

리모델링을 위한 기존 저층형 철근콘크리트의 안전성 평가 시스템

- Structural Safety Evaluation System of Existing
low-rise Reinforced Concrete Buildings to Remodeling -

김진수 *

Kim Jin Soo

김창은 **

Kim Chung Eun

Abstract

This study researched problems of safety inspection method and current legislative system for the structure safety evaluation of Rahmen structure affected by remodeling. The elements of weight increase were examined in terms of differences of load moment, shear force, compressive stress and amount of steel before and after remodeling by structure analysis. The thorough examination for impacts of weight increase is indispensable to change of use or extension.

Key-word : Structural Safety Evaluation System

1. 서론

건물은 시간이 경과함에 따라 건설당시와 비교하여 노후화 되고 성능이 저하된다. 그러나, 사회·경제적인 환경변화로 인해 건물에 요구되는 성능 및 기능은 건설당시와 비교하여 증가된다. 따라서 구조적, 기능적, 미관적, 환경적 성능이나 에너지 성능을 높여 건물의 성능 및 기능을 향상시킴으로써 자산 가치를 상승시키려는 시도로 리모델링을 고려하게 된다.

* (주)하나ENL건설,(주)하나NS 대표이사

** 명지대학교 산업시스템 공학부 교수

리모델링을 고려하는 건물은 대부분 노후화로 인하여 개·보수가 필연적이며 사회·경제적 환경변화에 따라 건축물 전체 또는 일부 공간의 용도변경 및 건축규제의완화로 인한 증축을 고려하는 경우가 발생된다. 이러한 개·보수, 용도변경 등은 신축에 비해 인·허가 절차나 규정상 구조안전 확인 등이 미비하여 건축주가 무허가 영세업자를 고용하여 시행하는 경우가 많고, 대부분 건축주나 시공업자는 건축물 전체의 구조적 안전에 대한 인식이 미흡하여 필요시는 주요 구조부재를 훼손하거나 허용내력에 대한 검토가 없는 상태에서 설비나 마감 등의 신설로 고정하중 및 적재하중을 증가시키게 된다. 이러한 과정에서 주요구조부인 기둥, 보 등의 단면결손이나 증축, 냉동기 신설 및 물탱크 용량 증대 등으로 인한 고정하중 및 적재하중의 증가로 처짐이나 균열 등이 일어나거나 붕괴 등 구조적 손상이 발생할 가능성이 많다.

따라서 리모델링 사업을 추진함에 있어 기존 노후화 된 건물에 대한 구조안전 확인 및 리모델링으로 인한 증축, 대수선, 개·보수 및 용도변경 등 하중 증가요인에 대한 합리적인 고려를 통해 구조안전의 평가기술 및 법적제도가 요구되고 있는 실정이다.

2. 리모델링의 개념

리모델링은 시간이 경과함에 따라 건설당시와 비교하여 노후화 된 기존건물의 성능을 향상시키는 것을 포함하여, 사회·경제적인 환경변화로 인해 증가된 요구성능 및 기능을 구조적, 기능적, 미관적, 환경적 성능이나 에너지 성능을 향상시킴으로서 궁극적으로 건물의 가치를 상승시켜 자산상승을 유발시키는 행위를 말한다.

그림 1과 같이 모든 건축물은 준공시점과 비교하여 시간이 경과할수록 기능이 저하된다. 따라서 건축주들은 준공시점의 건축물의 기능을 그 시점에서 요구되는 초기의 기능보다는 높게 설정하려 한다. 즉, 초기에 요구되는 기능보다 높은 기준을 적용하여 다소 많은 시공비용을 지불하는 것이 건축물의 전체 라이프사이클 측면에서는 보다 효율적일 것이다. 그러나, 건축물의 기능은 유지활동을 통해서만 사회·경제적인 환경변화에 지속되기 어려우며, 필요한 시점에서 수리·수선과 같은 보수 활동을 요구한다. 건물의 수명, 즉 사용 기간은 장기간인데 사회적으로 요구되는 기능은 끊임없이 높은 수준으로 변화된다는데 있다. 신축 초기에 건물의 기능을 어느 정도 미래 시점에 맞추어 놓았다 하더라도, 급속도로 변화되는 사회적 환경 속에서 기존 건물에 요구되는 사회적 기능은 계속적으로 높아지게 마련이다.

