

초고층건물에 대한 고강도 콘크리트의 현장적용 및 품질관리

High Strength Concrete Construction and Quality Control in High-Rise Building

-KLCC (Kuala Lumpur City Center) Project-



이 승 훈*



박 희 민**



김 종 훈***

1. 서 론

KLCC (Kuala Lumpur City Center) 프로젝트는 말레이시아 쿠알라룸푸르의 상업중심지역에 높이 446m인 총 98층의 쌍둥이건물을 건설하는 공사로서 한국과 일본이 각각 하나의 건물을 맡아서 공사하고 있다. 삼성건설에서는 그중 하나인 타워 2(Tower 2)를 맡아서 공사를 하고 있으며, 1994년 3월에 공사를 시작하여 27개월만인 1996년 6월에 공사가 완료될 예정이다.

KLCC 타워는 공사 초기단계에서 부터 '세계적인' 혹은 '최고의'라는 말이 많이 붙어 붙여졌다.

우선 높이에 있어서 446m로서 현재 세계에서 가장 높은 건물인 시카고의 시어스 타워(SEARS

Tower)보다 4m가 더 높고, 이미 공사가 완료된 타워 1과 타워 2를 연결하는 스카이 브릿지 (sky bridge)는 높이 180m 상공에 설치되어 이것도 세계에서 제일 높은 다리가 되었다.

말레이시아뿐만 아니라 동남아 대부분의 지역에서는 강재의 공급문제나 콘크리트공사에 유리한 기후조건 등의 요인으로 인하여 대부분의 건물이 철근콘크리트 구조로 이루어져 있는데 이 건물도 마찬가지로 기둥, 보, 전단벽 등 거의 대부분이 콘크리트로 이루어져 있다. 따라서 이와같은 철근콘크리트 구조로 되어 있는 초고층건물을 짓기 위해서는 일반 건물에서 보다 더욱더 치밀한 계획과 기술력, 그리고 이러한 기술들을 착오없이 잘 조합해서 시공해야 하는 시공력이 무엇보다도 필요하다고 할 수 있다.

사진 1은 KLCC 타워의 완공후의 조감도를 나타낸 것이다.

* 정회원, 삼성건설 기술연구소 주임연구원

** 정회원, 삼성건설 기술연구소 시험실장

*** 삼성건설 이사, 전 KLCC 현장소장

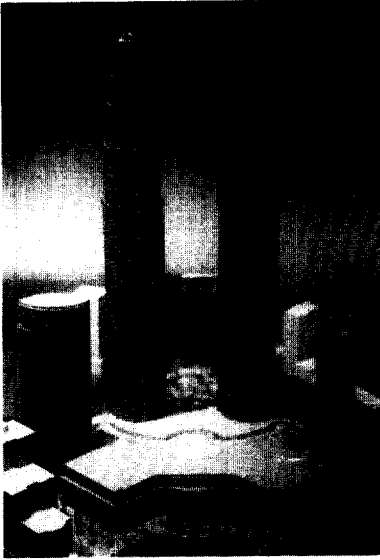


사진 1
완공후의 조감도

KLCC (Kuala Lumpur City Center) 프로젝트에서 콘크리트와 관련있는 핵심기술은 여러가지가 있으나 다음과 같이 세가지 정도로 요약할 수 있다.

첫째는 고강도 콘크리트의 사용이다. 고강도 콘크리트는 이미 널리 알려져 있지만 초고층 빌딩 설계시 구조체의 부재단면을 축소하여 사용공간을 최대한 확보할 뿐만 아니라 공사기간의 단축 및 공사비의 절감에도 큰 영향을 미친다. 그러므로 고강도 콘크리트에서 가장 중요하게 고려되어야 할 사항은 설계강도의 만족, 높은 수화열로 인한 균열의 방지, 시공성의 확보 및 조기강도의 발현이다.

