

발전설비 건설품질 향상을 위한 온라인 용접관리시스템 개발

박상기·안연식·길두송

Development of On-line Welding Management System for Quality Improvement of Power Plant Construction

Sang-Ki Park, Yean-Shic Ahn and Doo-Song Gil

1. 서 론

발전설비, 중공업, 석유화학, 선박과 같은 대형 플랜트를 제작 설치하기 위해서는 수많은 용접작업이 수행된다. 용접작업은 고온의 열을 가열하여 두 금속을 짧은 시간에 접합하기 때문에 용접결함이 발생할 가능성이 높아 철저한 관리가 요구된다. 용접 품질은 시공시에 결정되며, 시공이 부적절하게 이루어졌을 경우 플랜트 전체의 품질을 보증할 수 없기 때문에 플랜트의 안정적인 운영이 곤란해진다. 용접 품질을 확보하기 위해서는 용접시공 공정인 용접 모재정렬(fit-up), 용접전예열, 용접작업, 용접후열처리, 비파괴검사, 보수용접 등 전 공정에 대해 작업을 지시하고 용접진행 사항을 관리하여야 한다¹⁾. 현재는 이러한 전 공정관리가 감독자에 의해 수행되기 때문에 용접시공 공기가 길어지고, 용접시공 현황과 문제점 파악에 어려움이 있다. 즉 수 만개소에 이르는 용접부에 대해 사람이 일일이 적합한 작업 지시를 내릴 수 없고, 매일 진행되는 용접시공 현황을 정확히 파악하여 문제점을 찾아내기에는 어려운 실정이다. 따라서 플랜트 용접시공관련 전 공정에 대한 작업 지시와 진행이 전산시스템으로 이루어지도록 함으로서 용접시공 공기를 단축하고 용접시공 현황과 문제점을 실시간으로 제공하여 용접 품질을 확보하기 위하여 온라인 용접관리시스템을 개발하고자 하였다.

2. 발전설비 용접작업 및 문제점

2.1 용접절차 및 현황

발전소 건설시 발전설비 용량 및 설계기준에 의해서 설치될 설비 사양이 확정되고 이에 따라 용접관련 기준과 절차가 결정되며, Fig. 1과 같이 용접작업이 진행된다.

