



전력설비기술기준

KEPIC 가이드

토목 및 구조분야 - 원자력구조

1. 품질보증
2. 원자력 기계
3. 일반기계
4. 재료
5. 비파괴검사 및 용접
6. 원전가동중검사
7. 원자력 전기
8. 계측 및 제어기기
9. 전기기기 및 전선용품
10. 원자력구조
11. 일반구조 및 구조총칙
12. 화재예방

손성원
전기협회 기술기준실 차장

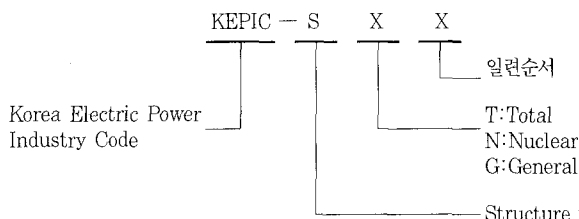
1. 단계별 개발계획

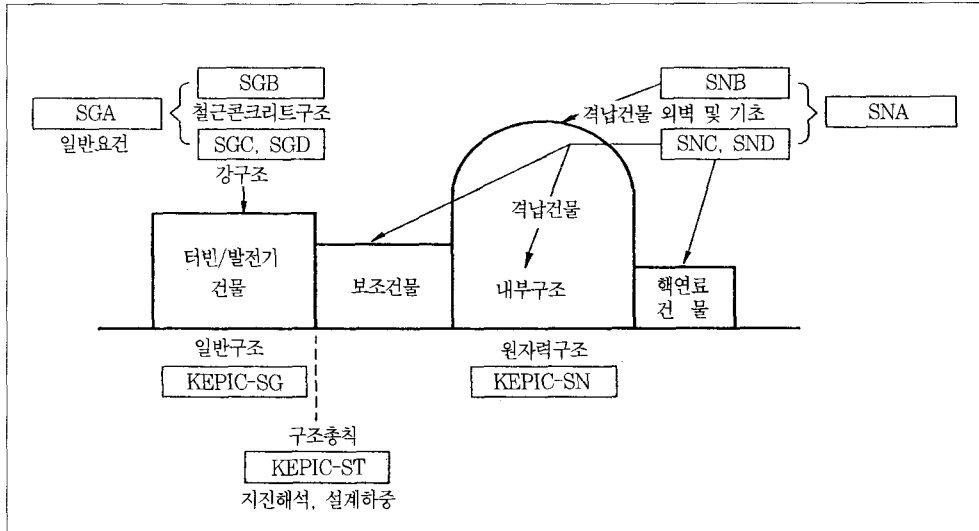
- 원전산업 기술기준 개발 기초조사 (1단계)
 - 기간 : 1987.12~1988.9
 - 원전적용 기술기준조사
 - 개발범위 및 방침 수립
- 원전산업 기술기준 개발(2단계)
 - 기간 : 1992.1~1995.9
 - 1단계 용역 결과를 근거
 - 가압경수로형 원자력발전소(PWR)를 대상으로 전력생 산과 직결되는 구조물의 설계기준을 개발
- 전력산업 기술기준 개발(3단계)
 - 기간 : 1996 - 2000년
 - 2단계에서 제외된 기술기준 개발
 - 개발된 기술기준의 개정 및 보완

2. 토목구조 기술기준의 구성 및 적용범위

가. 구성 및 적용범위 (그림 1 참조)

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





〈그림 1〉 토목구조 기술기준 적용범위

나. 분야별 참조기준

분 류	기술기준 번호	기술기준 제 목	대응 외국 기술기준 제목
구조충치 KEPIC-ST	STA	설계하중	ASCE 7-88 Minimum Design Load in Buildings and Other Structures
	STB	지진해석	ASCE 4-86 Seismic Analysis of Safety-Related Nuclear Structures and Commentary
원자력구조 KEPIC-SN	SNA	일반요건	ASME Sec. III, NCA General Requirement
	SNB	격납구조	ASME Sec. III, Div. 2, Subsec. CC Concrete Containment
	SNC	철근콘크리트 구조	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
일반구조 KEPIC-SG	SGA SGB	일반구조 철근콘크리트 구조	- ACI 318 Building Code Requirements for Reinforced Concrete and Commentary

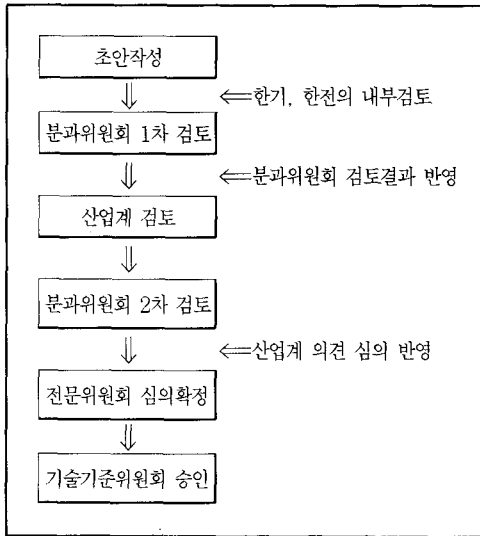
분 류	기술기준 번호	기술기준 제 목	대응 외국 기술기준 제목
일반구조 KEPIC-SG	SGC	강구조-허용응력 설계법	ISC-S326 Specification for Structural Steel Buildings Allowable Stress Design , Plastic Design
	SGD	강구조-하중저항계수 설계법	AISC-S328L Load and Resistance Factor Design Specification for Structural Steel Buildings

