고층 건축물의 기둥축소량 계측-예측의 비교를 통한 해석보정 방안

송 은 석¹ · 김 재 요^{2*}

¹광운대학교 건축공학과 석사과정, ²광운대학교 건축공학과 교수

Analytical Correction Method Based on a Comparison of the Column Shortening Measurement-Prediction in Tall Buildings

Eun-Seok Song¹ and Jae-Yo Kim^{2*}

¹Graduate Student, Department of Architectural Engineering, KwangWoon Univ., Seoul, 01897, Korea

²Professor, Department of Architectural Engineering, KwangWoon Univ., Seoul, 01897, Korea

Abstract

In this study, an analytical method was proposed to correct the analysis results and minimize the errors between column shortening predictions and real values in high-rise buildings. In this regard, the construction sequence analysis of 41-story reinforced concrete buildings was performed and the results were compared to four assumed field measurements that were divided into the column and the core. The analysis correction was applied at a stage over the error limit in the column and at all stages in the core. Since the error occurred continuously after the analysis was corrected, additional corrections of the analysis resulted in a smaller error. By applying the proposed analytical correction method, it was confirmed that the long-term shortening value can be accurately predicted.

Keywords : high-rise building, construction sequence analysis, column shortening, correction of analysis

1. 서 론

도시의 상징성, 관광, 경제 창출과 같은 이유 등으로 초고층 건물의 수요가 세계적으로 증가하고 있다. 일반적으로 초고층 건물은 철근콘크리트조의 코어와 철골조 또는 철골-철근콘크리트조의 기둥과 보의 구조로 계획되고 있으며 콘크리트는 재료의 특성으로 인해 탄성변형과 크리프(creep), 건조수축(shrinkage)과 같은 시간의 경과에 따른 비탄성변형이 장기 간에 걸쳐 일어나게 된다(Kim *et al.*, 2003; Song *et al.*, 2005).

콘크리트 건물에서 기둥축소량은 탄성변형, 크리프, 건조수축의 합으로 나타내며 기둥축소는 수직부재의 절대축소 및 부등축소 등으로 인해 수평부재에 추가적인 내력을 발생시켜 바닥감, 칸막이벽체, 외장재, 커튼월과 같은 비구조재의 파손을

유발시킨다. 따라서 초고층 건물의 설계와 시공에서 기둥축소가 중요하게 고려되어야 하며 시공단계 해석을 통해 적절한 분석과 검토가 이루어져야 한다. 하지만 지금까지의 연구들은 수직부재에 발생하는 기둥축소량의 정확한 예측과 시공단계에 대한 보정에 관한 것들이 대부분이었다(Kim *et al.*, 2010; Jeong *et al.*, 2014; Eom *et al.*, 2009; Kim *et al.*, 2013).

현재 시공단계에서 기둥축소를 보정하는 방식은 설계단계에서 사전해석을 통해 기둥의 축소량을 예측한 뒤 이러한 예측 결과를 검증하기 위해 시공단계의 계측결과와 비교를 통해 수행된다. 하지만 이와 같은 현장계측은 단순히 예측결과와 비교·검증하는 지표로만 사용되고 있으며 오차가 발생할 경우에 그 원인을 규명하고 개선하는 목적으로 사용되고 있지는 않다(Lee *et al.*, 2012).

따라서 본 연구에서는 예측과 계측 사이에 발생하는 오차의

* Corresponding author:

Tel: +82-2-940-5637; E-mail: kimjyo@kw.ac.kr

Received September 20 2019; Revised September 29 2019;

Accepted September 30 2019

©2019 by Computational Structural Engineering Institute of Korea

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

원인을 분석하고 오차의 원인 제거의 가능성을 판단한다. 또한, 예측과 계측의 오차가 발생할 경우 예측-계측 값의 오차를 최소화하도록 예측 값을 보정하는 해석 재보정 과정을 제시하고자 한다. 이를 위하여 41층 규모의 철근콘크리트조 건물을 대상으로 하여 기둥과 코어의 축소량을 해석하고 이를 다양한 유형으로 가정한 현장계측 값과 비교·분석한다.

