

금호아시아나 신사옥 리모델링 및 신축공사



이재원 상무
금호건설(주)
건설사업본부



임인식 대표이사
(주)한빛구조
엔지니어링



황규표 차장
금호건설(주)
건설사업본부

1. 서론

건축물의 지하층 골조가 완료되고 공사가 중단된 이후 상당 기간이 경과한 구조물의 공사 재개와 관련된 프로젝트, 특히 기존의 설계내용이 건축주의 요구 및 현실법규에 맞도록 변경되어야 하는 리모델링을 포함하는 경우는 일반적인 신축공사와는 달리, 기 시공된 구조물과의 관계에서 고려되어야 할 변수들이 다수

존재하기 마련이며 이로 인해 여러 측면에서 복잡한 상황이 초래되기도 한다.

이런 상황을 피하기 위해 기존 구조체를 모두 철거하고 신축을 통해 건축물을 완공할 수도 있으나, 이런 방법은 철거로 인한 공기지연이나 공사비 증가 문제뿐만 아니라, 근래 거의 모든 분야에서 주목하고 있는 환경 측면에서 제고가 필요한 선택이다.

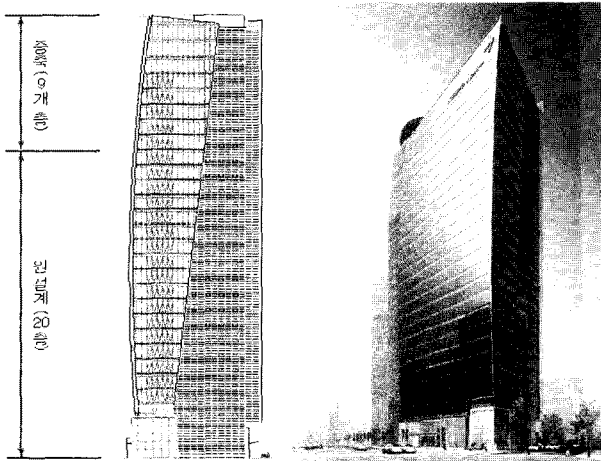
그 이유는 설계기획 단계부터 기존 구조물을 최대한 이용할 수 있는 방안에 대한 적절한 기술검토를 통해, 리모델링을 포함하는 프로젝트에서 발생할 수 있는 문제점을 상당부분 해소할 수 있는 대안을 충분히 마련할 수 있기 때문이다.

이런 면에서 금호아시아나 신사옥 리모델링 및 신축 공사는 설계단계부터 합리적인 계획수립과 대안제시, 효율적 공사관리를 통해 프로젝트를 성공적으로 수행한 모범적인 사례로서 제시할 수 있다.

서울시 종로구 신문로에 위치한 대상 건물은 1993년 지하7층부터 지상1층 바닥까지 시공이 완료된 이후 공사가 중단된 상태에서 공사가 재개되기까지 10년 이상 존치되었던 건물로서, 기 시공된 지하층의 개보수 및 지상층과 골조를 연계하는 리모델링 그리고 신축에 관련된 설계와 시공과정 전반이 본 프로젝트의 범위에 포함되었다.

본 프로젝트에서는 기존 지하층 구조체와 연계된 지상층 구조시스템의 합리적 설계와 증축, 설계 변경에 따른 기존 구조체의 최적보강, 신규 구조체 접합구간의 품질확보 등이 주요 사항으로 고려되었으며, 시공 효율성 및 경제성 역시 업무수행을 위한 종합적인 견지에서 고찰되었다.

여기서는 이들 사항을 중심으로 구조물의 리모델링과 신축이 공존하는 프로젝트를 수행하면서 체득한 기술적 경험을 소개하고자 한다.



(a) 입면도

(b) 조감도

그림 1. 금호아시아나 신사옥

2. 프로젝트 개요 및 수행계획

2.1 설계변경 개요

대상 건물은 설계변경 계획 시, 1층 바닥 철거 및 지하 7개층의 개보수를 통한 존치 그리고 코어위치 변경에 따른 지하층 부분철거와 9개층 증축이 확정되었으며, 지하층의 실용도가 변경되었다. 건축개요 및 구조변경과 관련된 사항들은 각각 표 1과 표 2에 보이는 것과 같다.

표 1. 건축물 일반개요

공사명	금호 아시아나 신사옥 신축공사
대지위치	서울특별시 종로구 신문로 1가
시공/설계/구조	금호건설/삼우설계/한빛구조엔지니어링
대지면적	3,958.80 m ²
연면적	60,628 m ²
건축면적	1,361.02 m ²

설계변경의 주요 내용은 9개층 증축(옥탑 2개층 포함), 지상1층 바닥 철거, 기존 양단코어(지상층~지하 7층)의 중앙코어로 변경(지상층~지하3층) 그리고 지하층 램프 폭 확장 등이다(그림 2, 그림 3).

