

역해석 기법을 이용한 지하굴착공사의 시공관리에 관한 현장사례연구

박현정^{1*}

¹신라대학교 건축학부

A Field Case Research by Construction Management of Underground Excavation Construction Using Inverse Analysis Method

Hyun-Jung Park^{1*}

¹Division of Architecture, Silla University

요 약 본 연구에서는 도심지 지하굴착시 많이 시행하고 있는 역해석기법에 의하여 최종변위를 예측하고 계측자료와 비교 분석함으로써, 굴착도중 역해석 기법의 효율성을 극대화 시키고, 동일한 조건의 현장에서 경제적이고 효과적인 시공관리가 이루어 질 수 있도록 하고자 한다. 첫 번째 단계로 역해석 기법을 적용한 현장을 사례로 제시하고 시공과 계측이 완료된 3군데의 다른 현장에 역해석 기법을 적용하였다. 두 곳 현장에서는 만족할 만한 결과를 도출하였으나 한 군데 현장에서는 해석치와 계측치와의 많은 차이를 보였다. 분석결과, 역해석 조건과 굴착시공조건을 최대한 일치시켜야 하고, 지하연속벽이 강성의 연속벽체라 할지라도 RANKINE 토압조건과 상이하게 굴착하부의 변위가 크게 발생하는 조건에서는 토압의 전이현상으로 토압의 균등화가 이루어지기 때문에 삼각형 형태의 RANKINE 토압 적용성에 대한 신중한 재고가 필요하다. 그리고 토질정수 재산정시 풍화대의 점착력과 지하수위의 경험적 고려가 필요한 것으로 판단된다.

Abstract In this study, we compared and analyzed the displacement of final excavation with measured value through an inverse analysis method used in urban excavation construction. We maximized the effectiveness of the inverse analysis method, and plan to achieve cost-effective and practical construction management in the field with identical conditions. As the first stage, we suggest an example of a field which has the inverse analysis method. We applied the inverse analysis method to three different fields on which construction and measuring were finished. Of these three fields, two fields showed a very satisfactory result. However, in one field, there were significant differences between the analysis and measured value. The result of our analysis indicated that, we should unite the conditions of the inverse analysis method and field construction. We need to thoughtfully reconsider the RANKINE earth pressure application in a triangle type. This is because the uniformity of earth pressure is made by its arching effect, in the condition of the displacement of lower underground occurring widely, which is differentiated with the earth pressure conditions of RANKINE, even if the slurry wall has stiffness. Also, when recalculating the soil parameter, we should emphasize the adhesion of the weathering zone, and give experimental consideration to ground water level.

Key Words : Inverse analysis method, Slurry wall, Soil parameter

1. 서론

도시빌딩의 고층화와 더불어 도심 밀집지역의 지하공

간 굴착시공이 증가함에 따라 고층구조의 기초를 위한 지하연속벽 시공의 중요성이 많이 대두되고 있다. 지하 굴착공사의 흠막이 공법 중에 지하 연속벽은 강성이 우

*Corresponding Author : Hyun-Jung Park(Silla Univ.)

Tel: +82-51-999-5724 email: phj@silla.ac.kr

Received December 12, 2013

Revised (1st December 26, 2013, 2nd January 9, 2014)

Accepted February 5, 2014

수하고 배면에 침하의 영향을 최소화 할 수 있다는 장점 때문에 고가의 공사비에도 불구하고 많이 적용하고 있는 실정이다. 대부분의 현장에서는 시공 이전에 현장시추시험을 통하여 토질정수를 산정하고 이에 따라 지하연속벽과 굴착 이후의 가시설재의 설계와 시공이 그대로 진행된다. 그러나 대부분의 지반에서 그러하듯이 굴착 이전 토질정수의 예측치와 굴착 이후 현장표본조사를 시행한 토질정수는 다소 차이가 많이 발생하고 있고, 또한 굴착 시의 시공속도 및 그 외 여러 가지 시공방법 및 현장여건에 따라 큰 차이가 발생하는 일이 비일비재 하고 있다. 그리고 현재 지하 굴착시 시행하고 있는 지하연속벽의 변위계측치에 의한 역해석 기법은 가시설재 및 지하구조물의 슬래브 단면 등의 안전성 평가에만 사용하고 있어 그 적용의 효율성은 많이 떨어지고 있는 실정이다[1,2].

