



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년11월12일
(11) 등록번호 10-1568819
(24) 등록일자 2015년11월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06F 19/00 (2011.01)

(21) 출원번호 10-2014-0142943

(22) 출원일자 2014년10월21일

심사청구일자 2014년10월21일

(56) 선행기술조사문헌

서승원 외 3인, '태풍 예경보에 근거한 폭풍해일 준 실시간 즉각 예보', 한국해양·해양공학학회논문지, 제24권 제5호, 2012년10월, pp.352~365

강태순 외 3인, '해일/범람에 따른 해안 매립지의 취약성', 한국해양공학학회지 제24권 제1호, 2010년2월, pp.68-75

이동영, '연안 해일재해 예측 시스템 구축 및 연안 재해 방지', 한국해양공학학회, 한반도 해역의 고파, 폭풍해일 특별 Workshop, pp.63-66

김경남 외 1인, '해안침식 피해 방지를 위한 지구 단위계획 제도 활용 방안', 강원논총, 2010.06.28, pp.50-68

(73) 특허권자

군산대학교산학협력단

전라북도 군산시 대학로 558 (미룡동, 군산대학교)

(72) 발명자

서승원

경기도 여주시 강천면 새향길 36

이화영

전라북도 군산시 칠성4길 20 대명아파트 201동 223호

김현정

전라북도 김제시 남북13길 24

(74) 대리인

강현석

전체 청구항 수 : 총 2 항

심사관 : 구대성

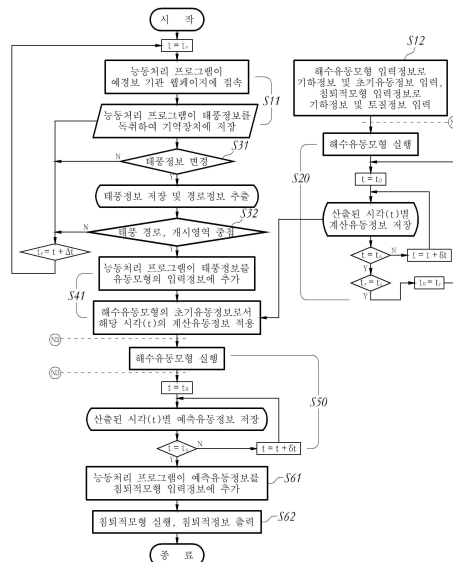
(54) 발명의 명칭 **능동형 정보수집 스크립트 및 수치모형을 이용한 연안침식 자동 예측 방법**

(57) 요약

본 발명은 조석 및 폭풍해일을 모의하는 ADCIRC(Advanced CIRCulation)모형 등의 해수유동모형과, 연안 침퇴적을 모의하는 Xbeach모형 등의 침퇴적모형과, 펄(Perl) 또는 파이썬(Python) 등의 스크립트로 구축된 능동처리 프로그램을 이용하여, 태풍으로 인한 단기적 연안침식을 자동으로 예측하는 것으로, 해수유동모형을 상시 반복 가능

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



하여 조석(潮汐)을 실시간 모의함과 동시에, 능동처리 프로그램이 미국 합동태풍경보센터(JTWC, Joint Typhoon Warning Center) 등의 태풍 예경보 기관에 접속하여 태풍정보를 능동적으로 독취하고, 독취된 태풍정보를 기반으로 태풍영향의 예측 필요성을 능동처리 프로그램이 판단하여 해수유동모형의 입력정보에 태풍정보를 추가한 후, 해수유동 및 그에 따른 연안 침퇴적을 자동 모의할 수 있도록 한 것이다.

본 발명을 통하여, 태풍으로 인한 연안침식 현상의 수치 모의에 있어서 조석 및 태풍영향을 복합적으로 적용할 수 있으며, 이로써 연안침식의 정밀하고 신속한 예측이 가능하여, 연안침식 예경보 효과를 제고할 수 있다.

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	20130263
부처명	해양수산부
연구관리전문기관	한국해양과학기술진흥원
연구사업명	첨단항만건설기술개발사업
연구과제명	2단계 항만권역 태·폭풍 및 지진해일 재해대응체계 구축(남해안)
기 여 율	1/1
주관기관	한양대학교 에리카산학협력단
연구기간	2013.12.27 ~ 2014.12.26

명세서

청구범위

청구항 1

수치모형을 이용한 연안침식 예측 방법에 있어서,

인터넷에 연결된 컴퓨터에 능동처리 프로그램, 해수유동모형 및 침퇴적모형이 탑재되고,

능동처리 프로그램이 실행되며 능동처리 프로그램이 태풍 예정보 기관 웹페이지에 접속하고 태풍정보를 독취하여 기억장치에 저장하는 초도접속단계(S11)와;

해수유동모형의 입력정보로서 모의 대상 영역의 격자정보 및 지형정보로 구성된 기하정보가 입력되고 초기조건으로서 모의 대상 영역의 초기유동정보가 입력되며, 침퇴적모형의 입력정보로서 모의 대상 영역의 격자정보 및 지형정보로 구성되는 기하정보와 토질정보가 입력되는 초도입력단계(S12)와;

해수유동모형이 모의 대상 영역의 해수유동을 모의하여 현시점부터 기 설정 장래시각에 이르는 단위시간 간격의 시각별 계산유동정보를 산출하고 컴퓨터의 기억장치에 저장하되, 실제 시간이 경과됨에 따라 주기적으로 장래시각을 변경하여 시각별 계산유동정보 산출 및 기억장치 저장을 반복하는 기저모의단계(S20)와;

능동처리 프로그램이 태풍 예정보 기관 웹페이지에 접속하여 태풍정보를 독취하고 기억장치에 저장된 태풍정보와 비교하며, 이러한 태풍정보 독취 및 비교를 주기적으로 반복하는 반복접속단계(S31)와;

태풍정보가 변경된 경우 능동처리 프로그램이 변경된 태풍정보를 컴퓨터의 기억장치에 저장하고 독취된 태풍정보 중 경로정보를 추출하여 해당 태풍 경로의 개시영역 중첩 여부를 판단하는 중첩판단단계(S32)와;

태풍 경로가 개시영역과 중첩되는 경우 능동처리 프로그램이 해당 태풍정보를 해수유동모형의 입력정보에 추가하고, 해수유동모형의 초기유동정보로서 기저모의단계(S20)에서 산출된 시각별 계산유동정보 중 해당 시점의 계산유동정보를 적용하는 예측개시단계(S41)와;

예측개시단계(S41)에서 추가된 입력정보 및 초기유동정보를 기초로 해수유동모형이 모의 대상 영역의 해수유동을 모의하여 현시점부터 기 설정 장래시각에 이르는 단위시간 간격의 시각별 예측유동정보를 산출하고 컴퓨터의 기억장치에 저장하는 수역모의단계(S50)와;

능동처리 프로그램이 수역모의단계(S50)에서 산출된 예측유동정보를 침퇴적모형의 입력정보에 추가하는 유동입력단계(S61)와;

침퇴적모형이 모의 대상 영역의 침퇴적 현상을 모의하여 모의 대상 영역의 지점별 침적고가 포함되는 침퇴적정보를 출력하는 침적모의단계(S62)로 이루어짐을 특징으로 하는 능동형 정보수집 스크립트 및 수치모형을 이용한 연안침식 자동 예측 방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

인터넷에 연결된 컴퓨터에는 능동처리 프로그램, 해수유동모형, 침퇴적모형 및 파랑모형이 동반 탑재되고,

초도입력단계(S12)에서는 해수유동모형의 입력정보로서 모의 대상 영역의 격자정보 및 지형정보로 구성된 기하정보가 입력되고 초기조건으로서 모의 대상 영역의 초기유동정보가 입력되며, 침퇴적모형의 입력정보로서 모의 대상 영역의 격자정보 및 지형정보로 구성되는 기하정보와 토질정보가 입력되고, 파랑모형의 입력정보로서 모의 대상 영역의 격자정보 및 지형정보로 구성된 기하정보가 입력되며;

수역모의단계(S50)에는 예측개시단계(S41)에서 태풍정보가 추가된 입력정보를 기초로 해수유동모형이 모의 대상 영역의 해수유동을 모의하여 현시점에서 단위시간 간격 이후 시각의 예측유동정보를 산출하는 유동모의단계(S51)와;

유동모의단계(S51)에서 산출된 예측유동정보가 초기상태정보로 파랑모형에 입력되고 파랑모형이 모의 대상 영역

의 파랑발생을 모의하여 예측파랑정보를 산출하는 파랑모의단계(S52)가 포함되고;

상기 유동모의단계(S51) 및 파랑모의단계(S52)를 기 설정 장래시각에 이르는 단위시간 간격의 시각별로 반복하
 되, 파랑모의단계(S52)에서 산출된 예측파랑정보로 유동모의단계(S51)의 입력정보가 반복 갱신됨을 특징으로 하
 는 능동형 정보수집 스크립트 및 수치모형을 이용한 연안침식 자동 예측 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 조석 및 폭풍해일을 모의하는 ADCIRC(ADvanced CIRCulation)모형 등의 해수유동모형과, 연안 침퇴적
 을 모의하는 Xbeach모형 등의 침퇴적모형과, 펄(Per1) 또는 파이썬(Python) 등의 스크립트로 구축된 능동처리
 프로그램을 이용하여, 태풍으로 인한 단기적 연안침식을 자동으로 예측하는 것으로, 해수유동모형을 상시 반복
 가동하여 조석(潮汐)을 실시간 모의함과 동시에, 능동처리 프로그램이 미국 합동태풍경보센터(JTWC, Joint
 Typhoon Warning Center) 등의 태풍 예경보 기관에 접속하여 태풍정보를 능동적으로 독취하고, 독취된 태풍정보
 를 기반으로 태풍영향의 예측 필요성을 능동처리 프로그램이 판단하여 해수유동모형의 입력정보에 태풍정보를
 추가한 후, 해수유동 및 그에 따른 연안 침퇴적을 자동 모의할 수 있도록 한 것이다.