이러한 설계변경은 지하3층 바닥까지만 근입되는 코어벽체 하중의 전이, 신·구 구조체 간의 하중 전달요소(수직재 및 기초)의 보강 및 연결, 그리고 1층 바닥

표 2. 주요 구조변경 사항

		변경 전	변경 후
구조	지하	RC구조	RC구조
	지상	SRC구조	SRC구조
규모	지하	7개층	8개 층(일부구간)
	지상	20개층	29개 층(옥탑 2개 층 포함)
	높이	약 80m	118.8m
코어	위치	Dual Core	중앙 Core
	설치	기초에 정착	지하3층에서 전이
램프확장		3.6m	3.8m
실용도 변경		지상1층 설계변경 - 철거후 재시공 지하층 용도변화 - 보강	
신규 코어부		기 구조체 철거 및 전이보 설치(B1-B3F)	
기초구조 (보강없음)		지내력($f_c = 200t/m^2 \rightarrow f_c = 375t/m^2$) 코어내부 경간 기둥 - 지하4층까지 철거 기존 부력앵커 부분 철거	

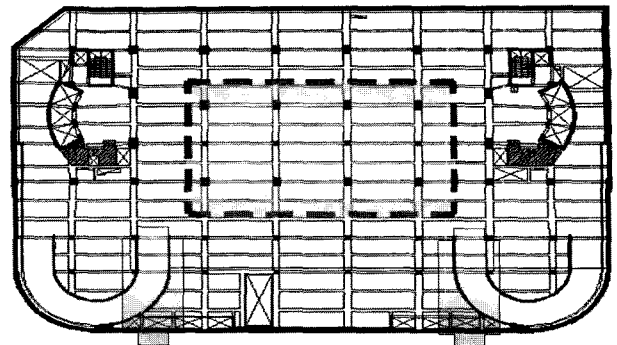


그림 2. 설계변경 전 평면 (지하층 typ.)

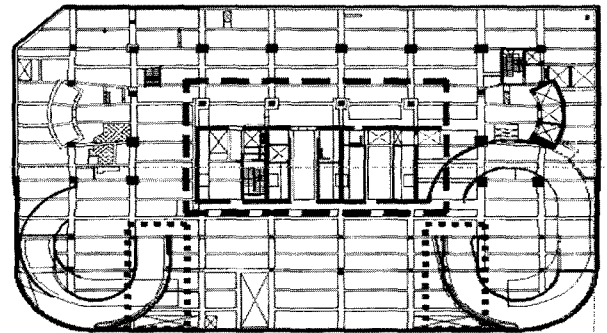


그림 3. 설계변경 후 평면 (지하층 typ.)

철거에 따른 시공 중 토압안전성 확보 등 전반적인 구조검토와 변경을 필요로 하는 수준이었다.

2.2 기존 구조물의 상태 파악

지하층에 해당하는 설계변경 및 지하-지상층이 연계된 구간에 필요한 리모델링 그리고 신축을 위한 합리적 구조계획을 위해 기존 구조체의 실제 시공상태 및 노후화 정도 등 존치부의 현황파악이 요구되었고, 이들 사항은 정밀안전진단을 통해 확인하였다.

정밀안전진단 결과, 외관조사에서는 자재방치 및 노출된 철근의 녹 발생 등으로 골조 상태에 대한 우려가 있었으며 실제 외기에 노출된 지상1층은 노후화가 상당히 진행되었다. 그러나 지하층 골조는 장기간의 공사중단에도 불구하고 상태가 매우 양호하였다(그림 4, 그림 5).

2.3 프로젝트 수행계획

본 프로젝트 수행의 개략적인 흐름은 그림 6에 나타난 바와 같다. 정밀안전진단을 토대로 기존 골조도

면을 작성하고, 이를 근거로 신·구 구조체를 연계하는 신·구 구조설계 및 도면을 작성하였다.

구조변경 방안은 대안설계와 구조검토를 거쳐, 전체 구조물의 안전성 및 경제성 확보 그리고 향후 유지관리를 고려하여 최종안을 확정하였다.

공사 중에는 구조엔지니어가 현장에 상주하여 실제 현장여건 및 설계 의도를 골조 시공에 반영하여 보강공사 시 시행착오에 의한 품질저하가 발생하지 않도록 관리하였다.

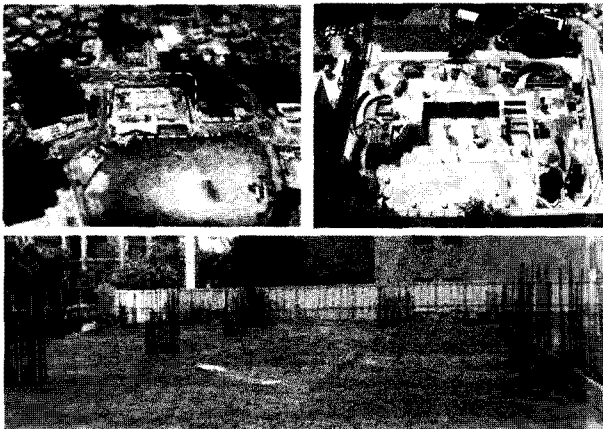
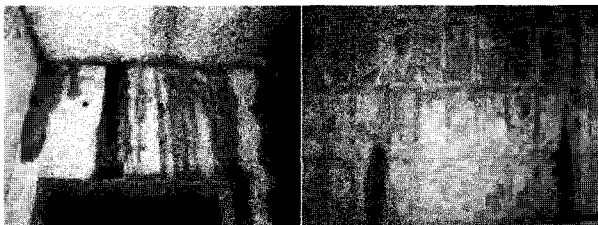


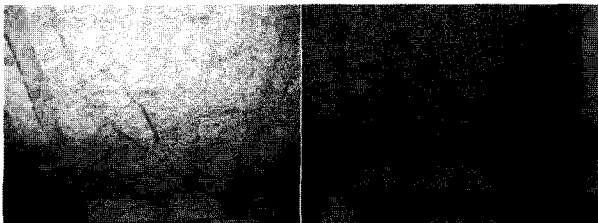
그림 4. 공사재개 전 존치부 현황



(a) 콘크리트 박리·박락



(b) 접합부 및 지하외벽 누수



(c) 슬래브 균열 및 국부파괴



(d) 철근부식 및 콘크리트 노후화

그림 5. 기존 구조물 정밀진단

3. 구조변경설계 및 적용

3.1 구조변경 계획 수립

대상 건물은 지하7층의 구조물이 완성된 상태에서 설계변경(증축 및 용도변경)이 이루어진 것이므로, 신·구 구조체의 연계를 고려한 구조시스템 결정이 요구되었다.

