

자갈도상구간 PSC침목의 손상현황 조사 연구

A Investigation Study for Status Damage of PSC Sleeper on Ballast Track

김영철*[†], 임중혁*, 박성백*, 권세곤*, 백인철*Young-Chul Kim*[†], Joong-Hyeok Lim*, Sung-back Park*, Se-Gon Kwon*, In-Chul Back

Abstract The quality control of sleeper can be vary problem to increase of maintenance cost, waste disposal, etc. afterward so that it is important before everything to strengthen quality control method from production stage.

In this study, as a basic investigation for strengthening quality control method of sleeper, representatively certain section that is an ongoing faults such as segregation, crack after changing sleeper is selected to measure width of crack with visual inspection.

As a result, the difference of quality control is verified according to performance period by production company, specially the crack is dramatically progressed in case that structural and material factorial effect complexly.

Keywords : PSC sleeper, Ballast Track , Crack, Material Segregation

초 록 1990년 초반부터 고속철도 건설과 일반철도의 활발한 개량사업으로 PSC침목 수요가 증가되고 다양한 제작사 침목들이 부설되어 현재까지 공용 중에 있으나 열차하중 및 외부 환경에 노출되어 다양한 구조적, 재료적 손상을 받고 있어 30년 이상 공용 수명을 확보하지 못하고 교체되고 있는 실정이다. 침목의 적정 내구 연한은 통과톤수, 선로/노반조건, 날씨 등 다양한 외부원인에 의해 결정될 수 있겠으나 별다른 손상 없이 30년 이상 공용 중인 침목들도 있으므로 부설 후 다양한 외부환경 조건에 저항 할 수 있는 좋은 품질의 침목을 생산하는 것 또한 중요하다.

본 연구에서는 PSC침목의 장기 내구성능 확보와 품질관리 강화방안을 마련하기 위한 기초 조사로 일반철도에 손상이 진행 중인 일부 구간을 대상으로 제작사별 손상현황을 조사하였으며, 제작사별 품질차이를 확인 할 수 있었다.

주요어 : PSC 침목, 자갈도상, 균열, 재료분리

1. 서 론

자갈도상구간 레일 중량화 및 장대화를 위한 궤도재료 구성요소로써 PSC침목(이하 침목) 부설은 큰 체결력 유지와 궤도 안정화에 효과적이다. 1990년대 이후 고속철도 건설과 일반 철도의 활발한 개량사업으로 침목 수요가 증가되고 다양한 제작사 침목들이 부설되어 현재 까지 공용 중에 있다.

그러나 제작사별 품질차이와 공용 후 통과톤수, 선로/노반조건, 날씨 등 다양한 원인에 의한 손상진행으로 30년 이상 공용 수명을 확보하지 못하고 교체되고 있다.

[†] 교신저자: 한국철도공사 연구원 기술연구처(kyc3005@hanmail.net)

* 한국철도공사 연구원 기술연구처

따라서 사용자 입장에서 침목의 품질관리 문제는 향후 유지보수비 증가, 폐기물 처리 등 다양한 현안문제가 될 수 있으므로 제작단계부터 침목에 대한 품질강화 방안을 마련하는 것이 무엇보다 중요하다.

본 연구에서는 침목의 품질강화 방안 마련을 위한 기초조사로 침목유지관리 현황조사 및 손상이 진행 중인 일부 구간을 대상으로 제작사별 손상진행현황을 조사/분석하였다.

2. 본 론

2.1 침목유지관리 현황

2.1.1 침목교환 현황

전국적으로 자갈도상구간에 부설되어 있는 침목은 대략 1천만장으로 열차의 반복운행과 내구 연한 경과에 따른 교환, 장대화, 중량화 등에 따른 개량 등 활발한 유지보수를 시행하고 있다. 이중 내구연한 경과에 따른 교환은 대부분 1990년대 생산 침목으로 20년 정도의 공용수명을 갖는 다양한 제작사에서 생산된 침목들이다.

