

브레이싱을 이용한 자립식 흙막이 공법에 관한 연구

김종길

청운대학교 토목환경공학과 교수

A Study on the Self-contained Earth Retaining Wall Method Using Bracing

Jong-Gil Kim

Dept. of Civil Engineering, Chungwoon University, Professor

요 약 건설현장의 굴토작업과 흙막이 가시설은 서로 밀접한 관계를 가지고 있다. 협소한 공간에서 가장 효율적으로 지하구조물을 축조하고 굴토작업시 외측 배면의 토사 이완을 방지하고 지하수위를 유지하기 위한 방안으로 안전성이 확보된 흙막이 가시설 설치의 필요성이 있다. 본 연구는 기존 지하층 굴토공사에서 흙의 유실을 방지하기 위해 설치하는 가설흙막이를 종래에는 가설벽체를 형성하고 어스앵커, 래커, 스트러트 등을 이용하여 내부 지보를 하고 굴토공사를 시행하던 방식에서, RSB공법은 기존 재래식공법의 문제점을 개선하여, 내부 지보재를 제거하고 2열 엄지말뚝과 브레이싱을 이용하여 자립으로 토압에 저항하도록 하여 지반굴착을 진행하는 공법이다. 본 연구에서는 RSB공법 현장시범적용과 계측결과를 통하여 굴착방법에 따른 흙막이 가시설의 공법 적용성, 평가결과와 발생변위가 모두 계측 허용치 만족하고, 기존 재래식공법에 비해 시공성과 경제성이 향상되었다.

주제어 : 자립식흙막이, 가시설, 브레이싱, 굴착, 시트파일

Abstract In a construction site, excavation work has a close relation with temporary earth retaining structure. In order to build the underground structure most effectively in a narrow space, prevent soil relaxation of the external behind ground in excavation work, and maintain a ground water level, it is required to install a temporary earth retaining structure that secures safety. To prevent soil washoff in underground excavation work, the conventional method of temporary earth retaining structure is to make a temporary wall and build the internal support with the use of earth anchor, raker, and strut for excavation work. RSB method that improves the problem of the conventional method is to remove the internal support, make use of two-row soldier piles and bracing, and thereby to resist earth pressure independently for underground excavation. This study revealed that through the field application cases of RSB method and the measurement result, the applicability of the method for installing a temporary earth retaining structure, the assessment result, and displacement all met allowable values of measurement, and that the RSB method, compared to the conventional method, improved constructability and economy.

Key Words : Self support retaining wall, Temporary work, Bracing, Excavation, Sheet-pile

1. 서론

건설현장의 굴토작업과 흙막이 가시설은 서로 밀접한

관계를 가지고 있다. 협소한 공간에서 가장 효율적으로 지하구조물을 축조하고 굴토 작업시 외측 배면의 토사 이완을 방지하고 지하수위를 유지하기 위한 방안으로 안

*Funding information : This study was supported by Academic Research Supporting Program of Chungwoon University in 2018.

*Corresponding Author : Jong-Gil Kim(kman1@chungwoon.ac.kr)

Received December 28, 2018

Accepted March 20, 2019

Revised January 31, 2019

Published March 28, 2019


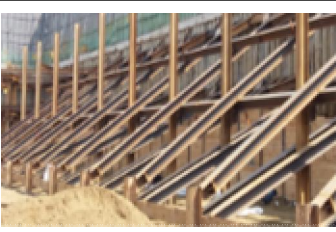

전성이 확보된 흠막이 가시설 설치는 반드시 필요하다. 특히, 도심지 지상구조물의 공간적 제약으로 대규모 지하공간을 확보하려는 사회적 욕구가 점 점 커져 공사현장의 굴토 규모 또한 대형화, 대심도화 되어가는 추세이며 사회가 현대화 되고 도시가 발전할수록 그 욕구는 점 점 커질 것으로 판단된다.

이와 같은 추세에 일반 건설의 기술향상은 눈부신 발전을 이루었으나 건설분야의 일부 부분이기도 한 가시설 구조물의 기술발전은 더디지만 한 실정이다. 그 이유는 여러 가지가 있겠지만 가장 중요한 이유는 공사중 잠시 설치했다 철거하는 임시구조물이라는 생각에 그 중요성을 인식하지 못하는 일부 엔지니어들의 안일함과 신기술을 설계단계나 시공단계에서 적용하는 것을 꺼리는 발주자의 인식이 가장 큰 원인이라 생각한다. 그러나 건설현장 안전사고의 대부분이 가설구조물에 의한 사고이고 지하공간 확보를 위한 욕구가 점 점 상승하는 현재의 추세를 고려하면 가설구조물의 선진화는 필수적인 요소이다 [7-10].

