

**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(51) . Int. Cl.<sup>6</sup>  
*G01N 3/42*

(45) 공고일자 2006년01월12일  
 (11) 등록번호 10-0525934  
 (24) 등록일자 2005년10월27일

(21) 출원번호	10-1998-0707964	(65) 공개번호	10-2000-0064865
(22) 출원일자	1998년10월07일	(43) 공개일자	2000년11월06일
번역문 제출일자	1998년10월07일		
(86) 국제출원번호	PCT/US1998/002324	(87) 국제공개번호	WO 1998/35217
국제출원일자	1998년02월06일	국제공개일자	1998년08월13일

(81) 지정국

국내특허 : 아일랜드, 오스트레일리아, 캐나다, 이스라엘, 일본, 대한민국, 멕시코, 노르웨이, 뉴질랜드, 터키,

EP 유럽특허 : 오스트리아, 벨기에, 스위스, 독일, 덴마크, 스페인, 프랑스, 영국, 그리스, 이탈리아, 룩셈부르크, 모나코, 네덜란드, 포르투칼, 스웨덴,

(30) 우선권주장 08/796,968 1997년02월07일 미국(US)

(73) 특허권자 엔지니어드 어레스팅 시스템즈 코포레이션  
미국, 펜실베이니아 19014, 어스톤, 마켓 스트리트 2550

(72) 발명자 양리 리차드 디.  
미국 펜실베이니아 19014 아스톤 콜로니얼 서클 39

시에지엘스키 마이클 에스.  
미국 펜실베이니아 19008 브룸몰 노스 매노 로드 21

다이얼 크리스토퍼 티.  
미국 펜실베이니아 19050 랜스다운 이. 스튜어트 애비뉴 48

마할 피터 티.  
미국 펜실베이니아 19003 아드모어 체스트넛 애비뉴 2303

쿠크 로버트 에프.  
미국 플로리다 32428 치플리(서니 힐스) 컨트리 클럽 불바르 3897

(74) 대리인 정상구  
이병호  
신현문  
이범래

심사관 : 정호근

(54) 제동물질 테스트장치 및 방법

## 요약

제동 물질 테스트 장치, 테스트 프로브 및 테스트 방법은 테스트부의 표면으로부터 통상적으로 그 두께의 60% 이상인 내부 침투 깊이까지 연장되는 기부 상에서 다공질 콘크리트, 및 그와 유사한 특징을 갖는 물질의 압축 구배 강도를 테스트할 수 있다. 통상적으로, 다공질 콘크리트의 종래의 테스트는 테스트 샘플의 구조 파손 또는 파괴 전에 최소 구조 강도를 결정하는데 초점이 맞춰져 있었다. 예를 들어, 항공기 제동 베드용 다공질 콘크리트는 표면으로부터 60 또는 80%의 침투 깊이 까지 상대적으로 좁은 소정 범위에서 연속적으로 압축 구배 강도를 나타내야만 한다. 미리 계산 및 제어된 압축 구배 강도는 항력이 주요 작동 장치 구조 한계치를 초과하여 증가함이 없이 설정된 거리 내에서 항공기를 안전하게 제동시킬 수 있는 임계치이다. 테스트 장치, 압축 후의 강화를 경감시키는 테스트 프로브 및 테스트 방법에 대해 설명한다.

## 내용

### 도 1

### 명세서

### 기술분야

본 발명은 차량의 저속 주행용 시스템 특히, 활주로의 끝에서 탈선하는 항공기를 안전하게 감속시키기 위한 제동 베드 시스템(arresting bed system)에 사용되는 다공질 콘크리트를 테스트하기 위한 테스트 장치 및 방법에 관한 것이다.

### 배경기술

활주로 끝을 오버런하는 항공기는 승객에게 상해를 입히고 항공기가 파손 또는 치명적으로 손상될 가능성을 증가시킨다. 상기 오버런으로 인해 80노트(knot)(약 41.16m/s)의 속도로 이동되는 항공기가 착륙 또는 이륙에 실패하는 경우를 경험하곤 한다. 오버런 위험을 최소화하기 위해, 일반적으로 연방 항공 본부(FAA)는 활주로 끝을 초과하는 길이로서 1,000피트(feet)(약 304.80m)의 안전 영역을 요구한다. 현재, 상기 안전 영역이 FAA 규정에 따를지라도, 지역마다 설치된 많은 활주로는 FAA 규정의 채택 이전에 형성되었고, 해수, 도로 또는 다른 장애물은 1,000피트(약 304.80m)의 오버런 요구 조건에 따른 경제적 수용을 방해한다.

활주로 너머 존재하는 토양면을 포함하는 몇몇 물질은 항공기를 감속시킬 수 있는 능력을 갖고 있다. 그 특질을 예측할 수 없으므로 토양면의 제동 능력은 매우 예측하기 어렵다. 예를 들면, 매우 건조한 점토는 경질일 수 있고 거의 불침투성이이며, 젖은 진흙은 항공기를 진흙으로 더럽히고, 랜딩 기어를 파괴시키며, 승객에게 상해를 입히고, 항공기를 파손시킨다.

1988 보고서에서는 뉴욕 및 뉴저지의 공항 관제소에 의해 JFK 국제 공항에서 활주로용 플라스틱 폼 제동 장치의 발전 가능성에 대한 조사가 보고되었다. 상기 보고서에는, 그와 같은 같은 제동 장치 설계가 80노트(약 41.16m/s)까지의 출구 속도로 활주로를 오버런하는 100,000파운드(pound)(약 45,40kg) 항공기와 60노트(약 30.87m/s)까지의 출구 속도로 활주로를 오버런하는 820,000파운드(약 371,94kg) 항공기를 편리하고 안전하게 제동시킬 수 있다는 분석 결과가 전술되어 있다. 상기 보고서에는 적절한 플라스틱 폼 제동 장치 구성의 성능이 잠재적으로 "특히 제동이 효과적이지 않고 역추력이 활용되지 않을 때 포장된 1,000피트(약 304.80m) 오버런 영역보다 우수하다"는 사실에 대해 언급하고 있다. 공지된 바와 같이, 제동의 효과는 젖거나 동결된 표면 상태하에서는 제한될 수 있다(데이톤 대학 리포트 UDR-TR-88-07, 1988년, 1월).

더욱 최근에, 항공기 제동 시스템은 랠렛 등에 의한 미국 특허 제 5,193,764호에 설명되어 있다. 상기 특허에 개시된 바와 같이, 항공 제동 영역은 지지면에 부착된 폼의 최저층으로 서로에 대해 단단하고, 부서지기 쉬운, 내화성 폐놀 폼의 복수로 적층된 박층을 부착함으로써 형성된다. 적층된 층은 단단한 플라스틱 폼으로 된 혼합층의 압축 저항이 활주로로부터 제동 영역 내로 이동될 때 제동되도록 구성된 임의의 형태의 항공기의 착륙 장치에 의해 가해지는 힘보다 작도록 설계되어 있으므로 폼은 항공기가 접촉될 때 파손된다. 양호한 재료는 라텍스 접착제와 같은 친화성 접착제로 사용된 폐놀 폼이다.

폐놀 폼을 기초로 한 제동 장치 시스템의 테스트는, 상기 시스템이 항공기를 제동시키는 기능을 할 수 있지만, 상기 폼 재료의 사용은 단점을 가진다는 사실을 나타내고 있다. 주요 단점은 그 특성에 의존하는 폼이 통상적으로 반발 특성을 나타낼 수 있는 사실에 있다. 그러므로, 폐놀 폼 제동 베드 테스트에서, 폼 재료 자체의 반발 결과로서 폼 물질을 통해 이동됨에 따라, 약간의 추력이 항공기의 훨로 전달된다는 사실을 알 수 있었다.

제동 베드 시스템에 사용되는 물질인 폼 또는 다공질 콘크리트는 종래 기술분야에서 제한된 분야로 테스트가 제안 및 실행되어 오고 있다. 폐놀 폼의 일부 단점을 배제하면서도 폐놀 폼과 동일한 많은 이점들을 제공한다는 사실에 기초로 하여, 다공질 콘크리트가 제동 베드 시스템에 사용되기 위한 양호한 잠재력을 가진다는 사실을 상기 테스트가 나타내고 있다. 그러나, 정확하게 제어된 파손 강도와 제동 베드에 걸친 물질 균일성에 대한 요구 조건이 결정적이기 때문에, 지금까지 알려져 있기도는 적절한 특징 및 균일성의 다공질 콘크리트의 제조는 사전에 달성되지도 기재되어 있지도 않다. 건물용 구조 콘크리트의 제조는 비교적 단순한 처리 단계를 포함하는 전부적인 기술이다. 일반적으로 단순한 성분을 포함하지만 다공질 콘크리트의 제조는 탄산 가스 포화, 혼합 및 수화 양태의 성질 및 효과에 의해 복잡하고, 너무 강하지도 너무 약하지도 않은 균일한 완성품이 본 발명의 목적을 위해 제공될 경우, 다공질 콘크리트는 면밀히 특정되고 정확하게 제어되어야 한다. 보다 약한 그리고 보다 강한 다공질 콘크리트 영역을 포함하는 불연속성은 예를 들어, 감속력이 훨씬 강한 구조 강도를 초과하는 경우, 감속되는 차량을 실제로 손상시킬 수 있다. 또한 상기 불균일은 감속 성능과 전체 제동 거리를 정확하게 예상할 수 있게 한다. 상업적 용도의 다공질 콘크리트를 이용하는 최근의 한 가능성 테스트에서, 베드부와 부하 데이터를 통해 부과되는 테스트 데이터의 기록을 위해 설치된 항공기가 얻어졌다. 제조 균일성을 제공하기 위해 여러 공정들이 시도되어 왔지만, 테스트 제동 베드로부터 취해진 샘플과 부하 데이터는 파손 강도가 높게 초과되는 영역과 낮게 초과되는 영역 사이에서 명백한 편차를 나타냈다. 항공기가 주요 착륙 장치를 손상시키거나 파손시킬 수 있는 힘에 노출될 경우, 제동장치의 잠재적인 이점은 명백하게 떨어진다.