배경 기술

[0002] 태평양 서북부에서 발생하는 열대성 저기압인 태풍은 연간 30개 내외가 발생되어 이중 10%내외가 한반도에 직접
 적인 영향을 미친다.

[0003] 태풍은 광범위한 지역에 걸친 강력한 호우 및 기압변화와 함께 17m/s 이상의 강풍을 일으키며, 그에 따라 태풍
 의 영향권내 해수면에도 심대한 유동이 발생되는데, 특히 태풍에 의하여 유발되는 단기적인 연안침식은 해안지
 역에 심각한 피해를 야기한다.

[0004] 태풍으로 인한 해안 지역 단기 침식 현상을 사전 예측함에 있어서, 규모, 위치 및 범위 등의 연안침식 특성은
 태풍에 의하여 유발되는 태풍해일(颱風海溢) 등의 해수유동 현상에 의하여 결정되며, 이러한 해수유동 현상을
 지배하는 주요 인자로는 규모, 강도 및 경로 등 태풍의 기상학적 속성과, 태풍 통과 지역의 해저지형 및 해안지
 형과, 해당 해역의 조석을 들 수 있다.

[0005] 따라서, 태풍으로 인한 단기적 연안침식의 실질적인 예측을 위해서는 이들 주요 인자에 관한 정보를 신속하고
 체계적으로 수집하고, 수집된 정보를 정확하게 분석할 필요가 있는데, 여타의 기상현상과 같이 태풍 또한 그 예
 측에 있어서 방대한 정보의 수집 및 처리가 요구될 뿐 아니라 처리과정상 다양한 불확실성이 상존하는 바, 정확
 성과 신속성을 겸비한 예측 결과의 도출이 지난하였다.

[0006] 이에 전산처리를 기반으로 태풍해일 등을 예측하고자 하는 시도가 이루어지고 있으며, 관련 종래기술로는 특허
 제756265호를 들 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 특허 제756265호를 비롯한 종래의 전산처리 기반 태풍피해 예측방법은 물리현상에 대한 수치 모의 결과에 따라
 태풍해일의 특성을 예측하는 것이 아니라, 장기간 축적된 관측결과 등을 토대로 가용한 시나리오를 도출하는 추
 계학적(推計學的) 기법에 주안점이 두어진 것으로, 태풍해일의 특성을 결정하는 다양한 인자를 체계적으로 반영
 하여 실제 물리현상을 수학적으로 모의한 것이라 할 수 없으며, 단기 수집한 관측정보를 토대로 해당 태풍을 유
 형별로 분류하고, 이를 기 수립된 태풍 유형별 태풍피해 사례에 대입하여 피해 규모를 예측하는 것이다.

[0008] 따라서 실제 태풍피해 발생 지점 및 시점을 예측하고 그에 따라 해당 지역의 피해 경감을 위한 대피 등의 조치
 를 취할 수 있을 정도의 정확성은 거의 기대할 수 없을 뿐 아니라, 특히 특허 제756265호를 비롯한 종래의 전산
 처리 기반 태풍피해 예측방법은 해일고 예측에 주안점을 둔 것으로 해수유동에 의한 침퇴적 현상에 대한 고려는
 전무한 문제점이 있었다.

[0009] 이에, 태풍영향을 비롯한 해수유동은 물론 연안지반 입자 침퇴적 작용의 물리 현상을 수학적식으로 표현한 지배방정식을 이산화(離散化)하고 이를 컴퓨터 프로그램으로 계산하여 모의하는 수치모형을 활용하는 방안을 고려할 수 있으나, 수치모형을 통한 태풍영향의 실시간 모의 내지 예측에는 수치모형의 가동에 필요한 방대한 입력정보의 구축, 유의한 결과를 도출하기 위한 충분한 모의 기간의 적용 및 시시각각 변화하는 기상현상의 즉각적 반영이 필요하므로, 수치모형 운용에 수반되는 수많은 애로점은 차치하더라도 태풍영향의 실질적 예측을 위한 수치모형의 가동 자체에도 장시간이 소요되는 바, 예측의 실효성을 부여하는 신속성 확보가 난망한 문제점이 있었다.

[0010] 또한, 전술한 바와 같이, 태풍으로 인한 단기 연안침식의 특성은 규모, 강도 및 경로 등 태풍 자체의 기상학적 속성의외에도, 태풍 통과 지역의 해저지형 및 해안지형과, 해당 해역의 조석 등 해수유동 상태에 의하여 결정되는데, 수치모형의 단순 가동으로는 이러한 다양한 특성 인자를 충분히 반영할 수 없으며, 따라서 실제 현상에 근접한 연안침식 예측이 근본적으로 불가능한 문제점이 있었다.

과제의 해결 수단

[0011] 본 발명은 전술한 문제점을 감안하여 창안된 것으로, 수치모형을 이용한 연안침식 예측 방법에 있어서, 인터넷에 연결된 컴퓨터에 능동처리 프로그램, 해수유동모형 및 침퇴적모형이 탑재되고, 능동처리 프로그램이 실행되며 능동처리 프로그램이 태풍 예정보 기관 웹페이지에 접속하고 태풍정보를 독취하여 기억장치에 저장하는 초도접속단계(S11)와, 해수유동모형의 입력정보로서 모의 대상 영역의 격자정보 및 지형정보로 구성된 기하정보가 입력되고 초기조건으로서 모의 대상 영역의 초기유동정보가 입력되며, 침퇴적모형의 입력정보로서 모의 대상 영역의 격자정보 및 지형정보로 구성되는 기하정보와 토질정보가 입력되는 초도입력단계(S12)와, 해수유동모형이 모의 대상 영역의 해수유동을 모의하여 현시점부터 기 설정 장래시각에 이르는 단위시간 간격의 시각별 계산유동정보를 산출하고 컴퓨터의 기억장치에 저장하되, 실제 시간이 경과됨에 따라 주기적으로 장래시각을 변경하여 시각별 계산유동정보 산출 및 기억장치 저장을 반복하는 기저모의단계(S20)와, 능동처리 프로그램이 태풍 예정보 기관 웹페이지에 접속하여 태풍정보를 독취하고 기억장치에 저장된 태풍정보와 비교하며, 이러한 태풍정보 독취 및 비교를 주기적으로 반복하는 반복접속단계(S31)와, 태풍정보가 변경된 경우 능동처리 프로그램이 변경된 태풍정보를 컴퓨터의 기억장치에 저장하고 독취된 태풍정보 중 경로정보를 추출하여 해당 태풍 경로의 개시영역 중첩 여부를 판단하는 중첩판단단계(S32)와, 태풍 경로가 개시영역과 중첩되는 경우 능동처리 프로그램이 해당 태풍정보를 해수유동모형의 입력정보에 추가하고, 해수유동모형의 초기유동정보로서 기저모의단계(S20)에서 산출된 시각별 계산유동정보 중 해당 시점의 계산유동정보를 적용하는 예측개시단계(S41)와, 예측개시단계(S41)에서 추가된 입력정보 및 초기유동정보를 기초로 해수유동모형이 모의 대상 영역의 해수유동을 모의하여 현시점부터 기 설정 장래시각에 이르는 단위시간 간격의 시각별 예측유동정보를 산출하고 컴퓨터의 기억장치에 저장하는 수역모의단계(S50)와, 능동처리 프로그램이 수역모의단계(S50)에서 산출된 예측유동정보를 침퇴적모형의 입력정보에 추가하는 유동입력단계(S61)와, 침퇴적모형이 모의 대상 영역의 침퇴적 현상을 모의하여 모의 대상 영역의 지점별 침적도가 포함되는 침적정보를 출력하는 침적모의단계(S62)로 이루어짐을 특징으로 하는 능동형 정보수집 스크립트 및 수치모형을 이용한 연안침식 자동 예측 방법이다.

[0012] 또한, 인터넷에 연결된 컴퓨터에는 능동처리 프로그램, 해수유동모형, 침퇴적모형 및 파랑모형이 동반 탑재되고, 상기 초도입력단계(S12)에서는 해수유동모형의 입력정보로서 모의 대상 영역의 격자정보 및 지형정보로 구성된 기하정보가 입력되고 초기조건으로서 모의 대상 영역의 초기유동정보가 입력되며, 침퇴적모형의 입력정보로서 모의 대상 영역의 격자정보 및 지형정보로 구성된 기하정보와 토질정보가 입력되고, 파랑모형의 입력정보로서 모의 대상 영역의 격자정보 및 지형정보로 구성된 기하정보가 입력되며, 수역모의단계(S50)에는 예측개시단계(S41)에서 태풍정보가 추가된 입력정보를 기초로 해수유동모형이 모의 대상 영역의 해수유동을 모의하여 현시점에서 단위시간 간격 이후 시각의 예측유동정보를 산출하는 유동모의단계(S51)와, 유동모의단계(S51)에서 산출된 예측유동정보가 초기상태정보로 파랑모형에 입력되고 파랑모형이 모의 대상 영역의 파랑발생을 모의하여 예측파랑정보를 산출하는 파랑모의단계(S52)가 포함되고, 상기 유동모의단계(S51) 및 파랑모의단계(S52)를 기 설정 장래시각에 이르는 단위시간 간격의 시각별로 반복하되, 파랑모의단계(S52)에서 산출된 예측파랑정보로 유동모의단계(S51)의 입력정보가 반복 갱신됨을 특징으로 하는 능동형 정보수집 스크립트 및 수치모형을 이용한 연안침식 자동 예측 방법이다.

