

## PSC침목의 재료적 손상현황 및 내구특성 조사 연구

### Investigation of Material Damage and Durability Characteristics of PSC Sleeper

김영철\*<sup>†</sup>, 권세곤\*, 백인철\*, 박성백\*

Young-Chul Kim\*<sup>†</sup>, Se-Gon Kwon\*, In-Chul Back\*, Sung-Back Park\*

**초 록** PSC침목의 재료적 손상은 황산염 침식에 의한 내구성 저하를 가장 큰 원인으로 보고 있다. 즉 황산염침식에 의한 반응생성물(Ettringite, Gypsum, Thaumasite 등)이 콘크리트 내부조직에서 연화(softening), 팽창(expansion), 박리(delamination) 등으로 성능이 급격하게 저하되는데, 반응성 골재사용에 따른 알카리골재반응(ASR) 또는 양생문제로 발생하는 지연에트린자이트(DEF)가 대표적이며, 이러한 현상은 제작과정에서의 품질관리 문제로 추정된다.

본 연구에서는 재료적 손상이 의심되는 PSC침목에 대한 손상원인 추정을 위해 손상부위 콘크리트 파편을 샘플링하여 주사형전자현미경 및 X선 회절분석을 통한 반응생성물을 관찰하였다.

**주요어** : 자갈도상, PSC침목, 재료적 손상, 내구특성, 알카리골재반응, 지연에트린자이트

## 1. 서 론

본 연구에서는 PSC침목의 공용수명 단축의 주원인으로 황산염침식에 의한 재료적 손상과 관련하여 알카리 골재반응(ASR)과 지연에트린자이트 형성(DEF)으로 모두 공용 중 황산염 침식에 따른 화학반응으로 콘크리트가 손상되며, 손상원인규명은 주사형전자현미경(SEM)과 X선 회절(X-ray diffraction) 분석으로 반응생성물을 관찰하였다.

## 2. 본 론

### 2.1 재료적 손상현황

PSC침목의 재료적 손상은 초기 망상균열이 나타난 후 재료분리가 심화되면서 5년 이내 급격한 손상으로 확산되는 경우가 대부분으로 대부분 초기점검을 통해 하자보수처리하고 있다.(Fig.1)



Fig. 1 초기망상균열 후 재료분리 심화

### 2.2 품질시험 개요

본 시험은 재료적 손상이 관찰된 PSC침목 3종(A사02, B사11, C사01)에 대한 손상원인 규명을 위해 Fig2와 같이 PSC침목의 콘크리트 파편을 물리적 충격 없이 샘플링하여 주사형 전자현미경 및 X선 회절분석을 시행하였다.



Fig. 2 샘플링채취 및 품질시험 프로세스

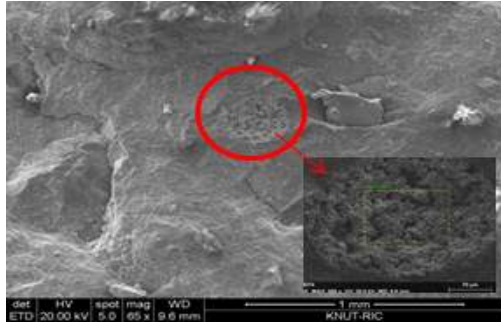
### 2.3 주사형전자현미경(SEM) 분석

주사형전자현미경 분석 결과 그림 Fig3과 같이 화학적 침식에 따른 재료적 손상에서 주로

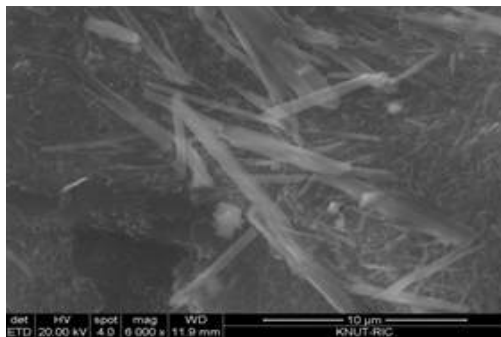
† 교신저자: 한국철도공사 연구원  
(kyc3005@hanmail.net)