2. 예측과 계측의 오차 분석

고층건물의 기둥축소량에 대한 예측과 계측 값 간 오차의 원인으로 재료에서 생기는 오차, 시공 중 생기는 오차, 계측센서의 오류로 인해 발생하는 오차 등이 있다(Kim *et al.*, 2012).

해석에 적용하는 재료모델이 실제 구조물의 시간 의존적 거동을 정확하게 반영하지 않을 경우 예측과 계측 값 간의 오차는 커질 수 있다. 기둥축소량 해석 시 변수들(콘크리트 강도, 상대 습도, 하중 등)을 가정 값으로 사용할 때 실제 조건을 정확하게 반영하지 못하여 오차가 발생할 수 있다. 또한 재료모델 기준의 선택에 따라 오차의 편차가 발생할 수 있으며(Kim *et al.*, 2003), 재료시험 시 공시체와 실제 시공 기둥 단면의 크기 차이로도 오차가 발생할 수 있는 등 다양한 원인 요소가 존재한다. 따라서 실제 건물의 재료적인 성질을 시공단계해석 과정에서 재료모델에 그대로 적용하는 것은 어렵기 때문에 재료적인 측면에서 발생하는 계측과 예측의 오차 원인을 제거하는 것은 힘든 것으로 판단된다.

시공 중 생기는 오차는 현장에서 발생하는 하중의 크기를 정확하게 반영하지 못해 발생하는 오차와 시공 중 발생하는 추가하중으로 인한 오차, 수평부재의 강성에 따른 하중분배에서 발생하는 오차 등이 있다. 또한 상대습도, 온도 등의 시공환경으로 인해 발생하는 오차(Moon *et al.*, 2018)와 시공공정의 세부적인 시공절차를 간략화하여 해석할 때 발생하는 오차, 그리고 공정 계획도와 실제 현장 상황과의 차이로 오차가 발생할 수 있다. 시공 중 하중과 공정에 대한 모든 돌발 변수들을 시공단계 해석에 그대로 반영하기 어렵기 때문에 오차의 원인을 제거하는 것이 용이하지 않다.

콘크리트에 매립 혹은 철골에 용접된 계측센서의 측정오류로 인해 예측과 오차가 발생할 수 있다. 그러나 계측센서의 오류를 매 단계별로 확인하여 수정하는 것이 현실적으로 불가능하므로, 계측센서에 대한 오차를 시공단계 해석에서 제거하는 것은 힘든 것이다.

이상과 같이 오차의 원인을 제거하는 것이 용이하지 않으므로 본 연구에서는 예측된 결과와 여러 가지 가정한 현장계측 값의 오차를 비교·분석한 후, 보정 값을 산정하여 해석결과를 보정하는 방법을 제안한다.

3. 해석 예제모델

3.1 적용 건물

본 연구에서는 예측과 계측의 오차를 줄이기 위한 해석 재보정을 수행하기 위해 Fig. 1과 같은 해석모델을 설정하였다. 해당 해석모델은 지상 41층의 고층 건축물이며 층고의 경우 1층은 3m, 2층은 5m, 3층~41층은 3m로서, 건축물의 전체 높이는 122m이다. 또한 코어 전단벽 시스템과 철골·철근콘크리트 및 철근콘크리트 기둥 시스템의 구조형식이 적용된 건축물이다.

시공단계 구조해석 프로그램으로 크리프와 건조수축에 의한 기둥축소량을 고려한 FEM 해석에 특화된 프로그램인 ASAP (Ha *et al.*, 2012)을 이용하여 해석모델의 기둥축소에 대한 해석보정 연구를 진행하였다.

