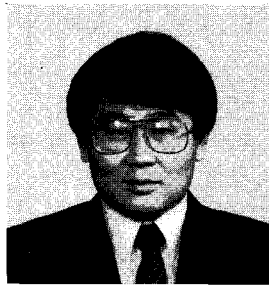


地盤세굴·浸蝕·表砂의 港內流入에 의한 埋沒현상으로 현저한

# 砂洞港 해안 變形



徐 承 男 <韓國海洋研究所 · 工博>

사동항은 수산청 1종항으로 경북 울진군 기성면에 위치하며 87년부터 항 개발이 시작되어 연차적으로 건설사업이 추진되어 오고 있다. 본 항은 해저 지질이 모래로 구성되어 있어 파랑 및 해·조류에 의한 방파제 계획구간의 지반 세굴, 해안 침식 그리고 표사의 항내 유입에 의한 매몰 현상이 현저하게 나타나, 이에 대한 대책 수립 및 외곽 시설의 배치 계획을 재검토하기 위한 방안으로 수치 모형 실험이 채택되었다.

한국해양연구소가 이를 수행하고 있으며 3차에 걸친 수심

측량과 해안 조사 그리고 종합 현장 관측 1회를 실시하여, 이로부터 얻어진 자료 및 해안 변형에 대한 분석을 본지에 간략하게 기술하고자 한다.

## ■ 自然條件

본 항의 복단은 돌출 해안으로 0.8Km의 해안 절벽을 지나면, 약 5Km에 이르는 망양 해변이 이어지며 항 남단의 해안 절벽도 약 2.2Km로, 이 끝에 기성항이 자리하고 있다. 위에 언급한 두 돌출부 사이에 위치한 사동항은 pocket형 해안으로 해안선은 1Km에 달한다. 태백

산맥의 험준한 산세가 해안까지 뻗어 있어 인근 하천은 유로가 짧고 하상 구배가 급해 홍수시를 제외하면 유량이 비교적 작다. 86년 기본 계획 당시의 수심도와 86년 발행된 해도(도엽 번호 121)에서 알 수 있듯이 등 수심선은 해안선에 거의 평행하고, 일정한 방향을 갖고 있으며 북에서 서쪽으로 약 30° 기울어져 있다. 또한 이로부터 계산한 수심 5~50미터까지의 해저 경사는 0.036으로 비교적 급하나, 항북단의 돌출암과 남쪽 노출암 사이의 pocket해안은 수심 5미터까지 0.021의 해저 경사를 보인다

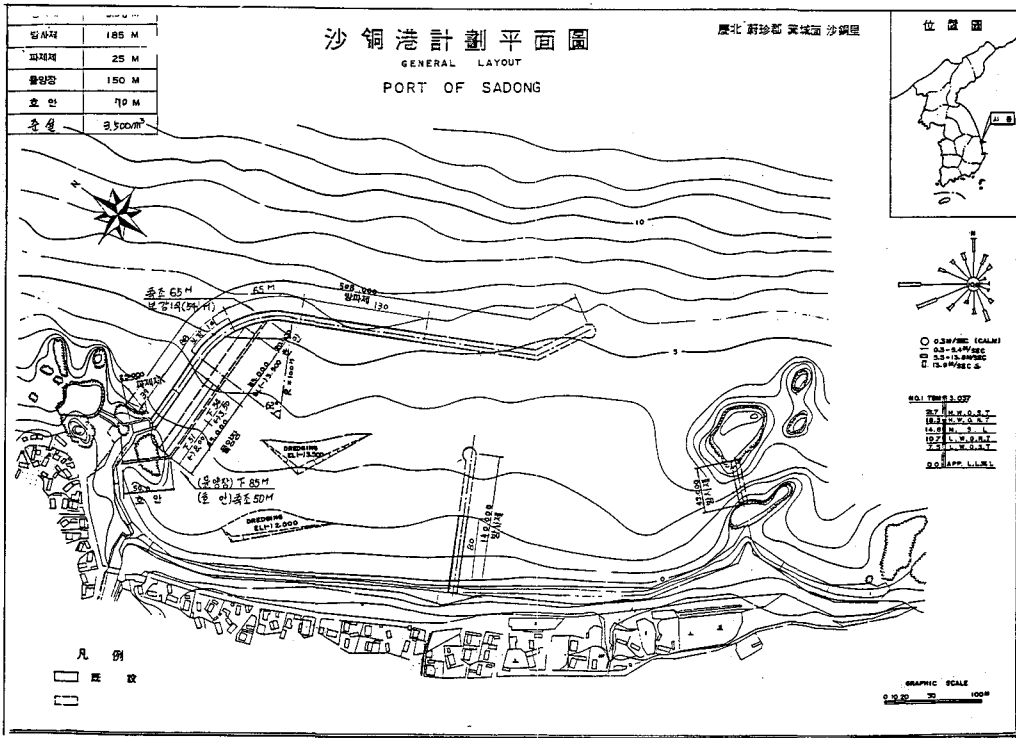


그림 1. 기본 계획 평면도

(그림 1).

