

## 37층 초고층주상복합건물 SRC기둥의 기둥축소량 현장계측 및 보정법

Field Measurement and Compensation Method of Column Shortening  
for SRC Columns in 37-story Residential Building

송 화 철\*

Song, Hwa-Cheol

도 근 영\*\*

Doe, Guen-Young

조 훈 희\*\*\*

Cho, Hun-hee

## Abstract

Long-term axial shortening of the vertical elements of tall buildings results in differential movements between two elements and may lead to the additional moments of connection beam and slab elements, and other secondary effects, such as cracks of partitions or curtain walls. Accurate prediction of time-dependent column shortening is essential for tall buildings from both strength and serviceability aspects. The compensation method is different from reinforced concrete and SRC(Steel Reinforced Concrete) members. The SRC columns are usually compensated according to total differential shortening between two vertical elements. In this study, column shortenings of 37-story W building under construction are predicted and compensated. The SRC column shortenings are compared with the actual column shortening by field measurement and the column shortenings are reanalysed and recompensated.

키워드 : 기둥축소량, 철골철근콘크리트, 보정법, 계측, 전체부등축소량, 재보정

Keywords : Column shortening, SRC, Compensation, Field measurement, Total differential shortening, Recompensation

## 1. 서 론

최근 국내에도 많은 고층건물들이 들어서고 있다. 이러한 초고층건물에는 건축물의 높이가 증가하면서 벽체나 기둥 같은 수직부재의 축소량이 많이 발생하여 건축물에 구조적, 기능적으로 부정적인 영향을 준다.

수직부재는 연직하중에 의해 탄성축소가 발생하며, 콘크리트의 경우 재료적 특성에 의해 탄성축소뿐만 아니라 크리프(Creep)와 건조수축(Shrinkage)과 같은 비탄성 효과에 의한 축소가 장기간에 걸쳐 일어난다. 콘크리트 건물의 축소는 이들의 합으로 계산되며, 현재 철근콘크리트 기둥축소의 해석방법은 Mark Fintel<sup>1)</sup> 등이 제시한 방법이 가장 널리 사용되고 있다. 철골철근콘크리트(이하 SRC)기둥도 강재를 둘러싸고 있는 콘크리트의 영향으로 탄성 및 비탄성 수축이 발생한다. 그러나 강재의 비율이 높은 SRC기둥의 경우 기둥축소량 해석값을 정확하게 예측하기 어렵다.<sup>2)</sup> 이외에도 콘크리트의 시간의존적인 성질에 의해 콘크리트의 강도, 상대습도, 하중, 재하시기 등에 따라 많은 차이를 보이는 크리프와 건조수축의 영향으로 축소량 예측은 어렵다. 따라서 초고층건물의 SRC기둥의 축소량을 보정하기 위해서는 사전해석을 수행하여 보정을 하고, 실제 발생한 축소량을 계측하여 해석결과와 비교·분석하여 재보정을 해주는 과정이 필요하다.

\* 한국해양대학교 해양공간건축학부 부교수

\*\* 한국해양대학교 해양공간건축학부 부교수

\*\*\* 한국해양대학교 해양공간건축학부 전임강사

본 논문에서는 현재 시공 중인 37층 규모의 초고층 주상복합건물을 대상으로 하여 SRC기둥의 축소량을 해석하고 이를 현장계측 결과와 비교·분석하였다. 이를 통하여, 합성부재인 SRC기둥에 대한 보정법을 제시하고자 한다.

## 2. 기둥축소량 해석 및 보정법

## 2.1 기둥축소량 일반사항

수직부재의 축소량은 시공이 진행되는 동안 각 층은 그 층이 설치된 후에 가해지는 모든 하중에 의하여 탄성수축을 한다. 또한 콘크리트나 합성 기둥은 가해지는 압축력에 의하여 발생하는 크리프와 수분의 증발 등으로 인하여 건조수축 변형을 시작한다. 콘크리트의 수직부재 축소량은 이러한 시간의존성을 가지는 특성으로 인해 슬래브 타설 시점, 즉 시공단계 및 공기가 기둥 축소량에 영향을 미친다. 시공단계와 공기를 고려하기 위해 수직부재 축소량은 슬래브 타설 전 축소량(up to slab installation shortening)과 슬래브 타설 후 축소량(subsequent to slab installation shortening)으로 구분하여 관리하게 된다.<sup>3)</sup>

## 1) 슬래브 타설 전 축소량 (Up to)

슬래브 타설 전에 발생한 축소량은 슬래브를 타설할 시점에서 하부 수직부재에 미리 발생하는 수축량이다. Up to 축소량은

하부에 작용하는 탄성축소량과, 그 시간까지의 비탄성 축소량을 합한 값으로, 수평부재에 부가하중을 유발하지 않으며 시공 시 슬래브 레벨을 맞추는 과정에서 저절로 보정이 이루어진다.

## 2) 슬래브 타설 후 축소량 (Sub to)

슬래브 설치 후에 발생하는 축소량은 슬래브 설치 이후의 상부 시공에 의한 추가하중과 콘크리트의 비탄성축소에 의하여 발생하는 것으로서, 수평부재에 부동축소를 유발하며 구조 부재에 부가응력을 발생시키므로 구조설계 시 이에 대한 영향을 미리 반영하여야 한다. 이 축소량은 미리 예측하여 수평부재 설치시 반영하지 않으면 보정할 수 없다.

