

Study Note

고압 가공송전선로의 극저주파자기장 환경영향평가 방법 표준화에 관한 연구

박성애* · 정준식** · 최태봉* · 정민주*** · 김부경* · 이종천*

국립환경과학원 자연환경연구과*, 국립환경과학원 실내환경연구과**, 충북대학교 정보통신공학부***

Study on Standardization of the Environmental Impact Evaluation Method of Extremely Low Frequency Magnetic Fields near High Voltage Overhead Transmission Lines

Sung-Ae Park* · Joonsig Jung** · Taebong Choi* · Minjoo Jeong*** ·
Bu-Kyung Kim* · Jongchun Lee*

Natural Environment Research Division, National Institute Environmental Research*

Indoor Environment and Noise Research Division, National Institute Environmental**

Department of Information & Communication Engineering, Chungbuk National University***

요약: 극저주파자기장 노출에 대한 사회적 갈등은 계속되는 전력 수요의 증가와 고압송전선로의 증설로 심화될 것으로 예상되고 있다. 그러나 현행 환경영향평가법상 이에 대한 구체적 작성규정이나 지침이 마련되어 있지 않은 실정이다. 따라서 본 연구는 극저주파자기장의 주요 발생원이라 할 수 있는 고압 가공송전선로를 대상으로 환경영향평가 사례분석, 현장측정 및 전문가 자문을 통하여 환경영향평가 방법에 대한 표준화 연구를 수행하였다. 극저주파자기장의 환경영향평가의 문제점과 개선해야 할 사항을 도출하고, 이를 반영하여 환경영향평가 방법을 제안하였다. 주요내용으로는 환경영향평가의 현황조사-영향예측-저감방안마련-사후환경영향평가계획의 각 단계에서 거리와 전류량에 영향을 받는 극저주파자기장의 물리적 특성을 고려한 계획수립 및 결과분석 과정을 제안하였다. 본 연구 내용을 기반으로 환경영향평가 실무에 적용시킬 수 있는 '전력선에 대한 극저주파자기장 공정시험방법(안)'과 '전력선에서의 극저주파자기장 측정기록표'를 마련하였고, 29개 항목의 극저주파자기장 점검표를 작성하였다. 이러한 연구결과는 극

First Author: Sung-Ae Park, Natural Environment Research Division, National Institute Environmental Research, 42 Hwangyong-ro, Seogu, Incheon, 22689, Republic of Korea, Tel: +82-32-560-7550, E-mail: psa208@korea.kr

Corresponding Author: Taebong Choi, Natural Environment Research Division, National Institute Environmental Research, Incheon 22689, Republic of Korea, Tel: +82-32-560-7541, E-mail: tbochoi@korea.kr

Co-Authors: Joonsig Jung, Indoor Environment and Noise Research Division, National Institute Environmental Research, 42 Hwangyong-ro, Seogu, Incheon, 22689, Republic of Korea, Tel: +82-32-560-8317, E-mail: jsjung080@korea.kr

Minjoo Jeong, Department of Information & Communication Engineering, Chungbuk National University, 1 Chungdaero, Seowon-gu, Cheongju-si, Chungbuk, 28644, Republic of Korea, E-mail: mjhouse1102@osp.chungbuk.ac.kr

Bu-Kyung Kim, Natural Environment Research Division, National Institute Environmental Research, 42 Hwangyong-ro, Seogu, Incheon, 22689, Republic of Korea, Tel: +82-32-560-7598, E-mail: ppp9005@korea.kr

Jongchun Lee, Natural Environment Research Division, National Institute Environmental Research, 42 Hwangyong-ro, Seogu, Incheon, 22689, Republic of Korea, Tel: +82-32-560-7594, E-mail: roundvoid@korea.kr

Received: 1 October, 2018. Revised: 18 November, 2018. Accepted: 20 November, 2018.

저주파자기장의 장기적 노출에 대한 인체유해성이 불명확한 현 시점에서 송전선로 피해와 갈등을 최소화하고 합리적 방안을 도출하는 환경영향평가에 활용될 수 있을 것이다.

주요어: 극저주파자기장(ELF-MF), 환경영향평가(EIA), 고압송전선로(HVTL)

Abstract: Social conflicts with extremely low frequency magnetic field(ELF-MF) exposures are expected to exacerbate due to continued increase in electric power demand and construction of high voltage transmission lines(HVTL). However, in current environmental impact assessment(EIA) act, specific guidelines have not been included concretely about EIA of ELF-MF. Therefore, this study conducted a standardization study on EIA method through case analysis, field measurement, and expert consultation of the EIA for the ELF-MF near HVTL which is the main cause of exposures. The status of the EIA of the ELF-MF and the problem to be improved are derived and the EIA method which can solve it is suggested. The main contents of the study is that the physical characteristics of the ELF-MF affected by distance and power load should be considered at all stages of EIA(survey of the current situation - Prediction of the impacts - preparation of mitigation plan ? post EIA planning). Based on this study, we also suggested the 'Measurement method for extremely low frequency magnetic field on transmission line' and 'Table for extremely low frequency magnetic field measurement record on transmission line'. The results of this study can be applied to the EIA that minimizes the damage and conflict to the construction of transmission line and derives rational measures at the present time when the human hazard to long term exposure of the ELF-MF is unclear.

Keywords: Extremely low frequency magnetic field(ELF-MF), Environmental Impact evaluation(EIA), High voltage transmission line(HVTL)

I. 서론

국내 전력의 수요는 4차 산업혁명 영향 및 경제성장 또는 이상기온 등으로 인하여 점진적으로 높아질 것으로 예측되고 있다. 8차 전력수급기본계획(MTIE 2017)에 따르면 국내 전력소비량은 2007년에서 2016년까지 약 35% 증가하였고, 2017년부터 연평균 약 1.1% 증가할 것으로 전망하고 있다. 이에 따라 2030년까지 원활한 전력공급을 위하여, 약 94회선(1,560 km)이 필요할 것으로 예상되기 때문에, 고압송전선로(High voltage transmission line)(이하 HVTL)의 증설과 이 주변에서 발생하는 60 Hz 극저주파자기장(Extremely Low Frequency Magnetic Field)노출에 관한 사회적 관심이 더욱 증가할 것으로 예상된다.

국내 극저주파자기장에 대한 인체 영향 기준은 국제기준 ICNIRP(International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection)의 가이드라

인(1998)의 권고기준인 833 mG를 따르고 있고 이는 과학기술정보통신부 고시 『전자파인체보호기준』과 산업통상자원부 고시 『전기설비기술기준』에 제시되어 있다. 최근 들어 이 기준을 어린이 및 노약자 이용 시설에 동일하게 적용하는 것이 합리적인 것인가에 대한 논란이 지속되고 있다. 국제적으로도 극저주파자기장의 영향에 대하여 동물, 세포, 및 역학적 연구의 노력이 지속되고 있으나, 장기적 노출에 의한 인체 영향에 대한 인과관계는 아직 명확하게 규명되지는 않았다. 대부분의 국가에서는 인체 위해 가능성 일부를 인정하여 ICNIRP 노출기준을 적용시키고 있고, 일부 국가에서는 사전예방적 차원의 별도의 엄격한 기준을 수립하고 있다. 우리나라는 별도의 기준은 없지만 환경영향평가(이하 EIA; Environmental Impact assessment)의 경우, 취약계층이 장시간 이용하는 정온시설에 대하여 자기장 노출을 최소화해

야 함을 적시하고 있다.

