

## 횡방향 하중에 의한 마이크로파일의 거동 평가

### Estimation of the Behavior of a Micropile due to Horizontal Load

이 성 민<sup>†</sup> · 백 승 철<sup>1)</sup>

Lee, Seongmin · Baek, Seungcheol

**ABSTRACT** : The mechanical behavior of a micropile due to horizontal load has not yet clearly identified in Korea. It has generally estimated from that of a traditional pile because there is no standard method even though it has shorter length. To tell the truth, its behavior is very different from a traditional pile's. Specifically, it is general fact that horizontal resistance of earth is one of the main factors to control the mechanical behavior of micropile. To this reason, a laboratory model has been made in this study to estimate the behavior of a micropile which loaded increasingly horizontally. The laboratory model has been designed to estimate both the behavior of load to displacement and skin friction to displacement. And the analysis of the latter was compared with the solution of strain wedge model. In the end, it was proved that the mechanical behavior of a micropile should be estimated from considering the horizontal resistance of earth.

**Keywords** : Micropile, Horizontal Resistance, Horizontal Load, Skin Friction, Displacement

**요 지** : 국내에는 아직까지 수평 하중에 의한 마이크로파일의 역학적 거동이 분명하게 규정되어 있지 않다. 마이크로파일의 길이가 상대적으로 짧음에도 불구하고 그 거동에 대한 표준평가 방법이 없어 국내에서는 일반적으로 고전적 말뚝의 거동과 유사하게 평가해 온 것이 사실이다. 그러나 마이크로파일의 역학적 거동은 고전적 말뚝의 거동과 매우 다르다. 특히, 지반의 수평 저항력이 마이크로파일의 역학적 거동을 좌우하는 주요 요소 중 하나라는 것은 일반적 사실이다. 이러한 이유 때문에, 본 연구에서는 점증적으로 증가하면서 수평 방향으로 하중을 받는 마이크로파일을 실내 모형으로 만들어 그 역학적 거동을 분석하였다. 본 연구에서 제작한 마이크로파일 실내 모형은 실험을 통한 말뚝의 하중과 변위 거동 그리고 마찰력과 변위 거동 모두를 평가할 수 있도록 설계하였다. 그리고 말뚝의 표면 마찰력과 변위 거동 분석 결과는 변형률 썩기 모델에서 제시하는 해석 결과와 비교 하였다. 그 결과, 마이크로파일의 역학적 거동은 지반의 수평 저항력을 고려하여 평가하는 것이 타당하다는 사실을 확인 하였다.

**주요어** : 마이크로파일, 수평저항, 횡하중, 표면 마찰력, 변위

## 1. 서 론

마이크로파일 공법은 약 50년 전에 이탈리아에서 최초로 개발된 후 세계 여러 나라에서 지반보강 및 지지말뚝용으로 사용되어 왔다. 본 공법의 이름은 특허명 또는 상품명 등의 이유로 각 국가별로 마이크로파일, Root 파일, Pali Radice, Needle 파일, Gewi 파일 등으로 각기 달리 불리기도하나, 일반적으로 직경 300mm이하의 소구경파일을 지칭하고 있다. 좀 더 세분할 경우, 150mm 이하의 직경 말뚝은 마이크로파일로 그리고 150~300mm 직경 말뚝은 Mini 파일로 분류하기도 한다.

특히 큰 하중이 필요할 경우 마이크로파일을 천공 형태로 사용하는데 그 이유는 Bored 파일에 비해 ①주변지반의 교란 작용이 적고, ②압력주입에 의해 유효직경이 증가하며, ③지반과 파일 사이의 결합강도가 개선되기 때문이다.

이러한 장점 때문에, 국내에서도 마이크로파일 공법은 건축물의 보수 및 보강에 사용되거나 폐광지역의 지반침하를 억제하기 위하여 지속적으로 적용되어 왔으며, 옹벽과 같은 현장타설 구조물을 프리캐스트화 할 수 있는 마이크로파일 공법 등 다양한 기술이 개발되고 있다.

