

사랑의 교회 VE 적용사례

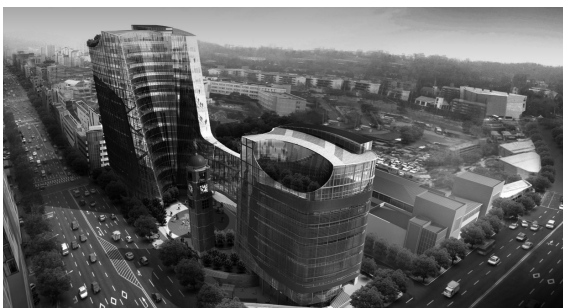
글 김광현 \ 사랑의 교회 현장 차장 \ 전화 02-581-5892 \ E-mail kkh@ssyenc.com

1. 머리말

교회 건축을 선도하는 '사랑의 교회'는 웅장한 지하 구조물과 독특한 비정형 외관을 지니고 있다. 이러한 특징으로 지하의 경우 본당의 무지주 대공간 형성을 위하여 Mega Truss 공법이 적용되었고, 지상은 여러 가지 형태 및 기능으로 인한 다양한 크기의 실 구성으로 어렵고 복잡한 구조 형태를 취한다. 구조가 복잡한 만큼 세부 검토를 통하여 보다 효율적인 설계변경(VE)이 가능하다.



[그림 1] 무지주 대공간 본당 조감도



[그림 2] 사랑의 교회 조감도

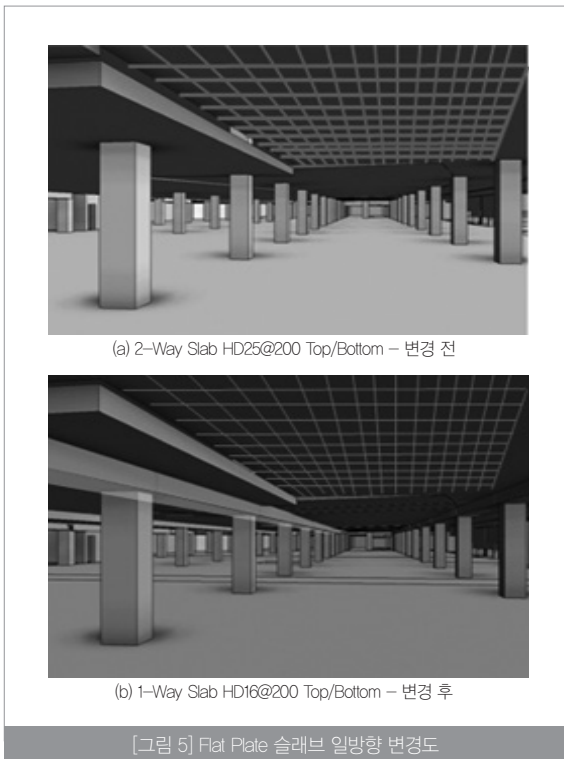
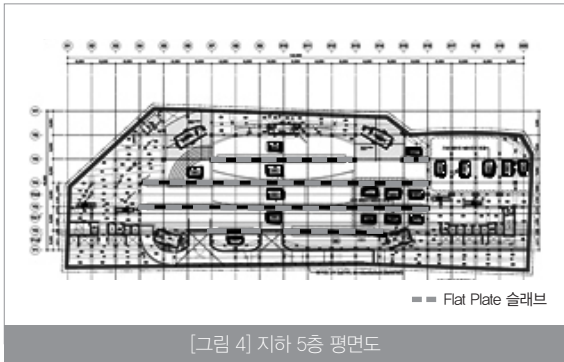
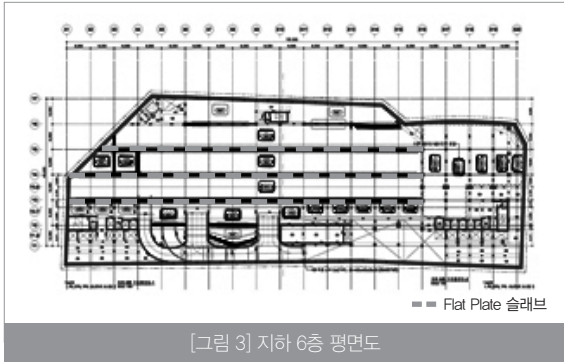
2. VE를 통한 원가절감

