

전력산업기술기준

# KEPIC 가이드

- 1 토목구조분야-원자력구조
- 2 전력산업기술기준 질의·응답

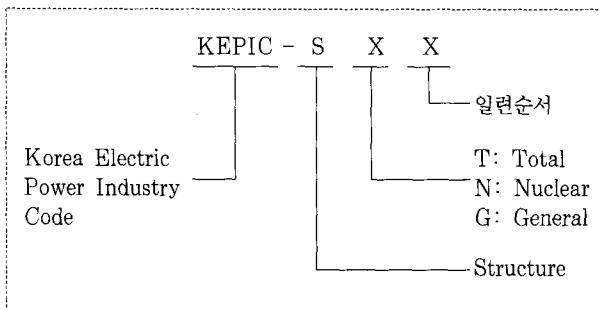
한익배 · 윤석찬  
 대한전기협회 전력기준처 기준개발실 부장

## 1 토목구조분야-원자력구조

### 1. 토목구조 기술기준 개요

#### 가. 구성 및 적용범위

- 원자력구조 : 원자력발전소의 내진범주 I급 구조물
- 일반구조 : 원자력발전소의 내진범주 II급 및 화력 발전소
- 구조총칙 : 원자력구조 및 일반구조에 공통



#### 나. 분야별 참조기준(표 1 참조)

#### 다. 개발방법

- 주 참조기준을 원자력구조와 일반구조로 나누어 작성
  - 원자력구조 : 내진범위 I급에 해당하는 구조물로 격납건물을 포함하여 원자력발전소의 안전에 직결되는 구조물 단위는 ft-lb와 MKS를 병용하였고, 사용재료는 원문과 동일하며 '97년 개정판 및 추록을 반영하여 개정
  - 일반 구조 : 내진범주 II급 및 III급에 해당하는 구조물단위는 ft-lb와 MKS를 병용하였고, 사용재료는 ASTM과 KS 규격을 병용하도록 개정

#### 라. 단위 변환

세계적으로 SI 단위는 공통으로 적용하는 추세이나 우

〈표 1〉 참조기준 비교

분 류	기술기준 번호	기술기준 제 목	대응 외국 기술기준 제목
원자력구조 KEPIC-SN	SNA	일반요건	• ASME Sec. III, NCA General Requirement
	SNB	격납구조	• ASME Sec. III, Div. 2, Subsec. CC Concrete Containment
	SNC	철근콘크리트구조	• ACI 349-97 Code Requirements for Nuclear Safety Related Concrete Structures
	SND	강구조	• AISC-N690-94 Nuclear Facility-Steel Safety Related Structures for Design, Fabrication and Erection
일반구조 KEPIC-SG	SGA	일반구조	• ASME Sec. III, NCA
	SGB	철근콘크리트구조	• ACI 318-95 Building Code Requirements for Reinforced Concrete and Commentary
	SGC	강구조-허용응력 설계법	• AISC-S326-89 Specification for Structural Steel Buildings Allowable Stress Design, Plastic Design
	SGD	강구조-하중저항 계수 설계법	• AISC-S328L-93 Load and Resistance Factor Design Specification for Structural Steel Buildings
구조총칙 KEPIC-ST	STA	설계하중	• ASCE 7-95 Minimum Design Load in Buildings and Other Structures
	STB	지진해석	• UBC-97 • ASCE 4-86 Seismic Analysis of Safety-Related Nuclear Structures and Commentary • USNRC Reg. Guide
구조용접 KEPIC-SW	SWS	강구조	-AWS D1.1-1996
	SWT	박강판구조	-AWS D1.3-1989

리 나라 산업계에서는 MKS 단위를 적용하기 때문에 이 기술기준에서는 ft-lb와 MKS 단위를 병기하였다. 단위 변환은 다음과 같은 원칙으로 하였다.

