

앵커의 초기 투묘 상태에 따르는 파주운동과 파주력 특성에 대한 실험적 연구

† 이상민 · 이진아*

† 군산대학교 해양생산학과 교수, * 군산대학교 대학원

Experimental Investigation on the Embedding Motion and Holding Power of Anchor According to Initial Position

† Sang-Min Lee · Jin-A Lee*

† Dept. of Marine Science and Production, Kunsan National University, Kunsan 573-701, Korea

* Graduate School of Kunsan National University, Kunsan 573-701, Korea

요 약 : 선박은 해상에서 정박시 앵커를 이용함으로써 선박에 작용하는 외력에 대하여 주묘를 방지하고 선박의 안전성을 확보하여야 한다. 선박의 안전한 투묘 작업을 수행하기 위해서는 앵커의 파주운동과 파주력 특성에 대한 기본적인 이해가 필요하다. 앵커의 초기 투묘시 해저에서의 앵커 자세에 따르는 파주운동과 파주력 특성을 파악하기 위하여 길이 6미터의 저질이 모래인 수조에서 앵커 모형의 예인 실험을 실시하였다. 실험에 사용된 앵커 모형은 실무에서 많이 사용되고 있는 ASS형과 AC-14형 앵커를 대상으로 하였다. 실험 결과 앵커 형태와 관계 없이 앵커의 초기 위치가 예인 방향과 동일한 경우와 직각으로 놓여진 상태에서는 앵커 플루크가 최대 깊이까지 파고 들어 가고, 이 최대 깊이에서 일정한 심도를 유지한 채 파주운동을 하고 있는 것을 확인하였다. 앵커가 예인 방향과 반대 방향으로 초기 투묘된 경우 다른 초기 위치 상태에 비해서 파주력 계수 값이 작아지는 모습을 보이고 있으므로 앵커 투묘시 특히 주의를 해야 될 것으로 판단된다.

핵심용어 : 주묘, 파주운동, 파주력, ASS형 앵커, AC-14형 앵커

Abstract : The vessel should prevent dragging anchor against the external forces by utilizing the anchor and secure the stability of it. A fundamental understanding on the embedding motion and holding power of the anchor is necessary to perform the safe operating of anchor work. In this study, the embedding motion and holding power of the anchor according to an initial position in an experimental tank of 6m long in sand are tested by using two types of different anchor models(ASS and AC-14), which are generally applied to the commercial vessel nowadays. The anchor flukes seem to rotate and to be embedded into soil up to the maximum depth and maintaining a constant depth in case of the same direction and perpendicular to the towing direction, regardless of the form of an anchor. In case of the opposite direction to the towing direction, it is noted that the coefficient of holding power becomes smaller than the other initial positions.

Key words : dragging anchor, embedding motion, holding power, ASS anchor, AC-14 anchor

1. 서 론

선박은 해상에서 정박시 앵커를 이용하여 선박에 작용하는 외력에 대하여 주묘를 방지하고 선박의 안전성을 확보한다. 선박의 안전한 투묘 작업을 수행하기 위해서는 앵커의 파주운동과 파주력 특성에 대한 기본적인 이해가 필요하다. 하지만 실제 수면 아래 깊은 곳에서 운용되고 있는 앵커에 대한 파주운동 특성을 직접 확인하기에는 제약이 따르기 때문에 육상의 앵커 투묘 실험장을 활용하여 모형 앵커에 대한

다양한 실험을 통하여 앵커의 주묘 및 파주 특성 등에 관한 연구를 수행할 필요가 있다. 현재까지 수행된 대부분의 연구는 고성능 앵커의 개발(Nakayama and Wakiyama, 1987) 및 DA-1형 앵커와 같이 새로 개발된 앵커와 기존의 ASS, AC-14형 앵커와의 파주력 등에 대한 비교·검증 연구(Shoji et al., 2006; Hinata et al., 2006) 등이 있으며, 주묘와 밀접한 관계가 있는 파주 계수에 대한 연구가 수행되어 왔다(Nakamura and Honda, 1973; Jung et al., 2011). 기존의 실험 연구는 앵커가 해저에 매립된 상태에서 앵커의 예인으로

† Corresponding author : 종신회원, smlee@kunsan.ac.kr 063)469-1814

* naiana@kunsan.ac.kr 063)469-1813

(주) 이 논문은 “앵커의 초기 투묘상태에 따른 파주운동의 실험적 비교연구”란 제목으로 “2012년도 해양환경안전학회 춘계학술발표회 논문집(제주대학교, 2012.4.26-27, pp.339-341)” 및 “앵커투묘 실험시 젖은 모래와 마른 모래에서의 특성에 관한 연구”란 제목으로 “2012년도 한국항해항만학회 추계학술대회 논문집(한국해양과학기술원, 2012.10.25-27, pp.177-178)”에 발표된 논문을 수정·보완한 논문임.