또한, 대규모 공사 현장일 경우 설계·기획단계에서부터 사고예방 노력을 위한 제도적 장치로 사전안전성평가를 도입하는 실정이며 사전안전성 검토 등을 통해 공사할 때 유발될 수 있는 사고를 사전에 예방하고, 시공 단계의 안전성에 영향을 미치는 요소를 설계단계에서 사전에 평가할 수 있도록 가설구조물의 중요성을 강화하는 실정이므로 이런 국내·외 분위기를 고려할 때 가시설의 기술발전을 위한 노력은 매우 중요하다고 할 수 있다.

따라서 본 연구에서는 기존의 흠막이 가시설공법의 개선한 브레이싱을 이용한 자립식 흠막이 공법을 개발 실제 시공을 실시한 후, 정밀계측을 통한 검증을 실시하여 상기 공법의 경제성 및 안전성을 향상시키는 것이 목표이다. 또한 연구방법 및 범위로 자립식 흠막이공법의 구조적 설계와 현장 적용성 데이터를 분석, 경제성과 안전성에 대한 효과를 제시하고자 한다. 따라서 본 연구에서는 브레이싱을 이용한 자립식 흠막이 공법 개발과 실제 다수 적용현장을 대상으로 계측관리하여 적용성을 분석한다. 본 연구의 범위는 기술개발에 의한 수치해석과

Table 1. Comparison of existing methods

Division	Strut Method	Raker Method	Earth Anchor Method
Form			
Summary	- The method of getting supporting beams stick to a wall and thereby supporting earth pressure through the beams	- The method of installing supporting blocks or piles in the base surface of excavation and then installing slope supporting beams	- The method of installing anchors in the behind ground and then imposing Prestress to support earth pressure with the frictional resistance of the settlement part
Excellence	- A lot of construction performance, relatively early judgment of deformation or destruction, and no invasion in a nearby land site - Easy repair and reinforcement, and reusable materials	- Good in case of long distance of supporting beams - No invasion in a nearby land site - Relatively early judgment of deformation or destruction - Easy repair and reinforcement - Reusable materials	- Easily secured work space on the front - Economic in case of large excavation width - Minimized wall displacement and ground subsidence thanks to Prestress to anchor
Disadvantages	- A large excavation area causing concerns over supporting beam twist and joint buckling - Supporting beams impairing internal excavation and structure construction - Local destruction of supporting beams critically influencing the overall earth structure - Concerns over the subsidence of nearby ground	- Complicated process of excavation and supporting beam installation - The necessity for checking stability in excavation and disassembly steps - Large displacement in case of unstable supporting blocks - Limited construction depth (within 15.0m of excavation depth)	- Concerns over civil complaints for the reason of invasion into a nearby land site - The necessity of settlement ground on the behind ground - Concerns over a lowering water ground level by the inflow of underground water in boring work - Not applicable if there is a underground structure nearby or a ground structure

현장 시공 등을 통해서 각 단계별 제작시 문제점, 사용성과 안전성, 경제성 등을 검토하고 문제점을 찾아 개선방안을 반영하며 계속 연구개발을 수행토록 한다.

2. 선행 연구 및 고찰

국내 자립식 흙막이공법에 관한 연구는 현재 미비한 실정이다. 그러나 토목현장의 흙막이 가시설의 필요성에 기업과 연구자들이 다음과 같이 연구를 진행하였다. 유진오 외 4명(2005) 기존 공법의 문제점을 개선 시공성과 경제성 등을 고려한 역지말뚝을 이용한 자립식 흙막이 공법을 개발하여 현실적으로 개선하고자 하였다[1]. 김대우 외 3명(2005) 역지 말뚝을 이용한 자립식 흙막이 공법에 관한 시험적 연구를 진행하였다[2]. 심재욱 외 2명(2006) 저심도 지반굴착시 역지말뚝을 이용한 자립식 흙막이 공법 개발을 하였으며[3] 심재욱 외 3명(2009) 2열 H-파일을 이용한 자립식 흙막이 공법(SSR)의 거동분석 및 시공방법에 관한 연구를 수행하였다[4]. 또한 김광렬 외 2명(2013) 흙막이 가시설의 거동분석을 통한 안전성 확보 연구[5]. 신대용 외 1명(2015) 2열 자립식 흙막이 공법의 시공 프로세스 및 원가분석 연구를 수행하였다[6]. 그러나 현장에서 적용함에 기존의 흙막이 공법의 상호보완관계의 필요성과 현장 적용 가능성을 확인하였다.