Fig. 1 Structural analysis model

3.2 해석 가정 사항

시공적인 측면에서 기둥축소량은 슬래브 타설 전 축소량과 슬래브 타설 후 축소량이 있다. 슬래브 타설 전 축소량(sup to)은 슬래브 타설하는 시점 이전에 수직 구조부재에 발생하는 수축량으로 하부에 작용하는 탄성축소량과 크리프, 건조수축을 더한 값으로 나타나는 축소량이며, 슬래브 타설 후 축소량(up to)은 슬래브 타설하는 시점 이후에 상부 시공에 의한 추가

Fig. 2 Application of step-by-step analysis correction

하중으로 콘크리트 자체의 비탄성 축소에 의해 발생하는 축소량이다(Kim, 2010). 본 연구에서는 슬래브 타설 전 축소량(sup to)과 슬래브 타설 후 축소량(up to)값의 합인 'Total' 값을 통해 기둥축소량에 대한 분석을 진행하였다.

시공단계는 61개의 Stage로 구성되며 1,000일의 시공공정을 갖는다. 각 단계별로 기둥과 코어(벽체)가 번갈아 가며 차례대로 시공되는 공정을 가지고 있으며 본 논문에서 '61Stage'는 61개의 시공공정 중에서 마지막 시공단계를 의미하며 공사완료 후 약 300일이 경과된 시점이다.

재료모델은 PCA모델을 사용하였으며(Fintel *et al.*, 1987) 철근콘크리트조의 외부 기둥과 내부 코어의 수직방향 변형(dz)의 'Total' 값으로 기둥축소 값을 비교하였다.

외부 기둥의 단면은 800mm×800mm이고 내부 코어의 두께는 위치에 따라 400mm, 600mm, 800mm로 다양하며, 콘크리트의 압축강도는 33MPa, 특정 크리프는 90×10^{-6} mm/mm/MPa, 극한 건조수축은 780×10^{-6} mm/mm이다.

4. 기둥축소량 해석보정 방안 적용

4.1 보정방법

계측 값과 예측 값 간의 오차의 한계를 설정하고 매 시공 단계마다 계측 값과 예측 값의 오차를 비교하여 설정한 오차한계

를 벗어나는 경우 최상층 변위 예측 값이 계측변위 값과 유사하게 되도록 오차한계 값만큼의 강제변위를 입력하는 해석보정을 통해 단계적으로 오차를 줄인다.

Fig. 2는 오차의 한계를 5mm로 설정하여 이를 초과하는 시공단계에서 해석보정을 적용하는 방법을 단계적으로 보여주고 있다. 일정한 비율로 저/고층에서 예측과 계측의 오차가 발생하는 경우에 대해서 Fig. 2(a)의 경우 16~17층(stage 23)에서 예측 값과 계측 값의 오차가 5mm 이상 발생하여 오차의 한계를 벗어났다. 따라서 시공된 최상층 지점의 해석 값에 5mm의 강제변위 입력으로 해석모델을 보정하였다. 시공단계가 진행되면서 Fig. 2(b)와 같이 28~29층(stage 41)에서 5mm 한계를 벗어난 오차가 다시 발생하기 때문에 동일한 방법으로 추가적인 해석보정을 실시하였다. 마찬가지로 36~37층(stage 53)에서도 해석보정을 실시하였다(Fig. 2c). Fig. 2(d)는 공사완료 후 300일이 지난 시점의 축소량으로 오차가 지속적으로 증가한 것을 알 수 있다. 그러나 해석보정이 이루어지지 않은 최저층부의 오차는 크게 발생하였으나 3회의 해석보정을 통해 상층부의 오차를 크게 저감하였음을 확인할 수 있다.

본 연구에서는 외부 기둥의 보정은 오차가 많이 나타나는 특정 구간(specific stage)을 보정하는 방법을 사용하고, 내부 코어의 보정은 전 구간(all stage)을 보정하는 방법을 통해 비교한다.

