

# 나선형 강관파일의 날개 유효면적 산정을 위한 지지력 실험

## Experiment on the Effective Helix Area to Determine the Bearing Capacity of Helical Steel Piles

이민주\*

Lee, Min Joo

김경민\*\*

Kim, Kyoung-Min

임홍철\*\*\*

Rhim, Hong-Chul

서근배\*\*\*\*

Seo, Gum-Bae

### Abstract

Helical steel piles are being widely used in foundation for the buildings in urban areas because of their high compressive and tensile capacities. Helical steel piles have many advantages; ease installation, a vibration-free and low level of noise process, and so on. However, the most researches are about the capacity of helical steel piles under uplift condition. Therefore, this paper focuses on the capacity under compressive loading according to the soil condition. The bearing capacity of helical steel piles varies with the diameter of the helix and shaft and the bearing area of helical steel piles is not always identical with the sum of helix and shaft area due to the difference of each bearing mechanism. Therefore, the experiment with the parameters of the ratio of helix and shaft diameter and soil condition will be carried out to survey the effective helix area under a given soil condition for the bearing capacity of helical steel piles.

키워드 : 나선형 강관파일, 유효 날개 면적, 토질 조건

Keywords : Helical steel pile, effective helix area, soil condition

## 1. 서론

나선형 강관파일은 강관에 나선형 날개를 부착한 파일로 압축 및 인발 지지력이 타입말뚝 보다 뛰어나다 (Ohsugi et al, 2005; Sakr, 2009). 또한, 날개의 회전에 의하여 파일을 지반에 삽입하므로 별도의 굴착이 필요 없고, 무진동, 저소음 공법으로 철근 콘크리트의 발명 이전부터 이미 미국과 유럽지역에서 건축 구조물의 기초로서 사용되고 있다. 단, 지반의 조건에 따라 시공에 필요한 토르크가 커지거나 시공성이 떨어질 수 있기 때문에, 이를 개선하고 효율적인 시공법을 확립하기 위해 나선형 강관파일이 지반에 회전관입될 시의 메카니즘에 관한 연구(Tsuchiya et al, 2007), 파일의 인발성능력에 주목한 연구(Prasad, 1994)는 많은 편이나 수직 방향 압축력에 저항하는 나선형 강관 파일의 지지력에 대한 연구는 적은 편이다.

본 연구에서는 강관의 선단과 날개하부의 다른 지지력 메커니즘에 주목하여 다양한 종류의 지반에서의 나선형 강관파일의 지

지력 산정에 있어서의 날개의 유효면적을 실험을 통하여 고찰하고자 한다.

## 2. 나선형 강관파일의 지지력과 영향인자

### 2.1 기존 연구

나선형 강관파일의 지지력  $Q(kN)$ 는 식(1)과 같이 산정할 수 있다.

$$Q = Q_{ps} + Q_{pw} + Q_s \quad (1)$$

여기서  $Q_{ps}$ 는 강관의 선단지지력,  $Q_{pw}$ 는 날개의 선단지지력,  $Q_s$ 는 강관의 주변마찰력을 의미한다.

식(1)과 같이 나선형 강관파일의 지지력은 강관, 날개, 지반정수 등과 관계가 있으며, 이와 관련하여 나선형 강관파일의 압축 지지력에 대한 기존 연구는 특정 지반에서의 강관의 지름과 날개의 지름, 개수, 간격 및 위치가 파일 지지력에 미치는 영향에 관한 연구 중심으로 진행되어져 왔다. 표 1은 강관 및 날개와 관련

\* 연세대학교 건축공학과 석사과정, 정회원

\*\* 연세대학교 건축공학과 BK21 연구교수, 정회원

\*\*\* 연세대학교 건축공학과 교수, 정회원

\*\*\*\* PS Engineering 전무이사, 정회원

된 각 영향인자가 나선형 강관파일의 지지력에 미치는 영향에 대한 기존 연구결과를 정리한 것이다.

나선형 강관파일의 지지력은, 강관 및 날개의 지름이 클수록, 날개의 개수가 증가할수록, 날개의 간격이 좁을수록 증가하는 것을 알 수 있다.

**표 1. 기존 연구에 의한 각 영향인자가 파일 지지력에 미치는 영향**

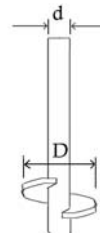
| 영향 인자     |        | 실험결과   | 참고 문헌          |
|-----------|--------|--|----------------|
| 강관        | 지름     | 지름이 커질수록 압축 지지력 증가   | [5]            |
|           | 지름     | 지름이 커질수록 압축 지지력 증가   | [5],[6]        |
|           |        | 지름이 커질수록 인발력에 대한 저항력 증가  | [6]            |
| 날개        | 개수     | 개수가 증가할수록 수평 저항력 증가 (단, oil sand 에서는 수평 저항력 개수와 관계없이 파일의 굴착깊이에 전적으로 영향을 받음, [9]) | [2],[4][8],[9] |
|           |        | 개수가 증가할수록 압축 지지력과 수평 저항력 증가  | [7]            |
|           | 간격 /위치 | 간격이 좁거나 날개의 위치가 낮을수록 압축 지지력과 수평 저항력 증가   | [8]            |
| 날개직경/강관직경 |        | 날개와 강관의 직경비가 증가할수록 시공능력은 증가하나 강관의 주변마찰저항력은 감소                                    | [10]           |

