



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년12월18일

(11) 등록번호 10-1473888

(24) 등록일자 2014년12월11일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G01C 13/00 (2006.01) G01W 1/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2013-0164824

(22) 출원일자 2013년12월27일

심사청구일자 2013년12월27일

(56) 선행기술조사문헌

JP4780285 B2

JP5007391 B2

JP2008089316 A

JP2006209712 A

(73) 특허권자

인하대학교 산학협력단

인천광역시 남구 인하로 100, 인하대학교 (용현동)

(72) 발명자

우승범

인천 연수구 해송로 70, 201동 1002호 (송도동, 송도헬카운티2단지)

김명석

인천 남구 매소홀로427번길 7-25, 102동 401호 (학익동, 다솔타운)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

이은철

전체 청구항 수 : 총 4 항

심사관 : 홍정훈

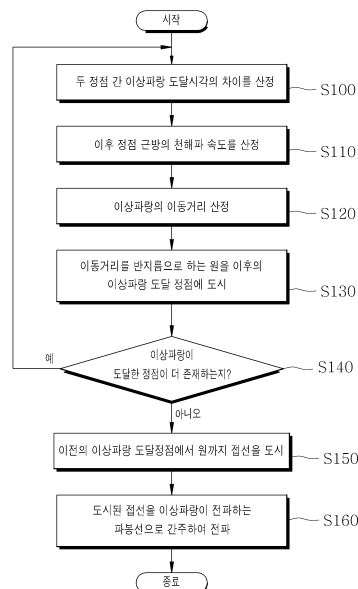
(54) 발명의 명칭 이상파랑 전파방향 분석방법

(57) 요약

본 발명은 이상파랑 전파방향 분석방법에 관한 것으로, 조위관측소 각각에 도달하는 시각 차와 천해파의 속도 및 이상파랑의 이동거리를 산정하여 전파 방향을 분석함으로써 이상파랑이 전파되는 방향을 인지할 수 있도록 함에 그 목적이 있다. 이를 위해 구성되는 본 발명은 (a) 두 정점(이상파랑이 도달한 조위관측소 지점) 간 이상파랑

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



의 도달시각 차이를 산정하는 단계; (b) 단계(a) 과정을 통해 이상파랑 도달시각 차이를 산정 다음 이후의 이상파랑이 도달한 정점 근방의 천해파 속도를 산정하는 단계; (c) 단계(b) 과정을 통해 산정된 천해파의 속도와 단계(a) 과정을 통해 산정된 이상파랑의 이동시간을 통해 이상파랑의 이동거리를 산정하는 단계; (d) 단계(c) 과정을 통해 산정된 이상파랑의 이동거리를 반지름으로 하는 원을 이상파랑이 이후 도달하는 정점(두 번째의 조위관측소 지점)을 중심으로 하여 도시하는 단계; (e) 단계(d) 과정의 원을 도시한 후 이상파랑이 도달한 정점이 더 존재하는지 여부를 판단하는 단계; (f) 단계(e) 과정의 판단결과 이상파랑이 도달한 정점이 더 존재하지 않는 경우 이전 이상파랑 도달 정점에서 이후 이상파랑 도달 정점에 도시된 원까지 접선을 도시하는 단계; 및 (g) 단계(f) 과정에서 도시된 접선을 이상파랑이 전파하는 파봉선으로 간주하여 이상파랑의 전파방향을 판정하는 단계를 포함한 구성으로 이루어진다.

(72) 발명자

서장원

서울 양천구 신정로 290, 305동 601호 (신정동, 신트리3단지아파트)

유승협

서울 관악구 은천로 93, 101동 1411호 (봉천동, 관악벽산블루밍아파트)

