

콘크리트 구조물의 변형을 흡수하는 조인트의 적용 : Dubai Grand Hyatt Hotel - Special Joints Using at Complex Concrete Structure -



손영진*



이병구**



강지훈***

1. 머리말

최근 국내에서도 대형 건축구조물이 끊임없이 시공되고 있으며 각 지역에서 대규모 프로젝트안이 언론지상에 소개되고 있다. 대부분의 이러한 건축물은 공공성과 용도와 기능의 분할 등으로 몇 개의 구조물로 구분되며 필연적으로 발생하는 경계면에서의 응력이나 변형을 흡수할 수 있는 방안이 필요하게 된다. 특히, 철골조와 철근콘크리트조가 연결되는 부분은 항상 이러한 문제점을 가지고 있게 된다.

본고에서는 쌍용건설에서 아랍에미리트 두바이에 건설한 복합프로젝트인 Grand Hyatt Hotel에 적용한 조인트 시스템 2가지를 사례로 들어 콘크리트 구조물에 미치는 변형을 최소화하는 시공사례를 소개하고자 한다. 사막지역으로 밤낮의 온도차이가 극심하고 온도팽창에 의한 변화량이 큰 지역의 사례이므로 유사한 지역이 존재하지 않는 국내에 적용하기에는 과도한 방법일 수 있으나 유사한 방법의 개념을 변

형하여 적용하기에는 문제가 없다고 본다.

2. 공사개요

- (1) 공사명 : Grand Hyatt Hotel Project
- (2) 공사위치 : DUBAI, U.A.E
- (3) 공사규모 :
 - 대지면적 - 13만 2,652 m²
 - 건축면적 - 2만 6,400 m²
 - 연면적 - 17만 5,817 m²
 - TOWER A&B - 9층, 16층, Hotel
 - TOWER C&D - 20층, 11층, APT
- (4) 구조형식 :
 - 철근콘크리트구조
 - 철골구조(Podium Roof)

P4)와 부속된 4개 구역의 Podium(P5 ~ P8)이 하나로 연결되어 있으며, 건축면적이 2만 6,400 m²로 광대하게 펼쳐진 구조물이다. 또한, 본 공사가 진행중인 아랍에미리트 두바이 지역은 외기 온도가 최고 50°C까지 올라가는 등 일교차가 매우 크다. 이러한 두 가지 난점, 즉 광대한 구조물면적과 심한 일교차는 구조물에 심각한

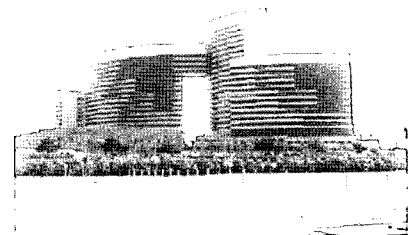


사진 1. 건물 정면 전경

3. Expansion Joint

3.1 설계 검토

본 프로젝트는 4개 동의 타워(P1 ~

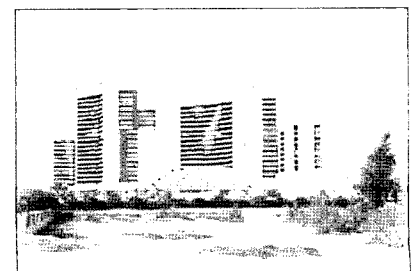


사진 2. 건물 배면 전경

* 쌍용건설 Dubai Grand Hyatt Hotel 현장소장

** 쌍용건설 기술개발부 기술팀 과장

*** 쌍용건설 기술개발부 기술팀 대리

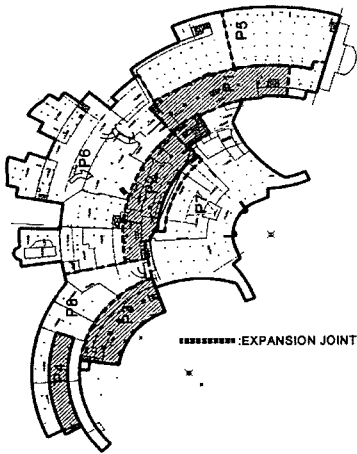


그림 1. 건물 팽창 줄눈 계획

한 열 영향을 미치게 되므로 이 열 영향을 적절히 제어하는 시스템이 필수적으로 요구된다.

