

KEPIC 가이드

구조용접(SW)

최 일 선

대한전기협회 전력기준처 전력기준개발실 팀장

1. 개요

구조용접 기술기준은 강구조와 박강판구조 기술기준으로 구분되며 주요 구분 내용은 표 1과 같다.

〈표 1〉 구조용접 기술기준의 구분

구분	참조기준	비고
구조용접-강구조 (KEPIC-SWS)	AWS D1.1-1998	• 탄소강 및 저합금강 구조물 • 두께 3.2mm 이상 구조용 강재 용접 • 건축물 강구조 용접에 적용
구조용접-박강판 구조 (KEPIC-SWT)	AWS D1.3-1998	• 두께 4.6mm 미만 강재 용접 • 전기 및 I/C 분야 제어패널 제작 및 구조재의 지지를 위한 용접에 주로 적용

2. 단위계의 적용

발전소 구조물의 설계, 제작, 시공에 있어 주로 미국기준을 적용함으로써 단위계의 적용에 있어서도 USCS 단위계(ft-lb 단위계)에 따른 단위 값을 그대로 채택하거나 이를 MKS 단위로 환산하여 적용하여 온 것이 국내의 실정이다. 그러나 근래에 이르러 국제 통상업무에서 SI 단위를 적용하는 것이 보편화되었고 국내 법규, 한국산업규격(KS)에서도 SI 단위계를 기본 단위계로 채택하고

있을 뿐 아니라 교육에 있어서도 SI 단위계를 적용하고 있다. 따라서, 이러한 SI 단위계의 적용 활성화 측면과 전력산업계의 단위계 적용 실정을 감안하여 구조용접 기술기준에서는 SI 단위 값과 USCS 단위 값을 병기하고 있으며 USCS 값을 괄호 안에 병기하였다. 이 기술기준상의 SI와 USCS 단위 값은 참조기준인 AWS D1.1-1998, "Structural Welding Code-Steel"과 AWS D1.3-1998, "Structural Welding Code-Sheet Steel"에 명시된 단위 값을 채택한 것으로 각각의 단위계에 따른 값은 상호 정확한 환산값이 아니므로 적용에 있어 각별한 주의를 하여야 한다. 즉, 계약요건에 따라 SI 단위계를 적용할 경우 SI 단위 값을 일관되게 적용하여야 하며 두 단위 값을 잘못 혼용할 경우에는 계약요건뿐 아니라 이 기술기준의 요건을 만족하지 못하는 결과를 초래한다.

3. 강구조(SWS)

가. 제정 배경

발전소의 강구조물은 지진, 바람 등 여러 종류의 활하중과 정하중 조건에서 구조적 안전성이 보장되어야 하는

테 이와 같은 강구조물의 주요 하중 전달 연결부는 용접에 의해 제작, 시공되고 있다. 즉, 용접은 강구조물의 구조적 안전성과 신뢰성 확보에 직결된다고 할 수 있다. 발전소의 강구조물 용접에 있어서는 미국용접학회(AWS)의 AWS D1.1을 준용하여 왔으며 국내 관련 용접 기술 기준은 없는 상태이다. 현재 KS에는 용접과 관련한 규격들이 제정되어 있으나 규격의 적용성, 규격간의 상호 연계성이 부족하고 규격의 기술적 요건이 구조물 용접 적용에는 미흡한 실정이다.

나. 제정 범위

구조용접-강구조 기술기준은 원자력 및 화력 발전소의 강구조물 용접에 필수적 사항인 용접 이음부 설계, 용접 절차시방서 사전인정 및 용접사 자격인정, 강구조물의 제작 및 검사, 스티드 용접, 강구조물의 보강 및 보수와 관련한 기술적 요건을 제정범위로 하여 이와 같은 요건을 체계적으로 규정하고 있는 미국용접학회의 AWS D1.1을 주참조기준으로 하였다.

다. 제정 방향

AWS D1.1을 주참조기준으로 하여 원자력 및 화력 발전소 강구조물 용접에 공통적으로 적용 가능한 기술기준을 제정하고자 다음과 같이 제정방향을 설정하였다.

- (1) 강구조물 철강재료는 원자력 및 화력 발전소의 강구조물에 모두 적용 가능하도록 AWS D1.1 및 원자력구조 기술기준(KEPIC-SND)상에 명시된 모든 ASTM 재료와 일반구조 기술기준(KEPIC-SGC 및 SGD)에 명시된 KS 재료를 모두 포함하도록 하고 이와 같은 적용 가능한 ASTM과 KS 재료의 상세 명세를 부록으로 작성한다.
- (2) 용접재료는 상기 (1)항의 제정방향과 같은 맥락에서 적용 가능한 AWS 용접재료와 KS 용접재료의 상세 명세를 부록으로 작성한다.

