

## 고리 3,4호기 복수탈염계통 수지트랩 망목의 성능해석

### Performance Analysis for Resin Trap Basket in Condensate Polishing System, Kori 3,4 Nuclear Plant

김 대용, 김 인환, 정 래혁, 홍 승열  
한국전력공사 전력연구원  
대전광역시 유성구 문지동 103-16

김 한유, 정 진암, 이 상학  
한국수력원자력주식회사  
부산광역시 기장군 장안읍 고리 216

#### 요 약

본 연구에서는 고리 3,4호기 복수탈염계통에 설치되어 있는 50mesh 수지트랩 망목을 100mesh 망목으로 교체했을 때 망목 통과 유량 및 차압 변화에 미치는 영향에 대한 해석을 수행하였다. 성능예측 해석은 일반적인 Screen Type 망목의 성능해석에 사용되는 공식과 현재 발전소에 설치되어 있는 50mesh 망목의 운전자료를 이용하여 개발한 성능예측 공식을 적용하여 50mesh 및 100mesh 망목에 대한 성능예측 해석을 수행하였다. 또한 각 망목에 대한 현장 시험을 수행하여 성능예측 결과를 검증하였으며, 시험 결과를 바탕으로 시험전에 개발한 성능예측 공식의 계수(coefficient)를 조정하여 수지트랩 망목의 성능예측 공식을 최종 개발하였다.

#### Abstract

This paper presents the effect of the flow rate and the differential pressure through the resin trap basket, when the basket mesh size is changed from 50mesh to 100mesh in Kori 3,4 condensate polishing system. The performance of 50mesh and 100mesh basket was predicted by using the equation of general screen type basket and the equation developed with the plant operation data of 50mesh basket. The result of performance prediction was verified by the field test and the performance prediction equation was finalized by correcting the coefficient.

#### 1. 서 론

원자력발전소의 복수탈염계통은 복수탈염탑을 사용하여 증기발생기 2차측으로 공급되

는 급수중의 각종 불순물을 제거하는 정화 기능을 수행하고 있으며, 복수탈염탑 후단에는 수지트랩(Resin Trap)이 설치되어 있어서, 복수탈염탑 내부 strainer 손상시 다량의 이온 교환수지가 계통에 유입되지 않도록 하며, 또한 복수탈염탑내에 충전되어 있는 수지(Resin)의 파편 및 미세 이물질을 여과하여 증기발생기로 유입되는 것을 방지하고 있다. 고리 3,4호기 발전소의 복수탈염계통에는 현재 50mesh 크기의 Screen Type 수지트랩 망목이 설치되어 있으며, 수지의 탈염/재생 공정의 반복으로 발생하는 수지 파편 및 미세 이물질이 50mesh 망목을 통과할 정도로 작은 경우에는 현재의 망목으로 완벽하게 제거할 수가 없다. 따라서 망목을 통과하여 유출된 파쇄 수지는 증기발생기 내부로 유입되어 증기발생기 2차측 수질 오염 및 슬러지 발생 증가의 한 원인으로 작용하고 있다. 이에 따라 고리 3,4호기에서는 현재 설치된 50mesh 수지트랩 망목을 보다 미세한 망목인 100mesh로 교체를 추진하고 있으며 망목 교체시의 기술적 타당성에 대한 연구가 필요하게 되었다. 본 연구에서는 현재 고리 3,4호기 복수탈염계통에 설치되어 있는 50mesh 수지트랩 망목을 100mesh 망목으로 교체했을 때 망목 통과 유량 및 차압 변화에 대한 영향을 성능예측 공식을 이용한 해석과 시제품 시험 수행을 통하여 분석하고, 그 결과를 바탕으로 고리 3,4호기 복수탈염탑 수지트랩 망목의 성능예측 공식을 개발하였다.

## 2. 계통 및 설비 개요

### 2.1 복수탈염계통

터빈을 통과하고 복수기에서 응축된 복수에는 2차계통 재질의 부식생성물과 복수기 튜브 누설 등 외부에서 유입된 각종 이온 불순물이 존재하여 급수의 오염원이 되고 있다.

복수탈염계통은 복수에 포함되어있는 이러한 각종 불순물을 제거하여 증기발생기로 유입되는 것을 방지하여 증기발생기 세관의 부식, 침식, 응력부식 및 터빈 날개의 손상을 방지함으로써 발전소 안전운전 향상은 물론 수명을 연장시켜주는 역할을 담당하고 있으며, 주요 구성기기로는 혼상탈염탑, 수지트랩, 이온수지 재생탑 등이 있다.[그림 2-1, 2-2 참조]

