

I. 서 언

해안이 침식되거나 매몰되는 현상은 모두 표사이동에서 기인하고 이들 침식이나 매몰을 막기 위해서는 표사의 이동현상을 위치적이거나 시간적으로 잘알고 방지대책을 수립하여야 함으로 본문에서는 주로 표사조사에 주안점을 두고 기술하였다.

우리나라에서 일찍이 표사가 문제로 대두된 것은 동해안일대의 항만이나 해안이었으나 최근에는 서해안의 일부항만(군산·장항·계마 등)에서도 매몰이 문제되어 현재 조사가 진행중에 있다.

표사의 조사를 해안공학측면에서 시도한 것은 60년대초에 목호항과 삼척항에 실시한 방사성동위원소로 표사이동을 추적한 것이 최초였는데, 이때만하여도 아직 방사성물질이 공해물질로 시끄럽지 않을 때의 일이었다. 이 조사는 현 동원토질의 張麟燮사장이 일본에서 교육을 받고와서 국내에서 처음 실시한 것이다. 그후 1985년까지 표사가 문제되는 항에 일시적인 조사를 실시한 예가 있으나 표사방지대책에 큰 도움이 되지 못하였다. 이는 표사현상의 원인이 되는 波浪이나 흐름, 저질(底質), 지형 등이 계절적으로 변하는데 이에 대한 지속적인 同時觀測(해상(海象)·저질(底質)·지형관측)을 하지 않음으로써 서로의 연관성을 찾지 못하여 올바른 성과를 얻지 못했기 때문이다.

지금까지 표사로서 문제가 된 곳은 거진, 속초, 주문진, 묵호, 삼척, 동해, 임원, 죽변, 후포, 계마, 군산, 장항항 등이며 이들 항중 표사문제에서 어느 정도 안정된 항은 묵호·삼척항이다. 현재 조

企·劃·特·輯 調查報告

漂砂防止 對策을 위한 調查

底質과 粒徑등

李 義 允

(唯一綜合技術團 專務理事)

사가 진행중인 항은 죽변, 계마, 군산, 장항항이며 대책수립을 위한 조사방법을 검토중인 항은 주문진, 동해, 임원, 후포항 등이다.

끝으로 본고에서는 조사사항에 대하여서만 기술하였으나 다음 기회가 주어지면 우리나라에서 시도한 표사방지시설물중 실패했거나 성공한 것 중 주요한 2, 3의 예에 대하여 기술코자 한다.

II. 조사계획

2-1 목 적

해안은 표사에 의해서 해안침식, 항만매몰, 항로매몰, 항만·해안구조물의 비탈끝의 洗掘, 해저지형의 변화에 의한 구조물에의 과부딴힘의 변화 등의 문제가 일어난다.

이런 문제에 대처하기 위해서는 충분한 조사에 의하여 대상지역의 표사의 특성을 알고, 장애 일어나는 해빈(海濱)변화를 미리 예기하여 대책을 강구할 필요가 있다.

2-2-1 일반사항

표사(漂砂)현상은 파, 조류(潮流), 해저지형, 저질등이 서로얽힌 복잡한 현상으로서 그실태를 충분히 파악하기 어려운 경우가 많다.

따라서 조사계획은 다음의 제점(諸點)을 고려하여 수립해야 한다.

(1) 조사계획의 수립은 조사항목의 선정, 조사방법의 세목, 측조사구역, 방법, 빈도, 시기 등의 결정을 포함하고 있다. 따라서 계획수립에 있어서는 조사목적을 충분히 이해하여 각조사결과가 표사특성의 판정에 유효하게 이용되도록 검토하지 않으면 안된다.

(2) 조사의 실시도중에 있어서도 그때까지의 조사결과를 토대로 항상 그 계획의 적부를 검토하여 계획을 개량해 가도록 유념하여야 한다.

(3) 표사문제는 자연의 밸런스가 무너진 지점에서 발생하여 새로운 안정을 향하여 변화하여 간다. 따라서 구조물건설의 사전조사단계에서 공사중, 공사후의 단계까지 조사를 계속해서 실시할 필요가 있다.

(4) 근년, 해빈변형예측을 위하여 모형실험이나 수치시뮬레이션이 개발되고 있다. 이들 수법은 아직 확립된 것이라고 할 수 없으므로 모델의 재현성을 도모하기 위해서는 현지데이터가 필요하다. 따라서 이들 수법에 의하여 장래예측을 하기 위해서는 그것에 따른 현지조사가 필요하게 된다.

(5) 표사는 황천시(荒天時)에 가장 심하다. 그러나 황천시의 표사관측은 일반적으로 불가능하며 황천시의 현상은 그 직후의 표사관측에 의하여 추찰(推察)할 때가 많다. 따라서 관측실시시기의 양부가 대단히 중요하다.

(6) 표사현상은 국지성(局地性)

이 대단히 높다. 따라서 조사담당자는 기왕의 조사방법에 구애받지 않고 조사지역의 특수성을 살린 조사방법을 생각하도록 노력하여야 한다.

2-2-2 조사항목

표사조사의 항목은 전항에 기술한 바와 같이 그 목적에 따라서 다르지만 대체로 다음과 같은 조사항목을 생각할 수 있다.

조사목적에 따른 항목선정의 길잡이를 표시한 것이 <도 2-1>이다.

- (1) 海岸답사
- (2) 外力관측
 - ① 波浪觀測(波高, 週期, 波向)
 - ② 流況관측(定點의 流向, 流速, 流線)
 - ③ 潮位관측
 - ④ 바람관측
- (3) 지형, 수심측량
 - ① 지형조사(항공사진, 지형도)
 - ② 평면지형의 측량(광역수심측량, 구조물의 주변측량)
 - ③ 단면지형의 측량(특정측선의 지형변화의 측량, 정선(汀線)측량)
 - ④ 황천시의 지형변화측량

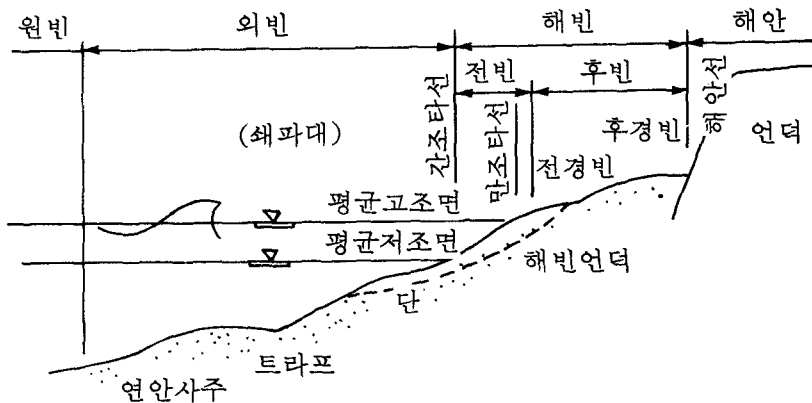
- (4) 저질(底質)조사
 - 광역조사, 구조물주변조사 등
- (5) 포사(捕砂)조사
- (6) 트레이사(tracer)조사
- (7) 비사(飛砂)조사
- (8) 부대(附帶)조사
 - ① 표사에 관한 기왕조사의 수집
 - ② 과거의 공사기록의 수집
 - ③ 하천의 유출토사량 조사

2-3 해빈단면각부의 명칭

사빈해안의 전형적인 단면의 각부 명칭을 표시한 것이 아래 <도 2-2>와 같다.

원빈(遠濱)이란 먼바다의 통상 쇄파(碎波)가 되지 않는 부분이며 여기서는 해저 구배(句配)가 비교적 원만한 것이 많다.

외빈(外濱)이란 원빈의 육지측 단에서 우조정선(于潮汀線)까지의 사이로서 여기서 쇄파되어 연안사천이나 段이 발생한다. 전빈은 우조정선으로부터 동상파가 소상(遡上)하는 곳까지의 범위를 말하며, 후빈은 전빈의 육지측단에서 해안선까지의 범위를 말하며 황천시에 파가 조위상승과 더불어 소상하는 부분이다.



