



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2010-0012177
(43) 공개일자 2010년02월08일

(51) Int. Cl.

E04H 9/02 (2006.01) *E04B 1/98* (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-0073429

(22) 출원일자 2008년07월28일

심사청구일자 2008년07월28일

(71) 출원인

충남대학교산학협력단

대전광역시 유성구 궁동 220번지 충남대학교

(주)정우엔지니어링건축사사무소

서울 송파구 송파동 48-13 연세빌딩 6층

(72) 발명자

윤현도

대전광역시 서구 월평동 누리아파트 109-703

오영택

서울 송파구 송파동 48-13 연세빌딩 6층

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

김대영

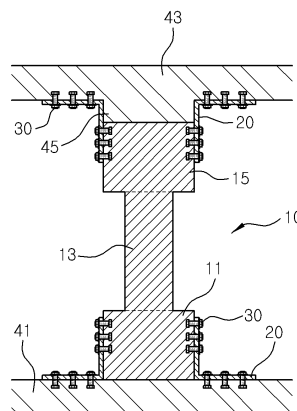
전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 건물의 내진성능 향상을 위한 기둥 형태의 댐퍼

(57) 요약

본 발명은 건물의 내진성능 향상을 위한 기둥 형태의 댐퍼에 관한 것으로, 시멘트 페이스트 또는 시멘트 모르타르 100용적부에 대해 1.5~3.5용적부의 섬유를 첨가한 변형경화형 시멘트 복합재료를 강재로 보강하여 건물의 슬래브 사이에 기둥 형태로 설치되는 기둥구조체; 상기 기둥구조체와 슬래브를 연결하는 보강부; 및 상기 보강부를 상기 기둥구조체와 슬래브 각각에 고정하는 다수의 볼트;를 포함한다. 이와 같은 본 발명에 따르면, 지진 발생시 건물에 가해지는 설계값 이상의 압축횡방향력에 대해서 저항할 수 있고, 그에 따른 손상 및 충격 에너지를 흡수할 수 있어 건물에 대해 현저히 향상된 내진 성능을 발휘하게 하는 장점이 있다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

김선우

대전 서구 내동 10-22

전에스더

대전 중구 산성동 104-25

김윤수

대전 유성구 궁동 충남대학교 220 건축공학과 구
조실험실 206호

지상규

대전 유성구 궁동 충남대학교 220 건축공학과 구
조실험실 206호

이민정

대전 유성구 궁동 충남대학교 220 건축공학과 구
조실험실 206호

장용현

대전 유성구 궁동 충남대학교 220 건축공학과 구
조실험실 206호

장광수

대전 유성구 궁동 충남대학교 220 건축공학과 구
조실험실 206호

송선화

대전 유성구 궁동 충남대학교 220 건축공학과 구
조실험실 206호

특허청구의 범위

청구항 1

시멘트 페이스트 또는 시멘트 모르타르 100용적부에 대해 1.5~3.5용적부의 섬유를 첨가한 변형경화형 시멘트 복합재료를 강제로 보강하여 건물의 보 또는 슬래브 사이에 기둥 형태로 설치되는 기둥구조체;

상기 기둥구조체와 보 또는 슬래브를 연결하는 보강부; 및

상기 보강부를 상기 기둥구조체와 보 또는 슬래브 각각에 고정하는 다수의 볼트;를 포함하는 것을 특징으로 하는 건물의 내진성능 향상을 위한 기둥 형태의 댐퍼.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 기둥구조체는, 하층의 보 또는 슬래브 상단에 설치되는 기초부와, 상기 기초부에 수직방향으로 설치되는 하나 이상의 기둥부와, 상기 기둥부 상단에 설치되어 상층의 보 또는 슬래브 하단에 결합되는 상단부로 구성되는 것을 특징으로 하는 건물의 내진성능 향상을 위한 기둥 형태의 댐퍼.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 섬유는, 직경이 10~15 μ m 범위이고 길이가 10~20mm 범위인 마이크로 섬유와, 직경이 390~420 μ m이고 길이가 25~40mm 범위인 매크로 섬유가 1.0 : 0.1~1.0 비율로 혼합되어 이루어지는 것을 특징으로 하는 건물의 내진성능 향상을 위한 기둥 형태의 댐퍼.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 마이크로 섬유는 폴리에틸렌으로 이루어지고, 상기 매크로 섬유는 스틸코드로 이루어지는 것을 특징으로 하는 건물의 내진성능 향상을 위한 기둥 형태의 댐퍼.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 강제는 PS 강선, 형상기억합금 또는 철근인 것을 특징으로 하는 건물의 내진성능 향상을 위한 기둥 형태의 댐퍼.

청구항 6

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 시멘트 페이스트 또는 시멘트 모르타르는, 보통포틀랜드시멘트 또는 조강포틀랜드시멘트와 혼화제 100중량부에 대하여 물은 45~80중량부, 고성능감수제 0.001~1.0중량부가 혼합되고, 상기 혼화제는, 상기 시멘트 100중량부에 대하여 실리카흄 0.001~20중량부, 플라이애시 0.001~50중량부 및 고로슬래그미분말 0.001~50중량부로 구성되며, 상기 시멘트, 혼화제, 물 및 고성능감수제 100중량부에 대해 메틸셀룰로오스계 증점제가 0.001~1.5중량부로 혼합되어 이루어지고,

상기 변형경화형 시멘트 복합재료에는, 상기 시멘트 페이스트 또는 시멘트 모르타르 100용적부에 대하여 5~15용적부의 잔골재가 더 혼합되는 것을 특징으로 하는 건물의 내진성능 향상을 위한 기둥 형태의 댐퍼.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 건물의 내진성능 향상을 위한 기둥 형태의 댐퍼에 관한 것으로, 보다 상세하게는, 시멘트 페이스트 또는 시멘트 모르타르에 대해 마이크로 및 매크로 섬유를 첨가하여 건물의 내진성능을 향상시킬 수 있는 건물의 내진성능 향상을 위한 기둥 형태의 댐퍼에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 현재 수동적인(passive) 개념의 구조 시스템은 설계단계에서 고려된 외적인 영향(하중 및 환경적 영향)하에서 의도된 기능을 발휘하도록 설계되어 있다. 따라서 외적 요인의 불확실성을 반영하기 위하여 큰 안전율을 고려하고 있지 않다면, 설계단계에서 예상하지 못한 하중 하에서는 그 기능을 발휘할 수 없으며, 사회적인 손실을 초래할 수 있다는 한계가 있다.