## 2.2 기동축소량 해석 방법

기동축소량은 탄성축소량, 크리프 축소량, 건조수축 축소량으로 구성되며, 각 축소량을 계산하는 방법은 다음의 식에 의해서 표현되어진다.

### 1) 탄성축소량

콘크리트의 탄성축소량은 시간에 따른 압축강도  $f_c(t)$ 와 탄성계수  $E_{ct}$ 로부터 결정된다.

$$\Delta_{EL} = \Sigma \frac{P \times h}{A_f \times E_{ct}} \quad (1)$$

$$E_{ct} = 0.043 \omega^{1.5} \sqrt{f_c(t)} \text{ (MPa)} \quad (2)$$

$$f_{ct} = \frac{t}{4.0 + 0.85t} f_{28} \text{ (MPa)} \quad (3)$$

여기서  $t$ : 재령(일)

$f_{28}$ : 콘크리트의 28일 압축강도(MPa)

$\omega$ : 콘크리트의 단위중량(kg/m<sup>3</sup>)

$A_f$ : 기둥의 변환단면적(mm<sup>2</sup>)

### 2) 건조수축 축소량

건조수축은 부재 표면에서 수분이 증발함으로써 발생하게 된다. 이를 구하기 위한 식은 다음과 같다. 식(4.a)는 슬래브 타설 이전, 식(4.b)는 슬래브 타설 이후의 건조수축 축소량을 나타낸다.  $SH_{v/s}$ 는 체적·표면적비 효과,  $SH_{RH}$ 는 상대습도 효과,  $SH_t$ 는 시간에 대한 건조수축 비율,  $SH_{sr}$ 는 철근비 효과,  $h$ 는 해당층의 층고이다.

$$\Delta_{SH}^{UPTO} = \Sigma \epsilon_{shu} \times SH_t \times SH_{v/s} \times SH_{RH} \times SH_{sr} \times h \quad (4.a)$$

$$\Delta_{SH}^{SUBTO} = \Sigma \epsilon_{shu} \times (1 - SH_t) \times SH_{v/s} \times SH_{RH} \times SH_{sr} \times h \quad (4.b)$$

이 식에서 극한건조수축 변형률  $\epsilon_{shu}$ 은 건조수축변형률을 건조수축 시간함수로 회귀분석하여 구한다. 건조수축 시간함수는 ACI에서 제안하는 식을 사용하였다.

$$SH_t = \frac{t_s}{35 + t_s} \quad (5)$$

여기서,  $t_s$ : 콘크리트 타설 후 경과시간(일)

### 3) 크리프 축소량

크리프는 콘크리트가 수년간 지속적으로 하중을 받을 때 발생하는 변형이다. 이를 구하는 식은 다음과 같다. 식(6.a)는 슬래브 타설 이전, 식(6.b)는 슬래브 타설 이후의 크리프 축소량을 나타낸다.  $\sigma$ 는 작용응력,  $C_u$ 는 특정크리프 계수,  $CR_t$ 는 시간에 대한 크리프 비율,  $CR_{vs}$ 는 체적·표면적비 효과,  $CR_{RH}$ 는 상대습도 효과,  $CR_{ls}$ 는 하중재령시점의 재령 효과,  $CR_{sr}$ 는 철근비 효과이다.

$$\Delta_{CR}^{UPTO} = \Sigma \sigma \times C_u \times CR_t \times h \times CR_{ls} \times CR_{vs} \times CR_{RH} \times CR_{sr} \quad (6.a)$$

$$\Delta_{CR}^{SUBTO} = \Sigma \sigma \times C_u \times (1 - CR_t) \times h \times CR_{ls} \times CR_{vs} \times CR_{RH} \times CR_{sr} \quad (6.b)$$

위 식에서 특정크리프는 표준상태에서 최종적으로 발생하는 단위하중에 대한 변형으로서 크리프변형률을 시간함수에 대해 회귀분석하여 구한다. 크리프 시간함수는 ACI에서 제안하는 식을 사용하였다.

$$CR_t = \frac{t^{0.6}}{10 + t^{0.6}} \quad (7)$$

여기서,  $t$ : 콘크리트 타설 후 경과시간(일)

## 2.3 기동축소량 보정법

### 1) 기동축소량 보정법 종류

기동축소량의 보정이란 수직부재가 수축변형 후 일정시점에서 수평부재의 설계레벨을 확보하는데 있다. 즉 수직부재 상하간에 발생하는 설계레벨과의 오차를 허용 값 이내에 들게 함으로써 커튼월이나 내부 마감재, 설비 및 배관 등에 미치는 영향을 최소화하기 위한 것으로, 보정방법에는 절대보정법과 상대보정법이 있으며, 그림 1은 기동축소량 보정 Flowchart를 나타낸 것이다.

#### (1) 절대보정법

기둥 및 벽체에서 계산된 축소량의 값을 설계레벨에 맞추어 일정하게 적용하는 보정법으로, 부재 간에 상대적인 오차의 여부에 상관없이 설계레벨을 확보하는 보정방법이다. 초고층 건물의 시공은 일반적으로 코어벽체를 선시공하기 때문에 코어벽체의 레벨에 맞추어 다른 수직부재를 보정한다.

#### (2) 상대보정법

상대보정법은 절대보정법과는 달리 기준이 되는 부재를 정하여 상대적으로 발생하는 축소량의 값을 보정하는 방법을

말한다. 예를 들어, 코아 벽체에 발생된 축소량의 레벨을 설계용 레벨로 정하여 다른 기둥에서 발생되는 축소량의 값에 따라 기둥에서 발생된 축소량을 보정하여 수평을 맞추도록 하는 보정법이다.

