

천해역 점성토 지반에 적합한 오탉방지막 기초 앵커

권기철*, 홍남식**, 송무효*, 최창규*

* 동의대학교 토목도시공학부

** 동아대학교 토목·해양공학부

Compatible Anchors of Silt Protector in Shallow Sea with Mud Seafloor Material

GI-CHUL KWEON*, NAM-SEEG HONG**, MU-HYO SONG* AND CHANG-GYU CHOI*

*School of Civil and Urban Engineering, Donggeui University, Busan, Korea

** School of Civil and Ocean Engineering, Donga University, Busan, Korea

KEY WORDS: Anchor 앵커, Holding Capacity 지지력, Silt Protector 오탉방지막, Suction Pile Suction말뚝, Mud 점성토

ABSTRACT: The Navy has tested the holding capacity of many kinds of anchors in order to propose the design chart for the holding capacity of drag-embedment anchors. The design chart is only applicable up to the cable bottom angle 6° when load is raised to the ultimate weight. However, the anchor experiences a significant uplift force when the angle is above 6° in shallow seas. In this paper, the procedure for the estimation of the holding capacity of anchors in mud is proposed. Drag-embedment anchors do not function well when there is a significant uplift component of load in soft seafloor materials, such as mud. Under these loading and seafloor conditions, gravity anchors seems to be more efficient. However, they are too heavy for their holding capacity. Therefore, suction pile (hollow concrete block) is more beneficial to the foundation of silt protector in shallow sea with mud seafloor materials.

1. 서 론

부유식 해양구조물의 하나인 오탉방지막의 기초는 일반적인 지상 구조물 기초와는 다르게 동적인 인발하중과 수평하중에 대하여 지지하고 있다 (강호윤 등, 1998). 특히, 얇은 바다에 설치되는 오탉방지막의 기초에는 수평하중에 비하여 상당히 큰 인발하중이 작용하는 특성이 있어 이를 기초형식 선정에 합리적으로 고려하여야 한다. 본 연구에서 검토하고자 하는 기초형식의 하나인 닻가지형 앵커 기초(drag-embedment anchors)는 복잡한 단면형상, 설치과정에서 발생하는 지반교란 효과의 불명확성, 하중 특성의 복잡성 등의 이유로 수평력 및 인발하중에 대한 지지력을 이론적으로 엄밀하게 결정하는 것은 대단히 어렵다. 한편, 상당히 경험적으로 개발된 기존의 설계방법은 기초와 연결된 케이블의 각도가 상당히 작은, 즉, 수평하중이 대단히 크게 작용하는 경우에 개발된 것으로 얇은 바다에 오탉방지막이 설치되는 경우에 적용하는데 많은 문제점이 있다.

따라서, 본 연구에서는 기초와 연결된 케이블의 각도가 상당히 크게되는, 즉, 얇은 바다의 점성토 지반에 설치되는 오탉방지막 기초의 이론적인 지지력 평가기법을 제안하고, 제안된 지지력 평가기법을 사용하여 기초의 형식에 따른 적합성을 검토하였다.

2. 부유식 해양구조물 앵커 기초의 종류 및 특성

부유식 해양 구조물 앵커 기초의 형식은 크게 자중에 의한 중력식 앵커(gravity anchors), 닻가지형(drag-embedment anchors), forced embedment anchors로 구분된다 (Fig. 1). 중력식 앵커는 단순하고, 대부분의 해저지형 조건 및 하중조건에 쉽게 적용할 수 있는 이점이 있지만, 중량이 무겁고 해저 지형이 경사진 곳에 하중방향이 하향으로 되는 경우에는 올바른 작동을 못할 가능성이 우려된다. 닻가지형 앵커는 기초가 매입된 지반의 강도와 자중에 의해서 지지력을 발현하며 수평방향의 하중이 크게 작용할 때 다른 형식에 비하여 자중에 대한 지지력의 비가 매우 큰 이점이 있으나 상향의 인발력(uplift force)이 크게 작용하는 경우는 취약하다. Forced embedment anchors는 판(plate) 또는 말뚝(pile) 형식으로 대별되고, 상향의 인발력(uplift force)이 크게 작용하는 경우에 주로 사용되며 다른 형식에 비하여 설치과정이 복잡하다. 여러 조건에서 앵커의 형식에 따른 적용성을 정리하면 Table 1과 같다 (Herbich, 1996).