그러나, 건축기본계획시 상기와 같은 구조적 검토 없이 shrinkage strip(1.0 m width)으로 계획되었다가 프로젝트 발주 후 설계변경을 통하여 팽창 줄눈(expansion joint)을 계획하고 하중전달을 위하여 팽창 줄눈에 staifix를 설치하게 되었다. 이 staifix에 대한 구조설계는 제약시에 시공자의 책임으로 결정되어, 당 현장 자체적으로 정밀 구조검토 작업을 수행하여 적절한 상세(detail)를 작성/시공함으로써 원 설계에서 요구하는 조건을 충족시키고자 하였다.

3.2 STAIFIX SYSTEM

Staifix는 암수부재(female-male)로 구성되며 먼저 타설된 콘크리트면에 암부재(female)를 설치하여 거푸집 설치 및 해체가 용이하게 되고, 나중 타설된 콘크리트에 수부재(male)를 설치한다. 암수부재간에 30 mm의 Filler를 설치하여 Staifix System으로 구성된 팽창 줄눈이 완성된다.

〈그림 2〉는 Staifix System의 주요 형상이고, 〈표 1〉은 기본적인 시공 순서를 나타내었다.

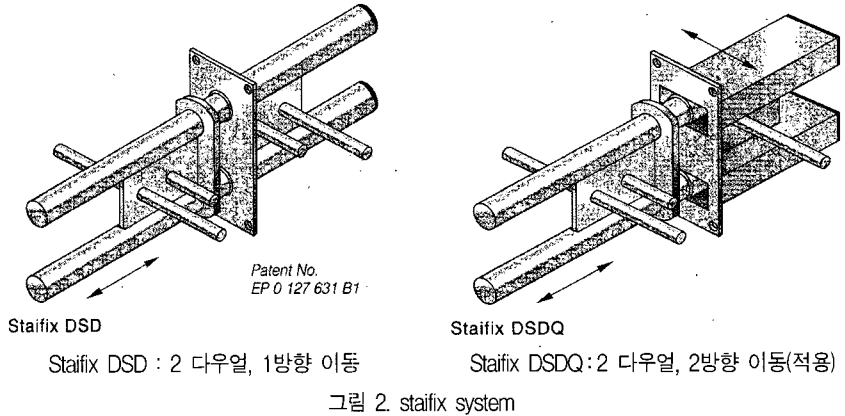


표 1. 시공 순서

<p>1. Female Staifix를 선타설 콘크리트면에 설치하고 움직이지 않도록 고정한다.</p>	<p>2. 철근배근, 보강근배근 후 콘크리트 타설</p>
<p>3. Female Staifix의 덮개 제거</p>	<p>4. 팽창 줄눈 두께의 Filler 설치</p>
<p>5. 다우얼 설치구멍을 만들고 Male Staifix 설치</p>	<p>6. 후타설 콘크리트 부분의 철근배근, 보강근배근 후 콘크리트를 타설</p>

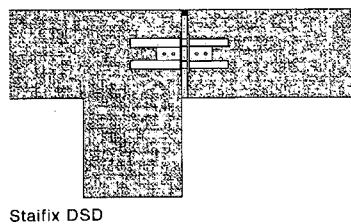


그림 3. Slab to Beam

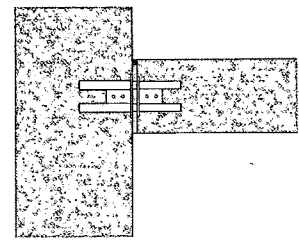


그림 4. Beam to Columne

3.3 시 공

본 프로젝트의 부재간 연결형태는 슬래브-보, 슬래브-벽, 보-보, 보-기둥, 보-벽으로 구성되며 팽창 줄눈의 두께에 따라서 Staifix 내력이 다르게 된다. 예를 들면, 조인트(Joint) 폭이 30 mm이고 Staifix DSDQ75를 사용하는 경우, 조인트 폭이

40 mm 증가하면 내력이 약 5 % 감소하며, 폭이 50 mm로 증가하면 내력이 약 20 % 정도 감소하게 된다. 따라서, Filler 설치 및 콘크리트 타설시 밀실한 시공이 요구되었다.

