

## 양성자가속기 연구센터 관련 전기 및 통신설비 설계

문경준, 이석기, 전계포, 남정민, 조진삼, 김준연  
한국원자력연구원 양성자기반공학기술개발사업단

### Electrical and Communication System Design for the Proton Accelerator Research Center

Kyeong-Jun Mun, Seok-Ki Lee, G. P. Jeon, Jung-Min Nam, Jun Yeon Kim  
Korea Atomic Energy Research Institute, Proton Engineering Frontier Project

**Abstract** - 90년대에 들어서면서부터 미래원천기술 개발에 필요한 양성자원 및 중성자원의 중요성이 부각됨으로써, 이에 적합한 고에너지(수백 MeV~수 GeV) 및 대전류(수십 mA)의 대형 양성자 가속기가 개발되어 반도체 생산, 의료장비 등 여러 분야에 널리 적용되고 있는 추세이다[1, 2]. 이에 양성자 사업단은 21세기 미래 원천기술을 개발하고 산업경쟁력을 제고하며 공공복지를 증진시킬 수 있는 양성자가속기를 개발하여, NT, BT, IT, ST 등 중요 국가과학기술분야의 발전기반을 확충하기 위한 프론티어 사업목표로 하고 있으며 이에 부응할 수 있는 양성자 가속기 연구센터 건설계획을 설정하여 추진 중에 있다.

본 논문에서는 양성자가속기 연구센터 지원시설 건축설계의 일환으로 수행되고 있는 전기, 소방, 통신 및 방법설비 설계과정에서 각 설비설계시의 주요기능 및 특징에 대해 기술하고자 한다.

#### 1. 서 론

양성자 공학기술은 핵자인 양성자를 고에너지로 대량 생산하여, 기초과학, 재료과학, 생명과학, 원자력, 산업, 의료, 국방 등 산업전반에 걸쳐 새로운 혁신기술을 개발하는 통합적인 과학기술 분야이다. 현재 양성자 공학기술을 응용한 기술들을 살펴보면 극한기술들을 융합한 양성자 빔 발생장치 개발, 빔 장치를 활용한 공통 핵심기술 개발 및 이를 바탕으로 한 빔이용/응용기술 개발을 통하여 여러 산업분야의 기술혁신을 제공하여 왔다[1,2].

따라서 90년대에 들어서면서부터 미래원천기술 개발에 필요한 양성자원 및 중성자원의 중요성이 부각됨으로써, 이에 적합한 고에너지(수백 MeV~수 GeV) 및 대전류(수십 mA)의 대형 양성자가속기가 개발되어 반도체 생산, 의료장비 등 여러 분야에 널리 적용되고 있는 추세이다.

본 논문에서는 양성자가속기 연구센터 지원시설 건축설계과정의 일환으로 수행중인 전기, 소방, 통신 및 방법설비 설계과정에서 각 설비 설계시의 주요기능 및 특징에 대해 기술하였다. 전기설비 설계 과정에서는 지원시설과 관련한 전기설비 설계분야를 크게 수변전설비, 동력설비, 조명설비, 전열설비 및 피뢰접지설비로 구분한 후, 각 분야에 대한 상세설계를 수행하였다. 소방설비 설계 과정에서는 소방법을 근거로 하여 지원시설에 적합한 수신기, 발신기, 중계기, 감지기 및 유도등 등의 소방설비를 적절히 선정하였으며, 지원시설의 각 동 및 관리동 방재설과의 연계방안을 적절히 선정함으로써 효율적인 소방설비의 운용이 가능하도록 하였다. 통신설비 설계 과정에서는 지원시설과 관련한 통신설비 설계분야를 크게 전화설비, 약전설비, 방송설비, TV 설비, 위성통신설비 및 지능형 빌딩 시스템으로 구분한 후 각 분야에 대한 상세설계를 수행하였다. 방법설비 설계 과정에서는 출입통제설비, 감시설비 등을 이용하여 양성자가속기 연구센터의 감시 및 출입허가 관련대책을 수립할 수 있도록 하였다.

