

부생복합발전 소개와 주요설비 국산화를 위한 연구

고민석*, 김도형, 이동수, 이성진

Introduction of Off-Gas Power Plant and Localization Development of Auxiliary Equipment

Minseok Ko*, Dohyung Kim, Dongsu Lee, Seong-geun Lee

ABSTRACT

Off-gas power plant is a renewable energy power plant which generate electrical energy using the low calorie FOG and BFG as main fuel. This combined cycle power plant is comprised of gas turbines, gas compressors, steam turbines, generators, and auxiliary equipment such as gas mixer, mixing tank, and gas cooler. In this paper, a off-gas power plant and development of its several equipment using CFD are introduced.

Key Words : Off-Gas power plant, Gas Mixer, Mixing Tank, Gas Cooler

부생복합발전이란 제철공정에서 석탄을 덩어리로 굽는 코크스 공정이나 철광석과 코크스를 고로에 넣고 쇳물을 녹여내는 과정에서 발생하는 잉여 부생가스를 가스터빈의 연료로 사용하여 발전하는 신재생에너지 발전설비이다. 태워버리는 부생가스를 연료로 사용함으로써 광양제철소의 경우, 2기의 가스터빈과 스팀터빈으로 300MW급 발전을 하고 있으며 연간 570억원의 원유 수입 대체와 연간 18만톤의 이산화탄소 저감 효과를 거두고 있다.

부생가스 중에서 FOG(Finex Off Gas)와 BFG(Blast Furnace Gas)가 가스터빈의 주연료로 사용된다. 부생가스를 이용하여 발전을 하기 위해서는 부생가스의 열량을 일정한 수준으로 유지하여야만 한다. 이를 위하여 주연료의 칼로리가 낮아지는 경우에는 COG(Cokes Oven Gas)를 혼합하여 상승시키고, 높아지는 경우에는 N2가스를 혼합하여 희석시킨다(Table 1). 부생가스 중 FOG는 시간에 따른 열량의 변동폭이 비교적 큰 특징이 있으므로 이를 제어하기 위한 시스템이 요구된다. 따라서 부생복합 발전을 위한 설비로 가스터빈과 가스압축기 이외에도 가스를 혼합시키는 장치인 Gas mixer, 혼합된 가스의 열량 변화율(fluctuation)을 완화시키기 위한 Mixing Tank, 가압된 연료 중 소모되지 못한 고온연료를 재순환시키기 위한 냉각장치인 Gas cooler 등이 필요하다. (Fig. 1)

luctuation)을 완화시키기 위한 Mixing Tank, 가압된 연료 중 소모되지 못한 고온연료를 재순환시키기 위한 냉각장치인 Gas cooler 등이 필요하다. (Fig. 1)

Table 1 부생가스 LHV

가스종류	LHV(kcal/Nm ³ -dry)
FOG	1,100 ~ 2,300
BFG	870
COG	4,090

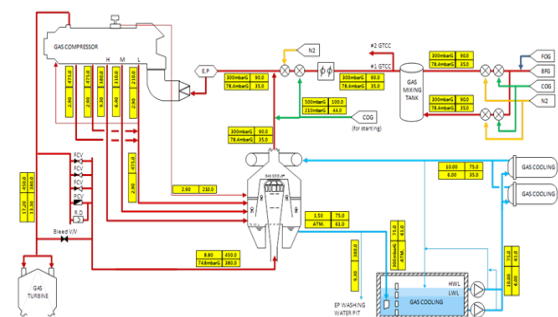


Fig. 1 Schematic diagram of fuel gas calorie control system

부생복합발전플랜트에서 가스터빈을 공급하는 주기기사는 가스터빈의 성능 보장 등을 이유로 BO P 설비에 대해 일괄설계를 하고 있으며 그중 일부 구성품은 해외에서 분할 제작 후 국내에서 현장조립을 하는 형태로 공급을 하고 있다. 이에

* 포스코건설 R&D센터 에너지연구그룹

† 연락처자, mechmania@poscoenc.com

TEL : (032) 748-1967 FAX : (032) 748-4033

주요 구성설비에 대한 자력설계를 수행하여 공급 원가를 절감하자는 취지로 연구가 시작되었으며, Simulation을 통한 성능분석과 성능향상을 통한 최적화 설계 수행 및 설계 기준을 마련하는 작업이 진행되고 있다.

