

표준관입시험 자동기록장치의 N치 특성 연구

A Study on the N Values Characteristics of Automatic Recording System of SPT

윤원섭¹⁾, Won-Sub Yoon, 박면규²⁾, Myeon-Gu Park, 한재운³⁾, Jae-Woon Han,
신승구⁴⁾, Seoung-Gu Shin, 채영수⁵⁾, Young-Su Chae

¹⁾수원대학교 토목공학과 박사과정, Graduate Student, Dept. of Civil Engineering, The University of Suwon.

²⁾청석엔지니어링 전무, Executive Director, Chung-Suk Engineering.

³⁾명진지엔티 대표이사, CEO, Myung Jin G&T Co., Ltd.

⁴⁾지오티엠 차장, Vice Chief, Geo Testing Management Co., Ltd.

⁵⁾수원대학교 토목공학과 교수, Professor, Dept. of Civil Engineering, The University of Suwon.

SYNOPSIS : Currently drilling investigation and the SPT in parallel not only organization and peccation sincerity quality historian of test to be old the data was abundant with the site ground investigation test which is representative and the research of empirical formula in compliance with many scholar was accomplished and was come. The data which is like this wide is used with geotechnical engineering data of plan and space-time of the field which is various. SPT with tentative voluntary skillful degree record method of variety and technical expert of equipment, according to site conditional is consistent the quality of ground condition but cannot be made to show there is a tendency and specially the point whose is difficult actually accurately to follow the interval which decides in quality as a matter of tentative standard of drill and the test in parallel and a tentative method exists. From the research which sees consequently also the skill of variety and technical expert of equipment of SPT, strong point of the SPT automation logger will be able to complement the problem point of quality etc. of site condition under comparison analyzing should have been boiled about SPT of existing and tentative methods and N-value.

Key words : SPT, Automatic recording system, N-values

1. 서 론

표준관입시험은 무게 63.5kg의 추를 높이 76cm에서 낙하시켜 샘플러가 30cm관입하는데 필요한 타격수를 측정하는 시험으로 표준관입시험과 병행하여 스플릿스푼샘플러(split spoon sampler)에 의한 시료를 채취한다. 표준관입시험은 사용 장비에 따른 특성이 매우 다르기 때문에 시험의 명칭과는 어울리지 않게 표준적인 값을 찾을 수가 없어 에너지 효율측정 등을 통하여 보정을 필요로 하는 시험이다. 이러한 표준관입시험은 현재 대표적인 현장 지반조사시험으로 시추조사와 병행되는 간편성과 범용성, 토질정수의 유용한 상관성, 시료 채취의 간편성 등의 특성뿐만 아니라 시험의 역사가 오래되어 데이터가 풍부하여 많은 학자에 의한 경험식 등의 연구가 수행되어 왔다. 이러한 광범위한 자료는 다양한 분야의 설계와 시공의 지반공학적 자료로 사용되고 있다. 그러나 표준관입시험은 시험자의 숙련도와 장비의 다양성, 기술자의 기록방법, 현장조건 등에 따라 지반조건을 일관되게 나타내지 못하는 경향이 있으며 특히 시추와 병행되는 시험의 특성상 시험규격에 정한 간격과 시험방법을 정확히 따르는 것이 현실적으로 어려운 점이 존재하게 된다. 또한 표준관입시험에 의한 N치는 해머 종류별 효율, 뒳드길이, 로

프의 회전수, 샘플러의 종류, 공경 및 시험자의 숙련도 등에 영향을 받는다는 단점이 존재한다.

기존의 자동화 기록장치에 의한 표준관입시험은 김종국(2009)에 의해 연구되었으며 송도지역의 자동화 기록장치에 의한 N치 기록특성과 품질특성에 대해 연구하였다. 그러나 본 연구에서는 표준관입시험의 장비의 다양성, 기술자의 숙련도, 현장조건의 특성 등의 문제점을 보완할 수 있는 표준관입시험 자동화 기록장치의 장점과 단점을 기존의 표준관입시험과 시험방법과 N치 특성에 대해 비교 분석하고자 한다.