3. 개별방법

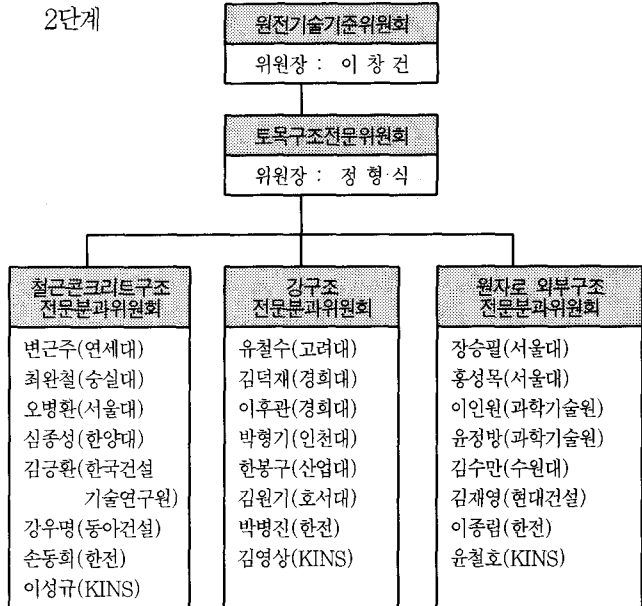
- 주 참조기준을 원자력급과 일반급으로 나누어 작성
 - 원자력급 : 내진범위 I급에 해당하는 구조물로 격납건물을 포함하여 원자력발전소의 안전에 직결되는 구조물 단위 및 적용재료는 원문과 동일하며 제도적인 사항만 수정
 - 일반 급 : 내진범위 II급 및 III급에 해당하는 구조물 단위는 MKS, 적용재료는 KS 규격을 사용



○ 작성절차



○ 위원회 구성
2단계



○ 위원회 구성
3단계





4. 3단계 기술기준 개발-구조용접

가. 개발배경

- 발전소 구조물은 대부분 용접구조물
- 발전소 건설에 구조용접기준은 외국기준 적용
- 구조물 용접에 적용가능한 국내 기술기준이 없음.

나. 개발범위 및 주참조기준

구 분	참조기준	비 고
구조용접-강구조 (KEPIC-SWS)	AWS D1.1-1996	○ 탄소강 및 저합금강 구조물 ○ 두께 3.2 mm 이상 구조용 강제 용접 ○ 건축물 강구조 용접에 적용
구조용접-박강판구조 (KEPIC-SWT)	AWS D1.3-1989	○ 두께 4.6 mm 미만 강제 용접 ○ 전기 및 I/C 분야 제어패널 제작 및 구조재의 지지를 위한 용접에 주로 적용

다. 개발내용

- 강구조물 및 박강판 구조물의 용접에 필수적인 사항 제정
 - 용접이음부 설계
 - 용접절차 인정
 - 용접사 자격인정
 - 구조물 제작용접
 - 시험 및 검사
 - 구조물 보강 및 보수

라. 구성체계

- 구조물 용접시공상의 공정흐름에 따라 일반사항, 용접이음부 설계, 용접인정(절차 및 용접사), 용접제작 시험 및 검사의 순으로 구성체계 설정

▶ SW 구조용접

① SWS 구조용접-강구조

- SWS 1000 일반사항
- SWS 2000 용접이음부 설계
- SWS 3000 용접절차시방서의 작성
- SWS 4000 용접인정
- SWS 5000 강구조제작
- SWS 6000 검사
- SWS 7000 스티드용접
- SWS 8000 강구조물의 보강 및 보수
- 부록 - 의무요건
- 부록 - 임의요건
- 구조용접 해설 - 강구조

② SWT 구조용접-박강판

- SWT 1000 일반사항
- SWT 2000 용접이음부 설계
- SWT 3000 용접인정
- SWT 4000 제작
- SWT 5000 검사
- 부록 - 임의요건
- 구조용접 해설 - 박강판

5. 기술기준 내용

가. 원자력구조 기술기준

KEPIC-SN은 원자력발전소의 내진 I급 구조물의 설계 및 시공에 적용하기 위한 기술기준으로 개발되었다. 구조물을 내진등급으로 분류하면 내진 I급, 내진 II급으로 나누고 있으며, 원자력구조란 격납구조를 포함하여 내진 I급 구조물을 총칭하는 것으로 대표적인 구조물로는 Containment Building, Auxiliary Building, Fuel Building, Component Cooling Water Heat Exchanger Building,

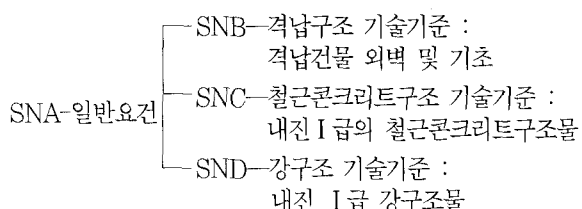


Essential Service Water Intake Structure 등이다.

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

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

각 기술기준별 적용범위는 다음과 같다.



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

성과정에서 변경된 부분과 인용기술기준 표를 해당기술기준에 별도로 작성하였다.

