



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2007년10월26일
(11) 등록번호 10-0770433
(24) 등록일자 2007년10월19일

(51) Int. Cl.

E01D 19/16(2006.01) *E01D 11/00*(2006.01)

(21) 출원번호 10-2006-0044851

(22) 출원일자 2006년05월18일

심사청구일자 2006년05월18일

(56) 선행기술조사문헌

JP13254312 A

KR1020040015461 A

(73) 특허권자

세종대학교산학협력단

서울 광진구 군자동 98 세종대학교

한국과학기술원

대전 유성구 구성동 373-1

(72) 발명자

정형조

서울 서초구 반포4동 586-3번지 삼창골든빌리지
105동 311호

박철민

대전 유성구 구성동 373-1번지

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

황이남

전체 청구항 수 : 총 6 항

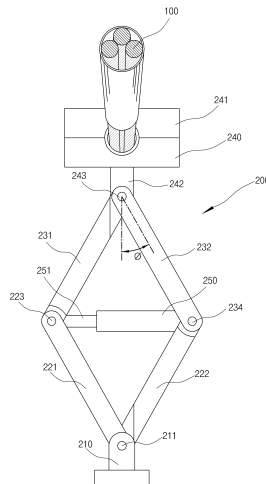
심사관 : 손무락

(54) 사장케이블 제진을 위한 감쇠장치

(57) 요약

본 발명은 간단한 링크기구를 이용하여 사장교의 케이블의 진동을 증폭시켜서, 이러한 증폭된 진동을 감쇠기를 통해 흡수할 수 있는 진동의 감쇠능이 우수한 감쇠장치에 관한 것으로, 구조물에 고정을 위한 고정부재; 상기 고정부재 위에 일체로 설치된 제1조인트에서 회전가능하도록 형성된 동일한 길이의 제3링크 및 제4링크; 사장케이블을 쥐어 고정하는 클램프; 및 일단이 상기 제3링크 및 제4링크의 각 단부에 회전가능하도록 제2조인트 및 제3조인트에서 각각 연결되고 타단이 상기 클램프의 일체로 형성된 제4조인트에 회전가능하도록 형성된 제1링크 및 제2링크와, 상기 제2조인트와 제3조인트를 수평으로 연결하는 감쇠기를 포함한다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

조상원

대전 유성구 신성동 119-16번지 201호

이인원

대전 유성구 지족동 반석마을아파트 208동 501호

특허청구의 범위

청구항 1

구조물에 고정을 위한 고정부재;

상기 고정부재 위에 일체로 설치된 제1조인트에서 회전가능하도록 형성된 동일한 길이의 제3링크 및 제4링크;
사장케이블을 쥐어 고정하는 클램프; 및

일단이 상기 제3링크 및 제4링크의 각 단부에 회전가능하도록 제2조인트 및 제3조인트에서 각각 연결되고 타단이 상기 클램프의 일체로 형성된 제4조인트에 회전가능하도록 형성된 제1링크 및 제2링크와, 상기 제2조인트와 제3조인트를 수평으로 연결하는 감쇠기를 포함하는 사장케이블 제진을 위한 감쇠장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 고정부재는 상기 구조물에 체결볼트에 의해 설치되는 베이스 플레이트인 것을 특징으로 하는 사장케이블 제진을 위한 감쇠장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 감쇠기는 수동형 점성 댐퍼인 것을 특징으로 하는 사장케이블 제진을 위한 감쇠장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 수동형 점성 댐퍼는 자기유변유체댐퍼 또는 전자기유도 자기유변유체댐퍼인 것을 특징으로 하는 사장케이블 제진을 위한 감쇠장치.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 클램프는 2개 이상으로 분할되고 체결볼트에 의해 체결되어 마찰력에 의해 사장케이블을 파악하는 것을 특징으로 하는 사장케이블 제진을 위한 감쇠장치.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 제3링크와 제4링크의 사이각은 제1링크와 제2링크의 사이각과 동일하고, 상기 사이각은 90도 이하인 것을 특징으로 하는 사장케이블 제진을 위한 감쇠장치.

청구항 7

삭제

명 세 서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 교량에 사용되는 케이블 진동 감쇠 장치에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 간단한 링크기구를 이용하여 사장교의 케이블의 진동을 증폭시켜서, 이러한 증폭된 진동을 감쇠기를 통해 흡수할 수 있는 진동의 감쇠능

이 우수한 감쇠장치에 관한 것이다.

