

특 집

|| 콘크리트 구조물의 리모델링 ||

리모델링의 기법 및 방법

- The Technique and Method of Remodeling -



최호철*
Choi, Ho Cheol

1. 개 요

우리나라는 전후의 재해복구가 대대적으로 이루어져 근대 도시가 형성되었고 수 차례의 도시개발사업으로 현재의 대도시로 변모되었으나, 최근에 이르러 도심지 대형 건축물은 급속히 노후화되고, 또한 경제 성장의 급성장으로 인하여 사회적으로는 보다 쾌적한 거주환경을 필요로 한다. 그러므로 도심지 내의 노후 건물은 새로운 리모델링을 요구하고 있으며 이러한 리모델링 시장은 건설시장의 새로운 수요를 창출하며 급성장하고 있다.

건축물은 최초 건축 후에 시간이 경과하고 기술발전과 사회의 변화에 따라 신축 당시의 성능과 기능은 낙후되어 시대가 요구하는 첨단기능의 구비와 최적의 사용성 및 안전성을 유지할 수 없게 되어 이의 개선활동인 리모델링이 점점 요구되고 있으며, 이러한 요구에 의하여 건축물의 성능과 기능을 향상시킴으로써 건축물의 사용성 변경과 기능성 향상 및 구조물의 수명을 연장시키는 활동이 리모델링이다. 건축물의 리모델링은 어떤 공사를 불문하고 건축 공사이다. 특히, 리모델링 공사는 건축물의 신축과 달리 현존하는 건축물을 대상으로 하는 공사이기 때문에 신축 공사에는 없는 특징이 있다. 첫째, 조사·진단의 순서를 반드시 거쳐야 한다는 것이다. 현존하는 대상 건축물의 상태를 우선 정확히 파악해야 한다. 이때 현존 건축물에 대한 설계도서는 참고 자료는 될 수 있지만 현재 건축물의 상태를 기술적으로 판단하고 건물의 용도 변경에 적합한 보

수·보강의 진단 설계를 함으로서 건축물 신축에 비하여 리모델링 시에는 조사·진단 등의 과정이 특히 중요하다. 둘째, 이러한 조사·진단의 결과에 따라 리모델링의 설계단계로 넘어갈 수 있다.

결국 리모델링은 기존 건축물의 주어진 상황, 활용가능성, 건물주 또는 사용자의 요구조건 등을 반영하여 가장 경제적인 설계·시공을 제시해야 한다. 이에 본고에서는 리모델링이 건물 신축과는 다른 특징을 가지고 있으므로 이에 충분한 노하우를 익히는 것도 매우 중요하다고 생각하여 리모델링의 기법 및 방법에 대해서 간략하게 기술하였다.

2. 리모델링의 개념

2.1 리모델링의 정의

리모델링은 신축, 재건축과는 구별되며 기존 건물의 유지보수, 증·개축, 재수선 등을 포함하는 넓은 개념으로 이해되고, 기존 건축물의 기본골격은 유지하면서 시설의 노후화를 억제하거나 그 기능을 향상시켜 건물의 물리적·사회적 수명을 연장하여 부동산 가치를 극대화하는 것이다.

2.2 용어 정의

건축물의 리모델링의 활동을 명확히 규정하는 단어는 아직 없지만 사용되는 단어들은 다음과 같다.

① CIB(국제건축연구정보회의)의 W-70 위원회(Maintenance

* 현대산업개발 구조설계팀 부장

and Modernization)에서 논문 중에 사용하는 단어

- refurbish · rehabilitation

② 미국에서 사용되는 단어

- remodeling

③ 일본에서 사용되는 단어

- reform

④ 일본건축학회 발간 “건축물의 내구계획에 관한 개념”에서 언급된 단어

- maintenance and modernization(보전) : 기능, 성능을 사용목적에 적합하게 유지 또는 개량하는 행위
- repair(수선) : 성능, 기능을 현상 또는 사용상 지장이 없는 상태까지 회복시키는 것
- improvement(개수) : 열화된 건축물 등의 성능, 기능을 초기 수준 이상으로 개선하는 것
- renovation(개조) : 기존 건축물 등의 일부를 변경하는 것
- amendment(보수) : 부분적으로 열화된 부위 등의 성능, 기능을 사용상 지장이 없는 상태까지 회복시키는 것
- renewal(갱신) : 열화된 부재, 부품이나 기기 등을 새로운 것으로 교체하는 것
- refinishing(개장) : 건물 내외장 등의 마감 부분을 교체하는 것
- restoration(복구) : 열화된 건축물 등을 초기와 같은 상태로 회복시키는 것
- reform(개량) : 건물 및 그 부위, 기기 혹은 시스템의 성능이나 기능을 현재 요구되는 수준까지 개선 또는 변경하는 것

