신호시스템 운용환경에 관한 연구

A Study on the Operational Environment of Signalling System

정의진* 이종우* 황종규*
Eui-Jin Joung Jong-Woo Lee Jong-Gyu Hwang

ABSTRACT

To determine operational requirement, the environmental condition for an equipment must be investigated, and to certify equipment's normalized operation, appropriate test must be carried out under the considered environmental condition. The actual environmental conditions to which equipment is likely to be exposed are normallry complex and will comprise a number of environmental factors and corresponding parameters, When defining the environmental conditions for a certain application it is, therefore, necessary to list the factors involved and select the appropriate severity. For the preparation to determine operational requirement, environmental condition of equipment is investigated. The environmental condition is structured in two separate such as requirements, guidance and test specifications. For the first step, environmental requirements are considered

1. 서론

장치의 운영사양을 결정하기 위해서는 장치가 운영되는 환경을 살펴보아야 하며, 적절하게 정상적으로 동작하는지를 확인하기 위해서는 고려할 수 있는 모든 환경 조건하에서 장치가 제대로 동작하는지 시험을 통해 확인하여야만 한다.

제어장치들이 동작되는 운용환경은 많은 환경요인들과 이들의 복합적인 작용에 의하여 영향을 받는다. 따라서 어떤 장치의 운용환경을 정의할 때는 장치에 영향을 미치는 관련된 요인들을 나열하고 이들 요인들 각각의 정도를 살펴보아야만 한다.

본 논문에서는 운영사양을 결정하기 위한 준비단계로 장치의 운용환경에 대하여 검토하였다. 운용환경으로는 환경요구사양과 운용지침 및 시험사양의 두 부분으로 크게 나눌 수 있는데 먼저 환경 요구사양에 대하여 고찰하였다.

2. 운용 환경

2.1 장치에 영향을 미치는 환경 요인

장치에 영향을 미치는 환경 요인들을 분류하면, 파라미터, 설치위치, 동작상태의 세 가지에 의해 크게 영향을 받는다.

---

* 한국철도기술연구원, 정회원

2.1.1 파라미터

장치에 작용할 수 있는 모든 환경요인들을 항목별로 분류하면 다음 표와 같이 나눌 수 있다.

도표 1. 환경 조건

항 목	세 부 항 목
기 후	· 주위온도 · 태양방사 · 응축 · 상대습도 · 대기압 · 바람 · 고도 · 강우량
기 계	· 진동 · 충격
전 기	· 전자기 환경(EMI/EMC) · 전자파 감응성 및 발생 · 과도상태(스파크, 서지) · 전원 · 접지 및 본딩
생 물	· 동물 · 식물 · 초목
기타 사항	· 온도 · 기압변화 · 공기흐름 · 먼지 · 강우량
인간 공학	· 운전자의 건강보호 · 운전자의 편안감 · 최대의 업무효율성 확보
화 학	· 오염 · 화학물질 · 부식 · 용매에 대한 내성
일 반	· 안전성 · 신뢰성 · 유지보수성 · 부품 · 폐기물 · 지진 · 화재 및 화재발생 위험지역

2.1.2 설치위치

각 장치들이 설치되는 위치 또한 기기의 특성에 영향을 미칠 수 있으며, 이를 설치 위치별로 분류하면 다음 표와 같다.

도표 2. 설치 위치

항 목	세 부 항 목
선 로 변	· 노출된 장소의 케이스 내부 · 노출되지 않은 장소의 케이스 내부 · 온도 등이 제어되는 기기실 내부 · 제어실
차량 내부	· 기기실 내부 · 운전석 내부

2.1.3 동작상태

시스템 운용상 장치의 동작상태를 다음 표와 같이 분류할 수 있다.

도표 3. 동작상태

항 목	세 부 항 목
동 작 중	· 설치되어있고 동작중일 경우 · 설치되어있고 사용하지 않을 경우
저 장 중	· 보관중인 경우
이 동 중	· 운송중인 경우

2.2 운용 환경의 구성

신호시스템의 운용 환경은 크게 환경요구사양과 운용지침 및 시험사양의 두 부분으로 구성되어 있다.

2.2.1 환경 요구 사양

각 장치의 환경관련 각종 요구사양 및 범위, 수치 등을 나타내고 있다. 환경관련 제한치는 추천사항으로 언급하였으며, 대부분의 경우, 시스템 환경 요구사양은 CENELEC 정도의 수준이며, 몇몇의 경우는 이보다 더욱 엄격하다.

2.2.2 운용 지침 및 시험 사양

각 장치들의 환경사양을 구체적으로 기술하였으며, 시험 파라미터와 절차 등이 설명되어 있고, 공급자나 제작자가 사용해야 할 시험방법들 또한 기술되어 있다.