현재 국내 대규모 굴토현장에 적용하고 있는 흙막이 시설은 재래식공법인 업지말뚝을 이용한 토류벽에 토압을 저항하여 지지점 역할을 하는 어스앵카, 스트러트, 레카 등의 보강재를 이용하여 안전성을 확보하는 공법이 대부분이다. 이러한 공법들은 인접한 이해 당사자들과의 분쟁을 일으키고 시공성 및 구조물의 내구성뿐만 아니라 공사현장의 안전성까지 위협하는 주요 요인이 되고 있다[11-15].

그러므로 가시설 배면 현황에 관계없이 굴토가 가능하고 구조물 시공 공간 확보가 용이하며 안전성 확보가 용이한 가시설 공법 개발 필요성과 부재의 단순화, 경량화, 규격화 된 새로운 개술개발 필요하다.

3. 브레이싱을 이용한 RSB공법의 개념

2열 자립식 흙막이 공법은 각각 다른 특성을 가진 부재(전·후열 말뚝, 띠장, 연결재)를 상호 조합하여 지중에

강성이 큰 강재틀 옹벽 형태로 설치되어 지반 굴착에 따른 배면지반의 토압에 저항하는 구조체를 형성하며, 안정성 확보는 후열말뚝에 작용하는 수동토압력에 의존하며, 연결재를 이용하여 전열말뚝을 지지하게 된다. 굴착부 전면에 위치하는 전열말뚝은 지반 굴착시 토사 유실을 방지하는 토류판과 함께 표면 마감역할을 하며, 굴착부 전면에서 일정 거리를 두고 후면에 설치되는 후열말뚝은 활동토괴를 관통하여 부동지반까지 말뚝을 설치함으로써 1차적인 토압을 감소시켜 흙막이 벽체의 토압을 분담하고 연결재를 이용한 전·후열 말뚝의 일체화를 통해 흙막이 벽체의 강성을 증대시킴으로써 지보재(Strut, Earth Anchor, Raker 등)가 필요 없이 지반굴착을 수행할 수 있는 자립식 흙막이 공법이다. RSB공법의 기본개념도는 Fig. 1과 같다.

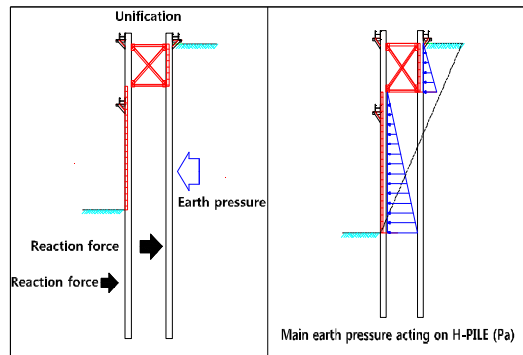


Fig. 1. Basic concept of RSB method

4. 브레이싱을 이용한 RSB공법 구조해석

본 연구의 RSB공법 적용은 전라북도 전주시 완산구 00 일원에 위치하는 본 현장은 건축계획에 따라 지하 구조물을 신축하는 것으로 계획하고 있으며, 이에 따라 원지반의 터파기 공사가 불가피하므로 굴착에 따른 지반거동은 굴착배면부의 변형을 발생하여 주변 지반이 침하하는 등 붕괴 사고를 일으킬 수 있다. 이러한 상황을 종합하여 지반굴착에 따른 지반의 거동을 분석하고 필요시 안정성 확보에 필요한 보강대책을 제시하였다.

4.1 대상구조물 개요

본 연구의 대상은 지하 1층 주차장이며 흙막이 벽체공법은 H-PILE과 토류판이며 지보재 공법은 브레이싱을

이용한 RSB공법을 적용하였다. Table 2는 대상구조물 개요이다.

Table 2. Target structure overview

Company name	00 Jeonbuk Integrated Headquarters New Construction
Location	Jeonju, Jeollabuk-do 00
Welding method	H-Pile + Earth plate (C.T.C 1600, 1800)
Retaining method	RSB Method
Excavation depth	GL(-) 6.36 M ~ GL(-) 8.01 M

4.2 구조해석결과

본 연구 대상구조물 구조해석을 위한 프로그램은 Midas GTX이며 탄소성 Model을 통한 가시설벽체 안정 검토와 굴착단계별 벽체 변위 및 부재력 계산을 한다. 또한 Seep/w은 유한요소 침투 해석 검토 및 최대유출량, 압력수두 및 유선의 표현 할 수 있다. 단면도는 Fig. 2와 같다. 구조해석은 설계조건을 만족하는 유한요소해석을 실시 단면력을 산정하였다.

