

사진측정법을 이용한 인공구조물 주변의 단기 지형변화 관측 Observation of Short Term Changes of Bottom around Structures Using a Photogrammetry

박석광¹, 김태림²

Suk Kwang Park¹ and Tae Rim Kim²

1. 서 론

오늘날 우리나라뿐만 아니라 전 세계적으로 연안 및 백사장에서 해안침식 현상이 일어나고 있으며 이로 인한 피해가 다수 보도되고 있다.

해안침식의 원인에는 지구 온난화에 의한 해수위의 상승, 폭풍, 하천에서의 퇴적물 유입 감소, 그리고 구조물에 의한 연안역 토사 이동의 왜곡 등에 그 원인이 있다(해양연구원, 2001). 최근에는 인공구조물에 의한 침식이 대부분이며 해안도로, 해안제방, 그리고 호안 전면의 해변의 침식이 해수욕장 등 해변 위락장의 소실 및 제방의 비탈갈세굴 등이 문제가 되고 있다(최영박 등, 2002). 특히, 자연재해로 인한 피해를 막고 해안의 접근을 더욱 용이하게 하기 위하여 연안에 세운 인공구조물들이 해안의 침식을 더욱 야기 시키며 결국 구조물마저 파랑에 의해 유실되고 있다. 이렇게 인공구조물들에 의한 해안침식이 가속화되는 것은 개발 이전에 해당 연안의 자연적인 특성에 대하여 철저한 사전조사가 선행되지 못하였기 때문이다. 최근에는 이의 해결을 위하여 연안 및 연안역에 일어나는 여러 현상들에 대한 다각적인 연구와 함께 좀 더 정량적인 이해를 얻기 위한 실험 및 관측분야에 많은 연구가 수행되고 있다.

해안에서의 현장관측은 여러 현상을 이해하는데 많은 도움을 주지만 매우 어려운 작업으로 소요 비용이나 기술적인 면에서 많은 부담이 된다(김태

림 등, 1998). 근래에는 서로 다른 각도에서 촬영된 2차원 영상으로부터 대상물의 좌표 값을 얻어 내서 3차원 형상으로 나타내는 사진측량기법(Photogrammetry)이 여러 산업분야에서 널리 사용되어지고 있다. 특히 디지털 카메라 제작 기술의 급속한 발전으로 인하여 사진측량기법은 이전의 광학 정밀 측정을 능가하는 정확도를 제공해준다(우성현 등, 2002).

본 연구에서는 사진측량기법을 이용하여 만조 시 짧은 시간동안 파랑이 인공구조물 주변에 미치는 영향을 알아보기 위해 대천해수욕장의 백사장에 세워진 인공구조물 주변에 만조 전과 후를 일반 상용 디지털 카메라로 촬영하여 구조물 주변의 미소한 모래 변위량을 비교, 분석하였다.

2. 연구방법

해안에 인공구조물을 설치하기 전에 그로 인한 효과를 극대화하고 또한 환경피해를 최소화하기 위하여 일반적으로 수리모형실험, 수치모델 그리고 현장관측이 수행된다. 그러나 수리모형실험의 경우 축소효과(scale effect)라는 실험자체의 한계점으로 인하여 정성적인 자료만을 제공할 뿐이며 수치모델의 경우도 아직 연안의 여러 물리 현상이나 퇴적물 등에 대한 정확한 지식의 부재로 인하여 여러 경험적인 수치에 의존함으로써 역시 신뢰성 있는 정량적인 자료를 제공하지 못한다. 현장관측

¹ 군산대학교 해양산업공학과 석사과정

² 군산대학교 해양응용공학부 해양시스템공학과 교수

의 경우 가장 정확한 답을 줄 수 있으나 주로 공사 전의 지형조사나 파장 혹은 연안류와 같은 외력조사에 치중되어 실제 구조물 건설에 따른 환경 변화에 대한 해답을 제공하지 못한다. 가장 좋은 해결책은 실제 해안에서 비슷한 규모의 인공구조물을 건설하여 장기간 그 영향을 직접 현장 관측하는 방법이나 이는 비현실적이다.

본 연구에서는 그 한 방편으로 실제현장에서 단기간의 인공구조물 주변의 지형을 정밀 관측함으로써 이를 장기 지형변화 예측에 활용하는 방안을 제시한다.

