



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년08월20일

(11) 등록번호 10-1546183

(24) 등록일자 2015년08월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G06F 19/00 (2011.01) E01D 19/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2014-0045403

(22) 출원일자 2014년04월16일

심사청구일자 2014년04월16일

(56) 선행기술조사문헌

대한토목학회논문집 제33권 제1호

한국공공학회논문집

KR101201244 B1

KR100917659 B1

(73) 특허권자

세종대학교산학협력단

서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)

(72) 발명자

이종재

서울특별시 광진구 능동로 209, 충무관 710호 (군자동)

박영수

서울특별시 광진구 능동로 209, 충무관 710A호 (군자동)

김세훈

서울특별시 광진구 능동로 209, 충무관 710A호 (군자동)

(74) 대리인

유병옥, 한승범, 홍성욱, 심경식

전체 청구항 수 : 총 8 항

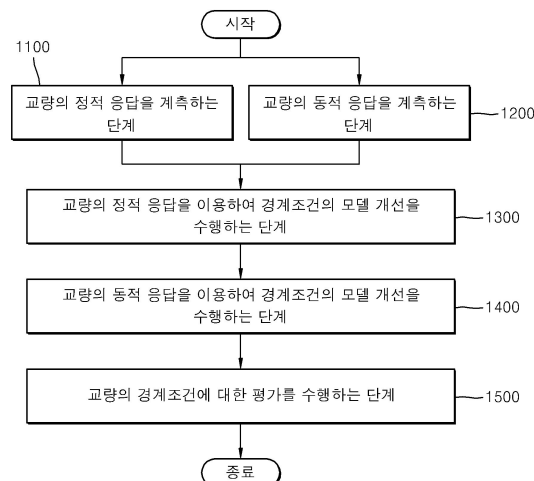
심사관 : 구대성

(54) 발명의 명칭 교량 경계 조건 평가 방법 및 그 방법을 수행하기 위한 프로그램이 기록된 기록매체

(57) 요약

본 발명의 일 실시예에 따른 교량 경계 조건 평가 방법은, 교량의 정적 응답을 계측하는 단계; 상기 교량의 동적 응답을 계측하는 단계; 상기 교량의 정적 응답을 이용하여 교량 경계조건의 모델 개선을 수행하는 단계; 상기 교량의 동적 응답을 이용하여 교량 경계조건의 모델 개선을 수행하는 단계; 및 상기 교량 경계조건에 대한 평가를 수행하는 단계;를 포함할 수 있다. 상기 단계와 같이 교량의 정적 응답과 동적 응답을 이용함으로써 교량의 받침과 신축이음을 포함하는 교량 경계 조건의 정량적인 상태를 평가할 수 있으며, 평가 결과의 신뢰성을 높일 수 있다.

대표도 - 도2



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1615006452

부처명 국토교통부

연구관리전문기관 국토교통과학기술진흥원

연구사업명 건설기술연구

연구과제명 하중/구조응답의 출력관계에 기반한 교량 성능평가기술 개발

기 여 율 1/1

주관기관 세종대학교 산학협력단

연구기간 2013.06.01 ~ 2014.05.31

명세서

청구범위

청구항 1

교량의 정적 응답을 예측하는 단계;

상기 교량의 동적 응답을 예측하는 단계;

상기 교량의 정적 응답을 이용하여 교량 경계 조건의 모델 개선을 수행하는 단계;

상기 교량의 동적 응답을 이용하여 교량 경계 조건의 모델 개선을 수행하는 단계; 및

상기 교량 경계 조건에 대한 평가를 수행하는 단계;를 포함하며,

상기 교량의 정적 응답을 예측하는 단계에서는,

상기 교량의 변위 및 회전변위를 예측하고, 상기 회전변위의 하한 및 상한 경계값을 추정하는 것을 특징으로 하는 교량 경계 조건 평가 방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 교량의 정적 응답을 이용하여 교량 경계 조건의 모델 개선을 수행하는 단계에서는,

상기 교량의 정적 응답을 이용하여 초기 경계 조건 모델을 개선한 1차 개선모델을 얻는 것을 특징으로 하는 교량 경계 조건 평가 방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 교량의 동적 응답을 예측하는 단계에서는,

