

OF1 발전소 工程廢水를 활용한 純水생산 效率性 향상 방안 연구

허철구, 문성홍^{1*}

제주대학교 토목환경공학전공, ¹제주화력발전소 환경화학부

1. 서 론

화력발전소는 기-수 순환시스템에 의해 전력을 생산하는 설비이므로 철저한 수질관리가 요구되어진다. 불순물이 포함된 천연수를 그대로 사용하게 되면 설비 고장 및 수명단축을 가져오게 되기 때문이다. 제주화력발전소에서 사용하는 공업용수는 지하수로 지하수에는 불순물 특히, 눈에 보이지 않는 이온성물질이 함유되어 있기 때문에 이온교환처리를 통해 순수(Demineralized Water)를 생산하여 공정에 사용하고 있다. 그리고 공정 중 용도를 다한 각종 증기 및 공정수는 배출된 후 폐수처리설비를 거쳐 방류되고 있다. 그러나 이러한 공정폐수는 발전소에서 발생하는 화학세정폐수나 함유폐수 등과 달리 수질이 양호하기 때문에 지하수를 대신하여 순수생산에 이용할 경우 지하수자원 절약은 물론 이온부하량 경감에 따른 순수생산효율 증대가 예상되어 본 연구를 시행하게 되었다.

2. 연구내용 및 방법

2.1. 연구내용

지하수를 순수제조설비에 유입시켜 이온 제거 과정에서의 수질변화 추이와 발전용수에 적합한 순수생산량을 측정하였다. 동일한 방법으로 발전소 정상 운영 중 발생하는 폐수 중 그 성상이 양호한 폐수를 선별하여 순수제조설비에 유입시켜 순수를 제조하면서 수질변화추이와 순수생산량을 측정한 후 두 과정을 비교 검토하였다.

2.2. 실험방법

본 연구를 위해 Fig. 1과 같은 이온교환설비를 이용하였다.

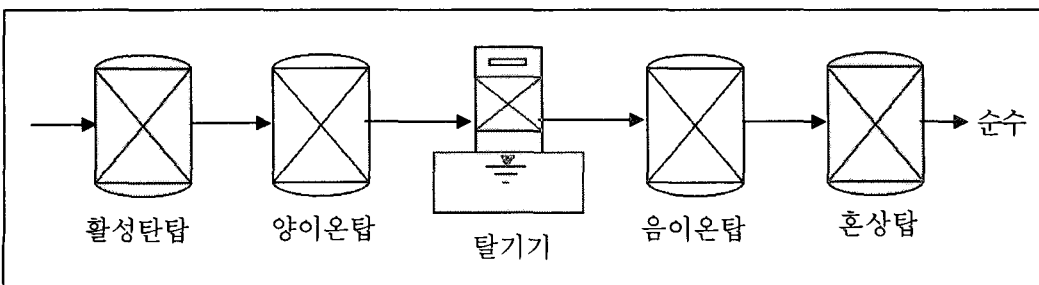


Fig. 1. 발전소 순수제조설비

이용 대상 순수생산설비는 통수(捅水) 전 재생을 완료하였고 지하수를 먼저 통수하여 순수를 생산하였다. 수질변화는 통수 전 저장조에서 pH, 전도도, Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , SO_4^{2-} , Cl^- 등의 이온성분을 분석하였고, 통수 중에는 양이온탐 출구수의 전도도와 Na^+ , 음이온탐 출구수의 전도도와 SiO_2 농도를 측정 분석하였다. 순수생산종료점은 양이온탐의 관류점(Break Through Point)(수지를 완전히 재생한 후 이온용액을 통과시키면 처음에는 이온누출이 미미하지만 통수를 계속하면 이온 누출이 갑자기 증가하는 점)을 기준으로 하였다. 공정폐수 또한 상기와 동일한 방법으로 실험을 실시하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 순수생산 전 지하수 및 공정폐수 수질 분석결과

(단위 : gas $CaCO_3/m^3$)

구 분		지하수	공정폐수
양이온	Ca^{2+}	14.7	9.3
	Mg^{2+}	20.0	12.8
	Na^+	18.4	10.8
	K^+	3.4	1.9
양이온 부하량		56.5	34.8
음이온	Cl^-	21.3	13.7
	SO_4^-	3.0	1.6

※ 순수생산시 채수량(採水量)은 양이온 부하량에 의해 결정됨

3.2. 순수생산시 지하수 및 공정폐수 수질변화

순수생산시 요구되어지는 수질기준을 맞추기 위해 이온교환설비의 양이온탐과 음이온탐을 거친 수질의 전도도는 $10\mu s/cm$ 이하, SiO_2 200ppb이하로 관리되고 있다. 본 연구에서는 순수생산 종료점을 음이온탐 출구수의 전도도가 $10\mu s/cm$ 이상일 때로 설정하였다.

순수생산이 종료되기까지 수질변화를 분석한 결과는 Fig. 2~Fig. 4와 같다.

