

## 무인 착저식 지반조사 장비의 안정성 검토 및 수중 SPT 효율 분석

김우태<sup>1</sup>, 장인성<sup>1\*</sup>, 고진환<sup>1</sup>, 신창주<sup>1</sup>, 권오순<sup>1</sup>, 이승현<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>한국해양과학기술원 연안개발에너지연구부, <sup>2</sup>선문대학교 토목공학과

### Analysis on the efficiency of underwater SPT module and stability for seabed type geotechnical investigation equipment

Woo-Tae Kim<sup>1</sup>, In-Sung Jang<sup>1\*</sup>, Jin-Hwan Ko<sup>1</sup>, Chang-Joo Shin<sup>1</sup>,  
O-Soon Kwon<sup>1</sup> and Seung-Hyun Lee<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Coastal Engineering and Ocean Energy Research Division, Korea Institute of Ocean Science and  
Technology

<sup>2</sup>Dept. of Civil engineering, Sunmoon University

**요 약** 최근 초장대 교량, 인공섬 또는 해상풍력 기초 등에 대한 관심이 높아지고 있으며, 다양한 해양구조물을 안전하게 건설하기 위해서는 신뢰성이 높은 지반조사가 필수적이다. 현재 해상의 지반조사 작업은 해상용 작업선에 육상용 지반조사장비를 설치하여 실시하고 있다. 이럴 경우, 30m이상의 대수심 조건이나 고파랑, 높은 조류 등 열악한 해양 환경에 제약이 많이 받는 한계점을 나타내고 있다. 대수심 조건에서 안전하고 신뢰성이 높은 지반조사를 위하여 착저형 무인 해저지반조사 장비를 개발하였다. 개발된 해저지반조사 장비는 수심 100m 조건에서 심도 50m까지 지반조사가 가능하며, 표준관입시험(Standard Penetration Test, SPT), 지반보링 시스템, 암반 코어링 시스템이 가능하도록 설계 및 제작되었다. 수중에서 4노트(2m/s)의 조류에 대한 해저지반조사 장비의 거동을 수치해석을 통해 검토하였다. 또한 해저지반조사 장비에 장착되어 있는 표준관입시험 장치의 에너지 효율을 실험으로부터 측정된 결과 78%를 확인하였다.

**Abstract** In order to construct offshore structures safely, geotechnical investigation should be carried out with high accuracy. Up to now, onshore geotechnical investigation equipments installed on the barge are used for offshore geotechnical investigation. In this case, many limitations can be confronted such as deep water depth, high wave, strong current, severe wind and so on. For the safe and economic offshore geotechnical investigation with high precision, a seabed type unmanned automated site investigation equipment is developed. It can be operated remotely underwater conditions with 100m water depth and can explore the ground depth of 50m. Also, the standard penetration test (SPT), soil boring, soil sampling and rock coring can be possible using the equipment. Numerical analysis was conducted to secure the stability of the equipment against current of 4 knot. Energy efficiency of SPT apparatus which is attached to the equipment shows 78% in average.

**Key Words** : Offshore structures, Geotechnical investigations, Seabed type, SPT (Standard Penetration Test), Soil boring, Soil sampling, Rock coring

### 1. 서론

최근 국내외적으로 초장대 교량, 인공섬, 해상풍력기

초, 또는 해양에너지 발전구조물 등 해양 구조물의 수요 및 관심이 증가되고 있다. 이처럼 다양하게 시도되고 있는 해양 구조물을 안전하게 건설하기 위해서는 보다 정

본 논문은 국토교통부 초장대교량사업단의 연구비 지원(PM57390)에 의해 수행되었음.

\*Corresponding Author : In-Sung Jang(Korea Institute of Ocean Science and Technology)

Tel: +82-31-400-7810 email: isjang@kiost.ac

Received July 11, 2013

Revised February 7, 2014

Accepted March 6, 2014

확하고 신뢰성이 높은 지반조사가 필수적이다. 현재 국내 해상에서 이루어지는 지반조사는 대부분 해상작업장을 이용하기 때문에 육상 지반조사에 비해 많은 한계점을 가지고 있다. 비, 바람, 파랑 또는 조류 등의 기상조건에 크게 영향을 받으며 수심이 깊어지면 해상작업장의 용량의 한계로 인해 조사가 어려울 수 있기 때문이다. 현재 해상에서 실시되고 있는 지반조사는 해상지반조사 전문 인력과 해상지반조사용 전용장비의 부재로 인해 어려움을 겪고 있는 것이 현실이다.