본항의 인근 측후소인 울진 측후소의 1978~1988년까지의 관측치에 의하면 평균 강우량은 1,000mm 내외로 전국 평균 강우량보다 100여mm 작으며 평균 풍속은 4.3m/sec 풍향은 북서계열이 탁월한 것으로 나타났다. 기본 계획시 관측한 조위관측(1986, 수산청)과 인근 죽변항에서 관측한 결과(포항지방 해운항만청, 1988, 1989)에 의하면 평균 대조차가 10~15cm 정도로 매우 작으며 따라서 조위 변동에 따른 해안 변형의 영향은 무시할 수 있는 것으로 판단된다. 조차가 작으므로 조류 역시 미약할 것으로 추정되며 죽변의 경우 5cm/sec

로 관측되었다(포항지방 해운항만청, 1988, 1989).

연안류는 90년 8월 현장 시험 관측하였으나, 기간동안 내습한 파랑이 작아 관측된 값이 매우 작을 뿐 아니라 쇄파대가 해안에 너무 근접하여 있어 관측된 값은 파랑에 의한 물입자 운동인 orbital motion 속도를 나타냈다. Shore Protection Manual(1984)에 의하면 평균연안 유속은 30cm/sec의 크기를 가지므로, 사동의 경우는 이 보다 약간 작은 값을 가질 것으로 추정된다.

파랑 관측은 후포에서 1975~1985년 11년간 초음파식 파고계를 사용하여 관측하였으며 평균 파고는 0.59미터, 3초이

하의 주기를 제외한 평균 주기는 6.4초로 나타났다.

파향은 목측으로 관측하여 자료의 신뢰성이 떨어지는 것으로 판단되며 여름은 SE, 겨울은 NNE-NE가 우세한 것으로 사료된다. 특히 1.5미터 이상의 파랑은 가을과 겨울에 많이 나타나는 것으로 나타났다. 해양연구소가 1986~1988년까지 죽변에서 Wave rider에 의한 관측 결과의 분석에 따르면 가장 출현 빈도가 큰 주기는 5.0~7.5초 사이로 후포의 평균 주기는 이 범위에 속함을 알 수 있으며 1.5미터 이상의 파고는 겨울에 발생 빈도가 높은 것으로 나타났다. 평균파고는 0.92미터로

나타났다.

해저 저질의 평균 입도는 0.6mm로 Coarse sand로 분류되며, 해안선 부근의 입도는 조립질로 0.8~0.6mm값을 보이거나 5미터 수심에서는 0.33mm로 수심이 깊어짐에 따라 감소하는 추세를 보이고 있다.

## ■ 海岸 變形 過程

해안선 변형을 예측하기 위해서는 과거 해안선 변화의 경향을 파악하여 이를 재현할 수 있는 모델을 선정해야 한다. 여기서 언급한 모델 선정은 과거 파랑 조건, 해안선 변형에 영향을 주는 계수를 조정하는 작업을 포함한다. 이를 위해서는 우선 과거에 나타난 해안선 변화과정을 충분히 이해하고 변화의 주요인자를 추출한 후 이를 정식화하여야 한다. 이에 대한 세부적인 내용은 해안 변형 모델에서 설명하기로 하고 우선 사동향의 해안선 변형 과정을 설명하기로 한다. 구조물 설치에 따른 해안선의 장기 변화를 예측하는 것이 목적이므로 비교적 단시간 동안에만 나타나는 이상해상상태에 따른 단기 변화는 고려하지 않는다. 따라서, 비교적 장기간의 해안선 자료가 필요하며 해안선 측량 자료 및 항공 사진을 수집하여 변화 경향을 분석하였다. 항공 사진은 80, 86, 88년에 촬영된 것으로 국립 지리원과 산림청이 제공한 것을 사용하였고 해안선 자료는 86, 89, 90년에 측량한 자료를 이용하였다.

구조물 설치전인 80, 86년의

항공 사진과 86년 기본 계획시 측량 자료를 비교한 결과 해안선의 변화는 거의 없는 것으로 나타났다. 즉 해안선이 평형 상태에 도달한 것으로 판단된다. 겨울철에 우세한 NNE-NE 파랑에 의한 남향 연안 표사와 여름철의 SE-ESE 파랑에 의한 북향 연안 표사가 서로 균형을 이루는 상태로 해안선의 방향이 정해졌으며, 평형상태의 해안선은 북에서 반시계 방향으로 30° 기울어져 있다. 한편, 해안선 변화 속도를 나타내는 지표는 파랑의 에너지 flux가 클수록, 연안 표사 이동 구간의 폭이 작을수록, 해안의 길이가 짧을수록 빠르게 된다. 특히 평형 상태에 도달하는데 걸리는 시간은 해안 길이의 제곱에 역비례하므로 사동향과 같은 pocket형 해안은 비교적 짧은 기간인 1~2년에 평형 상태에 도달할 것으로 사료된다.