인하여 발생하는 주요 및 파주력 등에 대한 해석이 주를 이루고 있다. 실무에서 선박이 안전하게 정박하는데 필요한 파주력을 충분히 확보하기 위해서는 초기 투묘 작업시 앵커가 해저에 완전히 파고 들어 갈 수 있도록 하는 전문적인 운용술이 요구된다. 이때 투묘된 앵커가 해저에 어떤 상태로 위치해 있는가에 따라서 앵커의 파주운동에 큰 차이가 발생할 수 있다. 이에 본 연구에서는 일반적으로 실제 선박에서 많이 사용되고 있는 ASS형과 AC-14형 두 종류의 앵커 모형을 대상으로 길이 6미터의 수조에서 앵커 형태별 초기 투묘 상태에 따른 앵커의 파주운동과 파주력 특성을 조사·분석하기 위하여 실험을 실시하였으며, 실험 결과에 대하여 논의하도록 한다.

2. 실험 개요

앵커의 초기 투묘시 해저에서의 앵커 자세에 따른 파주운동과 파주력 특성을 파악하기 위하여 앵커 모형의 예인 실험을 실시하였다. 실험에 사용된 앵커 모형은 실무에서 많이 사용되고 있는 ASS형과 AC-14형 앵커를 대상으로 하였으며 자세한 제원 및 모습은 Table 1과 Fig. 1에 나타내고 있다. 본 실험은 군산대학교의 앵커 예인 수조(길이 6.0m × 폭 1.5m × 높이 1.0m, 저질 건모래)에서 실시하였으며, 앵커에 연결된 와이어를 전동 윈치(1.34HP)에 의하여 예인하고, 장력계(50kgf, resolution 0.01kgf, accuracy ±0.2%)로 예인 장력을 측정하였다. 속도별 앵커의 파주운동 변화를 분석하기 위하여 3.6~18.8mm/s의 범위에서 예인 속도를 변경하였으며, 예인 각도는 해저면과 수평인 0° 및 15°(AC-14형 앵커 모델), 20°(ASS형 앵커 모델)로 설정하여 실험을 수행하였다. 예인 각도 0°는 아래쪽 도르래를 통과하도록 하였고, 15° 및 20° 예인각도는 위쪽 도르래만 통과할 수 있도록 앵커의 초기 위치를 설정하였다. 이상과 같은 실험 장치 모습을 Fig. 2에서 보여주고 있다. Fig. 3은 해저면에서의 앵커의 초기 설치 상태에 대한 그림으로서, 앵커 투묘시 앵커가 해저면에서 앵커의 예인 방향에 대해서 만들어 질 수 있는 3가지 위치, 즉 앵커 생크가 예인 방향과 동일한 방향(case 1), 예인 방향의 반대 방향(case 2), 그리고 직각인 방향(case 3)인 경우로 구분하여 초기 설치 상태를 정하였다. Case 4는 case 1과 같이 예인 방향과 동일한 방향이지만 Fig. 4의 2단계에 해당되는 것으로서 앵커 생크는 해저면에 노출되어 있고 앵커 플루크만 해저에 파고 들어간 상태를 가정하여 설정된 위치이다. 시험은 각각 3회 실시하였고 시험간 편차는 평균값의 5% 미만으로 평가되었으며, 평균값을 본 연구의 실험 분석에 사용하였다.

Table 1 Principal dimensions of model anchor

Dimensions	ASS	AC-14
W (kgf)	9.30	6.75

θ (°)	42	35
L_s (mm)	302	275
L_f (mm)	150	159
D_f (mm)	220	142

W : weight of anchor θ : fluke angle
 L_s : length of shank L_f : length of fluke
 D_f : distance of flukes



