

명세서

발명의 명칭: 인터록킹 케이슨 방파제 및 그 시공방법

기술분야

- [1] 본 발명은 케이슨 방파제에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 토목 분야에 이용되는 상자형 구조물인 케이슨의 인터록킹에 의한 장대화 효과를 이용하는 케이슨 방파제 및 그 시공방법에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 일반적으로, 케이슨은 토목 분야에서 이용되는 상자형 구조물로서, 방파제 등으로 사용하게 된다.
- [3] 도 1은 독립거동하는 기존 케이슨 방파제를 위에서 바라본 상태를 모식화한 도면으로서, 이하의 설명에서는 방파제를 이루는 케이슨 하나하나를 단위 케이슨이라 칭한다.
- [4] 도 1을 참조하면, 기존 케이슨 방파제(10)는 단위 케이슨(100)들을 일렬로 거치하여 이루어짐을 알 수 있는데, 통상 육상에서 제작한 다음에 바다에 띄워서 인양한 다음, 원하는 위치에 가라앉히고 거치하여 방파제를 구성한다.
- [5] 이러한 기존의 케이슨 방파제(10)는 단위 케이슨(100) 각각이 독립 거동을 하기 때문에 파력의 최대값이 각각의 단위 케이슨(100)에 대해 모두 작용하게 된다.
- [6] 따라서, 기존 케이슨 방파제(10)에서는 단위 케이슨(100) 각각이 인접한 케이슨과는 독립적으로 거동하기 때문에 각각의 단위 케이슨(100)에 대해 최대파압에 견딜 수 있도록 설계하게 된다.
- [7] 그러나, 상기한 기존의 케이슨 방파제(10)는 설계 파고 이상의 이상 파랑 내습시에는 설계 저항력 초과로 사행(蛇行) 형태의 슬라이딩 파괴(Meandering Damage)가 발생하는 문제점이 있었다.
- [8] 도 2의 (A) 및 (B)는 기존의 일반 독립 케이슨 방파제(10)의 피해 상태를 설명하기 위한 모식도로서, 기존의 케이슨 방파제(10)는 각각의 단위 케이슨(100)이 독립거동함에 따라 설계 파고 이상의 파고를 갖는 이상 파랑 내습시 케이슨 방파제(10)의 활동 파괴가 발생함을 알 수 있다.
- [9] 이러한 이상파랑에 의한 케이슨 방파제(10) 피해 사례로는 일본의 경우, 나가사키항(1991년 7월), 고베항(1991년 7월), 가타토마리항(1991년 9월), 하치노헤항(1991년 7월), 토우니어항(2003년 3월) 등 다수 지역에서 발생하였으며, 일본 도야마항(2008년 2월 발생)에서도 발생한 바 있다.
- [10] 한편, 도 3a 내지 도 4b는 기존 케이슨 방파제(10)의 피해 사례를 설명하기 위한 것으로서, 일본 이바라키현 히타치항의 피해 사례를 도식화한 것이다.
- [11] 도 3a 및 도 3b를 참조하면 설계 파랑이 항외에서 항내로 내습시에는 설계 저항력 범위 이내이므로 방파제에 이상이 없지만, 도 4a 및 도 4b를 참조하면 설계 파고(예: 7.6m) 이상의 파고(예: 9.94m)를 갖는 이상 파랑 내습시 항외측의

파력 증가와 더불어 항내측의 파곡 발생에 의해 단위 케이슨(100)에 슬라이딩 파괴가 발생하는 것을 알 수 있다.

- [12] 따라서, 경제적 설계가 가능하면서도 세계적 규모의 기후 변화 또는 지역적 기후 변화에 대응하여 이상 파랑 발생시에도 설계 외력에 여유 안전율을 확보하여 케이슨 방파제의 안정성을 높일 수 있는 경제적 설계 방안이 절실한 실정이다.
- [13] 한편, 기존 케이슨 방파제는 상자형 구조물인 단위 케이슨들을 일렬로 거치하여 이루어짐을 알 수 있는데, 통상 육상에서 제작한 다음에 바다에 띄워서 인양한 다음, 원하는 위치에 가라앉히고 거치하여 방파제를 구성한다.
- [14] 방파제에 있어서 파도가 밀려오면 입사파와 반사파가 발생하게 되는데, 입사파의 입사 각도에 따라 방파제의 길이 방향을 따르는 연파(Stem Waves)가 발생하기도 한다.
- [15] 도 11을 참조하면, 방파제와 입사파 사이의 각도(α)가 45° 이상에서는 연파가 발생하지 않지만(도 11의 (A)(B) 참조), 방파제와 입사파 사이의 각도(α)가 45° 보다 작을 때에는 반사파와 더불어 연파가 발생하게 되고(도 11의 (C) 참조), 특히 방파제와 입사파 사이의 각도(α)가 20° 이하에서는 연파만 발생하게 된다(도 11의 (D) 참조).
- [16] 이러한 연파는 방파제를 따라 파가 계속 증폭이 되어서 파고가 점점 높아지게 되며, 증폭된 파도는 방파제 끝에 항로가 위치할 경우에는 항행중인 선박에 대해 운항을 어렵게 만들게 되고, 상기 증폭된 파도가 항구로 들어가게 되면 정박중인 선박(2)이나 항구에 존재하는 시설물에 대해 악영향을 미치게 된다.
- [17] 따라서, 방파제의 설치 시공시에는 연파 제어가 될 수 있도록 하는 것이 매우 중요하다.
- [18] 도 12 및 도 13은 기존의 방파제 실시 설계시 방파제 법선 선정 경위를 설명하는 설계 예의 평면도로서, 도 12의 방파제 실시 설계 검토안을 참고하면 전술한 연파가 발생하지 않도록 주입사 파향에 대해 직각으로 방파제(도면상 점선 상자)를 배치하여 입출항 선박(2)에 대해 횡파 영향이 없도록 하는 것이 바람직함을 알 수 있다.
- [19] 그러나, 방파제 시공 위치의 수심이 너무 깊거나, 정온을 위해서는 방파제의 길이가 길어지는 등으로 인해 주입사 파향에 직각으로 배치되게 시공하는 것이 공사비 등 경제적 관점에서 극히 불리할 때에는 도 13에 도시한 바와 같이 방파제를 주입사 파향에 대해 경사지게 설계 시공할 수밖에 없는 경우가 발생하게 된다.
- [20] 이렇게 설계 시공할 경우, 경제적으로는 장점이 있으나, 전술한 바와 같이 연파 및 반사파의 발생으로 인해 입출항 선박(2)에 대해 횡파로서 영향을 미치게 되어 원래 항로에서 벗어나는 등 선박(2)의 안전 통항에 불리하게 작용하게 된다.
- [21] 한편, 방파제를 설치하게 되는 해역의 지리적 특성상 주입사 파향에 대해 직각으로 방파제를 설치하게 되면 항 입구가 넓어지고 수심이 깊어질 수 있는데,