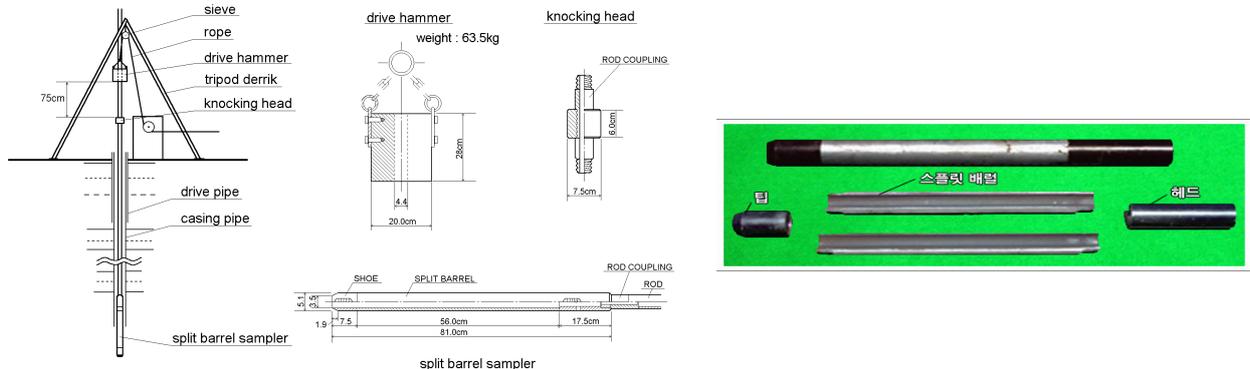
2. 시험방법

1902년 C.R.Gow가 110파운드 중량의 낙하장치와 직경 1인치인 개구파이프를 사용하여 수사식 보링 대신 건식방법으로 현장에서 샘플러를 지반내에 관입하여 시료를 채취할 수 있는 방법을 소개한 것이 표준관입시험의 기원으로 알려져 있으며, 흙시료의 채취에 동적시험에 최초로 시도되었다고 할 수 있다(Fletcher, 1965). 그 후 1920년대 후반부터 1930년대 초반까지 시험장비에 대한 표준화 노력으로 1927년 경 외경 30인치의 스플릿 샘플 스푼을 소개한 후 현장시험을 거듭하여 중량 140파운드의 낙하장치와 30인치의 낙하고로 표준화 하였다(Fletcher, 1965, Housel, 1935). Terzaghi and Peck(1948)이 시험결과인 N치로부터 흙의 강도정수 및 지반의 지지력 등을 추정하는 식을 제안하였으며, 이 시험방법은 시료를 채취할 수 있는 장점 외에도 시험장비의 조작법이나 시험방법이 비교적 간편하여 표준관입시험으로 알려지게 되어 북미지역은 물론 전 세계적으로 널리 사용하게 되었다(Fletcher, 1965, Nixon, 1982, Riggs, 1986). 1960년대 초까지 약 30년간은 시험결과를 기록을 위하여 샘플러가 12인치 관입하는데 타격된 타격회수를 기준으로 하였다가 예비타를 포함하는 현재의 시험방법과 관련있는 6인치씩 3회 관입할 때의 타격회수를 측정하여 2회의 합이 작은 쪽을 택하기로 한 것과 시료의 유실을 방지하기 위하여 역행방지 구슬을 샘플러에 장착하였으며, 1인치 로드 대신 A형 로드를 사용하는 등의 부수적인 보완이 이루어 졌다. 표준관입시험이 초기에는 흙의 밀도를 측정하기 위하여 시료를 채취하던 목적 외에 말뚝박기 및 지반의 지지력 산정 등의 표준관입시험결과 N치의 적용범위가 커지면서 많은 문제점과 제한사항 등이 고려되어 1970년대 이후에 각국의 표준관입시험에 대하여 활발한 연구가 계속되었으며, 낙하에너지의 수준 측정 및 표준화에 대한 연구가 현재에도 계속되고 있다. 따라서 본 논문에서는 현장에서 일반적으로 사용되는 표준관입시험 기구와 자동화 기록장치에 의한 표준관입시험장치의 기록의 오류를 줄일 수 있는 방법에 대해 검토하고자 한다.

2.1 일반적인 표준관입시험

일반적인 표준관입시험의 개요와 스플릿 스푼 샘플러는 그림 1과 같다. 2003년 KS F 2318에 의한 시험방법에서 KS F 2307에 의한 시험법으로 개정 후 현재까지 현장시험 중 가장 널리 사용되는 시험이다. 표준관이 부착된 로드(rod)를 시추공에 넣고 63.5kg의 햄머를 낙하고 76cm 높이에서 자유낙하시켜 30cm 관입될 때까지의 낙하회수를 측정하고 불교란 시료 및 교란시료를 채취할 수 있으며, 또한 시험공으로부터 지하수위 측정이 가능한 시험이다. 채취한 시료로 흙의 연경도 및 기본적인 물성시험을 실시하고 밀도를 측정하여 현장상태의 상대밀도를 측정할 수 있다. 표준관입시험의 원형은 흙속에 파이프를 타입해서 시료를 채취하는 것이다. 이 시험법으로부터 직접 얻을 수 있는 값은 타격수 N치로 흙의 강도정수 및 기타의 역학적 성질을 직접 정량적으로 알 수는 없다. 그러나 N치와 허용지지력, 1축 압축강도, 마찰각 등과의 관계가 제시된 이후 기초의 설계에 널리 이용되게 되었다. 시험장치는 햄머(hammer), 모루(anvil), 로프(rop), 로드, 시료 채취기(sampler) 등으로 구성되어있다. 로프는 햄머를 76cm 높이만큼 들어 올리고, 모루는 햄머의 타격에너지를 로드에게 전달하며, 시료 채취기는 로드에서 전달받은 에너지를 이용해서 지반에 관입되어 시료를 채취한다. 표준관입시험에 사용되는 햄머의 종류는 햄머, 안전 햄머, 개량 자동 햄머, auto trip 햄머 등이 있다. 국내에서는 대부분 도넛 햄머를 적용하고 있고, 일부 안전 햄머를 사용하기도 한다. 미국에서는 주로 안전 햄머, 유럽에서는 자동 햄머, 일본에서는 우리나라와 같

이 도넛 햄머가 주로 사용된다. 최근에는 로프에 의한 햄머를 들어올리는 방법보다 자동 햄머를 이용한 햄머를 들어올리는 시험을 실시한다.