고압 가공송전선에 의한 60 Hz 극저주파자기장 영향에 대한 EIA는 송·변전설비 건설사업 및 에너지 개발사업뿐 만 아니라 고압 가공송전선 인근에서 사람의 장기적 체류가 이루어지는 택지개발사업, 산업단지 조성사업 등 다양한 유형의 개발사업에서 요구되고 있다. 최근 고압가공송전선에 의한 60 Hz 극저주파자기장 영향과 관련된 민원이 지속적으로 증가하고 있다(Jeong et al, 2014). 주민들의 송전선로 건설반대의 주요 이유로는 신체적 위해 가능성을 33.7%로 가장 높게 내세우고 있다 (Hong & Choi 2008).

이렇게 환경영향에 대한 인체유해 불확실성과 사회적 갈등을 직면하고 있는 고압송전선로 극저주파자기장 분야의 경우, 사전예방적 기능, 사업계획의 합리성 제고 기능, 주민 이해조정 기능, 의사결정을 위한 조정기능을 가지고 있는(Kim et al, 2011; Yang et al, 2016) 환경영향평가의 역할이 더욱 중

요하다. 그러나 국내 EIA제도에 송전선에서 방출될 수 있는 극저주파자기장을 대상으로 하는 환경영향평가 항목(이하, 평가항목)으로는 환경부 고시 제 2017-215호 “환경영향평가서 등 작성 등에 관한 규정”에 “전파장해” 항목이 있지만, 현재는 자주 발생하지 않는 전자파의 차폐에 관한 내용을 중점적으로 다루고 있다. 또한 Park & Choi(2018)는 평가항목의 이용도를 분석한 연구결과, 전파장해항목은 그 활용도가 특히 낮다고 문제를 제기한 바 있다. 따라서 전파장해 평가항목은 극저주파자기장을 대상으로 제도적 및 실무적으로 활용도를 높이기 위해서는 시대적 상황에 맞도록 개선이 시급하다.

본 연구는 “환경영향평가서 등 작성 등에 관한 규정”의 개선을 위한 극저주파자기장 환경영향평가 기법 표준화(안) 마련을 목적으로, 극저주파자기장 분야 EIA 현황 및 개선사항을 파악하고, 현장측정과 전문가들의 자문을 통해 EIA에 적용할 수 있는 방법에 대

Table 1. EIA survey overview of ELF-MF impact near overhead High Voltage Transmission Lines(HVTL)

No.	Year	Category	Project
1	2017	TL	Construction Project of 154kV Sejong-Songgang, Deokjin-Daehwa HVTL
2	2016	TL	Construction Project of 154kV Goryeong-Guji HVTL
3	2012	TL	Construction Project of 345kV Singapyeong-Sinpocheon HVTL
4	2012	TL	Construction Project of 345kV Sindangjin-Sinonyang HVTL
5	2015	TL	Construction Project of 765kV Sinjungbu Substation and HVTL
6	2005	TL	Construction Project of 765kV Shin-Kori-Bukgyeongnam(2section) HVTL
7	2017	TL	Construction Project of 154kV Changan Branch HVTL
8	2018	TL	Construction Project of 154kV Bukmyeon Branch HVTL
9	2018	TL	Construction Project of 154kV Bukosong Branch HVTL
10	2014	TL	Construction Project of 154kV Yanggu-Hwacheon Hydro Power plant HVTL
11	2017	TL	Construction Project of 154kV Namyang-Dongsongsan-Sagang HVTL
12	2017	TL	Construction Project of 154kV Inju-Buldang HVTL
13	2017	TL	Construction Project of 345kV GangneungAhmin Thermal Power Plant HVTL
14	2016	TL	Construction Project of 345kV Shin Pyeongtaek Natural gas power plant-Hwaseong Substation HVTL
15	2018	TL	Construction Project of 345kV FosPower HVTL
16	2017	DH	Development Project of Public Housing district Near Suseo Station
17	2017	DH	Designation Project of Public Housing district in Sasa-dong, Ansan
18	2016	DH	Development Project of UlsanDaun-2 Public Housing district
19	2014	DH	Development project of Hwaseong Bibong Public Housing District
20	2007	DH	Development Project of Gimpo River New Town Site

TL: Construction project of HVTL; DH: Development project of housing district

(Source: <https://eiass.go.kr/>)

Table 2. Investigation overviews for ELF-MF impacts of HVTL in EIA

Category	Literature	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Current Status	Survey range (km)	0.2	0.4	0.2	0.3	0.5	0.5	0.5	0.5	0.2	1.0	0.3	0.5	0.1	0.1	0.1	*	*	*	*	*
	Facility or Electric equipment	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Transmission capacity of HVTL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-
	Recent Electric power	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-
	Field measurement	-	0	0	-	-	-	-	-	-	-	0	-	0	0	0	0	0	-	-	-
Status survey	Frequency of measurement	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	1	-	(1)	4	1	1	-	-	-	-
	Measurement by Separation distance	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	0	-	-	-	-	-
	Info. of measurement site	-	0	0	-	-	-	-	-	-	-	0	-	0	0	0	0	-	-	-	-
	Info. of Instrument	-	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	-	-	-	-
	Electric power amount	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	-	-	-	-
Prediction of environmental impacts	Date	-	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	-	-	-	-
	Time	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	-	-	-	-
	Literature survey	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Field measurement	-	-	0	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Prediction program	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	0	-	0	-	-	-	-	-
	Measurement area (m)	-	-	50	-	-	500	-	-	-	-	-	-	200	-	50	-	-	-	-	-
	Info. Of prediction sites	-	-	0	-	-	0	-	-	-	-	-	-	0	0	0	-	-	-	-	-
	Electric power amount	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	0	0	0	-	-	-	-	-
	Min. clearance	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	0	0	0	-	-	-	0	-

* Total area for development project
 (1) One day(24hours) continuous measurement

한 표준화 연구를 수행하였다. 이러한 연구결과는 극저주파자기장의 장기적 노출에 대한 인체유해성이 불명확한 현 시점에서 송전선로 피해와 갈등을 최소화하고 합리적 방안을 도출하는데 활용할 수 있을 것이다.

II. 고압가공송전선로 극저주파자기장 환경영향평가 문제점

고압 가공송전선로 신설사업 15건과 고압 가공송전선로에 인접한 지역대상 개발사업(이하 기타개발사업) 5건의 총 환경영향평가서 20건에 대하여(Table 1) 극저주파자기장에 대한 평가현황을 검토하였다. 검토는 각 평가서의 조사범위, 현황조사 및 예측 및 평가, 저감방안항목에 대하여 정량적 및 정성적으로 수행하였고, 이를 통하여 개선방안을 도출하였다(Table 2).