2-1. 지하 5~6층 Flat Plate 슬래브 일방향 변경

지하 5~6층은 당초 Flat Plate 슬래브로 설계되어 기둥 주위에 전단 Studrail, 전 Slab에 전단 보강철근이 설계되어 시공이 복잡하고 철근량도 과다하게 배근되어 있었다. 이런 점을 개선하기 위하여 일방향 슬래브로 1,000 x 600mm의 와이드 보를 설치하여 슬래브 좌굴길이를 줄여서 [그림 5]와 같이 슬래브 및 보 배근 설치 후 조정하였다.

표 1 상세 변경 내용

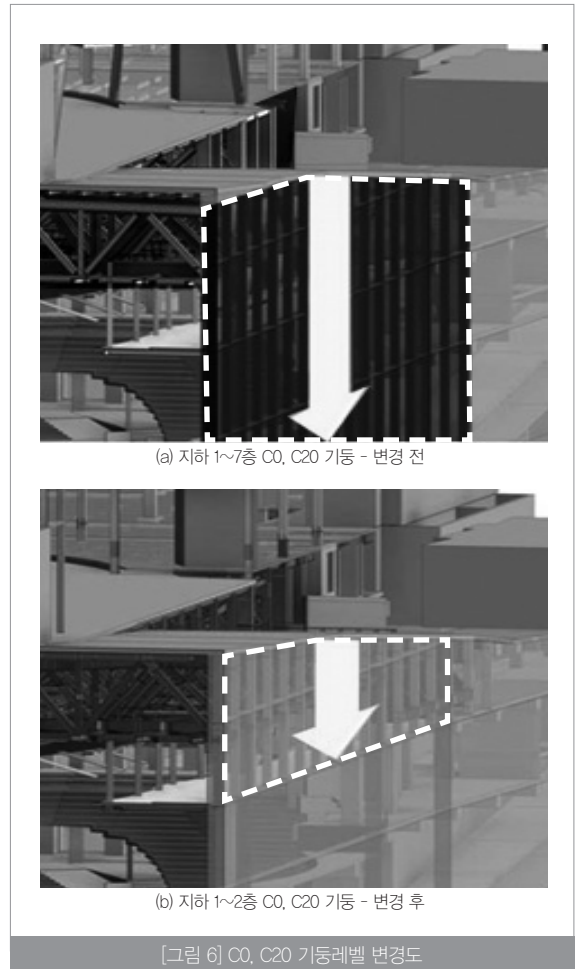
구분	당초	변경
변경 1	8mx8m span Flat Plate Slab(BS1)	8m span 1 방향 슬래브(NS1)
두께	250mm	250mm
배근	HD22-100(Each way/T&B)	주근 HD19-150(T&B)/부근 HD13-200(T&B)
전단보강근	HD10-250	삭제
Studrail	10Φ10stud @100	삭제
보	없음	추가
변경 2	1방향 슬래브(X16~X20 Y3,6~Y6열(BS1))	1방향 슬래브(NS1)
두께	250mm	250mm
배근	HD22-100(Each way/T&B)	주근 HD19-150(T&B)/부근 HD13-200(T&B)
전단보강근	HD10-250	삭제
변경 3	8mx8m span Flat Plate Slab(BS1)	8x8m span 2방향 슬래브(보 추가, NS2)
두께	250mm	250mm
배근	HD22-100(Each way/T&B)	주근 HD16-200(T&B)
전단보강근	HD10-250	삭제
Studrail	10Φ10stud @100	삭제
보	없음	추가(첨부 참조)
변경 4	8mx8m span Flat Plate Slab(BS2)	8m span 1방향 슬래브(보 추가, NS2)
두께	325mm	325mm
배근	HD22-100(Each way/T&B)	주근 HD19-150(T&B)/부근 HD13-200(T&B)
전단보강근	HD10-250	삭제
Studrail	10Φ10stud @100	삭제
보	없음	추가



