

# 태풍 통과시 풍역변화에 따른 수위변동특성 및 호안 월류 패턴에 관한 기초적 연구

이경선, 김홍진, 윤한삼\*, 강운구\*\*, 류청로  
부경대학교 해양공학과, \*부경대학교 해양산업개발연구소, \*\*삼성물산(건설부문)

## A Study on the Water Level Change Characteristics and Overtopping Patterns by the Wind Field Variation during Passage of the Typhoon

GYONG-SEON LEE, HONG-JIN KIM, HAN-SAM YOON\*, YOON-KOO KANG\*\* AND CHEONG-RO RYU

Department of Ocean Engineering, Pukyong National University, Busan, 608-737, Korea

\*Research Center for Ocean Industrial Development, Pukyong National University, Busan, 608-737, Korea

\*\*Engineering & Construction Group, Samsung Corporation, Seongnam, 468-824, Korea

**KEY WORDS:** Typhoon Maemi 태풍 매미, Water Overtopping 호안 월류(월파), Water Level Change 해수위변동, Wind Field Variation 풍역장 변화

**ABSTRACT:** 본 연구는 2003년 9월 내습한 태풍 매미로 인해 마산 진해, 용원 지역을 포함하는 가덕수도 인근 해역의 태풍 매미의 풍역변화 특성과 개방형 및 폐쇄성 해역 등의 지형적 특성을 고려한 호안 월류 패턴을 고찰하고 이를 모식화하였다. 태풍 매미 통과시 진해만의 경우는 풍향이 E~ESE인 시점이 파랑에너지가 충분히 발달하여 입사할 조건에 해당되고 마산만의 경우는 풍향이 SE~S인 시점이며, 부산신항 인근 해역은 S~SSW의 풍향이 우세한 시점을 중심으로 태풍파랑을 산정하여야 구조물에 미치는 정확한 영향을 평가할 수 있을 것으로 판단된다. 따라서 이상 파랑의 내습에 따른 해양구조물의 안정성을 확보하기 위해서는 태풍 통과시 천해역의 풍역변화에 따른 수위변동 및 파랑장 영향을 해석하고 입사파랑에 의한 구조물의 피해를 최소화할 수 있는 방안의 연구 필요성을 강조할 수 있다.

### 1. 서 론

해안구조물에 작용하는 외력조건은 일반적으로 태풍에 의한 고파랑과 수위증가로서 특히, 우리 나라 남동해안에 설치되는 구조물의 천단고 설계는 태풍의 내습빈도에 따른 파랑의 통계적 특성값을 주요 외력조건으로 사용하고 있다(해양수산부, 1999). 그러나 최근에 와서 구조물의 안정성과 관련된 파랑조건이 이상 기상 현상 등에 의해 점점 그 규모와 강도가 커지고 있고, 여기에 따른 대책과 설계기준 강화의 필요성이 대두되고 있는 것이 현실이다.

태풍이 발달하여 천해역에 접근하면 그 강력한 바람장의 영향으로 비정상적인 수위변화와 이에 수반한 파랑에너지 증·감이 발생한다. 이러한 현상 가운데 수위의 상승과 파랑에너지의 증가는 해안구조물에 작용하는 가장 위험한 외력인자로 작용하며, 천해역의 경우 지형조건과 태풍의 풍역변화는 파랑에너지에 변화를 주는 가장 큰 요인으로 작용할 수도 있다. 실제로 우리 나라 남해안은 태풍의 내습으로 강력한 바람과 해일이 발생하여 해안구조물의 파괴가 빈번히 발생하였고, 이 때마다 복구와 대책에 관한 연구가 진행되어 왔다(국립방재연구소, 2002a, 2002b, 2003).

따라서 이와 같은 이상 파랑의 내습에 따른 해양구조물의 안정성을 확보하기 위해서는 태풍 통과시 천해역의 풍역변화에 따른 수위변동 영향을 해석하고, 입사파랑에 의한 구조물의 피해

를 최소화할 수 있는 방안을 연구할 필요가 있다. 이는 최근 몇 년간의 태풍내습시 해일과 같은 재해에 의해서 피해가 비슷하게 되풀이 되고 있고 대형화되고 있는 상황에서 기존 재해방지대책이 실제 피해현장의 주민들에게 어느 정도 도움/활용되고 있는지, 혹은 태풍해일 내습시 어떤 상황으로 침수피해가 발생하는지, 그리고 태풍내습시 주민들에게 필요한 정보는 무엇인지에 대해서 충분한 검토가 필요하다고 판단된다(강, 2004).

이러한 관점에서 안 등(1976)은 우리 나라 해역의 특성과 태풍 및 기상특성을 검토한 결과, 남해 및 남해의 일부항만의 설계파는 태풍에 의해서 결정해야하고, 서해 및 남해안의 일부와 제주도의 북쪽 해안의 각 항의 설계파는 동기 계절풍에 의해 결정해야 한다는 것을 강조하기도 하였다. 또한 최(2004)는 우리나라 주요항만의 구조물 천단고 및 100년 재현빈도 고극수위 및 편차를 계산함으로써 주요 항만 구조물의 천단고가 낮게 설정되어 있음을 주장하였고, 더욱이 지구온난화에 의한 향후 100년 기간의 해수면 상승량(25~50 cm)에 대한 해안방어수위 문제점을 지적한 바 있다.

