

해안선 추출 모니터링에 의한 단면 변화 분석

Section Change Analysis by coastline extraction monitoring of Haeundae beach

김용석¹⁾ · 박운용²⁾ · 정창식³⁾ · 김희규⁴⁾

Kim, Yong Suk · Park, Woon Yong · Chung, Chang Sik · Kim, Hee Kyu

- 1) 동아대학교 토목공학과 박사과정(E-mail : rosekys@smail.donga.ac.kr)
- 2) 동아대학교 공과대학 토목해양공학부 교수(E-mail : uypark@daunet.donga.ac.kr)
- 3) 동의대학교 도시·환경연구소 교수(E-mail : gp0327@kornet.net)
- 4) 경남정보대학 건설정보과 교수(E-mail : Kimhg51@hanmail.net)

요 지

우리나라 대표적인 해운대 해수욕장은 백사장의 길이가 현재 약 1,400m, 폭은 35~45m, 평균수심은 약 1m에 달하는 대규모 해수욕장이다. 그리고 수심이 낮고 조차가 적으며, 수온이 따뜻하여 천혜의 조건을 갖춘 한국 최대의 해수욕장으로 한해 약 1200만 명이 넘는 관광객이 찾는 대표적인 명소이기도 하다. 그러나 지난 수십 년간의 해변 유실로 인한 해수욕장의 존립자체의 위기가 현실화 되고 있다.

해수욕장의 모래유실은 다년간에 걸쳐 진행되고 있으며, 여러 요인에 의하여 해안선의 위치와 폭이 달라지고 있다. 본 논문에서는 부산지역의 해운대 해수욕장을 선정하여 실험지역에 대한 측량을 RTK 방식으로 4개월간 3회에 걸쳐 실시하였다. 측량결과 1, 2, 3차에 걸쳐 총 3.36m의 해안선 증가의 효과가 나타남을 알 수 있었다. 또한, 모래포집시설을 설치하기 전, 후를 기점으로 비교한 결과를 파악하였으며, 향후 해변 유실의 원인과 방지대책, 그리고 해안선 추출의 모니터링 시스템에 대하여 모색하고자 한다.

1. 서 론

해운대 해수욕장은 해마다 모래유실로 인한 많은 경제적 피해와 자연 환경에 대한 높은 관심이 집중 되고 있는 지역이다.

종전에는 해안선 추출을 위해서는 연안 횡단면도(평균고조위[MHW])와 연안 영상(만조선[HWL])에서 조위 기준면의 교차점을 인간의 시각에 의해서 식별하는 방법을 사용하였다. 그러나 최근에는 해안선 표현법 분류에서 시각적으로 표현하기 어려운 부분을 디지털 영상처리 기법에 의한 해안선 추출 방법론이 대두 되고 있다. 또한 해안지형변화에 대한 연구는 자연현상, 지역조건, 인위적인 개발에 초점을 맞추어 다각적인 분석을 하고 있으며, 원인분석과 해석, 그리고 방지 대책 설계 이전에, 기본적인 모니터링이나 정확한 자료 수집을 위한 연구가 중요시 되고 있는 실정이다. 이에 보다 정확한 해안선의 탐지, 분포 등의 정량적 분석과 정성적인 해석이 선행되어야 한다.

본 논문에서는 해운대 해수욕장에 설치된 모래포집시설에 대한 해안선 변화 현상과 RTK-GPS를 이용하여 연안 횡 단면도를 작성한 뒤 해안선 추출을 실시하여 비교 분석하였다.

2. 실시간 이동측위 기법(RTK)

