

해양플랜트 설치를 위한 해양물리탐사 기법 제안

하지호¹ · 고휘경² · 조현석³ · 정우근⁴ · 안 당⁵ · 신성렬[†]

(원고접수일 : 2013년 1월 2일, 원고수정일 : 2013년 3월 4일, 심사완료일 : 2013년 3월 14일)

A proposal of marine geophysical exploration techniques for offshore plant installation

Ji-Ho Ha¹ · Hwi-Kyung Ko² · Hyen-Suk Cho³ · Woo-Keen Chung⁴ · Dang Ahn⁵ · Sung-Ryul Shin[†]

요약: 최근 해양자원탐사 및 개발에 대한 관심이 전 세계적으로 급증하는 가운데, 이를 위한 해양플랜트 산업이 고부가 가치 산업으로서 각광받고 있으며 국내에서도 이러한 세계적 추세에 따라 해양플랜트의 개발에 대한 관심이 증가하고 있다. 하지만 해외에서는 해양플랜트 설치 시 해저지반 특징 확인을 위한 해양지반조사 지침이 존재하는데 비해, 국내에서는 이와 같은 지침 사항이 존재 하지 않는다. 이에 본 연구에서는 해외 해양물리탐사 지침을 인용하여, 국내 해양환경 실정에 적합한 탐사 기법을 선정 및 활용하여 남해 해역에 적용시켜 보았다. 실내 토질시험을 추가하여 광역적인 해양 물리탐사와 국지적인 시추조사와의 상호보완적 양상 비교로 신뢰도 높은 자료 분석이 가능하게 하였다. 또한 해양플랜트가 해류에 의해 받을 수 있는 영향을 파악하기 위해 연속조류조사를 포함하였고, 탄성과 음향특성 분석으로 시추 심도가 깊지 않은 지역에서의 지층을 예측하고자 하였다. 현장에서의 적용결과 해양물리탐사자료와 해상 시추조사 자료의 복합적 분석을 통해 해저지반의 특징을 광역적이고, 직접적으로 확인하였다.

주제어: 해양플랜트 설치, 해양물리탐사, 탄성과 음향특성 분석, 시추조사, 실내토질시험

Abstract: Recently, while global concern over offshore resources exploration and development is being increased rapidly, offshore plant industry is highlighted as an industry of high added value. Along with this global trend, domestic concern over offshore plant development is being increased as well. In the overseas case, a marine geotechnical survey guideline for confirming characteristics of seabed sediments is available at the time of installation of offshore plant but such guideline is not available in our country. In this study, survey techniques fit for domestic marine environment was applied according to overseas guideline at southern coastal area, Korea. Among the marine geophysical survey techniques being proposed abroad, magnetic survey and seabed photograph were excluded. However, highly reliable data analysis was enabled for marine geophysical survey, which includes in-situ coring investigation and laboratory soil test. In addition, continuous ocean current survey was included to find scour potential due to the current around the offshore plant. Although coring depth is not so deep, we predicted geological structure through the analysis of amplitude features of seismic data. Characteristics of seabed sediments could be obtained regionally and directly through combined analysis of marine geophysical survey data and coring data.

Keywords: Offshore plant installation, Marine geophysical survey, Seismic data, Coring data, Laboratory soil test

† 교신저자: (606-080) 부산광역시 영도구 태종로 727,

한국해양대학교 에너지자원공학과, E-mail: srshin@hhu.ac.kr, Tel: 051-410-4681

1 한국해양대학교 에너지자원공학과, E-mail: kemp04@hhu.ac.kr, Tel: 051-410-4916

2 한국해양대학교 에너지자원공학과, E-mail: hkko@hhu.ac.kr, Tel: 051-410-4916

3 한국해양대학교 에너지자원공학과, E-mail: jhs08@hhu.ac.kr, Tel: 051-410-4916

4 한국해양대학교 에너지자원공학과, E-mail: wkchung@hhu.ac.kr, Tel: 051-410-4689

5 삼성중공업 조선해양연구소, E-mail: d.ahn@samsung.com, Tel: 055-630-9739

1. 서론

최근 유·가스 자원과 해저금속 광물의 탐사 및 개발에 대한 관심이 전 세계적으로 급증하는 가운데, 이를 위한 해양플랜트 산업이 고부가 가치 산업으로 각광받고 있다. 특히 국내에서는 해양에서의 유·가스 자원 개발을 위한 해양플랜트뿐 아니라 해양에너지 개발 산업 등에 이용될 해양플랜트의 개발에 관심이 증가하고 있는 추세이다[1].

이러한 해양플랜트의 설치 및 운영에 있어, 해저 지반의 특징을 확인하는 것은 해저지반이 받을 영향을 파악하여 안정성 확보에 필수적인 요소라 할 수 있다. 이를 위해 광범위한 지역의 해저지반 환경을 파악할 때 시간·경제적으로 가장 효과적인 방법은 해양 물리탐사를 이용하는 것이다. 하지만 국내의 경우 해저 지반조사와 해양플랜트 설치 및 운영과의 관계에 대한 연구 사례가 적어 해저지반 환경 파악을 위한 절차나 확인되어야 할 특징 등이 적절하게 제시되어 있지 못하고, 국내 유일의 해양 개발 지침인 ‘항만 및 어항 설계 기준’[2]에서는 토질 역학적 조사 항목만 제시되어 있을 뿐이다.

외국의 경우 국제 석유, 가스 생산자 협회(OGP, International association of oil & gas producers)나 국제 공동 해양 시추 사업(ODP, Integrated ocean drilling program) 등 해상 시추 시 이용되는 해양플랜트 설치 및 운영 경험이 많은 단체에서 제시한 탐사 지침이 존재하며 [3][4], 위에 언급한 단체 이외에도 미국, 노르웨이 등 해양개발에 적극적인 국가에서는 해양플랜트 설치를 위한 해양물리탐사 지침을 자체적으로 제공하고 있다.

