

# 해양 시추용 15,000psi급 머드 시스템에 대한 제어 시스템 개발

이상목\* · 조배석\* · 김태형\* · 황종덕\*\* · 김남호\*\*\*

\*한국조선해양기자재연구원 해양플랜트기자재시험인증센터

· \*\*우민기술(주) · \*\*\*부경대학교 공과대학 제어계측공학과

## 15,000psi Grade Control Systems Development for the Mud System in Offshore

Sang-Mok Lee\* · Bae-Seok Cho\* · Tae-Hyoung Kim\* · Jong-Deok Hwang\*\* · Nam-Ho Kim\*\*\*

\*Dept. Offshore Equipment Testing & Certification Center, Korea Marine Equipment Research Institute

\*\*Woomin Tehnology Co., Ltd.

\*\*\*Dept. of Control and Instrumentation Eng. Pukyong National University

E-mail : hillsing@komeri.re.kr

### 요 약

국내 해양 시추용 시스템(드릴십, 시추 리그)의 건조시 머드 시스템은 전면 수입에 의존하며, 소수 외국 대기업을 독과점 현상이 심화되고 있다. 또한, 현재까지 국내 기술개발은 대부분 단품 위주의 제품개발을 시도하였으나, 패키지 단위의 제품 개발방법으로 접근하여 개별 장비를 패키지 단위의 사업화를 위해서는 모니터링제어시스템에 대한 개발이 필요하다. 따라서, 본 연구과제를 통해 개발된 국산화 머드 시스템의 단일 장비들을 통합 운영할 수 있는 제어모니터링 시스템을 개발 한다.

### ABSTRACT

The Offshore drilling system of domestic drilling systems (drill rigs, drill ship) in Korea is dependent on full imports and the monopolistic situation of a few foreign large corporations is intensifying. In addition, most of domestic technology development tries to develop single product oriented products until now, but it is necessary to develop monitoring control system for package unit commercialization by approaching package development method. Therefore, we will develop a control monitoring system that can integrate the single equipment of the mud system developed previously.

### 키워드

Offshore Mud control system, MCS, Offshore Mud System

#### 1. 시스템 개요

해양 시추용 머드시스템은 땅속 깊은 곳을 드릴링을 할 때 드릴 비트의 마모 및 파손을 방지하여 드릴 비트와 베어링 등 기자재의 수명을 증가시키는 역할을 하는 머드의 배합과 공급 및 회수까지의 시스템을 의미하며, 크게 bulk handling system, mud mixing and storage system, mud supply system(LP and HP), mud treatment system, mud control system으로 5개의 시스템으로 구성되어 진다.

해양시추용 mud control system은 해양 시추 시 drilling fluid를 생성, 조합, 이송 및 circulation 하기 위한 각종 장비를 통합 제어하기 위한 시스템을 의미한다.

해상 구조물에서 mud 생성 및 이송 절차는 PLC (programmable logic controller)로 구성된 mud control system(이하 MCS)으로 운영하게 된다. MCS는 독립된 시스템이지만 VMS 또는 drilling control system과 interface되어 구성되는 것이 일반적이다. 또한 mud system과 관련된 모든 actuator와 transmitter 및 condition 정보를 실

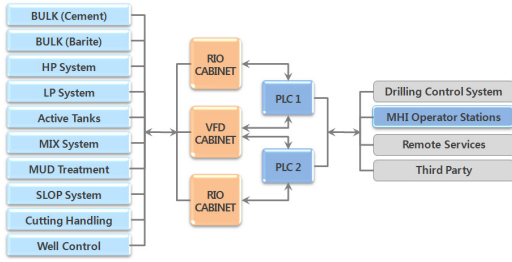


Fig. 1. Offshore Drilling MUD Control System Block Diagram

시간으로 모니터링이 되어 관리 및 운영된다. mud engineer는 시추 시 유정에서 발생하는 kick을 대비하여 적절한 시간에 완벽하게 bulk를 이송하고 mud를 제조 생성해야 되기 때문에 MCS의 안정성과 신뢰성은 매우 중요한 요소이다.

## II. 해양시추용 Mud control system 개발

그림 2는 해양 시추시스템의 MCS에 대한 간략한 구성도이며, 각각의 bulk tank room, mud tank room 및 mud storage tank room에 local remote I/O panel이 설치된다. 또한, safety area에 위치한 PLC cabinet은 local panel로부터 control valve, weight transmitter, pressure transmitter 및 level switch 등의 데이터를 획득하여 mud control room의 HMI (human-machine interface)에 모니터링이 가능하도록 구성되어 있다.

