

## 다중관측 정보를 이용한 일산지 해안선변화 분석

### Analysis of Ilsan Beach Shoreline Change Using Multiple Observation Information

한충목

울산과학기술대학교 공간디자인학부

Choong Mok Han(cmhan@uc.ac.kr)

#### 요약

각 지자체가 관리하고 있는 해안지역은 지형적, 문화적, 경제적으로 큰 영향을 미치는 공간으로 변모하고 있다. 이러한 해안 공간에 대하여 최근 들어 공학적 측면과 경제적, 문화적 측면이 융합된 새로운 형태의 연구들이 많이 진행되고 있는 실정이다.

본 연구는 울산 동구에 위치한 일산지 해안에 대한 해안선 변화에 대하여 다중관측 정보를 이용하여 분석하였다. 해안선 분석을 위하여 VRS-RTK(Virtual Reference System by Real-Time Kinematic) 측량, 항공사진, 지상라이다 측량, 그리고 고정기준점에 의한 측량을 실시하였으며, 특히 고정기준점 설치를 통한 해안선 관측과 분석방법을 제시하였다.

다중관측정보를 분석한 결과 일산지의 경우 해안선의 중하단 부분은 침식현상(6~12m)이 나타나고 있으며, 상단부분은 퇴적현상(3~14m)이 나타남을 알 수 있었다.

■ **중심어** : | 해안선 | VRS-RTK | 항공사진 | 지상라이다 | 고정기준점 |

#### Abstract

The coastal area, which is managed by local governments, geographically, culturally and economically has been transformed into more influential space. In recent years, new type of fusion researches about coastal areas that have economic, cultural and engineering aspects, have been conducted.

In this study, the multiple observations information was used to analyze change of Ilsan beach shoreline which is located in Dong-gu, Ulsan, Korea. For the shoreline analysis, we used VRS-RTK(Virtual Reference System by Real-Time Kinematic) GPS survey, aerial photograph, terrestrial LiDAR survey and fixed reference station survey. Specially fixed reference station method was suggested for shoreline observation and maintenance.

In the case of Ilsan beach shoreline, according to the result of multiple observations information, coastline erosion(6~12m) appeared in medium and lower part and sedimentation(3~14m) in the upper part of coastline.

■ **keyword** : | Shoreline | VRS-RTK, Aerial photograph | Terrestrial LiDAR | Fixed Reference Station |

## I. 서론

울산 일산지 해수욕장은 우리나라 남동쪽 해역에 위치하고 있으며 최근 들어 중요 관광지로서의 많은 개발들을 추진하고 있다. 이러한 개발과 많은 관광객들로 인하여 일산지 해안지형의 급격한 변화가 발생되고 있지만 아직까지 일산지에 대한 구체적인 해안선 관리방안이나 기초연구 자료가 미비한 실정이다.

해안선은 장기적인 해수면 변동과 계절적인 기상변화, 그리고 인공구조물 및 관광객들의 인위적인 영향 등으로 인하여 많은 변화가 발생되고 있다. 이러한 변화를 분석하기 위하여 최근에는 다양한 기법들을 적용하여 해안선 변화 모니터링을 수행하고 있다.

Leatherman은 해안선 변화에 대하여 조석 유입구(Tidal Inlet)의 복잡한 진화과정에 대한 파악과 인위적인 양변에 따른 해안선 변화 분석, 그리고 해안침식저감 수중방파제 설치를 통한 해안선 변화를 비교하는 연구[1]를 제시하였다. 우다 다카아키는 모래해안의 침식은 지반침하나 지각변동에 따른 육지의 침강을 제외하면, 해안에서 토사수급 불균형이 원인이 되어 일어난다. 해변의 장기적인 안정성을 좌우하는 것은 연안방향으로의 모래이동이며 주로 해안표사량에 비해 하천 등에서 공급되는 토사량이 적은 해안에서는 침식이 일어날 가능성이 크다는 결과[2]를 제시하였다. 그리고 Maruyama 등은 해안선 변형에 관하여 수치시뮬레이션과 수리모형실험, 그리고 현장 측량자료 취득 등을 조합하여 분석한 연구 결과[3]를 제시하였다.

국내에서 이재원 등은 해운대 해안에 대하여 RTK-GPS(Real Time Kinematic-GPS) 측량과 다년간의 영상정보 분석 그리고 항공 라이다 측량 자료를 조합하고 분석한 결과를 제시함으로써 해안선 변화에 대한 시계열적이고 정성적인 연구들을 수행한 바 있다[4-6]. 그리고 위광재 등은 함평만 지역의 Lidar(Light detection and ranging) 데이터를 취득하고 이를 이용한 해안선 추출 알고리즘을 제안[7]하였고, 이형석 등은 강원도 연안 지역을 중심으로 DGPS(Differential GPS) 측량을 이용하여 해안의 침퇴적 양상을 분석하였다[8]. 최철웅 등은 광안리와 해운대 해안 변화를 분석하기 위

하여 수치항공사진과 GPS측량, 그리고 단빔음향측심기를 이용하여 입체적인 분석을 수행하였다[9]. 김용석 등은 항공사진을 이용하여 부산지역 5개 해안에 대하여 다양한 분석을 수행하였으며[10], 한충목 등은 송도 해안에 대하여 다년간 측정 결과를 분석하여 해안사구 이동경로를 분석한바 있다[11].