2.1.2 손상유형 조사

침목의 일반적인 손상유형은 구체 전체적으로 초기 망상균열 발생 후 재료분리가 급격히 진전되는 재료적 손상과 PS강재의 프리스트레스 도입 및 반복하중에 의해 길이방향으로 균열이 발생하는 구조적 손상의 두 가지로 대표된다.(Fig 1)

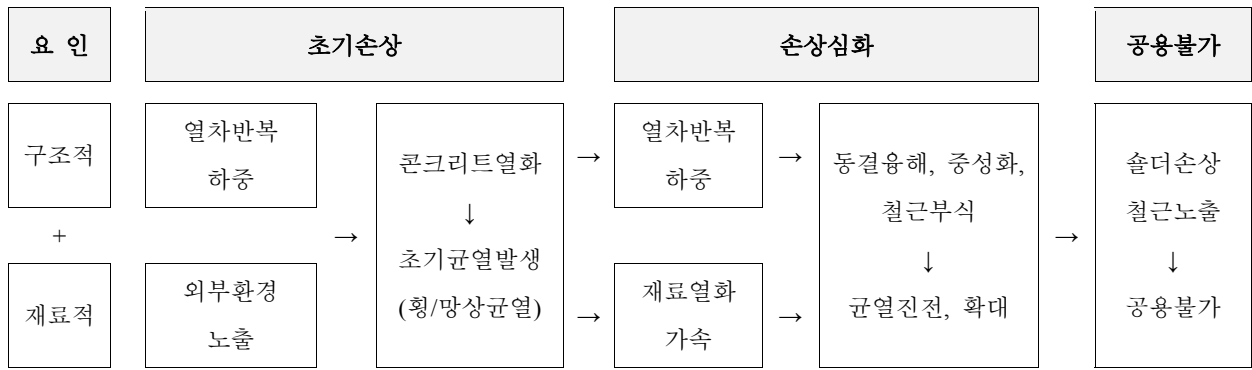


Fig 1. Representation types of damage of PSC sleeper

2.1.3 손상진행 단계

침목의 일반적인 손상진행은 구조적, 재료적 요인에 의한 초기손상(횡균열, 망상균열 등) 발생 후 열차의 반복하중에 의한 구조적 손상과 기상작용에 의한 동결융해, 중성화 등 재료적 손상이 급격히 진전되는 손상심화 단계를 거쳐 솔더손상, 철근노출 등 침목의 기능유지가 불가능한 공용불가단계의 과정을 거친다.(Table 1)

Table 1 The damage progress of PSC sleeper



2.2 계측개요

2.2.1 대상개소 선정

공용중인 침목의 손상현황을 파악하고자 침목교환공사 완료 후 균열, 재료분리 등 손상이 진행 중인 대표 샘플링 대상개소를 선정하여 육안조사와 균열폭을 측정하였다. 계측구간은 동일한 열차운행과 선로조건(R=600, 토공구간)에 다양한 제작사와 제작 년도의 침목이 부설된 개소로써 총 400m(선로키로정표 2개구간)구간이다.(Fig. 2)



Fig 2. Crack width measurement of PSC sleeper

2.2.2 균열 폭 측정

손상 진행 정도를 파악하기 위해 균열현미경을 이용하여 제작사별 임의 선정한 침목 3정에 대한 균열폭을 측정하였다. 균열 폭 측정은 균열현미경으로 균열이 포함된 지름 2.5cm를 사진 촬영하여 다수의 균열폭을 측정한 후 평균값을 구하였다.

2.3 측정 결과

2.3.1 손상현황 분석

400m구간(선로키로정표 2개구간)에는 6개 제작사에서 1998~2010년까지 생산된 침목 총 680장이 부설되어 이 중 신축부 침목(22장)을 제외한 일반 침목 658장 중 손상이 진행 중인 침목이 91장으로 손상율은 약 14%로 조사되었으며, 손상유형은 재료분리(55장)와 횡균열(36장)이 대부분이다.