4.2 현장계측 가정

현장계측은 저층부 및 고층부의 예측과 계측의 층별 오차 발생 유형을 고려하여 4가지의 상황으로 가정한다(Table 1). 첫 번째 상황은 저/고층에서 일정한 비율로 오차가 증가하는 경우이다(이하 계측 A, Fig. 3a). 두 번째 상황은 저층부에서 오차가 크게 발생하고 고층부로 갈수록 오차가 줄어드는 경우이며(이하 계측 B, Fig. 3b), 세 번째 상황은 저층부에서 오차가 미소하지만 고층부에서 오차가 크게 발생하는 경우이다(이하 계측 C, Fig. 3c). 마지막으로 네 번째 상황은 저/고층부에서 오차가 복합적으로 크게 발생하는 경우이다(이하 계측 D, Fig. 3d). 이와 같이 계측을 4가지 상황으로 가정하여 시공단계별로 외부 기둥(C1)과 내부 코어(W1)의 축소 값들을 비교한다.

Table 1 Field measurement assumptions

Type	The difference between prediction and measurement	
	Low floors	High floors
Measurement A	Increase at a constant rate	Increase at a constant rate
Measurement B	An excessive increase	A slight decrease
Measurement C	A slight increase	An excessive increase
Measurement D	An excessive increase	An excessive inverse increase

4.3 외부 기둥(C1) 축소값 비교 및 분석

외부 기둥(C1)의 해석은 특정 구간을 나누어 보정하는 방법을 적용하였다. 계측 A에서 오차의 한계는 7.5mm(Fig. 4a)와 5mm(Fig. 4b)로 두 가지의 경우를 설정하였고, 계측 B~D의 오차의 한계는 5mm로 설정하여 해석보정을 실시하였다.

계측 A에 대해서 Fig. 4(a)는 오차의 한계를 벗어나는 Stages 32 & 53에서 각각 7.5mm의 해석보정이 2회 적용되었고, Fig. 4(b)는 오차의 한계를 벗어나는 Stages 23, 41, & 53에서 각각 5mm의 해석보정이 3회 적용되었다. 두 가지의 보정방법에서 전체적인 해석보정 값은 15mm로 동일하다. Fig. 4의 (c)와 (d)는 보정이 없을 때의 해석과 계측의 차이, 해석보정을 했을 때의 해석과 계측의 차이 값을 층별로 비교한 결과이다. 그 차이의 최댓값은 2회 보정 시 12.66mm, 3회 보정 시 10.44mm이고, 평균은 2회 보정 시 7.19mm, 3회 보정 시 6.34mm이다. 이를 통해 전체적인 해석보정 값의 합이 동일하더라도, 해석보정이 많은 횟수로 적용될수록 예측과 계측간의 층별 오차가 줄어드는 것을 확인할 수 있다.

계측 B에 대해서 Fig. 5(a)와 같이 오차의 한계를 벗어나는 저층부(Stages 17 & 29)에서 5mm씩 2회의 보정을 하였다. 저층부에서 기존 예측 값 보정을 통해 오차를 줄였으나 고층부로 올라가면서 오차가 다시 발생하여 Stage 53에서 5mm의 1회 추가 보정을 통해 총 5mm씩 3회의 보정으로 오차를 줄일

Fig. 3 Field measurement assumptions of 61 stage

Fig. 4 Displacement difference between analytical correction and unadjusted prediction of measurement A in C1 of 61 stage

Fig. 5 Displacement difference between analytical correction and unadjusted prediction of measurement B in C1 of 61 stage

수 있었다. Fig. 5(b)와 같이 층별 오차는 저층부에서 크게 발생하였으나 상층부에서 저감되었음을 확인할 수 있다.

계측 C에 대해서는 Fig. 6(a)와 같이 저층부에서 예측과 계측의 오차가 미미하지만 오차의 한계를 벗어나는 고층부(stages 41 & 53)에서 총 5mm씩 2회의 해석보정을 적용하였으며 상층부의 오차 저감(Fig. 6b)을 확인할 수 있다

계측 D에 대해서는 Fig. 6(c)와 같이 다소 복잡한 보정을 적용하였다. 오차의 한계를 벗어나는 저층부(stage 17)에서 5mm의 1회 보정을 하였고 고층부로 갈수록 다시 오차의 한계를 벗어나 5mm씩 3회(stages 35, 47, & 56)의 추가 보정으로 총 5mm씩 4회의 복잡한 오차보정을 수행하였다.

