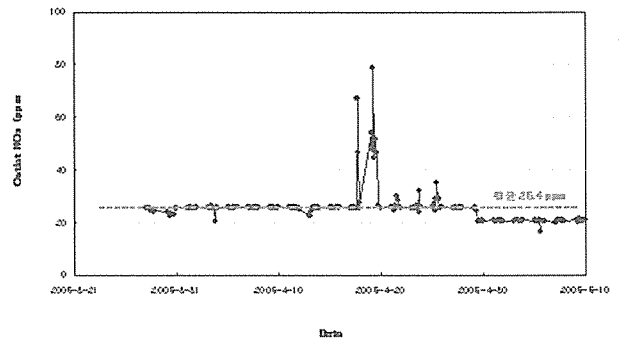


소형 열병합 발전소 탈질설비 적용 검토 (Ⅱ-2)



한국전력기술(주)
 전력기술개발연구소
 환경·에너지연구그룹
 그룹장/공학박사 홍성호
 Tel : (031) 289-4305

도 120 ppm을 기준으로 하였을 때, NOx 제거율은 약 80% 수준이다.



[그림 7] 금호 P&B 탈질 설비 운전 결과

5.2. 금호 P&B

1) 운영 현황

금호 P&B의 탈질설비는 2005년 5월 말 현재 가동율 100%(24시간 운전)로 3개월간 운전되어 왔으며, 앞으로 1년간 동 가동율로 운전될 예정이다. 보일러 연료는 LSWR(0.3% S)이다. 보일러에서 배출되는 배가스는 EP 처리 후 SCR로 유입되고 있으며, 3개의 촉매단으로 구성되어 있다. 배가스의 특성은 [표 8]과 같다.

[표 8] 금호 P&B 배가스 특성(설계조건)

온도	329℃	NOx	500 ppm
배가스 유량	56,095 Nm ³ /hr	SOx	240 ppm
O ₂	3.8%	H ₂ O	12.5 %

※ 실제 NOx 배출 농도 : 120 ppm (TMS 결과)

2) 운전 결과

금호 P&B의 SCR 운전결과 NOx 배출 규제치 70 ppm 이하로 안정적으로 운전되고 있다. TMS 결과에 의하면 [그림 7]과 같이 평균 25.4 ppm으로 배출되고 있어 SCR이 설치되지 않은 설비의 NOx 배출 평균 108.46 ppm과 매우 대조적이다. 입구 농

5.3. 과천자원정화센터

폐기물 소각 시설은 중요한 NOx 배출원으로서, 특히 생활과 밀접한 곳에 인접하여 있으므로 그 관리가 각별하다. 더욱이 소각로는 다이옥신을 함께 배출하고 있는데, SCR 촉매에 의해 다이옥신이 다소 분해되는 것으로 알려져 있다.

과천자원정화센터는 80 ton/day의 폐기물을 처리할 수 있는 용량으로 반응온도 220℃에서 운전되고 있다. 과천소각로는 연소실 → SDR(Spray Dryer Reactor) → A/C(Activated Carbon) → B/F(back Filter) → GGH(Gas-Gas heater) → D/B(Duct Burner) → SCR 순이다. 과천자원정화센터의 SCR 운전 조건은 [표 9]와 같다