이에 본 연구에서는 기존의 지하굴착 현장에서 자주 시행하고 있는 역해석 기법을 적용하여 굴착완료시 발생하는 지하연속벽체의 변위를 예측하고 당 현장의 완료된 계측자료와 비교분석함으로써, 역해석기법 적용시 토질정수의 결정 및 현장여건에 따른 굴착 시공시 주의해야 할 사항, 그리고 해석치와 계측치와의 불일치 원인을 파악하여 향후 지하 굴착시 적용하게 될 역해석기법의 효율성을 극대화시켜 보다 경제적이고 효율적인 시공이 이루어지도록 하는데 활용하고자 한다. 이를 위해 먼저 역해석기법이 적용된 기존현장의 사례를 제시하고, 시공과 계측이 완료된 타 현장에 역해석 기법을 적용하여 계측치와 비교 분석하고자 한다.

2. 현장사례

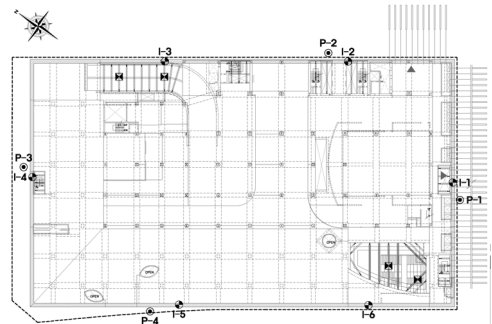
2.1 현장 및 검토개요

본 현장은 부산광역시시에 위치한 지하 5층, 지상 28층의 철골철근콘크리트 구조물 건설현장으로 2012년에 완공되어 현재 사용 중인 건물이다. 본 지역의 지층구성은 매립층(약 4m)에 이어 실트질 모래(약 9m), 실트질 점토층(약 17~20m), 모래자갈층 및 연암층이 나타나며, 지하수위는 G.L(-)4.0~7.0m의 범위로 실트질 모래층에 분포하는 것으로 조사되었다. 본 현장의 흙막이공은 지하연속벽(D/W, L=35.5m~37.5m)으로 계획 되었으며, 지하굴착은 Top-Down 방식으로 일부 구간에는 Strut 및 Anchor공이 계획되어 있었다. 최종 굴착심도는 당시 지반고(E.L+4.35m) 기준으로 G.L(-)20.25m~(-)23.22m이다. 본 현장에서 역해석을 수행하여 검토 후 적용한 곳은 기계실, 전기실 구간으로 이 구간은 당초 설계시 지하연속벽

(t=1,000mm)과 1단 지반앵커가 계획되어 있었고, 역해석 당시 지반굴착은 G.L(-)19.5m까지 진행되었으며 지반앵커 시공을 위한 굴착 도중 토사를 동반한 지하수가 유출되어 굴착이 중단으로 지반앵커 시공이 불가능하게 되었다. 이에 대해 기 계획되었던 지반앵커의 미설치 여부에 대한 안정성을 검토하였다.

2.2 검토단면 및 조건

Fig. 1은 대상지역의 평면도와 계측기 설치위치를 나타내었다. (I-경사계 6곳, P-지하수위계 4곳). 지반앵커 미설치 여부에 대한 안정성 검토단면은 기계실과 전기실이 위치하고 있는 I-1단면이며 역해석 시점은 GL(-)19.5m위치에서 실시하였다. “OO 신축공사 계측관리보고서의 I-1번 경사계 측정결과에 따라 역해석 수행에 의해 재 산정된 토질정수 값은 Table 1과 같다. 당초 설계보고서에 의하면 지하수위는 G.L(-)6.0m에 위치하는 것으로 되어 있었으나 검토 당시 측정결과에 따라 지하수위는 G.L(-)5.2m에 위치하는 것으로 수정 적용하였다. 해석은 흙막이용 탄소성 해석 프로그램인 SUNEX(Ver. w5.81)를 이용하였다.



