(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2010-0097915
(43) 공개일자 2010년09월06일

(51) Int. Cl.
G01M 1/08 (2006.01) *G01B 5/30* (2006.01)
G01B 21/32 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2009-0016797
(22) 출원일자 2009년02월27일
심사청구일자 2009년02월27일

(71) 출원인
부경대학교 산학협력단
부산 남구 용당동 산 100번지 부경대학교내
(72) 발명자
김정태
부산 남구 용호2동 동일아파트 1동 703호
박재형
부산광역시 북구 만덕3동
이소영
부산광역시 해운대구 반여4동 일동아파트 103동 1003호

전체 청구항 수 : 총 2 항

(54) 항만케이슨의 안전성 평가를 위한 2단계 가속도 탐사기술

(57) 요 약

(가) 기술분야

본 발명은 항만케이슨 구조물에 대하여 신속하며 비용 효율적으로 안전성 평가를 수행하기 위해 제안된 진동응답 모니터링 시스템이다.

(나) 해결하고자 하는 과제

현재 항만구조물의 안전성평가 기술인 외관조사 방법은 눈에 보이지 않는 손상을 찾기 힘들고, 비파괴검사는 많은 시간과 인력을 필요로 한다. 특히 많은 동일한 구조체의 연속적인 배열로 이루어진 항만케이슨 구조물(방파제 또는 안벽)의 경우 구조물 안전성 평가를 위하여 많은 시간 및 비용 소모된다는 단점을 가지고 있다. 본 발명은 이러한 문제점을 해결하고자 한다.

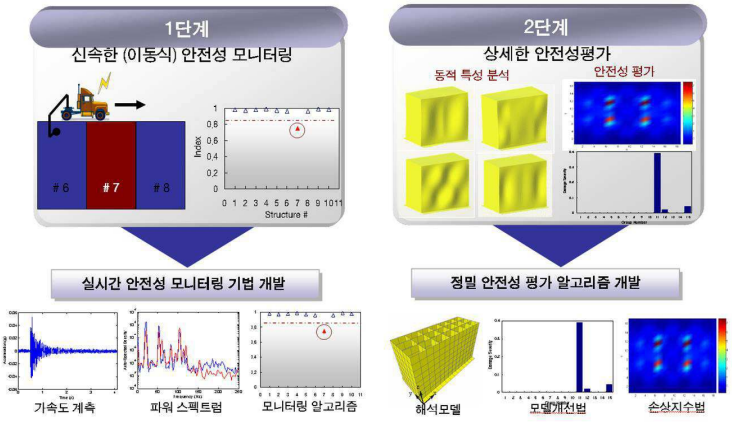
(다) 과제의 해결수단

각각의 항만 케이슨 구조체에 대하여 개별적으로 정밀안전진단을 수행하는 기존의 안전성평가 기법 대신 안전진단의 단계를 두 단계로 세분화하였다. 첫 번째 단계에서는 이동식 계측시스템을 통하여 구조체의 이상상태를 신속하게 판단한다. 그리고 첫 번째 계측결과를 바탕으로 선정된 안전성의 여부가 의심되는 구조물에 한하여 정밀안전진단을 수행한다.

(라) 효과

안전성 평가를 위한 계측 체계를 세분화하여 구조물의 안전성의 여부가 의심되는 경우에 한하여 정밀안전진단을 수행함에 따라 안전성 평가에 소요되는 시간, 인력 및 비용을 줄일 수 있다.

대 표 도 - 도4



특허청구의 범위

청구항 1

1 단계의 구조체 안전성 여부 점검을 통해 정밀진단대상구조물을 선정하는 것

청구항 2

이동식 계측 장치를 이용한 동일 위치의 계측 및 가진의 적용

명 세 서

발명의 상세한 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 항만케이슨의 안전성 평가를 위한 새로운 모니터링 체계로써, 항만케이슨 구조물에 대하여 신속하며 비용효율적으로 안전성 평가를 수행하기 위해 제안된 진동응답 모니터링 시스템이다.

