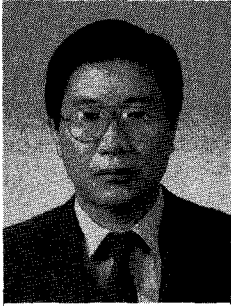


漁港設計 淺海波 推定연구

姜 始 桓 (海洋研究所 · 理博)



서론

우리나라의 주변 해상은 태풍, 온대성 저기압, 그리고 동계의 강한 계절풍의 영향으로 매년 여러차례 큰 파랑과 해일이 내습하며, 이로 인한 어항시설 및 어선의 붕괴·파손·유실로 막대한 재산과 고귀한 인명의 손실을 가져오고 있다. 그리고 자연 재해를 경감시키기 위한 일반적인 방법으로 연안구조물을 설치하게 된다.

그러나, 연안구조물의 막대한 건설비를 감안하면 시설물의 안전에 가장 큰 영향을 미치는 설계파를 보다 정밀하게 추정함으로써 각종 어항 시설물을 적정하게 설계·시공하는 것이 국가적으로 매우 중요한 문제이다.

본 사업은 수산청과 항만청에서 선행된 심해설계파 추정사업

결과(수산청, 1988a; 항만청, 1988)을 이용하여, 심해파랑이 각 어항이 위치한 연안의 천해로 전파되어 오는 동안 발생하는 여러 현상을 고려하여 전국 61개 1·3종 지정항 중 오천항과 소혹산도항을 제외한 59개 항에 대한 천해설계파를 추정하였다.

천해설계파는 1차(1988b)와 2차(1989)로 나누어 시행되었으며, 1차 사업은 동해 19개 항과 군산이북 8개 항, 총 27개 항을 대상으로 하였고 2차 사업으로 동해의 대변항을 비롯 남해 26개 항과 군산이남 5개 항을 대상으로 총 32개 항에 대한 설계파를 추정하였다.

천해파 추정 방법

천해파 추정 방법은 1940년경

부터 개발되기 시작하였으며, 유의파의 파향선을 구하여 굴절에 인접파향선의 간격과 수심 감소에 의한 천수효과를 고려하여 파고를 결정하게 된다.

계산과정이 비교적 간편해서 Template을 이용한 수작업도 가능하지만 입사파향선의 갯수 제한과 수작업에 따른 오차등 정밀도를 높이는데 한계가 있다. 전자계산기의 발전 및 대량 보급에 따라 유한차분법에 의한 수치계산 방법이 1970년 경부터 시작되었다.

유한차분법은 대상지역을 일정한 격자점으로 나누어 격자망을 구성한 뒤 각 격자점에서 천수·굴절·파쇄·마찰 등의 효과를 고려하여 파향과 파고를 산정하는 방법이다.

보통 굴절에 의한 파랑추정 방법은 위에 언급한 천수·굴절·파쇄·마찰 효과를 고려하여 계산되지만 지형이 복잡하고 섬과 같은 차폐물이 있는 경우 회절 현상을 고려하여야 한다. 지형이 복잡한 해역은 파랑의 공간적 분포역시 복잡함으로 굴절과 회절을 동시에 고려한 파랑식이 1972년 일본의 Ito와 Tanimoto 그리고 네델란드의 Berkhoff에 의해 독자적으로 개발되었다.

굴·회절 파랑식을 이용하여 파랑을 추정하는 경우 정밀도는 높일 수 있으나 계산 시간이 많이 들고, 경계조건을 정할 때 어려운 경우가 있다. 따라서 1980년경부터 시작된 포물형 근사식은 위에 언급한 문제점을 해결하기 위해 고안되어 현재 널리 사용되고 있다.

표5. 대상어항의 천해설계파 (남해안)

b) 내만에 위치한 어항

어항	파향	취송거리(km)	U_s (m/sec)	파고(m)	주기(sec)
능양신수	SE	85.0	34.2	2.9	7.7
	W	4.2	34.0	1.1	3.2
미조	SW	3.1	48.5	1.3	3.2
	NE	19.3	37.9	2.4	5.2
육지전포	ENE	29.3	31.6	2.4	5.5
	NE	19.5	37.7	2.6	5.3
국동	SSW	85.0	42.2	3.5	8.1
	SW	18.7	46.7	2.7	5.5
돌산동	WSW	10.8	48.3	2.2	4.6
	SE	5.0	40.1	1.3	3.4
돌산동	SE	14.8	39.8	2.1	4.8
	WSW	15.1	46.0	2.4	5.0
	WNW	13.8	30.1	1.7	4.3
마량	SE	16.8	41.0	2.3	5.1
	WSW	12.1	44.5	1.9	4.1
	ESE	6.8	35.3	1.5	3.7
청산도	NW	29.2	36.7	2.6	5.8
	N	22.5	30.0	1.9	4.7
어란진	SSE	17.6	42.7	2.0	5.1
	WSW	34.2	43.4	2.3	6.3
서망	NW	482.8	31.4	3.3	8.2
	WSW	8.7	45.6	2.1	4.4
추자	ENE	85.0	26.1	3.2	7.1

주) U_s 는 보정풍속 또는 응력인수이다. (SPM, 1984 참조)

