

## 2차원 및 3차원 해석에 의한 토류벽의 변위에 관한 비교 연구

### A Relative Study on the Displacement of Earth Retaining Wall by 2 and 3 Dimensional Analysis

김종환<sup>1)</sup>, Jong-Hwan Kim, 박춘식<sup>2)</sup>, Choon-Sik Park,

<sup>1)</sup> 창원대학교 토목공학과 박사과정, Doctor's Course, Dept. of Civil Engineering, Chanwon University

<sup>2)</sup> 창원대학교 토목공학과 교수, Professor, Dept. of Civil Engineering, Chanwon University

**SYNOPSIS** : Until now, design of Earth Retaining is practiced by 2 dimensional analysis for convenience of analysis and time saving. However, the construction field is 3 dimension, in this study, practised the 3 dimensional analysis which can reflect the field condition more exactly the scope of earth retaining wall, and researched about the effective and economical way of design, compared and reviewed with the results, by practising both the 2 and 3 dimensional analysis. existing 2 dimension. the depth of excavation, depth of embedded and soil condition. As result, under the whole conditions, more displacement came to appear to the value as result of 3 dimensional analysis more than the result of 2nd dimensional analysis. Accordingly, the displacement by the 2 dimension analysis is underestimated. Moreover, results of 2 and 3 dimensional analysis, there is no difference at displacement, when the depth of embedded is 0.5H and 1.0H, but Displacement of 1.5H is smaller than 0.5H, 1.0H. That is, the bigger the depth of embedded becomes, the displacement of Earth Retaining Wall appeared smaller. The displacement of earth retaining wall according to depth of excavation appeared bigger, when the depth of excavation is increased. In the meantime, when the soil condition is different, in the 2 dimensional analysis, the displacement appeared biggest, in case of the clay layer, but in the 3 dimensional analysis, in the beginning of excavating, the displacement of earth retaining wall appeared bigger in case of clay layer, but as excavating is in progress, the displacement of both compound soil layer and sand layer appeared big.

**Keywords** : 2D·3D Analysis, Earth Retaining Wall, Depth of Excavation, Displacement

## 1. 서 론

산업화와 경제성장에 따른 도심지 인구집중현상은 도시공간부족 문제를 발생시켰고, 토지이용의 효율성을 높이기 위한 방안으로 지하공간개발 및 굴착공사가 활발히 이루어지고 있다. 이러한 지반 굴착작업시 지반의 평형상태가 깨어지게 되므로, 현장 가시설 구조물의 안정해석 및 인접구조물의 안정해석이 수행되어야 한다. 또 가시설 구조물은 구조물의 품질과 안전에 직접적인 영향을 미치게 되므로 확실한 안정성을 확보할 수 있도록 설계기준에 의한 구조계산이 수행되어야 한다.

굴착 주변 지반의 변형은 일반적으로 굴착깊이가 증가할수록 더욱 커지는 경향을 보이며 굴착에 의한 흩막이 벽체의 변형, 지하수위의 저하에 의한 지반의 압축과 압밀, 시공에 의한 지반의 교란 등 많은 요소들이 복합적으로 작용하여 발생하기 때문에 정확하게 예측하기는 사실상 어렵다.

이전의 가시설 구조물에 대한 연구결과를 보면 일반적으로 2차원 해석이 많이 수행되어 졌다. 2차원

해석은 간단하고 시간을 단축할 수 있지만 2차원 해석만으로는 정확한 해석결과를 도출하기 어렵다.

따라서 본 연구에서는 기본적인 가시철 굴착현장을 설정하고 2차원과 3차원에서의 흙막이벽의 깊이, 굴착깊이, 지반의 조건에 의한 흙막이벽의 변위에 관한 변위에 대하여 논하고자 한다.

이에 최근 개발된 유한요소법 프로그램인 MIDAS/GTS를 이용하여 2차원 및 3차원 각 케이스별 흙막이벽의 변위에 대한 해석결과를 비교 · 분석하였다.