20m 미만의 낮은 수심에서 실시되는 지반조사는 대부분 해상작업선(SEP 바지선)을 이용하여 육상의 지반조사 장비를 그대로 사용하고 있다[1, 2]. 30m 이상의 깊은 수심에서는 해상작업선 설치가 힘들뿐만 아니라 조사비용 또한 증가되고 특히 작업자의 안전 확보에도 어려움이 있다. 따라서 대수심 조건에서 안전성과 신뢰성이 높은 지반조사를 수행할 수 있는 해저지반조사 장비의 개발이 필요하다. 현재 초장대 교량사업의 일환으로 수심 100m 조건에서 심도 50m까지 보링, 표준관입시험(Standard Penetration Test, SPT)과 암반 코어링이 가능한 수중 무인 지반조사 장비에 대한 개발 연구가 진행 중이다[3,4]. 본 논문에서는 해저지반조사 장비의 국내외 기술개발 동향과 더불어 현재 개발 진행 중인 무인 해저 착저형 지반조사장비에 대해서 소개하였다. 해저지반조사 장비의 각 세부 모듈에 대한 성능평가를 실시하였고 해저면 착저후 지반조사장비의 조류의 발생시 해저지반조사 장비의 안정성을 확인하기 위하여 수치해석을 실시하였다.

## 2. 국내외 기술 동향

국내 현장에서 일반적으로 수행되고 있는 해양지반조사는 Fig. 1과 같은 해상작업선(SEP 바지선)에서 육상의 지반조사 장비를 사용하고 있다. 이 방법은 비교적 낮은 수심인 20~30m 정도에서 가장 보편적으로 사용되나 날씨, 조류, 파랑 등의 제약을 많이 받는 조사 방법이다. Fig. 2는 해양 콘관입시험기이다. 해양 콘관입시험기는 착저식으로서 해저면에 안착하여 지반조사를 수행하는 장비이며 수심 50m까지 지반조사가 가능한 장비이다[5].

Fig. 3은 네덜란드의 A.P. vanderberg사에서 운영되고 있는 ROSON으로서 수심이나 조류의 영향을 최대한 줄이고 시험을 수행할 수 있는 장점을 가지고 있다. Fig. 4는 독일에서 개발된 MEBO로서 수심 2,000m에서 시료 채취를 목적으로 하며 심도 50m까지의 샘플링 및 지반조사가 가능하다[6]. Fig. 5는 호주의 Benthic Geotech Pty LTD에서 개발한 PROD(Portable Remotely Operated

Drill)이다. PROD는 해양 지반조사 전용장비로서 선박에서 전력 공급과 지반조사 작동을 원격으로 조작이 가능하다. PROD의 큰 특징은 20인치 컨테이너에 탑재가 가능하여 이송이 간편하며 수심 2,000m에서 심도 50m까지 보링 및 샘플링을 비롯하여 다양한 원위치 시험이 가능하다. Fig. 6은 미국의 Williamson & Associates, Inc.에서 개발한 DWACS로 수심 4,000m에서 심도 150m까지 지반조사가 가능하다[7].



[Fig. 1] SEP barge



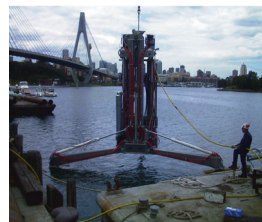
[Fig. 2] Seabed type offshore CPTU



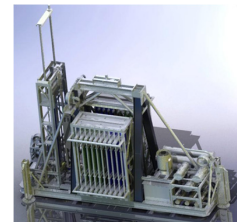
[Fig. 3] ROSON



[Fig. 4] MEBO



[Fig. 5] PROD



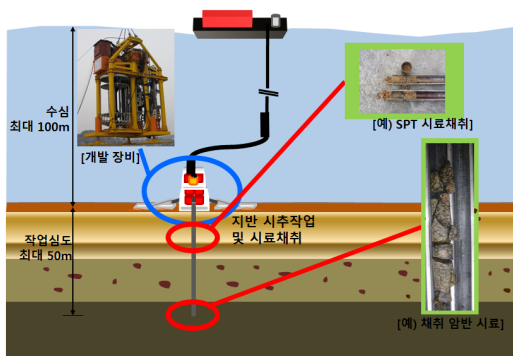
[Fig. 6] DWACS

## 3. 해저지반조사 장비의 개발

앞장에서 기술한 바와 같이 해상구조물의 건설을 수행하기 위해서는 신뢰성이 높은 해저의 지반조사 자료가 필요하고 또한 해저지반조사 전용 장비의 필요성이 대두되고 있다. 본 논문에서는 수심 100m 조건에서 심도 50m

까지 지반보링, 표준관입시험 및 암반 코어링이 가능하도록 개발중인 착저형 무인 해저지반조사 장비를 소개하고자 한다. Fig. 7은 해저지반조사 장비의 개념도이다. 해상의 모선에서 크레인을 이용하여 해저지반조사 장비를 지반조사 위치에 착저시킨다. 모선은 착저된 장비에 전기를 공급하여 유압 장비를 작동시키고 동영상 및 각종 데이터를 송수신하며 해저지반조사를 수행한다.

