

# 지반굴착에 소요되는 전기식모터의 전류저항값 변화에 관한 연구

## A Study of Change in Current Resistance Value of Electric Motor Required for Ground Dilling

서동남<sup>1\*</sup> · 정상훈<sup>2</sup> · 이상현<sup>3</sup> · 신진섭<sup>4</sup> · 최상호<sup>5</sup>

Seo, Dong-Nam<sup>1\*</sup> · Jeong, Sang-Hoon<sup>2</sup> · Lee, Sang-Hyun<sup>3</sup> · Shin, Jin-Seob<sup>4</sup> · Choi, Sang-Ho<sup>5</sup>

**Abstract :** In this application study, field pilot tests were performed to evaluate the validity of a proposed formula between the exerted electrical energy and SPT N-value based on the result of the basic study. Measurement sensors and recording system were developed to obtain exerted motor current and drilling depth in a field. By using the correlation formula proposed in the basic study, the measured motor current and boring speed were applied to predict SPT N-value and the predicted N-values were compared to SPT N-value of site exploration. From the comparisons it is verified that the exerted electrical energy to bore ground might be used to predict SPT N-value and pile tip location.

**키워드 :** 지반굴착, 전류저항값, SPT-N값, 동재하시험, 선단지지력

**Keywords :** ground drilling, current resistance value, SPT-N value, dynamic load test, end bearing capacity

### 1. 서론

매입공법은 설계지지력이 요구되는 지지층까지 선굴착하여 기성말뚝을 굴착공에 삽입하는 방식으로 말뚝이 시공된다. 일반적으로 지지층 결정방법은 굴착과정에서 배출되는 토사와 지반조사 결과를 비교하여 결정하지만, 점차 높은 설계지지력이 요구되어 정량적인 지표를 통해 예상지지층을 결정하기 위한 연구가 지속되고 있다.

한국토지주택공사(2004)는 과거의 경험으로 말뚝선단의 위치를 굴착에 소요되는 전류치로 관리하는 방법을 제안하였고, 오거(Auger) 굴착시 풍화암 상단에서 전류저항값을 150~200A으로 제안하였다. 한국도로공사(2004)는 굴착깊이에 따른 전류저항값, RPM, 시추주상도 그리고 SPT-N값을 종합적으로 판단하여 시공관리 기준으로 사용하고 있다.

따라서, 본 연구는 지반굴착에 따른 전기식모터의 전류저항값을 실시간으로 측정하여 지층분포와 예상지지층을 결정하고, 초기항타동재하시험(end of intial driving)에서 확인된 선단지지력과 SPT-N값을 비교하여 시공관리 적합성을 평가하는데 목적이 있다.

### 2. 시험시공

#### 2.1 지반조건

시험시공 현장은 충청남도 천안시에 위치하고 있으며, 기반암은 선캠브리아기의 호상흑운모편마암, 중생대 쥐라기의 흑운모화강암을 기반암으로 상부는 신생대 제4기의 충적층으로 피복되어 있다. 최상부는 매립층으로 2.8m 정도의 두께로 조사되었고 대부분 실트질 세립 내지 조립 모래와 세립 내지 조립 자갈로 구성되어 있다. 매립층 하부는 풍화대가 20.7m 정도의 두께로 조사되었고 실트질 세립 내지 조립 모래가 분포하는 것으로 나타났으며, 일부 구간에서 부분적으로 풍화암편, 미풍화된 핵석(core stone) 및 맥암(Dike)이 분포되어 있다. 풍화암은 공기중에 노출되면 실트, 모래와 암편의 혼합물로 분해되며, 대부분 완전풍화 내지 심한 풍화의 풍화도 상태이다. 또한 상대밀도는 매우 조밀하며, 경도는 매우 연약 내지 연약하고 코어회수율(TCR)과 암질지수(RQD)은 0%이다.

#### 2.2 지층별 전류저항값과 허용지지력의 상관성

시험시공은 일본 SHARYO사의 DH758-170M 말뚝전용기를 사용하였으며, 상부/하부모터의 굴진성능은 각각 150HP, 200HP이

1) 우미건설(주) 센터포인트 강남개발 현장, 부장, 교신저자(sdn1227@wm.co.kr)

2) 우미건설(주) 품질기술팀, 부장

3) 우미건설(주) 센터포인트 강남개발 현장, 상무

4) 우미건설(주) 건축기획팀, 상무, 건축시공기술사

5) 큐엘엔지니어링, 대표이사

다. 말뚝전용기의 전기용량을 고려하여 제작된 전기에너지 분석기를 이용하여 굴착시점부터 종료시까지 전류저항값을 기록하여 그림 1과 같이 굴착심도와 전류저항값의 관계로 도시하였으며, 지중내 핵석(core stone), 맥암(dike), 풍화암(weathered rock)의 지층경계와 같이 지중내 지반강도의 차이가 클수록 전류저항값의 변화가 뚜렷하였다. 그리고 표 1과 같이 굴착심도별 4회의 초기항타동재하시험을 실시하였으며, 허용선단지지력이 1,073~1,444kN이 확인되었다.

