

거제 고현만 주변해역의 지형 및 해안선 변화 특성

김종규, 김명원*, 이문옥, 이연규
여수대학교 해양시스템학부
*여수대학교 대학원 해양공학과

Coastal Topography and Shoreline Change in Gohyun Bay, Geoje-do

Jong-Kyu Kim, Myong-Won Kim, Moon-Ock Lee, Yeon-Gyu Lee
Division of Ocean System, Yosu National University
*Dept. of ocean engineering, Graduate, Yosu National University

KEY WORDS: Coastal Topography, Shoreline, Aerial photograph, GIS, DGPS, Total station, Echo Sounder

ABSTRACT: There has been considerable controversy over the change of coastal topography and shoreline by coastal erosion in Gohyun Bay, Geoje-do. In this study, we analyzed aerial photographs and surveyed coastal topography and shoreline. Changes between years were identified using a GIS overlay analysis and field surveys with DGPS, Total Station and Echo Sounder. As a result, we were able to identify changes by coastal erosion in the area of Gohyun Bay, Geoje-do.

1. 서론

본 논문의 조사지역인 경상남도 거제시 고현만은 거제도의 북서쪽에 위치하고 있다. 거제시 신현읍 고현리에 만입한 지형 형태로서 만입부에는 시가지가 형성되어 있으며, 북동측에는 높이 212m의 낮은 야산이 분포하고 산의 남측에서는 하천이 유입되고 북측에서는 오비개만이 위치하고 있다. 그리고 서측으로는 삼성조선소가 위치해 있다. 5m의 등심선이 해안선을 따라 분포하고 있고 외해에서는 수심 약 10m 전후의 깊이를 보이고 있으며 남측과 북측의 하천유입구 및 오비개만에서는 수심 5m 미만의 낮은 해역이 분포하고 있다(Fig. 1).

본 연구는 고현만 주변해역의 지형 및 해안선 변화로 인한 해안 침식현황을 파악하기 위하여 공유수면관련법령집(해양수산부, 1999.9) 포락지 조사 증명방법의 예시(제6조 제3항 관련, 별표 3)에 의거하여 지형조사 및 지적측량 조사를 실시하였다.

2. 연구방법

2.1 지형조사

본 조사지역은 고현만 주변해역 및 주변지역에 대해 2003년도에 작성된 현황측량성과도(대한지적공사 울산·경상남도지사 거제출장소)를 통해 고현만내 조사지역의 해안선은 곡선상으로 나타나며, 해안선의 오목한 지역에는 해안선을 따라 전담이 형성되어 있으며 해안선을 따라 분포하는 전담은 토양층으로 태풍 등 자연재해에 민감한 반응을 보일 수

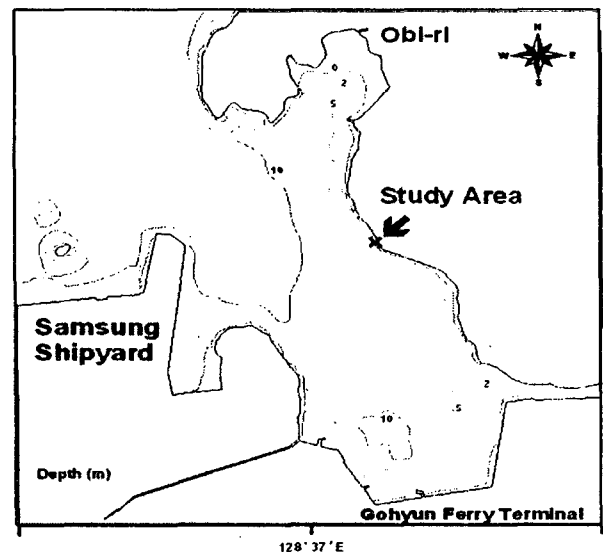


Fig. 1 조사지역.

있는 퇴적층으로 나타났다.