고압 가공송전선로에 대한 ELF-MF의 영향을 검토하기 위해서는 현황조사에서는 해당 사업에서 설치 예정이거나, 사업대상지역을 경과하는 HVTL의 기본정보에 대하여 조사하고 그 결과를 구체적으로 제시하여야 한다. 특히 극저주파자기장에 직접적으로 영향을 끼치는 송전선의 설비계획용량 및 최저 지상고 정보를 포함하여야 한다. 그러나 20건 중 이를 제시한 건은 3건으로 기본정보의 구체성이 부족하였다.

극저주파자기장 현장실측은 가공송전선로 신설사업의 경우, 설치예정지 인근 정온시설에 대한 극저주파자기장을 측정하고, 기설 송전선로가 있는 경우에는 선하이격거리에 따른 실측을 수행하고 있었다. 이러한 현장실측은 극저주파자기장이 미치는 환경영향에 대하여 설명할 수 있는 유일한 정량적 데이터를 도출하는 과정으로, 20건 중 실측을 수행한 경우는 7건이었다. 이 중 측정기기, 측정높이 및 시간 등의 측정방법을 구체적으로 제시한 건은 3건이었다. 측정횟수는 1번 측정한 것이 대부분이었고 1년동안 4번 측정하거나 하루 동안 2회 또는 24시간 연속 측정하는 경우는 각각 1건씩 있었다.

예측방법은 참고문헌을 인용하는 경우가 대부분이었으며, 이외 예측프로그램을 활용하거나 유사 사례지에서 실측값을 예측에 적용하여 가공송전선로 선

하 이격거리별 영향을 예측하고 있었다. 이격거리별로 제시한 예측값은 이격거리의 기준점을 첩탑높이 또는 첩탑 사이 중앙 부위의 송전선의 최저지상고 지점을 기준으로 하는 경우가 있어 평가서에 따라 차이가 있었다. 측정범위 또한 송전선으로부터 약 50 m 또는 200 m까지 분석하는 등 평가서마다 차이를 보였다. 이러한 차이는 통상적으로 환경영향평가서 작성시 예측조건을 고려하지 않은 채, 결과값만을 인용할 경우, 비교분석 결과에 오류를 범할 수 있으며, EIA관계자 간의 혼란을 일으킬 수 있을 것으로 예상되므로 표준화가 필요할 것으로 판단되었다. 이와 같이 송전선의 이도현상과 지형조건을 고려한 이격거리, 전력량에 의하여 예측값을 산출한 경우는 1건에 불과하였다. 또한 평가서에 주로 인용되는 한전의 송전선로 직하 측정치(www.kepco.co.kr)는 2009년 자료이었으며, 측정거리 및 전력량과 같은 측정조건 정보를 포함하고 있지 않고 있었다. 따라서, 이를 그대로 예측에 활용할 경우, 실제 송전선로 운영시 극저주파 자계값 대비 오차가 클 수 있는 가능성이 높을 것으로 우려된다.

예측결과에 대한 영향평가는 모든 평가서에서 국내기준(833 mG)과 일부 유럽국가에서 장기간 취약계층 이용시설이나 신설사업에 한하여 “사전예방적 원칙(Precautionary Principle)”으로 적용하고 있는 4 mG 수준에서 공통적으로 평가하고 있어, 국내 기준보다도 사전예방적 차원에서의 엄격한 잣대로 검토가 이루어지고 있었다. 저감대책으로는 지중화 계획, 송전선로와의 충분한 이격, 완충녹지조성, 사후영향조사와 연계한 발생시 주민과 협의 및 대책 수립이 대표적이었다.

III. 극저주파자기장 환경영향평가 기법 표준화 연구

본 연구에서는 현황조사, 사업시행으로 인한 영향 예측, 저감방안, 사후환경영향 조사계획 수립의 4개 부문에 진행단계별 EIA 기법 표준화를 위한 연구를 수행하였다. 이 가운데 현황조사와 영향예측부문을 가이드라인이 없어 평가자, 시행자 및 주민간의 혼란

Table 3. Measurement information of High Voltage Transmission line(HVTL) including Capacity, annual Avg. and Max. power in 2015~2017.

Name of T/L	154kV Sindangjin-dangjin	345kV Sinseosan-Sindangjin	765kV Sinseosan-dangjinhwalyeok
Equipment of measurement	Emdex II	Emdex II	Emdex II
Range of survey from T/L (m)	100m	100m	100m
Time of measurement (hour)	17/9/19 13:00	17/9/19 12:00	17/9/19 17:00
Location	36° 51' 49.6" 126° 36' 7.4"	36° 50' 40.2" 126° 36' 03.9"	36° 50' 39.4" 126° 35' 52.6"
The nearest height of T/L (m)	15	17	48
No. of circuit / conductor	2 / 1	2 / 4	2 / 6
Power at measurement (A)	675.0	1,441.4	-1,632.1
Capacity of power (A) (연속허용전류량)	1,474.6	4,040.5	-6,239.7
Annual Avg. power (A)	520.9	970.3	-1,301.1
Annual Max. power (A)	1,388.8	2,533.3	-2,112.1

이 빈번하게 발생하고 있기 때문에 본 연구에서 현장 측정 및 분석을 통하여 중점적으로 표준화 방안을 마련하였다. 현장측정은 2017년 9월 19일 당진시에 위치한 154 kV, 345 kV, 765 kV 각 1개 지점의 고압 가공송전선(Table 3) 직하지점으로부터 100 m 떨어진 범위까지 극저주파자기장 노출량을 측정하였고, 예측은 EMF Calc프로그램을 사용하였다.

1. 조사범위 및 현황조사

현황조사의 조사범위는 ‘극저주파자기장의 영향이 우려되는 주변지역’으로, 평가서 작성시에는 범위를 정확한 수치로 제시하는 것이 필요하다. 조사항목은 송전선로의 설계용량, 설치조건(위치, 전선 높이), 위치정보와 대상지역 인근의 정온시설 및 전원시설 등을 포함하여야 하며, 극저주파자기장 노출 현황, 사업의 목적 및 배경에 적합하도록 선정하여야 한다. 극저주파자기장과 관련된 사업으로는 에너지개발사업과 이외 기타개발사업(택지개발사업, 산업단지 개발사업 등)으로 크게 구분할 수 있는데, 기타 개발사업의 경우에는 기설된 송전선로에 대한 설계용량 및 설치조건과 사업으로 건설 예정인 정온시설의 이격거리, 전류량 등을 추가로 조사항목에 포함시켜야 한다. 현장 실측을 수행하였을 경우에는, 평가서 작성시 측정방법 및 환경조건(위치, 전선높이, 측정기기 등)에 대하여 구체적으로 제시하고, 그 결과를 표나 그림으로 이

해할 수 있도록 제시하여야 한다. 표 3은 본 연구 현장측정 대상지인 당진시에 위치한 HVTL에 대한 기본정보를 제시한 것이다. 한편, 참고문헌을 활용하여 현황조사를 할 경우에는 인용한 문헌에서 측정조건 및 방법을 결과와 함께 제시하고, 평가대상사업과 참고문헌의 사례가 유사함을 검토하여야 한다.