본 연구에서는 일산지의 해안선 분석을 위하여 우선 항공사진을 분석하고 VRS-RTK(Virtual Reference System by Real-Time Kinematic)측량과 지상라이다 측량을 수행하여 직접적인 해안선을 추출하였다. 그리고 고정기준점을 설치하여 지속적인 해안선 변화에 대한 자료를 분석하고자 한다.

## II. 연구방법

### 1. 실험 지역 및 자료

최근 들어 많은 관광객들이 방문하는 울산의 대표적인 휴양지로 부각되고 있는 일산지 해안으로 정하였으며, 연구 대상지[그림 1]의 해안선 변화에 대한 분석은 아직까지 수행된 적이 없는 실정이다.



그림 1. 실험지역 현황도

또한 해안선 분석에 대한 많은 연구 논문들이 있지만, 본 연구에서는 고정기준점을 설치하고 이를 장기적인 모니터링에 활용함과 동시에 다양한 측량 기법들을 적용한 결과 가장 효율적인 방안이 무엇인지 제시할 필요성이 있다고 판단되었다.

본 연구를 위하여 2004년 국토지리정보원에서 촬영한 항공사진을 이용하였고, 현지 측량은 GPS측량과 지상라이다 측량, 그리고 고정기준점에 의한 측량을 수행하여 자료를 취득하였다[표 1].

표 1. 연구자료

| 구분    |                          | 축척                      | 취득년도 |
|-------|--------------------------|-------------------------|------|
| 간접 취득 | 항공사진                     | 1:5000                  | 2004 |
|       | 수치지형도                    | 1:1000                  | 2008 |
| 직접 취득 | GPS측량                    | 2013.07                 |      |
|       | 지상라이다 측량                 | 2013.07                 |      |
|       | 고정기준점 측량 (Total Station) | 2012.07.02 / 2013.07.15 |      |

## 2. VRS-RTK 측량

가상기준점을 이용한 실시간 동적관측기법(VRS-RTK)은 네트워크 내의 실제 기준국들을 이용하여 가상의 기준국에 대한 관측 값을 이용하는 시스템이다. 현재 사용 중인 Network RTK시스템에서 가상기준점은 Multi-Reference, FKP(Flachen-Korrektur-Parameter), VRS의 3가지 방식이 있다[12][13]. 일산지 해안선 측량을 위하여 국토지리정보원에서 제공하는 실시간 GPS 데이터를 서비스하는 VRS 기법을 사용하였다. [그림 2]는 VRS-RTK 측량 모습과 처리흐름도 및 취득된 자료를 나타내었고, 이때 사용된 GPS 기기는 Sokkia사의 GRX2(L1/L2) 수신, RTK 정밀도 수평 10mm, 수직 15mm)를 이용하였다. 일산지 해안선 측량은 VRS-RTK 기법으로 해안 전체에 대한 위치자료와 국립해양조사원의 조위자료를 취득하였으며, 취득된 자료에 대하여 조위보정을 실시하였다. 그리고 중형단 설계를 통하여 최종 일산지 해안선을 도출하도록 하였다.



그림 2. VRS-RTK에 의한 해안선측량

## 3. 항공사진

연구 지역의 과거 해안선 변화 양상을 분석하기 위하여 국토지리정보원에서 제공하는 항공사진을 사용하였다(2004년 12월 10일 촬영, 27코스/86/87의 2장). 항공사진의 보정 처리를 위하여 PG-STAMMER 4.2 프로그램을 이용하였고 촬영 당시의 울산 조위관측소의 자료를 이용하여 조위보정을 실시한 결과를 사용하였다. [그림 5]는 해안선 추출 결과를 제시하였다.



그림 3. 항공사진(2004, 좌우영상)

조위 보정의 경우 조위차가 평균 30cm 이내로 매우 작을 경우 조위에 의한 영향을 고려하지 않아도 되지만 이 외의 경우에는 조위변화를 고려한 해안선을 결정하여야 한다[14]. 조위보정 방법으로 류성훈 등은 [그림 4]

와 같이 경사가 일정하다는 가정 하에 조위차의 영향에 따른 해안선 보정거리(D)를 결정하였다[15]. 연구 자료의 촬영시점의 조위는 28cm이었고, 약최고고조면의 평균조위 값은 약 61cm로 약 33cm의 조위차가 발생되었다. 실 관측에 의한 각 단면의 경사도와 해안선보정거리를 [표 4]에 제시하였다.