[Fig. 1] Floor plan & measuring points

[Table 1] Soil parameter of modification

Soil layer	γ_t (tf/m^3)	Soil parameter		kh (tf/m^3)
		c (tf/m^2)	ϕ ($^\circ$)	
Burried L.	1.9	0.0	25	1,200
Silty sand	1.8	0.0	25	1,400
Silty clay	1.6	3.3	0	1,213
Sand gravel	1.9	0.0	35	5,000
Soft rock	2.5	5.0	40	12,000

당초 설계시 기계실, 전기실 구간의 극한부재력은 Table 2와 같다. 검토는 GL-19.5m까지 진행 중인 계측결

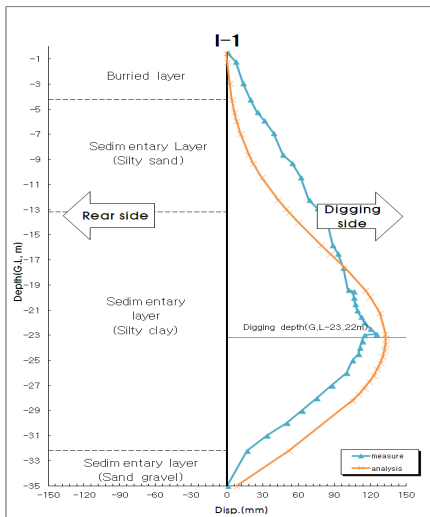
과로부터 당시의 흠막이 연속벽체의 안정성과 지반앵커 미시공시 장래굴착에 따른 안정성을 당초설계시와 비교 검토 하였다. 각 Table에서 Y_t 는 습윤단위중량, Y_{sat} 는 포화단위중량, Y_{sub} 는 수중단위중량, c 는 점착력, ϕ 는 흠의 내부마찰각, kh 는 지반반력계수를 의미하며 B.M과 S.F는 연속벽의 휨모멘트와 전단력, disp.는 연속벽체의 변위를 의미한다.

[Table 2] Initial ultimate section force of slurry wall

sec.	Depth (G.L.,-m)	B.M(tf · m/m)		S.F (tf/m)
		Digging	Rear	
slurry wall	0.00~12.00	95.2314	95.231	96.019
	10.00~24.00	346.463	234.573	204.717
	24.00~36.00	234.573	123.248	96.919

2.3 지반앵커 설치 유무에 따른 안정성 검토

상기의 검토조건에 대해 기계실, 전기실 구간의 흠막이 벽체에 대한 안정성 검토를 수행하였다. 검토결과 Table 3과 같다. 벽체변위 검토결과는 일반적인 경우와 유사하게 해석결과가 측정치를 다소 상회하는 것으로 나타나고 있다. Fig. 2는 최종굴착 시 변위의 실측치와 역해석에 의한 예측 변위형상도와의 비교를 나타내고 있다.

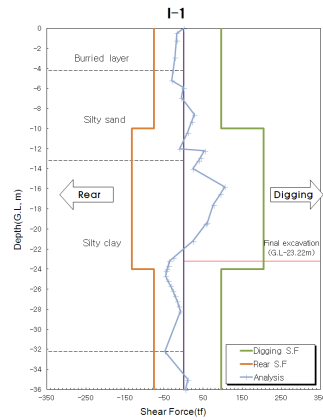


[Fig. 2] Comparison displacement of section I-1

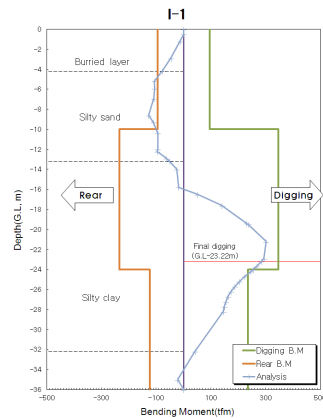
계산된 부재력은 앵커설치 여부와 무관하게 일부 구간에서 당초설계시 극한 부재력을 상회하는 것으로 나타났는데 이는 역해석시 예측된 변위의 곡률이 실측치보다 크게 변화하고 있기 때문으로 판단된다.