표6. 대상어항의 천해설계파 (서해안)

b) 내만에 위치한 어항

어항	파향	취송거리(km)	풍속(m/sec)	주기(sec)	파고(m)
어유정장봉	SW	29.5	21.3	5.4	2.1
	WSW	29.5	26.3	6.1	2.7
	SW	30.5	21.3	5.5	2.2
	SSW	30.0	19.9	5.4	2.1
덕적	N	27.8	29.7	6.3	3.0
판교	NW	9.0	26.9	4.8	1.8
	WSW	8.0	26.3	4.5	1.6
연도	N	30.0	29.7	6.3	3.0
	S	27.0	17.8	5.4	2.4
원평	NE	12.6	25.2	1.6	4.2

내만의 설계파 추산

어항이 위치한 주변해역이 섬과 반도등으로 차폐되어 심해입사파의 침입보다는 제한된 내만에서 발달한 풍성파에 의해 설계파가 결정되는 어항에 적용할 수 있는 모델을 수립하였다. 이러한 내만에 대한 풍성과 모델은 미육군 공병단의 Shore Protection Manual(1984)에 제시된 천해파랑 추산식을 사용하였다.

SPM(1984)의 풍성과 추산 방법은 엄밀히 말해 바람의 변화가 거의 없는 정상상태의 풍계에 대해 적용할 수 있다.

그리고 내만과 같이 비교적 작은 지역에 3 - 4시간 동안 부는 바람은 거의 일정하다고 볼 수 있으므로 내만의 천해파랑 추정에 SPM의 방법을 사용하였다. 풍성파는 수심, 바람, 취송거리에 의해 결정된다.

바람에 의한 에너지가 해수에 전달되어 파랑을 일으키며 생성된 파랑은 해저마찰, 쇄파 등에 의한 에너지 감쇠를 받게 된다. 에너지 유입 부분이 감쇠부분보다 크면 파랑이 성장하게 되며 성장속도는 파고가 작은 경우에 빠르나 크게 될수록 작아지며 어느 점에 이르면 파랑은 더 이상 발달하지 않게 된다.

천해파랑 추산식에 필요한 바람은 수치기상모델의 결과를 사용하여 이를 지속시간 동안의 평균 풍속으로 환산한 후 이로부터 응력인수(U_A)를 구했다.

SPM의 파랑 추산식은 일정 수

심의 경우에만 적용가능함으로 취송구간내에 수심이 크게 변하는 경우에는 취송구간을 일정 수심의 소구간으로 분할 한 뒤 첫 구간에서 취송거리에 대한 파랑을 추산하였다. 추산된 파랑으로부터 다음 구간의 유효취송 거리를 구한 뒤 이에 대한 파랑을 추산한다. 이와 같은 방법을 최종 구간까지 반복하여 파랑을 추산했다.

50년 빈도의 설계 해상풍을 구했고 대조 평균만조위를 설계해면으로 정해 수심을 계산했다. 취송거리는 풍향·풍속의 변화량과 자연적인 경계등을 감안하여 구했으며, 50년 빈도의 바람과 수심을 사용하여 파랑을 추정했다(표5의 b, 표6의 b).

KORDI 88, 89 모델

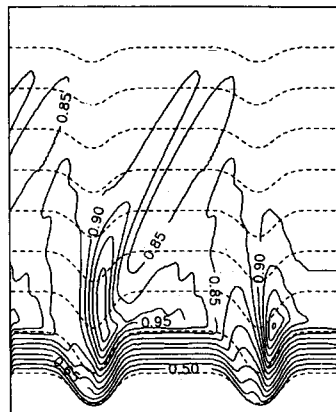
선진 외국에서 현재까지 개발되어 사용하고 있는 천해파랑 변

형에 대한 수치모델을 면밀히 비교 검토하고, 기존 모델의 문제점을 수정·보완하여 새로운 수치모델을 개발 하였다.

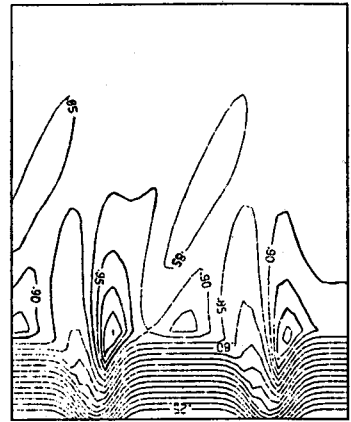
1988년 시행된 1차 사업에서는 비교적 단조로운 해안에 적용할 수 있는 KORDI 88 굴절 모델을 개발 하였으며, 1989년 2차 사업에서는 포물형 근사식을 이용한 굴·회절 모델 KORDI 89을 개발하여 천해설계과 계산에 적용하였다.

굴절모델은 파랑 전파속도가 지역에 따라 상이함으로 굴절현상을 일으키게 되며 수심에 따라 파랑에너지의 전파속도가 달라져 천수효과가 나타난다.

이외에도 해저면과의 마찰에 의한 파랑에너지의 감쇠와 쇄파에 의한 파에너지의 소산을 고려하여 일정간격의 격자점에서 파향과 파고를 계산하였다. 유한차분법을 사용한 KORDI 88 굴절 모델은 PC에서 사용할 수 있도록 고안되었으며 빠른 계산 속도



(a) KORDI 88 모델의 파고 분포도



(b) Dalrymple 모델의 파고분포도

그림 1. 굴절모델 비교

와 안정한 수치방법을 특징으로 들 수 있다.

