Trans. of the Korean Hydrogen and New Energy Society(2016. 6), Vol. 27, No. 3, pp. 290~297
DOI: http://dx.doi.org/10.7316/KHNES.2016.27.3.290
ISSN 1738-7264
eISSN 2288-7407

흡수 조건 및 부식 생성물에 의한 MEA 수용액의 변성 특성

남성찬[1] · 송윤아[2] · 백일현[1] · 윤여일[1] · 유정균[1] · 이창하[2†]
[1]한국에너지기술연구원 기후변화연구본부, [2]연세대학교 화공생명공학과

Degradation Characteristics of Aqueous MEA Solution by Corrosion Products and Absorption Conditions

SUNGCHAN NAM[1], YOONAH SONG[2], ILHYUN BAEK[1], YEOIL YOON[1], JEONGKYUN YOU[1], CHANGHA LEE[2†]
[1]Korea Institute of Energy Research 152 Gajeong-ro, Yuseong-gu, Daejeon, 34129, KOREA
[2]Yonsei University 50 Yonsei-ro Seodaemun-gu, Seoul, 03722, KOREA

Abstract >> The absorbent loss due to degradation in CO_2 capture process using aqueous alkanol amine solution has adverse effect on the economics of overall process. The degradation causes absorbent loss, equipment corrosion, foaming, adhesive material producing and viscosity increase in operation. In this study, the degradation characteristics of CO_2 capture process using MEA (monoehtanolamine) under various conditions such as O_2 partial pressure, CO_2 loading and absorbent temperature. The effects of iron, which generated from the equipment corrosion, on absorbent degradation were studied using Fe_2SO_4 containing MEA solution. The produced gases were analyzed by FT-IR(Fourier Transform Infrared Spectrophotometer) and the specifically measured NH_3 concentration was used as a degradation degree of aqueous MEA solution. The experiments showed that the higher CO_2 loadings (α), O_2 fraction (y_{O2}) and reaction temperature enhanced the more degradation of aqueous MEA solution. Comparing other operation parameters, the reaction temperature most affected on the degradation. Therefore, it could be concluded that the above parameters affects on degradation should be considered for the selections of CO_2 absorbent and operating conditions.

Key words : Monoethanolamine(모노에탄올아민), Absorbent(흡수제), Carbon dioxide(이산화탄소), Oxygen(산소), Degradation(열화)

1. 서 론

이산화탄소 배출량을 저감시키려는 국제적인 동향에 따라 국내에서도 이산화탄소 포집 및 저장기술(Carbon Capture & Storage, CCS)의 상용화를 위한 연구개발이 시급한 과제로 대두되었다[1]. CCS 기술은 현재 상용화 단계에 있는 기술로서 대용량 CO_2발생시설에 이산화탄소 포집공정을 적용하기 위한 경제성을 확보하기 위해서 장치비용 및 운전비용을 낮추는 공정 개발이 이루어지고 있다. 이산화탄소 포집 공정에서 상용되고 있는 MEA (Monoethanolamine)

†Corresponding author : leech@yonsei.ac.kr
Received : 2016.5.14 in revised form : 2016.6.13 Accepted : 2016.6.30
Copyright ⓒ 2016 KHNES

흡수제는 우수한 반응성과 상용화된 공정 및 운전 경험 등 풍부한 장점을 가지고 있으나, 처리가스에 포함된 산성가스 성분에 의한 흡수제의 부반응, 연속적인 가열 및 냉각을 통한 흡수제 열화 등의 단점이 있다. 흡수제의 열화는 공정 운전효율에서 용매 손실, 부식, 거품 형성, 부착물, 그리고 점도 증가 등의 주요 발생요인으로 작용하여 흡수제의 보완해야 할 요소 중의 하나이다[2]. Kennard 등에 의하면 열화 반응 속도는 대체적으로 느리고 복잡하며, 온도, 압력, 가스 조성, 아민 농도, 용액 pH, 그리고 금속 이온의 존재 등에 크게 영향을 받는 것으로 알려져 있다[3]. 흡수제의 CO_2 흡수 및 재생으로 구성된 연속 순환 공정 특성상 흡수제의 재 사용률은 전체 공정 성능에 중요한 부분을 차지하므로 연소배기가스 내에 산소로 인한 흡수제 변성 저감연구를 통해 공정운영 비용감소 및 흡수제개발에 기여할 것으로 보인다.