- ① ft-lb를 MKS 단위로 대수적 변환
  - 1ksi = 0.07t/cm<sup>2</sup>
  - 1kip = 0.45kgf
  - 1in = 2.54cm

## 2. 원자력 구조(KEPIC-SN)

KEPIC-SN은 원자력발전소의 내진 I 급 구조물의 설계 및 시공에 적용하기 위한 기술기준으로 개발되었다. 구조물을 내진등급으로 분류하면 내진 I 급, 내진 II 급으로 나누고 있으며, 원자력구조란 격납구조를 포함하여 내진 I 급 구조물을 총칭하는 것으로 대표적인 구조물로는

Containment Building, Auxiliary Building, Fuel Building, Component Cooling Water Heat Exchanger Building, Essential Service Water Intake Structure 등이다.

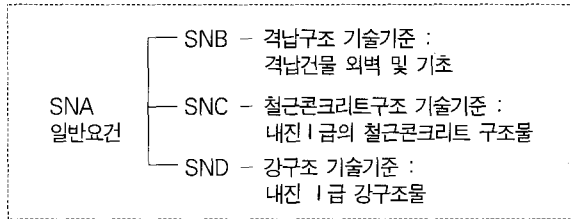
KEPIC-SN은 SNA 일반요건, SNB 격납구조, SNC 철근콘크리트구조, SND 강구조로 구성되어 있다.

구조물을 내진범주로 분류하면 격납구조(격납건물 외벽)는 내진 I 급에 포함되나 격납구조는 설계상의 특성이나 원자력발전소의 안전성에 미치는 영향이 크기 때문에 별도의 기술기준이 개발되어 사용재료나 품질관리 면에서 다른 내진 I 급 구조와 적용을 달리하고 있다.

각 기술기준별 적용범위는 표 2와 같다.

일반요건이나 격납구조 기술기준은 ASME Code의 구성체계를 그대로 따랐으며, 재료와 시험에 관련된 기준들은 ASME Section II(Materials), Section V

〈표 2〉 원자력 구조의 각 기술기준별 적용범위



(Nondestructive Examination) 및 Section IX (Welding Qualification)을 직접 인용하였다. 즉, 일반요건(SNA)은 ASME NCA를 기초로 하여 우리나라의 실정에 맞게 제정을 한 반면 기술적 사항인 SNB, SNC, SND는 원자력발전소의 내진 I급에 적용되는 미국의 기술기준을 참조로 번안하였다. 여기서 번안이라는 용어를 사용한 이유는 영어를 우리나라 말로 옮기는 것을 원칙으로 하되 우리 실정에 맞지 않는 부분은 우리 실정에 적합하도록 수정 반영하였음을 의미한다.

SNB 기술기준은 ASME Sec.Ⅲ Subsec.CC의 내용과 번호체계를 그대로 따랐기 때문에 사용자가 원문과 비교하는데 큰 어려움이 없을 것이다.

그러나 SNC와 SND 기술기준은 KEPIC-S에 공통으로 적용되는 번호체계를 따랐기 때문에 대응되는 미국의 기술기준과 비교하는데 다소 어려움이 있으리라 생각된다. 따라서 사용자의 편의를 위하여 SNC와 SND 기술기준에는 작성과정에서 변경된 부분과 인용기술기준표를 해당기술기준에 별도로 작성하였다(표 3 참조).

〈표 3〉 KEPIC-SN(원자력구조)의 대응 외국 기술기준

분류 기호	기술기준 제목	대응 외국 기술기준 제목
SNA	일반요건	ASME Sec. III, NCA "General Requirement"
SNB	격납구조	ASME Sec. III, Div. 2 Subsec. CC "Concrete Containment"
SNC	철근콘크리트구조	ACI 349 "Code Requirements for Nuclear Safety-Related Concrete Structures"
SND	강구조	AISC-N690 "Nuclear Facility-Steel Safety Related Structures for Design, Fabrication and Erection"

## 가. 일반요건(SNA)

### (1) 일반요건의 주요내용

#### ▶ SNA 1000 일반사항

##### ○ SNA 1100 범위

KEPIC-SN의 적용범위는 콘크리트 격납구조와 내진 I급 철근콘크리트구조 및 강구조로 한다.

