

## 증축형 리모델링 안전진단 내하력 평가의 가중치에 대한 연구

임치성<sup>1</sup>, 갈경완<sup>2</sup>, 오대진<sup>3</sup>, 이석호<sup>4\*</sup>

# A Study on Weight for Capability Evaluation in the Safety Inspection for Vertical Extension Remodeling of the Apartment Housing

Chi-Sung Lim<sup>1</sup>, Kyoung-Wan Karl<sup>2</sup>, Dae-Jin Oh<sup>3</sup>, Seok-Ho Lee<sup>3\*</sup>

**Abstract:** As vertical extension remodeling policy was implemented in 2014, Safety Inspection Manual was established to ensure structural safety during the vertical extension remodeling. In the manual, the story weight for capability evaluation was based on the Safety Inspection Manual for Reconstruction. Although capability evaluation in the vertical extension remodeling is more important than reconstruction, engineering basis for the story weight is insufficient. Therefore it is necessary to improve the method of calculating the story weight. In this study, story importance and story weight were defined through the case analysis of capability evaluation in order to provide engineering basis for story weight. Also, new story weight equation was presented considering the load-bearing ratio of structural members.

**Keywords:** Capability Evaluation, Extension Remodeling, Story Importance, Story Weight, Safety Inspection

## 1. 서 론

1990년대 말 서울지역 중심으로 발생한 주택난과 집값 폭등이 새로운 사회문제로 대두되자 정부는 이를 해결하기 위해 분당, 일산, 중동, 평촌, 산본 5개 도시를 중심으로 1기 신도시 건설을 추진하여 1992년까지 약 117만명을 수용할 수 있는 주택 30만호를 공급하였다. 이로부터 약 30여년이 지난 현재 1기 신도시 주택의 대다수는 준공 후 30여년이 경과한 노후 건축물로 주차장 부족, 배관 노후화 등 삶의 질 저하 문제가 발생하고 있으며, 이에 따라 주거 환경 개선을 위한 공동주택 리모델링에 대한 수요도 높아지고 있다.

이러한 수요에 대응하여 정부에서는 2014년 『주택법 시행령』 및 『주택법 시행규칙』 개정을 통하여 공동주택에서 최대 3개층까지 수직증축을 동반한 리모델링을 허용하였으며, 증축과정에서 발생할 수 있는 구조 안전에 대한 문제 해결을 위해 『증축형 리모델링 안전진단 기준』 및 『증축형 리모델링 안전진단 매뉴얼』(이하 증축 매뉴얼) 등을 제정하였다.

증축 매뉴얼 제정 시 내하력 평가를 위한 층별 가중치 부분 등 일부내용은 『재건축사업의 안전진단 매뉴얼』(이하 재건축 매뉴얼)에서 인용하였으나 기존 구조물을 철거 후 신축하는 재건축과 달리, 증축형 리모델링은 기존 구조체를 그대로 활용하므로 기존 구조물에 대한 내하력 평가의 중요성이 더 높다고 할 수 있다. 따라서 증축형 리모델링을 위한 내하력 평가 시 공학적 근거가 다소 미흡한 재건축 매뉴얼의 층별 가중치 산정방법 대신 개선된 층별 가중치 산정방법을 적용할 필요가 있다.

따라서 이 연구에서는 기존 지침, 매뉴얼 등의 내하력 평가 방법에 대한 분석을 통해 층별 중요도 및 층별 가중치에 대한 개념을 정립하여 증축형 리모델링 가능여부 판정 시 사용되는 층별 가중치에 대한 공학적인 근거를 마련하고, 구조물의 역학적 특성을 반영하여 보다 합리적인 평가점수 산정이 가능한 층별 가중치 산정식을 제안하고자 한다.

## 2. 본 론

### 2.1 기존 지침, 매뉴얼의 층별 가중치 비교 분석

Fig. 1에 나타난 바와 같이 증축 매뉴얼은 공동주택의 증축 가능 여부를 총 3개 항목(기울기 및 침하, 내하력, 내구성)으로 평가하도록 제시하고 있다. 증축형 리모델링 안전진단 수행 시 각 항목에 대한 평가는 현장조사 수행 결과 및 설계도서

<sup>1</sup>정회원, 국토안전관리원 과장

<sup>2</sup>정회원, 국토안전관리원 차장

<sup>3</sup>정회원, 국토안전관리원 과장

<sup>4</sup>정회원, 국토안전관리원 부장, 교신저자

\*Corresponding author: lsh451@kalis.or.kr

Korea Authority of Land & Infrastructure Safety, 24, Ena-ro 128beon-gil, Jinju-si, Gyeongsangnam-do, 52856, Korea

•본 논문에 대한 토의를 2021년 3월 31일까지 학회로 보내주시면 2021년 4월 호에 토론결과를 게재하겠습니다.