이와 같이 국내에서 마이크로파일 공법의 적용성이 증가됨에 따라, 마이크로파일에 대한 연구도 다양하게 진행되었다. 임종철 등(1998)은 토사터널 보조공법 중 마이크로파일 공법의 적용성에 대한 연구를 하였고, 이승현(1999)은 그물썩 뿌리말뚝의 타설 경사각의 실험적 연구를 하였으며, 김홍택 등(2005, 2006)은 옹벽에 설치되는 마이크로파일의 적용성에 대한 연구를 수행하였다. 그러나 마이크로파일 공법에 대한 다양한 연구가 진행되어 왔음에도 불구하고, 국내에서는 마이크로파일의 거동자체를 고전적인 말뚝의 거동과 동일하게 평가하고 있는 실정이다. 특히 구조물의 활동

† 정희원, 영동대학교 토목환경공학과 부교수(E-mail : uofydee@hanmail.net)

1) 정희원, 안동대학교 토목공학과 교수

을 억제하기 위한 목적으로 적용되는 마이크로파일은 길이가 짧아 지반의 수동저항력이 전체시스템에 중요한 영향을 미침에도 불구하고 이에 대한 연구는 미비한 실정이다.

이에 본 연구에서는 실내모형실험을 수행하여 마이크로파일의 수평지지력을 평가하였으며, 지반의 수동저항력을 고려할 수 있는 변형률 썩기모형을 이용한 수평지지력과 비교하여 마이크로파일의 수평지지력 산정방법에 대해 알아 보았다.

## 2. 마이크로파일

### 2.1 개요

마이크로파일은 직경 300mm이하의 작은 구경으로 천공을 실시한 후 소구경 현장타설 파일을 설치하는 방식으로 강재보강 콘크리트 파일이라고 정의할 수 있다. 또한 마이크로파일은 파일체 구면의 마찰력에 의해 압축력과 인장력을 지지하기에 시공 목적에 따라 구조물 지지 파일, 지반 보강용 파일, 인장용 파일 등으로 구분할 수 있다.

마이크로파일은 시공시 소음진동이 작고 시공 장비가 작아 협소한 공간에서도 시공가능하며, 수직 수평 모두 시공 가능한 장점을 갖고 있으며, 역학적으로 말뚝 주면 그라우트와 지반 사이에 높은 부착력을 발휘하며, 심재인 강재가 하중을 주지하지하고, 부등침하에 대한 부분보강이 가능하며, 소구경이기에 균 효과나 부 마찰력을 최소화할 수 있는 장점을 갖고 있다.

표 1. 마이크로파일의 구분방법

구분 방법	내 용
말뚝거동	설계의 개념적 바탕은 마이크로파일의 거동에 근거
그라우팅	그라우트/지반 사이의 부착력은 그라우팅 방법에 따른 차이

표 2. 마이크로파일의 횡방향 저항력 산정 방법

구 분	마이크로파일의 횡방향 저항력 산정을 위한 기존 제안방법	기 호 설 명
Brinch Hansen	$p_{xu} = \sigma_{ux} K_q + cK_c$ $p_{xu} = \sigma_{ux} K_q \text{ (모래지반)}, p_{xu} = cK_c \text{ (점성토지반)}$	$\sigma_{ux}$ : 유효연직상재하중 $c$ : 점착력 $K_c$ and $K_q$ : $\phi$ 와 $x/B$ 의 함수인 수평 반력계수
Broms	$P = 3D\gamma z K_p \text{ (짧은말뚝)}$ $P = \frac{M_{yield}}{e + 0.54 \sqrt{\frac{P}{\gamma D K_p}}} \text{ (두부자유 긴말뚝)}$ $P = \frac{M_{yield}^{pos} + M_{yield}^{neg}}{e + 0.54 \sqrt{\frac{P}{\gamma D K_p}}} + \frac{2M_{yield}}{e + 0.54 \sqrt{\frac{P}{\gamma D K_p}}} \text{ (두부고정 긴말뚝)}$	$D$ : 말뚝직경 $\gamma$ : 기초지반의 단위중량 $z$ : 말뚝길이 $K_p$ : 수동토압계수 $E$ : 지반의 탄성계수
Chang	$y = \frac{(1 + \beta e^3) + 1/2}{(3EI\beta^3)} p, \quad \beta = 4 \sqrt{\frac{E_s}{4EI}}$	$I$ : 말뚝의 단면이차모멘트

최근 미 연방도로국은 이러한 마이크로파일을 아래 표 1과 같이, 두 가지 관점을 바탕으로 마이크로파일을 세분화하는 것을 제안하고 있다.