배 경 기 술

[0002] 현재, 국내에서 노후 구조물의 안전성 평가에 대한 연구가 진행 중에 있으며, 안전성 평가 방법으로 비파괴 검사가 각광을 받고 있으나, 외국기술에 대한 의존도가 상당히 높다. 특히 해양환경의 열악한 환경에서의 노후 구조물의 안전성 평가기법에 대한 연구는 미미한 상태이다. 또한 비파괴 검사에 대한 신뢰성과 결과의 정량적 분석은 구조물의 현재 상태 및 향후 성능평가에 상당히 중요하지만 이에 대한 합리적인 기준이 미흡한 실정이다. 최근 유체-구조물-지반계의 모형화를 통한 케이슨의 거동 분석에 관한 연구가 이루어지고 있으며, 국내의 몇몇 연구자에 의해 항만구조물에 대한 안전성 평가와 기능제고를 위한 공법 등에 대해 연구가 수행되었으나 실무에 직접적으로 적용할 수 있는 수준의 규정은 미비한 실정이다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0003] 우리나라는 수출입화물의 99% 이상을 항만을 이용하여 처리하고 있으며, 2002년 기준으로 항만과 관련된 물류비용은 약 20조 원으로 전체물류비용의 27%를 차지할 정도로 항만의 역할이 중요하다. 그러나 현재 우리나라는 항만시설의 25% 이상이 1960 ~ 1970년대에 건설된 것으로서 항만여건변화에 대한 대처능력이 부족하고 기능저하가 심각한 상태이다. 또한, 일부 항만에서는 항만기능이 도시기능과 상충되어 항만과 도시 간 상호 역효과를 초래하고 있는 실정이다. 이에 따라 새로운 항만의 건설뿐만 아니라 기존 항만의 리모델링 사업 또한 진행 중에 있다.

[0004] 한편, 각 나라의 건설투자비용 중 유지관리투자의 비중은 도 1과 같다. 도 1에서 보는 것과 같이 이탈리아의 유지관리투자 비중은 57%를 차지하는데 반해 우리나라의 유지관리투자 비중은 8%에 그치고 있다. 성수대교 붕괴 이후 지속적인 증가를 보이고 있지만 유지관리투자비중을 높일 필요성이 있다. 그리고 도 2와 같이 미국의 유지관리 관련 기술시장의 분석 결과에 따르면, 항만구조물의 유지관련 기술 시장은 육상구조물과 무선센서 기술의 시장에 비해 시장규모가 작지만 시장의 빠른 발전속도를 보인다.

[0005] 현재 우리나라 항만구조물의 유지관리 지침에 따르면, 항만구조물의 안전성은 크게 외관조사 및 비파괴검사와 같은 두 가지 방법을 통해 평가되며 도 2와 같이 몇 가지 검사 및 장비를 통하여 주기적으로 안전진단을 수행한다. 그러나 수중조사 및 수준측량과 같은 외관조사를 통하여 안전점검을 수행할 때, 과도한 손상까지 진행되어야 식별 가능한 경우가 많아서 손상 발견 시 구조물의 보강에 많은 비용이 소요되거나 이미 보강의 시기를 놓치는 경우가 발생할 수 있다. 그리고 철근탐사시험 및 코어물성시험과 같은 비파괴검사의 경우, 주기적으로 점검을 하도록 규정되어있으나 검사기준이 모호하여 안전진단을 제대로 수행하기 어렵다. 이에 따라 비파괴 검사기준의 수립을 위한 연구가 수행되고 있지만 항만케이슨의 경우 해수와 직접 접해 있거나 뒤채움에 의해 현

장조건에 제약이 존재하여 정밀한 안전진단이 어렵다. 이에 따라, 국내외에서 안전진단을 위해 개발된 손상모니터링 기술을 이용하여 안전진단을 수행할 수 있다. 그러나 기존의 손상모니터링 기술을 이용하여 안전진단을 수행할 경우, 많은 시간, 인력과 높은 비용이 소요된다.