상기 교량에 가해지는 외부 하중이 없는 상태에서 상기 교량에 가해지는 상시 진동 하중에 의한 응답을 예측하는 것을 특징으로 하는 교량 경계 조건 평가 방법.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 교량의 동적 응답을 이용하여 교량 경계 조건의 모델 개선을 수행하는 단계에서는,

상기 교량의 정적 응답을 이용하여 교량 경계 조건의 모델 개선을 수행하는 단계에서 개선된 상기 1차 개선모델을 상기 교량의 동적 응답에 의해 개선하여 2차 개선모델을 얻는 것을 특징으로 하는 교량 경계 조건 평가 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 교량의 동적 응답을 이용하여 교량 경계 조건의 모델 개선을 수행하는 단계에서는 상기 교량의 고유진동수 및 상기 교량의 진동모드를 이용하는 것을 특징으로 하는 교량 경계 조건 평가 방법.

청구항 7

제1항 및 제3항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 교량의 정적 응답을 이용하여 교량 경계 조건의 모델 개선을 수행하는 단계 또는 상기 교량의 동적 응답을 이용하여 교량 경계 조건의 모델 개선을 수행하는 단계 중 적어도 하나에서는 상기 교량 경계 조건의 노후화 또는 손상을 반영하여 모델을 개선하는 것을 특징으로 하는 교량 경계 조건 평가 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 교량 경계 조건은 교량 받침 또는 교량 신축이음 중 적어도 하나인 것을 특징으로 하는 교량 경계 조건 평가 방법.

청구항 9

제7항에 기재된 방법을 수행하기 위한 프로그램이 기록된 컴퓨터 판독 가능한 기록매체.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 교량의 받침과 신축이음의 안전성을 평가하는 교량 경계 조건 평가 방법 및 그 방법을 수행하기 위한 프로그램이 기록된 기록매체에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 교량의 건전도 및 안전상태를 진단하기 위하여 교량 내하력 산정이 실시되는데, 교량의 내하력을 평가하기 위해 수행하는 종래 재하실험은 많은 문제점을 내포하고 있다.

[0003] 일반적으로 현재 수행되고 있는 재하실험은 교량에 설치된 센서를 통해 교량의 변형률과 처짐과 같은 단순한 응답들을 획득하여 실시되는데, 이러한 응답들을 이용하여 교량의 모든 거동을 표현하기에는 한계가 있다. 따라서, 지점부의 거동과 같이 측정하기 힘든 구조적 특성을 파악하거나 구조물의 전체적 거동을 파악하기 위해서는 수많은 센서를 설치해야 하며 이는 실험에 많은 비용과 시간이 소요될 뿐만 아니라 현실적으로 어려운 문제가 있다.

[0004] 특히, 교량의 상판을 지지하는 받침(bearing) 또는 교량의 상판을 다수개 연결하는 신축이음(expansion joint)의 상태 평가는 육안으로 이루어지기 때문에 정량적인 평가가 어렵다는 한계가 있다. 또한, 교량의 받침 및 신축이음의 상태를 평가하는 기존의 기술은 교량을 통행하는 차량의 통행 차단이 필요하기 때문에 사회적 비용이 발생하며 평가에 오랜 시간이 소요되는 불편함도 있으며, 접근이 어려운 교량 받침에 대한 평가가 쉽지 않은 문제가 있다.

[0005] 한편, 상시 진동 계측 및 유한요소모델개선을 통한 기존의 내하력 평가방법은 통행교통 차단을 요구하지 않으므로 유리하지만, 교량 받침과 신축이음의 상태를 평가하기에는 여전히 한계가 있다.

[0006] 따라서, 본 출원인은 위와 같은 종래기술의 문제점을 해결하기 위해 본 발명을 제안하게 되었으며, 종래기술과 관련된 참고문헌으로는 대한민국등록실용신안 제20-0443932호의 "교량 상판 신축이음 안전진단장치"가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0007] 본 발명은 정적 응답을 이용하여 교량 경계 조건의 해석 모델을 개선할 수 있는 교량 경계 조건 평가 방법 및 그 방법을 수행하기 위한 프로그램이 기록된 기록매체를 제공한다.
- [0008] 본 발명은 교량 경계 조건에 대한 정량적인 상태 평가가 가능하고 평가 결과 신뢰도를 향상시킬 수 있는 교량 경계 조건 평가 방법 및 그 방법을 수행하기 위한 프로그램이 기록된 기록매체를 제공한다.