이상과 같이 정확한 사용 용어는 아직 규정되어 있지 않다고 볼 수 있으나, 국내에서는 리모델링(remodeling)이라는 용어를 가장 많이 사용하고 있다.

2.3 리모델링의 흐름도

건축물의 리모델링은 소유자, 이용자, 관리자 등의 요구 발생에서 시작된다. 그리고 현상파악, 조사·진단, 기획·설계, 비용계산 등을 거쳐 설계, 견적, 공사계약, 시공, 인도, 완공 후의 조정, 사후관리로 이어지는 흐름이 건축물의 리모델링으로 전개될 수 있다.

3. 조사·진단

3.1 조사·진단의 내용

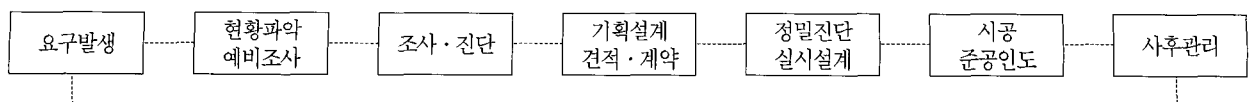


그림 1. 건축물 리모델링의 흐름

3.1.1 현상파악-조사

기존 건물의 리모델링을 실행하는데 있어서는 신축의 경우와 달리 기존 건물의 현상태를 파악하는 ‘현상파악’의 단계를 거치는 데 이 현상 및 상태를 객관적으로 사실 그대로의 현상으로서 기록하여 도면화하는 것이 현상파악-조사의 행위이다.

3.1.2 조사·진단의 중요성

리모델링에서 피해갈 수 없는 단계인 조사·진단은 최소한 리모델링의 열화 개선공사 하나만 보더라도 건물의 수명 보존 및 유지, 연명책에 중대한 영향을 끼친다는 것을 알 수 있다. 즉, 아무리 리모델링의 시공자체가 우수하더라도 그 출발점인 조사·진단이 적절치 못하다면 그 리모델링의 종합평가는 아무런 기대도 할 수 없는 것이다.

3.1.3 조사·진단방법 선택의 중요성

조사방법은 육안조사나 해머 등 간단한 기구를 이용하여 절단 등의 파괴를 동반하지 않고 실시하는 간단한 방법에서부터 전용 검사 기구류를 이용하여 파괴에 이르는 고도의 방법까지 여러 가지가 있다. 방법의 선택은 리모델링의 요구정도나 대상건물의 규모, 환경 등 여러 조건들에 따라 달라진다. 방법의 선택이 부적절한 경우에는 정확한 현상파악을 할 수 없게 될 우려가 있고, 그 다음 단계인 진단이 잘못된 방향으로 진행될 가능성이 있다. 또한 진단비용이 필요이상 많이 들어 이용자측이 초과비용을 부담하게 되는 경우도 있다.