Table 1의 내용을 살펴보면 다양한 조건에서 적용성이 가장 뛰어난 것은 중력식과 말뚝의 형식이며, 닻가지형 기초는 해저 바닥면의 경사가 심한 경우, 쇄기의 수직방향(omni-directional)으로 하중이 작용하는 경우(또는 하중의 작용 방향의 변화가 심한 경우), 그리고 상향의 인발력이 크게 작용하는 경우(즉, 하중 작용방향의 각도가 큰 경우)에는 부적합 것으로 나타나고 있다.

제1저자 권기철 연락처: 부산광역시 부산진구 가야동 산24

051-890-1617 gckweon@donggeui.ac.kr

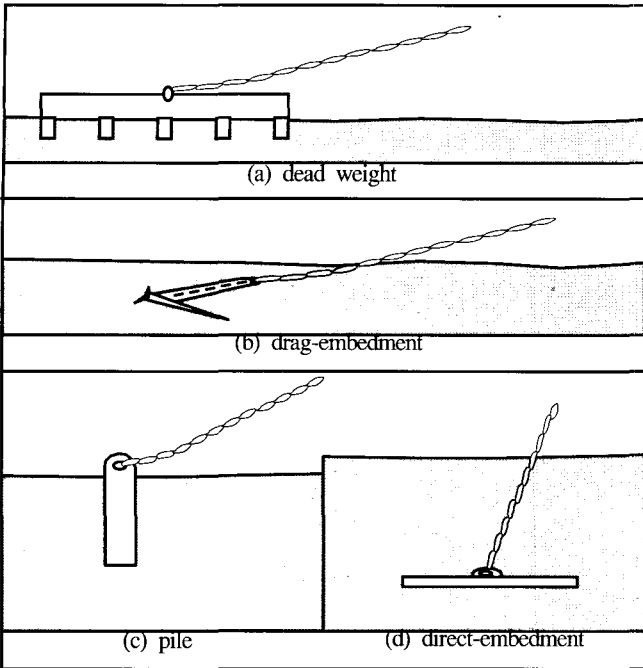


Fig. 1 Anchor types (Herbich, 1996)

Table 1 Performance of anchor types under various seafloor and loading conditions (Herbich, 1996)

	Performance for:			
	Gravity	Drag -Embedment	Forced -Embedment	
			Plate	Pile
Seafloor Material Type				
soft clay, mud	++	+	++	++
soft clay layer(0-20ft) over hard layer	++	+	o	++
stiff clay	++	++	++	++
sand	++	++	++	++
hard glacial till	++	+	++	++
boulders	++	o	o	o
soft rock or coral	++	o	++	++
hard, monolithic rock	++	o	+	+
Seafloor Topography				
moderate slope, <10deg	++	++	++	++
steep slope, >10deg	o	o	++	++
Loading Direction				
omni-directional	++	o	++	++
uni-directional	++	++	++	++
large uplift component	++	o	++	++
Lateral Load Range				
to 10,000lb	++	++	+	++
10,000 - 100,000lb	++	++	++	++
100,000 - 1,000,000lb	+	++	+	++
over 1,000,000lb	o	o	o	++

Note, ++ = functions well,
 + = normally is not the preferred choice
 o = does not function well

3. 기초의 종류에 따른 지지력 검토

3.1 해석조건

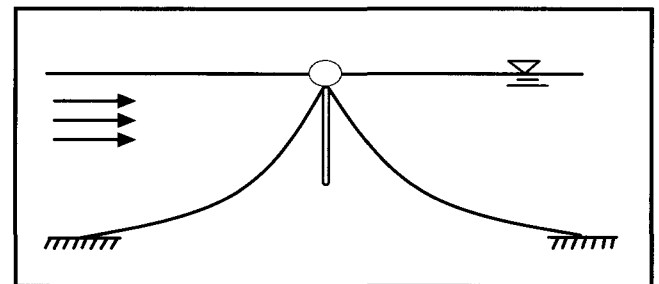
오탉방지막이 설치되는 검토대상 지역은 우리나라 남해안 지역의 한 곳으로, 수심 7m 이내의 천해역이고, 기초지반은 점성토로 구성되어 있다. 기초지반의 강도특성은 비배수 해석조건을 고려하여 현장시험에서 결정된 식(1)과 같은 비배수 전단 강도를 적용하였다.

