

무선전력전송 시스템에 노출된 인체모델의 위치변화에 따른 인체유도전류밀도 계산

박영민*, 변진규
승실대학교 전기공학과

1. 서론

무선전력전송(Wireless Power Transfer, WPT) 기술은 기존에 전선을 이용해 전달하던 전기에너지를 전자기파, 자기유도 또는 자기공진 형태로 전달하는 기술로써 공간적 제약이 적다는 장점이 있다. 무선전력전송은 가전제품, 자동차, 로봇, 의료기기, 휴대폰 등 전원이 필요한 모든 분야에 적용될 수 있어 전 세계적으로 많은 관심을 받고, 활발한 연구가 진행 중이다. 그 중 자기유도방식의 짧은 전송 거리와 전자기파 방식의 효율성과 인체유해성 문제를 해결할 수 있는 공진형 무선전력전송 기술이 등장하며 상용화의 기대가 높아지고 있다. 하지만 아직 인체안전성에 대한 연구결과가 충분하지 않아 다양한 각도에서의 연구가 필요하다.

본 논문에서는 공진형 무선전력전송 시스템의 인체영향을 분석하기 위해 150kHz 공진주파수 대역을 가지는 이중 루프형태의 공진형 무선전력전송 시스템을 모델링하고, 시스템의 자기장에 노출된 인체모델의 위치에 따른 인체유도전류밀도의 변화를 계산하고 이를 인체보호기준과 비교하였다.

2. 공진형 무선전력전송 시스템 설계

총 4개의 코일로 구성된 이중루프형태의 무선전력전송 시스템을 설계하였다. 안쪽 코일 직경은 0.46m이며 코일간의 거리 0.92m, 입력전력은 1 W, 공진주파수는 150kHz이다. 모델의 위치에 따른 인체유도전류밀도 계산을 위해 IEC-62311 표준에 제시된 머리와 몸통으로 이루어져 있는 균질 인체모델을 사용하였으며, 근육과 동일한 도전율과 비유전율을 사용하였다 [1]. 그림 1과 같이 무선전력전송 송수전 코일 사이에 존재하는 인체모델의 위치를 이동시키며 유도전류밀도를 계산하였다.

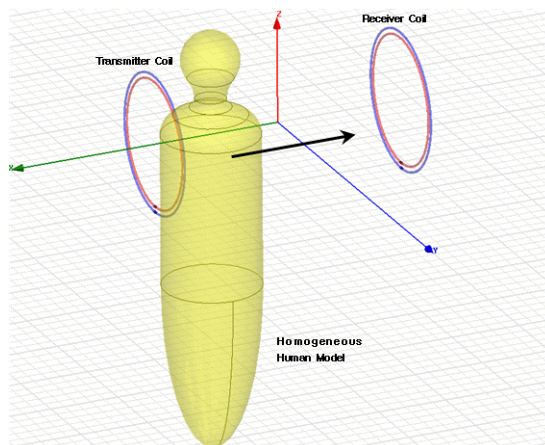


그림 1. 공진형 무선전력 시스템에 노출된 균질 인체모델

3. 인체모델 위치변화에 따른 유도전류 계산

인체모델 위치변화에 따른 인체유도전류 계산을 위해 모델이 송전코일에 가장 근접한 경우부터 점차적으

로 수전코일 측으로 모델을 이동시키며 해석하였다.

본 논문에서 설계한 무선전력전송 시스템의 자기장분포는 공진주파수 150kHz에서 그림 2와 같이 송전코일과 수전코일에서 높은 값을 가지고 두 코일의 중간 위치에서 줄어드는 형태이다. 이와 같은 자기장에 의해 인체모델 내부에 유기되는 유도전류는 그림 3에 나타나 있으며 자기장이 강한 송전코일 쪽에서 많은 유도전류가 형성되었다.

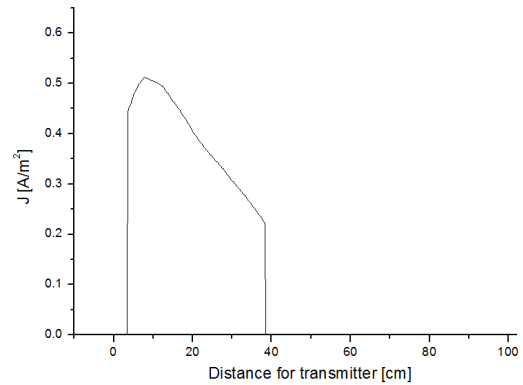
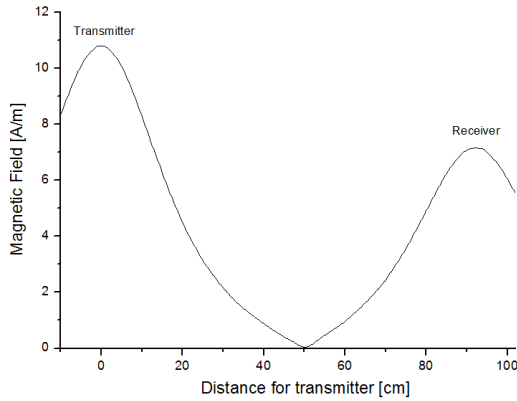
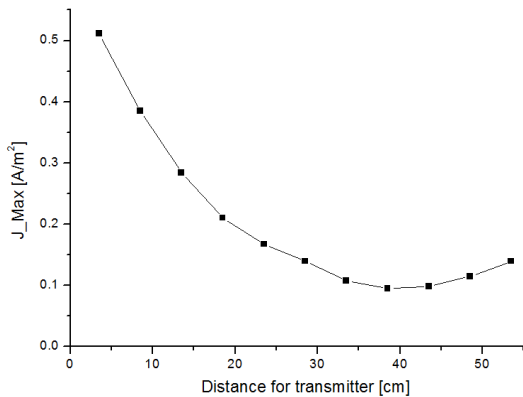


그림 2. 무선전력전송 시스템의 자기장 분포 **그림 3.** 송전코일에 가장 근접한 경우 유도전류분포

그림 4와 표 1은 인체모델의 가장자리가 송전코일에서 3.5cm 떨어져 있는 경우부터 5cm 간격으로 수전코일 측으로 모델을 이동시키며 인체유도전류의 최대값을 계산한 것이다. 자기장의 분포가 가장 큰 3.5cm 지점에서 0.5112A로 가장 높은 전류가 유기되었으며 최소값은 38.5cm 지점에서 0.0951A이다. ICNIRP 1998년 기준에서는 자기장노출에 의한 인체유도전류밀도를 직업인 1.5A/m², 일반인 0.3 A/m²으로 정하고 있다[2]. 따라서 송전코일에 가까운 3.5cm와 8.5cm 지점의 경우 일반인 기준을 초과하는 것을 관찰할 수 있다.



송전코일에서의 거리 [cm]	인체유도전류밀도 [A/m ²]
3.5	0.5112
8.5	0.3849
13.5	0.2840
18.5	0.2105
23.5	0.1675
28.5	0.1397
33.5	0.1080
38.5	0.0951
43.5	0.0980
48.5	0.1146
53.5	0.1397

그림 4. 모델의 위치에 따른 인체유도전류 최대값 **표 1.** 모델의 위치에 따른 인체유도전류 최대값

4. 참고문헌

- [1] International Electrotechnical Commission, IEC-62311, (2007).
- [2] International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection, Health Physics, Vol.74, No.4, pp.494-522, (1998).