본 조사지역의 현재와 과거의 해저지형의 연장선인 해안선 변화를 파악하기 위하여 국토지리정보원에서 제공하는 항공사진과 국립해양조사원에서 제공하는 종이해도를 디지털izer(Digitizer)를 이용하여 해안선을 추출하였다(Table 1). 자료는 축적 1:20,000 및 1:25,000로서 매우 좁은 지역의 해안선 변화를 파악하기에는 실질적으로 매우 어려움이 따르므로 고현만 만내의 수심 및 조간대 분포 등 해안선 주변해역의 변화 등을 중점 비교 분석하였다. 한편, 해수면은 조석현상

에 따라 변동하므로 촬영 당시 항공사진 상황과 실제 지도 상에 표기해야 할 해안선의 관계를 정확하게 규명해야 한다. 또한, 항공사진은 특성상 같은 축척이라도 원하는 지역의 비행기의 고도 및 촬영 각이 같을 수 없기 때문에 정도 높은 디지털화(Digitizing)를 수행하는데 어려움이 있다. 반면에 종이해도는 우리나라 전역을 도엽 번호로 구역화 하였기 때문에 원하는 지역의 자료를 쉽게 디지털화할 수 있다.

Table 1 항공사진 및 종이해도 비교

구분 종류	년도	축척
항공사진 (고현만)	1967	1:20,000
	1979	1:20,000
	1987	1:20,000
	1994	1:20,000
	2001	1:20,000
종이해도 (고현만)	1994	1:25,000

자료의 입력 및 출력에 있어서 Golden Software 사의 Ddger2 프로그램을 사용하여 자료를 입력하였으며 자료의 출력 프로그램은 Gridding & Contouring사의 Surfer 프로그램을 사용하였다. 자료의 편집 및 연계는 ESRI사의 ArcView GIS 3.2a 프로그램을 이용하여 자료를 층첩 비교하여 보았다.

해안선 변화 특성을 추출하기 위해 고현만 해역과 본 조사대상지역의 항공사진 및 종이해도를 일정한 규모로 잘라서 디지털화 하였으며 자료의 입·출력 및 편집·연계 프로그램을 이용하여 연도별 지형 변화를 비교분석 하였다. 전술한 자료는 입·출력 및 편집·연계 프로그램을 이용하여 연도별 비교분석을 실시해 봄으로써 본 조사지역인 고현만내 주변해역의 해안선 변화 특성을 파악하였다.

2.2 지적측량조사

지적도에 사용한 좌표계에 의해 정밀위치 측정기로 정확한 위치를 조사하여 지적도의 오류여부를 조사하였다. 본 조사에서는 DGPS(모델: Evalyate 4.0, 회사: Ashtech, rms정도: 20cm) 및 광파측정기(Total Station, 모델: Power SET2010, 회사: Sokkia, 거리정도: 0.1~1mm, 각정도: 1")를 사용하여 조사지역에 대하여 지적측량 및 수준측량을 동시에 수행하였다. 이때 좌표의 정확한 위치를 디지털자료로 기록하고 표출하기 위하여 해상측량 S/W(모델: Hypack Max, 회사: Coastal Oceanographic Inc.)를 이용하였다. 그리고 조사지역의 측량기준점에 의해 새로 측량한 성과와 지적성적을 비교하여 필요한 변경과 조사지역 토지에 대한 경계측량을 수행하였다.

2.3 해안선 경계조사

해안선 경계조사를 위한 해안선 측량이란 해안선 및 그 부

근의 소도, 간출암, 간출선의 지형을 측정하여 그의 종별을 확인하는 동시에 해안선 부근의 육상지형, 구조물과 해안선과의 관계를 측정 조사하여 도상에 그리는 작업으로서 해안침식 조사에도 아주 중요하며, 또 항해와 영해 및 경제수역의 확정기준이 된다. 국립해양조사원의 수로측량지침에는 "해안선측량은 사진측량에 의함을 원칙으로 하되 이에 의할 수 없을 경우에는 실측한다"라고 정해져 있다.

해안선이란 수로업무법 제10조 제7항에 의하면 "해안선은 해면이 약최고고조면에 달하였을 때의 육지와 해면과의 경계로 표시한다"로 되어 있다. 한편, 해안선은 그 형태에 따라 급사안, 절벽해안, 균석안, 사빈, 수목안, 인공안 등으로 구별된다. 급사안은 해면에서 45도 이상의 경사를 가지고 있으나 그 높이는 그다지 높지 않고 거칠지 않은 것을 말하며, 암질안과 토질안으로 대별된다. 절벽사안은 급사안보다 더욱 경사가 급하며 90도에 가깝고 높이가 10m 넘는 것을 말한다. 따라서 본 조사에서도 이를 근거로 하여 해안선 경계를 조사하였다.

