



말레이시아의 콘크리트 기술 현황 및 IB TOWER 건설공사

The Status of Concrete Technologies and Building Construction of IB TOWER Project in Malaysia

고정원 Ko Jeong Won
(주)대우건설 기술연구원
건축연구팀 선임연구원

김영진 Kim Young Jin
(주)대우건설 기술연구원
부원장

이기순 Lee Ki Soon
(주)대우건설 말레이시아
IB TOWER PJ 현장소장

김형만 Kim Hyoung Man
(주)대우건설 말레이시아
IB TOWER PJ 공사팀장

1. 머리말

최근 국내건설 시장의 침체로 대형건설사를 중심으로 최근 5년간 해외건설 시장의 수주에 많은 노력을 기울이고 있으며, 그 결과로 2013년도 해외건설 수주 세계 6위(652억 달러)에 올랐고, 이 중 40억 달러 이상의 해외수주를 달성한 국내기업만도 8개사에 달하고 있다. 특히, 콘크리트 기술이 중요하게 적용되고 있는 초고층 건설시장이 말레이시아, 베트남, 싱가포르, 인도네시아, 인도 등의 동남아시아 시장을 중심으로 급성장하고 있는 추세를 보이고 있다. 그러나 동남아 여러 국가의 자체 기술력은 국내 건설기술과 비교해 볼 때 약 5~10년이 늦은 건설기술 환경에 있으며, 정치, 문화, 종교, 생활습관 등도 한국과는 매우 다르기 때문에 현지 건설시장에 안착하기가 매우 어렵다. 무엇보다도 현지에 진출해 있는 해외 유수의 건설사들과의 수주경쟁에서 우위를 점하기 위해서는 한국 건설사들이 상대적으로 우위에 있는 보유기술을 효과적으로 활용하여 현지 건설시장에 공기단축 또는 원가절감 측면의 효과로써 어필하는 것이 매우 중요하다.

최근 말레이시아에서는 50층 이상의 초고층 건축물의 시공이 크게 늘고 있으며, 2014년도를 기준으로 쿠알라룸푸르 도심지에만 60층 이상의 초고층 건축물 6동이 건설되고 있다(그림 1, 표 1). 현지 개발전문들의 의견에 의하면 말레이시아의 초고층 개발 붐은 한동안 지속될 것으로 평가하고 있다.

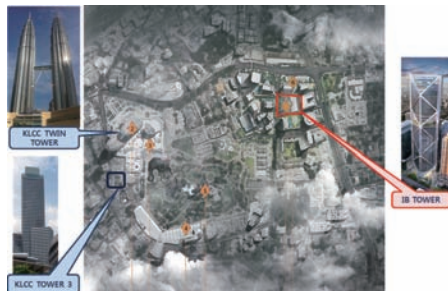


그림 1. 말레이시아 IB TOWER Project 위치도

표 1. IB TOWER Project 개요¹⁾

현장명	IB(ILHAM BARU) TOWER	조감도
대지위치	- Lot 252, Seksyen 63, Jalan Binjai, Kuala Lumpur	
용도	- Gallery + Office(L7 ~ 35) - Service Apartment(L41 ~ 53) - Restaurant & Café Pavillion	
공사 규모	- 지하 4층, 지상 62층(Ground, Mechanical Floor 포함) - 부지 면적 : 8,15m ² (2,467평) - 건축 연면적 : 147,844 m ² (44,723평) - 건물높이 : 274 m	
주요부재의 설계 기준강도	- 수직부재 : 40, 50, 60 MPa (Target mean strength : fck + 12 MPa) - 수평부재 : 30, 35 MPa (Target mean strength : fck + 7.5 MPa)	
공사 기간	- 2012. 02 ~ 2014. 12.	

본고에서는 말레이시아 건설시장 환경에 대한 고찰과 함께 현재 (주)대우건설이 말레이시아 Kuala Lumpur의 도심에 건설 중인 초고층 랜드마크 건축물인 IB TOWER PJ(설계자: Norman Foster)를 중심으로 초고층 콘크리트 기술적용 사례를 소개하고자 한다.

