

이온교환 수지탑 배열에 따른 이온교환 특성 연구

정현준 · 안현경 · 이인형
순천향대학교 에너지환경공학과
jung@sch.ac.kr

A Study on Ion Exchange Characteristics with Arrangement of Ion Exchange Column

Hyun Jun Jeong, Hyun Kyoung Ahn, In Hyoung Rhee
Department of Energy Environmental Engineering,
Soonchunhyang University

요 약

본 논문에서는 수지 조성비 및 수지탑 배열이 이온교환 특성에 미치는 영향을 조사하기 위하여 전해질 농도는 Na^+ 125ppm, Cl^- 315ppm 유속은 500ml/min, 이온교환 수지는 ROHM&HAAS IR 120 양이온 수지와 ROHM&HAAS IRA 402 음이온 수지를 사용하였고, 수지탑 배열은 혼상-혼상-음이온, 혼상-음이온-혼상, 음이온-혼상-혼상 수지탑 순으로, 이온교환 수지탑의 양·음이온교환 수지의 조성비율은 1:1, 1:2, 1:3 로 변화하여 실험한 결과 이온교환 수지의 조성비 변화에서는 양·음이온교환 수지 조성비 1:2의 경우 1:1, 1:3의 경우보다 통과시간이 연장되었다. 수지탑 배열이 음이온-혼상-혼상 수지탑인 경우 혼상-혼상-음이온 수지탑 배열과 통과시간을 비교해보면 약 60% 통과시간이 연장되었다. 따라서 수지탑 배열은 음이온-혼상-혼상 수지탑 순으로, 수지 조성비는 1:2일 때 가장 효율적인 것으로 나타났다.

1. 서론

원자력 발전소에서 운전 중 순도가 낮아진 저등급 중수가 발생하면 중수 회수계통을 이용해 중수순도가 99.9 wt% 이상인 고순도 중수로 재생하고 있다. 원자력발전소 중수 회수계통은 중수 증기 회수, 액화 중수 세정 및 승급 설비로 구분할 수 있다. 중수 세정계통은 혼상-혼상-음이온 수지탑 순으로 구성 및 배열되어 있고, 총 양이온과 음이온 수지의 조성은 1:2(무계비)이다. 중수세정계통의 이온교환 수지탑은 회수된 중수에 존재하는 이온성 물질을 제거하기 위해 사용하며, 사용 후 방사성폐기물로 처리하기 때문에 교체 빈도가 높으면, 작업자의 방사선 피폭량 증가, 여과기 및 이온교환수지 구입비 증가, 방사성폐기물 발생량 및 처리비 증가를 초래한다.

따라서 본 연구에서는 이온교환 수지탑의 효율 증대를 위해 수지 조성비 및 수지탑 배열이 이온교환에 미치는 영향을 조사하였다.

2. 실험방법

전해질은 NaCl , CaCl_2 , HCl , H_2SO_4 , MgSO_4 , NaSiO_3 , AlCl_3 , Na_2CO_3 , CuCl_2 , NaF , KCl , FeCl_3 , NiCl_2 , $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ 등을 혼합하여 원자력발전소와 유사한 전해질 용액을 제조하여 사용하였다. Na^+ 와 Cl^- 농도가 125 및 315 ppm인 농도 조건에서 실험을 수행하였으며, 수지탑 배열은 혼상-혼상-음이온, 혼상-음이온-혼상, 음이온-혼상-혼상수지탑 순으로, 양·음이온교환 수지 조성비(무계비)는 1:1, 1:2, 1:3를 사용하였다. 이온교환 수지는 ROHM&HAAS IR120 양이온교환 수지와 ROHM&HAAS IRA402 음이온교환 수지를 사용하였다. 전해질 용액을 펌프를 이용해 유속 500ml/min으로 수지탑에 통과하도록 조절하였다. pH 및 전도도는 온라인으로 측정하였고 일정시간 간격으로 각 이온교환 수지탑 후단에서 시료를 채취하여 원자 흡광 광도(Atomic Absorption Spectrometer), 이온크로마토그래피(Ion Chromatography)를 이용하여

수질을 분석하였다.