2.4 수심 및 해저지형조사

수심 및 해저지형 조사는 DGPS(모델: Garmin GPS-V)와 수심측정기(모델: Hydrotrac, 회사: Odom Hydrographic System, 수심정도: 0.1cm)를 동시에 사용하여 수행하였다. 이때 정확한 위치 및 수심을 디지털 자료로 기록하고 표출하기 위하여 해상측량 S/W(모델: Hypack, Max, 회사: Coastal Oceanographic Inc.)를 이용하였다. 조사대상지역을 중심으로 A, B, 및 C의 3개 측선을 설정하고 해저지형조사를 수행하였다(Fig. 2).

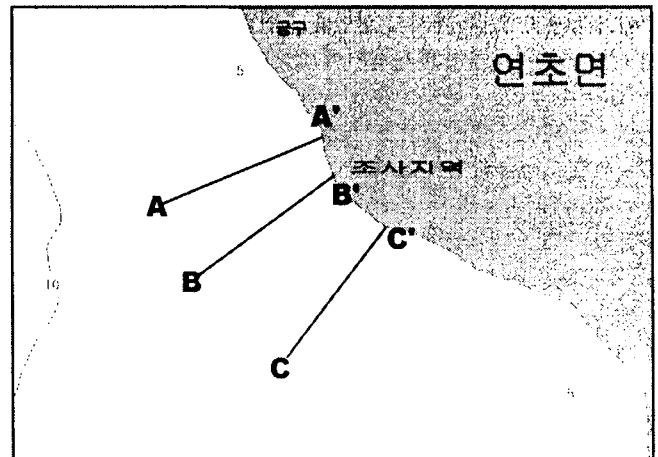


Fig. 2 조사 대상지역 지형단면 측선 위치도.

3. 결과 및 고찰

3.1 해안선 변화

Fig. 3-7은 해당년도의 고현만 주변해역의 항공사진과 조사지역의 항공사진을 디지털화한 결과들이다. Fig. 3는 1967년의 자료로서 삼성조선소의 부지 매립이 실시되지 않아서 해안선 비교적 단조로운걸 알 수 있고, Fig. 4은 1967년 자료에 비해 해안선이 조금씩 변화되고 있음을 알 수 있다. Fig. 5에서

는 주변해역 개발의 일환으로 삼성조선소 부지를 만들기 위해 한창 공사가 진행 중인 것을 알 수 있으며 해안선 변화가 많이 일어나고 있음을 알 수 있다. 1987년 이후 자료인 1994년과 2001년 자료는 1987년 자료와 비교해 많은 변화는 찾아볼 수 없었으나 1967년 자료와 비교해 볼 때 해안선의 많은 변화가 있었음을 알 수 있었다. 즉, 만내의 해안선을 따라 형성 및 분포하는 전담의 유실, 조간대 및 조화대 지역의 축소 등은 침식 현상 등에 의해 발생할 수 있는 것으로서, 만내 해안지역에서 지속적으로 침식현상이 일어나고 있음을 반영하는 것으로 사료된다. 한편, Fig. 8은 디지털라이징 작업에 의한 본 조사대상지역인 고현만 주변해역의 해안선 변화 특성을 한눈에 보기에는 힘들기 때문에 조사지역의 해안선 변화를 쉽게 보기위해 Surfer 프로그램을 이용하여 연도별 디지털라이징 작업을 통합하여 나타내었다.

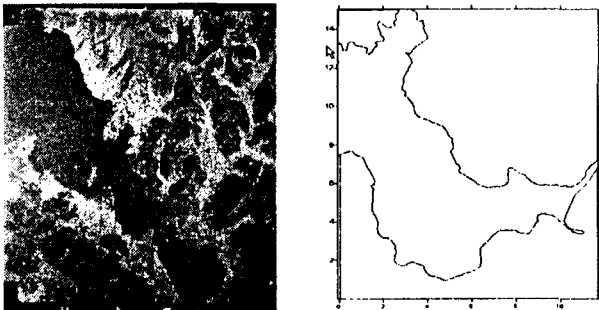


Fig. 3 1967년 고현만 항공사진·디지털라이징 결과.

