

## 발전소 취수로 거품제거를 위한 수리 실험 Hydraulic Experiments for Removal of Bubbles at the Inlet of Power Plant

오영민<sup>1</sup>, 강금석<sup>2</sup>, 김지영<sup>3</sup>, 김창일<sup>4</sup>

Young Min Oh<sup>1</sup>, Keum Seok Kang, Ji Young Kim, and Chang Il Kim<sup>2</sup>

### 1. 서 론

본 연구에서는 보령 화력발전소의 취수로에서의 거품 발생을 저감시킬 수 있는 방안을 검토하기 위하여 여러 가지 형태의 취수로 모형을 제작하여 수리모형실험을 수행한 결과를 요약하여 보고한다.

### 2. 실험

#### 2.1 실험장치 및 실험기기

실험에 사용된 수조는 Fig. 1에 보인 바와 같이 길이 24 m, 높이 0.9 m, 폭 0.6 m의 크기로서 Stroke가 60 cm인 전기식 서보 시스템 방식의 피스톤식 조파기를 갖추고 있다. 소파제는 조파기 뒤편 및 수조 하류단의 2 개소에 설치되어 있으며, 재질은 스텐레스 또는 알루미늄으로 되어있으며 스텐레스 망으로 지지하는 구조로 되어 있다. 일정한 유량을 통수시키기 위하여 0.25m<sup>3</sup>/min 용량의 수중 펌프를 사용하였다. 실험은 최고 수위(34.5 cm) 및 최저 수위(31 cm)에 대하여 수행하였다.

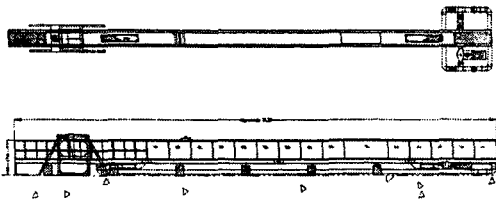


Fig.1. 2차원 파랑흐름 복합 수조

#### 2.2 모형의 제작 및 설치

취수관 및 부착형 수중유입 구조물의 외관은 10 mm 두께의 투명 아크릴을 사용하여 제작하였고 내부의 수로는 곡면 형상을 재현하기에 용이한 두께가 얇은 아크릴을 사용하였다.

#### 2.3 실험방법

거품 발생을 저감할 수 있는 방안을 검토하기 위하여 총 여섯 가지 형태의 모형을 제작하여 거품 발생을 목적으로 관측하였다. 제 1안에서 4-3안까지와 5안의 실험에서는 취수로 최저 수위에서만 관측하였으며, 4-4안과 6안의 실험에서는 취수로 수위변화에 따른 거품발생 경향을 관측하기 위해 최대 및 최저 수위에서 실험을 수행하였다.

### 3. 실험 결과

현 상태의 취수로에서는 Fig. 2에 보인 바와 같이 취수로 유입시 공기가 연행됨에 따라 거품이 대량으로 발생하였다.

1 발표자: 한국해양연구원 연안개발연구본부 책임연구원

2 한국전력공사 전력연구원 선임연구원

3 한국전력공사 전력연구원 연구원

4 (주)유신코퍼레이션 감리본부

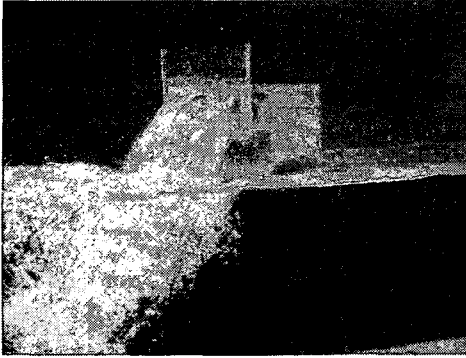


Fig. 2. 현상태의 거품 양상

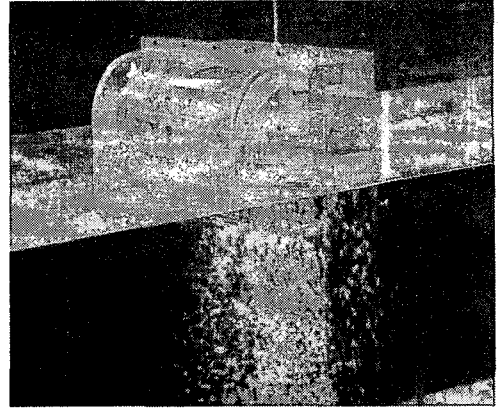


Fig. 4. 공기구멍 개방 (제 1안).