#### 2. 본 론

##### 2.1 양성자가속기 연구센터 지원시설 전기설비 설계

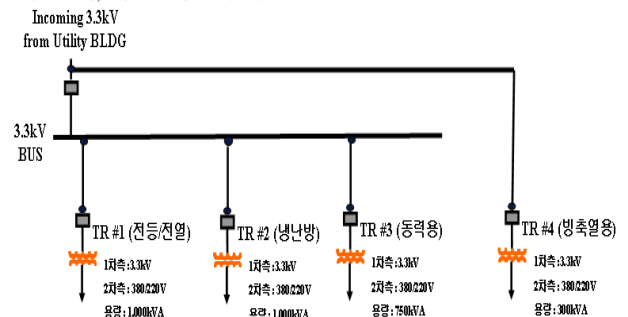
양성자가속기 연구센터 지원시설 전기설비 설계과정은 크게 수변전설비, 동력설비, 조명설비, 전열설비 및 피뢰접지설비로 구분할 수 있다. 이러한 지원시설 전기설비 설계 과정에서의 고려사항은 다음과 같다.

- 지원시설의 전기설비는 전체부지 전기계통 및 설비와 보호협조가 가능하도록 할 것
- 에너지절감 및 제반 재해방지 목적에 만족하도록 할 것
- 향후 유지보수 및 관리에 편의를 도모할 수 있도록 할 것
- 전기설과 발전기설은 유지관리를 고려하여 충분한 공간을 확보하고, 침수로 인한 피해가 발생하지 않도록 할 것

이러한 전기설비 설계시 각 분야별 고려사항은 다음과 같다.

##### 2.1.1 수변전 설비

양성자가속기 연구센터 지원시설의 수변전설비 설계 과정에서는 부하군을 크게 전등전열 부하, 냉난방 부하, 동력용 부하 및 빙축열 부하로 분류하였으며, 이를 그림 1에 나타내었다.



〈그림 1〉 양성자가속기 지원시설 수변전설비 수전계통도

각 부하군에 대한 변압기 용량은 그림 1에 나타난 바와 같이 전등전열 부하, 냉난방 부하, 동력용 부하 및 빙축열 부하에 대해 각각 1,000kVA, 1,000kVA, 750kVA 및 300kVA로 설정하였다.

##### 2.1.2 동력 설비

양성자가속기 연구센터 지원시설의 동력설비 관련 전기설비 설계 과정에서는 우선 동력설비 부하 용량을 검토한 후, 이에 적합한 차단기 및 케이블을 선정하여야 한다. 또한 각 전동기에 대해 적절한 사용전압 및 기동방식을 선정하는 것이 중요하다. 본 논문에서는 전동기용량에 따라 기동방식을 달리 선정하였다. 즉 전동기용량이 15kW 미만인 경우에는 직입기동, 15kW 이상이고 55kW 이하인 경우에는 Y-Δ 기동, 55kW 초과 시에는 리액터기동 방식을 채택하였다. 또한 동력설비 관련 전기설비에는 각 전동기별로 MCC 내에 역률 보상용 콘덴서를 설치하였다. 동력설비에 관한 접지시스템으로는 전위상승시 등전위를 구성하는 공통접지 방식을 채택하였다.

##### 2.1.3 조명 설비

양성자가속기 연구센터 지원시설의 조명설비 설계 과정에서는 각 건물의 실별 조도기준을 선정한 후 이를 근거로 하여 에너지 절감 및 용도에 맞는 등기구 선정하여야 한다. 그 후 등기구 배치 및 부착 방법을 적절히 선정하여야 하며, 각 조명은 VDT(Visual Display Terminal) 작업에 적합한 조명, 자연광의 조명, 조명제어방식 등으로 설계에 반영하고자 한다. 설계중인 양성자가속기 연구센터 지원시설의 조도기준을 표 1에 나타내었다.