2. 극저주파자기장 측정 방법

1) 측정시기

EIA제도의 특성상 극저주파자기장은 전류량에 따라 변동성이 있으므로, 현황 측정시기는 평균적인 전류량을 대표할 수 있도록 선정하여야 한다. 전류량은 냉방 또는 난방으로 인한 전기수요가 높아지는 여름철(8월)과 겨울철(11, 12월) 부하가 큰 경우도 있지만(Kim 2010), 계절에 따른 경향성이 없는 경우도 있다. 이와 같이 송전선의 전류량은 주변 지역, 계절 및 시간에 따라 변동성이 크므로 연속 및 반복 측정을 고려하여야 한다. 반복측정이 어려울 경우, 최소 1회 현황측정을 수행 후, 이 값을 최근 3년간 “연중 최대 전류량” 및 “연중 평균전류량”에 대한 자계값으로 보정 산출하여 현황을 분석할 필요가 있다.

본 연구에서 조사한 당진시의 HVTL에 대한 최근 3년간(2015년~2017년)의 월별 평균전력소비량을 분석한 결과, 계절 및 시기에 따른 경향성은 없었다. 반면, 2017년 9월 한 달간의 시간별 평균 전류량의 경우는

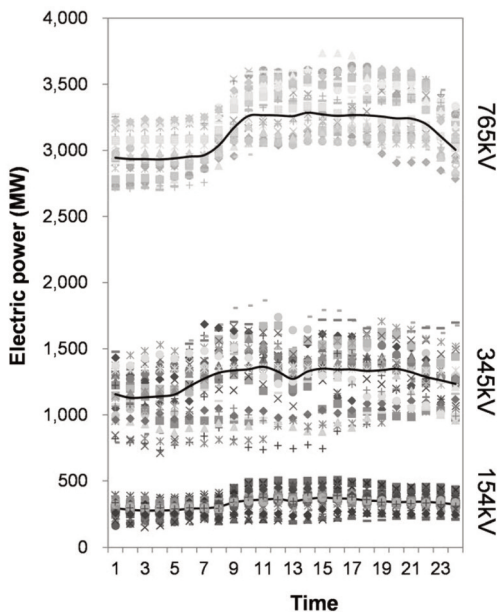


Figure 1. Hourly mean transmission power of TL in Dangjin-si by voltage on September, 2017.

154 kV, 345 kV, 765 kV 가공 송전선로의 월 평균값 이상의 전력량을 보인 시간대는 7시~ 21시 또는 9시~ 22시로 나타났다(Figure1). 일 중 전류량의 범위는 154 kV 송전선이 36.4 MW ~ 153.1 MW, 345 kV 송전선이 122.1 MW ~ 626.4 MW, 765 kV 송전선이 30.2 MW ~ 682.1 MW로 나타났다. 이와 같은 경우, 현황 측정 조사 시간대는 9시~21시 사이 시간대와 이 외 시간대로 구분하여 반복 측정을 하여 현황조사를 하는 것이 적합할 것으로 판단된다. 또한 해당 송전선로의 장기노출 영향을 고려하여 평가하기 위하여 연 평균 전류량을 적용한 시뮬레이션 값을 함께 현황조사결과로 제시하는 것이 적합할 것으로 판단된다.

2) 측정방법

고압송전선로에 대한 극저주파자기장 측정방법은 국내 법적으로 아직 규정되어 있지 않기 때문에 대부분 해외의 규정 또는 국내 제시한 연구자료를 바탕으로 현황에 적합한 방법을 채택하여 측정을 하고 있다. 측정방법은 일관성 있는 EIA자료 축적과 비교분석 및 객관적 평가를 가능하게 하는 기반이므로 그 정립이 매우 중요하다. 따라서 기존에 사용하고 있는

방법을 수용하되 EIA에 적합하도록 측정방법을 개선하고자 하였다. 기존의 가공송전선로에서 발생하는 극저주파자기장에 대한 국외 측정 규정으로는 IEEE(Institute of Electrical and Electronics Engineers)(1994년), 미국 산업 위생 협회(AIHA : American Industrial Hygiene Association), 영국 표준 협회 (British Standard)(2005년) 및 IEC (International Electrotechnical Committee)(2009년)에서 제시한 측정기준방법이 대표적이다. 국내에서는 전자파 측정 ‘공정시험방법 개발을 위한 연구’(ME 2000)를 통하여 IEEE std 644(1994)를 기반으로 ‘극저주파 전자파 측정 공정시험방법(안)’을 제시하였고(ME 2000), 이를 참고로 ‘국내 전자장 수준실태조사’ (NIER 2003), 연구사업에서 ‘송전선에서의 자기장 측정공정시험방법’과 측정표를 별도로 제시한 바 있다. 또한 Hong(2015)은 HVTL에 대한 EIA를 위한 측정기기와 방법 및 분석 적용방법을 제시하였다. 송전선에서의 자기장 측정 시험방법은 측정기, 교정, 단위, 측정위치 등 기본사항을 규정하고 있다.

본 연구에서는 기존에 마련되어 있는 ‘송전선에서의 자기장 측정공정시험방법(NIER 2003)’에 대하여 고압송전선로에 적용하기 적합하도록 최근의 IEC 62110규격에서 반영할 수 있는 사항을 추출하고, 전문가의 의견을 취합하여 수정하였고, EIA를 위한 현장 조사시 활용할 수 있는 측정기록표를 수정·보완하였다(Appendix 1).

측정방법은 ‘전력선에 대한 극저주파자기장 공정시험방법(안)’이라 명칭하여 부록 1과 같이 정립하였다. 가공송전선로의 경우에는 균등한 자계이기에 1개 지점 측정법을 기존의 방법대로 유지하고, 측정기의 범용성 및 효율적 환경영향평가를 위하여 성능기준의 측정 정확성은 $\pm 1\%$ 에서 $\pm 3\%$ 로 수정하였다. 또한 측정 시 GPS 위치정보를 제시하여 후후 사후평가에 활용할 수 있도록 하였다(NIER 2017).

측정기록표는 ‘전력선에서의 극저주파자기장 측정기록표’로 명칭하였다(Appendix 2). 이격거리, 선로 높이, 첩탑높이, 측정환경 등 극저주파자기장에 영향을 미칠 수 있는 측정조건을 구체적으로 작성할 수 있도록 기록해야 할 항목을 추가하였다. 이것은 EIA

Table 4. Actual field measurement value(FV), predicted magnetic field strength value at annual mean power(Mean) and annual max. power(Max.) during recent 3 years 2015~2017 by the distance from the ground reference point under the HVTL(DGR) and the distance from the HVTL(DTL) (unit : mG)

DGR (m)	DTL (m)	154 kV HVTL			DTL (m)	345 kV HVTL			DTL (m)	765 kV HVTL		
		FV	Mean	Max.		FV	Mean	Max.		FV	Mean	Max.
0	15	33.6	19.4	51.7	17	63.7	58.6	153.1	48	24.6	15.4	25.0
10	18	19.1	13.0	34.7	19	36.8	47.4	123.8	49	21.1	14.8	24.0
20	25	8.8	5.8	15.6	26	19.1	27.1	70.8	52	18.3	13.2	21.5
30	34	4.3	2.7	7.2	34	9.8	14.4	37.5	57	15.9	11.2	18.1
40	43	2.4	1.4	3.7	43	5.2	8.0	21.0	63	13.7	9.0	14.7
50	52	1.5	0.8	2.2	53	3.2	4.8	12.6	69	11.5	7.2	11.6
60	62	0.9	0.5	1.4	62	2.2	3.1	8.0	77	9.5	5.6	9.1
70	72	0.6	0.3	0.9	72	1.6	2.1	5.4	85	7.9	4.4	7.15
80	81	0.5	0.2	0.7	82	1.3	1.5	3.8	93	6.5	3.5	5.6
90	91	0.4	0.2	0.5	92	1.1	1.1	2.8	102	5.3	2.8	4.5
100	101	0.3	0.1	0.4	101	1.0	0.8	2.1	111	4.4	2.2	3.6

관계자가 평가 대상지에서 현장 측정시 활용하고 추 후 거짓·부실을 방지하기 위하여 첨부할 수 있는 기록물로 활용할 수 있을 것이다.