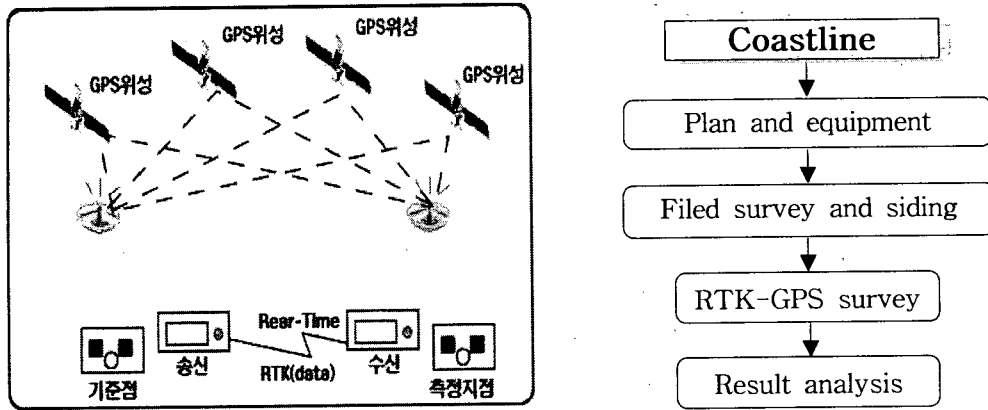


그림 1. RTK-GPS의 개념도

광범위한 관측점의 정밀 좌표들을 빠른 시간 내에 획득하기 위해서는 이동측량을 수행 하는 동시에 후처리 자료처리 기법이 갖는 정밀도에 근접한 결과를 산출할 수 있는 방법이 요구된다. 이러한 목적을 위해 개발된 것이 고정밀 이동측량 기법인 RTK(Real Time Kinematic)로서, 기본개념은 정밀한 위치를 확보한 기준점의 반송파 오차 보정치를 사용자가 무선 모뎀을 이용하여 실시간으로 수 cm의 정밀도를 유지하는 관측치를 얻을 수 있게 하는 것이다.

현재 GPS를 응용하는 여러 분야에서 DGPS와 RTK가 주로 사용되고 있으며, GIS나 측량, 항법 등 모든 응용분야가 RTK 기법의 사용에 초점을 맞추어 실용화되고 있다. 그림 1은 RTK-GPS의 개념 및 흐름도를 나타내고 있다.

3. 모래포집시설

모래포집시설은 부산 해운대 해수욕장의 백사장 보존을 위해 해수에 의해서 밀려온 모래가 쌓이도록 하는 새로운 방식의 복원시스템이다. 이것은 해운대구청에서 실시하는 해안사구 복원 사업 중의 하나로서 2005년 4월부터 6월까지 약 3개월간(80일) 해운대해수욕장 백사장에 길이 300m, 폭 50m 규모의 해안복원 시스템을 설치하였다.

이 시스템은 백사장에서 바다 쪽으로 수심 2m 깊이까지 길이 50m의 시설물을 30m 간격으로 모두 10개를 설치하였으며, 각 시설물은 3m마다 말뚝을 박고 그 사이에 그물 모양의 망을 설치하였다. 이러한 원리는 바다 속 모래가 해수와 함께 해안으로 밀려들어오다 복원시설물의 망에 걸려 바닷물은 빠지고 모래는 그대로 쌓이게 되도록 하는 원리이다. 모래포집시설은 미국의 EBR 시스템사에서 제안해 설치되어졌다. 이 시스템을 설치한 대표적인 곳이 미국 플로리다 해변의 침식된 해안에 도입해 상당한 부분이 복원되었는 사례가 있으며, 몇 주 내에 가시적인 효과가 나타나기 시작했다.

4. 실험방법 및 분석

4.1 실험대상지

해운대 해수욕장에 대한 측량을 3회에 걸쳐 실시하였으며, 1차 측량은 2005년 3월 11일, 2차 측

량은 2005년 5월 14일, 3차 측량은 2005년 6월 7일 실시하여 해안선을 추출하였다. 또한, 모래포집 시설을 설치하기 전과 후를 비교해서 그 결과를 비교 분석해 보았다.

