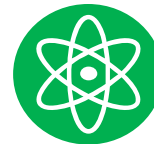


SC구조 이종부재접합부 설계기준 인허가 심사 주요내용

KHNP

<http://www.khnp.co.kr>



 **한국수력원자력주**

<http://blog.khnp.co.kr>
<http://twitter.com/ikhnp>
<http://www.facebook.com/ilovekhnp>

**원전건설처
설계기술실**

ICHNP

CONTENTS

01 SC구조 개요



02 기술개발현황



03 인허가 현황



05 제한사항

04 설계기준
주요내용



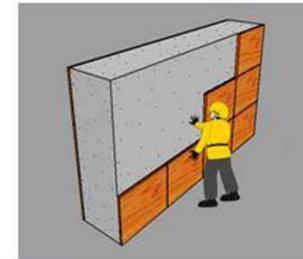
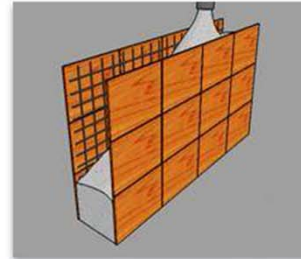
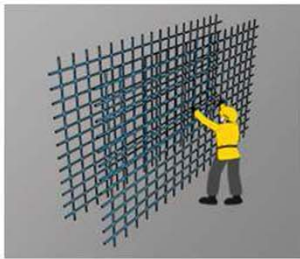
SC구조 개요



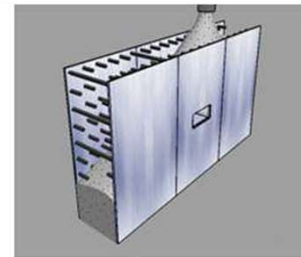
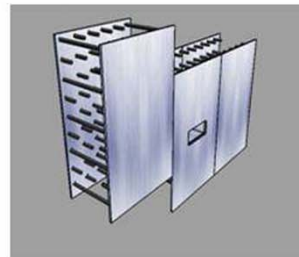
□ SC(Steel plate Concrete)구조 개요

- 강판콘크리트 구조로 철판과 콘크리트로 구성된 구조를 말함
 - 재래식 공법(철근 + 거푸집) → 측면강판으로 대체
 - 구조적 역할과 더불어 거푸집 역할을 동시에 수행함으로써 건설공기 단축 및 구조성능 향상
 - 재래식 공법(현장 제작 및 설치) → 공장제작, 운반 및 조립·설치

RC

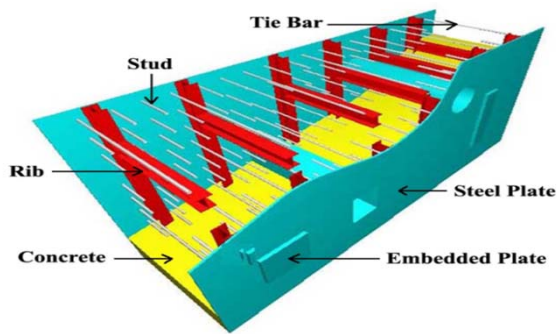


SC

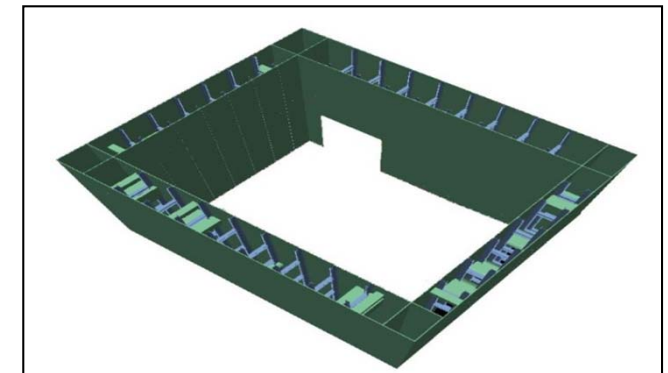
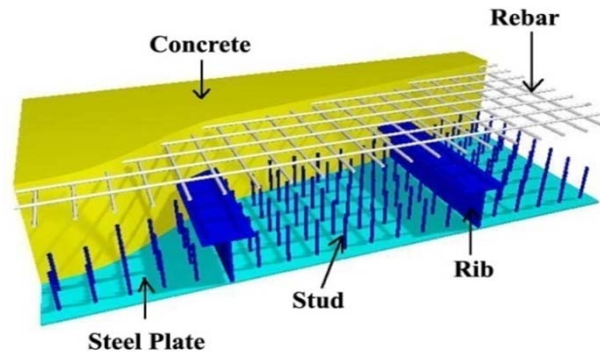


