

## 속도 기전력에 의한 와전류가 MFL PIG Signal에 미치는 영향

한국해양대학교 전기공학과 박상호  
한국해양대학교 전기공학과 박관수

### Effect on the MFL PIG Signal according to Velocity Induced Eddy Currents

Dept. Electrical Engineering, Korea Maritime University S. H. Park  
Dept. Electrical Engineering, Korea Maritime University G. S. Park

#### 1. 서론

자기 누설 탐상(MFL: Magnetic Flux Leakage) 방법은 가스관의 부식등으로 인한 결함을 비파괴로 검출하는 장치로서 가스관을 요크와 영구자석을 이용하여 자기시스템을 만들고 이 가스관을 적절히 포화시킨 후 결함으로 인해 발생하는 누설자속을 홀센서를 이용하여 검출한다. 결함이 있을 경우 홀센서로 측정된 검출신호의 크기와 폭을 가지고 결함의 크기, 깊이 등을 알 수 있다. 그러나 실제 가스관을 통과하여 검출된 신호는 PIG의 주행속도에 따른 와전류에 의한 영향을 보정하여야만 실제 결함에 의한 신호를 검출할 수 있다. HDD의 수직기록장치에서 underlayer가 있을 경우 HDD의 고속회전으로 underlayer에 와전류가 발생하고 이것이 신호를 왜곡시키는 것과 같은 원리이다. 본 연구에서는 MFL PIG에서 속도 기전력으로 인한 와전류가 검출신호에 미치는 영향에 관하여 연구하였다. PIG의 주행속도는 4[m/s]가 기준속도이나 보통 0~10[m/s]로 이동한다. 속도 기전력에 의한 와전류로 인하여 검출신호는 왜곡이 발생한다. 주행속도가 빠를수록 큰 와전류가 발생하게 되고 신호가 왜곡되게 된다. 또한 결함의 깊이가 따라서 와전류의 분포가 달라진다. 이러한 와전류에 의한 왜곡을 해석하여 이를 보상해서 실제 결함을 검출하고자 하였다.

#### 2. 와전류에 의한 영향 해석

PIG의 주행으로 인하여 속도 기전력이 발생하게 되고 이로 인해 가스관은 와전류가 발생하게 되고, 이 와전류로 인하여 자기장이 왜곡되게 된다. PIG의 실제 주행속도는 4[m/s]가 기준이며, 실제 주행속도는 0~10[m/s]이다. 주행 속도에 따라서 와전류의 크기가 변화하게 된다. Fig. 1은 PIG의 주행속도가 정지시와 기준속도인 4[m/s]로 이동할 때 flux line이다. PIG의 주행방향은 오른쪽으로 진행할 경우 양쪽 브러시의 오른쪽은 자기장이 감소하려는 방향으로 와전류가 발행하고, 왼쪽은 증가하려는

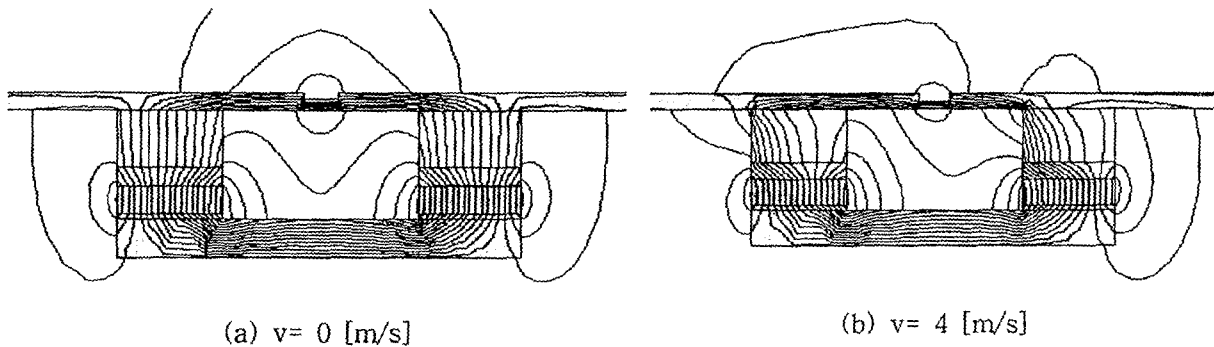


Fig. 1 Distortion of the flux line because of the PIG speed

방향으로 와전류가 발생한다. 그러나 양쪽 브러시의 자기장의 방향이 반대이므로 Fig. 2처럼 와전류의 회전 방향은 반대가 된다. Fig. 2는 주행속도에 의한 가스관 내부 표면의 와전류를 나타낸 것이다. 기준속도 4[m/s]와 최대속도인 10[m/s]일 때를 나타내었다. 화살표의 크기가 와전류의 크기를 벡터로 나타낸 것이다. 속도가 빠를수록 큰 와전류가 생기는 것을 알 수 있다. 이것이 검출신호를 왜곡시키게 된다.