### 2.2 마이크로파일의 횡방향 저항력

마이크로파일의 횡방향 저항력은 기본적으로 말뚝의 경우와 동일하게 평가되고 있으며 다양한 선행 연구결과들이 있다. 횡방향 저항력 산정방법의 대표적인 방법은 Brinch Hansen(1961), Broms(1964) 및 Chang(1937) 등이 제안한 방법이 있으며 이를 요약 정리하면 표 2와 같다.

### 2.3 지반의 수동저항력을 고려한 마이크로파일의 횡방향 저항력 산정방법

지반의 수동저항력을 고려한 마이크로파일의 횡방향 저항력 산정방법은 변형률 썩기모형을 이용하여 산정할 수 있으며, 횡하중을 받는 단 말뚝을 해석하는 변형률 썩기모형 이론은 Norris와 Abdollahiaee(1990)에 의한 연구 결과가 있다. 이 이론은 말뚝 전면부에서 수동썩기(passive wedge)로 표현되는 지반변형률과 말뚝편향(deflection)과의 상호관계 및 타입된 말뚝의 임의의 깊이에서 선하중(line load)과 수평응력변화의 상호관계를 반영하였다.

변형률 썩기모형의 기본 개념은 그림 1에 나타내었다. 변형률 썩기모형의 수동썩기 모양은 썩기 저부각( $\beta_m = 45 + \phi_m/2$ ), 썩기깊이 ( $h$ ), 썩기의 부채각( $\phi_m$ ), 그리고 말뚝측면을 따라 발생하는 측면전단저항으로 정의된다. 말뚝 상단부분의 주어진 편향기울기에 상응하여 썩기내의 지반에서 변형률( $\epsilon$ )이 발생되고 이 변형률은 지반내 말뚝의 임의의 깊이( $x$ )에서 썩기 외부 쪽에 걸쳐 발생하는 수평응력( $\Delta\sigma_n$ )에 상응하게 된다. 발생된 응력은 말뚝 측면에서 발생하는 전단력과 더불어 발생된 그 깊이에서 말뚝의 단위길이 당 힘으로 정

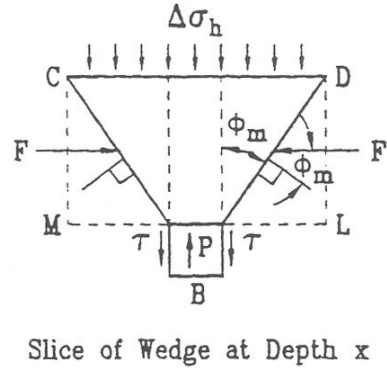
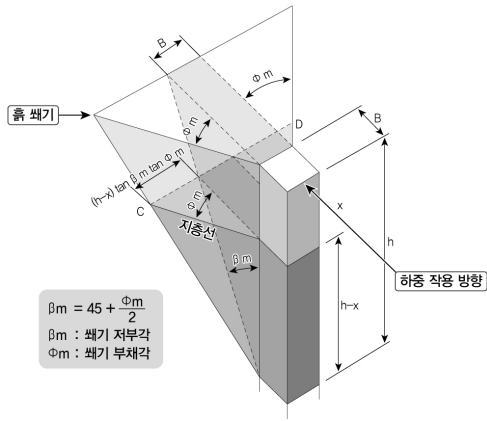


그림 1. 변형률 썰기모델의 개념도

의되는 횡하중( $p$ )을 측정하는데 사용된다.

## 2.4 변형률 썰기모델

Norris와 Abdollaholaiace(1990)에 의해 제시된 변형률 썰기모델은 여러 학자들에 의해 수정 보완되었으며, Ashour 등(1998)은 사질토, 점토 또는 다층지반에 묻혀있는 단말뚝에 대하여 말뚝두부조건에 따라서 해석을 수행하도록 변형률 썰기모델 이론과 관련된 기존의 해석방법을 개선하였으며 그 제안식은 아래 표 3과 같다.