[0003] 또한 설계단계에서 반영된 크기의 지진하중 하에서도 현행 내진설계 개념에 따라 설계된 내진요소는 구조물에 입력된 지진에너지를 휨 보강근의 항복 이후 소성변형으로 구조물 내에서 소산하여야 한다. 따라서 설계하중 이내의 지진 하에서도 구조물의 손상은 피할 수 없으므로 지진 이후 구조물의 재사용을 위해서는 많은 복원비용이 요구되는 문제점이 있었다.

[0004] 특히 현행 내진설계규정은 과거의 지진피해로부터 얻은 교훈을 바탕으로 개정되어 왔으므로 과거 내진규정에 준하여 설계된 구조물은 현행 내진규정에 준하여 설계된 구조물에 비하여 통상 지진에 대한 안전성이 낮다는 사실은 고베지진과 같은 많은 과거 지진사례에서 입증되었다.

[0005] 한편, 구조물에 있어서 지능형(intelligent), 능동형(active), 또는 스마트(smart) 시스템이라 함은, 상시 하중에서 유발되는 구조물의 손상을 스스로 치유하여 구조물의 수명연장 및 사용성을 증진하며, 또한 예상치 못한 강한 하중의 작용 하에서도 외적인 영향에 저항하여 구조물이 붕괴되지 않고 안전하게 거동할 수 있도록 한 구조시스템으로 정의된다. 이러한 구조시스템에 적용하기 위하여, 현 단계에서 설계 하중 이내 또는 이상의 지진 하중 하에서도 손상을 저감하고 손상을 제어할 수 있는 지능형 구조재료개발 및 이를 구조물에 적용할 수 있는 활용 기술 개발에 대한 연구가 요구되고 있다.

[0006] 그런데 현재 건설분야에서 활용되고 있는 콘크리트의 낮은 인장변형능력으로 인하여 하중의 작용 이전, 또는 낮은 하중하에서도 균열발생과 같은 손상이 발생되며 보수가 요구되고, 이러한 낮은 인장변형능력으로 인한 시멘트 복합체의 취성적인 특성은 최근 지진사례에서 다수의 건축물과 교량에 급격한 붕괴를 유발하여 많은 경제적인 손실을 초래하였다.

[0007] 그리고 오늘날 국가 및 건설 산업계에서 직면한 주요한 과제의 하나는 건설 구조물의 열화이며, 건설 기반시설 유지관리 비용은 2000년도 신규 건설비용의 8%에서 2007년도까지 27.3%까지 상승되고 있다. 이와 같이 사회기반시설의 유지관리비용이 국가경제비용의 많은 부분을 차지하고 있으며, 점진적으로 증가될 추세이므로 새로운 장수명, 저비용 건설재료 및 구조 시스템의 개발은 차세대 우리나라 경제적인 안녕의 중요한 부분을 담당할 것으로 판단된다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0008] 따라서 본 발명은 상기와 같은 종래의 문제점을 해결하고 연구의 일환으로 개발된 것으로, 본 발명의 목적은 설계하중이나 예상치 못한 추가 하중 하에서도 균열발생을 억제하거나 지연할 수 있는 건물의 내진성능 향상을 위한 기둥 형태의 댐퍼를 제공하기 위한 것이다.

과제 해결수단

[0009] 상기한 바와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 특징에 따르면, 제1발명은 건물의 내진성능 향상을 위한 기둥 형태의 댐퍼에 관한 것으로, 시멘트 페이스트 또는 시멘트 모르타르 100용적부에 대해 1.5~3.5용적부의 섬유를 첨가한 변형경화형 시멘트 복합재료를 강재로 보강하여 건물의 보 또는 슬래브 사이에 기둥 형태로 설치되는 기둥구조체; 상기 기둥구조체와 보 또는 슬래브를 연결하는 보강부; 및 상기 보강부를 상기 기둥구조체와 보 또는 슬래브 각각에 고정하는 다수의 볼트;를 포함한다.

[0010] 제2발명은, 제1발명에서, 상기 기둥구조체는, 하층의 보 또는 슬래브 상단에 설치되는 기초부와, 상기 기초부에 수직방향으로 설치되는 하나 이상의 기둥부와, 상기 기둥부 상단에 설치되어 상층의 보 또는 슬래브 하단에 결

합되는 상단부로 구성되는 것을 특징으로 한다.