Fig. 1 ASS(left) and AC-14(right) type model anchor

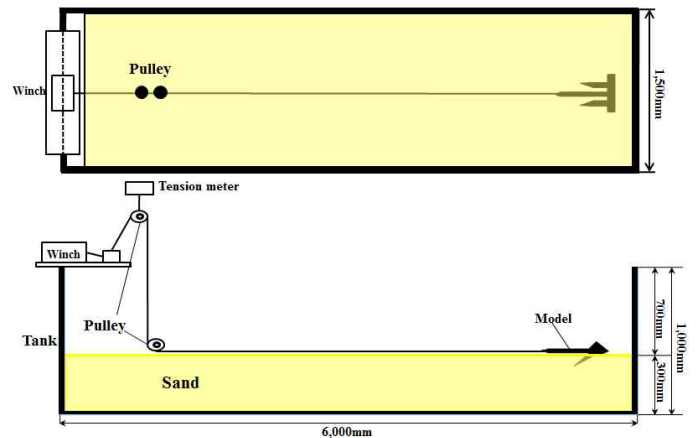


Fig. 2 Sketch of test apparatus

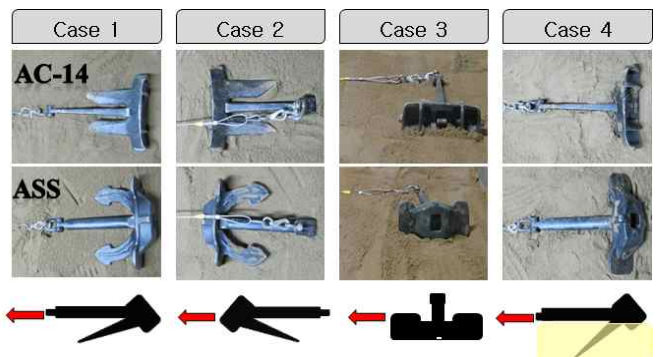


Fig. 3 Initial position of anchor model

3. 실험 결과 및 고찰

3.1 앵커의 파주운동 분석

앵커의 파주운동을 3단계로 구분하고 각 단계에서의 운동 특성을 분석해 보면 Fig. 4와 같이 표현할 수 있다. 이것을 각 단계별로 살펴보면, 1단계에서는 초기 파주 운동 단계로서 앵커 크라운 끝단부에 작용하는 모래에 의한 항력과 플루크의 자중에 의해 앵커 플루크에 회전력이 작용하여 플루크가 회전하며 파주 운동을 시작하게 된다. 2단계에서는 회전 하던 플루크가 최대 각도가 되면 플루크에 모래에 의한 항력이 작용함에 따라 앵커 핀 포인트를 기준으로 앵커 전체가 해저 속으로 파고 들어가게 된다. 그리고 마지막 3단계에서는 앵커의 파주운동이 깊어짐에 따라 앵커 생크에 작용하는 상방향 항력이 증가하게 되고, 플루크에 작용하는 하방향 항력과 서로 같아지는 힘의 평형 상태에 이르게 됨에 따라 파주 깊이가 일정한 상태로 지속되며 최대 파주력 값을 나타내게 된다(Lee et al., 2011).

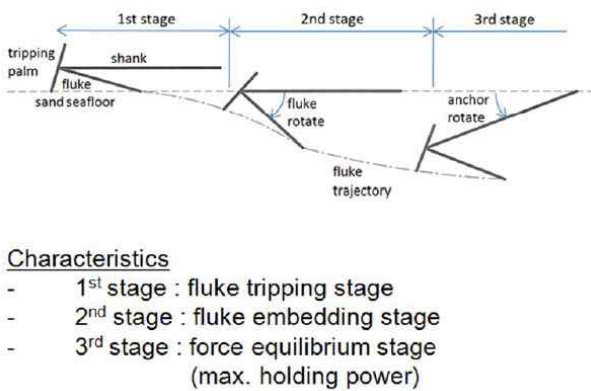


Fig. 4 Simplified embedment of anchor model (Lee et al., 2011)

현재 주로 사용되고 있는 선박의 파주력 계산식은 앵커와 묘쇄의 수중 중량 및 형태, 그리고 해저 저질로 구성되는 아래의 식이 활용되고 있다(Yoon, 2002).

$$P = W_a \lambda_a + W_c \lambda_c l \quad (1)$$

단, W_a 는 앵커의 수중 중량, λ_a 는 앵커의 파주 계수, W_c 는 단위 길이의 묘쇄 수중 중량, λ_c 는 묘쇄의 파주 계수, l 은 해저에 깔린 묘쇄의 길이를 의미한다.

그러나 해양구조물의 경우 앵커 파주력 계산식은 다음과 같이 앵커의 파주 운동에 따르는 파주 깊이가 고려되고 있다(Lee et al., 2011).

$$F = A \rho g d N \quad (2)$$

단, A 는 앵커 플루크의 면적, ρ 는 해저 저질의 밀도, g 는 중력가속도, d 는 앵커 플루크의 파주 깊이, N 은 bearing capacity factor에 해당된다.