[0006] 항만구조물의 손상은 도 3과 같이 크게 균열 및 파괴, 기초사석의 유실, 뒤채움사석의 유실로 구분할 수 있으며 그 외에 구조체의 활동 및 전도 등이 있으며 에이프론의 공동현상이 발생하기도 한다. 이러한 손상은 선박충돌, 초과상재하중, 태풍과 같은 극치외력, 파랑 및 조류에 의한 기초의 세굴, 선박 스크류 등에 의해 야기된다. 그러나 현재의 안전진단평가 지침에 따른 경우, 기초사석의 유실 또는 뒤채움사석의 유실과 같은 잠재적인 손상에 대해 예측하기 어렵다.

과제 해결수단

[0007] 본 발명에서는 새로운 안전진단 모니터링 시스템을 통하여 시간, 비용적인 측면에서 효율적인 안전진단 평가를 수행할 수 있도록 하였다. 두 단계로 이루어진 안전진단 모니터링 시스템을 도 4에 나타내었다.

[0008] - 1단계 : 이동식 계측 장치를 이용하여 가속도 계측, 진동응답 분석, FRRAC 또는 주파수응답함수를 이용한 상관계수와 같은 분석 지표를 이용한 신속한 구조체의 이상상태 판단

[0009] - 2단계 : 기존의 안전성 평가기법을 이용한 정밀안전진단

[0010] (해석모델을 이용한 모델개선법, 손상 지수법 등)

효 과

[0011] 안전성 평가를 위한 계측 체계를 세분화하여 구조물의 안전성의 여부가 의심되는 경우에 한하여 정밀안전진단을 수행함에 따라 안전성 평가에 소요되는 시간, 인력 및 비용을 줄일 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0012] - 1단계 : 항만구조물의 경우 동일한 재료를 이용하고 동일한 치수로 제작된 수 많은 구조물들이 연속해서 건설되어 있다. 이에 따라 각 구조물에 대한 진동특성은 손상이 발생되지 않았다면 모든 구조물이 동일하게 계측될 것이다. 이러한 관점에서 본 발명에서는 모든 항만구조물에 대한 개별적인 안전성 평가를 수행하는 것이 아니라 도 4의 1단계 그림에서와 같이 동일한 위치에 동일한 가진을 적용할 수 있는 장비를 이용하여 신속하게 항만구조물 전체에 대한 동적 특성을 평가한 후, 상대적으로 손상이 많이 발생된 구조물을 발견하는 단계이다. 동일한 위치와 동일한 가진을 적용할 수 있는 장비는 기본적으로 차량에 진동특정을 위한 가속도계 정확한 위치를 찾기 위한 GPS, 동일한 가진을 도입하기 위한 가진 해머가 탑재되어 있다. 동특성을 평가하는 방법으로는 고유진동수를 이용하는 방법, 주파수 응답함수의 상관계수를 이용하는 방법 등이 적용될 수 있다. 이와 같은 1단계에서 진단 실험을 의해 항만구조물의 안전진단을 위한 시간과 경비를 크게 절약할 수 있다.

[0013] - 2단계 : 2단계에서는 1단계에서 손상이 크게 발생 되었을 것으로 발견된 구조물들에 대하여 기존의 타 구조물에 많이 이용되는 안전성 평가기법을 이용한 정밀안전진단 단계이다. 2단계에서는 발견된 항만구조물에 여러 개의 센서를 부착하고 선박 등을 이용한 강제 진동실험을 실시한다. 강제 진동실험으로부터 획득된 신호로부터 고유진동수, 국부적인 모드형상을 추출하고, 추출된 정보를 이용하여 상세한 손상 위치와 정도를 판정하게 된다.