4.2.1 모델링

구조해석 모델링은 전체 단면도를 유한요소해석으로 적용한다. Fig. 3과 같이 모델링 구조해석 하였다.

4.2.2 결과분석

본 연구에서는 브레이싱을 이용한 2열 자립식 흙막이 공법의 구조적 안전성을 평가하기를 위하여 구조물의 단계별 변위해석을 수행하였다. 흙막이 가시설 2차원해석으로는 흙막이 벽체와 토류판의 거동을 구분하여 나타내지 못하기 때문에 구조물의 과소 과대 해석평가 할 위험

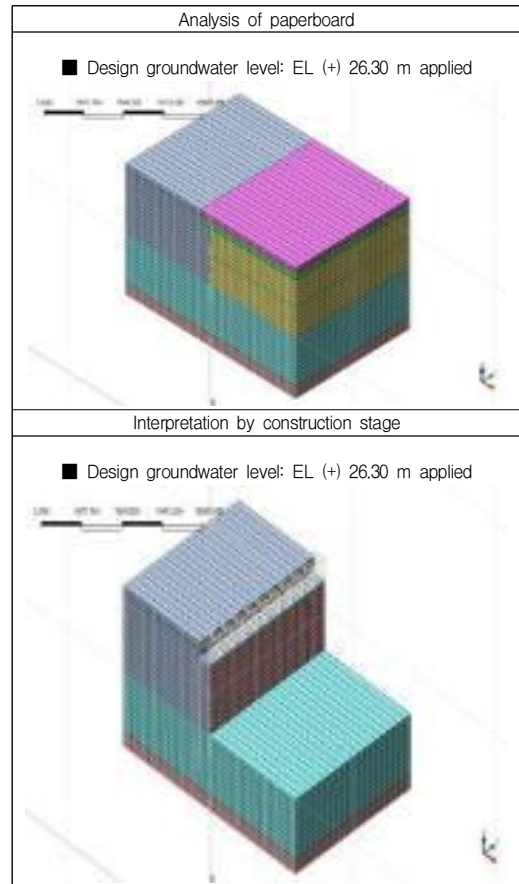


Fig. 3. Modeling of structural analysis

이 있으므로 본 구조물해석을 정확하고 세밀하게 해석하기 위하여 프로그램 Midas GTX이며 탄소성 Model을 통한 가시설벽체 안정검토와 굴착단계별 벽체 변위 및 부재력 계산하여 다음과 같이 해석 결과를 확인하였다.