엄현민

서울특별시 성동구 왕십리로21라길 5-7

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 CATER2012-2021

부처명 기상청

연구관리전문기관 (재)기상기술개발원

연구사업명 기상기술개발사업

연구과제명 기상-해양 접합모형을 활용한 이상파랑 예측기반 기술 개발

기 여 율 1/1

주관기관 인하대학교 산학협력단

연구기간 2013.03.01 ~ 2014.02.28

특허청구의 범위

청구항 1

- (a) 두 정점(이상파랑이 도달한 조위관측소 지점) 간 이상파랑의 도달시각 차이를 산정하는 단계;
- (b) 단계(a) 과정을 통해 이상파랑 도달시각 차이를 산정 다음 이후의 이상파랑이 도달한 정점 근방의 천해파 속도를 산정하는 단계;
- (c) 단계(b) 과정을 통해 산정된 천해파의 속도와 단계(a) 과정을 통해 산정된 이상파랑의 이동시간을 통해 이상파랑의 이동거리를 산정하는 단계;
- (d) 단계(c) 과정을 통해 산정된 이상파랑의 이동거리를 반지름으로 하는 원을 이상파랑이 이후 도달하는 정점(두 번째의 조위관측소 지점)을 중심으로 하여 도시하는 단계;
- (e) 단계(d) 과정의 원을 도시한 후 이상파랑이 도달한 정점이 더 존재하는지 여부를 판단하는 단계;
- (f) 단계(e) 과정의 판단결과 이상파랑이 도달한 정점이 더 존재하지 않는 경우 이전 이상파랑 도달 정점에서 이후 이상파랑 도달 정점에 도시된 원까지 접선을 도시하는 단계; 및
- (g) 단계(f) 과정에서 도시된 접선을 이상파랑이 전파하는 파봉선으로 간주하여 이상파랑의 전파방향을 판정하는 단계를 포함한 구성으로 이루어진 이상파랑 전파방향 분석방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 단계(b) 과정에서 천해파의 속도는 하기의 수학식을 통해 계산되어지는 것을 특징으로 하는 이상파랑 전파방향 분석방법.

$$\text{천해파의속도}^2 = g \times H$$

(g는 중력가속도, H는 이후의 조위관측소 근방의 수심)

청구항 3

제 2 항에 있어서, 상기 단계(c) 과정에서 이상파랑의 이동거리는 하기의 수학식으로 계산되어지는 것을 특징으로 하는 이상파랑 전파방향 분석방법.

$$\text{이동거리} = \text{천해파속도} \times \text{이동시간}$$

(이동시간은 첫 번째 조위관측소 지점에 이상파랑이 도달하는 시각과 두 번째 조위관측소 지점에 이상파랑이 도달하는 시각의 차이)

청구항 4

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 단계(e) 과정의 판단결과 이상파랑이 도달한 정점이 더 존재하는 경우 단계(a) 과정으로 진행하여 이상파랑의 이동거리를 반지름으로 하는 원 도시된 정점과 이후 정점 간의 이상파랑 전파방향에 대한 분석이 이루어지는 특징으로 하는 이상파랑 전파방향 분석방법.

명세서

기술분야

[0001]

본 발명은 이상파랑 전파방향 분석방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 이상파랑의 발생에 따른 조위관측소 각각에 도달하는 시각 차와 천해파의 속도 및 이상파랑의 이동거리를 산정하여 전파 방향을 분석함으로써 이상파랑이 전파되는 방향을 알 수 있도록 한 이상파랑 전파방향 분석방법에 관한 것이다.

