

# 특 집

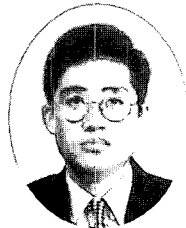
|| 합성구조의 최근 기술 ||

## 콘크리트 충전 강관 구조시스템의 기술동향

- Technical Trends on Concrete Filled Steel Tube(CFT) Structural System -



전상우\*  
Sang-Woo, Jeon



김진호\*\*  
Jin-Ho, Kim



이철호\*\*\*  
Cheol-Ho, Lee



오정근\*\*\*\*  
Jung-Keun, Oh

### 1. 머리말

콘크리트 충전강관(이하, CFT)구조는 강관과 콘크리트의 장점을 극대화시킨 합성구조로 두 소재의 합성효과에 의해 강성, 내력, 변형, 내화, 시공성 등의 여러 측면에서 우수한 특성을 발휘한다. 또한 CFT 구조는 경제성도 우수하고 범용성이 높기 때문에 중저층 건축에서부터 초고층 건축에 이르기까지 건물의 용도와 무관하게 적용할 수 있으며 기둥단면의 최소화, 장스팬 등이 가능하다.

일본, 미국, 유럽, 중국 등에서 일찍이 도입된 CFT 구조의 핵심적인 기술개발 사항으로는 ①강관의 재료 및 기둥의 제작과 관련된 문제, ②CFT 기둥-H형강 보 접합부 상세 및 설계법, ③고유동 콘크리트의 개발 및 타설, 충전에 관한 기술, ④CFT 기둥과 철근 콘크리트 플랫 플레이트(flat plate) 슬래브 접합부 상세 및 설계법, ⑤CFT 기둥 내화설계 기법 등을 들 수 있다. 이 중에는 많은 연구가 집중되어 외국의 사례를 참조할 수 있거나, 이미 기술적으로 어느 정도 해결된 분야도 있으나, 연구나 적용이 현재로서는 매우 미흡한 분야도 공존해 있다.

본고에서는 CFT 구조에 관해 최근 연구 및 적용의 관심이 되고 있는 몇 가지 기술적 주제를 소개하고, 국내외에 시공된 사례들을 살펴보고자 한다.

### 2. CFT 구조의 설계 및 시공지침

국내에서는 1990년대 초반부터 CFT에 대한 연구가 활발히 이루어졌으나, 실제 프로젝트에의 적용은 소극적으로 진행되어 왔다. 관련 설계기준도 비교적 최근인 2003년 한국강구조학회에서 「콘크리트충전 강관구조 설계 및 시공지침」을, 2004년에는 대한건축학회에서 「콘크리트충전 강관구조 설계 및 시공매뉴얼」을 발간한 것이 최초이다. 이어 2005년에 고시되는 「Korean Building Code」의 합성부재편에 충전형 합성구조에 대한 조항을 삽입하여 비로소 법적인 기반을 통일적으로 마련하게 되었고 국내 설계기준에 따라 설계된 CFT 구조 건축물의 출현을 기다리게 되었다.

일본의 경우, 일본건축학회에서 원형강관 CFT를 대상으로 한 「강관콘크리트 구조 설계기준·동해설(1967년)」, 개정판에서의 각형강관 CFT 추가(1980년) 등의 과정을 거쳤으나 최종적으로 1987년에 발행된 「철골 철근 콘크리트 구조계산기준·동해설」 제3판에 흡수되어 SRC 구조의 한 부류로 취급되어 왔다. 1997년에 이르러 CFT에 관한 독자적인 기준으로 「콘크리트 충전강관 구조설계 시공지침」이 발행되었고, 이의 개략적인 내용이 2000년 발행된 「철골 철근 콘크리트 구조계산기준·동해설」 제4판에 수록되었다. 한편 일본건축센터에서 1989년 발행된 「충전강관기둥구조 성능평가 위원회 보고서」를 바탕으로 1996년 신도시 하우징 협회의 「CFT구조기술지침·동해설(구조설계, 내화설계, 시공)」이 발행되어, 2000년 개정판이 출간되었다. 이 지침서에는 실 설계에 필요한 내용을 간략하게 다루고 있으며, 언급되지 않는 내용은 「철골 철근 콘크리트 구조계산규

\* 정회원, RIST 강구조연구소 건축구조연구팀 선임연구원

\*\* RIST 강구조연구소 건축구조연구팀 책임연구원

\*\*\* 정회원, 서울대학교 건축학과 부교수

\*\*\*\* 정회원, 삼성물산 건설부문 기술연구소 선임연구원

준」을 참고하도록 되어있다.

미국에서는 1986년 이전까지 합성기둥에 대한 설계규정은 ACI 318에서만 다루어졌었다. 초기의 허용응력설계방법은 ACI 318-63 이후 강도설계법으로 전환되고 ACI 318-71을 통해 콘크리트와 합성되는 철근, 강관, 형강 등 모든 축방향 강재를 포함하게 되었다. AISC 합성기둥 설계방법은 1970년대에 George Winter에 의해 조직된 Structural Specification Liaison Committee를 통해 작업이 시작되어, 허용응력법에 의한 설계규정이 먼저 개발되고 추후 극한강도단계로 전환되어 마침내 1986년에 합성기둥에 대한 설계규정이 AISC-LRFD에 도입되었다. 그후, 미국철강협회와 건축물 지진안전위원회(BSSC)에 의한 작업의 결과 합성구조에 대한 내진설계기준이 1997년 AISC 철골 건물 내진설계 규정에 도입되었고 1997 NEHRP와 International Building Code에도 그 내용이 반영되었다.