KORDI 88에 대한 상세한 내용은 어항설계 천해파 추정보고서(수산청, 1988b)를 참고하길 바라며 그림1에 비교적 단순로운 해안에 적용한 굴절모델의 결과가 도시되어 있다. 같은 지형에 대한 Dalrymple(1988)의 결과와 비교할 때 두 결과가 매우 비슷한 것을 발견할 수 있다.

지형이 복잡한 남해안의 경우 파랑의 변형 역시 복잡한 형상을 나타내게 된다. 파고분포의 공간적인 차이가 크게되면 회절 현상을 무시할 수 없게 된다. 굴·회절을 동시에 고려하는 방법중 비교적 넓은 지역의 파랑 추정에 이용할 수 있는 방법이 Radder(1979)에 의해 제기된 후 많은 발전이 이루어졌다(Booij, 1981; Kirby, 1986).

굴·회절 모델인 KORDI 89는 Radder의 방법을 보완·발전시킨 것으로 PC를 이용할 수 있도록 고안되었다.

KORDI 89모델의 신뢰도를 검증하기 위해 Berkhoff등(1982)이 1:50의 경사면 위에 타원형 천퇴를 만들어, 실험실에서 측정된 파고와 모델 결과를 비교하였다.

그림2은 타원형 천퇴의 수리모형 수심도이고 그림3에 도시된 관측 파고 분포도와 계산파고 분포도를 비교하여 볼때 두결과가 매우 잘 일치함을 발견할 수 있다. 그림4와 그림5은 파랑 진행방향에 평행한 선상과 직각인 선상에서 파고비를 각각 나타낸 것이며 이들로 부터 KORDI 89의 매우 높은 정밀도를 알 수 있다.

KORDI 89 굴·회절 모델은 매우 빠른계산속도와 높은 정밀도

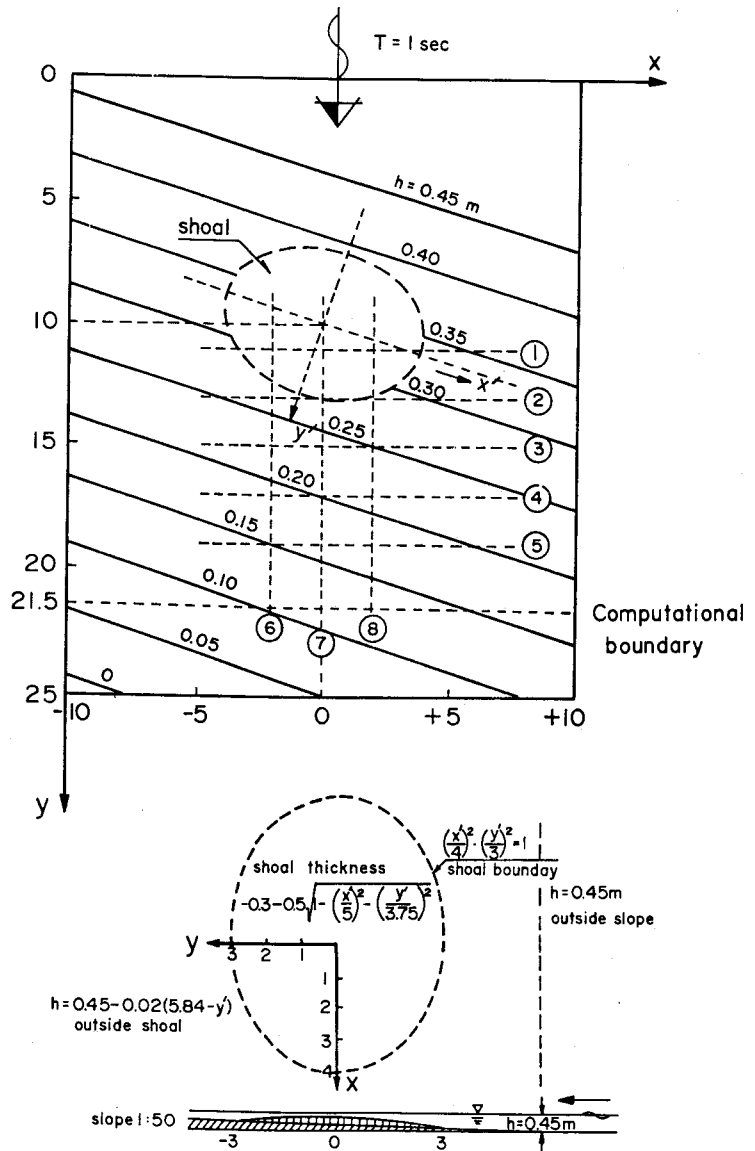


그림 2. 타원형천퇴 수리모형의 수심도 (Berkhoff 등, 1982)

를 가진 모델로 평가 할 수 있다 (수산청, 1989). KORDI 88, 89 모델은 주로 트인 해안에 위치한 어항의 설계천해파를 산정하는데 사용되었다.