- <17> 사장교는 풍부한 조형미, 경제적 설계, 합리적 가설 등 여러 가지 우수한 특성 때문에 20세기 중반 이래 현재까지 꾸준히 건설되고 있는 장대교량 형식으로써, 최근 우리나라뿐만 아니라 세계적으로 사장교의 건설이 증가하고 있다.
- <18> 이러한 사장교에 사용되는 케이블은 교량에 전달되는 여러 하중을 장력에 의하여 주탑으로 전달시켜 주는 사장교의 주요 부재로써, 시공뿐만 아니라 건설 후 유지관리가 매우 중요하다.
- <19> 그러나 교량의 장대화로 사장교에 사용된 케이블의 길이가 점차 길어짐으로써 여러 가지 기술적 문제가 야기되어 이를 해결하는 것이 급선무이다.
- <20> 특히, 사장교의 주요 요소인 케이블은 매우 유연하여 외부 하중으로 인하여 발생된 변형을 억제 할 수 없으며, 낮은 감쇠비를 갖기 때문에 진동에너지를 소산시키지 못하므로, 풍하중과 활하중으로 인하여 발생하는 진동에 민감하게 반응하게 되기 때문에 이에 대한 세심한 주의가 필요하다.
- <21> 또, 상기와 같은 진동으로 인하여 케이블과 케이블 연결 부위의 파손을 유발하여 사용기간을 감소시키거나 부식 방지처리의 손상으로 인한 잠재적인 문제를 발생시킬 수 있다.
- <22> 현재까지는 케이블의 진동을 감소시키기 위하여 부분적으로 케이블의 표면을 변화시키거나 수동 감쇠기를 설치하는 방법 등이 소극적으로 사용되었으나, 최근들어 능동 감쇠기와 반능동 감쇠기를 설치하여 케이블의 진동을 매우 효과적으로 감소시킬 수 있다는 연구들이 발표되어 왔다.
- <23> 그러나, 반능동 제어 시스템은 자기유변유체 감쇠기에 전달할 입력전압을 결정하기 위하여 복잡한 제어기와 계측장비를 필요로 하기 때문에 제어 시스템이 장기간 외부 환경에 노출되거나 극한 환경에 설치된 구조물의 경우에는 적용하기 힘들다.
- <24> 또한, 일반적으로 이러한 반능동 감쇠기를 설치하기 위해서는 케이블의 제원에 대해 파악하고, 실제 적용된 케이블의 길이 설치각도 등을 고려해서 이로부터 얻어지는 케이블의 진동을 감쇠시킬 수 있는 감쇠계수를 계산하고, 이러한 감쇠계수를 가지는 감쇠기를 설치하여야 하는 불편함이 있었다.
- <25> 즉, 사장교에 따라 모두 적용이 가능한 감쇠기가 다르게 되며, 이에 따른 적합한 감쇠기의 설계 및 그 제작에 따른 비용과 시간이 소요된다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

- <26> 상기의 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 목적은, 간단한 링크기구를 이용하여 사장교의 케이블의 진동을 증폭시켜서, 이러한 증폭된 진동을 감쇠기를 통해 흡수할 수 있는 진동의 감쇠능이 우수한 감쇠장치를 제공함에 있다.
- <27> 본 발명의 또 다른 목적은, 복잡한 제어기와 계측장비를 구비하지 않고 간단한 구조로 능동제어가 가능한 감쇠장치를 제공함에 있다.
- <28> 본 발명의 또 다른 목적은, 장기간 외부환경에 노출되거나 극한 환경에 설치된 구조물에 적용 가능한 감쇠장치를 제공함에 있다.
- <29> 본 발명의 또 다른 목적은, 사장교의 케이블의 장력, 길이, 질량 등의 제원에 상관없이 설치가 가능한 감쇠장치를 제공함에 있다.

발명의 구성 및 작용

- <30> 상기의 목적을 달성하기 위한 본 발명은, 구조물에 고정을 위한 고정부재; 상기 고정부재 위에 일체로 설치된 제1조인트에서 회전가능하도록 형성된 동일한 길이의 제3링크 및 제4링크; 사장케이블을 쥐어 고정하는 클램프; 및 일단이 상기 제3링크 및 제4링크의 각 단부에 회전가능하도록 제2조인트 및 제3조인트에서 각각 연결되고 타단이 상기 클램프의 일체로 형성된 제4조인트에 회전가능하도록 형성된 제1링크 및 제2링크와, 상기 제2조인트와 제3조인트를 수평으로 연결하는 감쇠기를 포함하는 사장케이블 제진을 위한 감쇠장치이다.
- <31> 상기 고정부재는 상기 구조물에 체결볼트에 의해 설치되는 베이스 플레이트인 것을 특징으로 한다.
- <32> 또, 상기 감쇠기는 수동형 점성 댐퍼인 것을 특징으로 한다.