표 3. 구조변경 설계 방침

안전성	<ul style="list-style-type: none"> 기존 기초 및 수직부재의 안전성 확보 연직하중에 대한 안전성 확보 횡하중(지진, 풍하중)에 대한 안전성 확보
사용성	<ul style="list-style-type: none"> 연직하중에 대한 과도한 처짐 방지 횡하중에 대한 사용성 확보 진동소음의 최소화
내구성	<ul style="list-style-type: none"> 기존 구조체 보강시 내구성 확보
경제성	<ul style="list-style-type: none"> 구조계획의 단순화 및 모듈화 부재의 최적화설계
품질확보 및 시공효율성	<ul style="list-style-type: none"> 현장작업의 단순화 및 표준화 기존 구조체 보강시 시공품질관리

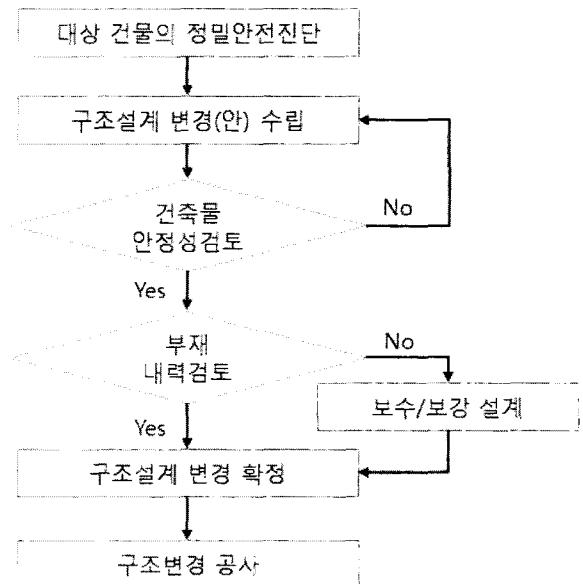


그림 6. 프로젝트 수행 흐름도

따라서 구조변경 계획시 기존 골조의 철거 및 부재 보강을 최소화하면서 구조물의 성능을 확보하기 위하여, 표 3과 같이 설계방침을 마련하고 설계변경에 따라 수반될 수 있는 문제들을 검토하였다. 이 설계방침은 구조계획의 실현 가능성 및 효율성 판단의 근거가 되고, 기존 구조체의 상태를 고려한 신규 구조물의 유기적 결합을 위한 최적의 구조설계를 도출하는 지표가 되었다.

3.2 구조변경설계

앞 절의 설계방침을 토대로 구조변경 설계시 검토된 주요한 사항들은 지상층의 횡력저항시스템 구성 방안, 코어벽체의 하중전이, 기존 구조체의 안전성 그리고 램프 구간 변경에 따른 소요부재의 내력 확보 문제 등이다.

3.2.1 지상층 구조시스템

지상층 구조시스템은 구조물의 규모 및 경간 그리고 지하층과의 연계에 따라 다양한 변수가 고려된다. 수직저항시스템은 16m의 장경간에 대해서 철골보+SRC기둥으로 설계하고 층고를 고려하여 보의 양측 면으로 설비 Duct를 배치하였다.

횡력저항시스템으로는 중앙부 코어가 횡력을 지지하는 건물골조시스템을 선정하였으며, 이때 Frame(기둥+저더)은 횡력저항 요소인 코어의 변형에 대한 변형적합성을 확보하였다.