□ SC구조 도입 배경

- 구조물과 계통설비 모듈화를 통한 **건설공기 단축**과 원전건설의 **국제경쟁력 강화**
- SC구조와 SC구조 모듈
 - SC구조 : 구조체를 구성하는 구조형식
 - SC구조모듈 : SC구조를 활용하여 선제작, 조립한 구조모듈



SC구조



SC구조 모듈



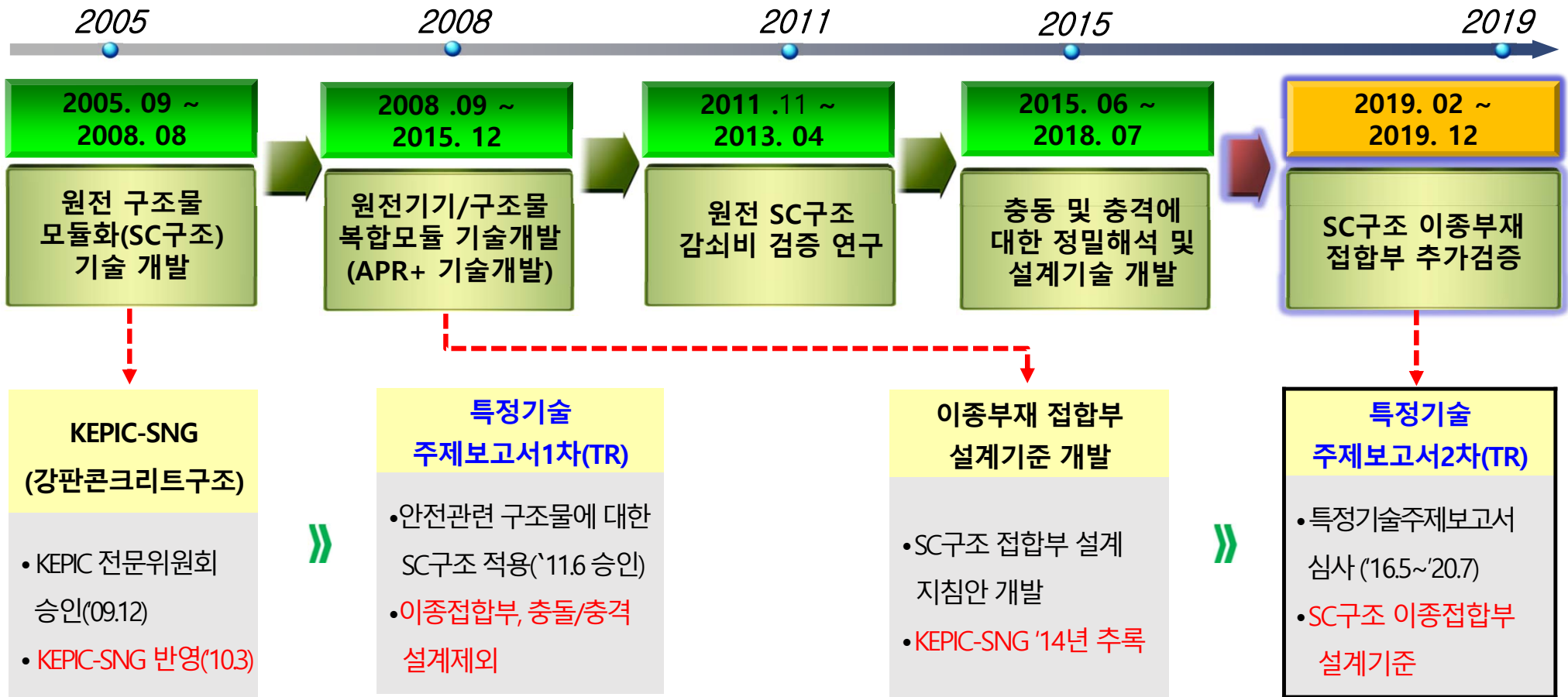

2

기술개발 현황



2. 기술개발 현황

□ SC구조 설계기술 개발 현황


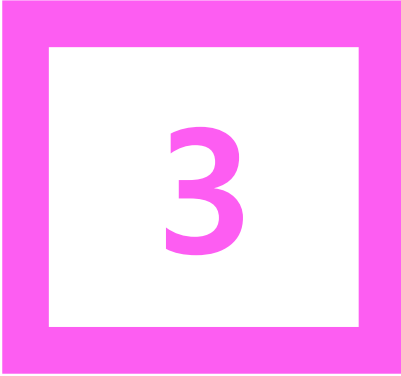


※ 모듈화 공법 타당성 연구(2001.03~2002.03)