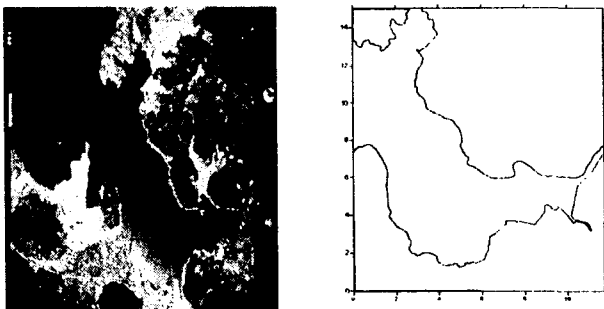


Fig. 4 1979년 고현만 항공사진·디지털라이징 결과.

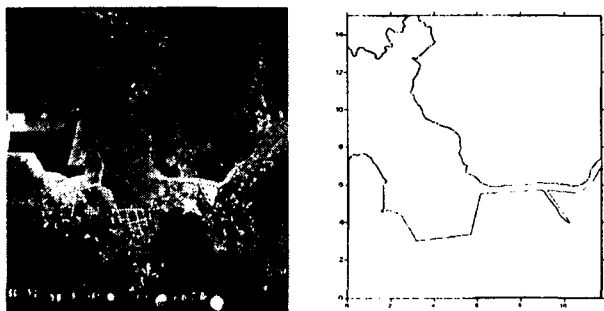


Fig. 5 1987년 고현만 항공사진·디지털라이징 결과.

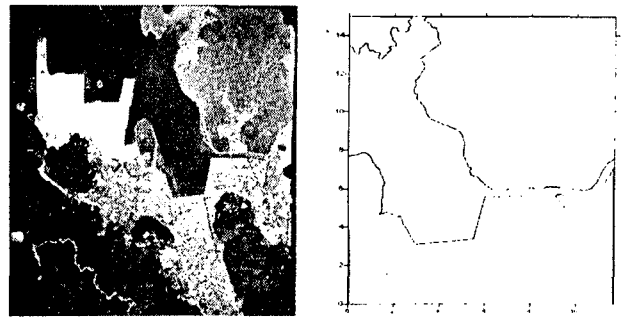


Fig. 6 1994년 고현만 항공사진·디지털라이징 결과.

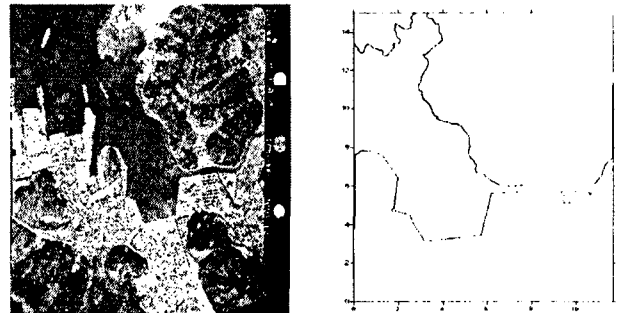


Fig. 7 2001년 고현만 항공사진·디지털라이징 결과.

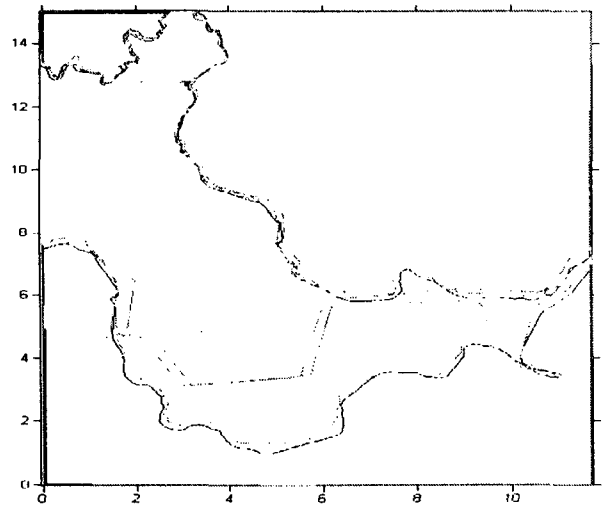


Fig. 8 1967년, 1979년, 1987, 1994, 2001년 중첩.