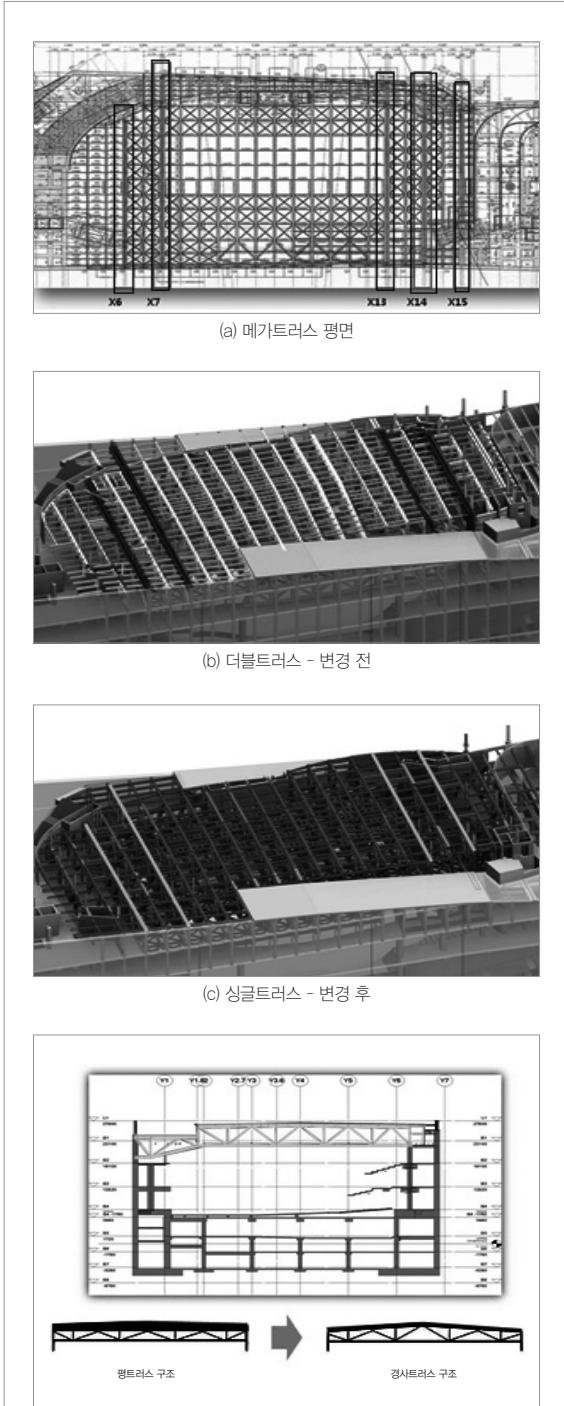
2-2. C0, C20 기둥 레벨 변경

대공간을 형성하게 해주는 Mega Truss의 수직하중을 받아주는 C0 기둥(H-450x450x35x55)은 최초 구조설계에는 없었으나 미국 BDD 구조사무소의 설계 진행과정에서 1층 Mega Truss와 외부 벽체의 접합방식이 Embed 형태로 되어 있던 것을 시공성과 구조적 안정성을 고려하여 외부벽체 내부에 C0 기둥을 추가로 설치하여 접합을 쉽게 하였다.

다만 시공사가 선정되어 있지 않은 상태에서 C0 기둥(H-450x450x35x55) 설치에 대한 공정 검토가 충분히 되어 있지 않아 지하 7층부터 C0 기둥을 설치하는 것으로 설계되어 있던 것을 당사가 시공사로 선정되어 검토가 이루어지게 되면서 시공순서를 고려하여 지하 2층에서부터 설치하여도 구조적으로 문제가 되지 않는 것으로 검토되어 [그림 6]과 같이 지하 2층부터 C0 기둥을 설치하는 것으로 변경하였다.