2. 본론

OGP와 IODP의 탐사 지침에는 탐사 시 확인해야 하는 해저면 특징을 인위적, 자연적, 지질학적 특징 등 3가지로 분류 하였으며(Table 1), 이러한 특징을 확인할 수 있는 해양 물리탐사 기법을 제시하고 있다[3][4]. 또한 국내의 ‘항만 및 어항 설계 기준’에서는 토질공학적인 기법을 제시하고 있다[2].

외국에서 제시한 탐사 지침의 경우 탐사 시 확인해야 하는 해저면 특징과 위험요소로 작용할 수 있는 부분들, 그리고 그 특징들을 파악하기에 적절한 해양물리탐사를 제시하고 있다. 하지만 ‘항만 및 어항 설계 기준’의 경우 Table 2에 나타난 것처럼 토질역학에 초점을 맞추고 있으며, 이러한 방식의 조사는 연안 및 수심이 얕은 지역에서 국지적 조사방법인 해저면 저질조사나 해상 시추조사를 통해서만 실시될 수 있다는 한계점을 가진다. 국내에서는 본 연구와 유사한 연구가 진행된 사례가 전무하기에 국내 해양환경에서의 적용이 가능하며 실용적이고 필수적인 해양물리탐사 기법을 제안하고자 한다.

2-1. 본 연구의 제안

외국에서 제시한 해양물리탐사 기법(Figure 1 (a))[3][4]과 본 연구에서 제안하고자 하는 기법(Figure 1 (b))을 비교하였다. 외국의 기법은 탐사에 대한 특별한 구분이 없으나, 본 연구에서는 예비조사, 기초조사, 정밀조사의 순서로 탐사를 수행하여 보다 효율적인 탐사가 수행되도록 하였다. 예비조사에서는 실제 해양플랜트가 설치되기에 적합한 지역인지를 판단하기 위한 탐사를 수행하였다.

Table 1: Conditions to be addressed by a marine site survey[3].

인위적인 특징	자연적인 특징	지질학적 지하구조 특징
해저 전력 케이블	해저 지형의 기록	퇴적의 연속성
해저 통신 케이블	해저표면의 퇴적물	층서
임시 플랜트	모래 : 뱅크, 거대 연흔	천부가스 함유 퇴적물
투기된 바위	점토 : 유동, 도랑, 분출, 덩어리	가스 침니
난파선	단층대	용승지역
해양관측용 부이	돛 구조	과압밀 지역
군수품 및 화학폐기물 투기장소	가스 분출구 또는 포크마크	내부가 채워진 채널
고대유적	불안정한 경사면	기반암
기타 해양투기물	붕괴 위험이 있는 사면	분화구
해양에너지 발전 시설	화합합성 환경	가스하이드레이트 분포지역
구조물 설치로 인한 지반침하	가스하이드레이트로 인한 언덕	단층
침식방지용 금속	암석 노두	침식과 절단면
해저 파이프라인	암초	암염 또는 머드 돛구조

Table 2: Marine geotechnical survey guideline for confirming characteristics of seabed sediments[2].

조사방법	조사항목		지반종류	조사간격	조사목표
사운딩	표준관입시험	SPT N값	Sand/ Sandy soil	1~2 m	입도분포와 SPT N값을 이용한 액상화 예측
		교란시료채취	Sand/ Sandy soil	1~2 m	층상구조 및 입도분포 획득
현장조사	탄성과 탐사	P파속도 S파속도	Sand-clay	1~2 m	지진응답해석 저변형률에서의 전단탄성계수
비교관 시료	액상화시험	액상화 강도	Sand/ Sandy soil	1.5~2 m	반복삼축시험에서 액상화 강도
	동적변형시험	전단탄성계수 감쇠비	Sand-clay	각층	지진응답해석 중간~대변형률에서 변형특성
	밀도시험	단위중량	Sand-clay	각층	유효상재하중의 계산

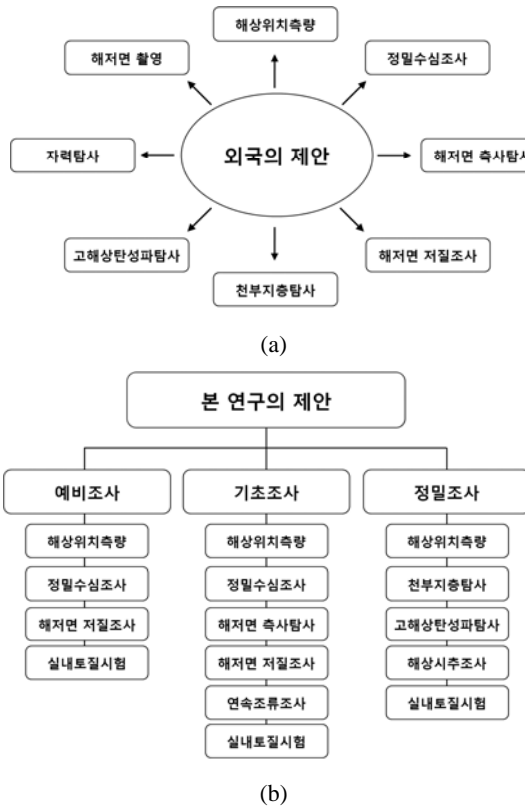


Figure 1: Applied marine geophysics method (a) over seas case and (b) this research case.

