

# 특집

## 해양플랜트 예지보전 프로세스를 지원하는 예지보전 플랫폼 개발

황호진(선박해양플랜트연구소),  
황진상(부품디비)

### 1. 서론

최근 유가의 하락으로 인해 해양플랜트 관련 산업들이 많이 위축되어 있는 실정이다. 그 영향으로 특히, 해양플랜트 운영회사들은 해양플랜트의 장비 및 설비들에 대한 경제적인 운영 및 유지보수(O&M, Operation and Maintenance)를 통한 비용 절감에 초점을 맞추고 있으며, 이와 관련한 연구들에 상당한 관심을 가지고 있는 것으로 알려져 있다. 해양플랜트의 운영 및 유지보수를 위해 기존에는 정기보전이나 사후보전 등의 보전법을 활용하였다. 하지만 효율적이고 경제적인 운영을 위해서는 기존의 방식보다 진보된 형태의 보전법을 필요로 하게 되었다. 이에 대응하는 보전법이 예지보전(CBM, Condition Based Maintenance) 방식이며, 해양과 같은 특수한 운영 환경을 고려할 때 더할 나위 없이 매력적인 방식이다. 예지보전 방식은 기존의 방식보다 적극적이고 공격적인 운영 및 유지보수 방식을 제공하고 있다.

예지보전 방식을 지원하는 해양플랜트 예지보전 솔루션은 진보된 지능화를 활용하여 장비 및 설비들의 상태를 진단하고, 열화특성 등을 반영하여 잔여 수명을 예측함으로써 적절한 보전 관련 의사 결정을 지원할 수 있다. 본 원고에서는 해양플랜트 예지보전 프로세스를 지원하는 예지보전 플랫폼의 개발에 대해 다루고자 한다. 우선 해양플랜트 예지보전 솔루션의 개요 및 내용에 대해서 기술하고, 해양플랜트 예지보전 프로세스를 지원하며 예지보전 솔루션의 근간이 되는 예지보전 플랫폼의 개발 현황에 대해 기술하도록 한다. 이러한 예지

보전 솔루션을 통해 진단, 예지, 보전 시스템의 실행 및 활용이 가능하다.

### 2. 해양플랜트 예지보전(豫知保全) 솔루션

해양플랜트의 장비 및 설비들의 효율적인 운영 및 유지보수에 대한 요구에 대응하여, 우리나라 산업통상자원부에서는 산업핵심기술개발사업의 과제로 '해양플랜트 통합 운영 및 유지보수를 위한 예지보전(豫知保全) 시스템 개발'을 지원하였다. 자산보전관리(AIM, Asset Integrity Management)의 일부분인 예지보전(豫知保全: CBM, Condition based Maintenance)은 해양플랜트의 설비 및 장비의 운영 및 유지보수 관점에서 접근하고 있으며, '장비 상태에 대한 전문가적 진단을 통해 수명을 미리 예지하고 고장 발생 이전에 미리 보수하여 전체 시스템의 원활한 운용을 보장하는 유지보수 방법'으로 정의한다(Hwang, 2014). 해양플랜트 예지보전 시스템(제품명: ARGUS)은 해양플랜트 SCADA 시스템(ARGUS-SCADA), 해양플랜트 예지보전 솔루션(ARGUS-CBM), 가상 해양플랜트 운영 시스템(ARGUS-Virtual Plant)으로 구성하였으며, 해양플랜트 예지보전 솔루션은 '수집된 정보들을 기반으로 설비의 상태를 진단하고 열화를 측정함으로써 잔여 수명을 정확히 예측하여 고장이 일어나기 직전에 실시할 수 있도록 지원하는 의사결정 지원 솔루션'으로 정의한다(Hwang, 2014).

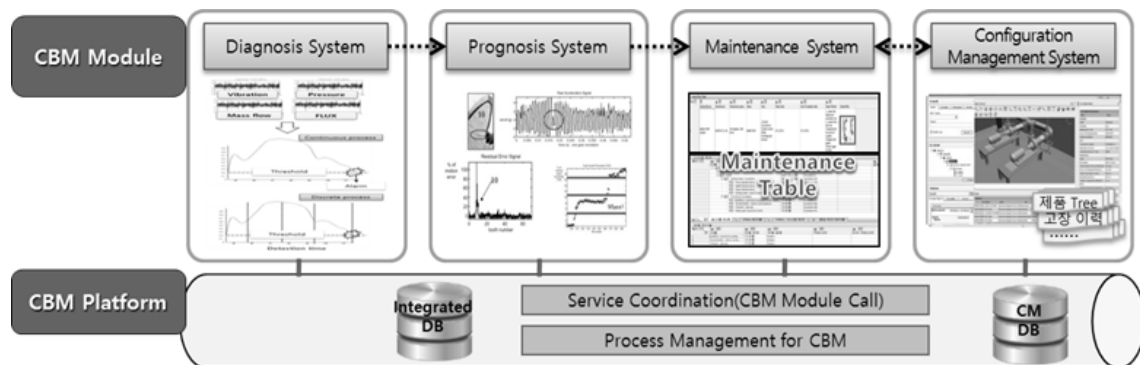


그림 1 ARGUS-CBM(Solution for condition-based maintenance)