86년말까지 시공된 구조물은

현 방파제 기부에 이어진 파제제로 길이가 25미터이고 동쪽에서 반시계 방향으로 44° 기울어져 있다. 구조물의 길이가 짧아 해안선 변형에 큰 영향을 주지 못한 것으로 판단되며, 위에서 언급한 바와 같이 86년 말까지의 해안선 평형상태를 유지한 것으로 볼 수 있다. 87년 수산청이 항개발에 착수하였고 연말까지의 방파제는 길이 37미터, 방향은 정동방향으로 축조되었다. 88년 말까지 총 길이 125미터의 방파제가 설치되었다. 기존 계획의 방파제는 간부가 해안에 거의 평행한 방향이므로 선단부는 정동에서 해안선에 평행하게 되도록 굴곡을 이루기 시작하였다. 선단의 수심은 5.3미터로 방파제 길이가 길어짐에 따라 해안선이 서서히 변화하기 시작하였고, 국립지리원의 88년 11월 항공사진을 digitizing 하여 해안선의 위치를 구한 뒤 86년 기

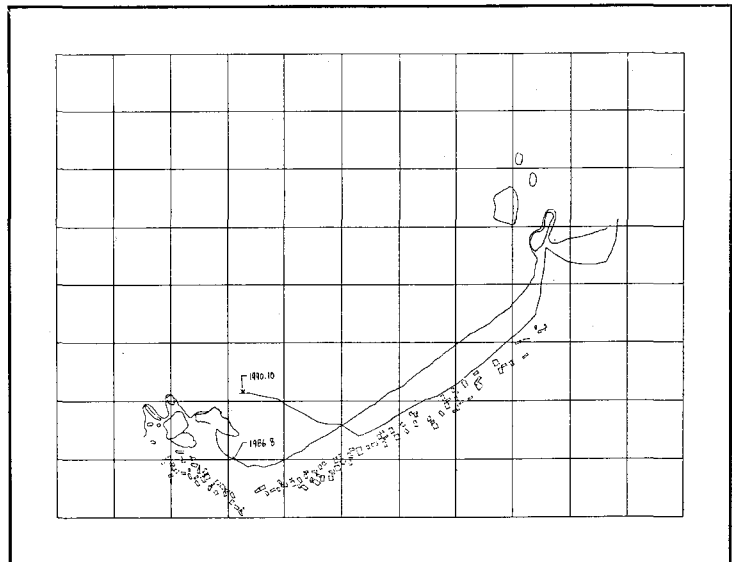


그림 2. 해안선 변화도

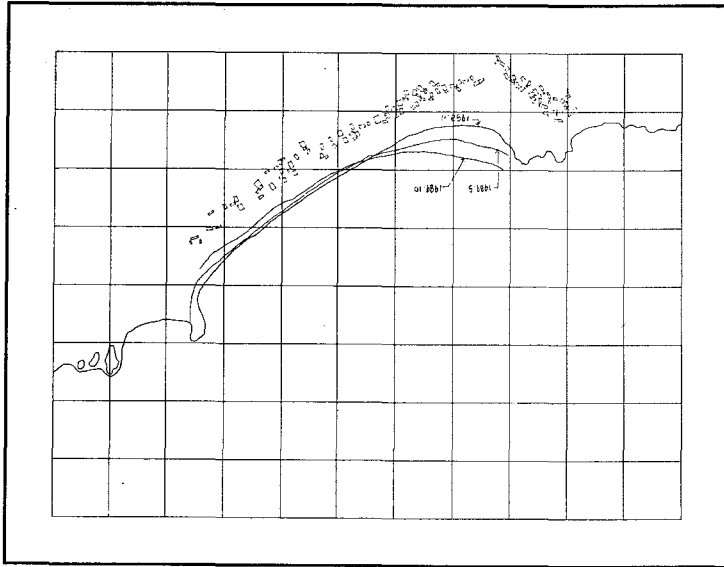


그림 3. 해안선 변화도

본 계획 해안선(이하 기준 해안선이라 칭함)과 비교하였다. 항내 기부측은 35미터 해안선이 전진한 반면에 남쪽 해안은 침식이 일어나 최대 15미터 정도 해안선이 후퇴되었다(그림 2). 89년 말까지 시공된 방파제는 190미터로 꼭부를 완전히 벗어나 해안에 평행한 방향인 동에서 시계방향으로 61° 기울어진 방향으로 향하고 선단 수심은 5.6미터이었다. 해안의 변형은 점차 뚜렷이 나타났으며 89년 5월 성보건설에서 측량한 해안선은 기준 해안선에 비해 항내 기부측은 해안선이 80미터 전진했고 남쪽 해안은 20미터까지 침식되었다. 동년 10월의 측량 결과에서는 95미터의 해안선 전진과 최대 35미터 후퇴하였고, 남단의 두 노