과제의 해결 수단

- [0009] 상기한 과제를 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 교량 경계 조건 평가 방법은, 교량의 정적 응답을 계측하는 단계; 상기 교량의 동적 응답을 계측하는 단계; 상기 교량의 정적 응답을 이용하여 교량 경계조건의 모델 개선을 수행하는 단계; 상기 교량의 동적 응답을 이용하여 교량 경계조건의 모델 개선을 수행하는 단계; 및 상기 교량 경계조건에 대한 평가를 수행하는 단계;를 포함할 수 있다.
- [0010] 상기와 같이 교량의 정적 응답과 동적 응답을 이용함으로써 교량의 받침과 신축이음을 포함하는 교량 경계 조건의 정량적인 상태를 평가할 수 있으며, 평가 결과의 신뢰성을 높일 수 있다.
- [0011] 상기 교량의 정적 응답을 계측하는 단계에서는, 상기 교량의 변위 및 회전변위를 계측하고, 상기 회전변위의 하한 및 상한 경계값을 추정할 수 있다.
- [0012] 상기 교량의 정적 응답을 이용하여 교량 경계조건의 모델 개선을 수행하는 단계에서는, 상기 교량의 정적 응답을 이용하여 초기 경계조건 모델을 개선한 1차 개선모델을 얻을 수 있다.
- [0013] 상기 교량의 동적 응답을 계측하는 단계에서는, 상기 교량에 가해지는 외부 하중이 없는 상태에서 상기 교량에 가해지는 상시 진동 하중에 의한 응답을 계측할 수 있다.
- [0014] 상기 교량의 동적 응답을 이용하여 교량 경계조건의 모델 개선을 수행하는 단계에서는, 상기 교량의 정적 응답을 이용하여 교량 경계조건의 모델 개선을 수행하는 단계에서 개선된 상기 1차 개선모델을 상기 교량의 동적 응답에 의해 개선하여 2차 개선모델을 얻을 수 있다.
- [0015] 상기 교량의 동적 응답을 이용하여 교량 경계조건의 모델 개선을 수행하는 단계에서는 상기 교량의 고유진동수 및 상기 교량의 진동모드를 이용할 수 있다.
- [0016] 상기 교량의 정적 응답을 이용하여 교량 경계조건의 모델 개선을 수행하는 단계 또는 상기 교량의 동적 응답을 이용하여 교량 경계조건의 모델 개선을 수행하는 단계 중 적어도 하나에서는 상기 교량 경계조건의 노후화 또는 손상을 반영하여 모델을 개선할 수 있다.
- [0017] 상기 교량 경계조건은 교량 받침 또는 교량 신축이음 중 적어도 하나이다.
- [0018] 본 발명은 교량 경계 조건 평가 방법을 수행하기 위한 프로그램이 기록된 기록매체를 제공할 수 있다.

