상용품목의 군사적 활용에 따른 EMC 평가 방안

장지형°, 권태환
국방대학교, 무기체계학과
jhchang67@hanmail.net
thkwon@kndu.ac.kr

EMC evaluation for using the commercial item in military environment.

Jihyung Chang°, Taehwan Kwon
Department of Weapon systems
Korea National Defence University

Abstract

요 약

최근 군사부문에서는 국방획득 비용 및 시간의 절감, 상용부문의 최신기술 활용 등의 목적으로 상용품목을 적극 활용하고자 하는 노력이 있다. 그러나 상용과 군사부문의 특성 차이로 상용품목의 군사적 활용에는 많은 어려움이 있으며, EMC 관련 문제도 이를 어렵게 하는 이유 중 하나이다. 상용과 군사부문의 EMC 표준은 주파수범위, 측정방법 등에 큰 차이가 있으며, 이로 인해 군사 EMC 표준을 충족하는 상용품목의 선정 및 상용표준에 의한 측정 결과의 군사적 해석이 어려운 실정이다. 상용품목의 군사적 활용에 따른 효율적인 EMC 문제의 해결을 위해서는 우선 상용품목의 사용이 의도되는 군사 전자파 환경에 대한 정확한 분석 및 이를 바탕으로 군사표준의 간소화, 상용표준과 군사표준의 연계성 연구, 상용품목의 개발단계에서의 설계반영 등이 필요하다.

Key words : EMC, 상용, 군사, 표준, 평가

Ⅰ. 서론

현대의 전기·전자공학 및 정보통신 기술 발달은 생활의 거의 모든 분야에서 각종 전기 및 전자 장치들의 사용을 가져왔다. 이는 우리에게 생활의 편리함과 풍요로움을 가져다 준 반면, 다양한 주파수 대역의 전자파들을 공간에 쏟아내면서 전파공해라는 새로운 환경 오염원이 되고 있다. EMC란 이러한 전자파 환경에서 장비가 타 장비에 영향을 미칠 수 있는 전자파의 방출을 억제하고, 장비가 운용되는 전자파 환경에 대하여 충분한 내성을 가져 다양한 장비들이 공통된 전자파 환경에서 상호 양립할 수 있는 특성을 의미한다.

군사무기체계의 경우 전자장비의 첨단화·정밀화 추세에 따라 과거 보다 전자파간섭에 더욱 취약해져 가고 있으며, 이에 군은 엄격한 군사규격을 적용 이를 규제해 왔다. 한편 냉전 종식 후 국방비 감축에 대한 압력이 증대하면서 각국은 이의 해결 방안의 하나로 상용품목의 군사적 활용을 검토해 왔으며, 1994년 미 국방부장관 William Perry의 성능형 규격 및 상용규격의 적극 활용 지침 이후 이를 실행하기 위한 많은 노력이 있어 왔다.[1] 그러나 상용품목의 군사적 활용은 민간과 군의 운용환경 및 성능요구조건의 차이로 많은 어려움이 있으며, EMC 관련 문제도 이를 어렵게 하는 하나의 원인이 되고 있다.

본 글에서는 상용품목의 군사적 활용 의의 및 그에 따른 EMC 평가와 관련된 문제점을 살펴보고, 효율적인 EMC 평가 방안을 검토해 보고자 한다.

Ⅱ. 상용품목의 개념 및 군사적 활용

상용품목이란 통상 일반 대중을 대상으로 시장으로부터 바로 획득 가능한 품목을 의미한다. 미국의 FAR (Federal Acquisition Regulation)에 따르면 상용품목(Commercial Item)이란 정부 이외의 목적으로 일반대중 또는 비정부단체를 대상으로 판매, 대여, 허가되는 품목과 현재 상용시장으로부터 바로 획득할 수는 없으나 상기 품목으로부터 성능 또는 기술적 진보를 통하여 원하는 조달기간 내에 획득 가능한 부동산을 제외한 모든 품목으로 정의하고 있다.[1] 미 국방부는 현재 군수 조달의 25% 정도를 차지하고 있는 상용품목의 비율을 점차적으로 75% 수준까지 늘려나갈 계획에 있으며, 우리나라의 경우도 이러한 추세에 맞추어 저비용·고효율의 국방획득을 위해 상용품목 사용을 최대한 확대하도록 하고 있다.