둘째는 콘크리트의 타설이다. 당 현장에서 수행한 콘크리트의 최대압송높이는 375m인데, 이것은 바닥층에서 부터 최고 타설부위 까지 중간단계를 거치지 않고 한번에 쏟아올린 것으로서 현재까지는 세계 최고 기록으로 되어 있는데, 이전까지 한번에 가장 높이 타설한 높이중에는 홍콩의 센트럴 플라자 (Central Plaza) 의 320m 정도의 기록이 있을 뿐이었다.

셋째는 기둥수축(column shortening)의 측정이다. 물론 설계상에서 이미 기둥의 수축에 대한 보정값이 명시되어 있지만 배합에 따라 탄성계수, 크리프(creep), 건조수축 (shrinkage) 등과 같은

콘크리트의 특성이 달라지며, 공사속도가 빨라짐에 따라서 재령이 짧은 콘크리트에 하중이 부과되어 탄성변형 및 크리프변형이 많아지므로 일정한 간격으로 기둥의 수축량을 측정하여 보정에 반영될 수 있도록 하는 것이 좋다.

따라서 당현장에서는 기술 및 자료축적의 목적하에 공사비와는 별도의 비용을 부담하여 해외 저명교수의 자문 및 당사 기술연구소의 지원하에 탄성계수, 크리프, 건조수축 등의 실내시험을 수행하고, 또한 타워의 기둥과 진단벽에 계측기를 매립하여 직접 장기변형률을 측정하여 설계상의 보정량과 비교·검토하도록 하였다.

이상과 같이 KLCC 프로젝트는 다방면에서 여러 가지 핵심기술이 적용되고 있을 뿐만 아니라 항상 '세계적인'이라는 수식어가 붙어 다니는 콘크리트 빌딩공사로서 길이 역사에 남을 만한 프로젝트라고 생각한다.

2. 프로젝트 개요

본 프로젝트는 1994년 3월에 시작되어 1996년 6월에 종료되는 세계 최고 높이의 쌍둥이빌딩 공사로서 타워 1부분은 일본측이 맡아서 공사를 수행하고 있으며, 타워 2부분을 삼성건설이 주관이 되어 극동건설과 현지업체인 자사테라(Jasatera)와 협동으로 공사를 수행하고 있다. 표 1 및 표 2는 KLCC 프로젝트의 개요와 총별 설계기준강도를

표 1 프로젝트의 개요

Item	Content	Item	Content
Client	Kuala Lumpur City CenterBerhad	Structure	Reinforced Concrete & Structural Steel Beam
		Form Work	Self Climbing Form System Form
Contractor	Samsung-Kukdong Jasatera J/V		
Const. Period	1994. 3. ~1996. 6.	Concrete	Hign Strength Concrete (400~800 kg /cm ² .cubic)
		Re Bar	Pre-fabrication System 177 m high from ground
Size of Building	Total Floor Area	Sky Bridge	length:57 m
	Tower 196,309m ²		width:5m
	Wing 20,592m ²		weight:495 ton
	Story 98		
	Basements 6		
	Super struc. 92		

표 2 층별설계기준강도

구분	TOWER 2		BUSTLE 2	
	FLOOR	GRADE (Mpa)	FLOOR	GRADE (Mpa)
COLUMN	P4-22	80	P4-16	80
	23-60	60	17-26	60
	60-84M2	40	27-40	40
CORE WALL	P4-14	80	-	-
	15-44	60	-	-
	45-84M3	40	-	-
RING BEAM	P3-23	80	P3-17	80
	24-61	60	18-27	60
	62-84M3	40	28-40	40
SLAB ON METAL DECK	-	30	-	30
C.I.P SLAB	-	40	-	40

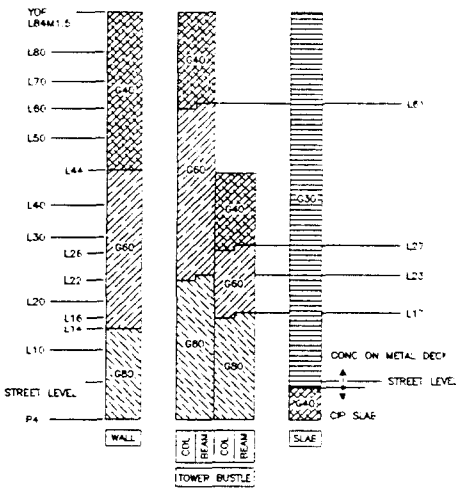


그림 1 타워의 층별설계기준강도

나타낸 것이며, 그림 1은 표 2를 도식화한 것이다. 그림 2와 그림 3은 타워의 단면도와 기준평면을 나타낸 것이다.