이에 본 연구에서는 2003년 9월 내습한 태풍 매미로 인해 마산, 진해, 용원 지역을 포함하는 가덕수도 인근 해역의 태풍 매미의 풍역변화 특성과 개방형 및 폐쇄성 해역 등의 지형적 특성을 고려한 호안 월류 패턴을 살펴보고자 한다. 이를 위해 대상 해역에서 실측측되어진 바람, 기온, 수위상승량의 기존 보고자료를 수집·정리하고 분석하며, 진해만이 가지는 지형적 특성을

개방형 및 폐쇄성 해역의 단면으로 구분지어 태풍 매미 내습시의 호안의 피해결과를 바탕으로 호안의 월류 패턴을 분석한다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1 태풍 매미의 특성

2003년 9월 12일 20시경 경남 사천에 상륙했던 태풍 매미는 지금까지 한국(우리나라)에 내습한 태풍 중 태풍규모 및 재해규모 측면에서 각종 기록을 모두 경신했을 정도로 많은 피해를 입혔다(Fig. 1). 경남 사천시 부근 해안에 상륙할 때의 중심기압은 950hPa, 중심부근 최대풍속 40 m/s, 풍속 15 m/s 이상의 태풍중심반경이 약 330 km이내, 태풍의 강도는 [강], 크기는 [중형]이었던 것으로 보고되었다(최, 2004).

이번 태풍 매미 통과시(2003년 9월 12일) '최대순간풍속'은 제주 60.0 m/s(18시 11분)과 고산 60.0 m/s(16시 10분)으로 우리나라 관측(1904년)이래 최대순간풍속 극값을 경신하였고(중전 58.3 m/s, 2000년 8월 31일), '최대풍속값' 역시 제주도 고산 51.1 m/s(중전 43.7 m/s), 제주 39.5 m/s(중전 36.1 m/s), 여수 35.9 m/s(중전 35.5 m/s)로 극값을 경신하였다. 이와 같이 이번 태풍으로 우리나라 관측 이래 최대순간 풍속 극값을 경신한 주된 원인은 우리 나라를 통과한 태풍 중 중심기압이 가장 낮았으며, 우리 나라를 중심으로 북쪽에는 찬 성질을 가진 대륙고기압이 위치하고 남쪽에는 발달한 열대저기압인 태풍이 위치하여 고기압과 태풍간의 대기압력 공간격차에 의하여 나타나는 힘인 기압경도력이 강하였기 때문으로 알려져 있다(서, 2003).

### 2.2 풍역장의 계산

파랑발생의 주원인인 풍속은 기압경도(기압차/수평거리)에 비례한다. 등압선이 직선일 때는 Coriolis의 힘(지구 회전에 의한 편향력으로 바람방향에 직각으로 작용함)과 기압경도에 의한 힘이 주로 작용하며 풍향은 등압선에 평행이며, 이때의 바람을 지형풍(geostrophic wind)이라 한다.

Fig. 2는 2003년 9월 내습한 태풍 '매미'의 기압분포에 대한 시간별 변화를 나타낸 것으로, 한반도 주변의 대표적 태풍이동 양상을 나타낸다. 이와 같이 등압선이 곡선일 때는 편향력과 기압경도 외에 위심력이 작용한다. 이때의 바람을 경도풍(gradient wind)이라 하며, 경도풍속은 다음과 같은 식으로 표현된다.

$$U_g = \pm r \left( \sqrt{w \sin \phi \pm \frac{G}{\rho \gamma}} - w \sin \phi \right) \quad (1)$$

여기서,  $r$ 은 등압선의 반경,  $w$ 은 각속도( $7.29 \times 10^{-5} \text{sec}^{-1}$ ),  $\rho$ 은 공기의 밀도,  $\phi$  관측위도,  $G = \Delta p / \Delta \gamma$ 는 대기압의 경사, 부호 (+)는 고기압, (-)는 저기압을 나타낸다.

경도풍속 결정을 위해 Nomograph를 만들어 이용하여(해양수산부, 1999) Fig. 3과 같이 일기도상에서 독취된 기압경도 ( $\Delta r$ )와 태풍중심의 위치( $\phi$ )에 따라 발생하는 바람장의 강도(wind speed)를 도식화하였다. 또한, 태풍의 중심은 편서풍에 의해 이동하고 있으므로, 이상의 방법으로 산정된 추정지점의 풍향과