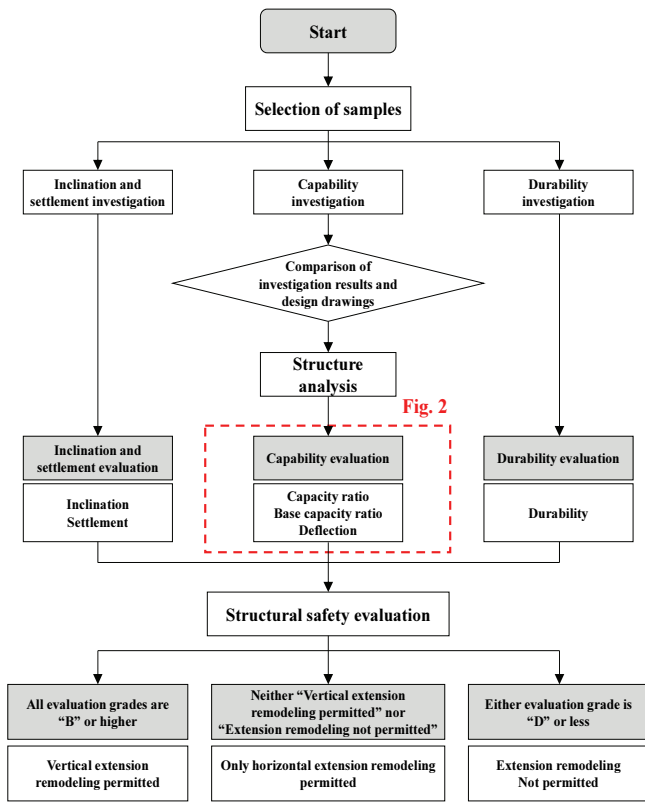


Fig. 1 Evaluation procedure for the permission of expansion of apartment housing

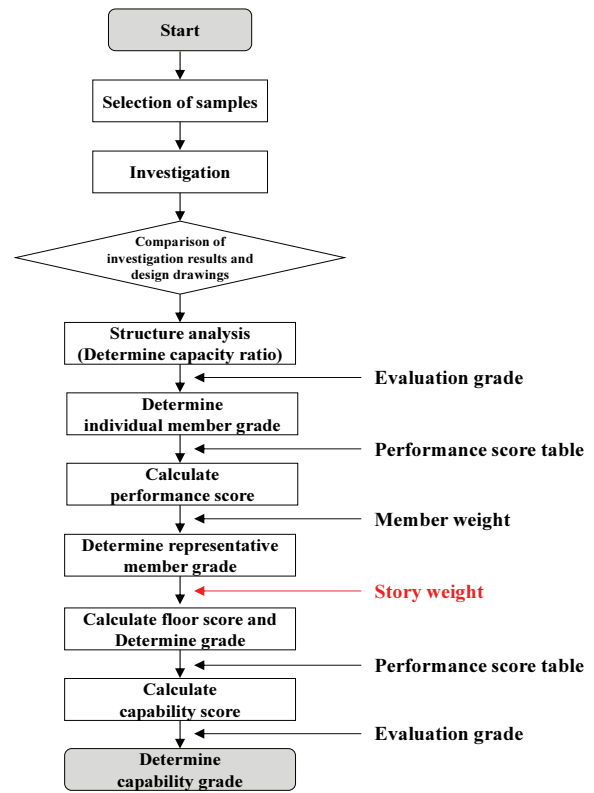


Fig. 2 Procedure for capability evaluation

를 참조하여 평가항목을 점수화 한 후, 최종 산정된 평가점수를 바탕으로 평가등급을 A~E등급으로 결정하여 이루어진다. 그 결과 평가항목이 모두 B등급 이상일 경우 수직증축 리모델링 가능, 어느 하나의 평가등급이 D등급 이하인 경우 증축형 리모델링 불가, 그 외의 경우 수평증축 리모델링 가능으로 판정하게 된다.

Fig. 2는 증축 매뉴얼의 내하력 평가 절차이다. 내하력 평가는 구조안전과 가장 밀접하게 관련된 항목으로, 구조해석 결과 산출된 부재 내력비를 바탕으로 부재별, 층별 가중치를 각각 곱하여 평가점수를 산정하게 되며 이를 바탕으로 최종 평가등급을 결정하게 된다. 이때 평가점수 산출 시 사용되는 층별 가중치는 Table 1에 나타낸 바와 같다.

이와 유사하게 층별 가중치 개념을 적용하여 구조물의 내하력을 평가하는 방법에는 재건축 매뉴얼 및 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침』(이하 안전진단 지침)에 의한 방법이 있다. Table 2는 재건축 매뉴얼에서 제시하는 층별 가중치표이다. Table 1과 Table 2를 비교하였을 때 가중치 산정에서 층 구분에 차이만 있을 뿐, 증축 매뉴얼과 재건축 매뉴얼은 유사한 형태를 나타내고 있음을 알 수 있다.