[Table 3] Output of inverse analysis method

Digging step	Max. diisp. (mm)		Max. S.F (tf/m)	Max. B.M. (tf · m/m)
	Measure	Analysis		
G.L.-19.5m	106.0	110.1	73.93	227.77
Anchor (G.L.-23.22m)	-	139.79	105.15	301.88
Non anchor (G.L.-23.22m)	-	148.6	128.01	336.43



(a) Shear Force



(b) Bending Moment

[Fig. 3] Section force when anchor not installed

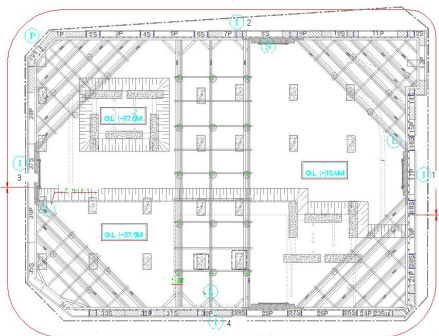
Fig. 3은 앵커 미설치 후 최종 굴착시 부재력을 당초설계시 극한 부재력과 비교한 것이다. Table 2와 Table 3에서 볼 때 앵커설치 유무에 관계없이 최종굴착시 (G.L.-23.22m) 모두 굴착측 극한부재력을 초과하지 않는 것으로 나타났다. 해석결과에 따라 지반앵커를 설치하지 않고 시공을 완료하였고 예상대로 안정성에 별 다른 이상을 발견할 수가 없었다.

그리고 이 때 역해석에 의한 최종굴착 시 예측변위도 역시 0~30mm 정도의 차이로 실측치와 거의 비슷한 양상을 보이고 있어 본 현장사례에서 적용한 역해석 기법의 타당성이 있음을 알 수 있었다. 이에 본 연구에서는 타 현장에서 역해석 예측기법 적용시에 발생하는 문제점을 분석하기 위하여 실측과 시공이 완료된 3군데 현장에서 동일한 방법의 역해석 기법을 적용하여 고찰하였다[3,4].

3. 역해석기법 적용

3.1 A현장 적용

본 현장은 부산광역시에 신축 계획된 철골철근콘크리트 건물로 지층구조는 상부로부터 5.5m~7.25m의 매립층이 전 구간에 걸쳐 분포하고 그 아래 13.3m~14.45m의 풍화토층, 그리고 40.13m~42.5m의 풍화암층이 나타나며 지하수위는 G.L(-)2.0m~2.6m에 걸쳐 분포한다. 현장 조건은 도심지 굴착이며 도로 및 기존 구조물이 인접해 있으므로 지하연속벽 공법을 적용하였다. Fig. 3은 대상 지역의 평면도 및 계측 위치도이다.



[Fig. 3] Floor plan & measuring points

그림의 영문 I는 경사계의 설치장소이며 4군데를 측정하였다. 이 현장에서 2장에서 제시한 역해석 방법을 적용하기 위하여 Fig. 3의 I-1, I-4 지역의 G.L(-)9.0m 굴착단계에서 역해석을 수행하였다. 수행방법은 먼저 해당계측 단면에서 역해석 기법으로 토질정수 등을 재산정하고 범용프로그램에 의한 최종굴착시 변위 형상도를 도출하는 순으로 수행하고 이를 실제 계측된 최종굴착시의 변위형상도와 비교하여 역해석 기법의 타당성 및 적용성을 검토하였다.