Fig. 8은 해저지반조사 장비의 모식도이며 다음과 같이 구성되어 있다. ①관입부, ②로드 이동 모듈, ③로드 보관 모듈, ④착저모듈, ⑤유압부, ⑥전기부로 구성되어 있으며 각 모듈 및 작업방법을 정리하면 다음과 같다.



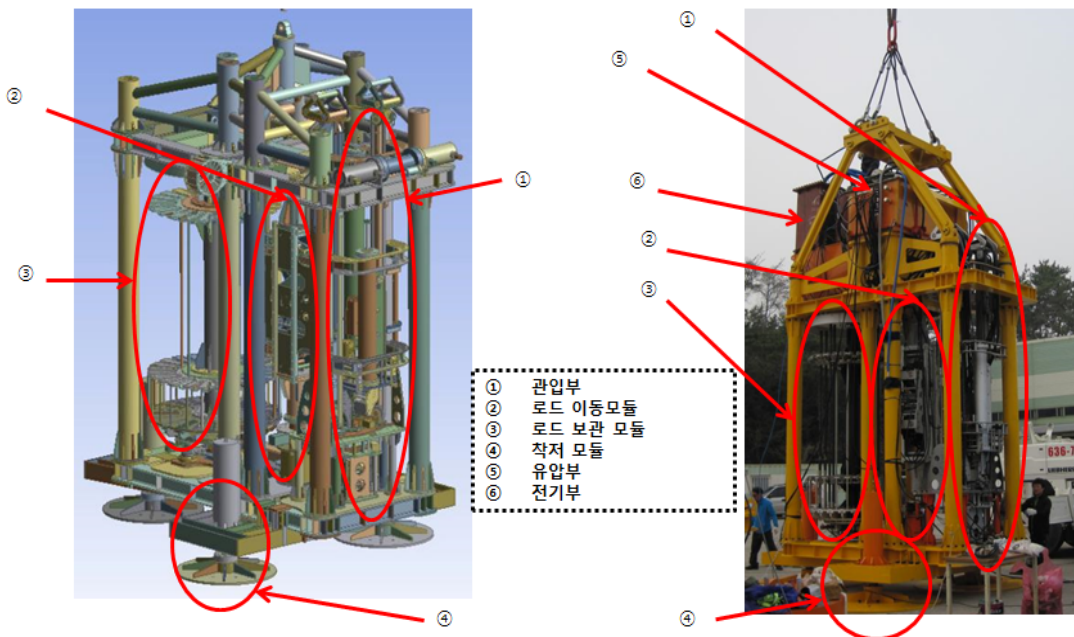
[Fig. 7] Conceptual diagram of offshore geotechnical investigation equipment

### 3.1 기구부

Fig. 8의 ①번은 해저지반조사 장비의 관입부이다. 관입부는 개발 중인 장비의 핵심모듈 중의 하나이며 크게 지반보링 시스템, SPT 장치, 암반코어링 시스템 등으로 구성된다. 먼저 지반보링시스템은 지반을 굴착하는 기능이 있다. 다음은 수중 SPT 타격 시스템이다. 이는 수밀케이스를 제작하여 육상과 유사한 에너지를 전달하는 수중 SPT타격 시스템을 개발하였다[3,4]. 마지막으로 암반 코어링 시스템이다. 암반을 지반조사하기 위해 암반 코어링 샘플러를 이용하여 암반을 샘플링하게 된다. 이러한 토사층으로부터 암반층까지 다양한 상황의 해저지반에 대해서 개발 중인 해저지반조사 장비를 이용하여 지반조사가 가능하다.

Fig. 8의 ②번은 로드 이동 모듈이다. 로드 이동 모듈에 장착되어 있는 2개의 gripper를 이용하여 로드 보관 모듈에서 로드를 관입부에 공급하거나 굴착 후 로드나 샘플러를 회수하여 로드 보관 모듈에 보관할 때 사용된다.

Fig. 8의 ③번은 로드 보관 모듈이다. 해저에서 무인으로 모든 작업이 이루어지고 착저시 모든 작업을 마쳐야 하는 제약이 있기 때문에 종류가 서로 다른 다수의 로드와 샘플러를 보관하는 기능을 가지고 있다. 50m의 심도를 굴착 및 샘플링을 하기 위하여 필요한 NX케이싱(89mm), BX케이싱(73mm), AW로드(43mm), SPT 샘플러, 암반 코어링 샘플러를 보관하기 위하여 총 96개가 장착이 가능한 구조로 제작되었다.