백사장에 세워진 구조물 주변의 미소한 모래 변위량을 관측하기 위해선 정밀측량기기를 이용한 관측 방법이 있으나 관측 대상 지역이 백사장과 같은 연약지반이기 때문에 target점이 모래 속에 쏙히는 오차와 함께 인력 투입에 따른 지형의 미소한 변위가 발생할 수 있다. 특히, 실험대상 지역이 관광지의 경우 백사장의 모래가 유실되면 즉시 복구하는 경우가 많아서 장기관측의 경우 순수한 자연적인 요인에 의한 변화량을 추산하는 것은 기대하기 어렵다. 따라서 자연적인 요인에 의한 지형변화만을 관측하기 위해서는 인공적인 효과가 배제된 단기간 동안의 관측이 이루어져야 하며 이러한 변화는 미소하기 때문에 정밀한 관측이 이루어져야 한다.

본 실험에서는 구조물 주변의 백사장에 임의의 부채꼴 모양의 격자를 만들고 그 격자 위에 target점들을 설치하여 만조 전과 후의 짧은 시간동안 관측하였고, 사진계측 프로그램으로 좌표 값을 획득하였다. 만조 전·후에 얻어진 관측 값을 토대로 향후 관측지역의 구조물 주변의 변화와 구조물이 미치는 영향을 예측할 수 있다.

2.1 좌표계 제작

이번 연구에서 가장 중요한 것은 정확한 좌표값을 얻어내는데 있다. 또한 연구에 사용된 사진측량 프로그램은 2개의 정확한 좌표축과 정밀하게 교정된 Scale Bar의 크기를 입력해주면 target들의 좌표와 거리 등을 획득할 수 있다. 연구대상이 된 지역은 구조물이 백사장 위에 세워졌기 때문에 해수면과 완전한 평행을 이루고 있지 않다. 구조물 자체가 기울어져 있어 그로 인해 발생된 오차를 감안하여 오차를 보정해 줄 수 있는 좌표계의 제작이 필요하다. 정확한 좌표축을 결정해 주기 위

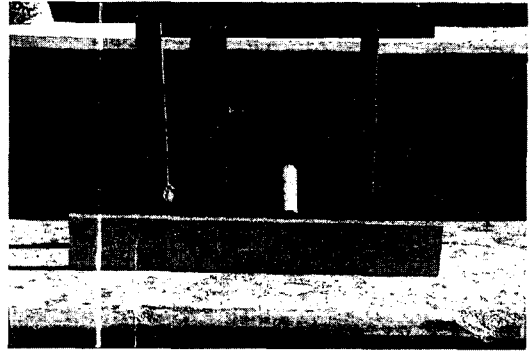


Fig. 1. 본 연구에 사용된 좌표계

하여 낙하하는 모든 물체는 동일하게 지구 중심방향으로 향하는 원리를 바탕으로 추와 직각자를 이용하여 좌표계를 제작하였다. Fig.1과 같이 추가 향하는 방향과 직각자의 세로부분을 일치시켜 준다면 확실한 2개의 축을 가지게 되며 이 축을 기준으로 좌표 값을 정확한 값으로 추출할 수 있다.

2.2 카메라 교정

사진 측정법은 카메라를 정밀 측정 장치로 사용하는 만큼 실제 측정 작업에 앞서 카메라 자체에 대한 교정 작업이 요구된다. 카메라 교정은 사용될 카메라의 특성을 결정짓는 렌즈의 초점거리(Focal Length), 이미지크기(Format Size), 중심점(Principal Point) 및 렌즈의 왜곡치(Lens Distortion) 등의 값들을 알아내어 미리 소프트웨어에게 측정된 값들을 알려주는 과정이다.

본 연구에서는 사진 측량기법의 상용 패키지인 "Photomodeler Camera Calibrator"가 제공하는 교정 절차와 방식을 따라 격자무늬 슬라이드를 프로젝트로 투사하여 총 8장의 서로 다른 각도의 이미지를 얻어냄으로써 교정 작업을 수행하였다.

2.3 정확도 검증 실험

앞서 언급한 바와 같이 미소한 모래 변위량을 관측하기 위해선 target들의 정확한 좌표 값을 획득하는데 있다. 이번 연구에서 이용된 사진계측 프로그램의 정확도를 검증하기 위한 방법으로 실내에서 정확도 검증 실험을 실시하였다. 정확도 검증은 동일한 target들을 정밀 측정기와 계측 프로그램과의 비교를 통하여 규정하였다. 동일지

Table 1. 측량기기와 계측프로그램의 고도 값 및 target들 간의 차이 값 (unit : m)