2. 말레이시아 건설시장 환경

2.1 도심지 교통상황

말레이시아 대부분의 현장은 수도인 Kuala Lumpur에 위치하고 있으며, 특히 Kuala Lumpur MRT(지하철 교통망) 및 버스 등의 대중교통망이 효율적으로 확충되지 못한 이유로 출퇴근 시간대 전후로 교통체증이 매우 심각하다. 더욱이 말레이시아를 대표하는 Petronas Twin Tower(KLCC Twin Tower)가 위치한 도심부는 국교인 무슬림 금식월인 라마단의 종료 축제 하리라야(Hariraya) 기간 및 F1 말레이시아 그랑프리 페스티벌 기간 등이 집중된 7~8월에 도심 진입로의 교통을 통제하여 건설원자재 및 레미콘 등의 반입이 금지된다. 현재 교통망을 확충하기 위하여 2012년 말~2017년 말까지 5개년 계획으로 Kuala Lumpur에 MRT(Malaysia Rapid Transit) 공사가 진행 중에 있다. 교통체증 시간대인 오전 7시~10시, 오후 4시~7시의 시간대에는 레미콘 공장 밀집지역인 Sungai Besi로부터 Kuala Lumpur 도심까지 운반거리 8~10 km를 기준으로 평균 1시간 30분 내외의 시간이 소요된다. 이외의 시간대는 평균 45분 내외로 소요된다.

2.2 공사소음 제한

말레이시아의 대부분의 현장이 위치한 Kuala Lumpur 시내에서는 공사시간이 오전 7시부터 저녁 7시로 제한되고 있기 때문에 공사의 연속성이 매우 중요시되는 건설공사에서는 공기에 맞추어 공사를 진행하기가 무척 어려운 실정이다. 따라서 각 건설현장에서는 주무관청인 DBKL(Kuala Lumpur Metropolitan Office)과의 협의를 통해 저녁 10시까지 연장을 추진하고 있으며, 저녁 10시까지의 연장은 어렵지 않게 승인 받을 수 있다. 그러나 골조공사의 특성상 저녁 10시 이후까지도 공사가 진행되는 경우가 많기 때문에 주변 건물의 입주자로부터

터 공사소음 관련 민원이 매우 심하게 제기되고 있다. 주무관청인 DBKL에 공사소음 관련 민원이 접수되면 최소 5,000 RM(약 200만원)의 과태료를 지불해야 하며, 과태료를 3번 이상 받게 되면 관청이 정하는 기간 동안(최소 1주~최장 4주) 공사를 중지하여야 한다. 따라서 주변 건물 입주자의 민원, DBKL의 상시 점검에 대한 관리 및 현장공정 관리에 대한 현실적인 계획과 이행이 매우 중요하다.

2.3 잦은 강우

말레이시아는 열대우림성 기후로 연중강우량이 2,000~2,500 mm로써 강우량이 많고, 특히 10월~2월은 우기로써 일일강우량이 매우 많아 골조공사에 차질을 미치는 중요한 원인이 되고 있다. 최근 2012~2013년도에는 강우량이 이전 년도와 비교하여 150% 이상 많은 비가 내려서 공사에 큰 차질을 빚기도 하였다. 말레이시아의 기후도 이상기후의 영향으로 강우량이 높아지고 있는 추세에 있다. 다행히 Kuala Lumpur 도심에는 스마트 터널(평상시: 교통지하터널로 활용, 침수시: 배수터널로 활용) 등과 같은 배수시설물이 잘 설치되어 있는 관계로 침수되는 지역은 제한적이다. 또한, 말레이시아의 대부분의 지역은 지하수 수위가 높기 때문에 건축물 공사시 기초배수 공법, 지하옹벽 등의 방수 및 차수공법의 선정 및 시공에 신중을 기해야 한다.

