ISSN 1225-6153
Online ISSN 2287-8955

조선소 WPS/PQR 관리 DB시스템 개발에 관한 연구

박주용*,† · 공지혜* · 박세진** · 남성길**

*한국해양대학교 조선해양시스템공학과
** 삼성중공업 용접시공연구그룹

A Study on Developing Database System for Management of WPS/PQR in Shipyard

Ju-Yong Park*,†, Ji-Hye Kong*, Se-Jin Park** and Sung-Gil Nam**

*Dept. of Naval Architecture and Ocean Engineering, Korea Maritime, and Ocean University, Busan 49112, Korea
**Samsung Heavy Industry, Geoje 53261, Korea

†Corresponding author : jypark@kmou.ac.kr

(Received July 29, 2015 ; Revised November 13, 2015 ; Accepted December 7, 2015)

Abstract

WPS/PQR is the essential documents for shipbuilding welding. WPS is the document containing the information related to welding procedure and PQR is the record of approval for welding procedure. Both documents should be approved by the ship owners and the classification societies. It is very important to manage these documents because the welding procedure using these documents could not be carried out before they are approved. Database is an useful tool to manage these documents. It can manage a number of documents and show the processing status of WPS/PQR documents. In this study, all documents related to WPS/PQR documents were investigated and analyzed in the viewpoint of DB. An appropriate DB system was designed for WPS/PQR and the related documents on the basis of CBD methodology. The DB system could make WPS/PQR documents easily and shortly. The grasp of the processing status of WPS/ PQR could help the good management of fabrication schedule in shipbuilding.

Key Words : WPS, PQR, DB system, Shipbuilding welding, Management of documents, CBD(Component-Based Development)

1. 서 론

WPS와 PQR은 조선용접의 필수 문서로 WPS(Welding Procedure Specification)는 용접시공사양서이며 PQR (Procedure Qualification Record)은 시공승인기록, 즉 WPS를 승인받기 위해 용접시공에 대해 시험한 내용을 기록한 문서이다. 이 문서들은 선박의 용접 시 반드시 구비되어야 하는 문서로서 선주와 선급의 승인을 득해야 하는 문서들이다.

일반 상선의 경우 WPS/PQR 문서의 수가 수십개에서 수백개 수준이며 해양구조물의 경우에는 수백건에서 천건에 이르기도 한다. 매년 수십척의 대형선박과 해양구조물을 건조하는 조선소의 경우 많은 WPS/PQR 문서를 준비하여야 한다.

하나의 PQR 문서를 만들기 위해서는 용접시편 마련에서부터 용접시공, 용접결과에 대한 다양한 시험검사가 필요하므로 많은 시간과 경비가 소요된다. 따라서 한번 작성된 문서는 잘 보존해야 할 뿐만 아니라 추후 동일하거나 유사한 용접작업 시 이 문서들을 재사용할 수 있도록 잘 관리되어야 한다. 또한 이 문서 자체를 작성하는 데에도 적지 않은 시간과 노력이 들어가므로 보다 편리하고 신속하게 이 문서들을 작성할 수 있는 도구가 필요하다. 그리고 대형 조선소에서는 동시에 다수의 선박이 건조되므로 많은 WPS/PQR 문서 작성이 동시에 진행되게 된다. WPS/PQR이 승인되지 않고는

그 WPS/PQR을 사용하는 공정을 수행할 수 없기 때문에 현재 건조 중인 다수의 선박에 대한 많은 WPS/PQR문서 에 대한 각각의 작성 현황을 정확히 파악하지 못하면 선박의 건조 공정에 막대한 지장을 초래할 수 있다.

데이터베이스는 이러한 문제들을 해결할 수 있는 가장 적절한 도구이다. 방대한 문서를 효율적으로 관리할 수 있으며 적절한 검색도구를 이용하여 필요한 문서들을 신속하게 찾아낼 수 있다. 그리고 과거 또는 현재 진행 중인 WPS/PQR 문서를 몇 가지 키워드를 통해서 신속하게 검색할 수 있고 각 문서들이 어느 작성 단계에 있는가도 쉽게 파악할 수 있다. 또한 이미 작성된 WPS/PQR 문서들을 참조하고 재사용함으로써 동일한 또는 유사한 용접실험 및 각종 시험검사의 중복을 피할 수 있어 이로 인한 경비와 시간의 낭비도 방지할 수 있다. 그 외에도 유연한 보고서 작성 기능을 활용하여 WPS/PQR 문서 자체의 작성도 신속하게 할 수 있다.

