

선박 유지보수를 위한 선체 두께 관리 시스템 개발

박개명^{1*} · 이정렬¹ · 이경호²

¹한국선급, ²인하대학교 선박해양공학과

Development of Hull Thickness Management System for Ship Management System

Kaemyoung Park^{1*}, Jeong-youl Lee¹, and Kyungho Lee²

¹IT Convergence Research Team, Korean Register of Shipping

²Department of Naval Architecture & Ocean Engineering, Inha Nat'l Univ.

Received 9 January 2015; received in revised form 1 April 2015; accepted 2 April 2015

ABSTRACT

The specific goal of the SMS (Ship Management System) is to increase ship safety and decrease maintenance fee. Equipment of ship is managed by PMS (Planned Management System), sub-system of SMS. But hull has not managed by ship manager. So, the Classes have developed the system for hull maintenance. Recently, the ship maintenance system has been developed for satisfying operator's requirements such as managing maintenance data as integrated platform, intuitive manipulation and design for ease of use. To reflect such requirement, 3D Model based maintenance system was introduced for ship in operation stage. Hull items that have to be inspected, repaired, replaced, are stored in integrated data platform with drawing, reports, and etc. and completely linked to 3D product Model. This system is specially developed for measurement and maintenance of hull thickness

Key Words: Hull Maintenance, Thickness measurement, Ship Management System, Ship Model

1. 서 론

선박의 안전한 운항과 효율적인 유지보수를 위하여 선박에 탑재된 기자재와 선박의 구조인 선체를 계획적으로 관리해야 한다. 선박 기자재의 경우 체계적인 관리 프로세스가 정립되어 있고 및 지원 시스템도 다수 존재한다. 그러나 선박 선체의 경우 지금까지는 선체 관리를 위한 시스템 개발의 필요성이 크지 않았다. 그러나, 2010년 이후

유가 급등과 벌크운임지수(BDI)의 하락으로 효율적인 선박 운항 및 경제성 확보가 중요해지면서 선체 관리에 대한 관심이 높아졌다.

일부 선급(Class)은 기 개발된 선체 두께 검사 시스템을 이용하거나 자체적으로 시스템을 구축하여 사용하고 있다. 그러나, 기 개발된 시스템은 선체 두께 측정 데이터(TM Data: Thickness Measurement Data)의 가공된 데이터만을 이용하여 선체의 정확한 관리가 어렵다. 또한 선박 관리자에 의해 자체 개발된 시스템은 선박 기자재 관리 시스템을 바탕으로 하여 선체 관리와 상이한 부분이 많아 선체의 정확한 관리가 어렵다. 또한 기존에 개발된 선

*Corresponding Author, kaemyoung@krs.co.kr
©2015 Society of CAD/CAM Engineers

체 두께 관리 시스템은 선급 검사를 위하여 개발이 되어 선박 관리자나 선박 소유자의 기존 시스템과 데이터 공유는 이뤄지지 않고 있다.

이와 같은 문제를 해결하기 위하여 선급 검사 규정에 맞고 기존의 선박 관리 시스템(SMS: Ship Management System)과 관리 방식 및 데이터 공유가 되는 시스템의 개발이 필요하다.

그리고 이 시스템은 선박 관리자에게 선체 관리를 위한 활용도구로 제공되고 선급 검사원에게 선체 검사를 위한 활용도구로 활용된다.

2. 관련연구

2.1 선체 두께 관리 절차 및 수행

선체 검사에 대한 사항은 국제선급협회(IACS: International Association Class of Society)의 문서에 상세하게 기술되어 있다(IACS URZ)^[1]. 선체 관련 검사의 일반 사항과 연차 검사, 특별 검사, 중간 검사로 이뤄지고 선체의 검사 및 두께 계측 위치는 선박의 종류와 앞에서 언급한 검사의 종류에 따라 다르게 수행된다. Fig. 1에는 일반적인 선체 검사 절차를 나타낸다. 후반부에는 선체의 정밀 검사와 선체 두께 계측 절차가 반드시 수행되도록 명시되어 있다.

선체 두께 계측은 선급에서 인증된 두께 계측 업

자가 실시하고, 일부 계측은 선급 검사원이 동행하여 이뤄진다. 두께 계측은 두께 계측 업자가 직접 검사 위치로 이동하여 전용 장비를 이용, 두께를 계측하는 방식으로 수행된다. Fig. 2는 두께 계측을 수행하는 모습과 장비를 나타낸다.

두께 계측은 Fig. 2의 UTM(ultrasonic thickness Measurements) 장비를 사용하여 이뤄진다. 이 장비를 통해 계측된 데이터는 Fig. 3과 같이 IACS에서 제안한 표준 두께 계측 표에 기록한다. 두께 계측 데이터는 이 표에 맞게 기입하여 각 선급에 제출된다. 이 표는 선종과 계측 영역 및 위치에 따라 다른 형태로 구성이 된다.