기초조사는 해양플랜트 설치 시 고려해야 할 부분 중 해저면에서 확인되어야 할 특징들을 찾기 위한 탐사를 수행하였다. 정밀조사에서는 지질학적 지하구조 특징을 확인하기 위해 탐사를 수행하였다.

외국에서 제시한 해양물리탐사 기법 중 금속성의 물질이나 대규모 단층을 확인하기 위한 방법으로 제시된 자력탐사의 경우 작업의 목적, 대상 구조, 측정방법 등을 고려해야하며, 관측된 자기장에는 많은 교란 성분이 많이 포함되어 있어다는 단점이 존재한다. 또한, 지하구조의 분해능이 낮고 수직구조는 분해가 어렵다[5]. 이러한 단점은 본 연구에서 파악하고자 하는 천부 지층의 구성 양상과 대규모의 단층 파악 등에 제한적 요소로 작용할 것으로 사료되어 본 연구에서는 자력탐사를 제외하였다. 이를 보완하기 위한 탐사로서 천부지층 탐사와 고해상 탄성과 탐사를 선정하였다. 외국의 지침에도 천부지층 탐사와 고해상 탄성과 탐사를 수행하는데, 이때는 대규모의 단층이나 층의 구별, 천부 지층의 구성 양상을 파악하는 것에 주목적이 있다.

본 연구에서는 천부지층 탐사와 고해상 탄성과 탐사를 수행하여 본래의 목적 이외에 금속성 물질의 탐지에도 활용하고자 한다. 이 경우 금속성의 물질이 기존의 해양 지반환경과의 현격한 임피던스의 차이로 인하여 이상대로 발견이 가능하며[6], 대규모 단층을 찾는 것 역시 자력탐사에 비해 수직 해상도가 높은 자료를 제공할 수 있을 것으로 사료되기에 선정하였다. 외국에서 제시된 방법 중 해저면 촬영의 경우 해저면의 대부분이 뺄(mud)로 구성되어 있고, 물살이 빠른 국내 해저 환경 상 신뢰도 높은 자료의 취득이 어렵다. 또한 광범위한 지역을 촬영하기 위해 AUV(Automatic Under Vehicle)나 ROV(Remotely Operated Vehicle)를 사용해야 하지만, 국내에 보편화되지 않았으며, 잠수부를 이용하는 방법은 시간·경제

적인 면에서 비효율적이다. 이에 본 연구에서는 해저면 촬영을 광역적 탐사 수행 후 이상체가 발견된 경우 수행하는 것으로 하였다.

해양 물리탐사는 충분하지 못한 물성대비나 비유일성, 분해능에 의해 취득된 자료의 신뢰도가 낮아질 수 있으며, 직접적으로 해저면이나 해저지질양상을 확인할 수 없다는 한계가 있다. 이에 본 연구에서는 이러한 한계를 극복하고자 추가적인 방법을 제안하였다. 외국의 지침에 제시된 해저면 저질조사 이외에 해상 시추조사를 수행하여 광역적인 물리탐사와 국지적인 시추조사와의 상호 보완적 양상을 통하여 더욱 신뢰도 높은 자료를 취득 하고자 하였으며, 채취된 시료를 바탕으로 실내 토질시험을 진행하여 해저지반의 역학적 특성을 파악하고자 하였다. 실내 토질 시험의 경우 ‘항만 및 어항 설계기준’을 바탕으로 하였고, 외국의 지침을 참고하여 시험 항목들을 선정 하였다. 해양플랜트 운용 시 빠른 유속과 파고는 해양플랜트가 설치된 해저면의 변화를 일으키거나 지지하는 하부의 안전을 위협할 수 있기에 해양플랜트가 받을 영향을 고려하고자 해양플랜트가 설치될 지역에서 연속 조류 측정 시험을 선정 하였다.

2-2. 현장 적용

본 연구에서 제안한 해양물리탐사 기법의 적용을 위해 거제도 ○○ 해역에서 탐사를 수행하였다. 탐사는 제안과 같이 예비조사와 기초조사, 정밀조사로 세분화하여 수행하였다.

예비조사는 단일빔 음향측심기를 이용하여 정밀수심조사를 수행하였으며(Figure 2), 그랩(grab)을 이용하여 해저면 저질조사를 수행하여 탐사를 수행할 구역의 수심이 50 m 이하인 지역이고 해저면이 모래질로 이뤄져 있는 지역이라는 것을 확인하였다. 기초조사는 예비조사가 이뤄진 구역과 동일한 1 km²의 구역에서 15 line-km의 탐사를 수행하였다(Figure 3 (a)). 기초조사에서는 해저면의 특징을 확인하는 것에 목적을 두어 해양플랜트의 설치 시 영향을 줄 수 있는 해저면의 특징을 파악하였다.

이러한 특징 확인을 위하여 다중빔 음향측심기를 이용한 정밀수심조사와 측면주사 음파탐지기를 이용한 해저면 측사탐사를 수행하였다. 정밀 수심조사를 통해 해저면의 기복과 정확한 수심정보를