발명의 효과

- [0013] 본 발명을 통하여, 태풍으로 인한 연안침식 현상의 수치 모의에 있어서 조석 및 태풍영향을 복합적으로 적용할 수 있으며, 이로써 연안침식의 정밀하고 신속한 예측이 가능하여, 연안침식 예경보 효과를 제고할 수 있다.
- [0014] 특히, 입력정보 수집, 입력정보의 갱신, 가동조건 변경 등 수치모형의 운용 전반을 스크립트 기반 능동처리 프로그램을 통하여 수행함으로써, 연안침식 예경보의 자동화를 달성할 수 있을 뿐 아니라, 예경보의 신속성 및 정확성 또한 향상시킬 수 있어, 연안침식 예경보의 실효성을 제고하고, 연안침식에 의한 피해를 경감하는 효과를 얻을 수 있다.
- [0015] 또한, 해수유동 수치모형의 가동에 있어서, 태풍정보의 반영 여부와 관계없이 조석에 의한 실시간 해수유동 모의를 상시 수행하여, 조석현상이 정밀하게 반영된 해수유동 상태를 예측하고 이를 태풍정보가 반영되는 모의의 개시시 초기조건으로 활용함으로써, 해수유동 모의의 정도(精度)를 획기적으로 향상시킬 수 있으며, 이로써 연안침식 예측의 정확성 또한 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0016] 도 1은 본 발명의 흐름도
- 도 2는 태풍 예경보 기관 웹페이지 예시도
- 도 3은 본 발명의 해수유동 모의 유한요소 격자망 예시도
- 도 4는 본 발명의 해수유동 모의 수역 지형정보 예시도
- 도 5는 본 발명의 개시영역 설명도
- 도 6은 본 발명의 침퇴적 모의 수역 및 유한차분 격자망 예시도
- 도 7은 본 발명의 침퇴적 모의 수역 유한요소 격자망 및 지형정보 예시도
- 도 8은 본 발명의 출력정보 예시도
- 도 9는 본 발명의 파랑모형 복합형 실시예 흐름도
- 도 10은 본 발명의 파랑모형 복합형 실시예에 따른 모의결과 설명도

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0017] 본 발명의 상세한 구성 및 수행과정을 첨부된 도면을 통하여 설명하면 다음과 같다.
- [0018] 본 발명은 인터넷과 연결된 컴퓨터에 탑재된 능동처리 프로그램, 해수유동모형 및 침퇴적모형에 의하여 수행되는 것으로, 본 발명의 수행과정 전반을 도시한 흐름도인 도 1에 도시된 바와 같이, 능동처리 프로그램이 실행되고 능동처리 프로그램이 태풍 예경보 기관 웹페이지에 접속하며, 태풍정보를 독취하여 기억장치에 저장하는 초도접속단계(S11)로 개시된다.
- [0019] 펄(Perl) 또는 파이썬(Python) 등의 스크립트로 구축되는 능동처리 프로그램은 태풍 예경보 기관에서 태풍정보의 공개를 목적으로 운용되는 웹페이지에 접속하여 태풍정보를 수집하고, 수집된 태풍정보를 컴퓨터의 기억장치에 저장하며, 저장된 태풍정보를 기초로 후술할 해수유동모형의 입력자료를 수립하고, 해수유동모형의 출력자료를 기초로 후술할 침퇴적모형의 입력자료를 수립하는 기능을 수행한다.
- [0020] 또한, 능동처리 프로그램은 해당 컴퓨터의 운영체제하에서 작동되는 일종의 응용프로그램으로서, 해당 운영체제 또는 컴퓨터의 리얼타임클럭(real time clock)으로부터 실제 시각을 독취하거나, 전술한 바와 같이 본 발명은 인터넷과 연결된 컴퓨터에 의하여 수행되므로 다양한 실시간 제공 서버에 접속하여 실제 시각을 획득할 수 있으며, 이렇듯 능동처리 프로그램을 상시 실시간 기반으로 가동함으로써, 태풍영향을 예측하기 위한 수치모의의 수행 자체는 물론 산출되는 출력정보를 실시간 기반으로 처리할 수 있다.
- [0021] 특히, 이러한 실시간 기반 능동처리 프로그램을 통하여, 태풍 예경보 기관 웹페이지로부터 태풍정보를 수집하고 컴퓨터의 기억장치에 저장하는 일련의 과정을 수행함에 있어서, 태풍 예경보 기관 웹페이지에 주기적으로 접속하여 태풍정보를 수집하고 수집된 태풍정보에 경시성(經時性)을 부여하여, 컴퓨터의 기억장치에 태풍정보를 시

계열정보로서 체계적으로 수록할 수 있다.

- [0022] 웹페이지를 통하여 태풍정보를 제공하는 태풍 예경보 기관으로는 대한민국 기상청과 미국 합동태풍경보센터(JTWC, Joint Typhoon Warning Center) 등을 들 수 있으며, 이들 태풍 예경보 기관은 기상위성, 기상 레이더 및 지상 관측시설 등으로부터 수집된 기상정보를 바탕으로 당 시점의 태풍정보 및 이후 시점의 태풍정보를 예측하여 웹페이지에 게재한다.
- [0023] 대한민국 기상청 또는 미국 합동태풍경보센터 등의 태풍 예경보 기관이 관측 태풍정보 및 예측 태풍정보를 게재하는 웹페이지는 그 URL(uniform resource locator)은 물론, 웹페이지에 수록되는 태풍정보의 형식 역시 일정하게 유지되며, 따라서, 능동처리 프로그램의 구축시 접속 대상 웹페이지 및 수집 대상 정보 형식을 설정하면, 별도의 사용자 조작 없이도 능동처리 프로그램이 해당 웹페이지에 자동으로 접속할 수 있으며, 소요 정보 역시 자동으로 독취할 수 있다.
- [0024] 도 2는 이러한 태풍정보 게재 웹페이지로서, 미국 합동태풍경보센터의 웹페이지를 일부 발췌하여 예시한 것으로, 동 도면에서와 같이, 제1행에는 해당 예보의 게재 일시가 기재되어 있고, 제5행에는 태풍의 명칭 및 해당 예보의 순번이 기재되어 있으며, 제11행에는 당 시점에서의 태풍 위치가 기재되어 있고, 제16행 내지 제29행에는 당 시점에서의 최대풍속 및 4분원 반경이 기재되어 있고, 제33행 이후에는 향후 예측되는 태풍 위치, 최대풍속 및 4분원 반경이 기재되어 있다.
- [0025] 도 2에 예시된 바와 같은 미국 합동태풍경보센터의 웹페이지에 있어서, 태풍의 중심위치는 동 도면의 제11행에 표시된 바와 같이, 동경132.2도, 북위17.9도임을 확인할 수 있으며, 당 시점에서의 4분원 반경은 각각 풍속 64 노트(kt), 50노트 및 34노트 지점의 북동측, 남동측, 남서측 및 북서측 반경을 해리(nm) 단위로 제공하고 있음을 확인할 수 있다.
- [0026] 이렇듯 본 발명의 능동처리 프로그램이 태풍 예경보 기관의 웹페이지에 주기적으로 접속하여 태풍정보를 수집하는 초도접속단계(S11)가 수행되는 한편, 도 1에서와 같이, 해수유동모형의 입력정보로서 모의 대상 영역의 격자정보 및 지형정보로 구성된 기하정보가 입력되고 초기조건으로서 모의 대상 영역의 초기유동정보가 입력되며, 침퇴적모형의 입력정보로서 모의 대상 영역의 격자정보 및 지형정보로 구성된 기하정보와 해안 및 해저 지반의 토립자(土粒子) 입경분포(粒徑分布) 등의 토질정보가 입력되는 초도입력단계(S12)가 수행된다.
- [0027] 여기서, 해수유동모형의 모의 대상 영역과 침퇴적모형의 모의 대상 영역이 일치할 필요는 없는데, 해수유동의 모의는 조석 및 태풍영향이 충분히 고려되고 실제 현상에 부합되는 결과를 도출하기 위하여 비교적 광범위한 수역에 대하여 실시할 필요가 있는 반면, 침퇴적 현상의 모의는 해안 지역에 집중되어 실시되는 것이 전산자원의 효율적 활용 및 모의 정밀도 확보에 유리하므로 상대적으로 국지적인 모의 대상 영역 설정이 가능하다.
- [0028] 해수유동모형은 조석(潮汐) 및 태풍 등 해상 기상현상에 따른 해수유동을 모의하는 수치모형으로서, ADCIRC모형(ADvanced CIRCulation model for oceanic, coastal and estuarine water) 및 FVCOM모형(Finite-Volume Coastal Ocean Model) 등을 들 수 있다.
- [0029] 각각 유한요소모형 및 유한체적모형인 ADCIRC모형 및 FVCOM모형은 천수방정식(shallow water equations)을 이산화하여 구축된 수치모형으로서 입출력 자료의 형식상 미차가 있으나, 공간 이산화된 절점별 수심 및 해저면 마찰계수, 개방경계의 조석조화상수와 태풍정보 등의 기상정보 즉, 태풍의 중심위치, 최대풍속, 풍속 단계에 따른 4분원 반경 및 기압이 입력되어 조석 및 해상 기상현상에 따른 해수유동을 모의하게 되며, 상기 절점별 조위 및 유속 등을 산출하게 된다.
- [0030] 도 3은 해수유동모형으로 ADCIRC모형이 적용된 경우 입력되는 유한요소 격자망을 예시한 것이며, 도 4는 동 실시예에서 입력되는 해저 지형을 등심선(等深線) 형태로 도시한 것이다.
- [0031] ADCIRC모형 등 해수유동모형의 가동에 있어서, 물리적 거동에 영향을 미치는 해안선 및 해저지형 등의 모의 대상 영역 기하정보는 격자망의 구조 및 형태가 포함되는 격자정보와 상기 격자망의 절점별 수심을 포함하는 지형정보로 구성된다.
- [0032] 초도입력단계(S12)에서는 상기 기하정보와 함께 모의 대상 영역의 초기유동정보가 입력되는데, 여기서 초기유동정보란 모의를 개시하는 시점의 모의 대상 수역 유동상태를 의미하는 것으로, 격자망 절점별 수위 및 유속이 설정될 수 있다.
- [0033] 또한, 초기유동정보에는 상기 수위 및 유속외에도 파랑 등에 의하여 작용하는 응력이 포함될 수 있으며, 이로써 해수유동모형의 초기유동정보로서 파랑에 의하여 형성되는 잉여응력(radiation stress) 등이 격자망의 각 절점

별로 입력될 수 있는데, 이러한 잉여응력의 입력은 후술할 파랑모형 복합형 실시예에서 해수유동모형 및 파랑모형간 정보 교환 및 양 모형의 복합 운용을 매개하는 역할을 수행한다.