- [0011] 제3발명은, 제2발명에서, 상기 섬유는, 직경이 10~15 μ m 범위이고 길이가 10~20mm 범위인 마이크로 섬유와, 직경이 390~420 μ m이고 길이가 25~40mm 범위인 매크로 섬유가 1.0 : 0.1~1.0 비율로 혼합되어 이루어지는 것을 특징으로 한다.
- [0012] 제4발명은, 제3발명에서, 상기 마이크로 섬유는 폴리에틸렌으로 이루어지고, 상기 매크로 섬유는 스틸코드로 이루어지는 것을 특징으로 한다.
- [0013] 제5발명은, 제1발명 내지 제4발명 중 어느 하나에서, 상기 강재는 PS 강선, 형상기억합금 또는 철근인 것을 특징으로 한다.
- [0014] 제6발명은, 제1발명 내지 제4발명 중 어느 하나에서, 상기 시멘트 페이스트 또는 시멘트 모르타르는, 보통포틀랜드시멘트 또는 조강포틀랜드시멘트와 혼화재 100중량부에 대하여 물은 45~80중량부, 고성능감수제 0.001~1.0중량부가 혼합되고, 상기 혼화재는, 상기 시멘트 100중량부에 대하여 실리카흙 0.001~20중량부, 플라이애시 0.001~50중량부 및 고로슬래그미분말 0.001~50중량부로 구성되며, 상기 시멘트, 혼화재, 물 및 고성능감수제 100중량부에 대해 메틸셀룰로오스계 증점제가 0.001~1.5중량부로 혼합되어 이루어지고, 상기 변형경화형 시멘트 복합재료에는, 상기 시멘트 페이스트 또는 시멘트 모르타르 100용적부에 대하여 5~15용적부의 잔골재가 더 혼합되는 것을 특징으로 한다.

효 과

- [0015] 본 발명에 따른 건물의 내진성능 향상을 위한 기둥 형태의 댐퍼는, 설계하중이나 예상치 못한 추가 하중 하에서도 균열발생을 억제하거나 지연할 수 있음으로써, 내투수성 및 내구성이 크게 증진되며, 에너지 소산 및 손상제어능력이 기존 시멘트 복합체에 비하여 크게 향상되는 효과가 있다.
- [0016] 따라서 본 발명에 의하면, 상기 하중에서 유발되는 건물의 손상을 스스로 치유하여 건물의 수명연장 및 사용성을 증진하며, 또한 예상치 못한 강한 하중의 작용 하에서도 외적인 영향에 저항하여 건물이 붕괴되지 않고 안전하게 거동할 수 있다.
- [0017] 이와 같은 특성으로 인하여, 본 발명은 지진 발생시 건물에 가해지는 설계값 이상의 압축횡방향력에 대해서 저항할 수 있고, 그에 따른 손상 및 충격 에너지를 흡수할 수 있어 건물에 대해 현저히 향상된 내진 성능을 발휘하게 하는 장점이 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- [0018] 이하에서는 본 발명에 따른 건물의 내진성능 향상을 위한 기둥 형태의 댐퍼에 관하여 첨부되어진 도면과 더불어 설명하기로 한다.
- [0019] 도 1은 본 발명에 따른 건물의 내진성능 향상을 위한 기둥 형태의 댐퍼의 개략적인 구성을 도시한 측면도이고, 도 2는 도 1에 도시된 기둥구조체의 배근 형태를 도시한 도면이며, 도 3은 도 2의 A-A'선에 따른 단면도이고, 도 4는 도 2의 B-B'선에 따른 단면도이다. 또한 도 5는 본 발명에 따른 건물의 내진성능 향상을 위한 기둥 형태의 댐퍼를 건물에 설치한 상태를 예시한 구성도이다.
- [0020] 이에 도시된 바와 같이, 본 발명은 크게 기둥구조체(10), 보강부(20) 및 볼트(30)로 구성된다.
- [0021] 상기 기둥구조체(10)는 슬래브(41, 43) 사이에 기둥형태로 설치된다. 이러한 기둥구조체(10)는 다양한 형태로 구성될 수 있는데, 본 실시예에서는, 하층의 슬래브(41) 상단에 설치되는 기초부(11)와, 상기 기초부(11)에 수직방향으로 설치되는 하나 이상의 기둥부(13)와, 상기 기둥부(13) 상단에 설치되어 상층의 슬래브(43) 하단에 결합되는 상단부(15)로 구성되는 기둥구조체(10)에 대해 예시하고 있다.
- [0022] 상기 기둥구조체(10)는 지진에 의한 횡하중에 대해 건물의 붕괴를 방지하는 제진구조로서 기능하는 것으로, 견딜 수 있는 횡하중의 설계치에 따라 총 단면적이 결정된다. 따라서 횡하중의 설계치를 고려하여 상기 기둥부(13)를 포함한 기둥구조체(10)는 도 5의 (a) 내지 (c)에 도시된 바와 같이 제작될 수 있다.
- [0023] 즉, 도 5의 (a)와 같이, 각 층의 보(45)의 양 단부에서 지진 발생시 압축횡방향력에 대해 저항할 수 있도록 하거나, 도 5의 (b)에 도시된 바와 같이, 전체 기둥의 역할을 하도록 보(45)의 중앙에 설치되어 압축성능과 횡방향력에 대한 저항성능을 동시에 높이도록 구성할 수도 있다. 또는 도 5의 (c)에 도시된 바와 같이, 건축물의 최하층에 설치함으로써 지진과 같은 횡하중 작용시 지면에서 발생하는 전단력에 대해 기둥구조체(10) 자체에서 손

상 및 충격 에너지를 흡수하도록 마련될 수도 있다.