N value = blows/30cm, 50blows/cm

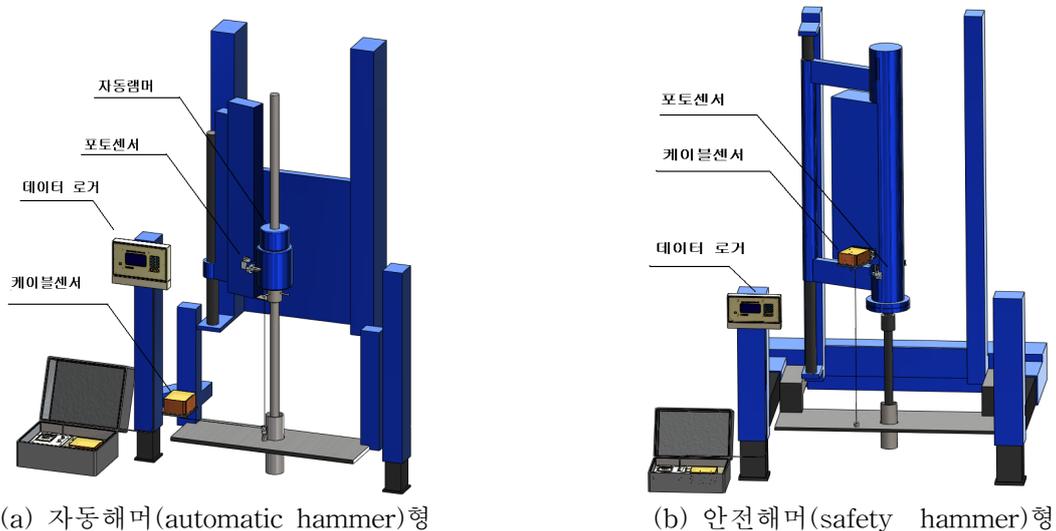
(a) 시험 개요도

(b)스플릿 스푼 샘플러

그림 1. 시험 개요도 및 샘플러

2.2 표준관입시험 자동화 기록장치

김종국(2009)에 제안된 표준관입시험 자동화 기록장치에 의하여 개정된 KS규격에서 표준관입시험의 기록용구 또는 장치에 대하여 명시된 점을 고려하여 자동기록장치(geo logger)를 개발하였으며, 전체적인 구성은 그림 2와 같다. 그림 2(a)는 자동해머(automatic hammer)형에 자동기록장치(geo logger)를 장착한 경우이고, 그림 2(b)는 안전해머(safety hammer)형에 자동기록장치(geo logger)를 장착한 경우이다. 자동기록장치는 해머의 자동낙하에 따른 타격횟수와 관입량을 규격에서 제시한 방법으로 정확하게 측정할 수 있으며, 현재 지반조사에 사용되는 다양한 타입의 해머에 적용할 수 있다



(a) 자동해머(automatic hammer)형

(b) 안전해머(safety hammer)형

그림 2. 표준관입시험의 자동낙하 타입별 자동기록장치(geo logger)의 구성

자동기록 장치(geo logger)는 해머의 타격을 감지하는 광신호 검출용 포토센서(photo sensor)와 관입량을 측정하는 케이블 변위센서(cable extension position transducers), 센서 값을 읽어 들이고 화면 출력 및 프린터 출력, usb 데이터 저장 등의 기능을 하는 메인 데이터 로거(data logger)로 구성된다. 표준관입시험의 자동기록장치의 개념도는 그림 3과 같고, 작동 원리는 타격 해머 가운데로 광신호를 보내는

서브센서와 광신호를 감지하는 리시브센서가 양쪽으로 장착된다. 타격 해머가 지정된 위치에서 자유낙하 할 때 이 포토센서를 지나게 되며, 이를 감지한 포토센서는 메인 데이터 로거에 신호를 보내고 신호를 받은 데이터 로거는 포토센서가 동작한지 정확하게 1.5초 뒤 케이블 변위센서의 관입량을 읽어 들이게 된다. 데이터는 자동기록장치에 장착되어 있는 휴대용 프린트에 의해 현장 출력이 가능하며, 동시에 usb 저장장치로 데이터가 저장되어 데이터의 유실이 없고 시험 후 PC에서의 작업이 용이하다. 현장 출력과 usb 저장 데이터는 각각의 공변과 심도에 따라 구분되어 출력 및 저장이 되며 타격횟수, 타격에 대한 관입량, 누적 관입량, 예비타와 본 타의 구분, 타격수와 관입량에 대한 데이터와 그래프가 자동으로 작성된다.