##### ○ SNA 1130 적용한계

격납구조 기술기준은 압력을 받거나 내부 압력을 갖는 구조물 및 SNA 1140에 명시한 보조계통에 적용하며, 그 밖의 콘크리트 차폐 구조물이나 지지구조물은 원자력구조의 철근콘크리트구조 또는 강구조를 적용한다.

##### ○ SNA 1230 재료

KEPIC-SN에 관련된 구조물의 건설에 사용되는 재료는 해당 기술기준에서 요구하는 재료를 사용하도록 한다. 금속재료의 경우 내진 I급 구조에는 ASTM 또는 AWS 규격에 만족하는 재료시험성적서 또는 재료확인서로 해당 재료를 확인하는 경우 사용할 수 있다.

##### ○ SNA 1311 발전사업자

정부의 규제기관으로부터 원자력 발전산업을 목적으로 건설 허가를 취득해야 하는 조직을 말한다. 발전사업자는 규제기관에 대하여 KEPIC-SN에 규정된 해당 책임사항을 준수할 의무를 가진다.

##### ○ SNA 1312 설계자

KEPIC-SN의 적용대상이 되는 구조물과 그 구성품 및 부속물을 설계하고 구조계산서 또는 설계보고서와 설계도면 및 시공시방서를 작성하는 조직을 말한다.

##### ○ SNA 1315 재료업체

KEPIC-SN에 따른 구조물과 구성품 및 부속물에 사용하는 재료를 제조 또는 공급하는 책임이 있는 조직으로 금속재료 재료업체와 비금속 재료 재료업체로 구분한다. KEPIC-SN이 정한 바에 따라 협회 또는 협회가 자격을 인정한 인증업체 또는 재료업체가 자격을 심사 또는 평가

할 수 있다.

○SNA 1316 공인검사기관

SNA 5000에 따라 KEPIC-SNB를 적용하는 업무에 한하여 공인검사를 수행하는 조직을 말한다. 공인검사기관의 업무는 협회가 발급한 공인검사기관 자격인증서를 소유한 조직이 수행한다.

▶ SNA 2000 구조물의 등급분류

구조물이 갖고 있는 기능과 그 기능이 원자력발전소의 안전성에 미치는 중요도를 감안하여 설계, 제작, 시공, 구매 단계에서 보장되어야 할 구조적 건전성 및 품질정도에 따라 다수의 집단으로 구분하는 것으로 이들 개개의 집단별로 공통으로 적용할 기술기준을 정하여 구조물들을 설계, 시공하도록 함으로써 복잡한 기술업무를 일관되게 체계화하고 인허가의 효율성을 높이고 안전성을 증대시키고자 함에 있다.

원전의 구조물 등급 분류의 종류는 안전성 등급, 품질 등급, 내진 등급 등으로 구분하나 용도 및 분류기준은 각기 다르다.

구조물의 등급 분류에 대한 지침은 규제기관의 원자로 시설의 안전성 등급과 등급별 규격에 관한 규정에 따른다.

○SNA 3140 용접

공장 및 현장에서 실시하는 모든 용접작업은 수행하는 용접작업 범위에 해당하는 자격인증서를 가진 조직이 수행하여야 한다.

○SNA 3300 설계자의 책임

설계자 자격인증서취득, 설계시방서에 따른 구조계산서 작성, 설계보고서, 시공시방서, 설계도면 작성, 시공감리, 품질보증계획의 수립, 유지, 관리, 설계도서 수정, 시공보고서의 인증 등의 책임이 있다.

▶ SNA 4000 품질보증

KEPIC-SN에 따라 수행하는 업무의 품질을 관리하기 위한 품질보증계획의 수립, 관리 및 시행에 관한 요건과

시공, 제작 및 설치 직무 수행자격의 인증과 재료업체의 자격인증에 필요한 품질보증계획의 평가기준을 규정한다.

○SNA 4200 인증업체의 품질보증계획

인증업체는 KEPIC-QAP “원자력 품질보증” 기술기준 중 QAP-1, 기본요건 2 및 보충요건 2S-1, 2S-3을 적용해야 하며 이들 요건을 만족시키기 위하여 품질계획서에 기술하여야 한다. 작성된 절차서의 검토 및 SNA 4200에 포함된 품질계획과 관련된 행위의 감시에 관한 책임을 인증업체 품질보증조직의 구체적 책임사항을 명시해야 한다.