유럽의 경우 영국(BS), 독일(DIN) 등의 각국에서 개별적으로 운영되던 형태가 Eurocode 4: Design of composite steel and concrete structures로 통합되면서 1994년 한계상태설계 개념에 입각한 충전형과 피복형 합성기둥에 대한 설계기준이 마련되었고 계속적으로 보완되고 있다.

중국은 많은 적용사례에 불구하고 설계기준은 비교적 간단하여 1989년에 원형강관만을 대상으로 설계기준을 발간하였다.

### 3. 연구 및 기술개발 동향

#### 3.1 고강도 재료의 적용

건물의 초고층화가 진행되면서 기존의 재료강도 한계 내에서는 기둥의 크기가 점점 커지게 되어 주상복합 건물과 같이 기둥크기를 제한받는 초고층 주거용 건물에서는 고강도 재료에 대한 요구가 높아지고 있다. 그러나 국내 CFT 구조 설계기준상 적용 가능한 강재와 콘크리트의 강도는 상한치가 각각 390 MPa(4,000 kgf/cm<sup>2</sup>), 49 MPa(500 kgf/cm<sup>2</sup>)로 되어 있다. 이것은 미국 LRFD의 설계개념을 도입한 것으로 합성단면이 변형도 0.0018에 도달했을 때, 콘크리트 파괴(crushing)가 발생할 것을 고려하여 강재와 철근의 공칭항복강도를 약 370 MPa(3,800 kgf/cm<sup>2</sup>)로 제한한데서 출발하고 있다. 국내 기준은 고강도 재료를 사용한 실험결과가 많지는 않으나, 몇몇 실험에서 고강도 강재와 고강도 철근의 효율성이 입증되었고 강관과 띠철근의 구속효과에 의해 콘크리트의 취성파괴가 지연됨을 고려하여 강재와 철근의 공칭항복강도 상한치를 390 MPa(4,000 kgf/cm<sup>2</sup>)로 설정하고 있다.

2001년 개정된 AISC-LRFD 3rd Edition에서는 합성기둥(CFT, SRC)에서 사용가능한 강재와 고장력 철근의 공칭항복강도를 410 MPa(4,200 kgf/cm<sup>2</sup>)까지 상향하여 허용하고 있다.

일본의 경우, SRC 구조에서는 콘크리트의 박리와 철근의 좌굴 등에 따른 취성파괴의 우려로 390 MPa(4,000 kgf/cm<sup>2</sup>)로 제한하고 있지만, CFT의 경우에는 강관의 탁월한 구속효과와 CFT 기둥의 연성거동을 인정하여 440 MPa(4,500 kgf/cm<sup>2</sup>)까지 사용이 가능한 것으로 허용하고 있다.

미국-일본 협력 지진연구프로그램의 일환으로 진행된 합성구조 내진설계에 대한 연구에서는 공칭항복강도 490 ~ 590 MPa에 이르는 강관과 공칭압축강도 54 ~ 108 MPa의 범위에 걸친 콘크리트를 사용한 CFT 기둥의 압축, 휨-압축 단순재하 및 반복재하실험이 다수 수행되었는바, 각 재료의 공칭강도의 저감 없이 계산된 단면성능 이상을 발휘하는 것으로 보고되었다.

#### 3.2 다양한 접합부 형식의 채용

초기 연구로는 부재자체의 거동과 내력을 규명하고 접합부의 응력전달 역학기구를 해명하는 것에 중점을 두었으나, 최근에는 접합디테일 개발이나 특수부재에의 적용을 위한 신기술 개발의 빈도가 높아지고 있다. 특히, 좀 더 경제적인 시공이 가능한 간편한 접합부를 개발하기 위해 기존의 외측, 내측, 기둥 관통형 격막(diaphragm) 접합부 외에도 다양한 접합부들이 적용되고 있다. 건물의 구조설계 과정에서 요구 접합강성에 따라 후판강관과 별도의 보강 없이 강접합하거나 단순접합으로 처리하기도 한다. 건물의 코어부분이나 고층건물 메가 칼럼에 CFT 기둥을 적용하면서 다양한 형태의 보관통형 접합부를 고안하여 사용하게 되었으며, <그림 3>에 몇 가지 사례를 나타내었다. 한편, 토목분야에서는 아치교나 교량의 수평부재에 이용하는 사례도 증가하고 있다.

