

# PE1) 800MW 습식배연탈황설비 흡수탑 유동특성 해석 Flow Analysis of the Wet Flue Gas Desulfurization System for 800MW Power Plant

정석용 · 김중석 · 문길호 · 김성원<sup>1)</sup> · 이호경<sup>1)</sup>  
 두산중공업 기술연구원 환경기술연구원, <sup>1)</sup> 두산중공업 화력BG 환경기술팀

## 1. 서 론

국내 최초 800MW급 석탄화력발전소로서 국제환경 규제 기준치를 능가하는 최첨단 환경 설비를 모두 갖춘 최신 발전소로 건설되고 있는 한국남동발전(주) 영흥화력 1,2호기가 2004년 7월과 12월에 완공을 목표로 보일러 및 습식배연탈황설비의 공사가 진행되고 있다. 이에 당사는 본 공사의 주계약자로서 국내 최대 규모의 최첨단 발전소 건설을 위해 최선의 노력을 경주하고 있다. 영흥화력 1,2호기 습식배연탈황설비는 800MW 2호기로 구성되어 있으며 용량 및 시스템 배열 면에 있어서 기존의 설비들과는 상이하므로 시스템 성능 예측 및 평가와 그에 파생되는 설계개선을 위한 새로운 접근방법이 필요하다. 영흥화력 1,2호기 탈황설비 시스템 구성은 1호기 당 두 개의 Duct Train으로 구성되고, 각각의 가스재열기를 통과하여 흡수탑으로 연결되어 있는 구조를 가진다. 이러한 시스템 배치가 전체 탈황 설비 성능에 미칠 수 있는 영향을 판단하는 인자로는 시스템 전체의 압력손실, 압력 및 속도 분포와 유동의 균일성 및 유동의 Balance 등이다. 이 모든 것들이 탈황설비 성능 및 경제성과 밀접하게 연관되는 것들이므로 이에 대한 정확한 해석이 필요하며, 해석 후 예측될 수 있는 문제점에 대해서는 적합한 조치가 이루어져 설계상에 반영될 필요가 있다. 이러한 모든 인자들을 정확하게 해석하는 데는 실제 설치되어 있는 시스템상에서 측정 및 분석이 이루어지는 것이 최선의 방법이나 현 단계에서 그러한 실험이 이루어진다는 것은 불가능한 일이므로 당사에서는 영흥화력 1,2호기 흡수탑 축소모델을 자체 제작하여 실험과 전산해석 수행 결과를 설계에 반영하여 최적의 탈황설비 시스템을 구성하고자 하는데 본 연구의 목적을 두고 있다.

## 2. 연구 방법

흡수탑 축소모델 실험장치는 그림1과 같이 흡수탑 반응기를 투명한 아크릴재질을 사용하여 유동의 가시화가 가능하게 제작하였다. 흡수탑 축소모델의 사양은 표 1에서와 같이 흡수탑의 직경 1,000mm, 높이 3,240mm 이며, 흡수조의 직경 1,200mm, 높이 1,300mm이다. 흡수액 분무단은 총 4단으로 구성되어 있으며, 각단마다 Hollow Cone Type Spray Nozzle이 방사형태로 부착되어 있어 흡수탑 전단면에 흡수액의 분무가 이루어지도록 제작하였다. 흡수탑 상부에는 흡수액이 출구덕트로 배출되는 현상을 방지하기 위하여 습분제거기(Mist Eliminator)가 2단으로 장착되어 있다. 전산해석은 우선적으로 실험플랜트를 대상으로 보일러로부터 나온 배기가스가 Boost Fan으로 유입되는 구간, Fan 후단에서 흡수탑으로 들어가는 덕트 시스템, 흡수탑 내부의 구간, 그리고 흡수탑으로부터 나온 배기가스가 연도로 들어가는 덕트 시스템 4구간으로 나누어 유동해석을 수행하였다. 그리고 운전조건은 최대 유량조건인 BMCR 조건에서의 Max. Range Coal(1.04% Sulfur) 조건하에서만 수행하였다. 전산해석시 습식배연탈황설비의 덕트 및 흡수탑 내부 가스유동 현상을 파악하기 위해 다음과 같은 가정을 하였다. 먼저 작동유체는 공기로 가정하였으며, 유체와 벽면간의 마찰에 의해 생기는 점성소산으로 인한 온도변화는 없는 것으로 간주하였으며, 정상상태의 비압축성 3차원 난류유동으로 가정하였다. 난류유동의 계산을 위하여 가장 일반적인 Standard k-ε 모델을 사용하였다. 해석에 사용된 Tool은 수치해석모델 생성을 위해 Gambit v2.0을 사용하였고, 해석은 범용 유동해석 Tool인 Fluent v6.0을 이용하였다.