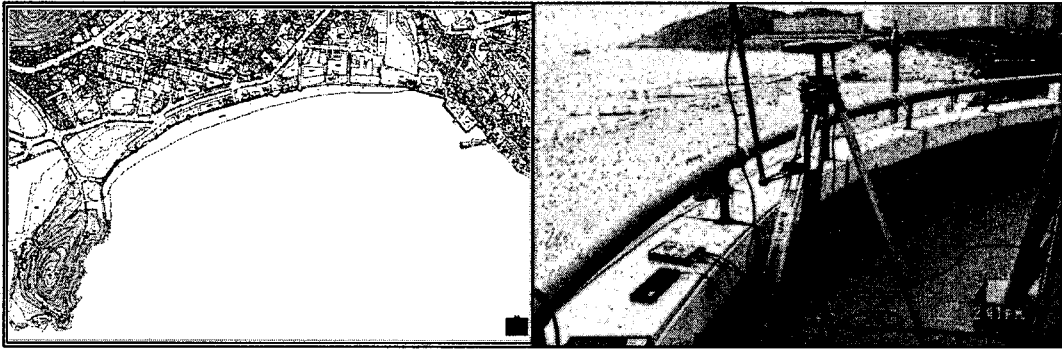


그림 2. 해운대 해수욕장의 수치지도와 Base Station 설치

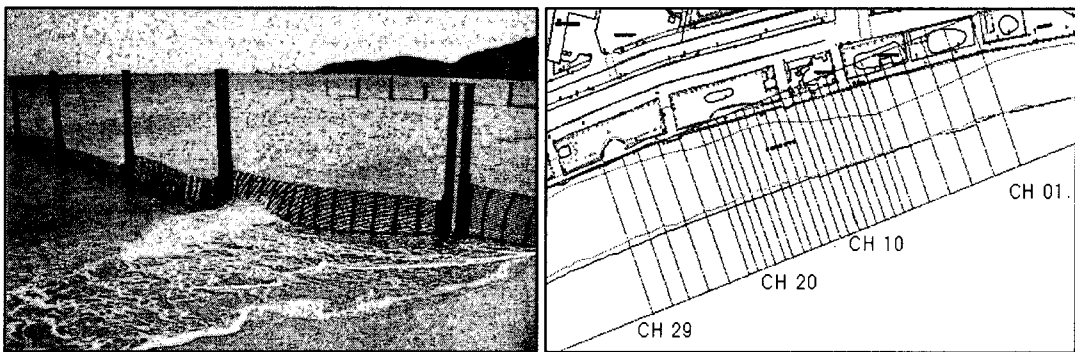


그림 3. 모래포집시설과 횡 단면도

그림 2는 실험대상지에 대한 현황평면도와 RTK-GPS 측량을 실시하였다. 모래포집시설은 그림 3에서와 같이 해안선을 따라 총 300m가 설치되었으며, 이 시설물에 대한 단면을 29개의 체인별로 (30m 간격) 그어서 횡 단면도를 나타내어 분석하였다.

4.2 실험방법

- ① 해변단면 측량은 RTK-GPS 측량방법을 이용하여 측량하였다.
- ② 해운대 해수욕장에 설치된 모래포집시설(임해봉사실 전면기준으로 좌·우 30m 간격으로 10개의 단면, 총 300m 범위)에 관련한 횡 단면도 작성을 위해서 설치된 범위에서 좌, 우측 약 150m 더 연장하여 단면측량을 실시하였고, 총 19개의 횡 단면도를 작성하였다.
- ③ 모래 포집시설 설치범위의 좌·우측(각각 150m)부분은 각 단면 당 6m 간격으로 측량하였고, 30m 간격으로 단면을 설정(좌·우측 5개 단면)하였다.
- ④ 미포방파제 등대 옆 표석T.B.M-1(M.S.L상 2.605m)성과를 근거로 기본수준면(약 최저 간조면, Approx.L.L.W)으로 결정하여 최종 결정 측심치(Datum Level(D.L.)상 3.254m)를 얻었고, 모든 측점은 D.L.상으로 결정하였다. 그리고 D.L (-)1m 정도까지 측량하였다.
- ⑤ 해안선에 대한 RTK-GPS측량을 3회에 걸쳐 실시하였으며, 기존의 수치지도와의 비교 분석 하였다.

4.3 모래포집시설 주변 1차, 2차, 3차 측량에 따른 단면 변화 분석

- ① 해운대 해수욕장에 모래포집시설 설치로 인한 해변변화를 파악하기 위하여 1차, 2차, 3차에 걸쳐 측량하여 총 29의 횡 단면도를 그림 4와 같이 나타내었다.