배경기술

- [0002] 일반적으로, 이상파랑(Meteo-tsunami) 현상은 이동성 저기압과 바다에서 발생하는 파고의 이동속도가 같을 때 공진이 형성돼 연안에서 파고가 높아지는 현상을 말하는 것으로, 대체적으로 수심 50m 근처에서 발생하는 파동인 천해파와 저기압이 비슷한 속도와 방향으로 나란히 이동할 때 발생하는 것을 추론하고 있다.
- [0003] 다시 말해서, 전술한 이상파랑은 저기압이 통과하면서 가장 앞쪽 부분에 대기압 점프 현상을 일으켜 해수면의 변화가 발생하고, 해양 장파와 공명을 일으켜 해안가에 도달하면서 이상파랑으로 나타나게 된 것으로 추론하고 있다.
- [0004] 전술한 바와 같은 이상파랑은 수심이 급격히 얕아지는 갯바위나 해안가에서 전파되는 에너지가 증폭되거나 반폐쇄형 만의 고유주기(부진동)와 유사한 주기로 외부에서 교란이 있을 때, 공진 현상으로 수위변화가 증대되어 파고가 갑자기 높아지기 때문에 사고가 발생하게 되는 것이다.
- [0005] 예를 들면, 커피잔을 들고 가는 사람의 발걸음 주기가 커피의 진동주기와 우연히 맞아떨어질 때 커피가 요동쳐 넘치는 것과 마찬가지로 할 수 있다. 이런 잔물결의 주기가 대기압의 이동속도와 진행방향 등과 일치하면 여름철의 태풍이나 강풍 혹은 지진 등에 의한 강한 외력이 없어도 이상파랑이 발생할 수 있다는 것이다.
- [0006] 실제로, 2008년 5월 4일 일요일, 충남 보령시 남포면 죽도 갯바위에서는 갑작스럽게 치솟은 파도 즉, 이상파랑에 휩쓸려 9명이 사망하고 15명이 부상을 입었다. 또한, 2007년 3월 31일 전남 영광군 법성포에서도 갑자기 높은 파도가 해변 주택가를 덮쳐 주택이 침수되고 선박이 전복되는 피해가 있었다. 이러한 이상파랑은 2005년 2월에도 제주도 한림면 옹포리에서도 발생한 바 있다.
- [0007] 전술한 바와 같이 뚜렷한 원인을 알 수 없었던 이상파랑은 아시아, 유럽 및 남아메리카 등 전 세계적으로 발생하고 있으며, 이에 대한 연구들이 활발하게 진행되고 있다. 특히, 일본, 스페인, 크로아티아, 영국 및 아르헨티나에서는 대기압 교란이나 대기압 점프 및 기상요인에 의한 이상파랑으로 인하여 항만과 선박 및 인명의 피해 사례가 오래전부터 있어왔다.
- [0008] 한편, 전술한 바와 같은 이상파랑으로 인한 피해를 줄이기 위해서 우리 나라는 물론 전 세계에서 다양한 연구와 많은 노력을 기울임에도 불구하고, 작금에 이르기까지 정확한 원인규명도 제대로 이루어지지 않고 있다. 다만, 연구결과 이상파랑의 원인으로 해안과 내륙지역에 위치한 AWS와 레이더 관측자료를 통해 대기압 교란, 대기압 점프 및 기상요인 등이 주요하게 작용하는 것으로 알려지고 있다.
- [0009] 아울러, 전술한 바와 같은 이상파랑으로 인한 피해를 줄이기 위한 다양한 연구와 많은 노력을 통해 제시된 기압 점프의 범위를 기존 문헌에서 찾아보면 1~6hPa(K. Tanaka(2101), IVICA VILIBIC et al.(2009) 등)로 제시하였다. 이는 이상파랑에 대한 연구 노력의 결과 1~6hPa의 기압점프 범위일 때 피해가 발생했다는 점을 근거로 하였기 때문이다.
- [0010] 그러나, 전술한 바와 같이 이상파랑의 원인으로 대기압 교란이나 대기압 점프 및 기상요인 등이 주요하게 작용하는 것으로 연구 보고되고는 있으나, 보다 객관적이고 합리적인 이상파랑에 대한 관측 기술에 대하여는 아직 보고된 바가 없다.
- [0011] 따라서, 전술한 바와 같이 이상파랑의 발생으로 인하여 해안지역의 인명과 재산피해가 발생할 수 있다는 점을 감안한다면 이상파랑의 예측과 이를 통한 실시간 관측을 통해 이상파랑에 대한 예보의 필요성이 대두된다 할 것이다. 물론, 이상파랑의 관측 뿐만 아니라 이상파랑의 발생에 따른 이동방향인 전파방향의 분석 또한 이상파랑의 관측 못지 않게 중요하다 할 것이다.

선행기술문헌

비특허문헌

- [0012] (비특허문헌 0001) 1. 서승남(2008). 한국 주변해역 30초 격자수심-KorBathy30s. 한국해양·해양공학회 논문집, 20(1), 110-120
- (비특허문헌 0002) 2. 우승범, 승영호, 유학렬, 오유리(2008). Wavelet을 이용한 서해안 이상파랑 원인 파악에 대한 연구. In: 보령 해안 이상파고의 이해 특별회의 발표회, 제주 ICC, 2008년 5월 29일
- (비특허문헌 0003) 3. 최병주, 박용우, 권경만(2008). 2007년 3월 서해안에 발생한 해양장파의 형성과 성장과정. Ocean and Polar Research, 30(4), 453-466.
- (비특허문헌 0004) 4. 오유리(2009). Wavelet을 이용한 해수면 이상고조에 관한 연구. 이학석사 학위논문, 인

하대학교.