한편 안전진단 지침에서는 상태평가 시 층별 중요도를 적용하여 각 층의 가중치를 산정한다. 이 때 층별 중요도는 각 층

Table 1 Story weight for vertical extension remodeling of the apartment housing

| Total number of stories (only above the ground) | Floor         | Weight |
|---|---------------|--------|
| less than 10 stories                            | bottom floor  | 0.4    |
|   | typical floor | 0.4    |
|   | top floor     | 0.2    |
| over 10 stories less than 10                    | bottom floor  | 0.35   |
|   | typical floor | 0.45   |
|   | top floor     | 0.2    |
| over 13 stories                                 | bottom floor  | 0.2    |
|   | typical floor | 0.6    |
|   | top floor     | 0.2    |

Table 2 Story weight for reconstruction of the apartment housing

| Total number of stories (only above the ground) | Floor         | Weight |
|---|---------------|--------|
| less than 5 stories                             | bottom floor  | 0.5    |
|   | typical floor | 0.3    |
|   | top floor     | 0.2    |
| over 5 stories                                  | bottom floor  | 0.4    |
|   | typical floor | 0.4    |
|   | top floor     | 0.2    |

의 주요구조 부재(보, 기둥, 슬래브, 벽체 등)의 수직하중부담 비율로 정의되며, 수식으로 나타내면 아래 식 (1)과 같다.

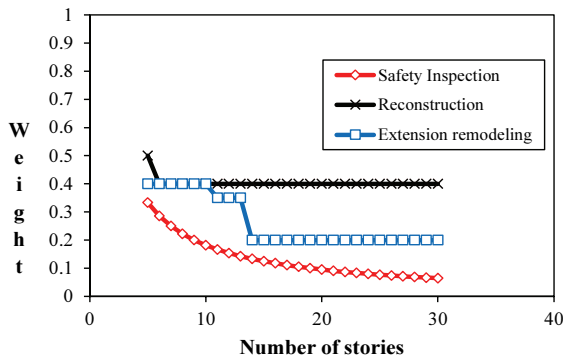
$$\xi_n = \frac{N-(n-1)}{N} \quad (1)$$

여기서,  $N$ 은 지하층을 포함한 전체층수,  $n$ 은 가중치를 구하고자하는 해당층수(지하층 포함)를 의미한다.

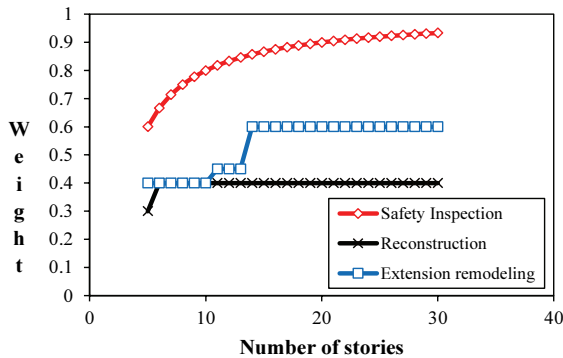
위와 같이 각각의 경우(증축 매뉴얼, 재건축 매뉴얼, 안전진

단 지침)에서 상이하게 제시하고 있는 층별 가중치를 상호비교한 결과는 Fig. 3에 나타낸 바와 같으며, 구조물의 전체 층수가 변화함에 따라 안전진단 지침에 의한 층별 가중치 값은 변화하고 증축 및 재건축 매뉴얼에 의한 층별 가중치 값은 전체 층수의 범위에 따라 고정된 값을 제시하고 있음을 알 수 있다.

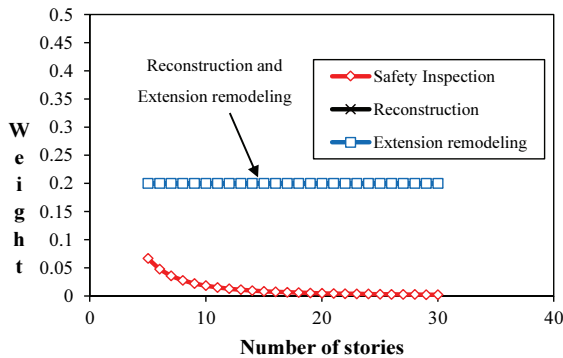
앞서 언급한 바와 같이 증축형 리모델링에서 내하력 평가의 중요성을 고려하였을 때 층별 가중치 값을 전체 층수의 범위에 따라 고정된 값으로 제시하는 것은 합리적이지 못하므로 본 연구에서는 안전진단 지침에서와 같이 주요구조부재의 하중부담비율 등을 고려하여 공학적 근거를 마련하고, 개선된 층별 가중치를 도출하고자 한다.



(a) story weight of bottom floor



(b) story weight of typical floor



(c) story weight of top floor

Fig. 3 Comparison of story weight for each case

## 2.2 하중부담비율을 고려한 층별 가중치 연구

### 2.2.1 층별 중요도와 층별 가중치 정의

본 연구에서는 층별 중요도를 최하층 수직부재들이 부담하는 합계 축력을 1로 하였을 때 각 층의 수직부재들이 부담하는 합계 축력으로 정의하였다.

층별 가중치는 내하력 평가점수 산정 시 각 층의 중요도를 반영하기 위한 계수로, 모든 층의 층별 중요도 합에 대한 해당 층의 층별 중요도의 비로 정의하였다.

즉, 층별 중요도와 층별 가중치는 유사한 개념이나 층별 가중치는 평가점수화를 위해 모든 층의 합이 1이 되도록 변환한 값이라는 점에서 차이점이 있다.