- <33> 상기 수동형 점성 댐퍼는 자기유변유체댐퍼 또는 전자기유도 자기유변유체댐퍼인 것을 특징으로 한다.
- <34> 또, 상기 클램프는 2개 이상으로 분할되고 체결볼트에 의해 체결되어 마찰력에 의해 사장케이블을 파악하는 것을 특징으로 한다.
- <35> 또, 상기 제3링크와 제4링크의 사이각은 제1링크와 제2링크의 사이각과 동일하고, 상기 사이각은 90도 이하인 것을 특징으로 한다.
- <36> 삭제
- <37> 이하, 본 발명을 바람직한 실시예를 첨부한 도면을 참조하여 설명하기로 한다. 하기의 각 도면의 구성 요소들에 참조 부호를 부가함에 있어서, 동일한 구성 요소들에 한해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 부호를 가지도록 하며, 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 공지 기능 및 구성에 대한 상세한 설명은 생략한다.
- <38> 본 발명에서는 케이블의 진동을 감쇠시키기 위해 가위-잭 형태의 감쇠장치를 사용한 것을 그 요점으로 한다.
- <39> 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 감쇠 사장케이블 제진을 위한 감쇠장치(200)를 도시한 것이다.
- <40> 상기 감쇠장치(200)는 설치를 위한 기저부로써 고정부재(210)를 포함한다.
- <41> 상기 고정부재(210)는 사장교 등의 교량(10) 등에 설치되며, 도시되지 않은 체결볼트 등에 의해 체결될 수 있다.
- <42> 그리고, 상기 고정부재(210)에는 조인트(211)이 설치되고, 상기 조인트(211)에 제1링크(221)의 일단 및 제2링크(222)의 일단이 회전가능하도록 설치된다.
- <43> 본 발명의 실시예에서는 상기 조인트(211)를 한 개를 설치하였으나, 상기 제1링크(221) 및 제2링크(222)에 대해 각각 조인트를 설치하는 것도 가능하다.
- <44> 상기 제1링크(221)의 타단부 및 제2링크(222)의 타단부에 제2조인트(223) 및 제3조인트(234)를 매개로 하여 제3링크(231)의 일단 및 제4링크(232)의 일단이 회전이 가능하도록 연결된다.
- <45> 상기 제3링크(231)의 타단 및 제4링크(232)의 타단은 제4조인트(243)에서 만나 회전가능하도록 연결된다.
- <46> 상기 제4조인트(243)는 케이블(100)을 파악(把握)하는 클램프와 커넥터(242)로 연결된다.
- <47> 상기 제4조인트(243)도 2개로 구성되어 상기 제3링크(231)의 타단 및 제4링크(232)의 타단이 각각 연결되는 것도 가능하다.
- <48> 상기 클램프는 상기 케이블(100)을 파악할 수 있도록 내부에 홈을 가져야 하고, 시공이 간편해야 하므로, 2개로 분할되어 이를 결합하는 것이 바람직하다.
- <49> 따라서, 본 발명의 실시예에서는 상기 클램프는 하부클램프(240)와 상부클램프(241)의 2개로 구성된다.
- <50> 그리고, 상기 하부클램프(240)와 상기 상부클램프(241)를 조립하면 중심에 상기 케이블(100)을 파악할 수 있는 홈이 형성되도록, 각각에 홈이 형성된다.
- <51> 그리고, 상기 홈의 크기는 상기 케이블(100)보다 작게 하여, 상기 케이블(100)과 상기 클램프 사이에 발생하는 마찰력에 의해 상기 케이블(100)을 파악할 수 있도록 한다.
- <52> 또, 상기 제2조인트(223)와 상기 제3조인트(234)는 감쇠기(250) 및 상기 감쇠기(250)의 작동암(251)에 의해 연결된다.
- <53> 상기 감쇠기(250)는 진동을 흡수할 수 있는 것으로, 여러가지 형태의 감쇠기를 사용하는 것이 가능하다.
- <54> 먼저 상기 감쇠기(250)로 유압댐퍼를 사용할 수 있다. 유압댐퍼는 구조가 간단하고, 시공이 간편하며 추후에 고장날 우려가 없는 점에서 바람직하다.
- <55> 다만, 상기 유압댐퍼는 수동감쇠기에 속하기 때문에, 효과적인 진동감쇠에는 불리한 점이 있다.
- <56> 따라서, 상기 유압댐퍼보다 우수한 것으로써, MR댐퍼를 상기 감쇠기(250)로 사용할 수 있다.