- [0034] 한편, 초도입력단계(S12)에서는 도 3에서 점선으로 도시된 바와 같은 대양측(大洋側) 개방부의 개방경계조건도 입력되는데, 이러한 개방경계조건으로는 전지구(全地球) 조석모형인 MAREE OCEANIQUE FES2004로부터 추출한 주요 8분조의 진폭과 위상각이 입력될 수 있다.
- [0035] 초도입력단계(S12)가 완료되면, 도 1에서와 같이, 해수유동모형이 모의 대상 영역의 해수유동을 모의하여 현지점부터 기 설정 장래시각(t_n)에 이르는 단위시간(δt) 간격의 시각(t)별 계산유동정보를 산출하고 컴퓨터의 기억장치에 저장하되, 실제 시간(t_r)이 경과됨에 따라 주기적으로 장래시각을 변경하여 시각별 계산유동정보 산출 및 기억장치 저장을 반복하는 기저모의단계(S20)가 수행된다.
- [0036] 기저(基底)모의단계(S20)는 그 사전적 의미에서와 같이, 특정한 사상(事象)에 대응되는 모의가 아니라, 평상시의 해수유동 상태를 지속적으로 모의하는 것으로서, 태풍의 내습이 예상되어 해당 태풍정보를 기반으로 그 영향을 모의하는 것이 아니라, 태풍 등 기상현상은 배제된 상태에서 조석에 의한 해수유동을 지속적으로 모의하는 것을 의미한다.
- [0037] 즉, 기저모의단계(S20)에서 해수유동모형은 전술한 초도입력단계(S12)에서 수립된 기하정보 및 초기유동정보를 활용하여 조석을 모의하되, 일단 태풍정보는 배제된 상태에서 조석에 의한 해수유동만을 지속적으로 모의하고, 그 결과를 주기적으로 컴퓨터의 기억장치에 저장하는 것이다.
- [0038] 이러한 기저모의단계(S20)의 해수유동 모의 즉, 조석모의는 도 1에서와 같이, 현지점부터 기 설정된 장래시각(t_n)에 이르는 단위시간(δt) 간격의 시각(t)별 해수유동 상태 즉, 조위 및 유속을 산출하는 것으로, 산출된 해수유동 상태는 계산유동정보로서 컴퓨터의 기억장치에 저장된다.
- [0039] 초도입력단계(S12)를 비롯하여 해수유동모형을 실제 구동하는 기저모의단계(S20) 등 본 발명을 구성하는 일련의 전산처리는 능동처리 프로그램에 의하여 제어되며, 전술한 바와 같이, 능동처리프로그램은 운영체제, 컴퓨터의 리얼타임클럭 또는 인터넷으로 연결된 실시간 제공 서버로부터 실제 시각을 획득할 수 있으므로, 능동처리프로그램은 실제 시간(t_r)의 경과에 따라 기저모의단계(S20)에서의 조석모의 계획 종료시점인 장래시각(t_n)을 능동적으로 변경하면서, 일정한 기간의 장래 조석 현상을 모의한 계산유동정보를 지속적으로 수립하여 저장하게 된다.
- [0040] 예를 들어, 기저모의단계(S20)에서의 장래시각(t_n)이 7일 후로 설정되고, 단위시간(δt)이 1시간으로 설정되며, 해당 모의를 개시하는 시각(t_i)이 매일 정오로 설정된 경우를 상정하면, 도 1에서와 같이, 매일 정오가 도래하면 능동처리프로그램의 제어에 따라 해수유동모형이 당일로부터 7일 후 시점까지의 조석을 모의하여 절점별 조위 및 유속 등을 산출하고 1시간 간격의 조위 및 유속 7일치를 컴퓨터의 기억장치에 저장하게 되며, 익일 정오가 도래하면 상기와 동일한 방식으로 7일간의 조석 모의를 반복하게 되는 바, 향후 7일간의 조석 모의에 따른 절점별 조위 및 유속 등 계산유동정보가 상시 구비된다.
- [0041] 이와 같이, 향후 7일간의 조석 모의가 매일 반복됨에 따라, 당일로부터 7일간의 계산유동정보는 장래시각(t_n)이 완성되는 7일 단위로 갱신되는 것이 아니라, 매일 갱신되는 바, 일층 정밀한 계산유동정보의 산출이 가능하다.
- [0042] 기저모의단계(S20)에서 상시 구비되는 현지점에서 기 설정 장래시각(t_n)에 이르는 단위시간별 계산유동정보는 후술할 예측개시단계(S41)에서 실제 태풍정보가 추가된 모의에 초기유동정보로써 활용되며, 전술한 바와 같이, 향후 임의 시각에서의 계산유동정보를 사전에 산출하고, 이를 실제 태풍이 고려된 모의의 수행에 즉각 적용함으로써, 일층 기민하고 정확한 모의가 가능하다.
- [0043] 이렇듯, 기저모의단계(S20)가 지속적으로 실행되는 한편, 능동처리프로그램에 의한 태풍정보의 수집 및 분석 역시 지속적으로 수행되며, 도 1에서와 같이, 태풍정보의 수집, 분석 및 태풍정보의 해수유동모형 적용 여부를 판단하는 능동처리프로그램의 일련의 수행과정은 초도접속단계(S11) 이후 반복 수행되는 반복접속단계(S31)와 중첩판단단계(S32)로 구성된다.
- [0044] 우선, 능동처리 프로그램이 태풍 예경보 기관 웹페이지에 접속하여 태풍정보를 독취하고 기억장치에 저장된 태풍정보와 비교하며, 이러한 태풍정보 독취 및 비교를 주기적으로 반복하는 반복접속단계(S31)가 수행된다.
- [0045] 반복접속단계(S31)의 수행에 있어서 능동처리 프로그램은 실제 시각을 기반으로 도 2에서와 같은 태풍 예경보 기관 웹페이지에 주기적으로 접속하여 게재된 태풍정보를 독취하는데, 동 도면에 도시된 바와 같이, 태풍 예경

보 기관의 웹페이지에는 게재 시각 또는 일련번호 등 해당 태풍정보를 식별할 수 있는 정보가 포함되어 있으므로, 이를 활용하여 태풍정보의 갱신 여부를 확인할 수 있다.