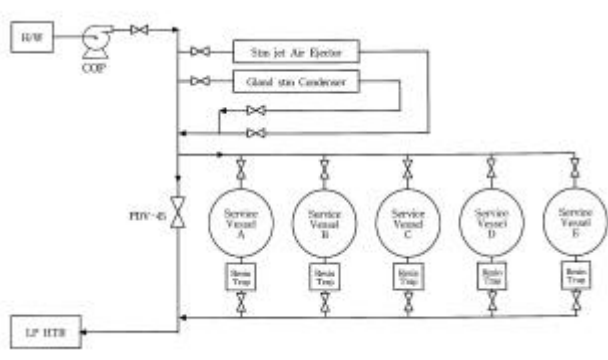


그림 2-1 복수탈염계통 개략도



그림 2-2 복수탈염탑 및 수지트랩

### 2.2 복수탈염탑

복수탈염탑은 직경 3.2m인 구형(sphere) 탈염탑으로서 총 5대가 설치되어 있으며 2.05m/min 이하의 유속으로 16.3cm<sup>3</sup>/min의 정상유량을 처리할 수 있도록 설계되어 있다. 복수탈염탑은 이온교환 반응과 수지층의 여과 작용에 의해 급수속에 포함되어 있는 각종

이온성 불순물과 탁도 성분(슬러지 등)을 제거한다. 복수탈염탑의 운전은 발전소 운전 상태에 따라 크게 전유량 운전(Full Flow Operation)과 부분유량 운전(Partial Flow Operation)으로 구분하고 있으며, 통상 정상운전시에는 전체 복수 유량 4000m<sup>3</sup>/hr중 700m<sup>3</sup>/hr ~800m<sup>3</sup>/hr정도만 복수탈염탑을 통과하고, 나머지 유량은 우회 운전을 하는 부분유량 운전을 수행하고 있다.[그림 2-3]

### 2.3 수지트랩 망목

복수를 정화하는 기능은 복수탈염탑내의 이온교환수지가 담당하고 있으며, 그 후단에는 망목(Strainer Basket)이 장착된 수지트랩이 설치되어 있어서 복수탈염탑내에서 유실된 과쇄 수지 및 이물질이 여과하여 증기발생기로 유입되는 것을 방지하고 있다.

수지트랩은 복수탈염탑 후단에 각각 1대씩 총 5대가 설치되어 있으며, 직경 48.3cm, 높이 2.4m의 원통형 구조로서, 설계압력은 49.3kg/cm<sup>2</sup>으로 설계되었다. 수지트랩 내부에 설치된 망목의 설계압력도 49.3kg/cm<sup>2</sup>이며 재생운전이 수행된 정화 상태에서 유체온도 57.2℃일때 설계유량은 16.3m<sup>3</sup>/min이고 망목 차압은 0.7kg/cm<sup>2</sup>를 초과하지 않도록 설계되어 있다.[그림 2-5]

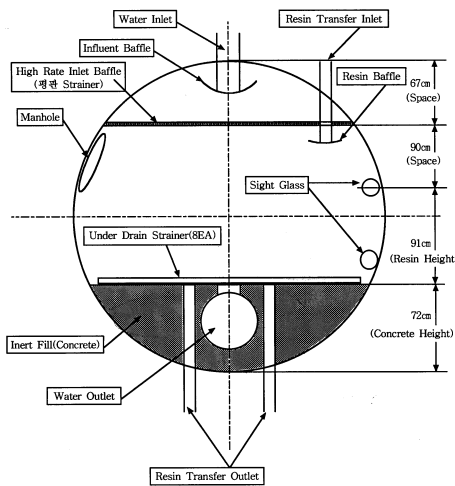


그림 2-3 복수탈염탑 구조도

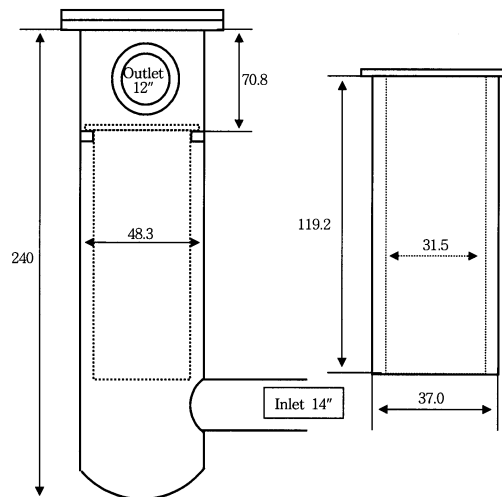


그림 2-4 수지트랩

## 3. 망목 성능 예측

현재 발전소의 망목 운전 조건은 설계 유량 978m<sup>3</sup>/hr에서 차압 0.7kg/cm<sup>2</sup> 이하를 만족하도록 manual 및 관련 운전절차서에 명시하고 있으며, 망목 성능예측 해석은 변경된 100mesh 망목이 위의 발전소 운전 조건(유량, 차압)을 만족하는지 그 성능을 미리 예측 및 평가하는데 그 목적이 있다.