2-3. 메가트러스 변경

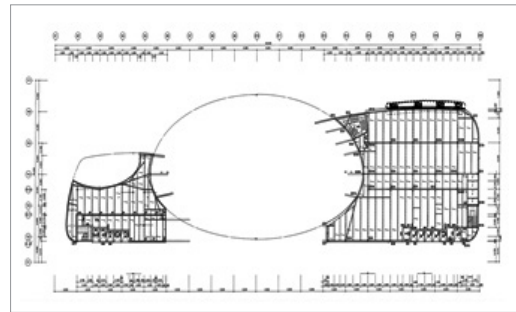


[그림 7] 메가트러스 변경

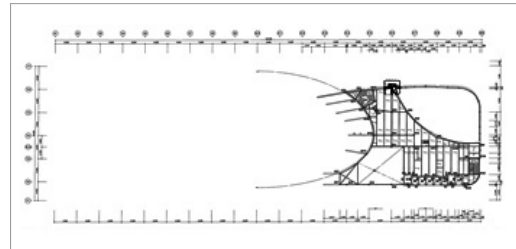
대규모 구조물인 Mega Truss를 전면 재검토하여 일부 설계되어 있던 더블트러스 부재를 싱글트러스 부재로 변경하고, 외벽 C0, C02 기둥을 이용하여 Mega Truss 부재인 BMT23과 기둥부재 C19, C19A를 삭제하는 것으로 검토하였다. 또한 싱글트러스에서도 트러스 상현재의 상부 레벨차에 의한 T형 철골부재가 있던 것을 삭제하고 트러스 자체 부재에 레벨을 적용하여 T형 철골부재를 최소화하여 공사비 절감을 가져왔다.

2-4. SC11 기둥 사이즈 변경

구분	원안	변경안
층수	Member	
13~14F	W360 x 421 (BH-425 x 409 x 32.8 x 52.6)	BH-500 x 430 x 20 x 40
12F	W360 x 744 (BH-498 x 432 x 55.6 x 88.9)	BH-500 x 430 x 20 x 40
10~11F		BH-500 x 430 x 40 x 85
5~9F		BH-500 x 430 x 30 x 70
3~4F		BH-500 x 430 x 40 x 80
B1~2F		BH-500 x 430 x 40 x 85



(a) 지하 1층~지상 12층 SC11 기둥 위치도



(b) 지상 13층~지상 14층 SC11 기둥 위치도

[그림 8] 기둥 사이즈 변경

SC11 기둥은 당초 설계가 지하 1층에서 지상 12층까지 동일 사이즈로 설계되어 있었으며, 철골 규격 또한 국산 규격이 아닌 W사이즈(미국 규격)로 설계되어 있어 자재 수급으로 인한 공기문제가

도 있었다. 이를 해결하고자 철골량 저감을 위해 부재를 세분화하고, W사이즈(미국 규격)를 국산 규격으로 변경하여 VE 설계를 수행하였다.

2-5. 방진설계 검토

교회 건축 특성상 예배실에서 예배가 진행될 때 차량 및 보행자 통행으로 인한 소음 및 진동에 대한 방진대책이 되어 있는데 지하의 본당에 영향을 미치는 서초대로 40길, 주차램프, 광장 부위에 차량 및 보행자 통행으로 인한 구조물의 진동 및 소음 영향성에 대하여 용역 실시 결과를 토대로 설계반영 분에 대한 방진대책에 대하여 검증하고 방진구간을 재검토하여 효율적인 VE를 수행하였다.