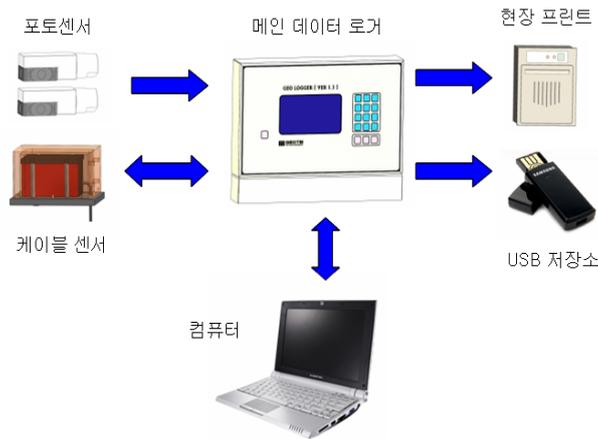


그림 3. 자동기록 장치(geo logger)의 개념도

특히, 타격 해머 감지 후 1.5초간의 지연시간을 두는 이유는 풍화암 또는 단단한 지반에서 타격이 이루어질 때 타격 해머의 리바운딩 현상이 일어나게 되며, 이 리바운딩 현상은 관입량에도 영향을 미칠수 있기 때문에 리바운딩 현상이 끝나고 다시 해머가 상승할 때의 시점이 정확한 관입량을 측정 할 수 있는 시점이기 때문이다.

2.3 표준관입시험 영향인자

2.3.1 관입저항에 대한 지반조건의 영향

표준관입시험은 작은 직경이며 파괴까지 실시되는 동적시험이므로 N치는 이러한 영향요소에 의하여 영향을 받는다(Clayton, 1990). 모래질 흙에서는 관입저항에 많은 요소들이 상호작용하게 되며 cementing, ageing, 평균유효응력, 과압밀, 상대밀도 및 입자크기 등이다. 그러나 일반적으로 에너지와 과재응력에 의하여 N치를 보정하고 있다. 점성토에서는 관입저항이 주로 비배수전단강도에 영향을 받으며 그 외에 예민비 및 균열이 있다. 연암 및 풍화암에서 관입저항에 영향을 미치는 요소로는 신전암의 강도 및 간극률, 균열의 간격, 거침도 및 접합강도, 굳은 함유물의 존재여부 등이 있다. 풍화암에서 표준관입시험은 토질정수 및 풍화정도를 산출할 수 있는 신뢰성있는 방법이 아니다. 또한 지반별 영향 요인(Clayton, 1990)은 표 1과 같다.

표 1. 지반별 영향 요인

구분	영향인자
사질토	Cementing, Ageing, 평균유효응력, 과압밀, 상대밀도, 입자크기
점성토	비배수 전단강도, 예민비, 균열
연암 및 풍화암	강도, 간극률, 균열의 간격, 거침도, 접합강도, 굳은 함유물의 존재여부

2.3.2 관입저항에 대한 장비 및 시험법의 영향

Schmertmann(1978)은 표준관입시험의 결과에 영향을 줄 수 있는 요소를 시추공의 크기, 로프의 회전수, 룯드의 회전수, 룯드의 길이, 케이싱의 사용 여부, 샘플링 튜브의 표준과 여부, 샘플러의 관입량 등으로 미주지역의 평균에너지 전달율을 55%로 추정하였다. 표준관입시험은 여러 가지 오차(햄머의 낙하고 오차, 리더의 마찰력 로프를 이용한 자아틀(cathead)의 감는 회수 등)들이 겹쳐져서 나타나게 된다. 그 결과 샘플러를 관입시키는데 사용되는 실제 에너지는 시험법에 규정된 이론치와 크게 다르게 된다. 표 2는 N치에 영향을 주는 요인과 정도(Schmertmann, 1978)를 제시하였다.

표 2. N치에 영향을 주는 요인과 정도(Schmertmann, 1978)

기본사항	요 인		N치의 변화범위
		상세사항	
시추공저의 유효응력(모래)	1)	케이싱을 사용하고 청수 및 이수를 사용하는 경우	±100%
	2)	시추방법 및 공내의 수위변화	±100%
	3)	NX 공과 AX 공과의 상이	+50%
샘플러에 전달되는 타격에너지	4)	로프 이용낙수와 자유낙하 햄머와의 차	±100%
	5)	Locking head의 대소에 의한 차 3m 이내	+50%
	6)	로드 장 : 10~25m 30m	+50%
	7)	낙하고의 변화	0%
	8)	로드경의 상이(A 로드- NW 로드)	+10%
샘플러의 구조	9)	과대한 샘플러 내경 : 모래	-10%
		중-경점토	-10%
N치를 측정하는 구간을 변경할 경우	10)	예비타입 길이의 생략 : 모래	+15%
		중-경점토	+30%
	11)	예비타입 길이를 30cm로 한 경우 : 모래	+15%
		중-경점토	+30%

국내에서는 시추공의 청소 불량, 시험위치에 샘플러가 놓이지 못하는 경우, 케이싱 선단위에서 샘플러가 타입되는 경우, 시추공에서 충분한 정수압이 유지되지 못하는 경우, 기능공의 태도, 샘플러의 과도한 타입, 케이싱에 약한 경우, 케이싱 밑을 지나치게 청소하는 경우, 시추방법, 표준해머를 사용하지 않은 경우, 자유낙하고가 부족한 경우, 해머가 중심에 타격되지 못하는 경우, 표준규격보다 무거운 로드를 사용할 경우, 유도로드를 사용하지 않은 경우, 불량한 샘플러 슈를 사용하는 경우, 타격횟수 및 관입이 부정확하게 기록하는 경우, 시추가 부정확하게 된 경우, 시추공이 너무 큰 경우, 부주의한 작업, 너무 큰 펌프용량을 사용하여 지반을 느슨하게 한 경우 N치에 영향을 미친다고 하였다.