### 2.2.2 수직하중 부담비율을 고려한 층별 가중치

공동주택의 경우 대부분의 층이 거주 용도로 사용되므로 각 층에 작용하는 수직하중(고정하중 및 활하중)은 동일하다고 가정할 수 있다. 따라서 Fig. 4에 나타낸 바와 같이 모든 층에 동일한 수직하중이 작용하는 구조물로 이상화 할 수 있다. 이때, 층별 중요도는 식 (1)로 산정할 수 있으며, 층별 중요도의 합은 아래 식 (2)와 같이 나타낼 수 있다.

### [Axial Force Diagram]

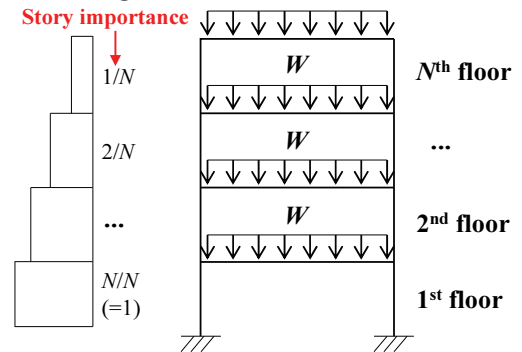


Fig. 4 Concept of story weight for vertical load

$$\sum_{n=1}^N \frac{N-(n-1)}{N} = \frac{N+1}{2} \quad (2)$$

앞서 정의한 층별 중요도와 층별 가중치의 정의에 따라, 층별 가중치는 식 (1)을 식 (2)로 나누어 아래 식 (3)과 같이 나타낼 수 있다.

$$W_{v,n} = \frac{2\{N-(n-1)\}}{N(N+1)} \quad (3)$$

여기서 전체층수( $N$ )는 상수 이므로, 식 (3)은 가중치를 구하고자 하는 해당층수( $n$ )에 대한 1차식이며 그래프의 형태는 직선이다.

### 2.2.3 수평하중 부담비율을 고려한 층별 가중치

풍하중 및 지진하중 등 구조물에 수평방향으로 작용하는 수평하중은 Fig. 5에 나타난 바와 같이 고층으로 갈수록 작용 하중이 선형으로 증가하는 삼각형 형태 분포로 가정할 수 있다. 이때 층 전단력은 하중의 적분이므로 곡선 형태로 분포하나, 계산의 편의를 위해 Fig. 5에 나타난 바와 같이 직선 형태로 가정하였다.

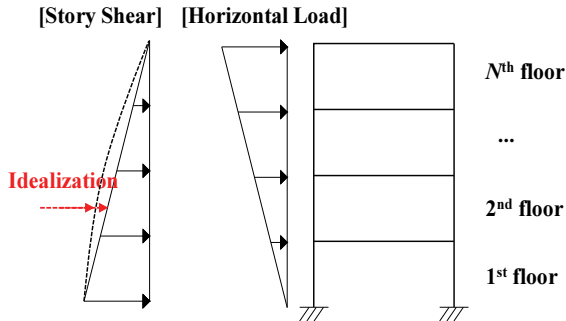


Fig. 5 Concept of story weight for horizontal load

위의 가정에 따라 최하층 수직부재가 부담하는 축력을 1로 하면, 각 층 수직부재가 부담하는 축력은 층 전단력에 비례하며 층 전단력은 삼각형 분포이므로  $n$ 에 대한 1차식으로 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\omega_{h,n} = \frac{N-(n-1)}{N} \quad (4)$$

위의 식 (4)는 식 (1)과 동일한 형태를 나타내나, 식 (1)은 수직하중에 대한 중요도를 나타내는 식이며, 식(4)는 수평하중 대한 각 층의 부담하중을 나타내는 식이라는 점에서 개념상의 차이점이 있다. 또한 수직부재의 축력은 상부 층에서 하부

층으로 누적되므로, 각 층의 중요도를 구하기 위해서는 중요도를 구하고자 하는 해당층( $n$ )에서부터 최상층까지의 부담하중을 모두 더해줘야 한다. 이를 수식으로 나타내면 아래 식 (5)와 같다.

$$\sum_{n=n}^N \frac{N-(n-1)}{N} = \frac{\{N-(n-1)\}\{N-(n-2)\}}{2N} \quad (5)$$

또한, 층별 중요도 합은 아래 식 (6)과 같이 나타낼 수 있다.

$$\sum_{n=1}^N \frac{\{N-(n-1)\}\{N-(n-2)\}}{2N} = \frac{(N+1)(N+2)}{6} \quad (6)$$

앞서 정의한 층별 중요도와 층별 가중치의 정의에 따라, 층별 가중치는 식 (5)를 식 (6)으로 나누어 구할 수 있다. 따라서 수평하중에 대한 층별 가중치 식은 다음과 같은 식 (7)으로 나타낼 수 있다.