〈그림 3 ~ 4〉는 주요 조인트 접합부의 형상이다.

〈사진 3 ~ 4〉는 Staifix System의 실

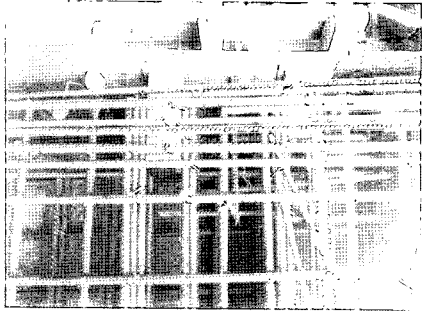


사진 3. Staifix System 설치장면 (1)

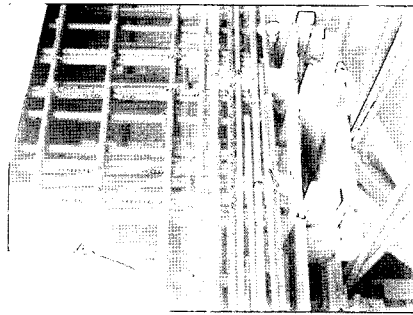


사진 4. Staifix System 설치장면 (2)

표 2. Bearing Pad에 사용되는 수직 및 수평하중

기둥	수직 사용하중 (KN)	수평 사용하중 (KN)	수직 극한하중 (KN)	수평 극한하중 (KN)
C1	14,650	±230, ±450	21,250	±325, ±630
C2	12,500	±230	18,100	±325
C3	12,500	±230	18,100	±325
C4	14,650	±100	21,250	±140
C5	6,800	±100	9,900	±140
C6	6,800	±100	9,900	±140

표 3. Bearing Pad에 요구되는 허용변위 및 방향

위치	상세	개수	허용변위 (mm)	허용회전 (rad.)	변위형태	방향
C1	PF1500A0	1	0	0.015	FIXED	NO
C2	PG1250A0	1	50	0.015	GUIDED	ONE
C3	PG1250A1	1	50	0.015	GUIDED	ONE
C4	PG1500A0	1	50	0.015	GUIDED	ONE
C5	PG0700A0	1	50	0.015	GUIDED	ONE
C6	PG0700A0	1	50	0.015	GUIDED	ONE

제 설치 장면이며 주변에 철근이 다량 보강되어 있다.

3.4 효과

3.4.1 공사비 절감 : 전체적으로 동일한 팽창 줄눈의 적용이 아닌 각 구간의 각 실패 설계하중을 적용한 구조검토를 통해 Staifix 소요량을 결정하여 시공물량을 절감하였다.

3.4.2 공기단축 : 일반적인 팽창 줄눈의 경우 골조의 2중 설치를 통해 해결하지만 Staifix System의 경우 부재간 직접 연결되므로 작업량의 감소, 불필요한 부재의 생략 등을 통해 공기가 단축되었다.

3.4.3 품질개선 : 종래의 Keyed Joints, Corbel Support System에 비해 설치가 간단하여 거푸집, 철근배근 작업이 단순하게 되며 콘크리트 타설이 용이하여 우수한

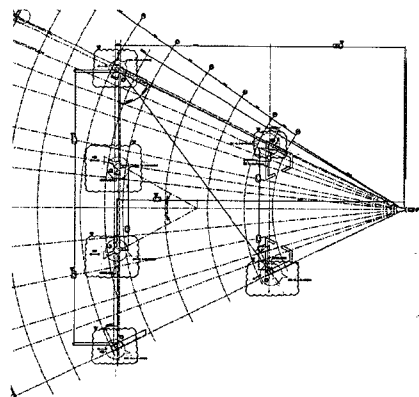


그림 5. Entrance 부분 기둥 위치(C1 ~ C6)

품질을 확보할 수 있었다.