Fig. 2 Action of thickness measurement and equipment

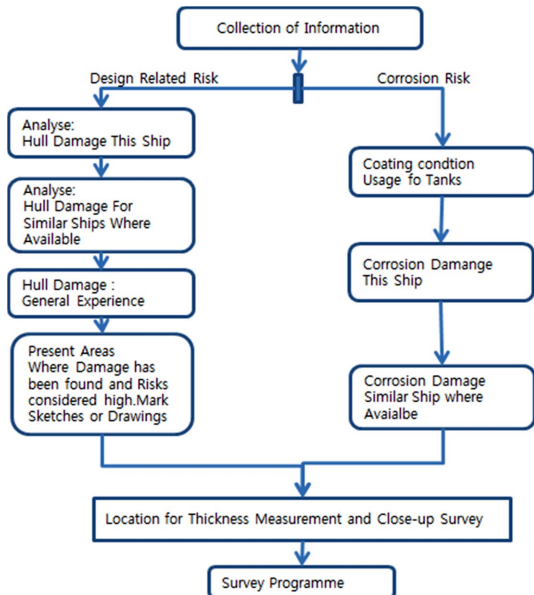


Fig. 1 Technical assessment & the survey planning Process

확대

| Ship's name | | Class Identity No. | | Report No. | |
|---|---------------|--------------------|------------------|--------------|--------------|
| 8th stroke from keelstrake upper bilge strake | | | | | |
| PLATE POSITION | No. or Letter | Mean Thk. mm | Original Thk. mm | Diminution P | Diminution S |
| | | | | mm | % |
| 7th | J15 | 17.5 | 2.03 | 17.5 | 17.6 |
| 8th | J14B | 17.5 | 2.03 | 17.7 | 17.8 |
| 9th | J14A | 35.5 | 3.00 | 35.4 | 35.6 |
| | | | | 0.1 | 0.3 |

Fig. 3 Tabular representation of thickness measurements following IACS standards^[1]

2.2 선박 선체 두께 관리 시스템

선체 관리의 목적은 선체의 안전과 검사 업무를 하고 있는 선급에서 관심을 가지고 개발되었다. 선체를 체계적으로 관리하기 위해서는 선체 두께 계측 데이터를 효율적으로 관리하여야 한다. 그래서 IACS의 주요 선급들은 자체적으로 선체 관리 시스템을 개발하였고 이 시스템의 모듈 혹은 서브 시스템으로 선체 두께 관리 시스템은 개발되었다.

2.1.1 CAS 프로젝트

유럽의 GL과 BV는 2006년에서 2008년 봄까지 선박 선체의 유지보수를 위한 선체의 관리를 위한 시스템 개발을 목적으로 CAS(Condition Assessment of aging ship for real-time Structural maintenance decision) 프로젝트를 수행하였다^[2]. 이때까지 선체를 관리하는 IT 시스템은 전무한 상태이므로 이 시스템은 선체 관리를 위한 모든 절차와 프로그램, 그리고 로봇을 이용한 선박의 두께 계측 시스템도 개발하였다. 특히 이 프로젝트에서는 HCM(Hull Condition Model)이라는 선체의 유지보수를 위한 데이터 형식을 제안하였다. 그리고, HCM 데이터 형식으로 두께 계측 데이터를 저장하고 저장된 파일은 최종적으로 Hull Condition Assessment System의 입력 이용하고자 설계되었다. 이 시스템의 절차는 다음과 같다.

- 선박 3D 모델 생성
- 로봇이나 사람에 의해서 두께 계측 데이터 입력
- Assessment of the structural condition

그러나, 이 시스템은 HCM데이터로 정의된 선박 3D 모델을 생성하지 않으면 선체 두께 계측과

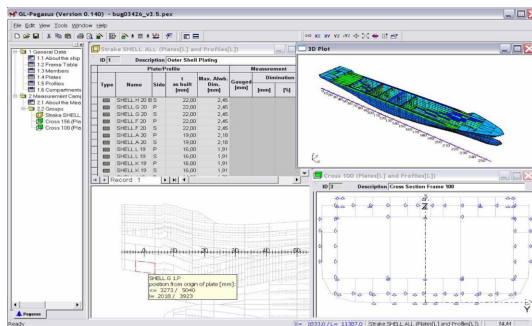


Fig. 4 Screenshot of the PEGASUS application for CAS^[3]

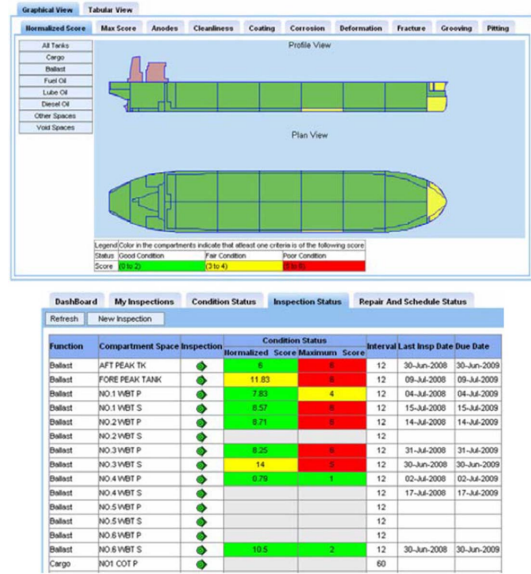


Fig. 5 User interface of 'Hull inspection & management'^[4]

관리를 할 수 없기 때문에 선체관리 및 선박 두께 데이터를 이용하기 위해서는 전용 시스템을 사용 하여야만 한다.