3. 시험결과 분석

3.1 현장개요

본 연구의 일반적인 표준관입시험과 표준관입시험 자동화 기록장치의 비교를 위해 지반조사를 실시한 현장은 서해안 지역으로 표준관입시험 자동화 기록장치를 실시한 공은 2개 공으로 자동화 기록장치에 의한 시험과 육안관찰에 의한 야장기입으로 시험을 실시하였다. 대상지반은 상부 매립층, 퇴적층(점토층, 사질층), 풍화대(풍화토, 풍화암)순으로 구성되었다. 매립층은 5.8m~7.6m의 두께로 시추공 전반에 걸쳐 분포하며, 퇴적점토의 두께는 4.2m~8.4m로 갈수록 분포심도는 증가하고, 야장기입에 의한 N치 4/30~

10/30의 범위를 나타낸다. 퇴적사질토의 두께는 21.7m~30.5m로 깊게 분포하고, 야장기입에 의한 N치는 4/30~36/30의 범위를 보인다. 현장의 지층단면도는 그림 3과 같고 현장 표준관입시험 에너지 효율측정 결과는 표 3과 같다. 에너지 효율측정결과 에너지 전달율은 평균 66.7%를 보였다.

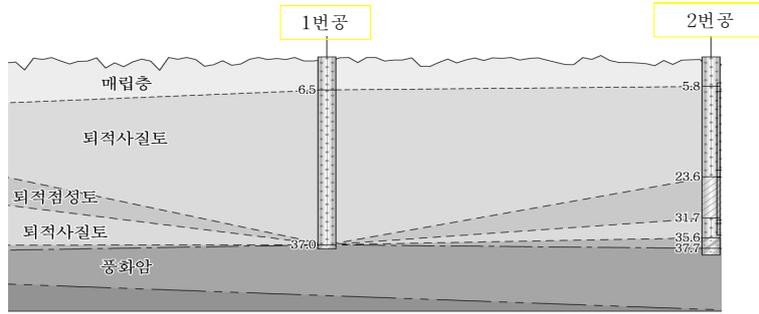


그림 4. 현장의 지층단면도

표 3. 표준관입시험 에너지 효율측정결과

측정심도(m)	에너지 전달율 ETR(%)		EMX 범위(kN·m)		해머형식
	범 위	평 균	범 위	평 균	
33.0	66.3~68.2	67.2	0.312~0.320	0.316	Auto
35.0	65.8~67.7	66.8	0.309~0.318	0.314	Auto
30.0	65.3~67.3	66.2	0.307~0.317	0.311	Auto

3.2 일반적인 표준관입시험과 N치의 비교

현장에서 실시한 표준관입시험 자동화 기록장치에 기록된 결과값과 야장기입에 의한 N치 특성은 그림 4와 같다. 측정결과 야장기입에 의한 N치와 자동기록장치에 의한 본타에 해당되는 N치의 값이 1번 공에서는 대부분 일치하였으나 2번공의 경우는 자동기록장치에 의한 N치의 값이 크게 분포되었으며, 50 타수 이상의 경우는 야장기입과 자동기록장치에 의한 N치의 차이가 있어 결정의 어려움이 있었다. 또한 자동기록장치의 경우 예비타와 본타의 경계 구분이 어려워 결과의 수정이 필요한 것으로 판단되었으며 야장기입에 의한 N치 측정 확인 후 시험을 멈춘 경우가 있어 자동기록장치에 의한 관입량이 모자란 구간도 발생되었다.