3.1.4 조사·진단의 정확성

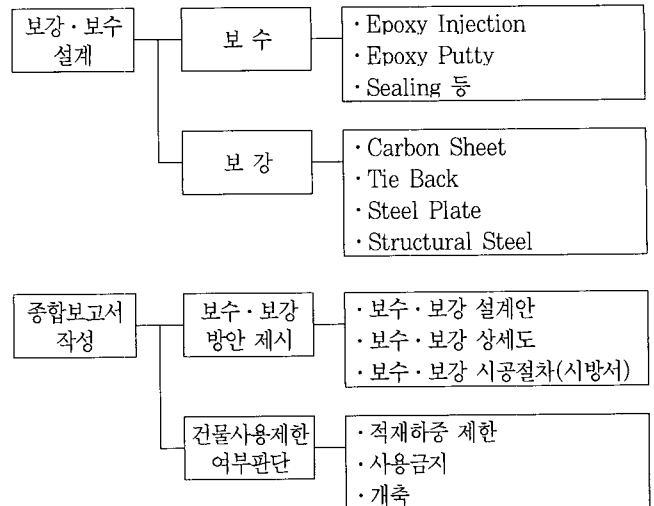
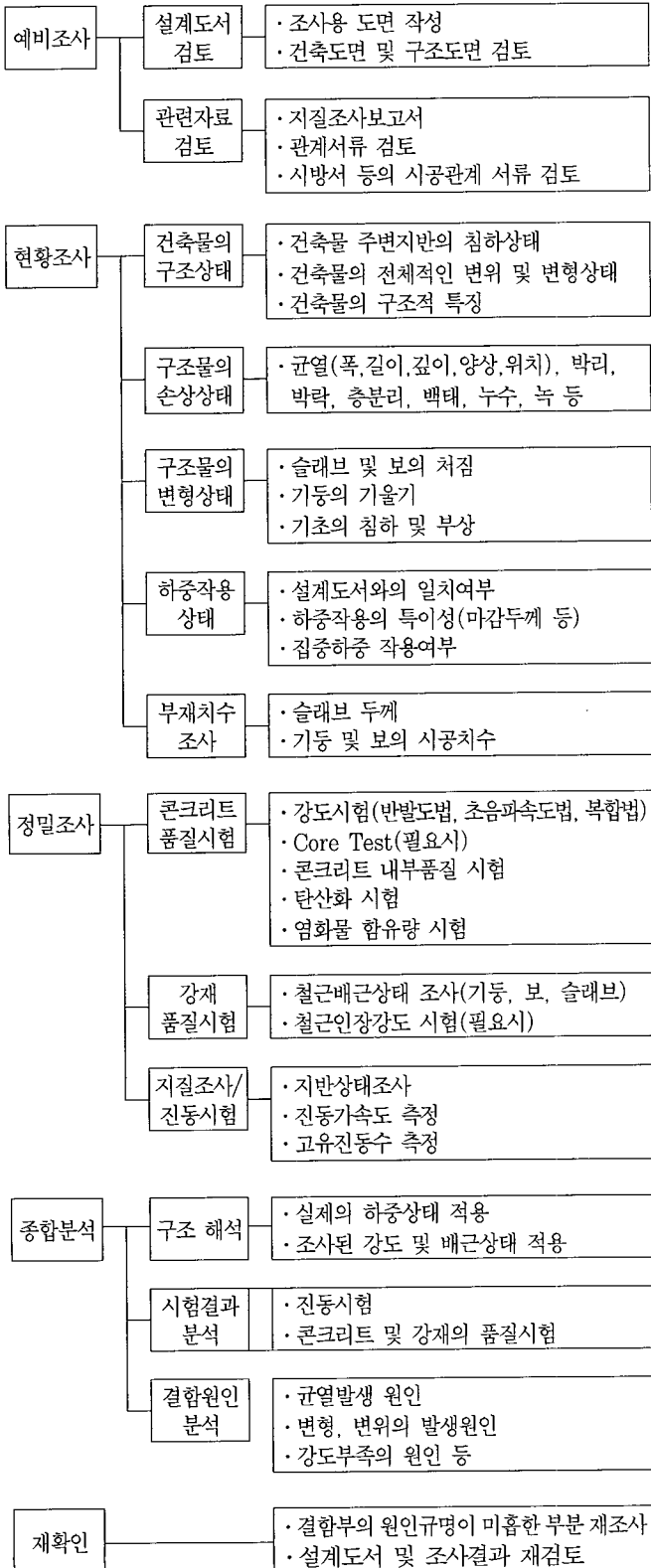
조사·진단 기술이 매우 발달함으로써 간단하고 저렴한 가격으로 정확도 높은 조사방법이 구축되는 등 일반적으로 진단기술이 아무리 높아졌다 하더라도 드러나지 않는 부분은 반드시 남게 마련이다. 따라서 불확실성의 폭이 아무리 적어진다 해도 얼마간의 불확실성은 반드시 남게 마련이라는 것을 이용자 측이나 시공자 측에서도 의식해 둘 필요가 있다. 이는 조사·진단비용의 신뢰성과 상당한 관련을 맺는다.