2.2.2 Hull Inspection & Management by ABS

ABS의 선체검사 시스템은 검사의 결과를 2차원의 그림과 표를 통해 한눈에 확인할 수 있으며, 검사의 Reporting과 분석을 위한 도구를 제공한다. Cargo Ballast, Fuel Oil 등의 기능별로 구획을 구분하며, Coating, General Corrosion, Pitting, Deformation, Fracture, Cleanliness의 6개 항목으로 선체를 검사한다. 선체 상태에 따라 GOOD은 초록색, FAIR 노란색, POOR 빨간색으로 표시된다. ABS 시스템은 두께 계측의 원본데이터를 가공하여 0~6의 단계별로 선체를 관리한다. 결국 이 데이터는 선체의 수명, 혹은 Hull Condition Assessment에는 이용될 수 없다. 또한 선체를 구성하는 큰 단 위인 구획단위로만 선체관리를 하고 있다.

2.2.3 Thickness measurement tool of GL Hull Manager

독일 선급GL은 Hull Manager라는 선체 관리 시스템을 개발하였다. Hull Manager의 특징은 해당 검사 구획의 3차원 형상과 Checklist를 포함하는 검사 양식을 제공하고, 필요한 경우 특정 위치의 사진 정보를 첨부할 수 있다. 선체의 3차원 형상

과 검사 결과를 한 눈에 확인할 수 있다. Hull Manager에서 제공되는 두께 계측 도구는 CAS Project로부터 개발된 GL Pegasus가 지속적으로 개발되어 왔다. GL Pegasus는 HCM 형식을 이용하여 두께 계측 데이터를 이용한다.

혹은 IACS에서 권고한 두께 계측 Sheet를 출력할 수 있는 소프트웨어를 개발하여 사용하고 있다. 검사 관리 시스템은 Coating, General Corrosion, Pitting/Grooving, Deformation, Fracture, Cleanliness의 6개 검사 카테고리를 중심으로 검사 결과를 저장한다. 이 시스템은 CAS 프로젝트로 출발하였기 때문에 HCM데이터로 정의된 선박3D 모델을 생성하지 않으면 선체 두께 계측과 관리를 할 수 없다.

2.2.4 DSME Hull Maintenance Management System Development for Semi-Submersible Drilling Rig

대우조선 해양에서 개발한 ‘반잠수식 선체 유지 보수 관리 시스템’의 경우 조선소에서 선박 소유자에게 선체 두께 데이터 관리용 시스템을 제공하고자 개발되었다. 이 시스템의 경우 선급에서 선체의 기본관리 대상인 구획정보를 바탕으로 조선소에서 추가적으로 관리할 필요가 있는 부분을 세부 14개 구획으로 추가 선정하여 관리하도록 하였다. 이 시스템은 선박의 건조자인 조선소에 선체 두께 관리를 위해서 시스템을 개발하였다는 것에 큰 의미가 있다. 그러나, 이 시스템은 두께 계측 데이터를 수치적으로 관리하지 않고 있다.

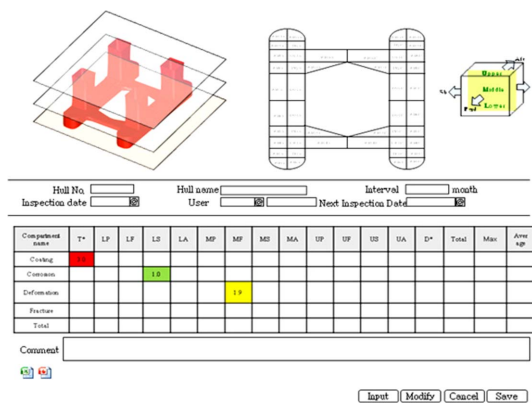


Fig. 6 Hull maintenance management system development for semi-submersible drilling rig^[6]

2.3 선박 두께 데이터 활용 시스템

2.3.1 선체잔여수명예측 시스템

기계 연구원에서는 선체의 잔여 수명 예측관련된 시스템 설계하였다. 이 잔여수명 예측은 선박의 두께 데이터를 활용하는 시스템이다. Fig. 7은 잔여수명예측 시스템의 화면이다. 이 시스템은 확률 및 통계적인 방법을 이용하여 선박의 각 부재와 Plate의 잔여 수명을 예측하였다.

2.3.2 선박 수명주기 관리 시스템

대우조선해양에서는 선박 소유자에게 선박이 인도된 후 선박의 생애주기에 사용될 데이터 연계를 위한 4계층 모델 기반의 프레임워크와 관련 프로시저 연구를 진행하였다. 특히 이 연구에서는 선체와 선체의장 데이터 구조를 설계하였다^[8].