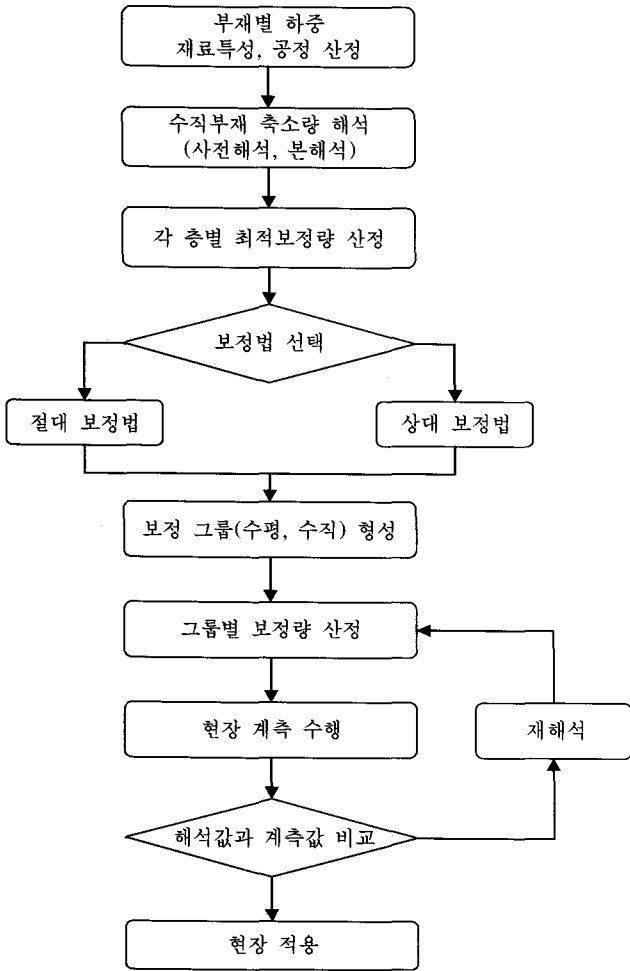


그림 1. 기둥축소량 보정 Flowchart

2) 철골 및 SRC기둥 보정법

철골구조물의 경우에는 시간경과에 따른 비탄성축소량이 발생하지 않고 하중작용에 의한 탄성축소만 발생하므로, 철근콘크리트 구조나 철골철근콘크리트 구조물보다 축소량의 예측이 간편하다.

철골철근콘크리트 구조물의 경우에는 초기 철골구조의 공사가 완료된 시점에서 탄성축소만 발생하지만, 콘크리트 타설 이후에는 비탄성축소량인 크리프 축소와 건조수축 축소가 발생되며, 추가적으로 하중재하에 의한 추가탄성축소가 발생된다. 따라서 철골철근콘크리트의 보정방법은 초기 철골기둥의 레벨이 설계레벨과 연관되므로 철골기둥의 보정법과 유사하게 이루어진다.

(1) 절대보정법

절대보정법은 부재 제작단계에서 보정값 만큼 부재를 길게 제작하여 현장에 반입, 설치하는 공법으로 경제적이긴 하나 각 부재에 발생되는 축소량을 정확하게 예측해야 하는 어려움이 있다. 또한 철골 세우기 작업 시 허용오차 범위를 만족 못하는 경우에는 추가적인 경제적 손실이 발생할 수도 있다.

(2) Shim Plate 보정법

Shim Plate 보정방법은 축소량값과 시공오차를 고려하여 오차범위 내에서 수직부재에 얇은 철판을 끼워 보정하는 방법이다. 이 공법은 현장에서 이루어지는 보정방법으로 비교적 보정이 정확하며 시공정밀도도 높일 수 있는 장점이 있다.

(3) 수치보정 Feed-Back형 보간법<sup>4)</sup>

Feed-Back 방법은 부재의 현장 반입 시 부재에 대한 길이의 수치정보와 세우기시 발생되는 오차 및 자연환경 등에 의한 영향에 의한 변형도 등의 수치정보를 공장으로 Feed Back하여 다음 부재제작에 오차 및 보정값을 반영하는 공법이다. Feed Back형 보간 방법은 시공품질 및 정밀도는 좋으나 수치정보의 관리가 복잡하다는 단점이 있다.

3. 기둥축소량 보정사례

3.1 적용 건물

대상 건물은 지하 4층, 지상 37층(최고높이 126.9m)의 부산 해운대에 위치한 W빌딩으로 SRC기둥에 대하여 기둥축소량의 해석 및 계측을 수행하였다. 대상 부재는 SRC기둥 C1~C5번까지 총 5개의 기둥을 선정하였고 대상건물의 평면 및 검토부재는 그림 2와 같다.

SRC기둥의 단면치수는 표 1과 같지만, 내부 철골의 치수와 철근의 변화로 철골면적 비(표 2)는 4.55%~19.22%까지 다양하다.