- [0046] 즉, 태풍 예경보 기관의 웹페이지를 통하여 제공되는 태풍정보는 태풍 발생 후 지속되는 관측자료 및 분석자료의 누적에 따라 지속적으로 갱신되는 바, 태풍 예경보 기관이 갱신된 태풍정보를 웹페이지에 게재함에 있어서, 게재 시각을 명기하고 및 일련번호를 부여함으로써, 해당 태풍정보와 이전에 이미 게재된 태풍정보를 구별할 수 있도록 하는 것이다.
- [0047] 도 2에 예시된 태풍정보 게재 웹페이지는 제1행에 해당 태풍정보의 게재 시각을 표시하고 있고, 제5행의 말미에 해당 태풍정보 게재물의 일련번호를 표시하고 있으며, 따라서 본 발명의 능동처리 프로그램은 이러한 게재 시각 및 일련번호를 독취하여 이전 접속시 기 독취되어 컴퓨터의 기억장치에 수록된 시각 및 일련번호와 대비함으로써, 해당 태풍정보가 갱신된 정보인지 여부를 확인할 수 있다.
- [0048] 이렇듯, 능동처리 프로그램이 태풍정보 독취 및 비교를 주기적으로 반복하는 반복접속단계(S31)를 통하여, 간헐적으로 단발 게재되는 태풍정보에 경시성(經時性)을 부여하여, 시계열정보로서 체계적으로 구축할 수 있다.
- [0049] 이러한 반복접속단계(S31)의 수행과 함께, 태풍정보가 변경된 경우 능동처리 프로그램이 변경된 태풍정보를 컴퓨터의 기억장치에 저장하고 독취된 태풍정보 중 경로정보를 추출하여 해당 태풍 경로의 개시영역 중첩 여부를 판단하는 중첩판단단계(S32)가 수행된다.
- [0050] 즉, 반복접속단계(S31)에서 수집된 태풍정보가 이전 접속시 수집된 태풍정보와 상이(相異)할 경우, 능동처리 프로그램이 태풍정보 중 향후 예측되는 태풍의 중심위치인 경로정보를 추출하고, 이를 기 설정된 개시영역과 비교하여 중첩 여부를 판단하는 것이다.
- [0051] 전술한 바와 같이, 태풍 예경보 기관의 웹페이지에 게재되는 태풍정보에는 당 시점에서의 태풍 위치 뿐 아니라, 이후 태풍의 이동에 따른 위치 변화를 예측하여 제공하고 있는데, 도 2에 도시된 태풍 예경보 기관 웹페이지에서는 제33행의 12시간 후 예측 태풍정보를 필두로, 24시간, 36시간, 48시간, 72시간 및 96시간 후의 태풍정보 예측치를 게재하고 있으며, 이러한 태풍정보 예측치 중 중심위치를 추출하면 태풍의 예측 진행 경로를 파악할 수 있는데, 도 5에서와 같이, 태풍의 예측 진행 경로가 도면상 점선으로 도시된 개시영역과 일부라도 중첩되면, 태풍의 영향에 의한 해수 유통상태의 유의한 변화가 예측되는 것으로 간주되어, 후술할 예측개시단계(S41) 내지 경보출력단계(S55)가 개시된다.
- [0052] 개시영역은 도 5에서 점선으로 표시된 바와 같이, 모의 대상 해역에 설정되는 가상의 영역으로서, 동 도면에 예시된 실시예에서는 도면상 수평선과 경사선이 조합된 경계선 형태로 설정되며, 이러한 개시영역의 설정은 과거 해당 해역을 통과한 태풍의 지점별 태풍영향 유발 빈도 등을 고려하여 설정될 수 있다.
- [0053] 이러한 중첩판단단계(S32)의 수행에 있어서, 태풍 경로와 개시영역의 중첩이란 단순히 예측 태풍정보상 태풍 위치가 개시영역내 존재하는 것을 의미하는 것이 아니라, 도 5에서와 같이, 예측 태풍정보를 구성하는 예측 시각별 태풍 중심위치를 연결하여 예측 태풍 경로를 수립하고, 이 경로 중 일부라도 개시영역내 위치하는 경우 이를 태풍 경로와 개시 영역의 중첩으로 판단하는 것이다.
- [0054] 즉, 도 5의 좌측 도면에서와 같이, 예측 태풍정보 중 태풍의 중심위치가 도면상 점선으로 표시된 개시영역에 직접 진입하는 경우는 물론, 도 5의 우측 도면에서와 같이, 비록 예측 태풍정보 중 태풍의 중심위치는 개시영역과 중첩되지 않더라도 태풍의 중심위치를 연결한 경로가 개시영역과 일부라도 중첩되는 경우, 중첩으로 판단하는 것이다.
- [0055] 중첩판단단계(S32)에 있어서 활용되는 태풍정보는 전술한 바와 같이 태풍 예경보 기관으로부터 제공된 예측치이며, 특히 중첩판단단계(S32)는 후술할 태풍 효과가 고려된 실제 모의를 착수하는 과정의 일환이므로, 실측 태풍정보가 아닌 예측 태풍정보가 활용될 뿐 아니라, 예측 태풍정보 중에서도 비교적 장시간 이후 시점의 예측치가 활용될 수 밖에 없으므로, 단순히 태풍의 예측 위치와 개시영역을 비교하는 것이 아니라 예측 태풍 경로를 수립하고, 이를 개시영역과 비교함으로써, 태풍 이동 경로의 불확실성에 대비하고 예측오차로 인한 모의 착수 시점의 실기를 방지할 수 있다.
- [0056] 이렇듯, 중첩판단단계(S32)에서 태풍 경로가 개시영역과 중첩되는 경우, 능동처리 프로그램이 해당 태풍정보를 해수유통모형의 입력정보에 추가하고, 해수유통모형의 초기유통정보로서 기저모의단계(S20)에서 산출된 시각별 계산유통정보 중 해당 시점의 계산유통정보를 적용하는 예측개시단계(S41)가 수행된다.
- [0057] 즉, 도 1에서와 같이, 능동처리 프로그램이 해수유통모형의 입력정보에 태풍의 중심위치, 최대풍속, 각각 풍속

64노트, 50노트 및 34노트 지점의 북동측, 남동측, 남서측 및 북서측 반경, 주변 기압 및 중심 기압이 포함된 태풍정보를 추가하고, 전술한 기저모의단계(S20)에서 산출된 시각별 계산유동정보 중 예측계시단계(S41)의 개시 시점에 해당되는 시각의 계산유동정보를 발체하여 이후 진행될 해수 유동모의에 있어서의 초기유동정보로 입력하는 것이다.

- [0058] 이렇듯 실제 태풍의 영향이 고려된 해수 유동모의를 수행하기 위한 해수유동모형의 입력자료를 수립하는 예측계시단계(S41)가 완수되면, 추가된 입력정보 및 초기유동정보를 기초로 해수유동모형이 모의 대상 영역의 해수유동을 모의하여 현시점부터 기 설정 장래시각(t_n)에 이르는 단위시간(δt) 간격의 시각(t)별 예측유동정보를 산출하고 컴퓨터의 기억장치에 저장하는 수역모의단계(S50)가 수행된다.
- [0059] ADCIRC모형 등 해양유동모형에서 출력되는 정보는 절점별 조위, 유속, 기압 및 풍속이며, 도 1에서와 같이, 수역모의단계(S50) 중 해양유동모형의 실행에 있어서 단위시간(δt) 간격의 시각(t)별로 산출된 상기 조위 내지 풍속 등의 결과치는 태풍정보와 함께 이후 계산 시각($t+\delta t$)에 대한 입력치로 활용된다.
- [0060] 수역모의단계(S50)가 완료되면 능동처리 프로그램이 수역모의단계(S50)에서 산출된 예측유동정보를 침퇴적모형의 입력정보에 추가하는 유동입력단계(S61)가 수행된다.
- [0061] 전술한 바와 같이, 해수유동모형의 모의 대상 영역에 비하여 침퇴적모형의 모의 대상 영역은 침퇴적 현상에 대한 예측이 필요한 특정 지점에 대하여 국부적으로 설정될 수 있는 바, 도 6에서와 같이 해수유동 모의 영역에 비하여 지극히 한정적인 지역에 대하여 설정될 수 있다.
- [0062] 도 6은 Xbeach모형이 적용된 경우를 상정한 침퇴적 모의 영역 격자망을 도시하고 있으며, 이러한 침퇴적모형으로는 Xbeach모형 외에도 ECOMsed모형 등을 들 수 있는데, 동 도면을 통하여 확인할 수 있는 바와 같이, Xbeach모형은 유한차분 모형으로서, 전술한 도 3의 실시예에서와 같이 해수유동모형으로서 유한요소 모형인 ADCIRC모형이 적용되는 경우 격자망을 공유할 수 없다.
- [0063] 또한, 해수유동모형의 유한요소 격자망 중 침퇴적 모의 영역을 발체한 도 7의 상부 도면에서와 같이, 해수유동모형의 격자망과 침퇴적모형의 격자망이 상호 일치하지 않으므로 절점별 정보의 일대일 단순 대입은 불가능하며, 따라서 해수유동모형을 통하여 산출된 절점별 예측유동정보 즉, 유속 및 수위 정보는 해수유동모형 격자망 절점과 침퇴적모형 격자망 절점의 공간상 위치를 고려하여 보간하는 등의 방식으로 가공되어 침퇴적모형 격자망의 절점별로 입력된다.
- [0064] 한편, 전술한 초도입력단계(S12)에 있어서 침퇴적모형의 기하정보 중 지형정보를 입력함에 있어서도 도 7의 하부 도면에서와 같이 해수유동모형에 입력되는 지형정보를 발체하여 보간한 후 침퇴적모형의 격자망 절점별로 입력할 수 있다.
- [0065] 유동입력단계(S61)가 완료되면, 침퇴적모형이 모의 대상 영역의 침퇴적 현상을 모의하여 모의 대상 영역의 지점별 침적고가 포함되는 침퇴적정보를 출력하는 침적모의단계(S62)가 수행되며, 이러한 침퇴적정보는 침적고를 그래프 또는 등고선 등으로 변환하는 후처리(postprocessing) 과정을 거쳐 도 8에서와 같이 출력될 수 있다.
- [0066] 도 8에 예시된 침퇴적정보를 통하여 침퇴적 모의 대상 영역 중 2개 지점에 1m이상의 급격한 침식이 발생됨을 확인할 수 있으며, 이로써 단기적 연안침식에 따른 위험지역을 신속하게 파악할 수 있다.
- [0067] 이렇듯, 침적모의단계(S62)를 통하여 태풍영향이 고려된 연안침식 모의가 완료되면, 능동처리 프로그램이 산출된 침퇴적정보를 분석하여 기준치를 초과하는 침식의 발생 여부를 사전에 파악하여 경보할 수 있는데, 이러한 경보는 능동처리 프로그램이 실행되는 컴퓨터의 출력장치를 통하여 수행될 수 있음은 물론, 전술한 바와 같이, 본 발명은 인터넷에 연결된 컴퓨터를 통하여 수행되는 바, 인터넷상에 구축된 웹페이지를 통하여 출력하여 불특정 다수의 사용자가 해당 경보 정보를 열람하도록 할 수도 있다.
- [0068] 한편, 도 9는 전술한 바와 같은 ADCIRC모형 등의 해양유동모형과 함께 파랑모형을 복합하여 태풍영향 모의에 적용함으로써, 일층 정밀한 모의가 가능하도록 한 파랑모형 복합형 실시예의 흐름도로서, 태풍에 의한 해수유동모의에 있어서, 비교적 장주기파 형태로 모의되는 해양유동모형과 상대적으로 단주기파의 모의가 가능한 unSWAN(unstructured Simulation Waves Near shore)모형 등의 파랑모형이 입력정보와 출력정보를 상호 교환하는 방식으로 복합 가동된다.
- [0069] 즉, 도 10에서와 같이, 도면상 일점쇄선으로 표시된 해수면의 장주기 승강으로 표현될 수 있는 해양유동모형의 모의와 도면상 가상선 및 실선으로 표시된 단주기 파랑으로 표현될 수 있는 파랑모형의 모의를 복합 수행함으로써

써, 일층 정밀하고 실제 현상에 부합되는 결과를 도출할 수 있도록 한 것이다.