### 3.1 제 1안

제 1안은 부착형 상부 폐쇄형 구조물로 하부 유출부와 취수관과 부착되는 부위의 단면적이 일정하며, 부착 부위에서 직각으로 반지름 5 cm의 원호형 구조이다.

상부의 공기 구멍을 폐쇄했을 때는 취수 유량의 많고 적음에 상관 없이 거품 발생이 전혀 없다. 반면에 공기 구멍을 개방할 경우에는 흡입된 공기로 인해 거품이 대량 발생한다. 이 때 취수 유량의 변화에 따른 기포 발생 양상의 변화는 미미하다.

펌프의 가동이 멈추면 구조물 하단 수위까지 역류하는 단점이 있기 때문에, 공기 구멍에 자동 밸브를 장착하여 펌프의 가동 여부에 따라 작동이 필요하다. 사이폰 적용시 거품 제거 효과는 확실하나 기존 콘크리트 구조물과의 부착시 완전 밀폐 시공되어야 한다.

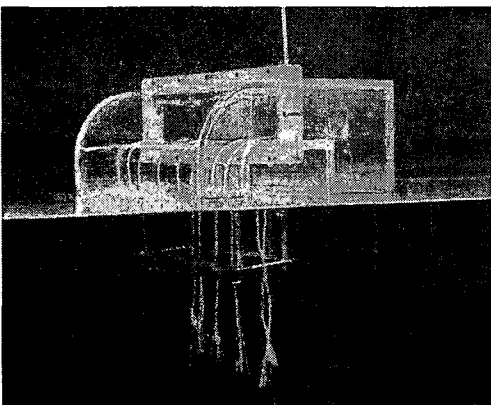


Fig. 3. 공기구멍 폐쇄 (제 1안).

### 3.2 제 2안

제 2안은 부착형 상부 폐쇄형 구조물로 하부 유출부와 취수관과 부착되는 부위의 단면적이 일정하나, 부착부위의 상단에 턱을 두어 기존 콘크리트 취수관에서는 사이폰이 작용하지 않고 부착수로관 내에서만 사이폰이 형성되도록 한 구조이다. 1안의 완전 밀폐형으로 시공해야하는 어려움을 보완하기 위한 대안이다.

상부의 공기구멍을 폐쇄할 경우에는 취수유량이 최소시 공기구멍으로 유입이 없어 거품의 크기나 발생빈도가 적으며, 최대시에는 최소인 경우와 거품의 크기나 개수는 비슷하다. 상부의 공기구멍을 개방할 경우에는 취수유량이 최소시 공기구멍으로 공기가 유입 되면서 공기구멍을 폐쇄할 경우의 최소시보다 거품의 크기나 발생빈도가 크며, 최대에서는 공기구멍의 수위가 1~2 cm 상승되며 최소인 경우보다 거품의 크기나 개수는 매우 적다. 이는 부착부의 턱으로 인해 단면적이 줄어들어 취수량이 콘크리트 상단부에 압력을 가하여 공기유입을 차단하기 때문으로 판단된다.

공기구멍 폐쇄시 취수유량의 최대.최소시 거품 발생이 미미하나, 1안과 마찬가지로 펌프의 가동이 멈추면 구조물 하단수위까지 역류하는 단점이 있으므로 공기구멍의 자동 밸브장착이 필요하다. 개방 시에는 최소유량인 경우에 거품발생이 많다.

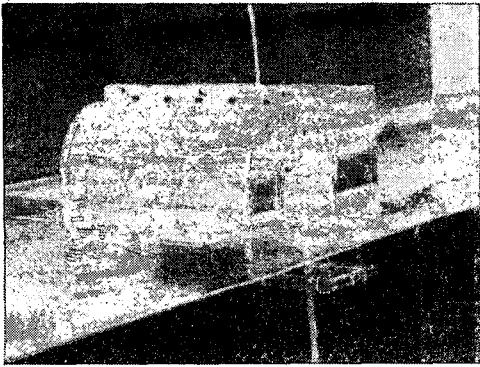


Fig. 5. 공기구멍 폐쇄 (제 2안).