(비특허문헌 0005) 5. 최진용, 이동영 (2009). 보령 이상파 발생과 관련한 소규모 기압점프 이동에 대한 분석. Ocean and Polar Research, 31(4), 379-388.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0013] 본 발명은 종래 기술의 제반 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로, 조위관측소 각각에 도달하는 시각 차와 천해파의 속도 및 이상파랑의 이동거리를 산정하여 전파 방향을 분석함으로써 이상파랑이 전파되는 방향을 인지할 수 있도록 한 이상파랑 전파방향 분석방법을 제공함에 그 목적이 있다.
- [0014] 또한, 본 발명에 따른 기술의 다른 목적은 조위관측소 각각에 도달하는 시각 차와 천해파의 속도 및 이상파랑의 이동거리를 산정하여 전파 방향을 분석함으로써 이상파랑이 전파되는 방향을 인지할 수 있도록 하여 이상파랑의 전파방향 상에 위치하는 항구나 연안도시에서 이상파랑에 대한 대처를 할 수 있도록 함에 그 목적이 있다.
- [0015] 아울러, 본 발명에 따른 기술의 또 다른 목적은 이상파랑이 전파되는 방향을 인지할 수 있도록 하여 이상파랑의 전파방향 상에 위치하는 항구나 연안도시에서 이상파랑에 대한 대처를 할 수 있도록 함으로써 인명의 피해나 재산상의 피해를 방지할 수 있도록 함에 그 목적이 있다.
- [0016] 나아가, 본 발명에 따른 기술은 이상파랑이 전파되는 방향을 인지할 수 있도록 하여 이상파랑의 전파방향 상에 위치하는 항구나 연안도시에서 이상파랑에 대한 대처를 할 수 있도록 예보하는 예보시스템의 적용이 가능하도록 함에 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

- [0017] 전술한 목적을 달성하기 위해 구성되는 본 발명은 다음과 같다. 즉, 본 발명에 따른 이상파랑 전파방향 분석방법은 (a) 두 정점(이상파랑이 도달한 조위관측소 지점) 간 이상파랑의 도달시간 차이를 산정하는 단계; (b) 단계(a) 과정을 통해 이상파랑 도달시간 차이를 산정 다음 이후의 이상파랑이 도달한 정점 근방의 천해파 속도를 산정하는 단계; (c) 단계(b) 과정을 통해 산정된 천해파의 속도와 단계(a) 과정을 통해 산정된 이상파랑의 이동시간을 통해 이상파랑의 이동거리를 산정하는 단계; (d) 단계(c) 과정을 통해 산정된 이상파랑의 이동거리를 반지름으로 하는 원을 이상파랑이 이후 도달하는 정점(두 번째의 조위관측소 지점)을 중심으로 하여 도시하는 단계; (e) 단계(d) 과정의 원을 도시한 후 이상파랑이 도달한 정점이 더 존재하는지 여부를 판단하는 단계; (f) 단계(e) 과정의 판단결과 이상파랑이 도달한 정점이 더 존재하지 않는 경우 이전 이상파랑 도달 정점에서 이후 이상파랑 도달 정점에 도시된 원까지 접선을 도시하는 단계; 및 (g) 단계(f) 과정에서 도시된 접선을 이상파랑이 전파하는 파봉선으로 간주하여 이상파랑의 전파방향을 판정하는 단계를 포함한 구성으로 이루어진다.
- [0018] 전술한 바와 같은 본 발명에 따른 구성의 단계(b) 과정에서 천해파의 속도는 하기의 수학식을 통해 계산되어진다.

$$\text{천해파의속도}^2 = g \times H$$

[0020] (g는 중력가속도, H는 이후의 조위관측소 근방의 수심)

[0021] 한편, 본 발명에 따른 구성의 단계(c) 과정에서 이상파랑의 이동거리는 하기의 수학식으로 계산되어진다.

$$\text{이동거리} = \text{천해파속도} \times \text{이동시간}$$

[0023] (이동시간은 첫 번째 조위관측소 지점에 이상파랑이 도달하는 시각과 두 번째 조위관측소 지점에 이상파랑이 도달하는 시각의 차이)

[0024] 전술한 본 발명에 따른 단계(e) 과정의 판단결과 이상파랑이 도달한 정점이 더 존재하는 경우 단계(a) 과정으로 진행하여 이상파랑의 이동거리를 반지름으로 하는 원 도시된 정점과 이후 정점 간의 이상파랑 전파방향에 대한 분석이 이루어지는 구성으로 이루어진다.