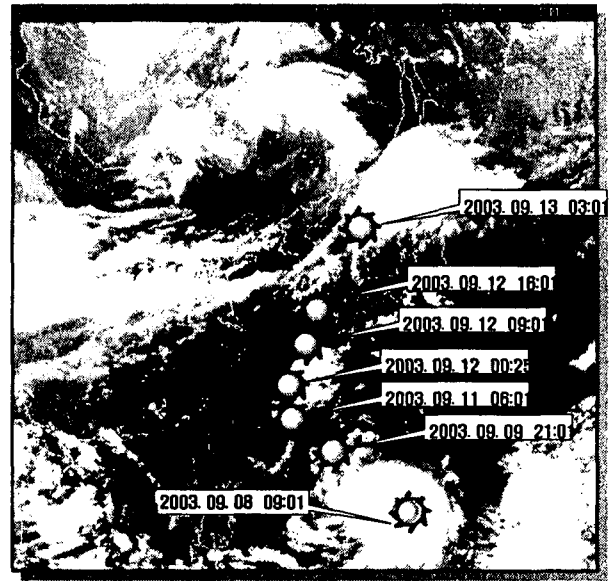


Fig. 1 The course of typhoon 'Maemi'

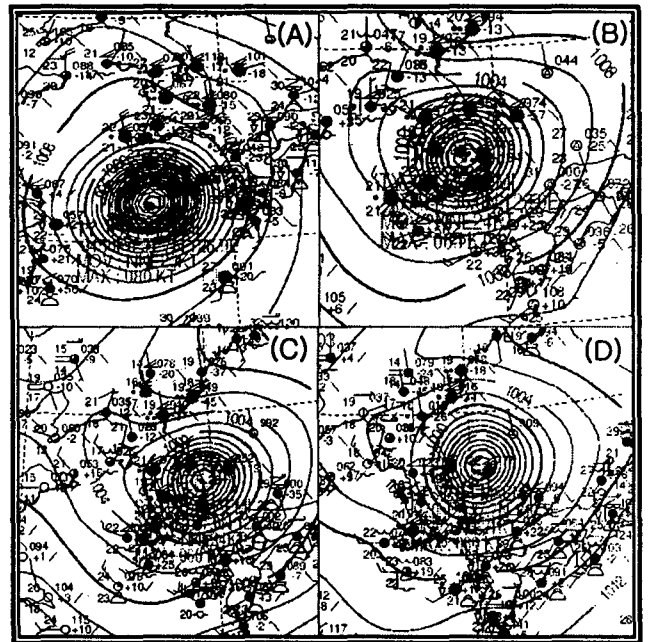


Fig. 2 Distribution of air pressure

(A): 12:00. Sep. 12. 2003., (B): 15:00. Sep. 12. 2003.,  
(C): 18:00. Sep. 12. 2003., (D): 00:00. Sep. 13. 2003.

풍속을 태풍의 이동방향과 속도성분으로 합성하여 시간별 풍역 변화를 추정한다.

### 2.3 현장조사

현장조사는 태풍이 경남 사천에 상륙 5일후인 9월 17일부터 21일까지 5일간 실시하였다. 조사위치는 마산만의 안쪽에 위치하는 마산어시장(마산), 부산경남지역에서 부산신항이 위치하는 안골만의 입구쪽(안골1)과 안쪽(안골2)의 2개지역, 명지-녹산 국가산업단지의 중간지역에 위치하는 신호지방산업단지(신호) 그리고 수영만 동측 매립지의 리조트가 있는 곳(수영) 등 총 5개

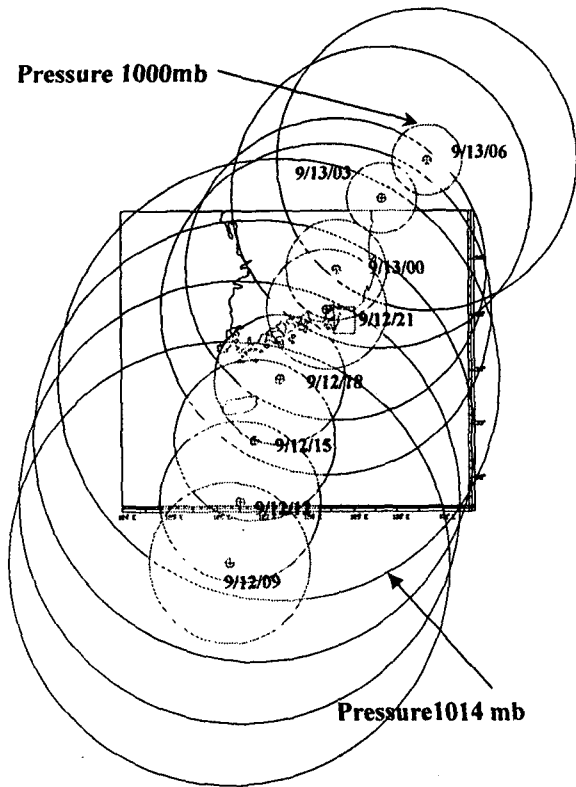


Fig. 3 Passage characteristics of typhoon 'Maemi'