3. 환경영향 예측방법

환경영향평가학적 측면에서 송전선로 극저주파자기장의 예측값은 여러 조건을 반영하여 대표적인 값을 도출하여야 하므로, 예측시 고려하여야 할 필수적인 사항에 대한 표준화가 필요하다. EIA에 적용시킬 수 있는 송전선로 자체 예측기법으로는 계산식을 활용하거나, 한국전력공사에서 개발한 TLALCALC2001 및 미국 BPA(Bonneville Power Administration)에서 개발한 Corona and Field Effects Program을 활용하는 방법이 대표적이다. 이러한 예측프로그램에 의해 산출한 예측치는 실측치와 거의 유사하다는 연구 결과가 있었다(Yoon et al. 2013; POSPower 2018). 반면, 예측값과 실측값의 오차가 발생하는 경우도 있는데, 이는 주변지역 자체발생원 위치 여부, 실측지점이 송전선로부터 직각방향이 아닌 경우, 전류량의 일시적 변동, 지형변화 등 다양한 요인이 기인할 수 있다.

극저주파자기장 예측을 위해서는 예측대상 가공송전선로의 선로명, 회선수, 전압, 최대허용전류, 최하단상의 지상고, 예측지점 고도 정보 등 자체값에 영

향을 주는 요인들에 대하여 설정을 하여야 한다. 따라서 이러한 기본정보(Input data)를 평가서에 포함시켜야 한다.

환경영향평가서에서의 영향예측을 위한 극저주파자기장 예측값은 해당송전선로에 연중 최대전류량 또는 최대허용전류가 전송될 시, 송전선의 처짐현상인 이도(Dip)현상을 고려한 최단 이격거리(최저 지상고 설계기준)에서 산출한 예측값을 최대 예측값으로 하고, 이를 평가서에 포함하여야 한다. 한편, 인근 극저주파자기장을 방출하는 송·변전설비가 위치하는 경우, 실측을 하여 해당지역의 예측값에 실측값을 합산하는 등의 보정과정을 거쳐 최종 예측값을 산출하여야 한다. 예측값은 가공송전선로 선하지점부터 최소 100 m 이상 이격거리로 하여 10 m 간격으로 산출하여 제시하되, 정온 및 주거시설 등이 존재하는 경우에는 추가적으로 예측값을 제시하여야 한다. 또한, 가공송전선에 인접하여 고층건물이 계획되었을 경우, 건물상 가공송전선과 최단거리가 되는 지점에 대하여 극저주파자기장 3차원 해석을 통하여 예측값을 추가로 제시하여야 한다.

시설예정인 가공송전선의 극저주파 예측 자체값은 해당하는 가공선로의 설계상 최대허용전류의 30%, 50% 전류량에 대한 예측값을 산출하여 반드시 제시하고, 최대전류량(100%)에 대한 예측값을 산출하여

Table 5. EMF-MF exposure Mitigation Options

Mitigation Options	Contents
Distance	- Relocation of the transmission line
	- Increasing the conductor height above ground
Phase cancellation	- Conductor separation
	- Undergrounding
	- Partial cancellation by reversing the phase order of the other circuit
Shielding	- Shielding by some materials that have magnetic shielding characteristics
Reduction in voltage or current level	- Downsizing the voltage class of the facility
Conservation	- Conservation to delay or eliminate the need for additional power lines in certain areas

Source : The Minnesota State Interagency Working group on EMF Issues 2002

참고치로 기록한다. 기설 가공송전선의 경우는 최근 3년간 전류량을 조사하여 “연중 최대전류량” 및 “연중 평균전류량”에 대한 예측값을 포함시키도록 하여야 한다. 이것은 전력량에 따라 유동적인 극저주파자기장 노출량에 대한 영향을 고려하기 위하여 반드시 필요하다. 또한, 유사사례의 가공송전선의 평균 전류량이 설계상 최대허용전류량 대비 어느 수준인지를 조사하여, 장기적 노출 영향과 단기적 노출 영향을 위의 예측값을 토대로 분석하여 최종적인 결론을 도출하여야 한다. 그 예시로 본 연구에서 조사한 당진시의 154 kV, 345 kV, 765kV 가공송전선로 각 1개 지점에 대한 실측값, 연평균 전류량 및 연최대 전류량을 적용하여 예측프로그램을 활용하여 예측값을 산출하였다(Table 4). 직하지점에서 최대예측치는 연평균 예측치의 2.1배~3.5배, 실측치의 1.9배~7.7배로 나타났다. 이러한 전류량을 고려하여 산출한 예측값은 극저주파자기장에 대한 노출 영향을 판단하기 위한 근거 자료로 활용할 수 있다.

4. 저감방안

가공송전선로 개발사업에 따른 극저주파자기장영향 저감방안은 국내 고압가공송전선로 극저주파자기장 노출 기준(833 mG)을 초과하는 사례가 거의 전무하기 때문에 그 필요성 여부에 대하여 논란이 있다. 하지만 이는 장기적 노출영향에 대한 기준이 아닌 단기적 노출영향에 대한 기준이라는 점과 극저주파자기장의 인체건강 유해성이 명확히 밝혀진 시점이 아니라는 것을 감안하여 취약계층이 장기적으로 거주

또는 이용하는 민감시설에 대해서는 별도로 평가하여 저감방안을 마련하려는 노력이 이루어지고 있다.

저감방안의 기준은 앞에서 전술하였듯이 사전예방적 노출값(4mG)과 국내기준(833 mG)의 인체건강 유해성이 명확히 밝혀지지 않아 논란의 소지가 존재한다. 그러나 국내기준(833 mG)을 초과하는 경우는 반드시 저감방안을 마련해야 하며, 사전 예방적 노출값(4mG)의 저감기준은 선행적으로 사회적 협의를 통해서 결정해야 할 것으로 사료된다.