- <57> 상기 MR댐퍼는 MR유체를 이용한 감쇠장치로써, 유체에 자장을 가하면 점성이 높아지는 것을 이용하여, 감쇠장치 내에서 유체의 이동시 유체의 마찰력을 상승시켜 외부에서 입력된 에너지를 소산시키는 장치이다.
- <58> 상기 에서 MR유체(자기유변유체, Magnetorheological fluid)란 실리콘 오일 또는 미네랄 오일 등의 비전도성 용매 속에 마이크론크기의 자성을 가질 수 있는 입자들을 분산시킨 비콜로이드 용액으로, 자기장이 부하되지 않은 경우는 분산 입자가 뉴튼 유체 성질을 띠지만 자기장이 부하되면 분산 입자가 분극화를 일으켜 부하된 자기장과 평행한 방향으로 섬유질이 형성되어 전단력이나 유동에 대한 저항력을 가지는 유체이다.
- <59> 따라서, 상기 MR댐퍼를 사용하는 경우에는 상기 유압댐퍼보다 진동감쇠능은 향상되나, 상기 MR댐퍼에 계속적으로 자장을 가할 수 있는 부가적인 장치가 필요하다.
- <60> 이러한, 이유로 상기 MR댐퍼를 대신하여 전자기유도(Electromagnetic Induction; EMI)를 이용한 EMI-MR댐퍼를 사용하는 것이 바람직하다.
- <61> 상기 EMI-MR댐퍼는 기존의 MR댐퍼에 전자기유도부를 설치한 것으로, MR댐퍼를 사용하는 경우에 외력에 의하여 진동이 MR댐퍼에 공급되므로, 이 진동의 변위를 이용하여 전자기 유도현상을 통해 전류를 발생시키고, 이 전류를 상기 MR댐퍼에 공급하는 감쇠기이다.
- <62> 따라서, 상기 EMI-MR댐퍼를 사용하는 경우에는 외부로부터 자기장을 공급하기 위한 장비를 설치할 필요가 없이 외부진동에 의해 자체적으로 전기를 생산하여 MR댐퍼에 공급할 수 있다.
- <63> 또한, 상기 진동의 파형이 그대로 전자기유도에 의해 같은 파형의 전기를 만들어 낼 수 있으므로, 위상지연을 통하여 실제 진동의 파형과 역상의 파형을 가지는 전기를 공급하여 능동제어가 가능하다.
- <64> 이러한 EMI-MR댐퍼를 본 발명의 감쇠기(250)로 사용함으로써 전기공급이 어렵거나, 전기공급을 위한 설비의 보수의 곤란성이 없어 바람직하다.
- <65> 그리고, 상기 각 조인트(211,223,234,2243)에는 각변위에 대하여 복원력을 작용시키면, 상기 감쇠기(250)의 감쇠능을 보조할 수 있다.
- <66> 삭제
- <67> 이하, 상기와 같은 본 발명의 작동모습을 도 1의 감쇠장치(200)를 설치한 도 2의 사장교의 개략도를 통하여 설명한다.
- <68> 상기 사장교의 케이블(100)에 바람 또는 거더(10) 위를 지나가는 차량 등으로 인하여 발생하는 진동이 발생하면, 이 진동은 상기 케이블(100)에 일체로 연결된 상기 감쇠장치(200)에 공급된다.
- <69> 상기 감쇠장치(200)에 공급된 진동은 링크구조에 의해 세로방향의 진동에서 가로방향의 진동으로 변화되고, 상기 가로방향의 진동은 세로방향의 진동보다 진폭이 크게 확대될 수 있다.
- <70> 즉, 상기 수직방향의 진폭을 v 라 하고, 상기 제3링크(231) 및 제4링크(232) 사이각의 $\frac{1}{2}$ 을 $\emptyset$ 라 하고, 상기 케이블(100)의 수평방향을 기준으로 한 기울기를 θ 라 하면, 폭방향 진폭(s)은
- <71>
$$s = v \cdot \cos \theta / \tan \emptyset$$
- <72> 이고, 상기 θ 는 실제 교량에서 거의 0에 가까우므로, 진폭의 증폭계수(α)는
- <73>
$$\alpha = 1 / \tan \emptyset$$
- <74> 이다. 따라서, 상기 $\tan \emptyset$ 의 값이 1이하($\tan \emptyset \leq 1$)이어야, 상기 α 가 1보다 크게 되므로($\alpha \geq 1$)이므로, 상기 $\emptyset$ 는 45도보다 작아야 한다.
- <75> 따라서, 상기 제3링크(231) 및 제4링크(232) 사이각은 90도보다 작아야 한다.
- <76> 상술한 바와 같이 본 발명의 감쇠장치를 사용하면 α 만큼 케이블(100)의 진폭을 증폭시켜주고, 이를 상기 감쇠기(250)가 감쇠하게 된다.
- <77> 따라서, 진동을 증폭하여 이를 감쇠시키므로, 감쇠능력은 더욱 커지게 된다.
- <78> 이하, 케이블의 종류와 본 발명의 적용과의 관계를 설명한다.

<79> 기존 문헌에서 사장 케이블에 적용하는 점성 댐퍼의 최적의 감쇠계수를 산정하는 식은 다음과 같다 (Krenk, S., 2000, Vibrations of a Taut Cable with an External Damper, Journal of Applied Mechanics, Transactions of the ASME, Vol. 67, pp. 772-776.).