- [0024] 상기 기둥구조체(10)의 기초부(11)와 기둥부(13) 및 상단부(15)는 일체로 제작되는 것이 바람직하고, 그 재료로는 시멘트 페이스트 또는 시멘트 모르타르, 섬유 및 강재로 이루어진다.
- [0025] 시멘트 페이스트 또는 시멘트 모르타르는, 보통포틀랜드시멘트 또는 조강포틀랜드시멘트와 혼화재 100중량부에 대하여 물 45~80중량부와, 고성능감수제 0.001~1.0중량부가 혼합된다. 그리고 상기 혼화재는, 상기 시멘트 100중량부에 대하여 실리카흙 0.001~20중량부, 플라이애시 0.001~50중량부 및 고로슬래그미분말 0.001~50중량부로 구성되며, 상기 시멘트, 혼화재, 물 및 고성능감수제 100중량부에 대해 메틸셀룰로오스계 증점제가 0.001~1.5중량부로 혼합되어 이루어진다.
- [0026] 보다 상세히 설명하면, 매트릭스의 강도특성 및 시공성을 개선하기 위하여 시멘트 100중량부에 대하여 혼화제로서 산업부산물인 실리카흙, 플라이애시 및 고로슬래그미분말을 각각 0.001~20중량부, 0.001~50중량부 및 0.001~50중량부를 혼합한다. 또한 물은 시멘트와 혼화재 100중량부에 대하여 45~80중량부로 사용되고, 바람직하게는 50~60중량부가 사용된다. 아울러, 고성능감수제는, 변형경화형 시멘트 복합재료의 유동성을 개선하기 위하여 시멘트와 혼화재 100중량부에 대하여 0.001~1.0중량부로 사용된다. 또한 섬유의 균일한 분산 및 매트릭스의 점성확보를 위한 메틸셀룰로오스계 증점제는 상기 시멘트, 혼화재, 물 및 고성능감수제 100중량부에 대해 0.001~1.5중량부로 혼합된다.
- [0027] 한편, 잔골재로는 일반적으로 7호 및 8호 규사가 사용되며, 시멘트 모르타르 100용적부에 대하여 1~30용적부, 바람직하게는 5~15용적부를 사용하는 것이 바람직하다. 또한 잔골재로는 KS 규격의 2.5mm 이하의 강모래나 바다 모래가 사용될 수 있으며, 이 경우 시멘트 모르타르 100용적부에 대하여 1~20용적부, 바람직하게는 5~10용적부가 사용되는 것이 바람직하다.
- [0028] 또한 단섬유로는 마이크로 섬유인 폴리에틸렌 섬유(PE)와 매크로 섬유인 스틸코드 섬유(SC)가 혼합되어 사용된다. 상기 섬유는 시멘트 복합체에 인장력의 작용시 상기 단섬유가 가교하여 응력을 재분배함으로써 시멘트 복합체의 취성적인 특성을 보완하고 급격한 손상발생을 억제하게 된다. 그리고 마이크로 섬유와 매크로 섬유가 혼합되어 사용되는 것은, 매크로 균열이 발생하는 경우 마이크로 섬유만으로는 상기 균열에 대해 가교역할을 못하기 때문이다.
- [0029] 이와 같이 매트릭스 균열의 충분한 가교작용을 위해 상기 단섬유는 시멘트 페이스트 또는 시멘트 모르타르 100용적부에 대하여 1.5~3.5용적부가 사용되고, 바람직하게는 2.5~3.5용적부가 사용된다. 이때 마이크로 섬유인 폴리에틸렌 섬유는 10~15 μ m 범위의 직경을 갖고, 10~20mm의 길이를 갖는 것이 바람직하다. 또한 매크로 섬유인 스틸코드 섬유는 390~420 μ m 범위의 직경을 갖고, 25~40mm 범위의 길이를 갖는 것이 바람직하다. 또한 상기 폴리에틸렌 섬유와 스틸코드 섬유의 배합비는 타설의 용이성을 고려하여 1.0 : 0.1~1.0의 비율을 이루는 것이 바람직하다.
- [0030] 이상과 같은 변형경화형 시멘트 복합재료는 강재로 보강된다. 강재는 상기 기둥구조체(10)가 받는 횡하중을 고려하여 선택될 수 있는데, 일반적으로 PS 강선, 형상기억합금 또는 철근이 사용될 수 있다. 이중 본 실시예에서는 철근(17)이 사용되는 경우를 예시하고 있다.
- [0031] 본 실시예에서와 같이 철근(17)이 사용되는 경우에, 상기 철근(17)은 도 2 내지 도 4에 도시된 바와 같이 배열될 수 있다. 즉, 기초부(11)와 상단부(15)에는 직경 22mm의 주근(17a)이 배열되고 상기 주근(17a)의 주위에 직경 16mm의 늑근(17b)이 65mm 간격으로 배열된다. 그리고 기둥부(13)에는 19mm의 주근(17c)이 기초부(11)와 상단부(15)에 연장되어 배열되고 상기 주근(17c)의 주위에는 직경 10mm의 늑근(17d)이 기둥부(13)에는 150mm 간격으로, 기초부(11)와 상단부(15)에는 75mm 간격으로 배열된다.
- [0032] 한편, 보강부(20)는 도 1에 도시된 바와 같이, 상기 기둥구조체(10)와 슬래브(41, 43)를 연결한다. 보다 정확하게는, 상기 보강부(20)는 상기 기둥구조체(10)의 기초부(11)와 하층 슬래브(41)의 바닥면과 연결하고, 상기 기둥구조체(10)의 상단부(15)와 상층 슬래브(43)의 천정면과 연결한다. 이때 상기 상단부(15)는 기둥과 기둥을 연결하는 구조체인 보(45)를 통해 상층 슬래브(43)와 연결되는 것이 바람직하고, 이러한 경우에는, 상기 보강부(20)는 상기 보(45)의 측면을 경유하여 슬래브(43)의 천정면과 기둥구조체(10)의 상단부(15)를 연결한다.
- [0033] 상기 보강부(20)는 소정 두께를 갖는 철판으로 이루어지고, 상기 보강부(20)의 두께는 상기 기둥구조체(10)를 지진 등의 횡하중 발생시에 건물과 일체 거동시키는 데 필요한 인장력과 전단력 이상을 발휘할 수 있도록 설계된다. 그러나 발생하는 인장력과 전단력에 대한 정확한 통계치나 계산값이 없는 경우에는, 일반적으로 30~50mm

의 두께를 갖도록 상기 보강부(20)를 설계하는 것이 바람직하다.