## 3. 실내모형실험

### 3.1 개요

본 연구에서는 지반의 수동저항력을 고려한 합리적인 마이크로파일의 횡방향 저항력 산정방법을 알아보기 위하여 마이크로파일에 횡방향 재하실험을 수행함으로써 마이크로파일의 횡방향 저항력을 산정해 보았다. 실내모형실험에서는 단일 마이크로파일에 변형률 계량기를 부착시켜 직접 횡방향 하중을 작용시켜 하중단계에 따른 마이크로파일의 하중전이를 확인하였다. 실내모형실험을 통한 극한 횡방향 저항력의 산정은 횡하중-변위 관계로부터 하중-변위 곡선을

도출하였으며, 곡선이 크게 변하는 점의 하중을 마이크로파일의 횡방향 저항력으로 결정하였다.

### 3.2 실내모형실험 장비 및 지반

횡하중을 받는 마이크로파일의 실내모형실험을 위해서 600mm(W)×600mm(H)×1300mm(L)의 모형 토조를 사용하였다. 토조 상부에 전기식 하중재하 장치를 장착 하여 모형 마이크로파일에 하중을 직접 재하 하여 횡하중에 따른 마이크로파일의 거동을 확인하였다. 하중재하는 2mm/min의 속도로 재하 하였으며, 하중재하 장치와 마이크로파일 상부에 각각 로드셀과 LVDT를 설치하여 하중작용에 따른 마이크로파일의 변화를 확인하였다.

본 실험에서 사용한 지반재료는 2개의 지층으로 가정하였으며, 하부 지층은 쇄석을 이용하여 상대적으로 강성이 큰 기초층으로 조성하였으며 상부지층은 토사 층으로 모사하였다. 상부 토사 층은 표준사로, 100번체(입경 0.15mm) 통과율이 2%정도이며, 통일 분류법에 의해 SP로 분류되었다.

### 3.3 실내모형실험 방법

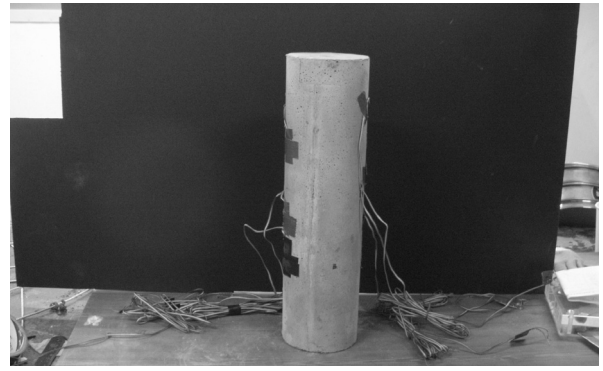
모형지반은 흙을 0.15m두께로, 전체 토조의 높이를 4층으로 나누어 층다짐을 실시하였으며, 상부 토사층은 다짐도 95%를 기준으로 하여 각층에 필요한 중량만큼 일정 함수비

표 3. 변형률 썰기모델의 제안식

구분	제안식	비고
Norris & Abdollaholaiace (1990)	$p = \Delta\sigma_h \overline{CD} S_1 + 2\tau_f B S_2$ $\overline{CD} = B + 2(h-x)\tan\beta_m \tan\phi_m$	사질토 지반
Ashour 외 (1998)	사질토지반 : $(P_{ult})_i = (\Delta\sigma_{hf})_i \overline{CD}_i S_1 + 2(\tau_f)_i B S_2$ 점토지반 : $(P_{ult})_i = 10(S_u)_i B S_1 + 2(S_u)_i B S_2$	사질토지반, 점토지반
기호	$\overline{CD}$ : 변형률 썰기의 폭, $S_1, S_2$ : 말뚝의 형상계수, $\Delta\sigma_h$ : 수평응력, $(P_{ult})_i$ : 임의의 깊이에서 작용하는 지반의 수동저항력, $\Delta\sigma_{hf}$ : 지반파괴시의 수평응력, $\tau_f$ : 전단저항응력, $B$ : 말뚝의 직경, $S_u$ : 지반의 비배수 전단강도	