2.4 극서중환경에서의 고강도/매스콘크리트 품질 관리

말레이시아의 경우 연간 평균기온은 27~28℃이며, 5월부터 9월까지는 극서중 환경에 가까운 기온 분포를 보이고, 한낮에는 40℃ 전후의 높은 온도를 나타낸다. 특히, 앞서 언급한 출퇴근 시간대의 레미콘 운반시간이 평균 1시간 30분 내외로 소요되기 때문에 오후 시간대에는 레미콘의 슬럼프 저하가 크게 발생된다. 이를 방지하기 위해서는 콘크리트 배합설계 시에 최대 2시간의 slump retention test를 수행하여 적어도 2시간까지는 콘크리트 압송 및 시공에 문제가 없도록 사전 품질관리 조치를 취하여야 한다. 또한, 말레이시아 현장의 특기시방서에서는 현장반입 콘크리트 온도기준을 대부분 32℃ 이하로 제한하고 있기 때문에

배치플랜트 생산시에 적어도 29℃ 이하의 온도조건을 만족하도록 배치플랜트의 골재저장소에 shelter 설치 및 precooling 설비, 시멘트 온도관리, chiller water tank 또는 tube ice 등의 적용계획을 사전에 수립, 지도 관리를 하여야 한다.

2.5 레미콘 품질관리 능력 부족

2009년도 이전까지만 해도 말레이시아 레미콘 공장의 70%가 건식레미콘 위주로 생산되어 40 MPa 이상의 고강도 콘크리트 제조 및 품질을 담보할 수 없는 상황이었다(1998년 KLCC Twin Tower 시공 당시 호주 레미콘 업체인 Pioneer에서 생산/납품 하였으나 건설 경기 악화로 말레이시아 시장 철수함).

(주)대우건설이 2009년부터 <그림 1>에 설명한 KLCC Tower 3 프로젝트(62층, 오피스빌딩)를 시공하면서 말레이시아에 처음으로 플로 콘크리트 및 75 MPa 급 고강도 자기충전 콘크리트 제조 및 품질관리 기술을 현지 레미콘사를 대상으로 기술지도와 품질관리 방안 등의 교육을 추진하였으며, 이를 계기로 현재는 메이저급 레미콘 업체위주로 고강도 콘크리트의 현장적용률이 높아지고 있다. 말레이시아에 (주)대우건설의 콘크리트 기술지원을 받은 현지 메이저급 레미콘 업체로는 CEMEX, HANSON, LAFARGE, BUILDCON, MDC 등이 있다. 이상의 레미콘 업체는 (주)대우건설의 기술지원을 바탕으로 60 MPa급 이상의 고강도 콘크리트 납품실적을 보유하고 있는 업체이며, 자체 시험실을 운영하여 품질관리에 대한 기초적인 능력을 갖추고 있는 업체들이다. 그러나 아직까지도 현장별 수요에 능동적으로 대처할 수 있는 기술적 노하우가 부족하기 때문에 고강도 대단면 기둥과 같이 저발열 성능, 고층 압송 성능이 요구되거나 또는 과밀배근에 의한 자기충전 성능과 같은 높은 품질이 요구되는 공사에는 전문적인 기술지원이 필요한 실정이다.

2.6 레미콘 공급물량 부족

앞에서 언급한 바와 같이 관공사인 MRT 프로젝트가 2012 ~ 2017년까지 진행중에 있으며, 공정피크 시에는 MRT 공사에만 1만 m³/일의 물량이 소요되고 있다. 따라서 민간공사의 경우 관공사 물량 이외의 여유물량

을 확보해야 하므로 민간공사현장간의 레미콘 물량 확보 전쟁이 심각한 상황이다. 특히, Kuala Lumpur 시내에 납품 가능한 레미콘 공장은 약 20개 내외로써 적어도 콘크리트 타설 일의 하루 이전에 레미콘 물량 발주를 하지 않으면 레미콘을 납품받지 못하는 경우가 많다. 이유는 말레이시아 현지의 레미콘 트럭 운전면허소지자가 충분하지 않고, 신규 레미콘 트럭에 대한 사용승인을 받기가 매우 어렵기 때문에 레미콘 트럭 및 운전기사가 매우 부족하기 때문이다. 더욱이 출퇴근 시간대에는 레미콘 트럭의 회전율이 매우 낮아지므로 때로는 레미콘 트럭이 없어 레미콘을 생산하지 못하는 공장도 많다. 따라서 현장타설 일정대로 레미콘을 확보하기 위해서는 현장 공사팀과 품질팀간의 상호 협의를 통하여 콘크리트 공사 타설 일정에 차질이 없도록 계획하는 것이 무엇보다 중요하다.