### 3.1 50mesh 망목의 성능 예측

망목의 성능을 예측하기 위해서는 제작사로부터 성능해석 자료를 입수해야 하나, 현재 고리 3,4호기에 설치된 망목은 설치된지 16년이 지났고, 당시 제작사인 캐나다의 Ecodyne사로부터 성능해석 자료를 입수하지 못한 상태이다. 성능해석을 위한 다른 방법으로는 다양한 유량에 대해 직접 현장 시험을 수행하여 성능해석을 위한 자료를 수집하

는 방안이 있으나, 정상운전 기간동안에는 발전소의 안전 운전이 우선시 되므로 다양한 유량에 대한 시험 수행이 어려우며, 100mesh 망목의 경우 발전소에서 보유하고 있지 않아 별도로 제작을 해야한다. 따라서 본 연구에서는 현재 발전소에 설치되어 있는 50mesh 망목의 운전 데이터를 이용한 성능예측 해석을 먼저 수행하고, 그 결과를 바탕으로 100mesh 망목의 성능을 예측하는 방법으로 망목 성능 예측 해석을 수행하였다.

### 3.1.1 50mesh 망목의 운전 현황

50mesh 망목은 현재 발전소에 설치되어 운전되고 있는 망목 모델로서, 50mesh 망목의 운전 현황을 분석하여 망목 성능예측 공식에 활용하였다. [표 3-1]의 운전현황을 분석해 보면 운전 유량 650m<sup>3</sup>/hr ~ 740m<sup>3</sup>/hr에서 망목의 차압이 0.05kg/cm<sup>2</sup> ~ 0.08kg/cm<sup>2</sup> 까지 변화되는 것을 알수 있으며, 유량 변화에 따른 망목차압의 변화가 일정한 변화율을 나타내고 있지 않는 것을 알수 있다. 즉 유량이 700m<sup>3</sup>/hr일때와 740m<sup>3</sup>/hr일때의 망목차압값이 동일하며, 유량이 720m<sup>3</sup>/hr인 경우는 오히려 유량이 700m<sup>3</sup>/hr인 경우보다 망목차압이 낮게 나타났다. 따라서 본 연구에서는 성능예측을 보수적으로 수행하기 위해 운전 유량 700m<sup>3</sup>/hr에서 망목 차압값 0.08cm<sup>2</sup>(운전일 : 1.18, 1.19)을 해석의 기본 자료로 선정하였다.

표 3-1 고리 3,4호기 복수탈염설비 운전 현황

운전일	탈염탑 No.	운전유량 (m <sup>3</sup> /hr)	망목 차압 (kg/cm <sup>2</sup> )	운전일	탈염탑 No.	운전유량 (m <sup>3</sup> /hr)	망목 차압 (kg/cm <sup>2</sup> )
1.2	E	650	0.05	1.21	C	720	0.08
1.3	E	650	0.06	1.30	C	720	0.08
1.4	A	700	0.07	1.31	D	740	0.08
1.10	A	710	0.07	2.9	D	740	0.08
1.18	B	700	0.08	2.16	E	720	0.08
1.19	C	700	0.08	2.18	E	720	0.06

### 3.1.2 망목 성능예측을 위한 공식 선정

망목 성능예측을 위한 주요 변수는 유량, open area, 저항계수(K)등이 있다. 이중 유량과 open area는 현장 운전자료와 망목의 설계자료를 통하여 알고 있지만, 저항계수값은 알려져 있지 않다. 저항계수는 주로 실제 유체기기에 대한 실험을 통하여 결정되어지는데, 고리 3,4호기에 설치된 망목은 미국의 Ecodyne사에서 공급한 것으로 Screen Type 망목으로 분류할 수 있지만 일반적으로 알려져 있는 Screen Type 망목과는 구조적 차이점이 있다. 망목의 경우 mesh수에 따라 유체가 통과하는 공간(Open Area)이 변하게 되는데, 일반적으로 mesh수가 커질수록 open area는 작아지게 된다. Open Area 변화에 따른 저항계수(K)값의 변화를 알기 위해서는 해당 망목의 현장 실험을 수행하여 저항계수값을 찾아내거나, 관련 연구 문헌을 추적하여 적절한 계산식을 찾아내어 적용해야 한다. 국내/외적으로 망목의 저항계수에 대한 폭넓은 연구가 수행되지 않은 관계로 고리 3,4호기에 설치된 특수 Screen Type 망목의 저항계수를 구하기 위한 계산식을 찾기가 쉽지 않았다. I.E.Idelchik는 “Handbook of Hydraulic Resistance”에서 일반적이고, 단순한 형태의 Screen Type 망목에 대한 공식을 2가지 제시하였는데, 고리 3,4호기에 설치된 망목은

Screen Type으로 분류되긴 하나, Idelchik가 제시한 망목과 모델이 동일하지 않아 공식을 그대로 사용하지 않고 수정하여 사용하기로 했다. 즉 공식의 형태는 그대로 사용하되 공식에 사용된 계수(coefficient)를 현장에 설치되어 운전되고 있는 50mesh의 운전값을 기준으로하여 반복 재계산 방법(try & error)을 통하여 가장 적절한 계수값을 찾아내는 방법을 사용하였다. 아래의 [망목 저항계수 공식]은 Idelchik가 제시한 망목 저항계수 계산식이며, 계수 C와 D는 50mesh 망목 시험결과를 바탕으로 하여 결정하였다.