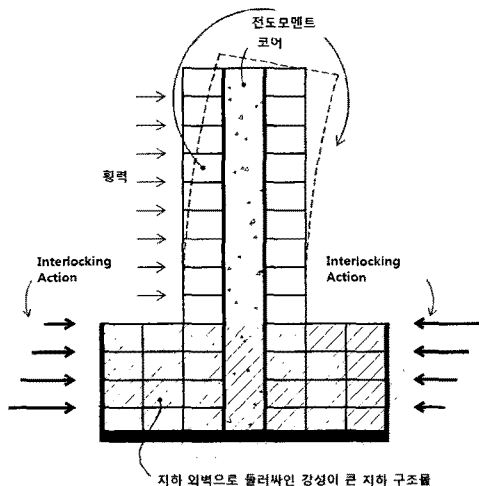


그림 7. 코어벽체의 지하층 근입에 따른 Interlocking 효과

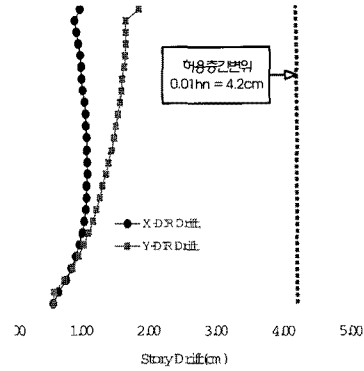


그림 8. 지진하중에 의한 층간변위 검토

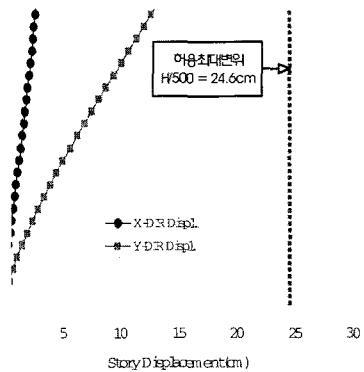


그림 9. 풍하중에 의한 최대변위 검토

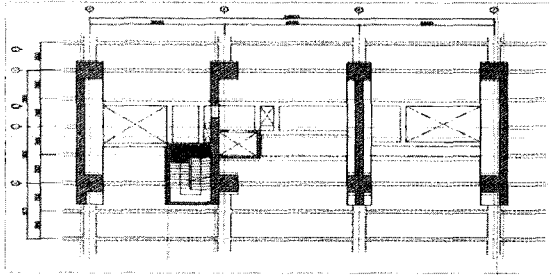
설계 변경된 중앙의 코어벽체는 지상1층 바닥부터 기초까지 근입 층수에 대한 검토를 수행한 결과, Interlocking 효과에 의한 지상층 횡변위 제어기능을 충분히 만족하고 지상층 골조의 경제적 설계 및 지하층 철거와 보강을 최소화할 수 있도록 지하3층 바닥까지 근입하는 것으로 결정하여 관련 상세 설계를 진행하였다.(그림 7~그림 9).

3.2.2 코어부 벽체의 전이

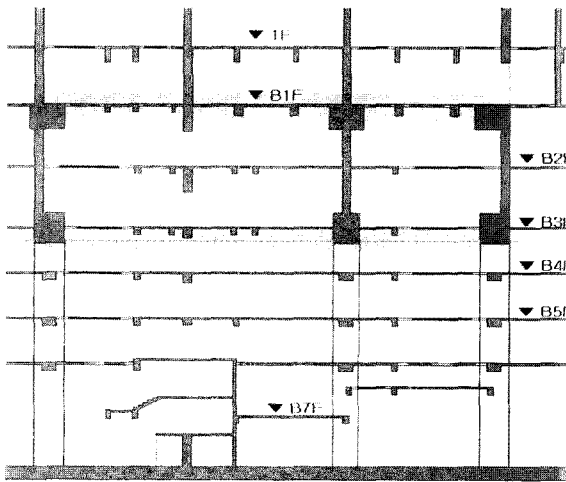
지상층 코어 벽체를 1층에서 전이하는 경우, 횡저항 요소로서 코어의 interlocking 효과가 감소하여 전도 모멘트나 횡변위가 크게 발생하고, 이에 따른 수평변위 발생을 억제하기 위한 지상층 골조 물량이 대폭 증가하게 된다. 또한 코어를 지하7층 기초까지 근입하는 것은 지하층 골조의 철거량 증가로 인한 공사비 및 공기 지연이 발생하는 것으로 검토되었다.

그러므로 중앙코어를 지하 3층까지 근입하는 것이 가장 합리적 대안으로 검토되었으며, 또한 기존 지하

층 골조에 전달되는 중앙 코어의 하중의 분산기능을 위해 3개 층(지하1층~지하3층) 기둥 구조체와 연계되는 전이 구조체를 형성하였다(그림 7, 그림 10).



(a) 평면



(b) 단면

그림 10. 코어벽체 전이 구조체 형성

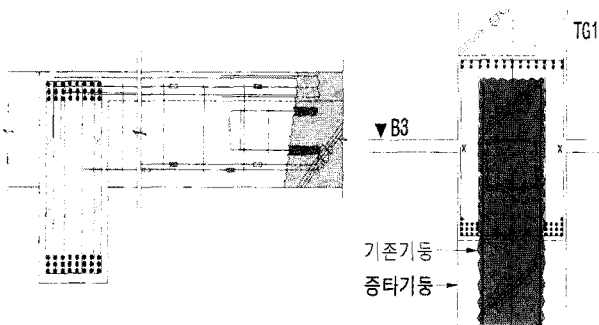


그림 11. 신·구 보 접합 및 B3F층 코어 전이보 단면

또한 중앙코어의 지하3개 층 근입에 따른 Interlocking 효과로 지하 1층의 외부 옹벽에서 발생하는 전단력에 대응하기 위해, 1층 바닥 및 지하외벽 일부 철거시 지하외벽에 전단키를 설치하고 앵커를 추가하여 내력을 증가시

켰다(표 4, 그림 13).

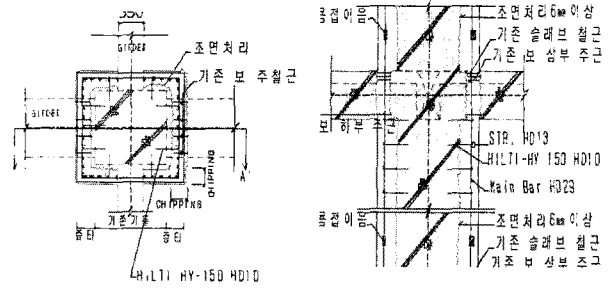


그림 12. 기둥 단면증대 일반상세

표 4. 지하외벽 내력증가 예

구 간	옹벽두께		응력			부재내력		
	두께 (mm)	길이 (m)	Pu (tf)	Mu (tf·m)	Vu (tf)	φPn (tf)	φMn (tf·m)	φVn (tf)
A	300	48.2	409	13,962	5,121	3,428	116,954	3,227
B	300	48.2	269	9,687	3,802	3,428	116,954	3,227



그림 13. 지하외벽 앵커 설치 및 테스트

3.2.3 기초 구조체 안전성 확보

지반 재조사 결과, 지하수위는 GL(-)17.2m 하부에 위치하고 있어 부력에 의한 별도의 보강 조치는 필요치 않았다.