발명의 효과

- [0019] 본 발명에 따른 교량 경계 조건 평가 방법은 동적 응답 뿐만 아니라 정적 응답을 이용함으로써 교량 경계 조건의 정량적인 상태를 평가할 수 있다.
- [0020] 본 발명에 따른 교량 경계 조건 평가 방법은 정적 응답을 이용하여 교량 경계 조건의 모델을 개선하기 때문에 교량 경계 조건 평가에 대한 신뢰성을 높일 수 있다.
- [0021] 본 발명에 따른 교량 경계 조건 평가 방법은 정적 응답과 동적 응답을 이용하여 교량 경계 조건 모델을 개선하기 때문에 교량의 실제 거동을 정확하게 반영한 해석 모델을 얻을 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0022] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 교량 경계 조건 평가 시스템을 도시한 도면이다.
- 도 2 내지 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 교량 경계 조건 평가 방법을 도시한 순서도이다.
- 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 교량 경계 조건 평가 방법을 이용하여 교량 경계 조건 모델을 개선하는 예를 설명하는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0023] 이하에서, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 실시예들을 상세하게 설명한다. 그러나, 본 발명이 실시예들에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 각 도면에 제시된 동일한 참조 부호는 동일한 부재를 나타낸다.
- [0024] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 교량 경계 조건 평가 시스템을 도시한 도면, 도 2 내지 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 교량 경계 조건 평가 방법을 도시한 순서도, 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 교량 경계 조건 평가 방법을 이용하여 교량 경계 조건 모델을 개선하는 예를 설명하는 도면이다.
- [0025] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 교량 경계 조건 평가 시스템(100)은 교량(101)의 하부를 지지하는 교량 받침(120), 교량(101)을 연결하는 교량 신축이음(110)의 안전성을 평가하는 시스템이다.
- [0026] 교량 받침(120)은 교량(101)의 상판을 지지하는 일종의 베어링과 유사한 부재로서 스프링과 유사한 특성을 가지는 부재이다. 교량 신축이음(110)은 다수개로 분할된 교량(101) 사이의 틈새를 메워주고 교량(101)을 연결하는 부재로서, 주로 고무재질 등으로 형성된다.
- [0027] 도 1에 도시된 바와 같이, 교량 받침(120) 및 교량 신축이음(110)은 복수개로 분할된 교량(101)을 서로 연결하는 부위에 설치된다. 따라서, 교량 받침(120) 및 교량 신축이음(110)을 교량 경계 조건이라고 할 수 있다. 교량 경계 조건에는 교량 받침 및 교량 신축이음 뿐만 아니라 다른 부재를 포함할 수도 있다. 이하에서는 교량 경계 조건에 교량 받침(120)과 교량 신축이음(110)이 포함되는 경우에 대해서 설명한다.
- [0028] 교량 경계 조건은 교량의 안전성에 영향을 주는 부분이므로 교량 경계 조건의 안전성 평가는 중요하다. 본 발명의 일 실시예에 따른 교량 경계 조건 평가 시스템(100)은 교량 경계 조건의 안전성을 평가하기 위해 교량(101)에 설치된 다수개의 가속도계(130)와 변위계(140)를 포함할 수 있다.
- [0029] 가속도계(130)는 교량(101)에 가해지는 상시 진동 하중에 의한 응답을 측정하기 위한 것이다. 여기서 상시 진동 하중은 교량(101)을 지나가는 차량, 바람 등 별도의 외력이 없는 상태에서 교량(101)에 발생하는 하중이며, 정적 응답을 발생시키는 재하 하중과는 구별되는 하중이라고 할 수 있다. 가속도계(130)는 교량(101)의 길이 방향을 따라서 다수개 설치되는 것이 바람직하다. 가속도계(130)를 통해서 측정되는 응답은 동적 응답이다. 즉, 가속도계(130)는 교량(101)의 동적 특성을 측정할 수 있다.
- [0030] 한편, 변위계(140)는 교량(101)에 가해지는 재하 하중에 의한 교량(101)의 처짐변위 및 회전변위를 측정한다. 변위계(140)는 교량(101)의 가운데 부분 또는 교량 경계 조건 위치에 설치되는 것이 바람직하다. 변위계(140)에 의해서 측정되는 응답은 정적 응답이다. 즉, 교량(101)의 정적 특성을 측정할 수 있다.
- [0031] 본 발명의 일 실시예에 따른 교량 경계 조건 평가 시스템(100)은 가속도계(130) 및 변위계(140)를 통해 각각 측정된 동적 응답과 정적 응답을 이용하여 교량 경계 조건 모델을 개선하고, 개선된 모델을 이용하여 교량 경계 조건의 상태를 평가하게 된다.
- [0032] 이하에서는 도 2 내지 도 4를 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 교량 경계 조건 평가 방법에 대해서 설명한다.
- [0033] 도 2를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 교량 경계 조건 평가 방법은, 교량(101)의 정적 응답을 측정하는 단계(1100); 상기 교량(101)의 동적 응답을 측정하는 단계(1200); 상기 교량(101)의 정적 응답을 이용하여 교량 경계조건의 모델 개선을 수행하는 단계(1300); 상기 교량(101)의 동적 응답을 이용하여 교량 경계조건의 모델 개선을 수행하는 단계(1400); 및 상기 교량 경계조건(110, 120)에 대한 평가를 수행하는 단계(1500);를 포함할 수 있다.
- [0034] 상기와 같이 교량(101)의 정적 응답과 동적 응답을 이용함으로써 교량(101)의 받침(120)과 신축이음(110)을 포함하는 교량 경계 조건의 정량적인 상태를 평가할 수 있으며, 평가 결과의 신뢰성을 높일 수 있다.
- [0035] 본 발명의 일 실시예에 따른 교량 경계 조건 평가 방법에서 교량(101)의 정적 응답을 측정하는 단계(1100)와 교량(101)의 동적 응답을 측정하는 단계(1200)는 둘 중 어느 하나가 먼저 수행되어도 무방하다. 왜냐하면, 교량(101)의 정적 응답을 측정하는 단계(1100)와 교량(101)의 동적 응답을 측정하는 단계(1200)는 각각 변위계(140)와 가속도계(130)를 사용하여 독자적으로 수행되기 때문에 어느 하나가 다른 하나 보다 먼저 수행되어도 결과에 변화가 생기는 것은 아니다.
- [0036] 상기 교량(101)의 정적 응답을 측정하는 단계(1100)에서는 변위계(140)를 이용하여 재하 하중에 대한 교량(101)