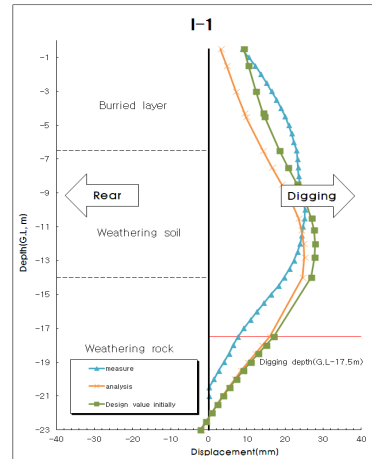
3.2 A현장의 역해석 기법 수행

Table 4는 역해석에 의해 재산정된 토질정수값들이며

역해석으로 재산정된 토질정수의 변화부분은 명암부분으로 나타내었다. 지하수위의 변화는 없었다[4,5]. 두 검토 단면 모두 유사한 형태로 나타났으며 Fig.4는 그 중 I-1 단면에 대한 변위형상도를 비교하여 나타내었다. 역해석시 실제 최종굴착시의 지반변형을 고려하여 초기굴착시 변위량을 적용하였다.

[Table 4] Soil parameter using inverse analysis

Sec.	γ_{sat} (t/m ³)	γ_{sub} (t/m ³)	c (t/m ²)	ϕ ($^{\circ}$)		kh (t/m ³)	
				I-1	I-4	I-1	I-4
Bury	1.8	0.9	0	28	11	1800	1000
Weathering soil	2.0	1.1	1.5	30	23	3000	2200
Weathering rock	2.1	1.2	4.0	35	35	4000	4000



[Fig. 4] Comparison displacement of section I-1

3.3 B현장 적용

본 현장은 부산광역시에 신축 계획된 지하 5층 지상 24층의 철골철근콘크리트 오피스텔 공사현장으로 지층 구조는 상부로부터 2.4m~4.3m의 매립층이 전 구간에 걸쳐 분포하고, 그 아래 5.6m~20.5m까지 모래층과 호박돌층이 매우 치밀하게 번갈아 분포하고 있으며 20.5m~29.5m에서 단단한 풍화대와 연암층이 분포하고 있다. 설계시 지하수위는 G.L(-) 8.1m~9.4m로 적용되었으나, 실제 계측 수행시 지하수위를 확인한 결과, G.L(-) 16.0m~19.4m로 상당히 아래에 분포하고 있는 것으로 나타났으며 역해석 수행시 변경 적용하였다. Fig. 5는 대상지역의 평면도 및 계측위치도이다. 그림에서 I는 경사계, W는 지하수계의 위치를 표시한 것이며 각각 6개소에 설치하였다.



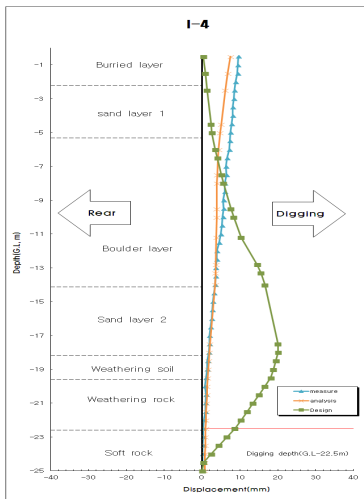
[Fig. 5] Floor plan & measuring points

3.4 B현장의 역해석 기법 수행

역해석 수행시점 기준 굴착고는 12.55m 위치로 하였으며 검토단면은 계측위치 I-4단면으로 선정했다. Table 5는 역해석에 의해 재산정된 토질정수값들이다[6,7]. Fig. 6은 검토단면 I-4에 대한 변위형상 비교도이다. 검토방법은 앞 현장과 동일하다.