9개층 증축으로 인한 추가하중에 대해 기초보강 공법은 여러 방안이 가능 하였으나 본 프로젝트에서는 1) 증축시 하중의 지하층 전달 경로 최적화, 2) 지반 재조사에 따른 지반의 지내력 향상(지반 R.Q.D: 35~93%인 연경암층, 지내력 $f_c = 375t/m^2$ 이상 확보), 3) 기 시공된 기초의 상세조사(두께 및 배근, 강도)를 통해 기초부 보강없이 그 안전성을 확보하였다. 다만, 기 설치된 부력 방지용 Rock Anchor는 부분 철거하여 추가의 소요 지내력 증가요인을 제거하였다.

3.2.4 램프 확장

지하 6개 층까지 연결되는 기존 램프의 폭 확장공사는 1) 스트럿 보강 및 서포터를 통해 토압 및 시공시 안전성을 확보하는 가설공사, 2) 기존 램프벽체 및 슬래브와 보를 철거하는 철거공사, 3) 신규 구조체의 결합에 따른 신설 및 보강공사의 순서로 공사계획을 수립하여 진행하였다(그림 14, 그림 15).

3.3 지하층 리모델링

본 프로젝트의 지상층 공사를 코어선행으로 진행하기 위해서는 지하층 코어부의 신속한 철거 및 신설공사가 요구되었다. 또한 기존 지하층의 구조변경 구간이 신설 코어 구조체와 연계되므로 공기단축 및 품질을 확보하기 위해 다음과 같은 주안점을 두고 공사계획을 수립하였다.

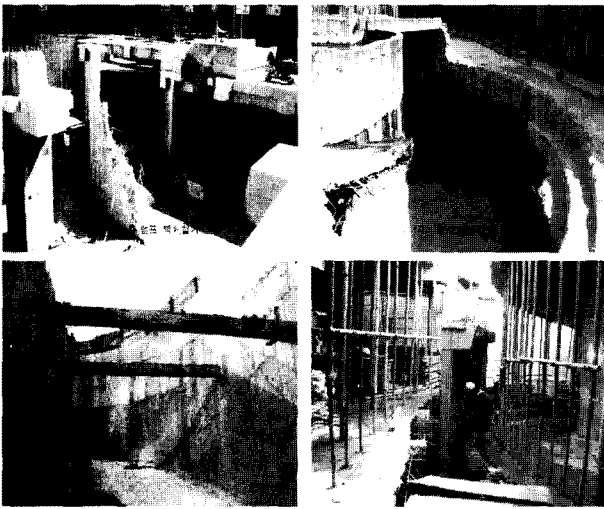


그림 14. 램프폭 확장 구간 철거

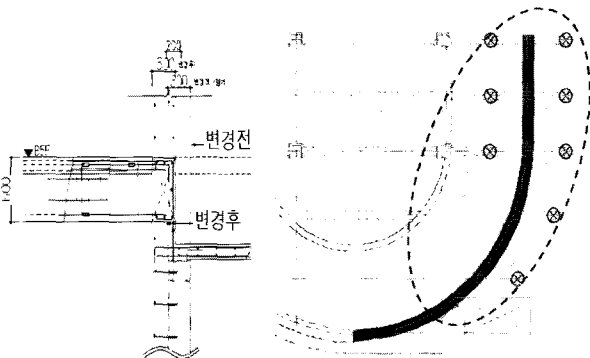


그림 15. 램프폭 확장공사 평단면 상세

첫째, 철거공사는 기존 구조체 2차 하자 방지 및 건전성을 확보하기 위해 가설 및 철거계획(동바리, 철거장비 및 공법, 양중, 반출, 철근존치, 신규 구조체 이음 등)을 수립하여 진행하였고, 기존 구조체의 무게 및 부피를 고려하여 철거한 후 현장 내 파쇄장소로 옮겨 반출이 용이하도록 하였다.