품질보증계획은 SNA 4200의 형식이나 순서를 따르지 않아도 되지만 SNA 4200의 모든 해당 요건을 만족해야 된다.

▶ SNA 5000 공인검사

KEPIC-SN에 따라 건조하는 품목에 대하여 공인검사기관이 수행하는 공인검사 요건을 규정한다.

가동전검사가 요구되는 경우 공인검사기관은 KEPIC-MIA 2100에 따라 가동전 검사에 대한 공인검사를 수행하여야 한다. KEPIC-SNA 및 SNB 기술기준에서 요구되는 검사는 공인검사원이 수행하여야 한다.

▶ SNA 6000 문서

설계시방서의 내용은 KEPIC-SN의 요건을 만족하여야 한다. 문서의 내용 중 격납구조(SNB)에만 적용되는 항목과 내진 I 급 구조(SNC, SND)에 공통으로 적용되는 항목을 구분하였다. 시공절차서는 제작방법과 시공방법에 대한 상세자료를 수록하여야 하고 시공절차가 설계시방서, 시공시방서, 및 설계도면의 요건들을 충족시키는 지 알 수 있어야 한다. 시공절차서에는 KEPIC-SN을 만족하기 위하여 인증업체가 실시해야 하는 시험의 절차를 포함해야 한다.

▶ SNA 8000 자격인증

KEPIC-SN에서 규정한 직무를 수행 할 수 있는 자격을 갖춘 조직을 문서로서 인정하는 것을 말한다. 자격의

인정시 자격을 부여하는 협회는 인증대상 조직의 인증자격 범위를 자격인증서에 명기해야 한다.

발전사업자는 SNA 기술기준 요건에 따라 자격인증을 받아야 한다.

**(2) 인용기술기준 내역**

일반요건의 세부 항목별 작성에 인용한 기술기준은 다음 표 4와 같다. 전체적으로는 ASME Section III Div.1 Subsec.NCA를 인용하였으며, 제도와 관련된 사항들은 국내실정을 반영하여 수정하였다.

〈표 4〉 SNA(일반요건)의 대응 외국 기술기준 대비표

KEPIC-SNA	ASME III NCA
SNA 1000 일반사항	NCA 1000 Scope of Section II
SNA 2000 구조물의 등급분류	NCA 2000 Classification of Components
SNA 3000 책임과 의무	NCA 3000 Responsibilities and Duties
SNA 4000 품질보증	NCA 4000 Quality Assurance
SNA 5000 공인검사	NCA 5000 Authorized Inspection
SNA 6000 문서	-
SNA 8000 자격인증	NCA 8000 Certification of Authorization, Nameplates, Code Symbol Stamping and Data Report
SNA 9000 용어	NCA 9000 Glossary

ASME Sec.Ⅲ NCA는 원자력 기계분야인 Div.1과 격납구조에 관련된 Div.2 Subsec.CC에 공통으로 적용하는 기준이며, 또한 일반요건의 내용도 NCA의 내용 중 토목구조에만 해당하는 내용과 토목구조와 기계분야에 공통되는 내용만을 간추려 작성하였다.

**나. 격납구조(SNB)**

**(1) 개요**

이 기술기준(SNB)에서는 철근콘크리트 또는 프리스트레스트 콘크리트로 된 격납구조의 재료, 설계, 제작, 시공, 검사, 시험, 표식, 상징각인 및 보고서의 작성에 관한 규칙을 규정한다. 이 기술기준을 적용하는 격납구조물은

다음 사항을 포함한다.

- ① 구조적인 콘크리트 내압(耐壓) 셸 및 구성품
- ② 금속 셸 라이너
- ③ 격납구조 라이너에서 연장되어 라이너를 둘러싸고 있는 셸 콘크리트를 통과하는 관통라이너

○SNB 1120 일반사항

부품이나 부속물은 콘크리트가 하중을 대신해서 견디는 경우가 아니면 이 기술기준의 요건에 따라 원자력기계 기술기준(KEPIC-MN)의 요건을 만족하여야 한다.