2.7 레미콘 원자재 수급 불균형

말레이시아의 석산골재 및 모래의 관리는 지방정부(지방자치제) 관할아래 운영되고 있으며, 채굴 및 반출을 지방정부에서 통제하여 다른 지방으로 반출되는 것을 금지하는 경우가 간혹 있다. 특히, 대부분의 개발 사업이 Kuala Lumpur를 포함하고 있는 Selangor 지역에서 진행되고 있기 때문에 경제규모의 불균형이 발생하고 있고, 이에 대해 Selangor 주변의 지방정부에서는 Selangor로 골재가 반출되는 것을 제재하고 나서는 문제가 발생되고 있다. 따라서 골재의 가격이 수시로 급등하고, 수급 또한 불규칙하여 때때로 골재파동이 발생하는 문제가 빈번히 발생하고 있다. 이로 인하여 고품질의 모래를 확보하는 것이 매우 어렵다. 특히, 말레이시아의 모래는 대부분이 육사 또는 강사이기 때문에 우기 중에는 강이 범람하는 이유로 작은 나뭇잎, 나뭇가지, 탄분 등의 이물질이 많이 포함되어 콘크리트 품질저하에 원인이 되기도 한다. 따라서 우기에는 새로 반입되는 모래에 대한 세심한 품질확인이 필요하다.

3. 말레이시아 콘크리트 시방기준

3.1 특기시방서의 특징

말레이시아 현장의 콘크리트 특기시방서는 BS(British Standard)를 기본으로 하고 있으며, 때에 따라서는 MS(Malaysian Standard)를 일부 적용하는 형태를 띠고 있다. 또한, 각 PJ별 현장특기시방서의 경우 안전율이 매우 높게 설정되어 있으며, 특히 국내기준과 비교하여 강도 및 품질관리 관련 기준은 상대적으로 엄격하게 규정되어 있다. 더욱이 대부분 현장의 콘크리트 공사 특기시방서에는 일반 콘크리트(50 MPa 미만)와 고강도 콘크리트(50 MPa 이상)로 구분되어 있기 때문에 사전에 콘크리트 특기시방서를 검토하여 효율적인 품질관리를 위한 독소조항의 완화방안을 모색할 필요가 있다. 그 주요내용은 다음 <표 2>와 같다.

3.2 DEF와 콘크리트 최고온도 기준

현재 대부분의 동남아 PJ에서는 콘크리트 최고온도를 70℃ 이하로 정한 기준을 특기시방서에 지정하고 있는 경우가 일반적이다. 여기서, 우리는 콘크리트 엔지니어로서 상기의 기준이 어떻게 지정되었는지 확인할 필요가 있으며, 그 배경은 다음과 같다.

2001년 6월에 보고된 BRE 보고서²⁾에서는 DEF(Delayed Ettringite Formation)의 발생원인과 현상 그리고 발생억제 방안에 대하여 기술하고 있으며, DEF의 발생가능성을 최대한 낮추기 위한 방법으로 수분공급 환경 제어 및 SO₃의 함유율 제어와 함께 양생중 콘크리트의 최고온도를 70℃ 이하로 제어할 것을 권고하고 있다.

DEF란, 짧게는 시공 후 5년에서 길게는 20년이 지난 콘크리트 구조물에서 에트린자이트가 새롭게 침상결정을 형성하여 그 팽창압력으로 균열이 발생되어 콘크리트 구조물에 심각한 손상을 미치는 현상을 말한다. DEF 발생현상은 일반적으로 고강도 대단면 콘크리트 구조물에서 발생할 가능성이 높은 것으로 알려져 있으며, DEF의 발생원인은 다음과 같다.