Table 1. Specification of the pilot plant

Absorber Size	Reaction Tank Size	Recirculation Pump	Nozzle Type
φ1,000× H3,240mm	φ1,200× H1,300mm	120m <sup>3</sup> /hr, 1.5kg/cm <sup>2</sup>	Hollow Cone Spray

### 3. 결과 및 고찰

흡수탑으로 유입되는 2개의 덕트를 포함하는 흡수탑 내부의 유동해석을 수행하기 위하여 모델링한 실험플랜트 형상을 그림 2에 나타내었다. 서로 대향으로 설치된 유입덕트와 흡수탑 상단부에서 양쪽으로 분기되는 출구 덕트의 구조를 가지며, 유입되는 배가스가 흡수탑 내에서 부딪힘으로 인한 압력손실의 정도와 유동 패턴을 고찰하고, 출구쪽에서의 분기되는 유동의 분배에 대해 검토하였다. 흡수탑 내부의 유동해석은 두개의 경로로 나뉘어진 덕트 시스템이 흡수탑 입구에서 합쳐져 흡수탑에 연결되어 있기 때문에 흡수탑내에서 복잡한 유동이 형성될 것으로 예상된다. 그림 3은 유입덕트의 중심 수평단면에서의 속도 벡터를 도시한 것으로 강한 모멘텀을 지니며 흡수탑으로 유입된 유동은 흡수액의 분부로 인한 기액 접촉 효과 및 반응 등의 복잡한 메커니즘을 수반하며 이에 의한 압력 강하로 인하여 상당한 유동 모멘텀이 감소하여 대향 유입 덕트 구조로 인한 유동의 압력 손실은 그다지 크지 않음을 확인할 수 있다. 그리고 실질적으로 흡수탑내의 분무단 및 습분분리기 등의 구조물 및 흡수액의 분무효과에 의해 흡수탑내의 일부 불규칙한 유동의 흐름은 많이 상쇄될 것으로 예측된다. 또한 그림 4는 수직 상승 속도 성분을 나타낸 것으로서, 유동이 균일하게 상승함을 볼 수 있으며, 상단부에 도달해서는 양쪽 출구 덕트로 양호한 분배 흐름을 나타내고 있다. 출구 덕트부에서는 유량 분배 및 유속의 균형이 잘 보여주고 있으며, 덕트부 하단쪽에서의 약간의 와류 형성영역이 발생함을 알 수 있다. 이러한 와류의 형성 영역은 크지 않아 압력 손실의 발생은 미소할 것으로 판단되었다. 또한 습분분리기의 성능을 좌우하는 유입 유속의 범위가 설계치인 5m/s이하로 유지되는 양호한 흐름을 나타내고 있음을 알 수 있었다.

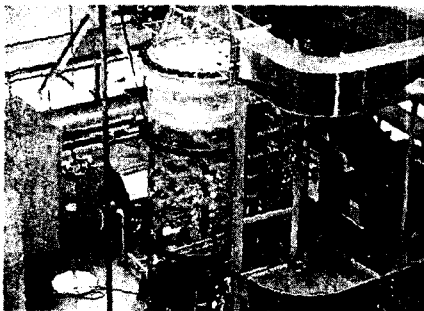


Fig. 1. Picture of the pilot plant system.

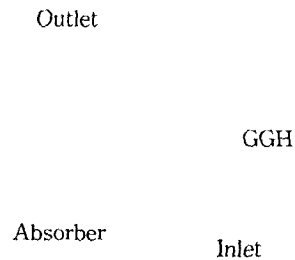


Fig. 2. FGD computational geometry.

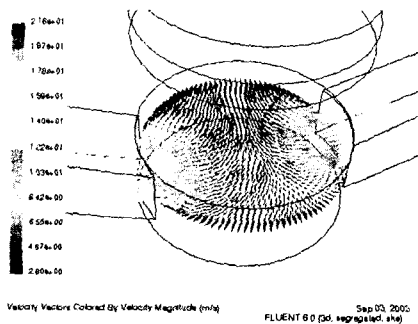


Fig. 3. Velocity vector at inlet duct center face.

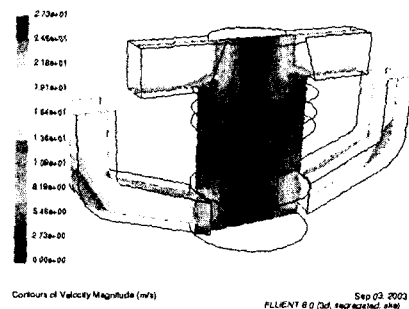


Fig. 4. Velocity contour at center face [m/s].

### 참고 문헌

- S.A. Dudek, and W.F. Gohara (1999) Computational Fluid Dynamics(CFD) Model for Predicting Two-Phase Flow in a Flue-Gas-Desulfurization Wet Scrubber, EPRI, Symposium "FLUENT v6.0 User's Guide", Fluent Inc.