<도·2-1> 海濱各部の 명칭

표 2-1 조사항목 (항만계획 및 구조물설계를 위한 조사)

조사사항	목적		조사계획수립 (예비조사)	일반적 조사 특성			조사 이동계수	매물 특성 조사	해안식 특성 조사	세굴 조사	비사 특성 조사
				표사원 및 방향	연안 표사량	부유 농도					
1. 해안답사			○	△					○		○
2. 외력관측	파랑 관측 (또는 파랑추산) 조위 관측 바람 관측	파고·주기 파향 정점의유속·유향 유선추적		○	○	○	○	○	○	○	
				○	○	△	△	○	○	△	
3. 지형·수심 측량	지형 조사 평면 지형 측량 단면 지형 측정 황천시의 수심변화의 측량	항공사진, 지형도 광역수심측정 구조물주변측량 특정측선의 지형 변화의 특성 정선 측량 세굴 환 등	○	○			△	○			
			○				△	○	○	△	육상 지형 측정
				○				○	○	○	
4. 저질 조사		광역 조사 구조물주변조사	○	○			○	○		○	
5. 포사 조사				△		○	○				
6. 트레이사 조사				○			○		○		
7. 비사 조사										○	
8. 부대조사	표사 관계 기존자료수집 과거공사기록수집 하천유출토사량 조사		○	○				○			
			○				○				
				○				○	○		

(주) ○: 꼭 필요한 조사 △: 될수 있으면 실시하는 것이 바람직한 조사

3. 관측 및 데이터의 정리

3-1 해안답사

현지답사는 조사계획의 수립, 즉, 조사항목, 조사빈도, 주요관측 기기배치 결정 등을 위한 중요한 예비조사이다. 현지답사에 있어서는 다음의 제점(諸點)에 유념하여야 한다.

- 저질형상(底質形狀)과 입경(粒徑)
- 해빈구배, 해안구배
- 정선(汀線)의 입출과 그 변화
- 河口砂川の 형상과 그 변화
- 구조물주변의 지형변화
- 주민으로부터 청취

- (1) 지도류 (해도, 1/50,000~1/5,000지형도)
- (2) 핸드레벨, 권척(卷尺), 줄자(m), 스톱프, 경사계(傾斜計) 등
- (3) 당일의 潮位예상도
- (4) 카메라
- (5) 자침(磁針)
- (6) 기타

3-1-1 사용기기

3-1-2 조사범위설정

당해지점의 표사공급원이 되는 범위 및 손실선 전지역의 답사가 바람직하나 다음과 같은 자료를 고려하여 결정한다.

- (1) 해도, 지형도
- (2) 과거의 기상, 해상자료
- (3) 해안 또는 하천의 성인(成因)과 변천
- (4) 과거의 공사기록
- (5) 주변지역의 표사 및 비사 자료
- (6) 토질조사자료
- (7) 대상지구에 관한 항공사진, 심천도(深淺圖)

3-1-3 조사방법

(1) 저질형태와 입경(粒徑)

저질은 정선(汀線)부근에서 채취한다. 채취간격은 그 해안의 특성에 따라 틀리나, 정선에 연(沿)하여 500~1,000m를 표준으로 한다. 채취 및 분석방법은 후술의 각항에서 구체적으로 기술하였다.

(2) 해빈구배(海濱句配)

측정은 목시(目視), 핸드레벨 등 간편한 방법으로 한다.

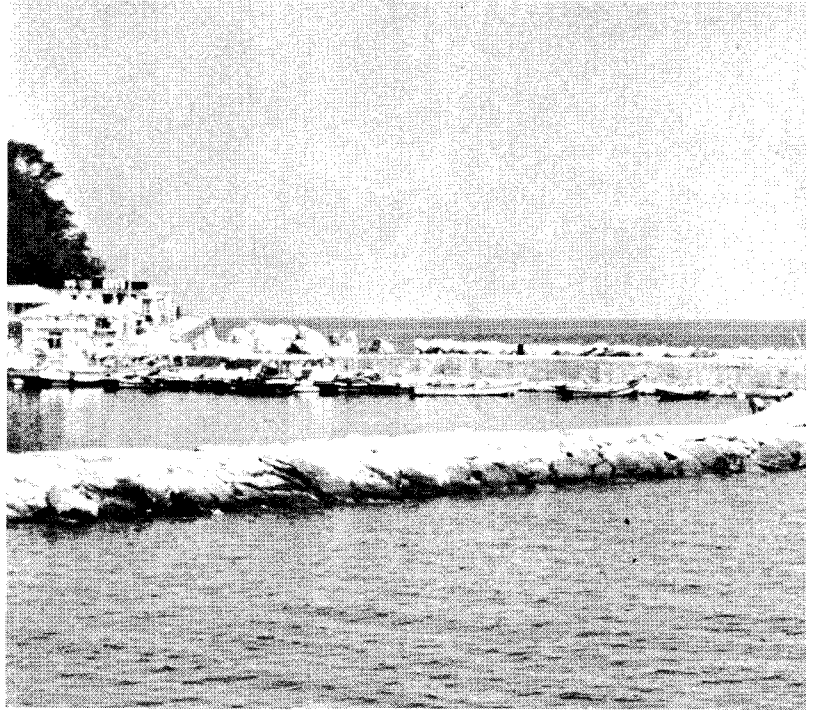
側線간격은 정선에 연하여 500~1,000m를 표준으로 하며, 측선 방향정선과 직각방향으로 한다.

1측선상에서는 구배의急變點 등을 포함하여 5~10m간격으로 표고(標高)를 측정한다.

(3) 정선의 입출, 하구사천, 구조물주변의 상황 해안선의 스케치, 사진촬영 등에 의하여 그 특성을 관찰기록한다.

(4) 주민으로부터 취취

그부근에 오래살고 있는 고로(古老) 및 많은 주민으로부터 다음 사항에 대하여 의견을 듣는다.



- ①사계(四季) 및 월별 파랑, 연안선(沿岸線), 기후특성
- ②汀線의 결재(決漬), 퇴적상황의 변화
- ③하구사천의 변화(四季狀況)

촬영방향을 기입하며 사진과 도면에 동일부호를 기재 정리한다.

(3) 既往의 자료수집
그지역의 해안관리자 등으로부터 다음의 사항에 대하여 청취 수집한다.

- ①기상(통계적풍향·풍속)
- ②海象 및 汀線변화
- ③구조물(海岸·堤防·突堤 등)
- ④문헌, 자료(史誌, 沿革 등)

3-1-4 데이터의 정리

(1) 답사평면도(踏査平面圖)

답사연월일, 저질채취점, 해빈구배의 측량점 및 해안선의 스케치, 사진촬영의 실시점 등을 상세히 기입하며, 육안관찰에 의한 평균입경, 해안선의 입출상황, 구조물의 상황 등도 아울러 기입한다.

(2) 사진

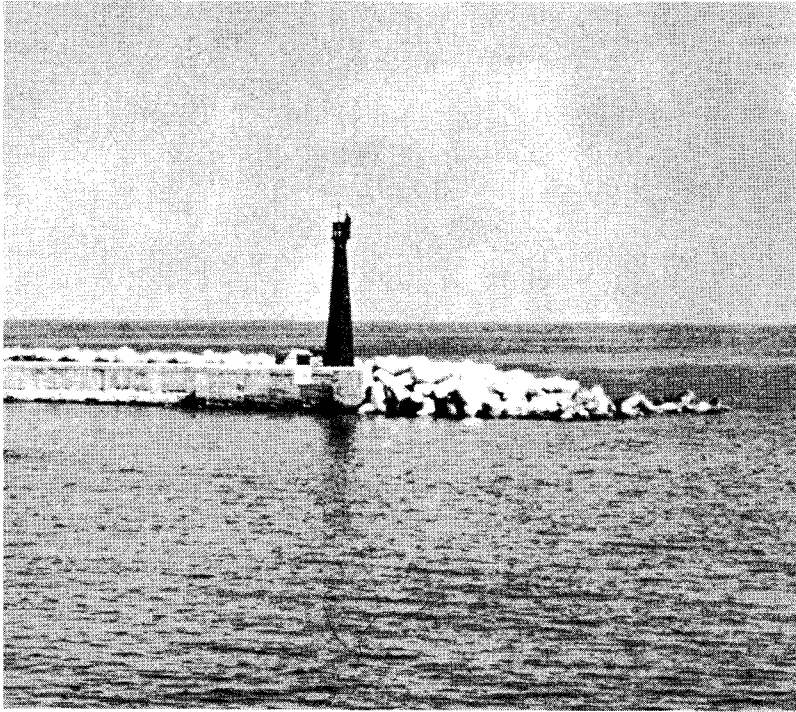
해빈구배(海濱句配)나 해안선의 입출이 심한 지점, 해안제방, 돌제(突堤)의 주변 등의 상황을 상세히 촬영한다.