3. 상세 환경 요구 사양

위에서 언급한 환경 요구 사양에 대하여 항목별로 세부적으로 살펴본 내용을 아래에 기술하였으며, 여기에서는 운용 환경의 구성 중 환경 요구사양에 대하여 논하고자 한다.

3.1 주위온도

장기간 외부에 설치될 장치들은 온도 및 습도가 조절되는 기기실 내부 장치들보다 더 심각한 주위온도나 습도 등에 노출되어 사용되어진다. 또한 장치나 부품의 성능은 각 장치와 부품의 내부 온도에 의해서 제한 받는데 내부온도는 외부의 주위 온도와 장치 자체에서 발생되는 열에 의해 영향을 받는다.

- 요구사양 항목

일반적인 온도조건, 장치 내함 외함의 온도상승을 고려한 온도상승 조건, 주변장치가 분산되어 설치되어 있는 경우의 주변 유니트에 대한 사항, 터널 진출입시의 급격한 온도변화를 고려한 터널 진출입시의 온도변화 조건, 주위 온도 외에 다른 외적인 요인 예를 들어 태양열, 풍속 등에 의한 온도 응력 사항, 동작중의 온도조건, 보관중의 온도상태로 나누어 기술하고 있다.

- 시험방법

시험방법으로는 다음의 규격을 적용하고 있다.

. IEC 68.2.1 Cold temperature test

. IEC 68.2.14 Change of temperature test
. IEC 68.2.41 Combination dry heat and low air pressure test
. IEC 68.2.61 Climatic Sequence test
. IEC 68.2.1 Dry heat temperature test

3.2 태양방사

태양방사는 우선적으로 물체의 온도를 상승시키고, 자외선에 의한 광학적인 마모 등의 영향을 미치며, 고무나 플라스틱의 경우 탄력성이나 유연성 등에 영향을 미치고, 유리제품의 경우 투명도에 영향을 미친다. 또한 페인팅 된 장치, 모직, 종이 등을 탈색시켜 색 구분 표시에 심각한 영향을 미친다. 그러나 이 중 태양방사에 노출되어 온도가 상승하는 것이 가장 큰 영향이다.

- 요구사양 항목

일반적인 태양방사 조건, 장치에 노출되는 태양방사의 정도, 태양방사의 영향, 자외선 방사 범위, 자동 열차 인식을 위한 트랜스폰더 사용시의 태양방사 조건, 전기신호시스템의 태양방사 조건으로 구성되어 있다.

- 시험방법

시험방법은 IEC 68.2.5 (환경시험 : Test SA : Simulated solar radiation at ground level)를 참조하였다.

3.3 습도

습도 및 습기에 의한 전기적인 손상은 플러그 부분, 납땜부분, 나선, 릴레이 접점, 스위치 등에 주로 영향을 미치며 금속부식을 일으킨다.

- 요구사양 항목

외부 습도 수준, 공기중의 습도 및 응축된 물의 영향을 고려한 응축조건, 실내 습도 조건, 터널을 주행중인 열차의 급속한 온도변화로 인한 사항, 터널 중에 설치된 장치에 대한 조건, 외함 내부 온도로 인한 사항, 주변 장치가 분산 설치되어 있는 경우의 주변장치에 대한 사항으로 구성되어 있다.

- 시험방법

. IEC 68.2.3 Damp heat, steady state tests
. IEC 68.2.30 Damp heat, cyclic tests
. IEC 68.2.38 Composite temperature/humidity cyclic tests
. IEC 68.2.56 Damp heat, steady state tests
. IEC 68.2.61 Climatic sequence tests

3.4 침수 및 강우

장치가 선로변이나 차상에 설치될 경우 홍수, 비, 눈 등으로부터 영향을 받을 수 있다.

- 요구사양 항목

비, 눈, 우박 등으로 인한 영향과, 선로, 전차선, 차량 외부에 발생하는 결빙 및 해수의 영향을

언급하고 있다.

- 시험방법

. IEC 68.2.11 Test Ka-salt mist
. IEC 68.2.52 Test Ka-salt mist cyclic (sodium chloride)
. IEC 68.2.18 Water-falling drops, impacting water and immersion

3.5 오염물질

장치가 동작 중에 만족할 만한 성능을 얻기 위해서는 대기중의 각종 오염물질에 대하여도 고려하여야 한다. 대부분의 장치들은 동물이 활동하고 있거나 식물이 번식하고 있는 장소에 설치, 보관, 운용되어지는데 때때로 이러한 동·식물들이 장치의 동작에 영향을 미칠 수 있다. 동·식물 및 박테리아나 곤충 등으로 인한 장치의 손상은 온도, 습도 등과도 밀접한 관련을 맺고 있다.