4. Roof Truss Bearing Pad System

4.1 설계 검토

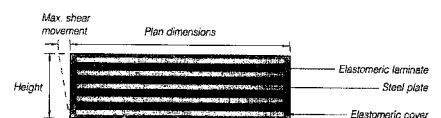
본 프로젝트의 호텔 출입구의 지붕은 40m × 60m 정도의 면적에 사다리꼴 형상의 철골구조로 내부에는 기계실이 위치하고 외부에는 계단식으로 물이 흘러내리도록 설계되어 있다. 이 부분은 스패 40m 이상, 높이 14m 이상인 대형 트러스를 6개의 철근 콘크리트 기둥이 지지하도록 되어 있고 각 대형 트러스 사이에 스패 40m 이상의 트러스가 위치하며 그 위로 보와 데크 슬래브가 설치된다. (그림 5) 참조)

이와 같이 출입구 지붕 구조는 상당히 큰 면적을 형성하는데 지지되는 6개의 기둥과 대형 트러스가 만나는 지점부는 설계 조건상(중동지방의 기후 여건) 어느 정도의 변위가 허용되어야 한다. 당초의 설계에는 이 부위에 Elastomeric Bearing Pad가 설치되도록 명시되어 있었으나 상부하중이 매우 크고 요구되는 변위의 방향성이 방사형인 관계로 부재의 설치가 불가능하여 Mechanical Pot Bearing으로 변경하여 적용하였다. <표 2 ~ 3>은 6개의 기둥에 작용하는 수직, 수평하중과 Bearing Pad의 설치방안이다.

4.2 Bearing System

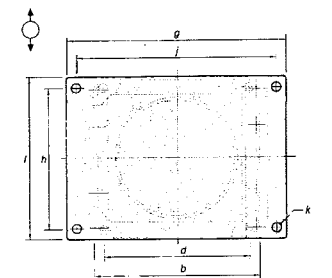
4.2.1 Elastomeric Bearing

Elastomeric Bearing은 Elastomeric + Steel Plate + Elastomeric Laminate로 구성되며 비교적 작은 하중 및 변위에 효과적이고 전단변형에 의해 수평변위를 각변형에 의해 회전을 허용한다.

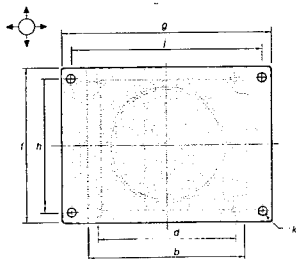


4.2.2 Mechanical Pot Bearing

Stainless Steel Plate + Pife Disc + Elastomeric Disc로 구성되며 상부하중과 허용변위가 큰 경우에 주로 사용된다. 세가지 형태로 구분되는데 Fixed Type(변위불가), Guided Sliding Type(한방향 변위허용), Free Sliding Type(세방향 변위허용)이다.



① GUIDED SLIDING TYPE



② FREE SLIDING TYPE

4.3 시 공

현장에서 Bearing Pad의 설치와 지붕트러스를 양중하여 설치한 과정을 다음과 같이 사진으로 나타내었다. 현장내에서 철골 트러스의 제작하는 것과 이를 양중하여 Bearing Pad에 설치하는 것이 어려운 작업이었다.

