

항만국 통제 지원 선박검사 정보시스템 개발에 관한 연구

박주용* · 강병윤** · 이경철*** · 정진욱**

*한국해양대학교 해양시스템공학부, **한국중소조선기술연구소, ***이태리 선급

A Study on the Development of Information System for the Ship Survey to Support Port State Control

Ju-Yong Park*, Byung-Yoon Kang**, Kyung-Chul Lee***AND Jin-wook Jeong**

*Korea Maritime University, **Korea Research Institute of Medium & Small Shipbuilding, ***RINA

KEY WORDS : Port State Control 항만국 통제, Sub-Standard Ship 기준미달선, Ship Inspection Item 선박검사항목, Registration for Classification Society 선급, Database System 데이터베이스 시스템, Object-Oriented Technique 객체지향기법

ABSTRACT : Port State Control (PSC) is the inspection of foreign ships in national ports for the purpose of verifying the condition of the ships and its equipments comply with the requirement of international conventions and the ship is manned and operated in compliance with applicable international laws. On the other hand, check items in PSC are nearly similar to periodical survey of Classification Societies, because they have the same background regarding safety and maritime pollution prevention. The purpose of this study is to develop computer-aided information system for ship inspection item which is useful for effective implementation of Port State Control. For this work, the status of PSC is reviewed, and the related scheme of ship survey system in Classification Societies is investigated. On these bases, a computer software integrated database system and object-oriented technique is developed. The developed system is expected helpful to establish and maintain an effective system of Port State Control.

1. 서 론

최근 세계 연안 국가들은 타국적 선박의 자국내 항만에서의 해난사고에 대비하기 위하여 항만국 통제 (Port State Control PSC) 제도를 도입하고 있다. 이는 기준미달선의 운항으로 야기되는 해난사고로부터 자국 항만의 피해를 막기 위하여 타국적 선박의 제반 안전문제에 대하여 점검과 검사를 시행하여 인명, 선박, 적하의 안전, 해양환경보존이 확보되도록 필요한 조치를 취하는 제도이다. (Heike, 2000) 그러므로, 외국 항만에 들어가는 선박은 대부분 이러한 항만국 통제 검사를 받게된다.

한편, 항만국 통제는 주로 각종 관련 국제협약에 규정된 협약증서의 확인과 협약 내용을 근거로 한 검사로 이루어지며, 외국 선박의 구조, 시설 등이 협약 또는 자국법에 정한 기준에 적합한지 여부를 점검하게 하고 필요한 조치를 취하도록 하는 것이다(한국선급, 2000). 그리고, 항만국 통제는 절차상으로는 차이는 있으나 거의 동일한 국제협약을 근거로 하기 때문에 각국 선급협회의 검사와 세부검사 항목의 면에서는 일치하는 요소가 많다 (한국선급, 1994).

이에 따라, 항만국 통제시의 검사유형과 항목은 대개 선급검사와 국제협약 검사 중 '정기적인 검사'에 근접한다. 그러므로, 체계적인 검사를 위해서는 요구되는 점검표와 보고서도 수십 가지에 달하며, 점검항목도 수백가지에 이르며, 점검항목을 선종, 선령, 구획별로 구분하여 적용하기에는 많은 시간과 경험이 요구된다.

이에 본 연구는 보다 원활한 항만국 통제 업무의 수행과 선주, 선원의 대비를 위하여 선종, 선령, 구획, 검사항목별로 적용조건에 적합한 점검항목을 도출, 제시하는 항만국 통제 선박검사 지원 정보시스템을 구축하고자 한다. 이를 위해 항만국 통제 선박검사 업무의 흐름을 고찰하고, 선종, 구획별 검사항목을 체계적으로 정리하였고, 이를 토대로 정형화된 자료는 데이터베이스를 구축하였으며, 선박검사 관련정보와 그들의 상호관계를 객체지향기법으로 모델링하여 접목시킴으로써 항만국 통제 선박검사업무에 유용한 지원 소프트웨어를 개발하였다.

2. 항만국 통제의 개요

2.1 항만국 통제의 배경과 중요성

항만국 통제는 근래 국제해운 활동이 활발해지면서 선진국

노동인구는 점차로 해상업무 기피하게 되고 자질이 미숙한 후진국 선원이 다수 진출하는 한편, 선박은 기술혁신과 각종 기기의 발달로 보다 대형화·고속화·특수화되면서 선박건조와 운항에 이전에 비해 더욱 고도의 전문지식과 숙련도를 요구하게 된 데에서 비롯되었다. 이러한 선박과 선원의 최소 기준미달은 해난사고로 이어지고, 인명 안전에 위협을 줄뿐만 아니라 해양오염으로 연안국의 피해가 커지게 되면서 자구책이 필요하게 되었다.