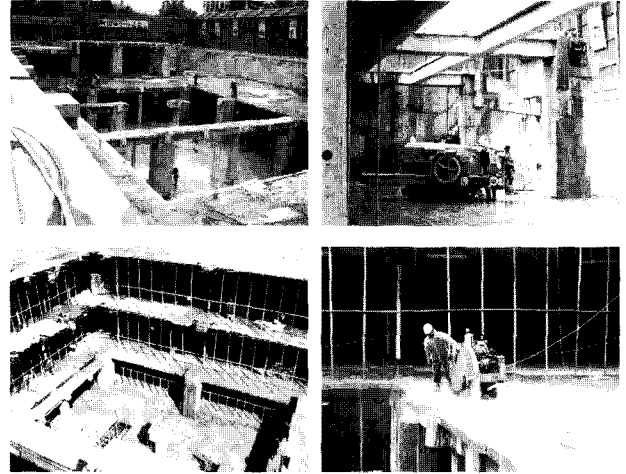


그림 16. 1층 및 지하층(중앙 코어부) 철거전경

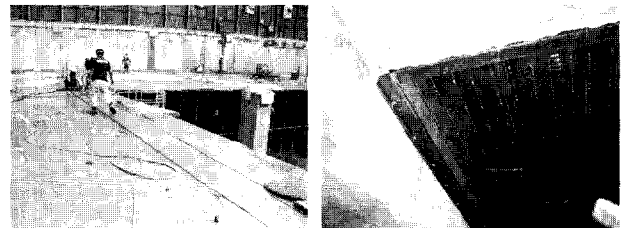


그림 17. 2차 철거 및 슬래브 접합부 보강

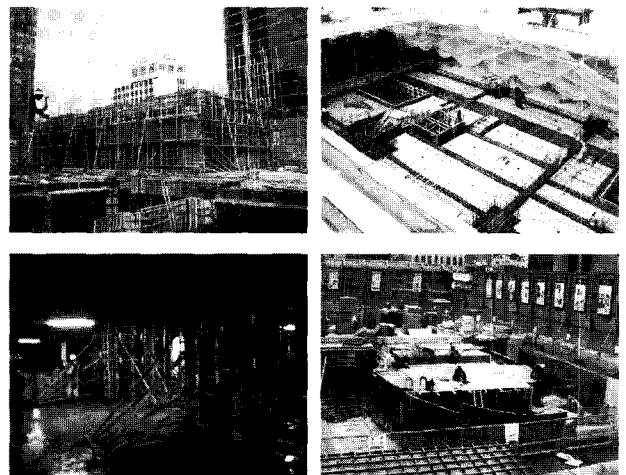


그림 18. 지하층 보강 및 신설 / 지상층 코어선행

둘째, 주공정인 지상층 공사와 연계되는 지하층 철거 및 신설공사(지하3층~지상1층 중앙 신설 코어부)는 노무 및 공사물량을 기준으로 구간별 조닝계획을 통해 증축부 지하층 수직부재 보강(지하7층~지하4층, 일부는 지하층 전체)공사와 동시에 진행하였으며 이를 통해 공정간 혼선을 최소화 하였다.

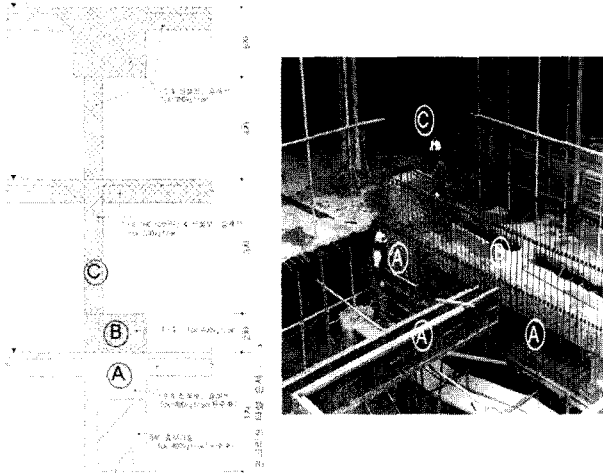


그림 19. 콘크리트 타설계획

셋째, 지상층 코어선행과 철골공사를 진행하는 동안 공기에 영향을 주지 않는 지하층 코어부 이외의 변경 공사는 외기 영향을 받지 않으므로 품질확보를 최우선으로 진행하였다.

이와 같이 리모델링 및 리모델링 시의 구조체 공사는 철거의 방법이나 골조상태 그리고 공사 순서에 의

해서 그 품질이 확보될 수 있다. 그러므로 공사전 교육 및 공사 방법에 대한 작업지시 그리고 단계별 검측과 시험 계획에 따라 공사를 진행하여야 하며 현장발생 문제점에 신속하게 대응하여야 한다. 본 프로젝트에서 신규 구조체 철근이음은 열 가열 부위 최소화 및 시공 용이성(철근간섭 및 철거 최소화) 그리고 접합 속도 측면에서 효과적인 CO₂ 가스용접법을 채택하였다.

4. 지하층 리모델링 효과

4.1 공사비

일반적으로 고층건물의 신축 시, 지하층이 깊어질수록 지하구조물 공사가 전체 공사비에서 차지하는 비율 또한 증가하는 경향을 나타내므로, 대상 건물도 지하층이 리모델링 대신 신축되었다면 유사한 결과를 보일 것으로 예상할 수 있다.

그러나 본 프로젝트에서는 지하층의 리모델링을 추진함으로써, 신축 대비 토공사(본 프로젝트의 경우, 되메우기 포함), 철거공사 및 골조공사의 공사비를 절감하는 효과를 얻을 수 있었다. 또한 그림 21에 보이듯이, 상대적 골조공사비가 저층부일수록 증대된 만큼 절감효과도 커지는 것을 알 수 있다.