(1) 일반요건(SNA)

(가) 일반요건의 주요내용

① SNA 1000 일반사항

② SNA 1100 범위

SN장의 적용범위는 콘크리트 격납구조와 내진 I급 구조의 철근콘크리트구조 및 강구조로 한다.

③ SNA 1120 격납구조 기술기준의 적용한계

격납구조 기술기준은 압력을 받거나 내부 압력을 갖는 구조물 및 SNA 1130에 명시한 보조계통에 적용하며, 그 밖의 콘크리트 차폐 구조물이나 지지구조물은 원자력구조의 철근콘크리트구조 또는 강구조를 적용한다.

④ SNA 1131 발전사업자

정부의 규제기관으로 부터 원자력 발전산업을 목적으로 건설 및 운전허가를 취득해야 하는 조직을 말한다. 원전의 설계엔지니어링, 기자재 구매 및 건설관리에 관련되는 조직도 발전사업자의 책임으로 하였다. 발전사업자에 대해서는 실제로 한국전력공사 뿐이므로 별도의 자격기준은 설정하지 않는다.

⑤ SNA 1312 설계자

기계나 전기의 경우 기기의 설계를 제조자가 하기 때문에 별도의 조직이 필요 없으나 토목구조분야는 특성상 독립된 조직으로 구분하며, NCA에도 설계자는 Division 2에만 적용하도록 되어있다.

⑥ SNA 1313 재료업체

NCA에는 재료를 제조하는 재료 제조자와 재료를 공급하는 재료공급자로 구분되어 있으나 우리나라의 경우 재료 제조자가 재료의 공급도 함께 하므로 두 조직을 통합하여 재료업체로 규정함. 재료업체의 자격기준은 SNA 3800 및 또는 SNA 3900에 따라 정한다.

⑦ SNA 1315 원자력 공인검사기관

원자력 공인검사기관의 업무는 협회가 발급한 원자력 공



인검사기관 자격인증서를 소유한 조직중 규제기관이 지정한 업체가 한다.

⑧ SNA 1330 재료

KEPIC-SN에 관련된 구조물의 건설에 사용되는 재료는 해당 기술기준에서 요구하는 재료를 사용하도록 한다. 금속 재료의 경우 내진 I급 구조에는 ASTM 또는 AWS 재료를 사용하며, 격납구조에는 격납구조 기술기준에서 요구하는 재료 외에 SAN 1331의 요건을 만족하는 재료도 허용한다.

⑨ SNA 2000 구조물의 등급분류

ASME의 적용을 받는 구조물은 격납구조 밖에 없기 때문에 NCA에는 구조물에 대해 별도의 등급분류가 없다. 그러나 SNA 일반요건은 격납구조 외에 내진 I급 구조에도 적용하기 때문에 등급분류를 할 필요가 있다.

원전의 구조물은 내진범주(Seismic Category), 품질등급(Quality Class), 안전등급(Safety Class) 등으로 구분하나 과학기술처 고시 1994-10에는 구조물을 안전등급으로만 구분하고, 안전등급에 따라 적용해야 할 기술기준을 규정하고 있다.

따라서 SAN 2000에서도 과거고시를 적용하고 ANSI/ANS 51.1-1983을 참조하여 등급분류를 하였다. 내진범주는 Regulatory Guide 1.29를, 품질등급은 Reg. Guide 1.28을 참조한다.

⑩ SNA 3123 용접

이 기술기준의 용접 작업을 수행하는 용접사 및 자동용접사는 다음 기술기준에 따라 그 자격이 인정되어야 한다.

- SNB 기술기준 : ASME Section IX
- SNC SND 기술기준 : AWS D1.

⑪ SNA 3300 설계자의 책임

설계시방서, 설계보고서, 시공시방서, 설계도면을 인증하는 등록기술사는 등록기술사 자격인정기술기준에 따라 그 자격이 인정되어야 한다.

⑫ SNA 4000 품질보증

품질보증은 인증업체(설계자, 시공자 등)와 재료업체로 구분하여 적용한다.

⑬ SNA 4200 인증업체의 품질보증계획

원전에 적용되고 있는 품질등급은 Q, T, R, S로 나누어지며, 격납구조를 포함하여 내진 I급 구조물은 품질등급 Q로 분류된다. Q로 분류된 구조물에 적용되는 품질보증계획은 NQA-1을 따르도록 되어 있으며, ASME를 적용하는 격납구조의 품질보증계획은 NQA-1 외에 NCA 4000에서 요구하는 규정을 추가로 만족하도록 되어있다.

그러나 SNA 일반요건에서는 격납구조를 포함하여 내진 I급의 모든 구조물을 건설하고자 하는 업체는 SNA 4000에 의한 품질보증계획을 수립하도록 되어있다.

⑭ SNA 5000 공인검사

NCA에는 격납구조만 공인검사의 대상이나 SNA에서는 격납구조와 내진 I급 구조에 공인검사를 받도록 범위를 확대하였다. 또한 공인검사기관 및 공인검사원의 자격인정을 다음 표와 같이 적용하였다.