〈표 1〉 양성자가속기 연구센터 지원시설의 조도기준

실명	조도기준(lx)	조명기구 Type
전기, 기계실	150~300	레이스웨이 취부 형광등
사무실/독서실	300~600	매입 형광등
국회회의장/회의장	150~400	매입 형광등, 할로젠 다운라이트
세미나실	150~400	매입 전구식 형광등, 매입 형광등
계단	60~150	직부 형광등
현관, 홀	150~300	매입 전구식 형광등
숙소	100~150	매입 형광등

### 2.1.4 전열 설비

전열설비 관련 전기설비 설계시에는 해당 콘센트의 설치 높이 및 위치를 적절히 선정하여야 하며, 해당 전열설비의 용도에 알맞은 전압을 제공하는 것이 중요하다.

양성자가속기 연구센터 지원시설의 전열설비용 콘센트의 설치높이는 바닥으로부터 300mm 위치로 선정하였다. 전압은 단상 220V를 원칙으로 하며, 부득이 380V를 사용할 경우에는 별도 회로로 구성하도록 하였다. 이 경우 배선방식은 배선을 충분히 수용할수 있도록 바닥 트레이 시설 방식으로 배선처리를 설계하였다.

### 2.1.5 피뢰 및 접지설비

양성자가속기 연구센터 지원시설의 접지시스템 구성은 지원동의 접지 시스템을 전위상승시 등전위를 구성하도록 공통접지로 설계하였다. 이 경우, 수뢰부시스템은 보호등급 4등급을 적용하여 회전구체법으로 설계하였다. 피뢰시스템 구성시에는 피뢰침의 보호각을 위험물 저장의 용도로 사용되는 피뢰침 보호각인 45도로 하였다. 또한 접지시스템과 피뢰시스템 및 건물을 하나로 연결하여 하나의 동등어리 개념의 시스템으로 구성함으로써 건물과 인명 및 장비를 낙뢰 또는 서지로부터 완벽하게 보호할 수 있는 시스템을 구축하였다.

### 2.2 양성자가속기 연구센터 지원시설 소방설비 설계

양성자가속기 연구센터 지원시설의 소방설비의 기능은 화재가 발생한 지역의 열이나 연기를 감지하여 자동 또는 수동 발신에 의해 경보를 발하여 화재의 조기 진압을 가능하게 함으로써 인명 및 재산 손실을 최소화하는 것이다. 이를 위해 지원시설의 각 동에는 P형 시스템을 설치하여 개별 관리하며, 관리동 1층에는 R형 시스템을 설치하여 전체 지원시설을 통합 관리할 수 있도록 설계하였다.

### 2.3 양성자가속기 연구센터 지원시설 통신설비 설계

양성자가속기 연구센터 지원시설 통신설비 설계과정은 크게 전화설비, 방송설비, TV 설비, 위성통신설비 및 지능형 빌딩 시스템 분야로 구분할 수 있다. 이들 각각의 기능을 고찰하면 다음과 같다.

#### 2.3.1 전화설비

전화설비는 일반적으로 국선 인입용 관로구성, 주배선반(MDF), 구내 배선 및 단자함 및 교환대 등으로 구성되며 전화설비 단말장치는 크게 음성통신과 데이터통신으로 구분된다. 양성자가속기 연구센터 지원시설 전화설비의 기능은 센터내 근무자가 사무실간에 전화를 사용하여 상호 통화할 수 있는 설비로써 부가통신 기능인 Fax Mail System, Audio Response System, Voice Mail System 기능이 가능한 디지털 전자식 교환기를 채택하였다. 또한 주배선반 (MDF) 용량은 국선 3,500P 및 사선 7,000P로 설계하였다. 또한 접지시스템의 구성은 지원동의 접지시스템을 전위상승시 등전위를 구성하는 공통접지로 설계하였다.