항만국 통제는 상기와 같은 배경에서 자국항을 입·출항하는 외국선박을 대상으로 사회·경제적인 발전추이에 부합되지 않은 기준 미달선(sub-standard ship)을 가려내어 해양오염사를 방지하고 해상 안전운항 확보하기 위한 조치로써 탄생한 것이다. 이에 따라 우리나라는 선박 안전법과 아시아·태평양 지역 항만국 통제 양해 각서에 의거 항만국 통제업무 처리요령을 규정하고 있다. 한편, 미국과 호주는 물론이고 유럽 및 아시아 지역 대부분의 국가에서는 항만국 통제를 한층 강화하고 있다.

항만국 통제에서는 국제협약에 규정된 협약증서의 확인과 협약 내용상의 검사기준에 의거 선박 구조 및 인명 안전설비, 선원자질 등에 관한 점검을 통하여 기준미달선은 결함시정 또는 항행정지 조치를 요구받기도 한다. 이러한 결함시정이나 운항정지조치로 인한 선박의 항내 체선은 선주 및 해운회사 경제적 손실을 가져다 줄 뿐만 아니라 회사의 불명예가 되고, 나아가 대상선박을 관리하는 국가의 선박관리 능력까지 평가절하 되기도 한다. 그러므로, 항만국 통제에 효과적으로 대비하기 위해서는 선주나 해운회사가 평소 해양안전과 환경보전을 경영철학으로 정착하고, 선박검사후의 상태유지에도 많은 노력과 관심을 기울여야 한다.

2.2 항만국 통제 주요 점검 항목과 실태

앞서 설명한 것과 같이 항만국 통제는 각종 관련 국제협약에 규정된 협약증서의 확인과 협약 내용을 근거로 한 검사로 이루어지는데, 주요 관련협약으로는 다음과 같은 것이 있다.

- ① 1966년 국제선박만재물수선협약 (ICLL 66)
- ② 1974년 해상인명안전협약과 1978년 의정서 (SOLAS 74/78)
- ③ 1973년 해양오염방지협약과 1978 의정서 (MARPOL 73/78)
- ④ 1976년 상선의 최저기준에 의한 협약 (ILO Convention No. 147)
- ⑤ 1978년 선원의 훈련, 자격증명 및 당직 기준에 의한 협약 (STCW 78)
- ⑥ 1972년 국제해상충돌예방규칙 (COLREG 72)

한편, 이들 협약은 수많은 조항이 포함하고 있다. 특히, 첫 번째부터 세 번째까지의 협약은 선박 구획 및 구조강도, 안전설비 등과 관련하여 각국 선급의 규칙에도 그대로 수용되고 있다. 이러한 점에서 대부분의 국가들은 항만국 통제 관련 점검업무를 자국의 선급 또는 선박검사기관에 위임하여 시행하는 경우가 많다.

그리고, 항만국 통제는 항구에 입항하는 모든 외국선박이 대

Table 1 Division and kind of ship survey

Division	Kind of Survey
Classification Survey	- Special Survey
	- Intermediate Survey
	- Annual Survey
	- Docking Survey
	- Propeller Shaft Survey
	- Boiler Survey
- The Others	
International Convention Survey	- Special Survey
	- Intermediate Survey
	- Annual Survey
	- The Others

상이 되는 것은 아니며, 선령이 오래된 선박, 출항 정지율이 높은 회사 또는 국가의 선박, 과거 해난사고 사례가 있는 선박, 선장 또는 선원이 결함을 신고한 경우, 외국정부로부터 결함을 통보 받은 선박 등의 다양한 사전정보에 의해 결정된다.

항만국 통제는 특별한 경우를 제외하고는 대개 하루 정도의 일정으로 시행되며, 경험이 많은 검사원이 아니면 선종, 선령 등의 주어진 조건을 감안하여 구조, 설비, 선원 등 전반에 걸쳐 상세 점검을 하기에는 한계가 있다. 이 결과로 항만국 통제 검사관이 개인적으로 경험상 평소 중요하다고 생각하던 점검 항목과 특정항목 집중점검기간에 따른 점검항목 등을 중심으로 검사한다.