출암 사이에 위치한 해안은 측량되지 않았으나 10미터 정도 침식된 것으로 추정된다. 89년 11월말 내습한 강한 파랑으로 해안 중앙부가 심하게 침식되었고 방파제 내측에 위치한 초소는 붕괴 직전의 상태가 되었다. 89년 12월 2일의 현지 답사 결과, 해안은 침식해안의 형태를 보였고 파형경사가 큰 파랑의 내습으로 침식된 모래는 연안 방향보다는 해안에 직교한 방향으로 이동하는 이안 표사의 형태로 이동되어 연안에 사주를 형성한 것으로 추정된다. 89년 12월부터 해안 침식을 억제하기 위한 응급 복구 작업이 시작되어 모래 자루를 이용한 호안이 축조되었으나 겨울동안에 내습한 파랑으로 완전히 붕괴되었다(그림 3).

90년 방파제 계획 수심은 5.6~5.9미터, 연장 130미터로 11월말 준공시 총 연장이 320미터가 되었으며 선단 수심 5.9미터이었다. 방파제 방향은 89년과 같은 방향인 동에서 반시계 방향으로 61° 기울어졌다. 4월 초부터 해안의 침식을 억제하기 위한 호안이 축조되기 시작했고 남측해안으로부터 유입되는 표사를 차단할 목적으로 방파제 80미터가 시공되었다. 호안은 방파제를 중심으로 항내측 127미터, 항외측인 남측 해안에 150미터를 사석을 사용한 경사식으로 축조한 뒤 외해에 노출된 남측해안을 보호하기 위하여 280미터에 대해 25ton의 TTP를 임시 거치함으로 호안을 보강하였다.

방파제 설치로 여름철 ESE - SE 파랑에 의한 북향 연안 표사가 일부 차단되어 방파제 남쪽에 퇴적되었다. 90년 10월 26일 행한 측량 자료에 따르면 호안, 방파제 그리고 방파제로 인한 해안선의 형태는 매우 복잡한 양상을 나타내고 있으며, 항내측의 호안 시작부분은 침식된 반면에 기부측은 퇴적되어 최대 150미터가 전진된 해안선이 형성되었다.

방파제 복단은 노출암과 해안 절벽으로 형성되어 있으며 돌출부사이에 비교적 작은 폭의 해안이 있어 이를 88년 항공 사진으로도 판독 가능했으나, 90년 10월 말의 해안 답사 결과 이 해안은 상당히 침식되었다. 또한 3차에 걸쳐 행한 수심측량 결과도 방파제 복단의 수심이 깊어지는 경향을 보였다. 이를 규명하기 위한 토

사 공급 및 채취현황에 대한 조사가 이루어졌고, 주요 공급원으로는 울진읍을 흐르는 남천과 읍남부를 지나는 왕피천 그리고 기성항 남쪽으로 유입되는 정명천이 사동항의 토사 이동에 주요 공급원이라 사료된다. 사동천은 항내로 직접 유입되나, 유역이 작을 뿐 아니라 소하천으로 홍수시를 제외하면 유량이 매우 작아 유입되는 토사가 사동항의 해안 변형에 영향을 주지 못하는 것으로 판단된다. 한편 토사의 반출원으로는 기성항 남쪽의 규사 채취 공장과 망양 해변 남단의 채취장 두 곳이 있다. 기성항은 지세가 사동항과 비슷하고 방파제가 연장됨에 따라 해안이 침식되어 두 세 가옥이 파괴되었다. 해안 침식 및 변형이 심각해짐에 따라 정명천 및 해안의 규사 채취가 중단된 상태이나 외지로부터 운반된 모래를 가공하기 위해 규사 공장은 가동중에 있는 것으로 밝혀졌다.

사동항 북쪽의 망양 해변은 길이가 5Km에 달하고 남단의 해변은 폭이 50여 미터이었으나(항공사진, 1988) 89년과 90년 육상 및 해상 준설에 의한 집중적인 토사 채취로 채취장 부근의 해변은 그 폭이 수 미터에 이르는 것으로 밝혀졌다. 따라서, 사동항으로 유입되는 공급원의 모래는 대부분 차단된 것으로 판단되며 항계 내의 해안 변형은 구조물 설치에 의한 해안 재편 현상이 주도적인 것으로 사료된다. 그러나, 강한 파랑에 의한 쇄파수심은 5미터 내외로 추산되므로 쇄파수심 안쪽은 파랑에 의한 심한 교류 교란으로 저질

이 부유되어 정은 지역인 항내측으로 이동하는 양도 상당 부분에 이를 것으로 추정된다.