도면의 간단한 설명

[0014] 제 1도는 여러 나라의 건설투자비용 중 유지관리투자에 대한 비중

[0015] 제 2도는 기존의 항만구조물 안전성 평가 방법

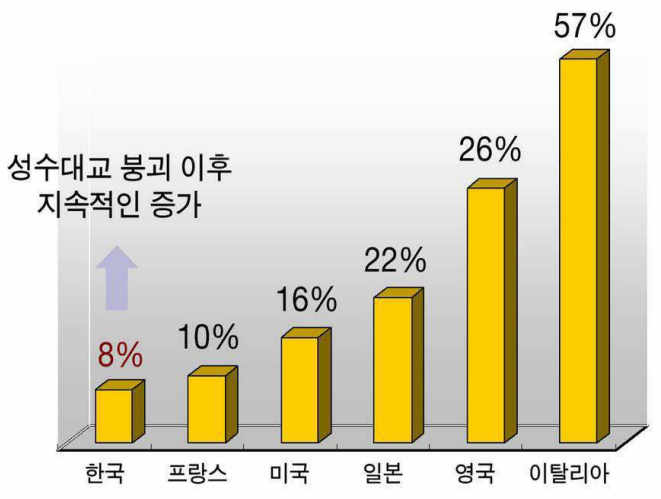
[0016] 제 3도는 항만케이슨의 주요 손상 유형

[0017] 제 4도는 2 단계 안전진단 계측 시스템

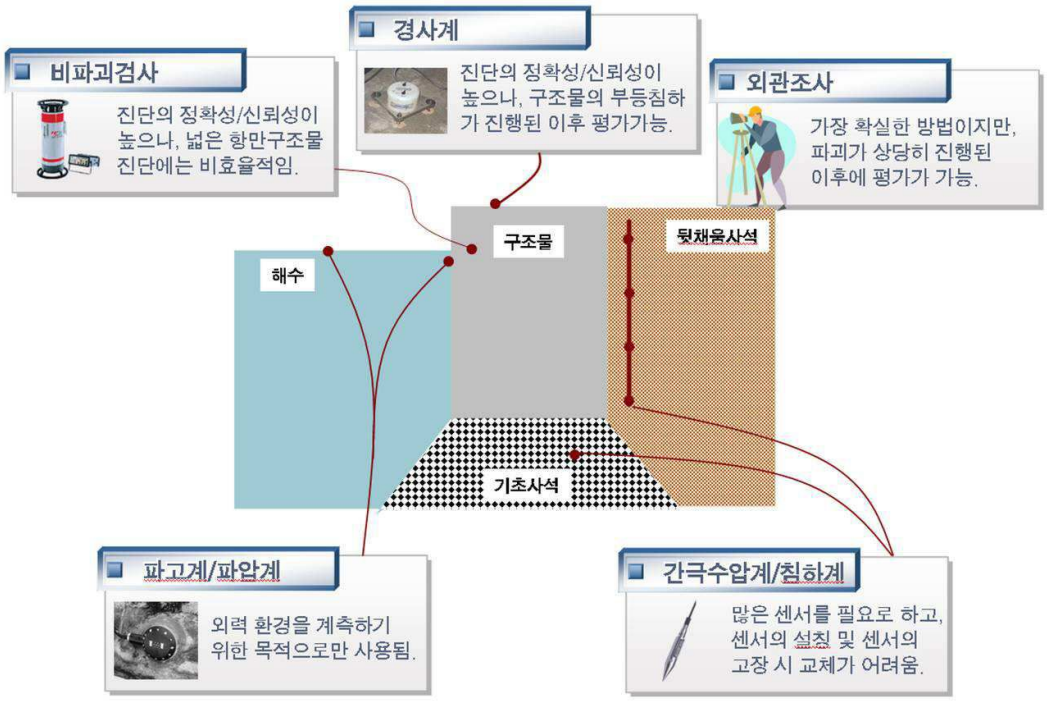
[0018] 제 5도는 이동식 계측 장치

도면