항입구가 넓어지면 항만 가동률이 떨어지게 되고, 수심이 깊으면 공사비가 늘어날 우려가 있어, 이 경우에도 항 입구를 좁힐 수 있고 수심이 깊어 지지 않는 방향으로 방파제의 시공 방향이 정해지게 되는데, 이때의 방파제 시공 방향이 연파 발생 방향일 수 있다.

- [22] 따라서, 항 입구를 좁혀 항만 가동률을 높임과 더불어 수심이 낮은 곳에 시공하여 공사비를 절감하는 등 경제적인 설계가 가능하면서도 연파가 발생하지 않도록 하는 방파제에 관한 기술 개발이 절실한 실정이다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [23] 본 발명은 상기한 제반 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 기존의 독립거동 방식 케이슨 방파제와는 달리 본 발명의 케이슨 방파제는 방파제를 구성하는 각각의 단위 케이슨이 기하학적 맞물림에 의한 인터록킹(interlocking)에 의해 일체 거동하도록 하여 케이슨의 장대화를 통한 파력의 평활화 효과에 의해 각 단위 케이슨에 작용하는 파력을 감소시킴으로써 경제적 설계가 가능하면서도 이상 파랑 등의 내습 시에 케이슨 방파제의 안정성을 높일 수 있도록 한 인터록킹 케이슨 방파제 및 그 시공방법을 제공하는데 그 목적이 있다.
- [24] 한편, 본 발명은 인터록킹(interlocking)에 의해 일체 거동하도록 하여 케이슨 방파제의 안정성을 높일 수 있도록 하는 한편, 주 입사파향에 대해 직각 배치를 하지 않더라도 연파 발생을 방지할 수 있도록 개선함으로써, 입사파향에 대해 직각 배치시 상대적으로 깊은 수심에 위치하여 공사비가 증가하거나 항입구가 넓어져 침입파에 의해 항만가동률이 낮아지는 해역에 설계 시공할 수 있도록 함으로써 방파제의 경제적인 설계 시공이 가능하도록 함과 아울러, 연파 방지를 통해 항 입구부의 항로에 횡파가 발생하지 않도록 함으로써 선박의 통항 안정성을 확보하도록 하며, 항내로 침입하는 연파를 근원적으로 차단하여 항만 가동률을 증가시킬 수 있도록 한 연파 발생 방지 인터록킹 케이슨 방파제 및 그 시공방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

과제 해결 수단

- [25] 상기한 목적을 달성하기 위해 본 발명은, 단위 케이슨 들을 일렬로 거치하여 구성되는 케이슨 방파제에 있어서;
- [26] 상기 케이슨 방파제는, 상기 단위 케이슨들 측면부의 기하학적 맞물림에 의해 일체 거동하도록 인터록킹되어, 상기 케이슨 방파제에 작용하는 단위 폭당 파력이 감소될 수 있도록 한 것임을 특징으로 하는 케이슨 방파제가 제공된다.
- [27] 한편, 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 다른 형태에 따르면, 단위 케이슨 들을 일렬로 거치하여 구성되는 케이슨 방파제에 있어서;
- [28] 상기 케이슨 방파제는, 상기 단위 케이슨들이 측면부의 기하학적 맞물림에 의해 일체 거동하도록 인터록킹되어, 상기 케이슨 방파제에 작용하는 단위 폭당 파력이 감소될 수 있도록 함과 아울러,

- [29] 상기 단위 케이스의 전면에 주입사 파향에 대해 가장법선 효과를 제공하여 연파 발생이 방지될 수 있도록 하는 경사부를 둔 것임을 특징으로 하는 케이스 방파제가 제공된다.