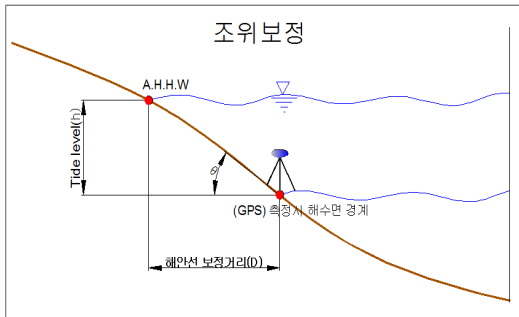


그림 4. 조위보정



그림 5. 항공사진 해안선 추출

#### 4. 지상라이다 측량

최근 들어 해안선 측량 및 관리를 위하여 지상 및 항공라이다를 적용한 연구를 많이 진행하고 있다. 본 연구에서는 Topcon사의 GLS-1500 스캐너를 사용하였고, 스캔범위는 최대 330m, 초당 약 30,000pts로 거리 정확도는 약 4mm이다. 지상라이다 측량은 총 3개 지점에 대하여 실시(상, 중, 하 부분)하였으며, [그림 7]은 취득된 데이터를 Scan Master 프로그램을 이용하여 처리된 결과를 제시하였다. 지상라이다 데이터는 정밀한 해안선의 위치결정과 3차원 지형모델 제시 등을 위하여 측정하였다.



그림 6. 지상라이다 측량

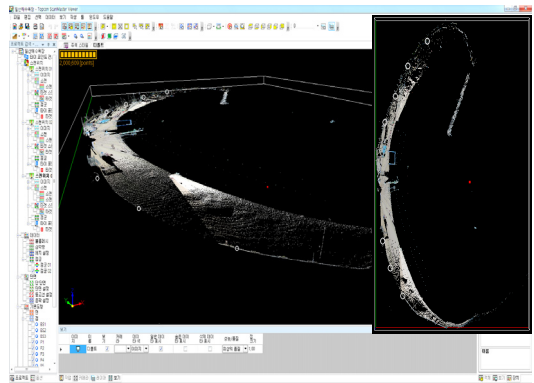


그림 7. 지상라이다 측량 결과

#### 5. 고정기준점 측량 및 좌표 취득

연구지역에는 총 9점의 고정기준점을 설치하여 2012년과 2013년, 2회에 걸쳐 측량을 실시하였다. 고정기준점을 이용한 측량 방식은 기존 해안선 측량 방법과의 병행으로 해안선 측량의 신속성과 변화모니터링의 편

리성, 그리고 관리의 효율성을 높이고자 실시하였다. [그림 8]은 고정기준점 측량모습이며, [표 2]는 취득좌표 현황과 품질상태를 제시하였다.



그림 8. 고정기준점 측량(T/S)

표 2. 고정기준점 좌표 및 RMSE 단위(m)

| 구분   | 취득년도 | 2012.07.02 | 2013.07.15 | 오차     |
|------|------|------------|------------|--------|
| CP-1 | N    | 321822.454 | 321822.470 | -0.016 |
|      | E    | 239225.797 | 239225.785 | 0.012  |
|      | Z    | 5.188      | 5.175      | 0.013  |
| CP-2 | N    | 321975.642 | 321975.630 | 0.012  |
|      | E    | 239112.211 | 239112.205 | 0.006  |
|      | Z    | 5.557      | 5.542      | 0.015  |
| CP-3 | N    | 322113.515 | 322113.508 | 0.007  |
|      | E    | 239069.711 | 239069.698 | 0.013  |
|      | Z    | 5.020      | 5.012      | 0.008  |
| CP-4 | N    | 322201.230 | 322201.233 | -0.003 |
|      | E    | 239071.022 | 239071.027 | -0.005 |
|      | Z    | 12.162     | 12.152     | 0.010  |
| CP-5 | N    | 322392.727 | 322392.719 | 0.008  |
|      | E    | 239092.633 | 239092.646 | -0.013 |
|      | Z    | 5.042      | 5.058      | -0.016 |
| CP-6 | N    | 322484.161 | 322484.149 | 0.012  |
|      | E    | 239137.820 | 239137.831 | -0.011 |
|      | Z    | 5.085      | 5.099      | -0.014 |
| CP-7 | N    | 322541.921 | 322541.929 | -0.008 |
|      | E    | 239166.816 | 239166.827 | -0.011 |
|      | Z    | 5.322      | 5.324      | -0.002 |
| CP-8 | N    | 322608.847 | 322608.834 | 0.013  |
|      | E    | 239223.070 | 239223.059 | 0.011  |
|      | Z    | 5.580      | 5.588      | -0.008 |
| CP-9 | N    | 322653.945 | 322653.926 | 0.019  |
|      | E    | 239275.002 | 239275.011 | -0.009 |
|      | Z    | 5.485      | 5.479      | 0.006  |
| RMSE | N    |            | 0.012      |        |
|      | E    |            | 0.010      |        |
|      | Z    |            | 0.011      |        |