KEPIC-QAI(공인검사기준)	참조기준(ASME N626 시리즈)
1. 일반사항	NB Rules and Regulations
2. 공인검사기관의 자격인정과 의무	ASME N626.4 "Accreditation of Authorized Inspection Agencies" ASME N626.0의 0-1항 ASME N626.1의 0-1항 ASME N626.2의 0-1항
3. 원자력 토목구조 공인검사 감독원 및 원자력 토목구조 공인검사원의 자격 인정과 의무	ASME N626.2 2-2항 및 2-3항

⑮ SNA 6000 문서

NCA 3000 책임과 의무 중 문서에 관련된 규정만을 모아 신설하였다. 문서의 내용중 격납구조에만 적용되는 항목과 내진 I급 구조에 공통으로 적용되는 항목을 구분하였다. 별도의 언급이 없는 한 격납구조와 내진 I급 구조에 모두 적용하는 것으로 한다.

⑯ SNA 8000 자격인증

NCA의 명판 및 인증부호 표시는 채택하지 않았다.

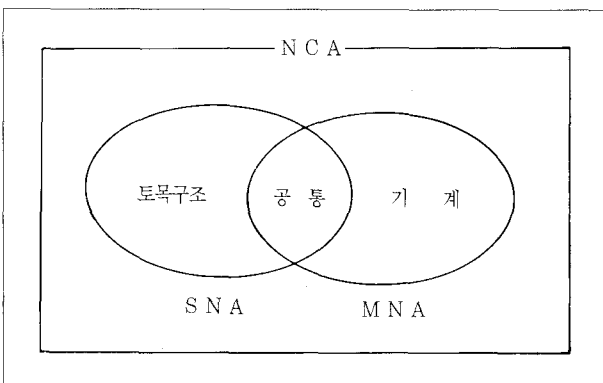


(나) 인용기술기준 내역

일반요건의 세부 항목별 작성에 인용한 기술기준은 다음 표와 같다. 전체적으로는 ASME Section III Div.1 Subsec.NCA를 인용하였으며, 제도와 관련된 사항들은 국내 실정을 반영하여 수정하였다.

SNA	ASME III NCA	비 고
SNA 1000 일반사항	NCA 1000 Scope of Section III	NCA 3000의 문서에 관한 사항만 규정
SNA 2000 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 그림 2에서와 같이 NCA의 내용중 토목구조에만 해당하는 내용과 토목구조와 기계분야에 공통되는 내용만을 간추려 작성하였다.



〈그림 2〉 SNA의 구성

(2) 격납구조(SNB)

(가) 개요

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

- ① 구조적인 콘크리트 내압 셸 및 부분품
- ② 금속 셸 라이너
- ③ 격납구조 라이너를 연장하여 둘러싼 셸 콘크리트를 통과하는 관통라이너

□ SNB 1120 일반사항

부품이나 부속물은 콘크리트가 하중을 대신해서 견디는 경우가 아니면 이 기술기준의 요건에 따라 원자력기계 기술기준(KEPIC-MN)의 규정을 충족시켜야 한다. KEPIC-MNA에 의하여 인증해야 하는 부품이나 부속물은 KEPIC-MN과 MNA의 해당 요건을 충족해야 한다.

② SNB 1130 콘크리트 격납구조물에 대한 사항

격납구조로 분류되는 설계압력이 5 psi(0.35kg/cm²)이상인 되는 원자로건물 외부구조물은 이 기술기준의 규정에 따라 건설해야 한다.

③ SNB 1140 적용관할 경계

① 원자로건물 외부구조물에 대한 이 기술기준의 적용관할 경계는 SNA 6112.1의 요건과 다음 (2)의 사항에 따라야 한다.

② 콘크리트 지지구조물이 원자로건물 외부구조물과 일체로 건설되었을 경우에는 이 기술기준의 적용관할 경계에 포함시켜야 한다.

(나) 인용기술기준

- ASME Sec. III, Division 2, Subsec. CC를 근거로 번안



SNB	ASME Subsection CC
SNB 1000 일반사항	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 부록 의무/임의요건	CC-6000 Structural Integrity Test

(3) 철근 콘크리트 구조(SNC)

(가) 제정방향

원자력구조 철근콘크리트구조 기술기준(SNC)은 원자력발전소의 내진 I급 철근콘크리트구조의 설계 및 시공에 적용되는 기술기준으로 미국의 ACI-349를 근거로 작성하였다. ACI 349는 ACI318의 내용을 기본으로 하여 원자력 발전소에 고려하여야 할 특수한 사항들을 반영하여 작성된 것으로 그 구성체계는 ACI318과 같다고 볼 수 있다. 따라서 SNC 기술기준의 구성체계는 ACI318을 기본으로 하여 제정된 일반구조 철근콘크리트구조 기술기준(SGB)의 그것과 일치하도록 하였다.

(나) 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 인용기술기준표 붙임 1에 작성하였다.

(다) 단위변환

세계적으로 SI 단위는 공통으로 적용하는 추세이나 우리나라 산업계에서는 MKS 단위를 적용하기 때문에 이 기술기준에서는 MKS 단위를 채택하였다. 그러나 단위 환산표에서는 참고로 SI 단위를 병용하여 비교하였으며 단위변환은 다음과 같은 원칙으로 하였다.