3.1.5 조사·진단의 비용

진단 기기류를 이용하여 고도의 진단기술을 구사하면서 실시하는 조사·진단은 나름대로 많은 비용이 소요되며, 그 비용은 리모델링 공사비용과는 별도로 지불되어야 한다는 것은 이용자도 일반적으로 이해하고 있다. 간단히 육안으로 전체를 추정하는 것이 아닌 리모델링 공사를 전제로 한 조사·진단이 이루어진다면

아무리 간단한 방법이라고 하더라도 반드시 조사비용은 들게 마련이다. 조사·진단의 위상을 높여야 하는 시공자측은 더욱 노력해야 하며, 사용자측도 그 필요성을 깊이 인식하여 조사·진단의 중요성을 일반적으로 인지하여야 한다.

3.2 정밀안전진단의 흐름도



3.3 구조 진단의 흐름 및 세부항목

건축물의 구조 진단은 실제의 건축물을 대상으로 각종 사용하중에 대한 구조 강도상의 안전성 진단과 더불어 진동·휨 등 구조적 사용성에 대한 진단, 콘크리트의 탄산화 및 열화, 철근, 강재의 부식과 같은 내구성 진단도 포함된다. 구조 진단에는 구조 내력만을 대상으로 하는 “내력 진단”과 내진 안전성을 대상으로 하는 “내진 진단” 등이 있다. 일반적으로 건축물은 각종 하중에 대해 기능적으로나 내력적으로 안전하도록 설계되어 내력적으로는 아무 문제가 없도록 구조 설계가 되고 있다. 그러나, 설계 및 시공상의 실수나 강풍, 지진처럼 뜻하지 않은 하중의 작용으로 건축물이 부분이나 전체적으로 문제가 생길 수도 있고, 용도변경으로 인한 하중의 변화와 노후화 등으로 건축물 전체 및 부분의 안전성을 검토할 필요가 생기기도 한다. 이때에 구조 진단은 필수적이다. 내진 설계의 반영은 1980년대 후반부터 내진설계 기준이 확정되어 건축물에 본격적으로 적용되었으며 그 이전에 준공된 건축물에 대해서는 내진 설계가 고려되지 않았으므로 건축

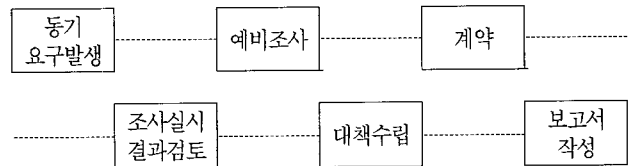


그림 2 구조진단의 기본적인 흐름도

표 1. 구조진단의 주요검토 항목

구 분	항 목
기초·지반 관계	건물의 부등침하, 지질조사, 재하시험보고서, 설계도서
구조체의 현장조사	균열, 변형, 시공치수, 배근상태, 중성화, 철근부식, 재료강도시험 진동시험, 부재의 재하시험, 설계도서
구조해석	부재의 허용내력 및 극한내력, 탄성변형, 소성변형, 설계도서, (내진검토)

물의 리모델링 진단 시 내진설계 대상인 경우는 필히 내진 진단을 실시하여 내진에 안전한 건축물이 되도록 해야 한다.

4. 리모델링의 구조설계

4.1 구조설계의 level

4.1.1 리모델링시 구조적 문제점 및 검토내용은 다음과 같다.