발전설비 건설시 용접작업을 수행할 용접사에 대하여

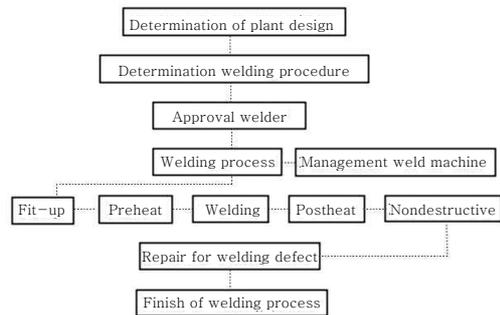


Fig. 1 Sequence of power plant welding

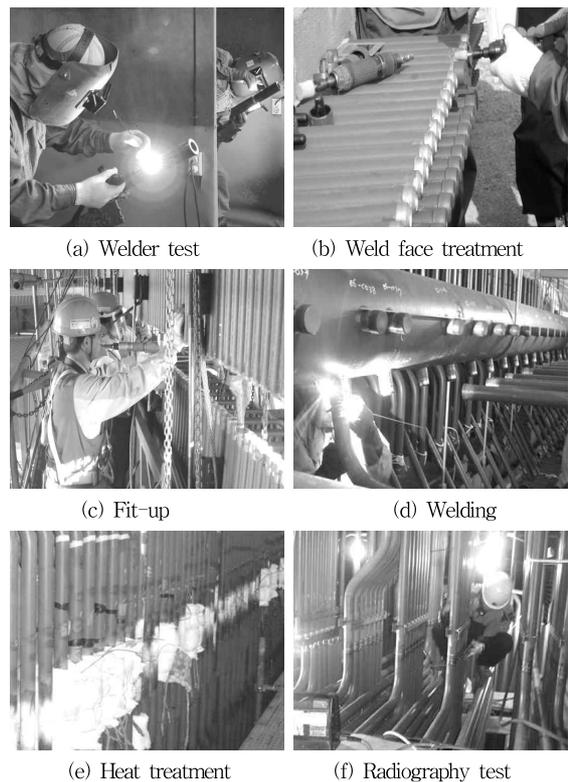


Fig. 2 Procedure of welding precess

기량검정을 실시하여 승인한다. 용접시공은 Fig. 2와 같이 모재정렬, 예열, 용접, 용접후열처리, 비파괴검사, 용접결함 보수작업등을 거쳐 용접작업이 완료된다.

2.2 발전설비 용접작업 문제점

용접작업은 발전소 건설시 수십만 개소의 용접작업이 발생되기 때문에 설비 품질 및 건설공기에 가장 큰 영향을 미치는 주요작업이다. 용접시공 공정은 용접모재 정렬, 예열, 용접, 후열처리, 비파괴검사, 보수용접등 여러 공정으로 이루어지기 때문에 용접시공 공기를 단축하기 위해서는 전 공정에 대하여 유기적으로 작업지시가 이루어져야한다²⁾. 즉 모든 용접부에 대해서 용접시공 앞 공정이 완료되었는지를 파악하여 바로 후속공정에 대한 작업지시를 내리게 함으로서 용접시공 시간을 최소한으로 할 수 있다. 그러나 건설시 수많은 용접작업이 동시다발적으로 이루어지기 때문에 감독자가 각 용접개소별 용접공정을 정확히 파악하여 각 후속공정에 대해 작업지시를 내리지 못하고 있다. 따라서 용접작업 공기를 최적화하지 못한 상태에서 관리하게 되어 발전소 건설공기가 길어지고 있다. 그리고 발전소 운전시 모든 용접부 중에 단 한 개가 손상되어도 발전소가 정지되기 때문에 고도의 용접품질이 확보되어야 한다. 용접품질을 확보하기 위해서는 매일매일 용접시공현황과 용접시공 공정의 문제점을 파악하여 신속히 조치하여야 한다. 이제까지는 시공현황과 문제점을 공사감독자가 수작업으로 관리하기 때문에 실시간으로 파악하지 못하고 약 일주일 지난 공정으로 관리되고 있다. 따라서 용접작업시스템 중 용접사, 용접기, 자재, 절차등에 의한 문제 발생시 반듯이 용접불량이 발생한다. 이런 용접불량에 대해서는 보수용접작업을 실시하여 결함이 제거됨을 확인하지만 급속 야금학적인 특성상 보수용접으로 인하여 용접부가 취약해지기 때문에 용접품질은 저하되고 있는 실정이다³⁾.

3. 온라인 용접관리시스템 제작

용접시공 진행관리와 용접품질관리의 문제점을 개선하기 위하여 사람에 의한 수작업이 아닌 전산시스템에서 자동적으로 진행관리가 가능한 온라인 용접관리시스템을 설계, 제작하였다.

3.1 용접관리프로그램

용접시공 공정인 용접모재 정렬, 예열, 용접, 후열처리, 비파괴검사, 보수용접 등에 대한 작업 수행시, 작업지시가 이루어지지 않아 작업이 지체되고 있는 사항이