3. 결과

그림 1은 수질조건이 pH 3.2, Na 125ppm, Cl 315ppm이고, 혼상-혼상-음이온수지탑 배열인 경우 수지조성비 1:1, 1:2, 1:3일 때 시간 경과에 따라 수지탑 후단에서 pH 및 전도도가 파과시점 전후로 변화하는 것을 보여주고 있다. 파과시점은 양·음이온교환 수지 비율이 1:1일 때 10/30/101.5 min, 1:2일 때 28.5/65.5/77.5 min, 1:3일 때 32.5/83/84 min으로 양이온교환 수지 비율이 높을수록 세 번째 음이온수지탑의 파과시점이 연장되었다. 그 이유는 산성조건에서 침전물의 용해도가 증가하여 음이온교환 수지의 용량이 증가하고, 음이온이 양이온과 양전하를 띤 착이온을 형성하여 양이온교환 수지에 의해 포획되기 때문인 것으로 판단된다.

그림 2는 수질조건이 pH 3.2, Na 125ppm, Cl 315ppm이고, 혼상-음이온-혼상수지탑 배열인 경우 수지조성비 1:1, 1:2, 1:3일 때 시간 경과에 따라 수지탑 후단에서 pH 및 전도도가 파과시점 전후로 변화하는 것을 보여주고 있다. 파과시점은 양·음이온교환 수지 비율이 1:1일 때 9.5/54.5/99.5 min, 1:2일 때 29.5/35/114.5 min, 1:3일 때 33/34.5/85.5 min으로 이온교환 수지 비율이 1:2일 때 파과시점이 가장 긴 것으로 나타났다. 혼상-혼상-음이온 수지탑 배열과 비교하였을 때 약 30% 파과시점이 연장되었다.

그림 3은 수질조건이 pH 3.2, Na 125ppm, Cl 315ppm이고, 음이온-혼상-혼상수지탑 배열인 경우 수지조성비 1:1, 1:2, 1:3일 때 시간 경과에 따라 수지탑 후단에서 pH 및 전도도가 파과시점 전후로 변화하는 것을 보여주고 있다. 파과시점은 양·음이온교환 수지 비율이 1:1일 때 0/68/88 min, 1:2일 때 0.5/70/125.5 min, 1:3일 때 0.5/56/112.5 min으로 이온교환 수지 비율이 1:2일 때 파과시점이 가장 긴 것으로 나타났다. 이온교환 수지탑 배열은 음이온-혼상-혼상 수지탑 일 때, 조성 비율은 1:2일 때가 혼상-혼상-음이온 수지탑(조성비율=1:2)일 때 보다 약 60% 파과시간이 연장되는 것으로 조사되었다.

