

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.⁶
E04D 3/00

(11) 공개번호 특2000-0040133
(43) 공개일자 2000년07월05일

(21) 출원번호	10-1998-0055685
(22) 출원일자	1998년12월17일
(71) 출원인	쌍용건설 주식회사 장동립 서울특별시 송파구 신천동 7-23
(72) 발명자	이세웅 서울특별시 송파구 잠실동 주공아파트 529-806 석호태 서울특별시 강남구 삼성동 116-21(201호) 장동운 서울특별시 송파구 잠실동 주공아파트 322-506 강지훈 경기도 성남시 분당구 정자동 한솔주공아파트 610동 202호
(74) 대리인	고영회

심사청구 : 있음

(54) 마이크로 시멘트를 이용한 구조물의 보수보강공법

요약

본 발명은 구조물의 슬래브나 보 등에 균열이 발생한 경우 상기 균열 내부에 마이크로 시멘트를 이용한 균열 보수재를 주입하여 균열을 봉합하고 더 이상 균열이 진전되지 않도록 하는 균열 보수 공법과 관련된다.

본 발명의 마이크로 시멘트를 이용한 구조물 균열 보수 방법의 시공 순서는 먼저 균열부를 중심으로 폭 50mm 정도로 표면의 오염물질을 제거한 다음, 균열 보수재를 주입하기 위한 주입구멍의 위치를 일정한 간격으로 표시하고, 표시된 위치에 주입구멍이 균열의 중앙이 되도록 콘크리트 드릴로 주입구멍을 뚫는다. 상기 주입구멍 내부를 브러시 등으로 청소하고 압축공기로 구멍 내부의 가루를 제거한다. 청소가 완료되면 주입구멍에 주입용 파이프를 압입하여 설치하며, 주입용 파이프와 주입용 파이프 사이의 균열부는 균열 보수재의 누출을 방지하기 위해 밀봉재로 밀봉한다. 균열 보수재를 주입하기 위한 준비가 완료되면 마이크로 시멘트를 물과 유동화제 등을 섞어 소정의 배합비로 혼합하고 스퀴즈 펌프, 케미칼 펌프 등을 사용하여 주입한다. 마이크로 시멘트와 물의 혼합비는 중량비 1 : 0.5 내지 0.7 정도가 바람직하다. 주입후에는 3일 이상 충격이 가해지지 않도록 양생하고, 양생이 완료되면 균열 밀봉재와 주입용 파이프를 제거한다.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 구조물에 발생한 균열을 보수하는 보수 방법과 관련된다. 보다 구체적으로, 구조물의 슬래브나 보 등에 균열이 발생한 경우 상기 균열 내부에 마이크로 시멘트를 이용한 균열 보수재를 주입하여 균열을 봉합하고 더 이상 균열이 진전되지 않도록 하는 균열 보수 방법과 관련된다.

콘크리트 구조물에는 콘크리트의 건조수축, 부동침하, 불리딩 또는 응력의 과다 등 여러 가지 다양한 원인에 의해서 크고 작은 균열이 발생한다. 이러한 균열은 그 균열이 발생한 위치와 균열의 폭 및 깊이에 따라 구조물의 구조적인 안전성에 영향을 미치기도 하고 누수와 같은 기능적인 하자를 유발하기도 한다. 또한, 구조물의 외부로 노출된 균열은 구조물의 미관을 해치고 사용자에게 불안감을 주게되며 집단 민원으로 확대되거나 시공회사의 대외적인 이미지를 실추시킬 위험도 있다. 따라서, 구조물에 발생한 균열은 이를 보수할 필요성이 있으며, 균열의 폭과 발생 장소에 따라 다양한 보수 방법이 사용되고 있다.

균열 보수 공법으로는 표면처리공법, 주입공법, 충전공법, 강제앵커공법, 슛크리트공법 등이 있다. 표면처리공법은 0.2mm 이하의 미세 균열의 표면에 도막을 형성하여 방수성과 내구성의 향상을 기하는 공법으로 균열의 내부가 처리되지 못하는 단점이 있다. 주입공법은 균열 보수의 대표적인 공법으로 균열의 내부에 저점도의 수지를 주입하여 균열부 사이를 충전하고 모재를 부착하는 공법이다. 충전공법은 모재의

표면을 V 또는 U 컷(Cut)하고 그 부분에 실링재를 충전하는 공법이다. 강제앵커공법은 균열의 좌우로 앵커를 설치하여 봉합하는 공법이며, 슛크리트공법은 터널 등에서 뿔철을 하여 보강하는 공법이다.