발명의 효과

- [30] 본 발명은 방파제를 구성하는 각각의 단위 케이스가 인터록킹(interlocking)에 의해 일체 거동하도록 하여 케이스의 장대화를 통한 파력의 평활화 효과에 의해 각 단위 케이스에 작용하는 파력을 감소시킴으로써 이상 파랑 등의 내습 시에도 케이스 방파제의 안정성을 높일 수 있게 된다.

- [31] 본 발명의 케이스 방파제는 주입사파향에 대해 직각 배치를 하지 않더라도 연파 발생을 방지할 수 있으므로, 수심이 낮은 곳에 시공하여 경제적 시공이 가능하며, 항 입구를 좁힐 수 있는 곳에 시공하여 항만 가동률을 높일 수도 있는 등 보다 자유로우면서도 경제적인 설계 시공이 가능하도록 하는 효과가 있다.

- [32] 또한, 본 발명은 연파 방지를 통해 항 입구부의 항로에 횡파가 발생하지 않도록 함으로써 선박의 통항 안정성을 확보하도록 하며, 항내로 침입하는 연파를 근원적으로 차단하여 항만 가동률을 증가시킬 수 있도록 하는 효과가 있다.

- [33] 요컨대, 본 발명은 단위 케이스 간의 인터록킹에 의한 장대화 효과를 통해 설계 외력에 여유 안전율을 확보하여 설계 파고 이상의 파고를 갖는 이상 파랑 내습 시에도 슬라이딩에 의한 파괴를 방지하는 등 방파제의 안정성을 한층 더 높임과 더불어, 연파 발생 방지 구조를 통해 경제적 설계 시공을 도모하고 항만 가동률을 높일 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [34] 도 1은 독립거동하는 기존 케이스 방파제의 구성을 보여주는 모식도
- [35] 도 2의 (A) 및 (B)는 기존 케이스 방파제 유형별 활동 파괴를 보여주는 모식도
- [36] 도 3a 내지 도 4b는 기존 케이스 방파제의 피해 사례를 설명하기 위한 것으로서,
- [37] 도 3a는 설계 파랑 내습시의 평면도
- [38] 도 3b는 도 3a의 I-I선을 따른 설계 파랑 내습시의 단면도
- [39] 도 4a는 이상 파랑 내습시의 평면도
- [40] 도 4b는 도 4a의 II-II선을 따른 설계 파랑 내습시의 단면도
- [41] 도 5는 본 발명의 실시예1에 따른 인터록킹 케이스 방파제의 구성 개념도
- [42] 도 6 및 도 7은 본 발명의 실시예1에 따른 인터록킹 케이스 방파제의 장대화에 따른 파력의 평활화 효과를 기존 케이스 방파제와 비교하여 나타낸 참고도로서,
- [43] 도 6의 (A) 및 (B)는 설계 파랑 내습시의 케이스에 대한 작용외력 비교도
- [44] 도 7의 (A) 및 (B)는 이상 파랑 내습시의 케이스에 대한 작용외력 비교도
- [45] 도 8은 본 발명의 실시예1에 따른 케이스 방파제 시공 과정을 나타낸 흐름도
- [46] 도 9의 (A) 내지 (E)은 본 발명의 실시예1에 따른 케이스 방파제의 다른 구조예를 나타낸 평면 구성도
- [47] 도 10의 (A) 및 (B)는 본 발명의 실시예1에 따른 케이스 방파제의 또 다른

구조예를 나타낸 평면 구성도

- [48] 도 11의 (A) 내지 (D)는 방파제를 따라 발생하는 연파의 발생 원인을 설명하기 개념도
- [49] 도 12 및 도 13은 기존의 방파제 실시 설계시 방파제 법선 선정 경위를 설명하는 설계 평면 모식도로서,
- [50] 도 12는 방파제 법선을 주입사 파향에 직각 배치하는 경우의 도면
- [51] 도 13은 방파제 법선을 주입사 파향에 경사 배치하는 경우의 도면
- [52] 도 14는 본 발명의 실시예2에 따른 연파방지 인터록킹 케이슨 방파제를 이용한 방파제 실시 설계시의 평면 모식도
- [53] 도 15는 도 14의 "A"부의 확대도
- [54] 도 16은 본 발명의 실시예2에 따른 연파방지 인터록킹 케이슨의 구조를 보여주는 사시도
- [55] 도 17은 본 발명의 실시예2에 따른 연파방지 케이슨 방파제의 작용을 설명하는 개념도
- [56] 도 18 및 도 19는 본 발명의 실시예2에 따른 연파방지 케이슨 방파제의 또 다른 효과인 장대화에 따른 파력의 평활화 효과를 기존 일반 케이슨 방파제와 비교하여 나타낸 참고도로서,
- [57] 도 18의 (A) 및 (B)는 설계 파랑 내습시의 케이슨에 대한 작용외력 비교도
- [58] 도 19의 (A) 및 (B)는 이상 파랑 내습시의 케이슨에 대한 작용외력 비교도
- [59] 도 20은 본 발명의 실시예2에 따른 연파방지 인터록킹 케이슨 방파제 시공 과정을 나타낸 흐름도
- [60] * 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명 *
- [61] 1a,1b: 케이슨 방파제 100a,100b: 단위 케이슨
- [62] 2: 선박