표 1. 시험시공 결과비교

시험 말뚝	말뚝 직경 (mm)	굴착 심도 (m)	예상지층	표준관입시험 SPT-N값	전류 저항값 (A)	낙하고 (m)	햄머 중량 (kN)	항타응력(MPa)		허용 선단지지력 (kN)	최종경타 관입량 (mm)
								최대압축응력	최대인장응력		
1	500	16	풍화토내 맥암(Dike)	50/4~50/8	424~561	1.5	60	40.2	5.7	1,444	2
2	500	18	풍화암 상단	50/10	158	1.5	60	38.1	5.4	1,073	5
3	500	20	풍화암 -1.0m	50/8	197	1.5	60	39.9	7.5	1,135	4
4	500	22	풍화암 -3.0m	50/6	235	1.5	60	40.3	6.6	1,376	3

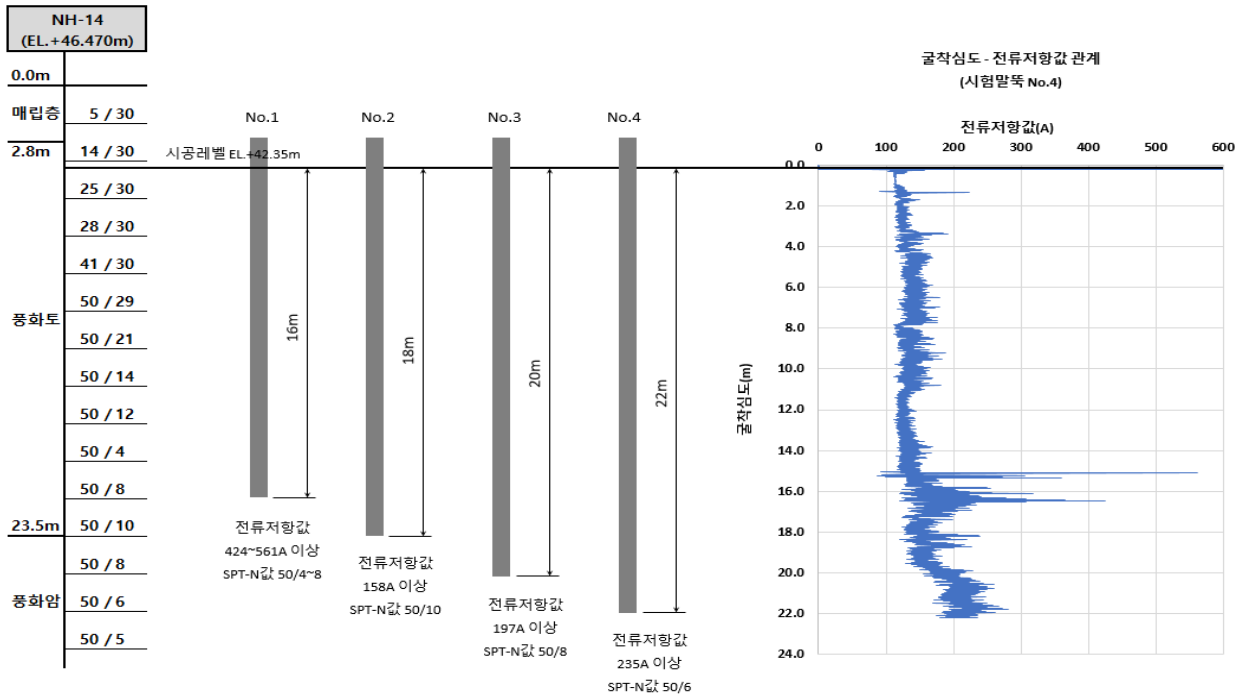


그림 1. 굴착심도별 전류저항값 비교

### 3. 결론

실시간으로 측정된 전류저항값은 시추주상도 SPT-N값의 분포와 유사한 경향으로 측정되었으며, 지중내 핵석, 맥암, 풍화암, 등 상대적으로 지반강도 차이가 클수록 전류저항값의 변화가 뚜렷하였다. 동재하시험을 통해 전류저항값과 허용선단지지력은 비례하여 증가하는 것으로 측정되었으며, 굴착공법(오거비트, 에어햄머)의 효율, 시공/품질관리를 위한 기초자료로 활용이 가능하다. 그러나 지반조건, 장비제원, 설계조건, 등에 따라 지지층이 상이하기 때문에 최대 전류저항값만으로 평가하는 것보다 지반의 불활성성, 작업자의 숙련도, 굴착공법 특성, 등을 고려할 때 굴진속도와 전류저항값의 관계를 통해 지지층을 평가하는 것이 보다 합리적일 것으로 판단된다.

### 참고문헌

1. 최창호. 지반굴착에 소요되는 전기에너지와 표준관입시험 N값과의 상관관계 연구. 한국토목섬유학회논문집. 2012. 제11권 4호. pp. 55-62.