

지하 굴착시 계층관리에 의한 가설부재의 절감

김 학 수

호남대학교 토목공학과 조교수

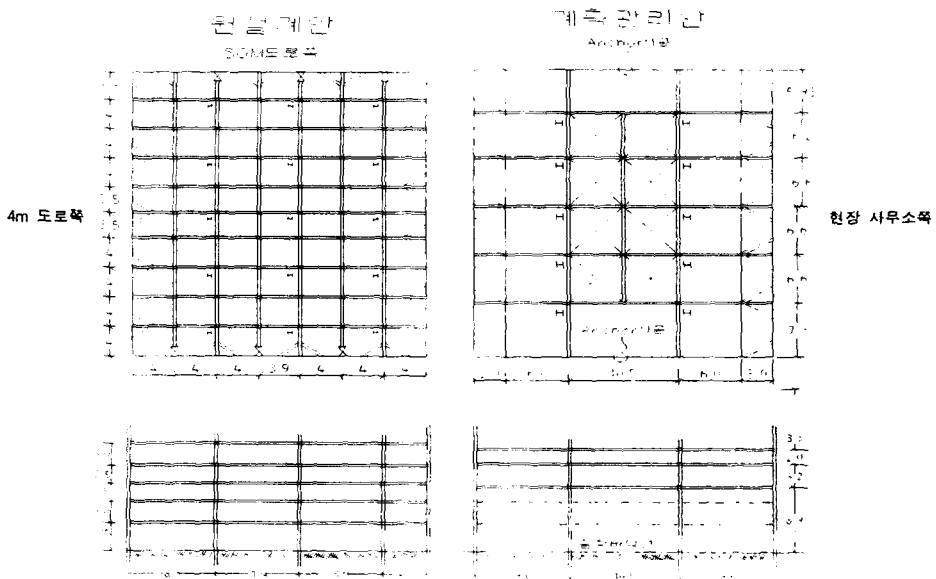
1. 서론

건물지하터파기에서 지하굴착시 공사비절감 및 안전관리를 위하여 계층관리를 실시하였다.

본 빌딩은 길이와 폭이 38.6m, 28.5m, 터파기깊이는 17.5m로 원설계에서는 strut5단으로 토류벽을 지지하여 흙을 굴착하는 것으로 설계되어 있으나 토질주상도를 참고로 할 때 GL-8.5m부터는 굳은 토사층 및 풍화암층이 나오는 상태이므로 원설계와는 달리 토층이 연약한 부분만 strut로 지지한 후 strut에 strain Gauge를 부착하여 굴착단계마다 strut의 응력을 검정하고 이 응력값이 부재의 허용응력 이내로 계속된다면 strut단 수를 절감하는 방안으로 일을 추진하였으며 본문에서는 이에 대하여 설명하고자 한다.

2. 원설계와 실제시공과의 비교

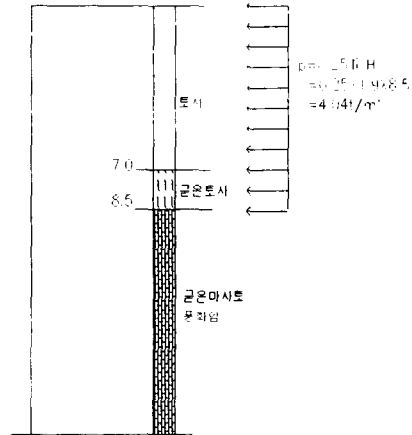
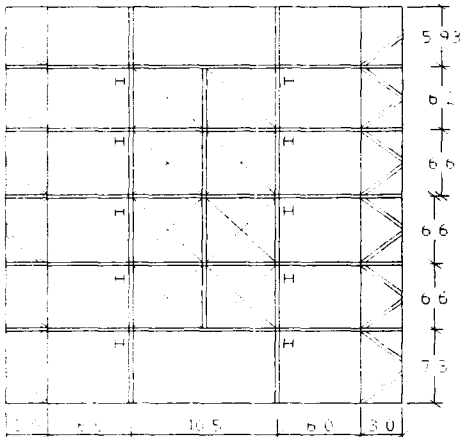
원설계에서는 모두 strut을 이용하여 지지하는 것으로 설계되어 있으나 그림의 도로쪽은 Earth Anchor를 시공할 수 있으므로 원설계와는 달리 Anchor로 변경하고 4m도로쪽과 상경 빌딩 쪽은 strut로 지지하였다. (전부Anchor로 변경하였으나 4m 도로쪽은 주민의 동의를 못 받음)