〈붙임 1〉 인용기술 기준표

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

① ft-lb를 MKS와 SI(MPa) 단위로 대수적 변환

$$1 \text{ ksi} = 0.0703 \text{ t/cm}^2 = 6.89 \text{ MPa}$$

$$1 \text{ kip} = 0.454 \text{ t} = 4.448 \text{ KN}$$

$$1 \text{ in} = 2.54 \text{ cm}$$

② (1)의 결과를 절삭과 산입을 통하여 보수적인 값을 채택하였으며, 이 과정에서 참조기준에서 사용된 유효 숫자의 수를 가능한 유지하였다.

③ 단위변환 예

단위변환 방법은 다음 식을 예로 들어 설명한다.

식(43-13)의 슬래브의 최소두께 h는

$$h = \frac{l_n(0.8 + f_y/200000)}{36}$$



변환하고자 하는 공식의 결과에 대한 차원을 고려한 후 상수에 포함되어 있는 차원을 결정하여야 한다. 이 경우 h는 길이(in) 단위이기 때문에 l_n이 길이이므로 괄호 안이 무차원이 되어야 한다. 따라서 200000은 f_y와 같은 ksi의 차원을 갖는다. 1 ksi = 0.073 t/cm²을 대입하면

$$h = \frac{L_n(0.8 + f_y/200000 \times 0.0703)}{36}$$

$$= \frac{L_n(0.8 + f_y/14060)}{36}$$

(4) 강구조(SND)

(가) 제정방향

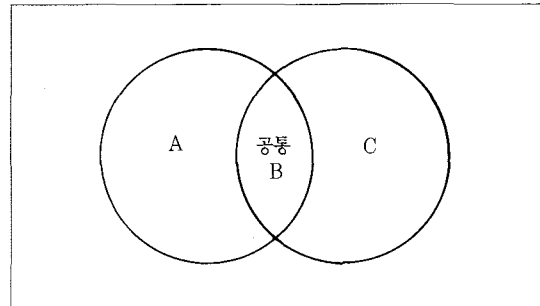
과학기술처 고시 1994-10에 의하면 원자력발전소의 안전등급 2,3의 구조물에는 ASME Section III, ACI 349, AISC N690을 적용하도록 되어 있다. ANS 51.1에 따르면 안전등급 3은 내진 I 급 구조물에 해당하므로 원자력발전소의 내진 I 급 강구조물의 설계 및 시공에는 AISC-N690을 적용하여야 한다.

주참조 기준인 AISC N690은 AISC-ASD의 8판을 기본 내용으로 하여 설계식 및 번호체계 등은 AISC-ASD 8판과 같으나 원자력발전소에 고려해야 할 하중, 용접, 시공, 품질관리 부분 등을 강화하여 제정된 것이다.

AISC-ASD는 1989년에 개정되면서 1986년에 제정된 AISC-LRFD와 그 구성체계를 같이 하며, 내용도 많이 수정되었다. 원자력구조 기술기준(SND)과 일반구조 기술기준(SGC)은 그 내용의 차이는 있지만 구성체계는 같이 하는 것이 사용자에게 편리할 것으로 판단된다.

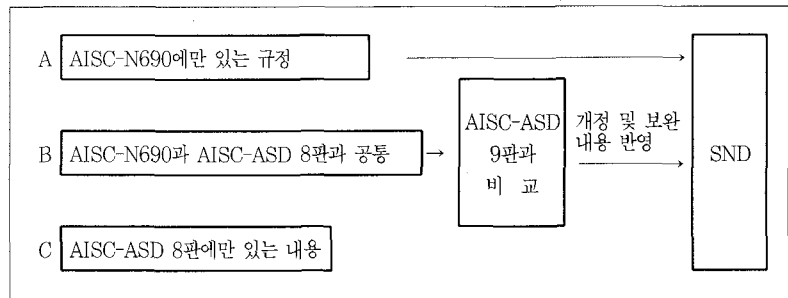
따라서 원자력구조의 강구조 설계기준은 AISC-N690을 주참조 기준으로 사용하나 그 구성체계는 일반구조의 강구조 설계기준인 SGC를 따르며, 그 내용은 그림 4의 방법과 같이 제정하였다.

○ AISC-N690과 AISC-ASD 8판 비교(그림 3 참조)



〈그림 3〉 AISC-N690 AISC-ASD 8판

○ SND 기술기준 제정내용(그림4참조)



〈그림 4〉 기술기준 작성방법

(나) 인용 기술기준 내역

원자력구조의 강구조 기술기준은 AISC-N690을 기본으로 하여 AISC-ASD 9판의 내용이 일부 보완되었으며, 그 구성체계도 일반구조의 강구조 기술기준인 SGC와 같이 하였다. 붙임 2에는 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

(다) 단위변환

세계적으로 SI 단위는 공통으로 적용하는 추세이나 우리나라 산업계에서는 MKS 단위를 적용하기 때문에 이 기술 기준에서는 MKS 단위를 채택하였다. 그러나 단위 환산표에서는 참고로 SI 단위를 병용하여 비교하였으며 단위변환은 다음과 같은 원칙으로 하였다.

① ft-lb를 MKS와 SI(MPa) 단위로 대수적 변환

- 1 ksi = 0.0703 t/cm² = 6.89 MPa
- 1 kip = 0.454 t = 4.448 KN
- 1 in = 2.54 cm

② (1)의 결과를 절삭과 산입을 통하여 보수적인 값을 채택하였으며, 이 과정에서 참조기준에서 사용된 유효 숫자의 수를 가능한 유지하였다.