본 연구에서는 열화반응장치를 이용하여 MEA 흡수제의 변성 생성물인 암모니아를 열화의 척도로 사용하였다[4]. FT-IR (Fourier Transform Infrared Spectroscopy)를 통해 반응 후 배출되는 기체를 분석하였으며 철 이온이 함유된 MEA 수용액에서의 열화특성을 비교하였다. 열화반응장치의 운전 변수로는 흡수제의 CO_2 함량 변화, 산소분율, 그리고 반응온도에 따른 암모니아 농도의 변화를 실시간으로 분석하였다. 흡수제의 열화경로를 이해하고 CO_2 포집공정의 운전 조건을 최적화함으로서 에너지 및 동력비용 절감, 설비의 수명연장 등이 가능하기 때문에 연소배기가스 중 이산화탄소 처리비용을 최소화에 직접적인 기여를 할 수 있을 것으로 보인다.

2. 산화에 의한 열화메커니즘

MEA 수용액은 화학산업 등에서 발생되는 공정가스나 화석연료의 연소 후 발생되는 CO_2 포집 등에 주로 사용되고 있다. 특히 흡수제의 열화(혹은 변성)

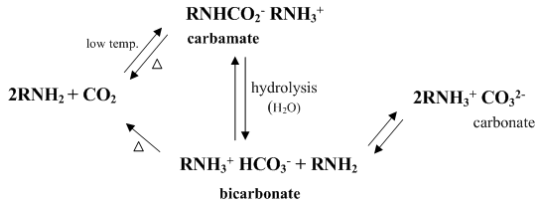


Fig. 1 General reaction mechanism of amine-type carbon dioxide absorption

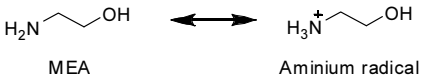
는 이러한 공정가스나 연소배기가스 중에 포함되어 있는 다량의 이산화탄소나 산소 등에 의해 촉진되는 것으로 알려져 있다. MEA의 경우 1몰의 아민이 흡수할 수 있는 화학양론적인 이산화탄소의 양은 0.5몰이며, 이러한 이산화탄소와 MEA 흡수제와의 총괄 반응메커니즘은 Fig. 1과 같다[5].

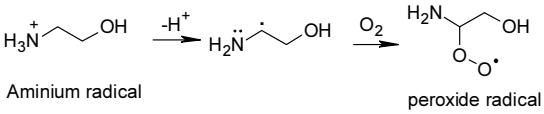
일반적으로 석탄화력발전의 경우 연소배기가스 중에는 5~10%의 산소와 10~15%의 이산화탄소를 포함하고 있다. 이러한 연소배기가스 조건에서 MEA와 같은 알카놀아민계 흡수제의 열화의 주요원인은 카바메이트 중합(carbamate polymerization)에 의한 변성, 산소에 의한 변성(oxidative degradation), 열적 변성(thermal degradation) 인 것으로 알려져 있다. 산소에 의한 흡수제 열화의 경우 처리가스 중에 포함된 O_2가 흡수제 내에 용해되면서 시작된다. 산소와 흡수제가 반응하여 각종 유기산과 암모니아와 같은 열화물이 발생하며 이러한 현상은 CO_2 포집공정의 흡수탑에서 주로 발생한다. 산소와 열에 의해 열화가 동시에 일어날 수 있으나 Lepaumier 등은 MEA의 주요 변성요인으로 산소를 지적하였다[6].

MEA와 같은 1차 아민 혹은 2차 아민의 경우 전자이동에 의해 형성된 이민은 자유 라디칼 반응에 참여하기 쉽다. 또 이를 통해 형성되는 아세트알데히드(CH_3CHO, acetaldehyde),하이드록시아세트알데히드($C_2H_4O_2$, hydroxyacetaldehyde)와 같은 알데히드 등은 상온에서 산소에 의한 유기산 생성 반응이 쉽게 일어날 수 있다[7].