○ 망목 저항계수 공식 : 
$$K = \frac{\Delta P}{\rho w_1^2 / 2} = C \frac{(1 - \frac{\bar{f}}{D})}{\bar{f}}$$

$\Delta P$  : 차압(kg/cm<sup>2</sup>), K : 저항계수(무차원)

$\rho$  : 유체밀도(lb/ft<sup>3</sup>),  $w_1$  : 망목 통과 전 속도

C : 2.27      D : 1.5

$\bar{f} = \text{open area} = \frac{F_o}{F_1}$ ,  $F_1$  : 배관 면적  $F_o$  : 망목 통과 면적

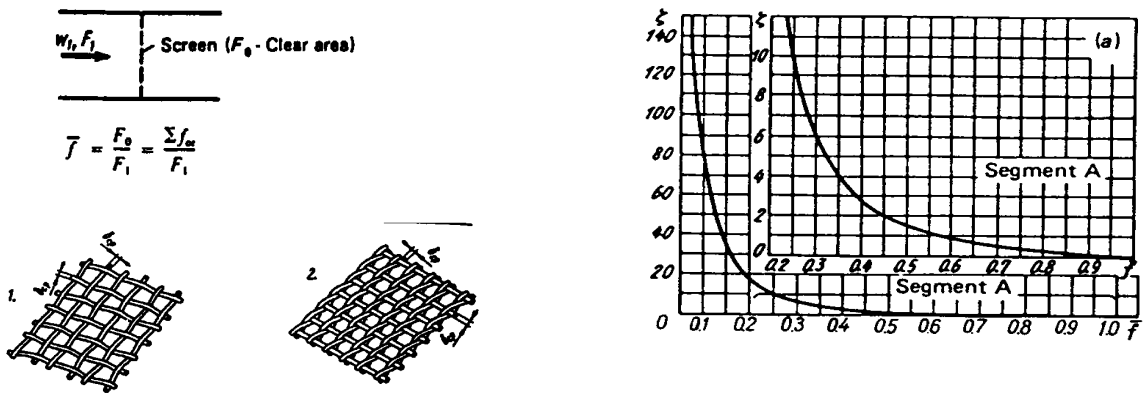


그림 3-1 일반적인 Screen Type 망목의 형태 및 성능 곡선

### 3.1.3 공식의 검증

위에서 선정된 망목 저항계수 공식을 검증하기 위해 계산 결과를 50mesh 망목의 현장 운전 자료(유량 700m<sup>3</sup>/hr, 망목차압 : 0.08kg/cm<sup>2</sup>)와 비교하여 검증하였다. 검증절차는 아래와 같다.

① 망목 저항계수 공식에 50mesh 망목의 Open Area = 16.7%를 입력한다.

$$K = C \frac{(1 - \frac{\bar{f}}{D})}{\bar{f}} = 2.27 \times \frac{(1 - 0.167)}{0.167^{1.5}} = 27.7$$

② 계산된 K값을 망목 차압 계산 공식에 입력한다.

$$\begin{aligned} \Delta P &= K \frac{\rho w_1^2}{2} \quad : \text{망목차압 예측 공식} \\ &= 27.7 \times \frac{62.4 \times 0.4355^2}{2} = 163.9 \text{ lb/ft}^2 = 0.08 \text{ kg/cm} \end{aligned}$$

계산된 망목 차압값  $0.08\text{kg/cm}^2$ 은 현장 시험값과 동일하므로 위의 공식을 고리 3,4호기에 설치된 Screen Type 망목 성능예측에 적용 가능한 공식으로 선정 하였다.

### 3.1.4 유량 변화에 따른 차압 해석

선정된 망목 성능예측 공식을 사용하여 운전유량이  $500\text{m}^3/\text{hr} \sim 978\text{m}^3/\text{hr}$ 까지 변화할 때의 차압값을 계산하였다. 계산 결과 설계유량인  $978\text{m}^3/\text{hr}$ 에서 망목의 차압은 차압 설정제한치인  $0.7\text{kg/cm}^2$ 보다 매우 낮은 값인  $0.156\text{kg/cm}^2$ 로 나타났다.[표 3-2]

표 3-2 50mesh 망목의 성능예측 결과

Q(m <sup>3</sup> /hr)	f(open area, %)	w <sub>1</sub> (m/s)	K(저항계수)	ΔP(kg/cm <sup>2</sup> )
500	16.7	0.095	27.7	0.041
600	16.7	0.114	27.7	0.058
700	16.7	0.133	27.7	0.080
800	16.7	0.152	27.7	0.105
900	16.7	0.170	27.7	0.120
978	16.7	0.186	27.7	0.156