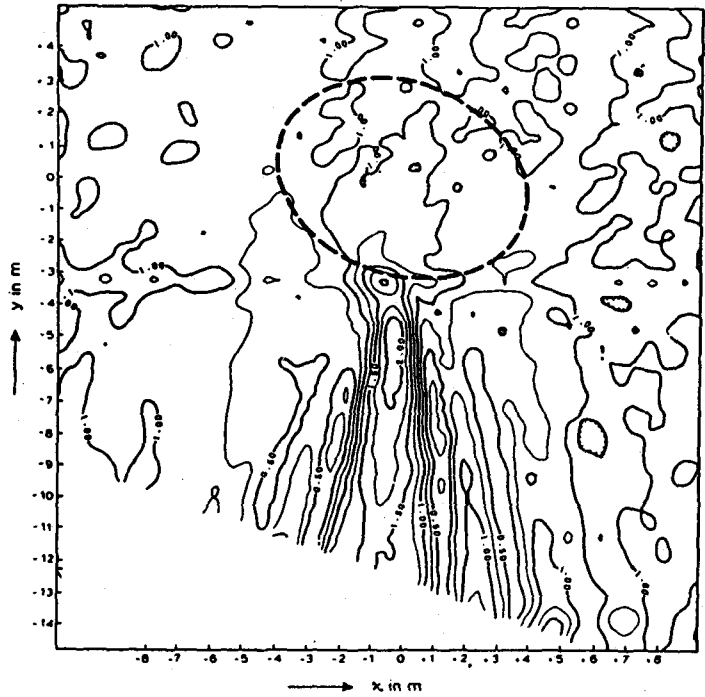
설계천해파의 추정 결과

오천항과 소흑산도항을 제외한 59개 1·3종 지정항에 대한 천해 설계파를 풍성파 모델, 굴절모델, 굴·회절 모델을 이용하여 추정하였다. 추정된 파향은 시설물의 주 방향과 대략 일치하며 울릉도·제주 남부에 위치한 어항의 파고가 가장 커 수심8m에서 7m 이상, 동해 5-7m, 남해 4-6m, 그리고 서해의 경우는 3-5m로 추정되었다.

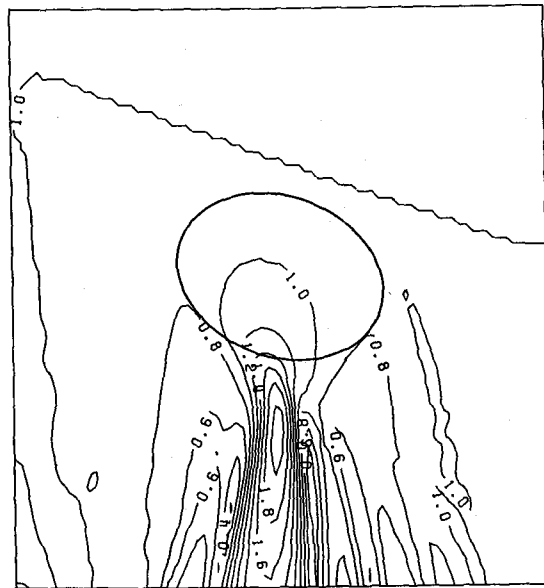
내만에 위치하여 풍성파 모델에 의해 추정된 항들 중 맥전포, 서망, 추자가 3m이상 이며, 그밖의 항은 1-3m로 나타났다. 한편 회절 영향이 큰 지세포와 미조항은 각각 2.6m와 3.8m로 추산되었다. 표1, 표2, 표3에 대상어항에 대한 심해설계파 그리고 표4, 표5, 표6에 59개 지정항의 천해설계파가 각각 수록되어 있다.

제 언

1) 연안구조물의 적정 설계 및 연안 방재 대책 수립을 위해 광범위한 해양환경인자의 수집이 요구된다. 특히 구조물 설계에 필요한 설계파 제원은 이렇게 수집된 자료를 통해 분석·예측되어야 추정된 심해설계파가 천해



a) 관측파고의 분포도 (Berkhoff등, 1982)



b) 타원형천퇴의 파고분포도(비선형 모델)