## 2. 2차원 및 3차원 해석결과 비교

### 2.1 적용 물성치 및 제원

표.1 물성치 및 강도정수

		점성토	사질토	풍화암
탄성계수(tf/m <sup>2</sup> )		600	3000	15000
포아송비		0.35	0.3	0.3
단위중량 (tf/m <sup>3</sup> )	$\gamma_t$	1.6	1.9	2.0
	$\gamma_{sat}$	1.8	2.0	2.1
점착력(tf/m <sup>2</sup> )		5	0.5	5
내부마찰각(°)		15	30	35

표.2 사용재료 제원

	흙막이벽	Strut	Wale
탄성계수(tf/m <sup>2</sup> )	$2.0 \times 10^6$	$2.0 \times 10^6$	$2.0 \times 10^6$
포아송비	0.2	0.2	0.2
단위중량(tf/m <sup>3</sup> )	7.8	7.8	7.8

## 2.2 Case별 해석 조건

### 2.2.1 근입깊이에 따른 해석

다른 조건은 동일하게 두고 토류벽의 근입깊이만 달리 하여 해석하였고, H는 굴착 깊이이다.

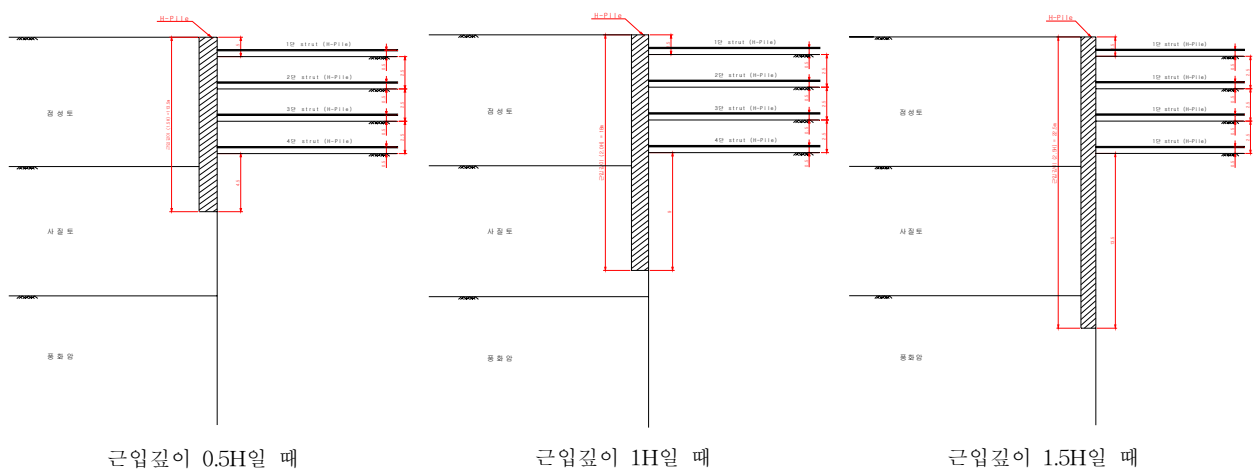


그림1. 근입깊이에 따른 해석 조건

### 2.2.2 근입깊이에 따른 해석

토류벽의 근입깊이와 지반조건은 동일하게 두고 굴착 깊이만을 달리 하여 해석하였다.