일반적으로 선박에서 앵커 투묘시 앵커의 최대 파주력을

확보하기 위해 관용적으로 많이 사용되고 있는 후진 투묘법으로 투묘 작업을 수행할 경우, 이때 해저에서는 Fig. 4와 같이 앵커가 3단계의 파주 운동을 일으키고 있는 것으로 보인다. 1단계의 파주 운동에서는 기존의 선박 파주력 계산식인 (1)에서 표현되고 있는 것처럼 앵커의 중량이 큰 비중을 차지하고 있으나, 2단계 이후에는 식 (2)와 같은 파주 깊이가 파주력 계산시 고려되어야 할 것으로 판단된다. 따라서 초기 투묘시 해저에 놓여진 앵커의 자세에 따르는 앵커의 형태별 파주운동 특성과 파주 깊이에 대한 연구가 필요하다. 이러한 필요성에 의하여 수행된 실험 결과를 분석해 보면 다음과 같다.

Figs. 5 및 6은 ASS형과 AC-14형 앵커 모델의 초기 투묘 상태별 파주운동 특성을 비교하는 그림이다. 예인 방향은 오른쪽에서 왼쪽으로 예인되는 상황이며, 종축은 앵커 플루크가 해저를 파고 들 때의 최대 깊이를, 횡축은 예인되는 앵커의 이동 거리를 앵커 생크 길이(L_s)를 기준으로 나타내고 있다. 파주 깊이는 플루크가 지나간 자리를 측정자를 이용하여 측정하였다. 예인 속도 9.8mm/s, 예인 각도는 해저면과 수평인 0° 상태이며, 플루크의 끝단과 최초 해저면까지 측정된 값을 보여주고 있다. 다만 case 4의 경우 초기 설치된 플루크의 위치를 '0'으로 정하고 파주 운동에 따르는 변화량은 이점에 대한 상대위치로서 표시하고 있다.

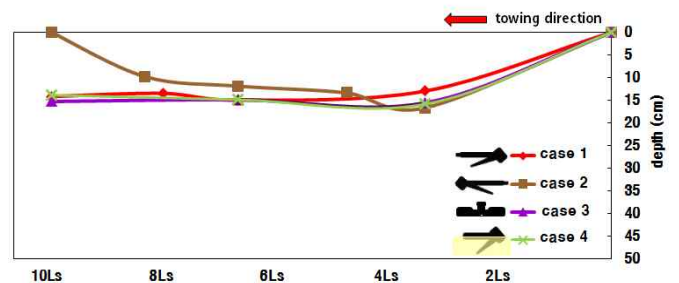


Fig. 5 Comparison of embedment of ASS anchor model

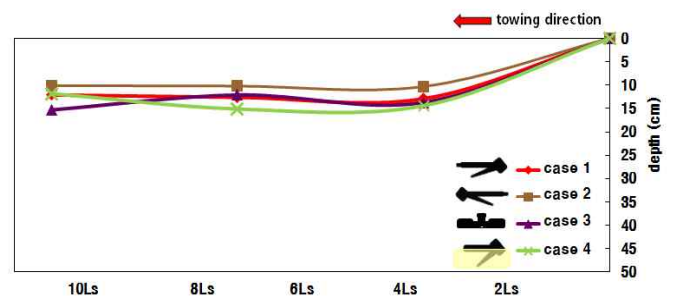


Fig. 6 Comparison of embedment of AC-14 anchor model

ASS형 모형 앵커에 대한 실험 결과인 Fig. 5를 살펴보면, 예인 방향과 반대 방향으로 놓여진 case 2를 제외하고 다른 초기 위치에서 시작된 앵커의 파주운동은 매우 유사한 특성을 나타내고 있음을 확인할 수 있다. 즉 앵커 생크 길이의 4

배가 되기 이전까지는 해저를 파고 들고 있다가 이 지점을 통과하면서부터는 계속 일정한 심도를 유지하면서 예인되고 있는 것을 알 수 있다. 반면에 case 2, 즉 예인 방향과 반대 방향으로 초기 설치된 상태에서는 $10L_s$ 지점에서 앵커가 반전 되면서 해저면 위로 노출되는 것을 확인 할 수 있었다. Fig. 7에 안정적으로 파주운동을 하고 있는 case 1(좌측)과 앵커 플루크가 반전되어 해저면에 노출되어 예인되고 있는 case 2(우측)의 실험장면을 보여주고 있다. 실험을 통하여 확인된 바와 같이 case 2의 경우 매우 불안정한 투묘상태인 것을 추측할 수 있다.

Fig. 6은 AC-14형 앵커 모델에 대한 파주운동 특성을 나타내고 있으며, ASS형 앵커와 비교했을 때 AC-14형 앵커는 초기 위치 상태와 관계없이 거의 비슷한 형태의 파주 운동 특성을 보여주고 있다. 다만 예인 방향과 반대 방향으로 놓여진 case 2의 경우 다른 초기 위치 상태의 경우보다 조금 적게 해저를 파고 들어가고 있는 것을 알 수 있다.