[Fig. 8] Schematics of offshore geotechnical investigation equipment

착저 모듈은 Fig. 8의 ④번이다. 해저지반에 각종 장애 물이나 지반의 조건이 열악한 상황에도 지반조사를 수행 하기 위하여 착저 모듈에 장착된 3개의 레그 실린더를 이 용하여 수평센서로 수평을 유지하며 굴착 및 지반조사 수행이 가능하도록 제작되었다.

### 3.2 제어부

Fig. 8의 ⑤번은 유압부이다. 100마력 용량의 유압 모 터를 이용하여 지반굴착 및 암반 코어링 등의 작업을 수 행하고 또한, 수심 100m의 수압에도 원활한 작업을 위한 방수시스템을 갖추었다.

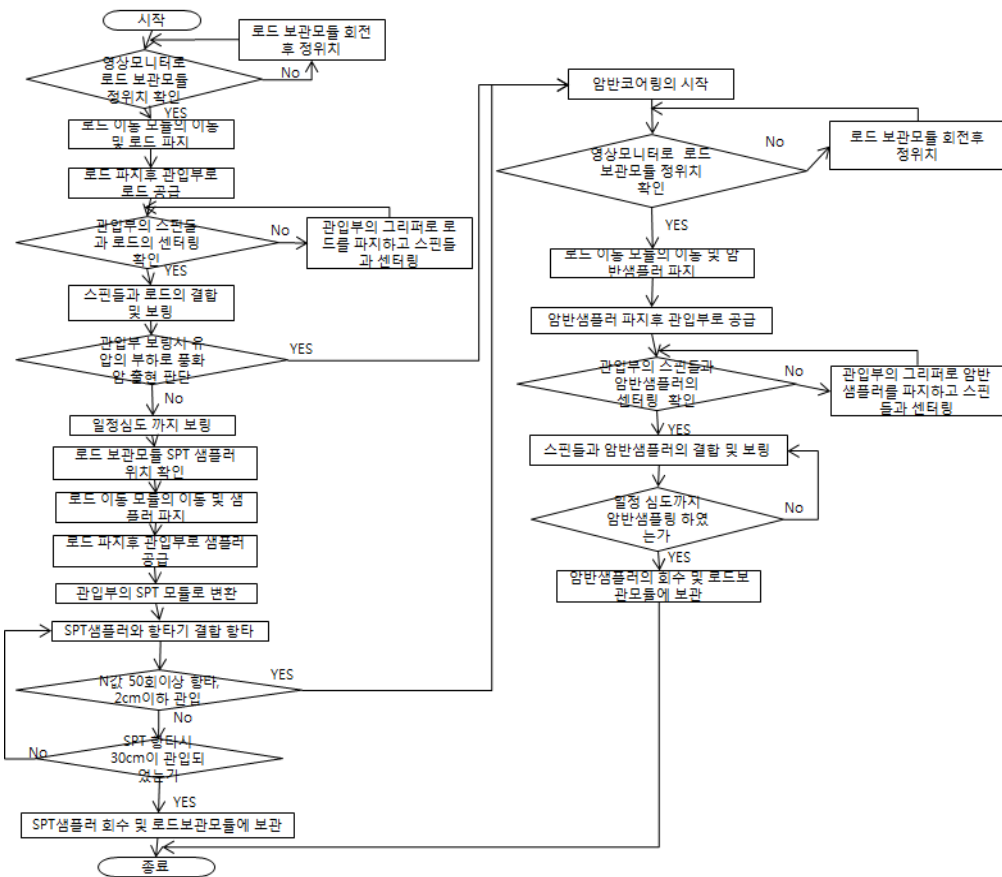
Fig. 8의 ⑥번의 전기부는 각종 유압시스템과 운영시 스템을 전기 신호로 제어한다. 로드 이동 모듈의 동작이 나 로드의 이동 등의 동작을 비디오 영상과 근접센서를 장착하여 운영자가 원활한 제어를 할 수 있도록 제작되 었다.

### 3.3 운영 메커니즘

Fig. 9는 해저지반조사 장비의 운영 메커니즘을 순서 도로 표시하였다. 해저지반조사 장비의 동작은 크게 보링 시스템, SPT 타격 시스템, 암반 코어링 시스템의 세 가지 기능으로 구분할 수 있으며 다음과 같이 설명할 수 있다.

해저지반조사 장비를 작업할 위치에 착저시킨다. 로드 이동 모듈을 이용하여 로드 보관 모듈에서 케이싱(하부 에 비트가 장착된 케이싱)을 관입부로 공급하여 보링 작 업을 한다. 보링 작업 도중 암반을 만나게 되면 수행 중 이던 작업을 중지하고 암반 코어링 시스템으로 전환하게 된다.