최근 항만국 통제에서 지적된 주요 결함분포를 보면 안전 일반, 안전설비, 소방설비, 만재물수 관련 항목, 항해용구 등에 관한 것이 많다. 그리고, 이들 항목은 선급의 정기적 검사에 검사원이 반드시 점검해야 할 항목임에 주목할 필요가 있을 것이다.

2.3 선급검사와 항만국 통제 검사의 흐름

선박은 선급에 등록되면서 선급검사 및 국제협약검사를 받으며, 운항 중에는 대부분의 국가로부터 항만국 통제(PSCR) 검사를 받게 된다.

한편, 선급검사 및 국제협약검사에는 Table 1과 같이 여러 가지 종류의 검사가 있다. 이중에 정기적인 검사에 해당하는 정기, 중간, 연차검사는 수많은 점검 항목을 포함하고 있으며, 선종, 검사종류, 선령 등을 고려하여 적용항목을 구분하는데 많은 시간과 노력이 요구된다. 한편, 항만국 통제 검사는 상기의 선급 정기적인 검사 중에 대개 연차검사 정도의 수준이나 항만국 통제 요령에 의거 경우에 따라서는 정기검사의 수준에 이를 수도 있다.

그리고, 항만국 통제검사는 선급검사를 마친 선박이 다른 나라를 운항하는 과정에서 항만국 통제 검사관이 승선하여 점검을 한다. 점검결과 선박의 구조, 시설 등이 협약기준에 적합하지 아니한 사항이 발견된 경우는 시정지시를 하며, 시정지시의 이행여부에 대한 확인을 받아야 한다. 또 선박의 구조, 인명안전설비가 관련 협약기준에 현저히 미달하는 중대 결함이 발견된 경우에는 그 선박은 억류되고 완벽한 수리 및 확인검사가

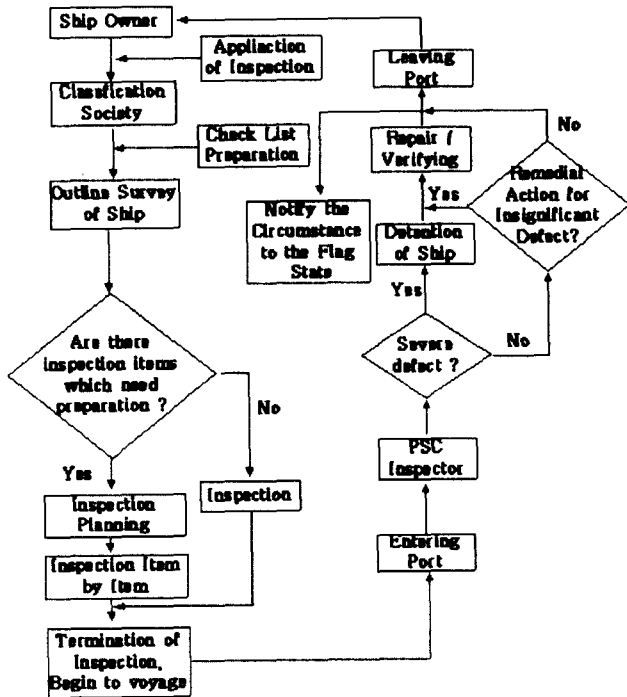


Fig.1 General flow for ship's survey/inspection after registration for classification society

이루어진 후에 출항이 가능하다. Fig 1은 입급 후 선박이 받는 각종 점검/검사의 흐름을 보인 것이다.

3. 항만국 통제 선박검사 정보지원 시스템의 개발

3.1 개발시스템의 주요기능과 정보지원 범위

개발시스템은 효율적인 항만국 통제 선박검사를 위하여 선종, 선령, 검사종류 등을 입력하면 검사/점검 항목을 구획별로 분류 검색하여 제공하는 시스템이다. 구동과정에는 그래픽 사용자 인터페이스를 도입하고, 데이터의 입력, 저장, 갱신에 메뉴, 콤보박스, 스피너 등의 도구를 사용하여 자료입력상의 오류를 방지하고 사용자의 편의를 도모하였다.