3. 설계변경

원설계에서는 GL-8.5m 이하 부분에 토압이 크게 작용하는 것으로 보고 설계하였으나 이 부분의 토층이 굳은 토사층 및 풍화암층으로 원설계와는 달리 토압이 미소하므로 토층이 연약한 3단만 보강하면 문제점이 없을 것으로 사료된다. 그러나 현재까지의 시공실적을 보면 이와같은 곳에서는 안전을 위하여 모두 원설계대로 시공하고 있다.

본문에서는 이와같은 점에 주목하여 공사비절감 및 안전관리를 위하여 1,2,3단 strut에 strain Gauge를 부착하고 strut에 작용하는 축력의 변화추이를 관찰하여 허용응역이내이면 strut 단수를 줄여 시공하는 것으로 계획하였다.

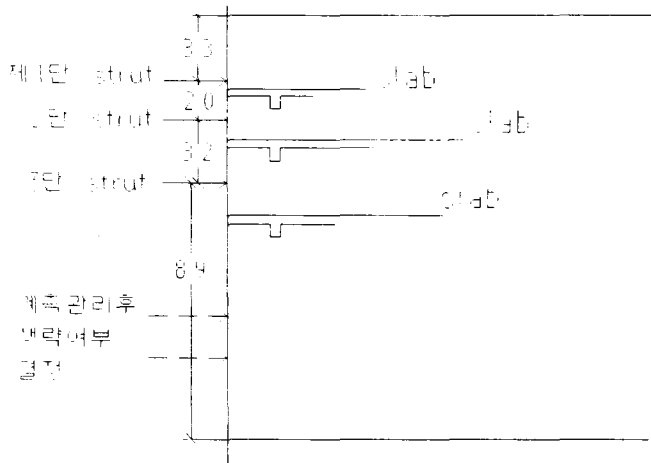


1) strut에 작용하는 축압측정

Boring조사결과 8.5m이하의 풍화암층으로 이곳은 축압이 크게 작용하지 않을 것으로 판단되나 아직까지 풍화암층에 작용하는 축압이 어느 정도 인가는 정확히 알지 못하는 상태이다. 따라서 축압은 8.5m까지만 작용하는 것으로 보고 그 이하는 계측관리하여 strut보강여부를 결정하기로 한다.

$$\begin{aligned}
 P &= 0.25 \gamma_t H \\
 &= 0.25 \times 1.9 \times 8.5 \\
 &= 4.04 \text{ t/m}^2
 \end{aligned}$$

2) strut 위치



각단 wale, strut에 작용하는 축압은 윗그림을 참고할 경우 4.04 t/m^2 의 토압이 작용하므로 첫단은 $3.3 + 2.0/2 = 4.3\text{m}$ 높이의 토압을 부담하므로 축압 w 는 다음과 같다.

$$\text{제 1 단 : } w_1 = 4.04 \times 4.3 = 17.37 \text{ t/m}$$

$$\text{제 2 단 : } w_2 = 4.04 \times 2.6 = 10.5 \text{ t/m}$$

$$\text{제 3 단 : } w_3 = 4.04 \times 1.6 = 6.46 \text{ t/m}$$

3) strut에 작용하는 축력 산정

strut부재 : $300 \times 15 \times 15$

$$A = 134.8\text{cm}^2, \quad z = 1440\text{cm}^3, \quad i_x = 12.6, \quad i_y = 7.26\text{cm}$$