저감방안으로는 송전선로의 대안노선 계획 및 대체부지 확보, 송전탑 높이 변경과 같은 거리를 조절하는 완화법이 있으며, 지중화공법 적용이 대표적이며, 국부적으로 저감할 수 있는 방법으로는 도체 간격축소, 위상 상쇄(phase cancellation) 저감기법(Jeon & Kim 2006) 등이 있다. 이외 자기장 차폐막 설치, 전압 또는 전류량의 저감 방법이 있고 간접적으로는 전력소비량을 절약하여 송전선의 추가적 건설을 지연시키는 방법이 있다(The Minnesota State Interagency Working group on EMF Issues 2002)(Table 5). 한편, 송전선로 경과지에 거주하는 주민과의 적극적인 소통방안은 주민과의 이해와 협의를 통하여 가공송전선로의 신설과 해당 주민과의 사회적 갈등으로 소요되는 비용의 합의를점을 찾아가는 과정이라는 측면에서 중요한 저감방안이 될 수 있다.

환경영향평가시에는 극저주파자기장이 미치는 영향을 고려하여 적합한 저감방안계획을 수립하여야 하고, 이러한 저감방안의 시행으로 인한 저감효과를 예측·분석하여 표나 그림으로 제시하여야 한다.

5. 사후환경영향조사 계획 수립

사후환경영향조사 계획은 극저주파자기장에 의한 영향이 예상될 경우에 수립해야 하고, 이를 기반으로 사업시행 후 사후환경영향평가에 활용하게 되므로 환경영향평가단계에서 구체적으로 마련되어야 한다. 주요 계획항목으로는 환경영향평가계획 항목과 같고, 사후환경영향평가의 조사항목으로 극저주파자기장에 영향을 주는 송전선 운영에 따른 전류량 현황을 포함시켜야 한다. 또한 선로가 한계 이도 이상으로 늘어질 경우 선로 주위의 사람 및 동식물에 위해를 초래할 확률이 상승하게 되므로(Kim 2010), 송전선의 최저 지상고도를 조사하여야 한다. 조사지점은 현장측정지점 또는 예측지점 중 정온시설 및 민원발생이 예상되는 민감한 지역 등 사업의 내용에 부합하도록 선정하여야 한다. 측정방법은 현장측정을 하였을 경우에는 이와 동일한 방법으로 계획하여야 하고, 현장측정을 하지 않았을 경우, 극저주파자기계 측정값과 이에 직접적인 영향을 주는 요인인 가공송전선의 전류량, 송전선높이 현황 등과 같은 현황조사와 “전력선에 대한 극저주파자기장 공정시험방법(Apex 1)” 또는 측정기준 규격에 따른 현장측정 계획을 포함시켜야 한다.

IV. 결론 및 제언

고압 가공송전선로의 극저주파자기장 EIA 검토 대상사업으로는 직접적으로 가공송전선로를 신설하거나 위치를 변경하는 에너지개발사업과 기존에 설치된 고압 가공송전선로 부지를 경과하거나 근접하여 개발되는 산업단지 및 도시개발사업과 같은 기타사업으로 크게 구분될 수 있다. 극저주파자기장 EIA 검토 대상사업 환경영향평가서들을 검토한 결과 현장 실측 여부, 결과 분석 방법, 현장조사, 예측 범위 및 방법에 차이가 있었다. 또한 거리와 전류량에 따라 유동적일 수 있는 극저주파자기장 강도의 물리적 특성을 반영한 최대 예측값을 고려한 평가서는 드물었다. 따라서, 본 연구에서는 고압 가공송전선로의 극저주파자기장에 대한 환경영향평가의 각 진행단계에 대하여 그 방법을 표준화하기 위한 연구를 수행하였다.

환경영향평가의 순서는 개발계획 및 개발대상지 현황조사 - 극저주파자기장에 대한 문헌조사 및 현장 실측 - 사업 시행시 극저주파자기장 영향 예측방법 수립 및 영향 예측 - 저감방안 마련 및 효과 검증 - 사후환경영향평가 조사 계획 수립-환경영향평가 결론 단계의 순으로 진행하게 된다. 이 가운데, 현장 실측은 기설 송전선로가 위치할 경우에 필요하고, 저감방안마련 및 저감효과 검증과 사후환경영향조사 계획 수립은 극저주파자기장에 의한 유해한 영향이

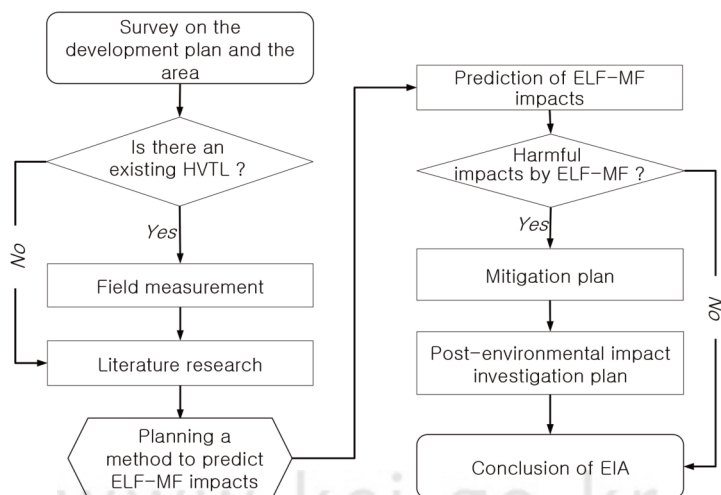


Figure 2. Process flowchart of EIA for ELF-MF of high voltage transmission line (HVTL).

Table 6. Checklists of environmental impact assessment for EMF-MF

Category		Checklist
Current status	Plan & survey	1. Is the scope of investigation appropriate?
		2. The plan includes a survey if there were transmission facilities around the target area?
		3. Are field measurement points properly selected?
		4. Are the field measurements carried out properly?
		5. Are the field measurement methods and instruments appropriate?
		6. Are period (time) and frequency of field measurements appropriate?
		7. Is the reference cited appropriate?
	Analysis	8. Is the ELF-MF value according to the separation distance from the HVTL or reference point under the HVTL?
		9. Have the ELF-MF values according to the recent average annual power load and annual maximum power load of the HVTL been analyzed?
		10. Has the basic information for field measurement (ex: date, location, height and name of HVTL)?
		11. Is the result expressed in a table or graph that contains the correct number?
Prediction	Plan	12. Is the prediction point appropriate?
		13. Does the prediction plan adequately explain the information about construction plan, including the location, expected height of HVTL etc.?
		14. Is the reference cited appropriate?
	Analysis & results	15. Are the voltage, power, distance and configuration of HVTL applied to the calculation of the predicted ELF-MF values properly?
		16. Does it include the Max. and mean of ELF-MF value according to Max. and mean of power load?
		17. Does the height of the HVTL take into consideration the greatest dip at the center between the two circuits(top)
		18. Does the height of HVTL take into account the difference in the geographical altitude of the target area?
		19. Are the predicted ELF-MF values according to the separation distance (Min. 100m) from the HVTL or from the reference point under the HVTL at intervals of 10m?
		20. Do the predicted values reflect the effects of exposure to ELF-MF near the predicted point?
	Assessment	21. Is the result expressed in a table or graph that contains the correct number?
		22. Are the effects of the ELF-MF evaluated comprehensively based on the predicted value?
Mitigation plan	23. Has the EIA of vulnerable groups or sensitive facilities been carried out separately?	
	24. Is the mitigation plan specific and suitable?	
	25. Has analysis and explanation about mitigation effects been carried out?	
Post-EIA	26. Is the mitigation plan economic and stable?	
	27. Has the post-EIA plan been established?	
	28. Has the post-EIA plan been established taking into account EIA methods?	
	29. Are the items, sites, the period, frequency and the method of survey for post-EIA plan appropriate?	