- 요구사양 항목

일반적인 오염 사항, 화학물질, 동·식물 등 오염물질의 종류, 곰팡이나 균으로 인해 발생할 수 있는 사항을 언급하고 있다.

- 시험방법

. IEC 68.2.10 Mould growth
. IEC 68.2.42 Sulphur dioxide test for contacts and connections
. IEC 68.2.43 Hydrogen sulphide test for contact and connections
. IEC 68.2.45 Immersion in cleaning solvents
. IEC 68.2.68 Dust and sand
. ISO 9225 Methods of measuring pollution

3.6 기계적 요인

철도신호시스템 등의 진동이나 충격 등 기계적인 환경에 의한 영향이 과소평가 되는 경향이 있지만 선로변 장치의 경우 열차가 고속일수록 충격 등의 영향은 더욱 크게 나타나게 되며 이에 대해 고려해야만 한다.

- 요구사양 항목

불규칙적인 진동, 진동 및 충격, 일정 형태의 펄스충격에 견디는 정도, 기울임이나, 횡축, 종축 방향으로의 가속력, 궤도변이나 궤도상의 진동 및 충격, 궤도장치에 관한 가속력 및 장·단기간의 진동 및 충격, 선로변 장치에 대한 충격 및 진동, 궤도변 장치의 진동 및 충격, 외함이 있는 장치의 진동 및 충격, 내부에 설치되어 있는 장치의 진동 및 충격, 차상에 설치되어 있는 장치에 관한 사항, 견인장치 및 다른 장치에 대한 사항, 기타 위치에서의 고려사항, 운송중의 진동이나 충격 등으로 나누어 기술하고 있다.

- 시험방법

. IEC 68.2.6 Vibration (sinusoidal)
. IEC 68.2.27 Shock
. IEC 68.2.27 Bump

. IEC 68.2.31 Drop and topple
. IEC 68.2.32 Freefall
. IEC 68.2.34 Random vibration - wide band - general requirement
. IEC 68.2.35 Random vibration - wide band - reproducibility high
. IEC 68.2.36 Random vibration - wide band - reproducibility medium
. IEC 68.2.37 Random vibration - wide band - reproducibility low
. IEC 68.2.50 Combined cold/sinusoidal vibration
. IEC 68.2.51 Combined dry heat/sinusoidal vibration
. IEC 68.2.55 Bounce
. IEC 68.2.59 Vibration - sine beat method
. IEC 68.2.62 Impact, pendulum hammer
. IEC 68.2.76 Acceleration, steady state

3.7 인간공학적 요인

각 장치의 MMI(Man Machine Interface)에 있어서 운전자의 건강을 보호하고, 안락함을 도모하며, 최대의 업무효율을 도모하여야만 하며, 여기에서 운전실의 조명, 소음, 진동 등이 운전자의 안전, 건강 및 안락함에 결정적으로 영향을 미친다.

- 요구사양 항목

일반사항으로 광원, 광도, 반사를 다룬 시각영역과 작업공간, 진동 및 충격, 기후, 습도, 반사표면, 공기의 흐름, 깨끗한 공기의 유입, 화학물질, 미생물의 오염 등으로 나누어 기술하고 있다.

MMI 요구사항으로는 조명, 운전석의 빛과 밝기, 소음, 진동, 구조물의 안전성, 장치의 설계, 공기조절장치, 일반적인 인간공학적 요구사항, 기온, 대기 환경, 통풍, 환기, 색깔 및 표면 코팅 등을 언급하고 있다. 기타 사항으로 외부 환경으로부터의 영향, 전자파 방사 등이 있다.

- 시험방법

. UIC 651 Rolling sounds
. ISO 2631 Whole body vibration
. ISO 5349 Hand transmitted vibration
. ISO 7726 Thermal environments
. ISO 7730 Thermal comport
. ISO 7731 Auditory danger signals

3.8 전기적 요인

철도신호시스템에서 전기에 의한 영향은 무시할 수 없으며, 차량의 구동 및 집전, 선로변 장치의 작동 등 모든 분야에 전기가 관여하고 있다. 그만큼 전기로 인한 외란이나 노이즈로 인한 영향도 크며, 외적인 요인으로 서지에 의한 영향도 고려해야만 한다.