3.2 해안선 측량 결과

해안선 측량은 편의상 고저면(만조)과 저조면(간조) 모두에 대하여 해안선 조사를 수행하였는데(Fig. 10, 11), 측량결과를 보면 고저면 및 저조면 공히 둘 다 지적도상의 도면을 침범하는 것을 잘 알 수 있다. 이때 현장 측량을 수행한 일시 및 DGPS에 의한 좌표계의 값들은 고조면 및 저조면으로 구분하여 Table 2와 Table 3에 각각 나타내었다.

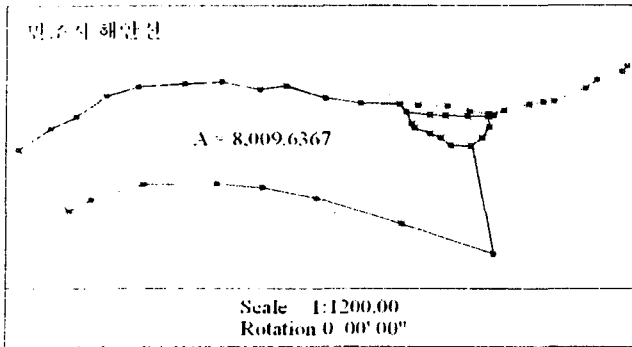


Fig. 9 현장 해안선 측량 성과도(만조).

Table 2 조사지역의 현장 해안선측량 성과자료(만조)

	X, Y (m)		N, E (deg, min)		비 고
	Easting (X)	Northing (Y)	Latitude (N)	Longitude (Y)	
No.1	156429.0801	165146.9166	34-54-1055273	128-37-7.008176	측량 시행일: 2003년10월25일 Start time: 08시30분 End time: 16시40분
2	156449.5800	165119.1200	34-54-11.21457	128-37-5.910108	
3	156458.6015	165124.5784	34-54-11.50802	128-37-6.123776	
4	156479.6328	165131.4236	34-54-12.1914	128-37-6.390273	
5	156508.7656	165131.6581	34-54-13.13688	128-37-6.395138	
6	156527.0634	165129.8689	34-54-13.73047	128-37-6.321908	
7	156548.5698	165125.1682	34-54-14.42784	128-37-6.133503	
8	156582.5310	165113.7071	34-54-15.52857	128-37-5.676910	
9	156619.5991	165100.2304	34-54-16.72987	128-37-5.140445	
10	156611.2900	165148.6847	34-54-16.46621	128-37-7.050488	
11	156602.3990	165149.0205	34-54-16.17771	128-37-7.065051	
12	156598.2678	165152.3635	34-54-16.04405	128-37-7.197363	
13	156594.0564	165154.2208	34-54-15.90761	128-37-7.271161	

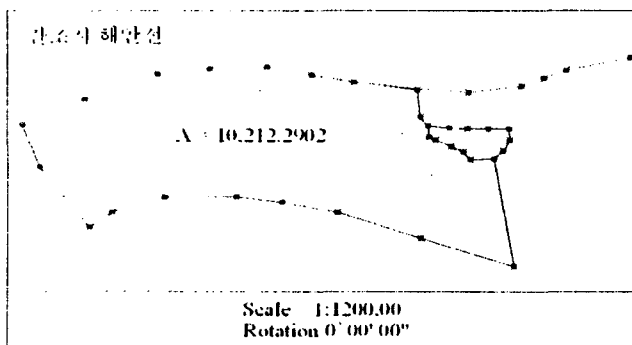


Fig. 10 현장 해안선 측량 성과도(간조).