상용품목의 군사적 활용 이점은 국방획득에 소요되는 비용과 시간의 절감 및 발전 속도가 빠른 최신 상용기술의 군사적 활용이 가능하다는데 있다. 그러나 상용품목의 군사적 활용은 상용부문과 군사부문의 성능요구조건 및 운용환경의 차이로 해결해야 할 많은 문제점을 가지고 있으며, 특히 EMC가 요구되는 품목의 경우 상용과 군사부문의 EMC 표준 상이로 군사 EMC 요구조건의 충족을 위해 많은 시간과 비용이 소요되어 상용품목의 군사적 활용을 저지하는 요소가 되고 있다.

Ⅲ. 상용부문과 군사부문의 EMC 표준화 현황

1. 군사부문

군사부문의 EMC 표준화는 주로 미국에 의해 주도되었으며, 현재 미국의 군사표준이 세계적으로 가장 널리 사용되고 있다. 1930년대 자동차 점화장치에 의한 무선통신장해 해결을 위해 시작된 군사부문의 EMI 규제는 '40-'50년대에 들어 전기·전자 장비들의 발전 추세에 따라 다양한 EMC 규격들이 작성되었으며, 각 군별 EMC 표준의 상이로 인한 군수조달의 문제점 해결을 위해 1967년 육·해·공군 공동작업으로 EMC에 대한 일반 표준인 MIL-STD-461/462을 발간하였다. MIL-STD-461/462는 현재 최신 개정판에서 MIL-STD-461E로 통합되어 장비 및 서브시스템에 대한 EMC 표준을 제시하고 있다. MIL-STD-461E는 적용 플랫폼(항공기, 함정, 전차 등), 장소(육상, 해상, 공중, 우주), 플랫폼 고유의 특성 등에 근거하여 요구조건을 규정하고 있으며, 적용 사안별로 이를 간소화(tailoring) 할 수 있도록 되어 있다. 한편 시스템 차원의 EMC는 MIL-STD-464에서 규정하고 있으며, MIL-STD-461과 함께 군사부문 EMC 일반표준을 제시하고 있다[2],[3].

2. 상용부문

상용부문의 전자파 장해에 대한 규제는 미국과 유럽을 중심으로 시작되어 점차 전 세계적으로 파급되고 있다. 군사표준이 전자파 방출과 내성에 모두 중점을 두고 있는 반면, 상용표준은 주로 전자파 장해에 대한 규제에 중점을 두고 있으며 1996년 유럽을 중심으로 전자파 내성에 대한 규제가 시작되고 있다.

IEC는 상용부문 EMC에 관한 국제적 표준화를 주도하고 있는 가장 대표적인 기구로 산하에 국제전자파장해특별위원회(CISPR)와 TC77을 두고 있다. CISPR에서는 주로 전기, 전자기기의 전파장해에 대한 연구와 전파장해의 측정방법에 관한 연구를 수행하고 이에 대한 국제표준을 발행하고 있으며, IEC/TC77은 주로 전자파 내성 분야 표준화 업무를 담당하고 있다. IEC에서 발행된 표준들은 국제적으로 가장 널리 채택되어 활용되고 있으며 상용부문 EMC 표준의 통일화에 가장 주된 역할을 하고 있다.

EU는 1996년 이후 EMC 지침 89/36/EEC을 통해 유럽에서 판매하는 장비에 대한 전자파 장해 및 내성에 대한 요구조건을 모두 충족하도록 요구하고 있다. EU의 EMC 표준은 유럽전기기술표준위원회(CENELEC)에 의해 주도되고 있으며, 원칙적으로 IEC의 표준을 따르도록 규정하고 필요한 경우 자체 표준을 작성할 수 있도록 하고 있다. 유럽에서 판매되는 제품들은 EMC 기준에 적합함을 증명하여 "CE 표지"를 부착하여야 하며, 이에 대한 관리는 주로 제조자 자체 선언 방식을 수용하고 사후관리를 강화하는 방향으로 확대되고 있다.