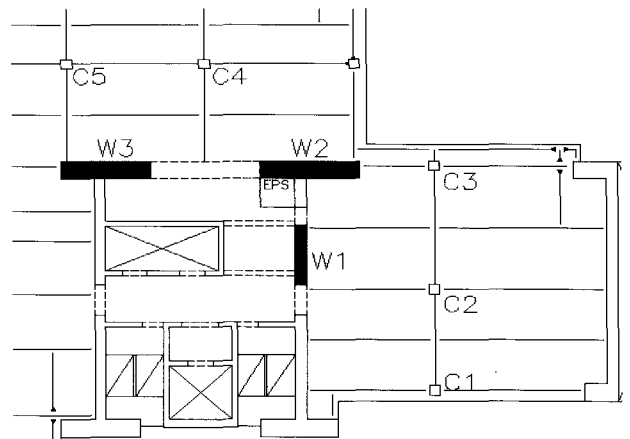


그림 2. 대상건물의 평면 및 대상그룹

표 1. SRC기둥의 단면치수(단위:mm)

층	C1	C2	C3	C4	C5
B4~3F	750×750	750×750	750×750	750×750	750×750
4F~37F	650×650	650×650	650×650	650×650	650×650

표 2. SRC기둥의 철골/면적비(단위 %)

층	C1	C2	C3	C4	C5
B4~B1	8.23	17.66	8.23	17.66	17.66
1F~3F	7.87	15.08	7.87	15.08	15.08
4F~8F	13.6	19.22	13.6	19.22	19.22
9F~14F	8.08	16.50	8.08	16.5	16.5
15F~20F		13.51		13.51	13.51
21F~26F		10.58		10.58	10.58
27F~32F	5.51	9.63	5.51	9.63	9.63
33F~37F	4.55	5.33	4.55	4.55	4.55

기둥축소량에 영향을 주는 콘크리트 강도는 설계강도를 사용하였으며 재료의 특성값인 특정크리프 계수와 극한전조수축 값을 산정한 것을 표 3에 나타내었다. 건물에 작용하는 하중의 계산은 Midas Gen 프로그램을 사용하였고, 작용하중의 크기와 하중작용시점을 시공 전 최종 공정표를 참고하여 표 4와 같이 해석에 반영하였다.

표 3. 적용 건물의 재료 특성

층	압축강도 (MPa)	특정크리프 (mm/mm/MPa)	극한전조수축 (mm/mm)
B4~3F	35	116.45	$800 \times 10^{-6}$
4F~37F	27	150.95	$800 \times 10^{-6}$

표 4. 입력하중의 크기와 공정(단위:ton)

하중 종류	C1	C2	C3	C4	C5	공정	
DL	SRC기둥자중	229.9	292	204.3	264.6	390.6	B3~B1 20일/층
		슬라브자중	325	533	265.5	252.2	261
FL	커튼월		194.8	403.6	197.1	377.5	285.7
LL	사용하중	303.2	435.6	211.5	364.9	313.6	1000일 후 동시

### 3.2 해석결과

기둥축소량 해석법에서 SRC기둥의 축소량은 철골을 등가의 철근면적으로 환산한 콘크리트 단면으로 가정하여 계산하였다. 해석 시점은 건물 사용자가 입주하는 시점인 1,000일 후로 하여 해석하였다. 그림 3은 각 부재의 층별 누적축소량값을 나타낸 그래프이고, 그림 4는 최고층에서의 절대축소량값을 도면에 나타낸 것이다.

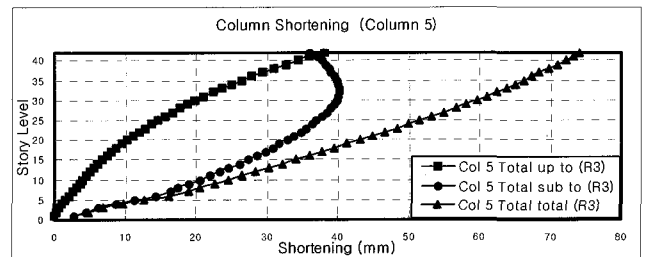
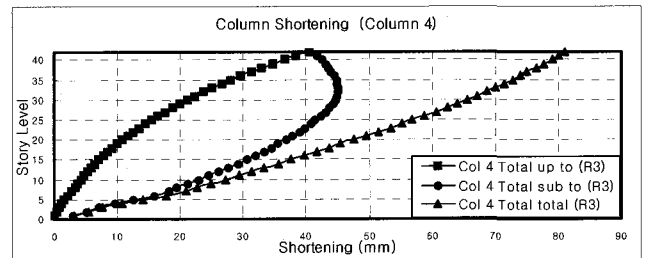
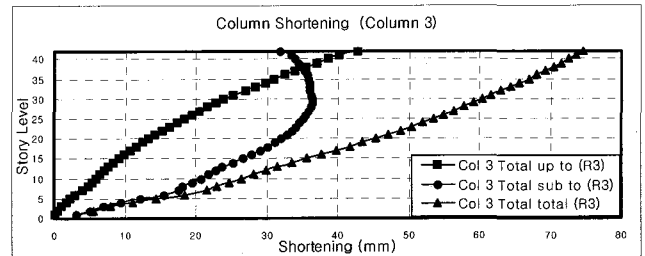
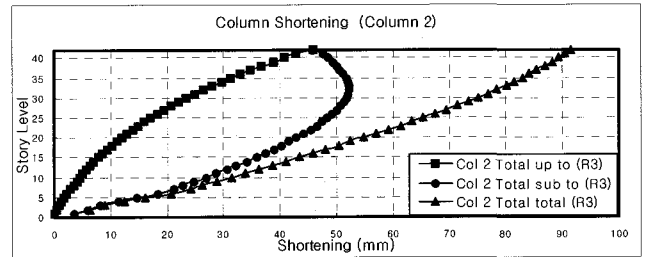
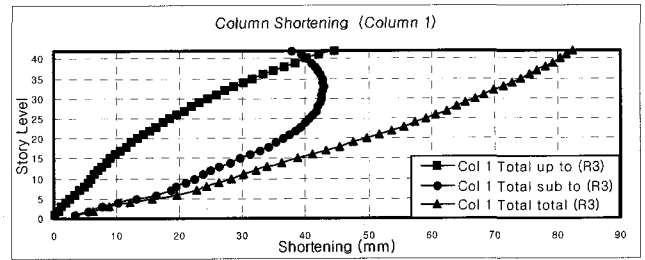


