열추출기술을 이용한 폐목침목처리 기초연구
Preliminary Study on Disposal of Waste Wooden Sleeper by Thermal-Extraction

권태순† 이재영* 정우성**
Tae-Soon Kwon Jae-Young Lee Woo-Sung Jung

ABSTRACT

The wooden sleeper has been used at the railway track. Recently the concrete sleeper is pushing the wooden sleeper out, but huge amount of waste wooden sleepers are discharged every year. Due to the contaminant of waste wooden sleeper, its disposal is very difficult. Commonly a wood preservative such as creosote is used in the manufacturing process and it becomes major contaminant after use. And the wooden sleeper is contaminated by diesel from locomotives and lubricant oil from the maintenance of railway turnout. Currently the limitary disposal methods can be used because of high toxicity of waste wooden sleeper. Therefore the preliminary study on thermal-extraction of contaminants such as creosote, diesel and lubricant oil from waste wooden sleeper was conducted and the effects of factors were investigated.

1. 서 론

과거부터 철도선로에 상당량의 목침목이 사용되었으며, 콘크리트 침목으로 상당수의 궤도가 교체 및 신설되었음에도 불구하고 다량의 폐목침목이 매년 배출되고 있다. 국내 선로에 설치되어 있는 침목 중 목침목은 전체 침목의 57%를 차지하고 있고, 이 중 90% 이상은 해외 수입에 의존하고 있다 [1]. 폐목침목의 경우, 사용과정에 차량으로부터 낙유 및 분기기관리 등에 의한 디젤·윤활유 등에 노출되어 오염되었을 뿐 아니라 제조과정에서 목침목의 수명을 연장하기 위하여 크레오소트유 가압식 처리(pressure treatment)를 하고 있다. 가압식 처리란 방부제를 넣은 가압기계에 목재를 넣고 목재 내부에 방부제를 주입하는 방법으로 가압식 처리를 하면 목재를 방부제에 담지하여 처리하는 침전식 처리방법에 비해 방부제가 목재 깊숙이 침투하게 되어 내구성을 증가시키고 수명을 연장시킨다 [2]. 여러 화학물질로 구성된 크레오소트에는 벤조피렌과 같은 다수의 인체에 유해한 독성물질을 함유하고 있어 특수처리없이 폐목침목을 폐기할 경우 지속적으로 독성물질을 환경에 배출할 위험성을 가지고 있어 처리에 주의를 요한다. 그러나 폐침목 내부까지 오염물질이 다량 분포되어 있으며, 목재와 강하게 결합해있는 특성으로 인하여 적용할 수 있는 처리기술이 제한되어 있어 아직까지 적절할 처리방법이 없는 현실이다. 따라서 본 연구에서는 폐침목의 처리 및 재활용 가능성을 타진해보기 위하여 폐목침목을 파쇄한 후 고온로에서 열처리하여 잔류 오염물질을 분석하여 열처리에 의한 오염물질의 추출특성을 살펴보고 열처리 인자들의 영향을 확인하였다.

† 교신저자, 한국철도기술연구원, 시험인증안전센터
E-mail : klez@krri.re.kr
* 한국철도기술연구원, 친환경연구실
** 한국철도기술연구원, 친환경연구실

2. 본 론

2.1 실험재료 및 방법

사용 후 폐기된 폐목침목을 실험대상으로 선정하였으며, 열추출을 위해 그림 1과 같이 파쇄하여 분말화하였다. 열추출을 위하여 NF X 70 100 규격에 의거한 고온 furnace(그림 2)를 이용하였으며, 1 g의 폐목침목 분말을 100℃에서 800℃까지 100℃ 간격으로 온도를 증가시키며 처리하여 유류오염물질의 제거특성을 확인하였다. 산화에 의한 오염물 제거가 아닌 열분해/추출에 의한 오염물 제거특성을 확인하기 위하여 furnace안에 질소를 공급하며 폐목침목을 열처리하였다. 열처리 후, 무게감량과 잔류오염물질의 농도를 측정하였으며 오염물질의 분석은 토양오염공정시험기준의 총석유류탄화수소(TPH, Total Petroleum Hydrocarbon) 분석방법에 의거하여 시행하였다.

그림 1. 폐목침목 분말

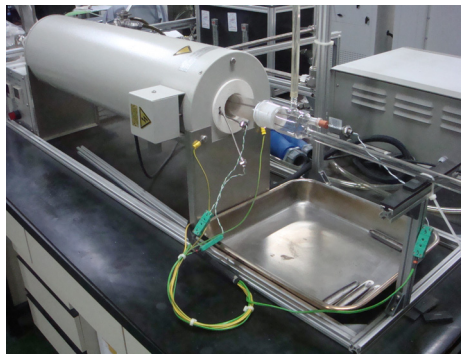

그림 2. 열추출 Furnace

2.2 실험결과 및 고찰

온도에 의한 오염물 제거 특성을 보기 위하여 각 온도별(100℃-800℃)로 5분간 열처리한 후 무게감량 및 오염물 농도변화를 측정하였다. 그림 3과 같이 300℃까지는 무게감량정도가 크지 않았으나 400℃ 이상의 온도에서는 80% 이상의 무게감량이 발생됨을 확인하였다.