[0034] 또한 상기 보강부(20)는 볼트(30)에 의해 상기 기둥구조체(10)와 슬래브(41, 43)에 장착된다. 이때 상기 보강부(20)를 기둥구조체(10)와 슬래브(41, 43)에 장착하기 위한 볼트(30)의 강도와 개수는, 상기 볼트(30)가 부담해야 할 인장력과 전단력을 계산하여 볼트(30)의 강도와 개수를 결정한다. 이때 하나의 볼트(30)의 인장력에 대한 설계이간강도, 전단력에 대한 설계미끄럼강도는 다음 식에 의해 계산한다.

[0035] 먼저 하나의 볼트(30)에서의 인장력에 대한 설계이간강도(ϕS_t)는 [수학식 1]과 같이 계산한다.

수학식 1

$$\Phi S_t = 0.9 A_b F_{st}$$

[0036]

여기서, A_b 는 고력볼트의 축부 공칭단면적(mm^2)이고, F_{st} 는 고력볼트의 이간강도(N/mm^2)이다.

[0037]

[0038] 또한 하나의 볼트(30)에서의 전단력에 대한 설계 미끄럼강도(ϕS_s)는 [수학식 2]와 같이 계산한다.

수학식 2

$$\Phi S_s = 0.9 n A_b F_{ss}$$

[0039]

여기서, n 은 전단면수이고, A_b 는 고력볼트의 축부 공칭단면적(mm^2)이고, F_{ss} 는 고력볼트의 미끄럼강도(N/mm^2)이다.

[0040]

[0041] 한편, 고력볼트(30)의 강종별 이간강도와 미끄럼강도는 [표 1]에 기재된 값에서 취할 수 있다.

표 1

[0042]

	F8T	F10T	F13T
이간강도(F_{st})	370	455	590
미끄럼강도(F_{ss})	175	220	285

[0043]

[0044] 다음으로, 인장력과 전단력을 동시에 받는 경우, 고력볼트 1개의 전단력에 대한 설계미끄럼 강도(ϕS_t)는 [수학식 3]과 같이 계산한다.

수학식 3

$$\Phi S_{st} = \left(1 - \frac{P_t}{T_0}\right) S_s$$

[0045]

[0046] 여기서 P_t 는 볼트에 작용하는 인장력(kN)(다만, $P_t < \phi F_{st} A_b$)이고, T_0 는 설계볼트장력(kN)이다.

[0047]

[0047] 다음으로 본 발명에 따른 기둥구조체의 특성에 대해 설명하기로 한다.

[0048]

[0048] 도 6은 본 발명에 따른 기둥구조체의 특성을 실험하는 구성을 도시한 측면도이다.

[0049]

[0049] 도시된 바와 같이, 기둥구조체(10)의 기초부(11)가 완전고정 상태가 되도록 반력 슬래브(47)에 강봉(51)을 사용하여 긴결하였으며, 횡하중 가력선상에 좌굴 방지용 보 및 볼지그(Guide beam & ball jig)(53)를 설치하여 횡하중이 가력되는 동안 면외방향 좌굴이 발생하지 않도록 하였다. 횡하중은 반력벽에 설치된 1000kN 용량의 액츄에이터(Actuator)(55)를 이용하여 부재각(기둥구조체의 횡변위/높이)으로 제어되었으며, 반복 가력시 강도저하를 평가하기 위하여 부재각별로 각각 2회씩 반복 가력하였다.

[0050]

[0050] 그리고 본 발명에 따른 기둥구조체(10)와 대비하기 위하여, 도 2 내지 도 4에 도시된 기둥구조체(10)와 동일한 철근 배근을 하였고 일반적인 콘크리트를 사용한 비교예를 제작하여 상기와 동일한 방식으로 실험하였다.