KEPIC-MNA에 의하여 인증해야 하는 부품이나 부속물은 KEPIC-MN과 MNA의 해당 요건을 만족해야 한다.

○SNB 1130 콘크리트 격납구조에 대한 사항

격납구조로 분류되는 설계압력이 5 psi(0.35kg/cm<sup>2</sup>) 이상인 원자로 격납구조은 이 기술기준의 요건에 따라 건설해야 한다.

○SNB 1140 적용관할 경계

- ① 격납구조에 대한 이 기술기준의 적용관할 경계는 SNA 6112.1의 요건과 다음 (2)의 사항에 따라야 한다.
- ② 콘크리트 지지구조물이 격납구조와 일체로 건설되었을 경우에는 이 기술기준의 적용관할 경계에 포함시켜야 한다.

**(2) 인용기술기준**

- ASME Sec. III, Division 2, Subsec. CC '96, '97 추록반영 개정(표 5 참조).

〈표 5〉 ASME와 비교

KEPIC-SNB	ASME Subsection CC
SNB 1000 개요	CC-1000 Introduction
SNB 2000 재료	CC-2000 Materials
SNB 3000 설계	CC-3000 Design
SNB 4000 제작 및 시공	CC-4000 Fabrication and Construction
SNB 5000 시험 및 검사	CC-5000 Construction Testing and Examination
SNB 6000 건전성 시험	CC-6000 Structural Integrity Test
부록 의무/임의요건	

## 다. 철근 콘크리트 구조(SNC)

### (1) 제정방향

원자력구조 철근콘크리트구조 기술기준(SNC)은 원자력발전소의 내진 I 급 철근콘크리트구조의 해석, 설계, 시공, 시험 및 구조성능평가에 적용되는 기술기준으로 미국의 ACI-349(1997년)를 근거로 개정 작성하였다. ACI 349는 ACI 318을 모(母)기준으로 하여 원자력 발전소의 안전성 관련 철근콘크리트 구조물에 적용해야 할 특수한 사항들을 추가하거나 일부내용을 대체하여 작성되므로 그 구성체계 및 내용은 ACI 318과 같다. 따라서 ACI 318을 기본으로 하여 작성된 일반구조 철근콘크리트구조 기술기준(SGB)도 중요한 참고문서로 활용할 필요가 있다.

### (2) 인용 기술기준 내역

SNC의 내용은 ACI 349를 따르고 있으나 그 번호체계는 KEPIC-S의 작성에 공통으로 적용된 번호체계를 따랐기 때문에 ACI349에 익숙한 기술자들은 원문과 비교하는데 다소 불편하리라 생각된다. 따라서 SNC 기술기준의 사용시 대응되는 ACI349의 항목을 찾아볼 수 있도록 인용기술기준을 작성하였다(표 6 참조).

## 라. 강구조(SND)

### (1) 제정방향

과학기술처 고시 1994-10에 의하면 원자력발전소의 안전등급 2,3의 구조물에는 ASME Section III, ACI 349, AISC N690을 적용하도록 되어 있다. ANS 51.1에 따르면 안전등급 3은 내진 I 급 구조물에 해당하므로 원자력발전소의 내진 I 급 강구조물의 설계 및 시공에는 AISC-N690을 적용하여야 한다.

주참조 기준인 AISC N690은 AISC-ASD의 8판을 기본 내용으로 하여 설계식 및 번호체계 등은 AISC-ASD 8판과 같으나 원자력발전소에 고려해야 할 하중,