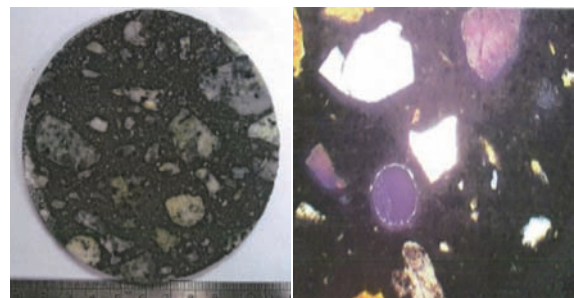
- ① 콘크리트 양생시 최고온도 85℃ 이상인 경우
- ② 외부로부터 지속적으로 수분이 공급되는 경우
- ③ 시멘트의 SO₃ 함유율이 3.6% 이상인 경우
- ④ 시멘트의 MgO 함유율이 1.6% 이상인 경우
- ⑤ 시멘트의 Na₂O_{eq} 함유율이 0.85% 이상인 경우

한편, DEF가 발생하기 위해서는 이상의 5가지 요인 중에서도 특히 ①, ②, ③의 세가지 요인이 동시에 작용해야 한다고 보고하고 있다. 즉, 비록 콘크리트 양생온도가 85℃ 이상일 경우라도 외부의 수분이 공급되지 않는 빌딩구조물(내부 기둥, 보 등) 및 시멘트 또는 골재의 SO₃의 함유율이 권고기준 보다 낮은 경우에는 DEF의 발생 가능성이 낮은 것으로 보고되고 있다. 또한, 콘크리트 배합설계시 1종 보통포틀랜드 시멘트 치환대상으로 플라이 애시 20% 이상 또는 고로슬래그미분말이 40% 이상 적용된 경우에는 경화후 에트린자이트의 생성 및 팽창을 억제하여 DEF의 발생을 억제할 수 있는 것으로 보고되고 있다.

이처럼, 콘크리트의 양생 최고온도 70℃의 기준은 DEF의 발생 관점에서 제시된 콘크리트의 최고온도이기 때문에 DEF의 발생환경조건에 해당하지 않는 구조물 또는 DEF의 발생저감 대책을 적용한 콘크리트 배

표 2. IB TOWER PJ의 콘크리트 시방기준 및 시방기준 완화 내용

Specification	Original Specification		Relaxed Specification	
	Normal	High	Normal	High
Strength				
Peak Temperature	70℃	70℃	75℃	85℃
Placing Temperature	32℃	32℃	35℃	32℃
Differential Temperature	20℃	20℃	25℃	25℃
Comp. Strength Sampling Test	Horizontal Structure	Vertical Structure	Horizontal Structure	Vertical Structure
	1Set/20m ³	1Set/10m ³	1Set/50m ³	1Set/30m ³



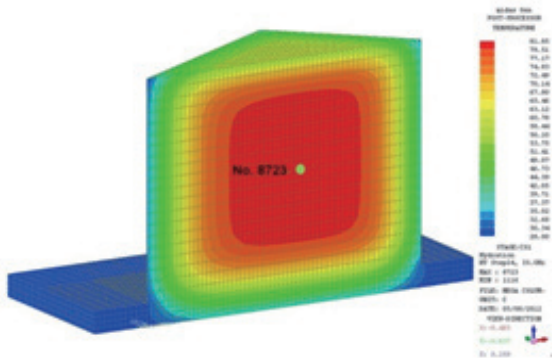
(a) Petrography Sample (b) Petrography test result

그림 2. Petrography test 에 의한 성분분석 결과

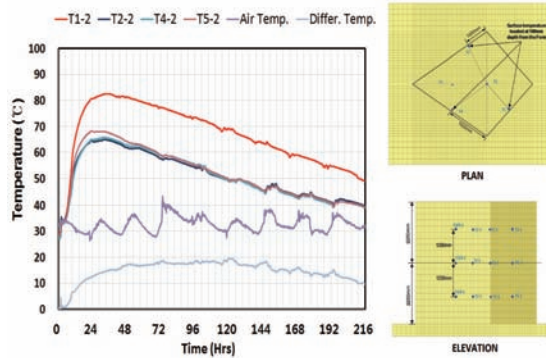


기준: 2회 분할타설(수직코어 분할 방식)