발명의 실시를 위한 형태

- [63] 이하, 본 발명의 실시를 위한 구체적인 내용을 도 5 내지 도 10을 참조하여 상세히 설명하면 다음과 같다.
- [64] **실시예1**
- [65] 도 5는 본 발명의 실시예1에 따른 장대화 케이슨 방파제의 구성 개념도이고, 도 6 및 도 7은 본 발명의 실시예1에 따른 케이슨 방파제의 장대화에 따른 파력의 평활화 효과를 기존 케이슨 방파제와 비교하여 나타낸 참고도이며, 도 8은 본 발명의 실시예1에 따른 케이슨 방파제 시공 과정을 나타낸 흐름도이다.
- [66] 이들 도면을 참조하면, 본 발명의 실시예1은, 상자형 구조물인 단위 케이슨들을 일렬로 거치하여 구성되는 케이슨 방파제(1a)에 있어서, 단위 케이슨(100a)이 인터록킹되어 케이슨 방파제(1a)에 작용하는 단위 폭(W)당 파력이 감소될 수 있도록 한 것이다.
- [67] 이때, 상기 케이슨 방파제(1a)는 단위 케이슨(100a) 측면부의 기하학적 형함에

- 의해 전체 단위 케이슨이 일체 거동하는 인터록킹 효과를 거두도록 구성된다.
- [68] 상기 단위 케이슨(100a)들 측면부의 기하학적 맞물림은, 서로 접하는 단위 케이슨의 측면부를 따라 적어도 하나 이상 구비되는 절곡부에 의해 이루어진다.
- [69] 즉, 상기 케이슨 방파제(1a)는 위에서 바라볼 때 단위 케이슨(100a)의 양측면을 따라 적어도 하나 이상의 절곡부가 구비된다.
- [70] 본 발명의 실시예1의 케이슨 방파제(1a)는 단위 케이슨(100a)을 인터록킹하는 별도의 인터록킹 장치나 시설을 두지않고 오직 단위 케이슨(100a)의 서로 접하는 측면부의 기하학적 프로파일(profile)의 변화만으로 단위 케이슨(100a) 상호간의 인터록킹이 이루어지도록 하는데 기술적 특징이 있다.
- [71] 예컨대, 도 5에는 상자형 단위 케이슨에 있어서 그 전방 부분을 좌측 혹은 우측으로 경사지게 한 형태만으로 인터록킹이 이루어지도록 구성된 경우를 예시하고 있으나, 본 발명의 실시예1의 단위 케이슨의 기하학적 구조는 이에 한정되지 않음은 물론이다.
- [72] 즉, 도 9의 (A) 내지 (E)와 도 10의 (A) 및 (B)에 나타낸 모식도를 참조하면, 도시된 바와 같이 단위 케이슨들(100a-1 내지 100a-7)은 인터록킹이 이루어지는 여러가지 다양한 형태로의 기하학적 변형이 가능함을 확인할 수 있다.
- [73] 특히, 도 10의 케이슨 방파제들(1a-6)(1a-7))에서와 같이, 단위 케이슨들(100a-6)(100a-7) 측면부의 기하학적 맞물림은, 서로 접하는 단위 케이슨의 서로 접하는 측면부에 적어도 하나 이상 구비되는 원호형 만곡부에 의해 이루어질 수도 있다.
- [74] 이와 같이 구성된 본 발명의 실시예1의 케이슨 방파제(1a)의 시공 과정은 다음과 같다.
- [75] 먼저, 본 발명의 실시예1에 따른 인터록킹이 가능한 구조로 된 단위 케이슨(100a)을 육상에서 제작한다.
- [76] 다음, 제작 완료된 단위 케이슨(100a)을 진수하여 물에 띄우게 된다. 그리고 진수된 단위 케이슨(100a)을 방파제 시공 위치로 인양하게 된다.
- [77] 시공 위치로 인양한 다음에는 단위 케이슨(100a)을 순차적으로 시공 위치에 가라앉혀 거치한다. 이때, 인접하는 단위 케이슨(100a) 간에 기하학적으로 서로 맞물려 인터록킹이 이루어지도록 거치한다.
- [78] 단위 케이슨(100a) 들의 거치 완료 후에는 좌우 양단부의 단위 케이슨에 대한 고정작업을 수행하여 본 발명의 케이슨 방파제(1a) 시공을 완료하게 된다.
- [79] 한편, 상기와 같이 시공되는 본 발명의 실시예1의 케이슨 방파제(1a)의 작용은 다음과 같다.
- [80] 본 발명의 실시예1의 케이슨 방파제(1a)는 단위 케이슨의 제작은 각각 이루어지나, 방파제로서 시공이 완료된 다음에는 단위 케이슨(100a)의 기하학적 맞물림에 의해 각 단위 케이슨들이 일체 거동하게 됨으로써, 결국 장대 케이슨을 시공한 것과 동일한 효과를 거두게 된다.
- [81] 그리고, 본 발명은 이러한 케이슨 장대화 효과를 통해 단위 폭당 작용하는

파력이 감소하는 평활화 효과를 거둠으로써, 설계 파랑 내습시 여유 안전율을 확보할 수 있게 되며, 이는 곧 미리 확보한 여유 안전율로 인해 기후 변화등으로 인한 이상 파랑 내습시에도 케이는 방파제(1a)의 안정성 확보가 가능하게 됨을 의미하게 된다.