〈표 6〉 인용기술 기준표

KEPIC-SNC	ACI 349
SNC 1000 일반사항	1. General Requirements
SNC 2000 재료 및 시험	2. Definitions
SNC 3000 시공요건	3. Materials 4. Concrete quality 5. Mixing and Placing Concrete 6. Formwork, Embedded pipes, and Construction Joints
SNC 4000 일반요구사항	7. Details of Reinforcements 8. Analysis and Design-General Considerations 9. Strength and Serviceability Requirements 10. Flexure and Axial Loads 11. Shear and Torsion
SNC 5000 구조시스템 및 구조요소	12. Development and Splices of Reinforcement 13. Two-way Slab System 14. Walls 15. Footings 16. Precast Concrete 17. Composite Concrete Flexural Members
SNC 6000 특별사항	18. Prestressed Concrete 19. Shells
부록	App. A Thermal Considerations App. B Steel Embedments App. C Special Provisions for Impulsive and Impactive Effects

용접, 시공, 품질관리 부분 등을 강화하여 제정된 것이다.

AISC-ASD(9판)는 1989년에 개정되면서 1986년에 제정된 AISC-LRFD와 그 구성체계를 같이 하며, 내용도 많이 수정되었다.

이후 AISC-N690은 1994년에 AISC-ASD 9판의 내용을 반영하여 개정되었으나 그 구성체계는 변경되지 않았다. 원자력구조기술기준(SND)과 일반구조 기술기준(SGC)은 내용의 차이는 있지만 구성체계는 SGC를 따르며, SND는 AISC-N690을 주참조기준으로 제정하였다.

### (2) 인용 기술기준 내역

원자력구조의 강구조 기술기준은 AISC-N690을 기본으로 하여 AISC-ASD 9판의 내용이 일부 보완되었으며, 그 구성체계도 일반구조의 강구조 기술기준인 SGC

와 같이 하였다. 붙임2에는 SND 기술기준의 목차를 중심으로 인용한 AISC 항목을 비교하였으며, 사용자의 편의를 위하여 SND 기술기준의 구성체계도 일반구조의 강구조기술기준(SGC)의 구성체계와 통일시켰다.

- SND-1000 일반사항
- SND-2000 설계요건
- SND-3000 부재설계

- SND-4000 합성부재 설계
- SND-5000 접합부 설계
- SND-6000 특별설계 고려사항
- SND-7000 사용성 설계 고려사항
- SND-8000 제작, 설치 및 품질관리
- SND-9000 소성설계
- 부록

## 2 전력산업기술기준 질의·응답

### 전력산업 기술기준 해석서

해 석 서 : MQ-I-037

승인일자 : 2000. 10. 2.

제 목 : 용접절차시방서 인정용 모재

- 질의: 1. 표 MQW 2312의 지정된 한 P-번호의 ASME 규격모재로 인정된 용접절차시방서를 동일한 P-번호의 발전용 재료 기술기준 모재에 적용할 수 있는지요?
2. 또는 한 P-번호의 발전용 재료 기술기준 모재로 인정된 용접절차시방서를 동일한 P-번호의 ASME 규격 모재에 적용할 수 있는지요?
3. KS 또는 JIS 모재의 자재성적서상에 보고된 화학성분 및 기계적 성질이 대응되는 ASME 규격 모재 또는 발전용 재료 기술기준 모재의 허용범위를 만족하는 경우, 표 MQW 2312에 지정된 한 P-번호의 ASME 규격모재 또는 발전용 재료 기술기준 모재로 인정된 용접절차시

방서를 표 MQW 2312에 표시되지 않은 KS 또는 JIS 모재에 적용할 수 있는지요?

- 답변: 1. 추가 필수 변수로서 그룹번호의 제한이 없는 한 적용할 수 있습니다.
2. 추가 필수 변수로서 그룹번호의 제한이 없는 한 적용할 수 있습니다. 단, 이 경우는 KEPIC 적용 공사에 한합니다.
3. 발전용 재료 기술기준에 등재되어 있지 않은 KS 또는 JIS 자재는 미지정 자재로서 P-번호가 부여되어 있지 않으므로 표 MQW 2312에 지정된, 한 P-번호의 규격 모재 또는 발전용 재료 기술기준 모재를 사용하여 인정된 용접절차시방서를 적용할 수 없습니다. 그러나 질문에서와 같이 어떤 KS 또는 JIS 자재가 표 MQW 2312의 ASME 규격 자재 또는 발전용 재료 기술기준 자재의 화학성분 및 기계적 성질 허용범위에 완전히 일치된다고 품질보증절차상으로 입증되는 경우에는 표 MQW 2312에 지정된 P-번호의 규격 모재 또는 발전용 재료 기술기준 모재로 인정된 용접절차시방서를

적용할 수 있습니다.