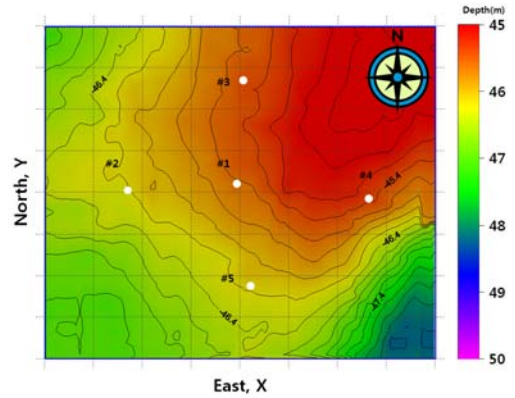
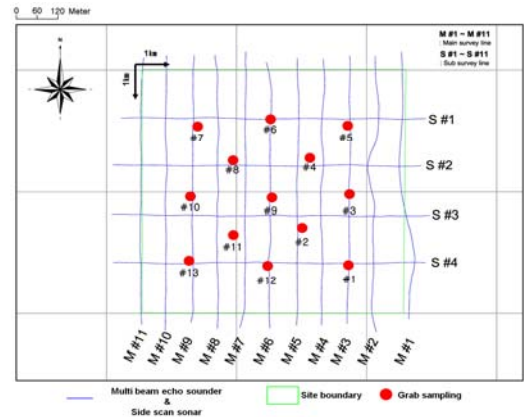
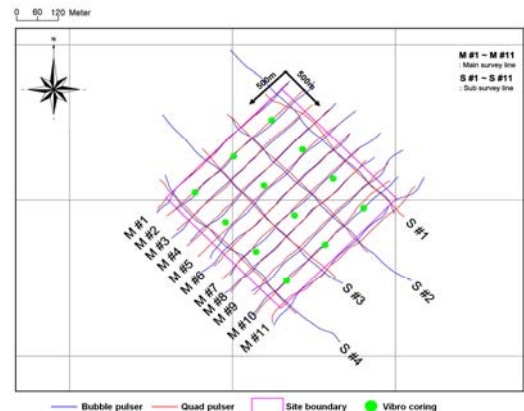


Figure 2: The result of pilot survey-bathymetry contour map.



(a)



(b)

Figure 3: Track chart (a) basic survey and (b) precise survey.

파악하였고, 해저면에 있을 수 있는 해양 구조물 및 케이블, 인공어초, 특이지형을 확인하기 위하여

해저면 측사탐사를 수행하였으나, 특이사항은 발견되지 않았다(Figure 4).

또한 13개의 지점을 선정하여 그래프를 이용해 해저토를 채취하였으며, 채취한 시료에 대한 실내 토질 시험을 수행하였다. 수행된 시험 항목은 입도, 수분단위중량, 비중 등이며, 실험 결과는 Table 3에 나타내었다.

정밀조사에서는 기초조사에서 취득된 해저면 특징을 바탕으로 탐사구역을 0.25 km²로 좁혀 7.5 line-km의 측선에서 해저의 지질특성을 파악하고자 하였다(Figure 3 (b)).

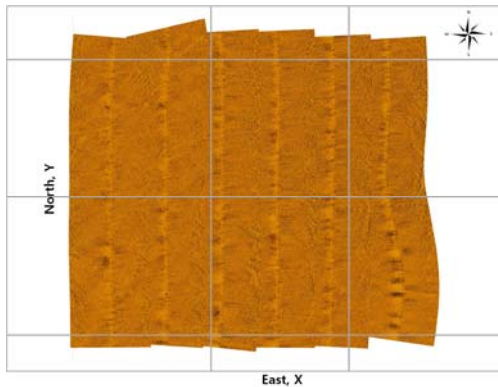


Figure 4: The result of basic survey-side scan sonar mosaic image.

Table 3: The result of laboratory soil test(grab sampling).

Sample NO.	USCS	Natural water content [%]	Specific gravity [kg/m ³]	Grain size distribution				
				4.76mm [%]	2.00mm [%]	0.42mm [%]	0.074mm [%]	2 μ m [%]
# 1	SP	28.16	2.700	94	81	42	5	-
# 2	SW-SM	31.74	2.701	96	86	40	10	-
# 3	SP-SM	31.24	2.707	93	76	38	6	-
# 4	SP	28.40	2.704	94	83	42	4	-
# 5	SP-SM	30.80	2.705	92	79	40	8	-
# 6	SP-SM	30.93	2.696	92	77	35	7	-
# 7	SP-SM	31.54	2.693	96	88	51	9	-
# 8	SW-SM	31.14	2.692	96	89	41	10	-
# 9	SP-SM	29.94	2.700	98	89	44	6	-
# 10	SC	55.61	2.686	96	94	75	32	18
# 11	SP-SM	34.51	2.703	97	89	43	7	-
# 12	SM	39.07	2.721	98	87	44	14	-
# 13	SP-SM	33.77	2.699	100	96	52	9	-

SW : 입도분포 좋은 모래
SP : 입도분포 나쁜 모래

SM : 실트질 모래
SC : 점토질 모래

SW-SM : 실트 섞인 입도분포 좋은 모래
SW-SC : 점토 섞인 입도분포 좋은 모래

SP-SM : 실트 섞인 입도분포 나쁜 모래

측선의 방향은 수심의 구배 및 지형적 조건을 따라 북서에서 남동 방향으로 설정하여 탐사를 수행하였다. 정밀조사에서는 고해상도성과 탐사와 천부지층탐사를 수행하였으며, 바이브로 코어러(vibro corer)를 이용한 시추조사를 통해 탄성과 탐사자료와의 상호보완적 해석을 하고자 하였다. 또한 해류의 영향을 파악하기 위하여 연속해류 조사를 수행하였다. 해저면 저질 조사의 결과 탐사구역은 가는 모래와 굵은 모래로 표층이 덮여 있다는 것을 확인 하였다.

또한 다중빔 음향측심기를 이용한 정밀 수심조사 결과를 확인해보면 탐사구역의 수심은 45 m ~ 50 m 로 나타났으며, 북동에서 남동 방향으로 갈수록 수심이 깊어짐을 확인하였다(Figure 5 (a)).