시스템 개발 환경은 누구나 어디에서나 사용할 수 있도록 최근 널리 보급되어 있는 개인용 컴퓨터 운용시스템인 윈도우 NT/98/95를 기반으로 하였다. 그리고, 데이터의 저장관리와 검색루틴은 관련정보를 객체지향기법으로 프로그래밍함으로써 선종, 선령, 검사종류별 검사/점검 항목의 제·개정에 쉽게 대응할 수 있도록 하였다.

한편, 항만국 통제 선박검사의 제공정보는 검사, 점검 항목의 측면에서 각국 선급검사와 대동소이하고, 검사범위에 있어서도 협약증서의 확인 및 선박구조·시설에 관한 간단한 질의 응답에서부터 정기검사 수준의 상세 점검까지 다양하다. 이에 따라 선급검사의 모든 검사/점검항목에 대하여 선종, 선령, 검사종류별로 분류하여 지원되도록 하였다. 또, 개발시스템은 선급의 각종 검사항목과 규정이 구획, 설비 단위의 개념으로 분

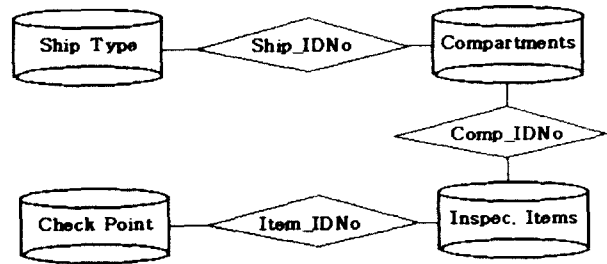


Fig. 2 Database system for ship survey

류, 정리되어 있다는 점과 운용, 관리 및 사용상의 편의를 고려하여 선종별 검사항목을 다시 구획별로 나누어 정리, 제공되도록 하였다.

3.2 데이터베이스 구축

개발시스템은 체계적이고 정확한 정보 제공을 위하여 기본적인 4개의 테이블로 데이터베이스를 구축하였다.^{8),9)} 이들 각 테이블은 상호연계하여 선급검사 및 국제협약에 따라 분류된 선박의 종류별(Ship type)/구획(Compartments)별 기초정보, 각 구획별 구성품(Items)에 대한 검사항목 및 점검내용(Check point) 등을 담고 있다

한편, 이들 4개의 테이블은 Fig. 2와 같은 연결관계를 가지며, '선종' 테이블과 '구획' 테이블에는 선종고유번호인 'Ship_IDNo'로, '구획' 테이블과 '검사 항목' 테이블 간에는 구획고유번호인 'Comp_IDNo'로, '검사 항목' 테이블과 '점검 내용' 테이블 사이에는 검사항목 고유번호인 'Item_IDNo'를 각각 공통의 속성(Common attribute)으로 사용하여 연결되고 있다. 이들은 선종, 선령, 구획 등의 검색조건에 맞추어 적절한 검색루틴을 거쳐 사용자가 요구하는 데이터를 제공한다.

3.3 선박검사정보의 객체지향 모델링

선박검사 관련 정보는 근년 강력한 소프트웨어 기법의 하나로 널리 활용되고 있는 객체지향기법을 적용하여 모델링 하였다. 이는 객체지향기법이 코드의 대부분이 캡슐화되어 재사용성이 높고 확장성이 우수하기 때문에 유지보수 비용이 적게 들고, 향후의 시스템 확장, 타 시스템과의 연계가 용이하다는 점을 고려한 것이다 (박과 강, 1999; 강, 1997).

이에 따라, 개발시스템은 실세계의 선박검사 정보를 보다 유연하고 간결하게 표현하며, 공통적인 특성은 용이하게 묶을 수 있도록 연관화(association), 일반화(generalization), 상속(inheritance) 등의 객체지향 기본개념을 토대로 상호 연관관계를 검토하여 모델링하였다. 즉 선종별 검사 관련 공통항목을 묶어서 'Ship'이라는 최상위 클래스로 정의하고, 선종별 고유항목은 'Oil Tanker', 'Cargo Ship', 'Passenger Ship', 'Gas Tanker' 선종명으로 나누어 다시 그 하부에 별도의 클래스로 정의하였다. 그리고, 선급 검사규정집의 체계와 검사 관행을 고려한 구획 정보는 'Compartment' 클래스로 정의하고, 검사항목 정보는 'Item'로 정의하였다.