- 요구사양 항목

통상의 공급 전원, 축전지에 의한 전원 공급, 전원교체시의 전원장치에 대하여 다루고 있으며, AC 급전시스템일 경우 전원전압 변동을 언급하고 있다. 또한 차상전원 공급장치에서는 DC 급전시스템, 축전지 용량, 밧데리 충전전압, DC 리플 성분, 공급전압의 허용범위, 변동치, 기관차 공급

전압의 변동, 기관차의 밧데리 공급전압, 단락회로에 대한 방호, 외란, 고조파, 변압기에 의한 전원 공급, 가공지선 또는 제3레일에서의 전원 공급, 전원공급과 관련한 서지, 접지, 도체의 설치, 과도 상태에 대한 항목을 다루고 있다. EMC (ElectroMagnetic Compatibility) 관련 사항으로 EMC 일반사항, 방사 한도, 특정 요구사양을 다루고 있으며, 시험 및 평가와 관련하여 장치의 양립성 및 방해경로, 입출력 접속, 지역적인 데이터 전송, 장거리 데이터 전송, 연동장치와 신호 보수자 사이의 정보전송, 기타 특별한 주의사항, 휴대용 무선장치에 대하여 다루고 있다. 또한 전자기 환경, 전도성 외란에 대하여 기술하고 있으며, 전원공급으로 인한 전도성 외란, 전기적인 조건, 장치의 면역레벨, 차량내의 전기적인 접속에서 외란으로 인한 전자기 환경에서의 영향을 다루고 있다.

- 시험방법

. ENV 50121	Railway applications electric compatibility
. IEC 571	Rules for electronic equipment used on rail vehicles
. IEC 165	Rules for testing of electric rolling stock on completion of instruction and before entry into service
. IEC 490	Rules for testing of rail vehicles equipped with thermal engines and electric transmissions, after completion of construction and before entry into service

3.9 일반사항

위에서 언급한 사항 외 아래 요구사양 항목과 같은 여러 주제에 대하여 다루고 있다.

- 요구사양 항목

장치 설계 시에 고려해야할 사항으로 장치가 제대로 동작하도록 취해야 할 사항, 궤도장치, 지진, 번개, 인화성물질 및 화재 위험 지역에서의 설계방법, 특히 화재 위험지역에 설치되는 장치의 설계시 안전성과 관련한 신뢰성, 유지보수성, 수명, 사항변경에 대하여 자세히 언급하고 있다. 또한 설치방법 및 이동체 무선장치의 규정사항도 다루고 있다. 장치 및 시스템의 보호방법으로 일반적인 보호방법, 외부조건, 방해조건에의 노출로 나누어 설명하고 있으며, 쓰레기 처리방법 및 철도제품으로의 승인을 위한 기술적인 승인, 제작자의 책임, 제품보증에 대하여도 언급하고 있다. 품질제어 및 품질 확인에 대하여는 제작자의 역할, 제품, 품질 관련 문서에서 다루어야 하는 내용에 관하여 기술하고 있다. 기타 시험방법, 설치방법, 시험절차, 운영방법에 관하여 언급하고 있다.

5. 결론

운영사양을 결정하기 위한 준비단계로 장치의 운용환경 중 환경 요구사양에 대하여 고찰하였다. 제어장치들이 운용되는 환경조건은 많은 환경요인들이 복합적으로 작용하여 장치에 영향을 미치므로 이들 요인들 각각에 대하여 살펴보아야만 하는데 장치에 영향을 미치는 환경 요인들을 크게 파라미터, 설치위치, 동작상태의 세 가지로 분류하여 살펴보았다. 이에 따라 주위온도, 태양방사, 습도, 침수 및 강우, 오염물질, 기계적 요인, 인간공학적 요인, 전기적 요인, 일반사항의 상세 환경요인에 대하여 고찰하였다.

현재 작성중인 운영사양 및 운용환경에 관한 연구는 국내에서는 처음 시도되는 것으로 철도 선진 외국의 경우 여러 규격 및 제도를 검토하여 그 절차 및 사양을 마련하고 있다. 본 연구에서는 유럽 철도사양의 표준으로 자리잡고 있는 ETCS의 운용사양을 토대로 국내 시스템에 적절한 사양

을 도출하고자 한 것으로 이에 따라 환경 요구사양을 작성하였다. 앞으로 작성한 환경 요구사양을 보완하면서 운용지침 및 시험사양에 대하여 연구함과 동시에 국내에 지속적으로 접목시킴으로써 운용환경 전반에 대한 국내 사양 작성에 노력할 예정이다.

<참고문헌>

[1] UIC, "ETCS Environmental Specification Executive Summary", 1996
[2] UIC, "ETCS Environmental Specification Part One-Requirement", 1996
[3] UIC, "ETCS Environmental Specification Part Two-Guidance and Test Requirement", 1996
[4] "전기신호시스템 엔지니어링 기술개발" 1단계 보고서, 한국철도기술연구원, 1999