본 연구는 복잡한 데이터가 수록되어 있는 WPS/PQR 문서의 정보를 분석하고 체계적으로 분류 및 정리하여 최적의 데이터베이스 아키텍쳐를 설계하였다. 또한 사용자의 입장에서 사용성과 효율성을 극대화할 수 있는 비즈니스 콤포넌트 모델을 설계하고 사용자 인터페이스 모듈을 설계 개발함으로써 데이터베이스의 장점을 구현함과 동시에 WPS/PQR 문서의 효율적 통합관리가 가능한 WPS/PQR 관리 DB 시스템을 개발하였다.

2. WPS/PQR 문서 분석

WPS/PQR 문서는 용접시공과 관련된 여러 종류의 데이터로 구성되어 있다. WPS 문서는 적용 가능한 모재에 대한 정보와 용접재료, 용접조건, 열처리 등을 포함한 용접시공 정보가 수록되어 있다. PQR도 사용된 모재와 용접재료, 적용된 용접조건과 기타 시공정보가 포함되어 있다. PQR은 추가로 용접된 시편에 대한 용접부의 비파괴검사와 각종 기계적 성질 시험 결과, 매크로검사 및 기타 시험 등의 결과를 포함하고 있다. Fig. 1은 WPS/PQR 문서의 예와 이 문서가 포함하고 있는 데이터의 종류를 보여주고 있다.

한편 조선소의 WPS/PQR 문서 관리는 WPS/PQR 문서 외에도 여러 종류의 관련 문서의 관리도 포함하고 있다. 이 문서들은 크게 3종류로 구분된다. 그 중 한 부류는 선주와 선급으로부터 WPS/PQR를 승인받을 때 반드시 첨부되어야 하는 문서로서 각종 성적서이다. 강재성적서, 용접재료성적서, 용접시험문서, 각종 비파괴 시험성적서, 각종 기계적 성질 시험성적서가 여기에

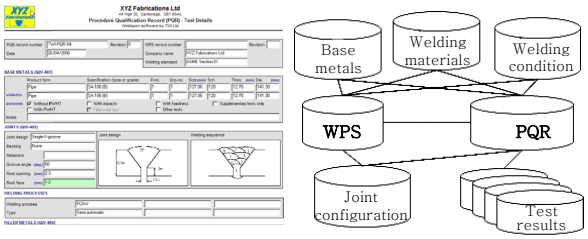

Fig. 1 Eample of WPS/PQR and data group contained in WPS/PQR

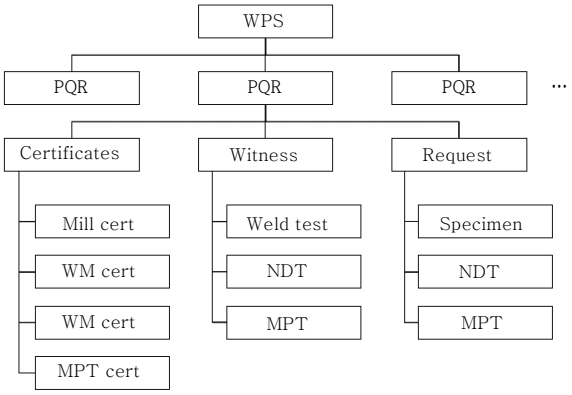

Fig. 2 Documents contained in WPS/PQR

해당한다. 나머지 는 각종 입회요청서와 시험의뢰서이다. 이 문서들은 용접시험, 비파괴시험, 기계적성질 시험 때 발송되는 문서로 WPS/PQR 문서의 작성 현황을 파악하는 데 꼭 필요한 문서들이다. Fig. 2는 WPS/PQR에 첨부되거나 연관되는 문서의 종류를 나타내고 있다. WPS/PQR 문서에 수록되어 있는 데이터는 각종 성적서에 포함된 데이터의 일부 또는 요약이다. 즉, Fig. 1에서 BM(Base Metal)은 모재 데이터의 상세를 담고 있는 강재성적서의 일부이며, WM (Welding Material)은 용접재료성적서의 일부이다. WT (Welding Test)는 용접시험문서, NDT(Non-Destructive Test)는 비파괴 시험성적서, MPT(Mechanical Property Test)는 기계적성질 시험성적서에 수록되어 있는 데이터의 요약에 해당된다. 한편 Witness와 Request는 각종 입회요청서와 의뢰서로서 전술한 바와 같이 WPS/ PQR문서에 속하지는 않지만 관리가 필요한 문서들이다. WPS는 관련된 PQR문서들을 토대로 용접시공표준으로 만든 문서로서 WPS를 승인받을 때는 WPS를 만든 근거가 되는 해당 PQR문서를 모두 첨부하여 승인을 받게 된다.