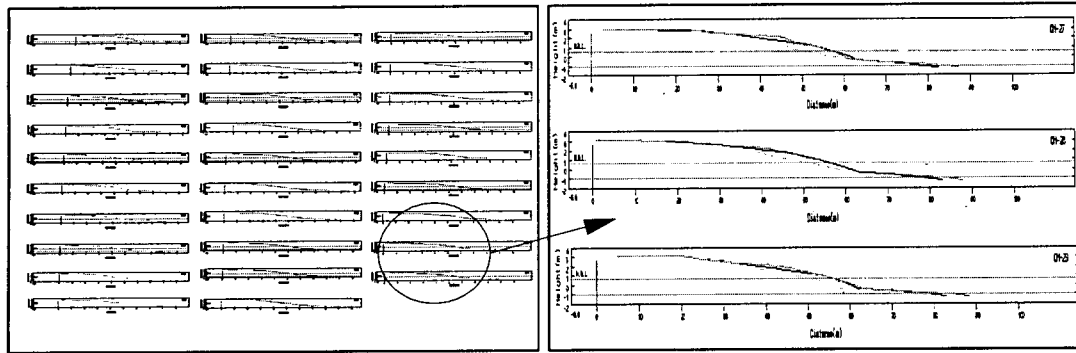


그림 4. 모래포집시설 횡 단면도(29 chain)

- ② 해운대 해수욕장 백사장 중앙(임해 봉사실) 앞을 기준으로 좌측 미포방파제 쪽에서부터 조선 비치호텔 방향으로 단면을 1~29까지 순차적으로 설정하여 측량한 결과 횡단면 1에서 14까지는 단면의 변화가 평균적으로 크지 않았음을 알 수 있었다. 그리고 횡단면 15에서 29까지의 단면에서는 M.S.L(Mean Sea Level)을 기준으로 육지 쪽으로 약 20m, 바다 쪽으로 약 5m정도까지의 높이 변화량이 평균 40~50cm 정도로 1차 측량 때보다 2차 측량의 결과가 높게 나타났음을 알 수 있었고, 최대 80cm 까지 높게 나타나는 구간도 있었다.

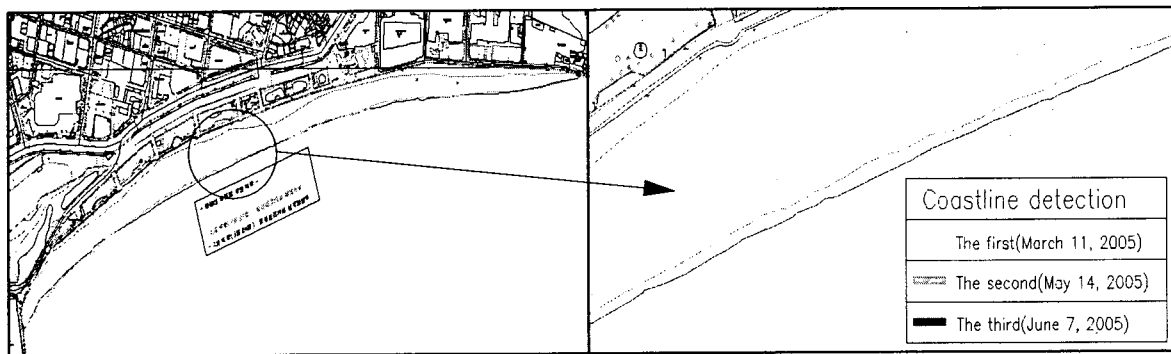


그림 5. 해안선 추출(왼쪽), 해안선 추출 부분 확대(오른쪽)

- ③ 해변 폭의 경우 M.S.L기준으로 약 4~6m 정도 증가한 결과를 보이고 있다. 전체적으로 해변 단면이 1차, 2차 측량 결과보다 3차 측량결과가 더 증가됨을 알 수 있었고, 평균적으로 약 3.4m정도의 해변 폭이 증가 하였다.(표 2) 그리고, 그림 5는 1차, 2차, 3차에 걸친 해안선 추출 결과를 나타내고 있다.