따라서, 이러한 환경과 사회적 변화 속에서 건축주는 새롭게 요구되는 사회적 기능에 부응하여 리모델링을 통해 기존 건축물의 기능을 상향조정 함으로써 사용가치를 높이려 하는 것이다.

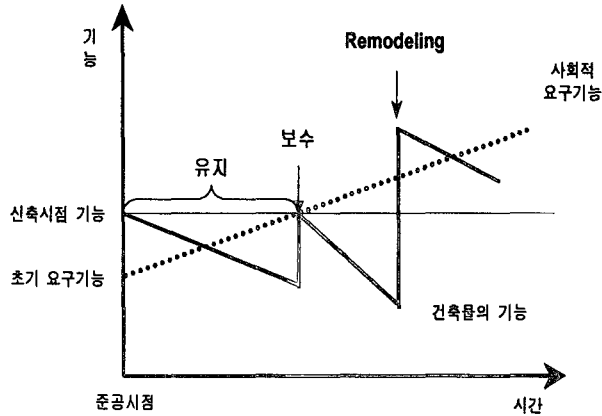


그림1. 리모델링의 개념도

3. 기존 철근콘크리트 건물의 안전진단 방법

콘크리트는 현재 지구상에 존재하고 있는 구조물의 주된 재료로서, 반영구적인 수명을 지닌 것으로 생각되었으나, 콘크리트 구조물은 건설 후 각종의 자연력 및 인위작용을 받아 시간 경과와 함께 물리적·화학적으로 변질·변형되고 성능저하가 진행되어 손상이 발생된다. 특히 사용조건 및 환경조건이 가혹한 경우에는 초기에 성능저하 및 손상이 진행되어 구조물로서의 안전성 및 기능성이 저하된다.

특히, 콘크리트는 시멘트와 잔골재 및 굵은 골재로 만들어진 복합재료이기 때문에 콘크리트의 품질은 그림 2에 나타난 것과 같이 성능저하 요인에 따라 크게 영향을 받는다. 따라서, 콘크리트 구조물이 소요의 내용기간 중 유효하게 사용되어 그 기능을 충분히 발휘하기 위해서는 구조물을 정기적으로 검사하고 구조물의 노후화에 따른 내구성 진단, 성능저하, 손상의 조기발견, 원인규명을 통해 보수·보강을 행하는 등 구조물의 유지관리가 중요하게 되었다.

3.1. 평가 및 조치

정밀조사결과에 대한 평가는 건축물에 발생한 구조물의 손상이나 기능장해, 노후화 현상 등의 정도파악 및 원인규명을 통하여 안전조치와 보수·보강방법 등을 판단하고 건축물의 장기적인 유지관리를 과학화하기 위하여 상태 및 안전성에 대하여 실시한다. 기존 구조물의 평가는 콘크리트 강도조사 및 철근배근 상태조사등을 실시하고 다음의 표와 같이 평가한다.

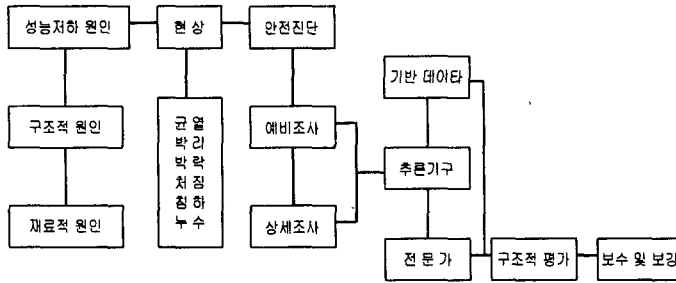


그림2. 일반적인 안전진단 시스템

| 등급 부호 | 기울기 | 내 용 | 안전조치 |
|----------|---------|----------------------|----------------------|
| A | 1/750이내 | 예민한 기계기초의 침하 위험한계 | 정상적인 유지관리 |
| B | 1/600이내 | 대각선구조를 갖는 라멘구조의 위험한계 | 주의관찰, 원인제거 |
| C | 1/500이내 | 구조물의 균열발생 한계 | 정기적 계측관리 필요, 원인제거 |
| D | 1/250이내 | 구조물의 경사도 감지 | 보수·보강필요, 사용제한필요 |
| E | 1/150이내 | 구조물이 위험할 정도 | 긴급보강 및 사용금지 혹은 철거 필요 |