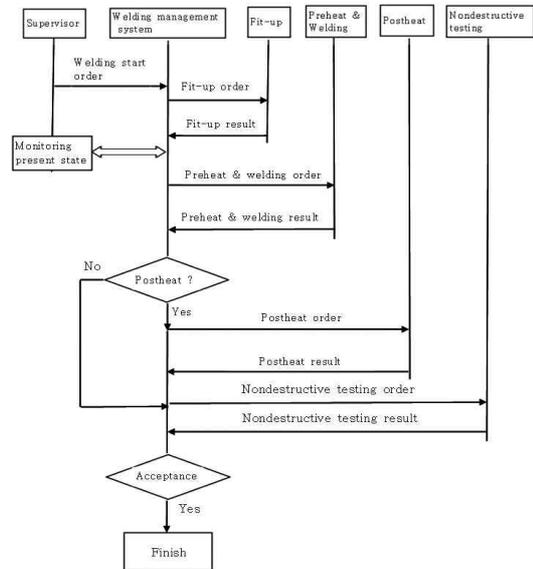


Fig. 3 Mechanism of welding management

발생하지 않도록 전산시스템에 의해서 자동적으로 작업지시와 진행이 이루어질 수 있도록 Fig. 3과 같이 전산 프로그램을 제작하였다⁴⁾.

3.2 용접관리시스템 구성

용접관련 작업 진행관리, 현황 및 보고서 제공, 용접관련 정보, 용접기술 정보 제공등을 관리하기 위한 메인서버를 설치하고 발전소 건설관련 작업자들이 인터넷으로 접속할 수 있도록 하였다. 용접관리시스템의 하드웨어 구축 체계는 Fig. 4와 같이 운용 메인 서버, 문제점 발생시 원본 데이터를 보존하기위한 원본보존시스템, 네트워크 침입을 차단하는 보안시스템으로 구성하였다. 용접관리시스템의 소프트웨어는 MS Windows Server 환경에서 데이터베이스 관리체계(DBMS)는 Oracle 11g Std1에 의해 구동된다.

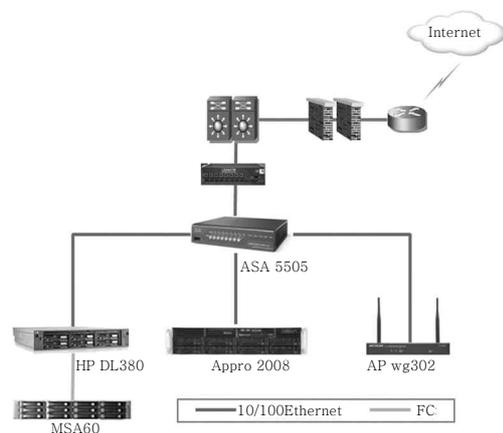


Fig. 4 Computer hardware design

3.3 용접관리시스템의 메뉴 구성

용접관리시스템은 주메뉴와 주메뉴의 하위작업을 수행하는 부메뉴로 구성하였다. 주메뉴는 용접관리, 종합분석관리, 기초자료관리, 시스템관리 기능을 수행하며, 부메뉴는 주메뉴의 세부 하위작업을 수행할 경우에 사용한다.

3.3.1 용접관리

용접관리의 부메뉴로는 용접작업 진행관리와 용접마스트 정보 관리 기능을 수행한다. 용접작업 진행관리는 각 공정별 작업지시와 진행공정의 현황을 파악하고 용접마스트 정보관리는 용접도면, 용접정보데이터 입출력을 수행한다.

3.3.2 종합분석관리

용접작업 진행중 문제점을 파악할 수 있도록 용접작업관련 각종 현황을 분석하는 기능이다. 용접사별 용접작업 현황과 결함발생율, 각 공정별 통계, 용접결함의 종류별 통계 및 분석, 용접번호별 시공현황, 일자별 시공현황 통계, 작업기간별 시공현황등을 파악할 수 있다.

3.3.3 기초자료관리

용접관련 작업을 수행하는 작업자들에게 시공관련 정보를 제공하는 역할을 한다. 용접절차서 등록, 용접사 등록, 용접데이터 및 도면과 같은 용접정보 등록, 용접봉 입출고 및 기본정보관리, 자료실 운영등을 수행한다.

3.3.4 시스템관리

용접관리시스템을 운영하기 위한 사용자의 권한관리, 작업자 회사 및 부서관리, 적용코드의 관리, 메뉴관리, 발전소 기본정보 등을 입력하는 기능을 가진다.