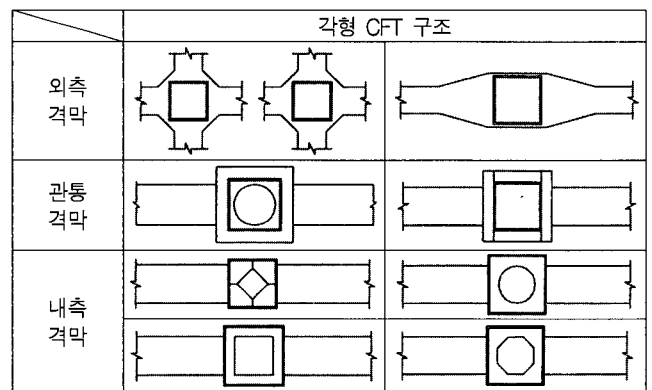


그림 1. 기본적인 CFT 기둥-보 강접합부 디테일

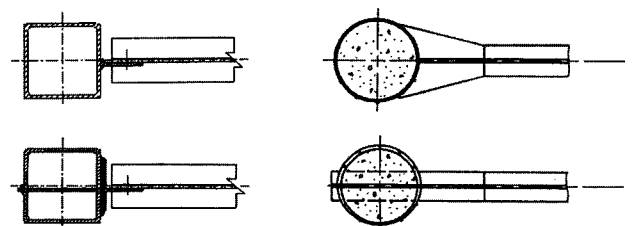


그림 2. CFT 기둥-보 단순접합부

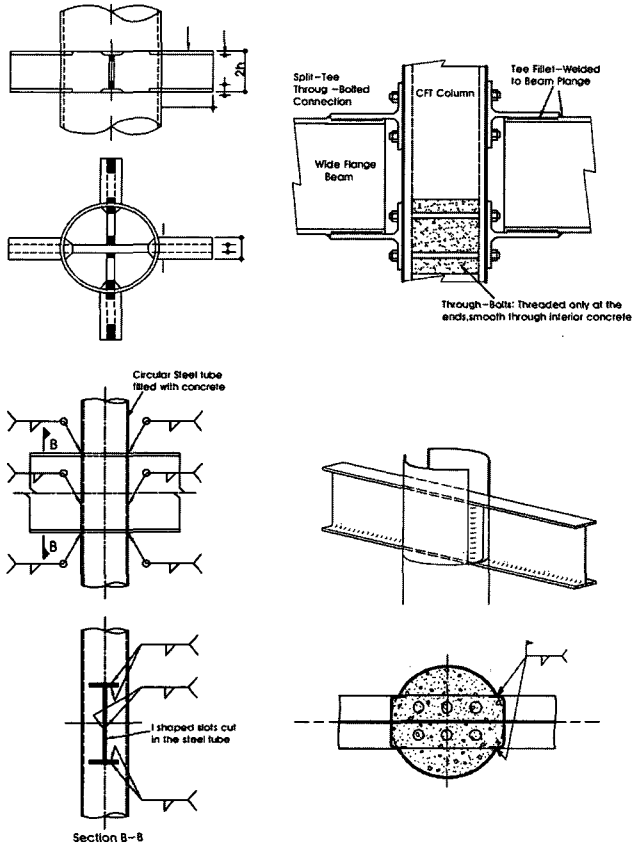


그림 3. 대형 CFT 기둥과 보 관통형 접합부 사례

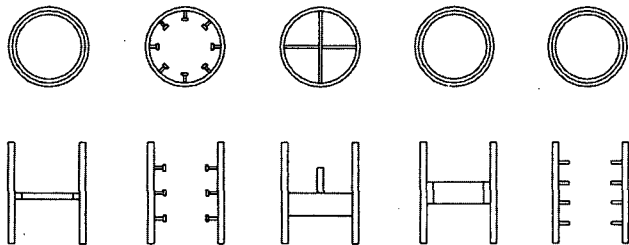


그림 4. 기계적인 미끄럼 방지장치

### 3.3 부착내력의 평가

CFT 기둥 내부에 격막이 있는 경우, 응력이 내부의 콘크리트에 지압응력으로 직접 전달되므로 크게 문제가 없다. 그러나 격막을 설치하지 않는 경우 강관의 내면에서 충전 콘크리트에 부착응력을 전달시켜야 한다. 콘크리트 충전기둥에서 강관과 콘크리트의 부착강도는 하중조건에 따라 부착응력을 구성하는 접착력과 마찰력의 비율이 다르지만, 대략, 원형단면에서는 0.2~0.4 MPa, 각형단면에서는 0.15~0.3 MPa 정도로 작고 콘크리트의 강도에는 큰 영향을 받지 않는 것으로 보고된다.

일본건축학회 기준에 의하면 건물에서 각층별로 보에서 전달되는 전단력의 합을 계산한 후 층의 차이에 따른 보 전단항력 차이가 축력의 증가분이며, 이중 일부를 강관에서 콘크리트로 전달해야 하는 힘으로 산정한다. 그러나 콘크리트가 상부 층에서 이미

받고 있는 응력이 압축응력의 한계를 넘을 수는 없으므로 어느 정도의 층이 진행되면 콘크리트로 전달해야 하는 힘은 0이고, 부착의 검정이 필요치 않다. 따라서 고층건물의 상층부 몇 개 층에서만 검정이 필요한 상황이며, 이조차도 기둥의 이음부에서 기계적 캡을 설치하여 지압으로 전달하면 큰 문제가 발생하지 않는다.