[Table 5] Soil parameter using inverse analysis

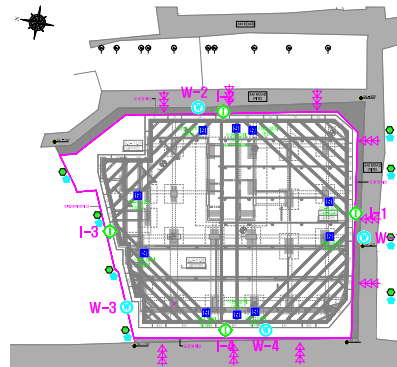
Sec.	γ_{sat} (t/m^3)	γ_{sub} (t/m^3)	c (t/m^2)	ϕ ($^\circ$)	kh (t/m^3)
Bury	1.8	0.9	0	24	1600
Sand	1.8	0.9	0	27	1900
Boulder	1.9	1.0	(sub 1.5)	40	3300
Weathering soil	2.0	1.1	2.0	35	3300
Weathering rock	2.1	1.2	5.0	40	5000
Soft rock	2.2	1.3	15.0	40	6500



[Fig. 6] Comparison displacement of section I-4

3.5 C현장 적용

본 현장은 부산광역시에 신축계획된 지하 3층 지상 20층의 철골철근콘크리트 건물로써 지층구조는 상부로부터 0.7m~1.8m의 매립층이 전 구간에 걸쳐 분포하고 그 아래 5.5m~8.2m의 퇴적층, 1.5m ~ 23.9m의 풍화토층, 그리고 4.7m~35.5m의 풍화암층이 나타나며 보링 홀 몇 군데를 제외하고는 기반암 출현이 동쪽은 G.L(-)15.7m, 서쪽은 G.L(-)59.6m 로 심도차가 크고 절리 및 파쇄가 매우 발달하였으며 심한풍화의 상태를 보이는 지층 기폭이 심한 구조이다. 또 지하수위는 G.L(-)5.5m ~ G.L(-)9.2m에 분포하나, 지역특성상 상습 침수지역이다. 현장조건은 도심지 굴착이며, 도로 및 기존 구조물과 인접하여 있고 지반조건상 토사층의 심도가 깊고 도로 및 기존 구조물이 인접하여 위치하여 지하연속벽 공법을 적용하였다. Fig. 7은 대상지역의 평면도 및 계측위치도이다. 그림에서 I는 경사계, W는 지하수위계의 위치를 표시한 것이며 각각 4곳에 설치하였다. 이 현장에서도 앞서 제시한 방법을 적용하기 위하여 Fig. 7의 I-1, I-2, I-3 지역의 G.L(-)5.5m 굴착단계에서 역해석을 수행하였다. 수행방법 및 검토방법은 A,B현장과 동일하다.



[Fig. 7] Floor plan & measuring points

3.6 C현장의 역해석 기법 수행

역해석 수행시점 기준 굴착고는 G.L(-)5.5m 위치로 하였으며 검토단면은 계측위치 I-1,과 I-2 그리고 I-3단면으로 선정하였다.

Table 6은 역해석에 의해 재산정된 토질정수값들이다. 지하수위는 I-1단면에서는 G.L(-)8.8m에서 4.665m로, I-2 단면에서는 G.L(-)5.5m에서 5.55m로, I-3단면에서는 G.L(-)8.8m에서 9.638m로 변경 적용하였다. Fig. 8은 검토단면 I-1, I-3단면에 대한 변위형상 비교도이다.

[Table 6] Soil parameter using inverse analysis

Sec.	c (t/m ²)			φ (°)			kh (t/m ³)		
	I-1	I-2	I-3	I-1	I-2	I-3	I-1	I-2	I-3
Bury	0	0	0	29	30	29	2000	2000	2900
Sedimentary	0	0	0	26	35	33	2000	3700	3300
Weathering soil	1	-	0	-	-	31	-	-	3100
	2	0	0	25	-	35	1800	-	3500
	3	1	5	2	30	35	38	2700	4000
Weathering rock	2.5	2.5	3	35	35	38	5000	5000	5000