4. 요약 및 결론

수지 조성비 및 수지탑 배열이 이온교환 특성에 미치는 영향을 조사하기 위하여 전해질 농도는 Na^+

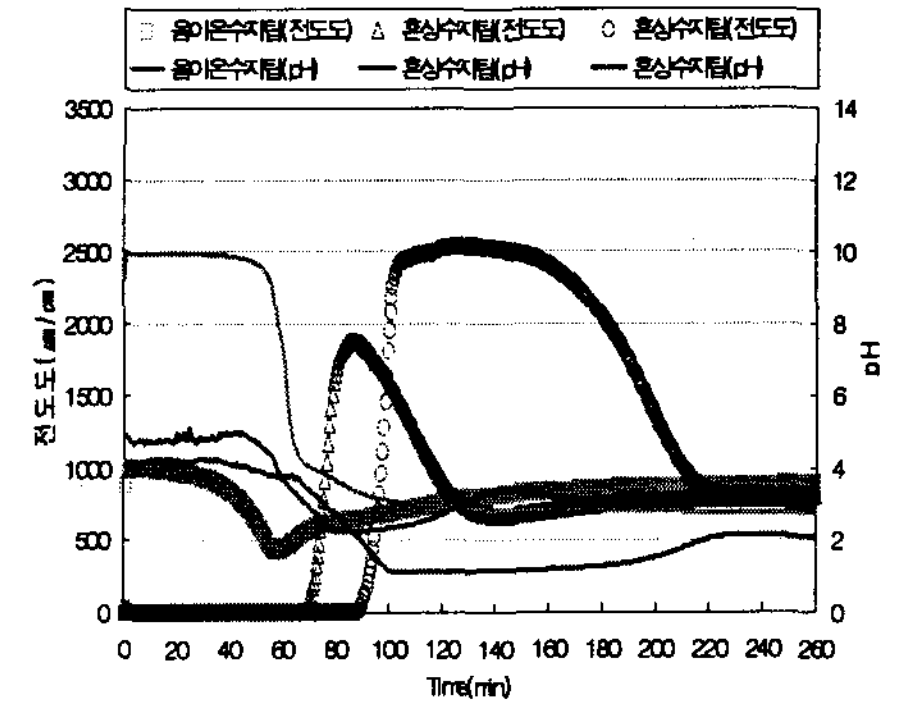
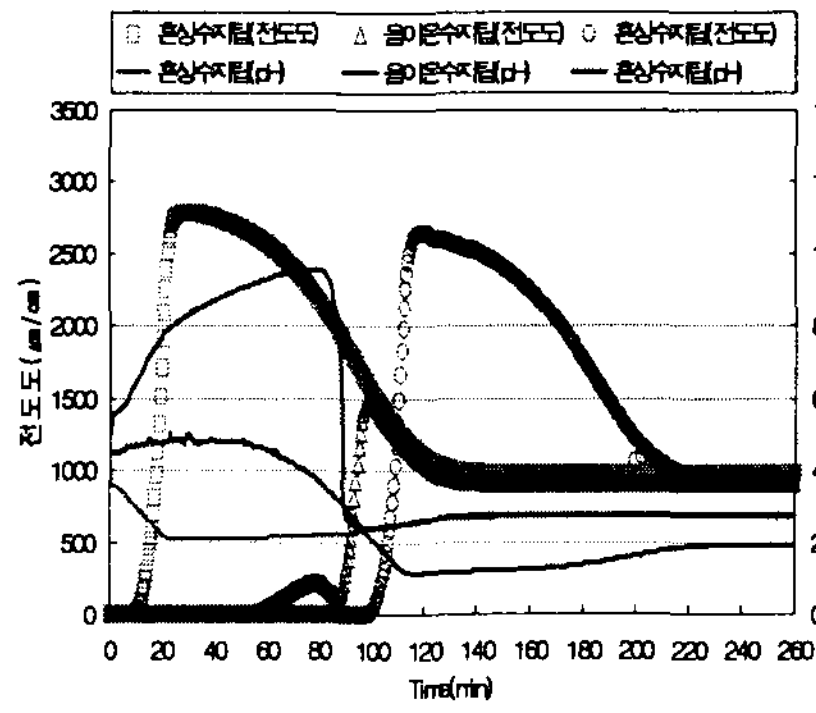
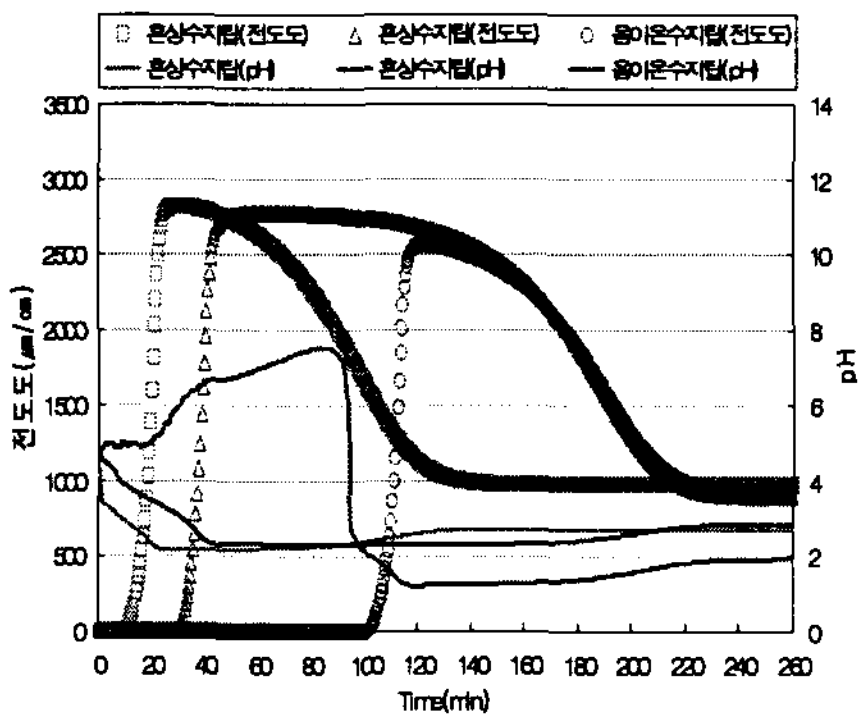
125ppm, Cl^- 315ppm 유속은 500ml/min, 이온교환 수지는 ROHM&HAAS IR 120 양이온 수지와 ROHM&HAAS IRA 402 음이온 수지를 사용하였고, 수지탑 배열은 혼상-혼상-음이온, 혼상-음이온-혼상, 음이온-혼상-혼상 수지탑 순으로, 이온교환 수지탑의 양·음이온교환 수지의 조성 비율은 1:1, 1:2, 1:3 로 변화하여 실험한 결과는 다음과 같았다.