일반적으로 CFT의 직경이 클수록 건조수축 등의 영향으로 부착강도가 감소하는 것으로 보고되므로 토목 구조물의 대형 기둥에 쓰일 경우에 문제가 될 수 있다. 이 경우 기계적인 미끄럼 방지장치를 두어 저장할 수 있도록 한다. 기계적인 미끄럼 방지장치의 예를 <그림 4>에 나타내었다. 그러나 미끄럼 방지장치중 대표적인 스티드 형식은 콘크리트와의 상호작용에 대한 면밀한 검토가 필요한 것으로 보고된다. 콘크리트 단면상에 비해 스티드의 높이나 낮거나 스티드 자체의 휨항복이 유발되어 미끄럼 방지 성능이 떨어지는 경우가 빈발하기 때문이다.

### 3.4 CFT 기둥-플랫 플레이트 슬래브 구조

최근 주거용 건물에 기존의 벽식구조 아파트를 탈피하여 라멘조 고층 주거 건물의 건설경향이 확대되고 있다. 라멘조는 벽식구조에 비해 층고가 높아 분양면적이 감소하므로 이를 해결하기 위해 플랫 플레이트 바닥 구조를 채용한다. 이러한 바닥 구조는 일반 건물의 지하층에서 공기를 단축하고 터파기 깊이를 절감하기 위해서도 자주 적용된다. 만일, 제한된 단면으로 고축력의 부담이 가능한 CFT 기둥과 플랫 플레이트를 사용할 경우 안전하고 경제적인 접합부 구축여부가 구조측면의 최대 관심사라 할 수 있다. 특히 국내 CFT 구조의 경우 40 mm 이상의 후판재를 사용하는 경우가 대부분이므로 CFT 기둥은 일반 철근 콘크리트 기둥에 비해 기둥의 사이즈가 대폭 감소하게 된다. 그러나 이에 비례하여 기둥 외주면에서 형성되는 편칭전단의 주장 역시 대폭 감소하므로 편칭전단에 대한 취약성은 오히려 증대되는 부작용(side effect)을 노출하고 있다. CFT 기둥과 철근 콘크리트 무량판 접합부의 설계법 정립의 필요성은 국내에서 먼저 제기되는 상황이 아닌가 한다.

현재, CFT 기둥과 철근 콘크리트 무량판 접합부 구축을 위한 안전하고 경제적인 상세 및 설계법은 국내는 물론 국외에서도 제시된 바가 거의 없다. <그림 5>에는 일본에서 시도된 몇 가지 CFT 기둥-플랫 플레이트 슬래브의 접합 상세를 보여주고 있는데, 휨철근의 연속성 확보와 모멘트에 대한 저항성 등을 고려한 것에 비해 편칭전단에 대한 고려는 상대적으로 약하며 이는 지하층을 많이 건설하지 않는 일본의 관행과도 관련이 있는 듯하다. 국내에서는 대형 건설사를 중심으로 연구가 시작된 초기단계이며 일부 연구에서 제안된 디테일들을 <그림 6>에 나타내었다. 국내 적용상의 특성을 살려 철근의 정착 및 관통 이외에도 편칭전단에 대한 저항성을 높이려는 시도가 명확히 관찰된다.

### 3.5 CFT 기둥의 내화설계

현행 내화규정에서는 화재시 강제온도를 350°C 이하로 억제하도록 규정하여 강구조에는 내화피복이 필요하다. 그러나, CFT 기둥은 강관 내부에 열용량이 큰 콘크리트가 충전되어 있기 때문에 얇은 내화피복에 표면온도를 낮게 억제하는 것이 가능하며 일정조건하에서 무내화 피복도 가능하다.

무내화 피복 CFT 기둥이 화재시에 가열되면 외측의 강관은 급격하게 온도가 상승해 화재온도에 가까운 온도가 되지만 내부의 콘크리트는 열특성에 의해 서서히 온도가 상승한다. <그림 7>에 화재시 CFT 기둥의 온도상승곡선과 축방향 변형 양상을 나타낸다. 가열초기에는 강관의 열팽창에 의해 연신변형을 나타내지만 그 후 강관의 강도, 강성저하에 기인하는 국부좌굴에 의해 급격한 수축변형을 보이게 된다. 이 때 강관은 더 이상의 하중을 받을 수 없으며 작용하중은 강관으로부터 내부의 콘크리트로 이동되어 기둥은 일정시간 안정된 상태에서 축력을 받을 수 있게 된다. 그 후 콘크리트 부분도 온도상승에 의해 충전 콘크리트가 파괴되면서 축방향 변형이 급증하게 되고 더 이상의 하중을 받을 수 없는 상태가 된다. 실제의 건물에서 축력을 부담하고 있는 기둥은 화재로 인한 보의 열팽창에 때문에 건물의 바깥쪽으로 밀려나는 강제변위를 받는 복합 가력상태가 된다.