하중

(1) 최대축력 N_{\max}

$$\begin{aligned} N_{\max} &= w \cdot l \\ &= 17.37 \times 6.6 \\ &= 114.6 \text{ ton} \end{aligned}$$

(2) 응력계산

$$\lambda = \frac{l}{i_y} = \frac{600}{7.62} = 82.6$$

$$\sigma_{ca} = \left\{ 1400 - 8.4 \left(\frac{l}{\gamma} - 20 \right) \right\} \times 1.5 = 1311 \text{ kg/cm}^2$$

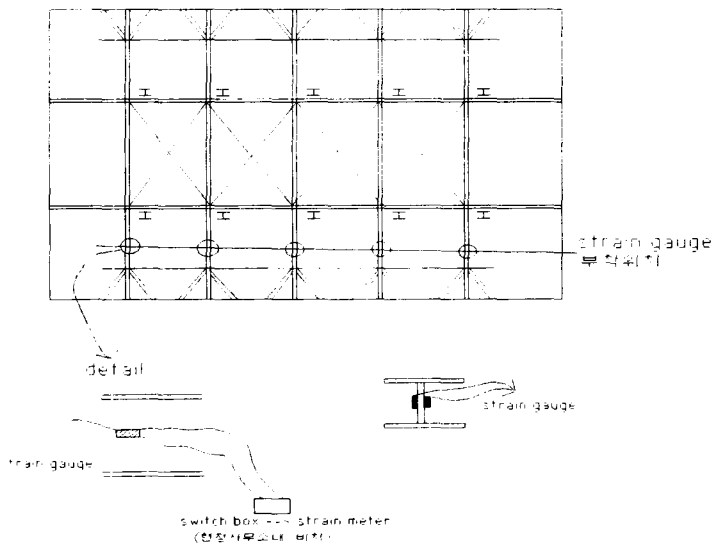
$$\sigma_c = \frac{P}{A} = 114.6 \times \frac{10^3}{134.3} = 853 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_{ca} \quad \text{o.k}$$

윗계산에서 보듯이 strut에 작용하는 응력이 1311 kg/cm^2 이내로 관리된다면 strut 4단, 5단을 줄일 수 있다.

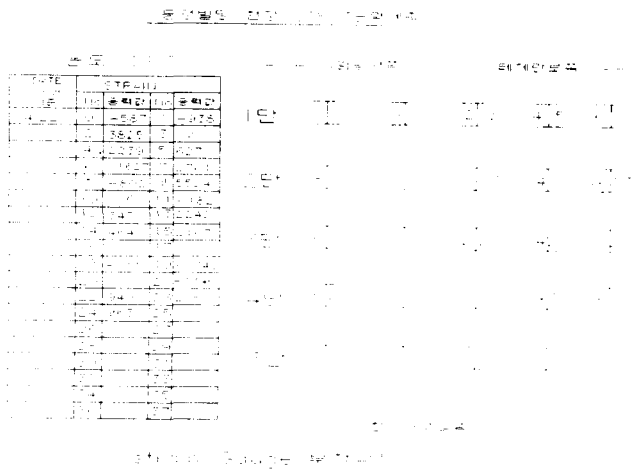
4. 계측관리

앞에서 검토한 바와같이 1-3단 strut에 작용하는 응력이 1311 kg/cm^2 이내이면 strut단 수를 줄일 수 있다. 따라서 굴착단계마다 strut에 strain Gauge를 붙인 후 응력변화 추이를 살펴볼도록 한다.