표1. 구조물의 수평·수직 변형 기울기에 따른 평가등급 및 안전조치

(단위 : mm)

| 구분 | 환경 | 내구성 측면 | | | 방수성 측면 |
|--------------------------|----|--------|-------|-------|-----------|
| | | 엄격 | 보통 | 완만 | |
| 보수필요로 하는 균열폭(mm) | 대 | 0.4이상 | 0.4이상 | 0.6이상 | 0.2이상 |
| | 중 | 0.4이상 | 0.6이상 | 0.8이상 | 0.2이상 |
| | 소 | 0.6이상 | 0.8이상 | 1.0이상 | 0.2이상 |
| 보수를 필요로 하지 않는 균열폭(mm) | 대 | 0.1이하 | 0.2이하 | 0.2이하 | 0.05이하 |
| | 중 | 0.1이하 | 0.2이하 | 0.3이하 | 0.05이하 |
| | 소 | 0.2이하 | 0.3이하 | 0.3이하 | 0.05이하 |

표2. 보수여부에 관한 균열폭의 한계(일본 콘크리트공학 협회)

| 등급 | 중성화 깊이 | 비 고 |
|----|-----------------------------|--------------------------------|
| A | 표면으로부터 0.5cm이하 | 중성화속도 추정 |
| B | 표면으로부터 피복두께의 1/3(약 1.0cm)이하 | 중성화 속도 추정, 도장 등 보호 필요 |
| C | 표면으로부터 피복두께의 1/2(약 1.5cm)이하 | 중성화속도 추정, 염화물함량 검토, 보수필요 |
| D | 표면으로부터 피복두께(약 3cm)이하 | 중성화속도 추정, 염화물함량과 철근부식도 검토 보수필요 |
| E | 표면으로부터 철근위치 이상 | 철근부식도 검토 보수 혹은 보강 필요 |

표3. 중성화에 의한 콘크리트 성능저하 등급

| 등급 부호 | 철근의 상태 |
|----------|--|
| A | 혹피의 상태, 또는 녹이 생겨 있지만 전체적으로 얇고 치밀한 녹으로, 콘크리트면에 녹이 부착되어 있지 않음 |
| B | 콘크리트면에 녹이 부착되어 있음 |
| C | 부분적으로 들뜬 녹이 있지만, 작은 면적에 반점상이 있다. |
| D | 단면 결손은 눈으로 관찰 또는 확인 할 수 없지만 철근의 표면 둘레, 전체길이에 걸쳐 들뜸 녹이 생겨 있다. |
| E | 단면 결손이 일어나고 있다. |

표4. 철근의 부식도 등급

4. 제도적 문제점

현재 건축법 제38조 2항에서는 “제8조1항의 규정에 의한 건축물을 건축하거나 대수선 하는 경우에는 대통령령이 정하는 바에 의하여 그 구조의 안전을 확인하여야 한다.”로 규정하고 있다. 그러나 리모델링의 경우 발생할 수 있는 용도변경(건축법 제14조), 개·보수 등은 건축물의 건축(허가대상)과 유지관리 사이의 사각지대로서, 구조안전 확인에 대한 관련 법안이 미비한 상태이며, 마찬가지로 건축법 제70조(기존 건축물에 대한 안전점검 및 시정명령)의 경우도 사후적 조치로서 용도변경 및 대수선에 대한 구조안전을 확인할 수 없다.

5. 구조적 고려사항

기존 철근콘크리트 건물의 리모델링시 구조안전 고려사항으로는 증축, 대수선 뿐만아니라 용도변경 및 설비 등의 교체시 구조검토를 의무화하고, 신축하는 건물에 대해서도 리모델링을 고려하여 하중 산정기준 강화 및 기계실, 지붕에 냉동기 및 물탱크와 같은 중량의 설비 설치가 예상되는 부위와 바닥마감 하중증가에 대한 추가 적재하중 및 고정하중을 고려하여 구조안전의 여유를 확보하여야 할 것이다. 따라서 본 연구에서는 다음과 같이 대상건물을 선정하여 리모델링 계획에 따른 하중증가의 영향을 알아보고자 한다.