- [0051] 이에 대한 실험결과는 도 7 내지 도 10에 도시된 바와 같다.
- [0052] 보다 상세히 설명하면, 도 7은 실시예와 비교예의 하중-변위 관계 곡선을 나타내는 그래프이다. 도면에서 좌측의 수직 좌표가 부하(Load)를 kN 단위로 나타낸 것이고, 하단의 수평 좌표가 변위(Displacement)를 mm 단위로 나타낸 것이다.
- [0053] 도 7의 (a)에 도시된 바와 같이, 비교예의 경우 최대하중이 551.01kN(R=1.61%)(여기서 R은 회전각(Rotation angle)을 나타냄)으로 나타났으며 이후 최대내력의 80%인 440.81kN(R=2.04%)까지 1.267의 연성비를 나타내었다.
- [0054] 반면에 도 7의 (b)에 도시된 바와 같이, 본 실시예의 최대하중은 773.74kN(R=2.77%)으로 나타나 비교예에 비해 40.42% 내력이 증가되었음을 알 수 있다. 또한 실시예에서는, 최대내력의 80%인 637.73kN(R=3.58%)까지 연성비 1.292를 나타내어 비교예에 비해 1.97% 증가하였다.
- [0055] 이는 섬유유의 가교작용에 기인한 것으로, 섬유보강에 따른 부재의 연성 증진효과가 있는 것으로 판단된다.
- [0056] 또한 하중-변위 관계 곡선에 실험체의 균열과 같은 외형적인 피해정도를 근거로 평가한 손상단계를 로마자 I, II, III, IV, V로 나타냈는데, EERI 손상수준 정의에 따를 때, 최대내력에 이를 때까지 실시예에서는 손상정도 수준 내에 보수가 가능한 정도로 평가된다.
- [0057] 다음으로, 도 8은 비교예와 실시예에 작용된 하중과 전단변위 및 전단변형률을 비교하여 나타낸 그래프이다.
- [0058] 도 8의 (a)에서의 비교예에서는 정방향(+) 및 부방향(-) 전단변형이 거의 대칭으로 나타났으나, 도 8의 (b)에서의 실시예에서는 정방향(+) 전단변형이 상대적으로 작게 나타났다. 이는 정방향(+) 가력시 단부가 국부적으로 파괴되었기 때문으로 판단된다.
- [0059] 또한 비교예와 실시예의 최대 전단변형률은 각각 0.38% 및 0.71%를 보였다. 이는 실시예가 비교예에 비해 연성적인 거동을 한 것으로, 시멘트 복합체 내 보강섬유의 가교작용으로 인해 전단변형이 억제되었기 때문인 것으로 판단된다.
- [0060] 다음으로, 도 9는 잔류에너지를 나타내는 그래프로써, 도 9의 (a)는 사이클 진전에 따른 비교예와 실시예에서의 균열폭 증가와 잔류에너지를 비교하여 나타낸 것이고, 도 9의 (b)는 사이클 진전에 따른 비교예와 실시예에서의 잔류에너지를 비교한 것이다.
- [0061] 도 9의 (a)에 도시된 바와 같이, 균열폭 1mm 이내에서는 비교예에서의 잔류에너지가 다소 크게 나타났으나 1mm의 균열폭 이후에서는 급격한 저하를 보이며 파괴에 이르는 것으로 나타났다. 반면 실시예의 경우에는 균열폭 3mm까지 20% 이상의 잔류에너지를 보존하면서 안정적으로 거동하는 것으로 나타났다.
- [0062] 또한 비교예 및 실시예의 최종 누적에너지 소산 능력을 근거로 하여 내진성능 감소계수(η)를 산정하였는데, 도 9의 (b)에 도시된 바와 같이, 10사이클 이후부터 비교예의 경우에는 내진성능이 크게 감소되는 것으로 나타났으며, 실시예의 경우에는 20사이클 이후에도 전체 내진성능의 70% 이상을 확보하는 것으로 나타났다. 따라서 동일한 지진피해를 경험할 경우 실시예에서 획기적인 에너지 흡수능력을 발휘함으로써 부재의 잔류에너지 능력을 보존할 수 있을 것으로 판단된다.
- [0063] 다음으로, 도 10은 비교예와 실시예에서 손상단계와 균열폭과의 관계를 비교한 그래프이다.
- [0064] 도시된 바와 같이, 구조균열로 분류되는 0.4mm 이상의 균열이 비교예에서는 부재각 0.4%에서 발생하였으나, 하이브리드 섬유(PE+SC)로 보강된 실시예에서는 부재각 2.0%에 이르러서 발생하였다. 또한 비교예의 최종 파괴시(R=2.0%) 균열폭은 3.0mm로 나타났으며, 실시예의 동일 부재각(R=2.0%)에서의 균열폭은 0.4mm로 나타나 비교예의 약 13.3%를 보였으며, 비교예의 최종 파괴시 균열폭인 3.6mm는 부재각 3.4%에서 나타났다. 이는 실시예 내에서 하이브리드된 보강섬유가 각각 마이크로 및 매크로 균열을 억제하였기 때문인 것으로 판단된다.
- [0065] 이상에서 살펴본 바와 같이, 본 발명에 따른 실시예는 기존 콘크리트에 의한 비교예에 비해 물리적 성능이 현저히 향상되었음을 알 수 있다. 따라서 실시예를 도 5의 (a) 내지 (c)에서 예시된 바와 같이, 건물의 내진 구조로서 사용한다면, 건물의 내진 성능이 향상될 수 있을 것으로 예상된다.
- [0066] 본 발명의 권리는 위에서 설명된 실시예에 한정되지 않고 청구범위에 기재된 바에 의해 정의되며, 본 발명의 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 청구범위에 기재된 권리범위 내에서 다양한 변형과 개작을 할 수 있다는 것은 자명하다.
- [0067] 즉, 본 발명에서의 보강부(20)와 볼트(30)는, 기둥구조체(10)의 기초부와 상단부에 매립되는 앵커와, 건축물의

슬래브에 미리 매립되어 상기 앵커와 결합되는 앵커볼트로 대체될 수 있다. 이때 앵커와 앵커볼트의 치수와 개수 등은 상기에서 설명한 보강철판과 볼트와 동일한 방식으로 결정되어 사용될 수 있다.