흡수제의 산화는 자유 라디칼($R\cdot$)의 연쇄 반응메

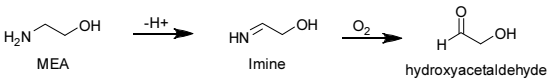
커니즘에 의하여 발생하며, 자유 라디칼을 생성할 수 있는 α 카본으로부터 수소를 추출한다. 그리고 이러한 자유 라디칼은 과산화기(-O-O-: peroxyacid) 라디칼을 생성하기 위해 산소와 반응한다.



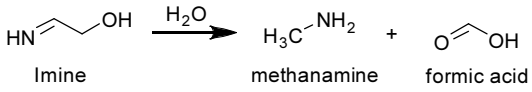


자유 라디칼의 반응으로 알데히드 또는 케톤류를 생성하지만 이들은 포름산(formic acid), 글리콜산(glycolic acid), 옥살산(oxalic acid) 등으로 쉽게 산화된다.

반응성 자유라디칼은 양이온 라디칼(aminium cation radical)을 생성할 수 있는 양자를 가하지 않은 아민에서의 질소로부터 전자를 추출한다. 특히, 양이온 라디칼은 이민 라디칼(imine radical)을 생성하기 위해 수소이온의 손실에 의해 전위한다.



이러한 반응메커니즘에 의해 MEA는 암모니아와 하이드록시아세탈데히드로 분해된다. 이민 라디칼은 반응성이 우수한 자유 라디칼과 반응하여 이민을 생성한다.



유기산들은 MEA와 반응하여 2차적인 변성물질을 생성하며, 이 물질들은 시스템에 축적되어 장치의 부식을 일으키는 요인으로 작용한다[8]. 알데히드는 물에 잘 용해되어 이민을 형성하는 1차 아민류와 에나민을 형성하는 2차 아민류와 쉽게 반응한다.

Rooney 등은 80°C에서 공기를 사용하여 20 wt.% MEA의 변성실험을 수행하였으며 본 실험과 마찬가지로 흡수제의 산화반응으로 발생하는 암모니아를 측정하여 MEA 손실율을 분석하는 자료로 활용하였다[9]. E.H.I의 연구결과[10]와 마찬가지로 MEA가 imine, hydroxyacetaldehyde, glycolic acid로 산화되는 일련의 반응을 통해 주요 산화물로 NH_3와 hydroxyacetaldehyde, acetaldehyde, acetic acid, formic acid, glycolic acid, oxalic acid 등 열화물의 생성메커니즘을 제시하였다.

3. 실험장치 및 실험방법

3.1 열화반응 실험장치

본 연구에서 흡수제의 열화반응을 촉진하기 위해서 반회분식 열화변성장치를 사용하였으며, 기체공급부에서 MFC(5850E, Brooks)을 통하여 N_2, CO_2, O_2 기체를 설정된 조성으로 혼합하여 변성반응기로 공급하였다. 흡수제의 열화변성장치는 크게 (1)기체공급부, (2)Pre-saturator, (3)변성반응기, (4)FT-IR 분석장치로 구성되었으며 Fig. 2에 나타내었다. 공급기체와 반응기의 온도를 일정하게 유지하기 위해 전기예열기(pre-heater)를 설치하였으며, 이를 통해 온도편차는 ±2°C 이내로 제어하였다. 건조 공급기체(Dry feed gas)을 이용하여 장시간 변성실험을 수행하는