5.1. 대상건물의 개요

본 건물은 리모델링과 관련하여 구조성능에 영향을 줄 수 있는 주요인자를 해석적 방법을 통해 검토할 목적으로 저층형 철근콘크리트 라멘조를 대상으로 하였고, 주요 검토사항으로는 리모델링을 고려하지 않고 설계된 건물이 리모델링 고려에 따른 구조성능에 대하여

용도변경 및 증축의 영향을 비교·분석할 수 있도록 대상건물을 선정하였다. 대상건물의 층별용도 및 층고는 표5.에 나타내었고, 리모델링 2층평면은 그림3 및 그림4에 나타내었고, 기존건물 및 리모델링에 따른 입면은 그림5 및 그림6에 나타내었다.

(1) 규 모

- 1) 건축면적 : 336 m²
- 2) 연 면 적 : 756 m² (기존 : 약 230평), 1092 m² (리모델링 : 약 330평)
- 3) 층 수 : 지상 2층 (리모델링 고려, 지상 3층)

(2) 사용구조재료

- 1) 콘크리트 : $f_{ck} = 210 \text{ kg/cm}^2$
- 2) 철 근 : $f_y = 4,000 \text{ kg/cm}^2$

(3) 기 초 : $f_e = 15 \text{ tonf/cm}^2$ 의 독립기초를 적용

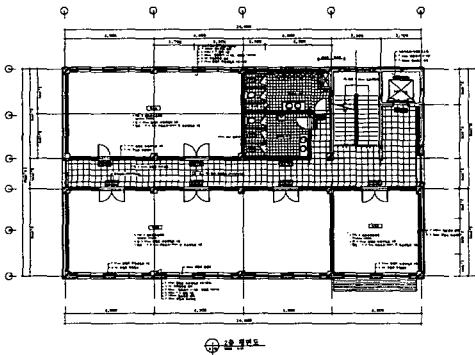


그림3. 리모델링 2층 평면(용도변경)

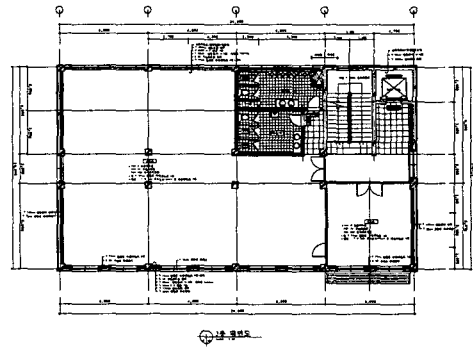


그림4. 리모델링 3층 평면(증축)

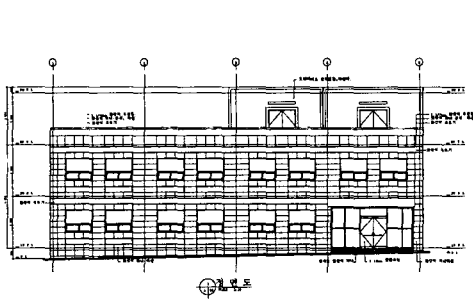


그림5. 대상건물 2층 입면

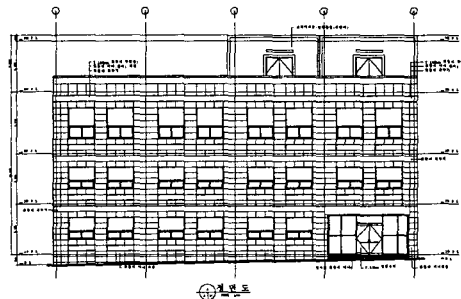


그림6. 리모델링 3층 입면

| 리모델링 전 | | 리모델링 후 | | | 비고 |
|--------|-----------|--------|-----|-----------|------|
| 층 | 실용도 | 층 | 층고 | 실용도 | |
| 옥탑층 | 기계실, 물탱크실 | 옥탑층 | 3.4 | 기계실, 물탱크실 | - |
| | | 3층 | 4.2 | 체육관 | 증축 |
| 2층 | 사무실 | 2층 | 3.4 | 상가 | 용도변경 |
| 1층 | 상가, 홀 | 1층 | 3.4 | 상가, 홀 | - |

표5. 층별용도 및 층고 : 근린생활시설(상가, 사무실)

(4) 구조평면도

구조해석을 위한 2층 및 3층(지붕층) 구조평면도는 각각 그림 7 및 그림 8에 나타내었다.