[82] 즉, 본 발명은 단위 케이는(100a)의 제작 및 시공에 의한 경제적 설계가 가능하면서도 기하학적인 맞물림에 의한 일체 거동을 통한 장대화 효과를 통해 케이는 방파제(1a)의 안정성을 한층 높일 수 있게 되는 것이다.

[83] 도 6 및 도 7은 본 발명의 실시예1의 케이는 방파제의 장대화에 따른 파력의 평활화 효과를 기존 케이는 방파제와 비교하여 나타낸 것으로서, 도 6 및 도 7을 통해 설계 파랑 내습시의 케이는에 대한 작용외력과 이상 파랑 내습시의 케이는에 대한 작용외력을 비교하면 본 발명의 실시예1의 케이는 방파제의 작용 효과를 확인할 수 있다.

[84] 도 6 및 도 7에서 화살표의 크기는 작용외력과 케이는의 저항력의 크기를 의미한다.

[85] 기존 케이는 방파제의 경우, 설계 파랑 내습시에는 설계 파고(예: 8.0m)에서 저항할 수 있으나, 설계 파고 이상의 높은 파고(예: 12.5m)를 갖는 이상 파랑 내습시에는 이상 파랑에 의해 설계 저항력을 초과하여 받는 추가하중에 의해 슬라이딩 파괴가 발생하게 된다.

[86] 하지만, 본 발명의 실시예1의 케이는 방파제(1a)의 경우, 케이는 장대화 효과에 의한 파력의 평활화 작용에 의해 설계 작용 파고가 설계 파고에 비해 감소하게 됨으로써 설계 외력에 여유 안전율이 확보되며, 이에 따라 설계 파고 이상의 높은 파고(예: 12.5m)를 갖는 이상 파랑 내습 시에도 슬라이딩에 의한 파괴가 방지되어 방파제의 안정성이 확보된다.

[87] 즉, 기존의 케이는 방파제(10)와 동일한 설계 파고(예: 8.0m)에서 저항할 수 있도록 설계할 경우, 설계 파랑 내습시 설계 본 발명의 실시예1의 케이는 방파제에 작용하는 설계 파고는 설계 파고에 비해 낮은 파고(예: 5.1m)로서 작용하게 되므로, 여유 안전율 확보에 따른 방파제의 안정성이 보장된다.

[88] 참고로, 본 발명의 실시예1의 케이는 방파제(1a)의 장대화 효과를 감안하면, 기존의 케이는 방파제를 구성하는 단위 케이는(100a)을 하나의 장대한 케이슨으로 만들어 시공하면 쉽게 기존의 독립거동에 의한 방파제 파괴의 문제점이 쉽게 해결될 것 같지만, 이는 현재 기술로서는 구조적으로나 시공성에 있어서 한계로 인해 매우 어렵다.

[89] 즉, 단위 케이슨이 너무 길 경우(예: 100m)에는 구조적으로 휨 강성에 있어서 불리하여 보강이 필요하게 되고, 진수 및 인양 등 이동에 어려움이 따르게 되며, 중량의 한계로 인해 크레인 작업이 불가능하게 되는 등 구조적으로나 시공적인 측면에서 길이가 긴 장대 케이슨을 적용하는 데에는 현재로서는 기술적 한계가 있다.

[90] 특히, 단위 케이슨이 너무 길면 구조적으로 휨 강성에 있어서 불리하므로 이를

보강하는 과정에서는 경제적으로 많은 비용이 추가될 수밖에 없고, 중량 면에서도 중량의 증가로 인해 이동 및 설치 시공에 더욱 불리하게 작용할 수밖에 없어 현재의 기술 수준으로는 경제적 설계가 불가능하다.

- [91] 따라서, 본 발명의 실시예1의 케이슨 방파제(1a)는 구조적인 측면이나 시공적인 측면에서 경제적 설계가 가능하면서도 이상 파랑 내습시에 방파제의 안정성을 높일 수 있는 매우 유용한 발명인 것이다.

[92]

[93] **실시예2**

- [94] 이하 본 발명의 다른 실시예에 대해 첨부도면 도 14 내지 도 20을 참조하여 상세히 설명하면 다음과 같다.

- [95] 도 14는 본 발명의 실시예2에 따른 연파방지 케이슨 방파제를 이용한 방파제 실시 설계시의 평면 모식도이고, 도 15는 도 4의 "A"부를 나타낸 확대도이며, 도 16은 본 발명의 실시예2의 연파방지 인터록킹 케이슨의 구조를 보여주는 사시도이다.

- [96] 그리고, 도 17은 본 발명의 실시예2에 따른 연파방지 인터록킹 케이슨 방파제의 작용을 설명하는 개념도이고, 도 18 및 도 19는 본 발명의 실시예2의 연파방지 인터록킹 케이슨 방파제의 또 다른 효과인 장대화에 따른 파력의 평활화 효과를 기존 일반 케이슨 방파제와 비교하여 나타낸 참고도이며, 도 20은 본 발명의 실시예2의 연파방지 인터록킹 케이슨 방파제 시공 과정을 나타낸 흐름도이다.