우려가 될 시 수행하게 된다(Figure 2).

환경영향평가는 대상사업의 구체적인 개발사업의 유형과 주변 시설 및 토지이용 현황에 따라 유동적으로 적합한 방법을 계획하고 적용하여야 한다. 이를 위해서는 그 기준이 되는 공통의 조사항목과 현장조사 및 영향예측 방법의 정립이 우선이 되어야 한다. 따라서 EIA 진행단계별 표준화 방안을 제시하였고,

이를 기반으로 결론적으로 연구내용을 기반으로 체크리스트를 작성하였다(Table 6).

체크리스트는 총 29개 항목으로, 현황조사부문에 서는 현황조사계획 및 조사방법 및 결과분석의 적합성을 점검하는 목록으로 총 11개로 구성하였다. 영향예측은 영향예측계획, 결과도출과정, 결과분석의 적합성을 점검하는 총 10개의 항목으로 구성하였다. 주

요 점검사항으로는 최악의 조건을 반영해야 하는 EIA의 특성상 가공송전선의 이도 현상을 고려한 최단거리와 최대 전류량의 조건 하에서 극저주파자기장 최대 예측값 분석을 수행해야 함을 제시하였다. 또한 예상되는 환경영향에 대한 평가 2개 항목과 영향이 예상될 시 저감방안 및 사후환경영향평가계획이 적합하게 이루어졌는지 점검하는 각 3개 항목을 제시하였다.

이러한 고압 가공송전선에 대한 극저주파자기장 환경영향평가 방법의 표준화방안 연구결과와 점검목록은 환경영향평가 관계자(승인기관, 사업시행기관, 협의기관, 검토기관 및 평가실무자)의 혼란을 해결하고, 주민에게는 신뢰성 높은 정보를 제공함으로써 사회적 갈등을 해결하는 출발점이 될 수 있을 것으로 예상된다.

사 사

본 논문은 환경부의 재원으로 국립환경과학원의 “매체별 환경영향평가 지침 표준화 연구(I)-빛공해·전자파 분야를 중심으로-”에 의해 수행하였습니다 (NIER-2017-01-01-090).

References

- Ansan-si. 2017. Sasa-dong Ansan-si Public housing district Designation project EIA. [Korean Literature]
- Environmental Impact Assessment Support System (EIASS): <http://www.eiass.go.kr/>
- GEP. 2017. 345kV Gangneung Ahnin Thermal Power plant Power line Construction project EIA. [Korean Literature]
- Hong SC. 2015. Methodology of Environmental Impact Assessment of Electromagnetic Wave. *Electromagnetic wave technology*. 26(2): 24-30. [Korean Literature]
- Hong SM, Choi HS. 2008. A Study on the Conflict Management and Risk Frame in Siting Policy for NIMBY Public Facilities. *Dispute Resolution Studies Review*. 6(1): 113-144. [Korean Literature]
- Jeon JS, Choi SH, Jeon HJ, Kim YS, Hong SC. 2014. Evaluation of Extremely Low Frequency Magnetic Fields emission Level from High Voltage Transmission Lines. *Environmental Impact Assessment*. 23(5): 353-363. [Korean Literature]
- Jeon IS, Kim HN. 2006. Exposure range setting method for High Voltage Transmission Line Electromagnetic wave. KEI. [Korean Literature]
- KEPCO. 2005. 765kV Shin-Kori-Bukgyeongnam (2section) Power line Construction project of EIA. [Korean Literature]
- KEPCO. 2012. 345kV Sindangjin-Sinonyang Power line Construction project EIA. [Korean Literature]
- KEPCO. 2012. 345kV Singapyeong-Sinpocheon Power line Construction project EIA. [Korean Literature]
- KEPCO. 2014. 154kV Yanggu-Hwacheon Hydro Power plant Power line Construction project EIA. [Korean Literature]
- KEPCO. 2017. 154kV Inju-Buldang Power line Construction project EIA. [Korean Literature]
- KEPCO. 2017. 154kV Namyang-Dongsongsan-Sagang Power line Construction project EIA. [Korean Literature]
- KEPCO. 2018. 154kV Bukosong Branch Power line Construction project EIA. [Korean Literature]
- Kim IJ, Yoo JM, Choi MS. 2011. A study on environmental impact assessment standard preparation and application. National Assembly Budget Office. 8-11. [Korean Literature]

- Kim SD. 2010. An Experimental Study for Load Capacity and Dip Characteristic in Overhead Transmission Lines. Korean Institute of Illuminating and Electrical Installation Engineers. 24(12): 177-183. [Korean Literature]
- KLC. 2007. Gimpo River New Town Site Development project EIA. [Korean Literature]
- KOMIPO. 2015. 765kV Sinjungbu Substation and Power line Construction project EIA. [Korean Literature]
- KOSPO. 2016. 154kV Goryeong-Guji Power line Construction project EIA. [Korean Literature]
- KOMIPO. 2016. 154kV Sejong-Songgang, Deokjin-Daehwa Power line Construction project EIA. [Korean Literature]
- KOSPO. 2017. 154kV Changan Branch Power line Construction project EIA. [Korean Literature]
- KOSPO. 2018. 154kV Bukmyeon Branch Power line Construction project EIA. [Korean Literature]
- LH. 2014. Hwaseong Bibong Public housing district Construction project EIA. [Korean Literature]
- LH. 2016. UlsanDaun-2 Public housing district Construction project EIA. [Korean Literature]
- LH. 2017. Public housing district Development project near Suseo Station EIA. [Korean Literature]
- ME(Ministry of Environment. 2000). Research for development of EMF measurement process method. [Korean Literature]
- Minnesota State Interagency Working Group on Emf Issues. 2002. A White Paper On Electric and Mitigation Options.
- MTIE(Ministry of Trade Industry and Energy). 2017. Eighth Basic Plan for Electricity Supply and Demand. [Korean Literature]
- NIER(National Institute of Environmental Research). 2003. A survey of the EMF levels in Korea (I) - EMF levels near power line -. [Korean Literature]
- NIER(National Institute of Environmental Research). 2017. Study on the Standard Guideline of Environmental Impact Assessment (I) - focusing on Light pollution and Electromagnetic-. [Korean Literature]
- Park JH, Choi JG. 2018. A Study on the Improvement of the EIA Items and the Operating System Based on the Analysis of EIA Items Usage. Environment Impact Assessment. 27(1): 1-26. [Korean Literature]
- POSPower. 2018. 345kV POSPower Power line Construction project EIA. [Korean Literature]
- SPPC. 2016. 345kV Shin Pyeongtaek Natural gas power plant-Hwaseong Substation Power line Construction project EIA. [Korean Literature]
- Yang JH, Park SH, Kim TH, Hwang SI. 2016. Study on the soil related assessment factors in Korean Environmental Impact Assessment. [Korean Literature]
- Yoon SH, Jeon DB, Choi YI, Kwon HJ. 2013. An analysis of predictive value and actual measurement value of electromagnetic fields exposure in all the transmission lines in Korea, Summer Conference of the Korean Institute of Electrical Engineers. 369-370. [Korean Literature]