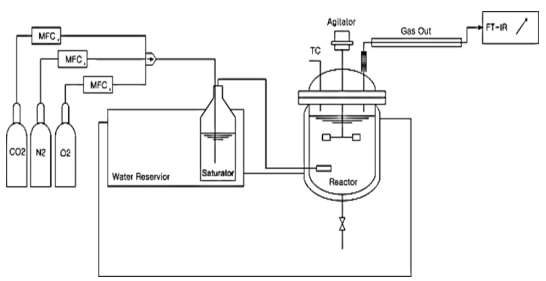


Fig. 2 Process flow diagram of degradation reaction system

경우, 반응기 내 용액의 수분 증발을 방지하기 위해 수분 포화기(Pre-saturator)를 설치하였다. 이러한 Pre-saturator는 Water Jacket 형태로 제작되었고 항온조(Water circulator)를 이용하여 ±1°C 이내로 제어하였다. 이를 통해 변성반응 온도에서 수분이 포화된 공급기체를 반응기에 공급함으로써 반응 용액의 손실을 최소화하였다. 변성반응기에서 흡수제와 대상 기체와 반응 후 배출되는 기상 내에 존재하는 암모니아 발생량은 FT-IR(Fourier Transform Infrared Spectroscopy, Nicolet 6700, Thermo Fisher Scientific, USA)을 사용하여 실시간 분석하였다. 암모니아는 물에 잘 용해되는 기체로 배출되는 기상이 분석기까지 이송되는 과정에서 배관에 수분이 응축되어 암모니아의 농도가 변하는 현상을 확인할 수 있었다. 이러한 현상을 방지하기 위해 배출가스가 흐르는 모든 배관과 예열기의 온도를 FT-IR 분석조건인 175°C로 유지하였으며 ±5°C 이내로 제어하였다.

FT-IR은 컴퓨터와 연결하여 OMNIC 소프트웨어를 통해 실험 측정 제어와 데이터 저장이 이루어지도록 하였다. 측정 조건은 스캔 횟수 32회, resolution 4로 설정하였다.

3.2 열화 실험방법

Pulverized coal combustion(PCC) 발전소의 Flue gas desulfurization (FGD) 후단에서 배출되는 연소배기가스는 굴뚝으로 배출되기 전 약 60°C로 가열된다. 실제 연소배기가스 조건에서 열화특성을 알아보기 위해 반응기의 온도를 60°C로 유지하였고, 열화반응을 가속화시키기 위해 공급가스 조성을 98% O_2/2% CO_2으로 주입하였다. 반응기 내 부피는 500 ml이며 본 실험에 사용된 흡수제는 Samchun chemicals사의 MEA 99%을 추가 정제하여 사용하였다. 흡수제는 증류수(distilled water)를 이용하여 30 wt.% 수용액을 제조하였다. 철 이온(Fe^{3+}) 함유여부에 따른 산화변성 반응을 관찰하기 위해 Junsei chemicals사의 황산철(Fe_2SO_4)을 1 mM 첨가하였다. 열화반응 전에 흡수제의 잔존 기체를 제거하기 위해 전처리를 거친 후 반응실험을 시작하였다. 공급기체와 흡수제와의 반응을 촉진시키기 위해 실험이 진행되는 동안 510 rpm으로 일정하게 교반하였다. 열화 변성 실험 수행을 위한 공정 변수로는 CO_2 함량, 산소분율, 그리고 반응온도가 있으며, 열화 억제제 성능평가를 위한 실험 조건의 범위는 각각 다음과 같다. 공정 변수로 MEA 수용액에 각각 0, 0.14, 0.33, 0.51로 CO_2가 loading된 MEA 수용액을 사용하였으며, 주입가스의 산소분율을 0, 0.2, 0.6, 1.0(bal. N_2)으로 조정하였다. 또한 반응기 온도를 40, 60, 80℃로 변화시키면서 온도에 대한 영향을 고찰하였다.

4. 결과 및 고찰

4.1 MEA 수용액의 변성특성

기존 상용 공정의 최적화 운전을 위해서는 다양한 흡수제의 특성 연구와 함께 흡수제의 열화특성 및 장치부식 연구가 선행되어야 한다. 본 연구에 사용된 열화(변성)반응 평가장치는 상용공정의 설계 및 운전경험을 토대로 설계되었으며 기존 운전 경험이 많은 흡수제로서 MEA를 사용하였다. 이러한 열화반응 특성연구를 통해 공정효율을 높이고 최적화된 흡수 및 재생 장치를 구현하는 것이 본 연구 목적이다.

Fig. 3은 연소배기가스 중에 포함되어 있는 N_2, CO_2, O_2에 의한 흡수제의 열화 실험을 수행한 결과이다.