그러므로, 'Oil Tanker', 'Cargo Ship', 'Passenger Ship', 'C

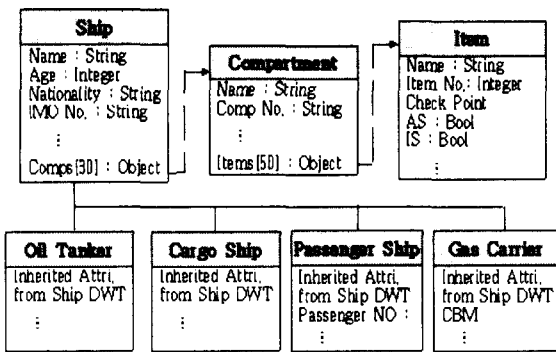


Fig. 3 Classes for ship survey information system

'Tanker' 등의 클래스는 Fig. 3에서 알 수 있는 바와 같이 상위 클래스인 'Ship'과는 상속관계가 있어 'Ship'의 속성과 기능을 공유하면서 자신만의 고유한 속성과 기능을 가진다. 그리고, 'Ship'과 'Compartment', 'Compartment'와 'Item'의 관계는 연화(association)에 해당한다. Fig. 3은 개발시스템의 객체 모델링을 보인 것이다.

3.3 선박검사 정보시스템의 구현

이상과 같이 구축한 데이터베이스와 선종/구획별 선박검사 항목에 대한 객체지향 모델링 결과를 객체지향언어와 데이터베이스 구축/관리용 명령어¹²⁾ 사용하여 항만국 통계 선박검사 업무를 지원하는 시스템을 개발하였다. 한편, 개발시스템의 입력으로 출력에 이르는 과정의 흐름은 Fig. 4와 같다.

우선 사용자가 선박의 종류, 선령, 검사종류 등의 기초정보를 입력하면, 입력데이터를 토대로 한 해당 선종의 선박객체가 생성되며, 사용자 입력데이터와 입력데이터에 기초한 데이터베이스 검색결과로부터 선박객체의 속성 값으로 대입된다.

그리고, 선박 객체의 속성치 중의 하나인 선박 고유번호 값(Ship_IDNo)으로 데이터베이스에 저장된 대상선박에 해당하는 구획(Compartment)을 모두를 검색하여 선박객체의 구획배열에 모두 수록한다. 제시된 선박의 모든 구획 중에 사용자가 전부 또는 일부 구획을 검사대상으로 선택하면 선택 구획객체가 생성되고, 다시 구획 데이터베이스를 검색하여 구획별 선령, 검사종류 등의 검색조건을 고려한 선택구획의 속성값이 설정된다.

다음으로 선택구획에 해당하는 검사항목들을 Item 데이터베이스로부터 찾아 Items 배열에 수록하고 해당 Item 객체들을 생성한다. 끝으로 생성된 Item 객체들의 속성치인 점검항목 등의 데이터를 점검항목(Check Point) 데이터베이스를 검색하여 구한다.

이러한 일련의 과정을 통하여 대상 선박의 모든 검사 정보는 생성된 그 선박의 객체 안에 모두 수록되며, 사용자의 관심 정보를 전체 또는 부분적으로 다양하게 정리할 수 있다. 그리고, 선령, 검사종류, 선종 등 검색조건이 다른 경우에는 각각에 대한 별도의 새로운 선박객체를 생성하고, 동일한 과정을 반복하면 또 다른 검사정보가 제시되므로 상호 비교검토가 용이하다.