2. 기술개발 현황

□ SC구조 시범적용 현황

구분	내용	SC구조 시공 흐름도
적용범위	<ul style="list-style-type: none"> • 신고리3,4 대체교류 발전기건물(벽체, 슬래브 일부) 적용 • 구조물 등급: 비안전/내진 Ⅲ등급/품질등급 S등급 • 지상 2개층(EL.100'~ EL.136') / SC구조 단위모듈 적용 - 2011.06 (TF구성) ~ 2012.03(SC모듈 설치 완료) 	
설계기준	<p>KEPIC-SNG(강판콘크리트구조)</p>	
적용결과	<ul style="list-style-type: none"> • 점진적 적용으로 시공경험 축적 필요(제작, 용접 등 품질확보 및 정도관리) • 기술기준 보완 및 이종부재접합부 설계기준 확보 필요 • 모듈화에 적합한 G.A 개발 및 설계 최적화 필요 	

3

인허가 현황



□ SC구조 이중부재접합부 설계TR 인허가 추진 배경

- SC구조 기술개발은 정부과제를 통해 기술기준(KEPIC-SNG)이 제정 되었으나, **원안위 고시**에는 **불포함**
 - 특정기술주제보고서 승인으로 건설사업에서 인허가 심사 간소화
 - 원자력안전법 제100조(특정기술주제보고서의 승인)
- ※ TR(Topical Report) : 특정기술주제보고서

□ 이종부재접합부 설계TR 내용

- 인허가 내용 : SC구조와 RC구조의 이종부재접합부 설계
- SC구조와 RC구조의 이종접합부 유형
 - RC벽체와 SC벽체의 **수평면 접합**
 - RC벽체와 SC벽체의 **베이스플레이트형 접합**
 - RC벽체와 SC벽체의 **연직면 접합**
 - RC**슬래브**와 SC**벽체**의 **접합**

3. 이종부재접합부 설계(TR) 인허가 현황

□ SC구조 이종부재접합부 설계TR 인허가 추진 현황

- '16.06.10 : SC구조 이종부재접합부 **설계TR 심사 신청** (→ 원안위)
- '16.12.19 : **1차 심사질의 접수**
- '17.06.22 : **1차** 심사 질의에 대한 **답변서 제출**
- '17.08.25 : **2차 심사질의 접수** 및 **2차답변서 제출**(‘18.06.28)
 - ※ 정부의 에너지정책 변화에 따른 신규 원전건설중지 등으로 인허가 역무 중단 후 재개
- '18.09.03 : **3차 심사질의 접수**
- '18.11.14 : **추가검증** 추진 **KINS 설명회**(수평면, 연직면 / 기계적이음 '19.04.26)
- '19.04.16 : **3차** 심사 질의에 대한 **답변서 제출**
- '19.07.09 : **4차 심사질의 접수**
- '19.07.26 : 추가검증 **공개실험** 및 **실험결과 KINS 설명**(‘19.9.23)
- '20.02.07 : **4차** 심사 질의에 대한 **답변서 제출**
- '20.04.23 : 4차 답변에 대한 추가보완자료 제출
- '20.07.10 : 특정기술주제보고서 **승인 공문 접수**(← 원안위)