변경: 1회 동시타설(특수 저발열 콘크리트 및 단열 양생시스템 적용)



(a) 메가컬럼의 온도 분포



(b) 메가컬럼의 최고온도 및 내외부 온도차 결과

그림 3. 메가컬럼의 온도균열 저감 및 수화열 해석 결과

합설계에 대해서는 양생중 콘크리트의 최고온도 기준을 합당한 근거를 제시함으로써 발주처 및 감리와 협의 하에 온도기준의 완화가 가능하다(그림 2).

여기서 합당한 근거라 함은 사전에 적용대상 콘크리트 배합설계를 기준으로 mock-up 시험을 수행하고, mock-up 시험체에서 채취된 코어샘플링에 대한 Petrography Test 및 Expansion Test 결과를 검토함과 동시에 수화열해석을 통하여 실제 콘크리트 구조물에서 발생될 것으로 예측되는 콘크리트 최고온도, 내외부 온도차 및 온도응력 등을 사전 검토함으로써 최적의 양생 방안을 적용하여 콘크리트의 내외부 온도차에 의한 균열까지도 제어할 수 있는 결과를 제시하는 것을 말한다.

4. 초고층 콘크리트 기술

4.1 메가컬럼 온도균열 저감 기술

우리 현장의 메가컬럼은 1회 타설 크기가 수평단면 5.5×3.8m, 높이 4.5m의 설계기준강도 60MPa(실제강도 75~80MPa) 이상의 대단면 기둥이다. 앞서 설명한 바와 같이 수화열을 저감하지 않은 일반적인 콘크리트로 타설할 경우 중심부 최고온도가 95℃ 이상

상승하기 때문에 온도가 급격하게 상승하는 과정에서 콘크리트에 팽창성 수평균열이 발생할 위험이 크며, 또한 온도가 하강하는 과정에서 발생하는 내외부 온도차에 의한 콘크리트 표면의 수직균열이 발생할 위험도 커지게 된다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 1회 타설되는 최대단면을 줄이는 방법, 즉 분할타설하는 방법과 쿨링파이프를 다중 레이어로 설치하여 콘크리트의 수화열을 억제하는 방법 등이 기존에 활용되던 해결방법이었다.

우리 현장의 특기시방 기준은 60MPa급 메가컬럼에 대한 중심부 최고온도 기준이 70℃ 이하로 제한되어 있기 때문에 이 기준을 만족하기 위해서는 60MPa급 고강도 콘크리트가 적용되는 29층까지 메가컬럼을 2회 분할 타설하거나 매층 6개의 메가컬럼에 대하여 파이프 쿨링을 적용해야 하는 상황이다. 그러나 한정되어 있는 현장의 공기 및 시공환경을 고려할 때 상당한 공기지연 및 안전관리상의 문제로 상기의 공법 적용이 곤란하기 때문에 당 IB TOWER PJ에는 당사가 개발한 특수 배합 설계된 친환경 저발열 고강도 콘크리트를 적용함으로써 기존의 2회 코어수직분할 방법으로 타설하여 중심부 최고온도가 약 85℃ 이상 발생되던 메가컬럼을 1회 동시 타설로 변경하여 최고온도 80~83℃ 이내로 제어하였으며, 특수 제작된 버블시

트 단열양생 시스템을 적용하여 메가컬럼의 내외부 온도를 20~25℃ 이내로 제어함으로써 온도균열을 획기적으로 저감시킬 수 있었다(그림 3).