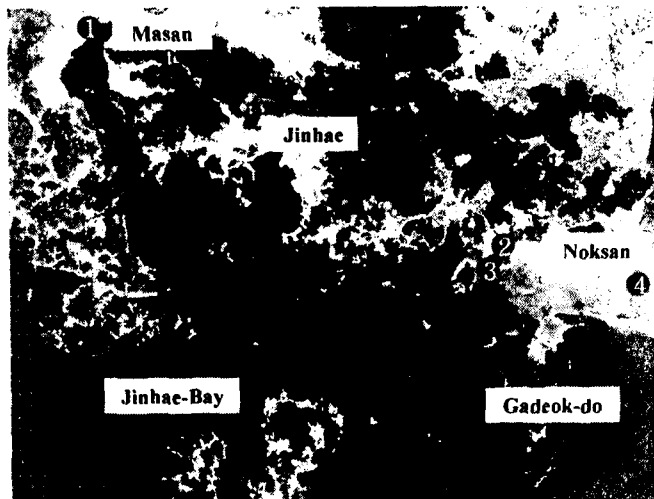


Fig. 4 Station location for the field observation

지역에서 실시하였다. Table 1과 Fig. 4는 각 지역에 대한 조사 개요를 보여준다(강, 2004).

조사는 현장답사 형태로 이루어졌으며, 조사후 지반측량 데이터가 입수된 곳은 이를 포함하여 정리하였으며, 각 지역의 지반고는 마산과 신호는 실측자료이며, 안골은 조사당일의 조위를 참고로 한 개략적인 값이다. 이 가운데 신호지역은 비교적 큰 파랑이 호안에 직접 작용하는 개방형 지형적 특성을 가진 곳이며, 마산과 안골지역은 파고가 비교적 작은 만내의 지역이다.

Table. 1 Field observation

Region	Location	Characteristics
Masan	St. 1 - Masan fish-market	Inner bay, Close
Kyeong-nam	St. 2 - Angol-bay 1	Channel type
	St. 3 - Angol-bay 2	Inner bay
Busan	St. 4 - Shinho	Open

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1 태풍 매미 내습시 풍역변화

태풍내습시 천해역의 파랑을 추정하기 위해 먼저 태풍의 바람장을 산정하고, 지형학적 조건에 따라 바람장이 천해역에 미치는 영향에 대한 검토하였다.

태풍의 바람장은 시·공간적으로 변화가 크고, 그 중심이 빠른속도로 이동하고 있으며, 관측자료가 거의 전무하므로 중심부근의 기압과 바람을 파악하기가 어려운 실정이다. 일반적으로 태풍 통과시의 해상풍 산출은 주로 중심기압, 최대풍 반경, 주변기압 분포 등의 태풍파라미터로부터 경험적 함수 관계를 도출하여 사용하고 있는데, 이는 기상예측 결과인 일기도를 이용하여 추정한 바람특성값으로써 일기도의 기압장을 분석하는 과정에서 큰 오차를 낼수 있는 단점이 있다. 한편, 유(1971) 등은 태풍의 영향권내의 등압선을 동심원으로 가정하여, 몇 개의 파라미터로 태풍 중심 주위의 기압분포를 해석하고 해상풍을 추정하는 방법을 제시하였다.

#### 1) 천해역의 바람효과

최근 우리 나라 남해안의 구조물에 큰 피해를 주었던 태풍 '매미'는 팜섬 북서쪽 해상에서 발달하여 제주도 성산포 동쪽 해상을 거쳐 우리 나라 남동부 지역을 관통하는 경로를 보였다 (Fig. 1과 Fig. 3).

본 연구의 연구대상 해역인 가덕수도 인근 천해역은 태풍경로의 우측의 위험반원(dangerous semicycle)에 위치하며, 태풍중심의 이동경로와 비교적 인접한 위치에 있어서 강한 바람이 발생하고, 심해역에서 발달한 태풍파랑이 직접 영향을 끼치므로 어느 해역보다 태풍의 피해가 클 것으로 판단되는 조건을 갖춘 것이었다.

태풍의 경로와 위험반경과의 관계를 살펴보기 위해 Fig. 3과 같이 풍향과 풍속을 태풍의 이동방향과 속도성분으로 합성하여 시간별 풍역변화를 추정하였다. 태풍의 통과시간별 풍향의 변화를 요약하면, 태풍중심이 북북동 방향으로 대상해역의 좌측을 통과하여 이동함에 따라 풍향은 태풍중심의 이동경로에 따라 E→SE→S→SSW→SW로 변화한다. 그리고 풍속은 대상해역과 태풍중심간의 상대적인 위치에 따라 10~40 m/s의 범위로 추정되며, 풍속이 최대가 되는 시점은 태풍의 진로중 그 중심이 대상해역에 가장 인접한 구간을 벗어나는 시점(2003년 9월 12일 21시00분)으로 이때의 풍향은 S방향 성분이 우세하였다.

따라서 태풍 통과시 해안 또는 호안구조물에 미치는 영향을

분석하기 위해서는 이상과 같은 풍역변화를 고려한 해석이 요구되어지는데, 특히 풍역변화와 수위변동 및 파랑의 피크(peak)와의 상호관련성을 파악하기 위한 연구가 요구되어진다고 할 것이다.