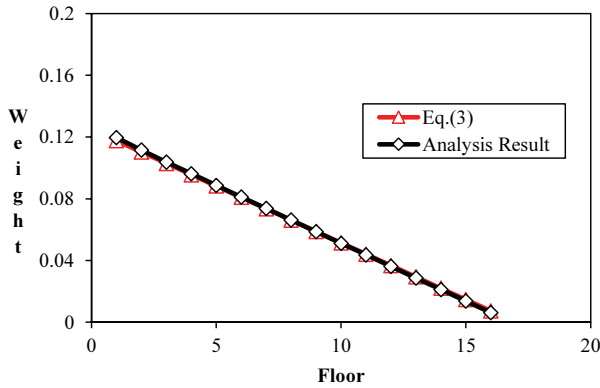
$$W_{h,n} = \frac{3\{N-(n-1)\}\{N-(n-2)\}}{N(N+1)(N+2)} \quad (7)$$

위의 식 (7)에서 전체층수( $N$ )는 상수 이므로, 식(7)은 가중치를 구하고자 하는 해당층수( $n$ )에 대한 2차식이며 그래프의 형태는 2차 곡선이다.

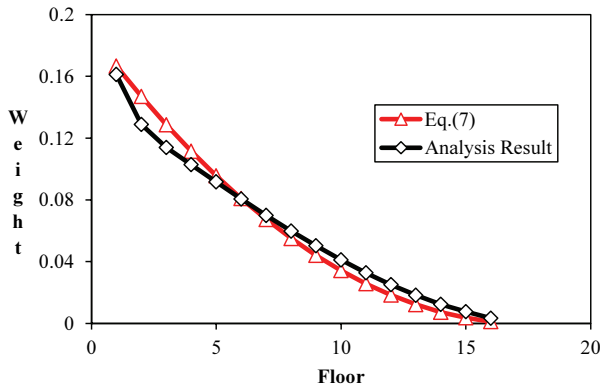
### 2.2.4 도출된 층별 가중치 산정식의 검증

앞서 식 (3), (7)에서는 역학적 원리를 바탕으로 도출된 층별 가중치 식을 나타내었다. 식 (3), (7)을 도출하는데 앞서 하중 분포형태를 가정하였기 때문에, 실제 구조물의 구조해석 결과 분석을 통해 가정의 타당성을 검증하여야 한다. 따라서 증축형 리모델링 안전진단 수행 사례 중 대표 사례를 선정하여 구조해석을 수행하였으며, 해석결과를 바탕으로 산정된 층별 가중치와 식 (3), (7)을 통해 산정된 층별 가중치를 비교하였다. 이 때 구조해석을 수행한 대표사례는 90년대 1기 신도시에 건설된 공동주택을 대표할 수 있는 아파트로, 지하 1개층, 지상 15개층의 입면과 2 Bay, 판상형, 4호(세대)조합 형태의 평면을 갖는 아파트를 선정하였다.

Fig. 6은 식 (3), (7)을 통해 도출된 각 층별 수직하중, 수평하중에 대한 가중치와 구조해석결과를 통해 산출된 수직하중, 수평하중에 대한 가중치를 비교하여 나타난 그래프이다. Fig. 6에 나타난 바와 같이, 수직하중 및 수평하중에 대한 가중치 식 (3), (7)은 해석결과와 대체로 일치한다. Fig. 6(a)에 나타난 수직하중 가중치 식 검증결과를 통하여 모든 층에 동일한 수직하중이 작용하는 구조물로 이상화 한 가정이 적절하며, 따



(a) Story weight for vertical load



(b) Story weight for horizontal load

Fig. 6 Comparison of Eqs. (3),(7) and analysis result

라서 식 (3)이 수직하중이 작용하는 구조물의 축력부담비를

적절하게 반영하고 있음을 알 수 있다. 또한 Fig. 6(b)에 나타낸 수평하중 가중치 식 검증결과를 통하여 하중 및 층 전단력의 분포 형태를 삼각형으로 가정한 것이 적절하며, 식 (7)이 수평하중이 작용하는 구조물의 축력부담비를 적절하게 반영하고 있음을 알 수 있다.

### 2.3 개선된 가중치 산정식 도출

#### 2.3.1 수직, 수평하중을 모두 고려한 층별 가중치 산정식

실제 구조물에서는 수직하중과 수평하중이 동시에 작용하므로 위에서 산정된 식 (3), (7)을 적절히 조합하여야 실제 구조물에 적용 가능한 가중치 식을 도출할 수 있다. 따라서 수직하중과 수평하중을 더한 전체하중에 대하여 수평하중이 차지하는 비율을 계수( $\alpha$ )로 정하고, 이를 통하여 식(3)과 (7)을 선형 결합하였다. 이를 식으로 나타내면 아래 식 (8)과 같다.

$$W_n = (1 - \alpha) W_{v,n} + \alpha W_{h,n} \quad (8)$$

여기서  $W_{v,n}$ 는 식 (3)을 통하여 산정한 수직하중에 대한 층별 가중치,  $W_{h,n}$ 는 식 (7)을 통하여 산정한 수평하중에 대한 층별 가중치를 의미하며,  $\alpha$ 는 전체하중(수직하중과 수평하중의 합)에 대하여 수평하중이 차지하는 비율을 의미한다.