- 이온교환 수지의 조성비 변화에서는 양·음이온교환 수지 조성비 1:2의 경우 1:1, 1:3의 경우보다 파과시간이 연장되었다.
- 수지탑 배열이 음이온-혼상-혼상 수지탑인 경우 혼상-혼상-음이온 수지탑 배열과 파과시간을 비교해보면 약 60% 파과시간이 연장되었다.

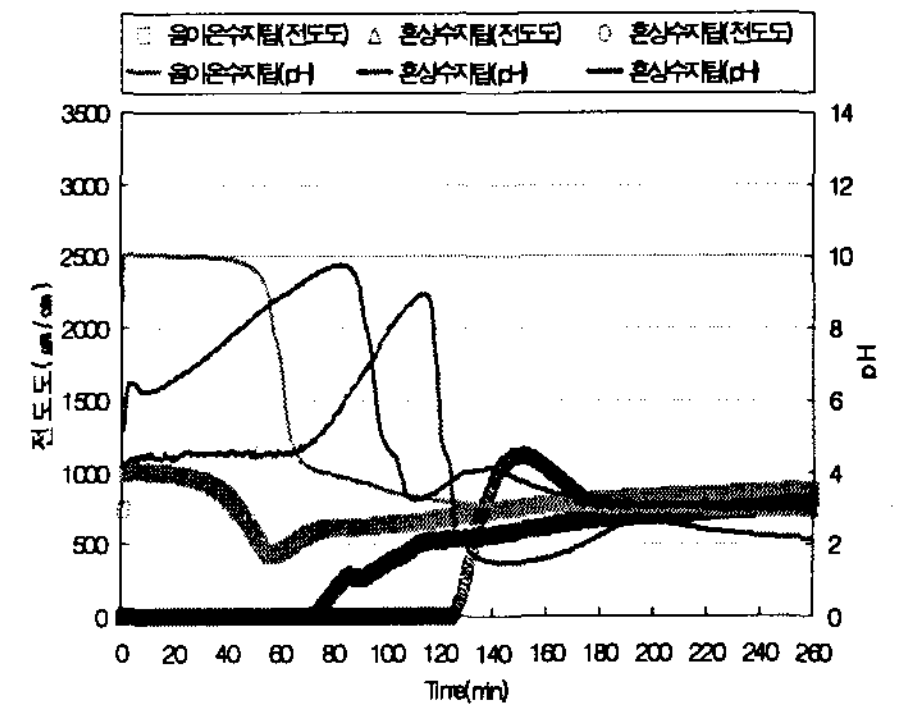
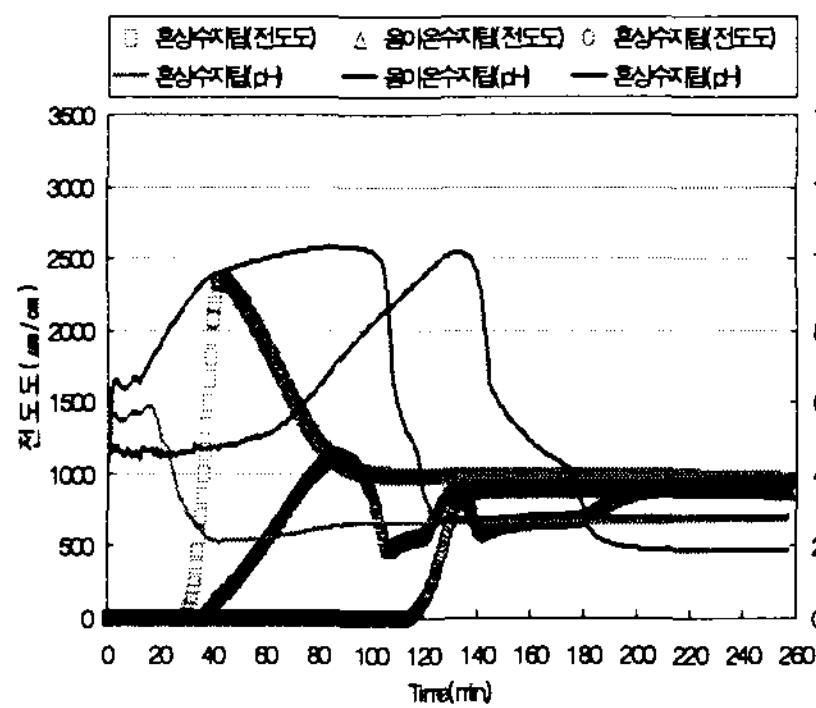
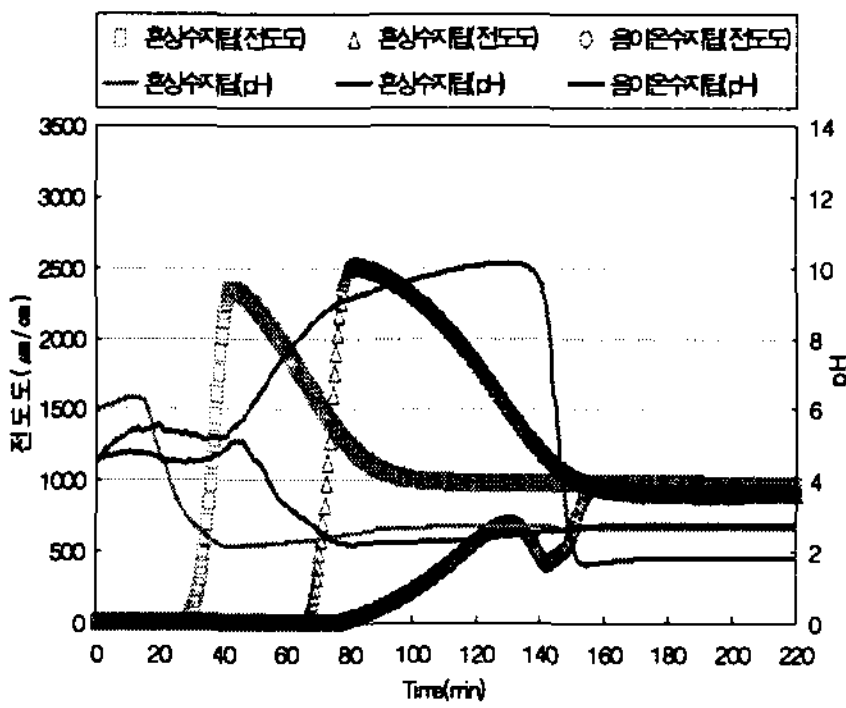
따라서 수지탑 배열은 음이온-혼상-혼상 수지탑 순으로, 수지 조성비는 1:2일 때 가장 효율적인 것으로 나타났다.