또한 답사평면도에 촬영個所,

3-2 외력조사

모래이동을 일으키는 外的要因으로서 다음의 因子에 대하여 관측을 한다.

- ①파랑(파고, 주기, 파향)
 - ②流況(유향(流向), 유속(流速))
 - ③조석(潮汐)
 - ④바람(풍향, 풍속)
- 이들 각관측은 별도계획을 수립



하여 실시하여야 하나 특히 파랑 관측이나 유황관측은 황천시의 관측을 비교적 단기간에 행하는 것을 목적으로 하고있기 때문에 사용기기, 器機의 설치방법, 데이터의 정리방법 등에는 각별한 주의를 요한다.

3-3 지형조사 및 深淺측량 3-3-1 지형조사

지형조사는 아래의 자료 등을 이용함으로써 장기적이고 광역(廣域)적인 해저지형상황을 알 수 있다.

(1) 이용자료

①항공사진

②지형도

③해도

(2) 조사범위의 설정

조사범위의 설정에 있어서는 조

사대상지역의 지형특성, 항만·해안구조물의 규모 및 漂砂의 공급원인 하천 등을 고려에 넣어서 조사범위를 결정할 필요가 있다.

(3) 조사방법

지형조사에서는 필요에 따라 항공사진을 찍지만 기존의 사진을 이용하려고 할 경우에는 국립지리원에 의해서 촬영된 것이 있으므로 이를 이용하면 된다.

또 지형도는 1/50,000, 1/25,000, 1/5,000 등이 있으며 별도로 지방자치단체에서 제작한 도시계획도 등이 있다.

해석의 手順은 아래와 같다.

①촬영시기가 틀리는 동일지역의 사진에 공통의 기준점을 수점 설정한다.

②기준점은 교량, 해안구조물, 진로교차점 가옥 등 될 수 있는데로 해안에 가까운 것으로 표고 등

의 변화가 일어나지 않는 점을 선택한다.

③기준점을 있는 직선중 가장 정선과 평행한 것을 기준선으로 한다.

④기준선에 직각으로 側線을 汀線까지 긋는다. 측선간격은 조사구역의 지형에 따라 결산한다.

⑤사진의 동일지점의 側線長을 측정하여 그 차를 汀線의 변화량으로 한다.

⑥읽어놓은 정선변화량의 値는 기준연차의 정선을 기준으로 해안마다 연속한 도면을 작성한다.

또한 조위차(潮位差)가 큰 지역에서는 조위보정(補正)을 하지 않으면 안된다. 그러기 위해서는 대상해안의 전빈구배(前濱句配)를 조사하여야 할 필요가 있다.

항공사진을 해석함으로써 상기와 같은 정선변화를 알 수 있으나 그외에도 입체적해석에 의한 地盤高의 변화, 지형학적 특성의 파악에도 도움이 된다.

지형도, 해도에 의한 해석수순(解析手順)도 상기 ①~⑥의 수순과 동일하게 된다.

3-3-2 수심 및 汀線測量

조사범위는 지형조사에 비하여 한정되지만 해빈 및 해저의 지형상황을 입체적으로 파악할 수 있다.

(1) 사용기기

음향측심기(音響測深機), 레드 등 수심측량시 사용하는 측량기기를 준비한다.

(2) 조사범위의 설정

측량범위 및 빈도는 <표 3-1>을 표준으로 하나 조사대상지역의 지형 및 조사목적 등 상황에 따라 적의(適宜)결정할 필요가 있다.

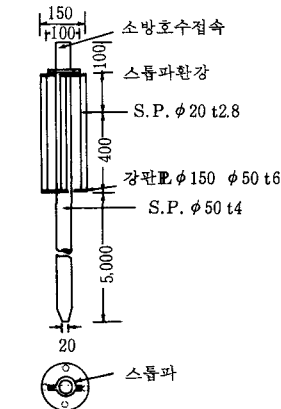
표 3-1 측 량 범 위 및 측 량 빈 도

분 류		항 목	광역측량(해도는 고정도의 지형을 알기 위하여 조사)	구조물주변지형 변화를 위한 측량	汀 線 측 량	비 고
연안방향의 범위			표사의 공급원으로 부터 유출선까지의 광대한 지역	$b + 2l$ (범위외는 정선측량으로 보충한다)	원칙적으로 광역측량의 범위를 카바한다.	b: 구조물의 연안 거리
외해방향의 범위			금후 5 개년 내에 정비되는 구조물의 외해측단에서 4~5 파장외해까지	$l + (2\sim 3 \text{ 파장})$	간조시 정선에서 후빈의 후단까지	l: 구조물선단까지의 거리 (해안에서 외해측선단까지)
측선·측점 간격			측선간격은 200m 이하, 측점간격은 50m 이하, 단 쇄파대이전은 5m 이하	측선간격은 100m 이하, 단 구조물의 바로 근접에서는 10~20m가 바람직함	측선간격은 100m 이하, 단 지형이 복잡한 곳에서는 10~20m가 바람직함	
측 량 빈 도	계 획		계획의 초기단계 1회	광역측량 겸용	광역측량에 포함시켜 실시	
	설 계		계획시의 것이 없으면 1회	연 2 회	상 등	
	시 공		5 년에 1회	상 등	정온기준, 황천기 후 각 1회, 계 2회	
	관 리		상 등	연 1 회	荒天期 후 1회	

(3) 조사방법
일반적인 지형 및 수심측량에 대하여는 수심측량요령에 준한다.

(4) 데이터의 정리
일반적인 지형 및 수심측량에 대하여는 수심측량요령에 준하여 정리하나 표사에 관하여는 특히 기준면이 분명하도록 도시가 필요하다.

3-3-3 황천시의 지형변화 측량



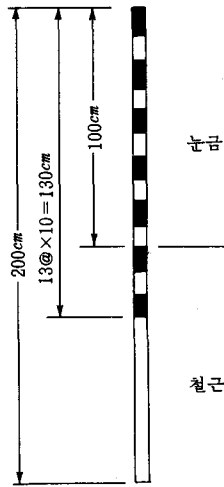
해저의 지형변화가 현저한 장소에 대하여 어떤 특정의 풍파(황천시)에 의한 해저지형의 변화량을 조사하기 위하여 행하는 것이다.

(1) 사용기기

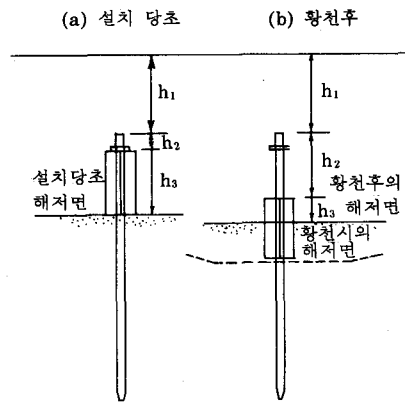
① 세굴환(洗掘環)

세굴환은 <도 3-1>과 같이 해저에 지주를 세우고 여기에 활동(滑動)하는 환(環)을 끼워 황천시의 최대세굴시의 모래 堆積高를 측천(測天)하는 것이다.