[0070] 특히, 파랑모형은 해양유동모형으로는 모의가 불가능한 월파(越波) 등의 파랑 거동을 모의할 수 있으며, 이러한 월파 등의 현상은 단기적 연안침식 예측에 있어서 중요한 영향을 미칠 수 있으므로, 파랑모형의 복합 적용을 통하여 본 발명의 연안침식 예측 실효성을 제고할 수 있다.

[0071] 본 발명의 파랑모형 복합형 실시예에 적용되는 파랑모형으로는 unSWAN 또는 STWAVE(STeady State spectral WAVE) 등을 들 수 있는데, 이들 파랑모형은 입출력 자료 형식상 미차가 있으나 파랑작용 평형방정식(wave action balance equation)에 기초한 수치모형으로서 유속 등 해양 유동정보가 입력되어 해당 해역의 파랑 현상을 모의함으로써, 지점별 파고 및 파랑에 의하여 형성되는 잉여응력(radiation stress) 등이 산출되는 공통점을 가진다.

[0072] 다만, unSWAN모형은 공간상 비구조 격자망의 구축이 용이한 유한요소모형인 반면, STWAVE는 유한차분모형으로서 전술한 바와 같이 본 발명에 적용되는 해양유동모형이 ADCIRC모형 등의 비구조 격자망 모형인 점을 감안할 때, 공간 격자망을 공유할 수 있는 unSWAN모형을 적용하는 것이 유리하다.

[0073] 이러한 본 발명의 파랑모형 복합형 실시예는 전술한 바와 같이 인터넷에 연결되고 능동처리 프로그램, 해수유동모형 및 침퇴적모형이 탑재된 컴퓨터에 파랑모형이 동반 탑재되어 수행되며, 도 7에서와 같이, 초도입력단계(S12)에서는 해수유동모형의 입력정보로서 모의 대상 영역의 격자정보 및 지형정보로 구성된 기하정보가 입력되고 초기조건으로서 모의 대상 영역의 초기유동정보가 입력되며, 침퇴적모형의 입력정보로 기하정보 및 토질정보가 입력되는 한편, 역시 초도입력단계(S12)에서 파랑모형의 입력정보로서 모의 대상 영역의 격자정보 및 지형정보로 구성된 기하정보가 입력된다.

[0074] 전술한 바와 같이, 파랑모형으로서 유한요소모형인 unSWAN모형을 적용할 경우, 각각 도 3 및 도 4에 도시된 바와 같은 격자정보 및 지형정보를 해수유동모형인 ADCIRC모형과 공유할 수 있으므로, 공간상 절점별 정보 전달을 신속하고 정확하게 수행할 수 있으며, 효율적인 전산자원 사용이 가능하다.

[0075] 본 발명의 파랑모형 복합형 실시예에 있어서, 파랑모형은 태풍의 영향이 고려된 해수 유동모의가 개시됨을 전제로 해수유동모형과 동반 가동되는 것인 바, 본 발명의 전체 수행과정 중 수역모의단계(S50)가 수행되는 과정에서 해수유동모형으로부터 산출된 절점별 유속 등의 예측유동정보가 파랑모형으로 입력되어 파랑모형이 가동된다.

[0076] 즉, 도 1 및 도 9에서와 같이, 수역모의단계(S50)에, 예측개시단계(S41)에서 태풍정보가 추가된 입력정보를 기초로 해수유동모형이 모의 대상 영역의 해수유동을 모의하여 현시점에서 단위시간 간격 이후 시각의 예측유동정보를 산출하는 유동모의단계(S51)와, 유동모의단계(S51)에서 산출된 예측유동정보가 초기상태정보로 파랑모형에 입력되고 파랑모형이 모의 대상 영역의 파랑발생을 모의하여 예측파랑정보를 산출하는 파랑모의단계(S52)가 포함되는 것으로, 이들 유동모의단계(S51)와 파랑모의단계(S52)를 기 설정 장래시각(t_n)에 이르는 단위시간(δt) 간격의 시각(t)별로 반복하되, 파랑모의단계(S52)에서 산출된 예측파랑정보로 유동모의단계(S51)의 입력정보가 반복 갱신되는 것이다.

[0077] 이러한 파랑모형 복합형 실시예의 유동모의단계(S51) 및 파랑모의단계(S52)의 수행에 있어서 적용되는 단위시간(δt)은 전술한 도 1 실시예의 수역모의단계(S50)에서 적용된 단위시간(δt)과 동일하게 설정될 필요는 없으며, 해수유동모형과 파랑모형간 기민한 정보전달 및 모의 정도(精度)의 확보를 위하여 단위시간이 축소 적용될 수도 있다.

[0078] 해수유동모형과 파랑모형간 입출력 정보 교환은 유동모의단계(S51)에서 해수유동모형에 의하여 산출된 절점별 유속 및 조위가 파랑모의단계(S52)에서 파랑모형에 입력되고, 파랑모의단계(S52)에서 파랑모형에 의하여 산출된 절점별 유속, 잉여응력 및 파고가 이후 계산단계에서의 유동모의단계(S51)에 있어서 해수유동모형에 입력되는 방식으로 이루어지며, 이로써 도 10에 도시된 바와 같이 실제 현상에 부합되는 정밀한 예측이 가능하게 된다.

부호의 설명

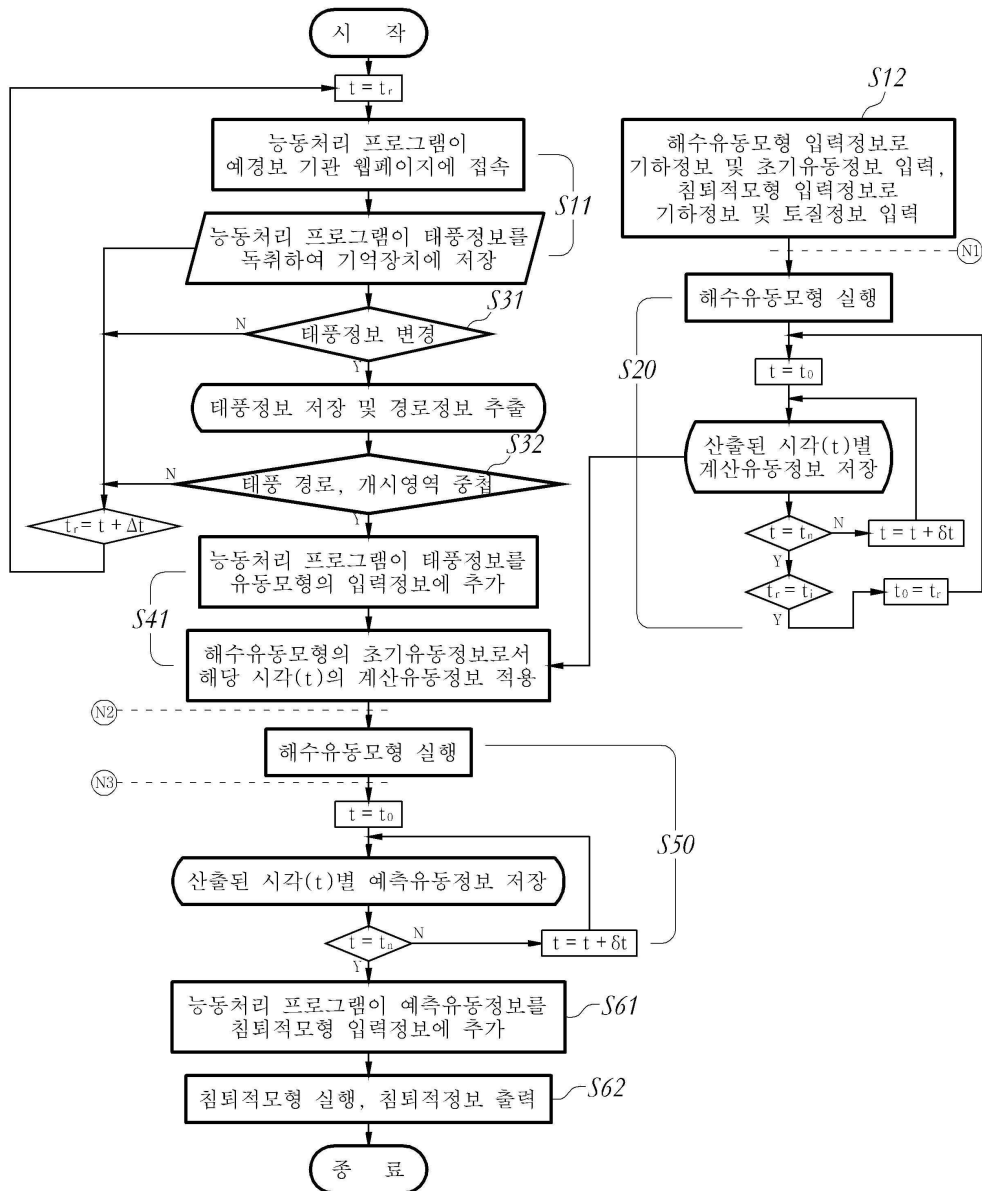
[0079] S11 : 초도접속단계

S12 : 초도입력단계

- S20 : 기저모의단계
- S31 : 반복접속단계
- S32 : 중첩판단단계
- S41 : 예측개시단계
- S50 : 수역모의단계
- S51 : 유동모의단계
- S52 : 파랑모의단계
- S55 : 정보출력단계