3. 이종부재접합부 설계(TR) 인허가 현황

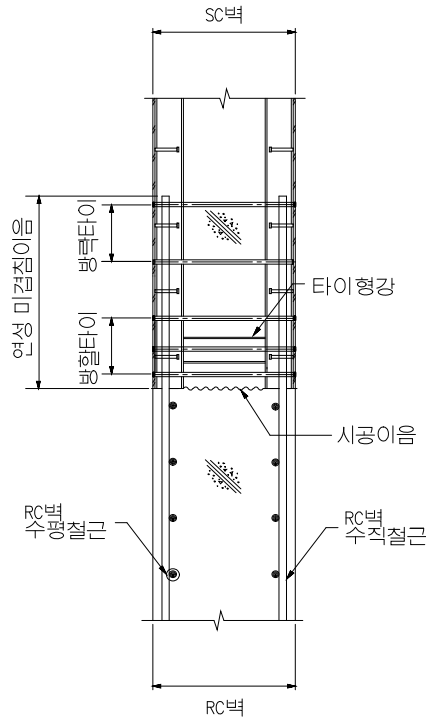
□ 심사질의/답변 현황

➤ 심사질의/답변 현황

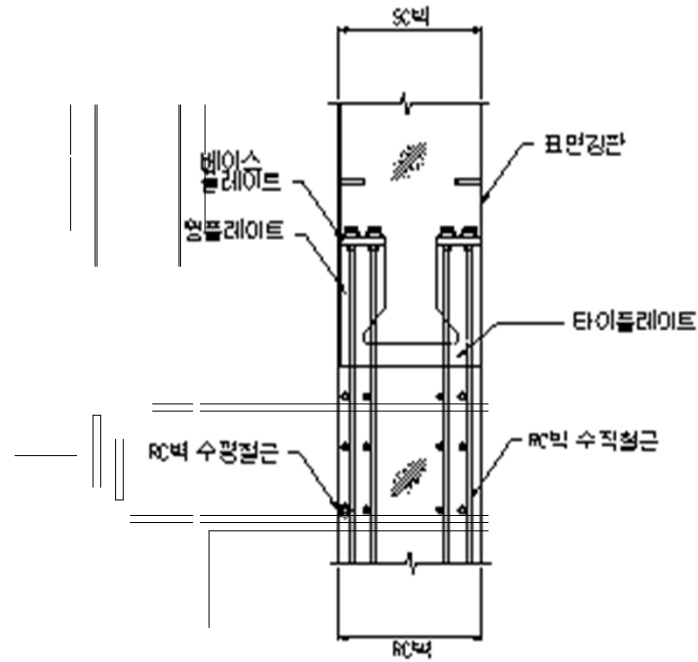
구 분	질의(신규/보완)	답 변(신규/보완)	종 결	비 고
1차질의	61건 (설계타당성 보완 등)	34건	10건	미 답변(27건)은 추후 일괄 답변
2차질의	32건(8건/24건)	28건(7건/21건)	15건	2차 미답변(1건/3건) 추후 답변
3차질의	13건(0건/13건)	17건(1건/16건) [2차 미답변(1건/3건)] 포함	4건	3차답변(17건) TR보고서 개정(Rev.1) 제출
4차질의	13건(0건/13건)	40건(0건/40건) [보완 및 기계적이음 일괄 답변]	40건	4차질의 13건 및 1차질의 미답변 27건 TR보고서 개정(Rev.2) 제출

3. 이종부재접합부 설계(TR) 인허가 현황

□ 이종부재접합부 설계(수평면접합)



SC벽체와 RC벽체의 수평면 접합부(입면)

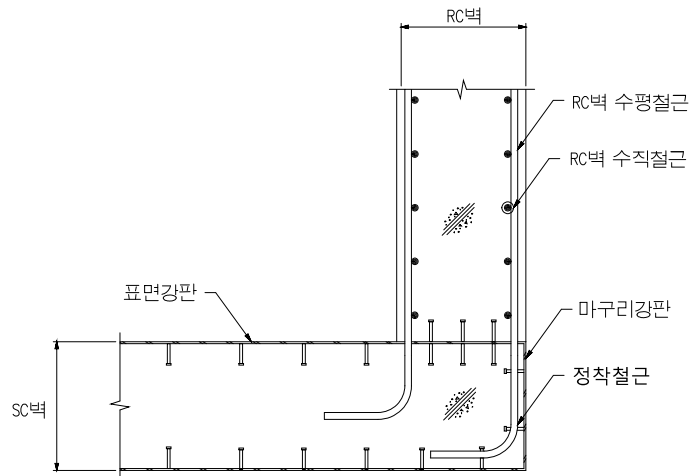


SC벽체와 RC벽체의 베이스플레이트형 접합부(입면)

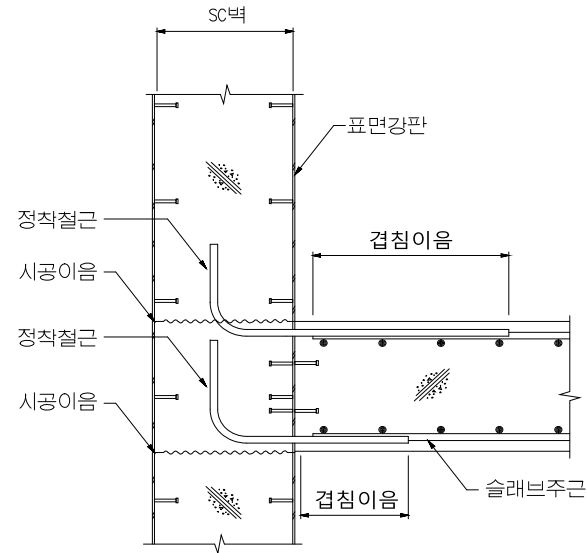
※ **연성미결침이음** : 철근의 부착파괴가 발생하기 전에 철근의 항복이 먼저 발생하도록 미결침이음길이가 확보된 이음(철근콘크리트 부재의 철근과 강판콘크리트 부재의 스테드가 용접된 표면강판의 이음으로써 철근간의 일반적인 겹이음과 다르게 철근과 표면강판이 서로 접촉되지 않은 어느정도 떨어진 형상의 이음)