해양플랜트 예지보전 솔루션은 지능형 진단 시스템, 예지 시스템, 보전 시스템, 형상관리 시스템, 예지보전 플랫폼으로 구성된다. 그림 1은 예지보전 솔루션을 구성하는 시스템들을 나타낸 것이다. 기본적으로 예지보전 플랫폼은 모든 단위시스템들의 기반이 되며, 예지보전 프로세스 및 구성 관계들을 종합적으로 관리하는 역할을 한다. 예지보전 플랫폼과 가장 밀접하게 운영되는 시스템이 형상관리 시스템이며, 모든 시스템들이 사용하는 데이터들을 원활하게 활용할 수 있고, 일관성을 제공하는 역할을 하게 된다. 이를 통해 운영 및 유지보수의 정확도를 향상시키고 형상(Configuration)을 항상 일치하도록 유지시킨다. 예지보전 플랫폼을 기반으로 하여, 다양한 센서 데이터로부터 진단 시스템이 이상 징후에 대한 감지 및 판단을 하며, 해당 데이터들을 활용하여 설비의 열화 상태를 판단하여 잔여수명을 예지 시스템에서 추정하고, 잔여수명에 따라 보전 전략 수립을 보전 시스템에서 지원한다.

'예지보전 플랫폼(Platform)'은 해양플랜트 장비 및 설비의 예지보전 관련 의사 결정을 지원하기 위해 수행되는, 진단, 예지, 보전 단계에 대한 프로세스 및 관련 정보를 관리하고 통합하는 플랫폼으로 정의한다. 예지보전 플랫폼은 예지보전 관련 의사 결정을 지원하기 위해 진단, 예지, 보전 단계에 대한 프로세스를 통합하고 각 단계에서 공유하는 정보를 관리한다. 해양플랜트 SCADA 시스템에서 제공되는 정보들을 진단, 예지, 보전 단계의 담당 시스템에 전달하고, 각 시스템 간의 정보 교환을 통합적으로 관리하는 기능을 수행한다(Hwang, 2015). 예지보전 플랫폼은 기능적으로 형상관리 시스템(Configuration System)과 유사한 면이 많다는 점도 참고해야 한다.

### 3. 예지보전 플랫폼의 개발

진단, 예지, 보전 단계의 프로세스 및 공유 정보들을 종합적으로 관리하는 예지보전 플랫폼은 실시간 데이터베이스(RTDB, Real Time DataBase)의 데이터를 진단, 예지, 보전 시스템에 전달한다. 이와 더불어 각 시스템들이 공유하는 정보들을 예지보전 플랫폼 통합DB에 저장/관리함으로써 각 시스템들의 상호 운용성을 가능하게 해 준다.

#### 3.1 예지보전 솔루션 통합DB 개발

진단, 예지, 보전 단계에서 생성되는 정보들은 각 시스템 내부에서 생성되어 소비되기도 하지만, 많은 정보들은 생성되어 후속 시스템에 전달될 수 있어야 한다. 이에 예지보전 솔

루션은 두 가지 형태의 데이터베이스(DB)를 사용하는 전략을 세워 개발하였다.

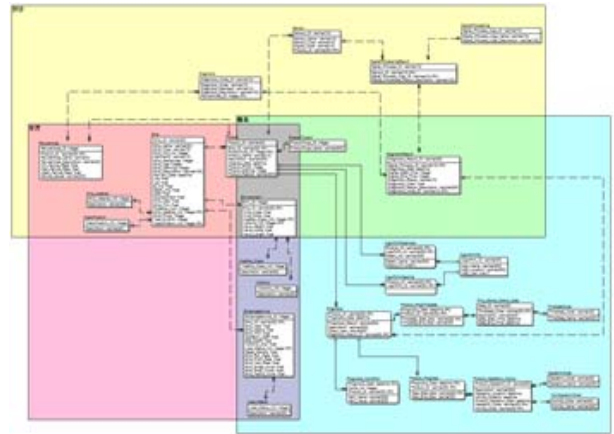


그림 2 Integrated DB in CBM solution

각 시스템 내부에서 생성/소비되는 정보들에 대해서는 자체DB의 형태로 각 시스템이 자율적으로 관리하도록 하였다. 이와 별개로 진단, 예지, 보전 시스템들이 공통적으로 활용하는 정보들을 체계적으로 관리하는 데이터들은 예지보전 솔루션의 통합DB(Integrated DB)에서 관리하도록 하는 전략이다. 이를 통해 각 시스템들의 독립성을 어느 정도 보장하며, 이와 더불어 상호 운용성 또한 보장할 수 있는 장점이 있다. 그림 2는 예지보전 솔루션의 통합DB의 스키마를 나타낸 그림이다. 통합DB는 예지보전 솔루션의 각 단위시스템들의 정보 공유 기능을 수행하고 있다.