그림 3. 기둥축소량 해석결과

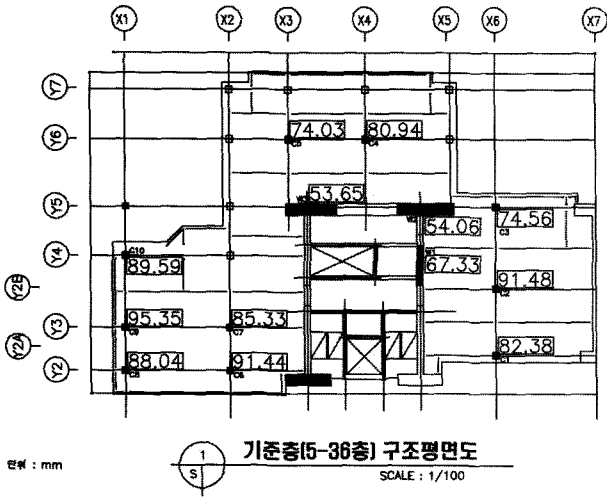


그림 4. 최고층에서 부재별 절대축소량

표 6. B 그룹 보정량

층	그룹별보정량	층별보정량
B4-11F	37.5mm	2.5mm
12-22F	22mm	2mm
23-27F	7.5mm	1.5mm
28-RF	10mm	1mm
계		77mm

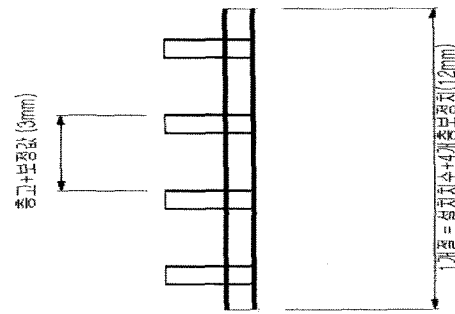


그림 6. 철골기둥 보정

### 3.3 초기 보정값 제시

기둥축소량 해석결과 평면내부에 위치하는 부재간의 축소량 차이가 미소하고, 또한 평면상의 코어, 측벽, 외곽 기둥들 간의 차이가 미소한 것으로 나타났다. 따라서 보정대상 부재의 그룹화는 그림 5에 나타나듯이 평면 내부 부재와 외곽기둥으로 하였다.

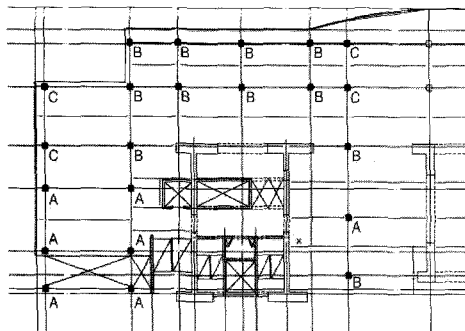


그림 5. 부재의 수평 그룹

SRC기둥은 철골새우기 레벨이 설계레벨과 연관되어 있으므로, 철골기둥의 보정법과 유사하게 이루어진다고 판단된다. 철골기둥의 수직보정은 절대보정법으로 공장에서 축소량을 미리 적용하여 제작하는 방법을 사용하였다. 각 층별 보정값은 해석 결과인 층별 축소량 누적값을 기초로 보정된 레벨이 오차 허용 레벨 이내가 되도록 수직으로 일정한 보정값을 가지는 그룹을 나누어 표 5와 6처럼 그룹별로 보정값을 제시하였다. 그림 6은 철골기둥의 보정이 이루어지는 모습으로 보통 1절에 4개 층 정도가 제작이 되며 브라켓에 층별보정량을 적용하였다.

표 5. A 그룹 보정량

층	그룹별보정량	층별보정량
B4-8F	36mm	3mm
9-19F	27.5mm	2.5mm
20-26F	14mm	2mm
27-RF	11mm	1mm
계		88.5mm

그림 7과 8은 그룹별로 층별 누적그래프와 보정그래프를 비교하여 축소량이 발생한 후 설계레벨과의 오차를 나타낸 그래프이다.