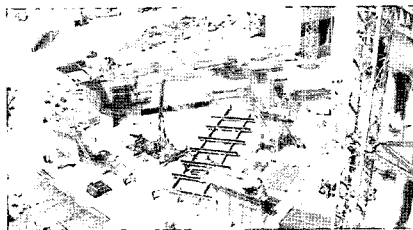


사진 5. 기둥부위 세팅 (C1~C6)

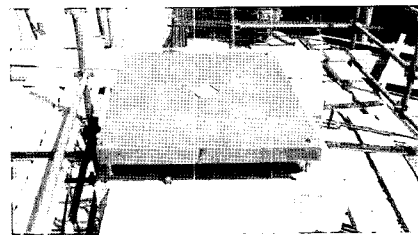


사진 6. BEARING PAD 설치

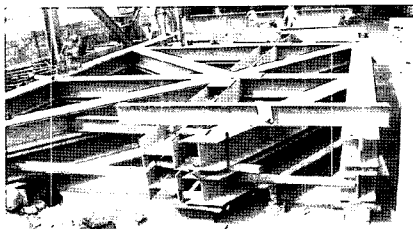


사진 7. 지붕트러스 지상부 제작

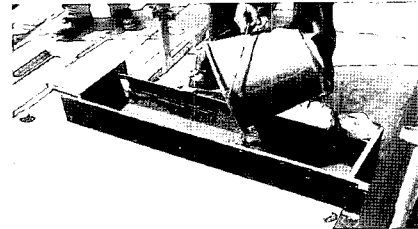


사진 8. BEARING PAD 그라우팅

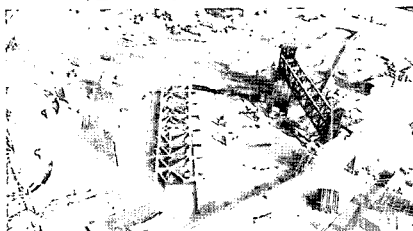


사진 9. 지붕트러스 설치 ①

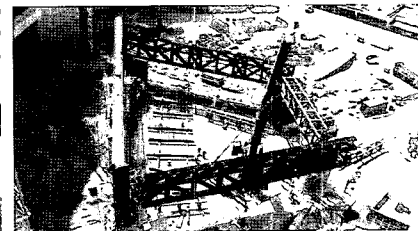


사진 10. 지붕트러스 설치 ②

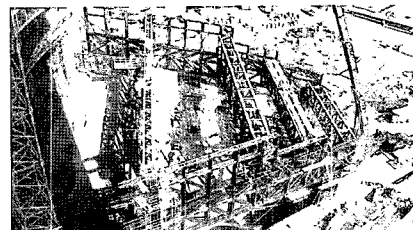


사진 11. 지붕트러스 설치 ③



사진 12. 지붕 데크 설치

5. 맺음말

모든 구조물은 수직방향 및 수평방향의 하중작용이나 하중의 차이, 온도의 변화에 따른 신축, 기타 재료적 요인으로 인한 움직임, 지반의 변형 등으로 변형, 변위가 발생하게 되고 구조물의 형상에 따라 이러한 변형이 불균등, 불연속성을 가지고 나타날 수 있다. 일반적으로 콘크리트 구조물은 이러한 불균등한 변형의 차이에 의해 쉽게 균열이 발생하는 특성을 가지고 있다. 본고에서는 그 중에서 건축입면상의 형상차이로 인한 경계면 부분의 문제점을 해결하기 위한 팽창 줄눈의 적용, 변형량이 많은 대형 철골조의 지점에서 발생된 변형이 하부 철근 콘크리트 기둥에 전달되지 않게 하는 Bearing을 적용한 해의의

공사사례를 들었다.

국내에서도 대형 복합시설이나 폴조 시스템이 복잡한 구조물의 설계, 시공시에 참고 사항이나 아이디어로 적용되었으면 한다. □

참고문헌

1. Mark Fintel, "Handbook of CONCRETE ENGINEERING", 1983.
2. 한국콘크리트학회, "콘크리트표준시방서", 1999.
3. 한국콘크리트학회, "콘크리트구조설계기준", 1999.
4. Ancon CCL, "Shear Load Connector", 1999.
5. 이병구, "구조물의 이동지점 구현을 위한 BEARING PAD 설계", 쌍용건설 기술지원사례집, 2001.