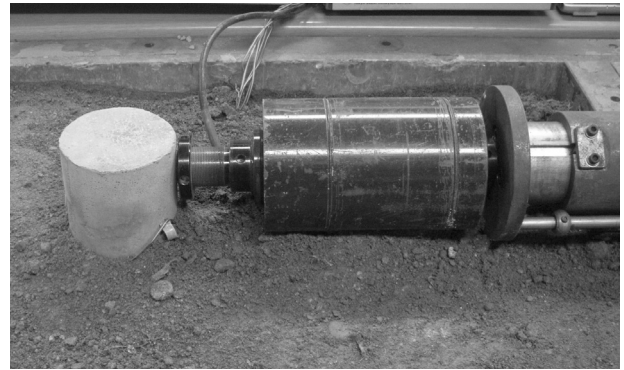
(a) 모형 토조 전경 및 하부지반조성



(b) 모형 말뚝 조성 및 계측기설치



(c) 하중재하 장치 설치



(d) 모형지반조성 및 하중재하

그림 2. 실내모형실험 전경

의 시료를 할당하는 중량-체적 할당법(Alfaro 등, 1995)을 적용하였다. 쇄석을 이용하여 모형 기초지반 조성 후 미리 제작한 마이크로파일을 설치하였으며, 설치 후 상부 토사층을 조성하였다. 모형실험에 이용된 마이크로파일은 모형 토조 내에서 천공과 그라우팅을 모사할 수 없어 따로 제작하여 지반 조성 시에 완성된 마이크로파일을 설치하는 방법으로 진행하였다.

실내모형실험은 변형률제어 방식으로 수행하였으며, 전기식 하중재하 장치를 이용하여 마이크로파일에 직접 파괴 시까지 재하 하였다. 마이크로파일에 가해지는 하중을 측정하기 위해 재하 장치와 마이크로파일의 연결지점에 로드 셀을 연결시켜 실제로 가해지는 하중을 직접적으로 측정하였다. 전반적인 실내모형실험 절차는 그림 2에 나타내었다.

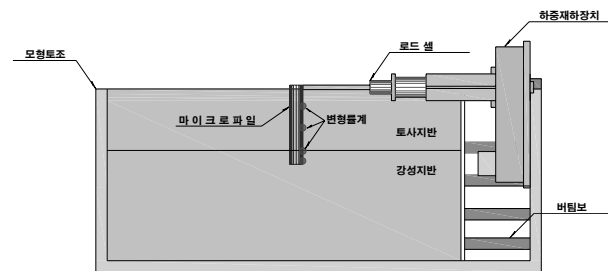


그림 3. 모형실험 모식도

## 4. 실내모형실험 결과 및 분석

실내모형실험은 수평하중을 재하 하는 동안 모형말뚝의 변형 및 하중전이를 평가하는 방식으로 진행되었으며, 모형말뚝의 횡방향 지지력은 하중-변위 곡선 법으로 곡률이 최대인 점의 하중으로 결정하였다.

### 4.1 횡방향 하중 작용시 마이크로파일의 하중-변형 거동특성

횡방향 하중이 작용하는 동안의 마이크로파일 모형실험

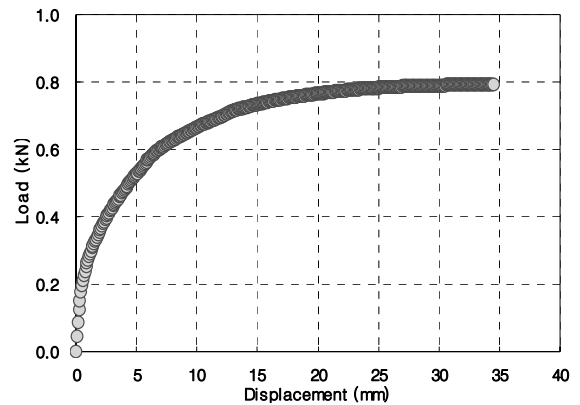


그림 4. 마이크로파일의 하중-변형 거동 결과

모식도는 그림 3에 나타내었으며, 마이크로파일에 횡방향 하중이 작용함에 따라 평가된 마이크로파일의 하중-변위 곡선은 그림 4에 나타내었다. 그림 4에 나타낸 바와 같이 지반의 변위가 증가함에 따라 수평하중이 증가하는 것으로 나타났으며, 최대 수평하중은 약 0.8kN정도로 평가되었다.