### III. 실험 분석

#### 1. 고정기준점에 의한 해안선 변화 분석

연구지역에 대하여 총 9점의 고정기준점을 설치하고 2012년과 2013년에 대하여 2회 T/S 측량을 실시하였다. [그림 9]는 고정기준점 설치 지점에서 해안선 측량을 실시한 모습이다. C.P-1에서 C.P-9까지 각각의 고정기준점에서 T/S 측량을 실시하였으며, 해안선 측정 위치의 설정 방향은 설치점에서  $\pm 30^\circ$ 간격으로 3개에서 5개 방향을 설정하였다. 설정 각도는 해안의 지형형태에 따라 달라지므로 본 연구지역에 대해서는 [그림 9]의 측정 방향이 해안선 추출에 가장 합리적이다 판단하였다.

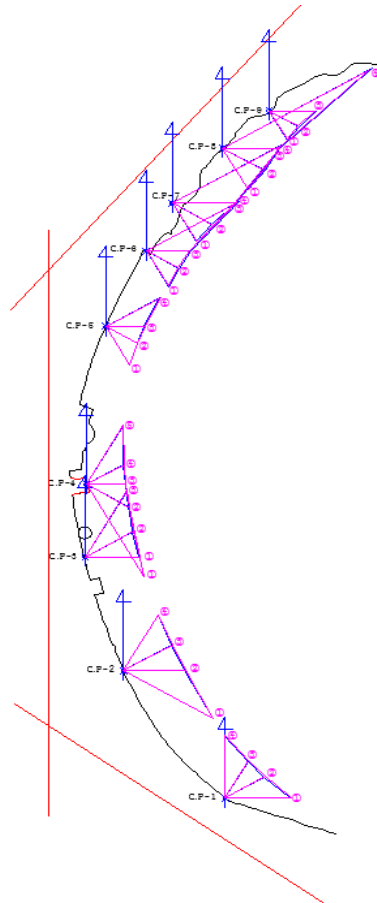


그림 9. 고정기준점 측량(T/S) 현황

표 3. 고정기준점에 의한 해안선 측량 결과

| GCP No. | Angle | 2013.07.11 |   | 2012.07.02 |   | 변화량      | 이동거리 |     |
|---------|-------|------------|---|------------|---|----------|------|-----|
|         |       |            |   |            |   |          |      |     |
| C.P-1   | 0°    | ①          | N | 321818.8   | N | 321818.8 | 0.0  | 1.3 |
|         |       |            | E | 239300.6   | E | 239299.3 | 1.3  | (-) |
|         | 30°   | ②          | N | 321843.9   | N | 321844.7 | -0.8 | 1.7 |
|         |       |            | E | 239270.7   | E | 239272.2 | -1.5 | (-) |
|         | 60°   | ③          | N | 321862.8   | N | 321864.0 | -1.2 | 1.4 |
|         |       |            | E | 239252.7   | E | 239253.4 | -0.7 | (-) |
|         | 90°   | ④          | N | 321893.5   | N | 321894.6 | -1.1 | 1.1 |
|         |       |            | E | 239227.3   | E | 239227.3 | 0.0  | (-) |
| C.P-2   | -30°  | ①          | N | 321915.2   | N | 321914.9 | 0.3  | 0.4 |
|         |       |            | E | 239213.9   | E | 239214.2 | -0.3 | (-) |
|         | 0°    | ②          | N | 321973.0   | N | 321973.0 | 0.0  | 1.1 |
|         |       |            | E | 239182.5   | E | 239183.6 | -1.1 | (-) |
|         | 30°   | ③          | N | 322004.0   | N | 322004.6 | -0.6 | 1.3 |
|         |       |            | E | 239167.4   | E | 239168.5 | -1.1 | (-) |
|         | 60°   | ④          | N | 322039.9   | N | 322040.8 | -0.9 | 1.0 |
|         |       |            | E | 239152.4   | E | 239152.8 | -0.4 | (-) |
| C.P-3   | 0°    | ①          | N | 322110.9   | N | 322110.9 | 0.0  | 0.7 |
|         |       |            | E | 239131.1   | E | 239131.8 | -0.7 | (-) |
|         | 30°   | ②          | N | 322141.4   | N | 322142.0 | -0.6 | 1.2 |
|         |       |            | E | 239124.0   | E | 239125.0 | -1.0 | (-) |
|         | 60°   | ③          | N | 322190.4   | N | 322191.7 | -1.3 | 1.5 |
|         |       |            | E | 239117.1   | E | 239117.9 | -0.8 | (-) |
| C.P-4   | -60°  | ①          | N | 322087.7   | N | 322087.2 | 0.5  | 0.5 |
|         |       |            | E | 239136.6   | E | 239136.8 | -0.2 | (-) |
|         | -30°  | ②          | N | 322171.4   | N | 322170.5 | 0.9  | 1.7 |
|         |       |            | E | 239119.6   | E | 239121.1 | -1.5 | (-) |
|         | 0°    | ③          | N | 322198.6   | N | 322198.6 | 0.0  | 0.9 |
|         |       |            | E | 239115.6   | E | 239116.5 | -0.9 | (-) |
|         | 30°   | ④          | N | 322222.2   | N | 322222.7 | -0.5 | 1.0 |
|         |       |            | E | 239113.4   | E | 239114.3 | -0.9 | (-) |
|         | 60°   | ⑤          | N | 322269.4   | N | 322270.4 | -1.0 | 1.2 |
|         |       |            | E | 239113.4   | E | 239114.0 | -0.6 | (-) |
| C.P-5   | -60°  | ①          | N | 322343.9   | N | 322343.7 | 0.2  | 0.2 |
|         |       |            | E | 239120.8   | E | 239120.9 | -0.1 | (-) |