반응 초기 50분 이내에 발생된 암모니아는 MEA 수용액의 제조과정에서 발생된 것으로 총 암모니아 발생량에서는 제외하였다. 질소 주입에 따른 흡수제의 열화반응 실험결과, 앞서 설명한 바와 같이 초기에 잔존하는 암모니아가 배출된 후 100분 이후에는 더 이상 암모니아가 발생되지 않았다. 이산화탄소를 주입하여 실험한 결과, MEA가 공급된 이산화탄소와

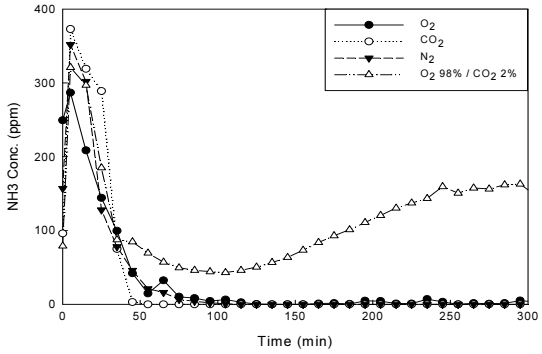


Fig. 3 Degradation of 30 wt% MEA according to the type of feed gas (O_2, CO_2, N_2, O_2 98%/CO_2 2%)

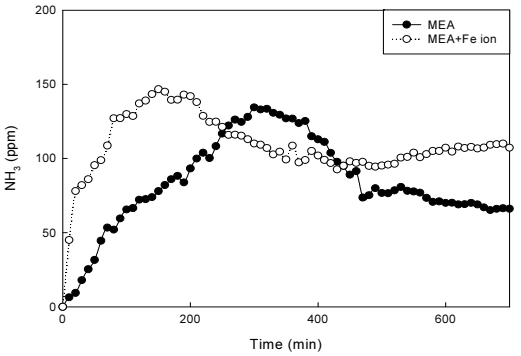
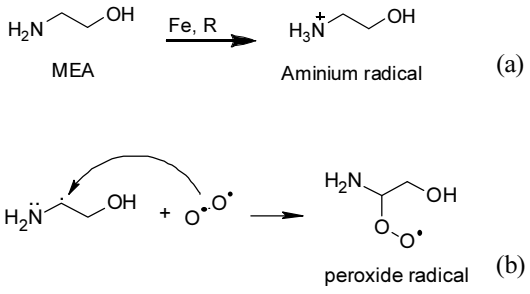


Fig. 4 Influence of dissolved Fe ion on MEA degradation with 98% O_2/2% CO_2 feed gas

흡수반응을 하기 때문에 초기에는 가스 배출량이 감소하였으나 100분 이상에서는 질소를 주입하였을 때와 마찬가지로 암모니아가 발생하지 않았다. 반면, 흡수제 열화의 주요 원인으로 예상되는 산소가스의 주입 시 열화변성으로 인한 암모니아 발생이 극히 소량 검출되었다. 이를 통해 질소, 이산화탄소, 산소의 단일성분 기체의 유입에서는 흡수제의 열화변성에 크게 관여하지 않음을 확인할 수 있었다. 하지만 O_2/CO_2 혼합가스에 의한 열화실험에서는 100분 이후에도 암모니아의 발생농도가 점차 증가하는 경향을 보였으며, 250분 이후에서는 150 ppm/min 이상의 암모니아가 발생하였다. 이를 통해 이산화탄소에 의한 MEA라디칼 형성이 선행되었을 때 산소에 의한 MEA 변성반응이 가속화될 수 있음을 알 수 있었다.

흡수제뿐만 아니라 부식에 의해 철 이온을 포함한 흡수제의 변성을 알아보기 위해 철 이온을 포함한 MEA 수용액에 대해서 열화실험 수행하였다. Fig. 4는 1 mM의 철 이온을 포함한 30 wt.% MEA 수용액을 98% O_2/2% CO_2의 혼합가스를 주입하여 12시간 동안 열화반응에 의해 발생되는 암모니아 농도를 FT-IR로 분석한 결과이다.

철 이온을 포함한 MEA 수용액의 암모니아 발생은 철 이온을 포함하지 않은 경우와 유사한 양상을 보였으나, Fe 이온을 포함한 MEA 흡수제의 경우 변성반응이 더 빠르게 진행됨을 알 수 있었다. 또한 최종 암모니아 발생농도가 철을 포함하지 않은 MEA 수용액에서 67 ppm이었던 반면, Fe 이온을 포함한 경우 최종 암모니아 발생량이 107 ppm이였다. 결과적으로 암모니아 발생량이 약 34% 증가하였다. 이를 통해 철 이온이 함유되었을 때 변성속도뿐만 아니라 변성량도 증가하는 것을 확인할 수 있었다. Fe^{2+}에서 Fe^{3+}으로의 전자이동에 의해 MEA의 수산화기로부터 수소를 추출하고 이로 인해 MEA 라디칼 생성이 촉진되는 것으로 보여진다. 반응메커니즘 (a), (b)는 수산화기(-OH)에 의한 수소 추출로 인해 Aminium 라디칼이 형성되는 반응메커니즘을 보여준다.