본 연구에서는 WPS/PQR의 데이터 기준이 아닌 문서를 기준으로 DB설계를 하여 WPS/ PQR 문서관리에 초점을 맞추었다. 현재까지 활용되고 있는 WPS/

PQR 관리 데이터베이스는 상용화된 시스템을 포함하여 모두 WPS/ PQR에 포함된 데이터 관리를 목적으로 하여 구축되어 있다[1,2]. 조선소의 WPS/PQR관리는 WPS/PQR 데이터 관리도 필요하지만 무엇보다 동시에 진행되는 수십건 내지 백건이 넘는 WPS/PQR문서의 작성 현황의 관리가 더욱 중요하다. 이는 WPS/PQR문서의 작성 현황의 파악을 통해 현재 건조 중인 선박의 생산 공정의 정확한 관리가 가능하기 때문이다.

한편 데이터베이스 시스템에서 데이터는 개체(Entity)와 관계(Relationship)로 표현된다. 여기에서 개체라 함은 단독으로 존재하며 다른 것과 구별되는 고유한 특성과 상태를 갖는 객체를 의미하며 이를테면 모재 데이터, 용접재료 데이터 등이 여기에 해당되는데 직사각형으로 나타낸다. 관계는 마름모꼴 도형으로 나타내는데 개체와 개체 사이의 연관성을 나타내며 통상 해당 개체에 포함되어 있는 공통속성(common attribute)으로 표현한다. Fig. 3은 본 연구를 통해서 구축된 DB의 E-R (Entity- Relationship) Diagram이다.

ER Diagram은 DB의 설계도와 같은 역할을 하는 것으로 개체와 관계의 구조와 상태를 나타내는 도형이다[3]. Fig. 3에서 개체와 개체 사이를 잇는 선은 두 개체가 상호 관련성이 있다는 것을 의미하며 마름모꼴로 표시된 내용은 관계로서 선으로 연결된 두 개체가 모두 갖고 있는 공통 속성으로 두 개체의 연관성을 보여준다. 여기에서 강재성적서와 PQR의 상관관계를 살펴보면 강재의 고유번호인 Product No/Heat No가 관계로 표현되어 있다. 이 고유번호는 PQR문서와 강재성적서에 공히 포함되어 있어 이 PQR이 해당 강재를 모재로 사용하고 있음을 나타내고 있다. 두 개체를 잇는 선 양쪽 끝에 n, m으로 표기된 것은 이들 관계가 다대다 대응관계임을 나타낸 것으로 한 모재가 여러 PQR 문서에 사용될 수 있고 때로는 한 PQR 문서에 여러 종류의 모재(이종재 용접의 경우)가 사용될 수 있음을 의미한다.

3. WPS/PQR 문서 작성 흐름

PQR 문서는 Fig. 4와 같은 과정을 통해 작성된다. 우선 PQR 고유번호를 결정한 후 사용 강재에 관한 정보를 기입한다. 사용 강재는 조선소에 이미 입고된 강재의 강재성적서에 있는 내용 중 강재규격, Product