|         | -30°  | ②          | N | 322370.1   | N | 322369.6 | 0.5  | 1.0 |
|         |       |            | E | 239128.8   | E | 239129.7 | -0.9 | (-) |
|         | 0°    | ③          | N | 322390.1   | N | 322390.1 | 0.0  | 0.4 |
|         |       |            | E | 239137.2   | E | 239137.6 | -0.4 | (-) |
|         | 30°   | ④          | N | 322424.5   | N | 322425.2 | -0.7 | 1.3 |
|         |       |            | E | 239153.8   | E | 239154.9 | -1.1 | (-) |
| C.P-6   | -60°  | ①          | N | 322438.4   | N | 322438.7 | -0.3 | 0.4 |
|         |       |            | E | 239164.2   | E | 239164.0 | 0.2  | (+) |
|         | -30°  | ②          | N | 322460.5   | N | 322460.9 | -0.4 | 0.8 |
|         |       |            | E | 239175.7   | E | 239175.0 | 0.7  | (+) |
|         | 0°    | ③          | N | 322481.5   | N | 322481.5 | 0.0  | 1.5 |
|         |       |            | E | 239188.7   | E | 239187.2 | 1.5  | (+) |
|         | 30°   | ④          | N | 322541.2   | N | 322539.7 | 1.5  | 3.0 |
|         |       |            | E | 239242.7   | E | 239240.1 | 2.6  | (+) |

| GCP No. | Angle | 2013.07.11 |          | 2012.07.02 |          | 변화량      | 이동거리 |     |
|---------|-------|------------|----------|------------|----------|----------|------|-----|
| C.P-7   | -60°  | ①          | N        | 322492.9   | N        | 322491.7 | 1.2  | 1.4 |
|         |       |            | E        | 239195.1   | E        | 239195.8 | -0.7 | (-) |
|         | -30°  | ②          | N        | 322514.0   | N        | 322513.0 | 1.0  | 2.0 |
|         |       |            | E        | 239212.2   | E        | 239213.9 | -1.7 | (-) |
|         | 0°    | ③          | N        | 322539.3   | N        | 322539.3 | 0.0  | 1.0 |
|         |       |            | E        | 239239.5   | E        | 239238.5 | 1.0  | (+) |
| 30°     | ④     | N          | 322610.8 | N          | 322610.0 | 0.8      | 1.6  |     |
|         |       | E          | 239292.2 | E          | 239290.8 | 1.4      | (+)  |     |
| C.P-8   | -60°  | ①          | N        | 322555.5   | N        | 322556.7 | -1.2 | 1.3 |
|         |       |            | E        | 239253.8   | E        | 239253.2 | 0.6  | (+) |
|         | -30°  | ②          | N        | 322578.6   | N        | 322579.8 | -1.2 | 2.3 |
|         |       |            | E        | 239272.3   | E        | 239270.3 | 2.0  | (+) |
|         | 0°    | ③          | N        | 322606.2   | N        | 322606.2 | 0.0  | 1.9 |
|         |       |            | E        | 239288.0   | E        | 239286.1 | 1.9  | (+) |
| 30°     | ④     | N          | 322702.8 | N          | 322699.9 | 2.9      | 5.9  |     |
|         |       | E          | 239391.9 | E          | 239386.8 | 5.1      | (+)  |     |
| C.P-9   | -60°  | ①          | N        | 322616.1   | N        | 322616.6 | -0.5 | 0.6 |
|         |       |            | E        | 239296.8   | E        | 239296.5 | 0.3  | (+) |
|         | -30°  | ②          | N        | 322632.2   | N        | 322632.9 | -0.7 | 1.5 |
|         |       |            | E        | 239309.6   | E        | 239308.3 | 1.3  | (+) |
|         | 0°    | ③          | N        | 322651.3   | N        | 322651.3 | 0.0  | 1.6 |
|         |       |            | E        | 239329.4   | E        | 239327.8 | 1.6  | (+) |