#### 4.2 횡방향 하중 작용시 마이크로파일의 거동특성

모형실험 시에는 마이크로파일 본체의 하중전이 거동을 알아보기 위하여 마이크로파일에 등간격으로 4개의 변형률 계량기를 설치하여 하중단계별 마찰력을 알아보았다. 하중이 작용하는 동안 측정된 마찰력은 그림 5에 나타내었다.

그림 5의 결과를 살펴보면 마이크로파일의 변위가 발생하는 동안 마찰력은 점차 증가하는 것으로 평가되었다. 토사 층에서의 마찰력은 10N~20N정도로 평가되었으며, 상부 토사에서 10N의 마찰력이 발생하는 것으로 평가되었다. 하부 지층에 있는 3, 4번 측정위치에서는 마찰력이 20N~40N 정도로 평가되었으며, 강성이 더 큰 지반에서 더 큰 마찰력이 발생하는 것으로 평가되었다.

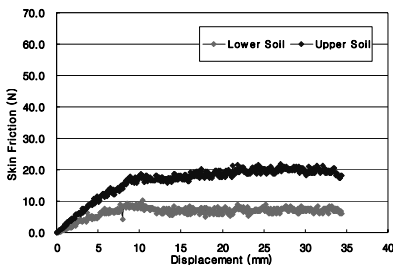
전체 마찰력의 비교는 그림 6에 나타내었으며, 하중단계별 말뚝의 심도에 따른 마찰력의 하중전이과정은 그림 7에 나타내었다.

그림 6의 결과를 살펴보면, 마찰력은 동일한 지층 내에서

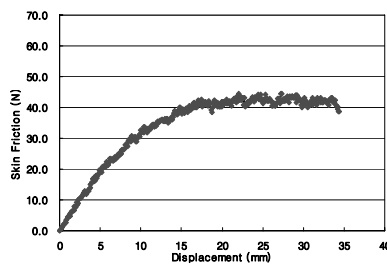
상부에 있는 지점에서 더 크게 평가되었으며, 이는 그림 7의 단계별 마찰력 전이과정에 나타난다. 그림 7의 내용을 살펴보면 말뚝에 작용하는 하중이 증가함에 따라서 마찰력도 증가하나, 상부지점에서의 마찰력이 더욱 크게 나타나는 것으로 확인되었다. 마찰력의 분포는 썩기의 형태로 나타나며, 지반의 강성에 따라 썩기의 크기가 차이가 남을 확인하여 마이크로파일 역시 수평하중이 작용함에 따라서 지반의 저항력이 마찰력에 크게 영향을 준을 확인하였다.

#### 4.3 변형률 썩기모형을 이용한 마이크로파일의 거동 평가

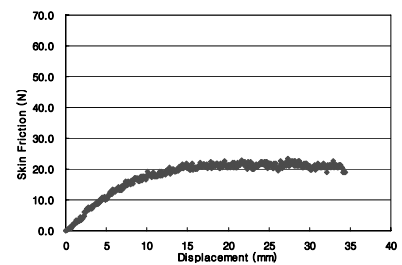
본 연구에서는 마이크로파일에 횡하중이 작용하는 경우에 대해 지반의 수동저항력을 고려할 수 있는 변형률 썩기모형을 이용하여 마이크로파일의 거동을 평가하였다. 변형률 썩기모형은 우선 실내모형실험에 적용된 마이크로파일과 지반조건을 그대로 모사하여 지반의 수동저항력을 산정해 보았다. 모형실험에서 측정된 단계별 하중을 변형률 썩기모형에 적용하여 지반의 수동저항력을 우선적으로 산정하였으며, 이 결과를 모형실험 결과와 비교하여 모형실험 결과와 변형률 썩기모형의 상관관계를 알아보하고자 하였다. 모형실험 결과에 대한 변형률 썩기모형의 평가 결과는 그림 8에 나타내었다.