$$S_u (kg/m^2) = 146 z(m) + 276 \quad (1)$$

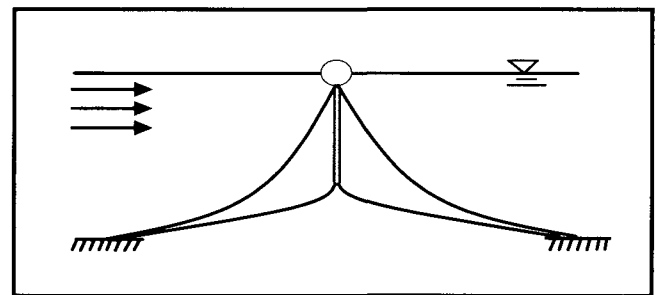
여기서, S_u = 비배수전단강도 (kg/m^2)

z = 해저면에서 지반 깊이 (m)

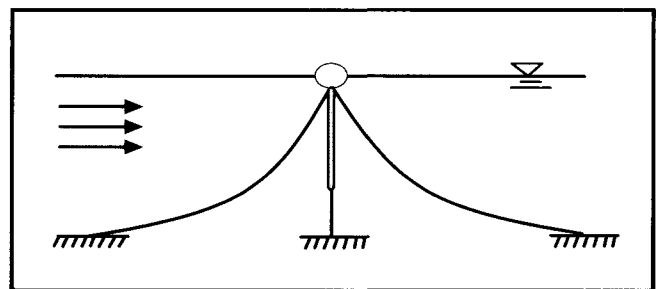
본 연구에서는 세 가지 오탉방지막의 종류(Type I, Type II, Type III, in Fig. 2), 두 가지의 케이블 굵기(14mm, 18mm), 그리고 하중 및 수심조건에 따른 네 가지 경우(A, B, C, D, in Table 2)에 대하여 검토를 수행하였다.



(a) Type I



(b) Type II



(c) Type III

Fig. 2 Silt protector types for structural analysis

Table 2 Variations of sea level and wave conditions for analysis of silt protector

case	tide velocity (cm/s)	low sea level		mean sea level		high sea level	
		wave conditions	sea level (cm)	wave conditions	sea level (cm)	wave conditions	sea level (cm)
A	65	H=1.17m T=3.73sec L=17.661m	320	H=1.33m T=3.88sec L=21.288m	511	H=1.36m T=3.90sec L=22.759m	702
B	23	H=1.33m T=3.89sec L=16.576m	230	H=1.42m T=3.97sec L=20.942m	421	H=1.44m T=4sec L=23.204m	612
C	28	H=0.83m T=3.07sec L=9.938m	130	H=1.11m T=3.56sec L=16.578m	321	H=1.20m T=3.67sec L=19.510	512
D	45	H=0.69m T=2.75sec L=8.143m	110	H=0.69m T=2.75sec L=11.050m	301	H=0.69m T=2.75sec L=11.677m	492

Type I은 Fig. 2(a)에서 보듯이 오타방지막에 케이블(와이어 로프 사용)을 양방향으로 설치하는 것으로서 막체 하부의 체인 중량이 충분치 않을 경우 조류 및 파력으로 인한 막체 요동이 크다는 단점이 있으나 설치가 용이한 것으로 알려져 있다. Type II는 Fig. 2(b)에서 보듯이 Type I에 막체 하단부에 양방향으로 케이블을 추가 설치한 것으로 막체 하부의 체인 중량이 충분치 않을 경우라도 조류 및 파력으로 인한 막체 요동이 적다는 장점이 있으나 간조시 주 케이블(main cable) 및 보조 케이블(sub cable)의 장력감소율이 일정치 않아 거동이 복잡하게 나타난다. Type III는 Fig. 2(c)에서 보듯이 Type I에 막체 하단부에 보조 케이블을 만조위 기준으로 팽팽하게 수직으로 설치한 것으로 조류 및 파력에 대해 만조위시에는 막체 요동을 줄일 수 있으나 조류속 및 파력이 크게 작용하는 경우 막체에 부담이 되는 장력증가가 발생할 가능성이 있을뿐만 아니라 간조시 보조 케이블의 장력이 급격히 감소하여 막체의 움직임이 커진다.