발명의 효과

- [0025] 본 발명의 기술에 따르면 조위관측소 각각에 도달하는 시각 차와 천해파의 속도 및 이상파랑의 이동거리를 산정하여 전파 방향을 분석함으로써 이상파랑이 전파되는 방향을 인지할 수가 있다.
- [0026] 따라서, 전술한 바와 같은 이상파랑이 전파되는 방향의 인지를 통해 이상파랑의 전파방향 상에 위치하는 항구나 연안도시에서 이상파랑에 대한 대처를 할 수가 있어 인명의 피해나 재산상의 피해를 방지할 수가 있다.
- [0027] 아울러, 본 발명에 따른 기술은 이상파랑이 전파되는 방향을 인지할 수 있도록 하여 이상파랑의 전파방향 상에 위치하는 항구나 연안도시에서 이상파랑에 대한 대처를 할 수 있도록 예보하는 예보시스템의 적용이 가능하다는 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

- [0028] 도 1 은 본 발명에 따른 이상파랑 전파방향 분석방법의 과정을 보인 플로우 차트.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0029] 이하에서는 본 발명의 실시 예에 따른 이상파랑 전파방향 분석방법에 대해 첨부된 도면을 참조하여 구체적으로 설명하기로 한다.
- [0030] 도 1 은 본 발명에 따른 이상파랑 전파방향 분석방법의 과정을 보인 플로우 차트이다.
- [0031] 먼저, 본 발명에 따른 이상파랑의 전파방향을 분석하는데 있어 해양 장파의 파봉선은 직선이라 가정하여 본 발명을 실시하였다.
- [0032] 도 1 에 도시된 바와 같이 본 발명에 따른 이상파랑 전파방향 분석방법은 (a) 두 정점(이상파랑이 도달한 이전 이후의 두 조위관측소 지점) 간 이상파랑의 도달시각 차이를 산정하는 과정(S100), (b) 이후의 이상파랑이 도달한 정점 근방의 천해파 속도를 산정하는 과정(S110), (c) 단계(b) 과정(S110)을 통해 산정된 천해파의 속도와 단계(a) 과정(S100)을 통해 산정된 이상파랑의 이동시간을 통해 이상파랑의 이동거리(D)를 산정하는 과정(S120), (d) 산정된 이상파랑의 이동거리(D)를 반지름으로 하는 원(S)을 이상파랑이 이후 도달하는 정점(두 번째의 조위관측소 지점)을 중심으로 하여 도시하는 과정(S130), (e) 원을 도시한 후 이상파랑이 도달한 정점이 더 존재하는지 여부를 판단하는 과정(S140), (f) 판단결과 이상파랑이 도달한 정점이 더 존재하지 않는 경우 이전 이상파랑 도달 정점에서 이후 이상파랑 도달 정점에 도시된 원까지 접선을 도시하는 과정(S150) 및 (g) 도시된 접선을 이상파랑이 전파하는 파봉선(P)으로 간주하여 이상파랑의 전파방향을 판정하는 과정(S160)을 포함한 구성으로 이루어진다.
- [0033] 다시 말해서, 본 발명에 따른 이상파랑 전파방향 분석과정은 먼저, 단계(a) 과정(S100)을 통해 이상파랑이 일정 시차를 두고 도달한 두 정점(조위관측소) 간의 이상파랑 도달시각 차를 산정(S100)한 다음, 단계(b) 과정(S110)을 통해 이후(두 번째)에 이상파랑이 도달한 정점 근방의 천해파 속도를 산정(S110)한다.
- [0034] 전술한 바와 같은 단계(b) 과정(S110)에서 이후(두 번째)에 이상파랑이 도달한 정점 근방의 천해파 속도를 산정(S110)은 다음의 수학적 식 1 에 의해 산정되어진다. 중력가속도 g 와 이후(두 번째 조위관측소)의 근방의 수심의 자료는 이미 있기 때문에 수학적 식 1 에 대입하는 것으로 이후 정점 근방의 천해파 속도를 산정(S110)할 수가 있다.