도면의 간단한 설명

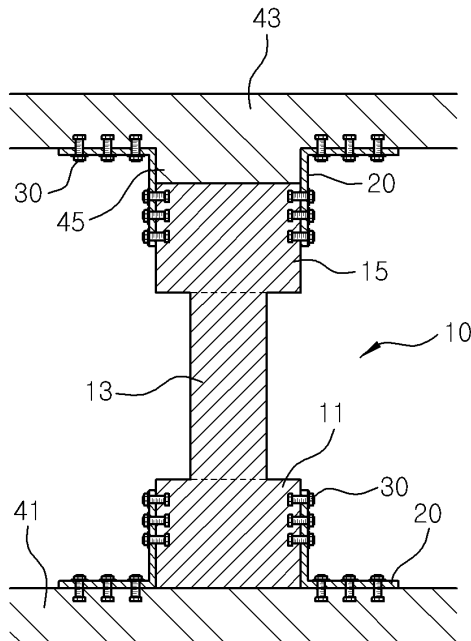
도 1은 본 발명에 따른 건물의 내진성능 향상을 위한 기둥 형태의 댐퍼의 개략적인 구성을 도시한 측단면도,
 도 2는 도 1에 도시된 기둥구조체의 배근 형태를 도시한 도면,
 도 3은 도 2의 A-A'선에 따른 단면도,
 도 4는 도 2의 B-B'선에 따른 단면도,
 도 5는 본 발명에 따른 건물의 내진성능 향상을 위한 기둥 형태의 댐퍼를 건물에 설치한 상태를 예시한 구성도,
 도 6은 본 발명에 따른 기둥구조체의 특성을 실험하는 구성을 도시한 측면도,
 도 7은 실시예와 비교예의 하중-변위 관계 곡선을 나타내는 그래프,
 도 8은 비교예와 실시예에 작용된 하중과 전단변위 및 전단변형률을 비교하여 나타낸 그래프,
 도 9는 잔류에너지를 나타내는 그래프,
 도 10은 비교예와 실시예에서 손상단계와 균열폭과의 관계를 비교한 그래프이다.

<도면의 주요부분에 대한 부호설명>

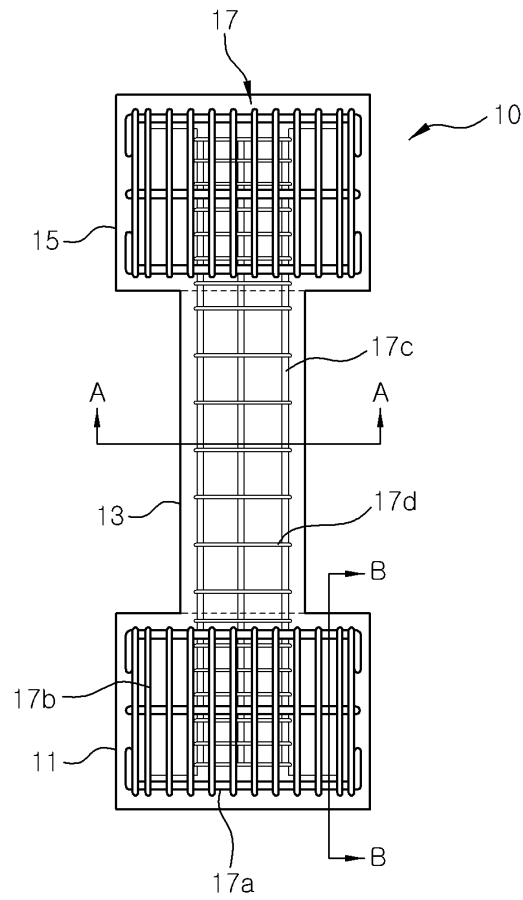
10 : 기둥구조체	11 : 기초부
13 : 기둥부	15 : 상단부
20 : 보강부	30 : 볼트