이상을 종합해 보면, 앵커 형태와 관계없이 앵커의 초기 위치가 예인 방향과 동일한 경우와 직각으로 놓여진 상태에서는 앵커 플루크가 최대 깊이까지 파고 들어가고, 이 최대 깊이에서 일정한 심도를 유지한 채 파주운동을 하고 있는 것으로 보여진다. 그리고 예인 방향과 반대 방향으로 놓여진 상태에서는 ASS형 앵커의 경우는 앵커 생크 길이의 10배 되는 위치에서 해저면에 노출되고, AC-14형 앵커의 경우는 해저면에 노출되지는 않지만 다른 초기 위치 상태의 경우보다 해저면을 깊이 파고 들지 못하기 때문에 상대적으로 파주력이 작아질 것으로 예측된다.

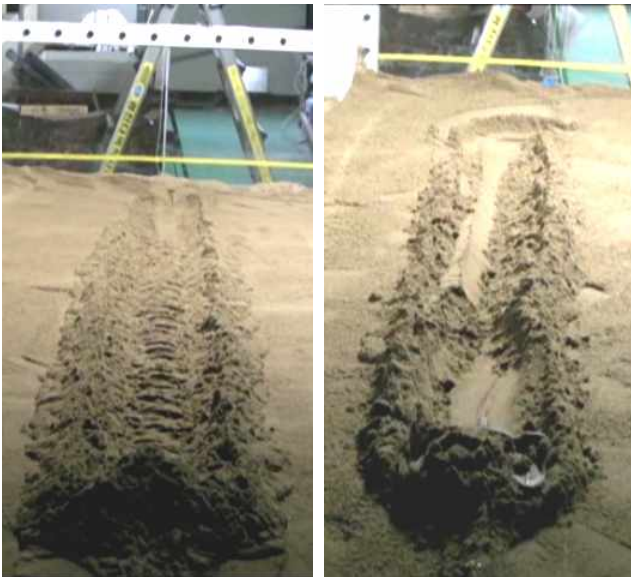


Fig. 7 Embedding motion of ASS anchor model for case 1(left) and case 2(right)

Fig. 8은 앵커의 예인 속도가 파주운동에 미치는 영향을 조사하기 위해서 실험한 실험 결과를 보여주고 있다. 앵커의 초기 설치 위치는 예인 방향과 동일한 방향으로 놓여진 case 1에 해당되며, 각각의 속도에서 플루크의 최대 파주 깊이를

나타내고 있다. 전반적으로 앵커의 형태와 큰 관계없이 비교적 일정한 파주운동을 하고 있는 것으로 보여진다. 이와 같이 앵커의 예인 속도가 파주 운동 등에 미치는 영향이 매우 미비하다는 결과는 Nakayama and Wakiyama(1987)의 실험 결과와 일치하고 있다. 다만 최대 파주 깊이는 AC-14형 앵커보다 ASS형 앵커가 조금 더 큰 값을 보여주고 있는데, 이것을 형상적인 관점에서 보면 ASS형 앵커 모형의 무게가 AC-14형 앵커 모형보다 무거우며, 플루크 앵글(θ) 값이 ASS형이 더 크기 때문에 발생하는 현상이라고 추정된다.

Fig. 9는 앵커의 예인 각도가 파주운동에 미치는 영향을 분석하기 위하여 실험한 실험 결과를 나타내고 있다. 앵커의 초기 설치 위치는 case 1에 해당되며, ASS형 앵커는 0° 와 20° , AC-14형 앵커는 0° 와 15° 로 각각 예인할 경우의 플루크의 최대 파주 깊이를 보여주고 있다. ASS형 앵커의 경우는 해저면에 수평으로 예인하는 경우(0°) 보다 경사진 상태로 예인 하는 경우(20°) 약 40% 정도 적게 해저면을 파고 들고 있으며, AC-14형 앵커의 경우에는 최대 파주 깊이가 약 65% 정도 감소하고 있는 것을 확인할 수 있다. 특히 AC-14형 앵커의 경우 ASS형 앵커보다 더 큰 감소폭을 나타내고 있으므로 이에 대한 주의가 필요할 것으로 보인다.