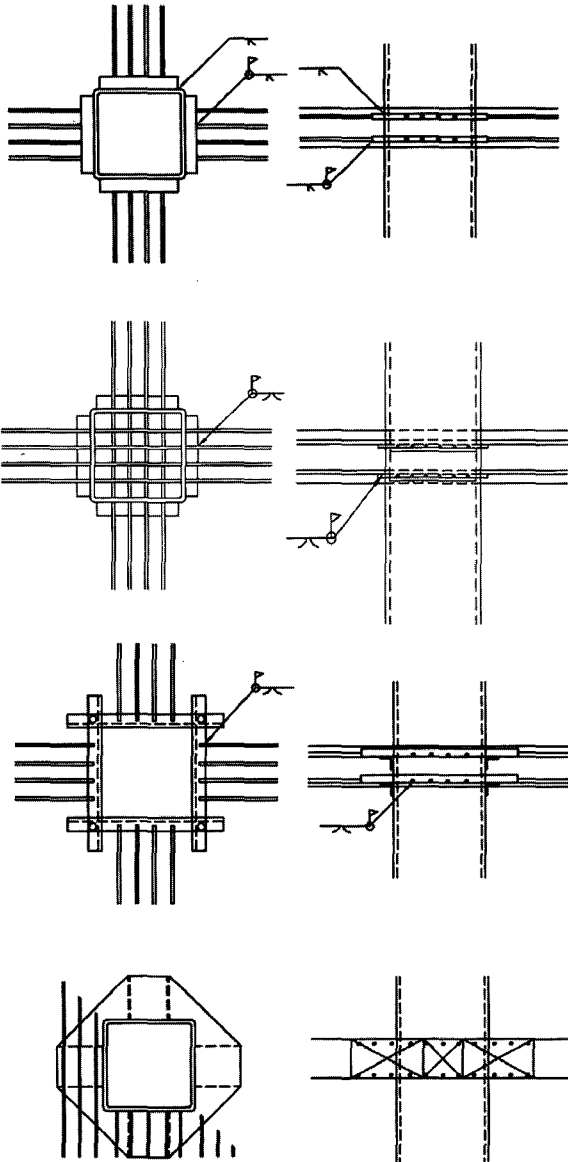


그림 5. 일본의 CFT 기둥-플랫 플레이트 접합부 사례

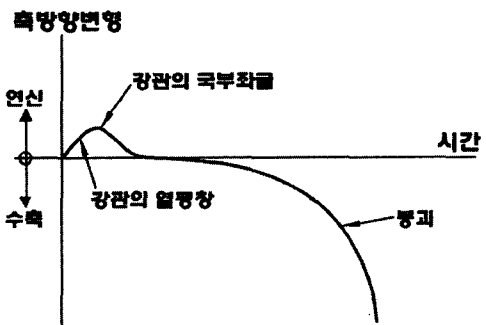


그림 7. 고온 가력시 CFT 기둥의 변형

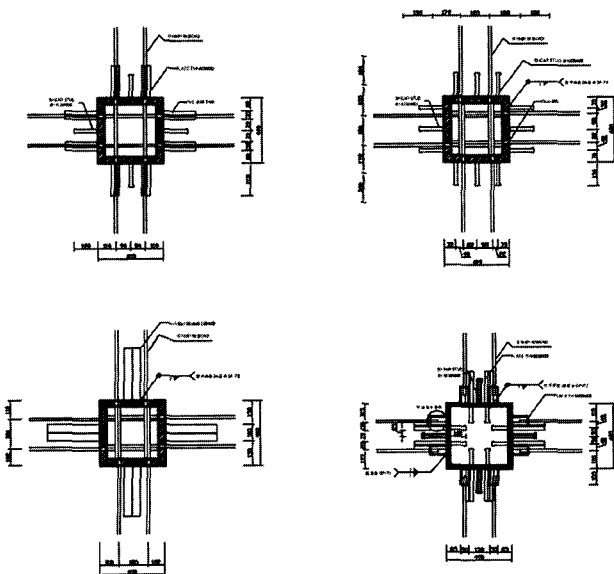


그림 6. 전단저항 요소가 확충된 CFT 기둥-플랫 플레이트 접합부

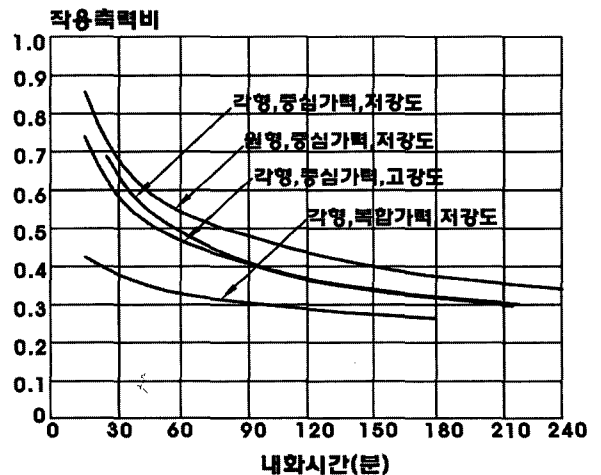


그림 8. CFT 기둥 작용축력비와 내화시간

표 1. 국내 콘크리트 충전강관(CFT) 구조 적용건물

건물명	규모	단면형상	철골	콘크리트강도 (MPa)
타워텔리스 스포츠클럽	지하 2층, 지상 7층	각형 700×700×25	SM490A	49
대우조선 종합기술센터	지하 1층, 지상 9층	각형 406.4×406.4×19	SM490A	23
세일철강 물류센터	지상 2층	각형 406.4×406.4×9	SM490A	26
부산 부암동 타워베르빌	지하 7층, 지상 43층	각형 500×500×60	SM490A	44
삼성전자 기술연구소	지하 5층, 지상 37층	각형 700×700×25	SM490A	49
삼성 메디칼센터	지하 3층, 지상 8층	각형 400×400×16	SM490A	39
포스코 실험동	지상 2층	원형 600×600×15	SM570TMCP	39