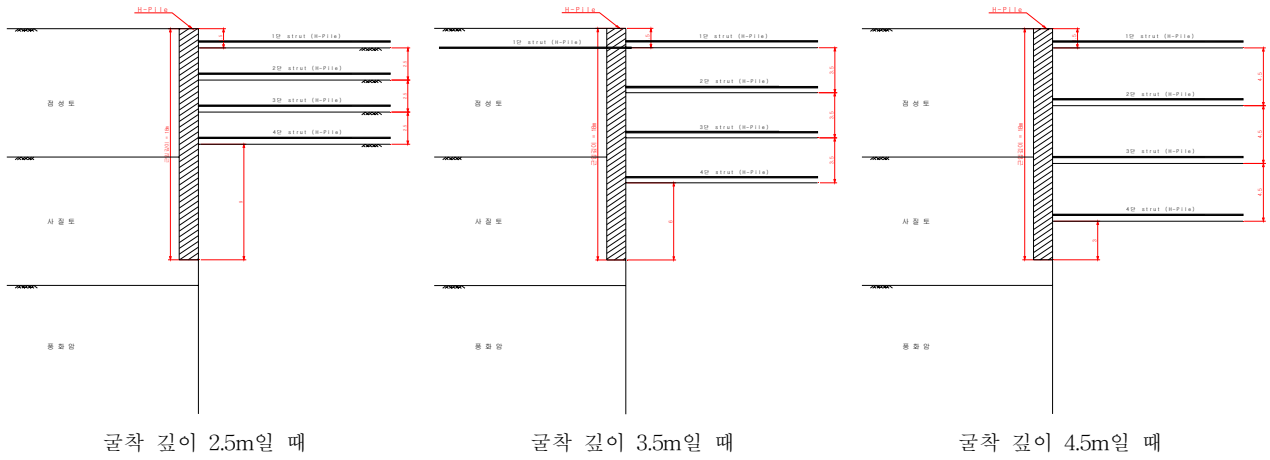


그림2. 굴착깊이에 따른 해석 조건

### 2.2.3 지반조건에 따른 해석

토류벽의 근입깊이와 굴착깊이는 동일하게 두고 지반조건을 복합지반과 점성토와 사질토의 단일지반으로 두고 해석하였다.