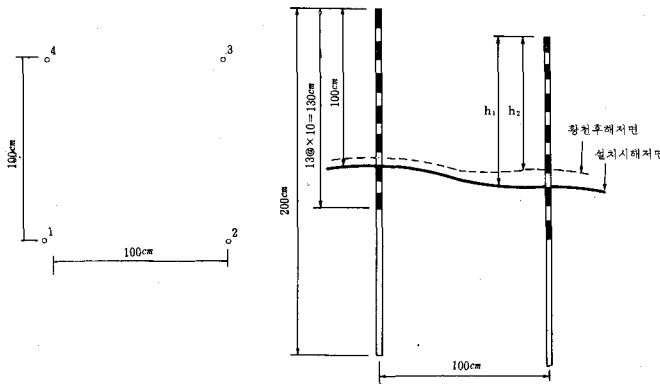
세굴환은 지주와 링으로 구성되어 있다.



〈도·3-2〉 固定柱



〈도·3-3〉 洗掘環에 의한 변동량의 조사방법



〈도·3-4〉 固定柱설치 및 변동량 조사방법

③ 고정항(固定杭)

고정항(固定杭)은 〈도 3-2〉와 같이 눈금을 표시한 길이 2m 정도의 철근봉(鐵筋棒)을 1지점에 수분을 설치하고 항두에서 해저까지의 거리를 측정하는 것이다.

③ 기타

그외에 전기전도도(電氣傳導度)한 간이세굴계가 있다.

(2) 조사방법

① 세굴환에 의한 방법

가) 潛水夫에 의하여 〈도 3-

3〉과 같이 세굴환을 해저면에 설치하고 설치후 h_2 , h_3 를 잠수부로서 측정토록 하는 동시에 수면에서 h_1 을 랫드에 의하여 측정한다.

나) 황천후의 靜穩시 또는 소정일마다 잠수부에 의하여 h_2 , h_3 를 측정한다. 측정후는 환을 들어 올려 설치당초와 같이 사(砂)표면에 고쳐놓고 가)의 요령으로 각각의 높이(h_1 , h_2 , h_3)를 읽는다.

② 고정항(固定杭)에 의한 방법

가) 말뚝의 타입(打込)에는 잠

수부 2인으로 행하며, 한사람이 젯트펌프로서 모래를 풀어 제끼고 또 한사람이 함마로 말뚝을 타입한다. 타설후에는 말뚝주변을 고르고 〈도 3-4〉와 같이 말뚝머리에서 해저면까지의 거리 h_1 을 측정한다. 동시에 수중사진촬영도 함께한다.

나) 황천후의 정온시 또는 소정일마다 잠수부로서 말뚝머리에서 해저면까지의 거리 h_2 를 측정한다.

(3) 데이터의 정리

측정량의 정리와 함께 측정기간 중의 波高, 波向 등의 해상상황의 정리를 한다.

3-4 저질(底質)조사

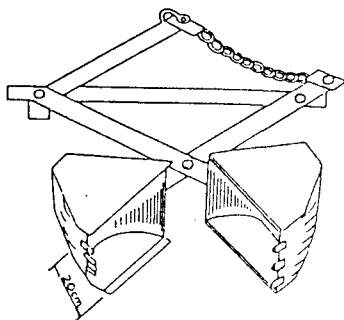
표사조사를 위한 저질조사는 보통 다음 사항을 알기위한 목적으로 행한다.

- ①대상해역전역의 저질특성 및 저질의 이동방향을 안다.
- ②海象(혹은 流況)과 저질특성과의 관련을 안다.
- ③구조물주변의 저질특성의 변화를 안다.
- ④주변에 대한천을 갖는 경우는 유하토사(流下土砂)의 영향범위를 안다.

3-4-1 사용기기

(1) 저질채취용기기

- ①육상의 경우
삼, 시료대(試料袋), 테이프, 미-타줄자, 매직잉크, 야장(野帳) 등
- ②해상의 경우
저질채취기(<도 3-5> 채니기(採泥器)의 일예), 船位측정기기(트렌시트, 육분의 등), 레드, 시료대, 야장 등



<도·3-5> 採泥器의 例

(2) 입도분석용기기

- ①체가름분석의 경우
진조기, 체(4.8mm, 2.0mm, 0.84mm, 0.42mm, 0.25mm, 0.105mm, 0.074mm), 체진동기(요동(搖動)형, 진동형), 정밀저울(용량 200g, 감(感)량 0.001g)정도 상명(上皿)저울(용량 500g, 감량 0.1g 정도)
- ②분산장비에 의한 분석의 경우
분석장비, 비중계, 온도계
- ③에메리관에 의한 분석의 경우
스그리브다, 에메리관, 온도계, 스텝위치
- (3) 比重分析用器機
진조기, 피크노메타(50cc), 정밀저울, 수온계(-30C~100C)
- (4) 強熱減量分析用器機
진조기, 정밀저울, 증발접시, 단지, 체(420μ)

3-4-2 조사범위 및 조사시기의 설정

조사범위에 대하여는 목적에 따라 틀리나 대략 수심측량의 범위를 기준으로 한다. 측정점은 육상의 경우 다음의 3점으로 한다.

- ①海岸砂丘의 기부(基部)
- ②파의 소상(邇上)한계
- ③平均潮位의 정선(汀線)
해저부의 경우는 수심 1mm마다

1점씩 채취하는 것을 표준으로 한다.

조사시기에 대하여는 春夏秋冬의 4회 혹은 冬季의 2회를 수년계속하는 것이 바람직하다. 또한 특히 하천의 유하토사의 영향을 조사할 경우는 특정시기를 설정하는 것보다 홍수시 직후를 골라 조사하는 것이 바람직하다.

3-4-3 채취방법

육상부에서는 표층의 모래를 얇게 제거한 후 채취한다. 만약 모래가 층상(層狀)으로 퇴적되어 있을 때는 1층과 2층을 각각 채취한다.

정선부근에서 채취할 경우에는 천연의 체가름 작용 때문에 20~30m 떨어져서도 粒徑이 크기 변화할 때도 있다. 따라서 해변(海濱)에서의 파의 작용형태나, 파상으로 구불어진 정선(汀線), 즉 카스프와 같은 그凸부와凹부에서 현저히 입경이 변화하는 경우에는 해변의 지형특성을 고려하여 채취할 필요가 있다. 특히 연안방향의 입경분포를 구할 경우에는 채취점을 동일한 표고로 통일하는 동시에 해변의 국소지형의 동일개소에서 채취하지 않으면 안된다. 해저부

표 3-2 野帳樣式

항목	채취번호	수심	채취시간	비고
측선번호				

에서는 저질채사기(底質採砂器)로서 船上에서 채취한다. 또한 채취와 동시에 채취점의 위치 및 수심을 측정한다. 채사량은 400g 정도 이상이 바람직하다. 채취한 시료는 비닐시료봉지에 넣어 봉지의 표면에 시료번호, 채취년월일, 채취수심 등을 기입 보관한다. 채취와 동시에 <표 3-2>와 같은 양식으로 야장에 기입한다.

(2) 採點點 위치결정

해상에 있어서는 2점의 트란싯트에 의하여 측정함과 동시 측심(測深)을 한다. 육상에서의 채사점은 측량말뚝 등의 목표물의 위치와 관계시킨다.

(3) 시료의 분석방법

① 입도분석

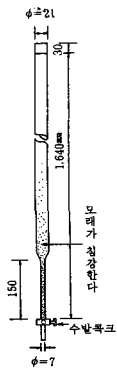
입도분석(粒度分析)은 흙의 분류시험중 입도시험방법에 의하는 것으로 하나, 실토, 점토, 조개껍질에 관한 분석방법으로서 아래의 시험을 하는 경우도 있다.

가) 실토, 점토 선량측정시험

나) 조개껍질중량측정시험

다) 에메리관에 의한 입도분석법

○에메리관의 구조는 <도 3-6>과 같다. 이것을 진동의 전달이 잘 안되는 말뚝기둥, 벽 등에 견고하게 연직(鉛直)으로 고정한다.