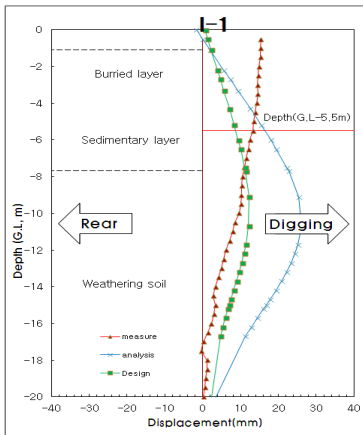
G.L(-)4.5m~(-)10m 부근의 벽체 배면측과 G.L-24m 부근의 벽체 굴착측 일부 구간에서 극한부재력을 약간 상회하는 것으로 나타났는데 이는 예측된 변위의 곡률이 실측치보다 크게 변화하고 있기 때문인 것으로 판단된다. 그 외 구간은 전반적으로 극한부재력을 초과하지 않는 것으로 나타났으며 변위도 역시 80%~90%정도의 일치율을 보이며 역해석 결과와 계측치가 전반적으로 유사한 형상을 보이고 있어 역해석 기법이 타당성이 있음을 알 수 있었다. 다만 변위의 형상에 있어 다른 세 곳의 비교 현장에서의와 마찬가지로 역해석 결과가 계측치에 비해 10%~20%정도로 상부는 작고 하부는 조금 큰 변위가 발생하는 것으로 나타났는데, 이는 발생 변위차에 따른 전이현상(Arching Effect)에 기인하여 토압의 재분배가 발생했기 때문인 것으로 판단된다.

4.2 A, B 현장 고찰

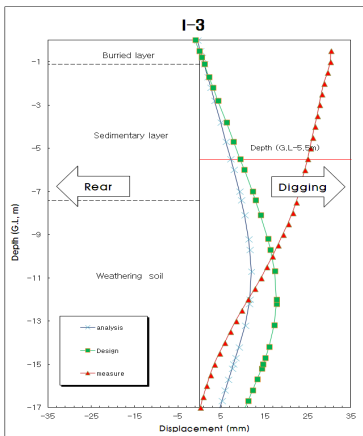
두 현장의 경우 토류벽체의 항두변위 거동을 실제 현장굴착시와 유사하게 해석하기 위하여 지보재 설치지연에 따른 발생변위를 고려하여 탄소성 해석을 수행하였다. 역해석 결과 A현장에서 해석치의 최대변위는 G.L(-)10.5m에서 25.14mm로 계측치와 1.67mm의 근소한 차이를 보였고 굴착 전체구간에서 계측치와 해석치의 변위차이가 0~ 10.28mm의 미소한 차이값을 나타내며 전반적인 변위형상은 계측결과와 거의 유사한 거동을 보이고 있었다. 그리고 B현장에서도 계측치와 해석치의 값과 형상이 거의 일치하고 있어 역해석기법의 타당성이 재검증되었다.

4.3 C 현장 고찰

본 현장의 경우는 일반적인 H-형강 지보재와 강관 버팀보가 병행 적용된 현장으로 초기 및 최종굴착시의 토류벽체 변위가 계측결과와 매우 상이하게 나타났다. 특히, 관심사항은 항두변위 형상이 전혀 다른 형태로 나타나고 있는 점이다. 이러한 현상이 발생하는 원인은 일반적으로 지보재 설치지점 0.5~1.0m 하부까지 굴착을 하는데 본 현장은 해석조건과 상이한 과다굴착을 실시하였고 굴착속도가 빠르고 지보재의 설치가 지연되었기 때문이다. 그리고 굴착면 중앙부 코너 스트러트 접합점의 토압증가 영향과 변위형태 변화에 따른 토압의 전이현상(Arching Effect)이 발생했기 때문으로 생각된다.



(a) displacement of sec. I-1



(b) displacement of sec. I-3

[Fig. 8] Comparison displacement of section I-1, I-3

4. 사례별 고찰

4.1 현장사례 고찰

부재력 검토결과, 앵커 미시공시 계산된 힘 모멘트가

5. 결론

본 연구에서는 역해석 기법을 적용하여, 굴착완료시

발생하는 지하연속벽체의 변위를 예측하고, 당 현장에서 지하굴착시 실시하였던 계측자료와 비교분석하고 고찰하였다. 그리고 향후 동일한 시공현장에서 보다 경제적이고 효율적인 현장 시공관리를 위하여 다음과 같은 결과를 제시하고자 한다.