그림 3. 비선형 모델의 결과비교

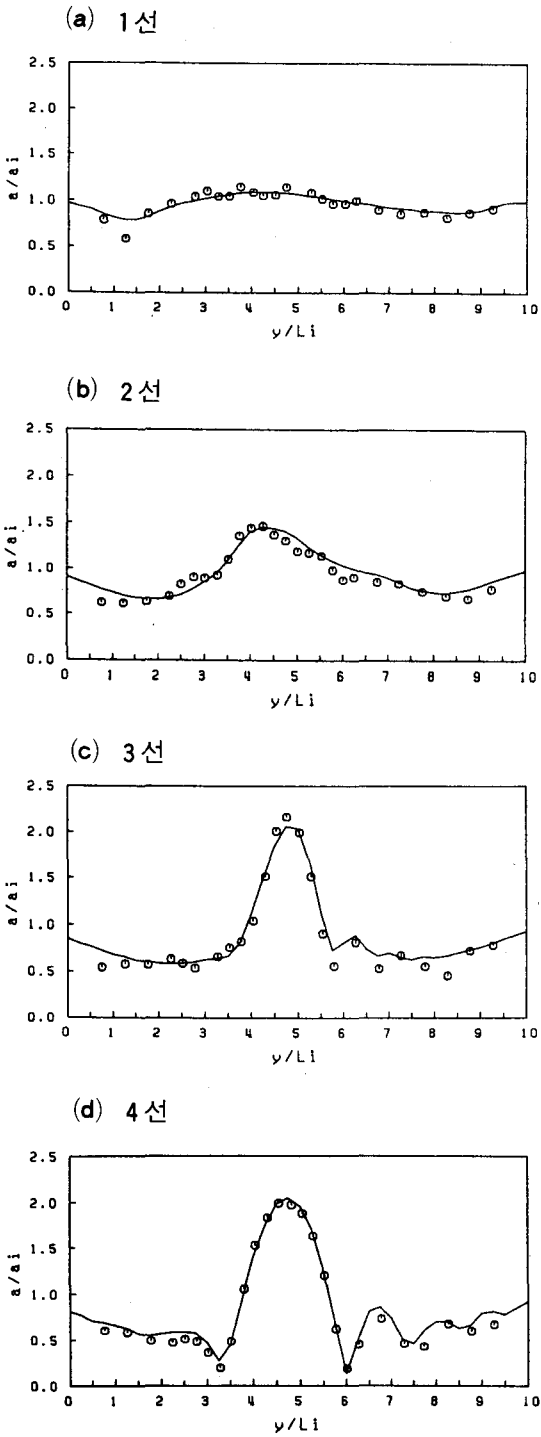


그림 4. 계산파고와 실측파고의 y축상 비교 (비선형 모델)

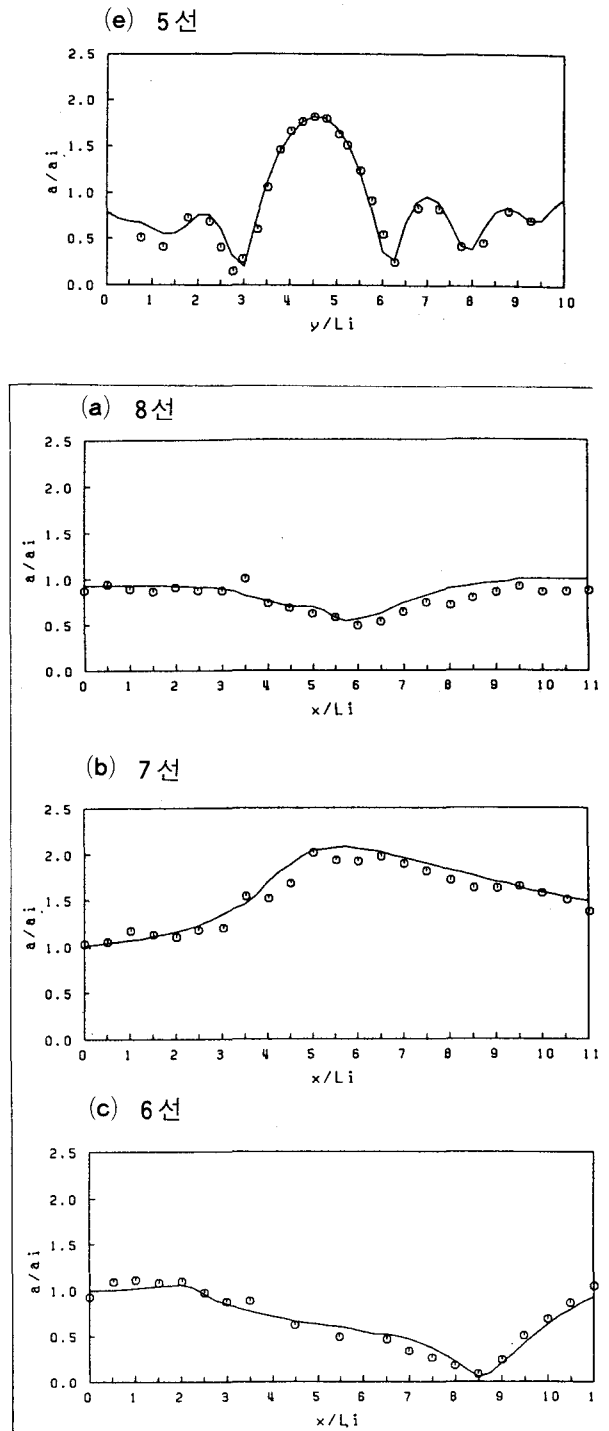


그림 5. 계산파고와 실측파고의 X축상 비교 (비선형 모델)

표1. 대상어항의 심해설계파 (동해안)

어 항	제 1 설 계 파			제 2 설 계 파		
	파 고	주 기	파 향	파 고	주 기	파 향
1 대 진	8.0	13.0	NE	6.5	10.0	SE
2 아 야 진	8.1	13.0	NE	6.5	10.0	SE
3 대 포	8.1	13.0	NE	7.4	11.0	SSE
4 남 예	8.1	13.0	NE	6.5	10.0	SE
5 사 천 진	8.1	13.0	NE	6.5	10.0	SE
6 금 진	8.2	13.0	NE	6.3	10.0	E
7 덕 산	8.2	13.0	NE	6.3	10.0	E
8 장 호	8.2	13.0	NE	7.2	12.0	NNE
9 사 동	7.7	12.0	NE	5.4	9.0	E
10 대 진	7.3	12.0	NNE	5.4	9.0	E
11 축 산	7.3	12.0	NNE	5.4	9.0	E
12 구 계	7.3	12.0	NNE	7.0	11.0	SSE
13 대 보	7.3	12.0	NNE	5.3	9.0	E
14 양 포	7.1	11.0	NNE	5.3	9.0	E
15 읍 천	7.1	11.0	NNE	5.3	9.0	E
16 정 자	7.1	11.0	NNE	5.3	9.0	E
17 방 여 진	7.1	11.0	NNE	5.3	9.0	E
18 현 포	8.6	13.0	NNE	7.2	12.0	N
19 저 동	8.6	13.0	NNE	5.2	10.0	ESE