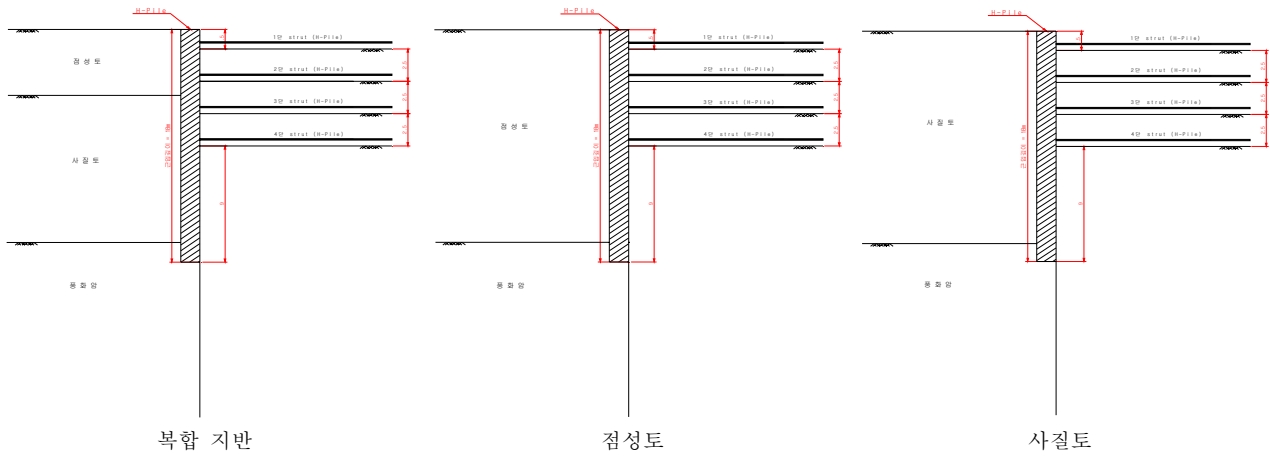


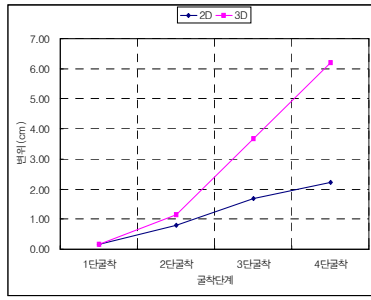
그림3. 지반조건에 따른 해석 조건

## 2.3 Case별 해석 결과

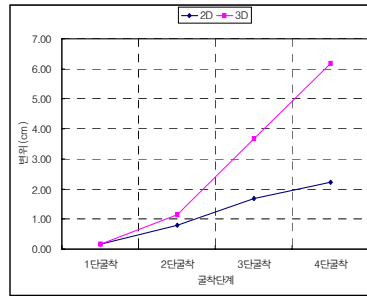
### 2.3.1 Case 1 근입 깊이

표.3 근입깊이에 따른 토류벽의 변위 (cm)

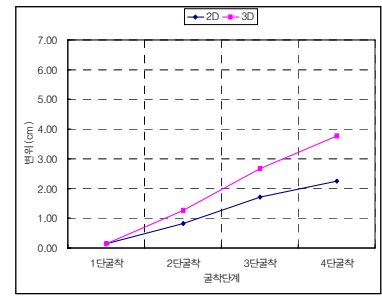
굴착 단계	근 입 깊 이					
	0.5 H		1.0 H		1.5 H	
	2D	3D	2D	3D	2D	3D
1단 굴착	0.16	0.17	0.16	0.16	0.14	0.15
2단 굴착	0.79	1.14	0.80	1.15	0.83	1.26
3단 굴착	1.69	3.68	1.69	3.67	1.70	2.66
4단 굴착	2.22	6.20	2.22	6.17	2.24	3.78



근입깊이 0.5H일 때



근입깊이 1.0H일 때



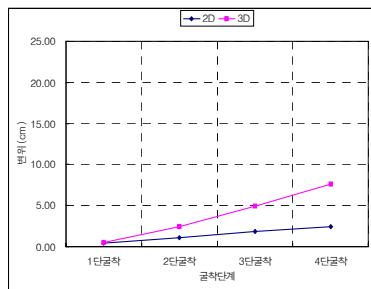
근입깊이 1.5H일 때

그림4. 근입깊이에 따른 변위

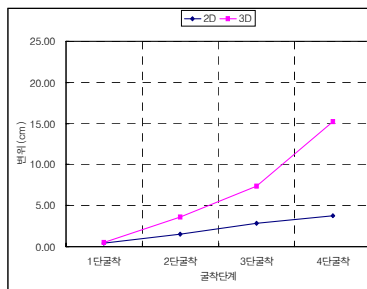
### 2.3.2 Case 2 굴착 깊이

표. 4 굴착깊이에 따른 토류벽의 변위 (cm)

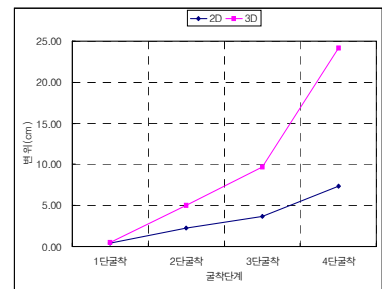
굴착 단계	굴착 깊이					
	2.5m		3.5m		4.5m	
	2D	3D	2D	3D	2D	3D
1단 굴착	0.42	0.46	0.42	0.46	0.42	0.46
2단 굴착	1.08	2.39	1.50	3.59	2.25	5.00
3단 굴착	1.82	4.94	2.87	7.34	3.70	9.70
4단 굴착	2.40	7.57	3.78	15.20	7.39	24.20



굴착깊이 2.5m일 때



굴착깊이 3.5m일 때



굴착깊이 4.5m일 때

그림5. 굴착깊이에 따른 변위

### 2.3.3 Case 3 지반조건

표. 5 지반조건에 따른 토류벽의 변위 (cm)