#### 3.2 예지보전 플랫폼 개발

예지보전 플랫폼은 진단, 예지, 보전 시스템들이 다양한 시나리오를 통해 다양한 상황에 대한 활동할 수 있도록, 시스템들의 상호작용을 정의하고, 상황에 적합한 시스템이 가동될 수 있도록 하는 프로세스를 관리한다. 예지보전 플랫폼은 이와 같은 예지보전 프로세스를 지원한다. 사용자들은 기본적으로 진단, 예지, 보전 시스템에서 보내는 요약(Summary) 화면을 통해 해양플랜트의 장비 및 설비에 대한 상태를 파악할 수 있다. 또한 예지보전 프로세스에 적합한 시스템들을 구동시켜 주며, 처리 결과를 통합DB에 저장하여 관리하고 있다. 각 시스템들의 예지보전 프로세스를 지원하는 기능이 예지보전 플랫폼에 있으며, 프로세스의 운용이 가능하도록 각종 정보들을 각 시스템에 제공하는 것이 통합DB이다.

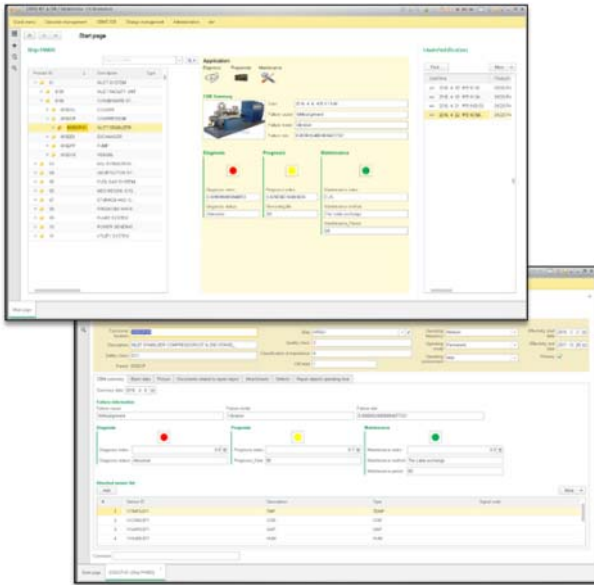


그림 3 User interface of CBM platform

예지보전 플랫폼은 기본적으로 각 장비 및 설비의 정보를 나타내고, 해당 설비 상태에 대한 요약 정보들을 확인하면서 시작한다. 장비 및 설비 상태에 오류가 있을 경우, 시스템은 진단, 예지, 보전 중 사용자가 확인해야 하는 시스템을 추천한다. 초기 오류의 경우에는 진단 시스템이 구동되지만, 상황에 따라 예지나 보전 시스템의 구동도 가능하다. 각 시스템들은 예지보전 플랫폼을 통해 RTDB에 접근하며 상태 분석에 필요한 센서 데이터들을 가져온다. 각 시스템들의 구동을 통해 갱신된 정보들은 예지보전 플랫폼에서 확인이 가능하다. 예지보전 솔루션의 최종 결과는 보전 시스템에서 제공하며, 보전 전략을 추천하며 사용자는 시스템이 제공하는 보전 전략을 기반으로 의사 결정을 하게 된다. 의사 결정된 정보들은 설비관리정보시스템(CMMS, Computerized Maintenance Management System)에 전달되어 실제 장비 및 설비의 유지보수 작업에 활용될 것으로 기대된다.

## 4. 결론

해양플랜트 운영회사들은 위축된 경기에서 생존하기 위해, 해양플랜트의 장비 및 설비들에 대한 경제적인 운영 및 유지보수를 통한 비용 절감에 초점을 맞추고 있으며, 매우 큰 관심을 표명하고 있다. 이에 기존의 정기보전 및 사후보전이 아닌, 보다 진보된 형태의 보전법인, 예지보전 방식을 그 대응 방안으로 검토하고 있다. 예지보전 방식은 적극적이고 공격적

인 운영 및 유지보수 방식을 제공하여 수리 기간 및 비용을 획기적으로 절감할 수 있는 것으로 알려져 있다. 이를 위해 우리나라에서는 해양플랜트 예지보전 시스템(ARGUS)을 개발하였으며, 이 중 지능적 판단과 전문가적 제언을 가능하게 하는 시스템이 예지보전 솔루션이다.