따라서, 제동 베드 시스템이 고려되고 있고, 그를 위한 다양한 실제 물질 테스트가 실행되고 있지만, 활주로를 이탈하는 비행 속도로 이동하는 공지된 크기 및 무게의 항공기를 안전하게 정지시키는 특정 거리 내의 제동 베드 시스템 또는 그 시스템에 사용하기에 적합한 물질의 실제 제조 및 실행은 성취되지 않고 있다. 소정의 크기, 중량 및 속도를 갖는 차량에 대해 효과적인 제동 베드를 제공하기 위해 형성되는 물질의 양 및 기하학은 물질의 물리적 특성 특히, 베드를 통해 이동됨에 따라 물질을 변형 또는 파손시키는 차량에 적용되는 항력의 크기에 직접적으로 의존한다. 컴퓨터 프로그래밍 모델 또는 다른 기술은 상기 항공기를 위한 대응 착륙장치에 관한 설명을 고려하여, 특정 크기 및 중량의 항공기를 위한 계산된 힘 및 에너지 흡수에 기초한 제동 베드를 위한 항력 또는 감속 목적을 개선하기 위해 사용될 수 있다. 그러나, 제동 베드가 베드를 통한 차량의 부하를 견디는 항공기(또는 다른 차량)의 부분(활주로를 이탈한 후에 베드를 통해 이동하는 항공기의 훨)에 의해 수축될 때 예측 가능한 양의 에너지 흡수(항력)를 균일하게 유지하기 위해 강도, 내구성 등과 같은 특성의 구역 대 구역 및 일괄 대 일괄 균일성을 갖는 물질로 구성되는 모델이 가정되어야만 한다.

제동 베드 시스템에서 기포 형성 또는 다공질 콘크리트의 사용에 따른 잠재적인 장점 중 하나는 그 물질 자체가 다수의 다양한 출발 물질을 사용하는 다양한 방법으로 제조될 수 있다는 것이다. 차량 감속과 무관한 종래 형태에 적용하는 경우, 콘크리트는 다공질 콘크리트를 제조하기 위해 물, 기포 작용제, 및 공기가 혼합된 특정 형태의 시멘트(통상적으로 포틀랜드 시멘트)를 사용함으로써 제조된다. 그러나, 명백히 구별되는 필요 조건은 상기 종래 형태의 다공질 콘크리트를 제동 베드에 사용하기 적합한 제품의 제조와 구별한다. 종래의 적용에서는, 보다 양호한 강도를 갖는 소정의 최소 강도를 제공하는 상태에서 중량 또는 비용 또는 두 가지 모두를 감소시키는 것이 목적이다. 종래의 적용에서는 통상적으로, 다공질 콘크리트를 최대 강도 및 최소 강도의 엄격한 기준하에서 제조할 필요가 없게 되어 있다. 또한, 종래의 적용에서는 기초 강도 목적이 충족되는 물질의 높은 균질도가 불필요하다. 다공질 콘크리트에 대한 종래의 적용에서 조차, 시멘트의 양 및 형태, 물/시멘트 비, 기포 작용제의 양 및 형태, 상기 물질들이 혼합되는 방법, 처리 조건 및 경화 조건은 모두 다공질 콘크리트의 결과 특성에 결정적인 영향을 줄 수 있다는 사실이 알려져 있다. 차량 제동 베드에 적합한 다공질 콘크리트를 제조하는데 필요한 수준으로 제품을 정제해야 하는 필요성은 종래 적용에서 설명되어지지 않는다.

따라서, 항공기 또는 다른 차량의 제동 베드 내로의 진입시 바람직한 감속을 획득하기에 적합한 기계적 특성 물질을 제공하는 것이 상술한 목적 중 하나이다. 그러나, 소정 강도 및 균질성의 필요한 특성을 실제로 구비하는 다공질 콘크리트 물질을 지속적으로 제조하는 능력이 이미 달성되었다는 사실에 대해 알려진 바가 없다.

본 기술 분야에서 존재하는 하나의 문제점은 기하학적으로 바람직한 기계적 특성을 전체 제동 베드 구조가 지속적으로 구비할 수 있는, 매우 작은 허용 오차에 대해 균일한 방식으로, 낮은 강도 범위에서의 다공질 콘크리트의 제조를 위한 설정 기술의 부족에 있다. 적소에 부어진 다공질 콘크리트가 제안되고 있지만, 다공질 콘크리트 제동 베드를 성공적으로 실행하기 위한 실제 설계는 사전에 제공되어 있지 않다.

다른 문제점은 차량이 특정한 제조 등급의 기포 형성 콘크리트를 통과할 때 실제로 어떠한 기계적 힘을 받을 것인지를 미리 결정하는 일에 있다. 문제의 기계적 특성은 물질 자체의 강도가 아니라, 물질이 변형됨에 따라 그 물질을 통과하는 물체에 의해서 경험되는 감속력이다. 콘크리트 샘플들에 대한 대부분의 종래 테스트는 적어도 특성화된 부하가 제공될 수 있도록 물질의 파단 강도를 측정한다. 반대로, 제동 베드 기술에서의 기계적 특성은 중요한 특성인 물질의 압축 파손 동안 연속하는 베이스로 흡수되는 에너지이다(즉, 연속 압축 파손 동안의 실제 강도). 특정 방식, 제조 기술, 경화, 및 설계의 기포 형

성 콘크리트 의해 공급되는 압축 강도를 연속하는데 사용될 수 있는 적절한 테스트 분류법 없는, 이 기술은 다공성 콘크리트 가운데 어떤 것이 예측대로 가능할 것인가를 결정하기 위한 노력으로 여러 가지 다른 다공성 콘크리트 샘플을 사용해 매우 비싸게 제동 베드 구조물을 만들 필요성(요구 조건)을 남기게 된다. 특히, 종래의 다공질 콘크리트 구조를 위한 적용은 최소 강도 측정에 의해 지지될 수 있으므로, 다공질 콘크리트 부분의 표면으로부터 침투 깊이 전체에 걸쳐 내부 침투 깊이가 부분 두께의 80%까지 연장하여 연속적으로 신뢰성 있는 측정을 가능하게 하는 적절한 테스트 방법과 장치도 제공되지 않았다.

본 발명의 목적은 다공질 콘크리트 물질을 테스트하기 위한 새롭게 향상된 테스트 장치 및 방법을 제공하는 것이고, 상기 장치 및 방법은 하기와 같은 하나 이상의 장점 및 성능을 제공한다.

- 이동하는 물체를 감속시킬 때 경험되는 압력 구배 강도의 신뢰성 있는 결정;
- 시편의 구조적 붕괴 없이 테스트하는 압축 강도;
- 샘플의 표면으로부터 연속적으로 샘플 두께의 70% 정도의 내부 침투 깊이까지의 압축 구배 강도의 결정;
- 연속적으로 침투 깊이와 압축 파손 테스트 압력의 기록;
- 침투 축에 의해 연속으로 구동되는 향상된 테스트 프로브의 사용;
- 얻어진 데이터의 정확도를 왜곡할 수 있는 압축 후의 물질 성장 효과(post-compression material build-up effect)를 감소시키기 위해 제한된 단면적의 축 부분을 갖는 침투 축의 사용.

### 발명의 상세한 설명

본 발명에 따르면, 압축성 제동 물질에서 표면으로부터 내부 침투 깊이까지의 압축 구배 강도를 연속적으로 테스트하기 위한 제동 물질 테스트 장치는 침투의 내부 깊이 이상의 길이와 단면적 크기를 갖는 침투 축을 포함한다. 테스트 프로브 헤드는 침투 축에 접속되며 압축 접촉면을 갖는다. 침투 축은 테스트 프로브 헤드 뒤에서 시작하여 침투 축 길이의 일부에 대해 연장하는 제한된 축 부분을 포함한다. 상기 제한된 축 부분은, 테스트 프로브 헤드의 뒤에서의 압축 후의 물질 강화와 그 강화로부터의 데이터 왜곡을 감소시키기 위해, 통상적으로 테스트 프로브의 접촉 면적보다 적어도 10% 작은 단면적을 갖는다.