참고문헌

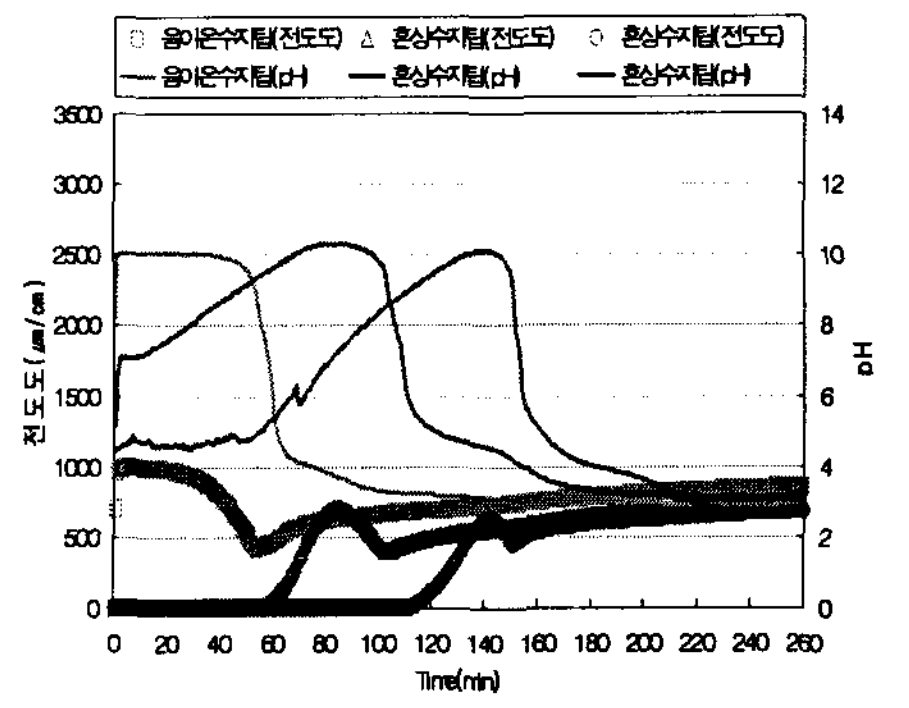
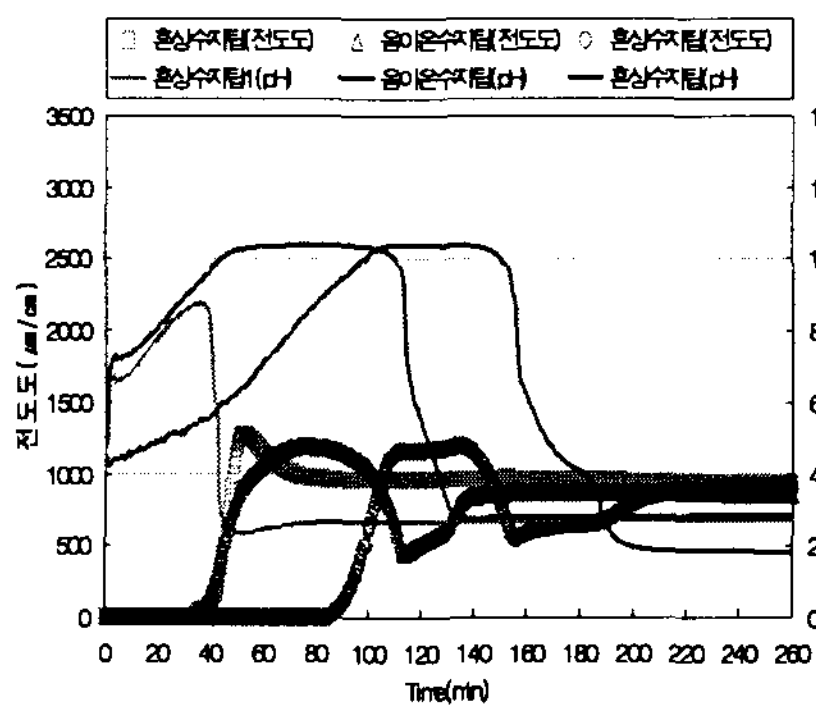
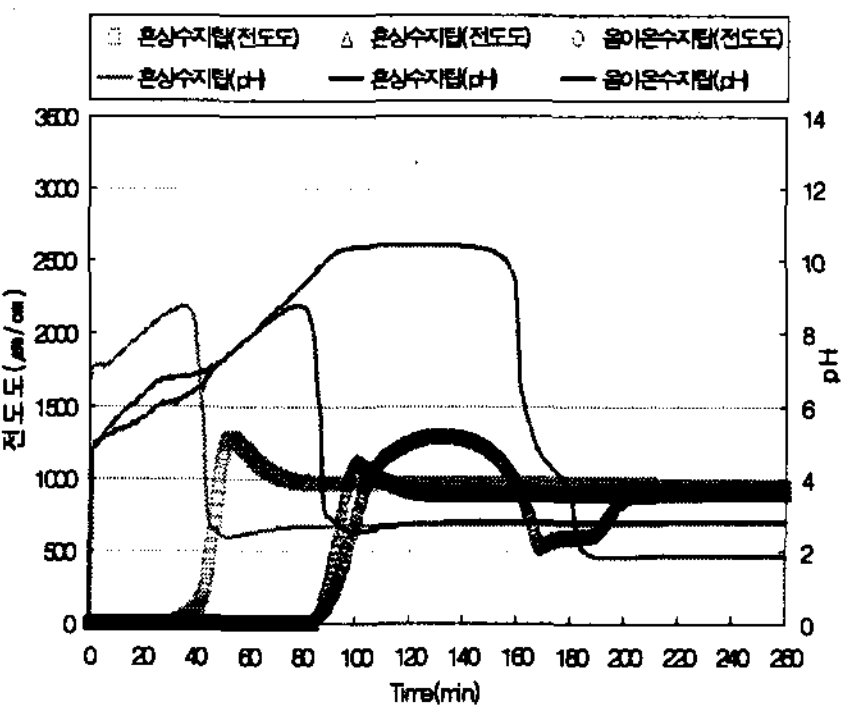
- [1] In H. Rhee, Binary and Ternary Cation Exchanges: The Effect of Electrolyte Anions on Selectivity and Adsorption Capacity, J. of KSEE, 4(3), 195~206, 1999
- [2] Dorfner, K. Ion Exchangers, Properties and Applications 3rd ed. Ann Arbor, Mich.: Ann Arbor Science Publishers, 1971.
- [3] Dow Chemical Co. Ion Exchange. Midland, Mich.:Dow Chemical Co, 1964.
- [4] Kitchener, J.A. Ion Exchange. Resins. London:Methuen & Co, and New York:Wiley, 1961.