③ 단위변환 예

단위변환을 수행한 방법을 통하여 다음 3가지의 예를 들어 설명하도록 한다.

○ 표 2310의 폭두께비 65/√F_y에 대한 변환

먼저 변환하고자 하는 공식의 결과에 대한 차원을 고려한 후 상수에 포함되어 있는 차원을 결정해야 한다. 이 경우 폭두께비는 무차원이기 때문에 상수 65는 √F_y와 같은 차원이어야 한다. 따라서 65의 차원은 √ksi로 볼 수 있다.

$$\frac{65\sqrt{ksi}}{\sqrt{F_y}} = \frac{65\sqrt{0.0703}}{\sqrt{F_y}} = 17.2351/\sqrt{F_y}$$

참조기준이 유효숫자가 2자리이므로 17/√F_y로 채택한다.

○ 식 33-6의 허용응력

$$F_b = F_y \left[\frac{2}{3} - \frac{F_y(l/r_T)^2}{1530 \times 10^3 C_b} \right]$$

F_b는 ksi 단위이므로 [] 안은 상수이어야 한다. l/r_T는 in/in로 무차원이며, C_b는 계수로 무차원이다. 따라서 1530 x 10³ 은 F_y와 같은 ksi 이어야 한다.

단위변환을 하면,

$$F_b = F_y \left[\frac{2}{3} - \frac{F_y(l/r_T)^2}{1530 \times 10^3 \times 0.0703 C_b} \right]$$

$$= F_y \left[\frac{2}{3} - \frac{F_y(l/r_T)^2}{107559 C_b} \right]$$

○ 식 61-7의 내력

$$R_n = \frac{6800 t_w^3}{h} \left[0.4 \left(\frac{d_c/t_w}{t/b_f} \right)^3 \right]$$

R_n의 단위는 kip이다. 괄호안은 무차원이며,

$$\frac{t_w^3}{h} = \frac{in^3}{in} = in^2 \text{이다.}$$

따라서 상수 6800의 차원은 (k/in²)이어야 한다.

$$R_n = 6800 \times \left(\frac{0.454t}{2.54^2 cm^2} \right) \frac{t_w^3}{h} \left[0.4 \left(\frac{d_c/t_w}{t/b_f} \right)^3 \right]$$

$$= 478.52 \frac{t_w^3}{h} \left[0.4 \left(\frac{d_c/t_w}{t/b_f} \right)^3 \right]$$

<붙임 2> 기술기준 개발을 위한 인용 기술기준 내역

기술기준번호	기술기준 항목	인용기술기준	기술기준번호	기술기준 항목	인용기술기준
SND 1000	일반사항		SND 1330	볼트와 나사부	1.4.3
SND 1100	적용범위	1.0	SND 1340	용접용 심선과 플럭스	1.4.4
SND 1200	적용한계	1.0.1	SND 1350	스터드 전단 연결재	1.4.5
SND 1210	정의	1.0.2	SND 1400	하중	1.3
SND 1220	구조형식	1.2	SND 1410	일반사항	1.3.1
SND 1300	재료	1.4	SND 1420	정상하중	1.3.2
SND 1310	구조용 강재	1.4.1	SND 1430	중대환경하중	1.3.3
SND 1320	주조강 및 단조강	1.4.2	SND 1440	극한환경하중	1.3.4



<붙임 2> 기술기준 개발을 위한 인용 기술기준 내역(계속)