## ■ 海岸線 變形 모델

지역간의 균등한 발전과 경제 발달로 인한 산업 팽창으로 모래 해안에 항을 건설하는 경우가 늘고 있다. 이같은 경우 항내의 침식과 매몰 현상이 중요한 문제로 부각되어 왔다. 예를 들면 사동항의 인근 항인 죽변과 후포항은 표사이동으로 야기된 항내 매몰 문제로 수차례에 걸친 조사가 이루어졌고, 75년부터 89년까지 항내 매몰을 최소화하기 위한 대책이 단계적으로 수립되어 왔다. 또한 86년도 기본 계획 및 시설 계획보고서에 건의된 것과 같이 사동항도 해안 침식과 매몰 현상이 예상되었고 89년 중앙건설기술 심의회에서 방파제 선단 수심을 최소 9미터로 연장하는 방안의 검토를 제기하였다.

해안 변형의 예측 방법으로는 수리 모형실험과 수치 실험이 주로 사용된다. 수리 모형 실험은 실험과 모형 사이에 적용되어야 할 보편적인 상사법칙이 정립되어 있지 않아 발전에 큰 장애가 되고 있으나 해안선의 변형 경향을 파악하기 위해 계속 사용되고 있다. 한편 수치 모형실험은 전산기의 대형화와 표사이동 현상에 대한 기본 원리가 밝혀짐에 따라 많은 모델이 개발되었고, 이를 현지에 적용하는 방향으로 나아가고 있다. 수치 모델은 기본 현상의 정확한 이해를 기초로 하여 연관된 각 인자를 도출하

여 이를 단순화하고, 수식화하여야 한다. 그러나 연안 공학의 현재 기술로는 해안선 변형과 같은 복잡한 현상을 분리하는 기술은 아직 초보단계에 머물고 있어 수치모델의 정확도를 증대시키기 위해서는 많은 연구가 이루어져야 한다. 연안의 모래 이동은 해안 방향의 연안 표사와 해안 직각 방향의 이안표사로 구분할 수 있다. 이안 표사의 이동 범위는 해안에 파랑의 쳐올림 높이로부터 심해 쪽의 임계 수심인 저질이 움직이는 수심까지로 정한다. 해저 계곡을 통한 모래의 유실과 해안 둔덕의 모래가 바람에 날려 손실되는 양 및 하천등에 의한 모래 공급을 제외하면 이안 표사에 의한 해안 변형은 장기간에 평균을 하면 연안 표사에 의한 것에 비해 무시할 수 있다.

해안선 변화 모델은 연안 표사량 산정식과 표사의 질량 보존식을 기초로 한 해변 변형 예측 기법이다. 연안 표사는 쇄파점 이내의 쇄파대에서 가장 많이 이동하며 쇄파점 밖으로 나갈수록 급격하게 줄어든다. 따라서 연안 표사량은 쇄파대내에서 움직이는 양에 의해 결정되며 표사량 산정식은 쇄파점에서의 파고와 파향의 식으로 표시된다. 표사이동에 의한 지형 변화로 파랑의 변화가 생기며, 표사량의 증감을 나타내는 질량 보존식으로부터 해안선의 위치에 대한 시간 변화를 추정할 수 있다. 실제 해안 변형은 심해 파랑의 제원이 일정하다고 가정해도 쇄파점까지 이르는 파랑의 변형상태는 지형의 변화에 의해 시시각각

으로 변하게 된다. 그러나, 이 둘을 동시에 고려하는 것은 대단히 복잡할 뿐 아니라 장기적인 경향을 파악하는 경우에는 효율적인 방법이라 할 수 없다. 따라서, 단위 시간 간격  $\Delta t$  동안의 파랑 제원은 일정한 것으로 나타내고 이에 의한 해안 변형을 계산한 뒤 계산한 해안 지형을 입력하여 위 과정을 반복 계산하게 된다.

해안 변형의 현상을 아주 단순화한 해안선 변화 모델은 국지적인 해빈 변형을 계산하기는 부적합하거나 계산시간이 짧고 현지 적용을 통한 장기적 변화(계절 변동에서 10여년)와 수백 미터에서 10여 Km의 광역적인 지역의 변형을 예측하는데 적합한 방법으로 밝혀졌다. 모델의 종류에는 one-line 모델과 N-line 모델로 구분되며, one-line 모델은 해안선의 변화만을 나타내나 N-line 모델은 두 개 이상의 등심선의 변화를 나타내게 된다. 따라서 N-line 모델은 이안 표사량을 포함하는 반면에 이 부분에 대한 연구 초보 단계에 머물러 있어 이것이 N-line 모델의 발전과 적용에 장애가 되고 있다.