미국의 EMC 규제는 FCC, ANSI, RTCA 등에서 발행한 규격을 통해 이루어지고 있다. FCC는 현재 CFR(Code of Federal Regulation) 47, Part 15의 주거용 환경과 산업용 환경 각각에 대한 복사 방사와 AC전원선의 전도 방사, Part18장비의 목적상 RF에너지를 의도적으로 사용하는 산업용, 과학용, 의료용(ISM) 장비에 대한 복사방사를 규제하고 있으며, 내성에 대한 규제는 아직 실시하지 않고 있다. ANSI 규격의 경우 C63.4에서 CFR47, Part15 요구조건에 대한 입증 시험방법을 제시하고 있고, C63.12에서는 주거용, 산업용 및 기타 가혹한 환경의 3가지 등급에 대한 전자파 내성 기준 선정에 대한 안내를 포함하고 있다. RTCA의 DO-160D는 민간항공산업 분야에서 미 연방항공국의 항공기 인증을 위한 표준의 한 부분으로 활용되는 규격으로 상용표준 중 가장

MIL-STD-461에 근접해 있다.[2],[4]~[6]

Ⅳ. 상용품목의 군사적 활용에 따른 EMC 평가의 문제점

상용품목의 군사적 활용을 위해서는 상용품목이 군사 전자파 환경에서 EMC 요구조건 충족여부에 대한 충분한 검증이 요구된다. 그러나 군사환경에 대한 상용품목의 EMC 성능 평가는 양자간의 기본적인 특성 차이로 많은 어려움이 있다.

1. 운용 환경

일반적으로 함정, 항공기 등 군사 플랫폼에서 사용되는 전자 장비들은 고도로 밀집된 환경에서 운용되며, 레이더, 전자전 장비 등과 같이 강한 전자파를 방출하는 장비에 인접해 있는 경우가 많아 상용부문에 비해 가혹한 전자파 환경에 놓여 있다. 또한 상용과 군사부문 장비에 인가된 사용 전자파의 주파수 대역이 서로 상이하고, 특히 잠수함, 함정 등의 경우에 있어서는 상용부문에 이용되지 않는 VLF 영역의 주파수가 많이 사용되고 있어 상용품목의 군사 환경에서의 활용은 기존의 군사 전자파 환경에 영향을 미쳐 양자간에 예견하지 못한 EMC 문제가 발생할 위험성이 잠재하고 있다.

2. 상용표준과 군사표준의 상이

가. 측정 주파수 범위

표1은 MIL-STD-461E의 주요항목과 이에 대응 가능한 상용표준간의 측정주파수 범위를 나타내고 있다. 표1에서 볼 수 있는 바와 같이 일부를 제외한 대부분의 상용표준은 군사표준의 측정주파수 범위를 충족하지 못하고 있어 상용표준을 충족하는 품목이라 할지라도 초과된 주파수 범위에 대한 추가 검증이 요구되는 경우가 발생할 수 있다.

나. 측정 거리

복사방사의 측정 시 군사표준은 밀집된 장비의 운용환경을 고려하여 피측정장비(EUT)와 측정 안테나와의 거리를 1m로 하고 있는 반면 상용표준은 3m, 10m, 30m 거리에서 측정을 수행한다. 보통 전자파의 원역장과 근역장의 구분은 EUT와 측정안테나와의 거리가 $\lambda/2\pi$ 이상인 경우 원역장으로 보고 있다.[7] 이 기준에 따라 살펴보면 군사표준의 경우 48㎒이하 주파수의 전자파가 측정위치에서 근역장에 속하게 되며, 상용표준의 경우 16㎒(3m기준), 4.8㎒(10m기준), 1.6㎒(30m기준) 이하의 주파수가 각각 근역장에 속하게 된다. 원역장에서 전계 강도는 대체로 거리에 반비례하나, 근역장의 경우 EUT의 형상, 방사형태 등에 따라 복잡하게 변화하여 그 특성을 예측하기 매우 어렵다. 이것은 상용표준에 의해 측정된 값을 군사표준에 맞추어 해석하기 어렵게 하는 한 요인이 되고 있다.[2][3]