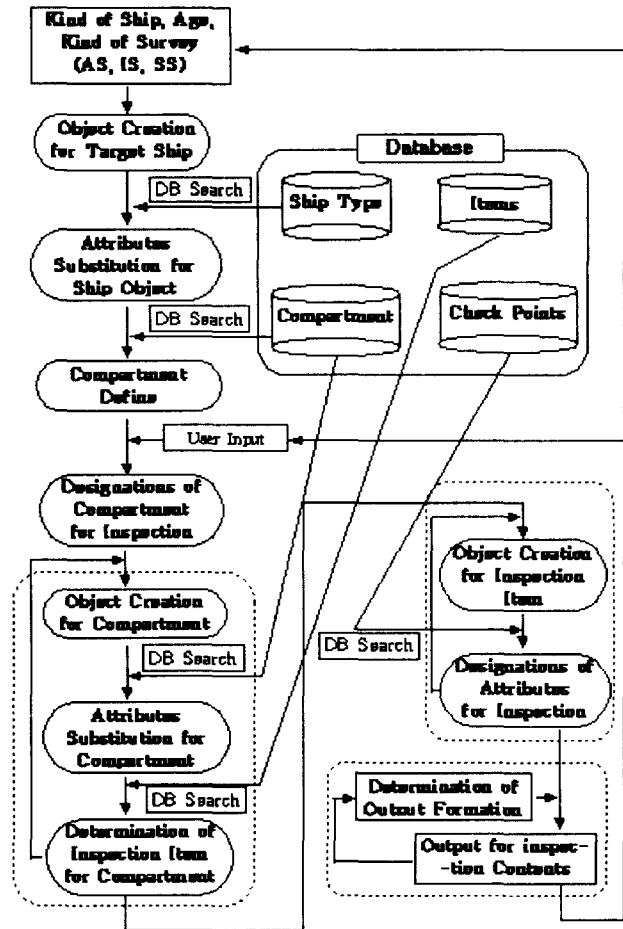


Fig. 4 Flow-chart of ship survey information system

4. 개발시스템의 검증 및 고찰

4.1 기초자료의 입력과 통제대상 선박 객체 생성

개발시스템의 사용은 프로그램의 시작을 알리는 화면에 이어서 곧바로 주어지는 Fig. 5와 같은 창을 통한 기초자료의 입력으로부터 개시된다. 기초자료의 입력은 검사대상 선박의 고유한 값에 해당하는 1, 2, 3, 4, 6, 7 항목만을 사용자가 직접 키보드를 통하여 입력하며, 나머지 항목은 입력치가 몇 가지로 한정되어 있기 때문에 콤보박스를 이용, 오른쪽 버튼을 눌러 제시된 후보 입력치로 선택바를 이동시켜 입력하면 된다. 이를 테면, 항행구역에 관한 정보인 항목 5는 평수, 연해, 근해, 원양으로 구분되어 있고, 입급 선급을 나타내는 항목 8에는 전세계의 11개 선급이 등재되어 제시되므로 사용자는 단지 그중 하나를 선택하면 된다.

한편, 9부터 12까지 항목은 실질적인 본 시스템의 검색 조건에 해당하는 항목으로, 우선 검사구분(Division of Survey)에서는 항만국 통계검사를 선급검사에 준할 것인가 국제협약검사에 준할 것인가를 정하는 것으로 콤보박스 내에서 각각 'Class' 또는 'Statutory'를 선택하면 된다. 그리고, 선종(Type

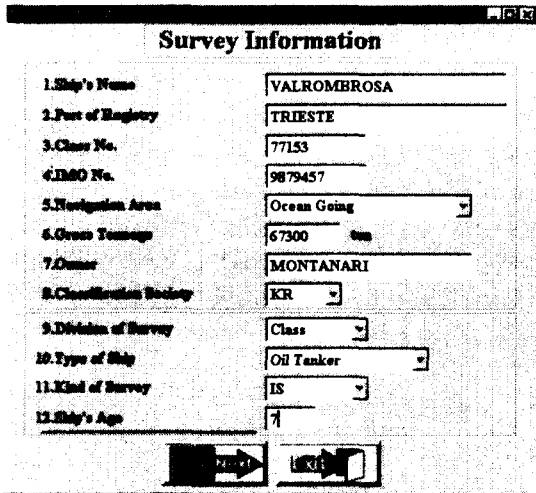


Fig.5 Screen for basic data input

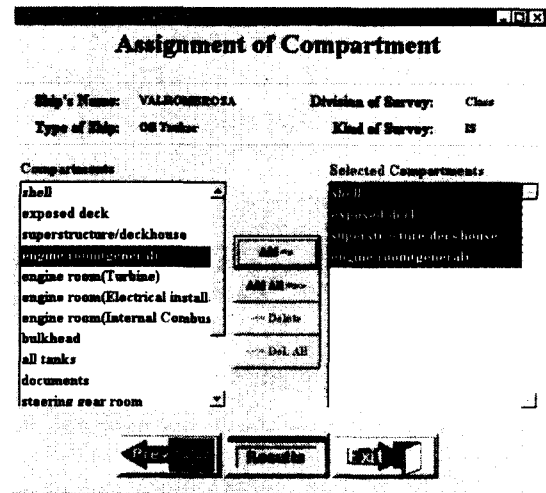


Fig. 7 Screen for creation of compartment object (II)