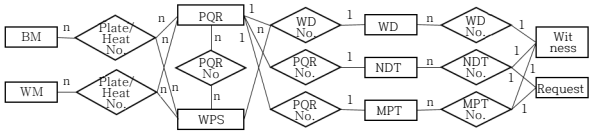

Fig. 3 ER Diagram of WPS/PQR DB

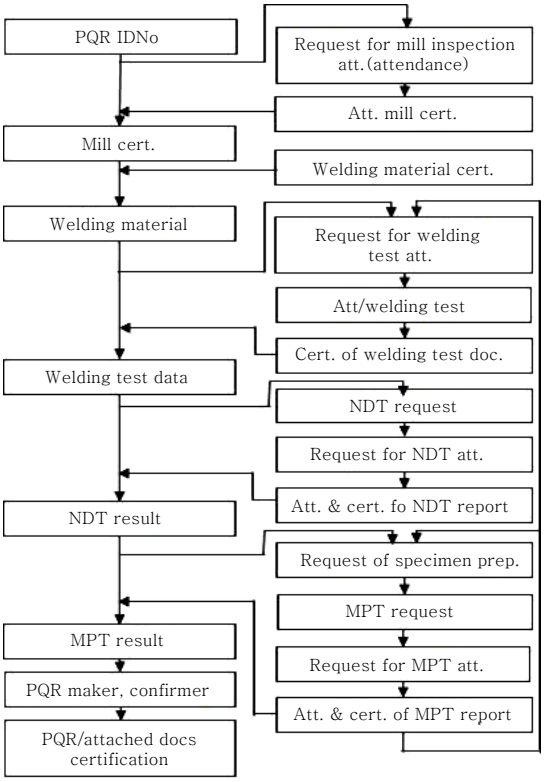

Fig. 4 PQR Process

No/Heat No로 표시되는 강재의 고유번호, 강재두께, 기타 필요한 경우 Ceq.(탄소당량)를 비롯한 주요 성분을 기입하게 된다. 이 때 선주/선급으로부터 강재검사 입회를 통해 사용 강재가 해당 강재성적서와 일치하는가에 대해 확인을 받게 된다. 그 다음은 용접재료에 대한 정보를 작성하게 되는데 이 경우도 용접재료 제조회사로부터 받은 용접재료성적서에 수록된 내용 중 중요사항을 PQR문서에 기록한다. 이 경우 용접재료에 대해서는 입회검사를 하지 않는 것이 일반적이다. 다음 과정은 용접시험에 관한 사항을 기입하게 되는데 이 부분도 통상 용접시험 문서를 별도로 마련하여 작성한 후 이 중 중요사항을 PQR문서에 기록한다. 따라서 용접시험 전 용접시험 문서에는 PQR고유번호, 강재 및 용접재료에 대한 정보, 이음부 형상에 대한 정보, 적용 용접공정에 대한 사항을 미리 작성한다. 이 후 선주/선급의 입회하에 용접을 시행한다. 이 때 적용된 용접조건 및 용접 열처리 관련 정보 등을 용접시험 문서에 기록한 후 선주/선급으로부터 확인을 받는다. 용접시험이 끝나면 NDT를 실시하게 되는데 우선 NDT업체에 NDT 의뢰요청서를 통해 의뢰하고 일정을 잡은 후 선주/선급 입회 하에 NDT를 시행한다. NDT는 통상 MT (Magnetic Particle Test, 자분탐상 시험), UT(Ultrasonic Test, 초음파탐상시험), RT(Radiographic Test, 방사