표 2. 일본의 콘크리트 충전강관(CFT) 구조 적용건물

위치	건물명	층수	단면형상	철골	콘크리트강도 (MPa)
야마카타	고층맨션	지하 2층/지상 30층	원형	STK490	23 ~ 32
동 경	재개발사업	지하 4층/지상 31층	각형	SM520B	29 ~ 41
동 경	임해부도심개발사업	지하 2층/지상 33층	각형/원형	SM490, STK490	26 ~ 41
카와구치	라이온즈플라자	지하 1층/지상 55층	원형/각형	SM490, STK490	47 ~ 59
동 경	리버시티21	지하 3층/지상 54층	각형/원형	SN490	29 ~ 53
동 경	경찰공제조합	지하 3층/지상 17층	원형	SN490	28
치 바	Jump신도심	지하 1층/지상 22층	각형	SM50A, B, TMCP	26 ~ 35
동 경	폼천프린스	지하 2층/지상 39층	각형	SM50A, SM53B	59
오 사 카	신오사카제2빌딩	지하 2층/지상 21층	원형	STK50	26 ~ 35
오 사 카	SSB Project	지하 2층/지상 21층	원형	STK490	35
오 사 카	심포니광장 21	지하 2층/지상 21층	각형	SM490	35
요코하마	세이브철도	지하 1층/지상 18층	원형/각형	STK490, SM520	35
히로시마	히로시마 계산센터	지하 2층/지상 13층	원형	STK490	23~29
오 사 카	서무메다빌딩	지하 2층/지상 18층	원형	STK490	35
요코하마	항구21	지하 5층/지상 25층	원형	STK490	35
후쿠오카	TNC방송회관	지하 2층/지상 21층	각형	SM490, SM520	41
나 고 야	아스팩빌딩	지하 3층/지상 23층	원형	SM490	29
나 고 야	JR동해 나고야빌딩	지하 4층/지상 52층	각형	SM490, SM520	59
나 고 야	Kaanayama나고야빌딩	지하 4층/지상 31층	원형	STK490	32 ~ 41
동 경	신쥬쿠 JR 빌딩	지하 4층/지상 36층	각형/원형	SM490	59
오 사 카	스미토모생명	지하 2층/지상 15층	원형	STK490	35
후쿠오카	카네츠빌딩	지하 1층/지상 18층	각형	SM490	35
후쿠오카	고락스엔호텔	0/지상 19층	각형	SM490	41
동 경	시나가와빌딩	지하 2층/지상 32층	각형	SM490	59
동 경	W빌딩	지하 2층/지상 21층	각형	SM490	59
동 경	요요기 공동빌딩	지하 2층/지상 20층	각형	SN490	35, 41
동 경	일본관광호텔 본사빌딩	지하 2층/지상 18층	각형/원형	SM490, STK490	35 ~ 59
동 경	호리노콘 빌딩	지하 4층/지상 21층	각형	SN490, SM520	26 ~ 47
고 베	해안빌딩	지하 1층/지상 15층	각형	SN490, SM520	21 ~ 35
오 사 카	가든시티빌딩	지하 3층/지상 23층	원형	STK490	41, 59
사이타마	센쥬빌딩	지하 3층/지상 20층	원형	SN490	29

CFT 기둥에 대한 내화실험 방법으로 중심압축 가열시험과 전술한 보의 팽창을 고려한 복합가력 가열시험이 있으며 <그림 8>에 작용축력비와 내화시간의 관계를 나타내었다. <그림 8>은 부재각 발생 유무, 단면형상, 콘크리트 강도별로 실험결과의 하한치를 포물선으로 나타낸 것으로, 다음과 같은 사실을 알 수 있다.

- ① 작용축력비가 작아지면 내화시간은 길어진다.
- ② 동일한 내화시간을 확보하기 위해서는 부재각이 없는 경우보다는 있는 경우가, 원형보다는 각형이, 콘크리트 강도가 높을수록 작용축력비가 작아질 필요가 있다.