기술기준번호	기술기준 항목	인용기술기준	기술기준번호	기술기준 항목	인용기술기준
SND 1450	비정상하중	1.3.5	SND 3300	휨부재	AISC-ASD F
SND 1460	하중조합	1.3.6	SND 3310	I, H, C 형강의 강축 휨에 대한 허용응력	
SND 1500	설계근거		SND 3311	콤팩트 단면 부재	1.5.1.4.1
SND 1510	허용응력	1.5	SND 3312	비콤팩트 단면 부재	1.5.1.4.2/1.5.1.4.5.b
SND 1520	정상하중 및 중대환경 하중에 대한 허용응력	1.5.6	SND 3313	비지지 길이가 LC보다 큰 콤팩트 혹은 비콤팩트 단면부재	1.5.1.4.5
SND 1521	1차 응력	1.5.6.1	SND 3320	I형 및 H형 부재, 강봉 그리고 판재의 약축 휨에 대한 허용응력	
SND 1522	1차 응력과 2차 응력의 조합	1.5.6.2	SND 3321	콤팩트 단면 부재	1.5.1.4.3
SND 1530	극한환경하중 및 비정상 하중에 대한 허용응력	1.5.7	SND 3322	비콤팩트 단면 부재	1.5.1.4.3
SND 1531	1차 응력	1.5.7.1	SND 3330	상자형 부재, 각형 강관과 원형 강관의 휨에 대한 허용응력	
SND 1532	1차 응력과 2차 응력의 조합	1.5.7.2	SND 3331	콤팩트 단면 부재	1.5.1.4.3/1.5.1.4.1
SND 1540	연성과 국부효과를 고려한 설계	1.5.8	SND 3332	비콤팩트 단면 부재	1.5.1.4.4
SND 1550	구조해석	AISC-ASD A5.3	SND 3340	허용 전단응력	1.5.1.2.1/ASD
SND 1560	사용성과 기타사항	AISC-ASD A5.4	SND 3350	중간 보강재	1.10.5.3
SND 1600	참고기준	1.0.3	SND 3360	조립부재	1.18.1
SND 1700	설계도서	1.1	SND 3370	변단면 휨부재	
SND 1710	설계도	1.1.1	SND 3400	플레이트거더	
SND 1720	표준용접기호	1.1.5	SND 3410	복부의 세장비제한	1.10.2
SND 1730	용접에 대한 주의사항	1.1.4	SND 3420	허용 휨응력	1.10.6
SND 1740	계산서	1.1.3	SND 3430	인장역작용을 고려한 허용전단응력	1.10.5.2
SND 2000	설계요건		SND 3440	중간 보강재	1.10.5.3/1.10.5.4
SND 2100	단면적 계산		SND 3450	인장과 전단의 조합응력	1.10.7
SND 2110	총단면적	1.14.1	SND 3500	조합응력	
SND 2120	순단면적	1.14.1/1.14.2/ 1.14.3/1.14.4	SND 3510	축방향 압축과 휨	1.6.1
SND 2130	유효순단면적	1.14.2.2/1.14.2.3	SND 3520	축방향 인장과 휨	1.6.2
SND 2200	안정성	1.8.1	SND 3600	내식성 피복부재	1.18.4.1/1.18.4.2
SND 2300	국부좌굴		SND 4000	합성부재 설계	
SND 2310	강제단면의 분류	1.9.1.1/1.9.1.2/ 1.9.2.1/1.9.2.2 /1.9.2.3	SND 4100	정의	1.11.1
SND 2320	세장 압축판요소	1.9.1.2/1.9.2.2	SND 4200	설계가정	1.11.2.1/1.11.2.2
SND 2400	지지점의 회전구속	1.10.11	SND 4300	단부전단	1.11.3
SND 2500	세장비 제한	1.8.4	SND 4400	전단연결재	1.11.4
SND 2600	단시간	1.12.1	SND 4500	강제감관과 결합된 휨부재	1.11.5
SND 2700	단부구속	1.12.2	SND 4510	일반사항	1.11.5.1
SND 2800	휨부재의 단면 산정		SND 4520	데크플레이트의 리브가 강재보에 직각인 경우	1.11.5.2
SND 2810	보 및 거더의 단면산정	1.10.1/1.10.3/ 1.10.4	SND 4530	데크플레이트의 리브가 강재보와 평행인 경우	1.11.5.3
SND 2820	크레인 거더의 구성	1.10.9	SND 4600	기타 사항	1.11.6
SND 2900	골조구성		SND 5000	접합부 설계	
SND 2910	일반사항	AISC-ASD C1	SND 5100	일반사항	
SND 2920	골조의 안정성		SND 5110	설계근거	AISC-ASD J1.1
SND 2921	횡변위가 방지된 골조	1.8.2	SND 5120	단순접합과 모멘트접합	
SND 2922	횡변위가 허용된 골조	1.8.3	SND 5121	단순접합	1.15.4
SND 3000	부재설계		SND 5122	모멘트접합	1.15.5.1
SND 3100	인장부재	AISC-ASD D	SND 5130	지압형 절점이 있는 압축 부재	1.15.8
SND 3110	허용응력	1.5.1.1	SND 5140	트러스에서 인장부재 또는 압축부재의 접합부	1.15.7
SND 3120	조립부재	1.18.3.1/1.18.3.2	SND 5150	접합부의 최소강도	1.15.1
SND 3200	압축부재	AISC-ASD E	SND 5160	후관 형강부재의 이음부	AISC-ASD J1.7
SND 3210	유효길이와 세장비	1.8.1	SND 5170	보의 적합용 절단과 용접작업구	AISC-ASD J1.8
SND 3220	허용응력	1.5.1.3.1/1.5.1.3.2/ 1.5.9.1	SND 5180	용접과 볼트의 배열	1.15.3
SND 3230	휨비틀림 좌굴	AISC-ASD E3	SND 5190	용접과 볼트의 혼용 및 제한조건	
SND 3240	조립부재	1.18.2.1~1.18.2.7	SND 5191	용접과 볼트의 혼용	1.15.10
SND 3250	거동의 복부 전단	AISC-ASD E6	SND 5192	볼트와 용접접합의 제한조건	1.15.11



<붙임 2> 기술기준 개발을 위한 인용 기술기준 내역(계속)