이처럼 고강도 콘크리트가 대단면 부재에 적용되는 경우에는 앞서 언급한 바와 같이 온도균열에 대한 대비가 꼭 필요하다. 온도균열의 발생은 부재의 단면크기 및 형태와도 밀접한 관계가 있기 때문에 사전에 적용대상 콘크리트 배합에 대한 mock-up 시험 및 mock-up 시험 결과가 반영된 수화열 해석을 통한 부재 부위별 온도응력 발생상황 및 균열발생 가능 여부를 판단하여야 한다. 또한, 수화열 해석 과정에서 양생재료 및 방법에 대한 검토를 통하여 최적양생 방법과 양생기간을 검토하여 실재부재의 양생관리에 적용하여야 한다. 만일, 적절한 양생관리에도 균열발생 확률이 높은 경우에는 콘크리트 배합의 변경을 통하여 최고온도를 최소화 할 수 있도록 콘크리트 배합설계 상의 조치를 취하여야 한다.

한편, 이처럼 저발열 콘크리트의 경우에는 조기강도 발현이 늦어지기 때문에 사전에 요구되는 공정관리에 필요한 거푸집 제거시기를 필히 검토하여 공정이 지연

되는 문제를 해소하여야 한다.

고강도 대단면 콘크리트 배합설계에 사전검토 및 고려해야 할 사항은 다음과 같다.

- ① 확보 가능한 콘크리트 최고온도 범위 선정
- ② 내외부 온도차 목표를 달성할 수 있는 양생방법
- ③ 거푸집 측압에 미치는 콘크리트의 응결 시간
- ④ 예정된 공기 달성을 위한 최소한의 거푸집 존치 시간
- ⑤ 설계기준강도의 발현 시간(관리재령)
- ⑥ 콘크리트의 유동성 유지 시간
- ⑦ 콘크리트의 압송성능

4.2 슬랜팅 컬럼 시공 기술

IB TOWER PJ에는 수평단면이 2.5×1.8m, 길이 54.5m의 슬랜팅 컬럼(48° 경사기둥) 4기가 62층의 최상층까지 지그재그 형태로 연결되어 건물하중을 메가컬럼과 슬랜팅 컬럼이 지지하는 구조로 설계되어 있다. 상기의 두 대형부재는 설계기준강도 60 MPa로써 높은 수화열에 의한 온도균열이 우려되는 부재이다. 더욱이 당 현장의 슬랜팅 컬럼은 과밀배근으로 인하여 진동다짐이 불가능하며, 48°의 급경사로 설계되어 철근/거푸집 시공 및 콘크리트 타설 시 품질관리가 매우 어려운 구조부재이다(그림 4).

당초 슬랜팅 컬럼의 콘크리트 배합설계는 메가컬럼과 같은 굵은 골재 20mm의 슬럼프 플로 600~650mm로 설계되었으나 철근의 과밀배근으로 인한 진동다짐이 불가해 굵은 골재 10mm의 자기충전 콘크리트로 설계를 변경하여 무다짐 충전 공법을 적용하였다. 이는 당사가 2010년도 KLCC TOWER 3 PJ에 말레이시아에서 최초로 적용한 75 MPa급 자기충전 콘크리트 이후로 2번째로 적용된 사례이며, 말레이시아 건설시장으로부터 (주)대우건설의 기술 및 시공 품질관리에 대한 신뢰를 쌓는 계기가 되었다고 판단한다.