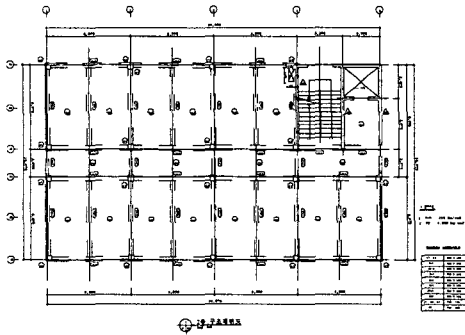


그림7. 2층 구조평면도

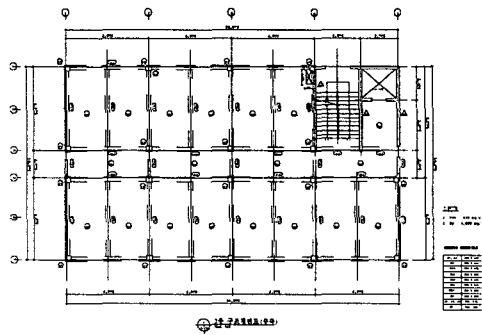


그림8. 3층 구조평면도

5.2 구조해석

구조성능에 영향이 높은 용도변경 및 증축에 따른 슬래브, 보, 기둥 및 기초 부재에 대한 영향은 다음과 같다.

5.2.1 슬래브

슬래브에서 주요 검토부분은 2층 사무실을 상가로 용도변경 한 경우와 증축으로 인한 지붕층의 하중증가에 따른 영향을 알아보았다. 슬래브의 검토부분에서 2층의 용도변경에 대한 검토부분은 2S1이며, 사무실은 O로 상가는 S로 표기하여 구분하였다. 기존 지붕층에서 증축으로 인해 체육관으로 변경된 부분의 구분은 기존 지붕층의 경우 RS1, 증축으로 인한 체육관 부분은 3S1으로 구분하였다. 슬래브의 모멘트 및 전단력은 보 부재의 중심간 거리로 계산하는 일반적인 경우와 슬래브의 순스팬을 이용하여 계산한 경우를 검토하였다. 보 부재의 중심간 거리를 계산하는 경우는 C로 표기하고 순스팬의 경우는 S로 표기하였다.

| 고정하중 | | | 적재하중 | | | Total |
|--------|-------|-------|--------|-------|-------|----------------|
| 사무실(O) | 상가(S) | OD/SD | 사무실(O) | 상가(S) | OL/SL | O/S(1.4D+1.7L) |
| 0.384 | 0.402 | 1.05 | 0.25 | 0.4 | 1.6 | 1.29 |

표6. 용도변경으로 인한 2층의 하중증가 비율

| 위치 | 보 중심간 거리 | | | 순스팬 | | |
|-------|----------|-------|------|--------|--------|-------|
| | 2S1-O | 2S1-S | S/O | 2S1-CO | 2S1-CS | CS/CO |
| Cont | -0.76 | -0.98 | 1.29 | -0.64 | -0.82 | 1.28 |
| DisC. | - | - | - | - | - | - |
| Pos. | 0.44 | 0.60 | 1.36 | 0.44 | 0.57 | 1.30 |

표7. 2층 용도변경으로 인한 단변방향 모멘트 영향

| 위치 | 보 중심간 거리 | | | 순스팬 | | |
|-------|----------|-------|------|--------|--------|-------|
| | 2S1-O | 2S1-S | S/O | 2S1-CO | 2S1-CS | CS/CO |
| Cont | 2.19 | 2.84 | 1.30 | 1.82 | 2.37 | 1.30 |
| DisC. | - | - | - | - | - | - |
| Pos. | 1.25 | 1.72 | 1.38 | 1.25 | 1.61 | 1.29 |

표8. 2층 용도변경에 따른 단변방향 철근량 비교

| 고정하중(D) | | | 적재하중(L) | | | Total |
|---------|--------|-------|---------|--------|-------|-----------------|
| 지붕(R) | 체육관(H) | RD/HD | 지붕(R) | 체육관(H) | RL/HL | R/H (1.4D+1.7L) |
| 0.614 | 0.752 | 1.22 | 0.2 | 0.5 | 2.5 | 1.59 |

표9. 증축으로 인한 지붕층의 하중증가 비율

| 위치 | 보 중심간 거리 | | | 순스팬 | | |
|------|----------|-------|------|--------|--------|-------|
| | RS1-R | 3S1-H | R/H | RS1-CR | 3S1-CH | CR/CH |
| Cont | -0.95 | -1.51 | 1.59 | -0.80 | -1.26 | 1.58 |
| Pos. | 0.50 | 0.87 | 1.74 | 0.55 | 0.87 | 1.58 |