구동 기구는 제동 물질 내의 내부 침투 깊이에 대해 테스트 프로브 헤드를 구동시키는 축을 이동시키기 위해 침투 축에 결합된다. 침투 축에 결합된 변위 감지 장치는 그 변위를 감지하기 위해 제공된다. 침투 축에 결합된 부하 감지 장치는 내부 침투 깊이에 대해 제동 물질을 압축하여 테스트 프로브 접촉면에 대해 가해지는 압력을 감지한다. 또한 장치는 테스트에 사용되는 압축성 감지 물질의 압력 구배 강도의 연속 측정을 나타내는 데이터를 제공하기 위해 테스트 프로브 접촉면의 침투 깊이에 반응하며 부하 감지 장치에 의해 감지된 압력에 반응하는 데이터 획득 장치를 포함한다.

또한, 본 발명에 따르면, 압축성 제동 물질에서 표면으로부터 내부 침투 깊이까지 압축 구배 강도를 연속적으로 테스트하기에 적합한 제동 물질 테스트 프로브는 상술된 바와 같이 침투 축, 테스트 프로브 헤드 및 제한된 축 부분을 포함한다. 제한된 축 부분의 단면적 및 길이는 제한된 축 부분을 테스트하의 제동 물질에서 표면으로부터 내부 침투 깊이까지 이동시켜 접촉면 뒤에서의 압축 후의 강화 효과를 감소시키기 위해 적절히 선택된다. 상기 침투 깊이는 통상적으로 테스트되는 제동 물질부 두께의 60% 이상일 수 있다.

또한, 본 발명에 따르면, 차량을 제동시키는데 사용하기에 적합한 다공질 콘크리트부의 연속 압축 파손 테스트용 방법은 하기의 단계를 포함한다:

- (a) 접촉 표면적을 갖는 접촉면을 구비한 테스트 프로브 헤드를 지지하는 침투 축을 제공하는 단계;
- (b) 접촉 표면적보다 20배 이상 큰 단면적 및 두께를 갖는 다공질 콘크리트의 테스트부를 제공하는 단계;
- (c) 테스트부를 종방향으로 지지하는 단계;

(d) 테스트부에서 표면으로부터 내부 침투 깊이까지 테스트부 내로 테스트 프로브 헤드의 접촉면을 종방향으로 구동시키는 단계;

(e) 테스트 프로브 헤드의 범위를 연속적으로 검출하는 단계;

(f) 테스트부 내의 복수의 중간 침투 깊이에서 상기 접촉면 상의 압축력을 검출하는 단계.

다른 및 부가의 목적과 함께, 본 발명의 용이한 이해를 위해, 첨부 도면을 참조하고 본 발명의 범위는 첨부한 청구의 범위 내에서 지적될 것이다.

### 도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명에 따른 제동 물질 테스트 장치의 실시예를 도시한 도면.

도 2 및 도 4는 본 발명을 이용한 관련 침투 축부 및 테스트 프로브 헤드의 측면도 및 저면도.

도 3은 본 발명에 따른 선택적인 구조와 침투 축에 장착된 테스트 프로브 헤드를 도시한 측면도.

도 5는 본 발명에 따른 테스트 방법을 설명하는데 편리한 플로우차트.

도 6 및 도 7은 두 개의 다른 강도를 갖는 다공질 콘크리트의 샘플에 대한 세로 좌표를 따라 표시된 압축력 대 횡좌표를 따라 표시된 침투율에 관하여 도 1의 장치 및 도 5의 방법을 사용하여 얻은 테스트 데이터를 도시한 도면.

### 실시예

제동 베드 적용에서의 다공질 콘크리트의 사용은 베드가 용인할 수 있는 성능을 보장하는 방식으로 설계, 제조 및 구성되도록 하는 감속 차량의 접촉 부재의 표면상에서 작용하는 힘을 예견할 수 있으므로 변형에 대한 저항이 균일한 물질을 필요로 한다. 상기 균일성을 획득하기 위해, 다공질 콘크리트를 준비하는데 사용되는 성분, 처리 조건, 및 경화 형태를 주의 깊게 선택 및 제어해야만 한다.

다공질 콘크리트의 성분은 일반적으로 시멘트이고, 양호하게는, 포틀랜드 시멘트, 기포 작용제, 및 물이다. 상대적으로 미세한 모래 또는 다른 물질은 일부 환경에서 양호하게 적용할 수 있지만, 현재 양호한 실시예에서는 사용되지 않는다. 상기 목적을 위한 "다공질 콘크리트"라는 용어는 공기와 같은 유체의 상대적으로 작은 내부 공동 및 기포로 콘크리트를 덮는다는 일반적인 의미로서, 모래 또는 다른 물질을 포함할 수 있으며 또한, 그와 같은 모래 또는 다른 물질을 포함하지 않을 수도 있다.

다공질 콘크리트를 제조하는 많은 공지된 방법이 있다. 일반적으로, 그와 같은 공정은 물과 기포 농축제를 혼합하는 단계, 공기를 유도함으로써 기포를 발생시키는 단계, 발생된 기포를 시멘트 슬러리 또는 시멘트/골재 슬러리 혼합물에 추가하는 단계, 및 다른 형태의 콘크리트에 비해 비교적 낮은 물질의 밀도를 유지하는 상당한 양의 공간 즉, "공동"을 갖는 균등질 혼합물의 결과인 제어된 방식으로 기포와 시멘트 슬러리를 완전하게 섞는 단계를 포함한다. 제동 베드 적용에 대한 다공질 콘크리트의 적용은 물질 특성의 일반적인 균일성을 필요로 하기 때문에, 물질의 균일한 기포, 혼합 및 설정은 대단히 중요하다.

제동 베드 시스템의 구조는 중앙 제조 설비 또는 베드 부위(site)에서 다공질 콘크리트를 제조하여 시스템을 위해 바람직한 기하학을 이루기에 적절한 크기의 외형 내로 콘크리트를 주입함으로써 형성될 수 있다. 그러나, 물질 특성의 균일성 및 전체 품질 제어에 대해서는, 적절한 크기의 외형을 사용한 전체 베드의 부분품을 주조하고, 현장에 상기 부분품을 운송하고, 베드의 전체 구성을 형성하기 위해 주조부를 설치하는 것이 양호하다는 사실이 발견되었다. 후자의 경우에, 소정 크기의 블록 형성부에서 유니트 즉, 주조부는 제조되어 품질 제어 테스트의 완성시까지 유지될 수 있다. 블록이 상기 부위로 운송된 후, 적절한 위치에 위치되고 안전 영역의 구조 물질에 따라 아스팔트, 시멘트 그라우트, 또는 다른 적절한 점착 물질을 사용하여 활주로 안전 영역에 고착된다.

"압축 구배 강도" 또는 "CGS"의 정의

"압축 강도"(CGS가 아닌)라는 용어는 표준 샘플의 표면에 수직인 벡터로 적용될 때 샘플을 파손시키는 힘(종래, lb./in.<sup>2</sup>(kg/cm<sup>2</sup>)로 측정된)의 크기를 의미하는 것으로 통상 이해된다. 대부분의 종래의 테스트 방법은 테스트 장치, 샘플화 절차, 부하율의 테스트 표본 필요 조건(크기, 성형, 및 경화 필요 조건을 포함) 및 필요 조건을 유지하는 기록을 명기한다. 예로서는 ASTM C 495-86 "경량 방음 콘크리트의 압축 강도용 표준 방법"이다. 예견된 부하 상태하에서 구조적인 보전을 유지하기 위해 요구되는(즉, 최소 강도 이상을 갖는) 구조를 설계할 때 상기와 같은 종래의 테스트 방법이 유용하지만, 제동 베드 시스템의 목적은 예견할 수 있는 상술된 방식으로는 성취하지 못하며, 다공질 콘크리트를 변형시키는 차량으로서 예견할 수 있는 제어된 저항력(즉, 특정 압축 구배 강도)을 제공한다. 따라서, 상기 종래의 테스트는 압축 파손 동안의 강도가 아닌 파손 시점까지의 강도를 결정하는데 집중시킨다. 더욱 단순히 설명하면, 어느 정도의 힘이 다공질 콘크리트의 표본을 분쇄시키는가를 아는 것으로는, 제동 베드 시스템을 통해 이동하는 차량에 의해 어느 정도의 드래그 또는 감속을 경험하게 되는가하는 중요한 물음에는 해답을 주고 있지 않다. 종래 기술에서와 같은 "일회" 파단 강도와 대조적으로, 표본의 일부로서 연속 압축 파손 모드를 산출해야만 하는 본 테스트 목적에 대해서는 원래 두께의 약 20%에 대해 연속적으로 압축된다. 본 목적에 부합하는 상기 연속 테스트를 위해 적합한 장치 및 방법은 일반적으로 사전에 이용할 수 없다.