1)의 변위 및 회전변위를 계측할 수 있다(1110). 교량(101)의 변위 및 회전변위를 계측한 후에는 교량(101)의 회전변위에 대한 하한 경계값 및 상한 경계값을 추정하게 된다(1120).

- [0037] 상기 교량(101)의 정적 응답을 이용하여 교량 경계 조건(110,120)의 모델 개선을 수행하는 단계(1300)에서는 상기 교량(101)의 정적 응답을 이용하여 초기 경계조건 모델을 개선한 1차 개선모델을 얻을 수 있다. 여기서, 정적 응답을 이용하여 개선되는 교량 경계 조건 모델은 초기 경계 조건 모델로서 유한요소법 등에 의해서 얻어질 수 있다.
- [0038] 상기 교량(101)의 정적 응답을 이용하여 교량 경계 조건(110,120)의 모델 개선을 수행하는 단계(1300)에서는 교량(101)의 변위 및 회전변위를 이용하여 초기 교량 경계 조건 모델을 개선하여 1차 개선 모델을 얻을 수 있다.
- [0039] 얻어진 1차 개선 모델이 종료 조건을 만족하는지 여부를 판단하게 된다(1320). 1차 개선 모델이 종료 조건을 만족하면 1차 개선 모델(1350)을 확정하게 되고, 종료 조건을 만족하지 않으면 모델을 개선하는 과정(1300)을 다시 수행하게 된다.
- [0040] 한편, 1차 개선 모델(1350)은 계측된 동적 응답에 의해서 2차로 개선될 수 있다. 이를 위해, 상기 교량(101)의 동적 응답을 계측하는 단계(1200)에서는, 상기 교량(101)에 가해지는 외부 하중이 없는 상태에서 상기 교량에 가해지는 상시 진동 하중에 의한 응답을 계측할 수 있다. 동적 응답은 가속도계(130)에 의해서 계측될 수 있다.
- [0041] 상기 교량(101)의 동적 응답을 이용하여 교량 경계 조건(110,120)의 모델 개선을 수행하는 단계(1400)에서는, 상기 교량(101)의 정적 응답을 이용하여 교량 경계 조건(110,120)의 모델 개선을 수행하는 단계(1300)에서 개선된 상기 1차 개선모델(1350)을 상기 교량(101)의 동적 응답에 의해 개선하여 2차 개선모델을 얻을 수 있다. 1차 개선 모델(1350)에 동적 응답을 적용하여 2차로 개선된 경계 조건 모델을 얻을 수 있다.
- [0042] 상시 진동 시험(1430)의 결과를 이용하여 교량(101) 즉, 구조계의 모달 파라미터 확인하게 된다(1420, Modal Parameter ID). 여기서, 모달 파라미터를 확인하기 위해 교량(101)의 고유진동수(Natural frequency)와 진동 모드 형태(Mode shape)이 이용될 수 있다.
- [0043] 즉, 상기 교량(101)의 동적 응답을 이용하여 교량 경계조건 모델 개선을 수행하는 단계(1400)에서는 상기 교량(101)의 고유진동수 및 상기 교량(101)의 진동모드를 이용할 수 있다. 이와 같이 얻어진 모달 파라미터를 이용하여 교량 경계 조건 모델을 2차적으로 개선할 수 있다(1400).
- [0044] 2차 개선 모델을 얻은 후에는, 상기 교량(101)의 동적 응답을 이용하여 교량 경계 조건(110,120)의 모델 개선을 수행하는 단계(1400)에서 얻어진 2차 개선 모델이 종료 조건을 만족하는지 여부를 판단하게 된다(1410). 만약, 2차 개선 모델이 종료 조건을 만족하게 되면 개선 절차를 종료하고 교량 경계 조건의 상태를 평가하게 된다(1500). 종료 조건을 만족하지 않으면 2차 개선 모델을 도출하는 과정(1400)을 다시 수행하게 된다.