## 4. 적용사례

### 4.1 국내외 시공현황

CFT 구조의 국내외 시공사례를 <표 1~2>에 나타내었다. 국내는 최근 3~4년간 수행된 프로젝트가 전부이며, 국외사례는 일본, 중국, 미국 등의 사례가 많으나 대표적으로 일본의 경우만 정리하였다. 일본의 사례를 중심으로 분석한 결과가 <그림 9~13>에 나타나 있다. <그림 9>는 CFT 구조를 적용한 건물들에 대해 용도별로 분류한 것인데 오피스, 공장, 주택에 이르기까지

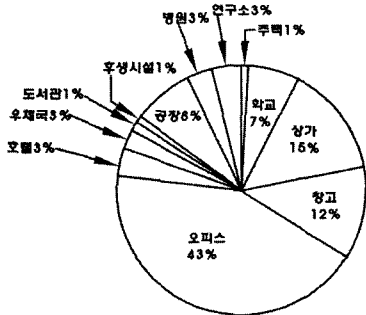


그림 9. CFT 구조 건물의 용도분류

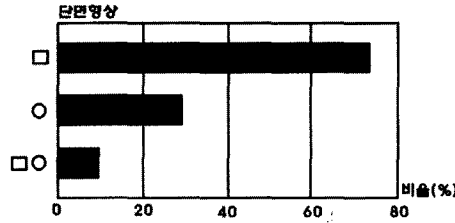


그림 10. 기둥 단면 형상

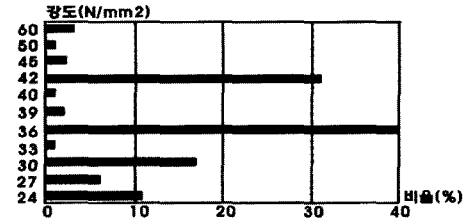


그림 11. 충전 콘크리트 강도

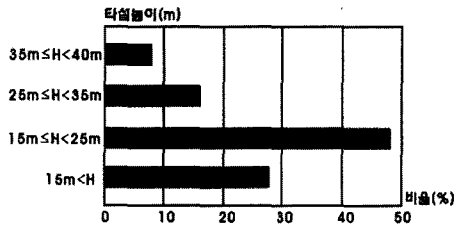


그림 12. 일회 타설높이

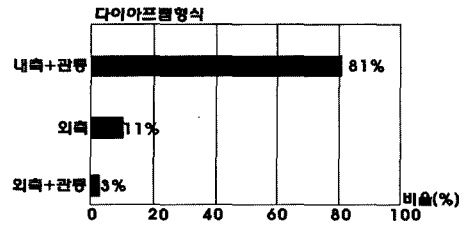


그림 13. 기둥-보 접합부 형식

다양한 건물들에 적용되고 있음을 알 수 있다. <그림 10 ~ 13>은 각각 CFT 구조의 기둥단면 형상, 충전 콘크리트의 강도, 압입공법에 의한 1회 타설 높이 한도, 적용된 기둥-보 접합부 형식에 대한 통계자료이다. 이들 그림을 통해 CFT 기둥의 단면 형상은 각형 단면이, 충전되는 콘크리트 강도는 30 ~ 42 MPa 정도

가 압도적으로 많이 채용되고 있음을 알 수 있다. 압입공법에 의한 타설 높이는 25m 이하인 경우 많고 기둥-보 접합부 형식은 내측 격막이 많이 채용되고 있다.

#### 4.2 부산 타워베르빌(Tower Vert. Vill) 빌딩

##### 4.2.1 건물개요

- 건물규모: 지하 6층, 지상 43층, 연면적 91,660 m<sup>2</sup>
- 주요용도: 공동주택, 업무시설, 근린생활시설
- 구조형식: CFT, S, SRC, RC
- 구조특징: Twin Tower(RC 코어 + CFT 골조)  
13층, 23층, 33층, 43층 Belt Wall  
격막 없이 후판강관에 강접합, 전단접합

##### 4.2.2 사용재료

- 강관: SM490A, SM490TMC, SM400, SS400  
600 × 600 × 60 ~ 20, 500 × 500 × 50 ~ 20
- 충전콘크리트:  $f_{ck} = 44$  MPa, 슬럼프 플로우(260, 650 mm)

##### 4.2.3 충전 콘크리트 타설방법

- 지하층: 트레미관 낙입공법(일회 8 ~ 9.9 m)
- 지상층: 압입공법(일회 19.2 ~ 31.5 m)

#### 4.3 타워팰리스 스포츠클럽

##### 4.3.1 건물개요

- 건물규모: 지하 1층, 지상 7층, 연면적 24,251 m<sup>2</sup>
- 주요용도: 업무시설, 근린생활시설, 운동시설
- 구조형식: CFT, SRC
- 구조특징: Rigid Frame, 복합 십자형 다이아프램