표10. 증축으로 인한 단변방향 모멘트 영향

| 위치 | 보 중심간 거리 | | | 순스팬 | | |
|-------|----------|-------|------|--------|--------|-------|
| | RS1-R | 3S1-H | R/H | RS1-CR | 3S1-CH | CR/CH |
| Cont | 2.74 | 4.43 | 1.62 | 2.28 | 3.68 | 1.61 |
| DisC. | - | - | - | - | - | - |
| Pos. | 1.42 | 2.51 | 1.77 | 1.56 | 2.49 | 1.60 |

표11. 증축에 따른 단변방향 철근량 비교

5.2.2 보

보의 주요 검토부분은 2층 사무실을 상가로 용도변경 한 경우와 증축으로 인한 지붕층의 하중증가에 따른 영향을 알아보았다. 보의 검토부분에서 2층의 용도변경에 대한 검토부분은 2G1으로 사무실은 O, 상가는 S로 표기하여 구분하였다. 기존 지붕층에서 증축에 의하여 체육관으로 변경된 부분의 구분은 기존 지붕층의 경우 RG1으로 구분하였고 증축으로 인한 체육관 부분의 내·외측 부분의 구분은 3G1A와 3G1으로 하였다.

| 고정하중 | | | 적재하중 | | | Total |
|--------|-------|-------|--------|-------|-------|----------------|
| 사무실(O) | 상가(S) | OD/SD | 사무실(O) | 상가(S) | OL/SL | O/S(1.4D+1.7L) |
| 0.384 | 0.402 | 1.05 | 0.25 | 0.4 | 1.6 | 1.29 |

표12. 용도변경으로 인한 2G1-O 및 2G1-S의 하중증가 비율

| 위치 | 모멘트 (M) | | | 전단력 (V) | | |
|----|---------|-------|------|---------|-------|------|
| | 2G1-O | 2G1-S | S/O | 2G1-O | 2G1-S | O/S |
| I | 8.41 | 10.51 | 1.25 | 8.01 | 9.97 | 1.24 |
| M | 5.77 | 7.35 | 1.27 | 5.09 | 6.42 | 1.26 |
| J | 8.40 | 10.08 | 1.2 | 8.01 | 9.83 | 1.23 |

표13. 2층 용도변경으로 인한 2G1-O 및 2G1-S의 모멘트 및 전단력 영향

| 위치 | 휨철근 (cm ²) | | | 전단철근 (cm ²) | | |
|----|------------------------|-------|------|-------------------------|-------|------|
| | 2G1-O | 2G1-S | S/O | 2G1-O | 2G1-S | O/C |
| I | 5.62 | 7.12 | 1.27 | 2.63 | 2.63 | 1.00 |
| M | 4.58 | 4.88 | 1.07 | 2.63 | 2.63 | 1.00 |
| J | 5.62 | 6.81 | 1.21 | 2.63 | 2.63 | 1.00 |

표14. 2층 용도변경으로 인한 2G1-O 및 2G1-S의 휨 및 전단 철근량 비교

| 고정하중(D) | | | 적재하중(L) | | | Total |
|---------|--------|-------|---------|--------|-------|----------------|
| 지붕(R) | 체육관(H) | RD/HD | 지붕(R) | 체육관(H) | RL/HL | R/H(1.4D+1.7L) |
| 0.614 | 0.752 | 1.22 | 0.2 | 0.5 | 2.5 | 1.59 |

표15. 증축으로 RG1 및 3G1의 하중증가 비율(tonf/m²)

| 위치 | 모멘트 (M) | | | 전단력 (V) | | |
|----|---------|-------|------|---------|-------|------|
| | RG1 | 3G1 | S/O | RG1 | 3G1 | O/C |
| I | 9.80 | 15.23 | 1.55 | 9.95 | 14.56 | 1.46 |
| M | 8.32 | 11.20 | 1.35 | 6.49 | 9.52 | 1.47 |
| J | 7.78 | 13.99 | 1.80 | 9.27 | 14.15 | 1.53 |