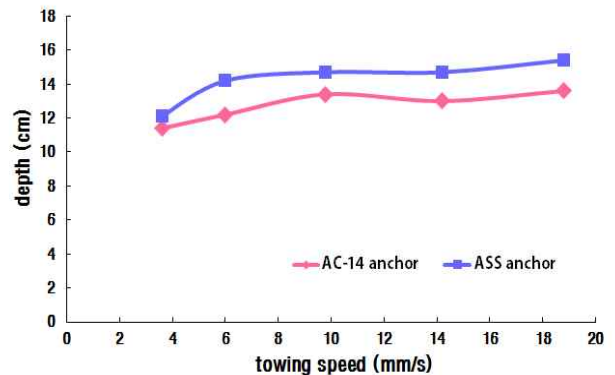


Fig. 8 Comparison of fluke depth according to towing speed

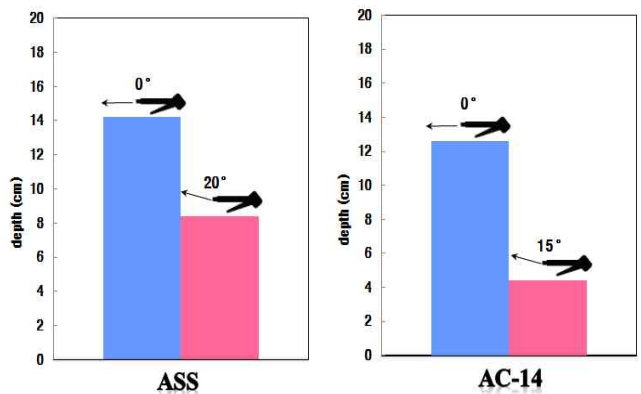


Fig. 9 Comparison of fluke depth according to towing angle

3.2 앵커의 파주력 특성 분석

Fig. 10과 Fig. 11은 실험을 통하여 측정된 파주력 특성 곡선을 나타내고 있다.

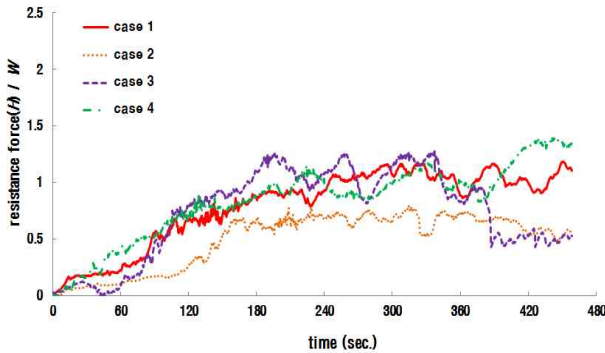


Fig. 10 Comparison of resistance force for ASS anchor model

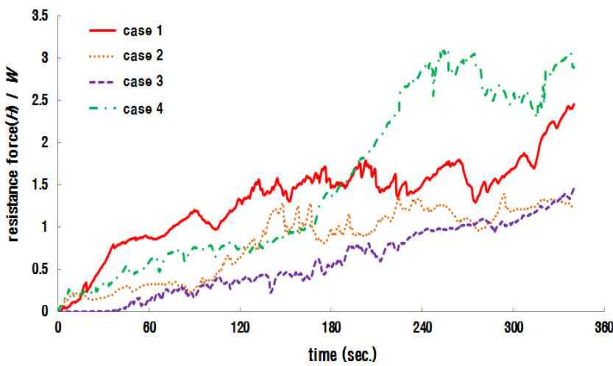


Fig. 11 Comparison of resistance force for AC-14 anchor model

최대 파주력 계수(λ_m)는 앵커의 예인 실험 중 측정된 최대 파주력(H_m)을 앵커의 공기중 무게(W)로 나누어 준 계수 값으로 일반적으로 앵커의 파주력 성능을 평가하는데 많이 사용되며 다음과 같이 구할 수 있다.

$$\lambda_m = H_m / W \quad (3)$$

또한 앵커 생크 길이(L_s)의 20배인 $20L_s$ 는 앵커의 자세 안정 성능을 평가하기 위한 유효 이동 거리로서, $20L_s$ 사이의 평균 파주력(H_o)과 앵커의 공기중 무게(W)의 비를 종합 파주력 계수(λ_o)라고 정의하며 다음과 같이 구할 수 있다 (Nakayama and Wakiyama, 1987).

$$\lambda_o = H_o / W \quad (4)$$

초기 투묘 상태별 파주력 및 안정성 특성을 파악하기 위해 ASS형 앵커와 AC-14형 앵커 모형을 대상으로 수행한 본 실험 결과는 Figs. 12와 13에 보여지고 있다.