구조해석 결과 시공단계별 최종굴착 변위는 31.22mm로이며 최종굴착 단면응력 결과로 H-pile 합성응력 fb

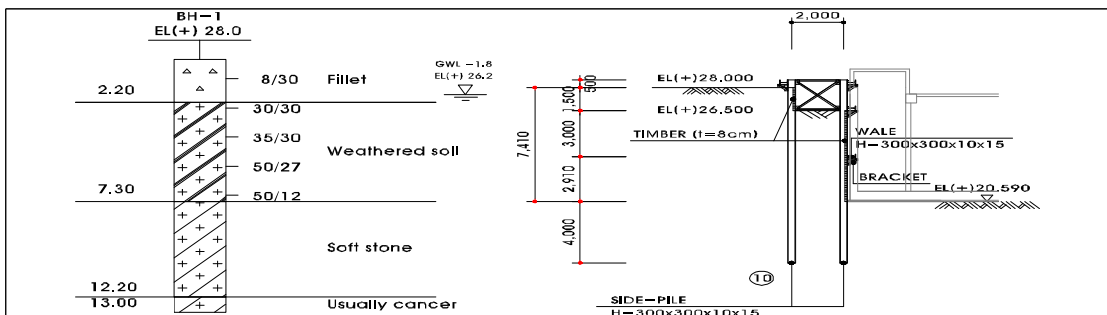


Fig. 2. Cross-section

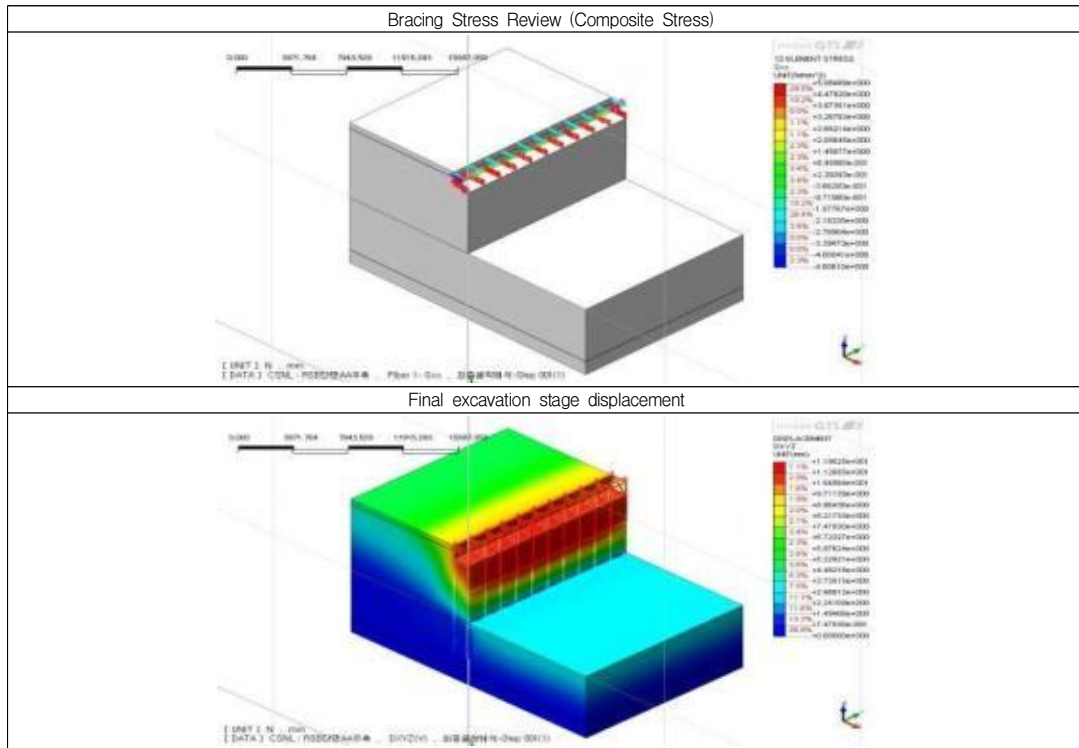


Fig. 4. Results of Stress Analysis

$= 102.430 \text{ Mpa} < f_a = 140 \text{ Mpa} \therefore \text{O.K}$ 이고, 띠장 합성응력 $f_b = 7.043 \text{ Mpa} < f_a = 140 \text{ Mpa} \therefore \text{O.K}$ 이다. 또한 브레이싱 합성응력 $f_b = 5.085 \text{ Mpa} < f_a = 140 \text{ Mpa} \therefore \text{O.K}$ 이고 최종굴착 단계변위 $d_{max} = 11.953 \text{ mm}$ 으로 확인하였다. Fig. 4는 단계별 응력 해석결과이다.

5. 현장 시험시공

본 연구에서 브레이싱을 이용한 2열 자립식 흙막이공법을 현장 시험 대상구조물로 전라북도 전주시 완산구 효자동에 위치한 NH농협 ○○ 통합본부 신축공사 현장에 적용하였다. 조사지역에서는 4개 공에 대하여 상부의 매립층 또는 풍화암층을 시작으로 연암 또는 보통암까지

Table 3. Drill result table

(Current ground level, unit m)

No	Strata name					sum
	Fillet	Weathered soil	Weathered rock	Soft stone	Usually cancer	
BH-1	0.0~ 2.2 (2.2)	2.2~ 7.3 (5.1)	-	7.3~12.2 (4.9)	12.2~13.0 (0.8 dig through)	13
BH-2	-	-	0.0~ 3.0 (3.0)	3.0~ 7.0 (4.0)	7.0~12.0 (5.0 dig through)	12
BH-3	0.0~ 0.6 (0.6)	0.6~ 8.0 (7.4)	8.0~13.6 (5.6)	13.6~15.0 (1.4 dig through)	-	15
BH-4	-	-	0.0~ 1.6 (1.6)	1.6 ~ 2.5 (0.9)	2.5~ 12.0 (9.5 dig through)	12
N result	8/30	18/30 ~ 50/12	50/9 ~ 50/3	-	-	52

시추조사를 실시하였다. 본 조사를 위하여 수반된 조사는 시추조사(Boring Test), 표준관입시험(S.P.T), 지하수위 측정 등이며, 시방서에 의거하여 실시한 결과 상부로부터 매립층, 풍화토, 풍화암, 연암 및 보통암의 순으로 지층이 존재한다. 시추결과표는 Table 3과 같다.