선투과시험), PT(Liquid-Penetrant Test, 액체침투탐상시험)의 4가지 시험을 실시하는 것이 보통이다. 이 경우 4가지 시험은 대개 한 업체가 아닌 각기 다른 NDT 업체에서 시행하는 경우가 많다. 또한 4가지 NDT를 시행할 때 각각의 시험마다 서로 다른 여러 개의 PQR에 대해 한번에 시행하므로 각 시험 별로 별개로 관리되어야 한다. NDT결과는 NDT성적서에 기록되는데 여기에도 선주/선급의 서명이 반드시 필요하다. NDT성적서를 받게 되면 결과에 대한 요약을 PQR문서에 기록한다. 만약에 NDT결과가 요구기준을 만족하지 못하면 용접시험단계로 가서 다시 용접시험, NDT 과정을 요구기준이 만족되는 결과가 나올 때까지 반복해야 한다. NDT가 끝나면 MPT를 위한 시편가공을 의뢰하고 시편이 만들어지면 MPT 의뢰요청서를 보낸다. 시험 일자가 정해지면 선주/선급에 입회요청을 하고 시험을 시행한다. MPT는 인장시험, 굽힘시험, 충격시험, 경도시험의 4가지 시험과 매크로시험으로 구성되나 경우에 따라서는 CTOD(Crack Tip Opening Displacement) 시험과 같은 파괴시험 및 피로시험(Fatigue Test)이 추가되기도 한다. 때로는 기계적성질시험 외에 부식시험, 페라이트분석, 화학조성분석 등이 추가되기도 한다. 본 연구에서는 편의상 MPT 그룹에 이러한 추가시험을 포함하였다. MPT는 조선소 소속 부서에서 시행되기도 하나 외주업체에서 시행되는 경우도 많다. MPT는 NDT와 달리 시험종류도 많을 뿐만 아니라 각 시험이 포함하고 있는 내용도 많아 한 PQR단위로 시험이 시행된다. MPT도 선주/선급의 입회하에 시행되며 MPT결과는 선주/선급의 서명이 득해진 MPT성적서에 기록된다. MPT결과가 요구기준을 만족하지 못한 경우에는 NDT 단계로 가서 다시 시편을 가공해서 MPT시험을 실시하거나 용접시험단계로 가서 MPT결과가 요구기준을 만족할 때까지 그 이후의 과정을 반복하게 된다. MPT성적서가 마련되면 거기에 수록된 내용 중 핵심부분을 PQR문서에 기입한다. 그 다음 PQR문서에 기타 참고사항을 추가한 후 작성자와 확인자가 서명한다. 이 후 PQR 문서에 강재성적서, 용접재료성적서, 용접시험문서, NDT성적서, MPT성적서를 첨부하여 선주/선급으로부터 승인을 받게 된다. 이와 같이 하나의 PQR은 많은 시험과 이에 동반되는 다량의 문서로 구성되어 있고 최종 승인받기까지는 빨라도 1개월에서 수개월이 걸리게 된다. 여러 척의 선박이 동시에 건조되는 대형 조선소의 경우 동시에 수십 건 이상의 PQR작성이 진행되므로 다루어야 할 문서의 양도 엄청나게 많아 이의 관리에 많은 시간과 노력이 투입되고 있는 실정이다.

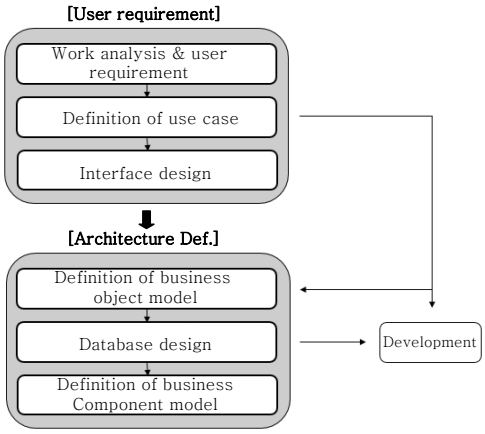

Fig. 5 System development based on CBD method

한편, WPS도 PQR과 같이 모재, 용접재료, 용접시공 데이터를 수록하지만 용접결과에 대한 시험기록은 포함하지 않는다. WPS가 선주/선급의 승인을 득하면 WPS 적용 부서에 배포되고 용접시공은 WPS에 수록된 데이터에 의거하여 시행되게 된다.

4. 시스템 구성

4.1 CBD 구성

WPS/PQR 관리 DB 시스템 개발에 대한 설계는 객체 지향적 개발 방법론인 CBD(Component-Based Development)를 기반으로 진행하였다. CBD 방법론은 요구파악 단계와 아키텍처 정의로 나누어 시스템을 설계한다[4].

요구파악 단계에서는 시스템 기능 및 인터페이스에 대한 요구사항 정의를 수행하게 된다. 수집된 요구사항을 정제하여 관련 액터 정의, 유스케이스 목록, 유스케이스 이벤트 흐름 기술서, 상세 activity diagram, 유스케이스 모델 개요를 작성한다. 이를 토대로 사용자와 시스템 사이에 상호작용이 원활하게 이루어질 수 있도록 사용자 인터페이스를 설계한다. 유스케이스 기술서를 바탕으로 모든 기능들에 대해 sequence diagram으로 화면 흐름을 모델링한다. 그리고 사용자의 요구사항에 대한 검증을 수행할 때 이해관계를 높일 수 있도록 사용자 인터페이스 설계 단계를 거친다.

아키텍처 정의에서는 비즈니스 객체 모델 정의, 데이터베이스 설계, 그리고 앞서 도출된 유스케이스 기술서와 사용자 인터페이스 기술서를 바탕으로 비즈니스 컴포넌트 모델을 도출하고 컴포넌트 사이의 관계를 식별할 수 있도록 비즈니스 컴포넌트 모델을 구조화한다[5,6].