보링 작업이 완료되면 SPT 타격 시스템이 작동한다. 로드 이동 모듈을 이용하여 관입부로 SPT 샘플러를 공급 한다. 관입부는 SPT 타격 시스템으로 전환되고 SPT 샘플 러와 시스템 하부가 결합된다. 수중 표준관입시험기의 타 격에 의해 SPT 샘플러가 30cm 관입되면 종료가 된다. 그 러나 타격횟수가 50회를 넘어도 2cm 이하로 관입될 경우



[Fig. 9] Operation flow chart

타격을 종료하고 암반 코어링 시스템으로 전환한다[8]. SPT 샘플러는 로드 보관 모듈의 샘플러 보관부로 이동 및 보관하게 된다.

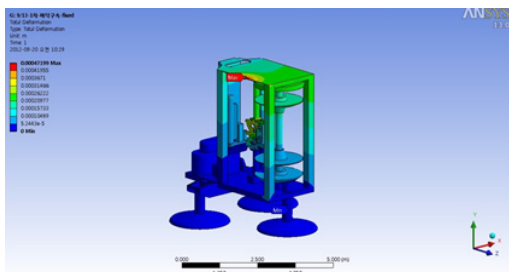
지반에서 암반이 나타나게 되면 암반 코어링 시스템으로 전환하여 작업을 진행하게 된다. 로드 보관 모듈에서 암반 코어를 관입부로 공급한다. 관입부의 스핀들의 회전으로 일정 심도까지 시추를 하게 되고 종료시 암반 코어를 로드 이동 모듈을 이용하여 관입부에서 로드 보관 모듈의 샘플러 보관부로 보관하게 된다.

### 4. 성능 분석 및 실험

#### 4.1 해저지반 조사 장비의 조류분석

해저지반조사 장비는 해저면에 착저하여 작업이 진행된다. 따라서 파랑, 조류 등 해양환경에 의한 해저지반조사 장비의 안정성 (safety) 해석이 필요하다. 본 연구에서는 해저지반조사 장비의 착저 후 조류에 대해 유체와 구조물의 상대운동 분석에 주로 활용되고 있는 Computational Fluid Dynamics (CFD) 해석을 수행하였다. CFD는 유체 현상을 수학적으로 모델링한 나비에-스토크스 방정식 (Navier-Stokes Equation)을 유한차분법, 유한요소법, 유한체적법 등의 방법들로 이산화하여 수치적으로 유체 유동문제를 풀고 해석하는 방법이다.

Fig. 10은 조류에 의한 해저지반조사 장비의 변위거동을 나타내고 있다. 조류조건 4노트(2m/s)로서 비교적 빠른 조류속도 조건을 적용하여 해저지반조사 장비에 대하여 가장 취약한 옆면에 조류가 발생한다고 가정하였다. 외부 조류 측에 대해 해저지반조사 장비 부재의 최대변위는 상부에 약 0.47mm로 나타났다. 따라서 조류 입력에 대한 해저지반조사 장비의 변위는 무시할 수 있을 것으로 판단된다.



[Fig. 10] Case of without rod in equipment tidal current analysis

또한, 전복 가능성을 확인하기 위하여 해저지반조사 장비의 바닥 중앙부(무게중심)의 반력과 모멘트 반력을 계산하여 Fig. 11에 도시하였다. 전복을 판단하는 rolling 모멘트는 z축 방향의 모멘트로 조류 방향의 반대쪽 바깥쪽 가장자리에서 발생되며 rolling 모멘트는 다음의 식(1)과 같이 계산된다.

$$M_{rolling} = M_z - (\omega/2) \cdot F_y \tag{1}$$

여기서,  $M_{rolling}$  : rolling 모멘트

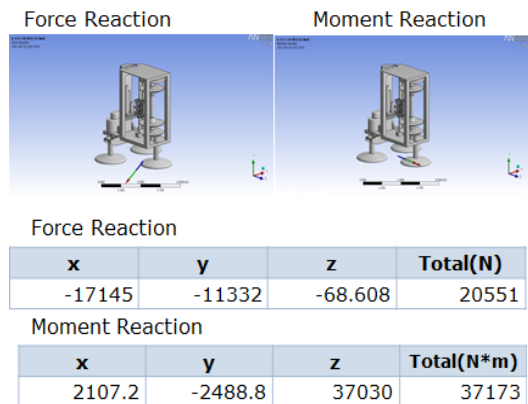
$M_z$  : z축 방향으로의 모멘트

$\omega$  : 장비의 너비

$F_y$  : y축 방향으로의 힘

Eq. (1)을 이용하여 Fig. 11의 z축 방향의 모멘트와 장비의 너비 4.1m와 y축 방향으로의 힘을 적용하면 다음과 같은 rolling 모멘트를 구할 수 있다.

rolling 모멘트는  $M_{rolling} = 37,030 - (4.1)/2 \times (-11,332) = 60,260.6Nm = 5.97tonf \cdot m$ 이다. 해저지반조사 장비의 수중무게는 20tonf로 예측되며 이 때 저항 모멘트가 30.75tonf·m이므로 앞서 구한 rolling 모멘트에 비하여 저항 모멘트가 약 5배 이상 크기 때문에 전복의 가능성은 낮은 것으로 예측된다. 따라서 해저지반조사 장비는 안정성이 높은 것으로 판단된다.

