

조석을 고려한 태풍 2015(RUSA) 모의 Simulation of Typhoon 2015(Rusa) Considering Tide

문승록¹, 박선중², 강주환³, 윤종태⁴

Seung Rok Moon¹, Seon Jung Park², Ju Whan Kang³ and Jong Tae Yoon⁴

1. 서 론

조석의 영향이 큰 우리나라 서해안은 해일과 조석의 비선형 작용(문일주 등, 2003)으로 인한 조위편차가 전체 해수면에 비해 크지 않지만 높은 조위와 복합작용으로 서해안일대에서 1997년 8월 19일과 20일(기상의 효과만으로는 해일이 높지 않았던 때)에 가장 높은 해수면을 기록한 바 있다. 이처럼 조석의 위상에 따라 태풍에 의한 해일이 저조시에 발생하면 해일의 피해를 모면할 수 있지만 낮은 해일고라도 대기 고조시에 발생하면 2004년도 목포에서와 같이 해일에 의한 범람 피해가 발생할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 조석을 결합한 해일모의를 위한 조석의 분조별 진폭 및 위상에 대한 등조차도와 등조시도를 작성하고, 태풍 '루사'의 해일모의와 조석의 영향을 함께 고려한 모의를 수행하였다.

2003년 태풍 '매미'의 경우 최대 해일고가 마산 2.15m, 통영 1.70m, 여수 1.37m 등 태풍이 영향권에 있던 지역에서는 과거의 해일보다 큰 해일고가 관측되었다. 이러한 해일고에 해당지역의 약최고고조위를 더하면 몇백년 빈도 이상의 고극조위에 해당할 수 있을 것이다. 목포해역은 최근 태풍이 직접 통과하거나 태풍에 의해 1m이상의 해일이 발생한 적은 없으나, 2003년 마산과 같이 높은 해일고가 발생하지 않는다는 보장은 없다. 올해(2006년) 우리나라에 호우 및 강풍으로 큰 피

해를 입힌 태풍 '에위니아'는 북위 30° 이후부터 태풍 '루사'의 진로를 1° 좌측으로 이동한 것과 동일하게 진행되었다. 또한 조위 상황이 대조기에 해당하여 큰 해일 피해가 우려되었고, 그 영향으로 서남해안일대의 많은 침수가 예상되었다. 그러나 태풍 '루사'에 비해 세력이 다소 약했으며 가항반원에 포함된 서해안에는 기존 태풍에 비해 직접적인 영향이 거의 미치지 않아 내륙의 호우 피해에 비해 해안의 피해는 크지 않았다. 따라서 목포해역에 59cm의 높은 해일을 발생시킨 태풍 '루사'의 강도와 에위니아의 경로를 따르는 가상태풍에 의해 예상되는 해일고도 함께 파악하고자 하였다.

2. 조석이 결합된 해일모의

2.1 조석결합모의

태풍의 진로, 최대풍반경, 최대풍속, 중심기압 등의 자료로부터 MIKE 21의 CYWIND를 이용하여 태풍 진행시간에 따라 모든 격자점에서 압력 및 풍속장을 계산하였다. 본 연구의 대상영역 및 수치모의와 관련된 사항은 기존연구(문승록 등, 2006)와 동일하게 수행하였다.

조석을 결합한 해일모의를 위해서는 개방경계 조건인 조석성분의 진폭과 위상 자료가 반드시 필요하며, 대상해역의 조차 및 조시가 정확히 재현되어야 하므로 조석의 분조별 진폭 및 위상에

1 목포대학교 내풍·방재기술연구센터

2 목포대학교 건설환경협동과정 박사과정

3 목포대학교 건설공학부 토목공학전공 교수

4 경성대학교 건설환경공학부 교수

대한 등조차도와 등조시도의 작성이 선행되어야 한다. 본 연구에서는 NAO(National Astronomical Observatory of Japan)의 분조 자료와 기존연구의 조석도(고진석, 1998; 문일주 등, 2000)를 활용 및 참조하여 우리나라 서해안의 조위 관측치와 비교하며 시행착오를 통해 광역 수심도(1/20°)에 적합한 8개 분조(M₂, S₂, K₁, O₁, K₂, N₂, P₁, Q₁)에 대한 등조차도와 등조시도(Fig. 1 생략)를 작성하였다.