가장 수심이 얇은 북동쪽에서 가장 깊은 남동쪽까지는 깊이의 변화가 3.09 mm/m로 나타났다. 조사구역에서의 평균 수심의 구배는 0.99 mm/m를 나타내어 대체로 평탄한 지형인 것으로 확인되었다(Figure 5 (b), (c)). 측면주사 음파탐지기를 이용한 해저면 측사 탐사 결과 특이 사항을 발견하지 못하였다. 정밀조사 구역에서 수행된 고해상도성과 탐사와 천부지층 탐사를 수행하여 취득된 자료에 대하여, 탄성과 자료처리 및 자료해석을 수행하였다[7]. 해석 시 Mitchum et. al. [8]의 탄성과 음향특성(Figure 6)을 이용하여 자료 해석을 수행하였다. 자료 처리 및 해석의 결과는 Figure 7 (c)에 나타냈다.

Table 4: The result of laboratory soil test(vibro coring).

Sample NO.	Depth below seabed [meter]	Type of Soil	USCS	Consistency	Submerged unit weight [kN/m ³]	Friction angle [°]
VC-01	0.1-0.2	Sand	SP-SM	Medium	9.23	31.4
	0.9-1.0	Sand	SC	Very loose	8.93	21.8
VC-02	0.1-0.2	Sand	SP	Medium	9.57	32.8
	0.8-0.9	Sand	SP	Medium	9.74	32.6
VC-03	0.1-0.2	Sand	SP-SM	Medium	9.82	32.3
	0.2-0.3	Clay	CH	Very soft	7.27	-
	0.7-0.8	Sand	SC	Very loose	9.25	21.3
VC-04	0.2-0.3	Sand	SP-SM	Medium	10.08	31.6
	1.1-1.2	Sand	SM	Loose	9.66	28.8
VC-05	0.4-0.5	Sand	SP-SM	Very loose	10.09	28.4
	1.1-1.2	Sand	SC	Very loose	9.35	26.1
	1.8-1.9	Sand	SP	Medium	9.96	32.2
VC-06	0.5-0.6	Sand	SC	Very loose	9.60	26.6
	1.2-1.3	Sand	SP-SM	Loose	9.66	29.6
	2.0-2.1	Sand	SP	Medium	10.10	31.4
VC-07	0.3-0.4	Sand	SC	Very loose	8.91	23.7
	1.3-1.4	Sand	SP	Medium	9.84	31.2
	2.1-2.2	Sand	SP	Medium	9.88	31.6
VC-08	0.2-0.3	Sand	SM	Very loose	10.11	28.4
	0.9-1.0	Sand	SP	Medium	10.29	31.5

SW : 입도분포 좋은 모래
 SP : 입도분포 나쁜 모래
 SM : 실트질 모래

SC : 점토질 모래
 CH : 고소성 점토

SW-SM : 실트 섞인 입도분포 좋은 모래
 SP-SC : 점토 섞인 입도분포 나쁜 모래
 SC-SM : 실트질 점토질 모래

SW-SC : 점토 섞인 입도분포 좋은 모래
 SP-SM : 실트 섞인 입도분포 나쁜 모래

고해상 탄성과 자료를 바탕으로 하여 해역에서 12개 지역을 선정, 바이브로 코어를 이용하여 해상 시추조사를 수행하였다. 시추조사의 결과 1~2 m 가량의 시료를 채취 할 수 있었으며, 실내토질 시험을 통해 확인되어야 할 공학적 특성을 확인하였다. 실내 토질시험 결과는 **Table 4**에 나타내었다. 최종적으로 해류조사를 수행하였으며, 해류조사의 결과로 유향-유속 분포도 (**Figure 8**)와 진행 벡터도 (**Figure 9**)를 획득하였다.

유향-유속 분포도는 조류의 왕복운동 특성을 나타내며, 진행벡터도는 조류의 누적 이동 궤적으로 나타낸 자료이다. 조사구역 에서의 조류 방향은 창조시 표층과 중층에서는 정서 방향에서 가장 높은 출현율을 보이고, 저층에서는 서남서 방향에서 가장 높은 출현율을 나타내었다. 낙조시에는 표층과 저층에서 북동 방향, 중층에서는 동북동 방향에서 가장 높은 출현율을 보였다. 또한 해양플랜트 하부에 영향을 가장 많이 미치는 저층에서의 유속이 50 cm/s 내외로 나타났으며, 간혹 50~75 cm/s의 유속의 경향이 관측되었다.

2-3 탐사결과의 종합적 해석

정밀조사 구역에서의 고해상 탄성과 자료의 해석 결과와 시추조사의 결과를 종합하여 지층을 추정해 보았다. 정밀탐사 구역의 최상부층 Unit - I 지층은 약 7m의 두께로 입도분포가 불 균질한 실트 질 모래층이 수평하게 퇴적되어 있으며, 간혹 두께 10 cm 내외의 clay seam이 끼어 있을 것으로 추정된다. Unit - II는 음향 구분이 Unit - I 과 다르게 내부반사파가 해퇴(prograding) 형태로 강하게 나타나는데 이것은 과거 지구의 해수면 변동 시기에 해수면이 점점 높아지면서 층이 기울어져 쌓인 형태 또는 해수면이 낮아질 때 침식이 이루어진 형태일 것으로 판단되며, 이 경우 지층의 두께가 약 5m인 모래층으로 추정된다. Unit - III의 경우 내부 탄성과 진폭이 비교적 균일한 수평형태로 나타나므로 탄성과 음향 특성상 머드와 실트층으로 추정된다. 해상 시추조사 결과 1~2m의 시추자료를 채취 하였고, 실내 토질 시험을 수행하여 표층은 모래질이 주를 이루고 모래층 아래에 뿔이 나타나는 층도 확인 하였으며 각종 지반정수를 산출하였다.