위에서 정의한 계수( $\alpha$ )는 구조해석을 통해 수직부재의 축력에서 전체하중에 대한 수평하중의 기여분을 산정하여 구할 수 있다. 따라서 Table 3에 나타낸 바와 같이 증축형 리모델링 안전진단이 수행된 총 7개 단지, 60개동의 구조해석 모델링을 수집하여 구조해석을 수행 후 수직하중과 수평하중 각각에

Table 3 Cases of safety inspection for extension remodeling

| Case | Number of building | Time of completion                          | Size of building<br>(Basement floor / Ground floor) |
|------|--------------------|---|---|
| A    | 3                  | 1994. 11. 9.<br>1995. 5. 3.<br>1995. 7. 15. | 1 / 10  |
|      | 9                  |   | 1 / 15  |
|      | 2                  |   | 1 / 20  |
|      | 2                  |   | 1 / 25  |
| B    | 3                  | 1995. 6. 28.                                | 1 / 15  |
|      | 2                  | 1995. 11. 29.                               | 1 / 25  |
| C    | 4                  | 1992. 3. 28.                                | 1 / 14  |
|      | 5                  | 1992. 4. 2.                                 | 1 / 15  |
| D    | 4                  | 1992. 7. 30.                                | 1 / 14  |
|      | 3                  |   | 1 / 15  |
|      | 3                  |   | 1 / 20  |
| E    | 1                  | 1990. 04. 19.                               | 1 / 15  |
| F    | 8                  | 1986. 12. 24.                               | 1 / 15  |
| G    | 11                 | 1992. 10. 14.                               | 1 / 15  |
| Sum  | 60                 | -   | -   |



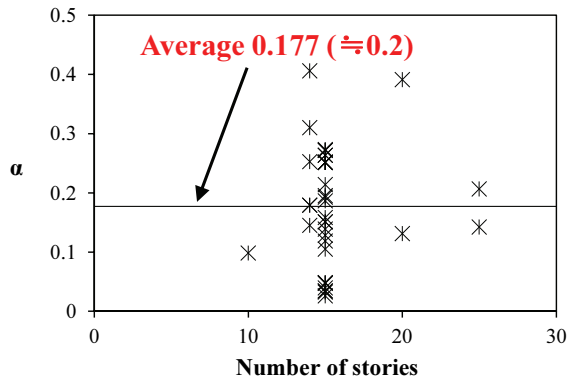


Fig. 7  $\alpha$  calculated through structure analysis

대한 축력부담비율을 분석하였다.

Fig. 7은 구조해석을 통해 도출된  $\alpha$ 를 나타낸 그래프이다. Fig. 7에 나타낸 바와 같이  $\alpha$ 는 0.026~0.406 범위에서 분포하였으며, 분산은 다소 크게 나타났다. 정확한  $\alpha$  값을 산정하기 위해서는 변수분석을 통해 관계식을 도출하여야 한다.  $\alpha$ 에 영향을 미치는 변수는 1. 건축물 허가년도에 따른 지진하중 적용유무, 2. 건축물 허가년도 기준에 따른 수평하중의 크기, 3. 건축물의 형상비(건축물의 높이와 평면상 길이의 비율) 등이 있다. 변수 분석을 수행하여 각 변수와  $\alpha$  값 간의 관계식을 도출하기 위해서는 항목별로 분류 가능한 충분한 양의 데이터가 확보되어야 한다.

그러나 기 수행된 7개 단지의 데이터는 변수간의 상관관계를 도출하기에 충분하지 않았으며, 이에 따라 본 연구에서는 식의 단순화를 위해 산술평균 0.177을 소수둘째자리에서 반올림한 값인 0.2를  $\alpha$  값으로 적용하여 식 (9)와 같이 최종 층별 가중치 식을 도출하였다.

$$W_n = \frac{\{N-(n-1)\}(11N-3n+22)}{5N(N+1)(N+2)} \quad (9)$$

다만 앞서 언급한 바와 같이 분산이 다소 큰  $\alpha$  값을 산술평균값으로 적용하였기 때문에, 정확한 층별 가중치 산정을 위해서는  $\alpha$  값에 대한 변수분석을 통한 관계식 도출 등 추후 연구가 필요할 것으로 판단된다.

### 2.3.2 도출된 층별 가중치 산정식의 검증

층별 가중치 산정식 식 (9) 도출 시 다소 큰 분산을 갖는 계수를 단순화하여 적용하였으므로 실제 구조해석결과 도출된 가중치와 비교하여 타당성을 검증할 필요가 있다. 따라서 Table3에 나타낸 총 7개 단지, 60개 동의 안전진단 사례를 전체 층수별로 세분화 한 후 구조해석을 수행하였으며, 이를 식 (9)와 비교하여 Fig. 8에 나타내었다. 여기서 식 (9)에 의한 층