표2. 대상어항의 심해설계파 (남해안)

어 항	제 1 설 계 파			제 2 설 계 파		
	파 고 (m)	주 기 (sec)	파 향	파 고 (m)	주 기 (sec)	파 향
1. 대 변	9.8	13.0	SSW			
2. 다대포	10.1	14.0	S			
3. 외포	10.1	14.0	S			
4. 능포	4.5	9.0	NE			
5. 지세포	5.2	9.0	SSE			
6. 미조	9.9	14.0	S			
7. 물건	8.7	12.0	SSE			
8. 안도	8.0	12.0	SSW			
9. 소안	8.9	13.0	S			
10. 서거차	6.5	10.0	ESE			
11. 도두	7.0	11.0	NNW	5.4	10.0	NW
12. 예월	7.0	11.0	NNW	4.7	9.0	NE
13. 위미	10.8	14.0	SSE			
14. 모슬포	10.9	15.0	S			
15. 신양	6.0	10.0	SSE	5.3	9.0	E

표3. 대상어항의 심해설계파 (서해안)

해역	파고(m)	주기(sec)	파향
인천 해역	5.0	9.0	NW
	5.5	9.0	SE
	4.5	8.0	E
군산 해역	5.5	9.0	NW
	5.5	9.0	NNW
	7.0	10.0	S
	6.5	9.5	SW
	6.5	10.0	SSW
	3.5	6.0	SE
	5.0	9.0	WNW
목포 해역	6.0	9.0	NW
	5.0	8.5	NE
	7.0	10.0	E
	7.0	10.0	S
	6.5	9.5	SW

역으로 전파되면서 변형되는 현상을 적절히 기술할 수 있게 된다.

따라서, 설계파 산정등 정밀을 요하는 천해파 추정의 신뢰도를 높이기 위해서는 필요한 지역에 최소한 제한된 기간의 파랑측정이라도 시행하여, 천해파 변형모델과 비교함으로써 모델을 검증·보완하는 것이 바람직하다.

이와 같은 현장관측 및 자료 축적의 중요성을 고려하면 수산청도 필요한 기자재 및 시설을 갖추어야 하며, 이를 위한 충분한 예산상의 뒷받침이 이루어져야 할 것으로 사료된다.

표4. 대상어항의 천해설계과 (동해안)

어항	시설물	파향	주기	수심별 천해 설계과 (m)										비고			
				2	4	6	8	10	12	14	16	18	20				
1 대진고성군	북방파제	ENE	13.0	1.7	3.8	5.0	6.1	6.1	6.5								8.0, NE, 13.0
	남방파제	ESE	10.0	1.6	3.5	3.6											6.5, SE, 10.0
2 아아진	북방파제	ENE	13.0	1.6	3.8	6.1	6.8	7.2	7.3	7.7							8.1, NE, 13.0
	남방파제	E	10.0	1.7	3.8	4.0											6.5, SE, 10.0
3 대포	동방파제	E	13.0	1.6	3.7	5.6											8.1, NE, 13.0
	서방파제	E	11.0	1.7	3.5	5.3											7.4,SSE, 11.0
4 남애	북방파제	NE	13.0	2.0	3.2	5.7	6.6	6.9									8.1, NE, 13.0
	남방파제	E	10.0	2.0	2.9	3.4											6.5, SE, 11.0
5 사천진	방파제	ENE	13.0	2.1	3.3	4.4	4.9	6.2	6.6								8.1, NE, 13.0
	사제	ESE	10.0	2.0	2.3	2.5	2.5										6.5, SE, 10.0
6 금진	방파제	E	13.0	1.8	3.3	3.9	5.1	5.2	5.5	5.7							8.2, NE, 13.0
	사제	ESE	10.0	1.8	2.8	3.4	3.5										6.3, E, 10.0
7 덕산	북방파제	E	13.0	2.1	3.9	5.2	5.6	6.7	7.6								8.2, NE, 13.0
	남방파제	ESE	10.0	2.0	2.5	3.5	3.5										6.3, E, 10.0
8 장호	방파제	N	12.0	1.8	3.5	4.7	5.2	5.9	6.1	6.3	6.3						7.2,NNE, 12.0
9 사동	방파제	NE	12.0	1.9	3.4	5.5	6.3	6.7	7.1								7.7, NE, 12.0
10 대진	북방파제	NE	12.0	2.0	4.2	5.8	6.6	6.8	6.8								7.3,NNE, 12.0
	남방파제	E	9.0	2.3	4.3	4.9	4.9										5.4, E, 9.0
11 축산	북방파제	E	12.0	1.7	4.2	4.5	5.0	6.3	6.8								7.3,NNE, 12.0
	남방파제	ENE	12.0	1.4	1.4	1.6	2.0	3.0									
12 구계	북방파제	SE	11.0	1.9	3.6	5.1	6.3	6.3									7.0,SSE, 11.0
	남방파제	ESE	11.0	2.1	3.7	5.5	6.0	6.0									
13 대보	북방파제	NE	12.0	1.8	3.7	4.4	5.0	5.5	6.1								7.3,NNE, 12.0
	남방파제	NE	12.0	1.9	3.4	5.2	5.2	5.5									
14 양포	방파제	E	9.0	1.8	3.8	4.0	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.6				5.3, E, 9.0
15 읍천	북방파제	ENE	11.0	1.9	3.9	5.6	5.6	5.7	6.1	6.2							7.1,NNE, 11.0
	남방파제	ESE	9.0	2.1	4.1	5.1											5.3, E, 9.0
16 정자	북방파제	ENE	11.0	2.0	3.6	4.2	4.8	5.3	5.6	5.9							7.1,NNE, 11.0
	남방파제	ENE	11.0	2.0	3.5	3.9	4.2	4.6									
17 방어진	북방파제	SSW	13.0	1.5	3.8	5.8	6.1	6.5	6.5	6.5	6.5						9.0, S, 13.0
	남방파제	S	13.0	1.7	4.1	5.4	5.6										
18 대변	방파제	SSE	13.0	1.9	3.5	4.4	4.5	4.6									9.8,SSE, 13.0
19 현포	북방파제	NNE	13.0	1.9	3.4	5.5	7.5	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6					8.6,NNE, 13.0
	남방파제	N	13.0	2.1	4.1	4.7	5.5	6.5	7.5	7.5	7.5						
20 저동	북방파제	ENE	13.0	2.2	4.0	5.8	6.3	6.7	7.2	7.6	7.6	7.6					8.6,NNE, 13.0
	남방파제	ENE	13.0	2.0	3.7	5.1	6.6	6.8	7.0	7.6	7.6						