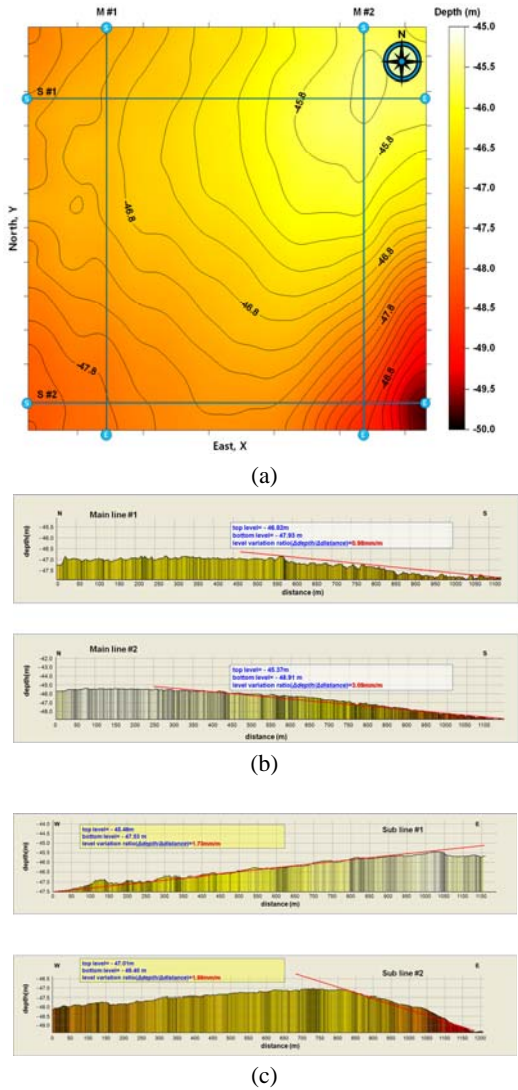


Figure 5: The result of basic survey (a) bathymetry chart, (b) level variation ratio of main line and (c) level variation ratio of sub line.

Figure 7에 나타난 탄성과 음원에 따른 탄성과 자료를 살펴보면, 깊은 수심과 모래질로 덮여있는 해저면 환경 상 고주파수를 이용한 천부지층 탐사에서는 층의 구별이나 지하구조에 대한 영상이 확연하게 드러나지 않았으며(Figure 7 (a)), 저주파수 음원인 버블펄서를 이용한 자료취득은 음원의 세기가 약하여 심부에서의 특징이 잘 나타나지 않았다

(Figure 7 (b)). 바이브로 코어를 이용한 해상시추 조사의 결과로 취득된 시료는 실내 토질시험을 통해서 마찰각, 컨시스턴시, 수중단위중량 등을 측정하여 나타내었다.

탐사구역에서의 해류조사 결과 남서 방향과 북동 방향의 유향의 출현율이 높은 것은 국내 남해안을 흐르는 쿠로시오 해류의 영향이라 사료된다.

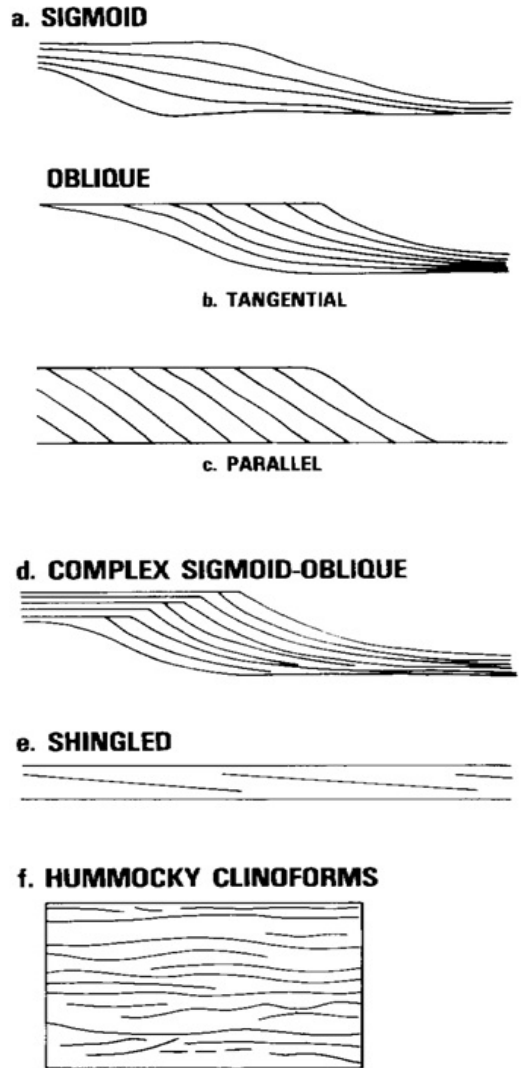


Figure 6: Classification of reflection configuration [8].