Fig. 5(b)와 Fig. 6(b), (d)를 확인하면 보정이 없을 때의 해석보다 해석보정을 적용했을 때의 해석결과에서 확인하게 오차가 줄어든 것과 계측 값의 형태에 따라 그에 맞추어 적절한 해석보정이 이루어질 수 있음을 확인할 수 있다.

4.4 내부 코어(W1) 축소값 비교 및 분석

내부 코어(W1)에 대해서는 외부 기둥(C1)과 달리 해석보정 값의 빈도가 잦을수록 오차가 감소하는지 여부를 비교하기 위해서 모든 구간에서 해석보정을 적용하였다. 모든 시공단계마다 최상층 지점의 해석값에 대하여 예측값과 동일한 값이 되도록 강재변위를 적용하여 해석보정을 실시하였다. Fig. 7(a), (c) 및 Fig. 8(a), (c)와 같이 계측 A~D 모두 각 시공단계마다

Fig. 6 Displacement difference between analytical correction and unadjusted prediction of measurement C&D in C1 of 61 stage

Fig. 7 Displacement difference between analytical correction and unadjusted prediction of measurement A&B in W1 of 61 stage

예측-계측 값 간의 오차를 제거하기 위한 해석보정이 적용되므로 해석결과 값이 계측 값과 유사한 경향을 나타내는 것을 확인할

수 있다. Fig. 7(b), (d) 및 Fig. 8(b), (d)에서도 보정이 없는 해석 값과 계측의 오차보다 해석을 보정한 해석 값과 계측의

Fig. 8 Displacement difference between analytical correction and unadjusted prediction of measurement C&D in W1 of 61 stage

오차가 현저히 낮아지게 됨을 알 수 있으며, 시공단계에서의 해석보정을 통해 공사완료 후 300일 정도의 시점에서도 해석의 오차가 거의 모두 제거되었음을 확인할 수 있다.

5. 종합 분석

Table 2와 Table 3은 외부 기둥(C1)과 내부 코어(W1)의 해석보정이 없을 때의 해석 값과 계측의 차이, 해석보정이 있을 때의 해석 값과 계측의 차이를 층 평균 오차로 비교한 결과이며, Table 2의 계측 A는 보정을 3회 실시했을 때의 층 평균 오차

값을 나타낸 것이다(Fig. 4b). Table 2 및 3에 나타난 오차의 층 평균을 분석하면 외부 기둥(C1)에서 보정이 없을 때 해석과 계측의 오차는 계측 A에서 3회 보정 시 오차의 평균이 11.95mm에서 6.34mm로, 계측 B에서 3회 보정 시 오차의 평균이 12.6mm에서 7.03mm로, 계측 C에서 2회 보정 시 오차의 평균이 4.77mm에서 2.33mm로, 계측 D에서 4회 보정 시 오차의 평균이 7.49mm에서 4.91mm로 줄어들었다. 즉, 해석보정을 했을 때 해석과 계측의 오차의 평균은 외부 기둥(C1)에서는 모두 10mm 미만으로 최대 48.91%까지로 감소하였다(Table 2).

Table 2 Average story displacement difference of analysis and prediction(C1)

Reference	Unadjusted - measurement	Analytical correction - measurement
Measurement A - low/high-floor constant ratio	11.95mm (100%)	6.34mm (53.06%)
Measurement B - low-floor excessive	12.6mm (100%)	7.03mm (55.79%)
Measurement C - high-floor excessive	4.77mm (100%)	2.33mm (48.91%)
Measurement D - low/high-floor mixed	7.49mm (100%)	4.91mm (65.59%)

Table 3 Average story displacement difference of analysis and prediction(W1)