2.3.3 선박두께 활용 시스템

선박 두께 데이터는 향후 이미 진행된 다양한 연구의 중요 데이터로 활용 가능성을 가진다. 선

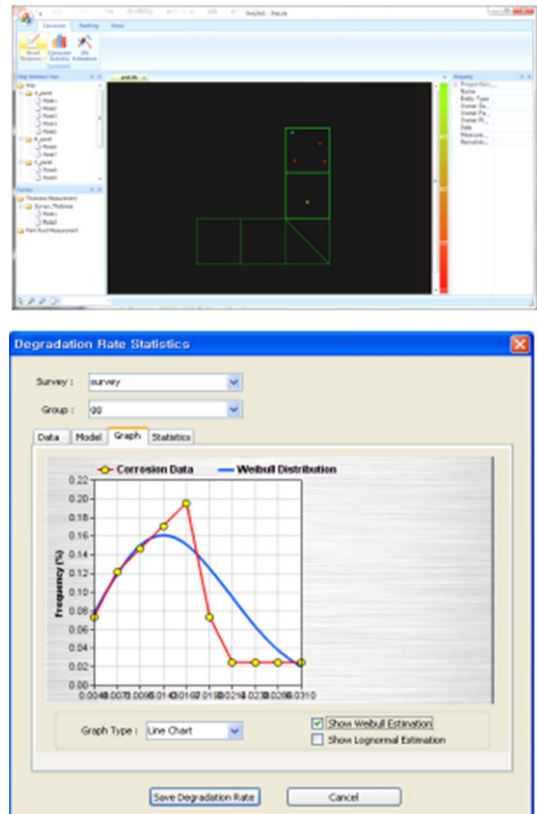


Fig. 7 Hull residual life prediction system considering corrosion and coating^[7]

박의 안전성 평가를 위한 시스템의 경우 손상 부위의 형태와 구획의 기본 데이터로 이용할 수 있다^[9].

3. 선체 두께 관리시스템의 설계

3.1 선체 두께 관리 시스템 절차

선급에서 제공하는 선급 규칙데이터와 설계에서 사용된 3D 모델 데이터를 이용하여 통합된 선체 두께 계측 데이터를 하는 절차는 Fig. 8와 같다. 3D모델 데이터는 두께 계측 데이터의 위치정보를 제공하고 두께 계측 정보의 유지측면에서 꼭 필요한 데이터이다. 선급은 선종 및 정기검사의 차수에 따라 선체의 두께 계측 범위 및 선체 구조물 및 주요 부재에 대한 계측 위치 정보를 제공한다. 이 연구에서 제안한 시스템은 선급 규칙 정보로부터 계측 위치 정보 추출, 계측 범위 정보추출하고, 3D 모델 데이터로부터 두께 계측과 연관된 요소 데이터를 추출하는 기능을 제공한다. 이러한 기능으로 획득된 데이터를 매칭 및 병합하여 통합된 계측 데이터와 이 데이터를 기존의 선박 관리 시스템에 이용할 수 있는 선체 조건 데이터(HCD: Hull Condition Data)를 제안한다.

3.2 선체 두께 시스템의 유스케이스

3D 선체 두께 관리 시스템의 개발을 위해서 Fig. 9의 절차로부터 이 시스템의 유스케이스를 정의하였다. Fig. 9과 같이, 3D 선체 모델 로딩>Loading 3D Hull Model Data), 선체 구조 및 멤버 추출 (Extract Structure and Member from 3D 모델 Data), 두께 계측 범위 정보 구축, 두께 계측 위치

정보 저장, 3D 선체 모델과 두께 계측 범위 및 위치 정보 통합으로 구성된다.

선체 모델 로딩은 조선소 설계한 선체 3D 모델 정보나 선체 형상의 모델을 로딩하는 단계이다. 로딩 가능한 3D 모델 파일 형식은 IGES나 STEP으로 저장된 파일이다. 선체 3D 모델에 이미 선체 계측 관련 항목(구획, 갑판, 횡단면, 늑판, 중늑골 등)에 대한 정보가 이미 파일에 제공되는 자동으로 추출을 한다. 그렇지 않고, 선체의 형상정보만 제공이 되는 경우는 선체 계측 관련 항목을 추가적으로 입력한다.

두께 계측 범위 정보 관리는 선급 규칙에서 규정된 선종 및 선박의 연령에 따라나 구조부재의 종류에 따라 계측범위에 따라 각기 다른 계측점을 갖는 두께 관련 정보를 추출하는 단계이다.