기술기준번호	기술기준 항목	인용기술기준	기술기준번호	기술기준 항목	인용기술기준
SND 5200	용 접	1.17.1	SND 6400	피 로	1.7.1/1.7.2
SND 5210	용접설계		SND 7000	사용성 설계 고려사항	
SND 5211	용접금속의 유효단면	1.14.6	SND 7100	치올림	1.19.1/1.19.2/ 1.19.3
SND 5212	허용응력	1.5.3			
SND 5213	용접형태의 조합	1.15.9	SND 7200	팽창 및 수축	1.20
SND 5220	용접소재와 관리	1.17.2.1/1.17.2.2	SND 7300	처짐 및 진동	1.13.1
SND 5230	용접작업절차서의 요건	1.17.3	SND 7400	접합부 미끌림	AISC-ASD L4
SND 5240	용접사 및 자동용접사 확인	1.17.4	SND 7500	부 식	AISC-ASD L5/1.18.1
SND 5250	용접재의 부식방지	1.17.5.1/1.17.5.2 /1.17.5.3/1.17.5.4	SND 8000	제작, 설치 및 품질관리	
SND 5260	조 립	1.17.6	SND 8100	공작도	1.1.2
SND 5270	용접의 수정	1.17.7	SND 8200	제 작	
SND 5280	용접금속의 노치인성요건	AISC-ASD J2.6	SND 8210	치올림, 굽힘 및 교정	1.23.1
SND 5290	후관 형강부재의 예열	AISC-ASD J2.7	SND 8220	표면상태	1.23.2
SND 5300	볼트와 나사강봉		SND 8230	절단 및 가공	1.23.2
SND 5310	설 계		SND 8231	가열절단	1.23.3.1
SND 5311	고력볼트	1.16.1	SND 8232	모서리 절단	1.23.3.2
SND 5312	구멍의 크기와 용도	1.23.7.1~1.23.7.5	SND 8233	절단부 연마	1.23.3.3
SND 5313	유효지압면적	1.16.2	SND 8234	뚫절단	1.23.3.4
SND 5314	허용인장과 전단응력	1.5.2.1/1.5.2.2	SND 8240	마 감	1.21.3/1.23.4
SND 5315	지압형 집합의 인장과 전단조합	1.6.3 A.B	SND 8250	고력 볼트-조립	1.23.8/1.23.7.2
SND 5316	마찰형 집합의 인장과 전단조합	1.6.3 A.C	SND 8260	용 접	1.23.9
SND 5317	볼트구멍의 허용지압	1.5.1.5.3	SND 8270	압축집합	1.23.10
SND 5320	볼트의 배열		SND 8280	허용오차	1.23.5/1.23.6 /1.23.11
SND 5321	최소간격	1.16.4.1/1.16.4.2	SND 8290	강재의 표시	1.23.12
SND 5322	최소연단거리	1.16.5.1/1.16.5.2 /1.16.5.4	SND 8300	공장도장	1.24
SND 5323	최대연단거리와 간격	1.16.6	SND 8400	설 치	1.25
SND 5324	긴체결길이	1.16.3	SND 8410	주각의 정렬	1.21.2
SND 5400	블록전단의 허용응력	1.5.1.2.2	SND 8420	가설용 가새	1.25.1
SND 5500	집합요소		SND 8430	가설집합	1.25.2
SND 5510	편심 집합	1.15.2	SND 8440	정 렬	1.25.3
SND 5520	집합요소의 허용강도(허용전단파괴 강도)	AISC-ASD J5.2	SND 8450	기동 압축 집합의 맞춤	1.25.4
SND 5600	끼움판	1.15.6	SND 8460	허용오차	1.25.5/1.25.7.1 ~1.25.7.5
SND 5700	이음부	1.10.8	SND 8470	오차의 수정	1.25.8
SND 5800	허용지압응력과 주각부 콘크리트의 지압		SND 8480	현장 용접	1.25.9
SND 5810	편이나 톨러의 허용 지압 응력	1.5.1.5.1/1.5.1.5.2	SND 8490	현장 도장	1.25.10
SND 5820	콘크리트의 지압	1.5.5/1.21.1	SND 8500	기록, 포장 및 취급	
SND 5900	앵커볼트 및 매설물		SND 8510	기록과 기록의 유지관리	1.27
SND 5910	앵커볼트	1.22.1	SND 8520	포장, 선적, 접수, 저장 및 취급	1.28
SND 5920	매설물	1.22.2	SND 8600	비파괴 검사	1.26
SND 5921	설계	1.22.2.1	SND 8610	비파괴검사의 종류	1.26.1
SND 5922	제작 및 설치	1.22.2.2	SND 8620	용접부의 최소검사	1.26.2
SND 5923	프리스트레스된 매설물	1.22.2.3	SND 8630	수정 및 재검사	1.26.3
SND 6000	특별 설계 고려사항		SND 9000	소성설계	
SND 6100	집중하중을 받는 복부와 플랜지		SND 9100	적용범위	2.1
SND 6110	설계근거	AISC-ASD J1.1	SND 9200	구조용 강재	2.2
SND 6120	플랜지의 국부휨	1.15.5.3	SND 9300	최대 강도결정을 위한 근거	2.3
SND 6130	복부의 국부휨	1.10.10.1	SND 9310	횡변위가 방지된 골조	2.3.1
SND 6140	복부의 크리플링	AISC-ASD K1.4	SND 9320	횡변위가 허용된 골조의 안전성	2.3.2
SND 6150	복부의 횡좌굴	AISC-ASD K1.5	SND 9400	기동	2.4
SND 6160	복부의 압축좌굴	1.15.5.3	SND 9500	전단 및 복부 크리플링	
SND 6170	복부패널이 큰 전단력을 받는 압축 부재	AISC-ASD K1.7	SND 9510	전단	2.5
SND 6180	집중하중에 대한 보강재의 요구사항	1.10.5.1/1.15.1.2 /1.15.5.4	SND 9520	복부 크리플링	2.6
SND 6200	고임문제	1.13.2	SND 9600	최소 두께	2.7
SND 6300	비틀림	AISC-ASD K3	SND 9700	집합부	2.8
			SND 9800	횡방향지지	2.9
			SND 9900	제작	2.10