- [0045] 상기 교량(101)의 정적 응답을 이용하여 교량 경계 조건(110,120)의 모델 개선을 수행하는 단계(1300) 또는 상기 교량(101)의 동적 응답을 이용하여 교량 경계 조건(110,120)의 모델 개선을 수행하는 단계(1400) 중 적어도 하나에서는 상기 교량 경계 조건(110,120)의 노후화 또는 손상을 반영하여 모델을 개선할 수 있다.
- [0046] 이와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 교량 경계 조건 평가 방법은 계측된 동적 응답 및 정적 응답을 이용하여 교량 경계 조건의 해석 모델을 2차례에 걸쳐 개선함으로써, 교량의 실제 거동과 유사하게 개선된 교량 경계 조건 해석 모델을 얻을 수 있다.
- [0047] 다시 설명하면, 본 발명에 따른 교량 경계 조건 평가 방법은 변위계(140)를 통해 계측된 정적 응답을 이용하여 교량 경계 조건의 해석모델을 1차적으로 개선하고, 1차적으로 개선된 모델에 가속도계(130)를 통해 계측된 동적 응답을 이용하여 모델을 2차적으로 개선한다. 이처럼 정적 응답과 동적 응답을 이용하여 기존에 정적 응답 또는 동적 응답만을 이용한 모델 개선 방법과 비교하여 실제 교량의 거동과 더 유사한 거동의 해석 모델로 개선할 수 있다.
- [0048] 기존의 방법은 동적 특성 또는 정적 특성만을 이용하여 교량 경계 조건 해석 모델의 개선을 수행하는데, 이는 교량(101)에서 큰 역할을 하는 교량 경계 조건(110,120)의 개선이 충분히 되지 않는 한계가 있고 실제 교량 경계 조건(110,120)을 반영하지 못한다는 단점이 있다.
- [0049] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 교량 경계 조건 평가 방법을 이용하여 교량 경계 조건 모델을 개선하는 예를 설명하는 도면이다.
- [0050] 도 5를 참조하면, 1차 및 2차 경계조건 모델(가운데와 아래쪽 그림)에서 신축이음은 KDX로 표현되어 있고, 받침

은 KR_y 로 표현되어 있다. 여기서, 신축이음은 스프링 요소를 사용하여 교량의 경계조건을 묘사한다.

[0051] 교량 경계 조건의 노후화 또는 손상 시 나타나는 현상을 유한요소모델에 반영하여 모델을 개선한다. 단, 초기 경계 조건 모델(맨 위쪽 그림)에는 손상이 없다고 가정하여 신축이음의 스프링 요소의 값을 적용한다.

[0052] 도 5에 도시된 바와 같이, 2번의 모델 개선을 수행한다. 즉, 교량의 정적 응답을 이용하여 교량의 경계조건의 개선을 수행하고(가운데 그림), 개선된 모델을 교량의 동적 응답을 이용하여 교량의 경계조건과 강성의 개선을 수행한다(맨 아래쪽 그림). 이와 같이 2차례에 걸쳐서 모델을 개선하게 되면 교량 받침 및 교량 신축이음이 모두 개선된 모델을 얻을 수 있다. 정적 응답과 동적 응답을 이용하여 모델을 개선하기 때문에 기존의 방법보다 실제 교량과 유사한 모델 개선을 수행할 수 있다.