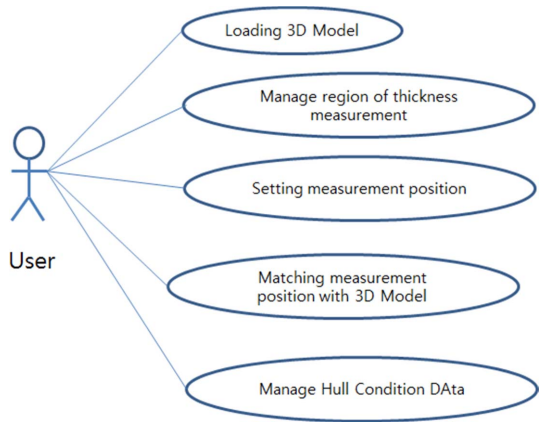


Fig. 9 Use cases of a 3D Hull thickness management system

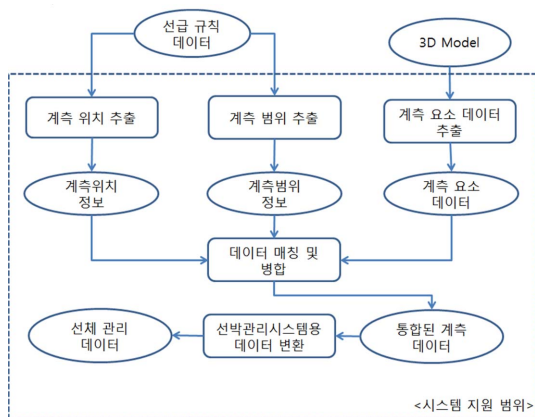
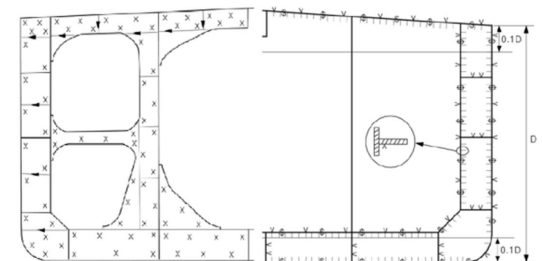


Fig. 8 Thickness measurement 매칭 data integration procedure



5) 화물탱크 내의 횡수면력벽 및 계측벽

| 구조부재 | 계측범위 | 계측점의 수 |
|-------------------------------|---|-------------------|
| 1. 상부 및 하부스틀 (있는 경우) | · 내계판/갑판과 용접된 부위로부터 25mm범위 내에서 횡방향 밴드(band) · 스텔링판과 용접된 부위로부터 25mm 범위 내에서 횡방향 밴드(band) | 보강재 사이에서 1m 마다 5점 |
| 2. 상단 및 하단의 각 판, 수평스트링거 주위의 판 | 당해 탱크의 횡방향으로 약 1/4, 1/2 및 3/4의 3개소에서 보강재 사이의 판 | 보강재 사이에서 1m 마다 5점 |

Fig. 10 Simple drawing and text from KR rule

두께 계측 위치 정보를 지정은 Fig. 10과 같이 간략한 도면 정보와 텍스트를 해석하여 위치 정보를 3D 선체 모델을 2D화한 모델에서 적절한 위치를 지정하는 단계이다.

위에서 말한 선급 규칙은 IACS 규칙을 따라두께 계측 위치 정보를 표현한 경우는 모두 호환된다.

3D 모델과 계측 위치 매칭은 앞에서 지정된 두께 계측 위치를 3D 좌표로 변환하는 단계이다.

HCD관리자는 선체 두께 계측 데이터를 선박관리 시스템에서 이용할 수 있도록 제공하는 기능을 담당한다.

3.3 선체 두께 관리 시스템 구조

3D 선체 두께 관리 시스템의 기능 요구사항을 바탕으로 시스템의 기본구조를 Fig. 11와 같이 정의하였다. 이 시스템은 응용 계층(Application Layer), 데이터 계층(Data Layer), 데이터 인터페이스 계층(Data Interface Layer)로 구성된다.

응용계층은 Management and Analysis of Thickness Data, 3D 모델 & Inspection position Manager, Rule Data Manager로 구성된다. Management and Analysis of Thickness Data은 두께 계측데이터를 관리하고 두께 계측데이터가 선급 규정에 따라 계산 및 분석을 통해 결과를 알려주는 기능을 제공한다.

3D 모델 & Inspection position Manager는 계측 범위 및 위치를 선급 규칙에서 지정한 위치를 3D 모델에 맞게 자동 또는 반자동으로 식별해주는 기능과 지정한 위치를 관리해주는 기능을 제공한다.

Rule Data Manager는 선급 규칙에서 규정한 두께 계측 및 검사 방법을 관리 할 수 있는 기능을 제공한다.

데이터 계층은 Hull Condition Data, 3D Model

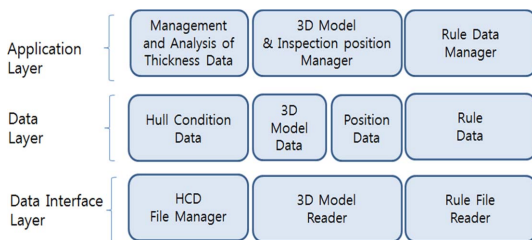


Fig. 11 System module of hull thickness management system

Data, Position Data, Rule Data 모듈로 구성되어 있다. 데이터인터페이스 계층을 통해 읽어진 데이터를 관리한다.

데이터 인터페이스 계층은 HCD File Manager, 3D Hull Model Reader, Rule File Reader로 구성된다. 3D Hull Model Reader는 선체 모델 데이터를 읽어온다.

HCD File Manager는 본 시스템에서 제안한 Hull Condition Data를 관리한다.