표 1. 해빈 단면 측량 결과

단면	해빈 단면 측량 결과			해빈 길이 증 감(m)	비 고
	해빈 길이(M.S.L 기준) (단위:m)				
	1차	2차	3차		
CH 1	40.7	41.1	45.0	4.3	파라다이스호텔방향
CH 2	41.5	43.6	45.2	3.7	
CH 3	42.8	44.2	44.9	2.1	
CH 4	43.9	44.2	44.6	0.7	
CH 5	44.5	45.3	44.6	0.2	
CH 6	45.4	46.1	46.0	0.6	
CH 7	45.7	46.4	45.5	-0.2	
CH 8	46.0	46.8	45.5	-0.5	
CH 9	46.6	47.5	45.9	-0.7	
CH 10	47.2	47.9	46.7	-0.5	
CH 11	46.6	47.7	47.1	0.5	
CH 12	46.4	47.8	47.6	1.2	임해봉사실
CH 13	47.1	48.5	48.6	1.5	
CH 14	42.7	43.1	44.3	1.6	
CH 15	47.5	49.5	50.0	2.5	
CH 16	47.6	49.7	50.8	3.2	
CH 17	47.4	50.3	51.8	4.4	
CH 18	47.4	50.6	52.8	5.4	
CH 19	47.9	50.8	53.8	5.9	
CH 20	47.8	51.3	54.3	6.5	
CH 21	48.3	52.3	54.9	6.6	
CH 22	48.8	52.3	55.0	6.2	
CH 23	48.1	52.8	54.8	6.7	
CH 24	49.2	53.5	55.0	5.8	
CH 25	49.5	53.6	55.2	5.7	
CH 26	50.2	55.2	56.8	6.6	
CH 27	50.8	56.2	56.7	5.9	
CH 28	50.4	56.4	56.3	5.9	
CH 29	50.4	56.0	55.9	5.5	조선비치호텔방향
평균	46.84	49.33	50.19	3.36	

4. 결론

본 연구에서는 해운대 해수욕장의 단면변화를 알아보기 위해 3회에 걸쳐 해안선 모니터링을 실시하였다. 실시 기간 중 모래유출 방지 시스템인 모래포집시설물에 대하여 RTK 측량을 실시하여 총 29개의 단면과 해안선을 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 해안선 추출을 위한 측량을 3회에 걸쳐 실시한 결과 모래포집시설을 설치한 전, 후를 비교하여 해빈 폭의 경우 4~6m 정도 증가하였다. 전체적으로 해빈단면이 1차, 2차 측량 결과보다 3차 측량결과가 높게 나타났으며, 평균적으로 약 3.4m정도의 해빈 폭이 증가함을 알 수 있었다.
2. 모래포집시설이 설치된 부분에 대한 단면을 1~29까지 순차적으로 설정하여 측량한 결과 1에서 14까지의 단면은 변화가 평균적으로 크지 않았다. 그리고 15~29까지의 단면에서는 M.S.L을 기준으로 육지 쪽으로 약 20m, 바다 쪽으로 약 5m정도까지의 높이의 변화량이 평균 40~50cm 정도로 2차 측량결과가 높게 나타났음을 알 수 있었고, 최대 80cm 까지 높게 나타나는

구간도 있었다.

3. 해마다 해운대 해수욕장에 많은 양의 모래를 양빈을 함에도 불구하고 뚜렷한 대책을 세우지 못하고 있는 현실이다. 다년간의 측량 자료와 해변 유실의 원인, 그리고 위성영상과 항공사진과의 비교 분석을 통하여 해안선 추출을 설정함에 있어 컴퓨터 시뮬레이션에 의한 모니터링을 실시하게 된다면 효율적인 대책 수립에 있어 많은 도움이 될 것으로 사료된다.

참고문헌

박운용, 기본측량학, 형설출판사, 2004.

해운대 해수욕장 연안정비사업 타당성조사 및 현지 보고서, 부산광역시 해운대구청, 2005.

최철용, 김형석, 수치지향항공사진기법을 이용한 광안리 해수욕장 해안선 변화에 관한 연구, 한국지리정보학회지, 제 4권 4호, 2001, pp. 39~50.

M. Scott Harris, Paul T. Gayes, Jack L. Kindinger, "Quaternary Geomorphology and Modern Coastal Development in Response to an Inherent Geologic Framework: An Example from Charleston, South Carolina" Journal of Coastal Research, 21-1, 2005, pp.49~64.

Jennifer L. Irish and W. Jeff Lillycrop. "Scanning laser mapping of the coastal zone: the SHOALS system", ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing, 54(2-3), 1999, pp.123~129.

Kasisuwan, "Application of remote sensing data for coastline change monitoring in lower southern of Thailand, (Pattani and Narathiwat)", the Global Change System. for Analysis, Research and Training, 1999.

David M. TralliT, Ronald G. Blom, "Satellite remote sensing of earthquake, volcano, flood, landslide and coastal inundation hazards", ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing 59, 2005, 185~198.