- [97] 이들 도면 중 도 15를 참조하면, 본 발명의 실시예2의 케이슨 방파제(1b)는, 상자형 단위 케이슨 들을 일렬로 거치하여 구성되는 것에 있어서, 상기 단위 케이슨(100b)의 전면에 주입사 파향에 대해 가상법선 효과를 제공하여 연파 발생이 방지될 수 있도록 하는 경사부를 두게 된다.

- [98] 이때, 상기 단위 케이슨(100b)의 전면에 형성되는 경사부는 케이슨 방파제의 설계 법선 방향(방파제 길이 방향)에 대해 임의의 각도로 경사지게 설치되며, 상기 경사부의 경사각(β)은 방파제 시공 방향 및 주 입사 파향을 고려하여 결정하게 된다.

- [99] 그리고, 상기 단위 케이슨(100b)의 경사부 후방측에는 인접하는 단위 케이슨(100b) 측면부 간의 기하학적 형합에 의해 전체 단위 케이슨이 일체 거동하도록 상기 단위 케이슨(100b)의 양측면을 따라 적어도 하나 이상의 절곡부가 구비된다.

- [100] 본 발명의 실시예2의 케이슨 방파제(1b) 역시, 단위 케이슨(100b)을 인터록킹하는 별도의 인터록킹 장치나 시설을 두지않고 오직 단위 케이슨(100b)의 서로 접하는 측면부의 기하학적 프로파일(profile)의 변화만으로 단위 케이슨(100b) 상호간의 인터록킹이 이루어지도록 하는데 기술적 특징이 있다.

- [101] 이와 같이 구성된 본 발명의 실시예2의 연파 발생 방지 케이슨 방파제(1b)의 시공 과정 및 작용은 다음과 같다.

- [102] 먼저, 시공과정에 대해 살펴보면, 인터록킹 및 연파 발생 방지 구조를 갖는 본 발명의 실시예2에 따른 단위 케이슨(100b)을 육상에서 제작한다. 이때, 상기 단위 케이슨 전면 경사부의 경사각은 방파제 실제 시공 방향 및 주 입사 파향을 고려하여 연파가 발생하지 않는 범위 내에서 결정된다.
- [103] 다음, 제작 완료된 단위 케이슨(100b)을 진수하여 물에 띄우게 된다. 그리고 진수된 단위 케이슨(100b)을 방파제 시공 위치로 인양하게 된다.
- [104] 시공 위치로 인양한 다음에는 단위 케이슨(100b)을 순차적으로 시공 위치에 가라앉혀 거치한다. 이때, 인접하는 단위 케이슨(100b) 간에 기하학적으로 서로 맞물려 인터록킹이 이루어지도록 거치한다.
- [105] 단위 케이슨(100b) 들의 거치 완료 후에는 좌우 양단부의 단위 케이슨(100b)에 대한 고정작업을 수행하여 본 발명의 실시예2의 케이슨 방파제(1b) 시공을 완료하게 된다.
- [106] 한편, 상기와 같이 시공되는 본 발명의 실시예2의 케이슨 방파제(1b)의 작용은 다음과 같다.
- [107] 본 발명의 실시예2에 따른 구조의 케이슨 방파제(1b)는 실시 설계시에 전술한 연파가 발생하지 않도록 주입사 파향에 대해 직각으로 방파제를 배치하지 않으면서도 입출항 선박(2)에 대해 횡파 영향이 없도록 할 수 있다.
- [108] 즉, 기존의 방파제 실시 설계시에는 주입사 파향에 대해 직각으로 방파제를 세우고자 할 때 그 위치의 수심이 너무 깊거나, 정온을 위해서 방파제의 길이를 연장시켜야 하는 등 경제적·기술적으로 어려움이 있을 때, 방파제를 주입사 파향에 대해 경사지게 설계 시공할 수밖에 없고, 이로 인해 연파의 발생 현상이 발생할 수 있으나, 본 발명의 실시예2는 방파제를 주입사 파향에 대해 경사지게 설계 시공하면서도 연파 발생을 효과적으로 방지할 수 있게 된다.
- [109] 예컨대, 도 14를 참조하면, 본 발명의 실시예2에 따른 케이슨 방파제(1b)는 단위 케이슨(100b) 전면에 경사부가 형성되어 있어, 대안 설계 방파제 법선에 대해 경사지게 입사되는 입사파에 대해 대안설계 가상법선 위치에 방파제를 설치한 것처럼 작용하게 됨으로써 연파 발생을 방지하게 된다.
- [110] 특히, 도 17에 도시한 바와 같이, 기존의 경우라면 방파제와 입사파의 사이각(α)이 $20^\circ < \alpha < 45^\circ$ 범위 내의 조건으로 파랑이 경사 입사할 경우에 반사파 및 연파가 발생하게 되지만, 동일한 파랑의 입사 조건이라면 본 발명의 실시예2의 케이슨 방파제(1b)에서는 단위 케이슨(100b) 전면 방파제 대안설계 법선에 대해 20° 의 기울기를 갖는 경사부가 형성되면 입사파의 각도가 $45^\circ < \alpha < 70^\circ$ 가 되는 셈이므로 연파가 발생하지 않게 된다.
- [111] 즉, 본 발명의 실시예2의 단위 케이슨(1b) 전면의 경사부는 방파제 전면 법선을 입사 파랑 방향으로 꺾어서 파의 입사각을 키워주는 효과를 가져다주게 되는 것으로서, 이로 인해 연파 발생이 방지되면 입출항 선박(2)에 대한 횡파 영향이 방지되어 선박의 안전 통항이 보장된다.
- [112] 또한, 항만 가동률 및 수심에 따른 공사비를 감안하여 항 입구를 좁힐 수 있고

수심이 얇은 곳에 설치하는 대신 연파 발생의 우려가 있는 경우에도 본 발명의 실시예2의 케이슨 방파제(1b)는 파의 입사각을 키워 연파 발생을 방지하게 되므로 경제적인 설계가 가능해지게 된다.