3. 재료의 선정 및 시험배합

본 프로젝트에 사용되는 콘크리트는 BS 코드에서 분류하는 G40 (40 Mpa), G60 (60 Mpa), G80 (80 Mpa)의 세 종류로서 입방공시체에 의해서 압

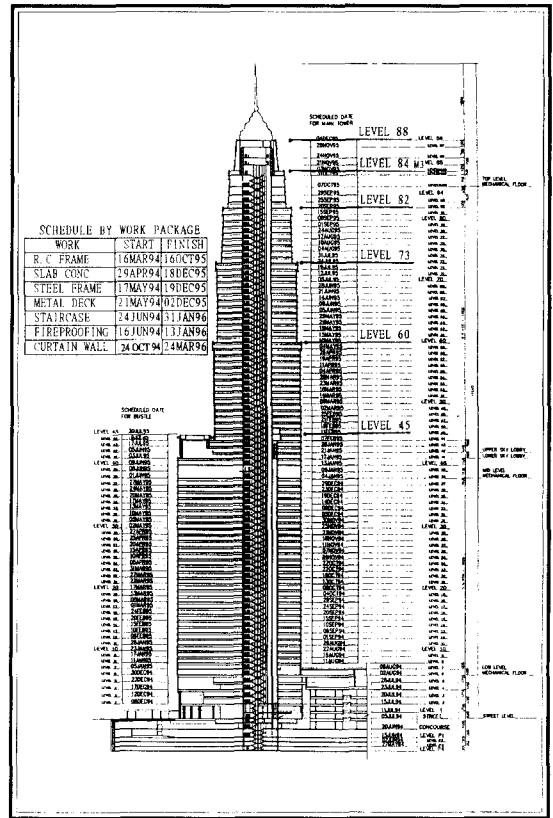


그림 2 타워의 단면도

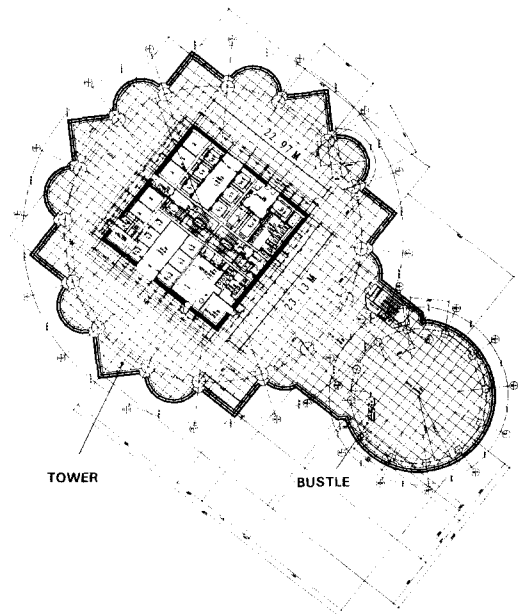


그림 3 기준 평면

축강도를 나타내기 때문에 현재 국내에서 사용되고 있는 원주형공시체의 압축강도로 환산하면 15~20% 정도 적은 값을 나타낸다.

3.1 재료의 선정

본 프로젝트에 사용된 재료들은 쿠알라룸푸르 근교에서 생산·조달되는 것으로 사용재료들의 물성과 제반성질들은 본 프로젝트의 기준을 모두 만족함과 동시에 고강도 콘크리트를 위한 압축강도, 시공성 및 경제성을 만족할 수 있는 재료들을 선정하였다.