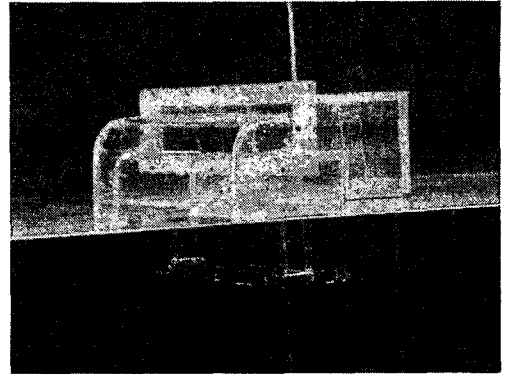


Fig. 7. 공기구멍 폐쇄 (제 3안).

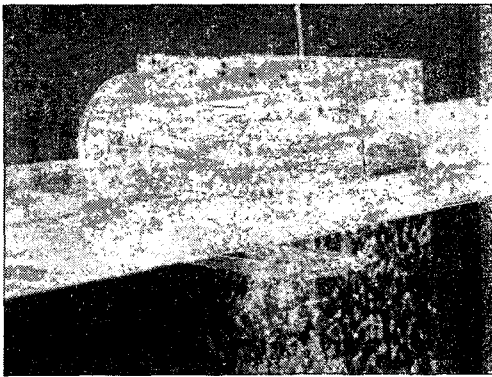


Fig. 6. 공기구멍 개방 (제 2안).

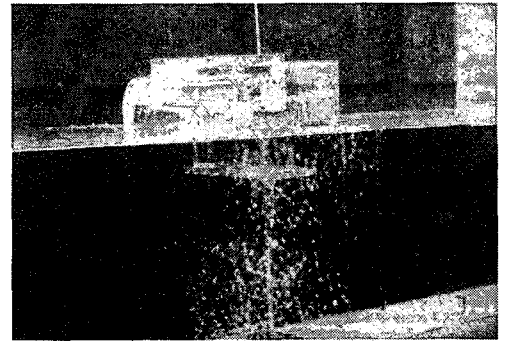


Fig. 8. 공기구멍 개방 (제 3안).

### 3.3 제 3안

제 3안은 부착형 상부 폐쇄형 구조물로 1안의 단면적에서 하부 유출부는 50%, 취수관과 부착되는 부위는 30% 축소하였으며, 폭은 변화시키지 않았다. 수로관 전체 단면적을 축소시켜 2안의 최소유량에서 발생하는 거품을 저감하기 위한 대안이다.

상부의 공기구멍을 폐쇄할 경우에는 취수유량의 최대·최소시 거품발생하지 않는다. 공기구멍을 개방할 경우에는 취수량의 최대유량인 경우에는 거품발생이 거의 없었으나, 최소시에는 공기구멍으로 공기가 유입되면서 거품의 크기가 크며 발생빈도가 많다. 공기구멍 폐쇄 시 취수유량의 최대·최소시와 개방시 최대유량인 경우에 거품발생이 없으나, 역류 방지용으로 공기구멍의 자동 밸브장착이 필요하다. 개방시에는 최소유량인 경우에 2안보다는 거품 발생량이 조금 줄어든다.

### 3.4 제 4안

제 4안은 부착형 상부 개방형 구조물로 3안의 단면에서 상부를 개방하였으며, 기존 콘크리트 상부 모서리에 삼각형 모양으로 덧붙여 자연스러운 흐름을 조성하였다. 4안에서는 거품저감이 최대로 되는 단면을 고안하기 위해 상단부와 수중유출부의 폭을 수위 및 유량조건에 따라 조정하였다.

4-4안의 경우에 기포 발생은 없었으나, 취수량이 구조물 상단부로 상승하는 부분 때문에 시공에서는 이상기상시 구조적 안정성 문제가 발생할 것으로 판단된다.