폭이 미세한 균열을 보수하기 위한 방법으로 현재 가장 많이 사용되고 있는 방법은 에폭시를 주입하는 방법이다. 에폭시는 압축강도와 인장강도가 높고, 다양한 정도로 제작할 수 있으며, 강도가 조기에 발현되고 접착력이 우수하여 구조물의 균열 보수재로 널리 이용되고 있다. 그러나, 에폭시는 취급이 다소 복잡하고 적절한 온도관리가 필요하며, 화재시 내화성능에 문제가 있고, 콘크리트와 에폭시의 건조수축률 및 강도의 차이로 인해서 부가적인 응력이나 균열이 발생할 수 있는 등의 문제가 있다. 또한, 단가가 비싸고 특정 에폭시의 경우에는 인체에 화상을 줄 수도 있어 취급이 매우 까다로운 단점이 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명의 목적은 마이크로 시멘트를 이용하여 0.3mm 이하의 미세한 균열에도 주입이 용이한 균열 보수 방법을 제공하는 것이다.

본 발명의 다른 목적은 기존의 에폭시 수지 주입 공법에 비해 원가가 저렴한 균열 보수 방법을 제공하는 것이다.

본 발명의 또 다른 목적은 마이크로 시멘트를 사용함으로써 콘크리트와 열팽창율이 차이가 없어 건조수축이나 열팽창에 의한 부가적인 응력이나 균열의 발생이 없는 균열 보수 방법을 제공하는 것이다.

본 발명의 또 다른 목적은 화재시 내화성능이 저하되지 않고, 취급이 용이하여 시공성이 우수한 균열 보수 방법을 제공하는 것이다.

발명의 구성 및 작용

본 발명은 마이크로 시멘트를 균열 보수재로써 이용한다. 마이크로 시멘트는 시멘트계 무기질 재료로 토양이나 지하수 오염을 일으키지 않는 무공해 재료로써, 재료의 물리, 화학적 특성은 보통 포틀랜드 시멘트와 큰 차이가 없으나, 분말도가 높아 수화조작이 치밀해지므로 강도는 보통 포틀랜드 시멘트의 1.5배 이상 높은 것이 특징이다. 현재 주요 용도는 연약지반 개량, 절도부의 안정 및 토석의 유출 방지, 사면 경사지대의 지반 안정 및 강화, 댐 및 저수지의 누수 방지 및 토사 유출 방지 등에 사용되고 있다.

보통 포틀랜드 시멘트는 최대 입경이 0.1mm 정도로 큰 편이기 때문에 보통 포틀랜드 시멘트를 사용하여 보수할 수 있는 균열에는 한계가 있다. 양반이나 콘크리트 구조물의 균열 보수에 있어서, 균열폭과 주입 가능한 주입재의 최대 입경 사이의 관계를 J. K. Michel은 주입재의 최대 입경이 균열폭의 $\frac{1}{3}$ 이하가 되어야 한다고 제시하고 있다. 따라서, 보통 포틀랜드 시멘트를 이용해서 보수 가능한 균열의 최소 폭은 0.3mm 정도가 된다.

한편, 보수를 필요로 하는 균열은 내구성 측면에서는 0.4mm 이상, 방수 측면에서는 0.2mm 이상의 경우이다. 보통 포틀랜드 시멘트로 0.3mm 이상의 균열에만 주입이 가능하므로 내구성 측면에서는 만족하지만 방수 측면에서는 부적합한 재료라고 할 수 있다.

본 발명은 균열 보수재로써 마이크로 시멘트를 이용한 것으로써, 마이크로 시멘트와 보통 포틀랜드 시멘트의 화학적 성분 조성과 물리적 특성에 대한 데이터는 표 1 및 표 2와 같다.