본 원고에서는 해양플랜트 예지보전 프로세스를 지원하는 예지보전 플랫폼의 개발에 대해 다루었다. 우선 해양플랜트 예지보전 솔루션의 개요 및 내용에 대해서 기술하였고, 해양플랜트 예지보전 프로세스를 지원하며 예지보전 솔루션의 근간이 되는 예지보전 플랫폼의 개발 현황에 대해 기술하였다. 예지보전 플랫폼의 주요 내용은 진단, 예지, 보전 시스템이 공통적인 정보를 활용할 수 있도록 하는 통합DB를 설계하고 구현하였으며, 이러한 정보를 기반으로 예지보전 프로세스를 운용 가능하게 하는 예지보전 플랫폼을 개발하고 있다. 기본적인 정보 확인부터 각 장비 및 설비의 요약 정보를 확인하고, 유사 시 구동이 필요한 시스템을 추천하여 유지보수 활동 여부를 판단하여 다양한 정보들을 제공하게 한다.

예지보전 솔루션을 사용하여 얻는 최종 결과는 보전 시스템에서 제공된다. 해당 장비에 적절한 보전 전략을 추천함으로써, 사용자가 의사 결정하여 해당 정보들을 설비관리정보시스템(CMMS)에 전달하며, 이를 기반으로 실제 장비 및 설비의 유지보수 작업에 활용될 것으로 기대된다.

## 후 기

본 원고는 산업통상자원부 산업핵심기술개발사업(IT융합, 10045212, 해양플랜트 통합 운영 및 유지보수를 위한 예지보전(豫知保全) 시스템 개발)으로 지원됨.

## 참 고 문 헌

- Carmignani, G. [An integrated structural framework to cost-based FMECA: the Priority-Cost FMECA, Reliability Engineering and System Safety, 94(4), pp. 861-871] (2009)
- EU PROMISE Project, <http://promise.linux15.webhome.at/home/>
- Gim, H.S. Park, Y.C. Hwang, H.J. & Hwang, J.S. [A study on Asset Integrity Management System based on Engineering Data for Condition Based Maintenance System of Offshore Platform,

Proceedings of the Korean Society of Ocean Engineers(Spring), pp. 198–201] (2014)

Hwang, H.J. [Configurations of the CBM Solution for Offshore Plants and Plans for Information Sharing between Components, Proceedings of the Korean Society of Ocean Engineers(Spring), pp. 170–173] (2014)

Hwang, H.J. [Study on Integrated Process and Representative Scenario for Condition-based Maintenance Solution of Offshore Platforms, Proceedings of the Korean Society of Ocean Engineers(Spring), pp. 233–236] (2015)

Jardine, A. Lin, D. and Banjevic, D. [A Review on Machinery Diagnostics and Prognostics Implementing Condition-Based Maintenance, Mechanical Systems and Signal Processing, 20, pp. 483–510] (2006)

Niu, G. Yang, B.S. and Pecht, M. [Development of an Optimized Condition-Based Maintenance System by Data Fusion and Reliability-Centered Maintenance, Reliability Engineering and System Safety, 95(4), pp. 786–796] (2010)

Ozturk, B. Kim, K.S. Kim, Y.I. and Lee, J.H. [Fault Diagnosis of Rotating Machines in Offshore Plant Based on Morlet Wavelet Transform, Proceedings

of 2014 Conference of the Korean Society of CAD/CAM Engineers, pp. 314–321] (2014)

Yam, R.C.M, Tse, P.W, Li, L. and Tu, P. [Intelligent Predictive Decision Support System for Condition-Based Maintenance, The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 17(5), pp. 383–391] (2001)



황 호 진

- 1974년생
- 2003년 KAIST 기계공학 박사
- 현 재 : 선박해양플랜트연구소 책임연구원
- 관심분야 : 조선해양-IT융합, 조선해양 M&S
- 연 락 처 : 042-866-3645
- E - mail : hjhwang@kriso.re.kr



황 진 상

- 1972년생
- 2009년 KAIST 기계공학 박사
- 현 재 : (주)부품디비 사장
- 관심분야 : IT융합-엔지니어링 지식 시스템
- 연 락 처 : 042-862-9226
- E - mail : ars@partdb.com

## 2017년도 조선해양생산연구회 추계학술대회

일 자: 2017년 10월 19일(목)~20일(금)

장 소: 한국해양대학교