<도·3-6> 에메리 관

○관안에 증류수를 부어 수온과 관온(管溫)이 같게하고 관벽에 부착된 오물을 세척한다.

○관상한선까지 증류수를 채운다.

○그후 잠시동안 방치하여 관내의 기포(氣泡) 등 뒤섞인 것을 가라앉힌다.

○관중(管中)의 수온을 측정한다.

○兩端이 뚫린 유리관의 一端을 손가락으로 막고 시료 수그램을 넣어 거기에 증류수를 부어 시료를 충분히 적셔준다.

○시료관을 에메리관上으로 가져와서 손가락을 떼고 한꺼번에 시료를 에메리관에 투입한다.

*시료의 양은 에메리관 하단의 가는 부분에서의 堆積高가 70~100mm일 것)

*다량의 시료중에서 전체의 입도분포를 대표할 수 있도록 수그램을 추출하는데는 충분한 주의가 필요하다. 스프리크타를 사용하는 것이 바람직하다.

○투입의 순간을 시간0으로 하고 수온에 따라 <표 3-3>에 표시하는 각시간마다의 세관중의 퇴적고를 기록하여간다. 예로 수온 20°C의 경우에는 <표 3-3>의 2점쇄선을 끈 행에 표시된 바와같이 투입 후 132초 152초, 188초 4분23초 후의 퇴적고를 측정한다.

○시험결과와 기입, 입도분포의 계산방법은 <표 3-4>에 준하여 행한다.

② 비중측정

비중측정은 흙의 분류시험중 토입자의 비중시험방법에 의한다. 단 세사(細砂)중에 약간 섞여있는 석력(石礫)과 같은 채취지점의 모래의 특성을 대표하지 않고 있다고 생각되는 것은 분석에 포함시

키지 않고 그 취지를 별도 부기하여 둔다.

③기타시험

상기시험외에 하천유하토사의 영향범위를 조사할 경우는 이하의 분석을 할 필요가 있다.

(가) 強熱감량분석

흙의 강열감량은 110°C에서 건조기를 강열한 경우의 감소질량을 건조토에 대한 백분율로 표시한 것으로서 그 치에서 점토에 포함된 유기물 혹은 화합수, 결정수의 함유량을 알 수 있고 점토의 대체적인 성상을 판단할 수 있다. 그 시험방법은 KSF기준에 의한다.

(나) 重鑛物함유량측정

직경 30mm, 길이 1,000mm 정도의 뷰렛드 안에 4臭化에틸렌(Br₂HC-CHBr₂, Gs=2.964) 혹은 브로로홀름(CHBr₃, GS=2.89, 단 15°C)을 채우고 0.3mm이하의 체로 가름한 모래 약 50~100g을 승부로부터 투입하여 부유물과 침전물을 분리시킨다. 투입사량과 침전물의 양의 비를 중광물함유율로 하여 표시한다.

(다) 자성광물함유량 측정

약 100g의 시료중의 자성광물을 자석으로서 분리한다.

(라) 광물분석

비중이 가벼운 물질과 비중이 2.85이상의 물질로 분리하고 그 비율을 낸다. 다음에 분리한 시료에 대하여 현미경으로 광물질을 식별하고 나서 특정물질을 조사한다. 광물분석은 풍부한 경험을 필요로 하므로 관계기관에 의뢰하여 행하지 않으면 안된다.

3-4-4 데이터의 정리

(1) 입경가적곡선(粒徑加積曲線) 작성

표 3-3 수온과 입경과 침강시간(수중 16,40mm의 간)의 관계

TC	l mm													
	1.00	0.75	0.50	0.375	0.3125	0.25	0.2187	0.1875	0.1562	0.125	0.1093	0.0937	0.0781	0.0625
	sec	sec	sec	sec	sec	sec	min sec	min sec	min sec	min sec	min sec	min sec	min sec	min sec
4	14.4	16.9	20.8	30.0	37.0	47.0	1-4	1-31	2-3	2-36	3-16	4-8	5-5	6-30
6	14.3	16.7	20.6	29.5	36.0	46.0	1-2	1-27	1-57	2-30	3-8	3-56	4-52	6-14
8	14.2	16.6	20.3	29.0	35.0	45.0	1-0	1-23	1-52	2-23	3-0	3-45	4-38	5-58
10	14.1	16.4	20.0	28.2	34.0	44.0	57.5	1-20	1-47	2-16	2-51	3-34	4-27	5-42
12	13.9	16.2	19.7	27.7	33.0	43.5	55.5	1-16	1-41	2-10	2-42	3-23	4-12	5-26
14	13.7	16.0	19.4	27.2	32.0	42.0	53.5	1-12	1-36	2-3	2-35	3-13	4-0	5-10
16	13.5	15.8	19.1	26.8	31.5	41.0	51.5	1-8	1-30	1-56	2-27	3-2	3-48	4-54
18	13.4	15.5	19.0	26.5	31.0	40.0	50.0	1-4	1-25	1-49	2-18	2-54	3-36	4-38
20	13.2	15.2	18.8	26.0	30.5	39.0	48.0	1-1	1-19	1-43	2-10	2-45	3-27	4-23
22	12.9	15.0	18.5	25.5	30.0	38.0	47.0	59.0	1-16	1-38	2-4	2-38	3-20	4-13
24	12.8	15.0	18.2	24.9	29.5	37.5	46.0	57.0	1-14	1-35	2-1	2-34	3-13	4-7
26	12.7	14.8	18.0	24.6	29.0	36.8	45.0	55.5	1-12	1-32	1-57	2-30	3-8	4-2
28	12.6	14.7	17.7	24.2	28.4	35.7	44.0	54.3	1-11	1-30	1-57	2-27	3-5	3-59
30	12.5	14.5	17.5	23.8	27.8	35.0	43.0	53.2	1-9	1-28	1-53	2-25	3-2	3-57
32	12.3	14.3	17.2	23.5	27.0	34.0	42.0	52.2	1-8	1-27	1-51	2-23	3-0	3-55
34	12.2	14.0	17.0	22.8	26.5	33.2	41.0	51.0	1-6	1-25	1-49	2-21	2-58	3-53
36	12.1	13.8	16.8	22.4	26.0	32.5	40.0	50.0	1-5	1-23	1-47	2-20	2-56	3-51
38	12.0	13.7	16.5	22.0	25.5	31.7	39.0	49.0	1-4	1-22	1-46	2-18	2-54	3-49
40	11.8	13.7	16.2	21.6	24.9	31.0	38.0	47.9	1-2	1-20	1-44	2-16	2-52	3-47

표 3-4 에메리 관법에 의한 모래 입도시험

조사명목적	○○해안표사조사	시험년월일	1987년 4월 1일
시료번호	C-11F	시험자명	
에메리관중수온	20.0°C	실온	23°C

입경 (mm)	침강시간 (sec)	세관중의 堆積高 (mm)	잔유백분율 (%)	통과백분율 (%)	적요
1.00	13.2	1.0	1.0/79.0=1.27	100-1.27=98.73	조개껍질分 含有多
0.75	15.2	1.5	1.5/79.0=1.90	100-1.90=98.10	
0.5	18.8	2.3	2.91	97.09	
0.375	26.0	2.8	3.54	96.46	
0.3125	30.5	3.4	4.30	95.70	
0.25	39.0	3.9	4.94	95.06	
0.2187	48.0	4.8	6.08	93.92	
0.1875	min 1-1 sec	11.6	14.68	85.32	
0.1562	1-19	28.7	36.33	63.67	
0.125	1-43	56.5	71.52	28.48	
0.1093	2-10	73.5	93.04	6.96	
0.0937	2-45	76.3	96.58	3.42	
0.0781	3-27	78.2	99.99	0.01	
0.0625	4-23	79.0	100.00	0	
계		79.0			

①중양입경

<도 3-7>에 있어 P=50%에 상당하는 입경을 말한다.