1) strain Gauge 부착위치



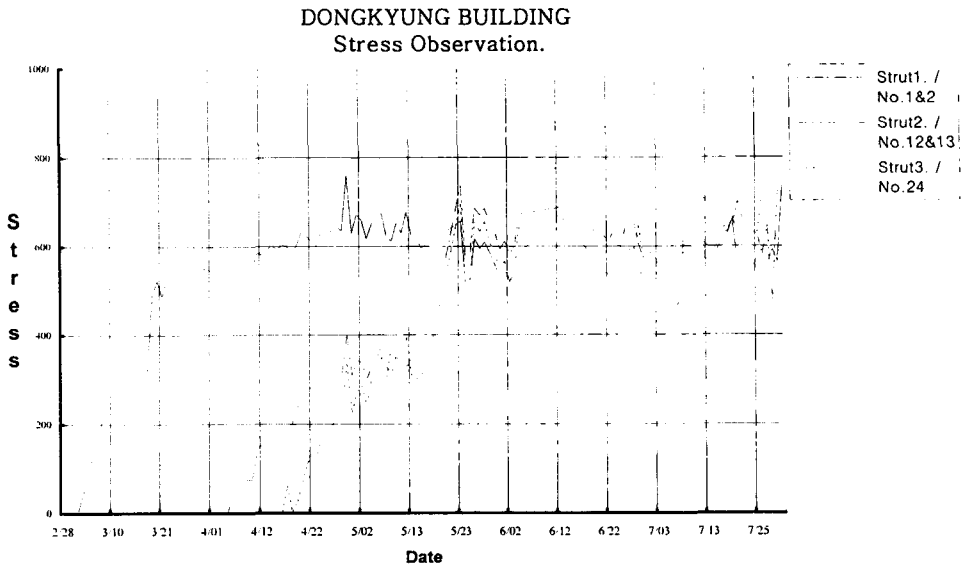
strut는 축력을 대부분 받으므로 strut ($300 \times 300 \times 15 \times 15$)의 web부분에 strain Gauge 2개를 붙여 두 개의 평균값을 택하였다.



본 건물에 대한 설계에 대한 상세한 설명을 제공합니다.

2) 측정결과

지하굴착공사가 시작된 후부터 현장에서는 과연 변경된 설계로 시공이 가능할까 걱정이 많았지만 계측관리에 의한 strut 2단을 줄이고 무사히 터파기 공사를 끝낼 수 있었다. 본 사례는 90년 3월 22일부터 7월 30일 까지 실측한 자료로서 strut에 작용하는 응력이 모두 허용응력 이내로 관리되었다.



5. 공사비절감효과

당초 5단으로 strut를 지지하였을 경우와 계측관리에 의해 물량을 줄였을 경우의 공사비 비교는 다음과 같다.

	감정액
원설계안	402,000,000
계측관리안	320,000,000

(-) 82,000,000

따라서 계측관리에 의한 공사비 절감은 팔천 이백만원 정도가 되나 공기 등을 고려해 볼 때는 그 이상의 효과가 있을 것으로 사료된다.

6. 결 론

앞에서 서술한 바와 같이 풍화암층에서는 현재까지 토압이 어느 정도 작용하는 가는 거의 발표된 논문이 없어 연구대상이며 본 실측사례에서 보듯이 이러한 곳에서는 토압은 거의 없는 것으로 추정되어 이를 계측과 함께 활용한다면 경제적인 시공과 안전성을 함께 확보할 수 있는 공사가 될 것으로 판단되어 현장에서 이를 활용하기를 기대한다.

- 참고문헌 -

1. Lewis c. Eggebrecht , 'Interfacing to the IBM personal computer',
Howard w. Sams & Co. , pp11~80, 125~230, 1985
2. 고석문 , '건설의 자동화기술연구' , 한국건설기술 연구원 , pp1~77, 1985 , 대림산업(주)
3. 大志方和也, 土留め 計測の 現場活用法 , pp141~214
4. 남순성 , '도심지 접근시공에서의 계측관리'
5. 임경화 , Pipe Messer공법에서의 터널계측, 건설기술연구보고집 제3권 ,