표 1 상용과 군사표준의 주요 측정 주파수 범위

구분	MIL-STD-461E	상용 표준
전도방사	CE102, 전원선 : 10㎑-10㎒	CISPR 11, 22, DO-160D : 150㎑-30㎒ C63.4-FCC : 9㎑-30㎒
	CE106, 안테나단자 : 10㎑-40㎓	CISPR 13 : 30㎒-1750㎒ IEC 61244 : 10㎑-960㎒
전도감응	CS101, 전원선 : 30㎐-150㎑(DC) 60㎐-150㎑(AC)	IEC 61000-4-13 : 60㎐-2.4㎑(AC) DO-160D : 750㎐-15㎑(AC) 10㎐-150㎑(DC)
	CS114, 벌크케이블 : 10㎑-200㎒	IEC 61000-4-6 : 150㎑-80㎒ DO-160D : 10㎑-400㎒
복사방사	RE102, 전기장 : 10㎑-18㎓	CISPR 11 : 150㎑-1㎓ & 11.7㎓-12.7㎓ CISPR 22 : 30㎒-1㎓ DO-160D : 150㎑-1.215㎓ C63.4 : 9㎑-40㎓
	RE103, 안테나 : 10㎑-40㎓	FCC : 최저 운용주파수-10㎓, 100㎓, 200㎓
복사감응	RS103, 전기장 : 2㎒-40㎓	IEC 61000-4-3 : 80㎒-1㎓ DO-160D : 100㎒-18㎓

다. 측정 안테나

통상 30㎒ 이하의 주파수 영역에서는 자기장이 전기장에 비해 측정의 신뢰도가 더 높고, 특히 150㎑ 이하의 주파수에서는 자기장이 주요 장해요인인 것으로 알려져 있어 상용표준의 경우 30㎒ 이하의 주파수에서 대부분 루프안테나를 사용하여 자기장을 측정하는 반면, 군사표준은 로드안테나를 사용하여 전기장을 측정한다. 평면파 조건을 만족하는 경우 전기장과 자기장은 식(1)의 상관관계를 가지고 있으나, 앞에서 살펴본 바와 같이 30㎒이하의 주파수 범위는 1m 측정거리 기준으로 볼 때 근역장 영역에 속하게 되어 식(1)에 의한 단순 전환이 어렵다.

$$E[dB(\mu V/m)]=H[dB(\mu A/m)]+51.5[dB(\Omega)] \quad (1)$$

30㎒-1㎓ 주파수 영역의 경우 군사표준은 바이코니칼 및 혼 안테나가 사용되며, 상용표준에서는 대부분 다이폴 안테나가 사용되고 있다. 양 안테나간의 전자파 수신 특성 관계는 아직 명확하지 않으며, 이로 인해 양 표준간의 조화를 어

렵게 하고 있다. 1㎓ 이상의 주파수 영역에서는 상용과 군사표준 모두 혼 안테나가 사용된다.[2]

라. 측정설비 및 방법

군사표준의 시험장비 구성에는 접지평면 조건, 케이블의 배열 등에 있어서 차이가 있으며, 대체로 상용표준에 의한 시험 구성이 군사표준에 비해 EUT 또는 케이블을 통한 전자파 방출이 더 많은 형상을 가지고 있다. 또한 상용표준의 경우 최대의 측정조건을 찾기 위한 방위각 스캐닝 및 안테나 높이방향의 스캐닝이 수행된다. 따라서 상용표준에 의한 측정값과 군사표준에 의한 측정값의 비교에는 측정거리의 차이 외에도 여러 가지 요소들이 모두 고려되어야 하며, 실제로 상용표준의 3m 거리 측정결과가 군사표준의 1m 거리 측정결과와 비교될 수도 있다.[2]

전자파 측정기의 경우 상용표준은 준첨두치 또는 평균치 측정기가 사용되며, 군사표준은 첨두치 측정기가 사용되어 양자의 측정결과에 대한 직접적 비교를 어렵게 하고 있다. CW 형태의 전자파에 대해서는 양 측정기의 측정결과는 큰 차이가 없으나 방사 전자파가 펄스 형태를 가지는 경우 펄스의 반복률에 따라 측정결과에 많은 차이가 있을 수 있다.[2][7]

또한 전자파를 측정하는 장소에 있어서도 군사표준의 경우 전자파 측정은 전자파 차폐실에서 이루어지는 반면, 상용표준의 경우는 30㎒ 이하 전도방사 측정은 전자파 차폐실이 이용되고, 30㎒ 이상의 대역의 복사방사의 측정은 주로 야외 시험장이 이용되고 있다.[2][7]