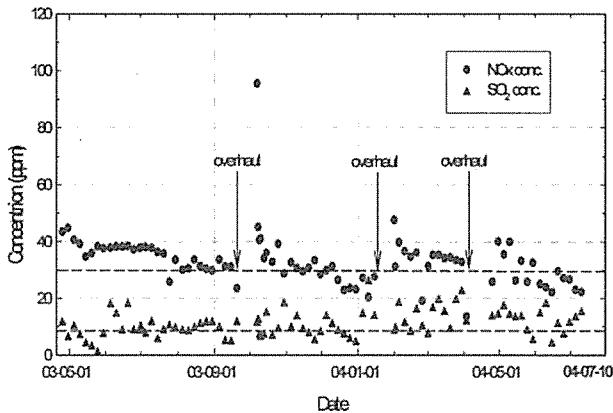
[표 9] 과천자원정화센터의 배가스 조성 및 운전 온도

배가스 풍량	27,000 Nm ³ /hr	O ₂	10%
SO ₂	20 ppm	H ₂ O	10~20%
NOx	150~300 ppm	온도	220℃

2003년 4월부터 운전된 SCR 설비에 대하여 2003년 5월, 11월 2004년 7월에 환경관리공단에서 다이옥신을 측정하였다. 각 측정시 다이옥신 농도는 0.023 ng I-TEQ/Sm³, 0.000 ng I-TEQ/Sm³, 0.02 ng I-TEQ/Sm³로 환경기준치 0.1 ng I-TEQ/Sm³ 이하로 나타났다. 또한 소각로 관련 배가스 규제 물질인 HCl, dust, CO, SO_x, NO_x를 측정된 결과, HCl은 3 ppm, CO는 15 ppm, SO_x는 13 ppm 그리고 NO_x는 35 ppm 이하로 배출되었다. [그림 8]은 2003년 5월부터 2004년 7월까지의 운전 결과이다.

[표 10] HRGS 내 SCR 설치 조건

1. Gas flow rate	389,652 Nm ³ /hr(wet)
2. Gas composition	
O ₂	11.63 %
N ₂	71.71 %
H ₂ O	11.89 %
CO ₂	3.87 %
NO _x	25 ppm
Ar	0.9 %
3. Gas Temperature	345℃



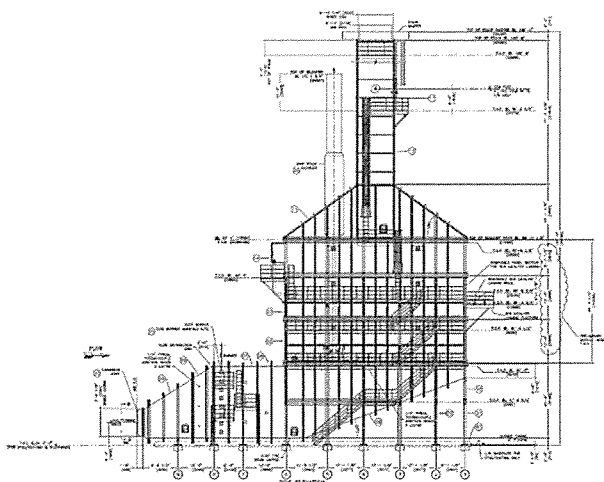
[그림 8] 과천자원정화센터의 SCR 후단 NO_x, SO_x 배출 농도

5.4. 해외적용

KoNO_xTM 촉매는 해외로의 수출을 진행하고 있다. 대상은 미국 Babylon에 위치한 HRSG 로서 SCR 설치 조건은 [표 10]과 같으며, [그림 9]는

KoNO_xTM 촉매가 설치될 HRSG의 개략도이다.

SCR 촉매는 HRSG의 heat pipe 사이의 공간에 설치된다. HRSG는 일일 기동정지가 심한데, 정상상태에 도달하기까지는 최소한의 시간이 필요하다. 일반적으로 고온촉매가 적용될 시 정상상태에 도달하기까지는 SCR이 운전되지 못한다. 따라서 이때에는 무방비로 NO_x가 배출되게 된다. KoNO_x 촉매는 [그림 1]에서와 같이 저온에서 운전이 가능하므로 기동시에 기존 촉매보다 훨씬 낮은 온도에서부터 SCR이 가능하다. 따라서 환경적으로 매우 유리한 특성이 있으며, HRSG를 단시간에 정상상태로 올리기 위한 무리한 운전도 피할 수 있어 설비의 유지 보수면에서도 유리하다.



[그림 9] SCR이 설치될 HRSG의 개략도

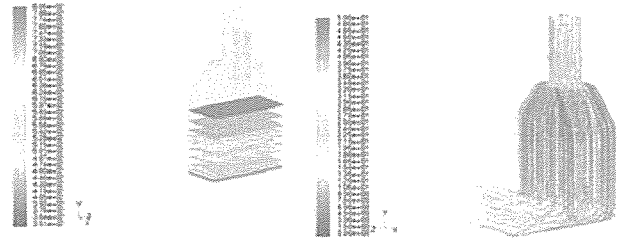
6. 소형 열병합 발전용 SCR 설비

SCR은 촉매만 제공되는 것이 아니다. SCR에 있어서 촉매가 가장 중요한 요소기술이기는 하지만, 그 외에 환원제 주입 설비, 반응기 등 여러 요소 기술에 대한 설계 기술이 필요하다. 개략적인 소형 열병합 발전설비의 SCR은 [그림 10]과 같으며, 각 세부 요소기술에 대해서 언급하도록 한다. 소형 열병합용 SCR 촉매는 대형설비의 촉매와 유사하다. 일반적으로 촉매의 구성 물질과 그 함량은 배가스 조건에 따라 달라지지만, 기존의 촉매를 이용할 수 있다. 다만, 촉매의 형태, 즉 honeycomb이나 plate 등

다양한 형태에 있어서 적합한 형태를 선택하여야 하고, 촉매의 규격에 있어서 cell density, 길이, 배열 등이 배가스의 흐름, 환원제의 분산, 압력손실 등을 고려하여 설계되어야 한다.