표16. 지붕층 증축으로 인한 RG1 및 3G1의 모멘트 및 전단력 영향

| 위치 | 휨철근 (cm ²) | | | 전단철근 (cm ²) | | |
|----|------------------------|-------|------|-------------------------|------|------|
| | RG1 | 3G1 | S/O | RG1 | 3G1 | O/C |
| I | 6.61 | 10.66 | 1.61 | 2.63 | 4.05 | 1.54 |
| M | 5.56 | 7.63 | 1.37 | 2.63 | 2.63 | 1.00 |
| J | 5.18 | 9.71 | 1.87 | 2.63 | 3.77 | 1.43 |

표17. 지붕층 증축으로 인한 RG1 및 3G1의 휨 및 전단 철근량 비교

5.2.3 기둥

기둥의 주요 검토부분은 2층 사무실을 상가로 용도변경 하고 증축으로 인한 지붕층의 하중 증가에 따른 영향을 알아보았다. 기존 건물의 기둥은 C1 및 C2로 하였으며, 리모델링에 의한 용도변경 및 증축 영향을 받는 기둥은 RC1 및 RC2로 구분하여 용도변경 및 증축에 따른 축하중 및 축하중과 모멘트 영향을 알아보았다.

기존건물과 리모델링에 의한 축하중 영향은 표18, 축력-모멘트 관계는 표19, 표20에 각각 나타내었다.

| 위치 | C1 | RC1 | RC1/C1 | C2 | RC2 | RC2/C2 |
|----|------|------|--------|-------|-------|--------|
| 1층 | 49.7 | 88.7 | 1.78 | 116.9 | 183.3 | 1.57 |

표18. 대상건물과 리모델링에 의한 기둥의 축하중 비교(tonf)

| 위치 | C1 | | | | RC1 | | | |
|----|----------------|----------------|----------------------|----------------------|----------------|----------------|----------------------|----------------------|
| | $P_u/\phi P_n$ | $M_c/\phi M_n$ | $M_{cy}/\phi M_{ny}$ | $M_{cz}/\phi M_{nz}$ | $P_u/\phi P_n$ | $M_c/\phi M_n$ | $M_{cy}/\phi M_{ny}$ | $M_{cz}/\phi M_{nz}$ |
| 1층 | 0.521 | 0.508 | 0.516 | 0.492 | 0.637 | 0.623 | 0.631 | 0.601 |

표19. 대상건물과 리모델링에 의한 C1과 RC1의 축력-모멘트 검토

| 위치 | C2 | | | | RC2 | | | |
|----|----------------|----------------|----------------------|----------------------|----------------|----------------|----------------------|----------------------|
| | $P_u/\phi P_n$ | $M_c/\phi M_n$ | $M_{cy}/\phi M_{ny}$ | $M_{cz}/\phi M_{nz}$ | $P_u/\phi P_n$ | $M_c/\phi M_n$ | $M_{cy}/\phi M_{ny}$ | $M_{cz}/\phi M_{nz}$ |
| 1층 | 0.617 | 0.602 | 0.586 | 0.608 | 0.912 | 0.922 | 0.933 | 0.914 |

표20. 대상건물과 리모델링에 의한 C2과 RC2의 축력-모멘트 검토

5.2.4 기초

기초에서 주요 검토부분은 기존 대상건물과 리모델링을 계획을 가정하여 용도변경 및 증축으로 인한 영향을 C1 및 C2 하부의 기초를 통하여 알아보았다. 대상건물의 C1 및 C2하부 기초는 F1 및 F2로 하였고, 리모델링으로 인한 C1 및 C2 하부의 기초는 RF1 및 RF2로 하였다. 기초는 정방형 독립기초로 허용지내력은 15tonf/m²로 가정하였다.

| | | | | | |
|-------|-------|--------|--------|--------|--------|
| F1 | RF1 | RF1/F1 | F2 | RF2 | RF2/F2 |
| 55.07 | 82.09 | 1.49 | 114.44 | 160.85 | 1.41 |

표21. 리모델링으로 인한 F1 및 RF1 기초의 반력값 비교

| 위치 | 기초판 저면적(cm) | 두께(cm) | 휨철근량(cm ²) |
|--------|-------------|--------|------------------------|
| F1 | 220 × 220 | 35 | 8.2 |
| RF1 | 260 × 260 | 40 | 10.7 |
| RF1/F1 | 1.40 | 1.14 | 1.30 |