8개 분조에 대한 등조차도와 등조시도를 활용하여 수치모의를 통해 7개 지점(인천, 군산, 목포, 제주, 여수, 완도, 부산)에서 조석관측치와 비교하였다. 수치모의를 위한 외해경계조건은 외

해경계지점에서 각 분조의 진폭과 지각으로부터 TASK-2000 Package(Marie)를 활용하여 태풍 '루사'가 발생했던 2002년 8월 1일부터 31일까지의 조위를 생성하였다. 이처럼 8개 분조로 생성한 외해경계조건을 광역 수심도에 적용하여 31일간 모의를 수행하였으며, 주요 7개 지점에서 모의기간 중에 대한 1시간별 조위자료를 추출하여, TASK-2000 Package(Tira)를 통해 각 지점별 4대 분조의 진폭과 지각을 산정하였다. Fig. 2와 Fig. 3(생략)는 7개 지점에 대한 관측치에 해당하는 기준조석의 분조와 수치모의의 결과를 진폭과 위상으로 구분하여 나타낸 것이다.

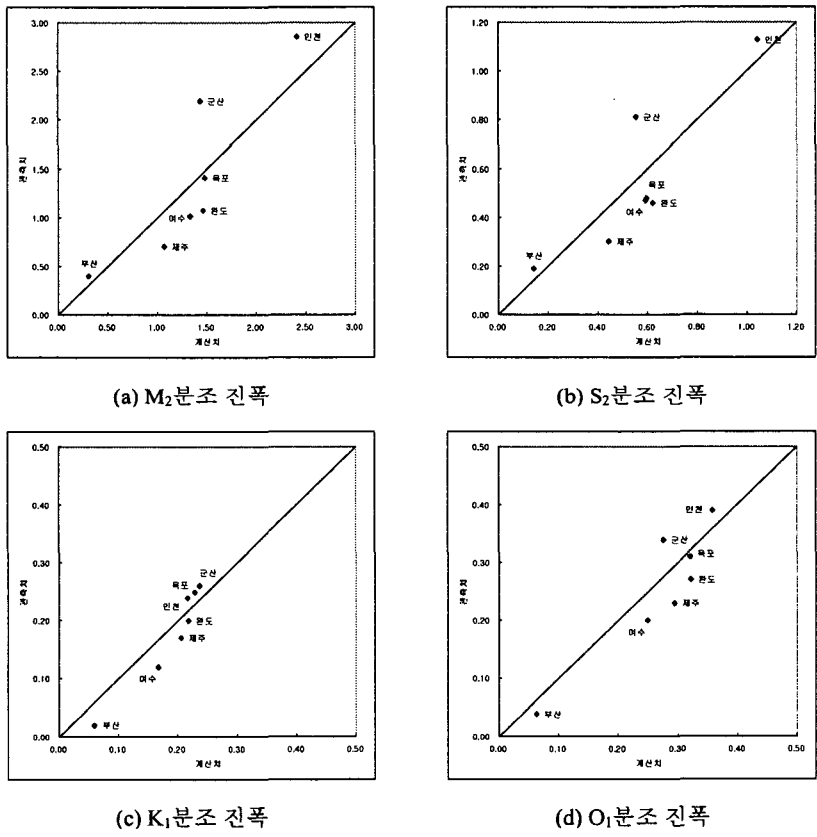


Fig. 2. 주요 4대 분조의 진폭(m) 비교

2.2 조석을 고려한 태풍 '루사' 모의

태풍 '루사'가 한반도에 영향을 미친 기간인 2002. 8. 24 18:00 ~ 2002. 9. 1 12:00(186h) 동안에 Fig. 4(생략)에 해당하는 외해경계조건에 적합한 동일시간에 대한 조위를 생성하였다. Table 1은

외해 경계에서의 4대 분조의 진폭과 지각을 나타낸 것이며, Fig. 5는 6개 지점에서 조석이 결합된 해일모의 결과와 조위 관측치를 비교한 것으로 진폭과 위상이 일치하고 있다.