그림 22는 건물 전체의 공종별 공사비 분포를 나타낸 것으로, 여기서는 신축과 리모델링에 따른 공종별

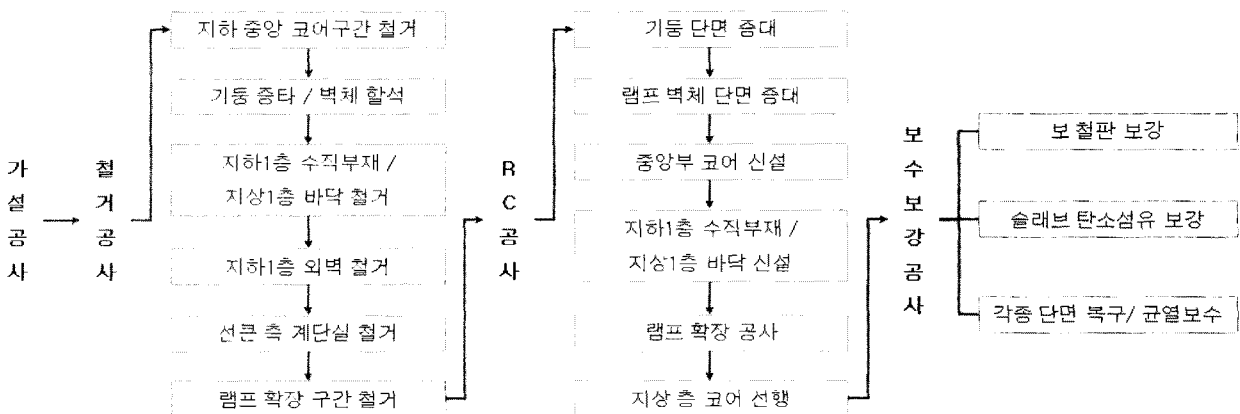


그림 20. 지하층 구조변경 적용 흐름도

공사비 절감비를 확인할 수 있다. 이 개략적인 비교를 통해서, 지하층의 리모델링으로 토공사 및 지하층 골조공사에서 감소한 공사비는 전체 공사비 대비 10% 이상인 것을 알 수 있다. 또한 위의 공종별 공사비 분포를 지하층만으로 국한시켜 분석하면, 리모델링 효과는 보다 확실해진다(그림 23).

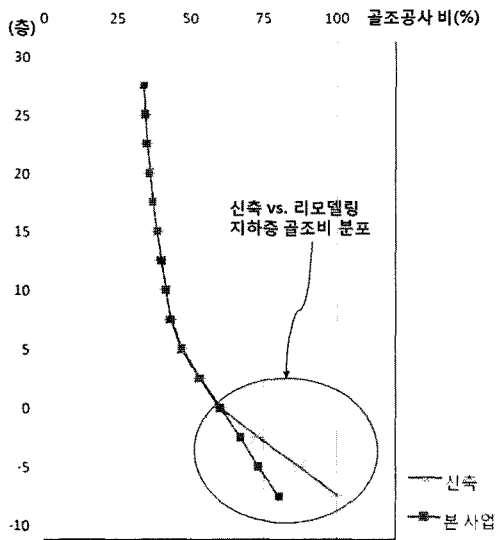


그림 21. 신축 vs. 리모델링 증별 골조공사비 상대 비교

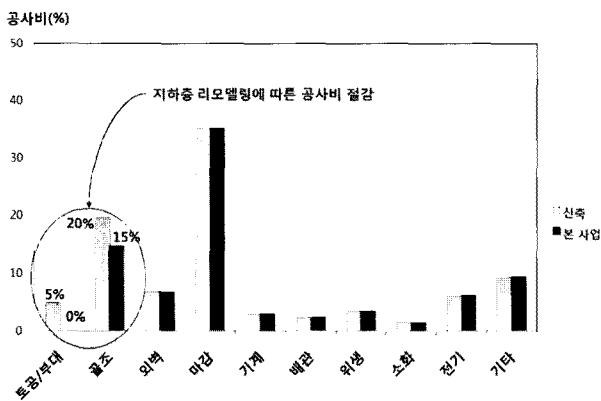


그림 22. 신축 vs. 리모델링 공종별 공사비 분포

이 외에, 지하층 골조가 완료되고 10년 이상 경과한 시점에서 설계변경(지하7층, 지상20층→지하8층, 지상29층)되어 준공됨에 따른 건물의 가치 상승 및 공기단축에 의한 금융비용의 절감도 존치부 리모델링 효과로서 고려될 수 있다.

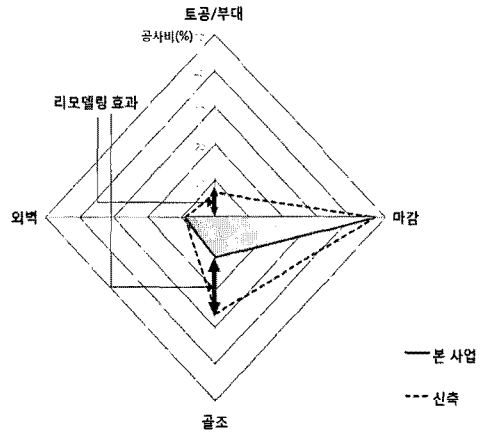
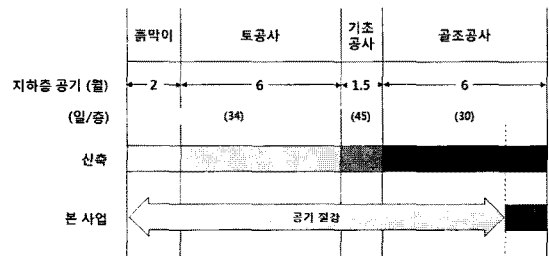


그림 23. 지하층의 공종별 리모델링 효과

4.2 공사기간

고층건물의 신축 시, 지하층 축조에 따른 공기는 전체 공정에 상당한 영향을 미치게 된다. 본 프로젝트는 공사 중단 후 장기간 존치된 지하층의 기존 골조를 지상층 골조와 연계하는 리모델링 계획을 도입함으로써, 신축 공사시에 소요되는 공기를 대폭 단축할 수 있었다.