내성시험에 사용되는 신호의 파형도 군사표준과 상용표준이 서로 상이하여 상용표준의 경우 1㎑ 80% AM변조의 사이파가 주로 이용되는 반면 군사표준에서는 50% Duty Cycle을 가진 1㎑ 구형파가 이용된다.[2][3]

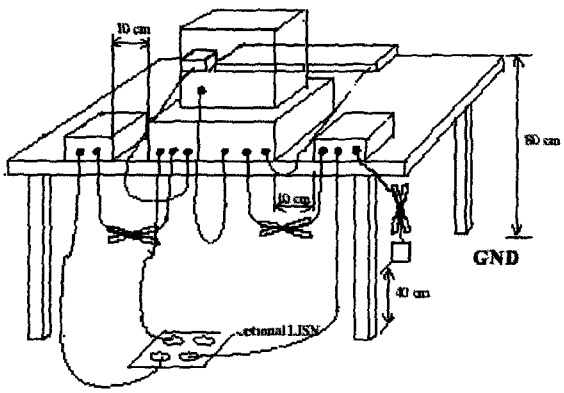

그림 1 상용표준(ANSI C63.4) 시험구성의 예

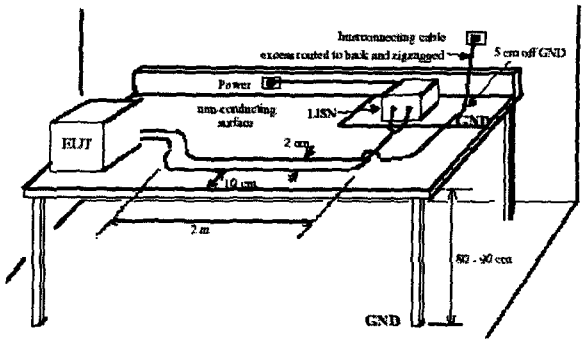

그림 2 MIL-STD-461 시험구성의 예

마. 한계치

상용표준과 군사표준간의 측정방법의 차이로 측정값을 정확하게 비교하는 것은 매우 어려운 작업이나 근사적으로 양자간의 한계치를 비교해 보는 경우 상용표준의 한계치는 많은 부분에서 군사표준의 요구조건을 충족하지 못하는 것으로 평가된다.[2] 이는 군사 환경에서 보다 엄격한 EMC 기준이 요구된다는 점에서 당연한 결과라 할 수 있다.

3. 정리

이상 살펴본 바와 같이 상용과 군사부문의 전자파환경 차이로 기본적인 EMC 성능요구조건이 상이하고, 양자간의 EMC 표준의 측정주파수 범위, 측정방법, 설비, 기기, 한계치 등이 서로 달라 상용표준에 따른 EMC 평가결과만으로는 군사 요구조건의 충족성 여부를 판단하기 어려운 실정이다.

V. 상용품목의 군사적 활용을 위한 효율적인 EMC 평가 방안

군사부문의 특성상 상용품목의 군사적 활용을 위해서는 상용품목에 대한 충분한 검증 및 필요한 경우 어느 정도의 보완은 불가피하다. 하지만 이러한 상용품목의 평가 및 보완을 위한 시간과 비용의 소요가 상용품목을 군사적으로 활용하는 이득을 초과해서는 안되며, 상용품목에 대한 EMC 평가 및 보완을 위한 노력의 최소화 방안이 필요하다.

1. 군사표준의 간소화(tailoring)

MIL-STD-461에서 제시하는 EMC 기준은 군사 전자파 환경을 7가지의 대표적인 적용 플랫폼을 기준으로 설정하고 각 플랫폼 형태에 따라 일반적으로 적용할 수 있도록 한 범용표준이며, 따라서 개별 적용 사안별로 이를 간소화 할 수 있

는 근거를 두고 있다.[3] 상용품목의 효율적인 군사적 활용을 위해서는 우선 상용품목의 사용이 의도되는 장소에 대한 정확한 전자파 환경 분석이 선행되어야 하며, 군사표준에 대한 간소화(tailoring) 작업을 통해 실제 운용환경에 적절한 주파수범위, 한계치 등의 합리적인 EMC 요구조건을 결정하고 이를 기준으로 상용품목에 대한 EMC 평가를 수행하여야 한다.