Table 3 조사지역의 현장 해안선측량 성과자료(간조)

	X, Y (m)		N, E (deg, min)		비 고
	Easting (X)	Northing (Y)	Latitude (N)	Longitude (Y)	
No.1	156450.1800	165118.5200	34-54-11.23397	128-37-5.886383	측량 시행일: 2003년10월24일 Start time: 11시30분 End time: 7시40분
2	156458.6015	165124.5784	34-54-11.50802	128-37-6.123776	
3	156479.6328	165131.4236	34-54-12.1914	128-37-6.390273	
4	156508.1656	165131.6581	34-54-13.1174	128-37-6.395228	
5	156526.4634	165129.2689	34-54-13.71093	128-37-6.298362	
6	156548.5698	165124.5682	34-54-14.42777	128-37-6.109867	
7	156581.9310	165113.1071	34-54-15.50902	128-37-5.653364	
8	156619.5991	165100.2304	34-54-16.72987	128-37-5.140445	
9	156611.2900	165148.6847	34-54-16.46621	128-37-7.050488	
10	156601.7990	165148.4205	34-54-16.15816	128-37-7.041504	
11	156598.8678	165152.6517	34-54-16.06356	128-37-7.208626	
12	156594.0564	165154.2208	34-54-15.90761	128-37-7.271161	
13	156588.0284	165157.0477	34-54-15.71233	128-37-7.383427	

3.3 해저지형 조사 결과

A line은 본 조사지역의 좌측 전답이 위치하는 지역으로서 해안선을 따라서 약 150cm 내외의 측대가 형성되어 있다. 지형단면을 보면, 육지와 접하는 지역에서는 수심 1m 이내로서 거의 평탄면(약 10m)을 이루고 있으며, 이후 급격히 수심 약 10m에 달하는 형태의 지형단면을 보이고 있다(Fig. 11).

측선 B line은 본 조사지역 중앙부로서 사태 방지용 제방이 만들어진 곳이다. 지형단면을 보면, 육지로부터 수심 약 1m 내의 평탄면이 약 10m 정도 분포하고 이후 급격히 깊어져 수심 10m에 이르고 있다. 지형기복은 심하지 않다(Fig. 12).

측선 C line은 본 조사지역의 우측에 위치하는 곳이다. 지형 단면을 보면, 육지에 인접한 지역에서는 수심 1m 이내로서 약 10m 정도의 평탄면을 형성하고 있으며, 이후 급격히 깊어져 수심 10m에 이르고 있다(Fig. 13).

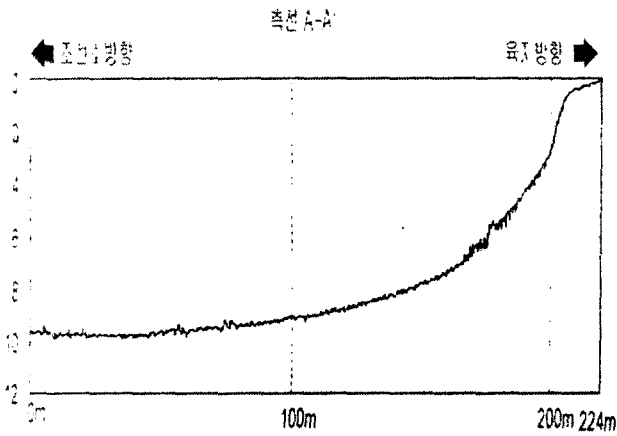


Fig. 11 지형단면 A-A' 축선의 지형단면도.

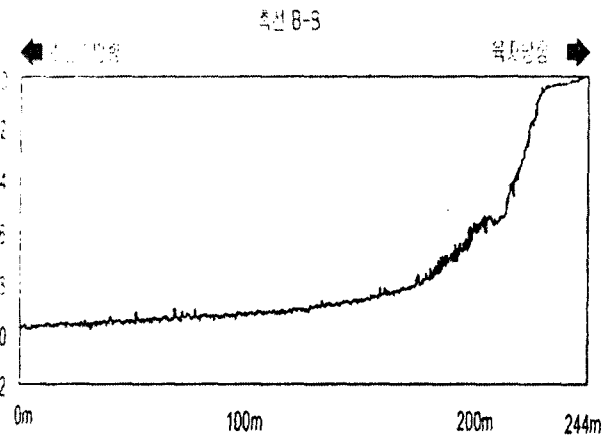


Fig. 12 지형단면 B-B' 축선의 지형단면도.