<80>
$$C_{opt} = \sqrt{T m / (\pi n (a / l))}$$

<81> 여기서, T는 케이블 장력, m은 단위길이당 질량, n은 모드 번호 (여기서는 1로 가정함), a는 댐퍼까지의 거리, l은 케이블 길이를 나타낸다.

<82> 위 식은 사장 케이블 댐퍼와 관련하여 널리 알려지고 많이 사용되는 Pacheco (Pacheco, B.M., Fujino, Y., and Sulekh, A., 1993, Estimation Curve for Modal Damping in Stay Cables with Viscous Damper, Journal of Structural Engineering, ASCE, Vol. 119, pp. 1961-1979.)의 수치해석 결과와 거의 같은 결과 값을 주고 있다.

<83> 위 식에 따르면, 케이블 길이 자체는 최적의 감쇠계수에 직접 영향을 주지 못하고, 댐퍼의 위치만 일정하다면 케이블 길이에 상관없이 최적의 감쇠계수도 일정함을 알 수 있는 반면에, 케이블의 장력(T)과 단위길이당 길이(m)가 직접적으로 감쇠계수에 영향을 미치고 있다.

<84> 하지만, 일반적으로 케이블 장력이나 단위길이당 질량은 케이블 길이가 길어질수록 증가하는 경향이 있기 때문에, 간접적으로는 케이블 길이가 길어질수록 최적의 감쇠계수 값도 증가할 것을 예측할 수 있다.

<85> 여기서 분명히 해야 할 것은, 케이블 제원이 달라짐에 따라 최적의 감쇠계수 값이 달라진다는 것이 이론적으로 제시되고 있다는 점이다.

<86> 즉, 제원이 다른 케이블에 대해서는 최적의 감쇠계수 값이 각각 다르기 때문에, 각각의 케이블에 대하여 개별적으로 최적의 감쇠계수 값을 찾아야만 한다.

<87> 기존 점성 댐퍼의 감쇠력은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

<88>
$$f_d(t) = C_d \dot{x}(t)$$

<89> 이 경우에 최적의 감쇠력을 얻기 위해서는 C_{opt} 이어야 한다.

<90> 하지만 최적의 감쇠계수값은 상기 수식(Krenk)과 같이 장력이나 단위길이당 질량에 따라 그 값이 다르기 때문에 개별 케이블에 맞춰서 그 값을 산정하고 이에 따라 맞춤형 점성 댐퍼를 설계, 제작해야 하는 번거로움이 있다.

<91> 반면에, 본 발명에서 제안된 토글 매커니즘-기반 점성 댐퍼의 감쇠력은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

<92>
$$f_{dt}(t) = (C_{dt} \alpha^2) \dot{x}(t)$$

<93> 여기서 $\alpha = 1/\tan\theta$ 이고, θ 는 가위-잭의 사이각을 의미한다.

<94> 위 식에서 알 수 있듯이, 최적의 감쇠력을 얻기 위해서는

<95>
$$C_{dt} \alpha^2 = C_{opt}$$

<96> 이어야 한다. 기존 점성 댐퍼에서는 C_{opt} 를 얻기 위해서는 C_d 자체를 변화시켜야 했지만, 여기서는 C_{dt} 는 일정하게 유지하면서 α 만 (즉, 가위-잭의 기울기 만) 바꿔줌으로써 C_{dt} 를 쉽게 구현할 수 있다.

<97> 따라서, 개별 케이블에 대해서 각각 최적의 점성 댐퍼를 설계 및 제작할 필요 없이, 대표적인 장치 하나를 만들고, 최적의 점성계수를 얻을 수 있도록 적절하게 값만 조절할 수 있도록 하면 기존 점성 댐퍼의 단점을 손쉽게 해결할 수 있다.

- <98> 본 발명은 기존 댐퍼에 비해 바로 위와 같은 커다란 장점을 가지고 있다.
- <99> 다음으로 이론적으로 검증된 본 발명의 특징 및 장점을 여기서는 수치해석적으로 다시 한 번 검증한다.
- <100> 검증에 고려된 케이블은 현재 국내외 사장교 건설에서 실제 사용하고 있는 케이블의 제원 범위에서 대표값으로 선정하였고, 아래 표 1에 나타내었다.