[113] 이상에서와 같이, 본 발명의 실시예2에 따른 케이슨 방파제는 항만 가동률을 높임과 더불어 공사비를 절감할 수 있도록 수심이 낮은 곳에 방파제의 실제 설계 시공이 이루어지도록 하면서도, 주입사파에 대해 직각으로 방파제를 설계 시공했을 때와 마찬가지로 연파 발생이 방지되는 효과를 제공함으로써, 방파제의 경제적인 설계 및 시공이 가능토록 작용하게 된다.

[114] 한편, 본 발명의 실시예2에 따른 케이슨 방파제는, 연파 발생 방지 효과 이외에, 단위 케이슨(100b) 측면부의 기하학적 맞물림에 의한 장대화 효과를 통해 파과 감소(즉, 평활화 효과)에 의해 설계 외력에 여유 안전율을 확보하게 되며, 이에 따라 이상 파랑 내습 시에도 슬라이딩 파괴를 방지하는 등 방파제의 안정성을 높일 수 있게 된다.

[115] 즉, 본 발명의 실시예2에 따르면, 연파 발생 방지와 더불어 단위 케이슨(100b)의 기하학적인 맞물림에 의한 일체 거동을 통한 장대화 효과를 통해 케이슨 방파제(1b)의 안정성을 한층 높일 수 있게 되는 것이다.

[116] 도 18 및 도 19는 본 발명의 실시예2에 따른 케이슨 방파제(1b)의 장대화에 따른 파력의 평활화 효과를 기존 케이슨 방파제(10)와 비교하여 나타낸 것으로서, 도 18 및 도 19를 통해 설계 파랑 내습시의 케이슨에 대한 작용외력과 이상 파랑 내습시의 케이슨에 대한 작용외력을 비교하면 본 발명의 실시예2에 따른 케이슨 방파제(1b)의 작용 효과를 확인할 수 있다.

[117] 기존 케이슨 방파제(10)의 경우, 설계 파랑 내습시에는 설계 파고(예: 8.0m)에서 저항할 수 있으나, 설계 파고 이상의 높은 파고(예: 12.5m)를 갖는 이상 파랑 내습시에는 이상 파랑에 의해 설계 저항력을 초과하여 받는 추가하중에 의해 단위 케이슨(100)의 슬라이딩 파괴가 발생하게 된다.

[118] 하지만, 본 발명의 실시예2의 케이슨 방파제(1b)의 경우, 전술한 본 발명의 실시예1의 케이슨 방파제와 마찬가지로 케이슨 장대화 효과에 의한 파력의 평활화 작용에 의해 실제 작용 파고가 설계 파고에 비해 감소하게 됨으로써 설계 외력에 여유 안전율이 확보되며, 이에 따라 설계 파고 이상의 높은 파고(예: 12.5m)를 갖는 이상 파랑 내습 시에도 슬라이딩 파괴가 방지되어 방파제의 안정성이 확보된다.

[119] 즉, 기존의 케이슨 방파제(10)와 동일한 설계 파고(예: 8.0m)에서 저항할 수 있도록 설계할 경우, 설계 파랑 내습시 실제 본 발명의 실시예2의 케이슨 방파제(1b)에 작용하는 실제 파고는 설계 파고에 비해 낮은 파고(예: 5.1m)로서 작용하게 되므로, 여유 안전율 확보에 따른 방파제의 안정성이 한층 더 보장된다.

[120] 그리고, 본 발명의 실시예2의 연파방지 인터록킹 케이슨 방파제에 있어서, 단위 케이슨의 인터록킹을 위한 기하학적 형태는 여러가지 다양한 형태로의 변형이

가능함은 물론이다(도 9의 (A) 내지 (E) 및, 도 10의 (A) 및 (B) 참조).

[121]

[122] 한편, 본 발명은 상기한 실시예들로 한정되지 아니하며, 본 발명의 기술사상의 범주를 벗어나지 않는 한, 여러 가지 다양한 형태로 변경 및 수정 가능함은 물론이다.

[123] 따라서, 본 발명의 권리는 위에서 설명된 실시예들로 한정되지 않고 청구범위에 기재된 바에 의해 정의되며, 본 발명의 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 청구범위에 기재된 기술사상의 범위 내에서 다양한 변형과 개작을 할 수 있다는 것은 자명하다.