표 2 차량 및 보행자 통행에 대한 방진설계

방진설계 ① 진동응답 관련[판매 및 업무시설 ISO기준(정속사무실) : 1.0gal]

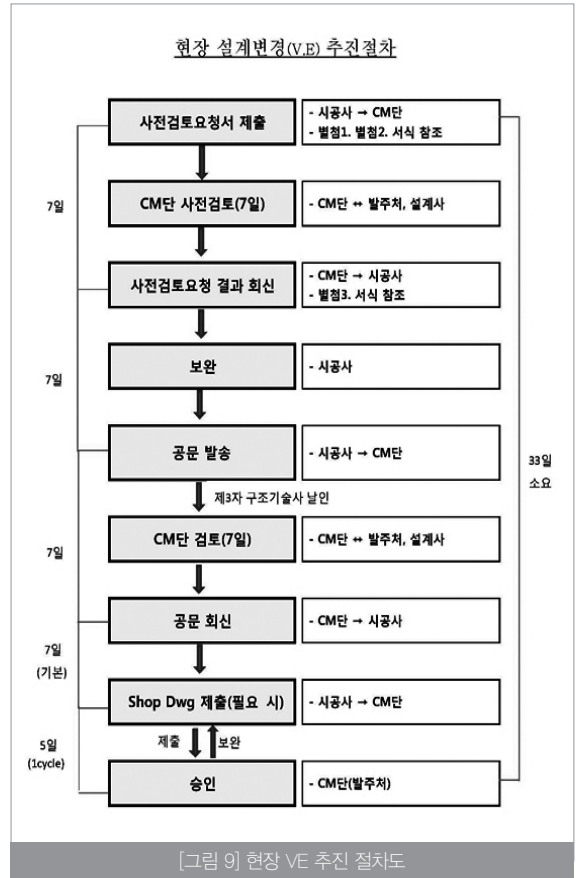
위치	진동원 형태	방진상태	최대 진동응답		평가
			중성주파수	진동응답	
참나리길	차량 운행	25mm 방진패드	12.5Hz	0.92gal	ISO 정속사무실 기준 1.0gal Line를 만족하는 수준
		25mm 방진패드	25.0Hz	0.87gal	
내부 램프	차량 운행	50mm 방진패드	12.55Hz	0.37gal	ISO 정속사무실 기준 1.0gal Line를 충분히 만족하는 수준
		25mm 방진패드	8.0Hz	0.32gal	ISO 정속사무실 기준 1.0gal Line를 충분히 만족하는 수준
공장	차량 운행	방진패드 삭제	8.0Hz	0.41gal	ISO 정속사무실 기준 1.0gal Line를 충분히 만족하는 수준

방진설계 ② 구조소음 관련[미국냉동공조학회(2007년) : 30~40dB(A), 영국 ISO기준(1996) : 37dB(A)]

위치	진동원형태	방진상태	구조소음	평가
참나리길	차량운행	25mm 방진패드	34dB(A)	교회 소음 환경에 적합함
내부 램프	차량운행	25mm 방진패드	37dB(A)	교회 소음 환경을 약간 상회, 추가 방진대책 필요함
		50mm 방진패드	30dB(A)	교회 소음 환경에 매우 적절함
공장	차량운행	25mm 방진패드	27dB(A)	교회 소음 환경에 매우 적절함
		방진패드 삭제	30dB(A)	교회 소음 환경에 매우 적절함

3. 현장 VE 추진절차

당 현장에서 VE 추진 시 발주처, CM단, 설계사 등과의 협의 및 진행 절차는 [그림 9]와 같다.



[그림 9] 현장 VE 추진 절차도

4. 맺음말

사랑의 교회가 2011년 9월 1일 건축공사 첫 삽을 뜬 지 2년이 훌쩍 지났다. 다양한 분야의 설계변경, 도심지 인접 부지의 잦은 민원, 짧은 공기 등의 주어진 여건으로 모든 현장직원들이 임무를 완성하기 위한 사명감을 가지고 늘 긴장된 날들을 보내왔다. 그렇게 숨 가쁜 와중에 현장 원가절감 및 VE 실현을 위해 수고해 주신 현장직원들과 본사 건축기술팀 등의 유관부서, 그리고 관계자 여러분들께 고마움을 전하며 이 글을 마친다. S