도면

도면1



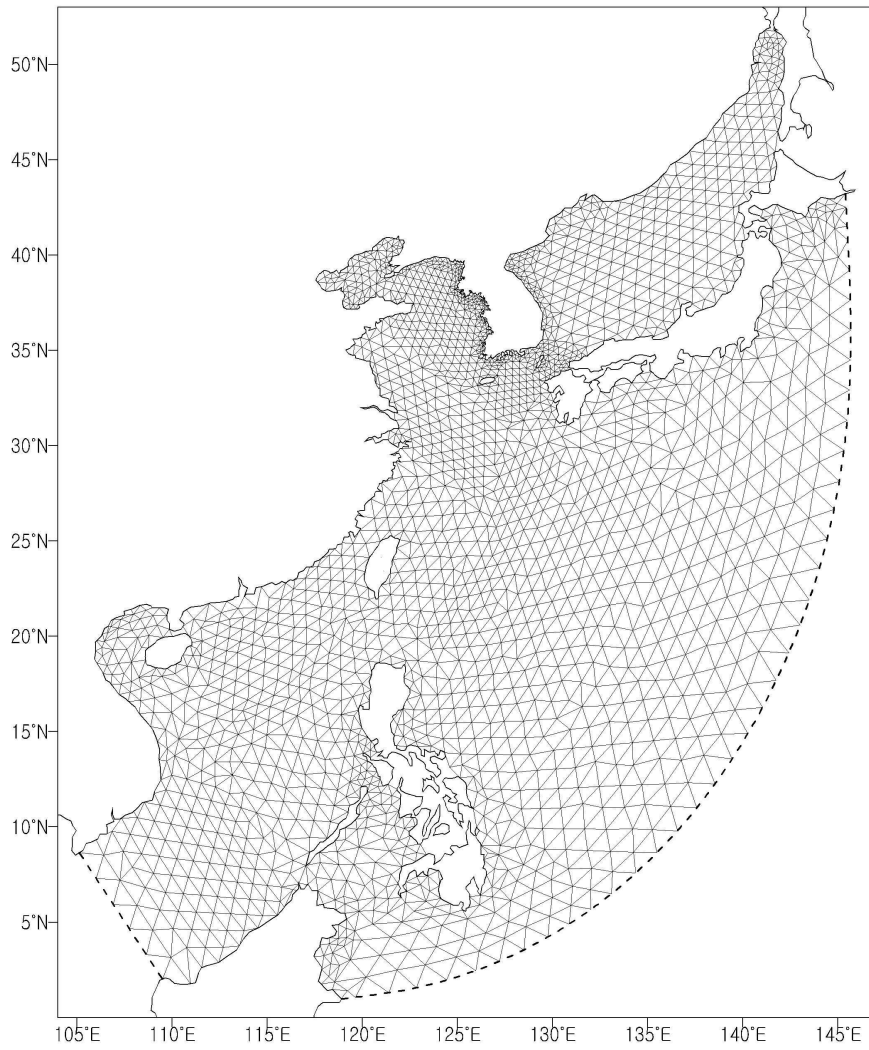
도면2

```

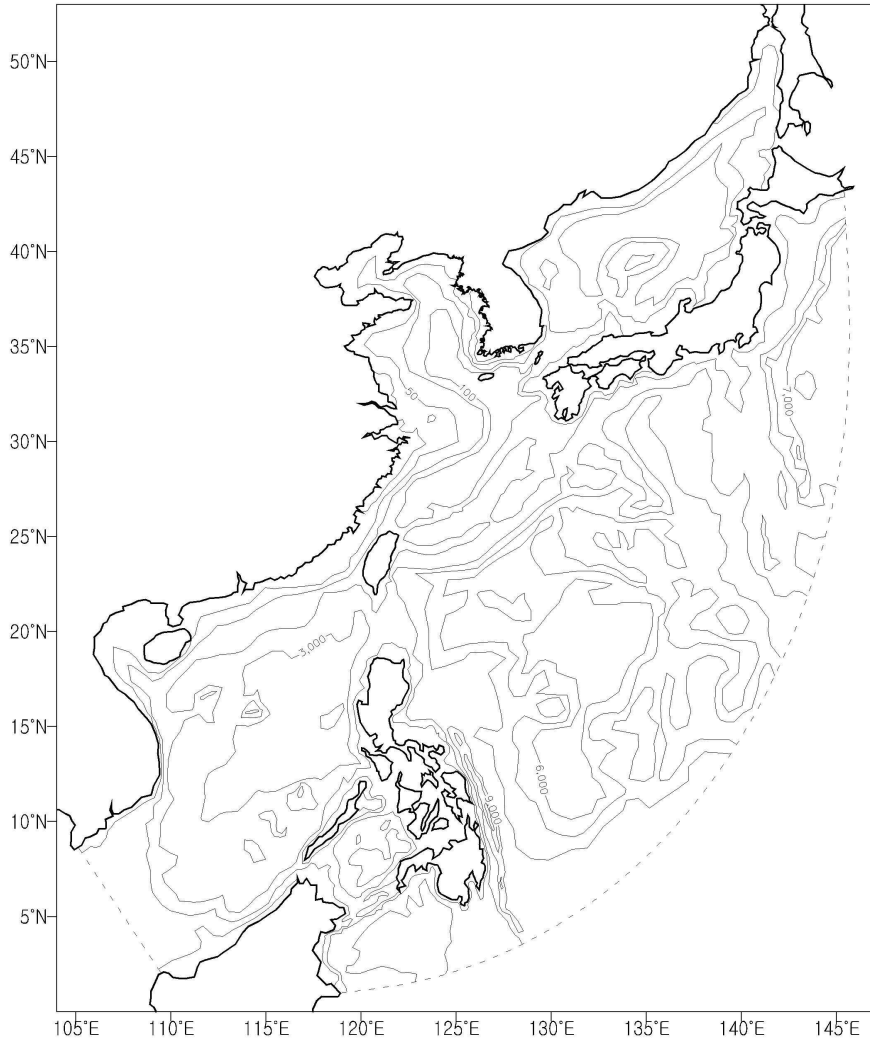
001 WTPN31 PGTW 080300
002 MSGID/GENADMIN/JOINT TYPHOON WRNCEN PEARL HARBOR HI//
003 SUBJ/TROPICAL CYCLONE WARNING//
004 RMKS/
005 1. SUPER TYPHOON 19W (VONGFONG) WARNING NR 022
006 01 ACTIVE TROPICAL CYCLONE IN NORTHWESTPAC
007 MAX SUSTAINED WINDS BASED ON ONE-MINUTE AVERAGE
008 WIND RADII VALID OVER OPEN WATER ONLY
009 ---
010 WARNING POSITION:
011 080000Z --- NEAR 17.9N 132.2E
012 MOVEMENT PAST SIX HOURS - 290 DEGREES AT 10 KTS
013 POSITION ACCURATE TO WITHIN 020 NM
014 POSITION BASED ON EYE FIXED BY SATELLITE
015 PRESENT WIND DISTRIBUTION:
016 MAX SUSTAINED WINDS - 155 KT, GUSTS 190 KT
017 WIND RADII VALID OVER OPEN WATER ONLY
018 RADIUS OF 064 KT WINDS - 055 NM NORTHEAST QUADRANT
019 045 NM SOUTHEAST QUADRANT
020 045 NM SOUTHWEST QUADRANT
021 055 NM NORTHWEST QUADRANT
022 RADIUS OF 050 KT WINDS - 095 NM NORTHEAST QUADRANT
023 075 NM SOUTHEAST QUADRANT
024 075 NM SOUTHWEST QUADRANT
025 095 NM NORTHWEST QUADRANT
026 RADIUS OF 034 KT WINDS - 145 NM NORTHEAST QUADRANT
027 115 NM SOUTHEAST QUADRANT
028 115 NM SOUTHWEST QUADRANT
029 145 NM NORTHWEST QUADRANT
030 REPEAT POSIT: 17.9N 132.2E
031 ---
032 FORECASTS:
033 12 HRS, VALID AT:
034 081200Z --- 18.4N 131.1E
035 MAX SUSTAINED WINDS - 160 KT, GUSTS 195 KT
036 WIND RADII VALID OVER OPEN WATER ONLY
037 RADIUS OF 064 KT WINDS - 050 NM NORTHEAST QUADRANT
038 040 NM SOUTHEAST QUADRANT
039 :
040 :
041 :
042 :
043 :
044 :
045 RADIUS OF 034 KT WINDS - 140 NM NORTHEAST QUADRANT
046 115 NM SOUTHEAST QUADRANT
047 115 NM SOUTHWEST QUADRANT
048 140 NM NORTHWEST QUADRANT
049 VECTOR TO 24 HR POSIT: 330 DEG/ 04 KTS
050 ---
051 24 HRS, VALID AT:
052 090000Z --- 19.1N 130.7E
053 MAX SUSTAINED WINDS - 165 KT, GUSTS 200 KT
054 WIND RADII VALID OVER OPEN WATER ONLY
055 RADIUS OF 064 KT WINDS - 045 NM NORTHEAST QUADRANT
056 :
057 :
058 :
059 36 HRS, VALID AT:
060 :
061 :
062 :
063 :
064 :
065 :
066 :
067 :
068 48 HRS, VALID AT:
069 :
070 :
071 :
072 :
073 :
074 :
075 :
076 :
077 :
078 :
079 :
080 :
081 :
082 :
083 :
084 :
085 :
086 :
087 :
088 72 HRS, VALID AT:
089 :
090 :
091 :
092 :
093 :
094 :
095 :
096 :
097 :
098 :
099 :
100 :
101 :
102 :
103 :
104 :
105 :
106 96 HRS, VALID AT:
107 :
108 :
109 :
110 :
111 :
112 :
113 :
114 :
115 :
116 :
117 :
118 :
119 :
120 :
121 :
122 :
123 :
124 :
125 :
126 :