다공질 콘크리트 물질 및 처리시 이용 가능한 넓은 범위의 변수와 테스트용 제동 베드를 구조하기 위한 크기 및 비용으로 인해, 임의의 방법으로 처리 및 경화되는 특히 다양한 다공질 콘크리트의 저항력의 크기를 예견하는데 이용할 수 있는 적절한 테스트 정보가 제동 베드 시스템 내에 사용될 때 제공되어야 하는 것은 필수적이다. 단순한 일회 "압축 강도" 대신에, 샘플의 연속 압축 파손 동안 발생하는 저항력 측정시의 결과 데이터에 집중하는 새로운 테스트 분류법을 개발함으로써, 새로운 테스트 방법 및 장치는 적절한 다공질 콘크리트 물질 및 처리 변수의 확립 및 신뢰할만한 테스트를 할 수 있도록 개발되었다. 결과적으로, 다공질 콘크리트 원래 두께의 20%를 분쇄하는데 필요한 압축력이 침투 깊이에 따라 변한다는 사실이 결정되어 있다. "압축 구배 강도" 즉, "CGS"의 특성은 항공기를 안전하게 저속으로 만드는 공지된 감속 특성을 갖는 다공질 콘크리트 차량 제동 베드를 구성하기 위해 정확하게 명기되어야만 한다.

본 발명의 테스트 방법 및 장치는 다공질 콘크리트의 테스트 샘플용 부하 및 변형 데이터를 제공하거나, 동일 물질로 구성된 제동 베드를 실행하는 방법을 정확하게 예견하는데 사용될 수 있는 유사한 특성을 갖는 물질을 제공한다. 따라서, 다공질 콘크리트 샘플의 압축 강도가 샘플을 파단시키는 힘을 적용시킴으로써가 아니라 상술된 압축 접촉면을 갖는 테스트 프로브 헤드가 다공질 콘크리트의 용적을 통해 이동됨으로써 발생되는 저항력상의 정보를 연속적으로 보고하여 측정하는 침투식 테스트 방법은 공식화에 필요한 데이터를 획득하는데 필요하고 제동 베드 적용시 다공질 콘크리트를 사용한다. 측정에 따라, CGS는 종래 기술에서와 같은 단순한 단일 파단치보다 침투 깊이 범위에 따라 다양한 구배치(60/80 CGS와 같은)가 된다.

본 발명의 목적을 위해, "압축 구배 강도"(또는 "CGS")라는 용어가 표면으로부터 통상적으로 다공질 콘크리트부 두께의 66% 일 수 있는 내부 침투 깊이까지 연장하는 다공질 콘크리트부의 압축 강도에 관해 설명하는데 사용된다. 한정된 바와 같이, CGS는 표준 ASTM 테스트 방법에 의해 결정되는 압축 강도에 대응하지 않는다.

## 도 1 테스트 장치

도 1을 참조하면, 본 발명에 따른 제동 물질 테스트 장치의 실시예가 도시되어 있다. 부가로 설명되는 도 1의 장치는 압축 성 제동 물질의 샘플부에서 표면으로부터 내부 침투 깊이까지 압축 구배 강도를 연속적으로 테스트하기 위해 설치된다. 도시된 바와 같이, 테스트부의 저부를 지지하기에 적합한 구조대 기부(structural platform base: 2)가 포함되어 있고, 그 기부는 측부 프레임 부재(4)에 결합하여 테스트 지지 구조체를 형성한다.

침투 축(6) 형상의 피스톤은 실린더(8) 내에 미끄럼 구동식으로 결합되고, 유압 라인(10)을 통해 연결된 유체에 의해 작동되도록 설치된다. 이러한 구성으로 침투 축(6)은 유압원(14)의 작동에 반응하는 다공질 콘크리트 또는 다른 적절한 물질의 테스트부(12)를 향해 하향으로 구동될 수 있다. 테스트부(12)는 테스트 동안 기부(2)상의 저부 베어링 블록(16)에 의해 지지된다. 침투 축(6)의 저부에 장착된 테스트 프로브 헤드는 도 2 내지 도 4를 참조하여 설명될 것이다. 따라서, 유압원(14)으로부터 라인(10)에 의해 공급되는 유압 실린더(8)는 침투 축(6)에 연결된 구동 기구의 한 형태를 포함하고 제동 물질 테스트부(12) 내의 내부 침투 깊이에 대해 테스트 프로브 헤드를 구동시키기 위해 침투 축(6)을 연속적으로 변위시킬 수 있는 능력을 제공한다.

도시된 바와 같이, 테스트 장치는 로드셀(load cell)과 같은 부하 감지 장치(18)를 추가로 포함한다. 공지된 방식에서, 부하 감지 장치(18)는 침투 축(6)과 내부로 이동되는 테스트 프로브 헤드의 접촉면에 가해지는 힘을 측정하기 위해 설치되고, 테스트부(12)의 다공질 콘크리트의 압축 파손을 야기한다. 선택적으로, 측정된 힘은 테스트부(12)의 압축 파손 동안 테스

트 프로브 헤드의 접촉면에 대한 다공질 콘크리트에 의해 제공된 저항의 측정을 위해 고려될 수 있다. 로드셀과 같은 부하 감지 장치(18)에 의해 측정된 힘은 연속적으로 검출되고 데이터 획득 장치(22)에 연결된 데이터 라인(20)에 의해 테스트 동안 힘 또는 압력에 관해 기록될 수 있다. 도 1에서, 테스트 장치는 그의 임피던스가 침투 축(6)의 위치 변화에 따라 변하도록 설치된 선형 전위차계와 같은 변위 감지 장치(24)를 추가로 포함한다. 변위 감지 장치(24)는 테스트 동안 침투 축(6)의 변위를 연속적으로 검출하고 기록할 수 있도록 하는 데이터 라인(26)을 통해 데이터 획득 장치(22)에 연결된다. 도시된 테스트 장치에서, 압력 변환기(28)로서 도시된 압력 감지 장치에 의해 감지되는 유압은 데이터 라인(30)을 통해 검출되고 기록된다.

도 2 내지 도 4를 참조하면, 본 발명에 따른 제동 물질 테스트 프로브의 전형적인 두가지 구성이 보다 상세하게 도시되어 있고, 그것은 제동 물질에서 표면으로부터 내부 침투 깊이까지 압축 구배 강도를 연속적으로 테스트하는데 적합하다. 테스트 프로브는 침투 축과 그 하부 단부에 장착된 테스트 프로브 헤드를 포함한다. 도 2는 테스트 동안 내부 침투 깊이 이상의 전체 길이를 갖는 침투 축(6)의 하부를 도시하고, 직경(7)으로 표시된 단면적 크기를 갖는다. 침투 축(6)은 통상적으로 강(steel)으로 형성될 수 있고 원통형 형성부를 갖는다. 테스트 프로브 헤드(34)는 종방향 압력에 노출될 때 정위치에서 잔류하도록 축의 하부 단부에 적절히 연결된다(예를 들어, 단부에 용접 및 나사에 의해 고정). 테스트 프로브 헤드(34)는 압축 접촉면(36)을 가지고, 그 접촉면은 경화될 수 있거나, 표면(36)의 초과 변형 없이 다공질 콘크리트 또는 다른 물질의 압축에 적용될 수 있다. 도 4의 저면도에 도시된 직경(35)으로 표시된 접촉면(36)의 크기는 침투 축(6)의 단면적 크기보다 크다. 도 2에는 접촉면 직경(35)이 침투 축(6)의 직경(7)보다 크다는 것이 도시되어 있고, 본 예에서는 그 길이에 걸쳐 직경이 균일하다. 도 3은 선택적인 구성을 도시한다. 도 3에서 침투 축(6a)은 도 1의 유압 실린더(8)와 부합하는 큰 직경(7a)을 갖는다. 침투 축(6a)은 보다 작은 단면적을 갖는 제한된 축 부분(6b)을 포함하고, 그 축 부분은 테스트 프로브 헤드 뒤에서 시작되어 침투 축 길이의 일부에 대해 연장된다. 따라서, 도 2를 참조하면, 제 1 구성에서 제한된 축 부분이 접촉면(36)에 비해서 감소된 단면적을 가지고, 도 1에 도시된 것처럼 침투 축의 전체 길이에 대해 효과적으로 연장된다는 것이 도시되어 있다. 도 3에서, 제한된 축 부분은 침투 축(6a) 길이의 단지 일부를 나타낸다. 본 발명에 따르면, 테스트 프로브 헤드 뒤에서 연장하는 제한된 축 부분을 제공하는 것은 테스트 상황하에서 제동 물질 내로 이동함에 따라 접촉면 뒤에서 다공질 콘크리트 입자의 압축 후 성장의 잠재적인 에러 발생 효과를 감소시키는데 효과적이라는 것을 알 수 있다. 양호하게는 제한된 축 부분은 침투 깊이 이상의 길이를 갖는다. 이러한 특성은 제동 물질의 사용시 경험되는 실제 압축 구배 강도의 표시로서 테스트의 정확도 및 신뢰성을 높이는 것을 알 수 있다.