표22. 리모델링으로 인한 F1 및 RF1 기초의 비교

| 위치 | 기초판 저면적(cm) | 두께(cm) | 휨철근량 |
|--------|-------------|--------|------|
| F2 | 290 × 290 | 50 | 10.9 |
| RF2 | 350 × 350 | 60 | 13.3 |
| RF2/F2 | 1.46 | 1.2 | 1.22 |

표23. 리모델링으로 인한 F2 및 RF2 기초의 비교

6. 결 론

슬래브 및 보의 경우 위의 결과에서 알 수 있듯이 용도변경 및 증축으로 인한 계수하중의 증가비에 따라 모멘트 및 철근량의 증가비가 거의 일치함을 알 수 있다. 따라서 리모델링 고려시 슬래브 및 보의 구조안전을 위하여 용도변경 및 증축에 따른 하중증가요인이 클 경우 구조검토 필요하다.

기둥의 경우 용도변경 및 증축으로 인하여 축하중의 크기가 증가됨을 알 수 있다. 그러나, 기둥부재에서 주어진 단면에 대한 축하중 강도는 그 단면에 작용하는 모멘트 크기에 따라 변한다. 따라서, 리모델링 고려시 기둥 부재의 구조안전 확인을 위하여 용도변경 및 증축에 따른 축력-모멘트 영향의 검토가 반드시 필요하다.

기초판의 경우도 용도변경 및 증축으로 인한 축하중의 증가비와 거의 일치하는 기초판면적을 요구하는 것으로 나타났다.

이상과 같이 리모델링에 따른 용도변경 및 증축시 설계자는 기존구조물의 안전진단 이외에 용도변경 및 증축에 따른 영향을 검토하여야 하며, 재료적인 측면에서 경량재료를 사용함으로써 하중 증가비를 작게하여 불필요한 보수·보강을 계획하지 않을 수 있도록 계획할 수 있으므로 리모델링 계획시 설계자는 마감재료의 종류에 따른 영향을 면밀히 검토하여야 한다. 또한, 구조설계자의 주관에 따라 각 부재의 여유를 확보할 수 있으므로 하중증가를 최소로 하여 보수·보강에 따른 불필요한 비용을 줄이는 것 또한 필요하리라 판단된다.

7. 참 고 문 헌

- [1] “리모델링 실무메뉴얼”, 한국건설기술정보원, 2002. 3
- [2] “시설물안전관리업무편람”, 건설교통부, 시설물안전진단협회, 1995. 10
- [3] 이리형, “비파괴검사의 종류와 적용방법”, “콘크리트 구조물의 비파괴검사 및 안전진단”, 한국콘크리트학회, 1995. 3. pp.15~61.
- [4] 이종득, “콘크리트 구조물의 내구성 시리즈 ③ 철근부식진단”, 도서출판 일광, 1996. 5
- [5] 임창덕, “전자파, 방사선, 적외선 등을 이용한 비파괴검사”, “콘크리트 구조물의 비파괴검사 및 안전진단”, 한국콘크리트학회, 1995. 3. pp.117~180.
- [6] 정재동, “콘크리트의 내구성 향상방법 및 관련 시험방법”, “콘크리트 구조물의 비파괴검사 및 안전진단”, 한국콘크리트학회, 1995. 3. pp.377~404.
- [7] 추영수, “콘크리트의 균열조사, 보수·보강지침”, 도서출판 건설도서, 1994. 4
- [8] 최계식, “반발경도, 초음파, 탄성파에 의한 비파괴검사방법”, “콘크리트 구조물의 비파괴검사 및 안전진단”, 한국콘크리트학회, 1995. 3. pp.63~115.
- [9] 최계식, 이도범, “건축물의 구조진단방법”, 형설출판사

저 자 소 개

김진수 : 서울산업대 안전공학과 학사, 경희대 산업안전관리과 석사, 명지대 산업공학과 박사수료, 서울대 공과대학 AIP과정 수료
 한국 산업안전학회 연구원, 삼성그룹 비서실 환경안전팀장, 군장대학교 건축시스템관리과 초빙교수 역임 현 (주)하나ENL건설, (주)하나NS 대표이사.
 관심분야 안전성평가시스템.

김창은 : 고려대학교 학사(산업공학과) TEXAS A&M 석사, 박사 (산업공학과)
 현 명지대학교 공과대학 산업시스템공학부 정교수
 관심분야 TPM, ERP, e-business, Six Sigma.