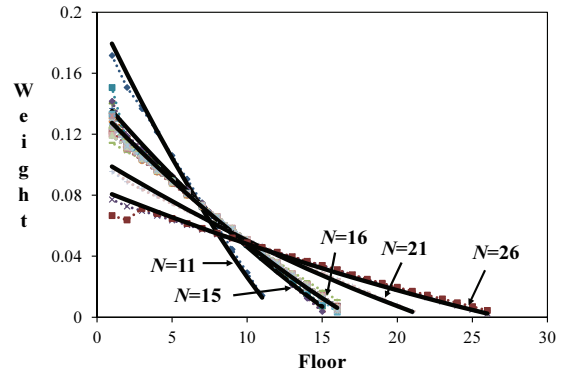


Fig. 8 Comparison of Eq. (9) and analysis results

Fig. 8 Comparison of Eq. (9) and analysis results

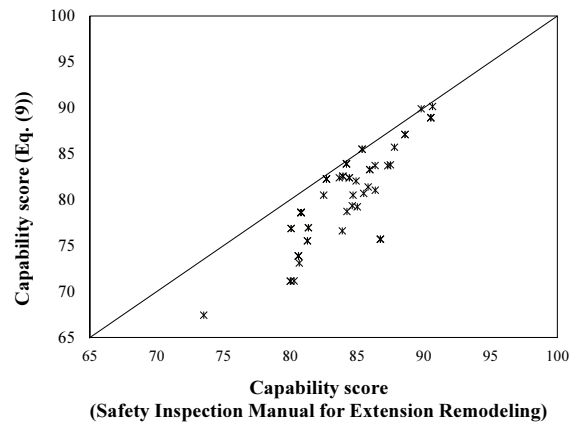


Fig. 9 Comparison of capability score in safety inspection for extension remodeling cases

별 가중치는 굵은 실선으로 나타내었으며, 각 해석결과로 도출된 층별 가중치는 점선으로 겹쳐 나타내었다.

식 (9)와 해석결과 도출된 층별 가중치를 비교한 결과, 도출된 산정식은 구조해석 모델링에서 하부층 평면변화 등으로 일부 불일치하는 부분을 제외하면 대체로 실제 해석결과를 잘 반영하는 것으로 나타났다. 따라서 도출된 식 (9)를 기본으로 하고 후속연구를 통해  $\alpha$  값에 대한 변수분석 결과를 반영하면 증축형 리모델링 안전진단 내하력 평가 시 보다 합리적으로 층별 가중치 및 내하력 평가점수를 산정할 수 있을 것으로 기대된다.

### 2.4 제안식과 기존 가중치 값에 의한 내하력평가 결과 비교

Fig. 9는 앞서 도출된 층별 가중치 산정식(식 (9))을 Table3에 나타낸 증축형 리모델링 안전진단 수행사례에 적용하여 개선 전/후 층가중치 값에 의한 내하력 평가점수를 비교한 그래프이다. 사례 분석 결과 기존 대비 평균 3.66점, 최대 11.05

점이 감소하여 전체적으로 평가점수가 감소하는 경향이 나타났다. 이는 안전진단 수행사례에서 대체로 하부층 부재의 내력비가 부족한 경우가 많고, 제안식에 의한 하부층 층가중치가 기존 값 보다 높았기 때문으로 판단된다.

다만, Fig. 9에 나타난 평가점수는 기존 증축 매뉴얼에 제시된 부재별 가중치 값을(수직부재 0.65, 수평부재 0.35) 적용하여 도출한 것으로, 이 경우 전체구조물에서 힘의 흐름 등을 고려하였을 때 하부층(최하층 인접) 수평부재보다 중요도가 높을 수 있는 일부 상부층(중간층 이상) 수직부재의 가중치(중요도)가 항상 낮게 산정된다. 따라서 부재별 가중치에 대한 후속연구 수행 후 개선 전/후 가중치 값에 의한 내하력평가 점수를 재비교분석할 필요가 있을 것으로 판단된다.

### 3. 결 론

이 연구에서는 증축형 리모델링 안전진단의 내하력 평가 시 사용되는 층별 가중치에 대하여 공학적인 근거를 마련하였으며 보다 합리적인 평가를 위한 층별 가중치 산정식을 제안하였다. 연구결과 도출된 결론은 다음과 같다.

1. 구조물의 내하력을 평가하는 방법은 『증축형 리모델링 안전진단 매뉴얼』, 『재건축사업의 안전진단 매뉴얼』, 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침』에서 각각 제시하고 있으며, 각각의 지침 및 매뉴얼에서 제시한 층별 가중치는 모두 상이하다.
2. 층별 중요도를 최하층 수직부재가 부담하는 축력을 1로 하였을 때 각 층의 수직부재가 부담하는 축력의 크기로 정의하면, 층별 가중치는 모든 층의 층별 중요도 합에 대한 해당 층의 층별 중요도로 정의할 수 있다. 이를 바탕으로 수직하중 및 수평하중의 하중분포 형태를 가정 후 각 하중 형태에 대한 층별 가중치 산정식(식(3),(7))을 도출하였으며, 구조해석 결과와 비교하여 하중분포 형태의 가정 및 도출된 층별 가중치 식이 합리적임을 검증하였다.
3. 수직하중 및 수평하중 가중치 식을 전체하중에 대한 비율에 따라 조합하여 최종 층별 가중치 식(식(9))을 도출하였으며, 이를 구조해석 결과와 중첩하여 나타내어 타당성을 검증하였다. 그 결과 도출된 층별 가중치 식은 구조물의 역학적 특징을 잘 반영할 수 있는 것으로 판단되며, 이를 통해 증축형 리모델링 안전진단 시 보다 합리적인 내하력 평가점수를 산정할 수 있을 것으로 기대된다.
4. 증축 매뉴얼에서 내하력 평가점수 산정 시 적용하는 가중치에는 층별 가중치와 부재별 가중치가 있으며 모두 내하력 평가점수를 산정하는데 중요한 요소이다. 본 연구에서는 층별 가중치 산정식만 도출하였으며, 식(9)와 증축 매