2. 상용표준과 군사표준의 조화

대부분의 상용품목은 정부의 규제에 따라 시장에 출하되기 전 상용표준에 따른 EMC 검증절차를 거치며, 그 과정에서 EMC에 관한 많은 측정결과들이 산출되어 있다. 따라서 상용품목의 군사적 활용 시 EMC 평가의 효율성을 높이기 위해서는 기존 상용품목에 대한 EMC 관련 자료를 충분히 반영하여 추가적인 EMC 평가 범위를 최소화하도록 노력하여야 한다. 그러나 상용표준과 군사표준의 차이는 상용부문의 EMC자료를 군에서 활용하기 어렵게 만드는 가장 주된 원인이 되고 있으므로, 이를 뒷받침하기 위해서는 상용표준과 군사표준간의 연관성에 대한 많은 연구를 필요로 한다. 미국의 경우 상용표준과 군사표준의 조화를 위한 노력의 일환으로 민군 공동위원회인 DIESC(DoD/Industry Electromagnetic Environmental Effects Standards Committee)를 구성하여 상용표준과 군사표준간의 조화를 위한 방안을 모색하고 있으며, 여기에는 ANSI등의 5개 민간단체와 각 군 및 기타 군 관련 기관들의 대표들이 참여하고 있다.[2] 현재 과학기술의 추세는 군사부문과 상용부문의 구분이 점차 모호해져 가고 있으며, 양자의 기술은 하나의 국가과학기술로서 통합되어가고 있다. EMC 분야에 있어서도 상용과 군사부문의 EMC 기준을 동일하게 적용하는 것은 불합리하지만 장기적으로 한계치와 주파수범위에 차등을 두더라도 최소한 측정방법에 대한 표준의 통일화를 위한 지속적 노력이 필요하다.

3. 상용품목 개발단계의 설계 반영

EMC 대책은 장비의 개발단계에서부터 충분히 반영되어야 하며, 제품 개발 완료 후 EMC 문제 해결을 위한 설계변경은 많은 비용과 시간을 요하고 적용할 수 있는 기술 선택의 폭도 좁아진다.[7] 현재 군사 EMC 표준을 충조하는 상용표준은 없으며, 따라서 상용품목의 군사적 활용을 위해서는 다소간의 EMC 대책의 보완이 필요하다. 그러나 군사적 활용을 위한 EMC 평가단계에서의 장비 설계 등에 대한 변경은 상당한 시간과 비용이 소요될 수 있어 비효율적이라 할 수 있다. 군사부문의 상용품목 활용에 관한 관심이 확대되는 추세에 맞추어 상용부문에서도 제품의 개발·설계 단계에서부터 군사적 활용 가능성에 대한 검토 및 군사 EMC 요구조건의 설계반영이 이루어지는 것이 바람직하며, 이러한 노력은 군의 상용품목에 대한 EMC 평가의 효율성을 높일 수 있을 것이다.

Ⅵ. 결론

상용품목의 군사적 활용은 단순한 국방획득 비용의 절감 차원을 넘어서 상용기술과 군사기술의 상호 융합을 의미한다. 현재 상용품목의 군사적 활용 시 EMC 문제의 가장 큰 장애물은 상용과 군사 EMC 표준의 불일치이다. 상용품목의 효율적인 군사적 활용을 위한 EMC 방안은 군사 EMC 기준의 적용 사안별 적합한 간소화를 통해 상용품목 활용의 범위를 최대한 넓히고, 양 표준간의 조화 및 측정방법 통일화 노력이 지속되어야 한다.

참 고 문 헌

[1] Buying Commercial & Nondevelopmental Items : A Handbook SD-2, Office of the Under Secretary of Defense for Acquisition and Technology, 1996

[2] Result of detailed comparisons of individual EMC requirements and test procedures delineated in major national and international commercial standards with military standard MIL-STD-461E, DIESC, march, 2001

[3] Requirements for the Control of Electromagnetic Interference Characteristics of Subsystems and Equipment, MIL-STD- 461E, 1999

[4] 양배덕, "EMI/EMC 현황과 대책 방향", 전기학회지, 제47권 3호, 1998

[5] 권종화 외 3인, "전자파장해[EMI/EMC] 표준화 및 연구동향", 전자통신동향분석, 제16권 3호, 2001

[6] 김영표, "정보통신환경의 변화와 EMC 정책방향", 전자파학회지 vol13, p3-10, 2002

[7] 김기채 외 4인, 전자파환경공학, 대영사, 2001