(a) 상부1, 2지점의 단계별 마찰력



(b) 상부 3지점의 단계별 마찰력



(c) 최하부 지점의 단계별 마찰력

그림 5. 마이크로파일의 마찰력 측정결과

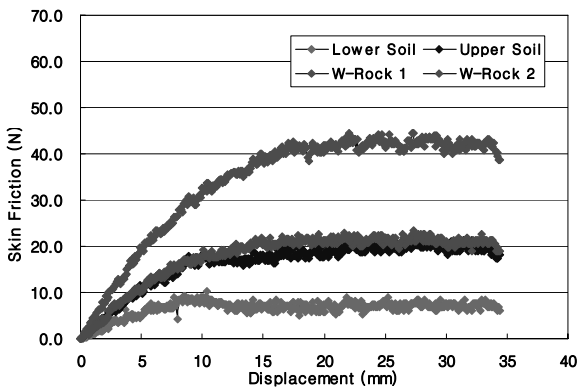


그림 6. 전체 마찰력분포결과

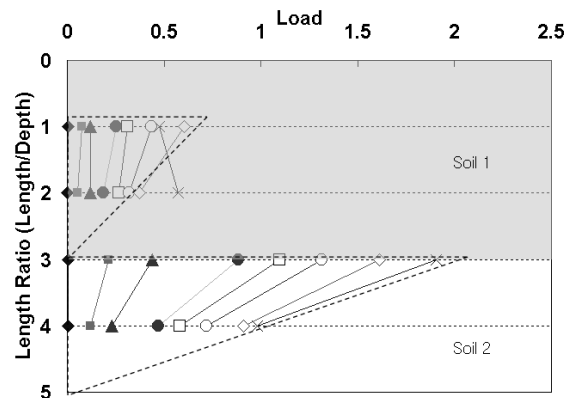


그림 7. 단계별 마찰력 전이

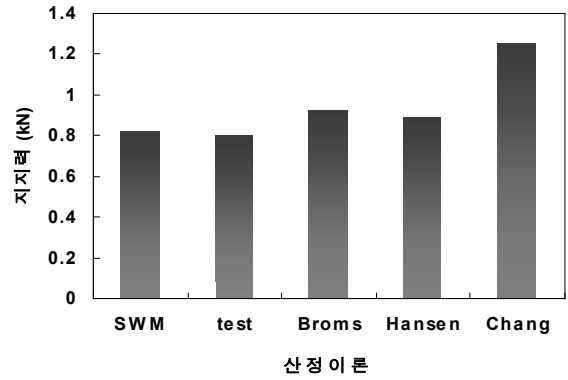
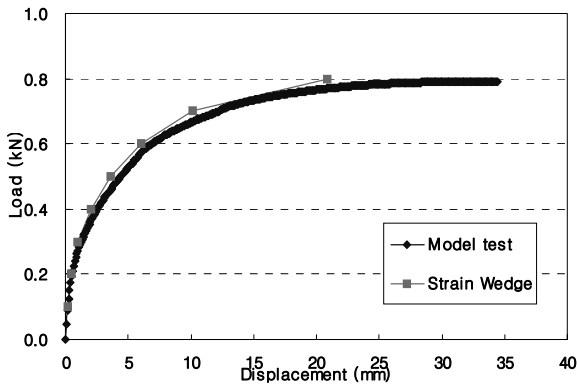


그림 8. 실험결과 및 변형률썩기모델 분석결과

그림 8에 나타난 바와 같이, 모형실험에 적용된 하중을 변형률 썩기 모델에 입력시킨 결과와 모형실험으로 평가된 마이크로파일-지반의 하중-변형 거동은 유사하게 평가되어, 마이크로파일의 횡방향 지지력 산정결과에 지반의 수동저항력을 고려할 수 있는 변형률 썩기모델 역시 마이크로파일의 횡방향 지지력을 산정하는데 있어 유용한 방법임을 확인하였다.

## 5. 결론 및 제언

본 연구에서는 효과적인 마이크로파일의 횡방향 저항력 산정방법을 확인하고자 모형실험을 통한 마이크로파일의 거동을 확인하고 변형률 썩기모델을 이용한 결과와 비교하여 그 신뢰성을 확인하고자 하였다. 본 연구를 통해 얻어진 주요 내용을 정리하면 다음과 같다.