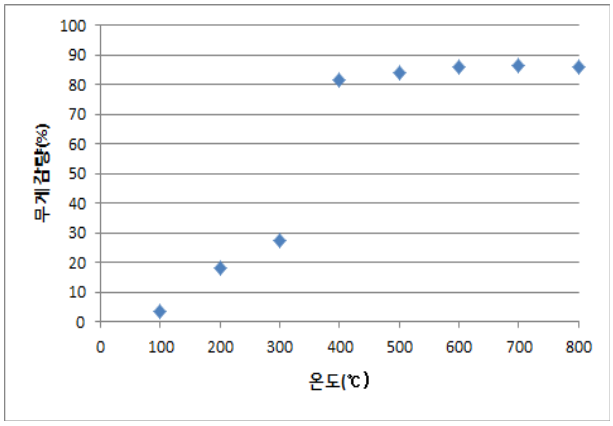

그림 3. 온도별 무게감량

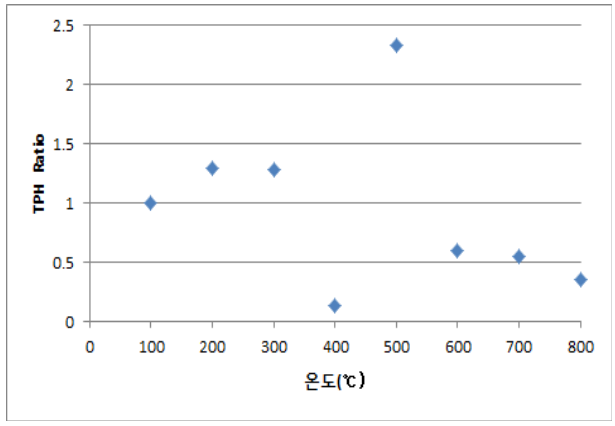

그림 4. 온도별 잔류 TPH Ratio (100℃ 기준비)

도표 1. TPH외 성분의 무게감량 (100℃ 대비)

열처리시간 5분 기준	
처리온도(℃)	TPH외 성분 무게감량(%)
200	12.7
300	–
400	59.2
500	52.6
600	54.2
700	53.6
800	53.7

폐목침목 내 잔류 TPH 농도 역시 400℃ 이상의 온도에서 급격하게 감소함을 그림 4에서 확인하였다. 오염물 제거의 측면에서 높은 온도가 효과적이었으나 무게감량 결과를 통해 볼 때 오염물 외의 유기물 분해/탄화 역시 증가함을 알 수 있었다. 목재 성분의 유실없이 오염물만의 제거특성을 확인하기 위하여 300℃ 조건에서 처리시간을 2, 5, 10분으로 설정하여 시간에 따른 영향을 비교하였다. 그 결과, 400℃ 이상의 고온조건 보다 낮은 무게감량으로 유사한 TPH 제거율을 얻을 수 있었다(그림 5,6).

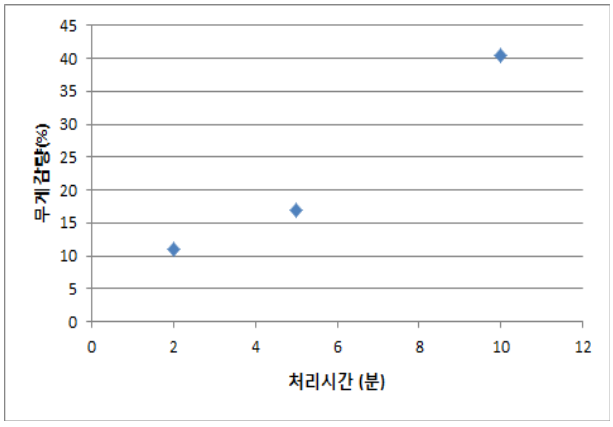

그림 5. 처리시간 별 무게감량(300℃ 기준)

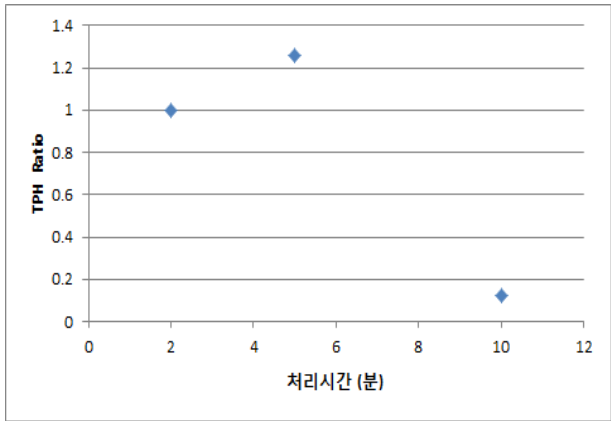

그림 6. 처리시간 별 잔류 TPH Ratio(300℃ 기준)

3. 결 론

폐목침목의 처리를 위해 열처리를 한 결과, 400℃ 이상의 고온조건에서는 단시간처리가 가능한 반면 TPH외 유기물성분의 유실 또한 높은 것으로 나타났으며 중온(300℃) 조건에서는 보다 긴 처리시간을 적용하여 고온조건보다 낮은 TPH외 유기물 유실률으로 고온조건과 유사한 TPH 제거율을 얻을 수 있었다. 이를 통해 폐목침목 유기물 성분의 재활용(가스발전 등)의 용도로는 고온영역의 열처리, 폐목침목의 폐기를 통한 처리를 위해서는 중온영역의 처리가 보다 적합한 것으로 판단된다. 그러나 추출된 가스 및 잔류 오염물의 특성 및 농도가 재활용 및 폐기물 처리에 중요한 고려인자이기 때문에 열추출특성에 대한 추가적인 연구가 필요하다.

감사의 글

본 연구는 지식경제부의 철도 환경성 개선 및 평가시스템 개발과제의 일환으로 수행되었음에 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. 환경부, 토양측정망 및 실태조사 결과, 2006

2. 한국철도기술연구원, 철도환경성개선 및 평가시스템개발 연구보고서, 2009

3. 환경부, 토양오염공정시험기준

4. NF X 70 100-2:2006, Fire Tests - Analysis Of Gaseous Effluents - Part 2: Tubular Furnace Thermal Degradation Method