본 연구에서는 초기 설계 과정을 거친 후 설계 전 사

용자 및 개발 담당자와의 협의를 통해 개발 및 적용 테스트 과정을 통해서 사용자 및 개발자의 추가 요청사항을 반영하여 설계를 수정 및 보완하는 과정을 반복하여 완성하였다.

4.2 DB 구성

WPS/PQR 관리 DB는 2장의 E-R Diagram을 토대로 각종 테이블을 정의하고 테이블의 상관관계를 정립하여 Fig. 6과 같이 설계하였다. 여기에서 특이한 점은 DB에 WPS/PQR 문서의 데이터 전부를 수록한 것이 아니고 문서의 관리와 검색에 필요한 핵심 데이터만 수록한 점이다. 2장에서 전술한 바와 같이 본 연구에서 구축한 WPS/PQR 관리 DB 시스템은 WPS/PQR의 모든 데이터를 관리하는 것이 아니라 WPS/PQR 문서 및 부속 문서를 관리하는 시스템이다. WPS/PQR문서를 비롯하여 각종 입회요청, 의뢰 및 성적서 문서들은 조선소에서 지금껏 사용해온 엑셀문서나 워드문서 형태의 문서를 그대로 사용한다. 따라서 WPS/PQR DB는 각종 문서의 핵심정보만을 저장하고 이 문서들의 키워드와 상관관계를 DB에 구현하여 이 문서들의 다양한 검색과 작성 현황의 파악이 가능한 시스템을 구축한 것이다.

4.3 시스템 구현

WPS/PQR 관리 DB 시스템은 Fig. 7과 같이 크게 강재 및 용접재료 관리, PQR 작성 관리, WPS관리의 3부분으로 구성되어 있다. PQR 관리는 Fig. 4에 나타나 있는 PQR 작성 과정의 흐름에 관련되는 문서의 관리가 포함되어 있다. WPS관리는 관련 PQR의 검색과 WPS문서의 배포관리를 포함한다.

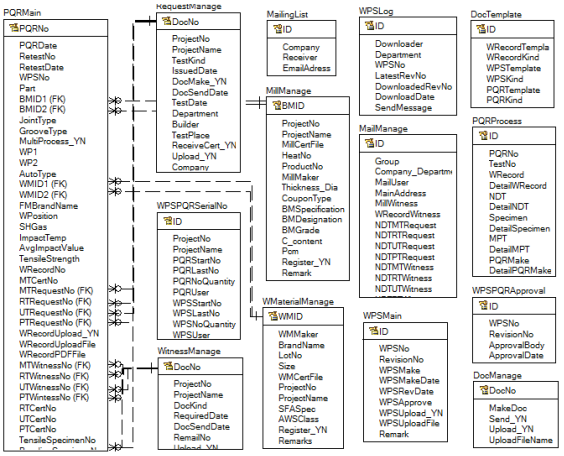

Fig. 6 Design of WPS/PQR DB

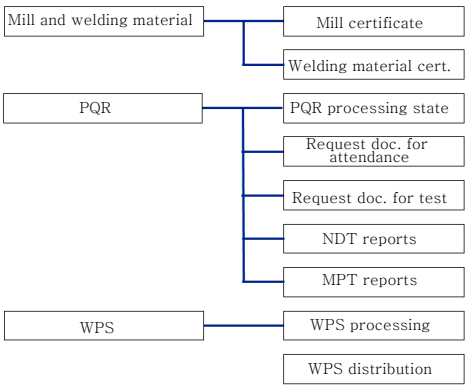

Fig. 7 Components of DB system

4.3.1 강재 및 용접 재료 관리

강재 및 용접재료 관리는 강재 및 용접재료가 입고될 때 성적서를 등록하는 과정이다. PQR 작성 시에는 여기에 등록된 강재와 용접재료성적서를 검색하여 해당 데이터를 작성한다.