수학적 식 1

[0035]
$$\text{천해파의 속도}^2 = g \times H$$

- [0036] (g 는 중력가속도, H 는 이후 조위관측소 근방의 수심)

- [0037] 다음으로, 전술한 바와 같이 이후 정점 근방의 천해파 속도를 산정한 다음에는 단계(c) 과정(S120)에서와 같이 단계(b) 과정(S110)을 통해 산정된 이후 정점의 천해파 속도와 단계(a) 과정(S100)을 통해 산정된 이상파랑의 이동시간을 통해 이상파랑의 이동거리(D1)를 산정(S120)한다.

[0038] 전술한 바와 같은 단계(c) 과정(S120)에서와 같이 이상파랑의 이동거리 산정(S120)은 다음의 수학식 2에 의해 산정되어진다. 앞서 기술한 단계(b) 과정(S110)과 단계(a) 과정(S100)에서 이미 이후 정점의 천해파 속도와 이상파랑의 이동시간이 산정되었기 때문에 수학식 2에 대입하는 것으로 이상파랑의 이동거리(D1)를 산정(S120)할 수 있다.

수학식 2

[0039] 이동거리 = 천해파속도 × 이동시간

[0040] (이동시간은 첫 번째 조위관측소 지점에 이상파랑이 도달하는 시각과 두 번째 조위관측소 지점에 이상파랑이 도달하는 시각의 차이)

[0041] 다음으로, 전술한 바와 같이 천해파 속도와 이동시간을 통해 이상파랑의 이동거리(D)를 산정(S120)한 다음에는 이동거리(D1)를 반지름으로 하는 원을 이후의 이상파랑 도달 정점에 도시한다(S130).

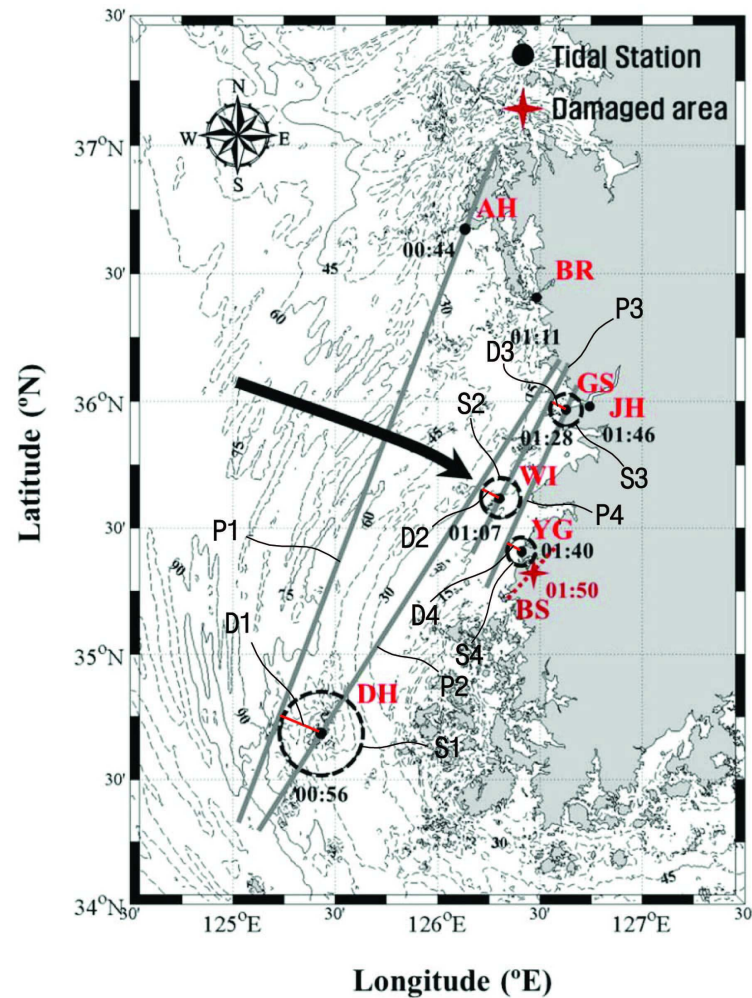
[0042] 한편, 전술한 바와 같이 단계(a) 과정(S100)으로부터 단계(c) 과정(S120)을 통해 이상파랑의 이동시간과 이후 정점의 천해파 속도 및 이상파랑의 이동거리를 사정(S130)하여 단계(d) 과정(S130)에서와 같이 이동거리(D1)를 반지름으로 하는 원(S1)을 이후의 이상파랑 도달 정점에 도시한 다음에는 단계(e) 과정(S140)을 통해 이상파랑이 도달한 정점이 이전 이후의 두 정점 이외에 더 존재하는지의 여부를 판단한다(S140).