일반적으로 波에 의한 교란(攪亂)이 심한 개소에서는 중양직경이 크고 교란이 작은 개소에서는 중양입경이 작다. 또한 하구부근에서 크고 표사의 탁월(卓越)방향에 향하여 작아진다 등 표사특성과 밀접하게 연결되어 있다.

②체가름계수(S₀)

$S_0 = \sqrt{D_{75}/D_{25}}$ 단, D₇₅, D₂₅는 각각 P=75% 및 P=25%에 상당하는 입경이다.

③편의도(S_K)

$S_K = \sqrt{D_{25} \times D_{75} / D_{50}^2}$ 단, D₇₅, D₅₀, D₂₅는 각각 P=75%, P=50% 및 P=25%에 상당하는 입경이다.

체가름계수 및 편의도는 공히 편대수(片對數)그래프로 그려진 입경가적곡선의 형상을 나타내는 지표이며 다음과 같은 특성이 있다.

S₀=1일 때 加積曲線의 중앙부가 연직(鉛直)한 곡선이다.

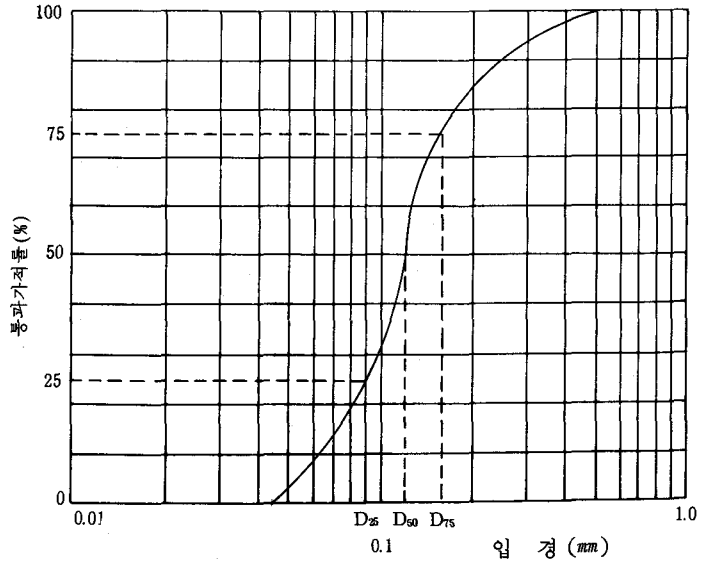
S₀가 클수록 가적곡선의 구배가 완만하다.

S_K=1일 때 가적곡선의 중앙부의 구배는 같은 모양이다.

S_K>1일 때 가적곡선의 중앙입경보다 큰부분의 구배는 작은부분보다 완만하다.

S_K<1일 때 가적곡선의 중앙입경보다 작은 부분의 구배는 큰부분보다 급하다.

따라서 S₀와 S_K가 공히 1에 가까운 값을 나타낼 경우에는 입경이 같은 모래라는 것을 나타내는 것이므로 이모래는 충분히 波나 흐름의 작용을 받아서 거기에 적합한 조성(組成)에 도달한 것이라



<도 3-7> 粒度加積曲線

고 생각된다.

따라서 S₀, S_K가 1에 가까운 곳에서는 파나 흐름의 작용이 안정하고 海濱地形도 안정한 것이라고 생각되는 대신 S₀, S_K가 큰 곳에서는 일반적으로 외력의 시간적변화가 크고 지형이 불안정하다.

(2)저질분포도의 작성

채취시에 가장 가까운 시기의 수심도상에 다음 각 항목을 기입하여 저질분포도를 만든다.

평균입경, 체가름계수, 편의도, 비중, 기타 重鑛物함유율, 磁광물함유율, 礫, 조개껍질 등의 혼입유무 등 또한 각 항목의 단면 또는 연안방향의 분포도를 작제(作製)한다.

(3) 저질특성도의 附記사항

채취방법, 각측점마다의 채취연월일, 채취가 수일에 걸쳤을 때에

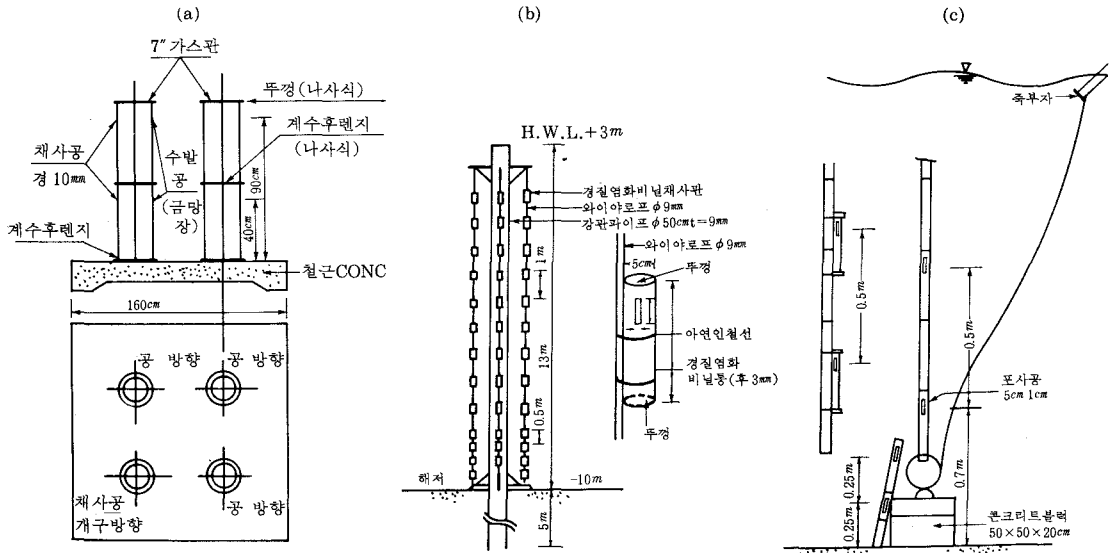
는 그 간의 海況, 분석방법 지형도의 縮尺, 진북(眞北)방향, 분석연월일 등

3-5 포사(捕砂)조사

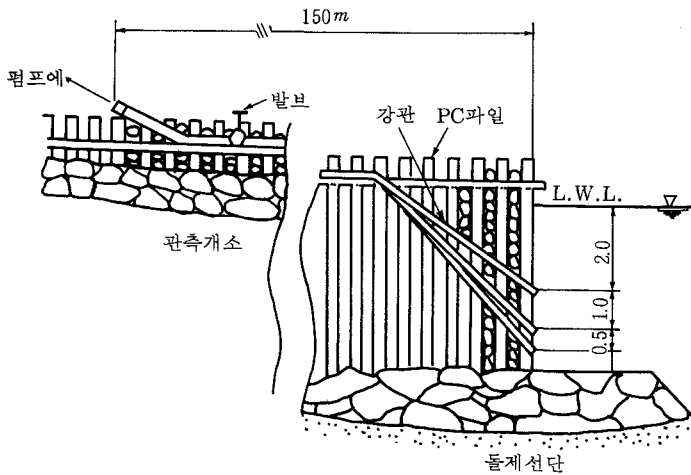
주로 波에 의한 교란 혹은 조류 등에 의하여 부유하여 움직이고 있는 모래 및 해저면상의 소류(掃流)에 의한 모래의 이동특성을 조사할 목적으로 행한다.

3-5-1 사용기기

(1) 부유사포사기(浮遊砂捕砂器) 해중에 설치한 포사기에 의하여 직접 모래를 포획하는 것으로 대(竹)나 염천관으로 만든것이 일반적으로 사용되고 있다. <도 3-8>에 그 예를 든다.



〈도·3-8〉 補砂器의 構造例



〈도·3-9〉 浮遊砂 採水器의 例

포사기의 구조는

①포사관의 크기는 예상되는 포사량에 대하여 충분한 여유가 있는 크기로 한다. 일반적으로 직경 5~7cm, 길이 30~40cm의 염화비닐관이 쓰인다.