Compensation Schedule for Shortening (column2)

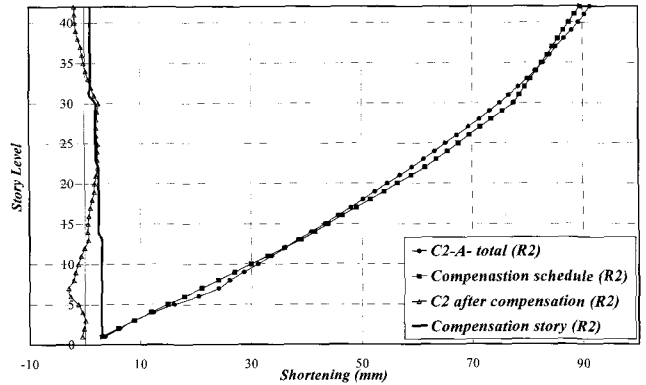
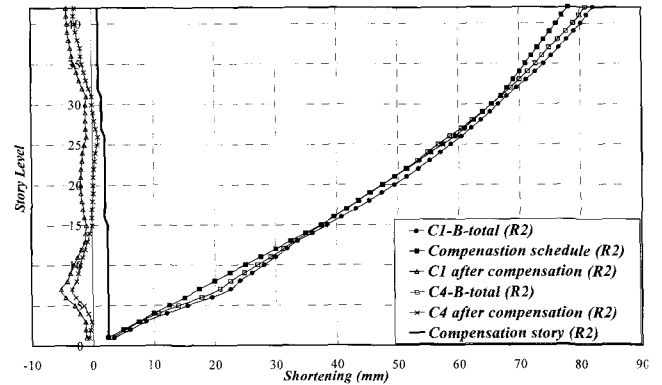


그림 7. A 그룹의 보정그래프

Compensation Schedule for Shortening (column1,4-B)



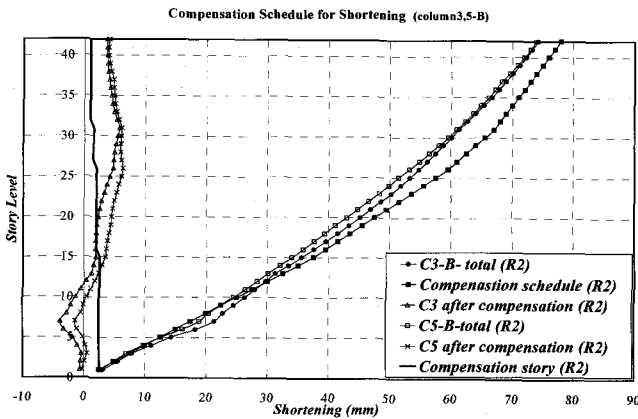


그림 8. B그룹의 보정그래프

## 4. 현장계측 및 재보정

### 4.1 현장계측

기둥 축소량에 의한 건물의 영향을 최소화하기 위해서 부동 축소량이 크게 발생하는 부재에 스트레인 게이지를 매설하여 축소량을 실측함으로써, 예측된 축소량과의 비교 검증을 통하여 다음 시공될 층과 같이 미 시공부분에 보다 정확한 재보정치를 제시한다.

기둥축소량 계측을 위한 센서는 크게 전기 저항식과 진동현식으로 분류할 수 있다. 전기 저항식은 정밀도가 뛰어나지만 습기 및 온도 변화에 취약함이 있고 센서의 수명이 진동현식에 비해 짧아 본 현장에 적용이 어렵다고 판단되어 습기와 온도 변화에 영향이 적은 진동현식을 사용하였다. 센서는 B3, 5F, 15F에 설치하였으며 B3, 5F에는 철골부재와 콘크리트 부재의 축소량을 비교 계측하기 위해 철골의 웨이브 부분에 부착식 센서를 용접하고, 동일 위치에 매립식 센서를 동시에 설치하였으며, 15F에는 매립식만 설치를 하였다. 그림 9는 매립식과 부착식 센서가 동시에 설치된 모습이다.

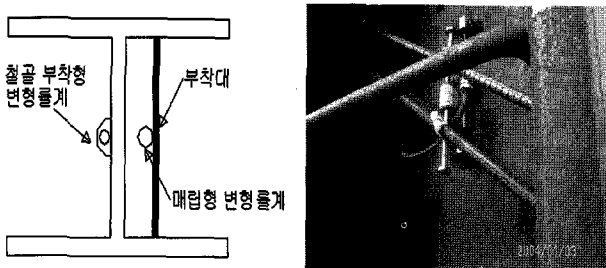


그림 9. 지하 3층 매립식, 부착식 센서 설치모습

계측의 초기값은 타설 직후의 값을 사용하였으며 계측빈도는 표 7에 나와 있다.

표 7. 변형률 게이지의 계측 주기

항 목	측정 시기	측정 빈도	비 고
변형률 게이지	골조공사 기간	1회/매주	초기치
	골조공사 완료 후	1회/격주	선정

변형게이지에 사용되는 철선은 열팽창계수가  $12.2 \mu \epsilon / ^\circ C$ 이다. 한편 콘크리트의 열팽창계수는  $10.4 \mu \epsilon / ^\circ C$ 로 본다. 그러므로 온도변화를 고려한 최종 변형률은 다음 식에 의해 계산한다.

$$\mu \epsilon_{load} = (R_1 - R_0) + (T_1 - T_0) \times (CF_1 - CF_2)$$

여기서  $T_0, T_1$  : 초기 및 임의시간에서의 온도

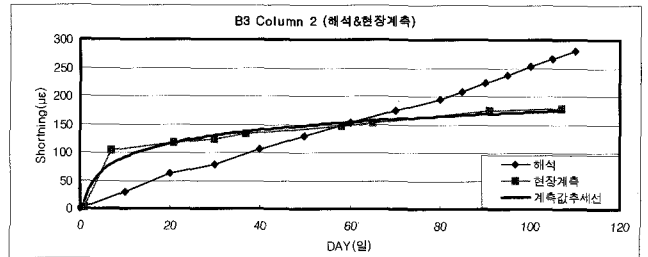
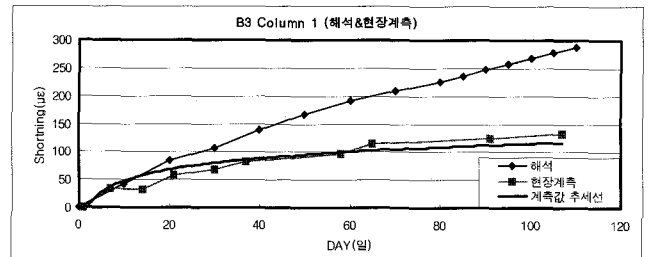
$CF_1, CF_2$  : 철선 및 콘크리트의 열팽창계수