- 1) A, B현장에서는 초기 역해석 조건이 현장조건을 잘 반영하고 있어 최종굴착시 계측결과와 비교적 유사한 거동을 보이는 것으로 확인되었다. 그러므로 해석시 본 현장들처럼 초기 해석조건과 굴착시공 조건을 최대한 일치시키는 것이 아주 중요하고 초기 항두변위를 억제시키는 것이 무엇보다도 중요한 사항으로 판단된다.
- 2) 본 논문의 역해석 수행결과 대부분 굴착심도별 상부는 계측치가 해석치에 비해 크게, 하부는 반대의 현상을 보이고 있는데 이는 변위형태 차이 즉, 굴착 하부의 변위 증가로 인하여 실제 토압은 상부로 전이되고 하부는 RANKINE 토압 적용조건에 부합되지 못하는 문제점에 기인(Arching Effect)한 것으로, 향후 유사한 현장에서 역해석 기법 적용시 삼각형 형태의 RANKINE 토압 적용성에 대한 신중한 재고가 필요할 것으로 판단된다.
- 3) C현장의 역해석 수행결과가 실측치와 상이한 차이를 보이는 이유를 정리해보면, 계측결과와 상부변위가 크게 발생하는 요인으로 현장굴착시 과다굴착, 지보재 설치지연, 버팀보 밀착 불량 그리고 토압의 중첩작용 등을 들 수 있고 설계시의 하부 변위가 크게 발생하는 요인으로 지하수위의 변화(하강), Arching Effect 미고려, 토질정수의 불확실성, 하향침투에 따른 간극수압의 저감발생 등으로 판단되므로 시공시와 설계(해석)시 이에 대한 각별한 주의가 필요할 것으로 판단된다.
- 4) 역해석 수행시 토질정수를 반복 재 산정 할 때 가장 고려해야 할 사항으로는 지층종류별로 일반 모래, 자갈지반에는 내부마찰각만 고려하면 되지만 기반암의 종류에 따라 풍화대의 성질이 많이 달라지므로 풍화대층의 점착력을 신중히 고려해야 하고 또한 해석에서는 반영되지 않는 풍화대의 지하수위 고려를 신중히 검토해 주어야 될 것으로 판단된다.

- [2] Japan Construction Mechanization Association Standard, "Handbook of Design & Construction with Slurry Wall Technique", 1992
- [3] Korean Geotechnical Society, "Design Criteria of Structure Basis", 2009
- [4] J. S. Lee, S. H. Cho, E. S. Hwang, J. H. Lee, "Analysis of Monitoring Results and Back Analysis for Rigid Diaphragm Wall Supported by Ground Anchor", Korean Geotechnical Society journal, Vol.25 No.5, pp.39-46, 2009
- [5] I. M. Lee, D. H. Kim, Y. J. Park, D. H. Baek, S. I. Choi, "A Study on Inverse Analysis Method for the Geotechnical Parameter Estimation in Underground Construction", Fall '94 National Conference of Korean Geotechnical Society, pp. 191-198, 1994
- [6] S. H. Lee, J. M. Kim, S. I. Kim, B. S. Jang, "Back Analysis of the Earth Wall in Multi-layered Subgrade", Korean Geotechnical Society journal, Vol.18 No.1 , pp.71-78, 2002
- [7] C. S. Yu, Y. J. Kim, "Lateral Wall Movements and Apparent Earth Pressures for In-situ Walls during Deep Excavations in Multi-Layered Grounds with Rocks", Korean Geotechnical Society journal, Vol.16 No.4, pp.43-50, 2000

박 현 정(Hyun-Jug Park)

[정회원]



- 1995년 2월 : 부산대학교 일반대학원 건축공학과 (공학석사)
- 2001년 2월 : 부산대학교 일반대학원 건축공학과 (공학박사)
- 2003년 3월 ~ 현재 : 신라대학교 건축학부 교수

<관심분야>
건축시공, 건축재료

References

- [1] C. S. Lee, "Theory & Working of Soil and Ffundamental Engineering", Yaemoonsa, 2000