〈표 2〉 SWS 구성 및 참조기술기준

KEPIC-SWS		AWS D1.1(1998)	
SWS 1000	일반요건	Section 1	General Requirements
SWS 2000	용접이음부 설계	Section 2	Design of Welded Connections
SWS 3000	용접절차시방서의 사전인정	Section 3	Prequalification of WPSs
SWS 4000	용접인정	Section 4	Qualification
SWS 5000	제작	Section 5	Fabrication
SWS 6000	검사	Section 6	Inspection
SWS 7000	스티드용접	Section 7	Stud Welding
SWS 8000	구조물의 보강 및 보수	Section 8	Strengthening and Repairing Existing Structures
부록	의무요건	Annexes	Mandatory Information
	임의요건	Annexes	Nonmandatory Informations
			Commentary

- (3) 시험 및 검사에 대한 요건은 AWS D1.1상의 요건과 관련 KS를 비교 검토하여 적용 가능한 KS의 시험 및 검사 요건은 최대한 반영한다.
- (4) 현재 발전소 강구조물 건설에 있어 원자력발전소는 ft-lb 단위를, 화력발전소는 MKS 단위를 적용하고 있으나 SI 단위의 국제화 추세를 감안하여 SI 단위를 적용하고 USCS 단위를 괄호안에 병기한다.

라. 구성 및 참조기술기준 내역

구성체계는 강구조물 시공상의 공정 흐름을 따라 다음 표 2와 같이 구성한다. SWS 2000년판은 AWS D1.1 - 1996년판을 참조기준으로 하였고, SWS 2001년 추록에서 AWS D1.1 - 1998년판을 반영하여 개정된 부분은 밑줄을 그어 구분하였다.

마. 항목별 내용해설

▶ SWS 1000 일반요건

구조용접-강구조 기술기준은 강구조물의 용접에 의한

제작 요건을 규정하고 있다. 이 기준은 강관 구조물에는 적용하지만 압력용기나 압력배관 등에는 적용하지 않는다. SWS 1110에 명시된 제한사항도 적용된다.

▶ SWS 2000 용접이음부 설계

SWS 2000은 적용범위(SWS 2100) 외에 4절로 구분되어 있다. SWS 2200은 모든 종류의 이음부에 적용되는 공통요건을 규정하며, SWS 2300 및 SWS 2400은 비관형 제품간의 이음부에 적용하고, SWS 2500은 관형 접합부에 대한 특정 요건을 규정하고 있다.

▶ SWS 3000 용접절차시방서의 사전인정

SWS 3000은 사전인정을 하지 않고 용접에 적용하는 WPS에 대한 요건을 규정한다. 사전인정의 개념은 광범위한 산업계의 경험과 과거의 만족스러운 사용실적에 근거를 두고 있는 것이다.

사전인정 WPS의 필수적인 요건은 부록 IV 표 IV-1에 설명되어 있다. 각각의 제한사항을 만족하지 못하는 용접 절차는 SWS 4000의 요건에 따라 시험하여야 한다.

▶ SWS 4000 용접인정

SWS 4000은 WPS 및 용접작업자의 인정시험 요건을 규정하며 크게 3개의 절로 구분된다. SWS 4100은 공통적인 요건, SWS 4200은 WPS의 인정, SWS 4300은 용접작업자의 자격인정에 대하여 규정한다.

▶ SWS 5000 제작

SWS 5100에서는 SWS 5000의 적용범위와 목적을 정의함에 있어, 이 기술기준에서 허용하는 용접법에 의해 제조되는 용접조립품과 구조물의 제작 및 설치에 있어서 이 장의 모든 해당 조항을 준수하도록 규정하고 있다.

SWS 5000에는 규정된 모재와 그 준비에서부터 용접 적용에 이르기까지 제작 및 설치에 관련된 변수들이 규정되어 있다.

▶ SWS 6000 검사

SWS 6000은 다음과 같이 7개 부분으로 구성되어 있다.

- (1) 적용범위
- (2) 공급자 책임사항
- (3) 비파괴검사 합격기준
- (4) 비파괴검사 절차
- (5) 방사선투과검사
- (6) 흡용접의 초음파탐상검사
- (7) 기타 검사방법

▶ SWS 7000 스테드용접

강재 스테드와 강재 모재의 스테드 용접에 대한 일반요건 및 다음과 같은 특정요건을 규정하고 있다.