그림 14. 타워베르빌 공사 전경사진

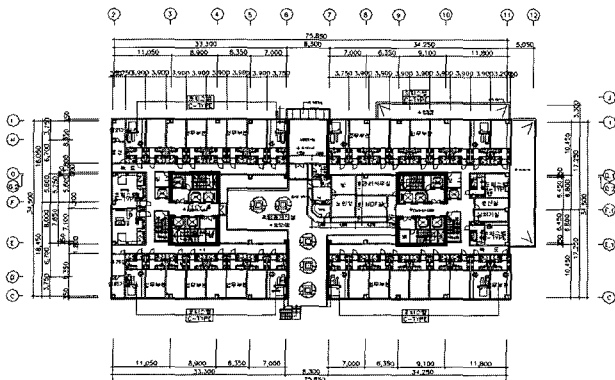


그림 15. 타워베르빌 지상 2층 평면도

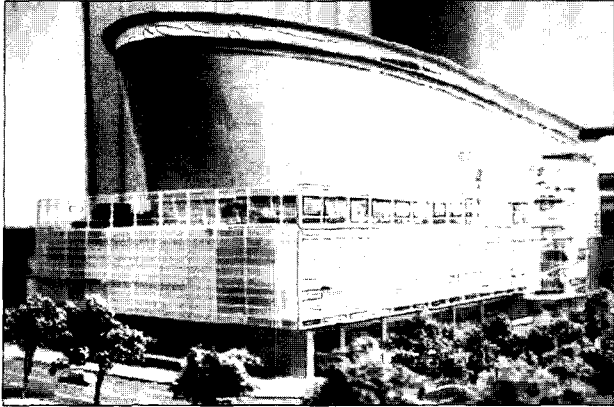


그림 16. 타워팰리스 스포츠클럽 건물 모형도

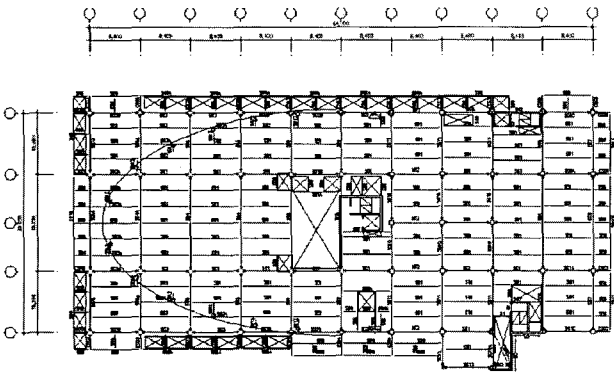


그림 17. 타워팰리스 스포츠클럽 지상4층 평면도

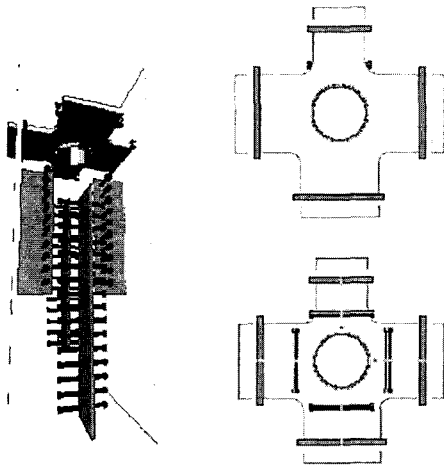


그림 18. CFT 기둥-보 접합부 복합심자형 격막

4.3.2 사용재료

- 강관 : SM490A, 700 × 700 × 25 ~ 20
- 충전콘크리트 :  $f_{ck} = 49 \text{ MPa}$ , 슬럼프 플로우(450 mm)

4.3.3 충전 콘크리트 타설방법

- 지상층 : 압입공법(일회 22.0 m)

5. 맺음말

CFT 구조는 널리 알려진 공지의 기술이지만, 국내에 크게 활성화되지 못하고 있다 새로운 공법에 저항하는 기존의 관행도 문제지만, 현장상황에 맞는 구체적 적용디테일을 개발하여 학술적 영역과 실무적 영역을 적극적으로 연결하려는 구조공학자의 역할도 절실히 요청된다. 향후 국내에서도 산, 학, 연 등 관련 업계가 협력하여 CFT 구조의 적용 확대를 위한 구체적인 요소기술개발이 활성화되어야 할 것이다. □

참고문헌

1. 대한건축학회, "콘크리트 충전 강관구조 설계기술 매뉴얼", 2003.
2. 일본건축학회, "철골철근 콘크리트 구조 설계기준 동해설", 2001.
3. 일본건축학회, "콘크리트 충전 강관구조 설계시공지침", 1997.
4. 일본 신도시하우징협회, "콘크리트 충전 강관(CFT)조 기술기준 동해설", 2002.
5. 중국 국가건축재료공업국표준, "강관혼용도결구조설계 및 시공공정", 1989.
6. 한국강구조학회, "콘크리트충전 강관구조설계 및 시공지침", 2003.
7. 이철호, 김진원, 오정근 이진혁, 박철수, "CFT 기둥과 철근콘크리트 무량판 접합부 상세 및 설계법 개발을 위한 실험연구", 한국지진공학회 춘계학술발표대회 논문집, 2005. 3.
8. European Committee for Standardization, "Eurocode 4 : Design of Composite Steel and Concrete Structures," 1994.
9. Varma, A. H., Ricles J. M., Sause, R., Hull, B. K. and Lu, L. W., "An Experimental Evaluation of High-Strength Square CFT Columns," Composite and Hybrid Systems (ACI SP-196), American Concrete Institute, Farmington Hills, Michigan, 2000.
10. McKenry, M., MacRae G., and Roeder C. "Design of Concrete Filled Tube Braced Frame," Proceedings of U.S.-Japan Technical Coordination Meeting on Composite and Hybrid Structures, Berkeley, California, 2001.
11. ENR. "Put That in Your Pipe and Cure It," Engineering News-Record, Feb. 16. 1989.
12. Taranath, B. S., "Steel, Concrete, & Composite Design of Tall Buildings 2nd ed.," McGraw-Hill, New York, New York, 1998.
13. Chock, G. Y. K. "Kalia Tower," Modern Steel Construction, September, American Institute of Steel Construction, Chicago, Illinois, 2001.