- (1) 지반의 변위가 증가함에 따라 수평하중이 증가하는 것으로 나타났으며, 최대 수평하중은 약 0.8kN 정도로 나타났으며, 마이크로파일의 변위가 발생하는 동안 마찰력은 점차 증가하는 것으로 평가되었다. 토사 층에서의 마찰력은 10N~20N 정도였으며, 하부 지층에 있는 3, 4 번 측정위치에서는 마찰력이 20N~40N 정도 나타나 강성이 큰 지반에서 더 큰 마찰력이 발생하는 것으로 평가되었다.
- (2) 마찰력은 동일한 지층 내에서 상부에 있는 지점에서 더 크게 평가되었으며, 이는 단계별 마찰력 전이과정에서도 동일하게 평가되었다. 말뚝에 작용하는 하중이 증가함에 따라서 마찰력도 증가하나, 상부지점에서의 마찰력이 더욱 크게 나타나는 것으로 확인되었다.
- (3) 마찰력의 분포는 썩기의 형태로 나타나며, 지반의 강성에 따라 썩기의 크기가 차이가 남을 확인하여 마이크로

파일 역시 수평하중이 작용함에 따라서 지반의 저항력이 마찰력에 크게 영향을 줌을 확인하였다.

- (4) 모형실험에 적용된 하중을 변형률 썩기 모델에 입력시킨 결과와 모형실험으로 평가된 마이크로파일-지반의 하중-변형 거동은 유사하게 평가되어, 마이크로파일의 횡방향 지지력 산정결과에 지반의 수동저항력을 고려할 수 있는 변형률 썩기모델 역시 마이크로파일의 횡방향 지지력을 산정하는데 있어 유용한 방법임을 확인하였다.

본 연구에서는 모형실험을 통한 실험적 연구를 통해서 마이크로파일의 횡방향 저항력 산정시에 지반의 수동저항력을 고려하는 것이 합리적인 방법임을 확인하였으나, 이는 실험적 연구를 통해 얻어진 결과로 향후 수치해석 및 실물 시험 등 추가적인 연구가 병행되어야 할 것으로 사료된다.

## 참고 문헌

1. 김홍택, 박준용, 유용식, 유찬호 (2005), 마이크로파일로 보강된 프리캐스트 콘크리트 옹벽의 거동특성에 관한 실험적 연구, *대한토목학회 2005 학술발표대회*, 지반 2, pp. 1~4.
2. 김홍택, 박준용, 김승욱, 황정순, 유찬호 (2006), 변형률 썩기 모델을 이용한 옹벽에 보강된 마이크로파일의 횡방향 지지력 평가, *한국지반환경공학회 학술발표회*, pp. 53~60.
3. 이승현 (1999), *그물식 뿌리말뚝의 최적 타설경사각*, 박사학위 논문, 서울대학교, p. 243.
4. 임중철, 고호성, 홍석우 (1998), 토사터널 보조공법 중 마이크로파일공법의 적용성에 관한 기초적 연구, *부산대학교 생산기술연구소논문집*, 제55집, pp. 83~91.
5. Alfaro, M. C., Hayashi, S., Miura, N., and Watanabe, K. (1995), Pull-out Interaction Mechanism of Geogrid Strip Reinforcement, *Geosynthetics International*, Vol. 2, No.4, pp. 679~698.
6. Ashour, M., Norris, G., and Pilling, P. (1998), Lateral Loading of a Pile in Layered Soil using the Strain Model, *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Eng.*, ASCE, Vol. 124, No. 4, pp. 303~315.

7. Brinch, Hansen H. (1961), The Ultimate Resistance of Rigid Piles Against Transversal Forces, *Danish Geotechnical Institut Bulletin No. 12*, Copenhagen, pp. 5~9.
8. Broms, B. B. (1964), Laterally Resistance of Piles in Cohesionless Soils, *Journal of the Soil Mechanics and Foundation Division, ASCE*, Vol. 90, No. SM 3, pp. 123~156.
9. Chang, Y. L. (1937), Lateral Pile Loading Tests, *ASCE*, Vol. 102, pp. 272~278.
10. Norris, G. and Abdollahiaee, P. (1990), BEF-Studies with the strain wedge model. Part A, *Proceedings of the 1990 Annual Symposium on Engineering Geology & Geotechnical Engineering*, Pocatello, pp. 13A.1~13A16.

(접수일: 2009. 8. 13 심사일: 2009. 8. 24 심사완료일: 2009. 9. 17)