5.1 시험시공

본 연구에 브레이싱 이용한 2열 자립식 공법에 소요되는 자재는 강재 SS400 엄지말뚝 H-300×300×10×15, 배면말뚝 H-300×300×10×15, 띠장 H-300×300×10×15, 브레이싱 L-100×100×10, L-150×150×10, 토류판 목재 t=80mm으로 시공 설치한다.

시공단계는 지반굴착이 이루어지는 굴착면을 따라 1.5M~1.8M의 간격으로 전·후열 말뚝을 설치하고 흙막이 벽체와 일체 거동을 위한 띠장 및 브레이싱을 설치 그리고 지반 굴착의 순서로 진행 되며 전·후열 말뚝 설치시는 엄지 말뚝의 확실한 근입장과 굴착 바닥면에서의 변위발생을 최소화하기 위하여 천공 설치토록 하였다. 다음 Fig. 5은 시공순서를 보여주고 있다. 본 연구의 설계도면에서 제공된 지반조건을 기준으로 지층별 재확인 하였고 시험시공전 현황측량도 상의 대지경계선, 지하층 구조물선, 지반고 등을 측량 설계도면과 상이점을 확인 흙막이벽체의 근입깊이를 확보 하며, 지지층에 확실하게 설치될 수 있도록 관리하였다.



Fig. 5. Test construction flow chart

그리고 계측을 통하여 공사중 배면지반 및 흙막이벽체의 과도한 변형조짐이 예상될 경우 즉시 공사를 중단하고 되메우기 또는 보강 등의 응급조치를 취하고 보강대책을 수립한 후 공사를 재개 하도록 하였다. 또한 SIDE PILE 천공 시 소음 및 진동 방지대책을 수립 민원발생을 최소화하여 시험시공을 안전하게 적용 브레이싱을 이용한 2열 자립식 흙막이 공법을 검증하였다. Fig. 6은 시험시공한 평면도 이다.

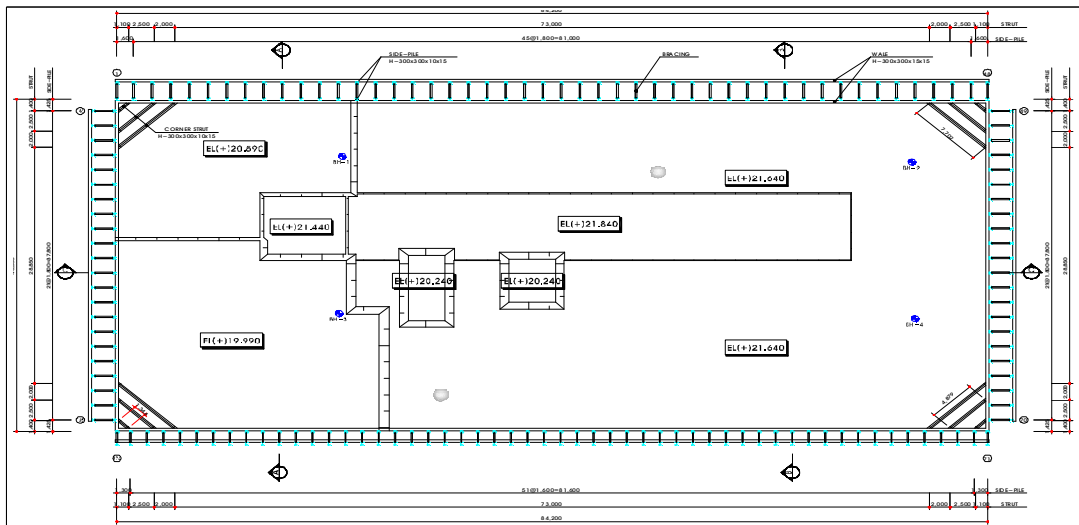


Fig. 6. Test construction plan

5.2 시험시공 현장계측과 수치해석 결과

본 시험시공 적용 현장에 지하구조물 시공을 위한 굴착 작업 중 배면 및 흙막이 가시설 벽체의 안전성을 확보하기 위하여 계측관리를 위한 변형률계 및 경사계, 지하수위계, 지표 침하관 등의 계측기를 설치 운영하고 또한 전산구조해석 값과 현장 계측관리 자료를 비교 검토하여 흙막이 가시설의 안전성을 확인 하였다. Fig. 7는 시험적용 전경사진이다.