Reference	Unadjusted - measurement	Analytical correction - measurement
Measurement A - low/high-floor constant ratio	10.65mm (100%)	0.28mm (2.63%)
Measurement B - low-floor excessive	9.6mm (100%)	0.41mm (4.27%)
Measurement C - high-floor excessive	3.65mm (100%)	0.3mm (8.16%)
Measurement D - low/high-floor mixed	5.67mm (100%)	0.42mm (7.47%)

내부 코어(W1)에서는 모든 전 구간에서 해석보정을 적용하여 계측 A일 때 오차의 평균이 10.65mm에서 0.28mm로, 계측 B일 때 9.6mm에서 0.41mm로, 계측 C일 때 3.65mm에서 0.3mm로, 계측 D일 때 5.67mm에서 0.42mm로 줄어 들었다. 즉, 해석보정을 했을 때 해석과 계측의 오차의 평균은 내부 코어(W1)에서는 모두 1mm 미만으로 최대 2.63%까지로 감소하였음을 확인할 수 있다(Table 3).

이상과 같이 해석결과 값의 보정을 통해 계측-예측 간의 장기적인 오차를 감소시키는 방법을 적용하였다. 외부 기둥의 보정을 통해 보정의 횟수가 증가할수록 오차의 크기가 줄어드는 것을 알 수 있었으며 내부 코어 벽체의 보정을 통해서도 매 단계 별로 보정할 경우에 보다 효과적으로 오차를 줄일 수 있음을 알 수 있었다. 또한 계측의 변형에 따라 자유롭게 해석 값을 수정하여 오차를 줄일 수 있음을 확인하였다.

6. 결 론

본 연구에서는 고층 건축물에서 중요하게 고려되는 기둥축소에 대하여 시공단계에서의 계측과 예측의 오차를 기반으로 장기적인 예측값을 보정하는 해석보정 방법을 제시하였다. 고층 건물의 기둥축소량은 재료적인 원인, 시공적인 원인, 계측 오류 등으로 인해 예측과 계측 값 간의 오차가 발생한다. 그러나 변수요인들의 예측이 정확하지 않고, 시공 과정에서 여러 돌발 상황이 발생하여 오차의 원인을 제거하는 것은 용이하지 않으므로, 예측된 결과와 현장계측 값의 오차를 비교·분석한 후 해석 결과를 보정하는 방법을 적용함으로써 해석 예측의 정확성을 효율적으로 향상시킬 수 있는 방안을 제안하였다.

41층의 철근 콘크리트 고층건물의 기둥축소를 해석하기 위해 3차원 시공단계해석을 수행하였으며, 외부 기둥과 내부 코어로 나누어 가정한 4가지 가상의 현장계측 결과를 바탕으로 계측과 예측 사이의 오차의 한계를 벗어나는 시공단계에서 오차를 감소시키는 해석보정을 실시하였다. 외부 기둥에서는 특정단계로 나누어 해석보정을 실시하였으며, 내부 코어에서는 모든 단계에서 해석보정을 실시하였다. 해석보정이 적용된 후에도 시공 단계가 진행됨에 따라 오차가 다시 발생하기 때문에 해석보정의 횟수가 많을수록 계측 값과 가까워진다는 것을 확인할 수 있었다. 특히, 매 시공단계에서 해석보정이 이루어지는 경우, 해석 축소 값과 실제 축소 값 간의 장기적인 오차를 거의 모두 제거할 수 있었다.

이와 같이 해석을 보정하여 기둥축소값 예측을 보완하는 방법을 통해 현장계측 값이 어떠한 분포가 되더라도 장기적인 예측의 오류를 최소화할 수 있음을 확인하였다. 다양한 기둥 축소 발생의 형태에 대하여 검증은 수행하였으나, 향후 추가

연구를 통해 실제 계측결과와의 비교 및 해석보정 적용을 수행함으로써 실무 적용 가능성과 정확성에 대한 추가적인 검증이 요구된다.