		1	4	7	10	13	2	5	8	11	14	3	6	9	12	15
측량기기	측정치	0.190	0.185	0.181	0.178	0.181	0.190	0.180	0.177	0.179	0.181	0.186	0.182	0.178	0.178	0.18C
	편 차	-0.005	-0.004	-0.003	0.003		-0.010	-0.003	0.002	0.002		-0.004	-0.004	0.000	0.002	
계측기기	측정치	0.411	0.406	0.402	0.400	0.401	0.414	0.405	0.401	0.401	0.402	0.410	0.405	0.402	0.401	0.401
	편 차	-0.005	-0.004	-0.002	0.001		-0.009	-0.004	0.000	0.001		-0.005	-0.003	-0.001	0.000	

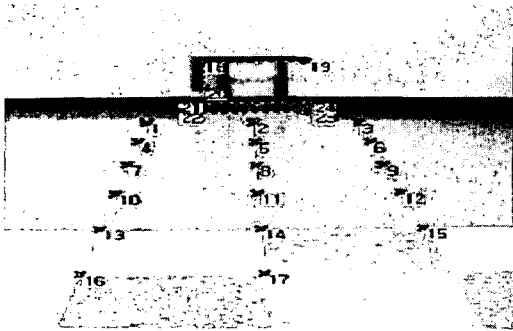


Fig. 2. 정확도 검증 실험 target point

점에서 측량기기와 계측 프로그램과의 측정값이 일치하다면 사진계측 프로그램의 측정값을 신뢰할 수 있다.

정확도 검증 실험은 군산대학교 해양과학대학 1호관 6층 로비에서 이루어졌고 동일 지점 상에 target들을 설치하였을 경우와 설치하지 않았을 경우 두 가지 경우로 나누어 실시하였으며, target들을 정밀 측량기기와 계측 프로그램 상에서 측정한 값을 서로 비교하였다.

2.3.1 target 설치 전

본 연구에서 이용될 target은 일반 가정에서 사용하는 오프너이다. Fig.2에서와 같이 한 변이 45cm인 로비 바닥의 타일 교차지점을 target으로 정하여 3x5 배열로 측정하였고, 3개의 Line으로 구분지어 수직방향(Z방향)의 측정값과 target들 사이 차이 값을 Table.1에 도시하였다. 비교 결과 측량 기기의 최대 편차는 1, 8 간에서 발생하였고, 계측 프로그램의 최대 편차는 2, 10 간에서 발생하였으며, 그 차이 값은 각각 1.4cm로 동일했다. 동일 지점의 측정값을 비교해 보았을 때 최대 편차는 2mm의 오차가 발생하였다. 측정된 값들을 통하여 평평하게 보이는 바닥이 굴곡이 있음을 알 수 있었으며, Fig.3에서 도식적으로 나타내었다.

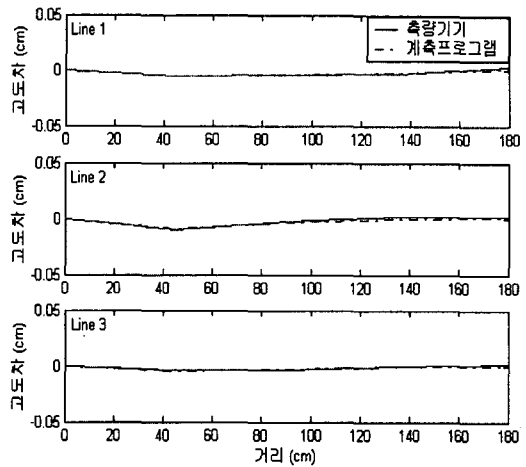


Fig. 3. target설치 전 측량기기와 계측 프로그램과의 측정값 비교

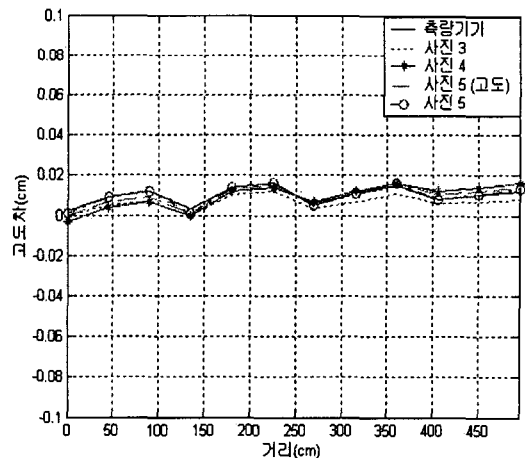


Fig. 4. target설치 후 측량기기와 계측 프로그램과의 측정값 비교

2.3.2 target 설치 후

앞서 제시한 또 다른 방법은 현장에서 사용될 target을 동일 지점에 설치하여 이를 비교하는 것이다. 또한, 카메라의 위치가 target들의 좌표에 설치하여 이를 비교하는 것이다. 또한, 카메라의 위