## 3.2 100mesh 망목의 성능 예측

### 3.2.1 저항계수(K) 및 차압계산

100mesh 망목의 경우 50mesh에 비해 Open Area가 작아지므로, 저항계수(K)값이 변하게 되는데, 저항계수를 계산하기 위한 공식은 위의 50mesh 성능예측에서 사용한 공식과 동일한 공식을 사용하게 되며 다만, open area를 100mesh인 경우 9.1%를 적용하였다.

o 100mesh의 Open Area 9.1%를 저항계수 공식에 입력하여 저항계수를 계산한다.

$$K = C \frac{(1 - \frac{f}{d})}{f} = 2.27 \times \frac{(1 - 0.091)}{0.091^{1.5}} = 75.0$$

o 계산된 K값을 망목 차압 계산 공식에 입력한다.[유량  $700\text{m}^3/\text{hr}$ 일때]

$$\Delta P = K \frac{\rho w_1^2}{2} = 75 \times \frac{62.4 \times 0.4355^2}{2} = 638.7\text{lb/ft}^2 = 0.216\text{kg/cm}^2$$

### 3.2.2 유량 변화에 따른 차압 해석

위의 성능예측 공식을 사용하여 설계유량을 포함한 다양한 유량에서의 100mesh 망목의 성능예측 계산을 수행하였으며, 계산 결과 앞에서 수행한 50mesh 계산 결과에 비해 저항계수와 차압값이 높게 나타나는 것을 알수 있다. 이것은 100mesh의 경우 Open Area가 작아지면서, 저항계수가 증가하게 되고, 따라서 차압도 증가하게 되는 현상을 보여주고 있다.[표 3-3]

표 3-3 100mesh 망목의 성능예측 결과

Q(m <sup>3</sup> /hr)	f(open area, %)	w <sub>1</sub> (m/s)	K(저항계수)	ΔP(kg/cm <sup>2</sup> )	차압제한치
500	9.1	0.095	75	0.110	0.7kg/cm <sup>2</sup>
600	9.1	0.114	75	0.159	
700	9.1	0.133	75	0.216	
800	9.1	0.152	75	0.283	
900	9.1	0.170	75	0.358	
978	9.1	0.186	75	0.423	

### 3.2.3 성능예측결과 해석[그림 3-2]

성능예측 계산 결과 100mesh 망목이 50mesh 망목에 비해 저항계수와 차압이 상당히 높게 나타남을 알 수 있었다. 저항계수의 경우 100mesh 망목이 50mesh 망목에 비해 거의 2.7배정도 증가하였으며, 차압의 경우도 유량에 따라 약간씩 차이는 있지만 대체로 2배정도 증가하였다. 설계유량인 978m<sup>3</sup>/hr에서 50mesh 망목의 차압은 0.142 ~ 0.156kg/cm<sup>2</sup>으로 예측할 수 있으며, 100mesh 망목의 차압은 0.386 ~ 0.423kg/cm<sup>2</sup>으로 예측할 수 있다. 또한 모든 유량조건에서 100mesh 망목의 차압이 차압설정치인 0.7kg/cm<sup>2</sup>보다 낮게 예측되어지므로 현재 복수탈염탑 계통의 수지트랩 망목을 100mesh로 교체하여도 계통 성능에는 큰 문제가 없을 것으로 판단되었다.

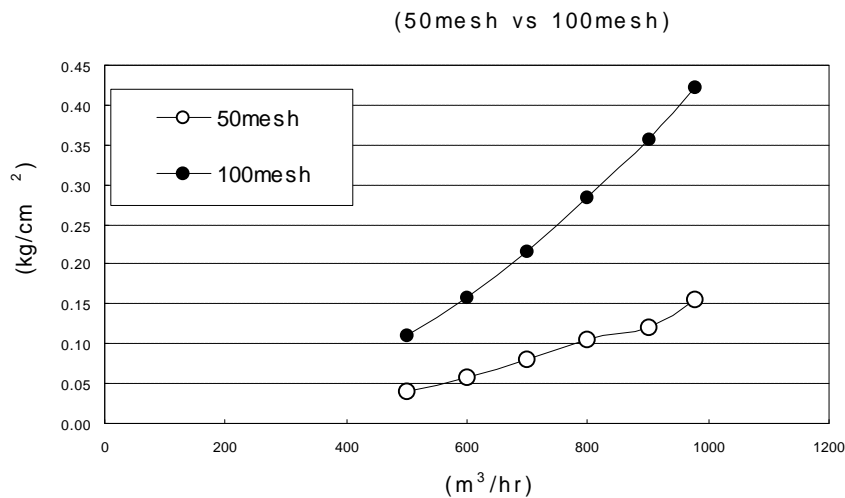


그림 3-2 망목 성능예측 결과

## 4. 망목 시제품 시험

### 4.1 시제품 설계 및 제작

100mesh 망목 시제품의 모델은 Wire No. WW-03으로서 현재 고리 3,4호기에 설치되어 있는 50mesh 망목과 동일한 모델이며, 다만 100mesh의 경우 Slot Opening 간격이 다르게 제작되어졌다. 즉 망목의 내부 몸체 및 Support등 대부분의 부품은 50mesh와 동일하게 설계/제작되며, 100mesh가 되도록 하기위해 Wire의 Slot Opening 간격을 기존

0.3mm에서 0.15mm 간격으로 배치하여 용접하였다. Wire의 폭(width)은 50mesh와 동일한 1.5mm를 사용하였다.