산업상 이용가능성

[124] 본 발명의 실시예1에 따른 케이슨 방파제는, 방파제를 구성하는 각각의 단위 케이슨이 인터록킹(interlocking) 효과에 의해 일체 거동하도록 하여 케이슨의 장대화 효과를 통한 파력의 평활화 작용에 의해 실제 각 단위 케이슨에 작용하는 파력을 감소시킴으로써 이상 파랑 등의 내습 시에도 케이슨 방파제의 안정성을 높일 수 있도록 함으로써, 항구·계류장(繫留場)·계류갑문 등 파도로 인해 피해를 입을 수 있는 곳에 효과적으로 적용할 수 있으므로 산업상 이용가능성이 매우 높다.

[125] 그리고, 본 발명의 실시예2에 따른 연파방지 인터록킹 케이슨 방파제는 주 입사파향에 대해 직각 배치를 하지 않더라도 연파 발생을 방지할 수 있으므로, 수심이 낮은 곳에 시공하여 경제적 시공이 가능하며, 항 입구를 좁힐 수 있는 곳에 시공하여 항만 가동률을 높일 수도 있으며, 실시예1에서와 마찬가지로 방파제를 구성하는 단위 케이슨 간의 기하학적 맞물림에 의한 케이슨 장대화 효과를 통해 설계 외력에 여유 안전율을 확보하여 방파제의 안정성을 높일 수 있도록 하는 등, 경제적이면서도 설계 시공이 보다 자유로운 케이슨 방파제를 제공할 수 있으므로, 산업상 이용 가능성이 매우 높은 발명이다.

청구범위

[청구항 1] 단위 케이스들을 일렬로 배치하여 구성되는 케이스 방파제에 있어서;

상기 케이스 방파제는, 상기 단위 케이스들 측면부의 기하학적 맞물림에 의해 일체 거동하도록 인터록킹되어, 상기 케이스 방파제에 작용하는 단위 폭당 파력이 감소될 수 있도록 한 것임을 특징으로 하는 케이스 방파제.

[청구항 2] 제 1 항에 있어서,

상기 단위 케이스들 측면부의 기하학적 맞물림은, 서로 접하는 단위 케이스의 측면부를 따라 적어도 하나 이상 구비되는 절곡부에 의해 이루어짐을 특징으로 하는 케이스 방파제.

[청구항 3] 제 1 항에 있어서,

상기 단위 케이스들 측면부의 기하학적 맞물림은, 서로 접하는 단위 케이스의 측면부를 따라 적어도 하나 이상 구비되는 원호형 만곡부에 의해 이루어짐을 특징으로 하는 케이스 방파제.

[청구항 4]

청구항 1 내지 청구항 3 중 어느 한 항에 따른 인터록킹이 가능한 구조의 단위 케이스를 육상에서 제작하는 단계와; 케이스 방파제 시공 위치로 인양하는 단계와; 단위 케이스를 순차적으로 시공 위치에 배치하되, 인접하는 단위 케이스 간에 기하학적으로 서로 맞물려 인터록킹이 이루어지도록 하는 단계와;

방파제를 구성하는 좌우 양단부의 단위 케이스에 대한 고정작업을 수행하는 단계를 포함하여 구성됨을 특징으로 하는 케이스 방파제 시공방법.

[청구항 5] 단위 케이스들을 일렬로 배치하여 구성되는 케이스 방파제에

있어서;

상기 케이스 방파제는, 상기 단위 케이스들이 측면부의 기하학적 맞물림에 의해 일체 거동하도록 인터록킹되어, 상기 케이스 방파제에 작용하는 단위 폭당 파력이 감소될 수 있도록 함과 아울러,

상기 단위 케이스의 전면에 주입사 파향에 대해 가상법선 효과를 제공하여 연파 발생이 방지될 수 있도록 하는 경사부를 둔 것임을 특징으로 하는 케이스 방파제.

[청구항 6] 제 5 항에 있어서,

상기 경사부의 경사각은 방파제 실제 시공 방향 및 주 입사 파향을 고려하여 연파가 발생하지 않는 범위 내에서 결정됨을 특징으로

[청구항 7]

하는 케이스 방파제.
 제 5 항에 있어서,
 상기 단위 케이스들 측면부의 기하학적 맞물림은, 서로 접하는
 단위 케이스의 측면부를 따라 적어도 하나 이상 구비 되는
 절곡부에 의해 이루어짐을 특징으로 하는 케이스 방파제.

[청구항 8]

제 1 항에 있어서,
 상기 단위 케이스들 측면부의 기하학적 맞물림은, 서로 접하는
 단위 케이스의 측면부를 따라 적어도 하나 이상 구비 되는 원호형
 만곡부에 의해 이루어짐을 특징으로 하는 케이스 방파제.

[청구항 9]

청구항 5 내지 청구항 8 중 어느 한 항에 따른 인터록킹이 가능한
 구조의 단위 케이스를 육상에서 제작하는 단계와;
 제작 완료된 단위 케이스를 진수(進水)하는 단계와;
 케이스 방파제 시공 위치로 인양하는 단계와;
 단위 케이스를 순차적으로 시공 위치에 거치하되, 인접하는 단위
 케이스 간에 기하학적으로 서로 맞물려 인터록킹이 이루어지도록
 하는 단계와;
 방파제를 구성하는 좌우 양단부의 단위 케이스에 대한 고정작업을
 수행하는 단계;를 포함하여 구성됨을 특징으로 하는 케이스
 방파제 시공방법.