- (1) 작업성, 작업자 자격인정 및 적용 자격인정시험
- (2) 공정중 제작 및 확인검사
- (3) 스테드 제조자가 제공하는 시험 및 문서화와 함께 강재 스테드의 기계적 성질, 스테드 모재의 인정 요건

▶ SWS 8000 구조물의 보강 및 보수

기존 구조물에만 적용하고 최초 제조에는 적용하지 않으며 기술기준의 SWS 5000에서 고려되는 공정중 생산 보수에도 적용하지 않는다.

부록 - 의무요건

부록-의무요건 I~XI에는 기술기준의 한 부분으로 간주되는 정보와 요건을 포함하고 있으므로 적용에 있어 의무요건으로 한다.

부록 IV는 용접 절차의 준비 및 시험에 대한 점검표를 제공하고 있다.

부록 XI은 표 SWS 3300-2 또는 부록 M에 명시한 것 이외의 모재에 대하여 적용한다. 예열 요건을 결정하는데 사용되는 2가지 방법 즉, 필릿용접으로 제한되는 “열영향부 정도 관리” 및 “수소량 관리”가 규정되어 있다. 방법의 선택은 탄소와 탄소당량의 비에 기초한다.

부록 - 임의요건

부록 - 임의요건 A~L은 기술기준의 적용에 있어 유용한 정보를 제공하지만 임의요건으로 한다. 특히, 설계 및 검사 상황에 있어서 유용하며, 부록 E 용접양식 및 부록 H 사전인정 WPS의 내용도 유용한 정보를 제공한다.

4. 박강판 구조(SWT)

가. 제정배경

원자력 및 일반 박강판 구조용접에 적용되는 용접 기술 기준은 강구조용접에 있어서와 마찬가지로 AWS Code가 공통적으로 준용되고 있다. KS에는 박강판 구조용접과 관련하여 부분적으로 제정되어 있는 기준들이 있으나 상호 연계성이나 그 수준이 미흡하여 체계적으로 적용하기에는 어려운 실정이므로 박강판 구조용접에 필요한 용접설계, 용접절차서 및 용접사 인정, 제작 및 검사 등과 관련한 기술기준으로서 적용범위, 기술적 요건의 수준 및 구성체계가 정립되어 있는 AWS D1.3을 참조하여 구조용접 - 박강판 구조 기술기준을 제정하였다.

나. 제정범위

구조용접-박강판구조 기술기준은 원자력 및 일반구조용접에 있어 필수적인 사항인 용접이음부 설계, 용접절차서 및 용접사 인정, 제작 및 검사에 관한 기준을 제정범위로 하였다.

다. 제정방향

토목구조분야의 강구조 기술기준과의 상호 연계성을 감안하고 국내 산업계의 실정과 관행을 고려하여 다음과 같은 방법으로 제정하였다.

- (1) 구성체계는 AWS D1.3을 따르되 사용자의 편의를 위하여 이용하기 쉽게 구성한다.
- (2) 박강판 구조용접에 모재로 사용되는 철강재료는 재료의 종류가 소수로 한정되어 있고, 압력기기를 대

상으로 제정된 KEPIC-MDF(철강재료 기술기준)의 범위와는 차이가 있으므로 박강판 구조용접에 주로 사용되는 ASTM 규격 범위의 철강재료를 기본으로 채택한다.

- (3) 용접재료의 경우도 철강재료의 경우와 같은 실정을 감안하여 AWS 용접재료를 기본으로 채택한다.
- (4) 시험 및 검사에 대한 기준은 AWS D1.3과 KS 관련규격을 비교 검토하여 적용 가능한 KS를 최대한 반영한다.
- (5) 사용단위는 SI를 기본으로 하고 원자력 안전성관련 분야의 ft-lb 단위 적용 실정을 감안하고 참조기준인 AWS D1.3상의 USCS 단위값을 괄호 안에 병기한다. 용접설계에 관한 공식은 단위계의 병기를 고려하여 이에 따른 계수를 변경한 두 가지 단위계의 공식을 병기한다.
- (6) 검사원의 정의와 검사원의 역할에 대한 요건은 국내의 관행이 사업자와 제작자 또는 시공자 사이의 계약에 따른 사업자 검사만이 이루어지고 있으므로 AWS 기준에서 채택하고 있는 CWI(Certified Welding Inspector)에 의한 검사관련 사항은 배제하였다.