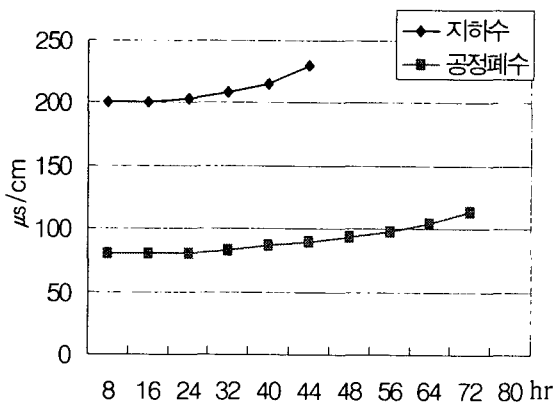


Fig. 2. 전도도(양이온탐 출구수)

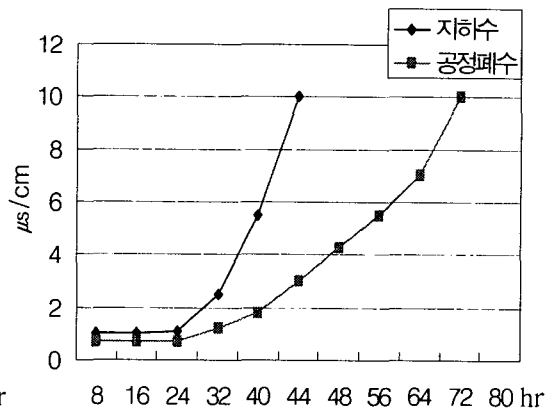


Fig. 3. 전도도(음이온탐 출구수)

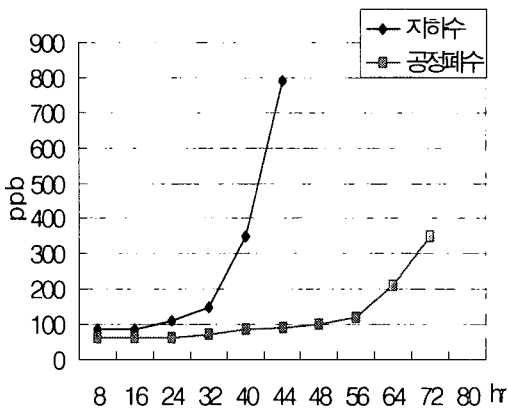


Fig. 4. Na⁺(양이온탐 출구수)

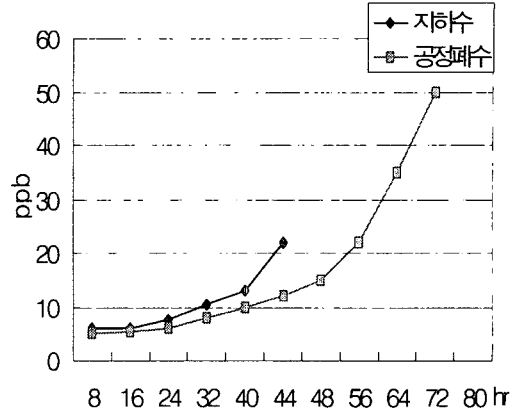


Fig. 5. SiO₂(음이온탐 출구수)

3.3. 지하수 및 공정폐수의 순수생산량(채수량) 비교(Fig. 6)

3.2.1 지하수 이용 순수생산시 채수량(採水量) 계산

$$\begin{aligned} \text{이론 채수량} &= \text{이온교환용량} \times \text{수지층진량} / \text{이온부하량} \\ &= 39.18 \text{g as CaCO}_3/\ell - R \times 1,500 \ell - R / 56.5 \text{g as CaCO}_3/\text{m}^3 = 1,040 \text{m}^3 \end{aligned}$$

그러나, 실험 결과 채수량은 순수생산 종료점까지 44시간 통수하여 930m³으로 나타났다. 이는 이론 채수량 대비 채수 효율이 89%이다.

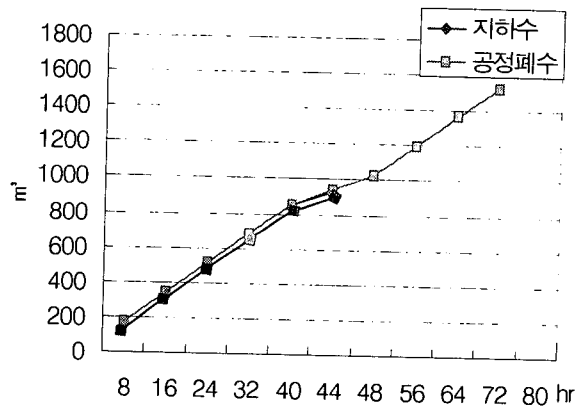


Fig. 6. 채수량

3.2.2 공정폐수 이용 순수생산시 채수량(採水量) 계산

공정폐수 이용시 이론 채수량은 상기식에 따라 계산한 결과 1,689 m³이다. 그러나 실험 결과 채수량은 순수생산 종료점까지 72시간 통수하여 1,530m³으로 나타났다. 이는 이론 채수량 대비 채수 효율이 91%이다.

4. 결 론

이온교환처리로 순수를 제조하는데 있어 생산량을 결정하는 것은 그 물이 가지고 있는 이온(양이온)의 양이다. 지하수의 경우 이온의 양은 56.5g as CaCO₃/m³으로 930m³의 순수를 생산했고, 공정폐수는 34.8g as CaCO₃/m³으로 1,530m³의 순수를 생산할 수 있었다. 즉, 이온의 양이 적은 양질의 공정폐수를 이용 순수를 생산한 결과 채수량이 지하수 사용시와 비교하여 167% 증가된 것이다. 향후 이와 같은 공정폐수를 지속적으로 이용하여 순수를 생산할 경우 지하수자원 절약은 물론 폐수처리부하 경감 및 순수생산 효율성 향상에 크게 기여할 것으로 기대된다.