본 발명의 테스트 프로브 헤드(34)의 양호한 구성은 접촉면보다 10 내지 50% 작은 단면적을 갖는 헤드(34) 뒤에서 제한된 축 부분(6b)을 가지며 침투 깊이 이상의 거리에 대해 테스트 프로브 헤드(34) 뒤에서 연장되는 직경이 대략 2 in.(약 5.08cm)인 평평한 원형 접촉면(36)을 포함한다. 상기 구조는 파손 또는 명백한 표면 왜곡 없이 100 lb./in.<sup>2</sup>(약 7.00kg/cm<sup>2</sup>) 이상, 양호하게는, 500 lb./in.<sup>2</sup>(약 35.00kg/cm<sup>2</sup>)인 압축 압력을 잔존시키기에 적합한 기초 구조 강도 및 접촉면 경도를 가져야 한다. 다른 실시예에서, 접촉면(36)은 육각형 또는 다른 적절한 모양을 가질 수 있고 임의의 적절한 크기일 수 있다. 그러나, 테스트부(12)의 단면적 크기에 대한 접촉면(36)의 크기는 약 70% 침투 전에 테스트부(12) 축부의 폴-어웨이(fall-away)와 같은 테스트 샘플의 일반적인 구조 파손 및 파괴 없이 테스트가 완성되도록 하는 크기로 양호하게 고려될 수 있다. 본 발명에 따르면, 제동 베드에서 사용하는 압축 구배 강도의 정확한 표시를 획득하기 위해 테스트부(12)가 축부지지, 밴딩 또는 엔클로저(enclosure) 없이 저부로부터만 지지되고, 테스트 동안 테스트 프로브 헤드(34)의 경로를 따라 내부 압축 파손 없이 손상되지 않은 상태로 유지되는 것이 좋다. 70 또는 80% 침투 후에, 테스트 샘플의 일반적인 구조 파손 또는 파괴는 통상적으로 테스트 결과의 효력에 관여하지 않는다. 샘플이 피스톤 침투에 대해 구속받지 않고 최종 응력을 가하는 테스트 방법을 사용함으로써, 제동 테스트 베드 성능에 대한 밀접한 접근이 강한 컨테이너 벽에 대해 인위적으로 가해지는 테스트 상황하에서 다공질 콘크리트 또는 다른 물질에 의해 야기되는 응력의 속박 또는 편향이 부재되기 때문에 성취될 수 있다.

## 도 5 테스트 방법

테스트 분류법은 샘플을 통해 이동하는 테스트 프로브 헤드에 대해 동력학적으로 부하를 측정할 수 있는 능력을 포함한다. 양호한 방법에서, 부하는 샘플을 통해 이동하는 테스트 프로브 헤드에 대한 변위의 작은 증가 또는 연속적으로 발생하는 힘 측정을 갖는 비교적 빠른 일정 속도에서 적용된다. 현재 양호한 테스트 프로브 헤드 변위율은 대략 분당 60 in.(약 152.40cm)이고, 그것은 ASTM C39-86 표준 테스트 방법에서 설명된 테스트의 다른 형태에 대해 명기된 분당 0.05 in.(약 0.127cm)에 비해 비교적 빠르다. 상기 방식에서 변형되는 다공질 콘크리트 샘플은 모든 빈 공간 또는 공동이 본질적으로 파괴되고 추가의 변형에 필요한 압축력이 빠르게 증가하거나 테스트 샘플이 일반적인 구조 파손을 경험하는 변형 지점에 도달할 것이다. 통상적으로 상기 변형 지점은 샘플 두께의 80% 정도의 침투 깊이에서 발생한다. 개시점으로부터 압축력이 발생하여 빠르게 증가하는 지점까지(샘플 두께의 60% 이상까지) 샘플을 변형시키는데 필요한 힘은 중요하고, 테

스트 분류법 및 장치에 필요하다. 따라서, 본 발명의 목적은 압축성 제동 물질의 용적을 통해 이동하는 차량 또는 다른 물질에 의해 경험되는 감속을 표시하는 테스트 결과를 제공하는 것이다. 상기 목적은 본 발명의 목적에는 부적절한 종래에 공지된 테스트 접근법의 목적과는 다르다.

본 발명의 도 5에 따르면, 차량 제동에 사용하는데 적합한 다공질 콘크리트부의 연속 압축 구배 테스트 방법은 하기의 단계들을 포함한다.

(a) 단계(40)으로 표시된, 접촉 표면적을 갖는 압축 접촉면을 구비한 테스트 프로브 헤드를 지지하는 침투 축을 제공하는 단계;

(b) 단계(42)로 표시된, 접촉 표면적보다 20배 이상 큰 단면적 및 두께를 갖는 다공질 콘크리트의 테스트부를 제공하는 단계;

(c) 단계(44)로 표시된, 테스트부를 종방향으로 지지하는 단계;

(d) 단계(46)으로 표시된, 상부면으로부터 테스트부 내의 내부 침투 깊이까지 테스트부 내로 테스트 프로브 헤드의 접촉면을 종방향으로 구동하는 단계;

(e) 단계(48)로 표시된, 테스트 프로브 헤드의 변위를 검출하는 단계;

(f) 단계(48)로 표시된, 상기 테스트부 내의 복수의 중간 침투 깊이에서 상기 접촉면상의 압축력을 검출하는 단계.

상기 방법은 도 6 및 도 7을 참조하여 설명되는 바와 같이, 복수의 중간 깊이에서 압축력의 값을 설명하는 구배의 표시를 이용할 수 있도록 하는 단계를 추가로 포함한다. 상기 표시는 도 6 및 도 7에서 컴퓨터 모니터상에 또는 다른 적절한 형태로 비교 도시한 컴퓨터 출력의 형태를 취할 수 있다.

테스트 방법의 적용에서, 상기 (c) 단계는 양호하게는 테스트부의 측면을 제한하지 않는 테스트부의 저부를 지지하는 단계를 포함한다. 또한, 상기 (d) 단계는 양호하게는 테스트부 두께의 60% 이상(통상적으로는 약 70%)인 내부 침투 깊이에 대해 연속적으로 접촉면을 구동시키는 단계를 포함하고, 상기 (e) 단계에서 테스트 프로브 헤드의 접촉면상의 힘은 접촉면이 상기 내부 침투 깊이에 도달할 때까지 짧은 간격(예를 들어, 초당 10 내지 30회)으로 기록된다.

상기 장치는 간헐적으로보다는 연속적으로 충격 없이 샘플에 부하를 적용하기 위해 설치된다. 부하율은 예를 들어, 적절한 데이터 획득 소프트웨어를 구비한 일반적인 퍼스널 컴퓨터일 수 있는 데이터 획득 수단에 의해 동작하는 소프트웨어를 통해 조절되어야 하고, 양호하게는 제어되어야 한다. 양호하게는, 상기 장치는 테스트부의 침투 동안 완전한 행정을 위해 규정된 부하율을 제공한다. 행정 길이는 두꺼운 테스트부에 적합한 보다 깊은 침투 깊이를 위해 보다 긴 부하 행정 길이를 갖는 테스트부 두께에 따라 변한다. 부하 정보, 거리 정보, 및 압력 정보는 침투 동안 데이터 획득 수단에 의해 획득되고 각각의 테스트를 위해 초당 30회의 비율로 샘플화되어 기록될 수 있다. 다른 적용에서는 샘플화율은 다를 수 있다. 허용 오차가 특히 실시예에 적합하도록 특정화되어야 하는 상태에서, 테스트 설명은 부하에 대해서는 1,000 lb.(약 2,204.60kg)에서 3 lb.(약 6.60kg), 거리에 대해서는 24 in.(약 60.96cm)에서 0.0625 in.(약 0.16cm), 압력에 대해서는 1,000 psig(약 70.00kg/cm<sup>2</sup>)에서 1 psig(약 0.07kg/cm<sup>2</sup>)의 임의의 지점에서 허용 가능한 최대 오차를 제공할 수 있다. 작동 및 데이터 획득의 정확도의 확인은 전부하 영역에 걸친 테스트를 포함해야 한다.

데이터 획득 컴퓨터에 사용되는 데이터 획득 소프트웨어는 각각의 감지 장치로부터 수용되는 모든 정보를 효과적으로 검출하도록 당업자에 의해 설치 및 구성될 수 있다. 양호하게는, 소프트웨어는 작업자가 테스트 중에 발생하는 데이터를 관찰할 수 있도록 연속적으로 도시하는 디스플레이를 사용할 수 있어야 한다. 기록되는 데이터는 대표적으로 부하{lb.(kg)}, 변위{in.(cm)}, 시간(sec.) 및 양호하게는, 유압{psig(kg/cm<sup>2</sup>)}의 판독을 포함한다. 데이터는 통상적으로 짧은 시간 간격(예를 들어, 초당 30회)에서 샘플화된다. 이는 테스트 프로브 헤드의 전체 행정에 대해 샘플을 침투하여 발생한다. 임의의 구성에서, 유압은 검출되지 않을 수 있고, 또는 데이터를 로딩하기 위한 백업 데이터 또는 서브 데이터로서 이용될 수 있다. 최대 정확도를 제공하기 위해, 테스트 장치의 0점 조정은 데이터 획득 소프트웨어에 의해 검출되고 기록되어야 한다. 직접 들어오는 미처리 데이터를 직접 기록하는 것과 데이터를 전환된 형태로 자동적으로 이용 가능하게 하는 것이 바람직 할 수 있다. 따라서, 예를 들어, 접촉면 힘을 고려하는 부하 데이터는 통상적으로 lb.(kg)으로 기록될 수 있고, 접촉 표면적 내에서 팩토링에 의해 psi(kg/cm<sup>2</sup>)로 전환될 수 있다. 유사하게, 변위 감지 장치(24)로부터의 저항을 나타내는 전압의 출력은 변위{in.(cm)}로 전환될 수 있다.

