

PF1) FT-IR을 이용한 중금속 이온과 페타이어 표면에 형성된 Functional group 과의 변형현상에 대한 연구

이용두*, 고득영
제주대학교 토목환경전공

1. 서 론

자동차 문화의 발달과 함께 날로 늘어가는 페타이어는 오늘날 각종 사회적 문제점으로 대두 되고 있다. 페타이어의 처분을 위한 매립, 소각 등의 단순 처리방법은 오늘날 매립지 확보의 어려움, 소각 시설비의 부담 과 대기오염 등 여러 환경문제로 인해 이미 수년 전부터 그 한계성을 보여 왔다. 따라서 이러한 시기에 재활용은 유효자원의 재이용과 폐기물 발생의 최소화를 통해 생산성 향상과 환경보전을 동시에 달성하는 최상의 방법이라는 것은 논할 여지가 없으나, 이에 따른 경제성 과 기술 개발의 부진으로 어려움을 겪어 왔다. 이미 페타이어가 폐수 중에 함유된 중금속을 제거 하는 유효한 흡착제로 이용될수 있다는 것은 잘 알려진 사실이다¹⁾. 하지만 그 효율면 과 페타이어 특유의 용출특성 때문에 그 활용면 에 서 극히 일부분에 지나지 않아 흡착제로서의 사용은 어려운 점이 많다.

본 연구에서는 Functional group 이 높은 산화 상태의 중금속 이온 들과 매우 강한 킬레이트착 화합물을 형성한다는 연구내용²⁾을 바탕으로 페타이어 특유의 다공성에 Functional group 을 도입 시켜 중금속(Pb^{2+} , Cu^{2+} , Cd^{2+})의 흡착 과정을 통해 그 효율을 검토 하고, 페타이어 표면에 형성되는 Functional group 을 FT-IR을 이용 해석하여, 페타이어에 의한 중금속 이온의 제거 mechanism을 이온교환 현상으로 해석하고, 고 효율의 흡착제 개발을 통해 매년 늘어가는 페타이어의 재활용 방안을 제시 하고자 한다.

2. 재료 및 방법

1mm 이하로 파쇄 된 페타이어 분말을 선택하고, 본 연구에서 사용될 Functional group 으론 Hydroxyl 과 Carboxyl 으로서, 1N- CH_3COONa 와 1N- $NaOH$ 를 이용 페타이어 표면에 약품침지법 으로 도입 시킨 후 본 연구의 흡착제로서 사용 하였다. 제거 대상 중금속으론 Pb^{2+} , Cu^{2+} , Cd^{2+} 이며 각각 1,000ppm의 AA분석용 표준용액을 이용하여 일정농도로 희석 하여 사용 하였다. 페타이어를 흡착제로 사용 하기에 앞서 SEM, XRD, XRF, 을 이용 그 특성을 분석 하였으며, FT-IR(Germany IFS-66/S, Bruker optik CO. Ltd)을 통해 중금속 과 페타이어와의 흡착 과정 전·후의 Functional group 유·무 확인 및 입자의 구조적 Chemical Banding의 특성을 검토 하였다. 중금속 흡착실험은 내경 1.0cm, 길이 30cm의 유리칼럼 을 이용 Colume Test 을 수행하였고, 모델식의 적용을 통한 해석의 정확성을 기하

기 위하여 유입수 대비 유출수의 중금속 농도비(C_i/C_f)가 0.8 이상인 지점 까지 실시 하였다.

3. 결과 및 고찰

페타이어분말은 탄소가 전체 성분의 약83%를 차지 하고 있으며, 그 외에 소수 와 산소 로 이루어져 있다. 페타이어 고유의 Ash 부분은 주로 아연 과 염소 로 이루어져 있으며, 황, 철, 칼슘, 니켈 등이 페타이어의 구성 성분으로 분석 되었으며, 페타이어 분말은 주로 Zinc Oxide 와 Iron 으로 구성된 구조임을 알 수 있었다.