- ① 증축을 동반하는 경우
 - 기존 건물의 증축인 경우 증축에 따른 건물전체에 대한 내진 진단 등이 필요하다.
- ② 건물 일부를 철거하는 경우
 - 건물 일부만 철거할 경우 남은 부분이 구조 내력상 안전한 지 검토가 필요하다.
- ③ 용도를 변경하는 경우
 - 용도변경에 의해 적재하중 등이 증가할 경우 구조검토가 필요하다.
- ④ 주요 구조부재를 변경하는 경우
 - 큰 보, 기둥 제거 등 주요 구조부재 변경인 경우 구조내력의 확인이 필요하다.
- ⑤ 설비배관 등의 위치를 변경하는 경우
 - 설비에 따른 보의 관통 open'g, 바닥슬래브 open'g, 내력 벽 관통 open'g 등 구조부재에 새로이 발생하는 open'g에 대해서는 보강 가능성을 포함한 신중한 대응이 필요하다.
- ⑥ 구조 2차 부재를 변경할 경우
 - 작은 보, 바닥슬래브, 커튼 월의 파스너 등 구조 2차 부재의 변경에 대한 구조검토도 주의를 요한다.
- ⑦ 기타(건물의 노후화, 재료의 열화 등)
 - 건물의 노후화, 건축재료의 열화발생 등에 대해서는 특히 재조사 및 재진단을 실시하여 그 결과를 근거로 구조내력의 확인 및 보수·보강 등이 필요하다.

4.1.2 리모델링시 구조설계의 방향은 다음과 같다.

- ① 건물의 구조적 내력저하를 방지한다.
- ② 가능한 내진 성능의 향상 방향으로 진행할 필요가 있다.
- ③ 구조 2차 부재의 변경에 대해서도 세심한 주의가 필요하다.
- ④ 비 구조부재(커튼 월, 외부마감 등)에 대해서도 박리, 낙하 등에 주의해야 한다.
- ⑤ 기존 건물에 구조부재를 신설하는 경우는 다음의 내용에 주의해야 한다.
 - 콘크리트 타설 방법
 - 콘크리트 신구면의 접합면 처리
 - 철근의 연결 방법(용접, 압접, 커플러 등)
 - 철골 시공 가능 유/무

- 기존부재와의 이음방법 등 특히 용접이음 시 상향용접 여부
- 앵커볼트의 정확한 검토(제품의 다양성)에 따른 시공 가능 유/무

4.2 보수·보강

4.2.1 보수·보강의 판단

구조물의 보수는 구조물에 작용한 위해 요인에 의해 발생된 구조물의 손상을 치유하는 것을 말하며, 보강은 설계하중 이상의 하중 등 위해 요인에 구조물이 안전하도록 구조물의 내력저하를 회복시키는 것과 구조내력을 증가시키는 것으로 대별될 수 있다. 구조물을 보강하기 위해서는 내력저하 원인을 파악한 후 원인을 충분히 보완할 수 있는 보강공법을 결정해야 한다. 구조물의 보강은 구조물을 사용목적에 맞게 다시 만든다는 측면에서 정밀하게 다루어져야 하며 보강 후의 거동에 대해서도 충분한 고려가 있어야 한다. 만약, 보강을 하여도 구조내력의 증가, 처짐 조절 등 안전성 및 사용성의 확보가 곤란하다고 판단될 경우에는 대상 구조물을 철거할 수도 있다. 따라서 보수를 위해서는 상태 평가 결과 등을, 보강을 위해서는 안전성 평가 결과 등을 정밀 검토 후 보수·보강 필요성, 방법 및 그 수준을 제시하여야 한다.

(1) 보수·보강 설계시 고려사항

- 발생된 손상(균열 등)의 보수·보강 범위의 판단
- 보강의 경우 부재안전율의 적용 기준
- 부재단면 증가 범위에 대한 판단

(2) 보수·보강 수준의 결정

- 위험도 및 경제성 등을 고려하여 선택
- 환경조건, 안전, 공사기간, 시공관리의 용이성

(3) 보수·보강 공법의 선정

- 원래의 구조형태, 하중상태 등의 변화
- 균열의 원인, 하중조건, 필요한 내력, 보강의 범위와 규모
- 보강방법, 보강시기, 보강재료

(4) 보수·보강 설계의 순서

- 각종 조사결과에 따른 원인추정
- 손상정도에 따른 보강시기 및 범위, 규모 설정
- 보강목적의 명확한 결정
- 보강공사에 있어서의 각종 제약조건 파악
- 균열에 따른 손상의 계절적, 시간적 변화에 유의
- 보강공법 및 보강재료 선정
- 단면 및 부재 설계