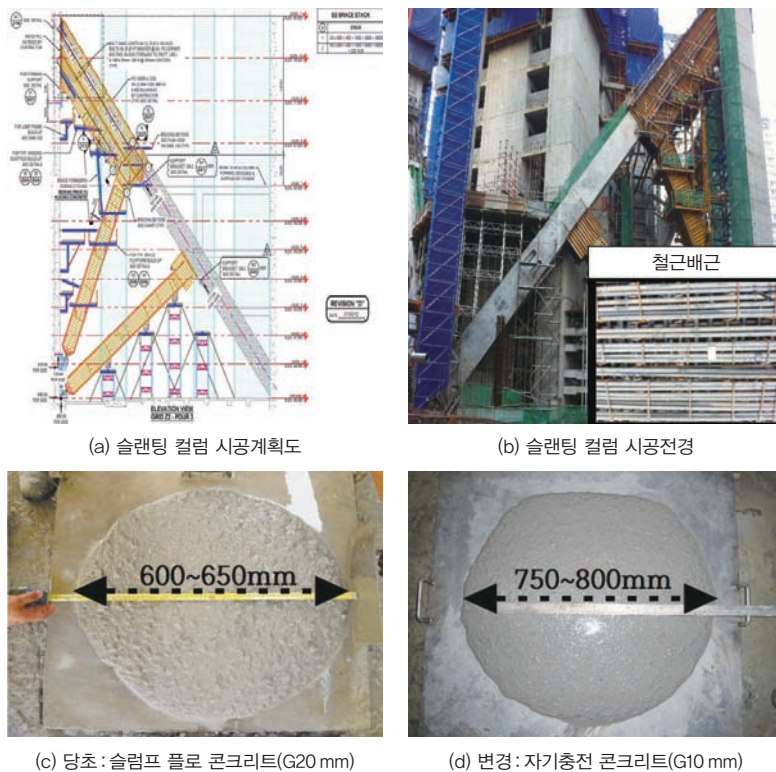


그림 4. 슬랜팅 컬럼의 시공개요

5. 맺음말

최근 국내 건설시장의 불황으로 (주)대우건설을 비롯한 대형건설사들이 중동, 아프리카, 동남아 지역을 중심으로 건설시장 개척에 앞장서고 있다. 현지의 열악한 환경에도 불구하고 최상의 시공품질을 확보하고자 끊임없는 고민과 노력을 기울이고 있는 우리의 자랑스러운 대한민국의 건설 기술자들에게 박수를 보냅니다. 본고를 통해 말레이시아 건설시장에 대한 시장 환경 정보를 공유함으로써 국내 건설 엔지니어들이 시행착오를 줄이는데 도움이 되었으면 하는 바람으로 글을 맺는다. □

담당 편집위원 : 강수민(충북대학교) kangsm@cbnu.ac.kr

참고문헌

1. IB TOWER 홈페이지 : <http://www.ibtower.com/>
2. BRE information paper IP 11/01, "Delayed Ettringite Formation", 2001. 6.



고정원 선임연구원은 일본 동경대학 대학원에서 고강도 콘크리트 중의 열수분 이동 및 폭렬에 관한 연구로 박사학위를 취득한 후, (주)대우건설 기술연구원에서 선임연구원으로 재직 중에 있으며, 고성능 콘크리트의 현장실용화 연구 활동 및 해외현장의 리스크 저감을 위한 기술지원에 매진하고 있다. 현재 우리학회 내화콘크리트위원회에서 활동하고 있다.
jeongwon.ko@daewooenc.com



김영진 부원장은 연세대학교 토목공학과에서 반복하중을 받는 RC 휨부재의 비선형해석에 관한 연구로 박사학위를 취득한 후, 1992년부터 (주)대우건설 기술연구원에서 토목연구팀장을 거쳐 부원장으로 재직하고 있다. 주 관심 연구 분야는 프리캐스트 조립식 급속 시공 교량, 저탄소 시공시스템, 콘크리트 내구성 및 레졸로지 분야 등이며, 한국건설순환자원학회 부회장과 우리학회 이사를 맡고 있다.
youngjin.kim@daewooenc.com



이기순 현장소장은 아주대학교 건축학과를 졸업한 후, 1993년 (주)대우건설에 입사하여 아주대병원, 상계동 교보사옥, 명동밀리오레를 시공하였고, 건축시공기술사 및 PMP 등을 취득한 후 수원터미널 및 LS-Mtron 지식산업센터 현장소장을 거쳐 현재 말레이시아 IB타워 현장소장으로 재직하고 있다.
kisoonyoung.lee@daewooenc.com



김형만 공사팀장은 건국대학교 건축공학과를 졸업한 후, 1995년부터 (주)대우건설에 입사하여 디오빌 오피스텔, 신촌 민자역사, 서강대 복합관, 강원 하이원 리조트 등 주상복합 건축물과 복합 리조트 건축물을 시공하였고, 현재 말레이시아 IB타워 현장의 공사총괄팀장으로 재직하고 있다.
hyoungman.kim@daewooenc.com

<http://www.kci.or.kr>



KOREA CONCRETE INSTITUTE