②포사공의 크기는 길이 5cm, 폭 1cm를 표준으로하고 짝으로 설치한다.

③상부후로토는 포사기를保持하는데 충분한 부력을 가지며 항상 첸 등에 장력을 주도록 한다. 또한 첸 등에는 파력 등을 고려하여 충분한 강도를 갖도록 한다.

④하부양카는 조류, 파 등에 의한 이동이 생기지 않을 정도의 중량으로 한다.

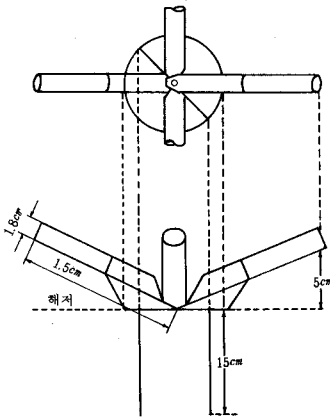
(2) 부유사채수기(浮遊砂採水器)

해수를 채수기나 채수장치로서 채취하여 부유사를 측정한다. 〈도 3-9〉는 일례로서 기설돌체의 선단에 철파이프·돛줄을 취부(取付)하고 각각의 파이프를 돌체기부까지 연결하여 개폐밸브를 경유 펌프에 접속 채수한다.

흡입에 있어서는 관내유속이 부유한계유속이상이고 전부 부유하여 운반이 가능토록 관내유속이 0.5~1.0m/s로 한다.

(3) 소류사포사기(掃流砂捕砂器)

상기 부유사포사기는 해저에서 수10cm 떨어진 곳의 모래막에 포집되지 않는다. 그래서 소유형식에 의하여 해저에 접한 부분의 표사를 포집할 수 있는 소유사포사기를 <도 3-10>에 표시한다.



<도 3-10> 掃流砂 捕砂器

3-5-2 조사箇所の 설정

(1) 조사기간

①포사기에 의한 1회의 조사기간은 약 1주간을 표준으로 하나, 한개의 황천이 끝난 후에는 될 수 있는 대로 빨리 인양한다.

②채수장비 등에 의한 1회의 조사기간은 한개의 황천시에 작업이 가능한 날을 선정하고 빨리 해야 한다.

(2) 조사위치

조사위치는 작업이 허용하는 한 많은 위치에서 실시한다.

3-5-3 조사방법

(1) 위치

①포사기에 의한 조사의 경우는 바르게 설치되어 있는가 잠수부로 확인한다.

②설치와 동시에 트란싯트 혹은 六分儀로서 그 위치를 확인함과 동시에 설치점의 수심, 일시 등을 기록한다.

③채수장비에 의한 조사의 경우에는 설치위치, 수심, 일시 등을 기록한다.

(2) 인양

포사기 및 채수장치의 인양에 있어서는 설치수심·조사기일(설치·인양)·포사공의 방위 등의 사항을 주기하고 조속히 정리를 한다.

(3) 분석

각 포획사(捕獲砂)에 대하여는 그 건조중량을 측정하고 입도분석을 한다. 입도분석방법은 전술한 바에 따른다.

3-5-4 데이터의 정리

분석의 결과에 따라 다음의 정리를 한다.

(1) 각설치점마다 해저로부터의 높이와 포사량 및 그 평균입경의 관계를 표시한다.

(2) 각 설치수심마다 포사공(捕砂孔)의 개공(開孔)방위별 포사량의 관계를 표시한다.

(3) 기타 조사기간의 풍향, 풍속, 파랑의 상황을 정리한다.

3-6 트레이사에 의한 표사 이동조사

트레이사(천연사와 식별이 가능하고 천연사와 같은 운동을 하는 인공세골재)에 의한 표사이동조사란 일정량의 트레이사를 해저에

투입하고, 그 이동상황을 조사함으로써 방파제 등을 돌아 들어오는 底質의 이동경로 혹은 연안포사량을 정성적으로 파악코자 하는 조사방법이다.

조사에 쓰이는 트레이사로서는 주로 螢光砂가 사용된다. 단 이 형광사는 장기간 그 해저에 정체하는 경우가 있고 또한 사용빈도도 많음으로 충분한 백그랜드 조사가 필요하다.

상기 트레이사 외에 R.1 유리모래 등이 있으나 R.1 유리모래의 경우 r선을 방사하는 모래인 관계상 인체에 대하여 위험을 수반하며 또한 제작, 운반, 기타 극히 신중을 요하므로 현재는 거의 사용되지 않는다.

3-6-1 사용기기

- (1) 채사기(採砂器)
- (2) 수은등형자의선등
- (3) 간이한 시추기(試錐器)

3-6-2 조사개소의 설정

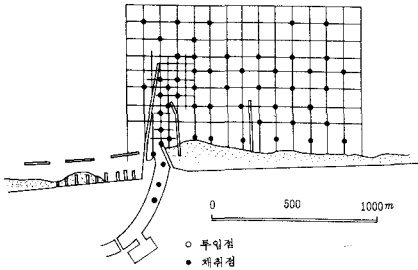
조사구역은 조사목적, 해저지형(해안구조물을 포함)에 따라서 틀리므로 현지상황에 응하여 적의(適宜)정한다.

3-6-3 조사방법

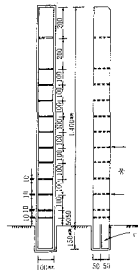
(1) 형광사의 제작

①현지의 모래를 채워하여 0.074mm 체로서 물로 씻고 실트분을 제거한 후 건조시킨다.

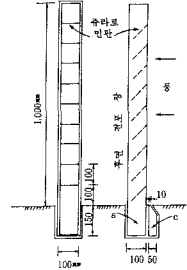
②乾燥砂에 표사조사용형광도료를 가하여 모르탈비빔의 요령으로 도료에 포함된 용제가 충분히 증발할 때까지 잘 혼합 후 철판 또는 비닐시트상에 얇게 깔아서 자



〈도·3-11〉 螢光砂조사 實施例



〈도·3-12〉 분포형 채집기



〈도·3-13〉 전량형 채집기

연건조시킨다. 모래와 형광도료의 혼합비율은 모래의 입경에 따라 틀리나 일례를 들면 다음과 같다. 그러나 모래의 성질과 작업조건에 의해서도 틀리므로 미리 테스트를 한 연후 배합을 결정하는 것이 바람직하다.

粒徑(mm)	砂	螢光塗料
1.0 ~ 0.5	100kg	2.5kg
0.5 ~ 0.25	100kg	5.0kg
0.25 ~ 0.125	100kg	10.0kg

1회의 비빔혼합량은 손비빔의 경우는 50kg정도가 적당하다.

③ 건조후에 생긴 형광사의 고체는 비벼 부순다.

④ 형광도료의 색채는 赤·黃·綠色 등이 일반적으로 쓰인다.

⑤ 형광사제작시 타색채가 혼입하지 않도록 주의한다.

(2) 형광사투입

① 형광사의 투입은 형광사가 도중에서 분산되지 않고 균일하게 해저면에 투입되는 방법이면 어떤 방법이라도 좋다.

② 투입점의 위치는 소기(小旗) 등의 신호에 의하여 육상에서 트랜싯트 2.3대로 읽는다.

③ 투입량은 조사목적, 조사범위에 따라서 틀리나 외해에 면한 곳에서는 1개소당 수 ton, 內海에서는 수백 kg을 사용하는 것이 보통이다.

④ 형광사는 후일의 검출계수를 위하여 각색의 샘플을 남겨둔다.

(3) 형광사채취

① 평면채취를 원칙으로 하고, 필요에 따라 鉛直採取도 한다. 평면채취는 채사기(저질채취의 경우와 같은 것), 연직채취는 샘플러에 의한다. 채취회수는 3회를 표준으로 하고 될 수 있는 대로 황천직후에 실시한다.

② 채취점의 위치는 선상으로부터의 신호에 의하여 육상에서 트랜싯트로 2, 3대로 측정한다.