해양플랜트 설치를 위한 해양물리탐사 기법 제안

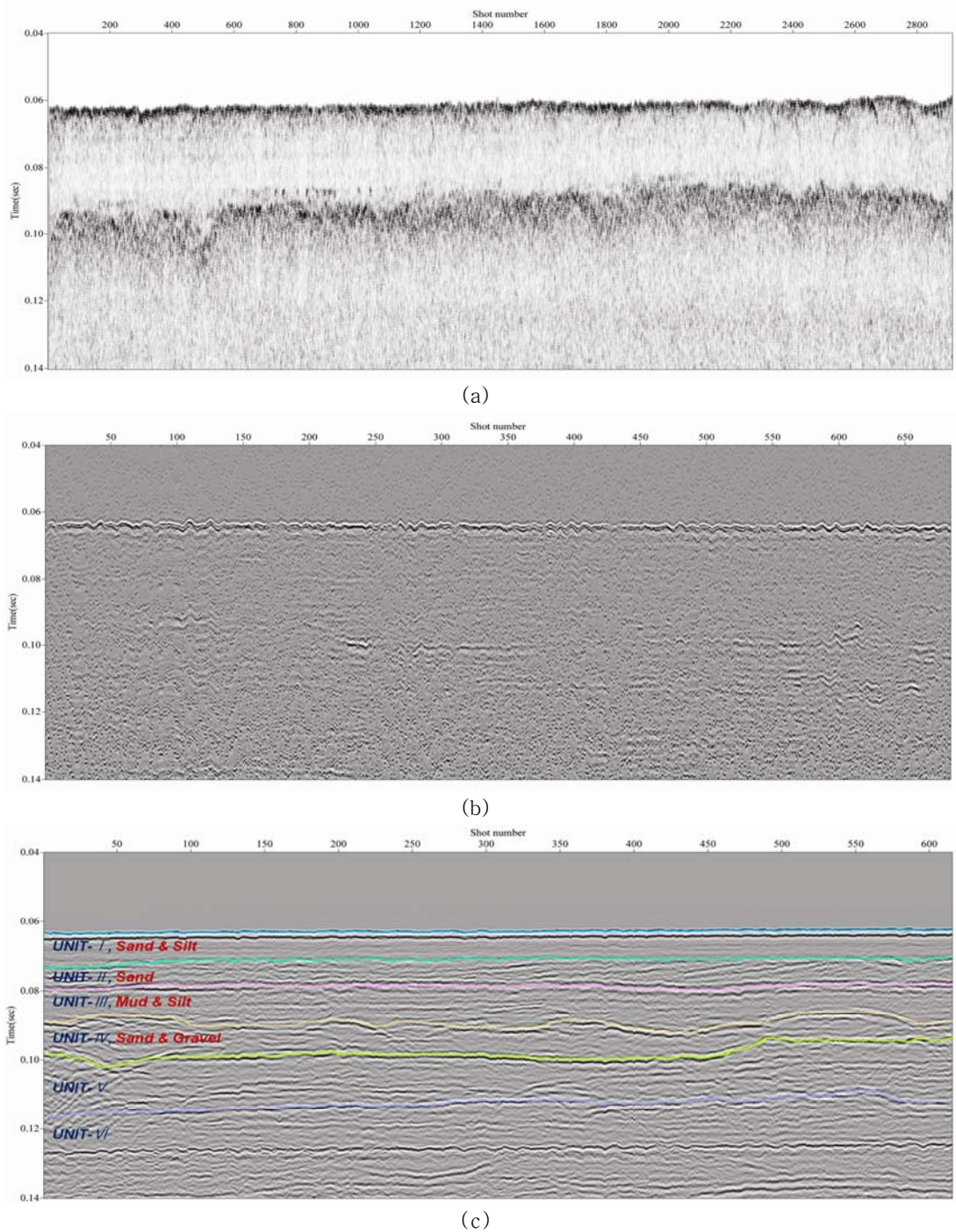


Figure 7: High resolution seismic section for used (a)sub-bottom profiler, (b)bubble pulser and (c)quad pulser.

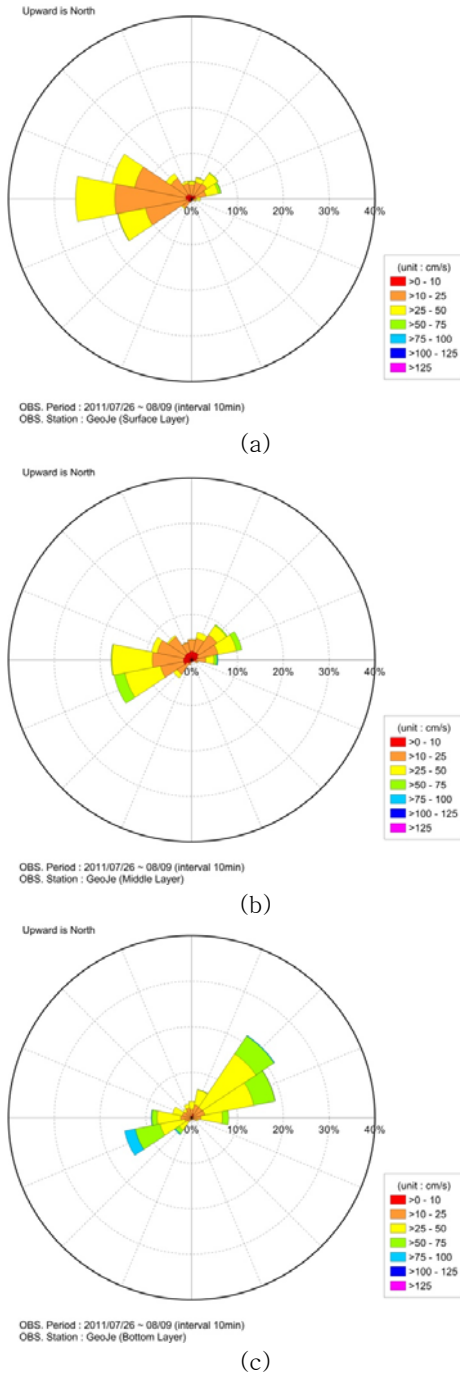


Figure 8: Appearance ratio chart of flow rate and direction at GeoJe, (a)surface, (b)middle and (c)bottom layer.