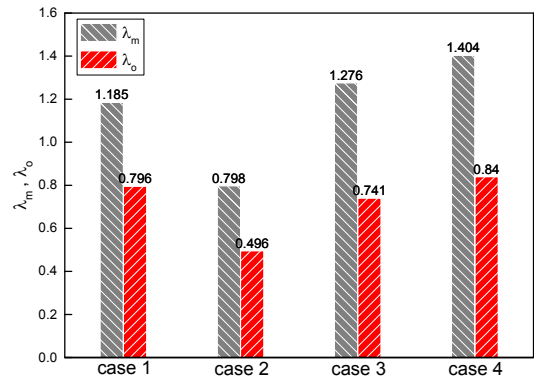


Fig. 12 Coefficients of max. holding power(λ_m) and mean holding power(λ_o) for ASS type anchor model

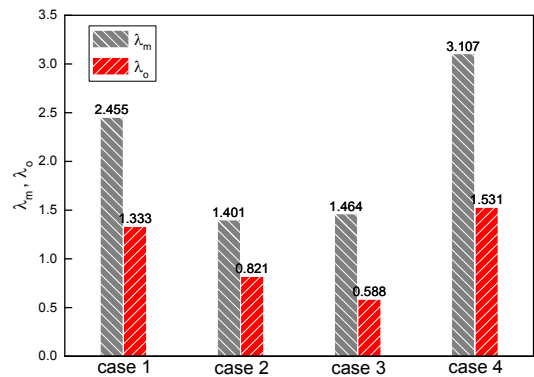


Fig. 13 Coefficients of max. holding power(λ_m) and mean holding power(λ_o) for AC-14 type anchor model

그림에서 보여지는 바와 같이 ASS형 앵커의 경우(Fig. 12) 최대 파주력 계수(λ_m)는 앵커의 예인 방향과 같은 방향으로 놓여지고 플루크가 해저에 박혀 있는 상태인 경우(case 4) 가장 큰 값을 나타내고, 앵커의 예인 방향과 직각으로 놓여진 경우(case 3), 앵커의 예인 방향과 같은 방향으로 놓여진 경우(case 1), 앵커의 예인 방향과 반대 방향으로 놓여진 경우(case 2)의 순서대로 작아지고 있다. 평균 파주력 계수 값(λ_o)은 case 4, case 1, case 3, case 2의 순서로 작아지고 있음을 알 수 있다. 예인 방향과 반대 방향으로 초기 위치가 설정된 case 2의 경우 최대 파주력 계수와 평균 파주력 계수 값이 가장 작게 분포되어 있는 것을 알 수 있다. 예인 방향과 동일한 방향으로 위치해 있는 case 1과 비교하면 최대 파주력은 약 32%, 평균 파주력은 약 38% 정도 감소되고 있다. 이러한 파주력의 차이는 수조 실험 수행시 육안으로 확인된 파주운동 특성에 기인하는 것이라고 볼 수 있다. 즉 반대 방향으로 놓여진 상태에서 앵커가 예인될 경우 일정 구간은 해저를 파고 들어 가지만 $10L_s$ 정도 되는 지점에서는 플루크의 반전으로 인하여 앵커가 해저면에 노출되어 큰 파주력을 확

보할 수 없게 되는 불안정한 초기 투묘 자세라고 분석할 수 있다.

다음으로 AC-14형 앵커에 대한 실험 결과를 살펴보면 (Fig. 13), 최대 파주력 계수는 case 4에서 가장 큰 값을 나타내고 있으며 case 1, case 3, case 2의 순서대로 점차 작아지고 있음을 알 수 있다. 평균 파주력은 case 4, case 1, case 2, case 3의 순서로 작아지고 있는 것을 확인 할 수 있다. AC-14형 앵커의 경우 예인 방향과 동일한 방향으로 초기 위치가 설정된 case 1과 case 4의 경우 다른 위치 상태보다 상대적으로 큰 최대 파주력 계수와 평균 파주력 계수 값을 나타내고 있다. 반면에 예인 방향에 반대 방향(case 2) 또는 직각 방향(case 3)으로 위치해 있는 경우에는 동일 방향에 비하여 상대적으로 작은 파주력 계수 값을 보여주고 있다. 이것은 예인 방향과 동일한 방향으로 놓여진 경우와 비교할 경우, 파주운동에 의한 파주 깊이에는 상호 큰 차이가 없지만 앵커의 초기 투묘 위치가 파주력에 미치는 영향은 상당히 크다고 추정할 수 있다. 앵커의 초기 투묘 위치와 관계없이 전체적인 파주력의 크기는 ASS형 앵커보다 상당히 큰 값을 지니고 있음을 확인할 수 있다.

ASS형과 AC-14형 앵커 모형의 초기 투묘 위치에 따르는 파주운동과 파주력 특성을 종합 비교해 보면, ASS형 앵커는 예인 방향과 반대 방향으로 초기 투묘되어 놓여진 경우, AC-14형 앵커는 예인 방향에 직각 방향 및 반대 방향으로 초기 투묘된 경우 다른 초기 위치 상태에 비해서 파주력 계수 값이 작아지는 모습을 보이고 있으므로 앵커 투묘시 특히 주의를 해야 될 것으로 보여진다.