그림(Fig 3-1)에서 적외선 흡수 스펙트럼(FT-IR)을 통해 전처리 전·후의 페타이어 분말 의 관능기(Functional group)의 분석결과를 보여준다. 우선 전처리 전의 페타이어분말 (DAT)의 경우 아무런 화학적 관능기가 없는 것으로 관찰 되었다. 다음 전처리 한 페타이어 분말의 FT-IR 분석 결과를 보면 우선 NaOH로 전처리 한 경우(DAT-OH) 3450cm^{-1} 에서 OH group 을 찾을 수 있으며, 그 외에 $1470\text{-}1440\text{cm}^{-1}$ -CH bending와 CH_2 bending, 1080cm^{-1} 에서 alcohol group(-OH)를 찾을 수 있었고, 그 외에 Functional group은 찾을 수 없음을 그림에서 보여준다. CH_3COONa 로 전처리 한 경우(DAT-COO) 2920cm^{-1} 에서 alkyl chain band, $1700\text{-}1510\text{cm}^{-1}$ 에서 carbonyl group을 찾을 수 있으며 879cm^{-1} 에서 S-O banding을 찾아 볼 수 있었으며, Fig 3-2와 Fig 3-3는 흡착평형시험이 끝난 후의 흡착제를 대상으로 FT-IR 분석을 한 것이며, Fig 3-2에서 보듯이 DAT-OH의 경우 OH group (3450cm^{-1}) 및 alcohol group (1080cm^{-1}) 이 사라져 관찰이 안되는 것을 볼 수 있다. 또한 Fig 3-3에서와 같이 DAT-COO의 경우에는 Carbonyl group($1633\text{-}1450\text{cm}^{-1}$) 과 S-O banding 이 흡착실험 후 사라진 것을 관찰 할 수 있는데, 이는 본 연구의 대상인 Functional group(Hydroxyl 과 Carboxyl)이 중금속 제거에 직접 관여 한 것으로 확인 할 수 있다. FT-IR 해석 결과를 토대로 중금속 제거 변화 특성은 다음과 같은 표면 착물화 반응으로 설명 할 수 있으며³⁾, 이온교환체와 용액간의 상호 작용은 주로 이온교환 반응에 의해 금속이온이 교환 되며 흡착 작용에 의한 비율은 매우 낮다. 따라서 Functional group으로 전처리 된 DAT를 이용한 중금속 제거 공정에서는 이온교환 평형식을 이용 하여 예측 하는 게 바람직 하다고 본다.

결과적으로 Functional group에 의해 페타이어 표면에 음의 하전의 띄게 되며 위의 반응 식에 따라 양의 하전을 가진 금속이온과 쉽게 결합(DAT metter- metal complex)하여 중금속 이온이 제거 되는 것으로 사료 된다.

Column Test 를 통한 각 중금속 이온의 파과 곡선(Breakthrough curves)은 DAT의 경우 약 5pore 만에 파과 점을 나타 내었고, DAT-OH 의 경우 400~600pore, DAT-COO는 700~1000pore로 관찰 되었다. 이는 각 흡착능 지속성에 큰 차이가 있음을 알 수 있었으며, 흡착지속능은 DAT-COO>DAT-OH>DAT 순으로 나타 났다.

감사의 글

본 연구는 제주지역환경기술개발센터에서 수행하는 연구개발사업 지원에 의하여 연구 되었으며 이에 감사를 드립니다.