$R_0, R_1$  : 초기변형, 임의시간에서의 변형

### 4.2 해석값과 계측값 비교 및 재보정

기둥축소량을 해석하는데 사용되었던 변수들은 모두 가정값들이었다. 그리고 시공단계에 따라서 해석 결과값은 많이 변할 수 있다. 따라서 해석값만을 근거로 보정을 할 경우 과대 또는 과소 보정을 할 가능성이 높다. 이를 방지하기 위해서 해석값과 현장 계측값을 비교하여 상부층에 재보정을 하여 일정 오차를 줄일 수 있다.

대상 현장은 착공 후 120일 후에 시간 이력 해석값과 계측값을 비교하여 재보정을 실시하였다. 대상 현장은 실제 타설된 콘크리트 강도가 설계강도보다 높았고, 공정도 계산에 이용되었던 공정상 지상 9층이 시공되어야 하지만 실제 현장은 지상 3층을 시공 중에 있어 해석값에 비해 계측값이 작게 발생하는 것을 알 수 있다. 그림 10은 지하 3층에 설치된 센서로 기둥 타설 후 107일 동안 계측한 값과 해석값을 비교한 그래프이다.



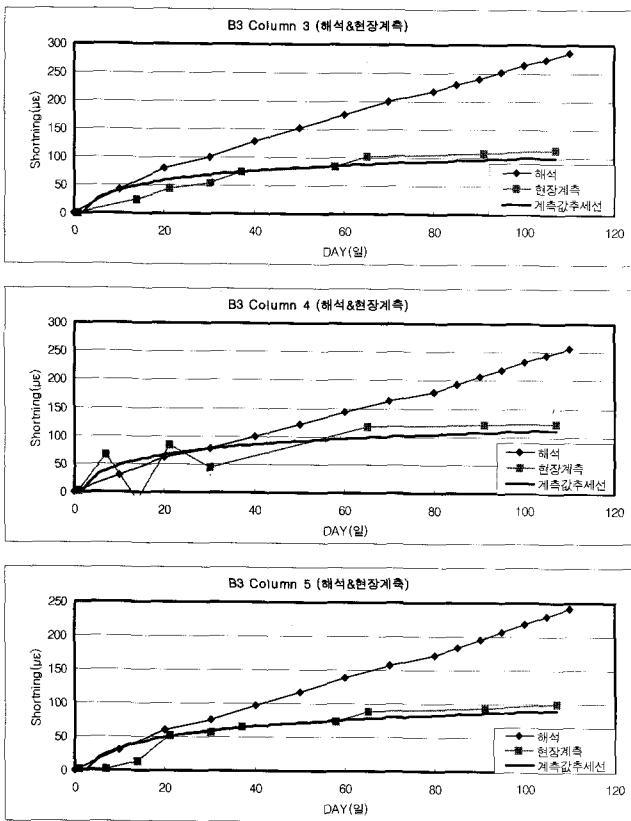


그림 10. 기둥축소량 해석값과 현장 계측값의 비교

비교 결과를 분석해 보면 계측 초기 부분에서는 기둥 축소량이 탄성축소량에 영향을 많이 받는 것으로 해석값과 계측값은 별 차이 없이 진행하지만, 시간이 흐를수록 시간의존적인 크리프와 건조수축이 콘크리트 부분에서 증가하여 축소량이 많이 발생할 것으로 예상하였다. 그러나 시간이 지나갈수록 해석값과 계측값의 차이는 커지는 것을 알 수 있다. 해석값과 계측값의 오차는 표 8과 같다.

표 8. 계측 107일 후 변형률 비교

대상 부재		변형률 (×10 <sup>-6</sup> )					
		65일 후			107일 후		
그룹	기둥	해석	계측	해석/계측	해석	계측	해석/계측
A	C2	166.1	137.4	0.827	278.1	185.6	0.667
	C1	199.9	114.8	0.574	282.3	133.5	0.473
B	C3	188.2	102.9	0.547	278.9	113.1	0.406
	C4	153.6	116.5	0.758	248.5	123.6	0.497
	C5	146.6	87.9	0.600	234.2	99.9	0.427

해석값과 계측값의 오차는 시간이 경과할수록 커지는데 이는 위에 언급하였듯이 늦어진 공정과 대상 부재와 같은 SRC 기둥의 경우 전체 단면에 대한 철골의 비율이 높아 일반 철근 콘크리트 해석법으로 해석한 값과 계측값의 차이가 시간이 지날수록 증가하는 때문으로 추정할 수 있다. A그룹의 경우 해석

값에 비해 실제 축소량이 약 66%정도 진행되었고, B그룹의 경우 약 50% 정도 진행된 것으로 분석되어 해석 초기 보정값을 계속 적용할 경우, 과대보정이 될 가능성이 많은 것으로 추정된다. 이를 재보정하기 위해 A그룹의 경우 해석값에 33% 스케일다운을 적용하였고, B그룹의 경우 해석값에 45% 스케일다운을 적용하여 재보정을 하였다. 표 9와 10은 재해석 이후 초기 보정값과 재보정값을 비교하여 나타낸 것이다.