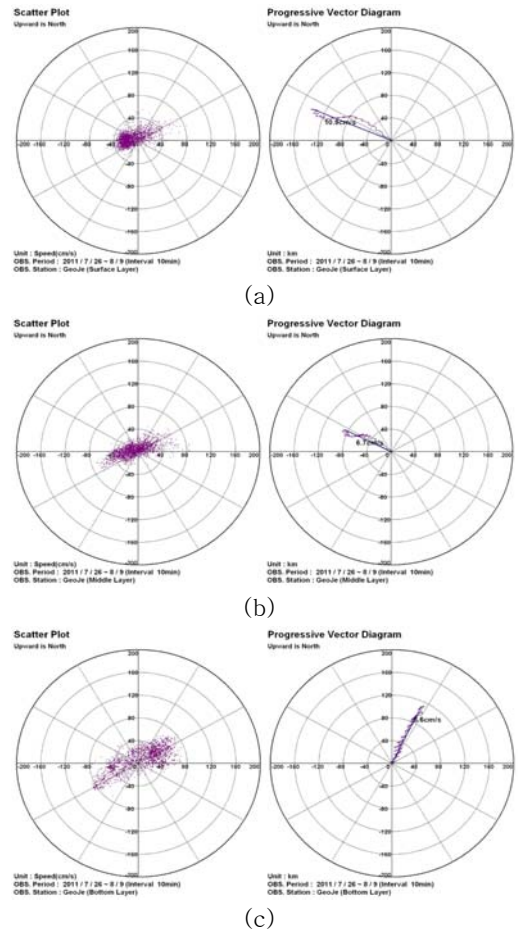


Figure 9: Scatter plot and progressive vector diagram (a)surface, (b)middle and (c)bottom layer.

3. 결론

해양플랜트설치를 위한 해양물리탐사 지침은 외국에서 많이 제안되었으나, 국내에는 연구가 이뤄지지 못하고 있다. 본 연구에서는 외국의 해양물리탐사 지침을 국내 환경에 적용하기에는 시간·경제적인 어려움이 따르므로 외국의 제안을 인용하여 국내 환경에 적합한 해양물리탐사 기법을 제안하였고, 제안한 기법을 바탕으로 탐사를 수행하였다. 탐사구역을 선정하여 예비조사, 기초조사, 정밀조사를 수행하였으며 해양플랜트 설치 시 확인되어야 할 해저 지반환경 특징을 파악하였다. 해양플랜트 설치를 위한 해저 지반환경 파악 시 해양물리

탐사 기법과 시추조사, 실내 토질시험, 연속 해류 조사 등 여러 자료에 대한 복합적인 분석을 수행하여 해양플랜트가 설치될 지역의 해저지반환경 파악을 추천한다.

바이브로 코어를 이용한 해상시추조사의 경우 작업구역의 수심이 45m 이상으로 시추 작업시 1~2m의 시추결과 밖에 취득하지 못해 물리탐사 자료와의 상호 분석 시 대심도에서의 결과와 비교 대상이 없다는 단점이 있었다. 이를 극복하기 위한 방법으로는 착저식 시추기를 이용한 대심도 자료의 확보나 로터리식 시추가 가장 정확한 방법이 될 수 있지만 경제적으로 불합리 하며, 향후에 탄성과 특성분석(seismic attribute)을 이용한 연약지반, 천부 가스 파악이나 OBS를 이용한 S파 탐사, 광각탐사를 수행하여 해저지질의 특징을 파악하는 방법에 대한 연구가 수행되어야 한다.

후 기

이 논문은 2009년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업(No.2011-0026263)과 중소기업청에서 지원하는 2012년도 산학연공동기술개발사업(No. C0039268), 국토해양부의 지원으로 수행한 해양에너지 전문 인력 양성사업의 연구결과이며, 교육과학기술부의 재원으로 지원을 받아 수행된 산학협력 선도대학(LINC) 육성사업의 연구결과입니다

참고문헌

[1] S.-I. Yoo, "Trend of technical development for offshore plant", Journal of the Korean Society of Marine Engineering vol. 33, no. 1, pp. 15-22, 2012.

[2] Ministry of Maritime Affairs and Fisheries, Harbor and fishing harbor design criteria, Ministry of Maritime Affairs and Fisheries, 2005 (in Korean).

[3] P. J. Jensen and E. Cauquil, Guidelines for the Conduct of Offshore Drilling Hazard Site Surveys, International Association of Oil & Gas Producers, 2011.

[4] R. J. Bruce and R. C. Shipp, Guidelines for Drill Site Selection and Near-Surface Drilling Hazard Surveys, Integrated Ocean Drilling Program, 2003.

[5] J.-H. Kim, J.-H. Jeoung, S.-B. Kim, and J.-C. Lee, "Acquisition and analysis of marine magnetic survey data", Proceedings of the Korean Society of Marine Engineering Spring Conference in 2010, pp. 337-338, 2010 (in Korean).

[6] C.-S. Kim, H.-D. Kim, and J.-H. Kim, "Comparison of the resolution with respect to the frequency of the chirp SBP for detection of buried objects in the seabed", Proceedings of the Korean Society of Marine Engineering Spring Conference in 2008, pp. 173-174, 2008 (in Korean).

[7] O. Z. Yilmaz, Seismic Data Analysis, Society of Exploration Geophysicists, 2001

[8] R. M. Michum, P. R. Vail, and J. B. Sangree, Seismic Stratigraphy and Global Changes of Sea Level, Part6: Stratigraphic Interpretation of Seismic Reflection Patterns in Depositional Sequences. in Payton, C. W. ed., Seismic Stratigraphy - Application to Hydrocarbon Exploration. A.A.P.G. Mem. 26, pp. 135-143, 1977.