

## 두께 변화에 따른 부식 측정을 위한 PECT 기법 연구 A study on PECT techniques for corrosion measurement according to the thickness variation

김응지<sup>1</sup>, #송성진<sup>1</sup>, 김학준<sup>1</sup>, \*전수균<sup>1</sup>, 김대광<sup>1</sup>, 정종덕<sup>2</sup>, 이찬우<sup>2</sup>  
W. J. Kim<sup>1</sup>, #S. J. Song(sjsong@skku.edu)<sup>1</sup>, H. J. Kim<sup>1</sup>, \*S. K. Jeon<sup>1</sup>, D. K. Kim<sup>1</sup>,  
J. D. Chung<sup>2</sup>, C. W. Lee<sup>2</sup>

<sup>1</sup>성균관대학교 기계공학과, <sup>2</sup>한국철도기술연구원

Key words : PECT, Corrosion, NDE

### 1. 서론

도시철도차량의 하부 구조물은 일반 강재로 되어있으며 차량의 안전을 위하여 기계적 결합 또는 부식에 대한 파손 등에 대해 정기적 검사 및 유지보수 체계가 필요하다. 사용연수가 경과된 철도차량은 부식으로 인하여 구조물의 두께가 감소하여 균열이나 파괴가 일어날 수 있다. 철도차량 구조물의 균열과 파괴는 수명에 직접적인 영향을 미치므로 비파괴기법을 이용하여 결함을 찾아내고 유지보수를 해야 한다.

도시철도차량의 부식의 비파괴검사기법 조사 및 분석과 실태조사를 실시한 결과 철도차량의 Under-frame부위의 부식이 Fig. 1과 같이 심각한 것으로 나타났다.



Fig. 1 Corrosion of Under-Frame

Under-frame은 Side Plate, Side Sill, Rocker Rail로 구성된 다층구조와 spot 과 fillet 용접부가 존재한다. 구조물의 두께는 10mm로 두껍고 용접부 사이에 공기층이 존재하므로 초음파탐상이나 일반적인 와전류탐상기법을 이용한 두께감소 및 부식에

따른 구조물의 건전성평가가 어렵다. 따라서 침투깊이가 깊고 공기층을 통과할 수 있는 펄스 와전류 탐상기법(Pulsed Eddy Current Testing: PECT)을 본 연구에 적용하였다.

### 2. PECT 기법

다층 구조물의 두께 변화를 측정하기 위해 펄스 와전류탐상기법을 이용한다. 이 기법의 원리는 다음과 같다. 코일에 교류전류를 인가해주는 일반적인 ECT는 침투깊이가 낮은 반면 Fig. 2와 같이 코일에 pulse를 인가해주는 PECT의 침투깊이는 일반적으로 알루미늄의 경우 90mm, 일반 강은 10mm로 ECT에 비교해 높다.

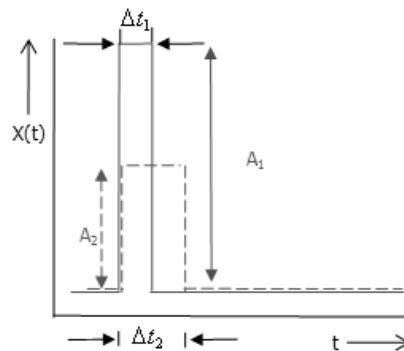


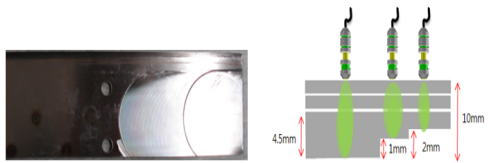
Fig. 2 Pulse input signal of probe

침투깊이( $\delta$ )는 식(1)에서와 같이 주파수( $f$ ), 투자율( $\mu$ ), 전기 전도도( $\sigma$ )에 영향을 받는다. 투자율과 전도도는 재질이 갖는 고유의 값이므로 고정된 값이다. 따라서 주파수의 값을 변화시켜 침투깊이를 조절할 수 있다.

$$\delta = \frac{1}{\sqrt{\pi f \mu \sigma}} \quad (1)$$

### 3. PECT 실험

도시철도차량 부식 실태조사의 결과 부식으로 인한 재료의 두께감소가 심각하여 다층구조물에 두께를 변화하여 실험했다. 두께 변화에 따른 신호의 변화를 측정하기 위하여 Fig. 3과 같이 두 가지 시험편(STS301L, SS41)을 가공하여 실험하였다.



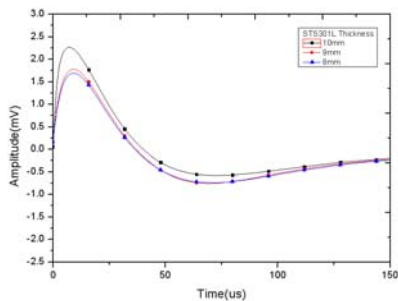
(a) Configuration of STS301L



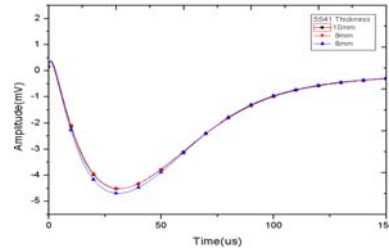
(b) Configuration of SS41

Fig. 3 Test specimen

STS301L의 경우 시험편 하단부의 두께를 각각 1mm, 2mm로 변화를 주어 전체 두께가 10mm, 9mm, 8mm로 되어 있는 다층구조물의 PEC 신호를 측정하였으며, SS41의 경우 시험편 하단부의 두께를 각각 2mm, 4mm로 변화를 주어 전체 두께가 10mm, 8mm, 6mm로 되어 있는 다층구조물의 PEC 신호를 측정하였으며 그 결과는 Fig. 4와 같다.



(a) STS301L



(b) SS41

Fig. 4 PECT Signal of thickness variation

이 결과에 나타나듯이 STS301L의 경우 두께 변화에 대한 PEC 신호가 양호하였으나, SS41의 경우 자성이 강한 재료이어서 PEC의 침투깊이가 낮았음을 알 수 있다. 따라서 SS41의 재질을 침투할 수 있는 최적화된 Probe 개발이 이루어져야 할 것이다.

### 4. 결론

도시철도차량의 하부 구조물의 두께 변화에 따른 부식 정도를 평가하기 위하여 펄스 와전류탐상기법을 적용하였다. 그 결과 다층 구조물에서 침투깊이가 깊고 공기층이 존재하여도 구조물 두께의 변화를 측정하였다. 향후 연구에서는 주요 재료의 두께 변화에 대한 정확성과 신뢰성을 향상하기 위한 최적화된 Probe 개발을 수행하려 한다.

### 후기

본 연구는 국토해양부 미래도시철도기술개발사업에 의해 수행되었습니다.

### 참고문헌

1. 이정기, 서동만, "펄스 와전류를 이용한 알루미늄 두께 평가", 비파괴검사 학회지, Vol 25, No. 1, 15-19, 2005.
2. 신영길, 최동명, "두께 평가를 위한 차폐된 반사형 펄스 와전류 탐촉자의 설계", 비파괴검사 학회지, Vol 27, No. 5, 398-408, 2007.
3. 구병춘 외, "철도차량 구조물의 잔존수명 평가 기술 개발", 한국철도기술연구원, 2004
4. V. K. Babbar, D. Harley, and T. W. Krause, "Finite Element Modeling Of Pulsed Eddy Current Signals From Aluminum Plates Having Defects", Review of Quantitative Nondestructive Evaluation Vol. 29, 337-344, 2010.