

# 원자로 초음파 검사 로봇 주제어 시스템 개발

## Development of A Main Control System for Reactor UT Inspection Robot

최유락, 이재철, 김재희

\*원자력연구소 종합안전평가팀(Tel:042-868-8605; Fax:042-862-7269; E-mail: yrchoi@nanum.kaeri.re.kr)

\*\*원자력연구소 종합안전평가팀(Tel:042-868-8236; Fax:042-862-7269; E-mail: jcleee2@nanum.kaeri.re.kr)

\*\*\*원자력연구소 종합안전평가팀(Tel:042-868-2088; Fax:042-862-7269; E-mail: jaehkim@nanum.kaeri.re.kr)

**Abstract:** Reactor vessel is one of the most important equipment with regard to the safety of nuclear power plant. Thus nuclear regulation requires its periodical examination by certified inspection experts. Conventional reactor inspection machines are obsolete, hard to handle, and very expensive. To solve these problems we developed robotic reactor vessel inspection system which are small, easy to use for inspection, cost effective, and convenient in operation. This paper describes the main features of Main Control System which is one part of robotic inspection equipment we developed.

**Keywords:** Reactor, ultra-sonic, Safety, Inspection

### 1. 서론

원자력발전소는 경제적인 측면과 함께 원자력의 위험성을 방지하고 제거하려는 안전성의 측면도 매우 중시한다. 이에 따라 매년 정기적으로 원자력발전소에 대한 안전성 검사를 수행하고 있는데, 이 검사에 소요되는 시간에 따라 막대한 비용의 차이가 발생하며 검사의 정밀도에 따라 안전성 확보가 결정된다. 이 중 원자로 검사는 원자력 발전소의 안전에 대한 최우선 과제로서 이 검사에는 초음파 검사 기법[1]을 이용하고 있으며, 현재 사용되는 검사 장비와 기술은 대부분 외국에 의존하고 있는 실정이나 장비가 고가이고 2~3톤의 대형이면서 설치, 운반, 검사 작업 등에 시간이 많이 소요되고 불편한 문제점을 많이 포함하고 있다.

원자력연구소에서는 현재 사용되는 원자로 초음파 검사용 외국 장비의 이러한 문제점을 개선하고자 100Kg 이하의 소형 수중 초음파 검사 로봇을 개발하고 있으며, 본 논문에서는 이 로봇과 원자로 검사 절차를 자동으로 제어하는 주제어 시스템의 개발에 대하여 기술한다.

본 논문 2장은 원자로 초음파 검사 시스템의 개요에 대하여 언급하고, 3장에서는 주제어 시스템의 설계와 구현에 대하여 기술하였다.

### 2. 시스템 개요

원자로 초음파 검사 장비는 수중 로봇(Reactor Inspection Robot : RIROB), 로봇 경로 제어용 레이저 위치 지시 시스템(LASPO), 그리고 이들을 통합하여 제어하는 주제어 시스템(Main Control System: MCS)으로 구성되어있다[2].

자석 바퀴를 장착한 수중 로봇은 레이저 위치 시스템에서 제공하는 레이저에 의해 원자로 내벽면에 부착한 상태로 이동하며, 레이저 위치 시스템과 로봇의 원자로 검사에 필요한 모든 동작은 주제어 시스템에서 제어된다.

본 논문에서 다루는 주제어 시스템은 RIROB과 LASPO에 밀접하게 연관되어 구성되어있다. RIROB과 LASPO는 독립적

인 CPU와 제어용 S/W를 장착하고 있는데, 모두 주제어 시스템과 RS-422통신에 의해 제어되므로 이들에 대해서도 언급하도록 한다.

#### 2.1 수중 검사 로봇 (RIROB)

원자로 초음파 검사용 수중 로봇은 본체에 고정된 두개의 자석 바퀴와 유동성 있는 캐스터에 부착된 두개를 포함한 총 4개의 바퀴를 이용하여 원자로 내부의 벽을 따라 수중에서 이동하는 구조를 지니고 있다. 로봇은 주제어 컴퓨터를 통한 원격 매뉴얼 제어로 임의의 위치 이동이 가능하며, 검사 작업 진행 중에는 원자로의 상단 중앙에 부착시키는 레이저 위치 표시기에서 로봇의 본체에 부착된 레이저 감지 장치에 레이저 신호를 보냄으로써 원자로의 좌표에 따라 정확한 위치 이동을 하게 된다.

초음파 검사를 위해서 로봇의 본체에 초음파 탐촉자를 장착한 매니퓰레이터를 부착하였다. 매니퓰레이터는 4축으로 구성되어 원자로 벽면, 노즐 안쪽과 같은 모든 부위에 접근이 가능하다. 로봇 내부에는 로봇 움직임에 관련된 모터와, 레이저 감지 상태를 제어하는 H/W와 S/W가 구축되어 있으며, 이 시스템은 항상 주제어 시스템의 제어를 받고 그 결과를 돌려준다.

로봇의 위치와 자세 파악은 항상 육안으로 가능한 것이 아니며, 또 육안 감지가 가능해도 정확한 그 값의 파악이 어려우므로 로봇 내부에는 이를 위한 경사 센서와 수압 센서를 장착하여 로봇의 위치를 손쉽게 파악할 수 있도록 하였다.

로봇 본체에는 카메라와 램프를 장착하여 초음파 검사 도중 발생할 수 있는 사고를 모니터를 통하여 인지할 수 있도록 도와주며, 로봇이 원자로의 벽면에서 떨어질 경우 발생하는 사고를 방지하기 위하여 항상 물에 뜰 수 있도록 부력통과 부력재를 이용하여 설계되었다.

#### 2.2 레이저 위치 지시기 (LASPO)

원형의 원자로 벽면을 로봇이 이동하면서 검사를 하기 위