고강도 콘크리트의 생산을 위해서 사용된 재료들은 국내에서의 경우와 큰 차이가 없지만 유동성의 개선, 장기강도의 증진 및 수화열의 감소를 위해서 보통포틀랜드시멘트와 PFA (Pulverised Fuel Ash)를 각각 80 : 20의 비율로 섞어서 판매하는 '마스크리트 (MASCRETTE)'를 사용한 것이 다소 차이가 있는 것으로 생각된다.

3.2 시험배합

앞에서 언급한 바와 같이 본 프로젝트에서 주로 사용된 콘크리트는 G40 (40 Mpa), G60 (60 Mpa), G80 (80 Mpa)의 세종류로서 각 등급별 콘크리트의 특성은 표 3에 나타난 바와 같다.

표 3 각 등급별 콘크리트의 특성

Grade	W/C (%)	S/A (%)	축정 강도 (Mpa)	기준 세령 (Day)	탄성 계수 (Gpa)	슬럼프 (mm)	배합 강도 (Mpa)	혼화제(%)	
								감수제	고유 동화제
40	44	44	62	28	33.0 (43일)	175±25	55	0.36	0.24
60	30	44	87	56	36.5 (48일)	200~200+40	80	0.24	1.32
80	27	40	102	56	37.0 (28일)	200~200+40	100	0.17	1.81

위의 표 3에 나타난 것처럼 각 등급에 따른 압축강도의 크기는 기준강도값보다 상당히 큰 값을 나타내고 있는데 이것은 현장에서의 여러가지 요인들로 인한 활증을 고려한 때문이며, G40 이하인

경우 +15 Mpa, G60 이상인 경우 +20 Mpa로 결정하였다.

다음의 표 4는 본 프로젝트에 사용된 세 종류의 고강도 콘크리트에 대해서 수많은 사전 시험배합을 거쳐서 결정된 최적배합을 나타낸 것이다.

표 4 등급별 최적배합

등급	W/C (%)	S/A (%)	C (Kg)	M (Kg)	S/F (Kg)	W (Kg)	C. Agg (Kg)	F. Agg (Kg)	Admixtures	
									P300	R1000
G40	44	44	400	-	-	180	1000	775	1.2	0.8
G60	30	44	500	-	-	150	1000	785	1.0	5.5
G80	27	40	184	345	35	152	1040	684	0.8	8.5

4. 실물모형실험(Mock-Up Test)

고강도 콘크리트의 경우 구조물의 종류, 부재의 크기, 기후조건 및 공사일정에 따라서 차이는 있지만 사전에 실물크기의 부재를 제작하여 제반실험을 수행하는 것이 필수적이다.

앞에서 언급한 바와 같이 세 종류의 콘크리트중에서 G40이나 G60에 해당하는 강도의 경우 국내에서도 많이 사용되고 있는 것으로서 큰 문제가 없을 것으로 예상되었지만 G80의 경우 대기온도가 거의 30℃를 상회하는 주변환경과 주로 사용될 기둥부재의 직경이 2.4m나 되는 것을 고려할 때 과도한 수화열과 그것으로 인해서 발생할 수 있는 온도균열이 큰 문제로 부각되었다. 따라서 본 공사를 시작하기 전에 실물모형기둥을 제작하여 현장조건과 같은 상황에서 실물모형실험(Mock-Up Test)을 실시하여 예상되는 문제점의 확인과 해결 방안을 제시할 수 있도록 하였으며, 현장상황에 부합되는 콘크리트를 생산하도록 하였다.

다음은 실물모형실험(Mock-Up Test)의 목적을 나타낸 것이다.

- 높은 수화열에 대한 대책과 그로인한 균열의 방지대책 수립
- 일정한 품질의 고강도 콘크리트를 생산할 수 있는 QA/QC 방안 제시
- 기둥집의 조기탈형 (평균 12시간안에 탈형) 방안 검토
- 양질의 콘크리트를 얻을 수 있는 양생방법 확보

4.1 부재제작 및 콘크리트의 배합

실물모형실험을 위해서 직경 2.4m인 실물크기의 기둥을 2개 제작하였다. 실험기둥에 사용된 철근의 배근은 현장과 똑같이 하였으며 기둥의 각 부분에 온도센서를 매립하여 높은 수화열에 의한 수화온도를 측정하였다.