부설현황은 F사>B사>C사>A사 제품 순이었으며, E사('03), B사('03), F사('10)에서 침목손상이 관측되었다. 제작사별 20년 가까이 공용되었음에도 손상 없이 품질관리가 양호한 침목이 있는가 하면, 공용기간 6년째로 망상균열에 의한 재료분리 손상이 진행 중인 침목도 있어 제작사별 품질관리 차이가 있음을 확인 할 수 있다.(Table 2, Fig 3)

Table 2. status damage by manufacturer

제작사(년도)	공용년수	부설현황(장, %)		손상현황(장, %)			비고
		수량	비율	재료분리	횡균열	불량률	
A사('98)	18	47	7.1	-	-	-	
A사('05)	11	3	0.5	-	-	-	
B사('03)	13	67	10.2	-	22	33	균열폭 측정
C사('03)	13	49	7.4	-	-	-	
D사('03)	13	31	4.7	-	-	-	
E사('03)	13	25	3.8	-	13	52	균열폭 측정
E사('06)	10	1	0.2	-	1	-	
F사('10)	6	435	66.1	55	-	13	균열폭 측정
합 계	평균 12년	658	100	55	36	14	

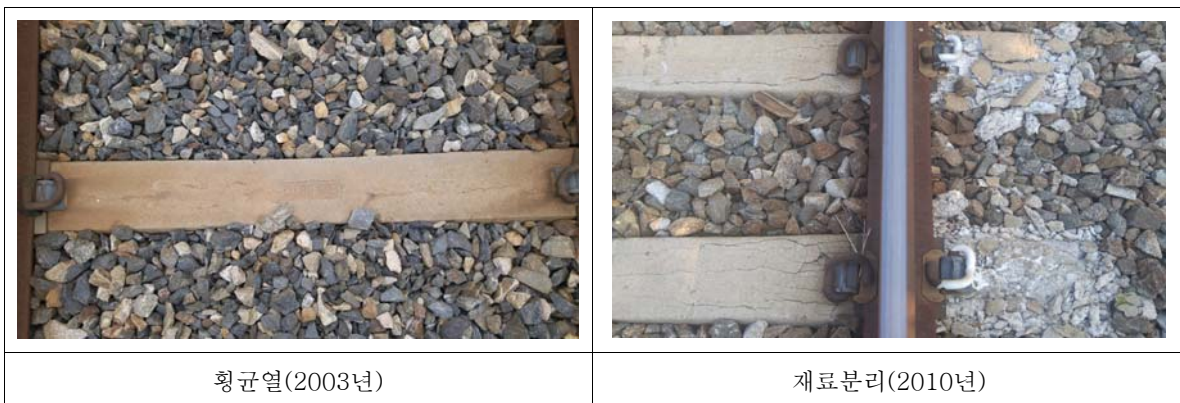


Fig 3. Major damage photos of PSC sleeper

2.3.2 균열 폭 측정 분석

F사('10)에서 제작한 침목의 평균 균열 폭은 0.633mm, B사('03) 및 E사('03)에서 제작한 침목은 각각 평균 균열 폭 0.285mm, 0.262mm로 측정되었다.

구조적, 재료적 복합요인에 의해 균열이 진전되는 것이 일반적인 손상진행 단계이지만, 공용 13년이 경과된 B사 및 E사 침목은 0.3mm이하의 균열이 측정된 반면 재료손상은 없었으나 상대적으로 F사의 경우는 공용 6년 동안 0.5mm이상의 균열과 재료손상이 발생되어 구조적, 재료적 복합요인으로 손상이 진전되고 있음을 확인 할 수 있다. (Fig 4, Fig 5)