\* 한국철도공사 연구원

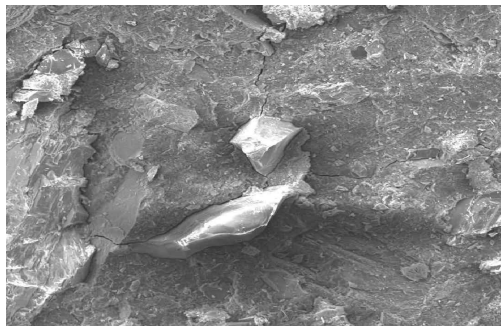
발생되는 반응생성물 Ettringite, gypsum, thaumasite 등 다양한 상조성(相組成)이 관찰되었다.



반응생성물 유사 상조성(a)



반응생성물 유사 상조성(b)



골재와 사이 균열(c)

Fig. 3 조직관찰결과 반응생성물 상조성

#### 2.4 수화생성물 분석

반응생성물에 대한 화학성분을 관찰하기 위해 EDS분석을 시행 한 결과 Fig.4와 같이 일반적인 콘크리트 구조체에서 확인 할 수 있는 시멘트의 주요 조성광물인 O, Ca, S, Al 등이 검출되었으며, 제작사별 조성광물의 차이는 확인 할 수 없었다.

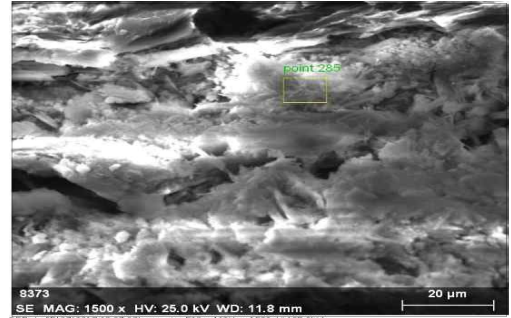


Fig. 4 EDS분석 결과 상조성

해당 시편내의 광물의 조성 종류를 파악하기 위해 X-ray Diffractometer에 의한 정성분석을 실시하였다. PSC침묵에서 샘플링한 각 시료별 분석 결과를 다음 Fig.5에 나타내었다.

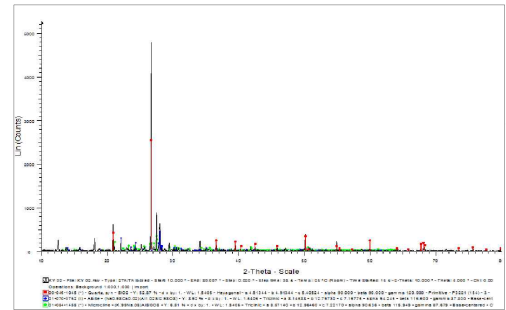


Fig. 5 XRD분석 결과 성분분석

각 시료별 광물 조성은 대부분 골재 성분해 해당하는 SiO<sub>2</sub>(Quartz), Na<sub>2</sub>O·Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·6SiO<sub>2</sub>(Albite), KAlSi<sub>3</sub>O<sub>8</sub>(Microcline)계의 광물이 주종을 이루고 있으며, 시멘트 수화 생성물인 Ettringite, Calcium Sulfur Oxide Hydrate, Portlandite 등은 미미하게 관찰되었다.

### 3. 결론

본 연구는 재료적 손상이 있는 PSC침묵을 샘플링하여 SEM, XRD분석을 수행하였으며, 분석결과 황산염 침식에 의한 반응생성물인 Ettringite, Gypsum, Thaumasite 등 다양한 상조성(相組成)과 골재와 골재 사이 페이스트 부분으로 균열이 발견되어 손상원인은 반응성 골재사용에 따른 알칼리골재반응(ASR) 또는 양생문제로 발생하는 지연에트린자이트(DEF)로 예측된다. 또한 이러한 손상은 제작과정에서의 품질관리 문제로 추정된다.

#### 참고문헌

[1] 이승태(2008), “콘크리트의 황산염침식 및 평가 기준, 한국콘크리트학회 2008년 가을학술대회 논문집