**2.2 지지력과 날개의 유효면적**

나선형 강관파일의 경우, 선단지지력은 (식1)에서 알 수 있듯이 강관과 날개에 의해 작용하나, 파일 회전 삽입시 날개의 하부에 공극이 발생하는 등(Tsuchiya et al, 2007), 지반조건에 따라서 날개에 발생하는 지지력 메카니즘은 강관과 동일하지 않기 때문에 날개의 전 투영면적이 반드시 선단지지력에 유효하게 작용하지는 않는다. 이와 관련하여 날개의 유효선단지지면적에 대한 실험식 등이 제안되어 있기는 하지만 이론적인 정립은 미흡한 실정이다.

**2.3 날개의 유효면적에 관한 실험**

본 연구에서는 다양한 지지 지반 변화에 따른 파일의 선단지지력 산정을 위한 영향을 미치는 날개의 유효 면적을 파악하기 위하여 실험실에서 실험을 실시하고자 한다. 실험은 표 2와 같이 날개와 강관의 직경비가 2이고 토질 종류를 모래와 풍화토로 달리한 2개의 나선형 강관파일을 대상으로 UTM압축가력실험기를 이용하여 파일상단에 압축력을 작용시킴으로서 실시할 예정이다.



**표 2. 실험 변수**

|                                    |       |
|------------------------------------|-------|
| $D/d=2$<br>(D= 날개 직경,<br>d= 강관 직경) | 토질 종류 |
|                                    | 모래    |
|                                    | 풍화토   |

**3. 결 론**

나선형 강관파일의 경우, 강관의 선단과 날개에 의해 선단지지력이 작용하게 되는데, 날개의 경우, 날개의 전면적이 선단지지력에 유효하지 않은 것이 알려져 있으나, 아직 이론적인 정립은 미흡한 실정이다. 이에 모래와 풍화토의 토질조건을 실험변수로 한 2개의 나선형 강관파일에 대하여 압축실험을 실시하여 선단지지력에 유효한 날개의 면적에 대하여 살펴보고자 한다. 또한, 실험을 통하여 모래와 풍화토에서의 선단지지력에 영향을 미치는 날개의 유효면적을 정량적으로 평가 할 수 있을 것으로 기대된다.

**참 고 문 헌**

- Hawkins, K., Load Test Results – Large Diameter Helical Pipe Piles, ASCE Geotechnical Special Publication(185), pp. 488~495, 2009.
- Kurianm N. P., Studies on the Behaviour of Screw Piles by the Finite Element Method,” Can .Geotech. J. Vol.46, No.6, pp.627~638, June 2009.
- Laefer, D. F., Manke, J. P., Tucker, J. E. and Batten, Y., Challenges and Solutions to Model-Scale Testing for Composite Deep Foundations for Existing Foundation Enhancement, ASCE Geotechnical Special Publication(158), pp.1~10, 2007
- Ohsugi, F., Tsuchiya, T., Shimada M. and Yoshida, K., Pile Installation Tests of Screwed Piles in a Calibration Chamber, J. Struct. Constr. Eng., AIJ, No. 591, pp.69~75, 2005
- Prasad, Y. S. N. and Rao, S. N., “Lateral capacity of helical piles in clays,” Journal of Geotechnical Engineering, Vol. 122, No. 11, pp.938~941, November 1996
- Rao, S. N., “The Behavior of Model Screw Piles in Cohesive Soils,” SOILS AND FOUNDATIONS, Vol.31, No.2, pp. 35~50, June 1991
- Sakr, M., Lateral resistance of Helical Piles in Oil Sands, ASCE Geotechnical Special Publication(185), pp.464~471, 2009
- Sakr, M., Performance of Helical Piles in Oil Sand, Can.Geotech.J., Vol.46, pp.1046~1061, 2009

9. Senoo, H., Kubo, Y., Watanabe, T. and Kobayashi, J.,  
Influence of Guide Screw Size on Construction Efficiency and  
Friction Resistance of Rotary Penetrated Steel Pile, J.  
Technol. Des. AIJ, No.19, pp.109~112, 2004
10. Tsuchiya, T., Nakazawa, F. and Shimada, M., Study on  
Pnetration Mechanism of Screw Pile Based on Soil  
Movement around Helical Wing, J. Technol. Des. AIJ,  
Vol.13, No.25, pp.73~76, 2007