지하층의 신축 시, 일반적으로 토공 및 골조공사에 소요되는 기간은 약 15개월 이상이다(그림 24). 그러나 본 사업에서는 일부 골조에 국한된 보수 및 신축만으로 약 13개월 이상의 공기를 단축할 수 있었다. 이것을 전체 철거를 통한 신축과 비교할 경우, 철거 기간을 포함하여 공기단축 효과는 훨씬 커질 것으로 예상할 수 있다.



Note 1) 지하7 개층 신축공사 고려, 1층 바닥 제외
2) 신축 시 철거기간 제외

그림 24. 신축 vs. 리모델링 지하층 공기 비교

4.3 사업 및 기술관리

4.3.1 사업관리

일반적으로 설계 및 견적 완료 후 공사비의 예산 초

과 여부를 파악할 경우 예산관리가 어려우므로 본 프로젝트에서는 기획, 설계단계에서부터 예산을 고려하여 설계, 시방내용을 사전에 조정하여 원가를 적절히 배분하는 Cost Planning과 설계단계에서 시공성을 검토하는 System Engineering 그리고 시공시 Cost Management 활동 기법을 도입하여 사업비를 관리하였다.

장기간 공사가 중단된 구조물의 공사재개시, 증축 및 지상층의 대규모 설계변경 그리고 기존 구조체 노후화에 대한 우려에 의해 기존 골조 전체를 철거하고 재시공하는 안이 검토되었다. 그러나 실제 부재의 노후화는 외기에 노출된 일부분에 국한되었으며, 정확한 평가를 통한 신규 구조체를 연계하는 기술은 현재의 기술적 측면에서 충분히 가능하므로 리모델링 건설공사의 C.P.Q(공사비/공기/품질) 및 사업성 측면에서도 효과가 크다고 할 수 있다.

또한 일반 신축공사 현장에서도 빈번히 발생하는 문제이지만 리모델링 공사에서 가장 중요한 요소 중 하나는 현장여건 및 공사방법에 따라 완공시 그 품질을 확인할 수 있는 실제적 방법이 없으므로, 공사 진행시 설계의도가 충분히 반영됨을 확인할 수 있고 현장변화에 즉시 대응이 가능하도록 엔지니어의 현장참여가 필수적이라고 할 수 있다.

4.3.2 기술관리

근래 주목받고 있는 건물의 장수명화 기법이나 유지관리 그리고 환경을 고려한 Green Building의 기술적 측면에서 본 프로젝트의 성공은 다음과 같은 의미가 있다고 할 수 있다.

첫째, 기존 장기간 경과된 구조물에 증축 및 리모델링을 고려한 리모델링 기술 적용의 가능성 및 성과의 확인

둘째 기존 구조체 철거공사 최소화 및 적절한 리모델링 기술을 통한 인접건물 피해(지반 변위에 따른) 및 민원(공사소음, 분진 등) 그리고 건설폐기물의 대량 발생으로 인한 환경오염 문제의 최소화

셋째, 기획 및 설계단계에서부터 시공자와 엔지니어의 사업관리 및 기술적 대안확보를 통해 건설공사의

공사비 절감을 통한 사업수지 증대 등이라고 할 수 있다.

5. 맺음말

본 프로젝트는 10년 이상 경과된 기존 지하구조물을 철거하지 않고 리모델링 공사를 수행하여 전혀 새로운 지상 29층의 건축 구조물을 신축하는 프로젝트로서 계획단계에서부터 철저한 구조적인 타당성 검토가 수행되었으며, 정밀안전진단에 의한 기존 구조물의 정확한 현황파악을 토대로 기존 지하 구조물이 신설 지상 구조물을 효과적으로 지지할 수 있도록 설계되었다.

지하 구조물 리모델링시 최신 기술과 공법이 적용되었고, 설계 단계에서 시공사, 건축설계사와의 긴밀한 업무협조를 통해 C.P.Q(공사비/공기/품질)을 확보할 수 있는 공법을 선정하여 적용하였다. 또한 구조설계자가 현장 구조감리를 통해 설계자의 의도가 정확하게 시공현장에서 구현될 수 있도록 상주하여 관리 감독하였다. 따라서 금호 신사옥 건설공사 프로젝트는 기존 구조물의 리모델링과 관련하여 기술경쟁력을 한 단계 끌어 올린 건축물이라 자부할 수 있다.

향후 도심지내에 위치하는 기존 건축물의 노후화 및 사회 환경의 변화에 따른 증개축 또는 리모델링의 도입 시에도 본 프로젝트와 같은 접근방식의 도입을 적극적으로 추천하며, 이 경우 공사비, 공기뿐만 아니라 환경적인 측면에서도 유리한 결과를 도출할 수 있을 것이다.

한편, 본 프로젝트를 진행하면서 느낀 가장 큰 즐거움 중의 하나는 공사관계자와 구조엔지니어가 현장에서 공기단축과 품질확보 그리고 경제성 확보를 위해 진지하게 노력하였고 그에 상응하는 구조물이 완성되어 가는 모습을 현장에서 직접 목격할 수 있었던 것이다.

공사 여건상 설계 및 공사시의 사전대응에 어려움이 많았지만, 모두 하나가 되어 최고 품질의 건물을 완공하겠다는 일념으로 프로젝트를 무사히 완성할 수 있었다.

본 건물의 완공을 위해 헌신의 노력을 아끼지 않으신 여러 관계자 분들께 지면을 빌어 다시 한 번 감사를 드린다.