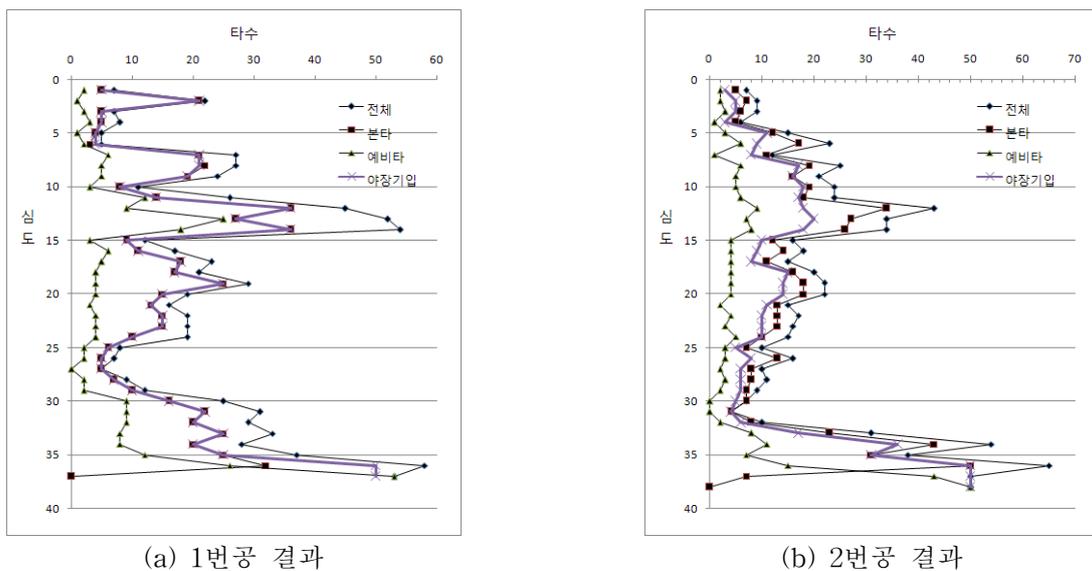


그림 5. 표준관입시험 N치 결과

자동기록장치의 N치를 수정한 값과 야장 기입에 의한 N치 값은 그림 5와 같다. N치를 수정한 결과 자동기록장치에 의한 본타와 야장기입에 의한 N치의 측정값보다 대체적으로 큰 값을 보였다. 이러한 측정의 오차는 자동기록장치에 의한 N치 측정은 예비타와 본타의 경계구분이 어렵고 최종 햄머 타격 후 N치 측정 시 30cm 관입깊이에 해당되는 정확한 타격 횟수의 측정이 어려우며 전반적으로 30cm 이상의 깊이로 관입된 N치가 산정된 결과라 판단된다. 또한 야장기입에 의한 N치 측정은 시험을 실시하는 사람에 따라 값이 틀리게 나타나며, 자동기록장치에 의한 N치의 경우에는 예비타와 본타의 구분이 불분명한 결과라 사료된다. 따라서 자동기록장치에 의한 예비타와 본타의 경우 프로그램의 오류에 의한 N치 산정의 오류가 발생할 수 있으며, 최종 N치의 산정은 자동기록장치와 현장 야장과의 보정작업이 이루어져야 할 것으로 판단된다.