라. 구성 및 참조기술기준 내역

박강판 구조용접의 시공 공정흐름에 따라 표 3과 같이 구성하였다. SWT 2000년판은 AWS D1.3 - 1989년판을 참조기준으로 하였고, SWS 2001년 추록에서 AWS D1.3 - 1998년판을 반영하여 전면 개정하였다.

마. 항목별 주요내용해설

• SWT 1100 일반사항

KEPIC-SWT “구조용접-박강판구조” 기술기준은 4.8mm(3/16 in) 이하의 박강판-박강판의 용접과 박강판-지지구조재의 용접에 적용한다.

〈표 3〉 SWT 구성 및 참조기술기준

KEPIC-SWT		AWS D1.3 (1998)	
SWT 1000	일반요건	Section 1	General Provisions
SWT 2000	용접이음부 설계	Section 2	Design of Welded Connections
SWT 3000	용접절차시방서의 사전인정	Section 3	Rrequalification of WPSs
SWT 4000	용접인정	Section 4	Qualification
SWT 5000	제작	Section 5	Fabrication
SWT 6000	검사	Section 6	Inspection
SWT 7000	스터드 용접	Section 7	Stud Welding
부록 A	용접양식	Annex A	Sample Welding Forms
부록 B	재료		AWS D1.3 상으로는 대응 조건 없음
부록 C	용접용어	Annex C	Terms and Definitions
부록 D	게이지 번호 및 등가 두께	Annex D	Gage Numbers and Equivalent Thickness
부록 E	용접안전조치	Annex E	Safe Practices
부록 Z	해설서 구조용접 - 박강판 구조	Commentary on Structural Welding Code - Sheet Steel	

• SWT 1200 박강판 모재

박강판의 용접에 사용하는 모재는 ASTM의 철강재료 규격 범위 중 5종은 임의로 조합하여 용접할 수 있고, 또한 KEPIC-SWS(구조용접-강구조 기술기준)에서 사용하고 있는 ASTM 강재에 용접할 수 있다. 그러나 5종 이외의 ASTM 철강재료 규격에 따른 강재와 기타 재료 규격에 따른 강재는 반드시 발전사업자 또는 설계자의 승인을 받은 후 사용하여야 하고 SWT 3000의 요건을 만족하여야 한다.

• SWT 1400 용접금속 요건

대응 용가제 요건은 표 SWT 1410과 같다.

• SWT 1500 용접부 형상

용접 종류 및 승인 용접자세는 표 SWT 1521과 같다.

• SWT 1600 용접 용어의 정의

이 기술기준에서 사용하는 용접용어는 다음과 같은 우선 순위에 따라 선정된 것이며 각각의 용어에 대한 정의는 부록 C를 참고한다.

(1) 법규상의 용어

(2) KS 용접관련 규격상의 용어

(3) 학회/협회의 용어사전 또는 용어집상의 용어

• SWT 1700 용접기호

용접기호는 ANSI/AWS A2.4, "Symbols for Welding and Nondestructive Testing" 또는 KS B 0052(용접기호) 최신판을 따라야 한다.

• SWT 2100 허용응력

응력을 받지 않는 용접부는 SWT 2100의 요건을 적용하지 않는다.

• SWT 2120 용접부의 허용하중

맞대기 이음 흡용접, 아크점용접, 아크심용접, 필렛용접, 플레어 베벨 및 플레어 V 흡용접 용접부의 허용하중에 대한 요건과 허용 하중의 계산식을 규정하고 있다. 허용 하중 계산식은 SI 단위계와 USCS 단위계에 따른 계산식이며, 단위 환산에 따른 차이로 계수가 변경되는 경우에는 USCS 단위계에 따른 계산식을 대괄호([])안에 별도로 명시하였다.

• SWT 4200 용접절차 시방서

용접절차의 인정은 공급자의 책임이다. 절차 인정시험은 외부기관에 의뢰하여 실시할 수도 있으나 그 결과에 대한 모든 책임은 공급자에게 있다. 이 기술기준에서는 절차인정과 관련한 23가지의 필수변수를 표 SWT 4210에 규정하고 있다.

• 부록 B 재료의 사용

SWT 1200 및 SWT 1400에 명시된 철강 및 용접 재료 이외의 ASTM 및 AWS 또는 KS 관련 규격상의 재료로서 이 기술기준의 요건에 따른 구조물의 용접에 사용 가능한 재료를 제시하는 것으로 이를 사용하고자 할 경우 구매자/설계자의 승인을 받아야 하고 이 기술기준상의 제반 관련 요건을 준수하여야 한다.