Table 1. 외해 경계에서의 진폭과 지각

구분	A		B		C		D		E	
	Amp. (cm)	Phase (°)	Amp. (cm)	Phase (°)	Amp. (cm)	Phase (°)	Amp. (cm)	Phase (°)	Amp. (cm)	Phase (°)
M ₂	16	35	17	283	28	175	17	165	3	187
S ₂	5	56	5	301	13	216	8	208	3	177
O ₁	25	143	11	37	19	6	18	30	21	50
K ₁	30	182	16	57	22	20	19	49	20	76
구분	F		G		H		I			
	Amp. (cm)	Phase (°)	Amp. (cm)	Phase (°)	Amp. (cm)	Phase (°)	Amp. (cm)	Phase (°)		
M ₂	3	61	43	339	40	6	28	17		
S ₂	4	141	14	22	14	45	11	27		
O ₁	21	64	8	162	7	187	28	137		
K ₁	19	97	5	177	7	189	34	171		

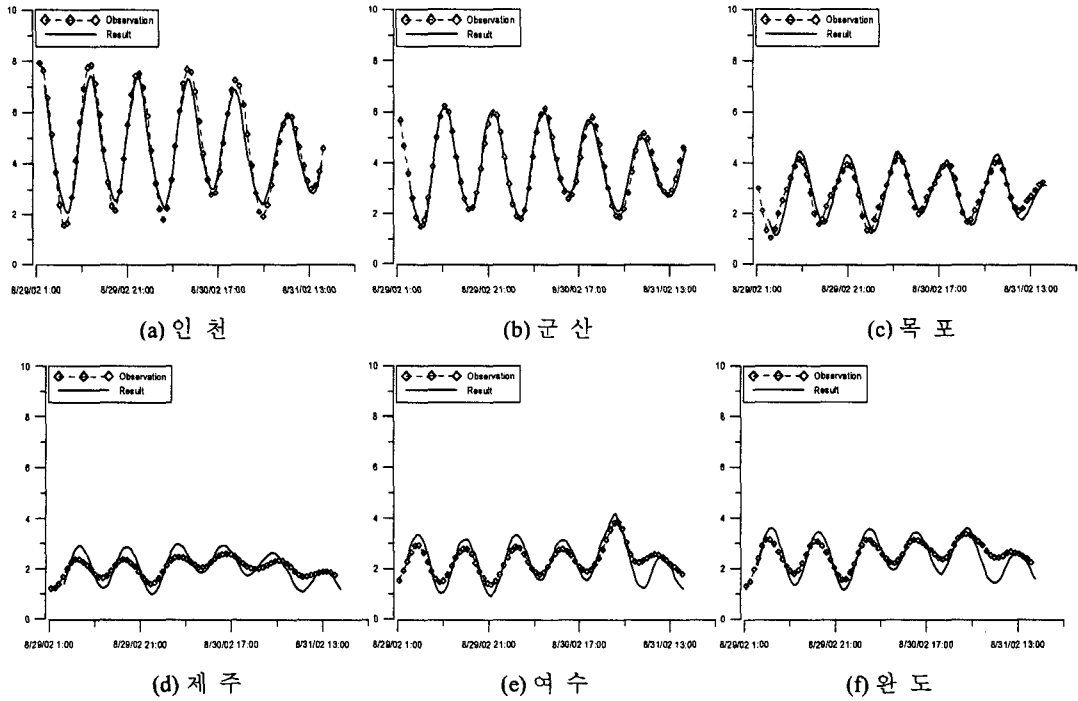


Fig. 5. 관측조위와 모의결과 비교

3. 가상 태풍의 모의

폭풍해일 대책에 대한 설계조위(해양수산부, 2005)를 결정하는 방법에는 조위자료를 활용한 빈도분석 방법과 약최고조위에 해일고를 더하여 얻는 조위를 택하는 방법이 있다. 태풍 '루사'에 의해 여수에서 1.20m, 태풍 '프라피룬'에 의

해 인천과 군산에서 1.18m, 1.06m의 해일고가 발생했다. 2003년 태풍 '매미'의 경우 최대 해일고가 마산 2.15m, 통영 1.70m, 여수 1.37m 등 태풍이 영향권에 있던 지역에서는 과거의 해일보다 큰 해일고가 관측되었다. 이러한 해일고에 해당 지역의 약최고조위를 더하면 몇백년 빈도 이상의 고조조위에 해당할 수 있을 것이다. 목포해역