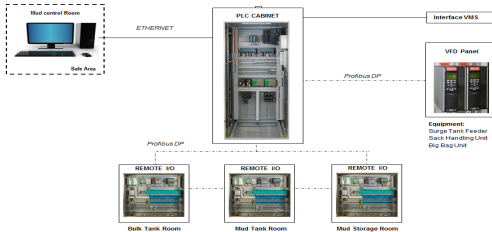


Fig. 2. MCS Network Diagram (자료 : NOV)

제어명령의 경우 획득절차의 역순으로 실시간으로 모니터링되는 데이터와 시추상황에 따라서 mud engineer는 HMI를 통해서 각각의 actuator와 시스템을 작동하여 분체 이송 및 mud mixing과 circulation을 수행하게 된다.

그림 2의 VFD판넬은 모터로 구동되는 mud mixing system을 제어하기 위한 시스템으로써 surge tank 하부의 rotary valve와 sack cutting unit 그리고 mud tank의 agitator의 제어를 담당한다.

MCS의 데이터 입출력과 제어명령은 local의 remote I/O와 통신으로 처리되기 때문에 실시간

으로 제어 성능 보장을 위한 네트워크 프로토콜 확보와 VMS와 drilling control system과의 interface 등 확장성을 고려한 이기종 장비 인터페이스 기술은 필수적이다. 또한 시추시스템의 control system은 시추 시 발생하는 emergency 상황과 System Fail 상태를 고려한 시스템 이중화 기술이 필수적이며 이는 시스템의 신뢰성과 안정성을 평가하는 중요한 요소로 여겨진다.

### 2.1 최적화 된 LP 및 HP Mud system 운영

전 세계적으로 운용되고 있는 drillship 및 rig 선의 mud control system은 크게 두 개의 업체 NOV 및 AKMH가 독점하고 있다. 유럽 선주의 경우 control system의 PLC를 SIEMENS PLC system으로 구성하는 것을 선호하며, 미국 선주의 경우에는 RockWell PLC system으로 구성하는 것을 선호한다. DCS와 interface되는 MCS 또한 SIEMENS 또는 RockWell로 구성된다. 본 과제를 통해 개발되는 MCS는 SIEMENS를 고려 대상으로 하되, 이기종 장비 인터페이스 기술을 적용하여 개발할 것을 목표로 하고 있다. 본 과제를 통해 개발 될 MCS hardware의 구성은 아래와 같다.

- Remote I/O Cabinet
- VFD Panel
- PLC Cabinet
- Mud Control Room
- Mud Control Room

MCS의 S/W는 mud engineer가 설정한 mud density에 따라서 자동으로 mud를 ixing하여 생성하는 automatic density control과 data의 trend reporting, logging of historical data, logging of rates 및 SQL interface 기능을 포함한다. 본 과제에서는 SIEMENS에서 공급되는 WINCC를 사용하여 mud system의 LP (low pressure)영역과 HP (high pressure)영역의 시스템을 운영할 수 있는 MCS를 개발할 계획이며, 선진사의 S/W를 비교 분석하여 차별화를 위해서 사용자 친화적인 UI를 설계하고, 각 센서 신호의 데이터 값을 관리하는 DB와 시스템 운용 중 발생하는 각

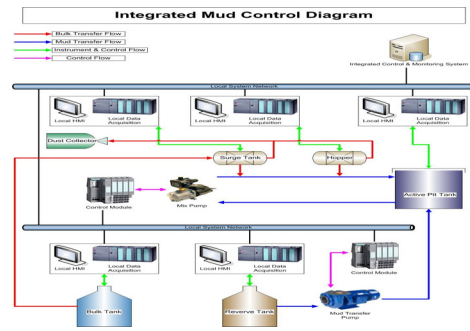


Fig. 3. Integrated MCS Diagram

중 이벤트 및 데이터 이력을 관리하는 DB로 구성하여 데이터 취득 및 관리 시스템을 구축하고자 한다. mud system에서 DB에 저장된 데이터들은 각종 프로세스 unit을 통해 monitoring, 분석되어 display되고 관리된다. system fault가 발생할 시 redundancy로 구축된 시스템으로 전환이 되도록 구성할 계획이다.

또한, Mud 시스템 설비의 상태 데이터를 취득 분석하여 설비의 유지 보수를 적시에 실시 할 수 있도록 하는 시스템을 개발하여 MCS에 적용한다면 이를 통해 down time 절감, 설비 효율성, 품질 및 안정성 향상, 수리 시간 (repair time) 감소 등의 효과를 기대할 수 있다.