3.4 선체 두께 데이터의 입력 데이터 형식 정의 3.4.1 Hull Condition Data (HCD)

선박관리시스템 데이터(SMS Data: Ship Management System)는 Fig. 12과 같이 기존의 SMS 시스템과 연동이 될 수 있도록 HCD 데이터를 설계하였다.

기존 선박관리시스템은 선박에 장착된 장비 및 기자재 관리 중심으로 개발되었다. 선박관리시스템 데이터 관리의 중요한 데이터구조인 PMS_Code는 큰 장비의 개념인 Machine과 Machine 내부의 장비인 Equipment의 조합을 가지고 설계되어 사용된다.

선박관리시스템 데이터의 구조와 유사하게 HCD를 설계하였다. 또한 HCD를 구성하는 요소는 선박 검사의 기본 단위인 구획(Compartment)과 선체의 요소인 부재(member), 그리고 두께 계측 데이터로 이뤄진다.

HCD 데이터는 선박관리시스템 데이터와 유사한 형태로 설계하여 선박관리시스템에서 쉽게 사용할 수 있도록 하였다. 또한 선급 규칙에 맞게 사용할 수 있도록 설계하였다.

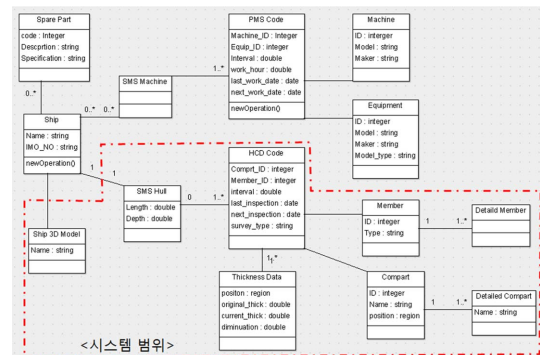


Fig. 12 Data structure of hull condition data

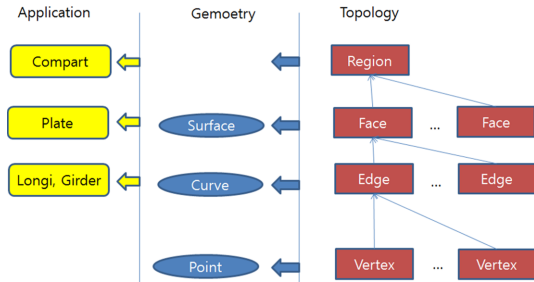


Fig. 13 Data structure of 3D model

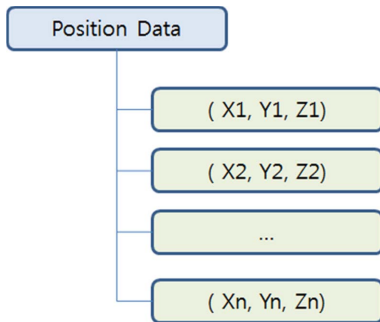


Fig. 14 Data structure of position data

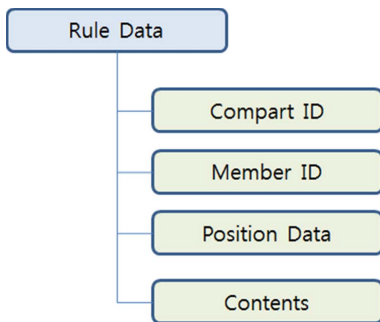


Fig. 15 Data structure of rule data

3.4.2 3D Model Data

3D 모델 데이터는 Fig. 13과 같이 점, 라인, 면, 영역 정보로 구성이 되어 있다. 이 정보는 각각 어플리케이션에 맞는 부재와 구획 정보로 매칭이 된다.

3.4.3 Position Data

위치 정보 데이터는 x, y, z 좌표 데이터로 구성된다. Fig. 14에서와 같이 점의 리스트로 구성되도록 설계하였다.

3.4.4 Rule Data

규칙 데이터는 Fig. 15에서와 같이 구획, 부재, 위치 및 검사관련 내용으로 설계되었다.

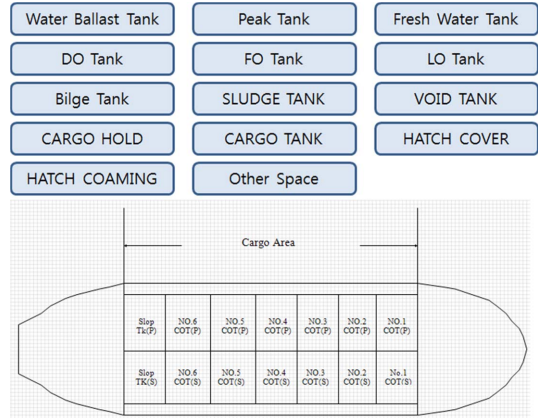


Fig. 16 Compartment of hull condition data and Example

3.4.5 구획 데이터

구획 정보는 Fig. 16과 같이 14개의 주요 구획명과 구획을 구체화한 실제 구획으로 구분할 수 있다. Fig. 16의 선박에 나온 구획은 No.1 Cargo Hold에서부터 No.6 Cargo Hold까지 나온 것을 볼 수 있다. 또는 Water Ballst Tank는 엔진룸 Water Ballst Tank 등으로 세분화 될 수 있다. 이러한 구체화된 실제 구획은 현재 300여개로 정의되어 있으며 새로운 선종이 개발되면 추가된다.