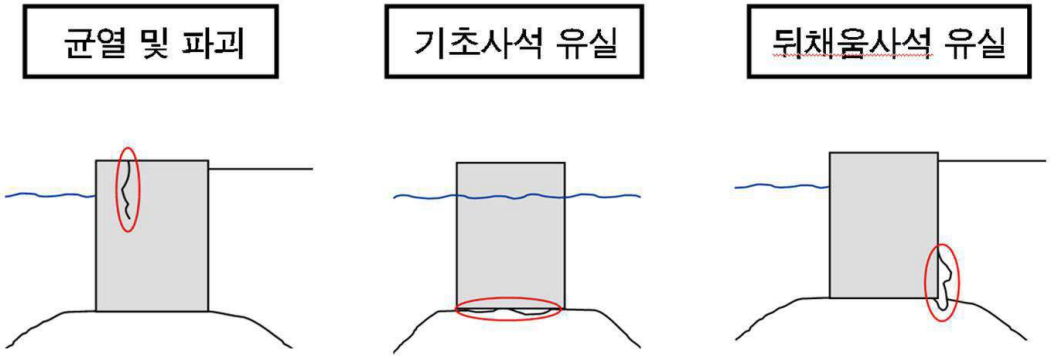
도면1



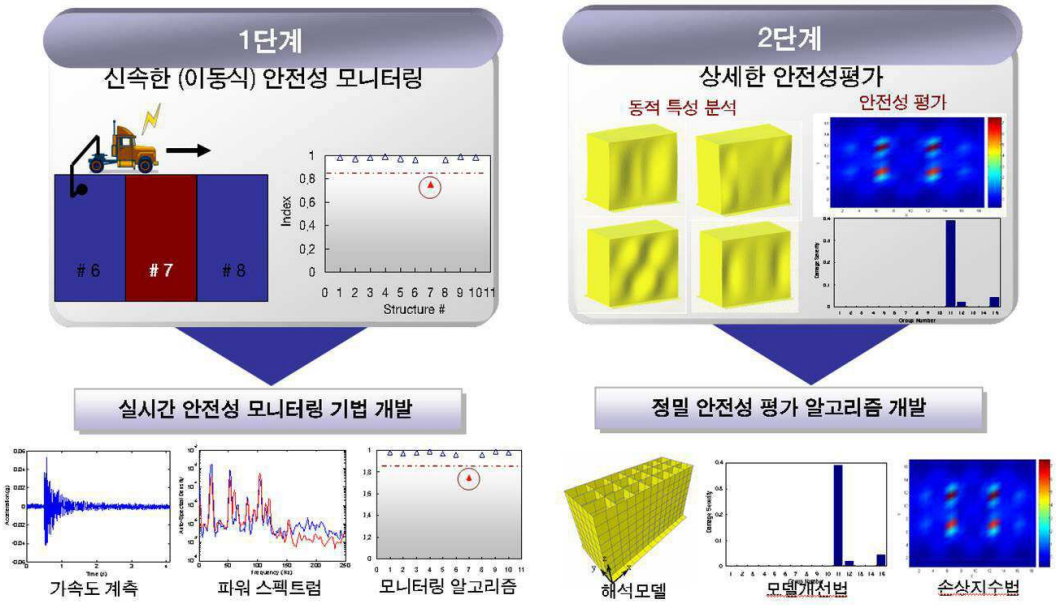
도면2



도면3


균열 및 파괴
기초사석 유실
뒤채움사석 유실

도면4


1단계
신속한 (이동식) 안전성 모니터링
6
7
8
Index
Structure #
실시간 안전성 모니터링 기법 개발
가속도 계측
파워 스펙트럼
모니터링 알고리즘
2단계
상세한 안전성평가
동적 특성 분석
안전성 평가
정밀 안전성 평가 알고리즘
해석모델
모델개선법
손상지수법

도면5