표 9. A그룹 재보정량

층	초기보정		재보정		비고
	그룹별	층별	그룹별	층별	
B4-3F	21mm	3mm	21mm	3mm	시공 됨
4F-8F	15mm	3mm	10mm	2mm	-5mm
9F-13F	12.5mm	2.5mm	10mm	2mm	-2.5mm
14F-19F	15mm	2.5mm	6mm	1mm	-9mm
20F-26F	14mm	2mm	7mm	1mm	-7mm
27F-RF	11mm	1mm	11mm	1mm	
계	88.5mm		65mm		-23.5mm

표 10. B그룹 재보정량

층	초기보정		재보정		비고
	그룹별	층별	그룹별	층별	
B4-3F	17.5mm	2.5mm	17.5mm	2.5mm	시공 됨
4F-11F	20mm	2.5mm	8mm	1mm	-12mm
12F-22F	22mm	2mm	11mm	1mm	-11mm
23F-27F	7.5mm	1.5mm	5mm	1mm	-2.5mm
28F-RF	10mm	1mm	10mm	1mm	
계	77mm		51.5mm		-25.5mm

A그룹과 B그룹 모두 지상 3층까지는 이미 시공이 되었으므로 초기 보정값을 그대로 적용하였고, 재보정값은 아직 시공되지 않은 상부층을 대상으로 하였다. A그룹의 경우 4F~13F까지 층당 2mm로, 14F~RF까지 층당 1mm로 수정하여 전체적으로 23.5mm 축소량을 보정하였고, B그룹의 경우 4F~RF까지 층당 1mm로 수정하여 전체적으로 25.5mm 축소량을 보정하였다. 그림 11은 H-beam의 길이 제작 단계에서 보정길이 결정에 대한 과정을 보여준다.

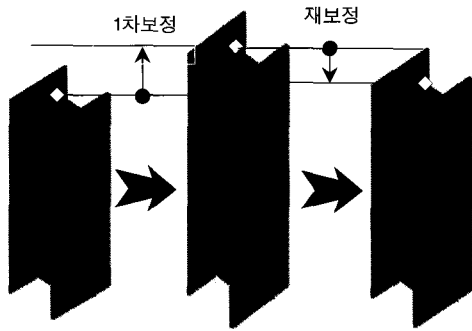


그림 11. H-beam 보정

## 5. 결 론

본 연구에서는 SRC기둥의 축소량 보정에 대한 방법을 해석값과 현장계측값을 비교·분석함으로써 SRC기둥에 적합한 보정법을 제시하였다. 시공 중인 초고층 SRC건물을 대상으로 하여 실시한 사전해석 및 현장계측데이터를 바탕으로 보정을 실시한 사례로부터 분석한 결과는 다음과 같다.

- 1) SRC기둥의 철골을 등가의 철근면적으로 환산한 콘크리트 단면으로 가정하여 계산하는 기존의 축소량 해석법으로 축소량을 산정할 수 있다.
- 2) SRC기둥은 철골세우기 레벨이 설계레벨과 연관되어 있으므로, 철골기둥의 보정법과 유사하게 이루어진다고 판단되어 철골기둥의 수직보정인 절대보정법으로 공장에서 축소량을 미리 적용하여 제작하는 방법을 사용하여 보정할 수 있다.
- 3) SRC기둥은 강재비가 크고 기둥축소량에 영향을 주는 재료물성치나 현장공정은 상황에 따라 달라지므로 현장 계측을 통해 해석값과 비교값을 비교·분석하여 축소량의 과대 또는 과소 보정을 줄일 수 있다.
- 4) 대상건물의 계측값/해석값 비교결과 67%에서 41%까지 작게 진행되고 있다. 해석값을 근거로 제시한 초기보정 값대로 보정할 경우 과대보정이 될 수 있으므로 해석값에 스케일다운을 적용하여 시공되지 않은 상부층에 적용할 재보정값을 제시하여 과대보정을 줄일 수 있다.

## 참 고 문 헌

1. Mark Fintel, S.K Ghosh, Hal Iyengar, Column Shortening in Tall Structure-Prediction and Compensation, PCA, 1987
2. 김한수, 조석희, 김도균 "초고층건물의 RC코어와 SRC 기둥의 기둥축소량 해석 및 현장계측", 대한건축학회 학술발표대회논문집, 제19권 11호, 2003, 11
3. 송화철, 윤은중, 정석창, 주영규, 박철림, "초고층 콘크리트 건물의 기둥축소량 효과", 대한 건축학회 논문집, 제 13권 12호, 통권 110

- 호, 1997, 12
4. 소광호, 양극영 "시공성 향상을 위한 초고층 건물의 기둥축소량 보정법에 관한 연구", 2003.11
5. 김원상, 조한욱, 오정근, 엄경수, "고층콘크리트 건물의 기둥축소량 계측 연구", 콘크리트학회 논문집 제 11권 3호, 1999. 6
6. 조석희, 김한수, 김도균, "초고층건물의 기둥축소량 예측 및 현장 계측", 대한건축학회 학술발표대회논문집, 제22권 2호, 2002, 10
7. MIRAE (주) 미래 ISE, 기둥축소량 해석 및 계측 제안서, 2002. 3