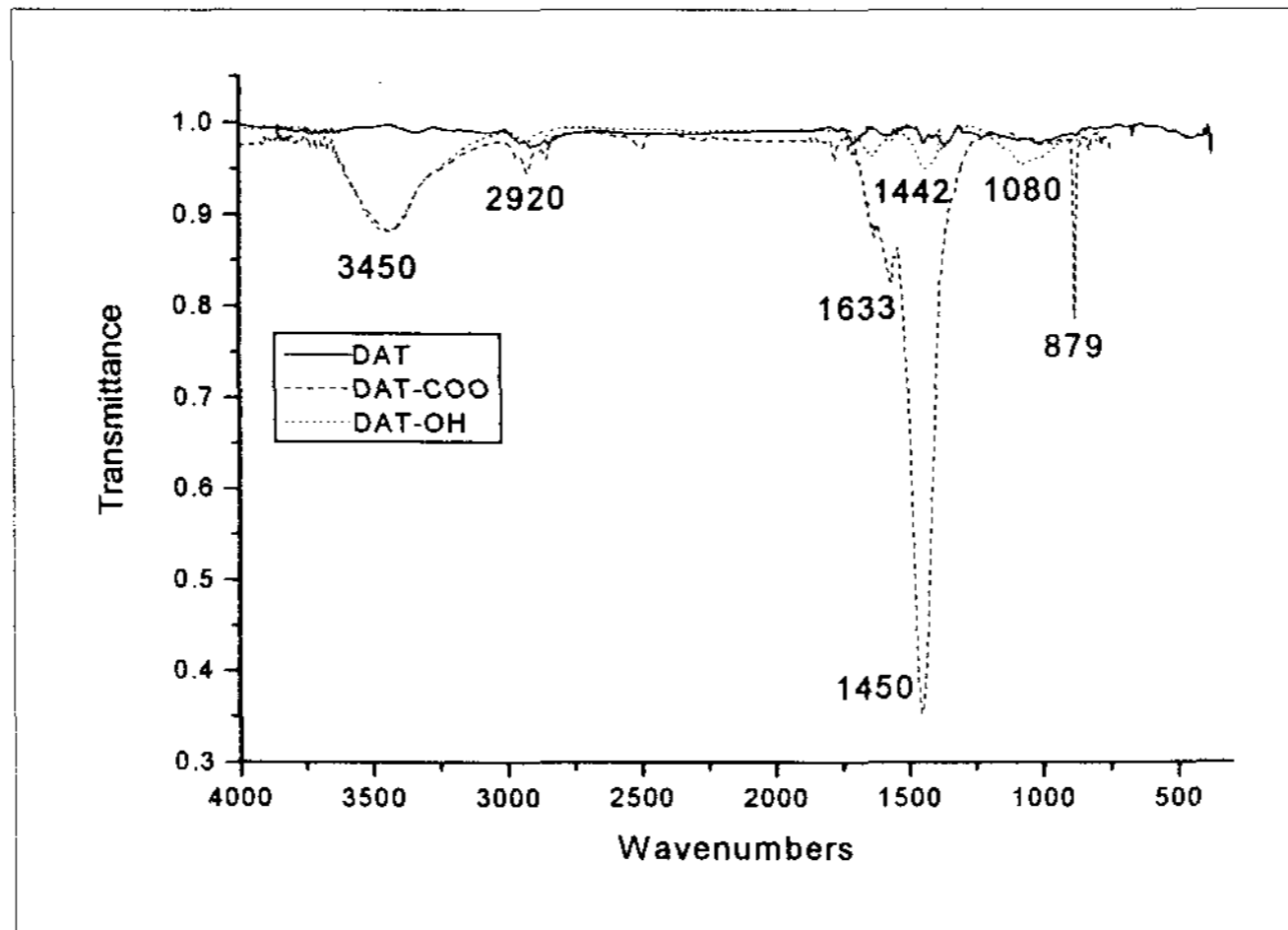


Fig 3-1. FT-IR spectra of DAT, DAT-OH and DAT-COO

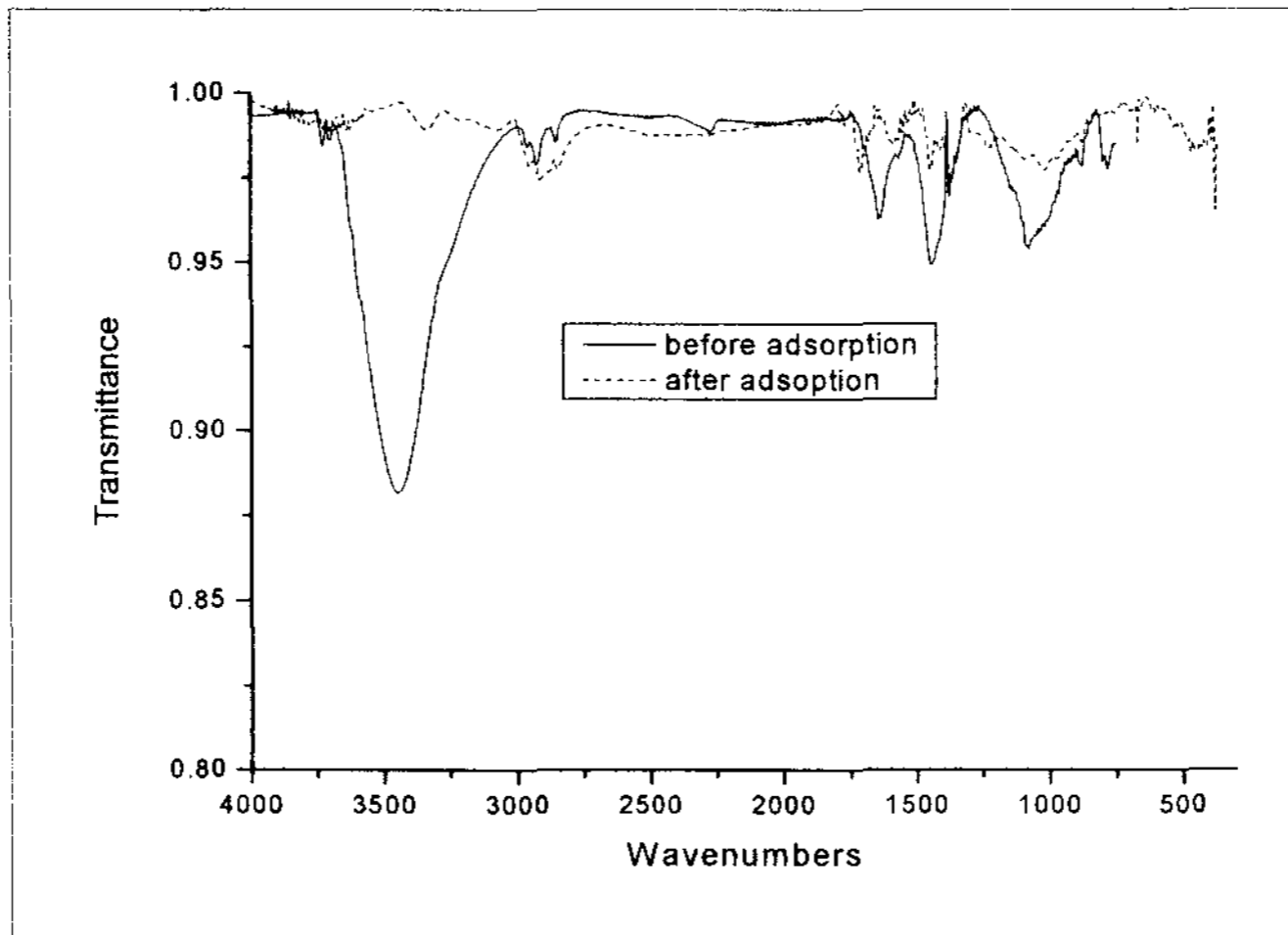


Fig 3-2. FT-IR spectra of change after heavy metal removing on Hydroxyl group

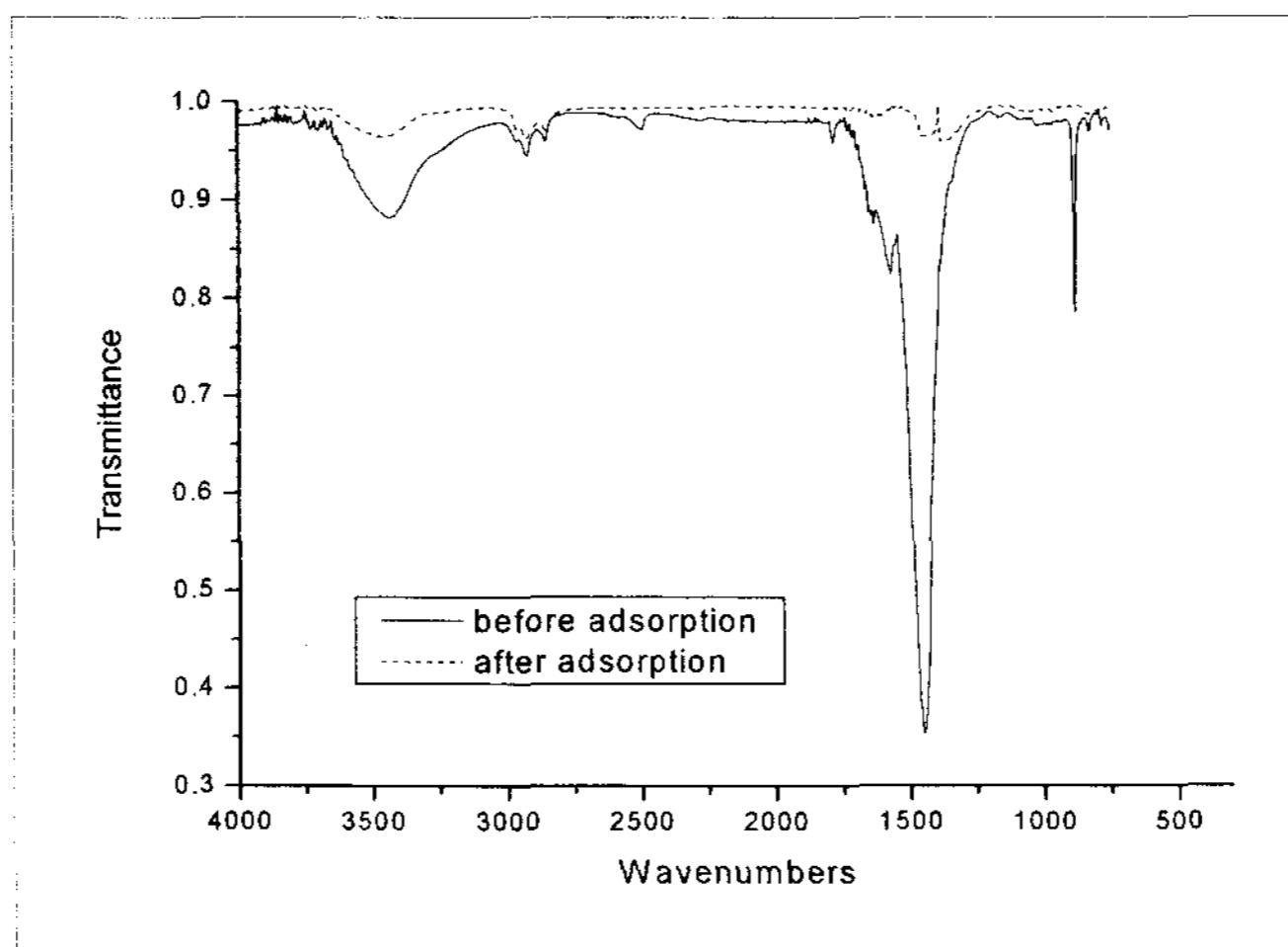


Fig 3-3. FT-IR spectra of change after heavy metal removing on Carbonyl group

참 고 문 헌

- 1) 정연규, 민달기, 오현제, 1986. 페타이어에 의한 공장폐수 내의 중금속 제거에 관한 연구, 대한토양학회논문집, 제6권, 제 4호.
- 2) Blanchard, G.Maunaye, M. and martin, Removal of heavy Metals from Watersby Means of Natural Zeolites, Wat. Res 28 ,1501, 1984
- 3) Bounheng SOUTHICHAK, Utilization of Reed Biomass as a Biosorbent and its removal Characteristic for Copper(II),Cadmium(II),Nickel(II) and Zinc(II) from aqueous solution, 東北大土木工
- 4) 이민규, 서정호, 감상규, 이동환, 오영희, 1997. 해양 갈조류를 생물흡착제로 이용한 납흡착 특성 연구, 한국환경과학회지, 제6권 제5호, 531~539.
- 5) 박수진, 심규홍, 김학용, 2005. 킬레이트 관능기가 도입된 활성탄소섬유의 중금속 흡착, 한국섬유공학회지, 제42권 제2호.
- 6) Thomas, H.G., 1948. Chromatography : a problem in kinetics, acad. sci., 49, 161~182.
- 7) Sasdet Saygideger, Osman Gulnaz, Erman Salih Istifli, Nebil Yucel, 2005. Adsorption of Cd(II), Cu(II), Ni(II) ions by Lemna Minor, Journal of Hazardous Materials B126, 96-104.