본 연구에서는 오타방지막의 구조해석을 위하여 TTI(Tension Technology International)에서 개발한 CASALM (Combined Catenary and Single Anchor Leg Mooring)을 사용하였다. CASALM은 CALM, CASALM-1, CASALM-3 및 CATENARY 프로그램으로 구성되어 있으며 본 해석시 적용한 프로그램은 CALM이다.

3.2 닳가지형 앵커 기초의 지지력 평가

닳가지형 앵커기초는 수평으로 H 는 힘에 의해서 쇄기가 지반 내부로 관입되면서 지지력이 얻어진다. 닳가지형 앵커의 지지력 발현에는 많은 불확실성의 요소들이 있어서 미해군에서는 많은 시험결과를 바탕으로 점성토 지반에서 지지력 결정을 위한 설계도표를 케이블의 각도가 6° 이하인 경우에 대하여 제안하고 있다 (Herbich, 1996).

그러나, 본 연구에서 적용하는 해석대상의 모든 경우(Type I, II, III)에 대한 구조해석결과 기초와 연결된 케이블의 각도가 10° 이상으로 미해군에서 제안하는 지지력 결정을 위한

설계도표를 적용할 수 없다 (Taylor, 1987). 따라서, 본 연구에서는 보수적인 관점에서 다음과 같은 기본 고려사항을 기초로 하여 지지력 결정 방법을 제안·적용하였다.

- (1) 기초에 걸리는 하중은 유사정적하중으로 고려한다.
- (2) 하중의 방향은 기초의 길이 방향과 동일한 평면에 존재하는 것으로 가정하며, 따라서 수평하중에 대한 유효폭은 쇄기의 폭으로 고려한다.
- (3) 축방향 하중과 수평하중이 동시에 작용(복합하중)하는 경우로, 점토지반에서는 수평하중의 작용으로 기초와 지반 사이에 틈이 발생하고, 이로 말미암아 기초의 축방향 지지력(인발하중에 대한 지지력)이 감소가 우려된다. 따라서 인발하중에 대한 지지력 검토에서 기초 자체의 무게만을 고려하며 기초와 지반의 부착특성은 무시한다.
- (4) 닳가지형 앵커 기초의 상부의 봉 및 수평방향의 봉의 지지력에 대한 역할은 무시한다.
- (5) 기초지반은 비배수 상태로 고려하여 내부마찰각($\phi_u = 0$)은 없고, 비배수전단강도(S_u)를 기준으로 검토한다.
- (6) 지지력 평가를 위한 기초의 단면 및 하중 조건은 아래 그림과 같이 단순화하여 고려한다 (Fig. 3).

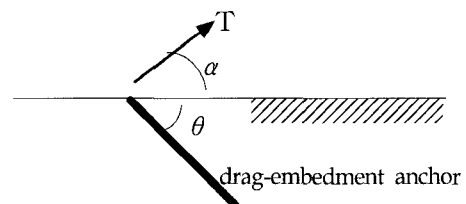


Fig. 3 Schematic diagram of drag-embedment anchor for determining holding capacity

인발하중에 저항하는 요소들을 살펴보면, i)기초 자체의 수중 무게, ii)기초의 주변마찰 저항, iii)기초 위의 파괴면 사이의 지반의 자중, iv)파괴면에서의 지반의 전단강도로 나누어

생각할 수 있다. 한편, 일반적인 말뚝기초의 경우에는 기초의 자중과에 기초의 극한주면마찰력의 1/3을 더한 값을 인발저항력으로 평가하고 있다 (권호진 등, 2001).