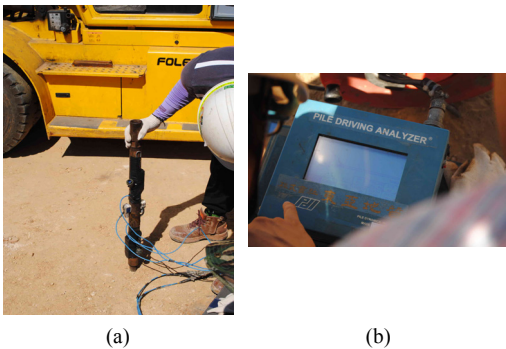


[Fig. 11] Case of without rod in equipment overturn analysis

#### 4.2 SPT 타격 시스템의 에너지 효율

표준관입시험(SPT Standard Penetration test)이란, 중량 63.5kg의 해머를 76cm 높이에서 자유 낙하시켜 표준관입 시험용 샘플러(Split barrel sampler)를 보링된 시추

공 내에서 30cm 관입시키는데 필요한 해머의 타격 횟수 (N값)를 측정하는 시험법이다. N값을 이용하여 원위치 지반을 분류하거나 연경도를 평가하고 지반의 강도, 상대 밀도, 내부마찰각 등 지반정수를 추정할 수 있다. 표준관 입시험에 있어 해머의 에너지 효율은 N값에 많은 영향을 끼치는 인자 중의 하나이다. 따라서 새롭게 개발된 SPT 타격 시스템의 타격 에너지에 대한 정량적인 평가와 보완이 필요하다. 검증실험은 인천지역의 풍화대를 대상으로 하였고 측정 장치는 Pile Dynamics Inc.(PDI)사의 Pile Driving Analyzer(PDA)장비를 이용하여 측정하였다. Fig. 12의 (a)는 PDI 로드이고 (b)는 PDA 장비이다. 단말기인 PDA 장비와 PDI 로드에 장착되어 있는 변형률계 2개, 가속도계 2개와 연결선으로 구성되어 있다. 변형률계로부터 로드에서 고정된 두 지점사이의 변형률을 측정하고 로드의 단면적과 로드의 재료재질의 계수를 이용하여 힘을 계산한다. 그리고 가속도계로부터 고정된 두 지점사이의 가속도를 측정하고 이를 입자 속도로 변환시켜 액정 화면에 표시한다.



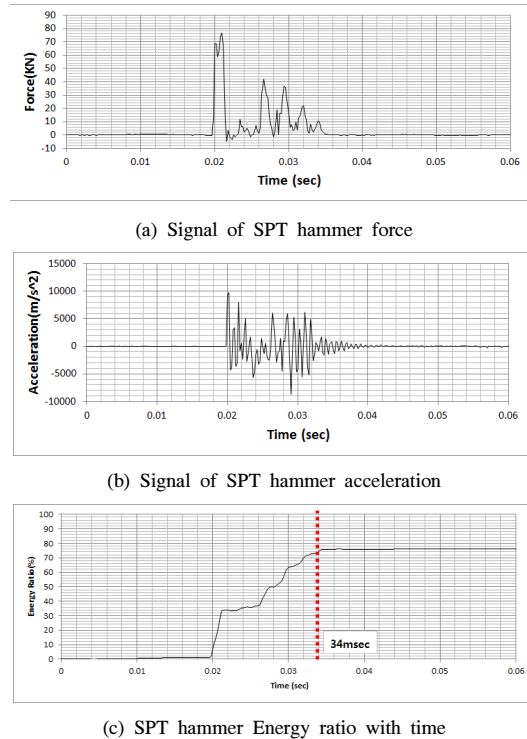
[Fig. 12] PDI measuring device

Fig. 13은 PDI 장비를 이용하여 SPT 타격시 로드를 통하여 샘플러에 전달되는 탄성파 신호를 측정할 결과이다.