2012년 7월 측정 시 각 구역별 35곳의 해안 위치선을 측정하였으며 [표 3]에 결과를 제시하였다. 2013년과 2012의 해안선 이동거리를 나타내기 위하여 N방향과 E 방향의 변화량( $N_1 - N_2$ )을 구하고 난 뒤, 이동거리 ( $\sqrt{\delta N^2 + \delta E^2}$ )를 구하였다. 여기서 퇴적의 경우(Sedimentation (+) / 전진)으로, 침식의 경우(Erosion (-) / 후퇴)로 표시하였다. 그리고 0°방향은 진북에서 우측 직각 방향으로 설정하고 위로는 +30°씩, 아래로는 -30°씩 설정하였다. 그 결과 C.P-1에서 C.P-5까지는 침식이 발생하였고, C.P-6에서 C.P-9까지는 퇴적현상이 발생하는 것으로 나타났으며, [그림 10]은 침·퇴적 분석을 도식화하여 제시하였다.

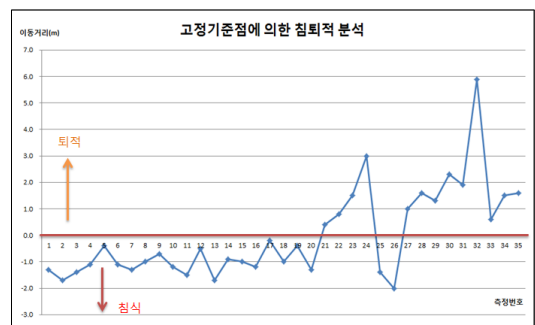


그림 10. 고정기준점에 의한 침퇴적 분석

## 2. 다중관측정보 중첩을 통한 해안선 분석

연구지역에 대한 해안선 비교 분석은 최근 취득한 정보(지상라이더+VRS+T/S)에 의한 것과 2004년 항공사진에 의한 해안선 추출을 중첩하여 분석하였다. 분석결

과 C.P-1에서 C.P-6까지 침식현상이 나타났고, C.P-7에서 C.P-9까지는 퇴적현상이 나타났다. 그리고 침식 부분은 6~12m정도를 보이고 있으며, 퇴적부분은 3~14m정도로 나타났다.

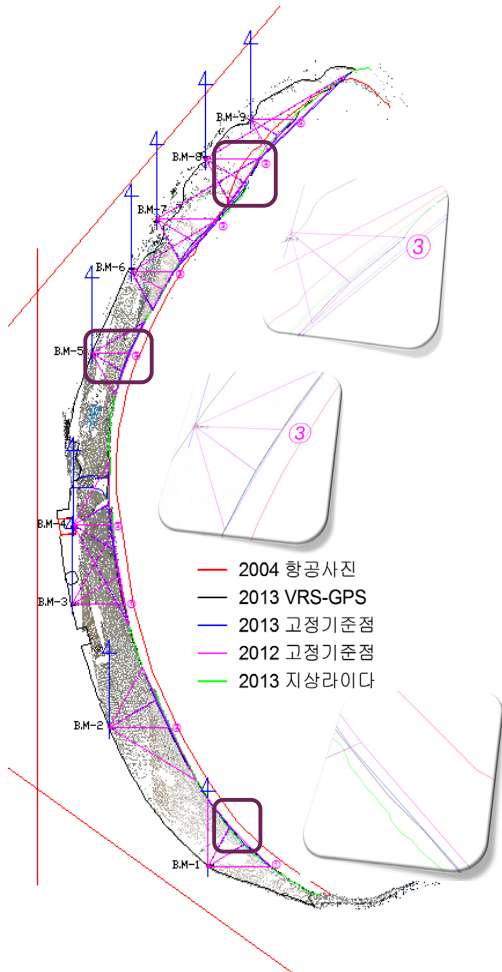


그림 11. 다중관측정보 중첩에 의한 해안선 분석

### 3. 경사도 분석

[그림 13]은 경사도 분석을 위한 횡단설계를 나타내었다. 지상라이다 자료를 이용하여 20m 간격으로 74개의 횡단도를 작성하였다. 이 중에서 경사도 분석을 위한 횡단도는 고정기준점의 직각방향 기선에 대하여 횡단도를 추출하고 바다 방향기준점을 P1으로, 육지 방향기

점을 P2로 설정하여 높이차를 나타내었고, 이때 경사도는  $\theta = \tan^{-1}(h/d)$ 로 계산하였다. 각 구간별 경사도는 [표 4]와 같이 나타났으며 해안 중앙부분과 상측 부분이 가장 큰 경사도를 나타내고 있음을 알 수 있었다. 이는 중앙 부분의 하천 수로로 인한 침식의 영향과 상측부분의 인위적인 굴착작업으로 인한 것으로 판단된다. 일산지 해안의 전반적인 해안선 경사는 완만한 지형의 형태를 나타내고 있다.