#### 2.3.2 방송설비

건축물에 설치되는 방송설비는 구내 공용방송용 설비로써 이러한 방송설비 요소는 일반적으로 증폭장치, 입력장치 (마이크로폰, 카세트덱, 레코드플레이어 등), 출력장치(스피커)와 배선으로 구성된다. 양성자가속기 연구센터 지원시설에 방송설비를 구축함으로써 전관 방송, 구역별 방송, 리모트엠프 등을 이용한 원격방송을 가능하게 하였다. 즉 리모트엠프를 관리동 1층 안내데스크, 숙소동 1층 사무실, 지역협력동 1층 사무실 및 안내동에 설치함으로써 각동에서 개별방송이 가능하도록 구성하였다. 또한 관리동 방재센터 및 유틸리티동에는 Main Amp를 설치하여 각동별 건물내에 비상방송 및 일반방송이 가능하게 하였다. 다목적홀, 회의실, 세미나실, 시청각실 및 식당 등에는 적절한 음향 및 영상장치를 설치함으로써 각 실에서 원활한 행사를 할 수 있도록 설계하였다.

#### 2.3.3 TV 및 위성통신설비

TV 설비는 1조의 안테나로 TV전파를 수신하여 증폭기를 통하거나 직접 TV 수상기로 배분하는 시스템으로, 안테나, 혼합기(Mixer), 컨버터, 증폭기 (Booster), 선로기기인 분기기, 분배기, 정합기, 분파기 등으로 구성된다. 양성자가속기 연구센터 지원시설의 TV 시청설비 설계 과정에서는 TV 공중파 안테나 및 위성안테나(NHK/STAR/무궁화)를 설치하여 관리동의 Head End System으로부터 각 동에 공급하도록 하였다. 이러한 TV 및 위성통신설비는 수신장치가 없도록 적정설비를 선정하였다.

#### 2.3.4 지능형 빌딩 시스템

양성자가속기 연구센터 지원시설 지능형 빌딩 시스템(Intelligent Building System : IBS)은 연구센터 내 근무자에게 편리함 및 안락함을 제공하기 위해 각종 공조 설비류, 전력설비, 조명설비, 출입관리 등을 제어할 수 있도록 Network 및 Telecommunication 등을 통해 통합 운영이 가능하게 하는 시스템이다. 이러한 IBS 시스템을 도입함으로써 건물의 유지·관리가 용이해지며, 건물내의 각종 자원을 효율적으로 이용할 수

있으며, 건물 내의 모든 장비 및 설비류를 보다 효율적이고 편리하게 유지보수할 수 있고 건물 내의 시설물, 기기 등의 수명을 연장시킬수 있다.

이러한 양성자가속기 연구센터 지원시설의 IBS는 건물자동화 (Building Automation : BA), 사무자동화 (OA), 방재 기능을 집적한 후 이를 통합하여 중앙제어실에서 감시, 제어 및 운전 체계가 이루어지도록 설계하였다. 또한 이러한 IBS의 각 기능을 집약화하기 위해 IBS 내의 서로 다른 정보기기들을 네트워크화하도록 설계하였다. 이러한 IBS 구성시에는 관리동 방재실에서 통합 SI를 이용하여 건물자동화(BA), 정보통신(TC), 사무자동화(OA) 및 방재 기능을 집적한 IBS 시스템을 구축하고 운영할 수 있도록 설계중이다. 이와 연관된 통합 SI는 통합서버와 백업서버로 구성하였으며 백업서버에는 시설관리(FMS) 프로그램이 내장되어 집적화된 구성으로 설계하고자 한다.

이처럼 양성자가속기 연구센터 지원시설의 IBS 설계는 다양한 분야의 고도 기술을 통합하는 설계기술을 바탕으로 하여, 기계설비, 전기설비, 자동제어시스템 설계를 유기적으로 결합시킬 수 있도록 전문가의 전문을 바탕으로 하여 미래 지향적으로 설계하고자 한다.