3. 이종부재접합부 설계(TR) 인허가 현황

이종부재접합부 설계(연직면, 슬래브 접합)



SC벽체와 RC벽체의
연직면 접합부(측면 L형, 평면)



RC슬래브와 SC벽체의
접합부(입면)

□ 인허가 심사 주요 내용

- 설계타당성 검증을 위해 수행한 **실증실험이 제한적**이므로 **보완방법 (추가 실험 및 해석) 제시**
- 접합부 거동(베이스플레이트형 접합부)에 대한 **유한요소해석 수행 후 실험 결과와 비교**하여 **설계 및 시공의 타당성, 적절성 제시** 등
- **KEPIC SNG**(강판콘크리트 구조) **설계요건 적용의 타당성** 및 **접합부 설계의 기본 원칙**
- **AISC N690** 접합부 **설계와의 비교**
 - AISC N690(2015), Design of SC wall connection에 제시된 방법의 적용 가능성 등




4

설계기준 주요내용



□ 설계방법

➤ 전강도 설계법(Full strength connection design)

- RC부재 공칭강도 및 SC부재 공칭강도 중 작은 값의 125% 이상으로 접합부의 소요강도를 확보하는 설계방법이다

➤ 부분강도 설계법(Partial strength connection design)

- 접합부재(또는 요소)의 공칭강도와 상관없이 구조해석 결과값으로부터 실제 접합부의 소요강도를 확보하는 설계방법(지진하중에 해당하는 구조해석 값은 200%로 증가시켜야 함)

※ 전강도 설계법이 부분강도 설계법보다 보수적인 방법으로 방사선 차폐 등의 이유로 벽체가 과다하게 설계될 경우를 제외하고는 전강도설계법을 적용함

4. 설계기준 주요내용

□ 수평면 접합부(SC와 RC벽체의 상-하부 접합)

➤ 연성미결침이음 접합(~#11 철근)