Fig. 13의 (a)와 (b)는 보링공의 위치에서 타격시 감지된 시간에 따른 응력파의 힘의 크기와 가속도의 크기를 나타내었다. 그림 (a)로부터 약 34msec에서 인장파가 도달된 시간을 결정할 수 있다. (c)는 (a)로부터 각 시간까지의 힘에 관한 적분값을 해머의 이론적 에너지 값으로 나눈 값, 즉, SPT 타격 에너지 비(%)를 나타내었다. 해머의 이론적 에너지 식은 다음과 같다.

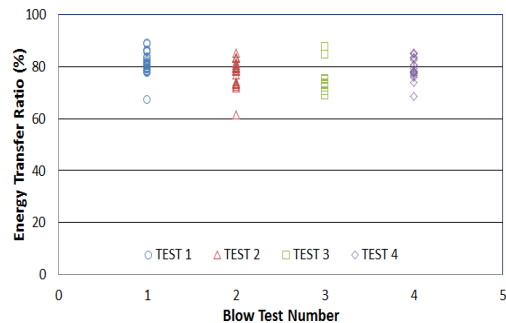
$$E_n = W \times h \quad (2)$$

여기서,  $E_n$  : 해머의 에너지  
 $W$  : 해머의 중량  
 $h$  : 해머의 낙하고



[Fig. 13] Measured signal and energy ratio of SPT hammer(-4m)

Eq. 2는 63.5kg의 해머가 76cm의 낙하 거리에서 이론적인 에너지값이다. 따라서 해머의 이론적 에너지 값은  $E_n = 63.5\text{kg} \times 76\text{cm} = 4,826\text{kg}\cdot\text{cm}$ 이다. (c)의 34msec 부분에서 나타나는 에너지 값 76.1%가 구하고자 하는 SPT 타격 에너지비 최대값이다.



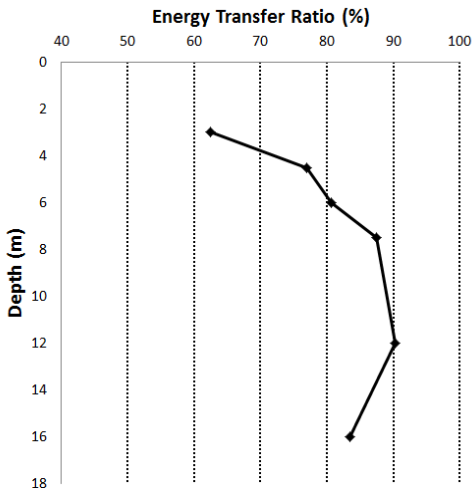
[Fig. 14] SPT hammer energy efficiency

Fig. 14는 PDA 장비를 이용하여 얻은 SPT 에너지 효율테스트 결과이다. SPT 효율 시험은 네 지역에서 각각 10~20차례의 시험을 하였다. 조사지역의 특성상(절토지

역) 풍화암층이 출현하여 5m 이내의 심도에서 SPT 관입이 2cm 이상 이루어지지 않는 결과를 보였다.

그러나 타격시험 결과 타격 에너지 효율이 평균 약 78%를 나타내었으며 이론적인 에너지 효율과 비교하여 국제 표준 값으로 인정되는 60% 효율을 상회하는 결과 값이다.

Fig. 15는 한국도로공사에서 개발한 육상용 자동 SPT 장비(Auto SPT)의 에너지 효율 테스트 결과이다[9]. Auto SPT는 해머의 인양 및 낙하와 전체 시험수행을 자동화한 장비로 시험환경 개선과 장비 자동화의 일환으로 개발되었다. 여주지역에서 심도별 에너지 효율을 측정된 값으로 평균 80.1%의 값을 나타내었다. 이는 본 개발장비에 부착한 SPT장치의 에너지 효율과 유사한 결과이다.



[Fig. 15] SPT hammer energy efficiency

향후 개발된 수중 SPT 타격 시스템을 다양한 지반과 다양한 심도를 대상으로 에너지 효율 측정 및 타격에너지의 영향 인자를 조사하여 보정할 필요가 있을 것으로 판단된다.

## 5. 결론

수심 100m 조건에서 심도 50m까지의 해저지반의 특성을 파악할 수 있는 장비를 개발하였다. 육상에서도 많이 사용되는 표준관입시험 장치를 본 해저지반조사 장비에 장착하여 수중에서도 표준관입시험이 가능하며 또한 암반 코어링도 가능하게 함으로써 수심 100m에서도 해상구조물의 설계에 필요한 설계지반정수를 얻을 수 있다.

이는 해저지반의 연속적인 주상도 확보가 가능하여 해양 구조물의 설계시 정확한 지반의 판단을 가능하게 한다.

수중에서의 4노트(2m/s)의 조류에 대해서 해저지반조사 장비의 전도에 대한 수치해석을 실시하여 안정성을 검토하였다. 또한 SPT 타격에 대한 에너지 효율 실험을 통해 평균 78%를 확인하였으며, 추후 이에 대한 보완 및 보정 작업이 수반될 필요가 있다.