Appendix 1. Measurement method for extremely low frequency magnetic field on transmission line

전력선에 대한 극저주파 자기장 공정시험방법(안)	
전력선에 대한 극저주파 자기장 공정시험방법(안)	
1. 목적	이 시험방법은 전력선에서 방출되는 극저주파 자기장을 측정함에 있어 측정의 정확 및 통일을 위하여 필요한 제반사항에 대하여 규정함을 목적으로 한다.
2. 적용범위	이 방법은 가공 및 지중에 위치한 송배전선 및 변전소에서 방출되는 극저주파 자기장에 대하여 적용한다.
3. 용어의 정의	<p>가. 자기장 (Magnetic field) : 발생원을 중심으로 원형으로 형성되는 특성을 가지며 어떤 물체나 재료 등에 의해 쉽게 제거 또는 약해지지 않는 특성을 보인다. 전류에 의해 발생된다. 발생원으로부터 거리의 제곱에 반비례하여 감소되는 특성을 보인다.</p> <p>나. 극저주파 : 0Hz를 제외한 300Hz 이하의 주파수대를 말한다.</p> <p>다. 자기장 강도(Magnetic field strength) : 방향은 전류강도와 이동전류강도로 되는 회전 (rotation) 이다, 이것은 도체 투과성에 의해 나누어지는 유동강도(flux density) 의 수치와 같다.</p> <p>라. 송전선 (Transmission lines) : 발전소에서 발전된 전력을 변전소까지 수송하는 도선</p> <p>마. 배전선 (Distribution lines) : 변전소에서 변환된 전력을 각 가정까지 분배하는 도선</p> <p>바. 가공선 : 송배전선의 전선 상단에 평행으로 가설되어 공중에서 각 철탑에 접지되는 도선</p> <p>사. 지중선 : 송배전선이 지표면 아래에 매설되어 있는 도선</p>
4. 측정기기 및 성능기준	<p>4-1. 측정기기</p> <p>가. 기본구조</p> <p>극저주파 자기장의 측정에 사용되는 측정기는 자기장센서, 차폐도선, 검출기, 표시계기로 구성된다.</p> <p>1) 자기장 센서 (Magnetic sensor or probe) : 자기장 센서는 기본적으로 세 축(three-axis)을 동시에 측정할 수 있는 센서로 구성되어야 하며, 만약 한 축(single-axis) 만을 측정할 수 있는 센서를 사용하여 측정할 경우에는 합성 자기장 값을 구해야 한다.</p> <p>2) 차폐도선 (Shielded coil) : 센서 주위를 감고 있는 코일로서, 자기장에 대한 주파수 대역을 측정할 기능을 담당하는 장치를 말한다.</p> <p>3) 검출기 (Detector) : 검출기는 보통 센서에 포함되어 있으며, 안정한 상태의 유도된 흐름이 나 charge oscillating을 두 개로 나뉜 전도체인 센서에 의해 측정 기능을 담당하는 장치를 말한다.</p> <p>4) 표시계기 (Display) : 측정된 자기장 측정값을 디지털 또는 아날로그 표시창에 표시하는 기능을 담당하는 장치를 말한다.</p> <p>나. 부속장치</p> <p>1) 삼각대 (Tripod) : 자기장을 측정할 때 측정기의 지지 장치로서 사용되거나 측정기를 고정할 때 사용하는 장치를 말한다.</p> <p>2) 연결 케이블(Connection cable) : 측정된 자기장의 저장을 목적으로 PC 에 연결할 수 있는 케이블 장치를 말한다.</p> <p>3) 위성위치확인시스템(GPS: Global Positioning System) : 자기장을 측정할 때 측정기의 위치 식별을 위해 사용하는 장치를 말한다.</p> <p>다. 성능기준</p> <p>1) 자기장 측정단위는 μT 및 mG 및 mNm 단위로 지시되어야 한다.</p> <p>2) 자기장 측정기는 견고하고 빈번한 사용에 견딜 수 있어야 하며, 항상 정도를 유지할 수 있어야 한다.</p> <p>3) 측정가능 주파수는 우리나라 사용 전력주파수인 60Hz가 포함되어야 한다.</p> <p>4) 측정가능 자기장 범위는 0.01 ? 3000 μT(0.1 - 3000 mG) 이어야 한다.</p> <p>5) 측정 정확도는 $\pm 3\%$ 이내이어야 한다.</p> <p>6) 표시계기 및 저장된 데이터의 측정결과는 소수점 둘째 자리 까지 나타내야 한다.</p>
5. 측정 단위	자기장 측정 단위는 측정 길이 당 전류 (milli-ampere/meter(mNm))로 표기할 수 있다. 자기장 1 G는 500 A가 흐르는 전선으로부터 1m 떨어진 지점에서 형성된 자기장을 1 G로 정의한다. 자기장의 측정단위는 다음의 세 가지로 나타내며, 각 단위들의 관계는 다음과 같다. $1 \mu\text{T} = 10 \text{ mG} = 800 \text{ mNm}$
6. 측정점	<p>가. 측정점은 지표면 위로 1m 높이에서 측정한다.</p> <p>나. 가공선의 경우 지표면이 최단거리인 지점 선정을 원칙으로 하나, 건축물 등의 옥상에서 더 높게 측정될 경우에는 대상시설에서 가장 높게 측정되는 지점을 측정점으로 한다.</p> <p>다. 단, 지중선인 경우는 직상지점 0.5 m, 1 m 및 1.5 m 에서 측정한다.</p>
7. 측정 조건 및 방법	<p>가. 측정기는 측정위치에 받침 장치를 설치하여 측정하는 것을 원칙으로 한다.</p> <p>나. 자기장 측정은 측정주기를 10초 이내에서 측정하는 것을 원칙으로 하되 세 방향 합성 자기장 값을 측정값으로 한다.</p> <p>다. 측정기는 가능한 한 측정한 데이터를 저장한 후 PC 에 연결할 수 있는 측정기를 사용하여야 한다.</p> <p>라. 연중 전류량이 높은 시기 및 일일 전류량이 높은 시간대에 1시간 측정한다.</p> <p>마. 측정지점은 당해 지역 자기장 노출을 대표할 수 있는 지점으로 하고, 제일 높은 측정값을 나타내는 지점을 포함시켜야 하며, 각 지점에 대한 위치정보(좌표, 고도 등)를 기록해야 한다.</p>

Appendix 1. Continued.

전력선에 대한 극저주파 자기장 공정시험방법(안)	
8. 측정결과 평가 및 기록	가. 측정된 자료는 소수점 셋째 자리에서 반올림한다. 나. 수집된 전체 자기장 측정값 들은 평균값, 중앙값, 편차, 최대값, 최소값으로 구분하며, 중앙값을 대푯값으로 한다.
9. 정도 관리	가. 자기장 측정기 보정은 공인된 표준 자기장 발생장치에서 수행한다. 나. 자기장 보정은 1년에 1 회 이상 실시한다. 다. 보정결과는 5년간 보관한다.