- RC벽체의 주철근을 SC벽체의 일정 구간까지 연장하여 설치함으로써, RC벽체의 철근이 부담하는 인장 또는 압축력 등을 SC벽체의 표면강판에

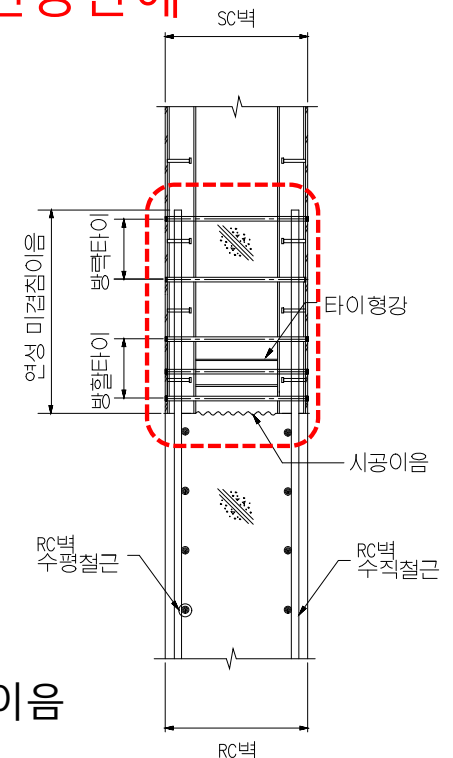
전달하는 접합 방법

- RC벽체의 소요하중으로 인하여 철근에 작용하는 인장력을 SC구조의 표면강판으로 충분히 전달할 수 있는

연성미결침이음길이, 스테드 확보 및 접합부에서

SC벽체의 할렬파괴를 방지하기 위한 타이틀 설계함

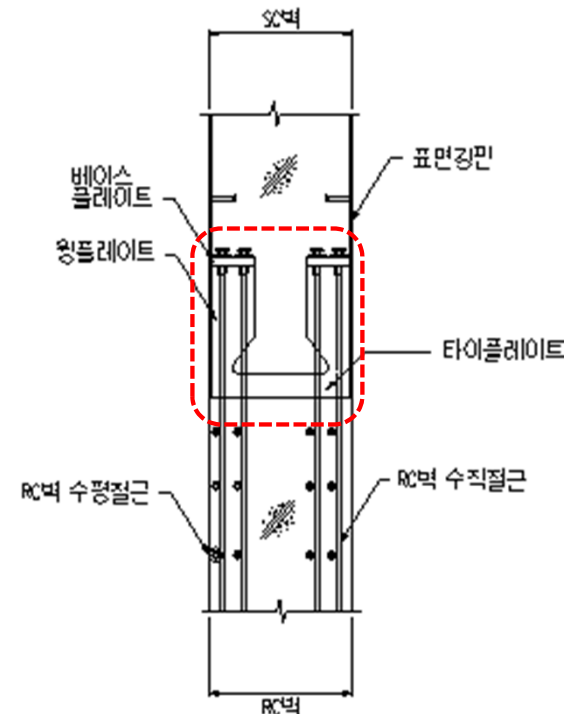
※ 철근 설계항복 강도의 1.25배를 기준으로 스테드 설계 및 1.25배의 연성미결침이음 길이를 적용함



□ 수평면 접합부(SC와 RC벽체의 상-하부 접합)

➤ 베이스플레이트형(기계적) 접합

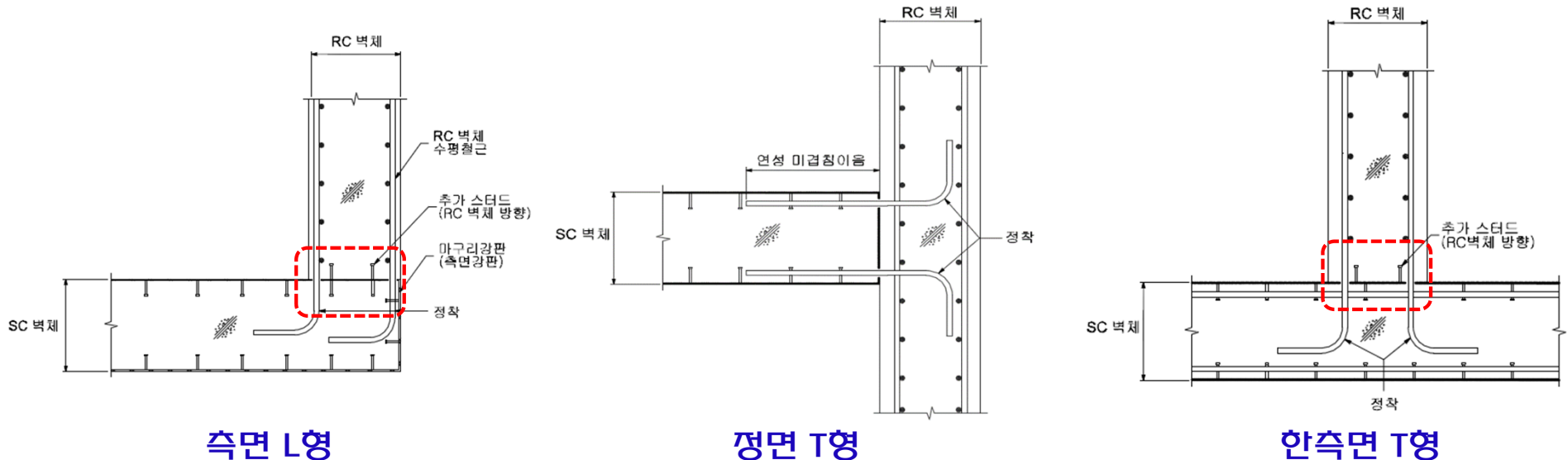
- 겹침이음이 허용되지 않는 대구경 철근(#14, #18)을 SC벽체 내부로 정착
- 접합부를 구성하는 강재 요소는 베이스플레이트, 윙플레이트, 타이플레이트로 구성
- 베이스플레이트 : 철근의 기계적이음과 연결되어 철근의 응력을 직접 지지(표면강판과 윙플레이트에 용접)
- 윙플레이트 : 베이스플레이트 지지 및 철근의 응력을 SC벽체로 전달
- 타이플레이트 : 표면강판 양측의 윙플레이트를 연결하여 철근의 인장력으로 인해 발생하는 SC벽체의 두께 방향 인장력에 저항