그러나, 인발하중과 함께 수평력이 동시에 작용하고, 기초지반이 점성토 지반임을 감안하면, 수평하중에 의하여 기초와 지반 사이에 틈이 발생하여 지반 내부에서 파괴면이 형성되지 않고 기초와 지반의 분리가 발생할 가능성을 배제할 수 없다. 따라서, 실제 거동에서는 다양한 요소들의 복합작용으로 인발저항력이 발현될 것으로 예상되나, 안전측의 설계관점에서 하중에 저항하는 요소들을 중에서 “기초 자체의 수중 무게” 만을 고려하고자 한다. 대신에, 기초의 무게에 대한 오차는 대단히 작을 것으로 예상되므로, 안전율을 1로 계산한다. 이러한 설계조건을 고려하여 식(2)와 같이 인발저항력 결정방법을 제안하였다. 한편, 기초에 사용한 재료의 허용인장강도 보다 계산된 인발저항력이 작은가를 검토해야하나, 기초의 재질이 강철(steel)이고, 자중에 의한 인발저항력만을 고려하는 경우이므로 별도의 검토는 생략하여도 무방한 것으로 판단된다.

$$V = \frac{W(1 - \frac{\gamma_w}{\gamma_f})}{F_s} = 0.868W \quad (2)$$

여기서, V = 인발저항력

W = 기초의 공기중 무게

γ_f = 기초 재료의 단위중량

γ_w = 해수의 단위중량

F_s = 안전율 (=1.0 적용)

수평하중에 대한 저항력의 검토를 위하여 가상파괴면을 가정하여야 하는데, 수동토압에 의한 직선의 파괴면으로 가정하는 것은 수평저항력을 과대하게 평가할 가능성이 있는 것으로 생각된다. 왜냐하면 기초의 폭이 작고 길이가 긴 말뚝과 유사한 형태(두부자유의 짧은 말뚝과 유사)이기 때문에 전체 단면의 전단파괴 보다는 기초와 인접한 지반에서의 국부적인 전단파괴가 우려되기 때문이다. 따라서 수평저항에 대한 유효길이를 지표면에서 기초관입의 수직거리로 보고, 기초의 폭은 쇠기의 폭(B)인 “두부자유의 짧은 말뚝”형태로 가정하고 수평방향의 지지력을 검토하여, 식(3)을 제안·적용하였다.

$$H = \frac{N_c \cdot S_u \cdot B \cdot L_{eff}}{F_s} = \frac{N_c \cdot S_u \cdot A_{eff}}{F_s} \quad (3)$$

여기서, H = 수평저항력

N_c = 지지력계수($\psi_u=0$ 임을 고려하여 5.70 적용)

S_u = 비배수전단강도

B = 기초의 폭

L_{eff} = 기초의 유효 수직 길이

A_{eff} = 기초의 유효 면적

F_s = 안전율 (2.0 적용)

3.1절에 기술한 해석조건에 대하여 CALM을 이용한 구조해석을 통하여 앵커에 작용하는 최대 인발력 및 수평력을 결정하였다. 이러한 하중조건을 만족시키는 닛가지형 앵커 기초의

유효면적 및 자중을 식(2) 및 식(3)을 적용하여 결정하였으며, Table 3에 결과를 정리하였다.

Table 3 Analysis results of drag-embedment anchors

zone	type	cable	maximum force on the anchor results from structural analysis		required conditions of drag-embedment anchors	
			uplift force (Kg)	horizontal force (kg)	area (m ²)	weight (kg)
A	I	14mm	1261	2465	3.14	1453
B			792	2467	3.14	913
C			1181	2459	3.13	1361
D			2453	4920	6.26	2827
A	II		1597	3699	4.71	1840
B			1426	3709	4.72	1643
C			733	1851	2.36	845
D			737	1848	2.35	850
A	III		2084	6364	8.10	2401
B			1792	2467	3.14	2065
C			1539	3188	4.06	1774
D			1539	2915	3.71	1774
A	I	18mm	1942	4061	5.17	2238
B			1254	4055	5.16	1445
C			993	2035	2.59	1145
D			4043	8109	10.31	4658
A	II		1009	4065	5.17	1163
B			1008	3052	3.88	1162
C			585	2035	2.59	674
D			498	1277	1.63	574
A	III		2084	4068	5.18	2401
B			1792	2037	2.59	2065
C			1538	2033	2.59	1772
D			1439	2491	3.17	1658