감사의 글

본 연구는 국토교통부 도시건축연구사업의 연구비 지원(19AUDP-B147688-05)으로 수행되었습니다.

References

- Eom, T.S., Kim, J.Y. (2009) An Application of Construction Sequence Analysis for Checking Structural Stability of High-Rise Building under Construction, *J. Comput. Struct. Eng. Inst. Korea*, 22(3), pp.211~221.
- Fintel, M., Ghosh, S.K., Iyengar, H. (1987) Column Shortening in Tall Structure-Prediction and Compensation, Portland Cement Association.
- Ha, T.H., Lee, S.H. (2012) Advanced Staged Analysis Program for Precise Construction of RC Tall Buildings, *Mag. Korea Concr. Inst.*, 24(4), pp.34~38.
- Jeong, D.G., Yu, E.J., Ha, T.H., Lee, S.H. (2014) Three Dimensional Construction Stage Analysis and Deformation Monitoring of a Reinforced Concrete Highrise Building, *J. Comput. Struct. Eng. Inst. Korea*, 27(6), pp.573~580.
- Kim, H.S., Cho, S.H., Kim, D.K. (2003) Analysis and Field Measurement of Column Shortening of RC Cores and SRC Columns in Tall Building, *J. Archit. Inst. Korea Struct. & Constr., Archit. Inst. Korea*, 19(1), pp.49~56.
- Kim, H.S., Shin, S.H. (2010) Effects of Differential Column Shortening on Internal Member Forces of Tall Buildings, *J. Archit. Inst. Korea Struct. & Constr., Archit. Inst. Korea*, 26(5), pp.35~42.
- Kim, H.S., Shin, S.H. (2012) Error Analysis for Column Shortening Prediction Model by Field Measurement, *J. Archit. Inst. Korea Struct. & Constr., Archit. Inst. Korea*, 28(6), pp.19~26.
- Kim, H.S., Shin, S.H. (2013) Reduction of Differential Column Shortening by Placing Additional Reinforcement, *J. Archit. Inst. Korea Struct. & Constr., Archit. Inst. Korea*, 29(1), pp.3~10.
- Kim, Y.M. (2010) Development of Field-friendly Optimal Compensation System for Differential Column

- Shortening *J. Comput. Struct. Eng. Inst. Korea*, 23(2), pp.139~152.
- Lee, J.Y., Kim, H.S., Kim, K.H.** (2012) The Optimal Location Selection Method of Measurement for Compensation of Column Shortening, *J. Archit. Inst. Korea Struct. & Constr., Archit. Inst. Korea*, 28(1), pp.11~18.
- Moon, I.W., Choi, K.B.** (2018) The Influence Factors on the Compensation of Column Shortening in Tall Buildings, *J. Korea Inst. Struct. Maint. & Inspect.*, 22(1), pp.208~215.
- Song, H.C., Doe, G.Y., Cho, H.H.** (2005) Field Measurement and Compensation Method of Column Shortening for SRC Columns in 37-story Residential Building, *J. Korea Inst. Build. Constr.*, 5(4), pp.145~152.

요 지

본 논문에서는 해석결과를 보정하여 고층 건축물의 기둥축소 예측값과 실제값 간의 오차를 최소화하기 위한 해석보정법이 제안되었다. 이를 위하여 41층 규모의 철근 콘크리트 건물에 대한 시공단계해석이 수행되었으며, 해석결과는 기둥과 코어로 나뉘어 네 가지의 가정된 계측결과들과 비교되었다. 해석보정은 기둥에서는 오차 한계를 넘어서는 시공단계에서 코어에서는 모든 시공단계에 적용되었으며, 해석이 보정된 이후에도 지속적으로 오차가 발생하므로 해석보정이 자주 수행될수록 오차는 감소하였다. 이러한 과정을 통하여 제안된 해석보정 방법을 적용함으로써 장기적인 축소값이 실제값과 유사하게 예측될 수 있음을 확인하였다.

핵심용어 : 고층 건축물, 시공단계해석, 기둥축소, 해석보정