[0043] 전술한 바와 같은 단계(e) 과정(S140)의 판단결과 이상파랑이 도달한 정점이 더 이상 존재하지 않는 경우에는 단계(f) 과정(S150)을 통해 이전의 이상파랑 도달 정점에서 이후 정점의 원(S1)까지 접선을 도시한다.

[0044] 다음으로, 전술한 바와 같이 단계(f) 과정(S150)을 통해 이전의 이상파랑 도달 정점에서 이후 정점의 원(S1)까지 도시한 접선을 단계(g) 과정(S160)을 통해 이상파랑이 전파되는 파봉선(P1)으로 간주하여 파봉선을 이상파랑의 전파방향으로 판정한다.

[0045] 본 발명에 따른 이상파랑 전파방향 분석방법을 설명하기 위해 표 1에서와 같이 2007년 3월 31일 서해안에서 수 시간 동안 실제로 발생한 이상파랑을 예로 들어 설명하기로 한다. 이때, 서해안 지역에서 발생한 이상파랑이 도달한 조위관측소는 차례로 안흥(AH), 대흑산도(DH), 위도(WI), 군산(GS) 및 영광(YG) 지점의 조위관측소에 차례로 도달하였다.

표 1



[0046]

[0047]

전술한 바와 같은 본 발명에 따른 이상파랑 전파방향 분석과정은 표 1 에서와 같이 이상파랑의 관측에 따라 이상파랑이 안흥(AH) 정점(안흥 조위관측소)에 첫 번째 도달한 이후 일정 시차를 두고 대흑산도(DH) 정점(대흑산도 조위관측소)에 두 번째로 도달하였다. 안흥(AH) 정점과 대흑산도(DH) 정점 사이의 이상파랑 도달시간 차를 산정(S100)한다. 이때, 안흥(AH) 정점과 대흑산도(DH) 두 정점 사이의 이상파랑 도달시간 차가 이상파랑의 이동시간이다.

[0048]

한편, 전술한 바와 같이 이상파랑의 이동시간을 산정(S100)한 다음에는 이후에 이상파랑이 도달한 대흑산도(DH) 정점 근방의 천해파 속도를 산정(S110)한다. 이때, 천해파 속도는 앞서 기술한 수학적 식 1 의 [천해파의 파속]² = $g \times H$ (g 는 중력가속도, H 는 이후 조위관측소 근방의 수심) 계산식을 통해 계산되어진다.

[0049]

다음으로, 대흑산도(DH) 정점 근방의 천해파 속도를 산정(S110)한 다음에는 천해파 속도와 이동시간을 통해 이상파랑의 이동거리(D1)를 산정(S120)한다. 이때, 이동거리(D1)의 산정(S120)은 수학적 식 2 의 이동거리 = 천해파 속도 $\times$ 이동시간 계산식을 통해 산정되어진다.

[0050]

전술한 바와 같이 천해파 속도와 이동시간을 통해 이상파랑의 이동거리(D1)를 산정(S120)한 다음에는 산정된 이동거리(D1)를 반지름으로 하는 원(S1)을 표 1 에서와 같이 대흑산도(DH) 정점에 도시한다(S130).

[0051]

한편, 전술한 표 1 에서와 같이 산정된 이동거리(D1)를 반지름으로 하는 원(S1)을 대흑산도(DH) 정점에 도시한 다음에는 이상파랑이 도달한 정점이 더 존재하는지의 여부를 판단한다(S140).