4. 주요 기능 및 시스템 비교

4.1 선체 두께 데이터 입력 기능

두께 계측의 최종 데이터는 두께 계측 기록표에 최종 기록하여 선급에 제출하도록 되어 있다. 이 기록표는 국제선급 연합회의 공통구조규칙에 따라 건조하지 않은 선박(Non-CSR)과 공통구조규칙에 따라 건조한 선박에 따라 기록표에 기록할 위치 및 내용이 구분된다. 또한 계측 부재에 따라 Non-CSR 선박은 8가지의 두께 계측 기록표가 있다. CSR 선박의 경우는 총 7개 두께 계측 기록표가 있다. 총 15가지의 두께 계측 기록표를 Fig. 17과 같이 Sheet 입력 기능을 개발하였다.

4.2 두께 계측 범위 입력

두께 계측 데이터의 범위가 정해지면 선박의 재원에 따라 Fig. 18과 같이 선박 두께 계측의 범위를 3D 모델에 보여준다. 이 기능은 선체 구조 및 멤버 추출 기능을 이용한 것이다. 현재 가능한 멤버는 Plate와 Stiffener 두 가지 종류에 대해서만 가

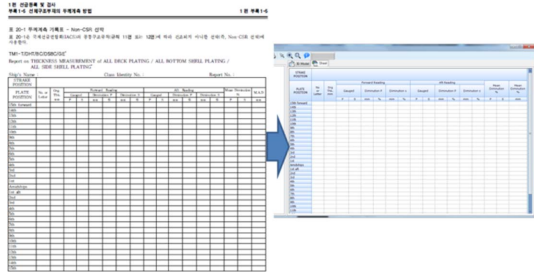


Fig. 17 GUI of Non-CSR thickness measurement sheet

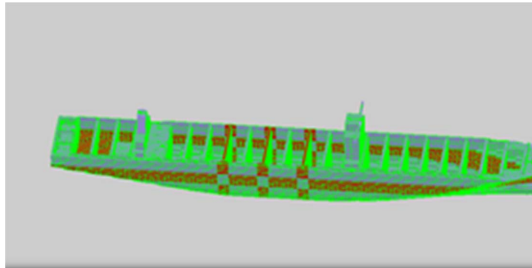


Fig. 18 Thickness inspection region of 3D Model

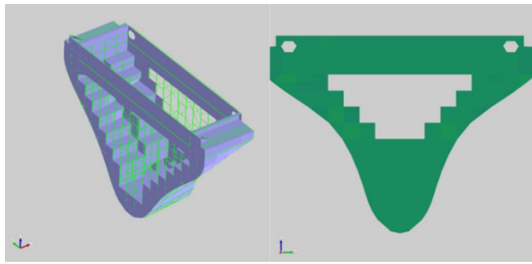


Fig. 19 Capture image of 3D Model

능하다. 특히, 이 멤버 추출 관련 기능은 제공되는 3D 모델에서 멤버를 구분할 수 있는 구분자를 제공 되어야 가능하다.

4.3 두께 계측 계측점 입력

두께 계측점 데이터를 생성하기 위해서 두께 계측을 위한 영역 중에서 선급 규칙과 관련된 부재를 3D 모델에서 선택한다. 선택된 3D 모델 데이터는 Fig. 19와 같이 이미지로 캡처 되고 이미지는 선박 정면을 기준으로 시점을 변경하여 이미지를 캡처 후 저장하도록 한다.

캡처된 화면의 부재와 가장 일치하는 선급 규칙의 두께 계측점 관련 정보를 Fig. 18에서와 같이 3D 모델 캡처 데이터와 동시에 화면에 나타내었고 관련 위치를 사용자가 마우스를 통해서 입력하도록 한다. 입력된 두께 계측점 데이터는 분석에

활용된다.

4.4 두께 계측 데이터 입력

두께 계측점 데이터까지 입력 후 두께 데이터를 입력은 Fig. 21과 같이 두께 계측 영역을 선택하면 두께 데이터를 입력할 수 있는 위치가 화면에 나타나고 화면에는 데이터를 입력한다.

4.5 구현 기능 시스템 비교

각 선급에서 개발된 시스템의 정보는 인터넷과 논문에서 나온 정보를 바탕으로 현재 단순 비교를 Fig. 22에 나타내었다.