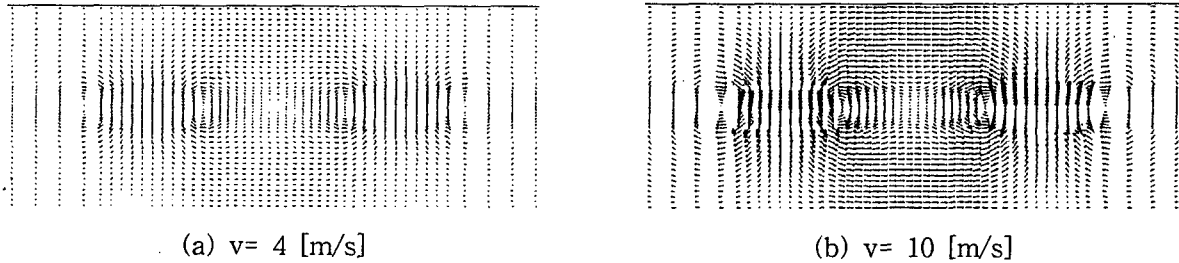


Fig. 2 Eddy current on the pipe surface

### 3. 결함의 깊이에 따른 와전류 분포

Fig. 3은 MFL PIG의 주행속도가 4[m/s] 일 때 결함의 깊이에 따른 와전류의 벡터도와 와전류의 크기를 칼라로 나타낸 것이다. 결함의 크기는  $3t \times 3t$  ( $t$ 는 가스관의 두께로 17.5mm)이며 깊이는 각각 0, 50, 100%일 때 해석하였다. Fig. 3(a)는 결함이 없는 경우 와전류의 분포이다. 자기장의 변화가 없으므로 와전류는 상대적으로 작다. Fig. 3(b)는 결함의 깊이가 50%이다. Fig. 3(c)는 결함의 깊이가 100%일 때 와전류의 분포이다. 표면의 와전류가 화살표처럼 크기도 증가하고, 특히 좌측 상단과 하단에 집중되었다. 이것이 결함신호를 왜곡시키게 된다.

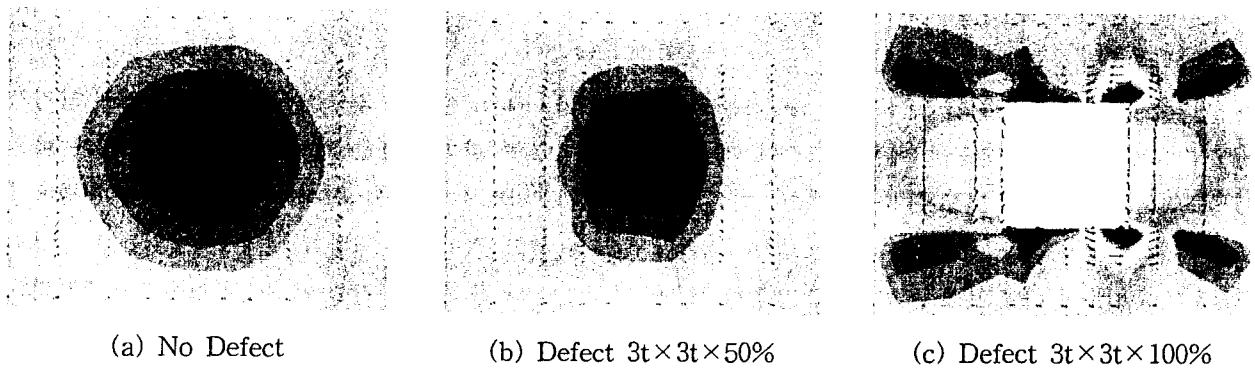


Fig. 3 Eddy current on the pipe surface

### 4. 결론

지하매설 가스관의 MFL PIG에서 속도 기전력에 따른 와전류가 검출신호에 미치는 영향에 관하여 연구하였다. PIG 주행속도에 의한 와전류로 인하여 검출신호는 왜곡된다. 주행속도가 빠를수록 큰 와전류가 발생하게 된다. 결함이 있을 경우 깊이에 따라서 와전류가 변하게 되고 검출신호를 왜곡시킨다. MFL PIG의 검출신호로 실제 결함을 검출하기 위해서는 와전류에 의한 왜곡을 보상해야한다.