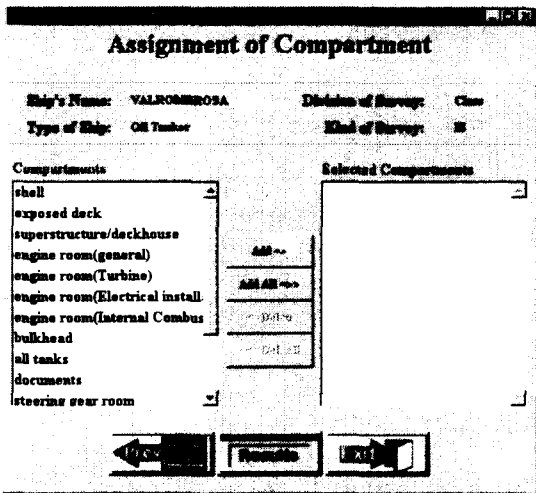


Fig. 6 Screen for creation of compartment object (I)

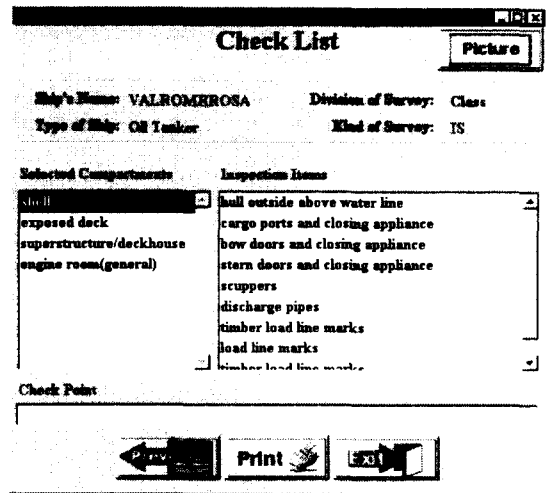


Fig. 8 Screen for creation of inspection item

Ship)항목에는 앞서 모델링 과정에서 설명한 'Oil Tanker', 'Cargo Ship', 'Passenger Ship', 'Gas Tanker' 등의 후보선종 주어지므로 그중 하나를 선택하면 된다.

또 검사종류를 입력하는 항목 11은 앞서 입력한 검사구분에 의해 가능한 검사종류만이 후보 검사기준으로 주어지므로 사용자는 손쉽게 해당 검사기준을 정할 수 있다. 끝으로, 선정은 항목12에 입력한다. 이상과 같이 입력을 완료하고 아래쪽의 'NEXT' 버튼을 누르면 그 순간 통계 대상선박의 객체가 생성되고, 다음 작업을 위한 Fig. 6과 같은 화면이 나타난다.

4.2 구획객체의 생성

기초자료의 입력에 이어 통계대상 선박의 객체가 생성되면, 검색조건을 고려하여 통계대상 선박에 해당사항이 있는 후보 검사 대상구획이 Fig. 6의 좌측 목록 난에 나타나며, 이들 구획

중 일부 또는 전부를 중간에 위치한 'Add' 또는 'Add All' 버튼을 사용하여 선택하면 Fig. 7과 같이 우측 목록란에 선택된 구획 목록이 나타난다.

구획선정 작업이 완료하고 아래쪽의 'Results' 버튼을 누르면 그 순간 해당 구획객체가 생성되면서 구획별 구조, 설비 등에 관한 검사객체를 정의하기 위한 Fig. 8과 같은 화면이 나타난다.

4.3 검사항목 객체의 생성과 점검사항의 제시

이상과 같이 통계대상 선박객체와 검사대상 구획객체의 정의가 완료되면 Fig. 8과 같이 선정된 구획명칭이 좌측의 목록에 나타나고, 그 중 하나를 선택하는 순간마다 오른쪽 목록란에는 해당구획의 검사항목이 주어진다.