## 2) 지형특성과 바람효과

태풍의 강력한 바람은 천해역에서의 파랑장 변화와 수위변화의 주된 요인이다. 연구대상해역인 진해항(Jinhae port), 마산만(Masan bay), 용원(Yongwon) 등의 크고 작은 폐쇄성 내만의 특성으로 인해 이들 폐쇄성 해역은 지형학적으로 남, 동, 서쪽 등한 방향으로 개방되어 있으며, 이러한 지형적 조건에 의해서 각 해역이 받는 태풍의 영향은 그 통과시간에 따라 시시각각 변하게 된다. 즉, 각 해역에 입사하는 파랑에너지는 태풍의 풍향과 관련하여 그 전달 패턴이 변동한다.

이와 같이 천해역의 지형특성과 바람장의 변화에 따른 천해파산정조건을 설정하기 위해서는 가덕수도에 인접한 각 내만의 형태를 그 지형적 특성에 따라 개방성 해역(부산신항 인근해역)과 폐쇄성 해역(마산만, 진해만, 용원)으로 분류하고, 풍역변화와 각 내만의 형태에 따른 파랑에너지 변화요인별로 추정할 필요가 있다.

대상해역의 바람조건은 태풍의 진행에 따라 2003년 9월 12일 정오부터 우리 나라 남해안의 계절평균을 초과하는 풍속분포를 보이며, 12일 21시를 기점으로 서서히 예년 풍속을 되찾는 경향을 보인다(Fig. 13).

각 기상관측소의 관측횟수별 최고풍속(기상청, 2002)을 초과하는 시점부터 관측지점이 태풍의 영향을 받기 시작한다고 판단하면, 대상해역 근방에서는 마산, 거제, 부산의 순서로 태풍의 풍역이 도달한 것으로 보인다. 관측위치가 비교적 내륙에 있는 기상관측소의 데이터는 해안부근에 위치한 관측소의 데이터보다 지형적 이유로 풍속이 작게 나타나기도 한다. 또한, 풍향은 태풍영향권 진입시에는 E방향이 주를 이루다가 SE, S, SW의 방향으로 변하며, 이러한 영향은 태풍중심을 향해 반시계방향으로 부는 경도풍의 영향과 태풍의 진행방향에 의한 영향을 동시에 받는 것으로 판단된다.

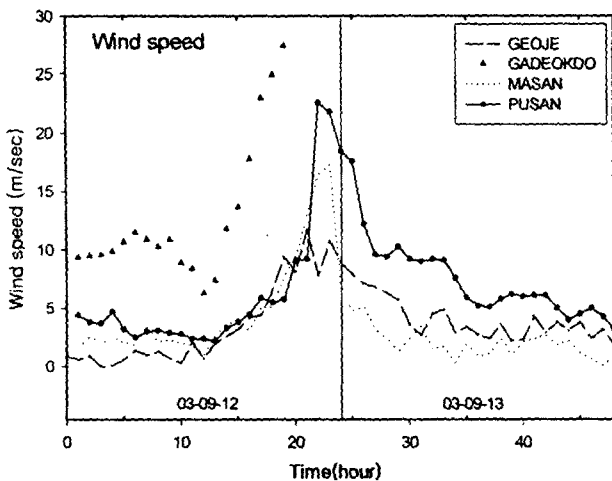


Fig. 5 Observed wind speed during the typhoon

## 3) 바람장에 의한 수위변화

태풍의 내습으로 인한 수위변화는 주로 기압저하로 인한 수위상승과 폐쇄성 내만이나 구조물 전면에서 local wind stress effect와 wind setup 등에 의한 수위상승으로 나눌 수 있다. 기압저하로 인한 수위상승은 대상해역의 스케일보다 광범위한 영역이거나, 또다른 지형효과를 수반하는 문제이므로 본 연구에서는 풍역의 변화에 의한 해역의 수위증가 특성을 중심으로 분석하였다.

Fig. 6의 그림에서 태풍 '매미'의 내습시 수위관측이 마산항, 용원, 부산신항 전면에서 실시되었고, 전체 수위변화중 천문조를 제외한 수위변동은 풍속의 증가경향과 거의 일치하며 수위증가가 최대인 시점은 풍속이 최대치인 시점보다 한 시간정도 뒤에 나타나는 것으로 고찰되었다. 또한 관측 지역별로 수위증가폭이 다른 것은 지형적 영향에 의한 결과로서 폐쇄성 해역인 마산과 용원지역은 수위증가폭이 크고, 비교적 개방되어 있는 부산신항 전면은 수위증가폭이 상대적으로 작은 것을 볼 수 있다.

이러한 수위변화는 각 내만의 형상특성에 따라 풍역의 영향을 크게 받기도 하나, 외해와 떨어진 폐쇄적 해역일수록 지형적 영향이 더 큰 것으로 판단된다.