4. 설계기준 주요내용

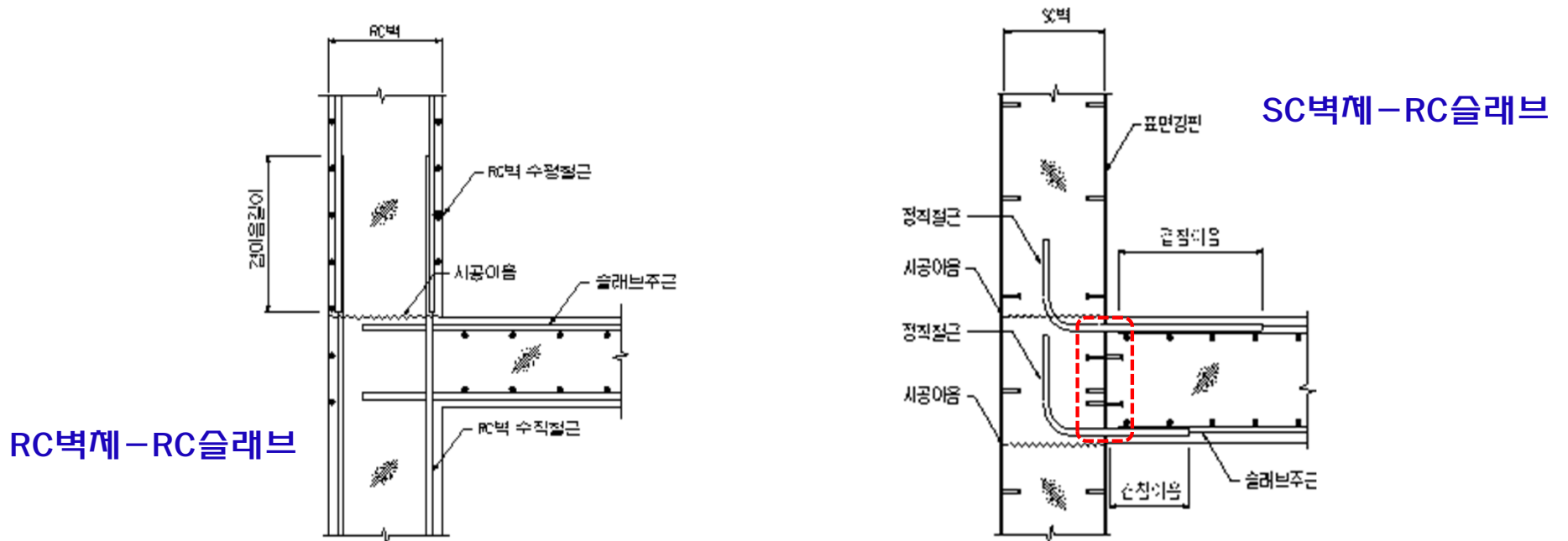
□ 연직면 접합(SC와 RC벽체의 동일 평면 접합)

- RC벽체의 수평철근은 접합부 형태에 따라 모두 SC벽체 내부로 연성미결침이음 되거나 정착(KEPIC SNC)
- 연성미결침이음 길이는 산정된(SC구조 1차 TR) 값의 1.25배 이상을 적용하고, 스테드 설계는 수평철근 설계항복강도의 1.25배를 스테드의 소요전단 강도로 적용
- RC벽체 수평철근의 정착이 적용되는 측면L형 및 한측면T형 접합부는 수평철근 항복강도의 0.25배에 해당하는 스테드 소요전단강도를 추가하여 설계항복강도의 1.25배를 확보하여야 한다



RC슬래브의 SC벽체 접합

- RC슬래브와 SC벽체 접합부는 RC슬래브와 RC벽체 접합부와 유사하게 전단마찰에 의해 면외전단하중에 저항함(KEPIC SNC 11.7절 요건 적용 -> 전단마찰계수 0.7)
- RC슬래브 철근의 겹침이음 길이 및 RC슬래브 철근의 SC벽체 내부 정착 적용 (KEPIC SNC 12장)
- 철근 항복강도의 0.25배에 상응하는 스테드를 SC벽체 표면강판 양 측면에 추가 반영하여 철근 설계항복 강도의 1.25배 이상 접합부 강도 확보