본 해저지반조사 장비는 해외기술 및 장비에 의존하지 않고 독자적인 기술로 제작되었으며 현재 개발된 여러 핵심 기술을 다양하게 적용하여 국내 기술력 확보 및 기술력 증진에도 기여할 것으로 기대된다.

## References

- [1] S. M. Cho, "Research Trends of Marine Geographical Investigation", *Korea Geographical Research Association Fall International Conference*, pp. 638-653, 2007.
- [2] Korea Highway Corporation, "SPT Utilization Improvement Study", 2002.
- [3] W. T. Kim, I. S. Jang, B. Lee, I. C. Hwang, "Development of Unmanned Underwater site Investigation Equipment", *Korea Marine Science Technology Association Joint Symposium*, pp. 2013-2016, 2011a.
- [4] W. T. Kim, I. S. Jang, O. S. Kwon, B. Lee, I. C. Hwang, "Development of Unmanned Underwater SPT equipment", *Korea Geographical Research Association Fall Research Symposium*, pp. 305-311, 2011b.
- [5] I. S. Jang, O. S. Kwon, C. K. Chung, "Unmanned Seabed Type Offshore CPTu Development", *Korea Geographical Research Association Fall International Conference* pp. 611-622, 2007.
- [6] Freudenthal, T, and Wefer, G, The sea-floor drill rig "MeBo": *Robotic Retrieval of Marine Sediment Cores*. PAGES News, 14(1):10, 2006.
- [7] Ross E. Murray, "Deep Water Automated Coring System (DWACS)" *The International Society of Offshore and Polar Engineers*, pp.20-23 Sept, 2010.
- [8] KS F2307-1997 : Method for Standard Penetration Test.
- [9] Korea Highway & corporation, "Normalizations of the standard penetration test (III)", 2002.

**김 우 태(Woo-Tae Kim)**

[정회원]



- 2003년 2월 : 인하대학교 토목공학과 (공학석사)
- 2010년 3월 : 일본 야마구치대학 이공학연구과 (공학박사수료)
- 2010년 3월 ~ 현재 : 한국해양과학기술원 연구원

<관심분야>

지반공학, 지반조사, 수중시공장비

**신 창 주(Chang-Joo Shin)**

[정회원]



- 2006년 2월 : 부산대학교 기계공학부 (공학사)
- 20012년 2월 : 부산대학교 기계공학부 (공학석.박사)
- 2012년 6월 ~ 현재 : 한국해양과학기술원 선임연구원

<관심분야>

수중로봇, 센서융합, 소음진동

**장 인 성(In-Sung Jang)**

[정회원]



- 1995년 2월 : 서울대학교 공과대학 토목공학과 (공학석사)
- 2001년 2월 : 서울대학교 공과대학 토목공학과 (공학박사)
- 2001년 3월 ~ 2002년 12월 : 한국해양연구원 연수연구원
- 2001년 3월 ~ 현재 : 한국해양과학기술원 재직

<관심분야>

지반공학, 지반조사, 해양구조물, 수중시공장비

**권 오 순(O-Soon Kwon)**

[정회원]



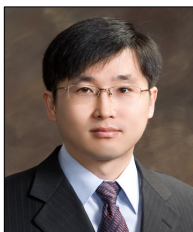
- 1990년 2월 : 서울대학교 토목공학과 (공학사)
- 1994년 2월 : 서울대학교 대학원 토목공학과 (공학석사)
- 1998년 2월 : 서울대학교 대학원 토목공학과 (공학박사)
- 1998년 4월 ~ 2002년 4월 : 한국해양연구원 선임 연구원
- 2002년 5월 ~ 현재 : 한국해양과학기술원 책임연구원

<관심분야>

해양지반조사, 해양구조물기초

**고 진 환(Jin-Hwan Ko)**

[정회원]



- 1997년 2월 : 한국과학기술원 기계공학과 (공학석사)
- 2004년 2월 : 한국과학기술원 기계공학과 (공학박사)
- 2005년 5월 ~ 2011년 3월 : 서울대학교 연구교수
- 2011년 4월 ~ 현재 : 한국해양과학기술원 선임연구원

<관심분야>

수중장비, 해양에너지

**이 승 현(Seung-Hyun Lee)**

[정회원]



- 1988년 8월 : 서울대학교 토목공학과 (공학사)
- 1991년 2월 : 서울대학교 대학원 토목공학과 (공학석사)
- 1997년 2월 : 서울대학교 대학원 토목공학과 (공학박사)
- 2000년 3월 ~ 현재 : 선문대학교 토목공학과 교수

<관심분야>

토질역학, 기초공학