마이크로 시멘트와 보통 포틀랜드 시멘트는 화학 성분에서 차이가 있다. 즉, 마이크로 시멘트가 초미립자이기 때문에 조기에 수화활성이 지나치게 커짐으로써 작업성이 확보되지 않을 수 있기 때문에 초기 수화 속도를 조절할 수 있도록 성분이 조정되어 있다. 또한, 마이크로 시멘트는 보통 포틀랜드 시멘트에 비해서 유동성이 월등히 좋고 장기강도와 초기강도가 우수한 특성을 보이고 있으며, 따라서 균열 보수재로 균열 내부에 주입될 경우 주입성이 양호하고 고강도가 발휘되며 내구성도 향상된다.

[표 1]

마이크로 시멘트와 보통 포틀랜드 시멘트의 화학 성분 조성 (%)

구 분	SiO ₂	Al ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₃ +CaO	SO ₃	기타
마이크로 시멘트	29	63.3	1.9	5.8
보통 포틀랜드 시멘트	20.9	72.3	1.5	5.3

[표 2]

마이크로 시멘트와 보통 포틀랜드 시멘트의 물리적 특성

구 분	비중	분말도 (cm ³ /g)	응 결		Flow (%)	압축강도 (kg/cm ²), w/c=44.7%			
			초결(M)	종결(H:M)		1일	3일	7일	28일
마이크로 시멘트	2.94	8150	65	7:05	108.9	162	356	535	689
보통 포틀랜드 시멘트	3.15	3250	170	7:30	113.3	61	202	264	405

분말도가 8000 cm^2/g 인 마이크로 시멘트는 최대 입경이 0.01mm 정도이기 때문에 Michel의 주입비에 의하면 균열 폭이 0.03mm인 균열까지 주입이 가능하므로 현실적으로 구조물에 발생하는 거의 모든 균열에 주입이 가능하며 내구성 및 방수 측면 모두에서 적합한 재료라고 할 수 있다.

입도 및 입자의 형상은 현탁형 그라우트의 전단저항력과 밀접한 관계가 있다. 즉, 입자가 미세할수록, 입자 형상의 구형화율이 떨어질수록 현탁형 그라우트의 점성이 증가하여 전단저항력이 커진다. 따라서, 균열 보수용으로 사용하는 주입재가 균열의 미세 부분까지 주입되어지는 성능은 주입재의 입도와 입경에 좌우된다.

표 3은 마이크로 시멘트와 보통 포틀랜드 시멘트의 입도를 초음파 입도분석기를 이용하여 분석한 결과이다. 표 3에 기재된 바와 같이 보통 포틀랜드 시멘트는 12 μm 잔분이 60% 이상인 반면에 마이크로 시멘트는 약 8%로써, 마이크로 시멘트는 매우 미세한 입자들로 구성되어 있다.

또한, 마이크로 시멘트와 보통 포틀랜드 시멘트의 입형을 전자 현미경을 이용하여 입자의 표면을 촬영하여 육안으로 비교한 결과, 마이크로 시멘트의 구상화율이 보통 포틀랜드 시멘트의 구상화율보다 큰 것을 관찰할 수 있었다.

[표 3]

마이크로 시멘트와 보통 포틀랜드 시멘트의 입도 분석 결과 (단위:누적%)

구 분	1	1.5	2	3	4	6	8	12	16	24	32	48	64	평균
마이크로 시멘트	10.1	13.4	19.2	30.1	39.3	59.6	72.3	92.4	93.8	100				5
보통 포틀랜드 시멘트	4.7	5.6	8.3	11.3	16.1	21.7	28.4	36.7	48	62.2	77.9	93.7	97.2	17.1

즉, 마이크로 시멘트가 보통 포틀랜드 시멘트보다 입도가 훨씬 미세하고 구상화율이 크다는 것은 균열 보수재로써 사용할 경우 전단저항력이 작아지기 때문에 주입압의 손실을 줄일 수 있어 침투력이 향상되고 주입 반경을 넓힐 수 있다는 것이다.

본 발명의 마이크로 시멘트를 이용한 구조물 균열 보수 방법의 시공 순서를 설명한다.