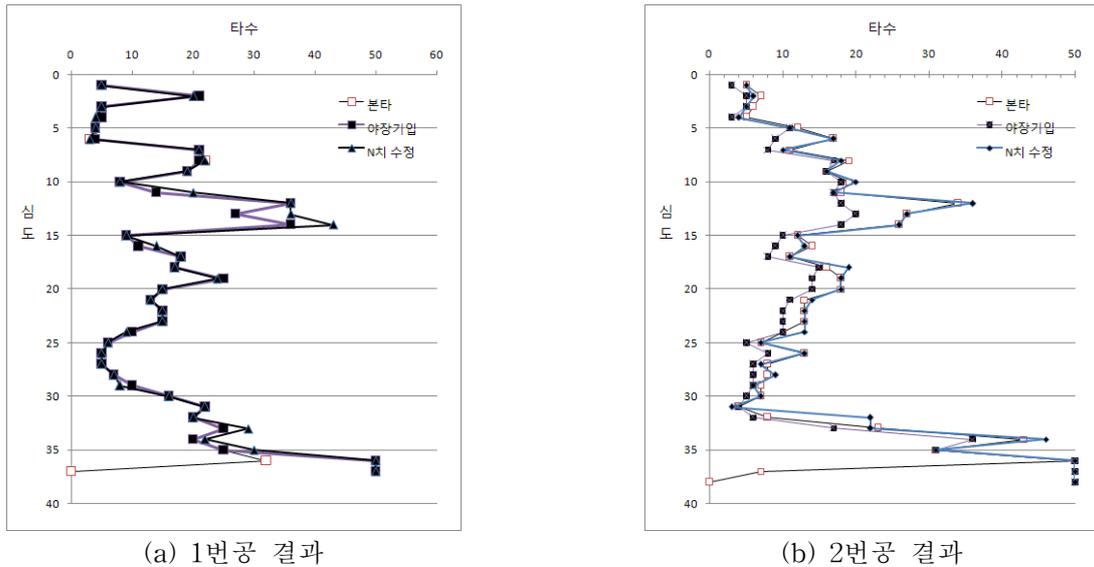


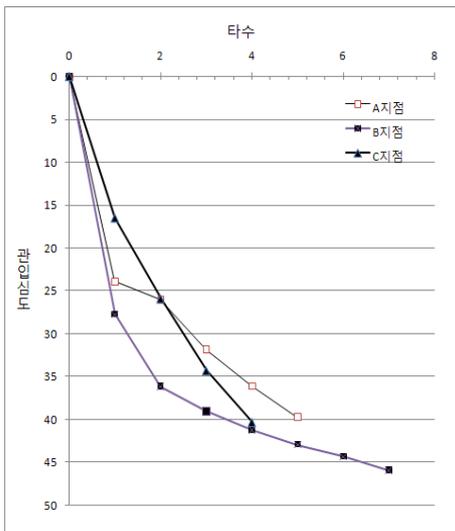
그림 6. 표준관입시험 수정 N치 결과

3.3 자동기록장치의 N치 특성

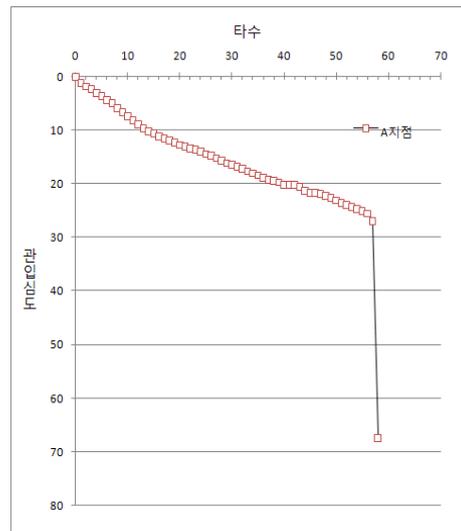
자동기록장치에 의한 N치 측정의 오류가 발생한 측정사례는 그림 6과 같다. 그림 6(a)는 예비타 타격 시 15cm 이상으로 관입된 경우이다. 초기 향타 시 예비타에 해당되는 15cm 이상으로 관입되는 경우 자동기록장치는 예비타를 0으로 측정하여 최종 N치 값에 오류가 발생되어 최종관입량의 경우에도 처음 관입량의 값을 제외한 다음 타격부터 30cm 관입이 이루어져야 하지만 처음 향타에 의한 관입량에 15cm를 뺀 값과 최종관입량이 30cm를 초과하면 시험을 정지하여 관입량이 미흡한 결과가 발생하였다. 그림 6(b)의 경우는 최종 향타의 경우 급격히 관입량이 증가는 경우이다. 이러한 경우 측정의 오차보다는 지층 변화구간인 경우가 일반적이지만 그림 6(a)의 사례와는 반대로 관입량이 30cm를 초과하는 경우로 30cm에 해당하는 N치의 측정이 어렵다. 따라서 초기의 관입량이 15cm를 초과하는 경우와 최종 향타 시 관입량이 급격히 증가하는 경우는 N치의 수정이 불가피하며 최종 향타 시 급격히 발생하는 관입량의 경우에는 최종 관입량에 해당하는 향타를 제외한 나머지 향타에 의한 N치 수정 혹은 향타 1회의 관입량에 해당하는 지층특성을 추론하여 N치의 수정을 실시하는 것이 적절할 것으로 판단된다.

풍화토, 풍화암구간의 자동기록장치에 의한 N치 특성은 그림 7과 같다. 자동기록장치에 의한 측정결과 본타에 의한 N치의 측정은 기록되지 않았으며, 예비타의 향타로 향타수가 50회를 초과하였고, 관입량은 15cm를 넘지 못하였다. 풍화암의 경우 모암의 풍화된 상태로 시추에 의한 교란이 적어 예비타에 의한 향타로 N치 산정이 이루어져야 할 것으로 판단된다. 그림 7(a)는 1번 시추공의 풍화암구간 N치 측정결과이다. 야장기입에 의한 N치는 50/10으로 지층 풍화토와 풍화암의 경계지점으로 판단되었으나 자

동기기록장치에 의한 N치의 산정결과 50/13으로 측정되었으며 자동기록장치는 예비타 53, 본타 0으로 기록되어 다소 큰 값을 보였다. 그림 7(b)는 2번 시추공의 풍화토, 풍화암구간의 N치 특성으로 야장기입의 경우 풍화토의 경우 A지점에서 50/23, B지점에서 50/15을 보였으며, 풍화암 구간의 경우 50/6으로 관측되었다. 자동기록장치에 의한 N치는 A지점에서 50/22로 측정되었으며, 기록은 예비타 15, 본타 50으로 측정되었다. B지점에서 50/16로 측정되었으며, 자동기록장치에서는 예비타 43, 본타 7로 기록되었다. 풍화암 구간에서는 50/6으로 측정되었으며, 예비타 50, 본타 0으로 기록되어 야장기입결과와 비슷한 결과를 보였다. 향타수가 50이 넘는 경우 15cm 이상이 관입되는 경우 자동기록장치는 15cm까지를 예비타로 간주하고 나머지를 본타로 인식하는 오류가 발생되었으며, 15cm 이하의 관입량이 발생하는 경우에는 향타수가 모두 예비타로 인식하는 결과가 발생되어 자동기록장치에 의한 N치 산정 시 보완 작업이 있어야 할 것으로 판단된다.