균일한 샘플의 준비 및 샘플의 특성에 관한 주의깊은 기록은 테스트 공정의 중요한 부분이다. 임의의 특정한 관찰은 테스트 공정을 고려하여 이루어질 수 있다. 예를 들어, 다공질 콘크리트의 샘플화는 다음과 같은 예외를 갖는 ASTM의 C-172 방법의 적절한 규정을 이용할 수 있다: 펌프 장치로부터 샘플화할 때, 대략 5겔(gal.)(약 18.90ℓ)용량의 버킷(bucket)이 콘크리트가 위치되는 지점에 콘크리트를 위치시키는데 사용되는 콘크리트 펌프 호스의 방출 흐름을 통해 통과함으로써 채워져야 한다. 관리는 샘플이 장비의 방출의 개시 또는 종료를 피하는 유출을 나타내도록 보장하기 위해 실시되어야 한다. 그 후, 하기에 설명되는 바와 같이, 버킷으로부터 경량 콘크리트를 주입함으로써 테스트 샘플이 준비되어야 한다. 또한, 샘플의 재혼합은 상기 테스트 절차에서 허용되어서는 않된다. 통상적으로, 테스트 샘플은 12 in.<sup>3</sup>(약 196.64cm<sup>3</sup>)이거나 다른 적합한 3차원 형태를 가질 수 있다. 샘플은 연속적인 효과적인 주입 방식으로 콘크리트를 위치시킴으로써 성형된다. 성형은 물질이 추가됨에 따라 천천히 진동되어야 한다. 콘크리트는 막대 형태로 되어서는 않된다. 샘플은 주형을 충전시키자마자 제거되어야 한다. 샘플은 표면과의 결합 없이 중발을 방지하는 방식으로 덮여야 한다. 샘플은 테스트되는 시간까지는 주형으로부터 제거되지 않아야 한다. 샘플의 경화는 양호하게는 샘플이 나타내는 제동 베드부에 사용되는 것과 거의 동일한 경화 온도에서 발생해야 한다. 샘플은 대응 제동 베드부의 경화를 갖는 일관된 방식으로 약 21일 이상 또는 압축 강도가 테스트될 때까지 중발을 제한하기 위해 덮인 채로 유지되어야 한다.

테스트를 위한 준비 작업에서, 샘플은 성형물로부터 제거되어야 하고 테스트 프로브 헤드 밑에 위치된다. 상부면은 프로브 헤드 접촉면을 수용하기 위해 부드러운 면을 가져야 한다. 테스트 장치의 하부 베어링 블록과 접촉하는 샘플의 표면은 테스트 동안 피스톤의 경사를 방지하여 안정되도록 충분히 평평해야 한다. 테스트 이전에, 샘플은 세 개의 축선(높이, 길이, 폭)을 따라 측정되고 중량이 측정되어야 한다. 그 후 상기 차원들은 테스트 시간의 밀도를 계산하는데 사용된다. 테스트와 동시에, 테스트 프로브 헤드의 접촉면 및 저부 베어링 블록의 표면은 순질되어야 하고 테스트 프로브 헤드가 샘플의 거의 중심을 통과하도록 샘플은 주의깊게 정렬되어야 한다. 접촉면은 샘플상에 유지되도록 초기에 옮겨지므로, 샘플을 위치시키는 공정은 천천히 손으로 조절될 수 있다. 이 때, 연속적인 부하는 일정한 비율로 통상적으로, 초당 약 1 in.(약 2.54cm)로 충격 없이 적용되어야 한다. 데이터 점(date point)은 양호하게는 완전 침투 깊이에 대해 기록된다. 테스트의 완료시 콘크리트의 외형 및 파손의 형태는 양호하게는 테스트 데이터로 기록되어 포함된다.

압축 구배 강도 데이터는 데이터 점에서의 부하를 피스톤의 표면적으로 나눔으로써 계산된다. 테스트부 두께의 약 10%까지 초기 변위 동안의 데이터 점과 샘플이 완전히 압축된 상태에 이른 후에 검출되는 데이터는 통상적으로 잔존하는 테스트 데이터보다 신뢰성이 낮기 때문에 사용되지 않는다. 침투 깊이는 피스톤 변위의 최종 데이터 점으로부터 초기에 접촉부에서의 피스톤 변위를 감하므로써 계산되어야 한다.

도 6 및 도 7을 참조하면, 다공질 콘크리트 샘플의 테스트 동안 기록된 테스트 데이터의 예가 도시되어 있다. 이 경우에, 테스트 샘플은 대략 12 in.<sup>3</sup>(약 196.64cm<sup>3</sup>)의 크기 및 모양을 갖는다. 테스트 데이터는 전체 샘플 두께의 75%에 걸쳐 부하를 측정하는데 사용되는 부하 감지 장치를 갖는 평평한 원형 접촉면을 갖는 테스트 프로브 헤드를 사용하여 획득된다. 도 6은 테스트에 의해 결정되는 제동 블록의 다공질 콘크리트 샘플 표본의 CGS 특징을 도시한다. 도 6에서, 수평 스케일은 샘플 두께 또는 높이의 1/10로 표시된 테스트 프로브 침투율을 나타낸다. 수직 스케일은 psi(kg/cm<sup>2</sup>)으로 표시된 테스트 프로브 압축력을 나타낸다. 중요한 테스트 데이터는 통상적으로 샘플 두께의 10 내지 60%의 침투 범위 내이다. 상기 영역 외의 데이터는 약 70% 침투를 넘어서 발생하는 전체 압축 효과로 인해 신뢰성이 낮을 수 있다.

도 6에 도시된 바와 같이, 다공질 콘크리트의 파손 강도는 침투 깊이와 함께 증가하는 압축에 대한 저항을 구배로 표시한다. 도 6에서 점 A와 B를 통하는 라인은 일반화된 60/80 CGS 즉, 10 내지 66%의 침투 범위에 걸쳐 대략 60 psi(약 4.20kg/cm<sup>2</sup>)로부터 대략 80 psi(약 5.6kg/cm<sup>2</sup>)까지 선형적으로 변화하는 압축 강도에 의해 특징되는 CGS를 나타낸다. 따라서, 상기 범위에 걸친 평균은 중간점 C에서 대략 70 psi(약 4.90kg/cm<sup>2</sup>)이다. 라인 D와 E는 품질 제어 한계를 나타내고, 라인 F는 다공질 콘크리트의 특정 테스트 샘플에 대해 기록되는 실제 테스트 데이터를 나타낸다. 상기 예에서, 10 내지 66% 침투 범위에 걸치는 테스트 데이터가 품질 제어 한계 라인 D와 E 사이에 유지되는 테스트 샘플은 허용 오차 범위 내에서 제조된 제동 블록을 나타낸다. 도 7은 80/100 CGS 제동 블록의 테스트 샘플의 CGS 특징을 도시한 유사 도면이다.

현재 본 발명의 양호한 실시예가 설명되었지만, 당업자라면 다른 부가의 변형이 본 발명으로부터 일탈함이 없이 이루어질 수 있고 본 발명의 범위 내에서 모든 변형 및 변경이 청구되어야 한다는 것을 이해할 것이다.

### (57) 청구의 범위

#### 청구항 1.

압축성 제동 물질 내에서 표면으로부터 내부 침투 깊이까지 연속적으로 압축 구배 강도를 테스트하는 제동 물질 테스트 장치에 있어서,

상기 내부 침투 깊이 이상의 길이와 단면 크기를 갖는 침투 축과;

상기 침투 축에 연결되며 압축 접촉면을 갖는 테스트 프로브 헤드와;

상기 제동 물질 내의 내부 침투 깊이에 대해 상기 테스트 프로브 헤드를 구동시키도록 상기 축을 이동시키기 위해 침투 축에 결합되는 구동 기구와;

상기 침투 축의 변위를 감지하기 위해 침투 축에 결합되는 변위 감지 장치; 및

상기 내부 침투 깊이에 대해 제동 물질을 압축함에 따라 상기 테스트 프로브 접촉면에 가해지는 힘을 감지하기 위해 침투 축에 결합되는 부하 감지 장치를 포함하고,

상기 침투 축은 제한된 축 부분을 포함하며, 상기 제한된 축 부분은 테스트 프로브 헤드 뒤에서 시작되며 상기 길이의 적어도 일부에 대해 연장하고, 상기 제한된 축 부분은 또한 상기 테스트 프로브의 접촉 표면적보다 작은 단면적을 갖는 제동 물질 테스트 장치.