표 1

내용	케이블 1	케이블 2
케이블 길이	100 m	200m
케이블 장력	3,000 kN	6,000 kN
단위길이당 질량	50 kg	100 kg

- <102>
- <103> 수치해석 수행 방법은 다음과 같다.
- <104> 먼저, 기존 점성 댐퍼와 제안된 발명 모두 케이블 1에 대해서 최적의 감쇠계수 값을 찾아보았다.
- <105> 케이블 중앙부와 1/4지점의 변위가 최소가 되는 값을 최적의 감쇠계수로 선정하였다. 그리고 나서, 제원이 다른 케이블 2에 대해 이미 선정된 값이 어느 정도 제진 성능을 발휘하는지 확인해보았다.
- <106> 그리고, 케이블 2에 대한 최적의 값과 비교하여 성능 저하를 확인하고, 제안된 발명의 경우에는 어떻게 간단하게 최적의 성능을 유지할 수 있는지 제시하였다.
- <107> 도 3에서 알 수 있듯이, 약 17,500N-sec/m에서 최적의 감쇠계수 값을 갖는다.
- <108> 따라서, 이 값을 C_{opt} 로 취한다.
- <109> 그리고 나서, 이 감쇠계수 값을 갖는 점성 댐퍼를 가정하고 케이블 2에 대하여 해석을 수행하였다. 그 결과를 케이블 2에 최적화된 점성 댐퍼의 결과와 비교하면 다음 표 2와 같다.

표 2

내용	기존 점성계수($C_{opt}=17,500$ N-sec/m)를 사용한 경우	최적의 점성계수($C_{opt}=50,000$ N-sec/m)를 사용한 경우*
중앙부 최대 변위	0.1812 m (1.19)	0.1524 m (1.00)
1/4부분 최대 변위	0.1289 m (1.18)	0.1088 m (1.00)

- <111> *: 이 점성계수 값은 케이블 2에 대하여 최적의 값을 수치해석을 통해 다시 찾은 것임.
- <112> 위 표에서 알 수 있듯이, 기존 점성댐퍼의 경우에 케이블 제원이 달라짐에 따라 케이블 1에 최적화된 댐퍼는 케이블 2에 대해 최적의 값 보다 20% 가까이 큰 응답을 보이고 있다.
- <113> 즉, 기존 점성 댐퍼의 경우에는 하나의 케이블에 대해 최적화된 댐퍼를 다른 제원의 케이블에 바로 적용하면 제진 성능이 많이 저하됨을 알 수 있다.
- <114> 따라서, 각각의 케이블에 대해 개별적으로 댐퍼를 설계하고 제작해야 하는 번거로움과 어려움이 있다.
- <115> 제안된 댐퍼의 경우에는 약 7,500N-sec/m에서 최적의 값을 갖는다. 따라서, 이 값을 C_{opt} 로 취한다. 이 값은 기존 점성댐퍼에 비해 용량이 40% 정도로 작기 때문에, 이로 인한 경제적인 장점을 기대할 수 있다.
- <116> 이 경우에 가위-책 토글의 사이각은 $\theta=30^\circ$ 이다. 위에서 얻은 C_{opt} 값을 유지하면서 케이블 2에 대한 최대의 제진 성능을 얻기 위해 θ 를 변화시키며 수치해석을 수행하면 표 3의 두 번째 열과 같은 결과를 얻을 수 있다. 이 값은 케이블 2에 대해 최적의 점성계수를 사용한 경우와 비교해도 거의 같은 결과를 보일 정도로 최적의 제진 성능을 보여주고 있다.

표 3

내용	기존 점성계수($C_{opt}=7,500$ N-sec/m) 및 $\Theta=21^\circ$ 를 사용한 경우	최적의 점성계수($C_{opt}=17,500$ N-sec/m)를 사용한 경우*
중앙부 최대 변위	0.1525 m (1.00)	0.1527 m (1.00)
1/4부분 최대 변위	0.1089 m (1.00)	0.1091 m (1.00)

*: 이 점성계수 값은 $\Theta=30^\circ$ 로 고정하고 케이블 2에 대하여 최적의 값을 수치해석을 통해 다시 찾은 것임.

위 표에서 알 수 있듯이, 케이블 제원이 달라지더라도, 제안된 토글 매커니즘-기반 점성 댐퍼는 토글 장치의 사이각을 조절함으로써 간단하게 최적의 성능을 유지할 수 있는 커다란 장점을 보유하고 있다.

즉, 케이블의 제원과 상관없이 감쇠기의 설치가 가능하다.

상기와 같이, 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만 해당 기술 분야의 숙련된 당업자라면 하기의 특허청구범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

발명의 효과

본 발명을 통하여 간단한 링크기구를 이용하여 사장교의 케이블의 진동을 증폭시켜서, 이러한 증폭된 진동을 감쇠기를 통해 흡수할 수 있는 진동의 감쇠능이 우수한 감쇠장치를 제공할 수 있다.

또, 복잡한 제어기와 계측장비를 구비하지 않고 간단한 구조로 능동제어가 가능한 본 발명의 감쇠장치는 장기간 외부환경에 노출되거나 극한 환경에 설치된 구조물에 적용 가능하다.