5

제한사항

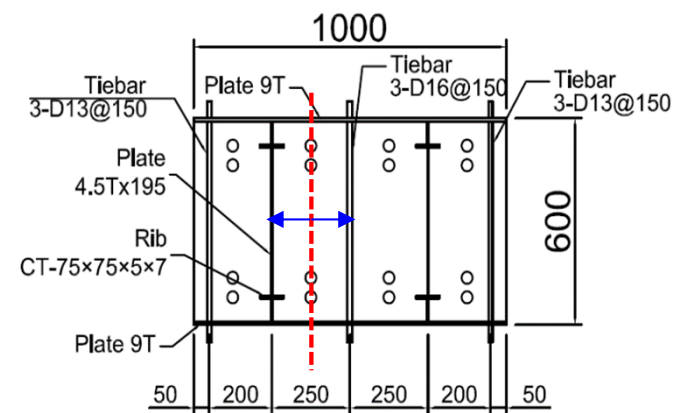


□ 구조 제한사항

- 두께 방향에 대한 SC벽체 단면은 대칭이며, 양쪽 면의 표면강판은 단면치수와 재료강도가 동일해야 함
- 두께 방향에 대하여 RC벽체 단면은 대칭이며, 양쪽 면의 철근은 단면치수와 재료강도가 동일해야 함
- 이미 굳은 콘크리트 면에 콘크리트를 타설할 때 KEPIC SNC 11.7.9에 따라 접촉 면은 레이턴스가 없으며 거칠게 처리하여야 함
- #11 보다 큰 철근은 연성 미검침이음 할 수 없음

□ 수평면 접합부(연성미겹침이음 접합) 제한사항

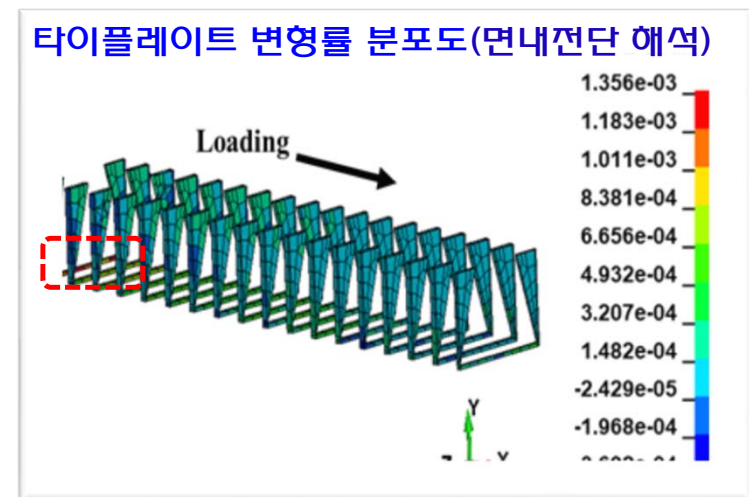
- 타이(방할 또는 방락타이)는 연성미겹침이음 철근으로부터 **125mm 이하의 거리에 위치**해야 하며,
- 만약, 철근과 타이 간격이 **125mm 보다 클 경우**에는 구조해석 또는 실증실험 등을 통하여 접합부에서 철근의 인장강도 이하의 하중 상태에서 **취성파괴가 발생하지 않음이 확인**되어야 함



수평면 접합부(SC부재 쪽)
휨실험제 단면

□ 수평면 접합부(베이스플레이트형 접합) 제한사항

- 보고서에 제시된 공극 저감 방안이 실제 구조물의 현장 타설 조건에도 유효한 지 입증되어야 함(실험중 Mock-up test는 현장 타설조건 보다 유리함)
- 타이플레이트 설계시에는 설계강도에 추가적인 감소계수(0.8=1/1.25)를 적용
- 피접합부재의 휨 파괴가 접합부의 파괴보다 먼저 발생한다는 것을 확인하기 위하여 접합부를 불연속 영역으로 간주하여 스트럿-타이 모델로 계산한 강도가 피접합부재의 휨 강도 이상이어야 함



□ RC슬래브의 SC벽체 접합부 제한사항

- 전강도설계법이 적용되는 것을 전제로 설계의 적절성이 확인 되었으므로, 부분 강도설계법이 적용될 경우 설계방법의 적절성이 검토되어야 함
- 실험에서 하중조건 및 파괴모드를 면외 전단하중과 전단파괴로 제한한 실험 결과에 근거하여 설계 적절성이 검토되어, 실제 접합부 설계시 지배적인 하중조건 및 예상되는 파괴모드가 실험조건과 다를 경우 접합부의 구조 건전성은 구조 해석 및 실험 등을 통해 추가적으로 입증 되어야 함

Q & A