[0053] 상기 교량 경계조건(110,120)에 대한 평가를 수행하는 단계(1500)에서는 개선된 모델을 이용하여 교량 경계 조건(110,120)의 안정성을 평가한다. 이 단계(1500)에서는 신축이음(110)의 스프링 요소의 초기값을 변화시켜 교량 경계 조건(110,120)을 평가할 수 있으며, 또한 개선된 모델의 하중 시뮬레이션을 통해서도 교량 경계 조건(110,120)의 안정성 평가할 수도 있다.

[0054] 한편, 본 발명은 교량 경계 조건 평가 방법을 수행하기 위한 프로그램이 기록된 기록매체를 제공할 수 있다. 본 발명의 실시예들은 다양한 컴퓨터로 구현되는 동작을 수행하기 위한 프로그램 명령을 포함하는 컴퓨터 판독 가능 매체를 포함한다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 로컬 데이터 파일, 로컬 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체는 본 발명을 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체, CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체, 플롭티컬 디스크와 같은 자기-광 매체, 및 롬, 램, 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함할 수 있다.

[0055] 상기한 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 교량 경계 조건 평가 방법은 정적 응답을 이용하여 교량 받침(120) 및 교량 신축이음(110)과 같은 교량 경계 조건의 안전성을 평가할 수 있으며, 교량의 실제 거동을 기존의 방법 보다 정확하게 반영할 수 있는 해석 모델을 얻을 수 있다.

[0056] 이상과 같이 본 발명의 일 실시예에서는 구체적인 구성 요소 등과 같은 특정 사항들과 한정된 실시예 및 도면에 의해 설명되었으나 이는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것일 뿐, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상적인 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 따라서, 본 발명의 사상은 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니 되며, 후술하는 특허청구범위뿐만 아니라 이 특허청구범위와 균등하거나 등가적 변형이 있는 모든 것들은 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