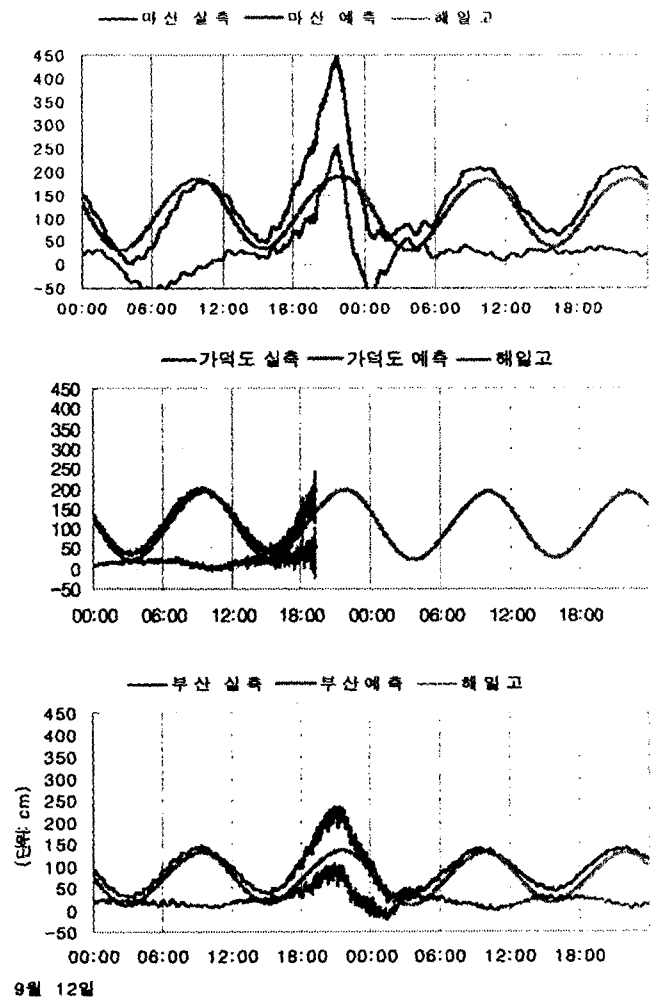


Fig. 6 Variation of Sea water level of typhoon 'Maemi'

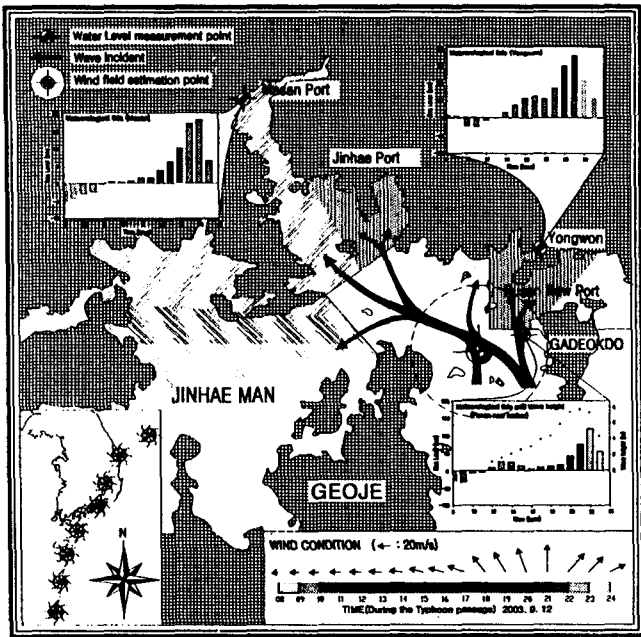


Fig. 7 Passage characteristics of typhoon 'Maemi' around the Gadeok - Sudo

또한 천해역은 각 수위관측 지점의 위치적 특성에 따라 수위 증가 요인이 다르다. Fig. 7에서 볼 수 있듯이 마산항 인근해역은 비록 강한 풍역의 직접영향 영역을 벗어나지만 폭이 좁고 취송거리(fetch)가 긴 폐쇄적 지형특성 때문에 수위의 증가가 큰 것으로 판단되고, 이에 반해 용원지역은 취송거리(fetch)는 그다지 길지 않으나 풍역의 영향을 크게 받는 위치에 있으므로 수위 증가가 크게 일어난 것으로 해석된다. 또한, 부산신항 전면해역의 수위증가폭이 마산만과 용원에 비교하여 상대적으로 작은 이유는 이 해역이 바람, 파랑 등의 입사한 외력인자가 배후해역으로 통과하는 지형적 특성을 지니고 있기 때문으로 판단된다.