최종굴착단계까지 안전한 시공을 완료하고 계측관리 보고서 및 전산구조해석 값을 비교검토하면 유한요소해

석(MIDAS-GTS)에 의한 흙막이 벽체 수평변위는 2차 굴착까지는 3.21mm로 현장계측치 3.62mm와 유사한 변위량을 보였으며, 최종 굴착시에도 8.79mm와 7.84mm로 계측 결과치와 유사한 변위량 및 변위 양상을 보여 만족하는 것으로 나타났다. Fig. 8와 Table 4는 구조해석과 현장계측 결과이다.

최소굴착부터 토류관 설치와 굴착단계별 흙막이 가시설 전체안정성에 전혀 무리없이 시공 만족하는 결과 값을 확인 되었으며, 본 연구의 브레이싱을 이용한 2열 자립식 공법 적용을 통해 공기 단축 및 공사비 절감 효과와



Fig. 7. Test construction foreground Photo

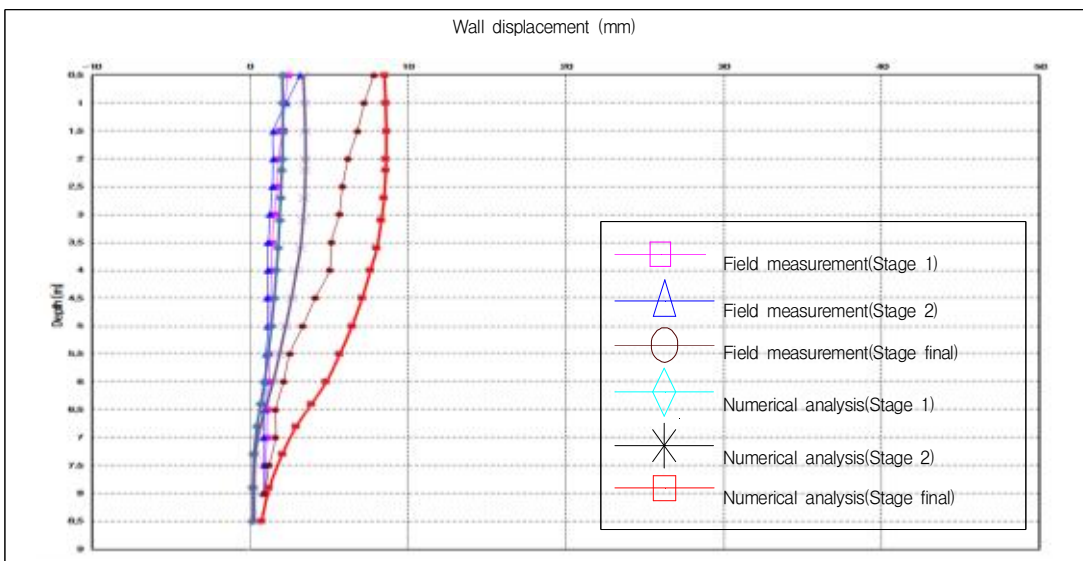


Fig. 8. Field measurement and numerical analysis graph

함께 흙막이 벽체 배면의 사면 높이를 감안 향후 고심도 굴착에도 적용 가능할 것으로 판단된다.

6. 결론

최근 흙막이 가시설 공법들은 부지여유가 없는 조건에서 굴착 깊이가 깊어지고, 기존 구조물에 근접한 공사가 진행되는 과정에서 많은 시행착오를 거쳐 개선 및 개발된 공법이다. 본 연구에서는 브레이싱을 이용한 2열 자립식 흙막이 공법의 개발을 위하여 전산구조해석과 현장 시범적용을 실시 시공성 및 안전성을 확인하였다. 그 결과는 다음과 같다.

1) 흙막이 가시설 공법의 굴착공사 중 기존의 작업환경에 피해를 주었던 지보재 설치 생략 및 효율적인 굴착 작업으로 공기단축이 가능하고 후속공정의 시공성 개선과 작업공간 확보 구조물의 품질확보와 공사비 절감효과를 가져올 것으로 판단된다.

2) 흙막이 가시설 벽체의 안전성을 확보하기 위하여 계측기를 설치 운영하고 또한 전산구조해석 값과 현장 계측관리 자료를 비교검토 결과 흙막이 벽체 수평변위는 2차굴착까지는 3.21mm로 현장계측치 3.62mm와 유사한 변위량을 보였으며, 최종굴착시에도 8.79mm와 7.84mm로 계측 결과치와 유사한 변위량 및 변위 양상을 보여 만족하는 것으로 나타났다.