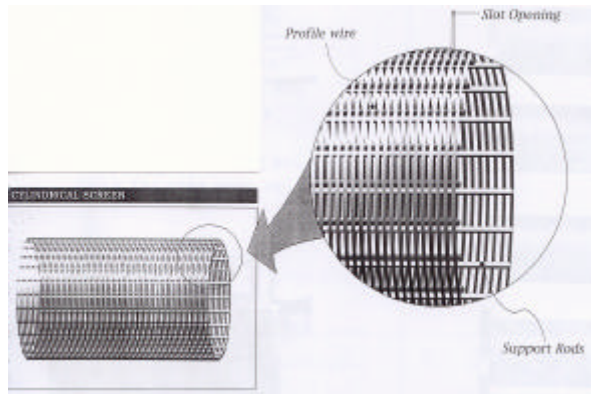


그림 4-1 Screen Type 망목 개략도



그림 4-2 50mesh(좌)과 100mesh(우)

#### 4.2 시험 방안

- o 50mesh 망목은 현재 발전소에 설치되어 있는 망목을 사용하였으며, 시험전에 망목의 정화 작업을 수행하였다.
- o 100mesh 망목은 제작된 시제품을 사용하였다.
- o 각 시험 대상 망목(50mesh & 100mesh)은 각각 다른 복수탈염탑 라인에 설치되었으며, 시험전 해당 복수탈염탑의 정화 작업을 수행하였다.
- o 시험은 50mesh 및 100mesh가 각각 다른 라인에 설치되어 동시에 수행할 수 있으며, 2회 반복 시험을 수행하였다.
- o 시험 유량은 500m<sup>3</sup>/hr, 600m<sup>3</sup>/hr, 700m<sup>3</sup>/hr, 800m<sup>3</sup>/hr, 900m<sup>3</sup>/hr, 978m<sup>3</sup>/hr에 대해 각각 수행되었으며, 각 유량 조건에서 발생하는 수지트랩 망목의 전/후단 압력 및 차압을 동시에 측정하였다.

#### 4.3 시험 결과 및 해석

시험 결과 망목의 차압값이 시험전에 수행한 성능 예측값보다 낮게 나타나는 것을 알 수 있었으며, 모든 유량조건에서 망목 차압 운전설정치인 0.7kg/cm<sup>2</sup>를 초과하지 않는 것으로 나타났다. 100mesh 망목의 경우 1차 시험 및 2차 시험 차압값이 오차율 5% 내외로 상당히 유사하게 나타났으나, 50mesh 망목의 경우 1차 시험과 2차 시험 차압값이 오차율 30% 내외로 적지않은 차이가 발생됨을 보여주었다. 동일 망목에서 이처럼 차이가 발생하는 원인으로서는 1차 시험과 2차 시험시 수행된 50mesh 망목이 각각 다른 라인에 있는 망목으로(1차시험 : A라인, 2차시험 : C라인) 시험이 수행되어 망목간 이물질 부착 및 정화상태에 따라 차압에 차이가 발생하는 것으로 추정되어 진다. 시험이 발전소 정상운전중에 수행되어 모든 조건을 실험실에서 시험하는 것처럼 최적화하게 수행할 수 없었으므로 어느 정도의 오차율은 예상한 것이며, 시험의 주요 목표인 100mesh 망목의 경우는 오차율이 매우 낮아 성능예측 자료로 활용하기에 자료의 신뢰성이 충분한것으로 평가할 수 있다.



표 4-1 복수탈염탑 및 수지트랩 망목 시험 결과

시험 설비		유량(m <sup>3</sup> /hr)						운전제한치
		500	600	700	800	900	978	
망목차압 kg/cm <sup>2</sup> (50mesh)	1차	0.028	0.048	0.060	0.078	0.109	0.133	0.7kg/cm <sup>2</sup>
	2차	0.051	0.070	0.095	0.110	0.170	0.190	
	평균값	<b>0.039</b>	<b>0.059</b>	<b>0.077</b>	<b>0.094</b>	<b>0.139</b>	<b>0.161</b>	
망목차압 kg/cm <sup>2</sup> (100mesh)	1차	0.036	0.078	0.096	0.124	0.170	0.217	
	2차	0.047	0.075	0.088	0.130	0.190	0.220	
	평균값	<b>0.041</b>	<b>0.076</b>	<b>0.092</b>	<b>0.127</b>	<b>0.180</b>	<b>0.219</b>	