### 3.5 제 5안

제 5안은 부착형 상부 개방형 구조물로 4안의 단면에서 수로 전면부에 다층관을 설치해 수로관의 수위변화에 따라 작동할 수 있는 구조형식이다. 다층관 유입구의 폭은 5 cm, 수중유출부는 0.45 cm이며, 층벽 두께상 4층관으로 모형이 제작되었으며, 주수로 폭은 20 cm정도로 제작되었다.

Fig. 9에서 알 수 있듯이 최소와 최대유량시 취수유량이 주수로로 모두 빠져나가면서 일정수위를 유지하기 힘들어 전면 다층판 수로가 제대로 작동하지 못하였다. 그리고, 취수유량이 수로 통과시 와류발생으로 인해 거품이 발생하였다. 우측 그림은 다층판의 가동여부를 확인하기 위하여 주수로 폭을 임의로 조정하면서 나타나는 수로내부 흐름상태를 보여주며, 수면교란이 일어나지 않는 층판으로는 취수유량이 배출되었다.

취수유량의 최대·최소시에 거품이 많이 발생하였으며, 취수유량중 대부분은 주수로로 배수되며, 일부는 수조내의 일정수위를 유지할 수 있어야 한다.

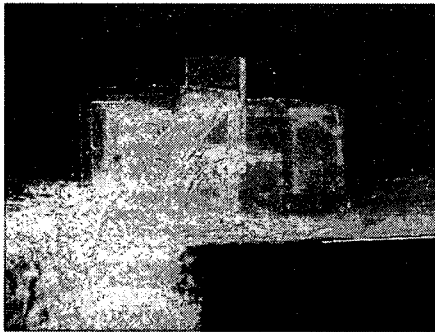


Fig. 9. 제 5안의 실험장면

#### 4. 현장 실험

취수로에서의 거품을 저감하기 위하여 다양한 형태의 구조물을 대상으로 실험을 한 결과 제 1안이 가장 현실적이라는 결론을 얻었다. 물론 제 1안이 직접적으로 좋다는 것은 실험 전에도 파악하였으나 취수펌프가 가동을 정지하였을 때 역으로 사이펀이 걸려서 취수로의 물을 바다로 돌려보낼 수가 있기 때문에 공기밸브를 설치하여 개폐를 할 수 있도록 하여야 한다. 현장실험에서는 이러한 사항을 고려하여 Fig. 10과 같이 설치하였으며 어느 정도 효과가 있는 것으로 확인되었다. 그러나 배출구 한 곳에만 설치를 하였기 때문에 효과를 정확하게 알기는 어려웠으며 차후에 모든 배출구에 설치하게 되면 분명히 알 수 있을 것으로 사료된다.

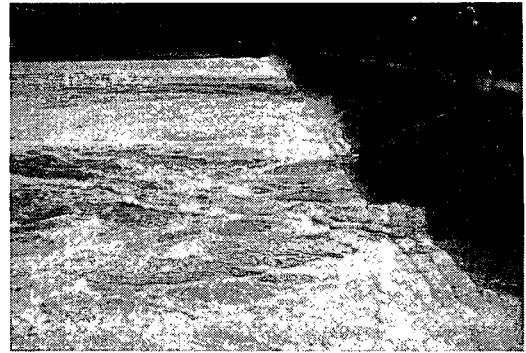


Fig. 10. 현장실험장면

#### 5. 결 론

발전소 취수로에서의 거품을 저감하기 위하여 다양한 형태의 구조물을 대상으로 실험을 하였으며 실험 결과 현실적으로 가장 합리적인 안은 제 1안의 형태를 취하고 역 사이펀 현상을 방지하기 위하여 취수펌프의 가동 중에는 닫혀 있다가 가동이 정지되면 열리는 자동 개폐장치를 부착하는 것이다. 배출구 한 곳에서의 현장실험으로는 주변 배출구에서의 간섭 때문에 거품제거 효과를 정확히 알기 어려우므로 차후에 전체의 배출구에 설치하여 거품저감을 유도할 예정이다.

#### 감사의 글

본 연구는 산업자원부와 한국전력연구원의 연구비 지원을 받아 이루어졌으며 이에 감사를 드립니다.

#### 참고 문헌

한국전력공사 전력연구원, 2004. 화력발전소의 해수방류수를 이용한 수력발전시스템 타당성 조사 연구(최종보고서), 산업자원부.