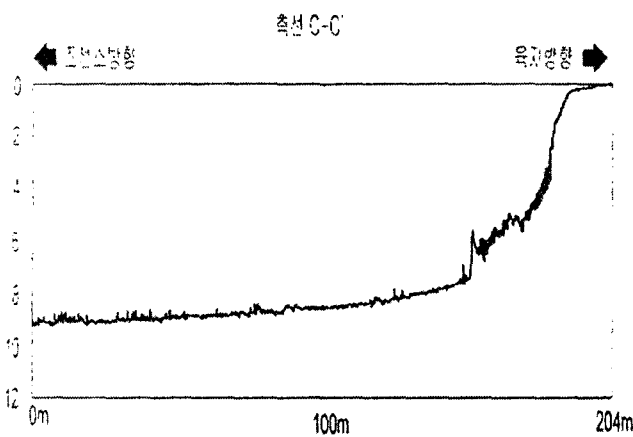


Fig. 13 지형단면 C-C' 축선의 지형단면도.

상기와 같이 본 조사지역의 해저지형 단면을 보면 전반적으로 수심이 육지에서 급격히 깊어져 수심 약 10m에 이르는 지형특성을 보이나, 육지 인접부에는 수심 1m 내로서 약 10m 넓이의 평탄면이 분포하고 있는 것이 특징적인 현상으로 나타나고 있다.

3.4 지적도 오류여부조사

세부측량원도의 오류여부를 조사하기 위하여 DGPS와 광파측정기를 동시에 사용하여 지적측량을 수행하였다. 1단계로 세부측량원도를 가지고 도면측량을 하여 각각의 조사지점에 대한 도근점의 x 및 y의 좌표값을 구하였다. 2단계로 거제시의 지적도에 등재된 조사지역 근처의 측량기준점(현황측량도에 사용한 원점임)을 원점으로 하여 조사지역에 대하여 광파측정기로 지적 측량과 수준측량을 동시에 수행하였다. 지적도 오류여부조사와 관련하여 측량결과는 현장측량성과와 지적성과(세부측량원도)가 모두 잘 일치함을 알 수 있었다(Fig. 14). 3단계로 DGPS를 이용하여 현장측량성과의 각 조사점에 대한 정확한 위도 및 경도의 좌표계를 구하였으며, 좌표계의 값들은 Table 4과 Table 5에 각각 나타내었다.

포락리란 지적도상에 등재된 해안선에 인접한 이편 등정지역의 지적도상의 면적이 여러 가지 외부적인 요인(지진, 해일, 폭풍 등에 의한 지반의 붕괴의 결과나 혹은 장기간에 걸친 해안의 침식 및 퇴적에 의한 결과)으로 인하여 해안선이 변형되어 해수에 의해서 침수된 지역(수면 하에 잠긴 지역)을 의미한다. 앞서 논한 것처럼 2003년대의 지적성과는 본 조사에서 실제로 수행한 현장측량성과와 잘 일치하였는데, 이때 현장측량성과로부터의 지적도상의 면적을 계산하면 침수면적(유실면적)이 형성되어짐을 확인할 수 있었다.

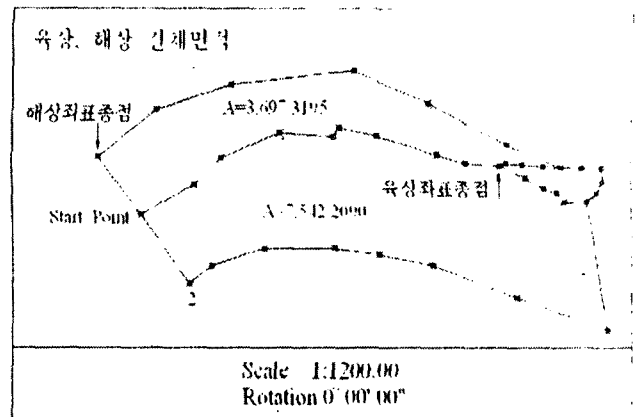


Fig. 14 현장 지적측량 성과도.