Gas Mixer의 경우, 우선적으로 제철소에서 공급 가능한 가스의 양에 대한 면밀한 검토가 우선되어야 한다. 운영시에는 칼로리미터를 사용하여 측정된 열량을 기반으로 COG 또는 N2가스의 공급 여부를 결정하게 된다. Mixer는 carbon steel을 주소재로 사용하고 있으며, 주배관, 분기관, 그리고 노즐로 구성된다. 출구단에서의 혼합성능을 파악하기 위해 CFD를 통해 가스별 mass fraction 분포를 계산하였으며(Fig.2.), 각 배관과 노즐에서의 유량배분, 평균/최대 유속등을 계산하였다. 이를 바탕으로 Reynolds 수를 계산하였으며, 이를 통해 gas mixer 각 구성요소에 대한 설계 기준값으로 사용할 수 있다.

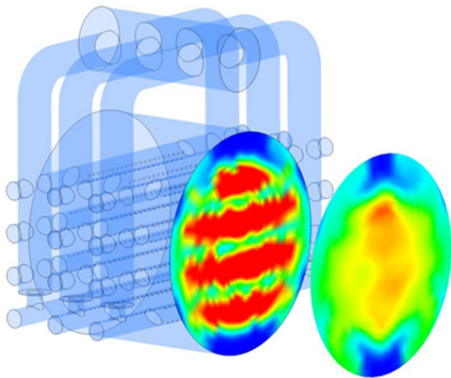


Fig. 2 Simulation result of N2 mass fraction

Mixing tank는 gas mixer 후방에 설치하여 혼합 효율을 높이고, 가스터빈 제어를 위한 일정시간을 유지시키는 역할을 한다. Mixing tank는 입구로 유입되는 혼합가스의 열량 변화율을 가스터빈에서 요구되는 수준으로 낮추면서 원가 절감 및 부지면적 최소화를 위해 최소 탱크 사이즈 계산을 수행하여야 한다. 이를 위하여서는 가스 종류별 분당 열량변화량의 조사가 우선되어야 하며, 시뮬레이션을 통해 사이즈별로 입출구 열량변화를 감소정도를 계산하여야한다. 본 연구에서는 steady 해석을 통해 탱크로 유입되는 혼합가스의 streamline의 길이가 최대가 되는 노즐각 선정작업을 하였으며, 조업을 통해 얻은 열량변화량을 입력하여 탱크사이즈 별로 출구에서의 열량변화율을 계산할 수 있는 해석절차서를 마련하였다.

Gas Cooler는 긴급상황이나 shutdown 구간에서 가스압축기 출구에서 가스공급라인으로 공급되는 고온고압의 가스를 순환시키기 위한 직분사 수냉 시스템이다. 구성품으로는 케이스인 shell, 감압 역할을 하는 pressure reducer, 그리고 직분사 냉각을 위한 spray nozzle과 demister가 있다.(Fig. 3). 이에 관한 연구로 spray nozzle과 pump 설비 사양 선정에 관한 기준과 pressure reducer 설계에 대한 연구가 우선적으로 진행되었으며, 내부 혼합가스의 유동해석을 통한 냉각능력 기본설계를 진행하고 있다. 또한 특성상 gas compressor와 연결되어 있으므로 bypass 유량, heat balance산출, 설계계산 역량이 확보되어야 하므로 compressor 성능곡선 분석과 bypass 특성곡선에 관련된 연구도 진행중이다.

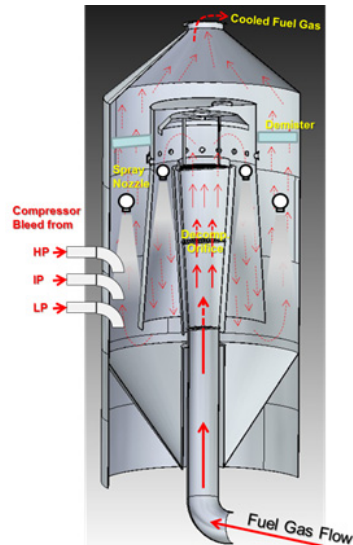


Fig. 3 Gas Cooler 단면도