표 4. 경사도 분석(2013년도 기준) 단위(m)

| No.       | 위치/높이 | 높이차  | 거리   | 경사도 (구배율)         | 보정량  |
|-----------|-------|------|------|-------------------|------|
| CP-1<br>① | P1    | 3.14 | 2.04 | 1° 38'<br>(2.87%) | 11.6 |
|           | P2    | 5.18 |      |                   |      |
| CP-2<br>② | P1    | 2.96 | 2.58 | 2° 05'<br>(3.64%) | 9.1  |
|           | P2    | 5.54 |      |                   |      |
| CP-3<br>① | P1    | 2.97 | 2.04 | 1° 56'<br>(3.38%) | 9.8  |
|           | P2    | 5.01 |      |                   |      |
| CP-4<br>③ | P1    | 2.95 | 1.76 | 3° 04'<br>(5.38%) | 6.2  |
|           | P2    | 4.71 |      |                   |      |
| CP-5<br>③ | P1    | 3.21 | 1.85 | 2° 26'<br>(4.26%) | 7.8  |
|           | P2    | 5.06 |      |                   |      |
| CP-6<br>③ | P1    | 3.19 | 1.82 | 2° 07'<br>(3.72%) | 8.9  |
|           | P2    | 5.01 |      |                   |      |
| CP-7<br>③ | P1    | 3.16 | 2.16 | 1° 44'<br>(3.06%) | 10.9 |
|           | P2    | 5.32 |      |                   |      |
| CP-8<br>③ | P1    | 3.18 | 2.41 | 2° 18'<br>(4.04%) | 8.2  |
|           | P2    | 5.59 |      |                   |      |
| CP-9<br>③ | P1    | 3.20 | 2.28 | 2° 42'<br>(4.72%) | 7.0  |
|           | P2    | 5.48 |      |                   |      |

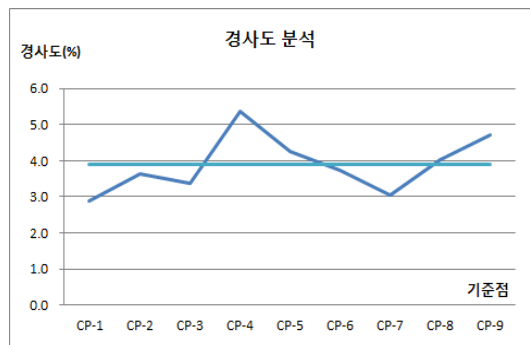


그림 12. 경사도 분석



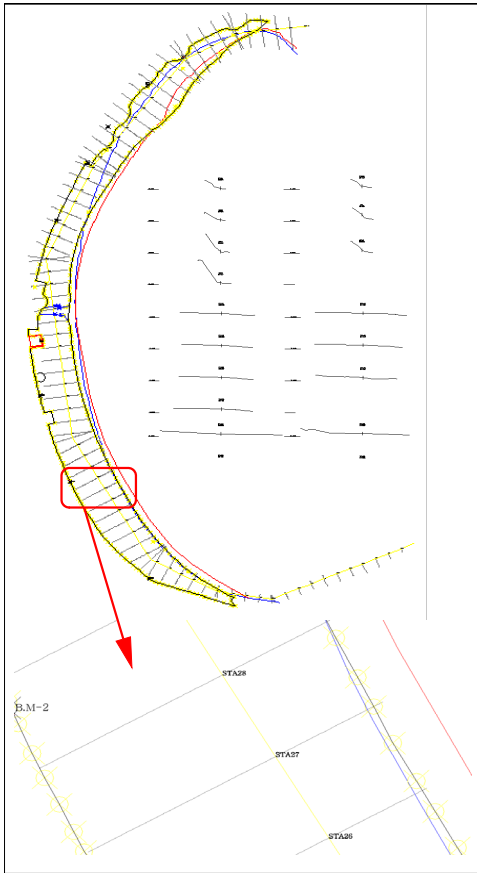


그림 13. 지상라이다 자료를 이용한 총횡단 설계

#### IV. 결론

본 연구에서는 울산 일산지 해수욕장에 대한 해안선 변화 분석을 위하여 다중관측정보를 이용하여 다양한 방법으로 비교 분석하였다.

먼저 고정기준점 설치를 통하여 해안선 변화를 분석하는데 신속하고 효율적인 방법으로 사용할 수 있는 방법을 제시하였다. 하지만, 2회의 고정기준점 측량으로 결과를 도출하기에는 신뢰성에 한계가 있다고 판단되며 향후 지속적인 측량을 통하여 해안선 모니터링의 관리방안에 대하여 연구를 진행할 계획이다.