#### 4.4 해석 및 시험 결과의 비교

[그림4-3]은 시험전에 수행한 성능예측 결과를 시험 결과와 비교한 그림이다. 50mesh의 경우 성능예측값과 시험값이 비교적 유사하게 나타났으며, 유량 800m<sup>3</sup>/hr 이하에서는 성능예측값이 시험값보다 조금씩 높게 예측되었으나, 유량이 증가할수록 시험값이 성능예측값보다 높게 발생하는 것을 알 수 있다. 100mesh 망목의 시험결과에서도 유량이 증가할수록 차압값의 상승율이 커지는 것을 알 수 있는데, 위의 시험결과로 보아 발전소에 설치된 망목은 유량과 차압이 비례해서 증가하는 것이 아니라, 저 유량에서 보다 고 유량에서 차압이 크게 증가하는 운전 특성을 가지고 있는 것으로 파악되어진다.

100mesh 망목의 경우 성능예측값과 시험값을 비교한 결과 적지않은 차이가 발생되었는데, 설계유량인 978m<sup>3</sup>/hr에서는 약 76%의 차이가 발생하였다. 이처럼 차이가 발생하는 이유로는 성능예측에 사용된 공식의 특성 때문인 것을 판단된다. 즉 성능예측에 사용된 공식의 특성은 Open Area가 적어질수록 저항계수(K)는 급격히 증가하게 되는데[그림 3-1참조], 100mesh 망목의 경우 50mesh 망목에 비해 Open Area가 16.7% ⇒ 9.1%로 축소되고, 저항계수도 급격히 증가되는 (50mesh : 27.7 ⇒ 100mesh : 75) 공식의 특성이 성능예측 결과에 그대로 반영되었다. 그러나 실제 시험 결과는 성능예측에 사용된 공식의 특성과는 조금 다른 경향을 보여주었는데, 즉 100mesh 망목의 Open Area가 9.1%로 축소되어도 저항계수의 크기가 급격히 변화되지 않는 것으로 나타났다.

본 연구에서 수행된 성능예측은 시험에서 수행된 것처럼 다양한 유량에서의 차압값을 입수하지 못하였으며, 입수한 운전자료중 700m<sup>3</sup>/hr에서 발생한 1개의 차압값을 기준으로 하여 Idelchik Handbook에서 제시한 일반적인 Screen Type망목의 성능예측 공식을 수정 적용한 것으로 실제 설치된 망목의 유량에 따른 특성을 정확하게 예측하기에는 어려움이 있었다.

본 연구에서 성능예측의 목적은 시험을 수행하기전에 100mesh 망목의 성능을 미리 예측하여 100mesh 망목이 차압 운전설정치를 초과하지 않는지를 평가하여 그 결과를 바탕으로 시제품 망목의 성능을 미리 예측하는데 있었다. 따라서 한정된 자료를 이용한 성능예측은 비교적 보수적 관점에서 수행 및 평가되어야 하며 차압 운전제한치인 0.7kg/cm<sup>2</sup>이 초과하지 않는지를 평가하는것이 해석의 가장 핵심 사항이므로 100mesh에 대한 성능예측 결과를 시험결과와 비교했을때 보수적 결과를 보여주는 것을 확인함으로써 성능예측의 목적은 달성한 것으로 평가할 수 있다.

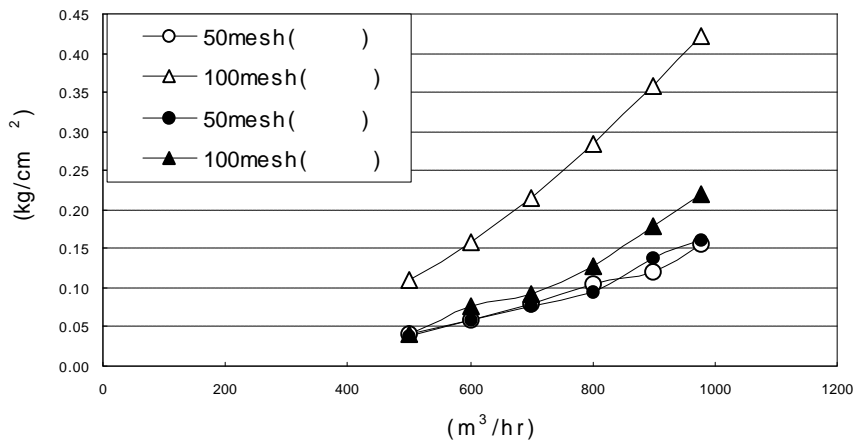


그림 4-3 성능예측 해석 및 시험 결과 비교

### 5. 망목 성능예측 공식 개발

앞에서 수행된 망목 성능예측 해석과 시제품 시험 결과의 비교에서 적용된 성능예측 공식이 보수적이기는 하나, 정확성이 떨어지는 것으로 나타났다. 따라서 시제품 시험 결과를 바탕으로 고리 3,4호기 수지트랩 망목의 성능을 가장 잘 예측할 수 있는 공식을 개발하였다. 공식의 형태는 Idelchik Handbook에서 제시한 일반적인 Screen Type 망목의 공식을 그대로 사용하고, 시제품 시험 결과를 적용하여 각 계수의 값을 재설정하였다. 개발된 공식은 아래와 같으며, 개발된 공식을 사용하여 계산된 망목 차압값을 50mesh 및 100mesh 시험결과와 비교한 결과 매우 잘 맞는 것으로 나타났다[그림 4-4].