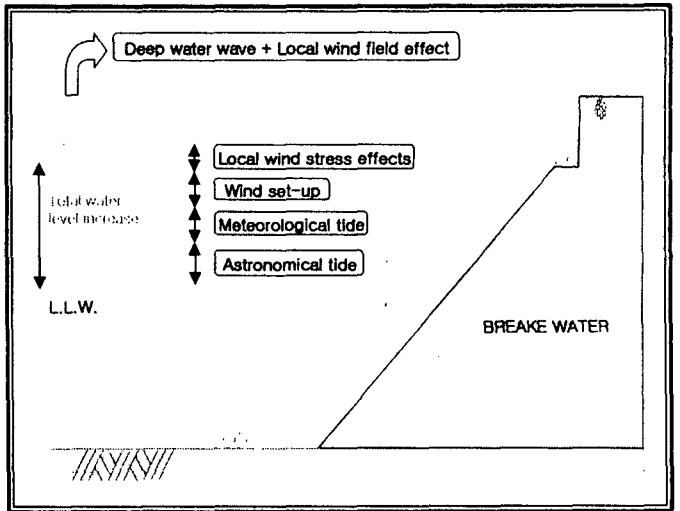


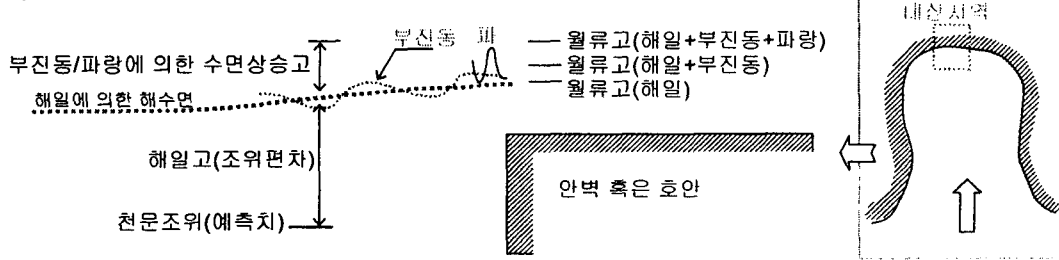
Fig. 8 Impact factor of coastal structure stability during the passage of typhoon

4) 해역별 천해파 산정조건

풍파가 발달하기 위해서는 충분한 시간과 취송거리가 확보되어야 한다. 그러나, 태풍에 의한 바람장은 시간에 따라 지속적으로 변하므로, 태풍내습으로 인한 파랑에너지의 발달을 추정하기 위해 다음과 같은 조건을 규정해 둘 필요가 있다. 첫째, 바람장은 임의 시간에 대하여 공간적으로 일정하다는 것과 둘째, 임의 시간에 발생하는 바람장은 파랑이 충분히 발달하는 조건을 만족하여야 한다는 것이다.

개방성 해역(부산신항 인근해역)과 폐쇄성 해역(마산만, 진해만)의 경우는 태풍파랑을 추정하기 위해 변동하는 바람장의 시간별 변화특성을 고려하여, 각 해역의 지형특성에 따른 파랑추정의 시간적 제약조건이 필요하다. 예를 들면, 진해만의 경우는 풍향이 E~ESE인 시점이 파랑에너지가 충분히 발달하여 입사할

1. Type-A: 파랑이 작은 만내에 위치한 호안(안벽)의 경우(예, 마산 어시장, 안골 2)



2. Type-B: 파랑이 비교적 큰 개방형 해역에 위치한 호안(안벽)의 경우(예, 신호, 수영)

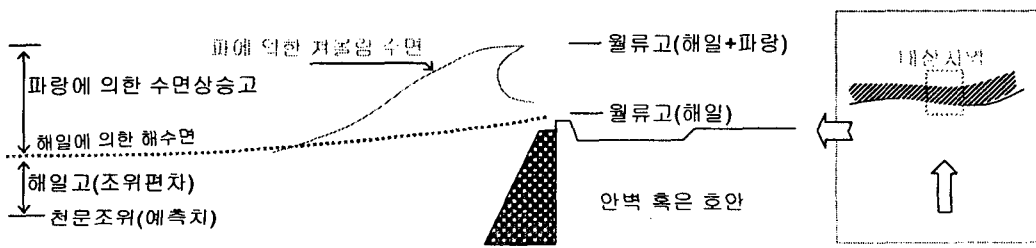


Fig. 9 Water Overtopping Patterns on the coastal structure of the close and open sea

조기에 해당되고, 마산만의 경우는 풍향이 SE~S인 시점이며, 부산신항 인근 해역은 S~SSW의 풍향이 우세한 시점을 중심으로 태풍파랑을 산정하여야 한다.

### 3.2 호안(안벽) 월류 패턴

본 연구에서는 가덕수도 인근의 해역 및 마산을 중심으로 한 폐쇄성 해역인 진해만 연안에서 태풍 매미시 해일·파랑에 의한 침수재해 상황에 대해 태풍 해일 및 풍파 등에 의한 호안(안벽) 월류(월파) 패턴에 대해 도식화하고자 하였다.

이를 위해 연구대상지역의 현장조사에 의한 자료를 바탕으로 태풍해일 내습시 호안 혹은 안벽부근에서 나타나는 월류(월파) 현상을 종합하여, Fig. 9에 나타낸 바와 같이 다음 두 가지 패턴으로 분류하였고, 그의 특징을 다음과 같이 정리하였다.

1) Type-A: 파랑이 작은 만내에 위치한 호안(안벽)의 경우에서 나타나는 현상으로서, 예를 들면 마산 어시장, 안골 2의 경우가 여기에 해당하며, 이 패턴의 특징은 다음과 같이 요약할 수 있다. a) 호안(혹은 안벽)에서의 월류수위는 대부분 해일고(조위편차)에 크게 영향을 받는다. b) 호안의 천단고가 낮은 경우에는 대규모 침수피해를 동반한다. c) 특히 차폐된 지역은 해일고가 외해 측에 비해 상당히 커진다. d) 현재 수치계산으로도 상당 수준까지의 예측이 가능해지고 있다. e) 다만, 침수피해 저감을 위해서는 해일고(조위편차)에 대한 정보 뿐만 아니라 부진동에 대한 정보가 추가로 필요하고, 파랑의 발생규모에 따라서는 발생파고에 대한 정보가 필요하다. 예를 들면, 마산 어시장의 경우 당일 예보조위(천문조위)보다 상승한 수면고 중에서 해일고(조위편차)의 비율이 약 80% 정도이고, 나머지 20%는 부진동 및 파랑에 의한 부분으로 추정할 수 있다.