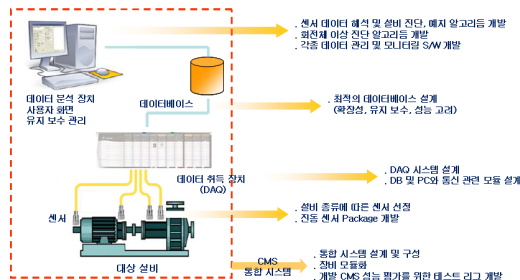


Fig. 4. System Condition Diagnosis System

특히 최근 발주되는 고급 상선, drill-ship, FPSO 등의 해양 플랜트 등에서 조업인원의 감축에도 불구하고 선내 각종 장비의 시의 적절한 유지 보수 작업이 이루어 질 수 있도록 상태진단모니터링시스템의 적용 요구가 증가하는 추세이다. 이러한 시스템은 설비의 상태를 진단할 수 있는 각종 센서류, 데이터 취득 장치, 데이터 분석 및 관리 소프트웨어, 각종 monitoring 및 alarm 소프트웨어 시스템 등으로 구성되며 이러한 필요 요소들이 전체적으로 하나의 시스템으로 통합 구성되어야 하는데, 현재까지는 GE, Honeywell 등 해외 vendor에 H/W 뿐 아니라 통합 시스템의 공급 등을 의존하고 있는 실정이라서 가격이 비싸고 설계, 제작, 시운전 등에서 투입 노동력 증가, 일정 지연 등의 많은 비효율적인 요소들이 발생하고 있다. 본 과제에서는 mud system에서 구동되는 각종 LP pump와 HP pump 그리고 motor system에 진동 및 온도데이터를 취득하여 관리자 및 엔지니어가 고장진단을 할 수 있도록 system condition diagnosis 알고리즘을 개발하여 MCS에 적용할 계획이다.

2.2 신뢰성 및 안정성 검증을 위한 HILS 개발

HILS는 hardware in the loop Simulation의 약자로 이미 항공, 자동차 산업분야에서는 활용도가 높은 검증 시스템이다. 또한 해양에서도 BOP, DP 그리고 PMS등 시추작업 도중 안전과 직접적으로 영향이 있는 시스템에 대해서는 이미 선주

및 고객사에서 HIL Test를 요구하고 있다. HILS는 real-time imbedded system을 사용하여 대상 시스템에 대해 동역학 설계 및 해석을 수행하여 프로세스를 구현하기 때문에 실제 시스템과 100%에 가까운 조건과 환경에서 테스트를 수행할 수 있다. HILS는 해석적인 방법과 시제작 평가의 중간 단계로 시스템 개발기간 및 경비를 절감할 수 있으며 계의 파라미터 변경이 쉬우며하고 재현성이 높아 결과분석이 용이하다.

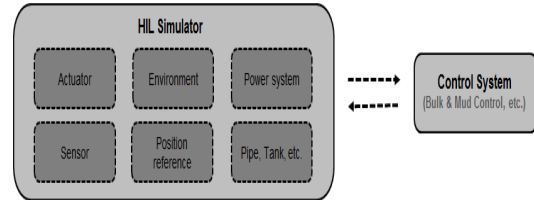


Fig. 5. HILS Diagram

2.3 실시간 장비 제어 네트워크 및 이기종 장비 인터페이스 개발

하나의 제조사(vendor)에서 제공되는 스위치와 같은 네트워크 장비는 일반적으로 다양한 네트워크 프로토콜을 구현하는 데이터 평면(data plane)과 이러한 네트워크 장비를 설정하고 제어하기 위한 제어 평면(control plane)이 하나의 시스템으로 제공된다. 최근 등장한 소프트웨어 정의 네트워크(software defined network, 이하 "SDN"이라 함)에서는 네트워크 장비의 제어 평면과 데이터 평면을 분리하고, 제어 평면과 데이터 평면 사이에 개방형 인터페이스를 정의함으로써 이기종 장비 간의 상호 연동을 가능하게 하는 동시에, 데이터 평면의 동작도 임의로 정의할 수 있는 통로를 열어주고 있다.

개방형 인터페이스는 이기종 장치들간의 연동을 원활하게 하며, 보다 빠른 네트워킹 기술의 혁신을 가능하게 한다. 이로 인해, 개방형 인터페이스는 데이터 센터, 클라우드를 비롯한 다양한 환경에 활발히 적용되고 있다.