그리고, 오른쪽 목록란의 검사항목 중에 하나를 선정할 때

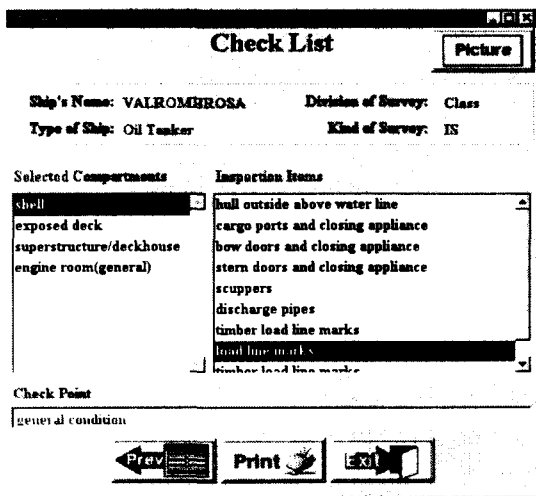


Fig. 9 Screen for check point display

다 검사항목 객체의 생성과 더불어 관련 속성치의 할당을 통해 Fig. 9와 같이 하단의 'Check Point'란에 선택된 검사항목의 점검사항이 나타남을 확인할 수 있다.

5. 결론

본 연구에서는 데이터베이스 기술과 객체지향기법을 접목시켜 항만국 통제 (Port State Control ; PCS) 선박검사 지원 소프트웨어를 개발하였다.

이를 위해 항만국 통제검사의 개요와 시행실태를 고찰하고, 선급검사와의 연관성을 검토, 정리하였다. 그리고, 효율적이고 유연한 소프트웨어 개발을 위해 선박의 선종, 선종별 구획, 구획별 검사항목, 검사항목별 점검사항 등의 정형화된 기초정보에 대해서는 데이터베이스를 구축하였으며, 개발시스템의 구동과 운용·관리에 필요한 항만국 통제 선박검사 관련 데이터와 이들 데이터의 상호관계를 객체지향기법을 적용하여 모델링하였다. 또, 모델링 결과는 데이터베이스와 연결하고 사용자 인터페이스 기술을 접목하여 개인용 컴퓨터 윈도우 환경에서 구동되는 전산시스템 개발하였다.

한편, 이상과 같은 일련의 항만국 통제 선박검사 지원 정보시스템의 개발을 통하여 얻은 기술적 성과와 연구결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 협약증서 확인이나 질의응답 수준의 간단한 점검에서부터 선급의 정기검사 수준에도 이를 수 있는 다양한 항만국 통제 선박검사를 효율적으로 시행할 수 있는 유용한 지원도구가 마련되었다.

2) 항만국 통제 선박검사는 절차상의 차이는 있으나 내용 면에서는 선급협회의 각종 선박검사 체계를 바탕으로 하고 있어 항만국 통제 관련 지원 기술개발을 위해서는 기존 선급검사의 체계와 검사항목에 관한 전반적인 이해가 필수적으로 선행되

어야 한다.

3) 항만국 통제지원 선박검사 정보시스템을 데이터베이스와 객체지향기법을 적용하여 모델링 함으로써 재사용성이 높은 모듈이 다수 확보되어 타 시스템과의 연계, 확장이 용이하게 되었으며, 관련법규와 규정의 제·개정에도 보다 유연하게 대응할 수 있게 되었다. 특히, 선종/구획별 검사대상과 점검사항중심으로 구축한 데이터베이스와 여러 가지 객체는 해운회사의 선박관리, 조선소의 품질관리 지원시스템의 개발에도 유용하게 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

이밖에도, 본 연구와 연관한 향후의 과제로는 기준미달선에 관한 사전정보 또는 특정 항목 집중점검 기간 등을 고려하여 검사대상 항목의 우선순위를 시스템 내부적으로 설정, 제시하는 전문가 시스템과의 접목 연구가 뒤따라야 할 것이다.

참고 문헌

- Heike Hoppe (2000), "Port State Control-an update IMO's Work, IMO News, Number 1, pp 9~19.
- 한국선급 (2000), "PSC 지적 방지 대책", pp 1~25.
- 한국선급 (1994), "Checklist for Ship Surveys".
- 한국선급 (1999), "PSC 지적 사항에 대한 분석".
- 한국선급 (1998), "PSC 지적 사항에 대한 분석".
- 한국선급 (1999), "선급 및 강선규칙".
- Henry F. Korth, Abraham Silberschartz (1993), "Database System Concept", 喜重堂.
- Bertino E., Martino L.(1993), "Object-Orient Database System", Addison Wesley. pp 1~35.
- Ju-Yong Park, Byung-Yoon Kang(1999), "Object-Oriented Welding Information System For Shipbuilding", ICCAS99 Cambridge USA, pp 531~544.
- 姜秉潤(1997)., "船舶建造를 위한 熔接 情報 시스템 開發에 관한 研究", 부산대학교 박사학위논문, pp 51~53