- [5] Kunin, R. Elements of Ion Exchange, New York:Reinhold, 1960.



(a) 양·음이온교환 수지의 조성 비율(1 : 1) (a) 양·음이온교환 수지의 조성 비율(1 : 1) (a) 양·음이온교환 수지의 조성 비율(1 : 1)



(b) 양·음이온교환 수지의 조성 비율(1 : 2) (b) 양·음이온교환 수지의 조성 비율(1 : 2) (b) 양·음이온교환 수지의 조성 비율(1 : 2)



(c) 양·음이온교환 수지의 조성 비율(1 : 3) (c) 양·음이온교환 수지의 조성 비율(1 : 3) (c) 양·음이온교환 수지의 조성 비율(1 : 3)

그림 1. 시간 경과에 따른 수지탑 후단에서 pH 그림 2. 시간 경과에 따른 수지탑 후단에서 pH 그림 3. 시간 경과에 따른 수지탑 후단에서 pH
 및 전도도 (Na+=125ppm, Cl-=315ppm, 혼상-혼상-음이온 수지탑) 및 전도도 (Na+=125ppm, Cl-=315ppm, 혼상-음이온-혼상 수지탑) 및 전도도 (Na+=125ppm, Cl-=315ppm, 음이온-혼상-혼상 수지탑)