도면

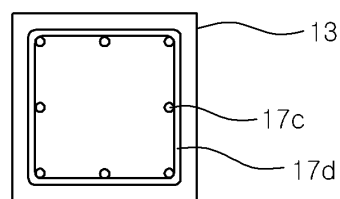
도면1



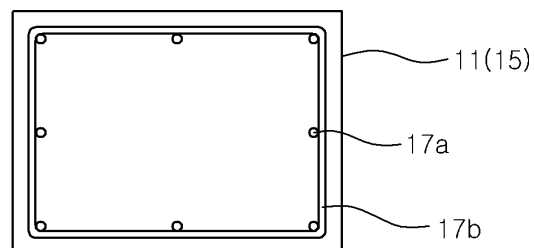
도면2



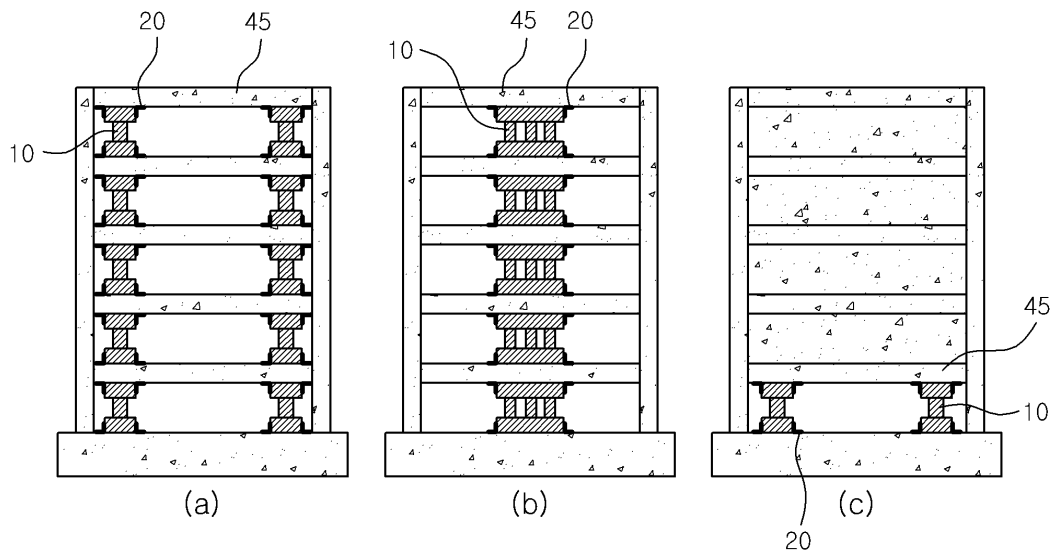
도면3



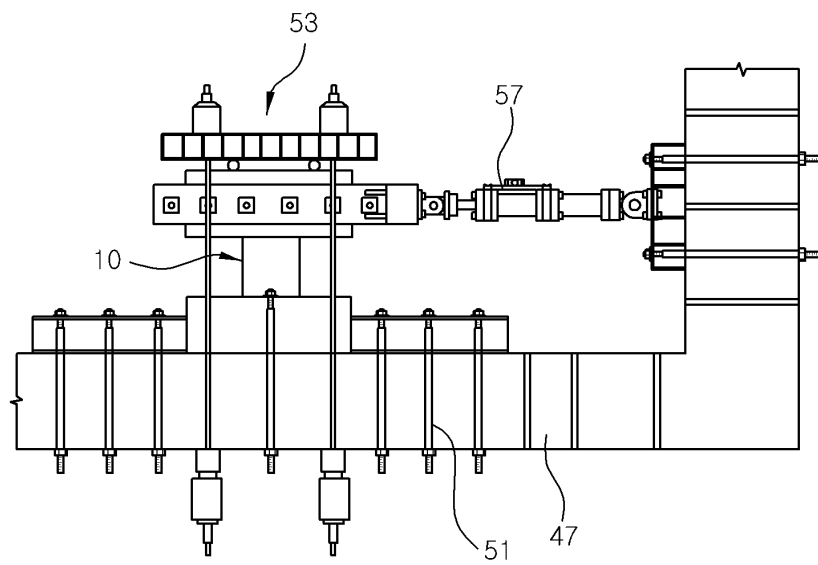
도면4



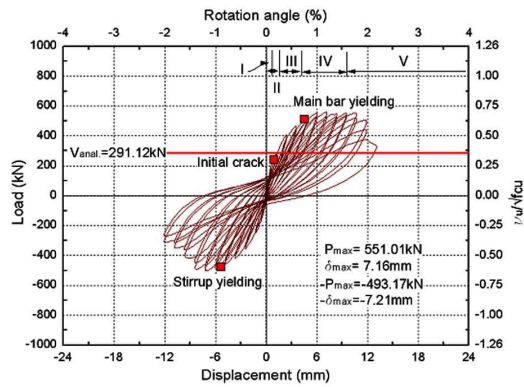
도면5



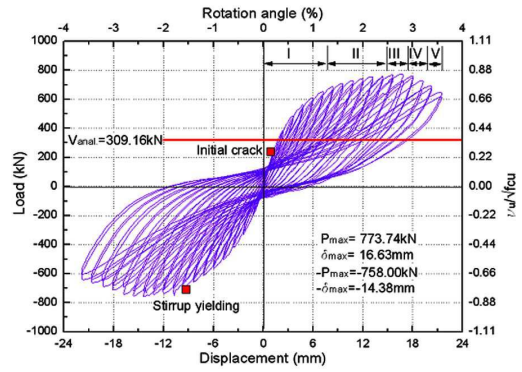
도면6



도면7

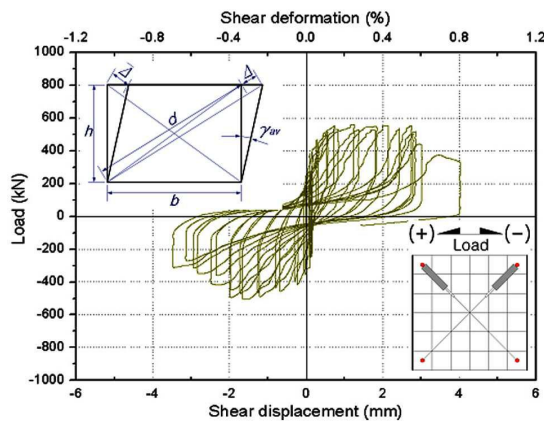


(a)

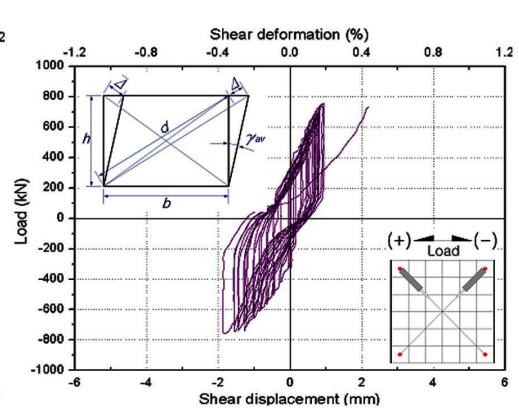


(b)

도면8

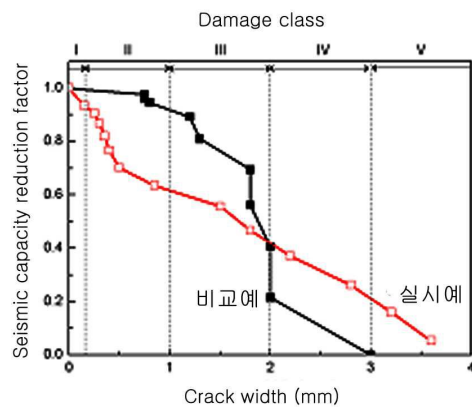


(a)

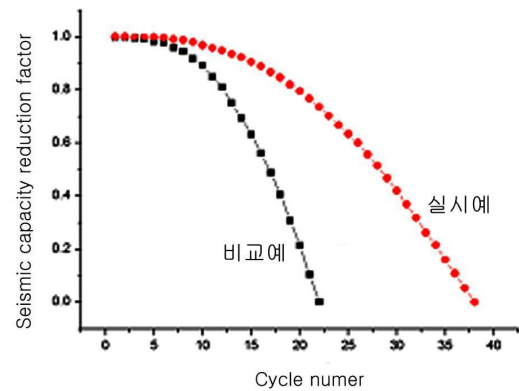


(b)

도면9



(a)



(b)

도면10