이후, 과산화기 라디칼이 NH_3, 유기산 등 산화에 의한 다양한 열화물을 발생시킨다. 따라서 철이온도 반응개시제로서 역할을 하고 있고 장치의 부식과 열

화는 연관성이 있음을 확인할 수 있었다.

4.2 이산화탄소 부하에 따른 영향

Fig. 5는 이산화탄소 부하량에 따른 MEA 수용액의 암모니아 발생량을 나타낸 것이다. 이산화탄소의 부하량이 증가할수록 암모니아의 발생이 증가하여 변성이 더 빠르게 진행됨을 알 수 있었다. 흡수제에 로딩된 이산화탄소가 0.14 mol_{CO2}/mol_{MEA}일 때, 300분 이후부터 암모니아 발생농도가 36 ppm/min으로 일정하게 유지되었다. 또한 이산화탄소의 부하가 0.14, 0.32 mol_{CO2}/mol_{MEA}인 흡수제의 열화특성을 비교해볼 때 최종 암모니아 발생농도가 각각 37.22, 37.24 ppm/min으로 열화정도가 비슷하게 나타났지만 이산화탄소의 부하가 0.52 mol_{CO2}/mol_{MEA}인 MEA 수용액에서의 암모니아 농도는 187.41 ppm/min으로 80% 이상 열화물이 급격히 상승되는 것이 관찰되었다. 실제 이산화탄소 포집공정에서 흡수탑의 상단에서 하단으로 갈수록 이산화탄소 부하량이 증가하기 때문에 상단부보다 하단부의 열화에 의한 손실이 클 것으로 예상되며, 따라서 흡수제의 급격한 열화를 방지하기 위해서는 적정량의 이산화탄소 부하를 유지시키는 것이 효과적일 것으로 보인다. 마찬가지로 탈거탑의 상단부에서의 급속한 흡수제의 열화현상도 예상된다.

4.3 산소분율에 따른 영향

본 실험에서는 이산화탄소의 부하 0.51 mol_{CO2}/mol_{MEA}을 가진 MEA 수용액을 제조하여 공급되는 산소 분압에 따른 열화 특성을 관찰하였다. 변성반응 시간은 700분까지 진행하였으며 200분 간격으로 발생된 암모니아 기체의 농도변화를 Fig. 6에 나타내었다. 21% 산소 혼합기체를 사용한 실험에서 초기 암모니아 발생량이 6.3 ppm, 200분 후 4.21 ppm, 300분 후 1.89 ppm까지 떨어졌다가 700분대에 5 ppm으로 일정하게 유지되었다. 산소 분율이 높을수록 암모니아 생성량이 증가하는 폭이 커졌는데, 이는 산소분율이 높을수록 흡수제 내의 용존 산소량이 증가하기 때문인 것으로 유추된다. 산소분율이 흡수제의 열화에 미치는 영향은 이산화탄소 부하의 영향에 비해 낮게 나타나는데 이로부터 흡수제의 열화가 촉진되기 위한 조건으로 CO_2와 흡수제와의 반응이 먼저 일어난 후 유입되는 산소와의 반응을 통해 흡수제의 열화가 가속화되는 것을 알 수 있었다.

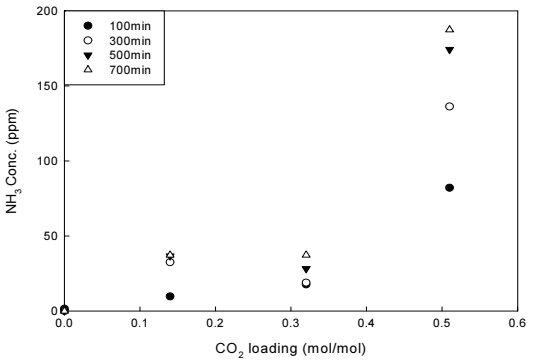


Fig. 5 Ammonia production quantity according to the carbon dioxide loading (MEA 30wt.%, 60°C, pure O_2 gas)