○ 망목 저항계수 공식 : 
$$K = \frac{\Delta P}{\rho w_1^2 / 2} = C \frac{(1 - \frac{f}{d})}{f}$$

C : 18.81      D : 0.344

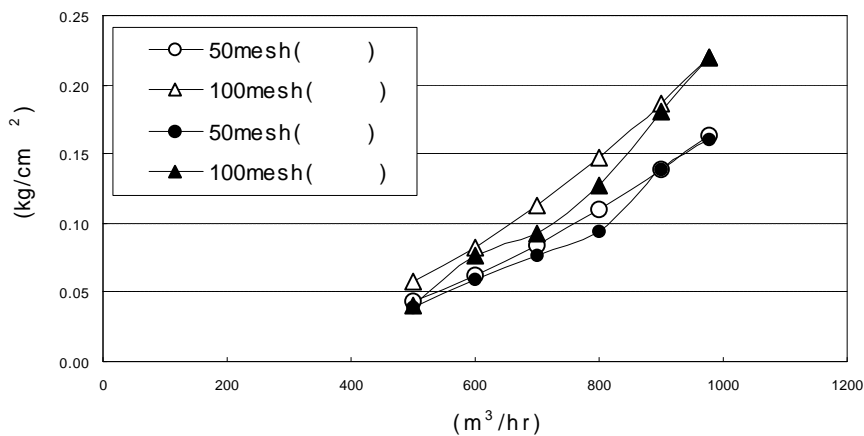


그림 4-4 개발된 성능예측 공식을 이용한 해석 결과

## 6. 결 론

고리 3,4호기 복수탈염계통 수지트랩 망목의 성능 해석 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수가 있었다.

첫째, 수지트랩 망목의 성능예측 해석에서는 일반적인 Screen Type 망목 성능해석 공식과 50mesh 망목의 현장 운전 자료를 이용하여 고리 3,4호기에 설치된 망목의 성능예측 공식을 개발하였으며, 개발된 공식을 사용하여 50mesh 및 100mesh 망목에 대하여 망목 통과 유량이  $500\text{m}^3/\text{hr} \sim 978\text{m}^3/\text{hr}$ 로 변할 때까지 망목 차압을 해석하였다. 해석결과 설계유량에서의 차압값이 50mesh 망목의 경우  $0.156\text{kg}/\text{cm}^2$ , 100mesh 망목의 경우  $0.423\text{kg}/\text{cm}^2$ 으로 계산되어져, 발전소 운전 차압설정치인  $0.7\text{kg}/\text{cm}^2$ 을 초과하지 않음을 예측할 수 있었다.

둘째, 제작된 100mesh 망목 시제품에 대해 시험을 수행하였으며, 시험결과 100mesh 망목의 차압이 설계유량에서  $0.219\text{kg}/\text{cm}^2$ 로 나타나 차압설정치인  $0.7\text{kg}/\text{cm}^2$ 을 초과하지 않음을 검증할 수 있었다.

셋째, 시험결과를 바탕으로 최초 개발된 성능예측 공식의 계수(coefficient)를 조정하여 고리 3,4호기 복수탈염계통 수지트랩 망목의 성능예측 공식을 최종적으로 개발하였다. 개발된 성능예측 공식은 50mesh 및 100mesh 시험결과와 매우 잘 맞는 것으로 확인되었으며, 100mesh외 다양한 크기의 mesh로 변경시에도 그 성능을 정확하게 예측할 것으로 기대된다.

## 7. 참고 문헌

- [1] Operating Instructions Seprex Condensate Demineralizer System for Korea Electric Company at Korea Nuclear Unit #5, 1982, Ecodyne Grave Water Division
- [2] Handbook of Hydraulic Resistance, 1994, I.E.Idelchik
- [3] Unit Operations of Chemical Engineering, 1991, W.L.McCabe
- [4] 고리 3,4호기 복수탈염계통 도면
- [5] Quality Verification Document for Internal Basket for Resin Trap, 2002, Hankook Jungsoo Inc.
- [6] Browns Ferry Nuclear Plant Use of Inverted Cone Wedge Wire Resin Traps in Condensate Polishing, Browns Ferry Nuclear Plant
- [7] Half A Century of Condensate Polishing, Grave Water System Inc.
- [8] 고리 3,4호기 복수탈염계통 운전 일지, 2002, 고리 2발전소 화학부
- [9] 설계변경서(고일01-화학-CD-151D), 1998. 고리 2발전소 화학부