부호의 설명

[0057] 100: 교량 경계 조건 평가 시스템

101: 교량

110: 신축이음

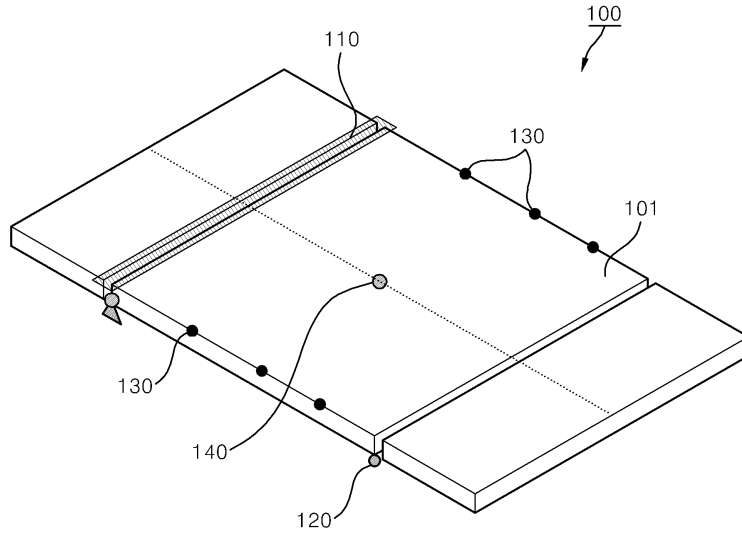
120: 받침

130: 가속도계

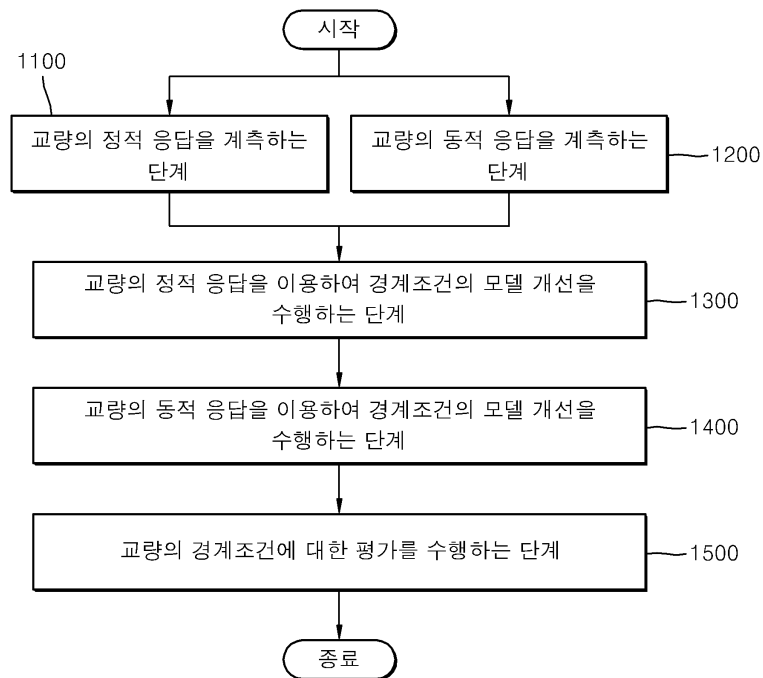
140: 변위계

도면

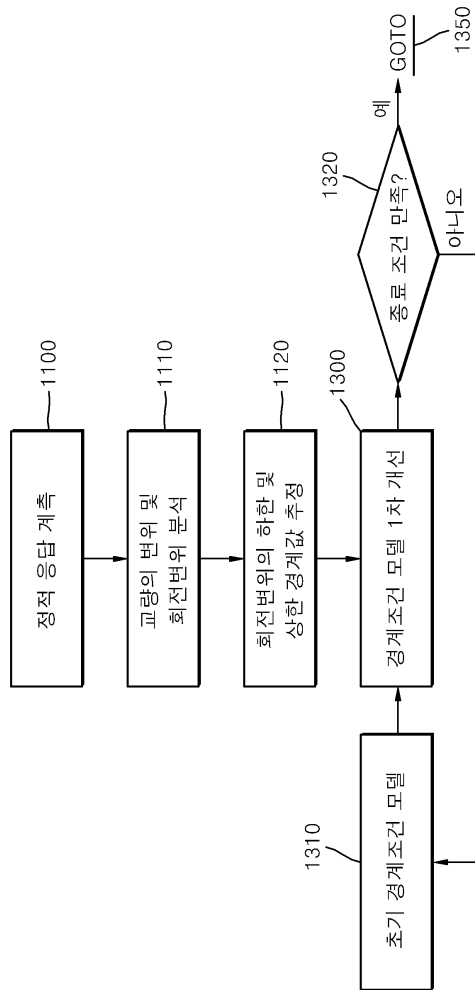
도면1



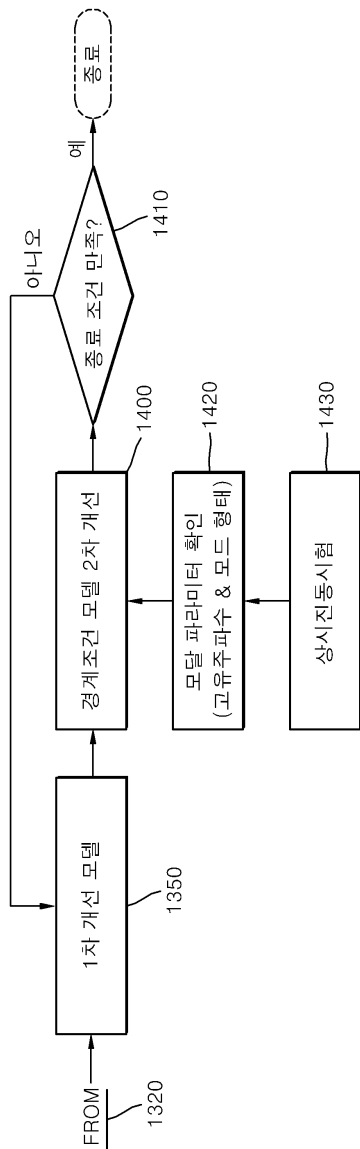
도면2



도면3



도면4



도면5