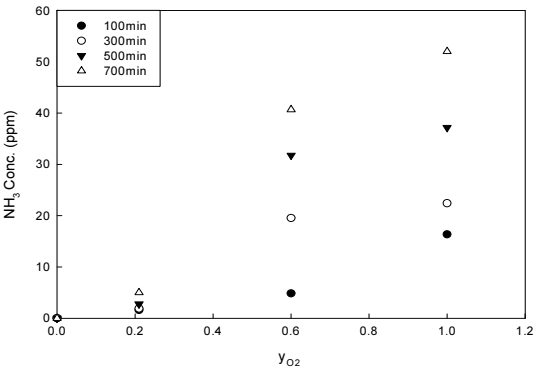


Fig. 6 Ammonia production quantity according to the O_2 partial pressure (MEA 30wt.%(α=0.51), 60°C, O_2/N_2 balance)

4.4 반응온도에 따른 영향

Fig. 7에 나타낸 것과 같이, 40, 60, 80°C에서 발생한 초기 암모니아 생성량은 각각 5.00, 14.23, 61.05

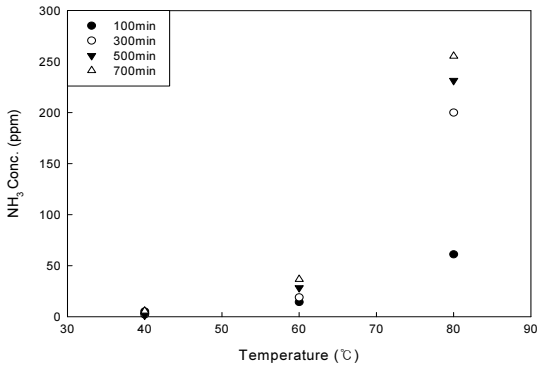


Fig. 7 Ammonia production quantity according to the temperature (MEA 30 wt.% (CO_2 loading=0.33), pure O_2 gas)

ppm이며, 온도가 증가함에 따라 암모니아 발생량이 증가하였다. 최종 암모니아 생성량이 40, 60, 80°C에서 각각 5.51, 36.65, 255.40 ppm이 발생하였다. 반응온도가 40°C에서 60°C로 상승하였을 때 최종 암모니아 생성량이 약 6.5배, 60°C에서 80°C로 상승하였을 때 약 7배 증가하였는데, 이는 온도가 높아지면서 반응속도가 증가한 것으로 예상된다. 열화 시스템에서 다른 변수들에 비해서 반응기의 온도에 의한 열화반응에 미치는 영향이 크게 나타났다. 따라서 CO_2 포집공정의 흡수탑과 탈거탑 그리고 특히 Reboiler에서의 흡수제의 열적변화는 흡수제의 열화에 영향을 미치므로 운전 시 최적의 온도 조건을 설정하는 것이 필요하다.

5. 결 론

알카놀 아민계 흡수제를 이용하여 연소배기가스 중의 이산화탄소를 흡수 및 탈거하는 과정이 반복되면서 흡수제의 열화로 인한 흡수성능 저하의 요인으로 작용한다. 따라서 본 연구에서는 향후 연소배기가스용 내열화성 흡수제 연구를 위한 반응경로를 추적하기 위해 MEA를 이용하여 실험변수에 따른 영향을 평가하였다. 실험변수로서 이산화탄소 부하, 산소분압, 온도, 철 이온 유무에 따른 흡수제의 열화에 미치는 영향을 고찰하기 위해 FT-IR(기상)을 이용하여 주요 열화생성물인 암모니아의 농도를 측정하여 분석하였다.

MEA 흡수제의 열화는 이산화탄소를 흡수하는 과정에서 발생되는 유기적 과산화기(Organic peroxy radical: R-O-O·)에 의해 반응이 일어난다. 또한 반응기의 부식과정에서 용출된 금속이온이 흡수제에 존재하는 경우 MEA를 탈수소화 하여 열화반응을 개시하는 아미늄 라디칼을 형성하고 이로 인해 다량의 암모니아를 발생시켰다. 이를 통해 CO_2와 철이온은 암모니아 발생과 함께 유기산 형성을 촉진시키는 것을 확인하였다. 이러한 실험을 바탕으로 CO_2, O_2, Fe 이온 등 각각에 대한 흡수제의 열화특성에 미치는 정도를 측정하였으며, 마지막으로 반응온도의 영향을 평가하였다.