첫번째 실험기둥에 사용된 콘크리트는 보통포틀랜드시멘트(OPC)와 실리카흄(Silica Fume)만을 사용하였으며 두번째 실험기둥에 사용된 콘크리트는 보통포틀랜드시멘트와 실리카흄(Silica Fume)외에도 PFA(Pulverised Fuel Ash)를 사용하였다. 그러나 말레이시아의 경우 PFA만을 따로 판매하지는 않고 보통포틀랜드시멘트와 PFA를 각각 80% : 20%의 비율로 섞어서 판매하는 '매스크리트'가 공급되고 있어 본 실험에서도 이를 사용하였다. 사진 2는 실험기둥을 제작하고 있는 모습을 나타낸 것이고, 사진 3은 콘크리트를 타설하고 난 후의 실험기둥의 모습을 나타낸 것이다.

실험기둥 1 및 2에 사용된 G80 고강도콘크리트의 배합은 표 5와 같다.

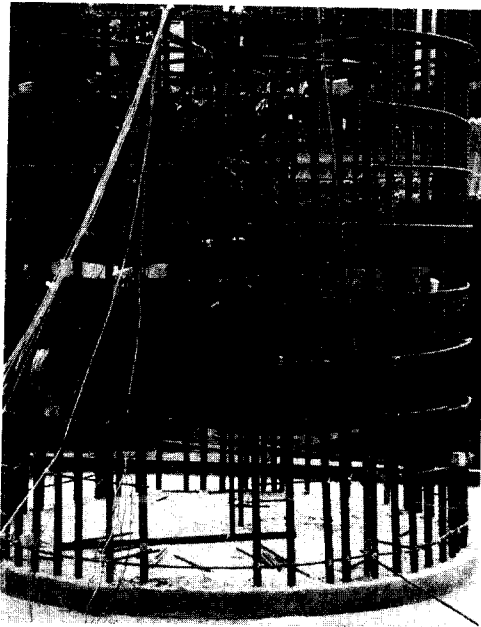


사진 2 타설전의 실험기둥



사진 3 타설후의 실험기둥

표 5 실험기둥에 사용된 G80 고강도 콘크리트의 배합표

Item	Mix	Mock Up Column 1		Mock Up Column 2	
		Design Mix	Actual Mix	Design Mix	Actual Mix
OPC (kg / m ³)	505	503	184	185	
Masscrete(kg / m ³)	-	-	345	343	
S / F(kg / m ³)	30	29	35	34	
Water(liters)	134	133	152	152	
C. Agg. (kg / m ³)	1000	990	1006	1003	
F. Agg. (kg / m ³)	750	738	728	715	
P300N	1	1	0.8	0.8	
R1000	9.06	9.08	8.48	849	
Slump(mm)	220	195	220	220	
Conc. Temp(°C)	-	32	-	33	

4.2 수화온도 및 변형률의 측정

실물모형실험을 실시하면서 기둥의 내부에 온도와 변형률을 측정하기 위한 센서를 매립하여 수화열에 의한 콘크리트 내부의 온도와 그로인한 변형률을 측정하였다.

사전에 실내시험을 통해서 최종적으로 결정된 두가지의 배합을 2.4m의 기둥에 적용한 결과 최고온도는 91.6°C와 97.0°C로서 수화열에 의한 내부온도의 상승이 매우 크게 나타났다.

표 6은 실험기둥 1과 2에 대해서 측정한 수화열로 인한 기둥내부의 온도와 변형률을 나타낸 것이다.