표5. 대상어항의 천해설계파 (남해안)

a) 트인 해안에 위치한 어항

어 항	시설물	파향	주기 (sec)	수심별 천해 설계파 (m)										심해파 (m, sec)	HWOST (m)	
				2	4	6	8	10	12	14	16	18	20			
1 다대포	방파제	S	14.0		3.9	5.3	5.6	5.9	6.2						10.1, S, 14.0	1.67
		-SSE														
2 외포	동방파제	SSE	14.0			4.2	4.4	4.8	5.1	5.3	5.6				10.1, S, 14.0	1.96
3 능포	동방파제	NE	9.0		2.6	2.6	2.7	2.8	3.0	3.1	3.3	3.3	3.4		4.5 NE, 9.0	1.99
		-NNE														
	서방파제	NE	9.0		2.7	3.0	3.2	3.3	3.3	3.4	3.4					
4 지세포	서방파제	ESE	9.0	2.1	2.5	2.5	2.6	2.6	2.6	2.7	2.7	2.8		5.2, SSE, 9.0	1.90	
		-E														
5 미조	동방파제	SE	14.0			3.4	3.8	4.0	4.2	4.4	4.4	4.6	4.6		9.9, S, 14.0	3.10
	서방파제	SE	14.0			3.4	3.7	4.1	4.3	4.5	4.5					
6 물건	북방파제	SE	12.0			5.0	5.2	5.3	5.3	5.3	5.4	5.4	5.5		8.7, SSE, 12.0	3.09
	남방파제	SE	12.0			5.0	5.1	5.1	5.2	5.2	5.3	5.3	5.5			
7 안도	동방파제	SSW	12.0				5.0	5.1	5.3	5.6				8.0, SSW, 12.0	3.61	
	서방파제	S	12.0				4.8	4.9	5.1	5.4						
8 소안	서방파제	WSW	13.0			4.0	4.1	4.1	4.1					8.9, S, 13.0	3.40	
		-W														
9 서거차	동방파제	SSE	10.0			4.6	5.4	5.8	5.8	5.8				6.5, ESE, 10.0	3.59	
	서방파제	SSE	10.0			3.4	4.2	4.7	5.3							
10 도두	북방파제	N	11.0			5.8	5.9	6.0						7.0, NNW, 11.0	2.83	
		-NNW														
	남방파제	NNW	10.0			4.6	4.7							5.4, NW, 10.0		
11 애월	북방파제	NNE	11.0		3.8	5.0	5.6	5.6	5.8	5.8				7.0, NNW, 11.0	2.71	
		-NNW														
	동방파제	NE	9.0			3.8	4.3	4.3						4.7, NE, 9.0		
12 위미	동방파제	SSE	14.0		4.2	5.7	7.3	7.5	7.7	7.9	8.1			10.8, SSE, 14.0	3.06	
	서방파제	SSE	14.0		3.8	5.4	6.3	6.7	6.7	6.9						
13 모슬포	서방파제	SSW	15.0		3.8	5.6	6.5	7.4	7.4	7.5	7.7	7.8	7.9	10.9, S, 15.0	3.16	
	동방파제	E	15.0		3.7	4.0	4.4									
14 신양	남방파제	E	9.0			3.4	3.4	3.5	3.7	3.8				5.3, F, 9.0	3.35	
	동방파제	SE	10.0			4.1	4.3	4.5	4.7	4.7	4.7			6.0, SSE, 10.0		

