

현장에서의 동재하시험을 통한 순환자원 활용 말뚝고정액의 성능평가

Evaluation of Pile Fixing Material using Circulating Resources through the Dynamic Loading Test in the Field

서세관¹⁾ · 송해민²⁾ · 정한영³⁾ · 조대성⁴⁾

Seo, Se-Gwan · Song, Hea-Min · Jung, Han-Young · Cho, Dae-Sung

최근 우리나라에서는 다양한 규모의 건설공사가 다수 수행됨에 따라 경제성과 성능이 우수한 말뚝기초가 많은 현장에서 사용되고 있다(Yun et al., 2019). 말뚝기초는 설치방법에 따라 크게 타입방식과 매입방식으로 구분된다. 타입방식의 경우, 말뚝을 직접 항타하기 때문에 안정성 확보에 필요한 지지력을 말뚝 선단에서 쉽게 확보할 수 있는 장점이 있으나, 항타로 인한 소음 및 진동으로 인한 문제로 인하여 지반을 먼저 천공한 후 말뚝을 삽입하고, 경타로 마무리하는 매입공법이 국내에서 주로 이루어지고 있다(Do et al., 2015; Woo et al., 2016). 그러나 매입방식의 경우, 일반적으로 말뚝 직경보다 약 100mm가 큰 오거(Auger)를 사용하여 굴착하기 때문에 말뚝의 고정을 위해서는 말뚝고정액의 사용이 필수적이며, 일반적으로 보통 포틀랜드 시멘트와 고로슬래그 시멘트가 사용되고 있다. 그러나 시멘트는 카드뮴(Cd), 납(Pb), 6가 크롬(Cr^{6+}) 등 다양한 중금속을 함유하고 있어 중금속 용출이 발생하는 경우, 주변 지반의 환경오염을 유발할 수 있고, 생산과정에서 1,400℃ 이상의 고온에서 석회석과 기타 점토질 광물을 소성시키기 때문에 다량의 온실가스를 배출하는 환경적 문제를 갖고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 시멘트를 대체할 수 있는 새로운 재료를 개발하기 위한 연구가 진행되고 있다. 본 연구에서는 이러한 연구의 일환으로 순환유동층 보일러의 연소과정에서 발생하는 연소재(Fly ash)를 산화칼슘(CaO)의 함유량이 많은 고로슬래그의 자극제로 사용함으로써 시멘트와 유사한 경화반응을 유도할 수 있고, 순환자원을 90% 이상 활용하여 폐자원의 선순환이 가능한 말뚝고정액을 현장에 적용하였다. 적용한 말뚝고정액에 대해서는 동재하시험(Restrike)을 실시하여 말뚝고정액의 성능을 평가하고, 현장에서의 활용가능성을 판단하고자 하였다.

Table 1은 말뚝에 대한 기본적인 제원을 나타내었고, Table 2에는 동재하시험(Restrike)의 결과와 CAPWAP(Case Pile Wave Program) 분석을 통해 산정된 지지력에 대해 정리하여 나타내었다.

Table 1. Specification of pile

Pile	Length (m)	Diameter (mm)	Thickness (mm)	Method
PHC Pile	16.2 (Mean)	60	90	SIP method

Table 2. Specification of pile

No.	Test	Test result				CAPWAP analysis result			
		CSX (MPa)	CSB (MPa)	TSX (MPa)	EMX (kN·m)	End Bearing capacity (kN)	Skin friction capacity (kN)	Total bearing capacity (kN)	*Allowable bearing capacity (kN)
1	Restrike	37.2	29.9	4.7	100.6	2,932	3,091	6,023	2,409
2	Restrike	39.8	30.4	5.4	105.4	3,124	3,053	6,177	2,471
3	Restrike	42.6	30.6	5.2	97.8	3,030	3,070	6,100	2,440

* Factor of Safety = 2.5

- 1) ㈜지안산업 기술연구소 연구소장(ssg7902@gmail.com)
- 2) 포스코건설 건축사업본부 건축사업실 품질팀장(raorio@poscoenc.com)
- 3) 포스코건설 건축사업본부 건축사업실 과장(arkgray@poscoenc.com)
- 4) ㈜지안산업 기술연구소 책임연구원(sculptist@gmail.com)

동재하시험에서 목표지지력을 얻기 위해서는 선단부에 전달되는 압축응력(CSB)이 적어도 30MPa 이상되어야 한다(Park, 2017). 따라서 동재하시험은 선단부에 전달되는 압축응력이 30MPa 이상이 되도록 하여 시험을 실시하고, CAPWAP 분석을 실시하였다. 분석결과, 순환자원을 90% 이상 활용한 말뚝고정액의 경우, 전체 지지력(Total bearing capacity)에 평균 50.4%에 해당하는 주면마찰력(Skin friction capacity)의 확보가 가능한 것으로 나타났다. 또한 안전율(F.S, Factor of safety) 2.5를 고려할 때 허용지지력은 설계지지력인 2,300kN 이상을 상회하여 구조물의 안정성을 확보할 수 있는 것으로 나타났다.

감사의 글

본 논문은 “2018년도 중소벤처기업부 및 한국토지주택공사(LH)의 공동재원으로 민관공동투자기술개발사업의 지원(S2690149)”을 받았으며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. Do, J. N., Nam, M. S., Shim, J. W., Park, Y. H. and Lee, S. J. (2015), Engineering characteristics of cement milk for bored piles, Journal of the Korean Geotechnical Society, Vol. 31, No. 12, pp. 29~43 (In Korean).
2. Park, J. B. (2017), A comparative study on the bearing capacity of dynamic load test and static load test of PHC bored pile, Journal of the Korean Geo-Environmental Society, Vol. 18, No. 9, pp. 19~31 (In Korean).
3. Woo, G. S., Park, J. B., Seo, M. J. and Lee, J. S. (2016), Evaluation of allowable bearing capacity of 600mm diameter preboring PHC piles using dynamic load test, Journal of the Korean Geotechnical Society, Vol. 32, No. 11, pp. 61~72 (In Korean).
4. Yun, J. M., Yea, G. G., Kim, H. Y. and Choi, Y. K. (2019), Case study on design efficiency and bearing capacity characteristics of bored PHC piles, Journal of Geosynthetics Society, Vol. 18, No. 3, pp. 45~53 (In Korean).