위에서 언급한 모델은 파랑 변형 부분과 해안선 변형부분으로 구성되어 있다. 파랑 변형부분은 심해경계에 대표적인 파랑을 입력시켜 굴절, 천수 변형과 구조물에 의한 회절현상을 고려하여 각 격자선 상에서 쇄파점을 찾고 이 점에서 쇄파 에너지 flux를 계산하게 된다. 모델의 계산시간 중 대부분의 계산이 파랑 변형 부분에 소요되기 때문에 이 부분을

효율적으로 만들어야 하며, 최근 연구 결과(Kraus와 Harikai, 1983)에 의하면 모델의 결과는 파랑 조건의 입력 순서 및 시간 간격에 크게 영향을 받는 것으로 나타났다. 그리고 파랑 조건의 시간 간격은 24시간이 내로 정하는 것이 바람직한 것으로 보고되었다. 기존 파랑 자료로 해당 지역의 해안변형을 재현하는 것은 비교적 쉬우나 예측의 경우는 장래의 파랑을 대표하는 파랑 자료를 만들어야 하며, 이들은 여러가지 방법에 의해 만들어질 수 있다. 따라서 비교적 장기적인 기간(3년 이상) 동안의 파랑 자료로부터 그 지역의 대표적인 파랑 자료를 만드는 것이 필요하다. 해안선 변형 부분은 쇄파에너지 flux를 연안 표사량 산정식에 넣어 구하고 모래의 질량 보존식을 이용하여 정선의 변화량을 계산한다. 다음에 연안 표사량 산정식과 질량 보존식으로부터 해안선 변형을 계산하는 one-line 모델의 개요를 기술하기로 하자.

### 연안 표사량 산정식

해안에 도달하는 파랑이 해안선에 대해 사각을 갖는 경우 파랑 진행의 연안 방향으로 해수의 유동(연안류)이 생기며 이에 의한 모래의 이동도 생기게 된다. 현재 널리 사용되고 있는 미육군 공병단의 연안공학 연구소(CERC)의 산정식은 직선 해안에 적용할 목적으로 만들어졌으며 연안 표사량을 에너지 flux의 연안 성분으로 표시한 식으로 주어진다.

$$I = K(EG)_B \sin\alpha_{BS} \cos\alpha_{BS}, \quad (1)$$

여기서 K는 경험식으로 부터 정해지는 계수,  $\alpha_{BS}$ 는 쇄파시 파봉선과 해안선이 만드는 각, I는 연안 표사의 수중 질량으로 다음과 같다.

$$I = (\rho_s - \rho) g (1-p) Q, \quad (2)$$

$\rho_s$ 와  $\rho$ 는 모래와 해수의 밀도, g 중력 가속도, p 모래의 공극률, 그리고 Q는 공극을 포함하는 체적으로 표시된 연안 표사량이다. 또  $(EG)_B$ 는 쇄파점에서 파랑 에너지 flux로 식(1)의 우변은 단위 해변에 가해지는 에너지량 중 연안 방향의 성분을 나타낸다. 파랑 에너지는 파고의 제곱에 비례하며, 실제 파랑은 불규칙 파랑으로 불규칙 파랑의 에너지를 대표하는 제곱근 평균 파고  $H_{rms}$ 를 택하면 K값은 0.77의 값을 갖게 된다. 또한 구조물에 의해 연안 방향의 쇄파고가 변하는 경우 이에 의한 평균 해변의 차이로 연안류가 생성된다. Ozasa와 Brampton(1980)은 쇄파고 변화를 고려한 연안 표사량 식을 제시하였다.

$$I = (EG)_B \left( K_1 \sin\alpha_{BS} \cos\alpha_{BS} - \frac{K_2}{\tan\beta} \cos\alpha_{BS} \frac{\partial H_B}{\partial x} \right), \quad (3)$$

여기서  $K_1$ ,  $K_2$ 는 계수이고  $\tan\beta$ 는 사면 경사,  $H_B$ 는 쇄파고이다. 식(3)은  $K_2=0$ 인 경우 식(1)로 변환되므로 보다 일반적인 식이라 할 수 있다.