## 청구항 2.

제 1항에 있어서, 표면으로부터 상기 침투 깊이까지 상기 압축성 제동 물질의 압축 구배 강도를 나타내는 데이터를 제공하기 위해, 상기 테스트 프로브 접촉면의 침투 깊이와 상기 부하 감지 장치에 의해 감지된 힘에 반응하는 데이터 획득 장치를 추가로 포함하는 제동 물질 테스트 장치.

## 청구항 3.

제 1항 또는 제 2항에 있어서, 상기 테스트 장치는 상기 제동 물질 두께의 60% 이상의 내부 침투 깊이까지 상기 테스트 프로브 헤드를 구동시키도록 배치되는 제동 물질 테스트 장치.

## 청구항 4.

제 1항 또는 제 2항에 있어서, 상기 테스트 프로브 헤드는 평평한 접촉면을 가지며, 상기 제한된 축 부분은 상기 접촉 표면적보다 10% 이상 작은 단면적을 갖는 제동 물질 테스트 장치.

## 청구항 5.

제 1항 또는 제 2항에 있어서, 상기 테스트 프로브 헤드는  $1 \text{ in}^2$ (약  $6.45\text{cm}^2$ ) 내지  $4 \text{ in}^2$ (약  $25.81\text{cm}^2$ ) 사이의 면적을 갖는 평평한 원형 접촉면을 갖는 제동 물질 테스트 장치.

## 청구항 6.

제 1항 또는 제 2항에 있어서, 상기 침투 축의 제한된 축 부분은 적어도 소정의 침투 깊이를 위해 상기 테스트 프로브 헤드 뒤에서 연장되며, 상기 접촉면보다 10 내지 50% 작은 범위의 단면적을 갖는 제동 물질 테스트 장치.

## 청구항 7.

압축성 제동 물질 내에서 표면으로부터 내부 침투 깊이까지 압축 구배 강도를 연속적으로 테스트하는데 적합한 제동 물질 테스트 프로브에 있어서,

상기 내부 침투 깊이 이상의 길이와 단면 크기를 갖는 침투 축; 및

상기 침투 축에 연결되며 압축 접촉면을 갖는 테스트 프로브 헤드를 포함하고,

상기 침투 축은 제한된 축 부분을 포함하며, 상기 제한된 축 부분은 상기 테스트 프로브 헤드 뒤에서 시작되며 상기 길이의 적어도 일부에 대해 연장하고, 상기 제한된 축 부분은 또한 상기 테스트 프로브의 접촉 표면적보다 작은 단면적을 가지며,

상기 제한된 축 부분의 작은 단면적은 테스트하의 압축성 제동 물질 내에서 표면으로부터 내부 침투 깊이까지 이동됨에 따라 상기 접촉면의 뒤에서 압축 후 물질 성장(post-compression build-up of material)의 왜곡 효과를 감소시키도록 결정되는 제동 물질 테스트 프로브.

## 청구항 8.

제 7항에 있어서, 상기 테스트 프로브 헤드는 평평한 원형 접촉면을 갖는 제동 물질 테스트 프로브.

## 청구항 9.

제 7항 또는 제 8항에 있어서, 상기 테스트 프로브 헤드는  $1 \text{ in}^2$ (약  $6.45\text{cm}^2$ ) 내지  $4 \text{ in}^2$ (약  $25.81\text{cm}^2$ ) 사이의 면적을 갖는 평평한 접촉면을 갖는 제동 물질 테스트 프로브.

## 청구항 10.

제 7항 또는 제 8항에 있어서, 상기 침투 축의 제한된 축 부분은 적어도 소정의 침투 깊이를 위해 상기 테스트 프로브 헤드 뒤에서 연장되며, 상기 접촉면보다 10 내지 50% 작은 범위의 단면적을 갖는 제동 물질 테스트 프로브.

## 청구항 11.

물체의 운동을 제동시키기에 적합한 다공질 콘크리트부를 연속적으로 압축 테스트하기 위한 방법에 있어서,

- (a) 접촉 표면적을 갖는 압축 접촉면을 구비한 테스트 프로브 헤드를 지지하는 침투 축을 제공하는 단계와;
- (b) 상기 접촉 표면적보다 큰 단면적과 두께를 갖는 다공질 콘크리트의 테스트부를 제공하는 단계와;
- (c) 상기 테스트부를 종방향으로 지지하는 단계와;
- (d) 상기 테스트부 내에서 표면으로부터 내부 침투 깊이까지 상기 테스트부 내로 테스트 프로브 헤드의 접촉면을 종방향으로 구동시키는 단계와;
- (e) 상기 테스트 프로브 헤드의 범위를 검출하는 단계; 및
- (f) 상기 테스트부 내의 복수의 중간 침투 깊이에서 상기 접촉면상의 압축력을 검출하는 단계를 포함하는 연속 압축 테스트 방법.

## 청구항 12.

제 11항에 있어서, 상기 (a) 단계는 상기 테스트 프로브 헤드 뒤에서 시작하는 제한된 축 부분을 갖는 침투 축을 제공하는 단계를 포함하고, 상기 제한된 축 부분은 상기 접촉 표면적보다 작은 단면적을 가지며, 상기 작은 단면적은 상기 다공질 콘크리트부의 침투 동안 테스트 프로브 헤드의 뒤에서 압축 후 물질 성장의 왜곡 효과를 감소시키도록 결정되는 연속 압축 테스트 방법.

## 청구항 13.

제 11항 또는 제 12항에 있어서, 상기 침투 축에는 접촉 표면적보다 10 내지 50% 작은 범위의 단면적을 갖는 축 부분이 제공되는 연속 압축 테스트 방법.

## 청구항 14.

제 11항 또는 제 12항에 있어서, 상기 (a) 단계는 평평한 원형 접촉면을 구비한 테스트 프로브 헤드를 제공하는 단계를 포함하는 연속 압축 테스트 방법.

## 청구항 15.

제 11항 또는 제 12항에 있어서, 상기 (a) 단계는  $1 \text{ in}^2$ (약  $6.45\text{cm}^2$ ) 내지  $4 \text{ in}^2$ (약  $25.81\text{cm}^2$ ) 사이의 접촉 표면적을 갖는 평평한 접촉면을 구비한 테스트 프로브 헤드를 제공하는 단계를 포함하는 연속 압축 테스트 방법.

## 청구항 16.

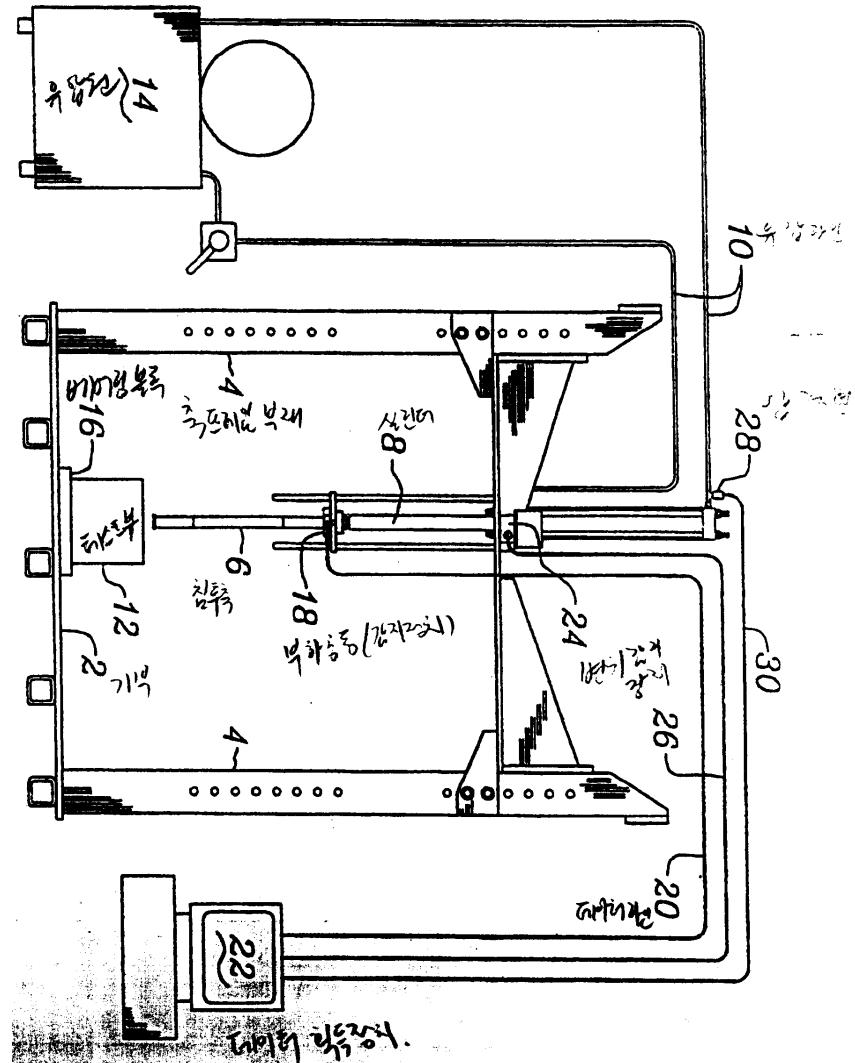
제 11항 또는 제 12항에 있어서, 상기 (d) 단계는 상기 접촉면을 상기 테스트부 두께의 60% 이상의 내부 침투 깊이까지 연속적으로 구동시키는 단계를 포함하는 연속 압축 테스트 방법.