굴착 단계	지반 조건					
	복합지반		점성토		사질토	
	2D	3D	2D	3D	2D	3D
1단 굴착	0.28	0.29	0.42	0.45	0.09	0.13
2단 굴착	0.61	1.00	1.17	1.27	0.39	1.15
3단 굴착	0.77	2.85	1.94	2.72	1.10	3.56
4단 굴착	1.26	6.42	2.79	4.54	1.79	5.92

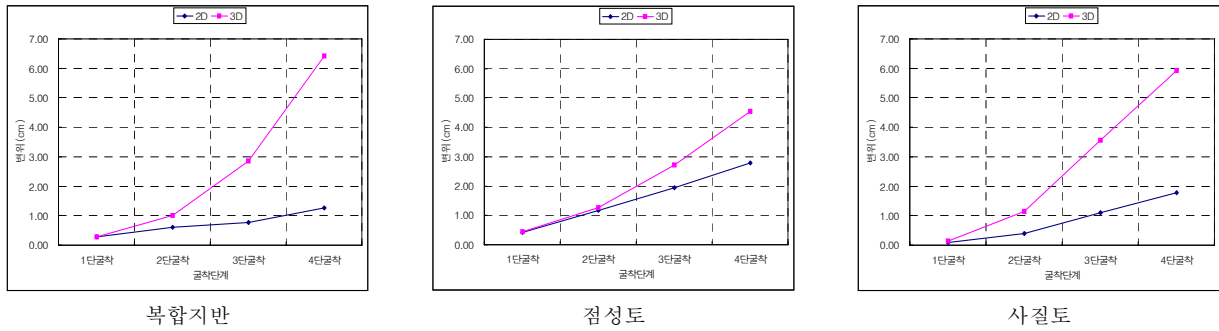


그림6. 지반조건에 따른 변위

### 3. 결 론

본 연구에서는 토류벽체의 근입깊이에 따른 3가지 CASE, 굴착깊이에 따른 3가지 CASE, 지반의 조건에 따른 3가지 CASE의 총 9가지 CASE에 대하여 2차원 해석과 3차원 해석을 실시하여 그 결과를 비교 검토 하였다. 검토한 결과는 다음과 같다.

1) 9가지 CASE 모두 2차원 해석결과보다 3차원 해석결과 값이 크게 나왔다.

2) 근입깊이를 달리 하였을 때 근입깊이가 0.5H일 때와 1.0H일 때는 크게 차이가 없지만 1.5H에서는 변위가 작게 나타났다. 즉, 근입깊이가 깊을수록 토류벽체의 변위는 작게 나타났다.

3) 굴착깊이에 따른 토류벽체의 변위를 살펴보면 굴착깊이가 증가할수록 흙막이벽체의 변위는 크게 나타났다.

4) 지반조건을 달리 하였을 때, 2차원 해석에서는 점성토지반의 토류벽체의 변위가 가장 크게 일어났다. 3차원 해석에서는 초기에는 점성토지반의 토류벽체의 변위가 크게 나타났지만 굴착이 진행될수록 점성토지반보다 복합지반과 사질토지반의 토류벽체의 변위가 크게 나타났다. 이는 점성토지반의 내부마찰각이 크기 때문에 토압이 작아 변위가 작게 나타난 것으로 사료된다.

### 참고문헌

1. 안삼균(2004), “흙막이벽 설계에 있어서 Strut 適定段數와 地盤強度定數와의 相關性에 관한 解析的 研究”, 창원대학교 석사학위논문
2. 박춘식, 장정옥 共譯 (1999), “토질역학”, 엔지니어즈
3. Braja M. Das 저, 신은철 역, “기초 공학(Principle of Foundation Engineering”, 구미서관
4. Braja M. Das 저, 정인준, 김명모 감수, “토질공학원론(Principle of Geotechnical Engineering”, 구미서관
5. (주)마이다스아이티(2005), “MIDAS/GTS Analysis Reference”
6. 홍성영 편, “흙막이·물막이 설계”, 창우 출판