먼저 균열부를 중심으로 폭 50mm 정도로 와이어 브러시, 디스크 센터 등을 이용하여 표면의 오염물질을 제거한다. 오염물질이 있을 경우 밀봉재의 박리와 균열 보수재의 누수가 발생하기 때문이다. 다음, 균열 보수재를 주입하기 위한 주입구멍의 위치를 일정한 간격으로 표시하고, 표시된 위치에 주입구멍이 균열의 중앙이 되도록 콘크리트 드릴로 주입구멍을 뚫는다. 주입구멍의 간격은 균열의 폭과 깊이에 따라 결정한다. 예를 들어, 주입구멍의 간격은 균열폭이 0.2mm 이하인 경우에는 50~100mm, 0.2~0.5mm인 경우에는 100~200mm, 0.5~1mm인 경우에는 150~200mm, 1mm 이상인 경우에는 200~300mm 간격으로 하며, 주입구멍의 직경은 5~13mm, 깊이는 5~30mm 정도로 뚫는다.

상기 주입구멍 내부를 브러시 등으로 청소하고 압축공기로 구멍 내부의 가루를 제거한다. 주입구멍 내부의 먼지와 가루는 균열 보수재의 부착력을 저하시키므로 깨끗이 청소해야 한다.

청소가 완료되면 주입구멍에 주입용 파이프를 압입하여 설치하며, 주입용 파이프는 균열을 따라서 일정한 간격으로 설치한다. 주입용 파이프와 주입용 파이프 사이의 균열부는 균열 보수재의 누출을 방지하기 위해 밀봉재로 밀봉되어야 한다. 균열 보수재가 외부로 누출되면 주입압이 약해져서 균열 보수재가 균열 깊숙이 침투되지 않으므로 균열을 외부에서 완전히 밀봉해야 한다. 따라서, 주입용 파이프 사이의 균열 부에 폭 30mm, 두께 2mm정도로 균열 밀봉재를 도포하여 주입재가 표면으로 누출되지 않도록 밀봉한다.

균열 보수재를 주입하기 위한 준비가 완료되면 마이크로 시멘트를 물과 유동화제 등을 섞어 소정의 배합 비로 혼합하고 스퀴즈 펌프, 케미칼 펌프 등을 사용하여 주입한다. 주입후에는 3일 이상 충격이 가해지지 않도록 양생하고, 양생이 완료되면 균열 밀봉재와 주입용 파이프를 제거한다.

본 발명의 성능을 확인하기 위하여 마이크로 시멘트를 이용하여 균열 보수재를 제조하고 이를 이미 균열이 발생한 라멘 구조 실험체와 조적 채움 실험체의 균열에 주입하여 균열을 보수한 다음, 다시 하중을 가하여 실험체를 파괴시켜 파괴양상과 균열 내부로 균열 보수재의 침투 정도를 관찰하였다.

실험체는 두 개의 기둥과 하나의 보로 구성되는 라멘 구조체와 상기 라멘 구조체의 내부에 조적 채움을 한 두 가지 실험체에 대하여 실시하였으며, 사전에 0.4g의 지진하중을 가하여 기둥 및 보 부재에 0.3mm 전후의 균열을 다수 발생시켰다.

균열 보수재의 배합비는 표 4와 같으며, 주입장치는 일반적으로 에폭시 주입재를 주입하는 경우에 사용하는 50cc 용량의 주사기와 5kg/cm²의 압력을 가할 수 있는 압력밴드를 사용하였다. 기존의 에폭시 주입장비를 그대로 사용할 수 있는 것도 본 발명의 장점 중의 하나이다. 마이크로 시멘트는 쌍용양회에서 생산되는 마이셈 8000을 사용하였다.

[표 4]

균열 보수재 배합비

W/C (%)	물	마이크로 시멘트	유동화제(마이티 150)
70	2250	3210	12

균열 보수재를 주입하고 양생이 된 후 다시 하중을 가하여 재 파괴시킨 후의 실험체를 관찰한 결과 균열 보수재가 넓은 범위의 균열의 미세한 부분까지 주입된 것을 확인 할 수 있었으며, 실험체의 파괴 거동이 원 실험체의 거동과 동일한 형태를 나타내어 본 발명에 의해 균열을 보수할 경우 효과적인 균열 보수가 가능함을 확인하였다.