또한, 사장교의 케이블의 장력, 길이, 질량 등의 제원에 상관없이 가위-책의 사이각의 조절만으로, 모든 감쇠계수에 대응이 가능하므로, 종래의 여러가지 감쇠기 제작에 따른 비용 및 시간을 절감할 수 있다.

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 실시예에 따른 감쇠장치의 개략도이다.

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 감쇠장치를 설치한 사장교의 개략도이다.

도 3은 종래 기술에 의한 변위와 감쇠계수 관계 그래프이다.

삭제

<도면의 주요부분에 대한 부호의 설명>

10: 거더 20: 케이블고정부

30: 교각 100: 케이블

200: 감쇠장치 210: 고정부재

211: 제1조인트 221: 제1링크

222: 제2링크 223: 제2조인트

231: 제3링크 232: 제4링크

234: 제3조인트 240: 하부클램프

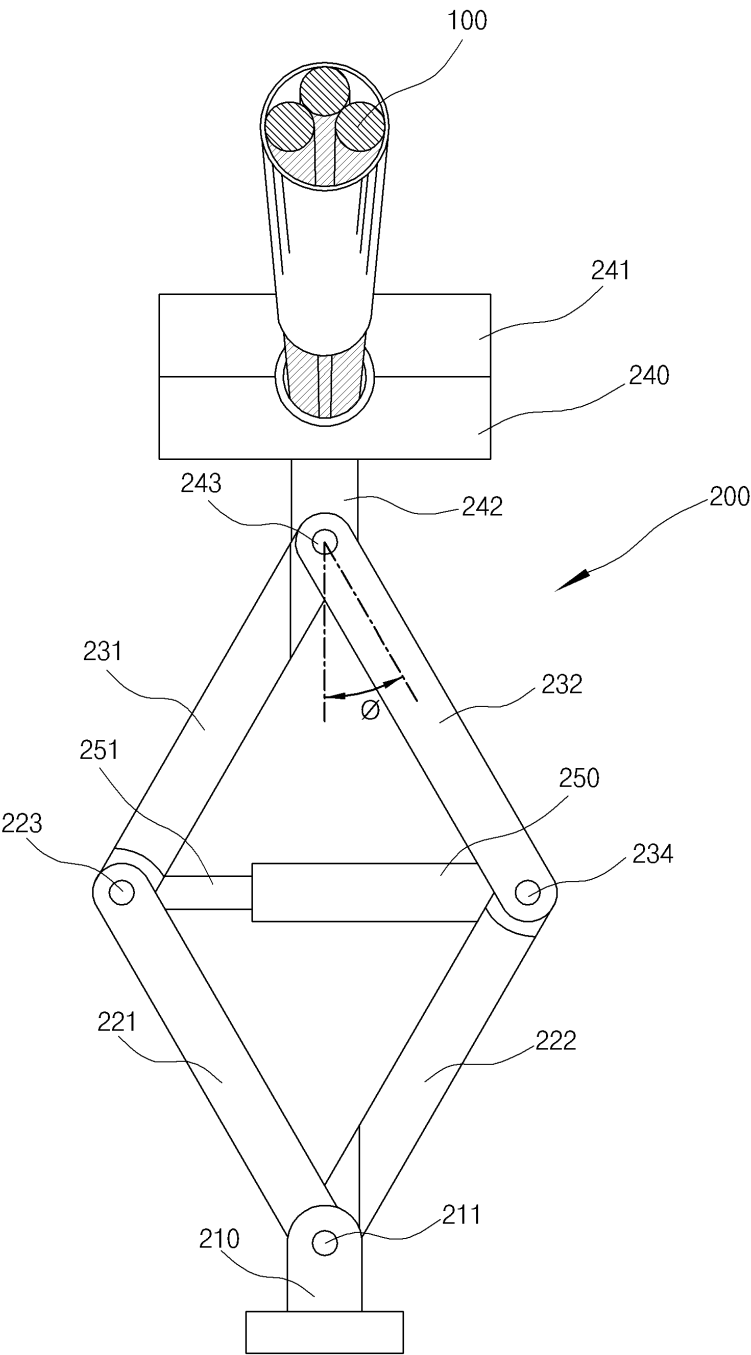
241: 상부클램프 242: 커넥터

243: 제4조인트 250: 감쇠기

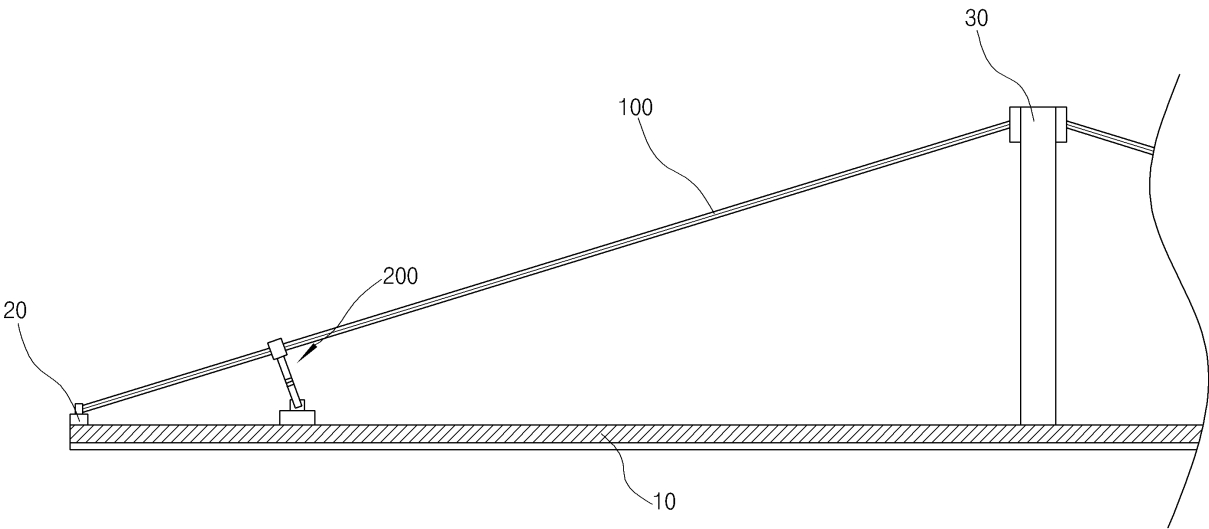
251: 작동암

도면

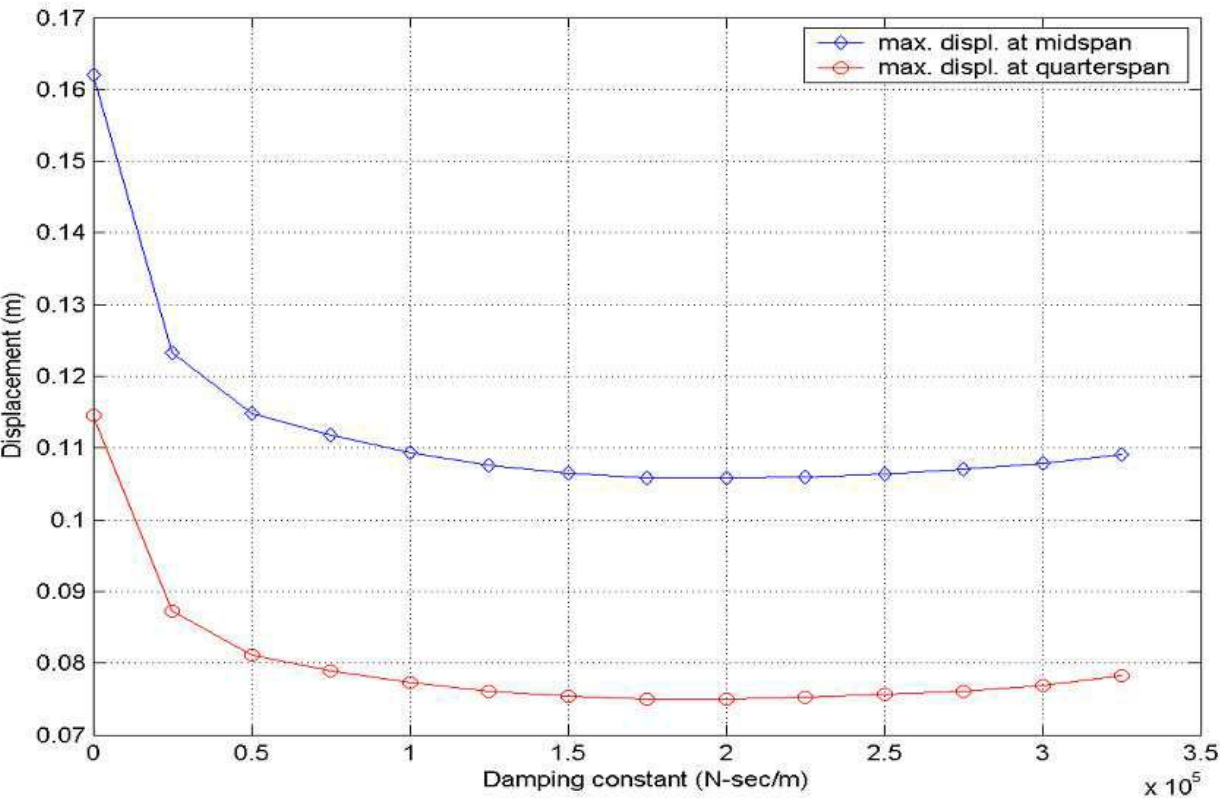
도면1



도면2



도면3



도면4

삭제