Table 4. Structural analysis and field measurement results

Division	Field measurement		Structural analysis	
	Point of origin(m)	Maximum displacement(mm)	Point of origin(m)	Maximum displacement(mm)
No.1 excavation	0.5	2.41	2.0	2.22
No.2 excavation	0.5	3.21	2.0	3.62
final excavation	0.5	7.84	1.5	8.79

3) 시범적용 현장의 최종굴착단계까지 계측관리를 위한 변형률계 및 경사계, 지하수위계, 지표침하판 등의 계측기를 설치 운영결과 모든 계측 허용치를 만족하는 안

정적인 시공이 이루어졌으며, 이는 전열 후열 말뚝 및 띠장으로 일체화된 자립식 흙막이 벽체가 강성이 큰 강재틀과 같은 구조체로 작용하여 발생토압에 효과적으로 저항한 것으로 판단된다.

4) 본 연구의 브레이싱을 이용한 2열 자립식 공법 적용을 통해 공기 단축 및 공사비 절감 효과와 함께 흙막이 벽체 배면의 사면 높이를 감안 향후 고심도 굴착에도 적용 가능할 것으로 판단된다.

5) 향후 현장 시공단계부터 준공 및 이후 현장 모니터링을 실시하여 구조물의 안정성 및 연안 환경변화 등의 영향을 체계적으로 관리하고자 한다.

REFERENCES

- [1] J. O. You, M. S. Shin, Y. H. Yang, S. K. Baek & J. U. Sim. (2005). Application of new Excavation Method using Stabilizing Piles. *Korean Society of Civil Engineers Conference Proceedings*, 5315-5318.
- [2] D. W. Kim, J. C. Im, L. K. Park & S. K. Baek. (2005). An Experimental Study on the Cantilever Walls with Piles. *Korean Society of Civil Engineers Conference Proceedings*, 5311-5314.
- [3] J. U. Sim, J. O. You & S. K. Baek. (2006). Development of the Cantilever Walls with Piles. *Korean Society of Civil Engineers Conference Proceedings*, 804-807.
- [4] J. U. Sim, S. G. Son, Y. K. Kim, J. H. Lim & D. H. Lee. (2009). A Study on Self-Supported Earth Retaining Wall by Considering Field Conditions. *Korean Society of Civil Engineers Conference Proceedings*, 1716-1719.
- [5] K. L. Kim, Y. S. Kim & S. S. Kim. (2013). A Study on Securing safety through Behavior Analysis of Earth Retaining Wall. *Korean Geosynthetic Society*, 12(4), 11-19.
- [6] D. W. Shin & G. H. Kim. (2015). Analysis of construction process and cost of self-supported retaining wall method using two row H-pile. *Korea Science & Art Forum*, 19, 425-434.
- [7] D. W. Kim. (2006). *Experimental study on the applicability of pile used as earth retaining structure*. Pusan National University, Pusan.
- [8] S. B. Kim. (2013). *Taguchi method-based optimal planning for earth retaining wall design*. Pusan National

University, Pusan.

- [9] T. H. Kim. (2008) *Experimental study on the behavior of earth retaining wall using self supported stabilizing piles*. Pusan National University, Pusan.
- [10] Kolon Global Corporation. (2007). [self-supported retaining wall method using two row H-piles by excavation of near-surface], *Kolon Global Corporation*.
- [11] Korea Association of Professional Engineers in Geotechnical Engineering. (2007). self-supported retaining wall method using two row H-piles by excavation of near-surface. *Journal of Geotechnical Professional Engineers*, 4(4).
- [12] Korean Geo-Environmental Society. (2011). self-supported retaining wall method using two row H-piles by excavation of near-surface (New technology no.533 of Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs). *Geo-Environmental*, 12(6).
- [13] Korea Institute of Economic Policy. (2006). [Estimated cost report about earth retaining wall using self supported stabilizing piles], *Korea Institute of Economic Policy*.
- [14] G. D. Lee, S. G. Son & J. U. Sim. (2011). A case study on the self-supported earth retaining wall”, *Proceedings of 2011 Autumn Conference of the Korea Institute of Building Construction*, 11(2).
- [15] H. W. Lee. (2011). *study on advancement and application of self-supported retaining wall method using inclined stabilizing piles*. Hanyang University. Seoul.

김 종 길(Kim, Jong Gil)

[정회원]



- 2001년 2월 : 군산대학교 (공학석사)
- 2005년 2월 : 군산대학교 (공학박사)
- 2005년 2월 ~ 2015년 12월 : (주) 준코퍼레이션 대표이사
- 2016년 1월 ~ 현재 : 청운대학교 공과대학 토목환경공학과 교수
- 관심분야 : 토목공학, 구조
- E-Mail : kman1@chungwoon.ac.kr