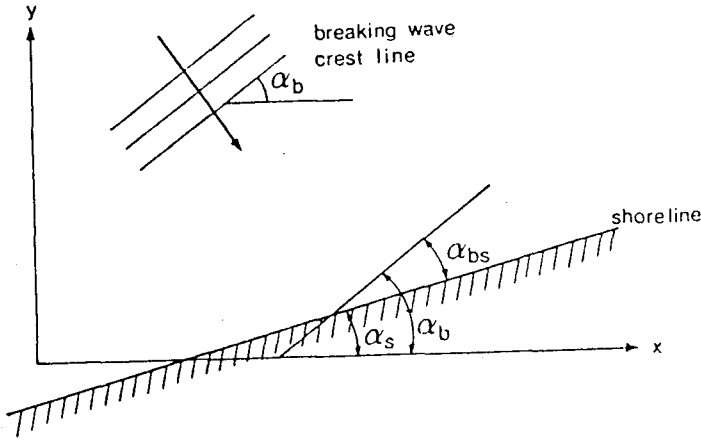


그림 4. 쇄파각의 모식도

각  $\alpha_{BS}$ 를 쇄파점의 파봉선과 x축이 이루는 각  $\alpha_b$ 와 해안선이 x축과 이루는 각  $\alpha_s$ 로 표시하고  $\tan \alpha_s = dy_s/dx$ 를 이용하면 식(3)은 쇄파각, 쇄파고 그리고 해안선 거리  $y_s$ 로 나타낼 수 있다(그림 4).

#### 모래의 질량 보존식

해안 방향의 미소 거리  $\Delta x$ 에 대한 단위 시간  $\Delta t$  동안의 표사 변화량  $\Delta V/\Delta t$ 는 그림 5. b에 도시된 검조면에 유출입하는 표사량과 같게 된다. 만일 해저 경사면이 표사 이동 수심  $D_s$ 까지 경사가 변하지 않고 일정하게 평행이동 한다면 표사 변화량은 그림 5. a에 도시한 것과 같이  $D_s \Delta x \Delta y/\Delta t$ 로 주어진다. 그리고 단위 폭 당의 이안 표사량을  $q$ 라고 하면 다음과 같은 질량 보존식이 얻어진다.

$$\frac{\partial y_s}{\partial t} + \frac{1}{D_s} \left( \frac{\partial Q}{\partial x} - q \right) = 0, \quad (4)$$

식(4)에서 알 수 있듯이 해안선  $y_s$ 는 표사이동 수심과 이안 표사량에 의해 영향을 받는다. 이안 표사량은 해안으로부터 유입되는 양, 토사 채취로 인해 유출되는 양 그리고 파랑에 의해 이안 방향으로 움직이는 심해쪽의 수심을 의미하며 모래 입자가 파랑의 작용으로 움직이기 시작하는 초기 이동의 임계수심과는 다르다. 파랑에 의해 생기는 연안류의 유속은 쇄파대에서 심해쪽으로 갈수록 감소하므로  $D_s$ 의 개략치는 쇄파수심보다 약간 큰 값으로 주어진다. 연안 표사대의 폭은 파고에 의해 주로 결정되며 Hallermeier(1981)는  $D_s$ 를 다음과 같은 식으로 표시하였다.

$$D_s = (2.28 - 10.9 H_0/L_0) H_0, \quad (5)$$

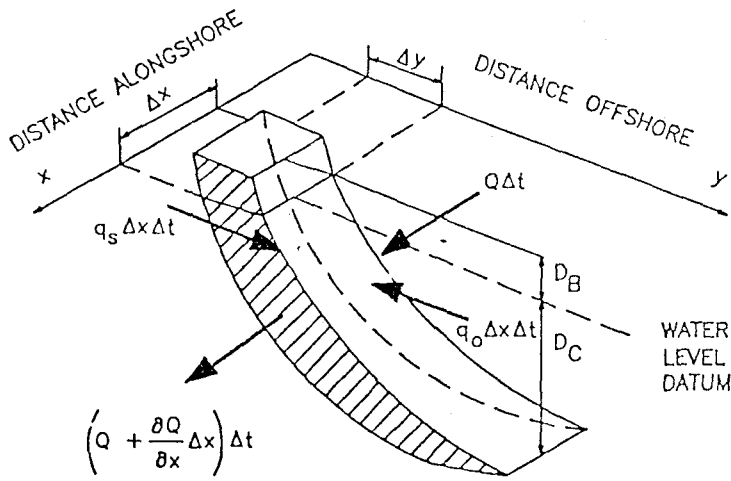
여기서  $H_0/L_0$ 는 심해파의 파형 경사이고  $H_0$ 는 심해 파고이다. 해안선 방향의  $Q$ 와  $q$ 의 분포가 얻어지면 적절한 측방경

계조건을 사용하여 식(4)를 수치적으로 풀어 시간에 따른 해안선의 변화를 계산하게 된다.