개방형 구조의 네트워킹 기술이 갖는 장점과 달리, 개방형 인터페이스를 이용하여 규모가 크거나 복잡한 동작으로 구성되는 새로운 기능을 정의하는 과정에서 의도하지 않은 오류가 발생할 가능성이 있다. 이러한 의도하지 않은 오류는 네트워크 자체의 장애로 이어지는 위험성을 내포하고 있다.

이러한 위험성을 줄이고자 본 과제를 통하여 최신 기술동향 분석 및 통신사양을 정립하고 이를 공개를 통해 이기종 장치를 개발된 MCS 적용이 가능하도록 목표로 한다.

III. 기술개발 중요성과 파급효과

본 연구개발을 통해 mud control system을 국산화함으로써 일부 기업의 독점으로 인한 외화손실을 막고, 국내 조선 기자재 관련 기업의 활성화를 유도하여 국가 경쟁력 상승 및 국내 브랜드 홍보의 기회를 삼고자 한다. 또한 기술력의 취약한 부분을 파악하고 관련 기술을 선점하여 고부가가치 사업으로 의 성장 가능성을 기대하고 있다.

해상 시운전은 인력, 시간, 자금적인 면에서 막대한 자원을 소비하게 된다. 본 개발을 통해 개발 예정인 가상 검증 시뮬레이터인 HILS를 통해 실제 시운전을 하지 않더라도 기자재 검증이 가능하며 시운전 비용 절감이 기대된다.

현재 국내 조선3사에서 지속적으로 시추선이 건조되고 있으나, 내부 주요 기자재들은 NOV등과 같은 해외 메이저업체의 제품으로 대부분 수입에 의존하고 있는 상황이다. MCS 국산화 개발을 통해 기술력을 확보함으로써, 해양플랜트 강국 도약에 발판을 마련할 수 있을 것으로 기대된다.

#### IV. 기술개발 추진 방법 및 전략

현재 해양플랜트의 drilling PKG 로 MCS를 공급하고 있는 주력 선진사 (NOV, AKMH)의 독점적 공급으로 인하여 국내에서 시스템을 개발하였음에도 불구하고 시장진입의 어려움과 경쟁력 약화 및 해외 기업에 대한 의존율이 증가하는 어려움을 극복하고자, 선진사의 시스템을 면밀히 분석 후 제품 차별화를 위한 software 알고리즘 구축, 사용자 편의를 위한 UI 개발 및 시스템의 안정성과 신뢰성을 테스트하여 국산화 제품의 강력한 경쟁력을 확보할 계획이다.

1차년도부터 3차년도까지 개발된 mud control system의 사업화를 위해 시추리그 실제 규모의 시스템 운전을 구현할 수 있는 control system을 구축하고 주관기관이 보유하고 있는 bulk & mud system에 integration하여 실 장비 테스트와 가상시스템 테스트를 통하여 시스템 성능 검증을 거쳐 시장 진입의 가능성을 구체화 시킬 계획이다.

분체 및 유체 이송에 대한 수학적 다이내믹을 구현하기 위하여 국내 CFD (computation fluid dynamic) 해석 기술을 보유하고 있는 국내 대학 기관과 협업하여 분체 저장 탱크 및 이송 파이프, 머드 생성관련 수치해석을 수행하고, 이를 기반으로 실 규모의 bulk & mud system을 가상으로 설계 및 구현하여 개발된 MCS와 연동하여 control system에 대한 신뢰성과 안정성 테스트를 수행할 계획이며, 한국조선해양기자재연구원에서 개발된 MCS에 대한 시험평가 표준안을 구축하여 이를 기반으로 시스템 신뢰성과 안정성을 테스트하기 위한 테스트 절차를 작성하고 테스트의

객관성을 위하여 국내 조선소의 입회하에 테스트를 수행하고자 한다.

### ACKNOWLEDGMENTS

본 연구는 산업통산자원부의 “해양 시추용 15,000psi급 머드 시스템에 대한 제어 시스템 개발” 사업의 연구결과 중 일부임을 밝히며, 연구비 지원에 감사드립니다.

### 참고문헌

- [1] Chernyi S, Zhilenkov A. (2015) Analysis of complex structures of marine systems with attraction methods of neural systems. Metallurgical and Mining Industry, No. 1, p.p. 37 - 44
- [2] Sergei Chernyi, Self-contained drilling rig automatic control system efficiency improvement by means of assuring compatibility and integration methods development. Metallurgical and Mining Industry, 2015, No. 3