4.3.2 PQR 관리

PQR 관리는 본 시스템의 핵심 부분으로 Fig. 4의 흐름에 따라 PQR을 단계별로 작성하고 현 시점에서의 작성 현황을 보여주는 부분이다. Fig. 9에서 볼 수 있는 바와 같이 건조 중인 선박을 의미하는 해당공사를 선택하면 이 공사에 관련되는 전체 PQR의 목록이 나타나며 각 PQR의 작성현황이 표시된다. PQR의 각 단계를 클릭하면 완료된 부분은 해당 문서를 호출하여 볼 수 있으며 작성 중인 문서는 해당 문서를 열어 작성할 수 있다. 특히 여러 종류의 시험으로 구성된 NDT와 MPT부분은 해당 PQR에 대해 각 시험별로 현재의 진행상태를 보여주고 있어 이미 완료된 시험과 더 진행해야 할 시험을 바로 파악할 수 있다.

(1) 입회요청문서

입회요청문서는 각 시험 및 검사를 시행할 때 해당 선주/선급에 입회를 요청하는 문서이다. 통상 강재검사, 용접시험, NDT, MPT의 시행 시 입회가 필요하다. 입

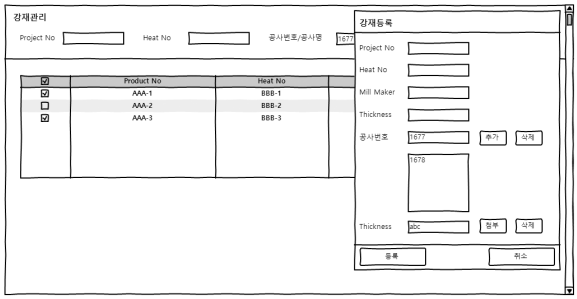

Fig. 8 Management of mill certificate

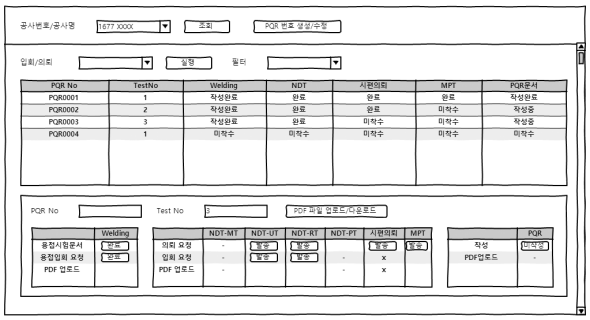

Fig. 9 Processing status of PQR

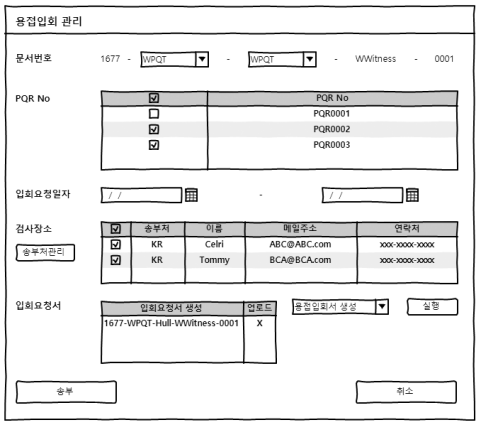

Fig. 10 Witness document for welding test

회요청문서는 PQR문서에 포함되지는 않으나 PQR작성 과정에서 반드시 수반되는 업무이므로 PQR의 작성 현황을 파악하기 위해서 관리되어야 할 문서이다. 용접시험과 NDT입회는 한번에 여러 건의 PQR에 대한 시험 입회를 하지만 MPT입회의 경우는 한번에 한 건의 PQR에 대한 입회가 이루어지므로 관리에 주의가 필요하다. Fig. 10은 용접시험 시의 입회를 위해 발송되는 문서의 예이다.

(2) 시험의뢰문서

시험의뢰문서는 PQR에 필요한 각종 시험의 수행을 요청하는 문서이다. 이 문서는 시편가공의뢰, NDT의뢰, MPT의뢰 시 발송되는 문서이다. 이 문서도 PQR 문서에 포함되는 것은 아니지만 PQR의 작성 현황을 파악하기 위해서 관리되어야 할 문서이다. 시험의뢰의 경우에도 시편가공과 NDT의뢰는 여러 건의 PQR에 대한 것을 한번에 의뢰하지만 MPT의뢰는 한번에 한 건의 PQR에 대한 시험을 의뢰한다. Fig. 11은 NDT 의뢰의 예를 보여주고 있다.