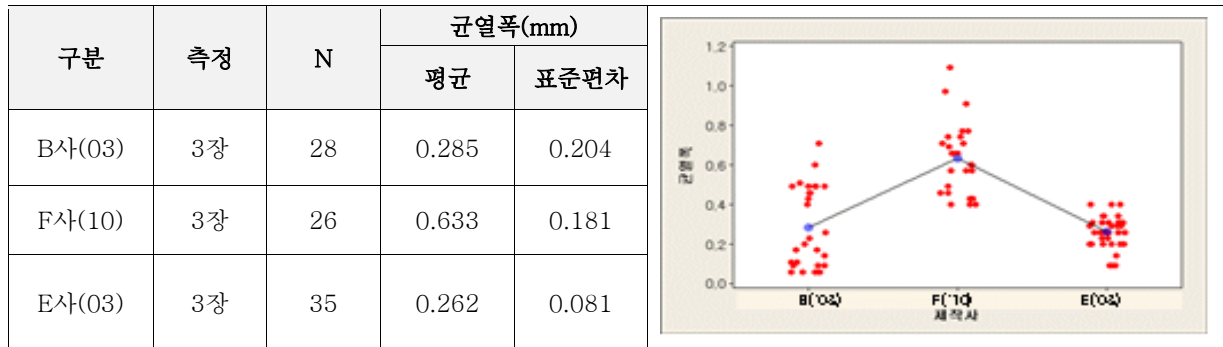


Fig 4. Measurement results of crack width

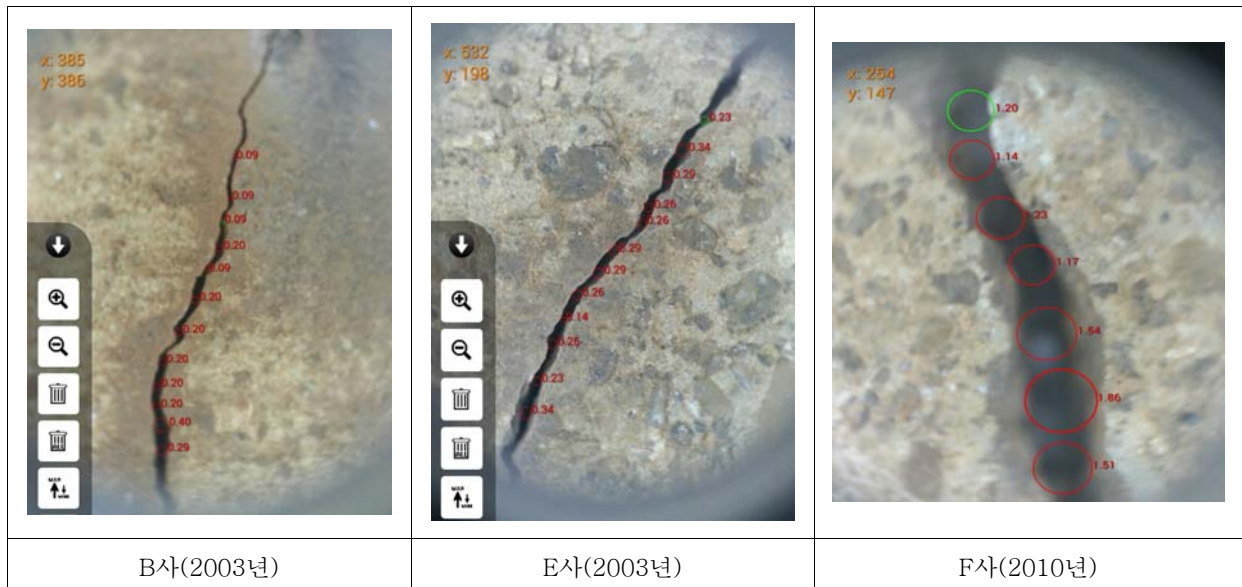


Fig 5. Measurement photos of crack width

3. 결론

본 연구는 자갈도상구간 침목의 손상현황을 조사하여 30년 이상 공용수명을 확보할 수 있는 품질관리 강화방안을 마련하기 위함이다.

이를 위한 기초자료로 과거 침목교환 작업 완료개소 중 손상이 진행 중인 대표 샘플링 구간을 선정하여 육안조사와 균열폭을 측정하여 제작사별 품질관리 현황을 조사하였다.

조사결과 제작사별 공용기간에 따른 품질관리 차이가 있음을 확인 할 수 있었으며, 특히 균열은 구조적, 재료적 요인이 복합적으로 작용할 경우 손상이 급격히 진전됨을 확인 할 수 있다.

침목의 장기 내구성능 확보는 제작단계부터 공용 후 유지관리단계까지 적절한 품질관리가 보장 될 수 있도록 제작사와 사용자간의 노력이 필요하다. 그러나 사용자 입장에서 장기내구품질에 가장 큰 영향을 미치는 공용 후 발생하는 초기손상은 원인조사 및 유지보수에 어려움이 있으므로 제작단계에서 품질관리 강화방안을 마련하는 것이 무엇보다도 중요하다.

따라서 본 연구결과를 토대로 현재 공용중인 침목의 구조적, 재료적 손상원인을 실험적으로 증명하고 향후 제작단계에서 장기 내구성능을 확보 할 수 있는 내구성 평가제 도입방안을 검토하고자 한다○

참고문헌

- [1] 한국철도공사, “선로유지관리지침(2015.3.19.)”