표6. 대상어항의 천해설계파 (서해안)

a) 트인 해안에 위치한 어항

단위 : m. sec

어 항	시설물	파향	주기	수심별 천해 설계파							심해 파			대조평균
				6	8	10	12	14	16	18	파고	주기	파향	만 조 위
안 흥	방 파 제	SSW	10.0		4.1	4.2	4.4	4.5	4.6	4.6	7.0	10.0	S	6.6
외연도	방 파 제	S	10.0		3.8	4.2	4.6	4.6	5.0		7.0	10.0	S	5.8
어청도	방 파 제	SSE	10.0		5.0	5.1	5.2	5.2	5.4		7.0	10.0	S	5.6
격 포	북방파제	WNW	9.0		4.3	4.4	4.5	4.7			6.0	9.0	NW	7.06
	남방파제	WNW	9.0		3.5	3.7	4.0	4.2						
위 도	북방파제	NNW	9.0		3.0	3.0	3.2	3.2	3.2		6.0	9.0	NW	6.63
	방 사 제	NNW	9.0		1.7	1.8	2.0							
계 마		-NW												
	방 파 제	WNW	9.0		4.5	4.8					6.0	9.0	NW	6.30
		-NW												
	방 사 제	WNW	9.0		4.5									
안 마	북방파제	WNW	9.0		4.0	4.1	4.3	4.4	4.5		6.0	9.0	NW	5.10
	남방파제	WNW	9.0		3.9	4.0	4.2							
원 평	방 파 제	N	9.0	3.4	3.6	3.9					6.0	9.0	NW	4.32
	도 제	N	9.0	3.4	3.6	3.9								
	북방사제	NNW	9.0	2.7	3.0	3.2								

(주) 수심은 대조평균만조위 때의 값임

2) 파랑은 수심 뿐 아니라 해·조류의 영향에 의해 변형된다. 연안에서의 해·조류의 계산은 비교적 긴 계산 시간을 필요로 하며 개방 경계조건(open boundary condition)의 설정시 세심한 주의가 필요하다.

조류가 강한 서·남해안의 경우 조류의 영향을 무시할 수 없으며, 복잡한 서·남해안에서 비교적 정확하게 조류를 추정할 수 있는 모델 수립과 아울러 조류의 영향

을 고려한 파랑 변형 모델의 연구도 이루어져야 할 것이다.

3) 파랑을 기술할 때 유의파법에 근거한 규칙파 보다는 스펙트럼 방법에 의한 불규칙파가 해상의 상태를 더 잘 나타내어 준다. 즉 파랑을 여러 성분의 파랑이 합성된 불규칙 파로 간주하여 파랑 변형 모델을 수립하려는 노력이 계속되고 있다.

따라서, 각기 다른 여러 주파수

와 방향에 따른 파랑모델의 개발에 대한 연구가 요구된다.

4) 대부분의 서·남해 어항은 큰 파랑 내습시 발생하는 월파의 문제를 안고 있다. 특히 설계파가 작은 어항은 월파 현상이 심한 것으로 현지답사 결과 나타났으며, 월파와 폭풍해일과 밀접한 관계가 있음을 지적하고자 한다.

월파를 방지하는 천단고는 설




계파에 비례하며(설계파의 0.6배에서 1.25배), 설계파가 작은 경우 천단고 역시 낮게된다. 그리고 태풍과 같은 큰 저기압이 통과할 때 해면이 상승하는 현상을 폭풍해일(storm surge)이라하며, 남해의 경우 약 1m의 상승분을 가지게 된다.

한편, 설계파를 추정하기 위한 기준면인 설계해면은 통상 대조 평균만조위면을 사용함으로 폭풍해일에 의한 해면 상승부분을 고려하지 않는다. 따라서, 남해의 설계파가 작은 어항들은 수면상승부분이 천단고에 상당부분을 차지하게 되므로 월파 현상이 두드러진 것으로 설명할 수 있다.

결론적으로 연안개발에 따른 방재시설을 설계함에 있어서는 악기상에 의한 이상해면상승의 수위를 고려함이 필요하며, 그

추정을 위한 보다 체계적인 연구가 수행되어야 할 것이다.

시 사

본 연구사업의 수행을 위해 많은 도움을 주신 수산청 여러분께 깊은 감사를 드리며, 많은 자료를 제공해 주신(주)대영엔지니어링 여러분께도 감사의 말을 전합니다. 본 연구는 해양연구소의 환경공학연구실에서 수행되었으며, 특히 서승남 박사, 오병철 씨를 비롯한 여러 연구원의 노고에 깊은 감사를 드립니다. 

<참 고 문 헌>

수산청(1988a) 해역별(동해, 남해) 심해파 추정 보고서

수산청(1988b) 어항설계 천해파 추정(1) 보고서

수산청(1989) 어항설계

천해파 추정(2) 보고서

해운항만청(1988) 전국 항만 설계파 추정 보고서

Berkhoff J. C. W. (1972). Computation of combined refraction-diffraction, Proc. 13th Intl Conf. Coastal Eng., ASCE, Vancouver, 471-490.

Booij, N. (1981). Gravity waves on water with non-uniform depth and current, Rept. 81-1, Dept. of civil Eng., Delft Univ. of Technology.

Kirby, J.T. (1986). Higher-order approximations in the parabolic equation method for water waves, J. Geophys. Res., 91, 933-952.

Berkhoff, J.C.W. Booij, N., and Radder, A.C.(1982). Verification of Numerical wave propagation models for simple harmonic linear water waves, Coastal Eng., 6, 255-279.

Dalrymple, R.A., (1988). Model for refraction of water waves, J. Waterways, Harbors, Coastal Eng., ASCE, 114(4), 423-435.

Ito, Y and Tanimoto, K(1972). A method of numerical analysis of wave propagation-Application to wave diffraction and refraction. Proc. 13th Coastal Eng. Conf., Vancouver, ASCE, 503-522.

U.S. Army, Coastal Engineering Research Center (1984). Shore Protection Manual.