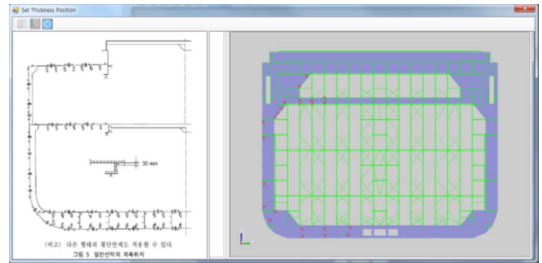


Fig. 20 Creation of thickness position data

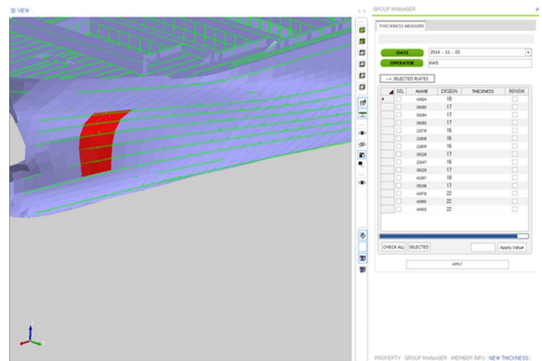


Fig. 21 Input thickness inspection data of selection

| Item | ABS (USA) | GL | KR | KR |
|-----------------------------|------------------------------|--------------|-------------|---------------------------|
| Name | Hull Inspection & Management | Hull Manager | SeaTrust-TM | SeaTrust-3D TM(본 시스템, 가정) |
| 3D Model | X | O | X | O |
| 2D Model | O | X | X | X |
| Rule Information | X | O | X | O |
| TM Report | O | O | O | O |
| Measurement Point Reference | X | X | X | O |

Fig. 22 Function of system

5. 결 론

이 논문에서는 선박관리시스템을 위한 선체 두께 계측 관리 시스템을 소개하였다. 본 선체 두께 관리 시스템은 두께 계측 데이터를 선박관리시스템에 활용할 수 있도록 Hull Condition Data를 제안하였다.

차후 연구에는 두께 계측 범위 정보를 자동으로 분류 할 수 있도록 텍스트로 표현된 선급의 규칙의 정보 표현 연구를 수행하고 타 선급 시스템과 직접 비교 분석 하고자 한다.

감사의 글

이 논문은 지식경제부 산업융합원천기술개발사업(10040162, 선박 및 해양플랜트의 운영단계 생애주기 관리시스템 개발)의 지원으로 수행된 연구임을 밝힙니다.

References

1. IACS (International Association of Classification Societies), 2003, Requirement Concerning Survey and Classification manual (<http://www/IACS.org.uk>).
2. Christial Cabos, 2008, Condition Assessment Scheme for Ship Hull Maintenance, *Proceedings COMPIT Computers and IT Applications in the Maritime Industries Conference*, Ligge, Belgium, pp.244-259.
3. David Jaramillo, 2006, Computer Support Hull Condition Monitoring with PEGASUS, *Proceedings COMPIT Computers and IT Applications in the Maritime Industries Conference*, Delft, Netherlands, pp.228-236.
4. American Bureau of Shipping (ABS), 2009, *Inspection Grading Criteria for the ABS Hull Inspection and Maintenance Program* (<http://www.eagle.org>).
5. Christial Cabos, 2010, Hull Maintenance Based on a 3D Model, *Proceedings COMPIT Computers and IT Applications in the Maritime Industries Conference*, Gubbio, Italy, pp.478-490.
6. Oh, E.-S. 2013, Maintenance Management System Development for Semi-Submersible Drilling Rig, *Journal of the Society of Naval Architects of Korea*, 50(3), pp.129-137.
7. Park, S.-W., 2013, Design Hull Residual Life Prediction System Considering Corrosion and Coating, *Journal of the Society of Naval Architects of Korea*, 50(2), pp.104-110.
8. Kim, S., 2010, Framework of Ship PLM System Based Upon Four-Tier Model, *Transactions of the Society of CAD/CAM Engineers*, 15(5), pp.362-374.
9. Lee, S., 2008, Development of Integrated System for Safety Assessment of Damaged Ship, *Transactions of the Society of CAD/CAM Engineers*, 13(3), pp.227-234.



박 개 명

1996년 KAIST 전산공학과 학사
 2001년~2007년 대한항공 항공기술
 연구원 선임연구원
 2009년~현재 한국전급 책임연구원
 관심분야: Artificial Intelligence in
 Design, Data Mining, Evolutionary
 Computation, Ubiquitous,
 Augmented Reality



이 정 렬

1985년 서울대학교 조선공학과 학사
 2000년 충남대학교 선박해양공학과
 석사
 2006년 충남대학교 선박해양공학과
 박사
 1985년~1990년 대우조선공업(주)
 대리
 1990년 6월~현재 (사)한국전급 선임
 수석 연구원
 관심분야: PLM, 구조해석, CAX



이 경 호

1988년 서울대학교 조선해양공학과
 학사
 1990년 서울대학교 조선해양공학과
 석사
 1998년 서울대학교 조선해양공학과
 박사
 1990년~2003년 한국해양연구원 선
 임연구원
 2002년~2003년 University of
 Maryland Visiting Researcher
 2003년~현재 인하대학교 선박해양
 공학과 교수
 관심분야: Artificial Intelligence in
 Design, Simulation-Based Design,
 Data Mining, Evolutionary Com
 putation, Ubiquitous, Augmented
 Reality, PLM