단, 이 경우는 KEPIC 적용 공사에 한하며, 비록 화학성분과 기계적 성질이 ASME 규격 자재 또는 발전용 재료 기술기준 자재의 허용 범위 내에 들어간다고 하더라도, 탄소강재중에서 아래(주1)에 규정하는 범위를 초과하는 강재, 오오스테나이트 계열을 제외한 스테인리스강재, Cr-Mo 강재 및 Q & T 강재와 같이 열처리조건이 별도로 지정되어 있는 KS 및 JIS 강재의 경우에는 각 강재별로 용접부의 거동이 현저한 차이를 보일 수 있기 때문에 반드시 별도의 절차인정시험을 시행하여야 합니다.

(주1) 항복강도 360Mpa 이하이고 화학성분 구성 (wt %)이  $C \leq 0.24$ ,  $Si \leq 0.60$ ,  $Mn \leq 1.70$ ,  $Mo \leq 0.70$ ,  $P \leq 0.045$ ,  $S \leq 0.045$ , 기타 개별원소  $\leq 0.3$ , 기타 원소의 합  $\leq 0.8$ 의 범위를 만족하는 탄소강재

해 석 서 : MD-I-038

승인일자 : 2000. 10. 30.

제 목 : 용접재료의 시험

질의: 1. MDW 5.1(연강 및 고장력강용 피복아크용접봉)

- (1) 표1(용접봉의 종류)에서 E5016(ASME II Part C SFA 5.1 E7016) 용접봉에 대한 전류의 종류를 ac 또는 dcep로 규정하고,
- (2) 표10(시험의 종류)에서는 E5016 용접봉을 ac 및 dcep 모두 시험을 하도록 규정되어 있습니다.

질문: E5016 용접봉을 dcep에서만 생산용접

(Production Weld)을 할 경우, dcep로만 용접봉을 시험하여도 되는지요?

2. MDW 5.4(스테인리스강용 피복아크용접봉)
  - (1) 표3(용접전류 및 용접자세)에서 EXXX(X)-16, 17 용접봉에 대한 전류의 종류를 ac 또는 dcep로 규정하고,
  - (2) 표6(시험의 종류)에서는 EXXX(X)-16, 17 용접봉을 ac 및 dcep 모두 시험을 하도록 규정되어 있습니다.

질 문: EXXX(X) 용접봉을 dcep에서만 생산용접 (Production Weld)을 할 경우, dcep로만 용접봉을 시험하여도 되는지요?

답변: 1. MDW 5.1(연강 및 고장력강용 피복아크용접봉)

- 사용자(구매자)의 용접절차서방서(WPS) 인 정시 용접봉의 전류선택(ac 또는 dcep)은 사 용자가 검토 및 선택할 수 있는 사항이므로, 질 의에서와 같이 용접봉을 dcep에서만 생산용접 (Production Weld)을 할 경우, dcep로만 용 접봉을 시험하여도 기술적인 문제는 없는 것으 로 판단됨.
  - 단, 사용자(구매자)가 특정 전류사용에 국한되 는 용접봉을 구매하여 사용코자 할 경우에는, 동 용접봉을 ac 및 dcep 시험을 모두 한 용접 봉과는 별도로 식별관리 할 수 있는 품질보증 절차가 구비되어야 함.
  - 불특정 다수인(사용자)을 대상으로 제작 공급 하는 공급자는 당해 Code 기술요건을 모두 만 족하는 시험을 수행하고, 용접봉 종류 분류기 준에 맞는 표기를 하여 공급해야 할 것임.
2. MDW 5.4(스테인리스강용 피복아크용접봉)
- 1항과 내용 동일