2) Type-B: 파랑이 비교적 큰 개방형 해역에 위치한 호안(안벽)의 경우에서 나타나는 현상으로서, 예를 들면 신호의 경우가 여기에 해당하며, 이 패턴의 특징은 다음과 같이 요약할 수 있다. a) 월류수위는 해일고(조위편차)에 비해 파랑에 의한 쳐올림에 크게 영향을 받는다. b) 파랑의 작용에 의해 구조물 파손이 발생할 수 있다. c) 이런 경우, 해일고(조위편차) 뿐만 아니라 파랑에 대한 정보가 중요시 된다. 예를 들면 신호의 경우 호안에서 수면 상승고는 파랑에 의한 비율이 70% 정도이고, 나머지 30%정도가 해일고에 해당되는 것으로 추정된다. d) 이 경우 월류(월파)시의 수위상승을 예측하기에는 아직 미비한 상황에 있으며, 해일과 파랑을 동시에 고려할 수 있는 수치계산기법의 개발이 필요하다. 혹은 별도의 수위 상승고를 추산할 수 있는 간이 지표 마련이 시급하다.

## 4. 결 론

본 연구는 2003년 9월 내습한 태풍 매미로 인해 마산, 진해, 용원 지역을 포함하는 가덕수도 인근 해역의 태풍 매미의 풍역 변화 특성과 개방형 및 폐쇄성 해역 등의 지형적 특성을 고려한 호안 월류 패턴을 살펴보고자 하였다.

그 결과로 요약하면 이상 파랑의 내습에 따른 해양구조물의 안정성을 확보하기 위해서는 태풍 통과시 천해역의 풍역변화에 따른 수위변동 및 파랑장 영향을 해석하고, 입사파랑에 의한 구

조물의 피해를 최소화할 수 있는 방안의 연구 필요성을 강조할 수 있다.

구체적으로 살펴보면 개방성 해역(부산신항 인근해역)과 폐쇄성 해역(마산만, 진해만)의 경우는 태풍파랑을 추정하기 위해 변동하는 바람장의 시간별 변화특성을 고려하여, 각 해역의 지형 특성에 따른 파랑추정의 시간적 제약조건이 필요하다. 예를 들면, 진해만의 경우는 풍향이 E~ESE인 시점이 파랑에너지가 충분히 발달하여 입사할 조건에 해당되고, 마산만의 경우는 풍향이 SE~S인 시점이며, 부산신항 인근 해역은 S~SSW의 풍향이 우세한 시점을 중심으로 태풍파랑을 산정하여야 한다.

여기에서 제시한 태풍해일에 의한 수위증가 패턴 및 입사파고 산정을 위한 조건의 설정은 제한된 경우를 대상으로 나타난 결과이기 때문에 향후 보다 다양한 지역의 침수재해 기록을 종합하여 보완하게 되면 차후 태풍 매미와 유사한 경로를 가진 태풍의 통과시 풍역변화를 고려한 천해역의 파랑산정조건을 규정하고, 천해역의 지형조건에 따른 파랑의 불확정성을 보다 체계적으로 보완할 수 있는 호안 구조물 설계조건 선정을 위한 기초자료가 될 것으로 판단된다.

## 참고문헌

- 강윤구, Tomita T., 김도삼, 안성모(2004). 태풍 매미내습시 남동 연안에서의 해일·파랑에 의한 침수재해 특성, 한반도 해안의 고파, 한국해양·해양공학회, pp.35-43.
- 기상청(2002). 기상연보.
- 서규우(2003). 2003년 태풍 매미홍수특집-부산경남지역, 한국수자원학회, 제36권, 제6호, pp.54-59.
- 안수환, 이상주, 박인보(1976). 우리나라 연안의 태풍시의 파랑 계산에 대하여. 대한토목학회지, 제24권, 제4호, pp.101-110.
- 이경선(2004). 태풍의 풍향특성을 고려한 천해파 산정에 관한 연구, 부경대학교 석사학위논문.
- 유명진, 황충현(1971). 울산만의 파랑추정.
- 최병호(2004). 태풍 매미호에 의한 해안 재해, 한반도 해안의 고파, 한국해양·해양공학회, pp.1-34.
- 해양수산부(1999). 항만 및 어항 설계기준(하권).
- 행정자치부 국립방재연구소(2002a). 2002년 태풍 루사 피해현장 조사 보고서, 257p.
- 행정자치부 국립방재연구소(2002b). 폭풍해일 예측을 통한 상황 대처방안 연구, 232p.
- 행정자치부 국립방재연구소(2003). 2002 태풍 매미 피해 현장조사 보고서-홍수, 해일, 전력계통 피해(9.12-9.13), 290p.