- (5) 보수·보강 시공시 고려해야 할 사항
 - 보강작업에 필요한 기계, 기구 결정
 - 보강작업을 위한 기반 설계
 - 작업의 안전성 및 그에 따른 설비 검토
 - 작업시기, 공사기간에 필요한 작업인원 수 결정
 - 보강 후의 미관 계획 · 보강효과의 확인방법 결정

4.2.2 구조체 결함의 유형

(1) 설계상의 원인

① 구조적 부적절성

- 구조체의 종류와 형식, 기둥간격 등의 부적절한 선택
- 건축적 요인에 의한 단면형상의 부적절함
- 익스팬션 조인트(Expansion Joint) 위치의 부적절 혹은 누락
- 설비상의 요구에 의한 개구부 등에 대한 검토의 미비

② 계산상의 문제

- 하중, 구조재료의 강도 등 설계기준 및 조건의 적용에 대한 오류
- 응력해석의 착오
- 전산프로그램 적용의 오류
- 피복두께의 부적절한 선택 등으로 인한 구조부재의 내력 계산 착오
- 경험적 방법에 의한 단면의 결정으로 변형능력의 부족
- 부재에 발생할 수 있는 국부응력에 대한 검토의 부족

③ 구조부재의 단면에 대한 사항

- 철근, 긴장재(pre-stressing tendon)의 위치 불량
- 사용한 철근량의 부족
- 단면크기의 부족
- 응력집중에 대한 고려 부족
- 구조부재에 대한 상세검토 부족

(2) 시공상의 원인

① 구조재료의 불량

- 생산 및 시공과정에서 발생한 강도부족 등 콘크리트 재료의 품질불량
- 철근, 긴장재의 품질불량, 기타 부적절한 재료의 사용

② 시공자체의 불량

- 시공방법이나 순서의 착오로 인한 오류
- 기능공의 자질 부족에 의한 품질의 미확보
- 도면과 다른 시공
- 가설자재의 결함으로 인한 구조재의 치수 미확보
- 가설자재의 검토 부족으로 인한 초기단계에서의 유해한 응력 발생
- 하니콤(honey-comb) 등의 발생으로 인한 구조적 성능저하
- 시공관리의 불량으로 인한 변형, 균열, 저장도 현상

- 피복 미확보 등 부적절한 철근 위치로 인한 부재의 내력저하
- 거푸집 탈형 시 무리한 힘으로 인한 균열, 처짐
- 시공 중 자재의 아적, 차량의 통과 등으로 인한 과하중의 재하

(3) 사용상의 원인

① 과하중 요인의 발생

- 사용중 설계변경으로 인한 하중증가의 간과
- 실의 용도변경으로 인한 과하중의 발생
- 벽체의 위치, 두께, 재료의 변경으로 인한 하중증가

② 사용환경의 변화

- 사용중 환경의 변화로 인한 성능저하의 촉진

(4) 외적 요인

① 사고에 의한 구조적 성능저하

- 충돌, 화재, 가스폭발 등의 현상에 의한 구조적 성능저하

② 자연현상

- 태풍, 지진, 동결, 홍수 등의 영향으로 인한 구조적 성능저하

③ 근접공사의 영향

④ 기초구조의 결함 혹은 파괴현상에 의한 결함

4.2.3 보수·보강대상 유형 분석 및 보강법의 선택

(1) 구조적 결함 현상의 파악

- 누수, 침하, 균열, 처짐, 마모, 변형, 발청 등의 현상파악
- 적합한 원인을 규명
- 대부분의 구조적 결함에 의한 현상은 복합적으로 발생되므로 현상파악이 중요

(2) 원인분석

- 결함이 발생하게 된 주원인을 파악
- 기존 구조체의 균열, 강도, 변형 등의 제반자료에 근거하여 해석실시
- 부족한 부재의 내력정도를 파악
- 부재의 전단내력, 휨내력, 압축내력, 안전성 등을 도모

(3) 평가

- 원인과 현상 등을 평가
- 보수에 의해 구조성능을 확보할 것인지 보강방법을 수립해야 할 것인지 결정

(4) 보수·보강 공법의 검토

- 다음사항을 검토하여 보수·보강 후 가장 적절한 구조적 거동이 기대되는 공법을 선택

① 필요한 구조체의 내구연한

② 보강의 필요성에 대한 긴급한 정도