다음은 10cm × 10cm × 50cm의 각주형 콘크리트 공시체를 제작하고 공시체의 양단을 지지하고 중앙에서 하중을 가하여 시편의 중앙부에 횡균열을 다수 발생시킨 다음, 본 발명의 균열 보수재를 이용하여 균열을 보수하고 다시 횡 하중을 가하여 파괴시키는 시험을 실시하였다. 이때 사용한 균열 보수재의 배합비는 표 5와 같으며, 보통 포틀랜드 시멘트와의 비교를 위해 동일한 배합비로 균열 보수재를 제조하여 주입한 후 실험을 실시하였다. 마이크로 시멘트는 쌍용양회에서 생산되는 마이셈 8000을 사용하였다.

[표 5]

균열 보수재 배합비

구 분	W/C (%)	물	시멘트	유동화제(마이티 150)
마이크로 시멘트	50	500	1000	20
보통 포틀랜드 시멘트	50	500	1000	20

횡균열이 발생한 각주형 실험체의 균열에 균열 보수재를 주입한 후 재령 3일에서 다시 파괴시켜 균열면에 균열 주입재가 주입된 상황을 관찰한 결과, 보통 포틀랜드 시멘트의 경우에는 균열 보수재가 균열 내부로 거의 주입되지 않았으나, 마이크로 시멘트의 경우에는 상당히 넓은 범위로 주입된 것을 확인할 수 있었다. 또한, 마이크로 시멘트의 경우에는 재 파괴시 기존의 균열면 이외의 부위에서 파괴가 발생하여 균열 보수 효과가 탁월함을 확인할 수 있었다.

발명의 효과

본 발명을 이용하면 0.3mm 이하의 미세한 균열에도 균열 보수재가 용이하게 침투됨으로써 콘크리트 구조물의 균열을 보다 용이하게 보수, 보강할 수 있으며, 기존의 에폭시 수지 주입 공법에 비해 원가가 저렴하여 원가절감에 유리하며, 균열 보수재로써 콘크리트와 본질적으로 동일한 재료를 사용함으로써 건조수축이나 열팽창에 의한 부가적인 응력이나 균열의 발생이 없다. 또한, 화재시 내화성능이 저하되지 않고, 취급이 용이하여 시공성이 우수한 장점이 있다. 또한, 기존의 에폭시 주입장비를 그대로 사용할 수 있는 장점도 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

구조체에 발생한 균열 주위의 이물질을 제거하고;
 균열 보수재를 주입하기 위한 다수개의 주입구멍을 일정한 간격으로 상기 균열을 따라 천공하고;
 상기 주입구멍의 내부에 쌓인 먼지나 가루를 제거하고;
 상기 주입구멍에 주입용 파이프를 삽입하고;
 상기 주입용 파이프와 주입용 파이프 사이의 균열 부분에 균열 밀봉재를 도포하여 균열 부분을 밀봉하고;
 마이크로 시멘트, 물 및 유동화제로 구성되는 균열 보수재를 제조하고;
 상기 균열 보수재를 상기 주입용 파이프를 통해 균열 내부에 주입하는 단계;
 로 구성되는 것을 특징으로 하는 구조물 균열 보수 방법.

청구항 2

제1항에서, 상기 균열 보수재는 마이크로 시멘트와 물의 혼합 비율이 중량비로 1 : 0.5 내지 0.7의 범위인 것을 특징으로 하는 구조물 균열 보수 방법.

청구항 3

제1항 또는 제2항에서, 상기 마이크로 시멘트는 분말도가 8000cm²/g 이상인 것을 특징으로 하는 구조물 균열 보수 방법.

청구항 4

마이크로 시멘트;
 상기 마이크로 시멘트 중량의 50% 내지 70%의 물; 및,
 유동화제;
 로 구성되는 것을 특징으로 하며, 구조물에 발생한 균열의 내부에 침투시켜 균열을 보수하고 보강하기 위한 용도의 균열 보수재.

청구항 5

제4항에서, 상기 마이크로 시멘트는 분말도가 8000 cm^2/g 이상인 것을 특징으로 하는 균열 보수재.