환원제 주입설비는 환원제의 종류에 따라 달라진다. 분당복합화력에 설치된 SCR의 경우 무수암모니아를 사용하는데, 이를 위하여 암모니아 주입펌프, 저장탱크, 기화기, accumulator, 송풍기가 필요하며, 암모니아의 분사를 위한 주입 그리드의 설계가 필요하다. 암모니아수를 사용할 경우 무수암모니아와 유사하며, urea를 사용할 경우 urea의 분해 장치가 추가로 설치되어야 한다.

촉매가 장착된 SCR 반응기는 효율적인 환원제의 분산과 압력손실을 최소화할 고려해야 한다. 이를 위해서 유동장 해석이 필요하다. [그림 12]는 SCR 반응기의 유동장 해석 결과이다. 이를 통하여 배가스의 유량, 속도, 온도 분포, 암모니아의 분산도 등을 점검하고, 이에 대한 대책을 강구하는 연구가 필요하다.

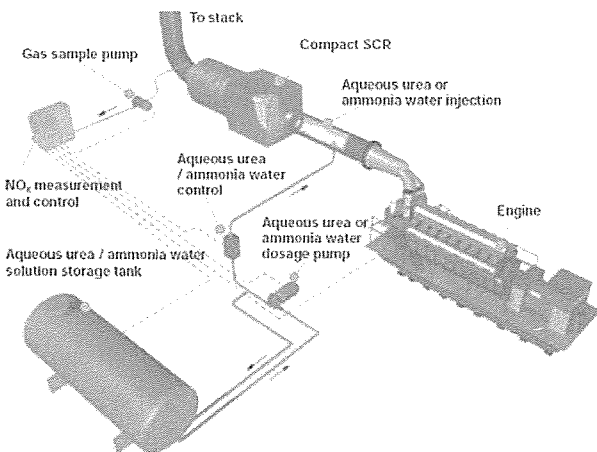


[그림 12] SCR 반응기의 유동장 해석

7. 결론

소형 열병합 발전 설비의 증가에 따라 필연적으로 질소산화물의 배출도 증가한다. 이에 대한 대책으로 SCR이 적용될 수 있다. 소형 열병합 발전설비의 연료인 LNG의 경우 국내 기술로서 경제성 있는 SCR이 가능할 것으로 판단된다. LNG를 연료로 하는 분당복합화력 발전소에 적용된 KoNOxTM의 경우 공간속도 13,869hr⁻¹에서 80% 수준의 NOx 제거율을 얻어 소형 열병합 발전설비에 적용시 국내 환경규제치를 만족할 것으로 예상된다. 또한 과천 소각로, 금호 P&B의 운전결과에서도 SCR 적용에 문제는 없을 것으로 판단된다.

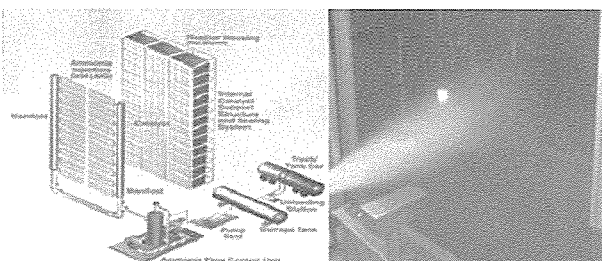
소형 열병합 발전 설비에 SCR을 적용할 경우 기 개발된 촉매를 적절히 응용하면 적용에 있어서 큰 문제는 없을 것으로 예상된다. 그러나 환원제 공급 설비와 반응기의 설계에 있어서는 경제성을 고려하여 소형 열병합 발전 규모와 특성에 맞추어 설계할 수 있는 기술이 필요하다.



[그림 10] 소형 열병합 발전설비의 SCR 개략도

사사

본 연구는 과학기술부 21세기 프론티어 연구개발 사업인 '나노소재기술개발사업단'의 지원(과제번호: 05K1501-0180)으로 수행 되었습니다.



[그림 11] 암모니아 주입설비