Table 3에서 살펴보면, 본 해석조건에서 모든 경우를 만족하는 닛가지형 앵커 기초의 요구조건은, 소요면적 10.31m², 소요 자중 4658kg으로 평가된다. 소요면적에 대한 요구조건을 만족시키기 위해서는 대단히 큰 단면의 닛가지형 앵커(마치 커다란 말뚝과 유사한 형태의 단면 필요)를 요구하고, 이러한 조건의 단면을 형성하는 경우 지나친 자중을 갖게되어 매우 비효율적인 설계가 된다. 따라서, 닛가지형 앵커 기초형식은 본 해석조건과 같이 천해역 점성토 지반의 기초형식으로는 부적합한 것으로 판단된다.

이러한 검토결과가 나타나게된 이유는, 대단히 보수적인 관점에서 지지력을 평가한 것과 수심이 얕은 지역에서 앵커기초에 연결되는 케이블의 각도를 크게함으로써, 상향의 인발력이 매우 크게 작용하는 것이 주요 원인으로 생각된다. 따라서, Table 1에 나타내었듯이 상향의 인발력에 대한 저항성이 우수한 중력식 앵커(gravity anchors) 또는 forced embedment

anchors (판 또는 말뚝 형식)의 적용성을 검토할 필요성을 확인하였다. 한편, 본 논문에서 제안한 지지력 평가 방법은 매우 보수적이 관점에서 제안된 것이기 때문에, 닛가지형 앵커기초를 적용하고자 하는 경우에는 시험시공을 통한 엄밀한 지지력 평가가 중요할 것으로 생각된다.

3.3 콘크리트 블록 기초의 지지력 평가

점성토 지반에서 중력식 콘크리트 블록 기초의 지지력은 수직 인발 저항력은 식 (4)를, 수평 저항력은 식 (5)를 적용하였다. 인발 저항력(식 (4))은 블록 기초의 자중만을 고려한 것으로, 기본적으로는 닛가지형 기초와 동일한 개념을 적용하여 도출하였다. 수평지지력(식 (5))은 기초 바닥면의 비배수 전단강도와 기초 측면의 수동과괴를 고려하여 제안된 것이며 (Herbich, 1996), 수동과괴면 양 단부의 전단강도 특성을 무시한 다소 보수적인 지지력 평가 방법이다.

$$V = \frac{W(1 - \frac{\gamma_w}{\gamma_f})}{F_s} \tag{4}$$

여기서, V = 인발저항력
 W = 기초의 공기중 무게
 γ_f = 기초 재료의 단위중량
 γ_w = 물의 단위중량
 F_s = 안전율 (=1.0 적용)

$$H = \frac{S_{uz}(A) + K_p(S_{ua})(z)B}{F_s} \tag{5}$$

여기서, H = 수평저항력
 S_{uz} = 기초 바닥의 비배수 전단강도
 A = 기초 바닥의 면적
 K_p = 수동토압계수
 S_{ua} = 평균 비배수 전단강도
 z = 기초의 근입 깊이
 B = 기초의 폭

기초의 근입깊이는 기초가 소요의 지지력에 해당할 때까지 자중관입하는 것으로 고려하여 식 (6)의 조건으로부터 결정하여 적용하였다.

$$S_u(kg/m^2) = 146z + 276 = \frac{W'}{N_c A} \tag{6}$$

여기서, z = 기초의 근입 깊이
 W' = 기초의 수중무게
 N_c = 지지력 계수
 A = 기초의 단면적

Table 3에 나타내었던 여러 해석조건을 만족시키는 중력식 콘크리트 블록 기초의 단면과 무게를 식 (4) 및 식 (5)를 적용하여 검토하여 Table 4에 정리하였다. 이때 콘크리트 블록기초의 단면은 정사각형으로 가정하여 계산하였으며, Herbich

(1996)은 수평지지력 계산에서 수동토압계수를 보수적인 관점에서 2.0으로 제안하였고, 본 연구에서도 이를 적용하여 지지력을 평가하였다.