은 최근 태풍이 직접 통과하거나 태풍에 의해 1m 이상의 해일이 발생한 적은 없으나, 2003년 마산과 같이 높은 해일고가 발생하지 않는다는 보장은 없을 것이다. 따라서 최근 목포해역에 59cm의 높은 해일고를 발생시킨 태풍 '루사'의 발생시각 및 최대풍 반경, 중심기압 등의 기본자료는 동일하게 적용한 상태에서 Fig. 6(생략)과 같이 태풍의 실제경로에 대하여 경도를 1° 좌측으로 이동하여 태풍 '가상-1' 과, 2° 좌측으로 이동하여 태풍 '가상-2' 를 생성하여 각각 모의하였다.

Table 2. 가상태풍에 의한 해일고(cm)

지점	가상-1	가상-2
인천	38	43
군산	37	44
목포	99	114
제주	80	66
여수	159	98
완도	145	134
부산	37	28

태풍 '루사'의 진로를 서해안방향으로 1°와 2°변경한 가상태풍에 대한 해일고 모의 결과는 Table 2와 같다. 가상 태풍에 의한 목포항에서의 해일고는 태풍 '루사' 내습시의 해일고 59cm보다 훨씬 큰 99cm와 114cm의 해일고를 발생시키고 있다. 목포항의 약최고고조위 486cm를 감안하면, 실제 해일고로는 545cm(486cm+59cm)로 금호방조제 건설후 10년 빈도의 고극조위(강주환 등, 2006)에 해당하지만 가상 태풍에 의한 해일고로는 585cm와 600cm가 된다. 2003년 마산의 해일고 215cm를 고려할 때 목포항의 1m 내외의 해일고 감안은 불합리하다고 간주할 수는 없을 것이다.

4. 결 론

목포해역에 최근 큰 해일고를 발생시킨 태풍 '루사'의 실시간 모의를 위해 광역에 적합한 등조위도 및 등조시도를 8개 분조에 대하여 작성한 후 모의하여 해일고 비교 및 실측된 조위와 비교하여 일치되는 결과를 얻을 수 있었다. 이러한 모의체계는 태풍에 대한 진로 및 정보가 예측된 후 해당해역에서 해일고를 예측하는 데 활용될 수 있을 것이다. 또한 태풍 '루사'의 진로를

서해안방향으로 1°와 2°변경한 가상태풍에 대한 해일고 모의 결과, 태풍 '루사'의 해일고 59cm보다 훨씬 큰 99cm와 114cm의 해일고를 발생시키고 있다.

2002년 태풍 '루사'가 통과할 때 여수에서 해일고가 120cm, 2004년 마산만에 태풍 '매미'가 통과할 당시 인근지역의 해일고는 100cm 이상을, 마산의 경우는 215cm를 기록한 바 있어 이러한 것을 고려하면 목포에서 가상태풍에 의한 높은 해일고 발생이 현실화될 가능성을 배제할 수 없을 것이다.

감사의 글

본 연구는 건설교통부 지역특성화연구개발사업(C105E1020001-05E0202-00210)에 의하여 수행되었음.

참고문헌

- 강주환, 문승록, 박선중 (2006). 조석/해일 환경변화를 감안한 고극조위 빈도분석. 대한토목학회논문집, 제26권, 1B호, pp. 99-106
- 고진석 (1998). 한반도 주변 해역의 극치해면 추정. 박사학위 논문, 성균관대학교 대학원. 한국해양연구소 학연과정.
- 문승록, 박선중, 강주환 (2006). 폭풍해일에 따른 서남해안(군산, 목포) 범람모의, 한국해양과학기술협의회 공동학술대회.
- 문일주, 오임상 (2003). 파랑-해양순환 접합모델을 이용한 폭풍해일에 대한 파랑과 조석의 영향 연구. 한국기상학회논문집, 제39권, 제5호, pp. 563-574.
- 문일주, 오임상, 윤용훈 (2000). 한반도 서해안 실시간 해수면 예측 수치실험 연구. 한국기상학회논문집, 제26권, 제2호, pp. 203-218.
- 해양수산부 (2005) 항만 및 어항설계기준.