4. 온라인 용접관리시스템의 적용

4.1 용접관리시스템 접속

용접관리시스템에 접속하기 위해서는 인터넷에 의한 보안시스템을 거쳐 Fig. 5의 용접관리시스템 주 화면에 접근할 수 있다. 주 화면에서는 용접관리, 종합분석관리, 기초자료관리, 시스템관리를 수행할 수 있으며, 건설 발전소의 용접현황, 날씨정보 등이 표시된다.

4.2 용접관리시스템의 적용

용접관리시스템의 적용성과 유용성 확인을 위해 현재 건설중인 여수화력 제2호기 건설현장에 적용하였다.



Fig. 5 Welding management main screen

4.2.1 용접관리

용접관리시스템을 사용할 수 있도록 설비의 용접정보 등록이 용접마스터 관리에서 이루어지며, Fig. 6은 용접관리시스템에 등록된 여수화력 제2호기의 용접정보 형태이다. Fig. 7은 전산시스템에 의하여 시스템적으로 용접공정을 관리되고 있음을 나타내고 있다.

4.2.2 종합현황관리

용접시공 현황을 신속히 분석할 수 있도록 제공되는 정보로서 Fig. 8은 종합현황중 설비의 위치별 용접시공 현황을 나타내고 있다.

Welding Management System
용접마스터관리

용접관리 > 용접마스터관리

Total | --선택하세요-- | 검색

총 297건

번호	용접구분	용접번호	항목	규격 외경 두께	수량	재료	배도	용접도	도면
297	FURNACE	W1	FURNACE FRONT INLET HEADER NIPPLE	63.5 8.1	386	SA210C	10	NONE	T0914-PA-A134 W1-4
			FURNACE LOWER FRONT WALL PANELS	63.5 8.1					
			FURNACE LOWER SIDE WALL PANELS	63.5 8.1					
296	FURNACE	W10	FURNACE INTERMEDIATES SIDE WALL	63.5 8.1	184	SA210C	10	NONE	T0914-PA-A133 W9-12

Fig. 6 Welding information data

Welding Management System
용접작업관리

용접관리 > 용접작업관리

작업지시 | FIT-UP | **배열/용접** | 후열 | 비파괴

검색 | 용접구분값 | 검색

총 112건

번호	용접구분값	작업번호	작업일	용접사1	용접사2	DESCRIPTION	조인트
112	SH	WW-100730-6	2010-07-30	박대일		S2-198~213-1~3	48 관리 상태
111	RH	WW-100730-5	2010-07-29	장태익		R9-100-105-1~9	63 관리 상태
110	RH	WW-100730-4	2010-07-29	이기만		R8-91~97-1~9	45 관리 상태
109	RH	WW-100730-3	2010-07-29	서종근		R3-200~212-1~4	52 관리 상태
108	RETURN LEG	WW-100730-2	2010-07-30	김성곤		RL2-D-FR-1~35	35 관리 상태
107	RETURN LEG	WW-100730-1	2010-07-30	임필주		RL2-C-FR-1~35	35 관리 상태
106	ECCO	WW-100727-10	2010-07-27	박대일		E2.5-33-90-1~2	116 관리 상태
105	ECCO	WW-100727-9	2010-07-23	신왕수		E2.6-33-96-1~2	128 관리 상태
104	ECCO	WW-100727-8	2010-07-26	서종근		E2.7-33-98-1~2	132 관리 상태
103	SH	WW-100727-7	2010-07-26	장태익		S2-172~195-1~3	60 관리 상태

« 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 | next »

등록 | 삭제

Fig. 7 Welding process management

Welding Management System
종합현황분석

1. 위치별

위치	총용량	용접작업량	POINT		
			감사량	결함량	%
MS	37	0	0	0	0
HRH	45	0	0	0	0
CROSSOVER DUCT	424	0	0	0	0
LINK PIPE	0	0	0	0	0
SH	4545	1033	1033	17	1.6
RADIOGRAPH PLUG	13	0	0	0	0
ECO	6484	1346	1346	3	0.2
FEED WATER	55	0	0	0	0
CRH	51	0	0	0	0
FURNACE	4238	2290	2290	55	2.4
DIVISION WALL	180	0	0	0	0
RETURN LEG	928	280	280	14	5
EVAP. WING WALL	288	144	144	1	0.7
RH	10736	2212	2212	18	0.8
CYCLONE	3416	0	0	0	0