4. 결 론

본 논문에서는 실제 선박에서 많이 사용되고 있는 두 종류의 앵커 모형을 대상으로 앵커 투묘 실습용 수조에서 앵커 형태별 초기 투묘 상태에 따르는 앵커의 파주운동과 파주력 특성을 조사하였다.

ASS형 모형 앵커에 대한 파주운동 특성을 분석해보면, 예인 방향과 반대 방향으로 놓여진 경우를 제외하고 다른 초기 위치에서 시작된 앵커의 파주운동은 매우 유사한 특성을 나타내고 있음을 확인할 수 있었다. 즉 앵커 생크 길이의 4배가 되기 이전까지는 해저를 파고 들고 있다가 이 지점을 통과하면서부터는 계속 일정한 심도를 유지하면서 예인되고 있는 것을 알 수 있었다. 반면에 예인 방향과 반대 방향으로 초기 설치된 상태에서는 10L_s 지점에서 앵커가 반전 되면서 해저면 위로 노출되는 것을 확인 할 수 있었다.

ASS형 앵커와 비교했을 때 AC-14형 앵커는 초기 위치 상태와 관계없이 거의 비슷한 형태의 파주 운동 특성을 보여주고 있다. 다만 예인 방향과 반대 방향으로 놓여진 경우 다른 초기 위치 상태의 경우보다 조금 적게 해저를 파고 들어가고 있는 것을 알 수 있었다.

앵커의 예인 속도가 파주운동에 미치는 영향을 조사한 결과 전반적으로 앵커의 형태와 관계없이 비교적 일정한 파주 운동을 하고 있는 것으로 보여진다.

ASS형 앵커의 경우 최대 파주력 계수는 예인 방향과 같은 방향으로 놓여지고 플루크가 해저에 박혀 있는 상태인 경우 가장 큰 값을 나타내고, 예인 방향과 직각으로 놓여진 경우, 예인 방향과 같은 방향으로 놓여진 경우, 예인 방향과 반대 방향으로 놓여진 경우의 순서대로 작아지고 있다. 예인 방향과 반대 방향으로 초기 위치가 설정된 경우 최대 파주력 계수와 평균 파주력 계수 값이 가장 작게 분포되어 있는 것을 알 수 있었다.

AC-14형 앵커의 경우 예인 방향과 동일한 방향으로 초기 위치가 설정된 경우 다른 위치 상태보다 상대적으로 큰 최대 파주력 계수와 평균 파주력 계수 값을 나타내고 있다. 반면에 예인 방향에 반대 방향 또는 직각 방향으로 위치해 있는 경우에는 동일 방향에 비하여 상대적으로 작은 파주력 계수 값을 보여주고 있다. 앵커의 초기 설치 위치와 관계없이 전체적인 파주력의 크기는 ASS형 앵커보다 상당히 큰 값을 지니고 있음을 확인할 수 있었다.

References

- [1] Hinata, H., Michimoto, J., Kawamura, Y., Sugiura, T. and Shoji, K.(2006), "Experimental Studies on the Holding Power of Anchors", The Proceedings of Autumn Meeting of the Japan Society of Naval Architects and Ocean Engineers, 2006A-G7-15, pp. 517-518.
- [2] Jung, C. H., Lee, Y. S., Kim, J. S. and Kong, G. Y.(2011), "A Study on the Holding Power Coefficient of AC-14 Type and ASS Type Anchor in Actual Ships", Journal of Navigation and Port Research, Vol. 35, No. 8, pp. 613-618.
- [3] Lee, J. H., Seo, B. C. and Shin, H. K.(2011), "Experimental Study of Embedding Motion and Holding Power of Drag Embedment Type Anchor(DEA) on Sand Seafloor", Journal of the Society of Naval Architects of Korea, Vol. 48, No. 2, pp. 183-187.
- [4] Nakamura, S. and Honda, K.(1973), "Experimental Study on Holding Power of Anchor", Journal of the Kansai Society of Naval Architects of Japan, No. 149, pp. 31-42.
- [5] Nakayama, K. and Wakiyama, Y.(1987), "Development of Higher Performance Anchors", Transactions of the West-Japan Society of Naval Architects, No. 75, pp. 141-154.
- [6] Shoji, K., Kiyokazu, M., Akio, K., Shigeo, M., Rei, T. and Yoshiaki, K.(2006), "On the Holding Performance of 3 Type Anchor by the Model Experiment", The Proceedings of Spring Meeting of the Japan Society of Naval Architects and Ocean Engineers, 2006E-G1-1, pp. 45-46.
- [7] Yoon, J. D.(2002), Theory and Practice of Ship Handling, Sejong Press, pp. 1-17.

Received 22 September 2014

Revised 22 November 2014

Accepted 11 December 2014