**전력산업 기술기준 적용사례**

적용사례 : MD-C-017

승인일자 : 2000.10.25

제 목 : 보일러, 열교환기용 스테인리스 강관

- 질의: 1. 열교환기용 튜브(기기에 설치된 경우)의 누설 시험 방법 중 가장 적합한 방법 및 요건은 무엇 인지요?
2. MDF 3577의 7.1항에서 수압시험 압력이 100 kg/cm<sup>2</sup> 또는 초과시 주문자와 제조자의 협의 에 따르고, 지정수압 압력은 5kg/cm<sup>2</sup>으로 한 다. 이 경우 계산에 의한 압력이 100kg/cm<sup>2</sup>을 넘으면 무조건 5kg/cm<sup>2</sup>으로 하면 문제가 없는 지를 알고 싶습니다.
3. 참고적으로 발전소 계획예방정비시 설치된 기 기(주로 열교환기)의 튜브 건전성 시험은 Sheel측의 가압(주로 운전압력)이 불가하여 층수만(대기압) 한 후 Tube측으로 누설여부 만 보고, 조립 후에 계통을 살리고 가압하여 기 기 전체에 대한 누설여부를 확인합니다. 문제는 없는지요?(Class 3 기기)
4. 튜브의 건전성 확인을 위하여 각각의 튜브에 대 하여 5kg/cm<sup>2</sup>의 압력으로 가압하여야 되는지 또는 2~3kg/cm<sup>2</sup>으로도 가능한지 궁금합니다 (가압 반대쪽은 임시로 막고 가압함).

답변: 1. 열교환기용 튜브의 누설시험 방법은 수압시험 이 원칙입니다. 그러나 실제 현장에서 수많은 튜브가 밀접해 있어 누설된 튜브를 개별적으로 선별하기가 용이하지 않기 때문에 수압시험으

로 누설여부를 검사하기가 매우 어렵습니다. 따라서 ETC 검사 등을 병행하여 결함 튜브를 선별하는 것이 일반적입니다.

2. KEPIC 1995년판은 KS 규격을 기본으로 하 여 작성되었고, KS는 JIS를 참조로 하여 작성 되었습니다. 그런데 KS 3577에 해당하는 JIS G3461을 보면 KS가 JIS의 원문을 잘못 인용 한 것을 알 수 있으며, KEPIC도 KS를 그대 로 인용한 결과 문구가 기술적으로 맞지 않아 혼동이 발생하고 있습니다. 따라서 KEPIC의 내용을 JIS를 참조로 다음과 같이 수정하여야 합니다.

“또한, 주문자의 지정에 따라 수압시험을 할 경 우에, 그 압력이 P 또는 100kgf/cm<sup>2</sup> (98bar) 의 어느 쪽을 초과하는 경우에는 주문자와 제 조자의 협의에 따른다. 이 경우 지정하는 수압 시험 압력은 100kgf/cm<sup>2</sup> (98bar) 이하에서 는 5kgf/cm<sup>2</sup>(4.9bar) 단위로 조정하고 100kgf/cm<sup>2</sup>(98bar) 이상에서는 10kgf/cm<sup>2</sup> (9.8bar) 단위로 조정한다. 다음 계산식에 따를 경우에도 P를 1자리까지 계산하여, 5kgf/cm<sup>2</sup> (4.9bar) 또는 10kgf/cm<sup>2</sup>(9.8bar) 단위로 끝 맺음을 한다.”

3. 일반적으로 열교환기 설계시 튜브쪽의 압력이 Shell 측보다 매우 높습니다. 따라서 튜브쪽에 수압을 가하여 시험을 실시하는 것이 타당합니 다. 높은 압력을 가하여 수압시험 후 누설여부 는 Shell 측에서 검사할 수 있습니다.
4. 앞의 2항에서 설명한 바와 같이 수압시험 압력 은 100kgf/cm<sup>2</sup>(98bar) 이하에서는 5kgf/cm<sup>2</sup> (4.9bar) 단위로 조정하고 100kgf/cm<sup>2</sup> (98bar) 이상에서는 10kgf/cm<sup>2</sup>(9.8bar) 단 위로 조정하는 것이 맞습니다. ■