(3) 성적서 관리

각종 성적서는 PQR 승인 시에 첨부되어 같이 승인

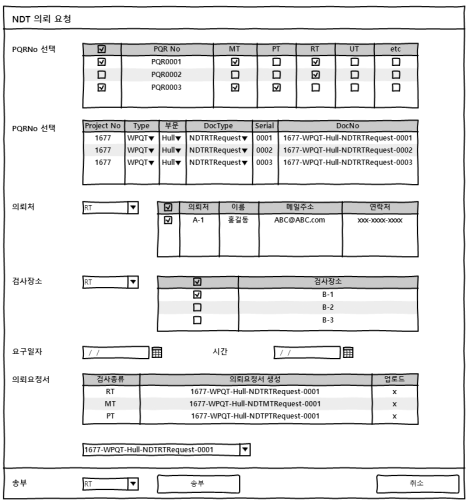

Fig. 11 Request document for NDT

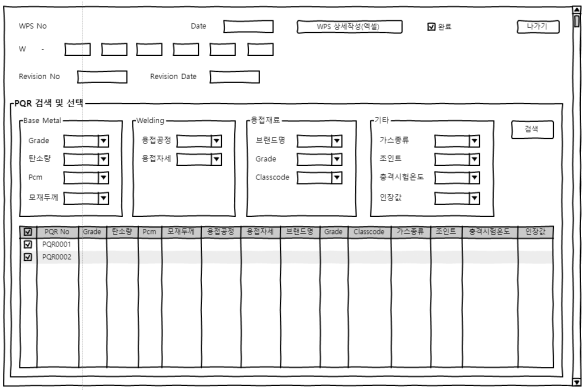

Fig. 12 WPS process

을 받는 문서이다. 이 문서는 강재성적서, 용접재료성적서, NDT성적서, MPT성적서로 이루어진다. NDT성적서와 MPT성적서는 각각 한 문서가 아니라 각 시험별로 별도의 성적서가 있으므로 여러 문서로 이루어진다.

4.3.3 WPS 관리

WPS문서는 다수의 PQR에 근거하여 작성되므로 WPS문서 관리에는 반드시 해당 PQR의 검색 기능이 포함된다. 또한 승인된 WPS문서는 이 문서에 따라 용접시공이 이루어질 수 있도록 선박 건조공정의 각 단계를 담당하는 부서에 배포되어야 하므로 배포상황에 대한 관리도 포함된다. Fig. 12는 WPS관리의 예를 보여주고 있다.

5. 결 언

WPS/PQR문서는 선주/선급의 승인이 필요한 문서로 조선소에서 필수적으로 구비하여야 하는 문서이다. 구조물 건조 과정에서 이 문서를 먼저 확보해 놓지 않

으면 그 공정을 진행할 수 없기 때문에 이 문서의 관리는 전체 건조공정 진행에 큰 영향을 주는 중요한 업무이다. 본 연구를 통해서 개발된 WPS/PQR 관리 DB 시스템의 활용으로 WPS/PQR 문서의 효율적 관리는 물론, 보다 용이하고 신속하게 WPS/PQR문서의 작성이 가능해졌다. 무엇보다도 동시에 진행되는 수많은 WPS/PQR문서의 작성 현황이 일목요연하게 파악됨으로써 문서의 미비로 인해 건조공정에 차질을 초래하는 상황이 방지될 수 있는 점은 본 시스템의 큰 이점이라 할 수 있다.

References

1. B.Y. Kang, J. Y. Park, and D. S. Um, Study on the Development of Welding Information System for CIMS in Shipbuilding, *Journal of KWJS*, 14-6 (1996), 372- 383 (in Korean)
2. H. J. Sung and G. Y. Choi, Web Based PQR Management System, *Proceedings of KWJS*, 40 (2003), 120-121 (in Korean)
3. S. H. Lee, Database Concepts, *Jungiksa,* (2010), 221-225 (in Korean)
4. J. H. Park, Y. S. Kim and K. D. Lee, ooCBD based Process Management System Design for Engineering Collaboration, *Journal of KSPE*, (2008), 909-910 (in Korean)
5. J. Y. Park, S. Y. Moon and C. H. Ryu, I. H. Hwang, A study on the Quality Management System for Smart Shipyard based on Mobile, *Journal of KWJS*, 31(4) (2013), 33-41 (in Korean)
6. J. Y. Park, H. S. Oh and D. K. Lee, A study on the Production Process Management Support System for Smart Shipyard based on Mobile, *Journal of KWJS*, 32(5) (2014), 58-64 (in Korean)