표 6 실험기둥에서 측정된 수화온도와 변형률

실험기둥 온도구분	실험기둥 1	실험기둥 2
Peak Temp.	91.6℃ at 29 hours	97.0℃ at 26.5 hours
Bulk Temp. Max	82.7℃ at 14.5 hours	79.7℃ at 22.0 hours
Diff. Temp. Max	57.5℃ at 27.5 hours (center to corner)	52.9℃ at 33 hours (center to corner)
	44.6℃ at 29.0 hours (center to top middle)	32.0℃ at 40 hours (center to top middle)
	34.0℃ at 43.5 hours (center to side)	30.0℃ at 43 hours (center to side)
R Max	0.27	0.24
Strain	146 microstrain	118 microstrain
	113 microstrain	71 microstrain
	86 microstrain	67 microstrain

4.3 압축강도의 측정

실물모형실험의 결과중에서 압축강도는 거푸집의 제거시기와 시체 구조물이 규정에 의한 재령에서 소요강도를 발현하는 가하는 두가지 측면에서 코아강도와 입방공시체의 강도를 측정하였다.

본 공사의 경우 공사기간이 27개월로서 매우 짧기 때문에 거푸집의 조기탈형은 필수적이다. 따라서 공사계획에서 거푸집의 탈형시기는 콘크리트 타설이 끝난 후 12시간안에 이루어지는 것으로 결정하였다. 또한 표준수중양생 시편의 경우 안전율을 고려하여 G80의 경우 100Mpa 이상의 강도가 발현될 수 있도록 배합을 결정하였으며, 코아의 채취에 의해서 설계기준강도인 80Mpa를 만족하는가를 확인하고자 하였다.

표 7 실험기둥 1에서의 코아강도와 입방 공시체의 강도

구분	No.	Cast Date		Compression Test		Average Strength	
		Date	Time	Date	Time	Age	Strength
CORE	1	2/8	12:00	2/9	12:50	1	66.5
	2	2/8	12:15	2/12	12:10	4	81.8
	3	2/8	12:00	2/14	15:15	7	79.0
	4	2/8	-	3/25	16:00	45	77.8
	5	2/8	12:00	3/25	16:00	45	71.5
	6	2/8	-	3/25	16:00	45	72.5
CUBE	1	2/8	12:00	2/9	12:00	1	45.0
	2	2/8	12:15	2/12	12:15	4	72.7
	3	2/8	-	2/15	-	7	82.9
	4	2/8	-	3/8	-	28	104.2
	5	2/8	-	3/25	-	45	102.3

표 8 실험기둥 2에서의 코아강도와 입방 공시체의 강도

공시체 구분	No.	Cast Date		Compression Test		Average Strength	
		Date	Time	Date	Time	Age	Strength
CORE	1	2/8	13:30	2/9	16:40	1	68.0
	2	2/8	13:45	2/12	14:10	4	77.0
	3	2/8	-	2/14	16:30	7	82.0
	4	2/8	-	3/25	16:00	45	85.8
	5	2/8	-	3/25	16:00	45	74.8
	6	2/8	-	3/25	16:00	45	75.3
CUBE	1	2/8	13:30	2/9	13:30	1	40.0
	2	2/8	13:45	2/12	13:45	4	71.5
	3	2/8	13:30	2/15	-	7	83.8
	4	2/8	-	3/8	-	28	105.5
	5	2/8	-	3/25	-	45	107.6

따라서 본 실험에서는 실험기둥 1 및 실험기둥 2에서 재령별로 각각 채취한 코아와 표준수중양생한 입방공시체의 강도를 상호비교하였다. 단, 코아공시체의 경우 원주형 공시체이므로 입방공시체로 환산하였다. 표 7 및 표 8은 실험기둥 1 및 실험기둥 2에 대한 코아강도와 입방공시체 강도를 나타낸 것이다.

4.4 실물모형실험의 결과

앞에서 언급한 수화온도의 측정 및 압축강도의 측정결과로부터 다음과 같은 결과를 얻을 수 있었다.

첫째, 재령 4일까지는 현장에서 채취한 코아의 강도가 표준수중양생한 입방공시체의 강도보다 더 높게 나타났다.

둘째, 재령 46일에서 실험기둥에서 채취한 코아의 압축강도는 기둥 1의 경우 24%, 기둥 2의 경우 20%가 더 낮은 것으로 나타났다.