Table 4 조사지역의 현장 지적측량 성과자료(육상)

	X, Y (m)		N, E (deg, min)		비 고
	Easting (X)	Northing (Y)	Latitude (N)	Longitude (E)	
No.1	156458.6015	165125.178	34-54-11.5081	128-37-6.147397	측량 시행일: 2003년10 월24일 Start time: 11시50분 End time: 16시30분
2	156480.2328	165131.424	34-54-12.21087	128-37-6.390199	
3	156508.7656	165131.658	34-54-13.13688	128-37-6.395133	
4	156527.0634	165129.269	34-54-13.73040	128-37-6.298276	
5	156548.5698	165125.168	34-54-14.42784	128-37-6.133495	
6	156582.5310	165113.107	34-54-15.52849	128-37-5.65327	
7	156619.5991	165100.830	34-54-16.72995	128-37-6.164065	
8	156611.2900	165149.285	34-54-16.46628	128-37-7.074136	
9	156601.7990	165149.021	34-54-16.15824	128-37-7.06516	
10	156598.8678	165152.364	34-54-16.06353	128-37-7.197293	
11	156593.4564	165154.221	34-54-15.88814	128-37-7.271259	
12	156585.9810	165158.511	34-54-15.64607	128-37-7.441379	

Table 5 조사지역의 현장 지적측량 성과자료(해상)

	X, Y (m)		N, E (deg, min)		비 고
	Easting (X)	Northing (Y)	Latitude (N)	Longitude (E)	
No.1	156412.1404	165166.401	34-54-10.00539	128-37-7.778264	측량 시행일: 2003년10 월25일 Start time: 09시00분 End time: 15시40분
2	156435.4753	165183.824	34-54-10.76483	128-37-8.461108	
3	156466.0284	165193.005	34-54-11.75751	128-37-8.818196	
4	156515.9496	165197.994	34-54-13.37821	128-37-9.007249	
5	156578.2109	165170.690	34-54-15.39541	128-37-7.922318	
6	156600.8429	165162.396	34-54-16.12886	128-37-7.592194	
7	156593.4767	165162.655	34-54-15.88984	128-37-7.603502	
8	156584.9428	165163.662	34-54-15.61301	128-37-7.644451	
9	156578.2251	165163.835	34-54-15.39503	128-37-7.652274	
10	156575.3279	165162.961	34-54-15.30089	128-37-7.618278	
11	156561.6516	165163.829	34-54-14.85716	128-37-7.654523	
12	156549.7812	165167.204	34-54-14.47235	128-37-7.789256	

4. 요약 및 결론

거제 고힌만 주변해역의 과거와 현재 지형 및 해안선 변화 특성을 조사하기 위해 현재 간행되어있는 해도 및 항공사진에서 고힌성만 주변해역의 해안선 정보를 추출하고 조사지역에 대하여 지적측량 및 수준측량을 동시에 수행함으로써 지적도와 오류여부를 확인하였다. 고힌만내 조사지역의 해안선은 곡선상으로 나타나며, 해안선 변화로 만내의 해안선을 따라 형성 및 분포하는 전담의 유실, 조간대 및 조화대 지역의 축소 등은 침식현상 등에 의해 발생될 수 있는 것으로서, 만내 해안지역에서 지속적으로 침식현상이 일어나고 있음을 반영하는 것으로 사료된다. 지적측량 결과 고저면 및 저조면 공히 둘 다 지적도상의 도면을 취침하는 것은 상할 수 있고 2003년대의 지적성과와 현장 측량성과가 일치하였다.

참고 문헌

- 해양수산부 (1999). 공유수면 관련법령집, pp 260.
- 대한측량협회 (1998). 측량관계법령집.
- 이화연 (2004). GIS 지리정보학.
- 오재경 (2003). 지질해양학, pp 170-236.
- Golden Software, Inc (1999). "Surfer 7 User's Guide", pp 1-87.
- H. s. Kim, B. C. Oh, Y. S. Chu, B. S. Jeong (2004). "Morphological Changes around Songdo Beach, Korea", Journal of Ocean Science and Technology, 제1권, 제1호, pp 30-38.
- W. Y. Park, J. S. Kim, C. Y. Kim (2003). "A Study on the Coast Topography using Real-Time Kinematics GPS and Echo Spunder", 한국해양공학회지, 제17권, 제3호, pp 1225-0767.