뉴얼에서 제시하는 부재별 가중치식을 동시에 적용할 경우 기존 내하력 평가방법에 비하여 평가점수가 낮아지는 경향을 나타내었다.

다만 이번 연구에서는  $\alpha$  값에 대한 변수분석 및 부재별 가중치에 대한 부분은 제외되었으므로 이와 같은 부분은 후속 연구를 통해 개선할 필요가 있다고 판단된다.

### 감사의 글

본 연구는 국토교통과학기술진흥원의 지원으로 수행되었음(과제번호: 21RERP-B099826-07).

### References

1. Shin et al.(2018), A Study on the Optimization of Field Sampling Number of the Durability Evaluation Method for the Extension Remodeling of the Apartment Housing, *Journal of the Korea Institute for Structural Maintenance and Inspection*, 22(3), 60-68.
2. Lee et al.(2015), Structural Alternatives for Remodeling of the Vertical Extension of Three Floors, *Journal of the Architectural Institute of Korea Structure & Construction*, 31(12), 11-22.
3. Choi et al.(2016), Strength ratio of Structural Members for Existing Apartment Houses, *Proceeding of Architectural Institute of Korea Structure & Construction 2016 fall conference*, 36(2), 792-793.
4. Shin et al.(2006), An Experimental Study on the Strength Evaluation of existing Structural Members for the Remodelling Construction of Apartments Housing, *Proceeding of Korea Concrete Institute 2006 fall conference*, 18(2), 29-32.
5. You et al.(2018), Development of Technologies Ensuring Structural Safety of Existing Multi-residential Buildings for Vertical Extension, *Proceeding of Korea Concrete Institute 2018 spring conference*, 30(1), 787-788.
6. Hyoun, C. K.(2013), Structural Analysis and Design for Remodeling of Apartment Building, *Review of Architecture and Building Science*, *Architectural Institute of Korea*, 57(10), 27-33.
7. Choi et al.(2019), Technical Issues of Vertical Extension Remodeling of Apartment Houses, *Proceeding of Korea Concrete Institute 2019 spring conference*, 31(1), 261-262.
8. Kim, S. C.(2013), The Building Structural Problems and Solutions for the Remodeling of Vertical Extension, *Review of Architecture and Building Science*, *Architectural Institute of Korea*, 57(10), 23-26.
9. Hong et al.(2018), Development of Remodeling Code for Korean Building Code, *Proceeding of Architectural Institute of Korea 2018 fall conference*, 38(2), 418.
10. Cho et al.(2012), A Study on Vitalizing Plans of Extension Remodeling for Apartment Housings, *Korea Institute of Construction Engineering and Management*, 13(4), 33-47.
11. Chung, L.(2013), Direction of Revised Legislation for Remodeling of Vertical Extension, *Review of Architecture and*

Building Science, *Architectural Institute of Korea*, 57(10), 10-13.

12. Lee and Moon.(2014), Remodeling and Safety, Review of Architecture and Building Science, *Architectural Institute of Korea*, 58(10), 63-67.

13. Ministry of Land, Infrastructure and Transport.(2019), Safety Inspection for Expansion Remodeling Guidelines.

14. Korea Infrastructure Safety Corporation.(2019), Safety Inspection

Manual for Expansion Remodeling.

15. Korea Infrastructure Safety Corporation.(2019), Guideline of Precise Safety Control and Maintenance of Establishments.

Received : 12/08/2020

Revised : 01/25/2021

Accepted : 02/08/2021

---

**요 지 :** 2014년 수직증축형 리모델링 제도가 시행됨에 따라, 수직 증축과정에서 발생 가능한 구조 안전에 대한 문제 해결을 위해 증축형 리모델링 안전진단 매뉴얼이 제정되었다. 이 매뉴얼에서 내하력 평가를 위한 층별 가중치 부분은 『재건축 안전진단 매뉴얼』을 인용하였으나, 공학적 근거가 다소 미흡하다. 또한, 수직증축형 리모델링에서 내하력 평가의 중요도가 재건축에서보다 높으므로 층별 가중치 산정 방법의 개선이 필요하다. 따라서 본 연구에서는 층별 가중치에 대한 공학적 근거를 마련하고자 기존 매뉴얼 및 지침 분석을 통해 층별 중요도와 층별 가중치를 정의하였으며, 역학적 원리를 바탕으로 합리적인 가중치 산정식을 제시하였다.

**핵심용어 :** 내하력 평가, 증축형 리모델링, 층별 중요도, 층별 가중치, 안전진단

---