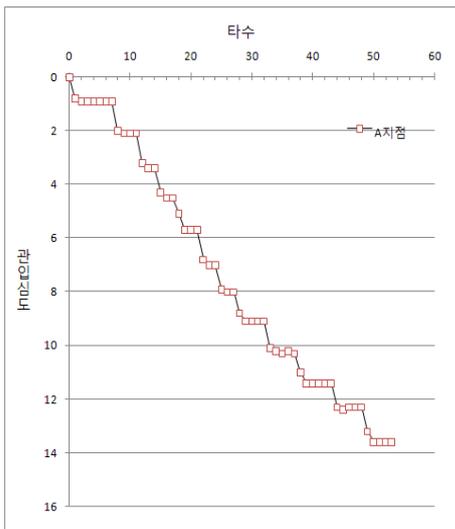


(a) 초기관입량이 큰 경우

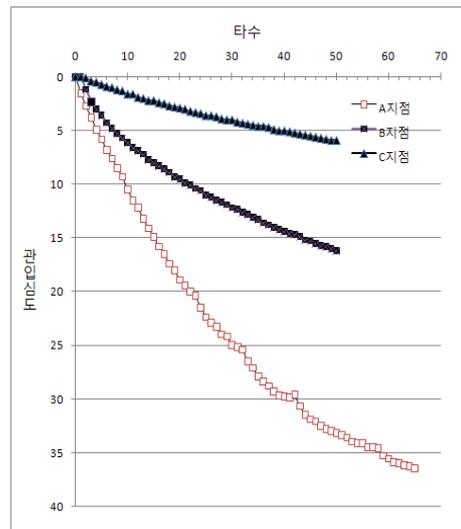


(b) 최종관입량이 큰 경우

그림 7. 자동기록장치의 관입량에 따른 N치 기록 특성



(a) 1번공 결과



(b) 2번공 결과

그림 8. 자동기록장치의 풍화토, 풍화암 구간 N치 기록 특성

자동기록장치에 의한 표준관입시험 시 관입량과 향타수를 정확한 측정이 가능하여 야장기입에 의한

표준관입시험의 결과보다 정량적으로 값을 산정할 수 있는 장점이 있는 반면, 지층변화구간과 프로그램 상에 인식의 오류로 인한 산정된 값의 오차가 발생되었다. 따라서 자동기록장치에 의한 N치의 측정시 30cm 관입시 해당되는 항타수의 측정보다 회당 관측되는 관입량에 해당되는 지반특성의 분석이 적절할 것으로 판단된다.

4. 결론

본 연구는 서해안지역의 대규모 공사현장의 시추공 2개 공을 대상으로 표준관입시험 장비의 다양성, 기술자의 숙련도, 현장조건의 특성 등의 문제점을 보완할 수 있는 표준관입시험 자동화 기록장치의 장점과 단점을 분석 조사하였다. 기존의 야장기입에 의한 표준관입시험과 자동기록장치에 의한 표준관입시험의 계측 특성에 대해 비교 분석한 결과는 다음과 같다.

1. 야장기입에 의한 N치와 자동기록장치에 의한 N치의 비교결과 자동기록장치에 기록된 예비타와 본타의 결과는 수정이 필요하였으며, 수정된 측정결과는 야장기입에 의한 결과보다 대체적으로 큰 값을 보였다.
2. 자동기록장치에 의한 표준관입시험의 측정은 예비타와 본타의 구분이 어려워 자동기록장치의 본타 결과에 의한 N치 산정 시 50타 이상의 지반에서는 야장기입에 의한 보정이 이루어져야할 것으로 판단된다.
3. 항타수가 50이 넘는 경우 초기 관입량이 15cm이상이면 자동기록장치는 15cm까지를 예비타로 간주하고 나머지 관입량을 본타로 인식하는 오류가 발생되었으며, 15cm이하의 관입량이 발생하는 경우에는 항타수가 모두 예비타로 인식하는 결과가 발생되어 자동기록장치에 의한 N치 산정 시 보완 작업이 있어야할 것으로 판단된다.
4. 따라서 지층변화구간과 프로그램상에 인식의 오류로 인한 산정된 값의 오차가 발생하는 경우 자동기록장치에 의한 N치의 측정 시 30cm 관입에 해당되는 항타수의 측정보다 회당 관측되는 관입량에 해당되는 지반특성의 분석이 적절할 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 김종국, 강인중, 김기웅, 채영수, (2009), “표준관입시험(SPT)의 자동기록장치에 의한 품질평가”, 한국지반공학회 2009 가을학술발표회 논문집, pp.
2. 김종국, 강인중, 채영수, (2009), “표준관입시험을 위한 자동기록장치의 개발과 적용”, 대한토목학회 2009년도 정기 학술대회 논문집, pp.1934-1939.
3. Clayton, C.R.I., (1990), "SPT Energy Transmission : Theory, Measurement and Significance", Ground Engineering, pp.35-43..
4. Fletcher, G.F.A., (1965), "Standard Penetration Test : Its Uses and Abuses", Journal of SMFED, ASCE, 91(SM4), pp.67-75.
5. Housel, W.S., (1935), "A Penetration Method of Measuring Soil Resistance", Proceedings of ASTM, 35(2), pp.472-490.
6. Nixon, I.K., (1982), "Standard Penetration Test, State-of-the-Art Report", Proceedings of the 2nd European Symposium on Penetration Testing, Amsterdam, 1, pp.3-24.
7. Riggs, C.O., (1986), "North American Standard Penetration Test Practice", Proceeding of the 14th Specialty Conference on Use of In Situ Tests in GED, ASCE, pp.949-967.
8. Schmertmann, J.H., (1978), "Use of the SPT to Measure Dynamic Soil Properties", Dynamic Geotechnical Testing, ASTM SPT 654, American Society for Testing and Materials, pp.341-355.
9. Terzaghi, K, Peck, R.B., (1948), "Soil Mechanics in engineering Practice", Wiley, New York, N.Y., pp566.