셋째, 실험기둥 1이 실험기둥 2의 경우보다 초기재령에서 높은 수화열에 의한 온도균열의 발생 정도가 더 크게 나타났는데, 이것은 기둥 2에 타설한 콘크리트의 경우 PFA가 첨가된 마스크리트를 사용함으로써 기둥 내부의 수화온도를 많이 감소시켜 온도에 의한 균열의 발생정도를 줄일 수 있었던 것으로 생각된다.

넷째, G80 고강도 콘크리트를 타설한 후 8시간 만에 거푸집을 탈형하였으나, 코아의 강도는 규정에 명시된 15 Mpa를 상회하였고 당 현장에서 요

구하는 12시간안에 거푸집 탈형이라는 조건을 만족하였다.

5. 현장품질관리

당 현장에 적용되는 고강도 및 보통강도 콘크리트에 대한 품질관리는 우수한 콘크리트 구조물을 만들기 위한 것으로 각 단계별로 그 품질에 대한 엄격한 기준을 토대로 세심한 주의와 노력을 기울였다. 현장에 타설되는 콘크리트의 품질관리는 다음과 같이 생산, 운반, 현장시험, 타설, 양생, 사후관리 등으로 나눌 수 있다.

5.1 콘크리트의 생산

콘크리트의 생산을 위해서 현지업체인 파이오니어 (Pioneer)를 선정하였으며, 현장내에 बै치플랜트 (batch plant)를 설치하여 콘크리트의 공급이 용이하고, 운반거리가 멀어짐으로써 발생할 수도 있는 품질저하를 최소화하였다. 또한 현장내의 बै치플랜트에 문제가 발생하였을 때는 외부에서 콘크리트를 반입시키되 품질에 영향을 미치는 요인을 사전에 검토하여 품질관리에 완벽을 기할 수 있도록 하였다.

그림 4는 콘크리트의 생산을 위한 배합의 흐름도를 나타낸 것이다.

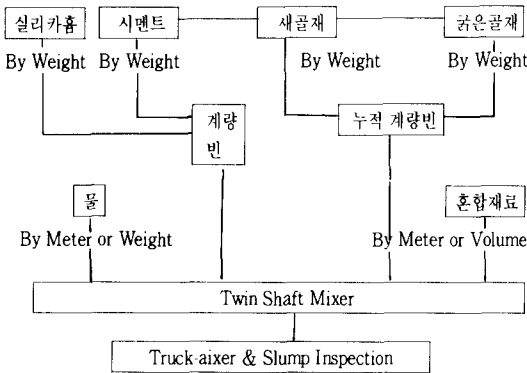


그림 4 배합의 흐름도

5.2 콘크리트의 운반

배치플랜트가 현장내부에 있기 때문에 생산된

콘크리트의 운반에는 큰 문제가 없으나, 단지 같은 시간에 가까운 위치에서 서로 다른 등급의 콘크리트가 타설될 경우 혼란을 야기할 수도 있으므로 항상 무전을 통하여 बै치플랜트와 사용장소간에 정보를 교환하였으며, 운반자는 출발전에 항상 정확한 타설위치에 대한 정보를 얻은 후에야 출발하도록 하였다.

5.3 콘크리트의 현장시험

앞에서 언급한대로 बै치플랜트가 현장내부에 있는 관계로 콘크리트의 슬럼프나 온도에 대한 모든 시험은 공장에서 수행하지만, 만약 운반시간이 늦어지면 슬럼프시험은 기술자에 의해서 현장도착시점에 실시하였다.

이러한 슬럼프시험은 매 차마다 눈으로 확인을 하며, 두차마다 슬럼프시험을 실시하였다. 만약 도착 슬럼프가 낮으면 현장에서 혼화제를 재투여하여 다시 배합을 하지만 반대로 슬럼프가 너무 높을 경우에는 운반차량을 되돌려 보내고 운반기록용지에는 이러한 사항을 기록하여 품질에 문제가 발생하지 않도록 하였다.