## 청구항 17.

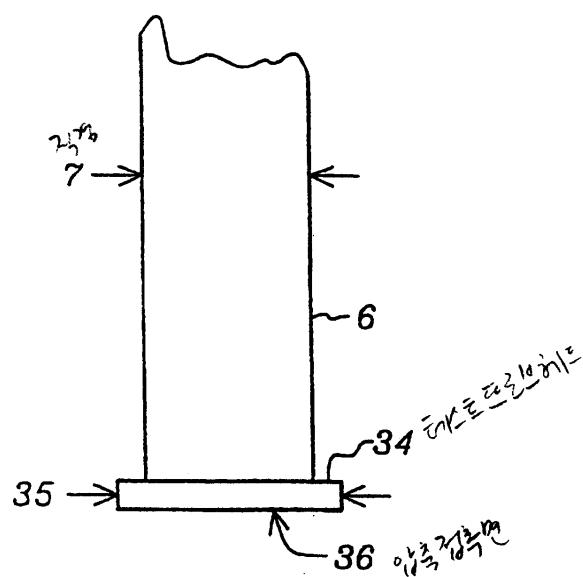
제 11항 또는 제 12항에 있어서, 상기 (f) 단계는, 상기 접촉면이 상기 테스트부 두께의 60% 이상의 내부 침투 깊이에 이를 때까지, 연속적인 기부상에서 상기 테스트 프로브 헤드의 접촉면상의 압력을 기록하는 단계를 포함하는 연속 압축 테스트 방법.

## 도면

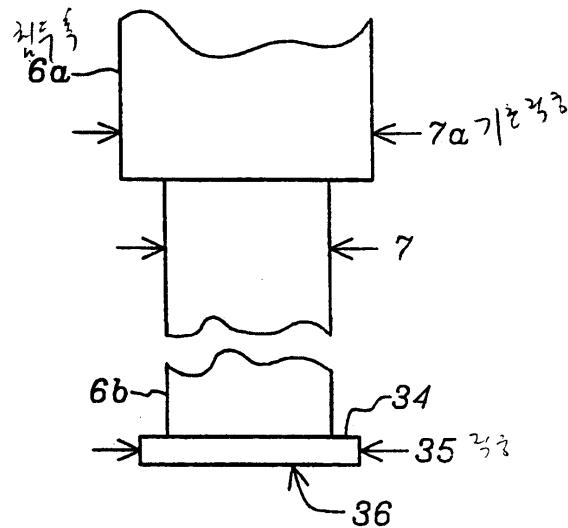
도면1



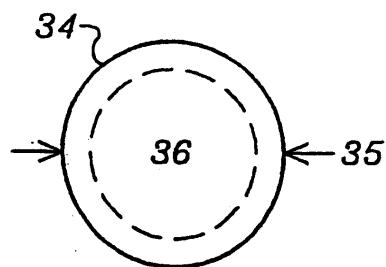
도면2



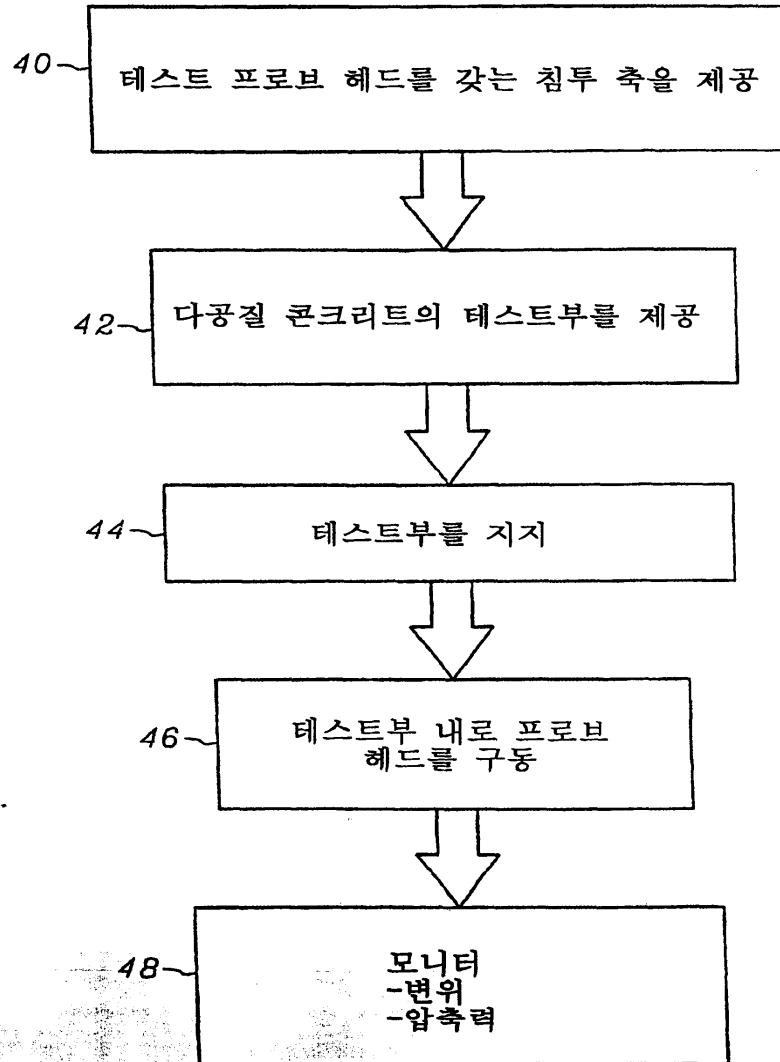
도면3



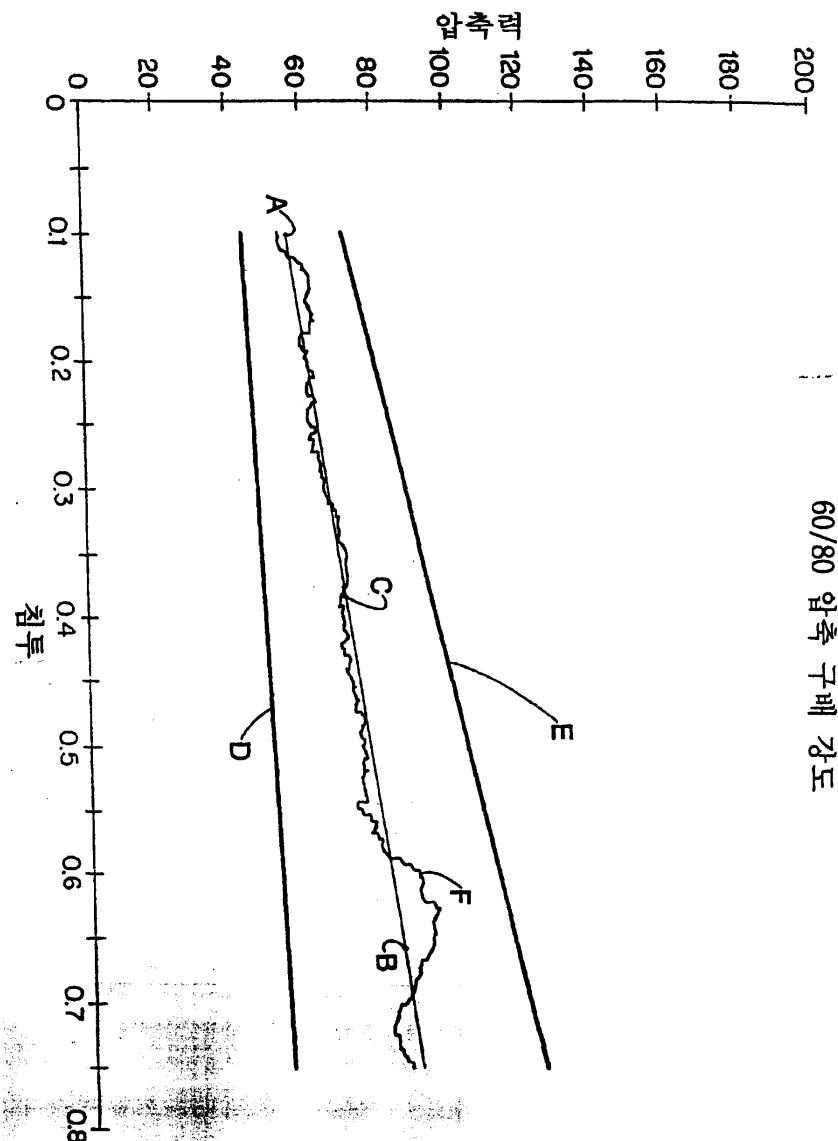
도면4



## 도면5



도면6



도면7