```

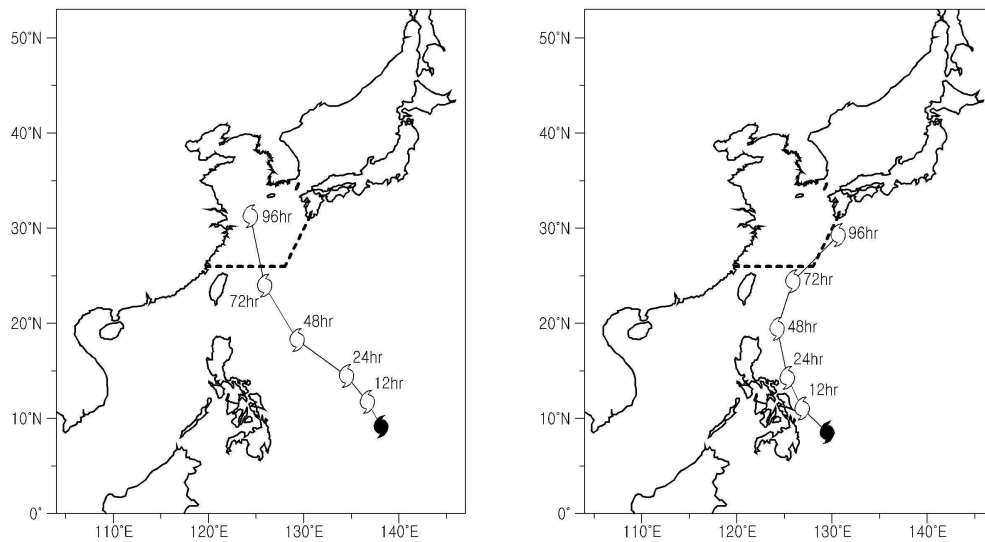

도면3



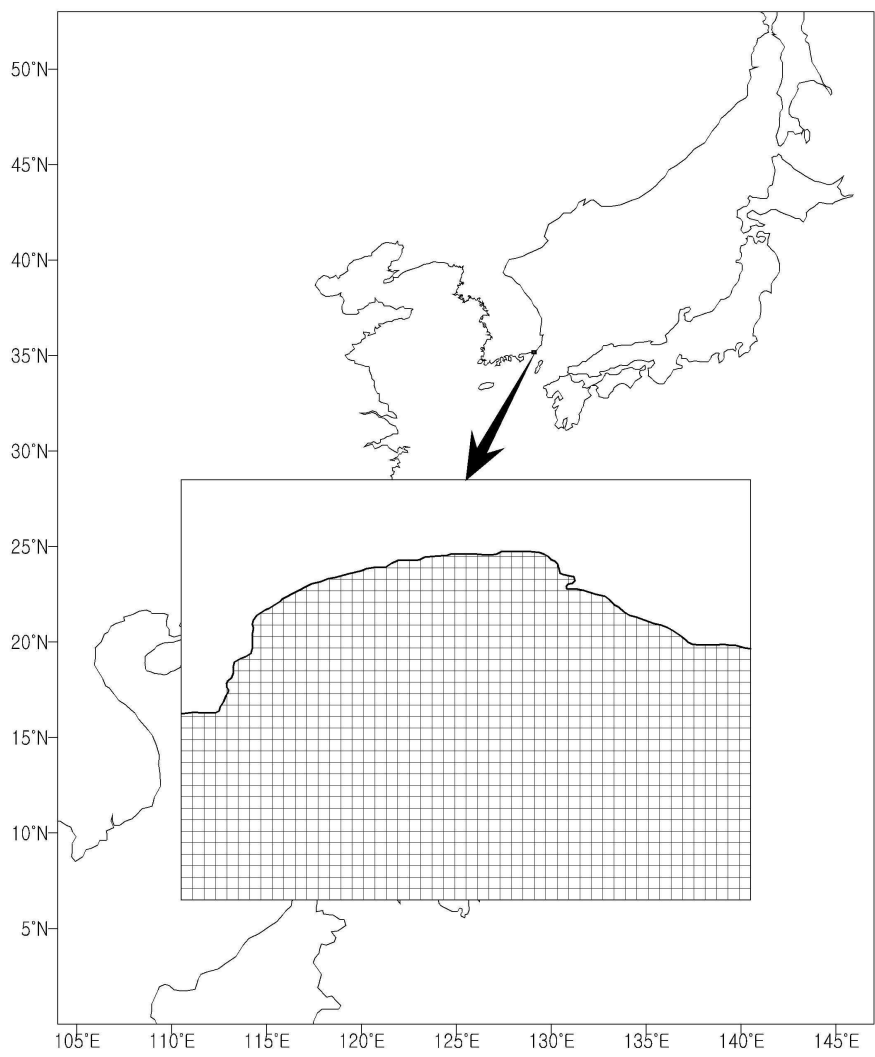
도면4



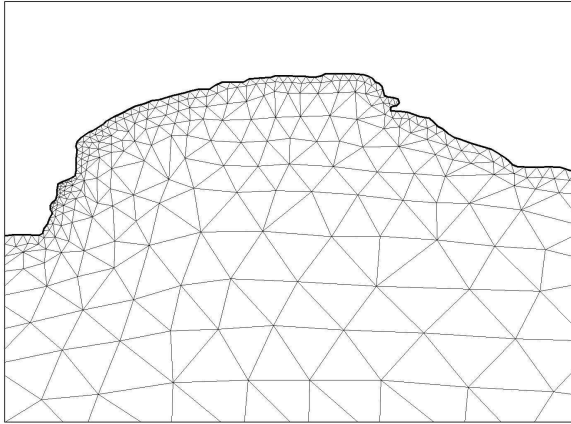
도면5



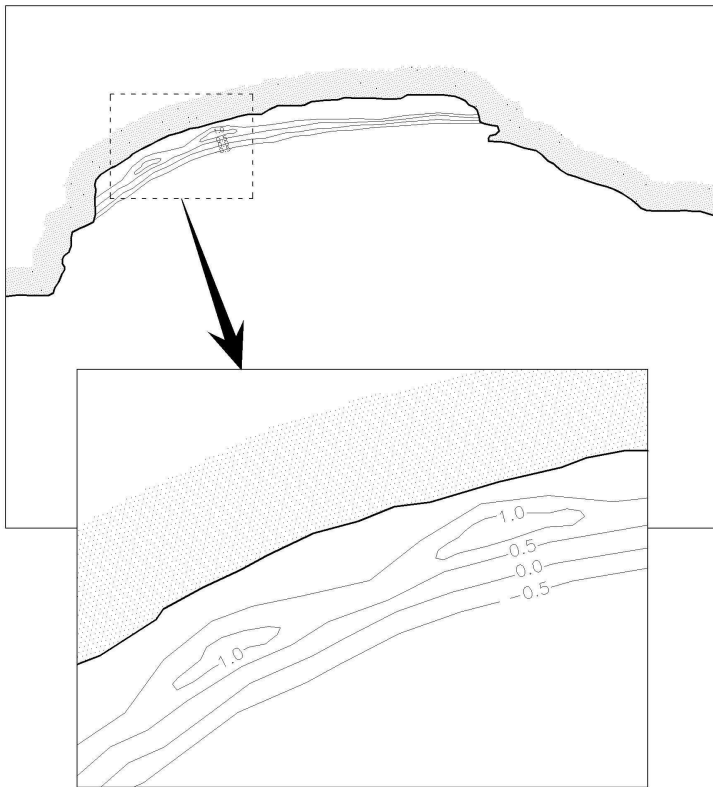
도면6



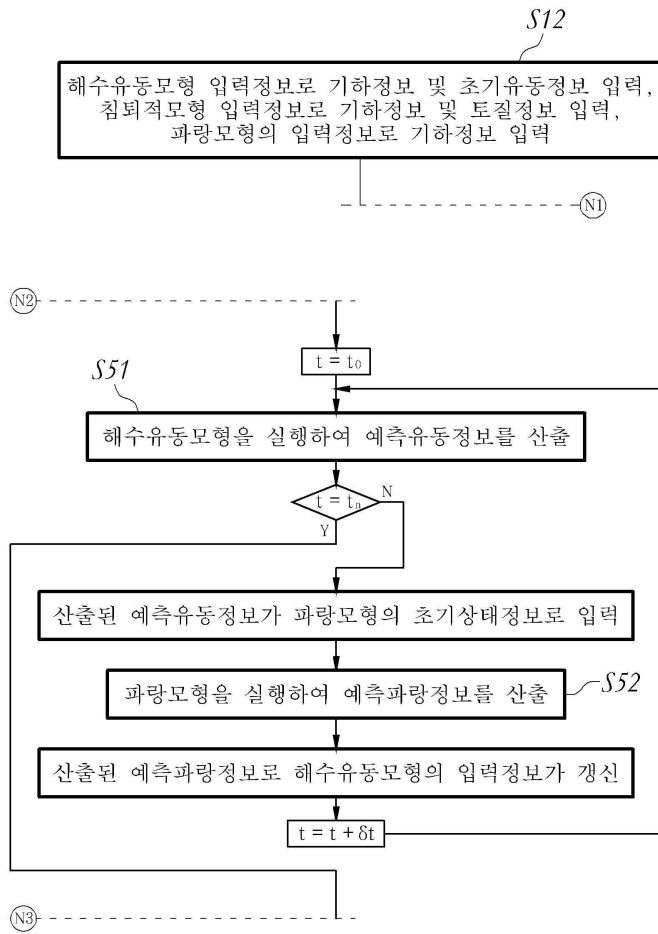
도면7



도면8



도면9



도면10