해안의 침·퇴적 분석에 대해 고정기준점 분석 결과 C.P-1에서 C.P-5까지 침식현상, 그 상단은 퇴적현상이

발생하였고, 다중관측정보 중첩에 의한 결과도 C.P-1에서 C.P-6까지 침식현상, 그 상단은 퇴적현상이 나타남을 알 수 있었다. 과거 10년 동안 일산지 해안선은 중·하단은 침식현상이 상단은 퇴적현상이 진행되고 있는 것으로 판단된다.

경사도 분석과 해안선 변화 분석을 통하여 일산지 해안의 경우 지형학적으로는 동쪽으로 개방된 포켓만의 형태를 나타내고 있으며, 상단은 제방의 설치로 인하여 해안사구의 퇴출이 최소화되었기 때문에 퇴적현상이 나타나는 것으로 판단된다. 이를 위하여 지속적인 모니터링을 통하여 신뢰성 있는 연구 자료를 확보할 필요성이 있으며, 향후 다양한 영향요인과 더 많은 데이터 분석을 통하여 일산지 해안에 대해 많은 연구를 진행할 필요가 있다고 사료된다.

#### 참고 문헌

- [1] S. P. Leatherman, "Shoreline change mapping and management along the U.S. east coast," *Journal of Coastal Research*, SI 38, pp.5-13, 2013.
- [2] 우다 다카야키, "해안침식 실태와 해결책", 과학기술출판사, 2006.
- [3] K. Maruyama and T. Takagi, "A Simulation of Nearshore Sediment Transport for the Coupling of the Sea Bottom Topography, Waves and Currents, IAHR Symp," *On Mathematical Modeling of Sediment Transport in the Coastal Zone*, pp.300-309, 1988.
- [4] 이재원, 김용석, 위광재, "항공 LiDAR 측량을 이용한 해운대 해안의 해안선 변화 분석", *대한토목학회 논문집*, 제28권, 제4D호, pp.561-567, 2008.
- [5] 이재원, 김용석, 이인수, "해운대 해안의 시기별 해안선 변화량 분석", *대한토목학회 논문집*, 제29권, 제5D호, pp.655-662, 2009.
- [6] 이재원, 김용석, 이인수, "RTK-GPS를 이용한 해안선 변화 자동추출 알고리즘의 정확도 평가", *대*

한토목학회 논문집, 제32권, 제1D호, pp.81-88, 2012.

- [7] 위광재, 정재욱, "Lidar 데이터를 이용한 해안선 추출 알고리즘 개발", 한국측량학회 논문집, 제24권, 제2호, pp.209-215, 2006.
- [8] 이형석, 김인호, "DGPS를 이용한 해안선 변화 조사 및 분석", 한국지리정보학회 논문집, 제10권, 제2호, pp.1-10, 2007.
- [9] 최철웅, 이창현, 오치영, 손정우, "수치항공사진을 이용한 해안선 침퇴적변화에 관한 연구", 한국지형공간정보학회 논문집, 제17권, 제3호, pp.23-31, 2009.
- [10] 김용석, 홍순현, "항공사진을 이용한 해안선 변화에 대한 시계열 분석", 한국콘텐츠학회논문지, 제7권, 제3호, pp.160-167, 2007.
- [11] 한충목, 김용석, "시계열 분석을 통한 송도해안의 해안사구 이동경로 분석", 한국콘텐츠학회논문지, 제9권, 제8호, pp.384-391, 2009.
- [12] N. Castleden, "First results from Virtual Reference Station(VRS) and Precise Point Positioning (PPP) GPS research at the Western Australian Centre for Geodesy," Journal of Global Positioning Systems, Vol.3, No.1-2, pp.79-84, 2004.
- [13] Erhu Wei, "VRS Virtual Observations Generation Algorithm," Journal of Global Positioning Systems, Vol.5, No.1-2, pp.76-81, 2006.
- [14] 김기홍, 최승필, 육운수, 송영선, "CORONA 위성 영상을 이용한 동해안 해안선 변화탐지", 한국측량학회 논문집, 제23권, 제4호, pp.419-426, 2005.
- [15] 류성훈, 이인철, 박소영, "낙동강 하구역 진우도 내 지형변동에 따른 식생면적의 변화", 한국해양공학회 논문집, 제23권, 제4호, pp.19-24, 2009.

저 자 소 개

한 충 목(Choong Mok Han)

정희원



- 1986년 2월 : 부산대학교 토목공학과(공학사)
- 1988년 2월 : 부산대학교 대학원 토목공학과(공학석사)
- 1994년 8월 : 부산대학교 대학원 토목공학과(공학박사)
- 2013년 현재 : 울산과학기술대학교 공간디자인학부 교수 <관심분야> : 도로계획, 도시계획, GIS