1) CO_2 부하가 높은 흡수제일수록 암모니아의 발생량이 증가하였다. 이산화탄소 부하가 0.14일 때와 0.52일 경우를 비교해 보면 최대 80% 이상의 열화발생량이 증가하는 결과를 얻었다.
2) 이산화탄소를 최대로 포화시킨 MEA 수용액(CO_2 함량: 0.51)을 이용하여 산소 분율에 따른 열화실험에서 산소 분율이 최대 1.0(N_2 balance)인 경우 발생된 암모니아의 농도가 84.16 ppm으로 급격히 증가하였다. 반면, 산소 분율이 흡수제의 열화에 미치는 영향은 이산화탄소에 비해 적은 것으로 나타났는데 이는 열화반응의 시작단계의 주요 인자가 CO_2임을 알 수 있다.
3) 열화변성 반응의 온도에 따른 실험결과, 반응온도가 20°C 상승할 때 암모니아의 발생량이 약 6배 증가하였다. 이로부터 반응온도가 흡수제의 열화를 가속화시키는 주요 요인 중의 하나임을 확인하였다.
4) 본 연구 결과 CO_2 포집공정에서 이산화탄소 부하가 크고 온도가 높을수록 열화반응이 2배 이상 빨

라지므로 공정의 상단보다 상대적으로 CO_2 부하가 높은 하단의 온도를 40°C 이하로 낮추는 것이 온도에 의한 흡수제의 열화를 최대한 방지할 수 있을 것으로 생각된다. 또한 산소에 의한 흡수제의 열화를 방지하기 위해서는 연소배기가스 중의 산소 분압을 최대한 낮추어 포집공정의 흡수탑으로 유입시키는 것이 가장 좋은 방법이다.

후 기

본 연구는 2014년도 산업통산자원부의 재원으로 한국에너지기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 한국에너지기술연구원이 수행한 연구과제입니다(B3-3220).

References

1. J.A Lim, Y.I. Yoon, S.C. Nam, S.K. Jeong, “Post-combustion CO_2 capture using the potassium L-lysine”, J. of the Korea Academia-Industrial cooperation Society”, Vol. 14, No. 9, 2013, pp. 4627-4634.
2. H. Lepaumier, D. Picq, P.L. Carrette, “New Amines for CO_2 Capture Ⅰ. Mechanisms of Amine Degradation in the Presence of CO_2”, Ind. Chem. Research, Vol. 48, 2009, pp. 9061-9067.
3. M.L. Kennard, A. Meisen, “Mechanisms and Kinetics of DEA Degradation.”, Ind. Eng. Chem. Fundam., Vol. 24, 1985, pp. 129-140.
4. S. Chi, and G. T. Rochelle, “Oxidative Degradation of Monoethanolamine”, Ind. Eng. Chem. Res., Vol. 41, 2002, pp. 4178-4186.
5. G. Sartori, D.W. Savage, “Sterically hindered amines for CO_2 removal from gases”, Ind. Eng. Chem. Fund., Vol. 22, 1983, pp. 239-249.
6. H. Lepaumier, D. Picq, P.L. Carrette, “New amines for CO_2 capture I Mechanisms of amine degradation in the presence of CO_2”, Ind. Eng. Chem. Res., Vol. 48, 2009, pp. 9061-9067.
7. E. Denisov, “Oxidation and Antioxidants in Organic Chemistry and Biology”, Taylor & Francis, Boca Raton, FL(2005).
8. A.J. Sexton, and G.T. Rochelle, “Catalysts and inhibitors for MEA oxidation”, J. Energy Procedia, Vol. 1, 2009, pp. 1179-1185.
9. P.C. Rooney, T.R. Bacon, and M.S. DuPart, “Oxygen’s role in alkanolamine degradation”, Hydrocarbon processing, 1998, pp. 109-113.
10. E.H.I., “Environmental impacts and aspects of absorbents used for CO_2 capture”, Dep. Chem. Eng., Norwegian University of Science and Technology, Trondheim (2011).