5.4 콘크리트의 타설

콘크리트 타설장비는 어느 현장과 마찬가지로 콘크리트 펌프와 콘크리트 타워크레인을 사용하였다. 공사일정상 1개층에 소요되는 기일은 4~4.5일로서 매우 짧기 때문에 타워부분의 콘크리트 타설을 위해서 슈빙(Schwing)사의 BP 8000과 같은

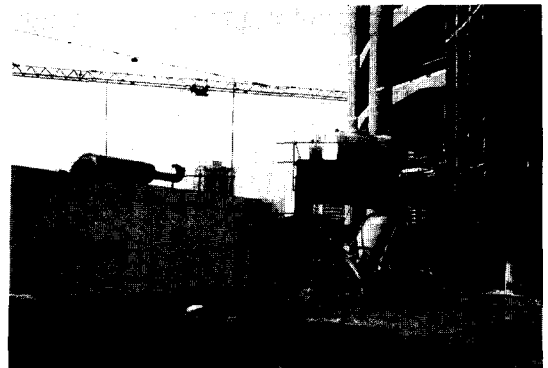


사진 4 콘크리트 타설을 위한 펌프

높은 압력의 펌프 2대를 사용하였고, 버슬(Bustle) 부분의 공사를 위해서 역시 슈빙사의 BP 3000과 같은 중간 압력의 펌프 1대를 사용하였다.

앞의 사진 4는 타워와 버슬 부분에 콘크리트를 타설하기 위한 펌프를 나타낸 것이다.

5.5 콘크리트의 양생

초고층건물에서의 콘크리트의 양생은 많은 제약을 받기 때문에 가장 쉬운 방법으로 양생을 할 수 있도록 기후조건과 배합설계가 적절히 조화를 이루도록 노력하였다. 또한 타설이 끝난 콘크리트는 구조물의 종류, 타설시기 등의 여러가지 조건을 고려하여 적절한 양생방법을 적용함으로써 경화 콘크리트의 품질에 아무런 문제가 발생하지 않도록 하였다.

기둥과 코아 (core)부분의 콘크리트는 타설후 12시간만에 기푸집을 제거한 뒤 콘크리트 표면에 양생제를 도포하였으며, 슬래브와 보는 습윤양생을 하였다. 특히, 주차장 표면, 램프 또는 차량이 다니는 곳은 반드시 습윤양생을 하였으며, 최소한 7일동안 양생을 실시하고 그 결과는 기록을 하여 계속적인 품질관리가 되도록 하였다.

6. 결 론

본 프로젝트는 콘크리트 측면에서 볼 때 대기온도가 항상 30℃를 웃돌고, 습도가 매우 높은 기후조건을 가진 말레이시아에서 초고층 콘크리트건물에 대한 고강도 콘크리트의 적용과 콘크리트의 품질관리를 어떻게 효율적으로 수행하는가가 가장 중요한 문제였다.

다행히 이러한 기후조건이 콘크리트의 품질관리 측면에서는 잇점도 많았지만, 공사를 수행하는데 있어서는 힘든 부분도 없지 않았다.

이러한 기후조건에서의 고강도 콘크리트의 현장적용은 계획, 생산, 타설 및 사후품질관리의 다각적인 측면에서 검토되어야 하며, 특히 배합설계, 생산계획, 품질관리계획, 콘크리트 타설계획 등과 같이 계획의 중요성은 무엇보다도 중요하다고 생각한다.

그리고 이러한 각각의 항목들에 대해서는 항상 그 결과를 검토하여 끊임없는 피드백 (feedback)이 이루어지도록 하는 것이 콘크리트의 품질관리를 위해서 가장 중요한 부분이 될 것이다.

마지막으로 동남아시아에서는 고강도 콘크리트의 사용이 매우 보편화되어 있으며, 보통강도 콘크리트의 경우도 우리나라에서 사용되고 있는 콘크리트보다도 높은 강도의 콘크리트가 일반적으로 사용되고 있는 것을 볼 때 국내에서도 구조용 콘크리트에 대해서는 낮은 강도의 콘크리트를 과감하게 배제하고 300kg/cm² 정도의 콘크리트가 보편화될 수 있도록 하는 것이 콘크리트의 품질개선과 기술수준의 향상을 위해서 바람직하지 않을까 하는 의견을 조심스럽게 제시해 본다. □