- [0052] 전술한 바와 같은 판단결과 이상파랑이 도달한 정점이 더 이상 존재하지 않는 경우라면 안흥(AH) 정점에서 대흑산도(DH) 정점의 원(S1)까지 접선을 도시한다(S150). 이러한 안흥(AH) 정점에서 대흑산도(DH) 정점의 원(S1)까지 도시된 접선이 이상파랑이 전파하는 파봉선(P1)이다. 즉, 이러한 파봉선(P1)이 이상파랑이 전파되는 방향을 나타낸다 할 수 있다.
- [0053] 본 발명의 예로 들어 설명하는 표 1 에서 이상파랑의 도달 정점은 앞서도 기술한 바와 같이 안흥(AH), 대흑산도(DH), 위도(WI), 군산(GS) 및 영광(YG) 지점의 조위관측소에 차례로 도달하였기 때문에 판단결과 이상파랑이 도달한 정점이 더 존재하는 것으로 판단하여 최초의 과정으로 진행한다.
- [0054] 즉, 대흑산도(DH) 정점과 위도(WI) 정점 사이의 이상파랑 도달시각 차를 산정(S100)한다. 이때, 대흑산도(DH)와 위도(WI) 두 정점 사이의 이상파랑 도달시각 차가 이상파랑의 이동시간이다.
- [0055] 한편, 전술한 바와 같이 이상파랑의 이동시간을 산정(S100)한 다음에는 이후에 이상파랑이 도달한 위도(WI) 정점 근방의 천해파 속도를 산정(S110)한 다음, 위도(WI) 정점 근방의 천해파 속도를 산정(S110)하여 천해파 속도와 이동시간을 통해 이상파랑의 이동거리(D2)를 산정(S120)한다.
- [0056] 전술한 바와 같이 천해파 속도와 이동시간을 통해 이상파랑의 이동거리(D2)를 산정(S120)한 다음에는 산정된 이동거리(D2)를 반지름으로 하는 원(S2)을 표 1 에서와 같이 위도(WI) 정점에 도시한다(S130).
- [0057] 한편, 전술한 표 1 에서와 같이 산정된 이동거리(D2)를 반지름으로 하는 원(S2)을 위도(WI) 정점에 도시한 다음에는 이상파랑이 도달한 정점이 더 존재하는지의 여부를 판단한다(S140).
- [0058] 전술한 바와 같은 판단결과 군산(GS) 정점과 영광(YG) 정점에 이상파랑이 도달한 것이 판단되었기 때문에 이상파랑 전파방향 분석과정은 최초의 과정으로 다시 진행하여 이상파랑의 이동시간과 천해파의 속도 및 이상파랑의 이동거리(D3, D4)의 산정이 이루어지고, 산정된 이동거리(D3, D4)를 반지름으로 하는 원(S3, S4)을 군산(GS)과 영광(YG) 정점에 도시가 이루어진다.
- [0059] 한편, 전술한 바와 같이 산정된 이동거리(D3, D4)를 반지름으로 하는 원(S3, S4)이 군산(GS)과 영광(YG) 정점에 도시가 이루어진 이후 이상파랑이 도달한 정점이 더 존재하지 않는 것으로 판단되면 위도(WI) 정점에서 군산(GS) 정점의 원(S3) 및 군산(GS) 정점에서 영광(YG) 정점의 원(S4)까지 접선을 도시한다(S150).
- [0060] 전술한 바와 같은 위도(WI) 정점에서 군산(GS) 정점의 원(S3) 및 군산(GS) 정점에서 영광(YG) 정점의 원(S4)까지 도시된 접선이 이상파랑이 전파하는 파봉선(P2, P3, P4)이다. 즉, 이러한 파봉선(P2, P3, P4)이 이상파랑이 전파되는 방향을 나타낸다 할 수 있다.
- [0061] 이상에서와 같이 본 발명에 따른 기술은 조위관측소 각각에 도달하는 시각 차와 천해파의 속도 및 이상파랑의 이동거리를 산정하여 전파 방향을 분석함으로써 이상파랑이 전파되는 방향을 인지할 수가 있다. 이에 따라, 이상파랑이 전파되는 방향의 인지를 통해 이상파랑의 전파방향 상에 위치하는 항구나 연안도시에서 이상파랑에 대한 대처를 할 수가 있어 인명의 피해나 재산상의 피해를 방지할 수가 있다.
- [0062] 본 발명은 전술한 실시 예에 국한되지 않고 본 발명의 기술사상이 허용하는 범위 내에서 다양하게 변형하여 실시할 수가 있다.

도면

도면1

