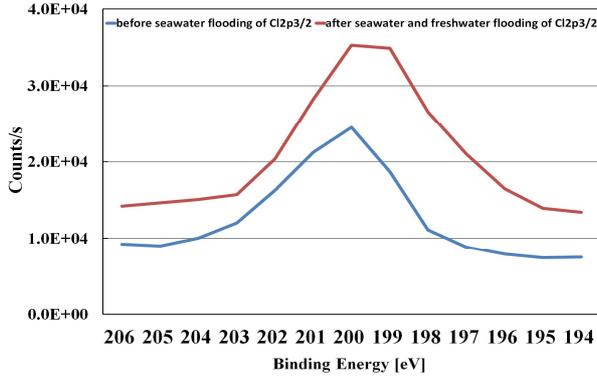
그림 3에서 나타난 바와 같이 해수침지 전·후 가속열화 되지 않은 CSPE의 화학적 결합상태 분석으로 산소(O), 탄소(C), 염소(Cl) 및 황(S)의 결합에너지 peak를 나타낸 것이다. 산소(O1s)는 해수침지 전 532.08 eV에서 해수·담수 침지 후 530.08 eV로, 탄소(C1s)는 284.08 eV에서 284.08 eV로, 염소(C12p3/2)는 200.08 eV에서 200.08 eV로, 황(S2p)은 163.08 eV에서 164.08 eV로 이동되었다.



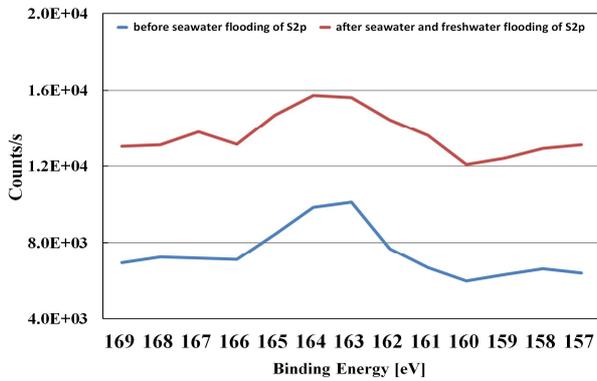
(a) oxygen



(b) carbon



(c) chlorine



(d) sulphur

〈그림 3〉 해수 침지 전·후 CSPE의 binding energy
 〈Fig 3〉 Binding energy of CSPE before & after seawater and freshwater soaking

2.4 유리전이 및 용융 온도(Glass transition and Melting temperature)

가속열화 년 수에 대한 CSPE의 유리전이 및 용융 온도는 시차 주사 열량계(DSC, Mettler-Toledo AG, ME-51724556, printed in Switzerland, MarCom Analytical)를 사용하여 분석하였다.

표 1에 나타난 바와 같이 해수 침지 전·후 CSPE의 유리 전이 및 용융 온도이다. 유리 전이 온도는 -19.59 °C, -19.76°C이고, 용융 온도는 45.58 °C, 45.59°C이다.

〈표 1〉 해수 침지 전·후 CSPE의 T_g 와 T_m
 〈Table 1〉 Glass transition and melting temperatures of CSPE before & after seawater and freshwater soaking

Sample	Glass transition onset (°C)	Glass transition mid point (°C)	Endo-thermal Integral (mJ)	Endo-thermal normalized (J/g)	Endo-thermal onset (°C)	Endo-thermal peak (°C)
Before seawater soaking	-19.69	-13.38	-25.94	-2.30	29.80	45.58
After seawater and freshwater soaking	-19.76	-13.55	-34.27	-3.33	24.67	45.59

3. 결 론

1) 해수 침지 전보다 해수·담수 침지 후 CSPE의 체적전도저항률이 낮아진다. 이는 해수 오염의 이온 성분(Na^+ , Cl^- , Mg^{2+} , SO_4^{2-} , Ca^{2+} , K^+)원소 등에 의하여 체적전도전류가 낮아진 것으로 사료된다.

2) 해수·담수 침지 후 가속열화 되지 않은 CSPE에 잔류하고 있는 염분에 의해 산소(O)와 황(S) 원소의 경우에만 peak binding energy 값이 1.0 이상 이동하였고, 산화작용으로 산소(O)량이 증가되었으며 가황현상(vulcanization)이 일어나 황(S)의 양도 증가된 것으로 사료된다.

3) 해수·담수 침지 후 유리 전이 온도는 낮아지고, 용융 온도는 비슷하게 나타난다.

본 연구는 2014년도 M-POWER 재원으로 지원받아 수행한 연구 과제(No. 2014-0788)임.

[참 고 문 헌]

- [1] 한국과학기술원, 원자력 및 양자공학과, "일본 후쿠시마 원전 사고 : 경과와 영향 그리고 교훈(중간 보고서)", 2011.12
- [2] Nuclear Policy Insight, Key Issue, "후쿠시마 원전 사고 이후 원자력 정책 및 에너지 대안 비교·분석" 2011. 05.
- [3] EPRI Report 1024946, "Fukushima Daiichi Accident Technical Causal Factor Analysis", 2012. 03
- [4] 2013년도 원자력 안전연감
- [5] Patent number 10-1328994, 2013.