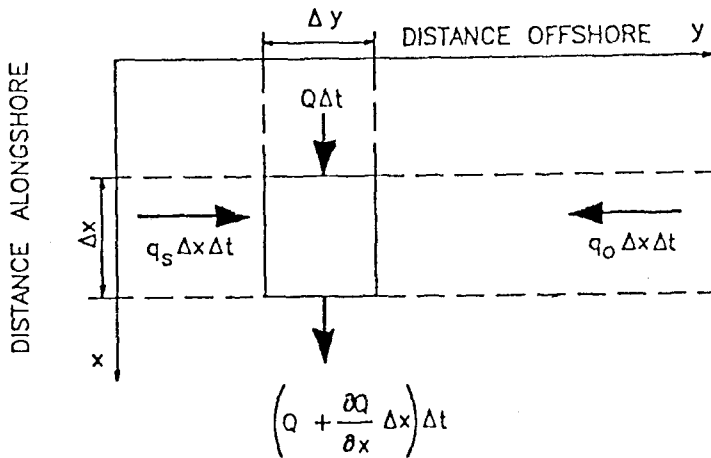
#### 結 論

사동항의 지형으로부터 판단할 때 탁월 복동 파랑에 의한 남향 표사가 우세한 것으로 추정된다. 현재 본 항의 북쪽과 남쪽으로부터 파랑에 의해 이동되는 표사량은 골재 채취로 인해 그 양이 상당히 둔화된 것으로 추정된다. 그러나, 골재 채취가 중단되면 이곳의 해안 형상과 탁월 파랑의 방향으로부터 쉽게 예측할 수 있듯이, 항의측으로부터 파랑에 의해 공급되는 표사가 방파제 선단부를 돌아 항내쪽으로 유입될 것으로 사료된다.

현재 진행되고 있는 해안 변형은 방파제 건설에 따른 해안선의 재 배치과정이 주도적인 것으로 판단된다. 즉 방파제 연장에 의한 항내 파랑의 변화로 해안침식과 침식된 모래가 항내측에 퇴적되는 현상이 지배적인 것이라 할 수 있다. 한편, 항 남쪽의 노출암 사이에 형성되어 있던 해빈의 대부분이 침식되었고 방파제가 연장되면 이 부분의 항 매물을 둔화시킬 수 있는 것으로 사료되므로 우선 계획된 부분을 조기 시공하여 완공하는 것이 바람직하며, 방사제 기부측이 침식으로 인해 구조물과 해안이 분리되지 않도록 방사제의 시점을 잡는 것도 중요하다. 또한 방파제의 배치를 감안하여 남쪽에서 이동되는 북향 표사를 효율적으로 차단할 수 있도록



a. Cross-section view



b. Plan view

그림 5. 모래 질량 보존에 대한 모식도

선단 수심이 정해져야 한다.

방파제가 남쪽으로 연장됨에 따라 해안 침식이 최대로 일어나는 지역도 남쪽으로 이동하고 있다. 항정은 유지를 위해 필요한 내년 시공 부분을 감안하면 항 남측의 첫째 노출암 부분에 집중적인 침식이 예상되며 이 부분에 대한 호안 보강이 필요한 것으로 판단된다.

〈참 고 문 헌〉

수산청, 1986, 사동항 기본 조사 및 시설계획 보고서  
 포항지방 해운항만청, 1975, 후포항 해상관측기록  
 포항지방 해운항만청, 1976, 후포항 해상관측기록  
 포항지방 해운항만청, 1977, 후포항 해상관측기록

포항지방 해운항만청, 1978, 후포항 해상관측기록  
 포항지방 해운항만청, 1979, 후포항 해상관측기록  
 포항지방 해운항만청, 1980, 후포항 해상관측기록  
 포항지방 해운항만청, 1981, 후포항 해상관측기록  
 포항지방 해운항만청, 1982, 후포항 해상관측기록  
 포항지방 해운항만청, 1983, 후포항 해상관측기록  
 포항지방 해운항만청, 1984, 후포항 해상관측기록  
 포항지방 해운항만청, 1985, 후포항 해상관측기록  
 포항지방 해운항만청, 1985, 후포항 기본정비 계획 및 안벽 실시 설계 용역 보고서  
 포항지방 해운항만청, 1988, 죽변항 매몰방지대책 조사용역 보고서  
 포항지방 해운항만청, 1989, 죽변항 매몰방지대책 조사용역 보고서  
 Hallermeier, R. J., 1981, "A profile zonation for seasonal sand beaches form wave climate," Coastal Engineering, Vol. 4, 299-318.  
 Kraus, N. C. and Harikai, S, 1983, "Numerical Model of shoreline change at Oarai beach," Coastal Engineering, Vol. 7, No. 1, 1-28.  
 Ozasa, H. and Brampto, A. H., 1980, "Mathematical Modeling of Beaches Backed by seawalls," Coastal Engineering, Vol. 4, No. 1, 47-64.  
 U.S.Army, Coastal Engineering Research Center, 1984, Shore Protection Manual. ㉠