Table 4 Analysis results of concrete gravity anchors

구 분	maximum force on the foundation results from structural analysis		required conditions of concrete block foundations		
	uplift force (Kg)	horizontal force (kg)	horizontal		uplift
			width (m)	depth (m)	
Type I, 14mm	2453	4920	0.51	3.89	2453
Type II, 14mm	1597	3709	0.42	5.13	1597
Type III, 14mm	2084	6364	0.42	4.07	2084
Type I, 18mm	4043	8109	0.61	6.07	4043
Type II, 18mm	1009	4065	0.30	2.15	1009
Type III, 18mm	2084	4068	0.49	3.22	2084

계산에 의해서 결정된 기초의 최소 요구 폭을 적용하는 경우 예상되는 관입 깊이가 기초의 폭보다 커서, 콘크리트 블록 기초는 마치 말뚝기초와 같은 형상을 갖게 될 것이다. 이러한 조건에서는 수중으로 길이 방향으로 콘크리트 블록 기초가 설치되지 못하고(인위적으로 관입을 유지하지 않는다면) 옆으로 누워버릴 것으로 예상된다. 따라서 예상되는 관입 깊이가 기초의 폭보다 작을 것으로 예상되는 범위까지 기초의 폭을 증가시킬 필요성이 있을 것으로 생각된다. 그러나 기초의 폭을 이러한 이유 때문에 증가시키면 자중이 지나치게 커지므로 비효율적이다. 따라서, 콘크리트 블록의 자중 증가를 억제하면서 폭과 높이를 증가시키기 위해서는 기초 블록의 중앙부분을 비워두는 suction 콘크리트 블록 기초와 같은 단면을 형성함으로써 효율적인 설계가 가능할 것으로 생각된다.

Suction 케이슨 기초(또는 suction 말뚝 기초)에서 suction이라는 의미는 설치시에 작용하는 케이슨 두부에 작용하는 suction과 인장하중 작용시에 유발되는 suction에서 유래되었다. 이러한 suction 케이슨은 대형의 케이슨의 설치를 용이하게 하고, 인발하중 작용시 유발되는 suction은 지지력 증가에 효과적인 역할을 한다. suction 케이슨을 처음으로 적용한 것은 케이슨 기초 설치의 용이성 증진이 주목적이었으며 인발하중에 대한 지지력은 고려되지 않았다.

본 연구에서 천해역 점성토 지반의 효과적인 오타방지막 기초 형식으로 제안하고자 하는 suction 콘크리트 블록 기초는 Fig. 4와 같은 형상이며, 일반 콘크리트 블록 기초와 비교하면 상부에 설치시 콘크리트 블록 기초 내부에 포획된 공기의 배출과, 회수시 압축공기(또는 수압)의 투입을 위한 구멍을 설치하고, 기초의 바닥면을 개방하고 있다는 것이다. 이러한 특징들로 인하여 일반적인 콘크리트 블록 기초에 비하여 다음의 장점이 기대된다.

- (i) 대형의 기초 단면이 적용되는 경우, 기초 하부의 단면적이 작아 설치의 용이성이 증진된다.
- (ii) 인발하중 작용에 대한 suction의 유발로 지지력 증가의 효과가 기대된다.
- (iii) 회

수시, 기초내부에 압축공기를 가하면 대단히 큰 상향의 인발력을 얻을 수 있어 회수의 용이성이 증진된다.