치가 target들의 좌표에 영향을 미치는지 알아보기 위하여 카메라 고도를 다르게 하여 촬영하였고, 사진 촬영 각도 및 사진 수를 달리하여 3개의 프로젝트를 만들어 각각을 모델링 한 후 좌표 값을 획득하였다. 좌표 값 중에서 수직방향(Z방향)의 측정치만을 추출하여 정밀 측정기기의 측정값과 비교하였다. 비교결과 프로그램 상에서 프로젝트를 생성하기 위한 사진 수와, 카메라의 위치(촬영 각도 및 고도), 그리고 물체의 크기 등이 정확도에 영향을 주었다. 즉, 사진 수가 적고 카메라의 각도가 작으며 물체의 크기가 작을수록 오차는 더 크게 발생하였다. 하지만 최적의 조건(사진 수 4~6장, 각도가 90도를 이루며 다각도로 촬영, 사진 상에 피사체의 크기)을 만족시킨 경우 최대 1mm의 오차가 발생하였다. 계측 프로그램과 측정 기기와의 측정값을 Fig.4에서 도시적으로 나타내었다.

3. 현장 관측 방법

본 연구에서 구조물 주변의 미소한 모래 변위량을 관측하기 위하여 다음과 같은 실험을 하였다.

3.1 target point 설치

앞서 언급했듯이 target은 2차원 영상을 3차원 형상으로 나타내기 위해 계측 프로그램 상에 좌표 점을 인식시켜 주기 위하여 설치하는 것이다. 격자는 실내에서와 같이 일정한 지점에 동일하게 설치하면 더욱 정확한 측정값을 얻을지만, 현장 관측에서는 동일한 지점에 target을 설치하기는 매우 어렵다. 따라서 일단은 관측 대상 구역의 경계 부분에 말뚝을 박아서 줄로 연결한 후 일정한 거리 간격으로 격자를 형성하였으며, 만조 전·후의 비교를 위해서는 새로이 보간법을 사용, 동일한 격자로 표시하였다.

target은 정밀 측량을 위해 제작된 target도 있지만 본 실험에서는 일반 가정에서 사용하는 오프너를 사용하여 만조 전·후 각각 임의의 배열로 설치하였다. 설치된 target을 사진계측 프로그램 상에서 좌표 점으로 인식시켜주어 좌표 점들을 획득하여 만조 전·후의 모래의 변위량을 비교, 분석하게 되는 것이다.

4. 결 론

본 연구에서는 인공구조물 주변에서의 지형변화를 예측하는 한 방법으로 단기간 동안의 구조물 주변의 지형변화를 정밀 관측하여 이 결과를 이용하여 장기적인 변화추세를 정량적으로 추산하는 방법을 제안하였다. 다시 말해서, 현장에서 공간 축소율이 1인 수리모형실험을 통하여 장기 변화를 예측하는 것이다. 이 경우, 시간 축소는 어려우므로 정밀한 관측이 선행되어야 한다.

오차 검증을 위하여 단단한 시멘트 공간에서 검증 실험을 하였으며 또한 현장에 적용하였다. 현장 적용의 경우 오차확인이 미흡하여 추가적인 현장 실험이 필요하며 다음과 같은 문제점이 해결되어야 한다.

첫째, 실험실에서의 퇴적물 이동 실험과 마찬가지로 모래의 수분함유 상태가 동일한 상태에서 일관성 있는 관측이 이루어져야 한다.

둘째, 이 사진 측정법은 기준 좌표축을 정확히 선정하는 것이 매우 중요하다. 본 연구에서 제작한 좌표계는 실험실 적용에는 문제가 없었으나 현장에서는 보다 큰 좌표계를 사용하여야 할 것으로 보인다.

셋째, 본 실험에는 별도로 target을 사용하였으나 보다 정밀한 관측을 위해서는 target을 사용하지 않거나 염류와 같이 오차를 줄일 수 있는 방법을 사용해야 할 것이다.

참고문헌

- 김태림, 이광수, 서경덕, 1998. 비디오 모니터링을 이용한 연안환경 관측기술에 대한 고찰, 한국해안·해양공학회지, 10(1), pp. 45-53
- 우성현, 김홍배, 문상우, 김규선, 2002. 사진측량법을 활용한 다목적 실용위성 2호 고해상도 카메라 접합면의 정밀 측정, 항공학회, 9808.
- 해양연구원, 해양과학총서, 2001. vol. 6, 연안개발 pp. 25-43
- 최영박, 윤태훈, 지흥기, 2002. 해안과 항만공학, 문운당.