

# 전기적 매개변수를 고려한 전자파 차폐효과의 산출 방법

오명환 · 이상진 (한국과학기술원)

일반적으로 차폐구조물이 기하학적으로 복잡하며 불균일한 enclosure의 경우에는 전자장 차폐효과식을 Maxwell 방정식으로 풀기가 매우 난해하므로 흔히 등가근사 식으로 해석한다.<sup>(1,2)</sup> Cooley<sup>(3)</sup>가 quasi-static 근사해로부터 구한 식은 차폐효과의 주파수 특성이 지수적으로 증가하므로 steel enclosure의 경우 약 5KHZ 이상에서는 실용성을 잃게되기 때문에 본 논문에서는 mesh enclosure의 transmission loss<sup>(4)</sup>를 연속 sheet로 접근시켜서 도출한 absorption loss 계산식을 Cooley의 차폐효과식에 대입하므로써 enclosure의 dimension에 따라 수십 MHz까지 잘 맞는 차폐효과식을 유도하였다.

## 1. Karady<sup>(5)</sup>가 수정한 차폐효과식

Karady는 Cooley가 유도한 Square cross section을 갖는 무한장 enclosure의 차폐효과식으로 부터 외부자계와 수직으로 놓인 Slot에 의한 등가저항과 짧은 solenoid의 종단효과를 고려한 inductance를 대입하므로써 다음 식을 유도하였다.

$$S = 20 \log \frac{wL}{R} - 20 \log K - 20 \log \sqrt{2} \frac{t}{\delta} + \underbrace{(8.686 \frac{t}{\delta} - 6.02)}_{\text{absorption loss}} \quad (1)$$

상기식은 전술한 바와같은 단점을 갖고 있으며 다음과 같이 수정할 수 있다.

## 2. Air의 fractional area를 고려한 차폐 효과식의 도출

불연속 Sheet를 air path와 metal path에 의한 두종류의 전송선에 대하여 입출력단에 common terminating impedance가 종단된 회로와 등가적으로 볼때 공기와 metal path의 line의 수학 fractional area  $S_1$ 과  $S_2$ 에 비례하고  $\alpha_1$ 과  $\alpha_2$ 에 비례하고  $\alpha_1$ 과  $\alpha_2$ 는 각 path의 감쇄 정수이면 전송손은 다음과 같다.

$$A^2 = 1 / ( S_1 e^{-2\alpha_1 d} + S_2 e^{-2\alpha_2 d} ) \quad (2)$$

단, A : field attenuation

d : metal path의 두께

여기서  $e^{-2\alpha_1 d} \approx 1$ 이며 만일  $S_1 \ll S_2$ 이면  $\alpha_2 \gg \alpha_1$ 일지라도  $S_2 e^{-2\alpha_2 d}$ 를 무시할 수 없게 된다.

따라서  $\alpha_2 = 1/\delta^{(6)}$  ( $\delta = \text{skin depth}$ )이고  $S_2 = 1 - S_1$ 이라고 할때 식(2)를 정리하여 식(1)의 absorption loss 항에 대입하면,

$$S = 20 \log \frac{wL}{R} - 20 \log K - 20 \log \sqrt{2} \frac{t}{\delta} - 10 \log [ S_1 ( 1 - e^{-2 \frac{t}{\delta}} ) + e^{-2 \frac{t}{\delta}} ] - 6.02 \quad (3)$$

이때 하한 10dB 주파수는,

$$f_{\text{lower } 10\text{dB}} = \left( \ln S_1 / 2t \sqrt{\pi \mu_0} \right)^2 \quad (4)$$

식 (3)으로부터 lower 10dB frequency 이후 지수적으로 증가하던 흡수손의 영향이 없어지고 10dB/decade의 감쇄는 실험치와 잘 일치하여 만족할 만한 결과를 얻었다. 특히 차폐 material의 제정수들이 주어지면  $S_1$ 에 의하여 cut off frequency가 변하므로 seam이나 slot의 설계가 상당히 중요함을 알 수 있다.

#### REFERENCES

1. Henry W. Ott, "Noise reduction techniques in electronic systems", John Wiley & Sons New York. London. Sydney Toronto (1976).
2. D.A. Miller et al., IEEE Trans. EMC-8, No. 4, p.174 (1966)
3. W.W. Cooley, IEEE Trans. EMC-10, No.1, p.34 (1968)
4. J. Miedzinski et al., "The performance of screening rooms", Electronic Engineering, p. 414(Oct. 1950)
5. G. Karady et al., IEEE Trans. PAS-90, No. 4, p.1400(1971)
6. Hayt, W.H., Jr., "Engineering Electromagnetics", McGraw-Hill Book Company, New York (1967)