Fig. 8 Analysis data of welded parts

Welding Management System
WPS관리

기초자료관리

WPS번호: [입력] 등록일자: [입력] 검색: [입력]

총 32건

번호	P_NO	WPS번호	POR번호	WPS파일	등록일자
32	CASE2179-3	YSSK-113	TM2020007	2179-YSSK-113.pdf	2010-05-18
31	P-4	YSSK-020	0467SMP101	P4-YSSK-020.pdf	2010-05-14
30	P-1	YSSK-015	0163P101	P1-YSSK-015_1.pdf	2010-04-12
29	이동용접	YSSK-082	M0509-014	이동용접-YSSK-082 POR.pdf	2010-04-10
28	이동용접	YSSK-074	M0408-003	이동용접-YSSK-074 POR.pdf	2010-04-10
27	P-6	YSSK-065	M0809-013	P6-YSSK-065.pdf	2010-04-10
26	P-1	YSSK-047	TM0101-028	P1-YSSK-047.pdf	2010-04-10
25	P-1	YSSK-046	TM0101-028	P1-YSSK-046.pdf	2010-04-10
24	P-1	YSSK-034	F0101-057	P1-YSSK-034.pdf	2010-04-10
23	이동용접	YSSK-056	M0408-006	이동용접-YSSK-056.pdf	2010-04-10

Fig. 9 Welding data and information

4.2.3 기초자료관리

발전소 건설 용접작업과 관련된 각종자료를 등록하여 온라인으로 공유함으로써 업무효율이 향상되도록 하였다. Fig. 9는 용접절차가 등록된 것을 나타낸다.



·박상기
·1958년생
·전력연구원
·용접구조물 신뢰도평가
·e-mail : skpak@kepri.re.kr



·길두송
·1968년생
·전력연구원
·발전설비 건전성평가 연구
·e-mail : kds6801@kepri.re.kr



·안연식
·1958년생
·전력연구원
·발전설비 건전성평가업무 총괄
·e-mail : ysas@kepri.re.kr

5. 결 론

발전소 건설시 수많은 용접작업이 이루어지기 때문에 용접작업이 주요공정이지만 용접관리시스템의 부재로 인하여 건설공기가 지연되고 용접품질을 확보하지 못한 문제점이 있었다. 이번 온라인 용접관리시스템을 개발하여 적용한 결과, 아래와 같은 유용성을 확인할 수 있었다.

- 1) 전산시스템에 의한 용접시공 관리결과, 용접작업의 선행공정이 완료되면 즉시 후속 공정으로 진행하게 되어 용접 전 공정의 시공공기가 단축되었다.
- 2) 용접작업 진행현황과 문제점을 실시간으로 제공함으로써 용접결함을 줄일 수 있게 되어 용접품질이 향상되었다.

3) 용접관련 자료와 정보를 온라인으로 공유함으로써 업무의 효율성과 정확성을 높일 수 있었다.

이상과 같이 기존에는 감독자의 수작업에 의존하여 관리되었던 용접관리를 온라인 전산시스템으로 관리함으로써 건설공기 단축과 용접시공 품질을 향상시킬 수 있게 되었다. 본 용접관리시스템의 유용성이 확인되어 향후 건설될 발전소에 확대 적용될 예정이다.

참 고 문 헌

1. Handbook of The Korean Welding and Joining Society, Volume 2 (2008), Construction and Inspection 190-200 (in Korean)
2. ASME Rules for Construction of Nuclear Power Plant Components Division 1, BPVC section III, 2007
3. Handbook of The Korean Welding and Joining Society, Volume 2 (2008), Quality Control, 210-220 (in Korean)
4. Park Sang Ki, 2010, Korea Electric Power Research Institute, Development of Boiler Tube Inspection Technique by Computed Radiography, 371-391