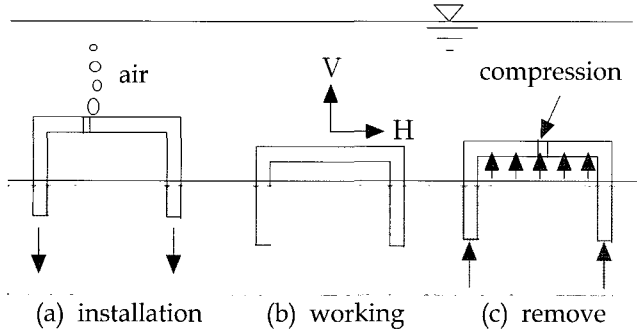


Fig. 4 Hollow suction concrete block anchor

Suction 콘크리트 블록 기초의 인발하중에 저항하는 요소들을 살펴보면, i) 기초 자체의 수중 무게, ii) 기초의 주면마찰 저항, iii) 파괴면에서의 지반의 전단강도, iv) 기초 내부에 포획된 토체의 무게, v) suction에 의해 유발되는 저항력 등으로 나누어 생각할 수 있다. 그러나, 축방향 하중과 수평하중이 동시에 작용(복합하중)하는 경우로, 점토 지반에서는 수평하중의 작용으로 기초와 지반 사이에 틈이 발생하고, 이로 말미암아, 보수적인 관점에서, 기초의 자중을 제외한 나머지 지지력 저항의 요소들을 설계에 반영하기는 어려울 것으로 생각된다. 또한 수평하중에 대한 저항력은 식(4) 및 식(5)에 나타내었던 중력식 콘크리트 블록 기초와 동일하게 고려할 수 있을 것으로 생각된다.

4. 결 론

점성토 지반에 설치되는 오탁방지막 앵커 기초의 형식에 따른 주요 특징과 설계기법 검토를 통하여 다음의 결론을 얻을 수 있었다.

(1) 기초와 연결된 케이블의 각도가 상당히 큰(6° 이상) 경우 즉, 천해역 점성토 지반에서, 닻가지형 앵커기초의 지지력 평가 방법을 식 (2) 및 식 (3)과 같이 제안하였다.

(2) 천해역 점성토의 기초에서는 소요의 단면조건을 만족시키기 위한 소요자중이 지나치게 크게 결정되는 것으로 나타나 닻가지형 앵커기초 및 중력식 콘크리트 블록기초의 적용성이 매우 떨어지는 것을 확인하였다.

(3) 따라서 천해역 점성토 지반에 설치되는 오탁방지막 기초의 형식은 소요의 단면조건을 만족시키면서 자중을 효과적으로 경감하기 위하여 블록의 중앙부분을 비워두는 Suction 콘크리트 블록 기초와 같은 단면형태가 가장 적합한 것으로 판단된다. 또한 Suction 콘크리트 블록 기초는 설치과정, 지지력 발현, 회수 측면에서도 중력식 콘크리트 블록 기초보다 적용성이 우수할 것으로 기대된다.

후 기

본 논문은 동의대학교 연구비(2002AA137)로 지원되었으며 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

- 강호윤, 이익효 (1998), "해저지반의 액상화와 해안구조물 기초의 안정성", 한국해양공학회지, 제12권, 제1호, pp 143-152.
- 권호진, 김동수, 박준범, 정성교 (2001), 기초공학, 구미서관.
- Berteaux, H.O. (1975). Buoy Engineering, Wiley-Inter Science Pub. New York.
- Choi, Y., Lee T.H., Park J.B., Kang D.J. and Chung E.S. (2002). "Field Validation of Suction File Installation in Clay", 12th International Offshore and Polar Engineering, Conference, Kita-Kyushu, Japan, pp 815-819.
- Herbich, J.B. (1996). Handbook of Coastal and Ocean Engineering: Harbors, Navigational Channels, Estuaries, Environmental Effects, McGraw Hill Publication.
- Taylor, R. and Valent P. (1984). Design Guide for Drag-Embedment Anchors, Technical Note N-1688, Naval Civil Engineering Laboratory, Port Hueneme, CA, U.S.A.
- Taylor, R. (1987). Single and Tandem Anchor Performance of the New Navy Mooring Anchor: The Navmoor Anchor, Technical Note N-1774, Naval Civil Engineering Laboratory, Port Hueneme, CA, U.S.A.
- Tension Technology International (1997). "Combined Catenary and Single Anchor Leg Mooring Manual"

2003년 2월 24일 원고 접수

2003년 4월 30일 최종 수정본 채택