### 2.4 양성자가속기 연구센터 지원시설 방법설비 설계

양성자가속기 연구센터 지원시설 방법설비의 기능은 출입통제설비, 감시설비 등을 설치함으로써 양성자가속기 연구센터 내 또는 연구센터 내의 각 건물 내의 감시 및 출입허가 관련대책을 수립하는 것이다.

#### 2.4.1 출입통제설비

양성자가속기 연구센터 지원시설 출입통제설비는 양성자가속기 연구센터 내 또는 연구센터 내의 각 건물의 출입을 통제 및 관리하기 위한 설비로써 크게 전기잠금장치, 인식장치 및 제어기로 구성된다.

전기잠금장치는 인식장치의 신호에 따라 제어기가 동작하여 출입문을 개폐하는 출입통제 설비의 기본설비이다. 인식장치로는 카드인식장치를 도입하였으며, 카드인식장치의 인식방식은 카드의 신호와 카드리더에 입력된 신호가 일치하는 경우에 동작하며, 이러한 인식장치는 단독 또는 다른 방식과 조합하여 설치할 수 있도록 설계하였다. 한편 제어기는 인식장치의 신호에 따라 전기잠금장치에 열림 신호를 보내는 장치로써, 중앙제어반에서는 이러한 출입통제설비에 대한 종합관리를 시행함으로써 출입 관련 데이터의 축적, 분석 및 기록이 가능하도록 하였다.

#### 2.4.2 감시설비

양성자가속기 연구센터 지원시설 감시설비는 연구센터 또는 연구센터 내의 각 건물 내로 침입이 발생한 경우, 이를 검출하여 방법설비 제어반 또는 모니터링 장치 등으로 전달하는 기능을 한다. 양성자가속기 연구센터 지원시설의 감시설비로는 폐쇄회로 텔레비전 (CCTV) 설비를 구축하였으며 이는 감시대상구역에 설치한 카메라와 방재센터에 설치한 모니터 및 전원장치, 텔레비전 배선, 전원장치, 각종 제어기 및 기록(녹화) 장치 등으로 구성하였다.

## 3. 결 론

본 논문에서는 양성자가속기 연구센터 지원시설 건축설계과정의 일환으로 수행중인 전기, 소방, 통신 및 방법설비 설계과정에서 각 설비설계시의 주요기능 및 특징에 대해 기술하였다. 전기설비 설계 과정에서는 지원시설과 관련한 전기설비 설계분야를 크게 수변전설비, 동력설비, 조명설비, 전열설비 및 피뢰접지설비로 구분한 후 각 분야에 대한 상세설계를 수행하였다. 소방설비 설계 과정에서는 소방법을 근거로 하여 지원시설에 적합한 수신기, 발신기, 증계기, 감지기 및 유도등 등의 소방설비를 적절히 선정하였으며, 지원시설의 각 동 및 관리동 방재설과의 연계방안을 적절히 선정함으로써 효율적인 소방설비의 운용이 가능하도록 하였다. 통신설비 설계 과정에서는 지원시설과 관련한 통신설비 설계분야를 크게 전화설비, 약전설비, 방송설비, TV 설비, 위성통신설비 및 지능형 빌딩 시스템으로 구분한 후 각 분야에 대한 상세설계를 수행하였다. 방법설비 설계 과정에서는 출입통제설비, 감시설비 등을 이용하여 양성자가속기 연구센터의 감시 및 출입허가 관련대책을 수립할 수 있도록 하였다.

### 감사의 글

본 논문은 교육과학기술부 주관의 한국원자력연구원 양성자가속기반공학기술개발사업단의 “가속기 부대시설 건설공사관리” 과제에서 수행한 연구임.

### [참 고 문 헌]

[1] Report of the Spallation Neutron Source, 1997  
[2] European Spallation Source:Volume 3, The ESS Technical Study, Report ESS 96-53-M, Nov., 1996