(4) 형광사의 검출

채취시료는 어두컴컴한 실내에서 일정면적의 바트(길이 1m, 폭 10cm를 표준으로 한다)안에 얇게 펴고 자외선등으로 자외선을 조사(照射)하면서 표면에 보이는 형광사립을 각 색별로 헤아린다. 계수에 있어서는 형광을 가지고 있는 타물질(먼지, 사설(糸屑), 선저도료, 해중생물)의 혼입에 주의하여야 한다.

연직분포측정에 있어서는 샘플링튜브에서 3cm두께마다의 모래를 집어내어 이중에 포함된 全螢光砂數를 색별로 계수한다.

정선부근에 투입된 형광사에 대하여는 야간휴대용자외선등(夜間携帶用紫外線灯)을 비추어 그 이동방향을 관측할 수도 있다. 일반적으로 赤·黃色은 綠色에 비하여 식별이 용이하다.

(5) 조사기간중의 해황관측

조사기간중은 천후, 파, 조류, 조석, 탁도(濁度) 등을 계속적으로

관측한다.

3-6-4 데이터의 정리

(1) 각 채사 기일(期日)마다 형광사의 평면분포를 도시하고 등분포선을 긋고 투입점의 위치, 형광사의 색채, 투입년월일, 채취년월일, 진북(眞北)방향, 축척을 기입한다.

(2) 연직분포에 대하여는 각색채의 각수심별검출개수를 나타내는 주상도를 그린다.

(3) 별도(別圖)로서 채취당일 및 관측기간의 기상해상의 기록을 부기한다.

3-7 비사(飛砂)조사

본 조사는 파도에 의하여 정선부근에 쳐올려진 모래가 바람의 작용으로 어느 방향으로 어떤 양이 수송되는지를 추정하기위한 자료를 얻는 것이 목적이다.

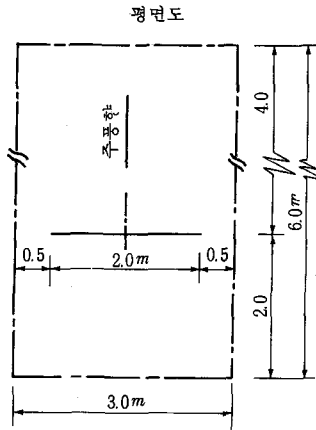
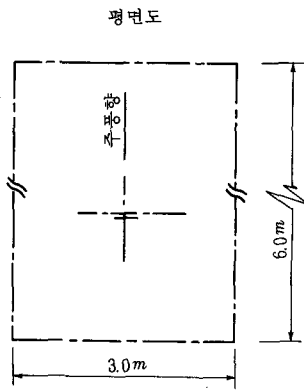
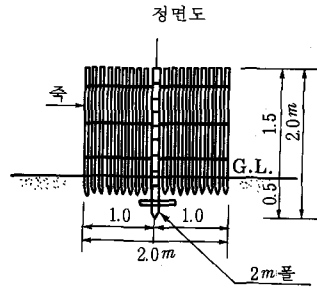
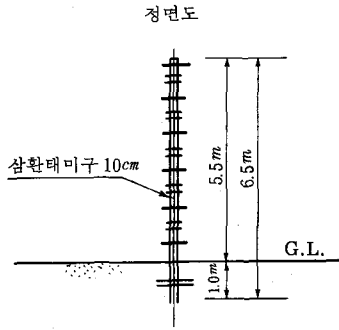
3-7-1 사용기기

비사의 현지조사에 쓰여지고 있는 사용기기에는 다음과 같은 것이 있다.

(1) 분포형채집기〈도 3-12〉

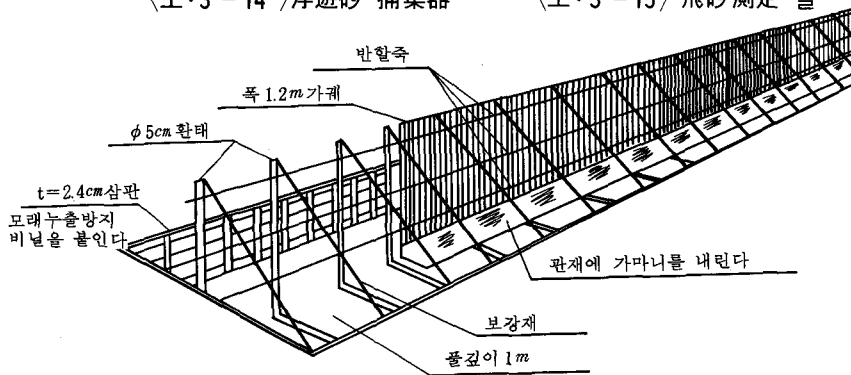
수단으로 구분되어 비사의 방향별, 높이별 비사를 채집하기 위하여 사용한다.

(2) 전량형채집기〈도 3-13〉



〈도·3-14〉浮遊砂 捕集器

〈도·3-15〉飛砂測定 폴



〈도·3-16〉飛砂 폴

지면에서 1m 높이까지의 범위로 이동하는 飛砂가 방향별로 일괄포집되어 채취기의 밑부분에 취부된 蒐集箱에 들어가도록 되어 있다.

(3) 부유사포집기〈도 3-14〉

지면에서 떨어져 공중에 부유하면서 이동하는 비사를 지주(支柱)

에 取付된 1m 간격의 판(10cm)에 그리스를 발과 높이별 비사를 부착시켜 분석한다.

(4) 비사측정폴에 의한 관측
15m의 폴에 폭 2m, 높이 1.5m의 대자리채를 취부하여 바람에 따라 이동하는 모래를 퇴사채의

전면에서 포획하여 그 전면을 측량해서 비사량을 조사한다.

(5) 비사폴에 의한 관측
탁월풍향에 직각으로 비사폴을 설치하여 飛入한 량을 측정한다.

3-7-2 조사개소의 설정

표 3-5 비사량 기재 예

채집기 번호	채취구			오전후 시					
	높이	폭	면적	비사량	비사 시간	단위 폭 비사량	단위 시간 비사량	단위 면적 비사량	단위 시간 면적 비사량
	(A) cm	(B) cm	(C) cm ²	(D) g	(E) hr	(F)=(D)/(B) g/cm	(F)/(E) g/cm·hr	(G)=(D)/(C) g/m ²	(G)/(E) g/cm ² ·hr
분포형 채집기	1	0-5							
	2	5-10							
	3	10-20							
	4	20-30							
	5	30-40							
	6	40-50							
	7	50-60							
	8	60-70							
	9	70-80							
	10	80-90							
	11	90-100							
	12	100-120							
	13	120-140							
계	0-140								
전량형 채집기	0-100								

비사의 영향범위를 답사 등에 의해서 추정하여 그 범위가 포함할 수 있도록 유의한다. 설치개수는 500cm에 1개 이상이 바람직하다.

3-7-3 조사방법

분포형채집기 및 전량형채집기로 채집된 비사는 칭량하여 <표 3-5>의 양식에 의거 각 단위당의 비사량을 구한다. 비사의 분석은 전술의 분석법에 준한다. 그리고 비사량과의 관련된 풍향, 풍속관측을 실시한다.

3-7-4 데이터의 정리

동기간 또는 시간내에 관측된 풍향, 풍속자료를 근거로 飛砂量과 관련시킨다.

V. 조사결과의 취급방법

4-1 보관방법

일반자료는 산실(散失)하지 않도록 일괄정리 보관한다. 또한 해안결계(決潰)나 매몰대책의 측정에는 과거의 지형변천의 역사를 아는 것이 중요하므로 심천도(深

淺圖) 등은 영구보존하지 않으면 안된다.

4-2 활용방법

표사조사의 성과는 다음과 같이 활용된다.

- (1) 사빈해안(砂濱海岸)에 있어서의 항만계획의 책정
- (2) 해안침식대책의 계획 및 시공
- (3) 항만매몰대책의 계획 및 시공
- (4) 구조물주변의 침식 또는 세굴대상의 계획 및 시공